

## **Climate Change in the European Alps: Adapting Winter Tourism and Natural Hazards Management**

*Summary in German*

---

## **Klimawandel in den Alpen : Anpassung des Wintertourismus und des Naturgefahrenmanagements**

*Zusammenfassung auf Deutsch*

### **Executive Summary**

Dieser Bericht enthält eine Beurteilung der Folgen des Klimawandels und der Anpassungen an diesen Prozess in den Bereichen Wintertourismus und Naturgefahrenmanagement in den Euro-päischen Alpen<sup>1</sup>. Die Implikationen dieser Beurteilung betreffen jedoch nicht nur die Alpen. Informationen über die Kosten des Anpassungsprozesses, die Rolle von privatem Sektor und staatlichen Stellen sowie allgemeinere Erkenntnisse über die Synergien und Trade-offs zwischen der Anpassung an den Klimawandel und sonstigen sektor- und entwicklungsbezogenen Prioritäten dürften auch für andere Gebirgssysteme von Belang sein, in denen sich ähnliche klimatische und kontextuelle Herausforderungen stellen, wie z.B. in Nordamerika, Australien und Neuseeland. Generell können am Fall der Alpen, wo starke Anpassungskapazitäten bestehen, Beispiele guter Praxis in Bezug auf die Anpassung an den Klimawandel und die Rolle von Finanzierungsmechanismen aufgezeigt und dabei zugleich die Hindernisse und Grenzen dieses Prozesses identifiziert werden. Derartige Erkenntnisse sind nicht nur im Kontext anderer Industriestaaten wertvoll, sondern auch in dem von Entwicklungsländern.

### **Der Klimawandel macht sich in den Alpen bereits bemerkbar, und Anpassungsmaßnahmen sind von größter Bedeutung**

Die Alpen sind besonders anfällig für den Klimawandel, und die Erwärmung fiel dort in jüngster Zeit ungefähr dreimal so stark aus wie im weltweiten Durchschnitt. Die Jahre

---

<sup>1</sup> Die Alpen erstrecken sich über das Staatsgebiet von fünf OECD-Ländern (Frankreich, Schweiz, Italien, Österreich und Deutschland) sowie von Monaco, Liechtenstein und Slowenien.

1994, 2000, 2002 und vor allem 2003 waren die wärmsten, die in den Alpen in den letzten 500 Jahren verzeichnet wurden. Klimamodellen zufolge ist in den kommenden Jahrzehnten mit noch größeren Veränderungen zu rechnen, einschließlich einer Abnahme der Schneedecke in niedrigeren Lagen, eines Abschmelzens der Gletscher und Permafrostgebiete in höheren Lagen sowie Veränderungen der Temperatur- und Niederschlagsextremwerte. Diese Klimaänderungen wirken sich auf ein System aus, das nicht nur von entscheidender wirtschaftlicher und ökologischer Bedeutung ist, sondern auch so schon durch ein breites Spektrum von Naturgefahren und demographischen ebenso wie ökologischen Belastungen bedroht ist. Die Tragfähigkeit von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist daher für die Alpenländer von größter Wichtigkeit. Dies wurde auch von der Alpenkonvention anerkannt, die ihre Vertragsparteien Ende 2006 aufforderte, unverzüglich Anpassungsstrategien für die am stärksten betroffenen Sektoren auszuarbeiten. In einer neueren europaweiten Evaluierung wurden parallel dazu die zunehmenden Einbußen im Wintertourismus infolge der abnehmenden Schneedecke und die wachsende Gefährdung von Siedlungen und Infrastrukturen durch Naturrisiken als die Punkte identifiziert, an denen die Vulnerabilität der Alpen gegenüber dem Klimawandel am stärksten zum Ausdruck kommt. Diese beiden Themen stehen daher im Mittelpunkt dieser Detailstudie.

### **Für den Wintertourismus sind die Gefahren besonders groß, die Auswirkungen der Klimaänderungen variieren jedoch innerhalb des Alpenbogens**

Bei den derzeitigen klimatischen Verhältnissen gelten 609 der 666 alpinen Skigebiete (d.h. 91%) in Deutschland, Frankreich, Italien, Österreich und der Schweiz als von Natur aus schneesicher. Die übrigen 9% werden bereits unter Grenzbedingungen betrieben. Die Zahl der schneefesten Gebiete würde bei einer Klimaerwärmung um 1°C auf 500, um 2°C auf 404 und um 4°C auf 202 zurückgehen. Dies ergab die erste systematische länderübergreifende Analyse der Schneesicherheit in den Alpen im Kontext des Klimawandels, in der über 80% der Skigebietsfläche erfasst wurden. Die genauen Zahlen hängen zwar von den zugrundeliegenden Annahmen ab, für die Politik von Interesse sind jedoch die Gesamttrends wie auch die räumliche Heterogenität der Folgen. Die Auswirkungen des Klimawandels sind in den einzelnen Alpenländern recht unterschiedlich. Am stärksten wäre Deutschland betroffen, wo eine Erwärmung um nur 1°C zu einer Abnahme der Zahl der schneesicheren Skigebiete um 60% führen könnte (im Vergleich zu ihrer derzeitigen Zahl). Bei einer Erwärmung um 4°C wäre in Deutschland so gut wie kein Skigebiet mehr schneesicher. Die Schweiz ist demgegenüber unter den fünf Ländern am wenigsten bedroht, eine Erwärmung um 1°C würde dort nur in einer Abnahme der Zahl der schneesicheren Skigebiete um 10% resultieren, und bei einer Erwärmung um 4°C wäre mit einem 50%igen Rückgang zu rechnen (im Vergleich zur derzeitigen Zahl). Dabei wird es auch „Gewinner“ und „Verlierer“ geben, sowohl was die Regionen betrifft – die französischen Seealpen, die Steiermark und Friaul-Julisch Venetien sind z.B. weit mehr gefährdet als Graubünden, das Wallis und Savoyen – als auch die Skigebiete selbst, wobei jene in niedrigeren Lagen wesentlich stärker bedroht sind als solche mit einer größeren Höhengausdehnung.

## **Die Wintertourismusbranche passt sich bereits an den Klimawandel an, dieser Prozess ist jedoch nicht nur kostspielig, sondern hat auch seine Grenzen**

Die Wintertourismusbranche hat auf die Konsequenzen der beobachteten Veränderungen reagiert, wobei eine Reihe technologischer und verhaltensbezogener Anpassungsmaßnahmen in die Praxis umgesetzt wurde. Die Erzeugung von Kunstschnee ist nach wie vor die wichtigste Anpassungsstrategie. Weitere Maßnahmen sind die Pistenpräparierung, die Verlegung der Skipisten in höhere Lagen und auf Gletscher, der Schutz der Gletscher vor dem Abschmelzen durch weiße Kunststoffplanen, die Diversifizierung der Fremdenverkehrseinnahmen sowie der Einsatz von Versicherungen und Wetterderivaten. Die Anpassungsstrategien sind aber auch mit Kosten verbunden, und sie haben ihre Grenzen. Kunstschnee hat sich als kostenwirksam erwiesen, die entsprechenden Schätzungen beziehen sich jedoch nur auf die direkten finanziellen Kosten für den Skibetrieb, während die potenziellen Externalitäten solcher Praktiken in Bezug auf Wasser- und Energieverbrauch, Landschaft oder Umwelt unberücksichtigt bleiben. Außerdem werden die Kosten der Schneeerzeugung bei zunehmenden Temperaturen nichtlinear steigen – und sollten sich die Umgebungstemperaturen über einen bestimmten Grenzwert hinaus erhöhen, wird die Kunstschneeerzeugung einfach keine gangbare Lösung mehr sein. Das gleiche gilt für die Pistenpräparierung, mit der die für den Skibetrieb erforderliche Mindestschneehöhe um 10-20 cm verringert werden kann. Eine deutliche Abnahme der Schneedecke oder deren völliges Ausbleiben kann jedoch auch mit noch so viel Pistenpräparierung nicht kompensiert werden. Abdeckfolien haben sich ebenfalls als kostenwirksames Mittel für den Schutz der Gletschermasse erwiesen, mit diesen Planen kann allerdings nur eine begrenzte Fläche abgedeckt werden und im Fall einer Fortsetzung der Erwärmungstrends können auch sie das letztendliche Verschwinden der Gletscher nicht verhindern. Mit Versicherungen können unterdessen die finanziellen Verluste infolge einzelner schneeärmer Winter verringert werden, sie können aber keinen Schutz gegen eine langfristige systemische Entwicklung hin zu wärmeren Wintern bieten.

## **Staatliche Instanzen können ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Erleichterung eines nachhaltigen Anpassungsprozesses im Wintertourismus spielen**

Eine wichtige Frage für die staatlichen Instanzen ist der Grad der Aufsicht, der u.U. in einem Prozess nötig ist, bei dem es sich in weiten Teilen um eine autonome, von Marktkräften ausgehende Anpassung handelt. Ein Bereich, in dem es entscheidend auf Aktionen der staatlichen Stellen ankommen könnte, sind die ökologischen und sozialen Externalitäten, die durch den Einsatz (bzw. zu starken Einsatz) bestimmter Anpassungsstrategien entstehen können. Die Kunstschneeerzeugung hat z.B. Auswirkungen auf den Wasser- und Energieverbrauch, durch die Pistenpräparierung kann sich die Stabilität der Skihänge verringern und die Verlegung der Skipisten in höhere Lagen kann zu einer Bedrohung für fragile Ökosysteme werden. Die derzeitigen Politiken variieren stark, sowohl im Ländervergleich als auch innerhalb der einzelnen Länder. In Deutschland und Frankreich gibt es keine Bestimmungen für die Kunstschneeerzeugung, wenn auch einige Aspekte durch die bestehenden Vorschriften für die Wasserentnahme geregelt sind. In Österreich gelten indessen explizite Regelungen für die Schneeerzeugung, diese unterscheiden sich aber in den einzelnen Bundesländern, und in Italien verfügt nur Südtirol über entsprechende Bestimmungen. In der Schweiz müssen

für Schneekanonen mittlerweile Umweltfolgenabschätzungen durchgeführt werden, und es gibt spezifische Vorschriften darüber, wo sie eingesetzt werden dürfen. Ähnliche Unterschiede bestehen auch bei den Vorschriften – wenn es solche überhaupt gibt – für die Verwendung von Schneezusätzen, die Pistenpräparierung oder die Verlagerung der Skipisten in höhere Lagen.

Ein weiterer Bereich, in dem die staatliche Politik eine Rolle spielen könnte, ist die Erleichterung des Übergangs für die „Verlierer“ des Anpassungsprozesses; denn die Folgen des Klimawandels haben erhebliche Auswirkungen auf die Verteilungsgerechtigkeit. Kleinere Wintersportorte, die zumeist auch niedriger liegen, sind durch den Klimawandel nicht nur stärker bedroht, sondern verfügen auch über weniger Mittel zur Finanzierung kostspieliger Anpassungsmaßnahmen. Große Wintersportzentren sehen sich demgegenüber mit einem geringeren Klimarisiko konfrontiert (da die Höhenausdehnung ihres Skigebiets häufig größer ist), weisen eine bessere Risikostreuung auf (weil sie mehrere Skistationen unterhalten) und verfügen über mehr Mittel, um die nötigen Anpassungen vorzunehmen. Auch in diesem Bereich ist die öffentliche Politik sehr unterschiedlich ausgerichtet, wobei das Spektrum von einer *Laissez-faire*-Haltung (alles dem Markt überlassen) bis zur finanziellen Unterstützung der am stärksten in Mitleidenschaft gezogenen Gruppen reicht. Der größte Konflikt, mit dem sich staatliche Instanzen und Gebietskörperschaften gemeinsam auseinandersetzen müssen, betrifft insbesondere die Entscheidung entweder für Anpassungsmaßnahmen, die den Status quo trotz zunehmend ungünstiger Klimabedingungen solange wie möglich zu erhalten suchen, oder für Aktionen, die eine reibungslosere Umstellung auf die neuen Gegebenheiten des sich wandelnden Klimas gewährleisten sollen. Generell lag das Schwergewicht bislang mehr auf der Wahrung des Status quo und weniger auf solchen Umstellungen, die kurzfristig mit hohen wirtschaftlichen und politischen Kosten verbunden sein können.

## **Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Naturgefahren in den Alpen sind komplex und faktorspezifisch**

Das zweite in diesem Bericht untersuchte Thema, das der Naturgefahren, ist mit dem des Wintertourismus zwar verknüpft, zugleich aber auch ganz anders gelagert. Während der Klimawandel deutlich zu erkennende Auswirkungen auf den Wintertourismus hat, sind seine Konsequenzen im Hinblick auf ein breites Spektrum in den Alpen bereits existierender Naturgefahren wesentlich komplexer. Und während es sich bei der Anpassung im Wintertourismus weitgehend um einen autonomen, in erster Linie vom privaten Sektor eingeleiteten Prozess handelt, werden jegliche Reaktionen auf die Auswirkungen des Klimawandels auf die Naturgefahren mit ziemlicher Sicherheit die Mitwirkung öffentlicher Stellen notwendig machen, ein wesentlich größeres Maß an Koordination und Planung erfordern und zu den bereits existierenden Politiken und Maßnahmen in diesem Bereich hinzugefügt werden müssen. Inwieweit geeignete Anpassungsmaßnahmen für die Auswirkungen des Klimawandels auf die Naturgefahren notwendig sein werden, hängt sowohl von der Stärke des Zusammenhangs zwischen dem Klimawandel und den jeweiligen Naturgefahren als auch von der Gesamtbedeutung der einzelnen Gefahren selbst ab. Die vorliegende Analyse kommt zu dem Schluss, dass viele Naturgefahren, die stark mit dem Klimawandel zusammenhängen, effektiv nur relativ schwache bzw. mittelschwere wirtschaftliche Konsequenzen haben. Die deutlichsten

Auswirkungen des Klimawandels auf die Naturgefahren sind in Gletscher- oder Permafrostgebieten zu beobachten, die aus nationaler Sicht u.U. nur begrenzte wirtschaftliche Bedeutung haben, deren Konsequenzen für die örtlichen Gemeinden aber recht erheblich sein können. Bei den Gefahren, deren wirtschaftliche und gesellschaftliche Folgen wesentlich größer sind, wie Hochwasser- und Sturmkatastrophen, sind die Zusammenhänge mit dem Klimawandel demgegenüber komplexer und weniger sicher. Trotz der Unsicherheit über die Effekte des Klimawandels in Bezug auf Überschwemmungen und Winterstürme sollten die damit verbundenen Risiken ernst genommen werden, vor allem in Anbetracht der Auswirkungen solcher Ereignisse und der zunehmenden Bedrohung, die sie infolge demographischer, landnutzungsbezogener und sonstiger Belastungen für die Gesellschaft der Alpenländer darstellen.

### **Der Klimawandel ist ein zusätzlicher Grund für ein effektives Management der derzeitigen Gefahren**

Wie kann der Klimawandel im Umgang mit Naturgefahren in den Alpen also am besten berücksichtigt werden? Es bedarf hier ganz klar eines mehrgliedrigen Ansatzes. Als natürlicher Ausgangspunkt bieten sich dabei die institutionellen Strukturen und Risikotransfermechanismen an, die in den Alpenländern bereits für Naturgefahren existieren. Der Klimawandel und dessen (wenn auch ungewisse) Auswirkungen sind ein Grund mehr, für eine Effizienzverbesserung dieser Strukturen und Mechanismen zu sorgen. Die drei in diesem Teil der Detailstudie untersuchten Alpenländer (Frankreich, Schweiz und Österreich) verfügen eindeutig über sehr große Anpassungs-kapazitäten im Umgang mit Naturgefahren. Institutionelle Strukturen und Regelungen für das Naturgefahrenmanagement sind vorhanden, ebenso wie Versicherungsmechanismen zur Erleichterung des Risikotransfers. Während bei den anfänglichen Bemühungen zur Gefahrenminderung die Schadensbehebung nach Katastrophen im Vordergrund stand, gilt die Aufmerksamkeit inzwischen zunehmend einem integralen Naturgefahrenmanagement, bei dem alle Elemente des Gefahrenzyklus (von der Vorbeugung bis zur Schadensbehebung) berücksichtigt sind. Auch die Alpenkonvention setzt sich für die Einrichtung eines integralen Naturgefahrenmanagements im Alpenbogen ein. Ein solches Management bietet mehrere klare Ansatzpunkte für die Berücksichtigung von Klimarisiko-informationen, z.B. bei der Gefahrenkartenerstellung, der Raumplanung und der Gestaltung vor-beugender Maßnahmen. Diese Evaluierung zeigt aber auch, dass die Alpenländer schon im Hinblick auf die derzeitigen Naturgefahren vor erheblichen Herausforderungen stehen, von den Folgen des Klimawandels ganz zu schweigen. Die integralen Gefahrenmanagementsysteme sind z.B. noch nicht voll operationsfähig, und in vielen Fällen ist die Umsetzung nach wie vor schwierig. Erwähnens-wert ist auch, dass in allen betrachteten Ländern nur wenig von ökonomischen Anreizen Gebrauch gemacht wird, um die effektiven Anstrengungen zur Gefahrenverhütung zu unterstützen und zu verstärken. Die Höhe der Versicherungsprämien ist z.B. im Allgemeinen nicht von der Gefahren-exponierung abhängig, wodurch sich die Anreize für Maßnahmen zur Risikoverhütung verringern.

## **Zur Anpassung an den Klimawandel ist auch ein flexibleres und vorausschauenderes Naturgefahrenmanagement erforderlich**

Das Naturgefahrenmanagement beruht traditionell auf retrospektiven Informationen, die ihre Gültigkeit verlieren, wenn sich Gefahrenprofil und -verteilung infolge des Klimawandels verändern. Es bedarf daher stärker vorausschauend ausgerichteter Konzepte, in denen auch erwartete Klimarisiken berücksichtigt sind. Eine Strategie, die ins Auge gefasst werden könnte, wäre eine Anhebung des Vorsorgestandards für das Gefahrenmanagement, denn durch die Aufnahme stärkerer und extremerer Ereignisse in den Planungsprozess kann die Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel erhöht werden. In der Schweiz wurden die Gefahrenkarten beispielsweise dahingehend geändert, dass nun nicht mehr nur Ereignisse, die ca. alle 100 Jahre eintreten können, sondern auch solche mit einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von bis zu 300 Jahren berücksichtigt werden. Anpassungen wurden auch bei der Planung von Notfallmaßnahmen vorgenommen, in die nun Ereignisse mit einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von bis zu 1 000 Jahren einbezogen werden müssen. Eine andere Strategie bestünde darin, die Gefahrenkarten häufiger zu aktualisieren, um den Entscheidungsträgern die Berücksichtigung sich verändernder Gefahrenprofile zu ermöglichen, wie im Fall von Permafrost- und Gletschergefahren. Eine häufige Aktualisierung der Gefahrenkarten muss jedoch sorgfältig gegen die hohen damit möglicherweise verbundenen Kosten abgewogen werden. Im Falle häufiger signifikanter Änderungen in den Gefahrenkarten wäre auch mit hohen Transaktionskosten, ja sogar juristischen Problemen zu rechnen, vor allem wenn solche Änderungen allein auf der Basis von Modellprojektionen erfolgen. Als Mittelweg böte sich hier allerdings die Verwendung von Gefahrenkarten an, in die Szenarien künftiger Effekte als Beratungs- anstatt als Regulierungsinstrumente aufgenommen würden.

In ganz ähnlicher Weise wie die öffentlichen Entscheidungsträger stützen sich die Versicherungsunternehmen bei ihren Geschäften nur auf vergangene Gefahrenereignisse. Der Übergang von einer auf Vergangenheitsdaten basierenden Preisgestaltung zu einer Methode, bei der theoretische mit großen Unsicherheiten behaftete Überlegungen einbezogen werden, könnte bei den Kunden auf wenig Verständnis stoßen und für die Versicherer schwer umzusetzen sein, vor allem in einem wettbewerbsintensiven Geschäftsumfeld. Dennoch ist bei den in den Alpen tätigen Versicherungsunternehmen eine zunehmende Sensibilisierung für den Klimawandel festzustellen. In Österreich finanzieren private Versicherungsunternehmen die Ausarbeitung lokaler Klimawandelszenarien, und in Frankreich untersucht ein Versicherungskonsortium die Auswirkungen des Klimawandels auf Rücklagen und Preisgestaltung von Versicherungen. Diese Bemühungen befinden sich allerdings noch in einem frühen Stadium und müssen sich erst noch in Änderungen der operativen Richtlinien niederschlagen.

## **Darüber hinaus bedarf es aktiver Monitoring- und Risikominderungsmaßnahmen für Gefahren im Zusammenhang mit dem Klimawandel**

In besonderen Fällen, in denen die Klimarisiken einem raschen Wandel unterworfen oder die Effekte bereits offensichtlich sind, z.B. bei Permafrost- und Gletschergefahren, bestünde eine effektive Anpassungsstrategie schließlich in der Einrichtung von Projekten

für Risikomonitoring und Risikominderung. In beiden Bereichen wurden gewisse Fortschritte erzielt. Die Europäische Union finanzierte beispielsweise zwei regionale Aktivitäten – *Permafrost and Climate in Europe* (PACE), Laufzeit 1997-2000, und *Glaciorisk*, Laufzeit 2000-2003 –, die der Beobachtung von Klimarisiken dienten. Auf Projektebene gibt es mittlerweile einige Beispiele von Infra-strukturmaßnahmen zur Anpassung an die unter dem Einfluss des Klimawandels zunehmenden Permafrost- und Gletschergefahren. Zu nennen sind u.a. die Teiltrockenlegung eines potenziell gefahrenträchtigen Gletschersees auf dem Monte Rosa an der italienisch-schweizerischen Grenze sowie die Verbauungen zum Schutz vor Lawinen und Murgängen in Pontresina (Schweiz). Diese Entwicklungen sind sicher ermutigend, sie bleiben jedoch bestenfalls isolierte Nischenbeispiele gemessen am Ausmaß der sich in den Alpen vollziehenden Klimaveränderungen. Zweifellos notwendig ist es auch, dauerhaftere Mechanismen für die Überwachung der Klimagefahren ein-zurichten, die über kurzfristige Finanzierungszyklen hinausgehen, und sicherzustellen, dass sich die fraglichen Aktivitäten nicht nur auf Forschung beschränken, sondern auch Informationen und Instrumente liefern, mit deren Hilfe die Klimarisiken dann besser in den Gefahrenkarten und Politiken für das Naturgefahrenmanagement berücksichtigt werden können.



© OECD 2007

Übersetzung durch den Deutschen Übersetzungsdienst der OECD.

Die Wiedergabe dieser Zusammenfassung ist unter Angabe der Urheberrechte der OECD sowie des Titels der Originalausgabe gestattet.

**Zusammenfassungen in Drittsprachen enthalten auszugsweise Übersetzungen von OECD-Publikationen, deren Originalfassungen in englischer und französischer Sprache veröffentlicht wurden.**

Sie sind unentgeltlich beim Online-Bookshop der OECD erhältlich unter [www.oecd.org/bookshop/](http://www.oecd.org/bookshop/).

Wegen zusätzlicher Informationen wenden Sie sich bitte direkt an die  
OECD Rights and Translation Unit,  
Public Affairs and Communications Directorate.

E-Mail : [rights@oecd.org](mailto:rights@oecd.org)

Fax: +33 1 45 24 13 91

Adresse: OECD Rights and Translation unit (PAC)  
2, rue André-Pascal  
75775 Paris cedex 16  
France

Besuchen Sie unsere Website [www.oecd.org/rights/](http://www.oecd.org/rights/)

