

Daniela Kletzan-Slamanig, Claudia Kettner, Angela Köppl, Kurt Kratena, Ina Meyer, Franz Sinabell

Schlüsselindikatoren zu Klimawandel und Energiewirtschaft und Wohlfahrtseffekte von Extremwetter am Beispiel von Hochwasser

Die Treibhausgasemissionen waren in Österreich 2011 um 2,2 Mio. t CO₂-Äquivalente oder um 2,6% geringer als 2010. Gleichzeitig nahm das reale Bruttoinlandsprodukt um 2,7% zu. Der Bruttoinlandsverbrauch an Kohle, Erdöl, Erdgas und erneuerbaren Energieträgern sank 2011 gegenüber 2010 um 5,1% und lag wieder etwa auf dem Niveau des Krisenjahres 2009. Dabei vergrößerte sich der Einsatz von Kohle (+2,7%), während der Einsatz von Gas (-5,6%) und Erdöl (-6,6%) merklich zurückging. Der Einsatz von fossilen Energieträgern verringerte sich damit insgesamt um 5%. Der Verbrauch an erneuerbaren Energieträgern war allerdings noch stärker rückläufig (-5,5%). Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch stagnierte somit auf etwas über 27%. Der Rückgang des Energieverbrauches und der Treibhausgasemissionen war in erster Linie auf einen warmen Winter zurückzuführen. Aus aktuellem Anlass widmet sich der vorliegende Beitrag in einem Schwerpunktthema der Quantifizierung von Wohlfahrtseffekten von extremen Wetterereignissen am Beispiel von Hochwasser. Detaillierte Schätzungen von Schäden und Wohlfahrtsverlusten durch Extremereignisse bilden eine Entscheidungsgrundlage für die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen sowie von Maßnahmen des Risiko- und Katastrophenmanagements.

Begutachtung: Michael Böheim • Wissenschaftliche Assistenz: Katharina Köberl, Susanne Markytan, Dietmar Weinberger • E-Mail-Adressen: Claudia.Kettner@wifo.ac.at, Angela.Koeppl@wifo.ac.at, Kurt.Kratena@wifo.ac.at, Ina.Meyer@wifo.ac.at, Franz.Sinabell@wifo.ac.at

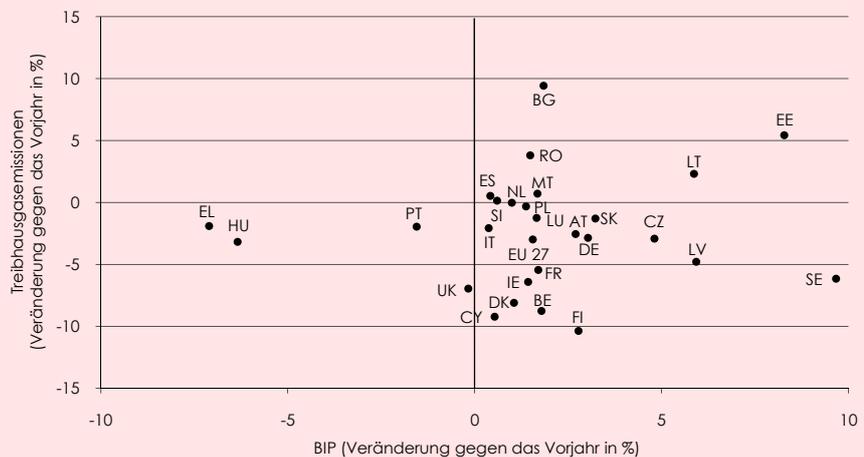
Der vorliegende sechste WIFO-Bericht über Schlüsselindikatoren zu Klimawandel und Energiewirtschaft beleuchtet energieökonomische und klimarelevante Trends und Entwicklungen auf Basis der jeweils aktuell verfügbaren Daten. Diese betreffen die Treibhausgasemissionen des Jahres 2011 sowie die aktualisierte Zeitreihe der Jahre 1990 bis 2010 (Anderl et al., 2013). Demnach waren die Treibhausgasemissionen in Österreich 2011 um 2,2 Mio. t CO₂-Äquivalente oder 2,6% niedriger als 2010. Gleichzeitig nahm das reale BIP gegenüber dem Vorjahr um 2,7% zu. Auch im EU-Durchschnitt sanken die Treibhausgasemissionen 2011 um 3%, in einzelnen EU-Ländern nahmen sie aber zu (Abbildung 1). Großbritannien verzeichnete z. B. eine Verringerung um 7%, Frankreich um 5,5%, Deutschland um 2,9% und Dänemark um 8,1%, Bulgarien dagegen einen Anstieg um 9,4% und Rumänien um 3,8% (laut EEA-Datenbank). Das EU-BIP wuchs im selben Zeitraum um 1,6%. Die Wirtschaft der meisten Länder mit signifikantem Emissionsrückgang expandierte 2011. Der warme Winter war in den meisten EU-Ländern ein Schlüsselfaktor für die Verringerung der Emissionen im Jahr 2011. So war die Nachfrage nach fossilen Brennstoffen geringer als in den Vorjahren. Der Raumwärmesektor und die Kleinverbraucher – größtenteils außerhalb des EU-Emissionshandelssystems (EU ETS) – trugen im EU-Durchschnitt am meisten zur Senkung der Emissionen bei (EEA, 2012B).

Aus aktuellem Anlass befasst sich der Indikatorenbericht heuer mit dem Schwerpunktthema "Wohlfahrtsverluste durch Extremwetterereignisse am Beispiel von Hochwasser". Die Schadenskosten durch extreme Wetterereignisse wie Starkregen, Hitze, Dürre und Flut steigen in Europa seit 30 Jahren (EEA, 2012A, Munich Re, 2013). Diese Tendenz hat viele Ursachen, vor allem sozioökonomische Entwicklungen (Bevölkerungszuwachs, Vermögenszuwachs durch Wirtschaftswachstum) sowie die ökonomische Erschließung von Naturräumen (Ausweisung von Baugebieten in hochwasser-

gefährdeten Zonen – Exposure, Exposition), aber auch eine Verbesserung der Datenverfügbarkeit. Weitere Einflussfaktoren sind Veränderungen der sozioökonomischen Vulnerabilität¹⁾ sowie der Häufigkeit und Intensität von extremen Wetterereignissen (IPCC, 2012).

Abbildung 1: Treibhausgasemissionen und BIP in den EU-Ländern

2011



Q: Europäische Kommission, DG ECFIN; EEA.

Wie Beobachtungen seit den 1950er-Jahren zeigen, haben Hitzewellen, Starkregenereignisse oder schwere Küstenhochwässer sehr wahrscheinlich zugenommen (IPCC, 2012). Die Güte von Wahrscheinlichkeitsaussagen über die Häufigkeit von Extremereignissen hängt wesentlich von der Qualität der zugrundeliegenden Daten und Studien sowie von der Zahl der beobachteten Ereignisse ab. Diese variieren in ihrer regionalen Ausprägung und bezüglich der Art des Extremereignisses. Da Extremereignisse insgesamt relativ selten auftreten, ist die Zahl der Datensätze gering, sodass oftmals eine entsprechend robuste Aussage über eine Änderung ihrer Häufigkeit und Intensität nicht möglich ist. Nach IPCC (2012) hat der anthropogene Klimawandel mit mittlerer Wahrscheinlichkeit bereits weltweit eine Intensivierung von Starkregenereignissen zur Folge. Für den Einfluss des anthropogenen Klimawandels auf die meisten Extremereignisse wird jedoch noch kein signifikanter Trend zu erkennen sein, da seine Folgen erst wirksam werden und/oder Daten fehlen. Bouwer (2011) und Neumayer – Barthele (2011) empfehlen, den Einfluss des Klimawandels auf die Schadenskosten von Extremereignissen anhand von Prognosen statt historischen Daten zu analysieren. Bis zum Ende des Jahrhunderts projizieren Klimamodelle u. a. einen deutlichen Anstieg der Höchsttemperatur und längere Hitzewellen sowie eine Zunahme von Starkniederschlägen in vielen Regionen der Erde (IPCC, 2012). Die Emission von Treibhausgasen bestimmt dabei das Ausmaß des menschlichen Einflusses auf das Klimasystem und somit die Ausprägung des künftigen Klimawandels. Die Vermeidung von Treibhausgasemissionen ist somit der einzige nachhaltige Weg, den weltweiten Klimawandel und seine negativen Effekte wie etwa Extremwetterereignisse auf die Wohlfahrt zu begrenzen. Anpassungsmaßnahmen bzw. Maßnahmen des Risikomanagements wie z. B. Frühwarnsysteme, Maßnahmen zur Streuung oder zum Transfer von Risiko durch Versicherungen und Rückversicherungen sowie Hochwasserschutz zielen darauf ab, die Verwundbarkeit gegenüber der Klimaänderung zu verringern bzw. die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) zu erhöhen und so die negati-

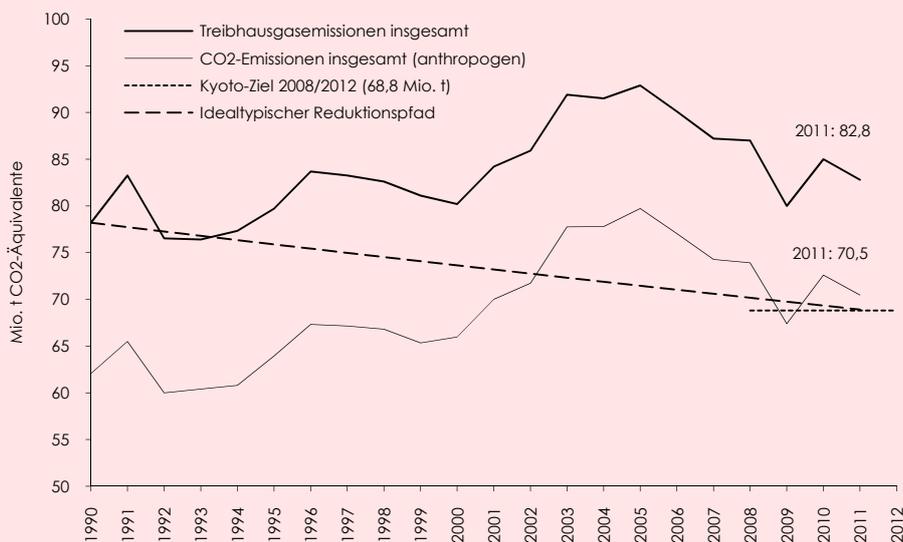
¹⁾ Hinsichtlich der Vulnerabilität zeigt sich bisher kein eindeutiger Trend. Die Vulnerabilität von Gebäuden kann sich z. B. durch verbesserte Bauvorschriften verringern oder durch Anbringung von Solaranlagen oder die Verwendung von empfindlichen Materialien zur Fassadenverkleidung erhöhen (Munich Re, 2013).

ven Konsequenzen des Klimawandels einzudämmen. Allerdings müssen Anpassungsmaßnahmen immer Hand in Hand mit Vermeidungsaktivitäten und einer Verringerung des Treibhausgasausstoßes gehen. Die naturwissenschaftlichen Forschungsergebnisse zum Klimawandel legen nahe, dass ein Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur um mehr als 2°C über das Niveau vor der Industrialisierung die Gefahr eines nicht mehr beherrschbaren Klimawandels erhöht.

Im Jahr 2011 wurden in Österreich 82,8 Mio. t CO₂-Äquivalente emittiert (Abbildung 2). Mit Ausnahme des Jahres 2010 gingen die Treibhausgasemissionen damit seit 2005 kontinuierlich zurück. Der Anstieg 2010 war auf die Konjunkturerholung nach der Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise 2008/09 zurückzuführen, der Rückgang 2011 (–2,6%) vor allem auf die Abnahme des Verbrauches an fossilen Energieträgern im milden Winter (Heizgradtage in der Heizperiode –6,2%). Die Treibhausgasemissionen lagen 2011 um 14,1 Mio. t CO₂-Äquivalente über dem Kyoto-Ziel für Österreich (Durchschnitt 2008/2012 68,8 Mio. t p. a.). Damit verfehlte Österreich die Zielvorgabe des Kyoto-Protokolls hinsichtlich der Senkung inländischer Emissionen. Die Differenz wurde durch den zusätzlichen Einsatz flexibler Instrumente abgedeckt, sodass Österreich seine Reduktionsverpflichtungen aus dem Kyoto-Protokoll und der EU-Lasten-aufteilung erfüllt haben dürfte (Umweltbundesamt, 2013).

Klima- und energie-relevante Umwelt-indikatoren

Abbildung 2: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Österreich und Kyoto-Ziel



Q: Umweltbundesamt.

Den größten Anteil am Ausstoß von Treibhausgasen hatten 2011 die Industrie und das produzierende Gewerbe (29,9%) sowie der Verkehr (26,6%) vor der Energieaufbringung (17,1%) sowie der Raumwärme und dem Kleinverbrauch (13,1%; Abbildung 3). Der Anteil der Landwirtschaft an den Treibhausgasemissionen betrug 9,3% und jener der Abfallwirtschaft 2,1%. Landwirtschaft und Abfallwirtschaft emittieren hauptsächlich Methan und Lachgas und tragen daher nicht zu den CO₂-Emissionen bei. Die CO₂-Emissionen entstammen zu 34,5% der Industrie und dem produzierenden Gewerbe, zu 30,6% dem Verkehrssektor, zu 19,7% der Energieaufbringung und zu 14,7% im Bereich Raumwärme und Kleinverbrauch.

In keinem anderen Sektor nahm der Ausstoß an Treibhausgasen so stark zu wie im Verkehr (2000/2011 +14,7%, 1990/2011 +54,6%). Die Industrie und das produzierende Gewerbe verzeichneten im Zeitraum 2000/2011 eine Zunahme der Treibhausgasemissionen um 7,9% und 1990/2011 um 15%. Die Emissionen des Sektors Energieaufbringung stiegen in der Periode 2000/2011 um 13,8%, 1990/2011 jedoch um nur 1,5%. Ein deutlicher Rückgang war im Sektor Raumwärme und Kleinverbrauch zu beobachten (2000/2011 –21,3%, 1990/2011 –25,6%), ebenso in der Landwirtschaft

(2000/2011 -3,8%, 1990/2011 -11,6%) und der Abfallwirtschaft (2000/2011 -34,6%, 1990/2011 -52,8%).

Abbildung 3: Verursacher der Treibhausgasemissionen in Österreich

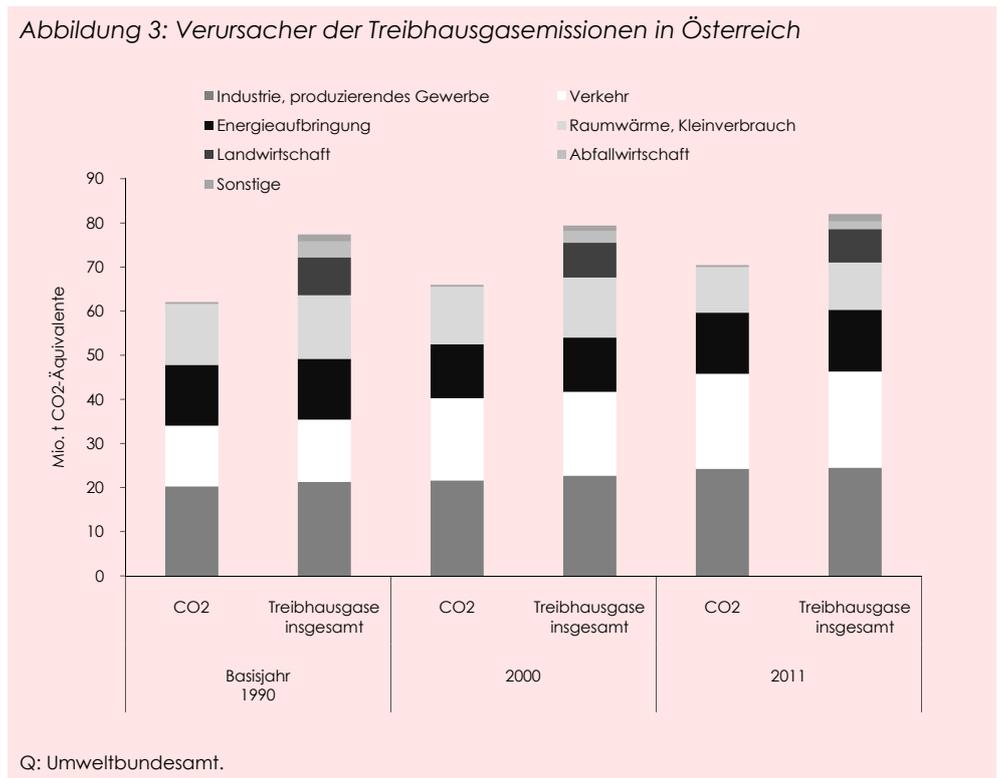
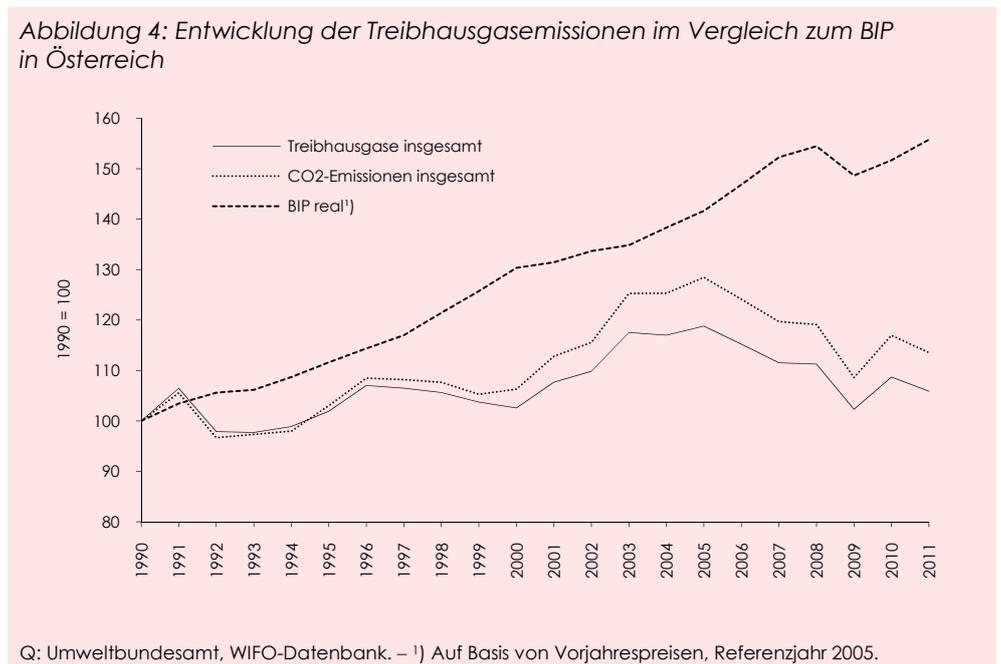


Abbildung 4: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Vergleich zum BIP in Österreich

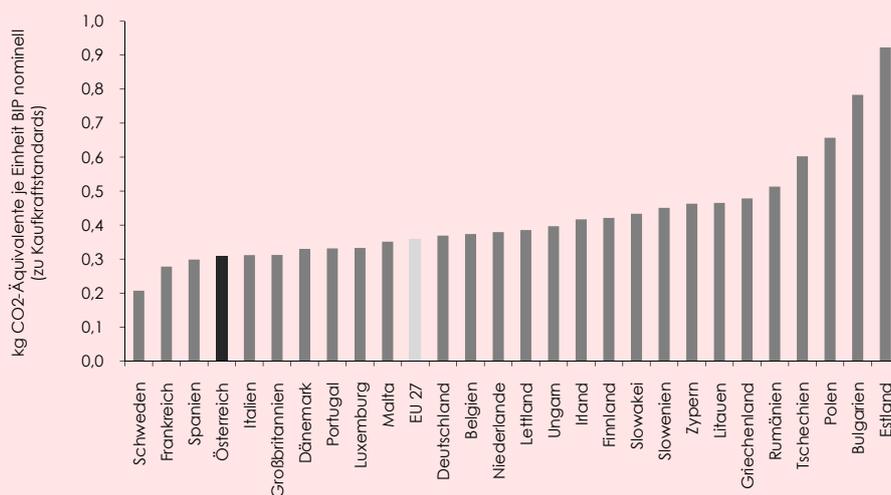


2005 erreichten die Emissionen in Österreich ihren Höchstwert und sind seither rückläufig (mit Ausnahme des Jahres 2010), während das BIP weiter wuchs, sodass eine absolute Entkoppelung der Emissionen vom Wirtschaftswachstum zu verzeichnen ist. Der Anstieg der Emissionen im Jahr 2010 war einerseits auf die Erholung nach der Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise und andererseits auf die höhere Zahl der Heizgradtage zurückzuführen. Das Jahr 2011 war durch ein reales Wirtschaftswachstum von 2,7% und einen Rückgang der Heizgradtage gekennzeichnet, der mit einer Verringerung der Treibhausgasemissionen einherging, sodass die Treibhausgasintensität des BIP gegenüber dem Vorjahr sank.

2011 war die Treibhausgasintensität (Treibhausgasemissionen in Relation zum nominalen BIP zu Kaufkraftparitäten) mit 0,31 kg CO₂-Äquivalente je Euro (Abbildung 5) erneut geringer als im Durchschnitt der EU 27 und um 7% niedriger als 2010; Österreichs Rang innerhalb der EU veränderte sich gegenüber dem Vorjahr jedoch nicht. Die niedrigste Treibhausgasintensität wurde auch 2011 für Schweden verzeichnet (0,21 kg CO₂-Äquivalente je Euro), die höchste Treibhausgasintensität für Estland und Bulgarien (0,92 bzw. 0,78 kg CO₂-Äquivalente je Euro).

Abbildung 5: Treibhausgasintensität des BIP in der EU

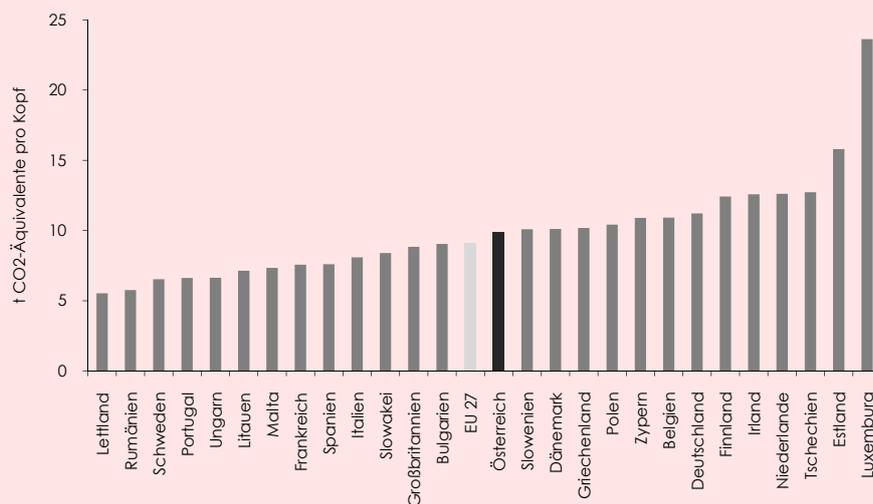
2011



Q: Eurostat, UNFCCC, WIFO-Berechnungen.

Abbildung 6: Treibhausgasemissionen pro Kopf in der EU

2011, gemessen an der Bevölkerung

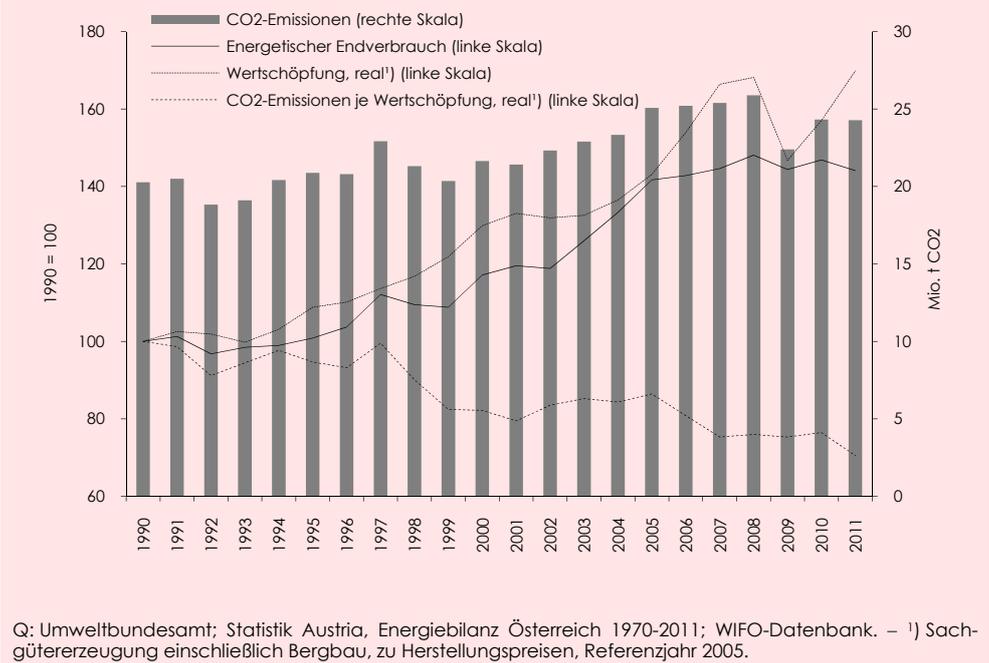


Q: Eurostat, UNFCCC, WIFO-Berechnungen.

Gemessen an der Bevölkerung lagen die Treibhausgasemissionen in Österreich 2011 mit 9,9 t CO₂-Äquivalenten (-0,2 t CO₂ gegenüber dem Vorjahr) leicht über dem Durchschnitt der EU 27 (9,1 t CO₂-Äquivalente; Abbildung 6). Österreichs Position innerhalb der EU 27 verbesserte sich damit gegenüber dem Vorjahr von Rang 15 auf 14. Mit Abstand am höchsten war der Pro-Kopf-Ausstoß wie 2010 in Luxemburg

(23,6 t CO₂-Äquivalente) und Estland (15,8 t). Lettland und Rumänien wiesen mit 5,5 t CO₂ bzw. 5,8 t CO₂ die geringsten Pro-Kopf-Emissionswerte auf.

Abbildung 7: CO₂-Emissionen, Energieverbrauch und Wertschöpfung der Industrie in Österreich



Nach einem markanten Anstieg der CO₂-Emissionen der Industrie im Jahr 2010 war 2011 ein leichter Rückgang zu verzeichnen (–0,2%; Abbildung 7). Der Endenergieverbrauch war ebenfalls leicht rückläufig, während die Wertschöpfung der Industrie gegenüber dem Vorjahr 2011 stark ausgeweitet wurde. Sowohl die Energie- als auch die Emissionsintensität je Wertschöpfungseinheit (–9,3% bzw. –7,7%) gingen daher 2011 zurück. Längerfristig (2000/2007) nahmen die CO₂-Emissionen der Industrie merklich zu, da die Energieeffizienz in dieser Periode nur wenig gesteigert wurde und keine De-Karbonisierung des Energieverbrauchs zu beobachten war. Seit 2007 – dem letzten Jahr vor der Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise – entkoppelt sich der Energieverbrauch deutlicher von der Wertschöpfung, die CO₂-Emissionen haben sich auf einem niedrigeren Niveau stabilisiert.

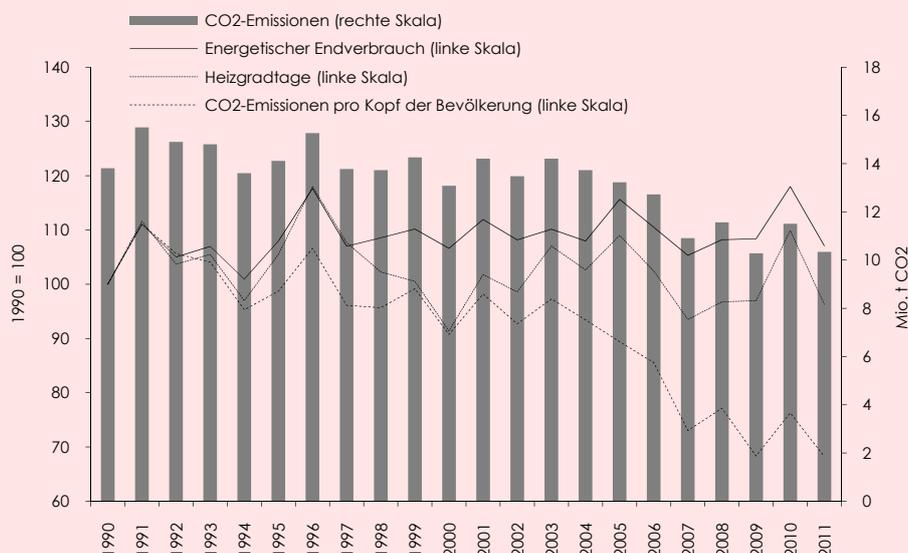
Die privaten Haushalte verbrauchten 2011 um 9,3% weniger Energie als im Vorjahr (Abbildung 8), insbesondere weil die Zahl der Heizgradtage 2011 wesentlich niedriger war (–12,4%). Kurzfristig wird der Energieverbrauch der Haushalte stark von der Entwicklung der Heizgradtage beeinflusst. Zwischen 1990 und 2009 stagnierte der Energieverbrauch annähernd, während die CO₂-Emissionen (vor allem seit 2001) sanken. Zunehmend setzen somit die privaten Haushalte Energieträger mit geringerer CO₂-Intensität ein (De-Karbonisierung).

Der Stromverbrauch wächst in Österreich seit 1990 sehr dynamisch, sodass trotz der erheblichen Ausweitung der heimischen Stromproduktion (Abbildung 9) auch die Nettoimporte seit 2002 stark zunehmen. Im Jahr 2011 sanken die Bruttoproduktion von elektrischer Energie und Wärme um 9,2% und der Ausstoß von CO₂ der öffentlichen Energieversorger um 1,7%. Die CO₂-Emissionen je Energieeinsatz nahmen wie 2010 zu, weil die Stromproduktion aus Wasserkraft geringer war als im Vorjahr.

Der Bruttoinlandsverbrauch an Kohle, Erdöl, Erdgas und erneuerbaren Energieträgern sank 2011 gegenüber 2010 (–5,1%; Abbildung 10) und lag fast wieder auf dem Niveau des Krisenjahres 2009. Er war damit um 30% höher als im Kyoto-Basisjahr 1990. Dabei vergrößerte sich 2011 im Vorjahresvergleich der Einsatz von Kohle (+2,7%), während der Einsatz von Gas (–5,6%) und Erdöl (–6,6%) merklich zurückging. Der Einsatz von fossilen Energieträgern wurde 2011 insgesamt um 5% eingeschränkt. Der Verbrauch an erneuerbaren Energieträgern war allerdings noch stärker rückläufig

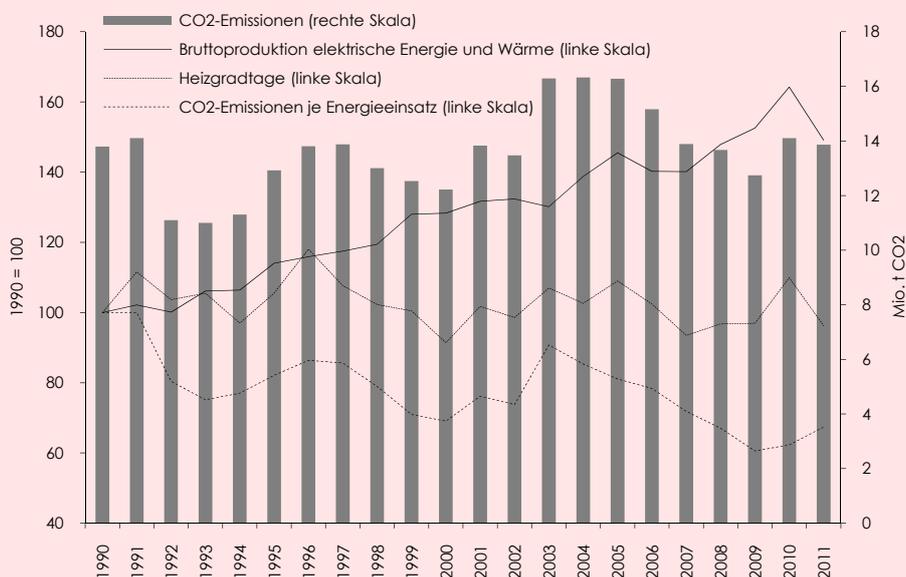
(-5,5%). Daher stagnierte der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch bei etwas über 27%.

Abbildung 8: CO₂-Emissionen, Energieverbrauch der Haushalte und Heizgradtage in Österreich



Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2011; WIFO-Datenbank.

Abbildung 9: CO₂-Emissionen, Energieeinsatz und Produktion der öffentlichen Energieversorgungsunternehmen in Österreich

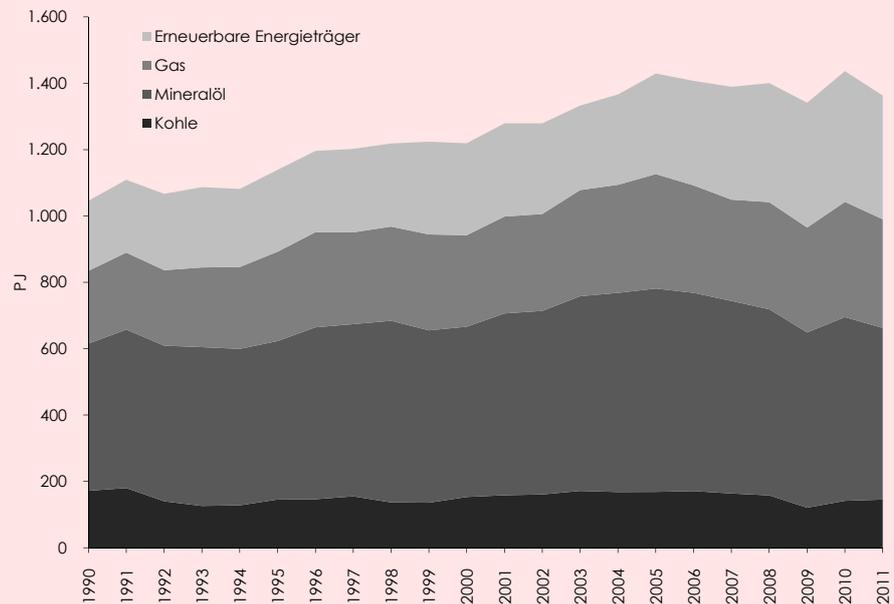


Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2011; WIFO-Datenbank.

Der Verbrauch an erneuerbaren Energieträgern einschließlich der brennbaren Abfälle blieb 2011 um 4,1% unter dem Vorjahresniveau (Abbildung 10). Während die Stromproduktion aus Wasserkraft 2011 um fast 11% sank, wurde die Energieproduktion aus Solar- und Geothermie um 4,6% gesteigert, jene aus brennbaren Abfällen um 13%. Rückläufig war 2011 der Einsatz von Brennholz (-8,6%), Windkraft und Photovoltaik (-2%) sowie von biogenen Brenn- und Treibstoffen (-0,7%). Der Anteil von Brennholz am gesamten Verbrauch an erneuerbaren Energieträgern sinkt seit 1990 kontinuierlich, jener von Wasserkraft seit 2000. Zugleich steigt der Anteil von biogenen

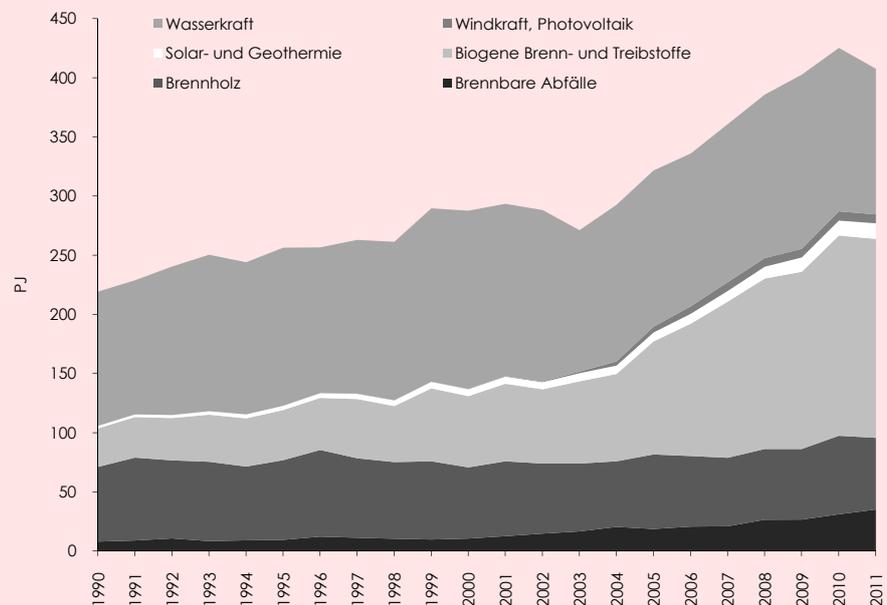
Brenn- und Treibstoffen und von brennbaren Abfällen seit 2000 ständig. Der Anteil von Solar- und Geothermie sowie von Windkraft und Photovoltaik erhöht sich ebenfalls laufend, ist jedoch noch immer relativ klein.

Abbildung 10: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträgern in Österreich



Q: Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2011.

Abbildung 11: Bruttoinlandsverbrauch an erneuerbaren Energieträgern in Österreich

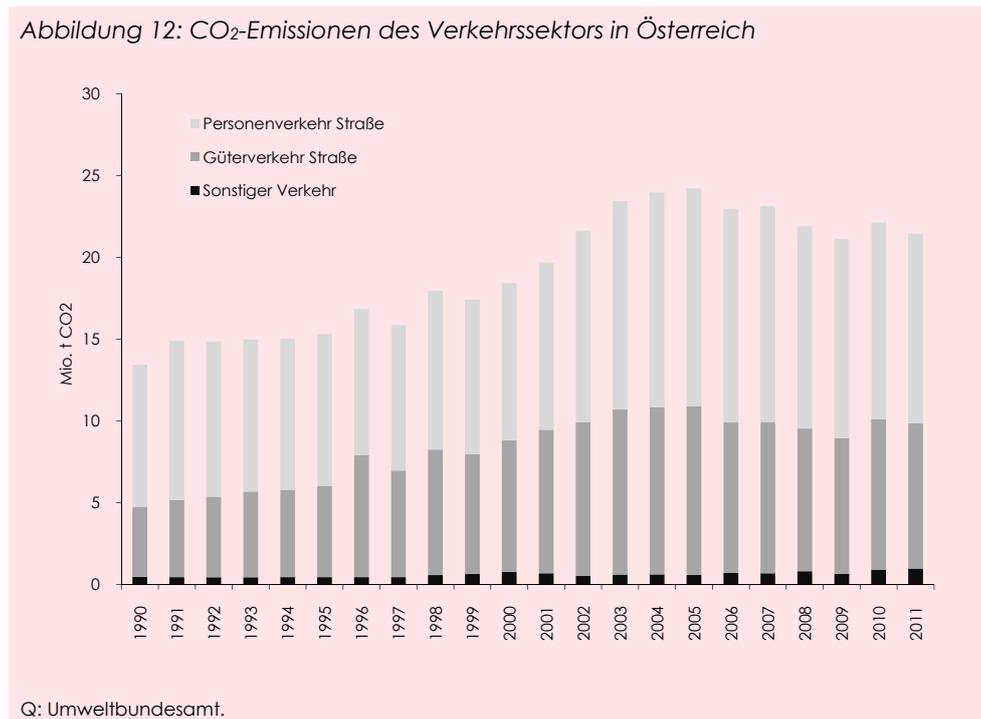


Q: Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2011.

Der Verkehrssektor zählt zu den Hauptverursachern von Treibhausgasemissionen in Österreich. Von 1990 bis 2011 stiegen die CO₂-Emissionen des Verkehrs von 13,4 Mio. t auf 21,5 Mio. t (+60%; Abbildung 12). Der bedeutendste Anteil der Verkehrsemissionen entsteht durch den Straßenverkehr. Der Personenverkehr auf der

Straße emittierte 2011 mit 11,6 Mio. t CO₂ nach wie vor den größten Anteil, der Güterverkehr 8,9 Mio. t CO₂. Allerdings weisen die Emissionen des Güterverkehrs mit einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von 3,5% (1990/2011) eine höhere Wachstumsdynamik auf als der Personenverkehr (+1,4% p. a.). Neben der kontinuierlichen Zunahme der Fahrleistungen ist diese Entwicklung auch auf den Kraftstoffexport ins benachbarte Ausland zurückzuführen (Umweltbundesamt, 2013). Auch die CO₂-Emissionen des nationalen Flugverkehrs (im Aggregat sonstiger Verkehr subsumiert, Abbildung 12) nahmen zwischen 1990 und 2000 merklich zu, ab dem Jahr 2000 stiegen sie jedoch schwächer (Umweltbundesamt, 2013). Der innereuropäische Flugverkehr wird seit 2012 im Emissionshandel erfasst, für die Handelsperiode 2013 bis 2020 ist für den Flugverkehr insgesamt ein Reduktionsziel von 5% vorgegeben.

Abbildung 12: CO₂-Emissionen des Verkehrssektors in Österreich

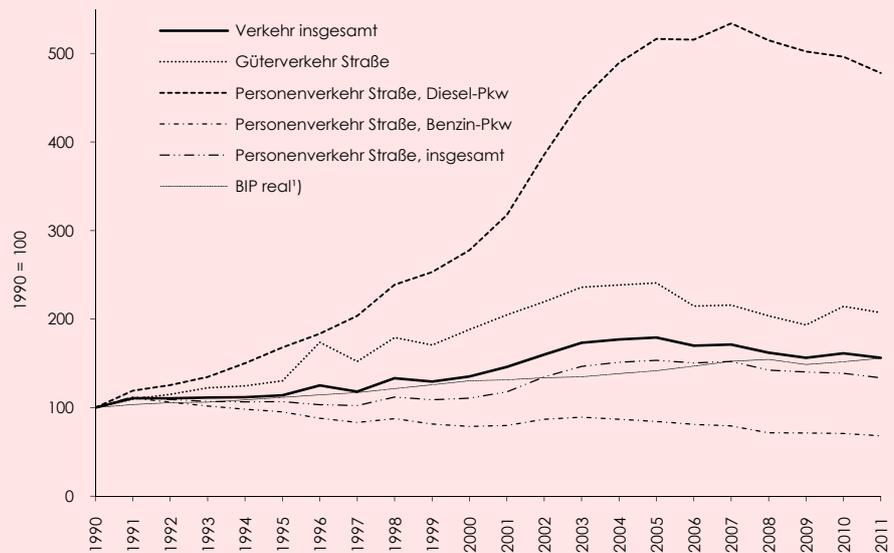


Den Höchstwert erreichten die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen im Jahr 2005. Die Abnahme seither ist einerseits konjunkturbedingt mit einem Aufholeffekt im Jahr 2010, andererseits auf Klimaschutzmaßnahmen zurückzuführen, wie die Beimischung biogener Kraftstoffe seit Oktober 2005. 2011 nahmen die CO₂-Emissionen um 3,1% ab.

Abbildung 13 zeigt die Veränderung der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen vor dem Hintergrund der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. Während das reale Bruttoinlandsprodukt im Beobachtungszeitraum um knapp 56% wuchs, erhöhten sich die CO₂-Emissionen des Güterverkehrs mit +107% überproportional. Die Emissionen des Personenverkehrs stiegen hingegen mit +33% unterproportional zur Wirtschaftsentwicklung, wobei die Emissionen aus dieselbetriebenen Pkw stark zunahm (+378%). Die jüngste Entwicklung weist auf eine Entkoppelung von BIP-Wachstum (+2,7%) und verkehrsbedingten Emissionen (-3,1%) hin. Diese war 2011 auf unterschiedliche energieökonomische Einflussgrößen wie z. B. die Steigerung der Energieeffizienz von neu zugelassenen Pkw, die Beimischung von biogenen Treibstoffen sowie die Treibstoffverteuerung (Dieselkraftstoff +20,5%, Benzin +14,3%) zurückzuführen.

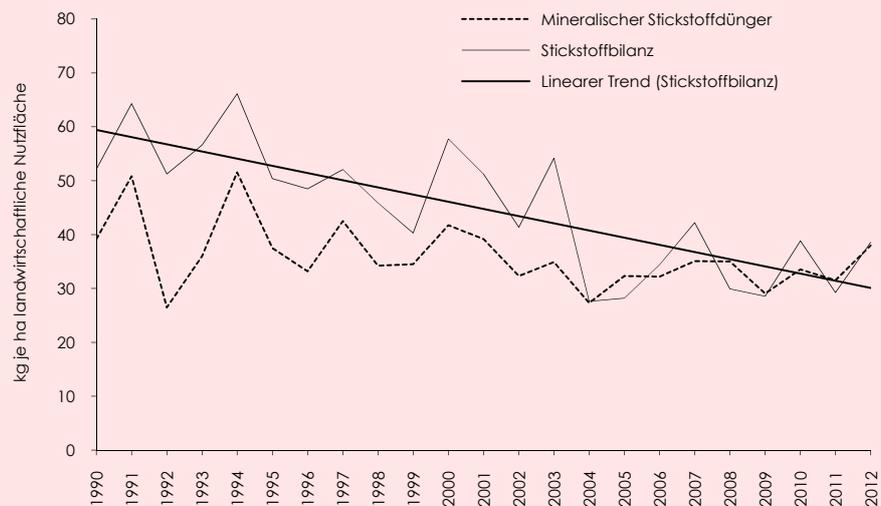
Stickstoff ist ein essentieller Pflanzennährstoff und neben Phosphor und Kalium die wichtigste Düngerart in der Landwirtschaft. Da bestimmte Stickstoffverbindungen chemisch leicht zu mobilisieren sind, werden Nährstoffe, die von Pflanzen nicht aufgenommen werden, im Boden abgelagert und können ins Grundwasser gelangen. Die Grundwasserbelastung durch Stickstoff tritt in Regionen mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung häufig auf (sie kann jedoch auch auf andere Faktoren wie etwa Abwässer zurückgehen).

Abbildung 13: Entwicklung der CO₂-Emissionen des Verkehrssektors im Vergleich zum BIP in Österreich



Q: Umweltbundesamt (2013). – ¹) Auf Basis von Vorjahrespreisen, Referenzjahr 2005.

Abbildung 14: Stickstoffbilanz und Einsatz von mineralischem Dünger in Österreich



Q: WIFO-Berechnungen auf Basis von OECD und Statistik Austria.

Unabhängig von Umweltbedenken legt auch das betriebswirtschaftliche Kalkül einen sparsamen Einsatz von Stickstoff nahe, da der ineffiziente Einsatz dieses Inputs die Produktionskosten erhöht. Dieser Aspekt fällt seit einigen Jahren stark ins Gewicht, weil die relativen Preise von Dünger im letzten Jahrzehnt kontinuierlich gestiegen sind. 2012 musste um 50% mehr an Weizen verkauft werden als 2000, um dieselbe Menge an Stickstoffdünger kaufen zu können.

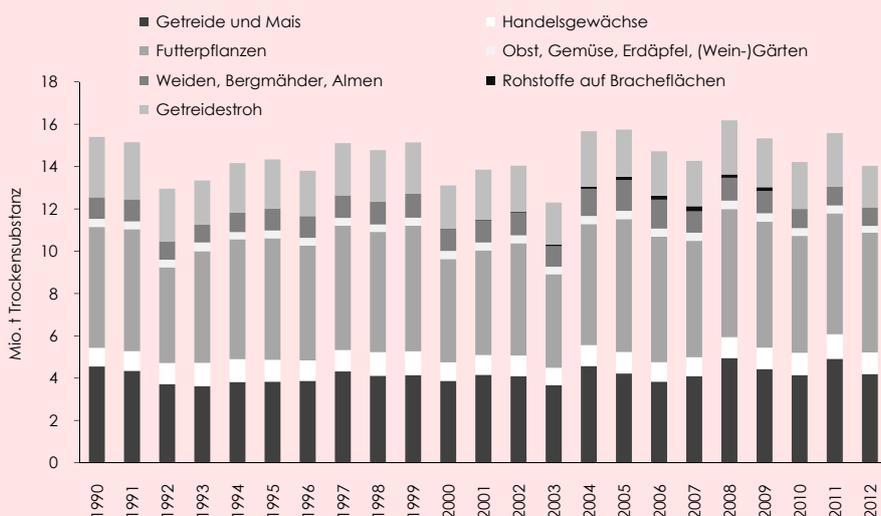
Betriebe mit Tierhaltung können zudem die im Wirtschaftsdünger enthaltenen Nährstoffe in der Pflanzenproduktion rezyklieren und so den Stoffumsatz optimieren. Der gänzliche Verzicht auf Stickstoff in mineralischer Form ist ein wesentliches Charakteristikum der biologischen Landwirtschaft. In diesem Bewirtschaftungssystem wird die notwendige Pflanzenversorgung vor allem aus zwei Quellen gewährleistet: Zum Einen werden Nährstoffe über die Atmosphäre eingetragen, die zum Teil aus Emissionen von Verkehr, Haushalten und Industrie stammen. Zum Anderen verfügen be-

stimmte Pflanzen über die Fähigkeit, Nährstoffe im Wurzelsystem aus Luftstickstoff zu synthetisieren. Durch geschickte Wahl der Fruchtfolge steht ein Teil dieses Depots auch für andere Pflanzen zur Verfügung.

Die Stickstoffbilanz gemäß der von der OECD entwickelten Methode trägt diesen Zusammenhängen Rechnung (Abbildung 14). Die Nährstoffmengen aller Stickstoffquellen werden addiert und dem Entzug durch die Pflanzen im Erntegut gegenübergestellt. Eine positive Bilanz gibt an, dass mehr Nährstoffe in den Kreislauf der Landwirtschaft eingebracht wurden als entzogen. Je höher der Bilanzüberschuss ist, umso höher ist die Gefahr, dass die Speicherkapazität des Bodens überschritten wird und unerwünschte Verlagerungen mit potentiellen negativen Umweltwirkungen erfolgen.

In den letzten 20 Jahren wurde der Bilanzüberschuss in Österreich nahezu halbiert. Die österreichische Landwirtschaft setzt folglich den Nährstoff mit potentiell umweltschädigender Wirkung immer effizienter ein. Für die Zunahme des Bilanzüberschusses im Jahr 2012 waren zwei Faktoren bestimmend: Die Produktionsentscheidung und damit die Bemessung der Inputs wird im Herbst oder Frühjahr getroffen und orientiert sich am erwarteten Ertrag. Die hohen Ertragsausfälle im Vorjahr bedeuteten aber einen geringeren Nährstoffentzug als erwartet. In der Folge lag die Stickstoffbilanz über dem Trend. Der erwartete Anstieg der Inputpreise und die Verbesserung der Technologie werden auch in Zukunft zu einem immer effizienteren Einsatz von Stickstoffdünger in der österreichischen Landwirtschaft beitragen.

Abbildung 15: Produktion von wirtschaftlich nutzbarer Biomasse in der Landwirtschaft in Österreich



Q: WIFO-Berechnungen auf Basis von Buchgraber – Resch – Blashka (2003), Resch (2007). Stroh ist ein Nebenprodukt der Getreideerzeugung (ohne Mais); unterstellt wird ein einheitliches Korn-Stroh-Verhältnis von 1 : 0,9. Verlustfaktoren Futterwirtschaft gemäß Buchgraber – Resch – Blashka (2003), Versorgungsbilanzen laut Statistik Austria.

Im Jahr 2012 fiel die Ernte aufgrund des schlechten Wetters gering aus (Abbildung 15). Ausfälle waren vor allem in der Getreideproduktion zu verzeichnen. Im gesamten Ackerbau, Obstbau, Weinbau, Gartenbau und der Grünlandwirtschaft wurde 2012 etwas weniger Biomasse produziert als im langjährigen Durchschnitt. Der physische Output an Biomasse schwankt langfristig zwar erheblich, folgt jedoch keinem steigenden Trend. Die Biomasseproduktion der Landwirtschaft stagniert folglich.

Angesichts steigender Nachfrage trägt die heimische Landwirtschaft immer weniger zur Sicherung der weltweiten Versorgung mit Lebensmitteln und agrarischen Rohstoffen bei. Die Stagnation der Biomasseproduktion ist vor allem eine Folge des ständigen Verlustes an landwirtschaftlichen Flächen durch Verbauung und Produktionsaufgabe auf marginalen Standorten, des Ausbleibens von Produktivitätsfortschritten im Bereich wichtiger Kulturpflanzen und der Umstellung von Mengenproduktion zu

höherer Qualität. Selbst die relativ hohen Agrarpreise der letzten Jahre hatten in Österreich keine Ausdehnung der Produktion zur Folge. Daher bestehen Zweifel, ob sich die Aussichten auf günstigere Marktbedingungen für die Landwirtschaft (vgl. OECD-FAO, 2013) in den kommenden Jahren in einer Produktionssteigerung niederschlagen werden.

Wohlfahrtsverluste durch Extremwetter am Beispiel von Hochwasser

Bedingt durch das Ausmaß des Klimawandels verändern sich Intensität und Häufigkeit und damit die Risiken und Folgen von extremen Wetter- und Klimaereignissen (IPCC, 2012). Die Wahrscheinlichkeit von Ereignissen wie einem "Jahrhunderthochwasser" erhöht sich nach Ansicht der Klimaforschung aufgrund des raschen Klimawandels, sodass ein solches Ereignis jederzeit wieder auftreten kann²⁾. In den letzten Jahrzehnten wurde weltweit ein Anstieg der wirtschaftlichen Schäden durch Extremwetterereignisse festgestellt, von 1980 bis 2010 etwa eine Verdoppelung der versicherten Schäden. Der wesentliche Grund ist hier eine Zunahme der Exposition und Vulnerabilität gegenüber Extremereignissen in den betroffenen Regionen z. B. durch nachteilige Siedlungs- oder Landmanagementpraktiken (IPCC, 2012, Munich Re, 2013).

Das Interesse an den wirtschaftlichen Folgen und den Wohlfahrtseffekten von Extremereignissen wie z. B. dem Hochwasser im Juni 2013 begründet sich einerseits in der Frage nach der Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zur Anpassung sowie zum Risiko- und Katastrophenmanagement. Sind potentiell beträchtliche Wohlfahrtseinbußen zu erwarten, so lohnt sich der Einsatz von Mitteln für die Anpassung etwa in Form von verstärktem Hochwasserschutz, Maßnahmen zum Risikotransfer und Risikomanagement. Sind die potentiellen Schäden und Wohlfahrtseffekte eher gering, dann lassen sich kostspielige Maßnahmen zur Anpassung und zum Risikomanagement anhand von konventionellen ökonomischen Methoden wie der Kosten-Nutzen-Analyse und der Kosten-Wirksamkeitsanalyse nicht rechtfertigen. Andererseits liegt das Interesse an der Messung der Wohlfahrtseinbußen durch Extremwetterereignisse auch in dem Ziel begründet, die potentiellen Kosten des Klimawandels zu beziffern. Die Kosten des Klimawandels werden in Kosten-Nutzen-Analysen den Kosten des Klimaschutzes, d. h. den Kosten der Vermeidung von Treibhausgasemissionen gegenübergestellt (Stern, 2007, Nordhaus – Boyer, 2000).

Für die Bewertung der wirtschaftlichen Folgen und Wohlfahrtseffekte von Extremereignissen liegen noch keine standardisierten Konzepte vor. Auf der makroökonomischen Ebene der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) stellt sich die Frage nach einer aussagekräftigen Verbuchung von Schäden, die durch Extremwetter verursacht werden. In der VGR werden die auf den Kapitalverlust folgenden, wiederherstellenden (werterhaltenden) Investitionen als positiver Beitrag zum Bruttoinlandsprodukt und damit zum Wirtschaftswachstum verbucht. Die Rolle des Bruttoinlandsproduktes als Indikator für wirtschaftlichen Wohlstand und gesellschaftliche Wohlfahrt wird aufgrund der Berücksichtigung dieser und anderer "defensiver" Ausgaben seit langem kritisiert (Leipert, 1984). Der "Stiglitz-Bericht" greift diese Kritik auf und verweist darauf, dass sich konsumbasierte Indikatoren und Indikatoren eines nachhaltigen, um Nettokapitalverluste bereinigten Einkommens wesentlich besser zur Messung des materiellen Wohlstandes eignen würden als die durch das BIP ausgedrückte Produktion (Stiglitz – Sen – Fitoussi, 2009, Scheiblecker – Bock-Schappelwein – Sinabell, 2011). Diese Kritik ist von besonderer Relevanz, wenn es um den Umgang mit Schäden an produziertem und natürlichem Kapital einer Volkswirtschaft etwa im Zusammenhang mit Extremereignissen wie Hochwasser geht.

Kritik am BIP als Wohlfahrtsmaß

Wirtschaftlicher Erfolg wird in der Regel am Indikator Bruttoinlandsprodukt gemessen. Das BIP entspricht dem Marktwert aller in einer Periode in einer Volkswirtschaft produzierten Güter und Dienstleistungen (Entstehungsrechnung) und zugleich der Summe des Konsums der privaten Haushalte und der öffentlichen Hand, der Bruttoinvestitionen

²⁾ Prof. Gerstengabe vom Potsdam Institut für Klimafolgenforschung in Süddeutsche Zeitung vom 18. Juni 2013, Hochwasser, "Wir kommen einfach nicht zum Ziel".

titionen der Unternehmen sowie des Saldos aus Exporten und Importen (Verwendungsrechnung). In diese reine Messung von Stromgrößen (Flows) gehen nur die Ströme dauerhafter und nichtdauerhafter Güter und Dienstleistungen ein, die in einer Volkswirtschaft produziert bzw. nachgefragt werden. Wohlfahrtsrelevante Bestände an produziertem und natürlichem Kapital werden nicht berücksichtigt. Damit ist eine umfassende Wohlfahrtserfassung nicht gegeben. Als positiver Beitrag zum BIP wird lediglich der Verbrauch von natürlichen Ressourcen (Flows) gewertet, sofern diese auf dem Markt gehandelt werden. Die Abwertung des Ressourcenbestandes (Stocks) durch die Entnahme oder durch Zerstörung infolge von Umweltverschmutzung, extremen Wetterereignissen oder Klimawandel wird jedoch vernachlässigt. Weiters wird nicht zwischen Aktivitäten oder Ereignissen unterschieden, die Nutzen stiften oder Schaden verursachen. Umweltverschmutzung oder extreme Wetterereignisse werden daher in dem Maß als wachstums- und damit wohlfahrtssteigernd angesehen, in dem kompensatorische Ausgaben anfallen (Wiederherstellungsmaßnahmen, Katastrophenschutz usw.). Das Konzept der VGR differenziert somit nicht nach Ausgaben, die die gesellschaftliche Wohlfahrt erhöhen, und solchen, die dazu dienen, aufgrund der vorherrschenden Wirtschaftsstrukturen entstandenen oder erwarteten Schaden auszugleichen. Dies bezieht sich sowohl auf Schäden an produziertem Kapital (z. B. Vermögensverluste privater Haushalte durch ein Hochwasser) als auch an Naturkapital wie Ökosystemleistungen.

Überlegungen zu einem alternativen Ansatz zur Bewertung von Wohlfahrtseffekten extremer Wetterereignisse legten *Kletzan – Köppl – Kratena* (2003) anlässlich des Hochwassers 2002 vor. Um die Wohlfahrtseffekte extremer Wetterereignisse umfassend abbilden zu können und die Mängel der Erfassung durch die VGR zu verringern, wurde ein Konzept für eine mikro- und makroökonomische Modellierung und Bewertung von Schäden extremer Wetterereignisse entwickelt. Generell lösen in diesem Modellrahmen extreme Wetterereignisse dynamische Anpassungsreaktionen und einen alternativen Pfad der Kapitalakkumulation in der Wirtschaft aus.

Auf der mikroökonomischen Ebene soll zwischen betroffenen Haushalten, Unternehmen und der öffentlichen Hand unterschieden werden. In dieser Disaggregation können die Effekte von Schäden nach ökonomischen Aktivitäten (Konsum der privaten Haushalte, Produktion und Investitionen der Unternehmen) und Kapitalstöcken differenziert werden. Für die Schätzung der Anpassungsreaktion der Haushalte kann das Konzept eines Konsummodells zugrunde gelegt werden, in dem Nutzen (Wohlfahrt) nicht primär aus der Menge der konsumierten Güter entsteht, sondern aus der Nachfrage nach Konsumdienstleistungen (z. B. Wohnen in definierter Wohnqualität) und anderen Gütern. Der Konsum wird in diesem Ansatz durch eine Haushaltsproduktionsfunktion beschrieben, wobei die Dienstleistungen mithilfe von Kapitalstöcken (z. B. Wohnbaubestand mit bestimmter thermischer Qualität), Gütern oder auch Know-how und Zeit produziert werden (*Schleicher*, 2002). Nutzen und Wohlfahrt hängen damit (indirekt) von den Kapitalstöcken ab. Im Gegensatz zur konventionellen Konsumtheorie, in der Nutzen primär von den Flows an konsumierten Gütern bestimmt wird, liegt der Fokus hier auf den Konsumdienstleistungen, die mit unterschiedlichen Güterbündeln, Beständen und Technologien produziert und durch die Präferenzen der Haushalte bestimmt werden. So kann gezeigt werden, wie durch Extremereignisse und die dadurch verursachte Zerstörung von Kapitalstöcken die Wohlfahrt, d. h. der Konsum beeinträchtigt wird. Dynamische Effekte lassen sich in einem solchen Modellrahmen ebenfalls abbilden, da der Aufwand für Ersatz- und Wiederherstellungsinvestitionen zur Erneuerung des Kapitalstockes Einkommenseffekte für die Haushalte nach sich zieht. Schäden infolge von Hochwasser werden als Schock in der Abschreibungsrate des Kapitals dargestellt, der das Potential für Konsumaktivitäten bzw. das Niveau der verfügbaren Konsumdienstleistungen verringert. Die dadurch ausgelösten Wohlfahrtseffekte entsprechen den Ausgaben, die zur Erreichung desselben Nutzenniveaus wie vor der Zerstörung notwendig sind. Erweitert wird der Ansatz durch die Berücksichtigung von Naturkapital und Ökosystemleistungen.

Die variablen Kosten der Unternehmen werden durch die exogenen Infrastrukturkapitalstöcke bestimmt. Die Unternehmen verzeichnen – wie auch die öffentliche Hand – infolge von Extremwetter wie Hochwasser Verluste im Kapitalstock (Schock in

Alternativer Ansatz zur Messung von Wohlfahrtseffekten durch Extremwetter

Mikroökonomische Dimension: Haushalte, Unternehmen und Kapitalstöcke

Makroökonomische Dimension: Wiederherstellung der Kapitalstöcke, Finanzierung

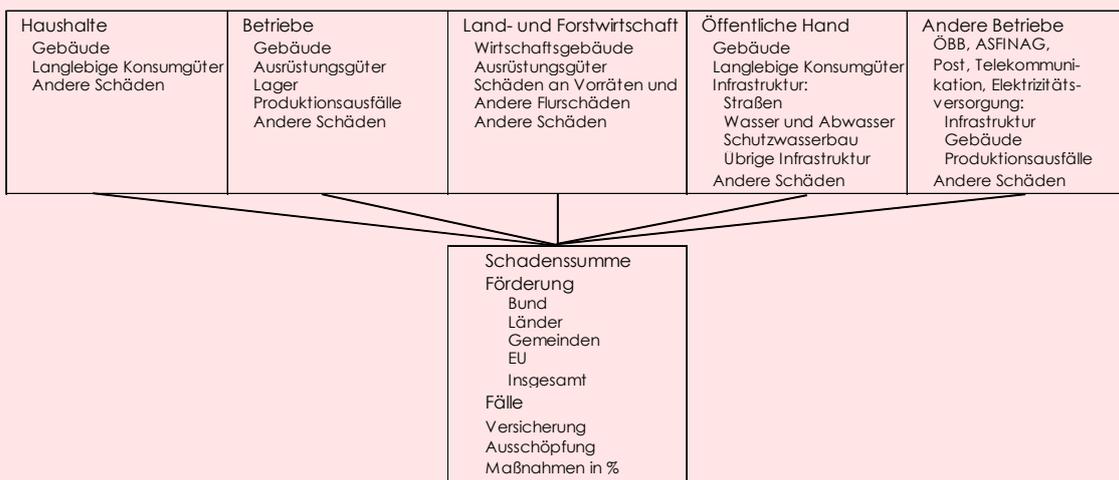
der Abschreibungsrate), die wiederum kurzfristig die Kosten erhöhen und die Produktion dämpfen. Diese Schäden lösen ebenfalls dynamische Effekte und Anpassungsreaktionen aus, indem die Unternehmen investieren, um den optimalen Kapitalstock für ihre Produktion wieder herzustellen.

In einem makroökonomischen Ansatz, der die aggregierte Nachfrage und die Entstehung von Einkommen abbildet, erfolgt die Anpassung nach extremen Wetterereignissen über Wiederherstellungsaktivitäten in Form von Investitionen der Haushalte und Unternehmen. Diese lösen makroökonomische Wirkungen aus, je nachdem aus welchen Quellen sie finanziert werden: Die Investitionen der Haushalte werden aus den laufenden verfügbaren Einkommen und gegebenenfalls öffentlichen Förderungen finanziert, die Investitionen der Unternehmen aus dem Cash-Flow und zusätzlichen öffentlichen Förderungen. Für die Bestimmung der makroökonomischen Effekte ist daher zunächst zu untersuchen, aus welchen Quellen dieser dynamische Anpassungsprozess zur Erneuerung des Kapitalstockes finanziert wird und welche unterschiedlichen makroökonomischen Folgeeffekte z. B. mit einer Zunahme des Staatsdefizits oder der Steuereinnahmen oder mit der Verdrängung anderer öffentlicher oder privater Ausgaben verbunden sind. Die makroökonomischen Effekte sind jedoch getrennt von den Wohlfahrtseffekten zu betrachten, die für die Haushalte ermittelt werden.

Eine geeignete Datengrundlage schaffen

Vorbedingung für eine solche umfassende ökonomische Analyse der Wohlfahrtseffekte extremer Wetterereignisse ist die Erfassung der Schäden anhand eines standardisierten Konzepts, um die auf Bundesländerebene ermittelten Summen zu einer konsistenten Größe aggregieren zu können. Die in Abbildung 16 ausgewiesenen Kategorien wären gegebenenfalls um ökologische Kriterien zu ergänzen. Eine Unterscheidung zwischen Schäden an Anlagegütern (z. B. Gebäude, Kanalnetz), Produktionsausfällen und Schäden an Konsumgütern ist für die Betroffenen möglicherweise ohne Belang. Aus ökonomischer Sicht ist eine solche Unterscheidung nötig, damit die volkswirtschaftlichen Effekte vor allem in dynamischer Hinsicht ermittelt werden können. So haben Schäden an Gebäuden aufgrund eines geringeren Importanteils und einer höheren Beschäftigungsintensität andere volkswirtschaftliche Effekte als Schäden an Ausrüstungsgütern oder langlebigen Konsumgütern.

Abbildung 16: Schadenskategorien in Österreich



Q: WIFO-Darstellung nach Kletzan –Köppl –Kratena (2003).

Empirische Daten zu Hochwasserereignissen in Österreich

Obwohl Hochwasserereignisse in Österreich sehr häufig auftreten, ist das Wissen über das Schadensausmaß relativ gering, für die meisten Ereignisse liegen nur sehr grobe Schätzungen der ökonomischen Schäden vor. Im Gegensatz dazu liegen ausführliche Beschreibungen des Hochwasserverlaufs aus hydrographischer Sicht vor. Für das Hochwasserereignis 2002 sind die Vermögensschäden vor allem an Gebäuden relativ gut erfasst (Habersack et al., 2003). Die von den fünf am stärksten betroffenen

Bundesländern erhobenen Schäden ergaben eine Teilschadenssumme von 1,2 Mrd. € (Übersicht 1). Relevant für die Gesamtschadenssumme sind darüber hinaus die Zahlungen der Versicherungen an die Geschädigten sowie die Schätzung der Produktionsausfälle. Die Versicherungsleistungen an private Haushalte und Betriebe zur Abgeltung der Hochwasserschäden betragen etwa 400 Mio. € (Angaben der Rückversicherer). Welche Schäden aus Produktionsausfällen im betrieblichen Sektor resultierten, ist aus den Schadenserhebungen nicht bekannt. Das WIFO schätzte diesen Wertschöpfungsverlust im Herbst 2002 mit einem modellgestützten Ansatz auf 180,3 Mio. € bzw. 0,1% des nominellen BIP. Demnach entfiel der weitaus größte Teil der Schäden auf das Vermögen der Haushalte.

Übersicht 1: Erfasste Hochwasserschäden 2002

	Mio. €	Anteile in %
Haushaltssektor	527	
Gebäude	243	43,4
Investitionsgüter	284	
Betriebe	384	
Gebäude	115	31,6
Investitionsgüter	173	
Lager	96	
Land- und Forstwirtschaft	80	6,6
Öffentliche Hand	218	
Gebäude	88	17,9
Infrastruktur	129	
Sonstiges	6	0,5
Teilschadenssumme	1.215	100,0

Q: Kletzan –Köppl –Kratena (2003).

Berechnungen zu den Wohlfahrtseffekten des Hochwassers 2013 sind derzeit mangels Daten noch nicht möglich. Nach vorläufigen Schätzungen dürften die Schäden wesentlich geringer sein als 2002.

Effizientes Risikomanagement im Zusammenhang mit Hochwasser und anderen Extremereignissen setzt an drei Stellen an:

- Im Vorfeld eines Ereignisses muss Vorsorge betrieben werden, und zwar durch die Bereitstellung von Warn- und Informationssystemen, Anlagen wie etwa Hochwasserdämmen und Maßnahmen wie Ausrüstung von Feuerwehren. Das wichtigste Element ist risikovermeidendes Verhalten der potentiellen Opfer. Dazu zählt die Vermeidung der Verbauung in Gefahrenzonen.
- Während eines Schadensereignisses müssen die Einsatzkräfte und die Geschädigten bestmöglich koordiniert werden, um den Schadensverlauf zu kontrollieren und das Schadensausmaß zu begrenzen. Dazu zählt etwa koordiniertes Vorgehen bei der Flutung von Retentionsräumen.
- Nach einem Schadensereignis erwarten die Geschädigten eine rasche Beseitigung der Schäden und Wiederherstellung zerstörter Sachwerte. Eine finanzielle Unterstützung sozial Schwacher, die sich keine Versicherung leisten konnten, ist ein Element des öffentlichen Risikomanagements.

In Österreich werden an allen drei Ansatzstellen öffentliche Gelder eingesetzt. Die Finanzierung erfolgt durch den Katastrophenfonds, der von Einnahmen aus Einkommen-, Lohn-, Kapitalertrag- sowie Körperschaftsteuer gespeist wird. Da nach den Hochwasserereignissen 2002 und 2005 die Mittel des Katastrophenfonds nicht ausreichten, um die Schadensbeseitigung im privaten und öffentlichen Bereich zu finanzieren, wurden durch gesonderte Gesetze zusätzliche Mittel bereitgestellt (Abbildung 17).

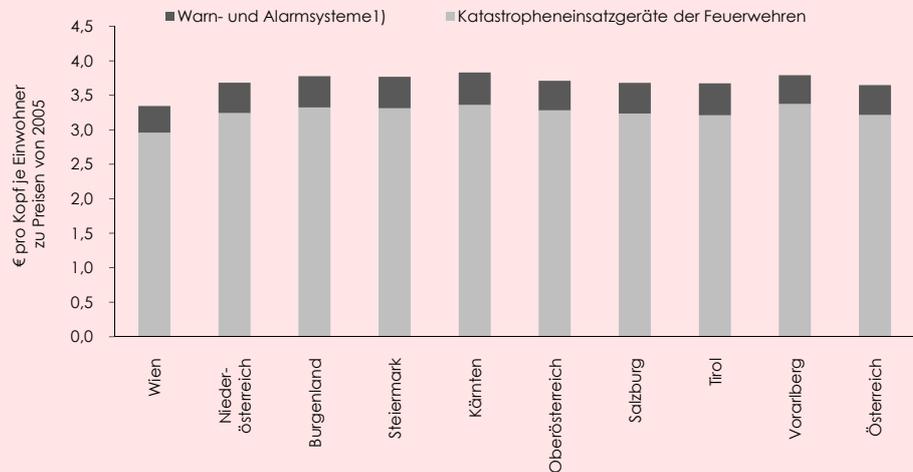
Wie erste Auswertungen zum Schadensverlauf des Hochwassers vom Juni 2013 zeigen, funktionierten der Hochwasserschutz und der Katastropheneinsatz in Österreich gut. Die hohen Investitionen in Schutzanlagen in Regionen mit hoher Schadenserwartung und die Verbesserungen der Informationssysteme nach der Katastrophe im Jahr 2002 erwiesen sich als wirksam und zweckmäßig. Abbildung 18 zeigt die regio-

**Effizientes Risiko-
management begrenzt
Wohlfahrtsverluste**

nale Verteilung der Kompensationsleistungen des Katastrophenfonds, durch die ein Teil des Gesamtschadens ersetzt wurde.

Abbildung 17: Reale Ausgaben aus dem Katastrophenfonds für Katastropheneinsatzgeräte der Feuerwehren und für Warn- und Alarmsysteme in Österreich

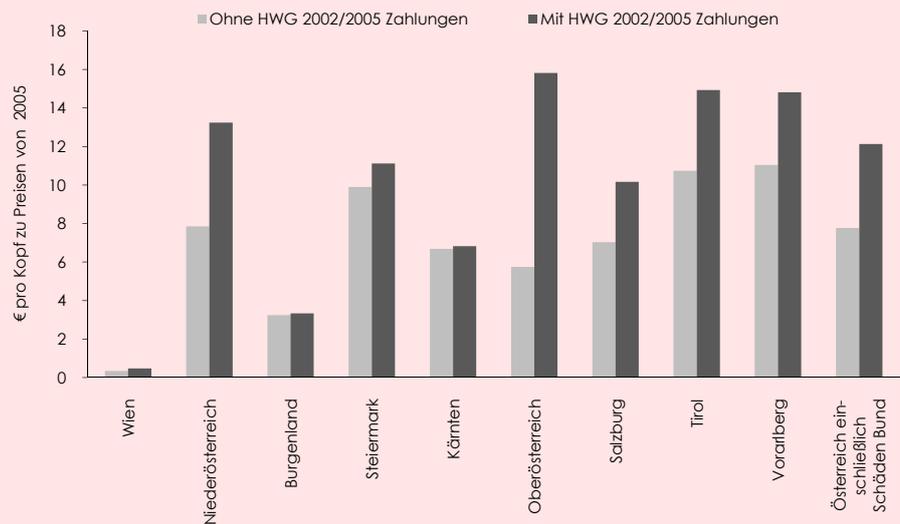
Durchschnitt 1995/2011



Q: Bundesministerium für Finanzen, Abt. II/3, Arbeitsbehelfe zu Bundesfinanzgesetzen, Katastrophenfondsberichte (Fünfter bis Neunter Bericht); Rechnungshof, Bundesrechnungsabschlüsse, verschiedene Jahrgänge bis 2011; WIFO. Einschließlich Tunnelbrandbekämpfung und Stützpunktfeuerwehren. – ¹⁾ Warn- und Alarmsysteme einschließlich Bundesmittel.

Abbildung 18: Reale Beihilfen aus dem Katastrophenfonds zur Abdeckung von Schäden am Vermögen von Privatpersonen, Ländern und Gemeinden in Österreich

Durchschnitt 1995/2011



Q: Bundesministerium für Finanzen, Abt. II/3, Arbeitsbehelfe zu Bundesfinanzgesetzen, Katastrophenfondsberichte (Fünfter bis Neunter Bericht); Rechnungshof, Bundesrechnungsabschlüsse, verschiedene Jahrgänge bis 2011; WIFO. HWG . . . Hochwasseropferentschädigungs- und Wiederaufbau-Gesetz.

In der Vergangenheit blieben aber erfahrungsgemäß hohe Schäden privater Haushalte ungedeckt, obwohl Katastrophenfonds und Versicherungen Entschädigungen leisteten.

Neben der unzureichenden Schadensabdeckung zählt vor allem die dichte Verbauung in Gefahrenzonen zu den Problemfeldern des österreichischen Systems der Risikobewältigung im Hochwasserbereich. In der Schweiz wurden bereits Lösungsansätze entwickelt, um diese Herausforderungen besser zu bewältigen. So trägt die öffentliche Hand die Kosten von Hochwasserschutzbauten und Informationssystemen, während die Versicherungswirtschaft die Schadensabdeckung allein übernimmt. Private Haushalte und Unternehmen werden von der Versicherungswirtschaft auch bei der Entwicklung von Strategien zur Eigenvorsorge unterstützt.

Zu den Vorteilen der Lastenaufteilung zwischen öffentlicher Hand und Versicherungswirtschaft zählt, dass die öffentlichen Ausgaben dadurch vorhersehbarer sind. Versicherte haben zudem Rechtsanspruch auf Schadenersatz zu vorab bekannten Konditionen. Möglich ist dies durch eine Pflichtversicherung. Um ein ähnliches Modell in Österreich zu verwirklichen, sollte eine solche Versicherung neben Hochwasser ein breiteres Spektrum von Naturgefahren wie etwa Erdbeben abdecken.

Anderl, M., Freudenschuß, A., Haider, S., Jobstmann, H., Köther, T., Lampert, Ch., Pazdernik, K., Poupa, St., Schindlbacher, S., Schodl, B., Schwaiger, E., Stranner, G., Weiss, P., Wieser, M., Zechmeister, A., Zethner, G., Austria's Annual Greenhouse Gas Inventory 1990-2011, Submission under Decision 280/2004/EC, REP-0407, Umweltbundesamt, Wien, 2013.

Bouwer, L. M., "Have disaster losses increased due to anthropogenic climate change?", American Meteorological Society, 2011, S. 39-46.

Buchgraber, K., Resch, R., Blashka, A., Entwicklung, Produktivität und Perspektiven der österreichischen Grünlandwirtschaft, 9. Alpenländisches Expertenforum, 27.-28. März 2003, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, Gumpenstein, 2003.

European Environment Agency EEA (2012A), "Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. An indicator-based report", EEA Report 2012, (12).

European Environment Agency EEA (2012B), "Approximated EU GHG inventory: early estimates for 2011", EEA Technical Report, 2012, (13).

Habersack, H., Fuchs, H., Sattler, S., Wind, H., Hochwasser 2002. Datenbasis der Schadensbilanz 2002, Zentrum für Naturgefahren und Risikomanagement (ZENAR), StartClim.9, Wien, 2003.

Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, "Summary for Policymakers", in Field, C. B., Barros, V., Stocker, T. F., Qin, D., Dokken, D. J., Ebi, K. L., Mastrandrea, M. D., Mach, K. J., Plattner, G.-K., Allen, S. K., Tignor, M., Midgley, P. M., (Hrsg.), Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, 2012, S. 1-19.

Kletzan, D., Köppl, A., Kratena, K., Ökonomische Aspekte des Hochwassers 2002: Datenanalyse, Vermögensrechnung und gesamtwirtschaftliche Effekte, WIFO, StartClim.10, Wien, 2003.

Leipert, C., "Bruttosozialprodukt, defensive Ausgaben und Nettowohlfahrtsmessung: zur Ermittlung eines von Wachstumskosten bereinigten Konsumindikators", Zeitschrift für Umweltpolitik, 1984, 7(3), S. 229-255.

Munich Re, Topics Geo. Naturkatastrophen 2012 – Analysen, Bewertungen, Positionen, München, 2013.

Neumayer, E., Barthel, F., "Normalizing economic loss from natural disasters: A global analysis", Global Environmental Change, 2011, 21, S. 13-24.

Nordhaus, W., Boyer, J., Warming the World: Economic Modeling of Global Warming, MIT Press, Cambridge, MA, 2000.

OECD-FAO, Agricultural Outlook 2013-2022, Paris, 2013.

Resch, R., Neue Futterwerttabellen für den Alpenraum, 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2007.

Scheiblecker, M., Bock-Schappelwein, J., Sinabell, F., "Ausgewählte Ergebnisse einer erweiterten Wohlstandsmessung im Ländervergleich", WIFO-Monatsberichte, 2011, 84(11), S. 713-726, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/43074>.

Schleicher, St., "On the Economics of Climate Change and the Climate Change of Economics", in Steinger, K. W., Weck-Hannemann, H. (Hrsg.), Global Environmental Change in Alpine Regions, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 2002.

Sinabell, F., Url, Th., Versicherungen als effizientes Mittel zur Risikotragung von Naturgefahren, WIFO, Wien, 2006, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/28181>.

Statistik Austria, Energiebilanzen, Wien, laufende Jahrgänge.

Statistik Austria, Statistik der Landwirtschaft, Wien, laufende Jahrgänge.

Stern, N., The Stern Review: The Economics of Climate Change, Cambridge, 2007.

Stiglitz, J., Sen, A., Fitoussi, J.-P., Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress, CMEPSP, Paris, 2009.

Umweltbundesamt, Zehnter Umweltkontrollbericht. Umweltsituation in Österreich, REP-0410, Wien, 2013.

Literaturhinweise

*Key Indicators for Climate Change and Energy Economics – Economic Impacts of Flooding as an Example of Extreme Weather Events**Summary*

For the 6th time, WIFO presents indicators of the latest available greenhouse gas emissions data (2011) together with trends in economic performance and energy use for different sectors of the Austrian economy. Total greenhouse gas emissions declined by 2.2 million metric tons of CO₂ or 2.6 percent against 2010. At the same time, GDP rose by 2.7 percent. Total primary energy consumption fell by 5.1 percent but coal consumption was on the rise (+2.7 percent) while the use of natural gas (-5.6 percent) and oil (-6.6 percent) decreased significantly. Fossil fuel consumption thus fell by 5 percent; consumption of renewable energy sources declined even more sharply (-5.5 percent). The share of renewables in primary energy consumption thus stagnated at about 27 percent. The decline in energy consumption and greenhouse gas emissions, however, is mostly the result of a warm winter. Due to recent events, the focal point of the present paper deals with methodological issues of how events such as the recent flooding can be used to quantify welfare effects of extreme weather events. Detailed estimates of damage and welfare effects from extreme events form an important basis for decision-making to develop precautionary measures as well as measures of risk and disaster management.