

ACRP3

SOS EXPOSITION ÖSTERREICHS GEGENÜBER DEN WELTWEITEN WIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS ÜBER DEN EINFLUSSKANAL DER WARENEXPORTE

Inputpapier – WP2 Ergebnisse
Zürich/Wien, 4. Juli 2012

Martin Peter, Dr. Regina Schwegler

2213_SOAP_KLIMAWANDELEXPORTEA_050712.DOCX



INFRAS

INFRAS

**BINZSTRASSE 23
POSTFACH
CH-8045 ZÜRICH
t +41 44 205 95 95
f +41 44 205 95 99
ZUERICH@INFRAS.CH**

**MÜHLEMATTSTRASSE 45
CH-3007 BERN**

WWW.INFRAS.CH

INHALT

1.	Einleitung	4
1.1.	Ausgangslage und Zielsetzung	4
1.2.	Vorgehen und Berichtsstruktur	5
1.3.	Klima-Exposition Österreichs über internationale Einflusskanäle	8
1.3.1.	Handelsströme	8
1.3.2.	Devisen- und Kapitalmarkt	10
1.3.3.	Arbeit und Migration	11
1.3.4.	Technologie	13
1.3.5.	Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen	14
1.3.6.	Wechselwirkungen zwischen Einflusskanälen	14
1.3.7.	Fazit	17
2.	Vorgehen und Methodik	18
2.1.	Arbeitsschritte	18
2.2.	Methodisches Vorgehen	19
2.2.1.	Weltwirtschaftsstruktur 2050 (ohne Klimawandel)	19
2.2.2.	Exportstruktur Österreichs in 2050 (ohne Klimawandel)	22
2.2.3.	Direkte wirtschaftliche Klimawirkungen in 2050: Szenarien Medium und High-Impact	29
2.2.4.	Klimawirkungen auf Österreich via Warenexporte: Szenarien 1 und 2	34
3.	Berechnungen	37
3.1.	Weltwirtschaftsstruktur bis 2050 (ohne Klimawandel)	37
3.1.1.	Wachstumsprognosen der Weltwirtschaft von 2010 bis 2050	37
3.1.2.	Strukturwandel 2010 bis 2050	38
3.2.	Struktur der Warenexporte Österreichs in 2050 (ohne Klimawandel)	39
3.2.1.	Struktur Warenexporte 2010	39
3.2.2.	Struktur Warenexporte 2050	40
3.2.3.	Exkurs: Exportverschiebungen 2007-2010	41
3.3.	Direkte wirtschaftliche Klimawirkungen in 2050	43
3.3.1.	Klimawirkungen in 2050 gemäss der Varianten Medium und High Impact	43
3.3.2.	Kontrollrechnung für die Klimawirkungen auf die Region „Rest der Welt“	45

4.	Ergebnisse	47
4.1.	Szenario 1: Klimaexposition Österreichs und Wirtschaftsstruktur 2050	47
4.1.1.	Klimaexposition der Warenexporte in 2050	47
4.1.2.	Klimaexposition des BIPs via Warenexporte in 2050	49
4.2.	Szenario 2: Klimaexposition Österreichs und Wirtschaftsstruktur 2010	50
4.2.1.	Klimaexposition der Warenexporte in 2010	50
4.2.2.	Klimaexposition des BIPs in 2010 via Warenexporte	51
4.3.	Synthese und Schlussfolgerungen	52
	Annex Exporte Österreichs in 2010 nach Sektoren und Regionen	54
	Literatur	57

1. EINLEITUNG

1.1. AUSGANGSLAGE UND ZIELSETZUNG

Die 2007 veröffentlichten 4. Wissensstandsberichte (4AR) des IPCC (IPCC 2007a, 2007b, 2007c) zu den physikalischen Grundlagen und den Auswirkungen des Klimawandels machen deutlich, dass sich das Klimasystem erwärmt und nur entschlossenes Handeln der internationalen Gemeinschaft die erheblichen Risiken eines Temperaturanstiegs von über 2 Grad allenfalls abwenden kann. Höhere globale Durchschnittstemperaturen der Luft und des Meeres, ausgedehnte Schnee- und Eisschmelzen sowie ein steigender Meeresspiegel werden Realität. Das Klima ändert sich in der Tendenz rascher und innerhalb empfindlicher Regionen stärker als noch im 3. Wissensstandsbericht (TAR) des IPCC (IPCC 2001) vermutet.

Österreich ist im Vergleich mit dem übrigen Europa aufgrund seiner geografischen Lage und Topographie eher überdurchschnittlich betroffen. Dies macht Österreich in Teilbereichen¹ verwundbarer gegenüber den Auswirkungen der Klimaänderungen. Weltweit gesehen ist Österreich aber aufgrund seiner geografischen Lage², wirtschaftlichen Stärke und seiner Kapazitäten und Möglichkeiten, sich an die negativen Auswirkungen der Klimaänderungen anzupassen, sicher in einer begünstigten Position.

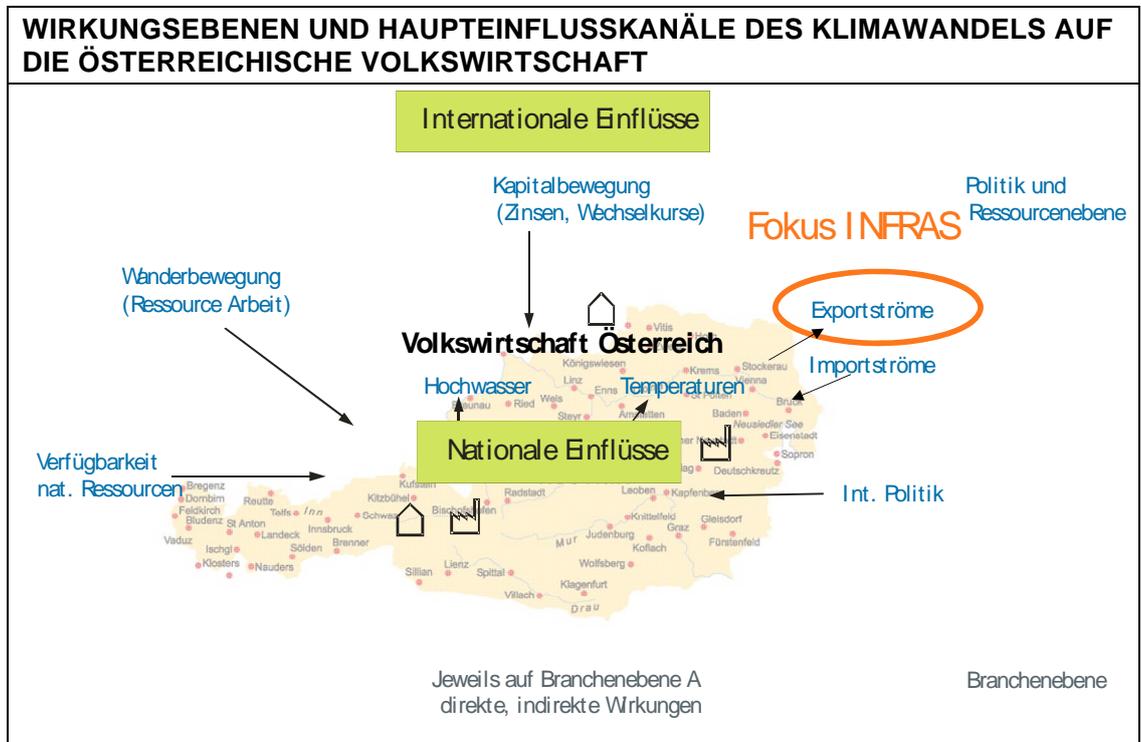
Die Diskussion um die Gestaltung der Klimaschutzstrategie für die Zeit nach der 1. Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls (2008–2012) hat mit der medial und weltweit stark beachteten Veröffentlichung der IPCC-Berichte (IPCC 2007a, 2007b, 2007c) eine neue Dynamik erhalten. Die Möglichkeit, wichtige Handelspartner in weitergehende Verpflichtungen zum Klimaschutz einzubinden, ist sowohl für die Klimastrategie Österreichs als auch für die Gestaltung der künftigen globalen Handelsbeziehungen von Bedeutung.

Im Hinblick auf die Formulierung einer Klimaschutzstrategie für die Zeit nach 2012 ist es wichtig, die möglichen Auswirkungen der Klimaänderung auf die österreichische Volkswirtschaft (Zeithorizont 2050) besser zu verstehen.

Das vorliegende Papier ist im Rahmen des Projekts „Austrian Climate Change Research Program 3 – SOS - Scenarios of Spill –Over Effects from Global (Climate) Change Phenomena to Austria“ erarbeitet worden. Es zeigt das Vorgehen und die Ergebnisse zum Arbeitspaket 2, in dem wir die „Auswirkungen der Klima-Änderung auf die österreichische Volkswirtschaft: Folgen via Warenexporte (WP 2)“ analysieren.

¹ Z.B. Hydrologie, Kryosphäre.

² Keine Meeresküste, keine Siedlungsschwerpunkte auf Meereshöhe, liegt nicht im Hauptrisikogebiet für mediterrane Trockenperioden im Sommer.



Figur 1 Der Klimawandel wirkt über nationale und internationale Einflüsse auf die österreichische Volkswirtschaft. INFRAS fokussiert in dieser Studie die internationalen Einflüsse via die österreichischen Warenexporte. Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von INFRAS et al. 2007.

Das **Ziel dieser Studie** ist es, den Einfluss der Klimaänderungen in unterschiedlichen Weltregionen in 2050 auf die österreichische Volkswirtschaft über den Einflusskanal der Warenexporte abzuschätzen. Die **Hauptfragestellungen** der vorliegenden Studie sind:

- › Ist die Wirkung des Klimawandels auf die österreichische Volkswirtschaft via die Warenexporte ein relevanter Einflusskanal? Wenn ja, welcher Anteil der Warenexporte und damit des Bruttoninlandsprodukts (BIP) kann wegen dem weltweiten Klimawandel gefährdet sein?
- › Verändert sich die Klima-Exposition Österreichs in Zukunft (bis 2050)? In welche Richtung?
- › Wie ist die Grössenordnung der weltweiten Klimawirkungen via Warenexporte im Vergleich zu den direkten Klimawirkungen auf Österreich einzuordnen?

1.2. VORGEHEN UND BERICHTSSTRUKTUR

Der Bericht zum WP2 weist folgende Struktur auf:

Zunächst werden in **Kapitel 1.3 die internationalen Einflusskanäle**, über die Österreich den internationalen Änderungen des Klimas ausgesetzt ist, beschrieben und qualitativ diskutiert: Handelsströme, Devisen- und Kapitalmarkt, Arbeit und Migration, Technologie und Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen. Die Beschreibung dieser verschiedenen Einflusskanäle, wie die weltweiten Auswirkungen des Klimawandels in Österreich Folgen haben können, beruht im Wesentlichen auf dem Bericht von INFRAS et al. (2007) ü, welcher im Auftrag des schweizerischen Bundesamts für Umwelt (BAFU) dieselbe Fragestellung für die Schweiz erarbeitete. Die meisten Argumentationen und Erkenntnisse lassen sich von der Schweiz auf Österreich übertragen, da beides kleine offene europäische Volkswirtschaften mit einem erheblichen Exportanteil sind und weitere strukturelle Gemeinsamkeiten aufweisen.

Anschliessend werden in **Kapitel 0 Vorgehen und Methodik** der Arbeiten in diesem Teilprojekt WP2 dargelegt. In dieser Studie soll quantitativ abgeschätzt werden, welcher Teil der Warenexporte Österreichs im Jahr 2050 wegen den Wirkungen des weltweiten Klimawandels in den verschiedenen Weltregionen gefährdet ist. Dazu muss für die weitere Analyse zunächst eine mögliche Weltwirtschaftsstruktur 2050 hergeleitet werden. Zunächst erläutern wir die einzelnen Arbeitsschritte. Danach werden die ökonomischen und klimatischen Parameter beschrieben, welche den Berechnungen zugrunde liegen,:

- a) Verschiedene verfügbare Studien enthalten Prognosen, wie sich die **Weltwirtschaft** insgesamt und gegliedert in 12 Weltregionen bis **2050** verändern wird. Da diese Prognose mit einem erheblichen Mass an Unsicherheiten verbunden ist, bilden wir für die quantitative Analyse **zwei Szenarien**:
 - › **Szenario 1** integriert die wichtigsten und heute absehbaren Trends der weltwirtschaftlichen Entwicklung in die erste Risikoabschätzung. Dabei unterstellen wir ein Wirtschaftswachstum je Weltregion und lassen Veränderungen in der Produktions- und Nachfragestruktur der einzelnen Weltregionen zu. Diese Struktur der Weltwirtschaft 2050 wird dann später der Wirkung der für 2050 prognostizierten Klimaänderung ausgesetzt.
 - › In **Szenario 2** wird hypothetisch unterstellt, dass der bis 2050 zu erwartende Klimawandel „unvermittelt“ auf die gegenwärtige Wirtschaftsstruktur (Daten 2010) trifft. Dies erlaubt eine Risikoabschätzung, ohne eine künftige Entwicklung (Wachstum und Strukturwandel) der Weltwirtschaft hinterlegen zu müssen.
- b) Danach analysieren wir die **Struktur der Warenexporte** Österreichs im Jahr **2010**. Diese zeigt, welche Warengruppen und welche Weltregionen im Aussenhandel Österreichs eine wichtige Rolle spielen. Um neben den direkten auch die indirekten Handelsverflechtungen

der österreichischen Warenexporte über Drittländer einbeziehen zu können und die wirtschaftliche Aktivität Österreichs mit der Güternachfrage in anderen Weltregionen zu verknüpfen, wird das statische Mehr-Regionen-Input-Output-Modell MULTIREG eingesetzt.

- c) Die wirtschaftlichen Klimawirkungen in 2050 für die Welt insgesamt und unterteilt nach 12 Weltregionen werden auf Basis ausgewählter Studien abgeschätzt. Dabei wird zwischen einer High Impact- und einer Medium Impact-Variante unterschieden. Die Wahl des Zeithorizonts 2050 ist für die Zielsetzung dieser Studie von Bedeutung: Bis 2030 unterscheiden sich die von IPCC (2007a, 2007b, 2007c) untersuchten Emissionsszenarien kaum. International koordinierte dringliche Klimaschutzprogramme, welche bis 2020/2030 einen entscheidenden Rückgang der CO₂-Emissionen sowie der übrigen Treibhausgase erreichen, sind zu wirtschaftlich vertretbaren Kosten realisierbar. Die von heute bis 2020/2025 realisierten Emissionsreduktionen werden sich frühestens 2030, eher erst 2040/50, spürbar auf das Weltklima auswirken. Auch Politikmassnahmen werden erst ca. 2050 Auswirkungen zeigen. Zudem liegt dieser Zeitrahmen auch noch innerhalb der Lebensspanne der Kinder und EnkelInnen der heute aktiven Generation (vgl. OcCC/ProClim- 2007).
- d) Die Exposition der Exporte und des BIPs Österreichs gegenüber dem für 2050 prognostizierten weltweiten Folgen des Klimawandels (mit den beiden Varianten High und Medium Impact) werden schliesslich im Wesentlichen auf Basis der oben genannten Ergebnissen errechnet. Dabei werden, wie erwähnt, zwei Szenarien unterschieden (die für 2050 prognostizierten Klimawirkungen treffen auf die Weltwirtschaftsstruktur im Jahr 2050 bzw. im Jahr 2010).

Kapitel 3 zeigt die durchgeführten **Berechnungen**, die als Zwischenschritte notwendig waren. Dabei werden zunächst vor allem die Weltwirtschaftsstruktur und die Struktur der Warenexporte Österreichs in 2050 errechnet. Des Weiteren werden die direkten wirtschaftlichen Wirkungen des Klimas in 2050 auf die Welt insgesamt und auf 12 Weltregionen in den zwei Varianten High und Medium Impact ermittelt.

Kapitel 0 des Berichts widmet sich schliesslich den **Ergebnissen** der Analysen. Es zeigt, wie stark die Warenexporte und das BIP Österreichs gegenüber den für 2050 prognostizierten weltweiten Klimarisiken exponiert sind. Die Ergebnisse zeigen, wie bedeutend die Warenexporte als Einflusskanal des weltweiten Klimawandels auf die österreichische Volkswirtschaft absolut und relativ sowie im Vergleich zu den direkten Klimawirkungen ausfallen. Im Zuge dessen werden die beiden Szenarien – der für 2050 prognostizierte Klimawandel trifft auf die Wirtschafts- und Handelsstruktur in 2050 (Szenario 1) bzw. in 2010 (Szenario 2) – miteinander ver-

glichen. Dieser Vergleich gibt Aufschluss darüber, ob die Wirtschaft heute oder in einer in Zukunft wahrscheinlichen Struktur anfälliger oder robuster auf die Klimawirkungen reagiert.

1.3. KLIMA-EXPOSITION ÖSTERREICHS ÜBER INTERNATIONALE EINFLUSSKANÄLE³

Der Klimawandel wirkt international über diverse Einflusskanäle auf die österreichische Volkswirtschaft. Der Projektauftrag von INFRAS fokussiert im vorliegenden Projekt auf die Untersuchung der Klima-Exposition der österreichischen Wirtschaft durch die (Waren-)Exporte. Österreich ist jedoch auch über weitere internationale Einflusskanäle durch den weltweiten Klimawandel betroffen: Die **Handelsströme** umfassen neben Warenexporten auch die Dienstleistungsexporte sowie sämtliche Importe, die ebenfalls sehr relevant sein dürften in dieser Frage aber in diesem WP nicht genauer betrachtet werden. Weitere bedeutende Haupteinflusskanäle sind der **Devisen- und Kapitalmarkt, Arbeit und Migration, Technologie** oder die Verfügbarkeit **natürlicher Ressourcen**.

In dieser Studie werden die Handelsströme (Warenexporte) Österreichs modelliert und zwei verschiedenen Szenarien ausgesetzt. Zusätzlich wird bzgl. der Klimaauswirkungen zwischen hohen Auswirkungen (high impact) und mittleren Auswirkungen (medium impact) unterschieden. Die anderen Haupteinflusskanäle werden im Folgenden kurz diskutiert.⁴ Zu allen Haupteinflusskanälen wurden aufgrund von Literaturrecherchen verschiedene Thesen aufgestellt, welche jedoch im Projekt – mit Ausnahme der Warenxxporte – nicht überprüft werden konnten. Im Folgenden werden die Haupteinflusskanäle beschrieben sowie die entsprechenden Thesen aufgelistet.

1.3.1. HANDELSSTRÖME

In der heutigen arbeitsteiligen Wirtschaft ist Österreich in vielfältiger Weise mit anderen Ländern verbunden. Bezüglich der Handelsströme wurden die folgenden Thesen diskutiert:

³ In enger Anlehnung an INFRAS et al. (2007).

⁴ Die Diskussion ist aus dem Bericht von INFRAS et al. (2007) übernommen. Sie wurde im Auftrag des schweizerischen Bundesamts für Umwelt (BAFU) für die Schweiz erarbeitet. Da auch Österreich eine kleine, offene europäische Volkswirtschaft ist, haben wir die Inhalte aus dem genannten Bericht übernommen und nicht noch einmal neu erarbeitet.

Thesen

1. Einflüsse des Klimawandels auf die Handelsströme wirken dämpfend auf die österreichische Wirtschaft.
2. Länder, die in Zukunft für die österreichischen Exporte wichtiger werden, sind eher stärker vom Klimawandel betroffen.
3. Importe aus vom Klimawandel betroffenen Regionen werden zum Teil erheblich teurer, was die österreichische Wirtschaft spürbar trifft.

Die Herstellung von Waren und – in geringerem Umfang – von Dienstleistungen findet zu einem grossen Anteil in grenzüberschreitenden Wertschöpfungsketten statt. Diese Produktionsweise schafft Abhängigkeiten, die bei der Analyse der volkswirtschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels mit einbezogen werden. Für die Zukunft ist im Zuge der zu erwartenden Globalisierung sowohl mit einer weiteren Verstärkung der internationalen Wirtschaftsverflechtungen als auch mit einer Verlagerung der regionalen Schwerpunkte des Welthandels zu rechnen.

Bei den Importen nach Österreich verändern sich die Handelsströme gemäss den direkten Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Volkswirtschaft (Änderung der Einkommen) sowie den klimabedingten Produktionsveränderungen im Ausland. In Sektoren, die stark anfällig für Klimaänderungen sind, geht die Produktion in den Weltregionen absolut zurück oder verschiebt sich zwischen den Weltregionen. So wird z.B. die landwirtschaftliche Produktion in einigen Weltregionen stark zurückgehen, während sie in anderen Regionen (insbesondere in Osteuropa und Russland) begünstigt wird. Ähnliche Veränderungen betreffen die Bereitstellung von Energieressourcen und die Elektrizitätsversorgung. Zudem wird die Nachfrage der Österreicher nach Auslandsreisen, die bei den Handelsströmen als Import von Dienstleistungen verbucht werden, angesichts der Auswirkungen des Klimawandels zurückgehen. Dies betrifft insbesondere „exotische“ Reiseziele in tropischen und subtropischen Ländern, da gerade diese Länder verhältnismässig stark vom Klimawandel betroffen sein werden.

Die Exportstruktur wird insbesondere durch die Veränderung der Kaufkraft in den Weltregionen beeinflusst. Der Klimawandel verringert das Wirtschaftswachstum bzw. das Einkommen in den Weltregionen, weil die Behebung von Klimaschäden oder Anpassungsverhalten gegenüber einer Referenzentwicklung Mehrkosten nach sich ziehen, die an anderen produktiveren Stellen der Wirtschaft eingespart werden müssen. Dies mindert das Wachstumspotential einer Volkswirtschaft, so dass dementsprechend die Endnachfrage geringer ausfällt als im Basisszenario ohne Klimawandel (Mengeneffekt). Zudem führt der Klimawandel zu einer veränderten Nachfragestruktur, insbesondere bei den Investitionen (Struktureffekt). Durch Klimaschäden bedingte Anpassungsmassnahmen ziehen notwendige Investitionen nach sich, v.a. zusätzliche bauliche Massnahmen, die Investitionen in anderen Bereichen verdrängen.

Die Wirkungen über die Handelsströme zeigen in beiden Szenarien (Details zu Szenarien siehe Kapitel 2.2.4) grundsätzlich in die gleiche Richtung. Im ersten Szenario, das die Auswirkungen des Klimawandels für 2050 prognostiziert, können sich die Wirtschafts- und Gesellschaftssysteme grundsätzlich über eine längere Zeit an den Klimawandel anpassen. Bis dahin werden jedoch die vom Klimawandel stärker betroffenen Regionen als Aussenhandelspartner (v.a. Exportdestinationen für österreichische Güter) eine spürbar wichtigere Rolle spielen als heute. Länder wie China, Indien aber auch Brasilien und Russland (die sogenannten „BRIC-Länder“), in denen die Wirtschaftsdynamik hoch ist und ein überproportionales Wirtschaftswachstum erwartet wird, werden einen entsprechend grösseren Teil am Handelsvolumen Österreichs im Jahre 2050 ausmachen. Im zweiten Szenario, bei dem der Klimawandel die Welt in ihrer heutigen Struktur trifft, sind die Auswirkungen deutlich geringer, da diejenigen Weltregionen, die besonders stark vom Klimawandel betroffen sein werden, weniger bedeutend für die österreichischen Handelsströme sind. Demzufolge ist Österreich im Szenario 1 vermutlich stärker durch die Klimawirkungen via die Warenexporte betroffen als in Szenario 2.

1.3.2. DEISEN- UND KAPITALMARKT

Die Auswirkungen des globalen Klimawandels können erhebliche Folgen für die Devisen- und Kapitalmärkte haben. Dazu wurden die folgenden Thesen verfasst:

Thesen

1. Kapitalmärkte werden durch eine ganze Reihe anderer Faktoren beeinflusst, gegenüber denen der Klimawandel kurz- und mittelfristig nur eine untergeordnete Rolle spielt. Auf lange Sicht (2050/2100) kann der Klimawandel zu einer bedeutenden Einflussgrösse für die Kapitalmärkte werden.
2. Investitionen in Anpassungsmassnahmen (unproduktive Investitionen) werden „konventionelle“/produktive Investitionen verdrängen und somit das Wachstum des Kapitalstocks bremsen.
3. Da Investitionen in nötige Anpassungsmassnahmen eine geringere Rendite erwarten lassen als andere Investitionen, werden die Zinsen relativ ansteigen.
4. Die Bereitschaft von privaten Akteuren, Investitionen für Schadensbehebungen und Anpassungsmassnahmen zu finanzieren, ist eher gering. Der Staat muss öfter als Finanzierer einspringen.
5. Länder und Regionen, deren Ökonomien vergleichsweise wenig vom Klimawandel tangiert sind, werden für Finanzanlagen relativ attraktiver/sicherer, mit den entsprechenden Folgen auf den Devisenmarkt in Form einer erstarkenden Währung dieser Länder/Regionen.

Bei den Wirkungsmechanismen ist nach den beiden betrachteten Szenarien zu unterscheiden. Wenn der Klimawandel die Welt in der **heutigen Wirtschaftsstruktur** trifft, sind nur kurzfristige Anpassungsmassnahmen möglich, welche insbesondere die Kapitalmärkte beeinflussen

werden. Die vorhergesagten Auswirkungen des Klimawandels hätten ohne die Möglichkeit der Anpassung im Jahr 2050 Schäden an Infrastruktur, Produktionsstätten, Maschinen etc. zur Folge, welche kurzfristig behoben werden müssten. In Regionen mit hoher Klimarisikoeexposition würde dann eine hohe Kapitalnachfrage entstehen, um die notwendigen Investitionen tätigen zu können. Die erhöhte Nachfrage nach Kapital führt zu einem Anstieg des Zinsniveaus, was sich wiederum bremsend auf das Wirtschaftswachstum auswirkt und damit die Effekte auf die Handelsströme verstärkt.

Gleichzeitig mit den Veränderungen der Kapitalnachfrage in den Weltregionen und dem damit verbundenen Anstieg der Zinsen können auch erhebliche Bewertungsänderungen am Devisenmarkt auftreten. Zu vermuten ist, dass vom Klimawandel weniger betroffene Weltregionen aufgrund der veränderten Fundamentalfaktoren (u.a. tieferes Wachstumspotenzial, höhere Risiken) tendenziell stärkere Währungen aufweisen als vom Klimawandel stark betroffene Regionen.

Diese Entwicklungen sind im Szenario, in dem sich der Klimawandel 2050 auf die Welt in der **zukünftigen Wirtschaftsstruktur** auswirkt, grundsätzlich ähnlich. Ihre Auswirkungen sind jedoch geringer, da sich die Akteure und Strukturen graduell an die veränderten Rahmenbedingungen anpassen können. Zudem wird der Devisenmarkt eine wichtigere Rolle spielen. Da besonders verwundbare Regionen für Investoren weniger attraktiv werden, wird auch deren Währung an Bedeutung verlieren. Industriestaaten mit vergleichsweise tieferer Klimarisikoeexposition, wo frühzeitige Anpassungsmassnahmen wahrscheinlicher sind (Westeuropa, Japan), werden von ihrer Attraktivität relativ gesehen weniger einbüßen, und ihre Währungen könnten sich ceteris paribus zu „safe havens“ entwickeln. Diese Entwicklung auf den Devisenmärkten beeinflusst wiederum das Wirtschaftswachstum in den Weltregionen und somit die Handelsströme. Österreich bzw. Europa könnten von den Kapitalmarktteilnehmern im Zuge des Klimawandels durchaus als relativ sicherere Gebiete eingeschätzt werden. Zu erwartende Wertzunahmen der lokalen Währungen würden auf deren Exporte in der Tendenz dämpfend wirken. Im Gegenzug würden sich die Importe vergünstigen. In Österreich dürfte der Nettoeffekt der beiden Entwicklungen eher wachstumsfördernd sein, da Österreich Nettoimporteur ist und wahrscheinlich auch bis 2050 bleiben wird.

1.3.3. ARBEIT UND MIGRATION

Der Druck auf den Faktor Arbeit z.B. in Westeuropa wird durch klimabedingte Migrationsbewegungen verstärkt. Bezüglich der Auswirkungen der klimabedingten Migration auf Österreich können die folgenden Thesen aufgestellt werden:

Thesen

1. Die Wirkungszusammenhänge zwischen Migration nach Österreich und dem Klimawandel sind noch wenig verstanden. Der Einfluss der Migrations- und Asylpolitik und von internationalen Übereinkommen zur Bewältigung von Migrationsströmen sowie ihre praktische Umsetzung sind von grösserer Bedeutung.
2. Migrationsdruck auf Österreich entsteht durch die globalen Migrationsströme einerseits via Südeuropa insbesondere aus Nord- und Westafrika, andererseits via die Ostgrenze der EU.

Der Anstieg der Temperatur kann sich auf die Arbeitsproduktivität auswirken. Während eine Zunahme der Durchschnittstemperatur im Winterhalbjahr die Produktivität z.B. im Baugewerbe verbessert, bewirkt diese während der Sommermonate in fast allen Sektoren das Gegenteil. Dadurch verteuert sich in den Industriestaaten der Faktor Arbeit, woraus zusätzliche Anreize zur Verlagerung von arbeitsintensiven Tätigkeiten in Niedriglohnländer entstehen. Das Phänomen der illegalen Arbeiter (ohne gültige Aufenthalts- und Arbeitsgenehmigungen) zeigt, dass Anreize zur illegalen Immigration bestehen, welche von der Ausländer- und Asylpolitik nicht erfasst werden.

Der Anstieg des Meeresspiegels, die Änderungen der regionalen Klimabedingungen sowie die Verschiebung von Vegetationszonen können die wirtschaftlichen Grundlagen ganzer Regionen beeinträchtigen und neue Migrationsströme auslösen, die die bisherigen Migrationsbewegungen weit übersteigen. So liegen z.B. 30 der 50 grössten Städte der Welt am Meer. In Indien beispielsweise würde ein Meeresspiegelanstieg von einem Meter die Lebensgrundlage von sieben Millionen Menschen gefährden (vgl. Biermann 2001, S. 26). Das IPCC (2001 und 2007b) geht davon aus, dass die Anzahl der Klimaflüchtlinge stark steigen und alleine die Zahl der Migrant*innen aus Bangladesch, China, Indien, Ägypten sowie kleinen Inselstaaten bis 2050 mehrere 10 Millionen erreichen könnte.

Daraus sind nur schwer direkte Aussagen über die Relevanz für Österreich zu machen, da ein Grossteil der Migration vorerst innerhalb der betroffenen Weltregionen stattfinden wird. Klimaflüchtlinge werden wahrscheinlich nicht direkt nach Österreich emigrieren, sondern in ein anderes Land und höchstens von dort aus nach Österreich gelangen. Untersuchungen zeigen aber auch, dass die Einwanderung aus Nordafrika nach Europa nicht mehr nur aus Personen mit afrikanischem Migrationshintergrund besteht. Grundsätzlich ist der Anteil der Klimaflüchtlinge an den gesamten Migrationsbewegungen schwer abschätzbar, da viele für den Klimawandel besonders anfällige Regionen gleichzeitig von politischer und wirtschaftlicher Instabilität gekennzeichnet sind (vgl. Biermann 2001, S. 24).

1.3.4. TECHNOLOGIE

Die technologische Entwicklung spielt sowohl bei der Anpassung an den Klimawandel als auch bei Vermeidungsmassnahmen eine entscheidende Rolle. Die folgenden Thesen wurden der Analyse unterstellt.

Thesen

1. Die Möglichkeit der technologischen Anpassung verringert die Auswirkungen des Klimawandels auf Sektoren und Gesellschaft.
2. Während die Anpassung an physikalische Auswirkungen des Klimawandels (Temperatur, Niederschläge, Meeresspiegel) abschätzbar und Technologien verfügbar sind, kann es im Bereich der biologischen Auswirkungen zu diskontinuierlichen Änderungen kommen. Die entsprechenden technologischen Herausforderungen brauchen vermutlich ein verbessertes Systemverständnis, wodurch der Zeitfaktor kritisch werden könnte.

Da bereits heute einige Auswirkungen mit hoher Wahrscheinlichkeit vorhergesagt sind, können sich Wirtschaft und Gesellschaft in ihrem Verhalten und ihren Funktionsprozessen anpassen, so dass sie, falls die Anpassungen erfolgen, die Auswirkungen des Klimawandels nur in abgeschwächter Form zu spüren bekommen würden.

Im Hinblick auf die internationalen Einflusskanäle ist zu analysieren, wie sich die Produktionsverhältnisse in den betrachteten Weltregionen bei technologischen Anpassungsmassnahmen entwickeln. So kann es der stärkere Einsatz von Bewässerungstechniken in der Landwirtschaft erlauben, bestehende Strukturen weitgehend beizubehalten (vgl. Arnell et al. 2005, S. 14).

Im Bereich der Energieversorgung wird die Bedeutung der erneuerbaren Energien weiter zunehmen. Je nach Klimaveränderung können Sonnenscheindauer, Windverhältnisse und Bodenproduktivität als Energiequellen effektiv genutzt werden. Weitere technologische Verbesserungen werden nötig sein, um den Einsatz von Solarkraft, (Offshore)-Windkraft oder Bioenergie sowie der Geothermie oder Wellen- und Gezeitenkraftwerke effizienter zu gestalten.

Um die Auswirkungen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit zu reduzieren, sind technologische Entwicklungen rund um die Wasserversorgung notwendig (effiziente Wassernutzung, Entsalzungsanlagen, Abwassersysteme etc.). Zum Schutz vor zunehmenden Extremereignissen wie Überschwemmungen, Sturmfluten, Hurrikanen oder Tornados sind Frühwarnsysteme zu entwickeln bzw. bestehende Techniken zu verbessern (vgl. Arnell et al. 2005, S. 26 und IPCC 2007b, Kapitel 14, S. 47).

Neben dem Einfluss des Klimawandels auf die Produktionsbedingungen und -kosten haben Technologieentwicklungen eine direkte Bedeutung für die Handelsströme. In Regionen, die notwendige Technologien nicht selbst produzieren, wird eine Nachfrage nach ausländischen Produkten und Technologien entstehen. Der Technologietransfer in Entwicklungsländer wird für

die Finanzierung und Durchführung von Anpassungsmassnahmen von steigender Bedeutung sein.

Nicht zuletzt ist die technologische Entwicklung bei der Vermeidung von klimawirksamen Emissionen relevant. Je nachdem, welcher Reduktionspfad für die Zeit nach dem Ende der ersten Kyoto-Verpflichtungsperiode 2008–2012 gewählt wird, sind technologische Neuerungen verstärkt notwendig (z.B. CO₂-ärmere Fahrzeuge, CO₂-Sequestrierung bei Kohlekraftwerken etc.). Da dieser Aspekt jedoch nicht im Fokus dieser Studie liegt, wird er hier nicht weiter betrachtet.

1.3.5. VERFÜGBARKEIT NATÜRLICHER RESSOURCEN

Der Klimawandel beeinflusst die natürlichen Ressourcen insbesondere über den Temperaturanstieg und die Veränderung von Niederschlägen. Die folgenden Thesen sind zu überprüfen:

Thesen

1. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserressourcen sind regional sehr unterschiedlich. Auch in Österreich wird die Verfügbarkeit von Wasser aufgrund schmelzender Gletscher sinken. Die Wasserversorgung wird aber mit einem optimierten Wassermanagement gesichert sein.
2. Ein stetiger Preisanstieg des Erdöls leitet den Übergang in eine weniger erdölabhängige Wirtschaft ein.
3. Auswirkungen des Klimawandels auf andere natürliche Ressourcen/Rohstoffe sind für Österreich nicht relevant.

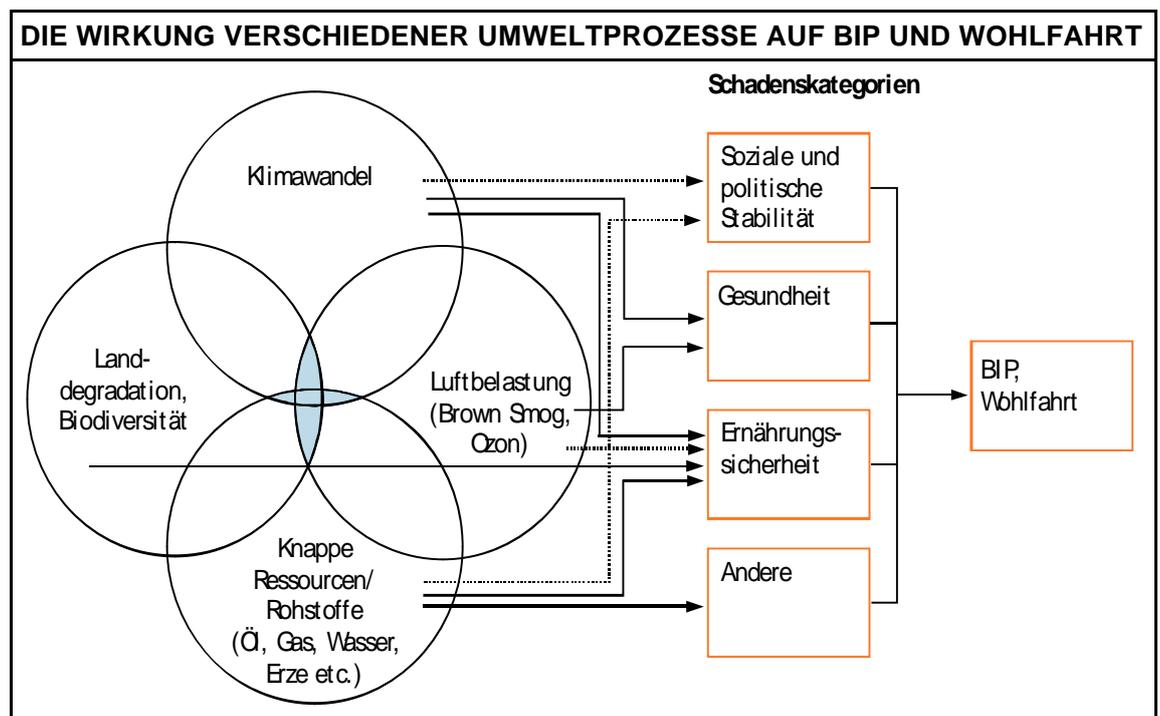
Von besonderer Bedeutung sind die Wasserressourcen, bei denen die Auswirkungen jedoch regional sehr unterschiedlich sein können. Zu den wichtigsten Problemen gehören die Reduzierung der Wasserverfügbarkeit und die Verschärfung von Wasserknappheit, die Zunahme von Extremereignissen (Dürren und Hochwasser), erhöhte Niederschlagsmengen und/oder -häufigkeit und die Verschlechterung der Wasserqualität (z.B. aufgrund von Trockenheit oder durch Versalzung in Küstenregionen).

1.3.6. WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN EINFLUSSKANÄLEN

Thesen

1. Die Auswirkungen des Klimawandels überlappen und wirken zusammen mit Auswirkungen anderer globaler Prozesse wie Landdegradation, sinkende Biodiversität, Luftverschmutzung etc. Diese sind oft nicht zu trennen.
2. Der Klimawandel bedroht die internationale Stabilität und Sicherheit durch eine Verstärkung der negativen Auswirkungen anderer globaler Prozesse.

Andere globale Umweltprozesse können die sozioökonomischen Auswirkungen des Klimawandels verstärken und somit auf die verschiedenen Schadenskategorien und die Wohlfahrt wirken (Figur 2). Die Gesamtheit der „Global-Change-Prozesse“ lässt sich in einem Modell nicht erfassen. Diese methodischen Schwierigkeiten sind bei der Interpretation von Modellergebnissen zu berücksichtigen.



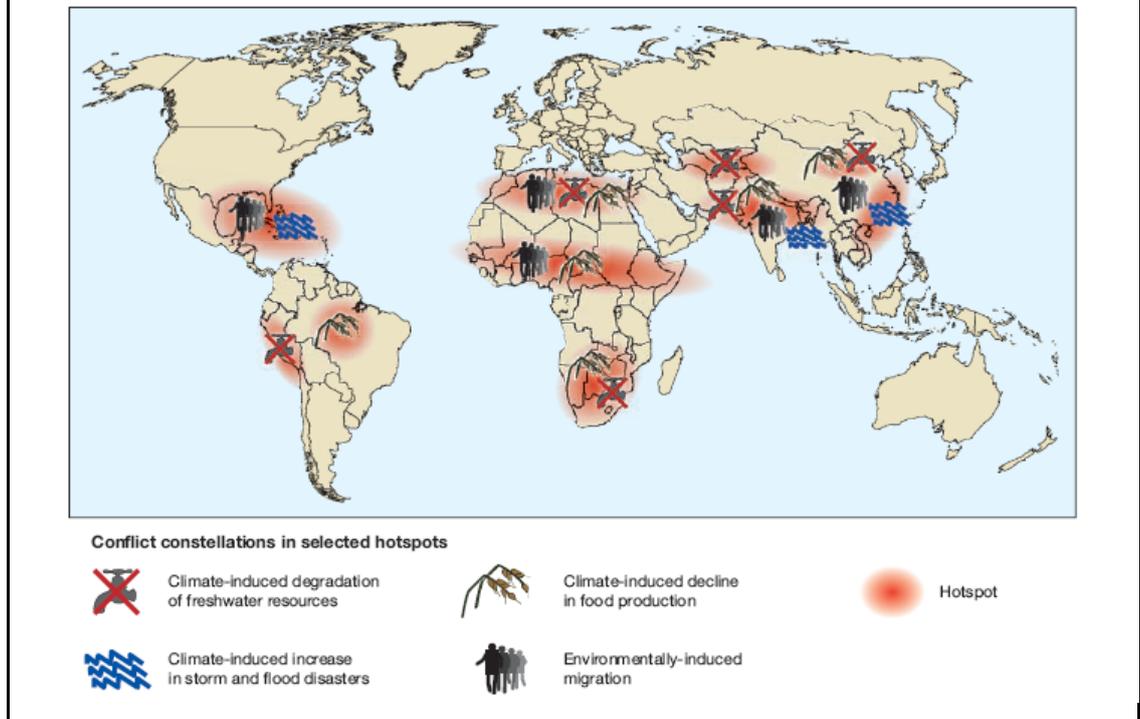
Figur 2 Klimawandel ist nur einer unter anderen Umweltfaktoren, die auf Schadenskategorien und somit auf das BIP und die Wohlfahrt wirken. Quelle: INRAS 2007 et al.

Im Vorfeld des G8-Gipfels 2007 in Heiligendamm publizierte das wissenschaftliche Beratergremium der deutschen Bundesregierung das Gutachten „der Klimawandel bedroht die weltweite Stabilität und Sicherheit“ (WBGU 2007). Es stützt sich methodisch auf eine ähnlich sektorübergreifende Querschnittsanalyse ab, wie in Figur 2 dargestellt. Der WBGU (2007) kommt in seinem Gutachten zum Schluss, dass der Klimawandel ohne entschiedenes Gegensteuern die Anpassungsfähigkeit vieler Gesellschaften überfordern wird. Dadurch kann es in

einigen Weltregionen zu innerstaatlichen Zerfalls- und Destabilisierungsprozessen mit diffusen Konfliktstrukturen, zwischenstaatlichen Konflikten und einer Überforderung des internationalen Systems kommen. Die klassische Sicherheitspolitik kann diese neuen Bedrohungen der internationalen Stabilität nicht bewältigen. Die Klimapolitik und Anpassungsstrategien an den Klimawandel werden zu wesentlichen Elementen präventiver Sicherheitspolitik.

Der WBGU (2007) hat ausgewählte regionale Brennpunkte näher untersucht (Figur 3): Das südliche Afrika oder das Gangesdelta erscheinen in einer Mehrkriterienanalyse als besonders gefährdet. In diesen Regionen könnte der Klimawandel die wirtschaftlichen Potenziale weiter schwächen, die Bedingungen für menschliche Sicherheit verschlechtern und die Leistungsfähigkeit der Staaten überfordern. Afrika ist im weltweiten Vergleich schon heute durch Destabilisierung und Gewalt am meisten gefährdet. Dort sind Millionen von Menschen in den regionalen Brennpunkten bereits auf der Flucht vor Bürgerkrieg und Verelendung. Der Klimawandel würde schwelende Konflikte weiter verstärken. Amazonien wird als Beispiel angeführt, wo ein Kollaps des Regenwalds unabsehbare wirtschaftliche und gesellschaftliche Folgen hätte. Neben Entwicklungsländern sind aber auch wirtschaftlich aufstrebende Regionen wie etwa die Ostküste Chinas gefährdet: Hier sind dicht besiedelte Großstädte und industrielle Ballungszentren wachsenden Sturm- und Flutrisiken ausgesetzt, mit erheblichen ökonomischen und sozialen Folgen. Gesamthaft können durch diese Risiken die Wachstumsperspektiven bis 2050 in allen G5-Ländern (China, Indien, Brasilien, Südafrika, Mexiko) beeinträchtigt werden. Zu ähnlichen Schlussfolgerungen kommt eine im Auftrag des dänischen Außenministeriums durchgeführte Untersuchung (IISD 2007).

KLIMAWANDEL ALS RISIKOFAKTOR DER INTERNATIONALEN SICHERHEIT



Figur 3 Regionale Brennpunkte des Klimawandels. Als Konfliktursachen wurden untersucht: Degradation von Süßwasserressourcen, abnehmende Ernährungssicherheit, klimainduziertes Überschwemmungsrisiko (Stürme, Starkniederschläge, Meeresspiegel) und Migration/Umweltflüchtlinge. Quelle: WBGU (2007): „Klimawandel bedroht weltweit Stabilität und Sicherheit“.

1.3.7. FAZIT

In der Gesamtbetrachtung der internationalen Einflusskanäle wird deutlich, dass die Auswirkungen des weltweiten Klimawandels auf Österreich über die Handelsströme sowie über die anderen Haupteinflusskanäle nur schwer isoliert voneinander zu betrachten sind. Vielmehr haben die verschiedenen Einflusskanäle erhebliche Wechselwirkungen untereinander und verstärken sich teilweise gegenseitig. Es bestehen erhebliche Risiken für die Wachstumspole in den Schwellenländern. So ist z.B. die Entwicklung auf den Arbeits- und Kapitalmärkten sowie den Devisenmärkten nicht vollständig von den Handelsströmen zu isolieren, da Veränderungen in der Verfügbarkeit von Arbeit und Kapital die Produktionsbedingungen beeinflussen. Ähnliches gilt für die technologische Entwicklung, die im Hinblick auf die Anpassungsfähigkeit von Wirtschaft und Gesellschaft an den Klimawandel eine zentrale Rolle spielt. Die Wahrnehmung, dass der Klimawandel die weltweite Sicherheit und Stabilität bedroht, gewinnt in der internationalen Diskussion an Bedeutung.

2. VORGEHEN UND METHODIK

2.1. ARBEITSSCHRITTE

Die vorliegende Studie schätzt quantitativ ab, wie weit das BIP Österreichs im Jahr 2050 über den Einflusskanal seiner Warenexporte gegenüber Klimarisiken exponiert ist. Die Berechnung erfolgt in den folgenden Schritten:

1. Weltwirtschaftsstruktur 2050 (ohne Klimawandel)

Zunächst wird abgeschätzt, wie die Weltwirtschaftsstruktur in 2050 insgesamt sowie nach Warengruppen (18 Sektoren) und 12 Weltregionen gegliedert aussehen wird. Dabei werden die wirtschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels auf das BIP zunächst vernachlässigt. Mit anderen Worten wird abgeschätzt, wie die Handelsverflechtungen der Weltregionen insgesamt und nach Sektoren in 2050 aussehen werden.

2. Exportstruktur Österreichs in 2050 (ohne Klimawandel)

Daraus wird abgeleitet, welchen Wert die Warenexporte Österreichs in 2050 insgesamt sowie gegliedert nach Weltregionen und Sektoren in etwa aufweisen werden. Dabei wird unterstellt, dass sich die Exporte in eine Weltregion proportional zur (BIP-)Entwicklung der jeweiligen Weltregion verändern.

3. Direkte wirtschaftliche Klimawirkungen in 2050 (Medium- und High-Impact)

In einem weiteren Schritt wird abgeschätzt, wie hoch die direkten Auswirkungen des Klimawandels in 2050 auf das BIP weltweit sowie gegliedert nach Regionen und Sektoren sein werden. Dabei wird zwischen zwei Varianten unterschieden: einer Medium Impact-Variante und einem High Impact-Variante.

4. Szenario 1: Klimaexposition des Exports und BIPs Österreichs in 2050

Im Rahmen des Szenario 1 wird aus den Ergebnissen der vorherigen Schritte abgeleitet, wie hoch die Gefährdung der österreichischen Warenexporte in 2050 aufgrund des Klimawandels insgesamt sowie gegliedert nach Weltregionen sein werden. Dabei wird wiederum zwischen den Varianten High und Medium Impact unterschieden. Aus den ermittelten Exportgefährdungen in 2050 wird schliesslich berechnet, wie weit das österreichische BIP in 2050 den Klimarisiken über die Warenexporte exponiert ist.

5. Szenario 2: Klimaexposition des Exports und BIPs Österreichs in 2010

Im Rahmen eines Szenarios 2 werden die Gefährdungen der Warenexporte ermittelt, die eintreten würden, wenn der für 2050 prognostizierte Klimawandel auf die Wirtschaftsstruktur im Jahr 2010 fallen würde. D.h. die Klimawirkungen High und Medium Impact werden auf die Wirtschafts- und Handelsstrukturen im Jahr 2010 angerechnet und auf diese Weise die (hypothetische) Gefährdung der Warenexporte Österreichs in 2010 ermittelt. Aus den ermittelten Exportgefährdungen in 2010 (Szenario 2) wird abgeschätzt, wie weit das österreichische BIP in 2010 den Klimarisiken über die Warenexporte exponiert wäre. Der Vergleich zwischen den Szenarien 1 und 2 gibt Auskunft darüber, wie sehr die Veränderung der Wirtschafts- und Handelsstrukturen von 2010 bis 2050 die Höhe der Export- und BIP-Expositionen durch die für 2050 prognostizierte Klimaerwärmung beeinflusst.

2.2. METHODISCHES VORGEHEN

2.2.1. WELTWIRTSCHAFTSSTRUKTUR 2050 (OHNE KLIMAWANDEL)

Wachstumsprognosen der Weltwirtschaft von 2010 bis 2050

Zur Ermittlung der Wachstumsprognosen der Weltwirtschaft von 2010 bis 2050 (gesamt und nach Regionen) wurde zunächst eine **Literaturanalyse** durchgeführt. Dabei wurde nach Studien gesucht, die Langfristprognosen für das Wirtschaftswachstum ohne Klimaänderungen (Referenz Business as usual = BAU) weltweit und, wenn möglich, auch aufgeschlüsselt nach einzelnen Ländern und Weltregionen aufgestellt haben. Die unterschiedlichen Gesamtentwicklungen der Weltregionen übernehmen wir aus bestehenden Modellrechnungen, die in der Literatur dokumentiert sind. Die Gesamtentwicklungen werden über die Berechnung wichtiger Kenngrößen plausibilisiert (z.B. BIP/Kopf-Wachstum unter Einbezug der Bevölkerungsprognosen nach Weltregionen der UNO). Zudem wird unterstellt, dass die technologische Entwicklung mit den Anforderungen Schritt hält und technisch mögliche Anpassungsmassnahmen weitgehend realisiert werden. Als in dieser Hinsicht zielführend wurden die folgenden Studien identifiziert:

- › Anderson 2010: Globalization's effects on world agricultural trade, 1960–2050
- › Dadush/Stancil 2010: The World Order in 2050
- › Duval/de la Maisonneuve 2009: Long-Run GDP Growth Framework and Scenarios for the World Economy, OECD Economics Department Working Papers, No. 663, OECD Publishing
- › Fouré et al. 2010: The world economy in 2050: a tentative picture

- › IIASA 2009: International Institute for Applied System Analysis (IIASA) GGI Scenario Database Version 2.0
- › IEA 2010: World Energy Outlook 2010
- › IEA 2011: World Energy Outlook 2011
- › Kitous et al. 2010: Transformation Patterns of the Worldwide Energy System – Scenarios for the Century with the POLES Model
- › OECD 2012: OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction

Die genannten **Prognosen für die wirtschaftliche Entwicklung** der Welt von 2010 bis 2050 sind einander in Tabelle 1 gegenübergestellt. Wir legen unserer Studie die Prognose der IIASA (2009) zugrunde. Sie ist in Form einer Datenbank der Greenhouse Gas Initiative veröffentlicht, wurde von den IPCC-Szenarien aus dem Special Report on Emissions Scenarios (SRES) abgeleitet und enthält keine klimapolitischen Massnahmen. Die Datenbank enthält Daten zu allen Ländern und Regionen dieser Welt, so dass ihre Verwendung als Datengrundlage eine Modellkonsistente Schätzung für die Welt insgesamt und für die 12 Weltregionen erlaubt. Wir legen für unsere Berechnungen den Wachstumsfaktor aus Szenario B1 in Höhe von 3.7 zugrunde, da dieser im Mittelfeld der aktuellen Prognosewerte liegt.

BIP-WACHSTUMSPROGNOSEN 2010 BIS 2050	
Quelle	Wachstumsfaktor des weltweiten BIP
Dadush/Stancil 2010	4.1
Fouré et al. 2010 (2010-2050)	2.9
Anderson 2010 (2010-2050)	2.8
Kitous et al. 2010	3.2
Duval/ de la Maisonneuve 2009	4.0
IIASA 2009 (Szenario A2r)	2.9
IIASA 2009 (Szenario B1)	3.7
IIASA 2009 (Szenario B2)	2.9
IEA 2008	6.9
IEA 2010	3.5
IEA 2011	4.1
OECD 2012	3.5

Tabelle 1 Die Tabelle listet unterschiedliche Wachstumsprognosen für das weltweite BIP von 2010 bis 2050 auf. Sofern die Prognosen der genannten Autoren bzw. Quellen sich auf andere Zeiträume beziehen, wurden die Wachstumsraten auf den einheitlichen Zeitraum von 2010 bis 2050 umgerechnet.

Weitere Studien, die jedoch keinen detaillierten Langfristprognosen enthielten, wurden als Hintergrundinformationen zur Plausibilisierung für die Auswahl geeigneter Prognosen mit herangezogen. Sie enthalten interessante Hintergrundinformationen zu den Auswirkungen des Klimawandels, die direkt oder indirekt auch wirtschaftlich relevant sind:

- › Santos-Paulino et al. 2010: Southern Engines of Global Growth
- › O'Neill et al. 2010: Global demographic trends and future carbon emissions

Strukturwandel 2010 bis 2050

Die Welt erlebt einen Trend hin zur Dienstleistungsgesellschaft, insbesondere durch die Produktivitätssteigerungen in der industriellen Fertigung. Diese **Tertiarisierung** hat alle westlichen Industriestaaten seit den 1970'er Jahren und mittlerweile auch aufstrebende Schwellenländer erfasst. Aus diesem Grund legen wir unseren Prognosen zur wirtschaftlichen Entwicklung von 2010 bis 2050 einen weitergehenden Strukturwandel hin zur Dienstleistungsgesellschaft zugrunde, indem wir annehmen, dass der erste und der zweite Sektor der Wirtschaft zugunsten des dritten Sektors schrumpfen (vgl. Tabelle 7). Wir haben dabei die Prognose aus INFRAS et al. (2007) entnommen und diese nur für die Regionen „Ozeanien“ und „Rest der Welt“ angepasst, da für diese Regionen keine Tertiarisierung angenommen war. Wir haben im vorliegenden Bericht angenommen, dass die Tertiarisierung

- › in Ozeanien derjenigen in Westeuropa entspricht, d.h. dass der erste und zweite Sektor um 16.6% schrumpfen,
- › in der Region „Rest der Welt“ der erste und zweite Sektor um 10% schrumpfen.

Österreichisches BIP und Importquote in 2050

Um schliesslich zu bestimmen, welcher Anteil des österreichischen BIP im Jahr 2050 den Klimarisiken exponiert sein wird, bedarf es für Österreich selbst die folgenden Prognosen:

- › Wachstumsraten des BIP bis 2050: Den gegenüber dem für 2050 prognostizierten Klimawandel exponierten Warenexporten wird in Szenario 1 das für 2050 prognostizierte BIP gegenübergestellt.
- › Der Anteil der Importe am Gesamtaufkommen in 2050: Es wird angenommen, dass durch den Klimawandel in 2050 nicht nur die österreichischen Exporte zurückgehen, sondern aufgrund dessen auch anteilig die österreichischen Importe. Aus diesem Grund werden die exponierten Warenexporte um den Importanteil (dem Anteil der Importe am Gesamtaufkommen Österreichs) vermindert.

Für die Langfristprognose der **BIP-Wachstumsrate Österreichs bis 2050** haben wir in einer Literaturrecherche vor allem die folgenden Studien als gute Grundlagen identifiziert:

- › European Commission (DG ECFIN)/Economic Policy Committee (AWG) (2009): The 2009 Ageing Report: economic and budgetary projections for the EU-27 Member States (2008-2060), Working Document (Forthcoming in European Economy No 2/2009)
- › Fleissner 2010: Save our Surface, im Auftrag des Österreichischen Klima- und Energiefonds, Teilbericht 3: Volkswirtschaft, Szenarien der österreichischen Volkswirtschaft bis 2050, Arbeitspaket 2 – Globale und regionale Rahmenbedingungen, Wien
- › Schneider et al. (2006): Die Kosten der Pflege in Österreich: Ausgabenstrukturen und Finanzierung (Forschungsbericht 02/2006)

Die folgende Tabelle listet die verschiedenen Prognosewerte der genannten Studien auf. Für unsere Studie gehen wir von einer mittleren Wachstumsrate des österreichischen BIPs in Höhe von 1.5% p.a. bis 2050 aus. Dieser Wert ist zudem kohärent mit dem für Westeuropa angenommenen BIP-Wachstumsfaktor von 2010 bis 2050 in Höhe von 1.7, der einer jährlichen Wachstumsrate von 1.4% entspricht.

LANGFRISTIGE BIP-WACHSTUMSPROGNOSEN FÜR ÖSTERREICH	
Quelle	Jährliche Wachstumsraten des BIPs
Fleissner et al. 2010	1.3 bis 2.3% bis 2050, bildet eher die untere Wachstumsgrenze
DG ECFIN/AWG 2009	2010-2020: 1.3%, 2021-2040: 1.6%, 2041-2050: 1.5%
Schneider et al. 2006	2% bis 2030

Tabelle 2 Die Tabelle listet unterschiedliche Wachstumsprognosen für das österreichische BIP auf.

Der **Importanteil** am Gesamtaufkommen in 2050 ist relativ schwer zu prognostizieren. Da keine eindeutigen langfristigen Trends identifizierbar sind, gehen wir davon aus, dass der Importanteil in Höhe von 21.5% im Jahr 2007 aus der österreichischen IOT 2007 (vgl. Statistik Austria 2011b) bis 2050 konstant bleibt.

2.2.2. EXPORTSTRUKTUR ÖSTERREICHS IN 2050 (OHNE KLIMAWANDEL)

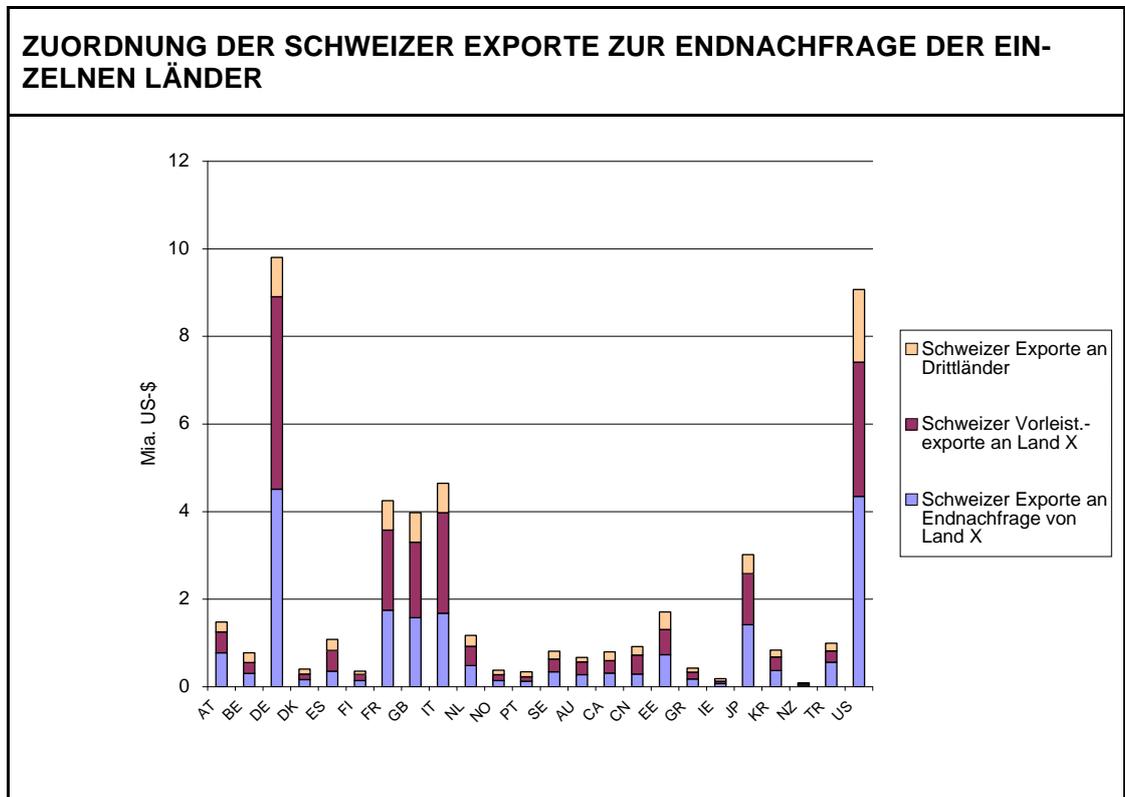
Exportstruktur Österreichs heute (2010)

Österreich als kleine, weitgehend offene Volkswirtschaft ist in vielfältiger Weise mit dem Ausland wirtschaftlich verflochten. Es bezieht Waren aus dem Ausland, die als Vorleistungen zur Herstellung inländischer Waren dienen oder die direkt für die Endnachfrage (z.B. in privaten

Haushalten oder für Investitionen) bestimmt sind. Andererseits liefert Österreich Waren ins Ausland, die dort wiederum als Vorleistungen (allenfalls auch für die Produktion von Exportgütern dieses Landes) oder für die Endnachfrage dienen. Um die Liefer- und Bezugsverflechtungen Österreichs mit anderen Ländern einschätzen zu können, ist es grundsätzlich notwendig, nicht nur die direkten Warenströme zu betrachten, sondern auch indirekte Verflechtungen, die über Drittländer verlaufen. So ist Österreich z.B. mit seinem Nachbarn der Schweiz nicht nur über die direkten Exporte verbunden, sondern auch über Exporte in andere Länder wie Frankreich, das dann wiederum diese österreichischen Waren (weiter verarbeitet) in die Schweiz exportiert. Insgesamt können drei Effekte unterschieden werden:

1. Zunächst werden Waren aus Österreich direkt für die Endnachfrage z.B. in der Schweiz verwendet (Exporte für Endverwendung).
2. Die Endnachfrage eines Landes (z.B. der Schweiz) generiert zusätzliche heimische Produktion, für die wiederum indirekt Waren aus Österreich benötigt werden (Exporte für Input Produktion).
3. Schliesslich wird Produktion in Drittländern, wie z.B. Frankreich, für die Endnachfrage eines Landes, z.B. der Schweiz, verursacht. Für die französischen Produkte werden jedoch ebenfalls wiederum Waren aus Österreich als Vorleistungen bezogen (Exporte als Vorleistungen für Input Produktion).

Die Bedeutung der beiden indirekten Effekte (zweiter und dritter Effekt) ist von Land zu Land unterschiedlich. Als Beispiel zeigen wir in der folgenden Figur Daten für die Schweiz als Beispiel (aus INFRAS et al. 2007, s. Figur 4), da für Österreich im Rahmen des Projekts diese Angaben nicht berechnet wurden. Im Verhältnis zu den direkten Schweizer Exporten an die Endnachfrage eines Landes (erster Effekt) werden zwischen 80% und 200% zusätzliche Exporte in Form von indirekten Schweizer Exporten ausgelöst. Die über Drittländer induzierten Exporte (dritter Effekt) haben dabei Anteile zwischen 12% und 45%-Punkten. Insgesamt ist der indirekte Effekt über die heimische Produktion (zweiter Effekt) für die meisten Länder deutlich stärker als derjenige über die Drittländer. Letzterer ist zwar nicht vernachlässigbar, sein geringerer Einfluss weist jedoch darauf hin, dass es bei der Abschätzung der potenziellen Auswirkungen des Klimawandels im Jahr 2050 in erster Linie darauf ankommt, die zukünftigen direkten Handelsverflechtungen Österreichs gut zu treffen, und dass es weniger wichtig sein dürfte, den Handel zwischen den übrigen Ländern korrekt abzubilden.



Figur 4 Quelle: INFRAS et al. 2007.

Die indirekten Aussenhandelsverflechtungen (zweiter und dritter Effekt (Exporte von Vorleistungsinput in andere Länder zur Produktion von Exportgütern dort) werden mittels des statischen Mehr-Regionen-Input-Output-Modells MULTIREG berechnet. Das Modell verbindet die Input-Output-Tabellen der verschiedenen Weltregionen, so dass für alle Weltregionen die Sektorstrukturierung, die Produktionsfunktionen, die Güterverwendung, die gegenseitige Verflechtung über Import- und Exportströme sowie die produktionsseitige Wertschöpfungsentstehung abgebildet werden. Die Vorläuferversion dieses Modells wurde an der ETH Zürich zur Analyse der grauen Nettoenergiebilanz der Schweiz, insbesondere des durch die Schweizer Importe im Ausland ausgelösten Energiebedarfs, aufgebaut (vgl. Nathani 2007). Im Rahmen der Studie INFRAS et al. (2007) wurde dieses Modell erweitert und auf die Fragestellung zur Bedeutung der internationalen Einflusskanäle des Klimawandels angepasst. MULTIREG basiert auf einer Mehr-Regionen-Input-Output-Tabelle (IOT), die im Grundsatz dem in Figur 5 dargestellten Schema entspricht.

			Vorleistungsnachfrage			Endnachfrage			
			Land 1	Österreich	Land 3	Land 1	Österreich	Land 3	Rest der Welt
			Sektor 1..n	Sektor 1..n	Sektor 1..n				
Vorleistungen	Land 1	Sektor 1..n							
	Österreich	Sektor 1..n							
	Land 3	Sektor 1..n							
	Rest der Welt	Sektor 1..n							
	Importierte Dienstleistungen	Sektor 1..n							
Bruttowertschöpfung	Arbeitseinkommen								
	Abschreibungen								
	Untern.-gewinn								
	Nettoprod.-steuern								

Figur 5 Aufbau der Mehr-Regionen-IO-Tabelle am Beispiel für drei Regionen. Quelle: INFRAS et al. 2007.

Das Modell zeigt für jede Region die Warenlieferungen und -bezüge innerhalb der einzelnen Regionen sowie zwischen den Regionen auf. Betrachtet man diese Tabelle zeilenweise, so enthält jede Zeile die Warenlieferungen eines Produktionsbereiches eines Landes an die Produktionsbereiche aller betrachteten Länder (Vorleistungsnachfrage), an die Endnachfragebereiche aller Länder und schliesslich an den Rest der Welt. Spaltenweise erkennt man für jeden Produktionsbereich, welche Waren er von anderen Sektoren als Vorleistungen für die eigene Produktion bezieht. Ebenso zeigen die Spalten die Bruttowertschöpfung der Sektoren bzw. deren Ausgaben für die Entlohnung der Primärfaktoren (z.B. Arbeit oder Kapital).

In der verwendeten Version des Modells wird die Weltwirtschaft in 35 Länder mit jeweils 41 Produktionsbereichen aufgeteilt. Für die vorliegende Studie haben wir die Länder zu 12 Weltregionen zusammengefasst, wie sie in Tabelle 3 definiert sind.

	Weltregion	Land		Weltregion	Land
1	Österreich (A)	Österreich (A)	3	Osteuropa (OEUR)	Polen (PL)
2	Westeuropa (WEUR)	Norwegen (NO)			Tschechien (CZ)
		Schweden (SE)			Slowakei (SK)
		Finnland (FI)			Ungarn (HU)
		Dänemark (DK)	4	Russland (RU)	Russland (RU)
		Grossbritannien (GB)	5	Nordamerika (NAM)	USA (US)
		Irland (IE)			Kanada (CA)
		Niederlande (NL)	6	Südamerika (SAM)	Brasilien (BR)
		Belgien, Lux. (BE)			Argentinien (AR)
		Frankreich (FR)	7	China (CN)	China (CN)
		Deutschland (DE)	8	Indien (IN)	Indien (IN)
	Österreich (AT)	9	Japan / Ostasien (OA-SI)	Japan (JP)	
3	Südeuropa (SEUR)	Portugal (PT)			Südkorea (KR)
		Spanien (ES)			Taiwan (TW)
		Italien (IT)	10	Rest Asien (RASI)	Indonesien (ID)
		Griechenland (GR)			Türkei (TR)
			11	Ozeanien (OCE)	Australien (AU)
					Neuseeland (NZ)
			12	Rest der Welt (RdW)	Rest der Welt (RdW)

Tabelle 3 Länder und Weltregionen im Modell MULTIREG. Quelle: INFRAS et al. 2007.

Für die Analyse der weltweiten Verflechtung der Handelsströme dieser Weltregionen wird überall nach Sektoren unterschieden. Die Branchenstruktur für die Modellarbeiten in INFRAS et al. (2007) war gegliedert wie Tabelle 4 aufgelistet. Dabei wurden bei den Berechnungen nur die Exporte für Waren betrachtet und die Dienstleistungen weggelassen, weil die Dienstleistungen umfangmässig weniger bedeutend sind, weil Dienstleistungen oft einfacher substituiert werden können und in der Dynamik der Wirtschaftsentwicklung bezüglich Regionalstruktur rasch ändern.

	NACE-Nr.	Sektorbezeichnung
1	01–05	Land-, Forstwirtschaft, Fischerei
2	10–14	Bergbau, Gewinnung von Energieträgern
3	15–16	Nahrungsmittel, Getränke, Tabakverarbeitung
4	23	Kokereien, Mineralölverarbeitung, Spalt- und Brutstoffe
5	24	Chemische Industrie
6	26	Nichtmetallische Mineralien

	NACE-Nr.	Sektorbezeichnung
7	27	Metallerzeugung
8	28	Metallverarbeitung, Maschinenbau, Elektro-, Elektronikgeräte
9	34, 35	Fahrzeugbau
10	17 – 22, 25, 33, 36, 37	Sonstige Industrie
11	40	Elektrizitäts-, Fernwärme-, Gasversorgung
12	41	Wasserversorgung
13	45	Baugewerbe
14	60 – 63	Verkehr
15	65–67	Finanzdienstleistungen
16	73	Forschung & Entwicklung
17	85	Gesundheitswesen
18	Rest	Sonstige Dienstleistungen

Tabelle 4 Branchenstruktur im Modell MULTIREG. Quelle: INFRAS et al. 2007.

MULTIREG bildet mit den 35 Ländern die wichtigen Handelspartner Österreichs ab. Als wesentliche Datengrundlage dienten die von Eurostat und der OECD publizierten Länder-IOTs (Stand um das Jahr 2000) sowie die bilaterale Handelsdatenbank der OECD.

Sind die gesamten Exporte Österreichs bekannt, die durch die Endnachfrage eines anderen Landes induziert werden, so lassen sich die damit zusammenhängende Güterproduktion und schliesslich die Bruttowertschöpfung in Österreich berechnen. Im Hinblick auf den Klimawandel wird es dadurch möglich abzuschätzen, wie sich eine Veränderung der Endnachfrage in anderen Regionen auf die Bruttowertschöpfung Österreichs auswirken würde. Bei MULTIREG handelt es sich um ein sogenanntes offenes, statisches Mengenmodell der Input-Output-Analyse. Der Fokus des Modells liegt auf der Analyse der Auswirkungen von Nachfrageänderungen auf Güterströme und Produktion in den einzelnen Regionen. Auswirkungen auf Güterpreise und Faktorkosten sowie gesamtwirtschaftliche Kreislaufeffekte lassen sich mit diesem Modell nicht abbilden.

Exportstruktur Österreichs in 2050

Die Frage, wie sich die Weltwirtschaft und die Handelsverflechtungen Österreichs bis 2050 verändern, ist nur mit grossen Unsicherheiten zu beantworten. Daher wird angenommen, dass die Struktur der internationalen Handelsverknüpfungen aus dem Modell bis 2050 grundsätzlich

2.2.3. DIREKTE WIRTSCHAFTLICHE KLIMAWIRKUNGEN IN 2050: SZENARIEN MEDIUM- UND HIGH-IMPACT

Studien zu Langfristprognosen wirtschaftlicher Klimawirkungen

Um die direkten Klimawirkungen über den Einflusskanal der Warenexporte auf die Wirtschaft Österreichs im Jahr 2050 abzuschätzen, wurde im Rahmen eine Literaturanalyse nach Studien gesucht, die Langfristprognosen für die Klimawirkungen weltweit und, wenn möglich, aufgeschlüsselt nach Weltregionen abgeben. Dabei wurden folgende Studien eruiert:

- › Ackerman et al. 2009: Did the Stern Review underestimate US and global climate damages?
- › Ackerman/Stanton 2008: Climate Change and the U.S. Economy: The Costs of Inaction
- › DG ECFIN/AWG 2009: The 2009 Ageing Report: economic and budgetary projections for the EU-27 Member States (2008-2060), Joint Report prepared by the
- › Eboli et al. 2010: Climate-change feedback on economic growth: explorations with a dynamic general equilibrium model
- › Fleissner 2010: Save our Surface, im Auftrag des Österreichischen Klima- und Energiefonds, Teilbericht 3: Volkswirtschaft: Szenarien der österreichischen Volkswirtschaft bis 2050, Arbeitspaket 2 – Globale und regionale Rahmenbedingungen, Wien
- › Hubert et al. 2010: The Future of Food: Scenarios for 2050
- › Kemfert 2007 Persönliche Kommunikation und Übermittlung von Daten zum Modell WIA-GEM
- › Schneider et al. 2006: Die Kosten der Pflege in Österreich: Ausgabenstrukturen und Finanzierung (Forschungsbericht 02/2006)
- › Stern 2006: Stern Review on the Economics of Climate Change, Cabinet Office, HM Treasury, United Kingdom
- › Tol 2010: The Economic Impact of Climate Change, in: Perspektiven der Wirtschaftspolitik 2010 11(s1): 13–37, Working Document (Forthcoming in European Economy No 2/2009)

Die folgende Tabelle 5 listet auf, welche wirtschaftlichen Klimawirkungen ausgewählte Studien für das Jahr 2050 prognostizieren:

AUSGEWÄHLTE PROGNOSEN WIRTSCHAFTLICHER KLIMAWIRKUNGEN		
Quelle	Szenarien	Auswirkung Klimawandel auf BIP Welt
Eboli 2010		-0.2% (in 2050)
Ackerman et al. 2009 (Kritik Stern-Report)	Mean business-as-usual damages in 2100, "no adaptation" scenario.	-3.4% (in 2100)
	Mean business-as-usual damages in 2100: no adaptation, increased catastrophe risk and increased damage exponent.	-6.4% (in 2100)
	Business-as-usual damages in 2100: 83rd percentile estimates (no adaptation, increased catastrophe risk and increased damage exponent).	-10.8% (in 2100)
	Business-as-usual damages in 2100: 95th percentile estimates (no adaptation, increased catastrophe risk and increased damage exponent).	-16.8% (in 2100)
Stern 2006		-5.0%
Kemfert 2007		-1.8%
IPCC 2007b		-5.0% (in 2100)

Tabelle 5 Diverse Studien prognostizieren unterschiedliche hohe langfristige wirtschaftliche Auswirkungen des Klimawandels auf BIP bzw. Einkommen weltweit.

Weitere Literatur zu den Auswirkungen des Klimawandels wurde mit herangezogen, die interessante Hintergrundinformationen zu den wirtschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels liefert:

- › Dell et al. 2008: Climate Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century
- › Hubert et al. 2010: The Future of Food: Scenarios for 2050
- › Jones/Olken 2010: Climate Shocks and Exports, NBER Working Paper No. 15711
- › Mendelsohn/Dinar 2009: Climate Change and Agriculture, hrgs. von der Weltbank
- › OECD 2011: The Economics of Adapting Fisheries to Climate Change allgemein:
Auswirkungen Klima auf Fischerei
- › Shaohong 2008: Climate Change and Water, hrsg. vom IPCC
- › World Bank 2010: An empirical analysis of the effects of climate variables on national level economic growth

Wirkungsmechanismen des Klimawandels

Der Klimawandel kann über die folgenden Wirkungsmechanismen zu einer Veränderung des Produktionspotenzials in den Partnerländern und damit zu einer Veränderung ihres Wirtschaftswachstums führen: Einerseits kann das veränderte Klima die Produktionsbedingungen verschlechtern (z.B. in der Landwirtschaft) und zu Wachstums- und Einkommenseinbußen in den

Weltregionen beitragen. Diese mindern das Wachstum der Weltregion (Mengeneffekt). Andererseits kann der Klimawandel zu einer Verschiebung von produktiven, wachstumsfördernden Investitionen hin zu defensiven Investitionen zur Schadensvorsorge oder zur Reparatur von erfolgten Schäden führen, die der Anpassung an die veränderten Klimabedingungen dienen (Struktureffekt). Der Klimawandel verringert somit über die Schadensfolgen das Wirtschaftswachstum in den Weltregionen, so dass dementsprechend die Endnachfrage nach inländischen und ausländischen Gütern und das Produktionsvolumen geringer ausfällt als im Basisszenario ohne Klimawandel. Dies beeinträchtigt das Wachstumspotenzial der Volkswirtschaften und geht möglicherweise auch mit einer veränderten Struktur der Güternachfrage einher.

Mengeneffekt

Der **Mengeneffekt** berücksichtigt, dass die Weltregionen unterschiedlich stark von der Klimaerwärmung in 2050 betroffen sind und unterschiedliche Auswirkungen auf die Wirtschaftskraft und somit das Einkommen der Regionen resultieren. Dabei werden die Auswirkungen des Klimawandels gegenüber einer wirtschaftlichen Entwicklung ohne Veränderungen im Klimasystem, dem sog. **Business-as-usual (BAU) Szenario**⁶, berechnet.

Bei der Festlegung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Wirtschaftssysteme der Weltregionen und die daraus resultierenden Einkommensänderungen stützen wir uns auf die Ergebnisse des Weltmodells WIAGEM ab, das diese Frage untersucht hat (Kemfert 2007). Vor dem Hintergrund der neuesten Klimaanalysen und dem noch sehr begrenzten Verständnis der Wirkungszusammenhänge weist das herangezogene Modell aus heutiger Sicht mittlere wirtschaftliche Wirkungen auf. Die von Tol (2005) und Eboli (2010) vorgenommenen Prognosen kommen zu tieferen Wohlfahrtsverlusten als Kemfert (2007) und führen je nach Gewichtung der Weltregionen in der Summe sogar zu positiven Auswirkungen des Klimawandels auf das globale BIP. Andere Quellen stellen dagegen wesentliche höhere Auswirkungen des Klimawandels auf die globale Weltwirtschaft dar. So geht auch das IPCC (2007b) davon aus, dass der Klimawandel bis 2100 zu wirtschaftlichen Einbußen in Höhe von bis zu 5% des globalen BIPs führen kann. Die von WIAGEM ausgewiesene Bearbeitungstiefe der Wirkungszusammenhänge der Klimaerwärmung in Schwellenländern (Kemfert 2007a) liegt nach Einschätzung der Autoren dieser Studie deutlich näher beim „state of the art“ von Vulnerabilitätsstudien, als dies bei dem von Tol (2005) verwendeten Modell und in der Prognose von Eboli (2010) der Fall ist. Nach

⁶ In diesem BAU-Szenario hat der Klimawandel keine oder nur vernachlässigbare physische Auswirkungen auf die Weltregionen, so dass sich die verschiedenen Haupteinflusskanäle und insbesondere die Exportströme ohne klimabedingte Einschränkungen entwickeln.

heutigem Wissensstand können wichtige Wirkungszusammenhänge (etwa die Wechselwirkungen zwischen Veränderungen in Ökosystemen mit der Sozioökonomie des ländlichen Raumes) ökonomisch noch nicht hinreichend beschrieben werden. Damit werden die Schadenswirkungen tendenziell unterschätzt. Aus diesem Grund bezeichnen wir die von Kemfert (2002) ermittelten Wohlfahrtsverluste als **Variante „Medium Impact“**.

Als **Variante „High Impact“** definieren wir eine Entwicklung, die sich in Bezug auf die regionalen Unterschiede ebenfalls auf Kemfert (2002 und 2007) bezieht, in der Gesamtwirkung auf das BIP weltweit jedoch Aussagen zu Sensitivitäten der Klimaentwicklung, der Berechnungen von Klimaschäden sowie der Rolle von "non-market impacts" berücksichtigt. Auf Basis dieser zusätzlichen Erkenntnisse wird basierend auf Stern (2006) angenommen, dass die wirtschaftlichen Auswirkungen in einem Sensitivitätsszenario „High Impact“ knapp dreimal so hoch sind wie bei Kemfert/WIAGEM und zu wirtschaftlichen Einbüssen von bis zu 5% des globalen BIP bis 2050 führen können:

- › Bei den Temperaturänderungen liegt Kemfert (2002) mit 0,25 Grad Erwärmung zwischen 2000 und 2050 am untersten Rand der Bandbreite der SRES IPCC-Szenarien, berücksichtigt jedoch keine weiteren Sensitivitätsberechnungen, die gemäss IPCC (2007a) bis 2090-2099 zu einem Temperaturanstieg von bis zu 6,4°C führen können (gegenüber 1990-1999). Die aktuellen GCMs von CMIP5 gehen von einem Temperaturanstieg von rund 1 Grad zwischen 2000 und 2050 aus. (Rogeli et al., 2010)
- › Beim Meeresspiegelanstieg liegt Kemfert (2002) mit einem Anstieg des Meeresspiegels um 1,8 cm bis 2050 (Annahme 7 cm je Grad Temperaturanstieg) jedoch deutlich unter den Aussagen des IPCC, der z.B. im A2 Szenario einen Anstieg des Meeresspiegels von bis zu einem halben Meter prognostiziert. Derzeit beobachten wir einen Meeresspiegelanstieg von 3,2 mm pro Jahr (Nerem et al., 2010), wodurch sich allein bei gleichbleibendem Trend ein Meeresspiegelanstieg von 16 cm bis 2050 ergeben würde.
- › Aktuelle Studien zum globalen Konfliktpotenzial des Klimawandels machen deutlich, dass durch die zunehmenden Konflikte eine Reihe von „Non-market Impacts“ zu marktrelevanten Faktoren werden und somit auch die Handelsströme beeinflussen (WBGU 2007).
- › Bei Stern (2006) wird deutlich, dass die Differenz zwischen dem Szenario „Baseline Climate“ ohne „Non-market Impacts“ und dem Szenario „High Climate“ mit „Non-market Impacts“ knapp dem Faktor drei entspricht. Auch die Sensitivität innerhalb der Szenarien, genauer das Verhältnis des „Mean“-Schätzers und des 95%-Perzentils, entspricht knapp einem Faktor drei. Die von Ackermann et al. (2009) errechneten Klimawirkungen im Jahr 2100 stützen letztlich unsere Hypothesen für „Medium Impact“ und „High Impact“.

Struktureffekt

Beim Struktureffekt werden Anpassungen sowohl bei der Endnachfrage nach Waren und Investitionen sowie die veränderten Produktionsverhältnisse spezifischer Sektoren in den Weltregionen berücksichtigt. Dabei arbeiten wir mit der dargestellten Struktur der 18 Branchen. Die Unterteilung wurde so gewählt, dass die Sektoren genauer unterschieden werden können, die in Folge Klimawandel stärkere Veränderungen erfahren.

- › Bei der **Investitionstätigkeit** gehen wir davon aus, dass die durch den Klimawandel ausgelösten Extremereignisse zu zusätzlichen Investitionen führen, die sich insbesondere in den Sektoren Bau, Metallherstellung (relevant für Stahlbauten), Ressourcen und Energieversorgung niederschlagen. In allen Regionen steigt die Investitionsnachfrage in diesen Sektoren um 5%. Diese Annahmen gehen grundsätzlich mit den Ergebnissen von Stern (2006) einher (Szenario „Market Impacts + Catastrophe“). Da einige Länder besonders stark von Extremereignisse wie Wirbelstürme, Tornados, Taifunen oder dem El Niño-Effekt betroffen sind, erhalten die jeweiligen Sektoren einen zusätzlichen Zuschlag von einem Prozentpunkt, so dass sich die Investitionsnachfrage insgesamt um 6% erhöht (Regionen: Nord- und Südamerika, Ostasien und Rest-Asien). Diese Annahme eines Zuschlags basiert auf Aussagen der Versicherungswirtschaft (vgl. ABI 2005, S. 24) und Ergebnissen der Literaturrecherche. Diese zusätzlichen Investitionen verdrängen andere produktive Ressourcen, so dass die Nachfrage in den anderen Sektoren anteilig zurückgeht.
- › Bei der **Endnachfrage nach Waren (ohne Investitionen)** unterstellen wir weniger Veränderungen in der Güterstruktur als bei den o.g. Investitionsgütern. Zum einen erwarten wir eine Bedeutungszunahme im Sektor Chemie/Pharmaindustrie. Durch die Auswirkungen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit (stärkere Ausbreitung von Krankheiten, Seuchengefahren etc.) gehen wir davon aus, dass der Anteil der Chemieexporte um 5% steigt. Die Annahmen über die Bedeutung des Klimawandels für die menschliche Gesundheit basieren auf Modellrechnungen von Kemfert (2002) und Erkenntnissen der Literaturrecherche. Gleichzeitig steht den KonsumentInnen durch den Klimawandel ein geringeres Einkommen zur Verfügung. Wir unterstellen, dass deshalb in allen Regionen weniger Luxusgüter konsumiert werden. Dies betrifft z.B. Uhren, Schmuck, teure Bekleidung, teure Schuhe etc. Entsprechend sinkt der Anteil der relevanten Sektoren an den Gesamtexporten ebenfalls um 5%.

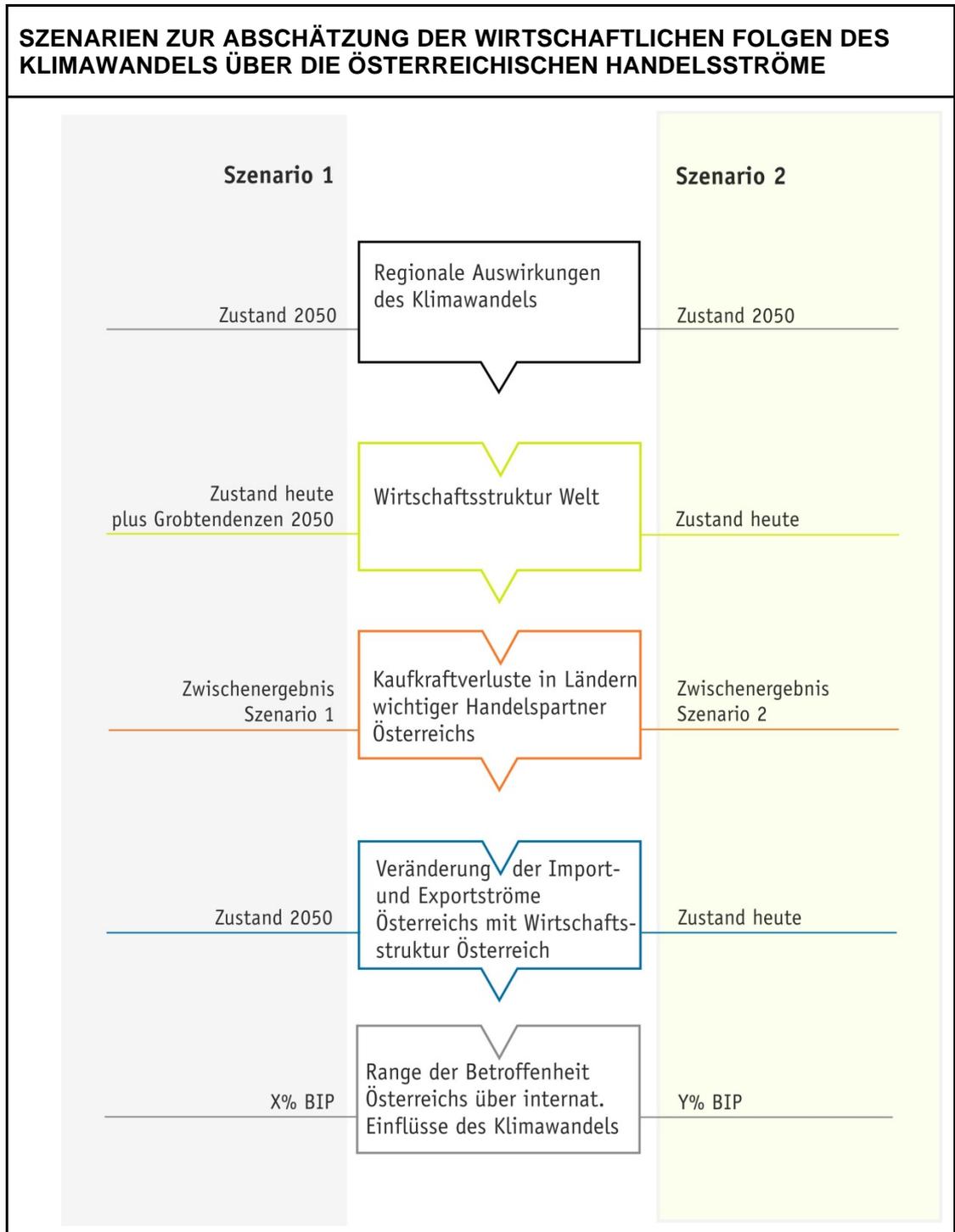
Beide beschriebenen Effekte – der Mengen- und der Struktureffekt – werden schliesslich für die Berechnung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Wirtschaften der Weltregionen in 2050 miteinander verrechnet.

2.2.4. KLIMAWIRKUNGEN AUF ÖSTERREICH VIA WARENEXPORTE: SZENARIEN 1 UND 2

Für die Untersuchung, wie stark das BIP Österreichs über die Warenexporte gegenüber den weltweiten Auswirkungen des Klimawandels bis 2050 exponiert ist, wurde die österreichische Exportstruktur (vgl. Kapitel 2.2.2) mit dem prognostizierten Klimawandel in 2050 (vgl. Kapitel 2.2.3) konfrontiert. Dabei unterscheiden wir die beiden folgenden Szenarien:

- › Im **ersten Szenario** wird eine mögliche **Weltwirtschafts- und Aussenhandelsstruktur Österreichs in 2050** angenommen, gestützt auf Modellrechnungen mit Weltmodellen, wie sie in der Literatur beschrieben werden (vgl. Kapitel 2.2.1). Das so entwickelte grobe Szenario der Weltwirtschaft in 2050 wird dann wiederum mit den Klimawirkungen 2050 (vgl. Kapitel 2.2.3) konfrontiert.
- › In einem **zweiten Szenario** werden die Auswirkungen der Klimaänderungen 2050 abgeschätzt, wenn sie auf die **heutige Weltwirtschafts- und Aussenhandelsstruktur Österreichs (Daten 2010)** treffen würden.

Die geschilderten Berechnungen ergeben zunächst die **Gefährdung der Exporte** Österreichs aufgrund des Klimawandels (in 2050 und – hypothetisch – in 2010). Wie sehr das **BIP** durch diese Verluste potentiell absolut **betroffen** ist, ergibt sich, indem von diesen exponierten Warenexporten der **Importanteil** abgezogen wird. Dahinter steht die Annahme, dass aufgrund des Klimawandels nicht nur die Exporte, sondern auch die Importe entsprechend sinken werden. Der subtrahierte Importanteil wurde der IOT Österreichs von 2007 entnommen und entspricht dem Quotient aus den Importen geteilt durch die Gesamtverwendung bzw. das Gesamtaufkommen. Die relative Betroffenheit des BIP ergibt sich schliesslich, wenn die absoluten BIP-Verluste dem BIP Österreichs (für 2050 entsprechend prognostiziert, vgl. Kapitel 2.2.1) gegenüber gestellt werden. Insgesamt werden die wirtschaftlichen Klimawirkungen über den Kanal der Exporte dabei etwas unterschätzt, weil, wie bereits erwähnt, nur die Warenexporte und nicht auch die Dienstleistungsexporte einbezogen wurden. Allerdings sind Dienstleistungen gegenüber Waren weniger stark von Klimaauswirkungen betroffen, so dass sich die Klimawirkung nicht proportional zur wirtschaftlichen Bedeutung der Dienstleistungsexporte erhöht. Die folgende Figur 7 stellt das methodische Vorgehen noch einmal im Überblick dar.



Figur 7 zeigt den Ablauf der Szenarienbildung für die zwei Szenarien. Eigene Grafik, basierend auf INFRAS et al. 2007.

Bei der Auswertung der Szenarien stehen die folgenden Fragen im Vordergrund:

- › Welches Vorzeichen und welche Intensität haben die durch die Klimawirkungen ausgelösten Veränderungen auf die Exporte und die Wertschöpfung insgesamt in Österreich?
- › Sind die zu erwartenden Folgen in Szenario 1 stärker oder schwächer als in Szenario 2? D.h. ist die Wirtschaft Österreichs in der Wirtschaftsstruktur von morgen oder in der von heute verletzlicher und damit stärker dem Klimawandel ausgesetzt?

Die bisherigen Analysen zeigen, dass grosse Teile der am stärksten für den Klimawandel verantwortlichen Länder bis 2050 wahrscheinlich bewältigbare physische Schäden erwarten müssten. Weniger hoch entwickelte Länder bzw. solche, von denen in den nächsten Jahrzehnten starkes Entwicklungspotenzial erwartet wird, sind dagegen wegen der bereits heute extremeren Klimabedingungen (Temperatur und Niederschlagsintensität) meist stärker betroffen. Daher lautet die Hypothese, dass Österreich zwischen heute (2010) und 2050 über den internationalen Einflusskanal gegenüber Klimarisiken verletzlicher wird. Heute spielen die Länder mit einem höheren Klimaschadensrisiko eine geringere Rolle als Nachfrager nach österreichischen Exporten als sie dies voraussichtlich in 2050 tun werden.

3. BERECHNUNGEN

3.1. WELTWIRTSCHAFTSSTRUKTUR BIS 2050 (OHNE KLIMAWANDEL)

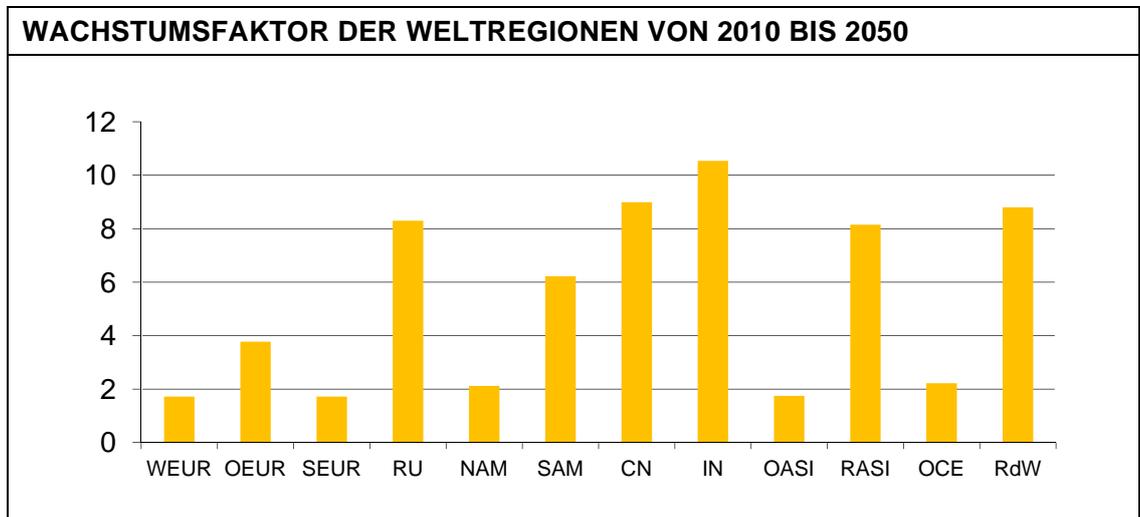
3.1.1. WACHSTUMSPROGNOSEN DER WELTWIRTSCHAFT VON 2010 BIS 2050

Gemäss der IIASA 2009-Prognose der Greenhouse Gas Initiative wachsen die verschiedenen Weltregionen von 2010 bis 2050 um 1.4% p.a. (z.B. in West- und Südeuropa) bis hin zu 6.1% p.a. in Indien. Weltweit wird von einem jährlichen Wachstum von 3.4% ausgegangen (vgl. Tabelle 6). Vor allem in den BRIC-Ländern wird ein überdurchschnittliches Wachstum und in den Regionen West-, Südeuropa und Nordamerika ein unterdurchschnittliches Wachstum erwartet.

ANNAHMEN ZUR ENTWICKLUNG DES BIP JE WELTREGION BIS 2050	
Weltregion	Veränderung Wertschöpfung pro Jahr bis 2050
Westeuropa	1.4%
Südeuropa	1.4%
Osteuropa	3.4%
Russland	5.4%
Nordamerika (USA, Kanada)	1.9%
Südamerika	4.7%
China	5.6%
Indien	6.1%
Ostasien (Japan, Taiwan, Südkorea)	1.4%
Rest Asien	5.4%
Ozeanien	2.0%
Rest der Welt	5.6%
Total Welt	3.4%

Tabelle 6 listet die langfristigen BIP-Wachstumsprognosen von 2010 bis 2050 gemäss der Datenbank der Greenhouse Gas Initiative für alle Länder weltweit. Quelle: IIASA 2009.

Die folgende Figur zeigt, wie sich das BIP in den Weltregionen bis 2050 gemäss dieser Prognose entwickeln wird. Mit den für die Weltregion unterstellten Wachstumsraten wird sich das BIP in West- und Südeuropa sowie Nordamerika gegenüber 2010 um einen Faktor 1.7 bis 2.1 erhöhen. Osteuropa wächst mit dem Faktor 3.8 und Russland mit dem Faktor 8.3. Chinas Wirtschaftskraft verneunfacht sich unter den getroffenen Annahmen.



Figur 8 Die Volkswirtschaften der Weltregionen weisen unterschiedliche Wachstumsfaktoren von 2010 bis 2050 auf: Die BRIC-Länder und auch die Region „Rest der Welt“ wachsen überdurchschnittlich, während West-, Südeuropa und Nordamerika unterdurchschnittlich wachsen. Quelle: IIASA 2009.

3.1.2. STRUKTURWANDEL 2010 BIS 2050

Wie oben geschildert gehen wir davon aus, dass sich der Trend hin zur Dienstleistungsgesellschaft auch bis 2050 weiter fortsetzt. Wir nehmen infolgedessen an, dass der erste und der zweite Sektor von 2010 bis 2050 zugunsten des dritten Sektors sinken werden, in Westeuropa z.B. um 16.6% und in Indien zu 31.8%, siehe Tabelle 7.

TERTIARISIERUNG 2010 BIS 2050 NACH WELTREGIONEN	
Weltregion	Abnahme der Wertschöpfung der Sektoren 1 und 2 von 2010 bis 2050
Westeuropa	-16.6%
Südeuropa	-16.6%
Osteuropa	-8.6%
Russland	-10.5%
Nordamerika (USA, Kanada)	-17.2%
Südamerika	-7.2%
China	-30.8%
Indien	-31.8%
Ostasien (Japan, Taiwan, Südkorea)	-22.5%
Rest Asien	-14.5%
Ozeanien	-16.6%
Rest der Welt	-10.0%

Tabelle 7 Die Tabelle zeigt, welche Annahmen bzgl. des Strukturwandels von 2010 bis 2050 den Berechnungen in diesem Bericht zugrunde liegen. Es wird davon ausgegangen, dass der erste und zweite Sektor relativ

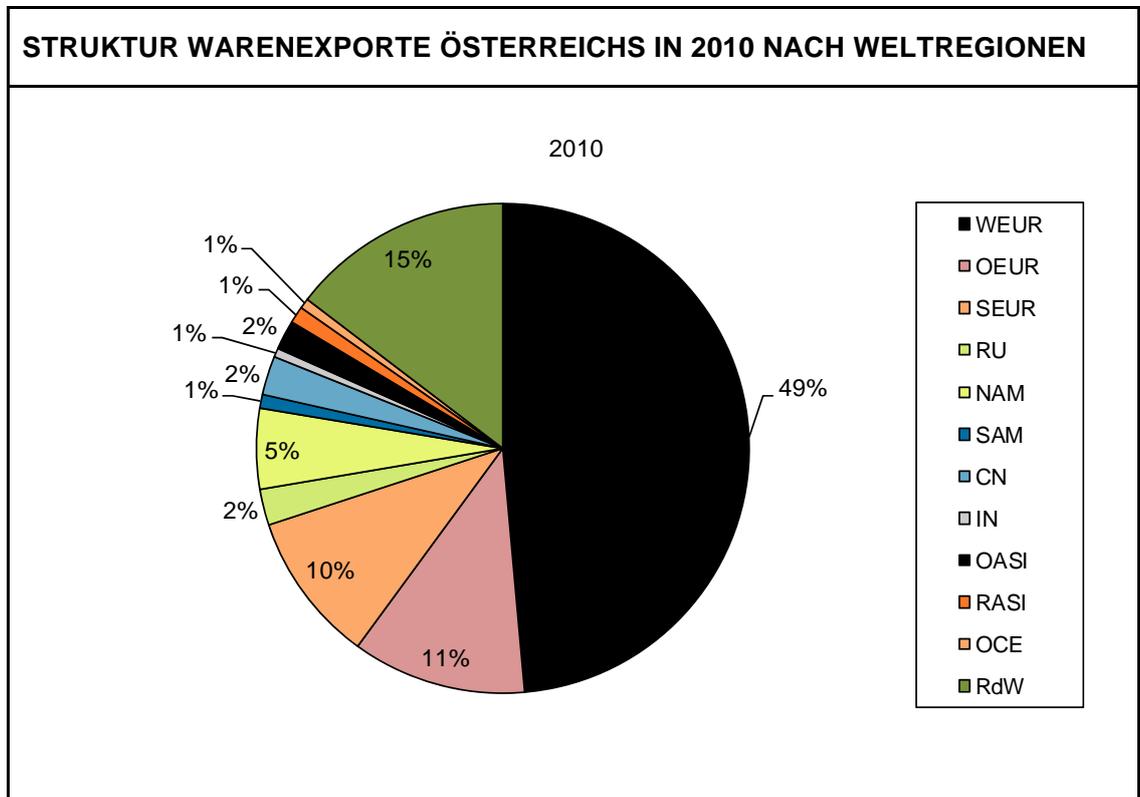
zum Dienstleistungssektor je nach Weltregion unterschiedlich stark zurückgehen werden. Quelle: INFRAS et al. 2007 mit den folgenden Anpassungen: Ozeanien hat gleich hohe Werte wie Westeuropa; Rest der Welt = 90%.

3.2. STRUKTUR DER WARENEXPORTE ÖSTERREICHS IN 2050 (OHNE KLIMAWANDEL)

In diesem Abschnitt werden die Handelsverflechtungen Österreichs nach dem oben dargestellten methodischen Vorgehen analysiert. Auf diese Weise wird aufgezeigt, welche Warengruppen und welche Handelspartner im Aussenhandel Österreichs wirtschaftlich eine wichtige Rolle spielen. Die Analyse erlaubt zusammen mit den Analysen zum Klimawandel eine erste Einschätzung zur Anfälligkeit Österreichs über seine Warenexporte und bildet die Grundlage für die Szenarioanalysen mit dem Modell MULTIREG.

3.2.1. STRUKTUR WARENEXPORTE 2010

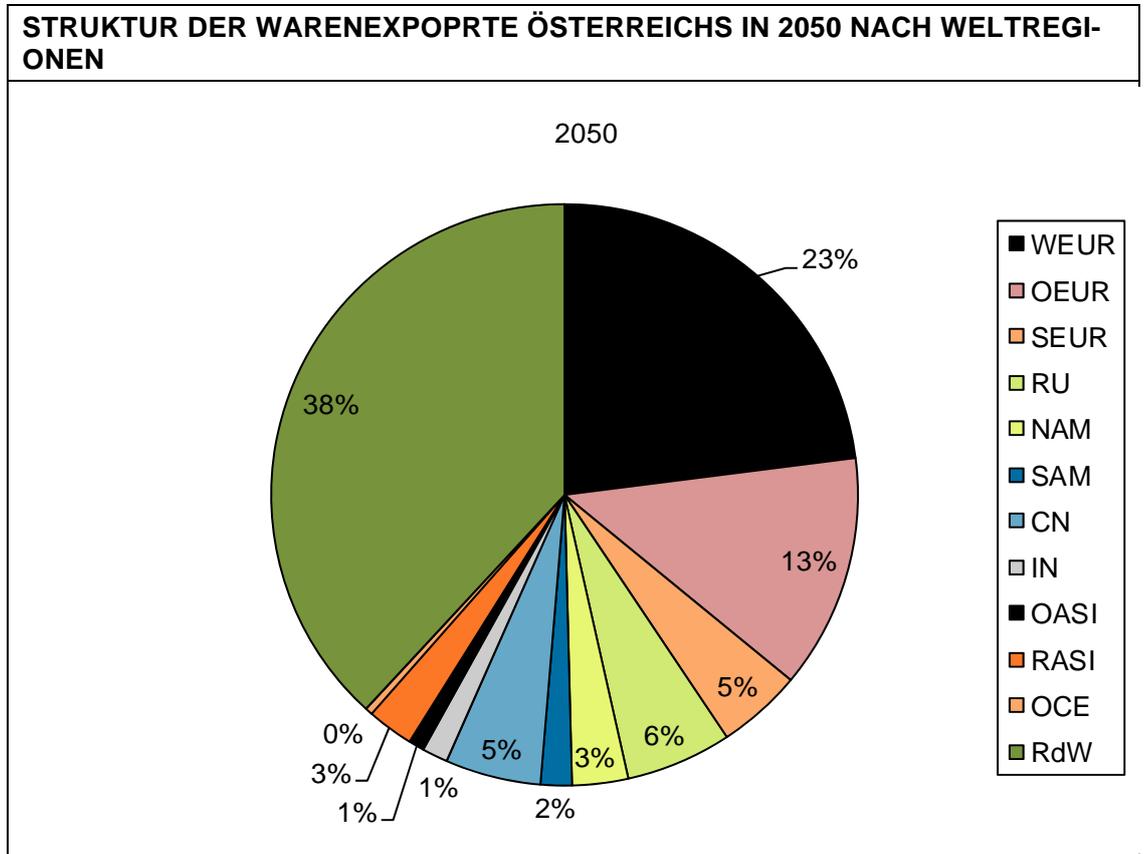
Im Jahr 2010 exportierte Österreich Waren im Wert von über 109 Mrd. EUR (Statistik Austria 2011a). Ordnet man diese Exporte der auslösenden Endnachfrage in den im Mehrregionenmodell abgebildeten Ländern zu, so ergibt sich die Aufteilung der Warenexporte nach Weltregionen in Figur 9. Diese zeigt, dass ca. die Hälfte aller österreichischen Exporte direkt oder indirekt nach Westeuropa exportiert werden, wobei Deutschland mit Abstand der wichtigste Handelspartner ist: knapp 32% aller österreichischen Exporte gehen nach Deutschland, gefolgt von Italien (knapp 8%), Schweiz und USA (knapp 5%) und Frankreich (über 4%).



Figur 9 Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Statistik Austria 2011a: Aussenhandelsstatistik.

3.2.2. STRUKTUR WARENEXPORTE 2050

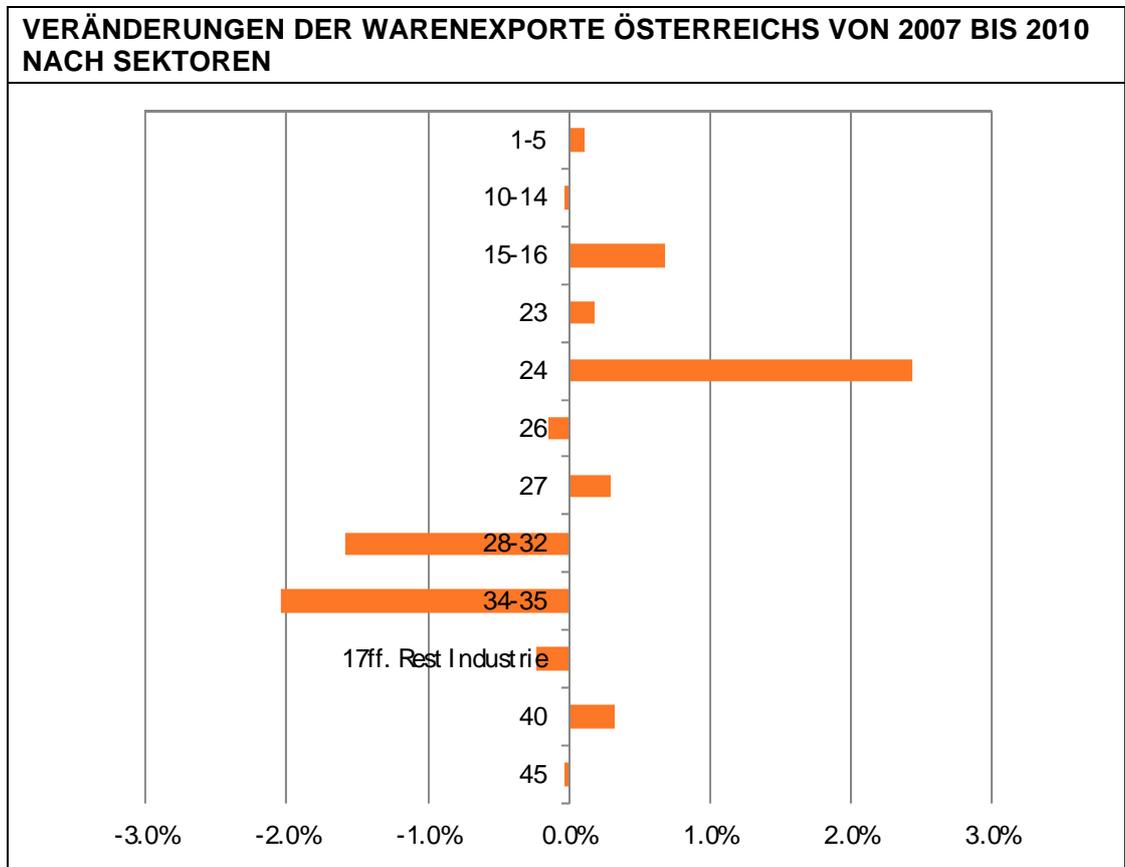
Zur Ermittlung der Struktur der Warenexporte in 2050 wurden, wie im methodischen Vorgehen beschrieben, Wachstumsprognosen der Weltregionen (s. Kapitel 3.1.1) zu Grunde gelegt und ein gewisser Strukturwandel (Tertiarisierung, s. Kapitel 3.1.2) angenommen. Daraus ergibt sich die in Figur 10 dargestellte Aussenhandelsstruktur für Österreich in 2050. Gegenüber 2010 sind die BRIC-Länder für die Warenexporte Österreichs deutlich wichtiger geworden, während die Exportanteile West-, Südeuropas und Nordamerikas sinken: von insgesamt 64% in 2010 auf 31% in 2050. Deutlich wichtiger wurden auch die Exporte in den „Rest der Welt“: sie stiegen von 15% auf 38%.



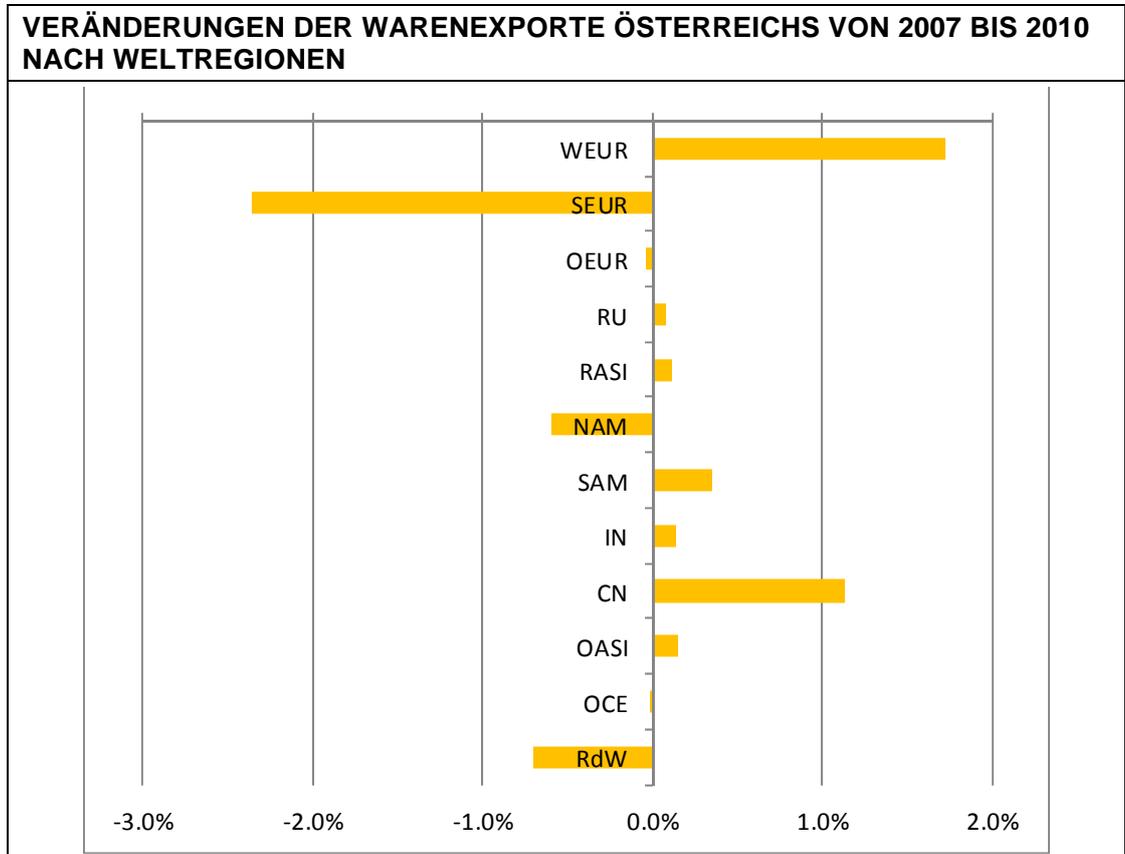
Figur 10 Quelle: Eigene Berechnungen.

3.2.3. EXKURS: EXPORTVERSCHIEBUNGEN 2007-2010

Weitere Veränderungen in der Struktur der Warenexporte Österreichs als die oben genannten (d.h. das regionale Wirtschaftswachstum und eine gewisse Tertiarisierung) wurden für die Ermittlung der Exportstruktur 2050 nicht zu Grunde gelegt. Das heisst, wir haben unterstellt, dass die relative Struktur der Warenexporte 2050 ähnlich ausfällt wie 2010. Die folgenden beiden Figuren zeigen, dass es zwar sowohl in der Regionalstruktur als auch in der Güterstruktur beispielsweise 2007-2010 sehr wohl Verschiebungen gab. Diese sind allerdings in einer Grössenordnung, dass wir mit Annahme der weitgehend proportionalen Entwicklung der Struktur der Warenexporte bis 2050 Österreichs weiterarbeiten.



Figur 11 Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Statistik Austria 2011a: Aussenhandelsstatistik.



Figur 12 Quelle: Berechnungen auf Basis Statistik Austria 2011a: Aussenhandelsstatistik.

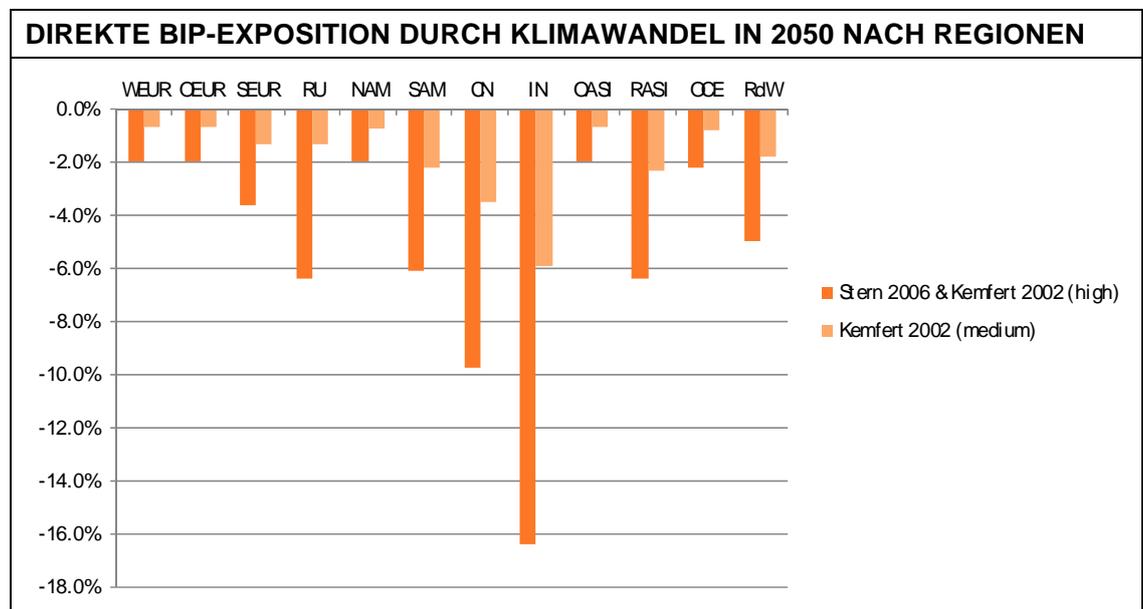
3.3. DIREKTE WIRTSCHAFTLICHE KLIMAWIRKUNGEN IN 2050

3.3.1. KLIMAWIRKUNGEN IN 2050 GEMÄSS DER VARIANTEN MEDIUM UND HIGH IMPACT

Wie in Kapitel 2.2.3 beschrieben, wurden die direkten wirtschaftlichen Klimawirkungen auf die verschiedenen Weltregionen in 2050 in zwei Varianten abgeschätzt: einer „Medium Impact“- und einer „High Impact“-Variante, vgl. Tabelle 8 und Figur 13.

WERTSCHÖPFUNGSÄNDERUNG JE WELTREGION AUFGRUND KLIMAÄNDERUNG IN 2050		
Weltregion	Veränderung Wertschöpfung gegenüber Referenzszenario	
	Variante „Medium Impact“	Variante „High Impact“
Westeuropa	-0.7%	-1.9%
Südeuropa	-1.3%	-3.6%
Osteuropa	-0.7%	-1.9%
Russland	-1.3%	-6.4%
Nordamerika (USA, Kanada)	-0.7%	-2.0%
Südamerika	-2.2%	-6.1%
China	-3.5%	-9.7%
Indien	-5.9%	-16.4%
Ostasien (Japan, Taiwan, Südkorea)	-0.7%	-1.9%
Rest Asien	-2.3%	-6.4%
Ozeanien	-0.8%	-2.2%
Rest der Welt	-1.8%*	-4.9%*
Total	-1.8%	-5%

Tabelle 8 Die Tabelle beschreibt, wie sich die Weltwirtschaft insgesamt und die verschiedenen Volkswirtschaften der Weltregionen durch den Klimawandel in 2050 verändert werden. Die beiden Varianten „Medium Impact“ und „High Impact“ basieren auf Kemfert (2002) und Stern (2006), mit Ausnahme der Prognose für die Region „Rest der Welt“ (*), vgl. Kapitel 3.3.2.



Figur 13 Die Grafik zeigt für die Varianten „High Impact“ (nach Stern 2006 und Kemfert 2002) und „Medium Impact“ (nach Kemfert 2002), wie stark der Klimawandel in 2050 das BIP in den Weltregionen annahmegemäss vermindern wird.

Die **Variante „Medium Impact“** basiert auf Kemfert (2002) und geht davon aus, dass der Klimawandel die Weltwirtschaft in 2050 um 1.8% verringern wird. Die Abschätzung, wie der Klimawandel auf die Volkswirtschaften der einzelnen Weltregionen wirkt, basiert ebenfalls auf Kemfert (2002). Sie geht davon aus, dass gerade die BRIC-Staaten überdurchschnittlich stark vom Klimawandel betroffen sein werden. Allen voran wird das BIP in Indien um 5.9% und in China um 3.5% aufgrund des Klimawandels geringer ausfallen. Demgegenüber werden West-, Osteuropa und Nordamerika unterdurchschnittlich betroffen sein (-0.7% des BIPs).

In der **Variante „High Impact“** gehen wir gemäss Stern (2006) davon aus, dass der Weltwirtschaft insgesamt aufgrund des Klimawandels in 2050 5% der Wirtschaftsleistung verloren gehen wird. Da Stern keine regionale Verteilung prognostiziert, greifen wir für die Abschätzung der regionalen Auswirkungen auf die Ergebnisse von Kemfert (2002) zurück. Damit gehen wir auch bei dieser Variante davon aus, dass Indien (-16.4% des BIPs) und China (-9.7% des BIPs) am stärksten durch den Klimawandel in 2050 betroffen sein werden, West-, Osteuropa und Nordamerika wiederum unterdurchschnittlich (-1.9% bzw. -2.0% des BIPs).

3.3.2. KONTROLLRECHNUNG FÜR DIE KLIMAWIRKUNGEN AUF DIE REGION „REST DER WELT“

Die Wirtschaftsprognosen bis 2050 (vgl. Kapitel 3.1.1) zeigen, dass die Länder, die wir unter „Rest der Welt“ subsumiert haben, deutlich an wirtschaftlicher Bedeutung gewinnen werden. Wir nehmen an, dass diese Region stärker wirtschaftlich wachsen wird als die meisten anderen Regionen: Sie wird annahmegemäss von 2010 bis 2050 um den Faktor 8.8 wachsen, während die Weltwirtschaft insgesamt um den Faktor 3.7 wachsen dürfte. Nur für Indien (Wachstumsfaktor 10.5) und China (Faktor 9.0) gehen wir von einem stärkeren Wachstum aus. Dem entsprechend prognostizieren wir, dass die Region „Rest der Welt“ in 2050 die für den österreichischen Aussenhandel wichtigste Region sein wird und dass 38% der Warenexporte Österreichs direkt oder indirekt in diese Länder ausgefahren werden (vgl. Figur 10).

Um der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Region gerecht zu werden, haben wir für die Prognose der Klimawirkungen in 2050 auf den „Rest der Welt“ eine Kontrollrechnung durchgeführt: Für die 30 wirtschaftlich wichtigsten Länder der Region wurden die jeweiligen Klimawirkungen in 2050 (geschätzt gemäss Kemfert 2002 und Stern 2006) jeweils mit der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Länder in 2050 (gemäss der IIASA 2009-Prognose, vgl. Kapitel 2.2.1) gewichtet. Die Summe dieser 30 Länder ergab als Prognose der Klimawirkungen auf die Wertschöpfung des „Rests der Welt“ in der High Impact-Variante -4.9% und in der Medium Impact-

Variante -1.8% des dortigen BIP. Die -1.8% (Medium Impact) entsprechen den Schätzungen gemäss Kemfert (2002), die ebenfalls BIP-Einbussen für den „Rest der Welt“ von -1.8% ergeben. Für die High Impact-Variante hätten die Schätzungen nach Stern (2006) und Kemfert (2002) hingegen -2.2% des BIPs ergeben, so dass wir mit den -4.9% aus der Kontrollrechnung von deutlich höheren wirtschaftlichen Auswirkungen bei den Ergebnissen ausgehen als die genannten Quellen. IN die Berechnungen sind die plausibleren Werte der Kontrollrechnung in die Berechnung der finalen Ergebnisse eingeflossen sind.

4. ERGEBNISSE

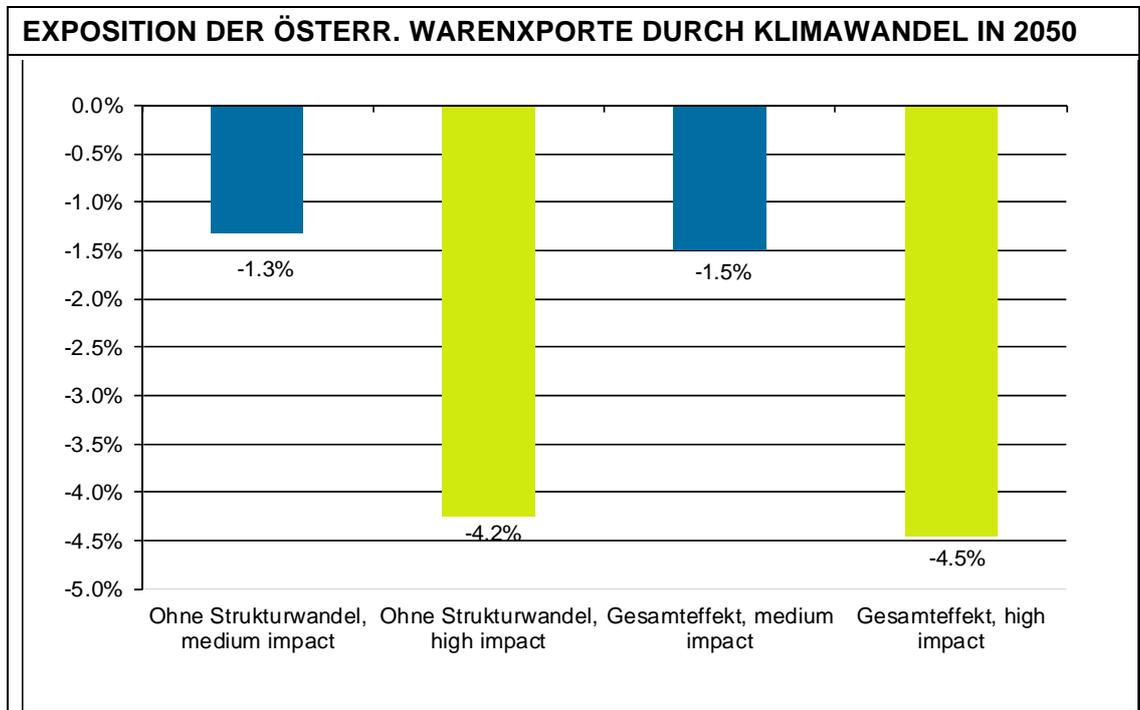
4.1. SZENARIO 1: KLIMAEXPOSITION ÖSTERREICHS UND WIRTSCHAFTSSTRUKTUR 2050

4.1.1. KLIMAEXPOSITION DER WARENEXPORTE IN 2050

In **Szenario 1** berechnen wir, wie stark die prognostizierten österreichischen Warenexporte im Jahr 2050 (vgl. Kapitel 3.2.2) gegenüber dem weltweiten Klimawandel in 2050 (vgl. Kapitel 3.3.1) exponiert sind. Dies wird ermittelt, indem wir davon ausgehen, dass eine BIP-Einbusse durch Klimawandel in einem Land A in Höhe von x% eine Gefährdung der Warenexporte Österreichs in das Land A in gleicher Höhe, d.h. ebenfalls um x%, bewirkt. Nach diesen Berechnungen sinken die österreichischen Warenexporte in 2050 durch Klimawandel gemäss der Medium Impact-Variante um 1.5%, gemäss der High Impact-Variante sogar um 4.5% (vgl. Tabelle 9 und Figur 14). Findet der angenommene Strukturwandel (eine Tertiarisierung wie in Kapitel 3.1.2 beschrieben sowie ein Struktureffekt durch den Klimawandel wie in Kapitel 2.2.3 erläutert) nicht statt, ist die Exposition der österreichischen Warenexporte nur unwesentlich geringer: Gemäss Medium Impact-Variante bewirkt die Klimaänderung eine Absenkung der Exporte um 1.3%, gemäss High Impact-Variante um 4.2%. Dies zeigt, dass der angenommene Strukturwandel die Klimaexposition der österreichischen Warenexporte nur leicht erhöht.

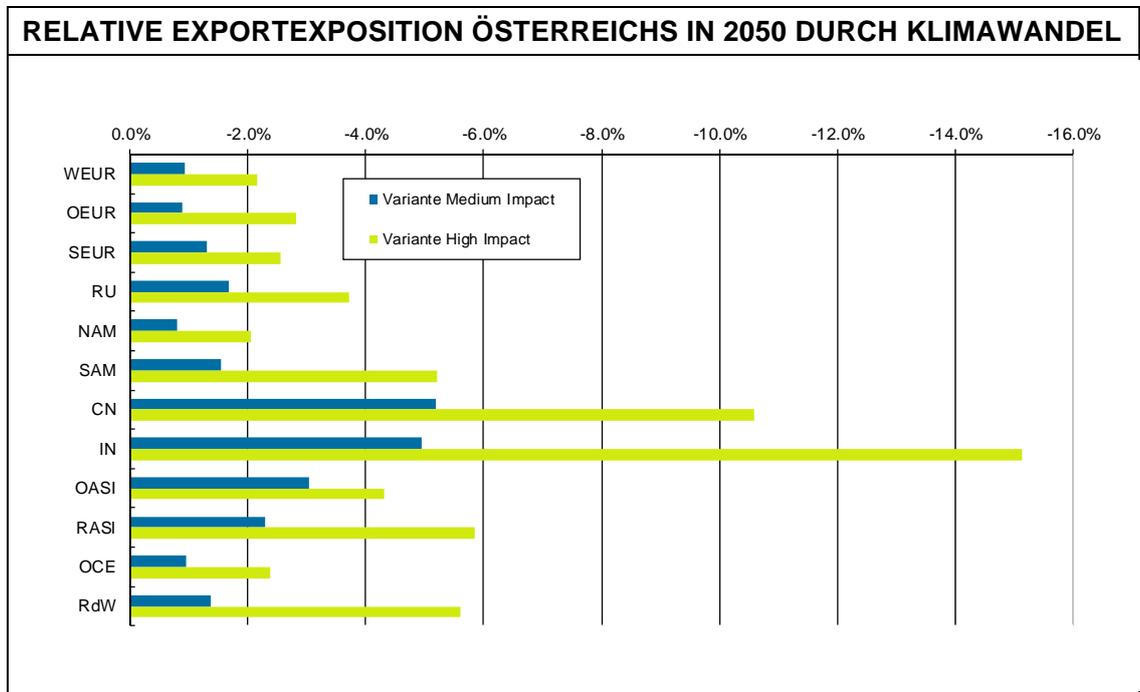
EXPORTÄNDERUNG JE WELTREGION AUFGRUND KLIMAÄNDERUNG 2050		
Weltregion	Veränderung Warenexporte gegenüber Referenzszenario	
	Variante „Medium Impact“	Variante „High Impact“
Westeuropa	-0.9%	-2.2%
Südeuropa	-1.3%	-2.5%
Osteuropa	-0.9%	-2.8%
Russland	-1.7%	-3.7%
Nordamerika (USA, Kanada)	-0.8%	-2.1%
Südamerika	-1.5%	-5.2%
China	-5.2%	-10.6%
Indien	-5.0%	-15.1%
Ostasien (Japan, Taiwan, Südkorea)	-3.0%	-4.3%
Rest Asien	-2.3%	-5.8%
Ozeanien	-0.9%	-2.4%
Rest der Welt	-1.4%	-5.6%
Total	-1.5%	-4.5%

Tabelle 9 Die Tabelle beschreibt, wie sich die Exporte Österreichs in 2050 aufgrund des Klimawandels in 2050 verändert werden. Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von INFRAS et al. 2007.



Figur 14 Die Exporte Österreichs werden annahmegemäss in 2050 aufgrund des Klimawandels um 1.5% (Medium Impact-Variante) bzw. um 4.5% (High Impact-Variante) sinken. Findet der angenommene Strukturwandel nicht statt, sinken die Exporte um 1.3% (Medium Impact-Variante) bzw. 4.3% (High Impact-Variante). Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von INFRAS et al. 2007.

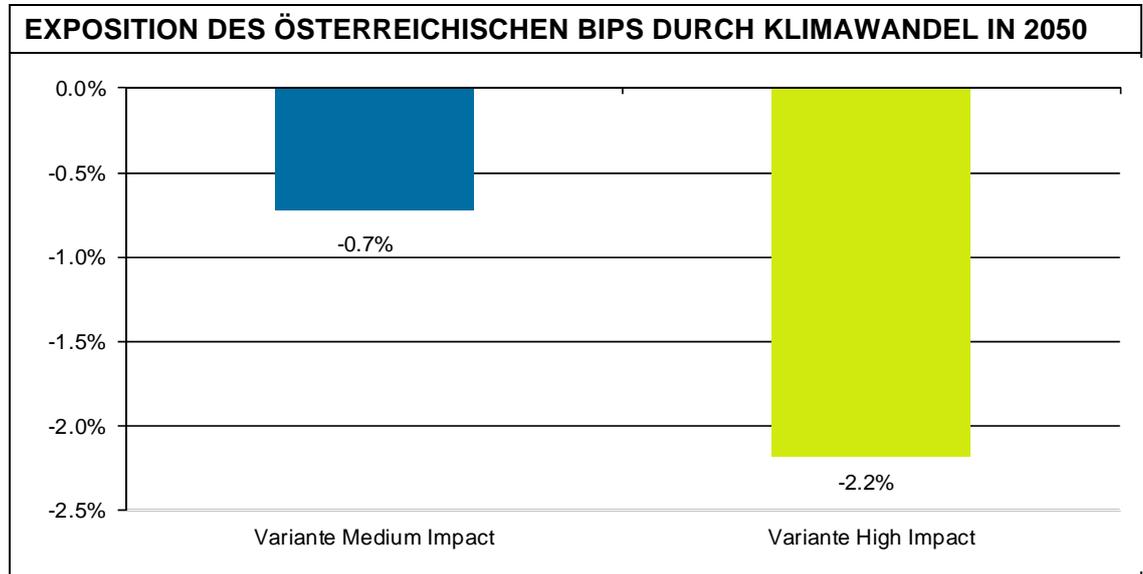
Nach Weltregionen aufgeschlüsselt zeigt sich, dass der Klimawandel die österreichischen Exporte in die Weltregionen unterschiedlich stark absenkt (vgl. Figur 15): Gemäss **Medium Impact-Variante** bewirkt der Klimawandel eine Verringerung der Exporte nach Nordamerika um 0.8%, nach Westeuropa um 0.9%, nach Indien um 5.0% und nach China sogar um 5.2%. Gemäss der **High Impact-Variante** sinken die österreichischen Exporte durch den Klimawandel deutlich stärker: nach Nordamerika um 2.1%, nach Westeuropa um 2.2%, nach China um 10.6% und nach Indien um 15.1%. Auch hier zeigt sich, dass vor allem die Exporte in die BRIC-Länder überproportional und die Exporte nach Europa und Nordamerika unterproportional durch den Klimawandel betroffen sind.



Figur 15 Der Klimawandel gefährdet die EWareneporte Österreichs in 2050 in alle Weltregionen. Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von INFRAS et al. 2007.

4.1.2. KLIMAEXPOSITION DES BIPS VIA WARENEXPORT-TE IN 2050

Die Exposition von Warenexporten in 2050, wie sie im vorherigen Kapitel beschrieben werden, gefährden letztlich auch das BIP Österreichs. Dabei nehmen wir an, dass nicht nur die Warenexporte Österreichs potentiell sinken werden, sondern auch die Importe aus den durch den Klimawandel betroffenen Regionen. Um zu berechnen, wie das BIP in 2050 durch den Klimawandel betroffen ist, werden daher die Exportgefährdungen um den Importanteil in Höhe von 21.5% bereinigt (vgl. Kapitel 2.2.4). Hieraus ergibt sich, dass die durch den Klimawandel sinkenden Exporte das österreichische BIP in 2050 um 0.7% (Medium Impact-Variante) bzw. um 2.2% (High Impact-Variante) verringern.



Figur 16 Durch die Warenexporte Österreichs sind in 2050 zwischen 0.7% (Variante Medium Impact) bis 2.2% (Variante High Impact) des österreichischen BIPS gegenüber dem Klimawandel exponiert. Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von INFRAS et al. 2007.

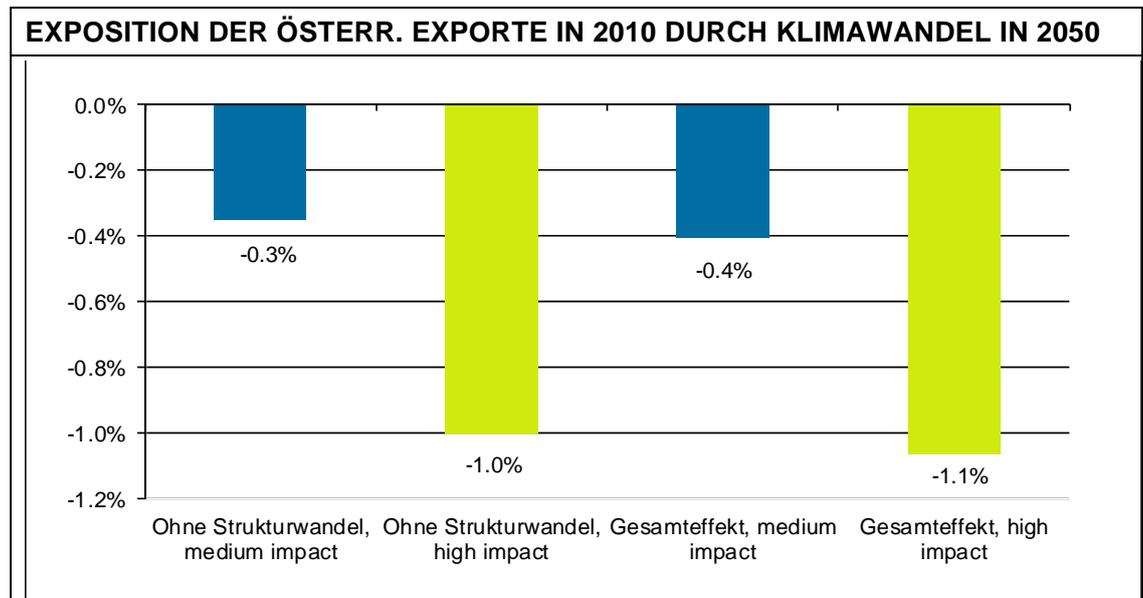
4.2. SZENARIO 2: KLIMAEXPOSITON ÖSTERREICHS UND WIRTSCHAFTSSTRUKTUR 2010

4.2.1. KLIMAEXPOSITON DER WARENEXPORTE IN 2010

Das **Szenario 2** berechnet die Klimaexposition Österreichs für den hypothetischen Fall, dass der für 2050 prognostizierte Klimawandel auf die **heutige** Weltwirtschafts- und Aussenhandelsstruktur Österreichs (Daten **2010**) trifft. Ein Vergleich der Ergebnisse aus den Szenarien 1 und 2 zeigt, welche Rolle die Veränderung der Wirtschafts- und Exportstruktur bis 2050 für die Klimaexposition Österreichs spielt.

Die Berechnungen für Szenario 2 (vgl. Figur 17) zeigen, dass die Exposition der österreichischen Warenexporte in 2010 deutlich geringer wäre: Der Klimawandel würde die Exporte gemäss Medium Impact-Variante um 0.4% (anstatt um 1.5% wie in Szenario 1) und gemäss High Impact-Variante um 1.1% (anstatt um 4.5%) verringern. Auch für den Fall, dass der angenommene Strukturwandel (wie in den Kapiteln 3.1.2 beschrieben) nicht stattfindet, ist die Exposition der österreichischen Warenexporte in Szenario 2 deutlich geringer als in Szenario 1: Gemäss Medium Impact-Variante verringert der Klimawandel die Exporte um 0.3% (anstatt um 1.3%) und gemäss High Impact-Variante um 1% (anstatt um 4.2%). Der Grund dafür ist, dass die Länder, die wirtschaftlich am stärksten wachsen und somit als Nachfrager nach österreichischen

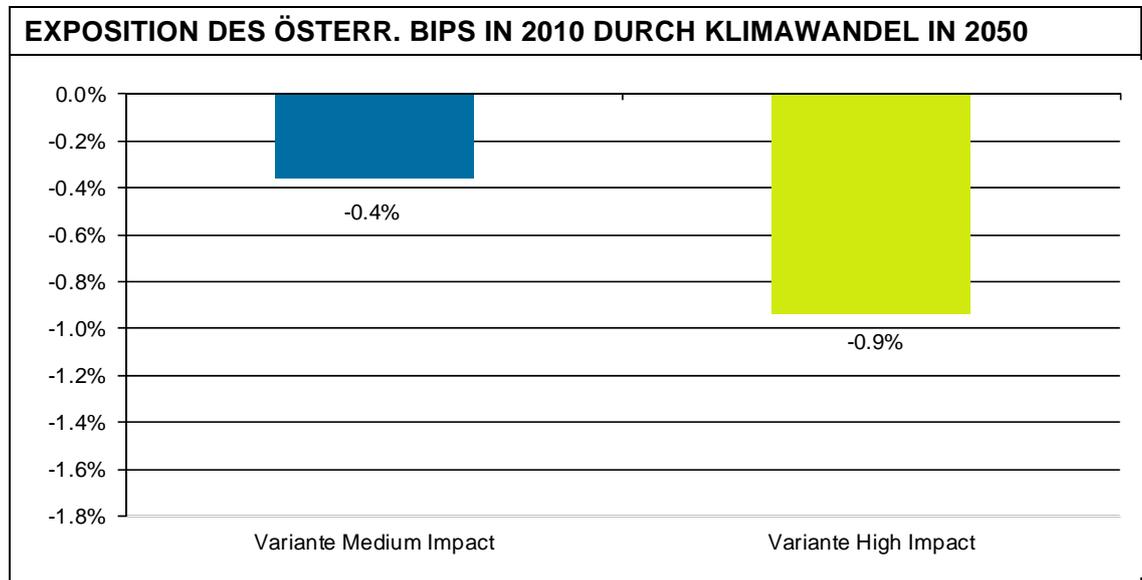
Warenexporten relevanter werden, auch überdurchschnittlich stark vom Klimawandel betroffen sein werden.



Figur 17 Würde der für 2050 prognostizierte Klimawandel in 2010 stattfinden, wären die österreichischen Warenexporte deutlich weniger gegenüber dem Klimawandel exponiert, wie wenn der Klimawandel in 2050 stattfindet. Dies gilt auch dann, wenn der angenommene Struktureffekt durch den Klimawandel nicht stattfinden sollte. Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von INFRAS et al. 2007.

4.2.2. KLIMAEXPOSITION DES BIPS IN 2010 VIA WAREN-EXPORTE

Dieser Effekt spiegelt sich auch in der Klimaexposition des österreichischen BIPs in 2010 über die Exporte wider (vgl. Figur 18). Für das Szenario 2 ergibt sich, dass der für 2050 prognostizierte Klimawandel das BIP in 2010 gemäss Medium Impact-Variante um 0.4% (vs. 0.7% in Szenario 1) und gemäss High Impact-Variante um 0.9% (vs. 2.2%) verringern würde.



Figur 18 Würde der für 2050 prognostizierte Klimawandel in 2010 stattfinden, wäre das österreichische BIP deutlich weniger gegenüber dem Klimawandel exponiert, wie wenn der Klimawandel in 2050 stattfindet. Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von INFRAS et al. 2007.

4.3. SYNTHESE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Forschung zu den ökonomischen Wirkungen des Klimawandels fokussierte lange ausschliesslich auf den direkten Klimawirkungen auf eine Volkswirtschaft. Europäische Länder sind von den direkten Klimawirkungen vergleichsweise unterdurchschnittlich betroffen. So kommt u.a. eine Studie von Ecoplan/Sigmaplan (2007) zu den nationalen Wirkungen des Klimawandels zum Ergebnis, dass 2050 der Erwartungsschaden bspw. in der Schweiz ca. 0.25% des BIPs ausmachen könnte. Falls in Österreich aufgrund ähnlicher geographischer Verhältnisse die direkten wirtschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels ähnlich hoch sind, wird auch Österreich deutlich unterdurchschnittlich direkt betroffen sein.

Unsere Berechnungen zeigen nun am Beispiel der Warenexporte, dass die indirekte Klimaexposition Österreichs via Aussenhandel jedoch beträchtlich sein kann. Die Berechnungen ergeben, dass rund 0.7% (Medium Impact-Variante) bis 2.2% (High Impact-Variante) des österreichischen BIP in 2050 gegenüber dem Klimawandel exponiert sein könnten. Dabei entsteht gemäss unserer Rechnungen grob die Hälfte der Exposition dadurch, dass die Länder, die bis 2050 wirtschaftlich bedeutsamer werden, auch überdurchschnittlich vom Klimawandel betroffen sein werden.

Unsere Berechnungen bergen aufgrund der zugrunde liegenden Langfristprognosen grosse Unsicherheiten. Dennoch zeigen sie grundsätzlich, dass die wirtschaftlichen Klimawirkungen

auf Österreich (als kleine, offene Volkswirtschaft) via Exporte deutlich höher sein könnten als die direkten Wirkungen insgesamt. Dabei sind die wirtschaftlichen Auswirkungen auf die Dienstleistungsexporte sowie weitere internationale Einflusskanäle des Klimawandels via Importe, Kapitalmärkte, Migration, Gesundheitsrisiken, Sicherheit etc. noch nicht berücksichtigt. Dem entsprechend greifen Klimamassnahmen, die nur auf die direkten Wirkungen abzielen, zu kurz. Wichtig sind darüber hinaus Massnahmen, die auf die internationalen Einflusskanäle fokussieren. In den weiteren Workpackages dieser Studie werden möglicherweise geeignete Massnahmen genauer untersucht und beschrieben, welche Österreich gegenüber den weltweiten Auswirkungen des Klimawandels resilienter machen.

ANNEX EXPORTE ÖSTERREICHS IN 2010 NACH SEKTOREN UND REGIONEN

EXPORTE ÖSTERREICHS IN 2010 NACH SEKTORGRUPPEN UND WELTREGIONEN													
Sektorgruppe (NOGA)	Westeuropa	Südeuropa	Osteuropa	Russland	Rest Asien	Nordamerika	Südamerika	Indien	China	Japan/Ostasien	Ozeanien	Rest der Welt	SUMME
	(in Mio. €)	(in Mio. €)	(in Mio. €)	(in Mio. €)									
1-5	384	282	127	15	7	1	0	0	1	1	0	125	944
10-14	169	25	36	1	2	1	1	0	1	1	1	833	1'070
15-16	3'339	1'063	804	165	45	368	35	6	14	102	42	1'010	6'991
17ff. Rest Industrie	9'723	2'751	2'343	320	182	586	107	43	310	459	108	2'934	19'864
23	121	27	921	9	1	2	0	0	1	1	0	269	1'353
24	5'516	1'095	1'461	927	259	723	191	75	239	247	82	2'013	12'828
26	795	207	202	40	30	154	28	38	68	78	10	547	2'198
27	5'945	1'234	1'243	101	86	455	123	94	84	161	22	1'007	10'555
28-32	15'961	2'746	3'594	799	511	2'024	383	340	1'432	800	315	5'448	34'353
34-35	8'634	1'086	1'389	155	63	1'351	96	37	584	212	128	1'319	15'055
40	1'155	39	67	0	0	0	0	0	0	0	0	27	1'289
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	3	6
60-63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65-67	262	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-262	0
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rest	2'022	409	211	13	25	40	2	22	76	7	9	32	2'868
SUMME	54'027	10'964	12'398	2'547	1'212	5'704	966	655	2'807	2'071	717	15'305	109'373

Figur 19 Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Statistik Austria 2011a.

EXPORTE ÖSTERREICHS IN 2010 NACH SEKTORGRUPPEN UND WELTREGIONEN; RELATIV JE SEKTORGRUPPE

Sektorgruppe (NOGA)	Westeuropa	Südeuropa	Osteuropa	Russland	Rest Asien	Nordamerika	Südamerika	Indien	China	Japan/Ostasien	Ozeanien	Rest der Welt	SUMME
1-5	0.7%	2.6%	1.0%	0.6%	0.6%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.8%	0.9%
10-14	0.3%	0.2%	0.3%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	5.4%	1.0%
15-16	6.2%	9.7%	6.5%	6.5%	3.7%	6.4%	3.6%	1.0%	0.5%	4.9%	5.8%	6.6%	6.4%
17ff. Rest Industrie	18.0%	25.1%	18.9%	12.6%	15.0%	10.3%	11.0%	6.5%	11.0%	22.2%	15.0%	19.2%	18.2%
23	0.2%	0.2%	7.4%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%	1.2%
24	10.2%	10.0%	11.8%	36.4%	21.4%	12.7%	19.8%	11.4%	8.5%	11.9%	11.5%	13.1%	11.7%
26	1.5%	1.9%	1.6%	1.6%	2.5%	2.7%	2.9%	5.8%	2.4%	3.8%	1.4%	3.6%	2.0%
27	11.0%	11.3%	10.0%	4.0%	7.1%	8.0%	12.8%	14.4%	3.0%	7.8%	3.1%	6.6%	9.7%
28-32	29.5%	25.0%	29.0%	31.4%	42.2%	35.5%	39.7%	51.9%	51.0%	38.6%	43.9%	35.6%	31.4%
34-35	16.0%	9.9%	11.2%	6.1%	5.2%	23.7%	9.9%	5.6%	20.8%	10.3%	17.8%	8.6%	13.8%
40	2.1%	0.4%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	1.2%
41	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
45	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
60-63	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
65-67	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-1.7%	0.0%
73	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
85	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Rest	3.7%	3.7%	1.7%	0.5%	2.0%	0.7%	0.2%	3.3%	2.7%	0.3%	1.3%	0.2%	2.6%
SUMME	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Figur 20 Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Statistik Austria 2011a.

Legende zu Sektoren:

› 1-5: Landwirtschaft, Forst, Fischerei › 10-14: Gewinnung Steine und Erden › 15-16: Nahrungsmittel › 17-22, 25, 33, 36, 37: Rest Industrie (Textil, Bekleidung, Leder, Holz, Gummi etc.)	› 23: Mineralölverarbeitung › 24: Chemische Erzeugnisse › 26: Glas und Keramik › 27: Metallerzeugung	› 28-32: Energieintensive Industrie, Maschinenbau, IT, Geräte, Elektri- zitätserzeugung › 34-35: Auto- und Fahrzeugbau › 40: Energieversorgung › 41: Wasserversorgung	› 45: Bau › 60-63: Verkehr › 65-67: Banken, Versicherungen › 73: Forschung und Entwicklung › 85: Gesundheit › Rest
--	---	--	---

LITERATUR

- Ackerman, F./Stanton, E.A. 2008:** Climate Change and the U.S. Economy: The Costs of Inaction.
- Ackerman, F./Stanton, E.A./Hope, C./Alberth, S. 2009:** Did the Stern Review underestimate US and global climate damages?
- Anderson, K. 2010:** Globalization's effects on world agricultural trade, 1960–2050.
- Arnell, N.W./E. Tompkins, N./Adger, K.D. 2005:** Vulnerability to abrupt climate change in Europe, Tyndall Centre for Climate Change Research.
- Association of British Insurers (ABI) 2005:** Financial Risk of Climate Change.
- Biermann, F. 2001:** Umweltflüchtlinge. Ursachen und Lösungsansätze, Aus Politik und Zeitgeschichte, B 12/2001, 24-30.
- Dadush, U./Stancil, B. 2010:** The World Order in 2050.
- Dell, M./Jones, B.F./Olken, B.A. 2008:** Climate Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century.
- Duval, R./de la Maisonnette, C. 2009:** Long-Run GDP Growth Framework and Scenarios for the World Economy, OECD Economics Department Working Papers, No. 663, OECD Publishing.
- Ecoplan/SigmaPlan 2007:** Auswirkungen der Klimaänderungen auf die Schweizerische Volkswirtschaft (nationale Einflüsse), Studie im Auftrag des Bundesamts für Umwelt und des Bundesamts für Energie, Bern.
- Eboli, F. et al. 2010:** Climate-change feedback on economic growth: explorations with a dynamic general equilibrium model.
- European Commission (DG ECFIN)/Economic Policy Committee (AWG) 2009:** The 2009 Ageing Report: economic and budgetary projections for the EU-27 Member States (2008-2060), Working Document (Forthcoming in European Economy No 2/2009).
- Fleissner 2010:** Save our Surface, im Auftrag des Österreichischen Klima- und Energiefonds, Teilbericht 3: Volkswirtschaft: Szenarien der österreichischen Volkswirtschaft bis 2050, Arbeitspaket 2 – Globale und regionale Rahmenbedingungen, Wien.
- Fouré, J./Bénassy-Quéré, A./Fontagné, L. 2010:** The world economy in 2050: a tentative picture.
- Gilchrist, D.A., St. Louis, L.V. 2004:** An algorithm for the consistent inclusion of partial information in the revision of input-output tables. Economic Systems Research, No. 2, 2004, S. 149 – 156.

- Hubert, B./Rosegrant, M./van Boekel, M.A. J. S./Ortiz, R. 2010:** The Future of Food: Scenarios for 2050.
- IEA 2011:** World Energy Outlook 2011, Paris.
- IEA 2010:** World Energy Outlook 2010, Paris.
- IEA 2008:** World Energy Outlook 2008, Paris.
- INFRAS/Ecologic/Rütter+Partner 2007:** Auswirkungen der Klimaänderung auf die Schweizer Volkswirtschaft (internationale Einflüsse). Studie im Auftrag des Bundesamts für Umwelt. Zürich.
- INFRAS/Ecologic 2009:** Klimawandel: Welche Belastungen entstehen für die Tragfähigkeit der Öffentlichen Finanzen?, Zürich/Berlin.
- International Institute for Applied System Analysis (IIASA) 2009:** GGI Scenario Database Ver 2.0, 2009, URL: <http://www.iiasa.ac.at/Research/GGI/DB/>.
- International Institute for Sustainable Development (IISD) 2007:** Climate Change and Foreign Policy: An Exploration of Options for greater Integration. Study sponsored by the Ministry of Foreign Affairs Denmark, Winnipeg.
- IPCC 2001:** Climate Change 2001. The Scientific Basis, Summary for Policymakers, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC 2007a:** Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC 2007b:** Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Confidential draft in preparation for Final Government Review and Summary for Policymakers, www.ipcc.ch.
- IPCC 2007c:** Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change, Summary for Policymakers Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jones, B.F./Olken, B.A. 2010:** Climate Shocks and Exports, NBER Working Paper No. 15711.
- Kemfert, C. 2002:** An Integrated Assessment Model of Economy-Energy-Climate – The Model WIAGEM, in: Integrated Assessment 2002, Vol. 3, No. 4, S. 281-298.
- Kemfert, C. 2007:** Persönliche Kommunikation und Übermittlung von Daten zum Modell WIAGEM.

- Kemfert, C. 2007a:** Cost of Action and Inaction – Integrated Assessment Model. DIW Präsentation an BAFU internen Workshop Bern vom 3. April 2007.
- Kitous, A./Criqui, P./Bellevrat, E./Chateau, B. 2010:** Transformation Patterns of the World-wide Energy System – Scenarios for the Century with the POLES Model.
- Mendelsohn, R.O./Dinar, A. 2009:** Climate Change and Agriculture, hrgs. von der Weltbank
- Nathani, C. 2007:** The net embodied energy balance for Switzerland – results of a multiregional input-output model. Paper submitted to the 16th International Input-Output Conference, 2 – 6 July 2007, Istanbul, Turkey.
- Nerem, R.S., D.P. Chambers, C. Choe, and G.T. Mitchum. 2010:** Estimating mean sea level change from the TOPEX and Jason altimeter missions. *Marine Geodesy* 33:435–446. - See more at: http://www.tos.org/oceanography/archive/23-4_willis.html#sthash.pi03OJZ5.dpuf
- OcCC/ProClim- 2007:** Klimaänderung und die Schweiz 2050; Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft, OcCC/ProClim-, Bern.
- OECD 2012:** OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction, OECD Publishing, Paris.
- OECD 2011:** The Economics of Adapting Fisheries to Climate Change.
- O'Neill, B.C./Dalton, M./Fuchs, R./Jiang, L./Pachauri, S./Zigovad, K. 2010:** Global demographic trends and future carbon emissions.
- Rogelj, J., M. Meinshausen and R. Knutti 2012:** "Global warming under old and new scenarios using IPCC climate sensitivity range estimates." *Nature Clim. Change* advance online publication. doi:10.1038/nclimate1385
- Santos-Paulino A.U., Wan, G.H. 2010:** Southern Engines of Global Growth.
- Schneider, U./Österle, A./Schober, D./Schober, C. 2006:** Die Kosten der Pflege in Österreich: Ausgabenstrukturen und Finanzierung (Forschungsbericht 02/2006).
- Shaohong 2008:** Climate Change and Water, hrsg. vom IPCC.
- Statistik Austria 2011a:** Außenhandelsstatistik, Erstellt am 12.08.2011.
- Statistik Austria 2011b:** Input-Output-Statistik. Erstellt am: 25.03.2011. - NACE/CPA 11 incl. 13.
- Stern, N. 2006:** Stern Review on the Economics of Climate Change, Cabinet Office, HM Treasury, United Kingdom.
- Tol, R.S.J. 2010:** The Economic Impact of Climate Change, in: *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 2010 11(s1): 13–37.

Tol, R.S.J. 2005: The marginal costs of carbon dioxide emissions: An assessment of the uncertainties, Energy Policy 33, 2064-2074.

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) 2007: World in Transition, Climate Change as a Security Risk, Summary for Policymakers, Berlin.

World Bank 2010: An empirical analysis of the effects of climate variables on national level economic growth.