

# Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014

## Zusammenfassung für Entscheidungstragende



# Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014

## Zusammenfassung für Entscheidungstragende

### Koordinierende LeitautorInnen der Zusammenfassung für Entscheidungstragende

Helga Kromp-Kolb  
Nebojsa Nakicenovic  
Karl Steininger

### LeitautorInnen der Zusammenfassung für Entscheidungstragende

Bodo Ahrens, Ingeborg Auer, Andreas Baumgarten, Birgit Bednar-Friedl, Josef Eitzinger, Ulrich Foelsche, Herbert Formayer, Clemens Geitner, Thomas Glade, Andreas Gobiet, Georg Grabherr, Reinhard Haas, Helmut Haberl, Leopold Haimberger, Regina Hitzemberger, Martin König, Angela Köppl, Manfred Lexer, Wolfgang Loibl, Romain Molitor, Hanns Moshhammer, Hans-Peter Nachtnebel, Franz Pretenthaler, Wolfgang Rabitsch, Klaus Radunsky, Jürgen Schneider, Hans Schnitzer, Wolfgang Schöner, Niels Schulz, Petra Seibert, Rupert Seidl, Sigrid Stagl, Robert Steiger, Johann Stötter, Wolfgang Streicher, Wilfried Winiwarter

### Zitierweise

APCC (2014): Zusammenfassung für Entscheidungstragende (ZfE). In: *Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14). Austrian Panel on Climate Change (APCC)*, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, Österreich.

### Inhalt

|  |    |
|--|----|
| Einführung   | 28 |
| Der globale Kontext  | 28 |
| Klimawandel in Österreich: Vergangenheit und Zukunft                               | 29 |
| Zusammenschau für Österreich: Auswirkungen sowie Maßnahmen                         | 30 |
| Auswirkungen auf Bereiche und Sektoren sowie Maßnahmen der Minderung und Anpassung | 35 |
| Boden und Landwirtschaft   | 35 |
| Forstwirtschaft  | 36 |
| Biodiversität  | 37 |
| Energie  | 38 |
| Verkehr und Industrie  | 40 |
| Tourismus  | 40 |
| Infrastruktur  | 41 |
| Gesundheit und Gesellschaft  | 42 |
| Transformation   | 43 |
| Bildnachweis   | 43 |

## Einführung

Die zum Thema Klimawandel forschenden österreichischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben in einem dreijährigen Prozess nach dem Muster der „IPCC-Assessment Reports“ einen Sachstandsbericht zum Klimawandel in Österreich erstellt. Mehr als 240 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler stellen in diesem umfangreichen Werk gemeinsam dar, was über den Klimawandel in Österreich, seine Folgen, Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen sowie zu zugehörigen politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Fragen bekannt ist. Das Austrian Climate Research Program (ACRP) des Klima- und Energiefonds hat die Arbeit durch die Finanzierung koordinativer Tätigkeiten und Sachleistungen ermöglicht. Die umfangreiche inhaltliche Arbeit wurde von den Forscherinnen und Forschern unentgeltlich geleistet.

In der vorliegenden Zusammenfassung für Entscheidungstragende sind die wesentlichsten Aussagen wiedergegeben. Zunächst werden der globale Kontext, die Vergangenheit und Zukunft des Klimas in Österreich sowie eine Zusammenschau der wichtigsten Auswirkungen und Maßnahmen dargestellt. Der anschließende Teil geht dann etwas ausführlicher auf einzelne Sektoren ein. Genauere Ausführungen finden sich – in steigendem Detaillierungsgrad – im Synthesebericht und im vollständigen Werk (Austrian Assessment Report, 2014), die beide im Buchhandel und über das Internet erhältlich sind.

Unsicherheiten werden in Anlehnung an deren Berücksichtigung durch das IPCC mittels dreier verschiedener Ansätze zum Ausdruck gebracht, abhängig vom Wesen der verfügbaren Daten sowie der Art der Beurteilung der Richtigkeit und Vollständigkeit des aktuellen wissenschaftlichen Verständnisses durch die Autoren und Autorinnen. Bei einer **qualitativen** Abschätzung wird Unsicherheit auf einer zweidimensionalen Skala dadurch beschrieben, dass eine relative Einschätzung gegeben wird, einerseits für die Menge und Qualität an Beweisen (d.h. Informationen aus Theorie, Beobachtungen oder Modelle, die angeben, ob eine Annahme oder Behauptung wahr oder gültig ist) und andererseits für das Ausmaß an Übereinstimmung in der Literatur. Dieser Ansatz wird mit den selbsterklärenden Begriffen hohe, mittlere, schwache Übereinstimmung sowie starke, mittlere und schwache Beweislage angewendet. Die gemeinsame Beurteilung in diesen beiden Dimensionen wird durch Vertrauensangaben auf einer fünf-stufigen Skala von „sehr hohes Vertrauen“ bis „sehr geringes Vertrauen“ beschrieben. Mittels fachkundiger Beurteilung der Richtigkeit der zugrundeliegenden Daten, Modelle oder Analysen werden Unsicherheiten welche auch **quantitativ** fassbar sind durch Wahrscheinlichkeitsangaben in acht Stufen von „praktisch si-

cher“ bis „außergewöhnlich unwahrscheinlich“ zur Bewertung eines gut definierten Ergebnisses, welches entweder bereits eingetreten ist oder zukünftig eintreten wird, angegeben. Sie können aus quantitativen Analysen oder Expertenmeinungen abgeleitet werden. Genauere Angaben dazu finden sich in der Einleitung des AAR14. Gilt eine demgemäß vorgenommene Beurteilung für einen ganzen Absatz befindet sie sich am Ende desselben, sonst steht sie bei der jeweiligen Aussage.

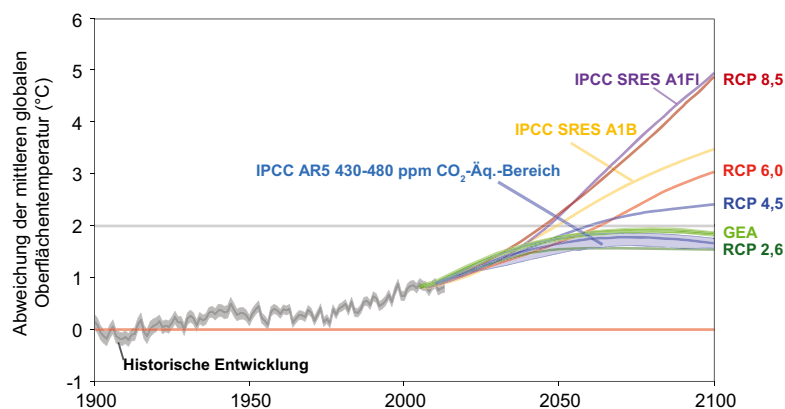
Die Forschung zum Klimawandel in Österreich hat in den letzten Jahren wesentlichen Auftrieb bekommen, getragen insbesondere vom Klima- und Energiefonds im Rahmen des ACRP, vom FWF und von EU Forschungsprogrammen sowie von Forschungsinstitutionen im Rahmen der Eigenfinanzierung. Dennoch sind noch zahlreiche weitere Fragen offen. Ähnlich wie auf internationaler Ebene wäre eine periodische Aktualisierungen des Sachstandsberichtes wünschenswert, damit sich Öffentlichkeit, Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Forschung bei ihren langfristig wirksamen Entscheidungen bestmöglich auf den aktuellen Stand des Wissens stützen können.

## Der globale Kontext

Mit Fortschreiten der Industrialisierung sind weltweit deutliche Veränderungen des Klimas zu beobachten. Die Temperatur ist beispielsweise im Zeitraum seit 1880 im globalen Mittel um fast 1 °C gestiegen. In Österreich betrug die Erwärmung nahezu 2 °C, die Hälfte davon ist seit 1980 eingetreten. Diese Veränderungen wurden überwiegend durch die anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen (THG) sowie andere menschliche Aktivitäten, welche die Strahlungsbilanz der Erde beeinflussen, verursacht. Der Beitrag durch die natürliche Variabilität des Klimas beträgt mit hoher Wahrscheinlichkeit weniger als die Hälfte. Der vergleichsweise geringe globale Temperaturanstieg seit 1998 ist wahrscheinlich auf natürliche Klimavariabilität zurückzuführen.

Ohne umfangreiche zusätzliche Maßnahmen zur Emissionsvermeidung ist bis zum Jahr 2100 im globalen Mittel ein Temperaturanstieg von 3–5 °C im Vergleich mit dem ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts zu erwarten (siehe Abbildung 1). Dabei spielen selbstverstärkende Prozesse, beispielsweise die Eis-Albedo-Rückkopplung oder die zusätzliche Freisetzung von THG durch das Auftauen von Permafrostböden in den arktischen Regionen, eine wichtige Rolle (vgl. Band 1, Kapitel 1; Band 3, Kapitel 1).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Der Volltext des AAR14 ist in drei Bände gegliedert, und innerhalb dieser wiederum in Kapitel. Bei Informationen und Verweisen auf Inhalte des AAR14, in dem die detaillierteren Informationen zu



**Abbildung 1** Abweichung der mittleren globalen Oberflächentemperatur (°C) vom Durchschnitt der ersten Dekade des 20. Jahrhunderts, historische Entwicklung sowie vier Gruppen von Zukunfts-Szenarien: zwei IPCC SRES Szenarien ohne Emissionsminderung (A1B und A1F1) die bei etwa 5°C bzw. knapp über 3°C Temperaturanstieg im Jahr 2100 liegen, vier neue Pfade mit Emissionsminderungsszenarien welche für IPCC AR5 entwickelt wurden (RCP8,5; 6,0; 4,5 und 2,6), 42 GEA-Emissionsminderungsszenarien und der Bereich all jener IPCC AR5 Szenarien welche die Temperatur bis 2100 bei maximal plus 2°C stabilisieren; Datenquellen: IPCC SRES (Nakicenovic et al., 2000), IPCC WG I (2014) und GEA (2012)

Die Klimaänderung und ihre Folgen sind regional sehr unterschiedlich. Zum Beispiel wird im Mittelmeerraum ein markanter Rückgang der Niederschläge und somit auch der Wasserverfügbarkeit erwartet (vgl. Band 1, Kapitel 4). Der bei dem höchsten betrachteten Emissionsszenario wahrscheinliche Anstieg des mittleren Meeresspiegels in der Größenordnung 0,5–1 m bis Ende des Jahrhunderts gegenüber dem derzeitigen Niveau wird in zahlreichen dicht besiedelten Küstenregionen erhebliche Probleme bereiten (vgl. Band 1, Kapitel 1).

Da die Folgen eines ungebremsten anthropogenen Klimawandels so gravierend für die Menschheit wären, wurden bereits völkerrechtlich verbindliche Vereinbarungen zur Emissionsreduktion getroffen. Zusätzlich haben sich zahlreiche Staaten und Staatengruppen einschließlich der Vereinten Nationen („Sustainable Development Goals“), der Europäischen Union, der G-20, sowie Städte, andere Gebietskörperschaften und Unternehmen weitergehende Ziele gesetzt. In der Vereinbarung von Kopenhagen (UNFCCC Copenhagen Accord) und in den EU-Beschlüssen wird eine Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf 2°C im Vergleich zur vorindustriellen Zeit als notwendig erachtet, um gefährliche Auswirkungen des Klimawandels einzuschränken. Die von der Staatengemeinschaft auf freiwilliger Basis getroffenen Zusagen zur Emissionsminderung sind bisher jedoch bei weitem nicht ausreichend, um das 2°C Ziel einzuhalten. Langfristig ist dazu eine nahezu vollständige Vermeidung von THG-Emissionen notwendig. Das bedeutet, die Energieversorgung und die Industrieprozesse umzustellen, die Entwaldung zu unterlassen sowie Landnutzung und auch Lebensstile zu verändern (vgl. Band 3, Kapitel 1; Band 3, Kapitel 6).

Die Wahrscheinlichkeit einer Erreichung des 2°C-Zieles ist höher, wenn es gelingt bis 2020 eine Trendwende zu er-

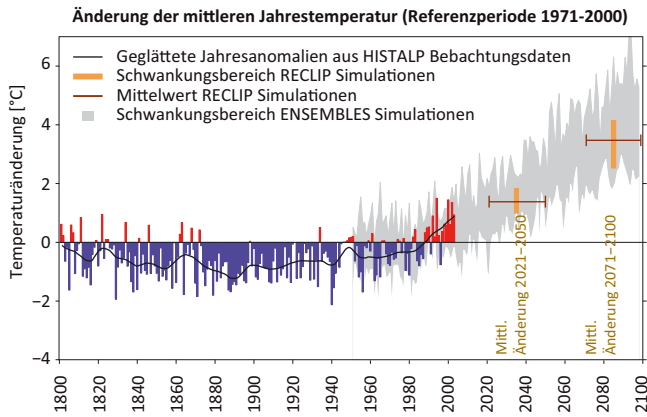
den hier im vorliegenden Dokument zusammengefassten Aussagen zu finden sind, wird dementsprechend die Nummer des Bandes und des jeweiligen Kapitels angegeben.

reichen und im Jahr 2050 die globalen THG-Emissionen um 30–70 % unter dem Wert von 2010 liegen (vgl. Band 3, Kapitel 1; Band 3, Kapitel 6). Da die Industriestaaten für den größten Teil der historischen Emissionen verantwortlich sind, davon profitiert haben und auch wirtschaftlich leistungsfähiger sind, legt Artikel 4 der UNFCCC-Klimarahmenkonvention nahe, dass diese einen überproportionalen Anteil der globalen Reduktionsbeiträge erbringen sollen. Die EU sieht in ihrem „Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaft bis 2050“ eine Reduktion ihrer THG-Emissionen um 80–95 % gegenüber dem Niveau von 1990 vor. Obwohl für diesen Zeitraum noch keine Reduktionsverpflichtungen der einzelnen Mitgliedstaaten festgelegt wurden, ist auch für Österreich von einer Verpflichtung zur Reduktion in dieser Größenordnung auszugehen (vgl. Band 3, Kapitel 1, Band 3, Kapitel 3).

## Klimawandel in Österreich: Vergangenheit und Zukunft

**In Österreich ist die Temperatur in der Periode seit 1880 um nahezu 2°C gestiegen, verglichen mit einer globalen Erhöhung um 0,85°C.** Der erhöhte Anstieg ist speziell auch für die Zeit ab 1980 beobachtbar, in der dem globalen Anstieg von etwa 0,5°C eine Temperaturzunahme von etwa 1°C in Österreich gegenübersteht (praktisch sicher, (vgl. Band 1, Kapitel 3).

**Ein weiterer Temperaturanstieg in Österreich ist zu erwarten** (sehr wahrscheinlich). In der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts beträgt dieser etwa 1,4°C (gegenüber dem derzeitigen Niveau) und ist wegen der Trägheit des Klimasystems sowie der Langlebigkeit von THG in der Atmosphäre vom jeweiligen Emissionsszenario nur wenig abhängig. Die Temperaturentwicklung danach wird sehr stark bestimmt durch die in den kommenden Jahren vom Menschen verur-



**Abbildung 2** Mittlere Oberflächentemperatur (°C) in Österreich von 1800 bis 2100, angegeben als Abweichung vom Temperaturmittel der Periode 1971 bis 2000. Messungen bis zum Jahre 2010 sind in Farbe dargestellt, Modellberechnungen für ein IPCC-Szenario im höheren Emissionsbereich (IPCC SRES A1B Szenario) in Grau. Wiedergegeben sind Jahresmittelwerte (Säulen) und der über 20 Jahre geglättete Verlauf (Linie). Man erkennt die Temperaturabnahme bis knapp vor 1900 und den starken Temperaturanstieg (ca. 1 °C) seit den 1980er Jahren. Bis Ende des Jahrhunderts ist bei diesem Szenario ein Temperaturanstieg um 3,5 °C zu erwarten (RECLIP-Simulationen). Quelle: ZAMG

sachten THG-Emissionen und ist dementsprechend sowohl szenarienabhängig als auch wesentlich beeinflussbar (sehr wahrscheinlich, vgl. Band 1, Kapitel 4).

**Die Niederschlagsentwicklung in den letzten 150 Jahren zeigt deutliche regionale Unterschiede:** In Westösterreich wurde eine Zunahme der jährlichen Niederschlagsmenge um etwa 10–15 % registriert, im Südosten hingegen eine Abnahme in ähnlicher Größenordnung. (vgl. Band 1, Kapitel 3)

**Im 21. Jahrhundert ist eine Zunahme der Niederschläge im Winterhalbjahr und eine Abnahme im Sommerhalbjahr zu erwarten** (wahrscheinlich). Im Jahresdurchschnitt zeichnet sich kein deutlicher Trend ab. Großräumig liegt Österreich im Übergangsbereich zwischen zwei Zonen mit entgegengesetzten Trends – Zunahme in Nordeuropa, Abnahme im Mittelmeerraum (wahrscheinlich, vgl. Band 1, Kapitel 4)

**In den letzten 130 Jahren hat die jährliche Sonnenscheindauer an den Bergstationen der Alpen um rund 20 % oder mehr als 300 Stunden zugenommen.** Der Anstieg im Sommerhalbjahr war stärker als im Winterhalbjahr (praktisch sicher, vgl. Band 1, Kapitel 3). Zwischen 1950 und 1980 kam es durch eine Zunahme der Bewölkung und erhöhte Luftverschmutzung besonders in den Tallagen zu einer deutlichen Abnahme der Sonnenscheindauer im Sommer (vgl. Band 1, Kapitel 3).

**Die Dauer der Schneebedeckung hat sich in den letzten Jahrzehnten vor allem in mittelhohen Lagen (um**

**1 000 m Seehöhe) verkürzt** (sehr wahrscheinlich, vgl. Band 2, Kapitel 2). Da sowohl die Schneefallgrenze und damit der Schneedeckenzuwachs, als auch die Schneeschmelze temperaturabhängig sind, ist durch den weiteren Temperaturanstieg eine Abnahme der Schneedeckenhöhe in mittelhohen Lagen zu erwarten (sehr wahrscheinlich, vgl. Band 2, Kapitel 2).

**Alle vermessenen Gletscher Österreichs haben im Zeitraum seit 1980 deutlich an Fläche und Volumen verloren.** So hat z. B. in den südlichen Ötztaler Alpen, dem größten zusammenhängenden Gletschergebiet Österreichs, die Gletscherfläche von 144,2 km<sup>2</sup> im Jahre 1969 auf 126,6 km<sup>2</sup> im Jahre 1997 und 116,1 km<sup>2</sup> im Jahre 2006 abgenommen (praktisch sicher, vgl. Band 2, Kapitel 2). Die österreichischen Gletscher reagieren in der Rückzugsphase seit 1980 besonders sensitiv auf die Sommertemperatur, daher muss man von einem weiteren Rückgang der Gletscherfläche ausgehen (sehr wahrscheinlich, vgl. Band 2, Kapitel 2). Es ist mit einem weiteren Anstieg der Permafrostgrenze zu rechnen (sehr wahrscheinlich, vgl. Band 2, Kapitel 4).

**Temperaturextreme haben sich markant verändert,** so sind z. B. kalte Nächte seltener, heiße Tage aber häufiger geworden. Im 21. Jahrhundert wird sich diese Entwicklung verstärkt fortsetzen und damit wird auch die Häufigkeit von Hitzewellen zunehmen (sehr wahrscheinlich, vgl. Band 1, Kapitel 3; Band 1, Kapitel 4). Bei extremen Niederschlägen sind bis jetzt keine einheitlichen Trends nachweisbar (vgl. Band 1, Kapitel 3), Klimamodelle zeigen aber, dass starke und extreme Niederschläge wahrscheinlich von Herbst bis Frühling zunehmen werden (vgl. Band 1, Kapitel 4). Trotz einiger herausragender Sturmereignisse in den letzten Jahren kann eine langfristige Zunahme der Sturmtätigkeit nicht nachgewiesen werden. Auch für die Zukunft kann derzeit keine Veränderung der Sturmhäufigkeit abgeleitet werden (vgl. Band 1, Kapitel 3; Band 1, Kapitel 4).

## Zusammenschau für Österreich: Auswirkungen sowie Maßnahmen

**Die ökonomischen Auswirkungen extremer Wetterereignisse in Österreich sind bereits jetzt erheblich und haben in den letzten drei Jahrzehnten zugenommen** (praktisch sicher, vgl. Band 2, Kapitel 6). Die in den letzten drei Jahrzehnten aufgetretenen Schadenskosten von Extremereignissen legen nahe, dass Veränderungen in der Frequenz und Intensität solcher Schadensereignisse signifikante Auswirkungen auf die Volkswirtschaft Österreichs hätten.

**Die möglichen ökonomischen Auswirkungen des in Österreich erwarteten Klimawandels werden überwiegend**

**durch Extremereignisse und extreme Witterungsperioden bestimmt** (mittleres Vertrauen, vgl. Band 2, Kapitel 6). Neben Extremereignissen führen auch graduelle Temperatur- und Niederschlagsänderungen zu ökonomischen Auswirkungen, z. B. in Form sich verändernder Ertragspotenziale in der Land- und Energiewirtschaft oder der Schneesicherheit von Schigebieten mit entsprechenden Auswirkungen auf den Wintertourismus.

**In Gebirgsregionen nehmen Rutschungen, Muren, Steinschlag und andere gravitative Massenbewegungen deutlich zu** (sehr wahrscheinlich, hohes Vertrauen). Dies ist auf veränderten Niederschlag, auftauenden Permafrost und Rückgang von Gletschern zurückzuführen, aber auch auf veränderte Landnutzung (sehr wahrscheinlich, hohes Vertrauen). Bergflanken werden etwa vulnerabler gegenüber Prozessen wie Steinschlag (sehr wahrscheinlich, hohes Vertrauen, vgl. Band 2, Kapitel 4) und Bergstürzen (wahrscheinlich, mittleres Vertrauen, vgl. Band 2, Kapitel 4). Bisher durch Permafrost fixierte Schuttmassen werden durch Muren mobilisiert (sehr wahrscheinlich, hohes Vertrauen, vgl. Band 2, Kapitel 4).

**Die Waldbrandgefahr wird in Österreich zunehmen.** Aufgrund der erwartenden Erwärmungstendenz und der steigenden Wahrscheinlichkeit längerer sommerlicher Trockenperioden wird die Waldbrandgefahr zunehmen (sehr wahrscheinlich, hohes Vertrauen, vgl. Band 2, Kapitel 4).

**Geänderte Sedimentfrachten in Flusssystemen sind feststellbar.** In Wildbächen und in großen Flusssystemen sind durch Änderungen in der Wasserführung und im Geschiebehaushalt (Mobilisierung, Transport und Ablagerung) große Veränderungen zu erwarten (sehr wahrscheinlich, hohes Vertrauen, vgl. Band 2, Kapitel 4). Entscheidend ist hierbei die Trennung zwischen Veränderungen durch den Klimawandel und durch menschlichen Einfluss.

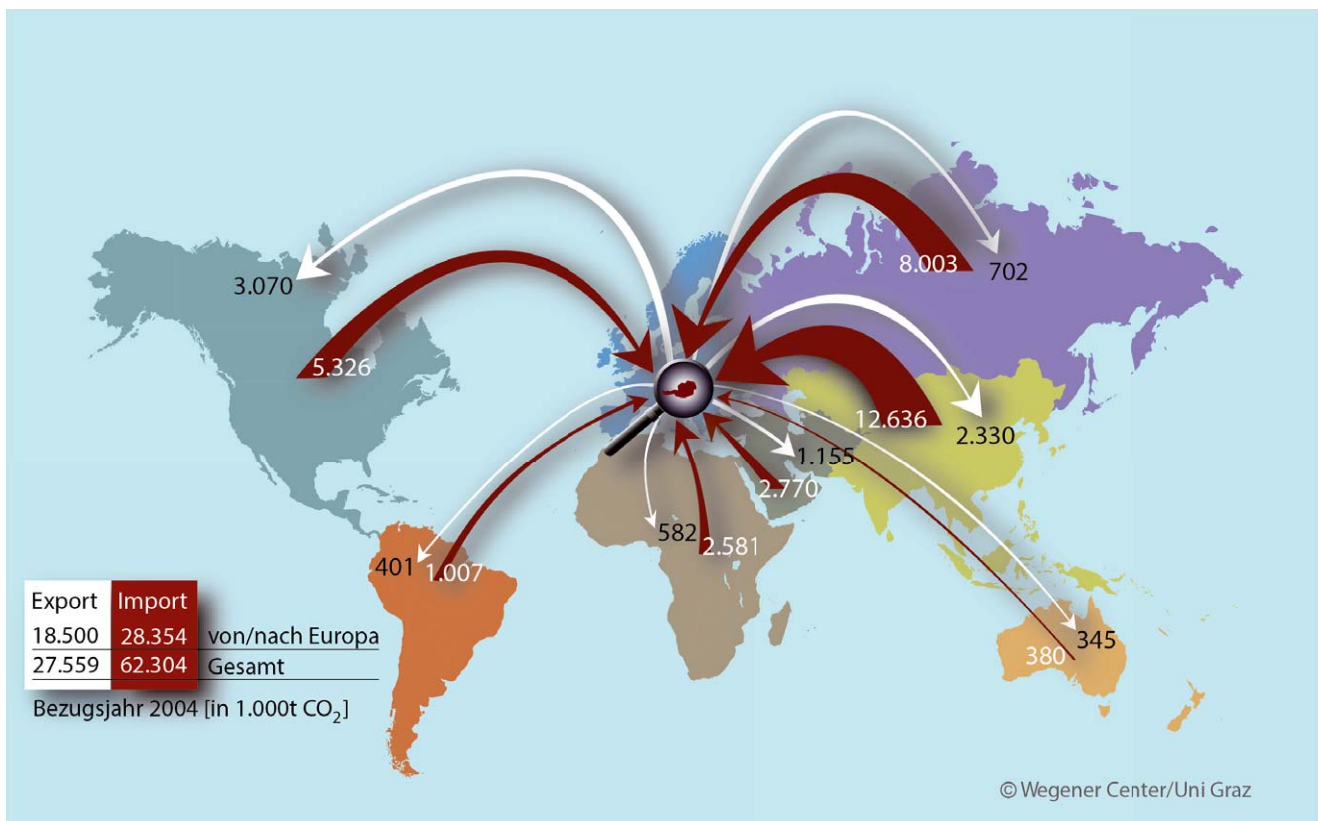
**Durch die derzeit absehbare sozio-ökonomische Entwicklung und den Klimawandel steigen die klimawandelbedingten zukünftigen Schadenspotenziale für Österreich** (mittleres Vertrauen, vgl. Band 2, Kapitel 3; Band 2, Kapitel 6). Eine Vielzahl an Faktoren determiniert die künftigen Kosten des Klimawandels: Neben der möglichen Änderung in der Verteilung von Extremereignissen sowie graduellen Klimaänderungen sind es vor allem sozio-ökonomische und demografische Faktoren, die letztlich die Schadenskosten determinieren werden. Dazu gehören u.a. die Altersstruktur der Bevölkerung im urbanen Raum, die Werteexposition, der Infrastrukturausbau z. B. in durch Lawinen oder Muren gefährdeten Gebieten, sowie ganz allgemein die Landnutzung, die maßgeblich die Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel steuern.

**Ohne verstärkte Anstrengungen zur Anpassung an den Klimawandel wird die Verletzlichkeit Österreichs gegenüber dem Klimawandel in den kommenden Jahrzehnten zunehmen** (hohes Vertrauen, vgl. Band 2, Kapitel 6). Veränderungen im Zuge des Klimawandels beeinflussen in Österreich vor allem witterungsabhängige Sektoren und Bereiche wie Land-, Forst-, Wasser-, Energiewirtschaft, Tourismus, Gesundheit und Verkehr sowie die diesen jeweils vor-, bzw. nachgelagerten Sektoren (hohes Vertrauen, vgl. Band 2, Kapitel 3). Es ist davon auszugehen, dass Anpassungsmaßnahmen die negativen Auswirkungen des Klimawandels abmildern, aber nicht vollständig ausgleichen können (mittleres Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 1).

**Um den Folgen des Klimawandels gezielt begegnen zu können, hat Österreich 2013 eine nationale Anpassungsstrategie verabschiedet** (vgl. Band 3, Kapitel 1). Die Wirksamkeit dieser Strategie wird vor allem daran gemessen werden, wie erfolgreich einzelne betroffene Sektoren bzw. Politikbereiche in der Entwicklung geeigneter Anpassungskonzepte und deren Umsetzung sein werden. Grundlagen für deren Evaluierung, wie z. B. eine regelmäßige Erhebung der Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen nach dem Muster anderer Staaten, sind in Österreich noch nicht vorhanden.

**Die THG-Emissionen Österreichs betragen im Jahr 2010 in Summe etwa 81 Mt CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>-Äq.) oder 9,7 t CO<sub>2</sub>-Äq. pro Kopf** (sehr hohes Vertrauen, vgl. Band 1, Kapitel 2). Diese Zahlen berücksichtigen den emissionsmindernden Beitrag von Landnutzungsänderungen über die Kohlenstoffaufnahme von Ökosystemen. Die österreichischen pro-Kopf-Emissionen sind etwas höher als der EU-Schnitt von 8,8 t CO<sub>2</sub>-Äq. pro Kopf und Jahr und deutlich höher als jene z. B. von China (5,6 t CO<sub>2</sub>-Äq. pro Kopf und Jahr), jedoch viel niedriger als jene der USA (18,4 t CO<sub>2</sub>-Äq. pro Kopf und Jahr) (vgl. Band 1, Kapitel 2). Österreich ist im Kyoto Protokoll Verpflichtungen eingegangen, seine Emissionen deutlich zu reduzieren. Nach Korrektur um jenen Teil der Kohlenstoffsinken, der laut den Vereinbarungen geltend gemacht werden konnte, lagen die Emissionen der Verpflichtungsperiode 2008 bis 2012 um 18,8 % über dem Reduktionsziel von 68,8 Mt CO<sub>2</sub>-Äq. pro Jahr (vgl. Band 3, Kapitel 1).

**Bezieht man auch die durch österreichischen Konsum im Ausland verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen mit ein, so liegen die Emissionswerte für Österreich um etwa die Hälfte höher** (hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 5). Österreich ist Mitverursacher der Emissionen anderer Staaten. Bezieht man diese Emissionen einerseits mit ein und bereinigt andererseits um die den österreichischen Exporten zurechenbaren



**Abbildung 3** CO<sub>2</sub>-Ströme im Güterhandel von/nach Österreich nach Weltregionen. Die in den Importgütern implizit enthaltenen Emissionen sind mit roten Pfeilen dargestellt, die in den Exportgütern enthaltenen, Österreich zugerechneten Emissionen mit weißen Pfeilen. In der Bilanz fallen Süd- und Ostasien, besonders China und Russland als Regionen auf, aus denen Österreich emissionsintensive Konsum- und Investitionsgüter importiert. Quelle: Munoz und Steininger (2010)

Emissionen, so erhält man die „Konsum-basierten“ Emissionen Österreichs. Diese liegen deutlich über den im vorigen Absatz genannten und in der UNO-Statistik für Österreich ausgewiesenen Emissionen und zwar mit steigender Tendenz (1997 um 38 % höher, 2004 um 44 % darüber). Aus den Warenströmen lässt sich ableiten, dass österreichische Importe vor allem Emissionen in Süd- und Ostasien, besonders in China und Russland verursachen (siehe Abbildung 3).

**Die nationalen THG-Emissionen sind seit 1990 gestiegen, obwohl sich Österreich unter dem Kyoto-Protokoll zu einer Minderung um 13 % für den Zeitraum 2008 bis 2012 gegenüber 1990 verpflichtet hat** (sicher, vgl. Band 3, Kapitel 1; Band 3, Kapitel 6). Das österreichische Ziel war im Vergleich zu anderen Industriestaaten relativ hochgesetzt. Die formale Erfüllung dieses Minderungsziels für 2008 bis 2012 wurde durch Zukauf von Emissionsrechten im Ausland im Ausmaß von insgesamt ca. 80 Mt CO<sub>2</sub>-Äq. um mindestens 500 Mio. € erreicht (sehr hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 1).

**In Österreich sind Bemühungen zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Förderung erneuerbarer Energie-**

**träger zu erkennen**, zur Zielerreichung bezüglich erneuerbarer Energie und Energieeffizienz sind sie jedoch nicht genügend mit Maßnahmen hinterlegt. So wurde etwa in der 2010 veröffentlichten Energiestrategie vorgeschlagen, dass der Endenergieverbrauch 2020 das Niveau von 2005 in der Höhe von 1100 PJ nicht übertreffen soll; dies ist jedoch noch nicht auf Maßnahmenebene implementiert. Im Ökostromgesetz werden Ziele der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen von zusätzlich 10,5 TWh (37,8 PJ) pro Jahr bis 2020 festgeschrieben. Die Energiewirtschaft und die Industrie sind weitgehend im Rahmen des „EU-Emissionshandels“ reguliert, über dessen weitere Ausgestaltung gegenwärtig verhandelt wird. Insbesondere auch im Verkehrssektor fehlen derzeit noch wirksame Maßnahmen.

**Österreich hat sich bisher für den Klima- und Energiebereich lediglich kurzfristige Minderungsziele, nämlich für den Zeitraum bis 2020 gesetzt** (vgl. Band 3, Kapitel 1; Band 3, Kapitel 6). Das entspricht den verbindlichen EU-Vorgaben, doch haben andere Länder, der Problematik angemessen, auch längerfristige THG-Minderungsziele festgelegt.



Deutschland hat sich z. B. bis 2050 eine Minderung von 85 % zum Ziel gesetzt. Großbritannien beabsichtigt eine Reduktion um 80 % bis 2050. (vgl. Band 3, Kapitel 6)

**Die bisher gesetzten Maßnahmen decken den von Österreich erwarteten Beitrag zur Erreichung des globalen 2°C Ziel nicht ab** (hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 1; Band 3, Kapitel 6). Die für Österreich definierten Maßnahmen orientieren sich an den Zielwerten für das Jahr 2020; die Ausbauziele für erneuerbare Energieträger sind für den österreichischen Beitrag zum 2°C Ziel nicht ausreichend ambitioniert und werden wahrscheinlich weit vor 2020 erreicht, während es unwahrscheinlich ist, dass im Industrie- und Verkehrssektor eine tatsächliche Trendwende der Emissionen erreicht wird. beziehungsweise die bereits erfolgte Trendwende in den Emissionen aus Raumwärme ausreichend stark ausfallen wird (vgl. Band 3, Kapitel 3; Band 3, Kapitel 4). Die erwarteten Einsparungen von THG-Emissionen beim Ersatz fossiler Treibstoffe durch Biokraftstoffe werden zunehmend in Frage gestellt (vgl. Band 3, Kapitel 2).

**Institutionelle, Wirtschafts-, Sozial- und Wissensbarrieren bremsen Fortschritte bezüglich Klimaschutz und Anpassung.** Ansätze zur Beseitigung oder Überwindung dieser Barrieren umfassen eine Reform der Verwaltungsstrukturen in Hinblick auf die zu bewältigenden Aufgaben sowie eine Bepreisung von Produkten und Dienstleistungen entsprechend ihrer Klimawirkung. Wesentlich ist hierbei auch die Streichung klimaschädlicher Förderungen und Subventionen, etwa für die Exploration von neuen fossilen Reserven, der Pendlerpauschale – welche die Nutzung des PKWs begünstigt, oder auch der Wohnbauförderung für Einfamilienhäuser im städtischen Nahbereich. Auch eine starke Einbindung der Zivilgesellschaft und der Wissenschaft in Entscheidungsfindungsprozesse kann Maßnahmen beschleunigen. Handlungsrelevante Wissenslücken sollten geschlossen werden, weil sie auch bremsen, sie zählen aber nicht zu den dominanten Faktoren. (hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 1; Band 3, Kapitel 6).

**Emissionsminderungen um bis zu 90 % bis 2050 können in Österreich, Szenarienberechnungen zufolge, durch zusätzliche Maßnahmen erzielt werden** (hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 3; Band 3, Kapitel 6). Diese Szenarien stammen aus Studien, die auf die Energiebereitstellung und -nachfrage fokussieren. Derzeit fehlt jedoch ein klares Bekenntnis der Entscheidungstragenden zu Emissionsminderungen in diesem Ausmaß. Österreich hat insbesondere großen Nachholbedarf in der Reduktion der Energieintensität, die sich in den EU-27 seit 1990 um 29 % verbessert hat, in Österreich aber praktisch unverändert geblieben ist.

**Bei Halbierung des energetischen Endverbrauchs in Österreich können die von der EU für 2050 vorgegebenen Ziele für Österreich einigen Szenarien zufolge erreicht werden.**

Es wird erwartet, dass der dann verbleibende Energiebedarf durch erneuerbare Energieträger abgedeckt werden kann. Das wirtschaftlich nutzbare Potenzial an Erneuerbaren innerhalb Österreichs wird mit etwa 600 PJ quantifiziert. Dies steht einem Endenergieverbrauch von aktuell jährlich rund 1 100 PJ gegenüber (vgl. Band 3, Kapitel 3). Effizienzpotentiale bestehen v.a. in den Bereichen Gebäude, Verkehr und Produktion (hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 3)

**Um rasch und ernsthaft eine Transformation zu einem klimaneutralen Wirtschaftssystem anzustreben, wird ein sektorübergreifend eng koordiniertes Vorgehen mit neuartigen institutionellen Kooperationen in einer integrativen Klimapolitik notwendig sein.** Die einzelnen Klimaschutzmaßnahmen in den verschiedenen Wirtschafts- und Aktivitätsbereichen sind nicht ausreichend. Dabei sind auch Transformationen anderer Art zu berücksichtigen, wie etwa jene des Energiesystems, weil dezentrale Produktion, Speicherung und Steuerung für fluktuierende Energiequellen und internationaler Handel an Bedeutung gewinnen (mittleres Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 3). Gleichzeitig treten zahlreiche kleine Anlagenbetreiber mit teilweise neuen Geschäftsmodellen auf den Markt.

**Eine integrativ-konstruktive Klimapolitik trägt zur Bewältigung anderer aktueller Herausforderungen bei.** So würden Wirtschaftsstrukturen etwa resistenter gegenüber Einflüssen von außen (Finanzkrisen, Energieabhängigkeit). Das bedeutet die Intensivierung von lokalen Wirtschaftskreisläufen, die Verringerung von internationalen Abhängigkeiten und eine viel höhere Produktivität aller Ressourcen, allen voran der energetischen. (vgl. Band 3, Kapitel 1)

**Die Erreichung der Ziele für 2050 erscheint nur bei einem Paradigmenwandel in vorherrschenden Konsum- und Verhaltensmustern sowie den traditionell kurzfristig orientierten Politikmaßnahmen und Entscheidungsprozessen wahrscheinlich** (hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 6). Nachhaltige Entwicklungspfade, die sowohl eine drastische Abkehr von historischen Trends als auch von individuellen, nur sektoral ausgerichteten Strategien und Geschäftsmodellen bedeuten, können zur erforderlichen THG-Minderung beitragen (wahrscheinlich, vgl. Band 3, Kapitel 6). Neue integrative Ansätze im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung erfordern nicht zwingend neuartige technologische Lösungen, sondern vor allem eine bewusste Umorientierung von etablierten, klimaschädlichen Gewohnheiten in Lebensstil und im Verhalten der wirtschaftlichen Akteure. Weltweit gibt es Initiativen für

Transformationen in Richtung nachhaltiger Entwicklungspfade, etwa die Energiewende in Deutschland, die Initiative „Sustainable Energy for All“ der UNO, zahlreiche „Transition Towns“ oder die „Slow Food“-Bewegung und die vegetarische Ernährungsweise. Erst die Zukunft wird zeigen, welche Initiativen erfolgreich sein werden (vgl. Band 3, Kapitel 6).

**Nachfrageseitigen Maßnahmen wie Veränderungen in der Ernährungsweise kommt eine Schlüsselrolle im Klimaschutz zu.** Umstellung der Ernährung auf eine regional und saisonal orientierte, überwiegend auf pflanzlichen Produkten beruhend, mit deutlich verringertem Konsum tierischer Produkte einhergehend, kann einen maßgeblichen Beitrag zur THG-Reduktion leisten (sehr wahrscheinlich, hohes Vertrauen). Auch die Verringerung von Verlusten im gesamten Lebenszyklus (Produktion und Konsum) von Lebensmitteln kann einen wichtigen Beitrag zur Reduktion von THG-Emissionen leisten (sehr wahrscheinlich, mittleres Vertrauen).

**Die der Zielerreichung förderliche Veränderungen umfassen auch die Transformation wirtschaftlicher Organisationsformen und Ausrichtungen** (hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 6). Der Gebäudebestand hat einen hohen Erneuerungsbedarf; Neubau oder Renovierung können durch neue Finanzierungsmechanismen intensiviert werden. Das fragmentierte Verkehrssystem kann in Richtung eines integrierten Mobilitätssystems entwickelt werden. Im Bereich der Produktion geht es um neue Produkte, Prozesse und Werkstoffe, die zudem sicherstellen können, dass Österreich den Anschluss an den globalen Wettbewerb nicht verliert. Das Energiesystem kann in einer integrierten Perspektive mit dem Ausgangspunkt der Energiedienstleistungen ausgerichtet werden.

**Durch geeignete politische Rahmenbedingungen kann die Transformation befördert werden** (hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 1, Band 3, Kapitel 6). Auch in Österreich besteht Bereitschaft zum Wandel. PionierInnen – Individuen, Firmen, Kommunen, Regionen – setzen ihre Vorstellungen bereits um, etwa im Bereich der Energiedienstleistungen oder der klimafreundlichen Mobilität und Nahversorgung. Derartige Initiativen können durch politische Maßnahmen, die ein unterstützendes Umfeld schaffen, gestärkt werden.

**Neue Geschäfts- und Finanzierungsmodelle sind wesentliche Elemente der Transformation.** Finanzierungsinstrumente (jenseits der bisher primär eingesetzten Förderungen) und neue Geschäftsmodelle betreffen vor allem den Umbau der energieverkaufenden Unternehmungen zu Spezialisten für Energiedienstleistungen. Die Energieeffizienz kann deutlich erhöht und rentabel gemacht werden, gesetzliche Verpflichtungen können die Gebäudesanierung vorantreiben, durch angepasste rechtliche Bestimmung können Gemeinschaftsin-

vestitionen in Erneuerbare- oder Effizienzmaßnahmen ermöglicht werden. Informationspolitik und Raumplanung können die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel und emissionsfreien Verkehr erleichtern, wie sich beispielsweise in der Schweiz zeigt (vgl. Band 3, Kapitel 6). Langfristige Finanzierungsmodelle (bei Gebäuden z. B. über 30 bis 40 Jahre), die insbesondere durch Pensionsfonds und Versicherungen dotiert werden, können neue Infrastruktur ermöglichen. Die erforderliche Transformation hat globale Dimensionen, daher sind auch solidarische Leistungen im Ausland, wie die in der Klimarahmenkonvention vorgesehenen Fonds, zu diskutieren.

**Größere Investitionen in Infrastruktur mit langer Lebensdauer begrenzen – wenn sie THG-Emissionen und Klimaanpassung außer Acht lassen – die Freiheitsgrade bei der Transformation zur Nachhaltigkeit.** Wenn alle Projekte einen „climate-proofing“ unterzogen werden, welches Klimaschutz und Klimaangepasstheit integrativ betrachtet, lassen sich sogenannte Lock-in-Effekte vermeiden, die langfristig emissionsintensive Pfadabhängigkeiten schaffen (hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 6). Der Bau von Kohlekraftwerken ist als ein Beispiel zu nennen. National zählen unter anderem die überproportionale Gewichtung des Straßenausbaus, die Errichtung von Gebäuden, welche nicht den heutigen mit vertretbarem Aufwand erreichbaren ökologischen Standards entsprechen und verkehrsinduzierende und mit hohem Flächenbedarf verbundene Raumordnungen sind andere.

**Ein zentrales Transformationsfeld sind die Städte und verdichteten Siedlungsräume** (hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 6). Die Synergiepotentiale in Städten, die in vielen Fällen auch zum Schutz des Klimas genutzt werden können, rücken zunehmend ins Blickfeld. Dazu gehören u.a. effizientere Kühlung und Heizung von Gebäuden, kürzere Wege und effizienter einsetzbare öffentliche Verkehrsmittel, leichter Zugang zu Ausbildung und damit beschleunigte soziale Transformation.

**Klimarelevante Transformation geht oft direkt mit gesundheitsrelevanten Verbesserungen und Erhöhung der Lebensqualität einher** (hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 4; Band 3, Kapitel 6). Für den Wechsel vom Auto zum Fahrrad beispielsweise wurden eine positiv-präventive Wirkung auf das Herz-Kreislaufsystem und weitere signifikant positive Gesundheitseffekte nachgewiesen, welche die Lebenszeit statistisch signifikant ansteigen lassen, neben den positiven Umweltwirkungen für die Gesamtgesellschaft. Zusätzliche gesundheitsfördernde Wirkungen wurden ebenso für nachhaltige Ernährung (z. B. wenig Fleisch) nachgewiesen.

**Der Klimawandel wird den Migrations-Druck erhöhen, auch auf Österreich.** Migration hat vielfältige Gründe. Im

globalen Süden wird sich der Klimawandel besonders stark auswirken und erhöhte Migration, vor allem innerhalb des globalen Südens erzeugen. Bis zum Jahr 2020 rechnet das IPCC allein in Afrika und Asien mit 74–250 Mio. betroffenen Menschen. Durch die besondere Betroffenheit des Afrikanischen Kontinents werden sich Flüchtlingsströme aus Afrika nach Europa voraussichtlich verstärken (vgl. Band 3, Kapitel 4).

**Der Klimawandel ist nur eine von vielen globalen Herausforderungen, aber eine ganz zentrale** (sehr hohes Vertrauen, vgl. Band 2, Kapitel 6; Band 3, Kapitel 1; Band 3, Kapitel 5). Eine nachhaltige Zukunft setzt sich beispielsweise auch mit Fragen der Bekämpfung von Armut, der Gesundheit, der gesellschaftlichen Humanressourcen, der Verfügbarkeit von Wasser und Nahrung, der intakten Böden, der Luftqualität, des Verlustes von Biodiversität sowie der Versauerung und Überfischung der Ozeane auseinander (sehr hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 6). Diese Fragestellungen sind nicht voneinander unabhängig: der Klimawandel wirkt häufig verschärfend auf die anderen Probleme. So trifft er die schwächsten Bevölkerungsgruppen oft am härtesten. Die Staatengemeinschaft hat einen UN-Prozess zur Formulierung der Ziele nachhaltiger Entwicklung nach 2015 angestoßen (Sustainable Development Goals). Der Klimawandel steht im Zentrum dieser Ziele und zahlreicher weltweiter Spannungsfelder. Klimaschutzmaßnahmen können somit zahlreiche Zusatznutzen zur Erreichung weiterer globaler Zielsetzungen generieren (hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 6).

## Auswirkungen auf Bereiche und Sektoren sowie Maßnahmen der Minderung und Anpassung

### Boden und Landwirtschaft

**Der Klimawandel führt zu Humusverlust und THG-Emissionen aus dem Boden.** Temperaturanstieg, Temperaturextreme und Trockenphasen, stärker ausgeprägte Gefrier- und Auftauprozesse im Winter sowie starkes und langes Austrocknen des Bodens gefolgt von Starkniederschlägen verstärken bestimmte Prozesse im Boden. Dies kann zu einer Beeinträchtigung von Bodenfunktionen, wie Bodenfruchtbarkeit, Wasser- und Nährstoffspeicherkapazität, Humusabbau, Bodenerosion u.a. führen. Erhöhte THG-Emissionen aus dem Boden sind die Folge (sehr wahrscheinlich, vgl. Band 2, Kapitel 5).

**Menschliche Eingriffe vergrößern den Flächenanteil von Böden mit geringerer Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel.** Bodenversiegelung sowie Folgen unangepasster Bodennutzung und -bearbeitung wie etwa Verdichtung, Erosion und Humusverlust schränken die Bodenfunktionen

weiter ein und verringern die Fähigkeit des Bodens, Auswirkungen des Klimawandels abzapfen (sehr wahrscheinlich, vgl. Band 2, Kapitel 5).

**Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft sind regional unterschiedlich.** In kühleren, niederschlagsreicheren Gebieten – beispielsweise im nördlichen Alpenvorland – steigert wärmeres Klima überwiegend das durchschnittliche Ertragspotenzial von Nutzpflanzen. In niederschlagsärmeren Gebieten nördlich der Donau sowie im Osten und Südosten Österreichs werden zunehmende Trockenheit und Hitze das durchschnittliche Ertragspotenzial, vor allem unbewässerter Sommerkulturen, langfristig verringern und die Ausfallsrisiken erhöhen. Das klimatische Anbaupotenzial wärmeliebender Nutzpflanzen, wie z. B. Körnermais oder Weintrauben, weitet sich deutlich aus (sehr wahrscheinlich, vgl. Band 2, Kapitel 3).

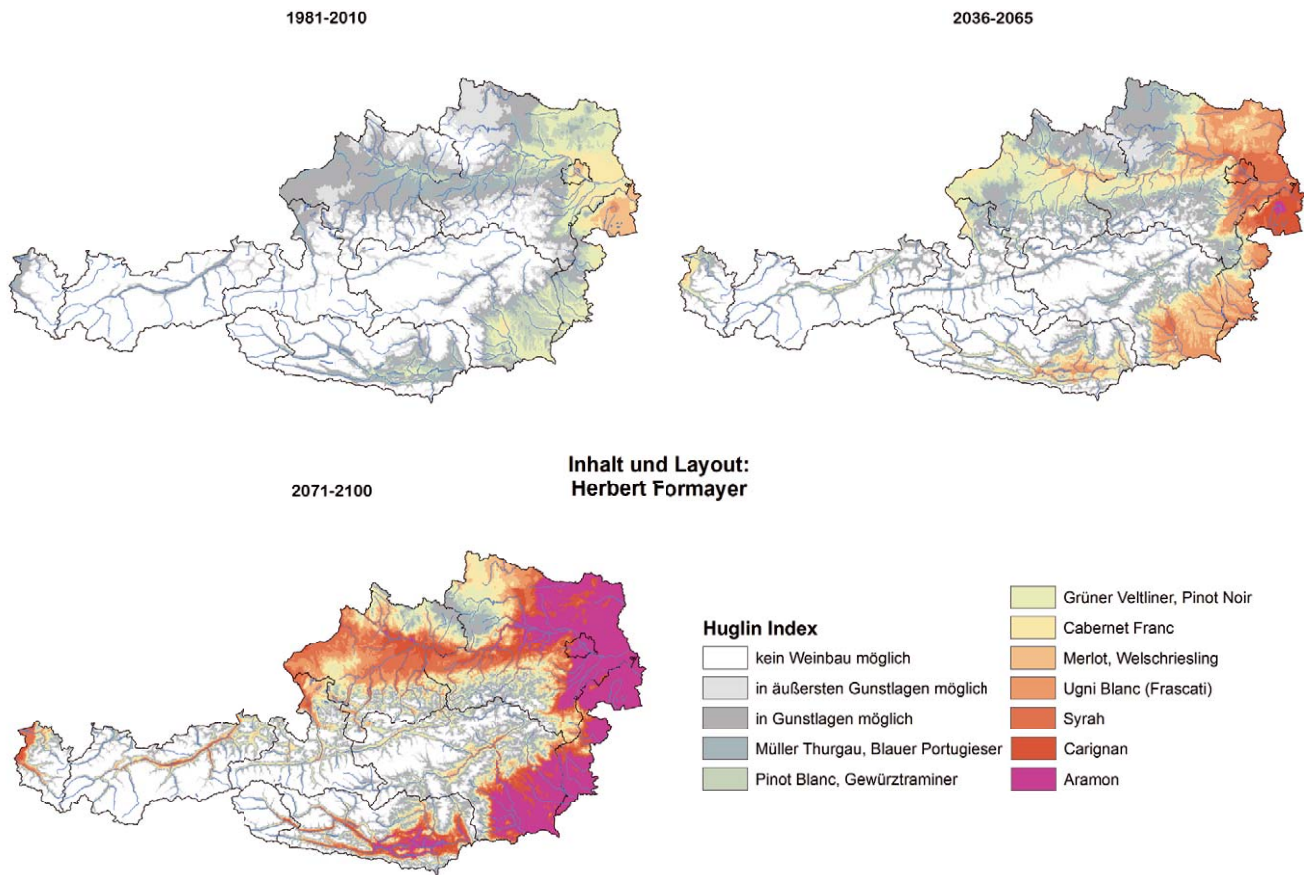
**Wärmeliebende Schädlinge breiten sich in Österreich aus.** Das Schadpotenzial in der Landwirtschaft durch – zum Teil neu auftretende – wärmeliebende Insekten nimmt zu. Durch den Klimawandel verändert sich auch das Auftreten von Krankheiten und Unkräutern (sehr wahrscheinlich, vgl. Band 2, Kapitel 3).

**Auch Nutztiere leiden unter dem Klimawandel.** Zunehmende Hitzeperioden können bei Nutztieren die Leistung verringern und das Krankheitsrisiko erhöhen (sehr wahrscheinlich, vgl. Band 2, Kapitel 3).

**Anpassungsmaßnahmen in der Landwirtschaft können unterschiedlich rasch umgesetzt werden.** Innerhalb weniger Jahre umsetzbar sind unter anderem verbesserter Verdunstungsschutz im Ackerbau (z. B. effiziente Mulchdecken, reduzierte Bodenbearbeitung, Windschutz), effizientere Bewässerungsmethoden, Anbau trocken- oder hitzeresistenter Arten bzw. Sorten, Hitzeschutz in der Tierhaltung, Veränderung der Anbau- und Bearbeitungszeitpunkte sowie der Fruchtfolge, Frost-, Hagelschutz und Risikoabsicherung (sehr wahrscheinlich, vgl. Band 3, Kapitel 2).

Mittelfristig umsetzbare Anpassungsmaßnahmen umfassen unter anderem Boden- und Erosionsschutz, Humusaufbau, bodenschonende Bewirtschaftungsformen, Wasserrückhaltestrategien, Verbesserung von Bewässerungsinfrastruktur und -technik, Warn-, Monitoring- und Vorhersagesysteme für wetterbedingte Risiken, Züchtung stressresistenter Sorten, Risikoverteilung durch Diversifizierung, Steigerung der Lagerkapazitäten sowie Tierzucht und Anpassungen im Stallbau und in der Haltungstechnik (sehr wahrscheinlich, vgl. Band 3, Kapitel 2).

Die durch den Klimawandel bedingte Veränderung der klimatischen Anbaueignung wärmeliebender Nutzpflanzen



**Abbildung 4** Entwicklung der klimatischen Anbaueignung verschiedener Weinsorten unter Berücksichtigung der optimalen Wärmesummen und der Niederschläge in Österreich im vergangenen Klima (beobachtet, oben) und einem Klimaszenario für Mitte und Ende des 21. Jahrhunderts (modelliert). Die Farbtöne von blau über gelb bis violett bedeuten zunehmende Wärmesummen mit ausschließlich darauf beruhenden Sortenzuordnungen. Man sieht deutlich die zunehmende Eignung für Rotweine, gegen Ende des Jahrhunderts schon extrem hitzeliebende Sorten (vgl. Band 2, Kapitel 3). Quelle: Eitzinger und Formayer (2012)

ist in Abbildung 4 am Beispiel Wein dargestellt. Viele andere wärmeliebende Nutzpflanzen wie Körnermais, Sonnenblumen oder Sojabohnen zeigen ähnliche Ausweitungen der klimatischen Anbaueignung. (vgl. Band 2, Kapitel 3)

**Die Landwirtschaft kann in vielfältiger Weise THG-Emissionen verringern und Kohlenstoffsenken verstärken.**

Bei gleichbleibender Produktionsmenge liegen die größten Reduktionspotenziale in den Bereichen Wiederkäuerfütterung, Düngungspraktiken, Reduktion der Stickstoffverluste und Erhöhung der Stickstoffeffizienz (sehr wahrscheinlich, vgl. Band 3, Kapitel 2). Nachhaltige Strategien zur THG-Reduktion in der Landwirtschaft erfordern ressourcenschonende und -effiziente Bewirtschaftungskonzepte unter Einbeziehung von ökologischem Landbau, Präzisionslandwirtschaft und Pflanzenzucht unter Erhaltung der genetischen Vielfalt (wahrscheinlich, vgl. Band 3, Kapitel 2).

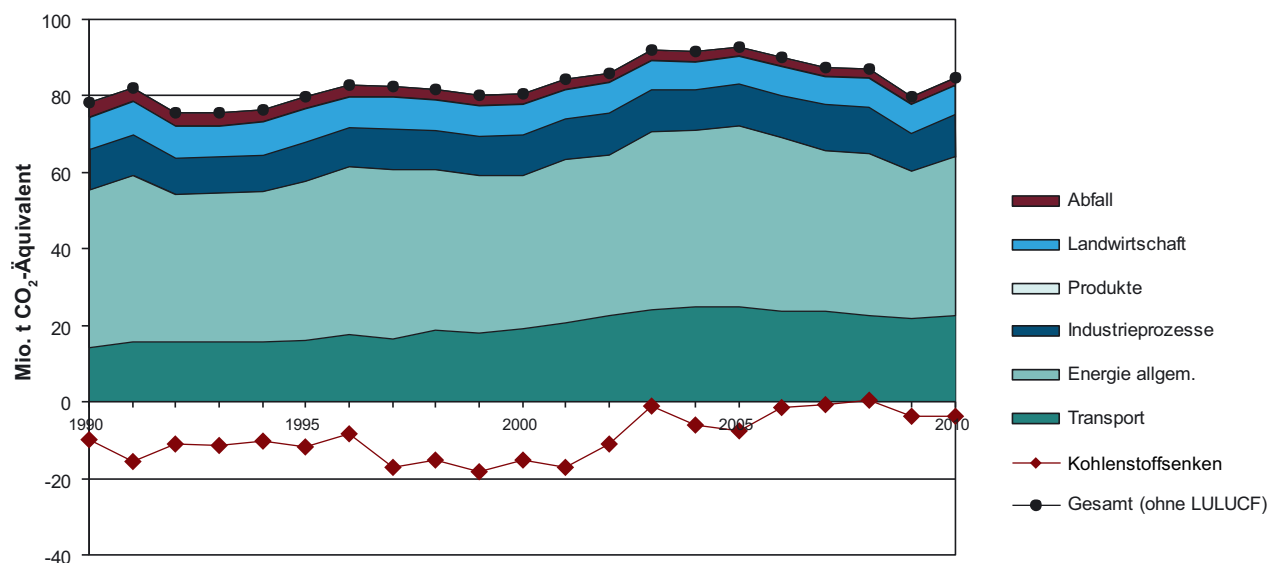
**Forstwirtschaft**

**Wärmeres und trockeneres Klima wird die Biomasseproduktivität der österreichischen Wälder stark beeinflussen.**

Die Produktivität nimmt in Berglagen und in Regionen mit ausreichendem Niederschlag aufgrund der Klimaerwärmung zu. In östlichen und nordöstlichen Tieflagen und in inneralpinen Beckenlagen nimmt sie hingegen aufgrund zunehmender Trockenperioden ab. (hohe Übereinstimmung, starke Beweislage, vgl. Band 2, Kapitel 3; Band 3, Kapitel 2)

**Die Störungen in Waldökosystemen nehmen unter allen diskutierten Klimaszenarien an Intensität und Häufigkeit zu.**

Insbesondere gilt dies für das Auftreten wärmeliebender Insekten wie z.B. Borkenkäfern. Zusätzlich ist mit neuartigen Schäden durch importierte oder aus südlicheren Regionen einwandernde Schadorganismen zu rechnen. Abiotische Störungsfaktoren wie etwa Stürme, Spät- und Frühfröste und Nassschnee-Ereignisse oder Waldbrände könnten ebenfalls



**Abbildung 5** Offiziell berichtete THG-Emissionen Österreichs (nach IPCC Quellsektoren mit gesondert ausgewiesenen Emissionen des Transports). Die weitgehend unter der Nulllinie liegende Kurve gibt die „Kohlenstoffsinken“ wieder. In den letzten Jahren war diese Senke deutlich geringer bzw. in manchen Jahren gar nicht mehr vorhanden. Dies war vor allem eine Folge höherer Holzeinschläge; auch Veränderungen in der Erfassungsmethode trugen zu diesem Ergebnis bei. Quelle: Anderl et al. (2012)

höhere Schäden als bisher verursachen (hohe Unsicherheit). Diese Störungen können zudem Auslöser für Massenvermehrungen und Epidemien von bedeutenden forstlichen Schadorganismen wie z. B. dem Borkenkäfer sein. Störungen führen zu geringeren Erlösen in der Holzproduktion. Auch die Schutzfunktion der Wälder vor beispielsweise Steinschlag, Muren und Lawinen sowie die Kohlenstoffspeicherung leiden (hohe Übereinstimmung, starke Beweislage, vgl. Band 2, Kapitel 3; Band 3, Kapitel 2).

**Der österreichische Wald war jahrzehntlang eine bedeutende Nettosenke für CO<sub>2</sub>.** Seit etwa 2003 ging infolge einer höheren Holzernte, Störungen und anderer Faktoren die Netto-CO<sub>2</sub>-Aufnahme des Waldes zurück und kam in manchen Jahren ganz zum Erliegen. Eine umfassende THG-Bilanz unterschiedlicher Varianten von Waldbewirtschaftung und Verwendung von Forstprodukten berücksichtigt, neben den THG-Effekten eines verstärkten Holzeinschlages auch die Kohlenstoffspeicherung in langlebigen Holzprodukten sowie die THG-Effekte einer Einsparung anderer emissionsintensiver Produkte, die durch Holz ersetzt werden können (z. B. Fossilenergie, Stahl, Beton). Eine abschließende Beurteilung dieser systemischen Effekte würde genauere und umfassendere Analysen erfordern als sie derzeit vorliegen (vgl. Band 3, Kapitel 2).

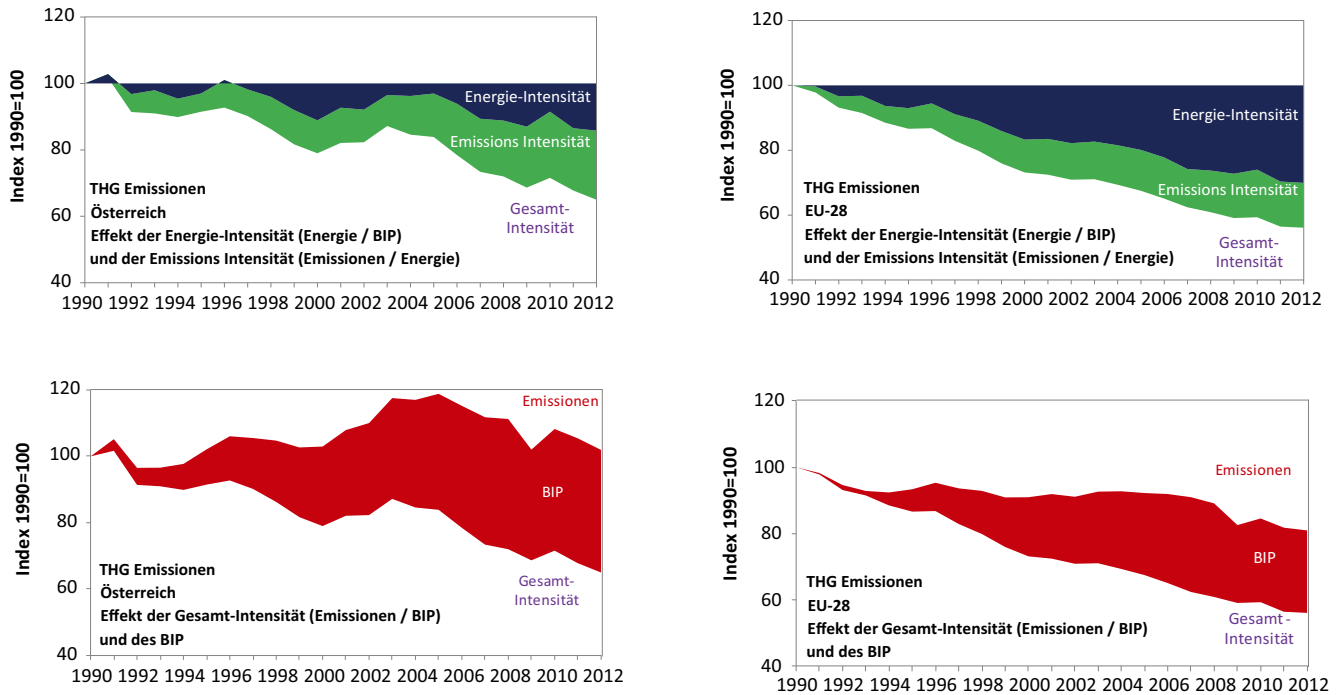
**Die Widerstandskraft von Wäldern gegenüber Risikofaktoren sowie die Anpassungsfähigkeit können erhöht werden.** Beispiele für Anpassungsmaßnahmen sind kleinflächigere Bewirtschaftungsformen, standorttaugliche Mischbe-

stände und die Sicherstellung der natürlichen Waldverjüngung im Schutzwald durch angepasstes Wildmanagement. Problematisch sind vor allem Fichtenbestände auf Laubmischwaldstandorten in Tieflagen sowie Fichtenreinbestände in den Bergwäldern mit Schutzfunktion. Die Anpassungsmaßnahmen in der Forstwirtschaft sind mit beträchtlichen Vorlaufzeiten verbunden (hohe Übereinstimmung, starke Beweislage, vgl. Band 3, Kapitel 2).

## Biodiversität

**Besonders vom Klimawandel betroffen sind Ökosysteme mit langer Entwicklungsdauer sowie Lebensräume der Alpen oberhalb der Waldgrenze** (hohe Übereinstimmung, starke Beweislage, vgl. Band 2, Kapitel 3). Moore und altholzreiche Wälder können sich nur langsam an den Klimawandel anpassen und sind deswegen besonders gefährdet. Über die Wechselwirkungen mit anderen Faktoren des Globalen Wandels, wie Landnutzungsänderungen oder die Einbringung invasiver Arten, ist wenig bekannt. Auch die Anpassungskapazitäten der Arten und Lebensräume sind nicht ausreichend erforscht (Band 2, Kapitel 3).

**In alpinen Lagen können kälteangepasste Pflanzen in größere Höhen vordringen und dort einen Zuwachs der Artenvielfalt bewirken.** In inselartigen Mikro-Nischen können kälteangepasste Arten trotz der Erwärmung überdauern (hohe Übereinstimmung, starke Beweislage). Zuneh-



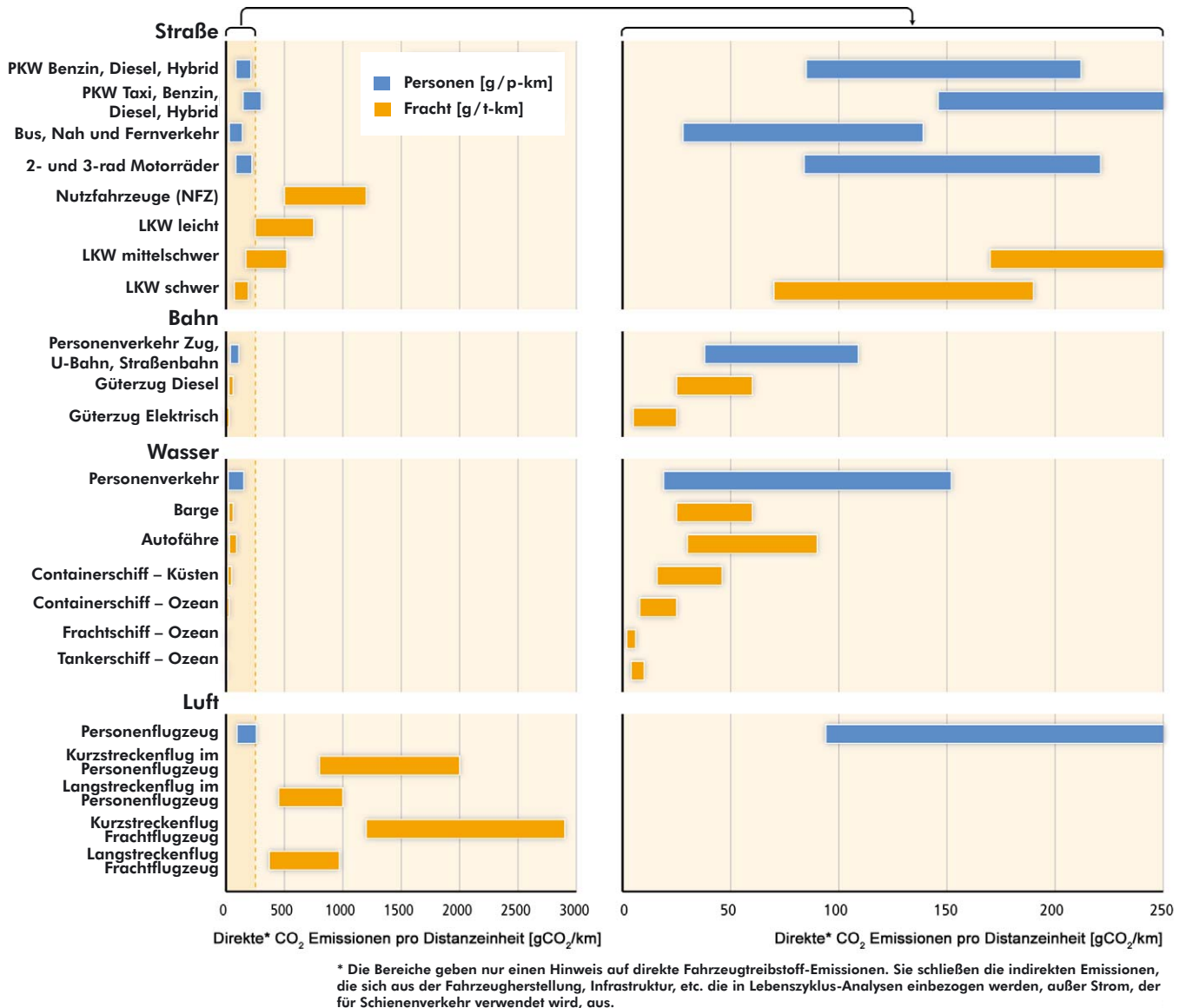
**Abbildung 6** Entwicklung der THG-Intensität des BIPs sowie die darin enthaltene Entwicklung der Energieintensität (Energieverbrauch pro Euro BIP) und Emissionsintensität der Energie (THG-Emissionen pro PJ Energie) im Zeitverlauf für Österreich und die EU-28 (oberes Panel). Aus der Entwicklung der THG-Intensität in Verbindung mit jener des fast ausnahmslos steigenden BIP (unteres Panel) ergeben sich für Österreich insgesamt in diesem Zeitraum steigende THG-Emissionen (+5 %), für die EU-28 fallende (–18 %). Quelle: Schleicher (2014)

mende Fragmentierung von Populationen kann allerdings zu lokalem Aussterben führen. Aus dem Hochgebirge stammende Arten, die sich an niedrigeren Rendlagen der Alpen angepasst haben, sind davon besonders betroffen (mittlere Übereinstimmung, moderate Beweislage, vgl. Band 2, Kapitel 3).

**Auch Tierarten sind stark betroffen.** In der Tierwelt sind Änderungen im Jahresablauf, wie die Verlängerung von Aktivitätsperioden, erhöhte Generationenfolge oder Vorverlegung der Ankunft von Zugvögeln sowie Arealverschiebungen nach Norden bzw. in höhere Lagen für einzelne Arten bereits dokumentiert. Der Klimawandel wird manche Tierarten, vor allem Generalisten, weiter begünstigen und andere, vor allem Spezialisten, gefährden (moderate Beweislage, vgl. Band 2, Kapitel 3). Die Erwärmung der Fließgewässer führt zu einer theoretischen Verschiebung der Fischhabitats um bis zu 30 km flussaufwärts. Für Bachforelle und Äsche werden z. B. geeignete Lebensräume geringer (hohe Übereinstimmung, starke Beweislage, vgl. Band 2, Kapitel 3).

## Energie

**Österreich hat großen Nachholbedarf in der Verbesserung der Energieintensität.** Anders als der EU-Durchschnitt weist Österreich in den letzten beiden Dekaden kaum Fortschritte hinsichtlich der Energieintensität auf (Energieverbrauch pro Euro BIP, siehe Abbildung 6). Seit 1990 sank vergleichsweise die Energieintensität der EU-28 hingegen um 29 % (in den Niederlanden um 23 %, in Deutschland um 30 % und in Großbritannien um 39 %). In Deutschland und Großbritannien dürfte jedoch ein Teil dieser Verbesserungen auf der Verlagerung energieintensiver Produktion ins Ausland beruhen. In der Emissionsintensität (THG-Emissionen pro PJ Energie), deren Verbesserung in Österreich den starken Ausbau der Erneuerbaren seit 1990 reflektiert, zählt Österreich hingegen gemeinsam mit den Niederlanden zu den Ländern mit der stärksten Verbesserung. Diese beiden Indikatoren gemeinsam bestimmen die THG-Emissionsintensität des Bruttoinlandsproduktes (BIP), die sowohl in Österreich als auch in den EU-28 seit 1990 abgenommen hat. Die THG-Emissionen sind langsamer gestiegen als das BIP. Im Vergleich mit den EU-28 zeigt sich dabei somit deutlich, dass Österreich bei der Senkung der Energieintensität großen Nachholbedarf hat (vgl. Band 3, Kapitel 1).



Copyright: IPCC (2014) In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Figure 8.6. [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

**Abbildung 7** Typische direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Passagierkilometer und pro Tonnenkilometer für Fracht und für die Hauptverkehrsträger, wenn fossile Brennstoffe benutzt werden, und thermische Stromerzeugung für die Eisenbahnverkehr benutzt wird. Quelle: IPCC (2014)

**Die Potenziale erneuerbarer Energien in Österreich werden derzeit nicht ausgeschöpft.** Der Anteil erneuerbarer Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch ist in Österreich zwischen 2005 und 2011 von 23,8 % auf 31 % gestiegen, bisher primär durch den Ausbau biogener Brennstoffe, wie z. B. Pellets und Biotreibstoffe. Zukünftig können Wind und Photovoltaik einen erheblichen Beitrag leisten. Die Zielvorgabe für 2020 von 34 % der Endenergie aus Erneuerbaren kann bei derzeitigen Steigerungsraten leicht erreicht werden. Für

die mittelfristig erforderliche Umstellung auf ein THG-neutrales Energiesystem bis 2050 ist jedoch eine Abdeckung der gesamten Energienachfrage mit erneuerbaren Energieträgern notwendig. Wenn Problemverlagerungen vermieden werden sollen, ist es wichtig, vor einem allfälligen weiteren Ausbau der Wasserkraft und der verstärkten Nutzung von Biomasse in Hinkunft eine gesamthafte Betrachtung der THG-Bilanzen anzustellen sowie indirekte und systemische Effekte zu berücksichtigen. Andere Umweltziele verlieren im Bemühen um Kli-

maschutz nicht ihre Bedeutung. (vgl. Band 3, Kapitel 3 und Band 3, Kapitel 6)

## Verkehr und Industrie

**Von allen Sektoren sind in den letzten beiden Dekaden die THG-Emissionen im Verkehr mit +55 % am stärksten gestiegen** (sehr hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 3). Effizienzsteigerungen bei den Fahrzeugen wurden durch schwerere und leistungsstärkere Fahrzeuge sowie höhere Fahrleistungen weitgehend kompensiert. Die Begrenzung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes pro gefahrenem Kilometer für PKW und Lieferwagen zeigt jedoch erste Erfolge (vgl. Band 3, Kapitel 3). Angebotsänderungen im öffentlichen Verkehr und (spürbare) Preissignale haben nachweisliche Auswirkungen auf den Anteil des Individualverkehrs in Österreich.

**Um eine deutliche Reduktion der THG-Emissionen des Personenverkehrs zu erzielen, ist ein umfassendes Maßnahmenpaket notwendig.** Zentral sind dabei eine deutliche Reduktion des Einsatzes fossiler Energie, die Erhöhung der Energieeffizienz sowie eine Veränderung des NutzerInnenverhaltens. Eine Voraussetzung hierfür sind verbesserte Wirtschafts- und Siedlungsstrukturen, in denen die Wegstrecken minimiert sind. Dies kann zur Stärkung umweltfreundlicher Mobilitätsformen, wie Zufußgehen und Radfahren, genutzt werden. Öffentliche Verkehrsmittel wären auszubauen und zu verbessern, bei gleichzeitiger Minimierung ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen. Technische Maßnahmen für den PKW-Verkehr beinhalten weitere, massive Effizienzsteigerungen bei den Fahrzeugen oder den Einsatz alternativer Antriebe (vgl. Band 3, Kapitel 3) – vorausgesetzt, die dafür notwendige Energie wird ebenfalls emissionsarm produziert.

**Der Güterverkehr, gemessen in Tonnenkilometern, nahm in Österreich in den letzten Dekaden stärker zu als das BIP.** Die weitere Entwicklung der Transportnachfrage ist durch einer Reihe wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Rahmenbedingungen gestaltbar. Durch Optimierung der Logistik und Stärkung CO<sub>2</sub>-effizienterer Verkehrsmittel können zudem Emissionen reduziert werden. Eine Reduktion der THG-Emissionen pro Tonnenkilometer kann durch alternative Antriebe und Treibstoffe, Effizienzsteigerungen sowie Verlagerung auf den Schienenverkehr erreicht werden (vgl. Band 3, Kapitel 3).

**Die Industrie ist größter THG-Emittent in Österreich.** Im Jahre 2010 betrug der Anteil des produzierenden Bereiches am gesamten österreichischen Energieendverbrauch sowie an den THG-Emissionen jeweils knapp 30 %. Emissionsreduktionen in einem Ausmaß von etwa 50 % und mehr können nicht sektorintern durch kontinuierliche nur graduelle Verbes-

serungen und Anwendung des jeweiligen Standes der Technik erreicht werden. Hier ist entweder die Entwicklung klimaschonender neuer Verfahren notwendig (radikal neue Technologien und Produkte bei drastischer Reduktion des Endenergieeinsatzes) oder allenfalls die Anwendung von Verfahren zur Speicherung der THG-Emissionen (Carbon Capture and Storage, wie etwa in den EU-Szenarien zum Energiefahrplan 2050 hinterlegt; sehr wahrscheinlich). (vgl. Band 3, Kapitel 5)

## Tourismus

**Der Wintertourismus wird durch den stetigen Temperaturanstieg weiter unter Druck kommen.** Im Vergleich mit naturschneesichereren Destinationen drohen vielen österreichischen Schigebieten Nachteile durch steigende Beschneigungskosten (sehr wahrscheinlich, vgl. Band 3, Kapitel 4).

**Zukünftige Anpassungsmöglichkeiten durch technische Beschneigung sind begrenzt.** Es sind zwar derzeit 67 % der Pistenfläche mit Beschneigungsanlagen ausgerüstet, jedoch ist der Einsatz der Anlagen durch steigende Temperaturen und die Verfügbarkeit von Wasser eingeschränkt (wahrscheinlich, vgl. Band 3, Kapitel 4). Die Förderung des Ausbaus der Beschneigung durch die öffentliche Hand könnte daher zu Fehlansparungen und kontraproduktiven Lock-in Effekten führen.

**Durch zukünftig zu erwartende sehr hohe Temperaturen im Mittelmeerraum im Sommer (sehr wahrscheinlich) könnte der Tourismus in Österreich profitieren.** Allerdings kann auch bei gleich guter Auslastung im Sommer die Wertschöpfung des Winters nicht erzielt werden (vgl. Band 3, Kapitel 4).

**Einbußen im Tourismus im ländlichen Raum haben hohe regionalwirtschaftliche Folgekosten, da der Verlust an Arbeitsplätzen oft nicht durch andere Branchen aufgefangen werden kann.** Dies kann im peripheren ländlichen Raum, der aufgrund des demographischen Wandels und der zunehmenden Urbanisierungswelle bereits jetzt vor großen Herausforderungen steht, zu weiterer Absiedlung führen (vgl. Band 3, Kapitel 1; Band 3, Kapitel 4).

**Beim Städtetourismus sind im Hochsommer Rückgänge auf Grund von Hitzetagen und tropischen Nächten möglich** (sehr wahrscheinlich). Verlagerungen der Touristenströme in andere Saisonen und Regionen sind möglich und derzeit schon beobachtbar (vgl. Band 3, Kapitel 4).

**Erfolgreiche PionierInnen im nachhaltigen Tourismus zeigen Wege der THG-Emissionsreduktion in dieser Branche auf.** In Österreich gibt es Vorzeigeprojekte auf allen Ebenen – von Einzelobjekten, bis hin zu Gemeinden und Regionen – sowie in verschiedenen Bereichen, wie Hotellerie,



Mobilität oder touristisches Angebot. Aufgrund der langfristigen Infrastrukturinvestitionen ist der Tourismus für Lock-in-Effekte besonders anfällig. (vgl. Band 3, Kapitel 4)

## Infrastruktur

**Energiebedarf und THG-Emissionen für Gebäudeheizung und -kühlung können durch gezielten Einsatz bereits verfügbarer Technologien wesentlich reduziert werden** (hohe Übereinstimmung, vgl. Band 3, Kapitel 5). Ein Teil dieses Potenzials ist kostengünstig realisierbar. Um den Energiebedarf des Gebäudebestandes weiter zu vermindern, ist hochwertige thermische Sanierung des Gebäudebestands notwendig. Zur Energieversorgung sind zur Reduktion der THG-Emissionen überwiegend alternative Energieträger, beispielweise Solarthermie oder Photovoltaik zu verwenden. Wärmepumpen können nur im Rahmen eines integrierten Konzepts, welches CO<sub>2</sub>-arme Stromerzeugung sicherstellt, einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Biomasse wird ebenfalls mittelfristig von Bedeutung sein. Fernwärme und -kälte werden langfristig aufgrund des geringeren Bedarfs an Bedeutung verlieren.

**Einen wesentlichen Beitrag zur zukünftigen THG-Neutralität in Gebäuden können auch Baunormen leisten, die (nahezu-) Null- und Plus-Energiehäuser fördern.** Diese sind EU-weit erst ab 2020 vorgesehen. Angesichts der zahlreichen innovativen Pilotprojekte könnte Österreich in diesem Bereich eine Vorreiterrolle übernehmen. Durch zielgerichtete Baunormen und Sanierungsmaßnahmen könnten auch künftige Kühllasten wesentlich reduziert werden. Spezifische Raumplanungs- und Bebauungsbestimmungen können – auch außerhalb der städtischen Siedlungsräume – verdichtete Bauformen mit höherer Energieeffizienz in größerem Ausmaß gewährleisten. (vgl. Band 3, Kapitel 5)

**Vorausschauende Planung von Infrastruktur mit langer Nutzungsdauer kann Fehlinvestitionen vermeiden.** Vor dem Hintergrund sich kontinuierlich in Richtung postfossiler Energieversorgung ändernder Rahmenbedingungen gilt es Infrastrukturprojekte für städtische Räume, für Verkehr und Energieversorgung auf ihre emissionsreduzierende Wirkung und auf ihre Resilienz gegenüber Klimaänderungen zu überprüfen. Raumstrukturen können derart gestaltet werden, dass Verkehrs- und Energieinfrastrukturen abgestimmt und effizient mit geringem Ressourcenverbrauch errichtet und genutzt werden. (vgl. Band 3, Kapitel 5)

**Dezentrale Energieversorgung mit erneuerbarer Energie erfordert neue Infrastruktur.** Neben neuen Möglichkeiten von Erneuerbaren in Stand-alone Lösungen (z. B. off-grid Photovoltaik) gibt es auch neue Optionen zur Netz-Einbin-

dung. Lokale Versorgungsnetze für vor Ort erzeugtes Biogas sowie Netze zur Nutzung lokaler, meist industrieller, Abwärme erfordern angepasste Strukturen und Steuerung (vgl. Band 3, Kapitel 1; Band 3, Kapitel 3). „Smart Grids“ und „Smart Meters“ ermöglichen bei lokal erzeugtem, in Netze eingespeistem Strom, z. B. aus Co- und Polygeneration oder privaten Photovoltaik-Anlagen, effizientere Energienutzung und werden deswegen als Bestandteile eines künftigen Energiesystems diskutiert (vgl. Band 3, Kapitel 5). Jedoch gibt es Bedenken bezüglich der Gewährleistung der Netzsicherheit und des Daten- und Persönlichkeitsschutzes; diese sind noch nicht ausreichend geklärt beziehungsweise rechtlich geregelt.

**Extremereignisse können Energie- und Verkehrsinfrastrukturen vermehrt beeinträchtigen.** Problematisch sind längere und intensivere Hitzeperioden (sehr wahrscheinlich), möglicherweise intensivere Niederschläge und daraus resultierende Hangrutschungen und Überschwemmungen (wahrscheinlich), Sturm (möglich) und erhöhte Nass-Schneelasten (möglich). (vgl. Band 1, Kapitel 3; Band 1, Kapitel 4; Band 1, Kapitel 5; Band 2, Kapitel 4). Sie stellen Gefahrenpotentiale für Siedlungs-, Verkehrs-, Energie- und Kommunikationsinfrastrukturen dar. Soll ein Anstieg von Klimaschäden und -kosten vermieden werden, ist der Aus- und Neubau von Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen in derzeit bereits von Naturgefahren betroffenen Bereichen zu vermeiden. Darüber hinaus ist bei der Ausweisung von Gefahrenzonen auf die zukünftige Entwicklung im Zuge des Klimawandels vorsorglich Bedacht zu nehmen. Bestehenden Einrichtungen können durch Anpassungsmaßnahmen, wie etwa die Schaffung vermehrter Retentionsflächen gegen Hochwasser, erhöhten Schutz erhalten.

**Die vielfältigen Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft erfordern umfangreiche und integrative Anpassungsmaßnahmen.** Sowohl Hoch- als auch Niederwasser in österreichischen Fließgewässern kann in vielen Bereichen, von der Schifffahrt über die Bereitstellung von Industrie- und Kühlwasser bis hin zur Trinkwasserversorgung, zu Problemen führen. In der Trinkwasserversorgung kann die Vernetzung kleinerer Versorgungseinheiten sowie die Schaffung von Redundanzen bei den Rohwasserquellen zur Anpassung beitragen (hohe Übereinstimmung, starke Beweislage, vgl. Band 3, Kapitel 2).

**Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel können auch in anderen Bereichen positive Wirkungen entfalten.** Durch den Schutz und die Ausweitung von Retentionsflächen, wie Auen, können Ziele des Hochwasser- und Biodiversitätsschutzes kombiniert werden (hohe Übereinstimmung, starke Beweislage). Die Erhöhung des Anteils organischer Substanz

im Boden führt zu einer Steigerung der Speicherkapazität von Bodenwasser (hohe Übereinstimmung, starke Beweislage, vgl. Band 2, Kapitel 6) und trägt somit sowohl zum Hochwasserschutz als auch zur Kohlenstoffbindung und damit zum Klimaschutz bei (vgl. Band 3, Kapitel 2).

## Gesundheit und Gesellschaft

**Der Klimawandel kann direkt oder indirekt Probleme für die menschliche Gesundheit verursachen.** Hitzewellen können insbesondere bei älteren Personen, aber auch bei Kleinkindern oder chronisch Kranken zu Herz-Kreislaufproblemen führen. Es gibt eine ortsabhängige Temperatur, bei welcher die Sterblichkeitsrate am geringsten ist; jenseits dieser nimmt die Mortalität pro 1 °C Temperaturanstieg um 1–6 % zu (sehr wahrscheinlich, hohes Vertrauen, vgl. Band 2, Kapitel 6; Band 3, Kapitel 4). Vor allem ältere Menschen und auch Kleinkinder weisen oberhalb dieser optimalen Temperatur einen deutlichen Anstieg des Sterberisikos auf. Verletzungen und Krankheiten, die in Zusammenhang mit Extremereignissen (z. B. Überschwemmungen und Muren) stehen und Allergien, ausgelöst durch bisher in Österreich nicht heimische Pflanzen, wie etwa die Ambrosie, zählen ebenfalls zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit.

**Eine große Herausforderung für das Gesundheitssystem sind die indirekten Auswirkungen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit.** Hier spielen vor allem jene Krankheitserreger eine Rolle, die von blutsaugenden Insekten (und Zecken) übertragen werden. Denn nicht nur die Erreger selbst, sondern auch die Vektoren (Insekten und Zecken) sind in ihrer Aktivität und Verbreitung von klimatischen Bedingungen abhängig. Neu eingeschleppte Krankheitserreger (Viren, Bakterien und Parasiten, aber auch allergene Pflanzen und Pilze, wie z. B. das beifußblättrige Traubenkraut (*Ambrosia artemisiifolia*) sowie der Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) und neue Vektoren (z. B. „Tigermücke“, *Stegomyia albopicta*) können sich etablieren, bzw. bereits vorhandene Krankheitserreger können sich regional ausbreiten (oder auch verschwinden). Solche Einschleppungen sind praktisch nicht voraussagbar und die Möglichkeiten Gegenmaßnahmen zu ergreifen sind gering (möglich, mittleres Vertrauen, vgl. Band 2, Kapitel 6).

**Gesundheitsrelevante Anpassung betrifft vielfach individuelle Verhaltensänderungen** entweder eines Großteils der Bevölkerung oder von Angehörigen bestimmter Risikogruppen (wahrscheinlich, mittlere Übereinstimmung, vgl. Band 3, Kapitel 4). Viele Maßnahmen der Anpassung und der Minderung, die primär nicht auf eine bessere Gesundheit zielen,

haben möglicherweise indirekt bedeutsame gesundheitsrelevante Nebenwirkungen, wie etwa der Umstieg vom Auto auf das Fahrrad (wahrscheinlich, mittlere Übereinstimmung, vgl. Band 3, Kapitel 4).

**Der Gesundheitssektor ist Verursacher und Betroffener des Klimawandels.** Im Bereich der Infrastruktur des Gesundheitssektors sind sowohl Minderungsmaßnahmen als auch Anpassungsmaßnahmen erforderlich. Wirksame Minderungsmaßnahmen können im Mobilitätsverhalten von MitarbeiterInnen und PatientInnen sowie in der Beschaffung von Ge- und Verbrauchsprodukten gesetzt werden (sehr wahrscheinlich, hohe Übereinstimmung, vgl. Band 3, Kapitel 4). Zur gezielten Anpassung an längerfristige Veränderungen fehlt es teilweise an Kenndaten aus der Medizin und der Klimaforschung, dennoch können schon jetzt Maßnahmen gesetzt werden – etwa in der Hitzevorsorge.

**Sozial schwächere Gruppen sind im Allgemeinen den Folgen des Klimawandels stärker ausgesetzt.** Meist ist es das Zusammentreffen verschiedener Faktoren (niedriges Einkommen, geringer Bildungsgrad, wenig Sozialkapital, prekäre Arbeits- und Wohnverhältnisse, Arbeitslosigkeit, eingeschränkte Handlungsspielräume), die weniger privilegierte Bevölkerungsgruppen eher verwundbar für Folgen des Klimawandels machen. Die unterschiedliche Betroffenheit sozialer Gruppen ergibt sich durch die unterschiedliche Anpassungsfähigkeit auf geänderte Klimaverhältnisse sowie unterschiedliche Betroffenheit durch klimapolitischen Maßnahmen, wie etwa höhere Relevanz von Steuern und Gebühren auf Energie (wahrscheinlich, hohes Vertrauen, vgl. Band 2, Kapitel 6).

**Klimawandel, Anpassung und Klimaschutz führen zu vermehrter Konkurrenz um die Ressource Raum.** Betroffen sind vor allem naturnahe und landwirtschaftliche Flächen: Flächen zur Gewinnung Erneuerbarer Energie, Retentionsflächen und Schutzdämme zur Minderung des Hochwasserrisikos gehen häufig zu Lasten landwirtschaftlicher Flächen. Zunehmende Bedrohung von Siedlungsgebieten durch Naturgefahren könnte mittelfristig vermehrt Umsiedlungen erforderlich machen (hohes Vertrauen, vgl. Band 2, Kapitel 2; Band 2, Kapitel 5). Um gefährdeten Arten die Anpassung an den Klimawandel durch Wanderung zu besser geeigneten Standorten zu erleichtern und zur bestmöglichen Erhaltung der Biodiversität sind Schutzgebiete erforderlich, die idealer Weise durch Korridore vernetzt sind (hohes Vertrauen, vgl. Band 3, Kapitel 2). Es gibt keine Raumstrategie für Österreich, die Leitplanken für relevante Entscheidungen liefert (vgl. Band 3, Kapitel 6).

## Transformation

**Obwohl in allen Sektoren bedeutendes Emissionsminderungspotential vorhanden ist, kann mit einzel-sektoralen, meist technologieorientierten Maßnahmen allein der von Österreich zu erwartende Beitrag zur Einhaltung des globalen 2°C Zieles nicht erreicht werden.** Das 2°C Ziel einzuhalten erfordert auch in Österreich mehr als inkrementell verbesserte Produktionstechnologien, grünere Konsumgüter und eine Politik, die (marginale) Effizienzsteigerungen anstößt. Es ist eine Transformation der Interaktion zwischen Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt erforderlich, die von Verhaltensänderungen der Einzelnen getragen wird und solche ihrerseits auch befördert. Wird die Transformation nicht rasch eingeleitet und umgesetzt, steigt die Gefahr unerwünschter, irreversibler Veränderungen (vgl. Band 3, Kapitel 6).

**Eine Transformation Österreichs in eine emissionsarme Gesellschaft erfordert teilweise radikale strukturelle und technische Umbaumaßnahmen, soziale und technologische Innovation und partizipative Planungsprozesse** (mittlere Übereinstimmung, mittlere Beweislage, vgl. Band 3, Kapitel 6). Sie setzt Experimentierfreudigkeit und Erfahrungslernen voraus die Bereitschaft Risiken einzugehen und zu akzeptieren, dass einige Neuerungen scheitern werden. Erneuerungen von der Wurzel her, auch hinsichtlich der Güter und Dienstleistungen, die von der österreichischen Wirtschaft produziert werden und groß angelegte Investitionsprogramme werden notwendig sein. In der Beurteilung neuer Technologien und gesellschaftlicher Entwicklungen ist eine Orientierung entlang einer Vielzahl von Kriterien nötig (Multikriterienansatz) und eine integrativ sozio-ökologisch orientierte Entscheidungsfindung anstelle von kurzfristig und eng definierten Kosten-Nutzen Rechnungen. Für ein effektives Handeln sollte nationales Vorgehen international akkordiert werden, sowohl mit den umgebenden Staaten als auch mit der weltweiten Staatengemeinschaft und insbesondere in Partnerschaft mit Entwicklungsländern (vgl. Band 3, Kapitel 6).

**In Österreich sind bereits Änderungen in den Wertvorstellungen vieler Menschen festzustellen, die einer sozial-ökologischen Transformation zuträglich sind.** Einzelne PionierInnen des Wandels sind auch schon dabei diese Vorstellungen praktisch in klimafreundlichen Handlungs- und Geschäftsmodellen umzusetzen (z. B. Energiedienstleistungsgesellschaften im Immobilienbereich, klimafreundliche Mobilität, Nahversorgung) sowie Gemeinden und Regionen zu transformieren (hohe Übereinstimmung, starke Beweislage). Auch auf der politischen Ebene sind Ansätze zur klimafreundlichen Transformation auszumachen. Will Österreich seinen

Beitrag zur Erreichung des globalen 2°C-Zieles leisten und auf europäischer Ebene sowie international eine künftige, klimafreundliche Entwicklung mitgestalten, müssen solche Initiativen intensiviert und durch begleitende Politikmaßnahmen, die eine verlässliche Regulierungslandschaft schaffen, gestützt werden (hohe Übereinstimmung, mittlere Beweislage, vgl. Band 3, Kapitel 6).

**Politische Initiativen in Hinblick auf Klimaschutz und Klimawandelanpassung sind – zur Erreichung der zuvor genannten Ziele – auf allen Ebenen in Österreich erforderlich: Bund, Länder, und Gemeinden.** Die Kompetenzen sind in der föderalen Struktur Österreichs so verteilt, dass zudem nur ein abgestimmtes Vorgehen bestmögliche Effektivität sowie die Zielerreichung selbst gewährleisten kann (hohe Übereinstimmung, starke Beweislage). Für eine effektive Umsetzung der zur Zielerreichung erforderlichen substantiellen Transformation ist zudem die Aktivierung eines breiten Spektrums von Instrumenten angebracht (hohe Übereinstimmung, mittlere Beweislage).

## Bildnachweis

**Abbildung 1** Für AAR14 erstellt auf Basis von: IPCC, 2013: In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.; IPCC, 2000: Special Report on Emissions Scenarios [Nebojsa Nakicenovic and Rob Swart (Eds.)]. Cambridge University Press, UK.; GEA, 2012: Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.

**Abbildung 2** Für AAR14 erstellt auf Basis von: Auer, I., Böhm, R., Jurkovic, A., Lipa, W., Orlik, A., Potzmann, R., Schöner, W., Ungersböck, M., Matulla, C., Briffa, K., Jones, P., Efthymiadis, D., Brunetti, M., Nanni, T., Maugeri, M., Mercalli, L., Mestre, O., Moisselin, J.-M., Begert, M., Müller-Westermeier, G., Kveton, V., Bochnicek, O., Stastny, P., Lapin, M., Szalai, S., Szentimrey, T., Cegnar, T., Dolinar, M., Gajic-Capka, M., Zaninovic, K., Majstorovic, Z., Nieplova, E., 2007. HISTALP – historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region. International Journal of Climatology 27, 17–46. doi:10.1002/joc.1377; ENSEMBLES project: Funded by the European Commission's 6th Framework Programme through contract GOCE-CT-2003-505539; reclip:century: Funded by the Austrian Climate Research Program (ACRP), Project number A760437

**Abbildung 3** Muñoz, P., Steining, K.W., 2010: Austria's CO<sub>2</sub> responsibility and the carbon content of its international trade. Ecological Economics 69, 2003–2019. doi: 10.1016/j.ecolecon.2010.05.017

**Abbildung 4** Für AAR14 erstellt. Datenquelle: ZAMG

**Abbildung 5** Anderl M., Freudenschuß A., Friedrich A., et al., 2012: Austria's national inventory report 2012. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. REP-0381, Wien. ISBN: 978-3-99004-184-0

**Abbildung 6** Schleicher, St., 2014: Tracing the decline of EU GHG emissions. Impacts of structural changes of the energy system and economic activity. Policy Brief. Wegener Center for Climate and Global Change, Graz. Basierend auf Daten des statistischen Amtes der Europäischen Union (Eurostat)

**Abbildung 7** Nach ADEME, 2007; US DoT, 2010; Der Boer et al., 2011; NTM, 2012; WBCSD, 2012, In Sims R., R. Schaefer,

F. Creutzig, X. Cruz-Núñez, M. D'Agosto, D. Dimitriu, M.J. Figueroa Meza, L. Fulton, S. Kobayashi, O. Lah, A. McKinnon, P. Newman, M. Ouyang, J.J. Schauer, D. Sperling, and G. Tiwari, 2014: Transport. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA