

nordwest2050

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

9. WERKSTATTBERICHT

Februar 2011

Regionale Vulnerabilitätsanalyse der Ernährungswirtschaft im Kontext des Klimawandels

Eine Wertschöpfungskettenbetrachtung der Milchwirtschaft in
der Metropolregion Bremen-Oldenburg

Michael Mesterharm



Impressum

Herausgeber

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
Department für Wirtschafts- und Rechtswissenschaften
Ammerländer Heerstr. 114-118
26129 Oldenburg
<http://www.uni-oldenburg.de>

Kontakt

Dr. Michael Mesterharm
Tel: (0441) 798-4187, E-Mail: michael.mesterharm@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.

Oldenburg, 24.02.2011

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	1
2. Begriffe und Definitionen	2
2.1. Ernährungswirtschaft	2
2.2. Wertschöpfungskette der Ernährungswirtschaft	3
2.3. Weitere Begriffsabgrenzungen zur Wertschöpfungskette	4
3. Zur Methodik der Vulnerabilitätsbezogenen Wertschöpfungskettenanalyse in der Milchwirtschaft	5
4. Vulnerabilitätsanalyse Milchwirtschaft	7
4.1. Definition und Beschreibung der Wertschöpfungskette	7
4.1.1. Stufen der Wertschöpfungskette	7
4.1.2. Relevante Güter- und Stoffflüsse	12
4.1.3. Kulturelle Aspekte der Wertschöpfungskette	17
4.2. Exposition	19
4.3. Sensitivität und potenzielle Auswirkungen auf die Wertschöpfungskette	21
4.3.1. Vorproduktion	21
4.3.2. Produktion: Milcherzeugung	26
4.3.3. Milchverarbeitung und Logistik	30
4.3.4. Handel und Konsum	32
4.3.5. Wertschöpfungskettenübergreifendes Fazit	33
4.4. Anpassungskapazität	33
4.4.1. Vorproduktion	35
4.4.2. Produktion: Milcherzeugung	39
4.4.3. Milchverarbeitung und Logistik	44
4.4.4. Handel und Konsum	45
4.4.5. Übergreifende Aspekte der Wertschöpfungskette	47
4.5. Tabellarische Zusammenfassung von potenziellen Auswirkungen und Anpassungskapazitäten in den Wertschöpfungsstufen	49
5. Fazit der Vulnerabilitätsbewertung der Wertschöpfungskette Milchwirtschaft	57
Literatur	60

Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Wirtschaftsbereiche des Clusters Ernährungswirtschaft	2
Abb. 2: Wertschöpfungskette Milchwirtschaft	8
Abb. 3: Dichte des Milchkuhbestandes in Niedersachsen 2007	9
Abb. 4: Rangfolge im Weltmilchhandel	10
Abb. 5: Struktur der Milchkuhhaltung in Niedersachsen 2007	10
Abb. 6: Energieverbrauch in der Milchwertschöpfungskette pro Gallon verpackter Milch	16
Abb. 7: Effekt eines steigenden THI auf die Milchleistung von Holsteiner Rindern	27
Abb. 8: Milcherzeugung und Milchverwendung	29
Abb. 9: Potenzielle Auswirkungen in der Wertschöpfungsstufe Vorproduktion	49
Abb. 10: Anpassungskapazität in der Wertschöpfungsstufe Vorproduktion	50
Abb. 11: Potenzielle Auswirkungen in der Wertschöpfungsstufe Produktion	51
Abb. 12: Anpassungskapazität in der Wertschöpfungsstufe Produktion	52
Abb. 13: Potenzielle Auswirkungen in der Wertschöpfungsstufe Milchverarbeitung und Logistik	53
Abb. 14: Anpassungskapazität in der Wertschöpfungsstufe Milchverarbeitung und Logistik	54
Abb. 15: Potenzielle Auswirkungen in der Wertschöpfungsstufe Handel und Konsum	55
Abb. 16: Anpassungskapazität in der Wertschöpfungsstufe Handel und Konsum	56

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Milchverarbeitung in Niedersachsen 2008 und 2009	14
Tab. 2: Relevante regionale Klimaparameter für die Milchwirtschaft	21

Abkürzungsverzeichnis

A1B	Höheres Emissions-Szenario des IPCC
B1	Niedriges Emissionsszenario des IPCC
BVL e.V.	Bundesverband des deutschen Lebensmittelhandels
EU	Europäische Union
GVO	genetisch veränderte Organismen
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LEH	Lebensmitteleinzelhandel
NGO	Non-Governmental Organization
THI	Temperature Humidity Index
TK	Tiefkühl
VTI	Johann Heinrich von Thünen Institut
VA	Vulnerabilitätsanalyse
VWSKA	Vulnerabilitätsbezogene Wertschöpfungskettenanalyse

1. Einführung

Die Metropolregion Bremen-Oldenburg ist ein **Zentrum der Milchwirtschaft** in Niedersachsen. Zwischen Nordseeküste und Geest ist die Milchviehhaltung ein prägender Faktor der Landwirtschaft und mit seinem sichtbaren Anteil von Grünland auch des Landschaftsbildes. Etwa 40 % der niedersächsischen Milcherzeugung findet in der Metropolregion statt.¹ Insbesondere in den Landkreisen Cuxhaven und Wesermarsch ist die Milcherzeugung der dominierende Teil der Landwirtschaft. Mit einem Umsatz von fast einer Milliarde Euro tragen Unternehmen der Metropolregion rund 30 % zum Gesamtumsatz der Milchverarbeitung in Niedersachsen bei.²

Aber welche **Herausforderungen** werden auf die Milchwirtschaft in der Region **infolge des Klimawandels** zukommen? So hat Milch als Naturprodukt generell hohe Anforderungen an Qualität und Hygiene, wird die Milch in der Region häufig naturnah in offener Stallhaltung gewonnen und sind die Molkereien einem großen Preisdruck seitens des Einzelhandels ausgesetzt. Diese und weitere Charakteristika und Herausforderungen der milchwirtschaftlichen Wertschöpfungskette werden im Rahmen der vorliegenden **regionalen Vulnerabilitätsanalyse** auf ihre Empfindlichkeit gegenüber Wirkungen des Klimawandels und auf ihre Anpassungsfähigkeit hin untersucht.

Das Gesamtziel des **Forschungsvorhabens ‚nordwest2050‘** ist es, gemeinsam mit relevanten Akteuren der Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten eine Roadmap of Change für klimaangepasste Innovationen (technologisch und organisatorisch-institutionell) in den zentralen Wirtschaftsklustern Energiewirtschaft, Ernährungswirtschaft sowie Hafen und Logistik zu entwickeln, zu erproben, zu evaluieren und als Modell für andere Regionen in Deutschland zu dokumentieren. Dafür werden in einem ersten Schritt regionale Vulnerabilitätsanalysen der jeweiligen Wertschöpfungsketten durchgeführt. Die Analyse von Wertschöpfungsketten soll vor allem dazu dienen, systematisch diejenigen Bestandteile einer Wertschöpfungskette zu identifizieren, welche vom Klimawandel in einem besonderen Ausmaß betroffen sind. Im Wirtschaftscluster Ernährungswirtschaft werden Wertschöpfungsketten der Fleischwirtschaft, der Fischwirtschaft und der Milchwirtschaft untersucht.³ Die regionalen Vulnerabilitätsanalysen sind unter anderem Basis für die Innovationspotentialanalyse, die im Rahmen nachfolgender Projekte des Forschungsvorhabens ‚nordwest2050‘ durchgeführt wird.

Mit der Erfassung und Analyse der Charakteristika der Wertschöpfungskette Milchwirtschaft werden die **Wirkungen auf die Metropolregion** und der **Bedarf an Anpassungsmaßnahmen** aufgezeigt. Im Fokus der Vulnerabilitätsanalyse stehen die in der Region vorherrschenden Produktionsformen der milchwirtschaftlichen Wertschöpfungskette. Es werden daher keine alternativen, extensiven Produktionsformen wie die ökologische Landwirtschaft oder Formen der Direktvermarktung wie die Hofmolkerei betrachtet. Die Analyse bezieht sich auf den Status Quo der aktuellen Milchwirtschaft in der Metropolregion. Insbesondere im Rahmen der Innovationspotentialanalyse und der Entwicklung von Innovationspfaden wird sich ‚nordwest2050‘ mit der Frage befassen, welche Folgerungen aus der vorliegenden Studie für eine nachhaltige und zukunftsfähige Milchwirtschaft in der Region gezogen werden müssen. Hierbei sollen auch **neue strategische Denkanstöße** und **Innovationspfade für die Milchwirtschaft** einen Raum erhalten, um Klimaanpassung nicht nur als rein technisch-steuerndes Problem zu begreifen, sondern neue und ganzheitliche Lösungen zu suchen.

¹ Stand 2007. Eigene Berechnungen auf der Basis der Daten des Landesbetriebs für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (2009:10).

² Stand 2008. Eigene Berechnungen auf der Basis der Daten des Landesbetriebs für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen zum Ernährungsgewerbe, speziell ausgewertet für die Metropolregion.

³ Die Berichte zur regionalen Vulnerabilitätsanalyse der Fleischwirtschaft (Akamp/Schattke 2011) und der Fischwirtschaft (Beermann 2011) stehen unter www.nordwest2050.de zur Verfügung.

2. Begriffe und Definitionen

In der Vulnerabilitätsanalyse wird die Wertschöpfungskette Milchwirtschaft betrachtet. Die Milchwirtschaft ist Teil der Sektors Ernährungswirtschaft. Im Folgenden werden zentrale Begriffe der Ernährungswirtschaft und des in dieser Studie verwendeten Wertschöpfungsketten-Modells erläutert.

2.1. Ernährungswirtschaft

Das Cluster **Ernährungswirtschaft** umfasst im weitesten Sinne die an der Erstellung und am Absatz von Lebensmitteln beteiligten Wirtschaftsbereiche. Es gruppiert sich um die drei Kernbranchen der **Landwirtschaft**, der **Fischerei** und dem **produzierenden Ernährungsgewerbe**, beinhaltet darüber hinaus jedoch auch durch Vorleistungs- und Absatzverflechtungen verbundene Branchen und Dienstleistungen. Somit zählen zur Ernährungswirtschaft die Herstellung und Verteilung von Produktionsmitteln für den landwirtschaftlichen Bereich, die landwirtschaftliche Produktion und die Lagerung, Be- und Verarbeitung sowie die Verteilung der Lebensmittel (BAW 2005: 53; BMELV 2008: 7; Strecker et al. 1996: 20).

Neben den Kernbranchen zählen vor allem der Handel, die Logistik, die Gastronomie und Außer-Haus-Verpflegung, die Futtermittelindustrie, die Chemische Industrie, die Verpackungsindustrie, der Landmaschinen-, Maschinen- und Anlagenbau sowie der FuE-Bereich zum Cluster Ernährungswirtschaft. Dieser Sachverhalt wird durch folgende Abbildung 1 dargestellt:

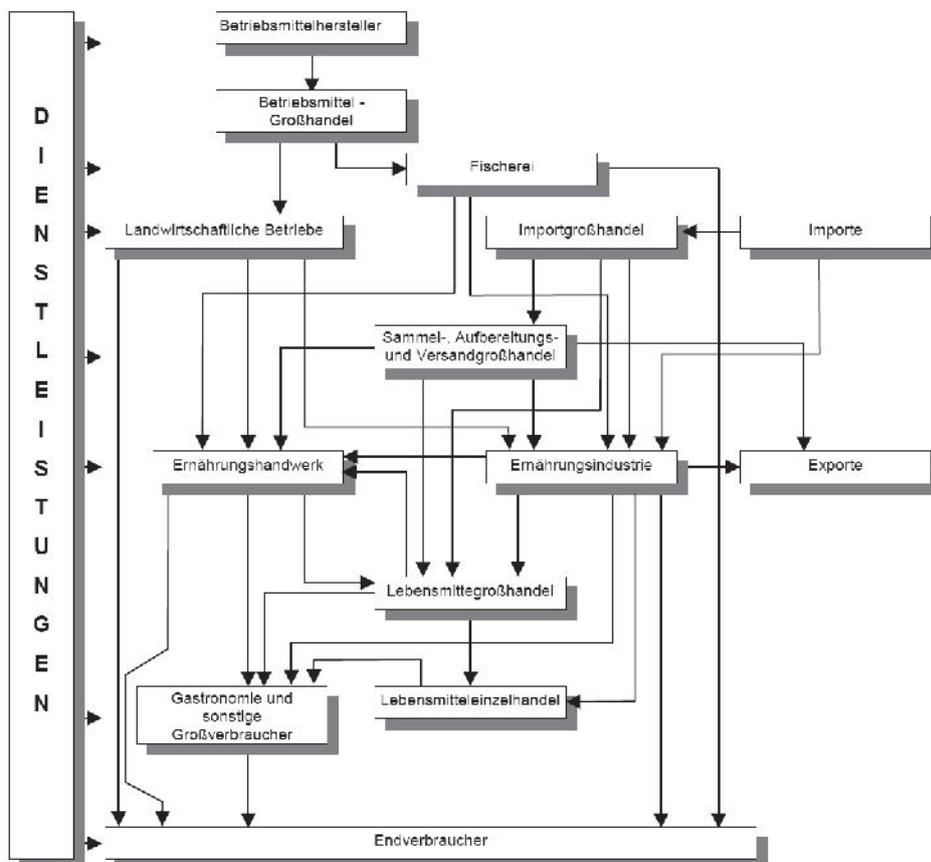


Abbildung 1: Wirtschaftsbereiche des Clusters Ernährungswirtschaft (Quelle: Eigene, in Anlehnung an Strecker et al. 1996: 21)

2.2. Wertschöpfungskette der Ernährungswirtschaft

Die Vulnerabilitätsanalyse wird entlang der gesamten Wertschöpfungskette durchgeführt. Für die Ernährungswirtschaft lassen sich die folgenden Wertschöpfungskettenbereiche unterscheiden.

→ Vorproduktion: Betriebsmittelhersteller

Der Bereich **Vorproduktion** umfasst die Hersteller der Betriebsmittel für die nachgelagerten Bereiche. Erst durch diese wird eine effiziente Leistungserstellung in der Landwirtschaft, der Fischerei und dem produzierenden Ernährungsgewerbe möglich. Zur Vorproduktion zählen verschiedene Wirtschaftsbereiche wie beispielsweise die Herstellung von Futtermitteln, von Pflanzenschutz- und Düngemitteln, der Landmaschinen-, Maschinen- und Anlagenbau sowie Verpackungsproduzenten (Strecker et al. 1996: 22, 23; BAW 2005: 53; BMELV 2008: 7).

Einen wichtigen Part für die Landwirtschaft nimmt hier die Belieferung mit **Futtermitteln** ein, auf die ein großer Anteil der Inputkosten zurückzuführen ist. (Strecker et al. 1996:22; Schöneberger 2007: 150). Im Jahr 2007 machten Futtermittel 41,7 % der gesamten landwirtschaftlichen Vorleistungen aus (DVT 2009: 14). Die Futtermittelwirtschaft ist jedoch nicht nur Lieferant der Landwirtschaft, sondern fungiert zugleich auch als einer ihrer Abnehmer von pflanzlichen Produkten (Strecker et al. 1996: 22).

→ Produktion/Urproduktion: Landwirtschaft/Fischerei

Die **Rohstoffversorgung der Wertschöpfungsketten** findet durch die so genannte Urproduktion statt (Wenzel et al. 2001: 23). Für die Ernährungswirtschaft decken die Landwirtschaft und die Fischerei diesen Bereich ab. Zur Landwirtschaft zählen alle Unternehmen (exklusive der Forstwirtschaft), die „durch planmäßige Nutzung des biologischen Potenzials von Pflanzen und Tieren pflanzliche und tierische Erzeugnisse herstellen“ (Strecker et al. 1996: 20). Ein großer Teil dieser landwirtschaftlichen Erzeugung wird als Rohware an be- oder verarbeitende Unternehmen abgesetzt, während nur eine geringe Menge bereits konsumreif von der Landwirtschaft an Verbraucher veräußert wird (Strecker et al. 1996: 22) In dieser Studie wird im Folgenden der ökonomische Begriff Produktion und nicht der agrarwissenschaftliche Begriff Urproduktion verwendet.

→ Weiterverarbeitung: produzierendes Ernährungsgewerbe

Das **produzierende Ernährungsgewerbe** verarbeitet die aus der Landwirtschaft und Fischerei kommenden pflanzlichen und tierischen Erzeugnisse. Es setzt sich aus den beiden Bereichen **Ernährungsindustrie** und **Ernährungshandwerk** zusammen (<http://www.bmelv-statistik.de/de/daten-tabellen-suche/begriffsdefinitionen>). Hierbei findet die Be- und Verarbeitung der Agrar- und Fischprodukte zu Nahrungsmitteln hauptsächlich durch die Ernährungsindustrie statt. Neben der Erzeugung von Lebensmitteln gehören auch die Konservierung, Aufbereitung und das Abpacken zu ihrer Funktion. Aufgrund einiger Merkmale von Agrarprodukten (saisonale Produktion, begrenzte Haltbarkeit, Qualitätsschwankungen) und der Tatsache, dass die Ernährungsindustrie einer großen Anzahl an Rohstoffproduzenten gegenüber steht, ist sie im Vergleich zu anderen Branchen besonderen Herausforderungen ausgesetzt. (Strecker et al. 1996: 23, 24). Zum Ernährungshandwerk, als weiterer, kleinerer Bestandteil des produzierenden Ernährungsgewerbes, zählen bspw. Fleischereien, Bäckereien und Konditoreien. Sie sind sowohl bei der Beschaffung als auch im Absatz häufig lokal orientiert (Strecker et al. 1996: 23, 24).

→ Handel/Konsum

Unter Handel subsumieren wir den **Groß- und Einzelhandel**. Der Lebensmittelhandel (LEH) ist gekennzeichnet durch eine starke Verringerung der Zahl der Einzelgeschäfte. Dadurch ist die Zahl der Handelsnachfrager sowohl auf regionaler als auch auf nationaler Ebene stark zurückgegangen.

Für den Bereich Konsum unterscheiden wir zwischen End- und Großverbraucher (Außer-Haus-Verpflegung). Zu den Großverbrauchern der Ernährungswirtschaft gehören die Unternehmen der Gastronomie und die Institutionen der Gemeinschaftsverpflegung (z.B. Firmenkantinen, Krankenhäuser, Alters- und Pflegeheime, Mensen, Kasernen). Sie werden häufig durch

spezialisierte Handels- und Dienstleistungsunternehmen (Catering) versorgt (Strecker et al. 1996: 24).

→ Dienstleistungen innerhalb der Ernährungswirtschaft

Unter **Dienstleistungen** werden die Unternehmen und Institutionen zusammengefasst, die in der Wertschöpfungskette der Ernährungswirtschaft unterstützend tätig sind. Hierzu zählen unter anderem die gesundheitliche Betreuung durch Tierärzte, Logistikunternehmen, Versicherungsunternehmen oder auch beratenden Tätigkeiten durch Verbände oder Forschungs- und Entwicklungsleistungen. In der Vulnerabilitätsanalyse betrachten wir die Dienstleistungen unter „Vorproduktion“.

2.3. Weitere Begriffsabgrenzungen zur Wertschöpfungskette

→ Import/Export

Zur eindeutigen Bestimmung der räumlichen Eingrenzung der Vulnerabilitätsanalyse werden Systemgrenzen festgelegt. „Materialflüsse in ein System hinein werden als Importe, solche aus dem System hinaus als Exporte bezeichnet“ (ÖWAV 2003: 12). Die **Systemgrenze** bei der Vulnerabilitätsanalyse der Ernährungswirtschaft umfasst in räumlicher Hinsicht die **Metropolregion Bremen-Oldenburg**. Demzufolge beschreiben „Importe“ alle Materialflüsse in die Metropolregion Bremen-Oldenburg hinein und „Exporte“ alle Materialflüsse aus der betrachteten Region heraus. Damit grenzen wir hier die Begriffe Import/Export von denen ab, die im Kontext des wirtschaftlichen Außenhandels genutzt werden.

→ Drei Ebenen: Mikro-, Meso-, Makro-Ebene

Die Wertschöpfungskette bzw. das -netzwerk kann aus der Sicht eines Unternehmens (**Mikro-Ebene**), aus der Sicht einer Branche/Teilsektor (**Meso-Ebene**) oder aus der Sicht eines gesamten Sektors (**Makro-Ebene**) betrachtet werden. Je näher die Analyse am Unternehmen erfolgt, desto detaillierter und quantifizierter können die Strukturen, Prozesse und Daten erhoben werden. Während die Analyse auf der Mikro-Ebene anhand von konkreten Produkten und Primärquellen vorgenommen werden kann, ist dieses auf der Meso-Ebene nur anhand von Produktkategorien, aggregierten Daten und vorwiegend Sekundärquellen möglich. Eine Betrachtung der Makro-Ebene findet durch die Zusammenfassung der untersuchten Produktkategorien aus den Teilsektoren statt.

→ Produkt/Produktkategorie

Ein **Produkt** definieren wir als „Gut, das durch eine Kombination von Produktionsfaktoren hergestellt und/oder verwertet wird.“ (Kupper 1987: 1501) Eine **Produktkategorie** ist ein übergeordneter Begriff und bezeichnet die Gesamtheit von Produkten gleicher Art (z.B. PKW, Mobiltelefon).

→ Direkte (naturräumliche) Auswirkungen

Direkte Auswirkungen sind durch zunehmenden Klimawandel hervorgerufene „**natürliche**“ **Veränderungen der Umwelt**, die Akteure und deren Handlungen beeinflussen. Unter direkten Auswirkungen verstehen wir die physischen Veränderungen der Klimaparameter wie Temperaturerhöhungen/-schwankungen, Erhöhung der durchschnittlichen Meeresspiegels, Erhöhung der durchschnittlichen Meerestemperatur, Zunahme von Extremwetterereignissen, Zunahmen von Niederschlagsschwankungen etc.

→ Indirekte (sozioökonomische) Auswirkungen

Indirekte Auswirkungen sind von den direkten Auswirkungen abgeleitete, auf weiterführende Handlungen und Strukturen der Akteure bezogene (**sozioökonomische**) **Auswirkungen**. Bedingt werden die indirekten Auswirkungen u.a. durch eine globale Vernetzung der wirtschaftlichen Strukturen der Akteure. Unter indirekten Auswirkungen fassen wir zum Beispiel Veränderungen im Verbraucherverhalten, Veränderungen der politischen Rahmenbedingungen, erhöhte Risiken für das Supply Chain Management sowie für die Logistikbedingungen, etc.

3. Zur Methodik der Vulnerabilitätsbezogenen Wertschöpfungskettenanalyse in der Milchwirtschaft

Die Untersuchung der regionalen Vulnerabilität der Milchwirtschaft erfolgte mit Hilfe des Instruments der **Vulnerabilitätsbezogenen Wertschöpfungskettenanalyse** (Akamp/Mesterharm/Müller 2010). Diese Methodik ermöglicht eine integrierte Betrachtung von Wertschöpfungsketten und Vulnerabilitäten. In dieser Studie erfolgte sie auf der Aggregationsebene der Branche (**Meso-Ebene**) und umfasste sowohl eine Literaturanalyse als auch Workshops mit Experten der Milchwirtschaft.⁴

Räumlich wurde die Metropolregion Bremen-Oldenburg betrachtet. Aufgrund der breiten Verflechtungen der Wertschöpfungskette wurden zusätzlich auch überregionale und internationale Aspekte in die Analyse einbezogen. Zeitlich bezog sich die Analyse auf den aktuellen Status Quo der Milchwirtschaft. Inhaltlich umfasste sie die in der Region vorherrschende Form der Milchwirtschaft, d.h. die konventionelle Milcherzeugung mit ihren Abnehmerbeziehungen zu (Groß)Molkereien und zum Einzelhandel. Alternative Formen der Milchwirtschaft wie ökologische Landwirtschaft oder Direktvermarktung waren daher nicht Gegenstand der Untersuchung.

Das Wertschöpfungsnetzwerk der Milchwirtschaft wurde zunächst in Bezug auf seine relevanten Akteure und formalen Strukturen und Prozesse hin untersucht. Anhand der Literatur konnte ein erstes Wertschöpfungskettenmodell erstellt werden, das die Strukturen, Prozesse und Stoff- bzw. Güterflüsse innerhalb der Kette abbildet. Die einbezogenen Experten⁵ wurden gebeten, das entwickelte Modell auf seine Richtigkeit und Geeignetheit zu bewerten. Die Empfehlungen der Experten sind in das vorliegende Modell integriert worden. Es bildete die Basis für die Vulnerabilitätsanalyse. Die einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette wurden wie folgt unterschieden: (1) Vorproduktion, (2) Produktion, (3) Weiterverarbeitung und Logistik sowie (4) Handel und Konsum.

Vulnerabilität - die Verwundbarkeit eines Systems gegenüber Störereignisse wie der Klimawandel - wird in dieser Studie als Funktion von Exposition, Sensitivität und Anpassungskapazität definiert (Schuchardt/Wittig 2009: 5f.). Die **Exposition** gibt an, auf welche Art und in welchem Maße ein System dem Klimawandel ausgesetzt ist. Die **Sensitivität** entspricht dem Grad der Empfindlichkeit des Systems gegenüber der Exposition. Die **Anpassungskapazität** gibt an, inwieweit das System in der Lage ist, ohne zusätzliche Maßnahmen das Störereignis zu verarbeiten.

Im Rahmen von vier **Experten-Workshops** wurden anhand regionaler Klimaszenarien⁶ die für die Metropolregion erwarteten Klimawirkungen (Exposition) für die jeweiligen Stufen der Wertschöpfungskette mit Hilfe eines halbstandardisierten Leitfadens in Bezug auf die Kategorien Sensitivität, potenzielle Auswirkung und Anpassungskapazität hergeleitet. Die **Bewertung** der potenziellen Auswirkungen – als Ergebnis des Zusammenwirkens von Exposition und Sensitivität - und der Anpassungskapazität – als Ergebnis von natürlicher Anpassungskapazität, Anpassungswissen und Anpassungsbereitschaft - erfolgte qualitativ und graduell entsprechend der Stufen „gering“, „mittel“ und „hoch“. Eine abschließende **Bewertung der Vulnerabilität** erfolgte auf der Ebene der Wertschöpfungsstufen. Sie wurde allerdings nur dort vorgenommen,

⁴ Als Experten waren Mitarbeiter (1) des Johann Heinrich von Thünen-Instituts, (2) der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, (3) des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung sowie (4) des Niedersächsischen Kompetenzzentrums Ernährungswirtschaft einbezogen. An den Workshops (1) – (3) nahmen jeweils 5-6 Experten der betreffenden Institution teil. Die Darstellung der Expertenmeinungen erfolgt anonymisiert, um Rückschlüsse zu vermeiden. Durch direkte Zitate wird allerdings ein authentischer Einblick in die Einschätzungen der Experten gegeben.

⁵ Im Rahmen der nachfolgend beschriebenen Experten-Workshops.

⁶ Die Exposition der Region gegenüber dem Klimawandel wird in dieser Studie anhand von regionalen Klimaprojektionen, die von Bioconsult in den nordwest2050-Klimaszenarien ermittelt wurden, analysiert (Schuchardt/Wittig/Spiekermann:2010)

wo dies aufgrund der Datenlage als ausreichend abgesichert erschien. Daher erfolgte keine allgemeine Bewertung für die gesamte Wertschöpfungskette.

Die Analyse wurde ergänzt um die Ermittlung von **kulturellen Charakteristika** (Werthaltungen, Traditionen, Organisationsroutinen bzw. Standards) innerhalb der Kette, aus denen potenzielle Barrieren oder auch Treiber für das Einbeziehen von Klimawandel und Klimaanpassung in die Aktivitäten des Netzwerks resultieren können. Die Auswertung der Experten-Workshops erfolgte gemäß der **qualitativen Inhaltsanalyse** (Mayring 2008) und wurde durch eine Analyse von Sekundärquellen vervollständigt.

4. Vulnerabilitätsanalyse Milchwirtschaft

4.1. Definition und Beschreibung der Wertschöpfungskette

4.1.1. Stufen der Wertschöpfungskette

Die Milchwirtschaft ist ein **Teil der Ernährungswirtschaft**. Milchwirtschaft ist in dieser Studie daher nicht als Vieh- oder Landwirtschaft zu verstehen, sondern als gesamte Wertschöpfungskette beginnend mit der Herstellung von Vorprodukten, der anschließenden Milcherzeugung (Produktion), über die Produktion von Molkereiprodukten bis zum Handel und Konsum. Die Milchwirtschaft bezieht sich auf die Milcherzeugung durch Rinder. Andere Milch erzeugende Tiere wie Schafe oder Ziegen werden nicht betrachtet. Auch die Fleischproduktion ist nicht Gegenstand dieser Studie.

Abbildung 2 zeigt die Wertschöpfungskette der Milchwirtschaft mit ihren einzelnen Wertschöpfungsstufen und Hauptgüterflüssen. Das hier verwendete Wertschöpfungskettenmodell basiert auf einer Synthese vorhandener Modellansätze aus der Literatur (Obersojer 2009: 111; Wienert 2008: 9, Cashman, 2009: 3; Weindlmaier 2003: 149) und dem Wissen der in dieser Studie befragten Expertinnen und Experten.⁷ Die Experten⁸ wurden zu Beginn des Workshops zur Milchwirtschaft gebeten, das anhand der Literatur entwickelte Modell der Wertschöpfungsketten auf seine Richtigkeit und Geeignetheit zu bewerten. Die Empfehlungen sind in das vorliegende Modell integriert worden. Hierbei handelt es sich um ein idealtypisches Modell.

In der Abbildung werden die folgenden **Hauptstufen** der Wertschöpfungskette unterschieden:

- Erzeugung von Grundfutter
- Erzeugung von Futtermittelkomponenten
- Herstellung von Futtermitteln
- Züchtung und Milcherzeugung
- Milchverarbeitung
- Einzelhandel
- Konsum durch Groß- und Endverbraucher

⁷ Die Experten-Workshops und die befragten Institutionen werden in Abschnitt 3 Methodik näher beschrieben.

⁸ Die Bezeichnungen „Experten“, „Verbraucher“ oder „Konsumenten“ werden der Einfachheit halber nicht in die weibliche und männliche Form erweitert. Gemeint sind aber immer beide Geschlechter.

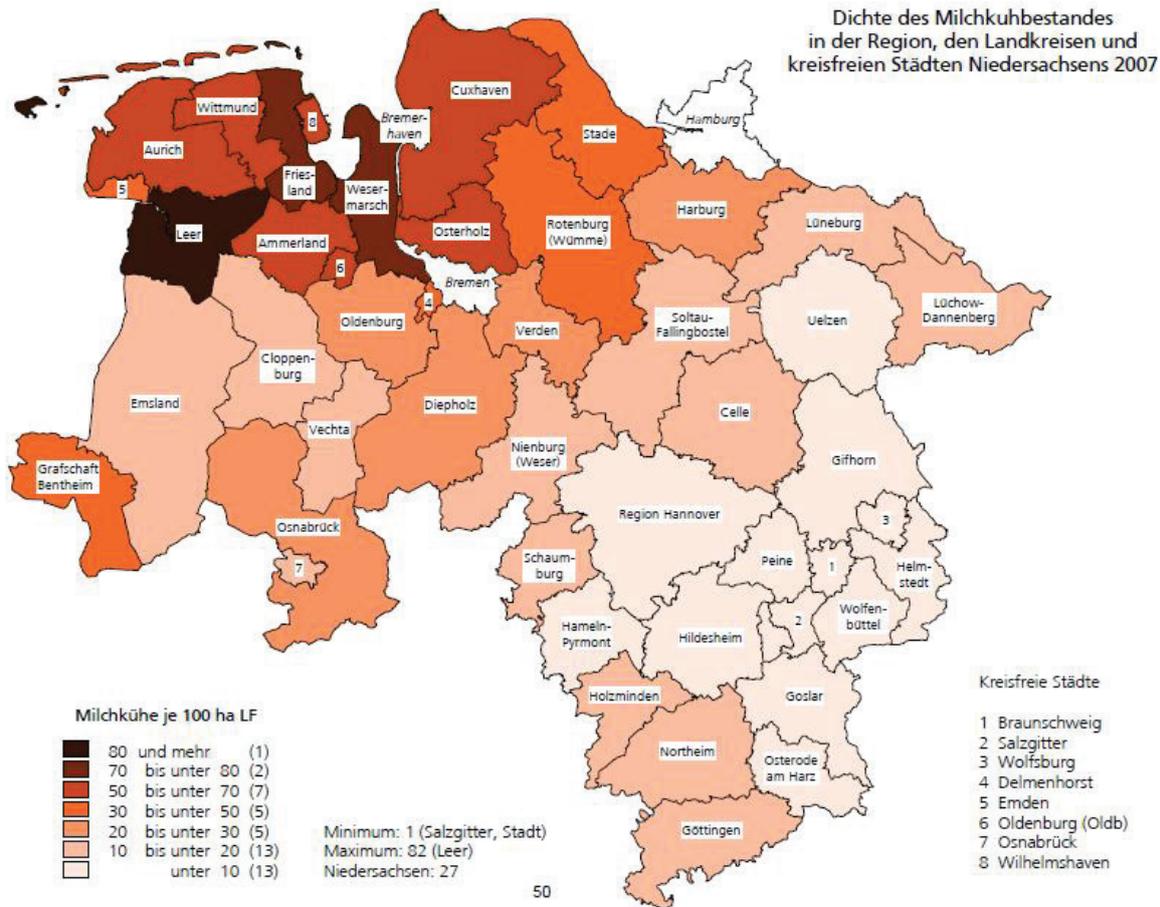


Abbildung 3: Dichte des Milchkuhbestandes in Niedersachsen 2007 (Quelle: NMLEVL 2009: 50)

Zur **Vorproduktion** gehören insbesondere drei Prozesse der Futtermittelerzeugung: (1) die Grundfutterproduktion von Gras und Mais, (2) die Erzeugung von Futtermittelkomponenten für das sogenannte Mischfutter und (3) die Herstellung des Mischfutters selbst. Ergänzt wird die Vorproduktion um den Bezug von Betriebsstoffen wie z.B. Wasser, Energie, Spermia und Zuchtieren sowie Dienstleistungen, die dem Pflanzen- und Tierschutz sowie der Hygiene dienen. Als Vorprodukte werden auch Güter des Maschinen- und Anlagenbaus wie landwirtschaftliche Geräte, Stalleinrichtungen oder Produktionsanlagen der Molkereien betrachtet, ferner Gebäude wie Ställe des Viehhalters oder Betriebsgebäude der Molkerei.

Zur **Produktion** in der Milchwirtschaft zählen wir die Milcherzeugung. Die Futtermittelerzeugung wird in der Agrarwissenschaft zwar üblicherweise ebenfalls der (Ur)Produktion zugerechnet, aus einer die Wertschöpfungskette betrachtenden Perspektive ist das Futtermittel allerdings Teil der Vorproduktion für die Milchgewinnung. Milchviehalter erzeugen neben Milch auch Schlachtkälber und Schlachtrinder. In Deutschland steht die Milcherzeugung wirtschaftlich im Vordergrund: Von den Verkaufserlösen aller Landwirte entfielen im Jahr 2002 28,9 % auf die Erzeugung von Milch und nur 8,1 % auf den Verkauf von Schlachtrindern (Weiß et. al. 2005: 272). Der Selbstversorgungsgrad mit Milch in Deutschland betrug im Jahr 2002 ca. 98 % (Rost et. al. 2003: 20). Die größten Exporteure für Milcherzeugnisse sind Neuseeland und die EU mit einem Weltmarktanteil von 13,6 und 13,0 Mio. Tonnen Milchäquivalent⁹ (Stand: 2007) (vgl. Abbildung 4).

⁹ Ein Milchäquivalent entspricht dem durchschnittlichen Fett- und Proteingehalt eines kg Rohmilch (73 g) und dient als Maßstab zur Berechnung der in einem Milchprodukt verarbeiteten Milchmenge (www.blw.admin.ch/old/agrarbericht0/anhanged/begriffe.htm).



Abbildung 4: Rangfolge im Weltmilchhandel (Quelle: ZMP 2008)

Die Milcherzeugung erfolgt in Niedersachsen hauptsächlich in bäuerlichen Betrieben mittlerer Größe, d.h. mit einer Betriebsgröße von 50 – 100 Milchkühen (Abbildung 5):

Bestände mit ... bis ... Milchkühen ¹⁾			Halter		Milchkühe	
			Anzahl	Anteil v. H.	Anzahl	Anteil v. H.
1	bis	9	906	6,37	4.843	0,68
10	bis	19	245	14,39	30.230	4,26
20	bis	29	2.003	14,09	48.282	6,82
30	bis	39	3.255	22,89	127.623	17,99
50	bis	99	4.790	33,69	326.550	46,03
100	bis	199	111	0,78	139.355	19,64
200	bis	299	76	0,53	17.590	2,48
300	und	mehr	33	0,23	14.944	2,11
insgesamt ²⁾			14.219	100,0	709.417	100,0

1) Kühe, die zur Milcherzeugung gehalten werden, einschl. trockenstehender Kühe (TP0619)

2) Differenz zur Summe der Teilwerte durch unabhängiges Runden

Quelle: Landwirtschaftszählung 2007, Allgemeine Viehzählung v. Mai 2007

Abbildung 5: Struktur der Milchkuhhaltung in Niedersachsen 2007 (Quelle: NMLEVL 2008: 19)

In den Landkreisen Friesland, Wesermarsch und Cuxhaven der Metropolregion sind die größten Betriebseinheiten in Niedersachsen angesiedelt: Hier sind durchschnittlich 120 – 130 Rinder pro Betrieb vorhanden (NIW 2004: 43). Mittlerweile erreichen gewerblich geführte Betriebe bereits eine Größe von bis zu 700 – 800 Tiere.¹⁰

In den vergangenen Jahren ist eine gravierende Abnahme der Milchviehalter in Deutschland zu verzeichnen: Von 1990 bis 2005 ist die Zahl der Milch erzeugenden Betriebe um über 60 %

¹⁰ Ein Betrieb im Landkreis Cuxhaven verfügt bereits über eine Kapazität von bis zu 800 Milchkühen.

gesunken. Durch den Anstieg der durchschnittlichen Milchleistung um ca. 43 % und die Milchquotierung ist jedoch die gelieferte Milchmenge nahezu konstant geblieben (Frentrup 2008: 76). Milchviehhalter mit Betrieben von mehreren Hundert Tieren sind in Niedersachsen aber immer noch die Ausnahme. Im Zuge der Abschaffung der Milchquoten bis 2015 ist nach Ansicht der befragten Experten mit einer deutlichen Vergrößerung der Betriebseinheiten zu rechnen.¹¹ Die Milcherzeuger stehen unter den derzeitigen Rahmenbedingungen weiterhin unter einem starken Kostendruck, so dass eine hohe Produktivität und möglichst geringe Kosten aus Sicht der Landwirte im Vordergrund stehen (Lüpping et. al. 2009: 76f.). Nach Lüpping bietet die Verringerung der Futter- und der Arbeiterledigungskosten ein Kostensenkungspotenzial (Lüpping et. al. 2009: 76f.). Aus der Sicht der Verfasser nimmt damit jedoch der Grad der Arbeitsteilung in der Wertschöpfungskette weiter zu und verstärkt den Trend zur Industrialisierung der bisher eher bäuerlich orientierten Milcherzeugung.

Zur **Verarbeitung** werden in dem hier verwendeten Modell sowohl logistische Prozesse wie der Transport und die Lagerung von Rohmilch als auch die in den Molkereien stattfindende Milchbearbeitung und Produktverpackung gezählt. Prozessschritte der Milchbearbeitung sind die Lagerung (Vor stapeln), das Reinigen, das Entrahmen, das Homogenisieren, die Standardisierung des Fett- und Proteingehalts sowie die Wärmebehandlung zur Haltbarkeitsverlängerung (Spreer 2005: 125ff.). In Molkereien werden aus Rohmilch verschiedene Produkte hergestellt: Hierzu zählen Konsum- und Kondensmilch, Sahne, Butter, Käse, Speiseeis oder auch Sauermilcherzeugnisse wie z.B. Joghurt (Spreer 2005). Die Bandbreite des Produktprogramms variiert zwischen den Molkereien. Die Milchbearbeitung endet mit der Verpackung bzw. Abfüllung des Produktes.

Auf der Stufe der Milchverarbeitung hat in den vergangenen 20 Jahren ein erheblicher Strukturwandel und Konzentrationsprozess bei nahezu gleich bleibender Produktionsmenge stattgefunden. Im Zeitraum von 1990 bis 2005 ist die Anzahl der Molkereien um ca. 70 % gesunken, von 360 Unternehmen 1990 auf 107 Unternehmen 2005. Genossenschaftliche Molkereien, deren Anteilseigner die Landwirte selbst sind, haben einen Anteil an der verarbeiteten Milchmenge von 72 %. Auf die privaten Molkereien entfallen lediglich 28 % der verarbeiteten Menge, allerdings ca. 43 % des Branchenumsatzes. Der hohe Umsatzanteil der privaten Molkereien ist auf ihr – im Vergleich zum Massengeschäft der genossenschaftlichen Molkereien – eher differenziertes Produktprogramm zurückzuführen, mit dem sie stärker den Markt bearbeiten (Frentrup 2008: 80). In der Metropolregion Bremen-Oldenburg bestimmen genossenschaftliche Molkereien die Verarbeitung: Sowohl der deutsche Marktführer unter den Molkereien, die Nordmilch AG aus Bremen, und die Milchwerke Ammerland aus Westerstede sind in der Region ansässig. Kleine Molkereien sind ebenso wie direkt vermarktende Milcherzeuger in der Metropolregion kaum vertreten.¹² Durch das Fehlen einer Bio-Milch verarbeitenden Molkerei besteht zudem keine regionale Abnahmestelle für Bio-Milcherzeuger. Entsprechende Betriebe sind daher in der Regel Direktvermarkter.

Die Vertragsbeziehungen zwischen Milcherzeuger und Milchverarbeiter sind im Vergleich zur Geflügelwirtschaft eher langfristig orientiert. Dies resultiert aus der schnellen Verderblichkeit der Ware Rohmilch, die eine lange Lagerung oder einen weiten Transport deutlich einschränkt. Verstärkt wird dieser Nachteil auf Seiten der Milcherzeuger zusätzlich durch den Konzentrationsprozess auf Seiten der Molkereien: Durch die Konzentration auf wenige große Molkereistandorte nimmt die Abhängigkeit der Landwirte von der nächstgelegenen Molkerei immer stärker zu. Die befragten Experten betonen einhellig, dass insbesondere zwischen den Milcherzeugern und den genossenschaftlichen Molkereien ein Dilemma bestehe: Einerseits sollen die Molkereien gegenüber ihren Anteilseignern ein gutes Ergebnis erwirtschaften, dürfen andererseits den Einkaufspreis für die Milch aber nicht unbegrenzt senken, da dies nachteilig für ihre Anteilseigner wäre. „Die Genossenschaft muss einerseits den höchsten Auszahlungspreis generieren, ist aber natürlich auch darauf angewiesen die Rohmilch nicht zu teuer einzukaufen, sonst kann sie langfristig nicht bestehen. Deswegen wird auch häufig der LEH¹³ aufgeführt und

¹¹ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010 und Workshop 4 vom 19.05.2010.

¹² Als Beispiel ist die Molkerei Hasenfleet eG im Landkreis Cuxhaven und als direkt vermarktender Betrieb der Milchhof Diers in Oldenburg zu nennen.

¹³ Lebensmitteleinzelhandel

setzt die Preise durch Marktmacht.“¹⁴ Bei den genossenschaftlichen Molkereien besteht eine Lieferverpflichtung, d.h. die Milcherzeuger haben als Anteilseigner einen unbefristeten Liefervertrag sowie oft eine zweijährige Kündigungsfrist. Bei den privaten Molkereien bestehen in der Regel Zweijahresverträge mit gegenseitigem Kündigungsrecht (Frentrup 2008: 78).

Zum **Handel und Konsum** zählen insbesondere der Großhandel, der Einzelhandel, Logistikunternehmen und der Konsum durch Groß- und Endverbraucher. Eine herausragende Rolle nicht nur in der Milchwirtschaft besitzt der Einzelhandel. In Deutschland ist die Wettbewerbsintensität im Handel äußerst stark. Dies ist erkennbar an einem hohen Preisdruck und an der großen Bedeutung der Discounter (Frentrup 2008: 83). In allen Experten-Workshops ist eine nahezu dominierende Rolle des Handels in der Wertschöpfungskette hervorgehoben worden. Die Kette reagiert auf die Entscheidungen und Präferenzen des Handels.¹⁵ Molkereiprodukte stellen für den Handel ein zentrales Warenssegment dar, wie die Aussage eines Experten verdeutlicht: „Gerade Milch ist ein Erzeugnis, mit dem viele Supermärkte auch werben und deshalb zumindest eine Milchsorte standardmäßig erst einmal extrem günstig anbieten, um damit die Leute in den Supermarkt zu ziehen. Und ich glaube, das ist der Unterschied zu anderen Ländern.“¹⁶ Der Handel ist aufgrund seiner enormen Konzentration von Marktmacht in der Lage, seine Interessen gegenüber den Lieferanten wirksam durchzusetzen (Branscheid 2008: 153). Vorgelagerte Stufen wie die Milcherzeuger werfen dem Handel daher eine Ausbeutungsstrategie vor (Frentrup 2008: 85).

Die Unternehmen des Lebensmitteleinzelhandels (LEH) haben eine mehrstufige Logistik-Kette: Die jeweiligen Nahrungsmittelhersteller liefern ihre Produkte zunächst in regionalen Logistikzentren an, in denen diese temporär gelagert und für die Verteilung auf lokale Filialen des Handelsunternehmens kommissioniert werden. Der Vorrat in den jeweiligen Supermärkten wird relativ gering gehalten, die Belieferung erfolgt täglich. Ziel ist es, den Warenfluss kontinuierlich erfolgen zu lassen, d.h. die Lagerdauer der Produkte sowohl im Zentral- als auch im Filiallager möglichst gering zu halten. Für frische Molkereiprodukte werden der Transport und die Lagerung sowohl im Logistikzentrum als auch im Filialgeschäft gekühlt. Für haltbare Produkte wie H-Milch oder H-Sahne ist dies nicht erforderlich.

Durch die globale Beschaffung bietet der Handel fast alle Lebensmittel ganzjährig an (Chegini 2005b: 32). Saisonale Produkte existieren nur noch aufgrund der mengenmäßigen Steuerung durch den Handel, nicht aufgrund mangelnder saisonaler Verfügbarkeit durch die Erzeuger. Beispielsweise gelangen Spargel oder Erdbeeren entweder gekühlt in die Tiefkühltruhe oder importiert in die Frischeabteilung. Wenngleich nicht in diesem Ausmaß, werden auch Molkereiprodukte international gehandelt und oft als regionale Spezialität angeboten. Im Angebot der Supermärkte befindet sich sowohl die irische Butter als auch französischer Käse.

Mit seinen Handelsmarken ist der LEH im Massengeschäft von Standardprodukten wie H-Milch und Käse stark vertreten. Der Anteil der Handelsmarken im Bereich Konsummilch beträgt ca. 66 % (Frentrup 2008: 84). Welche Molkerei für die jeweilige Handelsmarke liefert, ist austauschbar. Damit wird der Wettbewerbsdruck auf die Molkereien und die Milcherzeuger zusätzlich erhöht. Zugleich werden höherpreisige Lebensmittel wie Light- und Wellness-Produkte, Bio-Produkte und Convenience-Produkte nachgefragt. Der Markt für Molkereiprodukte ist dementsprechend durch eine zunehmende Polarisierung gekennzeichnet (Frentrup 2008: 86).

4.1.2. Relevante Güter- und Stoffflüsse

Die Milchwirtschaft wird in dieser Studie aus der Perspektive der Branche – d.h. auf der Meso-Ebene der Wertschöpfungskettenanalyse – betrachtet. Es erfolgt daher keine Analyse einzelner Betriebe oder Unternehmen (Mikro-Ebene), sondern der Branche Milchwirtschaft. Die einzelnen Kategorien für Güter- und Stoffflüsse wurden zunächst anhand der Literatur ermittelt und anschließend mit den Experten in Workshops zur Milchwirtschaft diskutiert. Nur solche Güter-

¹⁴ Workshop 3 vom 12.05.2010

¹⁵ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010.

¹⁶ Workshop 3 vom 12.05.2010.

und Stoffflüsse sind im Modell verblieben, die seitens der Experten als relevant angesehen wurden. Die hier aufgeführten Mengengerüste zu den Güter- und Stoffflüssen stammen aus statistischen Erhebungen und ausgewerteten Studien. Sofern Daten verfügbar sind oder berechnet werden können, erfolgt eine spezifische Betrachtung der Metropolregion Bremen-Oldenburg. Eigene Statistiken der Metropolregion zu milchwirtschaftlichen Daten liegen bisher noch nicht vor, sie werden daher auf der Basis niedersächsischer Daten berechnet.

Analog zu den anderen Bereichen der Ernährungswirtschaft sind auch in der Milchwirtschaft Futtermittel die zentralen Güterflüsse. Charakteristisch für die Milchwirtschaft ist der Einsatz von **Gras**, das in den meisten Milchviehbetrieben selbst erzeugt wird. Die Metropolregion verfügt mit einer Fläche von 295.007 ha (Stand: 2007) über 40 % der gesamten Dauergrünlandflächen in Niedersachsen.¹⁷ Dauergrünland wird in Dauerwiesen, Mähwiesen, Dauerweiden und Streuwiesen unterschieden. Mähweiden haben mit ca. 77 % den größten Anteil der Grünlandflächen in der Metropolregion, gefolgt von Dauerweiden mit ca. 14 %. Auf den Mähweiden wurden 2007 in der Metropolregion 2,4 Mio. t Gras, auf den Wiesen 0,2 Mio. t und durch Grasanbau auf Ackerland zusätzlich 0,2 Mio. t geerntet. Damit werden etwa 2,8 Mio. t Grünfutter lokal erzeugt. Dieses wird vor allem der Milcherzeugung durch Rinder zugeführt.

Als weiteres Grundfutter hat **Mais** eine ebenso große Bedeutung erlangt. Silomais wird in der Regel durch den Milcherzeuger lokal angebaut. Beide Pflanzen werden zur Konservierung in Silage umgewandelt: Gras anteilig, Mais vollständig. In der Metropolregion wurde 2007 auf 125.137 ha Mais angebaut, der zur Silage verwendet wird.¹⁸ Damit beträgt der Anteil der Metropolregion an der Silomaisproduktion in Niedersachsen ca. 37 %. Im Jahr 2007 wurde ein Ertrag von 6,1 Mio. t Silomais erzielt. Mengenmäßig ist Mais damit das bedeutendste Grundfutter in der Metropolregion. Insbesondere Mais wird zunehmend zur Erzeugung von Biogas genutzt. Dies führt in der Metropolregion zu einer Ausweitung von Anbauflächen für Mais mit der Gefahr von Monokulturen und zu einem zunehmenden Wettbewerb zwischen der Verwendung von Mais als Futtermittel und als Energieressource.

Zusätzlich zum Grundfutter wird zur Milcherzeugung auch **Mischfutter** – insbesondere Getreide, Raps- und Sojaschrot – eingesetzt. Dieses soll das Grundfutter um fehlende Nährstoffe (z.B. Proteine) ergänzen (Ergänzungsfutter). Daten zur Mischfuttermenge für Milchvieh in Niedersachsen oder in der Metropolregion liegen nicht vor. In Deutschland wurden im Wirtschaftsjahr 2008/2009 ca. 6 Mio. t Mischfutter für Rinder hergestellt (BMELV 2010: 13ff.) Mit einem Anteil von 28,5 % am Gesamtmarkt ist dies die zweitwichtigste Mischfuttersorte. Für entsprechende Futtermittel sind seitens der Landwirte im Jahr 2008 ca. 1,1 Mrd. Euro aufgewendet worden (BMELV 2009: 286). Weitere Ausführungen zu Mischfuttermitteln für Nutztiere sind in der 'nordwest2050' Vulnerabilitätsanalyse zu den Wertschöpfungsketten Geflügel- und Schweinefleisch enthalten (Akamp/Schattke 2011: 12)

Der **Milchkuhbestand** in der Metropolregion belief sich im Jahr 2007 auf 291.459 Tiere. Damit beträgt der Anteil der Region am Gesamtbestand Niedersachsens ca. 41 % (Niedersachsen: 709.417 Tiere). Für die Milcherzeugung sind nur die weiblichen Rinder relevant, männliche Rinder werden gemästet und anschließend zur Fleischerzeugung verwertet, ebenso wie Altkühe. Insgesamt wurden 1,1 Mio. Rinder im Jahr 2007 in der Metropolregion gehalten. Dies entspricht einem Anteil von ca. 44 % am Gesamtbestand Niedersachsens.

Für die Metropolregion liegen keine Daten zum Milchertrag vor. Der Milchertrag in Niedersachsen betrug im Jahr 2007 etwa 5,1 Mio. t. Hiervor wurden ca. 98 % an die Molkereien geliefert. Die Direktvermarktung oder Weiterverarbeitung durch die Milcherzeuger hat in Niedersachsen wenig Bedeutung. Tabelle 1 gibt die von den Molkereien in Niedersachsen produzierten Milcherzeugnisse wieder. Erkennbar ist, dass der größte Teil der Rohmilch für die Käseproduktion verwendet wird (2008: 1,99 Mio. t bzw. ca. 41 %), gefolgt von der Erzeugung von Trocken- und Kondensmilch (2008: 1,34 Mio. t bzw. 27 %) und der Herstellung von Frischmilcherzeugnissen („Weißes Programm“) (2008: 1,23 Mio. t bzw. 25 %). Die Milchverarbeiter in der Metropolregion erzielten im Jahr 2008 einen Umsatz von ca. 0,9 Mrd. Euro

¹⁷ Eigene Berechnungen auf der Basis der Agrarstrukturerhebung 2007 (Daten ohne Land Bremen).

¹⁸ Eigene Berechnungen auf der Basis der Agrarstrukturerhebung 2007 (Daten ohne Land Bremen).

und beschäftigten 1.389 Mitarbeiter.¹⁹

Milchverarbeitung (in Tonnen) in Niedersachsen 2009

Rohstoffeinsatz in Tonnen		2009	2008
Milchanlieferung (ohne Zukauf)			4.873.469
Milchverwendung			
1.	Vollmilch, lose, pasteurisiert	21.464	25.768
2.	Vollmilch, abgepackt, pasteurisiert	17.020	41.461
3.	Vollmilch, ultrahocherhitzt	88.296	83.766
4.	Teilentrahmte Milch, pasteurisiert	28.645	47.762
5.	Teilentrahmte Milch, ultrahocherhitzt	108.677	107.115
6.	Entrahmte Milch, pasteurisiert	226	1.940
7.	Entrahmte Milch, pasteurisiert	904	1.543
8.	Sterilmilch, alle Fettstufen	3.384	2.762
9.	Sonstige Konsummilch	38.537	
10.	Summe 1-9	307.153	312.115
11.	Buttermilch und -erzeugnisse	16.214	18.033
12.	Sauermilch und Kefirerzeugnisse ohne Frucht	45.526	41.361
13.	Joghurtherzeugnisse ohne Frucht	94.652	90.216
14.	Kakao und andere Milchmischgetränke	22.610	22.476
15.	Milchmischerzeugnisse	48.825	48.349
16.	Sahneerzeugnisse	136.260	138.926
17.	Summe 11-16	364.087	359.362
18.	Zu Frischkäse	643.649	563.862
19.	Weißes Programm (10+17+18)	1.314.889	1.235.339
20.	Zu Trockenmilch- und Kondensmilcherzeugnissen	1.462.864	1.345.641
21.	zu Sauermilchquark (getrocknet und nicht getrocknet) u. Milcheiweiß	4.667	3.484
22.	Butter und Butteröl	104.468	104.851
23.	zu Hart-, Schnitt- und Weichkäse	2.363.271	1.997.959
24.	Versandt EU-Länder	1.197	6.097
25.	Futtermilch	174.310	264.400
26.	sonstige Verwendung *) ²⁰	219.894	169.892
27.	Summe 20-26		3.892.324

Produktion von Käse und Milchpulver

1.	Hart- und Schnittkäse*	221.388	183.307
2.	Weichkäse*	29.390	29.385
3.	Speisequark mager	81.159	63.241
4.	Speisequark 10 % + 20 % F. i. Tr.	9.750	6.674
5.	Speisequark 40 und mehr % F. i. Tr.	19.225	16.681
6.	Schichtkäse	147	153
7.	Sonst. Frischkäse einschl. Frucht- und Kräuterquark	132.303	125.057
8.	Frischkäse insgesamt (3-7)	242.584	211.805
9.	Käse insgesamt (1+2+8)	493.363	424.497
10.	Magermilchpulver	102.126	84.646
11.	* Sonstige Trockenmilcherzeugnisse	126.083	62.300
12.	Sauermilchquark und Milcheiweiß	455	340

Tabelle 1: Milchverarbeitung in Niedersachsen 2008 und 2009 (NMEVL 2009: 47)21

¹⁹ Daten des Landesbetriebs für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen zum Ernährungsgewerbe, speziell ausgewertet für die Metropolregion.

²⁰ Aus Datenschutzgründen sind mehrere Positionen zusammengefasst. Datenbasis:

Anlieferung zur Umlage herangezogene Milch, Rohstoffeinsatz: in Niedersachsen produzierende Unternehmen.

²¹ Der Summenwert 1-9 zur Milchverwendung für 2009 ist aufgrund eines Summenfehlers in der Quelle in dieser Tabelle korrigiert.

Wasser und **Energie** sind wichtige Inputfaktoren für die Milcherzeugung. Zu beiden Inputfaktoren liegen keine Daten zur Metropolregion vor, daher wird auf Zahlen für die Landwirtschaft in Deutschland zurückgegriffen, die die Relevanz insbesondere im Vergleich zu anderen Wirtschaftssektoren aufzeigen. Nach Datenlage des Niedersächsischen Umweltministeriums ist die allgemeine Wasserverfügbarkeit in der gesamten Metropolregion als gut einzustufen (NMUK 2010).

Im Jahr 2007 wurden in Deutschland 34.672 Mio. cbm **Wasser** durch die verschiedenen Wirtschaftssektoren und die privaten Haushalte verbraucht.²² Mit einem Verbrauch von 396 Mio. cbm betrug der Anteil der Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei hieran lediglich ca. 1,1 %. Hierin einbezogen ist sowohl die Entnahme von Wasser aus der Natur (eigene Brunnen) als auch der Bezug von Wasser aus Wasserwerken. Das gesamte Ernährungsgewerbe als produzierendes Gewerbe hatte 2007 einen Anteil am Wasserverbrauch von ca. 1,5 %. In der Milchverarbeitung wird Wasser zur Produktion, zur Kühlung, zur Dampferzeugung und zur Reinigung eingesetzt. Der Bedarf variiert je nach Technologie stark, in der Literatur werden 0,6 – 5 cbm Wasser pro erzeugter Tonne Milch genannt (Spreer 2005: 733).

Im Vergleich zur Ernährungswirtschaft ist der Verbrauch der privaten Haushalte mit einem Anteil von ca. 9 % und insbesondere der Energieversorgung mit ca. 60,6 % deutlich größer. Je nach Region und den dort naturräumlichen Bedingungen schwankt der Wasserbedarf der Landwirtschaft, da geringere Regenmengen ggf. durch Bewässerungsmaßnahmen ausgeglichen werden müssen. In der Metropolregion ist dies aufgrund von ausreichenden Niederschlägen nicht der Fall.

Die Verfügbarkeit von **Energie** ist für die Milchwirtschaft von großer Bedeutung. Dies gilt insbesondere für die Kühlung der schnell verderblichen Milch bei den Milcherzeugern, bei den Milchverarbeitern und in der Logistikkette. Energie wird aber auch zum Betrieb von Maschinen beim Milcherzeuger und von Produktionsanlagen in der Molkerei sowie beim Transport zwischen den jeweiligen Stufen der Wertschöpfungskette eingesetzt. Die folgende Abbildung 6 einer US-amerikanischen Studie verdeutlicht beispielhaft die Verteilung des Energieverbrauchs in der Wertschöpfungskette Milch:

²² Eigene Berechnungen auf der Basis von DESTAT, Statistisches Bundesamt.

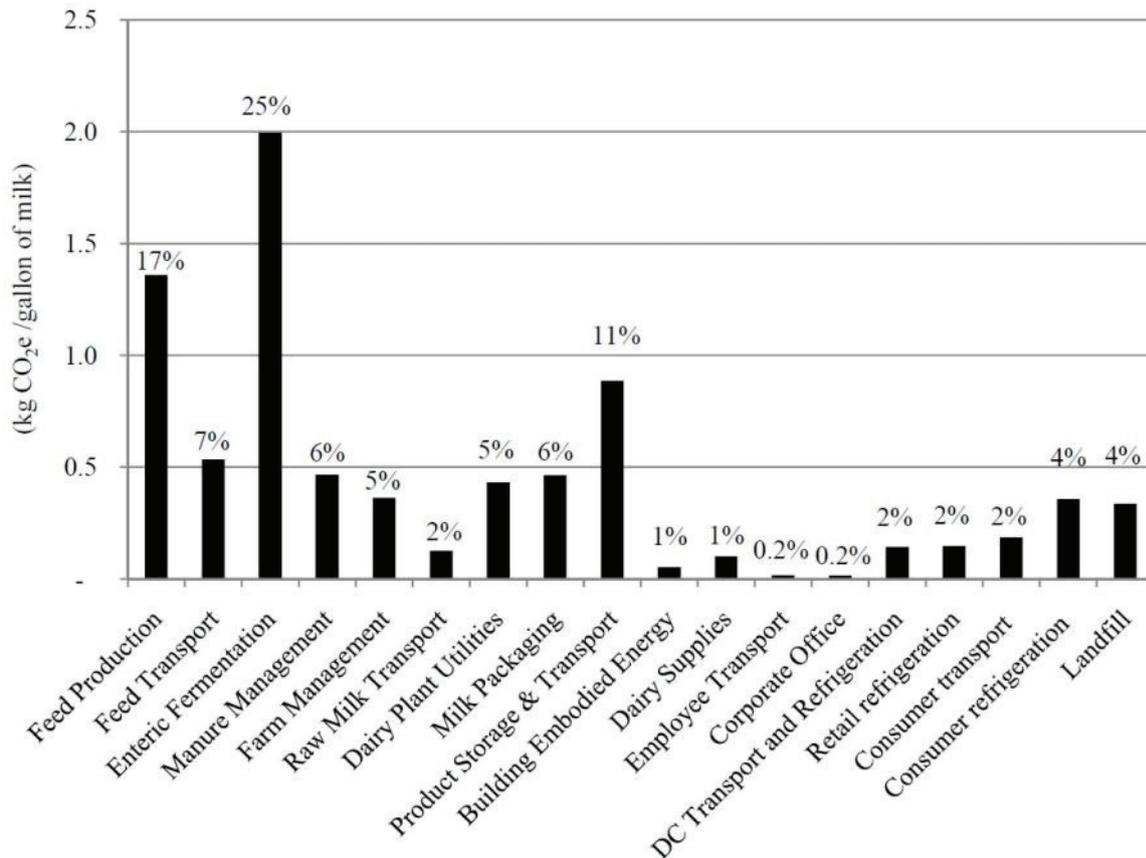


Abbildung 6: Energieverbrauch in der Milchwertungskette pro Gallone verpackter Milch (Quelle: Cashman et. al. 2009: 55)

Erkennbar sind drei Schwerpunkte des Energieverbrauchs: (1) im Bereich der Landwirtschaft die Futtermittelproduktion, der Futtermitteltransport und die Milcherzeugung, (2) im Bereich der Milchverarbeitung insbesondere die Lagerung und der Transport, aber auch die Produktion und Verpackung und (3) die Kühlung der Milch beim Konsumenten.

In Deutschland betragen die Ausgaben der Landwirtschaft für Energie (Treib-, Energie und Schmierstoffe) im Jahre 2007 insgesamt ca. 3,3 Mrd. Euro (BMELV 2009b, Nr. 181). Dies entspricht 10,8 % der landwirtschaftlichen Gesamtausgaben für Vorleistungen.²³ In Niedersachsen wurden in der Landwirtschaft ca. 656 Mio. Euro für Energie ausgegeben (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2009). Mengengerüste zum Energieverbrauch lagen in beiden Fällen nicht vor.

Der Energieverbrauch in der deutschen Milchverarbeitung belief sich im Jahr 2007 auf 31,3 Mio. Gigajoule (BMELV 2009b, Nr. 331). Dies entspricht 14,1 % des Gesamtverbrauchs des produzierenden Ernährungsgewerbes. Gemeinsam mit der Getränkeherstellung ist dies der höchste Energieverbrauch in diesem Sektor.²⁴ Die Hauptenergieträger sind Erdgas mit 16,2 Mio. Gigajoule und Strom mit 8,1 Mio. Gigajoule.

Als **Emissionen** fallen vor allem auf der Stufe der Milcherzeugung Reststoffe an, die zum Teil erhebliches Treibhauspotenzial besitzen. Folgende Emissionen sind relevant:

- Emission von **Methan** (CH₄) aus der Verdauung von Wiederkäuern,
- Emission von **Kohlendioxid** (CO₂) durch die Landnutzung,
- Emission von **Lachgas** (N₂O) und Methan (CH₄) durch Düngemittel.

²³ Eigene Berechnung auf der Basis der Daten des BMELV.

²⁴ Eigene Berechnung auf der Basis der Daten des BMELV.

Durch die Verdauungsprozesse von Wiederkäuern (Rinder und Schafe) entstanden im Jahr 2005 in Deutschland etwa 18 Mio. t CO_{2äq} (BMELV 2009a: 5) aus den Methanemissionen der Tiere. Etwa 42 Mio. t CO_{2äq} stammen aus kultivierten (meliorierten) und als Acker- oder Grünland genutzten Moorböden. Beide Kategorien lassen sich weitgehend der hier betrachteten Milcherzeugung zurechnen. Nur zum Teil gilt dies für die etwa 37 Mio. t CO_{2äq} Lachgasemissionen, die aus der Düngung landwirtschaftlicher Böden und aus landwirtschaftlichen Stickstoff-Überschüssen resultieren. Allerdings ist durch die Verwendung von flüssigem Mist (Gülle) und die häufig veraltete Landtechnik zur Aufbringung der Gülle ein hoher Anteil durch die Milcherzeugung zu erwarten. Für die Metropolregion liegen jeweils keine Daten vor.

Auf den übrigen Stufen der Wertschöpfungskette – der Milchverarbeitung, der Logistik und dem Handel und Konsum – ist aufgrund des Einsatzes von Energie vor allem die Emission von CO₂ relevant. Auf die Milchwirtschaft und ihre Produkte bezogenes Datenmaterial liegt derzeit noch nicht vor. Auf das gesamte Ernährungsgewerbe, den Handel und den Konsum bezogen sind folgende Emissionen für das Jahr 2005 ermittelt worden (BMELV 2009a: 5): Das Ernährungsgewerbe verursacht etwa 11 Mio. t CO_{2äq} aus direktem Energieverbrauch sowie aus indirekten Emissionen aus Stromverbrauch und Investitionsgütern. Durch Logistik und Handel entstehen weitere rund 35 Mio. t CO_{2äq}. Auf der Stufe des Konsums durch End- und Großverbraucher werden nach Schätzungen bei der Nahrungsmittelbeschaffung, Zubereitung und Heizung von Küchen und Essräumen etwa 75 Mio. t CO_{2äq} emittiert.

4.1.3. Kulturelle Aspekte der Wertschöpfungskette

Die hier betrachteten kulturellen Aspekte beziehen sich auf die **Artefakte** (sichtbare Symbolsysteme wie z.B. erkennbare Verhaltensmuster), **Routinen** (z.B. gelebte oder vereinbarte Standards und Regeln) und **Grundannahmen** (z.B. die Wahrnehmung der Realität, das Empfinden von Zeit und Raum oder vorherrschende Leitbilder für Technik und Wirtschaft) der in der Milchwirtschaft tätigen Akteure. Da eine Analyse kultureller Charakteristika das Offenlegen von informalen, impliziten Eigenschaften bedeutet und dies nur im Rahmen längerer intensiver Auseinandersetzung mit den Akteuren möglich ist, können im Rahmen dieser Studie nur erste Ansätze aufgezeigt werden. Die Informationen hierzu sind insbesondere den Experten-Workshops entnommen worden.

In der Wertschöpfungskette für Milch lassen sich **kulturelle Unterschiede** zwischen den landwirtschaftlich geprägten Stufen der Futtermittelproduktion und Milcherzeugung einerseits und den gewerblich-industriell geprägten Stufen der Milchverarbeitung und des Handels andererseits erkennen. Je nach Betriebsform der Molkereien – Genossenschaften oder Privatmolkereien – sind diese stärker der Sphäre der Landwirte oder der Unternehmen zuzurechnen.

Die **Land- und Viehwirtschaft** zeichnet vor allem ihre starke Abhängigkeit von klimatischen und natürlichen Prozessen aus: Das Wetter und die Gesundheit der Tiere sind wichtige Einflussgrößen, die eine der größten Risikoquellen für die landwirtschaftlichen Betriebe darstellen. Beides kann nicht oder nur indirekt beeinflusst werden und im Fall von größeren Ertragsschwankungen die Liquidität und Stabilität des Betriebs massiv gefährden (Weber et al. 2008: 11). Durch die längeren Reproduktionszyklen der Rinder im Vergleich z.B. zu Geflügel oder Schweinen besteht eine weitere Unsicherheit in der längeren Ressourcenbindung. Der Umgang mit Unsicherheit gehört allerdings seit jeher zur Landwirtschaft. Durch züchterischen und technischen Fortschritt konnte diese Unsicherheit zwar verringert werden, allerdings bleibt ein deutlich höherer Grad an Unsicherheit als in technisch-gewerblichen Betrieben bestehen, die über ein höheres Maß an Planungssicherheit verfügen. Im Vergleich zu anderen Viehhaltern oder auch zu reinen Landwirten haben die Milcherzeuger ein „risikoreicheres“ Geschäftsmodell, das sicher auch ihre Routinen und Werthaltungen prägt: Die Orientierung an geübter Praxis, an Erfahrungswerten und an Tradition soll Risiken verringern. Gleichzeitig geht dies jedoch mit langsameren Wandlungs- und Anpassungsprozessen einher.²⁵

Milchviehhalter zeichnet zudem die Bindung an das Grünland aus: sowohl durch die bisherige

²⁵ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010 und Workshop 4 vom 19.05.2010.

Quotierung der Milchmenge auf Basis der vorhandenen Flächen als auch durch das bisherige Produktionsmodell der Kombination von eigener Futtererzeugung und Viehhaltung. In diesem vorherrschenden Produktionsmodell sind die Milchbauern regional gebunden. Die Investitionszyklen in der Milcherzeugung sind ebenfalls langfristig orientiert. Für die Stallbauten haben die befragten Experten einen Zeitraum von 20 – 30 Jahren geschätzt, für die Produktionstechnik 10 – 15 Jahre.²⁶ Als Familienbetriebe erfolgt der Wechsel zu neuen Produktionstechnologien und -verfahren häufig mit dem Generationswechsel, weniger durch freiwillige Anpassung an veränderte externe Rahmenbedingungen. Dort, wo z.B. bereits Qualitätssicherungssysteme existieren, sind diese häufig durch die Molkereien oder durch den Handel in den Betrieben durchgesetzt worden.²⁷

Nach Ansicht der befragten Experten wird die Bereitschaft zum Wandel für das Fortbestehen der Betriebe entscheidend sein.²⁸ Denn die Milcherzeuger befinden sich aktuell in einer Phase des starken Strukturwandels: Die Abkehr von der planwirtschaftlichen Quotierung hin zur Marktsteuerung bis 2015 erhöht den Druck auf Produktivitätssteigerung und Kostensenkung und stellt damit vorhandene Geschäftsmodelle in Frage. Aktuell führt dies oft zu einem sehr kurzen Planungshorizont der Betriebe, treffend formuliert von einem Experten: „Der Horizont ist (deshalb) so kurz, weil viele nicht wissen, ob sie in ein oder zwei Jahren noch existieren, weil sie so klein sind.“²⁹ Insbesondere Klein- und Nebenerwerbsbetriebe sind Verlierer der steigenden Produktivitätsanforderungen. Hinzu kommt der in Deutschland sehr scharfe Preiswettbewerb im Handel um Milchprodukte, der zu einem starken Preisverfall für Rohmilch geführt hat. Zwischen den Interessen der Milcherzeuger und denen des Handels ist in den vergangenen Jahren eine deutliche Polarisierung entstanden. Die Milcherzeuger betrachten ihr Produkt „unter Wert“ verkauft. Dies zeigen die öffentlichkeitswirksamen Demonstrationen der Milchbauern für „faire Preise“ ebenso wie die Entstehung von Erzeugergemeinschaften und die Herausbildung eines eigenen Interessenverbandes, des Bundes Deutscher Milchbauern (BDM), als Konkurrenz zum Deutschen Bauernverband.

Die **Molkereien** sind in der Metropolregion als Genossenschaften organisiert. Die sie beliefernden Milcherzeuger sind gleichzeitig Anteilseigner der Molkerei. Damit sind in Zeiten zunehmenden Preiswettbewerbs auf dem Markt für Molkereiprodukte auch hier Interessenkonflikte vorhanden: Die Molkereien geben den Preisdruck des Handels an die Erzeuger weiter, die jedoch als Anteilseigner die Erwartung haben, von ihrer eigenen Molkerei einen kostendeckenden Abnahmepreis zu erhalten. Die genossenschaftlichen Molkereien stecken daher in einem Dilemma zwischen Marktdruck durch den Handel und Rechtfertigung gegenüber den Milchbauern. Nach Ansicht der befragten Experten wird sich dieser Zustand erst mit dem Ende der Quotierung ändern: Es werden neue Formen der Zusammenarbeit zwischen Molkerei und Erzeuger entstehen, längerfristige, mehrjährige Verträge mit gegenseitigen Rechten und Pflichten.³⁰ Bisher besteht eine Abnahmeverpflichtung durch die genossenschaftlichen Molkereien. Es wird daher eine Angleichung zwischen den Abnahmekonditionen von genossenschaftlichen und privaten Molkereien geben. Der Wettbewerb zwischen den Akteuren wird weiter zunehmen.

Durch diese Entwicklungen wird die traditionell langfristige Geschäftsbeziehung zwischen Milcherzeugern und Molkereien zukünftig abnehmen (Wocken et. al. 2009: 119) und damit auch die Vernetzung der Partner innerhalb der Wertschöpfungskette. Nach Aussagen der Experten ist das Bewusstsein, gemeinsam innerhalb einer Kette zu wirtschaften, in der Milchwirtschaft wenig ausgeprägt.³¹ Statt sich als Einheit zu verstehen, die „in einem Boot sitzt“³², werde versucht, die „Schuld immer dahin (zu; MM) schieben, wo die Urproduktion ist“, zu den Milcherzeugern.³³ Im Gegensatz z.B. zur Geflügelwirtschaft fehle ein fokales Unternehmen, das die Kette koordiniert oder entsprechenden Einfluss ausübt. Durch den Konzentrationsprozess bei den Molkereien sind

²⁶ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010 und Workshop 6 vom 27.05.2010.

²⁷ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

²⁸ Vgl. Workshop 4 vom 19.05.2010.

²⁹ Workshop 3 vom 12.05.2010.

³⁰ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010.

³¹ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010 und Workshop 3 vom 12.05.2010.

³² Workshop 4 vom 19.05.2010.

³³ Workshop 4 vom 19.05.2010.

zudem die Vielfalt und oft auch der regionale Bezug der Molkereien verloren gegangen. Erst seit kurzem wird die Nähe zur Region durch einzelne Molkereien wiederentdeckt.³⁴

So ist es bisher scheinbar der **Handel**, der die Wertschöpfungskette dominiert. Und damit sowohl Erzeuger als auch (genossenschaftliche) Molkereien in den Preiswettbewerb der Supermärkte und Discounter hineinzieht. Vor allem die Molkereierzeugnisse Milch und Butter werden dort als Indikator für günstige Preise und zur Profilierung in Preissenkungsrunden genutzt. Die kostengünstige Massenproduktion steht im Vordergrund, wie der hohe Anteil von Handelsmarken insbesondere bei Standardprodukten wie der Konsummilch zeigt (Frentrup 2008: 83f.). Vor allem die genossenschaftlichen Molkereien versuchen diesem Marktdruck durch Fusionen und Zentralisierung von Produktionsstandorten zu entgehen. Auch sie befinden sich in einem Prozess der Marktkonsolidierung (Frentrup 2008: 81). Im Gegensatz zu den Privatmolkereien setzen sie aber scheinbar eher auf Größe denn auf eine differenzierte Marktbearbeitung und auf Produktinnovationen.

Dass diese Dominanz des Handels gegenüber den Milcherzeugern und den Molkereien möglich ist, ist aus Sicht der Verfasser und der befragten Experten auch der „Entfremdung“ zwischen **Konsumenten** und Milchwirtschaft geschuldet. Die Inhaltstoffe, die Art der Erzeugung und die Verarbeitung auch von Milchprodukten sind immer mehr in der Erfahrungswelt der Konsumenten verloren gegangen. Die heile Werbewelt der Nahrungsmittelhersteller bestimmt das Bild von der Land- und Viehwirtschaft, die Inhaltsdeklarationen stoßen beim Kunden auf nur wenig Interesse und über Unterschiede in den Produktionsverfahren der Molkereien – ob Kleinmolkerei oder Chemiebetrieb – ist nur wenig bekannt, oder wird durch Konsumenten hinterfragt. So bleibt für die Konsumenten der Preis das wesentliche Differenzierungsmerkmal für viele Milchprodukte. Mehrere Experten wiesen darauf hin, dass dieses Defizit in Nachbarstaaten wie Frankreich, Dänemark oder Lettland deutlich geringer ausgeprägt sei. Allerdings werde auch in Deutschland an Schulen seit geraumer Zeit Kindern aktiv die Bedeutung von Lebensmitteln und Landwirtschaft nahe gebracht. Das größte Defizit bestünde jedoch zurzeit bei den Erwachsenen.

4.2. Exposition

Die Exposition der Region und der dort verorteten Milchwirtschaft gegenüber dem Klimawandel wird in dieser Studie anhand der regionalen Klimaprojektionen, die von Bioconsult in den 'nordwest2050'-Klimaszenarien ermittelt wurden, analysiert (Schuchardt/Wittig/Spiekermann: 2010). Globale Klimaprojektionen des IPCC werden ergänzend eingesetzt, um Expositionen der Wertschöpfungskette außerhalb der Region zu untersuchen. Dies ist vor allem im Bereich der Futtermittel der Fall. Mit der Exposition wesentlicher internationaler Beschaffungsregionen für Futtermittel befasst sich die Vulnerabilitätsanalyse zu den Wertschöpfungsketten Geflügel- und Schweinefleisch (Akamp/Schattke 2011: 19).

Die für die Ernährungswirtschaft relevanten **regionalen Klimaparameter** sind ähnlich, da in fast allen betrachteten Wertschöpfungsketten der Ernährungswirtschaft vergleichbare Wertschöpfungsstufen vorliegen.³⁵ Für die Milchwirtschaft sind folgende Kategorien von Klimaparametern wesentlich:

- CO₂-Konzentration,
- Temperatur,
- Niederschlag und
- Extremwetterereignisse.

Die **CO₂-Konzentration** ist für den Pflanzenbau sehr relevant, da eine erhöhte Konzentration teilweise zu verbesserten Wachstumsbedingungen für Pflanzen führt (z.B. CO₂-Düngeeffekt oder

³⁴ Beispielhaft hierfür sind die aktuellen Werbekampagnen von Hansano zur „Weidemilch“ und der Molkerei Ammerland zur regionalen Herkunft der Vollmilch.

³⁵ Ein Sonderfall ist die Fischwirtschaft, da sie ihren Frischfisch zum Großteil aus natürlichen Gewässern wie dem Meer bezieht und daher für diesen Anteil keiner Futtermittelversorgung bzw. keinen natürlichen Vorprodukten bedarf.

effizientere Wasserverwertung). Entsprechend der Szenarien ist für beide Perioden eine deutliche Zunahme der Konzentration von aktuell 380 ppm auf 550 ppm (+ 45 %) für die Zeitperiode 2036 – 2065 und auf 770 ppm (+ 103 %) für die Zeitperiode 2071 – 2100 zu erwarten.

Veränderungen der **Temperatur** sind für alle Stufen der Wertschöpfungskette von Bedeutung: von der Futtermittelerzeugung über die Milcherzeugung und -verarbeitung bis hin zum Einkauf im Supermarkt und zum Transport. Jahreszeitliche Veränderungen und Extreme sind allerdings stärker für den Pflanzenbau und die Tierhaltung relevant als für die übrigen Stufen der Kette, da diese naturnahen Bereiche weniger steuerbar sind. Eine Zunahme der Sommertage, heißer Tage sowie tropischer Nächte ist erkennbar, ebenso wie eine deutliche Abnahme von Frosttagen.

Effekte durch den **Niederschlag** können sowohl durch die absolute Menge als auch durch die Niederschlagsverteilung auftreten. Die Verteilung ist insbesondere für die Landwirtschaft von Bedeutung, da ein regelmäßiger Niederschlag in den Vegetationsperioden erforderlich ist und Starkregenereignisse zu Schäden führen können. Daher wird hier sowohl der Niederschlag im Frühjahr, im Sommer und im Winter betrachtet. Der Niederschlag ist aber auch für die Stufe der Verarbeitung relevant, da kontinuierliche Niederschläge Einfluss auf die Grundwasserverfügbarkeit haben und die Milchverarbeitung einen erhöhten Wasserbedarf hat. Bei leicht erhöhtem Jahresniederschlag werden in der Metropolregion die Sommerniederschläge bis 2050 leicht und bis 2085 deutlich sinken. Die Winterniederschläge werden bis 2050 deutlich und bis 2085 stark ansteigen.

Zu **Extremwetterereignissen** zählen Starkregen, Hitze- und Trockenperioden sowie Sturmtage. Sie zeichnen sich durch eine kurzzeitige, aber sehr starke Abweichung der Werte von den klimatischen Mittelwerten in einer Region aus. Zwar sind bisher die Aussagen über die Entwicklung von Extremwetterereignissen noch vergleichsweise unsicher, doch wird sich der Klimawandel vermutlich auf die Intensität von Extremwetterereignissen auswirken. Extremwetterereignisse sind vorrangig für die Stufen der Wertschöpfungskette bedeutsam, die im Freiland stattfinden wie die Grünfüttererzeugung oder teilweise die Viehhaltung. Allerdings können Unwetter in allen Stufen Schäden hervorrufen. Entsprechend der regionalen Klimaszenarien wird keine gravierende Zunahme von Extremwetterereignissen erwartet.³⁶

Tabelle 2 zeigt die konkreten Werte zu den genannten Klimaparametern:

'nordwest2050'-Klimaszenario	2050	2085
Zugrunde gelegte Zeitperiode	2036-2065	2071-2100
Parameter	A1B (Spannweiten)	A1B (Spannweiten)
CO₂-Konzentration (absolute Werte nach IPCC)	550 ppm (490 bis 600 ppm)	770 ppm (615 bis 920 ppm)
Jahresmitteltemperatur (in 2 m Höhe über Boden)	1,5°C (+1 bis +2°C)	+2,8°C (+1,9 bis +4,7°C)
Sommertage pro Jahr (Tage mit Maximaltemperatur größer oder gleich 25°C)	+8,3 Tage (+2 bis +9,6 Tage)	+15,9 Tage (+5,6 bis +42,6 Tage)
Heiße Tage pro Jahr (Tage mit Maximaltemperatur größer oder gleich 30°C)	+2,6 Tage (+0,6 bis +3,4 Tage)	+5,3 Tage (+1,4 bis +16,7 Tage)
Tropische Nächte pro Jahr (Tage mit Minimaltemperatur größer oder gleich 20°C)	+1,7 Nächte (+0,3 bis +1,7 Nächte)	+4 Nächte (+1,3 bis +18,7 Nächte)
Frosttage pro Jahr (Tage mit Minimaltemperatur kleiner oder gleich 0°C)	-22,3 Tage (-33 bis -10,8 Tage)	-32,3 Tage (-39,5 bis -12,1 Tage)
Gesamtniederschlag	+8 % (+3 bis +9 %)	+6 % (-1 bis +10 %)

³⁶ Allerdings weist der IPCC-Bericht von 2007 darauf hin, dass der Anteil von Studien zu Extremwetterereignissen deutlich unterrepräsentiert ist gegenüber solchen zur kontinuierlichen Erwärmung (Easterling et. al. 2007: 283). Daher ist die Erkenntnis zu Extremwetterereignissen und ihren Ursachen durch Klimaänderungen tendenziell eher gering.

Niederschlag im Frühjahr (Monate März, April, Mai)	+ 6 % (n.v.)	+ 9 % (n.v.)
Niederschlag im Sommer (Monate Juni, Juli, Aug.)	-3 % (-13 bis +8 %)	-17 % (-46 bis -9 %)
Niederschlag im Winter (Monate Dez., Jan., Feb.)	+9 % (+9 bis +27 %)	+25 % (+17 bis +44 %)
Regentage pro Jahr (Tage mit mehr als 1 mm Niederschlag)	-4 Tage (-1,4 bis 2 Tage)	+4,2 Tage (-18,9 bis 3,2 Tage)
Starkregenereignisse pro Jahr (Tage mit mind. 20 mm Niederschlag)	+1 Tag (0 bis +1 Tag)	+1,8 Tage (+1 bis +2 Tage)
Sturmtage pro Jahr (maximale Windgeschwindigkeit größer oder gleich 17,2 m/s)	+0,4 Tage (-1,3 bis +3 Tage)	+0,7 Tage (+1,5 bis +3 Tage)

Tabelle 2: Relevante regionale Klimaparameter für die Milchwirtschaft (Basis: Schuchardt/Wittig 2010 und Ergänzungen)

Die neben den Mittelwerten aufgeführten Spannweiten sollen verdeutlichen, dass es insbesondere bezüglich der langfristigen Klimamodellierungen noch Unsicherheiten gibt. Die Spannweiten resultieren aus den unterschiedlichen regionalen Klimamodellen, aus verschiedenen Klimamodellläufen und den zugrunde gelegten Emissionsszenarien der für die 'nordwest2050'-Klimaszenarien herangezogenen Klimamodelle (Schuchardt/Wittig/Spiekermann 2010: 16).

4.3. Sensitivität und potenzielle Auswirkungen auf die Wertschöpfungskette

Die Milchwirtschaft in der in Norddeutschland betriebenen Form kennzeichnet folgende Charakteristika, die für die Bestimmung der Sensitivität gegenüber dem Klimawandel von Bedeutung sind:

- ein relevanter Anteil an Futtermitteln stammt aus Eigenzeugung,
- ein offenes Stallsystem,
- eine bäuerliche Organisationsform und
- ein starker Kostendruck aufgrund hoher Wettbewerbsintensität.

4.3.1. Vorproduktion

Für die Milchwirtschaft ist die Erzeugung von Futtermitteln der wichtigste Teil der Vorproduktion. Im Gegensatz zur Geflügelwirtschaft entstammt ein Großteil der Futtermittel aus eigener Herstellung der Landwirte. Dieses sogenannte Grundfutter aus Weidegras, Mais- oder Grassilage wird vor Ort, d.h. in der Region produziert und ist damit den lokalen Klimaänderungen ausgesetzt. Sogenanntes Krafftutter wird hingegen zugekauft und zu einem großen Teil außerhalb der Metropolregion angebaut, eiweißhaltige Futtermittelmittel wie Soja sogar in Übersee.

Für den Bereich **Futtermittel** lassen sich für die Milchwirtschaft insbesondere vier Aspekte differenzieren:

- die Eignung des Bodens vor allem für Futteranbau,
- die Erzeugung von Weidegras und Mais,
- die Produktion und Lagerung von Silage,
- die regionale Produktion von Krafftutter aus international erzeugten Komponenten.

Die Erzeugung von Milch konzentriert sich im Norden Deutschlands in einem Grüngürtel zwischen Küste und Geestlandschaft. In diesem Bereich wird auf Marschböden oder Geestrandmooren Grasfutter erzeugt, entweder auf Weiden oder auf Grasflächen. Der **Boden** in dieser Region ist aufgrund des hohen Grundwasserspiegels kaum oder nur eingeschränkt für Ackerbau geeignet, so dass die Spezialisierung auf Futtermittelbau und Rinderhaltung bzw. Milcherzeugung naturräumlich bedingt ist (Windhorst/ Grabkowsky 2008: 4). In Bezug auf den Klimawandel hat die milchwirtschaftliche Region eine besondere Bedeutung: Durch die Weidenutzung wird das Entweichen von zusätzlichen Treibhausgasen verringert, ein Aspekt der insbesondere durch Nutzungsänderungen des Bodens zur Erzeugung von Energiepflanzen wie Mais an Relevanz gewinnt. Die Vermeidung zusätzlicher Treibhausgasemissionen durch die Bodennutzung ist damit an die spezifische Bewirtschaftung zur Milchproduktion geknüpft.³⁷

Ein wärmeres Klima, wie es die Klimaszenarien aufzeigen, führt zu einer stärkeren Aktivität innerhalb des Bodens: Höhere Temperaturen erhöhen u.a. die natürliche Kompostierung organischen Materials im Boden. Der Kreislauf von Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor oder Schwefel im System von Boden, Pflanze und Atmosphäre wird dadurch beschleunigt (Parry 2000: 161). Dieses kann zu einer Anreicherung von Nährstoffen führen, aber auch zu ansteigenden Emissionen von Treibhausgasen, insbesondere bei sogenannten Umbrüchen, d.h. dem Umpflügen der obersten Erdschicht. Auch die aus den Klimaszenarien ableitbaren verlängerten Vegetationsperioden können die Bodenzusammensetzung ändern, da aufgrund des zusätzlichen Pflanzenwachstums Nährstoffe verbraucht werden (Parry 2000: 167f.). Hierdurch kann ein Bedarf zur Erhaltung der Bodengüte durch den Eintrag zusätzlicher Nährstoffe entstehen. Der Boden ist daher vom Klimawandel insbesondere in Bezug auf seine Qualität und seine Einsetzbarkeit für landwirtschaftliche Zwecke betroffen. Ein wesentlicher Aspekt ist die Vermeidung zusätzlicher Treibhausgase durch Veränderungen in der Bodennutzung.

Die Erzeugung von **Gras** als Futtermittel ist ein zentraler Bestandteil der Vorproduktion in der Milchwirtschaft. Gemeinsam mit Mais bildet Gras das sogenannte Grundfutter, das nach Ansicht der Experten einen relativ hohen Anteil von ca. 55 % vom Energiebedarf des Milchviehs deckt.³⁸ Da Gras im Freiland und durch die Milchbauern selbst lokal erzeugt wird, ist es den regionalen klimatischen Veränderungen direkt ausgesetzt.³⁹ Einer Temperaturerhöhung von bis zu 2 °C wird in feucht-temperierten Regionen mit nährstoffreichen Grünflächen und intensiver Bewirtschaftung eine positive Wirkung auf das Weideland zugeschrieben (Easterling et. al. 2007: 288; Alcamo et al. 2007: 553). In der Metropolregion ist daher für die Zeitperiode 2036 – 2065 aufgrund der Zunahme der Jahresmitteltemperaturen um 1 bis 2 °C und der Zunahme der Gesamtniederschläge um bis zu 8 % ein positiver Effekt für das Wachstum durch den Klimawandel wahrscheinlich. Dieser Effekt folgt aus verbesserten Wachstumsbedingungen durch eine höhere Temperatur und ausreichende Niederschläge, aber auch aus der Düngewirkung durch zusätzliches CO₂ aus der Atmosphäre (Parry 2000: 166). Die Zunahme an CO₂⁴⁰ verbessert bei Pflanzen vom Typ C₃, zu denen auch Gras zählt, die Photosynthese und reduziert die Verdunstung, d.h. es entsteht ein geringerer spezifischer Wasserverbrauch bzw. eine größere Effizienz (Parry 2000: 159; Schaller/Weigel 2007: 97).

Ein weiterer Anstieg der Temperatur, wie er für die Zeitperiode von 2071 – 2100 um +1,9 bis 4,7 Grad entstehen könnte, bei gleichzeitigem Rückgang der Niederschläge im Sommer um bis zu 17 % könnte hingegen zu negativen Auswirkungen auf das Wachstum z.B. durch Hitze- bzw. Trockenheitsschäden führen.

Hinsichtlich der Grasqualität werden unterschiedliche Folgen angenommen, deren positive und negative Wirkungen sich teilweise aufheben können: Eine höhere CO₂-Konzentration könnte zu einem geringeren Rohproteingehalt führen, aber gleichzeitig zu einem erhöhten Gehalt an Raufasern und an nicht-strukturbildenden Kohlenhydraten (Schaller/Weigel 2007: 136). In gemäßigten Breiten wie der Metropolregion könnte aus beiden Effekten gemeinsam eine Zunahme an verfügbarer Energie durch Grasfutter folgen, da mit dem geringeren Nährwert

³⁷ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010.

³⁸ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010.

³⁹ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010 und Workshop 6 vom 27.05.2010.

⁴⁰ Zunahme auf 550 ppm bzw. 770 ppm in der MPR für die Zeitperiode von 2036 – 2065.

zugleich eine verbesserte Aufnahmefähigkeit (Verdaulichkeit) durch den höheren Gehalt an Raufasern gegenübersteht und scheinbar überkompensiert. Dies bestätigen auch die Expertengespräche, die hierzu allerdings noch weiteren Forschungsbedarf sehen.⁴¹

Unklar in Bezug auf die Qualität der Grasproduktion ist ferner, ob sich der Klimawandel positiv oder negativ auf Unkräuter auswirkt: Während Weidegras als C₃-Typ vom CO₂-Düngeeffekt profitiert, haben Kräuter des C₄-Typs eher einen Konkurrenznachteil gegenüber den C₃-Nutzpflanzen. Eine Vielzahl von sogenannten Unkräutern zählt zum Typ C₄ (Schaller/Weigel2007:124f). Betrachtet man hingegen die zunehmende Wärme und die geringeren Niederschläge, z.B. in den Sommermonaten, so wären C₃-Gräser aufgrund ihrer geringeren Hitzetoleranz eher gegenüber C₄-Unkräutern benachteiligt. Hierdurch könnte ein stärkerer Bedarf an Grünflächenpflege entstehen.⁴²

Veränderungen in den Niederschlägen haben eine wesentliche Auswirkung auf die Pflanzenproduktion. Hierbei sind sowohl die durchschnittlichen Mengen als auch die zeitliche Verteilung der Niederschläge auf die Wachstumsphasen der Pflanzen relevant. Veränderungen der Temperatur und der Niederschläge können die (positiven) CO₂-Effekte des Klimawandels auf C₃-Pflanzen begrenzen. Bis zu einer bestimmten Temperatur steigen die Erträge an, bei weiter steigenden Temperaturen ist der Ertrag von einer Zunahme der Bewässerung abhängig (Easterling et. al. 2007: 282; DBV 2007: 5.). Gras ist empfindlich für längere Trockenheitsperioden, daher benötigt Grünland regelmäßige Niederschläge. Wenn diese rückläufig sind, wie für die Sommermonate für die Zeitperiode 2036 – 2065 (- 3 %) und insbesondere für die Zeitperiode von 2071 – 2100 (- 17 %) angenommen, dann können Trockenheitsschäden auftreten.⁴³ Diese Schäden können zusätzlich durch eine zunehmende Verdunstung aus dem Boden und die Transpiration der Pflanzen verstärkt werden (Parry 2000: 160). Die Milchwirtschaft ist daher abhängig von der lokalen Wasserverfügbarkeit. In den Experten-Workshops wurde die Gefahr größerer Schäden durch Veränderungen der Niederschlagsmenge und -verteilung als eher gering eingeschätzt. Durch die eher geringen Änderungen – insbesondere für die Zeitperiode von 2036 – 2065 – ist die Metropolregion diesbezüglich eher weniger vom Klimawandel betroffen. Im Vergleich zu anderen Regionen Deutschlands wie z.B. Brandenburg, aber auch zu anderen Milch erzeugenden Regionen Europas wie Frankreich wird die Metropolregion seitens der Experten als eine „privilegierte“ Region angesehen.⁴⁴

Eine raschere Frühjahrserwärmung wirkt sich positiv auf die Pflanzenproduktivität aus (Schaller/Weigel 2007: 97). Abnehmende Frosttage im Winter und allgemein ansteigende Temperaturen lassen auch für die Metropolregion eine Verlängerung der Vegetationsperiode vermuten, so dass ein früheres Wachstum und damit eine frühere Ernte möglich werden. Für die Grasproduktion kann aus Sicht der befragten Experten eine Mehrfachernte, d.h. sogar ein „dritter oder vierter Schnitt“ des Grases gegenüber der häufig nur zweifachen Ernte, erreicht werden.⁴⁵

Extremwetterereignisse können allerdings den Zugang zu Ländereien einschränken (Sussman/Freed, 2008: 8). Für die generell feuchten Böden in der Marsch und in Randmooren könnten Starkregenereignisse Zugangsprobleme bereiten, allerdings ist entsprechend der Klimaszenarien von einer eher geringen Zunahme dieser Ereignisse auszugehen.

Trockene Wetterlagen sind im maritim-feuchten Norddeutschland eine notwendige Voraussetzung für die Ernte (Parry 2000: 162). Durch den Klimawandel sind für die Grasernte keine wesentlichen Probleme erkennbar. Im Zuge des Klimawandels ist in der Metropolregion während der Erntezeit zudem eher mit abnehmenden Niederschlägen zu rechnen.

Durch veränderte Klimabedingungen können neue Pflanzensorten notwendig sein, wodurch bisherige Erfahrungswerte und technische Ausrüstungen entwertet werden können (Firth/Colley 2006: 15). Dies scheint für die Milchwirtschaft in der Metropolregion nicht der Fall zu sein.

⁴¹ Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁴² Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁴³ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁴⁴ Workshop 1 vom 21.04.2010.

⁴⁵ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

Aufgrund der eher geringen Klimaänderungen gibt es keine Hinweise, dass Gras durch andere Futterpflanzen ersetzt werden müsste.

Eine weitere Futterkomponente, die durch den Milchviehalter selbst, d.h. regional erzeugt wird, ist **Mais**. Als Pflanze vom Typ 4 profitiert Mais nicht von erhöhter CO₂-Konzentration, verglichen mit C₃-Pflanzen, da Mais als evolutionär „neue“ Pflanze an eine Atmosphäre mit geringerer CO₂-Konzentration angepasst ist (Easterling et. al. 2007: 282). Die Experten-Workshops verdeutlichen aber, dass die aus den Klimaszenarien ableitbare zunehmende Wärme den Mais begünstigt. Jedoch könne der Mais durch die abnehmenden Niederschläge während der Wachstumsperiode auch Nachteile haben, verglichen mit C₃-Pflanzen jedoch in geringerem Umfang.⁴⁶ Sofern sich die deutlich abnehmenden Frosttage im Winter⁴⁷ auch in einer schnelleren Bodenerwärmung im Frühjahr fortsetzt, ergeben sich damit verbesserte Wachstumsbedingungen für den Maisanbau. Für den frostempfindlichen Mais ist eine Temperatur > 6 °C vorteilhaft. Diese könnte durch den Klimawandel bereits früher im Jahr erreicht werden und damit die Vegetationsperiode früher beginnen (Chmielewski 2007: 77). Durch den Klimawandel vorteilhafte Wachstumsbedingungen könnten eventuell eine Substitution von Soja als Futtermittel ermöglichen und damit die Notwendigkeit für Sojaimporte reduzieren (Schaller/Weigel 2007: 136). Diese positive Entwicklung ist indessen davon abhängig, ob die Flächennutzungskonkurrenz zwischen Bioenergie- und Futtermittelerzeugung fortbesteht oder sogar zunimmt.

Mit zunehmenden Temperaturen geht die Gefahr von Infektionen und Krankheiten, Insektenbefall und Schäden einher (Sussman/Freed 2008: 8). In den Experten-Workshops wurde insbesondere der Maiswurzelbohrer genannt, der Langfristschäden und als Folge eine Eingrenzung des Anbaus von Mais auf einen Drei-Jahres-Zyklus auf dem betroffenen Boden verursacht.⁴⁸ Allerdings befassen sich bisher nur wenige Studien mit den Wechselwirkungen von Klimawandel, Schädlingen und Krankheiten (Easterling et. al. 2007: 285).

Um die kontinuierliche Verfügbarkeit von Futtermitteln zu gewährleisten, werden Gras und Mais zu **Silage** umgewandelt und damit haltbar gemacht. Die Silage-Produktion erfolgt in der Regel in einem sogenannten Fahrsilo oder mittels Silageballen, nur in geringem Maße in den kostenträchtigeren Hochsilos, die einer aufwendigeren Infrastruktur bedürfen. Die beiden hauptsächlich genutzten Verfahren sind sowohl in der Produktion als auch in der Lagerung wetterabhängig, da sie im Freiland erfolgen. Abnehmende Niederschläge in der Metropolregion während der Erntezeit wären damit vorteilhaft. Allerdings sind die ebenfalls im Freien befindlichen Silage-Lager (Fahrsilo oder Silageballen) Extremwetter ausgesetzt. Für die Metropolregion weisen die Klimaszenarien indessen auf eine eher geringe Zunahme von Extremereignissen wie Starkregen⁴⁹ hin.

Neben dem sogenannten Grundfutter aus Eigenerzeugung wird in der Milchwirtschaft proteinreiches **Mischfutter** zugekauft. Der Anteil am gesamten Futteraufkommen beträgt ca. 45 %. Sowohl in der Literatur als auch in den Experten-Workshops werden Auswirkungen durch den Klimawandel auf die Verfügbarkeit und die Preise der Kraftfuttermittel gesehen, insbesondere für die Komponente Soja (Nelson et. al. 2009: 6; Efken et al. 2009: 63.). Allein durch Bevölkerungszunahme, Wohlstandseffekte und Biokraftstoffe wird für Soja ein allgemeiner Anstieg des Weltpreises von bis zu 72 % von 2050 (Basis 2000) prognostiziert. Durch den Klimawandel könnte ein zusätzlicher Preisanstieg von 11 – 14 % erfolgen. Unter Berücksichtigung des CO₂-Düngeeffektes fiel der allgemeine Anstieg allerdings um etwa 10 % geringer aus (Nelson et. al. 2009: 6). Dies zeigt erneut, dass sich Vor- und Nachteile des Klimawandels zum Teil die Waage halten können. In diesem Fall wird allerdings auch deutlich, dass der bestimmende Effekt auf Preis und Verfügbarkeit von anderen gesellschaftlichen Einflussfaktoren als dem Klimawandel ausgeht.

Ein zentraler Ansatzpunkt für das Risiko ist nach Ansicht der Experten die internationale Beschaffung der Futtermittel: Während Getreide auch teilweise innerhalb Deutschlands angebaut

⁴⁶ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁴⁷ Ca. 22 Tage weniger für die Zeitperiode 2036 – 2065 und ca. 32 Tage weniger für die Zeitperiode 2071 – 2100.

⁴⁸ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁴⁹ Für die Zeitperiode 2036 – 2065: + 1 Tag und für 2071 – 2100: + 2 Tage.

wird, erfolgt die Beschaffung von Soja vollständig global.⁵⁰ Hauptmärkte für Futtermittel sind bezogen auf Soja und Mais Argentinien, Brasilien und USA sowie bezogen auf Getreide Ukraine und Russland.⁵¹ Für Soja stellt insbesondere (Nord-)Brasilien ein wichtiger Beschaffungsmarkt dar, weil dort im Gegensatz zu Erzeugerländern wie den USA und Argentinien auch Gentechnik freies Soja angebaut werden.⁵² In der EU sind Lebens- und Futtermittel, die Anteile von gentechnisch veränderten Komponenten oberhalb von 0,9 Prozent enthalten, zu kennzeichnen. Insbesondere in Deutschland wird versucht, diese Kennzeichnung und damit Nachteile beim Kunden zu vermeiden. Aufgrund der wenigen Anbieter wird bereits heute ein höherer Preis für Gentechnik freie Futtermittel bezahlt.⁵³ Die Versorgung mit Soja als wichtigem Eiweißträger ist daher stark von einer spezifischen Region abhängig. Entsprechend der IPCC-Szenarien wird die Region Brasilien allerdings als wenig vom Klimawandel betroffen eingeschätzt. Dennoch besteht das Risiko, dass regionale Extremwetterereignisse oder ökologische Folgen zunehmender Monokulturen zu einer geringeren Verfügbarkeit und schließlich zu höheren Preisen führen könnten.⁵⁴ Während normalerweise Engpässe bei Futtermitteln über den Weltmarkt ausgeglichen werden können,⁵⁵ wäre nach Ansicht der befragten Experten in Bezug auf Soja eine Substitution durch alternative Regionen schwierig. Dies könnte regionale Futtermittelverwender deutlich einschränken.⁵⁶

Pflanzen- und Tierschutz sowie **Veterinärmedizin** stellen einen weiteren relevanten Bereich der Vorproduktion für die Milchwirtschaft dar. Da im Rahmen des Klimawandels mit veränderten Bedingungen für Krankheitserreger und Unkräuter zu rechnen ist, entsteht ein Bedarf an neuen Produkten und Verfahren zur Bekämpfung von Krankheiten bzw. zum Erhalt der Gesundheit von Flora und Fauna. Dies eröffnet Chancen für die pharmazeutische Industrie (Firth/Colley 2006: 19; Heymann 2007: 20) und erzeugt einen zunehmenden Bedarf an veterinär-medizinischen Dienstleistungen. Für die Landwirte erfordert dies einen Lernprozess, um sich auf die neuen Herausforderungen und die angebotenen Lösungen mit ihren Vor- und Nachteilen einzustellen.

Die Verfügbarkeit der Ressource **Wasser** ist von entscheidender Bedeutung für die Land- und Viehwirtschaft. Für die Bereitstellung von Wasser sind örtliche Wasserwerke zuständig. Die Metropolregion verfügt grundsätzlich über eine gute Wasserverfügbarkeit (NMUK 2010). Ein höherer Bedarf an Bewässerung kann allerdings in mittleren Breiten nicht nur durch geringere Niederschläge insbesondere in den Sommermonaten⁵⁷, sondern auch durch längere Vegetationsperioden (Easterling et. al. 2007: 284) oder auch zur Kühlung von Ställen durch steigende Temperaturen in den Sommermonaten⁵⁸ entstehen. Durch länger anhaltende Verbrauchsspitzen könnte die Gefahr flächendeckender Störungen in der Wasserversorgung steigen und die Versorgungssicherheit reduzieren (Firth/Colley 2006: 23; Sussman/Freed 2008: 8). Engpässe werden daher Auswirkungen auf Preise oder sogar die generelle Verfügbarkeit von Wasser haben (Ott/Richter 2008: 14f.). Hierdurch sind Nutzungskonflikte zwischen den Haushalten, Unternehmen und Landwirten als Wasserverwender möglich (Parry 2000: 160; Heymann 2007: 13), die Verfahren des Ausgleichs zwischen den divergierenden Interessen erfordern. Durch die erhöhte Nitratbelastung des Grundwassers insbesondere im Bereich der Metropolregion (BMU/BMELV 2008: 23) kann eine klimabedingte Verknappung des verfügbaren Wassers diese Interessenkonflikte noch verstärken.⁵⁹ Eine anhaltende Verknappung von Grundwasser für die Region erscheint anhand der in der Jahresbilanz eher zunehmenden Niederschlagsrate von 8 % (2050) bis 6 % (2100) eher unwahrscheinlich. Insbesondere die erhöhten Niederschlagsmengen im Winter lassen eine Ergänzung der Grundwasservorräte erwarten.

⁵⁰ Vgl. Workshop 6 vom 27.05.2010.

⁵¹ Vgl. Workshop 6 vom 27.05.2010.

⁵² Vgl. Workshop 6 vom 27.05.2010.

⁵³ Vgl. Workshop 6 vom 27.05.2010.

⁵⁴ Siehe die Ausführungen zu Futtermitteln in Abschnitt 6.3.Sensitivität Fleischwirtschaft (Schwein).

⁵⁵ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010.

⁵⁶ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010 und Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁵⁷ Für die Zeitperiode 2036 – 2065 3 % weniger und die Zeitperiode von 2071 – 2100 17 % weniger.

⁵⁸ Zunahme der Sommertage für die Zeitperiode 2036 – 2065 um ca. 8 Tage und für die Zeitperiode 2071 – 2100 um ca. 16 Tage.

⁵⁹ Dieses betrifft z.B. den Fall, dass Grundwasser aus nitratbelasteten geringeren Tiefen entnommen werden muss, weil tiefere Schichten durch die größere Nachfrage Kapazitätsgrenzen erreichen.

In bestimmten Regionen des Grünlandgürtels wie der Wesermarsch kann durch die geographische Lage jedoch ein Bewässerungsproblem entstehen, sofern sich durch den Anstieg des Meeresspiegels die Brackwasserzone der Weser weiter in das Binnenland verlagert und dadurch eine Versalzung des Gewässersystems der Wesermarsch erfolgt. Die befragten Experten wiesen darauf hin, dass in diesem Fall das Vieh nicht mehr auf der Weide getränkt werden könnte, weil der Salzgehalt des Oberflächenwassers zu hoch sei.⁶⁰

Zur Sensitivität von **Mischfuttermittel** gegenüber dem Klimawandel kann aufgrund vergleichbarer Rahmenbedingungen auf die Ausführungen in der Vulnerabilitätsanalyse zu den Wertschöpfungsketten Geflügel- und Schweinefleisch verwiesen werden (Akamp/Schattke 2011: 22ff.).

Die Experten-Workshops mit regionalen Akteuren haben verdeutlicht, dass die Metropolregion zusätzlich zur Veredelungswirtschaft über eine große Anzahl von Unternehmen des **Maschinen- und Anlagenbaus** für den landwirtschaftlichen Sektor verfügt; sie sind teilweise Weltmarktführer in ihrem Marktsegment.⁶¹ Maschinenbau und Stalleinrichter sind wichtige Investitionsgutlieferanten der Land- und Viehwirtschaft und im Nordwesten Deutschlands auch stark mit der Region verbunden. Der Aufbau der Unternehmen ging häufig mit der Entwicklung der regionalen Vieh- und Veredelungswirtschaft einher. Für die international tätigen Unternehmen unter ihnen entstehen durch den Klimawandel neue Geschäftsfelder durch weltweit zunehmenden Bedarf an Technik zur Klimaanpassung. Durch vorhandene Produkte in neuen (klimabetroffenen) Absatzregionen oder durch neue (klimaangepasste) Produkte in vorhandenen Absatzregionen eröffnen sich neue Marktchancen für diese Unternehmen. Für Unternehmen mit eher regionaler Ausrichtung ihrer Geschäftstätigkeit ist durch die eher geringe regionale Klimaänderung keine gravierende Entwertung ihrer Produkttechnologien zu befürchten.

4.3.2. Produktion: Milcherzeugung

Die **Milcherzeugung** erfolgt in der Metropolregion weitgehend in bäuerlichen Betrieben, d.h. nicht in industriell-gewerblicher Organisationsform, wie dies z.B. in der Geflügelwirtschaft häufig der Fall ist. Wie bereits im Abschnitt Vorproduktion aufgezeigt wurde, ist die Milcherzeugung mit der lokalen Grünlandbewirtschaftung verkoppelt. Betriebe, die ausschließlich Futtermittel zukaufen und keinen Anteil selbst erzeugen, sind kaum vorhanden. Damit ist die Milchwirtschaft wesentlich stärker als die anderen Wertschöpfungsketten der Ernährungswirtschaft mit der Region und den dortigen Klimaänderungen verbunden, weist dafür aber eine geringere Abhängigkeit vom Weltmarkt und von sich gegebenenfalls verteuernenden Futtermitteln auf.⁶² Negative oder positive Auswirkungen des Klimawandels auf die Metropolregion haben damit direkte Folgen für die Milchwirtschaft, während Klimaeffekte in anderen Regionen nur teilweise auf die Milchwirtschaft der Metropolregion zurückwirken. Von einem Risikofaktor natürlicher Bedingungen für die Milchwirtschaft (Isermeyer 2001: 9.) kann aber nur eingeschränkt gesprochen werden, denn diese Aussage ist abhängig von den jeweiligen lokalen Klimaänderungen und den Klima(folge)wirkungen entlang der Wertschöpfungskette. Sicher ist aber, dass durch die starke Abhängigkeit von lokalen (natürlichen) Bedingungen die Planungssicherheit im Vergleich zu anderen Wertschöpfungsketten tendenziell geringer ist, da von den Witterungsbedingungen eines Jahres nicht auf die des folgenden geschlossen werden kann (Heymann 2007: 13) und bei Missernten spontan Futtermittel aus einer anderen Region bzw. Quelle zugekauft werden muss.

Kennzeichen der Milchviehhaltung ist daher ein hoher Grad an lokaler Selbstversorgung.⁶³ In den Experten-Workshops wurde der Anteil regionaler Futterzeugung am Energiebedarf der Milchkühe auf ca. 55 % geschätzt.⁶⁴ Als Richtwert des Verhältnisses von Grund- zu Misch-/Krafftutter an der

⁶⁰ Vgl. Workshop 4 vom 19.05.2010.

⁶¹ Beispielhaft hierfür können die Firmen Big Dutchman (Anlagenbau Stalleinrichtungen Geflügel, Schwein und Fisch, Vechta), Amazone (Landmaschinentechnik, Hude) oder Arntjen (Anlagenbau Stalleinrichtungen Milcherzeugung, Rastede) genannt werden.

⁶² Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010 und Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁶³ Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁶⁴ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010.

Gesamtration wird 50:50 % angenommen (Weiß 2005: 285). Genaue statistische Daten liegen nicht vor, da die jeweilige Rationierung von Futtermitteln lokal unterschiedlich erfolgt. Zusätzlich zum Grundfutter wird proteinreiches Misch-/Kraffutter eingesetzt, das Bestandteile aus Soja, Raps oder vergleichbaren Eiweißträgern enthält.⁶⁵ Die Diskussion klimabezogener Wirkungen auf das Grund- und das Mischfutter ist bereits im Abschnitt Vorproduktion erfolgt.

Die Milchleistung (Menge und Qualität) wird insbesondere durch die Umgebungstemperaturen, die Luftfeuchtigkeit und die Wahl und Qualität der Futtermittel beeinflusst (Fahr 2003: 117; Sussman/Freed 2008: 8). Rinder haben eine hohe Kältetoleranz. Bei Umgebungstemperaturen ab ca. -5 °C geht die Milchleistung leicht, ab -15 °C deutlicher zurück (Fahr 2003: 117f.). Gegenüber höheren Temperaturen ist das Vieh hingegen deutlich empfindlicher, sie führen zu verringerter physischer Aktivität sowie zu verringerter Futteraufnahme (Easterling et. al. 2007: 287; UKCIP 2009: 11f.; Parry 2000: 166). Dadurch sinkt die Milchleistung. Dies tritt bereits ein, wenn die Umgebungstemperaturen von 22 – 25 °C überschritten werden (Johnson 1987, zitiert nach Fischer et. al. 2005: 5). Auch in den Experten-Workshops wurde die Temperaturempfindlichkeit der Milchkühe betont, die zu einem Absinken der Milchleistung bei höheren Temperaturen führe.⁶⁶

Als Indikator für die Wirkung von Temperatur und Feuchtigkeit auf Milchvieh wird der Temperature Humidity Index (THI) verwendet. Anhand des THI werden u.a. Anforderungen zur Kühlung des Tieres bestimmt, um den Leistung mindernden Hitzestress zu vermeiden (Zimbelman et. al. 2009: 158). Der THI wird berechnet anhand der folgenden Formel von Lufttemperatur und relativer Luftfeuchtigkeit:

$$THI = (\text{Trockentemperatur}) + (0.36 \times \text{Taupunkttemperatur}) + 41.2$$

Während bisher ein kritischer THI von 72 angenommen wird (Schaller/Weigel 2007: 137), zeigen Untersuchungen von Zimbelman et. al., dass Verluste in der Milchleistung bei Holsteiner Rindern, die mehr als 35 kg Milch/Tag erzeugen, bereits ab einem THI größer 65 eintreten können. Der durchschnittliche Verlust bei einem Anstieg des THI von 65 auf 73 beträgt hierbei 2,2 kg Milch/Tag (Zimbelman et. al. 2009: 166). Ein ähnliches Ergebnis führen Tardone et. al. an, die bei erstkalbenden Rindern eine Verringerung der Milchproduktion um 2,2 Liter Milch/Tag je 1 °C Zunahme der rektalen Temperatur über die normale Körpertemperatur hinaus festgestellt haben (Tardone 1992, zitiert nach: Fischer et. al. 2005: 5). Im Jahrhundertssommer 2003 führte Hitze und Trockenheit in Brandenburg zeitweise zu einer reduzierten Milchleistung von ca. 10 % (Fischer et. al. 2005: 4).

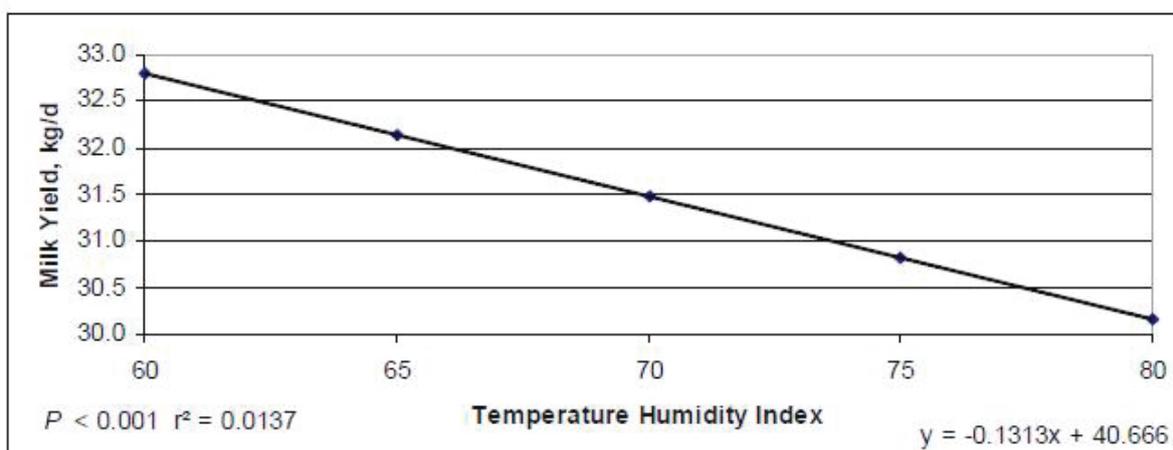


Abbildung 7: Effekt eines steigenden THI auf die Milchleistung von Holsteiner Rindern (Quelle: Zimbelman et. al. 2009: 165)

Ein kritischer THI von 72 wird bei hoher Luftfeuchtigkeit bereits bei Temperaturen größer 20 °C

⁶⁵ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁶⁶ Workshop 3 vom 12.05.2010 und Workshop 6 vom 27.05.2010.

erreicht (Schaller/Weigel 2007: 137). Folgt man den Erkenntnissen von Zimbelman, könnte ein kritischer THI bereits bei niedrigeren Temperaturen erreicht werden. Eine zunehmende Jahresmitteltemperatur und Anzahl von Sommertagen⁶⁷ lassen daher in der Metropolregion eine Verschlechterung der klimatischen Bedingungen für die Milcherzeugung erkennen. Da für die Zeitperiode 2036 – 2065 ein moderater Rückgang der sommerlichen Niederschläge um ca. 3 % angenommen wird, scheint das maritim-feuchte Klima erhalten zu bleiben und damit die zunehmende Temperatur den THI negativ zu beeinflussen. Der deutlichere Rückgang der sommerlichen Niederschläge für die spätere Zeitperiode 2071 – 2100 um ca. 17 % könnte hingegen eine entlastende Wirkung entfalten. Positive Auswirkungen auf die klimatischen Bedingungen der Milcherzeugung könnte hingegen der wärmere Winter⁶⁸ haben.

Nach Einschätzung der befragten Experten ist unter den hiesigen klimatischen Bedingungen ein Temperaturbereich von 4 – 16 °C für die Milcherzeugung vorteilhaft. Höhere Temperaturen zeigten sich auch in einem Rückgang des Protein- und Fettgehalts der Milch.⁶⁹ Fischer und Werner weisen auf folgende Veränderungen der Milchqualität und der -inhaltsstoffe durch Hitzestress hin (Fischer/Werner 2008):

- niedrigerer Eiweißgehalt,
- Verringerung der Fettprozentage,
- Veränderung des Fettsäuremusters,
- Erhöhung der Leukozyten,
- Senkung der Laktosekonzentration und
- verringerte Gehalte an Kalzium, Phosphor und Magnesium.

Eine Zunahme der Umgebungstemperatur führt ferner zu einem verstärkten Wasserbedarf für die Tiere. Rath et. al. führen eine Verdreifachung des Wasserbedarfs bei einer Zunahme der Temperatur von 15 auf 38 °C an (Rath et. al. 1994, zitiert nach Schaller/Weigel 2007: 138).

Die Zunahme der Temperatur könnte im Bereich der Milchwirtschaft einen doppelten Effekt auf die Milcherzeugung haben: Durch häufigere Hitzeperioden können sowohl das Temperaturoptimum für die Rinder beeinträchtigt als auch die Qualität des Grünfutters verringert werden. Die Ausführungen im Abschnitt Vorproduktion lassen die negativen Effekte auf die Pflanze indessen eher geringer erscheinen als die auf das Tier.

Milchkühe werden in der Metropolregion weitgehend in offenen Ställen, saisonal aber auch temporär im Freiland gehalten. Nach Ansicht der befragten Experten ist hierdurch eine – im Vergleich z.B. zur Geflügelwirtschaft – höhere Exposition gegenüber Krankheitserregern vorhanden.⁷⁰ Krankheiten, die bisher nur in anderen Regionen auftreten wie die Blauzungenkrankheit, können durch den Klimawandel auch in mittleren Breiten günstige Umweltbedingungen vorfinden (Easterling et. al. 2007: 283). Das steigende Risiko für Unkräuter, Parasiten und Krankheitserreger geht nach Ansicht der befragten Experten von verschiedenen Einflussfaktoren aus:⁷¹ (1) durch bessere Umweltbedingungen für bereits regional vorhandene Erreger von Krankheiten (z.B. Euterentzündungen, Klauenerkrankungen), (2) durch Schädlinge, die in die Region einwandern wie bestimmte Arten von Mücken oder Käfern sowie Viren oder Bakterien und (3) durch eine Verhaltensänderung vorhandener Schädlinge: z.B. von Schadinsekten, die sich bei Trockenheit auf der Suche nach Wasser eher in der Nähe von Ställen aufhalten und dort Krankheiten übertragen können. Erreger können sowohl über die Luft, das Wasser als auch über Futtermittel und durch Kontakte mit Mensch und Tier übertragen werden. Hygiene, hohe Sicherheitsstandards und Impfungen seien daher wichtige Präventionsmaßnahmen.⁷²

⁶⁷ In der Zeitperiode 2036 – 2065 Zunahme der Sommertage um ca. 8 Tage (bei insgesamt verbleibenden ca. 27 Tagen) und in der Zeitperiode 2071 – 2100 um ca. 16 Tage (bei insgesamt verbleibenden ca. 34 Tagen).

⁶⁸ In der Zeitperiode 2036 – 2065 Abnahme der Frosttage um ca. 22 Tage (bei insgesamt verbleibenden ca. 34 Tagen) und in der Zeitperiode 2071 – 2100 um ca. 32 Tage (bei insgesamt verbleibenden ca. 24 Tagen).

⁶⁹ Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁷⁰ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010 und Workshop 4 vom 19.05.2010.

⁷¹ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010 und Workshop 6 vom 27.05.2010.

⁷² Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010 und Workshop 4 vom 19.05.2010.

Studien aus England zeigen einen direkten Zusammenhang zwischen Temperatur, Kontamination von Vieh und dem Auftreten von Lebensmittelvergiftungen (DEFRA 2000, zitiert nach Schaller/Weigel 2007: 139). Die Gefahr von Erkrankungen und Seuchen durch veränderte klimatische Bedingungen wird nach Ansicht der Experten in der öffentlichen Diskussion bisher eher unterschätzt. Hygiene, Krankheits- und Seuchenprävention seien zudem in der Milcherzeugung weniger gut steuerbar und würden im Vergleich zur Geflügelwirtschaft, die über eine industrialisierte Produktionstechnik, weitgehend geschlossene Stallsysteme und standardisierte (z.T. auch zertifizierte) Verfahren zur Seuchenprävention verfüge, weniger effektiv praktiziert.⁷³ Auch Fischer et. al. weisen auf erhebliche Milchhygieneprobleme bei hohen Umgebungstemperaturen hin (Fischer et. al. 2005: 6). Als mögliche Einflussfaktoren kommen der Staub- und Keimgehalt in der Stallluft, die Reinigung des Euters, die Reinigung der Melkanlage und der Lagerbehälter, die Milchkühlung und ihre Temperaturführung sowie die Art und Dauer der Milchlagerung in Betracht (Fahr 2003: 120f.). Für die Milchwirtschaft besteht daher eine wesentliche Herausforderung darin, die bisher naturnahe Milcherzeugung gegen Klimarisiken abzusichern, ohne industrialisierte Produktionsformen wie z.B. in der Geflügelwirtschaft einzuführen.

Die Milchleistung steht gegenwärtig im Mittelpunkt der Züchtung von Milchkühen. Diesem Züchtungsziel werden andere Eigenschaften des Rindes wie die Robustheit z.B. gegen Krankheiten oder Witterungsbedingungen untergeordnet. Mehrere der befragten Experten wiesen darauf hin, dass die Fokussierung auf eine hohe Milchleistung das Rind anfälliger gegenüber externen Umwelteinflüssen mache.⁷⁴ Mit einer abnehmenden Robustheit steige auch die Gefahr, dass sich veränderte klimatische Bedingungen und zunehmende Risiken durch Krankheiten negativ auf die Milchkühe auswirkten.

Die Milch in Niedersachsen wird nahezu vollständig an die Molkereien geliefert, wie die folgende Abbildung 8 zeigt. Es erfolgt nahezu keine eigene Weiterverarbeitung (z.B. Käseherstellung). Die Milcherzeuger sind daher direkt von den Molkereien und ihren Absatzkonditionen – vor allem dem Preis – abhängig.

Tab. 1: Milcherzeugung und Milchverwendung auf den Höfen der Ernteberichterstätter

Milcherzeugung und Milchverwendung in den Betrieben der Berichterstätter	Meldebetriebe				Milchverwendung der Meldebetriebe (prozentuale Verteilung)				
	Mel-	Kühe pro	Milchkühe	Monatsmilch -	an Molkereien	verfüttert	Im Haushalt		Direktver-
	dungen	Betrieb	zus.	leistung			frisch verbr.	verarbeitet	
Anzahl	Kühe	ko/Kuh und Monat			%				
				Am 30. Juni 2008					
Kammer Hannover	254	67	16 945	686	98,36	1,41	0,16	0,01	0,06
Kammer Weser - Ems	199	66	13 090	705	98,09	1,72	0,18	0,00	0,01
Niedersachsen	453	66	30 035	694	98,24	1,55	0,17	0,00	0,04
				Am 31. Dezember 2008					
Kammer Hannover	228	64	14 588	665	98,13	1,62	0,17	0,01	0,07
Kammer Weser - Ems	182	66	11 941	683	97,66	2,11	0,17	0,00	0,06
Niedersachsen	410	65	26 529	673	97,92	1,85	0,17	0,00	0,06
				Am 30. Juni 2009					
Kammer Hannover	243	73	17 638	701	98,36	1,33	0,15	0,01	0,15
Kammer Weser - Ems	192	70	13 484	713	98,24	1,58	0,17	0,00	0,01
Niedersachsen	435	72	31 122	706	98,31	1,44	0,16	0,00	0,09

Abbildung 8: Milcherzeugung und Milchverwendung (Quelle: LSKN 2009)

Bei der Milcherzeugung fallen als Nebenprodukte Exkremete (flüssiger Mist bzw. Gülle) an. Exkremete werden als natürlicher Dünger auf die Weide- und Ackerflächen aufgetragen. Aufgrund der intensiven Viehwirtschaft stellt die Metropolregion eine Überschussregion für tierische Nährstoffe dar, d.h. es werden mehr Exkremete produziert als von den Weide- und Ackerflächen aufgenommen werden können.⁷⁵ Eine lokale Verwertung der Gülle ist erforderlich, da diese aufgrund des hohen Wasseranteils als wenig transportwürdig eingestuft wird.⁷⁶ Die sich verlängernde Vegetationsperiode im Zuge des Klimawandels in der Region ist vorteilhaft, um Exkremete als natürlichen Dünger zu verwerten. Ein milderer Winter verringert zudem die Wahrscheinlichkeit, dass ein gefrorener Boden ein Ausbringen des Düngers verhindert.

⁷³ Workshop 6 vom 27.05.2010.

⁷⁴ Workshop 6 vom 27.05.2010.

⁷⁵ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁷⁶ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010 und Workshop 6 vom 27.05.2010.

Andererseits können spürbare Folgen des Klimawandels den politisch-gesellschaftlichen Druck auf die Landwirtschaft deutlich erhöhen, Reststoffe mit klimaschädlicher Wirkung wie Ammoniak aus Gülle (NH₃) oder Methan (CH₄) zu reduzieren.

Infrastruktur: Milchvieh wird in der Metropolregion hauptsächlich in Offenställen gehalten, in denen die für den THI relevanten Faktoren Lufttemperatur und -feuchtigkeit nur eingeschränkt beeinflusst werden können. Viele der in den 1980er Jahren eingeführten ehemals geschlossenen Boxenlaufställe sind nachträglich zu offenen Ställen umgerüstet worden, um die klimatischen Bedingungen für die Tiere zu verbessern („Kuh-Komfort“). Wie die Expertengespräche zeigten, ist dies auch aus Kostengründen erfolgt, da ein offener Stall keiner zusätzlichen Belüftung bedarf.⁷⁷ Aber bereits bei heutigen Hitzeperioden ist nach Expertensicht ein höherer Kühlungsbedarf erforderlich, als ihn viele Ställe gewährleisten können.⁷⁸ Gerade für die Milcherzeugung können Klimaänderungen daher zu höheren Investitions- und Betriebskosten führen: „Impacts will probably be minor for intensive livestock systems (e.g. confined dairy, poultry and pig systems) because climate is controlled to some degree. Climate change may, however, affect requirements for insulation and air-conditioning and thus increase housing expenses in different regions.“ (Parry 2000: 166). Nicht nur der Klimawandel, sondern auch die zunehmende Automatisierung wie der Einsatz von Melkrobotern kann die Bindung der Tiere an den Stall erhöhen und damit einen erhöhten Klimatisierungsbedarf auslösen.⁷⁹ Erkennbar ist, dass durch den Klimawandel die Anforderungen an die Tierhaltung steigen werden und damit der Gegensatz zwischen naturnaher Weidehaltung und vollständiger Einstallung zunimmt.

Die Stallgebäude selbst sind Extremwetterereignissen ausgesetzt (Sussman/Freed 2008: 8). Die erhöhte Sonneneinstrahlung kann für Milchkühe in Weidehaltung Beschattungsmöglichkeiten erforderlich machen. In Regionen mit intensiver Milchwirtschaft wie der Wesermarsch sind natürliche Schattenspender wie Bäume wenig vorhanden.

Obwohl in der Landwirtschaft die **Arbeitsplätze** teilweise mit Klimatisierung (z.B. Traktoren mit Klimaanlage) ausgestattet oder geschützt in Gebäuden/Ställen angesiedelt sind, werden die Arbeitsplatz- und Produktionsbedingungen (Arbeitsumwelt) vom Klimawandel betroffen sein. Entweder durch eine sinkende Arbeitsproduktivität bei Extremtemperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit (Ott/Richter 2008: 14f.), durch zunehmende Einstrahlung von Sonnenlicht bei der Arbeit im Freien oder durch zusätzliche Anforderungen an das Wissen des Personals im Umgang mit veränderten klimatischen Bedingungen (Firth/Colley 2006: 15). Alle genannten Einflüsse auf die Arbeitsbedingungen sind für die Metropolregion relevant.

4.3.3. Milchverarbeitung und Logistik

Milch ist nur begrenzt lagerungsfähig, daher ist eine kontinuierliche Verarbeitung erforderlich (von Lengerken et. al. 2003: 526). Diese Anforderung beginnt mit der **Lagerung** nach dem Melken: Die Milch muss beim Landwirt auf etwa 4° C gekühlt werden, um einen Anstieg der Keimzahl zu vermeiden (Weiß 2005: 343).⁸⁰ Hygiene ist sowohl bei der Lagerung als auch beim **Transport** der Milch sehr wichtig.⁸¹ Aufgrund der Verderblichkeit der Rohmilch wird diese innerhalb weniger Tage beim Landwirt abgeholt (Frentrup 2008: 78). Entsprechend der maximalen Lagerkapazität beim Landwirt erfolgt dies in der Regel alle zwei Tage.⁸² Durch die zunehmende Zentralisierung der Verarbeitung bzw. die abnehmende Zahl an Molkereistandorten steigt die Transportentfernung vom jeweiligen Milchbauern zur Molkerei. Nach Ansicht der Experten beträgt heute eine übliche Transportentfernung 100 bis 150 km.⁸³ Eine weitere Zunahme der Entfernung zur Molkerei ist wegen der weiteren Konzentration auf große Standorte wahrscheinlich.⁸⁴ Wie die Experten-Workshops aufzeigten, ist die in der Metropolregion angenommene Temperaturerhöhung nicht systemkritisch für die Lagerung und den Transport von Milch.

⁷⁷ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁷⁸ Vgl. Workshop 4 vom 19.05.2010.

⁷⁹ Vgl. Workshop 6 vom 27.05.2010.

⁸⁰ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁸¹ Vgl. Workshop 6 vom 27.05.2010.

⁸² Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁸³ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁸⁴ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

Allerdings werden die Kosten für die Kühlung der Milch ansteigen. Bei zunehmender Häufigkeit von Extremwetterereignissen können jedoch Logistik- und Distributionsinfrastrukturen beeinträchtigt werden und zu Lieferverzögerungen führen (FAO 2009: 11). Dieses wäre bei einem Produkt, dessen Kühlkette sichergestellt werden muss, problematisch.

Die **Verarbeitung** der Milch erfolgt in Molkereien. Milchverarbeitende Betriebe „sind Teile eines Milchunternehmens, die alle Produktionsanlagen der Milchbe- und -verarbeitung, von der Milchannahme bis zur Abgabe der Fertigprodukte umfassen“ (Spreer 2005: 21f.). Die Produktionsanlagen dienen der Vorbereitung und Bereitstellung von Rohstoffen sowie der Be- und Verarbeitung der Rohstoffe nach bestimmten Verfahren, bei denen Zwischen-, Neben- und Endprodukte entstehen (Spreer 2005: 22). Prozessschritte der Milchbearbeitung sind die Lagerung (Vor stapeln), das Reinigen, das Entrahmen, das Homogenisieren, die Standardisierung des Fett- und Proteingehalts sowie die Wärmebehandlung zur Haltbarkeitsverlängerung. Der Milchbearbeitung folgt die Produktverpackung bzw. -abfüllung. Molkereiprodukte sind neben Milch auch Käse, Butter oder auch Speiseeis. Zur Herstellung dieser Produkte schließen sich der Milchbearbeitung weitere Prozessschritte an (Spreer 2005: 255ff.), die hier nicht näher vertieft werden.

Nach Einschätzung der befragten Experten ist für die Milchverarbeitung als „technischem System“ von keinen wesentlichen Einwirkungen durch den Klimawandel in der Region auszugehen. Dies kennzeichnet die folgende Aussage sehr anschaulich: „Ob das jetzt im Käselager einen Einfluss hat oder in der Lagerung, dass es 2° C wärmer ist im Schnitt. Ich glaube, das ist eher marginal. Da haben andere Faktoren eine viel größere Bedeutung.“⁸⁵ Ein möglicher Ansatzpunkt könnte allerdings ein höherer Energieverbrauch durch zunehmende Anforderungen an Kühlung und Hygiene sein.⁸⁶ Mit höheren Temperaturen geht eine größere Aktivität von Keimen einher, die durch Kühlung und Reinigung/Desinfektion verringert werden muss.

Bei der Milchverarbeitung wird in großem Maße Wasser eingesetzt. Der Bedarf beträgt zwischen 0,6 und 5 m³ Wasser pro erzeugter Tonne Milch (Spreer 2005: 733). Das Wasser wird zur Produktion, zur Kühlung, zur Dampferzeugung und zur Reinigung verwendet. Die Milchverarbeitung ist daher von einer kontinuierlichen Versorgung mit Frischwasser abhängig. Durch längere Hitzeperioden könnte die Verfügbarkeit von Wasser temporär eingeschränkt sein und längerfristig der Preis von Wasser ansteigen. Eine anhaltende Verknappung von Grundwasser für die Region erscheint anhand der in der Jahresbilanz eher zunehmenden Niederschlagsrate von 8 % (2050) bis 6 % (2100) aber eher unwahrscheinlich.

Höhere Einstandspreise für Nahrungsmittelrohstoffe als Folge des Klimawandels werden als Risiko für Unternehmen genannt (Heymann 2007: 19). Der Rohstoff Milch stammt aufgrund der Logistikrestriktionen weitgehend aus der Metropolregion selbst. Daher kann in diesem Fall das klimabedingte Risiko von Preissteigerungen als niedrig angesehen werden. Aufgrund der stärkeren Marktposition der Molkereien gegenüber den Milchbauern wäre ein steigender Abnahmepreis für Rohmilch nur eingeschränkt durchsetzbar. Der Milchlieferstopp im Jahre 2009 hat in den Regalen des Lebensmitteleinzelhandels kaum zu einer Verknappung des Angebotes an Frischmilchprodukten geführt (Fahlbusch et al. 2009: 48).

Auch Extremwetter bedingte Unterbrechungen bei Strom, Wasser und Kanalisation werden als Risiko für Produktionsprozesse gesehen (UKCIP 2009: 11f.). Dies könnte auch in der Milchverarbeitung der Fall sein, allerdings wird für die Metropolregion eher von einer geringeren Zunahme entsprechender Ereignisse ausgegangen.

Produktionsanlagen sind langfristige Investitionen. Entsprechende langfristige Entscheidungen binden daher das Unternehmen an eine bestimmte Infrastruktur und Technologie und sind daher auch auf klimabezogene Risiken zu bewerten (Sussman/Freed 2008: 17). Gebäude und Infrastruktur sind z.B. Extremwetterereignissen ausgesetzt. Es ist nicht erkennbar, dass eine Integration von Klimaveränderungen in Planungs- und Entscheidungsprozesse bisher

⁸⁵ Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁸⁶ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010.

systematisch erfolgt. Einen ersten Impuls in Richtung einer stärkeren Einbeziehung in Planungsprozesse könnten die Versicherungswirtschaft durch steigende Versicherungsprämien für risikoreiche Regionen oder erhöhte Anforderungen an Vorsorgemaßnahmen geben (Parry 2000: 172).

Die Arbeitsplatz- und Produktionsbedingungen von Unternehmen können entweder durch eine sinkende Arbeitsproduktivität bei Extremtemperaturen oder durch erhöhte Luftfeuchtigkeit betroffen sein (UKCIP 2009: 11f.; Ott/Richter 2008: 14f.) Dies gilt auch für Milch verarbeitende Unternehmen, wie z.B. in der Wärmebehandlung zur Konservierung.

Insbesondere für den Export erzeugen Molkereien Milchpulver. Nach Auffassung der Experten könnte die Produktion von Milchpulver an Bedeutung gewinnen, wenn die Molkereien der Region stärker international exportieren, um klimabedingte „Angebotslücken“ z.B. von Neuseeland (Weltmarktführer) und Australien zu schließen. Dies wäre eine Chance für die regionale Milchwirtschaft, allerdings ist für die Produktion von Milchpulver ein relativ hoher Energieaufwand notwendig.⁸⁷ Das Beispiel Milchpulver zeigt, dass sich durch den Klimawandel veränderte Wettbewerbskonstellationen ergeben können, die positiv für die Metropolregion wirken, da sie im Vergleich zu anderen internationalen Regionen der Land- und Viehwirtschaft komparative Wettbewerbsvorteile durch den Klimawandel erhält. Ein Ausschöpfen dieser möglichen Vorteile könnte jedoch zu einer weiteren Intensivierung der Milcherzeugung in der Metropolregion führen.

4.3.4. Handel und Konsum

Der LEH und insbesondere die großen Lebensmittelketten sind die zentralen Koordinatoren in der Wertschöpfungskette Milch. Diese bedeutende Rolle wurde seitens der Experten durchgehend bestätigt. Durch ihre Einkaufspolitik steuert der LEH Angebot und Nachfrage in der Milchwirtschaft und bestimmt den Preis für Milchprodukte.

Heymann beschreibt als allgemeine Herausforderung des Groß- und Einzelhandels durch den Klimawandel die verstärkten Preisschwankungen oder auch -steigerungen (Heymann 2007: 23). Für den Handel sind neben den Preisen aber auch die Verlässlichkeit und Qualität der Lieferung von Lebensmittel durch die Nahrungsmittelproduzenten wichtig. Beide Aspekte könnten durch den Klimawandel eingeschränkt sein (Sussman/Freed 2008: 8), wenn durch Trockenheitsperioden oder Extremwetterereignisse die lokale Produktion oder die Qualität von Milch reduziert würde. Insbesondere bei Milchprodukten handelt es sich vorrangig um „Frischeprodukte“, die in einem sehr begrenzten Gebiet gehandelt werden.⁸⁸ Aufgrund der eher begrenzten Klimaänderungen in der Region gibt es allerdings keine Hinweise, dass regional erzeugte Milchprodukte in ihrer Verfügbarkeit oder Qualität deutlich eingeschränkt sein werden. Aber auch wenn dieser Fall eintreten sollte, wäre eine regionale Verknappung für den LEH ohne gravierende Auswirkungen, wie der Milchlieferstopp 2009 zeigte, der zu keiner wesentlichen Verknappung des Angebotes von Milchprodukten führte: „Nicht unterschätzt werden sollten auch die Einfuhren von Frischmilch aus den europäischen Nachbarländern; hier könnte man (durch den Milchlieferstopp; MM) sogar von einer gelungenen Generalprobe für die logistischen Herausforderungen des grenzübergreifenden Frischmilchhandels sprechen“ (Fahlbusch et al. 2009: 48).

Der LEH beschafft seine Waren weltweit, wie gerade die globale Beschaffung von zum Teil knappen Bio-Lebensmitteln zeigt. Dies birgt einerseits Risiken, da sich hierdurch auch internationale Klimaprobleme auf die Beschaffung auswirken können. Andererseits bestehen durch die internationale Beschaffung auch Substitutionsmöglichkeiten, sofern Engpässe in einer bisherigen Beschaffungsregion entstehen. Die Expertengespräche zeigen deutlich, dass aufgrund des harten Wettbewerbs im LEH höhere Kosten z.B. durch den Klimawandel – zu mindestens aus der aktuellen Perspektive – kaum an die Verbraucher weitergegeben werden können. Wenn höhere Kosten erwartet werden, entsteht vielmehr ein größerer Druck auf die Wertschöpfungskette, noch produktiver zu werden und die steigenden Kosten zu kompensieren.

⁸⁷ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁸⁸ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010.

Ein verschärfter Preis- und Margendruck wird an die nächst schwächere Stufe weitergegeben – das ist die Primärproduktion (Beckhove 2008: 62). Zumindest in Deutschland ist die Zahlungsbereitschaft der Konsumenten für Lebensmittel eher gering, stellt aber den entscheidenden Einflussfaktor für die Ausrichtung der Wertschöpfungskette dar.⁸⁹ Einzelne Experten weisen darauf hin, dass sich Verbraucherpräferenzen durch eine längere Debatte über den Klimawandel auch ändern können und damit die Zahlungsbereitschaft steigen könnte.⁹⁰

Bei höheren Temperaturen in den Sommermonaten können auch die Einkaufsbedingungen für die Konsumenten mit einer höheren physischen Belastung verbunden sein, so dass der Wunsch nach einer stärkeren Klimatisierung der Verkaufsstätten oder nach längeren Öffnungszeiten z.B. in spätere Abendstunden entstehen kann.

Untersuchungen in England von 1995 zeigen, dass bei starker Wärme die allgemeine Nachfrage nach Produkten sinkt, da Konsumenten weniger Einkaufen gehen und hierbei weniger ausgeben, wogegen die Nachfrage nach Frischeprodukten wie Obst und Gemüse eher steigt (UEA 1995). Im Rahmen der Experten-Workshops wurde eine steigende Nachfrage nach Getränken und Speiseeis genannt, von der die Milchwirtschaft profitieren könnte.

Eine erhöhte Nachfrage nach Milchprodukten weltweit könnte sich steigernd auf die Verbraucherpreise auswirken: „In den letzten zwei Jahren ist deutlich geworden, welche fundamentale Bedeutung die Weltmärkte für die Inlandspreise der EU haben. Diese Bedeutung ist keineswegs neu, sie ist vielmehr der Tatsache geschuldet, dass die EU netto zwischen 7 % und 50 % der wichtigsten Milchprodukte, entsprechend 8 – 9 % ihrer produzierten Milchmenge, exportiert“ (Fahlbusch et al. 2009: 43). Nimmt die globale Nachfrage nach Milchprodukten – insbesondere in den nach westlichem Lebensstandard strebenden Schwellenländern – zu, dann kann dies zu höheren Verbraucherpreisen führen. Nimmt zugleich die Milcherzeugung in den klassischen Milchexportländern wie Neuseeland und Australien klimabedingt ab, so kann ein weiterer Preisimpuls entstehen, der sich auf die inländischen Verbraucherpreise negativ, aber auf die Erzeugerpreise positiv auswirkt.

4.3.5. Wertschöpfungskettenübergreifendes Fazit

Betrachtet man die Wertschöpfungskette Milch in ihrer Gesamtheit, so lässt sich zusammenfassend feststellen, dass ausgehend von der Vorproduktion und Produktion die unmittelbare Betroffenheit/Sensitivität gegenüber naturräumlichen Klimawirkungen entlang der Wertschöpfungskette ab- und die Flexibilität, auf naturräumliche Klimaänderungen zu reagieren, zunimmt. Die stärkste Betroffenheit ist im Bereich der Vorproduktion und Produktion vorhanden (Vgl. auch Chegini 2005: 25).

4.4. Anpassungskapazität

Die Anpassungskapazität der Wertschöpfungskette Milchwirtschaft wird in diesem Abschnitt anhand der vier Kategorien (1) Natürliche Anpassungskapazität, (2) Anpassungswissen, (3) Anpassungsmöglichkeiten und (4) Anpassungsbereitschaft untersucht.⁹¹ Basis dieser Untersuchung sind die Erkenntnisse der Sensitivitätsanalyse aus Abschnitt 4.3. Zunächst erfolgt eine Betrachtung übergeordneter sozioökonomischer Einflüsse auf die Anpassungskapazität der Wertschöpfungskette, bevor anschließend die jeweiligen Stufen der Wertschöpfungskette näher untersucht werden.

Obwohl der Klimawandel primär naturräumliche Wirkungen entfaltet, werden sozioökonomische Einflussgrößen in ihren Folgewirkungen für die Ernährungswirtschaft bedeutsamer eingeschätzt als die direkten naturräumlichen: „Second, the magnitude of these climate impacts will be small compared with the impacts of socio-economic development“ (Easterling et. al. 2007: 298)

⁸⁹ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010 und Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁹⁰ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010.

⁹¹ Zur Definition der vier Kategorien der Anpassungskapazität siehe die Ausführungen zur Methodik in Kapitel 3.

Folgende übergeordnete sozioökonomische Einflussgrößen, die auf die Anpassungskapazität der milchwirtschaftlichen Wertschöpfungskette einwirken können, betrachten wir als wesentlich:

- die aktuelle Situation und zukünftige Entwicklung der Weltmärkte für Vorprodukte und Milcherzeugnisse,
- die relative Wettbewerbsposition des jeweiligen Unternehmens,
- staatliche Regulierungen und
- gesellschaftliche Erwartungen.

Die **Bedeutung der Märkte** für Folgewirkungen des Klimawandels auf die Ernährungswirtschaft wird auch durch die im Rahmen der Workshops befragten Experten geteilt, wie dies folgende Aussage widerspiegelt: „Durch die Veränderung der Märkte wird ein viel stärkerer Anpassungsbedarf unserer Industrie abverlangt.“⁹² Der Klimawandel sei nur eine Herausforderung unter vielen, der sich die Milchwirtschaft zu stellen habe. Allerdings wird der Klimawandel als eine Art Katalysator für vorhandene sozioökonomische Entwicklungen betrachtet: „Ich denke, der Klimawandel verstärkt alles, also die Konflikte, die Marktsituation wird durch den Klimawandel noch weiter beschleunigt, wird verstärkt, das ist das Interessante.“⁹³ Ein bereits vorhandener Strukturwandel, wie es insbesondere in der Milchwirtschaft erfolgt, kann durch den Klimawandel und seine Folgewirkungen weiter verstärkt werden.

Die Notwendigkeit, sich an die Auswirkungen des Klimawandels anpassen zu müssen, ist abhängig von der relativen **Wettbewerbsposition** des betreffenden Unternehmens gegenüber seinen aktuellen und potenziellen Konkurrenten. Dies gilt sowohl bezogen auf die relative wirtschaftliche Leistungsfähigkeit des Unternehmens als auch bezogen auf die relativen klimatischen Veränderungen, die sich im Vergleich zu den Regionen der Wettbewerber vollziehen. Die befragten Experten hoben hervor, dass der Klimawandel nicht isoliert von anderen Regionen zu betrachten sei, da die relative Position gegenüber Wettbewerbsregionen darüber entscheide, ob eine Klimawirkung eher positiv oder eher negativ zu bewerten sei.⁹⁴ Eine regionale (auch negative) Veränderung könne zu einem globalen Vorteil werden, wenn der Wettbewerber noch größere klimatische Nachteile erfahre. Eine relative Besserstellung durch klimatische Bedingungen stärkt somit die Wettbewerbsposition des Unternehmens. Für die Milchwirtschaft in der Metropolregion könnte dies der Fall sein, wenn geringere Niederschläge in exportierenden Ländern wie Neuseeland und Australien dort zu Produktionsnachteilen führen und sich damit die Chancen für die Betriebe der Metropolregion verbessern.⁹⁵ Dasselbe gilt auch für die Milcherzeugung im Mittelmeerraum, die im Vergleich zur Metropolregion deutliche klimatische Nachteile zu erwarten hat.⁹⁶

Staatliche Regulierung ist ein weiterer übergeordneter sozioökonomischer Einflussfaktor auf die Anpassungskapazität der Milchwirtschaft. Deutlich wird dieses an der starken Regulierung des Milchmarktes, der bisher durch die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) der EU bestimmt wird. Sowohl die Quotierung der erzeugten Milchmenge als auch ein System von staatlichen Subventionen greift deutlich in den Milchmarkt ein und schränkt damit die Handlungsspielräume der Milcherzeuger erheblich ein. Die Milcherzeuger können nur innerhalb dieser Rahmenbedingungen auf neue Herausforderungen wie den Klimawandel reagieren. Andererseits eröffnet eine Veränderung dieser Regulierung auch Chancen, Klimaanpassung einheitlich in neue Rahmenbedingungen einzubeziehen: „It is indisputable that the reform of EU agricultural policies will be an important vehicle for encouraging European agriculture to adapt to climate change (Olesen and Bindi, 2002) and for reducing the vulnerability of the agricultural sector (Metzger et al., 2006)“ (Alcamo 2007: 561). Die Auffassung, dass insbesondere Regulierungen deutlichen Einfluss auf die Anpassung an den Klimawandel haben, verdeutlichen auch die befragten Experten; „Man kommt, glaub' ich, in der Region zu 99,9 % von den rechtlichen Regularien: Nährstoffregeln, Emissionsschutz, Konsumenten Anforderungen, Gentechnik oder

⁹² Workshop 1 vom 21.04.2010.

⁹³ Workshop 1 vom 21.04.2010.

⁹⁴ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010.

⁹⁵ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁹⁶ Workshop 1 vom 21.04.2010.

nicht. Und auf dieser Schiene kann man relativ viel erschlagen oder eben auch freistellen.“⁹⁷

Gesellschaftliche Erwartungen sind ein weiterer Einflussfaktor auf die Anpassungskapazität der Milchwirtschaft. Entsprechende Erwartungen „filtern“, welche Möglichkeiten und Maßnahmen der Anpassung als opportun angesehen werden. Diese können regional und international unterschiedlich sein: So weichen die Vorstellungen, ob Futtermittel gentechnisch verändert sein oder vollklimatisierte Kuhställe 7000 Tiere beherbergen sollten, in Deutschland und in den USA deutlich voneinander ab.⁹⁸ Dass die gesellschaftlichen Erwartungen allerdings nicht nur eine ethische, sondern vor allem eine rein monetäre Komponente besitzen, ist andererseits an der für Lebensmittel momentan eher geringen Zahlungsbereitschaft in Deutschland zu erkennen.⁹⁹

Die Anpassung erfolgt daher nicht allein an den Klimawandel, sondern an eine generelle Veränderung der Wertschöpfungskette Milchwirtschaft, die sowohl naturräumlichen als auch sozioökonomischen Einflüssen ausgesetzt ist. Dies erschwert jedoch die Bestimmung der relativen Belastbarkeit des Systems durch den Klimawandel und damit auch die Bestimmung der Anpassungskapazität in Bezug auf die Klimaänderung. Folgende Gründe sind hierfür wesentlich:

- Durch die Wechselwirkungen der verschiedenen Einflussfaktoren (z.B. Naturraum, Märkte, Regulierungen und gesellschaftliche Erwartungen) ist es kaum möglich, den originär klimabezogenen Anteil von Wirkungen quantitativ zu bestimmen, der durch die Anpassungskapazität aufgefangen werden soll.
- Es besteht Unsicherheit über die zukünftige Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft. Dies gilt insbesondere für langfristige Zeiträume, wie dies in diesem Projekt der Fall ist.
- Die Ernährungswirtschaft weist durch ihre zunehmende internationale Verflechtung einen hohen Komplexitätsgrad auf.

Deshalb erfolgt im Rahmen der nachfolgenden Ausführungen zu den einzelnen Stufen der milchwirtschaftlichen Wertschöpfungskette eine argumentativ-qualitative Problematisierung der Anpassungskapazität klimasensitiver Bereiche auf der Basis konkreter Ansatzpunkte aus der Sensitivitätsanalyse.

4.4.1. Vorproduktion

→ Natürliche Anpassungskapazität: Vorproduktion

Sowohl **Boden** als auch **Pflanzen** sind in der Lage, sich klimatischen Veränderungen anzupassen. Durch die relativ „milden“ klimatischen Veränderungen in der Metropolregion ist ein eher geringer bis mittlerer Anpassungsbedarf gegeben.

Durch die insgesamt erhöhten Temperaturen und steigende CO₂-Konzentration nimmt die Aktivität biochemischer Prozesse im **Boden** zu, so dass der Kreislauf von Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor oder Schwefel im System von Boden, Pflanze und Atmosphäre beschleunigt wird und Nährstoffe angereichert werden (Rogasik et. al. 1996: 87ff.; Parry 2000: 161). Auch wenn sich der Boden damit quasi „selbständig“ an veränderte Bedingungen anpasst, können hierdurch aber auch zusätzliche Treibhausgasemissionen entstehen. Die zunächst vorteilhafte natürliche Anpassungsfähigkeit kann daher mit negativen Effekten für das Klima einhergehen. Durch eine verlängerte Vegetationsperiode könnte ferner temporär ein Nährstoffmangel im Boden entstehen, der durch natürliche Prozesse nicht ausgeglichen werden kann (Parry 2000: 167f.). Während eine länger andauernde Trockenheit im „Grünlandgürtel“ der Metropolregion keine erhebliche Bedeutung hat und damit keine größere Anforderung an die Bodeneigenschaften stellt, könnte eine Grenze der natürlichen Anpassungsfähigkeit bei extremen Niederschlagsereignissen erreicht werden. Dies wäre der Fall, wenn die Aufnahmefähigkeit des Bodens für Wasser überschritten wird und das ohnehin eher feuchte Acker- oder Grünland aufweicht oder verschlammt (Rogasik et. al. 1996: 87ff.).

⁹⁷ Workshop 3 vom 12.05.2010.

⁹⁸ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010 und Workshop 6 vom 27.05.2010.

⁹⁹ Workshop 1 vom 21.04.2010.

Bereits in der Sensitivitätsanalyse konnte aufgezeigt werden, dass für den **Grasanbau** in der Metropolregion tendenziell positive Effekte durch die klimatischen Veränderungen entstehen werden, die sogar eine Verlängerung der Vegetationsperiode mit einer früheren und häufigeren Ernte ermöglichen könnte (Easterling et. al. 2007: 288). Die natürliche Anpassungskapazität des Grasanbaus kann in der Metropolregion als relativ hoch angesehen werden: Sowohl die Zunahme der CO₂-Konzentration, eine milde Temperaturerhöhung in den Ausmaßen der Klimaszenarien als auch die weiterhin relative gute Wasserverfügbarkeit lassen grundsätzlich eine positive Wirkung auf das Weideland und die Graserzeugung vermuten (Schaller/Weigel 2007, 97f.). Der wassersparende Effekt erhöhter CO₂-Konzentrationen von C₃-Pflanzen wie Gras kann den Wasserbedarf sogar noch senken, so dass für die grundsätzlich eher trockeneren Sommermonate in der Zeitperiode von 2071 – 2100 mit geringeren Trockenheitsschäden für den Grasanbau gerechnet werden muss.

Auch der **Maisanbau** kann von den geänderten klimatischen Bedingungen größtenteils profitieren, so dass die natürliche Anpassungskapazität relativ hoch und positiv gerichtet ist. Ähnlich wie der Grasanbau ist auch beim Mais von einem früheren Beginn der Vegetationsperiode und einer Begünstigung im Wachstum auszugehen (Easterling et. al. 2007: 282). Im Vergleich zum Gras wird das zusätzliche Wachstum von Mais als C₄-Pflanze durch die erhöhte CO₂-Konzentration allerdings geringer ausfallen, die Anfälligkeit gegenüber Trockenheit in der späteren Zeitperiode von 2071 – 2100 allerdings auch. Eine Begrenzung der natürlichen Anpassungsfähigkeit könnte jedoch durch eine Zunahme von Schadinsekten oder Krankheiten entstehen.

Im Bereich der **Wasserver- und entsorgung** liegt keine natürliche Anpassungskapazität vor, da beides bereits im Regelfall technisch sichergestellt wird und keine „natürliche“ Ver- und Entsorgung besteht. Auch im **Maschinen- und Anlagenbau** kann nicht von einer natürlichen Anpassungskapazität gesprochen werden. Im **Pflanzen- und Tierschutz** sowie in der **Veterinärmedizin** liegen keine Erkenntnisse über eine natürliche Anpassungskapazität vor.

→ Anpassungswissen: Vorproduktion

Die **Pflanzenbauwissenschaft** verfügt über eine lange Tradition von Erkenntnissen zu den Anbaubedingungen von Kulturpflanzen. Insofern ist die Variation dieser Bedingungen grundsätzlich keine Neuheit für den Pflanzenbau, da sie Voraussetzung für die Züchtung angepasster Sorten ist. Dasselbe gilt für den Pflanzenschutz. Die konkrete Betrachtung der Anpassung an veränderte zukünftige Klimabedingungen ist jedoch eher ein neuer Aspekt der Pflanzenbauwissenschaft und hat seit der allgemeinen Diskussion um den Klimawandel an Bedeutung gewonnen. Eine vergleichende Betrachtung bisheriger Erkenntnisse zu den Klimawirkungen auf die Pflanzenproduktion wurde insbesondere im Rahmen der folgenden Studien vorgenommen:

- Easterling, W.E. et. al. (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, pp. 273-313.
- Parry, M.L. (Ed.) (2000): Assessment of Potential Effects and Adaptations for Climate Change in Europe: The Europe ACACIA Project, Jackson Environment Institute, University of East Anglia, Norwich, UK.
- Schaller, M., & Weigel, H.-J. (2007): Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung; Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 316; Braunschweig.

Die bisherigen Erkenntnisse um Klimaanpassung befassen sich nach Easterling et. al. vor allem mit Wirkungen des Klimawandels auf Getreide (Easterling et. al. 2007: 285). Pflanzen wie Gras oder Mais seien kaum Gegenstand der Forschung. Nur wenige Studien existierten ferner zu den Wechselwirkungen von Klimawandel, Schädlingen und Krankheiten. Ein nur geringes Wissen liege zudem über den Effekt von zunehmendem CO₂, von steigenden Temperaturen und von Veränderungen in den Niederschlägen auf Pflanzenerträge vor. Auch der Grad, ab dem ein

weiterer CO₂-Anstieg zu keiner weiteren Förderung des Pflanzenwachstums führt, sei wenig erforscht. Ein Forschungsdefizit bestehe daher vor allem zu den Kombinationswirkungen verschiedener Klimaveränderungen (Schaller/Weigel 2007: 109). Langfristige Freilanduntersuchungen im Pflanzenbau erfolgen in Deutschland aktuell insbesondere im Rahmen des LandCare Projekts (<http://www.landcare2020.de>).

Im Bereich des **Maschinen- und Anlagenbaus** verfügt die Metropolregion nach Ansicht der befragten Experten über ein umfangreiches technisches Know-how: Wesentliche Bereiche der Landmaschinentechnik und des Anlagenbaus für Stalleinrichtungen – beides auch speziell zur Milchwirtschaft – sind in der Metropolregion oder auch im näheren Umfeld von Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen vorhanden. Konkrete Produkte oder Projekte, die sich speziell mit der Anpassung an den Klimawandel befassen, sind nicht bekannt. Allerdings besteht insbesondere für international tätige Unternehmen wie Amazone (Landmaschinentechnik), Arntje (Stalleinrichtungen Milcherzeugung) oder Krone (Landmaschinentechnik) die Möglichkeit, vorhandenes Wissen oder sogar vorhandene Technologien aus anderen Regionen mit ähnlichen klimatischen Bedingungen, wie in den Klimaszenarien aufgezeigt, in der Metropolregion einzusetzen.

Auch für den **Dienstleistungsbereich** ist bisher kein speziell klimabezogenes Anpassungswissen erkennbar. Spezielle Dienstleister für die Reinigung, Desinfektion und Hygiene zur Prävention und Behandlung von neuen oder häufigeren Krankheiten und Schädlingen in der Milchwirtschaft könnten aber ggf. auf die Expertise aus dem Geflügel- und Schweinefleischsektor zurückgreifen.¹⁰⁰

→ **Anpassungsmöglichkeiten und Anpassungsbereitschaft: Vorproduktion**

Anpassungswissen führt nicht zwangsläufig zu konkretem Anpassungshandeln. Wie im vorangegangenen Abschnitt aufgezeigt, besteht ein umfangreiches Wissen innerhalb und außerhalb der Milchwirtschaft, um den Herausforderungen des Klimawandels begegnen zu können. Dennoch sind Maßnahmen nur dann realisierbar, wenn (1) externe Rahmenbedingungen und Handlungsspielräume den beteiligten Akteuren eine Anpassung ermöglichen oder vorteilhaft erscheinen lassen und sie (2) bereit sind, diese Rahmenbedingungen und Handlungsspielräume zu nutzen. Erstes bezeichnen wir in dieser Studie als Anpassungsmöglichkeiten, zweites als Anpassungsbereitschaft. Beide sind voneinander stark abhängig, so dass wir beide Aspekte gemeinsam diskutieren.

Für die **Bodeneigenschaften** und die Wachstumsbedingungen der **Futtermittel Gras und Mais** gelten primär die im Zuge der natürlichen Anpassungskapazität diskutierten Möglichkeiten und Restriktionen. Dort, wo über diese natürliche Anpassungskapazität hinaus Maßnahmen erforderlich sind, kann zwar von einem relativ großen Bewusstsein der Landwirte ausgegangen werden, sich an erkennbare klimatische Veränderungen anzupassen, da für die Landwirtschaft traditionell der tägliche Umgang mit Veränderungen in der Natur kennzeichnend ist. Allerdings erscheint die aktuelle Handlungsbereitschaft eher gering. Denn die bereits eingangs zu diesem Abschnitt aufgezeigten finanziellen Handlungsspielräume begrenzen die Anpassungsbereitschaft der Landwirte. Teure und langfristige Investitionen unter Unsicherheit können die Bereitschaft gravierend reduzieren.

Im Hinblick auf die **Bodeneigenschaften** könnte vor allem die Entwässerung in feuchteren Wintermonaten an Bedeutung gewinnen. Hier kann auf die technischen Maßnahmen der Drainage und der Kanalisierung bzw. einer intensiveren Instandhaltung vorhandener Entwässerungskanäle zurückgegriffen werden. Eine Nutzungsänderung wäre nur eingeschränkt möglich, da die Region aufgrund des erhöhten Grundwasserspiegels keine optimalen Bedingungen für den Ackerbau aufweist (Windhorst/ Grabkowsky 2008: 4). Jedoch scheinen alternative Nutzungen nicht ausgeschlossen zu sein, wie der Anbau von Mais auf vormaligen Weideflächen oder von Gemüse in den Marschen Schleswig-Holsteins (z.B. Dithmarschen) zeigt. Durch die Bindung der Milcherzeugungsquoten an die Grünlandflächen ist allerdings – zumindest bis 2015 – auch rechtlich eine kurzfristige Nutzungsänderung eingeschränkt. Um bei erschwerten

¹⁰⁰ Vgl. Workshop 4 vom 19.05.2010.

Anbaubedingungen die Flächen auszuweiten, wäre eine Nutzung von bisher stillgelegten Flächen möglich.¹⁰¹ Allerdings werden gerade in der Küstenregion Flächen zum naturräumlichen Ausgleich von größeren Infrastrukturprojekten (z.B. Jade-Weser-Port in Wilhelmshaven) verwendet, die hierfür nicht mehr zur Verfügung stehen.¹⁰²

Das Entweichen von Treibhausgasen aus dem Boden durch eine höhere Bodenaktivität lässt sich insbesondere durch die Fortführung der Graslandnutzung verhindern d.h. durch die Vermeidung von Umbrüchen des Weidelandes. Ein zusätzlicher Nährstoffbedarf durch verlängerte Vegetationsperioden kann durch bedarfsgerechte Düngung ausgeglichen werden.

Ausgehend von der Sensitivitätsanalyse stellt sich der Anpassungsbedarf im Bereich der **Graserzeugung** in der Metropolregion als eher gering dar. Ein negativer Effekt könnte durch temporäre Trockenheitsperioden in den Sommermonaten für die Zeitperiode von 2071 – 2100 entstehen. Im Vergleich zu Regionen wie Brandenburg oder Südostniedersachsen ist das Ausmaß im Grüngürtel Niedersachsens eher moderat. Durch eine Bewässerung des Graslandes wäre ein temporärer Wassermangel kompensierbar.¹⁰³ Technische Lösungen zur Bewässerung wären bereits heute verfügbar, aber mit zusätzlichen laufenden Betriebskosten verbunden. Ebenso mit Investitionskosten, da eine Bewässerung bisher im Grünland der Metropolregion unüblich ist. Ein Brunnenbau gilt in der Marsch als problematisch, da die Wasseradern eher in größeren Tiefen liegen.¹⁰⁴

Durch die allgemein positiven Effekte des Klimawandels auf das Wachstum und die verlängerte Vegetationsperiode des Grases entsteht zudem die Möglichkeit, die Milcherzeugung auf ein anderes Produktionsmodell – die ganzjährige Freilandhaltung der Milchkühe – umzustellen. Im nachfolgenden Abschnitt zur Produktion wird dieses Modell vorgestellt.

Auch für den **Maisanbau** wurde im Rahmen der Sensitivitätsanalyse ein eher geringer Anpassungsbedarf in der Metropolregion festgestellt. Ein dennoch ernstzunehmender Effekt kann durch Krankheiten und Insektenbefall entstehen. Insbesondere Langfristschäden, die die Fruchtwahl für längere Zeit einschränken wie der Befall durch den Maiswurzelbohrer, stellen ein Risikopotenzial dar. Eine Anpassung hieran könnte sowohl durch eine Vermeidung von Monokulturen als auch durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln erfolgen. Während die Vermeidung von Monokulturen einen hohen Koordinationsaufwand zwischen den Landwirten erfordert und dies die Anpassungsbereitschaft senken wird, kann für die Anwendung von Maßnahmen des (chemischen) Pflanzenschutzes von einer relativ hohen Bereitschaft seitens der Landwirte ausgegangen werden, da vergleichbare Maßnahmen bereits heute üblich sind. Auch die Entwicklung genetisch veränderter Maissorten mit Resistenzen wäre als Anpassungsoption möglich, ist aber in Europa und vor allem Deutschland aktuell gesellschaftlich kaum akzeptiert. Auch ein stärkerer Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln stößt bei Kunden auf Ablehnung, wie die Ergebnisse aus dem Teilprojekt „Konsum“ von 'nordwest2050' zeigen (Weller/Fischer/Krapf: 2010).

Die Produktion von **Silage-Futtermittel** aus Gras oder Mais im Freiland könnte durch Extremwetterlagen wie z.B. Hagel beeinträchtigt werden. Dieses Risiko ist durch eine wetterfeste Auslegung des Freilandsilos oder durch die Verwendung eines Hochsilos vermeidbar. Die Nutzung des bisher in der Metropolregion eher unüblichen Hochsilos geht indessen mit zusätzlichen Investitionen einher und wird daher eine eher geringe Verbreitung finden.

Zu Anpassungsmöglichkeiten bei **Mischfuttermittel** kann aufgrund vergleichbarer Rahmenbedingungen auf die Ausführungen in der Vulnerabilitätsanalyse zu den Wertschöpfungsketten Geflügel- und Schweinefleisch (Akamp/Schattke 2011: 38ff.) verwiesen werden.

Wenngleich die **Wasserverfügbarkeit** in der Metropolregion als gut angesehen werden kann, können steigende Temperaturen insbesondere in den Sommermonaten zu temporären

¹⁰¹ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010.

¹⁰² Vgl. Workshop 4 vom 19.05.2010.

¹⁰³ Vgl. Parry 2000: 160; Alcamo et al. 2007: 560.

¹⁰⁴ Vgl. Workshop 4 vom 19.05.2010.

Nachfragespitzen bei Haushalten, im Gewerbe und ggf. auch in der Landwirtschaft führen. Eine Anpassung hieran könnte z.B. durch eine stärkere regionale Vernetzung des Wasserversorgungssystems erfolgen (Petry 2009). In Regionen mit hoher Tierdichte geht eine Gefahr für die Wasserverfügbarkeit auch von der Überdüngung aus, da hierdurch Teile des allgemein verfügbaren Grundwassers nicht oder nur mit hohen Kosten als Trinkwasser verwendbar sind. Dieser nicht-klimabezogene Aspekt kann die Anpassung erschweren, da ein Interessenausgleich zwischen den beteiligten Akteuren erforderlich ist.

Für die Zulieferer-Unternehmen kann ein Bedarf an Technologien und Dienstleistungen zur Anpassung entstehen, insbesondere im Bereich der Biotechnologie, der Informationstechnologie oder des sogenannten „Precision Farming“ oder „Precision Livestock Farming“ mit Verfahren der elektronischen Erfassung und Verwertung von Daten zur präzisen Flächenbearbeitung und Tierhaltung¹⁰⁵ (Parry 2000: 172): Die Anpassungsmöglichkeiten im **Maschinen- und Anlagenbau** sowie bei Anbietern des **Pflanzen- und Tierschutzes** oder der **Veterinärmedizin** sind abhängig vom Know-how der Unternehmen, von den Produktentwicklungszyklen der jeweiligen Angebote und von den erforderlichen Ressourcen bzw. Finanzen für die Entwicklung. Insbesondere bei international tätigen Unternehmen sind Technologien im Portfolio vorhanden, die für Regionen mit vergleichbaren klimatischen Bedingungen bestimmt sind. Hier erscheint eine regionale Übertragbarkeit relativ gut umsetzbar und für die beteiligten Unternehmen auch von großem wirtschaftlichem Interesse zu sein. Voraussetzung für diesen Anpassungsprozess ist eine kontinuierliche, differenzierte und auch klimabezogene Kommunikation zwischen den Akteuren, um gemeinsam Problemlösungen zu erarbeiten.¹⁰⁶

4.4.2. Produktion: Milcherzeugung

→ Natürliche Anpassungskapazität: Produktion

Innerhalb der Stufe der Milcherzeugung sind die natürlichen, d.h. biologischen **Eigenschaften des Milchviehs** für die natürliche Anpassungskapazität entscheidend. Diese Eigenschaften sind bereits in der Sensitivitätsanalyse diskutiert worden: Nach Ansicht der befragten Experten liegt unter den vorhandenen klimatischen Bedingungen in Deutschland das Temperaturoptimum bei Milchkühen bei etwa 4 – 16 °C. Niedrige Temperaturen oberhalb von – 5 °C stellen daher eher einen Vorteil für die Milcherzeugung dar. Wichtig ist die Kombination von Temperatur und Feuchtigkeit: Den „Temperature Humidity Index“ (THI) als Indikator für die Wirkung von Feuchtigkeit und Temperatur auf das Wohlbefinden der Milchkuh betrachten wir in dieser Studie als einen Indikator für die Bandbreite der natürlichen Anpassungskapazität bei zunehmenden Temperaturen. Angenommen wird, dass ein problematischer THI bereits ab einer Temperatur oberhalb von 20 °C erreicht wird (Schaller/Weigel 2007: 137). Neue Erkenntnisse zeigen allerdings, dass bereits niedrigere THI-Werte problematisch sein können (Zimbelman et. al. 2009: 166). Dies stützt die oben angeführte Expertenmeinung. Die Milchleistung geht bereits ab 22 – 25 °C zurück und wird ab ca. 30 °C nahezu eingestellt. Die natürliche Anpassungskapazität der Milchkühe ist daher bezogen auf die erwarteten Temperaturerhöhungen stark begrenzt, da bereits heute während des Sommers Werte außerhalb des Temperaturoptimums der Tiere erreicht werden.

Durch die Auswahl besser an die jeweiligen Klimaverhältnisse **angepasster Arten** für die Milcherzeugung lässt sich die natürliche Anpassungskapazität vergrößern. Allerdings scheinen sich die wegen ihrer Milchleistung gerade in der Metropolregion stark verbreiteten Holsteiner Rinder relativ gut an klimatische Veränderungen anpassen zu können (Schaller/Weigel 2007: 137). Holsteiner Rinder werden auch unter anderen klimatischen (wärmeren) Bedingungen eingesetzt, so z.B. in den USA oder in Israel – dort aber weniger in Weidehaltung.¹⁰⁷ Ohne deutliche Kompromisse bei der Milchleistung eingehen zu müssen, erscheint eine weitergehende Optimierung eher schwierig.

¹⁰⁵ Vergleiche zu diesen Technologien die Ausführungen bei Hartung (2005), S. 40-47.

¹⁰⁶ Vgl. Workshop 2 vom 11.5.2010

¹⁰⁷ Vgl. Workshop 4 vom 19.05.2010.

→ Anpassungswissen: Produktion

Die Veränderung von Eigenschaften des Rindes durch **Züchtung** ist seit Bestehen der Milchwirtschaft eine klassische und professionell betriebene Methode der Anpassung an neue Herausforderungen. Das Wissen und die Technologie zur Züchtung spezifischer Eigenschaften der Rassen sind daher vorhanden.

Gerade Unternehmen aus Niedersachsen besitzen in der Züchtung ein umfangreiches Know-how und sind Exporteure für Zuchttiere und Sperma von Holsteiner Rindern.¹⁰⁸ Bisher stand vor allem die Steigerung der Milchleistung und Milchqualität im Vordergrund der Zuchtmaßnahmen. Die Züchtung robusterer Tiere geht allerdings mit einer Verringerung der Milchleistung einher.¹⁰⁹

Trotz des umfangreichen Wissens sollte die **Vernetzung von Forschung und Praxis** nach Ansicht der befragten Experten in der Metropolregion gestärkt werden, da bisher nur temporäre oder projektbezogene Kooperationen zwischen Akteuren der Milchwirtschaft und Forschungseinrichtungen bestehen. Gerade im Vergleich zu den Niederlanden sei hier Verbesserungspotenzial vorhanden.¹¹⁰

Dies gilt auch für den Einsatz von **Technologien für Hygiene und Tiergesundheit**: Während aufgrund der hohen Tierdichte in den Landkreisen Vechta und Cloppenburg die Vermeidung von Krankheitserregern und Seuchen im Fokus der industriellen Viehhaltung steht, habe die Milchviehhaltung demgegenüber nach Auffassung der befragten Experten in Bezug auf Technologie und Verhalten noch Verbesserungsbedarf. Sie könne jedoch vom Know-how anderer Wertschöpfungsketten lernen.¹¹¹ Studien aus England zeigen einen direkten Zusammenhang zwischen Temperatur, Kontamination von Vieh und dem Auftreten von Lebensmittelvergiftungen (DEFRA 2000, zitiert nach Schaller/Weigel 2007: 139). Insbesondere das **Verhalten** ermöglicht eine zeitnahe Anpassung an die Herausforderungen des Klimawandels. Bestimmte Praktiken sind bereits heute Teil einer professionellen Milchviehhaltung: So sind Kühe bei Hitze und hoher Sonneneinstrahlung nicht auf die Weide zu lassen, wenn dort keine Schutzmöglichkeit besteht.¹¹² Allerdings ist zu prüfen, inwieweit vermittelte Theorie und geübte Praxis übereinstimmen. Direkt auf die Herausforderungen des Klimawandels bezogen bestehen nur projektbezogene Weiterbildungsangebote.¹¹³

Infrastruktur und **Produktionstechnologie** sind wichtige Aspekte der Anpassung an den Klimawandel. In den Experten-Workshops wurde deutlich, dass für die Milcherzeugung in dieser Hinsicht ein umfangreiches Know-how in der Region verfügbar ist. So sind Unternehmen, die Stalleinrichtungen konzipieren und produzieren, in der Region ansässig und zum Teil Weltmarktführer in ihrem Segment.¹¹⁴ Durch sie wären „kurze Wege“ zwischen Entwicklung und Anwendung möglich, ebenso anwendungsorientierte Forschungsprojekte oder der Transfer von Wissen zwischen den Regionen, in denen die Unternehmen tätig sind. Aufgrund der bereits heute weltweit unterschiedlichen klimatischen Anforderungen an den Stallbau sind Technologien verfügbar, die auch in der Metropolregion eingesetzt werden könnten. Hierzu zählen insbesondere die Klimatisierung der Ställe durch Temperatursteuerung, Beregnungsanlagen, Ventilatoren, Klimaanlage oder Technik zur Kühlung von Trinkwasser.¹¹⁵ In Kalifornien werden bereits erste voll klimatisierte Ställe für Rinder eingesetzt. Diese Produktionstechnologie geht allerdings mit einem sehr hohen Tierbestand (Anlagen mit ca. 7000 Tieren) und mit einer permanenten Stallhaltung einher, um diese Technik rentabel zu betreiben.¹¹⁶ Entsprechende Großanlagen sind in der Metropolregion bisher nicht vorhanden. Fraglich ist, ob sie auf Akzeptanz in der Gesellschaft stoßen und durchsetzbar sind. Im Bereich der Geflügelwirtschaft führen Neuansiedlungen von Betrieben mit Massentierhaltung heute regelmäßig zu Protesten in der lokalen Bevölkerung.

¹⁰⁸ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010.

¹⁰⁹ Workshop 6 vom 27.05.2010. Ebenso: Workshop 3 vom 12.05.2010.

¹¹⁰ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010.

¹¹¹ Workshop 6 vom 27.05.2010.

¹¹² Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

¹¹³ Im Rahmen des Projektes „Klimawandel Unterweser“ ist modellhaft ein Lehrmodul „Anpassung an den Klimawandel“ für die landwirtschaftliche Grundausbildung entwickelt worden, das durch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen in der Ausbildung getestet wird.

¹¹⁴ Vgl. Workshop 6 vom 27.05.2010.

¹¹⁵ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010 und Workshop 6 vom 27.05.2010.

¹¹⁶ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

Ebenfalls in den USA, aber auch in Australien werden Unterstände und Schattendächer auf den Wiesen eingerichtet, um im Freiland gehaltene Tiere vor zu starker Sonneneinstrahlung zu schützen.¹¹⁷ Einen Überblick über Anpassungsmaßnahmen in Australien gibt die Internet-Seite www.coolcows.com.au des australischen Landwirtschaftsministeriums und der dortigen Milchindustrie. Da eine stärkere Klimatisierung und Kühlung mit einem erhöhten Energieverbrauch einhergeht, ist Energieeinsparung und Klimaschutz ein relevantes Thema. Die Entwicklung „Energie autarker“ Stallsysteme befindet sich nach Angaben der befragten Experten in Forschung und Erprobung.¹¹⁸ Zur Energieeinsparung führt die Landwirtschaftskammer Niedersachsen Projekte für Milchviehhalter durch.

Ein weiterer Bereich zukünftiger Produktionstechnologie in der Milcherzeugung wird die Nachbehandlung von tierischen Exkrementen sein. Die klimaverträgliche Verwertung der Gülle erfolgt aktuell insbesondere durch die Biogaserzeugung. Der Einsatz von Gülle als Nährstoff für den Boden kann nur dann als klimaverträglich angesehen werden, wenn keine Überdüngung erfolgt und die Methanemissionen minimiert werden. Hierfür sind bereits seit längerer Zeit Technologien wie das „Precision Farming“ verfügbar, werden in der Praxis aber aus Kostengründen kaum eingesetzt. In den Experten-Workshops wurde auch (1) die Abtrennung von Wasser aus der Gülle durch Verdampfen und (2) die Separierung von Stoffen wie Stickstoff und Phosphor erwähnt, um (1) die Transportfähigkeit der Reststoffe zu erhöhen und (2) wertvolle Ressourcen wiederzuverwerten. Erste Erprobungen werden durchgeführt, allerdings ist diese Technologie noch energie- und kostenintensiv.¹¹⁹

Zum vorhandenen Anpassungswissen lassen sich auch **alternative Produktionsmodelle** zählen, die in Regionen angewendet werden, deren heutiges Klima mit den zukünftigen klimatischen Verhältnissen in der Metropolregion vergleichbar ist. Hierbei stehen insbesondere die in der Metropolregion verbesserten Grünlandbedingungen im Vordergrund. In den Experten-Workshops wurden die beiden Regionen „Neuseeland“ und „Irland“ als mögliche Alternativen genannt.¹²⁰ In beiden Regionen besteht keine Stall-, sondern Weidehaltung und eine permanente Versorgung mit Grünfutter unter Verzicht auf Krafffutter. Im Vergleich zur Metropolregion wird hier jedoch weniger eine möglichst hohe Milchleistung angestrebt, sondern ein Optimum von Kosten und Leistung: „Die machen das auf die billige Version mit 60 % der Leistung wie in Deutschland.“¹²¹ Allerdings waren die Experten skeptisch, ob dieses extensive Modell in der Metropolregion Anwendung finden wird. Dabei sei die Metropolregion „die einzige Region in Deutschland, wo das irische System anwendbar wäre“¹²². Aktuell befindet sich die Weidehaltung allerdings eher auf dem Rückzug, die Stallhaltung nimmt beständig zu, um neue Produktionstechnologien wie Melkroboter oder auch die genannte Klimatisierung einsetzen zu können.¹²³

→ Anpassungsmöglichkeiten und Anpassungsbereitschaft: Produktion

Ein aus unserer Sicht ganz wesentlicher Einfluss auf die Realisierung von Anpassungsmöglichkeiten geht von der Ausstattung der Akteure mit **Ressourcen**, aber auch von der Einschätzung der **Handlungsspielräume** durch die jeweiligen Akteure aus.

Langfristig bereits getätigte **Investitionen** binden die Akteure und schränken ihre Flexibilität in Bezug auf veränderte Rahmenbedingungen stark ein: Betriebe mit großen Investitionen in Infrastruktur, Gebäuden, Maschinen und Land können sich weniger flexibel an kurz- und mittelfristige Veränderungen anpassen (Parry 2000: 169). Die befragten Experten gaben für die Produktionstechnik in der Milcherzeugung einen Investitionszeitraum von ca. 10 – 15 Jahren, für die Gebäudehülle sogar von ca. 20 – 30 Jahren an.¹²⁴ Diese Zeiträume sind für Betriebe nicht unüblich und für die Anpassung an den eher langfristig eintretenden Klimawandel auch ausreichend. Allerdings gaben die Experten den üblichen Planungszeitraum für das operative

¹¹⁷ Vgl. Workshop 4 vom 19.05.2010.

¹¹⁸ Vgl. Workshop 4 vom 19.05.2010.

¹¹⁹ Vgl. Workshop 4 vom 19.05.2010.

¹²⁰ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010 und Workshop 3 vom 12.05.2010.

¹²¹ Workshop 1 vom 21.04.2010.

¹²² Workshop 3 vom 12.05.2010.

¹²³ Vgl. Workshop 4 vom 19.05.2010.

¹²⁴ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010 und Workshop 6 vom 27.05.2010.

Geschäft mit 2 – 3 Jahren als eher mittel- bis kurzfristig an.¹²⁵ Dieses ist auf die starke **Unsicherheit** in den Rahmenbedingungen, den **Strukturwandel** und den starken **Kostendruck** der Betriebe zurückzuführen. Eine Langfristplanung lässt die wirtschaftliche Situation vieler Betriebe zurzeit nicht zu. Dies führt allerdings dazu, Investitionen in neue kostenträchtige Produktionstechnik und -modelle eher auszusetzen oder aufzuschieben, als diese frühzeitig und vorausschauend zu planen. Denn Investitionen in neue (angepasste) Technik erfordern finanzielle Handlungsspielräume, die sich aktuell nicht jeder Tiermäster leisten kann; insbesondere bei vielen Milchviehhaltern sind die Handlungsspielräume eng bemessen, wie die befragten Experten betonten.¹²⁶

Dass allerdings auch für die Milcherzeuger Spielräume zur Anpassung bestehen, wurde indessen außer Frage gestellt: „Die sind in der Lage das zu leisten, das auf alle Fälle. Kommt darauf an, von was für Größenordnungen wir reden.“¹²⁷ Zudem seien die Landwirte zwar mit ihrem Stallgebäude festgelegt, nicht aber mit ihrem Produktionsverfahren bzw. nicht in allen Einzelheiten.¹²⁸ Aufgrund der genannten Konstellation ist die aktuelle **Handlungsbereitschaft** als eher gering einzustufen, auch wenn das Bewusstsein, sich an erkennbare Klima- und Wetteränderungen anzupassen, in der Landwirtschaft aufgrund des täglichen Umgangs mit der Natur stark ausgeprägt ist. Wie bereits im Rahmen der Beschreibung der Wertschöpfungskette in Abschnitt 4.1. thematisiert, werden nach Ansicht der Experten zusätzliche langfristige Maßnahmen für die Klimaanpassung eher als starke Belastung empfunden, die das aktuell erträgliche Maß überschreiten,¹²⁹ oder als unnötig, da die Auswirkungen der Klimaänderungen als nur begrenzt problematisch beurteilt werden (Wocken et al. 2008: 8). Gerade in der Metropolregion werde nach Ansicht einzelner Experten die Vermeidung von Treibhausgasen als wesentlich größere Herausforderung und Belastung gesehen als die Anpassung an den Klimawandel, von dem man in der Region eher profitiere als Nachteile habe.¹³⁰

Für die vorhandene Produktionstechnologie sind zudem häufig **Fördermittel** des Bundes oder der EU in Anspruch genommen worden, die mit einer zeitlichen Bindung an diese Technologie einhergehen. Innerhalb des Förderzeitraumes – in der Regel sind dies etwa 10 Jahre – kann der Milchviehhalter nur sehr eingeschränkt Veränderungen vornehmen, ohne eine Rückzahlung der Fördermittel zu riskieren.¹³¹

Aus den im Vergleich zu anderen Tierarten deutlich **längeren Reproduktionsphasen** des Milchviehs können weitere Einschränkungen von Anpassungsmöglichkeiten resultieren, da züchterische Maßnahmen größere Zeiträume erfordern, um Veränderungen z.B. für robustere Eigenschaften der Tiere zu erzielen.¹³² Häufig ist erst nach Jahren erkennbar, ob eine züchterische Maßnahme Erfolg hatte: „Bei der Milchkuh dauert das sehr lange und Sie wissen erst, wenn das Tier gemolken wird, ob der Bulle so gut war.“¹³³ Vor dem Hintergrund der langfristigen Zeiträume des Klimawandels sollte diese Einschränkung indessen durch frühzeitige Planung kompensierbar zu sein.

In der Literatur wird ferner eine **Diversifizierung der Landwirtschaft** als Anpassungsoption genannt, da eine spezialisierte Landwirtschaft wie die Milchwirtschaft gegenüber Klimaänderungen anfälliger sei (Parry 2000: 171). Betriebsformen mit gemischter, unterschiedlicher Landbewirtschaftung und Viehhaltung seien hingegen resilienter. Diese Ansicht kann durch die Experten-Workshops nicht bestätigt werden. Allerdings zeigen gerade Betriebe mit Direktvermarktung oder Bio-Ausrichtung, dass eine Verbreiterung des Produktsortiments marktbezogene Nachfrage- und Preisschwankungen abfedern kann, denen Betriebe mit Spezialisierung kaum ausweichen können. Die Direktvermarktung zeigt zudem ein interessantes Modell der Reintegration von Wertschöpfungsstufen (Milchverarbeitung und Handel). Hierdurch

¹²⁵ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

¹²⁶ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010, Workshop 3 vom 12.05.2010, Workshop 4 vom 19.05.2010 und Workshop 6 vom 27.05.2010.

¹²⁷ Workshop 6 vom 27.05.2010.

¹²⁸ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

¹²⁹ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

¹³⁰ Vgl. Workshop 4 vom 19.05.2010.

¹³¹ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010.

¹³² Workshop 1 vom 21.04.2010 und Workshop 4 vom 19.05.2010.

¹³³ Workshop 6 vom 27.05.2010.

können sowohl die Abhängigkeiten von nachgelagerten Wertschöpfungsstufen verringert als auch durch verbesserte Renditeerwartungen finanzielle Handlungsspielräume zur Klimaanpassung eröffnet werden.

Einen großen Einfluss auf die Anpassungsmöglichkeiten und -bereitschaft der Milcherzeuger haben nicht nur die wirtschaftlichen Handlungsspielräume und technologische Restriktionen, sondern auch Charakteristika der Akteure, die aus der **Kultur** der Land- und speziell der Milchwirtschaft resultieren. Folgendes Zitat ist kennzeichnend für die Landwirtschaft: „Farmers are masters in adapting to changing environmental conditions because this has been their business for thousands of years. This is a knowledge base farmers will need to maintain and improve, even if climate change may pose challenges that go beyond problems tackled in the past“ (McIntyre et. al. 2009: 41). Die Frage ist jedoch, ob die Anpassung vorausschauend und rechtzeitig erfolgt, so dass Chancen des Klimawandels genutzt und dessen Risiken vermieden werden können. Für ein vorausschauendes Handeln spricht die Einschätzung der befragten Experten, dass viele Landwirte durch die Auswirkungen des Jahrhundertsommers 2003 bereits sensibilisiert seien.¹³⁴ Dagegen spricht jedoch die zweite Einschätzung, dass in der Milcherzeugung durch die bäuerliche und sehr auf Tradition ausgerichtete Prägung ein Wandel eher durch den Generationenwechsel und damit langsamer als in anderen Bereichen der Ernährungswirtschaft verläuft.¹³⁵ Die Orientierung an geübter Praxis, an Erfahrungswissen und an Tradition soll Risiken im operativen Geschäft verringern, kann jedoch Anpassungsprozesse – zumal bei momentan noch schwachen Signalen wie den Klimaänderungen – verzögern oder verhindern. Zudem ist der Milcherzeuger nicht autonom in seinen Entscheidungen, sondern gerade in Deutschland stark von der EU-Agrarpolitik, den Milchverarbeitern und vor allem dem LEH abhängig. Allerdings ohne dass dies aus der Sicht der Milcherzeuger zu einer ausgeprägten Vernetzung innerhalb der Wertschöpfungskette geführt hätte. Wie bereits in Abschnitt 4.1. aufgezeigt, ist in der Milchwirtschaft die Supply Chain-Orientierung kaum ausgeprägt. Dies schränkt daher die Möglichkeiten und Flexibilität der Milcherzeuger deutlich ein, das von McIntyre et. al. (2009) angeführte vorhandene Erfahrungswissen umfassend zu nutzen.

Kaum beeinflussbar für den einzelnen Milcherzeuger sind die **externen Rahmenbedingungen**, die aber auf seine Möglichkeiten und seine Bereitschaft zur Anpassung einwirken: Die Deregulierung des Milchmarktes durch die Abkehr von der Milchquotierung ab 2015 ist sicherlich der bedeutendste Einflussfaktor für Anpassungsprozesse in der Milchwirtschaft. Sie wird den Strukturwandel und nach Ansicht der befragten Experten den Trend zu wenigen, aber größeren Betriebseinheiten weiter verstärken. Dies wird nicht nur die strukturelle, sondern könnte – bei vorausschauender Betriebsführung - auch die klimabezogene Anpassungsgeschwindigkeit erhöhen. Allerdings besteht zugleich die Gefahr, dass ein weiter steigender Kosten- und Produktivitätsdruck die Handlungsspielräume für Investitionen in Klimaanpassung verringert¹³⁶ und eine zunehmende Spezialisierung großer Betriebe die Risikostreuung für klimabedingte Effekte schmälert.

Neben der Deregulierung des Marktes ist die Regulierung von Standards zur Milchviehhaltung ein weiterer Einflussfaktor zur Anpassung. Hierbei handelt es sich indessen nicht mehr um eine freiwillige, sondern um eine verpflichtende Anpassung. Bereits heute macht die Tierschutz-Nutztierverordnung Vorgaben zur Stalltemperatur bei Nutztieren. Weitere Verschärfungen sind im Rahmen der politischen Debatte um den Klimawandel zu erwarten. Im Bereich der Treibhausgase sind emissionsrechtliche Vorgaben zu erwarten, um die deutschen und EU-weiten Klimaschutzziele zu erreichen. Dies kann allein aus Gründen des Klimaschutzes geschlossene (klimatisierte) Stallsysteme oder modernere Bodenbearbeitungstechniken erforderlich machen.¹³⁷

¹³⁴ Vgl. Workshop 2 vom 11.5.2010.

¹³⁵ Workshop 1 vom 21.04.2010.

¹³⁶ Workshop 3 vom 12.05.2010.

¹³⁷ Vgl. Workshop 3 vom 12.05.2010 und Workshop 4 vom 19.05.2010

4.4.3. Milchverarbeitung und Logistik

→ **Natürliche Anpassungskapazität: Milchverarbeitung und Logistik**

Auf der Stufe der Verarbeitung ist die natürliche Anpassungskapazität nicht relevant.

→ **Anpassungswissen: Milchverarbeitung und Logistik**

Für die Funktionen der **Logistik** liegen bisher keine spezifischen Studien für die Milchwirtschaft vor. Auch für den allgemeinen Verkehrs- und Logistikbereich ist bisher weder in Deutschland noch international umfangreicher zur Klimaanpassung geforscht worden (UFZ 2008: 31f.). In einer Überblicksanalyse beschreiben Zebisch et. al. (2005: 150ff.) den Verkehrsbereich als mäßig vulnerabel mit hitzebedingten Nachteilen im Sommer und wärmebedingten Vorteilen im Winter und zeigen erste Anpassungsmaßnahmen für den Gesamtsektor auf. Auch Firth und Colley (2006: 22) beschreiben Maßnahmen zur Anpassung des Transportsektors allgemein wie robustere Infrastruktur oder Ausweichmöglichkeiten, allerdings auch hier nicht vertiefend. Für den speziellen Teilsektor der Eisenbahn hat Chegini (2005c) eine differenziertere Analyse von Unternehmen in England durchgeführt. Dieses Transportmittel ist für die Milchwirtschaft im Vergleich zum Straßenverkehr jedoch von geringerer Bedeutung.

In den Experten-Workshops wird insbesondere für die Funktion Lagerung ein relevanter Anpassungsbedarf gesehen, da die Lagerung von Rohmilch und von verarbeiteten frischen Molkereiprodukten einer kontinuierlichen Kühlung bedarf. Daher wäre sicherzustellen, dass bei Verzögerungen im Transport ausreichend Kühl(puffer)kapazitäten auf Seiten der Milcherzeuger und der Molkereien bereit stehen. Für den Transport von Rohmilch und von Frischeprodukten ist bereits heute eine Kühlung erforderlich, so dass hier grundsätzlich kein Anpassungsbedarf besteht. Wahrscheinlich ist jedoch ein höherer Energieverbrauch durch erhöhten Kühlbedarf. Für den Transport von Lebewesen existieren bereits heute Spezialtransporter mit Tränkesystemen und Ventilatoren. Diese werden eingesetzt, wenn die Transportzeit acht Stunden überschreitet (TierschutztransportVO von 2009).¹³⁸ Zudem ist ein Transport zu kühleren Tageszeiten¹³⁹ oder eine Verringerung der Transportdauer durch die Vermarktung an regionale Schlachthöfe möglich.

Auch für die **Milchverarbeitung** liegen bisher keine spezifischen Studien zur Klimaanpassung vor. Eine US-amerikanischen Studie befasst sich allerdings mit der Ökobilanzierung der Milcherzeugung mit einem Fokus auf dessen Treibhauspotenzial (Cashman et. al. 2009). Firth und Colley (2006: 15) zeigen einzelne Ansatzpunkte zur Anpassung für die Ernährungsindustrie allgemein auf – insbesondere die zunehmende Kühlung von Produkten und Maßnahmen gegen wetterbedingte Produktionsstörungen oder gegen steigende Wasser- und Energiekosten –, allerdings auch hier nicht vertiefend. Generell ließen sich aber Erfahrungen und technisches Know-how aus anderen Regionen mit vergleichbaren klimatischen Verhältnissen, wie für 2050 und 2085 in der Metropolregion erwartet werden, auf die hiesigen Verhältnisse übertragen. Es erscheint daher möglich, die Milchverarbeitung als technisches System zeitnah an veränderte Anforderungen an Kühlung, Hygiene, Prozesssicherheit, Pufferkapazitäten und Sicherung gegenüber Extremwetterereignissen anzupassen.

Mögliche **Chancen des Klimawandels** auf die Milchwirtschaft bzw. die Milchvermarktung werden bisher nicht thematisiert. Aufgrund der primär eher regionalen Vorteile durch den Klimawandel wäre dies naheliegend. Insbesondere die internationalen Wettbewerbschancen gegenüber voraussichtlich stärker vom Klimawandel betroffenen Exportregionen wie Australien oder Neuseeland, aber auch die möglichen Folgen einer verstärkten Milchproduktion in der Metropolregion wären zu analysieren.

→ **Anpassungsmöglichkeiten und Anpassungsbereitschaft: Milchverarbeitung und Logistik**

Die Anpassung der **Lagerung** an einen zunehmenden Bedarf an Kühlung und Kapazität zum Ausgleich von Störungen ist weniger eine Frage der technischen Möglichkeiten, sondern vor allem eine Frage der Kosten und der Finanzierung. Entscheidend wird sein, wer die

¹³⁸ Vgl. Workshop 4 vom 19.05.2010.

¹³⁹ Vgl. Workshop 4 vom 19.05.2010.

entstehenden Kosten trägt. Nur knapp 40 % der Landwirte sind aktuell bereit, für eine mehrtägige Abholung der Rohmilch in eine umfangreichere Lagerhaltung zu investieren, wenn hierdurch logistische Vorteile für die Molkerei entstehen (Fahlbusch et al. 2009: 50f.). Aufgrund der aktuellen wirtschaftlichen Situation der Milcherzeuger ist hier eine sehr geringe Anpassungsbereitschaft zu erwarten. Den **Transport** der Rohmilch führt die Molkerei durch. Dies ist auch bei einer weiteren Marktbereinigung und Konzentration der Molkereien zu erwarten. Sowohl die technische Anpassung im Fall veränderter klimatischer Bedingungen als auch die Übernahme der entstehenden Kosten durch die Molkerei erscheint unproblematisch.

Wie bereits in Abschnitt 4.3. thematisiert, ist für die **Molkereien** die Klimaanpassung aktuell kein relevantes Thema. Dies zeigt nicht nur die Tatsache, dass kein Interesse seitens regionaler Molkereien an einer Teilnahme an Expertengesprächen bestand, sondern auch die Einschätzung aus den Experten-Workshops: „Der Klimawandel, glaub' ich, spielt in den Gedanken der Meiereien noch eine etwas untergeordnete Rolle. (...) Da spielt mehr eine Rolle: Wie verändern sich die Preise? Was machen die Volatilitäten in Zukunft? Was passiert in Nachfrageregionen wie Asien oder Lateinamerika? Wie entwickeln sich Preise?“¹⁴⁰ Für die regionalen Molkereien besteht aber grundsätzlich eine Vielzahl von Anpassungsoptionen, wie im vorangegangenen Abschnitt beschrieben. Diese auf die jeweilige Ausgangslage der Molkerei beziehen und spezifische Lösungsmöglichkeiten identifizieren zu können, setzt jedoch zunächst ein Problembewusstsein und eine genaue Analyse der jeweiligen Ausgangslage voraus. Die Anpassungskapazität der Molkereien erscheint uns allerdings geringer als die der weiterverarbeitenden Nahrungsmittelindustrie. Während diese zunehmend überregional und sogar international beschafft und sich allein hierdurch den regional unterschiedlichen klimatischen Veränderungen anpassen kann (Parry 2000: 171), sind die Molkereien an ihr regional begrenztes Einzugsgebiet für Rohmilch gebunden.

Die **Vermarktung von Molkereiprodukten** erfolgt bereits heute international. Großmolkereien wie die Nordmilch AG sind exportorientiert und könnten zukünftige Vorteile in der regionalen Rohmilchbeschaffung in Wettbewerbschancen gegenüber vom Klimawandel benachteiligten Regionen wie z.B. dem Mittelmeerraum oder gegenüber internationalen Wettbewerbern wie z.B. stark exportierenden Molkereien aus Neuseeland und Australien umwandeln. Ein Ausschöpfen dieser globalen Vorteile könnte jedoch mit einer weiteren Intensivierung der Milcherzeugung in der Metropolregion und damit mit regionalen Nachteilen einhergehen.

4.4.4. Handel und Konsum

→ **Natürliche Anpassungskapazität: Handel und Konsum**

Auf der Stufe des Handels und des Konsums ist die natürliche Anpassungskapazität nicht relevant.

→ **Anpassungswissen: Handel und Konsum**

Für den Handel und den Konsum liegen bisher kaum Studien zur Anpassung an den Klimawandel vor.¹⁴¹ Heymann (2007: 23) beschreibt als Herausforderung des Groß- und Einzelhandels die verstärkten Preisschwankungen oder auch -steigerungen durch den Klimawandel, auf die zu reagieren sei. Eine differenziertere Analyse hat Chegini (2005b) für Supermärkte in England durchgeführt.

Im Rahmen von 'nordwest2050' wurde das Konsumentenverhalten im Kontext von Klimawandel und Preisänderungen – auch für den Konsumbereich Ernährung – untersucht (Krapf/Wehlau 2009: 25f. und Weller/Fischer/Krapf: 2010).

→ **Anpassungsmöglichkeiten und Anpassungsbereitschaft: Handel und Konsum**

Für den **Handel** kann die Anpassungskapazität nach unserer Einschätzung als relativ hoch

¹⁴⁰ Workshop 3 vom 12.05.2010.

¹⁴¹ Auch das „Nationale Symposium zur Identifizierung des Forschungsbedarfs zur Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) an den Klimawandel“ am 27./28.08.2008 in Leipzig hat sich mit diesem Bereich der Wertschöpfungskette nicht befasst (UFZ 2008).

bezeichnet werden. Durch eine Vielzahl von Anpassungsoptionen kann der Handel relativ flexibel auf mögliche negative Auswirkungen sowohl auf die vorgelagerten Stufen der milchwirtschaftlichen Wertschöpfungskette als auch auf die eigenen Prozesse selbst reagieren. Durch die weitgehend überregionale und sogar globale Beschaffung bestehen zahlreiche Möglichkeiten, eine regional mangelnde Verfügbarkeit von Produkten auszugleichen. Steigende Nachfrage nach Substituten und zusätzliche Transporte werden die Produkt-, Transaktions- und Transportkosten allerdings erhöhen. Sofern die regionale Herkunft der Produkte eine starke Bedeutung besitzt (z.B. Ammerländer-Schinken oder Thüringer Bratwurst), könnte ein zusätzlicher Nachteil entstehen. Bei den meisten Milchprodukten der Metropolregion handelt es sich allerdings eher weniger um regional spezifische Produkte.

Die gegenwärtige mehrstufige **Logistik-Kette** des Lebensmitteleinzelhandels kann in Bezug auf die Anpassungskapazität je nach Kontext als Vorteil und als Nachteil gewertet werden: Die regionalen Logistikzentren, in denen die Waren temporär gelagert und für die Verteilung auf lokale Filialen des Handelsunternehmens kommissioniert werden, stellen einerseits regionale Pufferkapazitäten dar. Störungen in einzelnen Filialen, die durch das Zentrallager beliefert werden, können hierdurch aufgefangen werden. Betrifft die Störung das Logistikzentrum selbst, kann der Warenfluss andererseits auch großräumig gestört sein, da der Vorrat in den jeweiligen Filialen relativ gering gehalten wird.

Frische Molkereiprodukte werden auch heute schon gekühlt transportiert und sowohl im Logistikzentrum als auch im Filialgeschäft gekühlt gelagert. Daher ist – trotz der oft weiten Transportwege - bereits ein relativ hoher Anpassungsgrad vorhanden.

Längere Öffnungszeiten des Einzelhandels mit der Möglichkeit, auch in den Abendstunden einzukaufen (heute teilweise bis zu 24 h), entzerren die Einkaufsbedingungen und ermöglichen es, den Einkauf in kühlere Tageszeiten zu verlegen („Spät-Shopping“) (Chegini 2005b: 32). Hier geht der Trend zu stärkerer Kundenorientierung mit größerer Anpassungsflexibilität einher.

Die Anpassungsbereitschaft des Handels wird nach unserer Auffassung in hohem Maße von **sozioökonomischen Einflussfaktoren** abhängen, da sich die direkte naturräumliche Sensitivität des Handels vor allem auf Aspekte der Kühlung von Lebensmitteln konzentriert. Während sich eine hohe Anpassungsbereitschaft im Rahmen der Beschaffungsprozesse aufgrund veränderter Verfügbarkeiten von Produkten ergeben wird, wird sie im Bereich der Kundenbeziehung eher einen mittleren Grad erreichen und erst dann an Bedeutung gewinnen, wenn hierdurch eine stärkere Profilierung am Markt ermöglicht wird. Klimawandel im Sinne des Klimaschutzes ist schon heute teilweise ein Verkaufsargument geworden, wie die beginnende Debatte um den Product Carbon Footprint zeigt (PCF-Pilotprojekt 2009). Allerdings spielt die Klimaanpassung bisher noch keine Rolle. Nach Ansicht der befragten Experten könnte dies auch so bleiben: „Aber ich glaube, dass Klima da eine relativ sekundäre Rolle spielt. Zumindest, wenn man außerhalb des Klimaschutzaspektes ist.“¹⁴² Momentan seien andere Verkaufsargumente wie Bio-Milch, Gentechnik freie Milch, faire Milch oder gesundheitsfördernde Varianten wie „Omega-3-Fettsäuremilch“ von Bedeutung. Entsteht jedoch die Möglichkeit einer Profilierung am Markt durch das Thema Klimaanpassung, so kann der Handel zum starken Treiber einer Anpassung in der Wertschöpfungskette werden: „Das ist dann so wie mit QM (Qualitätsmanagement; MM) zum Beispiel. Dass der LEH irgendwann gesagt hat, wir nehmen nur noch QM-Milch. Dann haben die Molkereien das durchgereicht an die Milcherzeuger. Also aus Nachfragesicht kann das schon passieren.“¹⁴³ Aufgrund seiner starken Marktmacht ist der Handel in der Lage, Maßnahmen gegenüber seinen Lieferanten auch wirksam durchzusetzen (Branscheid 2008: 153). Und wenn der Handel das Thema Klimaanpassung als für sich relevant erkennt, dann wird er auch Maßnahmen zur Klimaanpassung initiieren.¹⁴⁴

Obwohl einzelne Experten vermuteten, dass sich **Verbraucherpräferenzen** durch eine längere Debatte über den Klimawandel in Richtung einer größeren Zahlungsbereitschaft für klimafreundliche oder klimaangepasste Produkte ändern könnten,¹⁴⁵ wird der Konsument

¹⁴² Workshop 3 vom 12.05.2010.

¹⁴³ Workshop 3 vom 12.05.2010. Ähnlich auch: Workshop 4 vom 19.05.2010.

¹⁴⁴ Workshop 4 vom 19.05.2010.

¹⁴⁵ Vgl. Workshop 1 vom 21.04.2010.

insgesamt doch als kein starker Treiber für die Anpassungsfähigkeit der Wertschöpfungskette gesehen. Für die Konsumenten ist aktuell der Preis das wesentliche Differenzierungsmerkmal für viele Milchprodukte, so dass die aktuelle Anpassungsbereitschaft als eher gering angesehen werden kann. Auch die bereits in Abschnitt 4.1. beschriebene Entfremdung zwischen den Erzeugern und den Konsumenten von Lebensmitteln kann die Anpassungsbereitschaft verringern. Aus Sicht der befragten Experten wäre eine zusätzliche Kundeninformation über Aspekte der Klimaanpassung bei Lebensmitteln wenig erfolgversprechend. Denn auch bisherige Produktdeklarationen seien für die meisten Kunden wenig interessant: „(A)ber das liest sich keiner durch. Und irgendwann, wenn dann wieder ein Problem kommt, dann steht das schon zwei Jahre drauf, aber ist vorher keinem aufgefallen.“¹⁴⁶

Eine empirische Untersuchung zu den **klimawandelbezogenen Veränderungen in der Nachfrage** und in den **Konsummustern** privater Verbraucher im Rahmen von 'nordwest2050' konnte aufzeigen, dass sich Konsumenten einerseits eine große Verantwortung für umweltfreundlichen Konsum zuschreiben, andererseits aber Zweifel bestehen, ob sich die Mehrheit der Konsumenten tatsächlich klimafreundlich verhalten will (Weller/Fischer/Krapf: 2010). Im Vergleich zum Klimaschutz spielen Fragen der Klimaanpassung bisher keine Rolle im Alltag der befragten Konsumenten. Als mögliche Anpassungsmaßnahmen im Bereich der Nahrungsmittelerzeugung wurde die Züchtung resistenter Arten befürwortet. Keine Akzeptanz seitens der befragten Konsumenten fanden Maßnahmen wie die Zunahme von chemischen Pflanzenschutzmitteln, der Einsatz von Medikamenten oder von Gentechnik. Damit wird die Bandbreite möglicher Anpassungsoptionen aus der Sicht von Konsumenten deutlich eingeschränkt.

4.4.5. Übergreifende Aspekte der Wertschöpfungskette

Prozesse der Planung und der Kommunikation sowie kulturelle Aspekte haben für alle Stufen der Wertschöpfungskette gleichermaßen eine große Bedeutung. Eine Differenzierung entsprechend der jeweiligen Stufen konnte im Rahmen dieser Studie nur eingeschränkt vorgenommen werden. Daher werden diese Fragestellungen im Folgenden übergreifend thematisiert.

Die Klimaanpassung muss in langfristige **Planungsprozesse** integriert werden, da langfristige Investitionen die Akteure an – eventuell vulnerable – Infrastrukturen, Prozesse und Aktivitäten binden und damit den zukünftigen Handlungsspielraum einschränken können (Sussman/Freed 2008: 17; UKCIP 2009: 11f.). Das Problem in der Klimaanpassung besteht jedoch darin, dass eine langfristige unternehmerische Planung häufig eher konservativ und basierend auf Erfahrungswissen erfolgt (Chegini 2005: 31), so dass „schwachen Signale“ mit Unsicherheiten und Unschärfen auch dort eine eher geringere Relevanz beigemessen wird gegenüber solchen Themen, die als scheinbar „sicher“ gelten. Für die Milchwirtschaft verdeutlichten die Experten-Workshops einhellig, dass aufgrund der sozioökonomischen Rahmenbedingungen eher von kurz- bis mittelfristigen Planungshorizonten auszugehen sei.¹⁴⁷

Die Anpassung an den Klimawandel kann nur erfolgen, wenn Fähigkeiten und Instrumente bestehen, die entstehenden Herausforderungen und ihre möglichen Risiken, aber auch Chancen wahrzunehmen, zu erkennen und Problemlösungen zu erarbeiten (Chegini 2005: 36, 39). Durch die langen Zeiträume und die Vielzahl von Einflussfaktoren sind der Klimawandel und die Anpassung an seine Folgen im Speziellen geprägt von Unsicherheit und Unschärfe. Gerade kleine Betriebe wie Milcherzeuger oder mittlere Unternehmen wie Molkereien oder Zulieferer haben im Umgang mit „schwachen Signalen“ eher wenig Erfahrung und konzentrieren sich daher auf die „starken Signale“, die die kurz- und mittelfristige Agenda ihres Geschäfts bestimmen. Dies gilt insbesondere für Wertschöpfungsketten wie die Milchwirtschaft, die stark von Marktdruck und Strukturwandel geprägt sind. Hier besteht die Gefahr, dass langfristige Herausforderungen im „Tagesgeschäft untergehen“ und damit weder die eigene Sensitivität noch mögliche Anpassungsmöglichkeiten erkannt werden. Innerhalb der Wertschöpfungskette sind daher **Informations- und Kommunikationsprozesse** erforderlich, die eine Sensibilisierung und

¹⁴⁶ Workshop 4 vom 19.05.2010.

¹⁴⁷ Vgl.: Workshop 1 vom 21.04.2010, Workshop 3 vom 12.05.2010 und Workshop 4 vom 19.05.2010.

Thematisierung der Klimaanpassung ermöglichen. Dies setzt sowohl Prozesse bei dem jeweiligen Akteur selbst voraus als auch übergreifende Kommunikationsbeziehungen zwischen den Akteuren. Betriebseigene Prozesse der Früherkennung oder des Risikomanagements erfordern umfangreiche Ressourcen, die bei vielen der eher kleineren Akteure in der Milchwirtschaft auf nur wenig Akzeptanz stoßen werden. Alternativen oder ergänzende Angebote wären daher die Beratung und die Kooperation in Netzwerken oder in Foren. Diese Funktionen könnten z.B. Verbände und Kammern wahrnehmen. Allerdings bestehen in Deutschland keine vertikal organisierten, sondern lediglich auf die jeweilige Stufe ausgerichtete Verbände (Bahlmann/Spiller 2008: 25). In diesen Organisationen sollte daher eine entsprechende Thematisierung beginnen, jedoch zwingend ergänzt durch Wertschöpfungsstufen übergreifende Foren und Plattformen, die einen Dialog zwischen verschiedenen Akteuren ermöglichen und Teilöffentlichkeiten miteinander vernetzen (Mesterharm 2001: 433ff.). Öffentlich-rechtliche Institutionen wie die Landwirtschaftskammer, aber auch Industrie- und Handelskammern wären geeignete Initiatoren entsprechender Foren. Je größer das Vertrauen zwischen den beteiligten Akteuren, desto größer ist auch die Bereitschaft, die thematisierten Herausforderungen und möglichen Lösungen als die eigenen zu akzeptieren.

Kulturelle Aspekte wie **Routinen** oder **Branchenstandards** stellen wichtige Ansatzpunkte für die Anpassung an den Klimawandel dar. In Abschnitt 4.1. sind bereits kulturelle Charakteristika der Wertschöpfungskette beschrieben und in diesem Abschnitt erste Erkenntnisse für die Anpassungskapazität in der Milcherzeugung aufgezeigt worden. Routinen und Branchenstandards können sowohl Treiber als auch Barrieren für Anpassungsmaßnahmen sein. Insbesondere Routinen sind durch Erfahrungen und Lernprozesse „gewachsene“ Praktiken, die von den Akteuren als ein geeigneter Handlungsrahmen akzeptiert werden und damit Vertrauen und Verlässlichkeit erzeugen (Chegini 2005: 34). Lässt sich eine Herausforderung in die Routine integrieren, dann kann die Routine zu einem Treiber des Anpassungsprozesses werden. Der tägliche Umgang mit Wetteränderungen in der Land- und Viehwirtschaft wäre ein Ansatzpunkt hierfür. Wenn die Herausforderung allerdings erhebliche Auswirkungen auf das Geschäftsmodell und seine Routinen hat, können Routinen zu einer Barriere werden, die die Herausforderung ausblendet. Für die Metropolregion sind für die Milchwirtschaft durch die Folgen des Klimawandels keine Herausforderungen erkennbar, die das Geschäftsmodell oder seine Routinen in Frage stellen. Ziel müsste es sein, die vorhandenen Routinen, die auf „Vergangenheitswissen“ basieren, um „Zukunftswissen“, d.h. das Wissen um Klimaänderungen, zu ergänzen. Gerade da es in der Metropolregion deutlich mehr Vorteile als Nachteile durch den Klimawandel geben wird, sollte hierfür die Anpassungsbereitschaft eher hoch sein, um regionale (Wettbewerbs-)Vorteile zu nutzen.

Herausforderungen für die Milchwirtschaft bestehen allerdings sehr viel stärker durch den Klimaschutz, da der Agrarsektor bisher kaum in Maßnahmen zur Verringerung von Treibhausgasen einbezogen ist. Zu vermuten ist daher, dass der positive Effekt durch eine Klimaanpassung durch den Handlungsbedarf der Landwirtschaft im Klimaschutz und die sozioökonomischen Veränderungen im Agrarmarkt überlagert wird. Eine Anpassungsdiskussion muss daher unbedingt beide konträren Effekte berücksichtigen, jedoch ohne das Ziel der Anpassung aus dem Fokus zu verlieren.

4.5. Tabellarische Zusammenfassung von potenziellen Auswirkungen und Anpassungskapazitäten in den Wertschöpfungsstufen

Wertschöpfungsstufe	Exposition	Sensitivität
Vorproduktion	Relevante Klimaparameter: <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur • CO₂-Konzentration • Niederschlag • Extremwetterereignisse 	Sensitive Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Boden • Futtermittel • Naturräumliche Spezialisierung • Wasserversorgung • Vorgelagerte Produkte und Dienstleistungen
	Potenzielle Auswirkungen	
<p>Boden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Veränderter Nährstoffgehalt bei höheren Temperaturen ○ Verstärkte Treibhausgasemissionen bei höheren Temperaturen ○ Beeinträchtiger Zugang zu Flächen bei Extremniederschlägen <p>Futtermittel:</p> <p>Gras:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mittlere positive Wachstumseffekte bei moderaten Veränderungen (Temperatur, Niederschlag und CO₂-Düngung) ▪ Geringe negative Wachstumseffekte bei weiterem Anstieg der Temperatur und weniger Niederschlag (ab 2050) ▪ Qualität: nicht eindeutig, sowohl positive als auch negative Effekte ▪ Erntebedingungen: geringe positive Wirkungen <p>Mais:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mittlere positive Wachstumseffekte durch höhere Temperaturen, längere Vegetationsperiode ▪ Geringe Nachteile durch abnehmenden Niederschlag ▪ negative Effekte durch Insektenbefall bei Monokulturen bei wärmerem Klima <p>Soja:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Preis und Verfügbarkeit von Soja aus Übersee kann durch Extremwetterereignisse beeinflusst werden; Beschaffungsrisiko von GVO-freiem Soja: mittel <p>Mischfuttermittel: siehe Ausführungen zu Soja in der VA Geflügel- und Schweinefleisch (Akamp/Schattke 2011)</p> <p>Wasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Höherer Wasserbedarf wegen geringerer Niederschläge und längeren Vegetationsperioden: geringer bis mittlerer Effekt ○ Süßwasserversorgung in der Wesermarsch: mittlerer negativer, aber regionaler Effekt <p>Vorgelagerte Produkte und Dienstleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Neue Marktchancen für Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus ○ Erhöhter Bedarf an veterinärmedizinischen Dienstleistungen <p>(Zusammenfassende) potenzielle Auswirkungen auf der Stufe „Vorproduktion“:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Richtung: positiv • Ausmaß: mittel 		

Abbildung 9: Potenzielle Auswirkungen in der Wertschöpfungsstufe Vorproduktion (Quelle: Eigene Darstellung)

Wertschöpfungsstufe	Natürliche Anpassungskapazität	Anpassungswissen	Anpassungsmöglichkeit und -bereitschaft
<p>Vorproduktion</p>	<p>Boden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hohe Kapazität, aber mit negativen Nebeneffekten (THG-Emissionen) • Grenzen bezüglich Nährstoffe und Entwässerung <p>Futtermittel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gras: hohe Kapazität • Mais: hohe Kapazität • Soja: regional unterschiedlich <p>Wasserversorgung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technisches System <p>Vorgelagerte Produkte und Dienstleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technisches System 	<p>Boden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umfangreiches Wissen zu Düngung und Entwässerung <p>Pflanzenbau:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umfangreiches Wissen zu Anbaubedingungen von Kulturpflanzen • Eingeschränktes Wissen zu klimabezogenen Kombinationswirkungen (CO₂, Temperatur und Niederschläge) auf die Ernteerträge <p>Wasserversorgung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorhandenes Wissen <p>Vorgelagerte Produkte und Dienstleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorhandenes Wissen durch internationale und branchenübergreifende Ausrichtung der (regionalen) Anbieter 	<p>Allgemein:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundsätzlich hohe Bereitschaft der Landwirte und Unternehmen zu erwarten; aber sehr stark begrenzt durch finanzielle Spielräume, insbesondere bei Landwirten <p>Boden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nutzungsänderungen aufgrund naturräumlicher Spezifika eingeschränkt • Milchquotenregelung • Entwässerung im Winter und Bewässerung im Sommer möglich <p>Gras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geringer Anpassungsbedarf gegenüber negativen Effekten • Anpassung an positive Effekte leistbar <p>Mais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verzicht auf Monokulturen; Bereitschaft eingeschränkt • Einsatz von neuer Pflanzenschutzmitteln; Methoden etabliert • Genetisch veränderte Sorten; Einsatz gesellschaftlich umstritten <p>Soja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genetisch veränderte Sorten; Einsatz gesellschaftlich umstritten <p>Wasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausgleich von Nachfragespitzen durch stärkere regionale Vernetzung; unterschiedliche Interessenlagen <p>Vorgelagerte Produkte und Dienstleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knowhow-Transfer aus anderen Regionen und Branchen möglich; hohes Eigeninteresse der Akteure an neuen Produkten zu erwarten
	<p>(Zusammenfassende) Anpassungskapazität der Stufe „Vorproduktion“:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mittel bis hoch 		

Abbildung 10: Anpassungskapazität in der Wertschöpfungsstufe Vorproduktion (Quelle: Eigene Darstellung)

Wertschöpfungsstufe	Exposition	Sensitivität
Produktion	<p>Relevante Klimaparameter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur • Luftfeuchtigkeit • Extremwetterereignisse 	<p>Sensitive Bereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verknüpfung von Milchproduktion und lokaler Grundfuttererzeugung • Wohlbefinden / Gesundheit des Milchviehs • Milchleistung (Menge / Qualität) • Überschuss an tierischen Nährstoffen • (Stall)Infrastruktur
	<p>Potenzielle Auswirkungen</p>	
	<p>Verknüpfung von Milchproduktion und lokaler Grundfuttererzeugung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Direkte (aber eher positive und mittlere) Auswirkungen regionaler Klimaveränderungen auf die Grundfuttererzeugung; • Eher geringere negative Effekte durch überregionale Klimaveränderungen (z.B. durch Mischfutter aus GVO-freien Beschaffungsmärkten in Übersee) <p>Milchleistung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menge: negativer Einfluss durch erhöhte Temperaturen, in den Sommermonaten mittlere Auswirkung • Qualität: negativer Einfluss u.a. auf Protein- und Fettgehalt der Milch durch erhöhte Temperaturen • Qualität: negativer Einfluss auf die Milchhygiene durch erhöhte Temperaturen <p>Wohlbefinden / Gesundheit des Milchviehs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mittleres Risiko stärkerer Verbreitung von Krankheiten und Parasiten (Weide- und Offenstallhaltung) • Stärkere Regulierung zur Tiergesundheit durch Staat oder Abnehmer wahrscheinlich • Erhöhter Trinkwasserbedarf bei hohen Temperaturen <p>Überschuss an tierischen Nährstoffen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Längere Vegetationsperioden für lokale Futtermittel bieten bessere Verwertungsmöglichkeiten von (überschüssigen) Nährstoffen • Klimawandel verstärkt zunehmend den Druck zur Reduktion von Treibhausgasen <p>(Stall)Infrastruktur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geringe Möglichkeiten der Regulierung der Klimabedingungen (Temperatur und Luftfeuchte) für Milchkühe in Weidehaltung und in Offenställen; kostenintensive Investitionen zur Verbesserung der Klimabedingungen und Hygiene / Krankheitsprävention • Arbeitsplatzbedingungen bei Extremtemperaturen • Extremwetter kann Sachschäden an Infrastruktur verursachen <p>(Zusammenfassende) potenzielle Auswirkungen auf der Stufe „Produktion“:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Richtung: negativ • Ausmaß: gering bis mittel 	

Abbildung 11: Potenzielle Auswirkungen in der Wertschöpfungsstufe Produktion (Quelle: Eigene Darstellung)

Wertschöpfungsstufe	Natürliche Anpassungskapazität	Anpassungswissen	Anpassungsmöglichkeit und -bereitschaft
<p>Produktion</p>	<p>Milchvieh:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stark begrenzt, da züchterisch Optimum bei Hochleistungsrindern erreicht <p>(Stall)Infrastruktur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technisches System 	<p>Milchvieh:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umfangreiches Wissen zur Züchtung von Rindern; insbesondere in Niedersachsen • Umfangreiches Wissen und regional gute Infrastruktur zu Hygiene u. Krankheitsprävention • Geringe Vernetzung von Forschung und Praxis <p>Infrastruktur und Produktionstechnologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umfangreiches Wissen durch marktführende Anbieter in der Region, allerdings bisher keine explizite Ausrichtung auf Klimaanpassung • Internationales Knowhow verfügbar <p>Alternative Produktionsmodelle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausreichendes Wissen durch internationale Vergleichsmöglichkeit 	<p>Allgemein:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundsätzlich hohe Bereitschaft der Landwirte und Unternehmen zu erwarten; aber sehr stark begrenzt durch finanzielle Spielräume, insbesondere bei Landwirten <p>Milchvieh:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Züchtung erfordert viel Zeit, da lange Reproduktionsphasen bei Rindern • Milchleistung steht (gegenüber Robustheit) im Vordergrund <p>Infrastruktur und Produktionstechnologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • langfristige Investitionen und gewährte Fördermittel bewirken zeitliche Bindung an Technologien • geringe Vernetzung in der Wertschöpfungskette • Knowhow-Transfer aus anderen Regionen und Branchen möglich; hohes Eigeninteresse der Akteure an neuen Produkten zu erwarten <p>Planerischer Handlungsspielraum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • starker Strukturwandel und Kostendruck durch Handel engen finanziellen Spielraum zur Anpassung stark ein • eher geringe Planungszeiträume aufgrund von Unsicherheit <p>Kulturelle Aspekte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bäuerliche Prägung und (langfristiger) Wandel eher durch Generationswechsel; kann Anpassungsgeschwindigkeit verringern
	<p>(Zusammenfassende) Anpassungskapazität der Stufe „Produktion“:</p> <ul style="list-style-type: none"> • gering 		

Abbildung 12: Anpassungskapazität in der Wertschöpfungsstufe Produktion (Quelle: Eigene Darstellung)

Wertschöpfungsstufe	Exposition	Sensitivität
Milchverarbeitung und Logistik	Relevante Klimaparameter: <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur • Niederschlag • Extremwetterereignisse 	Sensitive Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Lagerung und Transport der Milch / Molkereiprodukte • Milchverarbeitung • Milchvermarktung • Gebäude und Infrastruktur
	Potenzielle Auswirkungen	
	<p>Lagerung und Transport der Milch / Molkereiprodukte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der Temperatur führt zu höherem Kühlbedarf und damit zu höheren Kosten (mittlere Auswirkungen) • Extremwetterereignisse können die Logistikkette beeinträchtigen; z.B. zu Zeitverzögerungen führen (geringer Effekt) <p>Milchverarbeitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der Temperatur führt zu höherem Kühl- und Hygienebedarf und damit zu höheren Kosten (mittlere Auswirkungen) • Häufigere und längere Hitzeperioden können Wasserverfügbarkeit beeinträchtigen und langfristig höhere Kosten verursachen (geringe Auswirkungen) • Beschaffung von Milch (regional und überregional) eher unproblematisch • Arbeitsplatzbedingungen bei Extremtemperaturen <p>Milchvermarktung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klimawandelbedingte Nachteile in anderen Regionen können zu relativen Wettbewerbsvorteilen für international tätige Molkereien führen (mittlerer Effekt) <p>Gebäude und Infrastruktur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extremwetterereignisse können Gebäude und Infrastruktur beschädigen (geringe Auswirkungen) • Klimawandel kann zu steigenden Versicherungsprämien führen (mittlere Auswirkungen) <p>(Zusammenfassende) potenzielle Auswirkungen auf der Stufe „Milchverarbeitung und Logistik“:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lagerung/Verarbeitung: <ul style="list-style-type: none"> ○ Richtung: negativ ○ Ausmaß: gering • Vermarktung: <ul style="list-style-type: none"> ○ Richtung: positiv ○ Ausmaß: mittel 	

Abbildung 13: Potenzielle Auswirkungen in der Wertschöpfungsstufe Milchverarbeitung und Logistik (Quelle: Eigene Darstellung)

Wertschöpfungsstufe	Natürliche Anpassungskapazität	Anpassungswissen	Anpassungsmöglichkeit und -bereitschaft
Milchverarbeitung und Logistik	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht relevant, da technisches System 	<p>Allgemein:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kaum spezifisches Wissen zur Klimaanspassung bei Logistik und Verarbeitung <p>Lagerung und Transport:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wissen über Kühlmöglichkeiten bei Lagerung und Transport vorhanden <p>Milchverarbeitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausreichendes Wissen über technische Lösungen zur Kühlung, Hygiene und Wassereffizienz vorhanden, auch durch internationale Vergleichsmöglichkeiten <p>Milchvermarktung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kein erkennbares Wissen zu Chancen und Risiken internationaler Wettbewerbsvorteile durch den globalen Klimawandel <p>Gebäude und Infrastruktur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausreichendes Wissen über technische Lösungen zur Sicherung gegenüber Schäden vorhanden, auch durch internationale Vergleichsmöglichkeiten 	<p>Lagerung und Transport:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausweitung der Kühlung und der Pufferkapazitäten • Geringe Bereitschaft der Milcherzeuger zur Vergrößerung der eigenen Lagerkapazitäten (Kosten); Bereitschaft der Molkereien, dies auszugleichen, erkennbar <p>Milchverarbeitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technische Lösungen zur Kühlung, Hygiene und Wassereffizienz • Steigende Kosten dämpfen Bereitschaft • Nicht erkennbar, dass Klimaanspassung in Planungsprozesse integriert (Problembewusstsein) <p>Milchvermarktung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stärkere Marktpräsenz und Wettbewerbsvorteile in Regionen, die Nachteile durch den Klimawandel haben (z.B. Australien) <p>Gebäude und Infrastruktur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technische Lösungen zur Sicherung gegenüber Schäden vorhanden, auch durch internationale Vergleichsmöglichkeiten • Steigende Kosten dämpfen Bereitschaft, aber Anreiz durch (steigende) Versicherungsprämien
	<p>(Zusammenfassende) Anpassungskapazität der Stufe „Milchverarbeitung und Logistik“:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lagerung/Verarbeitung: mittel • Vermarktung: mittel 		

Abbildung 14: Anpassungskapazität in der Wertschöpfungsstufe Milchverarbeitung und Logistik (Quelle: Eigene Darstellung)

Wertschöpfungsstufe	Exposition	Sensitivität
Handel und Konsum	Relevante Klimaparameter: <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur • Extremwetterereignisse 	Sensitive Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Verlässlichkeit der Verfügbarkeit und Qualität von Molkereiprodukten • Logistik und Infrastruktur • Kaufverhalten
	Potenzielle Auswirkungen	
	Verfügbarkeit und Qualität der Molkereiprodukte: <ul style="list-style-type: none"> • Regionale und überregionale Verfügbarkeits- und Qualitätsrisiken können Preisschwankungen auslösen; allerdings geringer Effekt, da regional eher Vorteile für die Milchwirtschaft und zugleich Substitutionsmöglichkeiten Logistik und Infrastruktur: <ul style="list-style-type: none"> • Extremwetterereignisse können die Logistikkette beeinträchtigen; z.B. zu Zeitverzögerungen führen (geringe Auswirkungen) • Erhöhung der Temperatur führt zu höherem Kühlbedarf und damit zu höheren Kosten (mittlere Auswirkungen) • Extremwetterereignisse können Gebäude und Infrastruktur beschädigen (geringer Effekt) Kaufverhalten: <ul style="list-style-type: none"> • Eher geringe Zahlungsbereitschaft für Lebensmittel • Hohe Temperaturen verringern Kaufneigung • Skepsis gegenüber Anpassungsoptionen in der Nahrungsmittelerzeugung (Zusammenfassende) potenzielle Auswirkungen auf der Stufe „Handel und Konsum“: <ul style="list-style-type: none"> • Handel: <ul style="list-style-type: none"> ○ Richtung: negativ ○ Ausmaß: gering • Konsum: <ul style="list-style-type: none"> ○ Richtung: negativ ○ Ausmaß: gering 	

Abbildung 15: Potenzielle Auswirkungen in der Wertschöpfungsstufe Handel und Konsum (Quelle: Eigene Darstellung)

Wertschöpfungsstufe	Natürliche Anpassungskapazität	Anpassungswissen	Anpassungsmöglichkeit und -bereitschaft
Handel und Konsum	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht relevant, da technisches System 	<p>Allgemein:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kaum spezifisches Wissen zur Klimaanspassung in Handel und Konsum <p>Lagerung, Transport und Point of Sale:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wissen über Kühlungs- und Puffermöglichkeiten vorhanden 	<p>Allgemein:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bereitschaft des LEH zu Anpassungsmaßnahmen vorhanden, wenn hierdurch Vorteile im Markt (vgl. Bio-Trend) zu erzielen sind; • Fähigkeit des LEH, Maßnahmen in der Kette durchzusetzen • Bereitschaft des Kunden zielgruppenabhängig (z.B. Bio-Kunden); allgemein aber eher gering, da stark preissensibel und deutliche Entfremdung von Nahrungsmittelproduktion <p>Beschaffung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • globale Beschaffung ermöglicht relativ flexible Substitution von (nicht verfügbaren) Produkten <p>Lagerung und Transport:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kühlung der Produkte bereits Praxis • Pufferkapazitäten in regionalen Logistikzentren <p>Point of Sale:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kühlung der Produkte bereits Praxis
	<p>(Zusammenfassende) Anpassungskapazität der Stufe „Handel und Konsum“:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Handel: mittel - hoch • Konsum: mittel 		

Abbildung 16: Anpassungskapazität in der Wertschöpfungsstufe Handel und Konsum (Quelle: Eigene Darstellung)

5. Fazit der Vulnerabilitätsbewertung der Wertschöpfungskette Milchwirtschaft

Die Milchwirtschaft hat durch den hohen Anteil lokaler Futtermittelerzeugung, die Betriebsgröße der Milchbauern und die Existenz großer Molkereien eine wichtige Bedeutung für die Metropolregion Bremen-Oldenburg: In den Landkreisen Friesland, Wesermarsch und Cuxhaven sind mit durchschnittlich 120 – 130 Rindern pro Betrieb die größten Betriebseinheiten in Niedersachsen angesiedelt und mit der Nordmilch AG hat der größte deutsche Milchverarbeiter seinen Sitz in der Metropolregion. Auswirkungen des Klimawandels auf diese Wertschöpfungskette haben daher eine unmittelbare Wirkung auf die Metropolregion.

Auf der Stufe der **Vorproduktion** lassen sich zusammenfassend eher positive **Auswirkungen** von mittlerer Ausprägung durch den Klimawandel erkennen: Lokal erzeugte Futtermittel wie Gras und Mais können bei moderaten klimatischen Veränderungen (Temperatur, Niederschlag, bei Gras auch CO₂-Düngewirkung) positive Wachstumseffekte erzielen, denen eher geringe negative Effekte durch Trockenheitsperioden (ab 2050) gegenüberstehen. Da über 50 % der verwendeten Futtermittel aus Gras- und Maissorten besteht, ist dies ein Vorteil für die Milchwirtschaft. Allerdings kann bei einer Zunahme von Monokulturen im Maisanbau (auch durch Flächenkonkurrenz infolge von Bioenergieerzeugung) ein wärmeres Klima zu einer erhöhten Gefahr durch Insektenbefall führen. Wenngleich in geringerem Maße als in der Fleischerzeugung stellt das Mischfutter (insbesondere durch den Soja-Anteil) einen Unsicherheitsfaktor dar, da Preis und Verfügbarkeit durch globalen Einkauf und eine zunehmende Begrenzung Gentechnik freier Ausgangsstoffe deutlich schwanken können. Die **Anpassungskapazität** auf der Stufe der Vorproduktion wird als mittel bis hoch eingeschätzt: Eine relativ hohe natürliche Anpassungskapazität auf Seiten der Futtermittelsorten Gras und Mais aber auch des Bodens wird ergänzt durch ein umfangreiches Wissen im Bereich des klassischen Pflanzenbaus und der Technik. Spezifisches Wissen zu klimabezogenen Kombinationswirkungen ist jedoch eingeschränkt. Stark eingeschränkt sind auch die finanziellen Handlungsspielräume seitens der Landwirte durch den erheblichen Strukturwandel. Daher kann – trotz der Anpassungsmöglichkeiten - insgesamt von keiner hohen Anpassungskapazität gesprochen werden. Zusammenfassend schätzen wir den Grad der **Vulnerabilität** auf der Stufe Vorproduktion als eher **gering** ein.

Die **Milcherzeugung** erfolgt in der Metropolregion überwiegend in bäuerlichen Betrieben. Sie ist bisher mit der lokalen Grünlandbewirtschaftung verkoppelt, so dass eine geringere Abhängigkeit von internationalen Futtermittelimporten vorliegt als in der Fleischerzeugung¹⁴⁸. Die potenziellen **Auswirkungen** durch den Klimawandel lassen eher geringe bis mittlere negative Effekte auf die Milcherzeugung erkennen, die vornehmlich aus dem negativen Einfluss steigender Temperaturen auf die Milchviehhaltung resultieren. Sowohl die Milchleistung (Menge und Qualität) als auch die Gesundheit der einseitig auf Produktivität gezüchteten Rinder kann durch erhöhte Temperaturen beeinträchtigt werden. Durch die Weide- und Offenstallhaltung lassen sich Temperaturschwankungen und Verbreitung von Krankheiten jedoch nur schwer steuern, so dass Milchbauern, die entsprechend sensitive Rassen einsetzen, Nachteile zu erwarten haben. Ein zunehmender Klimawandel könnte ferner den öffentlichen Druck auf die Milcherzeuger zur Senkung von Treibhausgasemissionen (Methan) erhöhen und damit zu einer stärkeren Regulierung führen. Eine stärkere Regulierung könnte auch im Bereich der Tiergesundheit/Hygiene erfolgen. Die **Anpassungskapazität** auf der Stufe der Milcherzeugung schätzen wir als eher gering ein. Die natürliche Anpassungskapazität der in der Metropolregion verbreiteten und vornehmlich auf Milchleistung gezüchteten „Holsteiner“ Rinderrasse gegenüber Klimaänderungen im Freiland kann als stark begrenzt angesehen werden. Zwar liegt – insbesondere in Niedersachsen – ein umfangreiches Wissen zu Produktionstechnologie, zu Infrastruktur und zur Züchtung von Rindern vor, dennoch erscheint die Bereitschaft eher gering zu sein, die vorherrschende stark produktivitätsorientierte Rinderrasse gegen eher robustere, aber weniger leistungsfähige auszutauschen oder in der Züchtung robustere Eigenschaften zu

¹⁴⁸ Siehe hierzu die Vulnerabilitätsanalyse zur Wertschöpfungskette Fleischerwirtschaft (Akamp/Schattke 2011).

präferieren. Angesichts des zunehmenden Produktivitäts- und Marktdrucks erscheint daher eher eine Abkehr von der Weide- und Offenstallhaltung als eine Veränderung der Rindereigenschaften wahrscheinlich. Durch den Klimawandel entsteht daher ein weiter zunehmender Konflikt zwischen steigender Technisierung und der Naturnähe der Milchwirtschaft.¹⁴⁹ Für viele Milchbauern ist durch den gravierenden Markt- und Produktivitätsdruck zudem der finanzielle Spielraum für Investitionen in Anpassungsmaßnahmen stark begrenzt. Eine Anpassung an veränderte (auch klimatische) Rahmenbedingungen könnte daher den bereits vorhandenen Strukturwandel zu einer industriellen Milcherzeugung beschleunigen. Zusammenfassend ist der Grad der **Vulnerabilität** auf der Stufe Milcherzeugung tendenziell als **mittel** einzustufen.

Zur Stufe der **Milchverarbeitung** werden sowohl logistische Prozesse wie der Transport und die Lagerung von Rohmilch als auch die in den Molkereien stattfindende Milchbearbeitung und deren Vermarktung gegenüber dem Handel gezählt. In der Metropolregion bestimmen genossenschaftliche Molkereien die Milchverarbeitung: Sowohl der deutsche Marktführer unter den Molkereien, die Nordmilch AG, als auch die Milchwerke Ammerland sind in der Region ansässig. Hinsichtlich der **potenziellen Auswirkungen** des Klimawandels ist es erforderlich, zwischen der Lagerung/Milchverarbeitung und der Vermarktung zu unterscheiden: Während im Zuge der Lagerung und Milchverarbeitung zunehmende Temperaturen einen erhöhten Bedarf an Kühlung und Hygiene verursachen und damit zu eher (geringen) negativen Auswirkungen führen, lassen sich in der Milchvermarktung (mittlere) positive Effekte durch den (globalen) Klimawandel erkennen, da für die Molkereien in der Metropolregion relative Wettbewerbsvorteile auf Märkten mit stärkeren Auswirkungen des Klimawandels entstehen können. Ein Ausschöpfen dieser möglichen Vorteile könnte jedoch zu einer weiteren Intensivierung der Milcherzeugung führen. Für die Versicherung von Betriebsstätten können häufigere Extremwetterereignisse – auch in anderen Regionen – zu steigenden Versicherungsprämien führen. Die **Anpassungskapazität** auf der Stufe der Milchverarbeitung schätzen wir für beide Bereiche als jeweils eher mittel ein: Im Bereich der Lagerung/Milchverarbeitung ist ein gutes technisches Wissen zu Kühlung, Hygiene und Wassereffizienz mit steigenden Kosten und damit geringerer Anpassungsbereitschaft verknüpft. Im Bereich der Vermarktung besteht für exportorientierte Unternehmen wie Nordmilch durch den globalen Klimawandel zwar die Möglichkeit, internationale Märkte stärker zu bearbeiten, allerdings werden die damit verbundenen Chancen und Risiken für die Metropolregion bisher nicht erkennbar thematisiert. Zusammenfassend kann der Grad der **Vulnerabilität** auf der Stufe der Milchverarbeitung als eher **gering** eingestuft werden.

Zum **Handel und Konsum** zählen insbesondere der Großhandel, der Lebensmitteleinzelhandel (LEH), Logistikunternehmen und der Konsum durch Groß- und Endverbraucher. Eine herausragende Rolle nicht nur in der Milchwirtschaft besitzt der LEH, der durch seine Einkaufsmacht die Wertschöpfungskette Milch steuert, ohne sie indessen zu koordinieren. Der LEH besitzt daher die Fähigkeit, Maßnahmen (z.B. auch zur Anpassung) in der Wertschöpfungskette durchzusetzen. Hinsichtlich der **potenziellen Auswirkungen** kann von eher geringen negativen Effekten ausgegangen werden: Im Bereich des Handels können diese durch einen erhöhten Kühlbedarf in Lagerung und Logistik und durch mögliche Preisschwankungen infolge regionaler und überregionaler Verfügbarkeits- und Qualitätsrisiken entstehen. Im Bereich des Konsums wird bei erhöhten Temperaturen eine insgesamt geringere Konsumneigung unterstellt, während die Nachfrage nach Frischeprodukten wie Obst und Gemüse hingegen ansteigt. Eine verstärkte öffentliche Debatte über einen zunehmenden Klimawandel könnte ferner die bisher eher geringe Zahlungsbereitschaft der Konsumenten für Lebensmittel erhöhen. Die **Anpassungskapazität** auf der Stufe des Handels schätzen wir als eher mittel bis hoch ein: Durch die hohe Flexibilität in der globalen Beschaffung und in der Substitution von Produkten werden mögliche negative Auswirkungen durch Engpässe bei einzelnen Produkten begrenzt. Als zentraler Akteur der Wertschöpfungskette kann der Handel seine Anpassungskapazität ggf. auch auf Kosten vorgelagerter Stufen der Kette erhöhen. Damit kann er sich möglichen Klimawirkungen auf die Kette entziehen, obwohl er zur Sensitivität der Kette erheblich beiträgt. Die Anpassungskapazität der Konsumenten ist eher zielgruppenabhängig und kann von gering bis mittel eingeschätzt werden: Es bestehen Zweifel, ob sich die Mehrheit der Konsumenten tatsächlich klimafreundlich verhalten will und erweiterte

¹⁴⁹ Der zunehmende Konflikt in der Milchwirtschaft wird auch an der Entstehung eigener Interessenvertreter wie dem Bund Deutscher Milchbauern (BDM) erkennbar.

Produktinformationen z.B. zur Klimawirkung auf Interesse stoßen. Der Preis ist bisher das wesentliche Differenzierungsmerkmal für viele Milchprodukte. Dennoch ist ein kleiner, aber zunehmender Teil der Konsumenten bereit, z.B. für Bioprodukte einen höheren Preis zu zahlen und sich adäquat zu informieren. In Anbetracht eines sinkenden Anteils der Ausgaben für Lebensmittel am Haushaltseinkommen wären durchaus finanzielle Anpassungsspielräume vorhanden, die stärker an die Konsumenten adressiert werden sollten. Klimabezogene Anpassungsmaßnahmen wie der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln, von Medikamenten oder von Gentechnik werden durch Konsumenten abgelehnt, züchterische Maßnahmen hingegen befürwortet. Zusammenfassend schätzen wir den Grad der **Vulnerabilität** auf der Stufe Handel und Konsum als eher **gering** ein.

Literatur

- Akamp, M., Mesterharm, M., Müller, M. (2010). Vulnerabilitätsbezogene Wertschöpfungskettenanalyse. 'nordwest2050'-Werkstattbericht Nr. 1. Oldenburg.
- Akamp, M., Schattke, H. (2011). Regionale Vulnerabilitätsanalyse der Ernährungswirtschaft im Kontext des Klimawandels - eine Wertschöpfungskettenbetrachtung der Fleischwirtschaft in der Metropolregion Bremen-Oldenburg. 'nordwest2050'-Werkstattbericht Nr. 8. Oldenburg.
- Alcamo, J., Moreno, J.M., Nováky, B., Bindi, M., Corobov, R., Devoy, R.J.N., Giannakopoulos, C., Martin, E., Olesen, J.E., Shvidenko, A. (2007). Europe. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, & C.E. Hanson (Eds.), Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability (pp. 541-580). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Bahlmann, J., Spiller, A. (2008). Wer koordiniert die Wertschöpfungskette?: Aktuelle Herausforderungen der stufenübergreifenden Abstimmung in der Fleischwirtschaft. Fleischwirtschaft, 88, 23 – 29.
- Beermann, M. (2011). Regionale Vulnerabilitätsanalyse der Ernährungswirtschaft im Kontext des Klimawandels - eine Wertschöpfungskettenbetrachtung der Fischwirtschaft in der Metropolregion Bremen-Oldenburg. 'nordwest2050'-Werkstattbericht Nr. 7. Oldenburg.
- BMU (2007). Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Berlin, from: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf.
- Branscheid, W. (2008). Qualitätsmanagement bei Fleisch – Normen, Standards und praktische Probleme. In A. Spiller, B. Schulze (Eds.), Zukunftsperspektiven der Fleischwirtschaft: Verbraucher – Märkte – Geschäftsbeziehungen (pp 149-164). Göttingen: Universitätsverlag Göttingen.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (Ed.) (2009). Bericht des BMELV 2008 für einen aktiven Klimaschutz der Agrar-, Forst- und Ernährungswirtschaft und zur Anpassung der Agrar- und Forstwirtschaft an den Klimawandel. Berlin, from: www.bmelv.de/cae/servlet/contentblob/383152/publicationFile/22425/Klimaschutzbericht2008.pdf.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (Hrsg.) (2009). Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 2009. Berlin, from: www.bmelv-statistik.de/de/statistisches-jahrbuch.
- Cashman, S., Dick, K., Przybylo, D., Walter, W. (2009). Charting the Course for Sustainability at Aurora Organic Dairy Phase I: Energy & Greenhouse Gas Life Cycle Assessment. Master's Thesis, University of Michigan, Ann Arbor.
- Chegini, A. (2005a). Climate Change and Adaptation: Business Impacts and Adaptation; A Report for Defra. London.
- Chegini, A. (2005b). Cross-regional Climate Change Impacts and Adaptations – Business: Supermarket Sector Case Study – Fresh Produce Supply; A Report for Defra. London.
- Chegini, A. (2005c). Cross-regional Climate Change Impacts and Adaptations – Business: Railway Industry Case Study; A Report for Defra. London.

- Chmielewski, F.-M. (2007). Folgen des Klimawandels für die Land- und Forstwirtschaft. In W. Endlicher, F.-W. Gerstengarbe (Eds.), *Der Klimawandel: Einblicke, Rückblicke, Ausblicke*. Potsdam und Berlin: Eigenverlag.
- Deutscher Bauernverband (2007). *Klimareport der Land- und Forstwirtschaft*. Berlin.
- 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., & 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*. In M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, C.E. Hanson (Eds.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (pp.273-313). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Efken, J., Haxsen, G., Pelikan, J. (2009). Der Markt für Fleisch und Fleischprodukte. *Agrarwirtschaft*, 58 (1), 53-65.
- Fahlbusch, M., Bahr, A., Brümmer, B., Spiller, A. (2009). Der Markt für Milch und Milcherzeugnisse. *Agrarwirtschaft*, 58 (1), 36-52.
- Fahr, R.-D., von Lengerken, G. (Eds.) (2003). *Milcherzeugung: Grundlagen – Prozesse – Qualitätssicherung*. Frankfurt: Deutscher Fachverlag.
- Fahr, R.-D. (2003). Tier- und umweltbedingte Einflussfaktoren auf die Milchleistung, Milchinhaltstoffe und Qualitätsmerkmale. In R.-D. Fahr, G. von Lengerken (Eds.), *Milcherzeugung: Grundlagen – Prozesse – Qualitätssicherung* (pp. 102-124). Frankfurt: Deutscher Fachverlag.
- Firth, J., Colley, M. (2006). *The Adaptation Tipping Point: Are UK Businesses Climate Proof? Acclimatise and UKCIP*. Oxford, from: https://www.cdproject.net/CDPResults/CDP4_FTSE350_Adaptation_Report.pdf.
- Fischer, A., Eulenstein, F., Willms, M., Müller, L., Schindler, U., Mirschel, W., et al (2005). Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Tierproduktion in Nordostdeutschland. In H. Wiggering, F. Eulenstein, J. Augustin (Eds.), *Entwicklung eines integrierten Klimaschutzmanagements für Brandenburg, Handlungsfeld Landschwirtschaft*. Müncheberg, from: http://z2.zalf.de/content/1786_Tierproduktion_und_Klimawandel_Fischer.pdf.
- Fischer, A.; Werner, A. (2008). *Klimawandel und Tierproduktion; Auswirkungen von Klimabelastungen auf landwirtschaftlich genutzte Wiederkäuer*. Symposium: Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken – Gefahren für Menschen. Hamburg, from: http://www.zalf.de/home_zalf/download/lse/afischer/klimawandel.pdf.
- Food and Agriculture organization of the United Nations (FAO) (2008). *Climate Change and Food Security: A Framework Document*. Rom, from: [http://www.reliefweb.int/rw/lib.nsf/db900sid/PANA-7KADCQ/\\$file/fao_may2008.pdf?openelement](http://www.reliefweb.int/rw/lib.nsf/db900sid/PANA-7KADCQ/$file/fao_may2008.pdf?openelement).
- Frentrup, M. (2008). *Transparenz in Wertschöpfungsketten des Agribusiness: Entwicklung eines Messkonzepts und Evaluierung des Status quo am Beispiel der deutschen Milch- und Fleischwirtschaft*. Dissertation, University of Göttingen, Göttingen.
- Hartung, E. (2005). Precision Livestock Farming. In T. Jungbluth, W. Büscher, M. Krause (Eds.), *Technik Tierhaltung* (pp.40-47). Stuttgart: Ulmer.
- Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) (2008). *Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) an den Klimawandel- Bericht zum Nationalen Symposium zur Identifizierung des Forschungsbedarfs vom 27./ 28. August 2008*. Leipzig, from: http://www.ufz.de/data/Bericht_DAS_Symposium_1510099436.pdf.

- Heymann, E. (2007). Klimawandel und Branchen: Manche mögen´s heiß!, from: Deutsche Bank Research: http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD000000000211107.pdf.
- Isermeyer, F. (2001). Die Wettbewerbsfähigkeit der Tierproduktion im internationalen Vergleich. Braunschweig: FAL.
- Johnson, H. D. (1987). Bioclimate effects on growth, reproduction and milk production. In H.D. Johnson (ed.), *Bioclimatology and Adaptation of Livestock* (pp.35-57). Amsterdam: Elsevier.
- Jungbluth, T., Büscher, W., Krause, M. (2005). *Technik Tierhaltung*. Stuttgart: Ulmer.
- Krapf, H., Wehlau, D. (2009). Klimawandel, Preisentwicklung und Konsum – Konsumenten zwischen steigendem Umweltbewusstsein und sinkenden ökonomischen Handlungsspielräumen, *artec-paper Nr. 161*, Bremen.
- Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (LSKN) (2009). Informationen für die Ernte- und Betriebsberichterstatte 5/2009. Hannover, from: <http://www.nls.niedersachsen.de/Tabellen/Landwirtschaft/ernte03/texte/Info0509.pdf>.
- Lengerken, G. von, Fahr, R.-D., Döhring, L. (2003). Milchqualität. In R.-D. Fahr, G. von Lengerken (Eds.), *Milcherzeugung: Grundlagen – Prozesse – Qualitätssicherung* (pp.499-530). Frankfurt: Dt. Fachverlag.
- Lüpping, W., Schaper, C. (2009). Erfolgsfaktoren in der Milchproduktion: Ergebnisse eines Benchmarking auf Basis einer Vollkostenauswertung. In L.Theuvsen, C. Schaper (Eds.), *Milchwirtschaft ohne Quote: Märkte und Strategien im Wandel* (pp. 55 – 82). Lohmar-Köln: EUL- Verlag.
- van der Linden, C.E. Hanson (Eds.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (pp. 581-615). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayring, P. (2008). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. Weinheim: Belz.
- Maryland Commission on Climate Change (2008): Interim Report to the Governor and the Maryland General Assembly- Climate Action Plan. Maryland, from: <http://www.mdclimatechange.us/ewebeditpro/items/O40F14798.pdf>.
- McIntyre, B.D., Herren, H.R., Wakhungu, J., Watson, R.T. (Eds.) (2009). *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD): Global Report*. Washington: Island Press.
- Mesterharm, M. (2001). *Integrierte Umweltkommunikation von Unternehmen- Theoretische Grundlagen und empirische Analyse der Umweltkommunikation am Beispiel der Automobilindustrie*. Marburg: Metropolis- Verlag.
- Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten e.V. (Eds.) (2007). *Daten und Fakten: Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten*. Oldenburg, from: http://www.metropolregion-bremen-oldenburg.de/medien/dokumente/endaussage_daten_und_fakten.pdf
- Nelson, G.C., Rosegrant, M. W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., Ringler, C., Msangi, S., Palazzo, A., Batka, M., Magalhaes, M., Valmonte-Santos, R., Ewing, M. & Lee, D. (2009). *Climate Change: Impact on Agriculture and Costs of Adaptation*. Washington, D.C., from: <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/pr21.pdf>.
- Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung (2004). *Regionalmonitoring Niedersachsen - Regionalreport 2004 - Positionierung und Entwicklungstrends ländlicher und städtischer Räume*. Hannover, from: http://www.ml.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=1387&article_id=5001&_psmand=7.

- Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (Ed.) (2008). Tierproduktion in Niedersachsen: Institutionen, Tierbestände, Leistungen, Erzeugung. Hannover, from: http://www.ml.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=1343&article_id=5074&psmand=7.
- Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (Ed.) (2009). Tierproduktion in Niedersachsen: Institutionen, Tierbestände, Leistungen, Erzeugung. Hannover, from: <http://edok.ahb.niedersachsen.de/07/365398365/2009.pdf>.
- Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (Ed.) (2009). Die niedersächsische Landwirtschaft in Zahlen 2009. Hannover, from: http://www.ml.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=1343&article_id=4974&psmand=7.
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (Ed.). Übersicht der Grundwasserkörper zur Umsetzung der EG-WRRL, from: Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz: www.umweltkarten.niedersachsen.de/wrrlgw/. Zuletzt abgerufen am 07.09.2010.
- Nieke – Niedersächsisches Kompetenzzentrum Ernährungswirtschaft (2007). Ernährungswirtschaft in Niedersachsen, from: Nieke: http://www.ernaehrungswirtschaft.de/index.php?con_cat=99&con_lang=1&sid=dapij0b4ba6bsh77b2nbvj73i5. Zuletzt abgerufen am 11.03.2010.
- Obersojer, T.(2009). Efficient Consumer Response- Supply Chain Management für die Ernährungswirtschaft. Wiesbaden: Gabler.
- Ott, H.E.,Richter, C. (2008). Anpassung an den Klimawandel – Risiken und Chancen für deutsche Unternehmen; Kurzanalyse für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rahmen des Projekts „Wirtschaftliche Chancen der internationalen Klimapolitik“ (FKZ 90511504). Wuppertal Papers, 171, 1-26, from: http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/WP171.pdf.
- Parry, M.L. (Ed.) (2000). Assessment of Potential Effects and Adaptations for Climate Change in Europe: The Europe ACACIA Project. Norwich: Jackson Environment Institute.
- PCF Pilotprojekt Deutschland (Ed.) (2009). Product Carbon Footprinting – Ein geeigneter Weg zu klimaverträglichen Produkten und deren Konsum? Erfahrungen, Erkenntnisse und Empfehlungen aus dem Product Carbon Footprint Pilotprojekt Deutschland - Ergebnisbericht. Berlin, from: http://www.pcf-projekt.de/files/1233231277/pcf_pilotprojekt_ergebnisbericht.pdf.
- Petry, D.(2009). Klimawandel und Trinkwasserversorgung: Auswirkungen, Handlungsbedarf, Anpassungsmöglichkeiten. Energie- / Wasserpraxis, 10, 48 – 54.
- Rath, D., Gädeken, D., Hesse, D., Schlichting, M.C. (1994). Die Wirkung erhöhter Temperaturen auf die Nutztierhaltung. Landbauforschung Völkenrode, 148, 341-375.
- Rogasik, J., Dämmgen, U., Lüttich, M. (1996). Ökosystemare Betrachtungen zum Einfluss klimatischer Faktoren und veränderter Intensität der Landnutzung auf Quellen- und Senkeneigenschaften von Böden für klimarelevante Spurengase. Landbauforschung Völkenrode, 165, 87 – 104.
- Schaller, M., Weigel, H.-J.(2007). Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung. Landbauforschung Völkenrode, 316, 1-247.
- Schuchardt, B., Wittig, S. (2009). Definition von Vulnerabilität und Konzept für die Vulnerabilitätsanalyse. Arbeitspapier der AG Vulnerabilitätsanalyse im Projekt 'nordwest2050'. Bremen.

- Schuchardt, B., Wittig, S. (2010). Regionale Klimaszenarien für die Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten. kurz + bündig, Nr. 1, Mai 2010, Bremen, from: http://www.nordwest2050.de/index_nw2050.php?obj=file&aid=11&id=163&unid=cfc76908b12afb20967e807ef42b1b04
- Schuchardt, B., Wittig, S., Spiekermann, J. (2010). Klimaszenarien für nordwest2050, Teil 2: Randbedingungen und Beschreibung. 'nordwest2050'-Werkstattbericht Nr. 3. Bremen.
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Eds.) (2009). Datenbank GENESIS, Regionale Landwirtschaftliche Gesamtrechnung – R-LGR, from Statistische Ämter des Bundes und der Länder: from: <http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/GenesisUebersicht.asp>. Recherche erstellt am 11.08.2010.
- Strecker, O., Reichert, J., Pottebaum, P. (1996). Marketing in der Agrar- und Ernährungswirtschaft- Grundlagen, Strategien, Maßnahmen. Frankfurt am Main: VerlagsUnion Agrar.
- Sussman, F.G., Freed, J.R. (2008). Adapting to Climate Change: A Business Approach- prepared for the Pew Center on Global Climate Change. Arlington, from: <http://www.pewclimate.org/docUploads/Business-Adaptation.pdf>.
- Theuvsen, L., Schaper, C. (Eds.) (2009). Milchwirtschaft ohne Quote: Märkte und Strategien im Wandel. Lohmar: EUL Verlag.
- UKCIP (2009). A Changing Climate for Business: Business Planning for the Impacts of Climate Change. Oxford, from: http://www.ukcip.org.uk/index.php?id=322&option=com_content&task=view#a.
- Weber, R., Kraus, T., Mußhoff, O., Odening, M., Rust, I. (2008). Risikomanagement mit indexbasierten Wetterversicherungen – Bedarfsgerechte Ausgestaltung und Zahlungsbereitschaft. Risikomanagement in der Landwirtschaft, 23, 9 – 52.
- Weindlmaier, H. (2003). Die Wertschöpfungskette Milch: Konzept, Optimierung und Konfliktfelder – Teil 2. In: Deutsche Milchwirtschaft, Jg. 54, Heft 4, 149 -152.
- Weiß, J., Pabst, W., Strack, K.E., Granz, S. (2005). Tierproduktion. Stuttgart: Parey.
- Weller, I., Krapf, H., Wehlau, D., Fischer, K., (2010). Untersuchung der Wahrnehmung des Klimawandels im Alltag und seiner Folgen für Konsumverhalten und Vulnerabilität in der Nordwest-Region – Ergebnisse einer explorativen Studie. 'nordwest2050'-Werkstattbericht Nr. 6, Bremen.
- Wienert, M. (2008). Integrierte Kommunikation in Milch verarbeitenden Unternehmen. Dissertation, TU München, München.
- Windhorst, H.W., Grabkowsky, B. (2008). Die Bedeutung der Ernährungswirtschaft in Niedersachsen. Vechta, from: http://www.ernaehrungswirtschaft.de/download.php?file=pdf_files/ernaehrungswirtschaft/bedeutung_ernaehrungswirtschaft.pdf.
- Zebisch, M., Grothmann, T., Schröter, D., Hasse C., Fritsch, U., Cramer, W. (2005). Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Dessau, from: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2947.pdf>.
- Zimbelman, R.B., Rhoads, R.P., Rhoads, M.L., Duff, G.C., Baumgard, L. H. and Collier, R. J. (2009). A Re-Evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy Cows. Department of Animal Sciences. The University of Arizona. Tucson, from: http://cals.arizona.edu/ans/swnmc/Proceedings/2009/14Collier_09.pdf