
Sonderausgabe:

Klimaanpassungsstrategien von Unternehmen

Herausgegeben von
André Karczmarzyk und Reinhard Pfriem

Metropolis-Verlag
Marburg 2011

Herausforderung Klimawandel – Auswertung einer deutschlandweiten Befragung im Verarbeitenden Gewerbe

Kristin Stechemesser / Edeltraud Günther

1 Einleitung

Der Weltklimarat (IPCC) hat in seiner aktuellsten Zusammenstellung des Standes des Wissens zum Klimawandel festgestellt, dass die durchschnittlichen Erdoberflächentemperaturen insbesondere seit 1950 gestiegen sind. Dabei ist es nach Einschätzung der Wissenschaftler sehr wahrscheinlich (> 90%ige Wahrscheinlichkeit), dass die beobachtete Temperaturerhöhung auf durch den Menschen emittierte Treibhausgase zurückzuführen ist. Bis zum Ende des 21. Jahrhundert werden in Abhängigkeit von der sozioökonomischen Entwicklung weitere globale Temperaturerhöhungen im Bereich von 1,8°C bis 4,0°C erwartet. Bereits heute werden vielfältige Auswirkungen der Klimaveränderungen auf natürliche Systeme und die menschliche Gesellschaft sichtbar, insbesondere in Form von Extremwetterereignissen. (IPCC 2007a, 11-13). Diese Extremereignisse – Hitzewellen, Dürren, Starkniederschläge, Hochwasser und Stürme – werden künftig verstärkt auftreten (IPCC 2007a, 52) und haben in hohem Maße soziale und wirtschaftliche Auswirkungen (Kommission der Europäischen Gemeinschaft 2009, 4), sowohl auf die Unternehmenspraxis als auch die Märkte (Yeoman/McMahon-Beattie 2006, 372). Damit sind erhebliche volkswirtschaftliche Kosten verbunden. Auf Branchenebene nimmt die Versicherungswirtschaft bereits heute den Klimawandel als Herausforderung an (GDV 2011, 14). Doch es stellt sich die

Frage, ob sich auch andere Branchen von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen fühlen.

Im Rahmen dieses Beitrages wird eine im Jahr 2010 durchgeführte Umfrage bei deutschen Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes nach Branchenzugehörigkeit, Bundesland und Unternehmensgröße ausgewertet, um zu analysieren, inwieweit sich deutsche Unternehmen von Extremwetterereignissen in der Vergangenheit betroffen fühlten und inwieweit der Klimawandel die unternehmerische Wertschöpfung künftig beeinflussen könnte.

2 *Klimawandel und Extremwetterereignisse*

Im allgemeinen Sprachgebrauch wird unter Klima das durchschnittliche Wetter über einen längeren Zeitraum (im Allgemeinen mindestens 30 Jahre) an einem bestimmten Ort verstanden. Es wird statistisch über Mittelwerte, Variabilität und Extreme verschiedener Klimakenngrößen beschrieben. Betrachtete Klimaelemente sind neben der Temperatur beispielsweise Niederschlag, Wind, Verdunstung und Strahlungsbilanz. Der Begriff Klimaänderung beschreibt die langfristige Veränderung des Mittelwerts oder Schwankungsbereichs einer Klimakenngröße. (IPCC 2007b, 871-872)

2.1. *Was ist unter Extremwetterereignissen zu verstehen?*

Wetter- und Klimaextreme sind als an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Jahreszeit auftretende seltene Ereignisse definiert (IPCC 2007a, 944). Schönwiese (2007a,b) unterscheidet zwei Definitionen von Extremereignissen: Die meteorologisch-ökonomische und die meteorologisch-statistische. Erstere definiert ein Extrem auf der Grundlage eines relativ hohen Schadens (Schönwiese 2007a, 19). Da der Schaden häufig jedoch an die Bevölkerungsdichte und an materielle Werte gebunden ist, sollte eher die meteorologisch-statistische Sicht angewendet werden. Extremereignisse sind demnach jene „Ereignisse, die bei Temperatur, Niederschlag, Wind usw. zum Auftreten von Datenwerten führen, die relativ stark vom Mittelwert abweichen.“¹ (Schönwiese 2007b,

¹ Das bedeutet, es können Faktoren der Standardabweichung genutzt werden oder

61-62). Um festzulegen, wann im Einzelnen ein Wetter- oder Klimaextrem vorliegt, werden in den Klimawissenschaften verschiedene Schwellenwerte² verwendet. Für die wenigsten Extreme gibt es universelle Definitionen. Das Expertenteam für Klimawandelerkennung und Indizes formulierte 27 verschiedene deskriptive Extrem-Indizes, die sich auf Temperatur und Niederschlag konzentrieren (WMO 2009, 49-51). (Vgl. Tabelle 1)

Tabelle 1: Ausgewählte Temperatur- und Niederschlagsindizes

Temperaturindizes	Beschreibung
Frosttage	minimale Temperatur < 0°C
Eistage	maximale Temperatur < 0°C
Sommertage	maximale Temperatur > 25°C
Tropische Nächte	minimale Temperatur > 20°C
Niederschlagsindizes	Beschreibung
Schwere Niederschlagstage	tägliche Regenmenge ≥ 10 mm
Sehr schwere Niederschlagstage	tägliche Regenmenge ≥ 20 mm
Aufeinander folgende trockene Tage	Anzahl an aufeinanderfolgenden Tagen, an denen die Regenmenge < 1 mm

Quellen: WMO 2009, 49-51.

Eine *Hitzewelle* bzw. *Kältewelle* ist dann gegeben, wenn mehrere aufeinander folgende Tage/Nächte (z.B. zwei bis acht nach Folland et al. 1999, 39) durch hohe bzw. niedrige Temperaturen geprägt sind (IPCC 2007a, 314). Dabei werden verschiedene, oft variable, Schwellenwerte verwendet (Schönwiese et al. 2003, 129). Als Indikator trockener Bedingungen (*Trockenperioden*) werden u.a. die maximale Anzahl aufeinander folgender Trockentage (Frich et al. 2002, 195) oder die kontinuierliche Sequenz von Trockentagen (z.B. Nicholls/Murray 1999, 24) vorgeschlagen. Dabei

Perzentile, d.h., die oberen oder unteren 10% oder 5% eines Datenkollektivs (Schönwiese 2007b, 61-62).

² Nach Anwendungsbereich und Fragestellung werden oft verschiedene Schwellenwerte verwendet: (1) fester Wert als Schwelle, z.B. Maximale Tagestemperaturen >25°C; (2) variable, d.h. verteilungsabhängige, Schwellenwerte, z.B. die oberen 5 bis 10% eines Datenkollektivs werden als extrem betrachtet.

werden die Trockentage unterschiedlich definiert (z.B. $<1\text{mm}$ oder $<1\%$ Perzentil der Tage mit Niederschlag). Auch die Mindestdauer an Trockentagen wird verschieden festgelegt. Albrecht & Dietzer (2000) sprechen z.B. erst ab einer Aufeinanderfolge von mindestens 11 Trockentagen von einer Trockenperiode. Ein Niederschlag wird als *Starkniederschlag* eingestuft, wenn die tägliche Niederschlagsmenge einen festen oder regional variablen Schwellenwert überschreitet (IPCC 2007a, 314). So definiert die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) einen Tag als schweren Niederschlagstag, wenn die tägliche Regenmenge $\geq 10\text{ mm}$ ist (WMO 2009, 51). Basierend auf der Windgeschwindigkeit in Bodennähe, d.h., auf 10m Höhe, wird die Intensität eines *Sturmes* gemessen. Dabei wird auf die Beaufort-Klassifizierung zurückgegriffen. Demnach liegt bei Mittelwerten von 75 km/h ein Sturm vor, ein Orkan bei Mittelwerten von 118 km/h . (OcCC 2003, 79)

2.2. Welche Klimaänderungen werden beobachtet bzw. werden für das 21. Jahrhundert projiziert?

Im Zeitraum 1906 bis 2005 ist die globale Durchschnittstemperatur um $0,74^\circ\text{C}$ angestiegen (IPCC 2007a, 218). Die Zeitspanne 2000-2009 war global wärmer als die Dekade 1990-1999, die sich wiederum wärmer zeigte als die Periode 1980-1989 und frühere Dekaden (WMO 2010, 2). In vielen Regionen der mittleren Breiten wurden in Übereinstimmung mit den steigenden Durchschnittstemperaturen Rückgänge in der Frosthäufigkeit sowie eine Zunahme der Häufigkeit warmer Extreme beobachtet (IPCC 2007a, 237). Für das 21. Jahrhundert werden neben den weiter ansteigenden mittleren Erdoberflächentemperaturen Zunahmen in der Intensität, Häufigkeit und Andauer von Hitzeperioden sowie weitere Rückgänge in der Häufigkeit von Frosttagen erwartet (IPCC 2007a, 750). Im globalen Mittel sind für den Niederschlag keine deutlichen langfristigen Trends in den Datensätzen erkennbar (bis 1970 Anstieg, danach eher wieder abnehmend). Regional differenziert, ergeben sich gegensätzliche Tendenzen. Während über den Landmassen nördlich des $30.$ Breitengrades die Niederschlagsmengen angestiegen sind, dominieren in den tropischen Gebieten Niederschlagsrückgänge (IPCC 2007a, 254 ff). Die Niederschlagsextreme nehmen in den meisten Gebieten der mittleren und hohen Breiten stärker zu als die Mittelwerte. Ein Anstieg des Dürreerisi-

kos während des Sommers ist in den mittleren Breiten denkbar. (IPCC 2007a, 750)

In Deutschland veränderte sich die Durchschnittstemperatur seit 1901 um $+1^{\circ}\text{C}$ (DWD 2009, 7). Innerhalb Deutschlands (auf Bundeslandebene) zeigen sich ebenfalls Unterschiede in den beobachteten und projizierten Klimaveränderungen. (Vgl. Tabelle 2) Laut dem Deutschen Wetterdienst (DWD) ist Berlin mit einer durchschnittlichen Jahresmitteltemperatur von $9,1^{\circ}\text{C}$ das wärmste und Bayern mit $7,5^{\circ}\text{C}$ das kälteste Bundesland. Die Veränderungen in der Durchschnittstemperatur seit 1901 liegen zwischen $+0,6^{\circ}\text{C}$ in Mecklenburg-Vorpommern und $+1,3^{\circ}\text{C}$ im Saarland. Mecklenburg-Vorpommern wies im langjährigen Mittel die meisten Sonnenstunden auf (1.648 h), Baden-Württemberg die größten Niederschlagssummen (980 l/m^2) und Sachsen-Anhalt die geringsten Niederschlagssummen (547 l/m^2). (DWD 2009, 7)

Tabelle 2: Klimadaten auf Bundeslandebene

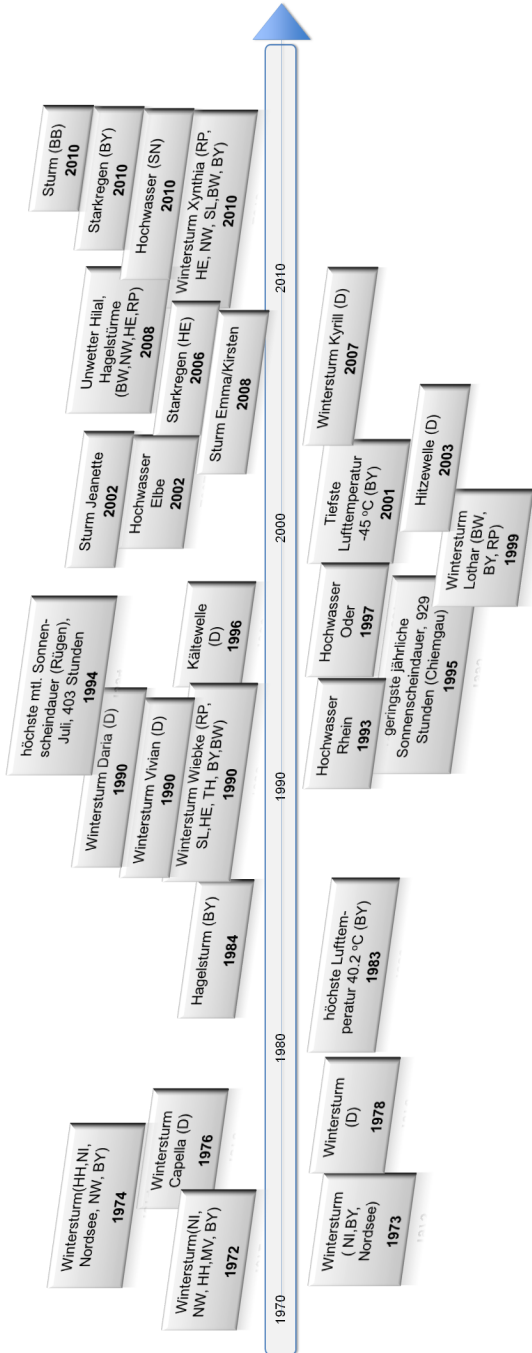
Bundesland	Jahresdurchschnittstemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	Veränderung der Durchschnittstemp. seit 1901 [$^{\circ}\text{C}$]	Durchschnittliche jährliche Niederschläge [l/m^2]	Mittlere jährliche Sonnenscheindauer [h]
Baden-Württemberg [BW]	8,1	1,0	980	1607
Bayern [BY]	7,5	0,9	940	1595
Berlin [BE]	9,1	1,0	573	1635
Brandenburg [BB]	8,7	0,8	557	1634
Bremen [HB]	8,9	0,8	726	1474
Hamburg [HH]	8,8	1,2	750	1507
Hessen [HE]	8,2	1,0	793	1459
Mecklenburg-Vorpommern [MV]	8,2	0,6	595	1648
Niedersachsen [NI]	8,6	1,1	746	1456
Nordrhein - Westfalen [NRW]	9,0	1,1	845	1440
Rheinland-Pfalz [RP]	8,6	1,1	807	1507
Saarland [SL]	8,9	1,3	944	1571
Sachsen [SN]	8,1	0,9	699	1549
Sachsen-Anhalt [ST]	8,7	0,9	547	1522
Schleswig-Holstein [SH]	8,3	1,0	788	1567
Thüringen [TH]	7,6	1,0	700	1486

Quelle: DWD 2009, 8-11.

Der höchste durchschnittliche Temperaturanstieg im Jahresmittel bis Mitte des 21. Jahrhunderts (2036-2065) im Vergleich zu heute (1961-1990) wird mit $0,9^{\circ}\text{C}$ für Mecklenburg-Vorpommern erwartet. Weiterhin wird in allen Bundesländern der Niederschlag prozentual zunehmen und die Schneemenge deutlich abnehmen. (Helmholtz-Gemeinschaft 2011)

Wetterbedingte Extreme haben in Deutschland zwischen 1970 und 2010 zugenommen, wobei die meteorologischen, die hydrologischen und die klimatologischen Ereignisse dominierten (MRV 2011a). In Erinnerung sind insbesondere das Hochwasser 2002, die Hitzewelle 2003, aber auch die Winterstürme in den Jahren 2007 und 2010 geblieben. (Vgl. Abbildung 1) Aussagen zur Entwicklung von Extremwetterereignissen sind nach Messgröße, Klimaelement, Monat bzw. Jahreszeit, Region sowie Länge des Betrachtungszeitraumes zu unterscheiden. Milde Winter und ausgeprägte Hitzesommer werden voraussichtlich auch in Zukunft häufiger auftreten, was aufgrund der natürlichen Klimavariabilität nicht bedeutet, dass es nicht auch sehr kalte Winter und vergleichsweise kühle Sommer geben kann. Insgesamt ist auch mit neuen, d.h., bisher noch nicht beobachteten Temperaturextremen zu rechnen. Starkniederschläge haben in Deutschland v.a. im Winter sowie in den Übergangsjahreszeiten zugenommen. Im Sommer sind gegensätzliche Entwicklungen zu beobachten: Während in Süddeutschland die Starkniederschläge zunehmen, sehen sich die übrigen Regionen eher mit Dürrezeiten konfrontiert. Beim Wind sind keine eindeutigen Tendenzen beweisbar. (Schönwiese 2007b, 65) Auch auf Bundeslandebene zeigen sich unterschiedliche Entwicklungen: So schwankt z.B. die zunehmende Anzahl der Sommertage zwischen +1,9 (Schleswig-Holstein, Hansestadt Hamburg) und +8,9 (Baden-Württemberg) (Helmholtz-Gemeinschaft 2011). Resümierend ist festzuhalten, dass der Klimawandel der letzten 100 bis 200 Jahre mit dem Trend eines extremeren Klimas verbunden ist (Schönwiese et al. 2003, 132).

Abbildung 1: Wetterextreme in Deutschland in den vergangenen Jahrzehnten



Quelle: MRV 2011a, Dosch et al. 2010, GDV 2011.

3 *Auswirkungen des Klimawandels auf die Volkswirtschaft*

Die ökonomischen Konsequenzen des Klimawandels für die Volkswirtschaft sind bereits heute feststellbar. Sir Nicholas Stern bezifferte die jährlichen Kosten des Klimawandels, sofern keine Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels ergriffen werden, auf mindestens 5% des globalen Bruttoinlandsproduktes (BIP) (Stern 2006, xv). Für Deutschland werden die Gesamtkosten aus dem Klimawandel bis zum Jahr 2050 auf ca. 800 Mrd. Euro geschätzt, wobei 330 Mrd. Euro auf Klimaschäden entfallen, 300 Mrd. Euro durch steigende Energiekosten verursacht und Anpassungskosten von ca. 170 Mrd. Euro veranschlagt werden. Insgesamt würde damit der Klimawandel Verursacher von realen gesamtwirtschaftlichen Wachstumseinbußen von bis zu 0,5 Prozentpunkten pro Jahr über die nächsten 50 Jahre sein. (Kemfert 2007, 165) Die Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft (MRV) verwies darauf, dass weltweit im Jahr 2010 960 Elementarschadensereignisse vorlagen, die zu Gesamtschäden von 150 Mrd. US-Dollar führten (MRV 2011b, 44). In Deutschland wurden die höchsten Gesamtschäden durch die Flut im Jahr 2002 (11,6 Mrd. €), den Wintersturm Kyrill (2007 / 4,2 Mrd. €) und den Wintersturm Jeanett (2002 / 1,7 Mrd. €) verursacht. Die Versicherungswirtschaft verzeichnete für diese Katastrophen versicherte Schäden in Höhe von 1,8 Mrd. €, 2,4 Mrd. € sowie 1,2 Mrd. €. (MRV 2011a)

Kemfert (2008) kalkulierte für jedes Bundesland die durch Klimaschäden verursachten Kosten bis 2050. Die Kosten sind v.a. für Baden-Württemberg (129 Mrd. €), Bayern (113 Mrd. €) und Niedersachsen (89 Mrd. €) enorm. Werden die Kosten an der Bruttowertschöpfung des jeweiligen Bundeslandes gemessen, zeigt sich, dass v.a. Sachsen-Anhalt (2,7%), Rheinland-Pfalz (2,6%) und Thüringen (2,4%) besonders betroffen sind. (Kemfert 2008, 141-142)

4 *Betroffenheit der Wirtschaft*

Wie bereits ausgeführt, verursachten die in der Vergangenheit stattgefundenen Wetterereignisse für die Versicherungswirtschaft erhebliche Versicherungsschäden, sodass der Klimawandel in diesem Wirtschaftsbereich bereits wahrgenommen wird. Doch wie nehmen Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes den Klimawandel wahr? Das Verarbeitende Gewerbe erwirtschaftete im Jahr 2010 ca. 87% des BIP des Produzieren-

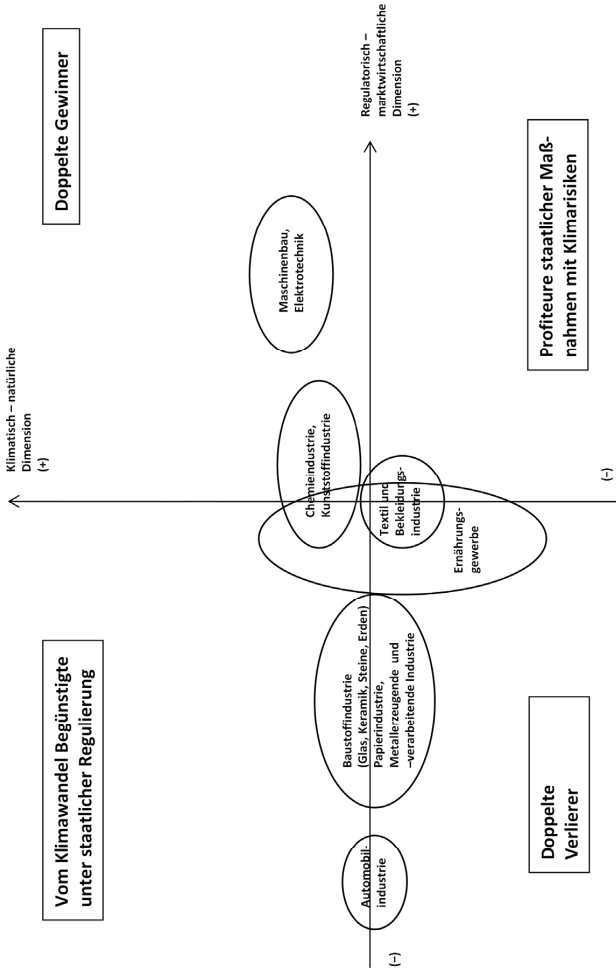
den Gewerbes und ist damit einer der bedeutendsten industriellen Bereiche. Das Verarbeitende Gewerbe umfasst eine große Anzahl verschiedener Wirtschaftsbereiche, wie das Bekleidungs-gewerbe, die Chemische Industrie oder das Ernährungsgewerbe. (Statistisches Bundesamt 2011, o.S.)

Um eine Betroffenheit vom Klimawandel auf Unternehmensebene angemessen zu analysieren, ist neben zeitlichen Aspekten auch die Art der Betroffenheit von Bedeutung. Der zeitliche Aspekt fokussiert darauf, ob sich Unternehmen bereits heute durch den Klimawandel betroffen fühlen oder ob sie eine künftige Betroffenheit erwarten. In Hinblick auf die Art und Weise wird im Allgemeinen zwischen einer direkten und indirekten Betroffenheit unterschieden. Sind Unternehmen von natürlich-physikalischen Klimafolgen betroffen, so liegt eine direkte Betroffenheit vor. Veränderte regulatorische oder marktliche Gegebenheiten infolge des Klimawandels führen bei Unternehmen zu einer indirekten Betroffenheit.

Bereits heute wird bei Unternehmen eine Betroffenheit durch den Klimawandel wahrgenommen, wobei regulatorische (68,9%) sowie marktliche Veränderungen (51,7%) infolge des Klimawandels deutlich höher eingeschätzt werden als die natürlich-physikalischen Einflüsse (17,1%). Dass sich ihr Unternehmen in den nächsten zehn Jahren indirekt oder direkt durch den Klimawandel betroffen fühlt, glauben indes 24,3% (regulatorische Dimension), 39,1% (marktliche Dimension) und 30% (natürlich-physikalische Dimension). (IW Köln 2010) Speziell für die Ernährungswirtschaft (63,7%) werden eher Risiken aus dem Klimawandel erwartet; etwa jeder fünfte verspricht sich Chancen. Im Gegensatz dazu dominieren die erwarteten Chancen die Risiken für die Chemie- und Pharmaindustrie (27,4% vs. 12,8%) als auch für die Metall- und Elektroindustrie (18,4% vs. 11,7%). (IW Köln 2008) Ob nun die einzelnen Unterbranchen des Verarbeitenden Gewerbes eher von den klimatisch-physikalischen und regulatorisch-marktwirtschaftlichen Änderungen infolge des Klimawandels profitieren oder nicht, zeigt Abb. 2. So werden die Unternehmen des Maschinenbaus, der Elektrotechnik sowie der Chemie- und Kunststoffindustrie eher zu den Gewinnern zählen; die Textil- und Bekleidungsindustrie, die Baustoff-, Papier- und Metallindustrie eher zu den Verlierern. Insbesondere beim Ernährungsgewerbe gibt es verschiedene Ausprägungen. In Abhängigkeit vom konkreten Unternehmensprofil wird der Klimawandel zu positiven oder negativen Auswirkungen führen. (Heymann 2007, 68)

Abbildung 2: Gewinner und Verlierer im Verarbeitenden Gewerbe infolge des Klimawandels

Gewinner und Verliererbranchen des Klimawandels



Quelle: Heymann 2007, 68.

Eine Analyse bei bayrischen Unternehmen zeigt außerdem, dass mit steigender Betriebsgröße³ mehr Risiken erwartet werden. Gleichzeitig sehen die Unternehmen mit einer Anzahl von 50-499 Mitarbeitern sowie mehr als 500 Mitarbeitern eher Chancen im Vergleich zu den kleineren Unternehmen. Von Bedeutung ist ebenfalls, dass v.a. kleine Unternehmen keine Folgen durch den Klimawandel sehen. Diese Haltung nimmt mit steigender Betriebsgröße ab. (IHK München und Oberbayern und Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit 2009, 9)

Eine detaillierte Analyse nach Bundesländern fand bisher noch nicht statt. Das gleiche gilt für eine sehr detaillierte Branchenbetrachtung. Der vorliegende Beitrag soll diese Lücken schließen. Insbesondere die regionale Analyse ist von Bedeutung, da die Folgen des Klimawandels sich regional unterschiedlich zeigen.

5 *Der Ifo-Konjunkturtest Verarbeitendes Gewerbe*

Im Rahmen des ifo-Konjunkturtests Verarbeitendes Gewerbe im November 2010 wurden ca. 2600 Unternehmen zusätzlich zu Klimaeffekten befragt. Die Befragung erfolgte per schriftlichem Fragebogen oder online. Im Rahmen der schriftlichen Befragung konnte lediglich eine Frage berücksichtigt werden, online zwei Fragen.⁴ Die Ergebnisauswertung wurde aufgrund von demografischen Daten getrennt nach Branche, Bundesland⁵ und Größenklassen⁶ vorgenommen.

Die zwei Fragen unterschieden sich in ihrer zeitlichen Dimension. So wurde mit der ersten Frage analysiert, inwieweit sich Extremwetterereignisse auf die Wertschöpfung des Unternehmens in der Vergangenheit ausgewirkt haben. Dabei wird zwischen den einzelnen Extremen Hitze- wellen, Kältewellen (inklusive Eis und Schnee), Trockenheit, Starkniederschlag und Stürme differenziert, um zu erfahren, welches Extrem die größte Auswirkung hat. Die zweite Frage zielte auf die erwarteten Aus-

³ Einteilung in vier verschiedene Betriebsgrößen: 0-9, 10-49, 50-499, 500+.

⁴ Auf Frage 1 antworteten insgesamt 2.456 Unternehmen, auf Frage 2 1.573 Unternehmen.

⁵ Seitens des ifo-Institutes wird Berlin in Berlin (Ost) und Berlin (West) unterschieden, um Konjunkturprognosen, getrennt nach Ostdeutschland und Westdeutschland vorzunehmen. Berlin (Ost) wird dabei gemeinsam mit Brandenburg betrachtet.

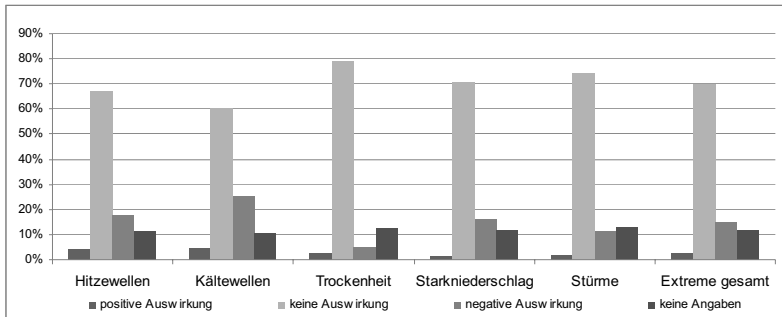
⁶ Einteilung in vier Größenklassen: 1-49, 50-249, 250-499, ≥ 500 .

wirkungen des prognostizierten Klimawandels auf einzelne Funktionsbereiche eines Unternehmens ab. Dabei erfolgte eine Differenzierung nach den Wertschöpfungsstufen Einkauf, Produktion, Absatz, Entsorgung, Logistik, Innovation und Personal. Die Art der Fragestellung macht deutlich, dass hierbei nicht nur auf künftige Extremwetterereignisse abgestellt wird, sondern auch auf durchschnittliche Klimaveränderungen. Durch die Aufgliederung in die Funktionsbereiche eines Unternehmens wurden nicht nur natürlich-physikalische Veränderungen wie in Frage 1 für das Unternehmen erfasst, sondern auch die regulatorischen und marktlichen Veränderungen, die sich auf allen Stufen der Wertschöpfung zeigen können.

5.1 Wahrnehmung vergangener Extremwetterereignisse durch Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes

Wie Abbildung 3 zeigt, führten bei der Mehrheit der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes vergangene Extremwetterereignisse zu keinen wahrgenommenen Konsequenzen auf Unternehmensebene (70%). Diejenigen Unternehmen, die sich betroffen fühlten, nahmen eher eine negative (15%) als eine positive Betroffenheit (3%) wahr. Im Vergleich zu anderen Studien ist der Umfang der Betroffenheit als relativ niedrig einzustufen. Negative Auswirkungen ergaben sich dabei v.a. durch Kältewellen (25%), Hitzewellen (18%) und Starkniederschläge (16%). Für einen geringen Anteil der befragten Unternehmen hatten Hitzewellen (4%) und Kältewellen (4%) sogar einen positiven Einfluss auf die unternehmerische Wertschöpfung. Von untergeordneter Bedeutung waren Trockenheiten und Stürme. Winter- und Schneestürme waren in der Vergangenheit jedoch Hauptverursacher sowohl von volkswirtschaftlichen Schäden als auch von versicherten Schäden. Es ist zu vermuten, dass eher die mit den Stürmen verbundenen Temperaturen im Sinne von Kältewellen in Erinnerung geblieben sind. Damit könnte das Ergebnis, dass ein Viertel der Unternehmen insbesondere die Kältewellen negativ wahrnehmen, begründet werden. Auch das Hochwasserereignis im Jahr 2002 wird Grund für eine stärkere negative Wahrnehmung von Starkniederschlägen sein.

Abbildung 3: Wahrgenommene Auswirkungen verschiedener Extremwetterereignisse (n=2.456)

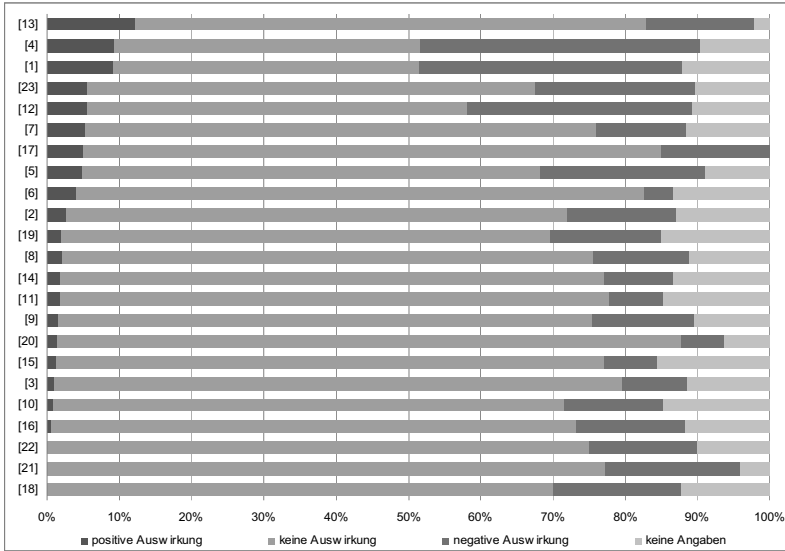


Eine differenzierte Betrachtung in Hinblick auf die einzelnen Branchen zeigt, dass sich Extremwetterereignisse vor allem im Ernährungsgewerbe [4] (38,82%), im Bekleidungs-gewerbe [1] (26,36%) und im Holzgewerbe [12] (31,28%) negativ äußerten (Vgl. Abbildung 4). Gleichzeitig sind die zwei erstgenannten Branchen auch diejenigen, die in der Vergangenheit positive Konsequenzen aus Extremen ziehen konnten. Dieses Ergebnis gleicht der Analyse von Heymann, in dem Sinne, dass einige wenige Unternehmen der Branchen Ernährungsgewerbe und Bekleidungs-gewerbe vom Klimawandel profitieren werden und für mehrere Unternehmen wird dieser von Nachteil sein. Am ehesten sehen allerdings Unternehmen aus dem Ledergewerbe [13] positive Auswirkungen.

Eine Untersuchung der einzelnen Extremwetterereignisse macht wiederum deutlich, dass *Hitzewellen* sich auf das Bekleidungs-gewerbe (51,52%), das Ernährungsgewerbe (50%) und das Textilgewerbe (40%) negativ auswirkten. (Vgl. Abbildung 4) Im Gegensatz dazu gibt fast jedes vierte Unternehmen der Ernährungsbranche an, dass mehrere aufeinanderfolgende heiße Tage zu einem positiven Resultat führten. Dieses doch ambivalente Ergebnis führt zu dem Schluss, dass eine genaue Untersuchung auf den Unterbranchen des Ernährungsgewerbes erfolgen muss. So werden z.B. die Getränke oder Eis verarbeitende Industrie von heißen Tagen profitieren, hingegen werden Fleischprodukte, Hochkalorisches oder Produkte mit Mayonnaise eher weniger nachgefragt werden. Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich beim Bekleidungs-gewerbe: Fast jedes zehnte Unternehmen gibt an, dass sich Hitzewellen positiv auswirkten. Auch

hier wird das konkrete Produkt der entscheidende Faktor für Erfolg oder Nicht-Erfolg sein.

Abbildung 4: Wahrgenommene Auswirkungen von Extremwetterereignissen in den verschiedenen Unterbranchen (n=2.456)⁶



[1] Bekleidungs-gewerbe, [2] Chemische Industrie, [3] Druck-gewerbe, Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern, [4] Ernährungs-gewerbe, [5] Glas-gewerbe, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden, [6] Herstellung von Büromaschinen, DV-Geräten und -Einrichtungen, [7] Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren, [8] Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen, [9] Herstellung von Metall-zeugnissen, [10] Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten u.ä., [11] Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä., [12] Holz-gewerbe (ohne Herstellung von Möbeln), [13] Leder-gewerbe, [14] Maschinenbau, [15] Medizin-, Meß-, Steuer- und Regel-technik, Optik, [16] Metall-erzeugung und -bearbeitung, [17] Mineralölverarbeitung, [18] ohne Angabe, [19] Papier-gewerbe, [20] Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik, [21] Sonstiger Fahrzeugbau, [22] Tabakverarbeitung, [23] Textil-gewerbe.

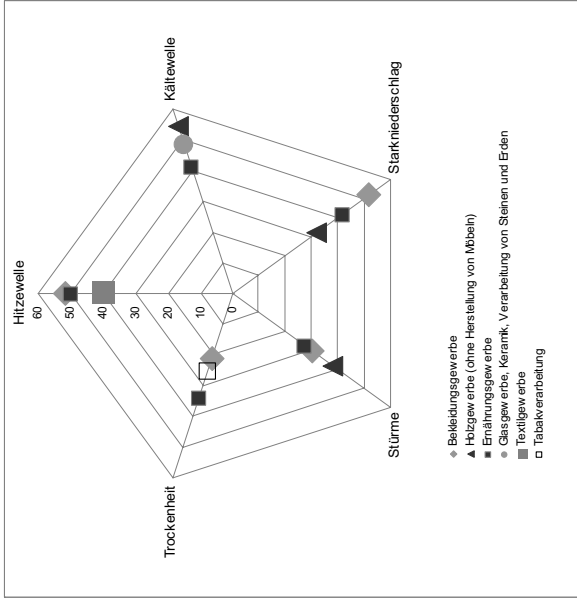
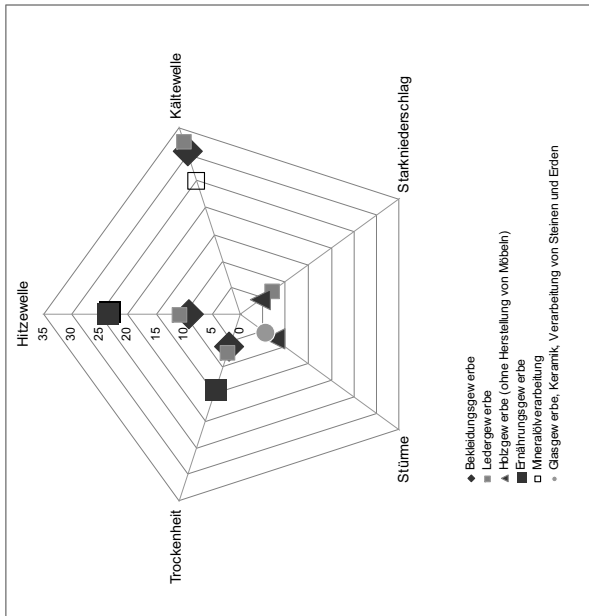
Die in der Vergangenheit aufgetretenen *Kältewellen* hinterließen im Vergleich zu den anderen Extremen bei einigen Branchen deutlich positi-

⁶ Die Ergebnisse der einzelnen Extremwetterereignisse wurden zusammengefasst. Die absolute Anzahl der Unternehmen je Branche variiert, z.B. Tabak-gewerbe: 4 Unternehmen, Maschinenbau: 431 Unternehmen.

vere, aber auch negativere Auswirkungen. Zu den Gewinnern zählten insbesondere das Leder- und das Bekleidungsgerbe, die sicherlich erfolgreich Winterbekleidung absetzen konnten. Anhaltende Kälte und damit verbundener Absatzanstieg war sicherlich auch Grund dafür, dass sich ein Viertel der Unternehmen der Mineralölverarbeitung für die Antwortalternative „positive Auswirkung“ entschieden. Im Gegensatz dazu führten anhaltende Eis- und Frosttage bei den Branchen Holzgerbe (54,26%), Glasgerbe, Keramik & Verarbeitung von Steinen und Erden (48,63%) und Ernährungsgerbe (41,18%) zu negativen Auswirkungen. In vielen anderen Branchen war in etwa jedes vierte Unternehmen negativ betroffen, wie z.B. im Bekleidungsgerbe, in der chemischen Industrie, bei den Herstellern von Gummi- und Kunststoffwaren und den Herstellern von Kraftwagen und Kraftwageteilen. Es ist zu vermuten, dass Unternehmen insbesondere vor logistischen Herausforderungen standen und dass die Kosten für Wärmeenergie deutlich anstiegen. *Starkniederschläge* führten bei etwa jedem zweiten Unternehmen des Bekleidungsgerbes zu Nachteilen. Aber auch mehrere Unternehmen des Ernährungsgerbes (41,91%), des Holzgerbes (31,91%) sowie der Branche Glasgerbe, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden (29,45%) verspürten negative Folgen. Es ist anzunehmen, dass in allen Unterbranchen die Konsequenzen in den Beschaffungspreisen liegen. So können Starkniederschläge sowohl die Preise von Baumwolle, Nahrungsmitteln als auch Holz steigen lassen. Im Vergleich zu den vorherigen Extremen fühlten sich die Branchen von *Trockenheiten* und *Stürmen* im Allgemeinen weniger betroffen. Einige Ausnahmen – positiver als auch negativer Art – zeigt Abbildung 5, die jeweils die Gewinner als auch Verlierer bezüglich der einzelnen Extremwetterereignisse widerspiegelt.

Wird die unternehmerische Betroffenheit vom Klimawandel nach Bundesländern analysiert, zeigt sich, dass *Hitzewellen*, insbesondere bei Unternehmen aus den Bundesländern Berlin (West) (33,33%), Mecklenburg-Vorpommern (MV) (26,09%) sowie Hansestadt Bremen (25%), negative Auswirkungen zur Folge hatten. *Kältewellen* wurden vorrangig durch Unternehmen der Bundesländer MV (60,87%), Berlin (West) (38,10%) sowie Brandenburg & Berlin (Ost) (33,85%) als Extrem mit negativen Auswirkungen angegeben. Von *Starkniederschlägen* waren v.a. diejenigen Unternehmen negativ betroffen, die den Bundesländern MV (21,74%), Sachsen (20,74%) und Brandenburg & Berlin (Ost) (20%) angehören. *Stürme* und *Trockenheit* führten vergleichsweise zu geringe-

Abbildung 5: Gewinner- (links) und Verliererbranchen (rechts) aus vergangenen Extremwetterereignissen



ren Nachteilen. Es wird deutlich, dass insbesondere Unternehmen aus den Bundesländern MV und Berlin (West) von Extremwetterereignissen negativ betroffen waren. (Vgl. Abbildung 6)

Unterschiede in Hinblick auf die Größenklassen zeigten sich kaum. Ein leichter Unterschied liegt bei den negativen Folgen vor: Wiesen jeweils etwa 16% der Unternehmen mit einer Größe unter 500 Mitarbeitern aus, dass Extremwetterereignisse mit negativen Folgen verbunden waren, so sind es bei den Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern nur etwa 11%. Damit ist dieses Ergebnis konträr zur Untersuchung der IHK München und Oberbayern und Bayrisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, die ergab, dass mit steigender Unternehmensgröße die erwarteten Risiken zunehmen.

5.2 Erwartete Klimawandelauswirkungen durch Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes

Laut Befragung erwarten insgesamt weniger Unternehmen künftig Auswirkungen durch den Klimawandel im Vergleich zu den Auswirkungen wahrgenommener Extremwetterereignisse. Allerdings ist eine größere Anzahl noch unentschieden.

Aus Abbildung 7 geht hervor, dass im Vergleich zur vorherigen Frage die Antwortoption „positive Auswirkung“ häufiger gewählt worden ist. Dies trifft insbesondere für die Wertschöpfungsstufen Innovation (13%) und Absatz (9%) zu. Nichtsdestotrotz übersteigen auf fast allen Wertschöpfungsstufen die positiven die negativen Auswirkungen, mit Ausnahme der Wertschöpfungsstufe Innovation. Ein negativer Einfluss wird v.a. beim Einkauf (25%) und bei der Logistik (23%) erwartet.

Unternehmen der Branche Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (26,53%), Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä. (26,14%) und Herstellung von Büromaschinen, DV-Geräten und -Einrichtungen (22,22%) erhoffen sich positive Auswirkungen auf ihr *Innovationsverhalten*. (Vgl. Tabelle 3) Einen Aufschwung im *Absatz* sehen insbesondere das Ledergewerbe (25%), die Hersteller von Büromaschinen, DV-Geräten und -Einrichtungen (22,22%) sowie die Hersteller von Gummi- und Kunststoffwaren (21,78%). Gleichzeitig sehen einige Branchen ihre Absatzchancen durch den Klimawandel schwinden. Wie bereits erwähnt, könnten zu hohe Temperaturen die Ge-

Abbildung 6: *Wahrgenommene Auswirkungen von Extremwetterereignissen nach Bundesländern (n=2.456)⁷*

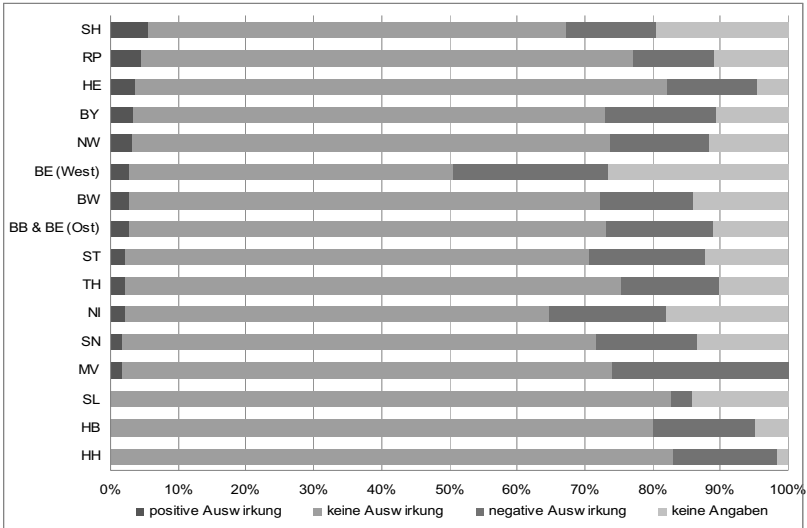
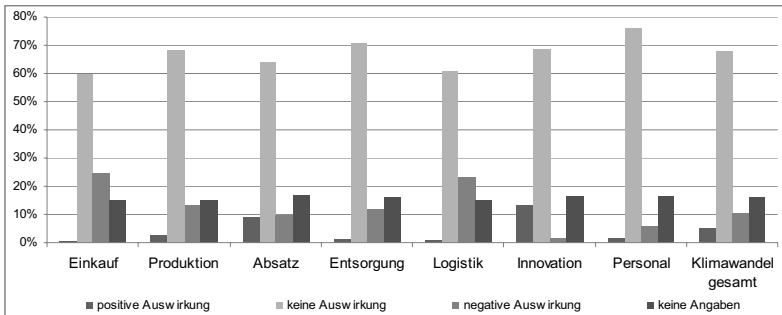


Abbildung 7: *Erwartete Auswirkungen des Klimawandels auf die Wertschöpfungsstufen von Unternehmen (n=1.573)*



⁷ Die Ergebnisse der einzelnen Extremwetterereignisse wurden zusammengefasst. Die absolute Anzahl der Unternehmen je Bundesland variiert, z.B. Saarland: 7 Unternehmen, Bayern: 500 Unternehmen.

schmackspräferenzen der Verbraucher bewirken, woraus sich ein sinkender Absatz ergeben könnte. Hohe negative Folgen beim *Einkauf* erwarten das Ernährungsgewerbe (67,50%), das Holzgewerbe (44,68%) und das Bekleidungsgewerbe (42,11%) erwarten. Das Ergebnis lässt sich mit steigenden Einkaufspreisen begründen, die zwar auch auf höhere Nachfrage zurückzuführen sind, jedoch werden Extremwetterereignisse beispielsweise zu mehr Ernteauffällen oder auch zunehmenden Waldbränden führen.

Das Holzgewerbe ist auch diejenige Branche, die die höchsten negativen Konsequenzen im Rahmen der *Produktion* erwartet (27,66%), gefolgt vom Bekleidungsgewerbe (21,05%) und der Branche Druckgewerbe, Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern (19,35%). Positive Auswirkungen auf die Produktion erhoffen sich nur einzelne Unternehmen, was ebenfalls auf der Wertschöpfungsstufe *Entsorgung* der Fall ist. Im Bereich der *Logistik* sehen hingegen deutlich mehr Branchen negative Folgen durch den Klimawandel auf sich zukommen. Es ist zu vermuten, dass insbesondere die Unternehmen, die just-in-time produzieren, negative Folgen erwarten, da entweder Rohstoffe bzw. Fertigungsteile nicht rechtzeitig angeliefert werden können oder wiederum der Kunde zu spät seine Ware erhält. Dass der Klimawandel zu negativen Auswirkungen beim *Personal* führen kann, meinen nur wenige Unternehmen. Welche Branchen sich in Zukunft eher als Verlierer oder Gewinner sehen, veranschaulicht Tabelle 3.

Betrachtet man die einzelnen Bundesländer, so erhoffen sich vor allem die Unternehmen aus Mecklenburg-Vorpommern (27,27%), Schleswig-Holstein (19,35%) sowie aus Rheinland-Pfalz (18,03%) positive Auswirkungen bei den *Innovationen*. Hinsichtlich des *Absatzes* sind die Unternehmer aus Mecklenburg-Vorpommern (18,18%) und Rheinland-Pfalz (16,39%) am optimistischsten.

Die höchsten negativen Konsequenzen aus dem Klimawandel für den *Einkauf* erwarten ebenfalls die Firmenvertreter aus Mecklenburg-Vorpommern (45,45 %). Doch auch in vielen anderen Bundesländern wie beispielsweise Schleswig-Holstein, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz oder Niedersachsen werden von etwa jedem vierten befragten Unternehmen Nachteile erwartet. Nachteile in der *Logistik* erwarten insbesondere die Unternehmensvertreter aus Berlin (West) (33,33%), Brandenburg & Berlin (Ost) (29,63%) und Hessen (27,43%). Auf den übrigen Wertschöpfungsstufen zeigen sich zwischen den Bundesländern nur gering-

füßige Unterschiede. Resümierend ist festzustellen, dass sich insbesondere Unternehmen aus Mecklenburg-Vorpommern vom Klimawandel negativ betroffen fühlen. (Vgl. Abbildung 8)

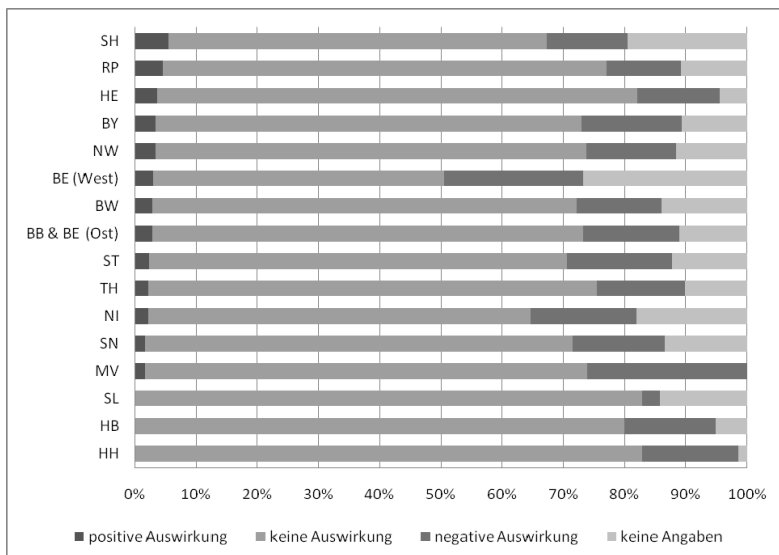
Tabelle 3: Gewinner und Verliererbranchen aus den erwarteten Auswirkungen des Klimawandels

	Gewinner	Verlierer
Einkauf	Holzgewerbe (ohne Herstellung von Möbeln) (2,13%); Chemische Industrie (1,82%); Medizin-, Meß-, Steuer- und Regeltechnik, Optik (1,54%)	Ernährungsgewerbe (67,50%); Holzgewerbe (ohne Herstellung von Möbeln) (44,68%), Bekleidungsgewerbe (42,11%)
Produktion	Herstellung von Geräten d. Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä. (10,23%), Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren (6,93%), Holzgewerbe (ohne Herstellung von Möbeln) (6,38%)	Holzgewerbe (ohne Herstellung von Möbeln) (27,66%), Bekleidungsgewerbe (21,05%), Druckgewerbe, Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern (19,35%)
Absatz	Ledergewerbe (25%), Herstellung von Büromaschinen, DV-Geräten und -Einrichtungen (22,22%), Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren (21,78%)	Ernährungsgewerbe (28,75%), Textilgewerbe (25,71%), Bekleidungsgewerbe (21,05%)
Entsorgung	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (6,12%), Papiergewerbe (2,60%), Druckgewerbe, Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- u. Datenträgern (2,42%)	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (22,45%), Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä. (19,32%), Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren (18,81%)
Innovation	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (26,53%), Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä. (26,14%), Herstellung von Büromaschinen, DV-Geräten und -Einrichtungen (22,22%)	Textilgewerbe (8,57%), Ernährungsgewerbe (5,00%), Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik (3,57%)
Personal	Medizin-, Meß-, Steuer- und Regeltechnik, Optik (6,15%), Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä. (5,68%), Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik (3,57%)	Bekleidungsgewerbe (15,79%), Ernährungsgewerbe (11,25%), Textilgewerbe (8,57%)

Richtet man den Fokus auf die Unternehmensgröße, lassen sich nur wenige Unterschiede erkennen. Im Hinblick auf die *Innovationen* und den *Absatz* erhoffen sich eher die Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern positive Auswirkungen im Vergleich zu den Unternehmen mit geringerer Unternehmensgröße. Unternehmen mit einem Mitarbeiterstamm in der Größenordnung 50-249 sowie 250-499 befürchten einen leicht negativeren Einfluss auf ihren Absatz als Unternehmen der anderen beiden Größenklassen. Beim Einkauf sehen ebenfalls die Unternehmen

mit einer Mitarbeiterstärke von mehr als 500 geringere negative Einflüsse (19,15%). Bei den übrigen Unternehmensklassen hat in etwa jedes viertes Unternehmen Bedenken. Vergleichbar hohe negative Auswirkungen geben die Unternehmen für die Logistik an (zwischen 22,19% und 24,90%). Die erwarteten Nachteile in der Produktion steigen, je weniger Mitarbeiter das Unternehmen zählt. Ein fast ähnlicher Trend ist beim Personal zu beobachten.

Abbildung 8: Erwartete Auswirkungen auf Bundeslandebene (n=1.573)



6 Fazit

Die Unternehmensbefragung zeigt, dass sich im Allgemeinen die Mehrheit der Unternehmen von vergangenen Extremwetterereignissen nicht betroffen fühlte. Dieses Ergebnis kann letztlich als positiv interpretiert werden, da Extremwetterereignisse scheinbar in der Vergangenheit keine wirtschaftlichen Schäden bei den meisten Unternehmen verursachten. Dass Extremwetterereignisse zu Konsequenzen führen können, zeigt eine spezifischere Betrachtung auf Branchenebene. So sind beispielsweise das

Bekleidungsindustrie, das Holzgewerbe und das Ernährungsgewerbe durch Starkniederschläge in der Vergangenheit negativ betroffen gewesen. Kältewellen sorgten hingegen beim Ledergewerbe und wiederum bei dem Bekleidungsindustrie zu positiven Auswirkungen.

Eine detaillierte Nachfrage hinsichtlich einer künftigen Betroffenheit durch den Klimawandel auf einzelnen Wertschöpfungsstufen zeigt ebenfalls, dass die meisten Unternehmen keine Auswirkungen durch den Klimawandel erwarten. Dieses Ergebnis ist eher zu hinterfragen: Führen die zu erwartenden Klimaveränderungen tatsächlich zu keinen bzw. kaum wahrnehmbaren Auswirkungen bei deutschen Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes? Dominieren eventuell andere Wandelereignisse, wie z.B. knapper werdende Ressourcen oder der prognostizierte Fachkräftemangel, die Auswirkungen des Klimawandels? Oder sind sich die Unternehmen der Folgen des Klimawandels nicht bewusst bzw. können die Unternehmen diese nicht auf ihre unternehmerische Tätigkeit übertragen? Vielleicht liegt der Grund auch in der zeitlichen Dimensionierung. Der Planungshorizont von Unternehmen ist in der Regel eher kurzfristiger Natur. Eine langfristige Denkweise und die damit verbundene Antizipation langfristiger Umweltveränderungen sind hingegen selten vorzufinden.

Welche Schlussfolgerungen lassen sich letztlich ziehen? Zunächst ist zu untersuchen, warum Unternehmen bzw. mehrere Branchen sich vom Klimawandel nicht betroffen fühlen. Darüber hinaus ist zu ergründen, wie sich die positiven als auch negativen Auswirkungen bei den betroffenen Unternehmen bzw. Branchen konkret äußerten bzw. künftig zeigen werden. Vermutlich wird ein Unternehmen aus Bremen dies anders begründen als ein Unternehmen aus Sachsen. Ähnliches gilt für Unternehmen aus verschiedenen Branchen und selbst aus gleichen Branchen. Diese Beweggründe können beispielsweise durch Gespräche mit einzelnen Unternehmen herausgearbeitet werden. Gleichzeitig bietet eine vertiefende Analyse die Möglichkeit zur Identifizierung konkreter Anpassungsmaßnahmen. Somit können zunächst diejenigen Branchen, die sich gegenwärtig betroffen fühlen, unterstützt werden, die Chancen aus dem Klimawandel zu nutzen, als auch die Risiken aus dem Klimawandel zu vermeiden oder zu vermindern. Weiterhin sollte auf Unternehmensebene das langfristige Denken stärker gefördert werden, z.B. durch die Anwendung von Szenarioanalysen, um sich den möglichen Auswirkungen des Klimawandels bewusst zu werden. Auch wenn die Auswirkungen des

Klimawandels wahrscheinlich für einen Großteil der Unternehmen nicht das wirtschaftliche Ende bedeuten, so besteht doch das Restrisiko, dass dieser Fall eintreten kann. Die Hochwasserereignisse in Sachsen sowohl 2002 als auch 2010 zeigten dies deutlich. Durch staatliche Subventionen, aber auch durch das hohe Engagement vieler klein- und mittelständischer Unternehmer, fanden viele Unternehmen den Weg zurück. Doch wie häufig wird der Staat die Auswirkungen des Klimawandels finanziell noch ausgleichen?

Literatur

- Albrecht, F. M./Dietzer, B. (2006): Langzeitverhalten der Starkniederschläge in Baden-Württemberg und Bayern, in: Arbeitskreis KLIWA (Hrsg.): KLIWA-Berichte, Heft 8, 95 S.
- Deutscher Wetterdienst (DWD) (Hrsg.) (2009): Klimawandel im Detail – Zahlen und Fakten zum Klima in Deutschland. Zahlen und Fakten zur DWD-Presskonferenz am 28. April 2009, Berlin
- Dosch, F./Blecken, L./Fleischhauer, M. (2010): Klimawandel und Extremereignisse aus Sicht der räumlichen Planung in Regionen und Kommunen, online im Internet: www.anpassung.net, Abruf: 29. Juni 2011.
- Folland, C. K./Horton, E.B./Scholefield, P. (Hrsg) (1999): Report of WMO Working Group on Climate Change. Detection Task Group on Climate Change Indices, Bracknell, 1 September 1998, WMO TD 930
- Frich, P./Alexander, L.V./Della-Marta, P./Gleason, M./Haylock, M./Klein Tank, A.M.G./Peterson, T. (2002) Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century, in: Climatic Research, Band 19, Heft 3, S. 193-212
- Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) e.V. (2011): Herausforderung Klimawandel – Antworten und Forderungen der deutschen Versicherer, Berlin
- Helmholtz-Gemeinschaft (Hrsg.) (2011): Regionaler Klimaatlas Deutschland, www.regionaler-klimaatlas.de, Stand: 06/11
- Heymann, E. (2007): Klimawandel und Branchen. Manche mögen's heiß, in: Deutsche Bank Research, Energie und Klimawandel, Aktuelle Themen 388
- IHK München und Oberbayern und Bayrisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (2009): Die Wirtschaft und der Klimawandel – Reaktion der Unternehmen, München

- Institut der deutschen Wirtschaft (IW) Köln (2010): IW-Umweltexpertenpanel 2/2010, online im Internet: www.iwkoeln.de
- Institut der deutschen Wirtschaft (IW) Köln (2008): IW-Umweltexpertenpanel 4/2008, online im Internet: www.iwkoeln.de
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007a): 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, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 996
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007b): 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, UK, S. 976
- Kempf, C. (2007): Klimawandel kostet die deutsche Volkswirtschaft Milliarden, in: Wochenbericht des DIW- Berlin Nr. 11/2007, S. 165-173
- Kempf, C. (2008): Kosten des Klimawandels ungleich verteilt: Wirtschaftsschwache Bundesländer trifft es am härtesten, in: Wochenbericht des DIW- Berlin Nr. 12-13/2008, S. 138-151
- Kommission der Europäischen Gemeinschaft (2009): White Paper. Adapting to climate change: Towards a European framework for action, Brüssel
- Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft (MRV) (2011a): GeoRisikoForschung, NatCatSERVICE, Stand Januar 2011
- Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft (MRV) (2011b): TOPICS GEO. Naturkatastrophen 2010: Analysen, Bewertungen, Positionen, München
- Nicholls N./Murray W. (1999): Workshop on Indices and Indicators for Climate Extremes, Breakout Group B: Precipitation, in: Climatic Change, Heft 1, S. 23-29
- Organe consultatif sur les changements climatiques (OcCC) (Hrsg.) (2003): Extremereignisse und Klimaänderung, Bern
- Schönwiese, C.-D./Staeger, T./Trömel, S./Jonas, M. (2003): Statistisch-klimatologische Analyse des Hitzesommers 2003 in Deutschland, in: DWD (Hrsg.): Klimastatusbericht, Offenbach
- Schönwiese, C.-D. (2007a): Wird das Klima extremer? Definitionen und Befunde von der globalen bis zur regionalen Ebene, in: Hiller, B./Lange, M.A. (Hrsg.): Globale Umweltveränderungen und Wetterextreme. Zentrum für Umweltforschung (ZUFO) der Universität Münster, Heft 17, S. 19-32
- Schönwiese, C.-D. (2007b): Wird das Klima extremer? Eine statistische Perspektive, in: Endlicher, W./Gerstengarbe, F.-W. (Hrsg.): Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke. Deutsche Gesellschaft für

Geographie (Auftraggeber), Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin/Potsdam, S. 60-66

Statistisches Bundesamt (2011): Deutsche Wirtschaft. 1. Quartal 2011, Wiesbaden

Stern, N. (2006): The economics of Climate Change. The Stern Review, Cambridge

World Meteorological Organization (WMO) (2009): Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation, online im Internet: www.wmo.int

World Meteorological Organization (WMO) (2010): WMO-Bericht zum Zustand des globalen Klimas, WMO-Nr. 1055, online im Internet: www.dwd.de

Yeoman, I./McMahon-Beattie, U. (2006): Understanding the impact of climate change on Scottish tourism, in: Journal of Vacation Marketing, Heft 4, S. 371-379