

# Klimawandel und Wintertourismus im Land Salzburg

## Climate Change and Winter Tourism in the Province of Salzburg



DI Dr. **Meinhard Breiling**  
Technische Universität Wien  
Interfakultäres Kompetenzzentrum  
Technik.Tourismus.Landschaft  
(TTL)  
Operngasse 11/4  
A-1040 Wien  
E-Mail: meinhard.breiling@  
tuwien.ac.at

### ZUSAMMENFASSUNG

Der Salzburger Wintertourismus wird durch den Klimawandel herausgefordert. Seit 1948 ist es in Salzburg jedes Jahrzehnt um 0.2 °C wärmer geworden. Die Wintersaison wird dadurch immer kürzer. Die ökonomische Stellung des Wintertourismus ist trotz Bedrohung noch bedeutender geworden. Der Mensch muss heute nachhelfen, denn die Natur kann den Bedürfnissen der Industrie nicht mehr nachkommen. Der Aufwand für die Schneeproduktion ist stark gestiegen und wird weiter steigen. Bis ca. 1985 wurden die heutigen Strukturen des Wintertourismus geschaffen, danach wurde angepasst, konzentriert und verdichtet. Ohne weitere Anstrengungen würde die Stellung des Wintertourismus in Salzburg schnell zusammenbrechen, denn die Zahl der Einflussfaktoren für erfolgreichen Wintertourismus ist in den letzten 25 Jahren ebenso gestiegen wie seine Empfindlichkeit.

### ABSTRACT

The winter tourism of Salzburg is challenged by climate change. Since 1948 Salzburg became warmer, in average 0.2 °C every decade, which is considerably more than the global average. The winter season is getting shorter and man has to support nature, which cannot provide sufficient snow any longer. Artificial snow making was introduced and will become even more important in future. Until 1985 the basic structure of winter tourism in Salzburg was developed. Thereafter winter tourism adapted to an ever warmer climate along with concentration measures. Without huge efforts in many fields winter tourism would collapse as its vulnerability to climate change increased significantly.

## Problemeinführung

Salzburg nimmt hinter Tirol die zweite Stelle der österreichischen Bundesländer in Bezug auf die **wirtschaftliche Bedeutung des Wintertourismus** ein. Der Wintertourismus von Salzburg ist mehr als doppelt so bedeutend wie im gesamtösterreichischen Durchschnitt (Breiling et al. 1997). Durch Multiplikatoren ist die Wertschöpfung des Wintertourismus in Abhängigkeit vom ökonomischen Rechenmodell sogar noch größer. Klimawandel und Wintertourismus betreffen nicht alle Salzburger gleichermaßen. Denn 62 % der Bevölkerung leben unter 600 m Seehöhe, 32 % zwischen 600 m und 1000 m und 6 % über 1000 m Seehöhe. Die überwiegende Anzahl der Winterquartiere liegt dort, wo auch die Wohnbevölkerung lebt. Die wintersportliche Nutzung findet in der Regel bis mehrere hundert Meter über dem Siedlungsgebiet statt. Weniger als 30 km<sup>2</sup> oder 0,4 % der Landesfläche liegen über 3000 m. Etwa 1 % der Fläche liegt höher als 2800 m. Die oft diskutierte Entwicklung von Hochgebirgsregionen ist alleine aufgrund der verfügbaren Fläche problematisch. Zudem ist die Witterung in Hochregionen speziell im tiefen Winter für Touristen riskant und wenig einladend. Von der Landesfläche liegen 6 % über 2400 m und 18 % über 2000 m.

Wie bei kaum einem anderen Wirtschaftszweig besteht ein direkter Zusammenhang Wintertourismus und Schnee. Die regelmäßige Wiederkehr einer temporären Schneedecke ermöglicht den Skisport mit allen Subvarianten. Motor der Entwicklung war ein allgemeiner Wohlstand in Österreich und Europa mit dem Trend zu zwei Ferienreisen. Schnee war vor einigen Jahrzehnten gratis, während er heute mehrere Euros je m<sup>3</sup> kosten kann. Skisport und Wintertourismus sind in der Folge wesentlich teurer geworden.

**Der Salzburger Wintertourismus ist gleichzeitig Opfer und Promotor der Klimaänderung.** Opfer deshalb, weil durch die Erwärmung große Kosten der Anpassung an ein wärmeres Klima entstehen, bei gleichzeitigen Einnahmeverlusten. Promotor wegen der Rolle als Emittent von zusätzlichen Treibhausgasen durch Anpassung an eine wärmere Umwelt. Eine weitere Anpassung scheint umweltpolitisch nur unter Beibehaltung bzw. Senkung des derzeitigen Niveaus an CO<sub>2</sub>-Emissionen vertretbar. Die EU hat Länder und Regionen verpflichtet, geeignete Anpassungsstrategien zu erarbeiten, die zu keinen weiteren Emissionen von Treibhausgasen führen (EU 2009). Die Beschnei-

ungstechnik ist verbesserungsbedürftig und kann in vielfacher Weise optimiert werden. Notwendige Ökobilanzen, die ein solches Vorgehen überprüfbar machen, sind noch ausständig.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Studie „Klimasensibilität des Salzburger Wintertourismus nach Bezirken, die Bedeutung eines Klimawandels und Strategien der Anpassung“ (Breiling, Charamza, Feilmayr 2008) zitiert, die im Auftrag von Fr. Dr. Heidi Reiter, Abgeordnete für die Grünen im Land Salzburg, im Jahr 2008 fertiggestellt wurde. Vertieft Interessierte können die gesamte Studie unter folgendem Link nachlesen (<http://www.breiling.org/publ/090208/KlimaSalz080816.pdf>).

## DER KLIMAWANDEL IM BUNDESLAND SALZBURG

Die Klimaentwicklung wurde anhand historischer Daten von Temperatur, Niederschlag und Schnee untersucht, die als Tagesdaten von der ZAMG zur Verfügung gestellt wurden. Im Idealfall – bei vier Stationen – reichten die Daten zurück bis 1948. Ansonsten standen von den 18 Salzburger Stationen zwischen 430 m und 3106 m Seehöhe zumindest mehrere Jahrzehnte zurückreichende Zeitreihen zur Verfügung, die im April 2007 ausgewertet wurden.

### Temperaturentwicklung in Salzburg

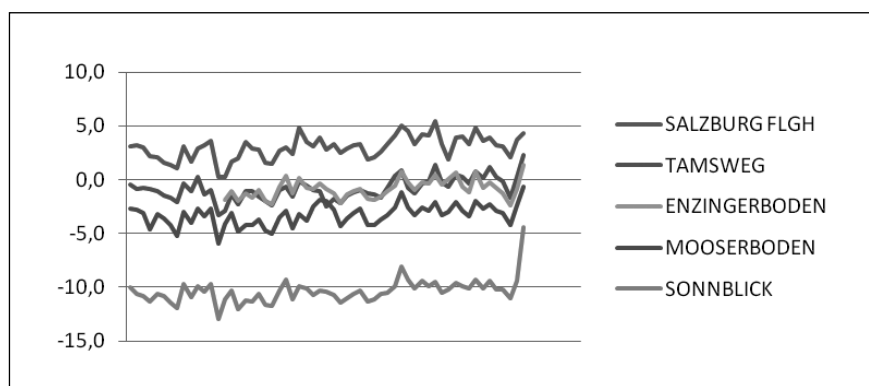
Der internationale Klimabeirat IPCC ist bemüht, durch internationale Verträge die Erwärmung auf ein Ausmaß von 2 °C zu begrenzen. Derzeit hat sich die Erde bezogen auf ein vorindustrielles Niveau bereits um mehr als 0,8 °C erwärmt. Dieser Wert hat für Salzburg nur bedingt Bedeutung, denn die **Alpen erwärmen sich rund doppelt so schnell** wie der Rest der Welt (EEA 2010). Die Datenreihen gingen im Ideal bis 1948 zurück und wurden bis April 2007 erhoben. Für vier untersuchte Stationen, die den Zeitraum 1948–2007 voll erfassten, hatte Tamsweg auf 1012 m mit 1,94 °C die höchste Erwärmung, gefolgt von Salzburg Flughafen (430 m) mit 1,54 °C, Moserboden (2036 m) mit 1,31 °C und Sonnblick (3106 m) mit 1,26 °C (**Abb. 1**). Die festgestellte Erwärmung dieser Stationen betrug im Schnitt jeweils mehr als 0,2 °C je Dekade.

Da 2 °C Erwärmung in Salzburg alleine aufgrund der 59ig-jährigen Zeitreihe fast erreicht sind, nehmen wir die Periode 1970 bis 2000 als neuen Bezug für eine 2 °C-Erwärmung. Je nach Station unterschiedlich, ergibt sich ein bestimmtes Datum des Erreichens von 2 °C Erwärmung relativ zur **Referenzperiode 1970–2000**. Salzburg-Flughafen ist die tiefste Station, die uns zur Verfügung stand. Bei Fortsetzung des festgestellten linearen Trends wird eine Erwärmung von 2 °C im Jahr 2055 erreicht sein. Eine beschleunigte quadratische Dateninterpolation deutet an, dass diese Erwärmung bereits 2025 erreicht sein wird. Sonnblick ist die höchste Station, die uns zur Verfügung stand. Bei Anhalten des linearen Trends wird eine Erwärmung von 2 °C im Jahr 2075 erreicht sein. Die beschleunigte quadratische Dateninterpolation vermutet diese Erwärmung bereits im Jahr 2030. Eine globale Erwärmung von 2 °C (respektive 4 °C) kann in Bezug auf Salzburg wesentlich stärker ausfallen. Die Stabilisierung der Erwärmung auf einem Niveau von 2 °C, wie sie bei der COP15 im Dezember 2009 (UNFCCC 2009) in Kopenhagen angestrebt wurde, wird schwer erreicht werden und die Klimaanpassung wird kontinuierlich schwieriger.

Das Wintermittel der Gesamtperiode November bis April war in Salzburg 3 °C, in Tamsweg –0,8 °C, in Enzingerboden –0,9 °C, in Mooserboden –3,3 °C und am Sonnblick –10,4 °C. Alle Stationen außer Salzburg Flughafen verzeichneten ihr Maximum 2006/07 und ihr Minimum entweder 1961/62 oder 1962/63.

Die **59 gemessenen Wintersaisonen** schwankten in Salzburg-Flughafen mit 5,2 °C. Die kälteste Saison war 1962/63 mit 0,2 °C, die wärmste 1993/94 mit 5,4 °C. Die Saisonen 1988/89 mit 5 °C, 1973/74 mit 4,9 °C, 1999/00 mit 4,9 °C und 1989/90 mit 4,5 °C waren alle wärmer als die Saison 2006/07, welche mit 4,4 °C in Salzburg die fünftwärmste Saison war. Ebenfalls 59 Saisonen wurden in Tamsweg gemessen. Die Werte schwankten mit 6 °C zwischen –3,3 ° in der Saison 1961/62 und 2,3 ° in der Saison 2006/07. Warme Wintersaisonen wurden auch 1993/94 mit 1,4 °C und 2001/02 mit 1,2 °C verzeichnet. Von der Station Enzingerboden waren 45 Saisonen ab der Saison 1962/63 verfügbar. Das kälteste Jahr war 2004/05 mit –2,4 °C und die wärmste Saison 2006/07 mit 1,3 °C und die Schwankungsbreite 3,9 °C. Wiederum 59 Saisonen mit Schwankungen bis 5,2 °C konnten an der Station Mooserboden gemessen werden. Die kälteste

Saison war 1961/62 mit –5,9 °C, die wärmste Saison 2006/07 mit –0,7 °C. Die zweitwärmste Saison war 1988/89 mit –1,1 °C, die drittwärmste 1976/77 mit –1,9 °C. Auch vom Sonnblick, der höchsten Station, stehen 59 Saisonen zur Verfügung. Die Schwankungsbreite beträgt hier 8,6 °C, die kälteste Saison wurde mit –13 °C in der Saison 1961/62 gemessen, die wärmste mit –4,6 °C in der Saison 2006/07. Die zweitwärmste Saison wurde 1988/89 mit –8,1 °C und der drittwärmste Wert –8,9 °C wurde zweimal, 1989/90 und 1971/72 gemessen. Ohne die letzte gemessene Saison würde die Variation der Saisonen nur 4,9 °C betragen.



**Abb. 1: Trends der Wintertemperatur 1948–2007 bei Stationen in unterschiedlicher Höhenlage** Quelle: Daten der ZAMG, eigene Berechnungen

Der **Winter 2006/07** (November bis April) war der wärmste! Zumindest in Lagen über 1000 m, nicht jedoch in Salzburg-Flughafen. Der Abstand im Temperaturgefälle zwischen Berg und Tal, höchster und tiefster Station, der im langjährigem Durchschnitt etwa 15 °C beträgt, war noch nie so schmal wie in der Saison 2006/07, wo die Temperaturdifferenz auf rund 60 % des langjährigem Durchschnitts oder 9 °C zurückging.

**Erwärmung** gab es in langjährigem Trend in jedem Monat, nur war sie unterschiedlich stark. Am stärksten war die Erwärmung im Februar und März, gefolgt von den Monaten Jänner, April und

Dezember, während sie im November relativ am schwächsten war. Die Variabilität ist ebenfalls unterschiedlich. Am stärksten variiert der Februar mit 13 °C, gefolgt von März mit 9 °C, Jänner mit 8 °C, dann folgen April, Dezember und November mit 7 °C Schwankung im Untersuchungszeitraum. Kalte Temperaturen im November und Dezember begünstigen die Wintertourismussaison und natürlichen Schnee. Für die Möglichkeit einer Beschneigung kann man den Wert –2 °C als Anhaltspunkt heranziehen.

### Niederschlagsentwicklung von Salzburg

Die Seehöhe ist ein entscheidendes Kriterium für den Niederschlag, und Salzburg kann auf sehr kleinem Raum eine **große Höhenvariation** – von 430 m Seehöhe (Salzburg Flughafen) und 3105 m (am Sonnblick, gleichzeitig die höchste ganzjährig betriebene Messstation Europas) abdecken. Im Mittel liegen alle Stationen auf 1102 m Seehöhe.

auch der Sonnblick mit dem höchsten Jahresniederschlag, variieren zwischen 555 mm (Tamsweg, 1012 m) und 877 mm (Schmittenhöhe, 1973 m) Sommerniederschlag.

Im Vergleich zur vorangegangenen Periode 1966 bis 1985 hat der Niederschlag in Salzburg um 42 mm oder 3 % zugenommen. **Die Zunahme des Sommerniederschlags war mehr als doppelt so hoch wie jene des Winterniederschlags.** Das Verhältnis Sommer- zu Winterniederschlag in Salzburg ist 63 % zu 37 %. Die Streuung zwischen Winter- und Sommerniederschlag beträgt 50 % am Sonnblick bis 29 % Winterniederschlag auf der Station Mooserboden. Sommerniederschlag ist entscheidend dafür, ob Niederschlag für Speicherbecken und für künstliche Bewässerung bzw. Beschneigung zur Verfügung steht. Der Winterniederschlag ist eine Maßzahl für die Wahrscheinlichkeit von Naturschnee. Viel Niederschlag im Winter bedeutet auch eine höhere Wahrscheinlichkeit von Schnee für den Wintertourismus.

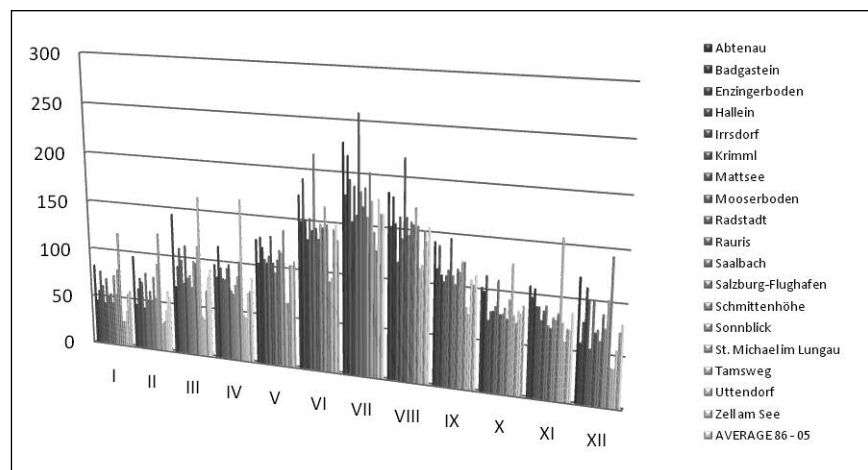


Abb. 2: Niederschlagsverteilung in mm in Salzburg 1986–2005

Quelle: Daten der ZAMG, eigene Berechnungen

Bei der Niederschlagsverteilung erkennt man ein Sommermaximum im Juli und August (Abb. 2). Die gemittelte Jahressumme für alle Stationen beträgt 1269 mm Niederschlag, wovon durchschnittlich 471 mm im Winter fallen. Der Winterniederschlag beträgt in St. Michael und Tamsweg 262 mm bzw. 242 mm, während auf der Station Sonnblick 868 mm Winterniederschlag fallen. Mooserboden auf 2036 m Seehöhe hat den höchsten Sommerniederschlag mit 1083 mm, gefolgt von Enzingerboden auf 1480 m mit 974 mm und Abtenau auf 714 m Seehöhe mit 962 mm Sommerniederschlag. Alle anderen Stationen, darunter

### Schneedeckenhöhen in Salzburg

Die durchschnittliche Schneehöhe einer Wintersaison ist in Abb. 3 abgebildet. Sonnblick 3106 m ü. d. M., hatte eine durchschnittlich 288 cm dicke Schneedecke während des Winterhalbjahres, Mooserboden (2016 m) hatte eine 88 cm mächtige Schneedecke, Enzingerboden (1480 m) eine 43 cm dicke Schneedecke, Tamsweg (1012 m) 11 cm dicke Schneedecke, und Salzburg (430 m) eine 3 cm dicke Schneedecke.

Für vier Stationen brachte der Winter 2006/07 die geringste Schneedecke, lediglich Tamsweg im Lunggau hatte in der Saison 2001/02 die geringste Schneedecke aufzuweisen, die mit 1,6 cm Schneehöhe um 17 % geringer war als 2006/07. Die geringste Schneedecke am Sonnblick in der Saison 2006/07 mit 127 cm war um 28 % weniger mächtig als die zweitgeringste Schneehöhe der Beobachtungsreihe in der Saison 1969/70. Mooserboden hatte mit 36 cm gleichfalls die geringste Schneehöhe in der Saison 2006/07. Diese war um 17 %

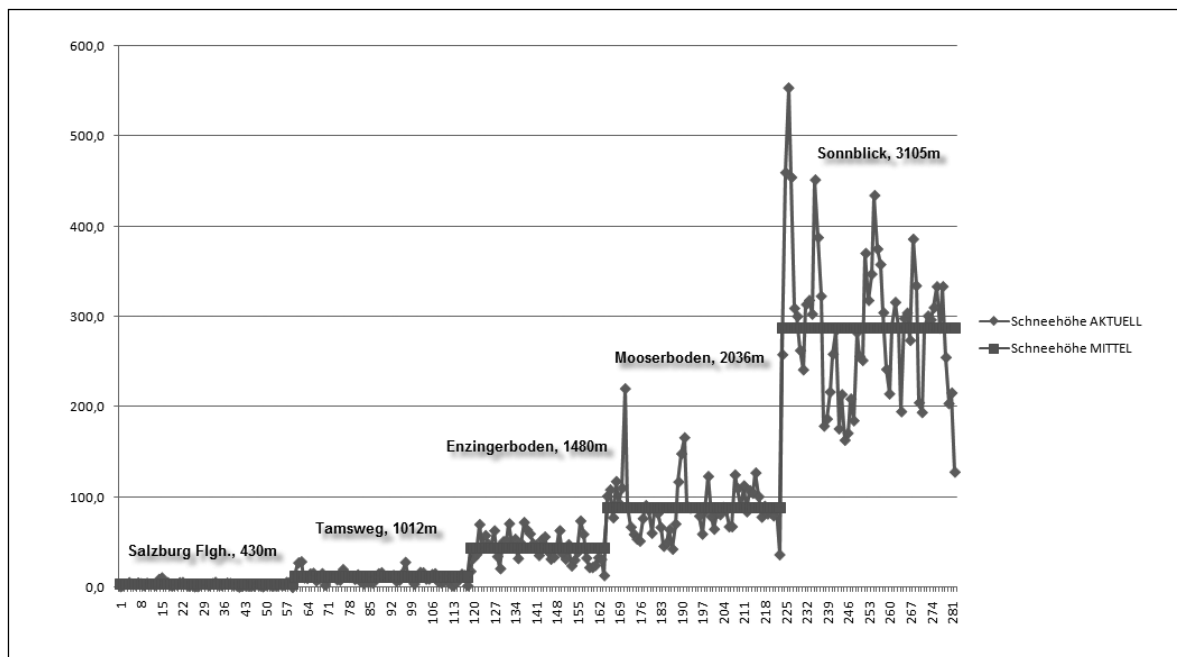


Abb. 3: Schneehöhen im Winterhalbjahr von ausgewählten Stationen in Salzburg 1948/49 – 2006/07  
 Quelle: ZAMG 2007, eigene Berechnungen

weniger mächtig als jene der Saison 1970/71, das vorherige Minimum. Das Minimum am Enzingerboden mit 13 cm saisonaler Schneedeckenhöhe war um 36 % geringer als der bisherige Tiefstwert aus dem Jahr 1961/62 und am Salzburger Flughafen lag praktisch kein Schnee mit 0,1 cm und der minimale Wert aus dem Jahr 1988/89 mit 0,4 cm wurde eingestellt.

### Schneemodell für Salzburg

Die Klimadaten wurden nach der Einzelauswertung von Temperatur, Niederschlag und Schneedecke in einem mathematischen Modell (multiple Regressionsanalyse) verknüpft, welches erlaubt, unterschiedliche Szenarien der Klimaänderung bezogen auf einen Referenzzeitraum 1970 bis 2000 auszuwerten. Die Regionalisierung der Modellergebnisse für einzelne Stationen erlaubt es, auch für Punkte, für die wir keine Messstation zur Verfügung haben, Aussagen über die vermutete Schneedeckenhöhe in Abhängigkeit von der Seehöhe zu tätigen.

Beispielhaft wird hier das **Referenzszenario plus 2° C bei gleichbleibendem Niederschlag** wiedergegeben. Weiter können Szenarien, die eine differenzierte Entwicklung von Klimaparametern in Salzburg annehmen, z. B. unterschiedliche Erwärmung in Höhenlagen, bzw. lokale Unterschiede bei

Niederschlagsänderung berechnet werden. In **Abbildung 4** kann man im Durchschnitt der Periode 1970 bis 2000 eine Schneedecke von 21 cm in 1100 m finden (dunkelgraue Linie). Bei einer Erwärmung um zwei Grad Celsius findet man 21 cm Schneehöhe in einer Seehöhe von 1600 m (hellgraue Linie). Anders ausgedrückt: Die gewohnte Situation von 1100 m werden wir bei zwei Grad Erwärmung und gleichbleibendem Niederschlag in 1600 m finden. Je nach Schnelligkeit der Erwärmung soll diese Situation in zwei bis sechs Dekaden erreicht sein.

Das vorliegende Modellszenario wurde auch zur Berechnung der Saisonlänge und veränderten Saisonlänge (**Abbildungen 6 und 7**) verwendet.

### DER WINTERTOURISMUS VON SALZBURG IM KLIMAWANDEL

Es verblüfft auf den ersten Blick, dass trotz der beobachteten Verschlechterung der Klimabedingungen für den Wintertourismus dieser bedeutend zulegen konnte. Es scheint, als ob der Klimawandel in seiner ersten Phase einen Schub von Investitionen im ländlichen Salzburg mobilisiert hat, die ansonsten wohl kaum stattgefunden hätten. Monetäre Werte, die ansonsten verloren gegangen wären, wurden bewahrt bzw. gesteigert. Andererseits

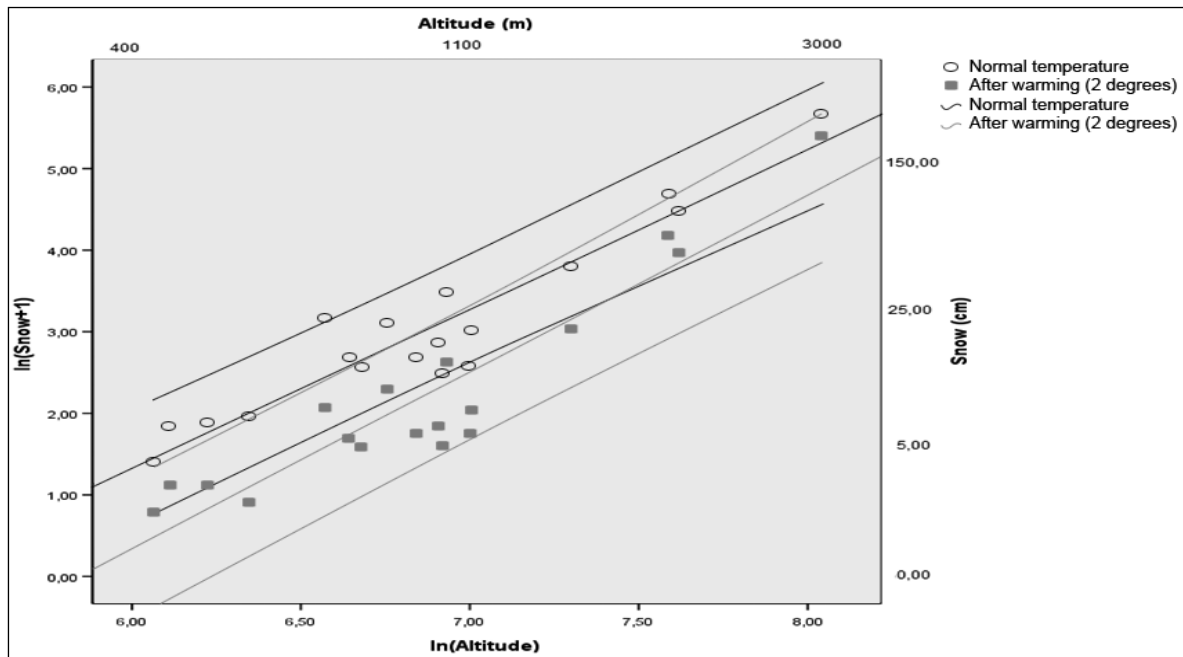


Abb. 4: Änderung des Verhältnisses Schneehöhe in cm zu Seehöhe in m bei einer Erwärmung von 2 °C relativ zum Durchschnitt der Periode 1970 – 2000

Quelle: Daten der ZAMG, eigene Berechnungen

Die horizontale Achse gibt die Seehöhe wieder. Eine Seehöhe von 400 m ergibt den Wert 6 (genau 404 m) auf der natürlichen Skala des Logarithmus. Die Seehöhe von 1100 m ergibt den Wert 7 (genau 1097 m) auf der natürlichen Skala des Logarithmus und die Höhe von 3000 m entspricht dem Wert 8 (genau 2981 m).

Die vertikale Achse gibt die Höhe der Schneedecke in cm wieder. Eine Schneedecke von 3 cm ergibt den Wert 1 (genau 1,0986) auf der natürlichen Skala des Logarithmus. Eine von 8 cm ergibt den Wert 2 und eine Schneedecke von 21 cm ergibt den Wert 3. Eine Schneedecke von 55 cm wird durch den Wert 4 repräsentiert.

sind viele Betriebe verschuldet und sie benötigen zunehmend mehr öffentliche Gelder, um weiter zu bestehen. **Jeder weitere Schritt der Anpassung wird teurer.**

#### Wertschöpfung durch Wintertourismus

Ende 2007 lebten 523.043 Salzburger in den sechs Bezirken. Etwa zwei Drittel der Salzburger Bevölkerung leben in den Bezirken Salzburg Stadt, Salzburg Land und Hallein auf einem Viertel der Landesfläche. Diese flachen Bezirke mit rund zwei Drittel der Salzburger Bevölkerung sind nur indirekt vom Wintertourismus abhängig. Die drei Gebirgsbezirke mit dem verbleibenden Drittel der Einwohner und drei Viertel der Landesfläche sind extrem klimasensibel und vom Wintertourismus abhängig. Ein Zehntel des Bruttoregionalprodukts von Salzburg – es betrug 2007 den Wert von 17,4 Milliarden Euro – wird durch den Wintersport er-

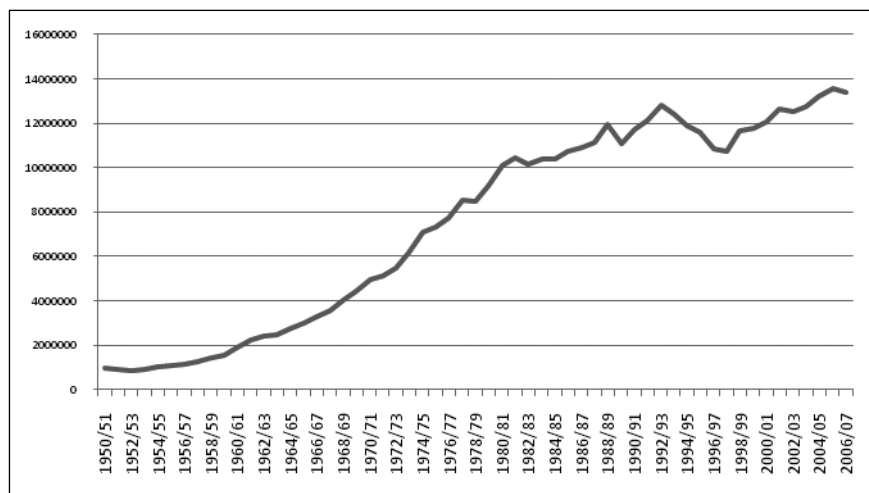
wirtschaftet. Das Einkommen durch Übernachtungsgäste im Winter 2006/07 betrug 1,56 Milliarden Euro. Berücksichtigt man noch die Zahl der Tagesgäste und lokalen Saisonkartengäste, kann man im Normalfall weitere 10 % hinzufügen und erhält die Gesamtwertschöpfung von 1,72 Milliarden Euro. Für die Wintersaison 2006/07, die wärmste Winterperiode, ist ein Minus von 100 Millionen Euro durch Ausfall an Tagesgästen wahrscheinlich. In Bezug auf die Wintersportbezirke betragen die direkten **Einnahmen durch Wintertourismus im Bezirk St. Johann 26 %, Zell am See 23 % und Tamsweg 13 % des volkswirtschaftlichen Einkommens**, während sie im übrigen Salzburg bei 2 % lagen. Im Modell „AUTSIM“ des Fachbereichs Stadt- und Regionalforschung der TU Wien (Feilmayr 2004) werden die gemeindeweisen Baulandpreise durch eine Reihe sozioökonomischer, demografischer und infrastrukturbezogener Variablen erklärt. Wir verwenden dieses Modell um zu zeigen, dass eine Klimaänderung

auch weitreichende **Folgen für den Immobilienwert** von Salzburg bekommen kann. Eine klimainduzierte Änderung der Winternächtingungen z. B. von minus 5 % Nächtingungen reduziert den Immobilienwert der südlichen Salzburger Bezirke um € 40.319.532.

### Nächtingungen nach Salzburger Bezirken

Mit knapp 14 Millionen Nächtingungen ist der Wintertourismus seit langen Jahren ein wesentliches Standbein des Wirtschaftsstandortes Salzburg. **Von den Winternächtingungen in Österreich fallen 22,5 % auf Salzburg**, welches hinter Tirol mit mehr als 40 % das stärkste Wintertourismus-Land Österreichs ist.

tungen sind von der Spitze im Jahr 1993/94 mit 440.000 auf 350.000 gefallen. Der Pongau ist mit zuletzt 5,8 Millionen Nächtingungen der intensivste Wintertourismusbezirk von Salzburg. Interessant war auch das „Zwischentief“ von 4,2 Millionen 1997/98 und 1998/99. Der Bezirk Tamsweg hat relativ zu seinen westlichen Nachbarbezirken wenig Touristen und erreichte bis vor kurzem regelmäßig über 800.000 Nächtingungen. Wieso es in den beiden letzten Jahren einen starken Rückgang auf unter 600.000 gab, ist nicht direkt ersichtlich, vermutet wird, dass bezirksübergreifende Skigebiete zum Bezirk St. Johann gezählt werden. Der Bezirk Zell am See ist mit 5,5 Millionen Nächtingungen und mehr als 40 % der Salzburger Winternächtingungen sehr gut platziert.



**Abb. 5: Entwicklung der Nächtingungen im Winterhalbjahr in Salzburg Saisonen 1950/51 bis 2006/07**

Quelle: Statistik Austria, eigene Darstellung

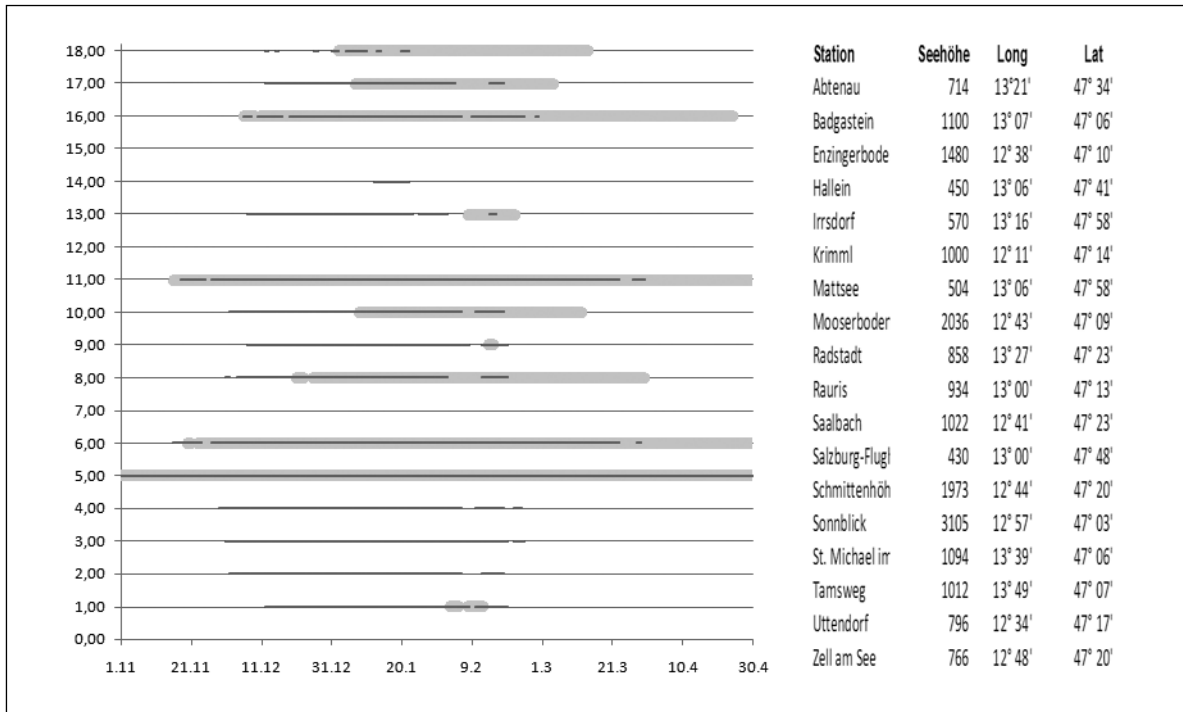
Anfang der 1950er Jahre betrug die Anzahl der Nächtingungen erst eine Million, die Überschreitung der Zehnmillionen fand Anfang der 80er Jahre statt (Abb. 5). Nach einem kleineren Einbruch zu Ende der 90er Jahre steigt die Zahl der Touristen wieder. **Rund ein Sechstel des österreichischen Wintertourismus findet in den benachbarten Bezirken Zell am See und St. Johann statt. Damit sind die beiden Bezirke die intensivsten Wintersportbezirke von Österreich.** In Salzburg Stadt und Land wurden gemeinsam gut 1,4 Millionen Nächtingungen erzielt. Die Übernachtungen in Salzburg haben nur zu einem geringen Ausmaß mit Wintertourismus zu tun, denn reine Wintersportler ziehen eine Übernachtung direkt im oder beim Skigebiet vor. Der Bezirk Hallein nimmt eine Zwischenstellung zwischen dem urbanen Salzburg und den gebirgigen Bezirken ein. Die Übernachtungen

### Saisonlänge im Wintertourismus

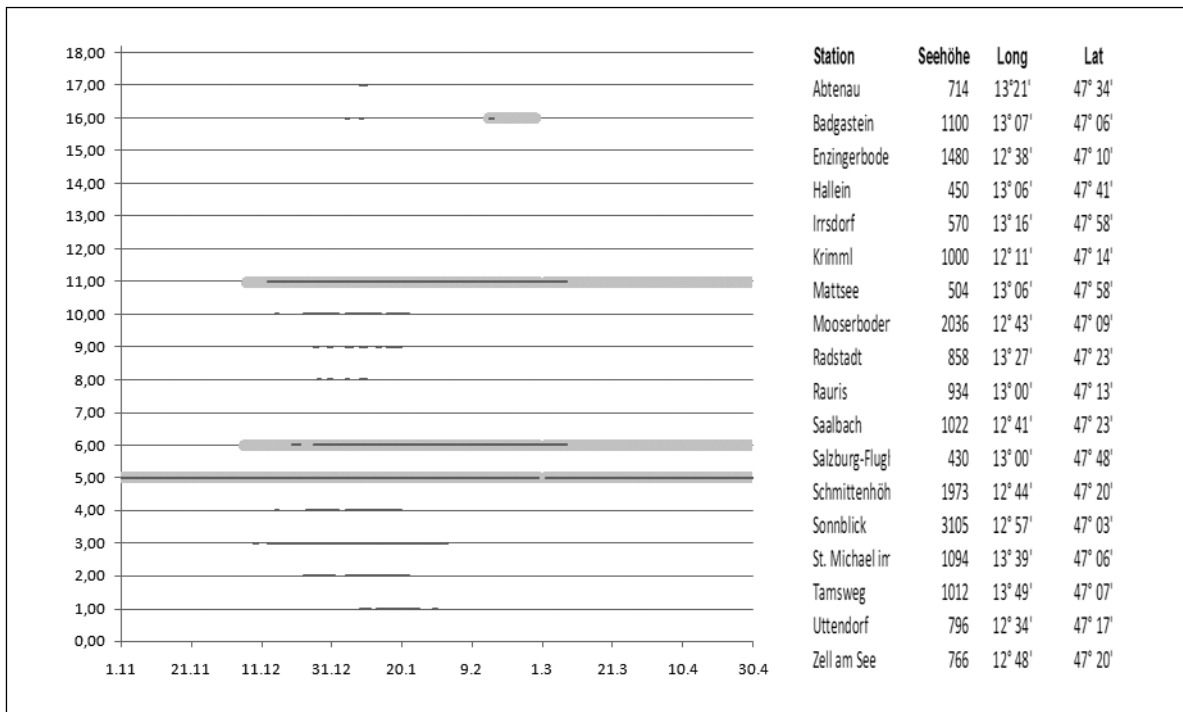
Die Saisonlänge ist ein Zeichen für die Wirtschaftlichkeit eines Skigebietes. Je länger gute Bedingungen für den Skisport angeboten werden können, desto höher sind auch die Einnahmen im Wintertourismus. Basierend auf zwei Kriterien, nämlich Temperatur und Schnee, haben wir in **Abbildung 6** die Saisonlänge definiert. Die hellgraue Linie

gibt die Schneebedingungen wieder. Die dunkelgraue Linie zeigt, inwieweit mit Kunstschnee nachgeholfen werden kann, da die Tagestemperaturen entsprechend tief waren. **Für den alpinen Skilauf benötigen wir Tagestemperaturen von minus zwei Grad Celsius oder eine Schneehöhe von 30 cm.** Zumindest eine dieser Bedingungen muss erreicht sein. Bei entsprechend kalten Temperaturen unter minus zwei Grad Celsius kann künstlich beschneit werden. Bei einer Schneehöhe von 30 cm kann auch bei Plusgraden Wintersport betrieben werden.

**Wir betrachten nun die Lage der 18 Klimastationen von Salzburg und sehen, dass Sonnblick, Schmittenhöhe, Saalbach, Radstadt, Mooserboden und Enzingerboden mehr als die Hälfte des Winterhalbjahres Saison anbieten können. Abtenau, Badgastein, Krimml, Rauris, St. Michael, Tams-**



**Abb. 6: Saisonlänge für Alpinski im Bundesland Salzburg 1970–2000**  
 Saisonlänge Temperatur < -2 °C (dunkelgrau) und Schneehöhe > 30 cm (hellgrau)  
 Quelle: Schneemodell für Salzburger Klimastationen (Breiling, 2008)



**Abb. 7: Wintertourismus Saisonlänge für Alpinski im Bundesland Salzburg bei 2 °C Erwärmung relativ zur Periode 1970–2000**  
 Saisonlänge Temperatur < -2 °C (dunkelgrau) und Schneehöhe > 30 cm (hellgrau)  
 Quelle: Schneemodell für Salzburger Klimastationen (Breiling, 2008)



weg, Uttendorf und Zell am See können im zentralen Winter Mitte Dezember bis Ende Februar geeignete Bedingungen anbieten. Im Zeitraum 1970 bis 2000 können alle Stationen über 700 m akzeptable Bedingungen für alpinen Skisport anbieten.

### Saisonlänge im Wintertourismus bei 2 °C Erwärmung

Basierend auf der Periode 1970 bis 2000 haben wir die Verkürzung der Saisonlänge für den Salzburger Wintertourismus bei 2 °C Erwärmung (unter Zuhilfenahme des Modells in Abbildung 4) errechnet.

**Die Abbildung 7 zeigt, wie sich 2 °C Erwärmung auf die Saisonlänge für den Wintertourismus auswirken.** Die hellgraue Linie gibt die Schneebedingungen wieder, die speziell bei den tiefliegenden Stationen ungenügend lang sind. Während die drei Stationen über 1900 m, Mooserboden, Schmitenhöhe und Sonnblick nicht betroffen sind, zeigt die Station Enzingerboden, dass die Situation im Bereich 1500 m kritisch und schlechter als die Situation der rund 700 m tiefer liegenden Stationen Uttendorf und Zell am See in der Periode 1970 bis 2000 geworden ist. Noch drastischer ist der Saisonrückgang bei den Stationen Badgastein, Radstadt, Rauris und Saalbach, die nur mehr tageweise Tagesmitteltemperaturen von minus zwei Grad erreichen. Besser ist die Lage St. Michael, Tamsweg, Uttendorf und Zell am See, wo zumindest wochenweise Temperaturen von minus zwei Grad Tagestemperatur unterschritten werden. **Es ist es nicht unwahrscheinlich, dass dieses Szenario in Salzburg bereits in 20 Jahren erreicht sein wird.** Man wäre auf die Produktion von Kunstschnee angewiesen, doch man sieht, dass die herkömmliche Technologie, basierend auf dem Einsatz bei -2 °C, nicht ausreichen würde, die Saison zu retten. **Die Verbesserung der Technologie der Kunstschneeproduktion, ein Ausweichen auf höhere Lagen – welches aufgrund fehlender Flächen in den gefragten Höhenlagen schwierig ist – oder die Akzeptanz einer entsprechend kürzeren Saison** sind drei Möglichkeiten, diesem Problem entgegenzutreten.

### Aufstiegshilfen

Die Aufstiegshilfen sind in drei Kategorien unterteilt: Hauptseilbahnen, Kleinseilbahnen, Schlepplifte. In den letzten Jahren gab es hier eine rege Entwicklung, die allerdings seit 2002 nicht mehr

dokumentiert wird. Dies ist besonders bedauerlich, da ja **gerade in den letzten Jahren hohe Investitionen getätigt** wurden und es interessant wäre, auch hier quantitativ erheben zu können. Es wird in Zukunft eher schwieriger werden, die Entwicklung im Wintertourismus mit den Investitionen in die Infrastruktur des Wintertourismus zu vergleichen. Die Anzahl der Seilbahnen ist gestiegen und steigt weiter. **Die größeren Hauptseilbahnen liegen im Trend und steigen auf Kosten von Schleppliften und Kleinseilbahnen.** Eine Diplomarbeit der Studienrichtung Raumplanung (Peck 2006) analysierte die Infrastrukturentwicklung im Wintertourismus in Österreich, bezogen auf das Jahrzehnt 1995 bis 2005. In den ersten sechs Jahren des Beobachtungszeitraumes konnte in der ersten Kategorie, den Hauptseilbahnen, folgende Entwicklung festgestellt werden: Die Zahl der Hauptseilbahnen ist zwischen 1995/96 und 2000/01 um 40 % gestiegen. Die Förderleistung an Personen ist gestiegen. Der Durchschnitt der mittleren Seehöhe der Talstation von Hauptseilbahnen ist in den Bezirken St. Johann und Zell am See um 63 m gestiegen. Dies kompensiert teilweise das „Absinken“ von Orten bei einer Erwärmung der Wintertemperatur. Tamsweg und Salzburg haben jeweils drei und Hallein hat zwei Hauptseilbahnen. Die Anzahl der Kleinseilbahnen ist rückläufig. Die Höhe der Talstation von Kleinseilbahnen ist angestiegen. Lediglich im Bezirk Salzburg ist sie um 67 m gesunken. Im Bezirk Tamsweg war der durchschnittliche Anstieg 168 m, in St. Johann mit 119 m am größten, in Hallein 47 m und in Zell am See 40 m. Der bei den Hauptseilbahnen angedeutete Trend, dass sich die Infrastruktur des Wintertourismus in die Höhe bewegt, wird bestätigt. **Die Klimaänderung hat insgesamt eine Modernisierung der Aufstiegshilfen katalysiert.** Eine höhere Kapazität hilft den Top-Skigebieten in einer unsicher werdenden Klimasituation, den Umsatz auf gleichem Niveau zu halten und Kunstschneepisten intensiver zu nutzen.

### Kunstschnee

**Parallel zu den Aufstiegshilfen wurden Beschneiungsanlagen installiert.** Um einerseits einen Saisonbeginn im Dezember sicherzustellen und andererseits den Anforderungen an die Pistenpräparierung zu genügen, wurden ab den 1980er Jahren in Salzburg Beschneiungsanlagen errichtet. Schneemangel infolge hoher Temperaturen oder Wassermangel stellt Wintertourismusbetriebe, besonders die Seilbahnwirtschaft vor große

Herausforderungen. In Österreich können zwei Drittel der Pisten künstlich beschneit werden und die Tendenz nimmt noch weiter zu. **Der Trend geht zu einer Beschneieung aller Pisten.** Die ökonomischen Auswirkungen der Klimaschwankungen wären ohne Kunstschnee weit größer. Die Grundvoraussetzung für die Produktion von Kunstschnee ist die Temperatur. Der traditionell übliche Wert von  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  Tageslufttemperatur galt lange als Anhaltspunkt, ob eine Produktion von Kunstschnee stattfinden kann oder nicht. Allerdings erreichen nur mehr vier von 18 Stationen 50 Tage oder mehr mit diesem Wert. Aufgrund neuer Methoden der Kunstschneerzeugung mit effizienteren Anlagen kann dieser Wert vielleicht auf  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  erhöht werden. In diesem Fall würden 13 von 18 Stationen mehr als 50 Tage mit Beschneiemöglichkeit aufweisen können. **In etwa balancieren sich die gesteigerten technischen Möglichkeiten und die festgestellte Erwärmung noch aus.** Für die Betrachter von außen – die Touristen – hat sich wenig verändert. Die Betreiber spüren aber einen immer stärkeren Anpassungsdruck, dem sie zunehmend schwieriger entgegenwirken können.

### Speicherteiche für Kunstschnee

**Im Bundesland Salzburg, Stand April 2007, sorgen 98 wasserrechtlich bewilligte Beschneieungsanlagen für Kunstschnee auf 1876 ha beschneiter Pistenfläche.** Die Salzburger Beschneieungsanlagen haben bis heute ungefähr 200 Millionen Euro an Investitionskosten verursacht und kosten jährlich rund 20 Millionen Euro an Betriebskosten. Dies entspricht knapp  $\text{€ }100.000$  pro ha beschneiter Pistenfläche und etwa  $\text{€ }10.000$  jährlichen Betriebskosten (die aktuellen Betriebskosten werden wesentlich höher angenommen). **Die gegenwärtigen Entstehungskosten für Beschneieungsanlagen von 1 ha Piste – oder 1 km Abfahrtsfläche mit 10 m Breite – betragen etwa 150.000 Euro.** Die durch den Wintertourismus getätigten Einnahmen zeigen, dass selbst ein erhöhter finanzieller Aufwand auf absehbare Zeit vertretbar sein würde, wenn eine Erwärmung nur langsam fortschreitet. Um die immer kürzer werdenden Kälteperioden optimal nützen zu können, wird das benötigte Wasser zur Kunstschneeproduktion in Speicherteichen gelagert. Dabei wird – je nach Größe des Speichers – zwischen Tages-, Wochen- und Saisonspeichern unterschieden. Der derzeit größte Speicher im Bundesland Salzburg weist einen Nutzinhalt von mehr als  $400.000\text{ m}^3$  auf. Bei einer Vollnutzung würde dieser Speicher knapp eine Million  $\text{m}^3$

Kunstschnee produzieren, der rund 250 ha Pistenfläche beschneien kann. Im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie aus 2000 besteht ein Verschlechterungsverbot (EU 2000) für Gewässer, welchem die Betreiber nachkommen müssen. **Innovationen der Beschneieungstechnik sollten künftig ermöglichen, Schnee billiger und ressourcenschonender zu produzieren.**

### Schlussfolgerungen

Der Technik und der Möglichkeit der Anpassung sind **Grenzen durch die natürlichen Bedingungen** gesetzt. Eine globale Erwärmung kann durch die Entwicklung von technologiebasierten Anpassungsmethoden gemildert, aber nicht aufgehoben werden. **Die noch unbekannte Geschwindigkeit der Erwärmung und die Verfügbarkeit von finanziellen Mitteln zur Anpassung sind Unsicherheitsfaktoren, die darüber entscheiden, wie intensiv Salzburg in den kommenden Jahrzehnten wintersportlich genutzt werden wird.**

### LITERATUR

- BREILING M., P. CHARAMZA, W. FEILMAYR (2008): Klimasensibilität des Salzburger Wintertourismus nach Bezirken. Die Bedeutung eines Klimawandels und Strategien der Anpassung. ISBN 3-900804-17-6
- BREILING M., P. CHARAMZA, O.R. SKAGE (1997): Klimasensibilität österreichischer Bezirke mit besonderer Berücksichtigung des Wintertourismus. Rapport 1, 1997 Department of Landscape Planning Alnarp, Swedish University of Agricultural Sciences. 104pp.
- EEA (2010): Alps – The impacts of climate change in Europe today. <http://www.eea.europa.eu/signals/articles/>
- EU (2009): WHITE PAPER Adapting to climate change: Towards a European framework for action
- EU (2000): Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy"
- FEILMAYR W. (2004): "Immobilienindizes aus Hedonischen Regressionen"; in: „Seminarbericht 47“, herausgegeben von der Gesellschaft für Regionalforschung; Seminarbericht der Gesellschaft für Regionalforschung, Heidelberg, 2004, ISSN: 0174-1128, S. 74-98
- PECK S. (2006): Die Entwicklung der Wintersportinfrastruktur in Österreich von 1995 bis 2005. Eine Untersuchung der Aufstiegshilfen und Beschneieungsanlagen in Österreich vor dem Hintergrund der Klimavariabilität. Diplomarbeit TU Wien, Fakultät f. Architektur und Raumplanung, E260L
- UNFCCC (2009): Copenhagen Accord of 18 December 2009