

Madry, Thomas

Research Report

Klimawandel und Energiesysteme: Verwundbarkeit und Anpassungsoptionen der Energiewirtschaft in Nordrhein-Westfalen

Wuppertaler Studienarbeiten zur nachhaltigen Entwicklung, No. 2

Provided in Cooperation with:

Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy

Suggested Citation: Madry, Thomas (2011) : Klimawandel und Energiesysteme: Verwundbarkeit und Anpassungsoptionen der Energiewirtschaft in Nordrhein-Westfalen, Wuppertaler Studienarbeiten zur nachhaltigen Entwicklung, No. 2, ISBN 978-3-929944-86-0, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal,
<https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:wup4-opus-39370>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/59263>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

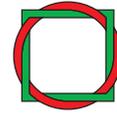
Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie
GmbH

Thomas Madry

Klimawandel und Energiesysteme

Verwundbarkeit und Anpassungs-
optionen der Energiewirtschaft
in Nordrhein-Westfalen

Nr. 2 · September 2011
ISBN 978-3-929944-86-0

**Wuppertaler Studienarbeiten
zur nachhaltigen Entwicklung**

Herausgeber:

Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie GmbH
Döppersberg 19
42103 Wuppertal

www.wupperinst.org

Autor:

Thomas Madry
Forschungsgruppe 2: Energie-, Verkehrs- und Klimapolitik
Tel: +49(0)202 2492-229
Fax: +49(0)202 2492-250
E-Mail: thomas.madry@wupperinst.org

Die vorliegende Veröffentlichung ist eine im Studienfach Geographie, Energiewirtschaft und Soziologie am Geographischen Institut der Universität Köln eingereichte Diplomarbeit.

Wuppertaler Studienarbeiten zur nachhaltigen Entwicklung

Das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie erforscht und entwickelt Leitbilder, Strategien und Instrumente für Übergänge zu einer nachhaltigen Entwicklung auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene. Im Zentrum stehen Ressourcen-, Klima- und Energieherausforderungen in ihren Wechselwirkungen mit Wirtschaft und Gesellschaft. Die Analyse und Induzierung von Innovationen zur Entkopplung von Naturverbrauch und Wohlstandsentwicklung bilden einen Schwerpunkt seiner Forschung.

In dieser Reihe werden herausragende wissenschaftliche Diplom-, Master- oder Staatsexamensarbeiten publiziert, die im Rahmen der Nachhaltigkeitsforschung am Wuppertal Institut entstanden. Die Arbeiten wurden hier in Kooperation mit Hochschulen betreut, von den Universitäten angenommen und hervorragend bewertet.

Das Wuppertal Institut versteht die Veröffentlichung als wissenschaftliche Vertiefung des gesellschaftlichen Diskurses um den Übergang in eine nachhaltige Wirtschafts- und Lebensweise.

Vorwort zum Band

Thomas Madry stellt sich mit seiner Diplomarbeit einem zunehmend wichtigen Thema: der Verletzlichkeit der Energiesysteme durch die Folgen des Klimawandels und die mögliche Reaktion der energiewirtschaftlichen Akteure durch erste Anpassungsmaßnahmen. Das Thema steht im Zusammenhang mit seiner Tätigkeit am Wuppertal Institut im Projekt *Dynaklim*, einem vom BMBF geförderten Forschungsvorhaben zur dynamischen Anpassung an den Klimawandel in der Emscher-Lippe Region. Die Arbeit ist im Rahmen des Diplomstudiengangs Geographie an der Universität Köln bei Prof. Boris Braun entstanden.

Vor dem Hintergrund der wissenschaftlichen Befunde des IPCC wurde im Jahr 2008 durch das Bundeskabinett die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) beschlossen. Als neues querschnittorientiertes Handlungsfeld bewegt sich die Deutsche Anpassungsstrategie dabei in einem Bezugsgeflecht mit zahlreichen politischen Ressorts und sektoralen Politikfeldern und hat vielfältige Berührungspunkte zur Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Es besteht die Herausforderung die Bundespolitik mit den jeweiligen Länderstrategien zu verbinden. Hier setzt die Arbeit mit ihrem empirischen Bezug auf das Bundesland NRW an.

Das zentrale Untersuchungsfeld dieser Arbeit ist die Energiewirtschaft, die mit ihren Versorgungsleistungen ein Rückgrat der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung darstellt. Thomas Madry hat zur Untersuchung der Verletzlichkeit dieses Sektors, einen Wertschöpfungskettenansatz gewählt, welcher dann im weiteren eine differenzierte Bewertung einzelner Leistungselemente erlaubt.

Die Arbeit bleibt nicht bei der Problemanalyse stehen, sondern entwickelt für den Energiesektor erste Maßnahmenvorschläge zur Anpassung an den Klimawandel. Diese wurden durch zusätzliche Interviews mit Praktikern aus der Branche validiert. Hierbei wird deutlich, dass die Energiewirtschaft sich bereits aktiv mit den Risiken des Klimawandels befasst und auch einen Handlungsbedarf sieht. Dieser Handlungsbedarf ist jedoch eng gekoppelt mit der weiteren energiewirtschaftlichen Entwicklung und den energiepolitischen Vorgaben.

Die methodische Gründlichkeit, die Tiefe der Bearbeitung und die Praxisorientierung dieser Arbeit bereichern die fachliche Diskussion über Anpassungsmaßnahmen in der Energiewirtschaft erheblich. Sie stellt insbesondere für regionale Anpassungsstrategien, wie sie z.B. im Rahmen des BMBF-Forschungsprogramms KLIMZUG entwickelt werden, einen wichtigen Beitrag zur weiteren Konkretisierung dar. Insofern ist es dem Wuppertal Institut ein besonderes Anliegen, dass diese Arbeit der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

Rainer Lucas

Zusammenfassung

Der Klimawandel hat Einfluss auf zahlreiche Lebensbereiche des Menschen; darunter auch auf die Bereitstellung und Organisation von Energie. Bereits heute lassen sich für verschiedene Prozessstufen und Energiesysteme Auswirkungen der Veränderung des Klimas beobachten. Langanhaltende Hitzeperioden erhöhen die Nachfrage nach Elektrizität für Kühlungsgeräte und schränken gleichzeitig die Bereitstellung von Elektrizität ein, da Kühlwasser nicht in ausreichender Menge und Temperatur zur Verfügung steht. Häufigere Unwetter und Überschwemmungen gefährden Anlagen und Transportwege. Diese und weitere Einflüsse werden zukünftig zunehmen und durch neue ergänzt, so dass die Energiewirtschaft vor einer neuen Herausforderung steht. Entlang der Prozesskette der Energiebereitstellung wird gezeigt, welche Stufen gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels verwundbar sind. Anhand von Anpassungsoptionen wird zudem dargestellt, wie resiliente Energiesysteme aufgebaut werden können, die gegenüber Klimaänderungen widerstandsfähig sind.

Abstract

Climate change affects many areas of human life; amongst others the provision and organization of energy. It is already possible to observe the effects of climate change for different process stages and power systems. Long-lasting heat waves increase the demand for electricity for cooling appliances and simultaneously delimit the provision of electricity, because cooling water is not available in sufficient quantity and temperature. Increasingly frequent storms and floods threaten infrastructure for power generation and transport. These and other effects will increase in future and be supplemented by new ones, so that the energy industry is facing a new challenge. Along the process chain of energy supply, it will be shown which steps are vulnerable to the impacts of climate change. On the basis of adaptation options it is also shown how resilient energy systems can be developed that are resistant to climate changes.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
Abkürzungsverzeichnis	8
1 Klimawandel als Herausforderung an die Energiewirtschaft	9
1.1 Relevanz des Klimawandels für die Energiewirtschaft	11
1.2 Definition grundlegender Begriffe.....	15
1.3 Zielsetzung der Arbeit	17
2 Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels	20
2.1 Klima und Klimawandel.....	20
2.1.1 Natürliche Ursachen des Klimawandels.....	24
2.1.2 Anthropogene Ursachen des Klimawandels.....	27
2.2 Prognostizierter Klimawandel	29
2.2.1 Globale Projektionen	32
2.2.2 Klimaprojektionen für Europa.....	34
2.2.3 Klimaprojektionen für Deutschland	35
2.2.4 Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen	36
3 Theoretische Grundlagen.....	38
3.1 Konzeptverständnis einer Energiegeographie	38
3.1.1 Struktur und Variablen von Energiesystemen.....	40
3.1.2 Energiegeographie und Prozesskette	44
3.1.3 Systemtheorie und Unternehmerverhalten	47
3.2 Unsicherheit und Risikomanagement	49
3.3 Verwundbarkeitskonzept	51
4 Auswirkungen des Klimawandels in der Energiewirtschaft Nordrhein-Westfalens	55
4.1 Roh- und Brennstoffversorgung	56
4.2 Logistik und Transport	57
4.3 Energieerzeugung	58
4.4 Energieverteilung und Netze	62
4.5 Energienachfrage	63

5 Empirische Exploration der Relevanz und des Umgangs mit Klimawandelwirkungen.....	66
5.1 Methodik, Ziel und Aufbau der empirischen Untersuchung	67
5.2 Ergebnisse der empirischen Untersuchung.....	72
5.2.1 Relevanz der Thematik aus Sicht der Energiewirtschaft.....	72
5.2.2 Prognostizierter Klimawandel aus Sicht der Energiewirtschaft.....	75
5.2.3 Kapazitäten der Anpassung an den Klimawandel	79
6 Zusammenfassung und Fazit	82
6.1 Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse	82
6.2 Schlussfolgerungen für die Praxis	88
6.3 Kritik und zukünftiger Forschungsbedarf.....	91
Literaturverzeichnis	93
Danksagung	106
Anhang	108
Anhang 1 Globale Klimaprojektionen.....	109
Anhang 2 Klimaprojektionen für Deutschland.....	111
Anhang 3 Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen.....	114
Anhang 4 Fragebogen.....	117
Anhang 5 Transkription Interview 1.....	122
Anhang 6 Transkription Interview 2.....	135
Anhang 7 Transkription Interview 3.....	146
Anhang 8 Transkription Interview 4.....	155
Anhang 9 Transkription Interview 5.....	166

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mitigation und Adaptation als Strategien im Umgang mit dem Klimawandel	12
Abbildung 2: Schema des Klimasystems	21
Abbildung 3: Veränderungen der globalen Temperatur, des Meeresspiegels und der Schneebedeckung.....	23
Abbildung 4: Sommerliche Hitzewellen in Europa.....	35
Abbildung 5: Strukturebenen und bestimmende Variablen von Energiesystemen	41
Abbildung 6: Wechselwirkungen zwischen sozioökonomischen und räumlichen Rahmenbedingungen und der Energieprozesskette	45
Abbildung 7: Strukturierung der Unternehmensumwelt	48
Abbildung 8: Wirkungszusammenhang von Verwundbarkeit und Anpassungsfähigkeit	52
Abbildung 9: Klassische Prozesskette der Energiewirtschaft.....	56
Abbildung 10: Darstellung der heutigen und der geplanten Kraftwerksleistung in NRW	59
Abbildung 11: Prozentuale Veränderung der Heiz- (HGT) und Kühlgradtage (KGT) in Nordrhein-Westfalen für die Periode 2031-2060 im Vergleich zu 1961-1990.....	64
Abbildung 12: Bezugsrahmen für die empirische Studie	67
Abbildung 13: Relevanz der Klimawandelthematik.....	72
Abbildung 14: Wissen zur Klimawandelthematik.....	70
Abbildung 15: Handlungsorientierung bzgl. des Klimawandels.....	71
Abbildung 16: Klimawandelwirkungen in den vergangenen 10 Jahren.....	76
Abbildung 17: Klimawandelwirkungen in den kommenden 10 Jahren	76
Abbildung 18: Betroffenheit und Unsicherheit bzgl. Klimawandelwirkungen.....	77
Abbildung 19: Modellprojektionen der Erdoberflächentemperatur	109
Abbildung 20: Projizierte Änderungsmuster der globalen Niederschläge	109
Abbildung 21: Modellvergleich zur Veränderung der Jahresmitteltemperatur in Deutschland	111
Abbildung 22: Modellvergleich zur Veränderung der Niederschlagsmenge im Sommer in Deutschland.....	112
Abbildung 23: Modellvergleich zur Veränderung der Niederschlagsmenge im Winter in Deutschland	113
Abbildung 24: Veränderung der durchschnittlichen Jahresmitteltemperaturen in NRW	114
Abbildung 25: Veränderungen der Jahressummen des Niederschlags in NRW	114
Abbildung 26: Veränderungen der Monatstemperaturen und der Monatsniederschläge in Regionen von NRW.....	115
Abbildung 27: Temperaturzunahme und installierte sowie geplante Kraftwerksstandorte in NRW	116

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Natürliche Ursachen des Klimawandels	24
Tabelle 2: Charakteristika und Veränderungen klimawirksamer Spurengase.....	28
Tabelle 3: Eigenschaften der Szenariengruppen des IPCC	31
Tabelle 4: Prognosen zum Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen und der Zunahme des Meeresspiegels verschiedener Szenarien	32
Tabelle 5: Übersicht der befragten Unternehmen.....	70

Abkürzungsverzeichnis

BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
DGfG	Deutsche Gesellschaft für Geographie e.V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
EU	Europäische Union
IKSR	Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IT NRW	Information und Technik Nordrhein-Westfalen
K	Kelvin
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
MUNLV	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW
MWME	Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NRW	Nordrhein-Westfalen
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
ppb	parts per billion
ppm	parts per million
UBA	Umweltbundesamt
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNSD	United Nations Statistics Division
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
WCED	World Commission on Environment and Development
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

1 Klimawandel als Herausforderung an die Energiewirtschaft

Abschmelzende Eismassen, zunehmende Unwetter, Überschwemmungen und ständig neue regionale Hitzerekorde: die globale Erwärmung des Planeten ist heute bereits Realität und führt zu komplexen Veränderungen, die nach dem heutigen Erkenntnisstand nur in Teilen nachvollzogen werden können und deren Auswirkungen nur schwer einzuschätzen sind. Die bereits zu beobachtende Erwärmung des Planeten lässt sich dabei nur unter der Berücksichtigung anthropogener Einflüsse erklären (IPCC 2007a: 10). Im ersten Bericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) aus dem Jahr 1990 wurde eine Erwärmung der globalen mittleren Oberflächentemperatur zwischen $0,15^{\circ}\text{C}$ und $0,3^{\circ}\text{C}$ pro Dekade für die Jahre 1990-2005 prognostiziert, die tatsächliche, beobachtete Erwärmungsrate liegt bei $0,2^{\circ}\text{C}$ pro Dekade (IPCC 2007a: 12). Im Durchschnitt konnte in den vergangenen 100 Jahren (1906-2005) eine Temperaturzunahme um $0,74^{\circ}\text{C}$ gemessen werden sowie eine Zunahme des Meeresspiegels und eine Abnahme der weltweiten Schneebedeckung (vgl. IPCC 2007a: 5f.). Dieser Erwärmungstrend hat besonders in den letzten Jahren zugenommen. Die vergangenen drei Dekaden (1980-1989, 1990-1999 und 2000-2009) waren deutlich wärmer als das langjährige Mittel von 1961-1990 und übertrafen sich jeweils gegenseitig. Somit war die vergangene Dekade die wärmste seit Beginn der Temperaturlaufzeichnung (WILLET et al. 2010: 25). Dieser Trend setzt sich auch im Jahr 2010 fort: das erste Halbjahr war global das wärmste Halbjahr seit Beginn der Temperaturlaufzeichnung (vgl. NOAA 2010). Auch für Deutschland lässt sich diese Entwicklung nachvollziehen. Im Juli 2010 zeichneten viele Messstationen erneut einen Hitzerekord auf, die anhaltende Hitze und Trockenheit belastete vor allem ältere Menschen und die Landwirtschaft (vgl. DWD 2010).

Für die Energiewirtschaft in Deutschland und in Nordrhein-Westfalen (NRW) bedeuten derartige Umweltveränderungen entscheidende Einschnitte:

- Aufgrund der überwiegend in thermischen Kraftwerken erzeugten Energie und der Abhängigkeit von Kühlwasser aus Flüssen haben im Juli 2010 und 2003 infolge der langanhaltenden Hitze einige Kraftwerke ihre Leistung drosseln müssen, da Kühlwasser nicht mehr in ausreichender Menge bzw. mit entsprechender Temperatur zur Verfügung stand (vgl. ALCAMO et al. 2007: 563; FLAUGER 2010: 24f.).
- Ebenfalls im Juli 2010 kam es zum Ausverkauf von Klimaanlage und Kühlgeräten, ein Hinweis dafür, dass die Stromnachfrage durch derartige Geräte ansteigt (SCHNEIDER 2010: 10).

- Ein für die Energiewirtschaft in NRW nachhaltig bedeutendes Ereignis war sicherlich der Zusammenbruch der Stromversorgung im Raum Münster im November 2005, von dem rund 250.000 Menschen zum Teil über mehrere Tage betroffen waren. Aufgrund von ungewöhnlich hohen Windstärken verbunden mit einer Neuschneehöhe von 15cm in 12 Stunden brachen 50 Strommasten in den Kreisen Borken und Steinfurt unter der Schnee- und Eislast zusammen (DEUTSCHLÄNDER & WICHURA 2006: 163).

Derartige Meldungen zeigen einen Teil der bereits eingetretenen Veränderungen der Unternehmensumwelt innerhalb der Energiewirtschaft. Obwohl die Ursachen der globalen Erwärmung und die möglichen Auswirkungen in der natürlichen Umwelt in der Theorie seit langem bekannt sind (vgl. Kapitel 2.1.2), ist die Thematik erst in der jüngeren Vergangenheit in breiter Öffentlichkeit diskutiert worden, nachdem weltweit Extremwetterereignisse an Häufigkeit und Ausmaß zugenommen haben bzw. durch die Öffentlichkeit wahrgenommen wurden (JONAS et al. 2005: 37f.).

Im vierten Sachstandsbericht des IPCC werden verschiedene Studien der Klima- und Klimafolgenforschung zusammengefasst. IPCC (2007d: 30ff.) folgend, belegen diese u.a., dass:

- die beobachtete Erwärmung der Atmosphäre und des Ozeans zusammen mit schmelzenden Eismassen der Arktis darauf hinweisen, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass der globale Klimawandel der letzten fünfzig Jahre ohne den Einfluss des Menschen erklärt werden kann und höchst wahrscheinlich, dass dieser nicht alleine auf natürliche Ursachen zurückzuführen ist.
- die Erwärmung des Klimasystems im Zusammenhang mit Temperaturveränderungen auf der Erdoberfläche und des Ozeans sowie dem Meeresspiegelanstieg stehen und anthropogene Ursachen hierfür verantwortlich sind. Zudem sind die troposphärische Erwärmung und stratosphärische Abkühlung höchst wahrscheinlich durch Wirkungen von emittierten Treibhausgasen und der Abnahme der Ozonkonzentration in der Stratosphäre zu erklären.
- es wahrscheinlich ist, dass Treibhausgase in der Vergangenheit mehr Erwärmung verursacht haben, als bisher gemessen werden konnte, da durch Vulkanismus und anthropogen emittierte Aerosole ein Teil der verursachten Erwärmung kompensiert wird.
- Veränderungen in Wind- und Sturmaktivitäten wahrscheinlich u.a. auf menschliche Einflüsse zurückzuführen sind.
- auch in Zukunft der menschliche Einfluss das Klima verändern wird und sich Auswirkungen für eine Reihe von Klimafaktoren sowie dadurch betroffene Ökosysteme ergeben.

Im Folgenden soll zunächst auf die Relevanz derartiger Veränderungen für die Energiewirtschaft eingegangen werden. Darauf folgt eine Auseinandersetzung mit den grundlegenden Begriffen und der Zielsetzung der Arbeit.

1.1 Relevanz des Klimawandels für die Energiewirtschaft

Das Phänomen des Klimawandels ist aufgrund seiner vielfältigen Wirkungen im sozio-ökonomischen System ebenfalls aus der Sicht der Energiewirtschaft zu betrachten (WEISTROFFER 2007: 3f.). Die im Zusammenhang mit dem Klimawandel stehenden Auswirkungen verändern die ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen. Zunehmend wird davon ausgegangen, dass die Bewältigung der Herausforderungen des Klimawandels den Erfolg oder gar den Fortbestand von Unternehmen unterschiedlichster Branchen entscheidend beeinflussen wird¹. Die Energiewirtschaft, selbst ein komplexes und international weit verflochtenes System, ist in vielen Stufen der Wertschöpfungskette durch die Folgen des Klimawandels bedroht. Um das Risiko zukünftig hoher Kosten aufgrund von Klimaschäden zu minimieren, müssen bereits heute Anpassungsmaßnahmen bei entsprechenden Investitionen berücksichtigt werden (STOCK et al. 2009: 110). Dabei ist der Klimawandel ein globales Phänomen, das sich regional und lokal in unterschiedlichem Ausmaß und mit verschiedener Intensität niederschlägt. Daher sind insbesondere regionale Strategien im Umgang mit Klimawandelwirkungen erforderlich.

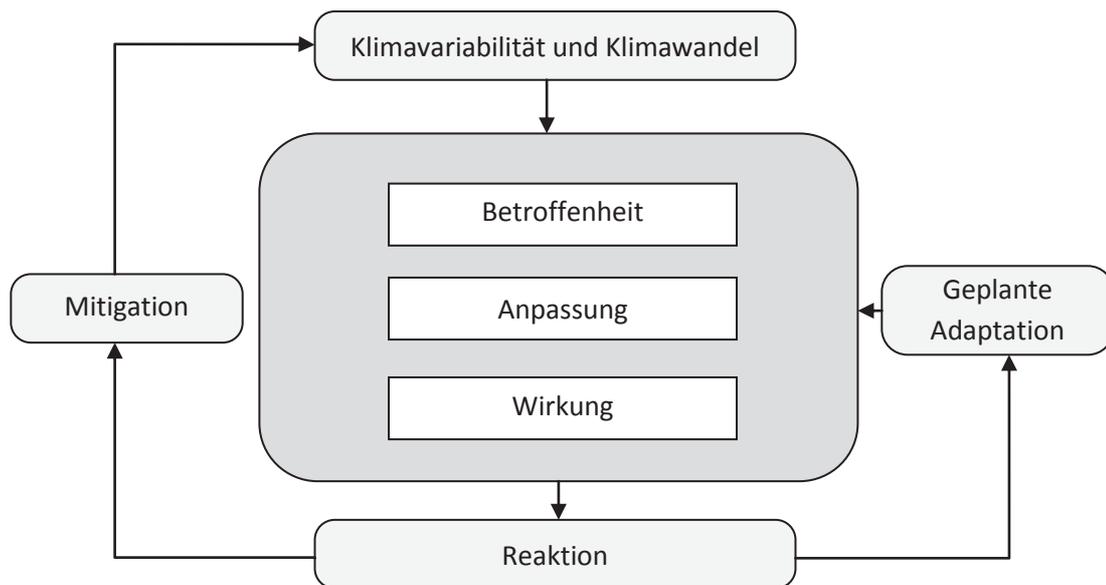
Die Auswirkungen des Klimawandels lassen sich für eine nähere Betrachtung in eine Komponente graduellen Wandels und in eine Komponente diskontinuierlicher Wirkungen unterteilen (vgl. SCHNEIDER & SARUKHAN 2001: 93). Dabei führt die graduelle Wirkung über einen langen Zeitraum hinweg zu Veränderungen in der natürlichen Umwelt. Hierzu zählen u.a. das Abschmelzen der Polarkappen, steigende Schneefallgrenzen, die Erwärmung der Gewässer. Als diskontinuierliche Wirkungen lassen sich die Zunahme von Extremwetterphänomenen in Häufigkeit und Ausmaß beobachten, wie etwa Wirbelstürme, Hagelschauer, extreme Hitze-, Dürre- und Kälteperioden. Solche Veränderungen in der **ökologischen Umwelt** wirken wiederum auf das **sozioökonomische System** ein. Hierbei sind etwa ökonomische, politisch-rechtliche, technologische und kulturelle Veränderungen im Umfeld eines Unternehmens zu betrachten. Als mögliche sozioökonomische Wirkungen lassen sich wettbewerbliche (z.B. eine länderspezifische Umweltpolitik, die zu ungleichen Wettbewerbsbedingungen führt), psychographische (z.B. verändertes Anspruchsverhalten von Verbrauchern oder Interessensgrup-

¹vgl. z.B. JOST, S. (2010): Bis die Dämme brechen. Wetterkapriolen kosten Versicherer Geld, versprechen aber langfristig mehr Geschäft – solange die Risiken beherrschbar bleiben. – Die Welt vom 17.08.2010, **190**: 11; ECKERT, D. & ZSCHÄPITZ, H. (2010): Hitzewelle wird zum heißen Börsenthema. Weizenpreis steigt um ein Drittel – Klimaschutz-Aktien und landwirtschaftliche Nutzfläche versprechen Rendite. – Die Welt vom 20.07.2010: 13; HELBIG, F. (2009): Der Klimawandel bedroht das Skifahren in hessischen Mittelgebirgen – Frankfurter Rundschau vom 14.12.2009, **166**: 4.

pen) und rechtliche Veränderungen (z.B. strengere Umweltauflagen) beispielhaft nennen.

Das IPCC unterteilt die Maßnahmen im Umgang mit dem Klimawandel in solche, die zur Vermeidung zukünftiger bzw. zur Verringerung bereits erfolgter Klimaänderungen beitragen, und in solche, die zu einer verbesserten Anpassung an die Klimawandelwirkungen führen (vgl. Abbildung 1).

Abbildung 1: Mitigation und Adaptation als Strategien im Umgang mit dem Klimawandel



Quelle: SCHNEIDER & SARUKHAN (2001): 90.

Dabei ist bzgl. der **Vermeidung** (Mitigation) von Einwirkungen eine Reduktion von Treibhausgasen vorzunehmen, d.h. die anthropogenen Ursachen des Klimawandels sind anhand geeigneter Maßnahmen auf der Entstehungsseite zu verringern. Zudem werden geplante Anpassungsmaßnahmen auf der Seite der **Anpassung** (Adaptation) anvisiert. Hierbei werden Klimawandelwirkungen als eine gegebene Größe angesehen, gegenüber der die Beeinträchtigung eines Systems durch geplante Anpassungsmaßnahmen reduziert wird. Ein solches System kann eine Region, ein Wirtschaftssektor oder auch ein einzelnes Unternehmen sein. Ziel beider Strategien ist es, die Schadenswirkung auf das betrachtete System zu reduzieren. Letztlich besteht zumindest theoretisch auch die Option, die Auswirkungen hinzunehmen und die entstandenen Kosten zu verteilen bis hin zur Standortaufgabe oder dem Zusammenbruch des Systems (vgl. RAHMSTORF & SCHELLNHUBER 2007: 92ff.).

Hinsichtlich der Berücksichtigung des ökologischen Systems im betriebswirtschaftlichen Kontext sind in der Vergangenheit vor allem die Wirkungen aus dem ökonomischen auf das ökologische System diskutiert worden (HAAS & SCHLESINGER 2007: 46). Die Einbettung dieser Wirkungen wurde dabei anhand des Ansatzes der Nachhaltigen

Entwicklung bzw. des Sustainable Developments unternommen, welcher ausgehend von der Veröffentlichung der Brundtland-Kommission aus dem Jahr 1987 vielfache Anerkennung und Weiterentwicklung erfahren hat (vgl. WCED 1987: 8). Gemein haben die meisten Definitionen, dass unter einer Nachhaltigen Entwicklung die gleichzeitige Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und sozialer Zielstellungen zu gewährleisten ist. Diese Auffassung wird insbesondere im Kontext der nachhaltigen Unternehmensführung berücksichtigt (BALDERJAHN 2004: 42f.). Zur dauerhaften Erreichung bzw. Sicherung ökonomischer Ziele sind zudem soziale Ziele, wie etwa die Mitarbeiterzufriedenheit, humane Arbeitsbedingungen oder die Arbeitnehmermitbestimmung sowie ökologische Zielstellungen, wie die der Rohstoffschonung, Emissionsreduzierung und Wahrung der natürlichen Lebensgrundlagen in unternehmenspolitischen Entscheidungen zu beachten (HOPFENBECK 1994: 41). Bzgl. der Konkretisierung von Managementregeln zum nachhaltigen Umgang mit natürlichen Ressourcen standen bisher die Ausführungen von PEARCE und TURNER im Vordergrund konzeptioneller Betrachtungen. Gemäß diesen ist eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen gewährleistet, wenn:

1. die Abbaurate erneuerbarer Ressourcen kleiner bzw. gleich ihrer Regenerationsrate ist,
2. das Ausmaß der Einleitung an Schad- bzw. Abfallstoffen nicht größer als die Assimilationskapazität des ökologischen Systems ist,
3. die Abbaurate von nicht regenerierbaren Ressourcen kleiner bzw. gleich ihrer Substitutionsrate ist (vgl. PEARCE & TURNER 1990: 43ff.).

In diesem Zusammenhang müssen die Produktions- und Konsumkapazitäten an die genannten Regenerations- und Substitutionsraten angepasst werden, so dass das ökologische Gleichgewicht und damit die nachhaltige Ressourcenverfügbarkeit nicht durch andere Faktoren gestört wird. Dabei beruht das Nachhaltigkeitsparadigma auf der Vorstellung, dass das ökonomische, soziale und ökologische System miteinander verbunden sind und dass eine geringere Beanspruchung des ökologischen Systems durch das ökonomische System zu einer Verringerung von Ungleichgewichten und damit zu einer Stabilisierung des Gesamtsystems führt (GÜNTHER 2009: 6). Aus Sicht des ökonomischen Systems wurde folglich bzgl. der Nachhaltigkeit von einer „**Inside-Out-Perspektive**“ ausgegangen, also der Wirkung des ökonomischen auf das ökologische System (vgl. MÜLLER-CHRIST 2001: 4).

Derzeit mehren sich die Hinweise, dass ein solcher Gleichgewichtszustand auch trotz der Verringerung des Einflusses auf das ökologische System nicht mehr zu erreichen ist. In diesem Zusammenhang wird der Begriff der „**ökologischen Diskontinuität**“ in der Literatur angeführt. Diskontinuitäten werden allgemein definiert als plötzliche, ungewöhnliche Veränderungen der Unternehmensumwelt, welche die Unternehmensziele

beeinträchtigen (MACHARZINA 2003: 20). Aus klimatologischer Sicht gehören zu derartigen Veränderungen bspw. Extremwetterphänomene oder langanhaltende Hitzeperioden. Damit ist die einseitige Ausrichtung auf die Vermeidung von Veränderungen in der natürlichen Umwelt unter dem Einfluss ökologischer Diskontinuitäten für die Erhaltung von Systemgleichgewichten nicht mehr als zielführend anzusehen (vgl. WINN & KIRCHGEORG 2005: 247f.). Insbesondere für die Problematik der globalen Erwärmung und dem damit verbundenen Klimawandel prognostizieren aktuelle Studien, dass selbst bei einer Reduktion von Klimagasen ein Gleichgewicht auf Dekaden oder Jahrhunderte hinaus nicht erreicht werden könnte (HOURCADE & SHUKLA 2001: 544). Gleichzeitig werden die größten Klimawandelwirkungen auf Basis heutiger Prognosen für das ausgehende 21. Jahrhundert vorausgesagt. Neben der Häufung von Extremwetterereignissen und dem verstärkten Auftreten gradueller Veränderungen werden Auswirkungen auf die sozioökonomischen Rahmenbedingungen prognostiziert. Des Weiteren wird gemäß aktuellen Forschungserkenntnissen auch die Möglichkeit abrupter Veränderungen in der ökologischen Umwelt im Zusammenhang mit der globalen Erwärmung nicht mehr ausgeschlossen (vgl. ARNELL 2006: 2f.). Aufgrund der zukünftig erwarteten diskontinuierlichen Veränderungen muss der Ansatz der Nachhaltigen Entwicklung um eine „**Outside-In-Perspektive**“ ergänzt werden, welche die Einflüsse des ökologischen Systems auf das ökonomische berücksichtigt und mögliche Verwundbarkeiten in den Vordergrund rückt (GÜNTHER 2009: 10). Aufgrund der zeitlichen Wirkungsverzögerung von Vermeidungsmaßnahmen ist aus unternehmerischer Sicht meist die ausschließliche Verfolgung von Anpassungsmaßnahmen die dominante Strategie. Unter dem Gesichtspunkt einer nachhaltigen und langfristigen Unternehmensführungsstrategie sind jedoch beide Maßnahmenbereiche gleichzeitig auszugestalten (YOHE & LASCO 2007: 817f.).

In diesem Zusammenhang weist STERN auf die Dringlichkeit zu ergreifender Maßnahmen aus ökonomischer Sicht hin:

„At higher temperatures, the costs of adaptation will rise sharply and the residual damages will remain large. The additional costs of making new infrastructure and buildings resilient to climate change in *OECD* countries could range from \$15 – 150 billion each year (0.05% - 0.5% of GDP), with higher costs reflecting the prospect of higher temperatures in the future.” (STERN 2006: 417).

Für Deutschland kommen vergleichbare Studien zu dem Schluss, dass bereits bis 2050 Kosten für Anpassungsmaßnahmen in Höhe von 170 Mrd. € entstehen könnten (KEMFERT 2007: 165). Gleichzeitig bestehen allerdings immer noch Forschungslücken bzgl. der klimatologischen Auswirkungen auf das sozioökonomische System sowie deren Spezifizierung auf regionaler und sektoraler Ebene (ROSENZWEIG & CASASSA 2007: 117).

Die vorliegende Arbeit untersucht daher das Spannungsfeld zwischen drängenden Anpassungsmaßnahmen der Energiewirtschaft in NRW und möglicherweise unangemessenen Reaktionen aufgrund von unvollständigen Informationen über die zu erwartenden Klimawandelwirkungen.

1.2 Definition grundlegender Begriffe

Um die Eindeutigkeit der in dieser Arbeit verwendeten Begriffe zu gewährleisten, werden nachfolgend die grundlegenden Begriffsaussagen zu Klimawandel, Klimawandelwirkungen, Verwundbarkeit, Vermeidung und Anpassung dargelegt.

Der Begriff **Klimawandel** wird durch das IPCC definiert als:

„a change in the state of the climate that can be identified (e.g., by using statistical tests) by changes in the mean and/or the variability of its properties, and that persists for an extended period, typically decades or longer. Climate change may be due to natural internal processes or external forcings, or to persistent anthropogenic changes in the composition of the atmosphere or in land use.” (BAEDE 2007: 943).

Demnach ist eine Unterscheidung in **natürliche** und **anthropogene Ursachen** von Klimawandel vorzunehmen, da das Phänomen sowohl natürlichen als auch anthropogenen Ursprungs ist. Die United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) definiert Klimawandel im Unterschied hierzu nur über die anthropogen bedingten Veränderungen des Klimas, die „unmittelbar oder mittelbar auf menschliche Tätigkeiten zurückzuführen sind, welche die Zusammensetzung der Erdatmosphäre verändern, und die zu den über vergleichbare Zeiträume beobachteten natürlichen Klimaschwankungen hinzukommen” (UNFCCC 1992: 4). Diese Definition ist kürzer gefasst und bezieht die natürlichen Ursachen nicht in die Betrachtung ein. Für diese Arbeit soll die weiter gefasste Definition des IPCC gelten, da unabhängig von den Ursachenanteilen die Klimawandelwirkungen in der Umwelt der Unternehmen Berücksichtigung finden müssen. Hinsichtlich der Anpassungsdiskussion an Klimawandelwirkungen ist eine Attribution der Ursachen kaum möglich und auch nicht relevant.

Unter **Klimawandelwirkungen** lassen sich langfristige und kurzfristige Veränderungen zusammenfassen. Unter langfristigen Klimawandelwirkungen bzw. graduellen Veränderungen im ökologischen System, die auf den Klimawandel zurückgeführt werden können, sind etwa das Abtauen des Grönlandeises oder das Abschmelzen der Alpengletscher zu nennen. Zu den kurzfristigen Veränderungen im ökologischen System zählen insbesondere Extremwetterereignisse. Darunter werden solche Wetterereignisse zusammengefasst, die zu einer bestimmten Zeit an einem bestimmten Ort selten sind².

² Selten wird in diesem Falle als 10- oder 90%-Perzentil der beobachteten Wahrscheinlichkeitsverteilung angesehen (BAEDE 2007: 945).

Dem Klimawandel werden solche Ereignisse nur dann zugeordnet, wenn ein Muster des Auftretens über eine gewisse Zeitspanne besteht. Mit Bezug auf das IPCC sollen für diese Arbeit unter Klimawandelwirkungen die Wirkungen des Klimawandels auf ökologische und soziale bzw. sozioökonomische Systeme verstanden werden (PARRY et al. 2007: 878). Dabei unterscheidet das IPCC in potenzielle und resultierende Wirkungen. **Potenzielle Wirkungen** umfassen alle Wirkungen, die aufgrund der Veränderung des Klimas auftreten können, ohne dass das gefährdete Systems sich an diese anpasst. In Ergänzung hierzu beinhalten **resultierende Wirkungen** bereits eine Anpassung des betrachteten Systems, sodass auch von einem „Nettoeffekt“ gesprochen werden kann (PARRY et al. 2007: 876). Weiterhin werden **aggregierte Einwirkungen** betrachtet, die die Summe aller Einwirkungen über Sektoren oder Regionen beinhalten. Indikatoren zu aggregierten Wirkungen enthalten z.B. die Anzahl an betroffenen Personen oder die Summe entstandener ökonomischer Schäden (PARRY et al. 2007: 869).

Die bereits angesprochene **Strategie der Vermeidung** (Mitigation) umfasst solche Maßnahmen, die entweder den Ausstoß von Treibhausgasen begrenzen, oder die Aufnahme von Treibhausgasen in sog. Senken verstärken (WBGU 2007: 261). Aufgrund des hohen Anteils an den anthropogen verursachten Treibhausgasemissionen durch die Energieversorgung setzen eine Reihe von Vermeidungsmaßnahmen in diesem Sektor an. Dazu zählen bspw. die Erhöhung der Versorgungs- und Verteilungseffizienz, der Brennstoffwechsel von Öl und Kohle zu Gas und die Nutzung von nicht-fossilen Energien wie Windkraft und Solarenergie. Als eine zukünftige Schlüsseltechnologie wird Hoffnung auf die Abtrennung und Speicherung von Kohlenstoffdioxid gesetzt („Carbon Capture and Storage“) (vgl. IPCC 2007c: 10). Neben dem Technologiewandel und -ersatz werden auch gesellschaftliche, wirtschaftliche und politische Maßnahmen der Vermeidung zugerechnet, die zu einer Verminderung der Treibhausgasemissionen oder einer Stärkung von Senken führen (VERBRUGGEN 2007: 818).

Der aus der Biologie stammende Begriff **Anpassung** (Adaptation) beschreibt ursprünglich einen Veränderungs- und Modifikationsprozess, wodurch sich ein Organismus an sich wandelnde Umweltbedingungen infolge von Mutation oder Naturselektion anpasst (BURDA & BEGALL 2009: 287). Im Zusammenhang mit dem Klimawandel ist Anpassung ein Prozess, durch den ein System (ökologisch oder sozioökonomisch) auf den Klimawandel (bzw. auf Klimavariabilitäten und Extremwetterlagen) reagiert. Ziel ist es dabei, potenzielle Schädigungen zu vermeiden bzw. zu verringern, sich veränderte klimatische Gegebenheiten zu Nutze zu machen oder einen Umgang mit den Folgen des Klimawandels zu entwickeln. Es können verschiedene Arten der Anpassung unterschieden werden. Unter der **autonomen Anpassung** werden diejenigen Reaktionen zusammengefasst, die sich ohne bewusste Steuerung vollziehen. Dazu gehören Reaktionen in ökologischen Systemen oder Marktentwicklungen. Dagegen werden unter **geplanter Anpassung** solche Maßnahmen zusammengefasst, die das Resultat eines Entschei-

dungsprozesses sind, basierend auf der Wahrnehmung, dass Klimaveränderungen erfolgt sind oder erwartet werden, und einer entsprechenden Reaktion um einen definierten Zustand zu erreichen oder zu erhalten. In diesem Zusammenhang wird auch zwischen reaktiver, im Bezug auf bereits eingetretene Veränderungen, und proaktiver, im Bezug auf prognostizierte Veränderungen, Anpassung unterschieden (vgl. PARRY et al. 2007: 869).

Hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels wird auch die **Verwundbarkeit** bzw. Empfindlichkeit (Vulnerabilität) verschiedener Systeme betrachtet. Der Ursprung des Wortes lässt sich zurückführen auf die lateinische Bedeutung des Wortes vulnus (Wunde) oder vulnerare (verletzen). Die Verwundbarkeit beschreibt demnach die Risikoanfälligkeit eines bereits verwundeten Soldaten gegenüber einem neuen Angriff. Daher wird mit Verwundbarkeit Bezug genommen auf eine bereits bestehende Schwächung (vgl. DIETZ 2006: 13). Im Rahmen der Untersuchungen des IPCC wird unter Verwundbarkeit das Maß der zu erwartenden negativen Folgen verstanden, die durch Klimawandelwirkungen hervorgerufen werden (vgl. PARRY et al. 2007: 883). Die Verwundbarkeit ergibt sich aus der direkten Betroffenheit eines Systems durch die jeweilige Veränderung, der Sensitivität mit der es auf die Veränderung reagiert und der entsprechenden Fähigkeit sich den Veränderungen anzupassen (vgl. Kapitel 3.3).

1.3 Zielsetzung der Arbeit

Aus der Relevanz des Klimawandels für die Energiewirtschaft NRWs lassen sich einzelne Themen ableiten, die den Rahmen der vorliegenden Ausarbeitung setzen. Demnach sind die übergreifenden Ziele der Arbeit:

- **Forschungsstand zum Klimawandel**
Um die Auswirkungen des Klimawandels auf regionaler Ebene zu bewerten muss zunächst der aktuelle Kenntnisstand zum globalen Klimawandel aufgearbeitet werden.
- **Strukturierung von Klimawandelwirkungen in der Energiewirtschaft**
Bevor ein Ansatz zum Umgang mit den Auswirkungen des Klimawandels entworfen werden kann, ist zunächst der Bezugspunkt der Betrachtung zu klären. Aus diesem Grund werden methodische Vorüberlegungen angestellt um die Auswirkungen des Klimawandels strukturiert zu erfassen und den Bezug zu den Akteuren der Energiewirtschaft herzustellen.

- **Potenzielle Klimafolgen und Verwundbarkeit der Energiewirtschaft**
Um die Verwundbarkeit der Energiewirtschaft zu bewerten, müssen die potenziellen Klimafolgen und die Anpassungskapazität gegenübergestellt werden. Dazu erfolgt eine Literaturlauswertung.

- **Empirische Exploration zur Relevanz des Klimawandels in der Energiewirtschaft und diesbezüglicher Maßnahmen**
Mit Hilfe von Experteninterviews sollen neben der Untersuchung der Relevanz der Thematik sowie der aktuellen und prognostischen Verwundbarkeit von Unternehmen Möglichkeiten der Vorsorge und Anpassung gegenüber Klimawandelwirkungen und bestehende Defizite explorativ erfasst werden.

Letztendlich wird der Frage nachgegangen, welche Herausforderungen der Klimawandel für die Energiewirtschaft in NRW setzt und welche Mechanismen bestehen, diese zu bewältigen. Aufgrund der dargestellten Komplexität und der Wechselbeziehungen verschiedener Systeme ist es nötig Konzepte aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen zu berücksichtigen, mit dem Hauptziel Wissen zu integrieren. Daher kann von einer **interdisziplinären Forschungsmethodik** für diese Arbeit gesprochen werden (HOLLAENDER 2003: 17). Neben dem Ansatz der Wirtschaftsgeographie sind auch Erkenntnisse der Systemtheorie und des betriebswirtschaftlichen Risikomanagements von Bedeutung. Desweiteren wird anhand der Verwundbarkeit ein Konzept verwendet, welches Disziplinen übergreifend eingesetzt wird um die Anfälligkeit bestimmter Systeme gegenüber äußeren Einflüssen zu erfassen. Die Einflüsse auf die Energiewirtschaft in NRW werden dabei einerseits anhand einer Literaturlauswertung erfasst und andererseits in qualitativen Befragungen entsprechender Experten ermittelt.

Die vorliegende Arbeit ist in fünf Kapitel gegliedert, welche eine ausführliche Untersuchung der aufgeführten Zielstellungen ermöglichen sollen. Nach der Einführung in den Kontext und die Problemstellung dieser Arbeit, der Einordnung der Zielstellung und der Definition der wichtigsten Begrifflichkeiten folgt **Kapitel 2** mit der Erläuterung der Hintergründe zum Klimawandel aus Sicht der klimatologischen Forschung. Dabei wird primär auf den dritten und vierten Gesamtbericht des IPCC aus den Jahren 2001 und 2007 Bezug genommen. In **Kapitel 3** wird eine Vorstellung theoretischer Grundlagen der geographischen Energieforschung vorgenommen. In interdisziplinärer Ergänzung erfolgt eine Darstellung der betriebswirtschaftlichen Risiko- bzw. Risikomanagementforschung und der Konzepte Verwundbarkeit und Anpassungskapazität, je unter Bezugnahme auf die Klimawandeladaptionforschung. **Kapitel 4** beginnt mit der strukturierten Übersicht der Betroffenheit und Sensitivität der Energiewirtschaft in NRW gegenüber Klimawandelwirkungen. Ergänzend wird auf Anpassungsmöglichkeiten und -kapazitäten eingegangen. Darauf folgt in **Kapitel 5** die Darstellung des Untersuchungsdesigns zur explorativen Studie der Relevanz des Klimawandels aus Unternehmenssicht

in der Energieindustrie sowie bestehender Maßnahmen und Defizite im Umgang mit Klimawandelwirkungen. Die Arbeit endet mit **Kapitel 6**, in welchem eine Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse erfolgt. Zudem wird der weitere Forschungsbedarf dargestellt und es werden Implikationen für die Unternehmenspraxis ausgeführt.

2 Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels

Zur genaueren Betrachtung der Auswirkungen des Klimawandels ist ein grundlegendes Verständnis der Ursachen notwendig. Dabei können natürliche und anthropogene Einflüsse unterschieden werden. Um Erkenntnisse über zukünftige Entwicklungen des Klimas zu erhalten, müssen Prognosen über die Entwicklung derartiger Einflüsse angestellt werden. Auf diese Weise können Spannbreiten generiert werden, welche die möglichen Bereiche zukünftiger Veränderungen widerspiegeln.

2.1 Klima und Klimawandel

Bereits um 500 v. Chr. wurden von Paramenides von Elea verschiedene Klimazonen benannt, die er auf die sich ändernde Sonneneinstrahlung in Abhängigkeit zum Neigungswinkel zwischen Sonne und Erde zurückführte. Daraus leitet sich der Begriff **Klima** ab, in Anlehnung an das griechische „ich neige“ (κλινω = klino) (vgl. SCHÖNWIESE 2003: 11). Mit der Zeit sind viele verschiedene Klimadefinitionen entstanden, die auf unterschiedliche messbare Eigenschaften des Klimas eingehen. Im Grunde haben diese Definitionen ein Verständnis von dem mittleren Zustand der Witterung über einen definierten Zeitraum an einem definierten Ort gemeinsam. Nach SCHÖNWIESE wird Klima definiert als die:

„für einen Standort, eine definierbare Region oder ggf. auch globale statistische Beschreibung der relevanten Klimaelemente, die für eine nicht zu kleine zeitliche Größenordnung die Gegebenheiten und Variationen der Erdatmosphäre hinreichend ausführlich charakterisiert. Ursächlich ist das Klima eine Folge der physikochemischen Prozesse und Wechselwirkungen im Klimasystem sowie der externen Einflüsse auf dieses System.“ (SCHÖNWIESE 2003: 56).

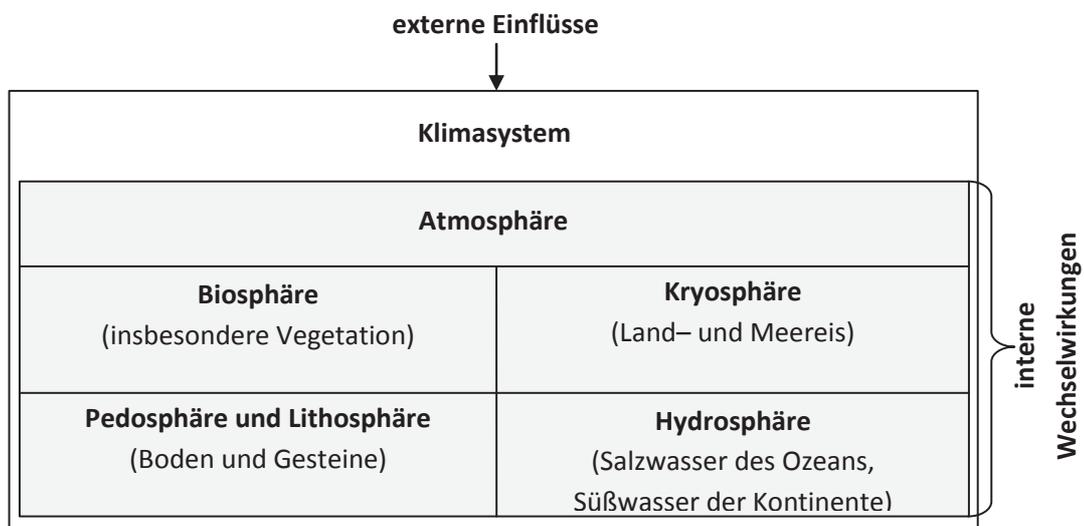
Zu den Klimaelementen zählen messbare physikalische Größen wie Temperatur, Niederschlag, Feuchtigkeit und Wind (vgl. KUTTLER 2009: 21). Die Betrachtung des Klimas beschränkt sich vor allem auf die Erforschung der bodennahen Luftschichten.

Neben dem Begriff Klima werden umgangssprachlich oftmals auch Wetter und Witterung verwendet, teilweise als Synonym. Diese Begriffe unterscheiden sich aufgrund der unterschiedlichen zeitlichen Bezugsräume. Unter **Wetter** werden Prozesse in der Atmosphäre zusammengefasst, die nur von kurzer Dauer sind (in der Regel zwischen einem Tag und einer Woche). Typische Wetterphänomene sind einzelne Wolkenformen oder stabile Luftdruckgebiete. Der Begriff **Witterung** dagegen umfasst ein größeres Zeitintervall von einem Monat oder einer Jahreszeit. Schließlich werden unter dem Begriff

Klima Phänomene mit einem Zeitraum von mehreren Jahren bis hin zu mehreren Jahr-millionen in der Paläoklimatologie zusammengefasst (vgl. HUPFER 1996: 16; SCHÖN- WIESE 2003: 48). Um eine weltweite Vergleichbarkeit von Klimadaten zu gewährleis- ten, wird ein festgelegter Zeitraum von 30 Jahren berücksichtigt, die sog. „Klimanor- malperiode“. Die aktuell gültige Klimanormalperiode umfasst den Zeitraum 1961-1990 (vgl. LAUER & BENDIX 2004: 14).

Auf die Entstehung, Erhaltung und den Wandel des Klimas haben verschiedene Geo- systeme Einfluss (vgl. Abbildung 2).

Abbildung 2: Schema des Klimasystems



Quelle: nach SCHÖN WIESE 2003: 39

Die **Atmosphäre** umfasst die Gashülle der Erde, die in Austauschbeziehungen mit den anderen Geosystemen steht. Hinzu kommen terrestrische und extraterrestrische Einflüsse wie vulkanische Aktivitäten oder die Sonneneinstrahlung. Das hydrologische System, bestehend aus Ozeanen, Binnengewässern, Wasserdampf und Grundwasser, wird als **Hydrosphäre** bezeichnet. Die **Lithosphäre und Pedosphäre**, unter der die Gesteinsoberfläche und Böden zusammengefasst werden, hat bspw. über ein sich veränderndes Reflexions- und Absorptionsvermögen der Sonnenstrahlung Einfluss auf die Energieflüsse der Atmosphäre. Die **Biosphäre**, mit der dazugehörigen Vegetation, der Lebenswelt von Pflanzen und Tieren und der jahreszeitlichen wie langfristigen Variabilität des Strahlungs- und Verdunstungshaushalts, wirkt ebenfalls auf das Klimasystem ein. Ebenso bedeuten Veränderungen der Schnee- und Eisbedeckung, der sog. **Kryosphäre**, eine Veränderung des Strahlungshaushaltes der Erde (vgl. LAUER & BENDIX 2004: 11f).

Zwischen den einzelnen Elementen des Klimasystems bestehen intensive Wechselbeziehungen, was zu einer ausgeprägten Variabilität in Zeit und Raum führt. Aus paläoklimatischen Forschungen ist bekannt, dass der Klimaverlauf der vergangenen 2-3 Mil-

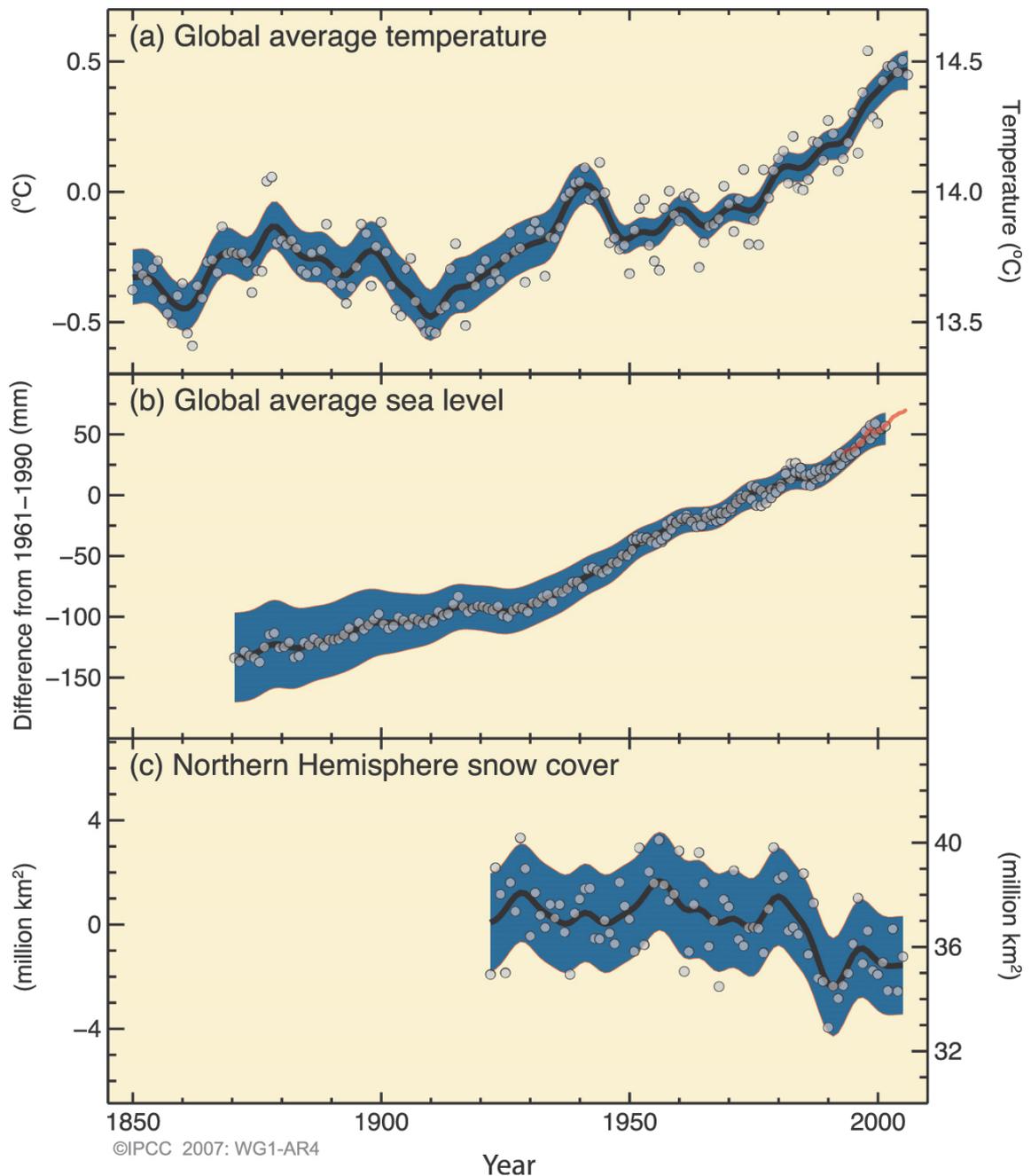
liarden Jahre vor allem durch ein relativ warmes Klima ohne jegliches Eisvorkommen auf der Erdoberfläche geprägt war. Unterbrochen wurde dieses akryogene Warmklima, also ein Klima ohne Eisbildung, durch episodisch auftretende kältere Phasen, die sog. Eiszeitalter, von jeweils mehreren Jahrmillionen Dauer, in denen Eisvorkommen nachgewiesen sind (vgl. SCHÖNWIESE 2003: 286). Mit der Vergletscherung der Antarktis begann vor etwa 30 Millionen Jahren das Känozoische Eiszeitalter, in welches sich das Quartäre³ Eiszeitalter (Pleistozän und Holozän) mit einem Wechsel von Glazialen (Kaltzeit) und Interglazialen (wärmere Zwischenzeiten) in einem Zyklus von etwa 100.000 Jahren eingliedert (PRESS & SIEVER 2003: 411)⁴. Die mittlere globale Temperaturdifferenz zwischen diesen Zeiten beträgt etwa 10°C (MALBERG 2002: 286ff.). Seit der letzten Kaltzeit, der Würm-Kaltzeit vor etwa 18.000 Jahren, durchläuft die Erde eine Wärmeperiode (Neo-Warmzeit), mit einigen Schwankungen, wie bspw. der sog. „kleinen Eiszeit“ zwischen 1400 und 1900 (SCHÖNWIESE 2003: 292). Mit Beginn des 20. Jahrhunderts hat der Erwärmungsgrad zugenommen, so dass hier von einer rezenten Erwärmung gesprochen wird, die bisher ungebrochen anhält. Zeitlich um einige Jahrzehnte versetzt konnte auch der Anstieg des Meeresspiegels sowie ein Rückgang der Schnee- und Eisbedeckung beobachtet werden (vgl. Abbildung 3). WAKONIGG (2007: 79f.) charakterisiert folgende Merkmale der Erwärmung:

- Die Geschwindigkeit des Temperaturanstiegs übertrifft alle belegten bzw. wahrscheinlichen Veränderungen des Holozäns.
- Es besteht ein unregelmäßiger Verlauf mit einer Erwärmungsphase zwischen 1910 und 1945, einer leicht abgekühlten Phase bis 1978 sowie eine bis heute ununterbrochene Erwärmung.
- Es lassen sich Rekordtemperaturen als Einzelwerte, Monats- oder Jahresmittel feststellen.
- Es existieren räumliche und zeitliche Unterschiede in der Erwärmung (z.B. Existenz regionaler Abkühlungen, wie im Nordatlantik und in Zentralafrika).
- Die Temperaturanstiegsphasen zwischen 1910 und 1945 sowie nach 1978 sind wesentlich stärker als dies rein durch anthropogene Ursachen (anhand der Zunahme an Kohlenstoffdioxidemissionen) zu erklären wäre.

³ Der Begriff „Quartär“ ist im vergangenen Jahrzehnt unterschiedlich in der stratigraphischen Gliederung eingeordnet worden. Seit 2009 ist der Beginn des dem Quartär zugehörigen Pleistozäns mit dem Beginn der arktischen Vergletscherung auf etwa 2,6 Millionen Jahre vor heute festgelegt. Bis dahin galt als Grenze 1,8 Millionen Jahre vor heute (vgl. GIBBARD et al. 2010).

⁴ Auch bei Interglazialen bleibt in relativ warmen Epochen an einem oder beiden geographischen Polen die Eisbedeckung erhalten. Daher werden auch diese Epochen, im Gegensatz zu dem akryogenen Warmklima wie bspw. der Jura- oder Kreidezeit, dem Quartären Kaltzeitalter zugeordnet (vgl. SCHÖNWIESE 2003: 292).

Abbildung 3: Veränderungen der globalen Temperatur, des Meeresspiegels und der Schneebedeckung



Anmerkung: Beobachtete Änderungen der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur (oben); des mittleren globalen Meeresspiegelanstiegs aus Pegelmessungen und Satellitendaten (rot) (Mitte) und der nordhemisphärischen Schneebedeckung im März und April (unten). Alle Änderungen beziehen sich auf das Mittel des Zeitraums 1961–1990. Die geglätteten Kurven repräsentieren die über ein Jahrzehnt gemittelten Werte, während Kreise die Jahreswerte darstellen. Die schattierten Flächen zeigen die geschätzten Unsicherheitsbereiche aufgrund einer umfangreichen Analyse bekannter Unsicherheiten (oben und Mitte) und aus den Zeitreihen (unten).

Quelle: IPCC (2007a): 6.

Der Klimawandel ist demnach zunächst ein natürliches Phänomen. Grundsätzlich gilt, dass die kurzfristige Variabilität des Klimas in langfristige Veränderungen eingebettet ist. Diese natürlichen Klimaschwankungen werden zunehmend von anthropogenen Klimaeinflüssen überlagert (vgl. LAUER & BENDIX 2004: S. 280). Dazu gehören die Temperaturanstiege seit Beginn des 20. Jahrhunderts sowie die Temperaturrekorde der vergangenen Jahrzehnte (WAKONIGG 2007: 80). Für die klimatologische Forschung besteht die Problematik in der Unterscheidung natürlicher und anthropogen bedingter Veränderungen des Klimas (vgl. HEGERL & ZWIERS 2007: 667). Um die Ursachen und den Wandel des Klimas verständlich zu machen, wird in den folgenden Kapiteln auf natürliche und anthropogene Einflussfaktoren eingegangen.

2.1.1 Natürliche Ursachen des Klimawandels

Die natürlichen Ursachen der Klimavariabilität lassen sich in extraterrestrische bzw. terrestrische unterscheiden. In Tabelle 1 sind die wichtigsten natürlichen Ursachen der Klimavariabilität dargestellt. Darüber hinaus haben nach derzeitigem Kenntnisstand auch die Rotation der Milchstraße, Meteore und Meteoriten, Gezeitenkräfte und Autooszillationen, wie bspw. das „El Niño“-Phänomen, einen Einfluss auf das Klima. Da der Einfluss auf langfristige klimatologische Veränderungen aber eher spekulativ ist, werden diese Ursachentheorien im Folgenden nicht näher ausgeführt (vgl. SCHÖNWIESE 2003: 318ff.).

Tabelle 1: Natürliche Ursachen des Klimawandels

Extraterrestrisch	Terrestrisch
Solarkonstante	Atmosphärische Zirkulation
	Ozeanische Zirkulation
Strahlungsbilanz	Vulkanismus
	Kontinentaldrift
	Erdbahnparameter

Quelle: nach SCHÖNWIESE 2003: 318.

Die Sonne ist die bedeutendste Energiequelle des irdischen Klimas. Die Sonneneinstrahlung und Strahlungsbilanz besitzen somit einen erheblichen und direkten Einfluss auf die klimatologischen Verhältnisse (MALBERG 2002: 292). Als **Solarkonstante** wird die Strahlungsleistung an der Sonnenoberfläche in Höhe von $6,3 \text{ kW pro cm}^2$ bezeichnet, wovon die Erde ca. 1368 W pro m^2 Querschnittsfläche empfängt (LAUER & BENDIX 2004: 53). Der Einfluss variierender Sonnenaktivitäten, also eine Veränderung der Solarkonstante, ist nur gering. Es ist bekannt, dass die Sonnenaktivität mit einer Amplitude von ca. elf Jahren schwankt, durch das Auftreten von etwa 1000 K kühleren Sonnenflecken. Diese sind allerdings flächenmäßig so klein, dass sie die Solarkonstante nur um

0,1% vermindern, was zu einer Temperaturveränderung von höchstens einigen Zehntel Graden führt (WAKONIGG 2007: 19).

Die **Strahlungsbilanz** bzw. der Wärmehaushalt der Erde wird durch die Extinktion, also die Absorption und Streuung der Sonneneinstrahlung, sowie die Reflexionsfähigkeit der Erdoberfläche bestimmt. An der Obergrenze der Atmosphäre erfüllt die Strahlungsbilanz die Voraussetzungen des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik, nach dem im Jahresmittel genauso viel Energie durch terrestrische Abstrahlung verloren geht, wie durch die Sonneneinstrahlung gewonnen wird. Die einfallende Solarstrahlung wird innerhalb der Atmosphäre oder auf der Erdoberfläche absorbiert (Umwandlung elektromagnetischer Strahlung in Wärmestrahlung), gestreut oder direkt reflektiert. Aufgrund des natürlichen Treibhauseffektes wird ein Großteil der Ausstrahlung der Erdoberfläche innerhalb der Atmosphäre wiederum absorbiert und als Wärmestrahlung zurück geworfen. Dieser Prozess hat zur Folge, dass die gemittelte globale Temperatur um etwa 33°C höher liegt, als in einem System ohne atmosphärische Gegenstrahlung (vgl. LAUER & BENDIX 2004: 51ff.). Die Absorptionsfähigkeit der Atmosphäre wird durch die wellenlängenabhängige Absorption der einzelnen atmosphärischen Gase bestimmt (Absorptionsbanden). Das Spektrum der solaren Einstrahlung umfasst den Wellenlängenbereich zwischen 0,15µm bis 10µm. Als wichtigste Absorptionsbanden begrenzen Ozon (O₃) bei 0,3µm und Wasserdampf (H₂O) bei 2µm die solare Einstrahlung. Bis auf wenige Ausnahmen gelangt damit die Sonneneinstrahlung im Spektrum zwischen 0,3µm und 2µm zur Erdoberfläche, wo sie absorbiert oder reflektiert wird. Die terrestrische Ausstrahlung dagegen umfasst das Spektrum zwischen 4µm und 60µm und liegt damit im Bereich des Infrarot (Wärmestrahlung). Eine Reihe von atmosphärischen Gasen besitzt in diesem Spektrum Absorptionsbanden. Dazu zählen Wasserdampf (H₂O), Kohlendioxid (CO₂), Ozon (O₃), Dickstickstoffoxid (N₂O) und Methan (CH₄) (vgl. SCHÖNWIESE 2003: 120). Da diese Gase den bereits angesprochenen natürlichen Treibhauseffekt auslösen, werden sie allgemein auch als Treibhausgase bezeichnet. Das Reflexionsvermögen wird als Albedo bezeichnet (Anteil der reflektierten gegenüber der eingestrahelten Sonnenenergie) und beträgt global etwa 30 Prozent (Atmosphäre und Erdoberfläche) (SCHÖNWIESE 2003: 117). Da sich die Albedo verschiedener Oberflächen unterscheidet, hat die Bedeckung der Erdoberfläche einen wesentlichen Einfluss auf die Strahlungsbilanz (SCHÖNWIESE 2003: 123).

Einen hohen Einfluss auf den natürlichen Klimawandel besitzt auch der explosive **Vulkanismus**, aufgrund der Auswirkungen auf die Atmosphäre, da Partikel und Gase in die Strato- oder gar Mesosphäre emittiert werden und damit einen Einfluss auf den Strahlungshaushalt des Klimasystems entfalten. Diese breiten sich in der Atmosphäre aus und können somit eine globale Wirkung entfalten. Hierbei handelt es sich vor allem um ein erhöhtes Absorptions- und Streuvermögen, welche zu einer Erwärmung der Atmosphäre führen. Dabei bedingt die Absorption und Streuung in der Stratosphäre dort

eine Erwärmung, während die untere Atmosphäre und die bodennahen Luftschichten eher abkühlen. Insgesamt überwiegt jedoch die zunehmende Erwärmung nach einem Vulkanausbruch. Im Gegensatz dazu besitzt der effusive Vulkanismus nur eine geringe Bedeutung, da von den auftretenden Lavaströmen keine bedeutende Wirkung ausgeht (vgl. SCHÖNWIESE 2003: 319f.).

Auch der **atmosphärischen** und **ozeanischen Zirkulation** wird eine bedeutende Rolle bzgl. der Veränderung des Klimas zugeschrieben. Die hier einzuordnende „Nordatlantik-Oszillation“ besitzt bspw. eine hohe Bedeutung für das Klima in Europa (SCHÖNWIESE 2003: 318). Die atmosphärische Zirkulation ist für die globale Umverteilung des Großteils der Wärme auf der Erde und ihre Verlagerung in höhere Breiten verantwortlich. Dazu zählt auch der Austausch von latenter Wärme in Form von Wasserdampf (LAMB 1994: 40). Der durch solare Einstrahlung erzeugte Wärmeüberschuss am Äquator wird auf diese Weise zu den Polen transportiert, was zu einem Wärmeausgleich führt. Zeitgleich werden durch die dadurch entstehenden Winde großräumige Meeresströmungen angetrieben, welche die ozeanische Zirkulation bewirken (MALBERG 2002: 242f.). Insgesamt kommt der ozeanischen Zirkulation im Hinblick auf langfristige Veränderungen eine höhere Bedeutung zu, da die in den Wassermassen gespeicherte Wärmeenergie aufgrund der hohen spezifischen Wärme des Wassers größer ist als in der Luft (LAMB 1994: 40).

Nach aktuellen klimatologischen Forschungen ist der Einfluss des **Kontinentaldrifts** sowie der **Erdbahnparameter** für kurzfristige Veränderungen des Klimas vernachlässigbar (LORENZ 2007: 2ff.). Dennoch besitzen sie langfristig einen Effekt, der jedoch nur mit einer gewissen Unsicherheit bestimmt werden kann. Der sog. Kontinentaldrift beschreibt die Veränderung von Landmassen und der Land-Meer-Verteilung der Erde relativ zu der Bewegung der geographischen Pole. Hieraus kann eine Eis-Albedo-Rückkopplung und die Abkühlung der Oberflächentemperatur resultieren, da der Schnee vermehrt auf Landmassen niedergeht und damit das Reflexionsvermögen insgesamt zunimmt, wenn sich Landmassen in höhere geographische Breiten verlagern (vgl. SCHÖNWIESE 2003: 289). Auch die Stellung der Erde zur Sonne ist periodischen Schwankungen unterworfen, wodurch die Erdbahnparameter aufgrund des Einfallswinkels der Sonnenstrahlung einen Einfluss auf das Erdklima besitzen können. Hierbei sind drei Einflüsse zu unterscheiden: Die **Exzentrizität** der Erdbahn kann sich im Zeitablauf verändern, wodurch diese teils kreisförmiger, teils elliptischer wird. Bei maximaler Exzentrizität der Erdbahn beträgt die Jahresschwankung der einfallenden Sonneneinstrahlung bis zu 30 Prozent, derzeit schwankt die solare Einstrahlung zwischen Perihel (Sonnennähe) und Aphel (Sonnenferne) um etwa 7 Prozent (MALBERG 2002: 293). Die Exzentrizität verändert sich periodisch in einem Zeitraum von etwa 95.000 Jahren (SCHÖNWIESE 2003: 295). Die Neigung der irdischen Rotationsachse auf der elliptischen Bahnebene (**Schiefe der Ekliptik**) führt zu einer unterschiedlichen Bestrahlungs-

dauer der Erdoberfläche im Jahresablauf und damit zu den Jahreszeiten. Die derzeitige Neigung der Rotationsachse beträgt $23,5^\circ$, langfristig schwankt sie allerdings zwischen $21,5^\circ$ und $24,5^\circ$ innerhalb eines Zeitraums von 41.000 Jahren (vgl. LAUER & BENDIX 2004: 22f.). Zudem verschiebt sich langfristig das Eintrittsdatum des Perihel und Aphel aufgrund der **Präzisionsbewegung** der Erdachse in einem Zeitraum von etwa 20.000 Jahren (SCHÖNWIESE 2003: 295). In der Orbitalparameter-Hypothese werden diese Auswirkungen zusammengeführt und führen zu der Annahme der sog. „Milankovic-Zyklen“. Demnach wird der Tiefpunkt der aktuellen Kaltzeit in etwa 60.000 Jahren erreicht, was etwa einer Abkühlung von $0,01\text{K}$ pro Jahrhundert entspricht (SCHÖNWIESE 2003: 295 f.).

2.1.2 Anthropogene Ursachen des Klimawandels

Aufgrund menschlicher Aktivitäten ist es in der Vergangenheit zu einer Veränderung der Zusammensetzung der Atmosphäre, insbesondere der **Treibhausgase**, gekommen, welche globale klimatologische Veränderungen hervorruft. Während der menschliche Einfluss auf regionale Klimate, z.B. in Form der Ausweitung von Städten, länger bekannt ist, handelt es sich hierbei um ein in Anbetracht der globalen Wirkungen noch nicht gänzlich erfasstes Ausmaß. Die Zunahme der Klimagase Kohlenstoffdioxid (CO_2), Methan (CH_4), Distickstoffoxid (N_2O), Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), Ozon (O_3) und weiterer Stoffe⁵ führt zu einer **Verstärkung des natürlichen Treibhauseffektes** der Erde (BAEDE 2001: 92f.). Es handelt sich hierbei also nicht um die Entstehung des Treibhauseffektes, sondern um dessen anthropogen verursachte Steigerung seit Beginn des Zeitalters der Industrialisierung. Nachdem bereits FOURIER (1827) und TYNDALL (1873) auf die Existenz des natürlichen Treibhauseffektes hingewiesen hatten, war es der schwedische Physikochemiker ARRHENIUS (1896: 237ff.), der erstmals auf den Zusammenhang einer erhöhten Kohlenstoffdioxidkonzentration in Verbindung mit der vermehrten Nutzung fossiler Energieträger sowie einer zu erwartenden globalen Erwärmung hinwies (vgl. SCHÖNWIESE 2003: 333). Die Wirkung des natürlichen Treibhauseffektes beruht darauf, dass die in der Atmosphäre gelagerten Treibhausgase die einfallende kurzwellige Solarstrahlung relativ ungehindert bis zur Erdoberfläche durchstrahlen lassen, jedoch die von der Erdoberfläche reflektierte langwellige Energie absorbieren (vgl. Kapitel 2.1.1). Durch den zusätzlich anthropogen bedingten Treibhauseffekt wird in der Folge noch weniger Energie in den Weltraum abgestrahlt, wodurch diese in der Erdatmosphäre verbleibt und zu der globalen Erwärmung führt (MALBERG 2002: 296f.).

Eine besondere Bedeutung wird auch den **Aerosolen** zugeschrieben, welche durch zunehmende Luftverschmutzung entstehen. Aerosole sind nichtpermanente Bestandteile

⁵ vgl. FORSTER & RAMASWAMY (2007): 212f.

der Atmosphäre, wie z.B. Staub, Asche oder Mikroorganismen mit einem Radius von 0,001µm bis 100µm (LAUER & BENDIX 2004: 18). Einige Aerosole besitzen eine direkte klimatische Wirkung, da sie einen Teil der einfallenden Solarstrahlung bereits reflektieren, was regional zu einer gänzlichen und global zu einer teilweisen Neutralisierung des Treibhauseffektes führen kann. Weiterhin existieren Aerosole, die einen Teil der von der Erde rückstrahlenden Energie absorbieren und somit zu einer Erwärmung der Atmosphäre beitragen. Zudem wird die Anzahl, Dichte und Größe der Tröpfchenbildung durch Aerosole in Wolken beeinflusst, wodurch sich wiederum Wirkungen auf deren Reflexions- und Absorptionsvermögen ergeben, die noch nicht gänzlich erklärt sind. Es wird derzeit vermutet, dass die Wirkung von Aerosolen mit einer insgesamt positiven Strahlungsbilanz in Verbindung gebracht werden sollte (vgl. BAEDE 2001: 93).

Eine Übersicht über die Charakteristika klimawirksamer Spurengase und deren Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt wird in Tabelle 2 gegeben. Insbesondere die Emissionen von Kohlenstoffdioxid und Methan besitzen eine hohe Wirkung auf den anthropogen bedingten Klimawandel, was sich in dem hohen Strahlungsantrieb beider Gase im Vergleich zu den anderen Treibhausgasen widerspiegelt.

Tabelle 2: Charakteristika und Veränderungen klimawirksamer Spurengase

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Anthropogene Emissionen pro Jahr ⁽¹⁾			
1990-2006	28.928 Mio. t	239 Mio. t	8,6 Mio. t
Wichtigste Quellen ⁽³⁾	Nutzung fossiler Energien, Waldrodungen, Abbau von Biomasse	Nutzung fossiler Energien, Viehhaltung, Reisanbau	Viehhaltung, Düngemittel
Konzentrationen ⁽²⁾			
vorindustriell (bis 1750)	275-285 ppm	0,4-0,7 ppm	0,27 ppm
2005	379 ppm	1,77 ppm	0,32 ppm
Mittlere Verweildauer in der Atmosphäre ⁽²⁾	abhängig von der Konzentration (ca. 120a)	12a	114a
relatives molekulares Treibhauspotenzial (100a) ⁽²⁾	1	21	310
Beitrag zum natürlichen Treibhauseffekt ⁽³⁾	26%	2%	4%
Beitrag zum anthropogenen Treibhauseffekt ⁽²⁾	76,7%	14,3%	7,9%
Strahlungsantrieb ⁽²⁾			
2005	1,66 Wm ⁻²	0,48 Wm ⁻²	0,16 Wm ⁻²

*) das jeweilige Basisjahr variiert je nach Datenverfügbarkeit der einzelnen Länder

Quellen: (1) UNSD (2010); (2) SOLOMON et al. (2007d): 32ff.; (3) SCHÖNWIESE (2003): 337.

Die Zunahme der Treibhausgas- und Aerosolkonzentrationen in der Atmosphäre führt zu komplexen Prozessen, die u.a. aufgrund ihrer Non-Linearität und der verschiedenen Zeithorizonte innerhalb des klimatologischen Systems nur schwer zu entschlüsseln sind. So verursacht eine erhöhte Kohlenstoffdioxidkonzentration bspw. eine Erwärmung der Troposphäre und eine Abkühlung der Stratosphäre (BAEDE 2001: 93).

Neben der Veränderung von Spurengasen in der Atmosphäre wird auch die **Veränderung der Landnutzung und Vegetation** auf der Erdoberfläche als eine wichtige Ursache für eine anthropogen bedingte Klimavariabilität betrachtet (WAKONIGG 2007: 41ff.). Vor allem die landwirtschaftliche Nutzung, Waldrodungen sowie Urbanisierung führen nach Untersuchungen des IPCC zu globalen Veränderungen, die große Teile der Erdoberfläche betreffen. Zu diesen globalen Veränderungen gehören u.a. die Beeinflussung der Albedo von Oberflächenstrukturen sowie atmosphärische Veränderungen bzgl. des Austauschs von Wasserdampf und Treibhausgasen. Auch der Eingriff in Biosysteme löst Wirkungen auf das klimatologische System aus, da u.a. Kohlenstoffdioxidsenken verringert werden (vgl. SOLOMON et al. 2007: 30f.). Durch sog. Landnutzungswandel werden bspw. großflächige Wälder abgeholzt und durch andere Vegetation oder Bebauung ersetzt, wodurch in der Folge Kohlenstoffdioxid nur in geringerem Umfang durch Photosynthese gebunden wird.

2.2 Prognostizierter Klimawandel

Nach der Darstellung der Ursachen des Klimawandels sollen nachfolgend die hieraus folgenden klimatologischen Veränderungen untersucht werden. Zur Berechnung solcher Veränderungen dienen **Klimamodelle**. Anhand dieser lassen sich komplexe atmosphärische Zustände und Prozesse unter Beachtung von Wechselwirkungen und Rückkopplungen verschiedener Klimafaktoren simulieren (vgl. HUPFNER & KUTTLER 2006: 294ff.). Die mit Hilfe von Klimamodellen abgeleiteten Prognosen hängen dabei stark von den getroffenen Annahmen zu den Randbedingungen ab, wie etwa der zukünftigen Entwicklung von Kohlenstoffdioxidemissionen, der nachfolgenden Konzentrationsentwicklung in der Atmosphäre und der damit verbundenen Veränderung der Strahlungsbilanz (MEARNS & HULME 2001: 755).

Es können zwei Arten von Klimamodellen unterschieden werden. **Strahlungs-Konvektionsmodelle** werden genutzt, um die Wirkung diverser Verteilungen von Spurengasen, Wasserdampf und Aerosolen in Verbindung mit atmosphärischen Prozessen auf den Wärmehaushalt und die Temperaturverteilung zu analysieren. **Zirkulationsmodelle** dienen dann der eigentlichen Erstellung von Klimaprognosen. Am weitesten entwickelt sind hierbei die Modelle der allgemeinen Zirkulation, sog. „Global Circulation Models“, welche die physikalischen Prozesse in der Atmosphäre vollständig beschreiben. Die Stärke solcher Modelle ist die Erfassung der wesentlichen physikochemischen Prozesse

im klimatologischen System. Schwächen bestehen derzeit noch in der Berücksichtigung des Wasserkreislaufs, wie etwa der Modellierung der Bewölkung, der Niederschläge und der Bodenfeuchte (vgl. HUPFNER & KUTTLER 2006: 298). Zur Berechnung der Klimaentwicklung der nächsten 100 Jahre werden z.B. gekoppelte Ozean-Atmosphäre-Modelle herangezogen, die die Zirkulation zwischen Ozean und Atmosphäre simulieren.

Um diese Modelle anzutreiben, sind Annahmen über potenzielle Entwicklungs- und Emissionspfade der Menschheit notwendig. Da niemand genau vorhersagen kann, wie diese Entwicklung verlaufen wird, hat das IPCC im Jahre 2000 insgesamt vier Modellgeschichten zu möglichen **Emissionsszenarien** veröffentlicht, in denen unter anderem Annahmen über demographische, ökonomische, gesellschaftliche und technologische Entwicklungen enthalten sind. Auf diesen Modellgeschichten basieren vier Gruppen (A1, A2, B1, B2) von Szenarienfamilien. Diese können weiter in insgesamt sechs untergeordnete Szenariengruppen (A1FI, A1B, A1T, A2, B1, B2) unterteilt werden. Insgesamt wurden 40 verschiedene Entwicklungsszenarien erstellt, die in diesen Gruppen zusammengefasst wurden (vgl. NAKIĆENović & SWART 2000: 4f.). In Tabelle 3 sind die wichtigsten Eigenschaften der verschiedenen Szenariengruppen zusammengefasst. Die diversen Emissionsszenarien werden als Modell-Input verwendet, mit Hilfe dessen Konzentrationen und Wirkungen der Klimagase auf die Strahlungsbilanz verschiedener Schichten in der Atmosphäre berechnet werden. Schließlich erfolgt die Darstellung der klimatologischen Reaktion für die zugehörigen Komponenten. Hierzu zählen die Atmosphäre, der Ozean, das Meereis, Landoberflächen sowie der chemische Zustand der Atmosphäre und des Ozeans (vgl. MEEHL & STOCKER 2007: 753ff.).

Insbesondere der Diskurs zu dem anthropogen bedingten Klimawandel hat in den letzten Jahren zu einer Intensivierung der Klimawirkungsforschung geführt, die auf den klimatologischen Modellen aufbaut. In der Klimawirkungsforschung, welche sich mit den Wirkungen in der Biosphäre (ökologisches System) sowie der Anthroposphäre (sozioökonomisches System) beschäftigt, wird ebenfalls mit Szenarien gearbeitet, durch die bspw. Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum sowie technologischer Fortschritt und Energiebedarfe modelliert werden können (HALLEGATTE 2005: 4ff.). Oftmals werden hierbei sektorale Wirkungen thematisiert, während komplexe Veränderungen, wie etwa die Wirkungen auf Siedlungs- oder Freizeitverhalten, nur vereinzelt zu finden sind.

Tabelle 3: Eigenschaften der Szenariengruppen des IPCC

Szenariengruppe	Charakteristika	Bevölkerung 2100 ⁶	Steigerung der CO ₂ -Emissionen (1990-2100) ⁷
A1FI Szenario A1T Szenario A1B Szenario	Ein sehr rasches Wirtschaftswachstum, einer in der Mitte des Jahrhunderts den Höchststand erreichenden und danach rückläufigen Bevölkerung	7,1 Mrd. 7,0 Mrd. 7,1 Mrd.	+ 505 % - 28 % + 218 %
A2 Szenario	FI = fossil-intensive T = nicht fossil-intensiv B = ausgeglichen Eine sehr heterogen entwickelte Welt mit einem regional unterschiedlichen und niedrigem ökonomischen Wachstum und einer stetigen Bevölkerungszunahme. Die Einkommensunterschiede zwischen industrialisierten Nationen und Entwicklungsländern sind erheblich.	15,1 Mrd.	+ 482 %
B1 Szenario	Eine konvergente Welt, mit einem schnellen Übergang zu einer globalen Service- und Dienstleistungsökonomie. Die Materialintensität in Produktionsprozessen wird gesenkt und neue und ressourceneffiziente Technologien werden schnell eingeführt.	7,0 Mrd.	- 13 %
B2 Szenario	Bei einem stetigen, mittleren Bevölkerungswachstum und einem mittleren wirtschaftlichen Niveau werden ökologische, ökonomische und soziale Lösungen zur Nachhaltigkeit auf lokaler Ebene umgesetzt. Der technologische Fortschritt ist rasch und vielfältig.	10,4 Mrd.	+ 230 %

Quelle: eigener Entwurf nach NAKIĆENović & SWART (2000): 13ff.

Die Anwendung von global aggregierten Daten für konkrete Anpassungsstrategien ist schwierig, da für den Übergang von Klimaszenarien zu ökonomischen Folgen ökologische, hydrologische und geographische Besonderheiten berücksichtigt werden müssen. Um valide Aussagen zu sozioökonomischen Folgen zu treffen, sollten daher unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten regionale Szenarien verwendet werden (KNOGGE 2001: 3f.). Um globale Projektionen auf kleinere Raumeinheiten anzuwenden gibt es verschiedene **Regionalisierungsverfahren**. Dazu gehören **dynamische Verfahren**, die ähnliche Modelle wie die globalen Klimaprojektionen nutzen. Dabei werden an der Berandung des gewünschten Gitternetzes die Ergebnisse der globalen Modelle über-

⁶ Angegeben ist der Wert des illustrativen Szenarios. Da innerhalb der Szenariengruppe verschiedene Szenarien zusammengefasst werden, bestehen Spannbreiten hinsichtlich der Entwicklung.

⁷ Angegeben ist die prozentuale Entwicklung der CO₂-Emissionen aus der Verbrennung fossiler-Brennstoffe bis 2100 im Verhältnis zum Niveau von 1990 für das illustrative Szenario.

nommen und davon ausgehend die physikalischen Vorgänge mit einer höheren Auflösung berechnet. **Statistische Verfahren** dagegen stellen Kausalzusammenhänge zwischen großräumigen atmosphärischen Mustern bzw. Großwetterlagen und lokalen Daten verschiedener Klimastationen her. Auch hier werden die Ergebnisse des globalen Modells übernommen und dann entsprechend auf die Stationen heruntergerechnet. (vgl. UBA 2007: 4f.). In Deutschland werden im Wesentlichen vier regionale Klimamodelle eingesetzt. Es sind die statistischen Modelle WETTREG (Climate and Environment Consulting) und STAR (Potsdam Institut für Klimafolgenforschung) sowie die dynamischen Modelle REMO (Max-Planck-Institut für Meteorologie Hamburg) und COSMO-CLM (u.a. Deutscher Wetterdienst) (KROPP et al. 2009: 7).

2.2.1 Globale Projektionen

Nachfolgend werden die Prognosen aus dem vierten Gesamtbericht des IPCC zu globalen Klimaänderungen kurz vorgestellt (vgl. Tabelle 4). Dabei handelt es sich um die umfassendste Veröffentlichung internationaler Forschungserkenntnisse zum Klimawandel. Der Bericht bestätigt insgesamt die Prognosen des dritten Gesamtberichts aus dem Jahr 2001 (MEEHL & STOCKER 2007: 749).

Tabelle 4: Prognosen zum Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen und der Zunahme des Meeresspiegels verschiedener Szenarien

Fall	Temperaturänderung (Erwärmung in °C in 2090-2099 im Vergleich zu 1980-1999)		Meeresspiegelanstieg (Anstieg in m in 2090-2099 im Vergleich zu 1980-1999)
	Beste Schätzung	Wahrscheinliche Bandbreite	Modellbasierte Bandbreite ohne rapide Änderung des Eisflusses
Konstante Jahr 2000 Konzentration	0,6	0,3-0,9	nicht verfügbar
B1 Szenario	1,8	1,1-2,9	0,18-0,38
A1T Szenario	2,4	1,4-3,8	0,20-0,45
B2 Szenario	2,4	1,4-3,8	0,20-0,43
A1B Szenario	2,8	1,7-4,4	0,21-0,48
A2 Szenario	3,4	2,0-5,4	0,23-0,51
A1FI Szenario	4,0	2,4-6,4	0,26-0,59

Quelle: IPCC (2007a): 13.

Demnach wird die **globale Mitteltemperatur** je nach Szenario um 1,8°C bis 4,0°C im Zeitraum von 2090 bis 2099⁸ im Vergleich zu 1980 bis 1999 zunehmen (vgl. auch Anhang 1 Abbildung 19). Dabei werden die höchsten Temperaturanstiege auf Landoberflächen prognostiziert, wo jene etwa doppelt so hoch sind wie der Anstieg der globalen Mitteltemperatur (MEEHL & STOCKER 2007: 764ff.). Mit zunehmender Erwärmung des Klimas werden die **Schnee- und Eisbedeckung** der Erdoberfläche sowie Meereseis, Gletscher und Eiskappen deutlich abnehmen, was aus einem höheren Schmelzverlust während der Sommerzeit im Vergleich zu einer niedrigeren Zunahme in der regionalen Winterzeit resultiert. Zudem wird sich das Meereseis im 21. Jahrhundert sowohl in der Arktis als auch in der Antarktis weiter reduzieren und die Tautiefe in vielen derzeitigen Permafrostregionen ansteigen lassen (MEEHL & STOCKER 2007: 814ff.). Dies trägt zu einer **Erhöhung des Meeresspiegels** bei. Bis 2100 könnte der Meeresspiegel global im Durchschnitt um 0,18 bis 0,59m zunehmen, bei Anstiegsraten, die zwei- bis viermal höher sind als heute. Dabei besteht aller Voraussicht nach eine substantielle geographische Variabilität (MEEHL & STOCKER 2007: 820). Das Abschmelzen des Grönlandeises sowie weiterer Eiskommen auf dem Festland, verbunden mit möglichen abrupten Veränderungen in der atlantischen Zirkulation, könnte einen noch höheren Anstieg von 5 bis 7m bewirken, welcher zu weiteren Überschwemmungen und Landverlust sowie der Versalzung von Grundwasser führen würde (IPCC 2007b: 17). **Hitzewellen** werden an Ausmaß, Dauer und Häufigkeit ihres Erscheinens weiter zunehmen. Das Erscheinen von Kälteperioden wird signifikant abnehmen und es wird eine geringere Anzahl an Frosttagen vorausgesagt, d.h. Tagen mit Temperaturen unterhalb des Gefrierpunkts, für Orte in mittleren und höheren Breitenlagen (MEEHL & STOCKER 2007: 783ff.). Auch **Tropische Zyklone**, hierzu gehören Hurrikane und Taifune, werden an Häufigkeit zunehmen. Demgegenüber wird mit einer geringeren Zuverlässigkeit eine Abnahme an schwächeren Stürmen vorausgesagt. Die modellhaften Projektionen für **Stürme in mittleren Breitengraden** zeigen eine Abnahme, verbunden mit einer Verschiebung der Sturmrouen in Richtung der Pole, vor allem in der südlichen Hemisphäre. Eine Zunahme an **Niederschlägen** wird für die Regionen tropischer Niederschlagsmaxima, wie etwa Monsunregionen, sowie über dem tropischen Pazifik vorausgesagt (vgl. Anhang 1 Abbildung 20). Aufgrund des zunehmenden Wasserdampfs in der Atmosphäre wird die Niederschlagsintensität ebenfalls zunehmen, vor allem in tropischen Regionen und höheren Breitenlagen, die eine Zunahme des mittleren Niederschlags verzeichnen. Dies gilt sogar für Regionen, in denen die mittlere Niederschlagshäufigkeit abnimmt (dies sind vor allem mitteltropische Regionen und mittlere Breitenlagen). Im Gegensatz hierzu besteht ein höheres **Dürreerisiko** in mittelkonti-

⁸ Die im folgenden angegebenen Projektionszeiträume beziehen sich immer auf die in der Literatur angegebenen Zeiträume, die in den diversen Studien verschieden sind. Dies ist u.a. beim Vergleich des jeweiligen Trends zu beachten.

mentalen Regionen, aufgrund geringerer Niederschläge. Niederschlagsextreme nehmen dort jedoch häufiger zu, im Vergleich zum Durchschnitt in den meisten tropischen Regionen bzw. mittleren und höheren Breitengraden. Bzgl. des Monsuns werden zunehmende Niederschlagsaktivitäten für Asien sowie für den südlichen Teil Westafrikas erwartet, zusammen mit einer höheren unterjährigen Niederschlagsvariabilität. Der Monsun in der afrikanischen Sahelzone und in Zentralamerika wird weiter abnehmen. Die bereits angesprochenen Unsicherheiten bzgl. der Wirkung von Aerosolen stellt hierbei ein Hindernis für eine genaue Prognose dar (vgl. MEEHL & STOCKER 2007: 768ff.).

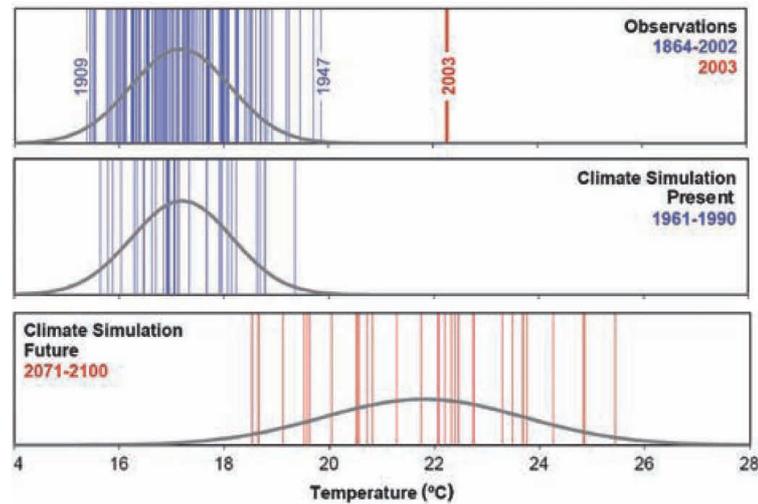
2.2.2 Klimaprojektionen für Europa

Im vierten Gesamtbericht des IPCC wurden ebenfalls Klimaprojektionen zu den verschiedenen Regionen der Erde veröffentlicht, deren Ergebnisse zu Europa nachfolgend dargestellt sind. Bzgl. der **Erwärmung** wird in Europa zwischen 2090 und 2099 im Vergleich zu 1980 und 1999 mit einer Zunahme der jährlichen Durchschnittstemperatur zwischen 2,2°C und 5,3°C gerechnet, wobei diese in Nordeuropa vor allem an milderen Wintern und in Südeuropa an deutlich heißeren Sommern zu spüren sein wird. Zu den **Niederschlägen** ergeben sich gegensätzliche Veränderungen. Die Niederschlagsvariabilität und Niederschlagsextreme werden in Ausmaß und Häufigkeit zunehmen, wobei von einer Zunahme der durchschnittlichen Niederschlagsmenge im Winter in Skandinavien und Zentraleuropa ausgegangen werden kann (bis zu 16%). Für die Sommermonate wird eine gegenläufige Entwicklung vorausgesagt, wobei sich Niederschlagshäufigkeit und -menge verringern werden, vor allem in Zentral- und Südeuropa (-4% bis -27%) (vgl. CHRISTENSEN & HEWITSON 2007: 873ff.). Des Weiteren wird ein Rückgang **schneebedeckter Oberflächen** in Europa prognostiziert, welche mit einer starken Erwärmung in Regionen mit extremer Kälte und einer moderaten Erwärmung in den schneefreien Regionen Süd-Westeuropas einhergehen (CHRISTENSEN & HEWITSON 2007: 878f.). Die Temperaturvariabilität wird während der Sommermonate vor allem in Süd- und Zentraleuropa zunehmen. Auch die Zunahme an **Extremhitzewellen** in Häufigkeit, Ausmaß und Dauer wird erwartet (vgl. CHRISTENSEN & HEWITSON 2007: 877). Dabei werden solche, die über Tage oder Wochen andauern, wie es im Sommer 2003 in Europa der Fall war, laut Prognose zum Normalfall (vgl. Abbildung 4) (ALCAMO et al. 2007: 562). Zudem werden sich auch das Risiko von Dürren in Süd- und Zentraleuropa erhöhen und verlängerte Trockenperioden in Nordeuropa einstellen.

Im Gegensatz dazu wird eine entsprechende Abnahme der Anzahl an Frosttagen erwartet. Bzgl. der Veränderung der **Windgeschwindigkeiten** in Europa konnten keine einheitlichen Ergebnisse aus den Simulationen gewonnen werden. Simulationen mit einem erhöhten Nord-Süd-Luftdruckgradienten über Nordeuropa indizieren bspw. stärkere

Winde in Nordeuropa, jedoch würden in diesem Szenario Zyklonenphänomene im Mittelmeerraum abnehmen (vgl. CHRISTENSEN & HEWITSON 2007: 877f.).

Abbildung 4: Sommerliche Hitzewellen in Europa



Anmerkung: Angegeben sind die beobachteten und prognostizierten Temperaturen der Monate Juni, Juli und August in der Schweiz. Die graue Linie zeigt die theoretische Häufigkeitsverteilung der mittleren Sommertemperaturen im angegebenen Zeitraum. Die blauen Striche zeigen die beobachteten mittleren Sommertemperaturen einzelner Jahre zwischen 1864-2003 (oben) und die simulierten Temperaturen für die Klimanormalperiode 1961-1990 (Mitte). Die roten Striche (unten) zeigen die Berechnungen für einzelne Jahre im Szenario A2 für den Zeitraum 2071-2100 an.

Quelle: ALCAMO et. al (2007): 562 nach SCHÄR et al. (2004): 333f.

2.2.3 Klimaprojektionen für Deutschland

Für Deutschland hat der DWD (MÜLLER- WESTERMEIER & RIECKE 2008: 50) aus Messdaten der Jahre 1901-2008 einen Anstieg der durchschnittlichen Jahrestemperatur von 0,9K berechnet. Aus einem Vergleich der für Deutschland verfügbaren Regionalisierungsverfahren unter Berücksichtigung des Szenariengruppe A1B ergibt sich ein **Temperaturerhöhungstrend** für den Zeitraum 2071-2100 um 1,5°C-3,5°C im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961-1990 (vgl. Anhang 2 Abbildung 21). Diese Erwärmung wird sich saisonal und regional unterschiedlich stark ausprägen, eine besonders starke Erwärmung wird für den Südwesten erwartet (im Modell REMO bis zu 4°C) und dies insbesondere im Winter (vgl. BMU 2009: 16). In der Szenariengruppe A2 könnte sogar ein Anstieg um 6°C erreicht werden (UBA 2008: 58). Die Anzahl der **heißen Tage**, an denen die Temperatur über 30°C ansteigt, wird sich laut Modellrechnungen auf bis zu 18 Tage pro Jahr verdreifachen. Dagegen ist die Anzahl der Frosttage stark rückläufig und könnte um 55-73 Prozent zurückgehen (vgl. UBA 2008: 54). Für die durchschnittlichen **Jahresniederschläge** ergeben sich kaum Veränderungen, es wird allerdings eine

deutliche Zunahme der Niederschläge im Winter und eine Abnahme im Sommer erwartet. Demnach nehmen die Niederschläge im Winter bis 2100 besonders in den Mittelgebirgsregionen um bis zu 70 Prozent zu, während für den Süden Deutschlands moderate Zuwachsraten von 5-25 Prozent prognostiziert werden. Der Sommer wird dagegen besonders im Süden trockener. Bis 2100 gehen die Niederschläge voraussichtlich um 25-40 Prozent zurück, im restlichen Deutschland werden Abnahmen von 5-25 Prozent erwartet (vgl. BMU 2009:14ff.; Anhang 2 Abbildung 22 und Abbildung 23). Aufgrund der Temperaturzunahme wird der Anteil des **Schneefalls** an den Gesamtniederschlägen um 50-60 Prozent zurückgehen und die Schneedecke im Frühjahr insgesamt schneller abschmelzen. Insgesamt wird dadurch eine Abnahme der Schneetage, d.h. der Tage mit einer Schneebedeckung von 3cm Wasseräquivalent, um 50-100 Prozent erwartet. Das bedeutet, dass vor allem in den flacheren Regionen Deutschlands die mittlere Anzahl der Schneetage bis auf Werte nahe Null zurückgehen kann (UBA 2008: 43). Die Anzahl von **nassen Tagen**, also mit mehr als 25mm Niederschlag, könnte regional unterschiedlich um 20-30 Tage im Zeitraum von 2071-2100 zunehmen, im Vergleich zu derzeit 5-10 Tagen pro Jahr im Referenzzeitraum 1961-1990 (UBA 2008: 52f.). Hinsichtlich der zukünftigen Windverhältnisse lassen sich keine belastbaren Aussagen treffen. Jedoch ist eine leichte Zunahme der durchschnittlichen **Windgeschwindigkeit** in 10m Höhe und eine geringe Abnahme der **Wolkenbedeckung** möglich (UBA 2008: 59).

2.2.4 Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen

Die mittleren **klimatischen Verhältnisse** in NRW werden in insgesamt 244 Klimastationen gemessen und erfasst. Für den Zeitraum 1961-1990 lag die Jahresmitteltemperatur bei 8,9°C, für die Kölner Bucht lag dieser Wert bei 10,9°C und für das Sauerland bei 4,9°C. Durchschnittlich fielen in diesem Zeitraum 911mm Niederschlag pro Jahr. Die Mittelgebirgslagen in Sauerland und Eifel wiesen die höchsten Werte von bis zu 1502mm pro Jahr auf, während in der Kölner Bucht lediglich 623mm niedergingen (vgl. KROPP et al. 2009: 13). Seit 1890 hat die Lufttemperatur im Gebietsmittel um 1,2°C zugenommen, das sind 0,3K mehr als im deutschen Durchschnitt. Auch die Niederschläge haben in diesem Zeitraum um 15 Prozent oder 120mm zugenommen. Bereits heute messbar folgen daraus verändertes Brutverhalten einiger Vogelarten sowie eine Verlagerung des Blütezeitpunkts verschiedener Straucharten, indem dieser im Durchschnitt 20 Tage früher einsetzt als noch in den 1950er Jahren. Auch die **Wassertemperaturen** verschiedener Flüsse und Seen haben in den letzten Jahrzehnten zugenommen. Am Pegel Kleve Bimmen wurden für den Rhein seit 1977 eine Temperaturzunahme von 1,2°C und eine Zunahme der durchschnittlichen Maximaltemperaturen von 20°C auf 26°C festgestellt (vgl. MUNLV 2009a: 28ff.). Auch in Zukunft wird eine Erhöhung der **Lufttemperaturen** erwartet: im Vergleich zur Referenzperiode 1961-1990 könnten die

Lufttemperaturen bis 2031-2060 im Szenario A1B um 1,9°C ansteigen. Regional entsteht ein Ost-West-Gradient: der Osten mit der westfälischen Bucht, dem Sauerland und dem Siegerland wird etwas wärmer im Vergleich zum westlichen Niederrhein (vgl. Anhang 3 Abbildung 24). Die durchschnittlichen **Jahresniederschläge** nehmen im gleichen Zeitraum geringfügig um etwa 5 Prozent zu. Aufgrund der orographischen Verhältnisse nehmen die konvektiven Niederschläge besonders im Süderland und im Weserbergland am stärksten zu. In der Kölner Bucht wird dagegen sogar eine leichte Abnahme erwartet (vgl. Anhang 3 Abbildung 25). Auch in NRW werden diese Veränderungen über das Jahr verteilt unterschiedlich ausfallen. Die Temperaturzunahme könnte demnach besonders im Sommer (mit bis zu 3°C) stattfinden, bei einer eher moderaten Erwärmung von Herbst und Winter und einem geringen Anstieg im Frühjahr. Insgesamt werden die Sommer deutlich trockener, mit einer Abnahme der Niederschläge um bis zu 20 Prozent und einer Zunahme im Winter von etwa 10-20 Prozent (vgl. MUNLV 2009a: 40ff.; Anhang 3 Abbildung 26). Im Sommer und im Winter kann es häufiger zu Niederschlagsextremen kommen, im Sommer infolge von Gewittern. Hinsichtlich der Temperaturextrema wird auch für NRW eine Abnahme der Frosttage und eine Zunahme der heißen Tage erwartet (MUNLV 2009a: 44f.).

3 Theoretische Grundlagen

Aufgrund der anthropogenen Einflüsse kommt es zu einer wechselseitigen Beziehung zwischen dem klimatologischen und dem sozioökonomischen System. Im Gegensatz zu der überwiegend im Fokus der wissenschaftlichen Betrachtung liegenden „Inside-Out-Perspektive“, bei der der Einfluss der Energiewirtschaft auf das klimatologische System erfasst wird, behandelt die vorliegende Arbeit die „Outside-In-Perspektive“, bei der die Auswirkungen des Klimawandels auf die Energiewirtschaft betrachtet werden (vgl. Kapitel 1.1). Um die Wechselbeziehungen genau zu erfassen, muss eine geeignete Methode entwickelt werden, mit der sowohl die einzelnen Einheiten strukturiert erfasst als auch die Auswirkungen und Anpassungsoptionen in einen geeigneten Kontext gebracht werden. Aufgrund der Neuartigkeit des Themas werden verschiedene Forschungsansätze hinsichtlich der Zielsetzung der Arbeit nebeneinander gestellt. Zu Beginn wird ausführlich auf den Umgang mit energetischen Themen innerhalb der Geographie eingegangen. Dieser Ansatz wird ergänzt durch grundlegende Erkenntnisse der Systemtheorie zur Einordnung und Abgrenzung des unternehmerischen Verhaltens im Verhältnis zur Unternehmensumwelt. Daran anschließend wird auf den betriebswirtschaftlichen Umgang mit Risiken eingegangen. Abschließend wird das von verschiedenen Disziplinen verwendete Konzept der Verwundbarkeit erläutert.

3.1 Konzeptverständnis einer Energiegeographie

Trotz der hohen Relevanz, welche die Produktion, Verteilung und der Konsum von Energie in unserer Gesellschaft besitzen, gibt es nur wenige Autoren innerhalb der Geographie, die sich speziell mit den Wechselwirkungen zwischen Raum und Energie auseinandersetzen. Das Thema wird üblicherweise nur unter bestimmten Gesichtspunkten betrachtet und der Industriegeographie oder der Geographie des Bergbaus und der Bodenschätze zugeordnet⁹. Es lassen sich eine Reihe von Gründen aufzählen, die das mangelnde Interesse der Geographie begründen:

- Aufgrund der nahezu flächendeckenden Versorgung mit Strom, Erdgas und Erdöl in den meisten Industrieländern wird Energie als überall verfügbar und quasi selbstverständlich angesehen. Aufgrund dieser wachsenden Ubiquität des Energieangebots hat Energie heute nur noch eine geringe Bedeutung für Standortentscheidungen in Industrieländern (vgl. BRÜCHER 2009: 32).

⁹ Vergleiche hierzu bspw. HAAS & SCHLESINGER 2010: 118; HEINEBERG 2007: 151; SEDLACEK 2007: 662.

- Das Ausmaß an Umweltbeeinträchtigungen, die durch den Energiesektor verursacht werden, bewirkt eine einseitige Bindung energetischer Themen an die ökologischen Auswirkungen. Dabei werden andere raumbezogene Fragestellungen zur Energiewirtschaft selbst vernachlässigt (vgl. BRÜCHER 2009: 32f.).
- Kein anderer Wirtschaftszweig ist in allen Produktionsstufen so von der Politik durchdrungen wie die Energiewirtschaft, da politische Macht durch die Kontrolle von Energie begründet ist (BRÜCHER 2001: 4522). Es überwiegt oftmals das Interesse an politischen Auseinandersetzungen, was die Aufmerksamkeit von der spezifischen Raumwirksamkeit der Energiewirtschaft selbst ablenkt (BRÜCHER 2009: 33).
- Die Einordnung des Themas in die Industriegeographie hat die Entwicklung eines Ansatzes der Energiegeographie erheblich behindert (BRÜCHER 2009: 33). Nur ein Teil der Produktion findet im sekundären Sektor statt, nämlich die Verarbeitung und Umwandlung von Primär- zu Sekundärenergieträgern. Die Förderung und Exploration dagegen gehört überwiegend zum primären Sektor, wogegen Verteilung und Transport dem tertiären Sektor zugerechnet werden. Energie wird nur in einigen wenigen Formen nachgefragt, allerdings in großer Menge und mit einer täglich, monatlich und jährlich schwankenden Intensität. Elektrizität, Gas und Fernwärme sind zudem leitungsgebunden und erfordern eine internationale bis lokale Verteilung. Aufgrund dieser Dimensionen werden große (Staats-) Unternehmen benötigt, wie sie in der Industriegeographie nur selten zu finden sind (vgl. BRÜCHER 2001: 4522).

Aufgrund der beschriebenen Hindernisse werden energetische Themen in der Geographie oftmals als Teilaspekte betrachtet. Innerhalb der deutschen Gesellschaft für Geographie gibt es seit dem Jahr 2006 den Arbeitskreis geographische Energieforschung, der sich gezielt mit derartigen Fragestellungen auseinandersetzt (vgl. DGfG 2010)¹⁰.

Um die dieser Arbeit zu Grunde liegenden Fragestellungen zu beantworten, soll zunächst eine strukturierte Betrachtungsweise entwickelt werden, anhand derer die verschiedenen Wechselwirkungen zwischen Energie und Raum deutlich werden. Dazu werden zunächst die maßgeblichen Strukturen und Einflussvariablen von Energiesystemen beschrieben und anschließend anhand der Prozesskette der Energiebereitstellung eine strukturierte Übersicht zur Erfassung von Klimawandelwirkungen dargestellt. Darüber hinaus soll anhand einer systemtheoretischen Betrachtung das Wirkungsfeld von Unternehmen innerhalb dieser Prozesskette näher erläutert werden.

¹⁰ Aufgrund des späten Erscheinungsdatums konnte der Tagungsband zur Jahrestagung 2009 des Arbeitskreises geographische Energieforschung in dieser Arbeit nicht mehr berücksichtigt werden (vgl. SCHÜSSLER 2010). In diesem sind u.a. Teilbeiträge zum Umgang mit dem Thema Energie in der Geographie enthalten.

3.1.1 Struktur und Variablen von Energiesystemen

Der Begriff System beschreibt den Zusammenhang zwischen verschiedenen Elementen eines Ganzen, die in einer gewissen Anordnung zueinander stehen die als Struktur bezeichnet wird. Die Beziehungen zwischen den einzelnen Elementen (intrasystemisch) oder Systemen (intersystemisch) werden als Funktionen, d.h. als zielgerichtete Leistungen bezeichnet, welche die einzelnen Elemente oder Systeme für das Ganze erbringen. Nach der Vielfalt der Elemente und der Beziehungen werden einfache und komplexe Systeme unterschieden (vgl. WERLEN 2000: 397). Neben dieser Systemstruktur ist ein weiterer wichtiger Aspekt die Systemgrenze, welche das System von seiner Umwelt trennt und damit zu einer Unterscheidung von Elementen innerhalb und außerhalb des Systems führt (LUHMANN 1987: 51f.). Dabei können offene und geschlossene Systeme hinsichtlich ihres Verhältnisses zur Umwelt unterschieden werden. Daraus ableitend wird unter einem Energiesystem ein komplexes, offenes System verstanden, dessen Funktion die Bereitstellung von Energie ist:

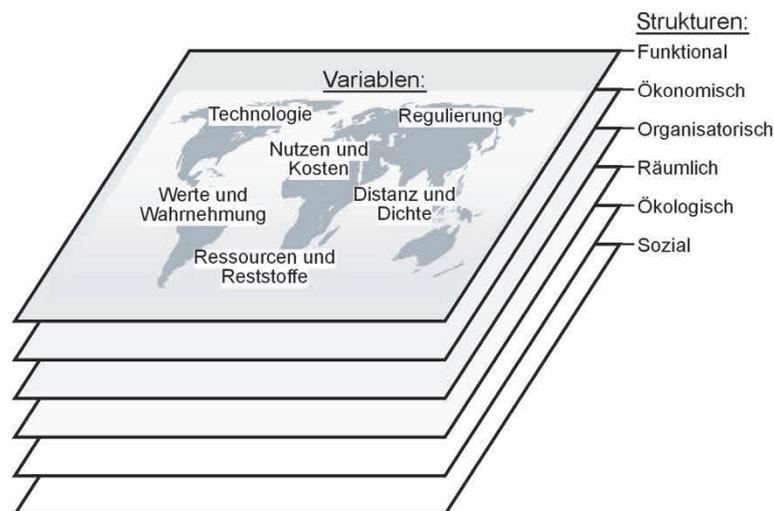
"In order to mobilize and deliver energy from the primary energy sources (...), all societies must create more or less elaborate energy supply systems."

(CHAPMAN 1989: 6).

Dies umfasst mehr als die technisch-physikalische Umwandlung von Energie, denn es schließt auch Systeme zur Organisation und Steuerung von Energieflüssen ein. Demnach identifiziert CHAPMAN (1989: 1ff.)¹¹ sechs Strukturebenen und sechs Variablen, die diese beeinflussen (vgl. Abbildung 5).

¹¹ Der folgende Abschnitt bezieht sich, wenn nicht anders zitiert, auf den Ansatz von CHAPMAN (1989) wie er in seinem Buch 'Geography and Energy' auf den Seiten 1-18 erläutert wird.

Abbildung 5: Strukturebenen und bestimmende Variablen von Energiesystemen



Quelle: eigener Entwurf, nach CHAPMANN 1989: 7.

Um ein solches Energiesystem näher zu beschreiben, werden die Strukturebenen angewendet, um Einflüsse und Veränderungen zu identifizieren werden die Variablen eingesetzt. Die **funktionale** Ebene umfasst den gesamten Prozess der technisch-physikalischen Produktion von Energie. Dafür ist ein großes Spektrum von Einrichtungen nötig, die oftmals über große Distanzen die Bereitstellung von Energie vom Rohstoff bis zum Endnutzen leisten. Eine solche Prozesskette ist für jede Energieressource verschieden, so dass innerhalb eines Energiesystems eine Vielzahl solcher Prozessketten nebeneinander stehen kann. **Ökonomische** Aspekte befassen sich in erster Linie mit den Überlegungen der Ressourcenökonomik. Auf der Makroebene ergeben sich globale und nationale Strukturen, welche die Wahl von Primärenergieträgern beeinflussen. Auf der Mikroebene können Finanzverflechtungen und Handelsströme von Unternehmen betrachtet werden. Da der Energiesektor eine schmale Produktpalette bereitstellt und andererseits eine große Nachfrage bedient, bestehen Potenziale für Skalengewinne (HAMHABER 2004: 5). **Organisatorisch** dominieren daher in den Industrieländern einzelne große Unternehmen den Markt, mit einer hohen vertikalen Verflechtung innerhalb der Energiekette. Aufgrund dieser Verflechtung kommt es zu einem hohen Einfluss von Marktmacht, die teilweise Entscheidungen auf nationaler Ebene beeinflussen kann. Dies steht im Gegensatz zu den eher kleinräumigen Nutzungsformen von Biomasse einiger Entwicklungsländer. **Räumliche** Aspekte von Energiesystemen umfassen sowohl die Standortentscheidungen der einzelnen Einheiten der Prozesskette als auch die Verbindung zu räumlichen Verteilungsmustern der Nachfrageseite. Einen Überblick über die Lage und Verteilung solcher Einheiten in der Bundesrepublik Deutschland in Abhängigkeit zu Energienachfrage und anderen räumlichen Einflüssen geben BRÜCHER und HELFER (2004). Da die Bereitstellung von Energie in der Regel nicht mehr räumlich an den Standort der Nachfrage gebunden ist, ist die Prozesskette weit verteilt. Anderes gilt bspw. für die Fernwärme, die aufgrund der zunehmenden Leitungsverluste nur über

begrenzte Distanzen transportiert werden kann. Auch Energiesysteme, die auf Biomasse basieren, erfordern eine andere räumliche Verteilung, mit lokalen Verbindungen und geringerer Konsumdichte (BREUER et al. 2008: 60ff.). Alle Verarbeitungsschritte innerhalb der Prozesskette ziehen **ökologische** Folgewirkungen in Abhängigkeit zu Größe und Art des Prozesses und der Sensibilität der biophysischen Umwelt nach sich. Insbesondere sind dies die Reststoffe, die durch Umwandlungsverluste bedingt sind und als Abwärme oder Stoffflüsse in die Umwelt gelangen. Im Gegensatz dazu sind es gerade Eigenschaften der Umwelt, die das jeweilige Energiesystem bestimmen. Ein Großteil der Bereitstellung von Energie basiert auf der Nutzung der jeweils individuellen Umweltbedingungen. Energiesysteme stehen letztendlich auch in Wechselwirkung mit der **sozialen** Umwelt. Der Energiesektor hat einen Einfluss auf die Beschäftigung, Gesundheit und Versorgung mit Energie einer Region. Die politischen und gesellschaftlichen Strukturen einer Region können einerseits die Persistenz eines Energiesystems festigen, andererseits auch gerade gegen die Errichtung von neuen Energiesystemen wirken.

Mit Hilfe der bis hierhin beschriebenen sechs Strukturebenen können Energiesysteme für einen bestimmten Raum und zu einer bestimmten Zeit beschrieben werden. Es handelt sich also um einen deskriptiven Ansatz, der den Zusammenhang von bestehenden Formen der Energiebereitstellung bzw. Energienachfrage und der Auswirkungen im Raum wiedergibt. Für ein tieferes Verständnis und eine genauere Erklärung der bestehenden Strukturen, sowie für Aussagen über zukünftige Entwicklungen werden sechs Variablen identifiziert, welche diese Strukturen beeinflussen. Alle Strukturebenen sind beeinflusst durch den Stand der **technologischen** Entwicklung und die Möglichkeiten, diese Innovationen umzusetzen. Besonders die Prozesskette der Energiebereitstellung ist in großem Maße davon abhängig, welche Produktionsmöglichkeiten bekannt sind und in welchem Maße diese aus ökonomischer Betrachtung umgesetzt werden können. Auch die Höhe und Art der Energienachfrage ist an technologische Innovationen und deren Ausbreitung gebunden. Die ökologischen Auswirkungen können durch die Entwicklung von Filtertechnologien oder Effizienzsteigerungen abgemildert werden. Die Entscheidung welche Energieressource letztendlich eingesetzt wird, hängt vor allem mit Überlegungen zu **Kosten und Nutzen** des Energiesystems zusammen. Aufgrund der relativ geringen Elastizität der Nachfrage und der hohen Persistenz einmal eingerichteter Energiesysteme werden solche Überlegungen meist über vergleichsweise große Zeiträume von 20 und mehr Jahren getroffen. Der Preis stellt dabei idealtypischerweise die Relation von Nutzen und Kosten auf dem Markt dar; es gibt jedoch auf der Angebots- und Nachfrageseite nur schwer zu kalkulierende Einflüsse, die dieses Verhältnis beeinflussen. Auf der Seite des Angebots spielen besonders Einflüsse von Marktmacht und Kartellen eine Rolle, aber auch politische Instabilitäten in Förderregionen. Auf der Nachfrageseite werden dagegen oftmals die externen Kosten vernachlässigt, die bei der Nutzung von Energie entstehen. Im Endeffekt kann dies dazu führen, dass der preisge-

bundene Vergleich zur Wahl eines suboptimalen Energieträgers führt, da wesentliche Einflussfaktoren missachtet werden (SMIL 2003: 81ff.). Im Gegensatz zu anderen Wirtschaftssektoren, in denen die Entscheidungen über Produktionstechniken und Rohstoffquellen im Allgemeinen von den Unternehmen selbst getroffen werden, unterliegt der Energiesektor in fast allen Ebenen der Prozesskette einer tief greifenden **Regulierung** durch den Staat. In keinem anderen Wirtschaftsbereich ist der Einfluss der Politik so dominierend. Mit Hilfe von regulatorischen Mitteln werden Produktionskonditionen, Renditen und Preise sowie Qualitätsstandards und Reststoffentsorgung vorgegeben. Regierungen können darüber hinaus einen entscheidenden Einfluss auf den Zugang zu Primärenergiequellen haben, sei es durch internationale Beziehungen oder durch die Förderung alternativer Rohstoffquellen. Im Gegensatz dazu haben die Akteure des Energiesektors ihrerseits großen Einfluss auf die Gestaltung von Energiepolitiken. Hinzu kommen die Spannungen zwischen lokaler und internationaler Ebene, so dass Energiepolitik ebenso variabel sein kann wie die Entwicklung des Marktes. Neben diesen direkten Einflüssen durch Technologie, Markt und Politik wirken auch soziale Interessen. Dabei spielen vor allem **Werte und Wahrnehmungen** eine wichtige Rolle. Oftmals versuchen Organisationen oder Gruppierungen den Wechsel von Energiesystemen herbei zu führen, hin zu erneuerbaren und umweltverträglichen Technologien. Der Ausstieg aus der Atomenergie in Deutschland ist somit nicht nur auf ökonomische Aspekte zurück zu führen, sondern auch auf den Einfluss von sozialen Interessen und der öffentlichen Meinung (BRÜCHER 2001: 4520). Auch die Wechselwirkungen der biophysischen Umwelt haben einen Einfluss auf Energiesysteme. Letztlich sind es die vorhandenen **Ressourcen** selbst, die festlegen, welche Möglichkeiten der Energiebereitstellung in einer bestimmten Region oder auch weltweit bestehen. Dazu gehören neben den geophysikalischen Prozessen und der Verteilung von Lagerstätten auch die Bedingungen für die Nutzung von alternativen Energieressourcen wie Wasserkraft oder Solarenergie. Nur Regionen, die geeignete Landformen und Strahlungsverhältnisse besitzen, können solche Ressourcen nutzen. Umweltfaktoren beeinflussen ebenso die Nachfrage nach Energie, bspw. durch extreme Temperaturverhältnisse. Im Gegensatz dazu haben die Energiesysteme auch einen Einfluss auf die Umwelt selbst, durch die Ausbringung von **Reststoffen**. Daher beeinflussen solche Stoffflüsse die Anstrengungen, die unternommen werden, um solche Einflüsse zu unterbinden bzw. zu reduzieren. Dadurch wiederum erhöhen sich in der Regel die Kosten¹². Die Agglomerationsräume der Welt besitzen in der Regel keine ausreichenden Energieressourcen in direkter Umgebung, um ihren eigenen Bedarf zu decken. **Distanzen und Dichte** haben mit der Zeit an direktem Einfluss auf die Strukturen des Energiesektors in Industrieländern verloren.

¹² Im Vergleich von Kohle und Erdgas in der Elektrizitätswirtschaft entstehen bspw. für Kohle die geringeren Rohstoffkosten. Dagegen entstehen bei der Verbrennung von Gas verhältnismäßig geringere CO₂-Emissionen (WAGNER 2007: 182). Durch die Einführung einer entsprechend hohen CO₂-Steuer könnte sich ein Energiesystem auf Erdgas basierend langfristig durchsetzen.

Dennoch befinden sich gerade in Regionen mit ehemals großen Ressourcenbeständen Industriestandorte mit der höchsten Nachfrage. Mit zunehmender Energiedichte und besseren Transportmöglichkeiten verlieren Distanzen an Bedeutung. Dabei spielen physische Distanzen weniger eine Rolle als vielmehr die Faktoren Kosten und Zeit des Transportes.

Mit Hilfe von CHAPMANS (1989) Analyseschema lassen sich zunächst die Dimensionen des Energiesektors beschreiben und anhand von den genannten Variablen genauer erklären. Aufgrund der Vielfältigkeit und Komplexität des Themas ist es jedoch schwierig diesen Ansatz auf ein bestehendes Energiesystem wie die Energiewirtschaft in NRW anzuwenden und mit einer Fragestellung zu Klimawandelwirkungen zu kombinieren. Dabei müsste ausgehend von einem klimawandelinduzierten Impuls von der ökologischen Strukturebene die Folgewirkung über die verschiedenen Variablen auf alle Strukturebenen des Energiesystems betrachtet werden.

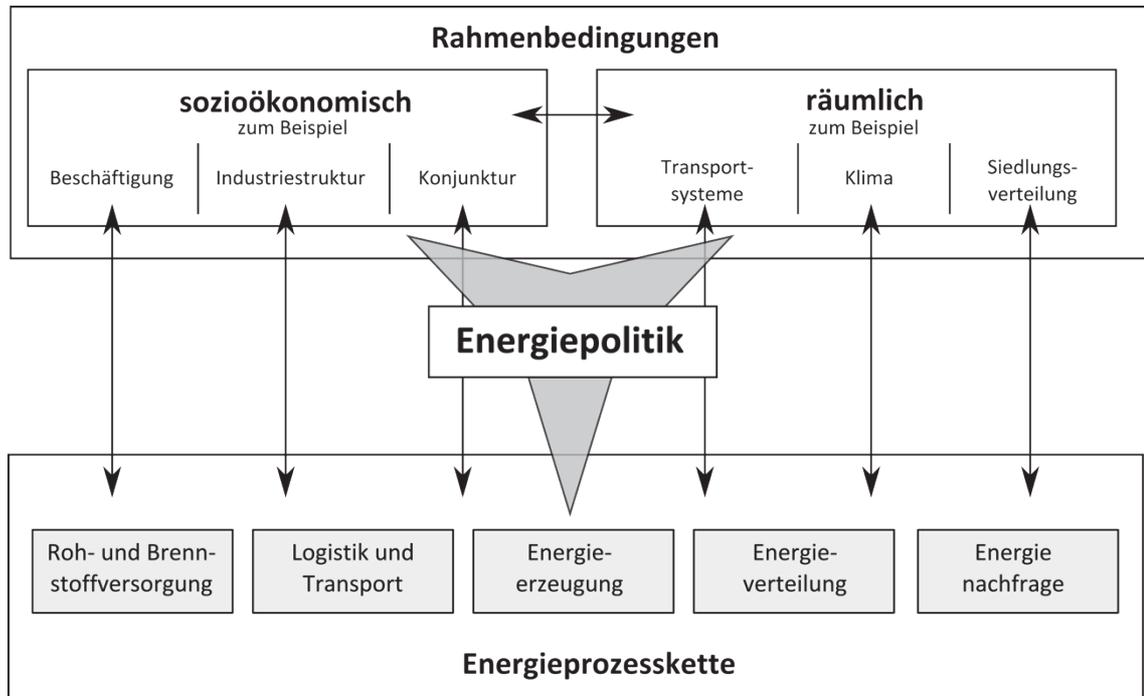
3.1.2 Energiegeographie und Prozesskette

Ein neuerer Ansatz, der sich in großen Teilen an die Überlegungen von CHAPMAN (1989) anlehnt, geht auf BRÜCHER (1997, 2001, 2008, 2009) zurück. Dabei wird die Wechselwirkung zwischen Energie und Raum anhand der Energieprozesskette aufgeschlüsselt und unter dem Einfluss verschiedener Rahmenbedingungen betrachtet (vgl. Abbildung 6). Typischerweise umfasst die Prozesskette die Exploration und Gewinnung von Primärenergie, die Anreicherung und Umwandlung zu Sekundärenergie und schließlich die Bereitstellung der beim Verbraucher ankommenden Nutzenergie. Zwischen diesen Produktionsschritten kommt es immer wieder zu Lagerungs- und Transportschritten sowie zu einem Verlust von Energie und zur Entstehung von Reststoffen. Dieser funktionale Zusammenhang wird auch von SCHAMP (2000: 26) hergestellt, der die Produktionskette als eine Abfolge von Verarbeitungsstufen beschreibt, die untereinander durch Materialverflechtungen verbunden sind. Ein solcher Materialfluss kann für den Energiesektor neben Rohöl oder Kohle auch leitungsgebundener Strom oder Erdgas sein. Die Energieprozesskette deckt sich mit der bereits genannten Beschreibung der funktionalen Struktur nach CHAPMAN (1989: 6ff.). Energieflussdiagramme, wie sie auch heute noch anhand der Energiebilanzen¹³ auf nationaler und teilweise auf Landes-Ebene oder aber in einzelnen Unternehmen erstellt werden, geben dabei einen guten Überblick über die Produktionsstufen und Maßzahlen. Jede einzelne Phase der Produktion kann auf den Einfluss einer Klimaveränderung hin untersucht werden. Änderungen innerhalb des Prozessablaufes bedeuten oftmals eine Veränderung der vor- und nachgelagerten Prozesse, bspw. die Veränderung der Nachfrage. Darüber hinaus können

¹³ Eine gute Übersicht zu Energiebilanzen und Datenauswertungen wird von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. bereitgestellt. Sieben deutsche Verbände erarbeiten jährlich eine Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland. Nähere Informationen unter www.ag-energiebilanzen.de.

Veränderungen einer spezifischen Prozesskette eines Energieträgers auch andere Energieketten beeinflussen. In der Folge der Ölpreiskrisen zu Beginn der 1970er Jahre wurde bspw. in größeren Umfang auf Kernkraft und Erdgas gesetzt (vgl. BRÜCHER 1997: 334).

Abbildung 6: Wechselwirkungen zwischen sozioökonomischen und räumlichen Rahmenbedingungen und der Energieprozesskette



Quelle: eigener Entwurf, nach BRÜCHER 2009: 38; HAMHABER 2004: 7.

Die Prozesskette wird nach BRÜCHER (2009: 38f.) vor allem durch zwei wesentliche Faktoren beeinflusst: die sozioökonomischen und die räumlichen Rahmenbedingungen. Unter den **sozioökonomischen** Rahmenbedingungen sollen dabei all diejenigen Einflüsse gebündelt werden, die direkt oder indirekt über die Energiepolitik auf einzelne Produktionsabschnitte oder aber die gesamte Prozesskette einwirken. Sie entsprechen am ehesten den organisatorischen, ökonomischen und sozialen Strukturen im Ansatz von CHAPMAN (1989). Die **räumlichen** Rahmenbedingungen dagegen sollen die Lage und Größe der Region sowie die Ausstattung mit Ressourcen, Infrastruktur und Siedlungsflächen berücksichtigen. Dies entspricht den ökologischen und räumlichen Strukturen nach CHAPMAN (1989) (vgl. Kapitel 3.1.1).

Die sozioökonomischen und räumlichen Rahmenbedingungen beeinflussen sich dabei auch gegenseitig, direkt, oder durch die Vermittlung von Energiepolitik und Prozesskette. Aufgrund der Bedeutung des Energiesektors werden alle Bereiche des Modells in Wechselwirkung mit der **Politik** betrachtet (vgl. BRÜCHER 1997: 334f.). Dies gilt für nahezu alle politischen Ebenen, von kommunalen Verordnungen bis hin zu internationalen Vereinbarungen zum Klimaschutz. Dabei sind sowohl kommunale Energieversor-

gungsunternehmen wie auch große internationale Konzerne in allen Stufen der Energieprozesskette von der Politik beeinflusst. Nach BRÜCHER (2009: 39) kommt aufgrund der Bedeutung für die Kontrolle von Wirtschaft und Macht der Energiepolitik eine zentrale Bedeutung in der Vermittlung der Wechselbeziehungen zwischen den räumlichen und sozioökonomischen Rahmenbedingungen zu.

Als wichtige Ergänzung zu diesem Modell liefert HAMHABER (2004) den Beitrag zu einer **Nachfrageseite** der Prozesskette. Indirekt ist diese sowohl bei CHAPMAN (1989) durch die soziale Strukturebene als auch bei BRÜCHER (1997) durch die sozioökonomischen Rahmenbedingungen gegeben, es fehlt jedoch der explizite Bezug zum Nutzen der Endenergie. HAMHABER (2004: 7) fordert daher zu Recht eine Berücksichtigung der verbrauchsseitigen Maßnahmen zur Energieeinsparung. Denn im Gegensatz zur Gestaltung eines Ressourcenmanagements zur Bereitstellung von Energie kann ein Nachfragemanagement dazu führen, dass der Verbrauch auch ohne technologischen Fortschritt oder höhere Kosten reduziert wird.

Vor diesem Hintergrund ist eine Veränderung des Klimas zunächst ein gegenseitiger Impuls zwischen den räumlichen Rahmenbedingungen und dem vorhandenen Energiesystem: durch den Ausstoß von Treibhausgasen verändern sich die räumlichen Rahmenbedingungen, was dazu führt, dass direkt oder indirekt über die Energiepolitik die Energieprozesskette beeinflusst wird. Dabei wird auch noch einmal die Zweideutigkeit der Anpassung aus der Sicht der Energiewirtschaft deutlich. Eine veränderte Energiepolitik bedingt in NRW insofern eine Anpassung der Energieprozesskette, als dass die Vermeidung von Treibhausgasen zunehmend an Bedeutung gewinnt (Mitigation). Dagegen reagiert die Energiewirtschaft auf die direkten, physikalischen Veränderungen des Klimas mit Anpassungsmaßnahmen in der Energieprozesskette im Sinne einer Reduktion der Beeinträchtigung (Adaptation).

Aufgrund der Erschöpfung fossiler Ressourcen und der zunehmenden Auswirkungen von Klimawandel und Umweltbelastung zeichnet sich ein Wandel hin zur Nutzung alternativer, erneuerbarer Energien ab (vgl. WAGNER 2007: 289f.). In den bisher beschriebenen Ansätzen werden aber vornehmlich solche Energiesysteme behandelt, die auf der Nutzung fossiler Energieträger beruhen. Der wesentliche Unterschied zwischen diesen beiden Energieformen beruht auf dem Verhältnis zwischen Energienutzung und Erdoberfläche. Im heute noch immer dominanten System werden fossile Energieträger an wenigen Standorten gewonnen und von dort aus für die Versorgung des Raums verteilt; es handelt sich hierbei um eine Form der **"energy for space"**. Vorindustrielle Energieträger wie Wasser oder Holz, sowie die alternativen Energieressourcen Wind, Sonne oder Geothermie dagegen besitzen eine sehr viel geringere Energiedichte als Erdöl oder Kohle, so dass größere Flächen benötigt werden um ein vergleichbares Energieangebot bereit zu stellen: es handelt sich um eine Form der **"energy from space"** (vgl. BRÜCHER 2009: 16). Diese grobe Unterscheidung von Energiesystemen ist

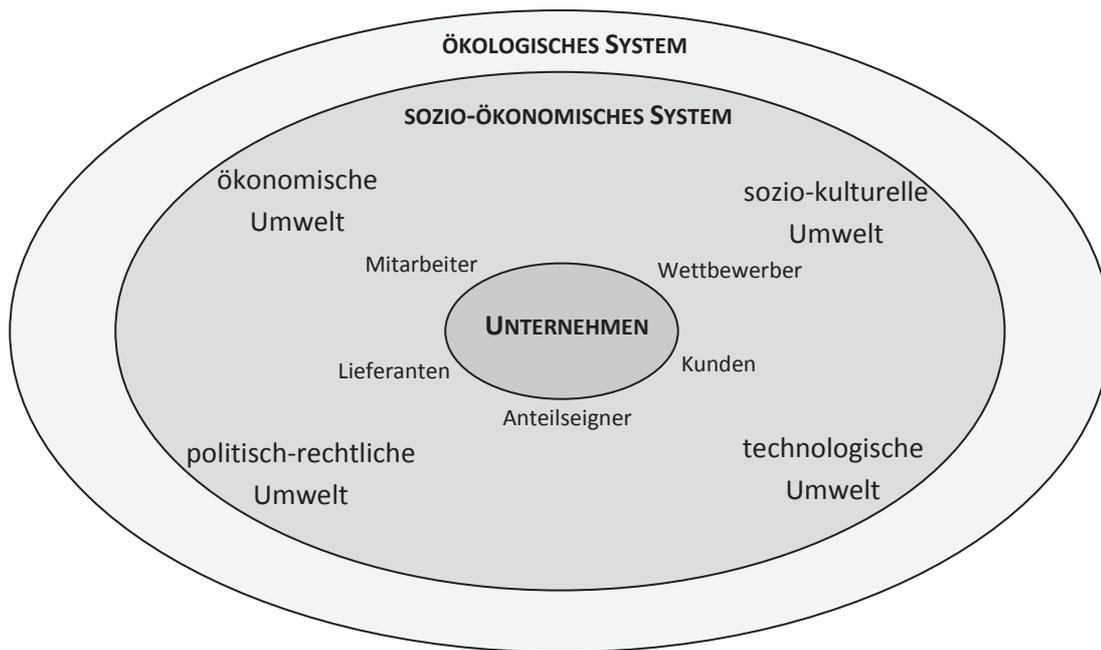
auch für die Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels relevant, da die verschiedenen Energieformen nicht im gleichen Maße betroffen sind.

3.1.3 Systemtheorie und Unternehmerverhalten

Entlang der Prozesskette existiert eine Vielzahl von Unternehmen, die zum Teil über mehrere Prozessstufen hinweg oder aber in einzelnen Bereichen tätig sind. Aus einer systemtheoretischen Betrachtungsweise können Unternehmen als offene, zielgerichtete, informationsgewinnende und informationsverarbeitende Sozialsysteme aufgefasst werden (HEINEN 1976: 26). Die Systemstruktur eines Unternehmens ist einerseits das Ergebnis bewusster Gestaltungsmaßnahmen im Sinne von **Handlungen** und andererseits von Reaktionen auf Veränderungen in der Systemumwelt in Form von **Verhalten** (HEINEN 1992: 21f.). Für die im Kontext dieser Arbeit betrachteten Unternehmen der Energiewirtschaft in NRW gilt, dass es sich um Subsysteme innerhalb eines Energiesystems handelt, die durch verschiedene Wechselwirkungen von einer sich ständig wandelnden Unternehmensumwelt abhängig sind. Unternehmen nehmen dabei die (relevanten) Informationen aus ihrer Umwelt auf und verarbeiten sie in sachgerechte Handlungsalternativen. Dabei ist der Erfolg eines Unternehmens entscheidend von der Wahl einer Strategie abhängig, die den Anforderungen des Umweltkontextes am besten gerecht wird (BAMBERGER & WRONA 1994: 199). Demnach ist ein Unternehmen, das seine Ressourcen und Fähigkeiten im Hinblick auf die Anforderungen der Umwelt besser als sein Wettbewerber einsetzt, in der Lage einen Wettbewerbsvorteil zu generieren.

Unternehmen sind im sozioökonomischen System eingeordnet, welches wiederum in ein ökologisches System eingebettet ist (vgl. Abbildung 7). Diese auch bereits von BRÜCHER (2009: 38f.) genannte intersystemische Verflechtung gilt auch für die Aneinanderreihung von Unternehmen innerhalb einzelner Stufen der Prozesskette, bzw. für Unternehmen, die in mehreren Stufen übergreifend tätig sind. Den engsten Kreis bildet die **Aufgabenumwelt** der Unternehmen, in der das Verhalten und die Handlungsergebnisse von Institutionen, Interessengruppen und Einzelpersonen, mit denen das Unternehmen direkt in Kontakt steht, zusammengefasst sind (MACHARZINA 2003: 21). Daraus leiten sich die wichtigsten Bezugsgruppen der Unternehmer ab, die sog. **Stakeholder** (FREEMAN 1984: 24). Dazu zählen vor allem Lieferanten, Anteilseigner, Kunden, Mitarbeiter und Wettbewerber.

Abbildung 7: Strukturierung der Unternehmensumwelt



Quelle: verändert nach MEFFERT 2000: 29; SAUTER-SACHS 1992: 185.

Die Aufgabenumwelt steht in direkter Wechselbeziehung zum **sozioökonomischen System**, bestehend aus ökonomischer, soziokultureller, politisch-rechtlicher und technologischer Umwelt (vgl. HAAS & SCHLESINGER 2007: 8f.). Die **ökonomische Umwelt** ist in der Regel branchenspezifisch und kann auf die durch den Klimawandel hervorgerufenen ökonomischen Veränderungen reduziert werden. Darüber hinaus spielen vor allem fiskalpolitische Maßnahmen sowie die Leistungsfähigkeit des Kapitalmarkts eine Rolle (BATHELT & GLÜCKLER 2002: 143f.). Dagegen umfasst die **soziokulturelle Umwelt** vor allem gesellschaftliche Werte, Einstellungen und Normen (MACHARZINA 2003: 24f.). Insbesondere die Einstellung zu Produkten und Dienstleistungen verschiedener Unternehmen kann einen zum Teil erheblichen Einfluss auf die Unternehmen ausüben. In der **politisch-rechtlichen Umwelt** werden solche Einflussfaktoren zusammengefasst, die von staatlicher Seite gesteuert werden. Unternehmen müssen sich an Gesetze, Verordnungen und Richtlinien anpassen, können diese jedoch auch über Interessenverbände beeinflussen. Veränderungen in der Technologie, wie Kraftwerkstechnik, Mikroelektronik, Innovationen in Logistik und Transport, werden der **technologischen Umwelt** zugeordnet.

Letztlich ist das sozioökonomische System in das **ökologische System** eingebettet, das durch die bereits angeführten Geosysteme gebildet wird. Dazu zählen die Hydrosphäre, die Lithosphäre, die Biosphäre, die Kryosphäre sowie das klimatologische System (vgl. Kapitel 2.1). Die natürliche Umwelt dient dem Unternehmen in erster Linie zur Leistungserstellung bedeutsamer Funktionen. Dazu zählen die Versorgungs- bzw. Produk-

tionsfunktion (Ressourcen), die Träger- bzw. Aufnahmefunktion (Reststoffe) und die Regelungs- bzw. Regenerationsfunktion (Recycling) (PRAMMER 2008: 32ff.).

3.2 Unsicherheit und Risikomanagement

Neben der Vielfältigkeit und Komplexität der Klimawandelthematik ist vor allem die Unsicherheit möglicher Wirkungen für das Unternehmerverhalten von Relevanz. Entscheidungen werden i.d.R. unter Unsicherheit getroffen, d.h. der Entscheidungsträger verfügt zum Zeitpunkt der Entscheidungsfindung nicht über vollkommene Informationen und kennt damit den tatsächlichen Umweltzustand und die resultierende Konsequenz der Entscheidung nicht (vgl. ADAM 1996: 3ff.). Daher erfolgt die Entscheidung immer mit dem **Risiko** der negativen Zielverfehlung.

Im **betriebswirtschaftlichen Kontext** wird unter Risiko die Möglichkeit einer Zielabweichung bzw. der Nichterreicherung angestrebter Unternehmensziele verstanden, die durch die Faktoren der Eintrittswahrscheinlichkeit und des Schadensausmaßes (bzw. dem Ausmaß der Zielabweichung) bestimmt werden (vgl. MEFFERT & KIRCHGEORG 1998: 239). Eine positive Zielabweichung wird i.d.R. als Chance bezeichnet. Die Quantifizierung ist in der betrieblichen Praxis oftmals nicht möglich, weshalb qualitative Faktoren zur Bestimmung des Risikos genutzt werden. Insbesondere für die Betrachtung von Risiken in der ökologischen Umwelt ist eine Anwendung einer rein quantitativen Risikoermittlung fragwürdig, da sich Eintrittswahrscheinlichkeiten nicht ausschließlich auf diese Weise ermitteln lassen (vgl. LUHMANN 1991: 9ff.). Diese Schlussfolgerung gilt ebenso für **klimawandelinduzierte Risiken**. Trotz der Forschungserkenntnisse, die durch zahlreiche Institutionen durchgeführt und u.a. durch das IPCC veröffentlicht wurden, sind Risiken im Zusammenhang mit Klimawandelwirkungen nur schwer in Ausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit zu quantifizieren. Dies nimmt sogar noch zu, sobald verschiedene Modelle verwendet bzw. die Ergebnisse auf lokale Maßstäbe oder kleine Zeitskalen heruntergerechnet werden. Auf der einen Seite müssen wissenschaftliche Studien mit Spannbreiten arbeiten, um die zukünftigen Entwicklungen möglichst genau einzugrenzen, auf der anderen Seite benötigen Unternehmen ein hohes Maß an Planungssicherheit, um sachgerechte Handlungsalternativen auszuwählen.

Um den Grad der Zielerreichung zu erhöhen bzw. um Entscheidungen unter Unsicherheit zu treffen wird in der betriebswirtschaftlichen Forschung das Risikomanagement eingesetzt. Ziel und Zweck des Risikomanagements ist es, die potenziellen Gefahren systematisch zu identifizieren, sie hinsichtlich ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit und der quantitativen Auswirkungen auf die Kapitalkosten (und damit den Unternehmenswert) zu bewerten und schließlich adäquate Maßnahmen zur Risikosteuerung und -kontrolle zu ergreifen (HASENMÜLLER 2009: 19). Voraussetzung für eine derartige Bewältigung ist zunächst die **Risikowahrnehmung**, das heißt die subjektive Aufnahme der Konse-

quenzen und der Wahrscheinlichkeit ihres Eintreffens durch Unternehmen. Besonders bei komplexen Risiken wie dem Klimawandel können erhebliche Unterschiede in der Wahrnehmung verschiedener Akteure entstehen (vgl. BÖHM 2002: 44ff.). Um das Ausmaß eines möglichen Risikos zu bewerten, wird eine **Risikomessung** vorgenommen. Dabei werden Eintrittswahrscheinlichkeit, Schadensgröße und der Eintrittszeitpunkt berücksichtigt. Die Messung beruht in der Regel auf empirischen Daten aus Vergangenheitsbeobachtungen (zum Beispiel Schadensstatistiken). Da aber im Falle von Klimawandelwirkungen auch diskontinuierliche Veränderungen auftreten können, bspw. durch Veränderungen im sozioökonomischen Umfeld durch rechtliche Rahmenbedingungen oder durch extreme Wetterereignisse, werden systematisch Risiken unterschätzt (MAIER 2002: 76; STERN 2006: 411). Die **Risikobewältigung** umfasst die Auswahl geeigneter Alternativen zur Abwendung bzw. Abdeckung des identifizierten Risikos. Dazu zählen Instrumente der Schadensverhütung und der Schadensüberwindung (MACHARZINA 2003: 602). Unternehmen sind demnach vor dem Hintergrund einer Kosten-Nutzen-Kalkulation bei geringen Risiken in der Lage das Risiko zu tragen, während mittlere Risiken vermindert bzw. auf Dritte abgewälzt werden. Hohe Risiken dagegen werden vermieden (vgl. KEITSCH 2004: 153). Klimarisiken können vermieden werden indem bspw. bestimmte unternehmerische Aktivitäten aufgegeben werden oder in andere Gebiete verlagert werden, in denen das Risiko eher zu bewältigen erscheint (HASENMÜLLER 2009: 165). Um Klimarisiken zu vermindern können Anpassungsmaßnahmen umgesetzt werden, die das Schadensausmaß begrenzen. Ebenso kann die Eintrittswahrscheinlichkeit durch eine Reduktion der Treibhausgasemissionen vermindert werden, jedoch ist der Einfluss einzelner Unternehmen auf ein derart komplexes globales Gefüge nur gering (HASENMÜLLER 2009: 166ff.). Klimarisiken können auch auf Dritte übertragen werden, vor allem durch Versicherungslösungen oder angepasste Verträge mit Lieferanten und Kunden (vgl. HASENMÜLLER 2009: 172). Schließlich kommt es unter Umständen dazu, dass das Unternehmen das Risiko selbst trägt. Dies geschieht vor allem bei solchen Risiken, die nur ein geringes Schadenspotenzial gemessen an der Eigenkapitalausstattung des Unternehmens besitzen oder wenn ein vergleichbar hohes Schadenspotenzial nicht versicherbar ist (HASENMÜLLER 2009: 179ff.). Unter dem Aspekt der Unsicherheit im Zusammenhang mit Klimawandelwirkungen können aufgrund dieser Systematik suboptimale Entscheidungen zustande kommen, wenn Risiken unterschätzt werden und eine falsche Risikobewältigung gewählt wird. Nach der Risikobewältigung erfolgt die **Kontrolle** der unternehmerischen Ziele. Dabei wird die Wirksamkeit der Maßnahmen und deren Wirtschaftlichkeit ex-post bewertet.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Erkenntnisse der Risikoforschung, welche bereits zur Generierung von Handlungsimplicationen zur Anpassung an Klimawandelwirkungen eingesetzt werden, grundlegend voraussetzen, dass die Eintrittswahrscheinlichkeit von Schadensereignissen bekannt ist, um entsprechende Maß-

nahmen realisieren zu können. Aufgrund der bereits erläuterten Komplexität inter- und intrasystemischer Wechselwirkungen zwischen dem ökologischen und sozioökonomischen System und der dadurch entstehenden **Unsicherheit**, ist jedoch die generelle Vorhersagbarkeit solcher Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Auswirkungen des Klimawandels anzuzweifeln (WANNER et al. 2006: 1ff.). Insbesondere diskontinuierliche Klimawandelwirkungen wie etwa Extremwetter bergen ein vergleichsweise hohes Schadenspotenzial (Großrisiko oder Katastrophenrisiko), aber eine nahezu nicht vorher-sagbare Eintrittswahrscheinlichkeit für standortbezogene Risikoanalysen. Für die Aussage über einzelne oder sogar mehrere Ereignisse kann die Eintrittswahrscheinlichkeit zwischen unwahrscheinlich bis hin zu praktisch sicher eingestuft werden (HASENMÜLLER 2009: 104f.). Neben der Unsicherheit bzgl. des Risikos stellt auch der vergleichsweise große **Zeithorizont** eine Barriere für proaktive Anpassung dar. Langfristige Entwicklungen wie Klimawandelwirkungen werden in oftmals kurzfristigen Risikoanalysen im Zusammenhang von Investitionsentscheidungen nicht berücksichtigt, so dass reaktive Maßnahmen in diesem Bereich überwiegen (OTT & RICHTER 2008: 9). Zudem bindet gerade proaktive Anpassung in kleineren und mittleren Unternehmen **knappe Ressourcen**, die für die Erreichung anderer kurzfristiger Ziele benötigt werden. Ein weiteres Problem ist das mangelnde **Bewusstsein** für die Veränderungen des Klimas und die Betroffenheit des unternehmerischen Handels. Dies liegt vor allem an fehlenden Informationen bei den Entscheidungsträgern bzw. mangelnden Ressourcen diese zu verarbeiten. VISCUSI und ZECKHAUSER haben die Wahrnehmung von Klimawandelrisiken untersucht und einen positiven Zusammenhang zwischen dem Zugang zu Informationen über globale Erwärmung und Risikoeinschätzungen herausgefunden (vgl. VISCUSI & ZECKHAUSER 2006: 151ff.).

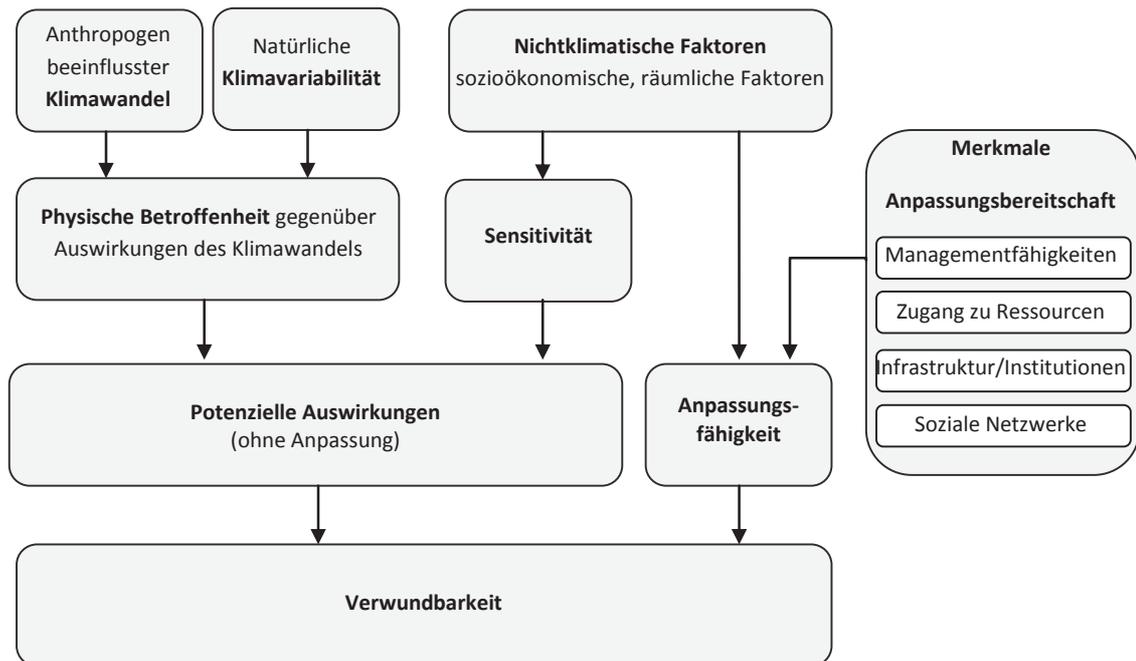
Somit kann eine risikogeleitete Anpassung, welche auf der Antizipation von Risiken beruht, nur zum Teil die Auswirkungen des Klimawandels in der Unternehmensführung behandeln. I.d.R. werden Risiken unterbewertet und daher wird eine suboptimale Bewältigungsstrategie dahin tendieren, Risiken zu tragen anstatt einer proaktiven Anpassungsstrategie nachzugehen. Daher soll im Folgenden auf das Konzept der Verwundbarkeit eingegangen werden, mit dem die Schadensanfälligkeit verschiedener Systeme ermittelt werden kann.

3.3 Verwundbarkeitskonzept

Das Konzept der **Verwundbarkeit** (Vulnerabilität) wird im Zusammenhang mit Risiken und Unsicherheiten genutzt um die Auswirkungen von Umweltveränderungen auf verschiedene Systeme nachzuvollziehen (vgl. Kapitel 1.2). Im Vordergrund steht hierbei die Frage, welche Faktoren zur Verwundbarkeit eines Systems führen und mit welchen Maßnahmen diese beeinflusst werden können. Das Konzept wird vor allem vor

dem Hintergrund natürlicher Bedrohungen im Rahmen der Katastrophenforschung, Wirtschaftsgeographie und der Klimawandeladaptionforschung genutzt (FÜSSEL 2007: 155f.). Aufgrund der Pluralität der Forschungshintergründe besteht keine einheitliche Definition für den Begriff Verwundbarkeit. Grundsätzlich gemeinsam ist den verschiedenen Ansätzen die Untersuchung der Betroffenheit und der Sensitivität und damit der Bedrohung durch direkte negative Einwirkungen auf das System (GALLOPIN 2006: 294) (vgl. Abbildung 8).

Abbildung 8: Wirkungszusammenhang von Verwundbarkeit und Anpassungsfähigkeit



Quelle: verändert nach FROMMER 2009: 131.

Die **Betroffenheit** (Exposure) eines Systems verbindet dieses mit der Einwirkung eines umgebenden Systems, wie etwa dem sozioökonomischen oder ökologischen System (ADGER 2006: 268). Ausgehend von einem Störimpuls oder einer Veränderung der Rahmenbedingungen werden Art, Grad und Dauer der Einwirkung auf das System beschrieben. Bei wiederkehrenden Störungen wird auch die Häufigkeit der Einwirkung berücksichtigt (GALLOPIN 2006: 296). Hinsichtlich der Betroffenheit eines Unternehmens gegenüber dem Klimawandel sind demnach die Dauer, Intensität und Häufigkeit der Klimawandelwirkungen zu betrachten. Der zweite Bestandteil der Verwundbarkeit ist die **Sensitivität** (Anfälligkeit) des betrachteten Systems. Darunter wird die Absorptionsfähigkeit eines Systems gegenüber Einwirkungen sowie die Art und Weise seiner Veränderung verstanden (GALLOPIN 2006: 295). Es stellt sich die Frage, wie das System betroffen ist und ob relevante (sensible) Strukturen und Funktionen durch den Störimpuls beeinträchtigt werden.

Ein oftmals ähnlich verwendeter Begriff ist die **Resilienz** (Widerstandsfähigkeit). Dieser ursprünglich aus der Ökologie stammende Begriff beschreibt das Maximum an Stö-

rung, das von einem System absorbiert oder ausgeglichen werden kann, ohne dass seine Systemstruktur bzw. sein Systemverhalten grundlegend verändert werden (HOLLING 1973: 17). Demnach spielt für die Widerstandsfähigkeit vor allem die Rückkehr in den Ausgangszustand eine wesentliche Rolle, während unter der Sensitivität eines Systems die reinen Attribute in der Ausgangssituation erfasst werden. Aus der Betroffenheit und Sensitivität ergeben sich die **potenziellen Auswirkungen** für das System, die ohne eine entsprechende Anpassung auf das System einwirken (vgl. Kapitel 1.2). Um die wirkliche Verwundbarkeit, d.h. die resultierende Wirkung zu betrachten wird die **Anpassungsfähigkeit** (Adaptive Capacity) eines Systems in der Verwundbarkeitsbetrachtung mit einbezogen. Die Anpassungskapazität ist ein zentrales Konzept zur Verringerung der Verwundbarkeit und der Generierung von Widerstandsfähigkeit (VINCENT 2007: 12). Unter der Anpassungsfähigkeit werden das Potenzial bzw. die Ressourcen, Fähigkeiten und Voraussetzungen eines Systems verstanden, sich an Veränderungen anpassen zu können (GÜNTHER 2009: 146). Dazu zählen die Merkmale (YOHE & TOL 2002: 25ff.):

1. Spannbreite zugänglicher Technologien für Anpassungsmaßnahmen,
2. Zugang zu Ressourcen und ihre Verteilung über die Bevölkerung,
3. Struktur und Entscheidungswege relevanter Institutionen, die über die Anpassungsfähigkeit entscheiden,
4. Bestand an Humankapital, inklusive der Bildung und der persönlichen Sicherheit,
5. Bestand an Sozialkapital, inklusive der Bestimmung von Verfügungsrechten,
6. Möglichkeiten der Risikostreuung,
7. Fähigkeiten und Prozesse von Entscheidungsträgern, Informationen zu verarbeiten und Entscheidungen zu treffen sowie Glaubwürdigkeit der Entscheidungsträger,
8. Wahrnehmung der Möglichkeiten der Bevölkerung, Einwirkungen vorzubeugen und die eigene Betroffenheit zu verringern.

Die Anpassungsfähigkeit eines Systems wird auch von der Anpassungsfähigkeit übergeordneter Systeme beeinflusst, da diese zum Teil Ressourcen und Prozesse für untergeordnete Systeme bereitstellen (SMIT & WANDEL 2006: 287). Die nationale Anpassungsstrategie oder die Anpassungsstrategie des Landes NRW stellen bspw. für die darunter liegenden Einheiten Informationen zur Verfügung, die diese wiederum in eigene Fähigkeiten umsetzen können. Außerdem bestehen wechselseitige Beeinflussungen zwischen den Merkmalen. Der Zugang zu finanziellen Ressourcen ermöglicht etwa auch den verbesserten Zugang zu technologischen Ressourcen. Im unternehmerischen

Kontext lassen sich die Merkmale der Anpassungsfähigkeit auf folgende Ressourcen und Fähigkeiten konkretisieren (GÜNTHER 2009: 150):

- Managementfähigkeiten zur Gestaltung von Anpassungsmaßnahmen,
- Zugang zu finanziellen, technologischen und informationellen Ressourcen,
- Infrastruktur und institutionelle Umgebung sowie
- Zugang zu Netzwerken.

Die Ausgestaltung der Anpassungsfähigkeit ist vor allem abhängig von der Wahrnehmung der Verwundbarkeit und dem Willen bzw. der Bereitschaft zur Anpassung. Damit variiert auch die Ausgestaltung konkreter Maßnahmen von der Analyse der Verwundbarkeit (SMIT et al. 2000: 223f.).

4 Auswirkungen des Klimawandels in der Energiewirtschaft Nordrhein-Westfalens

Ausgehend von der Beschreibung der Auswirkungen des Klimawandels im Allgemeinen sowie der theoretischen Herleitung der Konzepte von Energiegeographie und Verwundbarkeit sollen im Folgenden die einzelnen Stufen der Prozesskette der Energiewirtschaft näher betrachtet werden. Aufgrund der prognostischen Spannbreiten und Unsicherheiten bzgl. der eintretenden Veränderungen des Klimas sowie der Unwägbarkeiten der Auswirkungen auf das sozioökonomische System bleiben einige der dargestellten Auswirkungen vage. Dies spiegelt die in der Literatur explorativen Ergebnisse derartiger Studien wider. Die Verwundbarkeit der jeweiligen Prozessstufen kann nicht immer eindeutig anhand der Betroffenheit, Sensitivität und Anpassungskapazität operationalisiert werden, da entsprechende Informationen oftmals fehlen. Daher müssen ergänzend die Ergebnisse der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Befragung von Experten verschiedener Unternehmen der Energiewirtschaft in NRW betrachtet werden (vgl. Kapitel 5).

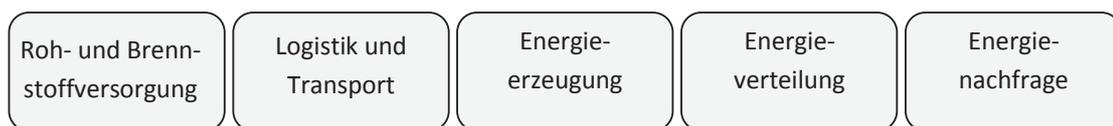
Das Bundesland NRW hat für den deutschen Energiesektor einen besonderen Stellenwert. Für das Jahr 2007 ergibt sich aus den Daten vom statistischen Landesamt Nordrhein-Westfalen (IT NRW 2009: 8ff.) folgender Überblick: auf NRW entfallen 31,3 Prozent des bundesweiten Primärenergieverbrauchs (davon 4,1 Prozent aus erneuerbaren Energieträgern) und 40 Prozent der Primärenergiegewinnung. Rund 38,1 Prozent des Primärenergieverbrauchs werden durch landeseigene Produktion gedeckt (IT NRW 2009: 11). Des Weiteren werden in NRW 31,8 Prozent des gesamtdeutschen Stroms produziert, davon 80,3 Prozent aus Braun- und Steinkohle, 10,9 Prozent aus Erdgas, 7 Prozent aus Mineralölprodukten und sonstigen Energieträgern sowie 1,8 Prozent aus erneuerbaren Energieträgern (IT NRW 2009: 13). In NRW gibt es abgesehen von Forschungsreaktoren keine nuklear betriebenen Kraftwerke. Auch bis zum Jahr 2015 werden sich nach aktuellen Kraftwerksplanungen die Energieträger für thermodynamische Kraftwerke nicht wesentlich ändern (vgl. MUNLV 2008). Die Energiewirtschaft in NRW bietet rund 250.000 Arbeitsplätze (KROPP et al. 2009). Etwa 22.4000 Beschäftigte sind im Bereich der erneuerbaren Energien tätig, vor allem im Anlagenbau bei Wind, Solar- und Bioenergie (MWME 2010a: 12). Der Energiesektor, und hier besonders Kohle als Energieträger, ist landesweit von großer Bedeutung und sollte bei einer Analyse zu Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigt werden.

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern hat im Vergleich zu der Erzeugung aus thermodynamischen Kraftwerken nur eine geringe Bedeutung; da sie aber mit einem vergleichsweise hohen Flächenverbrauch verbunden ist und auch einen erhebli-

chen Anteil an der Beschäftigung im Energiesektor hat, muss sie entsprechend berücksichtigt werden. Zwischen 1998 und 2007 ist die Bereitstellung von Energie aus erneuerbaren Energieträgern um den Faktor 6 gewachsen. Die bedeutendsten Energieträger sind Biomasse (inklusive Klär- und Deponiegase) (86,5 Prozent), Wind (9,6 Prozent), Wasser (1,8 Prozent) und Solarenergie (1,3 Prozent) (IT NRW 2009: 28f.). Innerhalb von NRW lassen sich fünf zentrale Clusterregionen ausmachen, in denen Forschungs-, Dienstleistungs- und Industriebetriebe im Bereich der erneuerbaren Energien miteinander vernetzt sind. Dazu gehören die Regionen Rein-Ruhr, Köln-Bonn-Aachen, Münsterland, Ostwestfalen und der Siegener Raum (vgl. MWME 2010a: 14). Im Bereich der Windkraft besitzt NRW zudem eine zunehmend internationale Bedeutung. Von den 2007 weltweit installierten Windkraftanlagen mit einer Leistung über 20.000 Megawatt kam etwa jedes zweite Getriebe aus der Region. Im Bereich der Windkrafttechnologie kommt dem Land NRW damit eine herausragende Stellung zu (vgl. MWME 2010a: 12).

Die Folgen des Klimawandels beeinflussen die Energiewirtschaft in der gesamten Prozesskette (ESKELAND et al. 2008: 3). Als besonders verwundbar gelten die Bereiche Elektrizitätserzeugung, Elektrizitätsübertragung und -verteilung sowie Elektrizitätsnachfrage (BMU 2009: 38). Um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Energiewirtschaft in NRW strukturiert zu erfassen, wird in den kommenden Kapiteln der Prozesskette der Energiebereitstellung und -nachfrage gefolgt (vgl. Kapitel 3.1.2) (vgl. Abbildung 9).

Abbildung 9: Klassische Prozesskette der Energiewirtschaft



Quelle: eigene Darstellung nach DUNKELBERG et al. 2009: 2.

4.1 Roh- und Brennstoffversorgung

Bereits die vorgelagerten Versorgungsprozesse des Energiesektors, die Roh- und Brennstoffgewinnung, sind gegenüber Klimaänderungen empfindlich. So kann die Förderung **fossiler Brennstoffe** durch zunehmende Stürme weltweit beeinträchtigt werden, was infolge eines höheren Förderaufwands sowie einer Rohstoffverknappung zu einer Erhöhung der Rohstoffpreise führen könnte (KEMFERT 2007: 169). Insbesondere die Förderung aus Lagerstätten im Meer kann durch die Zunahme von Extremwetterereignissen erschwert werden. Höhere Kosten und unter Umständen auch Versorgungsengpässe wären die Folgen für den Energiesektor in NRW. Zurzeit werden 38,1 Prozent des Primärenergieverbrauchs in NRW durch Inlandsenergie gedeckt (Gewinnung in NRW),

wobei Braun- und Steinkohle mit einem Anteil von 87,4 Prozent den höchsten Anteil der Inlandsenergie abdecken (vgl. IT NRW 2009: 22f.). Zukünftig kann aufgrund der Einstellung von Subventionen und der Erschöpfung bzw. Unwirtschaftlichkeit heimischer Lagerstätten von einem weiteren Rückgang des Inlandsenergieaufkommens ausgegangen werden. Im Hinblick auf Veränderungen der Kosten sowie einer Verknappung der Rohstoffe besteht daher insgesamt eine hohe Sensitivität. Beim Abbau von Braun- und Steinkohle können sich infolge von Starkregenereignissen außerdem veränderte Ansprüche an die Wasserhaltung ergeben. Eine Veränderung der regionalen Wasserhaushalte stellt darüber hinaus möglicherweise neue Anforderungen an eine Rekultivierung der Tagebaurestlöcher, die derzeit durch Flutung erfolgt (KUCKSHINRICHS et al. 2008: 1ff.). Hinsichtlich der Anpassungsfähigkeit wird derzeit der Anteil der erneuerbaren Energien auch aus Sicht der Versorgungssicherheit vorangetrieben, wodurch sich langfristig das Inlandsenergieaufkommen aus nicht-fossilen Energien erhöht. Auch die Bereitstellung von **Biomasse** reagiert sensibel auf Klimaänderungen, da die Erträge wesentlich von klimatischen Faktoren wie Temperatur und Niederschlag beeinflusst, sowie durch Extremwetterereignisse beeinträchtigt werden. Insgesamt wird jedoch für die Produktion von Biomasse ein eher positiver Trend erwartet (BMU 2009: 38).

4.2 Logistik und Transport

Engpässe in der Versorgung von Kraftwerken mit fossilen Brennstoffen können auch infolge von Verkehrsbeeinträchtigungen auftreten. Etwa die Hälfte der nach Deutschland importierten Kohle wird per Schiff transportiert (DANNENBERG et al. 2009: 19). Auch hier ergibt sich also eine gewisse Empfindlichkeit für die Energiewirtschaft in NRW. Ereignisse wie Stürme, Starkregen, Sturmfluten, Gewitter oder langanhaltende Hitze beeinträchtigen in besonders hohem Maße die Gütertransporte durch Bahn und Schiffe. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung veröffentlichte 2007 eine Bestandsaufnahme, in der mögliche klimabedingte Auswirkungen auf die Binnen- und Seeschifffahrt ermittelt wurden (vgl. BMVBS 2007). Daraus geht hervor, dass der sich verändernde Meeresspiegel sowie eine zusätzliche Belastung der Hafenanlagen durch extreme Unwetter insgesamt zu einer Erhöhung der Kosten aufgrund von Anpassungsmaßnahmen führen könnten. Auch interkontinentale Schiffsrouten könnten sich langfristig verändern, bspw. durch die Gefahren vermehrter Eisbergbildung aufgrund des abschmelzenden Grönlandeises (BMVBS 2007: 25f.). Wassertiefstände ebenso wie Hochwasser können den Transport in der Binnenschifffahrt erschweren bzw. verhindern. Gerade während Niedrigwasserphasen könnte die Versorgung mit Kohleschiffen über den Rhein und den entsprechenden Nebenflüssen zu den Kraftwerksstandorten problematisch werden, da nicht gewährleistet werden kann, dass die Flüsse noch vollständig schiffbar sind. Entsprechend müssten die Schiffe geringer beladen werden. Da der Preis pro Fahrt konstant ist, steigt bei geringer Ladung der Preis pro

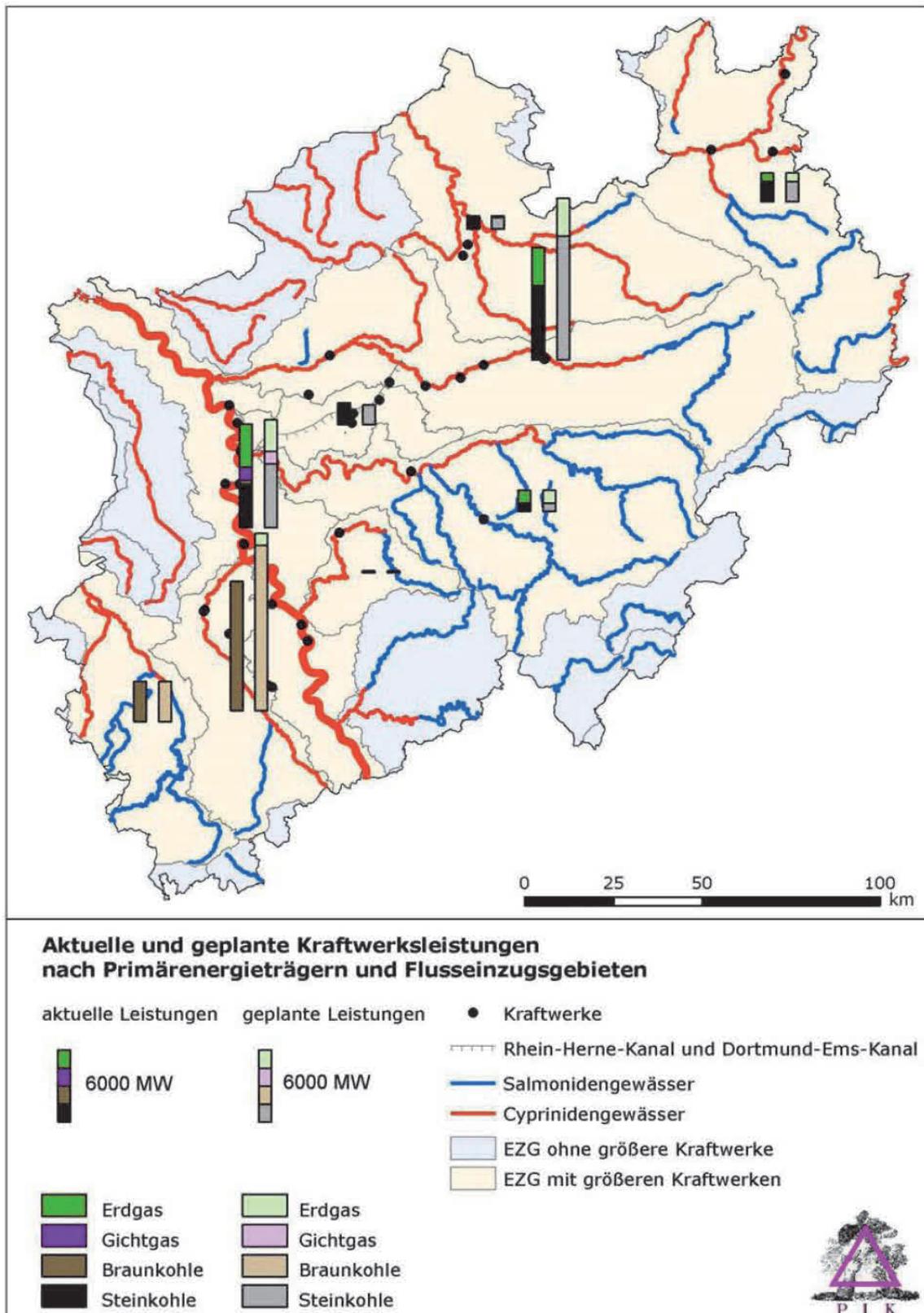
Tonne an. Für ein exemplarisches Kohlekraftwerk am Rhein, welches seinen Rohstoff über den Wasserweg bezieht, wurde in einer Studie des Potsdam Instituts für Klimafolgenforschung die Transportsituation berechnet. Infolge einer Niedrigwassersituation wie im Sommer 2003 wären rund 90 Prozent mehr Transportschiffe nötig gewesen, um die geringere Ladung pro Fahrt auszugleichen (KROPP et al. 2009: 186). Eine Abnahme der Eis- und Frosttage als Folge des Klimawandels würde dagegen zu geringeren Einschränkungen in allen Verkehrssektoren im Winter führen (MUNLV 2009a: 44). Eine Möglichkeit der Anpassung in diesem Bereich ist der Ausbau von Lagerflächen und -speichern sowie die Erschließung von zusätzlichen Infrastrukturmöglichkeiten (z.B. Bahntransport).

4.3 Energieerzeugung

Für thermische Kraftwerke, die thermische in elektrische Energie umwandeln, wird als ein zentrales Problem in allen Studien die Verfügbarkeit von Kühlwasser genannt (BMU 2009: 38; MAHAMMADZADEH & BIEBELER 2009: 34; KROPP et al. 2009: 186; ROTHSTEIN et al. 2008: 557; DANNENBERG et al. 2009: 18). Diese Kraftwerke können in den Sommermonaten insbesondere durch Niedrigwasser und höhere Gewässertemperaturen Einschränkungen erfahren. Auch Kraftwerke, die ihre Kühlung aus dem Grundwasser beziehen, könnten durch lange Trockenperioden und somit sinkende Wasserpegel beeinträchtigt werden. Durch die Rückgänge der Niederschläge im Sommerquartal bei gleichzeitig zunehmenden Temperaturen entstehen außerdem Nutzungskonflikte (Trinkwasser, landwirtschaftliche Bewässerung etc.) (LANUV 2010: 298f.). Um den wasserrechtlichen Auflagen zu entsprechen, müssen Energieerzeuger die Leistung flusswasser- und grundwassergekühlter Kraftwerke reduzieren. Alternativ könnten Ausnahmeregelungen, wie im Sommer des Jahres 2003, erlassen werden, was jedoch die Flussökosysteme zusätzlich belasten würde. Dabei können bestimmte Temperaturspannen bzw. die Dauer der Einleitung von Kühlwasser begrenzt überschritten werden (vgl. IKS 2004: 12; KEMFERT 2007: 169).

In Abbildung 10 sind alle derzeit betriebenen sowie bis 2015 geplanten thermodynamischen Kraftwerke mit einer Leistung von mehr als 100 MW dargestellt. Die Kraftwerksleistungen wurden für die einzelnen Flusseinzugsgebiete aufsummiert und für diese aufgeschlüsselt nach Primärenergieträgern dargestellt.

Abbildung 10: Darstellung der heutigen und der geplanten Kraftwerksleistung in NRW



Quelle: Kropp et al. 2009: 182.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die höchste akkumulierte Kraftwerksleistung im Einzugsgebiet der Flüsse Erft, Lippe und Rhein (ohne die Einzugsgebiete der Nebenflüsse) erzeugt wird. Die erwartete Zunahme der Lufttemperatur in diesen Gebieten bis 2060

liegt bei 1,8-1,9°C (vgl. Anhang 3 Abbildung 27). Diese Flüsse zählen nach der Fischgewässerverordnung zu den Cyprinidengewässern¹⁴. Die Kraftwerke Weisweiler an der Inde und Werdohl-Elverlingsen an der Lenne leiten ihr Kühlwasser in Salmonidengewässer¹⁵ und sind somit schärferen rechtlichen Bedingungen unterworfen (vgl. FischgewV 1997). Unter Berücksichtigung noch geplanter Kraftwerke werden die Flusseinzugsgebiete der drei Flüsse Erft, Lippe und Rhein für den Energiesektor weiter an Bedeutung gewinnen (KROPP et al. 2009: 181). Für die Entnahme und Einleitung von Wasser in Gewässer ist eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich. Im Rahmen der Fischgewässerverordnung des Landes NRW (vgl. FischgewV 1997) sind für Cypriniden- und Salmonidengewässer folgende Parameter für Temperatureinleitungen in Süßwassergewässer geregelt:

- Die Temperatur an der Grenze der Mischungszone hinter der Einleitungsstelle darf keine Temperaturdifferenz zum unbeeinträchtigten Wasser von mehr als 3K (Cyprinidengewässer) oder 1,5K (Salmonidengewässer) aufweisen.
- Des Weiteren darf die Temperatur des Gewässers nicht über 28°C (Cyprinidengewässer) oder 21,5°C (Salmonidengewässer) liegen, zu Laichzeiten bestimmter Fischarten nicht über 10°C, wobei Ausnahmen unter bestimmten Umständen möglich sind.
- Die maximale Temperatur darf in 2 % der zeitlichen Fälle überschritten werden.

Es gibt im Wesentlichen die Möglichkeiten der Durchlaufkühlung und der Nass- oder Trockenkühlung mittels Kühlturm (KOCH & VÖGELE 2009: 2032). Bei einer **Durchlaufkühlung** wird Wasser aus dem Wasserkörper entnommen, einmalig durch das Kraftwerk geleitet und wieder eingespeist. Dabei nimmt das Wasser Wärme auf und führt sie anschließend dem Wasserkörper zu. Bei einer **Nasskühlung** wird das Wasser in einem Kühlturm verrieselt. Aufgrund der Verdunstungskühlung wird ein Großteil der Wärme an die Atmosphäre abgegeben, allerdings kann etwa 75 Prozent des entnommenen Wassers aufgrund der Verdunstung nicht mehr dem Wasserkörper zugeführt werden (vgl. FEELEY et al. 2008: 3ff.). Durch die Abgabe des Großteils der Wärme in die Atmosphäre reduziert sich die Wärmebelastung für den Wasserkörper. Der Wirkungsgrad des Kraftwerkes sinkt bei dieser Kühlmethode jedoch um 2-3 Prozent, da zusätzlich Pumpen und Ventilatoren zum Wasser- und Wasserdampftransport benötigt werden (WAGNER 2003: 4). Bei der **Trockenkühlung** wird ein geschlossener Wasserkreislauf angewendet, wobei die Wärme an die Atmosphäre abgegeben wird. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass es keinerlei Wasserverluste gibt und auch keine Wärme

¹⁴ Cyprinidengewässer sind Wasserkörper, in denen das Leben von Fischarten wie Cypriniden oder anderen Arten wie Hechten, Barschen und Aalen erhalten wird oder erhalten werden könnte (FischgewV 1997: §2 Abs. 2).

¹⁵ Salmonidengewässer sind Wasserkörper, in denen das Leben der Fische wie Lachsen, Forellen, Äschen und Renken erhalten wird oder erhalten werden könnte (FischgewV 1997: §2 Abs. 3).

in einen Wasserkörper abgeführt werden muss. Allerdings ist der Wirkungsgrad weit ungünstiger als bei den anderen genannten Methoden und das Verfahren ist in Europa nicht weit verbreitet (KOCH & VÖGELE 2009: 2032).

Sowohl aufgrund von Wärmeeinleitungen aus Kraftwerken als auch durch die Temperatur der umgebenden Luft kann die **Flusstemperatur** ansteigen. Aus Beobachtungsdaten des Rheins der letzten Jahrzehnte ist eine signifikante Zunahme der Flusstemperaturen in den Sommermonaten sowie der extremen Temperaturen ersichtlich (vgl. Kapitel 2.2.4). Diese beobachtete Erwärmung der Flüsse kann auf den Klimawandel zurück geführt werden, da zeitgleich die potenziellen anthropogenen Wärmeeinträge in den Rhein im Vergleich der Jahre 1998 und 2004 insgesamt um 7 Prozent abgenommen haben (vgl. IKS 2006: 2). Aufgrund der beobachteten Verschiebung des **Niedrigwasserzeitraums** des Rheins in den Sommer hinein können Kraftwerke und deren Prozess der Energieumwandlung anfälliger sein (BMVBS 2007: 31). Laut den verfügbaren Prognosen werden die Flüsse 2050 in den kritischen Perioden weniger Wasser führen können. Daher erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass Kraftwerke in langanhaltenden Hitzeperioden abgeschaltet werden müssen, da sich die Lufttemperaturspitzen mit den Niedrigwasserspitzen zeitlich überlagern können (vgl. Kropp et al. 2009: 186).

Bereits in der Vergangenheit kam es zu solch kritischen Situationen der Stromproduktion in NRW durch hohe Flusstemperaturen und geringere Abflüsse. Im **Sommer 2003** mussten bspw. die Kraftwerke Voerde und Walsum am Rhein sowie Lünen an der Lippe infolge der erhöhten Gewässertemperaturen um etwa 50 Prozent gedrosselt werden (LÖNKER 2003: 22f.). Da zukünftig häufiger Temperaturen wie im Jahr 2003 auftreten werden, könnte es zu einem häufigeren Abschalten bzw. zu Effizienzverlusten der Kraftwerke kommen. Aufgrund der derzeit und auch zukünftig hohen Bedeutung der Erzeugung von Strom in thermischen Kraftwerken ist für diesen Bereich eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Klimawandelwirkungen besonders im Sommer festzuhalten.

Innerhalb der erneuerbaren Energien ist die **Windenergienutzung** in besonderer Weise durch eine Veränderung der durchschnittlichen Windgeschwindigkeit und des Energiegehalts des Windes betroffen. Dies kann einerseits in Mehrerträgen resultieren, andererseits jedoch zu einer höheren Abschalthäufigkeit der Anlagen führen, um bei Starkwinden einer Netzüberlastung entgegenzuwirken. Die **Solarenergienutzung** erfährt eine positive Beeinflussung durch eine Veränderung des Solarstrahlungsangebots. Dagegen können bei Solaranlagen durch eine höhere Lufttemperatur Wirkungsgradverschlechterungen auftreten, da bei Temperaturen über 25°C der Wirkungsgrad um 0,5 Prozent je Grad zurückgeht (vgl. FLAUGER 2010: 24; KUCKSHINRICHS et al. 2008: 1). Insgesamt werden durch zunehmende Extremwetterereignisse wie Starkwinde und Hagel die Anforderungen an die Sicherheit der Befestigung von Solar- und Windenergieanlagen steigen (BMU 2009: 38). Für Wasserkraftwerke können mögliche Betriebseinschränkungen

bei Hoch- oder Niedrigwasserereignissen entstehen, die als Folge von veränderten Niederschlagsmengen und Trockenperioden auftreten (BMU 2009: 38).

In zentralen Anlagen der Energiewirtschaft werden teilweise bereits die Abwassernetze verstärkt, um eine verbesserte Abführung von Regenwasser als Schutz gegen Starkregen zu gewährleisten. Außerdem soll die Bildung von Krisenstäben bei extremen Wetterereignissen eine schnelle Reaktion ermöglichen (BMU 2009: 38). Thermische Kraftwerke sind insbesondere durch eine sich verändernde Verfügbarkeit von Kühlwasser betroffen. Um zum einen das ökologische Gleichgewicht von Gewässern zu erhalten und zum anderen eine Leistungsreduktion von thermischen Kraftwerken zu vermeiden, sind genaue, flussgebietsbezogene Analysen sowie innovative Kühlungsansätze vonnöten. Bis 2030 werden voraussichtlich rund 50 Prozent der derzeitigen Kraftwerkskapazitäten erneuert werden (BMU & BMWi 2006: 53). Entsprechende Anpassungsmaßnahmen müssten bereits beim Bau derartiger Kraftwerke berücksichtigt werden. Aufgrund der Zunahme des Wasserbedarfs anderer Sektoren wie bspw. der Landwirtschaft, steigen die Anforderungen an ein geeignetes Wassermanagement in der Region. Als wenig energieeffiziente Variante werden in thermischen Kraftwerken Kühltürme eingesetzt, um das anfallende Kühlwasser auf eine geringere Einleittemperatur zu bringen. Grundsätzlich bietet die Kraft-Wärme-Kopplung bzw. die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung eine sinnvolle Möglichkeit, die anfallende Wärme in Nah- oder Fernwärmekonzepten zu nutzen. Voraussetzung für diese Nutzung ist eine möglichst geringe Distanz der Heizkraftwerke zu den Wärme- bzw. Kälteabnehmern. Eine weitere Maßnahme ist das Anlegen und Vorhalten von Ausgleichseen, die eine Wasserentnahme ermöglichen, wenn nicht ausreichend Flusswasser zur Verfügung steht (KUCKSHINRICHS et al. 2008: 5).

4.4 Energieverteilung und Netze

Strom und Erdgas werden i.d.R. leitungsgebunden übertragen und benötigen daher eine ausgebaute Netzinfrastruktur. Die Verteilung von Strom kann entweder über Freileitungen oder Erdkabel erfolgen. Während im Mittel- und Niederspannungsbereich bereits Erdkabel überwiegen, ist der Anteil im Hochspannungsbereich verschwindend gering. Von den 113.000km Höchst- und Hochspannungsleitungen in Deutschland verlaufen lediglich 4 Prozent unterirdisch (MUNLV 2009b: 150). Bei Freileitungen muss ein bestimmter Sicherheitsabstand zwischen Freileitung und Boden eingehalten werden. Klimatische Faktoren wie Temperatur und Wind sowie hohe Leitertemperaturen beeinflussen den Durchhang der Freileitungen. Bei der Ermittlung der Transportkapazität müssen Klimaänderungen aus diesem Grund berücksichtigt werden. Auch die Leitungsfähigkeit selbst ist betroffen, da sich durch erhöhte Temperaturen der Widerstand in den Fernleitungen erhöht (DUNKELBERG et al. 2009: 4). Solche Effekte werden eine erhöhte Unsicherheit in der Stromversorgung und steigende Kosten verursachen (vgl. ALCAMO et al.

2007: 556f.). Insgesamt können Leitungsnetze und Strommasten durch Stürme oder Blitzeinschläge stark belastet und beschädigt werden (ROTHSTEIN et al. 2006: 1). Weitere Aspekte sind eine kürzere Lebensdauer der Netzinfrastuktur wie z.B. Transformatoren auf Grund des vermehrten Auftretens von Spitzenlasten. Bei häufigeren Hochwasserereignissen wären Umspannanlagen einem Überflutungsrisiko ausgesetzt und es könnte zum Freispülen von Kabeltrassen, Unterspülen von Mastfundamenten und zur Beschädigung von Masten durch Erdbeben und Murenabgänge kommen (vgl. KUCKSHINRICHS et al. 2008: 2f.). Bei Starkwinden ist eine Überlastung der Netze möglich, in deren Folge Windenergieanlagen abgeschaltet werden müssen. Der Bedarf an Speicher- und Regelenergie wird infolge von Leistungsreduktionen thermischer Kraftwerke in Hitzeperioden sowie der Fluktuationen in der Stromeinspeisung infolge von Starkwinden zunehmen (DUNKELBERG et al. 2009: 4f.). Aufgrund der Klimaänderung und der bereits erwähnten negativen Auswirkungen auf Anlagen, Infrastruktur, Produktion und Standorte im Energiesektor ist eine Erhöhung der Versicherungskosten für gefährdete Standorte zu erwarten (HEYMANN 2007: 12).

Der Bereich der Verteilung ist vergleichsweise weniger empfindlich gegenüber Klimawirkungen, da die Netzinfrastuktur Ausfälle zumeist kompensieren kann. Dennoch müssen bereits heute unter Berücksichtigung der Langlebigkeit der Investitionen in das Netz zukünftige Klimawirkungen beachtet werden. Dazu zählen Maßnahmen zur Verstärkung von Masten oder der Ausbau von Kabelstrecken, Erhöhung der Speicherkapazität und Netzflexibilität sowie die Erfassung und Verarbeitung von zuverlässigen Wetterprognosen (DUNKELBERG et al. 2009: 6f.).

4.5 Energienachfrage

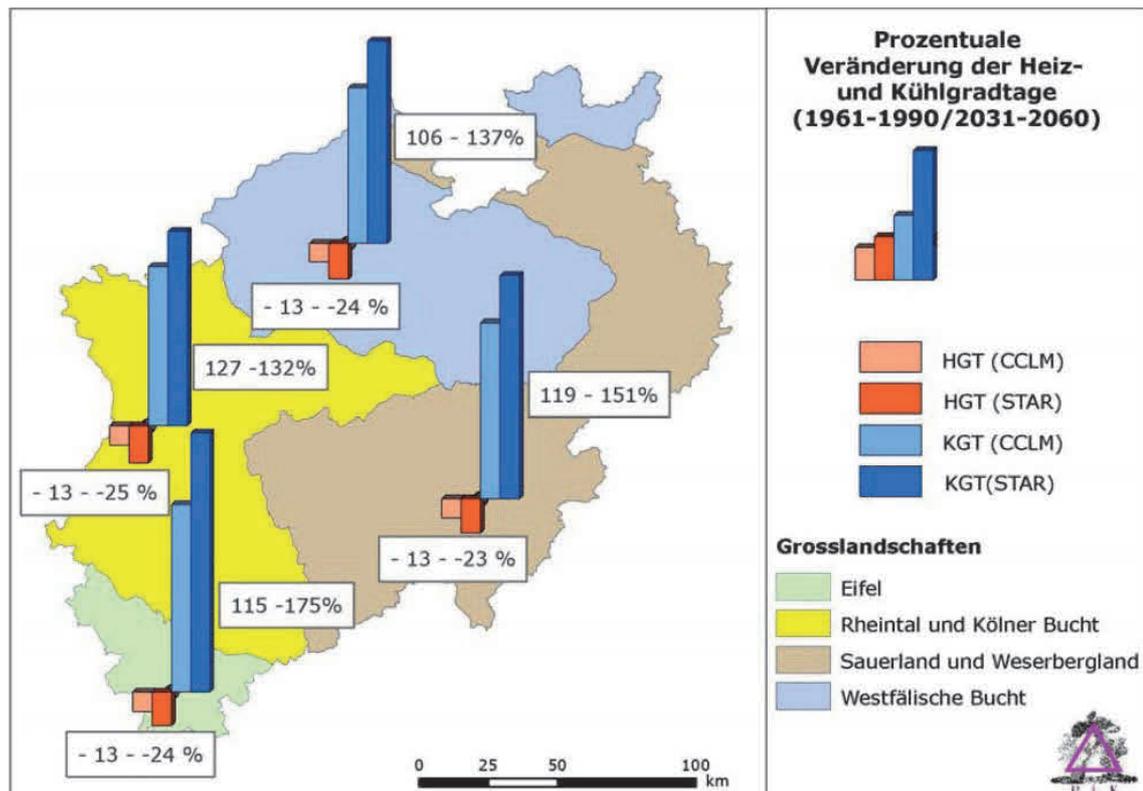
Sowohl in der Gesamtnachfrage nach Energie als auch im Verbrauchsmuster sind Veränderungen bei Privathaushalten und Industriekunden zu erwarten. Aufgrund der Zunahme der durchschnittlichen Temperatur wird im Winter ein Rückgang der Energienachfrage erwartet. Zugleich erhöht sich jedoch der Kühlungsbedarf im Sommer, vor allem infolge von intensiven Hitzeperioden. Ein höherer Elektrizitätsbedarf aufgrund des Verbrauchs durch Klimageräte könnte besonders in Zeiten eingeschränkter Produktionsmöglichkeiten entstehen, da Hitzeperioden mit einer Einschränkung des Kühlwasserangebots und einer Abnahme des Wirkungsgrades einhergehen (vgl. DANNENBERG et al. 2009: 19; MAHAMMADZADEH & BIEBELER 2009: 34; KROPP et al. 2009: 1992).

Die Nachfrage nach Heizenergie bzw. der Strombedarf für Klimageräte kann anhand von sog. Heiz- und Kühlgradtagen (HGT bzw. KGT) beschrieben werden. Sie ergeben sich aus der Differenz der Außentemperatur und der gewünschten Zimmertemperatur. Es gibt dabei einen Temperaturbereich in dem i.d.R. nicht geheizt bzw. gekühlt werden

muss. Bei allen Außentemperaturen, die nicht in diesem Bereichs liegen, wird geheizt bzw. gekühlt (Kropp et al. 2009: 190f.).

Für den Großraum NRW könnte bis zur Mitte des Jahrhunderts die Anzahl der Heizgradtage im Winter um 13-25 Prozent zurück gehen. Dagegen ist eine Zunahme von 106-175 Prozent bei den Kühlgradtagen im Sommer zu erwarten (vgl. Abbildung 11).

Abbildung 11: Prozentuale Veränderung der Heiz- (HGT) und Kühlgradtage (KGT) in Nordrhein-Westfalen für die Periode 2031-2060 im Vergleich zu 1961-1990



Anmerkung: Die angegebenen Werte beziehen sich auf Prognosen des statistischen Modells STAR und des dynamischen Modells COSMO-CLM (vgl. Kapitel 2.2).

Quelle: Kropp et al. 2009: 192.

Es ist zu beachten, dass zur Kühlung zumeist elektrische Energie verwendet werden muss; zum Heizen hingegen verschiedene thermische Primärenergieträger sowie in anderen Prozessen entstandene Abwärme verwendet werden. Diese haben im Allgemeinen einen besseren Wirkungsgrad als die Produktion von Strom. Dementsprechend wird im Vergleich des Energieverbrauchs eines Heizgradtages zu einem Kühlgradtag i.d.R. mehr Energie benötigt. Vor dem Hintergrund einer deutlichen potenziellen Zunahme der Kühlgradtage und Abnahme der Heizgradtage ist mit einer Verschiebung des Energiebedarfs von Wärme in Form von Primärenergieträgern zu Elektrizität zu rechnen. Dieser Effekt wird allerdings auch wesentlich von dem Zustand und der Sanierungsrate des Wohnungsbestandes beeinflusst.

Die Veränderung der Energienachfrage verstärkt vor allem bereits zuvor beschriebene Empfindlichkeiten. Die Erhöhung der Stromnachfrage in den Sommermonaten im Zusammenhang mit eingeschränkten Kühl- und Rohstofftransportkapazitäten in thermischen Kraftwerken sowie die Auswirkungen auf die Netzinfrastruktur bedingen eine insgesamt sehr hohe Empfindlichkeit und ein erhöhtes Risiko hinsichtlich der Versorgungssicherheit. Andererseits bietet eine erhöhte Stromnachfrage in den Sommermonaten auch die Chance für Energieversorgungsunternehmen evtl. Umsatzeinbrüche in den Wintermonaten auszugleichen. Geeignete Maßnahmen um die erhöhte Stromnachfrage in den Sommermonaten zu kompensieren, sind vor allem bautechnische Lösungen und Verhaltensänderungen der Konsumenten.

5 Empirische Exploration der Relevanz und des Umgangs mit Klimawandelwirkungen

Die **empirische Forschung** befasst sich mit der systematischen Erfassung und Interpretation sozialer Erscheinungen und lässt sich in die quantitative und qualitative Forschungsmethodik unterscheiden. Unter **quantitativer Methodik** wird dabei „die klare Isolierung von Ursachen und Wirkungen, die saubere Operationalisierung von theoretischen Zusammenhängen, die Messbarkeit und Quantifizierung von Phänomenen, die Formulierung von Untersuchungsanordnungen, die es erlauben, ihre Ergebnisse zu verallgemeinern und allgemein gültige Gesetze aufzustellen“ (FLICK 2005: 13), verstanden. Hierbei existieren bereits Theoriegebäude zur Ableitung von Hypothesen, welche anhand empirischer Daten überprüft werden können. Der quantitative Forschungsansatz ermöglicht daher eine Erweiterung des Wissens über bereits bestehende Konzepte und deren Zusammenhänge.

Demgegenüber wird die **qualitative Methodik** überwiegend zur Theorieentwicklung eingesetzt. Neuartige Situationen lassen sich dabei in Ermangelung einer ausreichend großen Stichprobe oftmals nicht quantitativ untersuchen. Zudem lassen sich die wenigsten realen Phänomene aufgrund ihrer Komplexität mit isolierten Merkmalen ursächlich erklären (FLICK 2005: 16f.). Somit bedingen theoretische Annahmen und die Beschaffenheit der zu untersuchenden sozialen Realität das Forschungsdesign und den Forschungsablauf (ATTESLANDER 2006: 4f.). Hierzu zählt insbesondere der Stand der Forschung bzw. der theoretischen Erörterung komplexer Zusammenhänge in der Realität. Ist ein Verständnis über diese Zusammenhänge nur teilweise oder nicht vorhanden, wird i.d.R. von „Grundlagenforschung“ gesprochen, für die ein exploratives Vorgehen zur Untersuchung gewählt wird (ATTESLANDER 2006: 30). Die Exploration bezieht sich auf eine Erkundung neuer und theoretisch noch nicht oder wenig strukturierter Gegenstandsbereiche, woran sich die Hypothesenbildung und -prüfung mit Hilfe standardisierter Techniken anschließt. Jedoch kann die qualitative Forschung nicht auf den rein explorativen Nutzen reduziert werden (LAMNEK 2005: 90ff.).

Aufgrund der geringen Auseinandersetzung mit Klimawandelwirkungen in der Energiewirtschaft und der Komplexität des Phänomens wird für die nachfolgende Untersuchung ein qualitativ-exploratives Vorgehen gewählt, welches nachfolgend näher erläutert wird.

5.1 Methodik, Ziel und Aufbau der empirischen Untersuchung

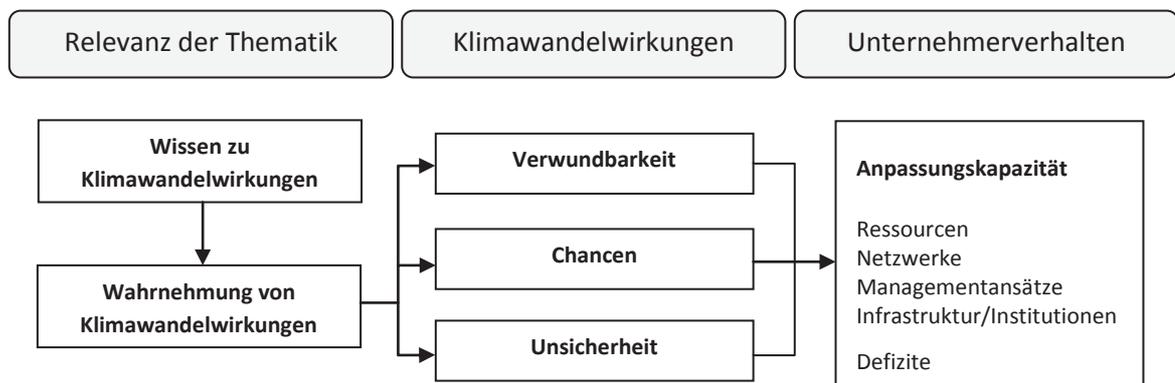
Die Formulierung der Zielstellung zur Untersuchung ist der Ausgangspunkt des **Forschungsprozesses** in der empirischen Forschung (SCHNELL et al. 2005: 71ff.). Dabei werden spezifische Forschungsfragen formuliert, die Auswahl von Untersuchungsgruppen vorgenommen und eine Auswahl an angemessenen Designs und Methoden getroffen, mit Hilfe derer die Fragestellungen untersucht werden sollen (FLICK 2005: 77f.).

Wie bereits ausgeführt wurde, bestehen zwar z.T. empirisch fundierte Kenntnisse über die vielfältigen Auswirkungen des Klimawandels im sozioökonomischen System, jedoch fehlen diesen sektoral aggregierten Betrachtungen zugehörige Untersuchungen aus der Unternehmensperspektive. Ausgehend von einem Mangel an Erkenntnissen zur Relevanz und dem Umgang mit Klimawandelwirkungen in der Unternehmenspraxis sollen mit dem empirischen Forschungsvorhaben dieser Arbeit vier **Fragestellungen** verfolgt werden. Im skizzierten Zusammenhang sollen

1. die Wahrnehmung und Relevanz von Klimawandelwirkungen,
2. die prognostische Einschätzung zu Klimawandelwirkungen sowie die Verwundbarkeit gegenüber diesen,
3. geeignete Anpassungsmaßnahmen (auf Basis der in dieser Arbeit diskutierten Ansätze) sowie
4. der Stand der Anpassung und mögliche Defizite

auf der Ebene einzelner Unternehmen der Energiewirtschaft in NRW untersucht werden. Die Befragung orientiert sich dabei an einem Bezugsrahmen, welcher auf Basis der in Kapitel 3 diskutierten Ansätze und Konzepte gründet (vgl. Abbildung 12).

Abbildung 12: Bezugsrahmen für die empirische Studie



Hierbei wird in Anlehnung an die Risikowahrnehmung davon ausgegangen, dass das Wissen um die Thematik die Wahrnehmung von Klimawandelwirkungen beeinflusst. Dies ist Grundvoraussetzung für die Analyse der Verwundbarkeit, welche durch die Betroffenheit und Sensitivität operationalisiert wird, und der Einschätzung der mit den

Klimawandelwirkungen verbundenen Chancen sowie der Unsicherheit der erwarteten Klimaveränderungen. Auf Basis dieser Einschätzungen soll eine Ausgestaltung der für den Kontext relevanten Ressourcen und Fähigkeiten (Anpassungskapazität) vorgenommen werden. Für die Exploration ist es von Interesse, hierzu die in der Unternehmenspraxis betrachteten Informationen und Managementansätze, insbesondere die des Risiko- und Flexibilitätsmanagements zu untersuchen. Des Weiteren ist die Ausgestaltung bzw. Einschätzung von Maßnahmen und Eigenschaften, die die Anpassungsfähigkeit fördern, von gesondertem Interesse. Aufgrund der Komplexität und Dynamik der Thematik wird ebenso nach den in der Praxis anzutreffenden Defiziten bzgl. der Vorsorge und Anpassung gegenüber Klimawandelwirkungen gefragt. In der Literatur lassen sich vielfältige Hinweise auf die Betroffenheit der Energieindustrie in Deutschland bzw. NRW finden (vgl. Kapitel 4).

Der **Zugang zu den Untersuchungsgruppen** wird in der Literatur insbesondere problematisiert, da u.a. die Untersuchung eine störende Intervention im sozialen System darstellt, eine wechselseitige Intransparenz zwischen der Untersuchung und der Institution besteht und die Institution von den Erkenntnissen des Forschungsprojektes nicht direkt profitieren kann (WOLFF 2000: 334ff.). Daher wird die Auswahl der Untersuchungsgruppen auch durch den Erfolg am Feldzugang eingeschränkt. Bzgl. der Auswahl der zu Befragenden existieren verschiedene Methoden, deren Anwendung von der Forschungsfrage und der Untersuchungsgruppe abhängt (GLÄSER & LAUDEL 2004: 97). FLICK stellt für die qualitative Sozialforschung fest, dass vor allem das „theoretische Sampling“ im Rahmen der „Grounded Theory“ gemäß GLÄSER und STRAUSS (1967) als allgemeines Auswahlprinzip angesehen werden kann (FLICK 2005: 106ff.). Hierbei werden Entscheidungen über die Auswahl und Zusammensetzung von Fällen, Untersuchungsgruppen usw. im Prozess der Datenerhebung und -auswertung gefällt. Es geht nicht darum die Repräsentativität der Stichprobe durch eine Zufallsauswahl der Elemente zu gewährleisten, sondern diese nach ihrem Neuerungsgehalt auf Basis bestehender Erkenntnisse dem Sample hinzuzufügen. Bedeutsam sind die Auswahlkriterien, welche primär konkret-inhaltlicher Natur sind. Demnach ist das theoretische Sampling dann beendet, wenn eine theoretische Sättigung in den Erkenntnissen erreicht ist (vgl. FLICK 2005: 105). Die Auswahl der Elemente in der Untersuchungsgruppe folgt in der vorliegenden Arbeit dem Kriterium typischer Fälle, wobei hierfür charakteristisch einzustufende Fälle aus der Grundgesamtheit ausgewählt werden (SCHNELL et al. 2005: 279). Grundsätzlich ist die verfügbare Anzahl an Experten für den Bereich des Klimawandels bzw. für Klimawandelwirkungen in den Unternehmen aufgrund der Neuartigkeit des Themas für diese als begrenzt einzuschätzen.

Hinsichtlich des **Forschungsdesigns** bestehen in der sozialwissenschaftlichen Literatur diverse Möglichkeiten wie Beobachtung, Befragung, Experiment und weitere (vgl. WEISCHER 2007: 211ff.). Dabei soll nachfolgend die **Befragung** für die Gewinnung

von Daten genutzt werden, um durch die kommunikative Interaktion ein Verständnis zu den postulierten Forschungsfragen entwickeln zu können. Die Befragung gilt als Standardinstrument in der empirischen Sozialforschung bei der Ermittlung von Fakten, Wissen, Meinungen, Einstellungen und Bewertungen (SCHNELL et al. 2005: 321). Bzgl. der **Befragungsform** werden in der Literatur schriftliche, telefonische und persönliche Befragungen als Möglichkeiten angegeben. Für die Datensammlung soll zur besseren Interaktion mit den Befragten möglichst die persönliche Befragung durchgeführt werden (vgl. HÄDER 2006: 185ff.). Ergänzend werden telefonische Interviews genutzt, wenn ein persönliches Gespräch nicht möglich ist. Dabei lassen sich diverse Formen der persönlichen Befragung bzw. des Interviews nach dem Grad ihrer Strukturiertheit unterscheiden. Hierbei kann insgesamt von strukturierten bzw. unstrukturierten Interviews, geschlossenen und offenen Befragungen sowie standardisierten und nicht standardisierten Interviews gesprochen werden (ATTESLANDER & KOPP 1999: 152). Für die folgende Untersuchung wurden dabei **strukturierte Interviews** durchgeführt und für diese ein Fragebogen konstruiert, der sowohl offene als auch geschlossene Fragen enthält (vgl. Anhang 4). Dabei dienen die geschlossenen Fragen der Einschätzung bzw. Beurteilung von Sachverhalten, während mit Hilfe der offenen Fragen Ursachen und Hintergründe komplexerer Natur erfasst werden. Aufgrund des explorativen Charakters sind beide Formen für diese Arbeit geeignet. Zugleich wird eine Vorabkategorisierung der Fragen vorgenommen, weshalb von standardisierten Interviews gesprochen werden kann (vgl. ATTESLANDER & KOPP 1999: 155ff.).

Im Rahmen der Untersuchung wurden **Experten** im Bereich Klimaschutz der Energiebranche befragt. Durch Experteninterviews wird das Erfahrungswissen der Befragten deskriptiv erfasst und zur Prüfung bzw. Erweiterung konzeptioneller Ergebnisse genutzt (SCHNELL et al. 2005: 323). In diesem Zusammenhang sind Experten solche Personen, die Verantwortung für den Entwurf, die Implementierung oder die Kontrolle einer Problemlösung tragen oder über einen privilegierten Zugang zu Informationen über Personengruppen oder Entscheidungsprozesse im Unternehmen hinsichtlich der untersuchten Thematik verfügen (GLÄSER & LAUDEL 2004: 10.). Gemäß WEISCHER (2007: 280) dienen Experteninterviews daher zusammenfassend:

- in der Explorationsphase der Gewinnung eines Vorverständnisses über das Forschungsfeld,
- der Kristallisation von „Insiderwissen“,
- als „Türöffner“ zu weiteren Informationen in das Forschungsfeld,
- der leichteren Generierung von Wissen, aufgrund der potenziell vorhandenen symmetrischen Kommunikationsbeziehung zwischen Experten und Wissenschaftler.

Nachfolgend werden die Zusammensetzung der Stichprobe der Experten, die Durchführung der Datenerhebung und die Methodik der Datenauswertung beschrieben. Die Energiebranche in NRW wird vornehmlich durch die Erzeuger und Anbieter von Strom, Wärme, Kraftstoffen und Gas bestimmt. Die Auswahl der Experten für die Befragung wurde gemäß den Kriterien der Zugehörigkeit zur Energiebranche, der nach ökonomischer Bedeutung verschiedenen Größen der Unternehmen innerhalb der Branche sowie der Position des potenziellen Experten innerhalb eines Unternehmens vorgenommen. Als Kennzahlen für die Größe des Unternehmens wurden die Anzahl der Mitarbeiter und der Umsatzerlös des Unternehmens laut dem neuesten Geschäftsbericht verwendet (vgl. Tabelle 5). Für die Kontaktierung von Experten wurden hierzu die verschiedenen Energieversorger in NRW, darunter Strom-, Fernwärme- und Gasversorger, schriftlich und telefonisch kontaktiert. Der empirischen Exploration liegt somit eine Primärerhebung von **fünf Experten** aus der Energiebranche zugrunde, welche im Zeitraum von Mai bis Juli 2010 durchgeführt wurde. Zusätzlich beantworteten sechs weitere Experten anderer Unternehmen den standardisierten ersten Teil des Fragebogens (Themenblock A), ohne einem anschließenden Gespräch zuzustimmen. Der Fragebogen wurde in diesem Fall in einer Formularversion per E-Mail an die jeweiligen Experten versendet und kam mit den eingetragenen Antworten zurück. Dabei kann nicht nachvollzogen werden, wer den Fragebogen letztendlich bearbeitet bzw. die Eintragungen vorgenommen hat. Insgesamt wurden 89 Unternehmen der Energiewirtschaft in NRW angeschrieben und, wenn eine Antwort innerhalb der ersten 14 Tage ausblieb, zusätzlich telefonisch kontaktiert. Bzgl. der Grundgesamtheit kann nur die wenig verlässliche Zahl von 159 Betrieben der Energieversorgung in NRW aus einer Erhebung von 2002 genannt werden (vgl. MWME 2010b).

Tabelle 5: Übersicht der befragten Unternehmen

Unternehmen	U1	U2	U3	U4	U5
Mitarbeiter	bis 5.000	bis 5.000	über 5.000	bis 500	bis 500
Umsatz	bis 5 Mrd €	bis 5 Mrd €	über 5 Mrd €	bis 500 Mio €	bis 500 Mio €
Position	Unternehmensführung /Nachhaltigkeit	Umweltkommunikation	1: Nachhaltigkeit 2: Energiepolitik	Nachhaltigkeit	Unternehmensführung
Transkription	Interview 1	Interview 2	Interview 3	Interview 4	Interview 5

Da in den kontaktierten Unternehmen **keine spezifischen Positionen** hinsichtlich klimawandelbezogener Verantwortlichkeiten bestehen, wurden 30-45 minütige Gespräche mit Persönlichkeiten geführt, welche innerhalb des Unternehmens als Experten im Bereich der Unternehmensführung/Nachhaltigkeit bzw. Umweltkommunikation/Umwelt-

schutz bzgl. der formulierten Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel ausgewiesen wurden. Den Experten wurde dazu ein Fragebogen mit geschlossenen Fragen ausgehändigt. Das anschließend durchgeführte strukturierte Interview wurde mit Hilfe eines digitalen Aufzeichnungsgerätes festgehalten. Die aus den Aufnahmen angefertigten Transkriptionen befinden sich im Anhang dieser Arbeit (vgl. Anhang 5-9). Aufgrund des mehrfachen Wunsches nach Anonymisierung wurde allen Experten zugesichert, dass keine Unternehmens- und Personennamen in der Auswertung der Interviews genannt werden. Die entsprechenden Stellen wurden in den Transkriptionen durch anonymisierte Begriffe ersetzt (vgl. GLÄSER & LAUDEL 2004: 272f.).

Für die Durchführung der Interviews wurde vorab ein Fragebogen entwickelt, der gleichzeitig als Interviewleitfaden diente (vgl. Anhang 4). Dieser wurde somit in zwei Teile untergliedert, wobei der **erste Teil** (Themenblock A) der Erfassung der Relevanz der Thematik aus Experten- und Unternehmenssicht diente. Hierzu wurden das Wissen und die Wahrnehmung in Bezug auf direkte Klimawandelwirkungen, sowie die Relevanz, die den Themen im einzelnen zugesprochen wurde, abgefragt. Zudem sollten indirekte Klimawandelwirkungen im Aufgabenumfeld des Unternehmens anhand einer offenen Frage besprochen werden. Außerdem wurden prognostische Einschätzungen zu der **Betroffenheit** durch Klimawandelwirkungen für das Unternehmen bzgl. Veränderungen und Ereignissen abgefragt. Der Abschnitt endete mit der Einschätzung der **Unsicherheit** klimawandelspezifischer Informationen und der Komplexität/Dynamik im Unternehmensumfeld.

Der **zweite Teil** (Themenblock B) diente der Exploration des Unternehmensverhaltens. Hierzu wurde nach der Berücksichtigung von Chancen und Risiken von Klimawandelwirkungen in der Unternehmensführung sowie der organisatorischen Einbindung und dem zugrunde liegenden Prozess zur Verarbeitung klimawandelbezogener Informationen im Unternehmen gefragt, um das Problem der **Wahrnehmung** und **Verarbeitung** von relevanten Informationen im Unternehmen berücksichtigen zu können. Dazu wurde gezielt entlang der Prozesskette der Energiebereitstellung (vgl. Kapitel 3.1.2) nach Veränderungen aufgrund des Klimawandels gefragt, sowohl innerhalb der vergangenen zehn Jahre als auch nach einer Einschätzung der Entwicklung für die kommenden zehn Jahre. Weiterhin wurde nach möglichen besonderen **Ressourcen und Fähigkeiten**, welche im Zusammenhang mit der Vorsorge und Anpassung an Klimawandelwirkungen bestehen, sowie potenziellen Defiziten gefragt. Zum Ende des Fragebogens wurde die Verfügbarkeit von klimarelevanten **Informationen** und der Umgang mit **Unsicherheiten** abgefragt.

Die **Auswertung der Ergebnisse** erfolgte sowohl quantitativ als auch qualitativ-inhaltsgeleitet. Hierzu wurden die Angaben zu den geschlossenen Fragen in einen SPSS-Datensatz kodiert eingefügt und eine Transkription der aufgezeichneten Interviews vorgenommen. Letztere wurde nach wesentlichen Informationen analysiert und

zusammengefasst (vgl. MAYRING 2002: 114ff.). Die in den folgenden Abschnitten angeführten Argumente gehen auf die Aussagen der befragten Experten zurück. Die angegebenen Verweise beziehen sich auf die im Anhang dieser Arbeit angefertigten Transkriptionen¹⁶.

5.2 Ergebnisse der empirischen Untersuchung

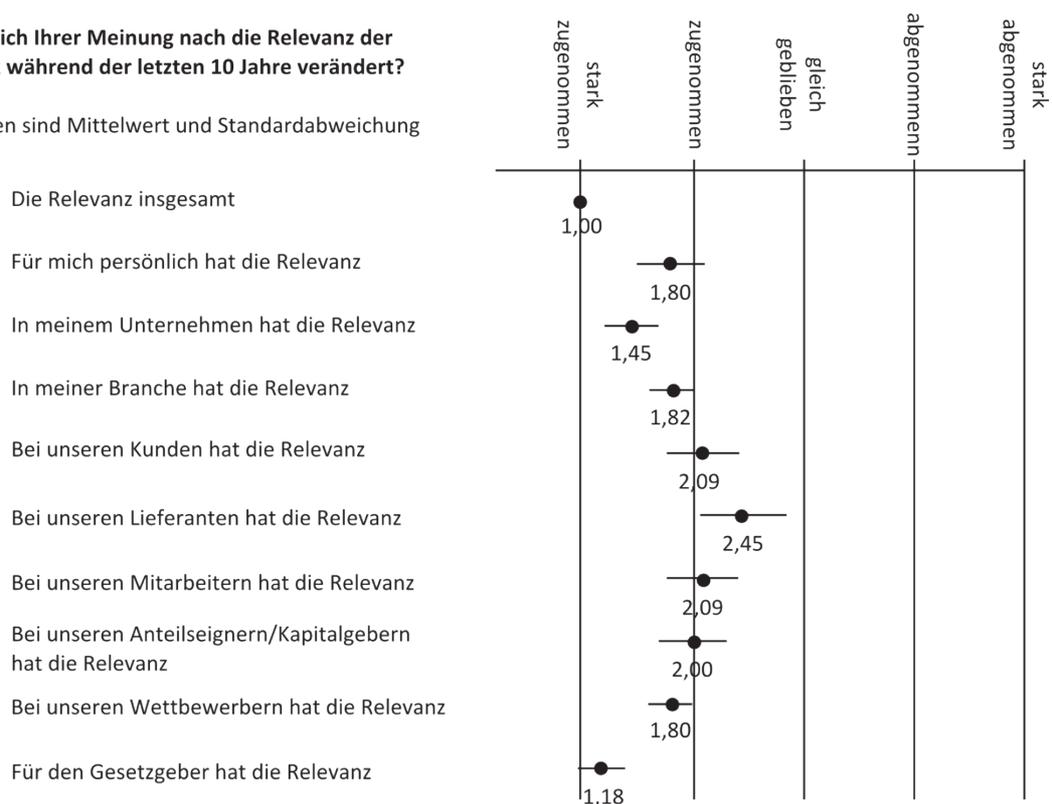
Im Folgenden sind die Ergebnisse der Expertenbefragung aufgelistet. Die Darstellung ist in die Relevanz der Thematik, die erwarteten Folgen des Klimawandels und die Anpassungskapazitäten und Defizite aus der Sicht der Energiewirtschaft aufgeteilt.

5.2.1 Relevanz der Thematik aus Sicht der Energiewirtschaft

Die Befragten sind sich darin einig, dass die **Relevanz** der Klimawandelthematik insgesamt stark zugenommen hat (vgl. Abbildung 13).

Abbildung 13: Relevanz der Klimawandelthematik

Wie hat sich Ihrer Meinung nach die Relevanz der Thematik während der letzten 10 Jahre verändert? (N=11)
Angegeben sind Mittelwert und Standardabweichung



Aufgrund der Diskussion in den öffentlichen Medien verwundert es nicht, dass eine Zunahme der Relevanz aus persönlicher und Unternehmenssicht konstatiert wird und dass dies in gleicher Weise für Wettbewerber und Gesetzgeber beurteilt wird. Auch zukünftig wird die Zunahme des Bewusstseins innerhalb der Bevölkerung und der Politik

¹⁶ Die Angabe „I3: 168“ bezieht sich bspw. auf die Zeile 168 der Transkription von Interview 3 (siehe Anhang 5-9).

erwartet, da die Auswirkungen des Klimawandels spürbar werden (I1: 108ff.). Nur etwas schwächer wird die Relevanz der Thematik für die weiteren Stakeholdergruppen beurteilt.

Aus einer systemtheoretischen Betrachtungsweise (vgl. Kapitel 3.1.3) bedeutet dies, dass im direkten Aufgabenumfeld des Unternehmens eine vergleichsweise geringe Relevanz für die Klimawandelthematik festgestellt wird. Besonders hoch ist die Ausprägung in der politisch-rechtlichen Unternehmensumwelt. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Wahrnehmung des direkten Schadenspotenzials von Klimawandelwirkungen vergleichsweise gering und eher auf Vermeidungsmaßnahmen fokussiert ist, die vom Gesetzgeber vorgegeben werden.

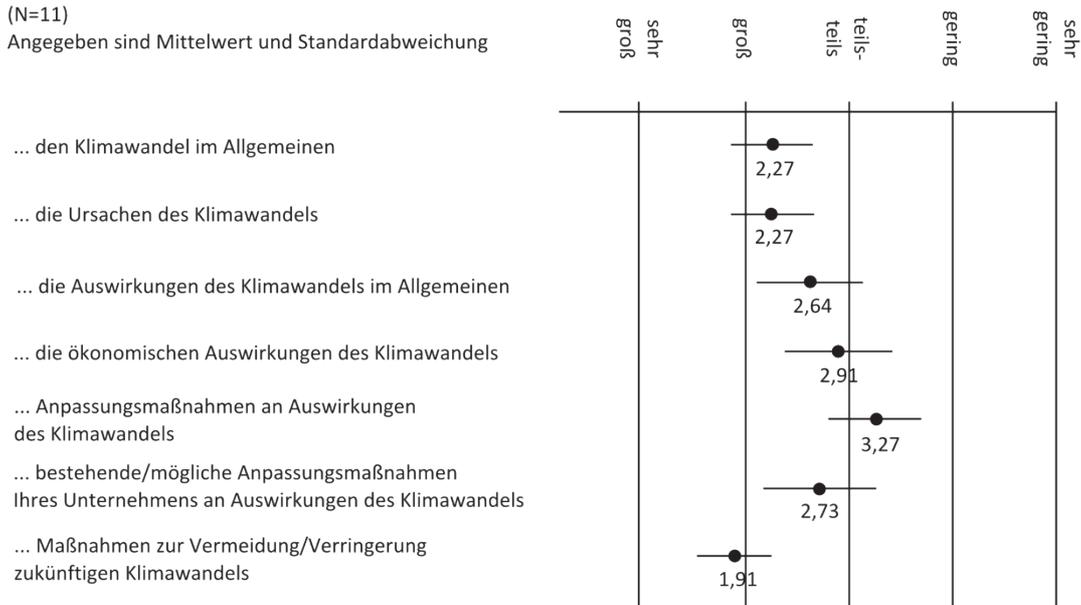
Ihr **Wissen** zur Klimawandelthematik schätzen die Befragten als groß ein, wobei eine deutliche Differenz zwischen den Einschätzungen bzgl. ökonomischer Auswirkungen und geeigneter Anpassungsmaßnahmen besteht (vgl. Abbildung 14).

Abbildung 14: Wissen zur Klimawandelthematik

Wie schätzen Sie Ihr Wissen ein über ...

(N=11)

Angegeben sind Mittelwert und Standardabweichung



Unter den Befragten gab es niemanden, der den anthropogenen Einfluss auf das Klima heruntergespielt oder sogar geleugnet hat. Es bestanden wesentliche Unterschiede in der Detailtiefe und Genauigkeit des Wissens, insgesamt wurde aber der Kenntnisstand zu Klimawandelwirkungen von den Befragten entsprechend der aktuellen Forschungslage wiedergegeben.

Auch hinsichtlich des Wissens zeigt sich, dass sich die Unternehmen in der Energiebranche besonders mit den Themen der Vermeidung des Klimawandels und weniger mit der Anpassung an Klimawandelwirkungen beschäftigen. Hierzu gehört auch, dass the-

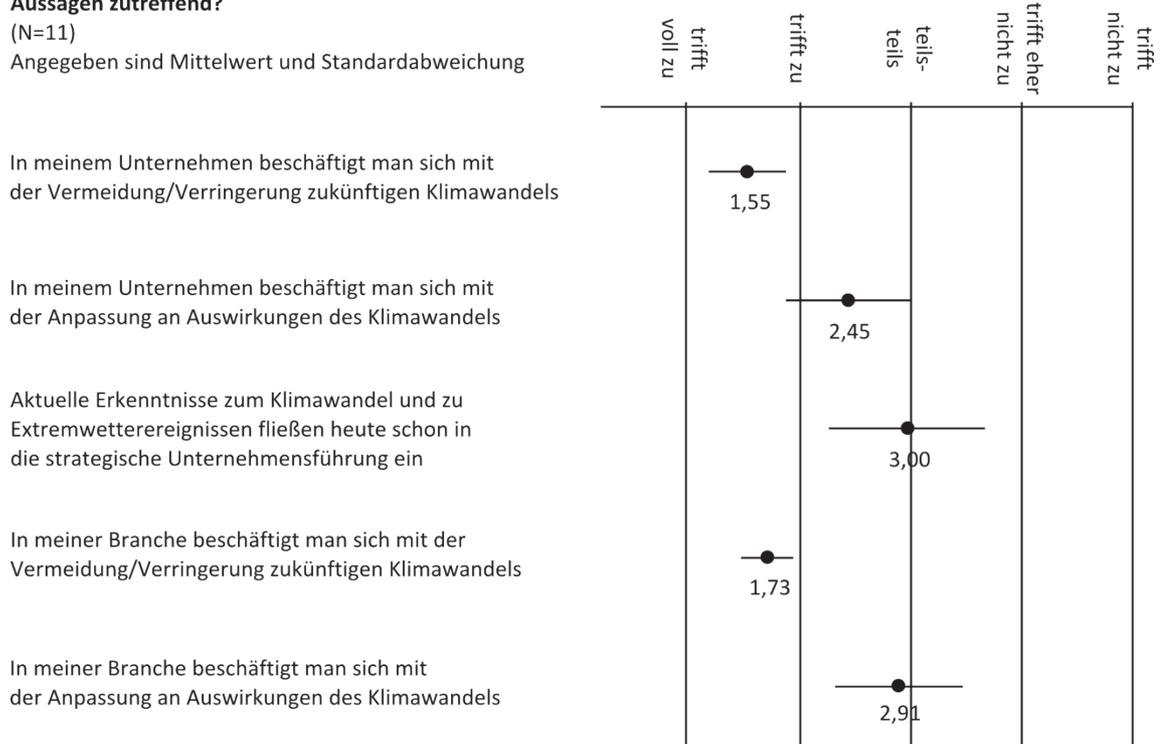
mensspezifische Erkenntnisse heute bereits in der Unternehmensführung berücksichtigt werden (vgl. Abbildung 15).

Abbildung 15: Handlungsorientierung bzgl. des Klimawandels

Inwieweit sind Ihrer Meinung nach folgende Aussagen zutreffend?

(N=11)

Angegeben sind Mittelwert und Standardabweichung



Die inhaltliche Analyse der Gespräche zeigt ebenfalls, dass dem Thema Anpassung nur eine geringe Relevanz zugeordnet wird (vgl. I1: 156f.; I2: 403ff.). Im Vergleich zu anderen Themen in der Unternehmensumwelt ist die Anpassung an Klimawandelwirkungen mit einem relativ großen Zeithorizont für den Großteil der unternehmerischen Entscheidungen nicht relevant, während Vermeidungsmaßnahmen aufgrund der Einpreisung von CO₂-Emissionen das unternehmerische Handeln bereits heute maßgeblich beeinflussen (vgl. I2: 353ff.; I3: 336ff.). Es ist auch für die Zukunft eine noch stärkere regulatorische Betroffenheit vor allem durch die nationale und europäische Energie- und Klimapolitik und staatliche Maßnahmen zu erwarten, die größer als die Betroffenheit durch die natürlich-physikalische Dimension des Klimawandels sein dürfte (HEYMANN 2008: 67). Hierbei ist jedoch anzumerken, dass von den regulatorischen Einschränkungen vor allem die traditionelle Energiewirtschaft stark belastet ist. Im Unterschied hierzu profitiert der Bereich der erneuerbaren Energien zunehmend von den staatlichen Unterstützungen. So sieht bspw. das EU-Energie- und Klimapakett bis zum Jahr 2020 eine Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien am deutschen Bruttoendenergieverbrauch von derzeit 10,3 auf 18 Prozent vor (BMU 2010: 9; EU 2009: 46). In einigen Gesprächen zeigte sich auch, dass Vermeidungs- und Anpassungsmaßnahmen oftmals gleichgesetzt werden, da letztlich die Unternehmen Vermei-

dungsmaßnahmen aufgrund des Impulses aus der politischen Umwelt umsetzen müssen und sich somit an sich verändernde Rahmenbedingungen anpassen (I1: 157ff.; I2: 63ff.; I5: 59ff.).

Alle Unternehmen nehmen ein Risiko durch Klimawandelwirkungen wahr (I1: 339f.; I2: 75ff.; I3: 54ff.; I4: 63f.; I5: 68ff). Dabei ist die Wahrnehmung in denjenigen Unternehmen am höchsten, die auch einen entsprechenden **Zugang zu Informationen** haben und diese entsprechend verarbeiten (I3: 179f.). Die Wahrnehmung des Risikos ist letztendlich eine notwendige Voraussetzung für die Einschätzung der Verwundbarkeit durch Klimawandelwirkungen. In diesem Zusammenhang nannte ein Unternehmer als entscheidendes Element der Vorsorge im Bezug auf Klimawandelwirkungen die Wahrnehmung des Klimawandels:

„Ich glaube, die Erkenntnis des Unternehmens, dass wir Klimawandel haben und dass es eine Frage ist, die bei allen Investitionsentscheidungen berücksichtigt werden muss, diese Erkenntnis ist maßgebend.“ (I3: 173ff.)

Ein direkter Zusammenhang besteht laut Expertenbefragung auch zwischen der **Größe** bzw. dem Tätigkeitsfeld des Unternehmens und der Relevanz (I1: 78ff.; I2: 410f.). Demnach ist die Relevanz von Anpassungsmaßnahmen in kleineren, regionalen Energieversorgungsunternehmen geringer. Dieses Argument wird auch dadurch ergänzt, dass andere Sektoren maßgeblicher durch Klimawandelwirkungen beeinträchtigt sind (I1: 80f.; I5: 247f.). Da diese Erkenntnis sich allerdings nicht auf einen bestimmten Raum bezieht, der geringer exponiert ist gegenüber Klimawandelwirkungen, handelt es sich eher um eine Form der Abwiegung. Die Antwort kann eher dahingehend gedeutet werden, dass besonders in kleineren Unternehmen die Anpassungskapazität geringer ist (I2: 413 ff.).

5.2.2 Prognostizierter Klimawandel aus Sicht der Energiewirtschaft

Hinsichtlich der **Klimawandelwirkungen** wird die Zunahme von Extremwetterereignissen sowohl für die vergangenen zehn Jahre als auch für die kommenden zehn Jahre angenommen (vgl. Abbildung 16 und Abbildung 17). Davon abweichend wird das Auftreten von Extremkälte als abnehmend und für die Zukunft unwahrscheinlich bewertet. Besonders hoch wird die Wahrscheinlichkeit zukünftiger Sturm- und Hagelereignisse eingeschätzt.

Abbildung 16: Klimawandelwirkungen in den vergangenen 10 Jahren

Wie hat sich aus der Sicht Ihres Unternehmens die Häufigkeit von Extremwetterereignissen während der letzten 10 Jahre verändert?

(N=9)

Angegeben sind Mittelwert und Standardabweichung

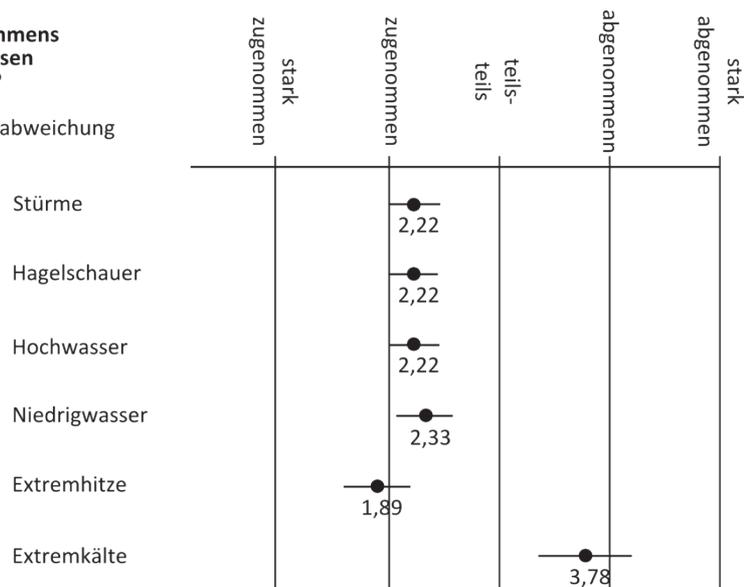
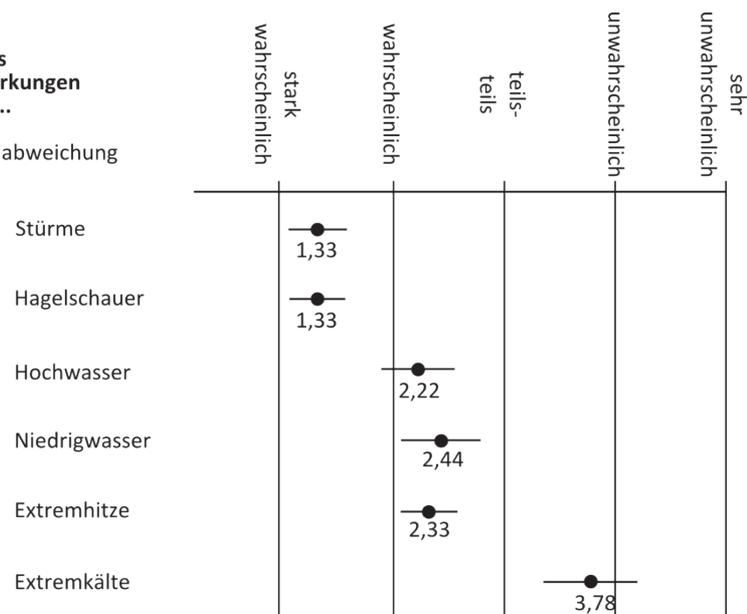


Abbildung 17: Klimawandelwirkungen in den kommenden 10 Jahren

Aus der Sicht Ihres Unternehmens ist das Auftreten der folgenden Klimawandelwirkungen in den nächsten 10 Jahren am Standort ...

(N=9)

Angegeben sind Mittelwert und Standardabweichung

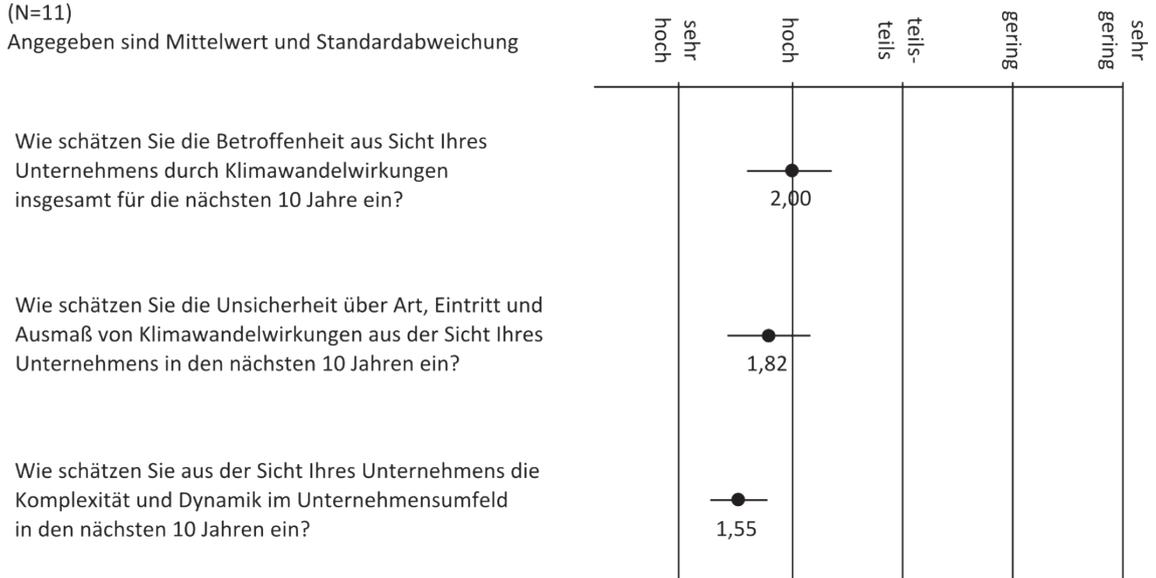


Die **Betroffenheit** des eigenen Unternehmens durch Klimawandelwirkungen wird als hoch eingeschätzt (vgl. Abbildung 18). Insgesamt lässt sich eine große Unsicherheit in der Einschätzung zukünftiger Rahmenbedingungen aus den Gesprächen schließen, welche sich auch in der Pauschalbeurteilung der Experten widerspiegelt. Hierbei wird die **Unsicherheit** zu Art, Eintritt und Ausmaß solcher Wirkungen für die nächsten zehn Jahre und die resultierende **Komplexität** und **Dynamik** im Unternehmensumfeld als tendenziell hoch beurteilt.

Abbildung 18: Betroffenheit und Unsicherheit bzgl. Klimawandelwirkungen

(N=11)

Angegeben sind Mittelwert und Standardabweichung



In den Gesprächen gaben alle Experten einzelne oder mehrere Stufen der Energiebereitstellung an, die durch Auswirkungen des Klimawandels betroffen sind. Im Bereich der **Roh- und Brennstoffversorgung** sahen die Experten keine direkte Betroffenheit (I1: 156f.; I2: 61ff.; I4: 62f.). Lediglich die Anpassung von Pumpleistungen aufgrund von erhöhten Niederschlägen wurden von einem Gesprächspartner genannt (I5: 71f.). Indirekte Einflüsse wie erhöhte Preise bei der Rohstoffbeschaffung wurden nicht genannt. In diesem Zusammenhang wurde grundsätzlich angemerkt, dass die alternative Energieerzeugung und Energieeffizienz weiter an Bedeutung zunehmen und auch die Einflussnahme der Politik wie bspw. die Einpreisung von CO₂-Emissionen die ökonomischen Rahmenbedingungen in der Energieindustrie stärker beeinflussen werden (I1: 157f.; I2: 66f.; I3: 67f.; I5: 60ff.).

Bei **Logistik und Transport** von Energierohstoffen wurde im Gegensatz zur Literaturauswertung dem Auftreten von Niedrigwasser nur eine geringe Bedeutung beigemessen. Entweder werden Brennstoffe ohnehin über den Schienenweg transportiert (I2: 206f.) oder aber es gibt die Möglichkeit zur Lagerung in der Umgebung der Kraftwerke (I3: 124f.). Dabei gab ein Gesprächspartner an, dass die Nutzung von Schienenwegen die Bereitstellung von Energie verteuert (I5: 84f.). Insgesamt ist die Verwundbarkeit der Transportwege zur Zeit besonders im Winter hoch, da die Kanäle und auch die Schienenwege durch Eis behindert werden (I3: 121ff.; I5: 82f.).

Von allen Experten wurde die Exposition gegenüber Klimawandelwirkungen im Bereich der **Energieerzeugung** am höchsten eingestuft. Besonders im **Bereich der thermischen Kraftwerke** ist es infolge der hohen Flusstemperaturen oder Niedrigwasser bereits in der Vergangenheit nicht immer möglich gewesen die Leistung einzelner Kraftwerksstandorte zu halten (I2: 134ff.; I4: 125f.). Entweder wurden Ausnahme genehmigungen erteilt (I5: 80f.), die das Einleiten über das zulässige Temperaturmaxi-

zum hinaus erlaubten, oder die Kühlung erfolgte über die Luft, was zu einer Einschränkung der Effizienz und damit zu einer Erhöhung der Bereitstellungskosten geführt hat (I2: 131ff.). Zukünftig wird die Zunahme solcher Ereignisse erwartet (I2: 119f.; I3: 77f.). Dieses Ergebnis geht auch aus einer Befragung des Zentrums für europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) aus dem Jahr 2009 unter 200 Energiemarktexperten hervor. Rund 74 Prozent der Befragten erwarten zukünftig einen häufigeren Ausfall von Kernkraftwerken, für Kohlekraft sind dies noch 60 Prozent und für Laufwasserkraftwerke 58 Prozent (ZEW 2009: 1). Ein Unternehmer gab an, dass bereits konkrete Anpassungsmaßnahmen bestehen, in Form von Speicherbecken und Sumpfungswässern, die auch im Sommer Kühlwasser mit einer konstanten Temperatur bereit stellen (I3: 80ff.). Im Bereich der erneuerbaren Energien wurde die Verwundbarkeit der Windenergie, der Biomassenutzung und der Wasserkraft thematisiert. Hinsichtlich der Entwicklung von **Windverhältnissen** bestehen große Unsicherheiten, es werden aber eher abnehmende Windverhältnisse erwartet (I1: 347ff.; I2: 295ff.). Bei der Nutzung von **Biomasse** steht im Vordergrund, welche energetisch nutzbaren Pflanzen auch zukünftig in der Region verfügbar und entsprechenden klimatischen Veränderungen gegenüber belastbar sind (I1: 235; I3: 109ff.). Bei der Ausfallwahrscheinlichkeit von **Wasserkraftanlagen** werden keine Einschnitte erwartet, da die betreffenden Flüsse in der Region durch entsprechende Talsperren und ein übergreifendes Wassermanagement auch über längere Trockenperioden mit Wasser versorgt werden können (I1: 346f.; I3: 91ff.).

Übergreifend wurde auch die Gefährdung der Standortsicherheit der Anlagen und der angeschlossenen **Energieverteilung** durch Extremwetter und Hochwasser genannt (I2: 117ff.; I4: 169ff.; I5: 109ff.). Zudem stellen erneuerbare Energien wie Photovoltaik und Windenergie neue Anforderungen an die Netze hinsichtlich der schwankenden Last und auch der Maximalauslegung. Diese Einflüsse werden sich möglicherweise durch den Klimawandel verstärken, es besteht aber noch große Unsicherheit gegenüber den Forschungsergebnissen in diesem Bereich (vgl. I3: 100ff.).

Ein großer Einfluss wird auch der Veränderung der **Energienachfrage** zugeschrieben. Gegenwärtig stellen die Energieversorgungsunternehmen einen Rückgang der Energienachfrage im Winter sowie eine Zunahme der Spitzenlast im Sommer fest (I1: 342ff.; I2: 75f.; I2: 82f.; I5: 114ff.). Dieser Trend wird auch zukünftig erwartet. Dabei spielen sowohl klimatische Veränderungen als auch die Abnahme der Bevölkerung sowie eine verbesserte Isolierung durch Sanierungsmaßnahmen und Neubauten eine Rolle (I1: 298ff.; I2: 119f.; I3: 166ff.; I5: 115f.).

Vor dem Hintergrund eines abnehmenden Energiebedarfs wird argumentiert, dass Energieversorgungsunternehmen in neuen Geschäftsfeldern aktiv werden müssen. Dazu zählen vor allem der Ausbau von erneuerbaren Energien und Energiedienstleistungen (I1: 305f.; I5: 180ff.). Möglicherweise ergeben sich **Chancen** durch den Klimawandel, da zur Zeit im Bereich Kühlung ein neues Geschäftsfeld entsteht (I2: 150f.; I4: 70ff.).

Sowohl die Aussagen zur Verwundbarkeit als auch zu den Chancen der verschiedenen Unternehmensfelder sind nach Aussage der Experten durch zum Teil große **Unsicherheiten** hinsichtlich der Eintrittswahrscheinlichkeit und des Ausmaßes verschiedener Klimawandelwirkungen belastet (I1: 437; I2: 111ff.; I3: 318ff.; I5: 137ff.). Zusammengefasst bedeutet dies, dass die vorliegenden Informationen nach Angabe der Experten für eine ausreichende Berücksichtigung von Klimawandelwirkungen in der Unternehmensführung nicht ausreichen (I1: 345ff.; I2: 233ff.; I5: 264ff.). Insgesamt ist es ein „extrem komplexes, abstraktes Thema“ (I2: 403), das auch unter einem großen Zeithorizont zu betrachten ist. Nicht in allen Unternehmen ist es möglich die notwendigen Ressourcen aufzubringen um sich mit der Bandbreite an Forschungen zu Klimawandelwirkungen auseinanderzusetzen, daher ist die Unsicherheit dort höher (I2: 409ff.; I4: 279f.).

5.2.3 Kapazitäten der Anpassung an den Klimawandel

Hinsichtlich der Fähigkeiten und Ressourcen in den befragten Unternehmen mit Klimawandelwirkungen umzugehen und geeignete Anpassungsmaßnahmen zu ergreifen sind verschiedene Strategien erkennbar. In den meisten Unternehmen werden klimawandelrelevante **Informationen** erfasst. Dazu gehören in erster Linie Wetterdaten zu Temperatur, Niederschlag und Windgeschwindigkeiten (I2: 280ff.; I3: 225ff.; I4: 311f.), aber auch die Auseinandersetzung mit relevanten Studien und Prognosen zu Auswirkungen des Klimawandels in der Region (I1: 421ff.; I3: 237ff.; I4: 312f.; I5: 242f.). Lediglich ein Unternehmen betrachtet den Nutzen solcher Studien als gering aufgrund der damit verbundenen hohen Unsicherheiten (I2: 330) und der geringen Relevanz von Temperaturveränderungen im unternehmerischen Tätigkeitsfeld (I2: 335ff.). Die Unternehmen sind zumeist intensiv in **Netzwerke** eingebunden, über die vor allem Ergebnisse aus Fachverbänden oder von Forschungseinrichtungen bezogen werden, sofern diese für das eigene unternehmerische Handeln von Interesse sind (I1: 347ff.; I3: 179ff.; I3: 189ff.; I4: 275; I5: 220ff.). Im Bezug auf die Ausstattung mit finanziellen, personellen und technologischen **Ressourcen** gaben vor allem die kleinen und mittleren Unternehmen an, dass sie im Vergleich zu großen, überregionalen Energieversorgungsunternehmen nur geringe Ressourcen im Bereich Anpassung aufbringen können (I1: 374ff.; I2: 410ff.; I4: 106ff.; I5: 226f.). Dies deckt sich auch mit den Angaben des größten der befragten Unternehmen, das sowohl einen ausführlichen Zugang zu Netzwerken (I3: 179f.), Informationen (I3: 235ff.) und Technologien besitzt (I3: 81ff.) und zudem auch über eine Reihe von Bewältigungsstrategien verfügt. Darin zeigt sich die wechselseitige Beeinflussung der einzelnen Merkmale der Anpassungskapazität. Dennoch besitzen auch kleine Unternehmen über Netzwerkbeziehungen zumindest einen entsprechenden Zugang zu Informationen (I4: 109f.; I5: 223) und können dadurch allgemein auch ihre Fähigkeiten im Umgang mit Klimawandelwirkungen erhöhen.

In der Mehrheit der Unternehmen der befragten Experten wird das **Risikomanagement** explizit angewendet (I3: 280ff.; I4: 341; I5: 286ff.). Ein spezielles Risikomanagement für den Klimawandel existiert nicht, jedoch werden standortbezogen Klimawandelrisiken bei Entscheidungen betrachtet. Dazu werden Szenarien aufgestellt, die neben verschiedenen anderen Einflussfaktoren auch die Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigen (I3: 273; I4: 359ff.; I5: 199ff.). Besonders ein Experte verwies auf die Bedeutung der **Risikowahrnehmung** (I3: 173ff.). Hinsichtlich des Umgangs mit Unsicherheiten werden in diesem Zusammenhang zwei Strategien genannt. Die Mehrheit der Befragten gab dazu an, dass die Anforderungen an die **Unternehmensflexibilität** durch den Klimawandel zunehmen (vgl. I3: 62ff.). Daher nutzen die Befragten bspw. verschiedene Anlagenhersteller im Bereich der Windkraft (I2: 315ff; I3: 154ff.; I5: 168ff.) oder diversifizieren ihren Kraftwerksmix (I4: 157ff.) um das Risiko evtl. Schäden durch Extremwetterereignisse zu streuen. Ein Experte gab an, dass sowohl in der frühzeitigen Erkennung des Trends als auch in der Nutzung flexibler Maßnahmen, die ggf. auch nachgesteuert werden können um auf tatsächliche Veränderungen zu reagieren, eine Chance liegt sich auch im Vergleich zum Wettbewerb besser zu stellen (I5: 181f.; I5: 189ff.). Dies ist ein eindeutiger Bezug zu reaktiver Anpassung. Ein Experte gab zudem an, dass neben der Flexibilisierung das Risiko i.d.R. abgewälzt wird auf zuständige Versicherungsunternehmen (I5: 270). Die Unsicherheit bzgl. des Klimawandels wird in dieser Hinsicht durch höhere Versicherungskosten für den Unternehmer spürbar (I5: 278ff.).

Befragt nach den **Defiziten** in der Vorsorge und Anpassung gegenüber Klimawandelwirkungen, werden vor allem Defizite in den Erkenntnissen und Fähigkeiten genannt, die benötigt werden, um mit dem Thema umgehen zu können. Dabei wird auf die bereits ausführlich dargelegte Unsicherheit der Prognosen verwiesen und auf das Fehlen eines geeigneten Ansatzes diese im unternehmerischen Handeln adäquat zu berücksichtigen (I1: 459ff.). Einige der angesprochenen Unternehmer verweisen auch auf fehlende Impulse aus der Politik. Demnach sind die veröffentlichten Informationen zu den Auswirkungen des Klimawandels sowie der Betroffenheit der Energiewirtschaft zu ungenau und es fehlen die entsprechenden Rahmenbedingungen um in dieser Hinsicht aktiv zu werden (I1: 400ff.; I4: 301ff.; I5: 242f.). Aus dem Vergleich der verschiedenen Anpassungskapazitäten (besonders der Unternehmen U2 und U3) geht hervor, dass dem Wissen und der Wahrnehmung im Bezug auf Klimawandelwirkungen eine Schlüsselrolle zukommt. Im Unternehmen U2 bestehen keine oder kaum Austauschbeziehungen mit entsprechenden Forschungseinrichtungen (I2: 258) und die Wahrnehmung des Schadenspotenzials derzeitiger oder künftiger Klimawandelwirkungen ist gering (I2: 273ff.). Demgegenüber werden im Unternehmen U3 vielfältige Kontakte zu entsprechenden Netzwerken und Forschungseinrichtungen gepflegt (I3: 189ff.), Verwundbarkeiten in verschiedenen Prozessstufen wahrgenommen (I3: 109ff.; I3: 77) und entsprechende

Anpassungsmaßnahmen vorgenommen (I3: 81ff.). Hier wird noch einmal deutlich, dass die Voraussetzung zu einer Maximierung der Anpassungskapazität ein guter Kenntnisstand über die relevanten Zusammenhänge des Klimawandels ist (vgl. HASENMÜLLER 2009: 161f.).

6 Zusammenfassung und Fazit

Ausgehend von den in den vorangegangenen Kapiteln zusammengetragenen Erkenntnissen werden im Folgenden zunächst die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst und bewertet. Im Anschluss daran werden die Ergebnisse kritisch betrachtet und der mögliche weitere Forschungsbedarf angegeben.

6.1 Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse

Die globale Erwärmung und die damit verbundenen Wirkungen stellen regionale Unternehmen vor neue Herausforderungen. In **Kapitel 1** wurde als Ausgangspunkt dieser Arbeit auf Klimawandelwirkungen und ihre bisherige Berücksichtigung in der unternehmerischen Umwelt der Energiewirtschaft eingegangen. Hierzu konnte festgestellt werden, dass neben der **Vermeidung** zukünftiger globaler Erwärmung auch eine **Anpassung** an bestehende und zukünftige Klimawandelwirkungen immer wichtiger wird. Die bisherige Fokussierung einer „Inside-Out-Perspektiv“ im Rahmen der nachhaltigen Entwicklung muss in diesem Zusammenhang um eine „Outside-In-Perspektive“ ergänzt werden, welche die Anpassung an bestehende, irreversible Umweltveränderungen einschließt.

Für die weitere Untersuchung wurden **grundlegende Begriffe** erläutert. Dazu gehören Begriffsauffassungen von Klimawandel, Klimawandelwirkungen, Vermeidung, Anpassung und Verwundbarkeit. Hinsichtlich der beschriebenen Problematik im Umgang mit Klimawandelwirkungen wurden vier grundlegende **Zielstellungen** formuliert. Aufgrund der Komplexität der Klimawandelwirkungen sollte zunächst eine Übersicht zum Forschungsstand erarbeitet werden. Darüber hinaus sollte ein geeigneter Ansatz entwickelt werden, mit dem die Klimawandelwirkungen strukturiert auf den Kontext der Energiewirtschaft übertragen werden können. Ein weiteres Ziel war die Gegenüberstellung von potenziellen Klimafolgen und der Anpassungskapazität anhand einer Literaturlauswertung. Auf Basis dieser Auswertung sollten in einer explorativen Untersuchung mit Hilfe von Experteninterviews die Relevanz der Thematik, mögliche Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen sowie bestehende Defizite erfasst werden.

In **Kapitel 2** erfolgte ein Überblick über die theoretischen **Grundlagen zum Klimawandel** und die daraus abgeleiteten Prognosen zur Veränderung des ökologischen Systems in der Zukunft. Hierzu wurde zunächst auf die Grundlagen der klimatologischen Forschung eingegangen, die wichtigsten Begriffe und die natürlichen sowie anthropogenen Ursachen des Klimawandels ausführlich dargestellt. Gemäß dem derzeitigen Kenntnisstand wurde die zu beobachtende globale Erwärmung primär auf **anthropo-**

gene Ursachen zurückgeführt. Demnach haben die seit Beginn der Industrialisierung durch den Menschen freigesetzten Treibhausgase, vor allem das Kohlenstoffdioxid (CO₂), zu einer Veränderung der atmosphärischen Zusammensetzung und dem Einsetzen von vielschichtigen Veränderungen beigetragen. Weiterhin wurde nach einer Einführung in die Klimawandelwirkungsforschung und der Beschreibung von Szenarien zur Generierung von Zukunftsvisionen auf die **prognostizierten Veränderungen** des Klimas eingegangen. Diese zeigen eine deutliche Veränderung des ökologischen Systems, etwa hinsichtlich des Anstiegs der durchschnittlichen globalen Temperatur und des Meeresspiegels, der Veränderungen bei Niederschlägen und Windaktivitäten und der Zunahme an Extremwetterphänomenen. Die Ergebnisse wurden ausgehend von der globalen Projektion für Europa, Deutschland und NRW konkretisiert. Diese zeigten, dass in NRW die Temperaturen bis zur Mitte des Jahrhunderts um etwa 1,9°C ansteigen werden, die Niederschläge im Sommer um bis zu 20 Prozent zurückgehen werden während im Winter ein Anstieg von 10-20 Prozent erwartet wird, und es eine Zunahme von Wetterextremen sowie eine Abnahme der Frost- und Eistage geben wird.

Die methodische Auseinandersetzung mit Klimawandelwirkungen in verschiedenen sozioökonomischen Systemen wurde in **Kapitel 3** diskutiert. Dazu wurde zunächst das Konzept der **Energiegeographie** erarbeitet, indem vor allem eine umfassende Betrachtung aller Wirkungszusammenhänge zwischen Energie und Raum unabhängig von sektoraler Zugehörigkeit vorgenommen wurde. Die ausführliche Beschreibung von Energiesystemen und der dazugehörigen Strukturen und Variablen spiegelt die Vielfältigkeit dieser Wirkungszusammenhänge wider. Zur Vereinfachung dieses komplexen Ansatzes wurde auf die Betrachtungen der Energiegeographie eingegangen, in der die Wechselwirkungen zwischen Energie und Raum anhand der **Prozesskette der Energieversorgung** aufgeschlüsselt und unter dem Einfluss der räumlichen sowie sozioökonomischen Rahmenbedingungen betrachtet werden. Dabei ist deutlich geworden, dass eine Ergänzung der Prozesskette um die Nachfrageseite in dieser Betrachtung sinnvoll ist. Im Anschluss wurde der Raumbezug von regenerativen Energien („energy from space“) dem Raumbezug fossiler Energien („energy for space“) gegenübergestellt. Um den Bezug zu den an der Prozesskette entlang organisierten Unternehmen herzustellen, wurden Betrachtungen der **Systemtheorie** ergänzt. Demnach wurden Unternehmen als soziale und offene Systeme innerhalb des ökologischen und sozioökonomischen Systems aufgefasst. Ausgehend von dieser Beschreibung ergaben sich für den Zusammenhang mit Klimawandelwirkungen komplexe intra- und intersystemische Beziehungen, die ausgehend vom ökologischen System über das sozioökonomische System unter Bezug auf die ökonomische, soziokulturelle, politisch-rechtliche und technologische Umwelt bis hin zur direkten Aufgabenumwelt und den mit dem Unternehmen über direkte Kommunikationsbeziehungen verbundenen Stakeholdergruppen wirken.

Um die bereits bestehenden Ansätze im Umgang mit Klimawandelwirkungen aus Unternehmenssicht zu berücksichtigen, wurde das **Risikomanagement** näher vorgestellt. Vor dem Hintergrund einer Welt mit eingeschränkten Informationen konnte dargelegt werden, dass Unternehmen Entscheidungen unter Unsicherheit treffen müssen; dies gilt auch im Zusammenhang mit Klimawandelwirkungen. Der Ansatz des Risikomanagements wurde erläutert als ein Prozess aus drei Stufen: der Risikowahrnehmung, der Risikobewältigung und der Risikokontrolle. Die abschließende Bewertung zeigte, dass das Risikomanagement im Umgang mit Klimawandelrisiken nur eingeschränkt geeignet ist, da Unsicherheiten bestehen, vergleichsweise lange Zeithorizonte bewertet werden müssen, die Ressourcen in kleineren und mittleren Unternehmen oftmals zur Erreichung kurzfristiger Ziele gebunden sind und das Bewusstsein über die Betroffenheit aufgrund von beschränkten Informationen gering ist.

Daran anschließend wurde das Konzept der **Verwundbarkeit** erläutert. Dazu gehörte die Darstellung der einzelnen Elemente der Verwundbarkeitsanalyse: die Betroffenheit, Sensitivität und Anpassungsfähigkeit eines Systems gegenüber der Veränderung von Rahmenbedingungen. Demnach konnte die Betroffenheit durch die Dauer, Intensität und Häufigkeit verschiedener Klimawandelwirkungen eingeordnet werden, wogegen die Sensitivität als die Absorptionsfähigkeit und Art und Weise der Veränderung eines Systems beschrieben wurde. Unter der **Anpassungsfähigkeit** wurden die Fähigkeiten, Ressourcen und Voraussetzungen eines Systems zusammengefasst, die es in die Lage versetzen, sich an Veränderungen anzupassen. Für den unternehmerischen Kontext konnten einige der zentralen Fähigkeiten und Ressourcen konkretisiert werden. Dazu gehörten entsprechende Managementfähigkeiten zur Ausgestaltung von Anpassungsmaßnahmen, der Zugang zu finanziellen, technologischen und informationellen Ressourcen, eine entsprechende Infrastruktur und institutionelle Umgebung sowie der Zugang zu Netzwerken. Dazu konnte angemerkt werden, dass sowohl zwischen den einzelnen Merkmalen der Anpassungsfähigkeit als auch zu der Anpassungsfähigkeit übergeordneter Systeme Wechselbeziehungen bestehen. Wie auch schon beim Risikomanagement wurde auch im Zusammenhang mit der Anpassungsfähigkeit darauf hingewiesen, dass vor allem das Bewusstsein für die Betroffenheit und der Wille zur Anpassung entscheidende Voraussetzungen für die Ausgestaltung entsprechender Maßnahmen sind.

Kapitel 4 gab einen strukturierten Überblick der Verwundbarkeit einzelner Stufen der Energieprozesskette in NRW anhand einer Literaturlauswertung. Zunächst erfolgte eine Übersicht der **Energiewirtschaft in NRW** im Allgemeinen. Dabei wurde herausgestellt, dass der größte Anteil der Primärenergiegewinnung in NRW auf der Verbrennung von Stein- und Braunkohle basiert. Zudem wurde auf die Bedeutung der erneuerbaren Energien für die Region hingewiesen, die trotz des vergleichbar geringen Anteils an der Primärenergiegewinnung einen erheblichen Anteil an der Beschäftigung in der Energiewirtschaft ausmacht.

Für den Bereich der **Roh- und Brennstoffversorgung** konnte dargelegt werden, dass insbesondere die Bereitstellung fossiler Brennstoffe durch den Klimawandel beeinflusst wird, was sich in zukünftig höheren Rohstoffpreisen in der Region niederschlagen könnte. Aufgrund der derzeit hohen Bedeutung von Importen in NRW, die auch in Zukunft zunehmen wird, konnte die Verwundbarkeit dieses Bereiches herausgearbeitet werden. Außerdem wurde festgestellt, dass auch die heimische Kohleförderung infolge der Zunahme von Starkregenereignissen mit neuen Anforderungen der Wasserhaltung konfrontiert werden könnte. Hinsichtlich der Erzeugung von Biomasse konnte kein eindeutiges Ergebnis vorgelegt werden, es wird jedoch ein positiver Trend erwartet.

Im Bereich **Logistik und Transport** wurde dargestellt, dass Schienen- und besonders Schifffahrtswege durch zunehmende Extremwetterereignisse beeinträchtigt werden können. Auch hier ergab sich für den Bereich der Kohlebereitstellung eine erhöhte Verwundbarkeit, vor allem in den Sommermonaten, in denen durch langanhaltende Hitze der Transport per Schiff nur eingeschränkt oder gar nicht verfügbar ist. Dagegen konnte hinsichtlich der Abnahme der Frost- und Eistage eher eine Entlastung der Transportbeschränkungen herausgestellt werden. Als mögliche Maßnahmen zur Anpassung wurden die Bildung von Speichermöglichkeiten zur Versorgung mit Brennstoffen sowie der Ausbau alternativer Zulieferwege genannt.

Die größte Verwundbarkeit konnte im Bereich der **Energieerzeugung** festgestellt werden. Dies wurde vor allem an der Bereitstellung von Energie durch thermische Kraftwerke mit Durchlauf- und Nasskühlung aufgezeigt, die bei langanhaltenden hohen Temperaturen auf alternative, ineffiziente Kühlmethoden zurückgreifen oder den Betrieb teilweise oder ganz einstellen müssen. Im Vergleich der in NRW installierten Kraftwerksleistung zeigte sich, dass die größte Akkumulation in den Einzugsgebieten der Flüsse Erft, Lippe und Rhein liegt, welche zu den Cyprinidengewässern gehören und damit bestimmten Temperaturbeschränkungen unterliegen. Außerdem wurde dargelegt, dass bereits signifikante Temperaturerhöhungen der Gewässer in den vergangenen Dekaden beobachtet werden konnten und diese auf den Klimawandel zurückgeführt werden können. Auch für das Auftreten von Niedrigwassersituationen konnten Probleme für den Betrieb von Kraftwerken identifiziert werden. Insgesamt wurde herausgearbeitet, dass aufgrund der hohen Bedeutung der Stromerzeugung aus thermischen Kraftwerken und der zukünftig erwarteten klimatischen Verhältnisse das Ausfallrisiko derartiger Anlagen erhöht wird und damit insgesamt die Versorgungssicherheit gefährdet ist. Um diesen potenziellen Auswirkungen entgegenzutreten wurden einige Anpassungsmaßnahmen wie eine ausführliche Gefahrenanalyse für einzelne Standorte und ggf. alternative Kühlmethoden sowie die Nutzung von Speicherbecken zur Bereitstellung von Kühlwasser angeführt. Im Bereich der erneuerbaren Energien konnte dargelegt werden, dass die derzeit verwendeten Technologien der Photovoltaik bei hohen Temperaturen nur mit eingeschränkter Effizienz arbeiten, aber gleichzeitig durch ein

erhöhtes Strahlungsangebot die Produktivität zunehmen könnte. Für die Stromproduktion durch Windkraftanlagen wurde auf die Einschränkung der Nutzung bei Starkwinden hingewiesen und die veränderte Produktivität bei sich wandelnden Windverhältnissen, die derzeit nicht eindeutig prognostiziert werden können. Für alle Anlagen der Leistungserzeugung wurde die Gefährdung durch Extremwittersituationen herausgestellt.

Auch im Bereich der **Energieverteilung und Netze** wurde eine erhöhte Gefährdung durch Extremwetterereignisse beschrieben, bspw. durch Stürme oder Hochwasser. Außerdem wurde erläutert, dass besonders bei Freileitungen, die den überwiegenden Teil des Höchst- und Hochspannungsnetzes ausmachen, bei hohen Temperaturen der Widerstand ansteigt und damit die Leistungsfähigkeit beeinträchtigt ist. Aufgrund der Langlebigkeit einer installierten Netzinfrastruktur wurde auf die Notwendigkeit von frühzeitigen Anpassungsmaßnahmen hingewiesen, wie den Ausbau des Erdkabelnetzes, die Verstärkung von Masten und den Ausbau von Speicherkapazitäten. Darüber hinaus wurden die zukünftig steigenden Kosten für Versicherungsschutz von Anlagen und Infrastruktur angeführt.

Schließlich wurden auch die wichtigsten Veränderungen bei der **Energienachfrage** beschrieben. Dazu gehörten der Rückgang der Nachfrage nach Wärme im Winter und die Zunahme der Stromnachfrage im Sommer infolge der Nutzung von Klimatisierungsgeräten. Dies wurde anhand der Entwicklung der Heiz- und Kühlgradtage in NRW beschrieben. Aus dieser Entwicklung wurde eine zunehmende Verwundbarkeit für die bereits als kritisch beschriebene Stromerzeugung in thermischen Kraftwerken abgeleitet, da bei langanhaltenden, hohen Temperaturen einer erhöhten Nachfrage Einschränkungen im Transport, der Erzeugung und der Verteilung von Strom gegenüber stehen. Allerdings wurde auch darauf aufmerksam gemacht, dass eine erhöhte Nachfrage im Sommer die rückgehende Nachfrage im Winter ausgleichen oder sogar überkompensieren könnte und daher eine Chance für die Erhaltung des zukünftigen Unternehmensumsatzes besteht. Als Anpassungsmaßnahmen wurden bautechnische Lösungen und Verhaltensänderungen bei den Nutzern vorgeschlagen, auf die Unternehmen der Energiewirtschaft allerdings nur indirekt Einfluss nehmen können.

Schließlich folgte in **Kapitel 5** die **empirische Exploration** der Thematik in der Energiewirtschaft in NRW. Dazu erfolgte zunächst eine allgemeine Beschreibung des Forschungsdesigns, wobei aufgrund der Komplexität und der Neuartigkeit des Themas ein qualitativ-exploratives Vorgehen gewählt wurde. Dazu wurden vier Fragestellungen formuliert, nach der Wahrnehmung und Relevanz der Thematik, nach der prognostischen Einschätzung der Klimawandelwirkungen und der Verwundbarkeit gegenüber diesen, nach geeigneten Anpassungsmaßnahmen und nach möglichen Defiziten. Die Untersuchung sollte vor dem Hintergrund der in der Arbeit diskutierten Ansätze stattfinden. Als Untersuchungsmethode wurde die Expertenbefragung in Form eines struktu-

rierten Interviews gewählt. Insgesamt fünf Experten wurden direkt befragt, weitere sechs Experten füllten einen standardisierten Bogen aus.

Bzgl. der **Relevanz** von Klimawandelwirkungen nahmen auch die befragten Experten Veränderungen in der Unternehmensumwelt wahr, besonders in der direkten Aufgabenumwelt, und maßen der Thematik insgesamt eine hohe Bedeutung zu. Dabei wurden Vermeidungsmaßnahmen stärker betont als Anpassungsmaßnahmen. Ihr Wissen schätzten die Befragten insgesamt hoch ein, wobei auch hier wieder Themen der Vermeidung gegenüber denen der Anpassung überwogen. Als Gründe für die geringere Relevanz von Anpassungsmaßnahmen gaben die Befragten den vergleichsweise hohen Zeithorizont der Maßnahmen an, während Vermeidungsmaßnahmen bereits in der Gegenwart durch die politisch-rechtlichen Einflüsse stark im Fokus der unternehmerischen Entscheidungen stehen und dies auch für die Zukunft erwartet wird. Die Wahrnehmung des Risikos durch Klimawandelwirkungen war bei den Befragten direkt abhängig vom Zugang zu Informationen, der wiederum von einzelnen Befragten bemängelt wurde.

Hinsichtlich der erwarteten **Klimawandelwirkungen** gaben alle Befragten eine hohe Betroffenheit in verschiedenen Stufen der Leistungserzeugung an, wobei auf ein hohes Maß an Unsicherheit verwiesen wurde. Im Bereich der Roh- und Brennstoffversorgung erwarteten die Befragten keine bzw. nur geringe Auswirkungen. Auch im Bereich Logistik und Transport wurden nur geringe Einschränkungen erwartet, da Schienentransport und Lagerflächen genutzt werden können. Für diesen Bereich wird sogar eine Entlastung im Winter erwartet. Besonders hoch wurde die Verwundbarkeit der Erzeugung in thermischen Kraftwerken eingestuft, da es bereits in der Vergangenheit zu Einschränkungen gekommen ist und dies auch für die Zukunft erwartet wird. Auch für erneuerbare Energien wurden Einschränkungen für die Nutzung von Wind- und Wasserkraft sowie Biomasse genannt. Im Bereich Energieverteilung und Netze erwarteten die befragten Experten eine zunehmende Gefährdung der Standortsicherheit durch Extremwetterereignisse und höhere Ansprüche aufgrund der schwankenden Last durch erneuerbare Energien. Im Bereich der Energienachfrage erwarteten die Experten eine Abnahme im Winter und eine Zunahme im Sommer. Insgesamt bewerteten die Befragten die Unsicherheit bzgl. der Prognosen zu Klimawandelwirkungen als sehr hoch, was eine Einbindung in die strategische Unternehmensführung erschwert. Dazu wurde auch angemerkt, dass der Zeithorizont derartiger Maßnahmen zu hoch ist und zum Teil nur knappe Ressourcen bestehen um die nötigen Informationen zu verarbeiten.

Im Bezug auf die **Anpassungskapazität** der befragten Unternehmen konnte eine Reihe von Merkmalen identifiziert werden. Dazu gehörten die Nutzung von Ressourcen in Form von Informationen, Finanzmitteln und Technologien, Managementfähigkeiten wie das Risikomanagement oder Diversifikation und der Zugang zu Netzwerken. Es zeigte sich besonders bei den größeren Unternehmen, dass die einzelnen Merkmale sich gegenseitig positiv beeinflussen, dies aber keine notwendige Bedingung darstellt. Hin-

sichtlich der **Defizite** nannten die Unternehmen vor allem mangelnde Erkenntnisse und Fähigkeiten um das Thema zu behandeln sowie die große Unsicherheit der Prognosen. Darüber hinaus wurde das Fehlen geeigneter Impulse und Informationen seitens der Politik bemängelt.

6.2 Schlussfolgerungen für die Praxis

Aus den dargestellten Ergebnissen ergeben sich Schlussfolgerungen, die für die Energiewirtschaft in NRW von Bedeutung sein können. Demnach ist die Stromerzeugung im Sommer am stärksten durch Klimawandelwirkungen betroffen, mit einem in NRW hohen Anteil der Verstromung von Kohle. Die Betroffenheit aggregiert sich über die gesamte Prozesskette der Energiebereitstellung, indem:

- die Roh- und Brennstoffversorgung aufgrund erschwerter Förderbedingungen zukünftig durch höhere Preise und Versorgungsengpässe gefährdet ist,
- der Transport der Brennstoffe durch Extremwetter und auf Binnenschiffahrtswegen durch langanhaltende Hitze im Sommer eingeschränkt wird und dadurch ebenfalls erhöhte Rohstoffpreise und Versorgungsengpässe entstehen können,
- die Erzeugung in thermischen Kraftwerken durch fehlende Kühlkapazitäten eingeschränkt wird und eine geringere Effizienz oder gar die Abschaltung einzelner Anlagen droht,
- die Verteilung der Elektrizität in Freileitungen bei hohen Temperaturen durch höhere Widerstände in den Leitungen eingeschränkt wird
- die Nachfrage bei hohen Temperaturen ansteigen wird und dadurch eine Versorgungslücke droht.

Da bei langanhaltender Hitze unter Umständen auch Stromlieferanten aus anderen Regionen und Ländern betroffen sind, ist ein Ausgleich durch Stromimporte möglicherweise eingeschränkt. Daher ergibt sich eine hohe potenzielle Gefahr enormer Preissteigerungen oder gar einem partiellen Stromausfall.

Dagegen bestehen aber bereits Anpassungsbestrebungen, die auf einem mehrheitlich ausgeprägten Wissen zu Klimawandelwirkungen und Prognosen basieren. Die Energiewirtschaft ist in der Region weitgehend vernetzt, was sowohl Kommunikationsbeziehungen der Versorgungsunternehmen untereinander als auch zu Forschungseinrichtungen und Institutionen betrifft. Dennoch bestehen Defizite in der Ausgestaltung der Anpassungskapazität. Dazu zählt ein zum Teil mangelndes Bewusstsein gegenüber der Verwundbarkeit der einzelnen Stufen der Leistungserstellung. Dabei fehlt es einigen Akteuren an entsprechenden Informationen oder es stehen nicht die nötigen Ressourcen

zur Verfügung, diese auszuwerten. Unter Umständen fehlt es auch an der Bereitschaft, Anpassungsmaßnahmen überhaupt in Betracht zu ziehen. Gerade für vergleichsweise kleine Versorgungsunternehmen fehlen derzeit noch die richtigen Impulse um insgesamt knappe Ressourcen auch auf den Bereich der Anpassung anzuwenden. Der überwiegende Teil der derzeitigen Bestrebungen zum Thema Klimawandel wird auf Vermeidungsmaßnahmen konzentriert. Dies liegt vor allem an der politisch-rechtlichen Einflussnahme in Form des CO₂-Zertifikatehandels oder anderer Maßnahmen zum Klimaschutz. Vor dem Hintergrund des großen Anteils an Emissionen aus der Energiewirtschaft ist dies sicherlich berechtigt, dennoch erfordert der Umgang mit Klimawandelwirkungen auch die Berücksichtigung von Anpassungsmaßnahmen um die entstehenden Folgekosten gering zu halten. Aufgrund der großen Unsicherheiten hinsichtlich der Klimawandelwirkungen, des vergleichbar großen Zeithorizonts der Maßnahmen und den für kurzfristige Entscheidungen gebundenen Ressourcen werden proaktive Anpassungsmaßnahmen kaum ergriffen. Dies wurde an den Beschränkungen des oftmals verwendeten Risikomanagements deutlich. Auch aus der Politik kommen nur geringe Impulse um dieses Ungleichgewicht aufzulösen. Aus Sicht der Unternehmen beschränken sich die Handlungsalternativen daher auf reaktive Maßnahmen, die i.d.R. mit insgesamt höheren Kosten verbunden sind, da eine bereits bestehende Infrastruktur nachgebessert werden muss. Dazu gehört auch die von den Experten angeführte Form der Diversifikation: durch die Nutzung verschiedener Anbieter im Bereich Infrastruktur und Anlagentechnik wird das Risiko zunächst gestreut, aus der langfristigen Erfahrung kann dann die am besten geeignete Variante ausgewählt werden. Eine weitere Möglichkeit sind auch sog. „No-regret“-Maßnahmen, bei denen unabhängig von dem Anpassungsnutzen ein Wert für das Unternehmen entsteht. Eine Erhöhung der Gesamteffizienz bspw. könnte einen evtl. Effizienzverlust durch alternative Kühlmethoden im Sommer ausgleichen und besitzt gleichzeitig einen dauerhaften Wert für die Leistungserstellung.

Eine räumliche Relevanz kommt zu diesen Überlegungen hinzu, wenn der Vergleich zu weniger betroffenen Bereichen der Energiewirtschaft gezogen wird. Aus den dargestellten Ergebnissen ist ersichtlich, dass für erneuerbare Energien wie Wind- und Wasserkraft sowie Photovoltaik nur geringe oder sogar positive Veränderungen erwartet werden. Zudem profitieren erneuerbare Energien derzeit und voraussichtlich auch in Zukunft von politisch-rechtlichen Rahmenbedingungen im Zuge der Vermeidung von Treibhausgasemissionen. Die erneuerbaren Energien gehören damit zu den doppelten Profiteuren durch den Klimawandel, da sie sowohl unter Anpassungs- als auch Vermeidungsaspekten im direkten Vergleich zur Stromproduktion aus fossilen Brennstoffen bessergestellt sind und diese Entwicklung zukünftig erwartungsgemäß anhält. Dazu ist allerdings einschränkend anzumerken, dass besonders hinsichtlich der Nutzung von erneuerbaren Energien nur wenige oder gar keine gesicherten Erkenntnisse hinsichtlich der Klimawandelwirkungen bestehen. Über zukünftige Windgeschwindigkeiten und Be-

wölkungsgrad sind derzeit keine verlässlichen Prognosen vorhanden. Außerdem ist der Kenntnisstand hinsichtlich der Anpassungsmaßnahmen vergleichsweise gering, was sowohl die bauliche Sicherung als auch die wirtschaftliche Nutzung zukünftiger Klimawandelwirkungen angeht. Besonders im Bereich Windenergie setzen die Unternehmen mehrheitlich auf eine Diversifikation der Anlagentechnik. Hinzu kommt auch ein Gedanke hinsichtlich der Raumverteilung. Die bereits angesprochene Unterscheidung in die „energy for space“ in Form der zentralisierten Bereitstellung von Energie aus fossilen Brennstoffen und die „energy from space“ in Form der dezentralisierten Erzeugung aus erneuerbaren Energien stellt eine unterschiedliche Form der Exposition gegenüber Extremwettern wie bspw. Niederschlägen und Stürmen dar. Denn einerseits ist der potenzielle Schaden bei einem Kraftwerk sehr hoch, aber die Eintrittswahrscheinlichkeit ist aufgrund der punktuellen Verteilung eher gering. Dagegen sind Windkraft und Photovoltaik in NRW weit verbreitet, so dass ein Schadensereignis vergleichsweise häufiger auftritt, jedoch nur in geringerem Ausmaß.

Abschließend lässt sich feststellen, dass unter Berücksichtigung des derzeitigen Forschungsstandes und der Ergebnisse der empirischen Exploration im Bereich der Elektrizitätserzeugung die erneuerbaren Energien im Vergleich zu fossilen Brennstoffen eine geringere Verwundbarkeit gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels aufweisen. Insofern ergibt sich aus dem weiteren Ausbau des Anteils der erneuerbaren Energien sowohl aus der „Inside-Out-Perspektive“ der Vermeidung als auch aus der „Outside-In-Perspektive“ der Anpassung eine Chance die Energiewirtschaft in der Region nachhaltig zu gestalten.

Es kann festgehalten werden, dass der Klimawandel die Energiewirtschaft in NRW bereits verändert hat und dies ein noch nicht abgeschlossener Prozess ist. Dies geschieht zurzeit vor allem durch Maßnahmen des Klimaschutzes. Zukünftig werden zunehmend auch Anpassungsmaßnahmen eine Rolle dabei spielen. In welcher Form dies allerdings geschieht, hängt im Wesentlichen von der Wahrnehmung der beteiligten Unternehmen ab und den daraus gezogenen Handlungsimplicationen. Die Auseinandersetzung mit der Verwundbarkeit verschiedener Prozessstufen hat gezeigt, dass das derzeitige Energiesystem z.T. massiv durch die Folgen des Klimawandels gefährdet ist. Der zukünftige Ausbau der Anpassungskapazität bzw. die Veränderung der Systemstruktur in Form eines weiteren Ausbaus des Anteils der erneuerbaren Energien kann diese Verwundbarkeit reduzieren. Aus volkswirtschaftlicher Sicht gilt es die dafür nötigen Kosten den potenziellen Schäden gegenüber zu stellen und eine geeignete Strategie für die Zukunft zu entwickeln, auch unter Berücksichtigung der damit verbundenen Unsicherheiten.

6.3 Kritik und zukünftiger Forschungsbedarf

Für die vorliegende Arbeit ergeben sich eine Reihe von Kritikpunkten sowie weiterer Forschungsbedarf. Aufgrund der Neuartigkeit der Thematik wurden in der Arbeit Ansätze verschiedener Disziplinen in eklektischer Weise zusammengetragen. Die Integration in ein umfassendes Konzept ist nur bedingt gelungen, im Zusammenhang mit der Zielsetzung der Arbeit bedeutet dies aber keine Einschränkung. Der Umgang mit Klimawandelwirkungen aus unternehmerischer Sicht ist ein komplexes, dynamisches Gefüge, das zurzeit noch nicht durch ein übergreifendes Paradigma gestützt wird. Daher müssen viele der in dieser Arbeit getroffenen Aussagen diesem explorativen Charakter folgen. Vergleichbares gilt auch für die Auseinandersetzung mit der Energiewirtschaft innerhalb der Geographie.

Auch hinsichtlich der Entwicklung des Klimas werden laufend Fortschritte in der Forschung erzielt, die z.T. genauere Einschätzungen möglicher Folgewirkungen ermöglichen. Aufgrund der Dynamik des menschlichen Einflusses und der komplexen Mechanismen im ökologischen System kann kein Szenario eine eindeutige Zukunft vorhersagen. In diesem Zusammenhang muss darauf verwiesen werden, dass die in dieser Arbeit präsentierten Ergebnisse den derzeitigen Stand der Forschung wiedergeben und kein Anspruch auf Vollständigkeit oder Aktualität gestellt werden kann. Ein weiterer Meilenstein in dieser Entwicklung wird sicherlich der durch das IPCC veröffentlichte fünfte Sachstandsbericht zum Klimawandel sein, der für den Zeitraum 2013-2014 erwartet wird (vgl. IPCC 2010).

Die im Rahmen der Arbeit durchgeführte empirische Exploration zur Relevanz und Wahrnehmung von Klimawandelwirkungen in der Energiewirtschaft beruht auf einer eher kleinen Stichprobe. Dies liegt vor allem an der mangelnden Bereitschaft der überwiegenden Zahl der angeschriebenen Unternehmen, sich Zeit für ein Interview zu nehmen. Daher sind die hier getroffenen Aussagen nicht repräsentativ für die gesamte Energiewirtschaft NRWs. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass eine grundlegende Tendenz der Erkenntnisse zutreffend ist.

Hinsichtlich des weiteren Forschungsbedarfs lässt sich eine Reihe von Anknüpfungspunkten benennen. Dazu gehört zum einen das bereits für diese Arbeit kritisierte Fehlen eines integrativen, interdisziplinären Ansatzes zum Verständnis von Klimawandelwirkungen im unternehmerischen Kontext. Der geographischen Forschung kommt aufgrund der Raumwirksamkeit derartiger Veränderungen und des ausgeprägten naturwissenschaftlichen Anteils eine besondere Stellung zu. Sicherlich müssen Nachbardisziplinen aus Natur- und Sozialwissenschaften hinzugenommen werden. Der in dieser Arbeit verwendete Verwundbarkeitsansatz in Kombination mit der Geographie der Energieprozesskette unter Berücksichtigung systemtheoretischer und betriebswirtschaftlicher

Ansätze kann dafür ein Anfang sein. Von zentraler Bedeutung sind die Wahrnehmung und der Umgang mit Unsicherheiten aus der Sicht der Unternehmen.

Um die Aussagekraft der vorliegenden Arbeit zu verstärken, erscheint es sinnvoll geeignete Fallstudien durchzuführen, die auf bestimmte Standorte bezogen die Verwundbarkeit verschiedener Energiesysteme analysieren. Die Komplexität des Themas erfordert allerdings die grundsätzliche Informationsbereitschaft der beteiligten Akteure. Außerdem erscheint es aus geographischer Sicht sinnvoll, weitere Sektoren in die Betrachtung einzubeziehen. Bedeutende Veränderungen können auch in den Bereichen Tourismus oder Landwirtschaft erwartet werden.

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Bedeutung von Klimawandelwirkungen für die Energiewirtschaft in NRW auch in Zukunft zunehmen wird. Inwiefern die Veränderungen die Struktur und Zusammensetzung bestehender Energiesysteme beeinflussen und welche Verwundbarkeiten und Anpassungsoptionen bestehen, muss der Gegenstand weiterer wissenschaftlicher Untersuchungen sein. Dafür leistet die vorliegende Arbeit einen Beitrag.

Literaturverzeichnis

- ADAM, D. (1996): Planung und Entscheidung.- Wiesbaden⁴.
- ADGER, W. N. (2006): Vulnerability. - *Global Environmental Change*, **16** (3): 268-281.
- ALCAMO, J., MORENO, J. M. & NOVÁKY, B. (2007): Europe. - In: PARRY, M., CANZIANI, O., PALUTIKOF, J., VAN DER LINDEN, P. & HANSON, C. (Hrsg.): *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: 541-580.
- ARNELL, N. W. (2006): Global Impacts of abrupt climate change: an initial assessment. - In: Tyndall Center for Climate Change Research, Working Paper **99**, Norwich.
- ARRHENIUS, S. (1896): On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. - *Philosophical Magazine and Journal of Science, Series 5*, **41** (251): 237-276. *Ohne Sichtung*.
- ATTESLANDER, P & KOPP, M (1999): Befragung. - In: ROTH, E. & HOLLING, H. (Hrsg.): *Sozialwissenschaftliche Methoden. Lehr- und Handbuch für Forschung und Praxis*. München⁵: 146-147.
- ATTESLANDER, P. (2006): *Methoden der empirischen Sozialforschung*.- Berlin¹¹.
- BAEDE, A. P. M. (2001): The Climate System: an Overview. - In: HOUGHTON, J. T., DING, Y., GRIGGS, D. J., NOGUER, M., VAN DER LINDEN, P. J., DAI, X., MASKELL, K. & JOHNSON, C. A. (Hrsg.): *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: 85-98.
- BAEDE, A. P. M. (2007): Appendix I - Glossary. – In: SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., MARQUIS, M., AVERYT, K., TIGNOR, M. M. B., MILLER, H. L. JR. & CHEN, Z. (Hrsg.): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: 941-988.
- BALDERJAHN, I. (2004): *Nachhaltiges Marketing-Management - Möglichkeiten einer umwelt- und sozialverträglichen Unternehmenspolitik*.- Stuttgart.
- BAMBERGER, I. & WRONA, T. (1994): The environment, competitive strategies and the performance of SMEs - A review of hypotheses based on contingency theory. - In: BAMBERGER, I. (Hrsg.): *Product/Market Strategies of Small and Medium-sized Enterprises*.- Aldershot: 198-245.

- BATHELT, H. & GLÜCKLER, J. (2002): Wirtschaftsgeographie. Ökonomische Beziehungen in räumlicher Perspektive.- Stuttgart.
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2009): Dem Klimawandel begegnen. Die deutsche Anpassungsstrategie.- Berlin.
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und internationale Entwicklung.- Berlin.
- BMU & BMWi - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.) (2006): Energieversorgung für Deutschland. Statusbericht für den Energiegipfel am 3. April 2006. http://www.bmu.de/files/download/application/pdf/statusbericht_0603.pdf. 2010-08-29.
- BMVBS - Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2007): Schifffahrt und Wasserstraßen in Deutschland- Zukunft gestalten im Zeichen des Klimawandels. Bestandsaufnahme.- Bonn
- BÖHM, G. (2002): Wahrnehmung und Bewertung von Umweltrisiken. - *Umweltpsychologie*, **6** (2): 2-7.
- BREUER, T., DELZEIT, R., BECKER, A. (2008): Biofuels: Die globale Renaissance der "Kraftstoffe vom Acker". - *Geographische Rundschau*, **60** (1): 58-64.
- BRÜCHER, W. & HELFER, M. (2004): Energienachfrage und Angebotsdifferenzierung. In: *Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland - Unternehmen und Märkte*, **8**: 130-133.
- BRÜCHER, W. (1997): Mehr Energie! Plädoyer für ein vernachlässigtes Objekt der Geographie. - *Geographische Rundschau*, **49** (6): 330-335.
- BRÜCHER, W. (2001): Energy, Geography of. - In: SMELSER, N. J. & BALTES, P. B. (Hrsg.): *International Encyclopaedia of the Social and Behavioural Sciences*: 4520-4523.- Oxford.
- BRÜCHER, W. (2008): Erneuerbare Energien in der globalen Versorgung aus historischgeographischer Perspektive. - *Geographische Rundschau*, **60** (1): 4-12.
- BRÜCHER, W. (2009): Energiegeographie. Wechselwirkungen zwischen Ressourcen, Raum und Politik.- Stuttgart.
- BURDA, H. & BEGALL, S. (2009): *Evolution. Ein Lese-Lehrbuch*.- Heidelberg.
- CHAPMAN, J. D. (1989): *Geography and Energy. Commercial energy systems and national policies*.- Harlow.

- CHRISTENSEN, J. H. & HEWITSON, B. (2007): Regional Climate Projections. - In: SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., MARQUIS, M., TIGNOR, M. B. T., MILLER, H. L. Jr., CHEN, Z. (Hrsg.): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: 847-940.
- DANNENBERG, A., MENNEL, T., OSBERGHAUS, D. & STURM, B. (2009): The Economics of Adaptation to Climate Change – The Case of Germany. - In: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (Hrsg.): Discussion Paper, No. 09-057. <ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp09057.pdf>. 2010-08-29.
- DEUTSCHLÄNDER, T & WICHURA, B. (2006): Das Münsterländer Schneechaos am 1. Adventswochenende 2005. - In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.): Klimastatusbericht 2005. Offenbach: 163-168.
- DGfG – Deutsche Gesellschaft für Geographie e.V. (2010): Liste der Arbeitskreise im deutschsprachigen Raum. <http://www.geographie.de/arbeitskreise/index.html>. 2010-08-29.
- DIETZ, K. (2006): Vulnerabilität und Anpassung gegenüber Klimawandel aus sozialökologischer Perspektive. Aktuelle Tendenzen und Herausforderungen in der internationalen Klima- und Entwicklungspolitik.- Berlin.
- DUNKELBERG, E., STEGNITZ, A. & HIRSCHL, B. (2009): Arbeitspapier zur Vorbereitung des Stakeholderdialogs zu Chancen und Risiken des Klimawandels - Energiewirtschaft. In: KomPass – Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (Hrsg.): Dialoge zur Klimaanpassung. http://www.anpassung.net/cln_117/nn_700470/DE/Anpassungsstrategie/Veranstaltungen/Dialoge_20zur_20Klimaanpassung/0907_20Energiewirtschaft/Arbeitspapier,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Arbeitspapier.pdf. 2010-08-29.
- DWD - Deutscher Wetterdienst (2010): Deutschlandwetter im Juli 2010. http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Presse/Pressemitteilungen/2010/20100730__DeutschlandwetterimJuli2010,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/20100730__DeutschlandwetterimJuli2010.pdf. 2010-08-28.
- ESKELAND, G., JOCHEM, E., NEUFELDT, H., TRABER, T., RIVE, N. & BEHRENS, A. (2008): The Future of European Electricity. Choices before 2020. - In: Centre for European Policy Studies Policy brief, **164**, Brüssel.
- EU - Europäische Union (2009): Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. – In: Amtsblatt der Europäischen Union, **140**. Brüssel: 16-62.

FEELEY, T. J., SKONE, T. J., STLEGEL, G. J., MCNEMAR, A., NEMETH, M., SCHIMMOLLER, B., MURPH, J. T. UND MANFREDO, L. (2008): Water: A critical resource in the thermoelectric power industry. – *Energy*, **33** (1): 1-11.

FischgewV (1997): Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 78/659/EWG des Rates vom 18. Juli 1978 über die Qualität von Süßwasser, das schutz- oder verbesserungsbedürftig ist, um das Leben von Fischen zu erhalten - ABl. EG Nr. L 222 S. 1 -, zuletzt geändert durch Art. 2 Abs. 1 in Verbindung mit Anhang I Buchstabe c) der Richtlinie 91/692/EWG des Rates vom 23. Dezember 1991 zur Vereinfachung und zweckmäßigen Gestaltung der Berichte über die Durchführung bestimmter Umweltschutzrichtlinien - ABl. EG Nr. 377 S. 48.

<http://www.umweltdigital.de/nd/168762/v/2/vorschrift.html>. 2010-08-29.

FLAUGER, J. (2010): Hitze macht Atomreaktor zu schaffen. - *Handelsblatt*, Nr. 133 vom 14.06.2010: 24-25.

FLICK, U. (2005): *Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung.*- Rheinbeck³.

FORSTER, P. & RAMASWAMY, V. (2007): Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. - In: SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., MARQUIS, M., TIGNOR, M. B. T., MILLER, H. L. Jr., CHEN, Z. (Hrsg.): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: 129-235.

FOURIER, J. B. (1827): *Mémoire sur les températures du globe terrestre et des espaces*. - Paris. *Ohne Sichtung*.

FREEMAN, R. E. (1984): *Strategic Management. A Stakeholder Approach.*- Boston.

FROMMER, B. (2009): Handlungs- und Steuerungsfähigkeit von Städten und Regionen im Klimawandel - *Raumforschung und Raumordnung*, **67** (2): 128-141.

FÜSSEL, H.-M. (2007): Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. - *Global Environmental Change*, **17** (2): 155-167.

GALLOPIN, G. C. (2006): Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. - *Global Environmental Change* **16** (3): 293-303.

GIBBARD, P. L., HEAD, M. J. & MICHAEL, M. J. C. (2010): Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58Ma. - *Journal of Quaternary*, **25** (2): 96-102.

GLÄSER, J. & LAUDEL, G. (2004): *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen.*- Wiesbaden.

GLASER, B. G. & STRAUSS, A. (1967): *The Discovery of Grounded Theory. Strategies for qualitative research.*- Chicago. *Ohne Sichtung*.

- GÜNTHER, E. (2009): Klimawandel und Resilience Management.- Wiesbaden.
- HAAS, H.-D. & SCHLESINGER, D. M. (2010): Bergbau, Energiewirtschaft und Energieversorgung. - In: KULKE, E. (Hrsg.): Wirtschaftsgeographie Deutschlands. Heidelberg: 101-130.
- HAAS, H.-D. & SCHLESINGER, D. M. (2007): Umweltökonomie und Ressourcenmanagement.- Darmstadt.
- HÄDER, M. (2006): Empirische Sozialforschung. Eine Einführung.- Wiesbaden.
- HALLEGATTE, S. (2005): The Time Scales of the Climate-Economy Feedback and the Climate Cost of Growth. - Potsdam Institute for Climate Impact Research Report, **96**, Potsdam.
- HAMHABER, J. (2004): Streit um Strom. Eine geographische Konfliktanalyse New Yorker Elektrizitätsimporte aus Québec. - Kölner geographische Arbeiten, **84**, Köln.
- HEGERL, G. C. & ZWIERS, F. W. (2007): Understanding and Attributing Climate Change. - In: SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., MARQUIS, M., AVERYT, K., TIGNOR, M. M. B., MILLER, H. L. JR. & CHEN, Z. (Hrsg.): Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: 663 – 775.
- HEINEBERG, H. (2007): Einführung in die Anthropogeographie/Humangeographie.- Paderborn³.
- HEINEN, E. (1976): Grundlagen betriebswirtschaftlicher Entscheidungen - Das Zielsystem der Unternehmung.- Wiesbaden³.
- HEINEN, E. (Hrsg.) (1992): Betriebswirtschaftliche Führungslehre: Grundlagen - Strategien - Modelle.- Wiesbaden².
- HEYMANN, E. (2008): Klimawandel und Branchen: Manche mögen´s heiß! - In: Deutsche Bank Research (Hrsg.): Energie und Klimawandel, Aktuelle Themen, **388**, Frankfurt am Main.
- HOLLAENDER, K. (2003): Interdisziplinäre Forschung - Merkmale, Einflussfaktoren und Effekte.- Amsterdam.
- HOLLING, C. S. (1973): Resilience and stability of ecological systems.- In: Annual Review of Ecology and Systematics, **4**: 1–23, Calif.
- HOPFENBECK, W. (1994): Umweltorientiertes Management und Marketing - Konzepte, Instrumente, Praxisbeispiele.- Landsberg/Lech³.

- HOURCADE, J.-C. & SHUKLA, P. (2001): Global, Regional, and National Costs and Ancillary Benefits of Mitigation. –In: METZ, B. (Hrsg.): Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: 499-560.
- HUPFER, P. (1996): Unsere Umwelt: das Klima: globale und lokale Aspekte. – Stuttgart.
- HUPFNER, P. & KUTTLER, W. (2006): Witterung und Klima - Eine Einführung in die Meteorologie und Klimatologie.- Wiesbaden¹².
- IKSR - Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (Hrsg.) (2004): Wärmebelastung der Gewässer im Sommer 2003. Zusammenfassung der nationalen Situationsberichte. - IKS-R-Bericht, **142**, Bern.
- IKSR – Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (Hrsg.) (2006): Vergleich der Wärmeeinleitungen 1989 und 2004 entlang des Rheins. Synthese. - IKS-R-Bericht, **151**, Bern.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2007a): Summary for Policymakers. - In: SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., MARQUIS, M., AVERYT, K., TIGNOR, M. M. B., MILLER, H. L. JR. & CHEN, Z. (Hrsg.): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: 1-18.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2007b): Summary for Policymakers. - In: PARRY, M., CANZIANI, O., PALUTIKOF, J., VAN DER LINDEN, P. & HANSON, C. (Hrsg.): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: 7-22.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2007c): Summary for Policymakers. - In: METZ, B., DAVIDSON, O., BOSCH, P., DAVE, R., MEYER, L. (Hrsg.): Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: 1-24.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2007d): Climate Change 2007: Synthesis Report. Working Group Contributions to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2010): Fifth Assessment Report. <http://www.ipcc.ch/activities/activities.htm>. 2010-08-29.
- IT NRW - Information und Technik Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2009): Statistische Berichte. Energiebilanz und CO₂-Bilanz in Nordrhein-Westfalen 2007.- Düsseldorf.

- JONAS, M., STAEGER, T. & SCHÖNWIESE, C.-D. (2005): Berechnung der Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten von Extremereignissen durch Klimaänderungen - Schwerpunkt Deutschland. Dessau.
- KEITSCH, D. (2004): Risikomanagement.- Stuttgart².
- KEMFERT, C. (2007): Klimawandel kostet die deutsche Wirtschaft Milliarden. - In: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin, Wochenbericht, **74** (11): 165-170, Berlin.
- KNOGGE, T. (2001): Der Wert der ökonomischen Klimafolgenforschung - Eine Entmystifizierung magischer Zahlen. - In: Bremer Diskussionspapiere zur Institutionellen Ökonomie und Sozial-Ökonomie, **44**, Bremen.
- KOCH, H. & VÖGELE, S. (2009): Dynamic modelling of water demand, water availability and adaptation strategies for power plants to global change.- Ecological Economics, **68** (7): 2031-2039..
- KROPP, J.; HOLSTEN; A., LISSNER, T, ROITHMEIER, O., HATTERMANN, F, HUANG, S., ROCK, J., WECHSUNG, F., LÜTTGER, A., POMPE, S., KÜHN, I., COSTA, L., STEINHÄUSER, M., WALTHER, C., KLAUS, M., RITCHIE, S. & METZGER, M. (2009): Klimawandel in Nordrhein-Westfalen. Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren. Abschlussbericht des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) für das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (MUNLV).- Potsdam.
- KUCKSHINRICHS, W., FISCHEDICK, M., FICHTNER, W. & ROTHSTEIN, B. (2008): Thesenpapier für das DAS Symposium. Betrachtungsfeld: Energie.
<http://www.ufz.de/data/Thesenpapier-AG2-199181.09.08.doc>. 2010-08-29.
- KUTTLER, W (2009): Klimatologie.- Paderborn.
- LAMB, H. H. (1994): Klima und Kulturgeschichte - Der Einfluss des Wetters auf den Gang der Geschichte. - Reinbek.
- LAMNEK, S. (2005): Qualitative Sozialforschung. Lehrbuch.- Weinheim⁴.
- LANUV - Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2010): Extremwetterstatistische Untersuchung von Starkniederschlägen in NRW (ExUS) – Veränderungen in Dauer, Intensität und Raum auf Basis beobachteter Ereignisse und Auswirkungen auf die Eintretenswahrscheinlichkeit.- Recklinghausen.
- LAUER, W. & BENDIX, J. (2004): Kllimatologie. - Braunschweig².
- LÖNKER, O. (2003): Hitzfrei für Atomstrom. - Neue Energie, **9/2003**: 22-23,

- LORENZ, S. J. (2007): Glacial and interglacial climate during the late Quaternary: global circulation model simulations and comparison with proxy data. - In: Max-Planck-Institut für Meteorologie (Hrsg.): Berichte zur Erdsystemforschung, **43**, Hamburg.
- LUHMANN, N (1991): Soziologie des Risikos.- Berlin.
- LUHMANN, N. (1987): Soziale Systeme - Grundriss einer allgemeinen Theorie.- Frankfurt am Main.
- MACHARZINA, K. (2003): Unternehmensführung – Das internationale Managementwissen. Konzepte - Methoden - Praxis.- Wiesbaden⁵.
- MAHAMMADZADEH, M & BIEBELER, H. (2009): Anpassung an den Klimawandel. - In: Institut der Deutschen Wirtschaft Köln (Hrsg.): IW-Analysen, **57**, Köln.
- MAIER, B. (2002): Klimaänderung und betriebswirtschaftliches Risikomanagement. Am Beispiel der Wintersturmaktivitäten in Nordrhein-Westfalen.- Lohmar.
- MALBERG, H. (2002): Meteorologie und Klimatologie. Eine Einführung.- Berlin⁴.
- MAYRING, P. (2002): Einführung in die Qualitative Sozialforschung.- Weinheim⁵.
- MEARNS, L. O. & HULME, M. (2001): Climate Scenario Development. - In: HOUGHTON, J. T., DING, Y., GRIGGS, D. J., NOGUER, M., VAN DER LINDEN, P. J., DAI, X., MASKELL, K. & JOHNSON, C. A. (Hrsg.): Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: 739-768.
- MEEHL, G. A. & STOCKER, T. F. (2007): Global Climate Projections. - In: SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., MARQUIS, M., TIGNOR, M. B. T., MILLER, H. L. Jr., CHEN, Z. (Hrsg.): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: 747-846.
- MEFFERT, H. & KIRCHGEORG, M. (1998): Marktorientiertes Umweltmanagement. Konzeption - Strategie - Implementierung.- Stuttgart³.
- MEFFERT, H. (2000): Marketing - Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung. Konzepte - Instrumente - Praxisbeispiele.- Wiesbaden⁹.
- MÜLLER-CHRIST, G. (2001): Umweltmanagement - Umweltschutz und nachhaltige Entwicklung.- München.
- MÜLLER-WESTERMEIER, G. & RIEKE, W. (2008): Die Witterung in Deutschland 2008. - In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.): Klimastatusbericht 2008. Offenbach: 49-66.

- MUNLV - Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2008): Mit Energie in die Zukunft - Klimaschutz als Chance. Energie- und Klimaschutzstrategie Nordrhein-Westfalen.- Düsseldorf.
- MUNLV - Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2009a): Anpassung an den Klimawandel. Eine Strategie für Nordrhein-Westfalen.- Düsseldorf.
- MUNLV - Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2009b): Umweltbericht Nordrhein-Westfalen 2009.- Düsseldorf.
- MWME - Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2010a): Erneuerbare Energien in Nordrhein-Westfalen.- Düsseldorf.
- MWME - Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2010b): Die Energiewirtschaft in NRW.
http://www.mwme.nrw.de/100/150/155/Energiewirtschaft_in_NRW.pdf. 2010-08-30.
- NAKIĆENOVIĆ, N. & SWART, R. (2000): Emissions Scenarios. IPCC Special Report.- Cambridge.
- NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration (2010): June, April to June, and Year-to-Date Global Temperatures are Warmest on Record.
http://www.noaanews.noaa.gov/stories2010/20100715_globalstats.html. 2010-08-28.
- OTT, H. E. & RICHTER, C. (2008): Anpassung an den Klimawandel - Risiken und Chancen für deutsche Unternehmen. - Wuppertal Papers, **171**, Wuppertal.
- PARRY, M., CANZIANI, O., PALUTIKOF, J., VAN DER LINDEN, P. & HANSON, C. (Hrsg.) (2007): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.- Cambridge.
- PEARCE, D. W. & TURNER, R. K. (1990): Economics of Natural Resources and the Environment.- Baltimore.
- PRAMMER, H. K. (2009): Integriertes Umweltkostenmanagement. Bezugsrahmen und Konzeption für eine ökologisch nachhaltige Unternehmensführung. - Neue betriebswirtschaftliche Forschung, **369**, Wiesbaden
- PRESS, F. & SIEVER, R. (2003): Allgemeine Geologie.- Heidelberg³.
- RAHMSTORF, S. & SCHELLNHUBER, H. J. (2007): Der Klimawandel.- München⁶.

- ROSENZWEIG, C. & CASASSA, G. (2007): Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems. - In: PARRY, M., CANZIANI, O., PALUTIKOF, J., VAN DER LINDEN, P. & HANSON, C. (Hrsg.): *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: 79-132.
- ROTHSTEIN, B, MIMLER, S., MÜLLER, U. & OTTENSCHLÄGER, L. (2006): Elektrizitätswirtschaft als Betroffene des Klimawandels. Beitrag zum zweiten nationalen Workshop des Umweltbundesamtes „Anpassung an Klimaänderungen in Deutschland - Regionale Szenarien und nationale Aufgaben“. - Berlin.
- ROTHSTEIN, B., MÜLLER, U., GREIS, S., SCHULZ, J., SCHOLTEN, A. & NILSON, E. (2008): Elektrizitätsproduktion im Kontext des Klimawandels. Auswirkungen der sich ändernden Wassertemperaturen und des sich verändernden Abflussverhaltens. - *Korrespondenz Wasserwirtschaft*, **10** (1): 555-561.
- SAUTER-SACHS, S. (1992): Die unternehmerische Umwelt: Konzept aus Sicht des Zürcher Ansatzes zur Führungslehre. - *Die Unternehmung*, **3**: 183-205.
- SCHAMP, E. W. (2000): Vernetzte Produktion. Industriegeographie aus institutioneller Perspektive. - Darmstadt.
- SCHÄR, C., VIDALE, P. L., LÜTHI, D., FREI, C., HÄBERLI, C., LINGER, M. A. & APPENZELLER, C. (2004): The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. - *Nature*, **427** (6972): 332-336.
- SCHNEIDER, A. (2010): Klimaanlage in vielen Baumärkten ausverkauft. - *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, Nr. 160 vom 14.06.2010: 10.
- SCHNEIDER, S. & SARUKHAN, J. (2001): Overview of Impacts, Adaptation, and Vulnerability to Climate Change. - In: MCCARTHY, J. J., CANZIANI, O. F., LEARY, N. A., DOKKEN, D. J. & WHITE, K. S. (Hrsg.): *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: 75-104.
- SCHNELL, R., HILL, P. B. & ESSER, E. (2005): *Methoden der empirischen Sozialforschung*. - München⁷.
- SCHÖNWIESE, C.D. (2003) *Klimatologie*. - Stuttgart².
- SCHÜSSLER, F. (Hrsg.) (2010): *Geographische Energieforschung: Strukturen und Prozesse im Spannungsfeld zwischen Ökonomie, Ökologie und sozialer Sicherheit*. - *Schriften zur internationalen Entwicklungs- und Umweltforschung*, **27**, Frankfurt am Main.

- SEDLACEK, P. (2008): Wirtschaftsgeographie. - In: GEBHARDT, H., GLASER, R., RADTKE, U., REUBER, P. (Hrsg.) (2007): Geographie. Physische Geographie und Humangeographie. München: 661-696.
- SMIL, V. (2003): Energy at the crossroads. Global perspectives and uncertainties.- Cambridge.
- SMIT, B. & WANDEL, J. (2006): Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. - Global Environmental Change, **16** (3): 282-292.
- SMIT, B., BURTON, I., KLEIN, R. J. T. & WANDEL, J. (2000): An anatomy of adaptation to climate change and variability. - Climatic Change, **45** (1): 223-251.
- SOLOMON, S., QIN, D. & MANNING, M. (2007): Technical Summary. - In: SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., MARQUIS, M., TIGNOR, M. B. T., MILLER, H. L. Jr., CHEN, Z. (Hrsg.): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: 19-92.
- STERN, N. (2006): The Economics of Climate Change - The Stern Review.- Cambridge.
- STOCK, M, KROPP, J. P. & WALKENHORST, O. (2009): Risiken, Vulnerabilität und Anpassungserfordernisse für klimaverletzliche Regionen. - Raumforschung und Raumordnung, **67** (2): 97-113.
- TYNDALL, J. (1873): Forms on water in clouds and rivers, ice and glaciers. - London. *Ohne Sichtung.*
- UBA - Umweltbundesamt (Hrsg.) (2007): Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRESSzenarios B1, A1B und A2.- Dessau-Roßlau.
- UBA - Umweltbundesamt (Hrsg.) (2008): Klimaauswirkungen in Deutschland - Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland.- Dessau-Roßlau.
- UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change (Hrsg.) (1992): Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen.- New York.
- UNSD - United Nations Statistics Division (2010): UNSD Environmental Indicators. <http://unstats.un.org/unsd/ENVIRONMENT/qindicators.htm>. 2010-08-29.
- VERBRUGGEN, A. (2007): Annex I - Glossary. - In: METZ, B., DAVIDSON, O., BOSCH, P., DAVE, R., MEYER, L. (Hrsg.): Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: 809-822.

- VINCENT, K. (2007): Uncertainty in adaptive capacity and the importance of scale. - *Global Environmental Change*, **77** (1-2): 12-24.
- VISCUSI, W. K. & ZECKHAUSER, R. J. (2006): The Perception and Valuation of the Risks of Climate Change: A Rational and Behavioral Blend - *Climatic Change*, **77** (1-2): 151-177.
- WAGNER, E. (2003): Kühlwasser - warum benötigen Wärmekraftwerke das?.
http://www.energie-fakten.de/pdf/kuehlwasser_2.pdf. 2010-08-29.
- WAGNER, H.-J. (2007): Was sind die Energien des 21. Jahrhunderts? Der Wettlauf um die Lagerstätten.- Frankfurt am Main.
- WAKONIGG, H. (2007): Klima im Wandel. - Wien.
- WANNER, H., GROSJEAN, M., RÖTHLISBERGER, R. & XOPLANKI, E. (2006): Climate variability, predictability and climate risks: a European perspective.- Dordrecht.
- WBGU - Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (Hrsg.) (2007): Welt im Wandel: Sicherheitsrisiko Klimawandel.- Berlin.
- WCED - World Commission on Environment and Development (Hrsg.) (1987): Our Common Future.- Oxford.
- WEISCHER, C. (2007): Sozialforschung.- Konstanz.
- WEISTROFFER, C (2007): Klimawandel bewältigen - Die Rolle der Finanzmärkte. - In: Deutsche Bank Research (Hrsg.): Energie und Klimawandel, Aktuelle Themen, **397**, Frankfurt am Main.
- WERLEN, B. (2000): Sozialgeographie.- Berlin/Stuttgart/Wien.
- WILLET, K. M., ALEXANDER, L. V., THORNE & P. W. (2010): Global Climate. - In: ARNDT, D. S., BARINGER, M. O. & JOHNSON, M. R. (Hrsg.): State of the Climate in 2009. - *Bulletin of the American Meteorological Society*, **91** (6): 19-51.
- WINN, M. I. & KIRCHGEORG, M. (2005): Herausforderungen an das Nachhaltigkeitsmanagement bei zunehmenden ökologischen Diskontinuitäten. - In: BURMANN, C, FREILING, J. & HÜLSMANN, M (Hrsg.): Management von Ad-hoc-Krisen. Wiesbaden: 245-268.
- WOLFF, S. (2000): Wege ins Feld und ihre Varianten. - In: FLICK, U., KARDOFF, E. & STEINKE, I. (Hrsg.): Qualitative Forschung - ein Handbuch.- Reinbek.
- YOHE, G. & TOL, R. S. J. (2002): Indicators for social and economic coping capacity - moving toward a working definition of adaptive capacity. - *Global Environmental Change*, **12** (1): 25-40.

YOHE, G. W. & LASCO, R. D. (2007): Perspectives on climate change and sustainability.
- In: PARRY, M., CANZIANI, O., PALUTIKOF, J., VAN DER LINDEN, P. & HANSON, C.
(Hrsg.): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of
Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on
Climate Change. Cambridge: 811-842.

ZEW - Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (2009): Zunehmend
Kraftwerksausfälle auf Grund des Klimawandels erwartet. [ftp://ftp.zew.de/pub/zew-
docs/zn/schwerpunkte/energiemarkt/Energiemarkt0709.pdf](ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/zn/schwerpunkte/energiemarkt/Energiemarkt0709.pdf). 2010-08-29.

Danksagung

Auf das Thema Anpassung an den Klimawandel wurde ich das erste Mal im Dezember 2008 durch meinen Mentor Dr. Ralf Schüle am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie aufmerksam gemacht. Seit Beginn meines Studiums habe ich mich intensiv mit der Interaktion zwischen Mensch und Umwelt auseinandergesetzt, sowohl in der Geographie als auch in meinen Nebenfächern Soziologie und Volkswirtschaftslehre. Erst im Hauptstudium habe ich meinen Weg zur Energiewirtschaft gefunden und dort einen für mich nachhaltig bedeutenden Schwerpunkt gelegt. Nachdem ich mich im Zuge meiner Tätigkeit als studentische Hilfskraft am Wuppertal Institut seit zwei Jahren mit Themen des Klimaschutzes und der Anpassung befasse, habe ich die Gelegenheit begrüßt eine derartige Abschlussarbeit am geographischen Institut der Universität zu Köln bei Prof. Dr. Boris Braun verwirklichen zu können. Für die Entwicklung des Themas und die immerwährende Unterstützung und Begleitung und auch die Begutachtung der Arbeit möchte ich ihm herzlich danken.

Die vorliegende Arbeit hätte in dieser Form nicht realisiert werden können ohne die vielfältige Unterstützung meiner Kollegen am Wuppertal Institut, die mir besonders durch ihre Kontakte zu Unternehmen der Energiewirtschaft in Nordrhein-Westfalen geholfen haben. Dazu möchte ich namentlich Prof. Dr. Wolfgang Irrek und Anja Bierwirth ganz herzlich danken. Auch die immerwährende Unterstützung und Motivation durch Dr. Ralf Schüle war mir stets willkommen. Natürlich gilt den nicht namentlich genannten Gesprächspartnern der jeweiligen Unternehmen ebenfalls mein großer Dank, da ich ohne ihre Bereitschaft keine Ergebnisse im Rahmen einer empirischen Untersuchung hätte präsentieren können. Ein herzlicher Dank gilt auch Ulrich Hohnvehlmann aus der Bibliothek des geographischen Instituts, der mich mit der nötigen Literatur sogar bis zur Haustür beliefert hat.

Für Anregungen und Korrekturen danke ich meinen guten Freundinnen Katharina Stehr und Kira Schwedt.

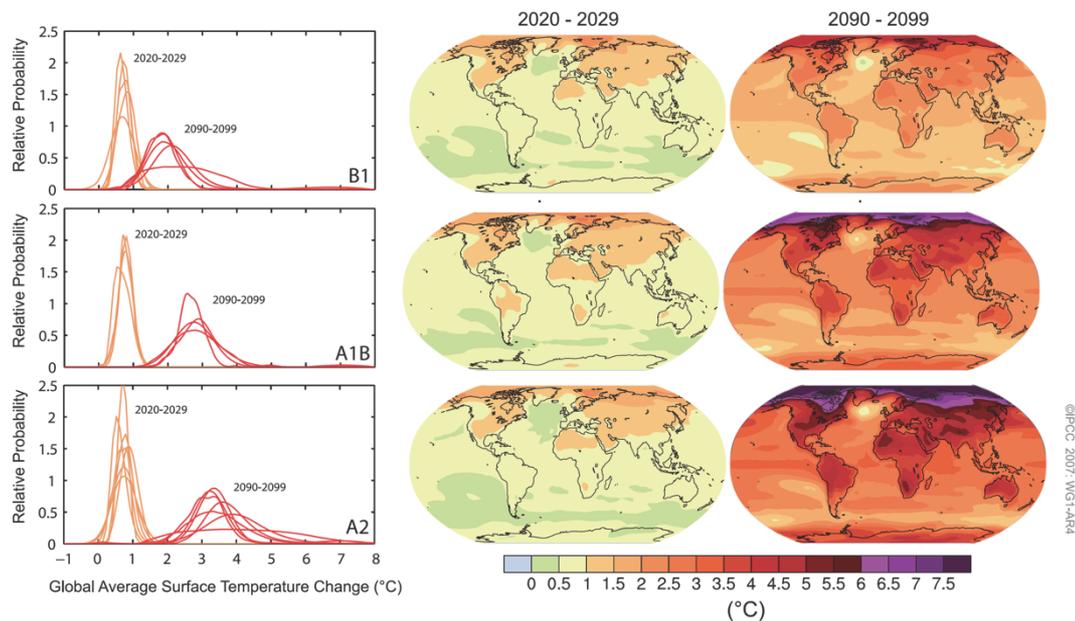
Für die Möglichkeit, die Arbeit innerhalb der neu eingerichteten Publikationsreihe „Wuppertaler Studienabschlussarbeiten für eine nachhaltige Entwicklung“ zu veröffentlichen danke ich Dr. Franziska Stelzer und Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter.

Die Kraft für diese Arbeit haben mir meine Frau Heide und meine beiden Söhne Jona und Hauke sowie mein noch ungeborenes Kind gegeben, die mir zu jeder Zeit Inspiration, Motivation und Durchhaltevermögen geschenkt haben und vor allem für sechs Monate mit einem nur eingeschränkt anwesenden Vater und Ehemann die nötige Geduld aufgebracht haben. Dafür gilt euch mein ewiger Dank!

Anhang

Anhang 1 Globale Klimaprojektionen

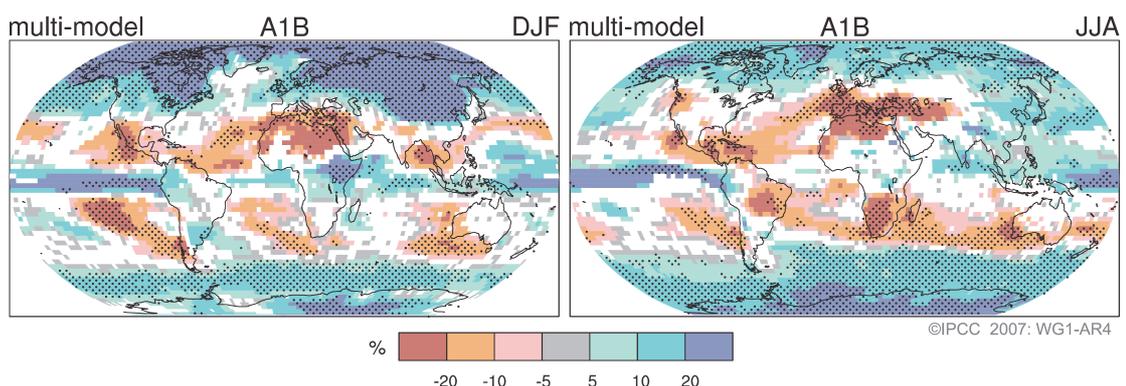
Abbildung 19: Modellprojektionen der Erdoberflächentemperatur



Anmerkung: Projizierte Änderungen der Erdoberflächentemperatur für das frühe und späte 21. Jahrhundert im Vergleich zum Zeitraum 1980–1999. Die mittleren und rechten Grafiken zeigen die Ergebnisse der Atmosphären-Ozean-Globalen-Klima-Modelle (AOGCM) Multimodell-Mittel-Projektionen für die B1- (oben), A1B- (Mitte) und A2- (unten) -SRES-Szenarien, gemittelt über die Jahrzehnte 2020–2029 (Mitte) und 2090–2099 (rechts). Die linken Grafiken zeigen die entsprechenden Unsicherheiten als relative Wahrscheinlichkeiten der geschätzten mittleren globalen Erwärmung aus mehreren unterschiedlichen AOGCM-Studien für die gleichen Zeiträume. Einige Studien bieten nur Resultate für einen Teil der SRES-Szenarien oder für verschiedene Modellversionen. Deshalb ist die Anzahl der in den linken Grafiken gezeigten Kurven einzig wegen der unterschiedlichen Verfügbarkeit von Resultaten unterschiedlich.

Quelle: IPCC 2007a: 15.

Abbildung 20: Projizierte Änderungsmuster der globalen Niederschläge

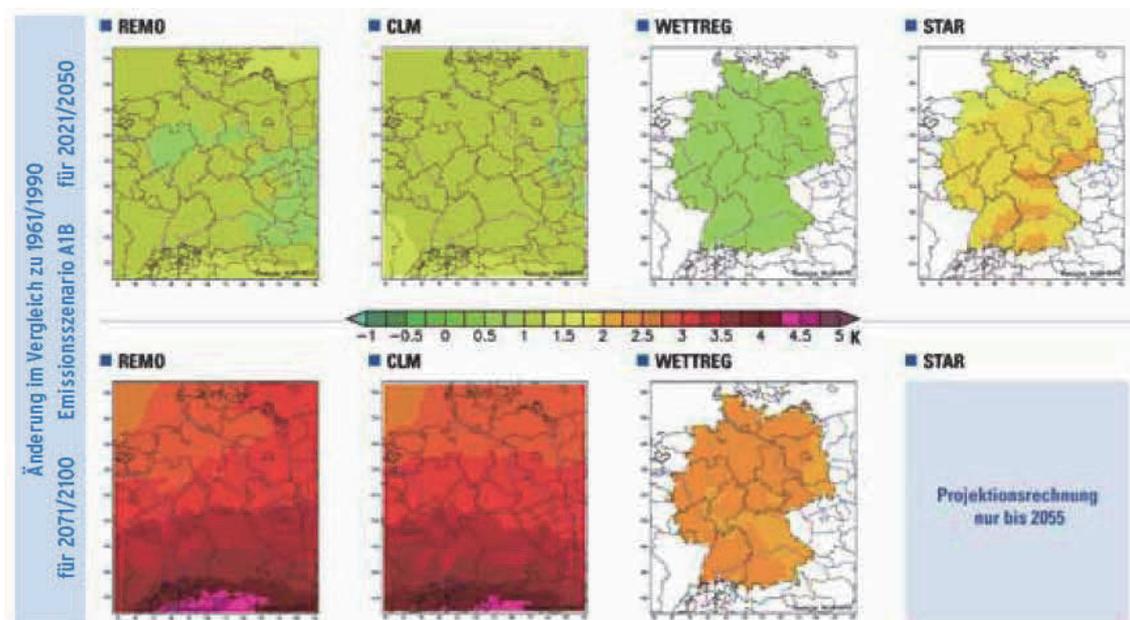


Anmerkung: Relative Änderungen der Niederschläge (in Prozent) für den Zeitraum 2090–2099 im Vergleich zu 1980–1999. Die Werte sind Multimodell-Mittel, basierend auf dem SRES-A1B-Szenario für Dezember bis Februar (links) und Juni bis August (rechts). Flächen, für welche weniger als 66% der Modelle bzgl. des Vorzeichens der Änderung übereinstimmen, sind weiß; solche, für welche mehr als 90% der Modelle bzgl. des Vorzeichens der Änderungen übereinstimmen, sind punktiert.

Quelle: IPCC 2007a: 16.

Anhang 2 Klimaprojektionen für Deutschland

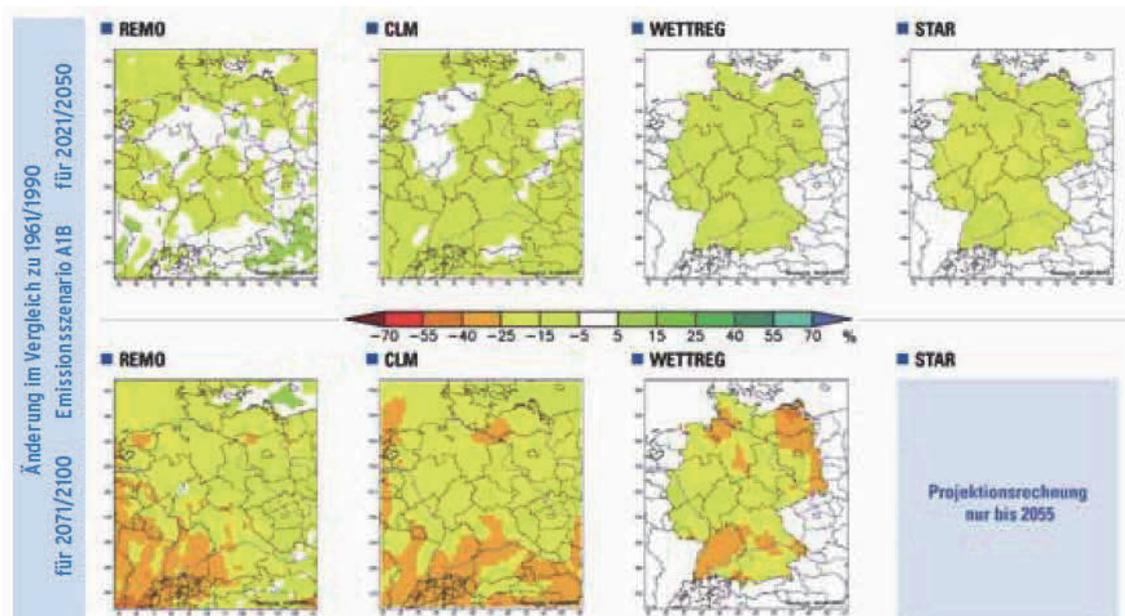
Abbildung 21: Modellvergleich zur Veränderung der Jahresmitteltemperatur in Deutschland



Anmerkung: Veränderungen der jährlichen Durchschnittstemperaturen im Szenario A1B im Vergleich zur Referenzperiode 1961-1990.

Quelle: BMU (2009): 16.

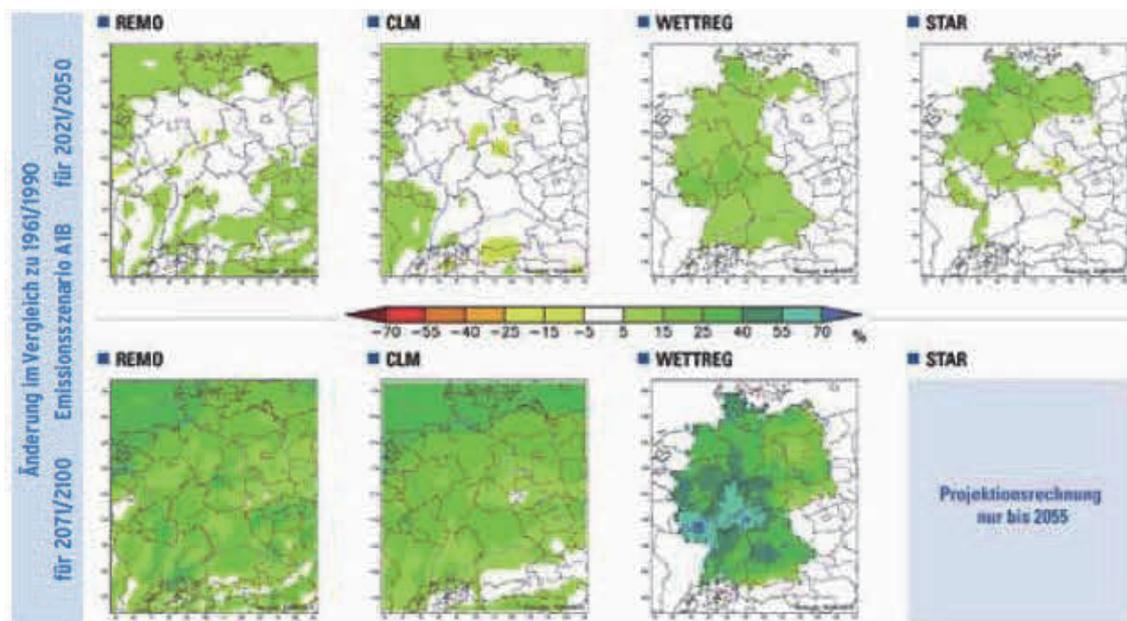
Abbildung 22: Modellvergleich zur Veränderung der Niederschlagsmenge im Sommer in Deutschland



Anmerkung: Veränderungen der sommerlichen Niederschlagsmengen im Szenario A1B im Vergleich zur Referenzperiode 1961-1990.

Quelle: BMU (2009): 17.

Abbildung 23: Modellvergleich zur Veränderung der Niederschlagsmenge im Winter in Deutschland

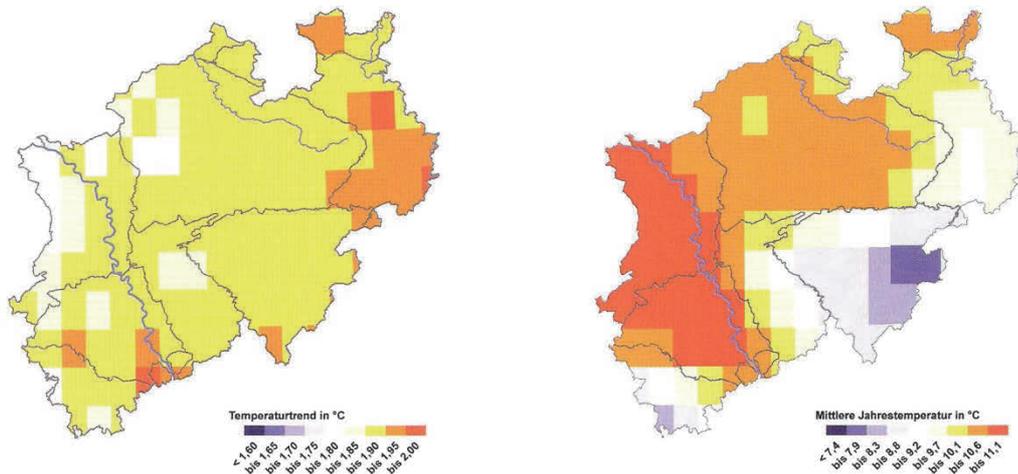


Anmerkung: Veränderungen der winterlichen Niederschlagsmengen im Szenario A1B im Vergleich zur Referenzperiode 1961-1990.

Quelle: BMU (2009): 17.

Anhang 3 Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen

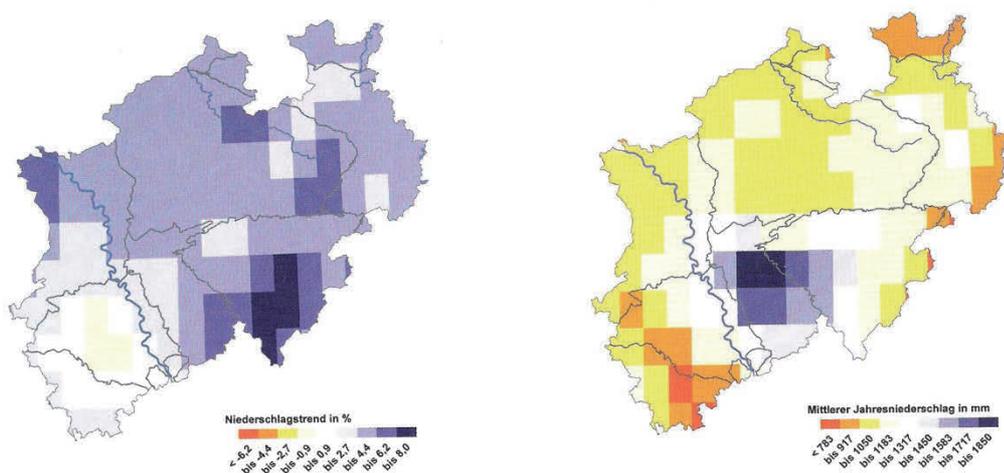
Abbildung 24: Veränderung der durchschnittlichen Jahresmitteltemperaturen in NRW



Anmerkung: Zunahme der Temperatur im Vergleich zum Referenzzeitraum 1961-1990 (links) und Jahresmittelwerte der Temperatur in Nordrhein-Westfalen für den Zeitraum 2031-2060 nach CCLM-Simulationen des Szenarios A1B (rechts).

Quelle: MUNLV (2009): 41.

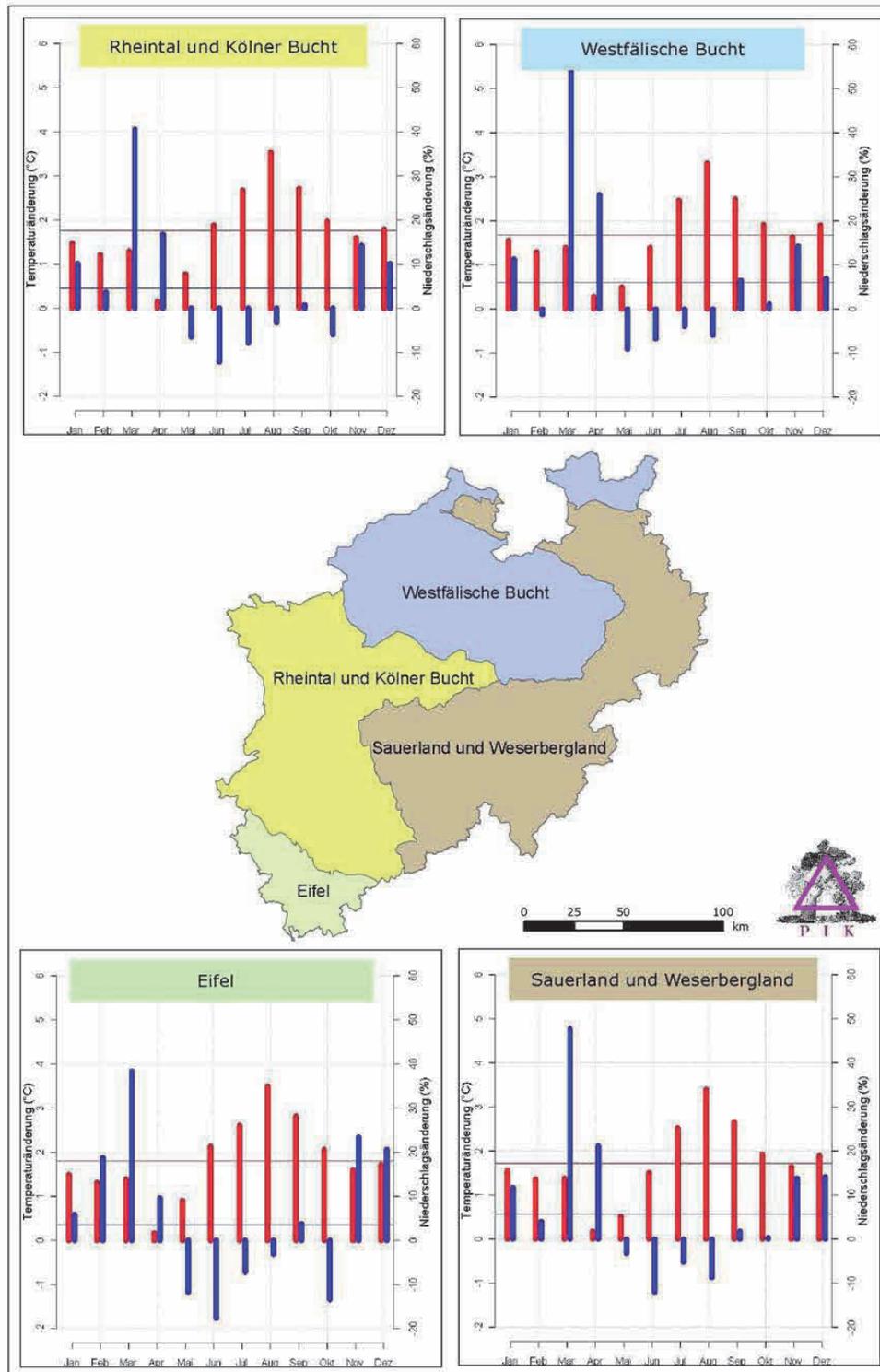
Abbildung 25: Veränderungen der Jahressummen des Niederschlags in NRW



Anmerkung: Prozentuale Änderungen des Niederschlags bezogen auf den Zeitraum 1961-1990 (links) und Jahressummen des Niederschlags in Nordrhein-Westfalen für den Zeitraum 2031-2060 nach CCLM-Simulationen des Szenarios A1B (rechts).

Quelle: MUNLV (2009): 42.

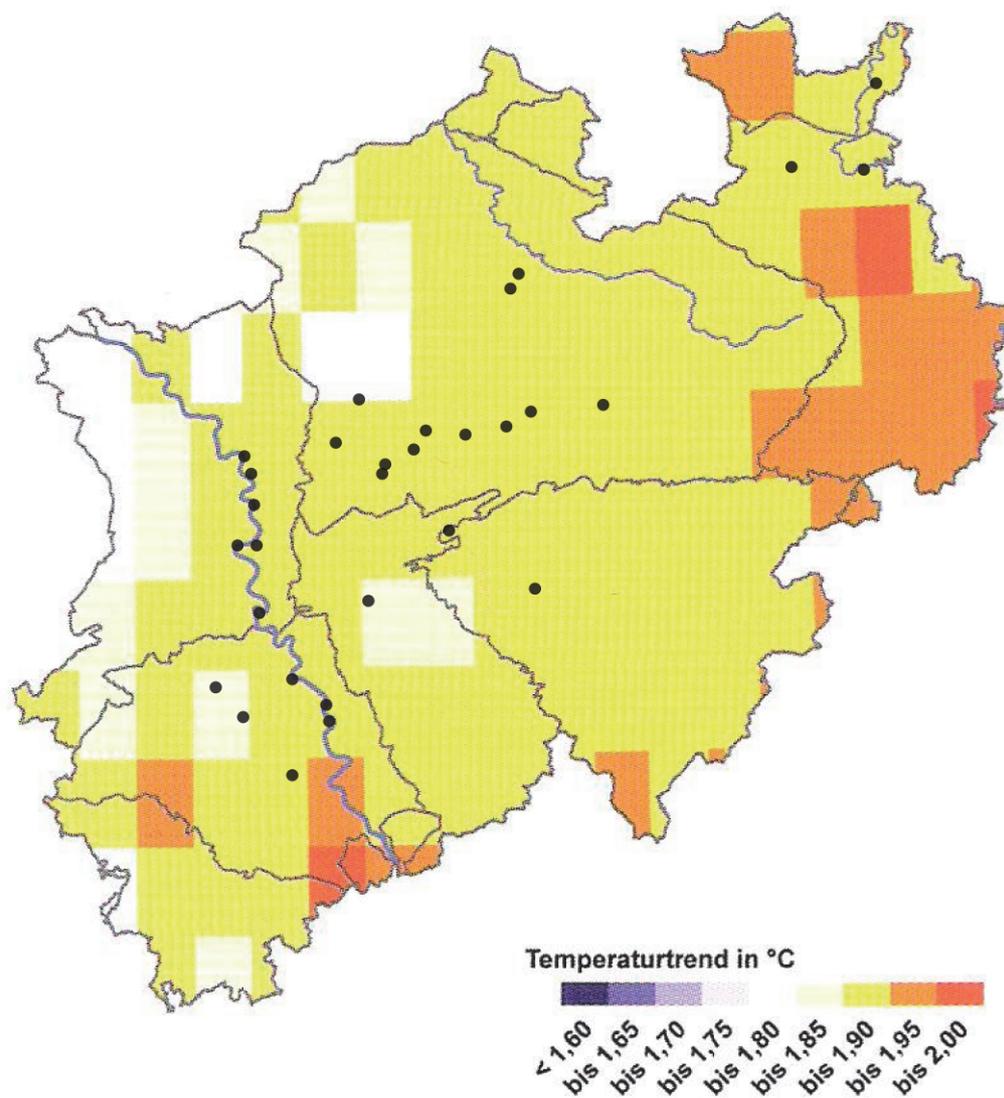
Abbildung 26: Veränderungen der Monatstemperaturen und der Monatsniederschläge in Regionen von NRW



Anmerkung: Veränderungen in den Großregionen Nordrhein-Westfalens im Vergleich der Zeiträume 1661-1990 und 2036-2065. Werte der Temperatur sind in rot dargestellt, die des Niederschlags in blau. Jahresmittelwerte sind durch entsprechende farbige Linien gekennzeichnet.

Quelle: KROPP et al. (2009): 18.

Abbildung 27: Temperaturzunahme und installierte sowie geplante Kraftwerksstandorte in NRW



Anmerkung: Zunahme der Temperatur im Vergleich zum Referenzzeitraum 1961-1990 in Nordrhein-Westfalen für den Zeitraum 2031-2060 nach CCLM-Simulationen des Szenarios A1B (rechts). Kraftwerke mit einer Leistung über 100 MW.

Quelle: eigene Darstellung nach KROPP et al. (2009): 182; MUNLV (2009): 41.

Anhang 4 Fragebogen

Themenblock A: Relevanz der Thematik

Frage 1: Wie schätzen Sie Ihr Wissen ein über...	sehr groß	groß	teils- teils	gering	sehr gering
den Klimawandel im Allgemeinen?	<input type="checkbox"/>				
die Ursachen des Klimawandels?	<input type="checkbox"/>				
die Auswirkungen des Klimawandels im Allgemeinen?	<input type="checkbox"/>				
die ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels?	<input type="checkbox"/>				
Anpassungsmaßnahmen an Auswirkungen des Klimawandels?	<input type="checkbox"/>				
bestehende/ mögliche Anpassungsmaßnahmen Ihres Unternehmens an Auswirkungen des Klimawandels?	<input type="checkbox"/>				
Maßnahmen zur Vermeidung/ Verringerung zukünftigen Klimawandels?	<input type="checkbox"/>				
Frage 2: Wie hat sich Ihrer Meinung nach die Relevanz der Thematik während der letzten zehn Jahre verändert?	stark zugenommen	zugenommen	gleich geblieben	abgenommen	stark abgenommen
Die Relevanz hat insgesamt	<input type="checkbox"/>				
Für mich persönlich hat die Relevanz	<input type="checkbox"/>				
In meinem Unternehmen hat die Relevanz	<input type="checkbox"/>				
In meiner Branche hat die Relevanz	<input type="checkbox"/>				
Bei unseren Kunden hat die Relevanz	<input type="checkbox"/>				
Bei unseren Lieferanten hat die Relevanz	<input type="checkbox"/>				
Bei unseren Mitarbeitern hat die Relevanz	<input type="checkbox"/>				
Bei unseren Anteilseignern/ Kapitalgebern hat die Relevanz	<input type="checkbox"/>				
Bei unseren Wettbewerbern hat die Relevanz	<input type="checkbox"/>				
Für den Gesetzgeber hat die Relevanz	<input type="checkbox"/>				

Frage 3: Inwieweit sind Ihrer Meinung nach folgende Aussagen zutreffend?	trifft voll zu	trifft eher zu	teils-teils	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
In meinem Unternehmen beschäftigt man sich mit der Vermeidung/ Verringerung zukünftigen Klimawandels.	<input type="checkbox"/>				
In meinem Unternehmen beschäftigt man sich mit der Anpassung an Auswirkungen des Klimawandels.	<input type="checkbox"/>				
Aktuelle Erkenntnisse zum Klimawandel und zu Extremwetterereignissen fließen heute schon in die strategische Unternehmensführung ein.	<input type="checkbox"/>				
In meiner Branche beschäftigt man sich mit der Vermeidung/ Verringerung zukünftigen Klimawandels.	<input type="checkbox"/>				
In meiner Branche beschäftigt man sich mit der Anpassung an Auswirkungen des Klimawandels	<input type="checkbox"/>				
Frage 4: Wie hat sich aus der Sicht Ihres Unternehmens die Häufigkeit von Extremwetterereignissen während der letzten 10 Jahre verändert?	stark zugenommen	zugenommen	gleich geblieben	abgenommen	stark abgenommen
Stürme	<input type="checkbox"/>				
Hagelschauer	<input type="checkbox"/>				
Hochwasser	<input type="checkbox"/>				
Niedrigwasser	<input type="checkbox"/>				
Extremhitze	<input type="checkbox"/>				
Extremkälte	<input type="checkbox"/>				
Sonstige:	<input type="checkbox"/>				

Frage 5: Aus der Sicht Ihres Unternehmens ist das Auftreten der folgenden Klimawandelwirkungen in den nächsten 10 Jahren am Standort	sehr wahrscheinlich	wahrscheinlich	möglich	unwahrscheinlich	sehr unwahrscheinlich
Stürme	<input type="checkbox"/>				
Hagelschauer	<input type="checkbox"/>				
Hochwasser	<input type="checkbox"/>				
Niedrigwasser	<input type="checkbox"/>				
Extremhitze	<input type="checkbox"/>				
Extremkälte	<input type="checkbox"/>				
Sonstige:	<input type="checkbox"/>				
Frage 6: Betroffenheit	sehr hoch	hoch	teils- teils	gering	sehr gering
Wie schätzen Sie die Betroffenheit aus Sicht Ihres Unternehmens durch Klimawandelwirkungen insgesamt für die nächsten 10 Jahre ein?	<input type="checkbox"/>				
Frage 7: Trotz intensiver Forschungen besteht Unsicherheit über Art, Eintritt und Ausmaß von Klimawandelwirkungen.	sehr hoch	hoch	mittel	gering	sehr gering
Wie schätzen Sie diese Unsicherheit aus Sicht Ihres Unternehmens in den nächsten 10 Jahren ein?	<input type="checkbox"/>				
Wie schätzen Sie aus Sicht Ihres Unternehmens die Komplexität und Dynamik im Unternehmensumfeld in den nächsten 10 Jahren ein?	<input type="checkbox"/>				

Themenblock B: Unternehmensverhalten**Frage 1:**

Bitte beschreiben Sie falls möglich aus der Sicht Ihres Unternehmens, ob und in welcher Weise sich die folgenden Stufen der Prozesskette während der letzten 10 Jahre aufgrund des Klimawandels verändert haben. Bitte geben Sie auch an, in welchen Stufen der Prozesskette Ihr Unternehmen tätig ist.

Exploration/Förderung

Aufbereitung

Transport

Umwandlung

Verteilung

Nachfrage

Frage 2:

Falls möglich, bitte nennen Sie sämtliche klimawandelinduzierte Auswirkungen, die sich aus Sicht Ihres Unternehmens in den nachfolgend aufgeführten Stufen der Prozesskette während der nächsten 10 Jahre ergeben könnten.

Exploration/Förderung

Aufbereitung

Transport

Umwandlung

Verteilung

Nachfrage

Frage 3:

Falls sich allgemein Chancen durch die Auswirkungen des Klimawandels in den nächsten 10 Jahren bieten, skizzieren Sie diese bitte kurz für die Funktionen bzw. Geschäftsfelder Ihres Unternehmens.

Frage 4:

Werden heute Klimawandelchancen bereits in Ihrer Unternehmensführung wahrgenommen und berücksichtigt?

 Ja, und zwar... Nein, weil ...

Frage 5:

Werden Klimawandelrisiken heute bereits in Ihrer Unternehmensführung wahrgenommen und berücksichtigt?

Ja, und zwar...

Nein, weil ...

Frage 6:

Falls noch nicht genannt, welche konkreten Strategien und Maßnahmen werden in Ihrem Unternehmen zur Vorsorge bzw. Anpassung an Klimawandelwirkungen angewendet/ sollten angewendet werden?

Frage 7:

Bestehen in Ihrem Unternehmen (im Vgl. zum Wettbewerb) besondere Ressourcen oder Fähigkeiten im Umgang mit Klimawandelwirkungen?

Ja, und zwar...

Nein, weil ...

Frage 8:

Falls möglich, bitte beschreiben Sie, welche klimawandelrelevanten Informationen in Ihrem Unternehmen erfasst und verarbeitet werden/ erfasst und verarbeitet werden sollten.

Frage 9:

Die Dynamik und Komplexität sowie der Mangel an Informationen über Art, Eintrittswahrscheinlichkeit und Ausmaß von Klimawandelwirkungen führt zu Unsicherheit. In welcher Weise wird dies in Ihrer Unternehmensführung berücksichtigt/ sollte dies berücksichtigt werden?

Frage 10:

Möchten Sie abschließend noch etwa ergänzen?

Anhang 5 Transkription Interview 1

- 1 Person 1: Erzählen Sie mir kurz eben noch von Ihrer Arbeit. 00:00:16-4
- 2 Interviewer: Natürlich. 00:00:17-0
- 3 Person 1: Was studieren Sie denn? 00:00:21-8
- 4 Interviewer: Genau. Ich fang einfach mal an, dass ich mich kurz vorstelle. Thomas
5 Madry, genau, soweit waren wir ja schon. Ich studiere in Köln Geographie, an der Ma-
6 thematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, bin in meinen Nebenfächern Soziologie,
7 Volkswirtschaftslehre und Energiewirtschaft. Das heißt, da bin ich in den Wirtschafts-
8 und Sozialwissenschaften auch noch tiefer [*unverständlich*] weniger in den physisch-
9 geographischen Strom, auch wenn ich da natürlich Kenntnisse habe. Seit zwei Jahren
10 arbeite ich in Wuppertal jetzt mittlerweile, als studentische Hilfskraft auch, ich habe ja
11 noch nicht abgeschlossen und arbeite da besonders im Bereich Energieeffizienz, da
12 waren Sie ja auch [in früherer Beschäftigung] federführend. 00:01:08-5
- 13 Person 1: Ja, da haben Sie ja wichtige Aufgaben. 00:01:10-7
- 14 Interviewer: Ja. Und Auswirkungen des Klimawandels, das ist jetzt noch mehr was
15 auch wirklich in diese Diplomarbeit und in das Projekt rein fließt. Am Wuppertal Institut
16 bin ich da tätig in dem Projekt DynAKlim, ich weiß nicht ob das ein Begriff ist. 00:01:26-
17 7
- 18 Person 1: Gehört hab ich es wohl schon, aber ich kann es jetzt im Moment nicht ein-
19 ordnen. 00:01:30-1
- 20 Interviewer: Und zwar ist das im Rahmen von KlimaZwei, vom Bundesministerium für
21 Forschung, ein Netzwerkansatz, der hier im Ruhrgebiet angegangen wird, der eigent-
22 lich Akteure der Wirtschaft, Wissenschaft und Politik vernetzen möchte um das Wissen
23 im Rahmen des Klimawandels zu vertiefen, auszubauen, Instrumente zu entwickeln,
24 sich geeignet anzupassen. Und dort ist ein ganz kleiner Bereich Energiewirtschaft, den
25 ich mir ausgesucht habe. Im Vordergrund steht da eigentlich Wasserwirtschaft, aber
26 auch da ist natürlich die Energiewirtschaft von betroffen. Genau, und die Arbeit selber
27 den Titel den hatte ich Ihnen ja auch schon geschickt, das ist „Klimawandel und Ener-
28 giesysteme: Verwundbarkeit und Anpassungsoptionen der Energiewirtschaft in
29 Nordrhein-Westfalen“. Ja, da gibt es natürlich eine ganze Menge an geschriebenem
30 Wissen zu, das ich auch vorliegen habe, ausgewertet und auch schon niedergeschrie-
31 ben. Jetzt ist mir natürlich wichtig den praktischen Zugang, also wirklich auch aus der
32 Energiewirtschaft heraus zu suchen. Und da sind Sie sicherlich ein sehr kompetenter
33 Ansprechpartner. 00:02:50-9
- 34 Person 1: Vielen Dank. Wie wollen wir das machen? Stellen Sie Fragen oder soll ich
35 einfach drauf los erzählen? Wie strukturieren wir das? 00:03:02-1

36 Interviewer: Genau, wie strukturieren wir das. Ich habe einmal einen kleinen Fragebo-
37 gen, den Sie mir am besten ausfüllen. Das sind geschlossene Fragen, da geht es ein-
38 fach darum, wie die Relevanz der Thematik ist, wie die Bedeutung für Ihr Unternehmen
39 ist. Das hilft mir nachher die gesamte Befragung, ich treffe mich auch mit anderen
40 Energieversorgern in der Region, ein bisschen die Balance herzustellen, wo welches
41 Unternehmen steht. Dann habe ich einen Leitfaden, den ich mit Ihnen durchgehen
42 würde, da geht es dann um das Unternehmensverhalten. Und dann in einem letzten
43 Schritt, sollten noch Themen sein, die jetzt in diesem Leitfaden nicht abgefragt sind,
44 können wir uns auch gerne danach noch offen besprechen. Ich schau, dass ich die mir
45 persönlich wichtigsten Fragen zum Anfang immer stelle, falls wir in Zeitnot kommen...

46 00:03:52-7

47 Person 1: Genau, dann haben wir das wichtigste für die Arbeit schon mal gemacht.

48 00:03:56-2

49 Interviewer: Ich gebe Ihnen einfach den Bogen [*Übergabe des Fragebogens*], es sind
50 insgesamt neun Fragen. Fragen Sie ruhig, wenn Sie da noch mit Fragen haben. In der
51 Zeit trinke ich gerne den Kaffee [*lacht*]. 00:04:04-1

52 Person 1: Ja, machen Sie in aller Ruhe. [*Pause*] 00:04:51-5 Ja das sieht jetzt so
53 langweilig aus, aber ich hab jetzt überall groß angekreuzt. Ich bin wirklich der Meinung
54 [*lacht*]. 00:04:59-6

55 Interviewer: Ja. Wie es aussieht, das ist mir wirklich nicht wichtig. [*Pause*] 00:06:02-0

56 Person 1: Ja, so. Ich muss mal eben eine Verständnisfrage. 00:06:05-2

57 Interviewer: Ja, bitte. 00:06:04-0

58 Person 1: Was meinen Sie mit Anpassung an den Auswirkung ... an die Auswirkungen
59 des Klimawandels? Das sind also solche Maßnahmen, die man dann ergreift, wenn
60 man sich einmal damit abgefunden hat, es gibt den Klimawandel und es wird, also sa-
61 gen wir mal der Meeresspiegel steigen, es wird in Flora und Fauna Veränderungen
62 geben und so weiter, ja, also all diese Folgen, die der Klimawandel eben hat. Was
63 kann machen, also, man versucht nicht mehr den Klimawandel überhaupt zu vermei-
64 den, wo ich ja der Meinung bin, das sollte man natürlich verstärkt tun, sondern Anpas-
65 sung an die Auswirkungen des Klimawandels meint, wenn man sich damit abgefunden
66 hat, dass es den Klimawandel geben wird, was man dann macht, also sagen wir mal
67 Deiche bauen. Das ist mit Anpassung gemeint? 00:06:58-2

68 Interviewer: Ja, also die Rückfrage finde ich berechtigt, wenn man fragt was wirklich
69 Adaptation oder Anpassung in dem Maße ist, aber das wäre für mich in der Definition
70 jetzt erst mal in der geschlossenen Frage die wirkliche Anpassung an unvermeidbare
71 Folgen des Klimawandels. Ob Sie die jetzt sehen oder sagen, die sind nicht nötig, dann
72 machen Sie Ihre Antwort dementsprechend, oder ob Sie die denken, die sind wichtig...
73 00:07:22-7

74 Person 1: In unserem Unternehmen... 00:07:24-6

75 Interviewer: Genau. Also wirklich auch... 00:07:26-4

- 76 Person 1: ...sind wir immer noch dabei zu überlegen, und das ist ja auch wichtig, was
77 kann man machen um den Klimawandel überhaupt noch zu vermeiden oder ihn zu
78 dämpfen. Aber mit den Folgen des Klimawandels, also zum Beispiel, naja, steigender
79 Meerwasserspiegel, Abschmelzen von Gletscher, damit meine ich beschäftigen sich
80 [regionale Energieversorger] eher nicht. Das ist was für die Bauindustrie, für die
81 Gesundheitsindustrie und so weiter. Da würde ich sagen, dass trifft eher nicht zu, wenn
82 es um die Anpassung geht, ja. 00:08:02-4
- 83 Interviewer: Sehr gut. 00:08:13-0
- 84 Person 1: Ja mit der Vermeidung oder Verringerung, das trifft völlig zu. [Pause]
85 00:08:22-6 Die Anpassung an die Auswirkungen eher, teils-teils, ja. Ja, das sind gute
86 Fragen [*lacht*] 00:08:35-2
- 87 Interviewer: Das freut mich auch zu hören. 00:08:36-7
- 88 Person 1: Ja, bei guten Fragen kann man ja auch nachdenken. Einfache Fragen [*un-*
89 *verständlich*] schnell überlesen. [Pause] 00:09:29-3 Niedrigwasser, Extremhitze,
90 Extremkälte, ist das schon nachweisbar gestiegen? Also Stürme, Hagelschauer,
91 Hochwasser ist statistisch nachgewiesen, soweit ich weiß, dass die also zugenommen
92 haben, auch bei uns hier in Westeuropa. Extremhitze, mein ich, ja, doch, hat auch zu-
93 genommen. Niedrigwasser hier in Westeuropa hab ich noch nicht beobachtet. Extrem-
94 kälte auch nicht. Ja, der lange Winter, den wir jetzt kürzlich hatten, der war nicht so
95 maßgeblich kälter als sonst, es gab mehr Schnee und sowas. Ich hab gelesen, die
96 Gradtagszahlen haben relativ, geringfügig abgenommen. Also Niedrigwasser würde ich
97 sagen gleichgeblieben, Extremkälte ist auch eher gleichgeblieben. Sonstiges habe ich
98 noch nicht beobachtet. Aber was es schon gibt, das ist, das weiß man in der Mikrobiolo-
99 gie zum Beispiel, Veränderungen, die man auf den Klimaeffekt zurückführt, und die
100 haben eindeutig zugenommen. Also schreib ich mal hin Sonstige. Extremwetter, also
101 Sie meinen die Frage 4 nur auf Wetterereignisse? 00:11:03-0
- 102 Interviewer: Ja. [Pause] 00:11:14-8
- 103 Person 1: Wenn das wirklich sich Frage vier auf Wetterereignisse bezieht dann fällt mir
104 bei Sonstige nichts ein. 00:11:20-0
- 105 Interviewer: Sie müssen natürlich keine Angabe machen. 00:11:22-1
- 106 Person 1: So, weiter, fünf. [*unverständlich*] [*Anmerkung: Person 1 liest leise die Fragen*
107 *vor*] Wir sind als [Unternehmen] sehr hoch oder hoch betroffen. Schwierig. Im Vergleich
108 zu anderen Unternehmen. Dahinter steckt meine Überzeugung, dass wir, die wir uns
109 damit beschäftigen, den Klimawandel natürlich schon sehen und wissenschaftlich ja
110 auch schon messen können, dass wir aber in breiten Teilen der Bevölkerung aber noch
111 nicht so richtig wahrgenommen wird. Und ich geh aber davon aus, dass das in den
112 nächsten 10 Jahren drastisch zunehmen wird, dass man im Volk in den nächsten 10
113 Jahren den Klimawandel auch richtig merken wird und auch merken wird, dass es auch
114 Änderungen gibt und die auch auf die Veränderungen in der Erdatmosphäre zurückfüh-
115 ren wird. Deshalb glaube ich, dass wir demnächst sehr hoch betroffen sein werden, in
116 den nächsten 10 Jahren. Ja, genau, das ist wichtig. [Pause] 00:13:57-8 Die Unsicher-

117 heit, ist mittel. Seien Sie mir nicht böse, aber es gibt immer noch gewisse Unsicher-
118 heiten über das Ausmaß und ich bin kein Freund von Dramatisierungen und manchmal
119 neigen wir, die wir uns mit der Thematik beschäftigen, neigen wir vielleicht auch zu
120 Übertreibungen. Da müssen wir aufpassen, denn wenn man einmal übertrieben hat,
121 sinkt die Glaubwürdigkeit. Ich glaube, dass es immer noch ein gewisses Maß an Unsi-
122 cherheit gibt, nicht über den Klimawandel an sich, der wird nur noch in Frage gestellt
123 von den ewig Gestrigen, aber dass es über die Auswirkungen und die [*unverständlich*]
124 von Klimawandelwirkungen doch noch mit Sicherheit gibt. Da mache ich nur ein mittel
125 hin. [*Pause*] 00:15:09-7 Komplexität und Dynamik wird hoch sein, ich will nicht sagen
126 sehr hoch, aber hoch. So, jetzt haben wir alles fertig. 00:15:16-5

127 Interviewer: Wunderbar. 00:15:17-4

128 Person 1: Ich könnte natürlich was sagen, aber ... 00:15:19-6

129 Interviewer: Dazu haben Sie auch gleich die Gelegenheit. 00:15:21-3

130 Person 1: Wollen wir mal gucken, was Sie für Fragen stellen. Dann haben wir das
131 schon mal erledigt. 00:15:24-6

132 Interviewer: Also viele von diesen offenen, geschlossenen Fragen ergänze ich jetzt
133 auch nochmal durch offene. Und da werden wir Gelegenheit haben darüber zu spre-
134 chen. Und natürlich gehen Ihre Anmerkungen, die Sie jeweils zu den geschlossenen
135 Fragen gegeben haben auch in die Auswertung für mich persönlich ein. 00:15:40-3

136 Person 1: Ja. 00:15:41-0

137 Interviewer: Gut, der zweite Block steht unter dem Titel Unternehmensverhalten, für
138 mich. Da möchte ich als allererstes entlang der Wertschöpfungskette durchgehen.
139 Ganz unabhängig davon, in welchen Wertschöpfungsstufen Sie persönlich oder das
140 Unternehmen oder die Branchenkenntnisse sind. Sie müssen natürlich zu den Wert-
141 schöpfungsketten nicht immer was sagen können, Sie können auch sagen, da sind wir
142 nicht tätig oder da habe ich keine Kenntnisse, aber einfach Ihre persönliche Einschät-
143 zung aus Ihrer Sicht, aus der Sicht Ihres Unternehmens. Zunächst für die letzten 10
144 Jahre und dann auch nochmal für die nächsten 10 Jahre. Und da würde ich gern an-
145 fangen in der Prozesskette mit Exploration und Förderung. Wo sehen Sie dort die Ver-
146 änderungen in den Stufen der Prozesskette aufgrund der Folgen des Klimawandels?
147 Verändert sich da etwas? Wenn ja, in welche Richtung? Wie sind Sie betroffen? Neh-
148 men Sie ein Risiko wahr? 00:16:46-1

149 Person 1: Ja, da könnte ich natürlich eine Stunde drüber erzählen, aber das ist ...[*ach!*]
150 00:16:52-2

151 Interviewer: Wenn es geht immer kurz, weil es sind alle Stufen ... 00:16:55-3

152 Person 1: Also nochmal, es geht wirklich um Exploration und Förderung. Das heißt
153 also Finden und Fördern von fossilen Energien? Also von fossilen Energiequellen?
154 00:17:07-3

155 Interviewer: Richtig. 00:17:08-3

156 Person 1: Damit [beschäftigt sich das Unternehmen] nicht, insofern gibt es für das Un-
157 ternehmen keine Folgen. Aber dass es natürlich Folgen gibt durch den Klimawandel
158 weg von fossilen Energieträgern hin zu regenerativen Energiequellen und zu Energie-
159 effizienz, das ist natürlich klar. Das gilt auch ganz besonders für so ein Unternehmen
160 wie [regionale Energieversorger], die auch Energie liefern. Wir werden natürlich lang-
161 fristig einen Schwenk vollziehen müssen, der Weg von den fossilen und eher hin zu
162 den regenerativen Energiequellen. Das werden alle Energieversorger tun müssen und
163 wollen das auch machen, haben ja auch schon längst damit angefangen. Hier [das
164 Unternehmen] tun das natürlich auch, aber ich muss der Ehrlichkeit halber auch hin-
165 zufügen, wir sind ja sehr realistisch und Sie haben gesagt wir müssen die letzten 10
166 Jahre und demnächst auch bei den weiteren Fragen die nächsten 10 Jahre berück-
167 sichtigen. 00:18:22-3

168 Interviewer: Sie können auch direkt auch die nächsten 10 Jahre antworten. 00:18:24-7

169 Person 1: Ja. Wir müssen selbstverständlich in den nächsten 10 Jahren und natürlich
170 auch noch darüber hinaus in den nächsten Jahrzehnten müssen wir natürlich auch
171 noch fossile Energiequellen nutzen. Wir werden es nicht schaffen in den nächsten 10
172 Jahren komplett umzustellen auf Regenerative. Wir müssen die klassischen Energien,
173 Kohle, Braunkohle, Öl, Gas, möglichst effizient nutzen. Das heißt wir brauchen auch
174 noch in den nächsten Jahrzehnten noch konventionelle Kraftwerke, aber müssen eben
175 alles tun um die Effizienz, den Wirkungsgrad zu verbessern. Gleichzeitig müssen wir
176 versuchen, den Energiebedarf zu vermeiden. Also die drei Sachen liegen mir am Her-
177 zen. Alles drei müssen wir miteinander kombinieren. Erstens, wir müssen die Regene-
178 rativen weiter ausbauen, das mach[t auch das Unternehmen], zweitens, wir müssen
179 die konventionelle Energieversorgung effizienter machen und drittens, wir müssen ...
180 und auch das mach[t das Unternehmen] durch Kraftwerksmodernisierung, durch Wir-
181 kungsgradverbesserung in Kraftwerken, durch Kraft-Wärme-Kopplung und viele andere
182 Aktivitäten, und drittens, wir müssen den Energiebedarf absenken. Das machen, macht
183 man natürlich auch als Energieversorger durch Energieberatung, durch Energiedienst-
184 leistungen, bei denen man den gleichen Effekt bekommt aber mit weniger Primärener-
185 gieeinsatz. Das macht man, indem man Gebäude modernisiert und verschiedenes an-
186 dere, in Anführungsstrichen, Langweilige macht, was aber sehr viel bringt. Das ist nicht
187 spektakulär, Energieberatung oder wenn man Gebäude isoliert, eine Dämmschicht auf-
188 bringt, aber das bringt eben für die CO₂-Emissionen-Reduzierung eine ganze Menge.
189 Also diese drei Dinge müssen wir unbedingt miteinander kombinieren. Eins alleine
190 reicht natürlich nicht. Nur immer zu sagen, wir müssen die Regenerativen ausbauen
191 und dann ist alles schon gut, das reicht natürlich nicht, das dauert viel zu lange. Zwei-
192 tens, es wäre Spinnerei zu glauben, wir kommen ohne konventionelle Energielieferung
193 aus, in den nächsten Jahrzehnten. Das ist völlig unrealistisch, wir müssen auch die
194 konventionelle Energieversorgung verbessern. Naja, ich wiederhol mich, das Verhal-
195 ten, das energiebewusste Verhalten derjenigen, die Energie nutzen, das muss noch
196 vielmehr sensibilisiert werden durch Energieberatung. Also diese drei Dinge sind
197 gleichgewichtig und gleich wichtig. 00:21:28-2

198 Interviewer: Gut, ich möchte noch ganz kurz unterbrechen. 00:21:30-6

- 199 Person 1: Ja, nur zu. Ich neige dazu auch ein bisschen auszuholen. 00:21:34-1
- 200 Interviewer: Das ist wunderbar. Das ist genau das. Die Fragen sind nur ein Konstrukt,
201 damit Sie Gelegenheit haben auszuholen [*lacht*]. Die Prozesskette, ich lese sie jetzt
202 einmal komplett durch. Das wäre für mich Exploration, Förderung, unabhängig jetzt,
203 welche Energieform dahinter steht. Bei erneuerbaren Energien gibt es ja diese Pro-
204 zessstufen, wenn die auch jetzt bei Windenergie natürlich sehr verkürzt sind darauf,
205 dass man einen Windstandort beispielsweise aussucht. Aufbereitung, das wäre für
206 mich zunächst bei den Fossilen, dass man Konzentrationen erhöht, Schlacken ab-
207 schwemmt. Dann den Transport, auch eher in der fossilen Energie. Die Umwandlung,
208 das ist ja die letztendliche Energieerzeugung in Kraftwerken oder Generatoren. Die
209 Verteilung, das heißt die Netzinfrastruktur, ich denke da hat [das Unternehmen] auch
210 Anteile im Netz noch. 00:22:34-9
- 211 Person 1: Jaja. Wir betreiben ja auch ein Netz. 00:22:37-6
- 212 Interviewer: Genau. Und dann natürlich auch die Nachfrageseite, das hatten Sie jetzt
213 auch schon angesprochen, da bin sehr froh auch drüber. Das ist wirklich gar nicht ge-
214 meint, dass Sie zu jeder Stufe Stellung beziehen, aber vielleicht noch mal als Hilfe, als
215 gedankliche Hilfe in welchen Stufen und als Gerüst, die Energieerzeugung für mich aus
216 meinem Blick sich zunächst darstellt. Und wie da die Auswirkungen des Klimawandels
217 in den letzten und in den kommenden 10 Jahren Einfluss nehmen. Sie haben jetzt rich-
218 tigt angesprochen die Ihnen sehr wichtigen Punkte Energieeffizienz, der Wechsel zu
219 erneuerbaren Energien aber auch den Bedarf senken. Das ist sicherlich auf vielen die-
220 ser Stufen interessant, aber jetzt noch mal aus diesem Input, ob da noch eine Ergän-
221 zung bei Ihnen kommt. 00:23:30-5
- 222 Person 1: Ja, ja. Da muss ich mal überlegen. Sie sprachen gerade über Exploration,
223 Förderung. Meine erste Reaktion war ja bei Exploration und Förderung [ist das Unter-
224 nehmen] nicht tätig, wir fördern kein Erdöl, wir raffinieren nicht, wir transportieren nicht.
225 00:23:48-9
- 226 Interviewer: Da würde ich ganz kurz einen Einwurf geben [Beteiligung durch einen in-
227 ternational vertretenen Konzern mit Förderkapazitäten am Unternehmen] und das wäre
228 ja dann doch wieder sogar eine direkte Marktverbindung zur Exploration und Förde-
229 rung. 00:24:03-2
- 230 Person 1: Ja, das ist sehr wichtig, dass Sie gerade das ergänzt haben. Natürlich kann
231 man auch bei den Regenerativen von Förderung und, wie soll ich sagen, Umwandlung
232 und Exploration sprechen, wenn man sich Gedanken darüber macht, wo baut man
233 denn ein Windrad am besten. Das ist doch sowas wie Exploration? 00:24:25-7
- 234 Interviewer: Richtig. 00:24:26-4
- 235 Person 1: Oder welche Biomassenutzung ist an welchem Standort die am besten ge-
236 eignete? Oder muss an jedem Standort Photovoltaik gleich gefördert werden? Das sind
237 wichtige im Grunde Explorationsfragen. Deshalb würde ich dann Ihre Frage unter dem
238 Aspekt, dass man das auch Exploration und Förderung nennt, Ihre Frage auch rundum
239 mit Ja beantworten. Das macht unser Unternehmen natürlich auch, wir fragen uns

240 auch wo nutzen wir welche Regenerativen am besten. Und so weiter. Deshalb würde
241 ich sagen natürlich auch an unserem Unternehmen, wenn man das mit Exploration und
242 Förderung meint, natürlich auch mit diesen Stufen zu tun. Und dann tun und denken
243 wir natürlich auch von den Umweltanforderungen, und da steht der Klimawandel natür-
244 lich an allererster Stelle, auch entsprechend beeinflusst. 00:25:29-3

245 Interviewer: Das heißt Sie würden schon sagen, dass [das Unternehmen] Auswirkun-
246 gen in der Vergangenheit wahrgenommen und Risiken in der Zukunft bewerten, zum
247 Beispiel Windenergie, wenn jetzt ein Standort für Windenergiefelder gesucht wird, dass
248 heute bereits berücksichtigt wird, dass eventuell in Zukunft andere Windverhältnisse
249 herrschen. 00:25:51-1

250 Person 1: Ja, eindeutig ja. Also man muss dem ja ins Auge gucken, dass wir, ich sagte
251 eben, jetzt vielleicht noch nicht mal so sehr. Aber dass alle Wissenschaftler ja schon
252 darauf hinweisen, dass sich das Klima ja bereits verändert, dass das nicht erst nur eine
253 Vermutung ist, sondern dass sich das Klima bereits verändert. Und da überlegt man
254 natürlich auch, was hat das für Auswirkungen für die Tätigkeit unseres Unternehmens.
255 Und die Tätigkeit unseres Unternehmens ist die Bereitstellung und Verteilung von
256 Energie. Und da guckt man natürlich auch schon darauf, was hat der Klimawandel für
257 Auswirkungen. Es werden möglicherweise demnächst Standorte für Windkraftanlagen
258 interessant, die es bisher noch nicht so richtig sind, ist ja denkbar. Oder was ist mit
259 unseren Wasserkraftwerken? Werden wir noch genügend Wasser haben [*achf*] wo wir
260 die wirklich an 365 Tagen im Jahr mit Nennleistung zu betreiben. Das sind, oder auch,
261 Sie haben zu Recht auch eben auf unsere [Beteiligung an international tätigem Unter-
262 nehmen mit Förderkapazitäten] hingewiesen, auch dort stellt man sich natürlich Fra-
263 gen, was müssen wir angesichts des Klimawandels heute tun. Auch für die Tätigkeit,
264 die kooperative Tätigkeit unseres Unternehmens. Also lange Rede kurzer Sinn, ja, hat
265 Auswirkungen und wird berücksichtigt. 00:27:27-6

266 Interviewer: Gut. Ich würde jetzt einfach zur nächsten Frage übergehen. Und zwar, bis
267 jetzt haben wir Risiken und Wahrnehmung besprochen. Wie sieht es aus mit Chancen?
268 Denken Sie, dass in den nächsten 10 Jahren sich auch neue Marktchancen ergeben
269 für [das Unternehmen]? 00:27:44-9

270 Person 1: Klar. Eindeutig ja. Die Marktchancen versuchen wir natürlich auch wahrzu-
271 nehmen. Gucken Sie mal, wir haben schon längst angefangen damit so etwas wie
272 Energiedienstleistungen anzubieten. Das hat auch was mit Klimawandel zu tun. Oder
273 wir haben auch schon längst angefangen manche Techniken auch zu fördern, auch
274 finanziell zu fördern, durch den Klimafonds. Gebe ich Ihnen auch gleich noch so ein
275 Faltblatt mit. Durch den Klimafonds den [das Unternehmen] eingerichtet hat, also ein
276 Fonds, wie der Name schon sagt, aus dem Projekte finanziell unterstützt werden, die
277 zur Dämpfung der Klimaproblematik dienen. Also das sind alles Aktivitäten ... oder
278 auch hier, Energieberatung. Das hat nicht immer nur damit zu tun, dass Energie immer
279 teurer wird und die Leute Energie sparen wollen um Geld zu sparen. Das hat auch da-
280 mit zu tun, dass unter dem Eindruck des Klimawandels, der ja schon angefangen hat,
281 die Leute auch sensibler geworden sind, das Umweltbewusstsein doch besser ausge-
282 prägt ist als vor 10, 20 Jahren, was den Klimawandel angeht. Und dass deshalb der

283 Druck natürlich auch auf Energielieferanten größer wird auch bei dem vernünftigen
284 Umgang mit dem Produkt Energie mitzuhelfen. Also auch da, rundum ja, natürlich hat
285 das Einfluss und natürlich sehen wir auch Chancen, um auf Ihre Frage zurück zu
286 kommen. Ich will Ihnen ganz offen gestehen, denn wir sprechen offen miteinander und
287 nicht nur politisch, damit ergeben sich, wenn man es geschickt macht, Chancen, auch
288 geschäftliche Chancen für ein Unternehmen wie [das eigene] zum Beispiel. Also ja,
289 ökonomische Chancen. 00:29:55-4

290 Interviewer: Könnten Sie diesen ökonomischen Aspekt kurz noch ausführen? Ein Bei-
291 spiel, oder ...? 00:30:01-9

292 Person 1: Ja. Wir sehen geschäftliche Chancen zum Beispiel darin, die Kraft-Wärme-
293 Kopplung weiter auszubauen. Die Kraft-Wärme-Kopplung hat einen wesentlich besse-
294 ren Gesamtwirkungsgrad, wenn man Strom und Wärme gleichzeitig erzeugt und eben
295 auch nutzt und wenn man das tut, dann entlastet man die Umwelt von CO₂-Emissionen
296 und gleichzeitig hoffen wir eines Tages auch damit uns neue Geschäftsfelder erschlie-
297 ßen zu können. Denn wir sehen natürlich ... Jetzt muss ich wieder ein bisschen aus-
298 holen. Wir sehen natürlich auf der einen Seite geht der Energiebedarf eher zurück.
299 Dadurch dass die Bevölkerung in der Bundesrepublik im Trend eher schrumpft, da-
300 durch dass Gebäude eher modernisiert werden als noch weiter verfallen, wird der
301 Energiebedarf im Trend auch eher kleiner. Das sind natürlich so Megatrends, dem
302 muss sich so ein Energielieferant auch stellen. Muss also gucken, wo können wir die
303 Wertschöpfungskette, mit der wir uns beschäftigen, verlängern? Wie können wir unser
304 Unternehmen erhalten oder möglicherweise auch sogar noch vergrößern, bei gleich-
305 bleibenden oder vielleicht sogar sinkenden Energieabsatzzahlen. Und da kommen
306 Energiedienstleistungen natürlich ins Spiel. Also ganz konkret, Ausbau der Kraft-
307 Wärme-Kopplung und intelligenter Betrieb von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen könnte
308 zum Beispiel ein wichtiges Betätigungsfeld unseres Unternehmens sein. Und darin liegt
309 also eine Chance. Ich will jetzt nicht auf andere Unternehmen eingehen, Mess-,
310 Steuer-, Regeltechnik-Firmen, Elektronik-Firmen, die verdienen schon richtig viel Geld
311 mit den Regenerativen und der Energieeffizienz. Handwerksunternehmen installieren
312 heute schon thermische Solaranlagen und verdienen damit Geld. Bauunternehmen
313 renovieren Häuser auch unter energetischen Gesichtspunkten. Also das Geschäftsfeld
314 Energieeffizienz, regenerative Energie hat sich in der Bundesrepublik in den letzten 10
315 Jahren tüchtig entwickelt. Naja und eben auch für so ein Unternehmen wie unseres
316 [...]. Ich könnte weitere Felder nennen, also zum Beispiel nutzen wir ja auch die Kraft-
317 Wärme-Kopplung in den beiden Heizkraftwerken [Standort 1] und [Standort 2]. Das ist
318 auch eine besonders umweltfreundliche Energie, weil man die bei der Stromerzeugung
319 zwangsweise anfallende Wärme eben auch dann sofort für die Beheizung von Gebäu-
320 den nutzen kann. Oder wir nutzen auch Wasserkraft in unseren Talsperren, das ma-
321 chen wir der Umwelt wegen, aber natürlich auch weil wir sehen, dass aus politischen
322 Gründen, aus Umweltgründen und weil die Kunden es wollen, die Regenerativen wei-
323 ter ausgebaut werden müssen. 00:33:05-6

324 Interviewer: Ja. Sehr interessant. 00:33:08-7

325 Person 1: Und das ist für uns nichts Unanständiges, das muss man auch mal klar sa-
326 gen. Das man Ökonomie und Ökologie unter einen Hut bringt. Wir möchten, ich sag
327 das in aller Offenheit, natürlich auch wirtschaftlich davon profitieren, dass wir uns mit
328 diesen neuen Geschäftsfeldern beschäftigen. Und das geht, da bin ich sehr optimis-
329 tisch. 00:33:33-3

330 Interviewer: Gut. Jetzt bleiben wir auch noch mal ruhig in dieser ökonomischen Argu-
331 mentation, das finde ich sehr interessant. Ganz standortbezogen, wirklich ganz eng an
332 den Energieerzeugungs-, Verteilungsstandorten [des Unternehmens]. Werden dort
333 Klimawandelrisiken heute schon in der Unternehmensführung wahrgenommen und
334 berücksichtigt? Jetzt weg von dieser allgemeinen, sag ich mal, übergeordneten In-
335 stanz, mit erneuerbarem Energien Ausbau, sondern wirklich auf den Standort der
336 Energieerzeugung oder des Transportes runter gebrochen. Ist Ihnen da bekannt, dass
337 Risiken oder Veränderungen wahrgenommen werden und eventuell auch sogar schon
338 berücksichtigt werden. Sie hatten zum Beispiel Wasserkraft angesprochen. 00:34:22-6

339 Person 1: Wahrgenommen werden die natürlich schon und auch genau beobachtet,
340 wie verändern sich die klimatischen Verhältnisse, die Niederschlagsmengen und was
341 weiß ich. Anforderungen an die Produkte, die wir anbieten. Zum Beispiel der letzte
342 Winter, hat den Heizenergiebedarf also nach oben gehen lassen, im Sommer werden
343 wir bei steigenden Temperaturen auch mehr mit Stromlieferungen für Kühlzwecke zu
344 tun haben und sowas. Aber, ja, wie soll ich Ihre Frage beantworten, als ... ich sag mal,
345 dass die Klimaauswirkungen so konkret wären für unsere eigene Tätigkeit im Sinne
346 von, wir müssen gucken, ob wir noch genug Wasser haben für unsere Wasserkraft-
347 werke, oder ob der Wind nicht auch stärker bläst an Standorten die bisher nicht inte-
348 ressant waren für Windkraftanlagen, das spielt schon natürlich eine Rolle. Aber ich will
349 nicht übertreiben, noch keine besonders große, weil es dafür noch nicht konkret genug
350 ist und weil es noch zu viele Unsicherheiten gibt, wie schnell der Klimawandel kommt
351 und wie dramatisch die Folgen im Einzelnen sein werden. Also ich will mal so sagen,
352 wir beobachten das und wir berücksichtigen das, aber es ist noch nicht konkret genug,
353 als dass wir jetzt schon wirklich Maßnahmen ergreifen würden. 00:36:14-8

354 Interviewer: Ja. Das ist doch eine sehr, sehr gute und ... 00:36:19-4

355 Person 1: ... ausgewogene, differenzierte, wahrheitsgemäße Auskunft. 00:36:24-2

356 Interviewer: Ich überspring eine Frage, weil da schon viel gesprochen drüber haben,
357 das wären die konkreten Strategien und Maßnahmen, aber das hatten wir jetzt in den
358 Einzelfällen in den anderen Fragen schon. Eine wichtige Frage für mich ist auch, ob in
359 Ihrem Unternehmen im Vergleich zum Wettbewerb besondere Ressourcen oder Fähig-
360 keiten im Umgang mit Klimawandelwirkungen bestehen. Oder sehen Sie in Ihrem Un-
361 ternehmen, dass Sie im Gegensatz zur übrigen Branche noch spezielle Fähigkeiten
362 und Kenntnisse haben oder wünschen Sie sich vielleicht sogar für Ihr Unternehmen
363 noch spezielle Fähigkeiten. Das wären Managementfähigkeiten, zur Gestaltung von
364 Anpassungsmaßnahmen, Zugang zu Ressourcen, finanziell, technologisch oder Infor-
365 mation, Infrastruktur, institutionelle Umgebung oder soziale Netzwerke. In diese Rich-
366 tung. 00:37:16-2

367 Person 1: Da tut [das eigene Unternehmen] überdurchschnittlich viel. Wir haben eine
368 sehr gute Zusammenarbeit mit anderen Energielieferanten, zum Beispiel [international
369 tätiger Anteilseigner], wir haben eine gute Zusammenarbeit mit dem Wuppertal Institut,
370 mit der Energieagentur, mit der Universität. Wir legen sehr viel Wert auf diese gute
371 Zusammenarbeit und ich will jetzt hier nicht keine Show machen, deshalb bin ich ja
372 auch hierher gegangen [*lacht*], [das Unternehmen] tut da sehr viel. Wir sind seit vielen
373 Jahren diesem Gedanken der Energieeffizienz gegenüber schon sehr aufgeschlossen
374 und eher weiter als andere Energielieferanten. Das gilt natürlich immer relativ, dass ein
375 riesen Energielieferant wie RWE, absolut gesehen, da mehr Geld in, ich sag mal,
376 Windenergie und ich weiß nicht was, Beratungsleistungen und Elektrofahrzeuge und
377 was man nicht alles überlegt hat reinstecken kann ist klar, aber relativ tut [das eigene
378 Unternehmen] mehr als andere Energieversorgungsunternehmen. Know-how haben
379 wir da eine ganze Menge und auch Möglichkeiten auch. Nur jetzt fragen Sie mögli-
380 cherweise oder Sie haben es schon gefragt, was wünschen Sie sich. Wenn wir noch
381 mehr tun sollen, als wir ohnehin schon tun, und das ist schon eine ganze Menge, wenn
382 wir aber noch mehr tun sollen, dann hätte ich eher Wünsche an die Politik. Es ist nicht
383 populär, im Zweifelsfall schimpfen alle Leute auf die Politik und Politiker und sollen an-
384 dere Rahmenbedingungen stellen. Aber Sie müssen das bitteschön auch verstehen,
385 ein am Markt arbeitendes Unternehmen kann sich nur in dem Rahmen bewegen, auch
386 ökonomisch gesehen, der ihm von der Politik auch gesetzt wird. Wenn also das EEG
387 [*Anmerkung: Erneuerbare Energien Gesetz*] dafür sorgt, dass die Richtung von Anla-
388 gen zur Nutzung der Erneuerbaren weiter verstärkt werden, dann ist das gut. Aber, wir
389 müssen sehen, wenn wir auch noch mehr tun sollen, dann muss zum Beispiel sowas
390 kommen wie das erneuerbare Energien und Wärme Gesetz. Oder ich weiß nicht was,
391 dann muss die Kraft-Wärme-Kopplung noch mehr unterstützt werden. Oder was auch
392 immer. Ein Unternehmen muss wirtschaftlich arbeiten, muss gucken welche Investition
393 ist die wirtschaftlichste und wenn aus politischen oder klimapolitischen Gründen gewollt
394 ist, dass ein Unternehmen noch mehr macht, dann muss die Politik die Rahmenbedin-
395 gung dafür setzen, dass das Unternehmen auch mehr machen kann. [Das eigene Un-
396 ternehmen tut] heute alles das, was heute in irgendeiner Weise wirtschaftlich darstell-
397 bar ist und auch wirtschaftlich verantwortbar ist, den Mitarbeitern gegenüber, den Be-
398 sitzern des Unternehmens gegenüber. Wenn das ... wenn die Politik meint, das sei
399 energiepolitisch, klimapolitisch nicht genug, dann muss die Politik andere Rahmenbe-
400 dingungen setzen. Also wenn ich einen Wunsch äußern darf, lange Rede kurzer Sinn,
401 wenn wir den Klimaeffekt weiter entschärfen wollen, dann muss die Politik das noch
402 interessanter machen. Was könnte das sein, ist jetzt möglicherweise Ihre Frage. Ja,
403 wie ich eben schon sagte, sowas wie erneuerbare Energien Wärme Gesetz würde na-
404 türlich, in Baden-Württemberg ist man da ja vorgeprescht, was bewirken. Man müsste,
405 man könnte noch bessere Standards für die Gebäudesanierung festlegen. Man könnte,
406 ja, solche Projekte fördern wie zum Beispiel Elektromobilität oder man könnte Projekte
407 fördern wie das DESERTEC Projekt, wo also aus afrikanischen Ländern mit hoher
408 Solarstrahlung der Strom mittels Hochspannungsgleichstromübertragung hier nach
409 Europa übertragen wird und so weiter. Sobald so etwa wirtschaftlich und oder politisch
410 interessant wird, dann macht man das auch als Energielieferant. 00:42:11-6

411 Interviewer: Ja. 00:42:13-5

412 Person 1: Aber Sie müssen verstehen also für einen Gotteslohn sozusagen oder nur
413 für ein Lob kann man das alleine nicht machen. 00:42:20-5

414 Interviewer: Selbstverständlich, man bewegt sich ja auch in einer Unternehmensum-
415 welt. Ich will jetzt noch zwei kurze Fragen stellen, ich guck ein bisschen auf die Zeit,
416 weil wir schon langsam dran kommen. Das eine sind klimawandelrelevante Informatio-
417 nen. Darunter stelle ich mir sowas vor wie Prognosen oder auch Wetterdaten. Wissen
418 Sie, ob solche Daten, Informationen bei Ihnen im Unternehmen erfasst werden? Oder
419 glauben Sie vielleicht sogar die sollten noch anders oder besser erfasst werden?
420 00:42:53-0

421 Person 1: Ich weiß, dass die erfasst werden, das mach ich nämlich selber [*lacht*]. Also
422 Studien, Prognosen und so weiter, das guck ich mir gut an und sammle das auch. Ich
423 halte das auch für besonders wichtig und richtig. Womit soll man sonst arbeiten, wenn
424 nicht mit Prognosen und mit Modellen. Aber, also bitte, wir müssen natürlich auch se-
425 hen, Prognosen sind immer mit einer gewissen Unsicherheit behaftet, das hat man ...
426 das sieht man heute mit den Prognosen, die vor 10 Jahre für 10 Jahre gemacht wor-
427 den sind, die gehen teilweise weit auseinander. Wir tun uns auch keinen Gefallen, dass
428 wir dramatisieren, was den Klimawandel angeht. Der Klimawandel ist schon drama-
429 tisch genug, da muss man nicht noch übertreiben, so nach dem Motto wir tun mal noch
430 ein bisschen dabei, dann kriegen wir noch mehr Fördergelder, das wird uns ja ge-
431 gentlich zum Vorwurf gemacht. Der Klimawandel ist dramatisch genug, deshalb muss
432 man nüchtern und sachlich mit Prognosen umgehen. Aber ich hab das Gefühl,
433 manchmal wird vielleicht auch noch ein bisschen übertrieben. Das darf man nicht ma-
434 chen, deshalb beobachte ich all diese Prognosen wohl, aber ich will Ihnen auch ehrlich
435 gestehen mit so einer gewissen Skepsis. Also nicht mit einer gewissen Skepsis dem
436 Klimawandel gegenüber, dass es den Klimawandel gibt, das weiß ich natürlich, aber
437 mit einer gewissen Skepsis, was die Genauigkeit der Prognosen angeht. 00:44:30-8

438 Interviewer: Das ist auch direkt meine nächste Frage. Nämlich hinsichtlich der Ein-
439 trittswahrscheinlichkeit, Ausmaß von Klimawandelwirkungen, dass dort eben Unsicher-
440 heiten bestehen und, vielleicht jetzt noch zusätzlich, gibt es bei Ihnen vielleicht einen
441 speziellen Managementansatz oder auch einen Risikowahrnehmungsansatz, mit dem
442 Sie mit diesen wissenschaftliche Ungenauigkeiten umgehen? Oder wünschen Sie sich
443 sowas? Oder denken Sie vielleicht, das ist nicht nötig? Wie gehen Sie mit diesen Unsi-
444 cherheiten als Unternehmen um, die Ihnen die Wissenschaft quasi vorgibt? 00:45:07-0

445 Person 1: Ja, Sie stellen schwierige Fragen [*lacht*]. 00:45:09-4

446 Interviewer: Ja, ist auch meine letzte. 00:45:11-2

447 Person 1: Ja, aber das ist auch Ihre Aufgabe, gute Fragen zu stellen, sonst bräuchten
448 Sie nicht daran zu arbeiten. Also, wie gehen wir mit diesen Unsicherheiten um? Wün-
449 schen wir uns ein Instrument damit besser umgehen zu können? [*seufzt*] Ja, schwere
450 Fragen. Also erstens, es gibt Unsicherheiten. Wir wissen nicht exakt, wie die Klimaver-
451 änderung sich auswirken wird. Ja, das ist also schon mal Konsens und das ist auch in
452 unserem Unternehmen der Fall. Wie dramatisch es und in welcher Zeit auf uns einwir-

453 ken wird, die Klimaerwärmung, das kann man eben noch nicht richtig wissen, dazu
454 muss man sich einfach auf Prognosen verlassen. Und die Bandbreite der Prognosen
455 ist immens. Von „es wird schon alles nicht so schlimm kommen“, das Waldsterben war
456 auch nicht so dramatisch wie alle gesagt haben und ich weiß nicht was wir alles schon
457 für Weltuntergangsszenarien gehabt haben, bis hin zu „es wird noch alles viel schlim-
458 mer als gedacht“. Es wird vier Grad, es wird sieben Grad wärmer in 100 Jahren und so
459 weiter. Also die ganze Bandbreite gibt es. Ja, wenn es ein Instrument gäbe, mit dem
460 man das wirklich sicherer machen könnte, konkreter und genauer, das wäre natürlich
461 schön. Weil man sich dann auch als Energielieferant besser darauf einstellen könnte.
462 Aber ich glaub so ein Instrument kann es und wird es nicht geben, sonst gäbe es diese
463 Bandbreite nicht. Also ich will mal so antworten, schön wäre es, wenn es ein solches
464 Instrument gäbe, ein Programm oder eine Untersuchung oder sowas, aber ich glaube,
465 das wird ein frommer Wunsch bleiben. Man kann den Klimawandel nicht so genau vo-
466 raussagen, dass man also sagt, bis auf ein halbes Grad genau in den nächsten 100
467 Jahren wird sich die Erde so und so erwärmen. Ganz abgesehen davon ist das ja regi-
468 onal auch sehr unterschiedlich, wie weit sich die Atmosphäre erwärmen wird. Es wird
469 nicht überall auf der Erde gleichmäßig immer wärmer, sondern es geht nach regionalen
470 Unterschieden. Ich habe sogar mal gelesen, es gibt sogar einige ganz wenige Gebiete,
471 in denen bleibt die Temperatur so, es wird sogar vielleicht hier und da ein bisschen
472 kühler. Die globale Durchschnittstemperatur geht nach oben. Es ist so ein komplexes
473 Gebilde, das kann nicht genauer sein. Also ich will mal ein bisschen ausweichend auf
474 Ihre Frage antworten, es wird in den nächsten Jahren und Jahrzehnten wahrscheinlich
475 keine genaueren Instrumente geben, als die, die wir ohnehin schon haben. Ich glaube
476 es ist zu kompliziert. Dass es auf der Erde signifikant wärmer wird, ist inzwischen Kon-
477 sens, jedenfalls unter allen wissenschaftlich seriös denkenden Leuten. Aber genau zu
478 sagen, ob es nun 3 Grad sind oder 3,8 Grad, das wird in den nächsten Jahren nicht
479 gehen. Also so ein Instrument sehe ich nicht. 00:48:24-8

480 Interviewer: Ja, wunderbar. 00:48:27-7

481 Person 1: War ein bisschen ausweichend die letzte Antwort, aber ... [*lacht*] 00:48:30-0

482 Interviewer: Nein, ich fand die sehr zufrieden stellend und auch genau. Jetzt bleibt mir
483 eigentlich nichts, außer anzubieten, wenn Sie noch etwas ergänzen möchten, neben
484 den Fragen, über die Fragen, zu der Befragung insgesamt, vielleicht zum Thema, dass
485 Sie das jetzt noch sagen. Aber, ich sag auch wir sind schon ... 00:48:49-5

486 Person 1: Die Zeit ist ziemlich rum. Jaja. Ich will Ihnen mal noch schnell ein Kompliment
487 machen. Erstens ist es wichtig, dass Sie sich damit beschäftigen. Zweitens, ha-
488 ben Sie sehr gute und zum Nachdenken anregende Fragen gestellt. Und drittens, blei-
489 ben Sie der Thematik treu, wäre so meine Bitte. Wir können da wirklich alle Energie
490 und alle Kraft brauchen. Aber es ist ein Bohren dicker Bretter und kein Reißen von
491 nasser Pappe, wie immer mein Prof [...] gesagt hat. Das Thema, an dem Sie arbeiten
492 ist wichtig aber eben auch schwierig, gerade weil es noch nicht richtig so richtig zu fas-
493 sen ist. Wir ahnen, da kommt etwas auf uns zu, aber wir wissen noch nicht richtig wann
494 und in welcher Schärfe. Mehr weiß ich nicht zu sagen [*lacht*]. 00:49:39-9

495 Interviewer: Das ist sehr viel mehr als ich mir erwartet hätte.

Anhang 6 Transkription Interview 2

- 1 Interviewer: Ich kann ja mal kurz mich selber vorstellen, Thomas Madry, so viel wissen
2 Sie ja schon. Ich studiere Geographie, Soziologie, Volkswirtschaftslehre und Energie-
3 wirtschaft an der Universität in Köln. Jetzt gerade im Abschluss, eben jetzt die Diplom-
4 arbeit. Seit zwei Jahren arbeite ich im Wuppertal Institut. Kennen Sie das? Ja. Da habe
5 ich mich vor allem mit Energieeffizienzthemen beschäftigt und eben auch so in den
6 letzten eineinhalb Jahren mit Klimawandelforschung, Szenarientechnik,
7 Regionalisierungsverfahren und Berechnung von Auswirkungen auf verschiedene Le-
8 bensbereiche. Und da halt einen Schwerpunkt auf die Energiewirtschaft gesetzt.
9 00:00:46-4
- 10 Person 1: Mit wem da oder bei wem dann da? 00:00:49-0
- 11 Interviewer: Ich arbeite in der Forschungsgruppe zwei, mit dem Herrn Stefan Thomas,
12 Ralf Schüle und mit dem Manfred Fishedick, der in der Forschungsgruppe eins ist,
13 aber der in dem Thema schon viel gemacht hat auch. Genau, die Arbeit heißt „Klima-
14 wandel und Energiesysteme: Verwundbarkeit und Anpassungsoptionen der Energie-
15 wirtschaft in Nordrhein-Westfalen“. Das heißt ich beschäftige mich mit direkten Wirkun-
16 gen und Auswirkungen auf verschiedene Zweige der Energiewirtschaft, eigentlich ent-
17 lang der Wertschöpfungskette, von Exploration, Förderung, Transport, Aufbereitung,
18 Umwandlung, Energiebereitstellung bis hin zur Nachfrage. Also welche Einflüsse
19 kommen durch den Klimawandel oder sind vielleicht sogar schon durch den Klimawan-
20 del entstanden 00:01:40-6
- 21 Person 1: Das heißt Sie werden dann auch nur Energieversorger in Nordrhein-West-
22 falen dann ab tingeln. 00:01:47-7
- 23 Interviewer: Richtig. 00:01:48-2
- 24 Person 1: Von RWE bis hin zum Stadtwerk ... 00:01:51-8
- 25 Interviewer: Genau. Richtig. Ich versuch so ungefähr auf der Größenskala ... ich hab ...
26 weil ich halt qualitative Interviews führe, werde ich 3 bis 5 Gespräche in etwa führen.
27 Es gibt noch einen Energieversorger, der einen standardisierten Bogen ausgefüllt hat,
28 also in kleinerer Form, das heißt ich kann eventuell auch noch ein wenig quantitativ
29 arbeiten. Genau. Ich mache das so, das Gespräch, das wird zwei Teile haben. Der
30 erste Teil ist ein standardisierter Bogen. Das ist eine Reihe von Fragen, da können Sie
31 mir einfach die Antworten rasch ankreuzen. Das ist für mich immer ganz gut um so ein
32 bisschen eine Verbindung zu den anderen Gesprächen herzustellen. Dass ich unge-
33 fähr einschätzen kann, wo Sie als Gesprächspartner oder Unternehmen sich einord-
34 nen. Und im zweiten Teil würde ich noch mal ein paar Fragen stellen, an denen wir
35 auch gerne diskutieren oder länger verweilen können. Und ganz am Ende auch noch
36 mal die Möglichkeit geben einfach, dass Sie frei darauf los erzählen. 45 Minuten habe

37 ich ungefähr geplant, das hat bis jetzt, hat das immer gut geklappt. Ich gebe Ihnen jetzt
38 einfach mal diesen Bogen hier [*Übergabe des Fragebogens*]. Dann können Sie natür-
39 lich auch immer Fragen stellen, wenn Sie noch welche haben. Ja. [*Pause*]. 00:04:36-6

40 Person 1: Was ist ein Lieferant von einem Energieversorger? 00:04:40-1

41 Interviewer: Da würde ich als erstes daran denken, jemand der Kohle bereitstellt. Oder
42 andere fossile Rohstoffe. Vielleicht auch Verträge mit anderen Energielieferanten.
43 [*Pause*]. 00:05:55-4 Wenn Sie keine Antwort geben möchten, ist das auch kein Prob-
44 lem. 00:06:01-8

45 Person 1: Also Extremwetterereignisse führen wir keine Statistik darüber. Das einzige
46 was wir nachhalten sind Gradtagszahlen. Den Rest ... spielt auch keine Rolle. Ob es
47 nun einen Hagelschauer gibt oder nicht. [*Pause*] 00:06:29-1

48 Interviewer: Ist kein Problem, wenn Sie die nicht beantworten können oder wollen,
49 können Sie die auch gerne überspringen. [*Pause*] 00:06:58-8

50 Interviewer: Dann möchte ich eigentlich auch gleich an dieser Wertschöpfungskette
51 anfangen. Wo wir eben ja auch schon ganz kurz über Lieferung gesprochen haben.
52 Und zwar ist meine Frage, die erste Frage ... In den letzten 10 Jahren, wenn man jetzt
53 die Auswirkungen des Klimawandels betrachtet, nun Sie haben ja schon gesagt,
54 Gradtagszahlen betrachten Sie schon in Ihrem Unternehmen ... Wie sind da die Aus-
55 wirkungen auf die Wertschöpfungskette. Das können Sie gerne systematisch entlang
56 der Wertschöpfungskette machen oder Sie sagen es zu einzelnen Themen. Mir ist nur
57 wirklich wichtig, dass man von Exploration und Förderung, Aufbereitung, Transport,
58 Umwandlung, Verteilung und bis zur Nachfrage vielleicht so einen kleinen Einblick er-
59 hält, wie in den letzten 10 Jahren Sie da bewerten, wie sich da Veränderungen erge-
60 ben haben. 00:07:47-9

61 Person 1: Also bei der Energiebeschaffung, in dem Fall Brennstoffe, würd ich sagen im
62 Thema Erdgas, sowohl für Kunden, kommunal Gas also Kraftwerksgas fällt mir jetzt
63 erst mal gar nichts ein an Veränderungen. Wo es hoch sensibel geworden ist, natürlich
64 das Thema Braunkohle, da haben wir noch eine kleinere Anlage, wo wir auch Braun-
65 kohle beschaffen. Da ist der Versorger [ein überregional tätiges Unternehmen], extrem
66 sensibel auf das Thema CO₂ geworden, nachdem ... seitdem die Verbrennung halt
67 bepreist wird, das kann auch soweit führen, dass solche Anlagen einfach auch mal ...
68 Braunkohleveredlungsanlagen einfach geschlossen werden. Also solche Ausstiegs-
69 klauseln haben wir jetzt einfach drin in den Lieferverträgen. In der Erzeugungsseite, in
70 den eigenen Kraftwerken, gut, ist es ein opportuner Kostenblock geworden, CO₂ zu
71 berücksichtigen, mit entsprechendem Aufwand beim Thema möglichst viel von den frei
72 zugewiesenen CO₂-Mengen zu kriegen, mit Gerichtsverfahren und allem was dazu gehört.
73 Verteilnetzebene, keine Auswirkungen. Beim Endkunden sicherlich der opportune
74 Kostenblock, der sich dann da wiederfindet aus der CO₂-Einpreisung. Ansonsten allen-
75 falls noch das Thema, dass man schon eine leichte Erwärmung in den letzten Jahren,

76 also sprich Rückgang der Gradtagszahlen feststellen konnte, im Schnitt über die Jahre.
77 Das heißt die alten Planungszahlen mit den alten Gradtagszahlen aus den 50er oder
78 60er Jahren, die konnten wir nicht mehr nehmen. Haben wir jetzt auch nicht mehr ge-
79 nommen, das haben wir ein bisschen angepasst. Ob das jetzt Klima oder Wetter ist,
80 egal. Auf jeden Fall haben wir uns da jetzt ein bisschen moderater in den Gradtags-
81 zahlen für die Planung der kommenden Jahre ausgerichtet. Tja, und dann kann man
82 sich vielleicht noch vorstellen, dass seit 2003, nach dem sehr warmen Sommer, auch
83 eine gewisse Stromspitze durch Klimatisierungsgeräte hin und wieder mal zu erkennen
84 ist. Aber das ist jetzt auch nichts Gravierendes, dass einem jetzt das Stromnetz um die
85 Ohren haut oder da jetzt eine massive Nachfrage wäre. Also, aber es gibt solche Ef-
86 fekte, dann wenn es über lange Zeit lange warm ist, dass dann echt die Häuser echt
87 warm sind und nicht mehr richtig runter kühlen nachts, dann merkt man schon, dass
88 manchmal auch echt Klimageräte richtig durchlaufen. 00:10:35-2

89 Interviewer: Ja, sehr interessant. Jetzt haben Sie gerade über die Anpassung der
90 Gradtagszahlen geredet in Ihrem Unternehmen oder in der Strategiebewertung. Was
91 denken Sie denn, was für ein Zeitrahmen da gerechtfertigt ist? Sie haben jetzt gerade
92 über Wetter und Klima auch gesprochen. Würden Sie sagen man müsste alle 20 Jahre
93 die anpassen, wenn man die erhebt oder alle 5 Jahre? Was ist Ihr Zeithorizont bei sol-
94 chen Betrachtungen? 00:11:01-7

95 Person 1: Ja, ganz lustig. Wir hatten halt all die Jahre mit einem irgendwie im Durch-
96 schnitt und im Mittel der Jahre, weiß ich nicht, 59 bis 69 oder irgend so ein 20-Jahres-
97 zeitraum von damals immer eine Gradtagszahl genommen, die dann halt für [eine
98 Messstation] galt. Haben dann mal die Gradtagszahlen angeguckt und dann auch mal
99 verschiedenen Jahresmittel gebildet, der letzten 10, 20, 30 Jahre, und haben uns dann
100 jetzt dazu entschieden, dass wir einfach das Mittel der letzten 20 Jahre nehmen. Mal
101 passt es, mal passt es nicht. Das ist halt so mit Statistiken. Das aktuelle Jahr wird ins-
102 besondere sicherlich durch den Januar eher kühl sein, also hohe Gradtagszahl mal
103 wieder raus kommen. Aber so ist das im Schnitt natürlich, alle 10 Jahre mal. Und, aber,
104 es war halt schon signifikant in den letzten 30 Jahren, dass die Gradtagszahl im
105 Grunde deutlich geringer geworden ist. Da konnte man, wenn das über so viele Jahre
106 anhält, einfach nicht mehr die Augen verschließen vor. 00:12:09-3

107 Interviewer: Gut. Jetzt von dem Blick in die Vergangenheit in die Zukunft. Würden Sie
108 erwarten, dass sich solche Auswirkungen in den nächsten 10 Jahren, oder vielleicht
109 sogar 20 Jahren, verstärken? Wenn ja, wie? Oder kommen vielleicht sogar neue Ge-
110 fährungen? 00:12:23-9

111 Person 1: Verstärken kann ich nicht sagen. Es ist derzeit ein Trend, ob der so weiter
112 geht, Wetter ist ein komplexes System. Oder Klima, noch komplexer. Man kann viel-
113 leicht davon ausgehen, dass es vielleicht in diese Richtung weiter geht. Dass der Heiz-
114 energiebedarf alleine deswegen schon zurück geht, abgesehen von den sonstigen Ef-
115 fizienzmaßnahmen, die ein Verbraucher tut in den letzten Jahren, auch vermehrt tut.

116 Andere Auswirkungen jetzt Richtung Trinkwasser, Extremwetterereignisse ist jetzt nicht
117 so das Thema. Also Hochwasser da haben wir [im Liefergebiet] doch baulich sehr viel
118 getan in den letzten Jahren. Egal ob das jetzt das Verteilnetz betrifft oder auch die
119 Kraftwerksstandorte. Niedrigwasser ist ein Thema, weil dann schon die Kraftwerke
120 schon etwas schlechter laufen würden. Aber Kühltürme sind auch da noch vorhanden
121 im Zweifel. Trinkwasser, fällt mir jetzt ein bisschen schwer in Deutschland da jetzt
122 Schwierigkeiten zu erahnen. Also eher in südlicheren Gefilden. Dann hören auch ge-
123 rade meine ... die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf. Die, wo wir uns jetzt
124 wieder finden würden. 00:13:51-7

125 Interviewer: Ich finde ganz interessant, wenn Sie über Niedrigwasser sprechen und
126 Kühltürme. Das heißt Sie haben zwei Regelkühlkreise in den Kraftwerken. 00:14:02-5

127 Person 1: Ja klar, also, im Sommer fahren wir ja sehr wenig Fernwärme raus aus den
128 Anlagen, gerade wenn es richtig heiß ist eigentlich fast nichts mehr. So dass wir dann
129 schon auf eine externe Kühlung dann angewiesen sind, wenn wir dann stromgeführt
130 dann die Kraftwerke betreiben. Das machen wir dann natürlich am liebsten mit einer
131 Flussschlaufkühlung [...]. Wobei wir dann natürlich Kühlbedingungen haben, die
132 dann im Sommer auch nicht mehr so toll sind. Aber besser wie mit Luftkühlung arbei-
133 ten zu müssen. Haben dann natürlich auch Restriktionen, also so und so viel Grad
134 oder auf so und so viel maximal nur hinten raus zu erwärmen. Und dann kann es nun
135 auch manchmal sein, dass wir einen Kühlturm mit dazu schalten müssen, wenn es halt
136 mal richtig lange und richtig warm und mit wenig [...] Wasserpegel versehen wäre.
137 00:14:46-7

138 Person 1: Und wenn wir jetzt über den Sommer 2003 sprechen würden, gab es da
139 Runterregelungen? Haben die Kühlkapazitäten ausgereicht? 00:14:55-7

140 Person 1: Das weiß ich nicht. Das war vor meiner Zeit. 00:14:58-7

141 Interviewer: Gut. Aber insgesamt würden Sie sagen, man ist vorbereitet, dadurch dass
142 man genügend Kühlkapazitäten hat? 00:15:06-8

143 Person 1: Ja. 00:15:07-2

144 Interviewer: Gut. Von den Risiken möchte ich nun eigentlich zu den Chancen kommen.
145 Sehen Sie für sich oder für das Unternehmen und für verschiedene Geschäftsfelder in
146 den nächsten 10 Jahren auch Chancen aus dem Klimawandel? Marktchancen sind das
147 ja meist oder ... 00:15:31-7

148 Person 1: Also wo sich ja eine zusätzliche Nachfrage dann wieder bildet, wobei die ja
149 eigentlich nicht gewollt ist beim Thema Klimawandel, ist ja zusätzlicher Energiever-
150 brauch, sicherlich das Thema Kühlung. Wie auch immer ich das anstelle. Das heißt, da
151 gäbe es schon für den Contracting Bereich hier und da mal im Gewerbe- und Dienst-
152 leistungssektor Möglichkeiten auch die Kühlung dann mit aufzunehmen im Geschäfts-
153 feld. Ansonsten, tja Thema Effizienz, Endkunden, immer sehr, sehr schwierig. Das
154 auch marktgängig irgendwie zu kriegen. Ich gehe mal davon aus, dass es eher nicht

155 eine Chance sondern, naja, eine gewisse Chance bietet, weil der Gesetzgeber auf-
156 grund von rechtlichen Vorgaben da sicherlich den Versorgern im Allgemeinen, welche
157 Wertschöpfungsstufe jetzt auch immer, ob es Vertriebe oder Netzbetreiber oder was
158 auch immer ist, Vorgaben machen wird. Wie hier Effizienzdienstleistung beim Kunden
159 zu erbringen sind, also irgendwie wie auch immer geartete Umsetzung eines Energie-
160 effizienzgesetzes, was wir da ja in einer sehr gemütlichen Ausprägung ja bekommen
161 haben. Dass das derjenige, der da halt ein bisschen mehr schon zu tun mit hat oder
162 öfters beim Kunden oder der Kunde öfters mal bei dem mal ist, und nicht nur per E-
163 Mail, Telefon oder Internet kommuniziert, sondern auch da vor Ort mit Kundencenter
164 und so weiter ist, dass der das vielleicht ein bisschen kundennäher, freundlicher, bin-
165 dender abgewickelt kriegt, als ein anonymer Wechselversorger, der von Wechselkund-
166 schaft lebt. 00:17:34-2

167 Interviewer: Das heißt, hier würden Sie von der Größe des Unternehmens profitieren,
168 in dem Marktsegment. 00:17:41-1

169 Person 1: Größe und aber auch gleichzeitig nicht zu große Größe. Also, zu groß geht
170 natürlich auch irgendwann nach hinten los und wird dann auch nicht mehr wirklich als
171 zentral vor Ort verwurzelt wahrgenommen, 00:17:56-3

172 Interviewer: Denken Sie, dass solche Klimawandelchancen, wie Sie sie jetzt genannt
173 haben, auch heute schon in der Unternehmensführung berücksichtigt werden? Das
174 heute vielleicht schon strategisch Angebote ausgebaut werden in die Richtung?
175 00:18:10-2

176 Person 1: Also nicht bewusst wegen dem Klimawandel. Also, grundsätzlich sicherlich,
177 das Thema Contracting, Dienstleistung am Kunden und so weiter ja, aber da hat keiner
178 einen Gedanken an den Klimawandel im Hinterkopf. Das würde ich jetzt bezweifeln.
179 00:18:24-9

180 Interviewer: Mit Klimawandelrisiken, wie ist das? Wird das heute schon in der Unter-
181 nehmenführung berücksichtigt? Ich sag jetzt auch mal vielleicht Gefährdung von An-
182 lagen durch Extremwetter, verschobene Nachfrage, wie Sie auch schon gesagt haben.
183 00:18:43-9

184 Person 1: Also die zwei Sachen sicherlich. Also das Thema Hochwasser ist auf jeden
185 Fall mal durch das Unternehmen gegangen. Sprich [die Region] ist ja nicht ganz un-
186 beleckt. Aber da hat man einfach auch gelernt wie man Schaltkästen sichert oder auch
187 mal Straßenzüge abklemmt. Die Kraftwerksstandorte sind auch mit einem erhöhten
188 Hochwasserschutz versehen. Seitdem, keine Ahnung, vor 15 Jahren oder sowas [die
189 Region] unter Wasser war, da gibt es auch verstärkte Maßnahmen oder gab es die, die
190 dann halt baulich umgesetzt wurden. Und Wärmeversorgungsnachfragerückgang ist im
191 Vorstand und Unternehmen durchaus bekannt. Wie viel da jetzt Effizienzmaßnahmen
192 beim Kunden sind und oder auch Verringerung der Gradtagszahl, setzt sich eben aus
193 beiden zusammen, und ist durchaus bekannt, dass man da schon kämpfen muss,

194 wenn man dieselben Wärmemengen verkaufen will, die man früher verkauft hat. Dass
195 man da eher mit Umsatzrückgängen auch mal aufwarten muss und sich überlegen
196 muss wo man dann zukünftig seine Euros verdienen möchte. 00:20:01-3

197 Interviewer: Das finde ich schon interessant. Sie haben jetzt ein paar ganz konkrete
198 Maßnahmen und Strategien benannt. Das Schützen von Stromkästen, auch von Anla-
199 gen gegen Hochwasser. Gibt es noch mehr ganz konkrete Strategien oder Maßnah-
200 men, die jetzt zum Schutz oder zur Vorsorge gegen bestimmte Wetterereignisse, die
201 sich im Rahmen des Klimawandels eventuell verstärken? Also Extremwetter? Vielleicht
202 auch Niedrigwasser? Werden vielleicht auch die Netze noch mal eine ganz neue An-
203 forderung haben, also die Verteilungsnetze? Oder vielleicht auch die Transportwege?
204 00:20:41-0

205 Interviewer: Nee, also bei den Transportwegen und Zuleitungen da sehe ich gar keine
206 Sachen, das sind unterirdische Gaspipelines. Das bisschen Braunkohle kommt mit
207 irgendwelchen Kesselwagen auf der Bahn angerollt. Das heißt wir haben keine Fluss-,
208 Binnenschiffahrtsanlieferung. Eine andere Auswirkung, die wir sonst noch hatten, war
209 vielleicht, dass wir mal öfter mal was auch immer geartete Katastrophenszenarien in
210 der Schaltleitwarte durchspielen, wo es um die Schaltung in den Verteilnetzen geht.
211 Egal ob jetzt Fernwärme, Gas oder Strom. Also wir haben jetzt kein Übertragungsnetz,
212 sondern nur eben im Verteilnetz in Mittelspannung, Niederspannung unterwegs. Das
213 spielte schon mal eine Rolle, bei irgendwelchen Sturmereignissen, die wir auch letztes
214 Jahr mal wieder hatten [in der Region]. Klar, das spielt dann schon mal eine Rolle,
215 dass da auch mal ein paar Leitungen Sturmschäden erleiden. Im Verteilnetz oder Mit-
216 teltspannungsbereich. Dass das auch mal durchgespielt werden muss, beziehungs-
217 weise effektiv auch passiert einfach. Also das ist nichts, was uns da so jetzt neu über-
218 rascht. Aber ansonsten muss man sagen, dass ein Großteil des Netzes, das wir betrei-
219 ben, einfach unter der Erde liegt. In einem bebauten Gebiet ist das halt sehr häufig so.
220 Und das ist strommäßig unerheblich. 00:22:11-0

221 Interviewer: Ja, interessant. Jetzt möchte ich eigentlich gerne fragen, ob Sie als Unter-
222 nehmen oder für sich, besondere Ressourcen oder Fähigkeiten besitzen? Oder das so
223 einschätzen? Oder vielleicht auch besondere Ressourcen und Fähigkeiten wünschen?
224 Die jetzt Ihnen einen Vorteil gegenüber dem Wettbewerb verleihen würden im Umgang
225 mit solchen Wetter- und Klimaphänomenen. Ich nenne einfach mal ein paar Beispiele,
226 das wären für mich Managementfähigkeiten. Vielleicht finanzielle Ressourcen oder
227 auch technologische. Dann Infrastruktur, da hatten Sie ja schon ein bisschen genannt,
228 institutionelle Umgebung, dass Sie wirklich nah am Kunden dann auch sind. Oder viel-
229 leicht auch andere soziale Netzwerke, also Verbindungen zu Forschungseinrichtungen,
230 zu anderen Versorgern oder [zu überregional tätigem Anteilseigner] nach oben. Gibt es
231 so etwas in Ihrem Unternehmen? Oder wünschen Sie sich so etwas? 00:23:12-8

232 Person 1: Also grundsätzlich sehen tue ich da glaube ich keine [Pause]. Das Schwie-
233 rige dabei ist, es ist für den Großteil des Unternehmens ein sehr abstraktes Thema,

234 das sich da null mit auseinandersetzt, sondern allenfalls mit punktuellen Auswirkungen
235 wie Hochwasser oder Sturmschäden. Das bringt aber jetzt keiner in diesem Unterneh-
236 men, auch ich nicht, wirklich in einen globalen Klimawandelzusammenhang. Und das
237 was da alles heraus folgen kann oder könnte. So dass einzelne Sachen sicherlich
238 punktuell behandelt werden wie halt verstärkter Hochwasserschutz. Aber dass jetzt
239 hier Maßnahmen ergriffen werden, die global übergreifend liegen oder für Klimawan-
240 del, ob es jetzt Geldmittel sind, Personalressourcen, Netzwerk- oder Zeitressourcen
241 um jetzt irgendwelche Forschungssachen aufzubauen, ist nicht der Fall. Ich würd
242 schon behaupten, dass derzeit eher der Schwerpunkt liegt auf wenn es punktuelle
243 Veränderungen gibt wie Verringerung der Gradtagszahlen, dann wird hier geguckt, wie
244 müssen wir unsere Planung anpassen? Wie viel müssen wir sparen und letztendlich
245 auch wo? Um halt solche Umsatzeinbrüche hinzukriegen, beziehungsweise, was
246 müssten wir an Geschäftsfeldern ausbauen um sowas auszugleichen. Das ist aber
247 meiner Meinung nach nicht in einem globalen Zusammenhang mit dem Klimawandel,
248 sondern eher so, dass einzelne Effekte, die für den Klimawandel sprechen, betrachtet
249 werden. 00:25:22-6

250 Interviewer: Ich habe jetzt gelesen in Ihrem Jahresbericht, dass es eine Kooperation in
251 [der Region] mit [einer regionalen Klimaschutzinitiative] gibt. Und zumindest in der Prä-
252 ambel, also in der Entstehungsgeschichte von dieser [regionalen Klimaschutzinitiative]
253 war Anpassung an den Klimawandel auch vorgesehen. Wie ist die Kooperation mit [der
254 regionalen Klimaschutzinitiative]? Haben Sie da einen Einblick? Sind da Vernetzungen
255 auch mit wissenschaftlichen Institutionen, wie zum Beispiel der Universität [...]? Ich
256 glaube der Professor [...] ist da ja auch drin. Ziehen Sie da einen Nutzen raus? Gene-
257 rieren die Ihnen vielleicht irgendwelche Risikoanalysen oder Gefährdungslagen? Oder
258 geben Sie Input und sagen hier und dort sehen wir Schwierigkeiten? 00:26:15-9

259 Person 1: Also bislang gibt es da noch keine konkreteren Zusammenarbeiten mit der
260 Forschungslandschaft. Also mit [der regionalen Klimaschutzinitiative] bin ich sehr innig
261 verwoben, weil ich da mittlerweile auch Geschäftsführer geworden bin. Oder Mit-Ge-
262 schäftsführer mit einem anderen Institutsleiter von der Fachhochschule [...]. Es gibt von
263 unserer Seite immer Anstöße Richtung Fachhochschule, das heißt in einem Fall halt,
264 dass wir es sehr wünschen, hat halt bisher noch nicht richtig funktioniert, dass halt eine
265 dezentrale Kraft-Wärme-Kopplungsanlage bei der Fachhochschule mal durchgemes-
266 sen würde, also eine hocheffiziente, kleine Brennstoffzelle. Das sind aber punktuelle
267 Anstöße von uns, von der Fachhochschule oder von der Forschungslandschaft im All-
268 gemeinen ist da jetzt noch niemand auf uns zu gekommen. Das Thema ganz allgemein
269 Anpassung an sich auch nicht, oder noch weniger. So dass da mit Blick auf Anpassung
270 bis jetzt nichts passiert ist. Nein, 00:27:26-2

271 Interviewer: Und gegenüber dem Wettbewerb, glauben Sie da, dass Sie sich damit
272 schlechter stellen, dadurch dass solche, sag ich mal, Ressourcen nicht zur Verfügung
273 stehen? Oder denken Sie, die sind zurzeit eben auch nicht nötig? 00:27:41-5

274 Person 1: Würde ich letzteres sagen, ja. Derzeit ist das echt noch nicht das brennende
275 Thema, bei den Themen, die man sonst noch als Energieversorger auf der Agenda
276 hat, ist das jetzt noch echt weit weg. 00:27:54-4

277 Interviewer: Gut. Wir haben eben schon ganz kurz über so klimawandelrelevante In-
278 formationen gesprochen. Ich würde gerne wissen, noch mal genau welche Daten Sie
279 erfassen und welche Daten Sie sich vielleicht auch noch wünschen würden, dass sie
280 erfasst werden? 00:28:12-1

281 Person 1: Gut, was wir schon erfassen, auch schon seit langem, sind natürlich Grad-
282 tagszahlen. Weil es einfach auch wichtig ist für die Abrechnungen von Wärmekunden,
283 egal ob jetzt Fernwärme, Dampf oder Gas. Plus natürlich auch für die Basis der weite-
284 ren Planungen wichtig ist. Was eine kleine Rolle spielt ist jetzt sowas wie den Handel
285 beeinflussende Daten, sowas wie das ist Windaufkommen in Deutschland, für den
286 Stromhandel und preisbeeinflussend ist. Für uns selber auch mittlerweile wichtig, weil
287 wir auch Windparkbetreiber geworden sind seit letztem Jahr. Erfassen wir auch ein
288 bisschen Winddaten aus den Anlagen. Und dasselbe gilt auch, aber in weit kleinerem
289 Maßstab, auch für Photovoltaik [in der Region]. Ansonsten weitere Daten, also Unwet-
290 ter ist für uns keine Erfassung wert, weil wüsste ich gar nichts mit anzufangen. Und
291 ansonsten kann ja nur ein weiterer Datenerhebungswunsch daher kommen, dass wir
292 da irgendwelche Veränderungen sehen, die für uns da wichtig sind, Geschäftsfelder,
293 wo man solche Daten für braucht, das könnte allenfalls sein, dass man im Bereich er-
294 neuerbare Energien mehr Wind- oder bessere Wind- oder Sonneneinstrahlungen
295 braucht. Kann ich derzeit noch nicht erkennen. Allenfalls, dass sich vielleicht im Wind-
296 Bereich das Ganze doch etwas verändert hat in den letzten Jahren. Also wie gesagt,
297 es gibt schon die ersten Überlegungen, ob das Windaufkommen nicht ein bisschen
298 moderater geworden ist in den letzten Jahren als es früher in den langjährigen Wind-
299 mitteln derzeit noch in die Wirtschaftlichkeitsberechnung derzeit noch einfließt. Das ist
300 aber jetzt noch eine These. 00:30:21-1

301 Interviewer: Wo Sie jetzt gerade noch mal von Wind sprechen, muss ich noch mal ei-
302 nen kleinen Sprung zurück machen. Die Gefährdung oder auch Unwirtschaftlichkeit
303 von Windstrom. Es ist ja so, dass bei hohen Windgeschwindigkeiten die Rotoren abge-
304 schaltet werden, um dem Generator zu schützen, vor Überlastung. Und in gewissem
305 Maße sind ja auch Windstromgeneratoren gegen Unwetter anfällig, je nachdem welche
306 Bausubstanz man hat. Also soweit ich weiß gibt es da nur wenige Infrastrukturschä-
307 den, aber es gibt ja schon, dass mal ein Rotorblatt auch mal abfliegt. Sehen Sie da
308 auch Gefährdungen, wird sowas vielleicht heute schon berücksichtigt? Werden viel-
309 leicht andere Generatoren verwendet, die mit höheren Windlasten zurecht kommen?
310 00:31:09-9

311 Person 1: Also höhere Windlasten würden keinen Sinn machen, die auszunutzen, weil
312 die einfach zu selten vorkommen. Für die paar wenigen Stunden, die wir Wind haben
313 größer, wo auch immer die abschalten, 20, 24 Meter die Sekunde, für die paar wenigen

314 dutzend Stunden vielleicht da irgendwie robustere Bauteile zu verwenden, das wäre
315 wirtschaftlich irrsinnig. Das macht auch keiner. Das wird auch nicht kommen. Ansonst-
316 ten Anfälligkeit von sowas, da weiß man nicht welcher Hersteller da nun das bessere
317 Konzept hat. Wie gesagt, wir haben jetzt verschiedene Anlagentypen jetzt, von ver-
318 schiedenen Windanlagenherstellern. Was da jetzt das bessere ist vom Konzept her,
319 von der Regelung her, vom Fundament her, werden wir erst in den nächsten Jahren
320 lernen. Das kann ich so nicht sagen. Und ansonsten ... Nee, also wie gesagt, irgendwie
321 Ausnutzen von vermehrten Starkwinden das sehe ich nicht, das lohnt sich nicht.
322 00:32:20-8

323 Interviewer: Gut. Jetzt noch mal zurück zu diesen klimarelevanten Informationen. Es
324 gibt ja nun diese großen globalen Modelle beim Klimawandel. Dann ein Teil nationale
325 Modelle, die auch noch der IPCC zur Verfügung stellt und dann gibt es auch noch
326 regionalisierte Modelle. Also die wirklich auf Gitternetze von 10 mal 10 Kilometer ge-
327 hen. Dort können verschiedene Daten prognostiziert werden, von Regen, Nieder-
328 schlagsraten, natürlich Temperaturen und dann auch Flusssynamiken. Wird so etwas
329 in Ihrem Unternehmen erfasst? Haben Sie da Zugang zu diesen Daten? Und halten
330 Sie das für brauchbar, nützlich? 00:33:07-0

331 Person 1: Also ich halte es für kaum brauchbar derzeit. Also, der eine Effekt, verrin-
332 gerte Gradtagszahl, die zu ... Nein, andersherum. Das was man ja weiß, wir werden
333 eine Temperaturerhöhung bis 2100 von irgendwie 2° bis irgendwie wahrscheinlich ein
334 bisschen mehr hinkriegen, weil, ob das 2°-Ziel darstellbar ist schauen wir mal. Das
335 heißt im Jahresverlauf wird es hier irgendwie 2° wärmer, dass es mehr im Sommer,
336 Winter oder im Übergang ist, ist dann auch noch eine Frage. Im Winter hat es halt
337 Auswirkungen auf die Gradtagszahl, im Sommer ein bisschen weniger Auswirkungen,
338 aber dann steigen aber Klimalast relevant und vielleicht auch Kühlung für Kraftwerke
339 irgendwie anders sind. Aber im Normalfall würde ich sagen, 2°, das haut einen als
340 Energieversorger nicht um. Außer es ist halt dauerhaft im Winter halt 2°C wärmer, dass
341 man da halt ein bisschen in der Wärmeversorgung weniger an Umsatz hat und auch
342 weniger Deckungsbeiträge hat. Aber ansonsten bewegt einen 2° nicht wirklich. Es sei
343 denn, da kommen jetzt massive Extremwetterereignisse, die einem dann, tja weiß ich
344 auch nicht, allgemein die Volkswirtschaft verhaseln oder verstürmen. 00:34:39-5

345 Interviewer: Ja. Jetzt haben Sie gerade auch noch mal über das 2°-Ziel geredet und
346 dass bis 2100 2° oder mehr kommt. Nun ist es so, dass diese Dynamik und Komplexi-
347 tät im Klimabereich natürlich die Möglichkeiten über Informationen über Eintrittswahr-
348 scheinlichkeiten und das Ausmaß von Klimawandelwirkungen einschränkt. Das führt zu
349 Unsicherheit. Jetzt möchte ich erst mal wissen, ob Sie diese Unsicherheit wahrneh-
350 men, das hätte ich jetzt schon ein bisschen raus gehört, dass man halt nicht so genau
351 weiß, in welche Richtung es geht. Und wie so mit dieser Unsicherheit vielleicht auch
352 von Ihrem Unternehmen umgegangen wird. 00:35:21-9

353 Person 1: Es gibt eine Unsicherheit. Alleine schon dadurch dass man ... die derzeit am

354 stärksten messbaren Auswirkungen sind einfach die Einpreisung von CO₂-Emissionen
355 in Verbrennungstätigkeiten von Kraftwerken, monetär bewertet. Das ist eine Unsicher-
356 heit in Investition oder aber auch nicht Investition in Kraftwerkstechnik oder in die
357 Stromerzeugung oder die Kraft-Wärme-Kopplungserzeugung. So dass wir uns da
358 schon mit Unsicherheiten konfrontiert sehen, dass wir da ein bisschen breiter mal nach
359 links mal nach rechts unterwegs sind, von den Szenarien her. Weil das Thema CO₂
360 einfach mal tief politisch ist. Soll heißen, durch politische Vorgaben, wie viel darf man
361 da demnächst noch emittieren, wird einfach vorgegeben wie sich Preisentwicklungen
362 ergeben. Sprich die Knappheits- oder Nicht-Knappheitssignale werden halt aus der
363 Politik gegeben und da kann halt alles passieren in den nächsten 10, 20, 40 Jahren,
364 mit dem man sich da auseinandersetzt, mit solchen Investitionen. Das ist natürlich so
365 schon super unsicher. Und das ist auch schon das A und O letzten Endes, mit dem
366 was wir uns da auseinandersetzen bei dem Thema Unsicherheit. Also das kommt
367 schon wirklich betriebswirtschaftlich richtig dick rein über das Thema CO₂. Der Rest ist
368 eher marginal dagegen, derzeit mit den Gedankengängen, die uns da beschäftigen.
369 00:36:54-1

370 Interviewer: Ja, sehr interessant. Das heißt Unsicherheit wäre für Sie Marktunsicher-
371 heit. 00:36:59-4

372 Person 1: Ja. Durch nicht marktbedingte Einflüsse. Die man halt nur abschätzen kann,
373 aber nicht wissen kann. 00:37:13-0

374 Interviewer: Über CO₂ hinaus gibt es ja nun auch andere politische Initiativen, wie zum
375 Beispiel das erneuerbare Energien Gesetz, Effizienzgesetz haben Sie jetzt auch schon
376 gesagt. Wie spielt sowas vielleicht auch noch in die Unsicherheit der Zukunft rein?
377 00:37:27-2

378 Person 1: Klar auch. Also Ausbau Erneuerbare ist die Frage, wie stark das weiterhin
379 politisch gewollt, gewünscht oder auch bezahlbar ist und von der Bevölkerung getragen
380 wird. Derzeit sehr massiv. Aber es ist ... derzeit gehen wir auch davon aus, dass es so
381 weiter geht. So dass wir da auch durchaus offen sind da weiter zu investieren drin.
382 Aber es ist auch nicht auszuschließen, dass mal insbesondere der Bereich Photovol-
383 taik hier zu einem extremen volkswirtschaftlichen Mehrkostenblock führt, wenn da
384 Zubauraten kommen, die man bis vor wenigen Jahren nicht erahnen konnte. Sprich
385 Spekulationen wahr werden, dass dieses Jahr fast 7000 Megawatt Photovoltaikleistung
386 gebaut werden, dann wird das eine recht hohe, zusätzliche volkswirtschaftliche Mehr-
387 belastung werden. So dass dort noch erheblichere Einschnitte passieren werden wie
388 sie bislang überhaupt nur diskutiert werden. Weil das wirklich extrem, ich will nicht sa-
389 gen ausartet, aber, na gut, natürlich von den Anlagenerrichtern genutzt wird, aber in
390 einem extremen Maße wie es vorher noch nie bewusst war. Sprich da sind auch noch
391 Unsicherheiten, dass es auch mal anders gehen kann, dass eine Politik sagt, nee
392 Jungs, jetzt ist hier nicht mehr Friede, Freude, Eierkuchen, sondern jetzt geht es mal
393 ein bisschen moderater weiter. Das weiß man halt nicht, bei solchen Entwicklungen.

394 Gut, Energieeffizienzgesetz, ja, also wir erwarten schon, dass es da auf Dauer ein
395 bisschen stringenter und ordnungsrechtlicher wird mit der Zeit, das ist jetzt doch ein
396 sehr marktnaher Entwurf. Der wird sicherlich auch noch mal anders werden. 00:39:16-
397 3

398 Interviewer: Ja. Das war es mit den Fragen, die ich vorbereitet habe. Bisher schon sehr
399 interessant. Jetzt kann ich Ihnen noch die Gelegenheit geben noch etwas zu ergänzen
400 zu der Thematik, zur Arbeit, was wir vielleicht noch gar nicht besprochen haben. Wo
401 Sie noch mehr Informationen haben, als ich jetzt abgefragt habe. Ansonsten ...
402 00:39:39-0

403 Person 1: Nee, fällt mir jetzt auch nichts weiter ein. Es wird schwer überein zu kriegen
404 sein. Weil es ist halt ein extrem komplexes, abstraktes Thema, ein neues Thema. Das
405 heißt es erfordert eine gewisse Offenheit. Und das Problem ist einfach, es gibt so viele
406 Themen bei Energieversorgern die einfach ... da ist einem das Hemd da näher als die
407 Hose. Die einem da wirklich von heute auf morgen so viel Veränderung abverlangen, ob
408 es jetzt Netzentgeldregulierungen sind, andere regulatorische Eingriffe, die da einfach
409 stattgefunden haben, im direkten Geschäft der Energieversorger. Da denkt man nicht
410 mehr an Anpassungsstrategie für in 50 Jahren nach. So weit können die noch nicht
411 mal denken, da sind die mit anderen Sachen beschäftigt. Und insbesondere je kleiner
412 das Unternehmen wird. Je größer es ist, da hat mal schon mal ein paar Leute sitzen
413 die da rum, ich sag mal philosophieren dürfen. Auch mal langfristig nachdenken dürfen.
414 Aber gerade in kleinen Unternehmen ist man doch sehr streng auf seinem Geschäfts-
415 feld unterwegs und hat für das rechts und links daneben und für das sehr weit nach
416 vorne überhaupt keine Ressourcen. 00:42:42-2

417 Interviewer: Gut. Dann bedanke ich mich für das Gespräch.

Anhang 7 Transkription Interview 3

- 1 Interviewer: Schönen Guten Tag, Madry hier. 00:01:39-3
- 2 Person 1: Herr Madry, schönen guten Tag. 00:01:40-2
- 3 Interviewer: Sind Sie bereit für das Gespräch. 00:01:42-1
- 4 Person 1: Ja klar. 00:01:43-0
- 5 Interviewer: Ist [Person 2] auch anwesend? 00:01:44-6
- 6 Person 1: Genau. 00:01:45-1
- 7 Interviewer: Wunderbar. Vielen Dank erst mal, dass Sie die Zeit gefunden haben, dass
8 das jetzt klappt. Ich sag es gleich vorweg, ich nehme das Gespräch auf. Ich habe Ih-
9 nen ja dazu eine Datenschutzerklärung gesendet. Es wäre nett, wenn Sie mir die aus-
10 gefüllt zurück senden könnten. Ansonsten reicht mir auch kurz Ihre Bestätigung auf
11 Band, dass Sie damit einverstanden sind das Gespräch aufzuzeichnen. 00:02:05-3
- 12 Person 1: Jaja. Ich habe das unterschrieben. 00:02:06-2
- 13 Wunderbar. Ich möchte mich kurz vorstellen, Thomas Madry, studiere zurzeit an der
14 Universität Köln Geographie, Soziologie, Volkswirtschaftslehre und Energiewirtschaft.
15 Bin seit knapp zwei Jahren auch als studentische Hilfskraft auch am Wuppertal Institut
16 für Klima, Umwelt und Energie. Ich hab in meiner Arbeit, besonders im Wuppertal In-
17 stitut, viel mit Energieeffizienzthemen zu tun gehabt, politischen Instrumenten, Maß-
18 nahmen auf EU-Ebene, Länder-Ebene und später vertieft auch in
19 Klimawandelszenariotechnik, Prognosemittel. Und mit den Auswirkungen des Klima-
20 wandels beschäftige ich mich etwa seit einem Jahr im Rahmen des Projektes DynAK-
21 lim, das im Ruhrgebiet die Folgen des Klimawandels für verschiedene Wirtschaftssek-
22 toren untersucht. Dort unter anderem eben auch die Wasserwirtschaft und dort an-
23 knüpfend für die Energiewirtschaft. Diesen Teil habe ich mir nun für meine Arbeit über-
24 nommen, so dass ich zu der Arbeit gekommen bin „Klimawandel und Energiesysteme:
25 Verwundbarkeit und Anpassungsoptionen in der Energiewirtschaft in Nordrhein-West-
26 falen“. Und das ist der Grund für unser Gespräch. Sie haben mir ja 30 Minuten zugesich-
27 chert, deswegen habe ich den ersten Block übersprungen, der für mich immer so ein
28 bisschen die Relevanz der Thematik in den Unternehmen abfragt und möchte direkt
29 mit Ihnen zu dem Unternehmensverhalten springen. Das ist der zweite Block. Wenn
30 Sie Zeit finden, dann würde ich Sie bitten mir diesen ersten standardisierten Block aus-
31 zufüllen und mir auch mit zu senden. Das reicht mir, wenn das einer von Ihnen beiden
32 ausfüllt. Das erleichtert mir dann den Vergleich mit den anderen Befragungen, die ich
33 in den übrigen Versorgungsunternehmen geführt habe, ein bisschen den Stand des
34 Unternehmens oder der Person festzustellen. 00:04:00-0
- 35 Person 1: Jetzt muss ich Sie aber noch mal fragen, was für Sie Block eins ist?
36 00:04:03-4

37 Interviewer: Das ist Themenblock A. 00:04:06-0

38 Person 1: Themenblock A, o. K.. Sie werden verstehen, dass wir nicht differenzieren
39 zwischen für mich persönlich und das Unternehmen, sondern wir sind Unternehmens-
40 vertreter. Und insofern werden wir auch nur in dieser Funktion antworten, das ist der
41 Grund warum Sie auch nicht vorab irgendwas bekommen haben. 00:04:25-5

42 Interviewer: Gut. Das ist durchaus auch so gewollt. Ich versuche immer die Ge-
43 sprächspartner darauf hinzuweisen, dass Sie quasi für das Unternehmen stellvertre-
44 tend antworten. Das ist natürlich auch immer persönlich gefärbt. Gut. Sie haben ja den
45 Fragebogen vorliegen. Ich würde jetzt direkt zu Themenblock B springen. Und möchte
46 als erstes fragen, ob es in Ihrem Unternehmen in der Vergangenheit und auch in der
47 Zukunft Chancenwahrnehmungen gibt. Nehmen Sie Chancen aus dem Klimawandel
48 heraus, Veränderung der Nachfragestruktur oder neue Marktsegmente? Oder haben
49 Sie das bereits in der Vergangenheit getan? 00:05:09-2

50 Person 1: Also ich glaube das Thema Chancen aus dem Klimawandel muss man erst
51 mal bewerten mit der Fragestellung, wo tritt der Klimawandel heute auf. Und wenn Sie
52 die Antwort haben, wo er heute auftritt, wo Sie ihn heute schon messbar hier in der
53 westlichen Region nachweisen können, dann können wir über die Chancen an der
54 Stelle auch detaillierter sprechen. Wir sehen sehr wohl, einen erhöhten Anstieg von
55 Temperaturen. Wir sehen vielleicht, andere Niederschlagsmengen, auch nach Regio-
56 nen. Wenn wir an den Stellen übereinstimmen, dann kann man glaube ich auch Chan-
57 cen sehen. 00:05:53-7

58 Interviewer: Jetzt haben Sie die Erhöhung der Temperaturen angesprochen, man
59 nimmt ja an, dass jetzt weniger Gradtagszahlen auch in der Vergangenheit auch schon
60 durchgesetzt haben. Ist das so, dass Sie in der Unternehmensführung das wahrneh-
61 men und eventuell strategisch direkt nutzen? 00:06:10-2

62 Person 1: Also wir nehmen sehr wohl wahr, dass die Anforderungen an die Flexibilität
63 deutlich erhöht sind. Wenn Sie die Anforderungen aus einer Veränderung des Tempe-
64 raturverhaltens, also schneller ansteigende Temperaturen, Temperaturen auf einem
65 höheren Niveau, die Extremsituationen die wir hatten, wenn Sie die übersetzen als
66 Extremwettersituationen in einen generellen Anstieg in ein Klimathema, dann bildet
67 sich das in einer Flexibilität oder einem Flexibilitätsanspruch an die Anlagen ab. Und
68 das sehen wir sehr wohl und das wird auch berücksichtigt, wird aber überlagert, fairer-
69 weise auch, durch andere Aspekte auch wie zum Beispiel Ausbau der erneuerbaren
70 Energien. Das heißt, der Treiber für den Ausbau der erneuerbaren Energien, für die
71 Flexibilisierung ist mit Sicherheit gegenwärtig noch stärker als der ausschließlich auf
72 Klimawandel. Aber es bedingt beides dasselbe. 00:07:18-3

73 Interviewer: Ja, sehr interessant. Nun kommen wir zu den Risiken. Sehen Sie Klima-
74 wandelrisiken, die heute bereits auch im Unternehmen berücksichtigt werden? Auch
75 wieder die Frage, ob das in der Vergangenheit schon getan wurde und ob das zukünf-
76 tig ein Thema werden wird? 00:07:36-4

77 Person 1: Also das Risiko ist für unsere Branche eben eine Verknappung von Kühl-
78 wasser, gerade in Trockenperioden. Jetzt sind wir als Konzern, das werden Sie auch

79 dem [internationalem Verbundprojekt zum Thema Kohlenstoffreduzierung] entnommen
80 haben, in der glücklichen Situation [in der Region] zum Beispiel mit Sümpfungswässern
81 arbeiten zu können. Das heißt wir fördern nennenswerte Wassermengen im konstan-
82 ten Temperaturbereich, so dass gerade für die Braunkohlekraftwerke das bei uns nicht
83 zutreffend ist. Wir haben an anderen Standorten, wenn Sie an das Kraftwerk [Standort
84 1] denken, die phantastische Situation das Speicherbecken [...] im Zugriff zu haben, wo
85 wir also großflächige Kühloberflächen auch hergestellt haben. Damit sind wir an der
86 Stelle nicht so massiv auf der Erzeugungsseite von diesen Risiken betroffen. 00:08:30-
87 0

88 Interviewer: Wie ist das mit Laufwasserkraftwerken. Auch da betreibt [das Unterneh-
89 men] ja verschiedene Standorte. Dort sind es jetzt weniger Kühlprobleme, sondern
90 Niedrigwasserstände. Bewerten Sie diese Problematik auch? 00:08:47-5

91 Person 1: Nein, gegenwärtig nicht. Aber das würde ja auch dann vielleicht durch an-
92 dere Situationen wieder kompensiert werden. Gerade [Standort 2] ist ja ein stark regu-
93 lierter Fluss und als solcher wird ja dann auch in den Talsperren entsprechend Wasser
94 aufgefangen und dosiert wieder abgegeben. 00:09:06-0

95 Interviewer: Ja. Gibt es weiter Erzeugungstechnologien, bei denen Sie Risiken wahr-
96 nehmen? Jetzt abgesehen von den fossilen, der Verbrennung. Wie sieht es bei den
97 erneuerbaren Energien aus? Windkraft, Photovoltaik, vielleicht auch Biomasse?
98 00:09:25-3

99 Person 1: Also was wir machen an den beiden Stellen, Erneuerbare aber auch die an-
100 dere Infrastruktur wie zum Beispiel Höchstspannungsleitungen. Sind schon Fragestel-
101 lungen wie sieht die Maximalauslegung aus? Müssen wir für andere Windgeschwindig-
102 keiten Anlagen für andere Belastungen auslegen? Das sind aber Vorüberlegungen,
103 zumindest im Netzbereich, die da laufen, die jetzt noch nicht irgendwo abgeschlossen
104 sind, dass wir sagen könnten, genau so ist es zu berücksichtigen. Dafür ist einfach
105 auch die Wissenschaft des Klimawandels mit der präzisen Vorhersage der Auswirkungen
106 an der Stelle noch nicht weit genug gediehen. Sondern ich würde es eher mal so
107 als Ingenieursprozess bezeichnen, der gestartet ist, dass man neue Herausforderun-
108 gen hat, aber jetzt müssen diese neuen Herausforderungen belastbar quantifiziert wer-
109 den. Dass es dann in Auslegungsfragen auch überführt wird. Was wir sehr wohl aber
110 haben im Bereich der erneuerbaren Energien, ist der Anbau von Biomasse, der eben
111 auch dann hinterfragt werden muss, wie sind die Niederschlagsmengen in der jeweili-
112 gen Region, sind die Pflanzenarten, die ich in der Region anbaue auch unter Klima-
113 wandelgesichtspunkten sinnvoll dort eingesetzt oder würde ich mit einer langfristigen
114 Entwertung der Böden dort in der Region, würde mein Geschäft dort einher gehen.
115 00:10:40-6

116 Interviewer: Gut. Das heißt, wir haben jetzt, wenn ich in der Prozesskette argumen-
117 tiere, die Umwandlung besprochen, ein bisschen den Transport, die Verteilung und die
118 Infrastruktur. Wie sehen Sie es mit Zulieferwegen? Wasserwege sind ja heute auch,
119 gerade für [das Unternehmen] ein Transportweg. Denken Sie, dass da Gefährdungen
120 entstehen, oder werden da bereits Gefährdungen wahrgenommen? 00:11:06-7

121 Person 1: Also die größte Gefährdung, die wir auf den Schifffahrtswegen haben, ist gar
122 nicht der Sommer mit Trockenperioden, sondern wenn dann die Kälteperioden, so wie
123 wir das im letzten Winter hatten, dass wir also großflächig dann ein Einfrieren der Ka-
124 näle und Flüsse haben. Dafür sind die Kraftwerke für bis zu 8 Wochen ausgelegt, dass
125 wir eben ohne neue Brennstofflieferungen auskommen. Die Trockenperioden im Som-
126 mer waren bisher nicht so kritisch wie die Kälteperioden im Winter. 00:11:38-1

127 Interviewer: Dann möchte ich noch das Ende und den Anfang der Prozesskette be-
128 sprechen. Zunächst der Anfang, Exploration und Förderung. Wenn man das jetzt in
129 einem erweiterten Sinne betrachtet, beispielsweise dass man auch neue Windfelder
130 erschließt, in der Nord- und Ostsee, oder auch eben irgendwelche neuen Quellen er-
131 erschließt. Denken Sie, dass dort Gefährdungen entstehen werden oder bereits entstan-
132 den sind? 00:12:05-2

133 Person 1: Ausgelöst durch den Klimawandel sehe ich das zum gegenwärtigen Zeit-
134 punkt nicht. Die Fragen die wir haben, Jahrhundertwelle, ist eigentlich vom Klimathema
135 unbenommen. 00:12:19-0

136 Interviewer: Ja, in Ordnung. Das heißt jetzt Sie würden, beispielsweise für einen Off-
137 shore-Windpark direkt nicht in der Erschließung betrachten, dass eventuell Meeres-
138 spiegel sich verändern oder vielleicht auch Sturmereignisse zunehmen? 00:12:34-8

139 Person 1: Sturmereignisse ist wieder eine andere Frage. Sturmereignisse ist eins, das
140 andere ist aber auch das langfristige Windverhalten in der Nordsee unter Klimage-
141 sichtspunkten. 00:12:48-2

142 Interviewer: Ja. Und das würden Sie sagen wird berücksichtigt oder wahrgenommen?
143 00:12:52-4

144 Person 1: Also. Ich weiß nicht ob Sie mal einen Auslegungsprozess mitgemacht ha-
145 ben. Da sind Sie froh, wenn Sie von irgendwelchen Wetterstationen Aufnahmen von
146 historischen Daten von 10-15 Jahren haben. Das heißt, es gehört schon ein hohes
147 Maß auch an Fähigkeit dazu den Wind aus diesen Daten für die Zukunft vorherzusa-
148 gen. Und daraus jetzt abzulesen, wie stark ist der Einfluss des Klimawandels auf die
149 Windhäufigkeit und auf die Windgeschwindigkeit ist schon sehr gewagt. 00:13:29-4

150 Interviewer: Ja, in Ordnung. Nun ... 00:13:31-8

151 Person 1: Das heißt jetzt aber nur das Aufkommen. Ihre Frage ging ja auch vielleicht
152 auf die Auslegung der Anlagen. Und das ist etwas, da würde ich das gesamte Off-
153 shore-Thema auch mit ansehen, dass man dort gegenwärtig auch die Erfahrungen
154 sammeln muss. Also auch das Thema [Off-shore-Windpark], das haben Sie ja auch
155 mitbekommen, da sind ja eben auch Pilotanlagen für die Off-shore-Anlagen. Insofern
156 gehört es dazu, dass man auch dort Erfahrungen sammelt. 00:13:57-8

157 Interviewer: Ja. Nun noch mal zum Ende der Prozesskette oder dem Ende der Pro-
158 zesskette wie ich sie sehen würde, die Nachfrage. In Ihrem CR Report [*Anmerkung:*
159 *Corporate Responsibility Report*] von 2007 haben Sie die Nachfrage definiert, dass die
160 sich auch in Zukunft verändert durch sommerliche Hitze oder eventuell auch wärmere

161 Winter. Ist das so, dass Sie das auch heute in der Strategiebewertung oder der Zu-
162 kunftsbewertung aufnehmen, dass sich die Nachfrage verändern wird? 00:14:25-6

163 Person 1: Wir berücksichtigen selbstverständlich Nachfrageänderungen. Sei es durch
164 einen anderen industriellen Nachfragekunden, in der Summe, sei es durch veränderte
165 Verbrauchsgewohnheiten vom Privatkunden, letztendlich wird das durch eine Variation
166 der Nachfrage berücksichtigt. Daraus jetzt isoliert abzuleiten, das ist der Anteil Klima-
167 wandel und das ist der Anteil, der auf anderes Wachstum zurück zu führen ist, so wird
168 es noch nicht differenziert. 00:14:58-3

169 Interviewer: Jetzt möchte ich noch fragen, ob es noch andere konkrete Strategien oder
170 Maßnahmen gibt, die es zur Vorsorge oder Anpassung gibt, die wir jetzt noch nicht
171 besprochen haben? Einfach noch mal ob vielleicht irgendwas uns durch die Finger
172 geronnen ist. 00:15:16-0

173 Person 1: Ich glaube, die Erkenntnis des Unternehmens, dass wir Klimawandel haben
174 und dass es eine Frage ist, die bei allen Investitionsentscheidungen berücksichtigt
175 werden muss, diese Erkenntnis ist maßgebend. Also ich brauche gar nicht mal eine
176 Checkliste im Detail zu haben, nur ich muss einfach die Erkenntnis des Unternehmens
177 haben sich auch damit auseinander zu setzen. Und diese Erkenntnis ist da. 00:15:43-1

178 Interviewer: Ja. 00:15:44-0

179 Person 2: Ich muss da ergänzen, wir arbeiten natürlich auch mit wissenschaftlichen
180 Einrichtungen zusammen um eben unsere Kenntnisse in dem Bereich zu vertiefen.
181 Das bezieht sich nicht nur auf die ganze Datenlage, auf die Prognose von Klimaverän-
182 derungen, sondern das bezieht sich auch auf die Diskussion von betrieblichen Anpas-
183 sungsstrategien und zwar auf allen Wertschöpfungsketten. 00:16:09-0

184 Interviewer: Das heißt, es wird richtig standortgebundene Forschung in einer Art von
185 Netzwerk oder Kooperation durchgeführt? 00:16:19-1

186 Person 2: Genau. 00:16:22-0

187 Person 1: Sie haben ja eben DynAKlim erwähnt. [Das Unternehmen] unterstützt ja ge-
188 nau das Projekt. 00:16:26-1

189 Person 2: Genau, das ist DynAKlim, das ist aber auch das Projekt Chamäleon, das
190 vom Bundesforschungsministerium gefördert wird. Das sind die beiden hauptsächli-
191 chen Forschungsprojekte, in denen wir engagiert sind. 00:16:36-3

192 Interviewer: Ich habe noch gelesen KOMPASS ist auch dabei. Die bewerten ja ganz
193 genau auch noch mal Anpassung ganz speziell. 00:16:44-5

194 Person 2: Ja, KOMPASS ist auch eine Initiative mit der wir in intensiver Diskussion
195 stehen. 00:16:49-2

196 Interviewer: Ja. Das ist eine sehr schöne Überleitung zu meiner nächsten Frage. Näm-
197 lich, wie Sie Ihr Unternehmen bewerten im Vergleich zum Wettbewerb. Bestehen be-
198 sondere Ressourcen der Fähigkeiten im Umgang mit Klimawandelwirkungen. Da ha-
199 ben Sie einen Teil jetzt schon genannt, nämlich die Kooperation in Netzwerken, ob das
200 nun institutionalisiert ist oder ein lockerer Verbund. Gibt es noch andere Stärken, also

- 201 Ressourcen oder Fähigkeiten, die Sie sehen. Ich nenne einfach mal ein paar Beispiele.
202 Das wären für mich sowas wie Managementfähigkeiten, gibt es einen besonderen An-
203 satz den Sie dort verfolgen? Der Zugang zu finanziellen, technologischen, informatio-
204 nellen Ressourcen? Oder einfach auch Infrastruktur oder die Umgebung? Würden Sie
205 sagen, das hebt Sie vom Wettbewerb ab? Oder vielleicht auch genau diese Erkenntnis,
206 dass der Klimawandel berücksichtigt werden muss? 00:17:42-1
- 207 Person 1: Ich denke, das letzte ist es eigentlich. Also keiner weiß dezidiert gegenwärtig,
208 wie er das Thema im Detail zu berücksichtigen hat. Ja, also es gibt noch keine DIN
209 Vorlage, nach der Sie jetzt einen Mast anders auslegen müssen. Es gibt noch keine
210 Vorlage wie Sie ein Kraftwerk dezidiert anders auslegen müssen. Das Thema, also ich
211 finde, als Stand der Technik finde ich es nicht wieder. Aber ich finde es sehr wohl in
212 Köpfen von [...] Mitarbeitern wieder, von Entscheidungsträgern wieder. Und das ist ei-
213 gentlich die beste Versicherung, die wir haben. 00:18:18-8
- 214 Interviewer: Und wenn Sie jetzt Ihre Branche betrachten, glauben Sie, dass sich Ihr
215 Unternehmen davon abhebt? Von dem was momentan in der Branche, ich sag jetzt
216 einfach mal nur auf NRW bezogen, geschieht? 00:18:30-2
- 217 Person 1: Wir haben einen Grundsatz. Wir äußern uns nicht zu anderen Unternehmen.
218 Und bitte haben Sie Respekt, dass wir das auch in dem Fall, auch wenn es natürlich
219 reizvoll ist, nicht machen [*lacht*]. 00:18:41-1
- 220 Interviewer: Ja, in Ordnung. Gut. Das nehme ich einfach so auf. Jetzt haben Sie ja
221 schon gesagt, Sie haben Kooperationen mit anderen Institutionen. Gibt es klimawan-
222 delrelevante Informationen oder Daten, die Sie erfassen und verarbeiten? Oder, auch
223 gleich die Frage danach, ob Sie sich das noch mehr wünschen? Oder in welche Rich-
224 tung Sie da sehen, dass die Entwicklung da geht? 00:19:06-8
- 225 Person 1: Also meines Wissens nach, sind alle Temperatur, Windgeschwindigkeit-,
226 Feuchtigkeitsdaten, alle wetterrelevanten Daten in dem Zeitablauf auch klimarelevant.
227 Aber ich glaube, diese Art von Grundlagenforschung, meinen Sie wahrscheinlich hier
228 nicht. 00:19:27-6
- 229 Interviewer: Doch, auch. Mir geht es erst einmal darum, welche Daten überhaupt in
230 Ihrem Unternehmen erfasst werden. Das sind natürlich diese Standardgrunddaten,
231 oder ich sag jetzt einfach mal Standarddaten, nicht jedes Unternehmen erfasst die ja
232 irgendwie strukturiert und meinetwegen auch statistisch. Aber vielleicht auch was geht
233 darüber hinaus? Also, werden beispielsweise Prognoseinstrumente bei Ihnen benutzt?
234 Szenarien ausgewertet? 00:19:59-2
- 235 Person 1: Also das was wir haben ist wie gesagt diese Managementerkennntnis, dass
236 wir wissen in welchen Regionen werden wir mehr Niederschlag bekommen, das sind
237 aber allgemein zugängliche Ergebnisse. Im weitesten die Sie aus IPCC und dann aus
238 feineren Netzwerken auch ableiten können. Also es gibt ja durchaus Anpassungsun-
239 tersuchungen auch gerade für Mecklenburg-Vorpommern und andere Regionen, auf
240 die Ergebnisse können wir dann fallbezogen immer zurück greifen. Was Ihnen aber
241 auch ein Gespür geben sollte für die Sensitivität auch von [dem Unternehmen]. Wir
242 haben drei sogenannte Wetterfrösche auf dem Tradingfloor. Die machen also nichts

243 anderes als Wetterprognosen für unsere Händler zu ermitteln. Und da ist natürlich
244 auch eine hohe Kompetenz bei, Meteorologen, die eben auch dann das Thema noch
245 wesentlich besser aufarbeiten können und die sammeln eben auch etliche Daten um
246 einfach auch aus der Historie Ableitungen für die Zukunft machen zu können. Das will
247 ich aber jetzt nicht unter dem Thema Klima so primär abspeichern, sondern wirklich
248 unter Wetter. 00:21:02-5

249 Interviewer: Ja, gut. Bleiben wir noch mal an diesen Wetterdaten dran. Jetzt haben Sie
250 gesagt Wetterfrösche, die werden ja marktrelevante Entwicklungen vorhersagen. Also
251 kommt ein kalter oder ein warmer Winter? Wie wird die Gas- oder die Stromnachfrage
252 sich entwickeln? Das wäre für mich, was Wetterdaten angeht schon zumindest eine
253 mittlere Frist. Gibt es auch ganz kurzfristige Daten, die Sie erfassen? Beispielsweise
254 Gefährdungslagen durch Unwetter? Gibt es da Kooperationen eventuell mit dem deut-
255 schen Wetterdienst? Oder dass da Gefahrlagen frühzeitig erkannt werden und erfasst?
256 00:21:43-5

257 Person 1: Also, kann ich im Augenblick gar nicht beurteilen. Müsste man so konkret
258 nachfragen. 00:21:48-5

259 Person 2: Es gibt zum Beispiel bei den deutschen Netzbetreibern, da macht [das Un-
260 ternehmen] sicherlich keine Ausnahme, gibt es Wetter- und Klimamodelle die natürlich
261 auch darauf ausgelegt sind, das Herannahen von Schlechtwetterfronten oder derglei-
262 chen möglichst frühzeitig zu erkennen. 00:22:04-9

263 Interviewer: Ja. Gut. Wir haben jetzt schon kurz darüber gesprochen, dass Unsicher-
264 heiten in diesen Prognosen bestehen. Jetzt möchte ich gerne an diesen Unsicherhei-
265 ten nochmal festhalten. Aus meinem Verständnis heraus benötigt man als Unterneh-
266 men ja immer eine gewisse Planungssicherheit, was Investitionsentscheidungen angeht
267 oder unternehmerisches Handeln. Wie gehen Sie als Unternehmensführung oder
268 als Unternehmen mit solchen Unsicherheiten von Klimawandelprognosen um? Das
269 heißt, setzen Sie sich damit auseinander damit, dass es halt unsichere Daten gibt in
270 verschiedenen Projektionen oder auch meinetwegen in verschiedenen Szenarien ab-
271 gebildet sind? Und wie berücksichtigen Sie diese Unsicherheit in Ihrer Entscheidung?
272 00:22:56-3

273 Person 1: Letztendlich über verschiedene Szenario-Prozesse. Ich hatte es ja soeben
274 schon mal kurz geschildert am Thema Stromaufkommen oder Flexibilisierung von
275 Kraftwerken. Sie haben in der Regel auch noch andere zum Teil noch verstärkende
276 Trends in der gesamten Betrachtung drin und das bilden Sie dann in einem Szenario
277 ab. 00:23:15-8

278 Interviewer: Das heißt, Sie entwickeln eigene Szenarien in Ihrem Unternehmen?
279 00:23:20-7

280 Person 2: Ja, wenn Sie zum Beispiel ein Investitionsprojekt rechnen. Dann werden Sie
281 ja ... da haben Sie eine Discrowded-Cash-Flow-Rechnung, Barwertrechnung, und die
282 Parameter die da eingehen, die werden Sie natürlich innerhalb vernünftiger
283 Spannbreiten variieren und dann schauen Sie einfach unter wie viel Fällen oder unter
284 wie viel Szenarien erwirtschaftet das Projekt auch seine erforderliche Rendite und

- 285 dann sehen Sie recht genau, welche Projekte halt hohen Risiken ausgesetzt sind und
286 bei welchen die Risiken also insgesamt über eine Spannbreite der verschiedenen Sze-
287 narien beherrschbar erscheinen. Das wird standardmäßig gemacht. 00:23:59-7
- 288 Interviewer: Sehr interessant. Das heißt, Sie führen Risikoabschätzungen durch.
289 00:24:02-5
- 290 Person 2: Ja klar. 00:24:05-2
- 291 Interviewer: Und in diesen Szenarien werden unter anderem Klimawandelwirkungen
292 berücksichtigt? 00:24:10-9
- 293 Person 2: Wenn das für das Projekt relevant ist und erkennbar ist, würde man auch
294 das machen. 00:24:17-9
- 295 Interviewer: Und wie ist das mit bestehenden Standorten? Beispielsweise Kraftwerke,
296 die an einem schwierigen Gewässer, das eh mit hohen Temperaturen belastet ist, wo
297 eventuell bereits in der Vergangenheit Runterregelung stattgefunden haben. Werden
298 dort Entscheidungen auch noch mal getroffen ob die Standortsicherheit gefährdet ist
299 durch meinetwegen Niedrigwasser oder hohe Flusstemperaturen? 00:24:48-2
- 300 Person 1: Wir haben das ja an ein, zwei Standorten an denen wir Neubauten durchfüh-
301 ren alles durch exerziert. Und gerade auch im Thema Klimawandel, Aufwärmspannen
302 die genehmigt sind et cetera. Also da würde ich schon ein Ja hinter schreiben.
303 00:25:06-0
- 304 Interviewer: Ja, sehr interessant. 00:25:08-2
- 305 Person 1: Mit ist nur wichtig, dass Sie mitbekommen, das ist jetzt nicht die gesamte
306 Kraftwerksflotte von [dem Unternehmen] die da zur Disposition steht unter Klimawan-
307 delfragen. Sondern das ist ein Themenkomplex, der punktuell immer dann wenn es
308 angebracht ist genauso berücksichtigt wird. 00:25:24-5
- 309 Interviewer: Sicher. Natürlich. 00:25:26-2
- 310 Person 1: Also bei DynAKlim haben Sie einen ganz bestimmten Fluss auch im Fokus,
311 sagen wir zwei. Einen im, hinten im Lippischen entspringend und einem im Sauerland
312 entspringend und da in diesem Fokus untersuchen wir sehr genau, wie wir da klima-
313 wandelseitig betroffen sind. 00:25:48-9
- 314 Interviewer: Ja, sehr interessant. Ich denke, das war eigentlich alles, was ich Sie direkt
315 konkret fragen könnte. Ich würde Ihnen jetzt noch die Gelegenheit geben, dass Sie
316 etwas abschließend ergänzen, was ich vielleicht nicht berücksichtigt habe oder was
317 Ihnen noch wichtig erscheint. 00:26:05-3
- 318 Person 1: Ich glaube, bei dem Thema Klimawandel ist eins wichtig. Dass man die Un-
319 sicherheit der Prognose genauso mit berücksichtigt. Also nicht zuletzt die Fragen des
320 IPCC, wie stabil ist das, wie stabil sind die Annahmen, wie stabil sind die Aussagen
321 zum Abschmelzen der Gletscher im Himalaya und weitere Themen, haben uns deutlich
322 vor Augen geführt, wie wir mit den mit den vielleicht so als stabil vorhergesagten The-
323 men sehr wohl noch umgehen müssen. Und das heißt nicht, dass wir einen Klimawan-
324 del leugnen, das heißt aber, dass wir Daten mit dem gehörigen Respekt, der dahinter

325 steckt, genauso betrachten müssen. Ich finde das deshalb so wichtig um offen zu sein.
326 Offen zu sein auch für andere Änderungen, die sich vielleicht noch ergeben. 00:27:09-
327 2

328 Interviewer: Ja. Wenn Sie jetzt gerade noch von anderen Änderungen sprechen. Kön-
329 nen Sie in etwa einordnen, welchen Stellenwert die Veränderungen des Klimas gegen-
330 über der politischen Umweltveränderung einnehmen? Ich nenne einfach mal als Bei-
331 spiel das erneuerbare Energien Gesetz oder das Effizienzsteigerungsgesetz, das ja
332 schon erheblich auch in die Unternehmens- oder Marktdynamik eingreift. Wie sind da
333 die Unsicherheiten? Denken Sie, dass solche bestehenden Gesetzesinitiativen einen
334 großen Einfluss haben im Gegensatz zum Klimawandel? Und welchen Stellenwert
335 nimmt dann der Klimawandel überhaupt ein? 00:27:53-0

336 Person 1: Ich glaube man tut sich schwer diesen Vergleich im Moment anzustellen,
337 weil die Zeithorizonte ganz andere sind. Also die Modifikation eines EEGs wird morgen
338 wirksam. Wie ist das mit dem Klimawandel, ist der morgen wirksam? Wir sind uns aber
339 sehr wohl bewusst über die lange Reisezeit von Energieanlagen, dass dann ein Thema
340 wie Klimawandel auch relevant wird. 00:28:21-0

341 Interviewer: [Person 2], möchten Sie noch etwas ergänzen? 00:28:25-0

342 Person 2: Ich denke, es ist jetzt sehr schön und sehr umfassend dargestellt worden. Es
343 geht jetzt in der Tat darum, dass Sie erkennen, wie wir das Thema so einordnen und
344 welchen Stellenwert das hat. Aber ich glaube das ist deutlich geworden, denke ich.
345 00:28:42-6

346 Interviewer: Ja. Gut. Wunderbar. Dann bedanke ich mich herzlich für das Gespräch.
347 00:31:12-5

Anhang 8 Transkription Interview 4

- 1 Person 1: [Vorstellung]. 00:00:46-0
- 2 Interviewer: Schönen guten Tag [Person 1], Madry hier. 00:00:47-9
- 3 Person 1: Ja, guten Tag. 00:00:49-1
- 4 Interviewer: Sind Sie bereit für unser Telefongespräch? 00:00:48-3
- 5 Person 1: Ja, ja, das passt jetzt gut. 00:00:53-1
- 6 Interviewer: Dann muss ich das Wichtigste zuerst fragen und zwar zeichne ich das Ge-
7 spräch auf, da brauche ich ihr Einverständnis auf Band. Ist das für Sie in Ordnung?
8 00:01:00-8
- 9 Person 1: Ja, das ist in Ordnung. 00:01:04-8
- 10 Interviewer: Wunderbar. Wundern Sie sich nicht wenn das zwischendurch manchmal
11 ein bisschen knackt, leider geht das mit der Technik nicht besser. 00:01:14-5
- 12 Person 1: O.K. 00:01:18-3
- 13 Interviewer: Gut, ich habe Ihnen jetzt gerade eben den Fragebogen erst zu geschickt,
14 damit wir quasi unvoreingenommen in das Thema einsteigen können. 00:01:26-4
- 15 Person 1: Da muss ich erst mal gucken, ob ich den habe. Denn vorhin habe ich ge-
16 guckt, da war da noch nichts. [Pause] Bisher habe ich auch nichts hier. 00:01:46-2
- 17 Interviewer: Komisch, ich habe den vor fünf Minuten losgeschickt. Ich hab es über den
18 Wuppertaler Server geschickt, vielleicht verzögert sich das da noch ein bisschen. Ist
19 aber nicht so schlimm, wir können meinetwegen direkt in die Fragen einsteigen.
20 00:01:59-6
- 21 Person 1: Ja. 00:02:02-9
- 22 Interviewer: Ich beginne erst mal standardmäßig mit einer kleinen Vorstellung. Thomas
23 Madry, so viel wissen Sie ja schon, ich studiere Geographie, Soziologie, Volkswirt-
24 schaftslehre und Energiewirtschaft hier in Köln. Hab dort lange Zeit als studentische
25 Hilfskraft gearbeitet seit dem vierten Semester für zweieinhalb Jahre und bin dann ins
26 Wuppertal Institut gewechselt, arbeite da jetzt seit zwei Jahren auch als studentische
27 Hilfskraft. Dort vor allem mit Schwerpunktthemen Energieeffizienz und Auswirkungen
28 des Klimawandels. Zu diesem Thema habe ich mich natürlich viel mit
29 Szenarietechniken beschäftigt, mit den physischen Auswirkungen und den Folgewir-
30 kungen für verschiedene ökonomische, politische, gesellschaftliche Bereiche und dort
31 eben unter anderem auch mit den Folgen für die Energiewirtschaft. Daraus habe ich
32 dann das Thema meiner Arbeit konstruiert in Absprache mit der Universität "Klimawan-
33 del und Energiesysteme: Verwundbarkeit und Anpassungsoptionen der Energiewirt-
34 schaft in Nordrhein-Westfalen". Und das ist nun der Grund für unser Gespräch. Ich

35 möchte Sie auch noch ganz kurz fragen, Sie arbeiten für [einen regionalen Energiever-
36 sorger] und für [ein Wirtschaftsberatungsunternehmen]? 00:03:26-6

37 Person 1: Ja, ich arbeite bei [regionalem Energieversorger], bin dort in einer Stabs-
38 stelle für innovative Projekte, mit den Schwerpunktthemen auch Energieeffizienz, Kli-
39 maschutz und erneuerbare Energien. Und daneben habe ich ein eigenes Beratungs-
40 büro, ein Büro für Innovation ... für Nachhaltigkeit und Innovation. Wo ich ähnliche
41 Dinge auch für Kommunen, für Stadtwerke und so weiter bearbeite. 00:03:59-5

42 Interviewer: Ja, ich hab mir das im Internet angeguckt, das ist Unternehmensberatung
43 in dem Sinne? 00:04:07-1

44 Person 1: Ja, eine Unternehmensberatung, genau. 00:04:09-4

45 Interviewer: Wunderbar. Gut, ich frage Sie jetzt immer die Fragen und bitte Sie darum
46 zu antworten aus der Sicht Ihres Unternehmens. Da würde ich jetzt vor allem [den re-
47 gionalen Energieversorger] annehmen. 00:04:23-5

48 Person 1: Ja, ich denke auch. Sie haben mich ja auch als [regionalen Energieversor-
49 ger] angesprochen und nicht als Beratungsunternehmen. 00:04:28-4

50 Interviewer: Ja. Wobei, wenn Sie jetzt natürlich Erfahrungen aus anderen, sage ich
51 jetzt mal Unternehmen da noch irgendwie reinbringen, dann können Sie das natürlich
52 machen. Dann würde ich Sie nur bitten, dass Sie das von [dem regionalen Energiever-
53 sorger] explizit trennen. 00:04:43-1

54 Person 1: Ja. 00:04:45-7

55 Interviewer: Gut. Der Themenblock B, mit dem ich nun mit Ihnen einsteigen will, das
56 qualitative Interview, da geht es für mich um das Unternehmensverhalten. Und da
57 würde ich Sie zuerst bitten anhand der Prozesskette der Energiebereitstellung, also
58 wirklich von der Förderung, Aufbereitung, Transport, Umwandlung, vielleicht auch über
59 die Verteilung bis hin zur Nachfrage kurz zu schildern wie sich aus Ihrer Sicht, aus der
60 Sicht Ihres Unternehmens zu schildern, was sich in den letzten 10 Jahren aufgrund des
61 Klimawandels verändert hat. 00:05:42-1

62 Person 1: Ja, also die direkten Auswirkungen sind eigentlich nicht zu erkennen bisher.
63 Also es ist insgesamt eine höhere Sensibilisierung für das Thema Versorgungssicher-
64 heit unter verschiedenen Aspekten zu erkennen. Was auch dazu führt, dass man den
65 Anteil der Eigenerzeugung erhöht. Das hat aber mehrere Aspekte. Das hat einmal den
66 Aspekt unabhängiger zu werden von Importen, also da ist eine Sensibilisierung da,
67 aber natürlich auch von den großen Energieerzeugern. Also das ist im Grunde ge-
68 nommen so das, wo man so sieht da verändert sich die Unternehmenspolitik. Bei den
69 anderen, als Versorger vor Ort, haben ... man jetzt in manchen Bereichen gerade im
70 Wärmebereich oder eine zusätzliche Orientierung, dass die Kälteversorgung mit ...
71 stärker mit hinein kommt in die Überlegungen. Dass man eben nicht nur Wärmeversor-
72 ger, sondern eben auch Kühlung und Kälte zur Verfügung stellen kann. Also diese, da
73 würd ich sagen, ja, auch eine stärkere Orientierung auch an diesen neuen ... an diesen
74 Herausforderungen des Klimawandels sehen. 00:07:22-0

75 Interviewer: Ja, und das würden Sie für die Vergangenheit schon sagen? Also, dass
76 das in der Vergangenheit schon stattgefunden hat? Ich sage jetzt einfach mal für den
77 Zeitraum der letzten 10 Jahre, dass eine Sensibilisierung stattgefunden hat einerseits,
78 aber das vielleicht auch ganz konkrete Handlungen oder Maßnahmen unternommen
79 wurden? 00:07:41-2

80 Person 1: Ja also, dieses ... das braucht ja immer eine Zeit. Und die Sensibilisierung
81 hat schon in den letzten 10 Jahren stattgefunden und es wird eben konkret auch schon
82 in den eigenen Erzeugungsanlagen oder im Bereich erneuerbare Energien wo wir eben
83 sagen wir breiten unsere Bezugsbasis aus, das wird aktiv ja schon gemacht und bei
84 der Kälte ... bei neuen Angeboten im Bereich Kühlung und in Kältebereitstellung, da ist
85 das Unternehmen in den Anfängen, weil man da ja erst mal gucken muss, wo sind
86 Kunden, wo passt das rein, wo ist ein Bedarf und was können wir da als Geschäftsfeld
87 machen. Das, ja, das sind so die Punkte wo man da im Moment direkt involviert ist.
88 00:08:42-6

89 Interviewer: Jetzt ist [das regionale Energieversorgungsunternehmen] ja eng mit [inter-
90 nationalem Energieversorgungsunternehmen] verbunden, also gestern als ich [an der
91 Hauptzentrale] war habe ich gesehen, dass die direkt nebeneinander auch sitzen. [Das
92 internationale Energieversorgungsunternehmen] zeichnet sich ja dadurch aus, dass es
93 die Bestrebung mehrerer kommunaler Partner miteinander verbindet und in dem Sinne
94 ein Upstream stattfindet, dass die einfach mehr Marktmöglichkeiten haben. Und vor
95 allem auch eine große Netzinfrastruktur. Könnten Sie ... 00:09:13-0

96 Person 1: Also eine Netzinfrastruktur in Form von Kooperationen meinen Sie?
97 00:09:17-0

98 Interviewer: Genau, richtig. Könnten Sie sagen, dass es Auswirkungen auf Ihr Unter-
99 nehmen hat, dass man Zugang zu so einem größeren Player noch hat, dass da noch
100 eine größere Sensibilisierung noch stattgefunden hat durch diese Kooperation?
101 00:09:36-0

102 Person 1: Also das kann ich jetzt so nicht sagen, weil eben [das regionale Energiever-
103 sorgungsunternehmen] war ja Gründer [des internationalen Energieversorgungsunter-
104nehmens], also von daher kann das eher umgekehrt passieren oder die waren ja mit
105 diejenigen, die diese Initiative und diese Botschaft, die damit weitergeht, hineingetra-
106gen hat. Was möglich ist natürlich durch solche kooperative Ansätze ist, natürlich grö-
107ßere Investitionsmaßnahmen koordinierter hinzubekommen. Das machen wir auch,
108das nutzen wir auch. Und ... ja, weil das sonst eben auch die Möglichkeiten eines [re-
109gionalen Energieversorgers] überschreitet. Die Kooperation selbst wird eher so gese-
110hen, die Möglichkeit solche größeren Maßnahmen auch platzieren zu können. Also
111sage ich Kraftwerksbau oder Off-Shore Anlagen, das würden ... das ist einfach von der
112Größenordnung durch ein einzelnes [regionales Energieversorgungsunternehmen]
113nicht zu bewältigen. Also eine Sensibilisierung generell hinsichtlich Klimawandel würde
114ich da jetzt mal nicht so thematisieren. Denn da ist es nämlich auch so, dass die Part-
115ner [des internationalen Energieversorgers] eigentlich alle vor Ort stärker in dieser De-

116 batte verankert sind. Also, diese Diskussionen oder diese Auseinandersetzung wird
117 eher in den Unternehmen vor Ort geführt. 00:11:29-7

118 Interviewer: Kommen wir jetzt noch mal zurück zu diesen Verwundbarkeiten innerhalb
119 der Prozesskette. Jetzt haben Sie gesagt "Versorgungssicherheit". Da war Ihnen vor
120 allen Dingen die Unabhängigkeit von Importen und großen Erzeugern wichtig. Denken
121 Sie, dass die Versorgungssicherheit bzw. die Anlagensicherheit ganz konkret durch
122 den Klimawandel in den letzten 10 Jahren, und vielleicht auch in der Zukunft, sich ver-
123 ändert hat? Sind neue Anforderungen entstanden, die man auf den Klimawandel in
124 Ihrem Unternehmen zurückführt? 00:11:58-9

125 Person 1: Ja, ich meine, wo es schon erkennbar ist, ist ja im Kraftwerksbau. Da muss
126 man natürlich wenn sagen wir mal gerade da wo eine Wasserkühlung ist oder so ... nur
127 da sind wir nicht so direkt betroffen von, weil wir selbst nicht so ein großes Kraftwerk
128 haben. Da sind wir bestenfalls betroffen von, wenn die Preise von solchen Einflüssen
129 verändert werden. Ja, wir sind betroffen bei erneuerbaren Energien zum Beispiel, aber
130 das macht ja auch so viel nicht aus. Weil wir Biogasanlagen haben, da sind wir betrof-
131 fen. 00:12:57-8

132 Interviewer: Wie ist das mit Windenergie, ist [das Unternehmen] da aktiv? 00:13:03-5

133 Person 1: Ja, wir haben auch einen Windpark, wir würden gerne auch mehr machen,
134 wenn die landesplanerischen Maßnahmen das ermöglichen, im Moment tun sie das
135 nicht. Und eben jetzt Beteiligungen an einem Off-Shore Windpark. Also da würden wir
136 gerne auch On-Shore mehr machen, also auch im Umfeld, bestehen auch Planungen,
137 aber wie gesagt landesplanerisch ... von den planungsrechtlichen Rahmenbedingun-
138 gen haben wir da Probleme. Also da sehen wir auch ein gutes Feld, da etwas zu ma-
139 chen, also auch im Repowering, der Anlagen des Parks, den wir da schon haben. Aber
140 da kämpfen wir einfach wie viele andere eben gegen landesplanerische Restriktionen.
141 00:14:02-5

142 Interviewer: Jetzt haben Sie gerade auch das Stichwort Repowering auch gesagt oder
143 aber Erschließung neuer Anlagen. Ist Ihnen bekannt oder nehmen Sie war, dass auch
144 dort die Sensibilisierung für Klimawandelauswirkungen wahrgenommen werden? Er-
145 schließung neuer Windfelder, erhöhte Rotorblattfestigkeit oder Standortsicherheit durch
146 veränderte Windverhältnisse? 00:14:27-9

147 Person 1: Nee, das nehme ich ... das sehe ich nicht, dass das ein Thema ist bei der
148 Erschließung von Windkraftanlagen oder Ausbau von Systemen. Also das kann ich
149 bisher nicht wahrnehmen in der Debatte. Das hat mehr ... die Debatte wird geführt in
150 Hinblick auf erhöhte Wirtschaftlichkeit, erhöhte Erträge. Weil, sagen wir mal, unter
151 eben dem Aspekt, dass man den Anteil erneuerbarer Energien deutlich ausbauen
152 möchte, aber nicht jetzt um die bestehenden Anlagen jetzt zu sichern. Man hat mit den
153 Volatilitäten des Winddargebots ja zu ... kämpfen will ich nicht sagen, aber zu berück-
154 sichtigen. Und da sind wir auch aktiv was das Netzmanagement angeht. Solche Kon-
155 zepte, da wird sehr intensiv dran gearbeitet, um diese Dinge dann auch hinzubekom-
156 men. Aber nicht jetzt, dass man besondere Sicherheit oder besondere Schwierigkeiten
157 hat. Also wir sehen zu, dass wir da einen Mix haben möglichst von verschiedenen er-

158 neuerbaren Energien um das auch auszugleichen. Und bei den Leistungen die ... oder
159 den ... ist das auch durchaus möglich, weil das eben mit PV und mit der Biogasanlage
160 könnte man das aussteuern. 00:16:05-7

161 Interviewer: Wie ist es im Bereich der Verteilung, mit der Netzinfrastruktur [des regio-
162 nalen Energieversorgungsunternehmens], vielleicht auch [des internationalen Energie-
163 versorgungsunternehmens]? Wie sehen Sie da Gefährdungen in der Vergangenheit
164 oder in der Zukunft für die Netzstabilität durch den Klimawandel? 00:16:27-3

165 Person 1: Wie meinen Sie das mit der Netzstabilität? 00:16:34-1

166 Interviewer: Einerseits frage ich nach der Standsicherheit von Überlandleitungen oder
167 auch der Effizienz der Überlandleitungen. Denken Sie, dass das eine zunehmende
168 Gefährdung werden wird oder vielleicht auch schon ist? 00:16:48-9

169 Person 1: Also ich denke, das haben ja auch manche Beispiele gezeigt, die zentralen
170 Systeme natürlich sehr anfällig sind und sie werden auch schon ... mit Überlandleitun-
171 gen ist es so, dass die jetzt teilweise erneuert werden, dann sind die ein bisschen
172 stabiler. Aber das ist natürlich, auch gerade wenn sie durch Waldgebiete oder sowas
173 gehen, auch durch große Ereignisse wie Stürme oder sowas auch gefährdet. Und da
174 sehen wir schon, dass wir auf der sicheren Seite sind, wenn wir einen Teil eben selbst
175 machen. Dass wir sagen zumindest von einem größeren Teil sind wir da nicht mehr
176 abhängig. Also wir sind da natürlich eingebunden, das ist natürlich klar, aber wir sehen
177 schon, dass da ... ja, dass es nicht schlecht ist, wenn man da mehrere Optionen hat.
178 00:17:53-9

179 Interviewer: Nun zum letzten Teil noch und zwar zur Nachfrage. Nun haben Sie schon
180 gesagt Kälte spielt oder wird eine größere Rolle spielen. Können Sie sich noch andere
181 Veränderungen der Nachfrage in der Zukunft vorstellen oder hat es die in der Vergan-
182 genheit bereits gegeben? 00:18:10-9

183 Person 1: Ja, also was natürlich ein wichtiges Thema ist, ist überhaupt die Netzinfrac-
184 turstruktur, wie sieht die in Zukunft aus, bei selbst veränderter Nachfrage? Also sei es
185 durch bessere bautechnische Werte, wo eine geringere Wärmelast ist oder wo man
186 auch überlegt, welche Art von Leitungen lege ich da überhaupt noch hin in den Raum,
187 das wird systematisch überprüft, auch jetzt schon. Und wird dann auch mal nicht ge-
188 baut. Da wird genau überlegt, jetzt zum Beispiel bei Gasnetzen, werden die noch ge-
189 baut oder nicht, wenn da Neubaumaßnahmen sind. Oder Wärmenetze sowieso, da
190 werden auch neue Konzepte erprobt um einfach in neuen Gebieten, wo wir nicht mit
191 der Fernwärme liegen dann auch mit kalter Nahwärme, also mit was weiß ich aus dem
192 Abwasserstrom oder auch verschiedene andere Optionen da mal zu realisieren. Also
193 das ist schon ein wichtiges Thema, wie man eben gerade die Energienachfrage bei
194 veränderter Nachfrage realisiert. Es ist auch ein Thema in Gewerbegebieten, war es
195 aber immer schon, das ändert sich nicht mehr so ganz. Das war früher auch schon
196 schwierig. 00:19:57-4

197 Interviewer: Gut. Daran anknüpfend möchte ich fragen, ob Sie im Gegensatz zu diesen
198 Verwundbarkeiten auch Chancen in den Auswirkungen des Klimawandels sehen? Sie
199 haben es ein bisschen schon skizziert, beispielsweise mit der Kälte, dass es ja eventu-

200 elle auch neue Marktfelder für Sie erschließen würde als Unternehmen. Können Sie
201 mir dazu ein bisschen was sagen, Chancen durch die Auswirkungen des Klimawan-
202 dels? 00:20:25-1

203 Person 1: Also ich meine eine Chance ist in der Unternehmenspositionierung auf jeden
204 Fall, weil wir uns als Unternehmen, was eigentlich doch fortschrittlich mit den Themen
205 immer umgegangen ist, auch gut mit den Themen positionieren können. Also das wird
206 schon deutlich, dass wir eben doch davon profitieren, dass wir eben in den verschie-
207 densten Bereichen schon aktiv sind und da uns auch im Effizienzbereich oder in er-
208 neuerbaren Energien oder auch aktiv in der Debatte um Klimaschutzkonzepte und
209 eben vorne mit dabei sind bei den Akteuren im Ort oder in der Stadt, in der Kommune.
210 Also das ist eine Chance sich als lokales Unternehmen wieder neu darzustellen und
211 das andere ist, dass wir schon sehen, dass wir neue ganzheitliche Konzepte den Kun-
212 den anbieten können, wo eben gerade Wärme, Kälte, Kraft-Wärme-Kopplung auch mit
213 Entsorgung, dass wir das mit ... also doch etwas ganzheitlicher anbieten. Das ist so ein
214 bisschen der Ansatz, wo man auch sieht, wenn denn der Kunde sensibilisiert ist für
215 diese Themen, dann kann man da auch ganz gut auch mit Fuß fassen. Aber da ist es
216 so, da kann man dem Kunden gegenüber, sei es auch so CO₂-Bilanzen oder dass man
217 dafür etwas anbietet, dass die gut werden, dass sie von der CO₂-Last runter kommen,
218 das kann man dann ja auch durch Effizienzmaßnahmen oder durch erneuerbare Ener-
219 giestromlieferung oder durch Anlagenangebote, die man macht, da sehen wir, da ist
220 das schon häufig auch ein Thema. 00:22:49-6

221 Interviewer: Und würden Sie denn sagen, dass diese Themen ... also die Sensibilisie-
222 rung sagen Sie ist da, aber werden die in der Unternehmensführung strategisch bereits
223 heute berücksichtigt? Oder vielleicht wünschen Sie sich, dass diese noch mehr be-
224 rücksichtigt werden? 00:23:05-0

225 Person 1: Also sagen wir mal, es ist wohl ein Thema, aber es bedarf auch noch Über-
226 zeugungskraft, das ist jetzt ein Thema, das wir auch anpacken und wirklich offensiv
227 nach außen tragen. Also es wird so in den verschiedensten Bereichen gemacht, aber
228 man kann natürlich mehr machen und man kann es auch irgendwie strategisch und
229 systematischer angehen, was wir jetzt eben auch machen wollen, also wo man sagt,
230 das ist dann auch eine Strategie. Also wenn man, das ist natürlich immer so mit diesen
231 Themen, es muss irgendwo wirtschaftlich darstellbare Bereiche geben. Sonst ist es
232 etwas, was man mal macht, weil es jetzt gerade ins Bild passt, aber das hat nicht viel
233 mit Unternehmenspolitik zu tun. Das ist dann nicht von langer Dauer und das wird auch
234 nicht wirklich nachhaltig sein. Dann macht man mal eine PR-Kampagne [*Anmerkung:*
235 *Public Relations Kampagne*] oder was, aber das ist es dann auch. Und da denke ich,
236 sind wir in manchen Bereichen auf einem systematischen, strategisch auch guten
237 Weg. Bei anderen wünschte ich mir dann, dass es mal ein bisschen stringenter ist.
238 Aber das spiegelt auch ein bisschen die Schwierigkeit wieder, dass damit auch Geld
239 verdient werden muss. Und leider ist es auch so, dass in diesem Bereich viele Dinge,
240 die nützlich sind, aber erst mal jemand in Vorleistung treten muss. Wenn man die be-
241 triebswirtschaftliche Betrachtungsweise sieht, dann muss ich bei vielen Maßnahmen,
242 die für den Klimaschutz gut sind, erst mal sehr viel investieren, im Vergleich zu dem,

243 wie der Output ist. Und diese Problematik führt natürlich dazu, dass es schwer ist im
244 Unternehmen das darzustellen. Also es muss schon deutlich werden, dass da auch
245 bald mit Geld zu verdienen ist, sonst macht das keiner. Und das ist natürlich bei sol-
246 chen Maßnahmen manchmal schwierig. Ich will mal sagen, wir können in Bereiche rein
247 gehen mit der Fernwärme, da sind auch Kapazitäten da, das wäre auch wunderbar für
248 die Bausubstanz in einem Viertel, das wär eine ganz tolle Sache, aber in einem ge-
249 wachsenen Viertel geht man nicht rein, weil da muss man erst mal ein Netz bauen, in
250 Vorleistung gehen, um dann zu gucken, wie kriege ich denn jetzt da möglichst schnell
251 möglichst viele Leute dran, weil die ja nicht alle gleichzeitig saniere, sondern dann
252 macht es der, dann mal der und so kann man nur schwer wirtschaftlich ein Netz dar-
253 stellen. Da wäre es schön, wenn man irgendwie sagen könnte, wir bauen jetzt ein
254 Netz, das ist klimatisch ... auf den Klimawandel bezogen eine der besten Maßnahmen
255 die wir überhaupt machen können jetzt, aber das ist mit einer Vorleistung verbunden,
256 für die man keine Verbündeten findet. Denn die Stadt muss auch Gewinne ... das ist
257 dann die ersten 5 Jahre oder 10 Jahre ein Verlustgeschäft, da man erst mal ein Netz
258 baut und das macht keiner. Zum Beispiel. 00:27:00-4

259 Interviewer: Jetzt möchte ich noch mal zurück kommen wirklich auf die Anpassung
260 oder den Umgang mit bereits bestehenden Klimawandelwirkungen oder noch zu er-
261 wartenden Klimawandelwirkungen. Da möchte ich Sie gerne fragen, ob in Ihrem Unter-
262 nehmen besondere Ressourcen oder Fähigkeiten bestehen, die eben den Umgang mit
263 dem Klimawandel im Vergleich zum Wettbewerb im Unternehmen besonders nach
264 vorne bringen? Vielleicht auch, wünschen Sie sich so etwas? Das sind für mich vor
265 allem Managementfähigkeiten oder Ressourcen, technologisch und finanziell, oder
266 eben Infrastruktur und institutionelle Umgebung oder sowas wie Netzwerke. Ein biss-
267 chen haben Sie das schon gesagt, dass Sie aus diesem Verbund ein bisschen raus
268 ziehen. Vielleicht können Sie dazu noch mehr sagen? 00:27:55-5

269 Person 1: Ja, also sagen wir mal was so technologische Dinge angeht oder, da arbei-
270 ten wir speziell auch viel mit Instituten der Universitäten [in der Region] zusammen.
271 Also da ziehen wir eigentlich relativ ... also da gucken wir, dass wir da auch immer auf
272 dem neuesten Stand sind, dass wir auch immer in Projekten eingebunden sind, die uns
273 auch da einen Know-How-Zuwachs bringen, die auch Fragen stellen, die auch bei uns
274 auftreten, dann auch in solchen Kontexten auch noch mal bearbeitet bekommen. Also
275 da sind wir aktiv dabei neue Erkenntnisse zu bekommen. Also ich bekomme weniger
276 über den [regionalen Verbund mit anderen Energieversorgungsunternehmen], das
277 kann ich eigentlich nicht so sagen, sondern eher so über unsere Aktivitäten in For-
278 schungsprojekten oder in speziellen fachlichen Kreisen, wo dann eben auch die neu-
279 esten Erkenntnisse dann auch verbreitet werden sag ich mal. Also es könnte besser
280 sein, es könnte wirklich besser sein, indem man doch noch mal mehr Ressourcen da-
281 für aufbaut, jetzt genau solche Dinge voran zu bringen. Aber da ist so ein bisschen die
282 Gratwanderung, wir sind kein Forschungs- und Entwicklungsunternehmen. Es wird ein
283 Teil gemacht, es werden Pilotanlagen gemacht, aber Forschung und Entwicklung kann
284 nicht so viel gemacht werden. Weil wir selbst eben in einem Feld in der Prozesskette
285 sind, wo wir, ja, wo wir das schließlich erforschen, was wir nachher auch nutzen kön-

286 nen. Es ist jetzt ein bisschen laut, weil bei mir der Zug vorbei fährt. Wie Sie unschwer
287 hören können. Jetzt ist er aber weg. Das ist ein bisschen immer die Diskussion, wenn
288 wir auch in Forschungsprojekten drin sind, wir gucken dann schon mal nach, wo steht
289 das Ganze? Sind wird da ... können wir die Dinge direkt auch in Alltagsausgaben um-
290 setzen? Also, aber, da sind wir ziemlich aktiv auf den verschiedensten Ebenen. Da
291 versuchen wir eben durch solche Maßnahmen doch auch an neuesten Dingen teilzu-
292 nehmen. Wir haben auch nicht jetzt einen Klimaschutz oder -wandel Beauftragten, ich
293 denke das ist auch schwierig in einem Unternehmen, das so vielfältige Bereiche ab-
294 deckt. Wir reden ja die ganze Zeit über Energie, aber das ist ja nur ein Teil. Wir haben
295 die Wasserversorgung, wir haben die Abwasserversorgung, das sind zum Beispiel
296 zwei Bereiche, die massiv vom Klimawandel betroffen sind und sein werden. Wir ha-
297 ben Abwassergewinnungsgebiete, eigene Anlagen, also da sind wir ... und wenn ich
298 jetzt jemanden habe, der speziell für diesen Bereich jetzt auch Ahnung hat und da
299 auch reingehen kann, der hat dann auch doch schon mehr von der Netzinfrastruktur
300 nicht so eine Ahnung. Also das sind doch ziemlich unterschiedliche Geschäfte. Von
301 den Ressourcen, also wir versuchen das eigentlich durch Zusammenarbeit zu lösen,
302 nicht indem wir eigene Kapazitäten aufbauen. Natürlich ist es so, dass alle Kollegen
303 auch in ihrem Fachgebiet diese Themen haben oder aufgreifen, aber schon in ihrem
304 Spezialbereich dann auch. 00:32:17-6

305 Interviewer: Gut. Dann würde ich gerne von Ihnen wissen, welche klimawandelrele-
306 vanten Informationen denn in Ihrem Unternehmen überhaupt erfasst und bearbeitet
307 werden oder erfasst und bearbeitet werden sollten? Da gehören Statistiken über
308 Gradtagszahlen oder der Zugang zu Studien dazu. Können Sie mir dazu ein bisschen
309 was sagen? 00:32:48-9

310 Person 1: Also wie gesagt, die einzelnen Fachabteilungen denke ich ... also wir haben
311 keine zentrale Bibliothek, aber die einzelnen Fachabteilungen sind in ihrem Bereich ...
312 unterschiedlich natürlich aufgestellt, an den neuesten, also den Zugang zu den neu-
313 esten Studien zu haben. Den Zugang zu haben ist das eine, diese auszuwerten und zu
314 nutzen, daran hapert es eher. Dass man einfach auch im Alltäglichen nicht so viel Zeit
315 hat diese Dinge dann auch auszuwerten und für sich umzusetzen. Das ist so ein biss-
316 chen eher das Problem, warum Dinge dann vielleicht doch nicht bis zu allen Mitarbei-
317 tern vordringen. Es werden nicht Daten zentral vorgehalten, also da haben wir nicht so
318 ein Wissensmanagement was wir im Unternehmen haben, sondern wir sind in allen
319 Fachverbänden aktiv oder Mitglied und die machen natürlich relativ viel auf dem Gebiet
320 auch. Und in diese Netzwerke sind wir dann eingebunden und durch deren Zugänge zu
321 deren Extranetz haben wir auch diese Informationen, die man braucht. Also nehme ich
322 mal zum Beispiel für Fernwärme die neuesten Erkenntnisse, die neuesten Projektin-
323 formationen oder so. Die werden dann halt über die Verbände in deren Portalen vorge-
324 halten und da ist es so ... wenn man das jetzt nutzt und nutzt das alles, dann ist man
325 eigentlich schon ganz gut auf dem Stand, weil deren Aufgabe das ja auch ist, die Un-
326 ternehmen mit diesen Dingen vertraut zu machen. Und die machen eben auch Veran-
327 staltungen, zu denen gehen natürlich auch alle hin, also da wird auch Wert drauf ge-
328 legt, da gibt es auch keine Restriktionen. Sondern eher eine Unterstützung, dass man

329 da diese Dinge auch alle macht und auch teilnimmt und da auch immer auf dem neu-
330 esten Stand ist. Also das ist, denke ich ... was wir jetzt wohl machen, auch in Unter-
331 nehmen ist eben, auch auf das Unternehmen bezogen zu schauen, wo stehen wir, wie
332 sieht eine CO₂-Bilanz aus und so. Um auch diese unternehmensinternen Prozesse
333 noch mal zu beleuchten. Das jetzt nicht allgemein, sondern wirklich unternehmensin-
334 terne Prozesse und Abläufe und Auswirkungen noch mal darzulegen. 00:36:02-2

335 Interviewer: Nun möchte ich noch eine letzte Frage stellen. Und zwar die Dynamik und
336 Komplexität und auch der Mangel an Informationen über Art und Eintrittswahrschein-
337 lichkeit und die Auswirkungen des Klimawandels führt ja zu Unsicherheiten. Ich würde
338 jetzt noch gerne wissen, berücksichtigen Sie solche Unsicherheiten in ihrem Unter-
339 nehmen, was jetzt gerade Prognosen angeht, oder sollten sie vielleicht noch berück-
340 sichtigt werden? Und in welcher Form? 00:36:30-0

341 Person 1: Wir machen ja immer eine ... Risikomanagement haben wir, wo solche Dinge
342 Einfluss finden, wo dann halt so Sensitivitäten berechnet werden und wo geguckt wird,
343 wie stellen wir uns auf bestimmte Sachen ein. Die sind sicher nicht ... oder diese
344 könnte man bezogen auf solche Fragestellungen könnten die ausgeweitet werden, das
345 ist bisher nicht der Fall. Also das ist klar, die sind nicht da drin. Wo wir sehr genau eine
346 Risikoabschätzung machen ist bei allen Investitionsplanungen, da werden auch alle
347 möglichen Preisprognosen oder Varianten gerechnet, um natürlich zu gucken wo
348 kommt man wie aus, mit welchen Preissteigerungen. Das sind so typische Berechnun-
349 gen und Untersuchungen, die wir anstellen bei jeder Investitionsplanung. Und auch bei
350 Preismodellen, die wir machen, da kommen diese Dinge natürlich auch zum Tragen.
351 Bei der Netzplanung ist es auch so, da ist es natürlich besonders schwierig. Man redet
352 da ja über Investitionen, die über 50 Jahre mindestens laufen, da ist es natürlich nicht
353 so einfach, weil man da alle möglichen Parameter einbringen muss und da machen wir
354 im Regelfall auch immer solche Untersuchungen vorher. Wo eben genau von Nach-
355 frage, Demographie ... also alle möglichen Parameter eben abgecheckt werden.
356 00:38:31-6

357 Interviewer: Und Risikobewertung, Investitionsentscheidungen, Netzplanung, da wer-
358 den Klimawandelauswirkungen berücksichtigt? 00:38:38-0

359 Person 1: Ja also ich meine es werden die ... es werden jetzt nicht ... es werden mögli-
360 che Entwicklungen, also mögliche Parameter in die Berechnung einbezogen. Also man
361 geht davon aus, welche Parameter man da nimmt. Wir lassen da nicht teure Modelle
362 drüber laufen, sondern es sind dann ganz normale Sensitivitätsrechnungen mit ver-
363 schiedenen Parametern, die da Einfluss haben. Um einfach ein gewisses Band an
364 möglichen Entwicklungen berücksichtigen zu können bei der Entscheidung. So das ist
365 dann, ob das nun im Abwasserbereich, große Abwassermengen die plötzlich auftreten
366 können, da wird dann geguckt, wie oft ist das schon passiert. Aber da gibt es keine
367 verlässliche Basis, wo man dann sagen kann in Zukunft gehen wir mal von da und da
368 aus, da gucken wir was wird so angenommen. Aber wie verlässlich das ist, also wenn
369 ich Netzplanung machen muss für 40 Jahre, die Demographie ist noch verlässlich,
370 aber das Verhalten ist schon nicht mehr verlässlich. Da kann ich sagen, die haben
371 demnächst doppelt so viel Wohnfläche oder eben auch nicht, also das ist, die Einkom-

372 men werden steigen oder auch nicht. Da kann ich verschiedene Zukünfte mir überle-
373 gen, verschiedene Szenarien ausdenken, aber wie verlässlich sie letztendlich sind, das
374 ist leider nun keinem Szenario ... das gibt es bei keinem. Also muss die Investition
375 doch mit einem deutlichen Risiko gefällt werden. Bei manchen Sachen kann man das
376 abchecken, da können wir relativ sicher sein, aber vieles kann man gar nicht relativ
377 sicher sagen. 00:40:55-3

378 Interviewer: Gut vielen Dank [Person 1]. Das war ein sehr interessantes Gespräch für
379 mich. Ich würde Ihnen am Ende noch die Gelegenheit geben, etwas zu ergänzen, was
380 ich vielleicht noch nicht berücksichtigt habe, was Ihrer Meinung nach für die Thematik
381 vielleicht noch wichtig wäre. 00:41:10-5

382 Person 1: Ja, ich denke was so vielleicht noch wichtig ist, die verschiedenen
383 Akteursfelder auch noch mal deutlich zu machen. Weil ein [regionales Energieversor-
384 gungsunternehmen] ist da zwischen den ... Sie haben das sehr schön gesagt mit der
385 Prozesskette. Also die sind nun mittlerweile auch mit sehr verschiedenen Akteuren da
386 aktiv. Das ist schon relativ komplex. Sie können selbst da schon auf viele Dinge nicht
387 Einfluss nehmen, von denen sie aber abhängig sind, also was Sie besprochen haben.
388 Ob das nun die Hochspannungsleitungen sind oder die großen Kraftwerke oder was
389 weiß ich was. Da wird mit relativ vielen Sicherheiten gerechnet, also auch Regenwas-
390 sermengen oder so was erfassen, das wird ja auch gemacht. Das ist das eine. Das
391 andere ist, dass ja auch im kommunalen Umfeld viele der Themen, die den Klimawan-
392 del betreffen, werden durch planungsrechtliche Maßnahmen beeinflusst wo auch das
393 [regionale Energieversorgungsunternehmen] keinen Einfluss drauf hat, was aber direkt
394 die Infrastruktur betrifft. Das ist auch so ein Punkt. Und natürlich im Endkundenbereich
395 dann auch wieder. Wo das [regionale Energieversorgungsunternehmen] Einfluss neh-
396 men kann, aber wo es auch nicht wirklich direkt gestalten kann. Und da glaube ich ist
397 es wichtig, gerade was den Klimawandel angeht, wie kommen wir aus diesem relativ
398 unverbindlichen Miteinander zurecht. Was aber dazu führt, dass wichtige Maßnahmen
399 möglicherweise nicht gemacht werden. Weil ich gehe davon aus, dass die Kunden das
400 wohl machen werden, wenn ich gute Marketing-Maßnahmen mache. Aber wer sagt mir
401 das? Die Erfahrung zeigt, das tun die gar nicht. Oder die Kommune müsste eigentlich
402 sehr viel stärker noch diese Themen drauf haben und Notwendigkeiten erkennen für
403 planungsrechtliche Schritte, weil man als Infrastrukturanbieter vielleicht darauf ange-
404 wiesen ist langfristig, verbindliche Rahmenbedingungen zu haben, aber das wird da
405 gar nicht so gesehen. Und so ist das bei vielen Dingen. Und da sehe ich eigentlich viel
406 Klärungsbedarf. Wie kann in einem demokratischen Staat, in einem demokratischen
407 Land, diese Dinge, die notwendig zusammengehören und sinnvollerweise zusammen-
408 geführt werden, wie können die gesteuert werden? Ohne diese Prinzipien zu verlas-
409 sen. Das geht jetzt etwas ab von der Infrastruktur. Es ist ganz wichtig für das Unter-
410 nehmensumfeld. Wir erleben das häufig, wenn wir mit guten Vorschlägen kommen,
411 weil wir sagen wir müssen das jetzt machen, sonst funktioniert halt dies und jenes
412 nicht, aber das ist dann nicht durchsetzbar. Naja. Ich habe jetzt ihren Fragebogen be-
413 kommen. Den fülle ich aus und schicke ihn noch. 00:45:00-5

- 414 Interviewer: Richtig. Das ist ein WORD Dokument, das können Sie im Formularmodus
415 ausfüllen. Sie müssen es dann am Ende nur abspeichern und an mich zurücksenden.
416 00:45:07-1
- 417 Person 1: Alles klar. Dann speichere ich ab und schicke das dann zurück 00:45:21-4
- 418 Interviewer: [Person 1], ich biete immer gerne an, eine kleine Zusammenfassung zu
419 versenden, sobald die Arbeit durch die Prüfungsphase durch ist. Sind Sie daran inte-
420 ressiert? 00:45:22-5
- 421 Person 1: Ja, oh vielen Dank. Das wäre sehr nett. Da bin ich sehr gespannt. Dann
422 wünsche ich Ihnen noch viel Erfolg für die Arbeit 00:45:27-1
- 423 Interviewer: Vielen Dank. Auf Wiederhören. 00:45:31-5

Anhang 9 Transkription Interview 5

- 1 Interviewer: Ich möchte mich zu Beginn noch kurz vorstellen. Ich studiere zurzeit an
2 der Universität zu Köln Geographie, Soziologie und Energiewirtschaft. Ich arbeite seit
3 nun fast zwei Jahren im Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, das Sie ja
4 auch aus Ihrer Tätigkeit kennen. 00:00:14-0
- 5 Person 1: Ja, bitte grüßen Sie mir [Person] ganz herzlich. Ich erinnere mich gut an ein
6 Projekt zum Klimaschutz, das war uns wirklich sehr wichtig hier. 00:00:24-4
- 7 Interviewer: Ja, gerne. Ich gebe das weiter. Also ich arbeite im Wuppertal Institut auch
8 zum Thema Klimaschutz, im Zusammenhang mit Stadtentwicklung und Effizienzmaß-
9 nahmen. Und seit etwa einem halben Jahr bin ich auch aktiv im Projekt DynAKlim, da
10 geht es um die dynamische Anpassung an den Klimawandel im Ruhrgebiet. Dort wer-
11 den vor allem wasserwirtschaftliche Gebiete abgedeckt und ich ... also die Energiewirt-
12 schaft ist dort nur ein kleines Thema und für meine Diplomarbeit habe ich mich darauf
13 konzentriert. 00:00:59-9
- 14 Person 1: Ja, schön. Das ist ein gutes Thema, für mich. 00:01:10-4
- 15 Interviewer: Gut, ich habe hier einen Fragebogen vorbereitet, den ich Ihnen schon zu-
16 geschickt habe. Es geht mir ja nicht um den Klimaschutz in dem Sinne, sondern um die
17 Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Also um die Verwundbarkeit der Ener-
18 giewirtschaft und Anpassungsmaßnahmen in Nordrhein-Westfalen ... 00:01:42-1
- 19 Person 1: Ja, das steht ja hier so. 00:02:05-8
- 20 Interviewer: Genau. Nur als Hinweis, weil das viele am Anfang durcheinander bringen.
21 00:02:29-0
- 22 Person 1: Ja. Gut, dass Sie das sagen. 00:02:41-2
- 23 Interviewer: Also der erste Teil ist ein Fragebogen mit geschlossenen Fragen, da kön-
24 nen Sie Angaben ankreuzen. Sie können natürlich auch Rückfragen stellen, wenn et-
25 was nicht klar ist. Sie müssen auch keine Angaben machen, wenn Sie da jetzt denken
26 ... also wenn Sie das nicht wissen oder nicht sagen können. [Pause] [Person 1 füllt den
27 Fragebogen aus]. 00:03:29-1
- 28 Person 1: Ja, ich weiß das nicht genau, aber ich mach das jetzt so nach Gefühl. Weil
29 das steht soweit ich weiß auch gar nicht so genau fest, ob das jetzt überhaupt zunimmt
30 oder gleich bleibt. Also bei Extremwetter jetzt nicht, aber bei Kälte, da glaube ich än-
31 dert es sich nicht so stark. [Pause] 00:04:45-3 Also hier jetzt die Anpassung. Das ist
32 natürlich nicht so einfach zu beantworten. Weil wir passen uns ja immer an. Aber an

33 Klimawandelwirkungen, das ist schon schwieriger, weil wir ja nicht genau sagen kön-
34 nen, ob das jetzt Klimawandel ist oder einfach das ... also das normale Wetter ist ja
35 auch manchmal ... Ja also bei Hochwasser, da machen wir schon einiges an den Anla-
36 gen und auch bei den Netzen, aber das ist jetzt nicht unbedingt wegen dem Klimawan-
37 del, sondern wegen anderen Vorschriften. 00:06:36-9

38 Interviewer: Ja. Aber haben die Hochwässer denn zugenommen? Und warum haben
39 sich dann da welche Vorschriften geändert? 00:06:47-7

40 Person 1: Ja und Nein. Also es gibt natürlich immer mal Hochwasser oder Überflutun-
41 gen, aber die gab es auch schon immer in extremer Form. Und so eine Anlage erlebt ja
42 dann meist nicht ein Jahrhunderthochwasser, denn die steht ja nicht 100 Jahre. Und
43 die Vorschriften haben sich wegen vielen Gründen geändert. Nicht unbedingt wegen
44 dem Wetter. Also ich denke einfach mal, da machen wir nicht so viel. [Pause]
45 00:08:46-7 Ja genau, aber mit Vermeidung, da machen wir natürlich viel. Das wollen ja
46 im Moment alle oder müssen alle machen. [Pause] 00:09:29-9 Ja so. Also das ist alles.
47 00:09:32-4

48 Interviewer: Gut. Dann stelle ich Ihnen nun noch einige Fragen zu dem Thema. Der
49 zweite Themenblock behandelt das Unternehmensverhalten. Das sind jetzt keine ge-
50 schlossenen Fragen mehr, sondern Sie sollen mir dazu immer etwas erzählen. Ich
51 fange direkt mal mit der ersten Frage an. Da möchte ich gerne entlang der Prozess-
52 kette der Energiebereitstellung gehen, also von Exploration und Förderung, Aufberei-
53 tung, Transport, Umwandlung, Verteilung bis hin zu der Nachfrage am Ende. Und das
54 erst mal auch unabhängig davon, was Sie jetzt oder das Unternehmen machen. Ich
55 möchte da gerne wissen, ob Sie da Veränderungen sehen, zunächst einmal für die
56 vergangenen 10 Jahre. Nehmen Sie wahr, dass durch den Klimawandel dort bereits
57 Veränderungen eingesetzt haben? 00:11:16-5

58 Person 1: Ja, also in der Vergangenheit weiß ich das nicht, solange bin ich noch gar
59 nicht bei [dem regionalen Energieversorgungsunternehmen]. Aber es gibt schon Ver-
60 änderungen, aber mehr wegen der Politik und den Verbrauchern. Natürlich sind The-
61 men wie die erneuerbaren Energien und auch Effizienz sehr wichtig geworden und
62 werden das auch noch sein, aber das hat ja mehr mit der Aufmerksamkeit für das
63 Thema zu tun. Also da geht es ja nicht um die Anpassung an den Klimawandel, son-
64 dern um die Vermeidung. 00:13:07-5

65 Interviewer: Ja, es ist auch eine Art Anpassung an die veränderte Unternehmensum-
66 welt. Aber ich meine wirklich hier die Anpassung an die physischen Auswirkungen des
67 Klimawandels. 00:013:26-6

68 Person 1: Ja, also da wurde nichts gemacht glaube ich. Also im Bereich Erzeugung hat
69 man schon geschaut, dass die Anlagen sicherer werden, also die Kraftwerke gegen
70 Unwetter und Hochwasser geschützt sind. Da geht es um die Versorgungssicherheit.
71 Aber, also in der Förderung hat das auch ein bisschen Einfluss, weil natürlich die Ka-

72 pazitäten der Pumpen angepasst werden mussten, das ist aber für [das Unternehmen]
73 nicht relevant, weil wir da seit ... also da machen wir nichts. Also ich denke bei der
74 Umwandlung, da hat sich ein bisschen was geändert, aber ob das jetzt Klima ist, das
75 weiß ich nicht. 00:15:38-9

76 Interviewer: Und wie ist das mit Transportwegen? Soweit ich das aus den Unterlagen
77 sehen konnte, nutzen Sie ja Binnengewässer als Transport für Brennstoffe. 00:15:55-7

78 Person 1: Ja, das ist richtig. Aber da hat sich nichts geändert. Also ja, im Sommer 2003
79 waren da die Flüsse nicht ... da ging der Transport nicht mehr. Aber es gab da keine
80 Probleme. Wir mussten da manchmal die Temperaturgrenzen überschreiten, aber das
81 ging allen so und wurde dann auch frei gegeben vom [regionalen Flussverbandsunter-
82 nehmen]. Im Sommer ist das sonst kein Problem, höchstens im Winter, wenn dann
83 alles zufriert. Aber Sie können Brennstoffe ja auch über die Schiene anliefern, das wird
84 dann auch gemacht, also auch im Sommer. Das ist im Vergleich teurer und auch auf-
85 wändiger, aber das ist auch ganz normal. 00:17:59-7

86 Interviewer: Aber das heißt schon, dass es Auswirkungen vom veränderten Klima ge-
87 geben hat? 00:16:21-6

88 Person 1: Ja, das kann man sagen. Aber wie gesagt, es ist ja nicht unbedingt Klima.
89 Weil dass ein heißer Sommer alles lahmlegt, das kommt schon mal vor. 00:17:01-8

90 Interviewer: Gut. Und jetzt haben Sie den Sommer 2003 angesprochen. Da haben Sie
91 die maximalen Gewässertemperaturen erreicht und konnten trotzdem den Betrieb
92 weiterlaufen lassen? Gab es da eine Ausnahmegenehmigung? 00:17:48-7

93 Person 1: Das kann ich nicht genau sagen. Da war ich gerade erst hier. Aber das ist
94 üblich. Weil es kann ja nicht sein, dass die Stromversorgung dann abbricht. Das kostet
95 natürlich. Also damals haben wir das bezahlen müssen. Das ist dann natürlich ärger-
96 lich. Es gibt auch noch andere Möglichkeiten, also das war nur bei [einem Standort]
97 nötig, weil dort das zweite Kühlsystem defekt war. Normalerweise kann man einen
98 Kühlturm zuschalten oder anderes Wasser nutzen. Wir hatten das Problem glaube ich
99 seitdem auch nicht mehr. Im letzten Jahr war es einmal nötig, aber das war wegen ei-
100 nem anderen Defekt, das hatte nicht nur mit der Wärme zu tun. 00:18:54-0

101 Interviewer: Interessant. Wie ist es mit der Verteilung? Gibt es da Veränderungen in
102 den letzten Jahren? 00:19:19-7

103 Person 1: Also ja, wir hatten da einige Schäden an Leitungen, aber da sind wir dann
104 auch nicht zuständig, aber da hatten wir dann schon Probleme die Kapazitäten weiter
105 zugeben. Das hat schon dann mit Unwettern zu tun, also da kann man zumindest teil-
106 weise auch den Einfluss des Klimawandels erkennen. Aber auch da ist das normal,
107 dass Leitungen beschädigt werden, auch weil die manchmal jetzt auch schon alt sind.
108 Da wird jetzt auch wieder mehr gemacht und modernisiert. Anfällig sind meist Leitun-

109 gen mit Bäumen in der Umgebung oder sowas. Das größte Problem ist auch Schnee-
110 last im Winter, das wird ja dann durch den Klimawandel eher besser [*lacht*]. 00:20:58-2

111 Interviewer: Ja, das stimmt. Und wie ist es mit der Nachfrage? Hat die sich verändert
112 durch den Klimawandel? 00:21:14-8

113 Person 1: Ja das kommt auch wieder darauf an. Wir haben natürlich mal wärmere und
114 mal kältere Jahre. Es ist schon so, dass nicht mehr so viel Wärme gebraucht wird, aber
115 das liegt auch an anderen Dingen, also ich sag mal Sanierungen und auch weniger
116 Kunden. Aber dann kommt auch mal wieder ein kalter Winter und die Gasnachfrage
117 geht hoch, das ist nicht so eindeutig. Aber es ist schon so, dass die Gradtagszahlen
118 abnehmen, also wie gesagt, das hängt natürlich vom Jahr ab, aber es ist ein Trend zu
119 sehen, ein ganz kleiner. Also wenn Sie jetzt die Gradtagszahlen von vor 30 Jahren
120 nehmen, dann waren das einfach mehr. Aber auch hier gibt es einfach heute andere
121 Bausubstanzen, die besser isolieren. Und die Leute heizen auch heute nicht mehr so
122 viel, da hat sich auch das Verhalten zum Teil geändert. Also insgesamt kann ich nicht
123 sagen, dass der Klimawandel da einen Einfluss hat, also vielleicht ein bisschen. Aber
124 im Sommer, da merkt man schon an heißen Tagen, dass da Stromspitzen sind. Also
125 wenn es über längere Zeit sehr heiß ist, dann laufen da natürlich die Kühlgeräte und
126 auch der normale Kühlschrank läuft ja dann mehr. Da kann man sagen, dass der Kli-
127 mawandel einen Einfluss hat. 00:23:09-0

128 Interviewer: Ja, sehr interessant. Jetzt würde ich gerne noch wissen, ob Sie entlang
129 der Prozesskette für die Zukunft, also für die nächsten 10 Jahre Veränderungen er-
130 warten, aus der Sicht Ihres Unternehmens? 00:23:30-1

131 Person 1: Ja, also es werden sich die Trends schon fortsetzen. Aber wie stark, das
132 weiß ich nicht. Das wird man sehen und dann reagieren müssen. Es ist natürlich so,
133 dass erneuerbare Energien und Effizienz auch weiterhin immer wichtiger werden und
134 auch bei der Nachfrage, also der Kunde, da wird sich auch einiges ändern. In unseren
135 Szenarien gehen wir eigentlich davon aus, dass von der Demografie her, also dass da
136 ein Rückgang zu erwarten ist. Und dann natürlich auch durch Sanierungen und Neu-
137 bauten, da wird auch eher ein geringerer Verbrauch sein. Ja und mit dem Klimawandel
138 direkt, das ist schwierig. Also, da sind andere Sachen wichtiger und das können wir ...
139 da besteht einfach noch viel Bedarf an genauen Ergebnissen. Das ist nicht sicher, wo
140 es da hingeht. Möglich ist schon, dass da auch die Winter milder werden und dann
141 aber im Sommer mehr Strom für die Kühlung weggeht. Aber ich sage mal die Industrie,
142 also die größeren Kunden, da wird sich nicht so viel tun. Auf jeden Fall nicht mit dem
143 Klimawandel. Da wird sich schon einiges verändern, also zum Beispiel die Ausweitung
144 von Kraft-Wärme-Kopplung und auch mehr Energiedienstleistung. Entscheidend sind
145 da glaube ich die Signale aus der Politik und da geht es ja dann um Verringerung der
146 CO₂-Emissionen, da wird sicher auch viel in den nächsten Jahren passieren.
147 00:25:13-7

148 Interviewer: Gut. Sie haben jetzt viel zu den fossilen Energien gesagt. Wie ist es mit
149 erneuerbaren Energien? Ich habe gesehen, dass derzeit ein neuer Windkraftpark [in
150 der Region] erschlossen wird. Wurden dort auch Veränderungen des Klimas berück-
151 sichtigt? Oder wird es in Zukunft bei den erneuerbaren Energien von Bedeutung sein?
152 00:25:58-9

153 Person 1: Also mit Klima wird da nichts gemacht. Es ist schon so, dass natürlich Daten
154 erhoben werden, das machen wir gar nicht selber, sondern [ein Dienstleistungsunter-
155 nehmen]. Ich weiß nicht genau, ob Sie so etwas kennen, aber da gibt es keine ge-
156 nauen Daten. Im besten Fall gibt es eine Wetterstation in der Nähe, die Winddaten
157 aufzeichnet, aber wenn die schon ein paar hundert Meter weiter weg ist, können Sie
158 die auch nicht mehr gebrauchen. Da werden also immer neue Messungen gemacht
159 und berechnet. Es kann schon sein, dass sich da durch den Klimawandel etwas verän-
160 dert, aber das nehmen wir nicht wahr. 00:26:39-1

161 Interviewer: Und wie ist es mit der Standortsicherheit oder auch den Erträgen bei Un-
162 wettern? Hat sich da etwas verändert oder erwarten Sie, dass sich da etwas verän-
163 dert? 00:27:27-4

164 Person 1: Da kann ich nichts zu sagen. Bisher hatten wir da keine Probleme. Also bei
165 hohen Windgeschwindigkeiten schalten wir natürlich ab, weil ansonsten die Generato-
166 ren kaputt gehen, das ist automatisiert. Und da kann es schon sein, dass sich da etwas
167 verändert, das weiß ich nicht. Aber im Vergleich zum Betrieb ist das nicht wichtig, weil
168 das wirklich sehr selten passiert. Und wir haben auch verschiedene Anlagen, das
169 heißt, dass wir da immer auch uns noch verbessern und probieren können. Wenn jetzt
170 in den nächsten Jahren oder Jahrzehnten, viel länger steht so eine Anlage ja auch
171 nicht, also auf jeden Fall nicht ohne Erneuerung ... also wenn sich da etwas verändert,
172 dann kann man da auch nachsteuern. Es gibt ja auch Anlagen, die bei höheren Wind-
173 geschwindigkeiten laufen, aber die sind auch sehr teuer und auch anfällig für Repara-
174 turen, also im Betrieb teurer, weil die ja mit viel höheren Lasten fahren. Auch das lohnt
175 sich nicht. Da könnte man schon auch schauen, ob sich das vielleicht in Zukunft lohnen
176 wird. 00:28:43-7

177 Interviewer: Das ist eine gute Überleitung. Sie haben jetzt schon einiges zu den Verän-
178 derungen gesagt. Ich möchte jetzt noch mal weg von der Verwundbarkeit und nach
179 den möglichen Chancen des Klimawandels fragen. Sehen Sie auch Chancen aus dem
180 Klimawandel, die in der Zukunft genutzt werden können? 00:29:22-1

181 Person 1: Also, naja die Chance ist ja, da den Trend früh zu erkennen und dann auch
182 das richtige zu tun, aber das ist im Moment nicht konkret genug. Also bei den Erneuer-
183 baren ist es eine relativ sichere Sache, aber da ist auch vieles schon verbaut und da
184 wird auch so schnell nicht mehr viel gebaut werden können. Da geht es dann um die
185 Erneuerung der Anlagen und Effizienzsteigerungen. Was auch in Zukunft wichtiger
186 sein wird, ist Energiedienstleistungen, das ist ein Feld, das gerade erst entsteht und
187 vor allem bei Großkunden, da wird auch noch mehr bei den anderen Verbrauchern

188 passieren. Aber direkt mit dem Klimawandel ist das nur wenig und da sind andere Sa-
189 chen viel interessanter. Also, wenn man da flexibel ist auch noch zu reagieren oder
190 nachzusteuern, dann ist das vielleicht schon eine Chance, weil man dann einen Vorteil
191 zum Wettbewerb hat und sich vielleicht auch anders positionieren kann. 00:30:31-6

192 Interviewer: Ja. Zu den Risiken haben wir jetzt schon viel gesprochen. Vielleicht kön-
193 nen Sie noch mal genauer sagen, ob es ganz konkrete Strategien und Maßnahmen
194 gibt, die in Ihrem Unternehmen zur Anpassung an den Klimawandel genutzt werden.
195 Oder vielleicht können Sie auch sagen, wo Sie sich das noch mehr wünschen würden.
196 00:31:01-6

197 Person 1: Ja also ganz konkret weiß ich, dass zum Beispiel der Hochwasserschutz
198 einiger Anlagen erhöht wurde oder das momentan gemacht wird. Aber das wird auch
199 überall gemacht, nicht nur bei den Anlagen. Ja, und wir machen auch mehr in den
200 Szenarien mit Klimadaten. Das haben wir früher nicht gemacht und jetzt ist es auch nur
201 ein kleiner Faktor, aber das wird auf jeden Fall gemacht. Bei manchen Projekten, also
202 besonders bei der Infrastruktur ist das wichtig. Da werden ja oftmals Entscheidungen
203 für lange Zeiten getroffen, von 20 oder sogar 40 Jahren. Da nutzen wir dann schon
204 manchmal auch Daten zum Klima. Sie müssen verstehen, dass da andere Sachen viel
205 wichtiger sind, aber man kann natürlich so eine Entwicklung auch nicht ignorieren.
206 Wenn zum Beispiel in 20 Jahren die Temperatur noch mal im Durchschnitt ein halbes
207 Grad höher liegt, dann verstärkt das eventuell andere Entwicklungen und dann den
208 Rückgang des Absatzes. Für ein Projekt, das sowieso schon an der Grenze liegt, kann
209 das dann schon mal den Ausschlag geben. Insgesamt achten wir glaube ich schon
210 mehr auf die Sicherheit. Also bei Anlagen und auch bei der Verteilung, weil Unwetter-
211 schäden schon erheblich sein können, das ist dann ärgerlich für den Kunden und na-
212 türlich auch für uns. 00:32:48-4

213 Interviewer: Ja. Sehen Sie denn in Ihrem Unternehmen besondere Ressourcen oder
214 Fähigkeiten, vielleicht auch im Vergleich zum Wettbewerb oder der Branche, die Ihnen
215 einen Vorteil verschaffen im Umgang mit den Auswirkungen des Klimawandels? Das
216 wären zum Beispiel Managementfähigkeiten oder auch der Zugang zu Ressourcen wie
217 zum Beispiel Technologien oder auch finanziell, oder die Infrastruktur und die instituti-
218 onelle Umgebung des Unternehmens, vielleicht auch die Nutzung von sozialen Netz-
219 werken mit Forschungseinrichtungen oder anderen Akteuren. 00:33:21-6

220 Person 1: Ja, das glaube ich nicht. Wir machen schon sowas, dass wir hier mit der
221 Universität oder auch mit dem Wuppertal Institut zusammenarbeiten oder auch mit der
222 Kommune, aber das ist alles Klimaschutz. Wir haben da nicht die Ressourcen etwas
223 selber zu machen, wir arbeiten eher mit anderen Akteuren zusammen. Das ist auch
224 nicht so wichtig für [regionale Energieversorgungsunternehmen]. Was schon ein Vorteil
225 ist, ist ein gewisses Maß an Flexibilität. Das machen wir soweit das möglich und sinn-
226 voll ist, aber auch da machen große Unternehmen wie [überregionale Energieversor-
227 gungsunternehmen] mehr, weil die ganz andere Ressourcen haben als wir. Damit man
228 da genauer und vielleicht auch mehr machen könnte, müsste man da mehr wissen.

229 Und da fehlen uns dann vielleicht auch die Erkenntnisse, weil wir das nicht alles im
230 Detail auswerten können. Ich weiß, dass das auch gemacht wird bei unseren Partnern,
231 also im Wuppertal Institut ist das zum Beispiel ein Thema, aber da haben wir uns noch
232 nicht mit beschäftigt. Das wird sich vielleicht auch noch mal ändern, wenn das für ...
233 also in unserem Unternehmensbereich aktueller ist. Wahrnehmen tun wir das schon,
234 aber das wird eben noch nicht richtig gemacht. Also bei DynAKlim zum Beispiel, da
235 haben wir uns für interessiert aber das ist dann auch gescheitert, weil wir da nicht die
236 Kapazitäten für hatten. Wir verfolgen das schon ein bisschen, aber da hat sich bisher
237 noch nicht viel getan. 00:35:12-2

238 Interviewer: Wenn Sie sagen Ihnen fehlen die Erkenntnisse oder Sie verfolgen da die
239 Ergebnisse, was meinen Sie damit genau? Mich interessiert da nochmal welche Infor-
240 mationen Sie denn eigentlich wahrnehmen oder erfassen? Haben Sie Zugang zu Stu-
241 dien oder Daten? 00:35:41-3

242 Person 1: Ja, also zu den meisten Sachen, die für uns relevant sind schon. Zum Bei-
243 spiel die Anpassungsstrategie, aber da steht ja nicht so viel drin. 00:35:56-8

244 Interviewer: Die Anpassungsstrategie des Bundes oder von Nordrhein-Westfalen?
245 00:36:04-3

246 Person 1: Ja, beide, also vor allem die für Nordrhein-Westfalen. Aber wie gesagt, auch
247 da sind die Daten ja nicht so genau drin und die Energiewirtschaft ist da ja auch nicht
248 der interessante Sektor. Da gibt es andere, die viel eher betroffen sind. Viel mehr als
249 das benutzen wir eigentlich nicht. Natürlich haben wir auch eigene Statistiken, aber die
250 haben erst mal nichts mit dem Klima zu tun, nur indirekt wenn man die Gradtagszahlen
251 nimmt zum Beispiel. Und dann ist für Unwetter noch die Zusammenarbeit mit dem
252 DWD [*Anmerkung: Deutscher Wetterdienst*] wichtig, die geben dann entsprechend die
253 Warnungen raus, so dass sich die entsprechenden Stellen darauf einrichten können.
254 Dann kann es schon mal sein, dass wir ein Wartungsteam in Bereitschaft versetzen
255 oder in der Schaltzentrale aufpassen müssen. 00:37:19-1

256 Interviewer: Und wie ist das mit Unsicherheiten. Sie haben es kurz angesprochen, dass
257 die Daten oder die Projektionen nicht so genau sind. Nun gibt es diesen Mangel an
258 Informationen über die Art und die Eintrittswahrscheinlichkeit des Klimawandels, wie
259 gehen Sie oder das Unternehmen damit um? Gibt es eine bestimmte Weise, wie die
260 Unternehmensführung das berücksichtigt? Oder sollte es vielleicht noch anders be-
261 rücksichtigt werden? 00:38:10-4

262 Person 1: Ja, das ist eine gute Frage. Wie gehen wir damit um? Also eigentlich neh-
263 men wir das zur Kenntnis und sehen eben die Unsicherheiten. Wie man das verringert
264 weiß ich nicht, das müsste auch von der Forschung kommen. Für uns ist das auf jeden
265 Fall erst mal nicht zu gebrauchen, weil es schon ein Unterschied ist, ob die Temperatu-
266 ren nun um ein halbes oder um 5 Grad ansteigen oder ob nun an einem Tag oder an
267 20 Tagen mehr Unwetter kommen. Klassischerweise könnte man da mit einer Risiko-

268 analyse feststellen, was am sinnvollsten wäre, aber das wird nicht gemacht und das
269 halte ich zurzeit auch noch nicht für sinnvoll. Also wir machen das vielleicht insofern
270 eben ... die Anlagen sind ja versichert gegen Schäden, da geben wir eigentlich ja die
271 Unsicherheit an den Versicherer weiter, das ist auch teurer geworden. Unsicherheit ist
272 auf jeden Fall ein Problem, aber ich weiß auch nicht wie man da besser mit umgehen
273 könnte. Besser wäre natürlich wenn man da mehr Sicherheit in den Prognosen hätte,
274 aber das wird nicht gehen, also auf jeden Fall nicht in nächster Zeit. 00:39:56-5

275 Interviewer: Jetzt haben Sie kurz die Versicherung der Anlagen erwähnt. Sie sagen, da
276 hat sich in den letzten Jahren etwas verändert? 00:40:11-3

277 Person 1: So genau kann ich das nicht sagen. Da sind die Kosten gestiegen, aber das
278 hängt auch mit vielen anderen Faktoren zusammen. Es ist schon so, dass die Versi-
279 cherer sich eine erhöhte Gefährdung auch bezahlen lassen, also auch im Zusammen-
280 hang mit dem Klimawandel. Das ist ja auch klar, weil das Risiko sich auch dadurch
281 erhöht. Aber es haben sich ja auch die Anlagenwerte verändert und auch andere
282 Dinge. Für uns als [regionales Energieversorgungsunternehmen] ist das aber noch
283 nicht so viel, dass wir das in eigenen Risikobewertungen einbeziehen. Also vielleicht
284 wenn wir heute ein neues Kraftwerk bauen, da würde man bei der Investition so etwas
285 natürlich berücksichtigen. Also einmal die höheren und vielleicht auch steigenden
286 Versicherungskosten und zum anderen auch die veränderte Gefährdung an sich. Das
287 wird heute anders wahrgenommen und auch anders bewertet als noch vor 5 oder 10
288 Jahren. Da ist man viel sensibler für das Thema geworden. Das gilt auch für die Wind-
289 kraftanlagen. Da müssen wir ja auch das Risiko bewerten, das bei einem Ausfall oder
290 ähnlichem der Anlage zu erwarten ist und uns entsprechend absichern. Das war schon
291 immer so, aber das ist schon in den letzten Jahren auch höher bewertet worden. Also
292 vor 10 oder 20 Jahren, da war das eher ein Fixkostensatz und heute geht man schon
293 von einer gewissen Dynamik auch aus oder zumindest von einem höheren Risiko. Das
294 kann ich nicht sagen wie sich das noch entwickeln wird, aber es wird sicherlich nicht
295 weniger werden. 00:41:49-4

296 Interviewer: Ja, vielen Dank. Das war meine letzte Frage. Ich möchte Ihnen jetzt noch
297 gerne die Gelegenheit geben etwas zu ergänzen, das ich vielleicht vergessen habe
298 oder was Ihnen noch besonders wichtig ist. 00:42:05-8

299 Person 1: Nein, ich glaube nicht. Das ist ein interessantes Thema und das wird auch
300 wichtiger werden. Im Moment ist das eher im Hintergrund und läuft so mit, weil eben
301 die Vermeidung zurzeit vielen Akteuren wichtig ist. Da kommen auch von der Politik
302 keine entsprechenden Signale. Also so etwas wie die Anpassungsstrategie, das ist ja
303 keine wirkliche Strategie, sondern erst mal nur eine Art Statement, dass wir nicht um
304 Auswirkungen des Klimawandels herumkommen. Bis das wirklich strategisch in die
305 Entscheidungen oder so etwas einfließt, das wird noch dauern. Also das ist ein span-
306 nendes Thema und auch gut, dass Sie sich darum kümmern. Das wird sicherlich auch
307 in den nächsten Jahren mehr nachgefragt sein. Also bisher ist es den meisten ja noch
308 nicht so bewusst, auf jeden Fall, ich sag mal dem normalen Verbraucher. Aber das

309 wird kommen, es ist ja auch viel präsenter in den Medien und in der Politik. Und ich bin
310 sicher in den nächsten Jahren wird das auch in den Köpfen viel deutlicher wahrgenommen,
311 dass es eben Auswirkungen gibt und dass die auch hier vor Ort zu spüren
312 sind. Und ich sag mal, spätestens dann wird es auch für die [regionalen Energieversorgungsunternehmen]
313 auch ein Thema werden. 00:43:15-2

314 Interviewer: Gut. Ich biete immer den Gesprächspartnern an, dass ich eine kleine Zusammenfassung
315 der Arbeit zu schicken, sobald die Bewertung abgeschlossen ist. Das wird so im Oktober oder Anfang
316 November sein. Wenn Sie daran interessiert sind?
317 00:43:34-5

318 Person 1: Ja, bitte. Erlauben Sie mir noch mal kurz die Frage was Sie genau studiert haben?
319 00:43:45-6

320 Interviewer: Ich studieren zurzeit noch Geographie und Soziologie, Volkswirtschaftslehre und
321 Energiewirtschaft habe ich bereits abgeschlossen. Geographie ist mein Hauptfach, und die anderen
322 Fächer sind die Nebenfächer, das heißt da war der Umfang an Semesterwochenstunden nicht ganz
323 so hoch. 00:44:07-9

324 Person 1: Und Sie arbeiten zurzeit im Wuppertal Institut? 00:44:11-0

325 Interviewer: Ja, richtig. Ich bin dort als studentische Hilfskraft in der Forschungsgruppe
326 2, da wird zu Energiepolitik gearbeitet. Ich habe da in vielen verschiedenen Projekten gearbeitet
327 oder arbeite noch darin. Vor allem mit Ralf Schüle und Rainer Lukas, die auch in dem Projekt
328 DynAKlim sind. Überwiegend habe ich zu Effizienzmaßnahmen und Klimaschutzkonzepten gearbeitet,
329 also auf verschiedenen Ebenen, für ein EU-Projekt und dann für verschiedene nationale und
330 kommunale Projekte. Und dann eben auch viel mit Klimaprojektionen und Szenarien. 00:44:58-3

332 Person 1: Ja, das hört sich ja alles sehr interessant an. Ich muss sagen, dass ich die Fragen
333 und das Gespräch sehr gut fand, also ich habe schon viel nachdenken müssen. Das hatte schon
334 eine ziemliche Professionalität die ich jetzt aus Befragungen nicht so kenne. Ich freue mich
335 dann auf jeden Fall auf Ihre Arbeit. 00:45:18-9

336 Interviewer: Ja, das freut mich natürlich. Auf Wiederhören. 00:45:23-2