



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



Wie schwer wiegen räumliche Überlagerungen?

Mit dem Klimawandel und durch die derzeit festgelegten CO₂-Reduktionsziele kommen auf die deutschen Regionen zusätzliche Herausforderungen zu. In einzelnen Regionen überlagern sich diese Herausforderungen, hier sind sowohl Anpassungen an den Klimawandel als auch vermehrte Anstrengungen zur CO₂-Minderung notwendig. Für die Einschätzung des Anpassungsdrucks der deutschen Regionen ist auch ihre wirtschaftliche Leistungsfähigkeit zu beachten. Insgesamt ergibt sich ein heterogenes Bild, das die Stellung der einzelnen Regionen im Rahmen der räumlich-funktionalen Arbeitsteilung, ihre wirtschaftsstrukturellen Unterschiede sowie die damit einhergehenden Stärken und Schwächen dokumentiert. Der kumulierte Anpassungsdruck infolge des Klimawandels wird dabei auch solche Regionen betreffen, die die wirtschaftsstrukturellen Herausforderungen der Vergangenheit noch nicht bewältigt haben.

- *Risikoanalyse als methodische Ausgangsbasis*
- *Handlungsstränge der Klimapolitik und Kostenarten*
- *Regionaler Anpassungsdruck durch verstärkten Klimaschutz*
- *Regionale Betroffenheit vom Klimawandel und Anpassungsdruck*
- *Räumliche Überlagerungen des Anpassungsdrucks*
- *Einschätzung der regionalen Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel*
- *Politikempfehlungen*

Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel

Vorwort

Die deutschen Regionen werden künftig stärker als bisher mit den Auswirkungen des Klimawandels konfrontiert. Stand bisher der Klimaschutz durch weitergehende Emissionsminderung allein im Fokus, gewinnen nunmehr auch Maßnahmen zur Anpassung an den unabwendbaren Klimawandel an Bedeutung. Die hieraus resultierenden Anforderungen treffen die deutschen Regionen entsprechend ihrer ökonomischen Struktur und Wettbewerbsfähigkeit in unterschiedlichem Maße. Die Folgen des Klimawandels und die langfristige Wirtschaftsentwicklung der Regionen lassen sich nicht mit Sicherheit vorhersagen. Daher ist es sinnvoll, methodische Elemente der Risikoanalyse in die Betrachtung einzubeziehen.

Eine systematische Analyse der Auswirkungen eines forcierten Klimaschutzes, des erwarteten Klimawandels und der Wirtschaftsentwicklung kann Hinweise auf regionale Risiken und deren Handhabbarkeit geben. Je nach Ausprägung dieser regionalen Risikostrukturen ergeben sich unterschiedliche Handlungsempfehlungen. Diese liegen grundsätzlich in einer Spannbreite, die von der privaten auf Versicherungskonzepten fußenden Vorsorge bis hin zu öffentlichen Maßnahmen im Bereich der Infrastruktur- und Strukturpolitik reicht.

In diesem Beitrag werden die Risikostrukturen anhand der drei Aspekte

- regionaler Anpassungsdruck infolge der Reduzierung von CO₂-Emissionen,
- Anpassungslasten infolge der Gefährdung der Infrastruktur und
- ökonomische Wettbewerbsfähigkeit der Regionen

berücksichtigt. Zusammengeführt können alle drei Analyseebenen Antworten darauf geben, ob der Klimawandel regional zu einer kritischen Problemüberlagerung führt und ob staatliche Maßnahmen zur Risikoreduzierung notwendig sind. Wir hoffen damit, einen weiterführenden Beitrag für die Diskussion zum Umgang mit den Herausforderungen des Klimawandels auch unter regionalen Aspekten zu leisten.

Peter Jakubowski und Michael Zarth

Die Autoren danken Annika Koch und Gregor Lackmann für ihre wertvolle Unterstützung bei den empirischen und kartografischen Arbeiten.

Risikoanalyse als methodische Ausgangsbasis

Risikoanalysen bilden in vielen Zusammenhängen die methodische Ausgangsbasis, um vorsorgende Maßnahmen und Instrumente zum Schutz der Bevölkerung gegen Gefahren und Schädigungen zu entwickeln. Als Instrument ermöglichen sie es, für ein räumliches Bezugsgebiet auf systematische Weise das Schadensausmaß zu ermitteln, das bei Eintritt unterschiedlicher Gefahren zu erwarten ist. Außerdem werden die Risiken infolge unterschiedlicher Gefahren in anschaulicher Weise vergleichbar.

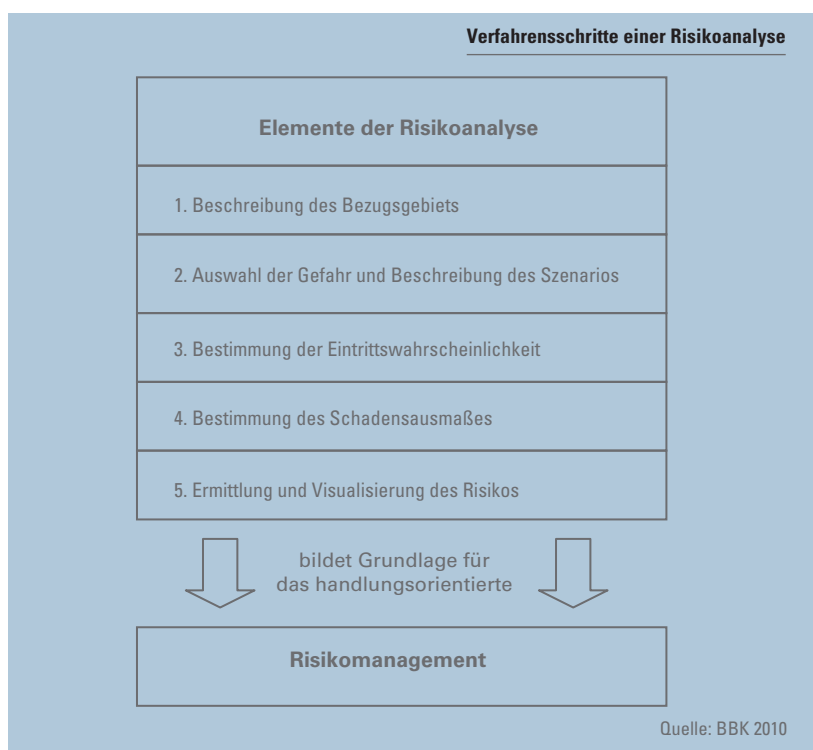
Aufbauend auf vorliegenden Analysen zu Klimaschutz, Klimawandel und wirtschaftlicher Entwicklung ist zwar davon auszugehen, dass die heute diskutierten Klimaanpassungen in den nächsten 50–70 Jahren nicht zu massiven Brüchen in der gesellschaftlichen und ökonomischen Entwicklung in Deutschland führen werden. Hierzu sind die derzeit zu befürchtenden Auswirkungen des Klimawandels zu moderat und zugleich die technisch-ökonomischen Reaktionsmöglichkeiten der deutschen Volkswirtschaft insgesamt als grundsätzlich ausreichend einzuschätzen.¹ Dennoch fordert die Gleichzeitigkeit struktureller Anpassungsbedarfe im Klimabereich regionalisierte Risikoanalysen, um herauszuarbeiten, ob und in welchem Maße eine staatliche Flankierung der notwendigen Anpassungsprozesse durch förderpolitische Maßnahmen erforderlich sein kann.

Die Analyse orientiert sich an der vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK 2010) vorgestellten Methode der Risikoanalyse (Abb. 1).

Abweichend von dem Vorgehen des BBK erfolgt keine Bestimmung der Eintrittswahrscheinlichkeit und des konkreten Schadensausmaßes. Dafür wird aber die ökonomische Bedeutung und Leistungsfähigkeit der Regionen einbezogen. Denn dies ermöglicht eine erste Einschätzung der Notwendigkeit flankierender staatlicher Maßnahmen. Hierhinter verbirgt sich die Annahme, dass sich der Klimawandel in einem

(1) Vgl. Financial Times Deutschland, 2010: Naturkatastrophen – Klimawandel in Deutschland beherrschbar. Financial Times Deutschland, 21.06.2010

Abbildung 1



wirtschaftlich wettbewerbsfähigen Industrieland wie Deutschland durch staatliche und private Innovationen und Investitionen so beherrschen lässt, dass sich auf absehbare Zeit keine gravierenden Wohlfahrtseinbußen ergeben müssen. Gleichwohl wird die Notwendigkeit gesehen, ökonomische und gesellschaftliche Ressourcen für die Eindämmung der Klimarisiken aufzuwenden.

In Anlehnung an das Konzept der Risikoanalyse basiert das methodische Vorgehen auf folgenden Schritten:

Die Analyse erfolgt auf Ebene der Raumordnungsregionen, die verstanden als oberzentrale Arbeitsmarktbereiche funktionsräumliche Verflechtungen abbilden und als Planungsregionen der Länder zugleich eine räumliche Annäherung zwischen Gefährdungsrisiko und

Reaktionsmöglichkeiten darstellen;

Beschreibung des regionalen Anpassungsdrucks infolge der aktuellen Kohlenstoffabhängigkeit und gegebenen Einsparzielen;

Beschreibung der regionalen Betroffenheit vom Klimawandel mit Konzentration auf den Infrastrukturbereich;

Beschreibung der ökonomischen Struktur und Wettbewerbsfähigkeit als Indikator für die wirtschaftliche Anpassungsfähigkeit und

zusammenfassende Beurteilung der regionalen Entwicklungsrisiken.

Dieses methodische Vorgehen orientiert sich im Prinzip an den Vulnerabilitätskonzepten der Klimafolgenforschung, in denen dann von Verletzbarkeit gesprochen wird, wenn notwendige Kapazitäten zur

Reaktion auf sich ändernde Klimabedingungen nicht vorhanden sind.

Quantifizierungen solchermaßen verstandener Klimarisiken sind methodisch aus heutiger Sicht weder zu leisten noch sinnvoll. So verbietet das relativ hohe Maß an Unsicherheit im Bereich der regionalen Klimamodellierung und somit der regionalen Klimafolgenabschätzung heute noch einen quantitativen Vulnerabilitätsindex. Auch die Einschätzung des regionalen Anpassungsdrucks infolge verschärfter Klimaschutzvorgaben sowie die regionalwirtschaftliche Leistungsfähigkeit als Risikoausgleich können allenfalls datengestützt eingeordnet, aber nicht in eine metrische Skala überführt werden. Daher bietet es sich an, bei der Risikodarstellung eine qualitative Skala mit den drei Stufen geringes, mittleres und starkes Risiko zu nutzen.

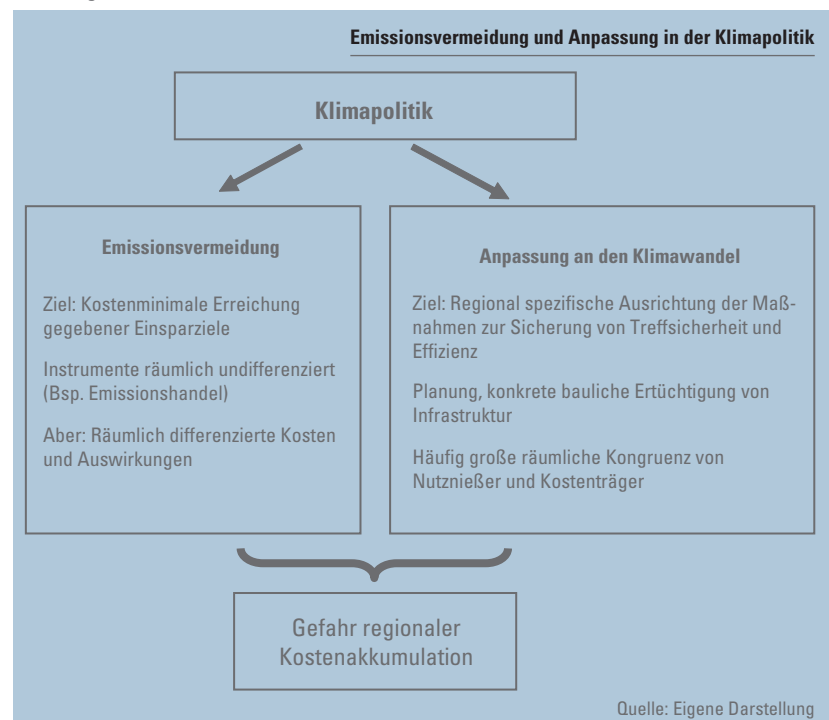
Handlungsstränge der Klimapolitik und zentrale Kostenkomponenten

Die ökonomische Bedeutung räumlich differenzierter Risiken im Zusammenhang mit dem Klimawandel basiert auf zwei unterschiedlichen Handlungssträngen, die jeweils wirtschaftlich relevante Kosten verursachen. Diese sind in der Regel regional unterschiedlich ausgeprägt und können im Falle einer räumlichen Konzentration einen strukturpolitischen Handlungsbedarf induzieren.

Lange Zeit dominierte in der Klimapolitik die Strategie, die Emission von Treibhausgasemissionen möglichst effizient zu vermeiden. Da sich aber in den letzten 20 Jahren keine klimaneutrale Reduktion der weltweiten Treibhausgasemissionen erzielen ließ, und mittlerweile klimatische Veränderungen unausweichlich sind, gerät in jüngster Zeit ein neuer Handlungsstrang in den Fokus: Es sind Maßnahmen zu identifizieren, zu planen und umzusetzen, die die Robustheit vor allem baulicher Strukturen wie z. B. der liniengebundenen Infrastruktur im Energie- und Verkehrsbereich gegenüber neuen klimatischen Bedingungen stärken. Des Weiteren zählen hierzu Maßnahmen zum Artenschutz, der Gesundheitsvorsorge bis hin zur Entwicklung einer angepassten Land- und Forstwirtschaft.

Entsprechende Anpassungsstrategien können zwar die Erderwärmung selbst nicht beeinflussen, aber ihre gesellschaftlichen und ökonomischen Folgekosten reduzieren und diese möglichst gering halten. Die Strategie der Anpassung zur Schadensabwehr als jüngerer Zweig der Klimapolitik wurde spätestens seit dem EU-Grünbuch „Anpassung an den Klimawandel in Europa – Optionen für Maßnahmen der EU“ (KOM 2007), der Verabschiedung der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) und dem Aktionsplan Anpassung vom 31.08.2011 Bestandteil realer Politik und somit ein unter gesamtwirtschaftlichen Aspekten relevanter Kostenfaktor.

Abbildung 2



Die verschiedenen Strategien einer Klimapolitik schließen sich nicht gegenseitig aus, sondern können sich sinnvoll ergänzen. Wegen unterschiedlicher Adressaten ergeben sich jedoch aus ökonomischer Sicht unterschiedliche Kostenarten: Während die Emissionsvermeidungspolitik auf die Emittenten von Treibhausgasen abzielt und die Kosten der Emissionsverminderung im Kern bei privaten Haushalten und der Wirtschaft anfallen, richtet sich die Anpassungspolitik im Bereich der Infrastruktur an die Betreiber. Die dabei anfallenden Kosten zur Anpassung an den Klimawandel umfassen neben den Kosten baulicher Stabilisierung zur Stärkung der Abwehrpotenziale und den Kosten für planerische oder technische Auffangsysteme z. B. zur Begrenzung der Schäden durch Starkregenereignisse auch Reparaturkosten nach Eintritt der Schadensereignisse. Wirtschaft und private Haushalte sind an den Kosten dieser Maßnahmen über Gebühren oder Steuern mittelbar auch beteiligt.

Aus ökonomischer Sicht besteht ein grundsätzlicher Unterschied zwischen beiden klimapolitischen Handlungssträngen. Denn unter den Effizianzforderungen ist eine Emissionsvermeidungspolitik möglichst so auszugestalten, dass sie Emissionseinsparungen dort erwirkt, wo sie gesamtwirtschaftlich am kostengünstigsten sind. Insofern ist Klimapolitik im Prinzip „räumlich blind“ und abstrahiert von regionalen Betroffenheiten, da eine kostenminimale Emissionsvermeidung unabhängig vom Ort der Einsparung angestrebt wird. Gleichwohl kann diese Politik zu räumlich differenzierten Kosten führen und somit einen spezifischen regionalen Anpassungsdruck auslösen, der entsprechend der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit die Entwicklung einer Region negativ tangiert.

Dem gegenüber stehen bei der Anpassung an den Klimawandel naturräumliche, infrastrukturelle und sozioökonomische Bedingungen der jeweiligen Region im Zentrum. Dabei sind Anpassungsmaßnahmen nur sinnvoll, wenn die regionalen Auswirkungen des Klimawandels und die betroffenen Schutzgüter ausreichend identifizierbar und abschätzbar sind. Unter Anreizgesichtspunkten ist hervorzuheben, dass der direkte Nutzen und die Kosten von Anpassungsmaßnahmen ungleich stärker regional zusammenfallen als im Bereich der Emissionsvermeidung. Insofern dürften bei Vorliegen ausreichender Entscheidungsgrundlagen entsprechende Investitionen leichter realisierbar sein (Wiss. Beirat 2010). Aus wohlfahrtsökonomischer Perspektive ist zu beachten, dass die Aufwendungen für die Anpassung an neue klimatische Bedingungen zusätzliche Ressourcen erfordern, die nicht zu einer weiteren Wohlfahrtssteigerung führen, sondern allenfalls den Erhalt des Status quo sichern (Defensivkosten). Denn es handelt sich hierbei um vor- oder nachsorgende Ertüchtigungen und Reparaturen.² Diese Investitionen sind aus heutiger Sicht notwendig und rational zur Stabilisierung privater und unternehmerischer Konsum- und Produktionsmuster, greifen aber auf Ressourcen zurück, die anderweitig nicht mehr zur Verfügung stehen.

Für eine regionalökonomische Einschätzung der unterschiedlichen Handlungsstränge der Klimapolitik sind räumlich differenzierte Emissionsvermeidungs- und auch Anpassungskosten relevant. Dabei steigen die Kosten der Emissionsvermeidung mit zunehmend anspruchsvolleren Vermeidungszielen an. Die Anpassungsmaßnahmen weisen einen gegenläufigen Kostenverlauf auf. Denn je weiter der Klimawandel voranschreitet, desto umfangreicher

und kostenintensiver werden die notwendigen Anpassungsmaßnahmen ausfallen.³ Trotz rationaler Anpassungsbemühungen dürfte es nicht gelingen, alle negativen Effekte des Klimawandels zu eliminieren. Insofern sind auch die Schadenskosten nach der Durchführung von Anpassungsmaßnahmen regional bedeutsam. Die Schadenskosten steigen mit zunehmendem Klimawandel an. Dabei ist zu beachten, dass regionale Emissionsvermeidungen in der Regel Anpassungsnotwendigkeiten nicht unmittelbar reduzieren, da die Intensität des Klimawandels von der weltweiten Emissionseinsparung abhängt.

In der aktuellen deutschen und europäischen Klimapolitik werden beide Handlungsstränge parallel verfolgt.⁴ Dabei können Kostenakkumulationen entstehen, die die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der betreffenden Region überfordern. Ob eine strukturpolitische Unterstützung einzelner Regionen geboten ist, müsste z. B. über die Ableitung kritischer Werte zu den insgesamt regional anfallenden Klimakosten abgeschätzt werden. Ergänzt werden müsste diese Betrachtung zudem durch eine Berücksichtigung des zeitlichen Auftretens der Kosten in einer Region.

(2) Ähnlich sind die Säuberungs- und Aufräumarbeiten z. B. nach Tankerunglücken einzustufen. Sofern diese Arbeiten von Unternehmen durchgeführt werden, steigen durch die Maßnahmen das BIP sowie das Steueraufkommen – während aber in der realen Welt allenfalls ein Zustand erreicht werden kann, der vor dem Tankerunfall schon existiert hat.

(3) Ausschließlich positive Auswirkungen des Klimawandels dürften die absolute Ausnahme bilden, da der Klimawandel mit zunehmender Intensität insgesamt zu Wetter- und Klimaextremen und nicht zu einer ausgewogenen „Normalisierung“ bisher klimatisch benachteiligter Regionen führen dürfte.

(4) Ausführlich hierzu die aktuelle Diskussion um die Anreizwirkungen dieser Doppelstrategie und ihre Auswirkungen auf die Resultate der internationalen Klimadiplomatie in: ifo Schnelldienst (2011) Nr. 5, 64 Jg., S. 3–29

Regionaler Anpassungsdruck durch verstärkten Klimaschutz

Kohlenstoff- und energieintensive Lebens- und Wirtschaftsweisen bilden die Basis für eine regionale Betroffenheit und einen entsprechenden Anpassungsdruck. Im wirtschaftsstrukturellen Kontext sind hier Regionen mit einer überdurchschnittlichen Konzentration energieintensiver Branchen oder Schwerpunkten der Braun- oder Steinkohleverstromung hervorzuheben. Aber auch siedlungsstrukturell bedingte hohe Verkehrsleistungen im motorisierten Individualverkehr in dispersen Raumstrukturen können Ausdruck sich abzeichnender Anpassungslasten sein.

Mit dem Integrierten Energie- und Klimaprogramm sowie dem Energiekonzept der Bundesregierung vom Herbst 2010 liegen für Deutschland zentrale Klimaschutzziele bis zum Jahr 2050 vor. Dominierendes Ziel ist die Reduktion von Treibhausgasen um 85 % gegenüber 1990. Der hieraus resultierende Anpassungsprozess dürfte Mitte dieses Jahrhunderts abgelöst werden durch notwendige Anpassungen an den Klimawandel.

Derzeit sind kaum belastbare Aussagen zu den detaillierten Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele bis 2050 zu treffen. Daher wird hier die u. E. realistische Annahme getroffen, dass der Emissionshandel bis dahin das zentrale Instrument des Klimaschutzes bleiben wird. Aus diesem Grunde wird in dieser Analyse der regionale Anpassungsdruck infolge des Emissionshandels in den Mittelpunkt gestellt.

Betrachtet man den regionalen Anpassungsdruck, der durch die Dynamik des Emissionshandels zu erwarten ist, kann auf den Versorgungsgrad der Raumordnungsregionen mit Emissionsberechtigungen bezogen auf die verifizierten Emissionen (VET)⁵ der dem Emissionshandel unterliegenden Anlagen zurückgegriffen werden. Schätzungen auf Basis

der VET 2005 bis 2007 und den zugeordneten Emissionsberechtigungen für die Jahre 2008 – 2012 legten zunächst eine Zuteilungslücke für die 2. Handelsperiode von rd. 31 Mio. Tonnen nahe (Jakubowski/Zarh 2009a: 300–304). In regionaler Differenzierung stehen Länder und Regionen mit einer starken Konzentration auf den Energiebereich unter einem hohen Anpassungsdruck.

Auf Basis der Auswertung der tatsächlichen Emissionen für die Jahre 2005 bis 2009 und neuerer Zahlen für das Jahr 2010 ergibt sich inzwischen ein differenziertes Bild. Denn im Zuge der Auswirkungen der internationalen Wirtschafts- und Finanzkrise kam es in Deutschland zu einem historisch einmaligen Rückgang des Bruttoinlandsprodukts in Höhe von 4,7 %. In der Folge gingen die tatsächlichen Emissionen bundesweit zurück, und zwar 2008 um 3,0 und 2009 sogar um 9,4 %. In absoluten Größen bedeutete dies einen Rückgang um 14,7 bzw. 44,5 Mio. t CO₂.

Die folgenden Karten dokumentieren diese Entwicklung auf Ebene der Raumordnungsregionen für das Krisenjahr 2009 im Vergleich zum Jahr 2008, in dem die internationale Wirtschafts- und Finanzkrise ihren Anfang nahm. Der damit verbundene Rückgang in der wirtschaftlichen Aktivität schlug unterschiedlich bei den regionalen Emissionen zu Buche. Denn entgegen der allgemeinen Entwicklung stiegen in elf Raumordnungsregionen die verifizierten Emissionen (VET) an, wobei vor allem die Regionen Bielefeld, Regensburg, Emsland und

Tabelle 1

Jahr	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen (VET) 2005 bis 2010				
	Mio. t CO ₂	VET Veränderung zu Vorjahr Mio. t CO ₂	in %	Emissions- obergrenze (CAP) Mio. t CO ₂	Differenz CAP zu VET Mio. t CO ₂
2005	475,0			499,0	24,0
2006	478,1	3,1	0,7	499,0	20,9
2007	487,2	9,1	1,9	499,0	11,8
2008	472,5	-14,7	-3,0	451,9	-20,6
2009	428,0	-44,5	-9,4	451,9	23,9
2010	453,9	25,9	6,1	451,9	-2,0

Quelle: KfW/ZEW 2011, S. 6

(5) Unter VET (Verified Emissions Table) werden die verifizierten, d. h. die tatsächlich entstandenen Emissionen verstanden. Diese können je nach Auslastung der dem Emissionshandel unterliegenden Anlage von den ex ante zugeordneten Emissionsberechtigungen (EB) abweichen. Als CAP wird die Obergrenze der in einem Emissionshandelssystem zulässigen Treibhausgasemissionen verstanden.

Hamburg mit den höchsten absoluten Zuwächsen ins Auge fallen.

Des Weiteren erfolgte der Rückgang der tatsächlichen Emissionen regional sehr stark konzentriert, wobei rd. 87 % des gesamten Rückgangs nur auf zehn Raumordnungsregionen entfallen. Ihre Wirtschaftsstruktur weist eine starke CO₂-Intensität auf, wobei in der Regel der Bereich der Energiewirtschaft oder der Eisen- und Stahlproduktion einschließlich Kokereien prägend sind. Mit Lausitz-Spreewald und Oderland-Spree zählen zwei ostdeutsche Regionen ebenfalls zu dieser Gruppe. Diese zehn Regionen tragen jedoch nur 23 % des Rückgangs an Bruttowertschöpfung während der Wirtschafts- und Finanzkrise im Jahre 2009.

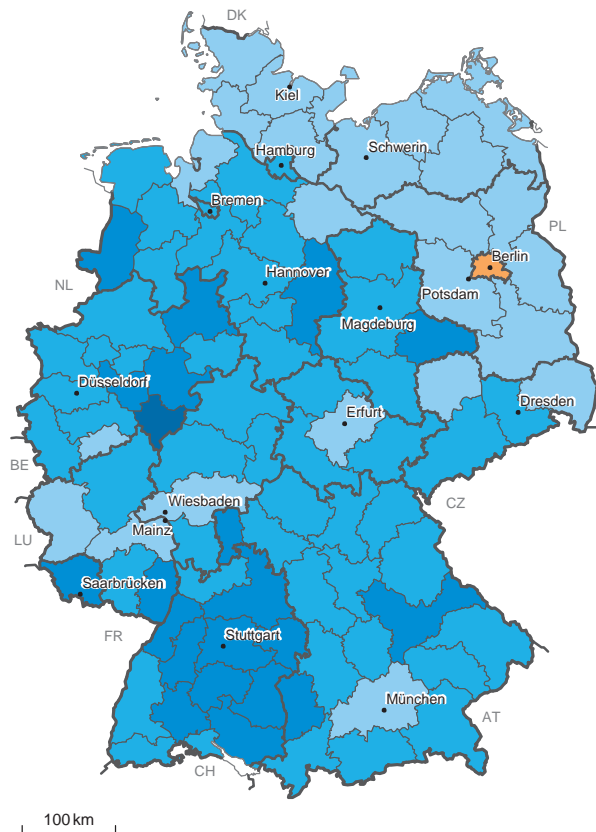
Im Zuge des wirtschaftlichen Aufschwungs 2010 stiegen die Emissionen bundesweit um 6,1% bzw. rd. 26 Mio. t an (KfW/ZEW 2010: 7). Dieser Anstieg geht vor allem auf die gestiegenen Emissionen bei Großkraftwerken zurück, die immerhin gut drei Viertel aller gesamten Emissionen verantworten und binnen Jahresfrist fast 18 Mio. t CO₂ mehr emittierten. Mit rd. 32 Mio. t emittierte auch der Bereich der Eisen- und Stahlproduktion und Kokereien, dessen Anteil an den nationalen Emissionen bei rd. 7 % liegt, deutlich mehr CO₂. Dies gilt ebenfalls für die Kalkindustrie, allerdings liegt ihr Anteil an den Gesamtemissionen nur bei 2 %. Mit Ausnahme der Großkraftwerke verfügten alle Unternehmen über eine Überausstattung mit frei zugeteilten Emissions-

rechten. Insgesamt mussten 58 Mio. t CO₂ zugekauft werden, davon wurden rd. 41 Mio. t CO₂ im Zuge der Versteigerung erworben.

Die EU-Kommission hat bereits 2008 ein umfangreiches Gesetzespaket zu Klimaschutz und Energiepolitik in Europa vorgeschlagen, mit dem die gesamten EU-Treibhausgasemissionen bis 2020 gegenüber 1990 um mindestens 20 % reduziert werden sollen. Im Frühjahr 2009 wurde die EU-Emissionshandelsrichtlinie angepasst, um den einheitlichen Markt für Emissionsberechtigungen in der EU zu stärken. Seit April 2011 liegt nunmehr die sogenannte Benchmark-Liste vor, die die kostenlose Zuteilung für die Sektoren außerhalb der Energiewirtschaft regelt (KfW/ZEW 2010: 10).

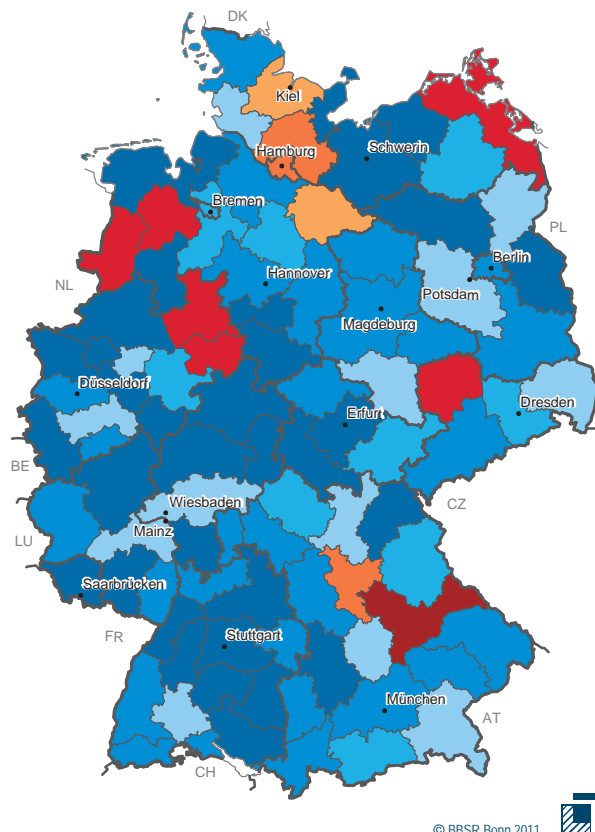
Karten 1 und 2

Bruttowertschöpfung 2008–2009

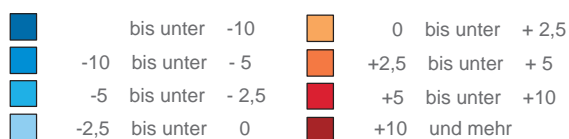


Entwicklung der Bruttowertschöpfung und CO₂-Emissionen (VET)

CO₂-Emissionen 2008–2009



Entwicklung der Bruttowertschöpfung bzw. CO₂-Emissionen im Vergleich der Jahre 2008 bis 2009 in %



Datenbasis: Laufende Raumbearbeitung des BBSR, DEHSt
Geometrische Grundlage: BKG/BBSR Raumordnungsregionen, 31.12.2008

Tabelle 2

Raumordnungsregion	Raumordnungsregionen mit dem größten Emissionsrückgang		
	VET 2009/2008 Mio. t CO ₂	VET 2009/2008 in %	BWS 2009/2008 in %
Duisburg/Essen	-12 698 024	-28,8	-4,7
Emscher-Lippe	-5 414 668	-26,7	-4,1
Saar	-3 413 534	-21,1	-7,2
Düsseldorf	-3 019 832	-6,7	-4,9
Aachen	-2 679 518	-11,6	-3,3
Lausitz-Spreewald	-2 225 606	-6,0	-1,8
Bochum/Hagen	-1 802 719	-22,0	-8,0
Münster	-1 782 941	-23,0	-4,4
Oderland-Spree	-1 340 998	-21,9	-7,2
Braunschweig	-1 129 261	-7,2	-7,2

Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHST)

Dem gefundenen Kompromiss gingen monatelange Verhandlungen voraus, und das Ergebnis wurde seitens der Vertreter der deutschen Wirtschaft zum Teil stark kritisiert.⁶ Befürchtet werden überdurchschnittliche Kostenbelastungen bis hin zur Gefahr der Abwanderung in Nicht-EU-Länder und damit der Verlagerung von CO₂-Emissionen außerhalb des Emissionshandelssystems.

Ab dem Jahr 2013 sinkt demnach die Obergrenze der insgesamt im Emissionshandelssystem zulässigen Emissionen, das sogenannte CAP, europaweit um jährlich 1,74 % gemessen ab 2010. Dabei liegen die tatsächlichen Emissionen im Jahr 2010 auch in Deutschland trotz des wirtschaftlichen Aufschwungs immer noch deutlich unter dem Niveau des Jahres 2008, welches das Endjahr des vorletzten Konjunkturzyklus markiert. Künftig werden alle Zertifikate für den Stromsektor vollständig versteigert. Für die Industriebranchen liegt der Auktionsanteil zunächst bei 20 % und wird bis 2027 nach und nach auf 100 % steigen. Die kostenlose Zuteilung basiert auf sogenannten Produktbenchmarks, die als CO₂-Emissionen pro Tonne produzierter Güter definiert werden. Die Benchmarks bilden die durchschnittliche Performance der europaweit 10 % effizientesten Anlagen ab. Ausnahmen wird es nur für stark in den

internationalen Wettbewerb eingebundene Industriebranchen geben, die auf der Carbon-Leakage-Liste⁷ geführt werden.

Ab 2013 werden zudem weitere stationäre Anlagen in den Emissionshandel aufgenommen, zum Beispiel aus dem Bereich Aluminium- und Düngemittelherstellung, Chemische Industrie und CCS (Carbon Capture and Storage, CO₂-Abscheidung und -Speicherung). Auch weitere Treibhausgase (Lachgas und perfluorierte Kohlenwasserstoffe) werden neben Kohlendioxid ab der nächsten Handelsperiode berücksichtigt. Insgesamt sollen so bis zum Jahr 2020 alle unter das Handelssystem fallenden Emissionen um 21 % (gemessen am Stand von 2005) reduziert werden (DEHST 2010).

Nach der ursprünglichen Zeitplanung sollten die nationalen Behörden bis September 2011 die vorläufigen kostenlosen Zuteilungen für die regulierten Anlagen für den Zeitraum 2013 bis 2020 berechnen und diese dann der EU-Kommission zur Prüfung vorlegen. Nach dem derzeitigen Stand werden diese „National Implementation Measures“ (NIM) jedoch erst im Laufe des Jahres 2012 geprüft, wobei spätere einheitliche und sektorübergreifende Anpassungen zur Einhaltung der festgelegten Obergrenzen möglich sind. Daher besteht seitens der am Emissionshandel beteiligten

Unternehmen noch immer eine gewisse Unsicherheit hinsichtlich der konkreten Ausgestaltung, was ihre Transaktionskosten erhöht und Planungen nicht erleichtert (KfW/ZEW 2010: 10f.).

Grundsätzlich lassen die deutlich geringere kostenlose Zuteilung an Zertifikaten und die damit einhergehenden Preissteigerungen für Emissionsrechte bei den betroffenen Unternehmen steigende Kosten erwarten. Insofern dürfte in der nächsten Handelsperiode dem Thema CO₂-Minderung eine höhere Bedeutung als bisher zukommen. Der künftige regionale Anpassungsdruck ab 2013 lässt sich aufgrund fehlender Angaben über die künftigen Zuteilungen nicht detailliert darstellen. Die Karte zu den verifizierten Emissionen (VET) aus dem Jahr 2008 dokumentiert die CO₂-Intensität der deutschen Regionen und dient als erste Orientierung. Das wirtschaftliche Boomjahr 2008 bietet sich als Referenz an, da die Förderung des wirtschaftlichen Wachstums und das Anknüpfen der deutschen Volkswirtschaft an einen dauerhaften Wachstumspfad erklärtes Ziel der Politik ist.

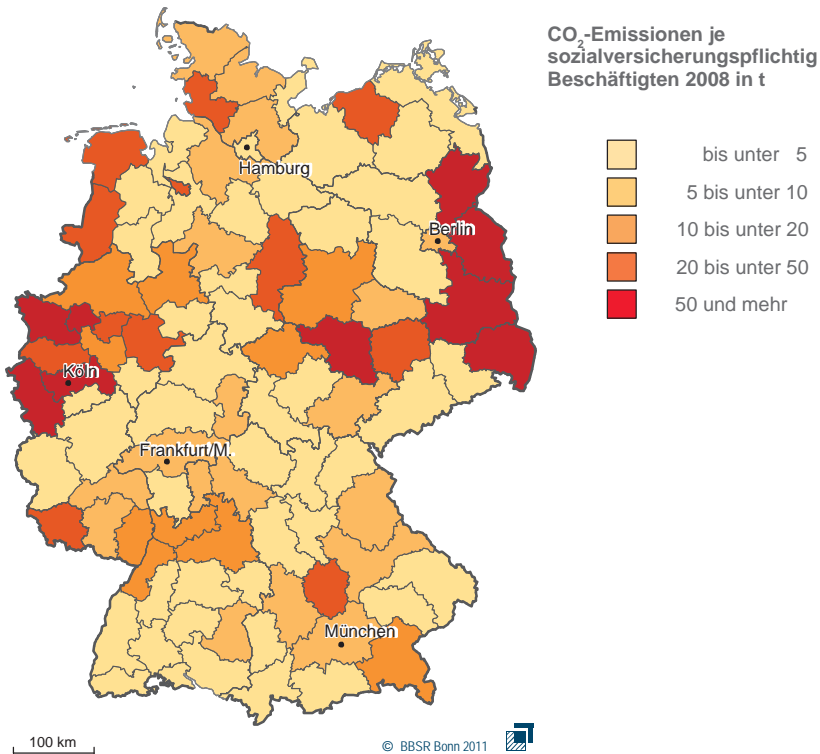
Vor dem Hintergrund vorliegender Ergebnisse aus Studien und Analysen sind folgende Einschätzungen möglich.

Der Anpassungsdruck in Energieregionen wie z. B. Köln und Lausitz-Spreewald wird grundsätzlich steigen, da die betroffenen Unternehmen – sofern es ihnen nicht gelingt auf erneuerbare Energien umzuschwenken – künftig alle benötigten Emissionsrechte ersteigern müssen. Außerdem wird die bereits eingeleitete Energiewende mit einem Strukturwandel in der kohlenstoffbasierten Energiewirtschaft einher-

(6) Vgl. Handelsblatt, 2010: Emissionshandel kommt die Industrie teuer. Handelsblatt, 20.12.2010.

(7) Carbon Leakage meint die Verlagerung der Produktion und damit der verbundenen CO₂-Emissionen in Länder, die keinen oder geringeren Klimaschutzauflagen unterliegen.

Karte 3

CO₂-Intensität der deutschen Regionen 2008

Datenbasis: Laufende Raumbbeobachtung des BBSR; DEHSt
Geometrische Grundlage: BKG/BBSR Raumordnungsregionen, 31.12.2008

gehen. Es ist nicht auszuschließen, dass die hieraus resultierenden Anpassungsreaktionen mit negativen Auswirkungen für einzelne Regionen verbunden sind.

Die Anpassungsreaktionen im Industriebereich hängen von der jeweiligen Marktsituation und den Möglichkeiten der einzelnen Unternehmen ab, über technischen Fortschritt den Ausstoß an Emissionen zu reduzieren oder die Auktionskosten für zusätzliche Zertifikate an Dritte zu überwälzen. Nach den Ergebnissen des CO₂-Barometers (KfW/ZEW 2010: 14) war bisher die CO₂-Minderung ein Nebeneffekt ohnehin durchgeführter Prozessoptimierungen. Aktuelle Befragungsergebnisse (KfW/ZEW 2010: 17) zeigen jedoch bereits heute – d. h. ohne Kenntnis der genauen freien Zuteilungsmengen – eine höhere Bereitschaft der Unternehmen ab 2013 zur CO₂-Vermeidung und zu Investitionen in Energieeffizienz-Technologien.

Die unmittelbare Betroffenheit Deutschlands durch Carbon-Leakage ist gesamtwirtschaftlich vergleichsweise niedrig einzuschätzen; nach älteren Studien gilt dies etwa für nur 1 % aller Beschäftigten oder 1 % des Bruttoinlandsprodukts (Jakubowski/Zarth 2009b: 6). Gleichwohl weisen die entsprechenden Branchen eine starke kleinräumige Konzentration auf. Sie können als Produzent von Vorprodukten für andere Branchen und aufgrund ihrer Vorleistungsverflechtungen ein wichtiges Element nationaler oder regionaler Wertschöpfungsketten sein. Diese Branchen werden auch künftig eine freie Zuteilung an Zertifikaten erhalten.

Bei der Abschätzung der Wirkungen der künftigen Emissionshandelsperiode und dem daraus resultierenden Anpassungsdruck für die deutschen Regionen ist auch die Nutzungsdauer des Anlagenbestandes zu beachten. So basiert der überwiegende Teil der deutschen Emissionen, und zwar

aktuell rd. 82 %, auf Anlagen mit einer durchschnittlichen technischen Restlebensdauer von 15 bis 20 Jahren. Umfangreiche Erneuerungen des Kapitalstocks sind daher erst ab 2026 zu erwarten (KfW/ZEW 2010: 13). Von daher ist eher damit zu rechnen, dass die Verknappung der freien Zuteilungen ab 2013 zu erhöhten Auktionskosten führt und diese Kosten über Preissteigerungen an Dritte weiter gegeben werden. Im ökonomischen Sinne ist dies auch legitim, entspricht es doch dem Grundsatz, dass alle Güter und Dienstleistungen, die in einer Volkswirtschaft produziert werden, dem Konsum dienen. Und dabei sind es die Konsumenten, die über ihre Präferenzen entscheiden, was konsumiert und somit auch produziert wird.

Des Weiteren haben die anstehenden Veränderungen im europäischen Emissionshandel einen wichtigen Nebeneffekt hinsichtlich seiner gesellschaftspolitischen Akzeptanz. Aufgrund zu hoher Zuteilungen bestand in der Vergangenheit eine Überversorgung mit Zertifikaten, so dass einzelne industrielle Großbetriebe nicht benötigte Emissionsrechte an Dritte wie z. B. die Energiekonzerne verkaufen konnten. Diese gaben dann die Kosten wiederum an die Verbraucher weiter. Dieser Umverteilungsprozess wurde in der öffentlichen Diskussion unter dem Schlagwort „Gelddruckmaschine“ thematisiert.⁸ Das verschärfte Benchmarking-Prinzip und die künftige Verknappung der freien Zuteilung bis hin zur vollständigen freien Allokation der Zertifikate können dazu beitragen, die negative gesellschaftliche Wahrnehmung des Emissionshandels zu relativieren und seine Steuerungsfunktion zu erhöhen.

(8) Vgl. Handelsblatt, 2010: Emissionshandel ist eine Gelddruckmaschine. Handelsblatt, 8.11.2011.

Regionale Betroffenheit vom Klimawandel und Anpassungsbedarf

Regionen geraten unter Anpassungsdruck, wenn aktuell bereits umgesetzte Maßnahmen z. B. beim vorsorgenden Hochwasserschutz nicht ausreichen, um künftige Auswirkungen des Klimawandels in diesem Risikobereich ohne zusätzliche Schäden zu überstehen. Das potenzielle Schadensausmaß in einer Region hängt folglich von der regionalen Ausprägung des globalen Klimawandels, von der aktuellen Raumnutzung bzw. den relevanten „Vorleistungen“ im Bereich Infrastruktur, Planung o. ä. sowie den Anpassungskapazitäten der Region ab (regionale Vulnerabilität⁹).

Eine Region ist dann großen sozio-ökonomischen Risiken durch den Klimawandel ausgesetzt, wenn sie (noch) nicht an die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels angepasst ist. Der erreichbare Anpassungsgrad gegenüber den Folgen des Klimawandels ergibt sich durch die Anpassungskapazität der Region, die wiederum von ihren finanziellen, organisatorischen und wissensbezogenen Ressourcen abhängt. Je geringer der Anpassungsgrad ausfällt, desto stärker ist eine Region dem Klimawandel ausgeliefert und desto stärker werden die negativen Effekte des Wandels die Region belasten (Zebisch/Grothmann 2005).

Gegenwärtig lässt sich für den Klimawandel in Deutschland langfristig das in Übersicht 1 zusammengefasste Bild zeichnen.¹⁰ Es setzt sich im Wesentlichen aus den Ergebnissen der vier verschiedenen regionalen Klimamodelle¹¹ und drei verschiedenen Emissionsszenarien (A1B, A2, B1) des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) zusammen.

Die Vulnerabilität gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels fällt in Deutschland regional sehr unterschiedlich aus. In der Deutschen Anpassungsstrategie sind aufbauend auf einer sektorübergreifenden Analyse und Bewertung folgende Schwerpunktregionen identifiziert worden, die besonders sensibel bzw. betroffen sind:

- Zentrale Teile Ostdeutschlands, das nordostdeutsche Tiefland und die südostdeutschen Becken und Hügel könnten künftig verstärkt mit einem rückläufigen Wasserangebot konfrontiert sein.
- Für die Region der links- und rechtsrheinischen Mittelgebirge wird von einem insgesamt niederschlagreicheren Klima ausgegangen. Dies hätte Anpassungen für die Land- und Forstwirtschaft sowie für den Hochwasserschutz zur Folge. Im Oberrheingraben könnten Hitzebelastungen häufiger und intensiver werden, zudem könnte die Hochwassergefahr steigen.

(9) Der Begriff Vulnerabilität bezeichnet die Schadensrisiken von Mensch-Umwelt-Systemen. „Die Vulnerabilität gegenüber dem aktuellen und zukünftigen globalen Wandel ist stark von der Ausgangssituation abhängig. Oft steht eine Region bzw. ein Bereich schon heute unter Druck. So können aktuelle klimatische oder naturräumliche Rahmenbedingungen Beschränkungen mit sich bringen (z. B. geringe Niederschläge oder arme Böden für die Bereiche Land- und Forstwirtschaft). Viele Bereiche werden von Veränderungen in den sozioökonomischen Rahmenbedingungen beeinflusst (z. B. Land- und Forstwirtschaft, Gesundheit, Tourismus, Verkehr). Solche Rahmenbedingungen bestimmen zum großen Teil die Prädisposition einer Region bzw. eines Bereichs gegenüber Auswirkungen des globalen Wandels und sind in hohem Maße mitverantwortlich für die regionale Differenzierung von Vulnerabilität.“

(10) Um die Spanne zu beschreiben, die sich aus den beschriebenen Unsicherheiten ergibt, nutzt die Klimaforschung unterschiedliche globale und regionale Modelle, bei denen zusätzlich die Randbedingungen variieren (Ensembles). Anschließend werden die Modellierungsergebnisse übereinander gelegt. Je größer das vorhandene Ensemble von Modellprojektionen ist (Multi-Model-Ensembles), umso besser lassen sich Unsicherheit und Variabilität der Modellergebnisse bewerten. Die Ergebnisse eines einzigen Modells reichen dazu nicht aus.

(11) Ergebnisse der vier bisher für Deutschland vorliegenden regionalen Klimamodelle REMO, CLM, WETTREG und STAR3. Die räumliche Auflösung der globalen Klimamodelle ist mit einer horizontalen Gitterweite zwischen 120 km bis über 200 km derzeit noch zu grob, um für Deutschland regional differenzierte Aussagen treffen zu können. Daher werden Regionalisierungsverfahren eingesetzt, bei denen sowohl statistische als auch dynamische regionale Klimamodelle (auch „Regionalmodelle“ genannt) sowie jeweils die Informationen aus den Berechnungen der Globalmodelle zur Anwendung kommen. Die statistischen Regionalmodelle projizieren dabei die meteorologischen Zeitreihen von ausgewählten Klimastationen Deutschlands anhand statistischer Verfahren in die Zukunft, während die dynamischen Regionalmodelle die globalen Klimaprojektionen anhand physikalisch-numerischer Verfahren auf ein feineres räumliches Gitter von derzeit bis zu 10 km horizontaler Auflösung auf Mitteleuropa regionalisieren.

Mögliche künftige Klimaänderungen in Deutschland

Mögliche regionale Temperaturänderungen für 2021–2050 verglichen mit 1961–1990:

- +1,0 bis +2,2 °C im Jahresmittel
- Mögliche regionale Niederschlagsänderungen für 2021–2050 verglichen mit 1961–1990:
- 0 bis -15% in der Jahressumme (vor allem im Osten)
- -5 bis -25% in der Sommersumme
- 0 bis +25% in der Wintersumme

Mögliche regionale Temperaturänderungen für 2071–2100 verglichen mit 1961–1990:

- +2,0 bis +4,0 °C im Jahresmittel
- +3,5 bis +4,0 °C im Wintermittel

Mögliche regionale Niederschlagsänderungen für 2071–2100 verglichen mit 1961–1990:

- Um 0 in der Jahressumme
- -15 bis -40% in der Sommersumme
- 0 bis +55% (regional maximal: +70%) in der Wintersumme

Quelle: BMU 2008: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel, Hintergrundpapier, Bonn/Berlin: (<http://www.BMU.de: Klima Energie /Klimaschutz/ Downloads>)

- In Punkto Biodiversität sind die Alpenregionen sehr sensibel und anfällig. Ein Abschmelzen von Gletschern hätte wasserwirtschaftliche Konsequenzen, während sich eine verminderte Schneesicherheit negativ auf die Attraktivität von Wintersportgebieten auswirken würde. Zudem ist davon auszugehen, dass das Potenzial für Naturgefahren, wie Steinschläge oder Muren zunimmt.
- Für die Küstenregionen können wachsende Gefahren durch den Meeresspiegelanstieg und ein geändertes Sturmklima entstehen. Allerdings bestehen weiterhin große Unsicherheiten über das zu erwartende Sturmklima und den Anstieg des Meeresspiegels. Die norddeutschen Küstenländer befassen sich daher intensiv mit möglichen Gefährdungen des Küstenraums und der Einleitung erster Anpassungsmaßnahmen. Eine hervorgehobene Bedeutung hat dabei die mögliche Gefährdung von Regionen mit einem hohen Schadenspotenzial wie dem Hamburger Hafen aber auch von Feucht- und Niederungsgebieten (BMU 2008).

Für eine regionale Betrachtung der mit dem Klimawandel in Deutschland verbundenen Chancen und Risiken ist zudem festzuhalten, dass Vorhersageergebnisse zur Ausprägung des Wandels tendenziell unsicherer werden, je weiter der Analysehorizont in die Zukunft reicht und je kleiner die betrachteten Regionen sind. Im Folgenden konzentrieren wir uns daher auf die räumliche Analyse der Gefährdung von Infrastruktur durch den Klimawandel. Die Infrastruktur wird sowohl durch die zu erwartenden Extremsituationen im Sommer wie Hitzetage als auch durch Starkregenereignisse im Winter beeinträchtigt (BMVBS 2010: 50).

Karte 4 zeigt die relative Betroffenheit der deutschen Regionen im Risikobereich „Infrastruktur“, wie sie im Rahmen des Modellvorhabens der Raumordnung „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“ herausgearbeitet wurde (BMVBS 2010: 53). Für die Bewertung wurde die Veränderung der Anzahl von Starkregenereignissen und Hitzetagen herangezogen. Im Gegensatz zu den dünn besiedelten Regionen sind nach diesem Ansatz dicht besiedelte Regionen aufgrund ihrer baulichen und verkehrlichen Infrastruktur grundsätzlich stärker gefährdet.

Anhand der Karte wird insbesondere die Betroffenheit westdeutscher Regionen deutlich. Hier sind detaillierte Analysen zur Vulnerabilität und zur Anpassungsfähigkeit ebenso sinnvoll wie notwendig.

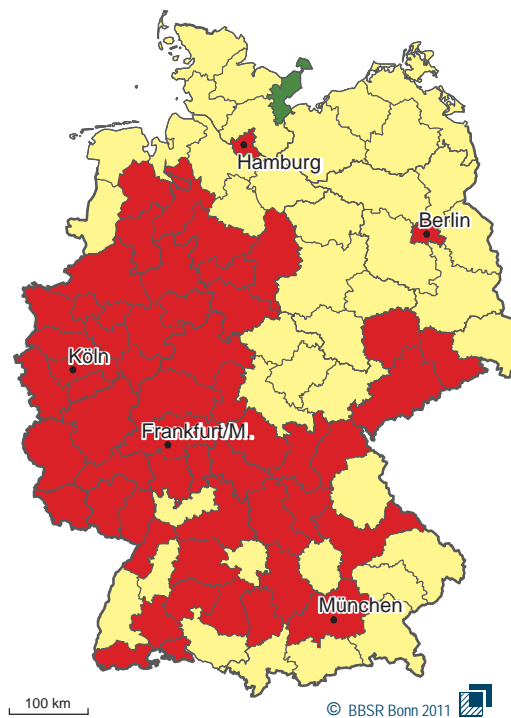
Die Regionen mit einer starken Betroffenheit vom Klimawandel haben insgesamt eine hohe gesamtwirtschaftliche Bedeutung, da in ihnen rd. 73 % der Bevölkerung leben und 76 % der Bruttowertschöpfung erwirtschaftet wird. Auch verlaufen durch sie zentrale Verkehrsachsen für den Güter- und Personenverkehr mit großräumigen Transifunktionen. Hierzu zählen auch die drei ostdeutschen Regionen Südsachsen, Oberes Elbtal/ Osterzgebirge und Westsachsen. Die übrigen ostdeutschen Regionen weisen bezogen auf die Infrastruktur eine mittlere Betroffenheit vom Klimawandel auf. Insgesamt leben in diesen Regionen bundesweit 27 % der Bevölkerung, und ihr Anteil an der Bruttowertschöpfung lag 2008 bei 23 %.

Abschätzungen über gestufte Gefährdungsgrade dieser Regionen und die potentielle Betroffenheit der unterschiedlichen Infrastrukturbereiche sind gegenwärtig Gegenstand vieler gestarteter Forschungsinitiativen. Mit

Fortschreiten der kleinräumigeren Modellierungs- und Vulnerabilitätsforschung ist die Hoffnung verknüpft, zusätzliche handlungsorientierte Hinweise zu räumlichen Vorsorge- bzw. Anpassungsschwerpunkten zu erhalten (Löschel/Reif 2011: 715). Gegenwärtig können Ereignisse wie Starkregen oder Stürme auf der regionalen Ebene nicht mit einer Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens hinterlegt werden. Folglich sind Entscheidungen über raumstrukturelle und investive Anpassungsmaßnahmen, die im Infrastrukturbereich Bindungen über 50 Jahre und länger bedeuten, in einem komplexen Umfeld unter Ungewissheit zu treffen. Den Entscheidungsträgern liegen zwar Informationen über die Schadensart und das potenzielle Schadensausmaß vor, aber keine belastbaren Informationen über die Eintrittswahrscheinlichkeit und den Eintrittszeitpunkt des Ereignisses (Tegner/Grewing 1996: 465–467 und Jakubowski 1999: 30). Dies führt zu einer hohen Komplexität von Entscheidungsprozessen, die im Zusammenspiel vieler öffentlicher und privater Entscheidungsträger zu lösen sind.

Karte 4

Betroffenheit der deutschen Regionen im Bereich „Infrastruktur“



Bewertung der Wirkfolgen



Datenbasis: Laufende Raumbewertung des BBSR
 Geometrische Grundlage: BKG/BBSR Raumordnungsregionen, 31.12.2008

Räumliche Überlagerungen des Anpassungsdrucks

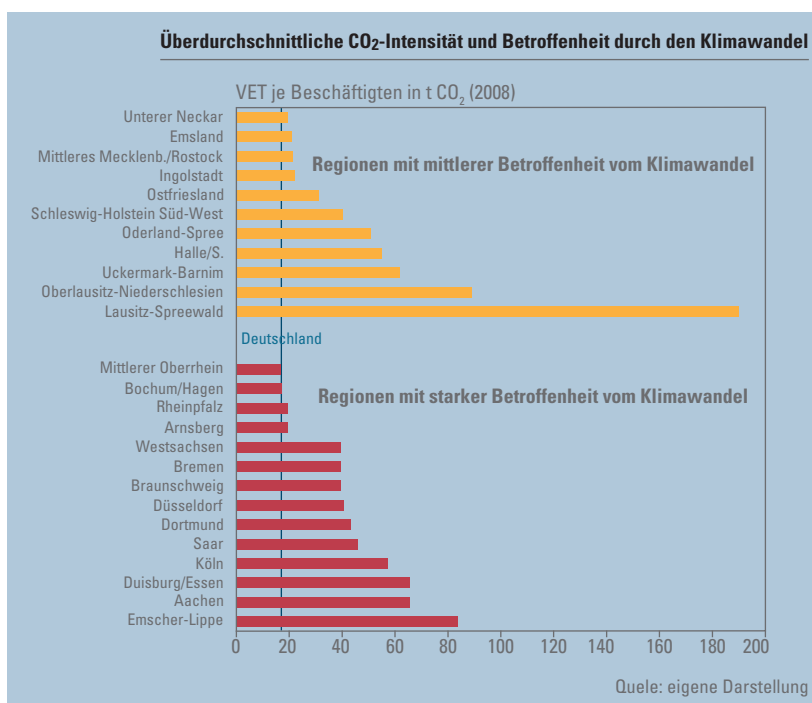
Die räumliche Betrachtung beider klimapolitischer Handlungsstränge zeigt, dass es in einzelnen Regionen zu einer Überlagerung kommt: Dabei ist eine hohe CO₂-Intensität der regionalen Wirtschaft bei gleichzeitig überdurchschnittlicher Betroffenheit durch den Klimawandel ein Indiz dafür, dass der klimapolitisch bedingte Strukturwandel in der jeweiligen Region besonders ausgeprägt sein dürfte und einer Flankierung durch öffentliche und private Mittel bedarf.

Abbildung 3 führt Regionen auf, in denen der klimapolitisch bedingte Strukturwandel langfristig eine überdurchschnittliche Bedeutung haben dürfte. Dies gilt insbesondere für Regionen, die stark vom Wandel des Klimas betroffen sein werden und gegenwärtig eine überdurchschnittlich CO₂-intensive Wirtschaftsstruktur haben. Gemessen am gesamträumlichen Durchschnitt bei den verifizierten Emissionen (VET) von 17 t CO₂ je Beschäftigten sind Teile des Ruhrgebiets mit den Regionen Emscher-Lippe, Duisburg, Essen und Dortmund, aber auch Aachen, Düsseldorf und Köln sehr stark betroffen. Ebenfalls dürften die Regionen Bremen, Braunschweig, Saar und Westsachsen stark mit einem klimaschutzbedingten Strukturwandel konfrontiert werden. In diesen Regionen erreicht die aktuelle CO₂-Intensität der Wirtschaftsstruktur noch mehr als das Doppelte des gesamträumlichen Durchschnitts.

Darüber hinaus weisen einzelne Regionen mit einer mittleren Betroffenheit vom Klimawandel ebenfalls eine stark überdurchschnittliche CO₂-Intensität auf. Zu nennen sind hier vor allem die Regionen Lausitz-Spreewald (190,1 t CO₂/Beschäftigten), Oberlausitz-Niederschlesien (89,1 t CO₂/Beschäftigten) oder Uckermark-Barnim (61,8 t CO₂/Beschäftigten).

In den Regionen mit einer starken Betroffenheit vom Klimawandel und einer hohen CO₂-Intensität der Wirtschaftsstruktur leben beinahe 23 % der gesamten Bevölkerung. Zieht man die Kennzahlen zur Beschäftigung und Bruttowertschöpfung hinzu, zeigt sich ein nahezu identisches Bild: In diesen Regionen arbeiteten 2008 fast 22,3 % aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, und sie erwirtschafteten 23,3 % der Bruttowertschöpfung. In den Regionen mit überdurchschnittlicher CO₂-Intensität und mittlerer Betroffenheit vom Klimawandel leben immerhin weitere 7,5 % der deutschen Bevölkerung. Ihr Anteil an den Beschäftigten und an der Bruttowertschöpfung machte 2008 7 % bzw. 6,5 % aus.

Abbildung 3



Betrachtet man die Branchenstruktur der 25 Regionen mit einer hohen CO₂-Intensität, dann wird deutlich, dass sich in diesen Regionen die Standorte kohlenstoffhaltiger Produktionsweisen kumulieren. Erkennbar ist dies anhand der regionalen Anteile an den bundesweit zugeteilten Emissionsberechtigungen differenziert nach Branchen. Hierzu zählen neben der Energiewirtschaft auch die Branchen Mineralölverarbeitung, der Bereich Eisen und Stahl einschließlich Kokereien, Zement/Kalk, Glas/Keramik, Zellstoff und Papier sowie Chemie.

Angesichts der derzeit beschlossenen Ausgestaltung des Emissionshandels werden Regionen mit

einer starken Konzentration auf den Energiebereich am stärksten betroffen sein, da ab 2013 die vollständige Versteigerung der Emissionsberechtigungen die Regel sein wird. In Regionen mit einer starken Ausrichtung auf Branchen, die bis 2020 teilweise noch freie Zuteilungen erhalten oder unter Carbon-Leakage fallen, wird der Anpassungsdruck niedriger sein.

Abbildung 4 zeigt außerdem, dass in etwa der Hälfte der Regionen neben der Energieerzeugung auch der Industriebereich für die hohe CO₂-Intensität verantwortlich ist. Oder mit anderen Worten: Energieregionen sind nicht nur Energieregionen, sondern Standort weiterer CO₂-affiner Produktionstätigkeiten. Einzelne dieser Branchen wie z. B. Stahl und Eisen sowie Papier, Karton und Pappe und Teile der chemischen Industrie gelten als Carbon-Leakage gefährdet. Letztlich ist nur eine grobe

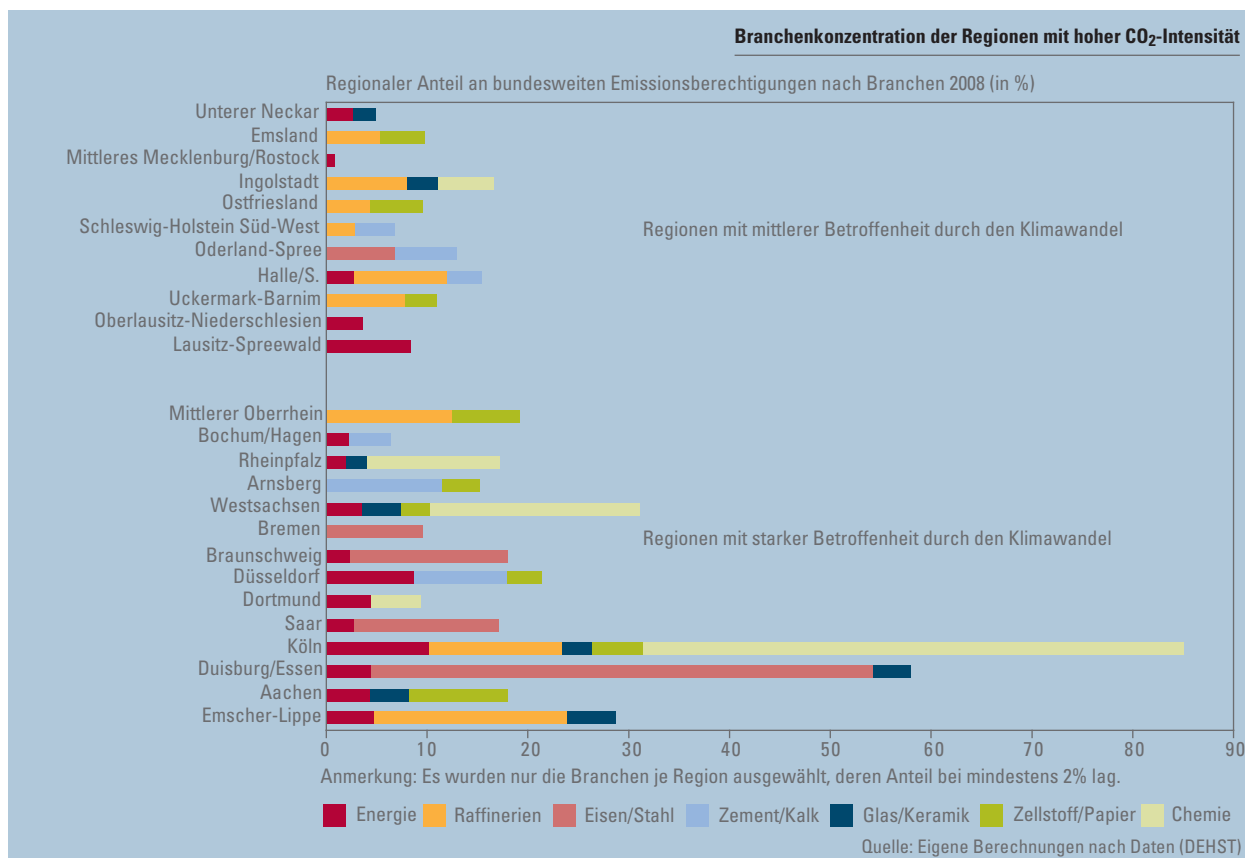
Differenzierung des Anpassungsdrucks infolge der Emissionsvermeidung möglich, weil mit Ausnahme des Energiebereichs die Zuteilungen im industriellen Bereich anlagenbezogen erfolgen. Daher kann auch keine eindeutige Rangfolge der regionalen Belastungen erstellt werden.

Für die Stärke des Anpassungsdrucks ist natürlich auch die zeitliche Perspektive relevant, d. h. ob Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und zur Emissionsvermeidung in den einzelnen Regionen zeitgleich zu ergreifen sind. Es ist davon auszugehen, dass die bereits heute eingeleiteten Maßnahmen weitgehend ausreichen, um die Reduktionsziele bis 2020 (BMU 2011) umzusetzen. Aufgrund der technischen Restlebensdauer des Anlagenbestandes sind ab 2026 zusätzliche Vermeidungsinvestitionen in größerem Umfang zu erwarten (KfW/ZEW 2010:

13), die zur Erreichung der für 2050 anvisierten Einsparziele beitragen werden. Projektionen zu den Folgen des Klimawandels legen derzeit größere Auswirkungen ab 2070–2100 nahe. Unterstellt man vereinfacht einen 50jährigen Nutzungszyklus der Infrastruktur, dann ergeben sich zwei mögliche Optionen: Bereits jetzt als sinnvoll erachtete Anpassungsmaßnahmen könnten im Zuge der derzeit anstehenden Infrastrukturerneuerung berücksichtigt werden, zumal dies auch Kosteneinsparpotenziale eröffnet.¹² Darüber hinaus gehende Anpassungsmaßnahmen könnten dann ab 2050 ergriffen werden, sofern belastbarere Informationen über Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadensausmaß vorliegen.

(12) Das Deutsche Institut für Urbanistik schätzt z. B. den kommunalen Investitionsbedarf von 2006 bis 2020 auf rund 704 Mrd. Euro. Pressemitteilung des Difu vom 21.04.2008

Abbildung 4



Einschätzung der regionalen Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel

Die Bewältigung des Klimawandels ist wegen seiner wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Tragweite eine gesamtstaatliche Aufgabe.

Während einzelne Herausforderungen wie die globale Emissionsverminderung ein international abgestimmtes Vorgehen erfordern, sind in vielen Fällen regionale Aktivitäten notwendig. Ausgehend von den dargestellten Überlagerungen von Anpassungs- und Vermeidungsaktivitäten stellt sich die Frage, ob die deutschen Regionen die damit verbundenen Herausforderungen meistern können.

Auch wenn die Messung der regionalen Anpassungskapazitäten bisher empirisch kaum vorgenommen wurde (Löschel/Reif 2011: 715), dürfte hierbei die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Regionen von zentraler Bedeutung sein. Nach ersten Einschätzungen werden gerade die Regionen mit schwacher Wirtschaftskraft deutlich stärker mit den Kosten des Klimawandels belastet (Kempf 2008: 142). Grundsätzlich können wirtschaftsstarke Regionen die Anpassungs- und Vermeidungslasten im Zuge des Klimawandels ökonomisch leichter schultern als wirtschaftsschwache Regionen. Dabei werden Investitionen in Anpassung und Emissionsvermeidung zunächst von unterschiedlichen Akteuren finanziert. Während Anpassungen der Infrastruktur in erster Linie die öffentlichen Gebietskörperschaften betreffen, fallen die Kosten der Emissionsvermeidung zunächst bei den Unternehmen an. Die Abbildung der Anpassungsfähigkeit über die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit sollte daher neben der langfristigen Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit der regionalen Wirtschaft auch die finanzielle Handlungsfähigkeit der öffentlichen Hand berücksichtigen.

Eine erste Einschätzung der Anpassungskapazität der deutschen Regionen ergibt unter Beachtung der in der Tabelle 3 enthaltenen ökonomischen Kontextindikatoren folgende Ergebnisse.

Die Regionen mit einer starken Betroffenheit durch die Anpassung an den Klimawandel und einer hohen CO₂-Intensität der Wirtschaft weisen hinsichtlich wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit und Beschäftigungswachstum ein breites Spektrum auf. Dies gilt vor allem für diejenigen Regionen, deren CO₂-Intensität mehr als doppelt so hoch ist wie der gesamtäumliche Durchschnitt mit

17 t CO₂ je Beschäftigten. Von diesen zehn Regionen weisen immerhin fünf Regionen eine unterdurchschnittliche wirtschaftliche Leistungsfähigkeit gemessen als Bruttowertschöpfung je Beschäftigten auf. Die Spanne der Werte reicht von rd. 62 000 Euro für Westsachsen, welche als einzige ostdeutsche Region zu dieser Gruppe zählt, bis zu rd. 92 780 Euro je Beschäftigten für Düsseldorf. Im Gruppendurchschnitt liegt die Produktivität bei rd. 84 410 Euro je Beschäftigten. Diese Regionen haben in der Vergangenheit unterschiedlich stark am gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungsaufbau partizipiert. Mit Aachen und Köln zählen immerhin zwei westdeutsche Regionen zur Spitzengruppe, dort stieg die Beschäftigung über alle Konjunkturzyklen von 1977 bis 2010 immerhin um 16,3 und 13,0 %. Lediglich die Regionen Mittlerer Oberrhein und Arnberg erreichen höhere Zuwachsraten. Einzelne Regionen wie Bochum/Hagen, und Duisburg/Essen liegen aber noch immer deutlich unter dem Beschäftigungsniveau von 1977. Sie haben über alle Konjunkturzyklen per Saldo Beschäftigung verloren, was wiederum ein deutliches Indiz für ihre Anpassungsprobleme im wirtschaftlichen Strukturwandel ist.

Der Indikator „Veränderung der Bruttowertschöpfung 2009 zu 2008“ dokumentiert, in welchem Maße die Regionen aufgrund ihrer Wirtschaftsstruktur von der letzten Rezession im Zuge der internationalen Finanz- und Wirtschaftskrise betroffen waren, d. h. ihre Konjunkturabhängigkeit. Eine besonders starke Betroffenheit weisen danach die Regionen Bochum/Hagen, Braunschweig und Saar auf. Die Analyse zeigt aber auch, dass Regionen mit starker Konjunkturabhängigkeit wie das Emsland langfristig Beschäftigung aufbauen können.

Tabelle 3

Raumordnungsregion	Ausgewählte regionale Kontextindikatoren				
	VET je Beschäftigten 2008 in t CO ₂	BWS je Beschäftigten 2008 in Euro	Veränd. Beschäftigung* in %	Veränd. BWS 2009/2008 in %	Schulden** je Einwohner 2009 in Euro
Mittlere Betroffenheit vom Klimawandel					
Unterer Neckar	19,3	84 747	13,9	-3,4	922
Emsland	20,9	81 053	64,0	-5,6	880
Mittleres Mecklenburg/Rostock	21,2	65 509	2,1	-2,4	1 528
Ingolstadt	22,3	88 564	72,8	-3,7	425
Ostfriesland	31,3	79 484	17,6	-3,4	1 148
Schleswig-Holstein Süd-West	40,2	88 524	10,9	-1,4	967
Oderland-Spree	50,7	64 997	-2,2	-0,7	935
Halle/S.	54,9	64 840	-2,1	-3,8	1 822
Uckermark-Barnim	61,8	67 308	1,0	-0,8	651
Oberlausitz-Niederschlesien	89,1	61 391	-2,4	-2,3	765
Lausitz-Spreewald	190,1	72 522	0,4	-1,8	1 087
Starke Betroffenheit vom Klimawandel					
Mittlerer Oberrhein	16,9	84 582	27,7	-5,3	664
Bochum/Hagen	17,2	80 342	-14,1	-8,0	2 900
Rheinpfalz	19,4	83 369	12,8	-6,9	2 496
Arnsberg	19,6	78 282	20,9	-6,5	1 493
West Sachsen	39,4	61 910	5,0	-0,9	1 260
Bremen	39,4	88 721	-3,1	-3,2	x
Braunschweig	39,7	78 415	9,5	-7,2	1 284
Düsseldorf	40,9	92 771	-0,3	-4,9	2 037
Dortmund	43,2	84 534	-5,7	-3,5	2 574
Saar	46,2	79 640	4,5	-7,2	2 337
Köln	57,3	86 929	13,0	-4,2	2 036
Duisburg/Essen	65,7	89 441	-9,5	-4,7	3 639
Aachen	65,8	80 442	16,3	-3,3	1 828
Emscher-Lippe	83,8	83 600	-15,1	-4,1	3 073

Anmerkung:
 * Westdeutschland 1977-2010/Ostdeutschland 2003-2010
 ** Kommunale Schulden einschließlich Kassenkredite

Quelle: Laufende Raumbearbeitung des BBSR; eigene Berechnungen

Der Indikator „Schulden je Einwohner 2009“ dient als Orientierung für die finanziellen Spielräume der Kommunen, notwendige Anpassungen selbst zu finanzieren. Je höher der Verschuldungsgrad der Kommunen ist, desto eingeschränkter sind deren Möglichkeiten, zusätzliche Anpassungslasten im Zuge des Klimawandels zu schultern. Dabei geht eine hohe wirtschaftliche Leistungskraft nicht immer mit einem niedrigen kommunalen Verschuldungsgrad einher und umgekehrt. So weisen vor allem westdeutsche Agglomerationsräume mit ihren Großstädten überdurchschnittliche Verschuldungsgrade mit steigender Tendenz auf, während die

kommunalen Gebietskörperschaften in Ostdeutschland ihre Schuldenbelastungen abbauen konnten (Maretzke 2011: 6f).

Ähnlich heterogen stellt sich das Bild der elf Regionen mit einer mittleren Betroffenheit vom Klimawandel dar. Eine ausgesprochen hohe CO₂-Intensität, d. h. mehr als doppelt so hoch wie der gesamtäumliche Durchschnitt, weisen sieben Regionen auf, wobei Lausitz-Spreewald als Energieregion mit rd. 190 t CO₂ je Beschäftigten der absolute Spitzenreiter ist. Im Vergleich zur Gruppe mit einer starken Betroffenheit vom Klimawandel weisen diese Regionen

in der Regel eine niedrigere wirtschaftliche Leistungsfähigkeit auf. So liegt der Gruppendurchschnitt mit rd. 75 360 Euro deutlich unter dem gesamtäumlichen Durchschnitt von rd. 81 560 Euro. Die Spanne der Regionalwerte reicht von rd. 61 400 Euro je Beschäftigten für Oberlausitz-Spreewald bis zu rd. 88 600 Euro für Ingolstadt. Des Weiteren fällt auf, dass die westdeutschen Regionen aus dieser Gruppe über alle Konjunkturzyklen sehr stark Beschäftigung aufbauen konnten. Dies gilt vor allem für die Spitzenreiter Ingolstadt und Emsland mit Zuwächsen von rd. 73 und 64 %. Von den sechs ostdeutschen Regionen verzeichnen immerhin die drei Regionen Mittleres Mecklenburg/Rostock, Uckermark-Barnim und Lausitz-Spreewald seit 2003 eine Stabilisierung ihrer Beschäftigungslage, da sie erstmals per Saldo mehr Beschäftigung aufbauten als Arbeitsplätze verloren. Im Vergleich zur Gruppe mit einer starken Betroffenheit infolge des Klimawandels waren die Regionen aus dieser Gruppe tendenziell weniger stark von der letzten Rezession betroffen, wobei dies jedoch nicht für das Emsland gilt.

Die deutschen Regionen, bei denen sich die Herausforderungen aus Klimaanpassung und -vermeidung räumlich überlagern, sind hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Anpassungsfähigkeit recht unterschiedlich. Insgesamt ergibt sich ein heterogenes Bild, das die Stellung der einzelnen Regionen im Rahmen der räumlich-funktionalen Arbeitsteilung, ihre wirtschaftsstrukturellen Unterschiede sowie die damit einhergehenden Stärken und Schwächen dokumentiert. Am Beispiel der Ruhrgebietsregionen wird erkennbar, dass der kumulierte Anpassungsdruck infolge von Klimawandel und -schutz auch ehemals monostrukturierte Regionen betrifft, die die damit einhergehenden wirtschaftsstrukturellen Herausforderungen noch nicht bewältigt haben. Auf diese Regionen kommen im Zuge des Klimawandels zusätzliche Belastungen zu. Es ist fraglich,

ob sie diese Herausforderungen ohne Unterstützung übergeordneter Ebenen bewältigen können. Hierfür spricht vor allem die Tatsache, dass sie über alle Konjunkturzyklen hinweg Beschäftigung verloren haben.¹³ Dabei haben die wirtschaftlichen und sozialen Entwicklungen zu einer überaus angespannten Situation der öffentlichen Haushalte geführt. In diesen Regionen leben rd. 8 % der Bevölkerung, und angesichts ihrer Anteile an Beschäftigung (7,2 %) und Bruttowertschöpfung (7,9 %) wird ihre gesamtwirtschaftliche Bedeutung erkennbar.

Ein weiteres Beispiel ist die Region Bremen, die in der Vergangenheit eine starke Konzentration auf die Wertindustrie aufwies und inzwischen deutliche Fortschritte bei der Diversifizierung ihrer Wirtschaft erzielte. Dies dokumentiert u. a. die hohe Produktivität von fast 89 000 Euro je Beschäftigten. Gleichwohl zählt Bremen ebenfalls zu den

Regionen, die über alle Konjunkturzyklen Beschäftigung verloren haben, jedoch deutlich weniger stark als die o. g. Ruhrgebietsregionen. Insofern dürfte Bremen die klimapolitisch bedingten Herausforderungen relativ gesehen leichter meistern.

Auf der anderen Seite sind industriell geprägte Regionen wie Unterer Neckar, Ingolstadt oder das Emsland zu nennen: Sie haben über alle Konjunkturzyklen per Saldo Beschäftigung aufgebaut, weisen entweder eine stark mittelständische Struktur auf oder sind Standort von Großunternehmen, von denen über Vorleistungsverflechtungen wichtige Impulse auf die regionale Wirtschaft ausgehen. Angesichts der positiven Entwicklung in der Vergangenheit und des niedrigen Verschuldungsgrades der kommunalen Gebietskörperschaften dürften diese Regionen die künftigen Herausforderungen im Zuge des Klimawandels im Vergleich zu anderen Regionen leichter meistern.

(13) Nicht so ganz passt Dortmund in das Bild, da diese Region offenbar einen großen Schritt zur Bewältigung des Strukturwandels geschafft hat: Die Beschäftigungsgewinne des letzten Aufschwungs bis 2008 konnten erstmals die Verluste aus dem vorherigen Abschwung kompensieren. Auch zählt Dortmund zu den wenigen westdeutschen Regionen, die 2009 während der aktuellen Krise noch sozialversicherungspflichtige Beschäftigung aufbauten.

Politikempfehlungen

Die hier durchgeführte Risikoabschätzung geht der Frage nach, ob und in welchem Maße sich in Deutschland die Herausforderungen aufgrund der verfolgten Klimaschutzziele und der notwendigen Anpassung an den nicht mehr aufzuhaltenden Klimawandel räumlich überlagern. In die Beurteilung der Verletzlichkeit der deutschen Regionen fließt ihre wirtschaftliche Leistungsfähigkeit mit ein. Die gewählte Ebene der Raumordnungsregionen erlaubt eine erste Einschätzung der sich abzeichnenden Herausforderungen unter regionalen Aspekten.

Bereits heute ist erkennbar, dass viele Anpassungsmaßnahmen von den Akteuren vor Ort durchgeführt werden. Insbesondere für die Kommunen werden auf dem Gebiet der kleinräumigen Infrastruktur wie Abwasserent- und Wasserversorgungssysteme, Hochwasserschutz und Verkehrsnetze zusätzliche Anpassungslasten entstehen. Infolge steigender Sozialkosten besitzen jedoch viele Kommunen, und nicht nur solche in strukturschwachen Regionen, nur begrenzte haushaltspolitische Spielräume.¹⁴ Sie sind oftmals kaum in der Lage, notwendige Investitionen zur Behebung infrastruktureller Missstände durchzuführen. Dies gilt insbesondere für solche Kommunen, die sich im Nothaushaltsrecht befinden. Bei großräumigen Infrastrukturen wie z. B. Bundesverkehrswegen ist in erster Linie der Bund als Akteur gefordert.

Bei der Emissionsvermeidung sind die Unternehmen in der Pflicht. Mit Blick auf die weitere Ausgestaltung des Emissionshandels für den Industriebereich, der Ausnahmen für Carbon-Leakage vorsieht, dürften sich regionalwirtschaftliche Verwerfungen in Grenzen halten. Zudem gehen vom Emissionshandel Anreize für Innovationen aus, und die damit verbundenen Herausforderungen stellen eine weitere Etappe im Strukturwandel dar. Diese dürften diejenigen Regionen, deren Wirtschaft bisher im Strukturwandel gut mithalten konnte, leichter bestehen als Regionen mit Anpassungsproblemen.

Zur Finanzierung von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel bieten sich unterschiedliche Möglichkeiten an. Eine Alternative stellt die Verwendung der Erlöse aus der Versteigerung der CO₂-Zertifikate dar, wie es auch die EU-Richtlinie 2009/29/EG zum Emissionshandel vorsieht (Löschel/Reif 2011: 715). Außerdem

wäre eine Finanzierung aus dem allgemeinen Steueraufkommen oder eine Verschiebung der Prioritäten bei der Infrastrukturpolitik hin zur vorsorgenden Bestandserhaltung möglich.

Denkbar wäre auch eine Gemeinschaftsaufgabe „Anpassung an den Klimawandel“ (Löschel/Reif 2011: 715). Diese sollte angesichts der Herausforderungen ressortübergreifend finanziert sein, indem jedes Ressort eigene Mittelansätze einbringt. Angesichts der kommunalen Finanzsituation dürfte es unstrittig sein, dass eine Gemeinschaftsaufgabe „Anpassung an den Klimawandel“ nicht nur in den strukturschwachen, sondern auch in strukturstarken Regionen zum Einsatz käme. Denn diese Regionen sind z. T. stark vom Klimawandel betroffen. Außerdem korrespondiert regionale Strukturstärke nicht zwangsläufig mit einer soliden finanzpolitischen Situation der Kommunen.

Sollten trotz einer wettbewerbsneutralen Ausrichtung der Emissionsvermeidungspolitik in einzelnen Regionen regionalwirtschaftliche Verwerfungen auftreten, wäre an die Förderung betrieblicher Investitionen zu denken, sofern dies im Einklang mit den beihilferechtlichen Vorgaben der EU-Kommission steht.

Unabhängig davon, für welche Umsetzungsvariante sich die Politik entscheiden wird, sind weitere belastbare Erkenntnisse über die Anpassungserfordernisse im Zuge des Klimawandels notwendig. Dies gilt nicht nur für die räumliche Betrachtungsebene, sondern auch für die Schätzung von Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadensintensitäten sowie resultierende Anpassungserfordernisse. Ebenso sind weitere Erkenntnisse über die Anpassungsfähigkeit der einzelnen Regionen erforderlich.

(14) Ein spezieller Fall wären zudem diejenigen Kommunen, die ihre Infrastruktur an Dritte verkauft haben und diese im Rahmen von Cross-Border-Leasing nutzen.

Literatur

- BBK – Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg.), 2010: Methode für eine Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz. Bonn
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, 2008: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel – Kurzfassung, Bonn
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, 2011: Deutschland bei Klimaschutz-Zielen 2020 auf Kurs. Pressemitteilung Nr. 154/11 vom 2.12.2011
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2010: Klimawandel als Handlungsfeld der Raumordnung. Forschungen, H. 144. Bonn
- Bundesregierung, 2008: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel; vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen; im Internet unter www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf
- DEHST – Deutsche Emissionshandelsstelle, 2010: Fragen und Antworten zum Emissionshandel. Das europäische Emissionshandelssystem (EU ETS) in Deutschland. Berlin, September 2010
- Deutsches Institut für Urbanistik, 2008: Kommunaler Investitionsbedarf bis 2020
- Handelsblatt, 2010: Emissionshandel kommt Industrie teuer. Handelsblatt, 20.12.2010
- Handelsblatt, 2010: Emissionshandel ist eine Gelddruckmaschine. Handelsblatt, 08.11.2011
- Ifo-Institut, 2011: Emissionsvermeidung oder Anpassung an den Klimawandel: Welche Zukunft hat die Klimapolitik? Ifo-Schnelldienst Nr. 5, S. 3–29
- Jakubowski, Peter, 1999: Demokratische Umweltpolitik – Eine institutionenökonomische Analyse umweltpolitischer Zielfindung. Münster
- Jakubowski, Peter; Zarth, Michael, 2009a: Regionale Steuerungswirkungen des CO₂-Emissionshandels in der 2. Handelsperiode. Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht, H. 3/2009, S. 273–309
- Jakubowski, Peter; Zarth, Michael, 2009b: Regionale Produktionsverlagerungen durch den CO₂-Emissionshandel. BBSR-Berichte KOMPAKT, 7/2009. Bonn
- Kemfert, C., 2008: Kosten des Klimawandels ungleich verteilt: Wirtschaftsschwache Bundesländer trifft es am härtesten. DIW-Wochenbericht Nr. 12–13, S. 137–142
- KOM – KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, 2007: Grünbuch der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Anpassung an den Klimawandel in Europa – Optionen für Maßnahmen der EU. KOM(2007) 354 endgültig, Brüssel
- KfW/ZEW, 2011: Hoher Anpassungsbedarf im EU-Emissionshandel ab 2013 – deutliche Defizite bei der Vorbereitung in den Unternehmen. Frankfurt am Main
- Löschel, A.; Reif, C. u.a., 2011: Versteigerungserlöse aus CO₂-Zertifikaten im Spannungsfeld zwischen Bund und Ländern. Wirtschaftsdienst, Nr. 10, S. 712–715
- Maretzke, S., 2011: Stehen die kommunalen Finanzen vor dem Abgrund. PLANERIN, Heft 4/2011, S. 5–8
- Financial Times Deutschland, 2010: Naturkatastrophen – Klimawandel in Deutschland beherrschbar. Financial Times Deutschland, 21.06.2010
- Tegner, H.; Grewing, M. 1996: Wahrscheinlichkeitshaftung für Umweltschäden. WiSt, Heft 9/1996, S. 465–467
- Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium der Finanzen, 2010: Klimapolitik zwischen Emissionsvermeidung und Anpassung, Berlin
- Zebisch, M.; Grothmann, T u. a., (2005): Klimawandel in Deutschland Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme – Kurzfassung; Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung; Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Juni 2005
- Zarth, Michael, 2011: Zur Entwicklung der deutschen Regionen in den langfristigen Konjunkturzyklen. Informationen zur Raumentwicklung 2/2011, Heft 2, S. 99–112

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Bearbeitung/Ansprechpartner

Michael Zarth
michael.zarth@bbr.bund.de
Dr. Peter Jakubowski
peter.jakubowski@bbr.bund.de

Redaktion

Friederike Vogel

Druck

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Bestellungen

gabriele.bohm@bbr.bund.de
Stichwort: BBSR-Analysen KOMPAKT 05/2012

Die BBSR-Analysen KOMPAKT erscheinen in unregelmäßiger Folge. Interessenten erhalten sie kostenlos.

ISSN 2193-5017 (Printversion)
ISBN 978-3-87994-701-0
Bonn, März 2012

Newsletter „BBSR-Forschung-Online“

Der kostenlose Newsletter informiert monatlich über neue Veröffentlichungen, Internetbeiträge und Veranstaltungstermine des BBSR.
www.bbsr.bund.de/BBSR/newsletter