

**nordwest2050**

Perspektiven für klimaangepasste Innovationsprozesse  
in der Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten

## 7. WERKSTATTBERICHT

Januar 2011

# Regionale Vulnerabilitätsanalyse der Ernährungswirtschaft im Kontext des Klimawandels

Eine Wertschöpfungskettenbetrachtung der Fischwirtschaft in  
der Metropolregion Bremen-Oldenburg

Marina Beermann



# Impressum

## **Herausgeber des Werkstattberichts:**

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg  
Ammerländer Heerstr. 114-118  
26129 Oldenburg  
[www.clue.uni-oldenburg.de](http://www.clue.uni-oldenburg.de)

## **Kontakt:**

Marina Beermann  
Tel: (0441)798-4968, E-mail: [marina.beermann@uni-oldenburg.de](mailto:marina.beermann@uni-oldenburg.de)

Die vorliegende Publikation wurde im Rahmen des Forschungsverbundes „nordwest2050 – Perspektiven für klimaangepasste Innovationsprozesse in der Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten“ erstellt. Für den Inhalt sind die genannten Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Diese Publikation ist im Internet als pdf-Datei abrufbar unter: [www.nordwest2050.de](http://www.nordwest2050.de).

Oldenburg, 15.01.2011

## Vorwort

In der folgenden Vulnerabilitätsanalyse wird vor dem Hintergrund von Exposition und Sensitivität die Anpassungskapazität der Fischwirtschaft auf den einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette untersucht. Die Untersuchung der aktuellen Anpassungskapazität der Unternehmen dieser Branche gegenüber dem Klimawandel muss sich zwangsläufig beziehen auf die aktuelle Konstellation: der Klimawandel ist längst im Gange, und die Frage nach der Anpassungskapazität steht im ersten Schritt unter gegebenen Bedingungen.

Wenn wir den Zusammenhang von Klimaanpassung und Klimaschutz unter dem übergreifenden Gesichtspunkt betrachten, den Klimawandel bewältigen zu wollen, erweisen sich die derzeitigen Formen und Strukturen der Fischwirtschaft in weiterer zeitlicher Perspektive als problematisch noch weit über die Aspekte hinaus, die hier nur behandelt werden konnten, um die gegenwärtige Situation gründlich genug zu analysieren.

Wie im nachfolgenden Text auch erwähnt, stellt die Ernährung mit Fisch hierzulande angesichts der dramatisch sinkenden gesellschaftlichen Akzeptanz der dominanten Erscheinungsformen der Massentierhaltung möglicherweise eine Option mit steigender Attraktivität dar. Auf der anderen Seite wächst anscheinend das Bewusstsein von der Überfischung der Weltmeere, zumal sich diese bislang ja weiter verschärft. Und Einsichten in die Fragwürdigkeit der Aquakultur stehen noch ganz am Anfang.

Diese Faktoren sind im Gesamtzusammenhang zu berücksichtigen, ändern aber nichts an der hohen Relevanz der Informationen, die mit der vorliegenden Studie geliefert werden und die für die Innovationspotenzialanalyse und die praktische Entwicklung der Innovationspfade in Partnerschaft mit den beteiligten Unternehmen im Projekt ‚nordwest2050‘ eine wichtige Grundlage darstellen.

Prof. Dr. Reinhard Pfriem

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Vulnerabilitätsanalyse Fischwirtschaft</b>	<b>4</b>
1.1	Definition und Beschreibung der Wertschöpfungskette	4
1.2	Exposition	7
1.3	<b>Sensitivität und potenzielle Auswirkungen</b>	<b>8</b>
1.3.1	Fischerei	11
1.3.2	Aquakultur	12
1.3.3	Großhandel/Auktion	13
1.3.4	Verarbeitung	13
1.3.5	Weiterverarbeitung	13
1.3.6	Groß- und Einzelhandel	14
1.3.7	Konsum	14
1.4	<b>Anpassungskapazität</b>	<b>14</b>
1.4.1	Fischerei	15
1.4.2	Aquakultur	16
1.4.3	Großhandel/Auktion	17
1.4.4	Verarbeitung	18
1.4.5	Weiterverarbeitung	20
1.4.6	Groß- und Einzelhandel	20
1.4.7	Konsum	22
<b>2.</b>	<b>Zusammenfassende Bewertung der Wertschöpfungskette Fisch</b>	<b>23</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>33</b>

# Verzeichnisse

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Standardisierte Wertschöpfungskette in der Fischwirtschaft (Quelle: UNEP 2009; FAO 2008; Hameri/Palsson 2003) 4

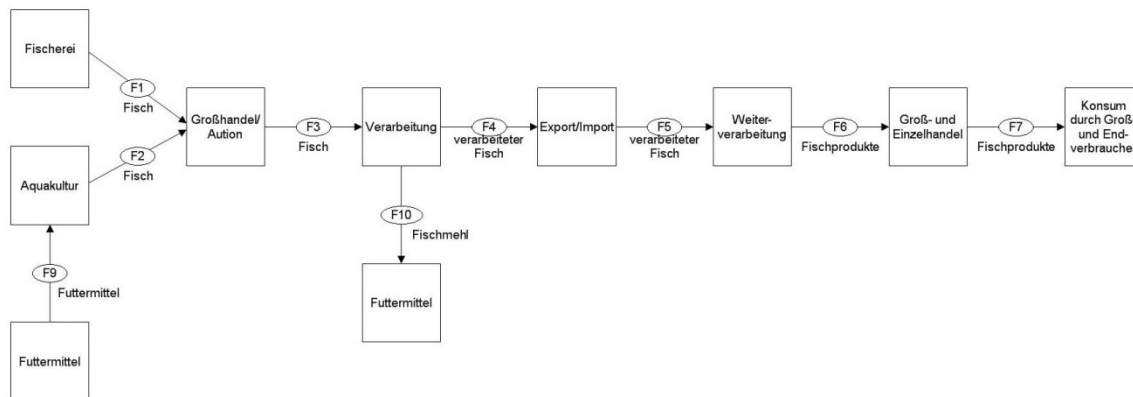
## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bewertung der Vulnerabilität der Wertschöpfungskette Fischwirtschaft (Quelle: eigene Darstellung) 32

# 1. Vulnerabilitätsanalyse Fischwirtschaft

## 1.1 Definition und Beschreibung der Wertschöpfungskette

Eine typische Wertschöpfungskette innerhalb der Fischwirtschaft zeigt Abbildung 1.



**Abbildung 1: Standardisierte Wertschöpfungskette in der Fischwirtschaft (Quelle: UNEP 2009; FAO 2008; Hameri/Palsson 2003)**

Im Wesentlichen muss bei der Wertschöpfungskette Fischwirtschaft zwischen den **zwei Produktionsformen** der (Meeres-/Hochsee-)Fischerei und der Züchtung von Fischen mittels **Aquakultur** unterschieden werden. Während in der Fischerei die Menge und Fischart nur in begrenztem Maße und mit technischer Unterstützung kalkuliert werden kann, kann im Rahmen der Aquakultur die Produktionsmenge zu einem bestimmten Termin (Just-in-Time) exakt kalkuliert werden. Somit benötigt die Fischerei vor allem eine technische (im Sinne von Ortungssystemen und Kühlungssystemen für eine Verarbeitung der Fische in Filets an Bord) Ausstattung der Schiffe sowie Treibstoff. In der Aquakultur werden vorwiegend Futtermittel (meist aus Fischerzeugnissen, Erbsen, Soja und Getreide, etc. bestehend) als Input benötigt sowie auf die Fischart abgestimmte Umweltbedingungen. Zur Zucht aquatischer Organismen zählen neben Fischen Weichtiere, Krebse und aquatische Pflanzen.

Hieraus ergibt sich ein wesentliches Unterscheidungskriterium: die Produktion von Fischen in der Aquakultur zeichnet sich durch einen hohen Grad der Steuerbarkeit aus und ermöglicht damit eine Just-in-Time-Lieferung, während in der Fischerei Menge und Fischart nur bedingt kalkulierbar sind. In der Aquakultur können jedoch nur bestimmte Fischarten gezüchtet werden und ökologische Nebeneffekte (z.B. Eutrophierung von Gewässern durch Eintrag von ungefilterten Abwässern, Einsatz von Medikamenten, Beeinträchtigung von Wildbeständen) müssen berücksichtigt werden. Darüber hinaus existieren aus ökologischer Sicht weitere Probleme, die vor allem den Einsatz von Fischmehl anbelangen. So bedarf es beispielsweise zur Produktion eines Kilogramms Zuchtlachs über drei Kilogramm Fischmehl, welches meist nicht aus nachhaltiger Fischerei produziert wurde. Der hohe Wasserverbrauch in z.T. wasserarmen Regionen stellt eine weitere Umweltbelastung dar, die auch sozioökonomische Auswirkungen beinhalten kann. Strengere Fangquoten und Regulierungen sowie eine zunehmende Überfischung bestimmter Fischarten beeinflussen dabei vor allem die Erträge der Fischerei. Diese als Systemgrenzen fungierenden Faktoren wirken sich negativ auf den Grad der Beeinflussbarkeit des Systems aus Sicht eines Fischereiunternehmens aus und erhöhen damit den Grad der Unsicherheit in der (Meeres-/Hochsee-)Fischerei im Vergleich zur Aquakultur.

Insgesamt nimmt die Aquakultur eine zunehmend große Rolle für die weltweite Versorgung mit Fischprodukten ein (vgl. Weltbank 2006). „The average contribution of aquaculture to per capita fish available for human consumption rose from 14 percent in 1986, to 30 percent in 1996 and to 47 percent in 2006, and it can be expected to reach 50 percent in the next few years“ (FAO 2009: 61). Mengenmäßig wird die rasante Entwicklung von den Ländern China und Vietnam angeführt (FAO 2009: 61). Aquakulturen können dabei verschiedene Produktionssysteme umfassen: „Its systems can range from an intensive indoor system monitored with high-tech equipment through to the simple release of baby fish to the sea - but all with the same aim, of helping boost Nature's natural productivity“ (<http://www.fao.org/fishery/topic/12313/en>). Futter und Fütterung beeinflussen dabei wesentlich den wirtschaftlichen Erfolg von Aquakulturen. Die Hälfte der Gesamtkosten der Fischproduktion mittels Aquakultur wird durch das Futter bestimmt. Das **Futtermittel** besteht dabei im Wesentlichen aus Fischmehl und Fischöl. Die National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) definiert Fischmehl als: „A high-protein animal feed supplement made by cooking, pressing, drying, and grinding fish or shellfish.“ Unter Fischöl wird hingegen verstanden: „An oil extracted from body (body oil) or liver (liver oil) of fish and marine mammals; mostly a byproduct of fish meal production“ (<http://www.st.nmfs.noaa.gov/st1/fus/fus96/glossary.pdf>). Einsparungen oder Mehrausgaben wirken sich somit meist direkt auf den Gewinn aus. Zunehmende Fokussierung erlangt daher die Professionalisierung des Fütterungsmanagements. Relevante Parameter sind hier die Wassertemperatur, der Proteingehalt des Futters und die aktuellen Größen der Fische (Fisch-Magazin 12/2009: 67f). Die rasante Entwicklung der Aquakultur äußert sich durch eine rapide Steigerung der Nachfrage und des Gebrauchs von Fischmehl, vorwiegend durch asiatische Länder (FAO 2008, 164).

Sowohl Meeresfisch als auch Zuchtfisch werden im **Großhandel** und im Rahmen von Auktionen veräußert. Die im Rahmen der (Hochsee-)Fischerei gefangenen Fische werden zum Teil direkt auf dem Verarbeitungsdeck des Schiffes enthäutet und entgrätet. Die dabei entstandenen Filets werden in Fischfiletblöcken tiefgefroren und als solche im Großhandel und auf Auktionen gehandelt. Danach folgt die Stufe der **Verarbeitung**, wobei Teile (Reste) des Fisches zu Fischmehl verarbeitet werden, welches für die Fischzucht oder auch im Bereich der Tierzucht als Futtermittel/-zusatz eingesetzt wird, bspw. wird Fischmehl auch als Futterzusatz bei der Putenfütterung verwendet (siehe Werkstattbericht zur Vulnerabilitätsanalyse Fleisch/Gelügel). Ein Viertel der weltweiten Fischproduktion wird für „non-food-products“ eingesetzt, z.B. in Form von Fischmehl sowie Fischöl (FAO 2009: 45). Grundsätzlich können alle Fischarten zu Fischmehl und -öl verarbeitet werden, die Zusammensetzung unterscheidet sich jedoch länderspezifisch. „The composition and quality of the raw material are predominant factors in determining the properties and yield of the products. A separation of fatty substances (lipids) from the other constituents of fatty marine animals is one of the major operations in the manufacture of fish meal and oil“ (<http://www.fao.org/docrep/003/x6899e/x6899e00.htm>).

Fischmehl kann gemäß der FAO in zwei Typen unterteilt werden: „1) fishery waste associated with the processing of fish for human consumption and 2) fish that are only used for the production of fish meal. The composition of fish meal can vary considerable depending upon the composition (whole fish, fish scraps, etc.) of the substrate that is used to prepare the fish meal“ (<http://www.fao.org/ag/AGA/agap/frg/afri/Data/332.HTM>). Darüber hinaus weist die FAO darauf hin, dass „in early 2008, fishmeal prices moved upwards again, and are likely to remain high, also in view of high vegetable meal prices. Of note is the large share of fishmeal now consumed by the aquaculture industry, estimated at 60 percent, with strong demand particularly in China. At the same time, the poultry industry has drastically reduced its fishmeal use (FAO 2008, 76). Eine besondere Rolle für die Produktion von **Fischöl** spielt die Aquakultur: „For fish oil, the role of aquaculture is even greater than for fishmeal, with close to 85 percent of production consumed by the sector, and with salmonids responsible for more than 55 percent of the sector's share (FAO 2008, 77).“

Wesentliche **tiefgefrorene Verarbeitungsformen** während der Stufe der Verarbeitung können umfassen:

- Fischfiletblöcke: Bestehend aus frischen, grätenfreien Fischfilets, werden entweder auf See oder an Land zu ca. 7,5 kg schweren quaderförmigen Blöcken gefroren.
- Interleaved Filets: Filets werden in vereinzelter Form durch eine Folie getrennt gepackt und gemeinsam gefroren.
- IQF (individually quick frozen) Filets: Einzelne tiefgefrorene Filets, welche lose in verschiedenen Gebindegrößen verpackt sind.

Der bereits bearbeitete Fisch wird auf der nächsten Stufe der **Weiterverarbeitung** zu verschiedenen Fischprodukten (Filets, Fischstäbchen, Convenienceprodukte, etc.) verarbeitet. Verarbeitungsformen können hierbei beispielsweise sägen (zerteilen der Fischblöcke in Rohlinge), panieren (Nass- und Trockenpanaden), braten (meist in Pflanzenöl), gefrieren (Gefriertunnel), verpacken und die Auslieferung an den Einzel- und Großhandel umfassen.

Im „World review of fisheries and aquaculture“ unterscheidet die FAO (2009: 43) folgende mögliche **Verarbeitungs- und Distributionsformen** von Fisch: „Fish is one of the most versatile food commodities and can be utilized in a great variety of ways and product forms. It is generally distributed as either live, fresh, chilled, frozen, heat-treated, fermented, dried, smoked, salted, pickled, boiled, fried, freeze-dried, minced, powdered or canned, or as a combination of two or more of these forms. However, fish can also be preserved by many other methods.“

Nach der Weiterverarbeitung folgt die Stufe des **Groß- und Einzelhandels**. Hier übt der LEH (Lebensmitteleinzelhandel) wesentlichen Einfluss auf das Angebot von Fischprodukten im Groß- und Einzelhandel aus. Der LEH entscheidet zu einem großen Teil über die Bedingungen, unter denen die Fischprodukte hergestellt werden sollen. Der LEH fungiert somit als „Gatekeeper“. Derzeit sind vor allem Fragen der Rückverfolgbarkeit, einer weiteren Detaillierung der Produktkennzeichnung in Bezug auf Fanggebiete und Fischart sowie eines weiteren Ausbaus von zertifizierten (wie zum Beispiel dem MSC-Siegel) Fischzeugnissen relevant. So gab die Edeka-Gruppe im Frühjahr 2009 bekannt, das gesamte Sortiment auf Fisch aus nachhaltiger Fischerei umzustellen (TK-Fisch Convenience 12/2009; LZ 10.1.2009). Aufgrund einer zunehmenden Thematisierung der Überfischungsproblematik ist der öffentliche Druck auf die Fischwirtschaft gestiegen. Insbesondere die Kampagnen von Nichtregierungsorganisationen (NGOs) wie dem WWF und Greenpeace, z.B. in Bezug auf verantwortungsbewussten Fischkonsum mit Hilfe eines Einkaufsratgebers, haben zu einem verstärkten Engagement des Sektors in Richtung bestandserhaltener Fischerei geführt. Wesentlicher Interessensvertreter der deutschen Fischindustrie ist der Bundesverband der deutschen Fischindustrie und des Fischgroßhandels e.V. mit Sitz in Hamburg.

Der **Konsum von End- und Großverbrauchern** ist die letzte Stufe der Wertschöpfungskette Fischwirtschaft. Die Wünsche und Trends seitens der Konsumenten beeinflussen stark die Prozesse entlang der Wertschöpfungskette. Das Wechselspiel zwischen Konsumenten und dem LEH spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Die Berichterstattung durch NGOs und Medien übt darüber hinaus Einfluss aus auf die Konsumententscheidungen der End- und Großverbraucher.

Die FAO konstatiert, dass in Industrieländern der größte Teil der konsumierten Fischerzeugnisse tiefgefroren, konserviert oder gebrauchsfertig ist (FAO 2009: 43). Langfristige Veränderungen im Konsumverhalten haben dabei zu folgenden Veränderungen geführt: „Processors of traditional products, in particular of canned products, have been losing market shares to suppliers of fresh and frozen products as a result of long-term shifts of consumer preferences. The utilization and processing of fish production have diversified significantly in the last two decades, particularly into high-value fresh and processed products, fuelled by changing consumer tastes and advances in technology, packaging, logistics and transport (FAO 2009: 43).“

Wesentliche Trends in der Produktion von Fischprodukten in den Industrieländern sind gemäß der FAO-Studie Convenience-Produkte und eine größere Vielfalt an „high-value-added products“,



vorwiegend in Form von frischem, gefrorenem, geräuchertem oder konserviertem Fisch. Diese Produktionsformen erfordern neben entsprechendem technischen Ausstattungen und Zubereitungsmethoden, Zugang zu Kapital (FAO 2009: 44).

Während in Entwicklungsländern, insbesondere in der Mittelklasse der Länder Ost- und Südostasiens die Nachfrage nach eiweißreichen Fischprodukten insgesamt steigt, setzt sich in den Industrieländern der Trend zu einer weiteren Qualitätsdifferenzierung des Lebensmittels Fisch fort. Der Wunsch nach einer vielfältigen, ausgewogenen und damit gesunden Ernährung gewinnt parallel zum weiter steigenden Trend zu Fertigprodukten und der Einhaltung hoher Standards bezüglich der Lebensmittelsicherheit an Bedeutung (FAO 2009: 64f.). Die Forderung nach erhöhter Transparenz durch erweiterte Zertifizierungen im Bereich von Umwelt- und Tierschutzaspekten wird begünstigt durch steigende Löhne, steigendes Bevölkerungswachstum und weiterer Urbanisierung in den Industrieländern.

Der **Schwerpunkt der Fischwirtschaft in der Metropolregion** ist die Tiefkühl- (TK) Fischverarbeitung. Größte Teile der Industrie liegen in Bremerhaven und Wilhelmshaven. Kunden der TK-Fischverarbeitung sind vorwiegend Einzelhandelsunternehmen, Catering-Lieferanten und Heimlieferservice Firmen in Deutschland und Europa. Basis der deutschen Fischindustrie ist importierte Rohware. Ein Großteil der Rohware stammt aus Ländern, die nicht der EU angehören. Dies ist vor allem durch den enormen Abbau der deutschen Fischereiflotte in den 1980er und 1990er Jahren bedingt. Bezogen auf Niedersachsen existieren 167 Betriebe der Kutter- und Küstenfischerei, die zwischen Ditzum und Cuxhaven ansässig sind und im Jahre 2000 rund 30.500 Tonnen Fisch, Krabben und Muscheln im Wert von knapp 48 Mio. Euro angelandet haben. In der fischverarbeitenden Industrie haben über 2.800 Beschäftigte im Jahr 2000 einen Umsatz von mehr als 456 Mio. Euro erzielt (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2002). Die Wertschöpfungskette der norddeutschen Fischwirtschaft ist global geprägt, bedingt durch den hohen Anteil an importierter Rohware (FAO 2009: 44). Die deutsche Fischerei ist in vielen, auch internationalen Gewässern tätig. Wichtige Fanggebiete der Hochseefischerei sind die westbritischen Gewässer, Norwegen, Grönland und der Pazifik sowie mauretanische Gewässer. Die Hochseekutter befischen Nord- und Ostsee. Die Kutter der Küstenfischerei betreiben Tagesfischerei. Hochseekutter und Trawler führen in der Fernfischerei Fangreisen von bis zu drei Wochen Dauer durch (FIZ 2009: 16).

Der Gesamtumsatz der deutschen Fischindustrie betrug im Jahr 2008 über 2,3 Milliarden €, mit einem Auslandsumsatzanteil von 20,3 %. An der zum Absatz bestimmten Produktion von Erzeugnissen des Ernährungsgewerbes hatten die Unternehmen der Fischindustrie einen Anteil von 1,3 % (FIZ 2009, 23). Die Nachfrage auf dem deutschen Markt nach Fisch und Fischereierzeugnissen wurde im Jahr 2009 zu 87 % durch Importe aus EU-Ländern und Nicht-EU-Ländern gedeckt. Die Importmenge betrug 1,9 Millionen Tonnen. Der Importwert lag bei 3,0 Milliarden. Die deutschen Exporte umfassten eine Menge von rund 854.000 Tonnen. Die Exporterlöse lagen bei 1,3 Milliarden (FIZ 2009, 18).

## 1.2 Exposition

Im Rahmen von zwei „Praxispartner-Workshops“ des Clusters Ernährungswirtschaft (in 2008 und 2009) wurden die beteiligten Experten gebeten, stellvertretend für ihr Unternehmen und den jeweiligen Sektor zwischen direkten und indirekten Auswirkungen des Klimawandels zu unterscheiden. **Direkte Auswirkungen** sind bedingt durch die natürlichen Veränderungen der Umwelt, hervorgerufen durch zunehmenden Klimawandel, die Akteure und deren Handlungen beeinflussen. Unter direkten Auswirkungen verstehen wir die physischen Veränderungen der Klimaparameter wie Temperaturerhöhungen und -schwankungen, Erhöhung des durchschnittlichen Meeresspiegels, Erhöhung der durchschnittlichen Meerestemperatur, Zunahme von Extremwetterereignissen, Zunahmen von Niederschlagsschwankungen etc.

Folgende direkte klimawandelbedingte Auswirkungen mit besonderer Relevanz für die Fischwirtschaft wurden im Rahmen der „Praxispartner-Workshops“ evaluiert:

- Extremwetterereignisse, vorwiegend in Form von Hitzeperioden und Starkregenereignissen
- Temperaturerhöhung
- Erhöhung des durchschnittlichen Meeresspiegels
- Erhöhung der durchschnittlichen Meerestemperatur

Die exakten Klimawerte der einzelnen Parameter (modelliert für die Metropolregion Bremen-Oldenburg) können dem Werkstattbericht 3 entnommen werden (siehe hierfür unter [www.nordwest2050.de](http://www.nordwest2050.de)). Um ein vollständiges Bild über die Exposition der Fischwirtschaft zu erhalten, wurde über die Befragung der am Projekt beteiligten Experten der Fischwirtschaft hinaus Fachliteratur ausgewertet. Hier werden darüber hinaus der Einfluss der Salinität (Sterr 1996) und der Wind- und Seegangsbedingungen (Sterr 1996; BMVBS 2007) genannt. Die Bundesforschungsanstalt für Fischerei thematisiert zudem in ihrem Jahresbericht von 2005 den Anstieg der Meerestemperatur (Bundesforschungsanstalt für Fischerei 2005: 40). Der WBGU (2006) und die internationale Studie ACIA (2005) widmen sich darüber hinaus Fragen geographischer Verschiebungen von Fischbeständen, eines Rückgangs des arktischen Meereises, einer Versauerung der Weltmeere sowie Veränderungen der Meeresströmungen.

### 1.3 Sensitivität und potenzielle Auswirkungen

Die Sensitivität der Fischwirtschaft wird durch die indirekten Auswirkungen und die potenziellen Auswirkungen, d.h. den aus den direkten und indirekten Auswirkungen resultierenden Chancen und Risiken bestimmt.

**Indirekte Auswirkungen** sind im Rahmen des Clusters Ernährungswirtschaft die von den direkten Auswirkungen abgeleiteten, auf weiterführende Handlungen und Strukturen der Akteure bezogene Auswirkungen des globalen Klimawandels. Bedingt werden die indirekten Auswirkungen u.a. durch eine globale Vernetzung der wirtschaftlichen Strukturen der Akteure. Die hier gewählte Akteursperspektive vor allem anhand der „Praxispartner-Workshops“ gibt unmittelbare Einblicke in die Einschätzung der in der Metropolregion tätigen Wirtschaftsakteure der Ernährungswirtschaft (Smit/Wandel 2006).

Basierend auf den Ergebnissen der „Praxispartner-Workshops“ mit regionalen Unternehmen sind folgende Sensitivitäten evaluiert worden:

Indirekte Auswirkungen umfassen für die Fischwirtschaft u. a. Risiken für das gesamte Supply Chain Management, welche sich in Form von **Beschaffungsengpässen** ausdrücken. Damit verbunden erhöhen sich **Produktionsunsicherheiten**. Bei zunehmenden Schwankungen der Menge und Qualität von Fischerzeugnissen als auch einem Verlust der Sortenvielfalt, muss mit einem erhöhten Arbeits- und Kapitalaufwand gerechnet werden. Veränderte Verzehrgegewohnheiten und ein enormer weltweiter Aufschwung von Aquakultur wirken sich auf das **Nachfrageverhalten** von Konsumenten aus. Die fischwirtschaftliche Wertschöpfungskette ist darüber hinaus insgesamt von volatilen Märkten und neuen politischen Rahmenbedingungen betroffen. Erhöhte **Umweltauflagen** im Sinne einer Verschärfung von Fangquoten (Vorschrift über Entnahme von Höchstmengen an Fisch in einem bestimmten Zeitraum) sowie ein steigender Aufwand für die Nahrungsmittelproduktion insgesamt, bedingt durch die weltweite demographische Entwicklung und die steigenden Rohstoffpreise, wurden identifiziert.

Die aus der Sensitivitätsanalyse von den Praxispartnern ermittelten Schwachstellen werden im Folgenden bzgl. ihrer potenziellen Auswirkungen, d.h. den resultierenden Chancen und/oder Risiken analysiert. Grundsätzlich wird eine **frühzeitige Vorbereitung** auf die klimawandelbedingten Veränderungen als Chance, Wettbewerbsvorteile generieren zu können, eingeschätzt. Steigende Temperaturen begünstigen die Bedingungen für die **Weiterentwicklung von Aquakulturen** in der Region. Eine regionale Produktion von Zuchtfischen erleichtert die Sicherung der Rohwarenmengen und -kontrollen. Darüber hinaus können sich positive Ausstrahlungseffekte auf wirtschaftliche und erwerbswirtschaftliche Parameter der Region ergeben. Veränderte **Konsumgewohnheiten** (mehr Fisch statt Fleisch) können dabei diesen Trend begünstigen. Die aufgrund von steigenden Meerestemperaturen resultierende **geographische Verschiebung bestimmter Fischbestände** wurde sowohl als Chance als auch als Risiko eingestuft. Gründe hierfür liegen zum einen in der Möglichkeit, auf neue Fischarten überhaupt oder erleichtert zurückgreifen zu können, Gründe für mögliche Risiken liegen in der Befürchtung, bisher verarbeitete Fischarten in reduzierter Menge oder gar nicht mehr erhalten und damit zu Produkten verarbeiten zu können. Die Einstufung ist je nach Unternehmen und der Abhängigkeit von bestimmten Fischarten und der weiteren Entwicklung der Fischbestände weltweit abhängig (vgl. FAO 2009: 87f.).

Viele regionale Produktionsstätten liegen in unmittelbarer Küstennähe. Ein steigender Meeresspiegel kann zu **Überflutungen der Produktionsstätten** führen und stellt ein wesentliches potenzielles Risiko für produzierende Unternehmen der Fischwirtschaft dar. Steigende Temperaturen erfordern einen erhöhten Energiebedarf für das Kühlen und Frosten von Fischerzeugnissen und können die gesamte Kühl-Logistik und damit die **Aufrechterhaltung der Kühlkette** von der Urproduktion bis zum Endkonsumenten beeinträchtigen. Damit einhergehende Kostensteigerungen für die Energieversorgung stellen ein unternehmerisches Risiko dar. Des Weiteren begrenzen starke Temperaturerhöhungen die **Trinkwasserverfügbarkeit** im Sommer und können den Ablauf der Produktions- und Verarbeitungsprozesse negativ beeinflussen. Nach Datenlage des Niedersächsischen Umweltministeriums ist die allgemeine Wasserverfügbarkeit in der gesamten Metropolregion jedoch als gut einzustufen (NMUK 2010). Erhöhte Meerestemperaturen können zu veränderten geographischen Verteilungen der Fischbestände führen, die wiederum die **Versorgungssicherheit der Rohwarenströme** erschweren, insbesondere bei einem veränderten Laich- oder Schwarmverhalten der Fischbestände. Minimiert sich die Dichte des Schwarmverhaltens, kann der erzielte „catch per unit effort“ nicht mehr sichergestellt werden. Auch eine verringerte Reproduktionsrate wirkt sich negativ auf den "catch per unit effort" aus.

Im Folgenden werden die in den „Praxispartner-Workshops“ genannten Punkte um nationale und internationale Forschungsergebnisse ergänzt. Es wird deutlich, dass diese bestätigt und z.T. erweitert werden können.

Die Bundesforschungsanstalt für Fischerei (2005) geht in ihrem Jahresbericht von einem **Anstieg der Wassertemperaturen** aufgrund der globalen Erwärmung in den nächsten 30 bis 50 Jahren bis zu 2 °C aus. Es wird eine Erwärmung pro Jahr in den obersten 300m um 0,09 °C und um 0,05 °C in den obersten 700m erwartet. Im Vergleich zu Erwärmungsszenarien für den Nordatlantik sind dies gemäß der Bundesforschungsanstalt besorgniserregend hohe Werte. Es wird darauf hingewiesen, dass die zugrunde liegenden Messungen mit extrem kalten Jahren beginnen und nach 1996 in sehr warme Temperaturverhältnisse übergehen. Dies kann zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen (Bundesforschungsanstalt für Fischerei 2005: 40). Eine erhöhte Meerestemperatur kann folgende potenzielle Folgen implizieren:

---

<sup>1</sup> Laut FAO versteht man unter einem "catch per unit effort" in der Fischwirtschaft: "Though catch per unit effort is usually a derived quantity obtained from the independent values of catch and effort, these data need not relate to an entire fishery and in practice the catch per unit is often obtained from data from some part of a whole fishery, and the total effort is estimated from it." (Vgl. <http://www.fao.org/docrep/x5685e/x5685e04.htm>)

- Vermehrte Produktion von Biomasse. Der Abbau erhöht die Sauerstoffverzehrung, die wiederum das Gleichgewicht innerhalb der Nahrungskette stören kann und in einem Rückgang der Fisch- und Muschelpopulationen resultieren kann.
- Sprunghafter Anstieg toxischer Substanzen und Algen kann ebenfalls eine Dezimierung von Fisch- und Muschelbeständen bedingen.
- Rückgang bestimmter Fischbestände, insbesondere bei Fischarten, deren Jungfische temperatursensibel sind.
- Eindringen von Neobiota (vgl. Barange/Perry 2009)
- Veränderung des Verhältnisses von Räuber und Beute (Sterr 1996).

Die Unsicherheit und Komplexität in Bezug auf die klimawandelbedingten Veränderungen für die Fischwirtschaft werden hier exemplarisch durch die Untersuchung des **Anstiegs der Meerestemperatur** und die Auswirkungen auf den Grönlandkabeljau seitens der Bundesanstalt für Fischerei deutlich. Der Lebensraum des Grönlandkabeljaus liegt am Rande der für diese Fischart möglichen Verbreitungsgrenze. In den letzten 10 Jahren konnte eine deutliche Gewässererwärmung in grönländischen Gewässern festgestellt werden. Diese hat direkte, positive Auswirkungen auf die Kondition der Fische und resultiert in einem schnellerem Wachstum und Vermehrung, welche wiederum für Unternehmen der Fischwirtschaft positive Implikationen beinhaltet (Bundesforschungsanstalt für Fischerei 2005: 21). Die Bedeutung des Kabeljaus für die deutsche Fischwirtschaft ist aufgrund der hohen Beliebtheit seitens der Endkonsumenten sehr hoch (<http://www.portal-fischerei.de/index.php?id=1277>). Die von der Bundesforschungsanstalt für Fischerei konstatierte Vielschichtigkeit der Klimaveränderungen bestätigt die im Rahmen der „Praxispartner-Workshops“ getätigte Einschätzung. Die **geographische Verschiebung der Fischbestände** kann aufgrund einer steigenden Meerestemperatur Risiken als auch Chancen beinhalten (vgl. Ehrlich/Stein 2005). Im 2006 erschienenen Sondergutachten des WBGU werden die in der ACIA Studie (2005) angeführten regionalen Prognosen der Auswirkungen auf die Fischerei ausführlich dargestellt. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass eine Temperaturerhöhung von 2-4 Grad Celsius die Primär- und Sekundärproduktion des subarktischen Teils des Europäischen Nordmeers erhöhen und damit die Voraussetzung für die Fischproduktion verbessern könnten (Skjodal/Sætre 2004). Dabei wird es jedoch zu einer Verschiebung des Artenspektrums kommen, d.h. es werden warmwasserliebende Arten hinzukommen. Laut ACIA (2005) wird eine Temperaturerhöhung von 1-3 Grad die Bedingungen für einige wirtschaftlich relevante Fischpopulationen wie z.B. dem Atlantischen Kabeljau oder Hering verbessern, da der Rückgang des Meereseises sowohl die Primärproduktion als auch die Sekundärproduktion steigern als auch die Verbreitung dieser Arten nach Norden ermöglichen wird.

Zimmermann (2010, 111) weist darüber hinaus auf die Abnahme der Ausdehnung und Existenzdauer von Meereis hin. Laut der internationalen Studie ACIA – Arctic Climate Impact Assessment (2005) ist der starke **Rückgang des arktischen Meereises** nicht durch natürliche Prozesse, sondern nur durch menschliche Einflüsse bedingt. Durch die Auswertung von mit Satelliten gestütztem Bildermaterial haben Langfriststudien zeigen können, dass das derzeitige Schmelzen der Eisdecke ein wahrscheinlich in den letzten hundert Jahren einmaliger Vorgang ist. Dieser Rückgang beeinflusst insbesondere die polaren Ökosysteme, die zu den produktivsten der Welt gehören und damit auch auf die Fischerei erhebliche Einflüsse haben wird.

Ein weiterer Aspekt ist durch den erhöhten CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft zu erwarten: eine **Versauerung der Meere**. Diese resultiert laut WBGU (2006) aus einer Absenkung des pH-Werts, welcher zur Folge hat, dass das biochemische Kalk-Kohlensäure Gleichgewicht gestört wird. Die genauen Folgen lassen sich noch nicht abschätzen, es „besteht aber das Risiko einschneidender Veränderungen in das Nahrungsnetz, da die Kalkbildung von Meeresorganismen behindert oder teilweise sogar unterbunden werden kann“ (WBGU 2006, 3). Darüber hinaus kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese Veränderungen Auswirkungen auf die pelagische Fischerei haben werden, jedoch ist der derzeitige Kenntnisstand nicht eindeutig (vgl. Raven et al. 2005).

Eine Änderung der **Meeresströmung** wurde bereits 2003 in dem so genannten „Pentagon-Bericht“ (Schwartz/Randall 2003) thematisiert. Aktuelle Studien stützen das dort entwickelte Worst Case Szenario nicht im vollen Umfang, sondern weisen vielmehr darauf hin, dass ein Abreißen des Nordatlantikstroms ein schwer kalkulierbares Risiko mit gravierenden negativen Folgen sein würde. Ein entscheidender Faktor ist hierbei die Süßwassermenge, die künftig in den nördlichen Atlantik gelangt. Dies ist abhängig davon, wie schnell Grönlands Eisschild abschmilzt. Konkrete Prognosen hierüber sind jedoch vor dem Hintergrund des bisherigen Wissensstandes nicht möglich.

**Schwankungen des Salzgehaltes (Salinität)** können aus veränderten Niederschlagsverhältnissen resultieren. Durch den Wasseraustausch zwischen Nord- und Ostsee schwankt der Salzgehalt der Küstengewässer stärker als bisher. Laut Sterr (1996) kann dies sowohl zu einem Rückgang der Fisch- und Muschelbestände als auch zu einem Eindringen fremder Fischarten (Neobiota) führen. Diese können heimische Arten aus ihren ökologischen Nischen verdrängen (Nahrungskonkurrenz) und Auswirkungen auf die Ertragsquoten der Fischerei und in weiterem Schritt auf das Fischangebot für den Einzel- und Großhandel und schließlich für den Endverbraucher haben. Sterr (1996) und das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2007) weisen darüber hinaus auf eine **Verschärfung der Wind- und Seegangsbedingungen** hin. Durch Temperaturoegensätze von tropischen und polaren Breiten ergeben sich stärkere Luftdruckgegensätze, welche in öfter und stärker auftretenden Sturmfluten resultieren können. Darüber hinaus ist mit einer Erhöhung der Wellenhöhen und des Tidenhubs zu rechnen. Diese Veränderungen können die Küstenseefahrt negativ beeinträchtigen sowie die Gefahr von Havarien erhöhen. Grundsätzlich muss für den Bereich der Seeschifffahrt berücksichtigt werden, dass die Seewege weltweit vernetzt sind und damit auch globale Klimaveränderungen relevant sind. Darüber hinaus kann der Wartungs- und Instandhaltungsaufwand, z.B. für die Seeschifffahrtstraßen, steigen, sowie die Deichsicherheit gefährdet werden (BMVBS 2007).

Diesen Prozessen übergeordnet weist der IPCC (2001b) auf die Beziehung zwischen natürlicher Klimavariabilität und der Dynamik der Fischbestände hin. Der Klimawandel wird diese Zusammenhänge komplizieren und das Fischereimanagement erschweren. Der Klimawandel kann somit erheblichen Einfluss auf das Management mariner Ressourcen in den kommenden Jahrzehnten haben (vgl. Beermann 2009). Der IPCC weist jedoch auch auf die Bandbreite möglicher Auswirkungen auf Regionen sowie auf ökologische Parameter hin (vgl. Barange/Perry 2009).

Zusammenfassend können für die Stufen einer typischen fischwirtschaftlichen Wertschöpfungskette folgende klimawandelbedingte Schwachstellen und Stärken identifiziert werden:

### 1.3.1 Fischerei

Die Geschwindigkeit der Veränderungen des Klimawandels im marinen Ökosystem kann für bestimmte Fischarten zu rasant sein. Die Nachwuchsproduktion ist bei vielen Fischarten besonders temperatursensibel. Vor diesem Hintergrund stellt der Klimawandel neben der Überfischungs-/Beifangproblematik einen weiteren Stressfaktor für die weltweiten Fischbestände dar (siehe hierzu exemplarisch Genner et al. 2004). Der Fall des Kabeljaus verdeutlicht stellvertretend für andere Fischarten den Zusammenhang zwischen **Überfischung** (Verlust genetischer Vielfalt) und einer dadurch minimierten **Anpassungsfähigkeit** auf veränderte Umweltbedingungen reagieren zu können (Zimmermann 2010; Kropp/Eisennack/Scheffran 2005). Die FAO konstatiert, dass 53% der weltweiten Fischbestände maximal genutzt werden (im Sinne des MSY-Ansatzes), 32% hingegen überfischt sind und die restlichen 15% Fischbestände moderat befischt werden. So heißt es in der Studie zu den 32% überfischten Beständen:

“The remaining 32 percent were estimated to be either overexploited (28 percent), depleted (3 percent) or recovering from depletion (1 percent) and, thus, yielding less than their maximum

potential production owing to excess fishing pressure, with a need for rebuilding plans. This combined percentage is the highest in the time series. The increasing trend in the percentage of overexploited, depleted and recovering stocks and the decreasing trend in underexploited and moderately exploited stocks give cause for concern” (FAO 2010, 8).

Darüber hinaus existieren laut FAO nur in wenigen Bereichen der Ozeane noch Möglichkeiten die Fangkapazitäten auszubauen. Grundsätzlich besteht keine lückenlose Datensammlung, so dass dies nicht abschließend für alle Fischbestände gelten muss. Aus globaler Perspektive kann jedoch konstatiert werden, dass es vor dem Hintergrund des Klimawandels regional Verlierer und Gewinner geben wird, wie z.B. die zunehmende Verbreitung des Wolfsbarschs in der Nordsee zeigt (Zimmermann 2010). Es herrscht bisher aber noch große Unsicherheit, wie einzelne Fischarten auf Veränderungen reagieren werden (Beermann 2009; Zimmermann 2008).

Im Rahmen der Hochseefischerei werden die angelandeten Fische zumeist direkt verarbeitet, d.h. enthäutet, entgrätet und tiefgefroren. Die **Kühlung** an Bord und dabei insbesondere die Aufrechterhaltung der Kühlkette werden bei zunehmenden Außentemperaturen erschwert und durch einen erhöhten Energieverbrauch begleitet. Die Abhängigkeit von globalen Rohstoffmärkten, wie bspw. die steigende Preisentwicklung für Treibstoffe in den vergangenen Jahren, verschärft die Kostensituation der Fischerei und damit auch die Preise für Meeresfisch.

Die Bedingungen auf See können sich aufgrund einer Verschärfung der **Wind- und Seegangsverhältnisse** erschweren (BMVBS 2007).

Klimawandel und die Überfischung bestimmter Fischarten können zukünftig das ohnehin schon **gestörte Gleichgewicht des marinen Ökosystems** langfristig gefährden. Die Anpassungsfähigkeit bestimmter Fischarten korreliert mit deren genetischen Vielfalt.

Aus einer übergreifenden sozioökonomischen Perspektive können folgende soziale Folgen der klimawandelbedingten Veränderungen auf in der Fischerei beschäftigte Personen und Personengruppen identifiziert werden. Derzeitige Studien beziehen sich dabei primär aus globaler Perspektive auf Selbstversorger sowie klein- und mittelständische Fischereibetriebe. Broad et al. (1999) verdeutlichen, dass auf Grund der Notwendigkeit neue Fischarten zu fangen, technologische Erneuerungen stattfinden müssen und diese mit z.T. hohen Kosten verbunden sind. Extremwetterereignisse können erhebliche Schäden implizieren (vgl. Jallow et al. 1996) und darüber hinaus können klimawandelbedingte Veränderungen Auswirkungen auf Transport- und Logistikbedingungen sowie Marketingfragen haben (vgl. Catto 2004).

### 1.3.2 Aquakultur

Die in den vergangenen Jahren (vgl. FAO 2009) expansiv steigende Produktion von Zuchtfischen trägt zum einen der zunehmend kritischen Situation der Hochseefischerei Rechnung und zum anderen einer steigenden Nachfrage nach Fischerzeugnissen, vor allem in Entwicklungsländern (vgl. FAO 2009). Die weltweite demographische Entwicklung spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Aquakultur zeichnet sich im Gegensatz zur Hochseefischerei durch einen hohen Grad an Steuerbarkeit aus, so dass eine genaue Terminierung und Abstimmung der Produktionsprozesse möglich ist und eine Just-in-Time Produktion ermöglicht (siehe auch zur Definition und Beschreibung der Wertschöpfungskette Fischwirtschaft). Die hohe Abhängigkeit von **Fischmehl** für die Aufzucht der Zuchtfische stellt aus ökologischer als auch aus Sicht der Zukunftsfähigkeit der Aquakultur eine Herausforderung dar. Die Sicherung der Fischmehlmengen wird zunehmend schwieriger. Studien von Pike/Barlow 2002 sowie von Schmittner 2003 konnten zeigen, dass Naturereignisse wie El Nino erheblichen Einfluss auf die Verfügbarkeit bestimmter Fischarten (z.B. Sardellen und Anchovis) und damit auf die Menge und den Preis von Fischmehl und -öl hat. Konkurrenzsituationen zu ebenfalls auf Fischmehl basierten Produktionssystemen der Fleischwirtschaft können die Weltmarktpreise erhöhen und Engpässe generieren. Technische Anpassungen der Anlagen sowie eine neue Ausrichtung der Wahl der Zielarten können auf Grund steigender Wassertemperaturen notwendig werden. Jedoch können erhöhte Wassertemperaturen auch zu einer Begünstigung neuer Zielarten (Barscharten oder

Krustentiere) auf Grund der veränderten klimatischen Verhältnisse führen (FAO 2009a). Darüber hinaus identifiziert Easterling et al. (2007, 67f.) folgende **negative Einflussfaktoren** auf Aquakulturen:

- “stress due to increased temperature and oxygen demands”
- “uncertain supplies of freshwater”
- “extreme weather events”
- “sea level rise”
- “increased frequency of diseases and toxic events”
- “uncertain supplies of fishmeal from capture fisheries”

**Positive Auswirkungen** des Klimawandels können dabei nach Easterling et al. (2007, 67f.) folgende Punkte umfassen:

- “increased food conversion efficiencies and growth rates in warmer waters”
- “increased length of the growing season”
- “range of expansions polewards due to decreases in ice”.

### 1.3.3 Großhandel/Auktion

Die Überfischungsproblematik und die Expansion von Aquakultur einerseits, die klimawandelinduzierte Abwanderung und Verschiebung von Fischbeständen andererseits implizieren eine **Veränderung des Angebots** und damit die Einführung neuer Ressourcen. Diese beinhalten neue Produkteigenschaften und erfordern neue Vermarktungsstrategien. Die Importquote nimmt dabei zu, da die Eigenanlandungen stark rückläufig sind (vgl. FIZ 2009). 2004 hing Deutschland zu 85% vom Import ab; nur 15% des Gesamtaufkommens an Fisch und Fischerzeugnissen im Jahr 2004 (etwa 1,9 Millionen) entstammen der Eigenproduktion. Für die Deckung des Bedarfs an Fischprodukten ist Deutschland somit auf Lieferungen aus dem Ausland, primär aus Nicht-EU-Ländern angewiesen (Bergbauer/Petit 2007, 62).

### 1.3.4 Verarbeitung

Für die produzierenden Unternehmen der Fischwirtschaft gilt zunächst, dass diese abhängig von regionalen und internationalen natürlichen Fischvorkommen (ausgenommen Fisch aus Aquakulturen) sind; das klimawandelbedingte Veränderungen Einfluss auf die weltweite Verfügbarkeiten bestimmter Fischarten und -mengen haben und die Notwendigkeit besteht, alternative Fischarten sowie Produkte und Produktionsweisen zu entwickeln, die sowohl der Anbieter- als auch der Nachfragerseite gerecht werden. Aus unternehmerischer Perspektive gilt es, sowohl die natürlichen Schwankungen der Fischpopulationen (Quantität und Qualität) als auch die Unvorhersehbarkeit von Störungen innerhalb der Fischpopulationen, des maritimen Ökosystems und der globalen Fischmärkte zu berücksichtigen. Ein klimawandelinduzierter Einsatz neuer Fischarten kann **Anpassungserfordernisse in allen Produktionsprozessen** nach sich ziehen, z.B. im Rahmen des Zerteilens von Fischblöcken in Rohlingen. Hierbei spielt neben der Konsistenz und Viskosität auch die Aufrechterhaltung der Kühlkette eine große Rolle.

### 1.3.5 Weiterverarbeitung

Neue Fischarten bedingen die Entwicklung neuer Verarbeitungsformen und -prozesse.

Anpassungsmaßnahmen an **neue Produkteigenschaften** erfordern vor allem technische Innovationen, insbesondere im Convenience-Bereich, der durch einen hohen Grad an Verarbeitungsstufen gekennzeichnet ist.

### 1.3.6 Groß- und Einzelhandel

Durch die Überfischungsproblematik und eine daraus resultierende Veränderung der Verfügbarkeit bestimmter Fischbestände, die auch durch eine steigende weltweite Nachfrage nach Fisch insgesamt getrieben wird (Stichwort: zunehmende Weltbevölkerung), gibt es bereits heute zunehmende Preisschwankungen bei Frischfisch, die sich auf die **Beschaffungssituation** von Frischfisch u.a. in der Gastronomie auswirken. Diese Probleme können sich in Zukunft aufgrund der klimawandelbedingten Veränderungen noch verschärfen. Zertifizierte Fische werden als Chance gesehen, Preisstabilität zu erzielen.

### 1.3.7 Konsum

Konsumenten sind zunehmend für Tierschutz- und Umweltschutzaspekte sensibilisiert. Der Wunsch und die Nachfrage nach **zertifizierten Fischerzeugnissen** steigt, ebenso die Nachfrage nach Zuchtfischen wie Tilapia und Pangasius (vgl. FIZ 2009). Fischerzeugnisse werden als gesunde Variante zu Fleischprodukten gesehen. Gleichzeitig besteht der Trend nach schneller Küche und entsprechenden Convenience und Fast Food Produkten (vgl. ACACIA 2000). Gestützt werden diese Entwicklungen von den Ergebnissen einer explorativen und qualitativ angelegten Studie zum Nachfrage- und Konsumverhalten der Konsumenten der Metropolregion im Rahmen von nordwest2050 (siehe Werkstattbericht 6). Die Auswertung durchgeführter Fokusgruppen und Einzelinterviews bestätigt die Tendenz bestimmter Konsumentengruppen, regionalen sowie Bio-Produkten einen hohen Stellenwert beizumessen. Dabei haben regional produzierte Produkte eine größere Bedeutung als Bio-Produkte.

Die Sensitivitätsanalyse hat verdeutlicht, dass die unterschiedlichen Stufen der Wertschöpfungsketten unterschiedlich von klimawandelbedingten Veränderungen betroffen sind und sich aus diesen Betroffenheiten potenzielle Auswirkungen ergeben, die Chancen als auch Risiken beinhalten können. Die Berücksichtigung der verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette verdeutlicht darüber hinaus die Vielfältigkeit der potenziellen Auswirkungen. Die Interdependenz der verschiedenen Stufen untereinander erhöht dabei den Grad der Unsicherheit in Bezug auf die Einschätzung möglicher Auswirkungen.

## 1.4 Anpassungskapazität

Die Bedeutung und Tragweite der gegenseitigen Wechselwirkungen von natürlichen ökosystemaren Prozessen und unternehmerischen Planungen wird mit dem Fokus auf die Fischwirtschaft besonders deutlich. Vor dem Hintergrund des Klimawandels stellt sich verstärkt die Frage, inwiefern Systeme möglichst anpassungs- und widerstandsfähig gestaltet werden können, ohne essenzielle Strukturen und Funktionen des Systems zu verlieren. Diese Art Pufferkapazität des Systems wird als **Resilienz** bezeichnet. Für eine langfristige Sicherung und nachhaltige Nutzung der weltweiten Fischbestände kann das Konzept der Resilienz hilfreiche Erkenntnisse liefern.

Die Resilienz von auf das marine Ökosystem basierenden und abhängigen Systemen, wie dem der Fischwirtschaft, wird unmittelbar durch die Widerstandsfähigkeit und Robustheit des Ökosystems selbst bestimmt. Bereits bestehende Störungen und Stressfaktoren, die auf das marine Ökosystem Einfluss nehmen wie bspw. die partielle Überfischung, üben darüber hinaus Einfluss aus auf die Fähigkeit, resilient auf zusätzliche klimawandelbedingte Veränderungen



reagieren zu können. Für die Sicherung der Produktvielfalt des Lebensmittels Fisch insgesamt gilt es, bereits bestehende negative Einflussfaktoren zu reduzieren, um die Pufferkapazität für bisher noch nicht absehbare klimawandelbedingte Auswirkungen nicht zusätzlich zu belasten. Eine nachhaltige menschliche Nutzung natürlicher Ressourcen kann somit die Resilienz eines Ökosystems positiv beeinflussen und damit die Fähigkeit, Störfaktoren abpuffern zu können, erhöhen. Dies erscheint insbesondere vor dem Hintergrund einer wachsenden Weltbevölkerung unumgänglich zu sein und verdeutlicht die Grundbelastung des Systems als solches. Gilt es die Anpassungskapazität der Fischwirtschaft zu erhalten oder zu erhöhen, muss dies vor diesem genannten Hintergrund getan werden (Beermann 2009).

Zukunftsfähige Lösungsansätze für eine nachhaltige Fischbewirtschaftung sind vor dem Hintergrund der komplexen Strukturen des marinen Ökosystems einerseits und der fischwirtschaftlichen Strukturen andererseits nicht allgemeingültig definierbar. Dennoch gibt es einige Ansatzpunkte, die helfen können, die Resilienz und damit die Anpassungsfähigkeit bestimmter Prozesse im Rahmen der Fischwirtschaft zu erhöhen.

### 1.4.1 Fischerei

#### Natürliche Anpassungskapazität: Fischerei

Die natürliche Anpassungskapazität ist bedingt durch die Eigenschaften (**Reproduktionsraten** und **Robustheit**) einzelner Fischarten in Relation zu den spezifischen Toleranzgrenzen hinsichtlich der Veränderung von Klimaparametern, wie z.B. der Erhöhung der Meerestemperatur. Der wissenschaftliche Stand über alle Zusammenhänge und langfristigen Wechselwirkungen innerhalb des marinen Ökosystems ist noch nicht ausreichend, weshalb eine eindeutige Aussage zu der natürlichen Anpassungskapazität natürlicher Fischvorkommen nicht eindeutig benannt werden kann. Darüber hinaus können Effekte des Klimawandels und Folgen der Überfischung nicht immer genau voneinander getrennt werden. Zimmermann (2010, 113) betont daher: „Wir gehen davon aus, dass die Fischerei in den allermeisten Gebieten den wesentlichen Einfluss auf den Zustand von Fischbeständen hat. Lange bevor wir uns also Gedanken machen müssen über die Effekte des Klimawandels, müssen wir uns Gedanken darüber machen, wie wir Fischbestände nachhaltiger bewirtschaften. Einmal überfischte Bestände haben es bei veränderten Klimaszenarien deutlich schwerer, sich wieder zu erholen, weil ihre Produktivität sinkt.“

#### Anpassungswissen: Fischerei

Die (Hochsee-)Fischerei war von jeher den natürlichen Umweltbedingungen direkt ausgesetzt. Technische Erneuerungen und Entwicklungen haben zu immer effizienteren Fangmethoden und hochseetauglichen Schiffen geführt. Die meteorologischen Vorhersagen haben weiter an Genauigkeit gewonnen. Der erfolgreiche Umgang mit Umweltveränderungen und extremen Wetterereignissen ist für die Fischerei eine notwendige Bedingung für das Fortbestehen dieses Zweigs der Ernährungswirtschaft. Das **Erfahrungswissen** der Fischerei ist hier als hoch einzuschätzen. Das Wissen über die konkreten Auswirkungen des Klimawandels in all seinen möglichen Details ist dagegen als gering einzuschätzen (in Anlehnung an ein mündliches Gespräch mit einem Experten vom AWI/EU GAP-Projekt). Die Beschäftigung mit klimawandelbedingten Veränderungen erfolgt primär in entsprechenden Forschungseinrichtungen.

#### Anpassungsmöglichkeiten: Fischerei

**Bestandserhaltende Fischereimethoden und Managementansätze** können helfen, die Resilienz bestimmter Fischbestände zu erhalten und ggf. zu erhöhen und somit genetische Vielfalt zu schützen und Anpassungspotenziale zu generieren. Die Fischerei ist jedoch eingebunden in europäische Fischereiabkommen und -vorschriften. Diese wirken als Systemgrenzen für Anpassungsmöglichkeiten, da sie die Freiheitsgrade, der in der Fischerei tätigen Organisationen und Personen zu einem großen Teil beeinflussen und bestimmen. Die Entscheidungsstrukturen sind komplex und vielfältig und damit schwerfällig (vgl. Salomon 2007).

Daw et al. (2009, 111) betonen daher: „There is a wide range of potential adaptation options for fisheries, but considerable constraints on their implementation for the actors involved, even where the benefits are significant. For government interventions there may be trade-offs between efficiency, targeting the most vulnerable and building resilience of the system“. Die Selbstbestimmtheit der Unternehmen der Fischerei, konkrete Anpassungsmaßnahmen durchzuführen, ist somit beschränkt. Laut der ACIA Studie (2005) ist eine Reaktion auf eine mögliche geographische Verschiebung bestimmter Fischarten für die Fischerei jedoch mit wenig Aufwand verbunden und weist hingegen auf die weitaus höhere Relevanz der Art und Effektivität des Fischereimanagements hin – vor allem die Verhinderung der Überfischung – deutlich mehr Einfluss auf die Produktion im Bereich der Arktis zu haben. Jedoch muss berücksichtigt werden, dass laut WBGU (2006) eine hohe Unsicherheit bzgl. der Einschätzung regionaler Klimaänderungen existiert. Auf Grund eines derzeit nicht vorhandenen verlässlichen Ökosystemmodells für die arktischen Gewässer bleibt die Einschätzung der ökosystemaren Wirkungen spekulativ (WBGU 2006, 18).

Um die Versauerung der Meere eindämmen oder gar verhindern zu können, welche erhebliche Auswirkungen auf die Fischereierträge auf Grund einer resultierenden Umstrukturierung der marinen Nahrungsnetze haben kann, schlägt der WBGU (2006, 3) folgende Maßnahmen vor:

- Der pH-Wert der obersten Meeresschicht sollte in keinem größeren Ozeangebiet um mehr als 0,2 Einheiten gegenüber dem vorindustriellen Wert absinken
- Technische Maßnahmen gegen die Versauerung, wie etwa eine großflächige Kalkung, sind im Meer nicht möglich. Es muss daher sichergestellt werden, dass die anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen unabhängig von der Reduktion anderer Treibhausgasemissionen begrenzt werden.

### **Anpassungsbereitschaft: Fischerei**

Die Wahrnehmung und Risikobewertung klimawandelbedingter Veränderungen kann vor dem Hintergrund der „Praxispartner-Workshops“, der Literaturrecherche und empirischer Erhebungen in Form von Experteninterviews (Fisch-Informationszentrum und Bundesverband Fischgroßhandel, Manager Food Services der Det Norske Veritas (DNV), Alfred-Wegener-Institut (AWI), Fischereihafen Betriebsgesellschaft) und quantitativer Erhebungen eingeschätzt werden. Das Wissen um die Notwendigkeit, bestandserhaltende Maßnahmen zu fördern, ist in den letzten Jahren erkennbar gestiegen (u. a. durch vermehrt öffentlichen Druck seitens NGOs). Die **Veränderungsbereitschaft** wird hierbei primär seitens der EU und dem LEH getrieben. Die Fischerei selbst nimmt nach Einschätzung der Experten eine eher passive Rolle ein. Zumindest solange, wie Wettbewerbsnachteile durch eine veränderte Fangpolitik (Reduzierung der Fangquoten) resultieren.

### **Fazit**

Die starke **Abhängigkeit** der Fischerei von den natürlichen Fischvorkommen einerseits und die rechtlichen **Rahmenbedingungen** auf primär europäischer Ebene andererseits führen zu einer vorwiegend passiven und damit eher niedrigen Anpassungskapazität der Fischerei. Der Ausstieg aus der Hochseelfischerei hin zu kleineren Strukturen und der Bedienung von Nischenmärkten ist für die deutsche Fischwirtschaft nur sehr begrenzt möglich, u. a. aufgrund der hohen Importquoten.

## **1.4.2 Aquakultur**

### **Natürliche Anpassungskapazität: Aquakultur**

Für den Bereich der Aquakultur ist die natürliche Anpassungskapazität im Wesentlichen von der **Vielfalt der Zuchtfische** abhängig, d.h. einer Artenvielfalt, auf die ggf. bei veränderten

Umweltbedingungen zurückgegriffen wird. Hier hängen natürliche Anpassungskapazität und züchterische Möglichkeiten eng miteinander zusammen. Bei im offenen Meer oder in Ufernähe schwimmenden Aquakulturen spielt die Erhöhung der Meerestemperatur eine wichtige Rolle. Die natürliche Anpassungskapazität ist im Wesentlichen abhängig von den **Temperatur-Toleranzgrenzen** der verschiedenen Zuchtfische. Zunehmende Krankheitserreger und ökologische Folgen für das Ökosystem sind weitere Einflussfaktoren.

### **Anpassungswissen: Aquakultur**

Das **Erfahrungswissen** im Umgang mit Umweltveränderungen ist in der Aquakultur aufgrund des recht jungen Wirtschaftszweiges geringer im Vergleich zur (Hochsee-)Fischerei. Das Wissen um die konkreten Veränderungen des Klimawandels ist eher niedrig. In keiner der ausgewerteten praxisorientierten Fachzeitschriften (z.B. Fischmagazin, EuroFish Magazine) wurden der Klimawandel und resultierende Veränderungen und Herausforderungen thematisiert. In wissenschaftlichen Studien spielen Fragen des Umgangs mit klimawandelbedingten Veränderungen auf die Aquakultur hingegen eine Rolle (vgl. Barange/Perry 2009, De Silva/Soto 2009).

### **Anpassungsmöglichkeiten: Aquakultur**

Aquakultur zeichnet sich im Gegensatz zur Hochseefischerei durch einen hohen Grad an Steuerbarkeit aus, so dass eine genaue Terminierung und Abstimmung der Produktionsprozesse möglich ist und eine **Just-in-Time Produktion** ermöglicht. Das überwiegend geschlossene Produktionssystem Aquakultur kann somit schnell auf Veränderungen reagieren. Jedoch ist die Anpassungsfähigkeit durch eine begrenzt einsetzbare Fischvielfalt limitiert. Der Einsatz von Futtermitteln (vor allem Fischmehl und -öl) stammt in der konventionellen Aquakultur primär aus tierischem Eiweiß der Industriefischerei und verschärft die Überfischungsproblematik (Bruinsma 2003). Ökologisch produzierter Fisch aus Aquakulturen setzt dahingehend primär auf ökologisch erzeugtes pflanzliches Futter sowie auf Fischmehl und -öl aus der Verarbeitung von Speisefischen, um marine Ressourcen zu schonen (keine Fischerei eigens zu Futterzwecken). Die Abhängigkeit von Futtermitteln in der Aquakultur ist aus ökologischen Aspekten erheblich, aus Anpassungsgesichtspunkten jedoch in erster Linie begrenzt, da eine relativ große Auswahl von Lieferketten besteht. Aus Sicht der Sicherung der Funktionsfähigkeit des marinen Ökosystems gilt es jedoch nachhaltige Produktionsmethoden sowie Alternativen zum Einsatz konventionellen Fischmehls zu entwickeln. Hier gilt es auch im Bereich der Zucht Fische mit geringen Veredelungsverlusten zu favorisieren (vgl. De Silva/Soto 2009).

### **Anpassungsbereitschaft: Aquakultur**

Die Anpassungsbereitschaft ist als eher niedrig einzustufen, wie die Ausführungen zum Anpassungswissen verdeutlichen. Zudem spielt für die Umsetzung bestimmter Anpassungsmöglichkeiten die Akzeptanz nachfolgender Stufen eine wichtige Rolle. So betonen De Silva/Soto (2009, 181), dass „such an adaptation [Einsatz primär pflanzenfressender Fischarten] would require profound changes in consumer and market demands“.

### **Fazit**

Grundsätzlich ist die Anpassungskapazität höher als in der (Hochsee-)Fischerei, da mehr Einfluss auf das System als solches genommen werden kann (siehe Anpassungsmöglichkeiten). Entscheidende Faktoren sind neben der Erhöhung der Meerestemperatur und der genetischen Vielfalt und Robustheit einzelner Zuchtfische das **Nachfrageverhalten der Endverbraucher** auch die Entscheidungen seitens des LEH, Fische/Fischprodukte aus Aquakulturhaltung zu listen.

## **1.4.3 Großhandel/Auktion**

### **Natürliche Anpassungskapazität: Großhandel/Auktion**

Die natürliche Anpassungskapazität hat hier keine Relevanz.

### **Anpassungswissen: Großhandel/Auktion**

Der Großhandel/Auktion hat einen sehr guten Überblick über Quantität und Qualität verfügbarer Fischarten. Veränderungen werden registriert. Die **Funktion des Großhandels** ist je nach Organisation (Größe, Marktmacht und individuelles Engagement) unterschiedlich (von passiv bis aktiv). Über den konkreten Wissensstand zu klimawandelbedingten Auswirkungen kann keine Aussage gemacht werden.

### **Anpassungsmöglichkeiten: Großhandel/Auktion**

Mögliche Anpassungsmaßnahmen umfassen einen weiteren An- und Verkauf von **Nischenprodukten**, Rohwaren aus **bestandserhaltender Fischerei** sowie von Rohwaren aus **zertifizierter Aquakultur**.

### **Anpassungsbereitschaft: Großhandel/Auktion**

Da der Großhandel auf das verfügbare Angebot angewiesen ist, spielen vor allem **Preisstabilität** und die nachgefragte Menge eine Rolle. Die Anpassungsbereitschaft wird von diesen Faktoren stark beeinflusst. In Premiumsegmenten steht vor allem die **Qualität** im Fokus. Können gesetzte Qualitätsstandards nicht mehr erfüllt werden, erhöht sich die Bereitschaft, Alternativen oder entsprechende Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln und umzusetzen.

### **Fazit**

Der Grad der Anpassungskapazität der Wertschöpfungsstufe Großhandel/Auktion ist grundsätzlich abhängig von der jeweiligen Organisation (siehe Anpassungswissen) und der individuellen **Unternehmensstrategie** (Massenmarkt vs. Premium-/Nischensegment).

## **1.4.4 Verarbeitung**

### **Natürliche Anpassungskapazität: Verarbeitung**

Die natürliche Anpassungskapazität hat hier keine Relevanz.

### **Anpassungswissen: Verarbeitung**

Die verarbeitende Fischwirtschaft ist seit jeher darauf angewiesen, Verfahren und Instrumente zu entwickeln, die Quantität und Qualität bestimmter Fischarten gewährleisten. Die Herstellung von Fischprodukten erfordert neben der Einhaltung von Hygiene- und Qualitätsstandards (z.B. Aufrechterhaltung der Kühlkette) ein hohes Maß an **technischem Equipment**, welches auf den jeweiligen Fisch und dessen Produkteigenschaften angepasst ist. Der Umgang mit Schwankungen hinsichtlich Quantität und Qualität hat in vielen Unternehmen zur Entwicklung und Anwendung von **Managementinstrumenten** wie Total Quality Management (TQM) und Change Management geführt. Auf die Bedeutung von Risikomanagement Ansätzen zur Umsetzung von Anpassungsstrategien weist auch der WBGU (2006, 57) hin und betont: „Beim Risikomanagement kommt es auf die Anpassung an sich fortlaufend verändernde Bedingungen an. Eine hohe Flexibilität der Strategien ist hierfür notwendig“. Der WBGU bezieht seine Empfehlungen zwar primär auf politische Akteure, jedoch sind die Prinzipien des Risikomanagements ebenso auf wirtschaftliche Organisationen anwendbar und haben eine hohe Relevanz für die unternehmerische Praxis.

Aktuelle Brennpunkte sind in der Verarbeitung Fragen von Nachhaltigkeit und Rückverfolgbarkeit. Klimawandel und resultierende Auswirkungen sind nur vereinzelt ein Thema.

### **Anpassungsmöglichkeiten: Verarbeitung**

Erhöhte (Außen-)Temperaturen nehmen Einfluss auf den **Energieverbrauch**, vor allem für die Tiefkühlfishverarbeitung, von der die Fischwirtschaft der Metropolregion geprägt ist. Die Sicherstellung der Kühlkette spielt eine wesentliche Rolle (Lagerung und Transport). Die Aufrechterhaltung der Kühlkette kann unter Umständen durch technische Maßnahmen in der

Produktion erleichtert und gesichert werden. Das Praxisprojekt des Praxispartners im Cluster Ernährungswirtschaft Nietfeld Feinkost GmbH kann mit der Nutzung des Verfahrens der Hochdrucksterilisation sowohl eine Anpassung an erhöhte Temperaturen, als eine Energieeinsparung bzgl. des Kühlbedarfs erzielen. Inwieweit dieses Verfahren auch für Produkte der Fischwirtschaft Anwendung finden kann, gilt es im Verlauf des Projektes zu überprüfen.

Ein erschwerter **Zugang zu Rohwaren** aufgrund von temperaturbedingten Abwanderungsprozessen bestimmter Fischarten, kann durch eine vermehrte Nutzung von Zuchtfischen aus Aquakultur kompensiert werden. Die oben thematisierten Brennpunkte der Aquakultur, die vor allem aufgrund des Futtermittels sehr vulnerabel ist, machen eine vermehrte Fokussierung und Weiterentwicklung auf ökologisch produzierten Fisch aus Aquakultur erforderlich.

Fisch aus **bestandserhaltender Fischerei**, wie es z.B. die Bedingungen des Marine Stewardship Council (MCS) vorsehen, beinhalten alternativ zum Zuchtfisch Anpassungsmöglichkeiten. Branchenvertreter wie die Iceland Seafood setzen neben Nachhaltigkeit, verstärkt auf die Saison abgestimmte Waren (TK-Fisch Convenience August/September 2009). Costa weist darüber hinaus vor dem Hintergrund einwandfreier Rohwarenverfügbarkeit auf die Bedeutung von Siegeln/Labels im Nachhaltigkeitsbereich hin (TK-Fisch Convenience, Januar/Februar 2010).

Der im „Praxispartner-Workshop“ geäußerten Gefährdung der **Überflutung** küstennaher Produktionsstätten auf Grund des steigenden Meeresspiegels kann aus unternehmensindividueller Sicht lediglich durch eine frühzeitige Umsiedlung im Sinne einer präventiven Schutzmaßnahme begegnet werden. Alternativ wäre es möglich, dass Küstenzonenmanagement neu auszurichten. Der WBGU (2006, 2) schlägt hierfür folgende Maßnahmen vor:

- Wegen des zu erwartenden Meeresspiegelanstiegs müssen nationale und internationale Strategien für die Schutzgewährung und Anpassung, aber auch für einen qualifizierten Rückzug aus gefährdeten Gebieten entwickelt werden.
- Natur- und Küstenschutz sollten besser verknüpft werden. Bei der Erstellung von Küstenschutzplänen und Strategien zur nachhaltigen Nutzung und Entwicklung von Küstenzonen müssen alle wesentlichen Politikbereiche einbezogen werden („integriertes Küstenzonenmanagement“) (vgl. hierzu WBGU, 57).

### **Anpassungsbereitschaft: Verarbeitung**

Die Wahrnehmung und Risikobewertung klimawandelbedingter Veränderungen kann vor dem Hintergrund der „Praxispartner-Workshops“, der Literaturrecherche und empirischer Erhebungen in Form von Experteninterviews (Fisch-Informationszentrum und Bundesverband Fischgroßhandel, Manager Food Services der Det Norske Veritas (DNV), Alfred-Wegener-Institut (AWI), Fischereihafen Betriebsgesellschaft) und quantitativer Erhebungen eingeschätzt werden.

Vertreter der Fischwirtschaft äußerten die Sicht, dass die durch den Klimawandel bedingten Veränderungen als **Chance** genutzt werden sollten, wie bspw. eine Begünstigung regionaler Aquakulturen und frühzeitige Anpassungsanstrengungen Wettbewerbsvorteile generieren könnten. Das frühzeitige Suchen und Entwickeln von Lösungen, bspw. in Form der Verarbeitung neuer Rohwaren, kann erhebliche Entwicklungs- und Marktvorsprünge generieren (First Mover Advantages).

Jedoch können die Aussagen nicht allgemeingültig auf die gesamte deutsche Fischwirtschaft übertragen werden, dennoch gibt es Indizien, die für eine offene und innovationsgetriebene **Branchenkultur** sprechen. Wie die Produktneuheiten der Firmen Iceland Seafood sowie Costa (siehe Anpassungsmöglichkeiten) zeigen, gibt es aktuelle Entwicklungen in der

Fischverarbeitung aktiv mit gesellschaftlichen Anforderungen und ökologischen Erfordernissen umzugehen und in die Entwicklung, Verarbeitung und Vermarktung von Fischprodukten zu integrieren.

## **Fazit**

Es bestehen Möglichkeiten, als Einzelunternehmen Anpassungsmaßnahmen vorzunehmen. Die Anpassungskapazität kann vor dem Hintergrund der vier Faktoren der Anpassungskapazität als mittel bis hoch eingestuft werden.

### **1.4.5 Weiterverarbeitung**

#### **Natürliche Anpassungskapazität: Weiterverarbeitung**

Die natürliche Anpassungskapazität hat hier keine Relevanz.

#### **Anpassungswissen: Weiterverarbeitung**

Das Anpassungswissen im Bereich der Weiterverarbeitung ist vergleichbar zu den vorgelagerten Stufen der Wertschöpfungskette. Wie in der Verarbeitung besteht Wissen und Erfahrung in der Verarbeitung von verschiedenen Fischen und **Produkteigenschaften**. Offen bleibt, ob die neuen Fischarten und damit u. U. einhergehende neue Produktentwicklungen neue technische Anlagen erforderlich machen. Hier kann es u. U. zu verstärktem Forschungsbedarf kommen. Grundsätzlich ist das Wissen im Umgang mit veränderten Fischarten gut. Das Wissen um die konkreten Auswirkungen des Klimawandels ist vergleichbar zu den vorgelagerten Stufen eher als niedrig einzuschätzen.

#### **Anpassungsmöglichkeiten: Weiterverarbeitung**

Die Anpassungsmöglichkeiten dieser Stufe der Wertschöpfungskette sind vergleichbar zur Stufe der Verarbeitung. Anpassungsmöglichkeiten können neue **technische Anlagen** oder Erweiterungen bzgl. der Verarbeitung neuer Fischarten notwendig machen: wie zum Beispiel in den Bereichen des Zerteilens (Sägen) der Fischblöcke in Rohlinge, des Panierens und Bratens als auch im Rahmen der Nutzung und Betreibung des Gefriertunnels. Erste Anpassungsideen bestehen in einer anderen Schichtung und Anordnung von veränderten Fischfilets (Größe, Dicke und Zusammensetzung/Viskosität) in die vorgefertigten Blöcke/Rahmen. Der Einsatz veränderter Sägeblätter, der Zutaten der Panade oder des eingesetzten Öls für den Bratvorgang kann an die spezifischen Produkteigenschaften neuer Fischarten angepasst werden.

Wesentlich ist hierbei, die **Anforderungen seitens des LEH und der Endkonsumenten** an ein Fischprodukt zu berücksichtigen.

#### **Anpassungsbereitschaft: Weiterverarbeitung**

Die Anpassungsbereitschaft ist vergleichbar zur Stufe der Verarbeitung.

## **Fazit**

Die Anpassungskapazität der Wertschöpfungsstufe der Weiterverarbeitung kann vergleichbar zur Stufe der Verarbeitung als mittel bis hoch eingestuft werden.

### **1.4.6 Groß- und Einzelhandel**

#### **Natürliche Anpassungskapazität: Groß- und Einzelhandel**

Die natürliche Anpassungskapazität hat hier keine Relevanz.

### **Anpassungswissen: Groß- und Einzelhandel**

Aktuelle Brennpunkte sind primär Fragen **bestandserhaltender Fischereimethoden und Zertifizierungsmöglichkeiten**. Fragen von kundenfreundlicher Produktkennzeichnung und -information vor dem Hintergrund von Nachhaltigkeit und Möglichkeiten der Sicherung der Rückverfolgbarkeit wurden auf der Fish International 2010 in Bremen diskutiert. Hier fand am 21. Februar 2010 die Jahrestagung des Fachverbandes „Der Fischfachhandel“ im BVL e.V. unter dem Motto „Initiativen für eine bestandserhaltende Fischerei“ statt.

Deutlich wurde die Problematik der verschiedenen Freiheitsgrade in den verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette und den verschiedenen Ansprüchen der einzelnen Stufen untereinander. Während der **LEH** eine enorme Macht den vorgelagerten Stufen gegenüber hat, stehen die vorgelagerten Stufen vor allem in der Kritik bei NGOs und versuchen diesen gerecht zu werden. Hier spielen sowohl **politische Rahmenbedingungen** (auf nationaler und europäischer Ebene), betriebsindividuelle finanzielle Grenzen (z.B. im Sinne von Investitionen) und Anforderungen seitens des LEH eine Rolle. Der LEH wiederum fungiert als Gatekeeper und will den Bedürfnissen seiner Kunden gerecht werden, gleichzeitig seine individuelle Marktposition stärken als auch den Anforderungen der NGOs entsprechen. Die Zusammenarbeit zwischen NGOs und dem LEH hat in den letzten Jahren zunehmend konstruktivere Formen angenommen (geäußert vom BVL am 21.02.2010 auf der Fish International).

Fragen von klimawandelbedingten Veränderungen für die Fischwirtschaft wurden im Rahmen der Jahrestagung jedoch von keinem der beteiligten Teilnehmer geäußert.

### **Anpassungsmöglichkeiten: Groß- und Einzelhandel**

Anpassungsmöglichkeiten können eine **engere Zusammenarbeit** innerhalb der Wertschöpfungskette und Treffen verbindlicher Vereinbarungen im Rahmen der Erweiterung und Intensivierung bestandserhaltender Fischerei und Zertifizierungsmöglichkeiten umfassen, so dass auch die vorgelagerten Stufen der Wertschöpfungskette Sicherheiten für die Umstellung haben (Abnahmesicherheiten, Amortisation der Investitionskosten bzw. finanzieller Ausgleich aufgrund von geringeren Fangmengen). Hier hat sich bereits eine Zusammenarbeit mit dem MSC entwickelt. Mehr **Transparenz** über die Fanggebiete und eine entsprechende Produktkennzeichnung sind Anforderungen, die seitens der NGOs gestellt werden und Kunden mehr Sicherheit beim Kauf von Fisch geben.

Für den Bereich Aquakultur bietet sich Ähnliches an.

Die Aufrechterhaltung der **Kühlkette** kann unter Umständen durch technische Maßnahmen in der Produktion erleichtert und gesichert werden (siehe hierzu Ausführungen unter Verarbeitung).

### **Anpassungsbereitschaft: Groß- und Einzelhandel**

Aufgrund der **zunehmenden Anforderungen** seitens der Europäischen Richtlinien, der Überfischungsproblematik und dem öffentlichen **Druck** seitens der NGOs besteht ein Eigeninteresse, sich als Branche mehr in Richtung Nachhaltigkeit zu entwickeln. Die Jahrestagung hat erste Einblicke in die Bereitschaft zu mehr Kooperation gegeben.

### **Fazit**

Die Stufe des Einzel- und Großhandels hat großen Einfluss auf die vorgelagerten Stufen. Die Anpassungskapazität ist bedingt durch das verfügbare Angebot entsprechender Fischwaren. Aufgrund der Gatekeeper-Funktion des LEH hat dieser Möglichkeiten, Trends und Anforderungen oder Anpassungsmaßnahmen zu formulieren und durchzusetzen. Die Anpassungskapazität kann als mittel eingeschätzt werden.

### 1.4.7 Konsum

#### Natürliche Anpassungskapazität: Konsum

Die natürliche Anpassungskapazität hat hier keine Relevanz.

#### Anpassungswissen: Konsum

Das Wissen um die Zusammenhänge von Klimawandel und einer daraus resultierenden Differenzierung der Rohstoffbasis ist nicht zu erkennen. Das Wissen um die Überfischungs- und Beifangproblematik ist aufgrund der intensiven Öffentlichkeitsarbeit von NGOs in den letzten Jahren gestiegen. Der **Kauf von MSC-zertifizierten Produkten** steigt (FIZ 2009: 4). Wobei hier berücksichtigt werden muss, dass in den letzten Jahren der LEH das Sortiment zunehmend auf MSC-zertifizierte Fischprodukte umgestellt hat und das Angebot entsprechend gestiegen ist.

#### Anpassungsmöglichkeiten: Konsum

Scherr und Sthapit weisen auf die Notwendigkeit hin, dem Konsumenten mehr **Transparenz** und detaillierte **Informationen** zur Verfügung zu stellen (Scherr/Sthapit 2009: 45). Vergleichbar zum Fleischkonsum kann eine Maßnahme beim Kauf von Fischprodukten in westlichen Ländern eine Förderung eines Paradigmenwechsels hin zu mehr Klasse statt Masse angestrebt werden. Wertschätzung des Lebensmittels und ein bewusster Konsum einerseits, zu kurz greifende Informationen sowie mangelnde Fachberatung andererseits machen es verantwortungsbewussten Konsumenten schwer, die richtige Wahl beim Fischkauf zu treffen. Die im Sommer 2008 vom Verband der Fischindustrie und des Fischgroßhandels verabschiedete erweiterte **Fanggebietskennzeichnung** geht hierbei in die richtige Richtung.

Der Konsum von zertifizierten Fischprodukten, sei es Meeres- oder Zuchtfisch ist ein möglicher Weg, wobei die klimawandelbedingte Differenzierung der Rohstoffbasis eine Verschiebung zu einem erhöhten **Angebot von Zuchtfischen** implizieren wird.

Der Konsum von **saisonal verfügbaren und primär heimischen Fischarten** besitzt darüber hinaus Anpassungspotenzial (siehe auch Sortimentserweiterung der Firma Costa).

#### Anpassungsbereitschaft: Konsum

Die Bereitschaft, vermehrt Zuchtfische zu konsumieren, kann aus den steigenden Verkaufszahlen der letzten Jahre abgeleitet werden (FAO 2009: 61). Darüber hinaus besteht auch die Offenheit und Bereitschaft vermehrt zertifizierte Fischerzeugnisse zu konsumieren (vgl. FIZ 2009). Unklar ist jedoch, wie die Bereitschaft der Konsumenten gegenüber der Verarbeitung neuer Fischarten ist. Hierzu können derzeit keine eindeutigen Aussagen getroffen werden.

#### Fazit

Die Anpassungskapazität von Konsumenten für Fischprodukte ist vor dem Hintergrund globaler Märkte und der stetigen Weiterentwicklung der Aquakulturen relativ hoch. Der Konsum von Meeresfisch und insbesondere von bestimmten Fischarten kann sich in Zukunft jedoch aufgrund des Klimawandels drastisch reduzieren. In diesem Fall kann nur auf andere Fischarten oder Ersatzprodukte oder ggf. andere tierische Produkte wie Fleisch zurückgegriffen werden.

Über die verschiedenen Wertschöpfungsketten der Fischwirtschaft hinaus gibt es Aspekte, die vor dem Hintergrund der Genierung oder Erhöhung der Anpassungskapazität berücksichtigt werden sollten:

Die FAO weist auf die Notwendigkeit, **Informationslücken** auf nationaler Ebene zu identifizieren und durch Forschungsnetzwerke und gezielte Weiterbildungen zu schließen. Auf internationaler Ebene gilt es, **Netzwerke** zu entwickeln, die einen regionalen sowie globalen Erfahrungsaustausch im Umgang mit dem Klimawandel im Bereich der Fischwirtschaft erlauben und strategische Ziele erarbeiten. Bereits bestehende Managementpläne und -instrumente müssen um Klimawandelgesichtspunkte und -anforderungen erweitert werden, Mitigations- und



Adaptationsstrategien integriert werden. Brandt/Kronbak (2006: 9) weisen darüber hinaus auf zunehmende Unsicherheit in Bezug auf **Abkommen** aufgrund von klimatischen Veränderungen hin und führen aus: „This highlights the need for better information or the need for a flexible management system that can cope with shifting environments.“

Der stärkere **Einbezug von Stakeholdern** erfordert Kommunikations- und Informationsprozesse, die auf sektoraler Ebene alle Stakeholder erreichen (FAO 2009: 90).

## 2. Zusammenfassende Bewertung der Wertschöpfungskette Fisch

Die deutsche Fischwirtschaft ist hochgradig abhängig vom Import (87%) aus EU- und Nicht-EU-Ländern. Somit sind neben den regionalen Veränderungen des Klimawandels für die Fischwirtschaft ganz unmittelbar die globalen klimawandelinduzierten Auswirkungen auf das marine Ökosystem von Bedeutung. Darüber hinaus ist für die Gewährleistung der Versorgung mit Rohwaren die Betrachtung des marinen Ökosystems als komplexes System mit vielfältigen Wechselbeziehungen und -wirkungen und bisher unerforschten Zusammenhängen von ganz wesentlicher Bedeutung. Nicht zuletzt auch deswegen, weil die internationale Fischwirtschaft durch zunehmende Kommerzialisierung und Globalisierung gekennzeichnet ist. Folglich sind auch Folgen der Überfischung zu berücksichtigen. Die Überfischung von bestimmten Fischbeständen reduziert deren natürliche Anpassungskapazität (u. a. genetische Vielfalt) und damit die Fähigkeit, zusätzliche klimawandelbedingte Einflüsse abfedern zu können.

Entwicklungen wie diese nehmen unmittelbar Einfluss auf die Zukunftsfähigkeit fischwirtschaftlicher Unternehmen. Wobei die Abhängigkeit von fischwirtschaftlichen Erzeugnissen global sehr unterschiedlich strukturiert ist. Während die Metropolregion vorwiegend durch Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes und durch einen nur sehr geringen Anteil an Fischereien gekennzeichnet ist, sind aus globaler Perspektive vor allem einkommensschwache küstennahe Bevölkerungsschichten vom z. T. täglichen Fischfang abhängig. Diese sind direkten klimawandelbedingten Auswirkungen besonders ausgesetzt und somit besonders vulnerabel. Dabei muss im Unterschied zu Deutschland berücksichtigt werden, dass für zahlreiche Bevölkerungsschichten aus Entwicklungs- und Schwellenländern Fisch als wichtigste tierische Proteinquelle dient und nur sehr begrenzt durch andere tierische Eiweiße substituiert werden kann. Global gesehen ist somit der Grad der sozialen Vulnerabilität sehr unterschiedlich.

Die Vulnerabilität der einzelnen Stufen der fischwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten ist darüber hinaus ebenfalls spezifisch differenziert. So ist die Fischerei durch Folgen veränderter Klimaparameter wie einer erhöhten durchschnittlichen Meerestemperatur, Verschärfung der Seegang- und Windbedingungen oder einer Veränderung der Salinität unmittelbar betroffen. Eine resultierende geographische Verschiebung der Fischbestände kann je nach Fischart positive sowie negative Auswirkungen auf die Fischbestände haben. Es kann also zu sog. regionalen Gewinnern (z.B. Einzug des Wolfsbarschs in die Nordsee) und Verlierern kommen. Schwankungen der Salinität in Nord- und Ostsee können einen Rückgang der Fisch- und Muschelbestände implizieren und somit negativen Einfluss auf die Fangerträge nehmen. Die Möglichkeiten, diesen Veränderungen positiv zu entgegnen, sind begrenzt. Die potentiellen Auswirkungen sind zum jetzigen Zeitpunkt nicht eindeutig einschätzbar, beinhalten aber langfristige Herausforderungen für die Fischerei, vor allem vor dem Hintergrund weiterer Einflussfaktoren wie der Überfischung und der noch ungewissen Entwicklung der Anforderungen seitens der Nachfrage. Die potentiellen Auswirkungen können somit mit mittel bis hoch eingeschätzt werden. Die natürliche Anpassungskapazität ist bedingt durch die Reproduktionsraten und Robustheit einzelner Fischarten, welche u.a. durch die Überfischung

bestimmter Fischbestände negativ beeinflusst wird. Darüber hinaus ist das Wissen über die langfristigen Wechselwirkungen auf bestimmte Fischarten noch nicht abschließend bekannt. Die natürliche Anpassungskapazität ist daher bezogen auf die globalen Fischbestände (nicht auf einzelne Fischarten) als gering einzustufen. Das Anpassungswissen im Bereich der Fischerei kann als hoch in Bezug auf den Umgang mit Umweltveränderungen allgemein eingestuft werden, als mittel in Bezug auf den Stand der Forschung (jedoch existiert ein hoher Grad an Unsicherheit über Auswirkungen bestimmter Klimaparameter und möglicher Wechselwirkungen) und als niedrig in Bezug auf das Wissen der Praxis über die konkreten Auswirkungen des Klimawandels. Anpassungsmöglichkeiten sind begrenzt durch die ökonomischen Rahmenbedingungen industrialisierter Fischereien. Hilborn et al. (2003)<sup>2</sup> konstatieren diesbzgl: „Many industrialized fisheries suffer from over-investment and surplus fishing capacity making it economically and politically difficult to scale back fishing to match biological productivity.“ Eine Diversifizierung der Zielarten ist zum einen abhängig von der Verfügbarkeit und dem Bestandszustand der jeweiligen Art und setzt zum anderen das Vorhandensein entsprechender Verarbeitungskapazitäten und Vermarktungswege voraus. Die Freiheitsgrade der Fischerei sind darüber hinaus bedingt durch internationale Abkommen und durch die Europäische Fischereipolitik. Durch die hohe Importquote der Fischwirtschaft gilt es zu berücksichtigen, dass auch Anpassungsmaßnahmen, die nicht direkt in der Region, sondern bei den Zulieferern stattfinden, die Versorgungssicherheit und damit auch die ökonomische Existenz der fischwirtschaftlichen Unternehmen der Metropolregion sichern können. Insgesamt kann konstatiert werden, dass die Handlungsspielräume wesentlich von sozioökonomischen Faktoren abhängig sind. Insgesamt können die Anpassungsmöglichkeiten als mittel eingestuft werden. Die Anpassungsbereitschaft wird beeinflusst durch externe Rahmenbedingungen wie die EU-Fischereipolitik, internationale Abkommen und marktinterne Entwicklungen wie z.B. der Anforderungen des LEHs. Die direkte Handlungsbereitschaft ist eher gering. Zusammenfassend kann die Anpassungskapazität der Fischerei als gering bis mittel eingestuft werden. Grad der Vulnerabilität der Fischerei: mittel.

Die Aquakultur zeichnet sich zum einen durch eine Abhängigkeit von Futtermitteln wie Fischmehl, Soja, Erbsen und Getreide sowie von Süßwasser aus als auch durch eine begrenzte Auswahl an Zielarten für die Zucht. Die potentiellen Auswirkungen für die regionale Aquakultur sind somit als eher gering einzuschätzen. Die natürliche Anpassungskapazität ist abhängig von der Wahl und Vielfalt der Zielarten und der Zuchtmöglichkeiten (z.B. bedingt durch Temperaturgrenzen). Erhöhte Temperaturen können darüber hinaus die Verbreitung und Vermehrung von Krankheitserregern und ökologischen Folgeeffekten der Aquakultur erhöhen. Das Anpassungswissen ist im Vergleich zur Fischerei geringer aufgrund des vergleichsweise jungen Wirtschaftszweigs. Die Anpassungsmöglichkeiten sind bedingt durch eine begrenzt einsetzbare Fischvielfalt und eine Futtermittelabhängigkeit, die zur Überfischungsproblematik beiträgt. Die Zucht von Fischen mit geringen Veredelungsverlusten setzt das Vorhandensein entsprechender Verarbeitungskapazitäten und Vermarktungswege voraus. Die Anpassungsmöglichkeiten sind dennoch im Vergleich zur Fischerei als mittel bis hoch einzustufen, da das Produktionssystem (je nach spezifischer Ausgestaltung) unmittelbar beeinflusst werden kann und somit auch eine Just-in-Time Lieferung mit Fischerzeugnissen ermöglicht. Die Anpassungsbereitschaft ist von externen Rahmenbedingungen bedingt, die sich zum einen durch gesetzliche Regulierungen auswirken kann, z.B. im Bereich verstärkter Anforderungen hinsichtlich nachhaltiger Aquakultursysteme (Verbrauch von Wasser, Einsatz von Medikamenten, etc.) als auch in Form von Anforderungen seitens des LEH und der Endverbraucher. Die direkte Handlungsbereitschaft ist gering, da die Aquakultur durch starke Wachstumsraten gekennzeichnet ist und eine stetig steigende Nachfrage in den letzten Jahren zu verzeichnen ist. Die Anpassungskapazität ist im Vergleich zur Fischerei höher und kann als mittel eingestuft werden. Grad der Vulnerabilität der Aquakultur: gering.

Der Großhandel/Auktion ist vor allem durch ein verändertes Angebot und durch die Einführung neuer/anderer Rohwaren betroffen, die sich in Sortimentsveränderungen niederschlagen und u.U. neue Vermarktungsstrategien erfordern. Grundsätzlich muss mit einer erschwerten

---

<sup>2</sup> Hilborn, R. (2003) Marine reserves: the best options for our oceans? *Frontiers in Ecology and the Environment* 1 (9).

mengenmäßigen Versorgung mit bestimmten Fischarten gerechnet werden. Die potentiellen Auswirkungen können je nach Spezialisierungsgrad des Unternehmens und den zukünftigen Entwicklungen bestimmter Fischbestände gering bis mittel ausfallen. Zum konkreten Anpassungswissen kann keine Aussage gemacht werden. Grundsätzlich ist das Wissen abhängig von der Ausgestaltung der jeweiligen Organisation (Größe, Marktmacht und individuelles Engagement). Die Anpassungsmöglichkeiten können einen Ausbau der Lieferantenbeziehungen sowie erweiterten An- und Verkauf von Nischenprodukten, wie Rohwaren aus bestandserhaltender Fischerei sowie Rohwaren aus zertifizierter Aquakultur umfassen. Die Möglichkeiten zur Anpassung sind hoch. Die Anpassungsbereitschaft ist abhängig von der jeweiligen Unternehmensstrategie und dem verfügbarem Angebot. Die Anpassungskapazität kann als mittel bis hoch eingeschätzt werden. Grad der Vulnerabilität des Großhandels/Auktion: gering.

Die Bereiche der Verarbeitung und Weiterverarbeitung sind vor allem von einer veränderten Rohwarenverfügbarkeit sowie einem erhöhten Kühlungsbedarf betroffen, die technische Anpassungsmaßnahmen und die Entwicklung und Vermarktung neuer Produkte nach sich ziehen kann. Die Aufrechterhaltung der Kühlkette stellt eine darüber hinausgehende Herausforderung dar, die u.a. in erhöhten Energiekosten und logistischen Anpassungen resultieren kann und insgesamt zu mittleren potentiellen Auswirkungen zusammengefasst werden können. Das Anpassungswissen beider Stufen ist geprägt von einem hohen Technisierungsgrad und einer Beschäftigung mit Fragen der Qualitätssicherung und zunehmend der Herkunftssicherung und Rückverfolgbarkeit. Klimawandelinduzierte Veränderungen haben dahingegen keine hohe Relevanz. Das Anpassungswissen ist daher als mittel einzuschätzen. Die Anpassungsmöglichkeiten umfassen zum einen die Aufrechterhaltung der Kühlkette durch technische Optimierung, die Kompensation einer veränderten Rohwarenverfügbarkeit durch den Einsatz von Aquakulturerzeugnissen als auch den Einsatz und die Förderung von bestandserhaltenden Fischereimethoden und Zertifizierungen sowie den Ausbau neuer Lieferantenbeziehungen. Die Bereitschaft der Stufen wird stark von den Anforderungen des LEHs und der Endverbraucher sowie den Anforderungen von NGOs und staatlichen Regulierungen beeinflusst. Insgesamt sind die unternehmensindividuellen Handlungsspielräume hoch und Indizien für eine innovationsgetriebene Branchenkultur sind erkennbar. Die Anpassungsbereitschaft ist somit hoch. Insgesamt kann die Anpassungskapazität der Verarbeitung und Weiterverarbeitung als mittel bis hoch eingestuft werden. Grad der Vulnerabilität der Ver- und Weiterverarbeitung: gering bis mittel.

Der Groß- und Einzelhandel wird sich aufgrund der klimawandelinduzierten Veränderungen in den vorgelagerten Bereichen der Fischwirtschaft auf mögliche Beschaffungsempässe, zunehmende Preisschwankungen und einen erhöhtem Kühlungsbedarf einstellen müssen. Die potentiellen Auswirkungen können vergleichbar zur Stufe der Verarbeitung und Weiterverarbeitung sowie des Großhandels/Auktion gering bis mittel eingestuft werden. Das Anpassungswissen wird derzeit geprägt von Fragen bestandserhaltender Fischereimethoden und Zertifizierungsmöglichkeiten. Eine konkrete Auseinandersetzung mit klimawandelinduzierten Veränderungen ist nicht zu erkennen. Anpassungsmöglichkeiten können eine engere Zusammenarbeit innerhalb der Supply Chain und Vereinbarungen mit Zulieferern über Produkte aus bestandserhaltender Fischerei und zertifizierten Fischerzeugnissen umfassen. Diese können mögliche Beschaffungsempässe abfedern und den Zulieferern Abnahmesicherheit und u.U. eine Amortisation der Investitionskosten für den Zertifizierungsprozess gewährleisten. Die Aufrechterhaltung der Kühlkette kann z.B. durch technische Maßnahmen sichergestellt werden. Die Bereitschaft ist vor allem durch ein starkes Interesse geprägt, sich mehr in Richtung einer nachhaltigen Beschaffungspolitik und Sortimentsgestaltung zu entwickeln. Diese kann u.a. bedingt sein durch Überfischung bestimmter Fischbestände und einer öffentlichen Thematisierung der Gründe und Folgen der Überfischung durch NGOs und Medien. Mögliche staatliche Regulierungen spielen neben der Sicherung und Generierung von Marktvorteilen eine weitere Rolle. Die Anpassungskapazität kann insgesamt als mittel eingeschätzt werden. Grad der Vulnerabilität des Groß- und Einzelhandels: gering.

Der Bereich des Konsums der Endverbraucher ist vor allem von Unsicherheiten in der Rohwarenverfügbarkeit sowie in den Transport- und Logistikbedingungen betroffen. Grundsätzlich ist mit einer weiteren Nachfragezunahme von zertifizierten Fischerzeugnissen zu rechnen und die potentiellen Auswirkungen als gering einzuschätzen. Das Anpassungswissen ist gekennzeichnet durch eine zunehmende Sensibilisierung für die Überfischungsproblematik. Das Wissen um die Zusammenhänge klimawandelbedingter Auswirkungen auf den Konsum von Fisch ist gering bis gar nicht vorhanden und wird auch wenig bis gar nicht im Rahmen von Werbe- und Produktkampagnen thematisiert. Die Möglichkeiten, sich an die klimawandelinduzierten Veränderungen anpassen zu können, können als hoch eingestuft werden. Zum einen kann durch mehr Transparenz und Informationen für die Konsumenten das Kaufverhalten mehr in Richtung nachhaltigen und bestandsgerechten Konsums gelenkt werden (z.B. Angebot saisonaler und primär heimischer Fischarten) und darüber hinaus mögliche Engpässe durch den Kauf von Aquakulturerzeugnissen kompensiert werden. Die Anpassungsbereitschaft wird geprägt durch eine hohe Nachfrage nach Aquakulturerzeugnissen. Unklar ist der Grad der Offenheit gegenüber neuen Fischarten und -produkten seitens der Konsumenten. Diese wird vor allem vom Preis und Geschmack des Fischproduktes abhängig sein. Grundsätzlich existiert aber ein stetig steigender Trend, mehr Fisch statt Fleisch zu konsumieren. Die Anpassungsbereitschaft kann mit mittel bis hoch bewertet werden. Zusammenfassend kann die Anpassungskapazität somit als hoch eingestuft werden. Grad der Vulnerabilität des Konsums durch den Endverbraucher: gering.

Auf Ebene der verschiedenen Stufen der fischwirtschaftlichen Wertschöpfungskette konnte gezeigt werden, dass die Vulnerabilität von unterschiedlichen Faktoren abhängig ist. Hier spielen einmal die Abhängigkeitsstrukturen zwischen den Stufen eine Rolle sowie im Besonderen die Gatekeeper-Position des Einzelhandels und die Einkaufsmacht der Konsumenten. Diese Rahmenbedingungen werden wiederum von den europäischen sowie internationalen Gesetzgebungen und Abkommen bzgl. der Gewährleistung von Fangrechten und -quoten eingerahmt und bestimmen vor allem die Freiheitsgrade und Handlungsspielräume der Fischerei und Aquakultur. Trotz der Unsicherheit bzgl. der konkreten Auswirkungen des Klimawandels auf einzelne Fischbestände und Stufen der fischwirtschaftlichen Wertschöpfungskette muss vor dem Hintergrund des dynamischen Zusammenspiels von sozioökonomischen Entwicklungen, den Auswirkungen des Überfischung und den prognostizierten klimatischen Veränderungen und der damit implizierten direkten und indirekten Veränderungen insgesamt mit einer reduzierten Produktivität der Fischwirtschaft gerechnet werden. Cochrane et al. (2009, 111)<sup>3</sup> weisen zudem auf die hohe Relevanz nicht direkt klimawandelinduzierter Einflüsse auf die Entwicklung der globalen Fischwirtschaft hin: „Non-climate issues or trends, for example changes in markets, demographics, overexploitation and governance regimes, are likely to have a greater effect on fisheries in the short term than climate change“.

## **2.1 Tabellarische Bewertung der Wertschöpfungskette Fisch**

---

<sup>3</sup> Ebd.

	Exposition	Sensitivität	Natürliche Anpassungskapazität	Anpassungswissen	Anpassungsmöglichkeiten	Anpassungsbereitschaft
<b>Fischerei</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extremwetterereignisse</li> <li>• Temperaturerhöhung</li> <li>• Erhöhung des Ø Meeresspiegels</li> <li>• Erhöhung der Ø Meerestemperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geographische Verschiebung der Fischbestände</li> <li>• Rückgang des arktischen Meereises</li> <li>• Versauerung der Meere</li> <li>• Änderung der Meeresströmungen</li> <li>• Schwankungen der Salinität</li> <li>• Verschärfung der Wind- und Seegangsverhältnisse</li> <li>• Zusammenhang zwischen natürlicher Klimavariabilität und Dynamik der Fischbestände (u.a. beeinflusst von Überfischung bestimmter Fischbestände)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedingt durch Reproduktionsraten und Robustheit einzelner Fischarten, z.B. Temperaturtoleranzgrenzen</li> <li>• Wissen über langfristige Wechselwirkungen auf einzelne Fischarten nicht bekannt</li> </ul> <p>→ <b>Eher gering</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fischerei seit jeher natürlichen Umweltbedingungen direkt ausgesetzt</li> <li>• Entwicklung technischer Instrumente und effizienter Fangmethoden</li> </ul> <p>→ <b>Niedrig</b> in Bezug auf Wissen der Praxis über die konkreten Auswirkungen des Klimawandels  → <b>Mittel</b> in Bezug auf Stand der Forschung (hoher Grad an Unsicherheit über Auswirkungen bestimmter Parameter und möglichen Wechselwirkungen)  → <b>Hoch</b> in Bezug auf Umgang mit Umweltveränderungen allgemein</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrenzt durch ökonomische Rahmenbedingungen industrialisierter Fischereien („over-investments, surplus fishing capacity“)</li> <li>• Bestandserhaltende Fischereimethoden und Managementansätze beschränkt</li> <li>• Diversifizierung der Zielarten <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Setzt Vorhandensein entsprechender Verarbeitungskapazitäten und Vermarktungsweg voraus</li> </ul> </li> <li>• Geringe Freiheitsgrade und unternehmensindividuelle Freiräume durch intern. Abkommen und Richtlinien</li> <li>• Hohe Importabhängigkeit der Fischwirtschaft der Metropolregion: auch Anpassungsmaßnahmen, die nicht direkt in der Region, sondern bei den Zulieferern stattfinden, können die Versorgungssicherheit und damit auch die ökonomische Existenz der in der Metropolregion wirtschaftenden Unternehmen sichern</li> <li>• Handlungsspielräume wesentlich von sozioökonomischen Faktoren bedingt</li> </ul> <p>→ <b>Mittel</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kulturelle Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Aktivitäten der Fischerei von EU-Politik und LEH eingeschränkt</li> </ul> </li> <li>• Zertifizierungen zeit- und kostenintensiv</li> <li>• Externe Rahmenbedingungen <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Intern. Abkommen und EU-Politik (Strengere Fangquoten)</li> <li>◦ Druck seitens NGOs</li> </ul> </li> <li>• Direkte Handlungsbereitschaft eher gering</li> </ul> <p>→ <b>Eher gering</b></p>

	<p><b>Potentielle Auswirkungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geographische Verschiebung der Fischbestände             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Je nach Fischart positive sowie negative Auswirkungen auf die Fischbestände</li> </ul> </li> <li>• Rückgang des arktischen Meereises             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Reduzierung der Produktivität polarer Ökosysteme</li> <li>○ Eingriff in Nahrungsnetze und Einfluss auf Fischbestände</li> </ul> </li> <li>• Versauerung der Meere             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Veränderung des Kalk-Kohlensäure Gleichgewichtes, kann negative Folgen auf Fischbestände beinhalten</li> </ul> </li> <li>• Änderung der Meeresströmungen             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Eintrag von Süßwasser in Atlantik kann negativen Einfluss auf das marine Ökosystem nehmen</li> </ul> </li> <li>• Schwankungen der Salinität             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rückgang der Fisch- und Muschelbestände</li> <li>○ Eindringen von Neobiota</li> <li>○ Negativer Einfluss auf Fangträge</li> </ul> </li> <li>• Verschärfung der Wind- und Seegangsverhältnisse             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Negative Beeinflussung der Seeschifffahrt</li> <li>○ Erhöhter Wartungs- und Instandhaltungsaufwand</li> </ul> </li> <li>• Erhöhter Kühlungsbedarf an Bord             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erhöhte Betriebskosten</li> </ul> </li> </ul>		<p><b>Grad der wertschöpfungskettenspezifischen Vulnerabilität: Mittel</b></p>				
<p><b>Aquakultur</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extremwetterereignisse</li> <li>• Temperaturerhöhung</li> <li>• Erhöhung des Ø Meeresspiegels</li> <li>• Erhöhung der Ø Meerestemperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängigkeit von Fischmehl (Futtermitteln)</li> <li>• Neue Wahl der Zielarten durch steigende Wassertemperaturen</li> <li>• Beschädigung von Produktionsanlagen durch Extremwetterereignisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängig von Wahl und Vielfalt der Zielarten und damit von den Zuchtmöglichkeiten (Temperaturtoleranzgrenzen)</li> <li>• Zunehmende Krankheitserreger und ökologische Folgen</li> </ul> <p>→ <b>Gering bis mittel</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfahrungswissen geringer als bei (Hochsee-)Fischerei (jüngerer Wirtschaftszweig)</li> </ul> <p>→ <b>Niedrig</b> in Bezug auf Wissen der Praxis über die konkreten Auswirkungen des Klimawandels          → <b>Mittel</b> in Bezug auf Stand der Forschung (hoher Grad an Unsicherheit über Auswirkungen bestimmter</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrenzt einsetzbare Fischvielfalt</li> <li>• Futtermittelabhängigkeit (verschärft Überfischungsproblematik) moderat durch relativ große Auswahl an Lieferketten</li> <li>• Zucht von Fischen mit geringen Veredelungsverlusten             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Setzt Vorhandensein entsprechender Verarbeitungskapazitäten und Ver-</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Handlungsbereitschaft eher gering</li> <li>• Kulturelle Aspekte:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Änderungen abhängig von Nachfrageverhalten seitens Endverbraucher und LEH</li> </ul> </li> <li>• Externe Rahmenbedingungen             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verstärkte Anforderung hinsichtlich nachhaltiger</li> </ul> </li> </ul>	

				Parameter und möglichen Wechselwirkungen)	marktungswege voraus • Züchtung benötigt viel Zeit  → <b>Mittel bis hoch</b>	Aquakultursysteme  → <b>Gering</b>
	<b>Potentielle Auswirkungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhte Wassertemperatur <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erhöhter Sauerstoffbedarf</li> <li>○ Schnelleres Wachstum</li> <li>○ Ausweitung der Produktionssaison</li> <li>○ Geographische Expansion gen Polargebiete möglich (Abnahme des Polareis)</li> <li>○ Bessere Produktionsbedingungen für regionale Produktionsanlagen</li> </ul> </li> <li>• Unsichere Versorgung mit Futtermitteln</li> <li>• Unsichere Versorgung mit Süßwasser /Überflutung von Anlagen</li> <li>• Erhöhtes Krankheitsrisiko und Auftreten toxischer Events</li> </ul>		<b>Grad der wertschöpfungskettenspezifischen Vulnerabilität: Gering</b>			
<b>Großhandel/Auktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extremwetterereignisse</li> <li>• Temperaturerhöhung</li> <li>• Erhöhung des Ø Meeresspiegels</li> <li>• Erhöhung der Ø Meerestemperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderung des Angebots</li> <li>• Einführung anderer Rohwaren</li> <li>• Erhöhte Importquoten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht relevant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktion des Großhandels je nach Organisation (Größe, Marktmacht und individuelles Engagement) passiv bis aktiv  → Es kann keine Aussage zum konkreten Wissensstand gemacht werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterter An- und Verkauf von Nischenprodukten, wie Rohwaren aus bestandserhaltender Fischerei sowie Rohwaren aus zertifizierter Aquakultur</li> <li>• Ausbau der Lieferantenbeziehungen</li> </ul> → <b>Hoch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preisstabilität und nachgefragte Menge wesentlich, in Premiumsegment vor allem Qualität</li> <li>• Können gesetzte Qualitätsstandards nicht erfüllt werden, erhöht sich die Bereitschaft zu Anpassungsmaßnahmen</li> </ul> → Abhängig von der Unternehmensstrategie und Angebot
	<b>Potentielle Auswirkungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung neuer/anderer Rohwaren <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sortimentsveränderungen (ob tendenziell Verringerung oder Vergrößerung kann derzeit nicht bestimmt werden)</li> <li>○ Neue Vermarktungsstrategien</li> </ul> </li> <li>• Erhöhte Importquoten</li> </ul>		<b>Grad der wertschöpfungskettenspezifischen Vulnerabilität: Gering</b>			

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erhöhter Abhängigkeitsgrad</li> <li>○ Ausbau der Lieferantenbeziehungen etc.</li> </ul>					
<b>Verarbeitung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extremwetterereignisse</li> <li>• Temperaturerhöhung</li> <li>• Erhöhung des Ø Meeresspiegels</li> <li>• Erhöhung der Ø Meerestemperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderte Rohwarenverfügbarkeit</li> <li>• Überflutung der Produktionsstätte</li> <li>• Erhöhter Kühlungsbedarf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht relevant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoher Technisierungsgrad</li> <li>• Einsatz von Managementinstrumenten für den Umgang mit Schwankungen</li> <li>• Klimawandelbedingte Veränderungen keine hohe Relevanz, primär Fragen von Rückverfolgbarkeit und Herkunftssicherung</li> </ul> <p>→ <b>Niedrig</b> in Bezug auf Wissen der Praxis über die konkreten Auswirkungen des Klimawandels → <b>Hoch</b> im Umgang mit Veränderungen allgemein</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufrechterhaltung der Kühlkette durch technische Maßnahmen</li> <li>• Veränderte Rohwarenverfügbarkeit kann zum Teil durch Aquakultur kompensiert werden</li> <li>• Einsatz und Förderung bestandserhaltender Fischereimethoden und Zertifizierungen</li> <li>• Umsiedlung von Produktionsstätten ins In- oder Ausland</li> <li>• Aufbau neuer Lieferantenbeziehungen</li> </ul> <p>→ <b>Mittel bis hoch</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unternehmensindividuelle Handlungsspielräume hoch</li> <li>• Externe Rahmenbedingungen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verschärfung von Nachhaltigkeitsanforderungen seitens NGOs und LEH</li> </ul> </li> <li>• Kulturelle Aspekte:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Indizien für offene und innovationsgetriebene Branchenkultur</li> </ul> </li> </ul> <p>→ <b>Hoch</b></p>
	<p><b>Potentielle Auswirkungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderte Rohwarenverfügbarkeit                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Anpassungen in technischen Anlagen und Prozessen</li> <li>○ Entwicklung neuer Produkte</li> </ul> </li> <li>• Überflutung der Produktionsstätten                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ausfall</li> <li>○ Beeinträchtigung der Produktions- und Lagerkapazitäten</li> </ul> </li> <li>• Erhöhter Kühlungsbedarf                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aufrechterhaltung der Kühlkette</li> <li>○ Erhöhte Kosten auf Grund von erhöhten Energieverbrauch</li> <li>○ Erhöhter Bedarf an (Trink-)Wasser</li> </ul> </li> </ul>		<p><b>Grad der wertschöpfungskettenspezifischen Vulnerabilität: Gering bis mittel</b></p>			
<b>Weiterverarbeitung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extremwetterereignisse</li> <li>• Temperaturerhöhung</li> <li>• Erhöhung des Ø Meeresspiegels</li> <li>• Erhöhung der Ø Meerestemperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderte Rohwarenverfügbarkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht relevant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfahrung in der Verarbeitung von verschiedenen Fischarten und Produkteigenschaften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleichbar zur Stufe der Verarbeitung</li> </ul> <p>→ <b>Mittel bis hoch</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleichbar zur Stufe der Verarbeitung</li> </ul> <p>→ <b>Hoch</b></p>



	temperatur			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Offen, ob neue Fischarten technische Anpassungen und u.U. vermehrten Forschungsbedarf erfordern</li> </ul>		
	<b>Potentielle Auswirkungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderte Rohwarenverfügbarkeit                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Neue Produkteigenschaften</li> <li>○ Technische Anpassungen</li> <li>○</li> </ul> </li> </ul>		<b>Grad der wertschöpfungskettenspezifischen Vulnerabilität: Gering bis mittel</b>			
<b>Groß- und Einzelhandel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extremwetterereignisse</li> <li>• Temperaturerhöhung</li> <li>• Erhöhung des Ø Meeresspiegels</li> <li>• Erhöhung der Ø Meerestemperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zunehmende Preisschwankungen</li> <li>• Beschaffungsengpässe</li> <li>• Erhöhter Kühlungsbedarf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht relevant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Brennpunkte: bestandserhaltende Fischereimethoden und Zertifizierungsmöglichkeiten</li> </ul> <p>→ <b>Niedrig</b> in Bezug auf Wissen der Praxis über die konkreten Auswirkungen des Klimawandels</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Engere Zusammenarbeit innerhalb der Supply Chain und Vereinbarungen bzgl. bestandserhaltender Fischerei und Zertifizierungen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Abnahmesicherheit, Amortisation der Investitionskosten</li> </ul> </li> <li>• Aufrechterhaltung der Kühlkette durch technische Maßnahmen</li> </ul> <p>→ <b>Mittel bis hoch</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigeninteresse sich auf Grund der externen Rahmenbedingungen (Überfischung bestimmter Fischbestände, Druck seitens NGOs, LEH und rechtlichen Richtlinien) mehr in Richtung Nachhaltigkeit zu entwickeln</li> </ul> <p>→ <b>Mittel bis hoch</b></p>
	<b>Potentielle Auswirkungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zunehmende Preisschwankungen</li> <li>• Beschaffungsengpässe</li> <li>• Erhöhter Kühlungsbedarf                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aufrechterhaltung der Kühlkette                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erhöhte Kosten auf Grund von erhöhtem Energieverbrauch</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>		<b>Grad der wertschöpfungskettenspezifischen Vulnerabilität: Gering</b>			
<b>Konsum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extremwetterereignisse</li> <li>• Temperaturerhöhung</li> <li>• Erhöhung des Ø Meeresspiegels</li> <li>• Erhöhung der Ø Meerestemperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unsicherheiten in der Rohwarenverfügbarkeit</li> <li>• Erhöhte Nachfrage nach zertifizierten Fischerzeugnissen</li> <li>• Aufrechterhaltung der Kühlkette</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht relevant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zunehmende Sensibilisierung für Überfischungsproblematik fördert Nachfrage nach zertifizierten Produkten seitens Konsumenten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehr Transparenz und Informationen für Konsumenten</li> <li>• Nachhaltiger Konsum – Angebot saisonal und primär heimischer Fischarten</li> <li>• Erhöhtes Angebot von</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Bereitschaft Fisch aus Aquakultur zu konsumieren</li> <li>• Unklar ist der Grad der Offenheit gegenüber neuen Fischarten/-produkten seitens</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unsicherheiten in Transport- und Logistikbedingungen</li> </ul>		<p>→ <b>Niedrig</b> in Bezug auf Wissen und Thematisierung der Praxis über die konkreten Auswirkungen des Klimawandels</p>	<p>Zuchtfischen → <b>Hoch</b></p>	<p>Konsumenten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Abhängig vom Preis</li> <li>○ Grundsätzlich aber steigende Nachfrage von Fischprodukten</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereitschaft seitens LEH, wenn hierdurch Markt Vorteile</li> </ul> <p>→ <b>Mittel bis hoch</b></p>
	<p><b>Potentielle Auswirkungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unsicherheiten in der Rohwarenverfügbarkeit <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Preisschwankungen</li> <li>○ Schwankungen in Quantität und Qualität</li> </ul> </li> <li>• Erhöhte Nachfrage nach zertifizierten Fischerzeugnissen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aufschwung von Aquakulturprodukten</li> <li>○ Aufschwung für zertifizierte Fischprodukte</li> </ul> </li> <li>• Aufrechterhaltung der Kühlkette <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erhöhte Kosten durch erhöhten Energieverbrauch</li> </ul> </li> <li>• Unsicherheiten in Transport- und Logistikbedingungen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ausfall von Lebensmittellieferungen</li> </ul> </li> </ul>		<p><b>Grad der wertschöpfungskettenspezifischen Vulnerabilität: Gering</b></p>			

Tabelle 1: Bewertung der Vulnerabilität der Wertschöpfungskette Fischwirtschaft (Quelle: eigene Darstellung)

# Literaturverzeichnis

- ACIA – Artic Climate Impact Assessment (2005). Artic Climate Impact Assessment. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Barange, M., Perry, R.I. (2009). Physical and ecological impacts of climate change relevant to marine and inland capture fisheries and aquaculture, in: Cochrane, K., De Young, C., Soto, D., Bahri, T. (eds.): climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome, FAO. Pp. 7-106.
- Beermann, M., Schattke, H. (2009): Innovationspotenziale für die Ernährungswirtschaft – das Resilience-Konzept als Perspektivwechsel. In I. Antoni-Komar et. al. (Hrsg.): Neue Konzepte der Ökonomik Unternehmen zwischen Nachhaltigkeit, Kultur und Ethik, Marburg, S. 119–141.
- Beermann, M. (2009). Herausforderungen und Chancen einer nachhaltigen Fischbewirtschaftung, in: Ökologisches Wirtschaften 3/2009, S. 12-13.
- Bergbauer, H., Petit, P.U. (2008). Die Meeresfischerei als Faktor der Weltwirtschaft. In P.C. Mayer-Tasch (2008), Meer ohne Fische? Profit und Welternährung, Frankfurt: Campus Verlag.
- BMVBS (2007): Schiffahrt und Wasserstraßen in Deutschland – Zukunft gestalten im Zeichen des Klimawandels. Bestandsaufnahme, [http://www.bmvbs.de/Anlage/original\\_1031087/Schiffahrt-und-Wasserstrassen-in-Deutschland-Zukunft-gestalten-im-Zeichen-des-Klimawandels.pdf](http://www.bmvbs.de/Anlage/original_1031087/Schiffahrt-und-Wasserstrassen-in-Deutschland-Zukunft-gestalten-im-Zeichen-des-Klimawandels.pdf), abgerufen am 14.10.2008
- Brandt, U. S.; Kronbak, L. (2006). Robustness of Sharing Rules under Climate Change. The Case of International Fisheries Agreements, IME Working Paper 73/06.
- Broad, K., Pfaff, A.S.P., Glantz, M.H. (1999). Climate information and conflicting goals: El Nino 1997-98 and the Peruvian fishery. Public philosophy, environment and social justice, New York, USA, Carnegie Council of Ethics and International Affairs.
- Bruinsma, J. (2003). World agriculture: towards 2015/2030: an FAO perspective. London: Earthscan Publications.
- Bundesforschungsanstalt für Fischerei (2005): Jahresbericht 2005, [http://www.bfa-fish.de/nn\\_820254/DE/aktuelles/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen\\_\\_node.html\\_\\_nnn=t rue](http://www.bfa-fish.de/nn_820254/DE/aktuelles/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen__node.html__nnn=t rue), abgerufen am 15.10.2008.
- Catto, N.R. (2004). Impacts of climate variation and adaptation for Atlantic Canadian fisheries communities. Moncton, Canada, Canadian Association of Geographers, Annual Meeting, May 2004.
- Cochrane, K, De Young, C., Soto, D.; Bahri, T. (eds.) (2009). Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 530 Rome, FAO. 2009, 212p.
- Daw, T., Adger, W.N., Brown, K., Badjek, M.-C. (2009). Climate change and capture fisheries: potential impacts, adaptation and mitigation. In K. Cochrane, C. De Young, D. Soto, T. Bahri (eds.), Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome, FAO. pp. 107-150.

- De Silva, S.S., Soto, D. (2009). Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation. In K. Cochrane, C. De Young, D. Soto, T. Bahri (eds.), *Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome, FAO. pp. 151-212.
- Easterling, W.E.; Aggarwal, P.K.; Batima, P.; Brander, K.M.; Erda, L.; Howden, S.M.; Kirilenko, A.; Morton, J.; Soussana, J.-F.; Schmidhuber J. and Tubiello, F.N. (2007). *Food, Fibre and Forest Products. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Parry, M.L.; Canziani, O.F.; Palutikof, J.P.; van der Linden, P.J. and Hanson, C.E. (Editors), Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007, S. 273-313.
- Ehrich, S.; Stein, M. (2005). *Fisch und Klima*. In *ForschungsReport 1/2005*, [http://www.planeterde.de/Members/redaktion/Kurznachrichten/2005\\_Juli/FischundKlima.pdf](http://www.planeterde.de/Members/redaktion/Kurznachrichten/2005_Juli/FischundKlima.pdf), abgerufen am 18.09.2010.
- FAO (1986): *The production of fish meal and oil*. <http://www.fao.org/docrep/003/x6899e/x6899e00.htm>, abgerufen am 20.06.2010
- FAO (2005): *Review of the state of world marine fishery resources*. <http://www.fao.org/docrep/009/y5852e/y5852e00.htm>, abgerufen am 20.09.2010.
- FAO (2008): *Climate Change and Food Security: A Framework Document*. Rom, 2008, <http://www.fao.org/forestry/15538-079b31d45081fe9c3dbc6ff34de4807e4.pdf>, abgerufen am 20.06.2010.
- FAO (2009): *The State of World Fisheries and Aquaculture 2008*. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0250e/i0250e.pdf>, abgerufen am 20.06.2010.
- FAO (2009a): *Climate change implications for fisheries and aquaculture. Overview of current scientific knowledge*. <http://www.fao.org/docrep/012/i0994e/i0994e00.htm>, abgerufen am 21.09.2010.
- FAO( 2010): *The State of World Fisheries and Aquaculture, 2010*. <http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e.pdf>, abgerufen am 21.09.2010.
- Fisch-Magazin 12/2009.
- Fischinformationszentrum (FIZ) (2009). *Fischwirtschaft. Daten und Fakten 2009*. [http://www.fischinfo.de/pdf/d\\_und\\_f2009.pdf](http://www.fischinfo.de/pdf/d_und_f2009.pdf), abgerufen am 20.06.2010.
- Genner, M.J., Sims, D. W., Wearmouth, V.J., Southall, E.J., Southward, A.J., Henderson, P.A., Hawkins, S.J. (2004). *Regional climatic warming drives long-term community changes of British marine fish*. In *Proc. R. Soc. Lond.* (2004) 271, 655-611.
- Hameri, A.P./Palsson, J. (2003): *Supply Chain Management in the Fishing Industry: The Case of Iceland*. In *International Journal of Logistics: Research and Applications* Vol. 6, No 3., 137-50.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2001b). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the IPCC*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Jallow, B.P., Barrow, M.K.A., Leatherman, S.P. (1996). *Vulnerability of the coastal zone of the Gambia to sea level rise and development of response strategies and adaptation options*. *Climate Research*, 6, 165-177.
- Kropp, J., Eisennack, K., Scheffran, J. (2005): *Marine Overexploitation: a syndrome of global*

- change. In Multiple dimensions of global environmental change, Teri Press, New Dehli, 2005.  
[http://www.pik-potsdam.de/~eisenack/downloads/teri\\_syndrome\\_fish.pdf](http://www.pik-potsdam.de/~eisenack/downloads/teri_syndrome_fish.pdf), abgerufen am 20.01.2011.
- Lebensmittelzeitung (LZ): Nur noch Fisch aus nachhaltiger Fischerei, vom 10.01.2009.
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (NMUK) (Hrsg.): Kartendienst „Übersicht der Grundwasserkörper zur Umsetzung der EG-WRRL“; URL: [www.umweltkarten.niedersachsen.de/wrrlgw/](http://www.umweltkarten.niedersachsen.de/wrrlgw/), vom 07.09.2010.
- NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration),  
<http://www.st.nmfs.noaa.gov/st1/fus/fus96/glossary.pdf>, abgerufen am 20.09.2010.
- Parry, M.L. (Ed.) (2000). Assessment of the Potential Effects and Adaptations for Climate Change in Europe: The Europe ACACIA Project.” Jackson Environment Institute, University of East Anglia, Norwich, UK, 320pp.
- Pike, I.H., Barlow, S.M. (2002). Impacts of fish farming on fish, Bordeaux Aquaculture and Environment Symposium. Bordeaux, France.
- Raven, J., Caldeira, K., Elderfield, H., Hoegh-Guldberg, O., Liss, P.S., Riebesell, U., Shepherd, J., Turley, C., Watson, A. J. (2005). Ocean Acidification Due to Increasing Atmospheric Carbon Dioxide. Policy Document 12/05. London: The Royal Society.
- Salomon, M. (2007). Auf dem Weg zur nachhaltigen Nutzung der Meere? Zum Grünbuch für eine Europäische Meerespolitik. In GAIA 16(2), 110-114.
- Sara J. Scherr, Sajal Sthapit (2009). Farming and Land Use to Cool the planet, State of the World, Wordwatch 2009, chapter 3.
- Schmittner, A. (2005). Decline of marine ecosystem caused by a reduction in the Atlantic overturning circulation, Nature, 451(3), 83-109.
- Schwartz, P., Randall, D. (2003). An Abrupt Climate Change Scenario and its Implications for United States Security. A report commissioned by the U.S. Defense Department, Washington D.C., Pentagon.
- Skjodal H. R., Sætre, R. (2004). Climate and ecosystem variability. In H. R. Skojodal (Ed.), The Norwegian Sea Ecosystem. Trondheim: Tapir Academic Press.
- Smit, B., Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability, Global Environmental Change 16, pp. 282-292.
- Sterr, H. (1996). Klimawandel und mögliche Auswirkungen auf die deutsche Nordseeküste, [http://sdn.yourweb.de/fileadmin/sdn/pdf/themen/klima\\_kueste/th\\_1995-04-14\\_sterr.pdf](http://sdn.yourweb.de/fileadmin/sdn/pdf/themen/klima_kueste/th_1995-04-14_sterr.pdf), abgerufen am 17.10.2008.
- TK-Fisch Convenience 12/2009.
- UNEP (2009). The role of supply chains in addressing the global sea food crisis.  
<http://www.unep.ch/etb/publications/Fish%20Supply%20Chains/UNEP%20fish%20supply%20chains%20report.pdf>, abgerufen am 20.06.2010.
- Weltbank (2006). Aquaculture: Changing the face of the waters. Meeting the promise and challenge of sustainable aquaculture.  
<http://www.beijer.kva.se/ftp/WIOAQUA/WORLDBANK.pdf>, abgerufen am 21.09.2010.

- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2006). Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. [http://www.wbgu.de/wbgu\\_sn2006.pdf](http://www.wbgu.de/wbgu_sn2006.pdf), abgerufen am 10.01.2011.
- Zimmermann, C. (2009). Vortrag Institut für Ostseefischerei, Rostock auf der CENTOS-Veranstaltung „Klimawandel und Fischwirtschaft“, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, 13.05.2009.
- Zimmermann, C. (2010). Statements zur Fischwirtschaft. In J. Mittelstraß (Ed.): Zukunft im Klimawandel. Chancen für die Wirtschaft im Nordwesten am Beispiel der Ernährungswirtschaft, Oldenburg: Isensee Verlag.