

## Anpassung an den Klimawandel in Österreich

Kurzfassung  
Juli 2009

Projektleitung

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



lebensministerium.at

BM.W.F<sup>a</sup>

bmwfi

Bundesministerium für  
Wirtschaft, Familie und Jugend

Die Österreichische  
Hagelversicherung *HW*

 *ÖBf*

 **BUNDESMINISTERIUM  
FÜR GESUNDHEIT**

 **Verbund**  
Austrian Hydro Power

 **OESTERREICHISCHE  
NATIONALBANK**

umweltbundesamt<sup>U</sup>

## StartClim

Das Klimaforschungsprogramm StartClim, ist ein flexibles Instrument, das durch kurze Laufzeit und jährliche Vergabe von Projekten rasch aktuelle Themen im Bereich Klimawandel aufgreifen kann. Im Rahmen von StartClim-Projekten können und sollen neue Themen, die mit Klima bzw. Klimawandel in Zusammenhang stehen, aus den verschiedensten Sichtweisen und von verschiedensten Fachrichtungen interdisziplinär erforscht werden. Obwohl das Programm von der Mittelausstattung bescheiden ist, konnten bisher über 100 österreichische Forscher und Forscherinnen bzw. fast 40 Institutionen erste Studien zum Klimawandel und dessen Auswirkungen durchführen, die sich immer häufiger in Folgestudien, von anderen Quellen finanziert, fortsetzen. Das Programm hat daher bisher nicht nur interessante Ergebnisse hervorgebracht, sondern auch wesentlich dazu beigetragen, dass das nötige Know-How in der österreichischen Klimaforschungswelt entwickelt werden konnte.

StartClim wird von einem Geldgeberkonsortium finanziert, dessen Zusammensetzung 2008 um die Österreichischen Bundesforste erweitert wurde und nun neun Institutionen umfasst (siehe Deckblatt und Seite 20). Ein internationaler wissenschaftlicher Beirat begutachtet und begleitet die jeweiligen Forschungsprojekte.

StartClim wurde im Jahr 2002 von der Klimaforschungsinitiative AustroClim initiiert. In AustroClim schlossen sich österreichische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der Klima- und Klimafolgenforschung mit dem Ziel zusammen, eine koordinierte, langfristig angelegte, hinreichend dotierte Klimaforschung in Österreich zu etablieren und sich in fächerübergreifenden Kooperationen den Herausforderungen des Klimawandels zu stellen. Die erforderlichen Entscheidungen in Politik, Wirtschaft und bei jeder einzelnen Person sollen durch Bereitstellung wissenschaftlicher Basisinformationen unterstützt werden.

Die Anstoßfinanzierung in StartClim ermöglichte erste Untersuchungen zu verschiedensten Themenbereichen, die sich von meteorologischen Extremereignissen über die Analyse von Hitze und Trockenheit bis zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die verschiedensten Sektoren und Regionen erstrecken. Dabei werden neben den naturwissenschaftlichen auch sozioökonomische Aspekte betrachtet.

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

Die Folgen der Klimaänderung sind bereits deutlich spürbar. Ein bestimmtes Maß an Klimaänderung ist in diesem Jahrhundert und darüber hinaus nicht mehr aufzuhalten. Anpassungsmaßnahmen stellen daher keine Alternative zum Klimaschutz dar, sondern sind eine unvermeidbare Notwendigkeit und eine not

wendige Ergänzung geworden. Das Wissen über Anpassungsmöglichkeiten ist zum Teil noch sehr lückenhaft und bleibt bisher noch weit hinter den Möglichkeiten und Notwendigkeiten zurück. StartClim2008 widmet sich daher erstmals dem Thema „Anpassung an den Klimawandel in Österreich“.

Die Projekte in StartClim2008 befassen sich mit der Rolle von Waldböden im Klimawandel, mit Methoden zur Verringerung der Verdunstung, der Erosion und des Schädlingsbefalls in der Landwirtschaft, mit Anpassung in der Bio-Berglandwirtschaft und dem Rückgang der Permafrostgebiete in Tirol, sowie mit dem Einfluss von Adaptationsmaßnahmen auf das akute Sterberisiko in Wien.

## Beiträge aus StartClim2008

- StartClim2008.A: Einfluss von Adaptationsmaßnahmen auf das akute Sterberisiko in Wien durch Temperaturextreme**  
Institut für Umwelthygiene, MUW; Institut für Meteorologie, BOKU
- StartClim2008.B: Welche Anpassungen der derzeitigen Erosionsschutzmaßnahmen sind unter den Bedingungen des Klimawandels zu empfehlen?**  
Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft, BOKU; Institut für Meteorologie, BOKU; Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, BOKU
- StartClim2008.C: Praxiserprobung des Monitoringkonzepts "Anpassungen der Schadinsektenfauna an den Klimawandel" anhand der Erhebung von aktuellen Erdraupenschäden (*Agrotis segetum*, Schiff.; Fam. Noctuidae) unter Berücksichtigung von Standortfaktoren und Klima**  
Bio Forschung Austria; Institut für Meteorologie, BOKU
- StartClim2008.D: Bio-Berglandwirtschaft in Tirol – Beitrag zur „Klimaentlastung“ und Anpassungsstrategien**  
Institut für Ökologischen Landbau, BOKU
- StartClim2008.E: Entwicklung und ökonomische Abschätzung unterschiedlicher Landschaftsstrukturen auf Ackerflächen zur Verringerung der Evapotranspiration vor dem Hintergrund eines Klimawandels unter besonderer Berücksichtigung einer Biomasseproduktion**  
Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- u. Naturschutzplanung, BOKU; Institut für Meteorologie, BOKU; Institut für Ökologischen Landbau, BOKU; Institut für Agrar- und Forstökonomie, BOKU
- StartClim2008.F: Wahrnehmung und Bewertung von Naturgefahren als Folge von Gletscherschwund und Permafrostdegradation in Tourismus-Destinationen am Beispiel des Tuxer Tals (Zillertaler Alpen/Österreich)**  
Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- u. Naturschutzplanung, BOKU; Universität Regensburg, Universität Eichstätt-Ingolstadt
- StartClim2008.G: Anpassung von Waldböden an sich ändernde Klimabedingungen**  
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft; Institut für Meteorologie und Klimaforschung – Atmosphärische Umweltforschung, Garmisch-Partenkirchen

## StartClim2008:

### Anpassung an den Klimawandel in Österreich

Die Anpassung an den Klimawandel gewinnt neben dem Klimaschutz immer mehr an Bedeutung. Die Auswirkungen des Klimawandels sind, wie auch im vierten Bericht des IPCC dargelegt wurde, deutlich spürbar und werden in Zukunft zunehmen, da selbst bei tiefgreifenden Klimaschutzmaßnahmen ein gewisses Maß an Klimaänderung nicht mehr verhindert werden kann. StartClim befasst sich daher erstmals mit dem Thema Anpassung an den Klimawandel und leistet damit einen Beitrag zur Entwicklung einer österreichischen Anpassungsstrategie an den Klimawandel.

### Die Rolle von Waldböden im Klimawandel

Der Rolle der Böden im Klimawandel wurde bislang noch zu wenig Beachtung geschenkt, obwohl Böden wesentliche Kohlenstoffspeicher und aerobe Böden die einzige bekannte biologische Senke für Methan sind. Böden gelten aber auch als Hauptquelle von Lachgas (55-65%) und Methan (15-45%, in Feuchtgebieten). Aufgrund der Komplexität der beteiligten Prozesse wie Mineralisation der organischen Substanz, Nitrifizierung, Denitrifizierung, Methanaufnahme, -bildung etc., sind regionale und globale Schätzungen der Quell- bzw. der Senkstärke von Böden für die Treibhausgase Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) noch immer sehr unsicher.

Da die mikrobielle Aktivität u.a. temperatur- und feuchtigkeitsabhängig ist, können Böden durch Temperaturerhöhung oder Änderungen der Niederschlagsmuster zu Kohlenstoff- und Stickstoffquellen werden. Aber auch erhöhte Stickstoffeinträge oder Änderungen der Landnutzungsform können zu Änderungen der Raten von Bodenprozessen, der mikrobiellen Aktivitäten und dadurch auch zu einer Änderung der Quellen- bzw. der Senkenstärke von Böden für Treibhausgase führen. Aufgrund der hohen räumlichen und zeitlichen Variabilität mikrobieller Prozesse („hot spots“ und „hot moments“) ist eine mögliche Strategie, Freiland- oder Labormessungen durch das mechanistische Verständnis von Bodenprozessen in Simulationsmodellen zu ergänzen, will man diese Veränderungen abschätzen.

Mit Hilfe von mehr als 10-jährigen Daten von drei Waldstandorten aus früheren Forschungsvorhaben (Achenkirch (Tirol), Schottenwald und Klausenleopoldsdorf (Wienerwald)) konnte das prozessorientierte Ökosystemmodell MOBILE-DNDC2 zur Simulation der Stickstoff- und Kohlenstoff-Kreisläufe in Wäldern der gemäßigten Klimazone an Besonderheiten dieser Standorte angepasst und hinsichtlich Temperatur- und Feuchtigkeitsabhängigkeit verbessert werden. Die Validierung des Modells erfolgte mit den Daten beheizter Bodenplots.

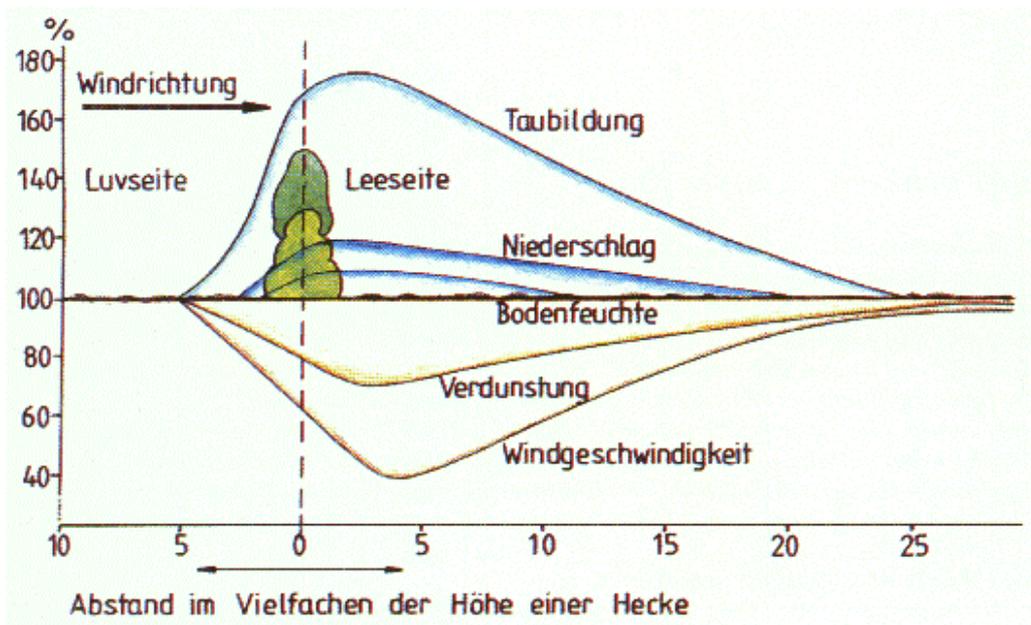
Gegenüber den vorindustriellen Werten hat die Temperatur in Österreich bereits jetzt um etwa 2°C zugenommen, bis Mitte des Jahrhunderts ist mit einer weiteren Zunahme um ca. 1-2°C je nach Region zu rechnen. Die Modellberechnungen zeigten, dass in österreichischen Waldböden bei einer Temperaturzunahme um 1°C etwa 10% mehr CO<sub>2</sub> durch Bodenatmung freigesetzt wird. Bei einer Temperaturzunahme von 2°C werden etwa 20% mehr CO<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O emittiert. Ursache dafür ist der beschleunigte mikrobielle Abbau von im Boden gespeichertem Kohlenstoff und Stickstoff.

Der selbstverstärkende Prozess, dass die durch den Klimawandel verursachte Erwärmung der Böden zur Erhöhung der Treibhausgasemissionen aus den Böden und damit zu einer Verstärkung des Klimawandels führt, konnte im Rahmen des Projektes belegt werden. Eine Wiederbefeuchtung des Bodens nach längeren Trockenperioden regte besonders die N<sub>2</sub>O Produktion an. Simulationsergebnisse zeigten, dass durch eine Erhöhung der Temperatur dieser Effekt wahrscheinlich noch verstärkt wird.

## **Landschaftsstrukturen wie Windschutzhecken helfen die klimabedingt erhöhte Verdunstung zu verringern**

Der Ackerbau im Osten Österreichs wird aufgrund der Folgen des Klimawandels und der damit verbundenen begrenzten natürlichen Wasserversorgung der Agrarflächen zunehmend schwieriger und möglicherweise ohne entsprechende Anpassungsmaßnahmen partiell unmöglich werden. Landschaftsstrukturen, wie zum Beispiel Windschutzhecken, können das Mikroklima verändern und die Wassernutzungseffizienz der angebauten Kulturen verbessern, indem sie den Wind bremsen, die Taubildung fördern, die potentielle Verdunstung reduzieren und auch die Winderosion verringern.

Die Abschätzung der ökonomischen Grenzen und Chancen einer Landschaftsstrukturierung ergab, dass nicht unbedingt sehr hohe Ertragssteigerungen der Feldfrüchte erforderlich sind, um aus einer Strukturierung der Landschaft trotz Flächenverlustes und Errichtungskosten einen betriebswirtschaftlichen Nutzen zu ziehen. Für eine 5 m hohe und 6 m breite Landschaftsstruktur kann sich bei einer durchschnittlichen Windschutzwirkung der 10-fachen Höhe der Struktur bereits bei einer angenommenen 10%igen Ertragssteigerung (ausschließlich bezogen auf die Feldfruchternte) ein ökonomischer Vorteil für den Betrieb ergeben. Werden darüber hinaus auch noch die zu erwartenden positiven externen Effekte der Landschaftsstrukturierung ins Kalkül gezogen, wie z.B. eine Förderung der Biodiversität, die Wirkung auf das Landschaftsbild, die Erholungsnutzung sowie eine betriebsübergreifende Vermeidung der Bodenerosion, kann aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive ein noch größerer ökonomischer Nutzen gegeben sein.



**Abb. 1:** Klimaschutzwirkung einer Landschaftsstruktur mit mehrjährigen verholzenden Pflanzen, Quelle: FRIELINGHAUS et al., 1997.

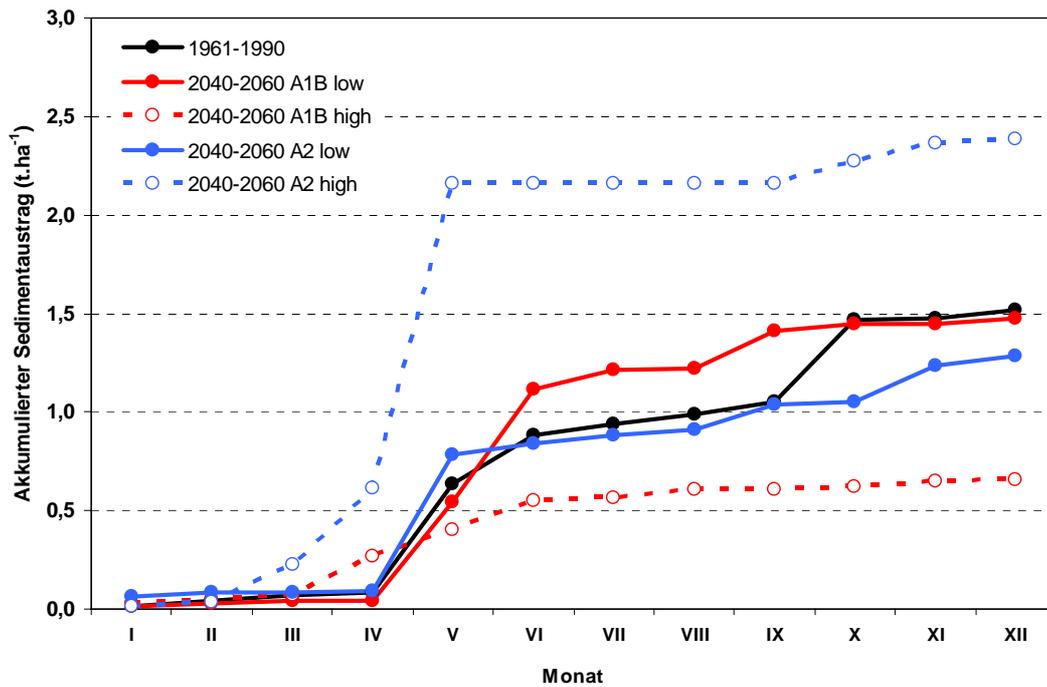
Die Gliederung einer agrarisch genutzten Landschaft mit Landschaftsstrukturen stellt somit eine klimatisch, ökologisch und ökonomisch sinnvolle Anpassungsmaßnahme an die sich ändernden klimatischen Verhältnisse in Ostösterreich dar.

## Erosionsschutzmaßnahmen bleiben auch im künftigen Klima wirksam

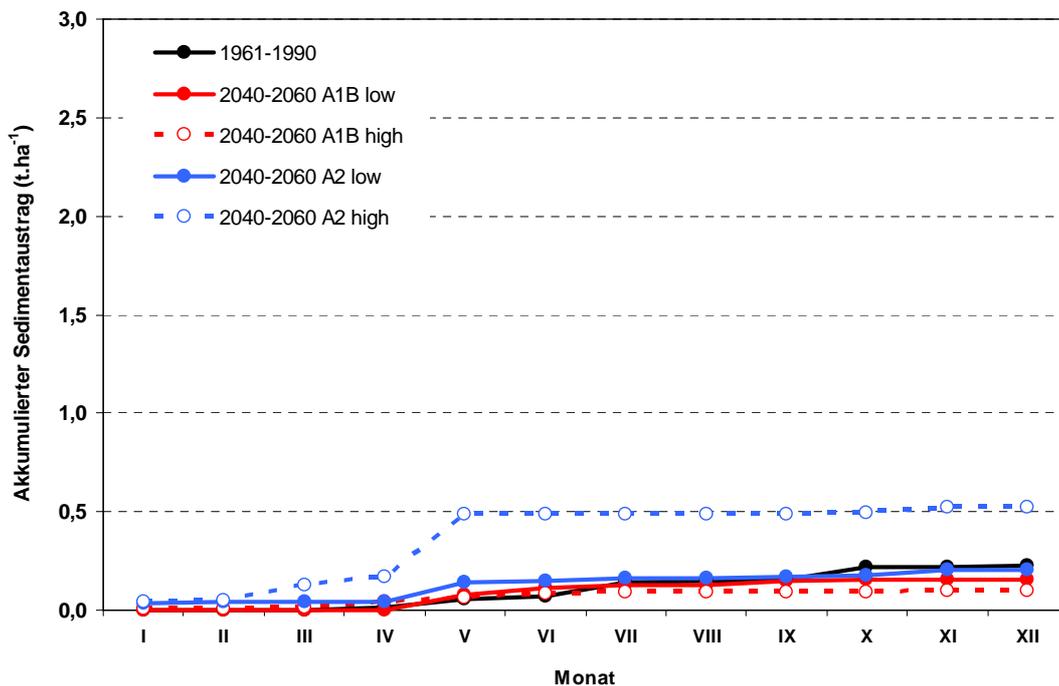
Für ein 1,44 km<sup>2</sup> großes, landwirtschaftlich genutztes Einzugsgebiet im Nordosten Österreichs wurde die Wirkung ausgewählter Bodenschutzmaßnahmen hinsichtlich Verringerung der Bodenerosion und Rückhalt des Niederschlagswassers in der Landschaft für den Zeitraum 1961-1990 als Referenz modelliert.

Unter derzeitigen Klimabedingungen bewirken Direktsaat und Grünlandnutzung eine Verminderung des Oberflächenabflusses um 38 bzw. 75%. Bei zukünftigen Klimabedingungen (2040 – 2060) ist anzunehmen, dass die Wirkung der beiden Bodenschutzmaßnahmen je nach Szenario ähnlich hoch bleibt oder auf 16-53% reduziert wird.

Die Berechnungen des mittleren Bodenabtrages im Einzugsgebiet ergeben derzeit Werte zwischen 2,57 für konventionelle Bodenbearbeitung und 0,01 t.ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup> bei Grünland (Abb. 2). Dies entspricht etwa einem mittleren, jährlichen Bodenverlust von maximal 0,2 mm. Unter der Annahme einer Bodenrenewbildungsrate von 0,2 mm pro Jahr übersteigt der mittlere Bodenabtrag daher unter heutigen Verhältnissen nicht den tolerierbaren Wert. Der Großteil der Erosion entsteht im Frühjahr. Je nach Klimaszenario zeigen sich bei konventioneller Bewirtschaftung Veränderungen im Bodenabtrag zwischen -55 bis +22% (bei ge



**Abb. 2:** Zeitlicher Verlauf des Sedimentaustrages aus dem Einzugsgebiet unter konventioneller Bodenbewirtschaftung (CT) unter derzeitigen Verhältnissen (1961-1990) und zukünftigen Klimaszenarien (2040-2060) mit gemäßigten (A1B) und extremen Treibhausgasemissionen (A2)



**Abb. 3:** Zeitlicher Verlauf des Sedimentaustrages aus dem Einzugsgebiet bei Verwendung von Direktsaat (NT) unter derzeitigen Verhältnissen (1961-1990) und zukünftigen Klimaszenarien (2040-2060) mit gemäßigten (A1B) und extremen Treibhausgasemissionen (A2) (gemäßigten Treibhausgasemissionen) bzw. -17 bis +56% (bei extremen Treibhausgasemissionen), womit auch ein Anstieg der Erosion über die Toleranzgrenze möglich scheint. Bei Verwendung von Direktsaat im gesamten Gebiet zeigen die Berechnungen zukünftige Erosionsraten zwischen 0,16 und

1,42 t.ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup> (Abb. 3), welche ähnlich hoch bzw. höher sind als unter derzeitigen Bedingungen. Unter Grünlandnutzung kommt es nur zu marginalen Sedimentausträgen (>0,03 t.ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup>) aus dem Einzugsgebiet. Da das tolerierbare Maß nicht überschritten wird, sind beide Bodenschutzmaßnahmen mit geringfügigen Adaptierungen auch unter zukünftigen Klimabedingungen als für die Bodenfruchtbarkeit nachhaltig anzusehen.

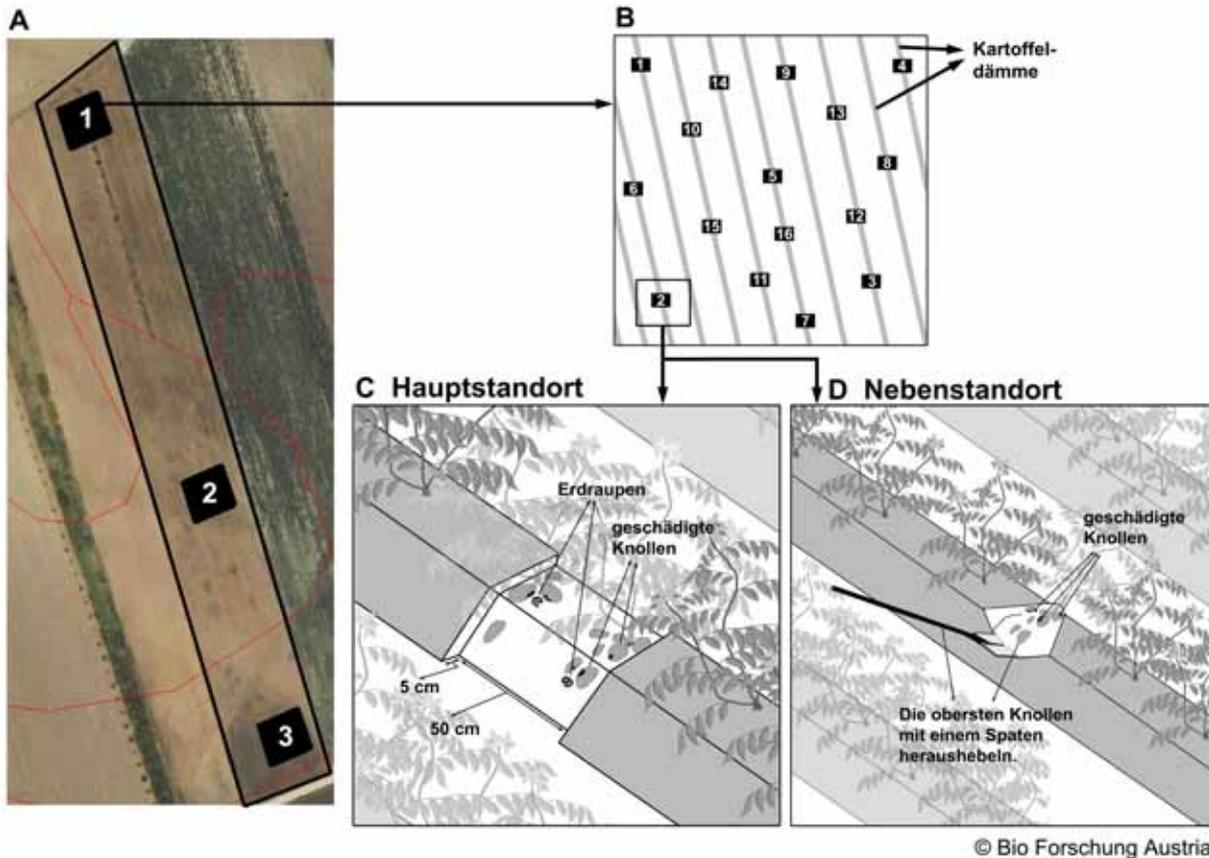
Allerdings muss beachtet werden, dass es auf der Basis der verfügbaren Klimaszenarien nur bedingt möglich war, Änderungen in Häufigkeit und Intensität von Extremniederschlägen zu simulieren. Da der generelle Trend in den Sommermonaten eher auf eine Zunahme extremer Niederschläge hindeutet, könnten die vorsichtig optimistischen Aussagen der Untersuchung relativiert werden.

## **Praxiserprobung des Monitoringkonzepts von landwirtschaftlichen Schädlingen**

In Vorgängerprojekten wurden seit dem Jahr 2000 beobachtete Veränderungen des Schädlingsauftretens im ostösterreichischen Ackerbau beschrieben und ein Konzept für ein Schädlings-Langzeit-Monitoringsystem zur Verifizierung der Zusammenhänge mit der Klimaveränderung erstellt. Zur praktischen Erprobung des Monitoringkonzepts wurden in einem Kartoffelfeld zunächst Probegrabungen nach Erdräupen bzw. Fraßschäden an Kartoffeln an rasterartig verteilten Beprobungspunkten von ¼ m<sup>2</sup> durchgeführt (Abb. 4). Aus den erhobenen Daten wurde ein „Sequential Sampling System“ zur zuverlässigen Einschätzung von Erdräupendichte und Erdräupenschäden bei möglichst geringen Probenzahlen berechnet. Dabei sind für die Einschätzung der Erdräupendichte maximal 20 Proben/Probenfläche, für die Einschätzung des Schadens maximal 30 Proben/Probenfläche vorgesehen. Dies bedeutet einen maximalen Arbeitsaufwand von etwa 10 (Erdräupendichte) bzw. 1,5 Personenstunden (Fraßschäden an Kartoffeln) pro Aufnahme.

Wegen des schwachen Befalls im Erprobungsjahr 2008 wurden neun Betriebe im Weinviertel mit starken Schäden in den Jahren 2006 und 2007 besucht und mittels Fragebogen Standort- und Bewirtschaftungsfaktoren sowie Praxiserfahrungen zur Bekämpfung erhoben. Weiters wurden die Zusammenhänge zwischen Erdräupenschäden aus 40 Kartoffelschlägen in 2007 und 2008 und Klima-, Boden- und Landschaftsparametern analysiert. Der in der Literatur beschriebene Zusammenhang von Erdräupenschäden und trocken-warmer Witterung wurde sowohl aus der Praxis bestätigt als auch aus der Korrelation der Kartoffel-Boniturdaten mit Niederschlagsdaten. Positiv korreliert sind Erdräupenschäden auch mit dem Ackerflächenanteil aus der Feldumgebung. Beide Faktoren sollten daher bei der Verteilung zukünftiger Monitoringstandorte berücksichtigt werden. Als Anpassungsmaßnahmen für die Praxis kommen Anpassungen der Fruchtfolge (z.B. Verzicht auf Begrünungen nach heißen/trockenen Som-

mern, Anbau weniger empfindlicher Kulturen im Folgejahr) in Frage sowie die Beregnung befallener Felder, sofern möglich.



**Abb 4:** Beispiel einer Schadflächenerhebung. Bild A zeigt 3 Beprobungsflächen eines Schrages (schwarze Quadrate mit weißen Zahlen), Bild B die willkürliche Auswahl von Beprobungsquadraten auf den Kartoffeldämmen innerhalb einer Probenfläche. Darunter ist jeweils ein einzelnes Probenquadrat der Erdräupendichtebestimmung auf einem Haupt- (Bild C) bzw. der Fraßschadensbewertung auf einem Nebenstandort (Bild D) im Detail dargestellt.

## Bio-Berglandwirtschaft in Tirol

Im Kontext der Tiroler Biolandwirtschaft und des Tourismus wurde untersucht, welche konkreten Möglichkeiten innerhalb eines Wirtschaftssektors und ausgewählten, mit ihr in Verbindung stehenden gesellschaftlichen Teilsystemen gegeben bzw. zu entwickeln sind, um sich auf klimatische Veränderungen einzustellen bzw. einen Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen zu leisten. Regionalspezifische Informationen für die Arbeit wurden aus 20 qualitativen Experteninterviews gewonnen.

Zwar wird der Klimawandel von allen Akteuren in der Biolandwirtschaft und dem Tourismus wahrgenommen, eine wirklich griffige Vorstellung darüber existiert nicht, eher Sorge als konkrete Bedrohung. Eine gewisse Ohnmacht in Anbetracht der Komplexität der Thematik macht sich bemerkbar, welche mit einer

„verdrängenden Gedankenlosigkeit“ verbunden zu sein scheint. In beinahe allen Interviews kommt die Sorge zum Ausdruck, dass die wahrscheinliche Entwicklung sich immer weiter von der wünschenswerten entfernt, d.h., die Kluft zwischen regionalem ressourcenschonenden Biolandbau ohne Gentechnik, in Harmonie mit bäuerlichen Traditionen und touristischen Innovationen, und der Fortsetzung des bisherigen Strukturwandels, einschließlich des Einsatzes von Gentechnik immer größer wird. Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel orientieren sich an Bekanntem (z.B. Schneekanonen) und Altbewährtem (z.B. Biolandbau).

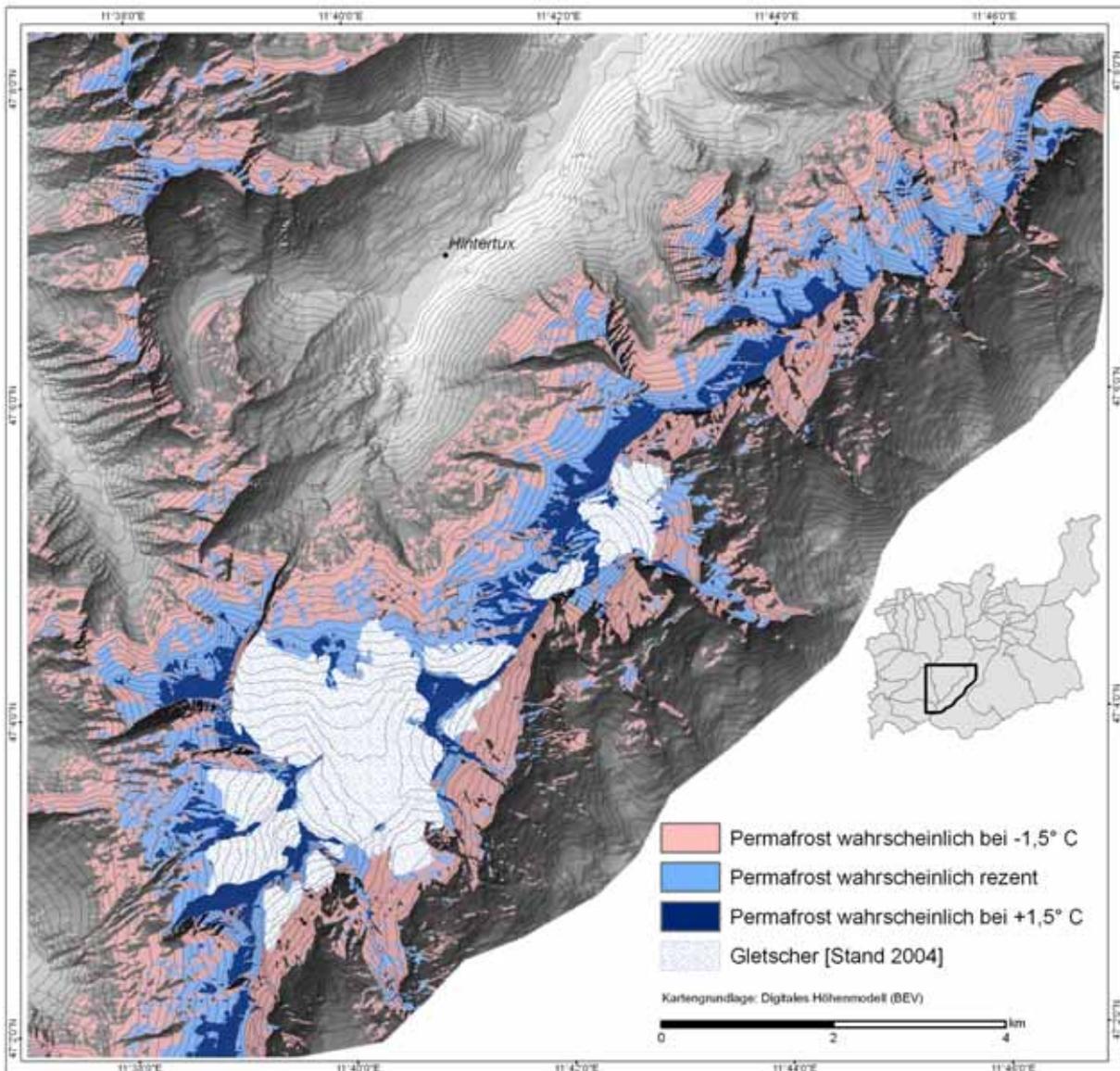
Das Minderungspotential einer flächendeckenden Umstellung auf ökologische Landwirtschaft in Tirol beträgt ca. 0,5 % der gesamten österreichischen, aus der Landwirtschaft stammenden Emissionen. Grünlandgebiete können aufgrund des geringen Einsatzes von Stickstoff-Mineraldünger eine günstigere Klimabilanz aufweisen als Ackerbauggebiete, wobei in letzteren vermutlich größere Minderungspotentiale zu finden sein werden.

## **Wahrnehmung und Bewertung von Naturgefahren als Folge von Gletscherschwund und Permafrostdegradation**

Anpassung an den Klimawandel kann im Hochgebirge von besonderer Bedeutung sein. Mittels eines vereinfachenden Modells kann gezeigt werden, mit welcher Art von Schadereignissen in welchen Abschnitten einer Hochgebirgsregion in Folge von Gletscherrückgang oder Auftauen des Permafrostes gerechnet werden muss. Im Hintertuxer Tal schrumpft etwa die Permafrostfläche auf rund 73% und die Gletscherfläche, die seit Mitte des 19. Jahrhunderts bereits um 65% reduziert wurde, wird weiter sehr stark zurückgehen, wenn die Temperatur um 1,5°C steigt. (Abb. 5). Dies wird voraussichtlich noch vor der Mitte des Jahrhunderts der Fall sein. Darauf aufbauend können Anpassungsmaßnahmen diskutiert werden.

Wie wichtig vorausschauende Abschätzungen von Sicherheitsaspekten und die frühzeitige Entwicklung von Maßnahmen sind, zeigt eine Befragung von über 300 Bergtouristen und Erholungssuchenden im Hochgebirge. Etwa die Hälfte der Befragten ist den bequemen Bergwanderern zuzuordnen, die auch den Ausblick in die Landschaft besonders schätzt. Diese Gruppe erweist sich im Hinblick auf Gefahrensituationen als sehr unerfahren und unsicher. Sie reagieren stark auf eine Veränderung der Bedingungen und zeigen eine hohe Bereitschaft in ungünstigen Fällen das Gebiet ganz zu verlassen. Daraus ergeben sich mögliche negative Auswirkungen auf die regionale Wertschöpfung. Bezogen auf die erforderlichen Anpassungsmaßnahmen wird die Nachführung der Karten primär als Aufgabe des Landes und des Bundes gesehen. Im Gegensatz dazu werden Verbesserungen bei Markierungen und Hinweisschildern eher als Aufgabe der alpinen Vereine betrachtet. Das gilt in gleicher Weise auch für Führungen, Schulungen und Wartungsarbeiten. Eine wichtige Rolle wird hier auch den Gemeinden zugeschrieben. Die Investitionen zum Schutz und zur Erhaltung von

Anlagen und Wegen, wie etwa eine bautechnische Sanierung, werden als Aufgabe der Länder (32%), der Gemeinden (22%), der Tourismuswirtschaft (21%) und der Republik (18%) gesehen. Hohe Unsicherheiten in Bezug auf Gefahren bei der Hälfte der Besucher unterstreichen die Bedeutung von Information.



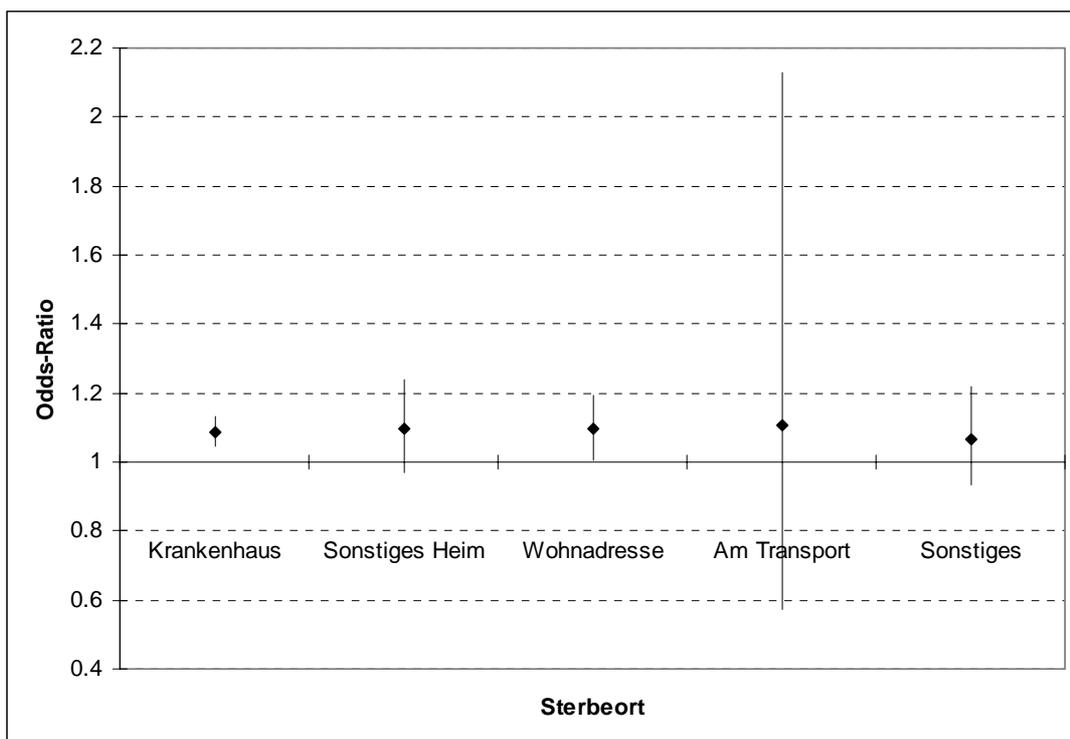
**Abb. 5:** Räumliche Verbreitung wahrscheinlicher, flächenhafter Vorkommen von Permafrost im hinteren Tuxer Tal unter aktuellen Bedingungen und für die Temperaturszenarien  $\pm 1,5^\circ\text{C}$  (Gletscherstand 2004)

## Einfluss von Adaptationsmaßnahmen auf das akute Sterberisiko in Wien durch Temperaturextreme

Eine vertiefte Analyse Wiener Sterbedaten von 1990 bis 2007 ergab ab moderaten Temperaturen mit steigender Temperatur eine lineare Zunahme der Sterbe-

fälle am gleichen Tag. Hitze wirkt sich daher sehr unmittelbar auf die Mortalität aus. Bei Kälte verhält es sich anders: Die Zahl der Sterbefälle weist einen linearen Zusammenhang mit der Durchschnittstemperatur der jeweils vergangenen zwei Wochen auf, allerdings gegenläufig: mit abnehmender Temperatur steigen die Sterbefälle.

Um Anpassungsmaßnahmen gezielt setzen zu können, wurde versucht, die gefährdeten Gruppen besser zu definieren. Von der Hitzesterblichkeit besonders betroffen sind Frauen, ältere Menschen und Personen in „ärmeren“ Bezirken. Bei der Kälte- bzw. Winter-Sterblichkeit fanden sich hingegen keine Bezirksunterschiede. Interessant ist, dass das Sterberisiko unter Hitzeeinwirkung für Krankenhauspatienten und für HeimbewohnerInnen gleich hoch ist wie für andere Personen (Abb.6). Hier dürften sich zwei Effekte überlagern: Zum einen sind Menschen, die sich in Krankenhäusern und Heimen befinden großteils a priori geschwächt und daher für Zusatzbelastungen anfälliger, andererseits trägt das geschulte Personal in Krankenhäusern und Heimen zur Minderung des Risikos bei.



**Abb. 6:** Relatives Sterberisiko an „Hitzetagen“ ( $T_{MIN} > 19^{\circ}\text{C}$ ) je nach Sterbeort: Das Risiko beträgt an allen Orten ungefähr 1,1 und ist somit um ungefähr 10% höher als an „normalen“ Tagen.

Eine klare Schwelle, ab welcher die Sterblichkeit stärker ansteigt, und daher Maßnahmen zu setzen wären, konnte nicht gefunden werden. Als praktikable Regelung erscheint das Setzen von Akutmaßnahmen in Form von Warnhinweisen und Verhaltensempfehlungen ab einer prognostizierten nächtlichen Abkühlung auf nicht weniger als  $19^{\circ}\text{C}$ .

## **Bisherige StartClim-Themen:**

### **StartClim2003: Erste Analysen extremer Wetterereignisse und ihrer Auswirkungen auf Österreich**

- StartClim.1:** Qualitätskontrolle und statistische Eigenschaften ausgewählter Klimaparameter auf Tageswertbasis im Hinblick auf Extremwertanalysen
- StartClim.2:** Zeitliche Repräsentativitätsanalyse 50jähriger Klimadaten-sätze im Hinblick auf die Beschreibung der Variabilität von Extremwerten
- StartClim.3a:** Extremereignisse: Ereignisbezogene Dokumentation - Prozesse Bergstürze, Hochwasser, Muren, Rutschungen und Lawinen
- StartClim.3b:** Dokumentation von Auswirkungen extremer Wetterereignisse auf die landwirtschaftliche Produktion
- StartClim.3c:** Ereignisdatenbank für meteorologische Extremereignisse MEDEA (Meteorological extreme Event Data information system for the Eastern Alpine region)
- StartClim.4:** Diagnose von Extremereignissen aus großräumigen meteorologischen Feldern
- StartClim.5:** Statistische Downscalingverfahren zur Ableitung von Extremereignissen in Österreich
- StartClim.6:** Adaptionsstrategien der von extremen Wetterereignissen betroffenen Wirtschaftssektoren: Ökonomische Bewertung und die Rolle der Politik
- StartClim.7:** Hochwasser-bedingte Veränderungen des gesellschaftlichen Stoffwechsels: Fallstudie einer betroffenen Gemeinde
- 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
- StartClim.9:** Hochwasser 2002: Datenbasis der Schadensbilanz
- StartClim.10:** Ökonomische Aspekte des Hochwassers 2002: Datenanalyse, Vermögensrechnung und gesamtwirtschaftliche Effekte
- StartClim.11:** Kommunikation an der Schnittstelle Wissenschaft und Bildung

**StartClim.12: Innovativer Zugang zur Analyse des Hochwasserereignisses August 2002 im Vergleich zu ähnlichen Extremereignissen der jüngeren Vergangenheit**

**StartClim.13: Hochaufgelöste Niederschlagsanalysen**

**StartClim.14: Hochwasser 2002: Prognosegüte meteorologischer Vorhersagemodelle**

### **StartClim2004: Analyse von Hitze und Trockenheit und deren Auswirkungen in Österreich**

**StartClim2004.A: Analyse von Hitze und Dürreperioden in Österreich; Ausweitung des täglichen StartClim Datensatzes um das Element Dampfdruck**

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

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

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

**StartClim2004.G: „Hängen Hitze und Leistungsfähigkeit zusammen?“ Ein Projekt an der Schnittstelle Wissenschaft und Bildung**

### **StartClim2005: Klimawandel und Gesundheit**

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

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

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

- StartClim2005.C2:** Untersuchung zur Verbreitung der Tularämie unter dem Aspekt des Klimawandels
- StartClim2005.C3a:** Einflüsse des Klimawandels auf landwirtschaftliche Schädlinge und Nützlinge im Biologischen Landbau Ostösterreichs
- StartClim2005.C3b:** Abschätzung des Risikos einer dauerhaften Festsetzung von Gewächshauschädlingen im Freiland als Folge des Klimawandels am Beispiel des Kalifornischen Blütenthripes (*Frankliniella occidentalis*)
- StartClim2005.C5:** Ein allergener Neophyt und seine potentielle Ausbreitung in Österreich – Arealynamik der Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) unter dem Einfluss des Klimawandels
- StartClim2005.F:** GIS-gestützte Ermittlung der Veränderung des Lebensraumes alpiner Wildtierarten (Birkhuhn, Schneehuhn, Gamswild, Steinwild) bei Anstieg der Waldgrenze aufgrund Klimaveränderung

### **StartClim2006: Klimawandel und Gesundheit, Tourismus, Energie**

- StartClim2006.A:** Feinstaub und Klimawandel - Gibt es Zusammenhänge in Nordostösterreich?
- StartClim2006.B:** Risiko-Profil für das autochthone Auftreten von *Viszeraler Leishmaniose* in Österreich
- StartClim2006.C:** Auswirkung des Klimawandels auf die Ausbreitung der Engerlingsschäden (*Scarabaeidae; Coleoptera*) im österreichischen Grünland
- StartClim2006.D1:** Die Sensitivität des Sommertourismus in Österreich auf den Klimawandel
- StartClim2006.D2:** Auswirkungen des Klimawandels auf das klimatische Tourismuspotenzial
- StartClim2006.D3:** See-Vision: Einfluss von klimawandelbedingten Wasserschwankungen im Neusiedler See auf die Wahrnehmung und das Verhalten von Besucherinnen und Besuchern
- StartClim2006.F:** Auswirkungen des Klimawandels auf Heiz- und Kühlenergiebedarf in Österreich

## **StartClim2007: Auswirkungen des Klimawandels auf Österreich: Fallbeispiele**

- StartClim2007.A: Erweiterung und Vervollständigung des StartClim Datensatzes für das Element „tägliche Schneehöhe“. Aktualisierung des existierenden StartClim Datensatzes (Lufttemperatur, Niederschlag und Dampfdruck) bis 2007 04**
- StartClim2007.B: Gesundheitsrisiken für die Österreichische Bevölkerung durch die Abnahme des stratosphärischen Ozons**
- StartClim2007.C: Anpassungen der Schadinsektenfauna an den Klimawandel im ostösterreichischen Ackerbau: Konzepterstellung für ein Langfrist-Monitoringsystem**
- StartClim2007.D: Auswirkung der klimabedingten Verschiebung der Waldgrenze auf die Freisetzung von Treibhausgasen - Umsetzung von Kohlenstoff und Stickstoff im Boden**
- StartClim2007.E: Auswirkung von Klimaänderungen auf das Abflussverhalten von vergletscherten Einzugsgebieten im Hinblick auf Speicherkraftwerke**
- StartClim2007.F: ALSO WIKI – Alpiner Sommertourismus in Österreich und mögliche Wirkungen des Klimawandels**
- StartClim2007.G: Integrierte Modellierung von Wirtschaft und Klimaänderung in Umlegung des STERN-Reports**

Sämtliche Berichte sind unter [www.austroclim.at/startclim/](http://www.austroclim.at/startclim/) zum Download bereit gestellt.

## **StartClim:**

### **Wissenschaftliche Leitung:**

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

### **Internationaler wissenschaftlicher Beirat:**

Prof. Dr. Martin Beniston, Université Fribourg (2003, 2004)  
Dr. Gerhard Berz, Münchener Rückversicherung (2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008)  
Prof. Dr. Carlo Carraro, Fondazione Eni Enrico Mattei (2003)  
Prof. Dr. Hartmut Graßl, Max-Planck-Institut für Meteorologie/Universität Hamburg (2007, 2008)  
Dr. Jill Jäger, Sustainable Europe Research Institute (2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008)  
Prof. Dr. Mojib Latif, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Universität Kiel (2003)  
Dr. Bettina Menne, Global Change and Health, WHO Regional Officer for Europe (2005)  
Dr. Frank Wechsung, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (2003)

### **Offenes Geldgeberkonsortium:**

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008)  
Bundesministerium für Gesundheit (2005, 2006, 2007)  
Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2003, 2006, 2007, 2008)  
Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (2003, 2004, 2006, 2007, 2008)  
Österreichische Bundesforste (2008)  
Österreichische Nationalbank (2003, 2004)  
Österreichische Hagelversicherung (2003, 2004, 2006, 2007, 2008)  
Umweltbundesamt (2003)  
Verbund AHP (2004, 2007)

### **Administrative Abwicklung:**

Umweltbundesamt GmbH

**Nähere Informationen zu StartClim:**

Mag. Ingeborg Schwarzl  
Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)  
Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt  
Institut für Meteorologie  
Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien  
E-Mail: [ingeborg.schwarzl@boku.ac.at](mailto:ingeborg.schwarzl@boku.ac.at)  
Tel.: 01/47654-5618, Fax: 01/47654-5610  
[www.austroclim.at/startclim/](http://www.austroclim.at/startclim/)

