



Die Auswirkungen des Klimawandels in Österreich: eine ökonomische Bewertung für alle Bereiche und deren Interaktion

Hintergrund und Ergebnisse des Forschungsprojekts COIN

Der Rahmen

Das interdisziplinäre Projekt COIN (Cost of Inaction – Assessing Costs of Climate Change for Austria) evaluiert die ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels für Österreich. Dazu werden in den 12 Schlüsselsektoren sektorintern und -übergreifend mittels Szenarien mögliche Auswirkungen von Klimaänderungen in Kombination mit sozio-ökonomischen Entwicklungen analysiert. Szenarien sind plausible alternative zukünftige Situationen, deren Analyse es erlaubt, Bandbreiten zwischen negativen und positiven Auswirkungen abzuschätzen sowie kritische Konstellationen zu erkennen. Im Projekt COIN geht das Hauptszenario für den Zeithorizont 2050 von einer globalen Erwärmung innerhalb der 2-Grad-Grenze aus. Diese Annahme setzt eine stärkere als derzeit beobachtbare Klimapolitik voraus. Die hier vorgestellten Analysen berücksichtigen bereits Anpassungen des Einzelnen und zeigen nur jenen Ausschnitt aller möglichen Auswirkungen, der bereits quantifizierbar ist. Es besteht weiterer Forschungsbedarf insbesondere auch für die nach aktuellem Forschungsstand noch nicht quantifizierbaren Auswirkungen.

Der interdisziplinäre Ansatz

Im Projekt COIN arbeiteten 42 ForscherInnen aus 18 Forschungsgruppen aus Österreich und anderen europäischen Ländern unter Federführung der Klimaökonomik in Forschungs Kooperation mit Agrarökonomik, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Gesundheitsökonomik, Tourismusforschung, Verkehrswissenschaften, Biologie, Energieökonomik, Produktionsökonomik, Stadtplanung, Risikoforschung und Meteorologie ein gutes Jahr lang

zusammen, um auf konsistente und damit vergleichbare Weise die ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels quer über alle Bereiche zu bewerten. Die Ergebnisse wurden durch ein Internationales Scientific Advisory Board unter der Leitung von Paul Watkiss (Universität Oxford) geprüft sowie zwei Review-Prozessen durch 38 internationale Gutachter unterzogen, demgemäß weiter verbessert, und sind im Buchhandel erhältlich als

Steininger, K., König, M., Bednar-Friedl, B., Kranzl, L., Loibl, W., Pretenthaler, F. (eds.), Economic Evaluation of Climate Change Impacts: Development of a Cross-Sectoral Framework and Results for Austria, Springer, 2015.

Was wurde bewertet?

Die Bereiche der Klimawandelauswirkungen sind in der Österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel (BMLFUW, 2012) nach Handlungsfeldern gegliedert. Das Projekt COIN verwendet dieselbe Gliederung und untersuchte die Auswirkungen somit für Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Tourismus, Elektrizitätswirtschaft, Heizen und Kühlen (Gebäude), Gesundheit, Ökosysteme und Biodiversität, Verkehrsinfrastruktur, Handel und Fertigung, Stadt und Raumordnung, Naturgefahren und Katastrophenmanagement (wobei die letzten beiden genannten und in BMLFUW (2012) separaten Bereiche hier jeweils in einen Bereich zusammengefasst wurden). **In jedem dieser Bereiche wurden die ökonomisch relevanten Wirkungsketten identifiziert, sowie jener Ausschnitt aus diesen Wirkungsketten auch quantitativ (d. h. in Euro) bewertet, für den dies nach aktuellem Wissensstand bereits belastbar möglich ist.**

Was wurde nicht bewertet?

Der Klimawandel wird auf globaler Ebene eine Reihe von Auswirkungen auslösen, die dann vielfach auch auf Österreich rückwirken. So wird zum Beispiel erwartet, dass der Klimawandel bis zur Mitte des Jahrhunderts zwar in einigen Regionen die landwirtschaftlichen Erträge erhöht, aber in Summe auf globaler Ebene eine deutliche Verringerung eintritt (IPCC, 2014a). Diese klimabedingten Ernteänderungen können zu erhöhten Weltmarktpreisen und neuen Importabhängigkeiten sowie letztlich zu Nahrungsmittelknappheit führen. Auch wird erwartet, dass die Auswirkungen des Klimawandels die Armut in den meisten Entwicklungsländern vergrößern werden sowie neue Armutsegmente in Ländern mit zunehmender Ungleichheit schaffen werden (IPCC, 2014a). Dies könnte insbesondere die schon jetzt einsetzenden Flüchtlingsströme aus Afrika nach Europa (und damit Österreich) weiter erhöhen. Aufgrund der Komplexität der Auswirkungen auf globaler Ebene und ihrer Rückwirkungen auf Österreich wurden – bedingt durch die relativ dazu recht kurze Projektlaufzeit – diese in die vorliegende Untersuchung nicht mit einbezogen. **Untersucht wurden lediglich jene Auswirkungen des Klimawandels auf Österreich, die auch in Österreich ihren Ausgang nehmen.**

Inwiefern können Trends und Extremereignisse bewertet werden?

Der aktuelle Stand des Wissens – zusammengefasst jüngst in IPCC (2013, 2014a) – lässt für Europa und Österreich belastbare Aussagen für Trend-Entwicklungen zu, wobei die verbleibenden Unsicherheiten auf regionaler Skala für die Temperaturentwicklung deutlich kleiner sind als für die Niederschlagsentwicklung. Aus Klimaszenarien ableitbare Aussagen über die Entwicklung von Intensität und Häufigkeit von Extremereignissen in der Zukunft hingegen sind deutlich schwieriger, wobei Aussagen über Extremereignisse mit großer räumlicher/zeitlicher Ausdehnung (z. B. Dürren oder Hitzewellen) belastbarer sind als Aussagen über kleinräumige kurzfristige Ereignisse wie konvektive Extremniederschläge (inklusive Gewitter, Hagel; aber auch deren Folgen wie Muren und Hangrutschungen). Letztere sind jedoch ebenso in hohem Ausmaß schadensrelevant. Auf aktuellem Wissensstand **konnten** im Projekt COIN folglich **Wirkungsketten evaluiert werden, sofern sie durch Trendentwicklungen ausgelöst werden** (etwa höhere Temperatur oder – je nach Region und Jahreszeit – geringere Niederschläge). Für die Auswir-

kungen von Extremereignissen waren belastbare Aussagen nur für wenige ausgewählte Bereiche möglich: Dürre in der Landwirtschaft, durch großräumige mehrtägige Hochwasser ausgelöste Gebäudeschäden, und Gesundheitsfolgen von Hitzewellen. In der gesellschaftlichen Entscheidung über Antworten auf den Klimawandel (Minderung der Emissionen, Anpassung an ausgelösten Klimawandel) sind jedoch nicht nur durchschnittliche (Trend-)Entwicklungen relevant, sondern gerade auch Ereignisse, die nicht alljährlich auftreten, aber mit umso größeren Folgen verbunden sind. Hier besteht zukünftig noch besonderer Forschungsbedarf.

Was sind zentrale Ergebnisse in den Bereichen?

Die Ertragspotenziale für die **Landwirtschaft** steigen (primär temperaturbedingt, etwa durch längere Vegetationsperioden, aber auch durch CO₂ Düngungseffekte) im österreichweiten Schnitt, zumindest bis zur Mitte des Jahrhunderts. Dem wirken jedoch vielfältige Störungen v. a. durch extreme Wetterereignisse und -perioden, höhere Investitionskosten (z. B. Bewässerung) sowie Störungen von Ökosystemfunktionen (untersucht wurden Bestäubungsleistung durch Insekten sowie biologische Schädlingskontrolle) entgegen, und können die Ertragspotenzialsteigerungen jeweils auch gänzlich zunichte machen. Der Sektor selbst würde von den (zudem insgesamt unsicheren) höheren Ertragspotenzialen weniger profitieren als etwa der Nahrungsmittel- oder Handelssektor.

Die längeren Vegetationsperioden materialisieren sich bei den langen Umlaufzeiten in der **Forstwirtschaft** nicht in höhere Erträge, da die Kalamitäten durch Borkenkäfer in wärmeren Sommern stark zunehmen werden. Zusätzlich wirksame Dürren gerade im Süden und Osten Österreichs sowie gegebenenfalls höhere Windspitzen bei auftretenden Stürmen können die Erträge künftig sinken lassen, sofern keine gezielten Anpassungsmaßnahmen gesetzt werden. Für die Erhaltung der Schutzwaldwirkung würden Investitionen fällig, die über den Produktivitätsausfällen liegen.

Ökosystemleistungen werden klimatisch entscheidend beeinflusst. Die Forschung ist bei der Ableitung von Schwellenwerten, die bestimmte Ökosystemleistungen entscheidend mindern können, noch ganz am Anfang. Erosionsschutz, Schadstoffpufferkapazitäten von Böden und Vegetation oder Trinkwasserbereitstellung sind ökonomisch ext-

rem relevante Ökosystemleistungen. In COIN wurden nur die landwirtschaftlich relevanten Dienstleistungen der Bestäubung durch Insekten und der Schädlingskontrolle durch Nützlinge untersucht, die Ergebnisse wie zuvor angegeben im Bereich Landwirtschaft berücksichtigt.

Gesundheit: Häufiger auftretende und intensivierete Hitzewellen erhöhen die Todesfälle bei der wachsenden Gruppe der älteren Bevölkerung (zusätzlich etwa 1.000 jährliche Todesfälle in der Periode 2036–2065, mittlere Annahmen). Abschätzungen für extremere Jahre mit damit verbundener Ausweitung der vulnerablen Bevölkerungsgruppe auf Personen mit chronischen Erkrankungen können zu einer Versechsfachung der Gesundheitseffekte im Vergleich zu den mittleren Annahmen führen.

Für den Bereich **Wasserver- und -entsorgung** konnte ebenfalls nur ein Teil der Wirkungszusammenhänge quantifiziert werden. Dabei zeigt sich, dass für ein Jahr in der Mitte des Jahrhunderts die ohnehin in beträchtlicher Höhe erforderlichen zusätzlichen Investitionen durch den Klimawandel um zumindest 10 % höher ausfallen werden (aufsummiert bis 2050 um zumindest € 170 Mio. höher).

Bereits heute stellen Überschwemmungen eines der ökonomisch bedeutendsten Klima- bzw. Wetterrisiken in Österreich dar. Der Klimawandel fordert das **Katastrophenmanagement** zusätzlich, insbesondere auch in Hinblick auf eine Reduktion der Vulnerabilität. Die Prognoseunsicherheiten sind allerdings groß, da Extremereignisse prinzipiell als Ausreißer aus dem normalen Wettergeschehen schwer abzuschätzen sind. Waren die durchschnittlichen jährlichen Hochwasserschäden für den Zeitraum 1981–2010 im Bereich von € 200 Mio., dürften die Bandbreiten prognostizierter jährlicher Schadenssummen zwischen € 400 Mio. und € 1.800 Mio für den Zeitraum 2036–2065 liegen. Eine Abschätzung der Schadenssummen 100-jähriger Hochwasserereignisse zeigt, dass diese sich durch Klimawandel und Vermögenszuwächse etwa verdoppeln, wenn sie statt in der Periode 1977–2006 in der Periode 2036–2065 auftreten. Diese könnten dann Schäden von jeweils € 4 bis 7 Mrd. (jeweils zu heutigen Preisen) verursachen.

Schäden vor allem durch niederschlagsinduzierte Massenbewegungen und Unterspülungen an der **Verkehrsinfrastruktur** sind heute schon beträchtlich (€ 18 Mio. jährlich für die Straßeninfrastruktur) und werden künftig vor allem von der Entwicklung des Verkehrsnetzes abhängen. Je nach Streckenzuwachs wächst die Exposition der Verkehrsnetze, wobei auch regional sehr unterschiedliche Dispo-

sitionen gegenüber den Schadensereignissen (z. B. Hangrutschungsneigung, Murengefahr, Gefährdung durch Unterspülungen oder auch Windwurf) berücksichtigt werden müssen. Die indirekten Folgewirkungen von Verkehrsunterbrechungen (Produktionsausfälle und Zeitverluste) können – je nach Unterbrechungszeit und Umfahrungsmöglichkeiten – weit über den direkten Reparatur- und Instandsetzungskosten liegen.

Beim Energieverbrauch durch **Gebäude** überwiegen bis zur Mitte des Jahrhunderts die Einsparungen fossiler Energieträger während der Heizperiode gegenüber dem zusätzlichen (elektrischen) Energiebedarf während der Kühlsaison. Kritisch ist allerdings ein Auseinanderdriften zwischen der (in Österreich wesentlich durch Wasserkraft bedingten) **elektrischen Erzeugungskapazität** im Sommer und der erhöhten Kühlenergie-Nachfrage in der gleichen Zeit. Neue sommerliche Lastspitzen beim elektrischen Energiebedarf stehen demnach Einschränkungen in der Erzeugung während sommerlicher Dürreperioden gegenüber, die über Import bzw. zusätzliche andere Kraftwerkskapazitäten ausgeglichen werden müssen. Zusatzbelastungen entstehen beim Import für das europäische Stromverbundnetz (vor allem durch die Südländer der EU) und die Gefahr von extrem teuren großräumigen Stromausfällen (Black-Outs) steigt.

Die Auswirkungen des Klimawandels auf **Fertigung und Handel** sind branchenspezifisch sehr vielfältig, von veränderten Anforderungen an Kühlung und Kühlketten in Produktion und Transport bis zur Beeinflussung des Transportnetzes, das u. a. für Vorleistungen wesentlich ist, durch Extremereignisse. Einheitlich quer über alle Branchen aus Fertigung und Handel wurden die Einbußen in Arbeitsproduktivität durch vermehrte Hitzeperioden bewertet: Sie schlagen bis zur Mitte des Jahrhunderts – allein für Fertigung und Handel – mit bis zu € 140 Mio. jährlich zu Buche.

In **Städten** wird der Klimawandel die Auswirkungen städtischer Hitzeinseln (durch die versiegelte Fläche und Gebäude ist die sonst durch Flora gewährleistete lokale Abkühlung nicht gegeben, es ist innerhalb der Städte um einige Grad wärmer als im Umland) weiter verstärken.

Im **Tourismus** nützen steigende Temperaturen und sinkende Niederschlagsmengen vor allem dem Sommertourismus, während sie dem Wintertourismus in seiner derzeitigen Form schaden. Die bis zur Mitte des Jahrhunderts in einem mittleren Klimawandelszenario erwartbaren jährlichen Einbußen in Nächtigungen im Wintertourismus übersteigen mit

1,5 Mio. deutlich die Zugewinne im Sommertourismus, und allein dieser Netto-Nachfrageausfall führt zu direkten Verlusten in Höhe von durchschnittlich rund € 300 Mio. jährlich. Hinzukommen noch die makroökonomischen Folgewirkungen (siehe folgender Abschnitt), sowie eine veränderte Kostenstruktur des Sektors (z. B. Bewässerungskosten, Kunstschneebedarf, Klimaanlage etc.) und Auswirkungen von vermehrten Extremwetterereignissen.

Wie gestalten sich die Rückwirkungen in der gesamten Volkswirtschaft?

Während es bisher für Österreich bereits – meist jedoch regionsspezifische – Untersuchungen in einzelnen Bereichen gab, fokussiert COIN auf eine österreichweite Bewertung aller Bereiche. Zudem ist die **durchgängige Ermittlung der jeweiligen Folgewirkungen für den Rest der Volkswirtschaft** ein zentraler Mehrwert des Projekts. So führen etwa die Produktivitätsverluste in Fertigung und Handel, ausgelöst durch mehr Hitzeperioden, durch die wirtschaftliche Verflechtung dieser Sektoren zu Folgeschäden auch in anderen Sektoren, die zu insgesamt mehr als vier Mal höheren gesamtwirtschaftlichen Verlusten führen. Dieser **gesamtwirtschaftliche »Vergrößerungseffekt« einzelsektoraler Schäden** beträgt – je nach Sektor – zwischen 60 % (makroökonomische Folgewirkungen der Übernachtungseinbußen im Tourismus) und dem genannten mehr als Vierfachen. COIN bietet erstmals eine derartig umfassende Abschätzung. Erst die Berücksichtigung dieser gesamtwirtschaftlichen Rückwirkungen ermöglicht belastbare Aussagen zu den Auswirkungen auf öffentliche und private Budgets, wie sie für alle Bereiche vorgenommen wurden.

Wie werden gesamtwirtschaftliche Auswirkungen gemessen?

Am Beispiel von Hochwasserschäden wird schnell ersichtlich, dass zwar einerseits durch Produktionsausfälle die Messgröße Bruttoinlandsprodukt (BIP) reduziert, sie aber andererseits durch Wiederaufbauarbeiten gesteigert wird. Netto erhöhen (klimabedingte) Extremereignisse zumindest kurzfristig vielfach das BIP, während erst langfristig etwa auch der verlorengegangene Kapitalstock mindernd durchschlägt. Sind wir also am »Wohlbefinden« der österreichischen Bevölkerung interessiert, so haben wir auf eine **Messgröße** zu fokussieren, die die **bloße Wiederherstellung von zuvor vorhandenen (und erst durch Klimawandel zer-**

störte) Bestände nicht als Zuwachs des Wohlstandes wertet. Daher hat das Projekt COIN zusätzlich zur BIP-Veränderung auch einen um diese Effekte bereinigten Wohlstands-Indikator ermittelt. Sowohl die **Größenordnung der Entwicklung des Wohlstandsindikators ist eine andere als die des BIP**, als **in einigen Fällen auch sogar die Richtung** (wie am Beispiel Hochwasser gezeigt). Mangels geeigneter Daten und Methoden wurden nicht-marktliche Folgeschäden weitgehend nicht bewertet. So wurden beispielsweise die durch Hochwasser verursachten Kosten psychischer Folgen wie das emotionale Leid beim Verlust von Erinnerungsstücken nicht berücksichtigt.

Wofür können die Ergebnisse verwendet werden?

Die sehr detaillierte Analyse der Wirkungsketten und die monetär einheitlich bewerteten potenziellen Schäden für alle Bereiche (direkt im Sektor, in der Gesamtwirtschaft, auf öffentliche Budgets) liefert **für die Weiterentwicklung der Klimawandelanpassungsstrategie nützliches Orientierungswissen.** Auf dieser Grundlage können nunmehr Prioritäten gesetzt und gezieltere Handlungsanleitungen als wesentlicher Input im weiteren Prozess entwickelt werden.

In welcher Größenordnung liegen die Schadenskosten insgesamt?

Die Klimaerwärmung ist schon beobachtbar, die Temperatur ist in Österreich im Jahresmittel seit 1880 um knapp 2 Grad gestiegen. Die wetter- und klimabedingten **Schäden** belaufen sich damit **bereits heute** in Österreich auf **jährlich** durchschnittlich rund **€ 1 Mrd.** (vgl. Tabelle 1). Diese Zahl berücksichtigt nur bedeutende Naturkatastrophen sowie hitzebedingt-frühzeitige Todesfälle. Diese Schäden werden weiter steigen, insbesondere wenn es nicht zu signifikanten Emissionsreduktionen kommen sollte. Das Projekt COIN zeigt, dass die gesellschaftlichen Schäden – zunächst für ein mittleres Klimawandelszenario, **bis zur Jahrhundertmitte** – auf durchschnittlich **jährlich € 4,2 Mrd. bis € 5,2 Mrd.** (heutiges Preisniveau) steigen werden (vgl. Tabelle 1).

Im Projekt COIN wurden zudem alternative Klimaszenarien und sozioökonomische Szenarien untersucht, aus deren konsistenter Anwendung über alle Sektoren sich auch **ein geringerer und ein höherer Schadensbereich** abschätzen lässt. Demgemäß können wir damit rechnen, dass die

heute bereits quantifizierbaren **Gesamtschäden** – und zwar quer über die zuvor genannten Felder, von Land- und Forstwirtschaft bis Tourismus – zur Mitte des Jahrhunderts insgesamt innerhalb einer **Bandbreite von jährlich durchschnittlich € 3,8 Mrd. bis € 8,8 Mrd.** liegen werden (vgl. Tabelle 1). Bei diesen Zahlen gilt es Mehreres zu bedenken: Sie betreffen lediglich den zuvor dargestellten und schon **belastbar** monetär **bewertbaren Ausschnitt an Wirkungsketten**, die in Österreich ihren Ausgang nehmen (vgl. Tabelle 2); es sind darin zudem keinerlei Rückwirkungen globaler Auswirkungen auf Österreich berücksichtigt; an Extremereignissen werden einzig Hochwasserschäden an Gebäuden berücksichtigt (und diese nur im Mittel). **Dazu** kommen dann die **Schäden durch** die hierin noch nicht berücksichtigten Klimafolgen (siehe Tabelle 3 für die wichtigsten nicht einbezogenen Wirkungsketten).

In die vielerorts verwendete Maßgröße BIP fließen Aktivitäten wie der Wiederaufbau nach Hochwasserschäden (der allerdings nur den ursprünglichen Wohlfahrts-Zustand, zumindest teilweise, wieder herstellt) als steigernd ein, daher ist der Verlust in BIP gemessen übrigens kleiner.

Die bisher genannten Schadenszahlen beziehen sich zudem jeweils nur auf den jährlichen Mittelwert. Gesellschaftlich relevant ist jedoch nicht nur dieser Mittelwert aus möglichen Schadensszenarien, sondern auch in welcher **Häufigkeit und Intensität Extremereignisse** auftreten können. Die Ergebnisse aus COIN zeigen dies für drei Beispiele: Ein 100-jährliches **Hochwasser** wird zur Mitte des Jahrhunderts allein zu **Gebäudeschäden** in Höhe von **€ 4 bis € 7 Mrd.** führen, **zum Ende des Jahrhunderts** in Höhe von **€ 8 bis € 41 Mrd.** (ein 20-jährliches dann zu Gebäudeschäden in Höhe von € 3 bis € 16 Mrd., heutiges Preisniveau), je nach gewähltem Klima- und sozioökonomischen Szenario (nur direkte Schadenskosten wie Wertverluste und Reparatur, jedoch noch ohne Berücksichtigung von volkswirtschaftlichen Folgeschäden). **Hitzewellen**, wie sie bereits zur Mitte des Jahrhunderts im Schnitt alle 20 Jahre auftreten, erhöhen die dadurch ausgelösten **Todeszahlen** dann **auf 6000 bis 9000**; **Dürreperioden**, wie sie zur Mitte des Jahrhunderts bereits jedes vierte Jahr auftreten, verursachen allein in der **Landwirtschaft Produktionsausfälle** in Höhe von rund **€ 56 Millionen**.

Da wir beim Phänomen Klimawandel mit einer solch großen Bandbreite an Extremereignissen konfrontiert sind, müssen wir als Gesellschaft die Frage beantworten, ob es in der erwarteten Bandbreite Ereignisse gibt, die wir jedenfalls vermeiden wollen. Und dann die entsprechenden Schritte – in

Tabelle 1:

Klima- und wetterinduzierte Schäden, Österreich, ohne globale Rückwirkungen, nur belastbar quantifizierbare Wirkungsketten (nicht berücksichtigte Wirkungsketten: siehe Tabelle 3), jährlicher Durchschnitt, sowie geringere und höhere Schadensbereiche, für die Perioden 2016–2045 und 2036–2065

Schaden in Millionen €, Ø pro Jahr (zu Preisen 2010)		
A) Bereits heute beobachtbare Schäden		
Gesamt	850 bis 1.090	
<i>Markt Schäden:</i>		
Jährlicher Durchschnitt Schäden aus klima- und wetterbedingten Ereignissen (Münchner Rück, Ø 2001–2010)	705	
<i>Nicht-Markt Schäden:</i>		
Hitzebedingte vorzeitige Todesfälle	145 bis 385	
B) Zusätzliche zukünftige Schäden		
Schäden durch zusätzlich verändertes Klima (Wohlfahrtsverlust)	995	1955
[Bandbreite: geringere/höhere Schäden]	[890 bis 1.211]	[1,825 bis 2.280]
Zusätzliche Schäden durch sozioökonomische Veränderungen	270 [268 bis 314]	825 [800 bis 1.080]
<i>Nicht-marktliche Schäden:</i>		
Hitzebedingte vorzeitige Todesfälle	95 bis 255	570 bis 1.300
Bewertung mittels Value of Life Years Lost (€ 63.000 pro LYL)	95 [82 bis 580]	570 [285 bis 1.840]
oder Bewertung mittels Value of Stat. Life (€ 1,6 Mio. pro SL)	255 [210 bis 1.535]	1.300 [640 bis 4.350]
C) Gesamte jährliche Schäden (bereits heute beobachtbare Schäden plus zukünftig zusätzliche Schäden)		
	2.210 bis 2.610	4.200 bis 5.170
	[2.090 bis 4.150]	[3.760 bis 8.800]

Anmerkungen:

Zahlenwerte in **fett: Mittelwert Trendszenario**; in eckiger Klammer [Geringere (höhere) Schadenssummen: andere sozioökonomische Entwicklung und geringerer (höherer) Klimawandel: zu den Details siehe Fact Sheets zu den einzelnen Wirkungsbereichen]

Werte für VSL und LYL aus Watkiss (2011), Hitzebedingte vorzeitige Todeszahlen: siehe Fact Sheet Gesundheit.

Emissionsminderung und Anpassung – setzen. Auf diese Bandbreite an möglichen Folgen zu reagieren heißt für die Anpassung auch, dass sie zeitgerecht und flexibel angelegt werden müsste, und dementsprechend umfassender, wenn wir den Klimaschutz nicht oder nicht ausreichend schaffen sollten.

Tabelle 2: In Schadensquantifizierung berücksichtigte Wirkungsketten des Klimawandels

Wirkungsbereich	berücksichtigte Wirkungsketten
Landwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Temperaturanstieg: längere Wachstumsperiode, jedoch Wasserverfügbarkeit zunehmend als limitierender Faktor • Veränderung des Niederschlags und der Bodenerosion, Niederschlagschäden bei Pflanzen
Forstwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Verlängerung der Wachstumsperiode • Trockenheit • Borkenkäfer
Ökosystem-Dienstleistungen und Biodiversität	-
Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> • Vorzeitige Todesfälle durch Hitze
Wasserver- und entsorgung	<ul style="list-style-type: none"> • Verringerte Grundwasserneubildung und Quellenergiebigkeit • Starkniederschlagsereignisse und zugehörige Infrastrukturschäden und -anpassungen • Vermehrte Wasserentnahme • Vermehrte Winterabwasservolumina • Sedimentationsanstieg in Trockenperioden
Gebäude	<ul style="list-style-type: none"> • Verringerung der Heizlast • Erhöhung der Kühllast
Elektrizitätserzeugung	<ul style="list-style-type: none"> • Veränderte Wasserführung für Wasserkraft • Veränderung in Windgeschwindigkeit und solarer Einstrahlung • Höherer Kühlbedarf im Sommer und verringerter Heizbedarf im Winter mit entsprechender Elektrizitäts-Nachfrageänderung
Verkehr und Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederherstellungskosten von Straßeninfrastruktur nach Überflutungen, Erdbeben und Vermurung
Herstellung und Handel	<ul style="list-style-type: none"> • Änderung der Arbeitsproduktivität
Städte und Grünräume	<ul style="list-style-type: none"> • Verlust des Klimakomforts (bzw. Verhinderung desselben durch Ausweitung der Parkflächen)
Katastrophen Management	<ul style="list-style-type: none"> • Gebäudeschäden nach Fluß-Hochwässern
Tourismus	<ul style="list-style-type: none"> • Änderung in Übernachtungszahlen im Winter- und Sommertourismus als Folge von Änderungen in Schneesituation, Niederschlägen und Temperatur

Können wir uns gegen Klimaschäden versichern?

Klimawandel ist in menschlichen Zeitdimensionen nicht umkehrbar, und das globalste, langfristige, und in seiner Größenordnung unsicherste Gesellschaftsproblem. Was wir heute bereits wissen und quantifizieren können ist erst ein (möglicherweise auch eher kleiner) Teil der klimawandelbezogenen Folgekosten. Versicherungen sind nicht darauf ausgelegt, uns gegen das zu versichern, was mit großer Wahrscheinlichkeit eintreten wird. Sie zielen stattdessen auf Eventualitäten ab, wie die kleine Chance, dass das Haus Feuer fängt. Leider ist die Chance dramatischer Auswirkungen des Klimawandels nicht so klein. Die aktuell gegebene 10-prozentige Chance einer existentiellen, planetaren Katastrophe durch den Klimawandel (Wagner und Weitzman, 2015) ist viel zu hoch, als dass sie mit der herkömmlichen Versicherungslogik in den Griff zu bekommen wäre. Eine Versicherung, wie wir sie herkömmlich kennen, würde so funktionie-

ren, dass wir einen Betrag regelmäßig vorab auf ein Konto überweisen, um für den Notfall, eben das Eintreten der Klimaschäden, gewappnet zu sein. Das wäre jedoch für das Ausgleichen von Klimaschäden nicht genug. Denn was tun wir dann mit einem zwar ausreichend hohen Kontostand, aber z. B. keinem hochwasser-, oder murensicheren Wohnraum in (vielen) Regionen Österreichs? Das Geld zu haben nützt nur, wenn es auch rein physisch die Gebäude, Lebensmittel, ... (und anderen Güter) noch gibt, um die menschlichen Grundbedürfnisse zu befriedigen. **Versicherung in diesem Sinne bedeutet das Grundproblem selbst zu lösen, die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre nicht weiter ansteigen zu lassen.** Der Vergleich mit einem kranken Patienten liegt nah: Anpassung lindert allenfalls die Symptome während Klimaschutz/Emissionsreduktion die Ursachen (des Klimawandels) bekämpft.

Tabelle 3: In Schadensquantifizierung nicht berücksichtigte Wirkungsketten des Klimawandels (Auswahl)

Wirkungsbereich	Nicht berücksichtigte Wirkungsketten
Landwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten der Bewässerung • Zusätzliche Schädlingskontrolle • Hitzeinduzierter Produktivitätsverlust der Arbeitskräfte • Starkregen-Ereignisse • Überflutungsschäden
Forstwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Sturm-Ereignisse • Änderung in der Artenzusammensetzung durch Erwärmung • Hitzeinduzierter Produktivitätsverlust der Arbeitskräfte
Ökosystem-Dienstleistungen und Biodiversität	Es wurden keinerlei Auswirkungen monetarisiert (somit wurden weder Verlust der Schädlingskontrolle, oder von Bestäubungsleistungen, Artenverlust etc. einbezogen).
Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> • Hitzebedingte Krankheiten • Extreme Niederschlagsereignisse • Luftverschmutzung • Wasser- und Lebensmittelübertragene Krankheiten • Vektor-übertragene Krankheiten • Auswirkungen von Umsiedlungen
Wasserver- und entsorgung	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederherstellungskosten nach Überflutungen • Wasserqualitätsänderungen durch Erwärmung • Dürren und daraus resultierende Investitionen • Zunahme der Wasserbehandlung durch geringere Oberflächengewässer-Erneuerungsrate • Verschmutzung nach Überflutungen • Geringere Sauerstofflöslichkeit in Oberflächengewässern
Gebäude	<ul style="list-style-type: none"> • Geringerer Komfort durch Sommerhitze • Höhere Sturm-Frequenz
Elektrizitätserzeugung	<ul style="list-style-type: none"> • Änderung in Wasserführung und -temperatur • Naturereignisse (Sturm, Überschwemmungen, andere Extreme) und deren Folgen
Verkehr und Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsunterbrechungen • Wasserverkehr (Verringerung der Wassertiefe) • Sturm-Ereignisse • Temperatur-bedingte Deformation der Straßenoberfläche • Eisenbahn • Luftverkehr • Passagier-Komfort in den Fahrzeugen
Herstellung und Handel	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur- und Extremereignis-bedingte Umstellungen im Produktionsprozess • Kühlung und Heizung • Schäden an der Infrastruktur • Verschiebungen im Konsum
Städte und Grünräume	<ul style="list-style-type: none"> • Verringerung des Klimakomforts • Städtetourismus • Hitzebedingte Schäden an Gehsteigen, Straßenbahnschienen etc.
Katastrophen Management	<ul style="list-style-type: none"> • Katastrophenhilfskräfte • Freiwillige KatastrophenhelferInnen • Sturm-Ereignisse • Dürren
Tourismus	<ul style="list-style-type: none"> • Änderung in Wasser- und Energienachfrage • Änderung in Verfügbarkeit von für Tourismus wichtigen Umweltressourcen • Extremereignisse (samt Geschäftsunterbrechungen)

Inwiefern rechtfertigen die COIN-Ergebnisse Investitionen in Anpassung?

Die Ergebnisse aus COIN zeigen auf, dass für ein gesellschaftlich adäquates Umgehen mit Klimawandel ein frühes Intervenieren im Sinne der Anpassung in vielen Bereichen nötig ist, wenn einerseits bereits jetzt auftretende Schäden gemindert werden sollen und andererseits Anpassungen mit

langen Vorlaufzeiten bereits jetzt eingeleitet werden sollen (vgl. z. B. Forstwirtschaft, Gesundheit oder Verkehrs- und Gebäudeinfrastruktur). Freilich gilt, dass auch mit Klimawandelanpassung Residualschäden im Allgemeinen nicht zu vermeiden sind. Wesentlich ist, dass Anpassung nicht allein durch

die klimawandelbedingten allmählichen Klimaentwicklungen gerechtfertigt wird, sondern zusätzlich durch Schäden durch Extremereignisse/Naturkatastrophen sowie Wettervariabilität. Ein stärkeres Zusammengehen von Naturgefahrenmanagement und Klimawandelanpassung wird derzeit auf EU-Ebene diskutiert und kann auch in Österreich noch verbessert werden, wodurch die ökonomischen Folgewirkungen des Klimawandels abgemildert werden können. Die Österreichische Anpassungsstrategie spiegelt diese Erfordernisse wider und entwirft einen ersten Handlungsrahmen, der planerische und ökosystemstabilisierende Maßnahmen vorschlägt, die einerseits mit Emissionsminderungszielen und andererseits mit weiteren politischen Zielen, wie Ressourcenschutz, Biodiversität und Nachhaltigkeit, im Einklang stehen.

Literatur:

BMLFUW (2012), Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, BMLFUW, Wien, 2012.

IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Oxford University Press.

IPCC (2014a) Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Summary for Policy Makers, IPCC.

IPCC (2014b) Climate Change 2013: Mitigation of Climate Change, Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Oxford University Press.

Wagner, Gernot and Martin L. Weitzman, 2015. Climate Shock: the Economic Consequences of a Hotter Planet, Princeton University Press.

Projektüberblick erstellt auf Basis von:

Steininger, K., König, M., Bednar-Friedl, B., Kranzl, L., Loibl, W., Prettenthaler, F. (eds.), Economic Evaluation of Climate Change Impacts: Development of a Cross-Sectoral Framework and Results for Austria, Springer 2015.

Informationen (Fact Sheets) im Detail zu den Bereichen

- Landwirtschaft
- Verkehr und Mobilität
- Tourismus
- Fertigung und Handel
- Gesundheit
- Wasserver- und entsorgung
- Urbane Räume
- Katastrophenmanagement
- Energie- und Stromversorgung
- Forstwirtschaft

sind unter www.ccca.ac.at >> **Klimawissen** verfügbar.



Weitere Informationen:

<http://coin.ccca.at>

Photos: www.shutterstock.com

Projektleitung und Koordination:

Prof. Dr. Karl Steininger, Universität Graz,

Institut für Volkswirtschaftslehre

und Wegener Center für Klima und Globalen Wandel,

Leiter der Forschungsgruppe Economics of Climate Change,

Brandhofgasse 5, A-8010 Graz, karl.steininger@uni-graz.at

gefördert von:

