

Diskussionsbeitrag Nr. 40-15

**Ökonomische Auswirkungen des Klimawandels
- Am Beispiel von Rheinland-Pfalz -**

**Michael von Hauff
Elena Huber**

**Prof. Dr. Michael von Hauff, Technische Universität Kaiserslautern
Elena Huber M. Sc., Technische Universität Kaiserslautern**

**Technische Universität Kaiserslautern, Postfach 3049,
67653 Kaiserslautern**

ISSN 0943-593-X

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Allgemeine Klimatrends und Anpassungsstrategien in Deutschland	2
3	Kosten des Klimawandels	5
4	Klimawandel in Rheinland-Pfalz	8
5	Wirtschaftsstandort Rheinland-Pfalz	10
6	Auswirkungen auf die Landwirtschaft	13
7	Auswirkungen auf das produzierende Gewerbe	17
7.1	Auswirkungen auf das Baugewerbe	18
7.2	Auswirkungen auf das Handwerk	21
7.3	Auswirkungen auf die Automobilindustrie	22
7.4	Auswirkungen auf die chemische Industrie	23
8	Auswirkungen auf den Dienstleistungssektor	25
8.1	Auswirkungen auf den Tourismus	25
8.2	Auswirkungen auf Handel und Gastgewerbe	27
9	Auswirkungen auf die Haushalte, insbesondere die Gesundheit	29
9.1	Folgen von Hitzewellen	31
9.2	Folgen von Hochwasser	33
9.3	Folgen von Luftverschmutzung	34
10	Zusammenfassung	36
11	Verwendete und weiterführende Literatur	38
Anhang:	Regressionsanalyse für BWS und Jahresmitteltemperatur	47
Bisher erschienen:	50

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Regressionsgerade von BWS (preisbereinigt, Kettenindex 2005 = 100) und Jahresmitteltemperatur.....	13
Abbildung 2: Regressionsgerade von BWS (preisbereinigt, Kettenindex 2005 = 100) der Landwirtschaft und Jahresmitteltemperatur	14
Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Temperatur und Ertrag.....	15
Abbildung 4: Regressionsgerade von BWS (preisbereinigt, Kettenindex 2005 = 100) des produzierenden Gewerbes und der Jahresmitteltemperatur	18
Abbildung 5: Regressionsgerade von BWS (preisbereinigt, Kettenindex 2005 = 100) des Baugewerbes und Jahresmitteltemperatur	20
Abbildung 6: Regressionsgerade von BWS (preisbereinigt, Kettenindex 2005 = 100) des Dienstleistungsbereichs und Jahresmitteltemperatur.....	25
Box 1: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS).....	4
Box 2: Null-Emissions-Region Rheinhessen-Nahe	5
Box 3: Das WIAGEM-Simulationsmodell	6
Box 4: Anbau von klimaangepassten Getreidesorten	16
Box 5: Forschungsprojekt "Weinbau im Klimawandel" (WEINKLIM)	17
Box 6: Holzbau-Cluster RLP.....	20
Box 7: Ökologische Sanierung – Handwerk Trier 2006.....	22
Box 8: Kraft-Wärmekopplung Evonik GmbH Worms.....	24
Box 9: Klimatour durch das Teufelsmoor.....	27
Box 10: Energiemanagement Award 2013 - Edeka Südwest.....	28
Box 11: Klima-Hotel Gutshof Ziegelhütte.....	29
Box 12: Hitzetelefon Sonnenschirm.....	33
Box 13: Mehr Fahrrad in den (All)Tag.....	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen preisbereinigt (Kettenindex: 2005 = 100) und Veränderungen gegenüber dem Vorjahr.....	11
Tabelle 2: Modellübersicht.....	47
Tabelle 3: ANOVA.....	47
Tabelle 4: Koeffizienten der Regressionsanalyse	47

1 Einleitung

Der vom Menschen verstärkte Klimawandel zeigt weltweit seine Auswirkungen. Die globale Durchschnittstemperatur ist seit dem Jahr 1880 um 0,85 Grad Celsius gestiegen. Die Folgen sind, dass Extremwetterereignisse wie Dürren, Orkane, Hochwasser und Kältewinter mit regional unterschiedlicher Intensität häufiger auftreten (vgl. IPCC 2014, S. 1 und S. 8). Das Klima verändert sich jedoch regional unterschiedlich, sodass Klimasimulationen auf globaler, Europa- oder Deutschlandebene nicht ausreichend sind, um Prognosen für die Bundesländer zu treffen. Aus diesem Grund gibt es bereits Klimasimulationen für einzelne Bundesländer und Regionen. Die Folgen des Klimawandels können jedoch für die deutsche Wirtschaft auch deshalb nicht auf die Bundesländer übertragen werden, da neben den klimatischen Abweichungen auch Unterschiede in der Wirtschaftsstruktur existieren.

An die „schleichende“ Veränderung, wonach das Klima in Rheinland-Pfalz eher milder wird, können sich die Unternehmen der einzelnen Branchen und auch die Landwirtschaft langsam und stetig anpassen. Aus diesem Grund sind die Folgewirkungen des Klimawandels in Rheinland-Pfalz insgesamt gering. Gefahren gehen eher von unerwarteten Wetterereignissen, vor allem von Extremwetterereignissen, aus. Diese verursachen oft hohe Schäden und es ist schwer, sich ausreichend auf solche Ereignisse vorzubereiten. Eine Ausnahme stellt der Hochwasserschutz dar, der in Rheinland-Pfalz bereits gut bis sehr gut umgesetzt ist. Häufig sind die Firmen und Haushalte deshalb auf Versicherungen angewiesen, die jedoch teilweise nicht alle Schäden abdecken oder auch kostenintensiv sind.

Ziel dieses Berichtes ist, die Ergebnisse der Klimasimulation Rheinland-Pfalz zu nutzen und mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Wirtschaft dieses Landes aufzuzeigen. Zusätzlich zu den Industrien werden die privaten Haushalte betrachtet, da insbesondere Kinder und ältere Menschen negativ von den Klimafolgen betroffen sind. Im folgenden Verlauf werden zunächst einführend die Klimatrends beschrieben und eine Übersicht über die möglichen Kosten des Klimawandels gegeben. Dieser allgemeinen Diskussion folgt eine Analyse der Folgen des Klimawandels auf die einzelnen Branchen und Haushalte. Zusätzlich geben Informationen kurze Beispiele, wie sich die einzelnen Industrien am Klimaschutz beteiligen können.

2 Allgemeine Klimatrends und Anpassungsstrategien in Deutschland

Das Weltklima ist gestiegen: Seit den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts haben sich die Atmosphäre und die Ozeane erwärmt. Die höhere Temperatur der Ozeane bewirkt eine Ausdehnung des Meereswassers, sodass die Meeresspiegel in der Regel angestiegen sind. Zusätzlich sind Bestände an Schnee und Eis an den Polen gesunken (vgl. IPCC 2014, S. 2). Durch den Rückgang des arktischen Meereseises kann weniger Sonnenlicht reflektiert werden, sodass die Meeresoberfläche sich zusätzlich erwärmt und kein neues Eis gebildet werden kann (vgl. Podbregar/Schwanke/Frater 2009, S. 7 f.).

Da das Klima als Rahmenbedingung für das Wetter gilt und somit das Wettermuster beeinflusst, bewirkt der Klimawandel eine Veränderung des Wetters. Dies äußert sich unter anderem in höheren Durchschnittstemperaturen und veränderten saisonalen Regenhäufigkeiten und -intensitäten. Die durchschnittliche globale Temperatur ist seit dem Jahr 1880 um 0,85 Grad Celsius gestiegen (vgl. IPCC 2014, S. 1). Zwischen 1983 und 2012 wurden die wärmsten 20 Jahre der modernen Wetteraufzeichnung beobachtet. Auch die durchschnittliche Regenmenge hat sich seit Beginn des 20. Jahrhunderts auf der Nordhalbkugel leicht erhöht. An diese stetigen und überwiegend vorhersehbaren Veränderungen ist eine Anpassung der Menschen möglich. Zusätzlich treten jedoch auch Extremwetterereignisse, wie lange Hitzeperioden und Dürren, schwere Stürme und Orkane sowie sehr kalte, aber auch sehr milde Winter, häufiger auf. Die Zahl der Extremwetterereignisse ist seit 1950 gestiegen (vgl. IPCC 2014, S. 7 f.). Die Anpassung des Menschen an Extremwetterereignisse wird dadurch erschwert, dass solche Ereignisse mit gängigen Klima- und Wettermodellen nur schwer vorhersehbar sind. Die verfügbare Datenlage reicht nicht aus, um Trends modellieren zu können.

Es gilt heute als gesichert, dass die natürlichen Klimaveränderungen durch menschliche Aktivitäten wesentlich verstärkt werden (vgl. IPCC 2014, S. 5). Als eine der Hauptursachen werden die CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre angesehen. Diese bewirken, dass die Wärmeenergie die Erde nicht verlassen kann. Obwohl CO₂ auch durch viele natürliche Prozesse entstehen kann, wird der starke Anstieg in den letzten 200 Jahrhunderten primär menschlichem Handeln zugeordnet. Die Begründung liegt darin, dass seit Beginn der Industrialisierung bei sehr vielen Produktionsprozessen CO₂ freigesetzt wurde (vgl. IPCC 2014, S. 5). Zusätzlich werden im Rahmen der Energiegewinnung und dem Verkehrssektor große Mengen an CO₂ absorbiert. Daneben befinden sich Treibhausgase wie Methan, Stickstoffe, Kohlenmonoxide und Distickstoffmonoxide in der Atmosphäre, die ebenfalls in vielfältigen vom Menschen verursachten Prozessen freigesetzt werden.

Um den Klimawandel und damit einhergehend die negativen Folgen abzumildern, ist eine

nachhaltige Reduktion der Treibhausgasemissionen erforderlich. Im Kyoto-Protokoll von 1997 wurde die weltweite Reduktion von CO₂-Emissionen, gemessen an den 1990er Standards, beschlossen. In der Kopenhagener Absichtserklärung von 2009 wurde die Reduktion erneut eingefordert, jedoch wurden keine konkreten Absprachen getroffen. Zusätzlich wurde das sogenannte Zwei-Grad-Ziel vereinbart, was bedeutet, dass die durchschnittliche Temperatur der Erde nicht höher als zwei Grad Celsius ansteigen soll. Je stärker die weltweiten Durchschnittstemperaturen ansteigen, desto gravierender sind die Folgen für das Klima und damit auch für die Menschen. Insofern entstehen auch bei der Einhaltung des Zwei-Grad-Ziels negative Folgen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass diese Folgen durch geeignete Maßnahmen abgemildert werden können (vgl. DAS 2008, S. 5). Das Zwei-Grad-Ziel scheint derzeit nur durch radikale Fortschritte in der CO₂-Reduktion erreichbar zu sein. Einige Forscher schätzen die Einhaltung aufgrund der nur langsam voranschreitenden Klimaverhandlungen und zusätzlichen Emissionen, die sich durch die zunehmende Industrialisierung von Schwellenländern ergeben, als unrealistisch ein (vgl. z. B. Geden 2010, S. 109).

Deutschland hat sich bereits nach der Kyoto-Runde das Ziel gesetzt, die CO₂-Emissionen zu reduzieren. Im Jahr 2008 wurde das Zwei-Grad-Ziel in der „Deutsche[n] Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ (DAS) beschlossen. Die DAS umfasst die aktuellen und zu erwartenden Klimaveränderungen in Deutschland und deren Auswirkungen auf 14 unterschiedliche natürliche und gesellschaftliche Bereiche, wie zum Beispiel Gesundheit, Bauwesen oder Landwirtschaft. Daraus werden Handlungsoptionen abgeleitet, die den relevanten Akteuren als Hilfestellungen dienen können. Wesentlich ist, dass die DAS nicht nur auf Bundesebene umgesetzt werden soll, sondern auch auf der Ebene der Länder und Kommunen. Dies begründet sich dadurch, dass geeignete Anpassungsmaßnahmen die regionalen Unterschiede und Besonderheiten berücksichtigen sollen und damit am besten auf lokaler oder regionaler Ebene von den geeigneten Entscheidungsträgern entwickelt werden können (vgl. DAS 2008, S. 7). Um die Gefahren und Risiken des Klimawandels umfassend zu berücksichtigen, sollten zudem die Berichte des Bundesumweltamtes und der jeweiligen Landesämter berücksichtigt werden.

Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)

„Ziel der Anpassungsstrategie ist es die Verwundbarkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels zu mindern bzw. die Anpassungsfähigkeit natürlicher, gesellschaftlicher und ökonomischer Systeme zu erhalten oder zu steigern und mögliche Chancen zu nutzen. Um Vorsorge im privaten, wissenschaftlichen, unternehmerischen sowie behördlichen, nachhaltigen Planen und Handeln zu ermöglichen, ist es nötig:

- Die Wissensbasis zu verbessern, um Chancen und Risiken besser benennen und vermitteln sowie Handlungsmöglichkeiten aufzeigen zu können,
- Transparenz und Beteiligung durch einen breit angelegten Kommunikations- und Dialogprozess zu schaffen sowie verschiedene Akteure zu unterstützen, indem z. B. Entscheidungsgrundlagen und -hilfen bereitgestellt werden,
- Bewusstseinsbildung und Information durch breite Öffentlichkeitsarbeit zu unterstützen.
- Strategien zum Umgang mit Unsicherheiten zu entwickeln.“

Quelle: DAS 2008, S. 4.

Box 1: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)

Aufgrund der regionalen Unterschiede sind auch die Kommunen, insbesondere die Gemeinden und Städte, verantwortlich, angepasste Konzepte und Strategien zu entwickeln und diese entsprechend umzusetzen. In Rheinland-Pfalz nehmen die Städte Speyer und Ingelheim eine Vorreiterrolle ein. Beide Städte haben sich dazu verpflichtet, sich zur „Null-Emissionen-Stadt“ zu entwickeln. Von der Stadt Ingelheim wurde zunächst eine Untersuchung durchgeführt, welche Bereiche die höchsten Emissionen verursachen und damit mögliche Einsparpotenziale bieten. Beispielsweise kann die benötigte Menge an Raumwärme durch eine verbesserte Dämmung der Gebäudehülle oder dem Einbau eines Wärmekessels reduziert bzw. effizienter hergestellt werden (vgl. Klimaschutzkonzept Ingelheim 2012a, S. 46). Zusätzlich wurden die in der Region vorhandenen Potentiale zur Nutzung erneuerbarer Energien analysiert, wodurch insbesondere geeignete Standorte für Solaranlagen und Windkraftträder identifiziert werden konnten (vgl. Klimaschutzkonzept Ingelheim 2012b).

Von der Stadt Speyer wurde ein ähnliches Konzept entwickelt, bei dem die Bürger der Stadt aktiv mit einbezogen wurden. Neben zwei Informationsveranstaltungen wurden die Bürger durch Motivationskampagnen zu einer nachhaltigeren Lebensweise motiviert (vgl. Baumgärtner/Broll/Nusser 2010, S. 57). Dazu gehört beispielsweise die Förderung des Radverkehrs durch zusätzliche Fahrradparkplätze in der Innenstadt sowie die Einführung eines Fahrradverleihsystems (vgl. Baumgärtner/Broll/Nusser 2010, S. 44).

Null-Emissions-Region Rheinhessen-Nahe

„Die Landkreise Mainz-Bingen, Alzey-Worms und Bad-Kreuznach sind auf dem Weg zur ‚Null-Emissions-Region Rheinhessen-Nahe‘. Damit die Vision bis 2050 Wirklichkeit werden kann, haben die Landkreise ein interkommunales Klimaschutzkonzept in Auftrag gegeben, das im Kreishaus im Rahmen einer Klimaschutzkonferenz den hauptamtlichen Bürgermeistern der Region vorgestellt und in der Schlussfassung an die Landräte übergeben wurde.

Ziel der Landkreise ist es zum einen, einen Beitrag zur Erreichung der aufgestellten Klimaschutzziele der Landes- und Bundesregierung zu erreichen. Zum anderen ist mit dem Vorhaben der Anspruch verbunden, im Rahmen einer Stoffstrom-Managementstrategie durch die effektive Nutzung örtlicher Potenziale verstärkt eine regionale Wertschöpfung zu generieren sowie Abhängigkeiten von fossilen Brennstoffen und von steigenden Energiepreisen zu reduzieren.[...]

2010 Seiten umfasst das vom Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (Ifas) in Zusammenarbeit mit der Transferstelle Binden (TSB) erarbeitete Klimaschutzkonzept. Mit diesem werden erstmals umfassend für die Region Potenziale, Maßnahmen und damit einhergehende positive ökonomische, ökologische und soziale Effekte im Bereich der Energieeffizienz und -einsparung sowie dem Einsatz erneuerbarer Energien aufgezeigt. Vorgesehen zur Erlangung des Zieles ‚Null-Emissions-Region‘ sind unter anderem die Erhöhung des Anteils der Kraft-Wärme-Kopplung, der Aufbau einer energieeffizienten Straßenbeleuchtung, die Einführung klimafreundlicher Abwasserbehandlung, die Optimierung des kommunalen Energiemanagements sowie die energetische Verwertung holzartiger Grünschnittmengen.

Auf der Verbraucherseite sind Energieeinsparinitiativen von der Beleuchtung über Haushaltsgeräte bis zum gebäudlichen Vollwärmeschutz erforderlich.“

Quelle: Haas, C. (2013)

Box 2: Null-Emissions-Region Rheinhessen-Nahe

3 Kosten des Klimawandels

Nach Kemfert (2007) können in Deutschland durch die zunehmenden Extremwetterereignisse bis zum Jahr 2050 volkswirtschaftliche Kosten in Höhe von bis zu 800 Milliarden Euro entstehen, falls das Zwei-Grad-Ziel nicht eingehalten wird und die durchschnittliche Temperatur um bis zu 4,5 Grad Celsius steigt. Aufgrund der regionalen Unterschiede entstehen für die einzelnen Bundesländer unterschiedlich hohe Kosten. Rheinland-Pfalz ist im nationalen Vergleich relativ schwer betroffen, die Kosten durch

Klimaschäden belaufen sich auf circa 80 Milliarden Euro (vgl. Kemfert 2008, S. 141). Die Kosten wurden mittels eines integrierten Bewertungsmodells namens WIAGEM berechnet. Bei diesem Modell dienen die Klimasimulationsergebnisse des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in einem computergestützten allgemeinen Gleichgewichtsmodell der deutschen Volkswirtschaft als Grundlage für weitere Simulationen, um die langfristigen ökonomischen Folgen des Klimawandels zu ermitteln (vgl. Kemfert 2002). Generell sind Simulationen dieser Art eine häufig genutzte Methode, um etwaige Schäden zu simulieren (vgl. Kemfert 2002; Kemfert/Schuhmacher 2005, Nordhaus 2013). Sie sind jedoch wegen ihrer zum Teil sehr restriktiven Annahmen nicht frei von Kritik (vgl. z. B. Rosen/Guenther 2014).

Das WIAGEM-Simulationsmodell

„Das WIAGEM-Modell ist konzipiert worden, um die langfristigen ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels und der Klimapolitik zu bestimmen. Es koppelt ein dynamisches Handelsmodell mit einem vereinfachten Klimamodell und Ökosystemmodell.

Das Modell simuliert die volkswirtschaftlichen Geschehnisse über einen Zeithorizont von 100 Jahren (bis zum Jahr 2100) für die Weltregionen Afrika, Asien, Europa, Japan, Lateinamerika, Mittlerer Osten und die USA. Durch die Kopplung des Ökonomiemodells an ein Klima- und Ökosystemmodell können die Rückwirkungen von Temperatur- und Meeresspiegelveränderungen volkswirtschaftlich quantifiziert werden. Eine genaue Abbildung der Energiemärkte fossiler Energien und ein möglicher Ersatz dieser durch erneuerbare Energien erlaubt die Bewertung einer Veränderung des Energiesystems.

Zudem werden die volkswirtschaftlichen Schäden von menschlichen Gesundheitsänderungen, Ökosystemänderungen und veränderte Ausgaben für Klimaschäden vor und nach dem Auftreten extremer Klimaereignisse integriert. Dies erlaubt eine detaillierte Abschätzung der durch einen Klimawandel verursachten ökonomischen Auswirkungen.“

Quelle: Kemfert 2004, S. 620.

Box 3: Das WIAGEM-Simulationsmodell

In den Studien von Kemfert (2007, 2008) wird die Annahme zugrunde gelegt, dass keine geeignete Klimaschutzpolitik betrieben wird und das Klima sich um bis zu 4,5 Grad Celsius erhöht. Entsprechend wird von einer Mehrung der Extremwetterereignisse ausgegangen, durch welche hohe Kosten entstehen. So wurden beispielsweise durch das Hochwasser im Jahr 2013 in Deutschland Schäden in Höhe von mehr als sechs Milliarden Euro verursacht (vgl. BMI 2013, S. 10). Bei einer Häufung der Extremwetterereignisse können so durchaus bis zu 800 Milliarden Euro an Schäden entstehen. Dennoch handelt es sich bei

Extremwettern noch um relativ seltene Ereignisse, die nur schwer vorhersehbar sind.

Wird das Zwei-Grad-Ziel eingehalten, ist von einer geringeren Zunahme der Extremwetterereignisse auszugehen, als im Modell simuliert wurde. Insofern würden die kumulierten Schadenskosten auch geringer ausfallen. Zusätzlich werden kontinuierlich Anpassungs- und Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt, wie beispielsweise der Ausbau des Hochwasserschutzes (vgl. BMI 2013, S. 7 ff.). Dies kann zu einer Verringerung der zukünftigen Schadenskosten beitragen. In Rheinland-Pfalz waren beispielsweise die Schadenskosten durch das Hochwasser im Jahr 2013 im nationalen Vergleich mit 4,4 Millionen Euro relativ gering (vgl. BMI 2013, S. 11), was unter anderem auf den verbesserten Hochwasserschutz zurückgeführt werden kann.

Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass die Schadensmodelle zukünftige Technologieentwicklungen nicht vorhersehen können, sodass gerade die Anpassung an den Klimawandel nicht ausreichend simuliert werden kann. Beispielhaft basieren die Simulationen von Kemfert (2007, 2008) auf der Annahme, dass auch weiterhin die Kohle- und Atomkraftwerke als Teil des Energiemix in Deutschland von hoher Relevanz sind. Da diese Kraftwerke ausreichend Wasser zur Kühlung benötigen, könnte es durch extrem heiße und trockene Sommer zu Beeinträchtigungen und Energiebereitstellungsengpässen kommen, woraus höhere Energiekosten resultieren. So kam es beispielsweise während der langanhaltenden Trockenperiode im Sommer 2003 in Deutschland zu niedrigen Pegelständen, sodass die konventionellen Kraftwerke und Kernkraftwerke ihre Leistung zurückfahren mussten. Gleichzeitig konnten auch die Wasserkraftwerke und Windkraftanlagen weniger Strom produzieren. In Verbindung mit einer gestiegenen Energienachfrage, beispielsweise durch den verstärkten Einsatz von Klimaanlagen, resultierten so höhere Strompreise an der europäischen Strombörse (vgl. von Hauff/Kluth 2003). Dass die deutsche Strategie sich nach der Nuklearkatastrophe von Fukushima im Jahr 2011 grundlegend ändern würde, war für Kemfert bei der Durchführung der Simulation nicht vorhersehbar.

Trotz der Kritik an den Simulationen ist unbestritten, dass die Durchschnittstemperaturen auf der Erde gestiegen sind und durch den Klimawandel wahrscheinlich auch weiterhin ansteigen. Somit entstehen auch regional Kosten, einerseits durch die Anpassung an die schleichenden Veränderungen und andererseits Schadenskosten, insbesondere durch die Folgen von Extremwetterereignissen (Rosen/Guenther 2014). Die Kosten der Anpassungsstrategien können langfristig durch deren Vorteile und neue Technologien im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Analyse kompensiert oder sogar überkompensiert werden. Beispielsweise kann der Umstieg zu erneuerbaren Energien kurzfristig den Strompreis für die Verbraucher erhöhen, was jedoch langfristig mit den Vorteilen der Energiewende überkompensiert wird. Die nicht planbaren Klimakosten, die durch Extremwetterereignisse

verursacht werden, bleiben dagegen als größeres Problem bestehen, da sich Firmen und Haushalte nicht ausreichend gegen die Schäden versichern können.

4 Klimawandel in Rheinland-Pfalz

Das Klima in Rheinland-Pfalz weist, bedingt durch die Topografie, starke regionale Unterschiede auf. Einige Regionen sind durch ein wärmeres Klima geprägt und zählen zu den wärmsten Regionen Deutschlands, in anderen Regionen ist das Klima dagegen rauer (vgl. Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz o. J.). Die jährliche Durchschnittstemperatur ist im Zeitraum von 1881 bis 2012 um 1,3 Grad Celsius angestiegen, wobei die Mehrheit der wärmsten Jahre zwischen den Jahren 1989 und 2012 beobachtet wurden. Zeitgleich erhöhte sich die durchschnittliche Regenmenge im Winter und Frühjahr und Starkniederschläge im Winter wurden häufiger. Die Sommer wurden dagegen tendenziell trockener. Durch eine Zunahme von anhaltenden Trockenperioden wären vor allem die Regionen Rheinhessen, der Oberrheingraben und das Koblenz-Neuwieder Becken gefährdet, da diese bereits heute zu den trockensten Regionen Deutschlands zählen (vgl. Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz 2013, S. 15 f.).

Klimavorhersagen beruhen in der Regel – wie schon aufgezeigt wurde – auf Simulationen. Sie bauen auf Zeitreihen der jeweiligen Kenngrößen auf und prognostizieren anhand verschiedener Annahmen zukünftiger potenzieller Rahmenbedingungen Ergebnisse. Dazu werden die von dem IPCC vorgeschlagenen Szenarien (A1, A2, B1 und B2) zugrunde gelegt, die sich unter anderem hinsichtlich der Annahmen über Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum unterscheiden und so unterschiedliche Mengen an Emissionen beinhalten. Das Szenario A1 beschreibt eine homogene Welt mit einem schnellen Wirtschaftswachstum. Die Bevölkerung wächst bis etwa 2050 an, danach nimmt das Wachstum ab. Zugleich werden neue und effizientere Technologien eingeführt. Szenario A2 geht dagegen von einer heterogenen Welt aus, in der die Bevölkerung verschiedener Regionen unterschiedlich, aber kontinuierlich wächst. Auch die Wirtschaft und Entwicklung neuer Technologien unterscheidet sich regional und wächst insgesamt langsamer als in den anderen Szenarien. Das Szenario B1 ähnelt stark A1, setzt den Schwerpunkt jedoch auf die Entwicklung zu einer Dienstleistungsgesellschaft mit einem geringen natürlichen Ressourceneinsatz und globalen Lösungen zur Umsetzung des Leitbilds nachhaltiger Entwicklung. Der Schwerpunkt des Szenarios B2 liegt dagegen auf lokalen und regionalen Lösungen zur Umsetzung des Leitbilds nachhaltiger Entwicklung und ist gekennzeichnet durch einen geringeren Bevölkerungsanstieg und ein mittleres Wirtschaftswachstum mit vielfältigen neuen Technologien (vgl. IPCC 2000, S. 4 f.).

Für die Klimasimulationen für Rheinland-Pfalz wurden die Szenarien A1B, A2 und B1 herangezogen. Das Szenario A1B gehört zu der Szenariengruppe A1 und geht zusätzlich von einer ausgewogenen Nutzung fossiler und nicht fossiler Energieträger aus.

Die Voraussagen für einzelne Gebiete sind umso genauer, je höher die Auflösung des Kartenmaterials ist. Bei globalen Klimamodellen ist die Auflösung der wenigen Rasterzellen, die auf Rheinland-Pfalz entfallen, zu gering, als dass beispielsweise unterschiedliche Höhenlagen berücksichtigt werden können. Deshalb werden spezielle Methoden zur Regionalisierung angewandt, mit denen hochaufgelöste Raster von 10 x 10 bis 50 x 50 km entstehen. Zur Simulation werden die Messreihen lokaler Wetterdaten, wie die Durchschnittstemperatur und Regenhäufigkeiten, herangezogen, die von zahlreichen Wetterstationen erhoben werden (vgl. Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz 2013, S. 18 f.). Weiterhin werden auch die Ergebnisse globaler Modelle genutzt. Da die Datensammlung und die Klimasimulation viele Ressourcen benötigen, werden die Simulationen häufig in Kooperation mit verschiedenen Instituten und Wissenschaftlern durchgeführt.

Die verschiedenen Klimasimulationen für Rheinland-Pfalz prognostizieren unterschiedliche Ergebnisse und grenzen gewissermaßen einen Korridor ab, in dem das zukünftige Klima liegen wird. Demnach wird das Klima auch weiterhin tendenziell milder. Zusätzlich ist von einer Zunahme von Extremwetterereignissen auszugehen, wobei solche stochastischen Ereignisse in den Klimamodellen nur schwer vorhersehbar sind (vgl. Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz 2013, S. 19 f.).

Aufgrund der erhöhten Niederschlagsmengen und dem vermehrten Auftreten von Starkregen muss der Hochwasserschutz in Rheinland-Pfalz weiter ausgebaut werden. Gleichzeitig erfordern die tendenziell wärmeren und trockeneren Sommer eine stabile Wasserversorgung, was neben der Sicherung von Wasservorratsgebieten auch einen ressourcenschonenderen Umgang mit Wasser allgemein beinhaltet. Von zunehmenden Hitzewellen sind sowohl die Landwirtschaft als auch die Menschen selbst betroffen. Insbesondere bei Kindern und älteren Menschen können zu hohe Temperaturen zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen. Vor allem in dicht bebauten Städten kommt es zu Hitzeinseln, die ein erhöhtes Risiko für die Gesundheit darstellen. Durch eine geeignete Siedlungsplanung mit Frischluftschneisen und Freiräumen innerhalb der Stadt können die Temperaturen gesenkt werden. Auch „Urban Gardening“ bzw. „Urban Farming“ schaffen Freiräume und dienen zusätzlich der Erhaltung der Biodiversität und als Ort für soziale Begegnungen. Als Beispiel kann die Stadt Andernach genannt werden, in der die Grünflächen im Rahmen des Konzeptes „Essbare Stadt Andernach“ als öffentliche Gärten und Beete für alle Bürger genutzt werden (vgl. Andernach o. J.).

5 Wirtschaftsstandort Rheinland-Pfalz

Die rheinland-pfälzische Wirtschaft hat nach dem kräftigen Aufschwung der Jahre 2010 und 2011 in 2012 und vor allem 2013 an Dynamik verloren. Im Jahr 2013 betrug das Wachstum des Bruttoinlandsprodukts (BIP) nur noch 0,2 Prozent und lag unter dem Bundesdurchschnitt (0,4 Prozent). Dies ist vor allem auf die starken Umsatzeinbußen im Baugewerbe, insbesondere im Ausbaugewerbe¹ (-7,5 Prozent), zurückzuführen. In der verarbeitenden Industrie gab es nur geringe Wachstumsimpulse (+0,3 Prozent) und stagnierende Umsätze. Während die Auslandsumsätze sich im Vergleich zum Vorjahr geringfügig verbesserten, sind die Inlandsumsätze gesunken. Allein die Hersteller von Kraftwagen und Kraftwagenteile konnten deutliche Umsatzsteigerungen erzielen (+6,6 Prozent), was vor allem auf die steigenden Auslandsumsätze zurückzuführen ist. Der Dienstleistungsbereich weist mit 0,6 Prozent Wachstum eine positive Entwicklung auf (vgl. Statistisches Landesamt 2014a, S. 17 ff.).

Die Beschäftigtenzahl stieg gegenüber dem Rekordjahr 2012 nur geringfügig um 0,1 Prozent und beträgt nun 1,924 Millionen. Während die Anzahl der Beschäftigten in dem Baugewerbe und dem produzierenden Gewerbe sowie in der Land- und Forstwirtschaft rückläufig war, stieg sie in dem Dienstleistungssektor an. Trotz Umsatzeinbußen im Handel und Gastgewerbe stieg die Anzahl der Beschäftigten auch in dieser Branche. Insgesamt war die Anzahl der Unternehmensinsolvenzen im Vergleich zum Vorjahr leicht (-0,8 Prozent) und die der Verbraucherinsolvenzen stark rückläufig (-6,1 Prozent). Dies ist dem guten wirtschaftlichen Umfeld zu verdanken, durch welches auch die Reallöhne der Arbeitnehmer um 1,1 Prozent stiegen (vgl. Statistisches Landesamt 2014a).

Für das Jahr 2014 zeichnet sich ein Aufwärtstrend für die rheinland-pfälzische Wirtschaft ab. Vor allem im Baugewerbe sind die Umsätze in den ersten fünf Monaten stark gestiegen (+13 Prozent). Auch im Handel und Gastgewerbe sowie im Tourismus zeichnen sich starke Wachstumsimpulse ab (vgl. Statistisches Landesamt 2014b). Zum jetzigen Zeitpunkt wurden noch keine aktuelleren Zahlen für das ganze Jahr 2014 veröffentlicht (Stand Dezember 2014). In Tabelle 1 sind die BIP-Daten für alle veröffentlichten Sektoren zusammengefasst. Im vorliegenden Bericht erfolgt in den weiteren Kapiteln eine Konzentration auf die relevantesten Industrien.

¹ Das Ausbaugewerbe wird teilweise auch als Baunebengewerbe bezeichnet. Dazu werden alle Berufe gezählt, die mit dem Ausbau von Gebäuden verwandt sind, wie beispielsweise Maler, Schreiner oder Elektriker (vgl. Statista o. J.).

Wirtschaftsbereich	2011 preisbereinigt	2012		2013	
		preis- bereinigt	Veränderungen in %	preis- bereinigt	Veränderungen in %
Land- und Forstwirtschaft; Fischerei	87,8	90,7	3,2	89,3	-1,5
Produzierendes Gewerbe	109,8	111,5	1,6	111,3	-0,2
Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe	108,3	109,2	0,9	109,8	0,5
Verarbeitendes Gewerbe	112,2	113,1	0,8	113,5	0,3
Baugewerbe	119,7	126,8	5,9	122,0	-3,8
Dienstleistungsbereiche	111,0	111,8	0,7	112,4	0,6
Handel, Verkehr, Gastge- werbe, I&K	105,7	105,0	-0,7	105,3	0,3
Finanz-, Versicherungs- und Unternehmensdienstleister, Grundstücks- und Woh- nungswesen	113,3	115,9	2,3	117,1	1,1
Öffentliche und sonstige Dienstleister, Erziehung, Gesundheit	112,7	112,9	0,2	113,2	0,3

Quelle: Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz (2014c).

Tabelle 1: Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen preisbereinigt (Kettenindex: 2005 = 100) und Veränderungen gegenüber dem Vorjahr

Um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wirtschaft in Rheinland-Pfalz zu untersuchen, wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt. Die Bruttowertschöpfung (BWS, preisbereinigt, Kettenindex 2005 = 100) von Rheinland-Pfalz stellt die abhängige Variable dar. Die notwendigen Daten aus dem Zeitraum von 1991 bis 2013² wurden vom Statistischen Landesamt Rheinland-Pfalz bereitgestellt. Die unabhängige Variable sind Mitteltemperaturwerte im gleichen Zeitraum, die von dem Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen zur Verfügung gestellt wurden. Während für die Temperatur Quartalsdaten vorliegen, sind für die BWS nur jährliche Daten verfügbar. Deshalb wird auch die Temperatur durch eine Durchschnittsbildung in Jahresmittelwerten abgebildet.

Die BWS und die Jahresmitteltemperaturen von Rheinland-Pfalz weisen eine sehr schwache positive Korrelation auf (0,133). Demnach ist die BWS in Rheinland-Pfalz etwas höher, wenn die Jahresmitteltemperaturen steigen. Der Klimawandel hätte somit positive ökonomische Auswirkungen. Allerdings ist dieser Zusammenhang nicht signifikant. Der Regressionsanalyse zufolge werden lediglich 1,8 Prozent der Abweichungen der BWS durch

² Da die Daten vor 1991 mehrfach zurückgerechnet wurden und nur in DM zur Verfügung stehen, sind diese Daten nicht mit einer Zeitreihe ab 1991 vergleichbar und werden deshalb in der Regressionsanalyse nicht beachtet.

die Varianz der Temperatur erklärt³. Dadurch wird deutlich, dass die BWS von vielen Faktoren abhängt und derzeit nur in sehr geringem Maße durch die Temperatur beeinflusst wird, wobei der Einfluss nicht signifikant ist. Dies kann dadurch erklärt werden, dass die Auswirkungen des Klimawandels in Rheinland-Pfalz bisher weitgehend moderat sind und daher bislang keine großen Auswirkungen auf die Wirtschaft haben. Das Projekt „Klimawandel und Wirtschaft in Rheinland-Pfalz“, bei dem Vertreter von Branchenverbänden aus Rheinland-Pfalz hinsichtlich ihrer Einschätzung zu den Auswirkungen des Klimawandels auf ihre Branche befragt wurden, zeigt ein übereinstimmendes Ergebnis: Die klimatischen Veränderungen werden bisher nur von wenigen Branchen wahrgenommen (vgl. von Hauff 2013, S. 110f.).

Zusätzlich hat sich die Temperatur im Zeitraum von 1998 bis 2012 global geringer erhöht als in den Jahren zuvor (vgl. IPCC 2013, S. 162), weshalb in dem betrachteten Zeitraum geringere Auswirkungen denkbar sind. Zudem werden in der Regressionsanalyse nur die Temperaturen betrachtet, während Extremwetterereignisse nicht erfasst werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass gerade die Extremwetterereignisse die Wirtschaft in hohem Maße beeinflussen können. Da von einer Mehrung der Extremwetterereignisse auszugehen ist, können so zukünftig durchaus größere Auswirkungen auf die BWS entstehen. Auch eine weitere Steigerung der Durchschnittstemperaturen kann zukünftig zu einem stärkeren Zusammenhang zwischen der BWS und den Temperaturen führen.

Die folgende Abbildung zeigt die Regressionsgerade für die BWS und die Jahresmitteltemperaturen. Nach dieser ist von einer Steigerung der BWS um 2,98 Millionen Euro auszugehen, wenn sich die durchschnittliche Jahrestemperatur um ein Grad Celsius erhöht. Doch auch hier ist anzumerken, dass die Werte nicht signifikant sind⁴.

³ Siehe dazu Tabelle 1 und 2 im Anhang.

⁴ Siehe dazu Tabelle 3 im Anhang.

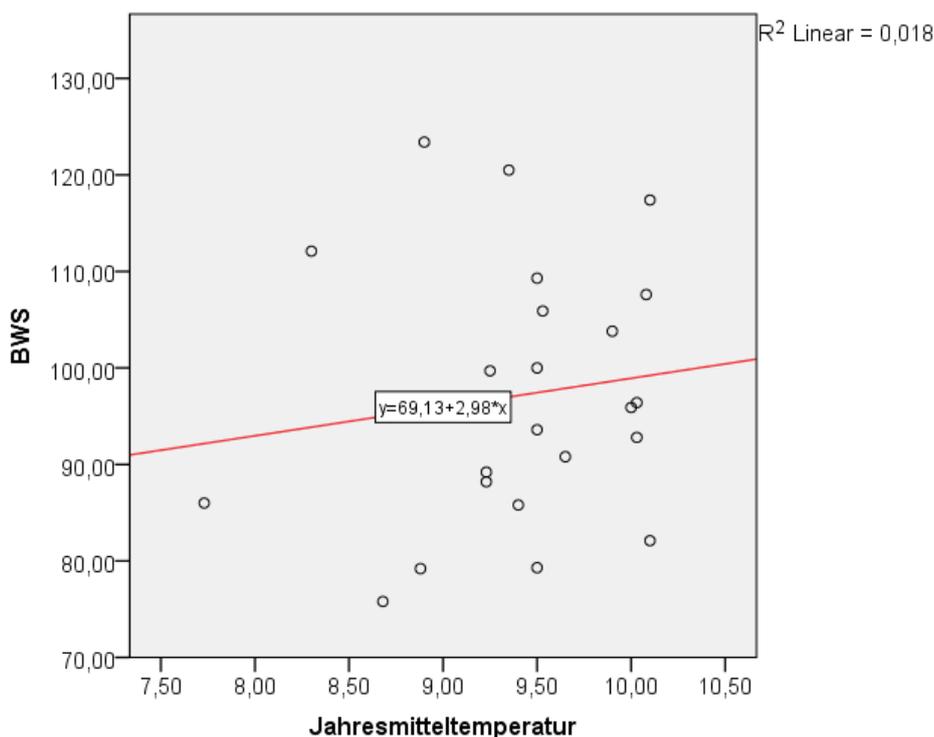


Abbildung 1: Regressionsgerade von BWS (preisbereinigt, Kettenindex 2005 = 100) und Jahresmitteltemperatur

Im Folgenden werden die tendenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf einzelne Branchen der drei Sektoren Landwirtschaft, produzierendes Gewerbe und Dienstleistungen untersucht. In diesem Rahmen wurden getrennte Regressionsanalysen für die einzelnen Sektoren bzw. Branchen durchgeführt. Die Branchen sind teilweise sehr vielfältig und auch die einzelnen Unternehmen unterscheiden sich stark. Die prognostizierten Auswirkungen müssen deshalb nicht für alle Unternehmen im gleichen Maße zutreffen.

6 Auswirkungen auf die Landwirtschaft

Der Anteil der Landwirtschaft an der Bruttowertschöpfung in Rheinland-Pfalz betrug im Jahr 2013 1,2 Prozent. Wie auch bereits in den Jahren 2011 und 2012 war die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe rückläufig, wobei sich der Rückgang abgeschwächt hat (vgl. Statistisches Landesamt 2014a, S. 75). Insgesamt wird auf 36 Prozent der Landesfläche von Rheinland-Pfalz Landwirtschaft betrieben. Die Landwirtschaft untergliedert sich hauptsächlich in den Ackerbau, die Dauergrünlandbewirtschaftung und den Weinbau (vgl. Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz 2013, S. 52). Als wichtigste Kulturen können Winterweizen, Winterraps, Sommergerste, Mais und Zuckerrübe genannt werden (vgl. Trapp/Tintrup gen. Suntrup/Kotremba 2013a, S. 115).

Die BWS der Landwirtschaft und die Jahresmitteltemperatur weisen derzeit eine schwache negative Korrelation auf (-0,204), die nicht signifikant ist (die Irrtumswahrscheinlichkeit liegt

bei 35 Prozent). Nur 4,2 Prozent der Varianz der BWS können durch die Temperaturveränderungen erklärt werden. Im Vergleich mit der vorherigen Analyse zeigt sich, dass die Landwirtschaft stärker temperaturabhängig ist als die gesamtwirtschaftliche BWS. Die folgende Abbildung stellt die Regressionsgerade zwischen der BWS der Landwirtschaft und der Jahresmitteltemperatur dar.

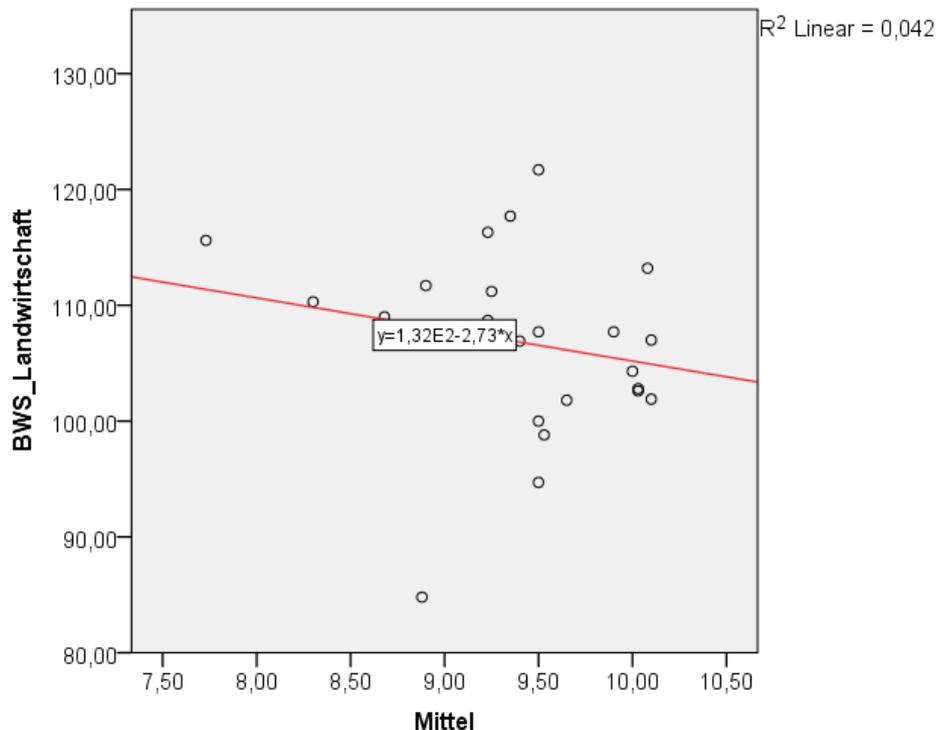


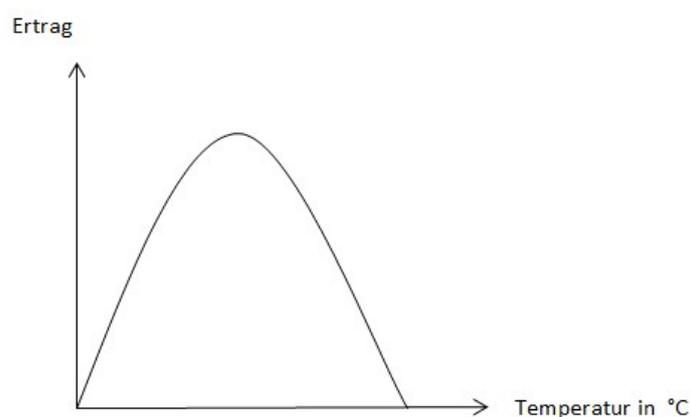
Abbildung 2: Regressionsgerade von BWS (preisbereinigt, Kettenindex 2005 = 100) der Landwirtschaft und Jahresmitteltemperatur

Eine weitere Erhöhung der Temperatur kann sich zukünftig durchaus stärker negativ auf die landwirtschaftlichen Erträge auswirken. Die genauen Auswirkungen sind zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abzuschätzen. Es ist jedoch bekannt, dass zwischen der Landwirtschaft und dem Klimawandel starke Interdependenzen bestehen. Der Klimawandel bewirkt Veränderungen in den Vegetationsperioden und der Vernalisationsdauer sowie Hitze- und Trockenstress, was sich auf die landwirtschaftlichen Erträge auswirken kann. Temperatursteigerungen und verminderte Niederschläge im Sommer können die Pflanzen in hohem Maße beeinflussen. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft können regional sehr unterschiedlich sein, da sich die einzelnen Regionen in Rheinland-Pfalz stark unterscheiden. Beispielsweise können beim Winterweizen Vernalisationsprobleme in wärmebegünstigten Lagen entstehen, wenn die Anzahl der wärmeren Tage im Winter zunimmt und so die Entwicklung der Pflanzen gehemmt wird. In höheren Lagen ist dagegen nicht von Vernalisationsproblemen auszugehen (vgl. Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz 2013, S. 56).

Bei der Zuckerrübe führen zu hohe Temperaturen und zu geringe Niederschlagsmengen in

den Sommermonaten zu erheblichen Ernteeinbußen. Diese Auswirkungen können durch hitzeresistente Sorten oder künstliche Bewässerung abgemildert werden (vgl. Trapp/Tintrup gen. Suntrup/Kotremba 2013a, S. 144). Insgesamt stellt Trockenstress ein Risiko für alle der wichtigsten Kulturen in Rheinland-Pfalz dar und wird vor allem in den heute schon trockenen Gebieten große Auswirkungen haben (vgl. Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz 2013, S. 54). Die Landwirtschaft muss sich daher langfristig anpassen, zum Beispiel durch die Züchtung angepasster Pflanzen und den Ausbau von Bewässerungssystemen in besonders trockenen Gebieten. Zusätzlich können die Ernteerträge durch Extremwetterereignisse, wie Stürme und Dürren, negativ beeinträchtigt werden (vgl. Heymann 2007, S. 13).

Falls die Temperaturen moderat ansteigen und Extremwetterereignisse nur selten eintreten, kann die Landwirtschaft auch von dem Klimawandel profitieren. Vor allem für Pflanzen mit einem geringen Wasserverbrauch, wie beispielsweise Mais und Hirse, herrschen dann verbesserte Bedingungen (vgl. Heymann 2007, S. 13). Zudem ist die Tendenz zu einer verlängerten Vegetationsperiode erkennbar, sodass sich die Erträge von beispielsweise Grünland erhöhen können (vgl. Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz 2013, S. 57). Ein zu hoher Anstieg der Temperatur, einhergehend mit einer zunehmenden Trockenheit, bewirkt dagegen eine verstärkte Verdunstung und kann zu Trockenstress führen. Dies wirkt sich negativ auf die Pflanzen aus (vgl. Hitz/Smith 2004, S. 210 f.). Insofern kann der Zusammenhang zwischen der Temperatur und dem landwirtschaftlichen Ertrag mit einer inversen U-Kurve beschrieben werden (siehe Abbildung 3).



Quelle: in Anlehnung an Hitz und Smith 2004, S. 210 f.

Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Temperatur und Ertrag

Die zunehmende Hitze kann zudem die Gesundheit und Produktivität von Nutztieren negativ beeinflussen. Für Schädlinge verbessern sich dagegen die Lebensbedingungen. Zusätzlich zu einem stärkeren Befall durch heimische Insekten können sich so neue Insekten aus dem

eher mediterranen Klimabereich ansiedeln. Dies wirkt sich wiederum negativ auf die landwirtschaftlichen Erträge aus (vgl. Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz 2013, S. 62). Für die Forstwirtschaft steigt zusätzlich die Gefahr von Waldbränden, weshalb zukünftig besser die resistenteren Mischwälder statt Monokulturen favorisiert werden sollten (vgl. Kemfert 2008, S. 141).

Anbau von klimaangepassten Getreidesorten (Biolandhof Freese, Niedersachsen)

„Ernteeinbußen traditioneller Gemüse- und Getreidesorten werden durch vermehrte Extremwetterlagen wie Hitze, Dürre oder Sturm immer häufiger. Eine wirkungsvolle Anpassungsmaßnahme stellt die Umstellung auf klimaresistente Sorten wie dem Urroggen dar. Der Biolandhof Freese rekultiviert diesen seit 2009 erfolgreich als Praxispartner im BMBF-geförderten Projekt nordwest2050. Die alte Roggensorte wurzelt tief in der Erde und kann so auch unter schlechten Bedingungen oder Wetterextremen wie Stürmen, starken Niederschlägen oder Trockenperioden gedeihen.

Sie wächst sehr schnell und schafft eine gute Bodenqualität. Durch die Aufnahme großer Wassermengen reduziert die Pflanze die Gefahr der Staunässe. Der Urroggen ist zudem besonders gegen Schädlinge widerstandsfähig, die angesichts des veränderten Klimas verstärkt auftreten können.“

Quelle: Umweltbundesamt 2013, S. 42.

Box 4: Anbau von klimaangepassten Getreidesorten

Der Weinanbau spielt in Rheinland-Pfalz eine bedeutende Rolle und stellt einen der wichtigsten Wirtschaftszweige dar. Die Anbaufläche beträgt insgesamt ca. 64.000 ha (vgl. Statistisches Landesamt 2012b, S. 20) und verteilt sich auf sechs Anbauregionen. Für das Wachstum der Weinreben müssen klimatische Mindestbedingungen, wie Mindesttemperaturen, ausreichende Sonneneinstrahlung, ausreichende Regenmengen und eine möglichst ununterbrochene Vegetationsperiode, erfüllt sein. Durch den Klimawandel ergeben sich deshalb für den Weinanbau besondere Risiken. Ein früheres Eintreten der Vegetationsphase, einhergehend mit der Gefahr des Spätfrostes, kann die Erträge deutlich mindern. Zudem führen ein Rückgang der Niederschlagsmenge und das erhöhte Verdunstungspotenzial bei höheren Temperaturen zu einem größeren Risiko für Trockenstress. Da die Weinreben während der Vegetationsphase einen hohen Wasserbedarf haben, kann das Wachstum negativ beeinträchtigt werden. Zukünftig werden deshalb Maßnahmen zur ausreichenden Bewässerung erforderlich, wodurch zusätzliche Kosten entstehen können (vgl. Trapp/Tintrup gen. Suntrup/Kotremba 2013b, S. 3). Eine Verminderung der Erträge durch Starkniederschläge, die beispielsweise zu Bodenerosion

führen, ist dagegen eher unwahrscheinlich (vgl. Trapp/Tintrup gen. Suntrup/Kotremba 2013a, S. 79 ff.).

Durch die Erwärmung eignen sich für den Weinanbau zukünftig weitere Regionen in Rheinland-Pfalz, insbesondere auch in höheren Lagen. Insofern kann der Weinanbau auch vom Klimawandel profitieren. Vor allem Rebsorten, die von Wärme profitieren, können zu höheren Erträgen führen (vgl. Trapp/Tintrup gen. Suntrup/Kotremba 2013a, S. 80 ff.). Gleichzeitig werden aber auch Regionen im Nordosten Deutschlands für den Weinanbau geeignet (vgl. Morindo et al. 2013, S. 832), wodurch der Wettbewerbsdruck auf die rheinland-pfälzischen Weinbauern zunimmt. Dies kann langfristig zu Kosten bzw. Gewinneinbußen führen.

Forschungsprojekt „Weinbau im Klimawandel“ (WEINKLIM)

„Mit Jahresbeginn 2009 erfolgte der Start zu einem Forschungsprojekt (WEINKLIM), das die im ‚Interprofessionellen Komitee Traisental‘ zusammengefassten Weinbaubetriebe des Traisentals [Niederösterreich] mit Unterstützung von Wissenschaftlern der Universität für Bodenkultur, des LFZ Klosterneuburg, des Sustainable Europe Research Institute, des NÖ Weinbauverbands und des Austrian Research Centers (ARC) durchführen. Ziel des Projekts ist die Identifikation von Maßnahmen, durch welche der Weinbau zur Reduktion seiner eigenen Treibhausgasemissionen beitragen und auf die Herausforderungen des Klimawandels reagieren kann.

Das [...] Projekt möchte durch exakte Erfassung des Energie-Einsatzes, der weinbauspezifischen Treibhausgas-Emissionen und der wichtigsten Klima-Einflussparameter ein detailliertes Bild der Rolle des Weinbaus als Mitverursacher (Stichwort CO₂-Fußabdruck), aber auch als Betroffener des Treibhausgaseffektes zeichnen sowie Reaktionsmöglichkeiten aufzeigen.“

Quelle: Kaltzin, W. (2009)

Box 5: Forschungsprojekt "Weinbau im Klimawandel" (WEINKLIM)

7 Auswirkungen auf das produzierende Gewerbe

Zwischen der BWS des produzierenden Gewerbes und der Jahresmitteltemperatur ist eine sehr schwache positive Korrelation (0,084) erkennbar (siehe Abb. 4), die nicht signifikant ist. Die Irrtumswahrscheinlichkeit liegt bei fast 70 Prozent. Weniger als ein Prozent der Abweichung der BWS kann durch Temperaturveränderungen erklärt werden.

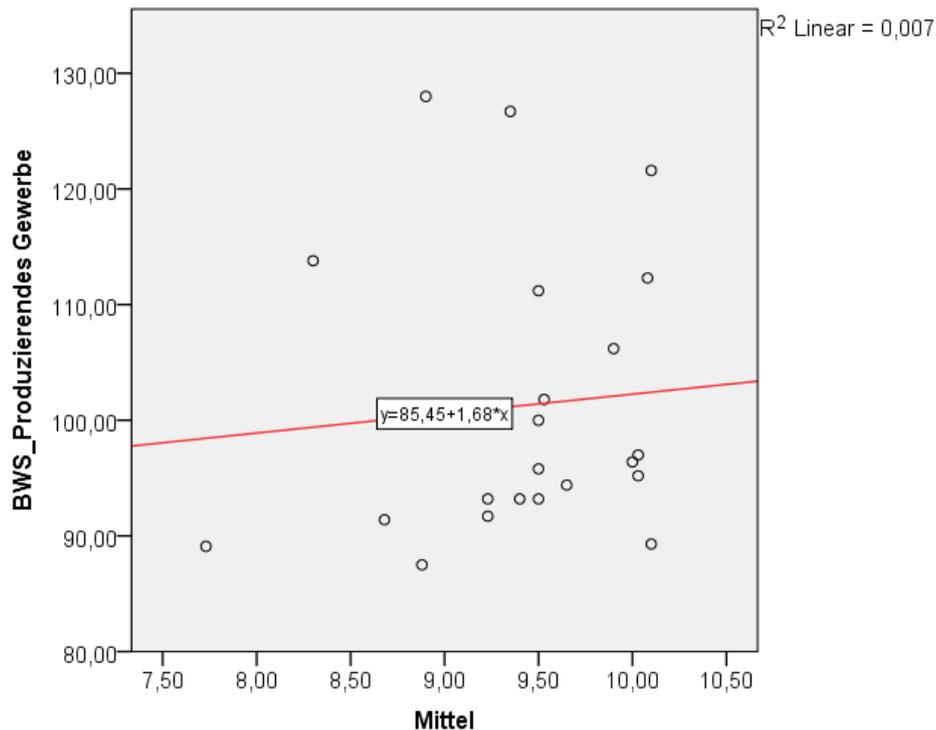


Abbildung 4: Regressionsgerade von BWS (preisbereinigt, Kettenindex 2005 = 100) des produzierenden Gewerbes und der Jahresmitteltemperatur

Dies kann sich daraus begründen, dass die Auswirkungen des Klimawandels auf das produzierende Gewerbe in Rheinland-Pfalz sehr vielfältig sind und je nach Branche variieren können. Im Folgenden werden deshalb die Auswirkungen auf das Baugewerbe, das Handwerk, die Automobilindustrie und die chemische Industrie getrennt untersucht.

7.1 Auswirkungen auf das Baugewerbe

Das Baugewerbe hatte im Jahr 2013 starke Umsatzeinbußen zu verzeichnen. Trotzdem wird erwartet, dass das Baugewerbe als einziges Gewerbe langfristig direkt vom Klimawandel profitieren kann. Wenn die Winter milder werden, kann das Baugewerbe auch in dieser Zeit vermehrt Arbeiten ausführen und die saisonale Arbeitslosigkeit abbauen. Zusätzlich wird die Energiewende vermutlich zu einem Investitionsschub führen. Dieser umfasst den Ausbau erneuerbarer Energien, wie beispielsweise Windräder und Solarstromanlagen sowie neue Starkstromleitungen bzw. Stromtrassen. Da auch die Energieeffizienz ein wesentlicher Bereich der Energiewende ist, sind zusätzlich Investitionen zur energetischen Modernisierung im Wohnungs- und Gebäudebau zu erwarten.

Vor allem die Häuser, die vor 1979 erbaut und zwischenzeitlich nicht saniert wurden, weisen eine schlechte Energiebilanz auf. Zusätzlich sind circa zwei Drittel aller Außenfassaden nicht gedämmt. Auch Heizanlagen und Fenster sind in vielen Gebäuden veraltet und senken die Energieeffizienz. Dies führt dazu, dass fast 40 Prozent des Energieverbrauchs in Deutschland auf den Gebäudesektor entfallen. Durch Modernisierung der Gebäude kann die Energiebilanz langfristig verbessert werden (vgl. Stolte 2013). Deshalb gibt es seitens des

Bundes und der Länder viele Förderprogramme, die Gebäudeinvestitionen anstoßen sollen. Die KfW stellt beispielsweise bis zum Jahr 2050 jährlich bis zu 45 Milliarden Euro an Fördermitteln bereit (vgl. Prognos 2013). In Rheinland-Pfalz unterstützt die Investitions- und Strukturbank die Wohnraummodernisierung mit kostengünstigen Darlehen (vgl. Investitions- und Strukturbank 2013).

Auch wenn die Schäden durch das Hochwasser 2013 in Rheinland-Pfalz relativ gering waren, können durch Hochwasser und andere Extremwetterereignisse generell hohe Schäden verursacht werden. In der Regel geht damit eine Beschädigung von Gebäuden und der lokalen Infrastruktur einher. Diese Schäden müssen dann behoben werden. Wenn es zu einer Zunahme von wetterbedingten Schäden kommt, ist die Bauindustrie vermutlich eine der wenigen Industrien, die direkt von solchen Ereignissen profitieren kann. Nach einer Schätzung der Deutschen Bundesbank Research (2008), bei der drei unterschiedliche Szenarien untersucht werden, betragen die Bauausgaben durch Klimaprogramme und Extremwetterereignisse bis zum Jahr 2030 zwischen 150 und 340 Milliarden Euro.

Dennoch gibt es auch Risiken für das Baugewerbe, die mit dem Klimawandel einhergehen. Die heißeren Sommer, insbesondere anhaltende Hitzewellen, können zu einer geringeren Produktivität der Menschen und auch Maschinen führen. Zusätzlich kann die Häufung von Extremwetterereignissen zu Produktionsbeschränkungen oder verzögerten Fertigstellungen, einhergehend mit Budgetüberschreitungen, führen (vgl. Günther et al. 2013, S. 1). Insgesamt überwiegen die Chancen jedoch die Risiken, sodass insgesamt von einer positiven Entwicklung des Baugewerbes auszugehen ist.

Zwischen der BWS des Baugewerbes und der Jahresmitteltemperatur in Rheinland-Pfalz zeigt sich bislang eine sehr schwache negative Korrelation (-0,119), die nicht signifikant ist. Dies widerspricht bisher den Prognosen, nach denen das Baugewerbe von dem Klimawandel profitieren wird. Allerdings werden lediglich 1,4 Prozent der Varianz der BWS des Baugewerbes durch die Varianz der Jahresmitteltemperatur erklärt. Zudem werden die Extremwetterereignisse nicht berücksichtigt, durch die Schäden entstehen, deren Behebungen zu einem Investitionsschwung im Baugewerbe führen können.

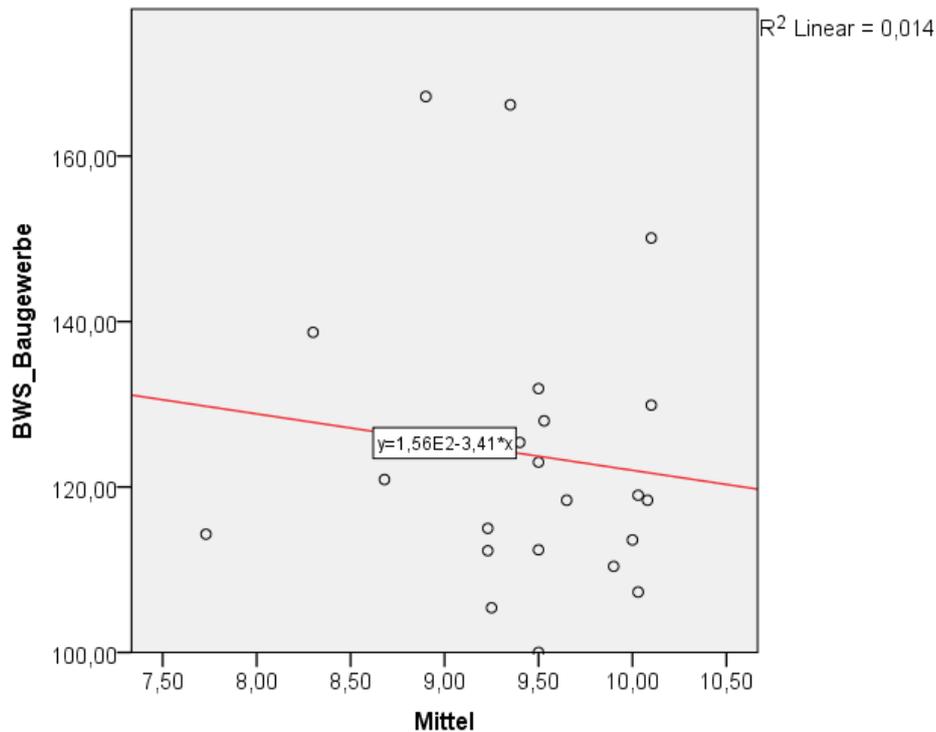


Abbildung 5: Regressionsgerade von BWS (preisbereinigt, Kettenindex 2005 = 100) des Baugewerbes und Jahresmitteltemperatur

Holzbau-Cluster RLP

- Innovative und faszinierende Holzbauten in Rheinland- Pfalz Ausstellung 2013

„Mittlerweile ist jedes fünfte in Rheinland-Pfalz neu errichtete Ein- und Zweifamilienhaus ein Holzgebäude. ‚Dies ist keine Modeerscheinung, sondern Ausdruck eines veränderten Umwelt- und Gesundheitsbewusstseins sowie des technischen Fortschritts, der im Bereich der Holzwerkstoffe erzielt wurde‘, sagte Forststaatssekretär Thomas Griese bei der Eröffnung der Ausstellung ‚Innovative und faszinierende Holzbauten in Rheinland-Pfalz‘ [...]. Die Verbindung von Wirtschaftskraft und Umweltschutz im Forstsektor hob Wirtschaftsministerin Lemke hervor: ‚[...] Die Modellprojekte des Clusters Forst und Holz zeigen eindrucksvoll in der Verwendung des Baustoffs Holz, was Umweltpolitik und Wirtschaftskraft verbindet. Holz ist, wenn es effizient eingesetzt wird, nicht nur Stoff für viele Produkte, Holz trägt auch zum Klimaschutz bei: der nachwachsende Rohstoff senkt die CO₂-Belastung und sorgt für eine nachhaltige Bewirtschaftung.‘ “

Quelle: Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten (2013a)

Box 6: Holzbau-Cluster RLP

7.2 Auswirkungen auf das Handwerk

Das Handwerk hat in Rheinland-Pfalz eine hohe Bedeutung. Es umfasst 16 Prozent aller mittelständischen Unternehmen und beschäftigt insgesamt 247.400 Menschen (vgl. Statistisches Landesamt 2014a, S. 60). Die Hälfte der Handwerksbetriebe sind dem Baugewerbe zuzurechnen (vgl. Statistisches Landesamt 2014a, S. 60), sodass diese von ähnlichen Entwicklungen wie das Baugewerbe selbst profitieren können.

Eine weitere Gruppe stellen die Handwerksbetriebe dar, die dem Kraftfahrzeuggewerbe zuzuordnen sind. Auf sie entfällt der zweitgrößte Anteil des Umsatzes des Handwerks. Zu dieser Gruppe gehören Werkstätten, teilweise auch mit angeschlossenen Verkaufsräumen, und Zulieferer der Automobilindustrie (Statistisches Landesamt 2014a, S. 62). Dieser Gewerbebezweig wird vermutlich nicht direkt vom Klimawandel betroffen, während indirekte Folgen durchaus denkbar sind. Beispielsweise resultieren durch die Energiewende höhere Energiepreise, was sich auf die Produktion auswirken kann. Zwar ergibt sich durch eine vermehrte Nutzung erneuerbarer Energien aufgrund des Merit-Order-Effekts ein geringerer Strompreis an der Börse, aber dieser wird nicht an die Endkunden weitergegeben. Neben der steigenden EEG-Umlage ist dies auf die Befreiung vieler energieintensiver Unternehmen von der EEG-Umlage zurückzuführen. So ergibt sich für diese Unternehmen kein Wettbewerbsnachteil, für die nichtbefreiten Unternehmen dagegen resultieren höhere Strompreise (vgl. Kemfert 2014, S. 65). Davon sind ebenfalls die Handwerker anderer Zweige, wie zum Beispiel die Firmen der Nahrungsmittelherstellung betroffen. Nach einer Studie von Günther, Herrmann und Stechemesser (2013) werden von den befragten Handwerksbetrieben in Dresden vor allem die steigenden Energiepreise als negative Auswirkung des Klimawandels angegeben. Dies kann auf die Handwerksbetriebe in Rheinland-Pfalz übertragen werden. Eine Regressionsanalyse zwischen der BWS des Handwerks und der Jahresmitteltemperatur ist aufgrund mangelnder Datenbasis nicht möglich.

Ökologische Sanierung – Handwerk Trier 2006

„Das Projekt ‚Nachhaltige Renovierung und Sanierung von Mustergebäuden durch das Trierer Handwerk‘ beinhaltet die Bildung eines Netzwerkes von Handwerkskooperationen des Trierer Handwerks, deren vorbildliche Leistungen im Bereich des nachhaltigen Renovierens und Sanierens an Hand von musterhaft sanierten Objekten sowohl gegenüber potentiellen Bauherrn als auch gegenüber weiteren Handwerksbetrieben transparent gemacht wird. [...]

Mit dem Aufbau von gewerkeübergreifenden Handwerkskooperationen im Bereich nachhaltiges Renovieren und Sanieren wurden folgende Ziele verfolgt:

- Erschließung weiterer CO₂-Minderungspotenziale durch Förderung der Umsetzung von nachhaltigen Renovierungs- und Sanierungsstrategien
- Unterstützung der Handwerker bei der Umsetzung von Nachhaltigkeitskriterien
- Unterstützung bei der gewerkeübergreifenden Zusammenarbeit
- Förderung des Kooperationsgedankens im Handwerk und damit Erschließung neuer Marktfelder
- Schaffung von nachhaltig sanierten Mustergebäuden zur Sensibilisierung und Information von weiteren Handwerkern, privaten Bauherren und kommunalen Entscheidungsträgern
- Sicherung des Verbraucherschutzes“

Quelle: Umweltzentrum für Energie und Nachhaltigkeit (2010)

Box 7: Ökologische Sanierung – Handwerk Trier 2006

7.3 Auswirkungen auf die Automobilindustrie

Die Automobilbranche gehört zu den wichtigsten Industriebranchen in Rheinland-Pfalz. Neben den Kraftfahrzeugunternehmen, wie die Adam Opel AG in Kaiserslautern und die Daimler AG in Wörth am Rhein, zählen dazu bis zu 150 Zulieferunternehmen, die insgesamt ca. 32.000 Menschen beschäftigen (IMO Institut zur Modernisierung von Wirtschafts- und Beschäftigungsstrukturen o. J.). Die Produktion findet typischerweise in klimatisierten bzw. beheizten Produktionshallen statt. Insofern ist zu vermuten, dass die Produktion wenig durch Hitze oder Kälte beeinflusst wird. Dabei wird jedoch unterschätzt, dass die Zulieferung von Kraftfahrzeugteilen in hohem Maße durch Wetterereignisse beeinflusst werden kann. Das gilt besonders dann, wenn die Zulieferung „just in time“ oder bedarfsorientiert erfolgt. Nach einer Studie von Cachon, Galliano und Olivares (2012) können Automobilfirmen durch Wetterereignisse wie Schnee oder starke Niederschläge bis zu drei Prozent ihres wöchentlichen Umsatzes verlieren. Auch Hitzeperioden können trotz Klimaanlage die Produktivität der Arbeiter mindern und so zu einer wöchentlichen Produktionseinbuße von bis zu acht Prozent führen.

Nach der Studie ist es jedoch möglich, dass die betroffenen Unternehmen die Produktionseinbußen in den folgenden Wochen aufholen und sich so die Verluste begrenzen können. Zusätzlich können sich die Unternehmen vermutlich zum Teil an mittelfristig veränderte Wetterbedingungen anpassen. Beispielsweise können im Winter, wenn viel Schnee erwartet wird, die benötigten Teile und Materialien auf Lager bestellt werden. Dennoch besteht ein Restrisiko durch unerwartete Extremwetterereignisse, die teilweise nicht oder nur kurzfristig vorhersehbar sind und deshalb eine Anpassung erschweren. Eine Regressionsanalyse für die BWS der Automobilbranche und die Jahresmitteltemperatur ist aufgrund mangelnder Datenlage nicht möglich.

Die getroffenen Aussagen lassen sich allgemein auch auf andere Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes übertragen, die ebenfalls auf Materialien und Teile von Zulieferern angewiesen sind. Gleichzeitig ergeben sich durch den Klimawandel und die damit einhergehenden höheren Anforderungen an die Umweltverträglichkeit neue Chancen für die Automobilindustrie, beispielsweise durch Innovationen (vgl. Kind/Mohns/Sartorius 2011, S. 71).

7.4 Auswirkungen auf die chemische Industrie

Neben der Automobilindustrie nimmt die chemische Industrie eine bedeutende Rolle im verarbeitenden Gewerbe in Rheinland-Pfalz ein. Als wichtigstes Unternehmen kann die BASF in Ludwigshafen genannt werden. Die chemische Industrie umfasst viele Produktionsprozesse, die Kühlung benötigen. In sehr heißen Sommern bzw. Hitzeperioden könnte es durch anhaltende Trockenheit und abnehmender Wasserverfügbarkeit in den Flüssen zu einer Knappheit an Kühlwasser kommen (vgl. Gebauer/Welp/Lotz 2011). Dies kann sich auch auf die Kühlung von Kraftwerken negativ auswirken, wodurch es zu einer Verringerung der Energiebereitstellung kommt. Auch durch Extremwetter, wie beispielsweise Stürme, können Probleme bei der Energiebereitstellung entstehen, indem die Energieinfrastruktur beeinträchtigt wird. Da die chemische Industrie sehr energieintensiv ist, können Energieengpässe auch zu Problemen bei der Produktion führen (vgl. Kemfert 2008, S. 141).

Nach einer Studie von Prognos (2014) wird der Energieverbrauch der rheinland-pfälzischen Industrie bis 2050 um ca. 13 Prozent steigen, wenn die Energiepolitik dem bisherigen Pfad weiterhin folgt (d.h. Förderungen von Effizienzsteigerungsmaßnahmen, Umsetzung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes, etc.). Dabei entfällt der größte Anteil des Energieverbrauchs auf die Chemiebranche. Eine ambitioniertere Energiepolitik, die die Anforderungen des Klimaschutzes erfüllt und eine Reduktion der Treibhausgase bis 2050 um 77 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 anstrebt, erfordert eine Intensivierung der Technologietrends und deutlich höhere Effizienzsteigerungen. Durch diese könnte der

Energieverbrauch der Industrie der Studie zufolge bis 2050 um ca. sechs Prozent gegenüber 2011 sinken. Dennoch entfällt auch in diesem Szenario der größte Anteil des Energieverbrauchs auf die Chemiebranche und übersteigt den Verbrauch von 2011 um ca. fünf Prozent. Ein wesentliches Ziel dieser Industrie sollte daher die Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz sein. Insofern können durch den Klimawandel besonders Energieeffizienzinnovationen angestoßen werden (vgl. Ehrenfeld 2012). Die chemische Industrie emittiert zudem eine Vielzahl von Treibhausgasen, sodass sie eine Schlüsselrolle bei der Reduktion von Emissionen einnehmen kann. Dies kann zu Prozess- und Technologieinnovationen führen, die auch in anderen Industrien genutzt werden können. Beispielfähig können die Entwicklung der Biogasanlage oder die Kraft-Wärme-Kopplung genannt werden, durch welche die Treibhausgase in der chemischen Industrie bereits in hohem Maße reduziert werden konnten (vgl. VCI 2011). Da die chemische Industrie Erzeugnisse hervorbringt, die sowohl in vielen Klimatechnologien eingesetzt werden als auch einen Beitrag zur Beschleunigung des technischen Fortschritts leisten können, kann der Klimawandel zu einer Steigerung der Nachfrage nach chemischen Erzeugnissen führen (vgl. Heymann 2008, S. 68).

Kraft-Wärmekopplung Evonik GmbH Worms

Evonik ist ein Unternehmen der Spezialchemie mit Hauptsitz in Deutschland und Produktionsanlagen in 24 Ländern.

„Der von Evonik am Standort Worms genutzte Strom wird durch umweltfreundliche und sehr effiziente Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) erzeugt. Dabei werden die bei der Chemieproduktion anfallenden Reststoffe thermisch verwendet und Abwärme ökologisch sinnvoll genutzt. Der dabei entstehende Prozessdampf wird vollständig in der Produktion verwertet. Unsere Eigenerzeugungsanlagen sind integrierter Teil der Methylmethacrylat-Produktion in Worms. Die bei der Chemieproduktion durch Abwärme freiwerdende Energie wird vollständig ökologisch verwertet. Das ist eine grüne Sache. Mit dieser effizienten Erzeugung von Eigenstrom leisten wir durch Reduktion von CO₂ einen wichtigen Betrag für den Klimaschutz“, sagte Standortleiter Dr. Udo Gropp.“

Quelle: Evonik (2014)

Box 8: Kraft-Wärmekopplung Evonik GmbH Worms

8 Auswirkungen auf den Dienstleistungssektor

Die BWS des Dienstleistungsbereichs und die Jahresmitteltemperatur weisen eine sehr schwache positive Korrelation (0,151) auf, die nicht signifikant ist. 2,3 Prozent der Varianz der BWS können durch die Varianz der Jahresmitteltemperatur erklärt werden. Die folgende Abbildung zeigt den (nicht signifikanten) Zusammenhang. Zusätzlich ist noch zu berücksichtigen, dass auch der Dienstleistungssektor sehr heterogen ist und einzelne Bereiche durch den Klimawandel unterschiedlich beeinflusst werden können.

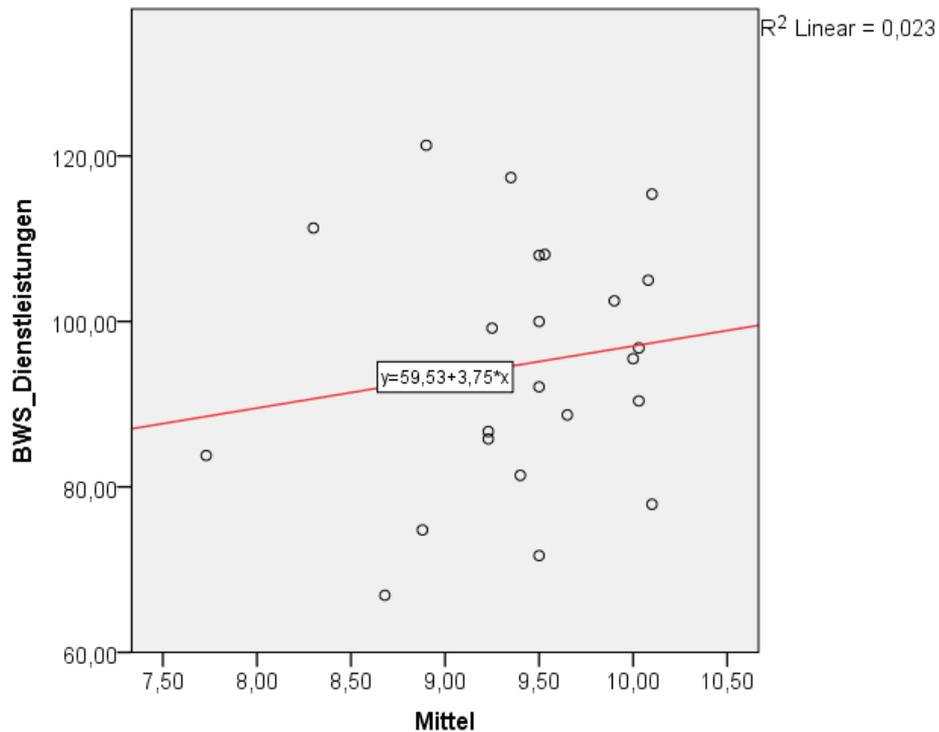


Abbildung 6: Regressionsgerade von BWS (preisbereinigt, Kettenindex 2005 = 100) des Dienstleistungsbereichs und Jahresmitteltemperatur

Die ökonomischen Folgen des Klimawandels auf den Dienstleistungssektor werden nachfolgend an den Beispielen des Tourismus und des Handels und Gastgewerbes verdeutlicht. Aufgrund einer unzureichenden Datenlage ist für die beiden Bereiche keine getrennte Regressionsanalyse möglich.

8.1 Auswirkungen auf den Tourismus

Rheinland-Pfalz bleibt trotz leicht rückläufiger Übernachtungszahlen von 2012 auf 2013 ein beliebtes Reiseziel. Während die Anzahl der Übernachtungen um 0,7 Prozent auf 24,2 Millionen sank, stieg die Anzahl der Gäste um 0,6 Prozent auf fast neun Millionen. Die durchschnittliche Verweildauer betrug 2,7 Tage und zeigt somit einen Trend zum Kurzurlaub. Vor allem die Regionen Rheinhessen, Rheintal und Pfalz sind beliebte Regionen. Die meisten Touristen stammen aus Deutschland, bei den ausländischen Touristen sind vor allem die Niederländer und Belgier stark vertreten (vgl. Statistisches Landesamt 2014a, S.

70 ff.).

Da die Touristenströme auch beispielsweise durch die Konjunktur beeinflusst werden können, ist es schwierig, langfristige Aussagen zu den Auswirkungen des Klimawandels zu treffen. Es ist jedoch zu vermuten, dass die Folgen des Klimawandels eher positive Effekte auf den Tourismus in Rheinland-Pfalz haben. Dies wird auch von dem rheinland-pfälzischen Tourismusverband erwartet (vgl. von Hauff 2013, S. 28f.). Eine höhere Zahl von Sonnentagen und durchschnittlich wärmere Tage im Frühjahr, Sommer und Herbst werden mehr Touristen nach Rheinland-Pfalz anziehen. Während erhöhte Niederschläge und mildere Temperaturen im Winter ein Problem für Länder mit ausgeprägten Skigebieten darstellen, können sie in Rheinland-Pfalz zu einer Steigerung der Touristenzahl führen. Auch Extremwetterereignisse in anderen Regionen können Touristen in mildere Gebiete wie Rheinland-Pfalz umleiten. Weiterhin ist es möglich, dass durch einen Anstieg des Meeresspiegels oder die Zunahme von Stürmen im Norden Deutschlands diese Region als Reiseziel weniger interessant wird und dadurch Rheinland-Pfalz relativ attraktiver wird. Allgemein ist zu berücksichtigen, dass sich der Süden Deutschlands schneller erwärmt als der Norden, sodass sich die Touristenströme zunehmend in den Süden verlagern werden (vgl. Hamilton/Tol 2007, S. 166 ff.).

Die Attraktivität von Rheinland-Pfalz kann zusätzlich noch dadurch gesteigert werden, dass es bei gewissen Reisezielen aufgrund der Temperaturänderungen für Touristen zu heiß wird, wie es beispielsweise für den Mittelmeerraum zu erwarten ist. Allerdings werden die Präferenzen für bestimmte Zielregionen nicht nur durch das Wetter beeinflusst, sondern es sind auch Faktoren wie die Landschaft und die Kultur relevant (vgl. Gebrayel 2013). Daher kann nicht ohne weiteres angenommen werden, dass sich die Touristenzahl in Rheinland-Pfalz durch den Klimawandel erhöht. Zudem können wärmere Temperaturen negative Auswirkungen auf Wanderaktivitäten haben, die bei Touristen in Rheinland-Pfalz einen hohen Stellenwert einnehmen (vgl. Kropp et al. 2009, S. 204).

Auf den Tourismus entfallen derzeit fünf Prozent der weltweiten Treibhausgasemissionen. Besonders deutsche Touristen weisen gegenwärtig einen hohen sogenannten touristischen Klima-Fußabdruck auf (vgl. WWF 2009). Langfristig können die Problematik des Klimawandels und die damit einhergehenden Folgen ein Umdenken in der Gesellschaft bewirken. Eine bewusstere Urlaubsplanung kann wesentlich zu einer Entlastung der Umwelt beitragen, wenn vermehrt Reisen im Inland stattfinden und Flugreisen eingeschränkt werden. So ist beispielsweise eine Wanderung in heimischen Wäldern mit einem geringeren touristischen Klima-Fußabdruck verbunden als eine Flugreise in eine große Hotelanlage. Aktivitäten, wie beispielsweise Sportarten mit hohem Wasser- und Energiebedarf, erhöhen die Umweltbelastung zusätzlich und verstärken den Wasserstress in zunehmend mehr

Regionen (vgl. WWF 2009). Die Entwicklung zu einem „sanften“ bzw. nachhaltigen Tourismus ist deshalb erstrebenswert (vgl. z. B. Torres-Delgado/López Palomeque 2012).

Klimatour durch das Teufelsmoor

„Klimawandel hautnah‘ ist das Thema der 42 Kilometer langen Radroute durch das Teufelsmoor. Um Menschen für das Thema Klimawandel zu sensibilisieren, erläutern neun ‚Klimapunkte‘ entlang der Strecke die Einflüsse des Klimawandels auf das Teufelsmoor. Die Auswirkungen auf die Region, auf Menschen, Tiere und Pflanzen sowie Möglichkeiten zur Anpassung werden in einer Broschüre ausführlich dargestellt. [...] ‚Seit der Entstehung der Tour im Rahmen von klimazwei (Fördermaßnahmen für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen) 2007 haben zahlreiche Organisationen wie der Allgemeine Deutsche Fahrradclub und der Naturschutzbund Deutschland unsere Tour für Ausflüge genutzt. Das touristische Angebot konnte so wirksam erweitert werden‘, betont Thorsten Milenz von der Touristikagentur Teufelsmoor-Worpswede-Unterweser e.V.“

Quelle: Umweltbundesamt (2013), S. 74.

Box 9: Klimatour durch das Teufelsmoor

8.2 Auswirkungen auf Handel und Gastgewerbe

Der Handel umfasst den Groß-, Kraftfahrzeug- und Einzelhandel und bildet die Schnittstelle zwischen Produzenten und Konsumenten. In allen drei Bereichen waren die Umsätze in Rheinland-Pfalz im Jahr 2013 rückläufig. Ein Teil des umsatzstärksten Bereiches des Großhandels bildet der Handel mit chemischen Erzeugnissen. Daneben ist auch der Handel mit Nahrungsmitteln von hoher Bedeutung für die rheinland-pfälzische Wirtschaft. In beiden Bereichen kann es in zu heißen Sommern zu Schwierigkeiten bei der Kühlung kommen. In jedem Fall steigt der Energieverbrauch, wodurch es zu möglichen Energieengpässen kommt. Durch den Umstieg auf erneuerbare Energien erhöht sich – wie bereits erläutert wurde – zudem für die nicht von der EEG-Umlage befreiten Unternehmen der Energiepreis. Insofern werden innovative Kühllösungen erforderlich, um die Einhaltung der Kühlketten zu gewährleisten. Dies kann zu einer Steigerung der Kosten der Lebensmittelpreise führen (vgl. Firth/Colley, 2006, S. 15).

Zusätzlich kann die Verfügbarkeit von Produkten auch durch Ernteaussfälle aufgrund von Hitzewellen im Sommer beeinträchtigt werden. Im Hitzesommer 2003 kam es deutschlandweit zu Ertragseinbußen von bis zu 40 Prozent bei Getreide und auch spürbaren Einbußen in der Kartoffelernte. Die Defizite konnten nur durch Abbau der Bestände, eine Erweiterung des Anbaus und den Rückgriff auf gelagerte Reserven ausgeglichen werden (vgl. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe 2011).

Heißere Sommer können zudem dazu führen, dass sich die Nachfrage verändert: Statt salzigen Knabberartikeln und Schokolade werden dann vermehrt Speiseeis und Erfrischungsgetränke nachgefragt werden (vgl. Heymann 2007, S. 19). Weiterhin können Extremwetterereignisse den computergestützten Handel negativ beeinträchtigen, zum Beispiel wenn bei Stürmen Strommasten beschädigt werden. Insgesamt wird jedoch vermutet, dass der Handel die vom Klimawandel am wenigsten betroffene Branche darstellt (vgl. IHK für München und Oberbayern 2009, S. 9).

Energiemanagement Award 2013 – Edeka Südwest

„Der EHI-Energiemanagement Award geht in diesem Jahr an Edeka Südwest, die laut der Jury aus Experten des Handels und der Energiebranche das überzeugendste Projekt aus einer Vielzahl von Einreichungen präsentiert hat. [...] Dabei kommen insbesondere bei Neu- und Umbauten von Edeka-Märkten sowie in der Produktion und Logistik neueste Technologien zum Einsatz. Für jeden neu geplanten Markt und jeden Umbau wird im Vorfeld ein maßgeschneidertes Energiekonzept erarbeitet. Energieeffiziente Heizungs-, Lüftungs- und Kälteanlagen zählen genauso dazu wie sparsame Leuchtmittel. Moderne LED-Technik oder innovative Wärmerückgewinnungssysteme. ‚So gibt es mittlerweile Standorte, die völlig unabhängig von fossilen Brennstoffen wie Öl oder Gas betrieben werden können‘, erläuterte Herre [Prokurist und Geschäftsbereichsleiter Immobilien der Edeka Südwest]. Mit derzeit 59 Geothermie-Anlagen, über 170 CO₂- und Hybrid-Kälteanlagen sowie zeitgemäßer LED-Beleuchtung für etwa 93.000 Quadratmeter Verkaufsfläche setzt Edeka Südwest seine Nachhaltigkeitsstrategie konsequent um.“

Quelle: Edeka Handelsgesellschaft Südwest (2013)

Box 10: Energiemanagement Award 2013 - Edeka Südwest

Das Gastgewerbe wird dagegen stärker von den Folgen des Klimawandels betroffen (vgl. IHK für München und Oberbayern 2009, S. 8). Dieses Gewerbe, und besonders der Bereich des Hotelgewerbes, ist vom Tourismus in der Region stark abhängig. Wie bereits aufgezeigt wurde, sind Touristenströme nur schwer vorhersehbar, aber es ist davon auszugehen, dass durch den Klimawandel mehr Touristen nach Rheinland-Pfalz kommen. Insofern ergeben sich durch den Klimawandel ökonomisch relevante Perspektiven. Andere Einrichtungen des Gastgewerbes, wie beispielsweise Gaststätten, sind dagegen eher unabhängig von Touristen. Dennoch können auch diese von den Folgen des Klimawandels betroffen sein.

Nach der Studie der IHK für München und Oberbayern (2009) fühlen sich mehr als 40 Prozent der Gastgewerbetreibenden in der Region München stark vom Klimawandel betroffen. Dabei werden vor allem Extremwetterereignisse und die globale Erwärmung als

Risiken empfunden. Auch die steigenden Energiepreise können nachteilig sein, da beispielsweise Großküchen einen hohen Energiebedarf haben. Diese Bedenken können auf die Gastgewerbetreibenden in Rheinland-Pfalz übertragen werden. Obwohl die Sommer in Rheinland-Pfalz eher trockener und wärmer werden und so das Gastgewerbe von einer längeren Saison profitieren kann, geht die Einschätzung des Gastgewerbes dahin, dass die negativen Folgen des Klimawandels überwiegen (vgl. IHK für München und Oberbayern 2009).

Klima-Hotel Gutshof Ziegelhütte (Rheinland-Pfalz)

„Früher eine Ziegelei, heute ein 3-Sterne-Hotel mit Vorbildcharakter: Der Gutshof Ziegelhütte in Edenkoben ist das erste Haus in Rheinland-Pfalz, das den Hotelaufenthalt für seine Gäste 100 Prozent klimaneutral anbietet. [...]

Im Vergleich zu einem durchschnittlichen Hotel wird in der Ziegelhütte bereits 80 Prozent weniger CO₂ freigesetzt. Mit 14,6 Kilogramm CO₂ pro Übernachtung erreicht das Hotel einen Spitzenwert in seiner Klasse. [Hotelinhaber] Thomas Langhauser ist stolz auf dieses Ergebnis. Mit all dem, was in den vergangenen Jahren rund um das Haus geleistet wurde, hat er sich zielsicher auf den klimafreundlichen Weg gemacht: Geheizt wird mit Holz und Pellets, der Strom aus der Steckdose ist ausschließlich aus Wasserkraft, das Dusch- und Badewasser wird geklärt wieder für die Toiletten-Spülungen eingespeist. Bei geöffneten Fenstern geht im Hotelzimmer automatisch die Heizung aus und gefahren wird seit Jahren – auch privat – mit Erdgas. In der Küche – mit neuem, energiesparendem Induktionsherd – verwendet das Köche-Team viele Produkte aus der Pfalz, um Regionalität zu gewährleisten und umweltbelastende Transporte zu vermeiden.“

Quelle: Feller, H. (2011)

Box 11: Klima-Hotel Gutshof Ziegelhütte

9 Auswirkungen auf die Haushalte, insbesondere die Gesundheit

Die Haushalte können durch den Klimawandel auf zwei Arten beeinträchtigt werden. Einerseits ergeben sich kurzfristige Folgen, wie beispielsweise die Zerstörung von Konsumgütern. Diese werden häufig durch Extremwetterereignisse, wie Stürme und Hochwasser, ausgelöst. In zu heißen Sommern steigt zudem die Gefahr von Waldbränden und eine Zunahme von Stürmen kann das Risiko für Fluten und Überschwemmungen erhöhen. Andererseits entstehen langfristige Folgen durch die graduelle und stetige Veränderung des Klimas. An diese können sich die Haushalte besser anpassen,

beispielsweise durch Klimaanlage im Sommer oder eine bauliche Isolierung der Häuser.

Zusätzlich entstehen durch den Klimawandel negative Auswirkungen auf die Gesundheit. Das durchschnittliche Wetter, an das die Menschen gewöhnt sind, verändert sich. Die wärmeren Temperaturen führen zu durchschnittlich heißeren Tagen und erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass Hitzewellen entstehen. Während diesen treten vermehrt Herz-Kreislauf-Erkrankungen auf, die in schweren Fällen tödlich enden können. Vor allem Risikogruppen, wie ältere Menschen, Schwangere und Kinder, können davon betroffen sein (vgl. Climate Service Center 2.0 2014, S. 10). Diese Gefahr wird häufig noch unterschätzt. Dabei starben während des Hitzesommers 2003 in Europa bis zu 70.000 Menschen an den Folgen der Rekordtemperaturen (vgl. Robine et al. 2007), davon 7.000 in Deutschland (vgl. DAS 2008, S. 17). Zusätzlich bewirken die höheren Temperaturen eine Ausdehnung der Pollenflugsaison und eine größere Pollenproduktion, sodass die Allergiker und Asthmatiker stärker belastet werden (vgl. Climate Service Center 2.0 2014, S. 10 f.; DAS, 2008, S. 17 f.). Das mildere Klima begünstigt zudem die Ausbreitung von heimischen Krankheitserregern und die Ansiedlung von neuen Überträgern, wie beispielsweise der Asiatischen Tigermücke (vgl. DAS 2008, S. 16).

Die gesundheitlichen Folgen wirken sich auf die rheinland-pfälzische Wirtschaft aus. Es gibt viele Studien, die eine positive Korrelation zwischen dem gesundheitlichen Zustand der Erwerbstätigen und deren Produktivität sowie Einkommen zeigen. Demnach arbeiten gesündere Erwerbstätige produktiver und erzielen durchschnittlich ein höheres Einkommen (vgl. z. B. Currie/Madrian 1999). Auch zu der Arbeitszeit und dem Renteneintrittsalter besteht eine positive Korrelation, d. h. gesündere Erwerbstätige haben weniger Krankheitstage, arbeiten durchschnittlich länger und gehen erst später in Rente (vgl. Siddiqui 1997). Ein allgemein verschlechterter Gesundheitszustand der Bevölkerung führt demnach auch zu ökonomischen Kosten.

Neben den negativen Auswirkungen auf die Gesundheit sind auch positive Folgen denkbar. Viele Menschen wünschen sich wärmere Temperaturen, sodass eine höhere Anzahl von Sommertagen das Wohlbefinden und die Gesundheit verbessern kann. Durch die milderen Winter kann die Zahl der Verkehrsunfälle durch Straßenglätte reduziert werden. Zudem sind weniger Kälteopfer und eine geringere Wintermortalität denkbar. Dieser Zusammenhang ist jedoch umstritten, da die Mortalität im Winter häufig von Infektionskrankheiten und sozioökonomischen Bedingungen abhängt (vgl. Umweltbundesamt 2009, S. 2).

Insgesamt hängt die Intensität der Auswirkungen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit von vielen Faktoren ab, wie zum Beispiel der Effektivität des öffentlichen Gesundheitssystems und des Katastrophenschutzes. Auch die individuellen Eigenschaften eines Menschen, wie der allgemeine Gesundheitszustand und das Alter, sind für die

gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels relevant. Weitere Faktoren sind die sozioökonomischen Merkmale, wie das Haushaltseinkommen und die Wohnsituation. Gesunde Erwachsene in Rheinland-Pfalz werden demnach durch den Klimawandel bei angemessener Flüssigkeitsaufnahme generell keine negativen Beeinträchtigungen erleben. Ältere oder vorerkrankte Menschen sind dagegen höheren Gefahren ausgesetzt (vgl. Umweltbundesamt 2009, S. 3). Die Anpassungsfähigkeit der Haushalte wird zudem durch das Einkommen determiniert. Zum Beispiel sind der Einbau und die Nutzung einer Klimaanlage oder auch die Versicherung gegen Stürme oder Hochwasser mit teilweise hohen Kosten verbunden. Das belastet die unteren Einkommen überdurchschnittlich, wodurch die Armut zunehmen kann.

9.1 Folgen von Hitzewellen

Hitzewellen wirken sich direkt auf die menschliche Gesundheit, insbesondere das Herz- und Kreislaufsystem, aus. Dies kann Dehydrierung, Sonnenstiche, Hitzekrämpfe und Hitzeschlag zur Folge haben und besonders bei Risikopersonen tödlich enden (vgl. Umweltbundesamt 2009, S. 4). Auch Menschen, die im Freien arbeiten, wie zum Beispiel Bauarbeiter und Landwirte, sind besonders gefährdet (vgl. Climate Service Center 2.0 2014, S. 14).

Durch die steigenden Temperaturen erhöht sich das Risiko für Hitzewellen, sodass es auch in Rheinland-Pfalz zu mehr Hitzeopfern kommen kann. Nach einer Studie von Hübler, Klepper und Peterson (2008) wird die Anzahl der Menschen, die wegen Hitzestress sterben, in der Periode von 2071 bis 2100 deutschlandweit um 6,6 bis 14,8 Prozent steigen. Da im Süden Deutschlands höhere Temperaturen erreicht werden, sind vor allem die dort lebenden Menschen betroffen. Durch die gesundheitlichen Folgen der Hitzewellen und deren Behandlung in Krankenhäusern können jährliche Mehrkosten in Höhe von 495 Millionen Euro entstehen. Gleichzeitig kann es bei zu hohen Temperaturen zu einer verminderten Leistungsfähigkeit der Menschen, d. h. zu einer Verringerung der Arbeitsproduktivität, kommen, die zu Produktionseinbußen von bis zu 2 Milliarden Euro führt.

Die Hitzeverteilung weist ein Stadt-Land-Gefälle auf. In den Städten sind die Temperaturen aufgrund der dichten Bebauung, des Verkehrs, der Industrie und der fehlenden Grünflächen höher als in ländlichen Gebieten (vgl. Löffken 2013). Es resultieren sogenannte urbane Hitzeinseln, welche die gesundheitliche Belastung für die Menschen zusätzlich verstärken. Dadurch entstehen vor allem Gefahren für die Bevölkerung in sehr bebauten Städten, wie Mainz oder Ludwigshafen.

In der Regel sind die Menschen im Süden eines Landes besser an Hitze anpassungsfähig als die Menschen im Norden, sodass die Bevölkerung in Rheinland-Pfalz durchaus an wärmere Temperaturen gewöhnt ist. Doch bei älteren, kranken und pflegebedürftigen Menschen sowie Kleinkindern ist die Anpassungsfähigkeit eingeschränkt. Gerade bei älteren

Menschen führt dies, gemeinsam mit einem geringeren Durstgefühl und einem verminderten Schwitzen, zu einer hohen Belastung des Körpers (vgl. Umweltbundesamt 2009, S. 4).

Vor dem Hintergrund des demografischen Wandels und der damit eingehenden steigenden Anzahl älterer Menschen wird dies zukünftig an Relevanz gewinnen. Der Anteil der 65-Jährigen und älteren beträgt in Rheinland-Pfalz im Jahr 2012 20,6 Prozent (vgl. Statistisches Landesamt 2014d). Langfristig wird dieser Anteil noch zunehmen, da zum einen die Lebenserwartung steigt und zum anderen weniger Kinder geboren werden. Schätzungen zufolge wird der Anteil der Menschen mit 65 Jahren und älter bis 2060 34 Prozent erreichen (vgl. Statistisches Landesamt 2012). Auch die Anzahl der Pflegebedürftigen in Rheinland-Pfalz wird Prognosen zufolge von 110.000 Menschen in 2010 auf rund 197.000 im Jahr 2060 ansteigen (vgl. Rothgang et al 2014, S. 73). Es ist deshalb von hoher Relevanz, dass die pflegebedürftigen Menschen sowohl zu Hause als auch in Heimen mit ausreichender Flüssigkeitszufuhr und temperaturregulierenden Maßnahmen versorgt werden. Dies setzt eine ausreichende Verfügbarkeit von Pflegepersonal und -plätzen voraus.

In Rheinland-Pfalz gab es im Jahr 2011 472 Pflegeheime mit insgesamt 41.516 Pflegeplätzen, welche mit 32.758 Pflegebedürftigen belegt wurden (vgl. Statistisches Bundesamt 2013, S. 6 ff.). Von diesen waren rund 16 Prozent der höchsten Pflegestufe III zugeordnet, was im nationalen Vergleich relativ gering ist. In den Pflegeheimen wurden 2011 30.900 Menschen beschäftigt, wovon 19.554 direkt der Pflege und Betreuung zuzuordnen sind. Eine gute Pflege kann somit durchaus gewährleistet werden, aber eine Schlussfolgerung von der Anzahl der Beschäftigten pro Pflegebedürftigem auf die Qualität der Pflege ist nicht ohne Weiteres möglich. Zusätzlich ist die Belastungsgrenze in den Pflegeheimen sehr hoch, wodurch ein Personalmangel bei gleichzeitig steigender Anzahl von Pflegebedürftigen entsteht (vgl. Lehmann/Marschall 2014).

Hitzetelefon Sonnenschirm (Kassel)

„In der Zeit vom 15. Juni bis 31. August informieren Diakonissen und Seniorenbeirat [ältere Menschen] kostenlos über alle Hitzewarnungen der Warnstufe 2 des Deutschen Wetterdienstes für die Stadt Kassel. Aufgrund haftungsrechtlicher Vorgaben kann zwar keine individuelle telefonische Gesundheitsberatung durchgeführt werden. Doch die Ehrenamtlichen achten während des Telefongesprächs darauf, ob ihr Gesprächspartner Hinweise auf eine gesundheitliche Beeinträchtigung zeigt. [...] Als robuste Maßnahme mindert das Hitzetelefon Gesundheitsgefährdungen bei verschiedenen klimatischen Entwicklungen – etwa bei einem langsamen oder schnellen Anstieg der Durchschnitts- und Spitzentemperaturen. Das Hitzetelefon wirkt: Die Evaluation durch das wissenschaftliche Teilprojekt von KLIMZUG-Nordhessen ergab, dass die Maßnahme dazu beiträgt, ältere Menschen rechtzeitig zu warnen und so schwerwiegenden gesundheitlichen Folgen vorzubeugen.“

Quelle: Umweltbundesamt (2013), S. 22f.

Box 12: Hitzetelefon Sonnenschirm

9.2 Folgen von Hochwasser

Durch den Klimawandel steigen die Regenmengen im Winter und Frühjahr. Zusätzlich führen die höheren Temperaturen zu vermehrtem Schneeschmelzen in den Gebirgen. Dies bewirkt, dass Flüsse wie der Rhein mit mehr Wasser gefüllt sind und das Risiko für Hochwasser steigt. Für die betroffenen Haushalte ergeben sich schwerwiegende Folgen. Durch das Elbe-Hochwasser im Jahr 2013 wurden versicherte Schäden von fast zwei Milliarden Euro verursacht, welche durch 180.000 Versicherungsfälle ausgezahlt wurden (vgl. BMI 2013, S. 9). Daneben entstanden Schäden an der Infrastruktur, für deren Behebung 1,32 Milliarden Euro investiert wurden. Insgesamt bekamen die Länder finanzielle Unterstützung aus dem EU-Solidaritätsfonds in Höhe von 6,669 Milliarden Euro.

Während vor allem in Sachsen-Anhalt, Sachsen und Bayern große Schäden entstanden, war Rheinland-Pfalz im nationalen Vergleich relativ wenig betroffen (vgl. BMI 2013, S. 9 f). Die beantragten vier Millionen Euro wurden hauptsächlich zur Behebung der Schäden in der Landwirtschaft eingesetzt (vgl. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten RLP 2013b), obwohl der Rhein an vielen Stellen die Uferanlagen überschwemmte (vgl. Landesministerium für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht 2013). Die vergleichsweise geringe Betroffenheit von Rheinland-Pfalz lässt sich unter anderem auf das beispielhafte Hochwasserschutzkonzept zurückführen (vgl. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten RLP o. J.). Dennoch sind die Gefahren durch Hochwasser nicht zu unterschätzen und es können Schäden in

Milliardenhöhe entstehen.

9.3 Folgen von Luftverschmutzung

Durch den Klimawandel steigen die Temperaturen und Hitzewellen treten häufiger auf. Die damit einhergehende verstärkte Sonneneinstrahlung kann sowohl die Zeit erhöhter bodennaher Ozonwerte verlängern als auch zu wesentlich höheren Ozonkonzentrationen beitragen (vgl. Europäische Umweltagentur 2013). Der Klimawandel trägt somit wesentlich zu einer Vermehrung des bodennahen Ozons bei (vgl. z. B. Jacob/Winner 2009). Auch die Feinstaubkonzentration wird vermutlich durch den Klimawandel beeinflusst (vgl. z. B. Jacob/Winner 2009). Insofern kann es durch den Klimawandel zu einer verstärkten Luftverschmutzung kommen.

Erdnahes Ozon stellt ein gesundheitliches Risiko dar. Neben Reizerscheinungen an den Augen und Schleimhäuten bestehen diese hauptsächlich in Atemwegserkrankungen. Ungefähr zehn bis 15 Prozent der Bevölkerung reagieren in erhöhtem Maße auf Ozon (vgl. Ministerium für Umwelt und Forsten 2006, S. 7). Die Empfindlichkeit erhöht sich nach körperlicher Aktivität im Freien bei hohen Ozonwerten. Besonders für ältere und vorerkrankte Menschen, wie beispielsweise Asthmatiker, besteht ein erhöhtes Gesundheitsrisiko. Zudem besteht die Vermutung, dass bodennahes Ozon Krebs verursachen kann (vgl. Umweltbundesamt 2014c).

Auch von einem erhöhten Feinstaubaufkommen gehen vermehrte gesundheitliche Gefahren aus. Feinstaub ist zwischen 2,5 (PM_{2.5}) und 10 Mikrometern (PM₁₀) klein und entsteht durch vielfältige Prozesse, hauptsächlich jedoch im Verkehrsbereich. Vor allem die kleinen Partikel können in die Atemwege eindringen und die Gesundheit negativ beeinträchtigen. Verschlechtere Lungenfunktionen, Entzündungen an Bronchien, Alveolen und Gefäßen, vermehrtes Husten, Asthma, Lungenentzündungen, Schlaganfälle und Herzrhythmusstörungen sowie Herzinfarkte können die Folge sein (vgl. Bruckmann/Eikmann 2007).

In Deutschland wird der Feinstaubgehalt kontinuierlich an rund 450 Messstationen gemessen. In Rheinland-Pfalz gibt es 33 Luftmessstationen. Die Umweltlandesämter veröffentlichen auf Basis der gemessenen Werte Karten und Tabellen, die die aktuelle Konzentration von Feinstaub, Ozon und anderen Luftschadstoffen anzeigen (z. B. www.luft-rlp.de). Um die menschliche Gesundheit zu schützen, wurden europaweit geltende Grenzwerte für PM₁₀ festgelegt. Der zulässige Tagesmittelwert liegt bei 50µg pro Kubikmeter und darf maximal an 35 Tagen im Kalenderjahr überschritten werden. Der Grenzwert für das Jahresmittel beträgt 40µg pro Kubikmeter. Für kleinere Partikel gelten strengere Grenzwerte. Im Jahr 2014 wurde der zulässige Tagesmittelwert der PM₁₀-Konzentration in Ludwigshafen an 16 und in Mainz an 18 Tagen überschritten (vgl.

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht 2015). Nach Aussage des Bundesgeschäftsführers des NABU, Leif Miller, entstehen durch die Behandlung der durch Luftverschmutzung verursachten Krankheiten in Europa jährlich volkswirtschaftliche Schäden von bis zu 790 Milliarden Euro.

Vor allem an urbanen Standorten mit hohem Verkehrsaufkommen kommt es zu Überschreitungen des PM10-Tagesmittelwertes. Der Straßenverkehr ist folglich eine der wesentlichen Determinanten für das Ausmaß der Überschreitungen. Durch verschiedene Handlungsmöglichkeiten, wie beispielsweise Dieselfilter, Umweltzonen sowie dem Ausbau von Fahrradwegen und dem öffentlichen Personennahverkehr, kann der Feinstaubgehalt wesentlich reduziert werden. Dabei ist zu beachten, dass einzelne Maßnahmen nur geringe Verbesserungen bewirken können und so eine ganzheitliche Kombination von Maßnahmen erforderlich ist (vgl. Sachverständigenrat für Umweltfragen 2006).

Mehr Fahrrad in den (All) Tag (Kaiserslautern)

„Die Kreisverwaltung Kaiserslautern erhält für das Projekt ‚Mehr Fahrrad in den (All) Tag – Ein Leitfaden für den Radverkehr im Landkreis Kaiserslautern‘ den Umweltpreis des Landes Rheinland-Pfalz.

Das Land würdigt damit den Leitfaden der Kreisverwaltung für Alltagsradverkehr als eine innovative und nachhaltige Maßnahme, die in vorbildhafter Weise zum Schutz und zur Erhaltung unserer Umwelt beiträgt. ‚Die Kreisverwaltung Kaiserslautern will den Alltagsradverkehr als Teil eines umweltfreundlichen Verkehrs stärken und das in einer hügeligen Region, die nicht auf den ersten Blick als fahrradgeeignet erscheint‘, so Umweltministerin Höfken zum Projekt. Die Jury habe das breit gefächerte Projekt überzeugt, von der umfassenden Prüfung und Erfassung des Radverkehrsnetzes, über 170 Handlungsvorschläge für die Kommunen bis zur Internetseite, die auch ein Mängelmeldesystem zu, Radwegenetz anbietet.“

Quelle: Landkreis Kaiserslautern (2013)

Box 13: Mehr Fahrrad in den (All) Tag

10 Zusammenfassung

Das Klima in Rheinland-Pfalz verändert sich. Die durchschnittlichen Temperaturen und Niederschlagsmengen steigen und Extremwetterereignisse werden häufiger. Diese Klimaveränderungen wurden hauptsächlich durch menschliches Handeln verursacht und können nur aktiv durch den Menschen verlangsamt werden, um die Schäden für die nachfolgenden Generationen abzumildern. Bereits heute sind die Auswirkungen auf die Haushalte und Unternehmen spürbar. Es entstehen einerseits Kosten aus der Behebung von Schäden, die auf Extremwetterereignisse zurückzuführen sind, und andererseits Anpassungskosten an die „schleichenden“ Temperaturveränderungen.

Für die einzelnen Industriezweige in Rheinland-Pfalz stellt der Klimawandel unterschiedliche Herausforderungen dar. Im verarbeitenden Gewerbe werden insbesondere energieintensive Betriebe aufgrund steigender Energiepreise betroffen sein. Zusätzlich können vermehrte Extremwetterereignisse zu Produktionsschwierigkeiten bei Just-in-time-Lieferungen führen. Vor allem in der chemischen Industrie können zudem die trockeneren Sommer Probleme bei der Kühlung bewirken. Die Notwendigkeit von effizienteren Energie- und Kühllösungen kann andererseits zu vermehrten Innovationen führen, die auch in anderen Branchen genutzt werden können, und dadurch ökonomische Chancen bieten.

Das Baugewerbe wird voraussichtlich als einzige Branche vom Klimawandel profitieren. Durch den Ausbau erneuerbarer Energien, die energetische Modernisierung von Gebäuden und die Behebung der Schäden von Extremwetterereignissen ist ein Investitionsaufschwung zu erwarten. Dies wirkt sich ebenfalls auf die Handwerksbetriebe aus, die dem Baugewerbe zuzuordnen sind. Auch für den Tourismus in Rheinland-Pfalz können sich positive Auswirkungen ergeben. Wärme und mildere Temperaturen können vermehrt Touristen nach Rheinland-Pfalz anziehen, vor allem, wenn die Mittelmeerregion zu heiß wird. Zusätzlich kann ein steigendes Umweltbewusstsein zu mehr Urlaubsreisen in Rheinland-Pfalz führen. Dies kann weiterhin verstärkt werden, wenn auch die Tourismusbranche bewusst auf einen nachhaltigeren Tourismus umstellt und aktiv für solche Reisen wirbt. Ähnliche Folgen sind für das Gastgewerbe zu vermuten.

Steigende Energiepreise führen jedoch u. a. zu negativen Folgen des Klimawandels für das Gastgewerbe. Dies gilt auch für den Handel, wo es beispielsweise in zu heißen Sommern zu Problemen bei der Kühlung von Lebensmitteln kommen kann. Die größten Auswirkungen sind auf die Landwirtschaft und den Weinbau zu erwarten. Die veränderten Temperaturbedingungen erfordern angepasste Pflanzenarten und einen Ausbau von Bewässerungssystemen. Eine Folge ist, dass sich weitere Regionen in Deutschland zunehmend für den Weinbau eignen können, wodurch der Wettbewerbsdruck auf rheinland-pfälzische Weinbauern steigt.

Auch die Haushalte sind vom Klimawandel betroffen. Neben der möglichen Zerstörung des Eigentums durch Extremwetterereignisse sind auch gesundheitliche Folgen denkbar. Hitzewellen können zu einer steigenden Anzahl von Hitzetoten führen, wovon vor allem alte und vorerkrankte Menschen betroffen sind. Vor dem Hintergrund des demografischen Wandels gewinnt dieses Thema an Relevanz.

11 Verwendete und weiterführende Literatur

Andernach (o. J.) Die Essbare Stadt. Aufwertung öffentlicher Flächen durch Nutzpflanzen, http://www.andernach.de/de/bilder/essbare_stadt_flyer_quer_print_neu.pdf, Zugriff: 27.11.2014.

Baumgärtner, J.; Broll, J.; Nusser, T. (2010): Integriertes Klimaschutzkonzept für die Stadt Speyer, URL: http://www.speyer.de/sv_speyer/de/Umwelt/Klimaschutz/Klimaschutzkonzept/29302_Speyer%20Klimaschutzkonzept.pdf, Zugriff: 21.10.2014.

BMI (2013): Bericht zur Flutkatastrophe 2013: Katastrophenhilfe, Entschädigung, Wiederaufbau, URL: https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/2013/kabinetbericht-fluthilfe.pdf?__blob=publicationFile, Zugriff: 19.11.2014.

Bruckmann, P.; Eikmann, T. (2007): Feinstäube und menschliche Gesundheit, in: Chemie in unserer Zeit, Jg. 41, Nr. 3, S. 248-253.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2012): Schutz Kritischer Infrastrukturen: Studie zur Versorgungssicherheit mit Lebensmitteln, URL: http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Wissenschaftsforum/Bd9_SchutzKritisLebensmittel.html, Zugriff: 15.01.2015.

Cachon, G. P.; Gallino, S.; Olivares, M. (2012): Severe Weather and Automobile Assembly in Productivity, in: Columbia Business School Research Paper Nr. 12/37, URL: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2099798, Zugriff: 03.12.2014.

Climate Service Center 2.0 (2014): Gesundheit und Klimawandel, URL: http://www.climate-service-center.de/imperia/md/content/csc/csc_broschueren/broschure_gesundheit_und_klimawandel.pdf, Zugriff: 16.01.2015.

Currie, J.; Madrian, B. C. (1999): Health, Health Insurance and the Labour Market, in: Ashenfelter, O.; Card, D. (Hrsg.): Handbook of Labour Economics, Vol. 3A, S. 3309-3415.

DAS (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel, URL: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf, Zugriff: 21.10.2014.

Deutsche Bank Research (2008): Building a Cleaner Planet: The Construction Industry will benefit from climate change, Frankfurt am Main.

Edeka Handelsgesellschaft Südwest (2013): EHI-Energiemanagement Award 2013 für Edeka Südwest, URL: http://www.edeka-nachhaltigkeit.de/html/energie_award.html?t=&tto=610c97fe, Zugriff: 15.01.2015.

Ehrenfeld, W. (2012): Climate Innovation: The case of the Central German chemical industry, in: IWH-Diskussionspapier, Nr. 2/2012.

Europäische Umweltagentur (2013): Klimawandel und Luft, URL: <http://www.eea.europa.eu/de/signale/signale-2013/artikel/klimawandel-und-luft>, Stand: 07.01.2014.

Evonik (2014): Worms Standortnews – Eigenstromerzeugung der Chemischen Industrie sichert Arbeitsplätze und schützt das Klima, URL: <http://corporate.evonik.de/de/unternehmen/standorte/europa/deutschland/worms/newsarchiv/pages/news-details.aspx?newsid=43360>, Zugriff: 14.01.2015.

Feller, H. (2011): Rheinland-Pfalz klimafreundlich gebettet – Gutshof Ziegelhütte erhält Auszeichnung als erstes Klima-Hotel in Rheinland-Pfalz, in: Allgemeine Hotel- und Gastronomie-Zeitung, Nr. 2011/8 vom 19. Februar 2011, URL: <http://www.ahgz.de/regional-und-lokal/rheinland-pfalz-klimafreundlich-gebettet,200012183587.html>, Zugriff: 16.01.2014.

Firth, A.; Colleys, M. (2006): The Adaption Tipping Point: Are UK Businesses Climate Proof?, Acclimatise and UKCIP, Oxford.

Gebauer, J.; Welp, M.; Lotz, W. (2011): Anpassung an den Klimawandel: Chemieindustrie, URL: http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/364/publikationen/kompass_themenblatt_chemie_net.pdf, Zugriff: 14.01.2015.

Gebayel, A. (2013): The Impact of Climate Change on Tourism in the Mediterranean Region, Cyprus International Institute for Environmental and Public Health, Working Paper, URL: <http://www.cyprus-institute.ecoethics.net/Student-Records/2013/Antoine%20GEBRAYEL/ANTOINE-GEBRAYEL.pdf>, Zugriff: 17.01.2015.

Geden, O. (2010): Abschied vom Zwei-Grad-Ziel – Wie eine kluge Klimapolitik aussehen muss, in: Internationale Politik, Jg. 65, Nr. 5, S. 108-114.

Günther, E.; Herrmann, J.; Stechemesser, K. (2013): Auswirkungen des Klimawandels auf Handwerksbetriebe, in: Dresdner Beiträge zur Betriebswirtschaftslehre, Nr. 169/13.

Günther, E. et al (2013): Faktenblatt Baugewerbe, URL: http://www.regklam.de/fileadmin/Daten_Redaktion/Publikationen/Faktenbl%C3%A4tter/baugewerbe_fertig_2013-07-04_FINAL_db.pdf, Zugriff: 08.12.2014.

Haas, C. (2013): Auf dem Weg zur Null-Emissions-Region, URL: http://www.allgemeinezeitung.de/lokales/ingelheim/landkreis-mainz-bingen/auf-dem-weg-zur-null-emissions-region_12878084.htm, Zugriff: 22.10.2014.

Hamilton, J.; Tol, R. (2007): The impact of climate change on tourism in Germany, the UK and Ireland: A simulation study, in: Regional Environmental Change, Jg. 7, Nr. 3, S. 161-172.

Hauff, M. von (2013): Abschlussbericht zum Projekt „Klimawandel und Wirtschaft in Rheinland-Pfalz“, beauftragt vom Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen.

Hauff, M. von; Kluth, K. (2006): Die energiewirtschaftliche Situation und Stand der Versorgungssicherheit in Deutschland während der Trockenperiode 2003, in: Feser, H.-D.; Hauff, M. von (Hrsg.): Volkswirtschaftliche Diskussionsbeiträge, Nr. 22-06.

Heymann, E. (2007): Klimawandel und Branchen: Manche mögen's heiß!, in: DB Research: Energie und Klimawandel, Aktuelle Themen 388.

Heymann, E. (2008): Welche Branchen sind besonders vom Klimawandel betroffen?, in: uwf UmweltWirtschaftsForum, Jg. 16, Nr. 2, S. 65-70.

Hitz S.; Smith, J. (2004): Estimating global impacts from climate change, in: Global Environmental Change, Jg. 14, Nr. 3, S. 201-218.

Hübler, M.; Klepper, G.; Peterson, S. (2008): Costs of climate change: The effects of rising temperatures on health and productivity in Germany, in: Ecological Economics, Jg. 68, Nr. 1-2, S. 381-393.

Jacob, D. J.; Winner, D. A. (2009): Effect of climate change on air quality, in: Atmospheric Environment, Jg. 43, Nr. 1, S. 51-63.

IMO Institut zur Modernisierung von Wirtschafts- und Beschäftigungsstrukturen (o. J.): Die Automobilunternehmen und -branche, URL: <http://www.auto-rlp.de/automobilunternehmen.html>, Zugriff: 06.01.2015.

IPCC (2000): Summary for Policymakers – Emissions Scenarios, URL: <https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>, Zugriff: 26.11.2014.

IPCC (2013): Climate Change 2013. The Physical Science Basis – Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, URL: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>, Zugriff: 12.01.2015.

IPCC (2014): Climate Change 2014. Synthesis Report – Summary for Policymakers, URL: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_SPMcorr1.pdf, Zugriff: 13.01.2015.

IHK für München und Oberbayern (2009): Die Wirtschaft und der Klimawandel – Reaktionen der Unternehmen, URL: <https://www.muenchen.ihk.de/de/presse/Anhaenge/Klimastudie-Broschuere.pdf>, Zugriff: 15.01.2015.

Investitions- und Strukturbank (2013): ISB-Darlehen Wohneigentum und Modernisierung, URL: http://isb.rlp.de/fileadmin/Resourcen/Shop/Dokumente/ISB_Brosch_A5_Wohneig_Modern_2013_Web.pdf, Zugriff 16.12.2014.

Kaltzin, W. (2009): Forschungsprojekt „Weinbau im Klimawandel“, URL: <http://www.derwinzer.at/?id=2500,4804319>, Zugriff: 05.01.2014.

Kemfert, C. (2002): An Integrated Assessment Model of Economy-Energy-Climate - The Model Wiagem, in: Integrated Assessment, Jg. 3, Nr.4, S. 281-298.

Kemfert, C. (2004): Die ökonomischen Kosten des Klimawandels, in: DIW Wochenbericht, 71. Jg., Nr. 42, S. 615-622.

Kemfert, C. (2007): Klimawandel kostet die deutsche Volkswirtschaft Milliarden, in: DIW Wochenbericht, Jg. 74, Nr. 11, 1. Bericht, S. 165-169.

Kemfert, C. (2008): Kosten des Klimawandels ungleich verteilt: Wirtschaftsschwache Bundesländer trifft es am härtesten, in: DIW Wochenbericht, Jg. 75, Nr. 12- 13, S. 137-142.

Kemfert, C. (2014): Besser als ihr Ruf. Die Energiewende bietet wesentlich mehr wirtschaftliche Chancen als Risiken, in: Internationale Politik, Jg. 69, Nr. 3, S. 62-66.

Kemfert, C.; Schumacher, K. (2005): Costs of Inaction and Costs of Action in Climate Protection - Assessment of Costs of Inaction or Delayed Action of Climate Protection and Climate Change, Abschlussbericht FKZ 904 41 362 für das Bundesumweltministerium, Berlin.

Kind, C.; Mohns, T.; Sartorius, C. (2011): Forschungsbericht für das Vorhaben "Unterstützung des Managements von Klimarisiken und -chancen", URL: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/3708_49_111_bf.pdf, Zugriff: 13.01.2014.

Klimaschutzkonzept Ingelheim (2012a): Zusammenfassung – Klimaschutzkonzept der Stadt Ingelheim am Rhein, URL: <http://www.ingelheim.de/fileadmin/img/klimaschutz/Klimaschutzkonzept.pdf>, Zugriff: 21.10.2014.

Klimaschutzkonzept Ingelheim (2012b): Erneuerbare Energien, URL: <http://www.ingelheim.de/fileadmin/img/klimaschutz/Teilkonzept-Erneuerbare-Energien.pdf>, Zugriff: 21.10.2014.

Kropp, J. et al. (2009): Klimawandel in Nordrhein-Westfalen: Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren, Abschlussbericht des Postdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) für das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.

Landkreis Kaiserslautern (2013): Umweltpreis des Landes für Landkreis Kaiserslautern, URL: <http://www.kaiserslautern-kreis.de/aktuelles/pressemeldungen-detailansicht/artikel/details/umweltpreis-des-landes-fuer-landkreis-kaiserslautern.html>, Zugriff: 12.01.2015.

Landesministerium für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (2013): Hochwasser im Rhein, URL: http://www.hochwasser-rlp.de/publikationen/bericht_rheinhochwasser_juni2013.pdf, Zugriff 20.01.2014.

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (2015): Luftmessnetz Zimen: Überschreitung von Grenzwerten: 24 Stunden / PM10 (MEZ), URL: <http://www.luft-rlp.de/aktuell/grenzwerte/grenzwerte.php?k=3&g=24.>, Zugriff: 07.01.2015.

Lehmann, R.; Marschall, B. (2014): Reformbedarf: Pflegeheimen läuft das Personal davon, in: Rhein-Zeitung, URL: http://www.rhein-zeitung.de/nachrichten/berliner-buero-newsundkommentare_artikel,-Reformbedarf-Pflegeheimen-laeuft-das-Personal-davon-_arid,1097067.html#.VPWWrS7cg_w, Zugriff: 19.01.2015.

Löfken, J.O. (2013): Urbane Hitzeinseln: Wie sich der Boden unter den Städten aufheizt, URL: <http://www.weltderphysik.de/gebiet/technik/news/2013/wie-sich-der-boden-unter-den-staedten-aufheizt/>, Zugriff: 19.01.2015.

Ministerium für Umwelt und Forsten (2006): Ozon in Rheinland-Pfalz. Entstehung – Messung – Bewertung – Maßnahmen, http://www.luft-rlp.de/ozon/Ozon_in_RLP.pdf, Zugriff: 07.01.2015.

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten (2013a): Griese/Lemke: Holzbau unterstützt heimische Wirtschaft und Klimaschutz, http://mulewf.rlp.de/no_cache/aktuelles/einzelansicht/archive/2013/january/article/griese-lemke-holzbau-unterstuetzt-heimische-wirtschaft-und-klimaschutz/, Zugriff 15.12.2014.

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten (2013b): Höfken: Landwirtschaft erhält Ausgleich für Hochwasserschäden / Meldung bis 12. Juli, URL: <http://mulewf.rlp.de/einzelansicht/archive/2013/july/article/hoeffken-landwirtschaft-erhaelt-ausgleich-fuer-hochwasserschaeden-meldung-bis-12-juli/>, Zugriff: 19.01.2015.

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten RLP (o.J): Hochwasserschutz in Rheinland-Pfalz, URL: <http://www.wasser.rlp.de/servlet/is/2026/>, Zugriff: 07.01.2015.

Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung (o. J.): Klima & Witterung, URL: <http://www.kwis-rlp.de/index.php?id=6867>, Zugriff: 26.11.2014.

Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung (2013): Klimawandelbericht. Grundlagen und Empfehlungen für Naturschutz und Biodiversität, Boden, Wasser, Landwirtschaft, Weinbau und Wald, Mainz.

Moriondo, M. et al. (2013): Projected shifts of wine regions in response to climate change, in: Climatic Change, Jg. 119, Nr. 3-4, S. 825-839.

Nordhaus, W. (2013): Integrated Economic and Climate Modeling, in: Dixon, P.B.; Jorgen-

son, D.W. (Hrsg.): Handbook of Computational General Equilibrium Modeling, Jg. 1B, S. 1069-1131.

Podbregar, N.; Schwanke, K.; Frater, H. (2009): Wetter, Klima, Klimawandel. Wissen für eine Welt im Umbruch, Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg.

Prognos (2013): Ermittlung der Wachstumswirkungen der KfW-Programme zum energieeffizienten Bauen und Sanieren, <https://www.kfw.de/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Wachstumseffekte-EBS-Endbericht.pdf>, Zugriff: 16.12.2014.

Prognos (2014): Vorstudie für ein Landesklimaschutzkonzept für das Land Rheinland-Pfalz, Basel, Berlin.

Robine, J. M.; Cheung, S. L.; Le Roy, S.; Van Oyen, H.; Herrmann, F.R. (2007): Report on excess mortality in Europe during summer 2003, EU Community Action Programme for Public Health, Grant Agreement 2005114.

Rosen, R. A.; Guenther, E. (2014): The economics of mitigating climate change: What can we know?", in: Technological Forecasting and Social Change, Jg. 91, S. 93-106.

Rothgang, H. et al (2014): Barmer GEK Pflegereport, in: Barmer GEK (Hrsg.): Schriftenreihe zur Gesundheitsanalyse, Bd. 29.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (2006): Feinstaub durch Straßenverkehr – Bundespolitischer Handlungsbedarf – Stellungnahme, Nr. 6, URL: http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2005_Stellung_Feinstaub_durch_Strassenverkehr.pdf?__blob=publicationFile, Zugriff: 07.01.2015.

Siddiqui, S. (1997): The Impact of Health on Retirement Behaviour: Empirical Evidence from West Germany, in: Health Economics, Jg. 6, Nr. 4, S. 425-438.

Statista (o. J.): Faktenbuch Ausbaugewerbe, URL: <http://de.statista.com/statistik/faktenbuch/316/a/branche-industrie-markt/baugewerbe/ausbaugewerbe/>, Zugriff: 26.11.2014.

Statistisches Bundesamt (2013): Pflegestatistik 2011 – Pflege im Rahmen der Pflegeversicherung Ländervergleich – Pflegeheime, URL: <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Pflege/LaenderPflegeheim>

e5224102119004.pdf?__blob=publicationFile, Zugriff: 19.01.2015.

Statistisches Landesamt (2012): Rheinland-Pfalz 2060 - Dritte regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung (Basisjahr 2010), Statistische Analysen Nr. 25.

Statistisches Landesamt RP (2012b): Landwirtschaftszählung 2010, Statistische Analysen Nr. 24.

Statistisches Landesamt (2014a): Die Wirtschaft in Rheinland-Pfalz 2013, Statistische Analysen Nr. 32.

Statistisches Landesamt (2014b): Ausblick auf die Wirtschaft in Rheinland-Pfalz 2014, Sonderdruck.

Statistisches Landesamt (2014c): Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen und Bruttoinlandsprodukt 1991 bis 2013, URL: <http://www.statistik.rlp.de/wirtschaft/volkswirtschaftliche-gesamtrechnungen/zeitreihen-land/vgr2/>, Zugriff: 26.11.2014.

Statistisches Landesamt (2014d): Bevölkerung 1950 bis 2012 nach Altersgruppen sowie Jugend- und Altersquotient, URL: http://www.statistik.rlp.de/staat-und-gesellschaft/bevoelkerung-und-gebiet/zeitreihen-land/bev_jugend_altenquotient/, Zugriff: 16.01.2015.

Stolte, C. (2013): Die Energiewende und ihre Auswirkungen auf die Bauwirtschaft, in: Tagungsband des Internationalen BBB-Kongress 2013, <http://www.bbb-kongress.de/Stolte.pdf>, Zugriff 16.12.2014.

Torres-Delgado, A.; López Palomeque, F. (2012): The growth and spread of the concept of sustainable tourism: The contribution of institutional initiatives to tourism policy, in: *Tourism Management Perspectives*, Jg. 4, S. 1-10.

Trapp, M.; Tintrup gen. Suntrup, G. und Kotremba, C. (2013a): Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft und den Weinbau in Rheinland-Pfalz, in: Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelsfolgen (Hrsg.): *Schlussbericht des Landesprojekts Klima- und Landschaftswandel in Rheinland-Pfalz, Teil 3, Modul Landwirtschaft.*

Trapp, M.; Tintrup gen. Suntrup, G. und Kotremba, C. (2013b): Klima- und Landschaftswandel in Rheinland-Pfalz (KlimLandRP) – Themenblatt zu den Methoden und Ergebnissen des Moduls Landwirtschaft – Sektor Weinbau, Hrsg.: Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen.

Umweltbundesamt (2009): Gesundheitliche Anpassung an den Klimawandel, <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3753.pdf>, Zugriff: 05.01.2015.

Umweltbundesamt (2013): Handbuch zur guten Praxis der Anpassung an den Klimawandel, Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt: (2014c) Ozon, URL: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschaedstoffe/ozon>, Zugriff: 07.01.2015.

Umweltzentrum für Energie und Nachhaltigkeit (2010): Nachhaltige Renovierung und Sanierung von Mustergebäuden durch das Trierer Handwerk, Trier.

VCI (2011): Wachstum bei sinkenden Emissionen, URL: <https://www.vci.de/langfassungen-pdf/wachstum-bei-sinkenden-emissionen.pdf>, Stand: 70.01.2015.

WWF (2009): Der touristische Klima-Fußabdruck – WWF-Bericht über die Umweltauswirkungen von Urlaub und Reisen, http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Der_touristische_Klima-Fussabdruck.pdf, Stand: 09.12.2014.

Anhang: Regressionsanalyse für BWS und Jahresmitteltemperatur

Tabelle 2: Modellübersicht

Modell	R	R-Quadrat	Angepasstes R-Quadrat	Standardfehler der Schätzung
1	,133 ^a	,018	-,029	13,76995

a. Prädiktoren: (Konstante), Mittel

b. Abhängige Variable: BWS_Preisbereinigt

Tabelle 3: ANOVA

Modell	Quadratsumme	df	Mittel der Quadratrate	F	Sig.
1 Regression	71,809	1	71,809	,379	,545 ^b
Residuum	3981,843	21	189,612		
Gesamtsumme	4053,652	22			

a. Abhängige Variable: BWS_Preisbereinigt

b. Prädiktoren: (Konstante), Mittel

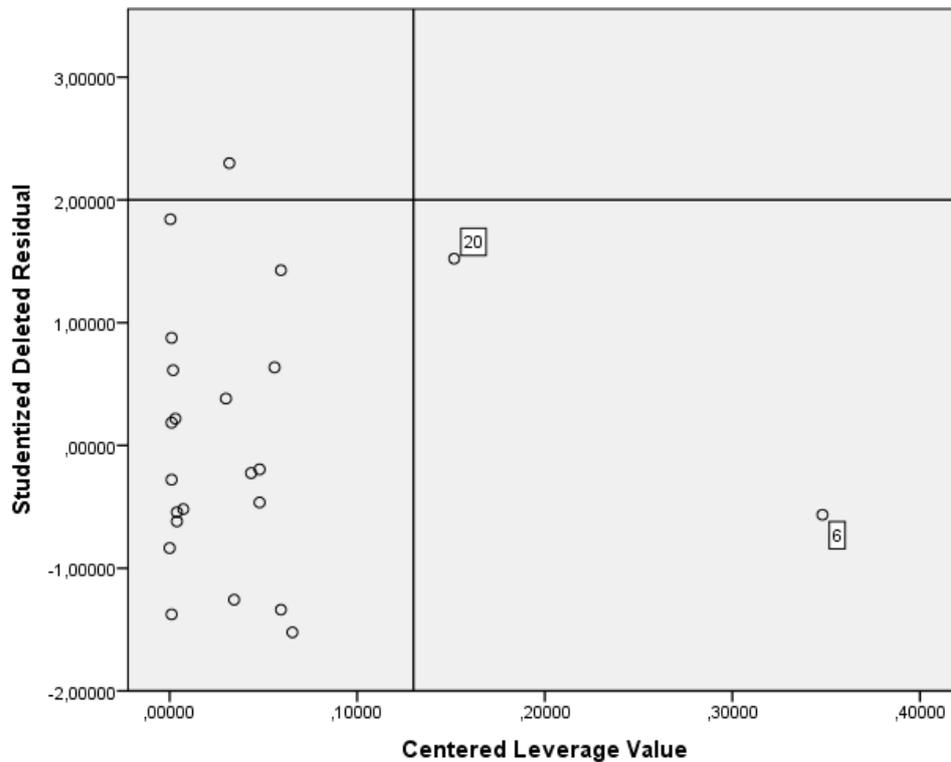
Tabelle 4: Koeffizienten der Regressionsanalyse

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	t	Sig.
		B	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	69,129	45,649		1,514	,145
	Mittel	2,980	4,843	,133	,615	,545

a. Abhängige Variable: BWS_Preisbereinigt

Prüfung der Modellannahmen der Regressionsanalyse:

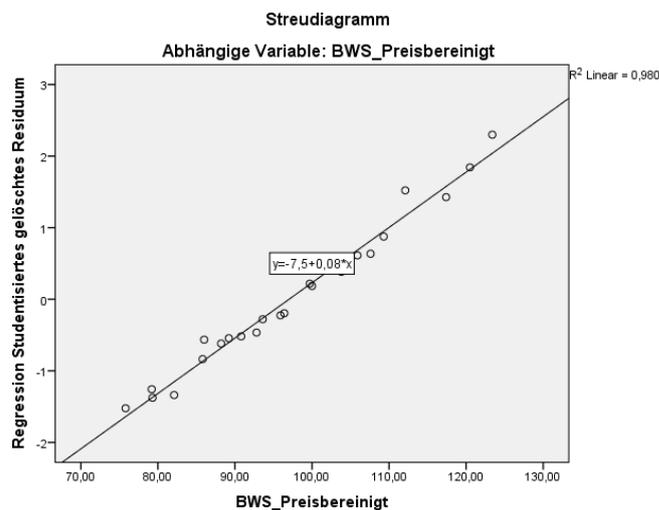
1) Ausreißer, Hebelwerte und einflussreiche Punkte



In dem Datensatz sind zwei Hebelwerte erkennbar (Datensatz 6 und 20). Diese sind den Jahren 1996 und 2010 zuzuordnen. In diesen Jahren weicht die Temperatur von den restlichen Jahren negativ ab. Die Abweichungen zeigen sich jeweils in allen vier Quartalen, weshalb die Durchschnittsbildung zur Jahresmitteltemperatur nicht zu Verzerrungen führt. Allerdings sind die Abweichungen nicht so stark, als dass sie Ausreißer oder einflussreiche Werte darstellen. Die Werte müssen demnach nicht von der Regressionsanalyse ausgeschlossen werden.

2) Linearität

Linearität ist gegeben.



3) Homoskedastizität

Nicht signifikant, d. h. die Nullhypothese kann nicht abgelehnt werden. Es kann somit von Homoskedastizität ausgegangen werden.

Koeffizienten^a

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	t	Sig.
		B	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	115,346	82,699		1,395	,178
	Unstandardized Predicted Value	-1,073	,851	-,265	-1,261	,221

a. Abhängige Variable: res_1_abs

4) Normalverteilung der Residuen

Nicht signifikant, d.h., die Nullhypothese kann nicht abgelehnt werden. Es kann somit von einer Normalverteilung der Residuen ausgegangen werden.

Tests auf Normalverteilung

	Kolmogorow-Smirnow ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Sig.	Statistik	df	Sig.
Standardized Residual	,142	23	,200*	,952	23	,320

*. Dies ist eine Untergrenze der tatsächlichen Signifikanz.

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

Bisher erschienen:

- 01-93: **Beyer, H.-M.; Feser, H.-D.; von Hauff, M.; Wiesch, G.J.:**
Umweltpolitik in der Bundesrepublik Deutschland: Stand und Perspektiven.
(vergriffen)
- 02-93: **Füßler, Andreas:**
Die gesellschaftliche Zeitpräferenzrate: Theoretische Grundlagen, Kritik und Evidenz. (vergriffen)
- 03-93: **Wiesch, Gerald:**
Recyclingförderung durch Inputbesteuerung: Ein Modell. (vergriffen)
- 04-94: **von Hauff, Michael:**
The Transformation Process and the Structural Adjustment Program in India: A Few Ecological Consequences
- 05-94: **Daly, Herman E.:**
Die Wachstumsdebatte: Was einige Ökonomen gelernt haben, viele aber nicht. Übersetzt und mit einer Einführung versehen von Wolfgang Flieger.(vergriffen)
- 06-95: **Bornhöft, Stephan:**
Die europäische Sozialunion: Begriff, Entwicklung, Perspektiven.
- 07-95: **Henzelmann, Torsten:**
Contracting: Ein effizientes Instrument auf dem Weg zum Least-Cost Planning.
- 08-95: **Breitbarth, M.; von Hauff, M.; Maier, K.-D.:**
Innovationserfolge durch umweltschonende Investitionsgüter. Pilotstudie zur Oberflächentechnikindustrie in Baden-Württemberg.(vergriffen)
- 09-96: **Solbach, Daniel:**
Außenwirtschaft und Umweltschutz.
- 10-96: **Thiry, Erik:**
Die Umwelt-Audit-Verordnung der EU.
- 11-97: **von Hauff, Michael; Wilderer, Martin Z.:**
The Emerging Markets for Environmental Technology in Asia: India, Indonesia, Malaysia, Philippines, Singapore, Taiwan, Thailand.

-
- 12-99: **Auplat, M.-F.; Kruse, B.; Schmidt, M.:**
Möglichkeiten einer eigenständigen Alterssicherung für Frauen: Utopie oder Wirklichkeit?
- 13-99: **Laws, Carmen:**
Die Visegradstaaten auf dem Weg in die EU - Eine Analyse des Transformationserfolges anhand der Wettbewerbsfähigkeit auf dem EU-Markt.
- 14-01: **von Hauff, Michael; Sauer, Lenore:**
Die Effektivität und Effizienz von Sozialstaatsmodellen.
- 15-02: **von Hauff, Michael; Kundu, Amitabh:**
Energy Strategy for Sustainable Development - Use of Renewable Resources and its Implications in India.
- 16-03: **Filc, Wolfgang:**
Der Beitrag der Geldpolitik für Wirtschaftswachstum und Beschäftigung in der Europäischen Wirtschafts- und Währungsunion.
- 17-03: **Beissinger, Thomas; Knoppik, Christoph:**
Sind Nominallöhne starr? Neuere Evidenz und wirtschaftspolitische Implikationen.
- 18-04: **Beissinger, Thomas:**
Strukturelle Arbeitslosigkeit in Europa: Eine Bestandsaufnahme
- 19-05: **von Hauff, Michael; Kleine, Alexandro:**
Methodischer Ansatz zur Systematisierung von Handlungsfeldern und Indikatoren einer Nachhaltigkeitsstrategie - Das Integrierende Nachhaltigkeits-Dreieck.
- 20-05: **Beissinger, Thomas; Knoppik, Christoph:**
Downward Nominal Wage Rigidity in Europe: An Analysis of European Micro Data from the ECHP 1994-2001
- 21-05: **von Hauff, Michael; Welter, Markus:**
Zur ökonomischen Bedeutung von Information: Eine aktuelle Übersicht
- 22-06 **von Hauff, Michael; Kluth, Katharina:**
Die energiewirtschaftliche Situation und Stand der Versorgungssicherheit in Deutschland während der Trockenperiode 2003

- 23-06 **von Hauff, Michael; Tarkan, Bülent:**
Die finanzwirtschaftliche Situation der kommunalen Ebene - Die demographische Perspektive
- 24-07 **von Hauff, Michael:**
Die Rolle Indiens in der globalen Strukturpolitik
- 25-08 **Feser, Hans-Dieter; von Malottki, Christian; Schmitt, Rebecca:**
Migrationsmodelle - ein kritischer Literaturbericht in Hinblick auf Binnenwanderung
- 26-08 **von Hauff, Michael; Hartel, Arthur:**
Digitaler Dualismus. Die ökonomische Bedeutung von Informationen - am Beispiel Afrikas
- 27-09 **von Hauff, Michael; Jörg, Andrea:**
Innovationen im Kontext nachhaltiger Entwicklung
- 28-09 **von Hauff, Michael; Krämer, Hagen:**
Ökonomische Aspekte des Glücks - Was Wirtschaft und Gesellschaft von der modernen Glücksforschung lernen können
- 29-10 **Kecinski, Maik; Riechmann, Thomas:**
Walrasian Strategies in Cournot Games - Theory and Experimental Investigation
- 30-10 **von Hauff, Michael; Schiffer, Helena:**
Soziale Nachhaltigkeit im Kontext der Neuen Institutionsökonomik
- 31-10 **von Hauff, Michael:**
Bewertung von Wirtschaftswachstum - Klärung einiger Irrungen und Wirrungen
- 32-11 **von Hauff, Michael; Deepa Chandran; Lopamudra Ray Saraswati:**
Requirements for the National Sustainability Strategy of India
- 33-12 **von Hauff, Michael; Seitz, Nicola:**
Anforderungen an ein nachhaltiges Wachstum
- 34-13 **Berninghaus, Siegfried; Schosser, Stephan; Vogt Bodo:**
Equilibrium Selection under Limited Control
An Experimental Study of the Network Hawk-Dove Game

- 35-13 **Schossler, Stephan; Trarbach Judith; Vogt, Bodo:**
Do people have a preference for increasing or decreasing pain?
An experimental comparison of hypothetical and monetary consequences
- 36-13 **Schossler, Stephan; Trarbach Judith; Vogt, Bodo:**
Is the first option worth paying for?
An experimental study of the primary effect
- 37-14 **von Hauff, Michael; Parlow, Anton:**
CO₂-Emissions and Economic Growth – A Bound testing Cointegration
Analysis for German Industries
- 38-15 **von Hauff, Michael; Avijit, Mistri:**
Economic Growth, Safe Drinking Water and Ground Water Storage: Examining
Environmental Kuznets Curve (EKC) in Indian Context
- 39-15 **Fischer, Klaus; Baudach, Tino; von Hauff, Michael:**
Nachhaltige Gewerbe- und Industriegebiete – Theoretische Begründung und
konzeptionelle Ausgestaltung