

# StartClim2005

---

## Klimawandel und Gesundheit

### Endbericht

#### Projektleitung

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

#### Auftraggeber

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft  
Bundesministerium für Gesundheit und Frauen  
Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit  
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur  
Österreichische Nationalbank  
Österreichische Hagelversicherung  
Umweltbundesamt  
Verbund AHP

#### Administrative Projektkoordination

Umweltbundesamt

Wien, November 2006

**StartClim2005**  
**„Klimawandel und Gesundheit“**

Projektleitung: Institut für Meteorologie  
Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt  
Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)  
Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien  
URL: <http://www.austroclim.at/startclim/>  
<http://www.wau.boku.ac.at/met.html>

**Redaktion**

Helga Kromp-Kolb und Ingeborg Schwarzl,  
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur

Wien, November 2006

## Beiträge aus StartClim2005

### **StartClim2005.A1a: Einflüsse der Temperatur auf Mortalität und Morbidität in Wien**

Institut für Umwelthygiene, ZPH, Medizinische Universität Wien  
Hanns Moshhammer, Hans-Peter Hutter  
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur  
Andreas Frank, Thomas Gerersdorfer  
Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen  
Anton Hlava, Günter Sprinzl  
Statistik Austria, Barbara Leitner

### **StartClim2005.A1b: Untersuchung zur nächtlichen Abkühlung in einem sich ändernden Klima**

Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur  
Thomas Gerersdorfer, Andreas Frank, Herbert Formayer, Patrick Haas  
Institut für Umwelthygiene, ZPH, Medizinische Universität Wien  
Hanns Moshhammer  
Statistik Austria, Barbara Leitner

### **StartClim2005.A4: Auswirkungen von Extremereignissen auf die Sicherheit der Trinkwasserversorgung in Österreich**

Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz  
Reinhard Perfler, Mario Unterwainig  
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur  
Herbert Formayer

### **StartClim2005.C2: Untersuchung zur Verbreitung der Tularämie unter dem Aspekt des Klimawandels**

Gesellschaft für Wildtier und Lebensraum – Greßmann & Deutz OEG  
Armin Deutz  
HBLFA Raumberg-Gumpenstein Institut für artgerechte Tierhaltung und Tiergesundheit  
Thomas Guggenberger

### **StartClim2005.C3a: Einflüsse des Klimawandels auf landwirtschaftliche Schädlinge und Nützlinge im Biologischen Landbau Ostösterreichs**

Bio Forschung Austria  
Bernhard Kromp, Eva Maria Grünbacher, Patrick Hann  
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur  
Herbert Formayer

### **StartClim2005.C3b: Abschätzung des Risikos einer dauerhaften Festsetzung von Gewächshausschädlingen im Freiland als Folge des Klimawandels am Beispiel des Kalifornischen Blütenthripes (*Frankliniella occidentalis*)**

AGES, Institut für Pflanzengesundheit  
Andreas Kahrer  
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur  
Herbert Formayer,

### **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  
Ingrid Kleinbauer, Stefan Dullinger  
Umweltbundesamt Ges.m.b.H.  
Franz Essl, Johannes Peterseil

**StartClim2005.F: GIS-gestützte Ermittlung der Veränderung des Lebensraumes alpiner Wildtierarten (Birkhuhn, Schneehuhn, Gamswild, Steinwild) bei Anstieg der Waldgrenze aufgrund Klimaveränderung**

Joanneum Research

Heinz Gallaun, Jakob Schaumberger, Mathias Schardt

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Thomas Guggenberger, Andreas Schaumberger, Johann Gasteiner

Gesellschaft für Wildtier und Lebensraum - Greßmann & Deutz OEG

Armin Deutz, Gunter Greßmann

### **Wissenschaftlicher Beirat**

Dr. Gerhard Berz, ehem. Münchener Rückversicherung

Dr. Jill Jäger, Sustainable Europe Research Institute (SERI)

Dr. Bettina Menne, Global Change and Health, WHO Regional Officer for Europe

### **Koordinierungsgremium**

#### **Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft**

Elfriede Fuhrmann, Helmut Hojesky, Birgit Kaiserreiner,  
Barbara Kronberger-Kießwetter, Heinz Stiefelmeyer, Stefan Vetter,  
Werner Glantschnig

#### **Bundesministerium für Gesundheit und Frauen**

Ulrich Herzog, Christoph Hörhan, Fritz Wagner, Robert Schlögel

#### **Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur**

Martin Smejkal, Christian Smoliner

#### **Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit**

Eva Dolak, Herwig Dürr, Elisabeth Kasal, Monika Wallergraber

#### **Österreichische Hagelversicherung**

Stefan Oitzl, Kurt Weinberger, Josef Stroblmaier

#### **Österreichische Nationalbank**

Johann Jachs, Martin Much

#### **Umweltbundesamt**

Karl Kienzl, Sepp Hackl, Ursula Bodisch

#### **Verbund AHP**

Otto Pirker, Herbert Schröfelbauer

### **Administrative Projektkoordination**

Umweltbundesamt

Ursula Bodisch, Karl Kienzl, Sepp Hackl

### **Danksagung**

Zur Durchführung von StartClim2005 und zur Entstehung des Endberichtes haben maßgeblich beigetragen:

- Ingeborg Schwarzl, als Koordinations- und Redaktionsassistentin
- Andrea Stocker als techn. Betreuer der Homepage
- Ursula Bodisch als administrative Projektkoordinatorin und
- Susanne Ostertag im Sekretariat

Ihnen allen sei herzlich gedankt.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b>	<b>9</b>
<b>1 Das Forschungsprogramm StartClim</b>	<b>16</b>
1.1 StartClim2005	16
1.2 Gliederung des Berichtes	17
1.3 Arbeitsweise von StartClim2005	17
1.4 MEDEA - Meterological Extreme event Data information system for the Eastern Alpine region	18
<b>2 Direkte Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit des Menschen</b>	<b>20</b>
2.1 StartClim2005.A1a: Einflüsse der Temperatur auf Mortalität und Morbidität in Wien	20
2.2 StartClim2005.A1b: Untersuchung zur nächtlichen Abkühlung in einem sich ändernden Klima	23
<b>3 Indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit des Menschen</b>	<b>29</b>
3.1 StartClim2005.A4: Auswirkungen von Extremereignissen auf die Sicherheit der Trinkwasserversorgung in Österreich	29
3.2 StartClim2005.C5: Ein allergener Neophyt und seine potentielle Ausbreitung in Österreich – Arealynamik der Ambrosie ( <i>Ambrosia artemisiifolia</i> ) unter dem Einfluss des Klimawandels	32
<b>4 Klimawandel und landwirtschaftliche Schädlinge</b>	<b>35</b>
4.1 StartClim2005.C3a: Einflüsse des Klimawandels auf landwirtschaftliche Schädlinge und Nützlinge im Biologischen Landbau Ostösterreichs	35
4.2 StartClim2005.C3b: Abschätzung des Risikos einer dauerhaften Festsetzung von Gewächshauschädlingen im Freiland als Folge des Klimawandels am Beispiel des Kalifornischen Blütenthripses ( <i>Frankliniella occidentalis</i> ).	38
<b>5 Gesundheitliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Tierwelt</b>	<b>41</b>

<b>5.1</b>	<b>StartClim2005.C2: Untersuchungen zur Verbreitung der Tularämie unter dem Aspekt des Klimawandels -----</b>	<b>41</b>
<b>5.2</b>	<b>StartClim2005.F: GIS-gestützte Ermittlung der Veränderung des Lebensraumes gefährdeter Wildtierarten (Schneehuhn, Birkhuhn, Gamswild, Steinwild) bei Anstieg der Waldgrenze aufgrund Klimaveränderung-----</b>	<b>43</b>
	<b>Literaturverzeichnis-----</b>	<b>46</b>
	<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis-----</b>	<b>71</b>
	<b>Anhang -----</b>	<b>74</b>

## Kurzfassung

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.

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 mehr Todesfälle 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.

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 Klimaanalysen 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.

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.

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 Nottfällen 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 Gewinnungsgebietes mit Vegetation aufweisen.

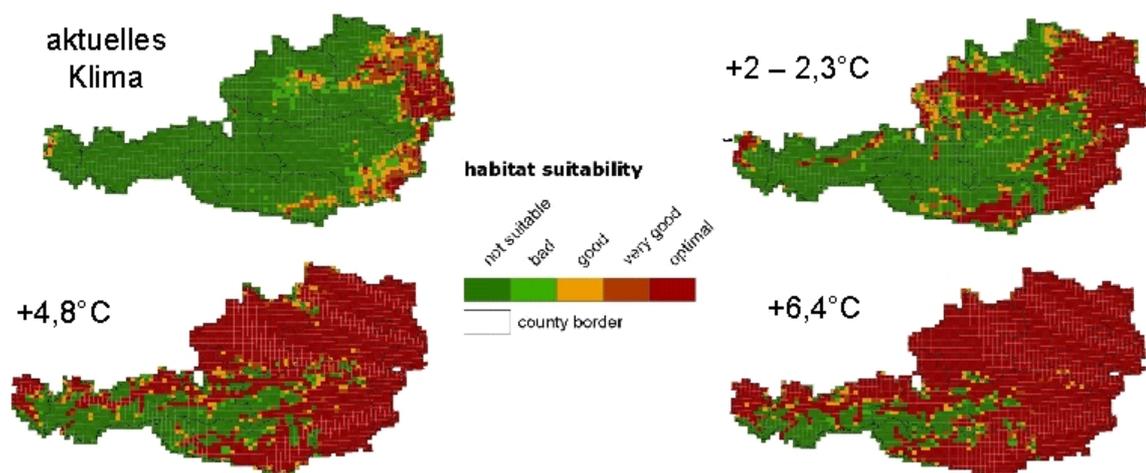
Aufbauend auf Schadensanalysen lassen sich Maßnahmen ableiten und mit Prioritäten versehen, die eine Versorgungsunterbrechung unwahrscheinlicher machen. In der Störfallvorsorge kann mit oft relativ wenig Aufwand in der Planung oder durch organisatorische Maßnahmen eine Versorgungsunterbrechung auch bei 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.



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

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 Kartierungsda-

ten in Kombination mit Klima- und Umweltdaten. Die Ergebnisse dieser Analyse zeigen, dass selbst bei sehr vorsichtigen Schätzungen der Temperaturzunahme (rund +2°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°C bzw. 6,4°C (verschiedene Szenarien bis Ende des 21. Jahrhunderts), nämlich auf beinahe 67% bzw. 80% der Fläche Österreichs.

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.

Besonders betroffen von Nephysten 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.

Für eine Reihe von Schädlingen aus Getreide-, Hackfrucht-, Öl-, Eiweiß- und Futterkulturen wurde ein in den letzten Jahren zunehmender Schadendruck 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 wärmeren Winter bereits im Freien überleben und sich daher systematisch ausbreiten. Einer dieser **Gewächs-**

**hausschädlinge** ist **Frankliniella occidentalis (Kalifornischer Blüenthrips)**. 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 Gewächshausschädling *Frankliniella occidentalis* bei niedrigen Temperaturen zeigte, dass diese die Überwinterungsmöglichkeiten offenbar nur mangelhaft beschreiben können. Wenn adulte 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 Blüenthripes 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 Blüenthripes im Freiland gerechnet werden. Dies hätte zur Folge, dass an Freilandkulturen, wie Nektarinen und Wein mit einem zusätzlichen Problemschädling zu rechnen wäre.

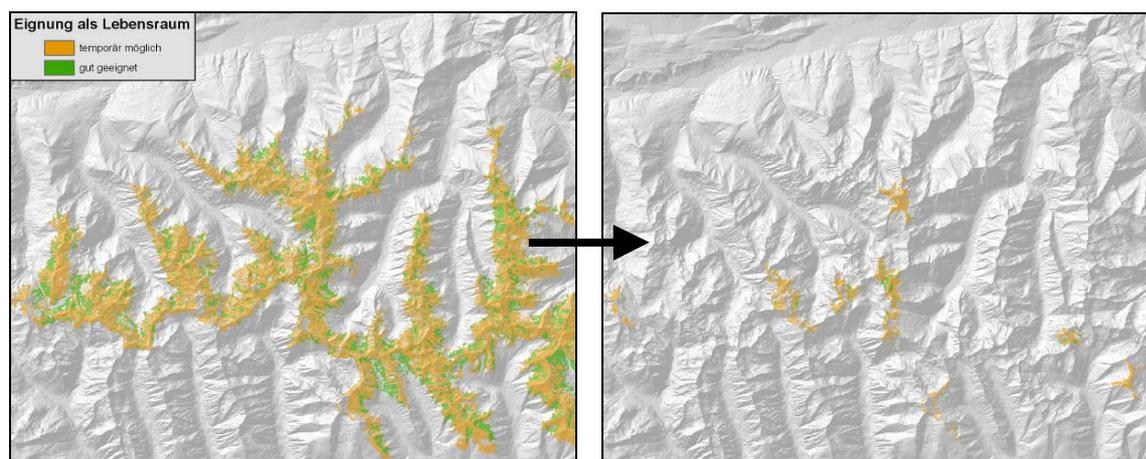
Analysen des Auftretens von **Tularämie, einer auf den Menschen übertragbaren bakteriellen Infektionskrankheit**, ließen vermuten, dass auch diese Krankheit ihr Areal ausdehnt – möglicherweise aufgrund klimatischer Änderungen. Im Untersuchungsgebiet (Niederösterreich, Burgenland, Steiermark) wurden im 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 Regressionsmodells erstellt werden. Beachtlich ist der hoch signifikante ( $p < 0,05$ ) Einfluss der gewählten Parameter (Durchschnitt der Monatsmitteltemperatur Dezember, Jänner und Februar; Monatsmitteltemperatur 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 Mai-temperatur unter 14° Celsius.

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.



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

Die aktuellen Lebensräume der untersuchten Tierarten wurden nach einem wissenschaftlichen 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.

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 sehr komplexe 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.

## 1 Das Forschungsprogramm StartClim

Das Forschungsprogramm StartClim wurde nach dem Hochwasser 2002 auf Initiative des damaligen Umweltministers ins Leben gerufen. Es hat sich zu einem Forschungsprogramm entwickelt, in dem zu neuen Themen, die mit Klima bzw. Klimawandel in Zusammenhang stehen, aus den verschiedensten Sichtweisen und von verschiedensten Fachrichtungen interdisziplinär geforscht wird. Diese Entwicklung zeigt, dass im Bereich Klima, Klimawandel und Auswirkungen auf Österreich großer Forschungsbedarf vorhanden ist. Die Vielzahl der bisher beteiligten Forscher und Forscherinnen bzw. Institutionen belegt auch, dass das nötige Know-How in der österreichischen Forschungswelt zur Verfügung stünde.

StartClim wird von einem Geldgeberkonsortium finanziert, das mittlerweile acht Institutionen<sup>1</sup> umfasst. Diese sind im Koordinierungsgremium vertreten und entwickeln gemeinsam mit der wissenschaftlichen StartClim-Projektleitung die Forschungsthemen. Ein internationaler wissenschaftlicher Beirat begutachtet und begleitet die jeweiligen Forschungsprojekte. Das Umweltbundesamt hat seit Beginn des Forschungsprogramms für die Finanzierungspartner die administrative Projektkoordination und die Verwaltung des Treuhandkontos übernommen. Die wissenschaftliche Projektleitung liegt beim Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur Wien.

Die in StartClim neu aufgegriffenen Forschungsbereiche können aufgrund der geringen Dotierung innerhalb StartClim nicht erschöpfend behandelt werden. Sie werden aber jeweils soweit geführt, dass darauf aufbauend fundierte Anträge bei geeigneten Forschungsförderungseinrichtungen gestellt werden bzw. Aufträge von interessierten Nutzern vergeben werden können.

Das Aufgreifen neuer Themen ermöglicht auch NachwuchswissenschaftlerInnen den Einstieg in die Forschungsarbeit, was in StartClim gefördert wird.

Ein weiterer Vorteil der von mehreren Geldgebern gemeinsam finanzierten Forschung ist ein Mehrwert für alle Beteiligten, da jeder einzelne Geldgeber den projekt-administrativen Apparat einschließlich Qualitätsprüfung und die gesamten Ergebnisse nutzen kann und weil zwischen den Projekten und Institutionen im Rahmen von StartClim Synergien sinnvoll genutzt werden.

### 1.1 StartClim2005

Für StartClim2005 wurde als Schwerpunkt das Thema „Klimawandel und Gesundheit“ ausgewählt, um eine erste Aufarbeitung gesundheitsspezifischer Fragestellungen zum Klimawandel, die sich insbesondere im Extremjahre 2003 gezeigt haben, zu ermöglichen. Dabei wurden Fragen, die direkt mit der menschlichen Gesundheit zu tun haben, bearbeitet - etwa welchen Effekt extreme Temperaturen auf die Sterblichkeit der österreichischen Bevölkerung haben bzw. möglicherweise in Zukunft haben werden, aber

---

<sup>1</sup> Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2003, 2004, 2005)

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)

auch Fragen zur Trinkwassersicherheit oder zur Ausbreitung Allergie erregender Pflanzen. Veränderungen im Lebensraum bestimmter Tierarten können zur Ausbreitung von Tierseuchen führen. Im Falle der Nagetiere befallenden Tularämie ist dies auch für die Gesundheit bestimmter Risikogruppen (z.B. Jäger) von Relevanz.

Im landwirtschaftlichen Bereich kann die Ausbreitung von bei uns bisher nicht auftretenden Schädlingen zu qualitativen und quantitativen Schäden an Lebensmitteln führen. Bei den Schädlingen handelt es sich teilweise um solche, deren Arealausweitung mit dem Klimawandel in der freien Natur stattfindet, teilweise handelt es sich um Arten, die mit Gewächshauskulturen eingeschleppt werden und infolge des Klimawandels nun auch die Winter überleben können, wenn sie ins Freie gelangen. Vermehrter bzw. veränderter Pestizideinsatz könnte neuen Regelungsbedarf zum Schutz der menschlichen Gesundheit ergeben. Bei der Untersuchung neuer Schädlinge, aber auch Nützlinge, wird häufig auf die Biolandwirtschaft zurückgegriffen, die von chemischen Bekämpfungsmethoden absieht, und daher ein besserer Indikator für die tatsächlich stattfindenden Änderungen ist.

Die Ereignisdatenbank MEDEA wurde in StartClim2005 ebenfalls weiter entwickelt.

## **1.2 Gliederung des Berichtes**

Der StartClim2005-Bericht besteht aus einer Gesamtschau der Ergebnisse (gegenständlicher Bericht) in deutscher und englischer Sprache und einem Sammelband, in dem die ausführlichen Endberichte der einzelnen Projekte, die von den Projektleitern eigenverantwortlich verfasst wurden, enthalten sind. Weiters wird eine CD-ROM mit allen ausführlichen Berichten produziert.

Im Anhang dieses Berichtes findet sich eine Übersicht über die im Rahmen von StartClim bereits durchgeführten Einzelprojekte, sowie die beteiligten Institutionen und WissenschaftlerInnen.

## **1.3 Arbeitsweise von StartClim2005**

Die Organisation der Zusammenarbeit im Rahmen von StartClim2005 erfolgte in ähnlicher Weise wie in den bisherigen StartClim-Phasen. Acht Teilprojekte zu verschiedenen Fragestellungen wurden parallel bearbeitet. Dabei haben 28 Personen von 14 verschiedenen Institutionen insgesamt weit mehr als die in den Anträgen veranschlagten rund 60 Monate Zeit für wissenschaftliche Arbeit einschließlich Berichterstellung aufgewendet. Von den 28 beteiligten WissenschaftlerInnen sind sechs weiblich und neun unter 35 Jahre alt.

Zur Förderung des wissenschaftlichen Austauschs zwischen den einzelnen Teilprojekten fanden zwei Workshops mit VertreterInnen des wissenschaftlichen Beirats statt, zu denen alle beteiligten WissenschaftlerInnen eingeladen waren und Vertreter aller Projekte teilgenommen haben. Im Zuge der Projektarbeit wurden viele Kontakte, die in früheren StartClim-Phasen entstanden sind, gepflegt und erweitert.

Als bereits bewährtes Mittel zum Informations- und Datenaustausch innerhalb der StartClim-Community wurden der FTP-Server und die Homepage für StartClim (<http://www.austroclim.at/startclim/>) am Institut für Meteorologie der BOKU genutzt. Die im Rahmen von StartClim erstellte Literaturdatenbank wird um die in StartClim2005 verwendeten Literaturzitate erweitert und wird gemeinsam mit den Projektberichten auf der StartClim-Homepage bereitgestellt.

#### **1.4 MEDEA - Meterological Extreme event Data information system for the Eastern Alpine region**

Im Rahmen von StartClim2005 wurde die Entwicklung der Ereignisdatenbank MEDEA (Meterological Extreme event Data information system for the Eastern Alpine region) wieder ein Stück weitergeführt. MEDEA soll der Klima- und Klimafolgenforschungsge-meinde 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 Komplexität, die für MEDEA erforderlich ist, kann mit dem im Umweltbundesamt entwickelten Datenmanagementsystem MORIS gehandhabt werden. Der zu Beginn der Arbeiten bereits existierende MORIS PowerBuilder Client ermöglicht die Verwaltung und das Einspielen der Daten in eine ORACLE Datenbank sowie die Erstellung und Speicherung von Datenselektionen.

MORIS wurde schon 2003 erfolgreich auf seine Verwendbarkeit hinsichtlich der Anforderungen der Ereignisdatenbank MEDEA getestet. Es wurde ein Vorschlag zur Objektklassifizierung für MEDEA ausgearbeitet und durchgeführt, und es erfolgte eine erste Sichtung und Beurteilung verschiedener (zu erwartender) Datensätze nach deren Unsicherheit. Es wurde festgestellt, dass das „Uncertainty Concept“ von Moss und Schneider gut für eine diesbezügliche Kategorisierung der Daten geeignet ist. In der Folge wurden die dem Umweltbundesamt zur Verfügung gestellten Testdaten erfolgreich in MEDEA eingepflegt.

Um den leichteren externen Zugriff auf die im Umweltbundesamt verwalteten MEDEA Daten zu ermöglichen bzw. um diese abzufragen, wurde eine JAVA Webapplikation programmiert. Die Anforderung war, MEDEA Daten und Funktionalitäten definierten UserInnen über ein passwortgeschütztes Webportal zur Datenabfrage zur Verfügung zu stellen. UserInnen können ohne SQL-Kenntnisse Abfragen erstellen und diese für eine weitere Benützung speichern. Es ist möglich erstellte Abfragen in einer hierarchischen Baumstruktur abzulegen und dadurch für die weitere Verwendung sinnvoll zu gruppieren.

Zusätzlich wurde im Webclient eine Suchfunktion implementiert, um das Wiederfinden von den abgespeicherten Selektionen zu erleichtern. Registrierte UserInnen können so nach schon vordefinierten Abfragen nach Akronym; Kurz- oder Langbezeichnung suchen und sich die erhaltenen Ergebnisse in einer Listen- oder einer Baumdarstellung anzeigen lassen. Bei Klick auf die ausgewählte Abfrage werden die UserInnen direkt zur Ergebnisdarstellung weitergeleitet. Durch diese Option bietet MEDEA den UserInnen die Möglichkeit einer noch einfacheren Datenbankbenützung.

Für jede Abfrage können Zeitspannen bzw. Pivots definiert und zugewiesen werden, um die Sicht auf die Daten für spezielle Fragestellungen zeitlich oder in ihrem Umfang einzuschränken. Die Ergebnisse können mittels Filterfunktion bei Bedarf weiter eingeschränkt werden. Das Webportal bietet die Möglichkeit einer Zeitreihendarstellung der Ergebnisse, wobei hier eine tabellarische oder eine graphische Darstellung als Auswahlmöglichkeiten offeriert werden und ein Zeitfenster für die Darstellung definiert werden kann.

Für die Nutzung von MEDEA über den Webclient wurden vier verschiedene UserInnenrollen definiert. Je nach Rolle dürfen Abfragen geändert und erstellt werden oder nur bestehende Abfragen betrachtet werden. Des weiteren definiert die Rolle, ob Daten herunter geladen werden dürfen oder nicht (download). Beim Download besteht die Möglichkeit Daten im Excel oder in SPSS- Format herunter zu laden.

Die technische Weiterentwicklung des Webclients ist geplant. Der Webclient wird mit weiteren Funktionalitäten ausgestattet werden, um den UserInnen einerseits die Handhabung mit komplexen Daten zu erleichtern und darüber hinaus die kartographische Auswahl und Darstellung der Ergebnisse zu ermöglichen.

Neben der technischen Seite ist die organisatorische und inhaltliche Seite für MEDEA zentral. In MEDEA wurde versucht Daten unterschiedlicher Datenquellen zusammenzuspielen, jedoch ist eine integrierte Auswertung nur mit zueinander passenden und für alle Bereiche verfügbaren Daten möglich. Die für eine integrative Auswertung erforderlichen Daten werden von verschiedenen Organisationen gehalten, deren Erhebungsmethodik, Begrifflichkeiten, zeitliche Übereinstimmung bzw. Georeferenzierung nicht von vornherein homogen sind und deren Daten aufgrund der rechtlichen Situation auch nicht ohne weiteres zur Verfügung gestellt werden können.

Für die weitere Entwicklung von MEDEA ist deshalb die Entwicklung einer gemeinsamen Ontologie von zentraler Bedeutung. Unter einer Ontologie versteht man ein formal definiertes System von Konzepten und Relationen, das als Mittel zur Strukturierung dient, um bestehende Wissensbestände zusammenzufügen und in weiterer Folge einen Datenaustausch sowie datenübergreifende Auswertungen zu ermöglichen.

Außerdem wird für die integrierte Auswertung von Daten ein Zusammenschluss der Datenhalter erforderlich werden, die technisch über eine Vernetzung über Netzwerktechnologien unterstützt werden muss.

Die Erreichung der integrativen Auswertung durch MEDEA wird daher nur in einer schrittweisen technischen Erweiterung wie auch der Erweiterung der Datenbestände möglich werden, die in den nächsten Jahren weiter vorangetrieben werden muss.

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

### **2.1 StartClim2005.A1a: Einflüsse der Temperatur auf Mortalität und Morbidität in Wien**

#### **Fragestellung**

Im Sommer 2003 starben allein in Frankreich rund 15.000 Menschen infolge der großen Hitze, für ganz Europa werden Zahlen zwischen 25.000 und 60.000 genannt. Hitze wirkt sich in verschiedener Weise auf den Menschen aus: zum einen kann sie direkt über Salz- und Flüssigkeitsverlust, Versagen der Temperaturregulation des Organismus oder über Herz-Kreislauf-Versagen zu Krankheit und Tod führen, andererseits sind Personen mit Vorerkrankungen auch bereits bei relativ moderaten Temperaturen durch die erhöhte Kreislaufbelastung gefährdet. Dabei wird kurzzeitiger Hitzestress von den meisten Personen noch relativ gut toleriert, während länger dauernde Hitzeperioden (vor allem mit mangelnder Abkühlung in der Nacht) das Gesundheitsrisiko erhöhen.

Es ist davon auszugehen, dass im Zuge des Klimawandels die Zahl der Hitzetage zunehmen und dies auch Auswirkungen auf die Gesundheit der Menschen haben wird.

Im Rahmen von StartClim2005 wurde erstmals für Österreich untersucht, wie sich Temperatur und Hitzetage auf die Todes- und Krankheitsfälle auswirken, und welche weiteren Entwicklungen erwartet werden können. Dabei wurde der Einfluss der moderaten Temperaturen getrennt von dem extremer Hitzeperioden untersucht, weil beide eine andere Vorsorgestrategie erfordern.

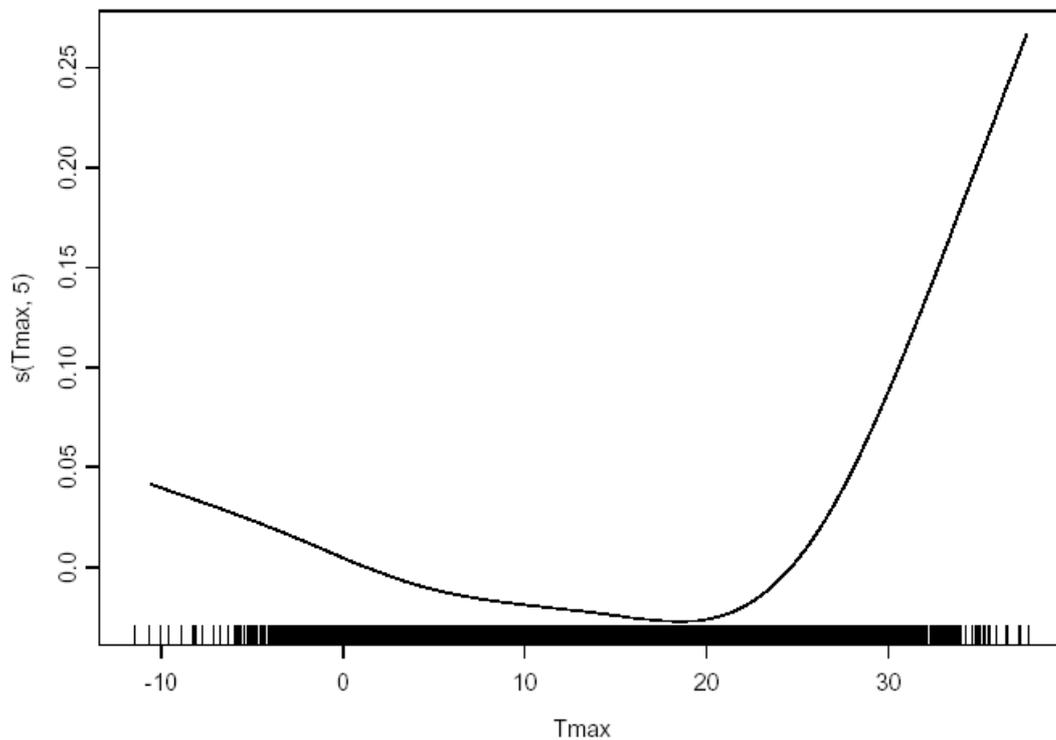
Es ist bekannt, dass es einen Temperaturbereich gibt, in dem die Sterblichkeit ein Minimum aufweist. Zu niedrigeren Temperaturen hin nimmt sie allmählich zu, zu höheren Temperaturen aber wesentlich schneller. In unseren Breiten liegt die geringste Sterblichkeit bei etwa 20°C (Tages-Maximaltemperatur, Abb. 1). Es werden jedoch zwischen Regionen geringfügige Unterschiede in der Temperaturabhängigkeit der Sterbehäufigkeiten beobachtet, die darauf hindeuten, dass sich die Menschen längerfristig an die lokalen klimatischen Gegebenheiten anpassen könnten.

Wahrscheinlich spielt hier weniger eine (kurzfristige) Verhaltensadaptation eine Rolle, sondern Unterschiede im Wohnbau sowie der Regional-, Raum- und Stadtplanung, die an das lokale Klima angepasst sind. Entsprechend erfordert auch die in Zusammenhang mit dem Klimawandel stattfindende und noch zu erwartende Änderung der Durchschnittstemperaturen langfristige Adaptationsstrategien auf diesen Ebenen.

Anders sieht es bei den Hitzeepisoden aus, die so selten auftreten, dass weniger bauliche Präventionsmaßnahmen, sondern vielmehr kurzfristige Aktionen mit Aufklärung der Bevölkerung und verstärkter Obsorge und Bereitschaft im Gesundheitswesen als sinnvoll anzusehen sind.

In der Literatur finden sich verschiedene Maße zur Definition von Hitzeperioden. In dieser Arbeit wurde die Definition von Kysely verwendet, die für Mitteleuropa entwickelt wurde: Perioden von mindestens 3 Tagen, in denen die Tagesmaxima im Schnitt über 30°C liegen und an keinem Tag unter 25°C sinken, gelten als Hitzeperioden. Die in solchen Perioden liegenden Tage werden im Folgenden als Kysely-Tage bezeichnet.

Im statistischen Modell wurde der Einfluss der (moderaten) Temperaturen auf die tägliche Sterblichkeit als Polynom abgebildet, während Kysely-Tage als binäre Variable eingingen.



**Abb. 1:** Relative Änderung der täglichen Zahl an Todesfällen in Abhängigkeit von der täglichen Maximaltemperatur.

### Übersterblichkeit in Zahlen

An insgesamt 206 Kysely-Tagen der Jahre 1990 – 2004 starben in Wien im Durchschnitt 53,91 Personen täglich, während an den restlichen Sommertagen (Juni-August) nur 46,58 Personen im Tagesmittel starben (Tab. 1). Dies entspricht einer Zunahme um 15,75%. Im komplexeren statistischen Modell wurden die Effekte der moderaten Temperaturunterschiede und der extremen Episoden getrennt ausgewertet. Dies führt zu einer Reduktion des Einflusses der Kysely-Episoden und ergab eine Zunahme von nur 7,8%. Die Differenz zwischen berechneter (7,8%) und gezählter (15,75%) Übersterblichkeit entspricht dem Effekt der moderaten Temperatursteigerung. Die Unterscheidung der Effekte von moderater und extremer Temperatur bringt es also mit sich, dass die Zunahme der Mortalitätsrate an Hitzetagen geringer eingeschätzt wird als es einer reinen Zählung und Gegenüberstellung der Rohdaten entspräche.

Zum Vergleich zeigt Tabelle 1 auch die Zunahme der Sterberate an 713 Grippetagen. Die durch Zählung ermittelten Zunahme überschätzt den Effekt der Grippe allerdings ebenfalls, da diese Krankheit vor allem in der kalten Jahreszeit auftritt, wo bereits unabhängig von der Grippe eine höhere Sterberate zu beobachten ist. In Wahrheit ist die Risikozunahme an Grippetagen etwa gleich groß wie an Hitzetagen: In den Monaten Dezember bis Februar starben durchschnittlich pro Tag 57,43 Personen, an Grippetagen (541 Tage) im selben Zeitraum 59,69. Im Beobachtungszeitraum gab es aber deutlich mehr Grippe- als Kysely-Tage, so dass insgesamt der „Schaden“ durch die Grippe größer war.

**Tab. 1:** Vergleich der berechneten mit den gezählten Todesfällen pro Tag an Kysely-Tagen im Sommer (Juni-August). Sterbefälle an Grippetagen (gegenüber dem gesamten Jahr und den Wintermonaten) zum Vergleich.

Zahl Todesfälle	Sommer (Juni-August)		Zahl der Tage	Winter (Dez-Feb)		Ganzes Jahr	
	Gezählt	Berechnet		Gezählt		Gezählt	
Alle Tage	47,67		1380	57,43	Alle Tage	51,18	
Kein Kysely-Tag	46,58	46,58	1174	55,93	keine Grippe	50,01	
Kysely-Tag	53,91		206	59,69	Grippe	59,01	
Zunahme	7,33	3,63		3,76		9,00	
<b>Zunahme%</b>	<b>15,75</b>	<b>7,80</b>		<b>6,73</b>		<b>17,99</b>	

### Zunahme der jährlichen Sterbefälle als Folge des Klimawandels

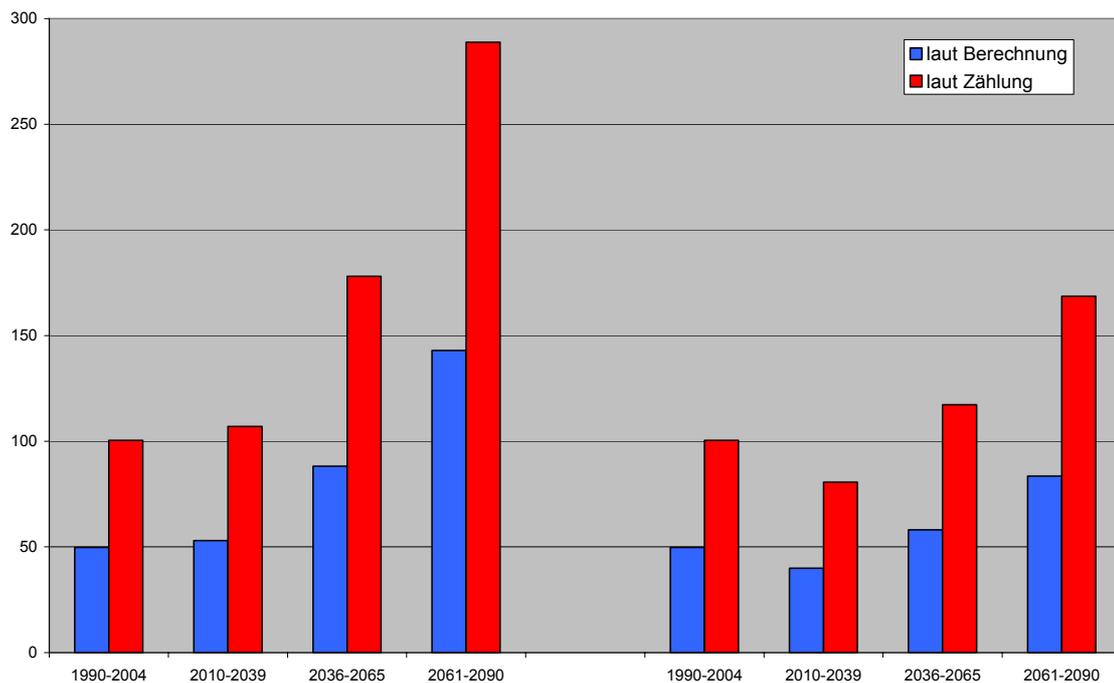
Aus klimatologischen Szenarien wurde die mögliche Zahl der zukünftigen Hitze- bzw. Kysely-Tage für zwei globale Klimaszenarien (A1B und B1) abgeleitet, von denen das erstere im Vergleich zu den anderen vom IPCC vorgegebenen Szenarien durch eine relativ starke Erwärmung, das zweite durch eine mäßige charakterisiert ist. Die Berechnungen wurden für die Station Hohe Warte durchgeführt; in der Inneren Stadt könnten die Ergebnisse noch deutlicher ausfallen.

Während im Beobachtungszeitraum 1990 bis 2004 im Durchschnitt 13,7 Kysely-Tage im Jahr beobachtet wurden (und auch bereits in diesem Zeitraum eine steigende Frequenz beobachtet wurde), werden im „wärmeren“ Szenarium (A1B) für die Periode 2010 bis 2039 im Mittel 14,6, für 2036 bis 2065 24,3 und für das Ende des Jahrhunderts (2061 bis 2090) gar 39,4 Kysely-Tage errechnet. Diese Zahlen werden mit der berechneten (3,63) und der gezählten (7,33) Übersterblichkeit an Kysely-Tagen multipliziert, wobei die gezählte Übersterblichkeit sowohl den Effekt extremer Hitzeereignisse als auch den kontinuierlichen Anstieg der Sterblichkeit bereits bei moderat heißen Tagen umfasst (Tab.2).

**Tab. 2:** Prognostizierte jährliche Sterbefälle durch Hitzewellen (Szenarium A1B und B1).

	Zusätzliche Todesfälle pro Jahr		Zusätzliche Todesfälle pro Jahr	
	Zählung	Berechnung	Zählung	Berechnung
Derzeit (1990-2004)	100,67	49,85	-	-
Prognosezeitraum	Szenarium A1B		Szenarium B1	
2010-2039	107,02	53,00	80,63	39,93
2036-2065	178,12	88,21	117,28	58,08
2061-2090	288,07	142,66	168,59	83,49

Während sich im ersten Prognosezeitraum kaum ein Unterschied zu den letzten Jahren zeigt (vor allem weil der außergewöhnliche Sommer 2003 den Durchschnitt an Kysely-Tagen in die Höhe trieb), ist bis zum Ende des Jahrhunderts mit einer deutlichen Zunahme der Todesfälle durch Hitzewellen zu rechnen – im Falle des extremeren Szenariums wären 1,6% der Todesfälle hitzebedingt, im anderen Beispiel 0,5%. In absoluten Zahlen bedeutet dies, dass pro Jahr im Schnitt etwa 100 bis 300 Personen zusätzlich infolge von Hitzewellen sterben werden (Abb. 2), das sind um 50 bis 200 hitzebedingte Todesfälle mehr als derzeit.



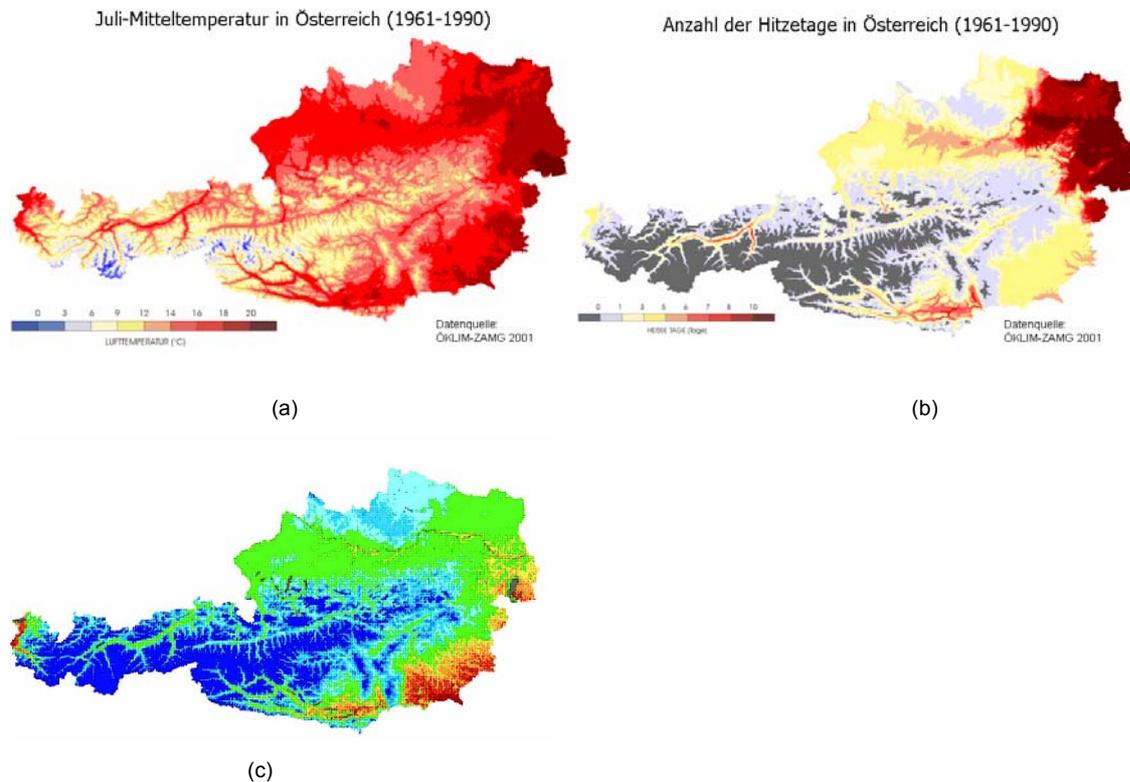
**Abb. 2:** Anzahl der durchschnittlichen jährlichen hitzebedingten Todesfälle. Zwei Szenarien (A1B Säulengruppe links und B1 Säulengruppe rechts) und zwei Modelle zur Zeitreihe 1990-2004 mit unterschiedlichen Effektschätzern.

Insgesamt sterben mehr ältere Personen, so dass in dieser Altersgruppe der Effekt der Hitze auch leichter statistisch nachzuweisen ist. Im Alter (über 65 Jahre) zeigt sich bei Frauen eine steilere Zunahme des Sterberisikos bei Hitze, während über alle Altersgruppen gemittelt kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern zu erkennen ist. Es ist eine Zunahme der Todesfälle fast aller Ursachen zu beobachten, besonders stark steigen die Todesfälle wegen Atemwegserkrankungen an.

An heißen Tagen ist 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.

## 2.2 StartClim2005.A1b: Untersuchung zur nächtlichen Abkühlung in einem sich ändernden Klima

Die klassischen Klimakarten (Abb. 3a) Österreichs für die Monatsmittel der Temperatur während des Sommers spiegeln weitgehend die topographische Struktur Österreichs mit niedrigeren Temperaturen im Gebirge und den höchsten im flachen, pannonischen Osten. Hitzetage (Abb. 3b), das sind Tage mit Maximaltemperaturen über 30°C, weisen eine leicht geänderte Verteilung auf: die größte Häufigkeit erreichen sie zwar ebenfalls im Nordosten Österreichs, kleinräumigere Bereiche hoher Häufigkeiten treten jedoch auch in den südlichen Beckenlagen und im Inntal auf. Komplexere Ansätze untersuchen die thermische Belastung für den Menschen, die zusätzlich zur Temperatur von Wind und Feuchte abhängt. Dabei zeigt sich hohe thermische Belastung (Abb. 3c, nach ACTIVE 2004) vor allem im Südosten Österreichs (Steiermark), sowie in geringerem Ausmaß im Osten, im Bereich des Neusiedlersees, in südlichen Beckenlagen (Klagenfurter Becken) und im Rhein- und Teilen des Inntals.



**Abb. 3:** Thermische Verhältnisse in Österreich, interpretiert nach unterschiedlichen Gesichtspunkten: (a) klassische Klimakarten, (b) Hitzetage und (c) thermischer Belastungsgebiete (Biolima).

Die hohen Temperaturen im Norden und Nordosten werden durch den dort stärkeren Wind als „kühler“ empfunden. Im Südosten oder Süden führen hingegen schwächerer Wind und höhere Luftfeuchtigkeit zu höherer thermischer Belastung.

Die nächtliche Abkühlung wird in diesen Darstellungen nur unzureichend berücksichtigt, obwohl sie für die physiologische Entlastung des Menschen wesentlich ist. Es ist bekannt, dass die geringere Abkühlung bei Nacht gerade in großen Städten (Stadteffekt, Wärmeinsel) ein wichtiger, das Wohlbefinden beeinträchtigender Faktor sein kann. Weiters ist aus der Literatur bekannt, dass im Zuge des Klimawandels mancherorts ein deutlich rascherer Anstieg der nächtlichen Temperaturen stattfindet als der Temperaturen während des Tages (IPCC 2001).

Die Frage der nächtlichen Abkühlung und ihrer zeitlichen Entwicklung ist daher von Bedeutung für die thermische Belastung in Österreich. Im Folgenden wird als Maß für die nächtliche Abkühlung das nächtliche Temperaturminimum heran gezogen und die Häufigkeitsverteilung der Minimumtemperaturen bisher und in einem künftigen Klima in den jeweils ausgewiesenen Belastungsgebieten untersucht.

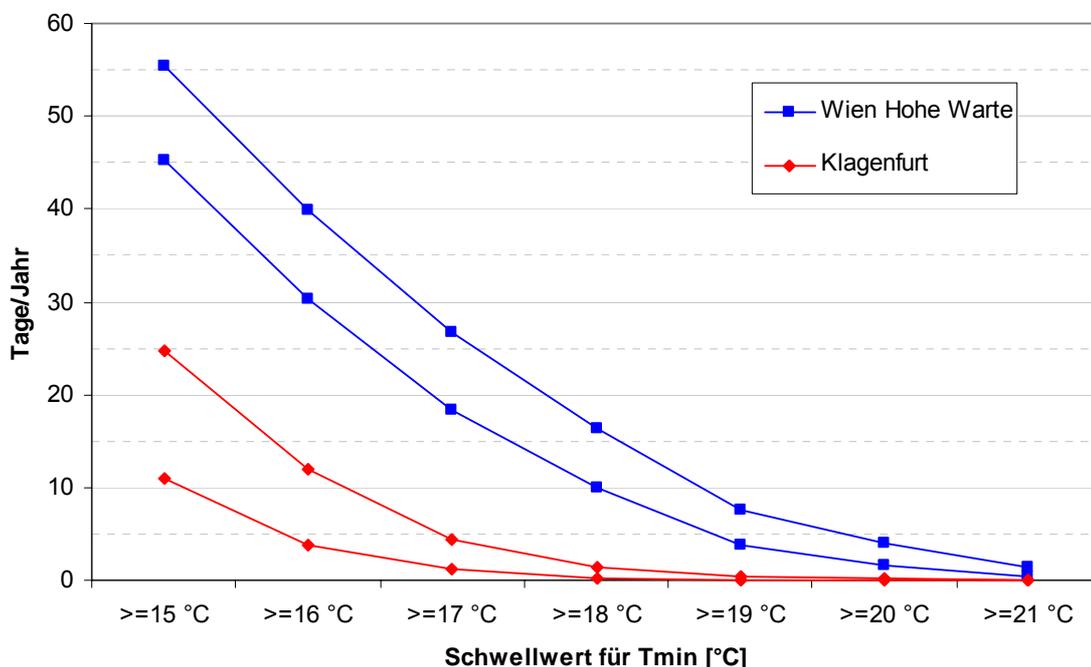
### Untersuchung historischer Daten (1961-2005)

Ein Vergleich der Zeitperioden 1961-1990 (Klimanormalperiode) und 1985-2005 ergibt an allen untersuchten Stationen eine deutliche Verschiebung der Häufigkeitsverteilung der Schwellenwerte der Minimumtemperatur hin zu höheren Temperaturen (Abb. 4). Die Zahl der Tage pro Jahr mit Minimumtemperaturen von 18°C oder mehr ( $T_{min} \geq 18^\circ\text{C}$ ) hat sich in dieser Zeit mindestens verdoppelt, mit Ausnahme der Stationen Wien Hohe Warte und Eisenstadt, bei denen die Zunahme etwas geringer ausgefallen ist. Auch bei der Wahl anderer Schwellenwerte für  $T_{min}$  zeigt der Vergleich ähnlich markante Steigerungen in der Häufigkeit (Tab. 3).

Zudem kommt es an einigen Stationen, wie z. B. in Bad Gleichenberg, in der Periode 1985-2005 bereits zu extrem hohen nächtlichen Minimumtemperaturen von  $\geq 21^\circ\text{C}$ , die während der Klimanormalperiode nie auftraten.

### Stadteffekt

Eine urbane Station zeigt im Vergleich mit einer außerhalb des urbanen Einflussbereichs liegenden Station deutlich mehr Tage bei allen Schwellenwerten für die Minimumtemperatur. Darin spiegelt sich die grundsätzliche Charakteristik eines urbanen Gebietes mit dichterem Verbauung, Versiegelung und weniger Vegetation wieder, in dem die zahllosen, tagsüber erhitzten Flächen auch nachts intensiv Wärme abstrahlen und so die strahlungsbedingte Abkühlung stark reduzieren. Dieser Stadteffekt zeigt sich sehr deutlich in Wien (Abb. 5) und Innsbruck. In Wien liegt die Häufigkeit von  $T_{\min} \geq 15^\circ\text{C}$  am Stadtrand bei 55,5 Tagen/Jahr (Hohe Warte) und bei 85,8 Tagen/Jahr in der inneren Stadt, einer Differenz von 30,3 Tagen/Jahr. Die absolute Differenz von Tagen (Wien



**Abb. 4:** Häufigkeiten (Tage/Jahr) von nächtlichen Minimumtemperaturen gleich oder oberhalb verschiedener Schwellenwerte an den Stationen Wien Hohe Warte und Klagenfurt von der Periode 1961-1990 (jeweils untere Linie) zur Periode 1985-2005 (jeweils obere Linie).

**Tab. 3:** Häufigkeiten (Tage/Jahr) von nächtlichen Minimumtemperaturen gleich oder oberhalb verschiedener Schwellenwerte für die untersuchten Stationen Österreichs während der Periode 1961-1990 (Klimanormalperiode) und der Periode 1985-2005.

Station	Klimanormalperiode 1961-1990						Periode 1985-2005						
	>=15 °C	>=16 °C	>=17 °C	>=18 °C	>=19 °C	>=20 °C	>=15 °C	>=16 °C	>=17 °C	>=18 °C	>=19 °C	>=20 °C	>=21 °C
Wien Innere Stadt							85,8	67,9	51,8	37,5	24,6	14,8	7,9
Wien Hohe Warte	45,2	30,4	18,4	9,9	3,8	1,6	55,5	39,9	26,8	16,3	7,7	4,0	1,4
Mariabrunn	17,8	10,4	5,3	2,6	1,1	0,4	30,9	19,3	11,1	5,4	2,4	1,2	0,2
Großenzersdorf	30,8	17,5	9,5	4,7	1,9	0,6	45,7	30,5	18,8	10,6	5,3	2,3	0,9
Eisenstadt	45,1	31,2	19,6	10,9	5,4	2,2	51,6	38,3	23,5	13,1	6,4	3,2	1,0
Bregenz	33,3	20,5	10,3	4,7	1,8	0,5	45,0	31,1	19,3	10,2	4,4	1,7	0,5
Klagenfurt	11,0	3,8	1,1	0,1	0,0	0,0	24,7	12,0	4,4	1,3	0,3	0,2	0,0
Graz Uni	33,6	19,6	9,6	3,6	1,0	0,3	44,8	29,5	16,8	7,8	3,1	1,0	0,2
Graz Flugplatz	16,5	7,3	2,5	0,7	0,2	0,0	39,2	24,4	13,4	5,8	2,4	0,8	0,3
Bad Gleichenberg	23,1	12,4	4,5	1,4	0,5	0,0	35,4	21,5	10,1	3,7	1,2	0,3	0,1
Innsbruck Uni	16,9	7,3	2,6	0,6	0,2	0,0	31,0	17,2	7,4	2,3	0,7	0,3	0,0
Innsbruck Flugplatz	11,2	4,4	1,3	0,3	0,1	0,0	20,4	9,3	3,0	0,9	0,3	0,1	0,0
Bad Radkersburg							42,3	27,4	14,6	6,0	2,0	0,6	0,1

Innere Stadt zu Wien Hohe Warte) sinkt natürlich mit steigendem Schwellenwert, da auch die Häufigkeit solcher Tmin Werte sinkt, allerdings steigt das Verhältnis der Tmin-Werte zueinander. So kommt Tmin >= 19 °C an der Station Wien Innere Stadt bereits fast drei Mal so häufig vor wie an der Station Hohe Warte (24,6 mal zu 7,7 Mal pro Jahr), was einen Unterschied von 16,9 Tagen im Jahr bedeutet. Auch an der Station Innsbruck-Universität wirkt sich der Stadteffekt durch eine mindestens 50 % höhere Anzahl von jeweiligen Tmin-Schwellenwerten aus (Tmin >= 15 °C bei Innsbruck Flugplatz 20,4 Tage und bei Innsbruck Universität 31,0 Tage im Jahr in der Periode 1985-2005).

Der Unterschied Stadt – Land ist derzeit in vielen Fällen noch stärker ausgeprägt, als die durch den Klimawandel verursachte Verschiebung.

Stadteffekt Wien Hohe Warte - Wien Innere Stadt, Periode 1985-2005

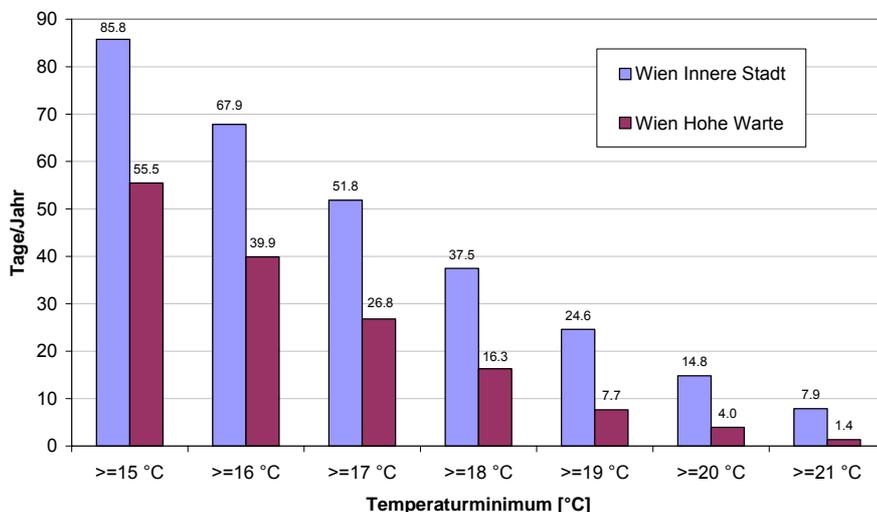


Abb. 5: Stadteffekt: Häufigkeiten (Tage/Jahr) von nächtlichen Minimumtemperaturen gleich oder oberhalb verschiedener Schwellenwerte an den Stationen „Wien Hohe Warte“ und „Wien Innere Stadt“ während der Periode 1985-2005.

### Einfluss der Minimumtemperatur auf die Sterblichkeit

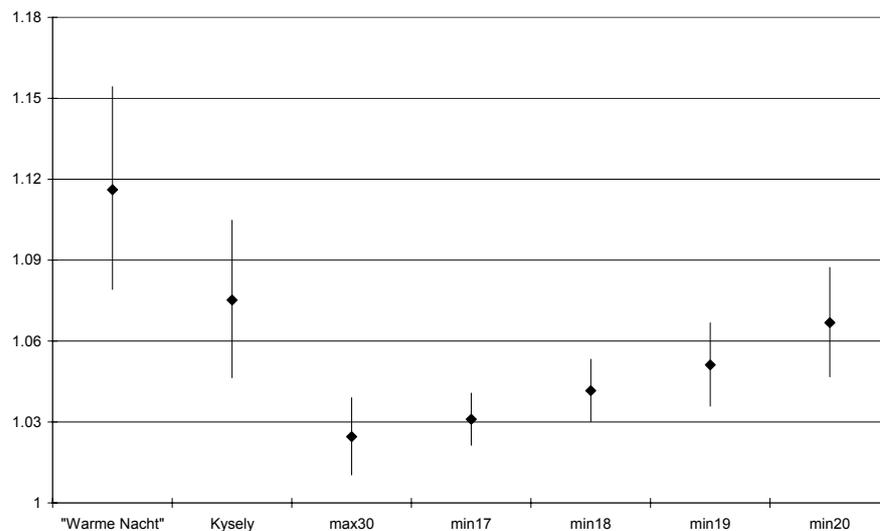
Untersucht man den Zusammenhang zwischen den täglichen Sterbezahlen in Wien und verschiedenen Hitze- bzw. Belastungsindikatoren, so ergeben sich deutliche Unterschiede (Abb. 6). Von den gewählten Indikatoren ist das Kriterium, dass die Maximaltemperatur über 30°C liegt, das schwächste. Betrachtet man nur die nächtlichen Minimumtemperaturen, so ergibt sich eine steigende Zahl von Sterbefällen mit Zunahme der nächtlichen Minimumtemperaturen. In Hitzeperioden - hier nach der Definition nach Kysely - ist die Risikozunahme höher als an einzelnen Hitzetagen. Das relative Risiko ist

noch höher, wenn in die Definition der Hitzeperiode auch eine hohe Minimumtemperatur eingeht, wie am Beispiel der „warmen Nächte“ gezeigt wird. „Warme Nacht“ bezeichnet die Abfolge eines heißen Tages ( $T_{\max} \geq 30^\circ$ ) vor und nach einer Nacht mit geringer Abkühlung ( $T_{\min} \geq 18^\circ \text{C}$ ). Eine Zunahme der täglichen Todesfälle um beinahe 12 Prozent ergibt für Wien (mit durchschnittlich ca. 45 täglichen Todesfällen im Sommer) eine Übersterblichkeit von etwa 5 zusätzlichen Todesfällen pro Tag. Eine explizitere Berücksichtigung der nächtlichen Abkühlung in der Definition von Hitzeperioden, z.B. jener von Kysely, könnte die Aussagekraft der statistischen Modelle (siehe StartClim-Beitrag A1a) verbessern und damit auch die Schätzgenauigkeit der zusätzlichen Sterbefälle als Folge von Hitzeperioden.

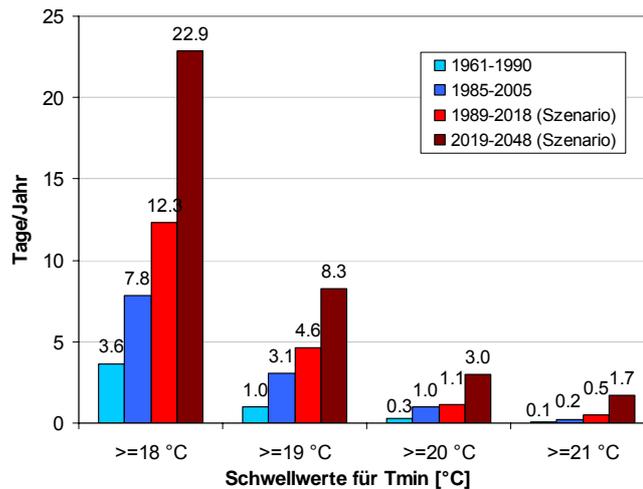
### Analog szenarien

Was bereits bei der Untersuchung der historischen Daten gezeigt werden konnte, setzt sich in den Szenarien fort: ein Trend hin zu einer Steigerung der Anzahl von Tagen/Jahr mit moderaten und hohen  $T_{\min}$ -Schwellenwerten (Abb. 7). Nächte mit hohen Minimumwerten der Temperatur werden merkbar häufiger, und hier sind es auch die höheren  $T_{\min}$  Werte, die im Verhältnis zu ihrem bisherigen Auftreten deutlich zunehmen. So ist beispielsweise an der Station Graz Universität bei einem Schwellenwert von  $T_{\min} \geq 18^\circ \text{C}$  mit einer Häufigkeit von 12,3 Tagen/Jahr in der Periode 1989-2018 und mit 22,9 Tagen /Jahr in der Periode 2019-2048 zu rechnen, was einer Steigerung von 4,5 bzw.15,1 Tagen/Jahr entspricht.

Die Zunahme der „warmen Nächte“ lässt auch eine Steigerung der Todesfälle für die Klimaszenarien der kommenden 20 bis 50 Jahren erwarten (Tab. 4).



**Abb. 6:** Zunahme der Sterbezahlen (relatives Risiko) in Abhängigkeit der gewählten Parameter bzw. der definierten Perioden, bezogen auf die Periode 1990-2004, Gesamtsterblichkeit in Wien. „Warme Nacht“ bezeichnet die Abfolge eines heißen Tages ( $T_{\max} \geq 30^\circ \text{C}$ ) vor und nach einer Nacht mit  $T_{\min} \geq 18^\circ \text{C}$ .



**Abb. 7:** 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 Analogszenerarien zu erwartende Entwicklung für die Perioden 1989-2018 und 2019-2048.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass deutliche Steigerungen in der Häufigkeit des Auftretens von nächtlichen Temperaturminima oberhalb gewisser Schwellenwerte in den letzten Jahrzehnten beobachtet wurden. Die regionalisierten Klimaszenarien lassen künftig eine weitere Erhöhung der Anzahl warmer Nächte in den derzeitigen Belastungsgebieten erwarten, wodurch die allgemeine Behaglichkeit beeinträchtigt und vor allem der Erholungswert des Schlafes gesenkt wird. Das erstmalige Überschreiten von seit 1961 nicht beobachteten Minimumtemperaturen bzw. künftig zunehmende Auftreten von sehr hohen nächtlichen Temperaturen wird darüber hinaus zu einer Ausdehnung der gegenwärtigen Belastungsgebiete führen.

**Tab. 4:** Historische Entwicklung von Häufigkeiten (Tage/Jahr) von nächtlichen Minimumtemperaturen gleich oder oberhalb verschiedener Schwellenwerte. Vergleich der Stationen Graz-Universität und Wien Hohe Warte für die historischen Perioden 1961-1990 und 1985-2005 bzw. der aufgrund von Analogszenerarien zu erwartenden Entwicklung für die Perioden 1989-2018 und 2019-2048.

Graz Universität	>=18	>=19	>=20	>=21	"Warme Nacht"
1961-1990	3.6	1.0	0.3	0.1	0.4
1985-2005	7.8	3.1	1.0	0.2	3.3
1989-2018 (Szenario)	12.3	4.6	1.1	0.5	4.0
2019-2048 (Szenario)	22.9	8.3	3.0	1.7	7.3

Wien Hohe Warte	>=18	>=19	>=20	>=21	"Warme Nacht"
1961-1990	9.9	3.8	1.6	0.5	2.7
1985-2005	16.3	7.7	4.0	1.4	6.4
1989-2018 (Szenario)	23.5	13.6	6.9	3.4	8.3
2019-2048 (Szenario)	33.6	20.9	10.8	7.3	13.2

### 3 Indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit des Menschen

#### 3.1 StartClim2005.A4: Auswirkungen von Extremereignissen auf die Sicherheit der Trinkwasserversorgung in Österreich

In den letzten Jahren haben „natürliche Extremereignisse“ vermehrt zu Störfällen in der Wasserversorgung geführt (Hochwasser 2005 Tirol, Vorarlberg, Dürre 2003 z.B. südliche Steiermark).

Bei den Wasserversorgungsunternehmen lassen sich unterschiedliche Schäden, je nach Extremereignis ableiten. Schäden, die durch Starkregenereignisse verursacht werden, betreffen aufgrund der höheren Energie des strömenden Wassers die Infrastruktur besonders stark (Freispülen von Leitungen, Abriss von Leitungen durch Erdbeben, Zerstörung von Brückenaufhängungen usw.). Wohingegen bei Landregen oder länger anhaltenden Niederschlagsereignissen die Schäden eher auf Überstauungen (z.B. des Gewinnungsgebietes) zurückzuführen sind.



**Abb. 8:** links: Beschädigung der Leitungstrasse an der Samina (Hans Amman,2005); rechts: Grundwasserfeld Franstanzer Ried beim Hochwasser 2005 (Hans Amman, 2005)

Durch Trockenheit kommen keine technischen Anlagenteile zu Schaden, sondern hauptsächlich das Gewinnungsgebiet. Hier hat sich ganz klar gezeigt, dass Grundwasserkörper mit einer gering mächtigen Überdeckung sehr viel eher betroffen sind, als Grundwasserkörper mit einer dementsprechend mächtigen Überdeckung (Abstand zwischen Grundwasseroberfläche und Geländeoberfläche). Der Grund dafür liegt darin, dass eine größere Überdeckung den Grundwasserkörper vor Trockenheit schützt (z.B. geringerer Wassertransport durch Evapotranspiration).

Aufbauend auf Schadensanalysen lassen sich Maßnahmen ableiten, die eine Versorgungsunterbrechung unwahrscheinlicher machen. In Tabelle 5 sind mögliche Anweisungen enthalten, die es dem Betreiber ermöglichen, Ausfälle schon in der Planung bzw. im Betrieb zu vermeiden. Der Tabelle kann man auch sofort entnehmen, welche Handlungen unmittelbar durchzuführen sind (Risikoprioritätszahl hoch), bzw. welche eine geringere Priorität haben, und daher eher aufgeschoben werden können. Die Maßnahmen kann man nach Phasen gliedern: Störfallvorsorge (organisatorische und technische Maßnahmen), Vorsorgemaßnahmen bei drohender Gefahr, und Krisen- und Katastrophenmanagement im Ernstfall (Trinkwassernotversorgung, Informationspolitik und Medienarbeit, Zusammenarbeit mit Krisen- und Katastrophenstäben).

Tab. 5: Schadensbeschreibung und –bewertung

lfd. Nummer	Technische Anlagen inklusive Gewinnungsgebiet Schadensbeschreibung	Schadens- klassifikation [1 bis 3]		Vermeidbar- keit im Betrieb [1 bis 3]	Auswirkung des Schadens auf den Kunden [1bis 10]	Risiko prioritätszahl [1 bis 30]
<b>1</b>	<b>Gewinnungsgebiet</b>					
1.1	Überstauung der Gewinnungszone	2	1	3	6	12
1.2	Vermehrtes Eindringen von Uferfiltrat	2	2	3	4	8
1.3	Undichte Hausbrunnen	2	2	3	6	12
<b>2</b>	<b>Brunnen</b>					
2.1	massiver Schlammanfall	3	1	3	7	21
2.2	Verkeimung	3	1	3	8	24
2.3	Öleintritt	3	1	3	9	27
<b>3.</b>	<b>Quellen</b>					
3.1	Trübungen	2	3	1	3	6
3.2	Eindringen von kontaminiertem Wasser	2	3	1	5	10
<b>4</b>	<b>Netze</b>					
4.1	Freispülung erdverlegter Leitungen	1-2	3	3	6	12
4.2	Freispülung von Dükern	1-2	3	3	6	12
4.3	Abriss von Rohrbrücken	2	1	3	6	12
4.4	Schieber im überfluteten Bereich	2	2	2	4	8
4.5	Schieber Zerstörung durch Druckstöße	2	3	1	7	14
4.6	Wassereintritt in Verteilungs- und Transpo durch Zerstörung von Straßen und Ufern im Überflutungsbereich	3	3	3	7	21
4.7		3	2	3	6	18
<b>5.</b>	<b>Wasseraufbereitung</b>					
5.1	Ausfall der UV- Anlage	3	2	2	9	27
5.2	Aufschwimmen von Behältern	3	1	2	6	18
<b>6.</b>	<b>Behälter</b>					
6.1	Wassereintritt bei Undichtigkeiten	2	1	3	4	8
6.2	Kontaminiertes Wasser aus Brunnen oder	2	3	2	5	10
<b>7.</b>	<b>Elektrische Ausrüstung (Mess- Steuer- und Regeltechnik)</b>					
7.1	Überflutung der EMSR Anlagen	3	2	2	6	18
7.2	Ausfall elektrisch gesteuerter Armaturen	3	2	2-3	5	15
7.3	Ausfall von Brunnenfassungen	2	2	2-3	5	10
7.4	Großräumige Abschaltung der Energievers	3	2	3	6	18

Ein Vergleich nationaler und internationaler Konzepte in Bezug auf Maßnahmen zur Minimierung von Versorgungsunterbrechungen hat gezeigt, dass die Konzepte österreichischer Wasserversorger sehr stark von den Anreizen der jeweiligen Bundesländer beeinflusst werden. So hat die Steiermark z.B. schon in den 1990er Jahren einen Wasserversorgungsplan Steiermark ausgearbeitet, der teilweise auch schon umgesetzt wurde. Er enthält fördertechnische Anreize, die Erleichterungen für die Wasserversorgungsunternehmen bringen sollen, um Vernetzungsmaßnahmen oder z.B. ein zweites Standbein einfacher umzusetzen. Dies ist ein Grund, warum die Auswirkungen der Trockenheit des Jahres 2003 in der Steiermark nicht so gravierend waren, wie in anderen Bundesländern. Andere Bundesländer wie Vorarlberg und Kärnten sind gerade dabei

Wasserversorgungspläne auszuarbeiten, bzw. umzusetzen, um nicht nur gegen Trockenheit, sondern auch gegen Hochwasserereignisse gewappnet zu sein.

Als so genanntes Leitbild für die österreichischen Wasserversorger für eine Trinkwasserversorgung im Störfall muss das Konzept der Schweiz genannt werden. Hier sind durch gesetzliche Rahmenbedingungen auch die dafür notwendigen finanziellen Mittel leichter lukrierbar. In der Schweiz sind die Wasserversorger verpflichtet auch in Krisen- und Katastrophensituationen die Wasserversorgung je nach Modellfall für die Bevölkerung sicherzustellen. Jeder einzelne Wasserversorger hat ein Konzept auszuarbeiten und umzusetzen aus dem klar hervorgeht, wie die Trinkwasserversorgung im Ernstfall sicherzustellen ist (Bedarfsanalyse, eventuelle Erschließung neuer Ressourcen usw.).

Ein neues, integrales Konzept zur Sicherung der Wasserqualität der WHO ist der Wassersicherheitsplan (WSP), der schon bei einigen Wasserwerken (z.B. Tulln) umgesetzt wurde bzw. gerade umgesetzt wird. Im Rahmen der Umsetzung des WSP kann auch auf die Störfallvorsorge bzw. das notwendige Krisenmanagement eingegangen werden und die Implementierung der notwendigen Maßnahmen dafür durchgeführt werden. Dieser Wassersicherheitsplan soll in die EU Trinkwasser-verordnung die bis 2008 überarbeitet wird, eingearbeitet werden. Diese neue EU Trinkwasser-verordnung ist in nationales Recht umzusetzen und somit für die österreichischen Wasserversorger bindend. Die von der Österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW) entwickelte Richtlinie der W 88 soll den Wasserversorgern bei der Umsetzung des Wassersicherheitsplans helfen.

### **Schlussfolgerungen**

Eine Grundvoraussetzung, um auf Extremereignisse richtig reagieren zu können, ist die so genannte Störfallvorsorge. Hier kann mit oft relativ wenig Aufwand in der Planung oder durch organisatorische Maßnahmen eine Versorgungsunterbrechung verhindert werden. Damit der Wasserversorger auch vor dem Auftreten einer Krise die notwendigen Maßnahmen (z.B. Behälterfüllung, Kundeninformation usw.) treffen kann, ist es wichtig ihn in die dafür vorgesehenen Krisen- und Katastrophenstäbe einzubinden. Der Kunde muss informiert werden, und auch die Information, dass der Normalbetrieb in solchen Krisen nicht immer aufrechterhalten werden kann, muss kommuniziert werden. Das heißt, es gibt auch eine Eigenverantwortung des Kunden (z.B. Bevorratung).

Beim Informationsfluss (nach unten, und nach oben) gilt der Leitsatz, „die richtige Information zur richtigen Zeit am richtigen Ort“.

Der Bund bzw. die Länder müssen sich die Frage stellen, inwieweit sie dabei in den Verantwortungsbereich der öffentlichen Wasserversorgung eingreifen wollen, um die Bevölkerung auch bei Extremereignissen weitestgehend mit Trinkwasser zu versorgen. Soll ein ähnliches Modell wie in der Schweiz gewählt werden, wo jeder Wasserversorger per Gesetz verpflichtet ist, ein erprobtes Notversorgungskonzept zu haben, oder hält man sich aus dieser Diskussion fern? In Deutschland sind Wasserversorgungsunternehmen (WVU) ebenfalls per Gesetz verpflichtet, den Kunden Wasser im vereinbarten Umfang jederzeit zur Verfügung zu stellen, wobei das WVU jede Unterbrechung oder Unregelmäßigkeit unverzüglich zu beheben hat.

In Österreich gibt es keine gesetzliche Regelung, die das WVU verpflichtet den Kunden jederzeit Wasser im vereinbarten Rahmen zur Verfügung zu stellen. Im Sinne der Kundenorientierung bzw. der Sicherstellung der Versorgungssicherheit wäre eine gesetzliche Vereinbarung wie in der Schweiz oder Deutschland durchaus auch in Österreich denkbar. Wie diese Regelung aussehen wird, z.B. als Punkt der Technischen Richtlinien in den Förderungsmaßnahmen oder direkt in der Trinkwasser-verordnung verankert, sei dahingestellt.

Der beste Motor, Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Trinkwasserversorgung umzusetzen, sind entweder finanzielle Anreize (Förderungen) oder eben eine bestandene

Krise selber. Bei der Planung zukünftiger Versorgungsinfrastruktur muss darauf bedacht genommen werden, dass sich das Klima verändert hat bzw. weiter verändern wird, und sich die gegenwärtigen Planungsansätze ändern müssen. Als Beispiel sei hier nur erwähnt, dass zwar bei jeder zukünftigen Wasserbedarfsermittlung ein erwartetes Wachstum berücksichtigt wird, aber ob auch das dafür notwendige zukünftige Dargebot aufgrund eines sich ändernden Klimas noch gegeben ist, spielt bis jetzt in den Überlegungen noch keine entscheidende Rolle.

Den aktuellen Klimaszenarien zufolge, nimmt die Frequenz von Extremereignissen, die die Wasserversorgung beeinträchtigen können, zu. Damit die Wasserversorger gewappnet sind, müssen integrale Planungsgrundsätze aufgegriffen werden. Weiters sollten die Wasserversorger auf eine größere Diversität in der Wasserversorgung setzen, um ihre Vulnerabilität gegenüber Extremereignissen zu reduzieren. So wie in der Natur Monokulturen anfälliger gegenüber Störungen sind als Mischkulturen oder Kulturen mit einer höheren Diversität, werden auch Wasserversorgungsunternehmen die in ihren Bereichen auf Diversität (z.B. zweites Standbein, Vernetzungsmaßnahmen, usw.) setzen, weniger anfällig für Extremereignisse sein.

### **3.2 StartClim2005.C5: Ein allergener Neophyt und seine potentielle Ausbreitung in Österreich – Arealodynamik der Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) unter dem Einfluss des Klimawandels**

Die mit dem Klimawandel einhergehende Erwärmung verschiebt und vergrößert das mögliche Besiedelungsgebiet wärmebedürftiger Pflanzenarten in Österreich. Zu den überdurchschnittlich mobilen Arten, die auf Veränderungen der Umweltbedingungen auch tatsächlich rasch mit Ausbreitung reagieren könnten, ist die nicht einheimische Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.) zu zählen. Ursprünglich in Nordamerika beheimatet, erreichte die Ambrosie Ende des 19. Jahrhunderts auch Österreich, nachdem sie bereits in andere europäische Staaten unbeabsichtigt eingeschleppt worden war. Bevorzugt besiedelt werden maßgeblich durch menschliche Nutzung geprägte, meist stickstoffreiche Standorte (z.B. Schuttflächen, Bahndämme, Brachflächen) sowie Acker-, Garten- und Grünland. Als Ackerunkraut kann sie daher auch zu beträchtlichen Ernteinbußen führen. Jedoch gilt sie mittlerweile in Österreich vor allem in Hinblick auf die menschliche Gesundheit als besonders problematischer „Neubürger“ (Neophyt): Die windbestäubte Art produziert beachtliche Mengen an allergenen Pollen, die beim Menschen Heuschnupfen und sogar Asthmaanfälle verursachen können.

Die Ambrosie gilt als thermophile (wärmeliebende) Art. Eine Analyse der aktuellen Verbreitung der Ambrosie in Österreich zeigt eine enge Bindung an die klimatisch begünstigten Regionen im pannonischen Osten des Landes. Daher stellt sich die Frage, ob und in welchem Maße die Ambrosie auf wärmere Temperaturen reagiert: Wird sie ihr Areal in Österreich erweitern? Welche Regionen sind dabei besonders betroffen? Können vorbeugende Maßnahmen ergriffen werden?

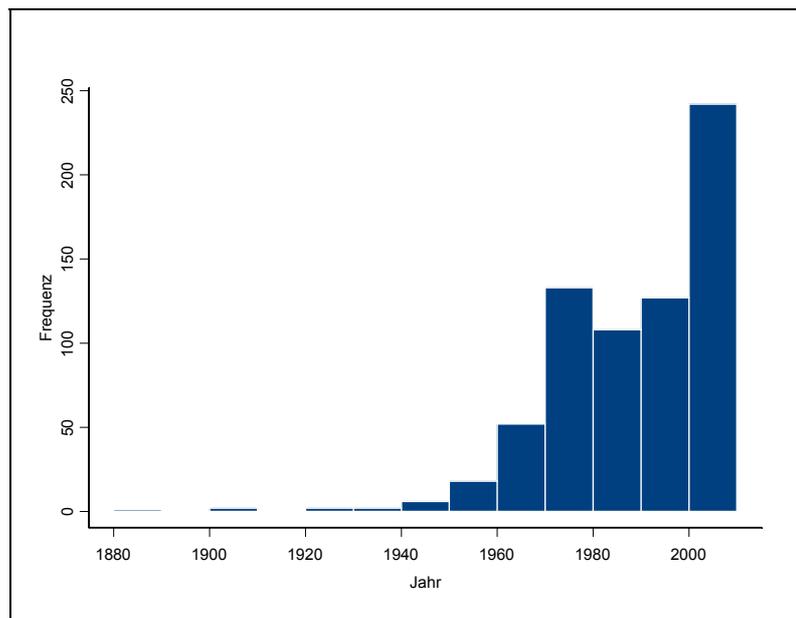
Das Zusammenführen von Daten aus der Floristischen Kartierung Österreichs (Projekt am Dept. für Biogeographie, Universität Wien), die Auswertung von Herbarbelegen und Literaturangaben, sowie die Analyse anderer Quellen, wie z.B. Daten aus der Kartierung des hochrangigen Straßennetzes in Niederösterreich ermöglichte die Rekonstruktion des räumlich-zeitlichen Ausbreitungsverlaufes der Ambrosie in Österreich (vgl. Abb. 9: Man kann vier Phasen unterscheiden:

1. Phase unbeständiger und seltener Einschleppungen (1883 - ca. 1950): die Ambrosie wird nur selten in kleinen Beständen nachgewiesen, die Fundorte gehen auf Fernverschleppung zurück.
2. Phase beginnender Ausbreitung (ca. 1950 - ca. 1980): die Anzahl an Fundorten nimmt merklich zu, die Ambrosie ist aber weiterhin selten; in den am besten geeigneten

Gebieten lassen sich sehr lokal über längere Zeiträume beständige Vorkommen nachweisen.

3. Phase verstärkter Ausbreitung und beginnender Einbürgerung (ca. 1980-1995): der Ausbreitungsprozess beschleunigt sich, erste größere und eingebürgerte Vorkommen werden gemeldet.

4. Phase starker Ausbreitung (ca. 1995 - laufend): die Ambrosie ist in tiefen Lagen Österreichs lokal eingebürgert, die Anzahl an Nachweisen nimmt stark zu, die Ambrosie besiedelt zunehmend (meist unbeständig) das Nördliche Alpenvorland; im Pannonikum (v.a. Seewinkel, Weinviertel) erste Entwicklung ausgedehnter Bestände.



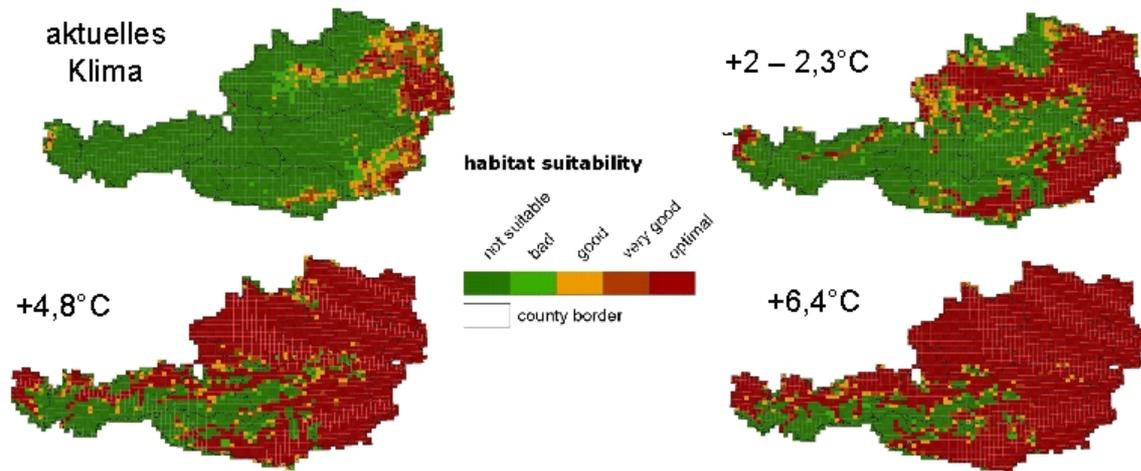
**Abb. 9:** Nachweise der Ambrosie in Österreich, summiert nach Dekaden.

Weiters konnte die Verteilung auf verschiedene Lebensraumtypen analysiert werden. Das häufige Auftreten der Art auf Deponie- und Vogelfutterplätzen lässt auf einen der wichtigsten Einschleppungswege rückschließen, nämlich auf kontaminiertes Vogelfutter.

Um räumlich explizite Aussagen über mögliche Arealveränderungen der Ambrosie in Österreich unter veränderten Klimaverhältnissen treffen zu können, wurde ein sogenannter „*bioclimatic envelop*“ modelliert: Diese statistische Methode beschreibt, wie die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens der Ambrosie in einem gewissen Gebiet von den dort herrschenden Klima- und Umweltverhältnissen abhängt. Als geographisches Bezugssystem wurde der Raster der „Floristischen Kartierung Österreichs“ herangezogen: es handelt sich dabei um ein regelmäßiges Netz mit einer Maschenweite von 3'x5' geographischen Minuten (ca. 6 x 5,5 km). Österreich wird von 2612 solcher „Quadranten“ abgedeckt. Die insgesamt 691 Fundmeldungen der Ambrosie zwischen 1883 und 2005 verteilen sich auf 366 Quadranten. Zur Beschreibung des Naturraums wurden Daten zum Klima (Jahres- und Monatsmittel-Temperaturen, Niederschlagssummen, Anzahl der Frosttage, etc.), zur Oberflächenstruktur (Seehöhe, Rauigkeit des Geländes, etc.) und zur Landbedeckung/Landnutzung (Siedlungen, Straßen, Ackerland, etc.) in diesen Quadranten aufbereitet.

Das Ergebnis zeigt signifikante Zusammenhänge der Vorkommenswahrscheinlichkeit der Ambrosie mit der mittleren Julitemperatur, dem Landnutzungsindex, dem Oberflächenrelief und der Anzahl hochrangiger Straßen, wobei die Temperatur den weitaus größten Einfluss hat. Mögliche künftige Arealveränderungen wurden untersucht, indem

die mittlere Julitemperatur der Quadranten an drei verschiedene globale Klimaszenarien angepasst wurde: a) Langfristige starke Klimaänderung (HadAM3 – Szenario für das Jahr 2100: + 6,4°C). b) Langfristige moderate Klimaänderung (für den Alpenraum korrigiertes Szenario der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich - Szenario für das Jahr 2100: +4,8°C). c) Mittelfristige moderate Klimaänderung (dynamisches Downscaling des GCM ECHAM5 - Szenario für 2050: +2 – 2,3°C). Die Ergebnisse sind in Abbildung 10 dargestellt.



**Abb. 10:** : Verteilung der potentiellen Habitate der Ambrosie in Österreich unter verschiedenen Klimabedingungen

Die statistische Modellierung indiziert, dass eine dauerhafte Besiedelung durch die Ambrosie derzeit im Großteil der Landesfläche (>75%) sehr unwahrscheinlich ist. Nur knapp 11 Prozent der Fläche gelten unter den momentanen Klimabedingungen als sehr gut bis optimal geeignete Habitate. Die Klimaerwärmung wird dazu führen, dass ein wesentlich größerer Teil von Österreich für die Ambrosie zu potentiell besiedelbarem Areal wird. Selbst bei sehr vorsichtigen Schätzungen der Temperaturzunahme (rund +2°C im Juli bis zum Jahr 2050) wird eine Versechsfachung der potentiell besiedelbaren Quadranten prognostiziert. Beinahe 67% bzw. 80% der 2612 Quadranten Österreichs werden bei Erhöhung der Julimitteltemperatur um 4,8°C bzw. 6,4°C (bis 2100) „optimale Habitate“ beinhalten. Diese Zunahme an „optimal-Habitaten“ geht vor allem zu Lasten der aktuell als „nicht-geeignet“ ausgewiesenen Flächen, die im extremsten Szenario nur mehr 14% der Landesfläche, im wesentlichen die Hochgebirgsregionen, einnehmen. Da es sich bei den betroffenen Gebieten gerade um den dichter besiedelten Lebensraum handelt, werden zunehmend mehr Menschen den Ambrosienpollen ausgesetzt sein. Dadurch erhöht sich das Risiko für Allergie und Asthmabeschwerden.

Wie schnell der Ausbreitungsverlauf tatsächlich erfolgen wird, hängt sowohl von der Geschwindigkeit des Klimawandels als auch vom Tempo der Samenausbreitung der Ambrosie ab. Dies ist aus diesem statistischen Habitatmodell nicht abzuleiten. Spezielle dynamische Modellierungsansätze (z.B. Diffusionsmodelle), die den Prozess der Ausbreitung simulieren, sind zur Zeit in Arbeit.

Die Ergebnisse der vorliegenden Habitatmodellierung können auch schon jetzt als Grundlage für einen geographisch differenzierten Maßnahmenkatalog herangezogen werden. Um die weitere Verbreitung der Ambrosie effizient zu verhindern, ist aber vor allem eine Koordination mit Österreichs Nachbarländern zur Erarbeitung eines „Aktionsplans Ambrosie“ unabdingbar.

## 4 Klimawandel und landwirtschaftliche Schädlinge

Im landwirtschaftlichen Bereich kann die Ausbreitung von bei uns bisher nicht auftretenden Schädlingen zu qualitativen und quantitativen Schäden an Lebensmitteln führen. Bei den Schädlingen handelt es sich teilweise um solche, deren Arealausweitung mit dem Klimawandel in der freien Natur stattfindet, teilweise handelt es sich um Arten, die mit Gewächshauskulturen eingeschleppt werden und infolge des Klimawandels nun auch die Winter überleben können, wenn sie ins Freie gelangen. Vermehrter bzw. veränderter Pestizideinsatz könnte neuen Regelungsbedarf zum Schutz der menschlichen Gesundheit ergeben. Obwohl dies im Biolandbau keine Rolle spielt, wird bei der Untersuchung neuer Schädlinge, aber auch Nützlinge, häufig auf die Biolandwirtschaft zurückgegriffen, weil sie ein besserer Indikator für die tatsächlich stattfindenden Änderungen ist.

### 4.1 StartClim2005.C3a: Einflüsse des Klimawandels auf landwirtschaftliche Schädlinge und Nützlinge im Biologischen Landbau Ostösterreichs

In den letzten Jahren ist es im österreichischen Bio-Ackerbau zu augenscheinlichen Veränderungen im Schädlingsspektrum gekommen: altbekannte, regelmäßig auftretende Schädlinge nahmen an Häufigkeit und Schadwirkung zu (z.B. Erbsen-Blattrandkäfer, Drahtwürmer), altbekannte, aber in den letzten Jahrzehnten unauffällig gebliebene Schädlinge verursachten plötzlich regional bzw. lokal schwere Schäden (z.B. Getreidewanze, Getreideblattläuse als Überträger des Gelbverzwergungsvirus, Rübenderbrüssler), während neu zugewanderte Schädlinge (z.B. Baumwollkapselwurm) in Österreich erstmalig als Schädlinge im biologischen Anbau in Erscheinung traten. Über entsprechende, mögliche Veränderungen bei Nützlingen liegen bis jetzt keine Informationen vor.

Im vorliegenden Projekt wurde untersucht, ob und inwieweit die Veränderungen in der Zusammensetzung und Häufigkeit von Schädlingen und Nützlingen im ostösterreichischen Bio-Ackerbau auf die Klimaänderung zurückzuführen sind.

Eine Literaturrecherche nach bekannten Zusammenhängen zwischen Klimafaktoren und Biologie bzw. Auftreten von Schadinsekten mit Schwerpunkt auf Österreich und Ost-Mitteuropa ergab, dass Angaben zur Klimaabhängigkeit der Biologie auffällig gewordener Schädlinge v.a. aus der älteren Literatur vor 1960 stammen. Zu rezenten, klima-bedingten Statusveränderungen von Schädlingen gibt es nur wenig publizierte Literatur, weder aus Österreich noch aus den Nachbarländern Ostmitteleuropas.

Zu den bemerkenswerten, witterungsbedingten Schädlingsausbrüchen, die dokumentiert und hinsichtlich ihres Klimahintergrunds untersucht wurden, zählt die Massenvermehrung von Getreideblattläusen, die im Frühjahr 2002 als Vektoren eine noch nie da gewesene Epidemie des Gelbverzwergungsvirus verursachten. Dadurch wurden die Wintergerstenbestände in Ostösterreich inklusive Oberösterreich so schwer geschädigt, dass über 20.000 ha Wintergerste umgebrochen werden mussten. Ermöglicht wurde die Massenvermehrung durch den extrem warmen Oktober 2001. In den Jahren 2002 und 2003 verursachten Erbsenblattläuse schwere Ertragseinbrüche in biologisch angebaute Körnererbse im Burgenland und in Niederösterreich. Erstmals seit 1953 und 1954 kam es im Burgenland im Jahr 2003 zu einem Schadausbruch der Getreidewanze, die durch „Wanzenstich“ die Backqualität des Mhlweizens zerstört.

Aufgrund des Mangels an publizierten Daten wurden durch Befragung von Pflanzenschutzexperten rezente Status-Änderungen heimischer bzw. neuzugewandelter Schädlinge und die möglichen Ursachen dafür erhoben. Für eine Reihe von Schädlingen aus Getreidekulturen (z.B. Getreidehähnchen, Drahtwurm, Maiszünsler, Maiswurzelbohrer), Hackfrüchten (z.B. Kartoffelblattläuse, Drahtwurm, Rübenderbrüssler, lokal: Luzerne-

rüssler), Körner- und Futterleguminosen (Erbsen-Blattrandkäfer, lokal: Kleespitzmäuschen, Luzerne-Blattnager) und Ölfrüchten (Kohlerdfloh, Kohlfliege, Kohlschotenrüssler und -mücke, Rapsglanzkäfer) wurde ein in den letzten Jahren zunehmender Schadendruck festgestellt, dessen Ursachen nicht eindeutig der Klimaerwärmung zugeordnet werden können, sondern auch in Änderungen im Bewirtschaftungssystem (Fruchtfolge, reduzierte Bodenbearbeitung, Wegfall von insektiziden Wirkstoffen, Spritzmittelresistenz) und in den Landnutzungsmustern (Fruchtfolge, Stilllegungsflächen) zu suchen sein dürften. Andere Schädlinge, v.a. aus dem Getreide- und Maisanbau (z.B. Getreidewanze, Getreidehalmwespe, Getreideblattläuse, Getreidelaubkäfer, Picknickkäfer, Wiesen spinner) zeigten Schadausbrüche in einzelnen Jahren ab dem Jahr 2000, mit Höhepunkt im extrem warmen und trockenen Jahr 2003. Sowohl im Mais als auch in Gemüsekulturen (Grüne Paprika, Paradeiser, Fisolen) im Freiland wie unter geschlossenem Anbau trat 2003 erstmalig in Österreich der aus Südungarn einfliegende Baumwollkap selwurm als Schädling in Erscheinung.

Fallstudien für zwei ausgewählte Schädlingsarten (Getreidewanze und Rübenderbrüssler) sowie für eine Nützlingsart (Ampferblattkäfer) mit Verdacht auf klimabedingte Veränderungen ergaben Zusammenhänge zwischen Witterungs- bzw. Klima bedingungen und Häufigkeit bzw. Verbreitung der Insekten.



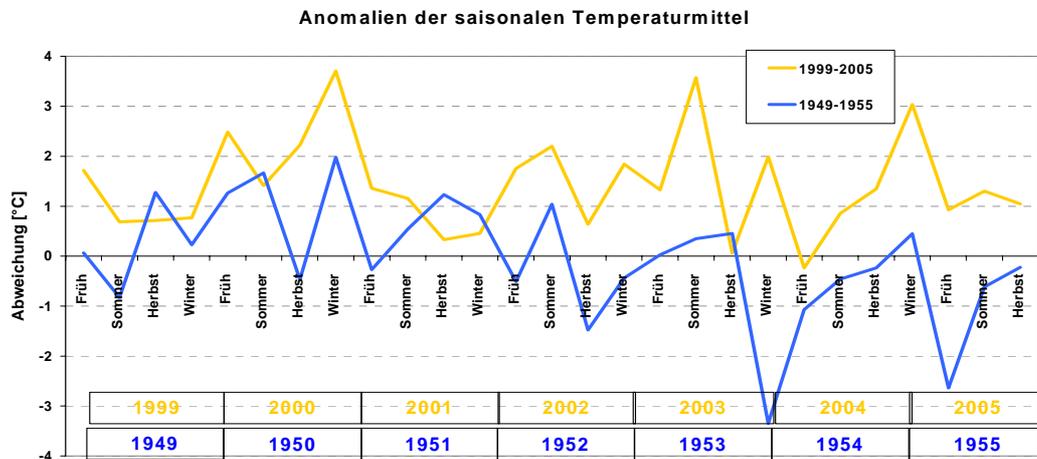
**Abb. 11:** Getreidewanze (links) und Ampferblattkäfer (rechts)

Fallstudie Getreidewanze: Eine mit Daten aus BULLMANN & FABER (1958) erstellte Verbreitungskarte der Getreidewanze zeigt den Schwerpunkt des Schadauftritts im vom pannonischen Klima beeinflussten Ostösterreich. Die Massenentwicklung der Getreidewanzen in den „Wanzenjahren“ 1953 und 2003 dürfte durch die extrem warme und trockene Witterung dieser Jahre ausgelöst worden sein. Die Jahre davor dürften bereits den sukzessiven Aufbau der Populationen begünstigt haben, da sie jeweils höhere Sommertemperaturen aufwiesen als im 30-jährigen Durchschnitt (Abb. 12). In den Jahren seit 2003 blieb die Getreidewanze unauffällig, was auf die wieder eher durchschnittlichen Witterungsverhältnisse mit kühlfeuchten Frühjahrs- bzw. Sommerperioden zurückzuführen ist.

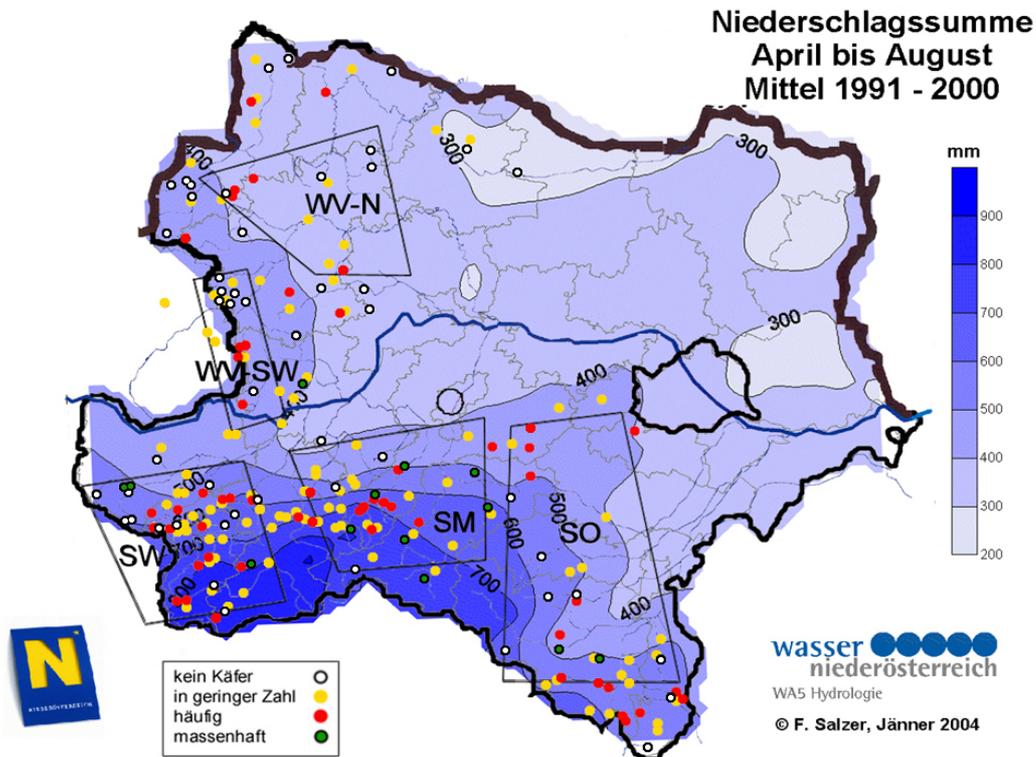
Fallstudie Zuckerrüben-Derbrüssler: Die extremen Witterungsbedingungen 2003 dürften eine Massenvermehrung des wärmeliebenden Zuckerrüben-Derbrüsslers ermöglicht haben, die durch das Zusammentreffen mit ungünstigen Wachstumsbedingungen für die Zuckerrüben-Jungpflänzchen im Frühjahr 2004 zu einer sprunghaften Ausweitung der Schadflächen in Niederösterreich und Burgenland führte, die erst in den Folgejahren 2005 und 2006 wieder abnahm.

Fallstudie Ampferblattkäfer: Im Rahmen von Befragungen und Betriebsbegehungen erhobene Verbreitungs- und Häufigkeitsangaben des für die biologische Ampferbekämpfung nützlichen Ampferblattkäfers in Niederösterreich wurden hinsichtlich ihrer Abhängigkeit von regionalen Klimaunterschieden bzw. -abweichungen untersucht. Dabei zeigte sich, dass der Käfer schwerpunktmäßig in Regionen mit mindestens 400mm Niederschlagssummen während der Sommermonate auftritt (Abb. 13) und sich die Käfer in Jahren und Gebieten mit Niederschlagsdefiziten wie im Jahr 2003 auf kleinklimatisch begünstigte, feucht-schattige Stellen im Gelände zurückziehen. Diese Ergebnisse sind

für die praktische Umsetzung der Käferförderung zur biologischen Ampferbekämpfung von grundlegender Bedeutung.



**Abb. 12:** Abweichungen vom 30-jährigen Temperaturmittel (0-Linie) in den Vor- und Nachlaufjahren der Jahre 1953 bzw. 2003 mit Schädlingsausbrüchen der Getreidewanzen in Ostösterreich; Klimadaten der Station Neusiedl/See, ZAMG.



**Abb. 13:** 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.

Aus diesen Ergebnissen leitet sich die Forderung nach einem langfristigen Monitoring zur klimabedingten Faunenveränderung im landwirtschaftlichen Bereich mit dem Ziel der Risikovorbeugung von klimabedingten Schädlingsschadensereignissen ab. Die derzeit in Österreich verfügbaren Monitoring-Systeme im Rahmen von Warndiensten der Agentur für Ernährungssicherheit sowie der Landes-Landwirtschaftskammern verrechnen phänologische Beobachtungen zum Auftreten bestimmter Pflanzenkrankheiten und Schädlinge mit aktuellen Wetterdaten und bieten den LandwirtInnen Entscheidungshilfen für die Terminisierung von Pflanzenschutzmitteleinsätzen an. Mit Ausnahme des seit 1999 betriebenen Pheromonfallen-Monitorings zur Erfassung der Ausbreitung des in Europa eingeschleppten und erstmalig 2002 in Österreich aufgetretenen Maiswurzelbohrers gibt es derzeit keine längerfristigen, österreichweiten Beobachtungssysteme zu Verbreitungs- und Häufigkeitsveränderungen ackerbaulicher Schädlinge. Es wurde daher ein methodischer Ansatz für ein Monitoringsystem für die langfristige Beobachtung von Statusveränderungen der Schädlinge in den wichtigsten Feldkulturen vorgeschlagen, um klimabedingte Veränderungen erkennen und rechtzeitig vorbeugende Strategien bzw. Bekämpfungsmaßnahmen zur Vermeidung von klimabedingten Schädlingsschadensereignissen im österreichischen Acker- und Feldgemüsebau einleiten zu können.

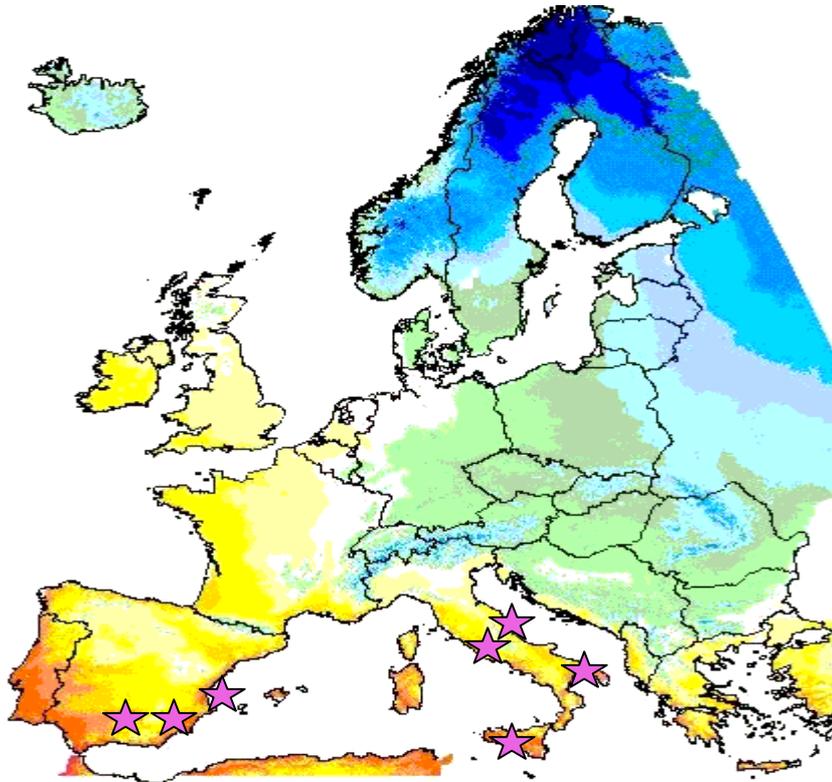
#### **4.2 StartClim2005.C3b: Abschätzung des Risikos einer dauerhaften Festsetzung von Gewächshauschädlingen im Freiland als Folge des Klimawandels am Beispiel des Kalifornischen Blüenthripses (*Frankliniella occidentalis*).**

Der Kalifornische Blüenthrips (*Frankliniella occidentalis*) stammt aus dem südwestlichen Nordamerika und hat sich seit etwa 30 Jahren weltweit in Gewächshäusern ausgebreitet, wo er als Problemschädling an Gemüse- und Zierpflanzenkulturen lebt. Die harten Winter der gemäßigten Breiten kann er jedoch im Freiland nicht überdauern, so dass sein Vorkommen dort bisher auf Gewächshäuser beschränkt blieb.

Die Auswertung bereits publizierter Laborversuche zur Mortalität von *Frankliniella occidentalis* bei konstanten niedrigen Temperaturen zeigte, dass diese zur Beurteilung der Überwinterungsmöglichkeiten aufgrund der Versuchsanordnungen nur begrenzt geeignet sind. Sie zeigen z.B., dass adulte Thripse bei der vergleichsweise sehr milden Wintertemperatur von +5°C bloß für einen Zeitraum von 26 Tagen überleben konnten. Es wird jedoch vermutet, dass erfolgreiche Überwinterung nicht an ein einzelnes Entwicklungsstadium des Kalifornischen Blüenthripses gebunden ist, sondern nur dann erfolgt, wenn eine kontinuierliche Entwicklung ohne lange Unterbrechungen möglich ist. Als eine solche Temperatur, bei der gerade noch eine kontinuierliche Entwicklung auf niedrigem Niveau möglich wäre, wurde für die folgenden Untersuchungen 15°C angenommen: Bei dieser Temperatur, die deutlich oberhalb des Entwicklungsnullpunktes von 11,5°C liegt, wurde nämlich bereits Eiablage beobachtet.

Es gibt bislang keine genaue Verbreitungskarte für *Frankliniella occidentalis*, aus der sich die nördliche Grenze für deren Freilandverbreitung herauslesen ließe, da meist das Vorkommen in Gewächshäusern nicht klar von der Verbreitung im Freien getrennt wird. Zahlreiche Veröffentlichungen über Schäden durch *Frankliniella occidentalis* an verschiedenen typischen Freilandkulturen liefern jedoch zumindestens Orte mit gesicherter Überwinterung im Freien.

Die Analyse der klimatischen Bedingungen in den Gebieten mit gesicherter Freilandüberwinterung, insbesondere der mittleren Tagesmaxima und der mittleren Wiederkehrdauer von Tagen mit einem Temperaturmaximum von mehr als 15°C zeigt erwartungsgemäß, dass alle Überwinterungsorte in der Emilia Romagna (Brisighella) tiefere Temperaturwerte aufweisen, als die weiter südlich gelegenen Verbreitungsgebiete. Man kann daher davon ausgehen, dass die Orte in der Emilia Romagna schon näher an jener Temperaturschwelle gelegen sind, welche eine Überwinterung im Freiland gerade noch ermöglicht. Demnach wäre ein Überleben im Winter dann jedenfalls schon möglich, wenn durchschnittlich alle 3 Wochen Temperaturen oberhalb von 15°C aufträten.



**Abb. 14:** Durch *Frankliniella occidentalis* hervorgerufene Schäden an verschiedenen typischen Freilandkulturen (purpurfarbene Sterne) wie Nektarinen und Wein. Man kann davon ausgehen, dass der Kalifornische Blüenthrips in diesen Gebieten im Freiland überwintert. Als Kartenhintergrund ist die mittlere Januartemperatur in Europa dargestellt (nach IIASA 2006)

Nach den derzeitigen Klimaszenarien für den Alpenraum (Abb. 16) wäre es denkbar, dass sich ähnliche mittlere Wintertemperaturen, wie sie in der Emilia Romagna heute herrschen, ab der Mitte des Jahrhunderts in den wärmsten Regionen bei uns einstellen könnten. Trotz der unterschiedlichen Variabilität auf Tagesbasis in Österreich, sollten dann in warmen Wintern genügend Tage mit über 15 °C für die Fortpflanzung zur Verfügung stehen. Demgemäß müsste für Österreich ab der Mitte unseres Jahrhunderts mit der dauerhaften Festsetzung des Kalifornischen Blüenthrips im Freiland gerechnet werden. Dies hätte zur Folge, dass an zahlreichen Zierpflanzen-, Gemüse- und Obstkulturen mit einem neuen Problemschädling zu rechnen wäre.

Mittlere Wiederkehrsdauer von Tagen mit einem Temperaturmaximum von mehr als 15°C im Winter in den Verbreitungsregionen

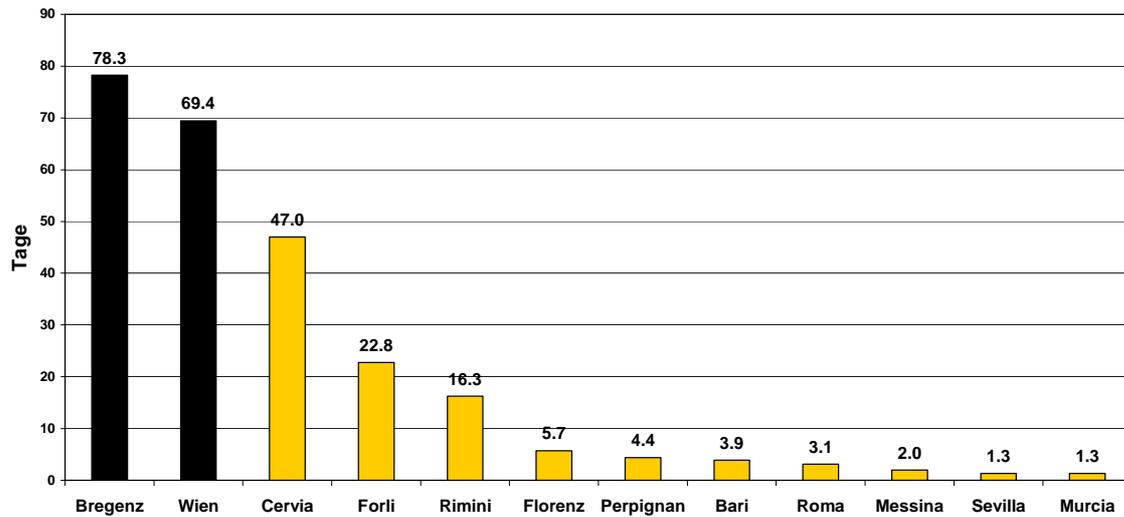


Abb. 15: Mittlere Wiederkehrdauer von Tagen mit einem Temperaturmaximum von mehr als 15°C im Winter in den Verbreitungsregionen von *Frankliniella occidentalis* im Vergleich zu Österreich (Wien, Bregenz). Die Orte Cervia, Forli und Rimini sind benachbart zu Brisighella als dem bisher nördlichsten Ort mit dokumentiertem Freilandaufreten.

Temperaturszenario (10 jährige Mittel) für den Alpenraum basierend auf ECHAM5 Ensembelläufe

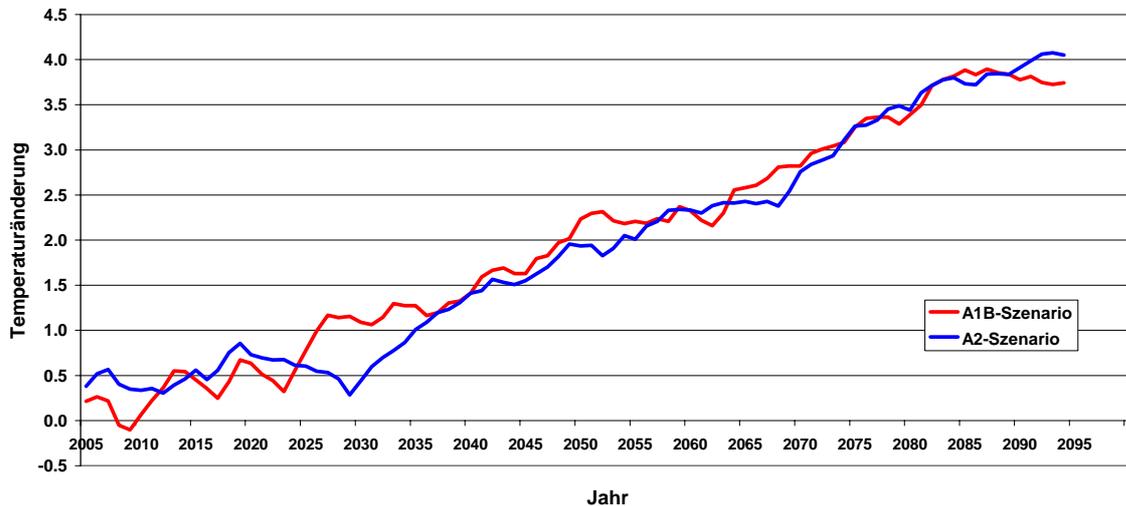


Abb. 16: Mittlere Änderung der Wintertemperatur im Alpenraum. Szenario basierend auf je 3 Ensembleläufen des GCMs ECHAM5 betrieben mit den Emissionsszenarien A1B und A2. Mittel über je 3 Ensembles und 10 Jahre.

## 5 Gesundheitliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Tierwelt

Klimabedingte Ausweitungen des Lebensraumes bestimmter, von Krankheiten befallenen Tierarten können zur Ausbreitung von Tierseuchen führen. Die Nagetiere befallende Tularemie ist ein solches Beispiel. Sie ist auch für die Gesundheit bestimmter Risikogruppen (z.B. Jäger) von Relevanz. Verknappung des Lebensraums und damit größere Besiedlungsdichte an Tieren kann ebenfalls zu erhöhter Anfälligkeit für Krankheiten in Tierpopulationen führen. Der Klimawandel kann in Bergregionen z.B. den Lebensraum von Schneehuhn, Birkhuhn, Gamswild und Steinwild bedrohen, und damit indirekt auch die Gesundheit dieser Populationen.

### 5.1 StartClim2005.C2: Untersuchungen zur Verbreitung der Tularämie unter dem Aspekt des Klimawandels

Der Lebensraum von Wildtieren wird maßgeblich durch Lage, Struktur, Klima sowie Fauna und Flora bestimmt. Je nach Tierart reicht dieser bis weit in das zentrale Siedlungsgebiet der Menschen. Dies birgt die Gefahr einer eventuellen Krankheitsübertragung vom Tier auf den Menschen. Ziel dieses Forschungsprojektes ist die Untersuchung des Klima- bzw. Wittereinflusses auf die Verbreitung der Tularämie (Erreger: *Francisella tularensis*) beim Feldhasen in den Flachlandregionen Ostösterreichs.

Der grundsätzliche Zusammenhang zwischen bakteriellen Infektionskrankheiten, wie der Tularämie, und Klimaparametern, kann über die Ansprüche des Erregers geklärt werden: Bei mäßigen, steigenden Temperaturen vermehren sich Bakterien, im höheren Temperaturbereich werden sie vernichtet, gegen Kälte sind sie resistent. Neben diesen grundsätzlichen Eigenschaften spielt aber vor allem die Populationsdichte der Wirtstiere, sowie die Häufigkeit eventueller Krankheitsüberträger (Vektoren wie Zecken und Stechmücken) eine entscheidende Rolle. Die Infektion erfolgt bei Tieren und beim Menschen durch direkten Kontakt mit erkrankten Tieren und Vektoren. Ein weiterer Infektionsweg ist die Inhalation erregerhaltiger Luft oder der Verzehr unzureichend gegartem (infizierten) Hasenfleisches. In Österreich ereignen sich jährlich zwischen 10 und 20 Humanfälle, wobei aber mit einer erheblichen Dunkelziffer zu rechnen ist. Wegen der geringen Infektionsdosis und dem Auftreten von multiresistenten Stämmen gilt der Erreger der Tularämie auch als potenzielle Biowaffe.

Im Untersuchungsgebiet (Niederösterreich, Burgenland, Steiermark) wurden im Zeitraum von 1994 bis 2005 insgesamt 271 Fälle von Tularämie bei Feldhasen erfasst und über die Einsenderpostleitzahl georeferenziert. Zusätzlich standen für die gewählte Region die Temperatur und Niederschlagsdaten von 30 Wetterstationen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik zur Verfügung. Aus diesen wurde für geeignete Monatsmittelwerte bzw. Periodensummen eine höhenabhängige Temperaturverteilung berechnet. Die Flächenverteilung des Niederschlages wurde ohne Berücksichtigung des Einflusses der Höhe mit der geostatistischen Methode des Universal-Kriging berechnet. Aus den beiden Klimaparametern und den lokal auftretenden Erkrankungsfällen konnte ein klarer Zusammenhang ermittelt werden, der sich durch folgendes lineares Regressionsmodell darstellen lässt:

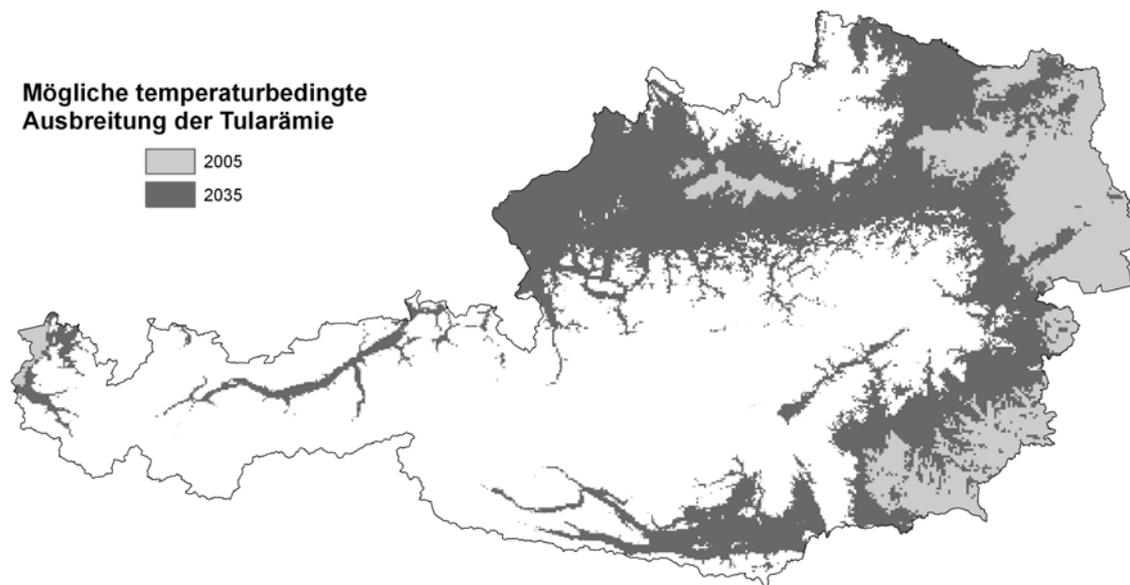
$$\text{Anzahl der erkrankten Feldhasen pro Jahr} = 52,12 + 4,08 * (\text{Durchschnitt der Monatsmitteltemperatur Dezember, Jänner und Februar}) - 3,46 * (\text{Monatsmitteltemperatur Mai}) + 0,26 * (\text{Niederschlagssumme Juni und Juli})$$

Mit dieser Formel ist keine Berechnung der absoluten Erkrankungshäufigkeiten in der Natur möglich, da sie nur die stichprobenartige Erfassung einer Region darstellt. Beachtlich ist aber der hoch signifikante ( $p < 0,05$ ) Einfluss der gewählten Parameter auf die Häufigkeit der Erkrankungen und das erzielte Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) von 74,6 %.

Es wird also deutlich, dass rund  $\frac{3}{4}$  der aufgetretenen Unterschiede zwischen den Jahren durch Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse erklärt werden können: Warme Wintertemperaturen steigern die Häufigkeit der auftretenden Fälle, während warme Temperaturen im Mai dieses senken; höhere Sommerniederschläge wirken wieder steigend. Der Idealfall für die Verbreitung des Erregers ist also ein warmer Winter in Kombination mit einem kühlen Mai und Niederschlägen im Sommer.

Dieser Zusammenhang wurde aus Beobachtungen abgeleitet, gilt aber natürlich nicht für beliebige Werte der Temperatur und des Niederschlags. Es wurde daher auf der Basis der tatsächlichen räumlichen Ausbreitung versucht, empirische Grenzen für die in der Formel enthaltenen Parameter zu finden. Es ergibt sich eine hohe Wahrscheinlichkeit des Auftretens bei einer Jahresniederschlagssumme unter 720 mm, einem Sommerniederschlag um 180 mm, einer Wintertemperatur über 0,5 ° Celsius und einer Mai-temperatur unter 14° Celsius. Mit diesen Grenzwerten kann eine räumliche Ausbreitung der Krankheit unter aktuellen und zukünftigen Bedingungen berechnet werden.

Für eine Abschätzung des Ausbreitungsgebietes im Jahr 2035 wurde eine klimawandelbedingte Erwärmung zwischen 2 und 4 ° Celsius unterstellt, wobei die Erwärmung in den höheren Regionen stärker ausfällt als im Flachland. Abbildung 17 zeigt die mögliche flächige Ausbreitung der Tularämie im Jahr 2035 nach dem Ansteigen der Jahresmitteltemperatur. Niederschlagsänderungen blieben mangels eines geeigneten Szenariums unberücksichtigt. Demnach wird 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 sind Fälle in inneralpinen Gunstlagen möglich.



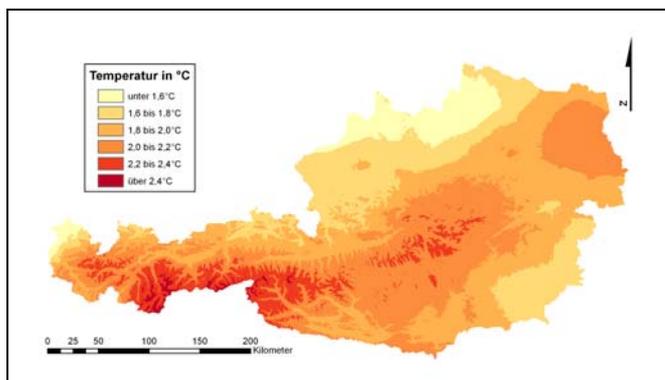
**Abb. 17:** Mögliche Verbreitungsgebiete der Tularämie im Jahr 2005 und 2035

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das Klima die Schlüsselgröße zur Erklärung der bisherigen Verbreitung der Tularämie ist und dass Grenzwerte für die einzelnen Klimagrößen benannt werden können. Die zu erwartende Erwärmung könnte zu einer massiven Ausweitung des potenziellen Tularämie-Verbreitungsgebietes führen. Es wäre daher wichtig, Risikogruppen (Jäger, Förster, Landwirte, Laborpersonal, Präparatoren, Hausfrauen u.a.) über das derzeitige Auftrittsgebiet hinaus zu informieren und ihnen als praktische Maßnahme zu empfehlen, beim Umgang mit Hasen und Nagetieren stets arbeitshygienische Vorsichtsmaßnahmen zu beachten (wie Schutzhandschuhe, Anfeuchten des Hasenbalsges beim Abbalgen, Insektenschutz, Mundschutz im Labor). Bei der Zubereitung von Feldhasen sind küchenhygienische Maßnahmen zu ergreifen.

## 5.2 StartClim2005.F: GIS-gestützte Ermittlung der Veränderung des Lebensraumes gefährdeter Wildtierarten (Schneehuhn, Birkhuhn, Gamswild, Steinwild) bei Anstieg der Waldgrenze aufgrund Klimaveränderung

Die Wildtierarten Birkhuhn, Schneehuhn sowie Gams- und Steinwild haben sich im Laufe ihrer Evolution sehr gut an das Leben in alpinen Lagen, hauptsächlich über der Waldgrenze, angepasst und sind somit Teil dieses sehr empfindlichen Ökosystems. Unter Annahme des Ansteigens der Waldgrenze aufgrund einer Erwärmung im Zuge des Klimawandels könnte sich der Lebensraum dieser Wildtierarten deutlich verringern.

Als Grundlage für die Ermittlung der Veränderungen wurde die Temperaturentwicklung der vergangenen 50 Jahre genauer betrachtet sowie anhand eines regionalen Klimamodells, auf ein globales Klimaszenarium angewendet, eine Abschätzung für die zukünftige Erwärmung vorgenommen. Vergangene und zukünftige Temperaturentwicklungen wurden für ganz Österreich, eine mögliche Veränderung der Waldgrenze und damit der Habitate für Wildtiere wurde für ein Gebiet in den Niederen Tauern untersucht. Das mit dem Klimamodell regionalisierte Szenario lässt für die nächsten 50 Jahre eine Erwärmung von ca. 2,2°C für das Untersuchungsgebiet in den Niederen Tauern erwarten (Abb. 18).

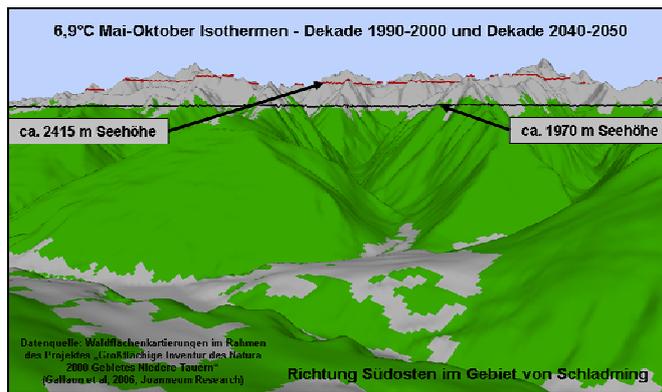


**Abb. 18:** Temperaturveränderung von Dekade 1990-2000 zur Dekade 2040-2050 (Klimamodell MM5)

Die Waldgrenze ist sehr stark von der Temperatur abhängig, wobei die Wachstumsgrenze von Bäumen nach Literaturangaben eng mit der 10°C Juli-Isotherme zusammenhängt. In einigen Fällen liefern jedoch Temperaturmittelwerte für die ganze Wachstumsperiode geringere Abweichungen von der Waldgrenze als die Isothermen einzelner Monate. Eine Analyse ergab, dass sich die 6,9°C Isotherme der Wachstumsperiode im betrachteten Gebiet der 10°C Juli Isotherme bestmöglich annähert. Die Abweichungen zwischen diesen Isothermen sind gering. Im folgenden wurde daher mit der Temperatur der Wachstumsperiode gearbeitet.

Dem Niederschlag wird in den Niederen Tauern eine geringere Bedeutung beigemessen, da er hier keinen limitierenden Faktor darstellt.

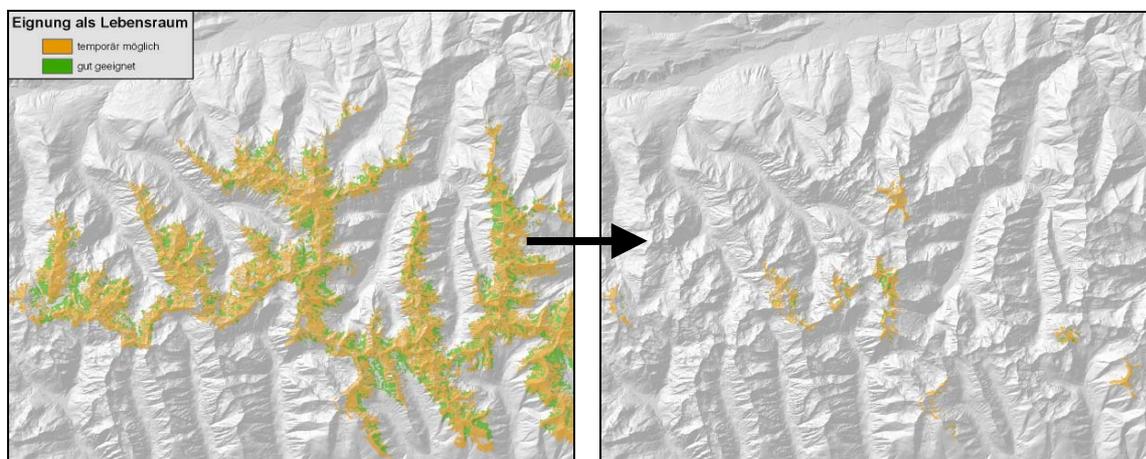
Aus dem Klimamodell errechnete sich für die nächsten 50 Jahre im Untersuchungsgebiet der Niederen Tauern ein Anstieg der relevanten Isothermen um ca. 450 Höhenmeter wie in Abbildung 19 zu sehen ist. Dieser Wert gilt für das gewählte globale Klimaszenarium. Die Abhängigkeit dieser errechneten Höhenverschiebung vom gewählten Szenarium ist beträchtlich, schwanken doch auch die Temperaturanstiege zwischen den Szenarien in den nächsten 50 Jahren in Österreich um etwa 1 Grad. Dazu kommen Modellunsicherheiten. Da das gewählte Szenarium kein extremes Szenarium darstellt, muss davon ausgegangen werden, dass der Anstieg der 6,9°C Isotherme auch mehr als 450 m betragen könnte.



**Abb. 19:** Isothermen an der temperaturbedingten Wachstumsgrenze für Bäume

Über die Geschwindigkeit, mit der sich die Waldgrenze zur temperaturbedingten Wachstumsgrenze bewegt, kann aufgrund der vorliegenden Ergebnisse 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 noch nicht absehbar, wie sich die Waldgrenze tatsächlich verändern wird.

Geht man jedoch davon aus, dass die Verschiebung der Isotherme zwar verzögert, aber doch auch einer Verschiebung der Waldgrenze entspricht, so stellt sich die Frage, was dies für die Habitate der alpinen Wildtierarten bedeutet. Dazu wurden mittels GIS nach einem wissenschaftlichen Habitatmodell relevante Parameter für die Ermittlung der aktuellen Lebensräume aus einem Digitalen Höhenmodell, sowie der Landbedeckung abgeleitet und bewertet.



**Abb. 20:** Aktuelle und zukünftige Habitateignung für Schneehuhn unter Annahme einer Temperaturerhöhung von ca. 2,2°C und daraus ermitteltem Anstieg der Waldgrenze.

Durch GIS-gestützte Simulation des Ansteigens der Waldgrenze können die errechneten Veränderungen/Verringerungen der Lebensräume flächenhaft dargestellt und quantifiziert werden. Der Einsatz von Methoden eines Geografischen Informationssystems hat sich als äußerst zweckmäßig erwiesen, da auf einer gemeinsamen räumlichen Ebene Informationen aus verschiedensten Fachbereichen miteinander kombiniert und einer gemeinsamen Analyse zugeführt werden konnten. Damit gelang es, Temperaturveränderungen mit der Waldgrenze direkt in Verbindung zu bringen und deren Auswirkungen auf die untersuchten Habitate zu analysieren.

Temperaturbedingte Veränderungen der Waldgrenze gab es in der Geschichte der letzten 8.000 Jahre immer wieder, wie Untersuchungen von Baumringen bewiesen haben. So befand sich die Waldgrenze in den Alpen im Postglazial schon einmal auf einer Höhe, in welche sich die Waldgrenze wieder hinbewegen könnte.

Unter der Annahme, dass die zukünftige Waldgrenze die Höhe der berechneten Isotherme für die Dekade 2040 bis 2050 zu einem zukünftigen Zeitpunkt erreicht, führt diese Verschiebung der Waldgrenze zu einem dramatischen Verlust an Lebensraum (Tabelle 6).

**Tab. 6:** Veränderung der Flächen geeigneter Lebensräume unter Annahme einer Erwärmung von ca. 2,2°C und zukünftiger Verschiebung der Waldgrenze ausgehend von den aktuellen Habitaten.

Bewertung	Veränderung der Habitatfläche in %		
	gut geeignet	mäßig geeignet	temporär geeignet
Birkhuhn	-97,95	0	-99,65
Schneehuhn	-98,02	0	-93,85
Gamswild Sommer	-79,76	-89,86	103,72
Gamswild Winter	-80,00	-82,05	29,00
Steinwild Sommer	-93,35	-62,34	-75,65
Steinwild Winter	-77,52	-79,43	-71,63

Die Lebensräume für alle vier untersuchten Wildtierarten verringert sich unter den oben angeführten Annahmen und Modellergebnissen erheblich; insbesondere das Schneehuhn verliert seinen Lebensraum fast vollständig. Noch deutlicher wird dies in der kartographischen Darstellung der Abbildung 20. Infolgedessen ist mit einer Auflösung derzeit vorhandener Teilpopulationen, erhöhter Krankheitsanfälligkeit in suboptimalen Lebensräumen, sowie erhöhter Anfälligkeit gegenüber Beutegreifern wegen verringerter Übersichtlichkeit des Geländes bei Zunahme der Vegetation zu rechnen.

Die angeführten vier Wildtierarten können auch als sehr empfindliche Indikatoren zum Nachweis der negativen Lebensraumveränderungen durch den Anstieg der Waldgrenze infolge der Klimaveränderung verstanden werden. In ähnlicher Weise sind jedoch auch eine Reihe weiterer Tier- und Pflanzenarten alpiner Habitate betroffen.

## Literaturverzeichnis

### StartClim2005.A1a

- Akaike, H. 1973. Information theory as an extension of the maximum likelihood principle. Pp. 267-281 In: Petrov BN, Csaksi F (Hrsg.): 2nd International Symposium on Information Theory. Akademiai Kiado, Budapest, Hungary.
- Bachinger E., Frank E., Fülöp G., Hlava A., Ritter H., Urbas E., Werba A., Winkler T. (2003): Lebenserwartung und Mortalität in Wien. Magistrat der Stadt Wien.
- Basu R., Samet JM (2002): Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. *Epidemiologic Reviews* 24: 190-201.
- Basu R. (2001): Characterizing the relationship between temperature and cardio-respiratory mortality among the elderly U.S. population. (PhD dissertation). Baltimore, MD: Bloomberg School of Public Health, John Hopkins University, 2001.
- Díaz J., Jordán A., García R., López C., Arberdi J., Hernández E., Otero A. (2002): Heat waves in Madrid 1986-1997: effects on the health of the elderly. *Int. Arch. of Occupational and Environmental Health*. Vol. 75, Number 3, March 2002. Springer Berlin/Heidelberg.
- Dominici F., McDermott A., Zeger SL Samet JM et al. (2002) On the Use of Generalized Additive Models in Time-Series Studies of Air Pollution and Health. *Am J Epidemiol* 156:193-203.
- Formayer H., Haas P., Matulla C., Frank A., Seibert P. (2005): Untersuchungen regionaler Klimaänderungsszenarien hinsichtlich Hitze- und Trockenperioden in Österreich. Endbericht von StartClim2004.B; in StartClim2004: Analysen von Hitze und Trockenheit und deren Auswirkungen in Österreich. Endbericht, Auftraggeber: BMLFUW, BMBWK, BMWA, Österreichische Hagelversicherung, Österreichische Nationalbank, Umweltbundesamt, Verbund AHP.
- Garssen J., Harmsen C., de Beer J. (2005): The effect of the 2003 heat wave on mortality in the Netherlands. *Eurosurveillance* 10(7-9): 165-167.
- Grize L., Huss A., Thommen O., Schindler C., Braun-Fahrlander C. (2005): Heat wave and mortality in Switzerland. *Swiss Med. Wkly* 2005;135:200-205
- Hajat S., Kovats RS, Atkinson RW Haines A. (2002): Impact of hot temperatures on death in London: A time series approach. *Journal of Epidemiology and Community Health* 56: 367-372.
- Houghton JT, Ding Y., Griggs DJ, Noguer M., van der Linden PJ, Xiaosu D. (2001): *Climate Change 2001. The scientific basis*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Hutter H.-P., Moshhammer H., Wallner P., Leitner B., Kundi M. (2006): Heatwaves in Vienna: Effects on mortality. Eingereicht bei Wiener Klinische Wochenschrift.
- IPCC (2001): *Climate Change 2001. Synthesis Report. Summary for Policymakers*. <http://www.IPCC.ch>
- Johnson H., Kovats RS, Mc Gregor G., Stedman J., Gibbs M., Walton H., (2005): The impact of the heat wave on daily mortality in England and Wales and the use of rapid weekly mortality estimates. *Eurosurveillance*, Vol. 10, Issues 7-9 Jul-Sep 2005.
- Katsouyanni K., Touloumi G., Spix C., Schwartz J., Balducci F., Medina S., Ross G., Wojtyniak B., Sunyer J., Bacharova L., Schouten JP, Ponka A., Anderson HR (1997): Short term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. *BMJ* 314(7095): 1658 - 1658.
- Katsouyanni K., Zmirou D., Spix C., Sunyer J., Schouten JP, Ponka A., Anderson HR, Le Moullec Y., Wojtyniak B., Vigotti MA, et al. (1995): Short-term effects of air pollution on

health: a European approach using epidemiological time-series data. The APHEA project: background, objectives, design. *Eur Respir J* 8: 1030-1038.

Kovats RS, Jendritzky G. (2006): Heat-waves and human health. In: Menne B, Ebi KL (Hrsg.): *Climate Change and adaptation strategies for human health*. Steinkopff, 63-97.

Kovats RS, Wolf T., Menne B. (2004): Heatwave of August 2003 in Europe: provisional estimates of the impact on mortality. *Eurosurveillance Weekly* 2004; 8(11)

Kysely J. (2004): Mortality and displaced mortality during heat waves in the Czech Republic. *Int J Biometeorol* 49: 91-97

Larsen J. (2006): Setting the Record Straight: More than 52,000 Europeans Died from Heat in Summer 2003. <http://www.earth-policy.org/Updates/2006/Update56.htm>. (besucht am 1.1.2006) Earth Policy Institute.

Le Tertre A., Lefranc A., Eilstein D., Declercq C., Medina S., Blanchard M. et al. (2006): Impact of the 2003 heatwave on all-cause mortality in 9 French cities. *Epidemiology* 17: 75-79.

Nogueira P. (2005): Modelling heat related excess mortality: New insights given by 2003's Heat wave. Vortrag bei: International Conference Climate Change: Impacts and Responses in CEE Countries. 5.-8.11.2005, Pecs, Ungarn.

Paldy A., Bobvos J., Vamos A., Kovats RS, Hajat S. (2005): The effect of temperature and heat-waves on daily mortality in Budapest, Hungary 1970-200. In: Kirch W, Menne B, Bertolini R (Hrsg.): *Extreme weather events and public health responses*. Springer, 99-108.

Poumadere M., Mays C., Le Mer S., Blong R. (2005): The 2003 Heat Wave in France: Dangerous Climate Change Here and Now. *Risk Analysis* 25: 1483-1494)

Robert-Koch-Institut (2004): Hitzewellen und extreme Klimaereignisse – Herausforderungen für das Gesundheitswesen. *Epidemiologisches Bulletin* 25: 200-201.

Simón F., Lopez-Abente G., Balester E., Martínez F., (2005): Mortality in Spain during the heat waves of summer 2003. *Eurosurveillance*, Vol. 10, Issues 7-9 Jul-Sep 2005.

Statistik Austria (2005): *Jahrbuch der Gesundheitsstatistik 2004*. Wien

Thommen Dombois O., Braun-Fahrlander C. (2004): Gesundheitliche Auswirkungen der Klimaänderung mit Relevanz für die Schweiz. Literaturstudie im Auftrag der Bundesämter für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) und für Gesundheit (BAG). Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Basel.

Vandentorren S., Suzan F., Medina S., Pascal M., Maulpoix A., Cohen J-C, Ledrans M. (2004): Mortality in 13 French Cities During the August 2003 Heat Wave. *Am J Public Health* 94: 1518-1520

WHO (2004): Extreme weather and climate events and public health responses. Report on a WHO meeting Bratislava, Slovakia 09-10 February 2004. WHO, Rom.

### **StartClim2005.A1b**

ACTIVE (2004). ACTIVE -Austrian Climate and Health Tourism Initiative. H. Nefzger, E. Rudel, S. Schunder-Tatzber et al, Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Meteorologie, in Zusammenarbeit mit: ZAMG Wien, Abteilung Klimatologie; Universität Freiburg, Meteorologisches Institut; Universität Wien, Institut für Physiologie. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit.

Chmielewski, F.-M., P. Hupfer, et al. (2005). *Witterung und Klima*, B.G. Teubner Stuttgart Leipzig Wiesbaden.

Easterling, D. R., B. Horton, et al. (1997). "Maximum and minimum temperature trends for the globe." *Science* 277(5324): 364.

- Fezer, F. (1995). Das Klima der Städte, Justus Perthes Verlag Gotha.
- Formayer, H., P. Haas, et al. (2005). Untersuchungen regionaler Klimaänderungsszenarien hinsichtlich Hitze- und Trockenperioden in Österreich. Auftraggeber: BMLFUW, BMBWK, BMWA, Österreichische Hagelversicherung, Österreichische Nationalbank, Umweltbundesamt, Verbund AHP. In: StartClim2004.B: Analysen von Hitze und Trockenheit und deren Auswirkungen in Österreich.
- Helbig, A., J. Baumüller, et al. (1999). Stadtklima und Luftreinhaltung, Springer.
- Houghton, J. T., Y. Ding, et al. (2001). "Climate Change 2001. The scientific basis. Cambridge University Press. Cambridge."
- Hulme, M., G. J. Jenkins, et al. (2002). "Climate change scenarios for the United Kingdom: the UKCIP02 scientific report."
- Hupfer, P. and W. Kuttler (2005). Witterung und Klima. Eine Einführung in die Meteorologie und Klimatologie., Teubner, Stuttgart, Leipzig.
- Hutter, H.-P., H. Moshhammer, et al. (2006). "Heatwaves in Vienna: Effects on mortality." Eingereicht bei Wiener Klinische Wochenschrift.
- IPCC (2001). Climate Change 2001. Synthesis Report. Summary for Policymakers., IPCC.
- IPCC (2001). "Climate Change 2001: The Scientific Basis." Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J. T., Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell and C. A. Jonson (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: 881.
- Kirch, W., B. Menne, et al. (2005). Extreme Weather Events and Public Health Responses, Springer, Berlin.
- Klein Tank, A. M. G., J. B. Wijngaard, et al. (2002). "Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment." International Journal of Climatology 22(12): 1441.
- Koppe, C., S. Kovats, et al. (2004). Heat-waves: risks and responses. Health and Global Environmental Change. WHO.
- Kovats, R. S. and G. Jendritzky (2006). "Heat-waves and human health. In: Menne B, Ebi KL (Hrsg.): Climate Change and adaptation strategies for human health." Steinkopff: 63-97.
- Kysely, J. (2004). "Mortality and displaced mortality during heat waves in the Czech Republic." Int J Biometeorol (49): 91-97.
- Matulla, C., P. Haas, et al. (2004). Anwendung der Analog-Methode in komplexem Terrain: Klimaänderungsszenarien auf Tagesbasis für Österreich. GKSS Report. GKSS. Hamburg, GKSS. 2004/11: 70.
- Roeckner, E., J. Oberhuber, et al. (1996). "ENSO variability and atmospheric response in a global coupled atmosphere-ocean GCM." Climate Dyn. 12: 737-745.
- Schöner, W., I. Auer, et al. (2004). Qualitätskontrolle und statistische Eigenschaften ausgewählter Klimaparameter auf Tageswertbasis im Hinblick auf Extremwertanalysen. StartClim 2003. Wien.
- Statistik Austria (2005). Jahrbuch der Gesundheitsstatistik 2004. S. Austria. Wien.
- WHO (2004). Extreme weather and climate events and public health responses. WHO meeting. R. WHO. Bratislava, Slovakia.
- WHO (2005). Extreme Weather Events and Public Health Responses, Springer.
- ZAMG (2001). "ÖKLIM- Digitaler Klimaatlas Österreichs."

#### **StartClim2005.A4**

- Auer, I., E. Korus, R. Böhm, and W. Schöner, 2005, Analyse von Hitze und Dürreperioden in Österreich; Ausweitung des täglichen StartClim Datensatzes um das Element Dampfdruck, Analysen von Hitze und Trockenheit und deren Auswirkungen in Österreich, Start Clim 2004, Wien, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
- Blöchliger, D. H., and F. Neidhöfer, 1998, Auswirkungen von extremen Niederschlagsereignissen, Bern, OcCC ProClim.
- Eybl, J., R. Godina, P. Lalk, P. Lorenz, G. Müller, and V. Weilguni, 2004, Trockenheit in Österreich im Jahr 2003, Ein hydrologischer Situationsbericht, Wien.
- F.Nobilis, and R. Godina, 2006, Extreme Trockenheit in Österreich: Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, v. Heft 3-4, p. S. 51.
- Formayer, H., S. Eitzinger, H. Nefzger, S. Simic, and H. Kromp-Kolb, 2001, Auswirkungen einer Klimaveränderung in Österreich: Was aus bisherigen Untersuchungen ableitbar ist, Wien, Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur.
- Godina, R., P. Lalk, P. Lorenz, G. Müller, and V. Weilguni, 2004, Die Hochwasserereignisse im Jahr 2002 in Österreich, Wien, Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft,
- Godina, R., P. Lalk, P. Lorenz, G. Müller, and V. Weilguni, 2005, Das Hochwasser in Österreich vom 21. bis 25. August 2005, Beschreibung der hydrologischen Situation, Wien, Abteilung VII/3 – Wasserhaushalt (HZB).
- Houghton, J. T., Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguera, P. J. v. d. Linden, X. Dai, K. Maskell, and C. A. Johnson, 2001, Climate Change 2001: The Scientific Basis, Cambridge, THE PRESS SYNDICATE OF THE UNIVERSITY OF CAMBRIDGE.
- (ISDR), I. S. f. D. R., 2004, Terminology of disaster risk reduction, UN/ISDR.
- Kozel, R., and M. Schürch, 2005, Grundwasser auf dem Prüfstand: Forum zum Hitzesommer 2003.
- Kromp-Kolb, U.-P. D. H., 2005, Analysen von Hitze und Trockenheit und deren Auswirkungen in Österreich. Endbericht, Wien, Institut für Meteorologie, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Universität für Bodenkultur.
- Kunz, M., Das Pfingsthochwasser aus der Sicht eines Meteorologen, Institut für Meteorologie und Klimaforschung Karlsruhe (IMK).
- Landesregierung, A. d. V., 2005, Das Starkregen- und Hochwasserereignis des August 2005 in Vorarlberg, Feldkirch, Amt der Vorarlberger Landesregierung.
- Neu, U., and E. Thalmann, 2005, Hitzesommer 2003 Synthesebericht, Bern, ProClim-Forum for Climate and Global Change. Platform of the Swiss Academy of Science.
- OcCC, 2003, Extremereignisse und Klimaänderung: Bern, OcCC, Organe consultatif sur les changements climatiques, Beratendes Organ für Fragen der Klimaänderung.
- Reichel, G., 2002, Erfahrungsberichte aus Oberösterreich, Hochwasserkatastrophe-Gefahr für Trinkwasser!?, Linz, ÖVGW, p. S.27.
- Schorer, D. M., 2000, Trockenheit in der Schweiz, Klimaänderung Schweiz. Workshopbericht, Bern, Organe consultatif sur les changements climatiques, Beratendes Organ für Fragen der Klimaänderung.
- Sigl, G., 2004, Auswirkungen eines Rekordsommers auf die Mikrobiologie des Wassers: Symposium Wasserversorgung, p. S.22.
- Wachter, K., 2002, Gefahren für Wasserversorgungen bei Hochwasser, Erfahrungen aus der Sicht eines Krisenstabes, Hochwasserkatastrophe- Gefahr für Trinkwasser!?, Linz, ÖVGW, p. S.32.

Wimmer, H., 2006, Katastrophenmanagement: 11. Österreichische Umweltrechtstage. Naturkatastrophen und Störfälle, 2004, SONDERBEOBACHTUNGSDURCHGANG: HOCHWASSER 2002 – AUSWIRKUNGEN AUF DAS GRUNDWASSER IN SALZBURG, Erhebung der Wassergüte in Österreich – Jahresbericht 2004: Wien.

## **StartClim2005.C2**

Auer, I. et al., (2005): A new instrumental precipitation dataset for the greater alpine region for the Periode 1800 – 2002. International journal of climatology **25**, 139 – 166, Royal meteorological society.

Auer, I., Böhm, R., Mohnl, H., Potzmann, R., Schöner, W., Skomarowski, P. (2001): ÖKLIM, Digitaler Klimaatlas Österreichs, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien, Österreich.

Auer, I. et al., (2006): Histalp – Historical instrumental climatological surface time series of the greater alpine region, <http://www.zamg.ac.at/ALP-IMP/>

Auer, I., Böhm, R., Maugeri, M. (2001a): A New long-term gridded precipitation data set for the Alps and its Application for MAP and ALPCLIM. Journal for Physics and Chemistry of the Earth, Part B, Vol 26/5-6, 421-424.

Auer, I., Böhm, R., Schöner, W. (2001b): Austrian Long-term Climate 1767-2000, Instrumental Climate Time Series from Central Europe. Österr. Beitr. zu Meteorologie und Geophysik, H.25, 146 pages plus Data und Metadata CD.

Auer, I., Böhm, R., Schöner, W., Hagen, M. (1998): 20th century increase of boundary layer turbidity derived from alpine sunshine and cloudiness series. Preprints of the 8th Conference on Mountain Meteorology, Aug.98 in Flagstaff, Arizona. AMS, Boston, pp.77-80.

Bell, J. F. (1981): Francisella. In: Blobel, H. und Schliesser, T. (Hrsg.): Handbuch der bakteriellen Infektionen bei Tieren. Bd. III., Fischer, Stuttgart, S. 172-256.

Bisping, W., Amtsberg, G. (1988): Farbatlas zur Diagnose bakterieller Infektionserreger der Tiere. Parey, Berlin, S. 212-213.

Böhm, R., Auer, I., Schöner, W. and Hagen, M. (1998): Long alpine barometric time series in different altitudes as a measure for 19th/20th century warming. Preprints of the 8th Conference on Mountain Meteorology, in Flagstaff, Arizona. AMS, Boston, pp.72-76.

Boch, J., Schneidawind, H. (1988): Krankheiten des jagdbaren Wildes. Parey, Hamburg und Berlin.

Bsteh, O. (1937): Fälle von Tularämie. Wien. Klin. Wschr. 50, 108.

Chiari, H. (1937): Über Tularämie. Wien. Med. Wschr. 40, 1015-1019.

Damoser, J., Hofer, E. (1995): Brucella suis Biovar 2-Infektionen beim Feldhasen. Z. Jagdwiss. 41, 137-141.

David, H. (1937a): Über den Verlauf der Tularämie in Österreich. Dtsch. tierärztl. Wschr. 45, 477-481.

David, H. (1937b): Zur Diagnose der Tularämie des Menschen und der Tiere. 17. Tagung der Deutschen Vereinigung für Mikrobiologie, Berlin.

David, H. (1947): Untersuchungen über die Tularämie in Österreich (1935-1945). Wien. Tierärztl. Mschr. 10, 523-544.

Dedie, K., Bockemühl, J., Kühn, H., Volkmer, K. J., Weinke, T. (1993): Bakterielle Zoonosen bei Tier und Mensch. Enke, Stuttgart.

Deutz, A., Hinterdorfer, F. Aste, C. (1997): Woran erkrankt der Hase? Feldhasenuntersuchung in der Steiermark. Der Anblick Heft 6, S. 12-15.

- Deutz, A., Fuchs, K., Nowotny, N., Auer, H., Schuller, W., Stünzner, D., Aspöck, H., Kerbl, U., Köfer, J. (2003a): Seroepidemiologische Untersuchung von Jägern auf Zoonosen – Vergleich mit Untersuchungen bei Tierärzten, Landwirten und Schlachthofarbeitern. Wien. Klin. Wschr., Supplement 3-2003, Beilage zu Band 115, Suppl 3, 61-67.
- Deutz, A., Fuchs, K., Schuller, W., Nowotny, N., Auer, H., Aspöck, H., Stünzner, D., Kerbl, U., Klement, Ch., Köfer, J. (2003b): Seroepidemiologische Untersuchung von Jägern auf Zoonosen in Südostösterreich – Prävalenzen, Risikopotentiale und Vorbeugemaßnahmen. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 116, 306-311.
- Deutz, A., Sixl, W., Köfer, J., Stünzner, D. (2001): Seroepidemiological Survey of the Prevalence of Borreliosis and Ehrlichiosis in Hunters in South-Eastern Austria. Proc. Symposium on Tick-Transmitted Diseases, 13 to 15 September, Ljubljana, p. 55.
- Deutz, A. (2000): Veterinärmedizinischer Beitrag zur Zoonosenforschung. Habilitationsschrift, Vet. Med. Univ., Wien.
- Deutz, A., Hinterdorfer, F. (2000): Krankheiten des Feldhasen (*Lepus europaeus* Pallas) - Sektionsbefunde, Erregerspektrum und zoonotische Aspekte. Tierärztl. Umschau 55, 628-635.
- Deutz, A., Köfer, J. (2000): Niederwild (Fuchs, Feldhase, Fasan, Enten) als Träger von Zoonosen. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 113, 401-406.
- Deutz, A., Fuchs, B., Steineck, T., Köfer, J. (2000): Zoonosen bei heimischen Wildtieren – Wissensstand, Forschungsbedarf und Vorbeugemaßnahmen. DVG-Tagung der Fachgruppe „Epidemiologie und Dokumentation“, 6. – 8. September, Wien, S. 14-20.
- Ellis, J., Oyston, P.C.F., Green, M., Titball, R.W. (2002): Tularemia. Clin. Microbiol. Rev. 15, 631-646.
- Elsässer, J. und Hirsch, F. (1998): Tularämie. Epidemiol. Bull. Heft 44, 312.
- Efthymiadis D., Jones P., Briffa K. Auer I., Böhm R., Schöner W., Frei C., und Schmidli J. , (2006): Construction of a 10-min-gridded precipitation data set for the Greater Alpine Region for 1800–2003 In: Journal of Geophysical Research, Vol, 111.
- Essl, A. (1987): Statistische Methoden in der Tierproduktion. Verlagsunion Agrar, Frankfurt.
- Gerlach, F. (1946): Latent bleibende experimentelle Infektionen mit Tularämie. Ein epidemiologisch wichtiger Befund. Wien. Klin. Wschr. 58, 757-758.
- Gratzl, E. (1960): Spontane Tularämie bei Hunden. Wien. Tierärztl. Mschr. 47, 489-499.
- Gsell, O. (1968): Tularämie in der Schweiz. Schweizerische Med. Wschr. 98, 380-383.
- Guggenberger, T., Bartelme N., (2005): GIS gestützte Modellierung der Nährstoffbilanzen österreichischer Grünlandflächen. Heft 43, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg – Gumpenstein.
- Gurycova, D., Vyrostekova, V.: (1998): Epidemiology and clinical characteristics of tularemia. Antibiotika Monitor, tom. XIV, 3/4.
- Gurycova, D. (1998): First isolation of *Francisella tularensis* subsp. *Tularensis* in Europe. Europ. J. Epidem. 14, 797-802.
- Hayek, H., Flamm, H. (1967): Zum Problem der Reserviertiere der Tularämieerreger im Marchfeld. Wien. Med. Wschr. 32-34, 765-767.
- Hofer, E. (2002): Epidemiologie, Klinik und mikrobiologische Diagnostik der Tularämie. Antibiotika Monitor Heft 1/2, 1-9.
- Hofer, E. (1998): Tularämie in Österreich. Weidwerk, Heft 7, 11-13.
- Hofer, E., Schildorfer, H., Flatscher, J., Müller, M. (1997): Zum Nachweis der Tularämie bei Feldhasen (*Lepus europaeus*) in Österreich. Wien. Tierärztl. Mschr. 84, 301-306.

- Höflechner-Pörtl, A. (1999): Epidemiologische Untersuchungen zur Tularämie und Brucellose bei Füchsen (*Vulpes vulpes*) und Feldhasen (*Lepus europaeus*) in Österreich. Diss., Vet. Univ. Wien.
- Höflechner-Pörtl, A., Hofer, E., Awad-Masalmeh, M., Müller, M., Steineck, Th. (2000): Tularämie und Brucellose bei Feldhasen und Füchsen in Österreich. Tierärztl. Umschau 55, 264-268.
- Hofstetter, I., Eckert, J., Hauri, A. (2005): Tularämie: Ausbruch unter Teilnehmern einer Hasen-Treibjagd im Landkreis Darmstadt-Dieburg. Epidemiol. Bull. Heft 50, 465-466.
- Horne, H. (1912): Eine Lemmingpest und eine Meerschweinchenepizootie. Centralbl. f. Bakt. etc. I. Abt. Originale. Bd. 66, Heft 2/4.
- Jellison, W. L., Epler, E., Kuhns, E., Kohls, G.M. (1950): Tularemia in man from a domestic rural water supply. Pub. Health Rept. 65, 1219-1226.
- Jusatz, H. J. (1961): Dritter Bericht über das Vordringen der Tularämie nach Mittel- und Westeuropa über den Zeitraum von 1950 bis 1960. Zeitschrift f. Hygiene 148, 69-93.
- Karlson, K. A., Dahlstrand, S., Hanko, E., Söderlind, O. (1970): Demonstration of *Francisella tularensis* in sylvan animals with the aid of fluorescent antibodies. Acta Path. Microbiol. Scand. (B) 78, 647-651.
- Karpoff, S. P., Antonoff, N. I. (1936): The spread of tularemia through water, as a new factor in its epidemiology. J. Bacteriol. 32, 234-258.
- Kmety, E., Gurycova, D., Jarekova J., Rehacek, J. (1987): Versuch der Tilgung eines Naturherdes der Tularämie und der Leptospirose. Zbl. Bakt. Hyg. A 266, 249-254.
- Kromb-Kolb, H., Formayer, H., (2005): Schwarzbuch Klimawandel, Ecowin Verlag, Salzburg.
- Michalka, J. (1960): Die Tularämie in Österreich. Wien. Tierärztl. Mschr. 47, 341-348.
- Petersen, J.M., Schriefer, M.E. (2005): Tularemia: emergence/re-emergence. Vet. Res. 36, 455-467.
- Pfahler-Jung, K. (1989): Die globale Verbreitung der Tularämie. Diss., Fachber. Vet. Med., Univ. Gießen.
- Pikula, J., Beklova, M., Holesovska, Z., Treml, F. (2004): Ecology of European Brown Hare and Distribution of Natural Foci of Tularaemia in the Czech Republic. Acta vet. Brno 73, 267-273.
- Pikula, J., Treml, F., Beklova, M., Holesovska, Z., Pikulova, J. (2002): Geographic Information Systems in Epidemiology – Ecology of Common Vole and Distribution of Natural Foci of Tularaemia. Acta vet. Brno 71, 379-387.
- Puntigam, F. (1947): Zur Epidemiologie der Tularämie nach Beobachtungen in Niederösterreich. Wiener Klin. Wschr. 59, 103-106, 116-120.
- Puntigam, F. (1960): Erkrankungen an thorakalen Formen der Tularämie bei Arbeitnehmern in Zuckerfabriken. Zeitschrift f. Hygiene 147, 162-168.
- Reintjes, R., Dedushaj, I., Gjini, A., Jorgensen, T.R., Cotter, B., Lieftuch, A., D'Ancona, F., Dennis, D.T., Kosoy, M.A., Mulligi-Osmani, G., Grunow, R., Kalaveshii, A., Gashi, L., Hummoli, I. (2002): Tularemia outbreak investigation in Kosovo: case control and environmental studies. Emerg. Inf. Dis. 8, 69-74.
- Rohrbach, B. W. (1988): Tularemia. J. Am. Vet. Med. Assoc. 193, 428-432.
- Schacher, E., Wagner, U., Wolf, Th., Grunow, R. (2002): Tularämie – zwei Erkrankungen nach Verarbeiten und Verzehr eines Wildhasen. Epidemiol. Bull. 9, 71-72.

- Schaumberger, A. (2006): Ertragsanalyse im österreichischen Grünland mittels GIS unter besonderer Berücksichtigung klimatischer Veränderungen, Heft 42, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg – Gumpenstein.
- Selbitz, H.-J. (1988): Die Tularämie – eine Zoonose mit Naturherdcharakter. Mh. Vet.-Med. 43, 239-241.
- Sixl, W., Docekal, J., Mikulaskova, M., Mikulasek, S. (1994): Zur Frage des Auftretens der Tularämie in Endemiegebieten. Geogr. Med. 10, 231-238.
- Steineck, T., Onderscheka, K. (1991): Wildkrankheiten sicher erkennen. Tularämie (Nagerpest, Hasenpest). Österreichs Weidwerk Heft 11, 301-306.
- Steineck, T., Hofer, E. (1999): Zum Vorkommen der Tularämie in Österreich. Verh.Ber. Erkr. Zootiere 39., 263-269
- Wagner, A. (1948): Über sporadische Tularämiefälle in Wien. Wien. Med. Wschr. 31/32, 341-342.
- Weber, A. (2003): Francisella tularensis, in Darai, G., Handermann, M., Hinz, E., Sonntag, H.-G. (Hrsg.): Lexikon der Infektionskrankheiten des Menschen, S. 256-259. Springer Verlag Berlin, Heidelberg.
- Weber, A. (2006): Die Tularämie – eine selten diagnostizierte Zoonose? Amtstierärztl. Dienst u. Lebensmittelkontrolle 13, 30-34.
- Winkelmayer, R., Vodnansky, M., Paulsen, P., Gansterer, A., Tremel, F. (2005): Explorative study on the seroprevalence of Brucella-, Francisella-, and Leptospira antibodies in the European hare (*Lepus europaeus* Pallas) of Austrian - Czech border region. Vet. Med. Austria 92, 131 – 135.
- World Health Organisation (2004): Informal discussion on Guidance on tularaemia. Report of a WHO meeting, 1-2 june, Umea, Sweden.
- World Health Organisation (2003): Improving public health preparedness for and response to the threat of epidemics: tularaemia network. Report of a WHO meeting, 14-15 september, Bath, Uni

### **StartClim2005.C3a**

- ADAMS, J. B., 1962: Aphid survival at low temperatures. – Can. J. Zool. 40: 951-956.
- ANDERSEN, K. T., 1933: Analyse des Schadens und Massenwechsels des linierten Blatt- randkäfers (*Sitona lineata* L.). Seine Bekämpfung und Abwehr. – Landw. Jahrb. 78: 55-79.
- ANDERSEN, K. T., 1934a: Der Einfluss der Umweltbedingungen, Temperatur und Ernährung auf die Eierzeugung und Lebensdauer eines Insektes (*Sitona lineata* L.) mit postme- taboler Eientwicklung und langer Legezeit. – Zeitschrift für angewandte Entomologie 20: 86- 116.
- ANDERSEN, K. T., 1934b: Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf die Eierzeugung von Insekten. I. Einfluß konstanter Temperaturen auf die Eierzeugung von *Sitona lineata* L. - Biologisches Zentralblatt 54: 478-486.
- ANDERSEN, K.T., 1930: Der Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Dauer der Eizeit. I. Beitrag zu einer exakten Biologie des linierten Graurüßlers (*Sitona lineata* L.). Zeit- schrift für Morphologie und Ökologie der Tiere 17: 649-676.
- ANDERSEN, K.T., 1931: Der linierte Graurüßler oder Blattrandkäfer *Sitona lineata* L. – Mo- nographien zum Pflanzenschutz 6. Springer, Berlin.
- AUFHAMMER, G. & HOFMANN, C., 1936: Wanzen Schäden an Getreide. – Praktische Blät- ter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz 9: 253-265.

- AUFHAMMER, G., 1937: Wanzenbeschädigungen am Getreide. – Deutsche Landwirtschaftliche Presse 64.
- AWADALLA, S. S. I., 1988: Untersuchungen über Biologie und Ökologie des Blattrandkäfers, *Sitona lineatus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). – Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades an der Universität für Bodenkultur.
- BBA, 2006: EU-Maßnahmen gegen den Diabrotica. – Der Pflanzenarzt 9-10: 13.
- BENZ, W. 1982. Beobachtungen zum Auftreten und zur Populationsdynamik des Ampferblattkäfers an verschiedenen Standorten in Baden-Württemberg; Diplomarbeit an der Universität Hohenheim.
- BESENHOFER, G., 2003: Pflanzenkrankheiten – ein zunehmendes Problem. – Ökosoziales Forum Österreich. Wintertagung 2003: 81-86.
- BILEWICZ-PAWINSKA, T., 1995: Occurrence and parasitism of cereal bug species (*Heteroptera*) in different crop systems. – Polish ecological studies 21(3): 349-372.
- BOHNER, A. 2001. Physiologie und futterbaulicher Wert des Ampfers; BAL Gumpenstein Bericht, 7. Alpenländisches Expertenforum, S 39 - 44.
- BROADBENT, L., 1953: Aphids and potato virus diseases. – Biol. Rev. 28: 350-380.
- BUCK 1981. Persönliche Mitteilung. Landesanstalt f. Umweltschutz, Stuttgart.
- BULLMAN, O. & FABER, W., 1958: Studien zum Getreidewanzenproblem. – Pflanzenschutzberichte 20: 33-159.
- CAMPBELL, R. E., 1937: Temperature and moisture preferences of wireworms. – Ecology 18: 479-489.
- CATE, P., 2002: Der Maiswurzelbohrer *Diabrotica virgifera virgifera* (LeConte). – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- CATE, P., 2006: Maiswurzelbohrer: Rasche Ausbreitung in der Steiermark. – Der Pflanzenarzt 9-10: 13.
- CATE, P., KLAPAL, H. & SUPPANTSCHITSCH, W., 2002: Versuche zur Bekämpfung des Kleespitzmäuschens (*Protapion trifolii*) im Rotkleeanbau mit biologischen Präparaten. – Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten Jahrestagung 2002 in Klosterneuburg. - <http://www.alva.at/alva2002/tagung/cate.pdf>.
- CHEVIN, H. 1968. Influence de la plante-hôte sur le cycle évolutif de deux espèces de Gastrophysa; Bull. Soc. Entom. France, 73, S 128 – 140.
- CHOUGOUROU, D. C., 1997: Untersuchungen über die Wirkung insektizider Naturstoffe auf ausgewählte Baumwollschädlinge (*Aphis gossypii* Glov., *Bemisia tabaci* Gen., *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, *Helicoverpa armigera* Hbn.) unter Labor- und Gewächshausbedingungen. – 1. Aufl. – Verl. Köster. Berlin.
- CRITCHLEY, B. R., 1998: Literature review of sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera, Scutelleridae). – Crop Protection 17(4): 271-287.
- CRÜGER, G., 1991: Pflanzenschutz im Gemüsebau. – 3. Aufl. – Verl. Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart.
- DEFAGO, G., 1937: Observations sur les punaises des céréales en Suisse. Extrait du « Bull. Murithienne », Soc. valais. sci. natur. 54: 94-136.
- DICKSON, R. C., LAIRD, E. F. Jr., 1967 : Fall dispersal of green peach aphids to desert valleys. – Ann. Entomol. Soc. Am. 60: 1088-1091.
- DOBROVOLSKY, B. V., 1970: Biological grounds for plant protection against wireworms in the USSR. – Pedobiologia 10: 26-44.

- DONCASTER, J. P. & GREGORY, P. H., 1948: The Spread of Virus Diseases in the Potato Crop. - His Majesty's Stationery Office, London, 189 pp.
- DOSSE, G., 1954: *Curculionidae*, Rüsselkäfer. – In: BLUNCK, H. (Hrsg.), 1954: Handbuch der Pflanzenkrankheiten 5. – Verl. Paul Parey, Berlin, Hamburg.
- DUBNIK, H., 1991: Blattläuse. Artenbestimmung – Biologie - Bekämpfung. – Verl. Th. Mann. Gelsenkirchen-Buer.
- EICHLER, W. & SCHRÖDTER, H., 1951: Witterungsfaktoren als Urheber der Massenvermehrung des Rübenderbrüßlers (*Bothynoderes punctiventris*) 1947-49 in Mitteldeutschland. – Zeitschrift für angewandte Entomologie 32: 567-575.
- EICHLER, W., 1951a: Rübenfeind Derbrüssler. Ein Buch vom Leben und Treiben des *Bothynoderes punctiventris*. – Verl. A. Ziemsen. Wittenberg, Lutherstadt. 31p.
- EICHLER, W., 1951b: Freilandmittelprüfungen beim Rübenderbrüßler. – Anzeiger für Schädlingskunde 24: 39-40.
- EL-DESSOUKI, S. A., 1971 : Der Einfluß von Larven der Gattung *Sitona* (Col., Curculionidae) auf einige Leguminosen. – Z. angew. Entomol. 67: 411-431.
- ELLIOTT, W. M. & KEMP, W. G., 1979 : Flight activity of the green peach aphid (Homoptera, Aphididae) during the vegetable growing season at Harrow and Jordan. - Ontario. Proceedings of the Entomological Society of Ontario 110: 19-28.
- ENGEL, H. 1956. Beiträge zur Lebensweise des Ampferblattkäfers (*Gastrophysa viridula* Deg.); Zeitschr. f. Angew. Ent., 18, S 322-354.
- FABER, W. & ZWATZ, B., 1978: Wichtige Krankheiten und Schädlinge im Getreide- und Maisbau. – 3. Aufl. – Bundesanstalt für Pflanzenschutz. Wien.
- FÖBLEITNER, F. 1999. Situation und Lösungsansätze der herbologischen Probleme durch Ampfer (*Rumex obtusifolius* L.) im biologisch bewirtschafteten Grünland am Beispiel der Gemeinde Weyer-Land und Gaflenz (Bezirk Steyer-Land/O.Ö.); Diplomarbeit am Institut für ökologischen Landbau der Universität für Bodenkultur, Wien.
- Franck, P. 1935. Zur Verbreitung der *Gastroidea viridula* Deg. in Deutschland in älterer und neuerer Zeit; Ent. Blätt., XXXI, S 51-55.
- FRÖHLICH, G., 1974: Pflanzenschutz in den Tropen. - Edition Leipzig.
- FURLAN, L., 2004: The biology of *Agriotes sordidus* Illiger (Col., Elateridae). – Verl. Blackwell, Berlin, Jena 128(9/10): 696-706.
- GEORGE, K. S., 1962: Root nodule damage by larvae of *Sitona lineatus* and its effect on yield of green peas. - Plant Path. 11: 172-176.
- GLAUNINGER, J. & SCHMIEDL, J., 1995: Was tun gegen den Gestreiften Blattrandkäfer? Auftreten, Schadwirkung und Bekämpfung in Körnererbse. – Der Pflanzenarzt 4: 29-31.
- GREEN24, 2004: Mit Schlupfwespen gegen Schädlinge. - [http://green-24.de/cgi-bin/mx\\_cm\\_archiv.pl?1099481455](http://green-24.de/cgi-bin/mx_cm_archiv.pl?1099481455) (16.10.2006).
- GRÜNBACHER, E. M., 2005: Untersuchungen zum Auftreten der Getreidewanzen im biologischen Landbau Ostösterreichs. – Diplomarbeit an der Universität Wien.
- HALUSCHAN, M. & BINDREITER, B., 2005: Zuckerrüben auch 2005 von Rüsselkäfern stark bedroht. <http://www.agrana.at/at/de/Ruesselkaefer05.pdf>
- HÄNI, F. (Hrsg.), POPOW, G., REINHARD, H., SCHWARZ, A., TANNER, K. & VORLET, M., 1988: Pflanzenschutz im Integrierten Ackerbau. – 2. Aufl. – Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale. Zollikofen.
- HANN P. & KROMP B. 2003A: Der Ampferblattkäfer (*Gastrophysa viridula*) als Möglichkeit zur biologischen Regulierung des Stumpfbältrigen Wiesenampfers (*Rumex obtusifolius*); 7.

Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 24. – 26. Febr. 2003, Wien, Tagungsband, S 605 – 606.

HANN P. & KROMP B. 2003b. Der Ampferblattkäfer (*Gastrophysa viridula* Deg.) – Ein Pflanzenfresser als Nützling in der biologischen Grünlandwirtschaft; *Entomologica Austriaca*, 8, S 10 – 13.

HANN P. & KROMP B. 2003c. Der Ampferblattkäfer (*Gastrophysa viridula* Deg.) – ein natürlicher Gegenspieler des Stumpfbältrigen Wiesenampfers (*Rumex obtusifolius*); *Landbauforschung Völknerode, Sonderheft 255, Strategien zur Regulierung von Wurzelunkräutern im ökologischen Landbau*, Böhm H. et al. Hrsg., Tagungsband zu dem Expertenkolloquium am 18. und 19. Februar 2003 im Forum der FAL, Braunschweig, S 73 – 78.

HANN P. & KROMP 2004. Biologische Bekämpfung des Stumpfbältrigen Wiesenampfers (*Rumex obtusifolius* L.) durch Förderung des Ampferblattkäfers (*Gastrophysa viridula* DEG.) im niederösterreichischen Alpenvorland, *Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent.*, 14 (1 – 6), p. 365 – 368.

HANN, P. 2001. Regulierung des Stumpfbältrigen Wiesenampfers (*Rumex obtusifolius*, Polygonaceae) im Biologischen Landbau mit besonderer Berücksichtigung des Ampferblattkäfers (*Gastrophysa viridula*, Chrysomelidae), Diplomarbeit an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien.

HANS, H., 1959: Beiträge zur Biologie von *Sitona lineatus* L. – *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 44: 343-386.

HANSEN, W., 1986: Die Populationsdynamik von Blattläusen an Weizen in Abhängigkeit von der Qualität des Phloemsafte bei unterschiedlicher N-Düngung. – Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Georg-August-Universität Göttingen Fachbereich Agrarwissenschaften.

HEATHCOTE, G. D. & COCKBAIN, A. J., 1966: Aphids from mangold clumps and their importance as vectors of beet viruses. - *Annals of applied biology* 57: 321-336.

HEIE, O. & PETERSEN, B., 1961: Investigations on *Myzus persicae* Sulz., *Aphis fabae* Scop., and virus yellows of beet (*Beta virus 4*) in Denmark. Condensed reports from the virus-committee. – *Danish Acad. Tech. Sci.*, Copenhagen, 52 pp.

HEINZE, K., 1939: Zur Biologie und Systematik der virusübertragenden Blattläuse. – *Mitt. Biol. Reichsanst. (Berlin)* 59: 35-48.

HERNDL-SILMBROD, A. 1989. Untersuchungen über die Auswirkungen von Grünlandbearbeitungsmaßnahmen auf *Gastrophysa viridula*, Degeer (Coleoptera, Chrysomelidae) unter besonderer Berücksichtigung des möglichen Einsatzes zur integrierten Eindämmung von *Rumex obtusifolius* L. (Polygonaceae); Dissertation an der Formal- und Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien.

HILTERHAUS, V. 1965. Biologisch-ökologische Untersuchungen an Blattkäfern der Gattungen *Lema* und *Gastroidea* (Chrysomelidae, Col.). (Ein Beitrag zur Agrarökologie); *Z. Angew. Zoologie*, 52, S 257 – 295.

HOCHSTRASSER, M., 2005: Kartoffeln / Soja / Mais. - <http://www.strickhof.ch/index.php?id=970> (20.10.2006).

HOFFMANN, G. M. & SCHMUTTERER, H., 1983: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. – *Verl. Eugen Ulmer GmbH & Co.*

HUJBER, A. 1988. Untersuchungen zur Biologie, Verbreitung und zum Wirtpflanzenspektrum von *Gastrophysa viridula* (Coleoptera, Chrysomelidae) und *Apion miniatum* (Coleoptera, Curculionidae); Dissertation an der Formal- und Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien.

JOLIVET, 1951. Contribution á l'Etude du genre *Gastrophysa* Chevrolat; *Inst. royal. d. Sc. nat. de Belgique, Bruxelles*, XXVII, 9, S 1-11, 13, S 1 - 12, 21, S 1 - 47.

- KIRNER, L. & SCHNEEBERGER, W. 2000. Österreich: Wie kann der biologische Landbau gesichert und ausgeweitet werden? *Ökologie & Landbau*, 114, S 30 – 33.
- KLEINE, R. 1911. Biologische Betrachtungen an *Gastroidea (Gastrophysa) viridula* Deg. (Col.); *Int. Ent. Z. (Guben)*, S 63 – 64, S 70 – 72.
- KÖHLER, F., 2003: *Helicoverpa* und die Gentechnik. - <http://www.fotocommunity.de/pc/pc/mypics/28067/display/781213> (16.10.2006).
- KÖPPL, H., 2003: Neuer Maisschädling in Oberösterreich: Der „Picknick-Käfer“ liebt Mais, Himbeeren u. a. reife Früchte. – *Der Pflanzenarzt* 56(9-10): 16.
- KRANZ, J., SCHMUTTERER, H. & KOCH, W., 1979: Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter im tropischen Pflanzenbau. – Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg.
- LAFRANCE, J., 1968: The seasonal movements of wireworms (Coleoptera. Elateridae) in relation to soil moisture and temperature in the organic soils of Southwest Quebec. – *The Canadian Entomologist* 100: 801-807.
- LANGENBUCH, R., 1932: Beiträge zur Kenntnis der Biologie von *Agriotes lineatus* L. und *Agriotes obscurus* L. – *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 19: 278-300.
- LE ROMANCER, M., C. KERLAN, M. NEDELLEC (1994): Biological characterisation of various geographical isolates of potato virus Y inducing superficial necrosis on potato tubers. *Pl. Pathol.* 43, 138-144.
- LEHMANN, H. & KLINKOWSKI, M., 1942: Zur Pathologie der Luzerne. 1. Die schädlichen Rüsselkäfer (*Curculionidae*). – *Entomologische Beihefte aus Berlin-Dahlem* 9: 1-78.
- LIPP, H. 1937. Beitrag zur Verbreitung von *Gastroidea viridula* Deg.; *Ent. Blätt.*, XXXIII, 5, S 341-342.
- LOTTER, M. 2000. Hinweise zur Ampferbekämpfung bzw. –reduzierung im ökologischen Landbau; Biospezialseminar: Ampfer – ein Problemunkraut? Teil 1, 8. bis 9. Februar 2000 BAL Gumpenstein.
- LUTTENBERGER, G., 2003: Dem Maiswurzelbohrer wurde eine eigene Tagung gewidmet: Kleiner Käfer – große Wirkung. – *Der Pflanzenarzt* 56(11-12): 14.
- LUTTENBERGER, G., 2005: Maiswurzelbohrer, Getreidewanzen & Co. im Visier der Pflanzenschützer. – *Der Pflanzenarzt* 6-7: 15.
- MANNINGER, A. G. sen. & MANNINGER, A. G. jun., 1933: A gabonapoloskak elete, kartelete es javaslat az ellenük való vedekezésre. (Das Leben der Getreidewanze, die von ihr verursachten Schäden und Vorschläge zu ihrer Bekämpfung). – *Mezőgazd. Kutatasok* 6: 1-34.
- MATTERN, D. & SCHUBERT, J., 2002: Erste Erkenntnisse zur Blattlausbesiedlung transgener Pflanzen. – *Angewandte Wissenschaft* 494: 104-112.
- MEIXNER, H. & PASCH, C. 1998 – 1999. Ampferregulierung mit Ampferblattkäfern; <http://home.t-online.de/home/meixner-edling/ampferre.htm>
- MEYER, E., 1937: Beobachtungen über „Weizenwanzen“ in der Kölner Bucht. – *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz* 47: 321-338.
- MEYERS Konversationslexikon:  
[http://susi.e-technik.uni-ulm.de:8080/Meyers2/seite/werk/meyers/band/7/seite/0271/meyers\\_b7\\_s0271.html](http://susi.e-technik.uni-ulm.de:8080/Meyers2/seite/werk/meyers/band/7/seite/0271/meyers_b7_s0271.html)
- MILLER, R. H. (Hrsg.) & MORSE J. G. (Hrsg.), 1996: Sunn pests and their control in the Near East. – *FAO Plant Production and Protection Paper* 138. 165 pp.
- NABU, <http://www.nabu-schorndorf.de/Distelfalter.htm>

- OBERFORSTER, M. & KRÜPL, K., 2003: Winterweizen: Erzeugungsstrategien differenzieren! – Der Pflanzenarzt 56: 17-20.
- PALM, C., LINCOLN, C. & WYLIE, W., 1938: Ecological and life History Studies on the alfalfa snout beetle. – Cornell University Agric. Exp. Sta. 51 Annual Report: 111-112.
- PAUL, V. H., 1992: Krankheiten und Schädlinge des Rapses. – 2. Aufl. – Verl. Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer.
- PIERINGER, E. & ZWINGEL, W. 2000. Ampfer – ein (zunehmendes?) Problemunkraut im Ackerbau; Naturland Nachrichten, 2000/2, S 6.
- PIQUEMAL, J. P. & FOUGEROUX, A., 1980 : Les pucerons vecteurs de la jaunisse de la betterave. Deux années d'observations dans le Nord et la Picardie. – Phytoma 321 : 10-11.
- PÖTSCH, E. M. 2001. Der Ampfer – das Problemunkraut im Grünland; Wintertagung „EU-Erweiterung: Probleme, Herausforderungen und Chancen“, 15. – 16.2.2001.
- REMAUDIÈRE, G. 1963. Les Gastrophysa; Entomologie appliqué à l'agriculture, I. Coleoptères 2, Traité publié sous la direction de A.S., Balachowsky.
- RENNER, K. 1970. Die Zucht von *Gastroidea viridula* Deg. (Col., Chrysomelidae) auf Blättern und Blattpulversubstraten von *Rumex obtusifolius* L.; Zeitschrift für angewandte Entomologie, 65/2, S. 131 – 146.
- RIECKMANN, W. (2000): Ohne Blattläuse kein Y-Virus. - Kartoffelbau 51 (4), 148-153.
- SCHERF, H., 1964: Die Entwicklungsstadien der mitteleuropäischen Curculioniden (Morphologie, Bionomie, Ökologie). – Abh. Senckenb. Naturf. Ges. 506: 1-335.
- SCHNELL, W., 1955: Synökologische Untersuchungen über Rüsselkäfer der Leguminosenkulturen. – Zeitschrift für angewandte Entomologie 37: 192-238.
- SCHÖGGL, G., 2003: Erfahrungen mit Wanzenstichweizen. – Mühle + Mischfutter 140: 438-439.
- SCHÖN, W., 2006: Portal für Schmetterlinge/Raupen. - <http://www.schmetterling-raupe.de/art/armigera.htm> (16.10.2006).
- SCHWARZ, A., ETTER, J., KÜNZLER, R., POTTER, C. & RAUCHENSTEIN, H. R., 1990: Pflanzenschutz im Integrierten Gemüsebau. – Verl. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, Zollikofen.
- SEAL, D. R., CHALFANT, R. B. & HALL, M. R., 1992: Effects of cultural practices on rotational crops on abundance of wireworms (Coleoptera: Elateridae) affecting sweetpotato in Georgia. – Environmental Entomology 21: 969-974.
- SHUMBA, O., 1995: Untersuchungen über die Wirkung von Naturstoffen (Niempräparate, Syringaextrakte) auf ausgewählte Baumwollschädlinge in Labor- und Gewächshausversuchen. – Diplomarbeit, Wissenschaftsbereich Tropische Landwirtschaft, Univ. Leipzig, 1995.
- STEUDEL, W., & BLAESEN, P., 1958: Bericht über die in den Jahren 1955 und 1956 durchgeführten Gemeinschaftsuntersuchungen zum Auf- bzw. Ausbau eines Blattlauswarndienstes im Rübenbau. – Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 92: 1-37.
- SYNGENTA Agro GmbH: Schädlinge der wichtigsten Ackerkulturen. Copyright 2002.
- SZITH, R., 2003: Mit dem Maiswurzelbohrer leben lernen müssen...!. – Der Pflanzenarzt 56(9-10): 4-6.
- TISCHLER, W., 1937: Untersuchungen über Wanzen an Getreide. – Arbeiten über physiologische und angewandte Entomologie aus Berlin-Dahlem 4: 193-231.
- TISCHLER, W., 1938: Zur Ökologie der wichtigsten in Deutschland an Getreide schädlichen Pentatomiden I. – Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere 34: 317-366.

TISCHLER, W., 1939a: Zur Ökologie der wichtigsten in Deutschland an Getreide schädlichen Pentatomiden II. – Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere 35: 251-287.

TISCHLER, W., 1951: Die Überwinterungsverhältnisse der landwirtschaftlichen Schädlinge. - Zeitschrift für angewandte Entomologie 32: 184-194.

UNGER, K. & MÜLLER, H. J., 1954: Über die Wirkung geländeklimatisch unterschiedlicher Standorte auf den Blattlausbefallsflug. - Züchter 24: 337-345.

VAN DER PLANK, J. E., 1944: Production of seed potatoes in a hot dry climate. – Nature 153: 589-590.

VAN EMDEN, H. F., HUGHES, R. D., EASTOP, V. F. & WAY, M. J., 1969: The ecology of *Myzus persicae*. – Annual Review of Entomology 14: 197-270.

WEBER, G., 1983: Untersuchungen zur ökologischen Genetik der Grünen Pfirsichblattlaus *Myzus Persicae*. – Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Georg-August-Universität Göttingen Fachbereich Agrarwissenschaften.

WIKIPEDIA, <http://de.wikipedia.org/wiki/Distelfalter>

WILKE, S., 1922: Der Rüsselkäfer *Tanymecus palliatus* F., ein neuer Schädiger der Zuckerrübenfelder in Deutschland. – Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd. 2: 97-98.

WOHLLAIB, D., 2004: Probleme mit Virose bei der Pflanzkartoffelvermehrung in Baden-Württemberg unter besonderer Berücksichtigung der Sorte Selma. – Diplomarbeit an der Fachhochschule Nürtingen.

WYNIGER, R., 1962: Pests of crops in warm climates and their control. – CTA, Basel, Switzerland.

ZAMG, [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)

#### **Warndienste:**

AGES Warndienst Pflanzengesundheit:

<http://www.13.ages.at/servlet/sls/Tornado/web/ages/content/EA69BAC10B41606BC125701A00354CDF>

proPlant:

<http://www.proplantexpert.com/expert/index.jsp?betr=56>

ONLINE-Pflanzenschutzwarndienst für Niederösterreich:

<http://www.lbg.at/land-impulse/pflanzen/index.htm>

ISIP:

<http://www.isip2.de/coremedia/generator/isip/Start.html>

Weizen-Expert:

<http://services.warndienst.proplant.de/weizenexpert/start.jsp>

Rebschutzdienst:

<http://www.rebschutzdienst.at/>

### StartClim2005.C3b

- ABBRUZZETTI G., GRANDE C (1999). Prove di lotta al tripide americano *Frankliniella occidentalis* su uva da tavola con l'impiego di chlorfenapyr. *Informatore Fitopatologico* 49(11), 36-39.
- BALE J.S. (1987): Insect Cold Hardiness: Freezing and supercooling - an ecophysiological perspective. *J. Insect Physiology* 33(12), 899-908.
- BALE J.S. (1989): Cold Hardiness and Overwintering of Insects. *Agricultural Zoology Reviews* 3, 157-192.
- BAUST J.G., ROJAS R.R. (1985): Review – Insect cold hardiness: Facts and Fancy. *J. Insect Physiology*. Vol 31(10), 755-759
- CIAMPOLINI M., PERRINI S., TUMINO S. (1990): Forti danni da tripidi ad uva da tavolanei vigneti meridionali. *Informatore Agrario* 47(7): 127-131
- CHRISTENSEN J. H. (2004): Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects. PRUDENCE EVK2-CT2001-00132 –Final Report. <http://prudence.dmi.dk>
- DANKS H.V. (1978): Modes of seasonal adaptation in the Insects. *Canad. Entomologist* 110: 1167-1204
- DEL BENE G., GARGANI E. (1989): Contributo alla conoscenza di *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Redia* 72(2), 403-420.
- GAUM W.G., GILIOME E. J.H. und PRINGLE K.L. (1994): Life History and life tables of western flower Thrips *Frankliniella occidentalis* on english cucumbers. *Bull. Ent. Res.* 84, 219-224.
- GONZALES E., ALVARADO M., BERLANGA E., SERRANO A., DE LA ROSA A. (1994): Danos producidos por tripsen nectarinas en el Valle del Guadalquivir. *Bolletín de Sanidad Vegetal, Plagas* 20(1): 229-241.
- IIASA (2006): EUROPE - MONTHLY MEAN TEMPERATURE 1 KM  
[HTTP://WWW.IIASA.AC.AT/RESEARCH/LUC/GIS/CLIM\\_EUR.HTM](HTTP://WWW.IIASA.AC.AT/RESEARCH/LUC/GIS/CLIM_EUR.HTM)
- KATAYAMA H. (1997): Effect of temperature on development and oviposition of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Jap. Jour. of Applied Entomology and Zoology* 41(4), 225-231.
- KROMP-KOLB, H., GERERSDORFER, T., ASPÖCK, H., BAIER, P., SCHOPF, A., GEPP, J., GRAF, W., MOOG, O., KROMP, B., KYEK, M., PINTAR, M., FORMAYER, H., PARZ-GOLLNER, R., RABITSCH, W., SCHEIFINGER, H., SCHMUTZ, S., JUNGWIRTH, M., VOGL, W., WINKLER, H. (2003): Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Tierwelt – derzeitiger Wissensstand, fokussiert auf den Alpenraum und Österreich. Endbericht, im Auftrag des BMLFUW; ISBN: 978-3-900962-63-0.
- LACASA A., TORRES J., MARTINEZ M.C. (1993): *Frankliniella occidentalis* en los cultivos de nectarina de Murcia. Evolucion de las poblaciones y comportamiento de variedades. *Bolletín de Sanidad Vegetal, Plagas* 19(3): 335-344.
- LEWIS T. (1997): *Thrips as Crop Pests*, Wallingford , UK
- LOWRY V.K., SMITH J.W., MITCHELL F.L. (1992): Life fertility tables for *Frankliniella fusca* and *Frankliniella occidentalis* on Peanut. *Ann. of the ent. Soc. Amer.* 85(6), 744-754.
- MAC DONALD, BALE J.R. WALTERS K.F.A. (1997): Low temperature mortality and overwintering of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. *Bull. Entom. Res.* 87, 497-505.
- MAC DONALD, BALE J.R. Walters K.F.A. (1998): Effect of temperature on development of the western flower thrips , *Frankliniella occidentalis*. *Europ. Journ. Entom.* 95(2), 301-306.
- MARULLO R. (1991): *Frankliniella*, biologia, e strategie di difesa. *Terra e Vita* 15, 72-73.

- MARULLO R. (1999): (Impact of an introduced pest thrips on the indigenous natural history and agricultural systems of southern Italy. Proceedings of the 7<sup>th</sup> International symposium on Thysanoptera, 285-288.
- NICOLAS J., AUMONT C. (1994): Le thrips californien sur pecher-nectarinier en Roussillon. Synthèse de trois années d'études. Phytoma 460, 30-34.
- POLLINI A., CERONI M.R.(2004): Le problematique della difesa dai tripidi del pesco. Informatore Agrario 60(12), 85-87.
- ROECKNER (2005): IPCC DDC AR4 ECHAM5/MPI-OM. <http://cera-www.dkrz.de/>
- VAN RIJN, P.C.J., MOLLEMA C., STEENHUIS BROERS G.M. (1995): Comparative life history studies of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* on Cucumber. Bull. Entom. Res. 85(2), 285-297.
- ZUR STRASSEN R. (1986): *Frankliniella occidentalis* (Pergande 1895), ein nordamerikanischer Fransenflügler als neuer Bewohner europäischer Glashäuser. Nachrichtenblatt d. Deutschen Pflanzenschutzdienstes 38: 86-88.

### StartClim2005.C5

- Adolphi K. (1998): Anthropogene lineare Strukturen als Wuchsstätten und Ausbreitungswege von Arten. Braunschweiger Geobot. Arb. 5: 271-274.
- Altieri M.A. & Liebman M. (1988): Weed management in agroecosystems: ecological approaches. Weed management in agroecosystems: ecological approaches., viii + 354 pp.
- Aubrecht P.(1998): Corine Landcover in Österreich. Vom Sattelitenbild zum digitalen Bodenbedeckungsdatensatz. Umweltbundesamt, Wien.
- Balogh L., Dancza I. & Kiraly G. (submitted): Preliminary report on the grid-based mapping of invasive plants in Hungary. Neobiota 7.
- Bassett I.J., Crompton C.W. (1975): The biology of Canadian weeds. 11. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. psilostachya* DC. Canadian Journal of Plant Science 55: 463-476.
- Bohren C., Mermillod N. & Delabys N. (2006): Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Switzerland: development of a nationwide concerted action. Journal of Plant Diseases and Protection 113.
- Botond, M. & Botta-Dukat, B. (2004): Biológiai invaziók magyarországon Özönnövények. Alapítvány Kiado, Budapest, 408 pp.
- Chauvel, B., Dessaint, F., Cardinal-Legrand, C. & Bretagnolle, F. (2006) The historical spread of *Ambrosia artemisiifolia* L. in France from herbarium records. Journal of Biogeography, **33**, 665-673.
- Currie D.J. (1991): Energy and large-scale patterns of animal- and plant-species richness. American Naturalist, 137, 27-49

- Delisle, F.C., Lavoie, M.J. & Lachance, D. (2003): Reconstructing the spread of invasive plants: Taking into account biases associated with herbarium specimens. *Journal of Biogeography*, **30**, 1033-1042.
- Dirnböck T, Dullinger S, Grabherr G. (2003): A regional impact assessment of climate and land use change on alpine vegetation. - *Journal of Biogeography* 30: 401-418.
- Dubayah T. & Rich P.M. (1996): GIS-based solar radiation modeling. – In: Goodchild, M.F., Steyaert, L.T. und Parks, B.O. (Hrsg.) *GIS and Environmental Modeling*. John Wiley & Sons, New York. S. 129-134
- Essl F. (1994): Floristische Beobachtungen aus dem östlichen oberösterreichischen Alpenvorland. *Beitr. Naturk. Oberösterreichs* **2**: 65-86.
- Essl, F. & Rabitsch, W. (2002): *Neobiota in Österreich*. Umweltbundesamt, Wien, 432 pp.
- Essl F. & Rabitsch W. (2005): Österreichischer Aktionsplan zu gebietsfremden Arten (Neobiota). Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 26 pp.
- Essl F. & Walter J. (2005): *Ausgewählte neophytische Gefäßpflanzenarten Österreichs*. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Landwirtschaft und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Böhlau Verlag, Wien.
- Fink, J., Walder W. & Reyrich W. (1979): Böden und Standortsbeurteilung. – In: Österreichische Akademie der Wissenschaften (Hrsg.) *Atlas der Republik Österreich*. 6. Lieferung. Freytag-Berndt und Ataria, Wien.
- Fischer, M.A., Adler, W. & Oswald, K. (2005): *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol*. Biologiezentrum Oberösterreich, Linz, 1392 pp.
- Forcella F, Wilson RG, Dekker J, Kremer RJ, Cardina J, Anderson RL, Alm D, Renner KA, Harvey RG, Clay S, Buhler DD (1997): Weed seed bank emergence across the Corn Belt. *Weed Science*, 45(1): 67-76.
- Forstner W & Hübl E (1971): *Ruderal-, Segetal- und Adventivflora von Wien*. Notring Verlag, Wien, 148 pp.
- Freundorfer G. (2006): *Ambrosia in Österreich und angrenzenden Ländern. Ursprung, Beschreibung, Ausbreitung sowie Möglichkeiten der Bekämpfung des Neophyten *Ambrosia artemisiifolia* aus der Familie Compositae oder Asteraceae*. Abschlussarbeit des Universitätslehrgangs Mediae Naturae, 49 pp.

Gebben, A. I. (1965): The ecology of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in southern Michigan. Univ. Microfilms Inc. Ann Arbor, Michigan, 234 pp.

Genton, B.J., Shykoff, J.A. & Giraud, T. (2005): High genetic diversity in French invasive populations of common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*, as a result of multiple sources of introduction. *Molecular Ecology*, **14**, 4275–4285.

Gerstberger, P. (2001): *Plantago coronopus* subsp. *commutatus* als Straßenrandhalophyt eingebürgert in Mitteleuropa. *Tuexenia* 21: 249-256.

Gobiet, A., Beck, A., Truhetz, H., Dorninger, M., Formayer, H., Riegler, A., Haas, P. And Loibl, W. (2006): High resolution Climate Hindcasts and Scenarios for the Alpine Region. Presentation at the European Geosciences Union General Assembly, April 2006, Vienna.

Griese, D. (1998): Die viatische Migration einiger neophytischer Pflanzensippen am Beispiel norddeutscher Autobahnen. *Braunschweiger Geobot. Arb.* 5: 263-270.

Guisan, A. & Harrell, F.E. (2000): Ordinal response regression models in ecology. *Journal of Vegetation Science* 11: 617-626.  
Haberl, H., Aman, C., Bittermann, W., Erb, K.-H., Fischer-Kowalski, M., Geissler, S., Hüttler, W., Krausmann, F., Payer, H., Schandl, H., Schidler, S., Schulz, N., Weisz, H. und Winiwarter, V. (2001a): Die Kolonisierung der Landschaft. Indikatoren für nachhaltige Landnutzung. Schriftenreihe des Forschungsschwerpunktes Kulturlandschaftsforschung, Bd. 8. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Wien.

Haberl, H., Erb, K.-H., Krausmann, F., Loibl, W., Schulz, N.B. und Weisz, H. (2001b): Changes in Ecosystem Processes Induced by Land Use: Human Appropriation of Net Primary Production and Its Influence on Standing Crop in Austria. *Global Biochemical Cycles*, 15(4), 929-942

Haberl, H. und Zangerl-Weisz, H. (1997): Kolonisierende Eingriffe: Systematik und Wirkungsweise. – In: Fischer-Kowalski, M. (Hrsg.) *Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie*. Gordon & Breach Fakultas, Amsterdam. S. 129-148

Hamburger I (1948): Zur Adventivflora von Graz. Dissertation, Univ. of Graz, 121 pp

Harrell F.E. (2001): *Regression modelling strategies*. Springer, New York.

Hegi G. (Begr.) (1979): *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. Bd. VI/3: *Compositae*. Paul Parey Verlag, Hamburg, 2. Auflage.

- Hetzel G. (2006): Die Neophyten Oberfrankens. Floristik, Standortcharakteristik, Vergesellschaftung, Verbreitung, Dynamik. Diss. Univ. Würzburg, 160 pp.
- Hohla, M., Kleesadl, G. & Melzer, H. (1998): Floristisches von den Bahnanlagen Oberösterreichs. Beitr. Naturk. Oberösterreichs **6**: 139-301.
- Hohla M., Kleesadl G. & H. Melzer (2002): Neues zur Flora der oberösterreichischen Bahnanlagen – mit Einbeziehung einiger grenznaher Bahnhöfe Bayerns – Fortsetzung. Beitr. Naturk. Oberösterreichs **11**: 507-578.
- Jacob et al. (2005): unpublished report within the EU-project prudence - Prediction of Re-regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects.
- Jäger, S. (2000): Ragweed sensitisation rates correlate with the amount of inhaled airborne pollen. A 14-year study in Vienna, Austria. *Aerobiologia*, **16**:149-53.
- Jäger S. & Litschauer R. (1998): Ragweed in Austria. In: Spiexsma, F. (Ed.): Ragweed in Europe, 6<sup>th</sup> International Congress on Aerobiology, Satellite Symposium Proceedings, p. 22-26.
- Janchen, E. (1956-1960): *Catalogus Florae Austriae* 1. Springer Verlag (Wien).
- Jehlík V. (1995): Occurrence of alien expansive plant species at railway junctions of the Czech Republic. *Ochrana Rostlin*, 31(2):149-160
- Jogan N. (Hrsg.) (2001): *Gradivo za Atlas flore Slovenije*. Center za Kartografijo Faune in Flore, Miklavz na Dravskem polju, 443 pp.
- Jogan N. & Vres B. (1998) *Ambrosia artemisiifolia* – known distribution half a century after the first record in Slovenia. *Hladnikia* **10**: 45-47.
- Jorgensen PM (2002): *Ambrosia*, nourishment for gods or dangerous weeds?. *Blyttia*, 60(3):160-162.
- Kowarik I. (2003): *Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa*. Ulmer, Stuttgart, 380 pp.
- Kot, M., Lewis, M.A. & van den Driessche, P. (1996): Dispersal data and the spread of invading organisms. *Ecology* 77: 2027-2042.
- Maurer, W. (1998): *Flora der Steiermark, Band 2/1: Verwachsenkronblättrige Blütenpflanzen (Sympetale)*. IHW Verlag (Eching), 240 pp

- McCullagh, P & Nelder, J.A. (1989): Generalized Linear Models. Chapman and Hall, London.
- Melzer H. (1971): Neues zur Flora der Steiermark, XIII. Mitt. Nat. Ver. Stmk 100: 240-254.
- Melzer, H. (1989): Über *Cyperus esculentus* L., die Erdmandel, und weitere für Kärnten neue Gefäßpflanzen-Sippen und neue Fundorte bemerkenswerter Arten. Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich **126**: 165-178.
- Melzer H. & Bregant E. (1993): Bemerkenswerte Funde von Gefäßpflanzen in der Steiermark. Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark 123: 183-205.
- Moser, D., Dullinger, S., Englisch, T., Niklfeld, H., Plutzer, C., Sauberer, N., Zechmeister, H.G. und Grabherr, G. (2005): Environmental determinants of vascular plant species richness in the Austrian Alps. Journal of Biogeography, 32, 1117-1127
- Niklfeld, H. (1998): Mapping the flora of Austria and the eastern Alps. Rev.Valdot.Nat. 51, Suppl.: 53-62.
- Oppermann, F. W. (1998): Die Bedeutung von linearen Strukturen und Landschaftskorridoren für Flora und Vegetation der Agrarlandschaft. Dissert. Bot. 298: 214 S.
- Peterseil, J., Wrabka, T., Plutzer, C., Schmitzberger, I., Kiss, A., Szerencsits, E., Reiter, K., Schneider, W., Suppan, F. und Beissmann, H. (2004): Evaluating the ecological sustainability of Austrian cultural landscapes – The SINUS approach. *Land Use Policy*, 21, 307-320
- Pope, V. D., Gallani M. L., Rowntree P. R. und Stratton R. A. (2000): The impact of new physical parametrizations in the Hadley Centre climate model -- HadAM3. *Climate Dynamics*, 16: 123-146
- Preston CD, Pearman DA & Dines TD (2003): New Atlas of the British and Irish Flora. Oxford University Press, Oxford, 910 pp.
- Pyšek, P., Sadlo, J. & Mandak, B. (2002) Catalogue of alien plants of the Czech Republic. *Preslia*, **74**, 97-186.
- Pyšek, P. & Hulme, P. (2005): Spatio-temporal dynamics of plant-invasions: Linking pattern to process. *Ecoscience*, **12/3**, 302-315.
- Reinhardt F., Herle M., Bastiansen . & Streit B. (2003): Ökonomische Folgen der Ausbreitung von Neobiota. Umweltbundesamt Texte 79/03, 248 pp.

Savotikov, Yu. F., Smetnik, A. I. (Hrsg.) (1995): [The handbook of pests, diseases and weeds having quarantine importance for the territory of the Russian Federation.] Arnika, Nizhnyj Novgorod (in Russisch).

Sheppard AW., Shaw RH. & Sforza R. (2006) Top 20 environmental weeds for classical control in Europe: a review of opportunities, regulations and other barriers to adoption. *Weed Research* 46, 93-117.

Shigesada, N. & Kawasaki, K. (2002): Invasion and the range expansion of species: effects of long-distance dispersal. *Dispersal Ecology* (eds. J.M. Bullock, R.E. Kenward & R.S. Hails), pp. 350-373. Oxford, Blackwell.

Taramarcaz, P., Lambelet, C., Clot, B., Keimer, C. & Hauser, C (2005) Ragweed (*Ambrosia*) progression and its health risks: will Switzerland resist this invasion? *Swiss Medical Weekly*, **135**, 538-548.

Turc L. (1961): Évaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle, formule simplifiée et mise à jour. *Annales Agronomiques*, *12*, 13-49

USDA Plant Database (2006): *Ambrosia artemisiifolia*. (<http://plants.usda.gov>) (Zugriff: 12 September 2006). National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA

Umweltbundesamt (2005) Naturschutzfachliches Informationssystem Austria (NISA). <http://gis.umweltbundesamt.at/austria/natur/nisa/Default.faces> (Accessed August 2005).

Vitousek, P.M., Ehrlich, P.R., Ehrlich, A.H. und Matson, P.A. (1986): Human Appropriation of the Products of Photosynthesis. *BioScience*, *36*(6), 363-373

Walther, G.R. (2003): Plants in warmer world. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 6/3: 169-185.

Wayne P., Foster S., Connolly J., Bazzaz F. & Epstein P. (2002): Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is increased in CO<sub>2</sub>-enriched atmospheres. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 88: 279-282.

Weber, L. (1997). Geologische Karte 1:500.000 von Österreich (modifiziert). Geologische Bundesanstalt, Wien

Wright, D. (1990): Human Impacts on the Energy Flow through Natural Ecosystems, and Implications for Species Endangerment. *Ambio*, *19*(4), 189-194

Zidorn C. & Dobner M.J. (1999): Beitrag zur Ruderalflora der Bahnhöfe von Nordtirol. *Ber nat.-med. Ver. Innsbruck* 86: 89-93.

Ziska L.H. & Caulfield F.A. (2000): Rising CO<sub>2</sub> and pollen production of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*), a known allergy-inducing species: implications for public health. *Aust. J. Plant. Physiol.* 27: 893-898.

Zwander H. (2000): Neue Daten zum Pollenflug des Traubenkrautes (*Ambrosia artemisiifolia*) in Klagenfurt (Kärnten). *Linzer biol. Beitr.* 32/2: 738-739.

### **StartClim2005.F**

ABDERHALDEN, W. (2005): Raumnutzung und sexuelle Segregation beim Alpensteinbock, *Capra ibex ibex*. *Nationalpark-Forschung in der Schweiz*. Bd. 92.

BARTELME, N. (2000): Geoinformatik. Modelle, Strukturen, Funktionen. 3. Auflage, Springer Verlag.

BERTERMANN, C., C. WEBER-SPARENBERG, A. PECHURA, A.-I. RENARD, H.-H. BERGMANN (1998): Zur Ernährung von Alpenschneehühnern *Lagopus mutus helveticus* im Sommer. *Egretta* 41:15-26.

BLÖSCHL, G. und R. MERZ (2002): Methoden der hydrologischen Regionalisierung im Zusammenhang mit der Niederschlag-Abflussmodellierung. In: *Wiener Mitteilungen, Wasser-Abwasser-Gewässer*, Band 164, Technische Universität Wien, 149-178.

BÖHM, R., I. AUER, M. BRUNETTI, M. MAUGERI, T. NANNI, W. SCHÖNER (2001): Regional Temperature Variability in European Alps 1760-1998 from homogenised instrumental Time Series. *International Journal of Climatology* 21/14: 1779-1801.

BRIEDERMANN, L. (1985): Gamswild – *Rupicapra r. r.* (L). In: *Buch der Hege*, Band 1, Haarwild; Hrsgb.: Stubbe H., 210-233.

CARMIGNOLA, G. (2000): Das Steinwild in Südtirol. Hrsgb.: *Autonom. Prov. Bozen, Amt für Jagd und Fischerei*. Bozen: Athesia.

CHILDS, C. (2004): *Interpolating Surfaces in ArcGIS Spatial Analyst*. ESRI Education Services. ArcUser July-September 2004.

DAUBENMIRE, R. (1954): Alpine timberlines in the Americas and their interpretation. *Butler Univ. Bot. Studies*, 11. 119-136.

DAVID, A. (1999): Das Steinwild. In: *Muffel-, Gams- und Steinwild – Vorkommen, Biologie, Hege, Jagd*. Sonderheft *Wild und Hund – Exklusiv* 82-95. Singhofen: Paul Parey.

DEUTZ, A., C. ASTE (1985): Das Gamswild in der Steiermark. *Anblick* 11, 8-11.

DEUTZ, A. und G. GRESSMANN (2001): *Gams- und Steinwild – Biologie, Krankheiten, Jagdpraxis*. Graz: Leopold Stocker.

ELLENBERG, H. (1986): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart; 520 pp.

ELLENBERG, H. (1996): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

FLACKE, W. und B. KRAUS (2003): *Koordinatensysteme in ArcGIS. Praxis der Transformationen und Projektionen*. Points Verlag Norden, Halmstad.

FILLI, F. (2002): *Der Steinbock im Spiegel von Theorie und Management*. Diss. Techn. Univ. München.

FILLI, F. und S. CAMPPELL (2005): Der Sommerlebensraum der Gämse *Rupicapra rupicapra* in einem inneralpinen Lebensraum am Beispiel der Gebiete Il Fuorn und Val Trupchun im Schweizerischen Nationalpark. *Nationalpark-Forschung in der Schweiz*, Bd. 95, 149-170.

KLAUS, S., H.-H. BERGMANN, C. MARTI, F. MÜLLER, O.A. VITTOVIČ, J. WIESNER (1990): *Die Birkhühner*. Die Neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen Verlag; 288 pp.

KROMP-KOLB, H. und H. FORMAYER (2005): *Schwarzbuch Klimawandel. Wie viel Zeit bleibt uns noch?* ecowin Verlag der TopAkademie GmbH, Salzburg.

- GALLAUN, H., P. SACKL, C. PRASCHK, M. SCHARDT, P. TRINKAUS (2006): IPAM-Toolbox. Großflächige Inventur eines Alpenen Natura 2000 Gebietes mittels Fernerkundung in den Niederen Tauern / Steiermark. Im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung, Graz, 167p.
- GLUTZ, V. BLOTZHEIM, U. N., P. GÉROUDET, M. SCHWARZ, P. GRÜNIG (1962): „Die Brutvögel der Schweiz“ - Aargauer Tagblatt AG, Aarau; 648 pp.
- GLUTZ, V. BLOTZHEIM, U. N., K. BAUER, E. BEZZEL (1973): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 5, Akademische Verlagsgesellschaft Wiesbaden; 699 pp.
- GOBIET, A., A. BECK, H. TRUHETZ, M. DORNINGER, H. FORMAYER, A. RIEGLER, W. LOIBL (2006): High resolution climate hindcasts and scenarios for the Alpine Region. Geophysical Research Abstracts, Vol. 8, 06788. European Geosciences Union 2006
- GOOVAERTS, P. (2000): Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. J. Hydrology (228) 1-2. 113-129
- GRABHERR, G., M. GOTTFRIED, H. PAULI (2003): Klimawandel und Vegetationsveränderungen im Hochgebirge. Beobachtungen, Messungen, Prozessmodellierungen. In: Colloquium Geographicum, Vol. 26, 104-113.
- GRACE, J., F. BERNINGER, L. NAGY (2002): Impacts of Climate Change on the Tree Line. Institute of Ecology & Resource Management, University of Edinburgh, UK and Department of Forest Ecology, University of Helsinki, Finland.
- GRESSMANN, G. (1997): Populationsentwicklung von ausgesetzten Alpensteinböcken (*Capra ibex* L.) am Ostalpenrand. Dipl.arbeit, Naturwiss. Fak. Univ.Graz.
- GRESSMANN, G. (2005): Lebensraumbewertung für das Steinwild im Bundesland Salzburg. Unveröffentlicht. Endbericht im Auftrag der Salzburger Jägerschaft.
- GRESSMANN, G., A. DEUTZ, C. ASTE, W. SCHRÖDER (2000): Die Bedeutung der Topographie für das Populationswachstum von Steinwildkolonien am Ostalpenrand. Z. Jagdwiss. 46, 14-22.
- GRIGNOLIO, S., F. PARRINI, B. BASSANO, S. LUCCARINI, M. APOLLINIO (2003): Habitat selection in adult males of Alpine ibex, *Capra ibex ibex*. Folia Zool. 52(2), 113-120.
- HAFNER, F. (1993): Untersuchungen an den Rauhfußhühnern und dem Steinhuhn in den Hohen Tauern. Ökologische Bildungsstätte Oberfranken: 79-84.
- HAMR, J. (1984): Home range sizes and determinant factors in habitat use and activity of the chamois (*Rupicapra rupicapra* L.) in northern Tyrol, Austria. Diss. Univ. Innsbruck.
- HARTL, G. B. (1987): Genetische Gefährdung des Alpensteinbocks? Der Anblick 1, 34-36.
- HEIRI, C., H. BUGMANN, W. TINNER, O. HEIRI, H. LISCHKE (2006): A model-based reconstruction of Holocene treeline dynamics in the Central Swiss Alps. Journal of Ecology. British Ecological Society 2006.
- HÖHN, O. E. (1969): „Die Schneehühner“ – A. Ziemsen Verlag Wittenberg Lutherstadt; 82 pp.
- HOLTMEIER, F.K. (2003): Mountain timberlines. Ecology, patchiness and dynamics. Advances in Global Change Research, Band 14. Kluwer Academic Publisher, Netherlands.
- HÖLZINGER, J. (1980): Der Untergang des Birkhuhns *Lyrurus tetrix* in Baden-Württemberg und dessen Ursachen. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg, 16: 123-134.
- HUBER, B. und P. INGOLD (1991): Bestand und Verteilung der Territorien des Alpenschneehuhns *Lagopus mutus* am Augstmatthorn BE. Der Ornithologische Beobachter 88: 1-7.
- JOHNSTON, K., J.M. VER HOEF, K. KRIVORUCHKO and N. LUCAS (2001): Using ArcGIS Geostatistical Analyst. ESRI, Redlands, USA.
- KLAUS, S., H.-H. BERGMANN, C. MARTI, F. MÜLLER, O.A. VITTOVIČ, J. WIESNER (1990): Die Birkhühner. Die Neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen Verlag; 288 pp.
- KÖRNER, CH. (1998): A re-assessment of high elevation treeline position and their explanation. Oecologia, 115. 445-459.
- KÖRNER, CH. (1999): Alpine plant life. – Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

- KNAUS, W., und W. SCHRÖDER (1975): Das Gamswild. 2. Auflage, Berlin: Paul Parey.
- LINDNER, A. (1977): Die Waldhühner. Hamburg, Berlin: Parey; 148 pp.
- LINDSTRÖM, J., P. RINTAMÄKI, I. STORCH (1998): Tetrao tetrix (Black Grouse) In: BWP Update, The Journal of the Birds of the Western Palearctic. Vol. 2 No. 3, Oxford University Press; 173-191.
- MAYER, H. (1976): Gebirgswaldbau-Schutzwaldpflege. Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart: 436.
- MEILE, P. (1980): Zur Platzkonkurrenz von Balzplätzen und Wintersportanlagen. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg, 16: 51-58.
- MEILE, P., M. GIACOMETTI, P. RATTI (2003): Der Steinbock – Biologie und Jagd. Bern: Salm.
- MILLER, C., (1999): Gamswild: Die Felsenziege – ein vitaler Sonderling. In: Muffel-, Gams- und Steinwild – Vorkommen, Biologie, Hege, Jagd. Sonderheft Wild und Hund – Exclusiv, 58-81. Singhofen: Paul Parey.
- NERL, W., L. MESSNER, P. SCHWAB (1995): Das große Gamsbuch. Klosterneuburg; Hubertus.
- NICOLUSSI, K., M. KAUFMANN, G. PATZELT, J. PFLICHT VAN DER, A. THURNER (2005): Holocene tree-line variability in the Kauner Valley, Central Eastern Alps, indicated by dendrochronological analysis of living trees and subfossil logs. Vegetation History and Archaeobotany 14. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- NICOLUSSI, K., G. PATZELT (2006): Klimawandel und Veränderungen an der alpinen Waldgrenze - aktuelle Entwicklungen im Vergleich zur Nacheiszeit. BFW-Praxisinformation 10, April 2006, Wien. 3 – 5.
- NIEVERGELT, B. (1965): Der Alpensteinbock in seinem Lebensraum. Diss. Univ. Zürich.
- OBLED, C. (1990): Hydrological modelling in regions of rugged relief. In: Lang, H. and Musy, A. (Eds.) Hydrology in Mountainous Regions. I-Hydrological Measurements; the Water Cycle (Proc. Lausanne Symp., Aug. 1990). IAHS Publ. 193, 599-613.
- ONDERSCHEKA, K., G.B. HARTL (1985): Steinwild. Capra ibex L. In: Buch der Hege, Band 1, Haarwild; Hrsgb.: Stubbe H., 236-247.
- OZENDA, P. (1988): Die Vegetation der Alpen im europäischen Gebirgsraum Aus d. franz. Übers. von Hannes Mayer u. Andreas Zirinig. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart - New York.
- PAULI, H-R. (1980): Nahrungsökologische Untersuchungen am Birkhuhn in den Schweizer Alpen. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg, 16: 28-35.
- PEZZI, G. und C. FERRARI (2004): Spatial pattern of the upper timberline and heath deficiency of *Fagus sylvatica* L. in the Northern Apennines. 14<sup>th</sup> Meeting of the Italian Society of Ecology. 4.-6. Oktober 2004, Siena.
- RECLIP:MORE TEAM (2006): Project reclip:more - overview: Objectives, tasks and results 2004-2005. In: Klimaforschungsinitiative AustroClim: 9. Österreichischer Klimatag „Klima, Klimawandel und Auswirkungen“, 16. und 17. März 2006, Wien.
- REIMOSER, F. (2001): Problem Waldgams. Weidwerk 3, 10-13.
- REIMOSER, F. (2002): Das Waldgamsproblem. Schriftenreihe des LJV Bayern e. V. 9, 15-20. In: Int. Symp. D. LJV Bayern e.V. u. d. Bayr. Ak. F. Tiersch., Umwelt und Jagdwiss..
- SACKL, P. und SAMWALD (1997): Atlas der Brutvögel der Steiermark. Austria Medien Service, Graz, 432 pp.
- SACKL, P. und L. ZECHNER (1995): „Niedere Tauern“ In : Dvorak, M. & Karner, E. (1995): „Important Bird Areas in Österreich. Umweltbundesamt Monogr. 71, Wien: 367-373. Schaffer, A. (1904): Pfarrer P. Blasius Hanf als Ornitholog. Selbstverlag Benediktiner-Abtei, St. Lambrecht, 384 pp..
- SÄGESESSER, H. und F. KRAPP (1986): *Rupicapra rupicapra* (Linnaeus 1758). In: Handb. der Säugetiere Europas. Wiesbaden: Aula.
- SCHATZ, H. (1998): Das Gamswild und die Sonne. Anblick 8, 8-11.
- SCHARFETTER, R. (1938): Das Pflanzenleben der Ostalpen. Wien: 419 p.

- SCHAUMBERGER, A. (2005): Ertragsanalyse im österreichischen Grünland mittels GIS unter besonderer Berücksichtigung klimatischer Veränderungen. Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg- Gumpenstein, Irdning.
- SCHERZINGER, W. (1976): Rauhuß-Hühner. Nationalparkamt Bayerischer Wald, Heft 2; 71 pp.
- SCHÖNBECK, H. (1955): Die Verbreitung des Alpenschneehuhnes in der Steiermark. Vogelkundliche Nachrichten aus Österreich Folge 6: 2-5.
- SCHNIDRIG-PETRIG, R. und U.P. SALM (1998): Die Gemse. Biologie und d Jagd. Bern: Salm..
- SLOTTA-BACHMAYR, L. und N. WINDIG (1994): Verteilung und Siedlungsdichte von Schnee- und Birkhuhn (*Lagopus mutus*, *Tetrao tetrix*) im Laufe der Vegetationsperiode im Wald- und Baumgrenzbereich (Hohe Tauern, Österreich). Der Ornithologische Beobachter 91: 195-202.
- STARLING-WESTERBERG, A. (2001): The habitat use and diet of Black Grouse (*Tetrao tetrix*) in the Pennine Hills of Northern England. Bird Study 48: 76-89.
- WIERSEMA, G. (1982): Zur Wiedereinbürgerung des Alpensteinbockes. Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt, 9-15.
- WIERSEMA, G. (1984): Seasonal use and quality assesment of ibex habitat. Acta Zool. Fennica. In: Proceedings of the Third International Theriological congress, Helsinki 15.-20. August 1982.
- WIERSEMA, G. und W. SCHRÖDER (1983): How to find Suitable Ibex Habitat Using Landsat Imagery. S. Lovari ed.: The Biology and Management of Montain Ungulates. Croom Helm, 226-230.
- ZECHNER, L. (1996): Siedlungsdichte und Reproduktion des Steinadlers (*Aquila chrysaetos*) in den südlichen Niederen Tauern (Steiermark). In: Abhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft Österreich; 29: 123-139.
- ZEILER, H. (1996): Jagd und Nachhaltigkeit. Monographien Band 73, Umweltbundesamt Wien.
- ZEITLER, A. (1999): Rauhußhühner und Wintersport. Laufener Seminarbeitr. 6/99: 47-51.

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

### Abbildungen

- Abb. 1: Relative Änderung der täglichen Zahl an Todesfällen in Abhängigkeit von der täglichen Maximaltemperatur.----- 21
- Abb. 2: 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. ---- 23
- Abb. 3: Thermische Verhältnisse in Österreich, interpretiert nach unterschiedlichen Gesichtspunkten: (a) klassische Klimakarten, (b) Hitzetage und (c) thermischer Belastungsgebiete (Bioklima). ----- 24
- Abb. 4: Häufigkeiten (Tage/Jahr) von nächtlichen Minimumtemperaturen gleich oder oberhalb verschiedener Schwellenwerte an den Stationen Wien Hohe Warte und Klagenfurt von der Periode 1961-1990 (jeweils untere Linie) zur Periode 1985-2005 (jeweils obere Linie). ----- 25
- Abb. 5: Stadteffekt: Häufigkeiten (Tage/Jahr) von nächtlichen Minimumtemperaturen gleich oder oberhalb verschiedener Schwellenwerte an den Stationen „Wien Hohe Warte“ und „Wien Innere Stadt“ während der Periode 1985-2005.----- 26
- Abb. 6: Zunahme der Sterbezahlen (relatives Risiko) in Abhängigkeit der gewählten Parameter bzw. der definierten Perioden, bezogen auf die Periode 1990-2004, Gesamtsterblichkeit in Wien. „Warme Nacht“ bezeichnet die Abfolge eines heißen Tages ( $T_{max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ ) vor und nach einer Nacht mit  $T_{min} \geq 18^{\circ}\text{C}$ . - 27
- Abb. 7: 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 Analogszenerarien zu erwartende Entwicklung für die Perioden 1989-2018 und 2019-2048.----- 28
- Abb. 8: links: Beschädigung der Leitungstrasse an der Samina (Hans Amman,2005); rechts: Grundwasserfeld Franstanzer Ried beim Hochwasser 2005 (Hans Amman, 2005)----- 29
- Abb. 9: Nachweise der Ambrosie in Österreich, summiert nach Dekaden.----- 33
- Abb. 10: : Verteilung der potentiellen Habitate der Ambrosie in Österreich unter verschiedenen Klimabedingungen ----- 34
- Abb. 11: Getreidewanze (links) und Ampferblattkäfer (rechts) ----- 36
- Abb. 12: Abweichungen vom 30-jährigen Temperaturmittel (0-Linie) in den Vor- und Nachlauf-jahren der Jahre 1953 bzw. 2003 mit Schädlingsausbrüchen der Getreidewanzen in Ostösterreich; Klimadaten der Station Neusiedl/See, ZAMG. ----- 37

- Abb. 13: 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. ----- 37**
- Abb. 14: Durch *Frankliniella occidentalis* hervorgerufene Schäden an verschiedenen typischen Freilandkulturen (purpurfarbene Sterne) wie Nektarinen und Wein. Man kann davon ausgehen, dass der Kalifornische Blüenthrips in diesen Gebieten im Freiland überwintert. Als Kartenhintergrund ist die mittlere Januartemperatur in Europa dargestellt (nach IIASA 2006) ----- 39**
- Abb. 15: Mittlere Wiederkehrdauer von Tagen mit einem Temperaturmaximum von mehr als 15°C im Winter in den Verbreitungsregionen von *Frankliniella occidentalis* im Vergleich zu Österreich (Wien, Bregenz). Die Orte Cervia, Forli und Rimini sind benachbart zu Brisighella als dem bisher nördlichsten Ort mit dokumentiertem Freilandauftreten.----- 40**
- Abb. 16: Mittlere Änderung der Wintertemperatur im Alpenraum. Szenario basierend auf je 3 Ensembleläufen des GCMs ECHAM5 betrieben mit den Emissionsszenarien A1B und A2. Mittel über je 3 Ensembles und 10 Jahre.40**
- Abb. 17: Mögliche Verbreitungsgebiete der Tularämie im Jahr 2005 und 2035 ----- 42**
- Abb. 18: Temperaturveränderung von Dekade 1990-2000 zur Dekade 2040-2050 (Klimamodell MM5)----- 43**
- Abb. 19: Isothermen an der temperaturbedingten Wachstumsgrenze für Bäume ----- 44**
- Abb. 20: Aktuelle und zukünftige Habitateignung für Schneehuhn unter Annahme einer Temperaturerhöhung von ca. 2,2°C und daraus ermitteltem Anstieg der Waldgrenze. ----- 44**

## Tabellen

- Tab. 1: Vergleich der berechneten mit den gezählten Todesfällen pro Tag an Kysely-Tagen im Sommer (Juni-August). Sterbefälle an Grippetagen (gegenüber dem gesamten Jahr und den Wintermonaten) zum Vergleich. ----- 22**
- Tab. 2: Prognostizierte jährliche Sterbefälle durch Hitzewellen (Szenarium A1B und B1). ----- 22**
- Tab. 3: Häufigkeiten (Tage/Jahr) von nächtlichen Minimumtemperaturen gleich oder oberhalb verschiedener Schwellenwerte für die untersuchten Stationen Österreichs während der Periode 1961-1990 (Klimanormalperiode) und der Periode 1985-2005.----- 25**
- Tab. 4: Historische Entwicklung von Häufigkeiten (Tage/Jahr) von nächtlichen Minimumtemperaturen gleich oder oberhalb verschiedener Schwellenwerte. Vergleich der Stationen Graz-Universität und Wien Hohe Warte für die**

**historischen Perioden 1961-1990 und 1985-2005 bzw. der aufgrund von  
Analogszensarien zu erwartenden Entwicklung für die Perioden 1989-2018 und  
2019-2048.----- 28**

**Tab. 5: Schadensbeschreibung und –bewertung----- 30**

**Tab. 6: Veränderung der Flächen geeigneter Lebensräume unter Annahme einer  
Erwärmung von ca. 2,2°C und zukünftiger Verschiebung der Waldgrenze  
ausgehend von den aktuellen Habitaten.----- 45**

## Anhang

Die folgende Projekte wurden in StartClim2003 und StartClim204 bearbeitet. Die Berichte werden sowohl auf der StartClim2005-CD-ROM als auch auf der StartClim-Homepage ([www.austroclim.at/startclim/](http://www.austroclim.at/startclim/)) veröffentlicht.

### Projekte aus StartClim2003

- StartClim.1: Qualitätskontrolle und statistische Eigenschaften ausgewählter Klimaparameter auf Tageswertbasis im Hinblick auf Extremwertanalysen**  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Wolfgang Schöner, Ingeborg Auer, Reinhard Böhm, Sabina Thaler
- StartClim.2: Zeitliche Repräsentativitätsanalyse 50jähriger Klimadatenätze im Hinblick auf die Beschreibung der Variabilität von Extremwerten**  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Ingeborg Auer, Reinhard Böhm, Eva Korus, Wolfgang Schöner
- StartClim.3a: Extremereignisse: Ereignisbezogene Dokumentation- Prozesse Bergstürze, Hochwasser, Muren, Rutschungen und Lawinen**  
Institut für Alpine Naturgefahren und Forstliches Ingenieurwesen  
Universität für Bodenkultur  
Dieter Rickenmann, Egon Ganahl
- StartClim.3b: Dokumentation von Auswirkungen extremer Wetterereignisse auf die landwirtschaftliche Produktion**  
ARC Seibersdorf research  
Gerhard Soja, Anna-Maria Soja
- StartClim.3c: Ereignisdatenbank für meteorologische Extremereignisse MEDEA (Meteorological extreme Event Data information system for the Eastern Alpine region)**  
Umweltbundesamt, Martin König, Herbert Schentz, Johann Weigl  
IIASA, Matthias Jonas, Tatiana Ermolieva
- StartClim.4: Diagnose von Extremereignissen aus großräumigen meteorologischen Feldern**  
Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur  
Andreas Frank, Petra Seibert
- StartClim.5: Statistische Downscalingverfahren zur Ableitung von Extremereignissen in Österreich**  
Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur  
Herbert Formayer, Christoph Matulla, Patrick Haas  
GKSS Forschungszentrum Geesthacht, Nikolaus Groll
- StartClim.6: Adaptionstrategien der von extremen Wetterereignissen betroffenen Wirtschaftssektoren: Ökonomische Bewertung und die Rolle der Politik**  
Austrian Humans Dimensions Programme (HDP-A)  
Institut für Volkswirtschaftslehre Karl-Franzens-Universität Graz  
Karl Steininger, Christian Steinreiber, Constanze Binder, Erik Schaffer  
Eva Tusini, Evelyne Wiesinger
- StartClim.7: Hochwasser-bedingte Veränderungen des gesellschaftlichen Stoffwechsels: Fallstudie einer betroffenen Gemeinde**  
Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung,  
Abteilung Soziale Ökologie  
Willi Haas, Clemens Grünbühel, Brigitt Bodingbauer

- 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  
Walter Hyll, Nadja Vettters, Franz Prettenthaler
- StartClim.9: Hochwasser 2002: Datenbasis der Schadensbilanz**  
Zentrum für Naturgefahren (ZENAR), Universität für Bodenkultur  
Helmut Habersack, Helmut Fuchs
- StartClim.10: Ökonomische Aspekte des Hochwassers 2002: Datenanalyse, Vermögensrechnung und gesamtwirtschaftliche Effekte**  
Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung  
Daniela Kletzan, Angela Köppl, Kurt Kratena
- StartClim.11: Kommunikation an der Schnittstelle Wissenschaft und Bildung**  
Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur  
Ingeborg Schwarzl  
Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung,  
Abteilung Soziale Ökologie  
Willi Haas
- 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  
Simon Tschannett, Barbara Chimani, Reinhold Steinacker
- StartClim.13: Hochaufgelöste Niederschlagsanalysen**  
Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Wien  
Stefan Schneider, Bodo Ahrens, Reinhold Steinacker, Alexander Beck
- StartClim.14: Hochwasser 2002: Prognosegüte meteorologischer Vorhersagemodelle**  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Thomas Haiden, Alexander Kann
- StartClim.C: Erstellung eines langfristigen Klima-Klimafolgen-Forschungsprogramms für Österreich**  
Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur  
Helga Kromp-Kolb, Andreas Türk
- StartClim.Literaturdatenbank:**  
**Aufbau einer umfassenden Literaturdatenbank zur Klima- und Klimafolgenforschung als allgemein zugängliche Basis für weitere Klimaforschungsaktivitäten**  
Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur  
Patrick Haas

## Projekte 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

Ingeborg Auer, Eva Korus, Reinhard Böhm, Wolfgang Schöner

**StartClim2004.B: Untersuchung regionaler Klimaänderungsszenarien hinsichtlich Hitze- und Trockenperioden in Österreich**

Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur

Herbert Formayer, Petra Seibert, Andreas Frank, Christoph Matulla,

Patrick Haas

**StartClim2004.C: Analyse der Auswirkungen der Trockenheit 2003 in der Landwirtschaft Österreichs – Vergleich verschiedener Methoden**

ARC Seibersdorf research

Gerhard Soja, Anna-Maria Soja

Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur

Josef Eitzinger, Grzegorz Gruszczynski, Mirek Trnka, Gerhard Kubu,

Herbert Formayer

Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur

Werner Schneider, Franz Suppan, Tatjana Koukal

**StartClim2004.F: Weiterführung und Ausbau von MEDEA (Meteorological extreme Event Data information system for the Eastern Alpine region)**

Umweltbundesamt

Martin König, Herbert Schentz, Katharina Schleidt

IIASA

Matthias Jonas, Tatiana Ermolieva

**StartClim2004.G: „Hängen Hitze und Leistungsfähigkeit zusammen?“**

**Ein Projekt an der Schnittstelle Wissenschaft und Bildung**

Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur

Ingeborg Schwarzl, Elisabeth Lang, Erich Mursch-Radlgruber