

InTeReg Kurzanalyse Nr. 04-2009

DER KLIMAWANDEL ALS HERAUSFORDERUNG FÜR DEN STEIRISCHEN TOURISMUS - FOKUS WINTERTOURISMUS

*KURZANALYSE ZUR ANREGUNG WEITERER SCHRITTE EINER KLIMAAANPASSUNGSSTRATEGIE
FÜR DEN STEIRISCHEN TOURISMUS*

Dr. Franz Prettenthaler

2009

Büro Graz:

Elisabethstraße 20
A-8010 Graz, Austria
Tel.: +43-316-876 1488
E-Mail: interreg@joanneum.at

Büro Wien:

Haus der Forschung, Sensengasse 1
A-1090 Wien, Austria
Tel.: +43-1-581 75 20
E-Mail: interreg@joanneum.at

Impressum

Im Auftrag von:

Fachabteilung 12B des Landes Steiermark

Ausgearbeitet von:

JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
Institut für Technologie- und Regionalpolitik (InTeReg)
Elisabethstraße 20
A-8010 Graz
Telefon: +43 316 876 1488
Fax: +43 316 876 1480
e-Mail: rtg@joanneum.at
<http://www.joanneum.at/rtg>

Mitarbeiter:

Dr. Franz Pretenthaler

Graz, 2009



Inhaltsverzeichnis

1	HERAUSFORDERUNGEN DURCH DEN KLIMAWANDEL.....	1
1.1	Klimawandel in der Steiermark – Szenarien	1
1.2	Untersuchungen zu den Auswirkungen	4
1.3	Betrifft: Tourismus – was wissen wir schon?.....	5
1.3.1	Schock durch OECD-Studie.....	5
1.3.2	Versuch einer Versachlichung durch ÖHV-Studie.....	5
1.3.3	Detaillierte Untersuchungen auf regionaler Ebene: Schladming, Mariazell und Spital am Semmering	6
2	ANPASSUNGSSTRATEGIE TOURISMUS STEIERMARK – WEITERER FORSCHUNGS- UND HANDLUNGSBEDARF	11
2.1	Klimaprognosen für 3-4 weitere Schigebiete der Steiermark	11
2.2	Quantifikation der erworbenen Schneesicherheit und Kosten-Nutzen Untersuchung	11
2.3	Zusammenfassendes Wetter- und Klimaeditngtes Chancen-RisikoProfil des Steirischen Tourismus	12
2.4	Anpassungsdialog	12
3	BIBLIOGRAPHIE	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Klimaszenario A1B Änderung der durchschnittlichen Wintertemperatur in der Steiermark	1
Abbildung 2:	Wintermittel (DJF) der Minimumtemperatur für 1961-2002, Planai und Schladming, ...	2
Abbildung 3:	Klimaszenario A1B Änderung des durchschnittlichen Jahresniederschlags in der Steiermark	3
Abbildung 4:	Vulnerabilitätscluster des österreichischen Tourismus.....	6
Abbildung 5:	Temperaturanomalieszenarien für Mariazell für die Perioden 2011-2040 und 2036-2075 (Differenz zu der Periode 1971-2000).....	9
Abbildung 6:	Niederschlagsänderungsszenarien Mariazell für die Perioden 2011-2040 und 2036-2075 (Differenz zu der Periode 1971-2000).....	10
Abbildung 7:	Mariazell: Szenario für den Ausfall von Schitagen (Dez-Feb) wegen Schneemangels (SWE<50mm)	10

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Mariazell: Kenngrößen für den Anteil von Schnee bzw. Regen am Gesamtniederschlag für unterschiedliche Perioden	8
------------	--	---

1 Herausforderungen durch den Klimawandel

1.1 KLIMAWANDEL IN DER STEIERMARK – SZENARIEN

Auch wenn der globale Klimawandel unter Wissenschaftlern unbestritten ist und auch über die Ursachen weitestgehende Übereinstimmung herrscht, gibt es auf regionaler Ebene noch wesentliche Forschungsleistungen zu erbringen, um eine ausreichende Anzahl an detaillierten Klimaszenarien für den Ausblick auf das Klima in der Steiermark der nächsten ca. 100 Jahre zu erhalten. Eines der führenden Modelle, das globale, gekoppelte Atmosphäre-Ozean-Zirkulationsmodell ECHAM5/MPI-OM des Max Planck Instituts für Meteorologie (MPI) in Hamburg (Roeckner, 2005), kann aufgrund seiner groben räumlichen Auflösung die Bedingungen innerhalb des Alpenraumes nicht auflösen, weshalb die landeseigene Forschungsgesellschaft JOANNEUM RESEARCH die dynamisch regionalisierten Klimaszenarien des darauf aufbauenden regionalen Klimamodells REMO des Max Planck Instituts für Meteorologie in Hamburg (Jacob, 2005) verwendet und eng mit Dr. Jacob/MPI kooperiert. Diese REMO-UBA genannten Szenarien liegen für den Kontrolllauf 1950-2000 (beobachtete Treibhausgaskonzentration) und die Szenarienläufe 2000-2100 für drei der verschiedenen Treibhausgasemissionsszenarien des IPCC (SRES-Szenarien B1, A1B, A2) vor, wobei in weiterer Folge das mittlere Szenario A1B mit weder zu pessimistischen noch zu optimistischen Annahmen über die globale Klimapolitik dargestellt wird:

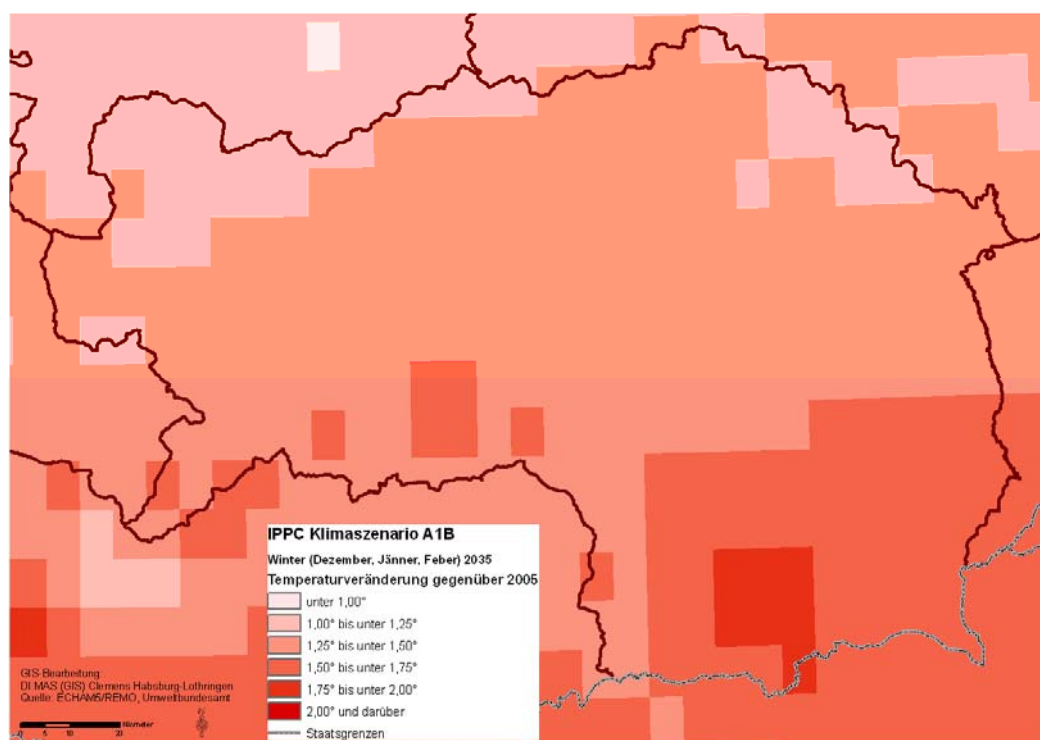


Abbildung 1: Klimaszenario A1B Änderung der durchschnittlichen Wintertemperatur in der Steiermark, Quelle: Prettenthaler/Schinko 2008, Daten: ECHAM5/REMO, Umweltbundesamt

Bereits bis zum Jahr 2035 hat die Steiermark diesem Szenario zufolge in den meisten Landesteilen mit einem Anstieg der durchschnittlichen Wintertemperatur in Höhe von 1 bis 1,25 Grad Celsius zu rechnen. Das mag wenig erscheinen, weil es sich dabei um einen Durchschnittswert handelt. Was dies jedoch für manche für den Wintertourismus beispielsweise besonders bedeutsame Temperaturparameter heißen kann, zeigt die folgende Abbildung anhand der gemessenen Temperaturminima in der Vergangenheit:

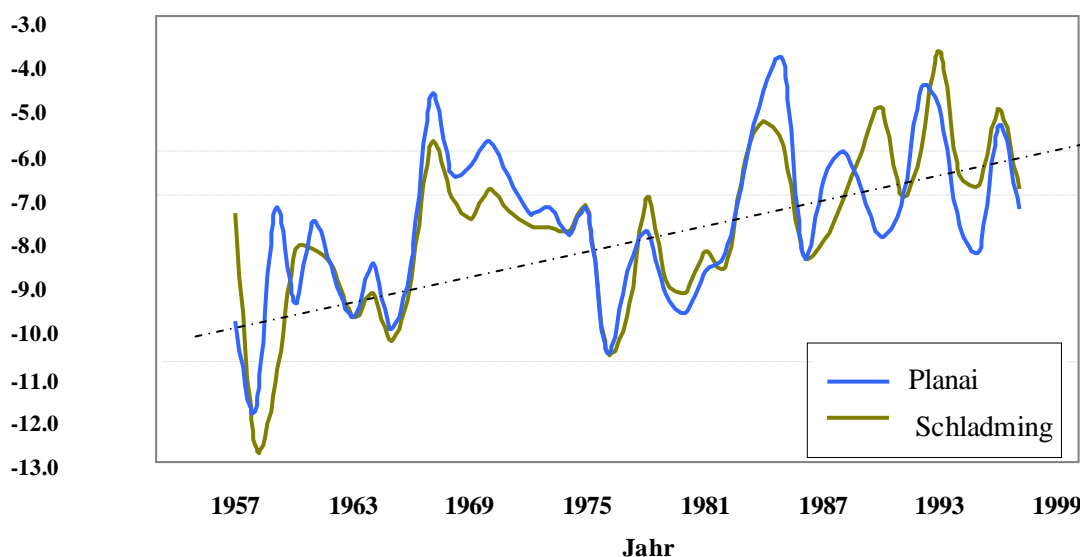


Abbildung 2: Wintermittel (DJF) der Minimumtemperatur für 1961-2002, Planai und Schladming, Quelle: Formayer et al. (2007)

Wie Formayer et al. (2007) erklären, zeigt diese Abbildung 2 die besonders starke Änderung der Minimumtemperaturen im Winter (DJF), deren Anstieg mehr als 0,7 Grad pro Dekade in den letzten 40 Jahren an den beiden Messstellen im Oberen Ennstal betrug. Bemerkenswert ist, dass im Frühwinter der Temperaturanstieg bedeutend geringer ist bzw. im November überhaupt kein Temperaturanstieg in diesem Zeitraum beobachtet wurde. Diese Beobachtung ist von großer Bedeutung, wenn man bedenkt, dass gerade die tiefen Temperaturen für die Einsatzzeiten von Geräten zur künstlichen Beschneigung sehr wichtig sind. Aber das Beispiel zeigt auch, dass von einer unterschiedlichen Jahresmitteltemperatur noch wenig über andere Temperaturparameter, insbesondere auf kleinregionaler Ebene ausgesagt ist. Während es auf der Planai (2,1 °C) im Jahresmittel um ca. 6 Grad kühler als in Schladming (7,9 °C) ist, sind in den Wintermonaten kaum Unterschiede in den Minimumtemperaturen zwischen beiden Stationen erkennbar, obwohl der Höhenunterschied mehr als 1100 m beträgt. Dieses Phänomen ist typisch für die winterlichen Temperaturverhältnisse in den Alpentälern, da sich in dieser Zeit vermehrt Inversionslagen bilden.

Neben der Temperatur ist ein relativ gesicherter Parameter aus den globalen Modellberechnungen jener des Niederschlages bzw. der Jahreszeitlichen Niederschlagsverteilung (während z.B. für Wind die Modelle noch deutlich unterschiedliche Ergebnisse zeitigen). Die relative Veränderung des durchschnittlichen Niederschlages für die Steiermark wird in der folgenden Abbildung veranschaulicht:

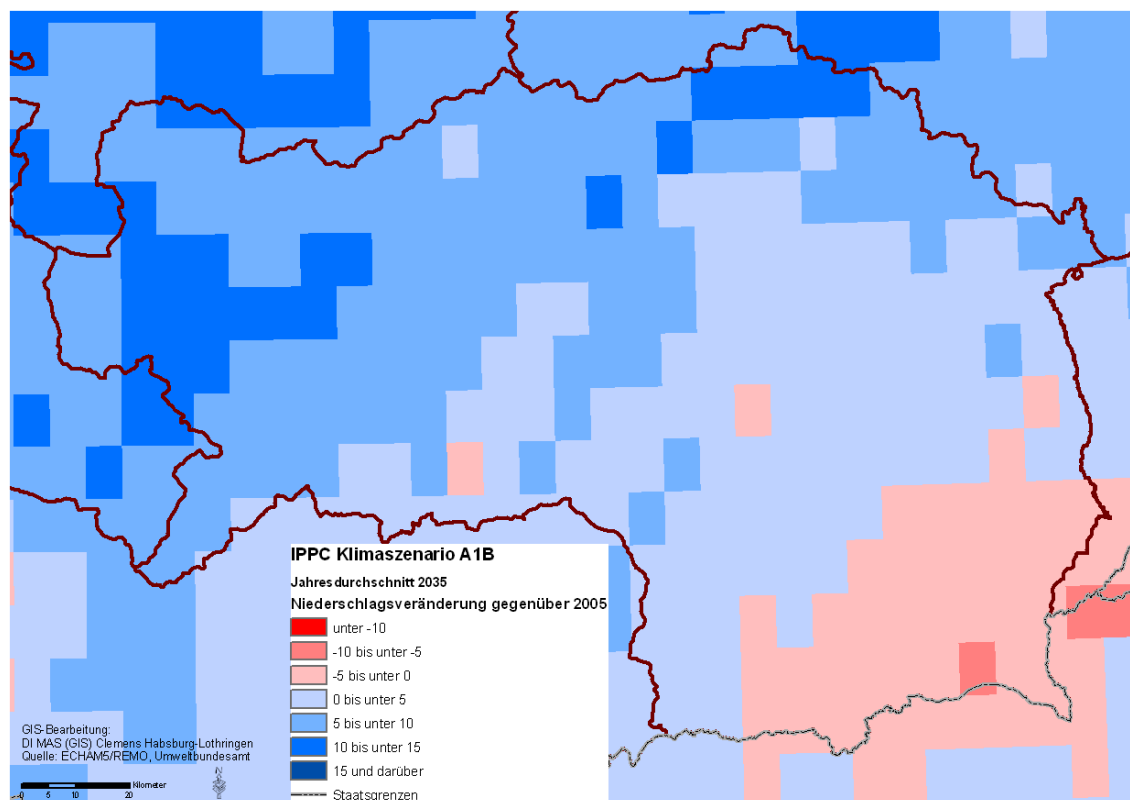


Abbildung 3: Klimaszenario A1B Änderung des durchschnittlichen Jahresniederschlags in der Steiermark,
 Quelle: Prettenthaler/Schinko 2008, Daten: ECHAM5/REMO, Umweltbundesamt

Hier kann man deutliche Unterschiede zwischen der alpin geprägten Obersteiermark mit einer vorausgesagten Zunahme des Jahresniederschlags und der Süd- bzw. Oststeiermark mit einer Abnahme von bis zu zehn Prozent erkennen. Aber selbst diese derzeit höchst aufgelösten regionalen Klimamodelle mit etwa 10 km Gitterpunktweite sind nicht in der Lage, die inneralpiner Verhältnisse und hier insbesondere die Niederschlagsverhältnisse mit einer Genauigkeit wiederzugeben, die eine direkte Verwendung der Modelldaten für Untersuchungen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die steirischen Wirtschaftssektoren erlaubt.

Daher zeigt nicht nur das Beispiel Schladming/Planai, sondern auch die derzeit verfügbare Datensituation die **Notwendigkeit kleinregionaler Klimastudien**, um tatsächlich über Auswirkungen des Klimawandels für die Steiermark besser Bescheid zu wissen. Gerade im Winter kann es auch sehr kleinräumig zu abweichenden Temperaturverhältnissen, die im Hinblick auf gegebene Anströmrichtungen deutlich unterschiedliche Schneeverhältnisse ergeben, kommen (Phänomen im Volksmund so genannter „Schneelöcher“). Für eine Untersuchung zu den Auswirkungen des Klimawandels in der Steiermark hat JOANNEUM RESEARCH bereits mehrere solche Untersuchungen bei seinen bevorzugten Partnern für die kleinregionale Modellierung von Klimaveränderungen, dem Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel der Universität Graz (Kirchengast/Gobiet) und dem bereits erwähnten Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur (Kromp-Kolb/Formayer), in Auftrag gegeben. Einige der Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in den folgenden Abschnitten kurz zusammengefasst.

1.2 UNTERSUCHUNGEN ZU DEN AUSWIRKUNGEN

Die Notwendigkeit, sich an die absehbaren Klimaänderungen anzupassen, wurde sowohl international als auch in Österreich erkannt. Im Grünbuch der Kommission (Europäische Kommission, 2007) zur „Anpassung an den Klimawandel in Europa – Optionen für Maßnahmen der EU“ wurden bereits Auswirkungen der Klimaänderung beschrieben und Vorschläge für Ansätze und Maßnahmen zur Anpassung gebracht. Auf internationaler Ebene wurde 2005 im Rahmen des UNFCCC das Nairobi Working Programme (5-Jahres-Arbeitsprogramm der UNFCCC zur Anpassung an den Klimawandel; United Nations Framework Convention on Climate Change, 2008) geschaffen, mit dem Ziel die Kenntnisse der Länder über die Auswirkungen der Klimaänderung zu verbessern und damit ihre Anpassungsfähigkeit zu verstärken. Auf Bundesebene liegt mittlerweile eine erste zusammenfassende Arbeit zur Vorbereitung einer nationalen Anpassungsstrategie im Einklang mit dem erwähnten EU-Grünbuch vor, wobei die Bereiche Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Elektrizitätswirtschaft (Stromaufbringung und -verteilung) und Tourismus, zu einem geringeren Teil auch der Bereich Bauen und Wohnen behandelt werden, ohne jedoch bereits den Weg zu einer konkreten „Anpassungsstrategie Österreich“ aufzuzeigen (Haas et al., 2008). In dem Papier zeigt sich jedoch, dass in vielen Fällen aufgrund der starken Aktivität steirischer Forschergruppen auf Bundesebene bereits zahlreiche Ergebnisse für die Steiermark vorliegen, deren Zusammenfassung und systematische Auswertung bereits wichtige Anhaltspunkte geben könnten.

Die oben erwähnte Verbesserung der Datenlage im Hinblick auf zu erwartende Veränderungen des Klimas auf regionaler Ebene sind wesentliche Voraussetzungen für Untersuchungen darüber, welche Sektoren auf regionaler Ebene in welcher Weise vom Klimawandel betroffen sein werden. Diese sogenannten Impactuntersuchungen sind notwendig, um gezielt Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel für die Steiermark zu entwickeln und besonders auf jene Sektoren einzugehen, die voraussichtlich besonders stark vom Klimawandel betroffen sein werden oder aufgrund der großen Bedeutung für die Wirtschaftsleistung der Steiermark bzw. einzelner Regionen prioritär untersucht werden sollen. Zweckmäßig wäre somit die Ausarbeitung einer steirischen Anpassungsstrategie für die folgenden ökonomischen Sektoren bzw. Verwaltungsbereiche, wie das bisher auch bereits in politischen Dokumenten (Weiß-grüner Weg) gefordert wurde:

- Land- und Forstwirtschaft
- Energiewirtschaft
- Wasserversorgung
- Tourismus und Freizeitwirtschaft
- Gesundheit
- Versicherungswesen und Katastrophenfonds
- Katastrophenschutz und Prävention
- Infrastruktur
- Urbane Räume

1.3 BETRIFFT: TOURISMUS – WAS WISSEN WIR SCHON?

In der Folge sollen nun einige der Forschungsergebnisse – auch die kontroversiell diskutierten internationalen Ergebnisse aus den Untersuchungen für den Tourismus, die auch auf Steiermarkebene auswertbar sind – erwähnt werden.

1.3.1 Schock durch OECD-Studie

Für alle im heimischen Tourismus, die sie wahrgenommen haben, kam eine breit publizierte Studie der OECD (2007) wie ein Schock, weil sie konstatiert hat, dass der österreichische Tourismus im internationalen Vergleich nach Deutschland am zweitstärksten an natürlicher Schneesicherheit einbüßen würde. Für die, in die Untersuchung aufgenommenen 37 steirischen Schigebiete wurde angegeben, dass nur 26 bei einer Temperaturerhöhung unter einem Grad Celsius noch natürlich schneesicher seien, bei dem ‚unter zwei Grad Szenario‘ noch 17 Skigebiete und bei dem ‚unter vier Grad Szenario‘ nur mehr fünf Schigebiete.

Völlig außer acht gelassen wurden in dieser Betrachtung die beachtlichen Kunstschneeproduktionskapazitäten der steirischen Schigebiete, aber auch was die Detailliertheit der Klimainformationen betrifft, lässt die Studie zu wünschen übrig. Sie greift dabei ausschließlich auf Ergebnisse jener Studie zurück, die vom Schweizer Tourismusverband stark verbreitet wird und welche die Schweiz als das künftig schneesicherste von den verglichenen Alpenländern ausweist. Dass diese Studie in erster Linie als Argument im internationalen Destinationswettbewerb gedacht war, kann zumindest nicht ausgeschlossen werden. Die reine Verwendung von Seehöheninformation, die zu dieser Aussage führen kann, ist jedoch auch aus anderen, nämlich methodischen Gründen zu hinterfragen, so fehlt beispielsweise die Berücksichtigung des klimatologisch bedeutsamen Faktums, dass die atlantischen Luftmassen, die für die Niederschläge der Westalpen verantwortlich sind, wesentlich wärmer sind als jene des Nordstaus und insgesamt sind keinerlei tatsächlich berechneten Klimaszenarien verwendet worden.

1.3.2 Versuch einer Versachlichung durch ÖHV-Studie

Die Einbeziehung von Klimaszenarien um zu einer flächendeckenden Aussage zu gelangen, wäre aber ebenso problematisch, weil regionale klimatische Unterschiede, die wie oben erwähnt bedeutsam sein können, davon unberücksichtigt bleiben würden, außerdem enthalten diese Klimaszenarien keine Modellierung der Schneelage. Daher macht es Sinn, sich der Fragestellung von der anderen Seite zu nähern: Für welche österreichischen bzw. steirischen Schigebiete sollten denn aufgrund der Seehöhenlage, aber vor allem aufgrund der ökonomischen Bedeutung unbedingt regionale Klimaszenarien erstellt werden, damit einerseits der großen ökonomischen Bedeutung des Sektors und andererseits der Tatsache Genüge getan wird, dass genaue, flächendeckende Regionalklimastudien zu kostspielig wären.

Im Rahmen der ÖHV-Destinationsstudie 2008 (Halbertschlager et al. 2008) wurde in Kooperation mit JOANNEUM RESEARCH eine erste Vulnerabilitätseinschätzung österreichischer Gemeinden hinsichtlich ökonomischer Betroffenheit durchgeführt und somit jene Gemeinden und Destinationen ermittelt, die mit einem höheren Handlungs- und Anpassungsbedarf konfrontiert sind. Die Vulnerabilität wurde durch zwei Parameter beschrieben: durch die Abhängigkeit der lokalen/regionalen Wirtschaft vom wintersportorientierten Tourismus und durch die Sensibilität der Region gegenüber klimatischen Veränderungen. Dabei wurde die Verwundbarkeit jedoch nicht durch die erwarteten oder prognostizierten klimatischen Veränderungen definiert, sondern durch Kriterien wie Höhenlage bzw. -erstreckung sowie die Lage in Bezug auf großräumige klimatische Parameter (z. B. ozeanischer versus kontinentaler

Einfluss). Im Rahmen der Studie wurden nach Einteilung der Tourismusgemeinden hinsichtlich ihres Nächtigungsschwerpunktes mittels einer Clusteranalyse jene Gemeindegruppen definiert, für die auf eine ähnliche Verwundbarkeit in Hinblick auf veränderte klimatische Bedingungen bzw. durch touristische Parameter geschlossen werden kann. Die drei Nächtigungsschwerpunkte – Winter-, Sommer- und Ganzjahresgemeinden – wurden nach abnehmender Vulnerabilität gereiht (A ist höchste Vulnerabilitätsstufe, D bzw. E die niedrigste), wobei dies nicht als Ranking zu sehen ist.

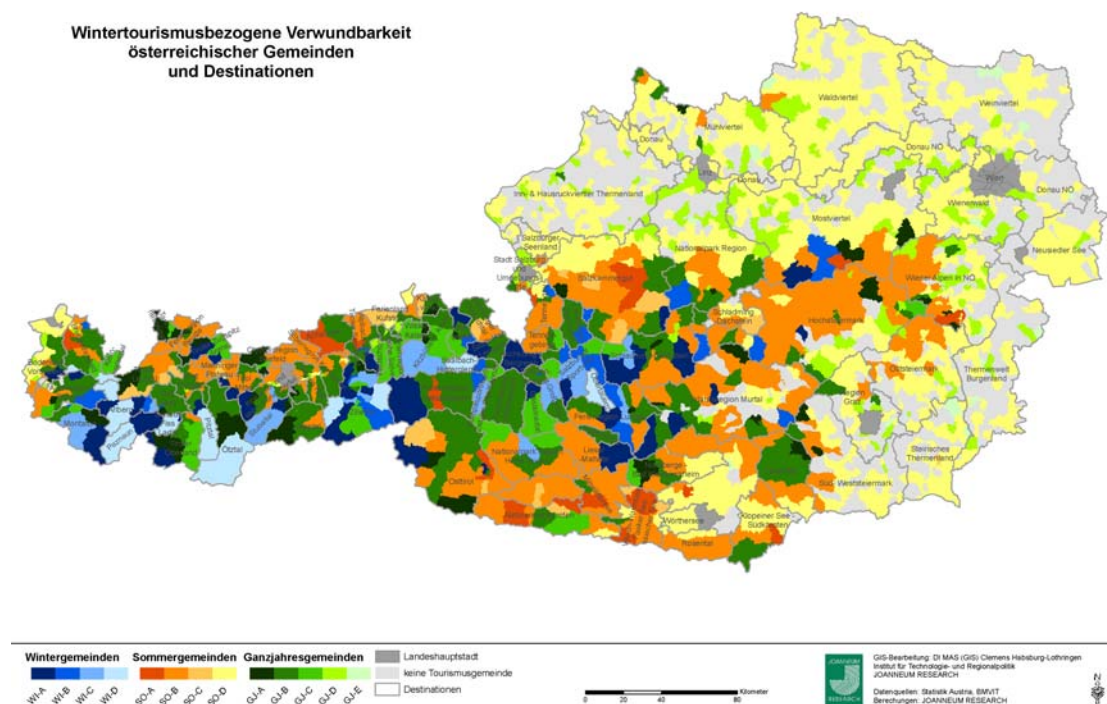


Abbildung 4: Vulnerabilitätscluster des österreichischen Tourismus, Quelle: Halbertschlager et al., 2008

Als Ergebnis der Studie zeigte sich, dass vor allem jene Gemeinden hoch vulnerabel sind, die ein kleineres, niedrig bis mittelhoch gelegenes Schigebiet aufweisen. Im Speziellen sind jene Wintersportgemeinden (WI-A) hoch vulnerabel, die durch einen hohen Anteil an Beschäftigten (durchschnittlich rund 42 %) in der Tourismuswirtschaft charakterisiert sind. Bei Gemeinden mit Sommerschwerpunkt (SO-A) sind jene hoch vulnerabel, die rund ein Drittel der Nchtigungen im Winter generieren und durch eine hohe Kapitalintensität bei der vorhandenen Wintersportinfrastruktur gekennzeichnet sind. Hoch vulnerable Ganzjahresgemeinden (GJ-A), zeichnen sich besonders durch die hohe Bedeutung als Tagesausflugsziel aus. Aufbauend auf diesen Ergebnissen müssen in einem weiteren Schritt für die detaillierte Einschätzung der klimatischen Verwundbarkeit einer Destination noch weitere destinationsspezifische Analysen vorgenommen werden, die lokale/regionale Klimainformationen mit vorhandenen Klimaszenarien koppeln und daraus entsprechende genauere Ableitungen zulassen.

1.3.3 Detaillierte Untersuchungen auf regionaler Ebene: Schladming, Mariazell und Spital am Semmering

Basierend auf diesen Vorarbeiten wurden im Rahmen größerer auf Österreichebene finanzierter Klimawandeluntersuchungen für einzelne Tourismusorte der Steiermark bereits Detailergebnisse ausgearbeitet, die insbesondere die folgende wintertourismusrelevante Fragestellung behandeln: Welches Risiko besteht bei fortgesetzter Erwärmung des Klimas dafür, dass trotz der massiven Investitionen in Beschneigungsanlagen die Temperaturverhältnisse eine ausreichende Beschneigung nicht mehr zulassen

bzw. welche weiteren technologischen Anpassungsmöglichkeiten gibt es? Hier sind insbesondere die Ergebnisse von Formayer et al.(2007) für Schladming und Pretenthaler et al. (2008) für Mariazell und Spital am Semmering erwähnenswert.

Beispiel Schladming (Formayer et al. 2007)

In der Skiregion Schladming kann, wie in nahezu allen alpinen Skigebieten, aufgrund der hohen interannualen Variabilität des alpinen Winterwetters, ein kontinuierlicher Skibetrieb von Dezember bis in den März allein basierend auf Naturschnee nicht gesichert werden. Selbst auf der Planai in über 1800 m gab es im Beobachtungszeitraum 1973 bis 2002 ein Jahr, an dem nur an 31 Tagen im Winter (DJF) eine Mindestschneehöhe von 30 cm überschritten wurde, welche für eine gute Pistenpräparation benötigt wird. Dies obwohl in mittleren Jahren (Median) von November bis April 160 derartige Tage vorkommen und selbst im Mittelstationsbereich (1300 m) 120 derartige Tage erreicht werden. Nur im Talbereich sind bereits die mittleren Bedingungen für einen kontinuierlichen Betrieb auf Naturschneebasis nicht ausreichend.

Zum Ausgleich dieser hohen interannualen Variabilität, die zu einem großen Teil auf Schwankungen des Niederschlags zurückzuführen ist, ist die Produktion von Kunstschnee unter derzeitigen klimatischen Bedingungen eine gut geeignete, wenn auch kostspielige Strategie, um die Schneesicherheit in Schladming zu garantieren. Durch Berechnung der potentiellen Beschneigungsstunden für den Zeitraum 1973-2002 und den Vergleich mit den derzeit benötigten Beschneigungsstunden für die Grundbeschneigung im Frühwinter bei einer Grenztemperatur der Beschneigung von -4 °C konnte gezeigt werden, dass beizeitigem Klima sogar warme Winter mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit auf dem 95. Perzentil (20-jährige Ereignisse) größtenteils abgepuffert werden können.

Die bisher beobachtete Erwärmung in Schladming hat sich in erster Linie auf die Beschneigungsstunden im Jänner ausgewirkt. Dies ist auf den geringen Temperaturanstieg im November zurückzuführen, der in den höheren Lagen sogar kühler war als in der Klimanormalperiode 1961-1990. Die generellen Beschneigungsbedingungen sind im Talbereich (740 m) um Schladming speziell im Früh- und Hochwinter besser als im Mittelstationsbereich, der knapp über der mittleren Inversionsgrenze in diesem Teil des Ennstals liegt. Die mittleren Bedingungen sind zwar recht ähnlich, jedoch ist die Variabilität von Jahr zu Jahr im Mittelstationsbereich deutlich höher als im Tal. Erst im März kehren sich die Bedingungen um. Als kritischer Bereich im Skigebiet Schladming muss daher der Seehöhenbereich um die Mittelstation betrachtet werden, da hier die ungünstigsten Bedingungen für die Durchführung der Grundbeschneigung herrschen und Schneemangel in diesem Bereich faktisch das Skifahren im gesamten Gebiet verhindert. Die ungünstigen Bedingungen im Talbereich im Frühjahr sind insofern nicht so schlimm, da man ab dem Mittelstationsbereich zu diesem Zeitpunkt gute Schneeverhältnisse hat und der Skibetrieb von der Mittelstation aufwärts durchgeführt werden kann.

Als lokales Szenario für 2020 ergibt sich aus dem oben erwähnten REMO/UBA-Modell für den Frühwinter ein Temperaturanstieg von etwa einem Grad. Im Spätwinter und Frühjahr ergibt sich eine geringere Erwärmung bzw. im März und April sogar eine Abkühlung gegenüber dem in Formayer et al. 2007 verwendeten Referenzzeitraum 1973-2002. Beim Niederschlag gibt es generell einen Anstieg, der speziell im April mehr als 50 Prozent erreicht. Für 2050 ergibt sich in allen Monaten ein Temperaturanstieg, jedoch ist auch hier der Anstieg im Früh- und Kernwinter mit etwa 2,5 Grad deutlich höher als im Frühjahr. Beim Niederschlag zeigt sich für diesen Zeitraum der maximale Anstieg im Oktober und März mit jeweils etwa 30 Prozent, wobei der Niederschlag im Oktober aufgrund des Temperaturanstieges kaum noch zu einem Schneedeckenaufbau führt.

Durch explizite Schneemodellierung wurde weiters festgestellt, dass die derzeit verwendete Beschneigungstechnologie (Grenztemperatur $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$) und die Produktionsleistung (m^3 Schnee pro Beschneigungsstunde) wie sie im Winter 2006/2007 in Schladming eingesetzt wurde, ausreicht, um bei derzeitigen Klimaverhältnissen Ausfälle an Skierdays unter mittleren Bedingungen und für 5-jährige Ereignisse abzupuffern. Erst bei 20-jährigen Ereignissen muss man mit nennenswerten Ausfällen an Skierdays aufgrund von Schneemangel trotz Beschneigung rechnen.

Um 2020 führen bereits 5-jährige Ereignisse zu nennenswerten Ausfällen an Skierdays und um 2050 muss man sogar schon in mittleren Jahren mit einem Ausfall von etwa 4 Wochen aufgrund von Schneemangel trotz Beschneigung rechnen. Bei einem Einsatz einer Beschneigungstechnologie mit einer Grenztemperatur von $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, was für das Skigebiet Schladming etwa den selben Effekt hat wie die Erhöhung der Produktionsleistung um 50 Prozent, können im Jahr 2020 5-jährige Ereignisse sehr gut, 20-jährige zumindest teilweise abgepuffert werden. Um 2050 reicht nicht einmal mehr eine derartige Verbesserung aus, um Ausfälle an Skierdays bei 5-jährigen Ereignissen zu verhindern.

Neben der Reduktion an potenziellen Beschneigungsstunden führt der Temperaturanstieg natürlich auch zu einer verstärkten Abschmelzung der Schneedecke und einem höheren Flüssiganteil am Niederschlag. Beide Effekte erhöhen den Bedarf an künstlicher Beschneigung und damit einen erhöhten Bedarf an Energie und Wasser. Bis zu welchem Bedarf eine künstlicher Beschneigung in einem Skigebiet als sinnvolle Strategie betrachtet werden kann, hängt zum einen von der Wasserverfügbarkeit ab, ist aber andererseits ein ökonomisches Problem, welches in jedem Skigebiet spezifiziert werden muss. Die Antwort hängt natürlich stark von den zukünftigen Energiepreisen und den Investitionskosten für neue bzw. zusätzliche Beschneigungsinfrastruktur ab. Abgesehen von diesen ressourcenbezogenen Limitierungen zum Ausbau der künstlichen Beschneigung müssen ökologische Aspekte individuell in jedem Skigebiet beurteilt werden.

Beispiel Mariazell (Pretenthaler et al. 2007)

Mariazell liegt am Nordostrand der Alpen, eindeutig nördlich des Alpenhauptkammes. Die Niederschlagsmenge liegt im Talbereich knapp über 1000 mm und in höheren Lagen werden 1500 mm deutlich überschritten. Das Temperaturniveau bei Niederschlag in Mariazell ist sehr niedrig. Im Frühwinter (ND) fallen in 1500 m weniger als 9 % des Niederschlages in Form von Regen, im Winter (DJF) rund 1 % und im Frühjahr (MA) 14 %. In Mariazell beträgt der Anteil von Schnee am Gesamtniederschlag im Winter (DJF) auf ca. 1100 m Seehöhe 90 %, auf ca. 320 m sind es 50 % (Tabelle 1).

Winter (DJF)		Weihnachten		Ostern
90 %	Seehöhe bei der 50 % des Niederschlags als Schnee fällt	90 %	50 %	Anteil Schnee am Niederschlag auf 1000m
1101 m	323 m	1255 m	436 m	76 %

Tabelle 1: Mariazell: Kenngrößen für den Anteil von Schnee bzw. Regen am Gesamtniederschlag für unterschiedliche Perioden. Quelle: Pretenthaler et al. 2008

Die REMO-Temperaturszenarien (A1B) für Mariazell zeigen in den Wintermonaten für die Periode 2011-2040 (2025) einen Temperaturanstieg von rund $0,6$ bis $1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Für den Zeitraum 2036-2065 (2050) ergibt sich ein Temperaturanstieg $1,7$ bis $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

In den Monaten März und April zeigt sich eine Abnahme der Temperatur von 0,4 °C bzw. 0,8 °C bis 2025, für 2050 zeigt sich aber auch hier eine Erwärmung von 1,7 °C bzw. 0,6 °C. Von Mai bis November bewegen sich die Erwärmungen für 2025 in dem Bereich von 0,2 bis 1,3 °C und für 2050 von 1,3 bis 2,3 °C. Das Temperaturszenario ähnelt mehr jenen der atlantisch beeinflussten Bereiche als den mediterran beeinflussten.

Die Niederschlagsänderung fällt im Winter für beide Analyseperioden geringfügig positiv aus (0,8 % bzw. 1,0 %). Das Frühjahr ist deutlich positiv (12 % bzw. 18 %). Der Sommer ist in der ersten Periode leicht positiv (5 %) und in der zweiten leicht negativ (3 %), im Herbst ergibt sich eine deutliche Zunahme von 6 % bzw. 19 %. Ähnlich zum zweiten Untersuchungsgebiet mit kontinental beeinflusstem Klima in Pretenthaler et al. 2008, Spital am Semmering zeigt sich in Mariazell eine deutliche Jahresniederschlagszunahme und diese ist in der zweiten Periode stärker ausgeprägt.

**Temperaturszenario für Mariazell für den Zeitraum 2025 und 2050
(REMO-UBA; A1B)**

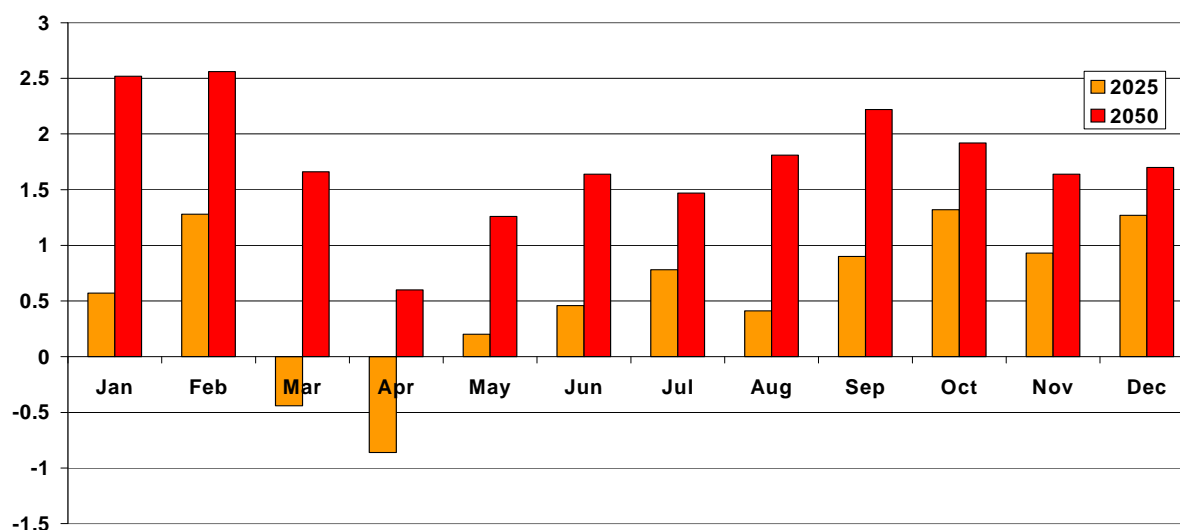


Abbildung 5: *Temperaturanomalieszenarien für Mariazell für die Perioden 2011-2040 und 2036-2075 (Differenz zu der Periode 1971-2000). Basis: REMO_UBA A1B-Szenario
Quelle: Pretenthaler et al. 2008*

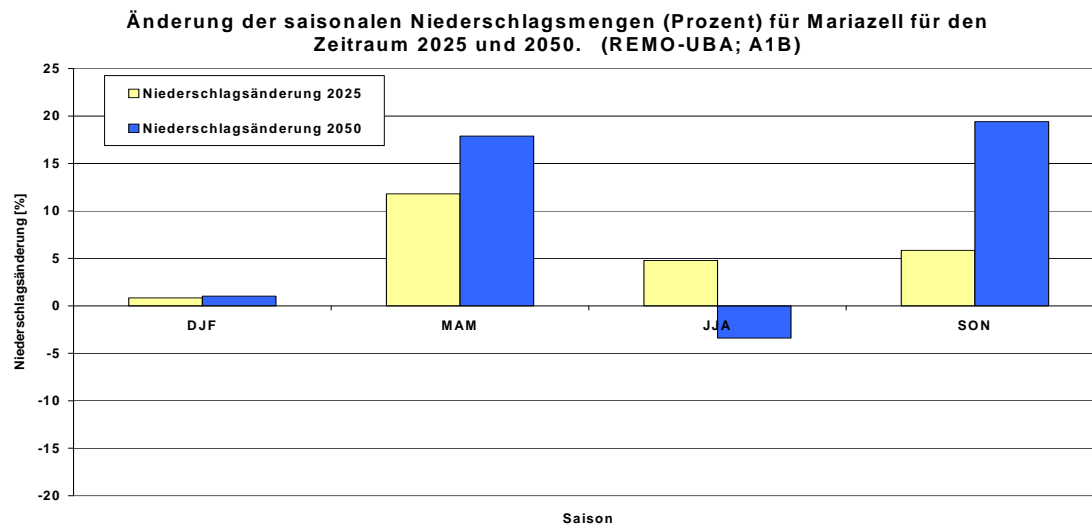


Abbildung 6: Niederschlagsänderungsszenarien Marizell für die Perioden 2011-2040 und 2036-2075 (Differenz zu der Periode 1971-2000). Basis: REMO_UBA A1B-Szenario. Quelle: Pretenthaler et al. 2008

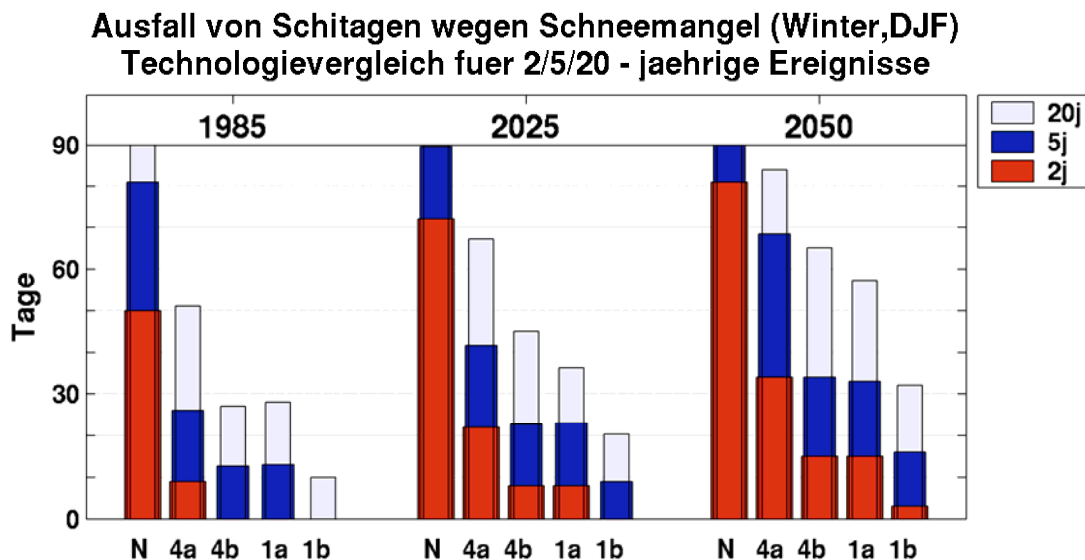


Abbildung 7: Marizell: Szenario für den Ausfall von Schitagen (Dez-Feb) wegen Schneemangel (SWE<50 mm).
 N...Naturschnee, 4 bzw. 1...Grenzwert der Beschneigung -4°C bzw. -1°C
 a....max. Schneileistung 2mm/h, b....max. Schneileistung 0.6mm/h,
 Quelle: Pretenthaler et al. 2008

Abbildung 7 zeigt, dass bereits für die vergangene Periode (gemittelt um 1985) 50 Schitage pro Saison mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % (also als 2-jähriges Ereignis) ausgefallen wären, wenn man nur von Naturschnee abhängig gewesen wäre, für 2050 treten bereits 80 Ausfälle mit derselben Häufigkeit auf. Daneben sind dieselben Daten für vier unterschiedliche Beschneigungstechnologien dargestellt, wobei deutlich wird, dass eine Umstellung auf -1 Gradtechnologie dieselben Ergebnisse erzielt wie eine Erhöhung der Beschneigungsleistung von 0,6mm/h auf 2 mm/h. Damit kann das Risiko der 50 %igen Ausfallswahrscheinlichkeit auf acht Tage für 2025 reduziert werden, 2050 fallen im Schnitt auch damit 14 Schitage alle zwei Jahre aus.

2 Anpassungsstrategie Tourismus Steiermark – weiterer Forschungs- und Handlungsbedarf

Welcher weiteren Forschungen und konzeptionellen Arbeiten bedarf es noch, um von einer umfassenden Klimaanpassungsstrategie für die Steiermark sprechen zu können? Die vorliegenden kleinklimatologischen Untersuchungen und die Ergebnisse der Schneemodellierung geben bereits ein einigermaßen klares Bild über das wahrscheinliche künftige Klimapotential für den Wintertourismus im oberen Ennstal, im Mariazellerland und im Semmeringgebiet, wobei auch für diese Gebiete gilt, dass eine bessere Abschätzung des Unsicherheitsbandes dieser Ergebnisse durch Einbeziehung weiterer Klimaszenarien (die bisherigen basieren auf dem Emissionsszenario A1B) angestrebt werden sollte. Vordringlich für die weiteren Anpassungsschritte im Sinne einer umfassenden Klimastrategie Tourismus Steiermark erscheinen aber zunächst die folgenden Detailuntersuchungen und Arbeitspakete.

2.1 KLIMAPROGNOSEN FÜR 3-4 WEITERE SCHIGEBIETE DER STEIERMARK

Zusätzlich zu den bisher untersuchten Gebieten, die sich an den Rändern des Bundeslandes befinden sollten zumindest drei bis vier Gebiete zusätzlich untersucht werden, um ein Gesamtbild für den steirischen Wintertourismus zu erhalten. Aufgrund des sehr geringen Zusatzaufwandes sollte jedoch die Klimatologie des Sommers und der Zwischensaisonen an diesen Orten ebenfalls mit untersucht werden, diese ist auch für das Mariazellerland und das Semmeringgebiet (finanziert von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften) vorhanden.

Vordringlich sollten dabei Schigebiete, mit aufgrund der sozioökonomischen Charakteristik erhöhter Verwundbarkeit, d.h. relativ hoher wirtschaftlicher Abhängigkeit vom Wintertourismus, gewählt werden. Dazu zählen neben kleinklimatisch vom oberen Ennstal zu unterscheidende Gemeinden des Bezirkes Liezen, Gebiete im Murtal und aufgrund der Bedeutung des Tagestourismus von Graz aus allenfalls auch Gebiete der West- bzw. der Oststeiermark. Dies würde es erlauben, ein Gesamtbild für den Wintertourismus und der schisportorientierten Freizeitwirtschaft der Steiermark zu erhalten, durch diese geographische Streuung bekämen aber auch die Aussagen über die künftigen Klimapotentiale des Sommertourismus – besonders im Hinblick auf die Renaissance der Sommerfrische in neuer Form – repräsentativen Charakter.

2.2 QUANTIFIKATION DER ERWORBENEN SCHNEESICHERHEIT UND KOSTEN-NUTZEN-UNTERSUCHUNG

Aufbauend auf den Ergebnissen der klimatischen Untersuchungen sind für diese Gebiete die durch die derzeit bestehenden Beschneidungskapazitäten erworbene Schneesicherheit zu quantifizieren und allfällige Kapazitätserweiterungspläne einer Kostenwirksamkeitsuntersuchung (wie viele Skierdays können für welchen Zeitraum je zusätzlich investiertem Euro gesichert werden) oder einer Kosten-Nutzen-Untersuchung (welcher volkswirtschaftliche Nutzen kann je zusätzlich investiertem Euro geschaffen werden) zu unterziehen. Diese Untersuchungen empfehlen sich insbesondere dann, wenn es einer

Objektivierung von weiteren öffentlichen Förderungen für Beschneigungsanlagen bedarf, können aber auch zur besseren Abschätzung des Finanzierungsrisikos herangezogen werden.

Empfehlenswert wäre es auch, für die ausgewählten Schigebiete eine Untersuchung über die hydrologische Situation des Einzugsgebietes anzuschließen und die nachhaltig nutzbaren Wassermengen zu Beschneigungszwecken den jeweiligen Anforderungen der Kapazitätsanpassung gegenüberzustellen.

2.3 ZUSAMMENFASSENDES WETTER- UND KLIMABEDINGTES CHANCEN- RISIKOPROFIL DES STEIRISCHEN TOURISMUS

Auch wenn der steirische Tourismus im Vergleich zu anderen Bundesländern durch den hohen Anteil an Thermentourismus in Summe eine relativ starke wetter- und witterungsunabhängige Komponente aufweist, muss eine systematische Bewertung des verbleibenden Risikos von wetter- und klimabedingten Nachfrageschwankungen Teil jeder Anpassungsstrategie sein, die gezielt Chancen nutzen und Risiken reduzieren will. Diese Analyse sollte sich anknüpfend an die Ergebnisse von 2.1 auf alle Destinationstypen in der Steiermark und alle Jahreszeiten erstrecken und insbesondere auch die hinzugewonnenen Chancen durch einen Anstieg der Schönwetterperioden und die attraktiveren Zwischensaisonen mit einschließen. Eine besondere Rolle müssen in dieser Untersuchung auch eine Analyse der regionalen Strahlkraft und Attraktivität der bewusst als wetterunabhängig konzipierten Infrastrukturen spielen.

2.4 ANPASSUNGSDIALOG

Neben Erhebung und Analyse der objektivierbaren Daten und Fakten zur Anpassungsnotwendigkeit des steirischen Tourismus an den Klimawandel muss den Verantwortlichen aller Destinationen in einem Anpassungsdialog die Möglichkeit geboten werden, mit der Ausformulierung einer von den Betrieben mitgetragenen lokalen Anpassungsstrategie zu beginnen, in welcher die Ergebnisse zu den Saisonschwerpunkten der jeweiligen Region und ihrem wahrscheinlichen künftigen Klimapotential diskutiert und das in 2.3 analysierte Angebot an witterungs- und wetterunabhängigen Attraktionen überprüft werden.

Dieser Dialogprozess sollte unabhängig von diesen notwendigen weiteren Schritten zur Klimawandelanpassung des steirischen Tourismussektors gesamt und auf regionaler Ebene auch dazu dienen, die Themenkompetenz der Branche durch aktive Klimaschutzprogramme und diesen entsprechende Kommunikationskonzepte zu stärken. Die wesentlich geringere CO₂-Intensität der heimischen Tourismusbetriebe im Vergleich zu den westlichen Bundesländern ist beispielsweise augenfällig, obwohl hier eine Abgrenzung zu anderen internationalen Mitbewerbern und ein österreichweit einheitliches diesbezügliches Marketing zu überlegen wäre. Faktum ist, dass der heimische Tourismus als einer der Hauptbetroffenen des Klimawandels auch als verlässlicher Partner für den Klimaschutz auftreten muss. Denn es gilt nicht nur, sich an den teilweise nicht mehr zu verhindernden Klimawandel anzupassen, sondern auch darum, die diesbezüglich gestiegene Sensibilität der Kundinnen und Kunden positiv aufzugreifen und glaubwürdige Konzepte für einen umwelt- und klimaverträglichen Urlaub im grünen Herzen Österreichs anzubieten.

3 Bibliographie

Europäische Kommission, Grünbuch der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Anpassung an den Klimawandel in Europa – Optionen für Maßnahmen der EU. Brüssel, 2007.

Halbertschlager, Ch., Reizenzahn, T., Vettors, N., Gassler, H., Pretenthaler, F., Hartl, E., Österreichs Destinationen im Wettbewerb, Destinationsstudie der Österreichischen Hotelierversammlung inkl. Sonderteil: Wintertourismusbezogene Verwundbarkeit österreichischer Destinationen in Hinblick auf Klimaveränderungen, ÖHV, Wien 2008.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Geneva 2007, IPCC-Secretary.

Jacob, 2005: REMO A1B SCENARIO RUN, UBA PROJECT , 0.088 DEGREE RESOLUTION, RUN NO. 006211,1H DATA. CERA-DB
"REMO_UBA_A1B_1_R006211_1H",
http://cerawww.dkrz.de/WDCC/ui/Compact.jsp?acronym=REMO_UBA_A1B_1_R006211_1H

Haas, W, Weisz, U., Balas, M., McCallum, S., Lexer, W., Pazdernik, K., Prutsch, A., Radunsky, K., Formayer, H., Kromp-Kolb, H., Schwarzl, I., Identifikation von Handlungsempfehlungen zur Anpassung an den Klimawandel in Österreich: 1. Phase, 2008, Bericht im Auftrag des Lebensministeriums, Wien 2008.

Formayer, H., Hofstätter, M., Haas, P., STRATEGE, Endbericht zur Untersuchung der Schneesicherheit und der potenziellen Beschneigungszeiten im Raume Schladming, Universität für Bodenkultur 2007.

OECD, Climate Change in the European Alps, Adapting Winter Tourism and Natural Hazards Management, Paris 2007, ISBN 92-64-03168-5.

Pretenthaler, F., Kirschner, E., (Hg.), Zukunftsszenarien für den Verdichtungsraum Graz-Maribor (LebMur), Teil B: Rahmenbedingungen und Methoden, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien 2008, 189 Seiten, ISBN 978-3-7001-3911-9.

Pretenthaler, F., Schinko, Th., (2008), Europäische Rahmenszenarien, in: Pretenthaler, F., Kirschner, E., (Hg.), Zukunftsszenarien für den Verdichtungsraum Graz-Maribor (LebMur), Teil B: Rahmenbedingungen und Methoden, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien 2008, 189 Seiten, ISBN 978-3-7001-3911-9, S. 145-194.

Pretenthaler, F., Töglhofer, C., Habsburg-Lothringen, C., Türk, A., Klimabedingte Änderungen des Heiz- und Kühlenergiebedarfes. in: Pretenthaler, F., Gobiet, A. (Hg.): Heizen und Kühlen im Klimawandel. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien 2008.

Pretenthaler, F., Gobiet, A., (Hg.), Heizen & Kühlen im Klimawandel, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien 2008, 134 Seiten, ISBN 978-3-7001-4001-6.

Pretenthaler, F., Eis – Zeit – Wirtschaft. Anmerkungen zum manichäischen Bilderreigen des Klimawandels. in: Sperl, G., Steiner, M. (Hg.), Was für Zeiten Bd. 9 Eiszeit, Leykam Verlag Graz, 2007, ISBN 978-3-7011-7597-0, S. 12 – 18.

Prettenthaler, F., Formayer, H., Haas, P., Habsburg-Lothringen, C., Vettors, N., GLOBAL CHANGE IMPACT ON TOURISM, Der sozio-ökonomische Einfluss des Klimawandels auf den Winter- und Sommertourismus in Österreich, Zwischenbericht Jahr 2, JOANNEUM RESEARCH Graz 2008:

Prettenthaler, F., Dalla-Via, A., (Hg.), Wasser & Wirtschaft im Klimawandel, Konkrete Ergebnisse am Beispiel der sensiblen Region Oststeiermark, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien 2007, 189 Seiten, ISBN 978-3-7001-3893-8:

Prettenthaler, F., Kurzmann, R., Oberauner, I., Töglhofer, Ch., Zakarias, G., Ökonomische Auswirkungen und Anpassungsstrategien, in: Prettenthaler, F., Dalla-Via, A., (Hg.), Wasser & Wirtschaft im Klimawandel, Konkrete Ergebnisse am Beispiel der sensiblen Region Oststeiermark, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien 2007, ISBN 978-3-7001-3893-8, S.139-163:

Prettenthaler, F. (Hg.), Zukunftsszenarien für den Verdichtungsraum Graz-Maribor (LebMur), Teil A: zum Status quo der Region, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien 2007, 189 Seiten, ISBN 978-3-7001-3893-8:

Roeckner, 2005: IPCC DDC AR4 ECHAM5/MPI-OM SRESA1B run1. CERA-DB "EH5_MPI_OM_SRESA1B_1"
http://cerawww.dkrz.de/WDC/Compact.jsp?acronym=EH5_MPI_OM_SRESA1B_1

InTeReg Research Report Series

Research Reports des Instituts für Technologie- und Regionalpolitik der JOANNEUM RESEARCH geben die Ergebnisse ausgewählter Auftragsforschungsprojekte des InTeReg wieder. Weitere .pdf-Files der Research Report Series können unter <http://www.joanneum.at/rtg/rp> heruntergeladen werden.

Für weitere Fragen wenden Sie sich bitte an interreg@joanneum.at.

© 2009, JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH – Alle Rechte vorbehalten.