

KLIMA

Hintergrundpapier



Klimawandel in Österreich

Wetter, Alpen, Gesundheit, Tourismus, Land- und Forstwirtschaft, Einwanderung von Arten

Ein Beitrag von Iwona Lamaszewska
Redaktion: Johannes Wahlmüller

www.global2000.at

FRIENDS OF THE EARTH AUSTRIA
DIE ÖSTERREICHISCHE UMWELTSCHUTZORGANISATION

GLOBAL 2000





INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung	4
2 Wetterextreme und Klimawandel	5
3 Die Alpen unter Klimastress	9
4 Ausbreitungspotenzial von „gebietsfremden Arten“	11
5 Gesundheit und globale Erwärmung	13
6 Auswirkungen auf den Tourismus	14
7 Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft	15
8 Auswirkungen des Klimawandels auf die Forstwirtschaft	16
9 Fazit	18

HIGHLIGHTS

- **Wetterextreme:** Seit den 1960er-Jahren hat sich die Anzahl der großen Wetterkatastrophen in Österreich verdoppelt und die volkswirtschaftlichen Schäden versiebenfacht. Auch wenn einzelne Extremereignisse auf Grund ihrer Seltenheit nicht auf den Klimawandel zurückgeführt werden können, lässt die steigende Häufigkeit auf einen Zusammenhang zwischen Klimawandel und Wetterrisiken schließen.
- **Hitzewellen:** Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Hitzewellen ist bereits um das Zwanzigfache gestiegen. Die Hitzewelle 2003 forderte zwischen 15.000 und 60.000 Todesopfer in Europa und ist damit eine der größten europäischen Naturkatastrophen der jüngeren Geschichte. In der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts sind derartige Hitzesommer bereits alle zwei Jahre zu erwarten.
- **Gletscherschmelze:** In den letzten hundert Jahren haben die Gletscher in den Alpen ca. fünfzig Prozent ihrer Eismasse verloren. Bis Mitte des Jahrhunderts könnten die Gletscher weitere 75 Prozent ihrer Masse verlieren. Das hätte auch große Auswirkungen auf Wasserkraftwerke, Energieversorgung und die Wasserversorgung in heißen, trockenen Jahren.
- **Auswanderung von Arten:** Etwa 1.700 Arten haben schon begonnen polwärts zu wandern. Die Klimazonen ändern sich aber siebenmal schneller als Arten wandern können. Viele können bei diesem Tempo nicht mithalten.
- **„Biodiversitätsfallen“ im Gebirge:** In den Alpen kommt eine Vielzahl an Arten vor, die sich auf niedrige Temperaturen spezialisiert haben und nur dort vorkommen. Steigt die Temperatur, können sie nicht auswandern und sterben aus. Um die Gipfel der Alpen entstehen so „Biodiversitätsfallen“.
- **Biologische Invasion:** Für wärmeliebende Arten wird Österreich zunehmend attraktiv. 1.200 „gebietsfremde Arten“ sind mittlerweile schon in Österreich ansässig geworden. Die meisten verursachen keine Probleme, einige wenige jedoch können großen Schaden anrichten: Schädlinge aus Südosteuropa, die sich in wärmerer Umgebung auch noch stärker vermehren, breiten sich zunehmend aus.
- **Aussterbende Sportart Schifahren:** Für den Wintertourismus wird es in Österreich eng. Die Schneesicherheit wird in vielen Schigebieten gefährdet. Seit 1950 ist die Schneefallgrenze bereits um 100 Meter angestiegen. In Österreich sind besonders viele Skigebiete sehr niedrig gelegen (Kitzbühel auf 800 m), was die Empfindlichkeit gegenüber der globalen Erwärmung erhöht. Touristenströme werden dann in Zukunft vor allem in die Schweiz und nach Frankreich umgelenkt, die höher gelegene Schigebiete haben.
- **Die Landwirtschaft ist von der globalen Erwärmung besonders betroffen, da der Ertrag stark von den klimatischen Bedingungen abhängt. Werden die optimalen Temperaturverhältnisse für Korn oder Gerste auch nur um ein Grad überschritten, drohen Ertrags- einbußen von ca. fünf Prozent. Auch der zunehmende Schädlingsbefall wird immer mehr zum Problem.**
- **In der Forstwirtschaft wird vor allem die Fichte unter Klimastress leiden, die aber mehr als die Hälfte des gesamten Baumbestandes in Österreich ausmacht. In Zukunft werden die Räume für Österreichs wichtigsten Wirtschaftsbaum eng.**

1 EINLEITUNG

Das Klima wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst: Die Neigung der Erdachse, Sonnenfleckenaktivitäten oder Vulkanausbrüche haben einen Einfluss auf das Klima auf der Erde und waren Grund für Klimaveränderungen in der Vergangenheit. Der jetzt beobachtete Anstieg ist aber auf den Menschen zurückzuführen. Gefährlich ist die globale Erwärmung auch durch die Geschwindigkeit mit der sie vor sich geht: Pflanzen, Tiere und Ökosysteme, die die Lebensgrundlagen der Menschheit darstellen, können sich nicht schnell genug anpassen.

Auch für Österreich ergeben sich durch die globale Erwärmung gravierende Änderungen, die das Landschaftsbild und das Selbstverständnis Österreichs beeinflussen werden. Ein grundlegender Wandel ist schon eingeleitet, der am Abschmelzen der Gletscher sein deutlichstes Symbol gefunden hat und auch im Wintertourismus am flächendeckenden Einsatz von Schneekanonen schon sichtbar geworden ist. Das Selbstverständnis Österreichs mit seiner langen Tradition von sportlichen Ski-Erfolgen und Wintertourismus kommt zunehmend unter Druck. Der Klimawandel betrifft aber auch andere vitale lebensnotwendige Bereiche, die sehr stark von stabilen Klimaverhältnissen abhängen wie die Land- und Forstwirtschaft, die sehr empfindlich auf Änderungen der klimatischen Verhältnisse reagiert.

Das vorliegende Hintergrundpapier fasst das bisherige Wissen über globale Erwärmung und seine Folgen in Österreich zusammen und zeigt, was höhere Temperaturen hier bedeuten. Auch wenn Österreich nicht wie andere Staaten in seiner bloßen Existenz bedroht ist, zeigt sich, dass höhere Temperaturen auch hierzulande Konsequenzen haben werden. Das macht es nicht nur notwendig, gefährlichen Klimawandel zu vermeiden, sondern auch Strategien zu entwickeln, um das Schadensausmaß so gering wie möglich zu halten. Menschenleben und Lebensqualität in Österreich hängen davon ab.

Auch wenn schon viel Wissen verfügbar ist, bleiben noch Fragen offen: Was passiert in Österreich wenn Kippelemente des Klimasystems überschritten werden und unkontrollierbare Kettenreaktionen ausgelöst werden? Diese Gefahr wird durch den steigenden Treibhausgasausstoß immer realer und die Klimawissenschaft beschäftigt sich deshalb intensiv mit diesen Worst Case-Szenarien. Was dann die Folgen für Österreich wären, kann bis dato noch nicht vollständig abgeschätzt werden und bleibt daher Gegenstand weiterer Forschung.

2 WETTEREXTREME UND KLIMAWANDEL

Die globale Erwärmung wird auch mit dem Anstieg von Extremwetterereignissen in Zusammenhang gebracht. Tatsächlich zeigen die Statistiken der Österreichischen Hagelversicherung (ÖHV)⁵, dass sich seit den 1960er-Jahren die Anzahl der großen Wetterkatastrophen verdoppelt hat und sich die volkswirtschaftlichen Schäden versiebenfacht haben. Die versicherten Schäden haben sich um den Faktor 27 erhöht. Einzelne Unwetterereignisse wie die großen Überschwemmungen in Ostdeutschland 2002, der Hitzesommer 2003 in großen Teilen Europas, die Überschwemmungen im Alpenraum 2005 und der Orkan Kyrill im Januar 2007 mit versicherten Schäden von etwa 4,5 Milliarden Euro können aber nicht direkt auf den Klimawandel zurückgeführt werden.³ Da Extremereignisse laut Definition sehr selten auftreten, sind punktgenaue Zuordnungen unmöglich. Mehr noch: Umfangreiche meteorologische Daten in Österreich sind erst ab der Mitte des 18. Jahrhunderts verfügbar und weltweit flächendeckende Daten gibt es erst seit Mitte des 19. Jahrhunderts. Das Datenmaterial ist damit schlichtweg zu wenig aussagekräftig um robuste statistische Kenngrößen für Extremereignisse abzuleiten, die oft Jahrhundertereignisse darstellen.⁶

Die steigende Häufigkeit und Intensität solcher Ereignisse lässt jedoch auf eine Korrelation zwischen Klimawandel und Wetterrisiken schließen. Zieht man in Betracht, dass laut der Münchner Rückversicherung zwei Drittel der Weltwirtschaft direkt oder indirekt von Witterungseinflüssen abhängig sind, so wird das potenzielle Schadensausmaß, das durch Wetterextreme verursacht wird, ersichtlich. In Österreich gibt es im Gegensatz zu allen anderen mitteleuropäischen Ländern einen staatlichen Katastrophenfonds für außergewöhnliche Naturereignisse. Dieser Fonds wird aus Steuermitteln gespeist. Ein Rechtsanspruch auf eine Entschädigungsleistung besteht zwar nicht, die staatliche Unterstützung zeigt sich aber vor allem bei Überschwemmungen und Ertragsausfällen in der Landwirtschaft von großer Bedeutung. Gerade die Schäden in der Landwirtschaft nehmen zu. Als Folge werden Versicherungsprämien vom Staat mit 50 Prozent subventioniert und der Deckungsgrad umfasst neben Hagel auch Frost, Sturm, Überschwemmung, Trockenheit oder Dauerregen während der Ernte.

Prinzipiell werden in Österreich folgende Auswirkungen erwartet:

- Steigende Wintersturmgefährdung.
- Zunahme der Intensität und Häufigkeit winterlicher Starkniederschläge, wobei der Niederschlag im Winter häufiger als Regen fallen wird, wodurch die Hochwassergefahr steigt.
- Rückzug der Permafrostgebiete und dadurch Loslösen von Fels und Schutt – Steinschläge und Muren häufen und intensivieren sich.
- Durch Erhöhung der Niederschläge im Winter steigt die Hangrutschgefahr.
- Erhöhtes Risiko von Hitzeperioden und Trockenepisoden.
- Intensivere Gewitter mit Hagelschlag, Starkniederschlägen und Böen werden wahrscheinlicher.

Niederschlag

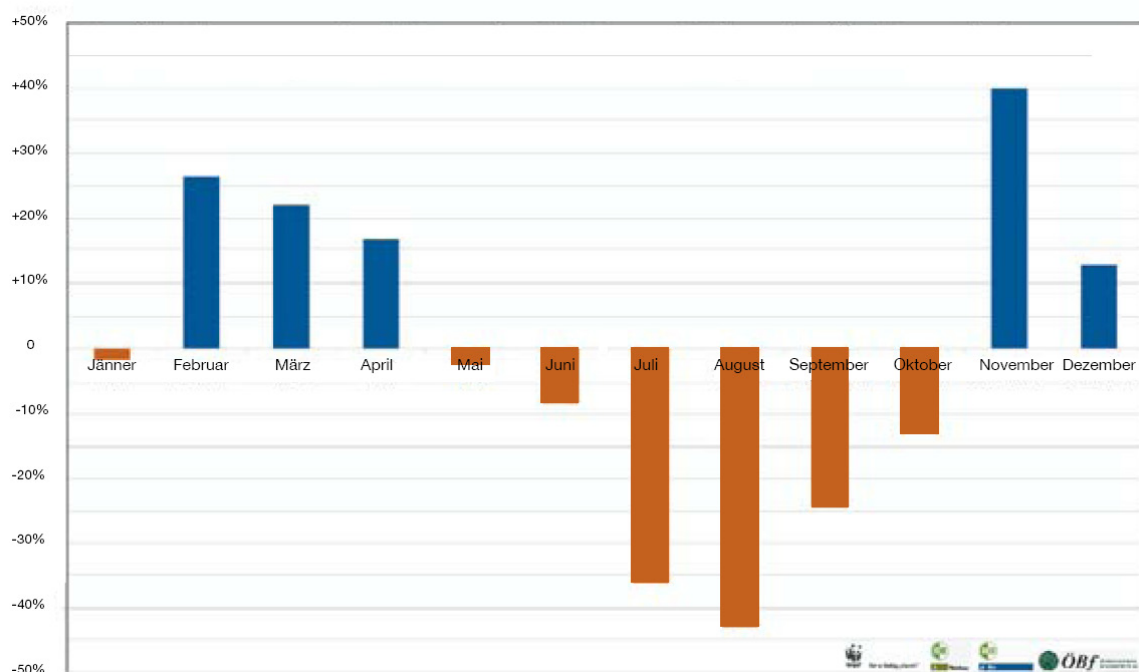
Neben dem durch den Klimawandel verursachten Temperaturanstieg kommt es ebenso zu einer Veränderung der Niederschlagsmuster wie Menge, Häufigkeit und Intensität.⁷ Hier gibt sich die Klimaforschung jedoch sehr zurückhaltend, da die Berechnung von Niederschlagsszenarien mit hohen Unsicherheiten verbunden sind. Niederschlag wird von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst: So spielen Tiefdruckgebiete, die Lage zu den Alpen und eine Vielzahl an kleinräumigen Parametern unterschiedlich starke Rollen.

Prinzipiell wird für Österreich erwartet, dass die Jahresniederschlagssumme gleich bleibt, lediglich der Südosten zeigt eine schwache Niederschlagsabnahme, der äußerste Westen hingegen zeigt eine Niederschlagszunahme ebenso wie eine Zunahme der Intensität. Es ist jedoch eine starke Verschiebung des Niederschlags zwischen den Jahreszeiten zu erwarten.⁷

Bis zum Ende dieses Jahrhunderts werden die Niederschläge in den Wintermonaten um 15 bis 40 Prozent zu nehmen. In den Sommermonaten werden die Niederschläge aber zwischen 10 und 50 Prozent abnehmen – mit einem Höhepunkt der Abnahme im August. In den Übergangsjahreszeiten Frühling und Herbst wiederum sind kaum Änderungen zu erwarten.⁷

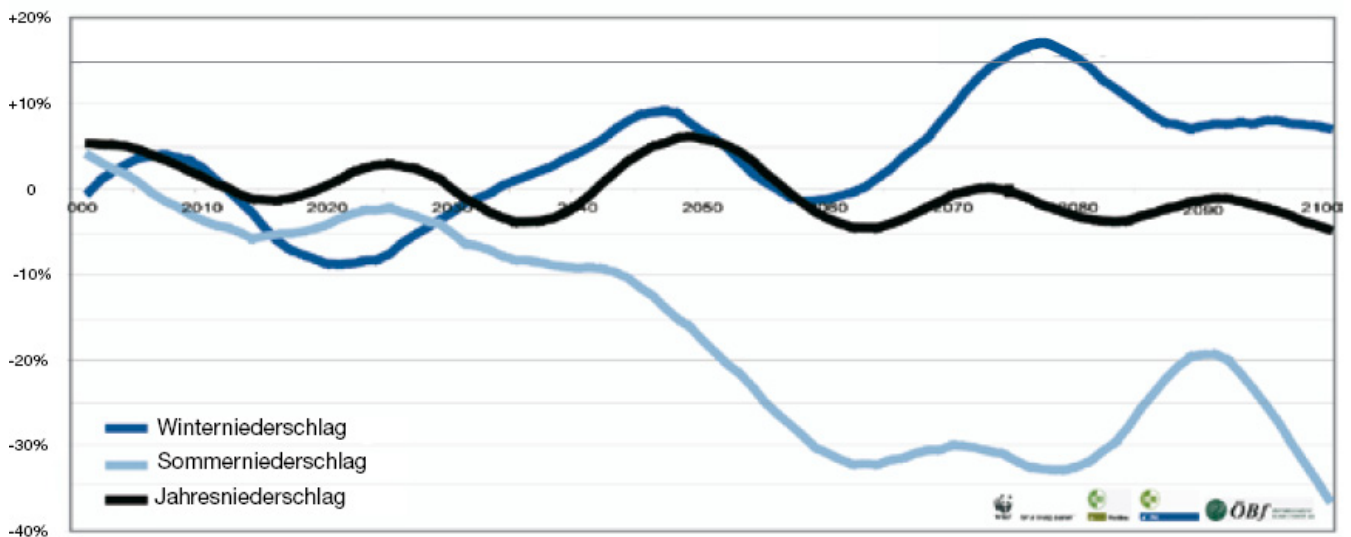
Abb. 1: Veränderung der Niederschläge in Österreich im Jahresverlauf.

Zunahme im Winter (blau) und Abnahme im Sommer (orange). Änderungen beziehen sich auf den Vergleich der Perioden 1961-1990 und 2071-2100



Erwartet wird zudem, dass die Niederschläge extremer und intensiver werden. Bis zum Ende des Jahrhunderts könnte bereits die Hälfte der Jahresniederschläge in Form von Starkniederschlägen fallen – derzeit sind es rund 35 Prozent.⁸ Die Klimawissenschaft geht also von einer zunehmenden Variabilität der Niederschlagsmuster aus: Damit werden Starkniederschläge, aber auch Dürresommer häufiger auftreten.

Abb. 2: Entwicklung der Jahresniederschläge in Österreich gemäß dem UNO-Klimaszenario A1B.
Entwicklung von Sommer-, Winter- und Jahresniederschlägen. Die Winterniederschläge (dunkelblau) nehmen zu, die Sommerniederschläge (hellblau) nehmen ab, die Jahresniederschläge bleiben etwa gleich.



Sturmgefahren

In Mitteleuropa haben vor allem zwei Sturmtypen aufgrund ihres Schadenpotenzials große Bedeutung für die Versicherungswirtschaft:

Winterstürme entstehen nur von Oktober bis April. Wegen der großen geographischen Ausdehnung dieses Sturmtyps (z.B. vom Norden Großbritanniens bis südlich der Alpen und vom Atlantik bis tief hinein nach Osteuropa) sind mehrere Millionen Einzelschäden und Schäden für die Versicherungen im mittleren bis hohen zweistelligen Milliarden-Euro-Bereich möglich. Mehr als die Hälfte der Gesamtschäden und fast zwei Drittel der versicherten Schäden entstehen durch Winterstürme.³ Das gestiegene Schadenspotenzial der Winterstürme liegt dabei vor allem in einer Wertkonzentration in urbanen Gebieten.¹

Ein Beispiel für einen Wintersturm verheerenden Ausmaßes ist der Orkan Kyrill. Er bildete neben den Stürmen Britta, Karla, Lotte und Franz den Höhepunkt der überdurchschnittlichen Wintersturmsaison 2006/07. In Österreich sorgte Kyrill für maximale Windgeschwindigkeiten von bis zu 140 Kilometern pro Stunde.

Lokale Unwetter entstehen ganzjährig, am häufigsten jedoch im Sommer. Sie sind räumlich begrenzt, können aber aufgrund ihrer komplexen Folgen wie Blitzschlag, Starkregen, Hagel, Fallböen und Tornados zu versicherten Schäden von mehreren Milliarden Euro führen.

Schadensbild Kyrill Österreich

- >150.000 Einzelschäden
- 20.000 Haushalte von Stromausfällen betroffen

Schadensbild Kyrill Deutschland

- 10 Todesopfer
- >1,5Mio. Einzelschäden
- hunderttausende Haushalte von Stromausfällen betroffen
- landesweite Einstellung des Bahnverkehrs

Überschwemmungen

Prinzipiell steigt durch die Klimaerwärmung die Gefahr von Überschwemmungen, weil durch die erhöhte Verdunstung der Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre steigt und damit höhere Niederschlagsmengen und Starkregen wahrscheinlicher werden. Das steht aber nicht im Widerspruch zur allgemeinen Tendenz zu trockeneren Sommern. Die Regenfälle im Sommer werden sich aber auf weniger Tage verteilen und intensiver ausfallen.

Die Zunahme von Überschwemmungsschäden ist aber auch auf die steigende Erschließung gewässernaher Bereiche zurückzuführen, da es auf viele Menschen anziehend wirkt, in der Nähe von Gewässern zu wohnen. Trotzdem ist der Anteil versicherter Schäden bei Überschwemmungen noch immer relativ gering. Dies liegt zum einen an der geringen Versicherungsdichte und zum anderen daran, dass ein großer Teil der Schäden an öffentlichen und somit nicht versicherten Einrichtungen auftritt.

Hitzewellen und Dürren

Durch die Klimaerwärmung steigt die Wahrscheinlichkeit von Temperaturextremen.⁹ Hitzetage mit Temperaturen von über 30°C werden im gesamten Bundesgebiet zunehmen.¹⁰ Vor allem die südöstlichen Landesteile sind von Sommer-trockenheit und der damit verbundenen Dürregefahr bedroht.⁸ Das spiegelt sich auch in den bisherigen Beobachtungen wider: Drei der vier extremsten Sommer der letzten 200 Jahre lagen innerhalb der letzten 15 Jahre.¹¹

Von einer Hitzewelle spricht man, wenn über mehr als drei Tage hinweg eine Temperatur von 30°C überschritten wird.³ Hitzewellen wirken belastend auf das Herz-Kreislauf-System von Menschen und begünstigen die Ausbreitung von gesundheitsschädlichen Keimen.

Hitzewellen können Menschenleben gefährden. So wurden im Hitzesommer 2003 in vielen Städten Europas Temperaturen jenseits der 40 °C-Marke gemessen. Die ungewöhnlich hohen Temperaturen kosteten zwischen 25.000 und 60.000 Menschen in Europa das Leben. Damit war die Hitzewelle eine der größten humanitären Naturkatastrophen der letzten Jahrhunderte in Europa.³ Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ereignis dieses Ausmaßes auftritt, liegt laut dem Frankfurter Universitätsinstitut für Meteorologie bei einmal in 450 Jahren. Allein in den beiden vergangenen Jahrzehnten ist die Wahrscheinlichkeit für einen Hitzesommer wie 2003 aber bereits um das Zwanzigfache gestiegen. Schweizer KlimatologInnen schätzen, dass Hitzesommer wie 2003 zum Normalfall werden – in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts ist ein Hitzesommer bereits alle zwei Jahre zu erwarten.³

Vermehrtes Auftreten von Dürren stellt eine weitere Gefahr dar, die eng mit dem Klimawandel verbunden ist. Gründe für Dürreperioden können in einer erhöhten Verdunstung, einem verminderten Niederschlag oder einer Kombination aus beidem liegen. Häufig fallen Dürre-Episoden mit Hitzewellen zusammen, so erlebte Mittel- und Osteuropa im Sommer 2003 gleichzeitig eine schwere Trockenperiode. Da die Sommerniederschläge als Folge der Klimaerwärmung durch Anstieg der Temperaturen und höhere Verdunstung sinken werden, ist auch immer häufiger mit Dürre-Episoden zu rechnen.

Hitzewellen und Dürre-Episoden wirken sich jedoch nicht nur negativ auf die Gesundheit – vor allem auf die der älteren Bevölkerung – sondern auch in vielerlei Hinsicht auf die Volkswirtschaft aus: Ernteauffälle in Agrar- und Forstwirtschaft, höheres Unfallrisiko, Einnahmeeinbußen in Industriebetrieben wie Schifffahrt, Energiewirtschaft u.a. (durch den gesunkenen Wasserpegel) und steigende Waldbrandgefahr beeinträchtigen die Volkswirtschaft.

3 DIE ALPEN UNTER KLIMASTRESS

Regionale Klimamodelle sagen für die Alpen in den nächsten 30 Jahren eine Zunahme der Jahresdurchschnittstemperatur von 2°C voraus und übertreffen somit den globalen Trend um das Doppelte. Innerhalb dieses Jahrhunderts ist sogar ein Temperaturanstieg von bis zu 5°C im Alpenraum möglich. Gleichzeitig wird eine Abnahme der Niederschlagsmenge um zehn Prozent und eine jahreszeitliche Verschiebung der Niederschlagsereignisse mit überproportionaler Zunahme der Niederschläge von Spätwinter bis Frühjahr und stärkeren, länger anhaltenden Trockenperioden im Sommer prognostiziert. Weiters wird die Häufigkeit und die Intensität von meteorologischen Extremereignissen (Starkniederschläge, Gewitter mit Hagel, Dürren, Stürme) ansteigen. Meteorologische Extremereignisse wie Hochwasser, Dürreperioden und Stürme werden immer häufiger auftreten und neue Maximalwerte erreichen.

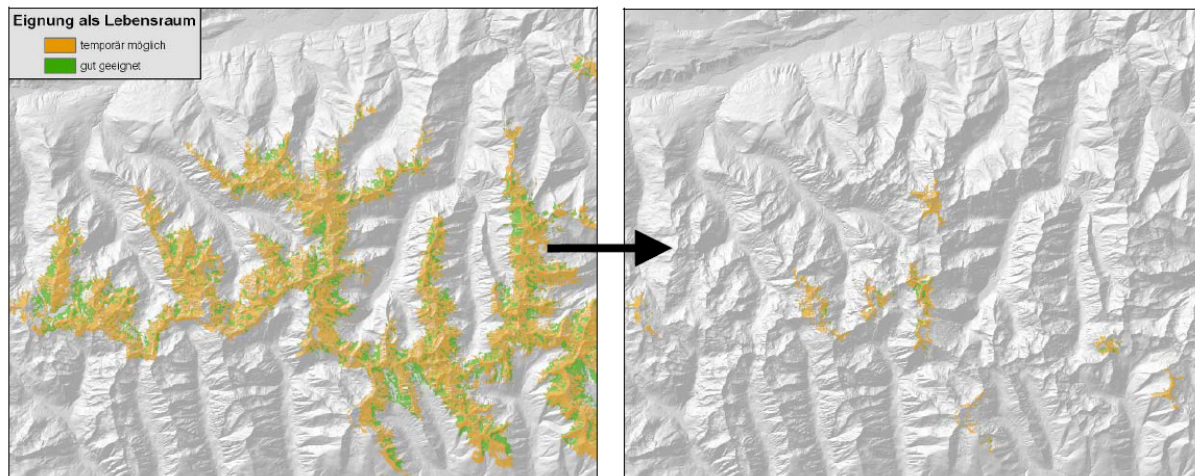
Sichtbarstes Anzeichen für die Reaktion der Alpen auf die Klimaerwärmung sind die Gletscher, die aufgrund der bisherigen Erwärmung bereits große Eisverluste hinnehmen mussten.¹¹ So haben die Gletscher in den Alpen in den letzten hundert Jahren ca. fünfzig Prozent ihrer Eismasse verloren und damit den Wasserabfluss im Sommer stark verändert. Bis 2050 ist im Alpenraum mit einem weiteren Rückgang der Gletscher zu rechnen: Bei einer mittleren Erwärmung dürfte die Fläche der Alpengletscher um ca. drei Viertel abnehmen.⁹

Betroffen ist aber auch die Flora und Fauna. Die Hochgebirge der Erde stellen temperaturlimitierte Lebensräume dar.¹² Gerade im Gebirge kommt ein hoher Anteil der europäischen Artenvielfalt vor. Auf nur drei Prozent der Fläche Europas oberhalb der Waldgrenze kommen zwanzig Prozent von Europas Pflanzenvielfalt vor.¹³ Diese Kombination stellt einen massiven Gefährdungsfaktor für alpine Ökosysteme dar, insbesondere weil Hochgebirgs-Ökosysteme auf tiefe Temperaturen abgestimmt sind und damit besonders empfindlich auf Temperaturanstiege reagieren.

Auch die Migration der Tier- und Pflanzenwelt hat bereits begonnen: Viele Arten weichen durch den Klimawandel in höhere Lagen aus, viele können aber nicht höher wandern: Denn kälteliebenden Arten, wie z.B. der Alpenmannschild, der Gletscher-Hahnenfuß oder der Moossteinbrech, die bereits jetzt auf den höchsten Punkten leben, haben keine Ausweichmöglichkeit mehr.¹⁴ So werden alpine Gipfel zu „Biodiversitätsfallen“. ¹⁶ Je näher eine Population am Gipfel lebt, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie durch die globale Erwärmung ausstirbt.⁹ Weiters wird sich die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft verändern. Konkurrenzstarke Arten werden aus den tieferen Lagen einwandern und schwächere Arten verdrängen.¹²

Im Gegensatz dazu sind größere Wildtiere in der Regel sehr mobil und können so ungünstigen Lebensraumbedingungen durch Abwandern ausweichen, sofern menschliche Einflüsse dem nicht entgegenstehen.¹⁷ Die Wildtierarten Birkhuhn, Schneehuhn sowie Gams- und Steinwild haben sich z.B. im Laufe ihrer Evolution sehr gut an das Leben in den alpinen Lagen, hauptsächlich über der Waldgrenze, angepasst. Unter der Annahme des Ansteigens der Waldgrenze aufgrund des Klimawandels könnte sich der Lebensraum dieser Wildtierarten aber deutlich verringern.¹⁸

Abb. 6: Niedere Tauern. Aktuelle und zukünftige Habitateignung für Schneehuhn unter Annahme einer Temperaturerhöhung von ca. 2,2°C und daraus ermitteltem Anstieg der Waldgrenze



Viele Arten werden in höher oder nördlicher gelegene – also kühlere Gebiete – abwandern. Etwa 1.700 Arten haben bereits begonnen polwärts zu wandern und bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von etwa sechs Kilometer pro Jahrzehnt. Die Klimazonen ihrer Lebensräume verschieben sich derzeit jedoch mehr als siebenmal so schnell – und das Tempo steigt. Verschieben sich die Klimazonen derzeit mit ca. 50 Kilometern pro Jahrzehnt könnten es in Zukunft bald 100 Kilometer pro Jahrzehnt werden.¹⁹ Für viele Arten geht das zu schnell.

Gleichzeitig werden durch die Erwärmung Arten aus wärmeren Gebieten in Österreich einwandern. Die Artenvielfalt wird sich in Österreich durch diese Zuwanderung nominell sogar erhöhen.²⁰ Die Verluste besonders an alpinen Arten wiegen aber schwer, da dabei oft Endemiten – also Arten, die nur in Österreich vorkommen – weltweit aussterben.⁹ Im gesamten Alpenbogen gibt es annähernd 400 endemische Arten.²¹ Über 40 Prozent der höheren Pflanzen, 55 Prozent der Säugetiere, 59 Prozent der Vogelarten und 65 Prozent der Fischarten in Österreich sind bereits heute durch menschlichen Siedlungsdruck, durch die Zerschneidung von Landschaften oder durch die Verbauung der Fließgewässer gefährdet und kommen durch die Klimaerwärmung unter zusätzlichen Druck.²²

Weitere Klimawirkungen auf die Alpen:²³

Der Klimawandel gefährdet die Stabilität von alpinen Ökosystemen. Insbesondere der Bergwald übt dabei eine wichtige Schutzfunktion innerhalb der Alpen aus und ist somit auch von wirtschaftlicher Bedeutung. Waldbrände, Dürren, die verstärkte Ausbreitung von Schädlingen sowie die Veränderung der Artenvielfalt können mögliche Schadensursachen darstellen.

- Weiteres Abschmelzen der Gletscher, das neben Veränderungen des lokalen Klimas auch Veränderungen des Wasserabflusses mit sich bringt und somit Folgen für die Wasserkraftwerke, die Landwirtschaft in Alpentälern, die Wasserführung der Flüsse und die Grundwasserneubildung in den Alpenvorländern mit sich bringt.
- Zunahme und Intensivierung von Hochwassersituationen durch die Steigerung von Niederschlagsintensitäten und das schnellere Abschmelzen von Schnee im Frühjahr mit negativen Einflüssen auf Nebenflüsse und Wildbäche.
- Verstärkte und zunehmende Abgänge von Muren und Schlammlawinen durch die Verschiebung der Permafrostgrenze in den Alpen um mehr als 400 Meter. Dieser Effekt wird durch eine Zunahme der Niederschläge und das verstärkte Abschmelzen der Gletscher verstärkt. Im Winter hingegen ist mit einer zunehmenden Zahl von Lawinenabgängen durch die intensiveren Niederschläge und den stärkeren Wind und die damit einhergehenden Schneeverfrachtungen zu rechnen.

4 AUSBREITUNGSPOTENZIAL VON „GEBIETSFREMDEN ARTEN“²⁴

Durch den Klimawandel halten immer mehr gebietsfremde Arten in Österreich Einzug. Diese Arten stellen durch Konkurrenz, Raubdruck und die Übertragung von Krankheitserregern oder Parasiten eine Bedrohung der ursprünglichen biologischen Vielfalt dar.²⁵ In Österreich sind mittlerweile über 1.200 eingewanderte gebietsfremde Arten bekannt, etwas mehr als 300 Arten sind eingebürgert.²⁴ Die „biologische Invasion“ von vor allem wärmeliebenden Arten wird durch den Klimawandel gefördert.

Gängige invasive Arten in Österreich stellen zum Beispiel die Gewöhnliche Robinie (*Robinia pseudacacia*), die Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*) sowie das Drüsige Springkraut (*Impatiens glandulifera*) dar. Diesen Arten ist gemein, dass sie eine Bedrohung für andere Pflanzenarten in ihrem Lebensraum darstellen und somit den Artenwandel beschleunigen.

Das Forschungsbüro V.I.N.C.A. und das Umweltbundesamt im Auftrag des Deutschen Bundesamtes für Naturschutz (BfN) haben für dreißig Gefäßpflanzenarten die heutige Verbreitung in Österreich und Deutschland dokumentiert. In Österreich wurden bislang insgesamt 1.100 gebietsfremde Pflanzen nachgewiesen.²⁵ Anhand von Klimawandelszenarien lässt sich auch die potenzielle zukünftige Verbreitung prognostizieren. Die meisten der eingewanderten Arten sind sehr wärmeliebend.

Ein großer Teil dieser Arten wird zwar nur geringe Veränderungen hervorrufen, einige wenige können aber sehr bedeutende negative Auswirkungen haben.¹⁷ Die Invasions-Hotspots unter momentanen Klimabedingungen sind stark an große Flusstäler in tiefen Lagen und Großstädte gebunden. In Österreich ist vor allem die weitere Umgebung von Wien betroffen. Hingegen zeigt der Alpenraum unter momentanen Klimabedingungen keine oder eine geringe Eignung für gebietsfremde Arten.²⁴

Probleme und Gefahren von invasiven Arten

invasiv = Ausbreitung auf Kosten von einheimischen Arten

Die Probleme und Gefahren von invasiven Arten sind vielfältig:

- Sie bedrohen die Artenvielfalt, indem sie einheimische Arten gefährden oder verdrängen, z.B. durch Konkurrenz oder Auffressen (Räuberdruck) oder durch neue Krankheiten und Parasiten. Sie verändern heimische Ökosysteme, z.B. evolutionär durch Hybridisierungen und Anpassungen. Sie sind isoliert und nicht Teil eines natürlichen Ökosystems: Sie haben kaum natürliche Feinde, werden daher nicht als Futter- oder Materialquelle genutzt und können sich rasant ausbreiten.
- Sie richten wirtschaftliche Schäden an, z.B. in der Landwirtschaft (Ernteausschläge). Sie gefährden die Gesundheit des Menschen, z.B. durch Allergien oder Gifte.
- Sie schleppen Krankheiten und gebietsfremde Parasiten ein.
- Sie führen zu Beeinträchtigungen bei Jagd und Fischerei.

Invasionsrisiko unter Klimawandelszenarien

Für die meisten der untersuchten Arten wird mit den Klimaänderungen die Anzahl besiedelbarer Gebiete deutlich steigen. Die Szenarien mit der stärksten Temperaturzunahme sind auch jene, die die stärkste Ausbreitung mit sich bringen.

Abb. 7: Invasions-Hotspots von 30 ausgewählten Neophyten (gebietsfremde Arten) in Österreich und Deutschland unter momentanen Klimabedingungen.

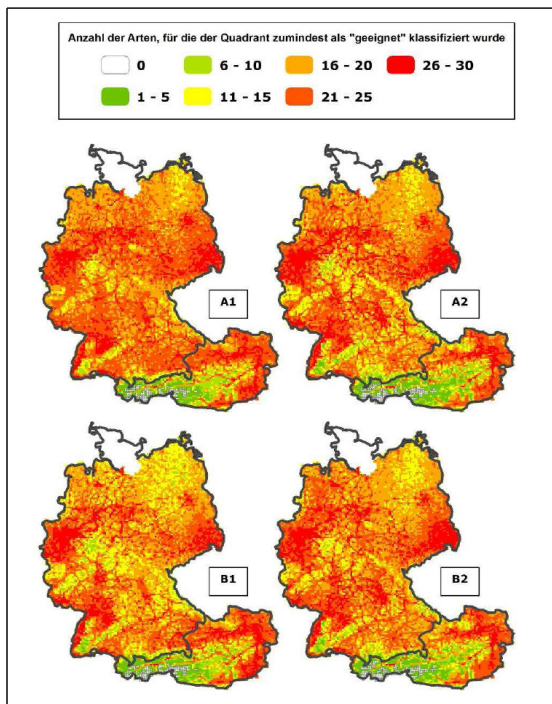


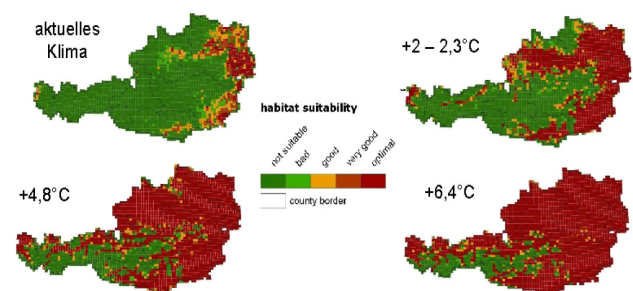
Abb. 8: Beifußblättriges Traubenkraut (*Ambrosia artemisiifolia*)



Fallbeispiel Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.):¹⁸

- gebietsfremde Pflanze mit gesundheitsbeeinträchtigender Wirkung
- aus Nordamerika stammend, wärmeliebend
- stark allergene und in großer Menge produzierte Pollen
- Risiko für Allergie, Heuschnupfen und Asthmaanfälle
- aktuelle Hauptverbreitung: warme Tieflagen Österreichs (11 Prozent)
- Temperaturzunahme um 2°C – Versechsfachung der potenziellen Habitate
- Erwärmung um 4,8°C bis 6,4°C – potentielle Habitate auf 67 Prozent bis 80 Prozent der Fläche Österreichs
- Ausbreitung der Art durch menschliche Aktivität (Handel mit kontaminiertem Getreide und Vogelfutter, Verschleppung mit Erdaushubmaterial, u.ä.)
- signifikanter Zusammenhang zwischen Vorkommenswahrscheinlichkeit und Temperatur

Abb. 9: Verteilung der potenziellen Habitate der Ambrosie in Österreich auf Basis von Klimaszenarien



5 GESUNDHEIT UND GLOBALE ERWÄRMUNG¹⁸

Der Klimawandel kann indirekt auch Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen haben. So wurde im Rahmen der „StartClim2005-Studie“¹⁸ die Sterblichkeit der Wiener Bevölkerung von 1990 bis 2004 untersucht. In dieser Periode war die Gesamtsterblichkeit an Hitzetagen um etwa zehn Prozent erhöht. Im Sommer 2003 starben allein in Frankreich rund 15.000 Menschen infolge der großen Hitzewelle, für ganz Europa werden die Opferzahlen auf 25.000 bis 60.000 geschätzt.¹⁸ Weiters wurde die in Zukunft zu erwartende Häufigkeit von Hitzetagen ermittelt: Während derzeit im Mittel etwa zwölf 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.¹⁸

Belastend wirkt sich auch eine verminderte nächtliche Abkühlung aus.¹⁸ Vor allem in Städten spielt dieses Phänomen eine wichtige Rolle, da hier meist eine sich vom kühleren Umfeld abhebende, inselartige urbane Überwärmung (=städtische Wärmeinsel) auftritt. Die geringere nächtliche Abkühlung in Städten ist aus aktuellen Klimadaten gut erkennbar. So gibt es an der Station Wien Innere Stadt pro Jahr 30 Tage mehr mit einer Minimumtemperatur von 15 °C als an der Station Hohe Warte.¹⁸ Gleichzeitig hat sich die Anzahl warmer Nächte seit 1961 verdoppelt. Dieses erhöhte nächtliche Temperaturminimum hat sogar größeren Einfluss auf die Gesundheit als hohe Temperaturen am Tag. So haben einmalig auftretende Nächte mit mindestens 20 °C beinahe denselben Effekt wie eine mehr als drei Tage andauernde Hitzeperiode. Noch stärker wirken warme Nächte zwischen zwei Hitzetagen. Durch diesen kontinuierlichen Anstieg an Häufigkeit hoher nächtlicher Temperaturen im Sommer steigt auch die physiologische Belastung.

Ausbreitung von Krankheiten^{27,28}

Durch die Einwanderung von Arten könnten sich auch Insekten ausbreiten, die Krankheiten übertragen. Tatsächlich gibt es eine ganze Reihe von Insekten, die theoretisch in der Lage wären, Infektionen zu übertragen (siehe Fallbeispiele).²⁷ Allerdings sind größere Auswirkungen in Österreich unwahrscheinlich, da das Gesundheitssystem gut entwickelt ist und einer allfälligen Ausbreitung dieser Krankheiten gut gesteuert werden kann.

Fallbeispiel Leishmaniose

- Weltweit sind ca. 12 Mio. Menschen mit Leishmaniose infiziert, jährlich sterben 60.000 an der Infektion.
- Das Auftreten ist an das Vorkommen von Sandmücken gebunden. Sie nehmen den Erreger bei der Blutmahlzeit auf und übertragen die Krankheit dann an den nächsten Wirt.
- Sandmücken-Vorkommen sind in Österreich nachgewiesen, die Temperatur stellt den limitierenden Faktor dar.
- Leishmaniosen sind vermutlich jene Infektionskrankheiten, die sich bei Erwärmung des Klimas als erste in Mitteleuropa weiter etablieren und ausbreiten können.
- Viele Krankheitsbilder je nach Sandmücken-Art und - Ort des Befalls (Innere Leishmaniose, Hautleishmaniose, Schleimhautleishmaniose) sind möglich.

Abb. 12 : Hautleishmaniose



Abb. 13: Gemeiner Holzbock (*Ixodus ricinus*)



Fallbeispiel Zecken und zeckenassoziierte Krankheiten²⁹

- Auswirkung: Ausbreitung der Zecken nach Norden und in größere Höhenlagen.
- Bei höheren Wintertemperaturen bleiben Zecken auch den Winter über aktiv. Verstärkte Produktion von Eiern und Beschleunigung des Lebenszyklus, somit höhere Populationsdichte.
- Für Borreliose und auch FSME konnte in den letzten Jahren ein deutlicher Anstieg der Erkrankungszahlen registriert werden. Die in den letzten Jahren vermehrt beobachteten milden Winter führten zu einer höheren Überlebensrate von Zecken und kleinen Waldnagern, den natürlichen Wirten der beiden Erreger.²⁹

6 AUSWIRKUNGEN AUF DEN TOURISMUS

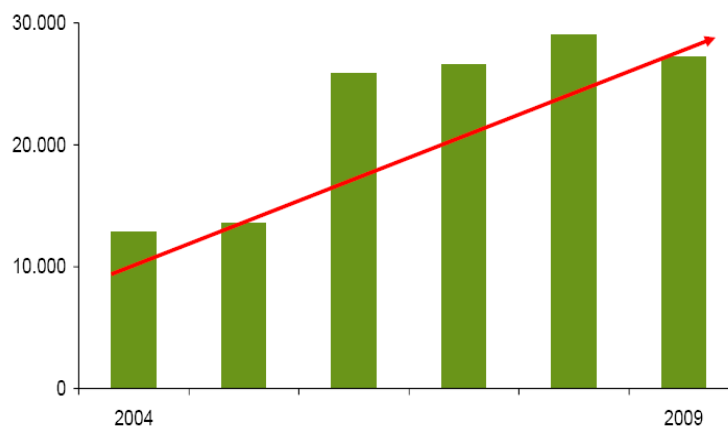
Mit dem Klimawandel steht der Tourismus vor einer neuen Herausforderung, da er im Gegensatz zu Naturkatastrophen oder Terroranschlägen nicht nur kurzfristig wirkt, sondern die Attraktivität von Urlaubsdestinationen dauerhaft verändert. Die daraus resultierenden Anpassungsmaßnahmen werden dazu führen, dass sich regionale und globale Touristenströme verschieben werden und es somit GewinnerInnen und VerliererInnen geben wird. Damit ist die gesamte touristische Wertschöpfungskette (z.B. ReiseveranstalterInnen, Reisebüros, Hotels, Fluggesellschaften) vom Klimawandel betroffen.

Mit einem Anteil von 15 Prozent am Bruttoinlandsprodukt ist die Tourismuswirtschaft einer der wichtigsten Wirtschaftsfaktoren in Österreich. Dabei spielt der Wintertourismus in den Alpen eine wesentliche Rolle. Die Schneesicherheit vieler Gebiete ist aber gefährdet, da viele Schigebiete in Österreich niedrig gelegen sind. So liegt Kitzbühel auf 800 Metern, Schneesicherheit ist aber erst ab einer Höhe von ca. 1.200 Metern gegeben. Die Schneefallgrenze hat sich im Alpenbereich seit 1950 um mehr als hundert Meter nach oben verschoben, eine Entwicklung, die sich bei steigender Erwärmung fortsetzen wird. In der gesamten Alpenregion würde der Anteil der schneesicheren Skigebiete bei einem Anstieg der Durchschnittstemperatur um 1°C von heute ca. 91 Prozent auf etwa 75 Prozent und bei einer Temperaturzunahme um 2°C auf knapp 61 Prozent abnehmen.²³ Österreich hat dann an den schneesicheren Gebieten nur noch einen geringen Anteil, weil seine Schigebiete niedriger liegen als jene in der Schweiz oder in Frankreich. Touristenströme würden deshalb auch vor allem in die Schweiz und nach Frankreich umgeleitet. Aufgrund der steigenden Temperaturen wird aber dafür der Sommertourismus in den Alpen an Attraktivität gewinnen, da der „kühlere Norden“ dann eine Alternative zur heißen Mittelmeerregion bietet.

7 AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS AUF LANDWIRTSCHAFT

Die Landwirtschaft gehört zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Bereichen. Aufgrund der zunehmenden Trockenheit und der erhöhten Klimavariabilität werden zunehmendes Risiko von Ertrags- sowie Qualitätseinbußen zum Alltag gehören.³ In Österreich nahm in den letzten Jahren die Anzahl der Schäden durch Naturkatastrophen in der Landwirtschaft dramatisch zu. Besorgniserregend ist, dass Naturkatastrophen wie Hagelschäden in der Landwirtschaft zunehmen und sich die Schadensmeldungen seit 2005 mehr als verdreifacht haben.“⁵ Kein anderer Sektor der Volkswirtschaft wird durch die steigende Anzahl an Extremwetterereignissen so gefährdet wie die Landwirtschaft, wo 80 Prozent des Ertrages vom Wetter abhängen.⁵

Abb. 14: Anzahl der Schäden durch Naturkatastrophen in der Landwirtschaft



Die drei wichtigsten landwirtschaftlichen Produktionsregionen liegen im Osten Österreichs und umfassen die Bundesländer Nieder- und Oberösterreich sowie die Steiermark. Etwa zwei Drittel aller landwirtschaftlichen Betriebe liegen in diesen drei Bundesländern.³¹ Untersuchungen zeigen, dass die Kulturpflanzen unterschiedlich empfindlich auf Temperaturänderungen reagieren. So wird der Ertrag von Sommergerste und Mais durch sommerliche Trockenperioden erheblich beeinträchtigt. Jahre mit zu hohen Niederschlagsmengen führen wiederum zu niedrigeren Kartoffelernten. Zu den Gewinnern der Klimaerwärmung gehört allerdings der Weinbau, da in Zukunft Frosttage und kühlfeuchte Tage im Sommer kaum mehr auftreten werden, was bisher die Hauptursache von Ertragseinbußen darstellte. Anders bei wichtigen Nahrungsmittellieferanten: Unterschiedliche Kulturpflanzen gedeihen bei unterschiedlichem Temperaturniveau unterschiedlich gut. Bei Gerste liegt das Temperaturoptimum bei 14 bis 18 °C während der Reifephase des Korns. Steigt die Temperatur auch nur um ein Grad darüber, ist schon ein Ertragsverlust von fünf Prozent zu erwarten.³³

Zunehmender Schädlingsbefall

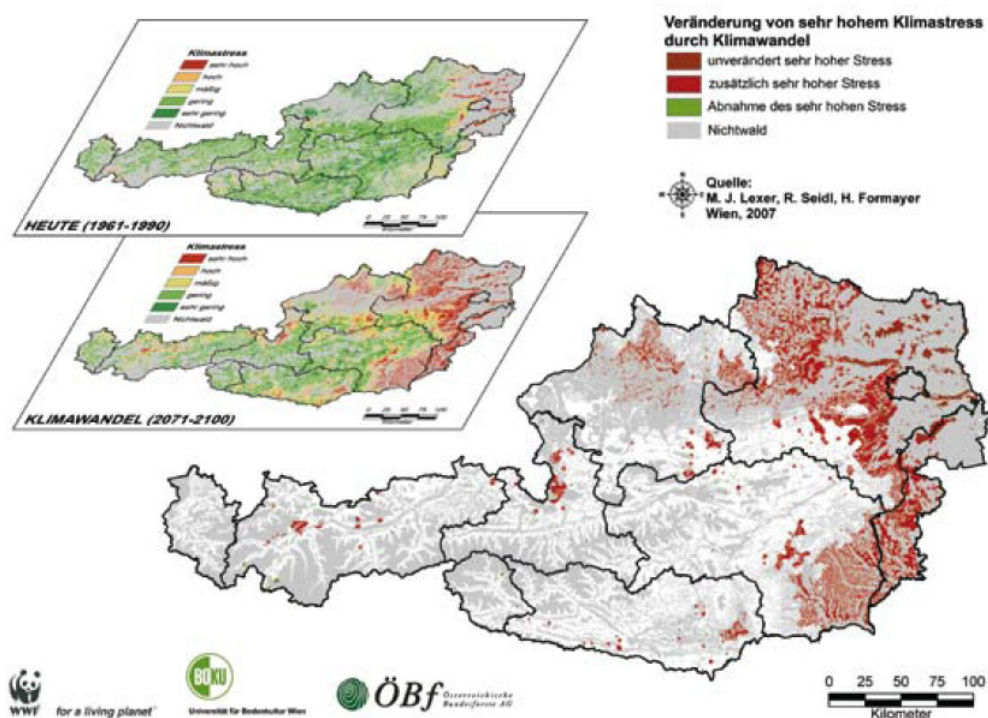
Das Projekt „StartClim2005.C3-a“ (Grünbacher et al. 2006)³⁴ untersuchte die Veränderungen des Schädlingsauftretens im ost-österreichischen Ackerbau. Unter den untersuchten Schädlingen befanden sich dabei einige Verursacher ökonomisch schwerwiegender Schäden, die bisher nur in Südost-Mitteleuropa große Schäden anrichteten, seit kurzem aber auch in Österreich auftreten. Es handelt sich dabei um Schadinsekten, deren Vorkommen stark von der Umgebungstemperatur abhängt. Auch die Vermehrung der Schadinsekten wird durch höhere Temperaturen beschleunigt.³⁴ Für eine weitere Ausbreitung sind vor allem die klimatischen Verhältnisse vor Ort relevant, insbesondere weil diese auch bestimmend dafür sind, ob eine Überwinterung im Freiland überhaupt möglich ist. Eine Erwärmung der Umgebungstemperatur bietet demnach ideale Voraussetzungen für eine Zunahme von Schadinsekten. Besseren klimatischen Bedingungen für Schädlinge kann allerdings mit durchdachter Bewirtschaftung, wie abgestimmten Fruchtfolgen³⁴ begegnet werden.

8 AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS AUF DIE FORSTWIRTSCHAFT³⁷

Die Forstwirtschaft ist durch die Langlebigkeit der Bäume und damit verbunden langfristig anhaltende Strukturen besonders vom Klimawandel betroffen. Natürliche Anpassungsmechanismen wie genetische Adaption oder Migration ist in der Forstwirtschaft unmöglich, Anpassung macht lange Vorlaufzeiten notwendig. Betroffen ist die Forstwirtschaft zusätzlich von zunehmendem Schädlingsbefall. So ist mit einem Anstieg der Borkenkäferpopulation zu rechnen und mit einem Befall von höher gelegenen Waldgebieten. Aber auch andere Stressfaktoren wie Wildverbiss erhöhen die Anfälligkeit von Waldökosystemen gegenüber klimatischen Veränderungen.³⁶

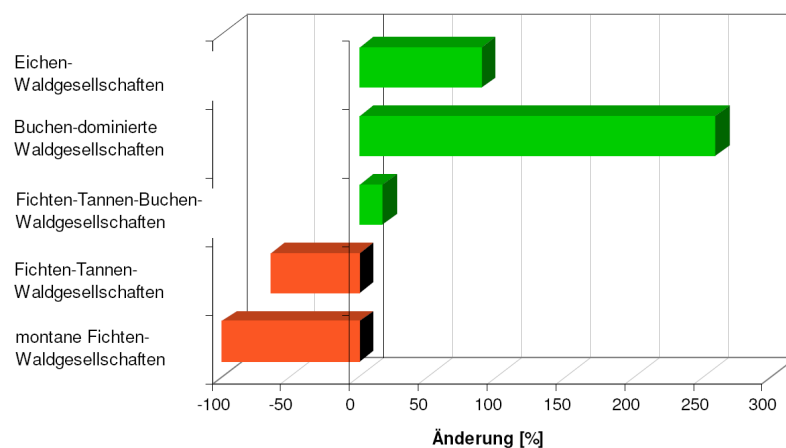
Besonders die für die Holzwirtschaft so wichtige Fichte wird stark unter der Klimaerwärmung leiden. Sie nimmt in Österreich etwa 56 Prozent der Ertragswaldfläche ein und liegt somit weit vor der Buche (9,7 Prozent) oder der Weißkiefer (5,3 Prozent), die die zweit- bzw. dritthäufigsten Baumarten in Österreich darstellen. Ihr natürliches Verbreitungsgebiet sind montane und subalpine Regionen (ca. 800 bis 2.500 Höhenmeter),³⁷ sie dominiert jedoch auch in Gebieten, in denen sie natürlicherweise nicht vorkommen würde. Eben diese „künstlichen“ Fichtenbestände sind gegenüber der Klimaerwärmung besonders empfindlich. Bei höheren Temperaturen und Mangel an Niederschlag werden sie geschwächt und sind dann extrem anfällig für Schädlingsbefall (Borkenkäfer). Vor allem im Osten sind jetzt schon geringere Niederschlagssummen festzustellen und kritische Werte erreicht – die Fichte kommt in Österreich zunehmend unter Druck.

Abb. 16: Veränderung der Stressbelastung für Fichte durch Klimawandel. Im Insert sind anhand von zwei Karten die Klimastress-Belastung der Fichte heute und unter Klimawandel in fünf Stress-Kategorien dargestellt. Die Hauptkarte zeigt die Gebiete mit sehr hoher Stressbelastung und gibt deren flächenmäßige Veränderung (Ausdehnung, Verringerung) durch Klimawandel wieder.



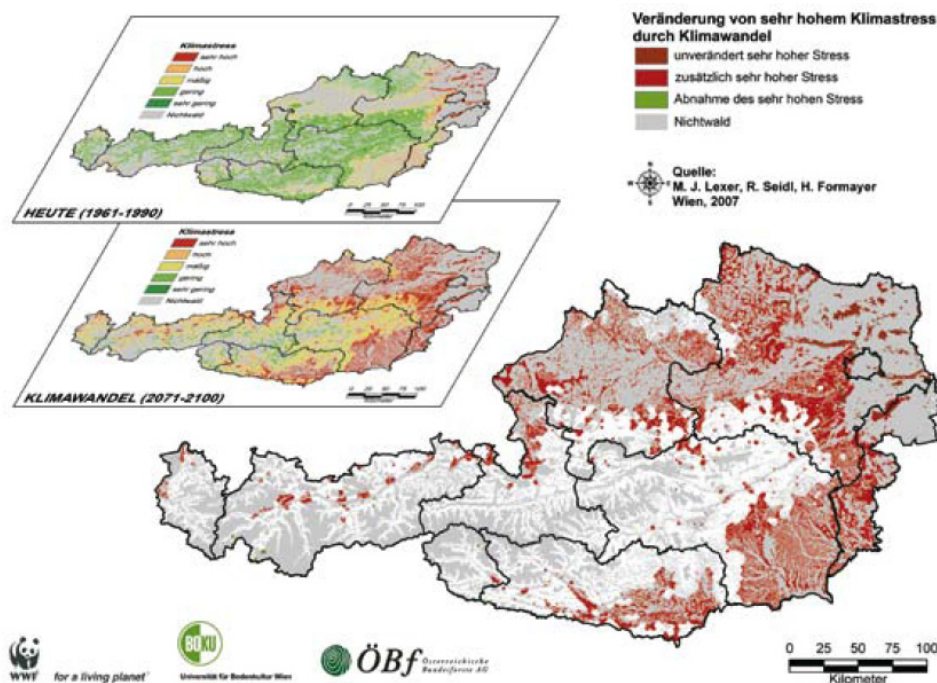
Mit Hilfe des Simulationsmodells PICUS37 wurden mögliche Auswirkungen der Klimaerwärmung flächendeckend für Österreich auf Basis des Stichprobennetzes der Österreichischen Waldinventur untersucht. Die Simulation zeigte, dass schon eine relativ geringe Erhöhung der Temperatur drastische Auswirkungen auf die Ökosystemdynamik haben kann. So zeigt die Simulationsstudie von Lexer et al. 2001,³⁷ dass sich die Eignungszonen drastisch verschieben und für Buchenwaldtypen von 14 Prozent unter heutigem Klima auf knapp 50 Prozent der Waldfläche stark zulegen würden.³⁶ Auch Eichenwälder nehmen laut dieser Studie zu, während montane fichtendominierte Waldgesellschaften an Konkurrenzfähigkeit verlieren.

Abb. 17: Relative Veränderung wichtiger potenziell natürlicher Waldtypen unter einem Klimaänderungsszenario (+2°C, -15% Sommerniederschlag).



Fichten werden also zugunsten von Buche und Eiche weichen müssen. Durch die steigende Präsenz der Fichtenborkenkäfer steigt zusätzlich der Druck auf die Fichte. Der Borkenkäfer selbst wird durch wärmeres Klima in seiner Entwicklung begünstigt, während die Fichte im selben Atemzug unter Klimastress leidet und dadurch anfälliger für Schäden wird.⁸ Für die Fichte werden im Wesentlichen nur im Alpenbogen in höheren Lagen geeignete Gebiete übrigbleiben.¹¹ In höheren Lagen ergeben sich für die Forstwirtschaft durch das Ansteigen der klimabedingten Waldgrenze allerdings sogar größere Spielräume.⁹

Abb. 18: Veränderung der Stressbelastung für Fichte durch Klimawandel unter Berücksichtigung von Borkenkäferstörungen. Im Insert sind anhand von zwei Karten die Klimastress-Belastung der Fichte heute und unter Klimawandel in fünf Stress-Kategorien dargestellt. Die Hauptkarte zeigt die Gebiete mit sehr hoher Stressbelastung und gibt deren flächenmäßige Veränderung (Ausdehnung, Verringerung) durch Klimawandel wieder.



9 FAZIT


Klimawandel findet statt. Auch in Österreich sind bereits deutliche Zeichen des sich verändernden Klimas sichtbar. Viele Arten wandern aus Österreich aus, andere wiederum – vor allem wärmeliebende Arten – wandern in Österreich ein. Das Land ändert sich. Das Bild von mächtigen Gletschern, die über Alpengipfeln thronen und wedelnden Schitouristen kann schon bald der Vergangenheit angehören: Die Gletscher schmelzen und die Schneesicherheit österreichischer Schigebiete sinkt. Der Tourismus, einer der Hauptwirtschaftsfaktoren in Österreich, ist davon stark betroffen.

Auch andere vitale Lebensbereiche sind vom sich verändernden Klima betroffen. Land- und Forstwirtschaft zeigen sich naturgemäß sensibel auf sich verändernde Klimabedingungen. Veränderungen der Niederschlagsmuster, mehr Starkregen und Hitze werden in Zukunft den Erträgen stärker zusetzen und auch die Fichte, Österreichs wichtigster Wirtschaftsbaum, wird unter zunehmendem Klimastress leiden.

Der Klimawandel wird also in Österreich nicht ohne Folgen bleiben. Das Land wird sich auch weiterhin verändern. Jetzt gilt es vor allem das Unvermeidbare zu bewältigen und gleichzeitig eine Klimaschutzpolitik aufzusetzen, die das Unbewältigbare vermeidet.

QUELLENVERZEICHNIS

- 1 Kromp-Kolb, H., Formayer, H., Clementsitsch, L. 2008: Regionale Klimaänderung in Österreich - Auswirkungen auf die Bereiche Energieerzeugung, Infrastruktur, Land- und Forstwirtschaft
- 2 Kromp-Kolb, H., Formayer, H. 2001: Klimaänderung und mögliche Auswirkungen auf den Wintertourismus in Salzburg
- 3 Münchener Rück: Zwischen Hoch und Tief-Wetterrisiken in Mitteleuropa
- 4 Lebensministerium, 2006: Klimawandel im Alpenraum – Auswirkungen und Herausforderungen
- 5 www.hagel.at/site/index.cfm?objectId=500F1E6D-AE47-DA47-1F22A324CDA30C19&refid=6B9E4985-3005-96D1-4E737ABBFF1D143 (30.08.2011)
- 6 Christoph Matulla, Klimawandel und Extremereignisse www.climod.eu/talks/080924.wien.verbund.pdf (30.08.2011)
- 7 Kromp-Kolb, H., Formayer, H. 2009: Hochwasser und Klimawandel-Auswirkungen des Klimawandels auf Hochwasserereignisse
- 8 BOKU-Met & WWF 2004 zitiert in Niedermair, M., Lexer, J. M., Plattner, G.; Formayer, G., Seidl, R.: Klimawandel und Artenvielfalt – Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?
- 9 ProClim 2007a, S. 17 zitiert in Niedermair, M., Lexer, J. M., Plattner, G.; Formayer, G., Seidl, R.: Klimawandel und Artenvielfalt – Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?
- 10 WWF 2007a..... zitiert in Niedermair, M., Lexer, J. M., Plattner, G.; Formayer, G., Seidl, R.: Klimawandel und Artenvielfalt - Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?
- 11 Niedermair, M., Lexer, J. M., Plattner, G.; Formayer, G., Seidl, R. : Klimawandel und Artenvielfalt – Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?
- 12 Gottfried, M., Pauli, H., Hohenwallner, D., Reiter, K., Grabherr, G. 2002: GLORIA – The Global Observation Research Initiative in Alpine Environments: Wo stehen wir?, Petermanns Geographische Mitteilungen, 2002/4, Klett-Perthes. S. 69–71
- 13 THUILLER et al 2005 zitiert in Niedermair, M., Lexer, J. M., Plattner, G.; Formayer, G., Seidl, R.: Klimawandel und Artenvielfalt – Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?
- 14 Projekt GLORIA: Global Observation Research Initiative in Alpine Environments. Department of Conservation, Biology, Vegetation and Landscape Ecology, University of Vienna. www.gloria.ac.at (30.08.2011)
- 15 Mündl. Auskunft Dr. Herbert Formayer, BOKU Wien: Als Faustregel gilt: Pro Grad Erwärmung 150 m zitiert in Niedermair, M., Lexer, J. M., Plattner, G.; Formayer, G., Seidl, R. : Klimawandel und Artenvielfalt – Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?
- 16 Gottfried, Pauli & Grabherr 1998; Gottfried et al. 1999 zitiert in Grabherr, G., Gottfried, M., Pauli, H.: Der globale Wandel im internationalen Monitoring, online unter: [/www.uibk.ac.at/igf/forschung/igf_band1_texte/igf_gloria_21-36.pdf](http://www.uibk.ac.at/igf/forschung/igf_band1_texte/igf_gloria_21-36.pdf) (30.08.2011)
- 17 BOKU-Met 2003 zitiert in Niedermair, M., Lexer, J. M., Plattner, G.; Formayer, G., Seidl, R.: Klimawandel und Artenvielfalt – Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?
- 18 Kromp-Kolb, H. 2006: StartClim2005 – Klimawandel und Gesundheit, November 2006
- 19 Hansen, 2006 zitiert in Niedermair, M., Lexer, J. M., Plattner, G.; Formayer, G., Seidl, R.: Klimawandel und Artenvielfalt – Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?
- 20 BOKU-Met 2003, S. 84 zitiert in Niedermair, M., Lexer, J. M., Plattner, G.; Formayer, G., Seidl, R. : Klimawandel und Artenvielfalt – Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?
- 21 Nagy, L., Grabherr, G. 2009: The Biology of Alpine Habitats. Oxford University Press, New York zitiert in Klipp, M. 2010: GLORIA – Der Weg der Pflanzen in den Himmel, Schriften des Nationalparks Gesäuse 5 (2010), S. 22–27
- 22 Nikelfeld, H. 1999, Zulka, K. P. et al. 2005, 2007 zitiert in Niedermair, M., Lexer, J. M., Plattner, G.; Formayer, G., Seidl, R. : Klimawandel und Artenvielfalt – Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?
- 23 Deutsche Bank Research, 2008: Klimawandel und Tourismus: Wohin geht die Reise?
- 24 Kleinbauer, I., Dullinger, S., Klingenstein, F., May, R., Nehring, S, Essl, F.: Ausbreitungspotenzial von Neophyten unter Klimawandel – Viele Gewinner, wenige Verlierer?

- 
- 25 Essl, F., Rabitsch, W. 2002: Neobiota in Österreich. Umweltbundesamt, Wien, 432 pp
 - 26 IPCC (2001): Climate Change 2001: the scientific basis. Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press
 - 27 <http://sciencev1.orf.at/science/news/101457> (30.08.2011)
 - 28 http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Indirekte_Auswirkungen_des_Klimawandels_auf_die_Gesundheit
 - 29 <http://gesund.co.at/borreliose-12012/> (30.08.2011)
 - 30 Kromp-Kolb, H. 2007: StartClim2006 – Klimawandel und Gesundheit, Tourismus, Energie
 - 31 <https://www.help.gv.at/Portal.Node/hlpd/public/content/100/Seite.1000200.html> (30.08.2011)
 - 32 Formayer, H., Clementschitsch, L., Hofstätter, M., Kromp-Kolb, H. 2008: VorSicht Klima! – Klimawandel in Österreich, regional betrachtet
 - 33 Soja, G. 2005: StartClim2004.C - Analyse der Auswirkungen der Trockenheit 2003 in der Landwirtschaft Österreichs – Vergleich verschiedener Methoden
 - 34 Grünbacher, E., Hann, P., Kromp, B., Formayer, H. 2008: StartClim2007.C
StartClim2007.C - Anpassungen der Schadinsektenfauna an den Klimawandel im ost-österreichischen Ackerbau: Konzepterstellung für ein Langzeit-Monitoringsystem
 - 35 Grünbacher, E., Hann, P., Trska, C., Kromp, B., Formayer, H. 2007: StartClim2006.C - Auswirkung des Klimawandels auf die Ausbreitung der Engerlingsschäden (Scarabeidae; Coleoptera) im österreichischen Grünland
 - 36 Lexer, J. M., Seidl, R. 2007: Der österreichische Wald im Klimawandel – Auswirkungen auf die Waldbewirtschaftung, Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Jahrgang 2007
 - 37 Lexer, J. M. 2001: Simulation der potentiellen natürlichen Vegetation für Österreichs Wälder
 - 38 Krehan, H., Steyrer, G. 2006 zitiert in zitiert in Niedermair, M., Lexer, J. M., Plattner, G.; Formayer, G., Seidl, R. : Klimawandel und Artenvielfalt – Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- Abb.1 Kromp-Kolb, H., Formayer, H., Clementschitsch, L. 2008: Regionale Klimaänderung in Österreich - Auswirkungen auf die Bereiche Energieerzeugung, Infrastruktur, Land- und Forstwirtschaft
- Abb. 2 Kromp-Kolb, H., Formayer, H., Clementschitsch, L. 2008: Regionale Klimaänderung in Österreich - Auswirkungen auf die Bereiche Energieerzeugung, Infrastruktur, Land- und Forstwirtschaft
- Abb. 3 Niedermair, M., Lexer, J. M., Plattner, G.; Formayer, G., Seidl, R.: Klimawandel und Artenvielfalt – Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?
- Abb. 4 Niedermair, M., Lexer, J. M., Plattner, G.; Formayer, G., Seidl, R.: Klimawandel und Artenvielfalt – Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?
- Abb. 5 Münchener Rück: Zwischen Hoch und Tief - Wetterrisiken in Mitteleuropa
- Abb. 6 Kromp-Kolb, H. 2006: StartClim2005 - Klimawandel und Gesundheit, November 2006
- Abb. 7 Kleinbauer, I., Dullinger, S., Klingenstein, F., May, R., Nehring, S, Essl, F.: Ausbreitungspotenzial von Neophyten unter Klimawandel – Viele Gewinner, wenige Verlierer?
- Abb. 8 www.ag.ndsu.nodak.edu/invasiveweeds/ambrosia_artemisifolia.htm
- Abb. 9 Kromp-Kolb, H. 2006: StartClim2005 – Klimawandel und Gesundheit, November 2006
- Abb. 10 wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:Krankheiten_uebersicht.jpg (30.08.2011)
- Abb. 11 Kromp-Kolb, H. 2006: StartClim2005 – Klimawandel und Gesundheit, November 2006
- Abb. 12 de.wikipedia.org/wiki/Leishmaniose (30.08.2011)
- Abb. 13 de.wikipedia.org/wiki/Zecken (30.08.2011)
- Abb.14 www.hagel.at/site/index.cfm?objectid=500F1E6D-AE47-DA47-1F22A324CDA30C19&refid=6B9E4985-3005-96D1-4E-737ABBFF1D143 (30.08.2011)
- Abb. 15 www.hagel.at/site/images/Grafik-Schadensmeldungen_Hagel_2005-bis-2009.jpg (30.08.2011)
- Abb. 16 Niedermair, M., Lexer, J. M., Plattner, G.; Formayer, G., Seidl, R. : Klimawandel und Artenvielfalt – Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?
- Abb. 17 Lexer, J. M. 2001: Simulation der potentiellen natürlichen Vegetation für Österreichs Wälder
- Abb. 18 Niedermair, M., Lexer, J. M., Plattner, G.; Formayer, G., Seidl, R.: Klimawandel und Artenvielfalt – Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?

Wir über uns

GLOBAL 2000 ist Österreichs führende unabhängige Umweltschutzorganisation. Als aktiver Teil von Friends of the Earth International (FOEI) kämpfen wir für eine intakte Umwelt, eine zukunftsfähige Gesellschaft und nachhaltiges Wirtschaften. Umweltschutz heißt, seine Verantwortung wahrzunehmen und sich für eine gesunde und lebenswerte Umwelt einzusetzen. Umwelt braucht Schutz – und zwar jetzt!“

Unsere Arbeitsbereiche: Informations- und Öffentlichkeitsarbeit, Verhandlungen mit Entscheidungsträgern aus Politik und Wirtschaft, umfangreiche Presse- und Medienarbeit, Konsumentenschutz, Ausarbeitung von wissenschaftlichen Studien und alternativen Lösungen, Umsetzung von konkreten Projekten, Durchführung von direkten, gewaltfreien Aktionen.

GLOBAL 2000

DIE ÖSTERREICHISCHE UMWELTSCHUTZORGANISATION

Neustiftgasse 36, A-1070 Wien

Tel.: +43 1 812 57 30

Fax: +43 1 812 57 28

E-Mail: office@global2000.at

www.global2000.at

Ihre Spende, unser Einsatz.

PSK 90.30.2000 DANKE!

FRIENDS OF THE EARTH AUSTRIA
DIE ÖSTERREICHISCHE UMWELTSCHUTZORGANISATION

GLOBAL 2000

