

## Klimawandel und Gesundheit

### Kurzfassung

#### Projektleitung

Institut für Meteorologie  
Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Universität für Bodenkultur  
Univ.-Prof. Dr. Helga Kromp-Kolb.



lebensministerium.at

BUNDESMINISTERIUM FÜR  
GESUNDHEIT UND FRAUEN



bm:bwk



OESTERREICHISCHE  
NATIONALBANK

umweltbundesamt<sup>U</sup>

November 2006

## StartClim

ist ein Forschungsprogramm, in dem sich seit Anfang 2003 **österreichische Forscher und Forscherinnen** aus zahlreichen österreichischen Institutionen interdisziplinär mit dem Klimawandel und seinen Auswirkungen - insbesondere auf Österreich - auseinandersetzen.

Die **Themen** spannen sich von „Meteorologischen Extremereignisse und ihren Auswirkungen und wirtschaftlichen Dimensionen in Österreich“ nach den Hochwasserereignissen 2002 zur „Analyse von Hitze und Trockenheit und deren Auswirkungen in Österreich“ nach dem Hitzesommer 2003 und wurden 2005 mit dem Schwerpunkt „Klimawandel und Gesundheit“ fortgesetzt.

Die zahlreichen Teilprojekte greifen thematisch neue Fragenstellungen auf, fördern NachwuchswissenschaftlerInnen, können durch die kurze Laufzeit flexibel auf aktuelle Themen reagieren und zeigen weiteren Forschungsbedarf (speziell für Österreich) auf. Vor allem aber sind sie praxisorientiert und geben auch nicht staatlichen Unternehmen die Möglichkeit mit geringer finanzieller Beteiligung von umfangreichen Ergebnissen zu profitieren.

Univ.-Prof. Dr. H. Kromp-Kolb, Institut für Meteorologie, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, BOKU obliegt die **wissenschaftliche Leitung**. Die **administrative Abwicklung** erfolgt durch das Umweltbundesamt.

Zum **offenen Geldgeberkonsortium** gehören derzeit Vertreter von  
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2003, 2004, 2004)  
Bundesministerium für Gesundheit und Frauen (2005)  
Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (2003)  
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (2003, 2004)  
Österreichische Nationalbank (2003, 2004)  
Österreichische Hagelversicherung (2003, 2004)  
Umweltbundesamt (2003)  
Verbund AHP (2004)

Mitglieder des **internationalen wissenschaftlichen Beirats** sind:

Prof. Dr. Martin Beniston, Université Fribourg (2003, 2004)  
Dr. Gerhard Berz, Münchener Rückversicherung (2003, 2004, 2005)  
Prof. Dr. Carlo Carraro, Fondazione Eni Enrico Mattei (2003)  
Dr. Jill Jäger, Sustainable Europe Research Institute (2003, 2004, 2005)  
Prof. Dr. Mojib Latif, Max-Planck-Institut für Meteorologie/Universität Kiel (2003)  
Dr. Bettina Menne, Global Change and Health, WHO Regional Officer for Europe (2005)  
Dr. Frank Wechsung, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (2003)

---

**Beiträge aus StartClim2005**

- StartClim2005.A1a: Einflüsse der Temperatur auf Mortalität und Morbidität in Wien**, Institut für Umwelthygiene, ZPH, Medizinische Universität Wien; Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur; Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen; Statistik Austria
- StartClim2005.A1b: Untersuchung zur nächtlichen Abkühlung in einem sich ändernden Klima**, Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur; Institut für Umwelthygiene, ZPH, Medizinische Universität Wien; Statistik Austria
- StartClim2005.A4: Auswirkungen von Extremereignissen auf die Sicherheit der Trinkwasserversorgung in Österreich**, Institut für Siedlungswasserbau, Industrierewasserwirtschaft und Gewässerschutz und Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur
- StartClim2005.C2: Untersuchung zur Verbreitung der Tularämie unter dem Aspekt des Klimawandels**, Gesellschaft für Wildtier und Lebensraum – Greßmann & Deutz OEG; HBLFA Raumberg-Gumpenstein Institut für artgerechte Tierhaltung und Tiergesundheit
- StartClim2005.C3a: Einflüsse des Klimawandels auf landwirtschaftliche Schädlinge und Nützlinge im Biologischen Landbau Ostösterreichs**, Bio Forschung Austria; Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur
- StartClim2005.C3b: Abschätzung des Risikos einer dauerhaften Festsetzung von Gewächshausschädlingen im Freiland als Folge des Klimawandels am Beispiel des Kalifornischen Blütenthrips (Frankliniella occidentalis)**, AGES, Institut für Pflanzengesundheit; Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur
- StartClim2005.C5: Ein allergener Neophyt und seine potentielle Ausbreitung in Österreich – Arealodynamik der Ambrosie (Ambrosia artemisiifolia) unter dem Einfluss des Klimawandels**, VINCA – Institut für Naturschutzforschung und Ökologie GmbH; Umweltbundesamt Ges.m.b.H.
- StartClim2005.F: GIS-gestützte Ermittlung der Veränderung des Lebensraumes alpiner Wildtierarten (Birkhuhn, Schneehuhn, Gamswild, Steinwild) bei Anstieg der Waldgrenze aufgrund Klimaveränderung**, Joanneum Research; HBLFA Raumberg-Gumpenstein; Gesellschaft für Wildtier und Lebensraum - Greßmann & Deutz OEG

## StartClim2005: Klimawandel und Gesundheit

Der in StartClim2005 gewählte Schwerpunkt Klimawandel und Gesundheit ermöglichte erste Aufarbeitungen von Themen, die bisher in Österreich noch nicht behandelt wurden. Acht Einzelprojekte widmeten sich konkreten teilweise sehr unterschiedlichen Fragen zu wahrscheinlichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit.

### Direkte Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit des Menschen

Im heißen Sommer 2003 kam es in weiten Teilen West- und Südeuropas zu beträchtlich erhöhter Sterblichkeit: es wird von europaweit mindestens 25.000 Hitzetoten gesprochen. Die **Auswirkung der Hitzeperioden auf die Bevölkerung Österreichs** wurde bisher noch nicht umfassend untersucht. In Hinblick darauf, dass ähnliche Sommertemperaturen im Zuge des Klimawandels voraussichtlich wesentlich häufiger auftreten werden, erscheint eine derartige Untersuchung aber angebracht. Im Rahmen von StartClim2005 wurde als erster Schritt eine Analyse der bisherigen temperaturbedingten Mortalität und der zu erwartenden Änderungen der Mortalität für Wien durchgeführt.

Mittels Zeitreihenanalysen wurden die Einflüsse relevanter meteorologischer Parameter an mehreren Wiener Stationen auf die tägliche Sterblichkeit der Wiener Bevölkerung von 1990 bis 2004 untersucht: Als eine für Mitteleuropa meteorologisch relevante Definition einer Hitze-Episode wurde die nach Kysely verwendet: Im wesentlichen besagt sie, dass mindestens drei Tage mit Maximaltemperaturen von mindestens 30°C aufeinanderfolgen müssen.

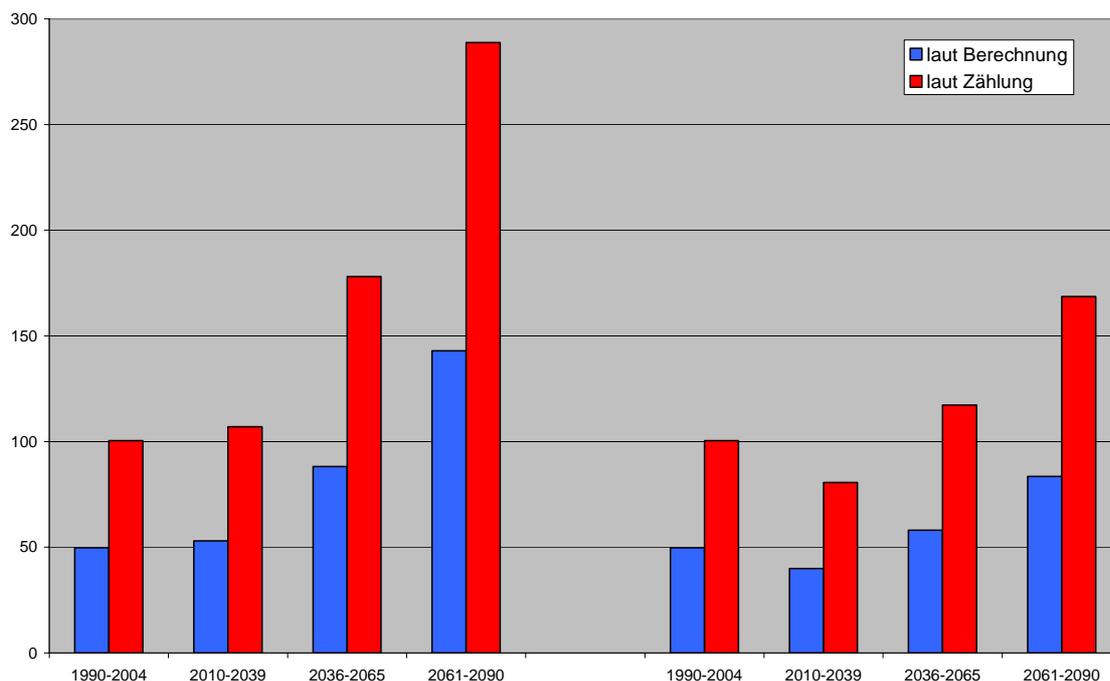
In der untersuchten Periode war die Gesamtsterblichkeit an Kysely-Tagen um etwa 10% erhöht (7,8 bis 15,8% je nach verwendetem Modell). Diese Zunahme ist in der gleichen Größenordnung wie die an epidemischen Grippetagen. Die Berücksichtigung von Luftschadstoffen (insbesondere die an heißen Tagen oft hohen Ozon-Konzentrationen) im Modell beeinflusst dieses Ergebnis kaum.

Die in Zukunft zu erwartende Häufigkeit von Hitzetagen wurde mittels synoptischen Downscalings (siehe StartClim2004) basierend auf Klimaprojektionen für drei unterschiedliche Emissionsszenarien und für drei verschiedene Zeitperioden berechnet. Während derzeit im Mittel etwa 12 Hitzetage pro Jahr auftreten, steigt diese Anzahl bereits in den Jahren 2011-2040 im Mittel auf 18 Tage an. Bis zum Ende des Jahrhunderts sind je nach Szenario 26 bis 38 Hitzetage pro Jahr zu erwarten. In der Innenstadt von Wien liegen diese Werte noch höher.

Diese Klimaszenarien lassen einen Anstieg der hitzebedingten Sterblichkeit erwarten: Gegen Ende des Jahrhunderts werden nach den Berechnungen 0,5 bis 1,6% aller Todesfälle in Wien hitzebedingt sein. Das sind pro Jahr um etwa 50

bis 200 Todesfälle mehr als heute. Diese Schätzungen stehen mit den Beobachtungen zur Hitzewelle im Jahr 2003 im Einklang. Damals war eine Übersterblichkeit von etwa 5 Todesfällen pro Tag im Vergleich zum Vorjahr in Wien zu beobachten.

An heißen Tagen war 2003 auch eine Zunahme der Rettungseinsätze zu beobachten. Hingegen fand sich bei den Krankenhauseinweisungen kein Anstieg bei extremen Temperaturen. Dies sollte zur Prüfung veranlassen, ob das Gesundheitssystem derzeit hinreichend sensibilisiert auf die Gefahren durch Hitzestress ist und adäquat reagieren kann.



**Abbildung:** Anzahl der durchschnittlichen jährlichen hitzebedingten Todesfälle. Zwei Szenarien (A1B Säulengruppe links und B1 Säulengruppe rechts) und zwei Modelle zur Zeitreihe 1990-2004 mit unterschiedlichen Effektschätzern.

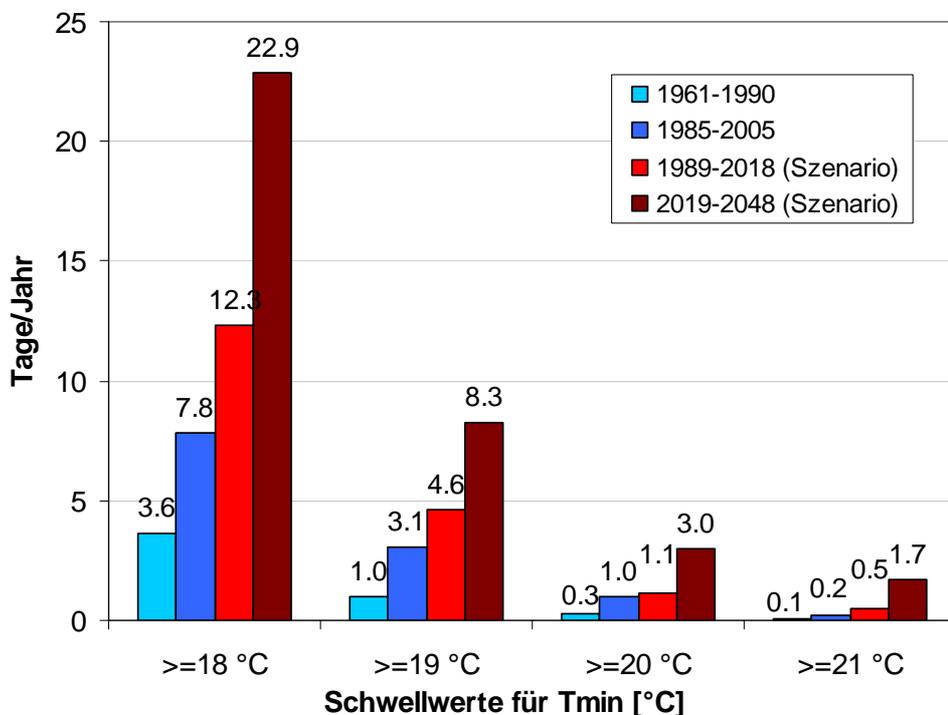
Die Hitzeperioden nach Kysely sind nur eine Möglichkeit, den Temperatureinfluss darzustellen. Es ist bekannt, dass die **nächtliche Abkühlung** in heißen Gebieten oder Perioden hoher Temperatur für die physiologische Entlastung des Menschen von zentraler Bedeutung ist. Die geringere nächtliche Abkühlung ist ein Grund für die höhere physiologische Belastung in Städten. Aus Klimanalysen weiß man, dass im Zuge des klimawandelbedingten Temperaturanstieges die nächtliche Minimumtemperatur rascher ansteigt, als die Maximaltemperatur (IPCC 2001). Es ist daher von Interesse, neben dem oben beschriebenen Zusammenhang zwischen Sterblichkeit und Kysely-Tagen, auch jenen mit der nächtlichen Abkühlung zu untersuchen.

Die geringere nächtliche Abkühlung in Städten ist aus den aktuellen Klimadaten gut erkennbar. So liegt die tägliche Minimumtemperatur an der Station Wien Innere Stadt an 85,8 Tagen pro Jahr bei 15°C oder höher, während dies an der

Station Hohe Warte nur an 55,5 Tagen pro Jahr vorkommt – eine Differenz von 30 Tagen. In Innsbruck beträgt die Differenz der Häufigkeiten zwischen Stadt und Stadtrand nur 10 Tage (31,0 zu 20,4 Tage/Jahr). Dies ist teilweise eine Folge der geringeren Größe der Stadt, vor allem aber eine Folge der Topographie: Infolge der nächtlichen Inversionsbildung durch Kaltluftabfluss von den Hängen treten in Tal- und Beckenlagen hohe nächtliche Temperaturen weniger häufig auf als im Flachland.

Aus dem Vergleich der Periode 1985-2005 mit der Klimanormalperiode (1961-1990) ergibt sich für die meisten der betrachteten Stationen in Österreich mindestens eine Verdoppelung der Anzahl warmer Nächte. An einigen Stationen (z.B. Bad Gleichenberg) treten in jüngster Vergangenheit Temperaturminima in einer Höhe auf, die es während der Klimanormalperiode noch nicht gegeben hat.

Eine Analyse der Sterblichkeitsdaten aus den Jahren 1990 – 2004 ergab, dass das nächtliche Temperaturminimum einen deutlichen Einfluss auf die Zunahme der Sterblichkeit hat, und zwar einen größeren als die einzelnen Tagesmaxima. Einmalig auftretende Minimumtemperaturen von mindestens 20 °C, die in Städten häufiger vorkommen, haben sogar beinahe denselben Effekt wie Hitzeperioden, die zumindest drei Tage andauern. Noch wirksamer sind heiße Nächte zwischen zwei Hitzetagen. Dies belegt die Bedeutung der Nacht zur Erholung vom Hitzestress.



**Abbildung:** Historische Entwicklung der Häufigkeiten (Tage/Jahr) von nächtlichen Minimumtemperaturen gleich oder oberhalb verschiedener Schwellenwerte an der Station Graz-Universität für die Perioden 1961-1990 und 1985-2005 sowie die aufgrund von Analog Szenarien zu erwartende Entwicklung für die Perioden 1989-2018 und 2019-2048.

Klimaszenarien für die nächsten 20 bzw. 50 Jahre lassen einen Anstieg der Häufigkeit hoher nächtlicher Temperaturen im Sommer und damit auch eine steigende physiologische Belastung erwarten. Für die Station Graz-Universität ergibt sich z.B. gegenüber der Referenzperiode 1961-1990 ein Anstieg von 4,5 Tagen/Jahr für die Periode 1989-2018 bzw. 15,1 Tage/Jahr für die Periode 2019-2048 mit Minimumtemperaturen von 18°C oder darüber. Für Wien Hohe Warte lässt die Periode 2019-2048 ähnliche Verhältnisse erwarten, wie sie sich heute in der Inneren Stadt zeigen.

Aus diesen Analysen lässt sich erwarten, dass die Schätzgenauigkeit der statistischen Mortalitätsmodelle, wie sie bei der Sterblichkeitsuntersuchung für Wien abgewendet wurden, besser wird, wenn auch die nächtliche Abkühlung in die Definition der Hitzewelle aufgenommen wird.

## Indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit des Menschen

Der heiße Sommer 2003 hat auch berechtigten Anlass zur Sorge hinsichtlich der **Trinkwasserversorgung in Österreich** in qualitativer und quantitativer Hinsicht gegeben. Tatsächlich ist die Trinkwasserversorgung aber nicht nur durch zu wenig Niederschlag gefährdet, auch zuviel hat in den letzten Jahren immer wieder zu Stör- und Notfällen in der Trinkwasserversorgung in Österreich geführt. Bei Niederschlagsereignissen hängen die auftretenden Schäden von der Intensität des Niederschlags ab (Starkregen kann z.B. die Infrastruktur zerstören, wie etwa 2005 bei dem Hochwasser in Vorarlberg und Tirol; während Landregen z.B. zur Überstauung des Gewinnungsgebietes führt, wie beim zweiten Augusthochwasser 2002 in Ober- und Niederösterreich). Bei Trockenheit sind hauptsächlich jene Gewinnungsgebiete betroffen, die eine geringe Überdeckung des Gewinnungsgebiets mit Vegetation aufweisen.



**Abbildung:** links: Beschädigung der Leitungstrasse an der Samina (Hans Amman,2005); rechts: Grundwasserfeld Franstanzer Ried beim Hochwasser 2005 (Hans Amman, 2005)

Aufbauend auf Schadensanalysen lassen sich Maßnahmen ableiten und mit Prioritäten versehen, die eine Versorgungsunterbrechung unwahrscheinlicher machen. In der Störfallvorsorge kann mit oft relativ wenig Aufwand in der Planung oder durch organisatorische Maßnahmen eine Versorgungsunterbrechung auch bei Extremereignissen verhindert werden. Chronologisch folgen Vorsorgemaßnahmen bei drohender Gefahr und Krisen- und Katastrophenmanagement im Ernstfall (Trinkwassernotversorgung, Informationspolitik und Medienarbeit, Zusammenarbeit mit Krisen- und Katastrophenstäben).

Der Vergleich verschiedener nationaler bzw. regionaler Konzepte hat gezeigt, dass die Versorgungssicherheit sehr stark von den Anreizen (z.B. finanzielle Förderungsmaßnahmen) beeinflusst werden, die den Wasserversorgern geboten werden. In der Steiermark werden z.B. Maßnahmen zur Verhinderung einer Versorgungsunterbrechung finanziell gefördert; dementsprechend waren auch die Auswirkungen der Trockenheit 2003 nicht so gravierend wie in manchen anderen Bundesländern.

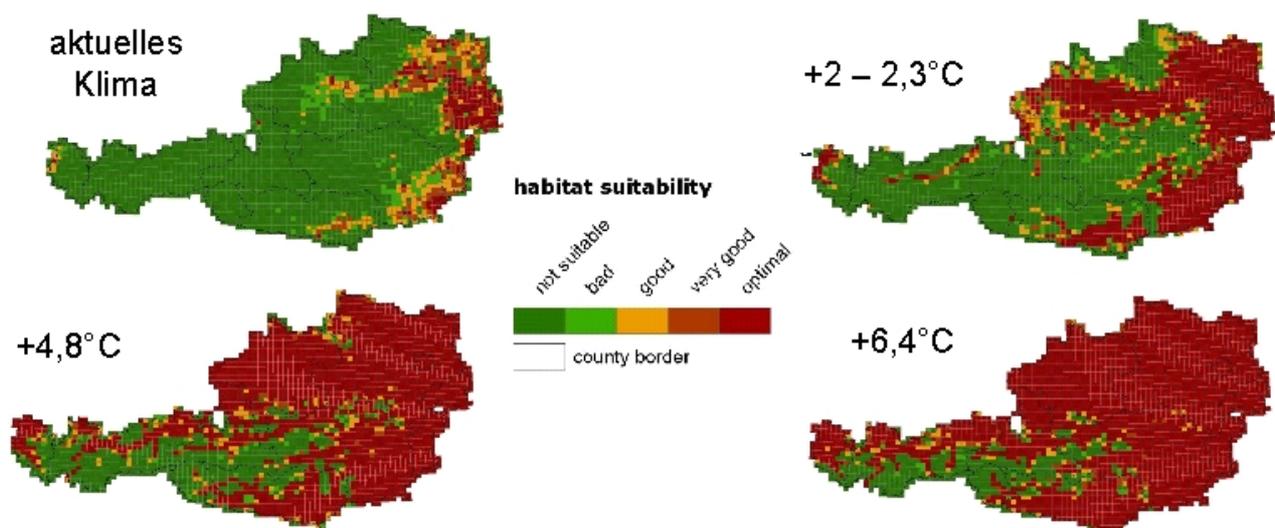
Die aktuellen Klimaszenarien lassen eine Zunahme der Häufigkeit von Extremereignissen erwarten. Damit die Wasserversorger für diese Entwicklung gewappnet sind, müssen integrale Planungsgrundsätze, wie etwa der Wassersicherheitsplan (WSP) der WHO, aufgegriffen werden. Im Rahmen der Umsetzung des Wassersicherheitsplans kann auch auf die Störfallvorsorge bzw. das notwendige Krisenmanagement eingegangen werden, die eine Versorgungsunterbrechung weitestgehend ausschließen. Darüber hinaus sollten die Wasserversorger aber auch auf eine größere Diversität in der Wasserversorgung setzen, um ihre Vulnerabilität gegenüber Extremereignissen reduzieren zu können.

Der beobachtete und erwartete zukünftige Klimawandel führt zu Veränderungen im potentiellen Areal verschiedener Pflanzen und Tiere. Überdurchschnittlich mobile Arten können auf diese Arealerweiterung besonders schnell reagieren. Von besonderem Interesse sind naturgemäß solche Arten, die vom Menschen als schädlich empfunden werden und solche, die sich als nützlich erweisen könnten. Zu den schädlichen Arten zählen insbesondere solche, die entweder die menschliche Gesundheit direkt angreifen, oder die Qualität oder Quantität der landwirtschaftlichen Produkte beeinträchtigen.

Zu den unerwünschten Pflanzen mit gesundheitsbeeinträchtigender Wirkung, die sich mit zunehmend wärmerem Klima in Österreich ausbreiten können, zählt die aus Nordamerika stammende, wärmeliebende Ambrosie. Sie muss aufgrund ihrer raschen rezenten Invasion in viele Teile Ost- und Mitteleuropas zu den besonders mobilen Pflanzen gezählt werden. Wegen ihrer stark allergenen und in großer Menge produzierten Pollen stellt die **Ambrosie** ein beträchtliches Gesundheitsrisiko dar und gilt in dieser Hinsicht als ein besonders problematischer „**Neubürger**“ (**Neophyt**) in Österreich.

Aktuell ist ihre Hauptverbreitung auf die warmen Tieflagen Ostösterreichs beschränkt. Als Folge des Klimawandels ist allerdings eine rasche Ausbreitung der Art in andere Teile Österreichs zu befürchten und damit eine Zunahme der von der Ambrosie ausgelösten Allergien. Das Ausmaß dieser Arealerweiterung unter verschiedenen Klimawandelszenarien wurde mit Hilfe von Simulationsmodellen

eingeschätzt. Die Modelle basieren auf einer vorhergehenden klimatischen und biogeographischen Charakterisierung des aktuellen Areals der Ambrosie in Österreich unter Verwendung von Kartierungsdaten in Kombination mit Klima- und Umweltdaten. Die Ergebnisse dieser Analyse zeigen, dass selbst bei sehr vorsichtigen Schätzungen der Temperaturzunahme (rund  $+2^{\circ}\text{C}$  im Juli) bis zum Jahr 2050 eine Versechsfachung der potentiell durch die Ambrosie besiedelbaren Landesfläche realistisch ist (siehe Abb.). Noch gravierender ist die Vergrößerung des potentiellen Areals bei Erhöhung der Julimitteltemperatur um  $4,8^{\circ}\text{C}$  bzw.  $6,4^{\circ}\text{C}$  (verschiedene Szenarien bis Ende des 21. Jahrhunderts), nämlich auf beinahe 67% bzw. 80% der Fläche Österreichs.



**Abbildung:** Verteilung der potentiellen Habitate der Ambrosie in Österreich auf der Basis von Klimaszenarien

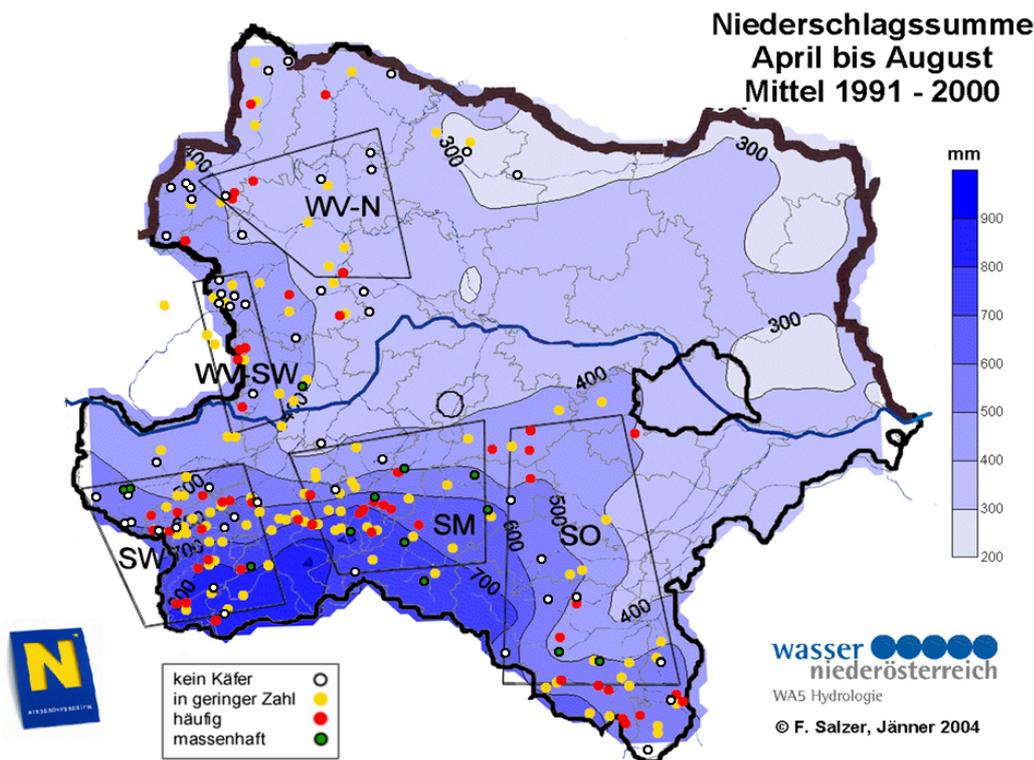
Die Ausbreitung der Art wird hauptsächlich durch menschliche Aktivität (Handel mit kontaminiertem Getreide und Vogelfutter, Verschleppung mit Erdaushubmaterial u.ä.) vorangetrieben. Präventiv-Maßnahmen gegen die Etablierung neuer Populationen gestalten sich aufgrund der Komplexität des Problems als schwieriges Unterfangen, das nur mittels eines in Kooperation mit Österreichs Nachbarländern ausgearbeiteten Aktionsplans zielführend erscheint.

## Klimawandel und landwirtschaftliche Schädlinge

Besonders betroffen von Nephyten ist der Bio-Ackerbau, da die ihm zur Verfügung stehenden Mittel zur Bekämpfung unerwünschter, neuer Arten begrenzt sind. Es ist daher wichtig zu untersuchen, ob und inwieweit die in den letzten Jahren augenscheinlichen Veränderungen in der Zusammensetzung und **Häufigkeit von Schädlingen und Nützlingen im ostösterreichischen Bio-Ackerbau** auf die Klimaänderung zurückzuführen sind.

Eine Literaturrecherche ergab, dass Angaben zur Klimaabhängigkeit der Biologie auffällig gewordener Schädlinge in Österreich und Ost-Mitteleuropa v.a. aus

der älteren Literatur vor 1960 stammen. Zu rezenten, klimabedingten Statusveränderungen von Schädlingen gibt es nur wenig publizierte Literatur, weder aus Österreich noch aus den Nachbarländern Ostmitteleuropas. Daher wurden einerseits anhand von vorliegenden Daten rezente, bemerkenswerte, witterungsbedingte Schädlingsausbrüche in Österreich dokumentiert und hinsichtlich ihres Klimahintergrunds untersucht, andererseits wurden Status-Änderungen heimischer bzw. neuzugewanderter Schädlinge und die möglichen Ursachen dafür durch Befragung von Pflanzenschutzexperten erhoben.



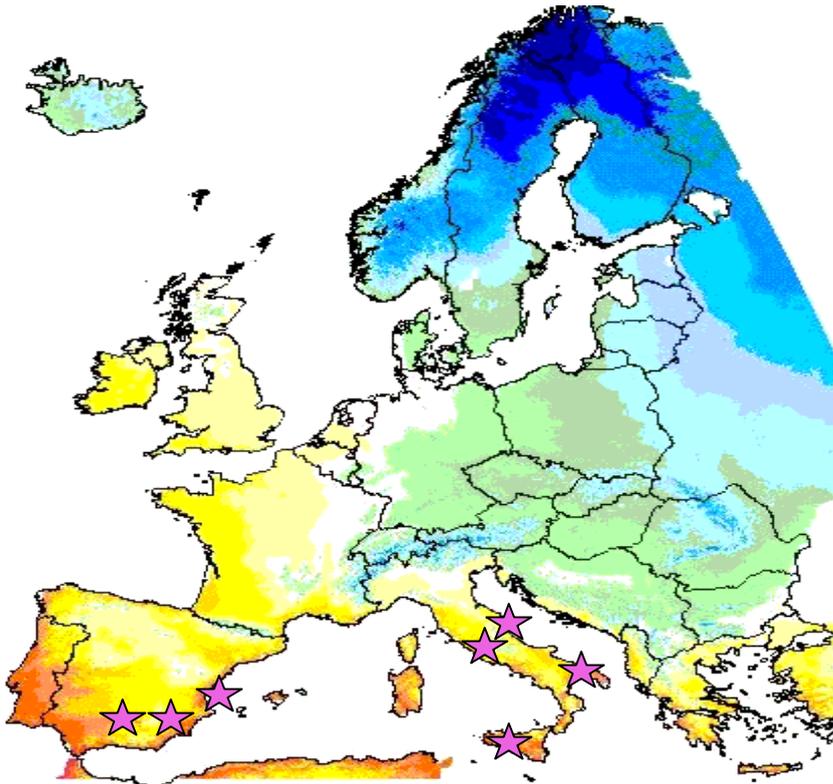
**Abbildung:** Mittlere Niederschlagssummen 1991-2000 (zur Verfügung gestellt von F. Salzer, Abt. Hydrologie der NÖ Landesregierung) und von LandwirtInnen geschätzte Stärke des Auftretens von Ampferblattkäfern in Niederösterreich.

Für eine Reihe von Schädlingen aus Getreide-, Hackfrucht-, Öl-, Eiweiß- und Futterkulturen wurde ein in den letzten Jahren zunehmender Schaddruck festgestellt, dessen Ursachen eher in Veränderungen des Bewirtschaftungssystems (Fruchtfolge, reduzierte Bodenbearbeitung) als im Klimawandel liegen dürften. Andere Schädlinge, vor allem aus dem Getreide (inklusive Mais) zeigten Schadausbrüche in einzelnen Jahren ab dem Jahr 2000, mit Höhepunkt im extrem warmen und trockenen Jahr 2003. In Fallstudien wurden für zwei ausgewählte Schädlingsarten (Getreidewanze und Rübenderbrüssler) sowie für eine Nützlingsart (Ampferblattkäfer) mit Verdacht auf klimabedingte Veränderungen die witterungs- bzw. klimabedingten Hintergründe ihres Auftretens bzw. ihrer Verbreitung untersucht. Ein Vergleich der „Wanzenjahre“ 1953 und 2003 ergab Ähnlichkeiten im Witterungsverlauf, die zu den Schädlingskalamitäten geführt haben dürften. Das Extremjahr 2003 ermöglichte eine Massenvermehrung des wärmeliebenden Zuckerrüben-Derbrüsslers mit einem Höhepunkt der Schäden

im Folgejahr 2004. Verbreitungs- und Häufigkeitsangaben zum Ampferblattkäfer in Niederösterreich konnten mit regionalen Klimaunterschieden bzw. –anomalien in Zusammenhang gebracht werden.

Aus diesen Ergebnissen leitet sich die Forderung nach einem langfristigen Monitoring zur klimabedingten Faunenveränderung im landwirtschaftlichen Bereich ab, mit dem Ziel klimabedingten Schädlingskalamitäten vorzubeugen. Ein methodischer Ansatz für ein solches langfristiges Monitoring wurde erarbeitet.

Die Ausweitung der Areale mancher Schädlinge wird von menschlichen Aktivitäten, z.B. über Glashauskulturen, in erheblichem Maße gefördert. Manche wärmeliebende und kälteempfindliche Schädlinge, die sich bisher nur in Gewächshäusern halten konnten, und daher für das Umfeld relativ ungefährlich waren, können die wärmen Winter bereits im Freien überleben und sich daher systematisch ausbreiten. Einer dieser **Gewächshauschädlinge** ist **Frankliniella occidentalis (Kalifornischer Blütenthrips)**. Um das potentielle Ausbreitungsareal derzeit und bei Fortschreiten des Klimawandels angeben zu können, bedarf es genauer Angaben zu den Überlebenserfordernissen. Die Auswertung bereits publizierter Laborversuche zur Mortalität des Gewächshauschädlings *Frankliniella occidentalis* bei niedrigen Temperaturen zeigte, dass diese die Überwinterungsmöglichkeiten offenbar nur mangelhaft beschreiben können. Wenn adulte



**Abbildung:** Durch *Frankliniella occidentalis* hervorgerufene Schäden an verschiedenen typischen Freilandkulturen (purpurfarbene Sterne) wie Nektarinen und Wein. Man kann davon ausgehen, dass der Kalifornische Blütenthrips in diesen Gebieten im Freiland überwintert. Als Kartenhintergrund ist die mittlere Januar­temperatur in Europa dargestellt (nach IIASA 2006)

Thripse bei der vergleichsweise sehr milden Wintertemperatur von +5°C tatsächlich bloß für einen Zeitraum von 26 Tagen überleben könnten, wäre eine Überwinterung sogar in Südeuropa nahezu ausgeschlossen. Es wird daher vermutet, dass erfolgreiche Überwinterung nicht an ein einzelnes Entwicklungsstadium des Kalifornischen Blütenthripes gebunden ist, sondern nur dann erfolgt, wenn eine kontinuierliche Entwicklung ohne lange Unterbrechungen möglich ist.

Es gibt bislang keine genaue Verbreitungskarte für *Frankliniella occidentalis*, aus der sich die nördliche Grenze für die Freilandverbreitung herauslesen ließe, da hierbei meist das Vorkommen in Gewächshäusern nicht von der Verbreitung im Freien klar getrennt wird. Jedoch lieferten zahlreiche Veröffentlichungen über Schäden durch *Frankliniella occidentalis* an verschiedenen typischen Freilandkulturen Orte mit gesicherter Überwinterung im Freien. Ein Vergleich der Temperaturbedingungen (mittlere Tagesmaxima und mittlere Wiederkehrdauer von Tagen mit einem Temperaturmaximum von mehr als 15°C) an Orten mit Freilandüberwinterung zeigte, dass Überwinterungsorte in der Emilia Romagna (Brisighella) die tiefsten Temperaturwerte aufweisen. Man kann daher davon ausgehen, dass diese Orte in der Emilia Romagna nahe an der Temperaturschwelle gelegen sind, welche eine Überwinterung im Freiland gerade noch ermöglicht. Demnach wäre ein Überleben im Winter dann möglich, wenn durchschnittlich alle drei Wochen Temperaturen oberhalb von 15°C aufträten.

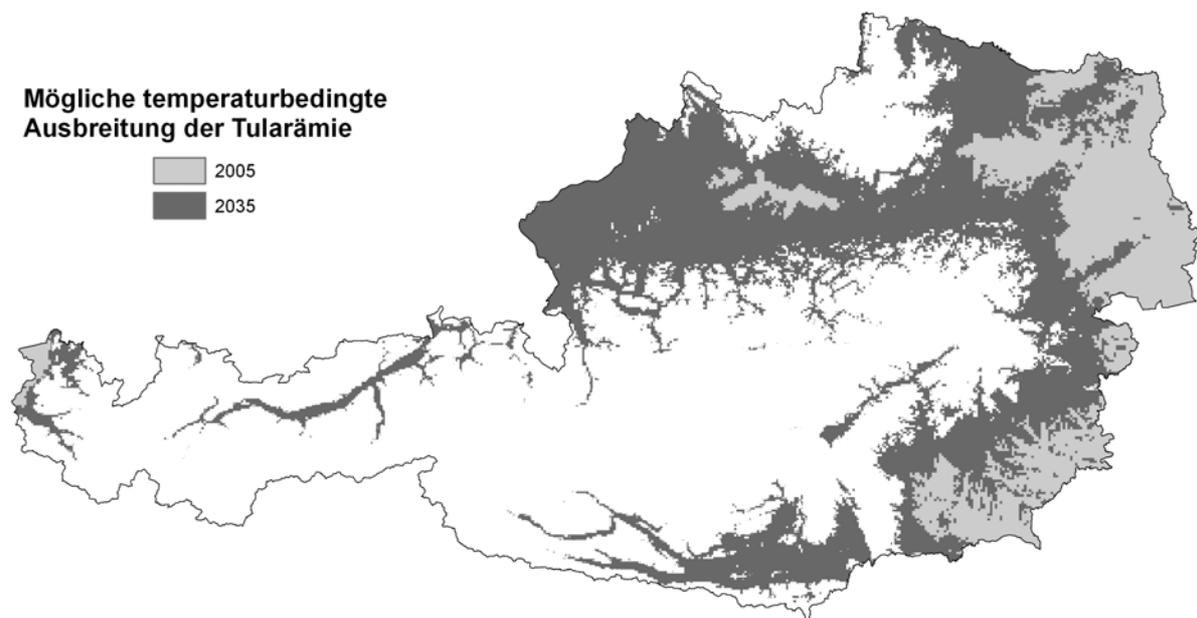
Nach den Klimaszenarien für den Alpenraum wäre es denkbar, dass sich ähnliche Wintertemperaturen, wie sie in der Emilia Romagna heute herrschen, in den wärmsten Regionen Österreichs bis zur Mitte des Jahrhunderts einstellen könnten. Demgemäß müsste für Österreich ab der Mitte unseres Jahrhunderts mit der dauerhaften Festsetzung des Kalifornischen Blütenthripes im Freiland gerechnet werden. Dies hätte zur Folge, dass an Freilandkulturen, wie Nektarinen und Wein mit einem zusätzlichen Problemschädling zu rechnen wäre.

## **Gesundheitliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Tierwelt**

Analysen des Auftretens von **Tularämie, einer auf den Menschen übertragbaren bakteriellen Infektionskrankheit**, ließen vermuten, dass auch diese Krankheit ihr Areal ausdehnt – möglicherweise aufgrund klimatischer Änderungen. Im Untersuchungsgebiet (Niederösterreich, Burgenland, Steiermark) wurden im Zeitraum von 1994 bis 2005 insgesamt 271 Fälle von Tularämie bei Feldhasen erfasst und georeferenziert. Zusätzlich standen für die gewählte Region die Temperatur und Niederschlagsdaten zur Verfügung. Aus diesen wurde für geeignete Monatsmittelwerte bzw. Periodensummen eine höhenabhängige Temperaturverteilung berechnet. Der Niederschlag wurde ohne Einfluss der Höhe mit der geostatistischen Methode des Universal-Kriging berechnet. Zwischen diesen beiden Klimaparametern und den lokal auftretenden Erkrankungsfällen konnte ein erstaunlich guter Zusammenhang mittels eines linearen Regressionsmodelles erstellt werden. Beachtlich ist der hoch signifikante ( $p < 0,05$ ) Einfluss der gewählten Parameter (Durchschnitt der Monatsmitteltemperatur De-

zember, Jänner und Februar; Monatsmittel-temperatur Mai; Niederschlagssumme Juni und Juli) auf die Häufigkeit der Erkrankungen und das erzielte Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) von 74,6 %.

Auf Basis dieser Erkenntnisse wurden empirische Grenzen für die in der Formel definierten Parameter festgelegt, die der tatsächlichen räumlichen Ausbreitung in der Geoanalyse am Besten entsprechen. Demzufolge ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Tularämie hoch bei einer Jahresniederschlagssumme unter 720 mm, einem Sommerniederschlag um 180 mm, einer Wintertemperatur über 0,5 ° Celsius und einer Maitemperatur unter 14° Celsius.



**Abbildung:** Mögliche Verbreitungsgebiete der Tularämie im Jahr 2005 und 2035

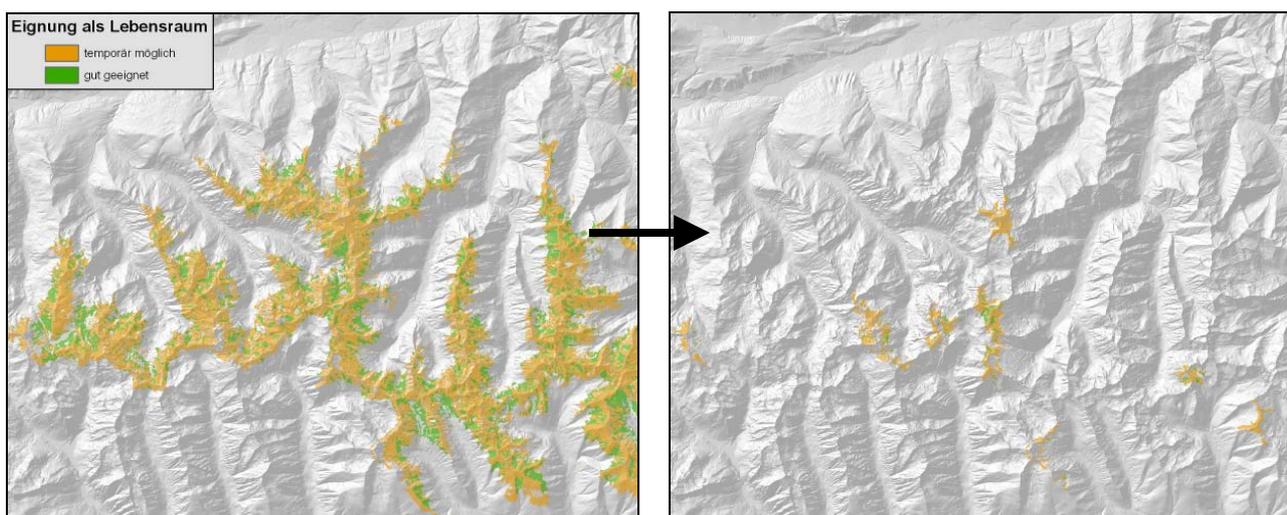
Für eine Abschätzung des Ausbreitungsgebietes im Jahr 2035 wurde eine Temperaturerhöhung zwischen 2 und 4 ° Celsius unterstellt. Unter diesen Bedingungen könnte sich die Tularämie aus dem östlichen Flachland langsam über das Donautal weiter in den Westen und über die Südsteiermark weiter in den Süden verbreiten. Zusätzlich wären Fälle in inneralpinen Gunstlagen möglich. Dies bedeutet, dass mit einer beträchtlichen Ausweitung des potenziellen Tularämie-Verbreitungsgebietes von derzeit 13% auf 46,5% der österreichischen Landesfläche gerechnet werden muss. Eine entsprechende Information an die Risikogruppen (Jäger, Förster, Landwirte, Laborpersonal, Präparatoren, Hausfrauen u.a.), verbunden mit Verhaltensempfehlungen erscheint ratsam.

Veränderungen in der Vegetation können Anpassungen der Tierwelt erforderlich machen, die über das hinausgehen, was der Klimawandel allein erfordern würde. Im alpinen Raum, in den höheren Lagen, sind diese Anpassungen nicht immer möglich. **Die Wildtierarten Birkhuhn, Schneehuhn sowie Gams- und Steinwild** haben sich z.B. im Laufe ihrer Evolution sehr gut an das Leben in alpinen Lagen, hauptsächlich **über der Waldgrenze**, angepasst. Unter Annahme des Ansteigens der Waldgrenze aufgrund des Klimawandels könnte sich der Lebensraum dieser Wildtierarten deutlich verringern. Eine Quantifizierung dieser

Veränderungen wurde durch Umsetzung von Modellen in einem Geografischen Informationssystem (GIS) versucht. Als Grundlage für die Ermittlung dieser Veränderungen wurde die Temperaturentwicklung der vergangenen 50 Jahre genauer betrachtet sowie anhand eines regionalen Klimamodells eine Abschätzung für die zukünftige Erwärmung vorgenommen. Das vom verwendeten Klimamodell abgeleitete Szenario lässt für die nächsten 50 Jahre eine Erwärmung von ca. 2,2°C für das Untersuchungsgebiet in den Niederen Tauern erwarten.

Die natürliche Waldgrenze ist sehr stark von der Temperatur abhängig: es wurde eine hohe Korrelation zwischen der Wachstumsgrenze von Bäumen und der 10°C Juli-Isotherme nachgewiesen. Aus den eingesetzten Klimamodellen errechnet sich für das gewählte Szenarium in den nächsten 50 Jahren ein Temperaturanstieg von rund 2,2°C in den Niederen Tauern und damit ein Anstieg der relevanten Isothermen um ca. 450 Höhenmeter. Über die Geschwindigkeit, mit der sich die Waldgrenze zur temperaturbedingten Wachstumsgrenze hin bewegt, kann ohne weitere Forschungsarbeiten keine Aussage getroffen werden. Die Bewirtschaftung durch den Menschen übt ebenfalls einen sehr großen Einfluss auf den Verlauf der Waldgrenze aus. Daher ist aus den Klimadaten allein noch nicht absehbar, wie sich die Waldgrenze tatsächlich verändern wird.

Die aktuellen Lebensräume der untersuchten Tierarten wurden nach einem wissenschaftsbasierten Habitatmodell mit Hilfe eines GIS ermittelt und kartographisch dargestellt. Die derzeit für das Schneehuhn geeigneten Lebensräume sind in der Abbildung am Beispiel des Schneehuhns dargestellt. Unter der Annahme, dass die zukünftige Waldgrenze sich an die berechnete, veränderte Temperatur der Dekade 2040 bis 2050 anpasst, führt diese Verschiebung zu einem dramatischen Verlust an Lebensraum in den Niederen Tauern, der je nach Jahreszeit und Tierart zwischen 77% und 98% der Fläche der derzeitigen gut geeigneten Lebensräume ausmachen kann.



**Abbildung:** Aktuelle und zukünftige Habitatsignung für Schneehuhn unter Annahme einer Temperaturerhöhung von 2,2°C und daraus ermitteltem Anstieg der Waldgrenze.

Seit dem Beginn der StartClim-Forschungsprojekte wird an der Erarbeitung der **Ereignisdatenbank MEDEA** (Meteorological Extreme event Data information system for the Eastern Alpine region) gearbeitet. MEDEA soll der Klima- und Klimafolgenforschungsgemeinde in den nächsten Jahren sowohl als Archiv bzw. Datensicherung für mit extremen Wetterereignissen verknüpften Daten in Österreich dienen, als auch längerfristig zentrales Informationssystem für extremwetterbezogene Daten in Österreich werden, das integrierte Auswertungen ermöglicht.

Eine umfassende Darstellung von extremen Wettereinflüssen, die neben rein meteorologischen, klimatologischen und geomorphologischen Daten, Charakterisierungen und Beschreibungen, auch entstandene Schäden, gesundheitliche Auswirkungen und Georeferenzen anführt, ist extrem komplex. Die Möglichkeit Gesundheitsdaten, meteorologische Daten, Schadensdaten etc. miteinander zu verschneiden und gemeinsam auszuwerten, setzt umfassende Vorarbeiten technischer, organisatorischer und inhaltlicher Natur voraus.

Die Datenbank MEDEA befindet sich noch im Aufbau. Bislang haben die in MEDEA eingepflegten Daten exemplarischen Charakter. Die Erweiterung des Datenbestandes, die Programmierung und Implementierung des Webzugriffs für Selektionen war Inhalt der Arbeiten für StartClim2005.

## **AustroClim und StartClim**

Im Jahr 2002 schlossen sich österreichische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der Klima- und Klimafolgenforschung zusammen und gründeten die Klimaforschungsinitiative AustroClim. AustroClim stellt sich in fächerübergreifenden Kooperationen den Herausforderungen des Klimawandels und unterstützt die erforderlichen Entscheidungen in Politik, Wirtschaft und bei jeder einzelnen Person durch Bereitstellung wissenschaftlicher Basisinformationen.

Die Klimaänderungen der nächsten 50 Jahre sind wegen der Trägheit des Systems bereits vorprogrammiert und innerhalb dieser Zeitspanne durch die jetzt getroffenen Mitigationsmaßnahmen nicht mehr beeinflussbar. Während die Forschung zur Mitigation universeller Art ist – Technologien, strukturelle Maßnahmen, etc., die in anderen Ländern entwickelt werden, sind in der Regel auch in Österreich einsetzbar – ist die Adaptationsforschung standortspezifisch. Die Ergebnisse der Untersuchungen der Nachbarländer sind größtenteils nicht auf Österreich übertragbar. Wenn Österreich den Klimawandel und seine Auswirkungen in Österreich nicht untersucht, dann fehlt dieses Wissen. Kein anderes Land wird Österreich diese Aufgabe abnehmen.

Während andere, auch vergleichbare Länder, seit vielen Jahren gut dotierte Klimaforschungsprogramme betreiben und inzwischen über eine Fülle von Informationen verfügen, an denen sich Wirtschaft und Gesellschaft orientieren können, fehlen diese Informationen weitgehend für Österreich.

AustroClim fordert daher eine koordinierte, langfristig angelegte, hinreichend dotierte Klimaforschung in Österreich. StartClim wurde auf Initiative des Umweltministers von sechs Finanzierungspartnern im Jahr 2003 gemeinsam in Auftrag gegeben und sollte den Auftakt zu einem langfristigen Klimaforschungsprogramm bilden.

Obwohl StartClim bisher sehr erfolgreich war, ist es zum angestrebten Klimaforschungsprogramm noch nicht gekommen; StartClim versteht sich inzwischen als ein Forschungsprogramm, das hilft, Anfänge zu setzen: z.B. thematisch, indem für Österreich neue Fragestellungen aufgegriffen werden. In StartClim werden diese so weit geführt, dass darauf aufbauend weiterführende Anträge bei geeigneten Forschungsförderungseinrichtungen gestellt bzw. Aufträge von interessierten Nutzern vergeben werden können. Z.B. auch für Forschungsgruppen, die sich den Auswirkungen des Klimawandels in ihrem Bereich zuwenden wollen und erste Erfahrungen sammeln müssen; und auch in Hinblick auf meteorologische und andere Klima- oder Extremereignis-bezogene Daten, die soweit aufbereitet und zugänglich gemacht werden, dass sie für die Forschungsgemeinschaft und andere Interessenten nutzbar werden.

StartClim hat inzwischen viele Bereiche aufgezeigt, in denen umfassender Forschungsbedarf besteht, kann aber eine umfassende Klima- und Klimafolgenforschung für Österreich nicht ersetzen.

**Beiträge aus StartClim2003**

- StartClim.1: Qualitätskontrolle und statistische Eigenschaften ausgewählter Klimaparameter auf Tageswertbasis im Hinblick auf Extremwertanalysen**  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
- StartClim.2: Zeitliche Repräsentativitätsanalyse 50jähriger Klimadaten-sätze im Hinblick auf die Beschreibung der Variabilität von Extremwerten**  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
- StartClim.3a: Extremereignisse: Ereignisbezogene Dokumentation - Prozesse Bergstürze, Hochwasser, Muren, Rutschungen und Lawinen**  
Institut für Alpine Naturgefahren und Forstliches Ingenieurwesen,  
Universität für Bodenkultur
- StartClim.3b: Dokumentation von Auswirkungen extremer Wetterereignisse auf die landwirtschaftliche Produktion**  
ARC Seibersdorf research
- StartClim.3c: Ereignisdatenbank für meteorologische Extremereignisse MEDEA (Meteorological extreme Event Data information system for the Eastern Alpine region)**  
Umweltbundesamt, IIASA
- StartClim.4: Diagnose von Extremereignissen aus großräumigen meteorologischen Feldern**  
Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur
- StartClim.5: Statistische Downscalingverfahren zur Ableitung von Extremereignissen in Österreich**  
Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur,  
GKSS Forschungszentrum Geesthacht
- StartClim.6: Adaptionstrategien der von extremen Wetterereignissen betroffenen Wirtschaftssektoren: Ökonomische Bewertung und die Rolle der Politik**  
Austrian Human Dimensions Programme (HDP-A)  
Institut für Volkswirtschaftslehre, Karl-Franzens-Universität Graz

- StartClim.7: Hochwasser-bedingte Veränderungen des gesellschaftlichen Stoffwechsels: Fallstudie einer betroffenen Gemeinde**  
Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung,  
Abteilung soziale Ökologie
- StartClim.8: Risk Management and Public Welfare in the Face of Extreme Weather Events: What is the Optimal Mix of Private Insurance, Public Risk Pooling and Alternative Risk Transfer Mechanisms**  
Institut für Volkswirtschaftslehre, Karl-Franzens-Universität Graz
- StartClim.9: Hochwasser 2002: Datenbasis der Schadensbilanz**  
Zentrum für Naturgefahren (ZENAR), Universität für Bodenkultur
- StartClim.10: Ökonomische Aspekte des Hochwassers 2002: Datenanalyse, Vermögensrechnung und gesamtwirtschaftliche Effekte**  
Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung
- StartClim.11: Kommunikation an der Schnittstelle Wissenschaft und Bildung**  
Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur  
Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung, Abteilung soziale Ökologie
- StartClim.12: Innovativer Zugang zur Analyse des Hochwasserereignisses August 2002 im Vergleich zu ähnlichen Extremereignissen der jüngeren Vergangenheit**  
Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Wien
- StartClim.13: Hochaufgelöste Niederschlagsanalysen**  
Institut für Meteorologie und. Geophysik, Universität Wien
- StartClim.14: Hochwasser 2002: Prognosegüte meteorologischer Vorhersagemodelle**  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

**Beiträge aus StartClim2004**

- StartClim2004.A: Analyse von Hitze und Dürreperioden in Österreich;  
Ausweitung des täglichen StartClim Datensatzes um das  
Element Dampfdruck**  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
- StartClim2004.B: Untersuchung regionaler Klimaänderungsszenarien hin-  
sichtlich Hitze- und Trockenperioden in Österreich**  
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur
- StartClim2004.C: Analyse der Auswirkungen der Trockenheit 2003 in der  
Landwirtschaft Österreichs – Vergleich verschiedener  
Methoden**  
ARC Seibersdorf research  
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur  
Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation,  
Universität für Bodenkultur
- StartClim2004.F: Weiterführung und Ausbau von MEDEA (Meteorological  
extreme Event Data information system for the Eastern  
Alpine region)**  
Umweltbundesamt  
IIASA
- StartClim2004.G: „Hängen Hitze und Leistungsfähigkeit zusammen?“  
Ein Projekt an der Schnittstelle Wissenschaft und  
Bildung**  
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur

Sämtliche Berichte von StartClim2003, StartClim2004 und StartClim2005 sind unter [www.austroclim.at/startclim/](http://www.austroclim.at/startclim/) zum Download bereit gestellt.

---

## **StartClim**

### **Nähere Informationen:**

Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)

Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt

Institut für Meteorologie

Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien

ingeborg.schwarzl@boku.ac.at, Tel.: 01/47654-5618, Fax: 01/47654-5610

**[www.austroclim.at/startclim](http://www.austroclim.at/startclim)**