

---

**SONDERHEFT**

2015

# *DIE FOLGESCHÄDEN DES KLIMAWANDELS IN ÖSTERREICH*

*DIMENSIONEN UNSERER ZUKUNFT IN  
ZEHN BILDERN FÜR ÖSTERREICH*

# Inhalt

07	Einleitung
11	GESUNDHEIT
15	ÜBERFORDERTE ABFLUSSSYSTEME
19	ENERGIEVERSORGUNG
23	VERKEHR
27	HANDEL
31	LANDWIRTSCHAFT
35	FORSTWIRTSCHAFT
39	TOURISMUS
43	KATASTROPHENMANAGEMENT
47	VERSICHERUNG
50	Literaturverzeichnis
52	Impressum

Welche Schäden bringt der Klimawandel mit sich?

Auch wenn diese Frage nicht einfach zu beantworten ist, so muss sich eine verantwortungsvolle Klimapolitik dieser Herausforderung stellen. Sie muss auch die Frage stellen, an welche unumkehrbaren Klimaänderungen wir uns anpassen müssen – als BürgerInnen, als Wirtschaftstreibende, Bauern und Bäuerinnen, BeamtInnen und als PolitikerInnen. Und für welche Schäden und Risiken ist der Klimaschutz die beste und billigste, ja in vielen Fällen die einzig verfügbare Versicherung?

In intensiver Zusammenarbeit haben ForscherInnen unterschiedlichster Disziplinen diese Fragen bearbeitet. Wenn man WissenschaftlerInnen fragt, kann man sich zunächst keine einfachen Antworten erwarten: „Wenn, dann ... ist dieses wahrscheinlicher als jenes.“ Zugegeben, das Thema ist komplex, aber darunter können sich Betroffene wohl schwer etwas vorstellen. Daher wagen sich die ForscherInnen in dieser Broschüre auf ein ungewohntes Terrain und skizzieren auf Basis ihres Wissens zukünftige Situationen Betroffener – meist in zwei möglichen, unterschiedlichen Szenarien. Damit soll die Zukunft greifbarer werden. Zudem wird mit solchen Bildern deutlich, wo beobachtendes Abwarten am klügsten ist, wo Nichthandeln zum nachteiligen Versäumnis wird und wo selbst diese Einschätzung unklar bleiben muss.

---

Die Inhalte dieser Broschüre basieren auf:

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

P. Watkiss<sup>a</sup>;  
The Cost of Climate Change in Europe, Chapter 2 in Steininge et al. 2015.  
(a Oxford University)

H. Formayer<sup>a</sup>, I. Nadeem<sup>a</sup>, I. Anders<sup>b</sup>;  
Climate Change Scenario: from Climate Model Ensemble to local indicators, Chapter 5 in Steininge et al. 2015.  
(a Institute of Meteorology, BOKU, Vienna. | b Climate Research Section, Division Data|Methods|Modelling, ZAMG)

H. Mitter<sup>a</sup>, M. Schönhart<sup>a</sup>, I. Meyer<sup>b</sup>, K. Mechtler<sup>c</sup>, E. Schmid<sup>a</sup>, F. Sinabell<sup>b</sup>, G. Bachner<sup>d</sup>, B. Bednar-Friedl<sup>e</sup>;  
Agriculture, Chapter 8 in Steininge et al. 2015.  
(a Universität für Bodenkultur, Wien | b Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung | c Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit | d Karl-Franzens Universität Graz | e Umweltbundesamt)

M. J. Lexer<sup>a</sup>, R. Jandl<sup>b</sup>, S. Nabernegg<sup>c</sup>, B. Bednar-Friedl<sup>c</sup>;  
Forestry, Chapter 9 in Steininge et al. 2015.  
(a Universität für Bodenkultur, Wien | b Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) | c Karl-Franzens Universität Graz)

K.P. Zulka<sup>a</sup>, M. Götzl<sup>a</sup>;  
Ecosystem Services: Pest Control and Pollination, Chapter 10 in Steininge et al. 2015.  
(a Umweltbundesamt)

W. Haas<sup>a</sup>, U. Weisz<sup>a</sup>, P. Maier<sup>a</sup>, F. Scholz<sup>a</sup>;  
Human Health, Chapter 11 in Steininge et al. 2015.  
(a Alpen-Adria Universität Klagenfurt)

R. Neunteufel<sup>a</sup>, R. Perfler<sup>a</sup>, D. Schwarz<sup>a</sup>, G. Bachner<sup>b</sup>, B. Bednar-Friedl<sup>b</sup>;  
Water Supply and Sanitation, Chapter 12 in Steininge et al. 2015.  
(a Universität für Bodenkultur, Wien | b Karl-Franzens Universität Graz)

L. Kranzl<sup>a</sup>, G. Totschnig<sup>a</sup>, A. Müller<sup>a</sup>, G. Bachner<sup>b</sup>, B. Bednar-Friedl<sup>b</sup>;  
Electricity, Chapter 13 in Steininge et al. 2015.

L. Kranzl<sup>a</sup>, M. Hummel<sup>a</sup>, W. Loibl<sup>a</sup>, A. Müller<sup>a</sup>, I. Schicker<sup>a</sup>, A. Toleikyte<sup>a</sup>, G. Bachner<sup>b</sup>, B. Bednar-Friedl<sup>b</sup>;  
Buildings: Heating and Cooling, Chapter 14 in Steininge et al. 2015.  
(a Technische Universität Wien | b Karl-Franzens Universität Graz)

B. Bednar-Friedl<sup>a</sup>, B. Wolkinge<sup>a</sup>, M. König<sup>b</sup>, G. Bachner<sup>a</sup>, H. Formayer<sup>c</sup>, I. Offenthaler<sup>b</sup>, M. Leitner<sup>b</sup>;  
Transport and Mobility, Chapter 15 in Steininge et al. 2015.  
(a Karl-Franzens Universität Graz | b Umweltbundesamt | c Universität für Bodenkultur, Wien)

H. Urban<sup>a</sup>, K. Steininge<sup>a</sup>;  
Manufacturing and Trade Services, Chapter 16 in Steininge et al. 2015.  
(a Karl-Franzens Universität Graz)

F. Pretenthaler<sup>a</sup>, D. Kortschak<sup>b</sup>, S. Hochrainer-Stigler<sup>b</sup>, R. Mechler<sup>b,c</sup>, H. Urban<sup>d</sup>, K. W. Steininge<sup>d</sup>;  
Catastrophe Management, Chapter 18 in Steininge et al. 2015.  
(a Joanneum Research | b IASA International Institute for Applied Systems Analysis | c Wirtschaftsuniversität Wien | d Karl-Franzens Universität Graz)

J. Köberl<sup>a</sup>, F. Pretenthaler<sup>a</sup>, S. Nabernegg<sup>b</sup>, Th. Schinko<sup>b</sup>;  
Tourism, Chapter 19 in Steininge et al. (ed.), Economic Evaluation of Climate Change Impacts: Development of a  
Cross-Sectoral Framework and Results for Austria, Springer (2015).  
(a Joanneum Research | b Karl-Franzens Universität Graz)

## Team

### KOORDINATION

Karl W. Steininge  
*Universität Graz*

### AUTORENTEAM

Willi Haas  
*Alpen-Adria-Universität Klagenfurt-Wien-Graz*

Martin König  
*Umweltbundesamt, Wien*

Michael Pech  
*Climate Change Centre Austria, Graz*

Franz Pretenthaler  
*Joanneum Research, Graz*

Andrea Prutsch  
*Umweltbundesamt, Wien*

Karl W. Steininge  
*Universität Graz*

Matthias Themessl  
*Climate Change Centre Austria, Graz*

Gernot Wagner  
*Environmental Defense Fund, Cambridge, MA, USA*

Angelika Wolf  
*Climate Change Centre Austria, Graz*

Abb. 1

Wetterextreme nehmen zu.

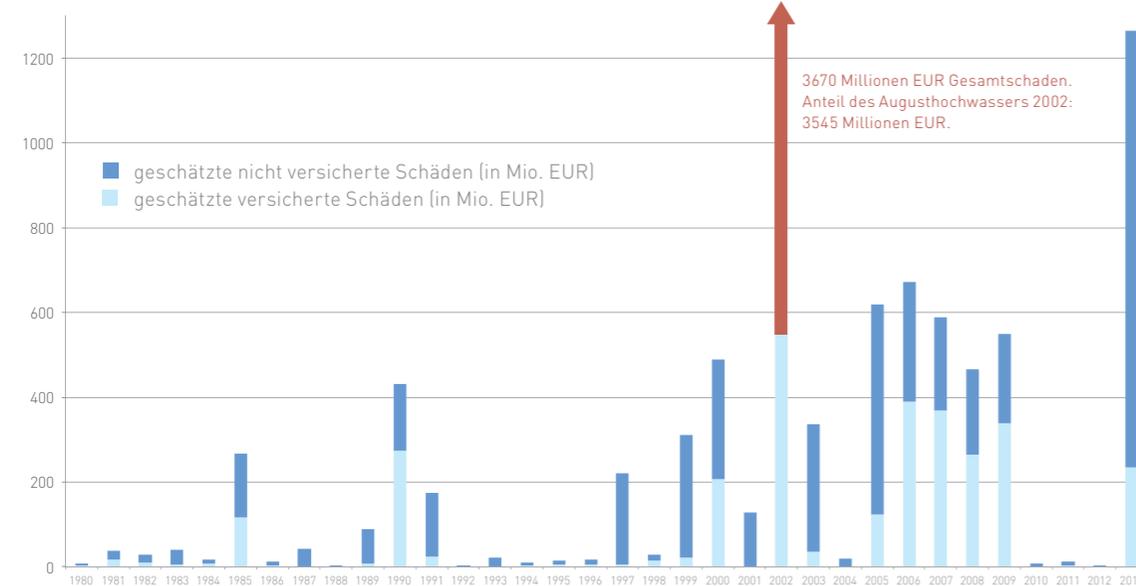


Abb. 2

Schadensentwicklung in Österreich

## Schäden durch Wetter, Witterung und Klimawandel

Hitze, Dürre, Hochwasser, Hagel, Sturm – *global warming* entwickelt sich immer mehr zum *global weirding* (engl. für Durcheinander). Die Extreme nehmen zu und die damit verbundenen Schäden sind schon heute beträchtlich. Sowohl der Klimawandel als auch der sozioökonomische Strukturwandel erzwingen schon jetzt eine Anpassung an den Wandel. Nur so können hohe Schäden künftig gemildert werden.

Die Leiterin der Abteilung Risikoanalyse beugte sich über Tabellen und Diagramme. Seit über 30 Jahren hatte sie mit Schadenszahlen zu tun, aber die Auswertung der Zahlen für das letzte Jahrzehnt hatte alle KollegInnen in der Abteilung geschockt: Die jährlichen Kosten wetterbedingter Extremereignisse in Österreich waren von jährlich durchschnittlich 97 Millionen EUR in den 80er-Jahren über 127 Millionen EUR in den 90er-Jahren auf jetzt 706 Millionen EUR in den Jahren 2001–2010 gestiegen. Die Zahlen waren inflationsbereinigt, d. h. die Preissteigerung war nicht die Ursache für den Anstieg.

Diese hohen Schadenssummen sind durch große Ereignisse entstanden – kleine und mittlere Ereignisse fehlten in den Zahlen weitgehend. Welche Schadensausmaße haben wohl diese Ereignisse verursacht? Welchen Multiplikationsfaktor würden vollständige Schadenszahlen ergeben? Keiner wusste es. Sie würde

wieder ein amtliches Schadensregister für alle wetterbedingten Schadensereignisse fordern. Schäden in den Bereichen Land- und Forstwirtschaft oder Gesundheit, an Energie-, Wasser- und Verkehrsinfrastrukturen, Industrieanlagen, Gebäuden, etc. müssten einheitlich und systematisch erfasst werden, damit künftig eine solide Datengrundlage zur Verfügung steht. [Abb. 2](#)

Sie wusste, dass die indirekten Folgeeffekte dieser Schäden oft noch weitaus größer waren als die reinen Reparatur- und Instandsetzungskosten, die in den Tabellen und Grafiken aufgelistet waren. Und wenn sie in der Abteilung jetzt über die nötige Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen und Investitionen sprachen, ging es längst nicht nur um Schäden, die konkret durch bestimmte Schadensereignisse fassbar und in EUR-Zahlen darstellbar waren.

Laut neuer Studien waren Wetterschwankungen und -anomalien (also plötzliche Kälte- oder Schlechtwettereinbrüche) für Kosten bis zu zehn Milliarden EUR pro Jahr in Österreich verantwortlich. Derartige Ereignisse hatte es aber schon immer gegeben: Ungewöhnlich trockene Sommer, Spätfröste, eine verregnete Sommersaison oder schneearme Winter waren nicht unbedingt eine Folge des Klimawandels. Entscheidend war aber die wissenschaftlich fundierte Sorge, dass diese Schwankungen künftig noch zunehmen würden.

Daneben entstanden in den letzten drei Jahrzehnten auch immer wieder Kosten durch globale Ereignisse und Entwicklungen, die etwa zu starken Preisschwankungen und somit indirekten Kosten in Österreich führten: Die Dürren in Nord- und Südamerika, Afrika, Osteuropa und Australien sowie die hohe Nachfrage aus China und anderen stark wachsenden Volkswirtschaften – wo die Rohstoffnachfrage bisweilen durch witterungsbedingte Einbrüche bei den eigenen Ernten stark anwuchs – hatten mittlerweile durch den globalen Markt für landwirtschaftliche Rohstoffe die Preise stark ansteigen lassen. Die Tatsache, dass immer mehr landwirtschaftliche Rohstoffe zur Energiequelle der Industrieländer wurden und außerdem noch zur heißen Spekulationsware an der Chicagoer Börse mutierten, tat ihr übriges. Der FAO-Nahrungsmittel-preisindex las sich zumindest in den letzten zehn Jahren eher wie eine Fieberkurve.

Dass bereits seit Jahrzehnten die Zahl der Umwelt- und Klimaflüchtlinge stark zugenommen hat, hatte ebenfalls Effekte auf Österreich. Wie stark würden die Flüchtlingsströme zunehmen, wenn weite Landstriche in subtropischen Breiten unbewohnbar würden? Eine weitere Unsicherheit, die sich derzeit noch nicht in den Szenarien zur Kostenabschätzung des Klimawandels widerspiegelte.

Die Schadensbilanz – oder: das Anpassungsdefizit ist heute schon signifikant

Die Lehre aus den vorliegenden Schadenszahlen: Österreich war und ist auf das derzeitige Klima und die rasche Abfolge von extremen Jahren noch gar nicht eingestellt. Daher gibt der Blick in die Zukunft mit

der hohen Wahrscheinlichkeit von mehr Wetter- und Witterungsextremen und einem stetigen Anstieg der Werteexposition Anlass zur Sorge.

Und was sie und ihre KollegInnen besonders nervös machte, war die Frage, welche Schäden der Klimawandel Österreich noch zusätzlich zufügen würde. Obwohl die WissenschaftlerInnen nur einen Teil der Klimafolgen modellieren und abschätzen konnten, waren sie zu dem Schluss gelangt, dass sowohl der Klimawandel als auch der fortschreitende sozioökonomische Strukturwandel dem Land zusätzliche Kosten aufbürden würde. Es war demnach auch klar, dass der horrende Anstieg der Schadenszahlen über die letzten 30 Jahre nur zu einem Teil auf den Klimawandel zurückzuführen war.

Ein gutes Stück war dadurch verursacht, dass immer mehr und immer größere Werte den zunehmenden Wetterkapriolen ausgesetzt wurden. Zusätzlich entwickelten sich Bevölkerung und Landnutzung in eine immer schadensträchtigeren Richtung: Zum Beispiel gab es immer mehr teuer bebaute Flächen und zum Teil schlecht angepasste forst- und landwirtschaftliche Nutzungen; außerdem dicht bebaute Stadtviertel, die bei künftigen Hitzewellen besonders leiden würden. Dazu die globale Verflechtung: Import/Exportbeziehungen mit Ländern, die oft noch anfälliger für Folgen des Klimawandels sind als Österreich, würden künftig verstärkt auf die heimische Wirtschaft durchschlagen. Das Resultat: Österreich würde nicht nur stärker betroffen sein durch mehr und intensivere meteorologische Schadensereignisse, es würde diesen Ereignissen gegenüber auch immer empfindlicher, wenn keine Gegenmaßnahmen im Sinne der Anpassung (kurz- und mittelfristig) und des globalen

Klimaschutzes getroffen würden. Letztere würden allerdings erst langfristig Wirkung zeitigen.

Die ForscherInnen sprachen von einem jetzt schon starken und weiter zunehmenden Anpassungsdefizit. Die Herausforderungen würden immer größer werden. Auch international war unisono der Ruf nach einem möglichst frühen Start von Anpassungsprozessen zu hören. Frühes Intervenieren, so hieß es beim Weltklimarat IPCC und im so genannten Stern-Report der britischen Regierung, könne die Kosten des Klimawandels eindämmen.

Wovon kann man ausgehen?  
Was ist noch unsicher?

Die Leiterin der Abteilung Risikoanalyse schaute sich die Auswertungen der Einzelereignisse in Österreich an: Die teuersten Einzelereignisse waren die Hochwässer, dann folgten die großen Stürme. Die meisten Todesopfer hatte die Hitzewelle 2003 gefordert; im kleineren Maßstab waren vor allem Hangrutschungen, Muren, Felsstürze und Lawinen sehr schadensträchtig – in EUR und auch in Menschenleben. Massenbewegungen unterbrachen auch oft lange den Bahn- und Straßenverkehr. Die Nassschneefälle Anfang Februar 2014 hatten gezeigt, dass auch die Energieinfrastrukturen anfällig waren – längere und großräumige Stromausfälle können zudem extrem teuer werden.

Aber wie sollten sie mit den Unsicherheiten umgehen – gerade in Bezug auf das Auftreten von Extremereignissen? Um sich optimal anpassen zu können, müssten sie genau wissen, wie, wann und wo diese schaden-

strächtigen Ereignisse künftig stattfinden würden. Bei einigen – Hitzewellen etwa – wussten sie bereits genug, um zu handeln bzw. um vor allem die großen Städte auf ihren Handlungsbedarf aufmerksam zu machen. Hier befasste man sich bereits ernsthaft mit den Folgen häufigerer Hitzesommer und begann mit der Erstellung entsprechender Maßnahmenpläne.

Einen ersten Rahmen für Anpassungsmaßnahmen gab es ja bereits, seit im Herbst 2012 die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel beschlossen worden war.

Die vorliegenden Schadenszahlen und die von den ForscherInnen dargestellten künftigen Auswirkungen des Klimawandels ließen jetzt keinen Zweifel mehr zu: Sie mussten den Handlungsrahmen der österreichischen Klimawandelanpassungsstrategie rasch mit Leben füllen. Aber wo sollten sie starten? Die Schadenszahlen waren kaum zuzuordnen, d. h. man konnte nicht genau sagen, wie sich die Schäden etwa auf Ernteverluste, Schäden an Gebäuden oder sonstiger Infrastruktur aufteilten. Die Ergebnisse aus bisherigen Forschungsprojekten ließen sich kaum in klare Handlungsanweisungen für die Politik übersetzen.

Es war an der Zeit, dass jedes einzelne Aktivitätsfeld der österreichischen Anpassungsstrategie noch einmal genau unter die Lupe genommen wird. Sie mussten ein Gefühl dafür bekommen, wie sich anteilig der Klimawandel auswirkte. Ansätze für eine Vergleichbarkeit mussten her, die auch gewisse Prioritätensetzungen ermöglichten.

Im Folgenden wird in zehn Bildern auf die Ergebnisse genau dieser Untersuchung zurückgegriffen.

Abb. 1

Hitzestress kann vor allem bei älteren Menschen zu Herz-Kreislaufversagen führen.

## Heißere Sommer bedeuten höhere Gesundheitsrisiken

Als sich die Wohnung im dicht bebauten Stadtzentrum im Sommer des Jahres 2003 wieder über 40 °C erwärmte, wusste Josefine S., dass dies ein weiterer anstrengender Hitzetag wird. Die Temperaturen dieses Sommers lagen im Mittel 3-5 °C über den Werten vergangener Sommer. Entsprechend der bis ins 18. Jahrhundert zurückreichenden Aufzeichnungen zweier Messstellen, Kremsmünster und Wien, brach dieser überaus warme Sommer den bisherigen Hitzerekord von 1811.

Physiologisch bedeuten ungewohnt hohe Temperaturen einen besonderen Hitzestress, der vor allem bei älteren Personen zu Atemwegserkrankungen und Herz-Kreislaufversagen bis hin zum Tod führen kann. Im Sommer 2003 waren etwa 5% der österreichischen Bevölkerung, also 400.000 Menschen über 65, in den urbanen Zentren besonders betroffen. Während der beiden Hitzewellen im Jahr 2003 starben 350 ältere Personen. Diese gehören zu den 12,6% zusätzlicher Todesfälle, die sich aufgrund statistischer Analysen der Hitzewelle zurechnen lassen.

Der heißeste Tag dieses Sommers war der 13. August. Dieser war in der Mitte der zweiten der beiden unmittelbar aufeinanderfolgenden Hitzewellen.

Unter einer Hitzewelle ist eine Serie von zusammenhängenden, besonders belastenden Hitzetagen zu verstehen, an denen die an Messstellen gemessenen Tageshöchstwerte über 30 °C liegen und die Nachttemperaturen nicht unter 25 °C sinken. Wohnungen, die im dicht verbauten Wohngebiet ohne kühlenden Grünraum, guter Belüftungsmöglichkeit und Beschattung in sogenannten städtischen Wärmeinseln liegen, können allerdings über den gesamten Tagesverlauf im Vergleich zu den Messstellen etwa 3-4 °C höhere Temperaturen aufweisen.

### Mehr Hitzetage durch Klimawandel

Klimamodelle, die aufgrund von Beobachtungen der Vergangenheit Entwicklungen in die Zukunft fortschreiben, lassen eine kräftige Zunahme der Hitzetage erwarten. Doch aufgrund des Klimawandels muss kritisch hinterfragt werden, ob sich die ursprünglich angenommenen Wahrscheinlichkeiten der Wiederkehr aufrecht erhalten lassen.

Die Hitzewelle 2003 war ein 200-jähriger Extremfall. In der Wissenschaft gilt es allerdings als eher unwahrscheinlich, dass wieder 200 Jahre bis zu einer Wiederholung vergehen werden.

Anzahl der Hitzetage

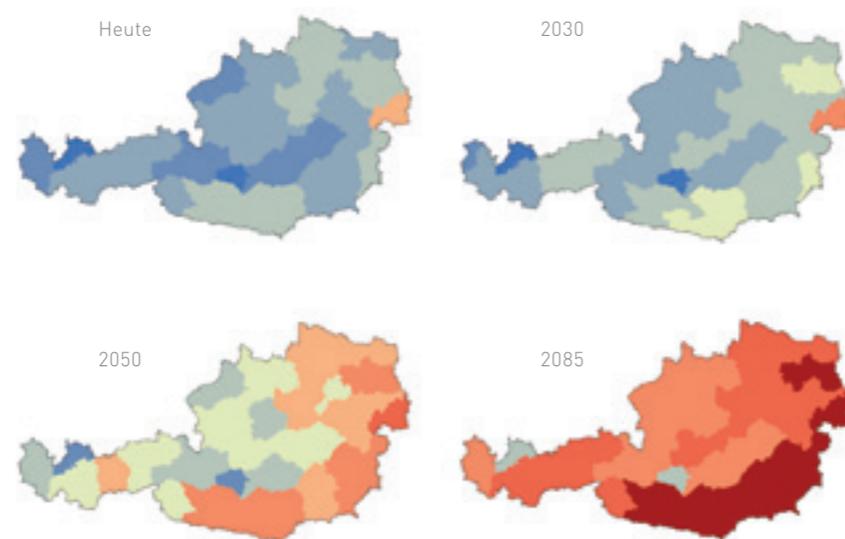
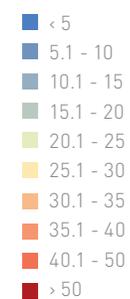


Abb. 2

Hitzetage-Szenario für Österreich.

Barriopedro und seine ForscherInnen-Gruppe argumentieren beispielsweise aufgrund von Modellexperimenten, dass die Wahrscheinlichkeit von sogenannten „Mega-Hitzewellen“ in den nächsten 40 Jahren um den Faktor 5-10 steigen wird.

Vorhersagen über die Zukunft sind immer unsicher. Das bedeutet aber nicht, dass wir nichts wissen. Wir können zwischen robusteren und eher unsicheren Vorhersagen unterscheiden. So scheinen demografische Entwicklung, Urbanisierung und Entwicklung der Durchschnittstemperaturen für WissenschaftlerInnen vertrauenswürdig und sind weitgehend unumstritten. Andere Aspekte wie die Wahrscheinlichkeit von „Mega-Hitzewellen“ sind hingegen unsicherer. Ein Weg mit diesen Unsicherheiten umzugehen ist, mögliche Entwicklungen für verschiedene Szenarien abzuschätzen. Entsprechend beschreiben wir zum Explorieren künftiger heißer Sommer das Jahr 2050 in zwei Varianten: Einmal als Ergebnis einer Trendfortschreibung und einmal als Ergebnis extremerer, aber durchaus möglicher Entwicklungen.

#### Ein durchschnittlicher Sommer im Jahr 2050

Wir schreiben das Jahr 2050: Eine ältere Dame erhält eine Hitzewarnung. In diesem Jahr werden derartige Warnungen ungefähr zwei- bis dreimal so oft wie noch um 2010 gemeldet. So muss in Wien in einem durchschnittlichen Jahr mit 22 Hitzetagen gerechnet werden; 2003-11 waren es noch zehn. Auch im Tiroler Oberland sind bereits zehn Hitzetage pro Jahr zu verzeichnen; 2003-11 waren es noch drei. Die Zahl der besonders gefährdeten Menschen, der Personen im Alter von 65 Jahren oder älter, ist mittlerweile stark

angestiegen. Während diese Gruppe 2011 noch 1,5 Millionen Menschen waren, sind dies 2050 bereits 2,6 Millionen. Das Gesundheitsrisiko für einen einzelnen Menschen an einem einzelnen Hitzetag zu sterben, hat sich geringfügig reduziert, da die Zahl der klimatisierten Räume bei diesen älteren Menschen um etwa 10% höher liegt als noch zu Beginn des Jahrhunderts.

Vor allem durch den Anstieg der Hitzetage und der wachsenden Zahl älterer Personen, aber auch unter der Annahme fehlender abgestimmter staatlicher Anpassungsmaßnahmen, sterben in dieser Zukunftsvorstellung in einem durchschnittlichen Jahr um 2050 etwa 1.000 ältere Menschen. Diese Abschätzung erfolgt unter der Annahme, dass Grünräume in Städten unter erhöhtem Aufwand gepflegt werden müssen, um eine ähnlich temperaturabschwächende Wirkung wie in der Vergangenheit zu erzielen.

Die große Hitze – oder wie ein Jahr um 2050 auch aussehen könnte

Was Österreich an Hitzewellen rund um 2050 erlebt, haben WissenschaftlerInnen erst für 2070 vorhergesagt. In einem besonders heißen Jahr sind sowohl auftretende Höchsttemperaturen als auch das Ausmaß der Temperaturschwankungen extrem geworden. Diese Schwankungen sind besonders belastend, weil sich weder der Körper so rasch umstellen kann noch der Mensch einfach sein gewohntes Verhalten so schnell ändert.

Die Gruppe der 65-jährigen und älteren Menschen ist auf fast drei Millionen angestiegen. Immer mehr dieser besonders gefährdeten Menschen leben in

urbanen Zentren, in denen Hitzewellen zu besonders hohem Hitzestress führen. Zusätzlich haben Jahre nur schwachen Wirtschaftswachstums die finanzielle Situation vieler älterer Menschen angespannt. Die Wohnqualität ist leicht gesunken, Hitzetage sind für eine breitere Gruppe dadurch gesundheitlich noch belastender. Gleichzeitig hat sich auch aufgrund angespannter staatlicher Haushaltsbudgets durch schwaches Wirtschaftswachstum und der größeren Zahl der älteren Personen die medizinische Versorgung für den Einzelnen verschlechtert.

Während in einem durchschnittlichen Sommer vor allem ältere Personen betroffen sind, steigt angesichts der neuen Temperaturrekorde eines besonders heißen Jahres das Risiko auch für andere vulnerable Gruppen deutlich an. Hitzestress ist auch für Kleinkinder, chronisch Kranke oder Personen nach einem Krankenhausaufenthalt eine gefährliche Zusatzbelastung.

Dadurch sind die Todeszahlen gestiegen. Es werden etwa 6.000 Todesfälle von älteren Personen sowie chronisch Kranken verzeichnet. Aber es geht nicht nur um Todesfälle. Der gestiegene Hitzestress macht das Leben für alle anstrengender. SchülerInnen und LehrerInnen verlangen nach Hitzeferien, weil die Konzentrationsfähigkeit bei Hitze stark abnimmt. Andere Berufsgruppen mit hohen Arbeitsplatztemperaturen schließen sich dieser Forderung an. Vorbelastete Personen aller Altersgruppen mit schlechtem Gesundheitszustand leiden besonders. Die Lebensqualität aller ist bei anhaltender Hitze deutlich gesenkt. Zudem kämpfen sowohl der Rettungsdienst als auch die Spitäler an Hitzetagen mit extremen Spitzenbelastungen. Die Versorgungsqualität kann dabei nicht durchgehend gewährleistet werden.

#### Mögliche Auswirkungen und gangbare Auswege

Hitzetage werden jedenfalls deutlich zunehmen. Die Zunahme führt bereits bei einer Trendfortschreibung zu hohen Opferzahlen. Je stärker sich die extremen Hitzetage entwickeln, umso wahrscheinlicher sind neue (auch unerwartete) Auswirkungen und Phänomene. Dies ist vor allem die Ausweitung von älteren Personen auf bis dato noch wenig betroffene vulnerable Gruppen. Damit ist zusätzlich zu Todesfällen mit einem verstärkten Auftreten von hitzebedingten Erkrankungen zu rechnen, die Kosten für medizinische Versorgung und Arbeitsausfälle nach sich ziehen. Dies betrifft das Gesundheitssystem und die dieses finanzierenden Stellen wie Versicherungen, die Länder und den Bund sowie die Wirtschaft bzw. Unternehmen.

Die Frage ist nun, ob die Hitzetage eines Sommers im Jahr 2050 für ältere Menschen wie Josefine S. noch belastender werden. Dies hängt neben Veränderungen des Klimas und der sozioökonomischen Situation davon ab, ob gezielte Anpassungsmaßnahmen getroffen werden. Beispielsweise, ob für vulnerable Gruppen in besonders anfälligen Wohn- oder Arbeitssituationen Vorkehrungen getroffen werden. Adäquate Maßnahmen dafür sind die Entschärfung von Wärmeinseln durch mehr Grünraum in dicht bebauten Gebieten, verbesserte Durchlüftung und Beschattung von leicht überhitzenden Wohnräumen und eine zielgruppen-nahe Information vor dem Auftreten von Hitzewellen. Das Risiko, durch Hitze zu erkranken oder zu sterben, ist also in den nächsten Jahren durch vorkehrende Anpassung durchaus gestaltbar – und entschiedener Klimaschutz könnte das Risiko großer Hitzewellen deutlich verringern.

Abb. 1

Überflutete Industrieanlage.

Abb. 2

Überschwemmung der historischen Altstadt in Innsbruck, 2010.

## Überforderte Abflusssysteme Steigende Überflutungsrisiken in urbanen Räumen

Der 17. Juli 2010 bescherte Innsbruck ein heftiges Unwetter. Innerhalb von 30 Minuten fielen mit kleinräumigen Unterschieden 1,4–3,4 cm Regen und Hagel. Diese 14–34 Liter pro Quadratmeter Niederschlag mussten über Oberflächenabflüsse und Kanäle aus der Stadt abfließen. Abgefallenes Laub sowie der Hagel verstopften allerdings Gullies und Einläufe. Die Folge war eine Überschwemmung der historischen Altstadt, in der sich das Wasser bis zu 60 cm Höhe aufstaute. Auch in östlichen Stadtteilen standen Straßen und Bürgersteige mit bis zu 40 cm unter Wasser. Die größten Schäden wurden im Stadtzentrum verzeichnet, wo Wasser in Gebäude und Keller eintrat. Unter anderem war die Bibliothek des Tiroler Landesmuseums vom Wassereinbruch betroffen. Jasper-Tönnis et al. 2014, Klimatag

Bereits in den letzten beiden Jahrzehnten führten Extremwetterereignisse zu Schäden an der Wasser- ver- und -entsorgung, die Folgeschäden an baulichen Einrichtungen verursachten. Hier zwei Beispiele: Das für Innsbruck beschriebene Ereignis im Juli 2010 verursachte im gesamten Bundesland Tirol sowie der

Steiermark insgesamt 310 Millionen Euro Schaden. Im Mai des gleichen Jahres hatten heftige Regengüsse in Wien mit 5,6 cm Niederschlag in der Stunde schwere Schäden an Gebäuden, Straßen und Brücken im Ausmaß von 810 Millionen Euro angerichtet. Dies ist aus den Aufzeichnungen der Münchner Rückversicherung zu entnehmen. Im Schnitt mussten in den letzten beiden Jahrzehnten Schäden von 16 Millionen Euro pro Jahr alleine an der Wasserver- und -entsorgung ohne Berücksichtigung von Folgeschäden in Kauf genommen werden.

Oft unerwartet heftige Regenereignisse und darauf folgende Überflutungen überfordern das Kanalsystem vor allem in urbanen Räumen und führen wiederum zu Schäden an Gebäuden bzw. lagernden Waren wie z. B. Archivbeständen. Überflutungen gefährden aber auch die Wasserqualität, beispielsweise durch Ölausstritte von aus der Verankerung gerissenen Heizöltanks oder durch die Ausspülung von Altlasten.

Klimawandel strapaziert verstärkt die Wasserver- und -entsorgung

Veränderungen des Klimas, wie sie von Klimamodellen vorhergesagt werden, führen zu einer Verlagerung des Regenfalls vom Sommer in den Winter und zu mehr trockenen Tagen bzw. länger anhaltenden Trockenperioden im Sommer. Die Wasserversorgung muss daher mit Wasserverknappungen rechnen. Auch das Wasserentsorgungssystem wird von der Aufnahme des Abwassers bis zur Einleitung in Gewässer verstärkt strapaziert. Kanäle und Kläranlagen müssen vermehrt in kurzer Zeit stark erhöhte Abwassermengen aufnehmen.

Extremereignisse, wie sie sich um 2050 ereignen könnten

#### *Ereignis 1*

Die Familie Karl in der Südsteiermark erhält wie alle Einwohner einen Aufruf der Bezirkshauptmannschaft: sparsamer Umgang mit Wasser, um den Wasserverbrauch gering zu halten (keine Gartenbewässerung und Autowäsche, sparsamer Gebrauch der WC-Spültaste, kurzes Duschen, Vermeiden von Vollbädern). Wie letztes Jahr hat es diesen Sommer bereits über zwei Monate nicht mehr geregnet. Die Wasserversorgung stößt an ihre Grenzen. Neben der Wasserknappheit sind auch die steigenden Nitratwerte ein Problem. Da die Grundwasserspiegel sinken und die natürlichen Wasservorräte stark abnehmen, verschlechtert sich bei gleichbleibenden Nitratreinträgen und aufgrund der geringeren Verdünnung die Wasserqualität. Daher wird die Wasserversorgung per Tankwagen erwogen.

#### *Ereignis 2*

Starke Regenfälle im Innviertel haben Wasserleitungen beschädigt und die Kläranlage überflutet. Oberflächenwasser wurde durch aus der Verankerung gerissenen Heizöltanks und durch weggespülte undichte Chemikaliengebäude verschmutzt. Derartiges Oberflächenwasser unbekannter Wasserqualität tritt in das Leitungssystem ein und vermischt sich mit dem überprüften Wasser des lokalen Wasserverbandes. Für die vom betroffenen Wasserverband versorgten BewohnerInnen bedeutet dies, dass die Trinkwasserqualität aus dem Wasserhahn nicht gewährleistet werden kann. Die BewohnerInnen sind aufgerufen, Mineralwasser aus dem Geschäft zu kaufen, bis Wasser in Tanks bereitgestellt wird. Zudem musste die Kläranlage außer Betrieb genommen werden, da

durch die Überflutung die für das Funktionieren erforderliche Biomasse aus den Klärbecken ausgewaschen wurde. Bis zur neuerlichen Inbetriebnahme können mehrere Wochen vergehen. Zwischenzeitlich muss das Abwasser ohne Klärung in den Innzubringer eingeleitet werden. Die BewohnerInnen werden ersucht, den Wasserverbrauch auf ein Minimum zu reduzieren und auf die Verwendung von Wasch- und Spülmitteln weitgehend zu verzichten.

#### *Ereignis 3*

Heute Morgen herrschte Chaos in der Schule der oberösterreichischen Kleinstadt. Zwei Drittel der SchülerInnen und ein Großteil der LehrerInnen mussten bereits vor dem Tritt auf den Gehsteig ihren gewohnten Schulweg abbrechen. Heftiger Regen der vergangenen Nacht hatte Straßen und Gehsteige im Stadtzentrum bis zu 60 cm unter Wasser gesetzt – und das im April. Während SchülerInnen eher erfreut reagierten, bedeutete das Ereignis erhöhten Stress für die LehrerInnen, die ihrer Aufsichtspflicht in verringerter Zahl in zusammengefassten Klassen nachkommen mussten. An Unterricht war nicht zu denken. Für den örtlichen Bauhof und die freiwillige Feuerwehr musste in Windeseile ein Krisenstab und ein Notfallplan ausgearbeitet werden. Zunächst musste ein Plan für den Abfluss der Wassermassen aus den tiefer gelegenen Bereichen des Stadtzentrums erarbeitet werden. In das Kanalsystem eingespülte Schlamm hatte sich in den Rohren abgesetzt und diese manchenorts ganz verschlossen. Spezialgeräte aus benachbarten Städten mussten recherchiert und angefordert werden. Die Wiederherstellung eines vollfunktionsfähigen Kanalsystems kann mehrere Monate dauern. Die Feuerwehr erstellte einen Plan zur schrittweisen Sicherung von Gebäuden und zum Auspumpen von Kellern.

Derartige, meist lokale Ereignisse könnten sich in unregelmäßigen Abständen mit unterschiedlicher Intensität ereignen. Das Auftreten aller drei Ereignisse innerhalb ein und desselben Jahres rund um 2050 ist jedenfalls nicht auszuschließen.

Mögliche Auswirkungen und gangbare Auswege

Auch ohne Klimawandel sind bis Mitte des Jahrhunderts beträchtliche Investitionen für die Wasserver- und -entsorgung erforderlich. Durch den Klimawandel werden sich diese um zumindest 10% erhöhen (aufsummiert bis 2050 sind dies zumindest 170 Millionen EUR). Die tatsächlichen Kosten dürften jedoch höher liegen, da nur ein Teil der möglichen Folgeschäden des Klimawandels von den Expertinnen und Experten quantifiziert werden konnte.

Um den möglichen Auswirkungen zu begegnen, wird eine systematischere Abschätzung der lokalen Schadensrisiken erforderlich sein. Die notwendigen Verbesserungsmaßnahmen bei der Ver- und Entsorgung werden jedoch sowohl Wasser- wie auch Abwassergebühren verteuern. Gleichzeitig können aber mögliche Schäden und Einschränkungen bei Extremereignissen nur reduziert, nicht aber ausgeschlossen werden. Daher wird eine laufende und schrittweise Verbesserung von Frühwarnsystemen notwendig sein, wobei hier zutrifft, dass umso lokaler und kürzer die Ereignisse sind, desto geringer die Prognosesicherheit. Klimaschutz, sprich eine Absenkung der Treibhausgasemissionen, ist auch hier die beste Risikominimierung.

Abb. 1

Reparaturarbeiten an einem Gebäudekühlsystem.

Abb. 2

Eisregen und Nassschneedeposition in Kärnten und Osttirol.  
Februar 2014

## Klimabedingter Anstieg der sommerlichen Spitzenlasten und Extremereignisse strapazieren die Versorgungssicherheit des Stromnetzes

**Im Sommer 2006 musste der Sprecher der „Wien Energie“, Robert Grüneis, seinen Kunden erklären, warum es am frühen Abend des 24. Juli in drei Wiener Bezirken zu einem Stromausfall von bis zu zwei Stunden gekommen war. Betroffen vom Blackout waren rund 500 Haushalte. Schuld an dem Ausfall waren ein paar durch die Hitze geschmolzene Stromkabel. Dieser Vorfall zeigt, wie sensibel das Stromnetz und damit auch die Gewährleistung einer sicheren Stromversorgung sind.**

Der Stromausfall in Wien im Juli 2006 erfolgte während einer Hitzewelle von 16 aufeinander folgenden Tropennächten, in denen die Temperatur nicht unter 20 °C gefallen war. Zusätzlich gab es in diesem Monat in Wien 17 Tage mit Höchsttemperaturen über 30 °C. Der Gehsteig hatte sich während dieser Zeit so stark aufgeheizt, dass die darunterliegenden Stromkabel zu schmelzen begannen. 2010 wiederholte sich der Vorfall an einer anderen Stelle in Wien: Diesmal waren 4.200 Haushalte ohne Strom.

Erhöhte Spitzenlasten durch heißere Sommer

Beispiele wie diese zeigen, dass die Stromversorgung immer öfter am sogenannten „seidenen Faden“ hängt. Geht es nach den Prognosen der KlimaforscherInnen,

wird das Stromnetz in Österreich in Zukunft vor große Herausforderungen gestellt – zumindest dann, wenn man sich auf die zu erwartende Temperatursteigerung nicht entsprechend vorbereitet.

Durch wärmere Winter sinkt der Energieverbrauch laut COIN-Studie für den Zeitraum zwischen 2036 und 2065 zwar um 5.800 Gigawattstunden pro Jahr, was in etwa dem derzeitigen jährlichen Tiroler Landesverbrauch entspricht, jedoch werden zunehmende Hitzewellen im Sommer Energiespitzenlasten zum Kühlen von Gebäuden hervorrufen (470 Gigawattstunden pro Jahr) und so die Stromversorgung vor Probleme stellen. Schon jetzt sorgen Klimaanlage für Spitzenlasten im heimischen Stromnetz. Während der Hitzewelle im Juli 2013 stieg der Energieverbrauch dadurch allein in der Steiermark zum Beispiel um bis zu vier Prozent. Urs Harnik, Sprecher der Energie Steiermark, bringt es auf den Punkt: „Wenn man es umlegen würde: 30.000 Haushalte brauchen gleich viel Strom wie alle Klimaanlage in der Steiermark, das ist also absolut ein starker Faktor.“

Vermehrte Spitzenlasten können auch im gesamteuropäischen Kontext zu einem ernstem Problem für die Stromnetze werden, da der europäische Strommarkt stark verflochten ist. Welche Auswirkungen diese Verflechtungen haben können, zeigt ein großräu-

miger Stromausfall in Italien im September 2003. Die Ausgangslage: Italien musste aufgrund der Niedrigstände der Wasserpegel in den italienischen Flüssen nach wochenlanger Dürre viele thermische Kraftwerke herunterfahren, da das Wasser hier zum Kühlen genutzt wird. Als Folge war Italien stark auf Stromimporte aus Mittel- und Nordeuropa angewiesen. Die zum Teil durch die Schweiz führenden Höchstspannungsübertragungsleitungen (380 kV) waren oftmals überlastet. So auch am 28. September, als eine starke Gewitterfront mit zahlreichen Blitzeinschlägen über die Alpen zog und zu Kurzschlüssen führte. Durch einen Kaskadeneffekt kam es zum schlimmsten Stromausfall in Italien seit 70 Jahren, als 56 Millionen ItalienerInnen für einige Stunden ohne Strom auskommen mussten. In vielen Landesteilen dauerte der Stromausfall sogar mehrere Tage. Dieses Ereignis 2003 schwappte nicht auf Österreich über, jedoch wird das Eintreffen einer solchen Ereignissequenz durch die vermehrt zu erwartenden Dürre- und Hitzesommer weitaus wahrscheinlicher.

#### Vermehrte Stromausfälle in Zukunft?

Neben Spitzenlasten können Extremwetterereignisse wie Hochwasser, Stürme oder Schnee- und Eislast zu gravierenden Beschädigungen an der Elektrizitätsinfrastruktur mit weitreichenden Ausfällen und enormen Reparaturkosten führen.

Doch was könnte in Zukunft tatsächlich drohen, wenn es durch Spitzenlasten und Extremwitterschäden auch in Österreich zu flächendeckenden Stromausfällen kommt? 2013 tagten zu diesem Thema rund 200 Personen aus den Bereichen Katastrophenschutz,

IT-Security, Rettung, Feuerwehr, Medizin und Medien im Bundesministerium für Inneres, um gemeinsam Strategien zu erarbeiten. „Mit normalen Maßnahmen im Krisenmanagement ist so eine Situation nicht zu bewältigen“, erklärte Harald Felgenhauer vom „Systemic Foresight Institute“, das mit internationalen Organisationen im Bereich Zukunftsanalyse und Risikomanagement zusammenarbeitet und Strategien für Notfälle entwickelt.

Tatsächlich werden die Folgen eines großflächigen Stromausfalls, der länger als einen Tag anhält, von vielen Menschen unterschätzt. Nach fünf bis acht Stunden fällt die Kommunikation über das Festnetztelefon weg, das Mobilfunknetz fällt bereits nach 30 bis 120 Minuten aus. Computerbasierte Dienstleistungen wie Bargeldbehebung fallen weitgehend aus. Menschen bleiben in Aufzügen stecken oder sitzen in öffentlichen Verkehrsmitteln wie Zug, U-Bahn oder Straßenbahn fest. Ohne funktionierendes Verkehrssystem ist auch der private Verkehr durch eine hohe Unfallwahrscheinlichkeit stark betroffen.

Bereits nach 24 Stunden beginnt das Kanalsystem zu kippen und es dauert in Folge mindestens sieben Tage, bis die Kläranlagen wieder voll funktionsfähig sind. Das heißt: Es besteht massive Seuchengefahr, Wasser aus stehenden Gewässern sollte nicht mehr getrunken werden. Auch das Versorgungssystem bricht relativ rasch zusammen, da es kaum mehr Lager gibt, sondern alles „just in time“ in die Supermärkte transportiert wird. 800.000 österreichische Milchkühe müssen möglicherweise notgeschlachtet werden, wenn sie nicht per Hand gemolken werden können. Ohne Strom verdirbt auch das Glashaus-Gemüse, speziell an Hitzetagen. Fast alle Lebensbereiche sowie wirtschaftliche Aktivitäten sind bereits in hohem Maße von der

Verfügbarkeit von Strom abhängig. Besonders kritisch bei langfristigen Stromausfällen über 72 Stunden ist der Betrieb von Krankenhäusern: Hier sind die Notstromaggregate auf rund drei Tage ausgelegt, danach kann der Betrieb nur bei entsprechender Dieselfuhr weitergeführt werden. Selbige ist in vielen Fällen kritisch, da die gängigen Tank- und Zapfanlagen nur mit elektrischen Pumpen zu betreiben sind.

Um die Versorgungssicherheit mit Strom aufrecht zu erhalten, werden hohe Investitionskosten in das heimische Stromnetz nötig sein, um vor allem Spitzenlasten abzudecken. Im Gegensatz zur Abnahme des Gesamtenergieverbrauchs prognostizieren WissenschaftlerInnen, dass der Strombedarf in Österreich bis 2050 um ca. 50 Prozent steigen wird. Was die Stabilität der Stromversorgung und die Strompreise aber weitaus mehr beeinflussen könnte als der Jahresstromverbrauch, ist die zeitliche Verschiebung von Stromproduktion und -nachfrage: Unter der Annahme eines moderaten Klimawandels würden laut Berechnungen der COIN-Forschungsgruppe zusätzlich 160 Millionen Euro an Investitionen für zusätzliche flexible Kraftwerke anfallen, um die Abdeckung der Spitzenlasten im Sommer zu sichern.

#### Zusätzliche Kosten für die VerbraucherInnen?

Derzeit gehen ExpertInnen noch eher von einer Entlastung für die privaten Verbraucher aus: Die Heizkostensparnisse für fossile Brennstoffe dürften zumindest bis 2050 über den zusätzlichen Stromkosten für Kühlung liegen. Für Menschen in schlecht isolierten Wohnungen sieht dies jedoch anders aus. Im Winter müssen diese Wohnungen trotz relativ

milder Temperaturen stark geheizt, in den heißen Sommermonaten dann wiederum gekühlt werden. Verbunden damit ist natürlich auch ein finanzieller Mehraufwand durch erhöhte Stromkosten. Da in diesen Wohnungen meist Menschen leben, denen ohnehin nur ein geringes Haushaltsbudget zur Verfügung steht, stehen sie vor finanziellen Herausforderungen.

#### Zeit zu handeln

Möglichkeiten und Strategien, sich auf diese veränderten Bedingungen einzustellen und somit die potenziellen Risiken des Klimawandels für den Energie- und Stromsektor abzufedern, gibt es heute schon: Investition in flexible Kraftwerke, Stromlastmanagement mit Hilfe neuer Technologien (z. B. *Smart Meter*), die Absicherung besonders versorgungskritischer Einrichtungen mit netzunabhängigen Inselanlagen unter Einbindung erneuerbarer Energien (z. B. Photovoltaik), Gebäudeisolierung sowie Beschattung und vermehrter Grünraum in dicht verbauten Siedlungsräumen zur Minderung des Kühlbedarfs bei Hitzewellen. Gleichzeitig sollte bei all diesen Maßnahmen bedacht werden, dass diese Anpassungsmaßnahmen die Treibhausgasemissionen nicht erhöhen, sondern absenken.

Klimaschutz bleibt ein vorrangiges Ziel, um die Folgen des Klimawandels abzuschwächen. Eine einfache Lösung wird es für so ein komplexes Problem nicht geben. ExpertInnen sind sich jedoch einig: Es ist Zeit zu handeln und entsprechende Maßnahmen sind von der Politik zu treffen. Rechtzeitiges Handeln reduziert das Schadensrisiko.

Abb. 1

Hangrutschung durch Starkniederschlag in disponiertem Gelände im Mühlkreis.

Abb. 2

Absperrung des Hochwassergebiets.

## Schäden an Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsunterbrechungen

**Hangrutschungen, Muren, Unterspülungen, Straßenbelagsschäden durch Temperaturschwankungen – meteorologische Ereignisse machen in Europa schon heute bis zu 50 Prozent der Straßenerhaltungskosten aus. Ein weiter wachsendes Straßenverkehrsnetz wird die absoluten Schadenskosten spürbar erhöhen, der Klimawandel sorgt v. a. durch vermehrte Starkregenereignisse für zusätzliche Aufwände. Da das Verkehrsnetz eine wesentliche Voraussetzung des modernen Wirtschaftens darstellt, sind auch Unterbrechungen kostenintensiv.**

Der 24. August 2005 war der fünfte Tag in Folge, an dem es im Westen Österreichs in Strömen regnete. Zwar waren heftige Sommerniederschläge nichts Besonderes, aber der August 2005 stellte doch die vergangenen Ereignisse in den Schatten. Am 22. August lagen die Tagesniederschläge in Vorarlberg zwischen 80 und 250 mm und über die gesamten fünf Tage war die Verkehrsinfrastruktur massiv geschädigt worden: Laut Ereignisdokumenta-

tion des Landes betrug die Schäden an der Infrastruktur insgesamt rund 55 Millionen Euro, allein die Verkehrsinfrastruktur schlug dabei mit rund 37 Millionen Euro zu Buche. Im ganzen Land war zudem der Bahnverkehr zum Erliegen gekommen, da die Stromversorgung unterbrochen war. Auch die wichtige Arlbergstrecke und damit die Bahnverbindung zwischen Tirol und Vorarlberg wurde unterbrochen. Die Rheintalautobahn A14 war abschnittsweise gesperrt und ebenso zahlreiche Landesstraßen unpassierbar. Die meisten Schäden wurden durch Überflutungen, Unterspülungen und Hangrutschungen ausgelöst.

Etlche Brückenpfeiler wurden durch sogenannte Kolke (das sind Wasserstrudel, die am Grund stark erosiv wirken können) geschädigt und mussten aufwendig saniert werden.

Zusätzlich zu diesen direkten Schäden kamen jedoch weit teurere indirekte Folgekosten durch die Tatsache, dass Menschen und Waren nicht von A nach B gelangten.

Blick in die Zukunft: Wie entwickelt sich das Straßennetz?

Am Verkehrsministerium war man sich der Tatsache bewusst, dass man in den letzten Jahrzehnten trotz Einsparungen das Straßennetz doch kontinuierlich weiter ausgebaut hatte – um weitere gut 12.000 km in den letzten 30 Jahren auf nun fast 127.000 Streckenkilometer. Dies hatte einerseits zur Folge, dass sich die Zahl der Ausweichrouten insgesamt erhöhte und die Zeitverluste bei Streckenunterbrechungen und daraus folgenden Umfahrungen sich bei punktuellen Einzelergebnissen meist in Grenzen hielten. Natürlich gab es immer noch die bekannten „Arterienverbindungen“ (wie z. B. die Felbertauernstraße/LB108, die Pinzgauer Straße/LB311, die Murtal Straße/LB96 oder die Ennstal Straße/B320), deren Unterbrechung regelmäßig enorme Zeitverluste mit sich brachte.

Andererseits musste man der Tatsache ins Auge sehen, dass bei solch großräumigen Ereignissen wie einem massiven und über viele Tage stationären Adriatief die direkten Schäden an der ausgebauten Verkehrsinfrastruktur enorm waren.

In den 2010er-Jahren hatte man intensiv darüber diskutiert, ob nicht ein gebremstes Kilometer-Wachstum der Verkehrsnetze geboten gewesen wäre, um die Instandhaltungskosten zu senken. Das hätte allerdings einige, auch unbequeme Entscheidungen nach sich gezogen: Die Zugänglichkeit zu abgelegenen Orten oder Tälern wäre eingeschränkt worden, da deren immer wieder durch Massenbewegungen und Unterspülungen blockierte Zufahrtsstraßen zur Disposition gestanden wären. Eine teilweise Absiedlung aus einigen Hochtälern wäre die Folge gewesen.

Ein Fazit dieser Entwicklung war, dass man aus heutiger Sicht den öffentlichen Nah- und Fernverkehr stärker hätte ausbauen müssen, um den Ausbaudruck auf die Straßeninfrastruktur seitens des jährlich stetig wachsenden Individualverkehrs (von rund 122 Mrd. Personen-km 2010 auf jetzt – 2042 – rund 155 Mrd. Personen-km) zu verringern. Das war nicht konsequent geschehen und so wurden gerade großräumige Ereignisse, die auch die Umfahrungsstraßen und Ausweichrouten blockierten, zu echten Kostenfallen: Sowohl die direkten Kosten durch Instandsetzung waren enorm als auch die indirekten Folgekosten aus Zeitverlust, Unterbrechung von Zuliefererketten etc.

Zudem hatte sich herausgestellt, dass die Starkniederschläge in allen Jahreszeiten zunahmen. Die Regenfälle wurden zwar seltener, dafür aber intensiver. Die Klimamodelle aus den 2010er-Jahren hatten deren Frequenz, Stärke und Dauer weitgehend richtig vorausgesagt. Der als „Kitt“ wirkende und im Zuge der Erwärmung sehr stark zurückgewichene Permafrost ließ die Zahl der Felsstürze vor allem bei abrupt steigenden Frühjahrstemperaturen im alpinen Raum stark steigen. Außerdem wirkten sich die längeren sommerlichen Dürreperioden negativ auf die vor Erosion schützende Vegetationsdecke aus, was Hangrutschungen und Vermurungen weiter Vorschub leistete.

#### Die Folgeeffekte zerstörter Straßen

Wesentlich bei der Kostenabschätzung von Verkehrsinfrastrukturschäden ist deren Reparatur und Instandsetzung. Diese sind gerade bei Hangrutschungen, Unterspülungen oder Felsstürzen sehr kostenintensiv und liegen nach COIN-Hochrechnungen bei jährlich rund

18 Millionen EUR. Bei Ereignissen wie den österreichweiten Augusthochwässern 2002 und 2005 reichen die Schadenskosten allerdings bis weit in dreistellige Millionenbeträge.

Makroökonomisch profitiert von Reparatur und Instandsetzung die Baubranche. Gesamtwirtschaftlich muss jedoch das hier zusätzlich nötige Investment an anderen Stellen eingespart werden, die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen sind allein dadurch schon negativ. Wenn man hierzu noch die Serviceunterbrechungen nimmt, spricht die Unterbrechung von Personenmobilität und Frachttransport, dann können die gesamtwirtschaftlichen Verluste noch viel stärker steigen – und zwar bei allen auslösenden Ereignissen mit der Dauer der Unterbrechungszeiten, weil Menschen nicht zu ihren Arbeitsplätzen gelangen und Zulieferprodukte nicht rechtzeitig für die Produktion angeliefert werden (das betrifft insbesondere just-in-time-Produktion und weniger die klassische Lagerhaltung).

Neben dem hier dargestellten Schwerpunkt einer Extremniederschlagsperiode gibt es weitere vielfältige meteorologische Auslöser für Verkehrsunterbrechungen: Hitzewellen bzw. abrupt steigende Frühjahrstemperaturen mit Schäden am Straßenbelag (insbesondere Betonplattenabschnitte auf Autobahnen waren in den letzten Jahren davon schon betroffen), lokale Gewitter, die oft zu Sturmschäden v. a. durch Windwurf (umgestürzte Bäume) führen, sowie Nassschneefall, Eisaufgabe und atlantische Sturmtiefs mit ähnlichen Schadensbildern. Für letztere ist allerdings kein klares Signal für die nächsten Jahrzehnte ablesbar. Mögliche positive Auswirkungen sind geringere winterliche Schneeräumungs- und Enteisungskosten

bei den verschiedenen Verkehrsträgern sowie für die Binnenschifffahrt kürzere Vereisungsperioden bzw. eisfreie Winter auf der Donau. Das Wettergeschehen hat natürlich auch Einfluss auf die Verkehrssicherheit: Beispiele dafür sind sowohl die negativen Winterbedingungen (Eis- und Schneeglätte) als auch die durch Klimamodelle nicht prognostizierbaren Nebelbedingungen oder Hagelniederschläge.

#### Zur Abmilderung der Schäden jetzt und in der Zukunft

Besonders wesentlich sind aus heutiger Sicht ein klimaangepasstes Straßennetz und ein Ausbau öffentlicher Verkehrsmittel, um den Bau unnötiger zusätzlicher Straßenkilometer zu vermeiden. Hier gehen Klimaschutz und Klimawandelanpassung Hand in Hand: Weniger, aber dafür klimasichere Straßen (sprich: die etwa nicht verschüttet oder geschädigt werden durch Wetterereignisse) und weniger Individualverkehrsabhängigkeit reduzieren gleichzeitig CO<sub>2</sub>-Emissionen wie auch das Schandenspotenzial an dem Klimawandel ausgesetzten Straßeninfrastrukturen und die Kosten durch Abnutzung. Verkehrsinfrastrukturen haben meistens eine Lebensdauer über 2050 hinaus und ihre Gefährdung durch Extremereignisse ab der Jahrhundertmitte wird ohne Klimaschutzmaßnahmen in jedem Fall höher sein als mit konsequentem Klimaschutz – hierzulande und weltweit.

Abb. 1

Wenn es in den Mittagsstunden zu heiß ist, um draußen zu arbeiten, müssen neue Arbeitszeitmodelle erdacht werden.

Abb. 2

Bereits ein geringer Anstieg der Höchsttemperaturen im Sommer reduziert die Arbeitsleistung der ArbeitnehmerInnen. Produktionseinbußen sind die Folge.

1 | Lt. OGB, 20.8.2003

[http://www.ots.at/presseaussendung/OTS\\_20030820\\_OTS0038/bauarbeiter-verlangen-ende-der-hitzeschlacht](http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20030820_OTS0038/bauarbeiter-verlangen-ende-der-hitzeschlacht).

## Hitze reduziert die Produktivität von Arbeitskräften in Fertigung und Handel

**Schon heute weiß man, dass bedingt durch den Klimawandel in der Sparte „Fertigung und Handel“ in naher Zukunft die Produktivität der ArbeitnehmerInnen betroffen sein wird, was in Folge Produktionsverluste in Millionenhöhe verursachen könnte. Anpassungen scheinen unausweichlich, Vorbilder hierfür gibt es heute schon in den südlichen Ländern Europas.**

Weitreichende Folgen des Klimawandels für ArbeitnehmerInnen und ArbeitgeberInnen

Der Aufschrei kam mitten in der Hitzewelle im Jahr 2003 vom damaligen Vizepräsidenten des Österreichischen Gewerkschaftsbundes (ÖGB) und Bundesvorsitzenden der Gewerkschaft Bau und Holz: „Die Wetterverhältnisse stellen eine schwere zusätzliche Belastung und Gesundheitsgefährdung dar“, so Johann Driemer, der die Politik aufforderte rasch die Arbeitsbedingungen für BauarbeiterInnen während Hitzeperioden zu verbessern.<sup>1</sup> Die Gesundheitsgefährdung durch die

Hitzewelle müsse in die Regelung des sogenannten Bauarbeiter-Schlechtwetterentschädigungsgesetz einbezogen werden, übermittelte er 2003 an die zuständigen Ministerien.

Eine Konsequenz der Hitzeperiode 2003 waren neben der Gesundheitsgefährdung aber auch Produktionseinbußen. Denn das, was ÖGB-Vize Driemer als „zusätzliche Belastung“ formulierte, haben WissenschaftlerInnen im Projekt COIN nachgerechnet: Berücksichtigt man Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Sonneneinstrahlung, so kann man den Einfluss von Hitze auf die Produktivität von Arbeitskräften mit Zahlen belegen.

Beispielsweise wurde für ArbeiterInnen in der Holzverarbeitenden Industrie auf diese Weise aufgezeigt, dass ein Anstieg von 27 °C auf 29 °C Außentemperatur die Arbeitsleistung bereits auf die Hälfte reduzieren kann. Die Folge sind Produktionseinbußen und dadurch wirtschaftliche Schäden.

Obwohl diese Verluste im Vergleich etwa zu hitze- und trockenheitsbedingten Schäden in anderen Sparten – wie etwa in der Landwirtschaft – überschaubar sind, zeigen die Prognosen für die Zukunft eine Häufung solcher und noch extremerer Situationen, was zu steigenden Schadenssummen sowie zu weit einschneidenden Veränderungen führen könnte.

#### Weniger Produktivität in Zukunft?

Ein Blick in die Zukunft: Der Kranfahrerin Karla K. bieten sich im Sommer 2047 schwere Arbeitsbedingungen. Seit Wochen sinkt die Tagestemperatur nicht unter 30 °C. In der Kanzel ihres Kranes am Gelände des Sägewerkes herrschen Temperaturen von 40 °C und darüber. Aufgrund der Hitze benötigt Karla K. viel mehr Pausen als sonst. Dazu kommt, dass ihre Konzentration unter der Hitze extrem leidet – die Gefahr von Fehlern steigt und somit auch das Risiko für Schäden. Wie Karla K. in der Holzverarbeitenden Wirtschaft geht es tausenden ArbeiterInnen, die sich im Freien aufhalten müssen, in diesem Sommer.

Zu diesem Szenario gibt es auch aktuelle Kostenabschätzungen: Die COIN-WissenschaftlerInnen gehen für den Zeitraum von 2016 bis 2045 von jährlich durchschnittlich zwei Millionen Euro an zusätzlichen Produktionsverlusten in der Sparte „Fertigung und Handel“ aus. Das alles unter der Annahme einer moderaten Temperaturerhöhung. Errechnet wurden aber auch die Kosten bei einem starken Klimawandel. Und diese fallen im gleichen Zeitraum mit durchschnittlich 14 Millionen Euro jährlich weit höher aus. Eine ähnliche Tendenz zeigen die Zahlen für den zweiten Berechnungszeitraum von 2036 bis 2065: Demnach

hätte die Sparte bei einem moderaten Klimawandel zusätzliche, jährliche Produktionsverluste von 12 Millionen Euro zu beklagen. 56 Millionen Euro wären es bei einem starken Klimawandel.

Von den Folgen eines Temperaturanstiegs wäre nicht ganz Österreich im selben Maße betroffen. Es gibt regionale Unterschiede. Die stärksten Produktivitätsverluste sind in Wien, dem nördlichen und südlichen Wiener Umland sowie im Nord- und Mittelburgenland zu erwarten. An Einzeltagen können die Leistungseinbußen bei Außenarbeiten hier bis zu 80 Prozent erreichen. Die Regionen Sankt Pölten, Linz-Wels, Außerfern, die Oststeiermark und Graz erreichen im gleichen Szenario an einzelnen Tagen Produktivitätsverluste über 60 Prozent. Für die stark betroffenen Regionen würde das zugleich einen Attraktivitätsverlust des Wirtschaftsstandortes bedeuten. Und das ist noch nicht alles. Diese Ergebnisse zeigen nicht das gesamte Bild. Betrachtet man nicht nur den Sektor „Fertigung und Handel“ alleine, sondern auch Folgeeffekte für andere Sektoren, so erhöht sich der mögliche Schaden für die heimische Volkswirtschaft wesentlich (er vervierfacht sich). Wie ein Zahnrad greifen die Auswirkungen von einer Sparte in die andere. Wird nichts unternommen, so ist ein Schaden im Sektor „Fertigung und Handel“ auch in anderen Bereichen, wie etwa Gesundheit, Einzelhandel, Immobilien oder dem öffentlichen Sektor, spürbar.

#### Gesellschaftliche Veränderungen

Über diese errechneten Schäden hinaus könnten die Forderungen des Gewerkschafters Driemer aus dem Jahr 2003 in den betrachteten Zukunftsszenarien allerdings schon lange nicht mehr ausreichen. Zu erwarten sind klimabedingte grobe Einschnitte in die Arbeitszeiten und Arbeitsweisen in Österreich – am ehesten vergleichbar mit jenen, die in südlichen Ländern derzeit gelten. Dort ist eine verlängerte Mittagspause aufgrund der Hitze in den Sommermonaten fest in der Gesellschaft verankert. Ein Zukunftsmodell, das bald auch für Österreich gelten wird? Für viele ExpertInnen ist dieses spanische Beispiel ein gangbares Szenario: In vielen spanischen Unternehmen gibt es in den Sommermonaten traditionell eine Sommerarbeitszeit, in der die Mittagspause jedoch ganz ausfällt. Da gleichzeitig die Wochenarbeitszeit leicht reduziert wird (in etwa von 40 auf 35 Stunden), arbeitet man dann beispielsweise von 8 bis 15 Uhr durchgehend und hat dann (in Spanien) den gesamten Nachmittag frei, was natürlich auch wiederum für eine Siesta verwendet werden kann.

#### Hitzebeständige Voraussetzungen müssen geschaffen werden

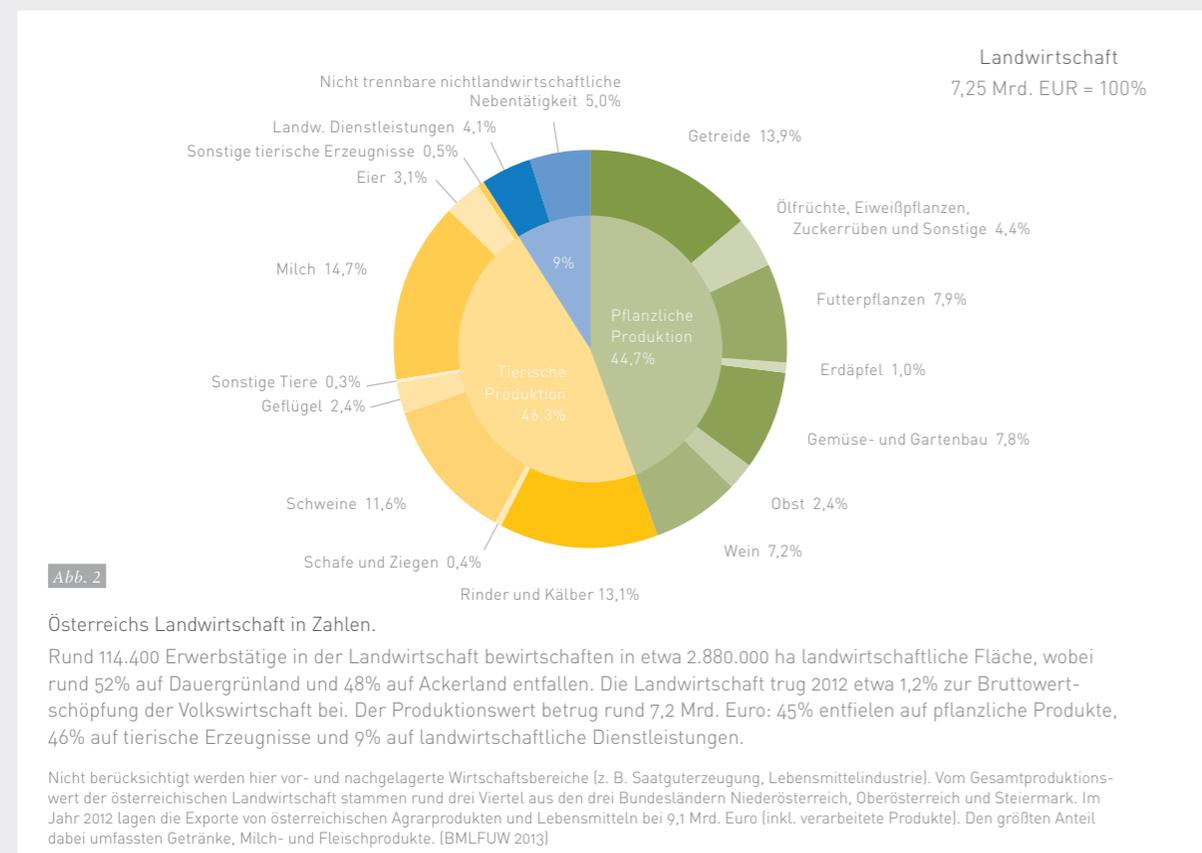
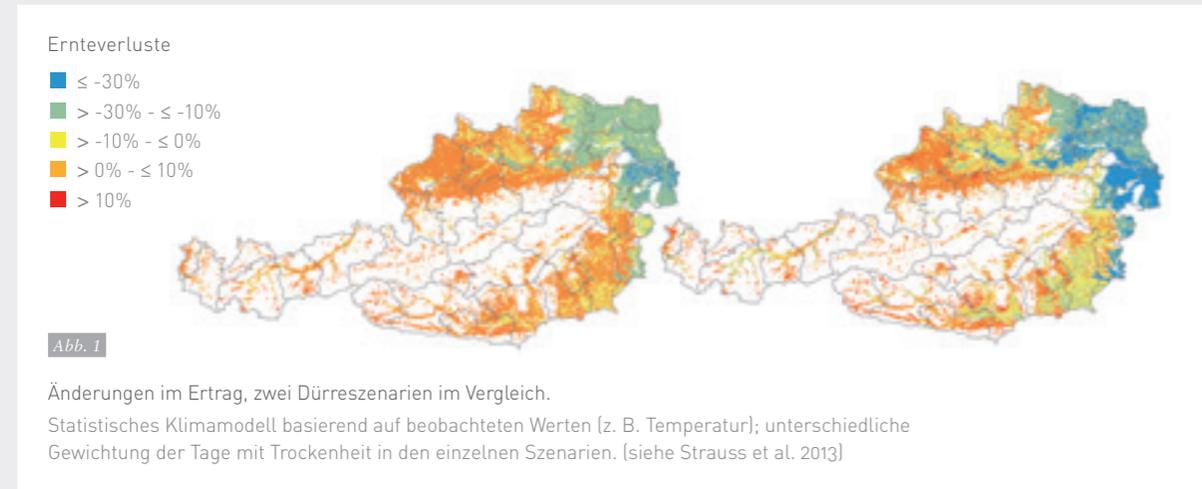
Für die im Freien tätigen Wirtschaftszweige etwa wäre jedoch ein anderes Modell wahrscheinlicher: Während des Sommers wird der Beginn der Arbeitszeit um 4 Uhr in der Früh angestrebt, gefolgt von einer Pause von 11 bis 16 Uhr und der Fortsetzung der Arbeit bis 20 Uhr. Das würde natürlich grobe Einschnitte in die derzeitige gesetzliche Regelung der Arbeitszeiten

bedeuten. Ein sensibles politisches Thema, das schon in wenigen Jahren auf Österreich zukommen wird und nach Lösungen verlangt.

Und das sind noch lange nicht alle Veränderungen, die eine Temperaturerhöhung in der Sparte „Fertigung und Handel“ nach sich ziehen würde. Vor allem Büro-tätigkeiten könnten vorwiegend nur mehr in Räumen möglich sein, die durch Klimaanlage gekühlt werden. Eine maximale Raumtemperatur ist im Arbeitsrecht derzeit noch nicht verankert. Die sogenannte Arbeitsstättenrichtlinie sieht eine maximale Raumtemperatur von 26 °C vor. Ein Wert, den man künftig in den Sommermonaten ohne zusätzliche Kühlung wahrscheinlich nur noch schwer unterschreiten kann. Um entsprechende Leistungen von MitarbeiterInnen abrufen zu können und sie keiner Gesundheitsgefährdung auszusetzen, müssen Büroräume entsprechend gekühlt werden. Es wird also zu einem starken Anstieg der Benutzung von Klimaanlage kommen. Das wiederum könnte durch vermehrte Spitzenlasten die Stabilität des Stromnetzes gefährden. Auch hier werden wieder Wirkungsketten spürbar, die mit Bedacht berücksichtigt werden müssen und für die es klare Regelungen seitens des Gesetzes braucht.

Vieles scheint unsicher in der Zukunft. Doch eines darf als gegeben betrachtet werden: Zu Veränderungen, vor allem zu klimatischen, wird es kommen. Die Politik wird aufgefordert sein zu handeln, um Verluste in Grenzen zu halten und die Gesundheit der ArbeiterInnen nicht zu gefährden. Die Auswirkungen werden unsere Gesellschaft nachhaltig verändern und prägen.

## Landwirtschaft wird durch den Klimawandel gewinnen und verlieren – wie das?



Während manche landwirtschaftliche Regionen durch den kontinuierlichen Temperaturanstieg und die daraus entstehenden Ertragsgewinne profitieren können, werden andere zunehmend gefährdet. Dabei spielen schwer zu prognostizierende Extremwetterereignisse eine entscheidende Rolle. „Das Jahr 2013 war eine Nagelprobe für die Landwirtschaft. Nach zwei solchen Sommern in Folge würden viele Bauern und Bäuerinnen vor dem Aus stehen“, meint ein Ackerbauer aus dem Weinviertel.

Und wirklich: 2013 war das Jahr der Wetterkapriolen schlechthin. Nach einem kalten und feuchten Frühjahr folgten Unwetter, Hochwasser, Hitze und Dürre im Sommer. Der Gesamtschaden für die Landwirtschaft lag österreichweit laut Aussage der Hagelversicherung bei rund 240 Millionen Euro. Vor allem die Ernteauffälle von bis zu 20 % bei Mais durch die Sommer-trockenheit setzten der Landwirtschaft zu. „Manche Betriebe in unserer Region hatten sogar einen Totalausfall zu verkraften“, weiß der Ackerbauer. Wenn er an die Zukunft denkt, überziehen Sorgenfalten sein Gesicht. Dürren werden immer wahrscheinlicher werden – eine Folge des Klimawandels.

Schäden durch Wetterextreme schon heute spürbar

Da die LandwirtInnen ihre Werkstatt unter freiem Himmel haben, sind sie wie kaum eine andere Berufsgruppe den Klima- und Wetterbedingungen ausgesetzt. Ein Rückblick auf die letzten Jahre macht deutlich, wie sehr die Landwirtschaft unter extremen Wetterereignissen gelitten hat. Nicht nur 2013 war geprägt von Wetterkapriolen, auch 2012 wartete mit Spätfrost, Trockenheit sowie gebietsweise heftigen Hagelunwettern auf. Vor allem der Nordosten Österreichs war stark betroffen.

Beim Spätfrostereignis 2012 waren nicht die Temperaturen außergewöhnlich, sondern der fortgeschrittene Wachstumszyklus der Pflanzen. Dies ist bereits ein Indikator dafür, dass wir uns inmitten des Klimawandels befinden.

Im Jahr 2012 lag witterungsbedingt das pflanzliche Produktionsvolumen um 12,4% unter dem Vorjahresniveau (BMLFUW, 2013). Dies führte zu einem deutlichen Einkommensverlust der LandwirtInnen. Neben diesen

Verlusten sind aber auch Schäden an den Produktionsfaktoren, etwa dem Boden durch Erosion, nicht außer Acht zu lassen.

Ertragsverluste und -schwankungen der letzten Jahre lassen erkennen, dass LandwirtInnen schon jetzt mit dem Einfluss des Klimawandels konfrontiert sind. Dabei ist das Klima nur ein Einflussfaktor unter vielen. Wie in anderen Sektoren auch, müssen sich LandwirtInnen auf geänderte politische Rahmenbedingungen (z. B. öffentliche Zahlungen), Konsumverhalten, Marktentwicklungen, technische Innovationen, globale Veränderungen usw. immer wieder aufs Neue und laufend einstellen. Abb. 2

Die gute Nachricht zuerst:  
Steigende Durchschnittstemperaturen bringen höhere Erträge und ermöglichen neue Potentiale

Durch höhere Jahresdurchschnittstemperaturen, verlängerte Vegetationsperioden und einen verstärkten CO<sub>2</sub>-Düngeeffekt können die Erträge aus der pflanzlichen Produktion klimawandelbedingt um bis zu 110 Mio. EUR/Jahr steigen (bis ca. 2050), so das Ergebnis der COIN-Studie bei Annahme eines moderaten Klimawandelszenarios. Von dieser Zunahme wird vor allem der niederschlagsreiche Westen Österreichs profitieren, der durch Grünlandwirtschaft geprägt ist. Möglich ist es, dass die Grünlanderträge bis 2050 um ein Fünftel steigen. Nur ein verhältnismäßig geringer Teil dieses Gewinns würde auch tatsächlich bei den LandwirtInnen bleiben. Profitieren würden andere Sektoren wie z. B. der Handel sowie die KonsumentInnen. Dies ergibt sich vor allem, weil die landwirt-

schaftlichen Produkte effizienter produziert werden können. Steigt aber auch in anderen Ländern der EU die Produktivität, schwindet dieser Vorteil aufgrund des Preisdrucks jedoch wieder.

Noch weitere gute Nachrichten: Modellberechnungen zufolge wird der Anstieg der Temperaturen zu keinem signifikanten Rückgang in der Milchleistung führen. Ebenfalls dürften sich für den Westen Österreichs neue Potentiale ergeben. Wo seit Generationen Grünlandwirtschaft betrieben wurde, könnten zukünftig manche Ackerfrüchte die passenden Klimabedingungen vorfinden. Zusätzlich können sich die klimatischen Eignungsflächen für den Weinbau in Österreich ausweiten.

Die schlechte Nachricht:  
Extremwetterereignisse und abnehmende Ökosystemfunktionen gefährden die künftige Ertragslage

Mögliche Vorteile können durch vermehrt auftretende Wetterextreme wie Hitze, Dürre und lokale Starkniederschläge zunichte gemacht werden. Hitze und Dürre dürften die Produktion vor allem im Süden und Osten Österreichs gefährden. Neben extremen Wetterereignissen bringen auch schleichende Veränderungen im Zuge des Klimawandels Probleme für die Landwirtschaft mit sich. Neue (z. B. Baumwollkapselwurm) oder wärmeliebende Schädlinge (z. B. Engerlinge im Grünland, Rebzikade im Weinbau, Maiszünsler und Maiswurzelbohrer) finden heute schon günstige Bedingungen und werden zukünftig verstärkt auftreten. Zum anderen dürften verschiedene Ökosystemfunktionen – wie etwa Bodenfunktionen (z. B. Humusaufbau) und Bestäubung durch Insekten mehr oder

weniger stark eingeschränkt werden. Allein die Schäden aus möglichen Rückgängen bei der Bestäubungsleistung durch Insekten und der biologischen Schädlingskontrolle durch Nützlinge könnten sich leicht auf rund 100 Mio. EUR pro Jahr belaufen und damit die erhöhten Ertragspotentiale zunichte machen.

Dürre als große Herausforderung für den Süden und Osten Österreichs

Die österreichische Landwirtschaft wird regional sehr unterschiedlich vom Klimawandel betroffen sein. In manchen Regionen wird das für Pflanzen verfügbare Wasser der limitierende Faktor werden. Dürreszenarien für 2040 zeigen, dass Ernteverluste von 30% und mehr in manchen Jahren zu erwarten sind. Abb. 1 Diese Verluste treffen das Wein- und Mostviertel sowie das nördliche und südliche Burgenland am stärksten. Ernteverluste von bis zu 10% sind auch für die Südsteiermark, das Mühlviertel und Teile Kärntens in trockenen Jahren zu erwarten.

Verändern wird sich auch die Häufigkeit von Dürreereignissen. Bei einem moderaten Zukunftsszenario für 2065 mit einer Niederschlagsabnahme von ca. 15% im Sommer würden Dürren in Österreich deutlich ansteigen und alle vier Jahre auftreten. Aber nicht nur Niederschlagsveränderungen erhöhen die Dürrehäufigkeit. Durch das frühere Einsetzen der Vegetationsperiode und die höhere Verdunstung wird der Bodenvorrat im Sommer früher aufgebraucht. Davon betroffen sind vor allem Sommerungen (z. B. Mais).

Zunehmende Trockenheit könnte LandwirtInnen zur Bewässerung zwingen. Heute werden nur 2,3% der

landwirtschaftlichen Flächen bewässert, zumeist sind dies Feldgemüse, Saatmais, Zuckerrübe und Wein. Der größte Teil der Flächen liegt in Niederösterreich, gefolgt vom Burgenland. In allen anderen Bundesländern spielt Bewässerung flächenmäßig kaum eine Rolle (BMLFUW, 2013). Die Zunahme bewässerter Flächen aufgrund des Klimawandels ist jedoch wahrscheinlich.

Eine zunehmende Bewässerung könnte zukünftig den Ertragsverlust in extremen Jahren im Südosten Österreichs weitgehend ausgleichen; im Osten Österreichs könnten fehlende Grundwasserreserven die Bewässerung erschweren. Klimawandelbedingte Investitionskosten für eine Bewässerung der landwirtschaftlichen Flächen würden auch den finanziellen Druck erhöhen. Zusätzlich wären Konflikte rund um die Ressource Wasser vorprogrammiert.

Wie kann sich die Landwirtschaft auf den Klimawandel einstellen?

Neben der Möglichkeit der Bewässerung mit all ihren Vor- und Nachteilen wäre der Ackerbauer oder die Ackerbäuerin im Weinviertel beispielsweise gut beraten, wenn er oder sie bei der Bodenbearbeitung auf einen rascheren Humusaufbau achtet. Humusreichere Böden können mehr Wasser speichern. Und zusätzlich binden solche Böden verstärkt Kohlenstoff und tragen so zum Klimaschutz bei.

Aber die Landwirtschaft ist auch mitverantwortlich für den Klimawandel. Konsequenter Klimaschutz ist auch in der Landwirtschaft gefordert, um wiederum die Folgen des Klimawandels gering halten zu können.

Abb. 1

Schutzwald im Zillertal.



Leittypen

-  Fichtenwald
-  Kiefernwald
-  La-Zi-Wald
-  Eichenwald
-  Buchenwald
-  sonst. Wald

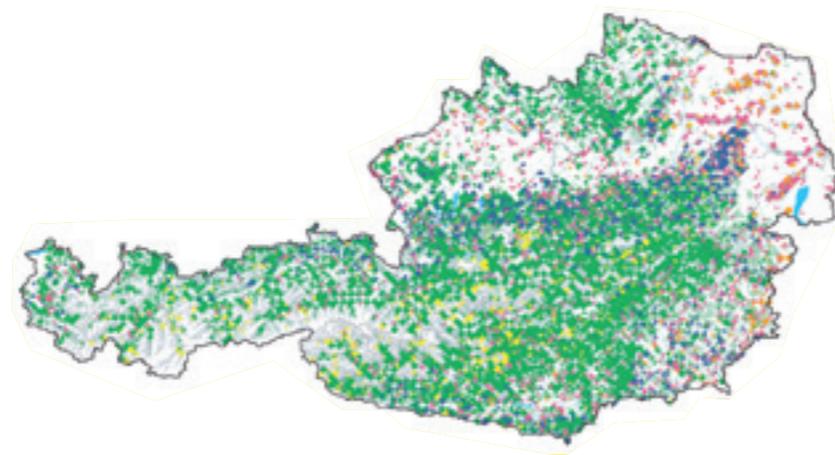


Abb. 2

Baumartenverteilung in Österreich (BFW)

## Forstwirtschaft im Klimawandel: Zunehmende Schäden überschatten mögliche positive Effekte bei Weitem

Wie jede Woche kontrolliert die erfahrene Forstwirtin ihren Fichtenbestand in der Südsteiermark. Erst vor Kurzem wurde sie überrascht von der frühen Aktivität des Borkenkäfers und über 40 Fichten mussten in aller Schnelle geschlägert und aus dem Wald gebracht werden. Sie kann sich nicht erinnern, je zuvor bereits im März vom Borkenkäfer befallenes Holz gehabt zu haben. Aber der vergangene Winter 2013 war sehr mild – ein Trend, der den Brotbaum dieser Breiten in große Bedrängnis bringt. Zusätzlich litt der Zuwachs der Fichte in den letzten Jahren enorm durch längere Trockenperioden. Die Forstwirtin hat alle Hände voll zu tun. Sie fragt sich besorgt, wie sich diese Probleme künftig entwickeln werden und welche Handlungsspielräume ihr für Gegenmaßnahmen bleiben.

Fichte – Brotbaum der Forstwirtschaft?

In Österreich umfasst heute die Fichte mehr als 50% des Flächenanteils im Ertragswald. <sup>Abb. 2</sup> Davon sind viele Bestände außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes zu finden – wie im Nord-Osten und auch im Süden Österreichs. Diese Waldbestände sind besonders anfällig für den Befall durch Borkenkäfer, da diese im warm-trockenen Klima die optimalen Lebensbedingungen vorfinden. Seit dem Jahr 2000 haben die Borkenkäfer in Österreich beinahe 20 Mio. Festmeter Holz befallen, was in etwa 2% des gesamten Holzbestandes ausmacht. Bei Preisabschlägen von oft über 30% beläuft sich der Gesamtschaden seit 2000 auf mehr als 500 Millionen

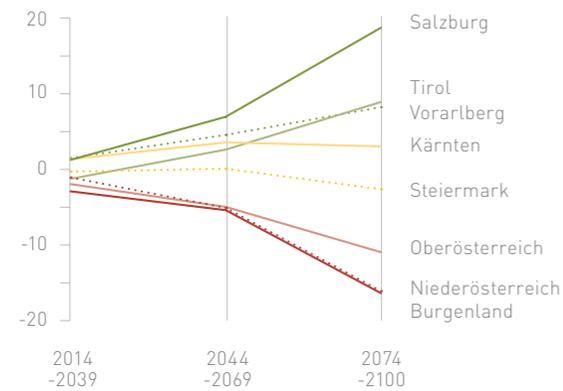


Abb. 3  
Änderung der Produktivität bis 2100 (in Prozent)

EUR (L.K. Österreich, 2013). Die außerplanmäßige Nutzung der Fichte hat sich im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts gegenüber den 90er-Jahren aufgrund von Kalamitäten (z. B. Borkenkäfer, aber auch Schneebruch und Sturm) mehr als verdreifacht (BFW, 2013). Dies führte zu finanziellen Verlusten für die ForstwirtInnen.

#### Wie kann die Zukunft der Forstwirtschaft in Österreich aussehen?

Durch den Klimawandel können in manchen Regionen Österreichs höhere Durchschnittstemperaturen und längere Vegetationsperioden zu einem Anstieg des forstwirtschaftlichen Ertragspotentials führen. Das gilt insbesondere für Regionen mit ausreichenden Niederschlägen, wie z. B. die Bergwälder im alpinen Raum.

Österreichweit betrachtet ist aber klar, dass sich aufgrund der negativen Folgen des Klimawandels diese positiven Effekte ins Minus drehen werden. Gerade die Fichte als Flachwurzler ist sehr anfällig für Störungen durch Trockenheit und Sturm. Beide zusammen schaffen optimale Voraussetzungen für Schädlingsbefall, insbesondere durch den Borkenkäfer. Konkret heißt das für die Forstwirtin aus der Süsteiermark, aber auch für Betriebe im Weinviertel und im nördlichen Burgenland: Schon unter heutigen Klimabedingungen ist die Fichte für diese Regionen ungeeignet. Mittelfristig werden sich die ungeeigneten Standorte für die Fichte noch weiter ausdehnen, und zwar auf den Donaauraum, das nördliche Alpenvorland und das Klagenfurter Becken. Bis zum Ende dieses Jahrhunderts wird es auch in Teilen des Mühl- und Waldviertels für die Fichte eng (BFW, 2013).

Die COIN-ForscherInnen drücken diese klimawandelbedingten Veränderungen in Zahlen aus: Bereits innerhalb der kommenden 25 Jahre werden die Schäden durch den Borkenkäfer um rund 28% zunehmen und belaufen sich dann auf rund 64 Mio. EUR pro Jahr. Zur Jahrhundertmitte werden sich diese Schäden auf rund 98 Mio. EUR pro Jahr erhöhen und zum Ende des Jahrhunderts noch einmal deutlich auf rund 141 Mio. EUR pro Jahr.

In den kommenden 25 Jahren wird sich zusätzlich durch vermehrte Trockenheit die Produktivität bei der Gesamt-Holzproduktion geringfügig reduzieren. Bis zur Jahrhundertmitte betragen die Ertrageseinbußen bereits 0,5 Mio. EUR pro Jahr und gegen Ende des Jahrhunderts schon 2,4 Mio. EUR pro Jahr. Dabei zeigen die Bundesländer unterschiedliche Trends. Klimawandelbedingte Veränderungen bezogen auf Waldbrandgefahr oder Stürme sind in diesen Zahlen nicht berücksichtigt. (Abb. 3)

#### Besonderes Augenmerk auf Schutzwälder legen

Die Schutzfunktion der Wälder ist von enormer volkswirtschaftlicher Bedeutung. Im Gebirge und an Steilhängen sichern rund 820.000 ha Schutzwälder Menschen, Gebäude sowie Verkehrs- und Energieinfrastrukturen vor Lawinenabgängen, Steinschlag und Muren. Neben Überalterung und fehlender Verjüngung kommt der Schutzwald durch den Klimawandel noch zusätzlich unter Stress. Um die Folgewirkungen der durch den Klimawandel häufiger werdenden Borkenkäferschäden im Schutzwald in den Griff zu bekommen, sind Investitionen

von rund 85 Mio. EUR pro Jahr in den kommenden 25 Jahren, rund 134 Mio. EUR pro Jahr um die Jahrhundertmitte und rund 189 Mio. EUR pro Jahr gegen Ende des Jahrhunderts nötig. Somit sind die klimawandelbedingten Kosten für die Forstwirtschaft signifikant und es gilt hier natürlich ganz besonders: Frühes Handeln ist erforderlich!

#### Und was tun?

Bedingt durch die langen Produktionszeiträume in der Forstwirtschaft müssen schon jetzt Baumbestände geschaffen werden, die auch mit dem Klima in 100 Jahren gut zurechtkommen. Daher ist ein frühzeitiges Gegensteuern hinsichtlich der unabwendbaren negativen Auswirkungen des Klimawandels für die Forstbetriebe wesentlich. Eine Möglichkeit ist, den Waldumbau weiter in Richtung Mischwald voranzutreiben. Vorrangig soll dabei die Fichte an jenen Standorten ersetzt werden, die nicht ihrem natürlichen Wuchsgebiet entsprechen. Zusätzlich soll ein besonderes Augenmerk auf die Sicherung der Schutzwälder gelegt werden.

Bei all den Maßnahmen zur Anpassung an die neuen Klimabedingungen darf aber nicht vergessen werden, dass der Wald als Kohlenstoffspeicher einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz leistet. Daher muss darauf geachtet werden, dass der Waldbestand aufgrund der Klimafolgen zumindest nicht abnimmt. Und schließlich: Die Aufgabe der Anpassung mit den für die Forstwirtschaft spezifischen langen Vorlaufzeiten wird wesentlich erleichtert, wenn effektiver Klimaschutz die Risiken von Klimafolgen in Grenzen hält.

Abb. 1

Ein Ausbau der Wander- und Sportangebote auf den Bergen könnte das Minus im Winter abdämpfen.

Abb. 2

Immer öfter hängt die Schneesicherheit von Schneekanonen ab (sofern deren Betrieb möglich ist).

## Klimawandel begünstigt den Sommertourismus – schwere Zeiten für den Wintertourismus

**Milde Temperaturen und Schneemangel könnten Österreichs Skigebiete in Zukunft in Schwierigkeiten bringen. Ausfälle im Wintertourismus sind zu befürchten und können von der heimischen Tourismusbranche nur durch den Fokus auf einen Ganzjahrestourismus aufgefangen werden.**

Alfred Bruckschlögl, der Vorstand der Dachstein Tourismus AG, dürfte den Jänner 2014 wohl so schnell nicht vergessen. Aufgrund der milden Temperaturen und der damit ausbleibenden Gäste verzeichneten Hoteliers und LiftbetreiberInnen der Dachsteinregion massive Einbußen in diesem Monat. Im unter 800 Meter gelegenen Gosau in der Region Hallstatt-Dachstein-Salzkammergut rutschten die Preise um bis zu 50% nach unten. Ein finanzielles Desaster für die Wirtschaft in der Region.

Der Klimawandel – eine Herausforderung für Österreichs Touristiker

Gosau war freilich keine Ausnahme. Österreichweit verzeichnete die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) den zweitwärmsten Winter (hierbei werden die Monate Dezember, Jänner und Februar betrachtet) seit dem Beginn der Aufzeichnungen 1768. Alexander Orlik, Klimatologe an der ZAMG:

„Österreichweit gesehen lag die Temperatur in diesem Winter um 2,7 °C über dem vieljährigen Mittel. Auf Platz eins liegt weiterhin der Winter 2006/07, der um 3,4 °C zu mild war. Auf Platz drei liegt der Winter 1997/98, mit einer Abweichung von 2,3 °C vom Mittel. Das bestätigt den Trend, dass sich milde Winter in den letzten Jahrzehnten häufen.“

Die absolut höchste Temperatur in diesem Winter wurde am 25. Dezember gemessen mit 19,1 °C am Salzburger Flughafen.

Der extreme Winter 2014 dürfte aber nur ein Vorbote dessen gewesen sein, was den Tourismus in Zukunft durch einen Klimawandel möglicherweise häufiger erwarten wird.

Betrachtet man die Zahlen und Fakten von November 2013 bis April 2014, so entstand österreichweit ein leichtes Nächtigungsminus von 1,7 % auf 64,5 Millionen Nchtigungen im Vergleich zum Rekordjahr 2013 – jedoch mit starken regionalen Unterschieden wie das Beispiel Gosau zeigt. Obwohl in der langjährigen Entwicklung seit 1993/1994, die Nchtigunzshahen für den Winter 2013/2014 einen Zuwachs um rund 11,6 Millionen ergeben, bleiben solch warme und schneearme Winter bei der Bevölkerung und den Gästen im Gedächtnis und wirken sich schnell in diesem spezialisierten Sektor aus.

Im Winter 2014 lag daher die Stimmung in Bezug auf den Tourismus am Tiefpunkt: 32 Prozent der ÖsterreicherInnen befanden laut einer Market-Umfrage, dass es mit dem Wintertourismus bergab geht. Und tatsächlich: Die Auswirkungen des milden Wetters waren extrem. Zahlreiche kleine LiftbetreiberInnen, wie etwa die steirischen Bruggraber Alpl Lifte, mussten Insolvenz anmelden. Die Arbeitslosenzahlen in den Fremdenverkehrsberufen stiegen sofort. In Vorarlberg zum Beispiel auf plus 27,8%. Ein Warnschuss für den Wintertourismus, der an immer neue Rekordzahlen gewöhnt war und ist.

Aktuell zählt der Tourismus zu einem der wesentlichen Wirtschaftsfaktoren in Österreich. Im Jahr 2012 beliefen sich die direkten Wertschöpfungseffekte laut Statistik Austria (2013) auf rund 18 Milliarden Euro, was etwa 6% des Bruttoinlandsproduktes entspricht.

In Zukunft drohen Verluste in dreistelliger Millionenhöhe

Wenn Österreichs WintertouristikerInnen nicht auf die geänderten klimatischen Bedingungen reagieren, sind jährliche Einbußen in dreistelliger Millionenhöhe zu befürchten. Die Berechnungen der COIN-ForscherInnen zeigen: Für den Zeitraum zwischen 2036 und 2065 wird es bereits bei einem moderaten Klimawandel (mit Temperaturanstieg und Verringerung der Niederschlagsmenge in mittlerem Ausmaß) zu einem Minus im Wintertourismus von mehr als einer Million Übernachtungen jährlich kommen. Und auch wenn für den Sommertourismus unter den gleichen Annahmen ein Plus von rund 500.000 Übernachtungen jährlich erwartet wird, kommt es in dieser Periode

zu einem durchschnittlichen Gesamtverlust für den Tourismus von 210 Millionen Euro pro Jahr. Dieser Verlust ergibt sich nicht nur aus der geringeren Anzahl an Touristen, sondern auch daraus, dass jeder Wintertourist für die heimische Wirtschaft zu einem rund doppelt so hohen Umsatz führt als ein Sommertourist.

In weiterer Folge führen die Verluste im Tourismus durch wirtschaftliche Verflechtungen, wie zum Beispiel Vorleistungen für den Tourismus in der Landwirtschaft, zu Gesamtverlusten quer über alle Sektoren, die um rund die Hälfte höher sind als die Verluste im Tourismussektor selbst.

Für kleine Skiorte wie Gosau – aber auch für größere Skiregionen – könnte daher künftig ein Umbruch nötig sein, sich vom Wintertourismus (teils oder ganz) zu lösen. Verpassen vor allem niedrig gelegene Skiorte diese Chance, könnte die verminderte Schneesicherheit zu einem Minus an TouristInnen, einem Markteinbruch und folglich Arbeitslosigkeit und einer Abwanderung der Einheimischen aus dem Ort führen.

Vor allem in den Bundesländern Kärnten, Salzburg und Vorarlberg dürften die Sorgen dahingehend groß sein. Denn hier sind für den Wintertourismus die höchsten Nächtigungseinbußen zu befürchten: Für den Zeitraum zwischen 2036 und 2065 sind das für Kärnten minus 6,5%, für Salzburg minus 3,7% und für Vorarlberg minus 2,5%.

Die betroffenen Wintersportregionen stehen vor einem massiven Problem – Lösungen seitens der TouristikerInnen, aber auch seitens der Politik werden dringend benötigt. Nicht einmal der vermehrte Einsatz von Schneekanonen, die auch bei milden Temperaturen für

Schneesicherheit sorgen, könnte die düstere Zukunftsprognose aufhellen, wie Hans Schenner, Obmann der Bundessparte Tourismus und Freizeitwirtschaft in der Wirtschaftskammer Österreich (WKÖ), erklärt: „Dank Beschneigungen gab es im Jänner 2014 zwar überall genug Schnee zum Skifahren, aber leider zu wenig Schnee für richtige Winterstimmung.“

Noch dazu sind die Auswirkungen von Kunstschnee auf die Umwelt noch nicht zur Gänze erforscht. Während vielerorts keine Umweltschutzbedenken gesehen werden (der Wasserhaushalt werde nicht gestört und die modernen Anlagen bräuchten verhältnismäßig wenig Energie), sieht die Wissenschaft die Diskussion um das Thema Wasser und Energie eher problematisch. Zusätzlich ergab eine Studie der Universität für Bodenkultur Wien, dass zumindest ab einer Höhe von 1.500 Metern der Einsatz von Schneekanonen als kritisch zu beurteilen ist. Hier könnten Pflanzen aufgrund längerer Entwicklungszeiträume die Belastung durch Kunstschnee nicht mehr so gut wettmachen wie in tieferen Lagen.

Umdenken auf Sommertourismus als entscheidende Strategie

Denkbar wäre für viele WintertouristikerInnen in Zukunft ein Ausbau der Wander- und Sportangebote auf den Bergen, um das Minus im Winter mit einem neuem Sommergeschäft abzdämpfen. Da allerdings der Markt für Sommertourismus stärker umkämpft ist als jener im Winter, müssten hier neue Angebote und Produkte geschaffen werden, um die TouristInnen anzulocken. Damit verbunden wäre aber auch eine strategische Veränderung in der Tourismuswerbung.

Um den gesamtösterreichischen Tourismus in Zukunft positiv zu halten, müsste laut TouristikerInnen vor allem auch ein Fokus auf den Städtetourismus gelegt werden. Wichtig ist dabei, dass man auf nachhaltige Angebote Wert legt und auch Nebensaisonen – wie den Frühling und Herbst mitberücksichtigt – um auf einen Ganzjahrestourismus zuzusteuern.

Denn auf das gesamte Jahr gesehen werden es bei einem moderaten Temperaturanstieg vor allem die Städte sein, die an Zahlen zulegen können. Das zeigt auch das Beispiel aus dem Jänner 2014. Während in den Skigebieten Flaute herrschte, feierten Wien und Graz bei ungewöhnlich hohen Wintertemperaturen Rekordergebnisse.

Um auch in Zukunft im Tourismus konkurrenzfähig zu sein, könnte es eine sinnvolle Strategie sein, Tourismusregionen zusammenzulegen und gemeinsam zu vermarkten. In diese Richtung denkt der österreichische Freizeitforscher Peter Zellmann: „Um innovativ zu sein, muss man seine alten Denkgewohnheiten auch einmal ablegen und im 21. Jahrhundert ankommen. Sinnvoll wäre es, Regionen zu schaffen, die mindestens drei Millionen Nächtigungen im Jahr generieren. Da müssen sich die Regionen zusammenraufen, um international bestehen zu können. Die Marke Kitzbüheler Alpen könnte beispielsweise bis Wörgl reichen, die Region Wörthersee bis ins Gailtal.“ Neue Ansätze und Ideen werden gefordert sein, um den für Österreich so wichtigen Wirtschaftszweig Tourismus auch in Zukunft und bei verändertem Klima auf seinem Niveau halten zu können. Ein Umdenken in der Branche ist nötig, damit Zahlen wie diese in Zukunft nicht zur Gewohnheit werden.

Abb. 1

Hochwasser in Brunn im Felde  
(Dorfplatz) im Kamptal  
im August 2002.

Abb. 2

Überschwemmte Küche.

## Alles im Fluss Katastrophenmanagement in Zukunft

Herr Alois Z. blickt noch einmal zurück. Er sieht von dem höher gelegenen Grillplatz im Hof aus, wie das Wasser in seinem Wohnzimmer steigt. Er nimmt seine zweijährige Tochter an der Hand und geht den Weg durch den Garten zur Bundesstraße, wo sich die DorfbewohnerInnen vorerst versammeln. Noch vor einer halben Stunde hat er mit der freiwilligen Feuerwehr Sandsäcke vor dem Einfahrtstor gestapelt, bis klar wurde, dass diese bei weitem nicht ausreichen werden. Danach packte er die wichtigsten Utensilien zusammen. All das, was ihm im Stress des steigenden Wassers als besonders wichtig erschien. Erst später wird er sich darüber ärgern, dass er bestimmte Utensilien nicht mitgenommen hatte. Solche von großem Wert – teils von persönlichem und teils von finanziellem Wert. So hatte er das einzige alte vergilbte Foto seiner Mutter in einer unteren Schublade zurückgelassen. Und auch die Festplatte mit dem Back-Up der Datenbank seiner Weinkunden.

Derartige Szenen mussten die BewohnerInnen im unteren Kamptal im Sommer 2002 erleben, als mit wenigen Tagen Abstand zwei Flutwellen die Orte erfassten. Seit dem Bau des Kraftwerkes galt das Tal als hochwassersicher. Ein Irrtum, wie sich herausstellte.

Hochwasserschäden wie auch Maßnahmen zum Schutz vor Hochwasser werden seit 1966 vom österreichischen Katastrophenfonds mitfinanziert. So lässt sich aus der Statistik des Fonds ermitteln, dass die Hochwasserereignisse 2002 und 1966 österreichweit ungefähr das gleiche Schadensausmaß relativ zum jeweiligen Gesamtwert der Gebäude erreicht hatten. Hochwässer der jüngeren Vergangenheit wurden mit folgenden Schadenssummen beziffert:

- 2002: 3 Milliarden Euro
- 2005: 0,6 Milliarden Euro
- 2013: 2,2 bis 3 Milliarden Euro

#### Klimawandel und Hochwasser

Während die durchschnittlichen jährlichen Hochwasserschäden für den Zeitraum 1981–2010 im Bereich von 200 Millionen EUR liegen, dürfte sich die Schadenssumme durch den Klimawandel weiter verändern. Auch wenn der Anteil, der dem Klimawandel zuzurechnen ist, schwierig zu bestimmen ist, so herrscht zwischen ExpertInnen weitgehende Übereinstimmung, dass durch den Klimawandel Intensität und Häufigkeit von Hochwasserereignissen zunehmen werden.

Daraus folgende Schäden von Naturkatastrophen sind daher ebenfalls im Steigen, nicht zuletzt auch weil die Bevölkerung und ihr Hab und Gut weiter wachsen

werden. Die Prognoseunsicherheiten sind allerdings groß, da Extremereignisse einerseits prinzipiell als Ausreißer aus dem „normalen“ Wettergeschehen schwer abschätzbar sind, und andererseits durch den Klimawandel zusätzlich Prognosen unsicherer werden. So liegen die Bandbreiten der mit unterschiedlichen Modellen prognostizierten Schadenssummen für den Zeitraum 2016–45 im Jahresdurchschnitt zwischen 300 und 900 Millionen EUR und für den Zeitraum 2036–65 bei 400 bis 1.800 Millionen EUR (in heutiger Kaufkraft). Damit könnten sich durchschnittliche Schäden gegenüber der jüngeren Vergangenheit um den Faktor 2 bis 9 erhöhen.

Neben durchschnittlichen Ereignissen stellt sich die Frage, wie sich extreme Überschwemmungen verändern. Eine Abschätzung der Schadenssummen 100-jähriger Hochwasserereignisse zeigt, dass sich diese durch Klimawandel und Vermögenszuwächse etwa verdoppeln, wenn sie statt in der Periode 1977–2006 in der Periode 2036–65 auftreten würden.

Was bedeuten diese nüchternen Zahlen nun, wenn wir uns konkrete Zukunftsbilder vorstellen:

2050 „Normal“: Überschwemmungen sind alltäglicher geworden

Die Nachrichten bringen erneut Bilder des überschwemmten Alpenvorlandes. Die Mobilitätszentrale hat eine Hotline eingerichtet und sendet stündlich News an die Navigationsinformationssysteme von FußgängerInnen, Rad-, AutofahrerInnen und BenutzerInnen öffentlicher Verkehrsmittel. Auch für die betroffenen BewohnerInnen war schon am Tag zuvor klar, dass sie für die nächsten zwei Wochen entweder

bei Freunden oder Verwandten außerhalb des potenziellen Gefahrenbereiches eine Bleibe suchen müssen oder auf die Angebote diverser Notunterkünfte zurückgreifen müssen. Das letzte derartige Ereignis ist erst zwei Jahre her und viele erinnern sich noch gut daran.

Verkehrssysteme und Katastrophenhilfe haben über die Jahre schrittweise aus den Pannen gelernt und bieten immer professionellere Hilfe. In manchen besonders gefährdeten Gegenden kam es zu größeren Absiedlungsaktionen, die durch den Katastrophenfonds finanziert wurden. In anderen Gebieten an Nebenflüssen, die gleichzeitig zur ungünstigen Großwetterlage von kleinräumigen Extremereignissen außerordentlich betroffen waren, herrscht nach wie vor große Nervosität und Unsicherheit in der Bevölkerung. Hier mangelt es an mobilen Hochwasserschutzanlagen und an der nötigen Erfahrung im Umgang mit den Fluten. Die Wiederkehrwahrscheinlichkeit so eines kleinräumigen Ereignisses an ein und demselben Nebenfluss ist auch relativ gering.

#### Ein hundertjähriges Ereignis um 2050

Weite Teile Österreichs sind betroffen. Das Fernsehen sendet aus den Landeszentralen Kamerteams an die unterschiedlichsten Schauplätze des Landes. Es ist das größte Hochwasser, das jemals in Österreich aufgezeichnet wurde. Die Hauptverkehrsadern im Alpenvorraum stehen teils unter Wasser, in besonders exponierten Bereichen sind sie teils unterspült. Kleine, im Normalfall harmlose Flüsse haben sich zu großen Strömen entwickelt, Bäche sind reißend aus den Ufern getreten. Alle sind einer Meinung, das Hochwas-

ser 2002 sei eingegrenzter und im Schadensausmaß geringer gewesen. Ein Viertel der österreichischen Bevölkerung ist direkt oder indirekt betroffen. Direkt, weil eigene Wohn- oder Arbeitsorte temporär nicht benutzbar sind; indirekt, weil Versorgungsleistungen ausbleiben oder Reisepläne verändert werden mussten. Die Wirtschaft ist in manchen Sektoren aufgrund der unsicheren bzw. unterbrochenen Transportwege eingeschränkt. Die ersten Schadenssummen werden mit an die 7 Mrd. Euro beziffert. Auch die Wirtschaftsleistung gemessen als BIP geht in diesem Jahr deutlich zurück. Aufgrund der sinkenden Steuereinnahmen und der hohen Ausgaben für die Schadenskompensation aus dem Katastrophenfonds muss eine geplante Steuertarifreform verschoben werden.

#### Gangbare Wege zur Vermeidung und Abschwächung

Entschiedener internationaler Klimaschutz bleibt oberste Priorität, um Risiken zu reduzieren. In Österreich wird es besonders wichtig, dass in Gefahrenzonen keine neuen Bauaktivitäten erfolgen und – wo möglich – ein Rückbau an bestehenden Gebäuden erfolgt. Zudem können sämtliche Maßnahmen zur Reduktion der Abflussgeschwindigkeit und zur Erhöhung von Stauräumen zu einer Entspannung für stromabwärts gelegene, besonders gefährdete Siedlungsgebiete beitragen.

Abb. 1

Vermurung in Sankt Lorenzen (Stmk),  
im März 2012.

Abb. 2

Brunnenauffüllung nach langer  
Trockenperiode (Stmk),  
im Juli 2013

## Versicherung und Klimawandel

**Frau Kaiser leitet die Sachversicherung eines der größten Anbieter in Österreich. Sie sieht, dass ihre Versicherung den ÖsterreicherInnen vielleicht helfen könnte, mit einem Gesamt-Klimawandelfolgen-Versicherungspaket als neues Produkt ihres Unternehmens. Sie prüft, wie hoch die Prämie sein müsste und auch welcher Natur die Schäden sein werden.**

Ihre Nachforschungen führen sie ins Jahr 1979. Dr. Jule Charney leitete damals die erste Studie der National Academy of Sciences in den Vereinigten Staaten zum Thema CO<sub>2</sub> und Klima. Die Frage, die es zunächst zu beantworten galt, war, wie hoch globale Temperaturen steigen würden, falls sich CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre verdoppelt. Dr. Charney wählte die zwei prominentesten Studien, die es zu dieser Zeit gab. Eine sagte 2 °C, die andere 4 °C. Er nahm den Durchschnitt und fügte zur Bandbreite der beiden vorliegenden Studien in jede Richtung je ein halbes Grad hinzu. Die Antwort somit: Eine Verdoppelung des CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre erhöht globale Temperaturen um 3 °C, plus/minus 1,5 °C.

Heute, ganze 35 Jahre und tausende wissenschaftliche Abhandlungen zum Thema später, steht der wahrscheinliche, endgültige Temperaturanstieg durch eine Verdoppelung der CO<sub>2</sub> Werte noch genau dort, wo ihn Dr. Charney berechnet hatte: 1,5 bis 4,5 °C.

Das heißt nicht, dass die Klimaforschung in den letzten Jahrzehnten keine Fortschritte gemacht hat. Ganz im Gegenteil: Wir wissen viel mehr über die Gründe und Auswirkungen des Klimawandels. Es bedeutet allerdings eines: Klimawandel ist vor allem ein Versicherungsproblem, allerdings kein einfaches im herkömmlichen Sinn. Die Unsicherheiten sind zu groß, zu beharrlich und zu global. Klimawandel ist ein planetarisches Versicherungsproblem mit existentiellen Risiken.

Was wir wissen, macht es teuer

Mittlerweile wissen wir, dass eine Verdoppelung des CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre nicht mehr nur eine Hypothese ist. Vor der industriellen Revolution standen die Werte bei 280 parts per million (ppm). Derzeit stehen sie bei 400 ppm. Ohne dramatischer, globaler Kurskorrektur findet ein Verdoppeln der vorindustriellen Werte – auf 560 ppm – mit ziemlicher Sicherheit noch in diesem Jahrhundert statt. Die International Energy Agency rechnet damit, dass die CO<sub>2</sub>-Werte bis 2100 zumindest auf 700 ppm steigen werden. Egal ob 1,5 °C oder 4,5 °C, die resultierenden Temperaturanstiege werden dramatische Wirkungen haben, die globalen Kosten werden enorm sein. Wir wissen auch, dass wir nicht warten können bis es tatsächlich zu diesen

Temperaturanstiegen kommt. Der Klimawandel ist ein solch langfristiges Problem, dass unsere Taten heute die Temperaturen und andere Auswirkungen in den nächsten Jahrzehnten und Jahrhunderten bestimmen werden.

Tatsächlich findet der Temperaturanstieg durch eine Verdoppelung der CO<sub>2</sub>-Werte nicht über Nacht statt. Die Anstiege der CO<sub>2</sub>-Konzentration verwirklichen sich in ihrem vollen Umfang erst in ein oder zwei Jahrhunderten oder sogar noch später. Mehr als zwei Drittel des CO<sub>2</sub>, welches heute durch menschliche Aktivitäten ausgestoßen wird, ist in 100 Jahren noch in der Atmosphäre. Mehr als die Hälfte ist in 1.000 Jahren noch dort. Das Klima und Wetter in den nächsten Jahrhunderten wird durch unsere Aktivitäten heute bestimmt.

#### Was wir nicht wissen, macht es teurer

Das letzte Mal, als CO<sub>2</sub>-Werte in der Atmosphäre auf heutigem Niveau waren, befand sich die Welt in der geologischen Epoche des Pliozäns. Das war vor über drei Millionen Jahren. Damals waren globale Durchschnittstemperaturen um 1 bis 2,5 °C höher als heute, der Meeresspiegel war bis zu 20 Meter höher und in Kanada lebten Kamele.

Wir werden diese dramatischen Auswirkungen heute nicht erwarten. Es dauert hunderte von Jahren bis Weltmeere so weit ansteigen. Allerdings bedeutet dies Eines: Was wir nicht wissen, ist mit großer Wahrscheinlichkeit mit noch dramatischeren Auswirkungen verbunden als das, was wir bereits wissen.

Sobald wir uns wieder auf die zu erwartenden Temperaturanstiege konzentrieren, wird klar, dass

der zu erwartende endgültige Anstieg dramatische Auswirkungen haben wird. Es ist bereits klar, dass der tatsächliche Wert höchstwahrscheinlich näher an 4,5 als bei 1,5 °C liegen wird. Mittlerweile sind globale Temperaturen bereits 0,8 °C angestiegen und CO<sub>2</sub>-Werte sind erst 40% höher als vor der industriellen Revolution. Endgültige Werte um die 1,5 °C sind äußerst unwahrscheinlich. Leider ist es auch klar, dass 4,5 °C nicht die Obergrenze der Erwärmung ist. Die IPCC beschreibt Werte zwischen 1,5 und 4,5 °C als „wahrscheinlich“ („likely“). Das macht Werte außerhalb dieses Intervalls „unwahrscheinlich“. Aber wir können sie nicht gänzlich ausschließen. Aufgrund der bereits erfolgten Temperaturanstiege sind Werte unter 1,5 °C tatsächlich äußerst unwahrscheinlich. Allerdings können wir selbiges für Werte über 4,5 °C nicht sagen. Insgesamt liegt die Wahrscheinlichkeit, dass endgültige globale Durchschnittstemperaturen um 6 °C oder mehr ansteigen, gemäß den konservativen Berechnungen der führenden WissenschaftlerInnen an der Harvard University bei über 10 Prozent. Temperaturanstiege von 2 °C haben bereits dramatische Auswirkungen. Anstiege von 3 °C oder 4 °C haben disproportional größere Konsequenzen. Anstiege von 6 °C oder mehr können nur mit den Worten „globale Katastrophe“ beschrieben werden. Terra incognita. Und die Chance einer solchen globalen Katastrophe liegt bei 10 Prozent oder mehr, falls keine dramatische Kurskorrektur in Sachen CO<sub>2</sub>-Ausstoß erfolgt.

Die Versicherung: nur Klimaschutz

Klimawandel ist nicht umkehrbar und das globalste, langfristigste und in seiner Größenordnung unsichers-

te Gesellschaftsproblem. Was wir heute bereits wissen und quantifizieren können, beziffert die klimabezogenen Folgekosten auf zirka 30 EUR pro Tonne CO<sub>2</sub>. Das ist das Resultat der bis dato umfassendsten Studie zur Berechnung der sozialen Kosten einer jeden Tonne CO<sub>2</sub> („Social Cost of Carbon“), berechnet von der Regierung der USA. Dies ist auch die unterste Schranke für etwas wie eine Versicherungsprämie.

Versicherungen sind allerdings nicht darauf ausgelegt, um gegen das zu versichern, was mit großer Wahrscheinlichkeit eintreten wird. Sie zielen stattdessen auf Eventualitäten ab: Wie die kleine Chance, dass das Haus Feuer fängt. Leider ist die Chance dramatischer Auswirkungen des Klimawandels nicht so klein. Eine zehnpromtente Chance einer existentiellen, planetaren Katastrophe ist viel zu hoch, als sie mit der herkömmlichen Versicherungslogik in den Griff zu bekommen. Denn diese Eventualität ist nicht in der zuvor genannten 30 EUR Kalkulation inkludiert. Es ist auch äußerst schwer, sie in einen Eurobetrag umzulegen. Die Studie der U.S. Regierung tut dies mit einem Näherungswert, der 95% aller Eventualitäten abzudecken versucht. Das Ergebnis sind Kosten von 80 EUR pro Tonne CO<sub>2</sub> – ein Kostenbetrag, welcher einer tatsächlichen Versicherung zumindest näher kommt.

Selbst dieser Betrag deckt aber nur Eventualitäten ab, die wir bereits kennen und quantifizieren können. Der große Rest – welcher versicherungstechnisch oft als „höhere Gewalt“ beschrieben wird – würde die Zahl noch weiter steigern.

Dazu kommt, dass 30 EUR bzw. 80 EUR pro Tonne CO<sub>2</sub> für heute gelten. Je länger wir warten, desto teurer wird es. Eine Tonne CO<sub>2</sub> im Jahr 2030 würde 40 EUR beziehungsweise 120 EUR in heutigem Geldwert

kosten. Im Jahr 2050 würden es 50 EUR beziehungsweise 160 EUR sein.

Egal welche Zahl auch immer: Es ist nicht genug, dieses Geld einfach auf ein Konto zu überweisen, um für den Notfall gewappnet zu sein. Und so würde eine Versicherung, wie wir sie herkömmlich kennen, funktionieren. Denn was tun wir dann mit einem zwar hohen Kontostand, aber z. B. keinen verfügbaren Lebensmitteln für die Weltbevölkerung? Das Geld zu haben nützt nur, wenn es auch rein physisch die Lebensmittel und andere Güter noch gibt, die die Menschheit zum Überleben benötigt. Versicherung hier bedeutet das Grundproblem selbst zu lösen, das CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre zu verringern. Diese Verringerung zu erreichen bedeutet unter anderem, dass eine jede Tonne CO<sub>2</sub> auch mit dieser Prämie für die gesellschaftlichen Auswirkungen bepreist wird.

Wir, als Gesellschaft, bezahlen diese Kosten auch jetzt schon. Allerdings bezahlen sie nicht diejenigen, die auch für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß verantwortlich zeichnen. Sondern wir alle bezahlen für den Ausstoß anderer. Die Kosten sind da, jedoch ein Anreiz, weniger CO<sub>2</sub> auszustoßen, nicht. Es ist höchste Zeit sicherzustellen, dass die Kosten pro verursachter Tonne CO<sub>2</sub> den richtigen Anreiz setzen, um auch tatsächlich als Versicherungsprämie wirksam werden zu können.

Frau Kaiser in unserem österreichischen Versicherungsunternehmen kommt damit zum Schluss, dass der Klimawandel ein Phänomen ist, gegen das sich die Gesellschaft nur über den Klimaschutz versichern kann. Das hingegen ist ein reiches Betätigungsfeld.

## Literatur

### Gesundheit

- D. Barriopedro, E.M. Fischer, J. Luterbacher, R.M. Trigo, R. García-Herrera (2011) The Hot Summer of 2010: Redrawing the Temperature Record Map of Europe. *Science* 332, 220

### Energieversorgung

- Lt. Der Standard, 25.7.2006  
<http://derstandard.at/2528198>
- Lt. ORF Steiermark, 16.8.2013  
<http://steiermark.orf.at/news/stories/2598350/>
- Lt. Futurezone, 3.12.2013  
<http://futurezone.at/digital-life/blackout-vorbereitungen-in-oesterreich-laufen/38.707.289>

### Handel

- Lt. OGB, 20.8.2003: [www.ots.at/presseaussendung/OTS\\_20030820\\_OTS0038/bauarbeiter-verlangen-ender-hitzeschlacht](http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20030820_OTS0038/bauarbeiter-verlangen-ender-hitzeschlacht)

### Landwirtschaft

- H. Mitter, M. Schönhart, I. Meyer, K. Mechtler, E. Schmid, F. Sinabell, G. Bachner (2014) in K. Steininger, M. König, B. Bednar-Friedl, L. Kranzl, F. Pretenthaler (ed.), *Economic Evaluation of Climate Change Impacts: Development of a Cross-Sectoral Framework and Results for Austria*, Springer.
- F. Strauss, E. Moltchanova, E. Schmid. "Spatially Explicit Modeling of Long-Term Drought Impacts on Crop Production in Austria." *American Journal of*

*Climate Change* 02, no. 03 (2013): 1–11. doi:10.4236/ajcc.2013.23A001.

- BMLFUW - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2013): *Grüner Bericht 2013. Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft*. Wien.

### Forstwirtschaft

- LK – Landwirtschaftskammer Österreich (2013): *Die Borkenkäfer*. <http://www.lko.at/?+So-schuetzen-Sieden-Wald-vor-Schaedlingen-Landwirtschaftskammer-Waldbau-und-Forstschutz+&id=2500,1797005>
- BFW – Bundesforschungszentrum für Wald (2013): *Praxisinformation Nr. 31. Die Fichte – Brotbaum oder Problemkind?*  
<http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9468>

### Tourismus

- Lt. Der Standard, 9.1.2014  
<http://derstandard.at/1388650563867/Schneemangel-drueckt-auf-Stimmung>
- Lt. ZAMG News 25.2.2014  
<http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/zweitwaermster-winter-der-messgeschichte>
- Lt. Statistik Austria Pressemitteilung: 10.791100/14  
[http://www.statistik.at/web\\_de/presse/076813](http://www.statistik.at/web_de/presse/076813)
- Lt. Salzburger Nachrichten, 18.7.2014  
<http://www.salzburg.com/nachrichten/oesterreich/wirtschaft/sn/artikel/oesterreicher-erwarten-gute-wirtschaftsentwicklung-89503/>
- Lt. Wirtschaftskammer Österreich, 27.2.2014  
<https://www.wko.at/Content.Node/branchen/ooe/>

*Schenner\_zur\_Wintersaison\_\_Halbzeit-Winterbilanz\_bringt\_dur.html*

- Lt. ORF Science, 14.11.2007  
<http://sciencev1.orf.at/science/news/150022.html>
- Lt. Kurier, 15.1.2014  
<http://kurier.at/wirtschaft/marktplatz/tourismus-winter-ist-ein-massengeschaeft/46.005.312>

### Versicherung

- G. Wagner & M.L. Weitzman, *Climate Shock: The Economic Consequences of a Hotter Planet*, Princeton University Press (2015)

## Bilder

### Einleitung

- 1. Clint Spencer; istockphoto.com
- 2. Münchner Rück, NatCatService 2014

### Gesundheit

- 1. Österreichisches Rotes Kreuz
- 2. Entwicklung der Hitzetage in Österreich, Herbert Formayer; BOKU Met.

### Überforderte Abflußsysteme

- 1. photonewman; shutterstock.com
- 2. Robert Parigger, APA

### Energieversorgung

- 1. shutterstock.com
- 2. Kelag

### Verkehr

- 1. Michael Köck/BezirksRundschau Perg
- 2. shutterstock.com

### Handel

- 1. Dmitry Kalinovsky; shutterstock.com
- 2. ktynzq; shutterstock.com

### Landwirtschaft

- 1. Änderungen im Ertrag, zwei Dürreszenarien im Vergleich; Strauss et al. 2013
- 2. Quelle: BMLFUW, 2013

### Forstwirtschaft

- 1. shutterstock.com
- 2. Baumartenverteilung in Österreich; BFW
- 3. Änderung der Produktivität bis 2100; Schörghuber et al. 2010 in Lexer et al. 2014

### Tourismus

- 1. shutterstock.com
- 2. shutterstock.com

### Katastrophenmanagement

- 1. Karl Mantler, Ernst Erker, W. Zeller
- 2. Karl Mantler, Ernst Erker, W. Zeller

### Versicherung

- 1. Gerhard Baumann; WLW – BMLFUW
- 2. Kleine Zeitung, 31.7.2013

# Impressum

## Medieninhaber

### Klima- und Energiefonds

Gumpendorfer Straße 5/22, 1060 Wien

Tel: +43 1 585 03 90, Fax: +43 1 585 03 90-11

office@klimafonds.gv.at

## Für den Inhalt verantwortlich

Die AutorInnen tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser Broschüre. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider. Weder der Klima- und Energiefonds noch das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sind für die Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

## Druck

Druckerei Gugler (www.gugler.at)

Bei der mit Ökostrom durchgeführten Produktion wurden die Anforderungen des Österreichischen Umweltzeichens erfüllt. Sämtliche während des Herstellungsprozesses anfallenden Emissionen wurden im Sinne einer klimaneutralen Druckproduktion neutralisiert.

## Gestaltung

Studio Deluxe (www.studiodeluxe.at)

## Verlags- und Herstellungsort

Wien

Wir haben diese Broschüre mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt und die Daten überprüft. Rundungs-, Satz- oder Druckfehler können wir dennoch nicht ausschließen.

www.klimafonds.gv.at

ISBN 978-3-200-03926-1



Eine Broschüre aus dem Forschungsprojekt Cost of Inaction (COIN):  
*Assessing the Costs of Climate Change for Austria*  
<http://coin.ccca.at>

ISBN 978-3-200-03926-1



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEERTES  
ÖSTERREICH

AUSTRIAN CLIMATE RESEARCH PROGRAMME

*in* ESSENCE

