



**”Klimasensibilität
österreichischer
Bezirke mit
besonderer
Berücksichtigung
des
Wintertourismus”**

Zusammenfassung (Abstract): "Klimasensibilität österreichischer Bezirke mit besonderer Berücksichtigung des Wintertourismus"

Klimavariabilität und eine mögliche Klimaänderung bedrohen den Wintertourismus vor allem in den ländlichen Bergbezirken von Österreich. Ca. 4% der Einnahmen des österreichischen BIP werden durch den Wintertourismus erzielt. Besonders klimasensibel sind jene Bezirke, in denen die wintertouristische Nutzung bereits in niederen Lagen erfolgt und deren Einnahmen aus dem Wintertourismus sehr hoch sind.

Innerhalb der zwei Bereiche Klima und Wintertourismus werden die Bereiche Temperatur, Niederschlag und Schnee bzw. Bevölkerung, Nächtigungen und Infrastruktur analysiert und Indikatoren zur Beurteilung der Klimasensibilität abgeleitet. Als Beurteilungsgrundlage für die Klimavariabilität dient der Zeitraum 1965 bis 1995 mit Monatsmittelwerten. Die Szenarien einer möglichen Klimaänderung sind 2°C bzw. 3°C Erwärmung mit ungefährem Bezug auf das Jahr 2050. Diese Szenarien liegen innerhalb des vom IPCC (1996) definierten Bereiches einer Klimaänderung.

Es zeigt sich, daß vor allem die niedrig liegenden Bezirke des Alpenostrandes zuerst von einer Erwärmung betroffen sind. Danach folgen Bezirke im zentralen Bereich von Österreich und zuletzt werden Bezirke im Westen Österreich betroffen. Gesamtösterreichisch ist der Schaden, der durch den Ausfall der niedrig liegenden Bezirke entsteht, relativ gering, da günstiger liegende Bezirke den Ausfall kompensieren können. Aus wirtschaftlicher Sicht weit schlimmer ist der mögliche Ausfall einiger Spitzenbezirke mit niedrig liegenden Skigebieten.

Die lokale Anpassung an ein wärmeres wird notwendig, um die Nachhaltigkeit von Wintertourismus zu gewährleisten. Ansonsten müssten wirtschaftliche Alternativen zum Wintertourismus frühzeitig aufgebaut werden.

Meinhard Breiling, Projektleitung, Konzeption, Integration

Pavel Charamza, Mathematik, Programmierung, GIS

Olav R. Skage, übergeordnete Projektleitung



Langfassung Endbericht:

”Klimasensibilität österreichischer Bezirke mit besonderer Berücksichtigung des Wintertourismus”

*Institut für Landschaftsplanung Alnarp
Schwedische Universität für Agrarwissenschaften
Box 58, S-23053 Alnarp*

*Forschungsauftrag des Österreichischen Bundesministerium für Wirtschaftliche
Angelegenheiten/ Abteilung Tourismuspolitik und des Österreichischen
Bundesministerium für Umwelt, Projektnummer 18 3895/222-I/9/95,
Vertrag Dezember 1995*

Alnarp, August 1997

Inhaltsverzeichnis

<i>Abstract</i>	2
”Klimasensibilität österreichischer Bezirke mit besonderer Berücksichtigung des Wintertourismus”	3
<i>Inhaltsverzeichnis</i>	4
<i>Vorwort</i>	7
Danksagung:	8
Kapitel 1 Einleitung	9
<i>Aufgabenstellung</i>	10
Arbeitshypothesen	11
<i>Die mögliche Klimaänderung</i>	12
<i>Klima und Wintertourismus in Österreich</i>	15
Temperatur	17
Niederschlag	18
Schnee	18
Bevölkerung	18
Nächtigungen	18
Infrastruktur	19
<i>Klima und Wintertourismus in Bezirken</i>	19
Methodik	19
Zeitlich und Räumliche Auflösung der Daten	20
Deduktiver Ansatz	21
<i>Zusammenfassung</i>	22
BEREICH KLIMA	23
Kapitel 2 Temperatur	25
<i>Allgemeines zu Temperaturanalysen</i>	26
<i>Temperaturvariationen der Wintersaisonen 1965/66 bis 1994/95</i>	27
<i>Temperaturvariationen der Wintermonate 1965/66 bis 1994/95</i>	28
<i>Höhenabhängigkeit der Temperatur</i>	29
Monatsanalysen	29
<i>Zusammenfassung</i>	32
Kapitel 3 Niederschlag	26
<i>Allgemeines zu Niederschlagsanalysen</i>	34
<i>Modellrechnung ”Niederschlag zur Wintersaison”</i>	35
<i>Monatsverteilung des Niederschlages</i>	36
<i>Mögliche Variationen des relativer Niederschlag</i>	37
<i>Zusammenfassung</i>	38

Kapitel 4 Schnee	34
<i>Schneeanalysen</i>	40
<i>Wahrscheinlichkeit einer Schneedecke nach Monaten</i>	41
<i>Mittlere monatliche Schneehöhe an einem Tag mit Schneedecke</i>	42
<i>Schneeverhältnisse in Abhängigkeit von Temperatur und Niederschlag bezogen auf die Seehöhe</i>	44
Verhältnis Temperatur, Niederschlag und Schneedecke	44
Relation Seehöhe und Schneedecke bei einer Klimaänderung	45
<i>Zusammenfassung</i>	48
BEREICH WINTERTOURISMUS	51
Kapitel 5 Bevölkerung	53
<i>Bevölkerungsverteilung von Österreich nach Einwohnerzahl und Wohnhöhe in Bezirken</i>	54
<i>Clusteranalyse "Bevölkerung nach Seehöhe" und "mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung"</i>	55
<i>Mögliche Bedeutung einer globalen Klimaänderung für lokale Verhältnisse</i>	57
Durchschnittliche Höhe der Schneedecke im Punkt "mittlere Höhe der Wohnbevölkerung" bei 2°C bzw. 3°C Erwärmung	57
Gewinner und Verlierer einer Erwärmung	59
<i>Zusammenfassung</i>	62
Kapitel 6 Nächtigungen	54
<i>Analyse der Nächtigungsdaten</i>	64
Entwicklung der österreichischen Winternächtigungen	64
Monatsvariabilität der Nächtigungen Nov. 1965 bis April 1995	65
Entwicklung der Winternächtigungen nach Bundesländern	66
<i>Nächtigungen nach Bezirken</i>	68
<i>Wirtschaftliche Bedeutung der Nächtigungen im Wintertourismus nach Bezirken</i>	73
Touristenausgaben pro Nächtigung	73
Wahl des Bezugsjahres für die Modellrechnung	74
Modellrechnung "Durchschnittliches Einkommen je Bezirkseinwohner" durch Nächtigungen im Wintertourismus 1991/92 bis 1994/95.	75
<i>Zusammenfassung</i>	78
Kapitel 7 Infrastruktur	79
<i>Aufstiegshilfen in Schleppliftäquivalenten</i>	80
Überblick Österreich	80
Schleppliftäquivalente nach österreichischen Bezirken	80
Vergleich der Gruppen "Anzahl der Schleppliftäquivalente" und "Bevölkerung nach Seehöhe"	81
<i>Höhe der Talstation von Aufstiegshilfen</i>	82
Mittlere Höhe der Talstation einer Hauptseilbahn	83
<i>Gruppen "Alpnsportbezirke nach Wintersaison"</i>	84
<i>Beschneigungsanlagen</i>	87

Generell	87
Beurteilung der Temperaturvoraussetzung zur Beschneigung	88
Wirtschaftlichkeit von Beschneigungsanlagen im Zuge einer Erwärmung	88
Beurteilung der Niederschlagsvoraussetzung zur Beschneigung	89
<i>Zusammenfassung</i>	90
Kapitel 8 Aussagen	91
<i>Aussagen</i>	92
Feststellungen	93
Mögliche Wechselwirkung Klima, Wintertourismus und Alpine Umwelt	93
<i>Regionale Aussagen</i>	94
<i>Empfehlungen</i>	96
<i>Literaturverzeichnis</i>	98
<i>Verzeichnis der Abbildungen</i>	100
<i>Verzeichnis der Tabellen</i>	101
<i>Verzeichnis der Abkürzungen</i>	102

Vorwort

Vom österreichischen Bundesministerium für Wirtschaftliche Angelegenheiten/Abteilung für Tourismuspolitik (BMWA) und dem österreichischen Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (BMUJF) wurde Ende 1995 eine Studie an das Institut für Landschaftsplanung in Alnarp (LPA), Schwedische Universität für Agrarwissenschaften (SLU), in Auftrag gegeben.

Im Zusammenhang mit dem vorliegendem Forschungsprojekt beauftragte das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (BMWF) die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien (ZAMG) die empirischen Grundlagen des Klimas für den Zeitraum 1965-1995 aufzubereiten. Ein Projektvorbericht der ZAMG wurde im Mai 1997 fertiggestellt.

Inhalt der Studie ist es, die lokale Bedeutung von Klimaschwankungen auf den Wintertourismus zu erfassen und Klimafolgen für Bezirke abzuschätzen. Zudem ist es möglich, daß eine Klimaänderung neue Voraussetzungen für den österreichischen Wintertourismus schaffen kann.

Sollten die Annahmen des Weltklimaforums (IPCC, 1996) stimmen - das IPCC geht nun mit größtmöglicher Sicherheit davon aus, daß eine Klimaänderung stattfindet - so ist nicht nur der österreichische Wintertourismus bedroht, sondern mit ihm die gesamte Wirtschaftsstruktur abhängiger Gebiete. Es bestehen aber nach wie vor Unsicherheiten wie schnell eine Klimaänderung vor sich gehen soll und wie stark sich die einzelnen Klimafaktoren ändern können.

Insbesondere wollen wir mit dieser Studie dem Vorsorgeprinzip gerecht werden und hoffen, daß der vorliegende Forschungsbericht eine breite praktische Anwendung findet. Die aktive Beschäftigung mit den möglichen Umwelt- und Wirtschaftsbedingungen ist erforderlich, um das wachsende Maß an Unsicherheit zu reduzieren. Was heute noch als Bedrohung gesehen wird, soll künftig eine Herausforderung zur nachhaltigen Entwicklung werden.

Wichtige Vorarbeiten sind die "Zukünftige Umwelt- und Wirtschaftssituation peripherer alpiner Gebiete" (Breiling 1993, Dissertation BOKU Wien, Ergebnisse FWF Forschungsprojekt P 8079 SOZ) und die im Zuge jener Arbeit veröffentlichten Artikel (siehe Literatur). Erst die umfassende Aufbereitung von Klimadaten, die durch die Zusammenarbeit mit der ZAMG möglich wurde, erlaubte es, eine Übersichtsstudie in der vorliegenden Form auszuarbeiten.

Ein erster, umfangreicherer Endbericht wurde im Februar 1997 an die Auftragsgeber übermittelt. Im Hinblick auf die gewünschte praktische Anwendung wurde dieser Bericht stark gekürzt und vereinfacht. Die Auftragnehmer übernahmen die Kosten dieser Weiterbearbeitung. Die Ergebnisse liegen nun auf.

Meinhard Breiling
(Alnarp, August 1997)

Olav. R. Skage

Danksagung an:

vier externe Projektgutachter für eine Vielzahl von wertvollen Kommentaren:

- Bruno Abegg, Univ. Zürich, Institut f. Geographie, Abt. Wirtschaftsgeographie
- Sergey Sokratov, Russische Akademie der Wissenschaften Moskau, Abt. Glaziologie
- Detlef Sprinz, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
- Andreas Zins, Wirtschaftsuniversität Wien (WU), Inst. f. angewandte Fremdenverkehrsforschung (ÖGAF)

sowie

- Sayed El Abdou, Universität El-Minia, Ägypten, für seine intensive, praktische Unterstützung bei der Datenanalyse in Alnarp

Mehr Personen als die hier genannten haben an der Gestaltung des Berichts in der einen oder anderen Weise mitgewirkt. Es wird daher vorweg um Entschuldigung gebeten, wenn wir einen Urheber von helfenden Hinweisen vergessen haben, an dieser Stelle zu nennen.

- Bo Döös, Global Environmental Management (GEM), Wien, Feedback zu globalen Klimafragen.
- Mathias Jonas, Forschungszentrum Seibersdorf (FZB). Feedback österreichische Klimaforschung.
- Helga Kromb-Kolb, Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Informationen zu Klimaänderung in Österreich
- Werner Pleschberger, BOKU Wien, für sein kritisches Feedback
- Martin Beniston, Fribourg, Information zu Klimafragen in Berggebieten.
- Lars Barring, Avd. f. Naturgeografi, Universitet Lund, Feedback Klimafragen.
- Helmut Jeglitsch, WIFO Wien, für die Bereitstellung seiner volkswirtschaftlichen Daten
- Landesfremdenverkehrsämter von Kärnten, Oberösterreich, Salzburg, Steiermark, Tirol, Vorarlberg, Wien.
- Statistische Referate der Landesregierungen von Kärnten, Oberösterreich, Salzburg, Steiermark, Tirol, Vorarlberg, Wien.
- Manfred Heissenberger, Gerhard Skolarz, Fremdenverkehrsstatistik des ÖSTAT.
- Team des Auskunftsdienstes, ÖSTAT.
- Adelheid Sladeczek, Naturfreunde Wien, Fotomaterial.
- Wolfgang Bittermann, ÖSTAT Umweltstatistik.
- Thomas Blaschke, Univ. Salzburg, für die digitale Bereitstellung der österreichischen Bezirksgrenzen
- Ingo Karl, Fachverband der österreichischen Seilbahnwirtschaft, Informationsmaterialien über Beschneiungsanlagen und Seilbahnen.
- Fr. Merz, Edinger Tourismusberatung, Unterlagen.
- Manfred Spacek, BM f. Verkehr, Seilbahnstatistik.
- Diether Bernt, ÖIR.
- Geschäftsstelle der ÖROK.

Kapitel 1 Einleitung

Aufgabenstellung

Österreich bezieht ca. 4% des nationalen Einkommens aus dem Wintertourismus. Die benachbarte Schweiz kommt mit ca. 3% Einkommen durch den Wintertourismus (Schweizer Statistische Mitteilungen, 1995) relativ nahe der österreichischen Situation. Auch andere Alpenregionen besitzen eine große Abhängigkeit vom Wintertourismus. Jedoch ist hier der Anteil der alpinen Landesfläche im Vergleich zur Gesamtgröße des Landes geringer und folglich ist der Problembereich "Klima und Wintertourismus" mehr ein regionales Problem.

Auch in Österreich finden wir die Bedeutung des Problembereichs Klima und Wintertourismus nicht gleichmäßig stark ausgeprägt: speziell periphere, alpine Regionen, die Alpensportaktivitäten anbieten, sind betroffen. Wintertourismus hat hier im Laufe der vergangenen Jahrzehnte eine Fülle von neuen Arbeitsplätzen und Entwicklungsmöglichkeiten geschaffen.

In den untersuchten 30 Jahren der Periode 1965 bis 1995 änderte sich die Wirtschaftsstruktur der Alpen. Landwirtschaft wurde zunehmend durch den Tourismus ersetzt. Der Wintertourismus verdreifachte sich in dieser Periode und erbrachte zu Ende mehr Einkommen als die österreichische Land- und Forstwirtschaft. Der wirtschaftliche Erfolg des Wintertourismus im Alpenraum ist gekoppelt an ein kaltes Klima und das Vorkommen der Ressource Schnee.

Sollte die Temperatur steigen oder der Niederschlag sinken, so ist auch ein Wintertourismus im Umfang der intensiv genutzten Dekade 1985/86 bis 1994/95 nicht länger vorstellbar. Der Wintertourismus wird schrumpfen. Die Einnahmen werden zurückgehen. Die Wirtschaft der alpinen Gebiete Österreichs ist existenziell gefährdet.

Im Problembereich "Klima und Wintertourismus" gilt es zwischen einer kurzfristigen, zyklischen Klimavariabilität und einer langfristigen Klimaänderung zu unterscheiden. Die Klimavariabilität ist offensichtlich, die Klimaänderung ist möglich. Es handelt sich bei aktuellen Klimaproblemen des Wintertourismus während der Periode 1965/66 bis 1994/95 um Schwankungen von einzelnen Wintersaisonen.

Gleich wie das IPCC im Jahr 1996 angenommen hat, gehen wir in dieser Studie davon aus, daß eine Klimaänderung vor sich geht. Im Laufe von 100 Jahren soll die globale Temperatur zwischen 1,5° C und 4,5° C ansteigen. Wir nehmen in Anlehnung an die IPCC Verhandlungen der österreichischen Bundesregierung zwei Referenzszenarien als Basis: eine Erwärmung der durchschnittlichen Wintertemperatur der Periode 1965/66 bis 1994/95 um 2°C bzw. 3°C. Es kann nicht ausgesagt werden, wann eine solche Erwärmung erreicht sein wird. Allgemein dient aber das Jahr 2050 als zeitlicher Bezug.

In erster Linie interessiert uns der relative Vergleich zwischen den einzelnen österreichischen Bezirken. Welche Bezirke werden mehr durch eine Erwärmung betroffen und welche weniger! Daten aus den Bereichen Klima, Bevölkerung, Wintertourismus und Volkswirtschaft wurden erhoben und verarbeitet um die Bezirke vergleichbar zu machen. Modellrechnungen verknüpfen die Daten. Ähnliche Bezirke wurden zu Bezirksgruppen zusammengefügt und mit anderen Gruppen verglichen.

Arbeitshypothesen

Vor Beginn unserer Untersuchungen gingen wir davon aus, daß sowohl die klimatischen Voraussetzungen als auch der Wintertourismus in Österreich stark mit der Seehöhe korreliert sind (Breiling 1994). Wir untersuchten, wie hoch der Bevölkerungsanteil der in Frage kommenden Gebiete Österreichs ist und erstellten so eine erste grobe Problemklassengruppierung.

Tabelle 1 **Bevölkerung Österreichs nach Seehöhe**

Höhe ngruppe		Fläche	Bevölkerung
Tief	0m - 400m	25%	56%
Mittel	401m - 800m	30%	38%
Hoch	801m - 3700m	45%	6%

Quelle: ÖSTAT, Bevölkerung, Flächenangaben: Auer nach Meurer 1997, Breiling 1994

Betrachtet man ganz Österreich, so stellt man fest, daß 56% der österreichischen Bevölkerung, im Tiefland leben und folglich nicht vom Wintertourismus abhängig sind. Weitere 38% der österreichischen Bevölkerung leben "mittelhoch". Hier nehmen wir an, daß der Wintertourismus bedeutend ist. Eine mögliche Klimaänderung kann gravierende wirtschaftliche Verluste bringen. Privilegiert erscheint eine Minorität von 6% der österreichischen Bevölkerung, die hoch lebt. Hier könnte eine Klimaänderung wirtschaftliche Vorteile bringen.

Eine mögliche Klimaänderung wird vorallem für die dünn besiedelten, ländlichen Gebiete Österreichs bedeutend sein. Drei Viertel der österreichischen Landesfläche und 44% der österreichischen Bevölkerung sind vom Problem "Klimaänderung und Wintertourismus" betroffen.

Es gilt nun zu untersuchen, welches Bild sich für einzelne Teile von Österreich ergibt. Österreich wurde dabei entsprechend seiner administrativen Gliederung von Bezirken in 85 Teile getrennt. Wie stark variieren diese Teile vom österreichischen Durchschnitt, wenn man unterschiedliche Themen zum Bereich Klima und Wintertourismus aufgreift?

Die mögliche Klimaänderung

Das IPCC, eine Arbeitsgruppe vom Weltumweltprogramm (United Nations Environment Program UNEP) und der Weltmeteorologieorganisation (World Meteorological Organisation WMO), die mehrere hundert Wissenschaftler und Regierungsbeamte umfaßt, geht davon aus, daß mit höchster Wahrscheinlichkeit eine durch den Menschen verursachte Klimaänderung vor sich geht. Im Juni 1996 wurde der zweite umfassende IPCC Bericht einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Er bildet die Handlungsgrundlage des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC).

Abbildung 1 faßt die angenommenen Ursachen der anthropogenen Klimaänderung in einer Wirkungskette nach den drei Problembereichen 1) globale Zunahme der menschlichen Aktivitäten und der hierdurch bedingten Emissionen, 2) Klimaänderung bedingt durch die Zunahme der Treibhausgase in der Atmosphäre und 3) regionale Wirkung der Klimaänderung zusammen.

Das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderung möchte die einzelnen Länder zu Maßnahmen der Begrenzung (1) veranlassen. Das IPCC bezieht das Wissen über eine mögliche Klimaänderung (2) von Klimamodellen, sogenannten "General Circulation Models", kurz GCMs genannt. Mehrere Gruppen entwickeln GCM's (z.B. Max-Planck Institut für Meteorologie in Hamburg, British Meteorological Office, Goddard Institut, Universität Princeton u.a.). Die Modellresultate werden durch Mitglieder anderer Gruppen überprüft, korrigiert und ständig verbessert.

GCM Klimamodelle haben eine grobe räumliche Auflösung und generieren regional und lokal wenig zufriedenstellende Resultate (3). Variationen entstehen durch die Einflüsse von Meso-, und Mikroklima, die ihrerseits durch die vorhandene Landschaft bestimmt werden. Es bestehen daher große Unsicherheiten zu welchen Änderungen es nun tatsächlich kommen wird.

Menschliche Aktivitäten - das Verbrennen fossiler Energieträger und Landnutzungsänderungen - verändern die Konzentration von Treibhausgasen (eher erwärmend) und Aerosolen (eher abkühlend) in der Atmosphäre. Zu ca. 80% werden die weltweiten Emissionen von Treibhausgasen für die anthropogene Klimaveränderung verantwortlich gemacht. Die restlichen 20% werden durch den Abbau von CO₂ Speichern verursacht. Landnutzungsänderungen führen in der Regel zum Speicherabbau. So werden jährlich große Waldflächen gerodet (170.000 km², Döös 1990), um Landwirtschaft zu betreiben.

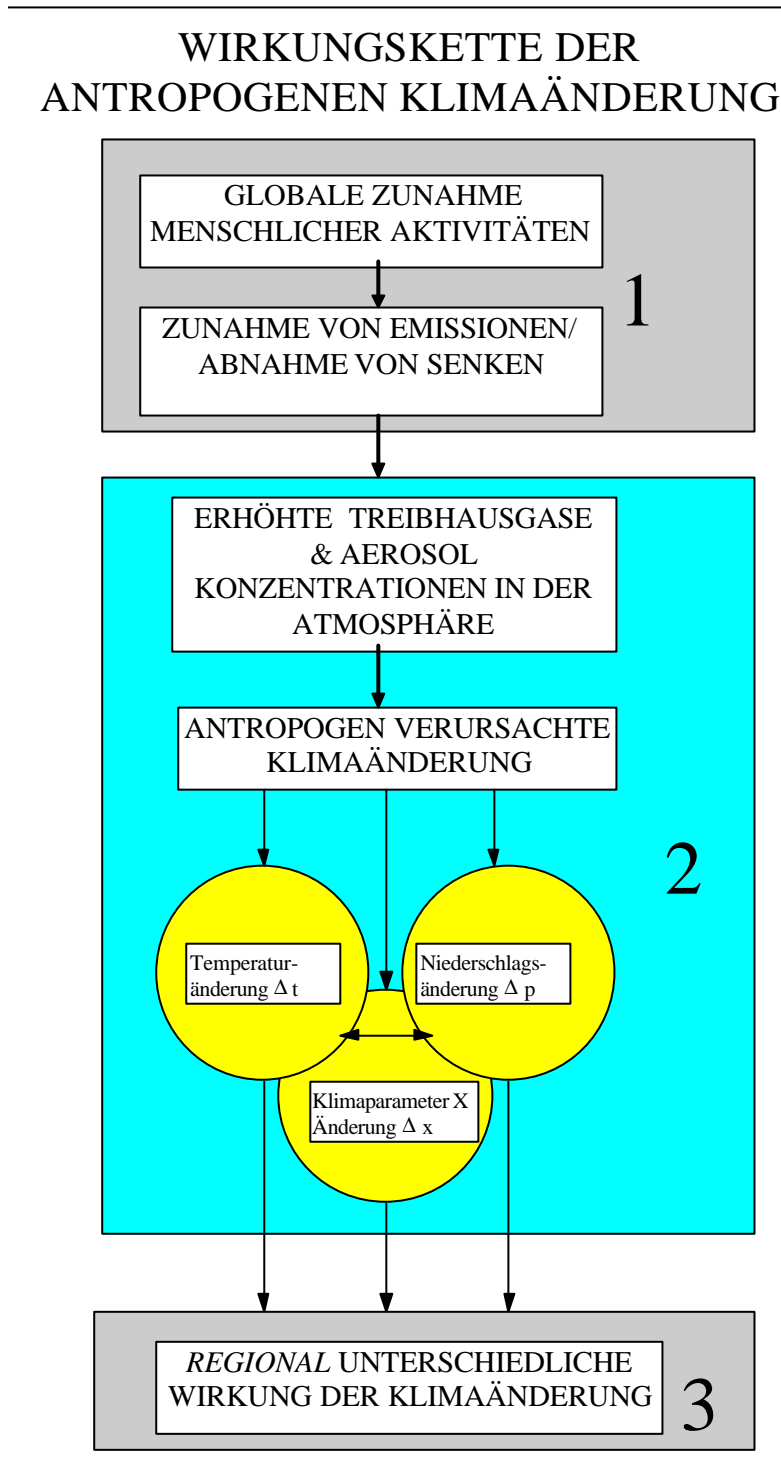
In Anbetracht des gegebenen Trends des Emissionsanstiegs bei den meisten Treibhausgasen - einige Szenarien schließen einen Anstieg der jährlichen globalen Treibhausgasemissionen von derzeit 6 Gigatonnen auf 30 Gigatonnen bis zum Jahr 2100 nicht aus - werden aller Voraussicht nach die atmosphärischen Konzentrationen dieser Gase im nächsten Jahrhundert und darüber hinaus ansteigen.

Mit zunehmender atmosphärischer Konzentration der Treibhausgase wächst das Ausmaß der Störung des Klimasystems. Das IPCC nimmt an, daß sich Temperatur, Niederschläge, Bodenfeuchtigkeit und andere Parameter global und regional ändern werden. Weiters können Perioden mit extrem hohen Temperaturen, Überschwemmungen und Dürren häufiger werden.

Ein allgemeiner Referenzpunkt ist die Verdopplung des Treibhausgasgehaltes (Äquivalente CO₂) bezogen auf das Jahr 1988 (360 ppm). Der Zeitpunkt des Eintreffens dieser Situation (720 ppm CO₂ Äquivalente) ist jedoch ungewiss. Im schlimmsten Szenario könnte man diese Situation bereits vor 2050 (allgemeines Bezugsjahr für österreichische Klimaszenarien) erreichen, im besten Fall nach 2100. Die globale Durchschnittstemperatur soll dann zwischen 1,5°C und 4,5°C steigen. Je später eine prognostizierte Erwärmung eintritt, desto eher kann eine Anpassung erfolgen.

Abbildung 1

Wirkungskette der anthropogenen Klimaänderung.



Die Anforderungen zur Anpassung an geänderte Klimaverhältnisse sind komplex. An welche Klimasituation soll angepaßt werden, wenn es mehrere unterschiedliche Szenarien gibt? Es muß an eine unsichere Situation angepaßt werden. Zudem gibt es eine Reaktionszeit von mehreren Jahrzehnten zwischen angenommener Ursache, Klimaänderung und Klimafolgen.

Durch möglichst viele Maßnahmen soll der Anstieg des CO₂ Gehaltes der Luft verlangsamt werden. Zur Zeit sind es vorallem nationale politische Interessen, die die Richtung einer Klimapolitik vorgeben

bzw. nicht vorgeben. Politische Entscheidungsträger sind aufgefordert, jene Treibhausgaskonzentration festzulegen, welche als "gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems" betrachtet werden könnte. Über den tatsächlichen Handlungsbedarf sind sich die Staaten uneinig.

Einzelne Länder haben bereits eine Reduktion im Ausmaß von 25% (Deutschland) oder 20% (Dänemark, Italien, Österreich) von 1988 bis zum Jahr 2005 beschlossen. Andere Länder haben zugestimmt, die Emissionen der Treibhausgase zu stabilisieren. Die restlichen Länder, die zu 82 % für die globalen Emissionen verantwortlich sind, wollen die Emissionen zugunsten einer wirtschaftlichen Entwicklung steigern.

Eine internationale Regelung zur Begrenzung der Treibhausgasemissionen liegt im Interesse von Österreich, welches wirtschaftlich stark vom Klima abhängig ist. Besonders sollte ein solches Abkommen auch von den Verantwortlichen des Wintertourismus in Österreich begrüßt werden. Selbst wenn derzeit große Unsicherheiten über die Effizienz eines solchen Abkommens bestehen, so käme ein solches Abkommen vorallem den klimasensiblen Erwerbszweigen zu gute: es wird auf ihre schwierige Situation im Zuge einer Klimaänderung aufmerksam gemacht, die - selbst wenn sie nicht verhindert werden kann - allgemeine Beachtung finden soll.

Klima und Wintertourismus in Österreich

Österreichs Volkswirtschaft ist stark klimaabhängig. Rund 11% des jährlichen Volkseinkommens (= Bruttoinlandsprodukt BIP) ist direkt klimasensibel. 8% steuert der Tourismus bei und 3% die Land- und Forstwirtschaft. Etwa 4% des österreichischen Volkseinkommens, oder die Hälfte der Tourismuseinnahmen insgesamt, werden in der Wintersaison zwischen November und April erzielt.

Die Nutzung der Landschaft für den Wintertourismus begann zu Ende des vorigen Jahrhunderts. Die intensive Nutzung zu Zwecken des Wintersports entstand erst ab ca. 1960. Zuvor konnten die schneereichen Winter kaum wirtschaftlich genutzt werden. Danach wurden neue Skigebiete entwickelt sowie alte Skigebiete ausgebaut und verdichtet. Die Infrastruktur des Wintertourismus vervielfachte sich. Zuerst wurden die klimatisch und topographisch geeignetsten Hänge dem Wintersport gewidmet, dann wurden durch die gestiegene Nachfrage auch Zonen mit sekundärer Eignung in Skigebiete eingegliedert. Schneeprobleme können bei Ausbau und Verdichtung von Wintersportanlagen auch ohne eine Klimaänderung überproportional ansteigen, wenn ungeeignete Gebiete erschlossen werden.

Basierend auf Temperaturdaten des Ostalpenraumes zwischen 1851 und 1950 wurde die mögliche Nutzung für den Alpensport nach Höhenlage dargestellt. Die Anzahl der Tage der Periode mit möglicher Wintersaison, sowie der Zeitraum des wahrscheinlichen Eintreffens wird angegeben. Die Wintersaison ist unabhängig von der statistischen Wintersaison (1. November bis 30. April). Bei der Auswertung der 30 Jahre Periode 1965/66 bis 1994/95 (Tabelle 3) benutzten wir nur Klimawerte zwischen November und April.

Tabelle 2 **Tage mit Temperaturmittel unter 0° C als Mittel der Stationen der Ostalpen und als Durchschnitt der Periode 1851-1950**

Höhe über dem Meeresspiegel in Meter	100 jähriges Mittel (Tage)	Tagesmittel < 0° C Beginn (Datum)	Tagesmittel < 0° C Ende (Datum)
200	60	15.12.	13.2.
400	77	5.12.	20.2.
600	90	29.11.	27.2.
800	101	23.11.	4.3.
1000	110	19.11.	9.3.
1200	120	17.11.	17.3.
1400	130	14.11.	24.3.
1600	144	9.11.	2.4.
1800	163	3.11.	15.4.
2000	178	28.10.	24.4.
2500	220	7.10.	15.5.
3000	278	13. 9.	18.6.

Quelle: Aulitzky Bioklimatologie 2, Vorlesungsunterlagen, Universität für Bodenkultur (1985)

Die Tabelle beschreibt die potentiellen Wintersporttage, sowie den möglichen Saisonbeginn und das wahrscheinliche Saisonende. Um Skisport zu betreiben, ist eine ca. 30 cm Schneedecke (~150 mm Niederschlag) notwendig. In Lagen über der Baum- und Vegetationsgrenze ist eine mächtigere Schneedecke notwendig. Die Anzahl der Tage mit einer geeigneten Schneedecke ist geringer als die Anzahl der Frosttage. Die Periode der Tage mit geeigneter Schneedecke ist relativ zur Periode der Frosttage verzögert.

Eine in der Schweiz gültige Faustregel "Schneesichere Winterfremdenverkehrsgebiete brauchen im langjährigem Durchschnitt 100 Tage Saison" (Witmer, zitiert nach Abegg 1996) kann auch auf österreichische Skigebiete übertragen werden: Mehr als 100 Tage Wintersaison zeichnet ertragreiche Gebiete aus; weniger als 100 Tage Saison problematische. Die schneesicheren Schweizer Skigebiete liegen über 1200m Seehöhe, die problematischen darunter.

Einzelne Klimaparameter wie Temperatur, Niederschlag und Schnee variieren stark. Ein lokaler Korrekturfaktor der Seehöhe ist notwendig um aus den Frosttagen die Wintersporttage zu errechnen. Je tiefer das Gebiet liegt, desto größer war unser Korrekturfaktor zwischen Frost- und Wintersporttagen. Wir gehen davon aus, daß die Reduktion in 200m Seehöhe im hundertjährigen Schnitt 50 Tage betrug und je 200m Höhenanstieg um 5 Tage abnahm. In 600m Höhe gibt es 40 Tage und in 1000m 30 Tage Reduktion zwischen Frost- und Wintersporttagen. Die nachfolgende Tabelle gibt die Schätzung für Wintersporttage für ganz Österreich wieder.

Tabelle 3 **Geschätzte Anzahl der Tage geeignet für den Wintersport nach Seehöhe**

Höhe über dem Meeresspiegel (m)	geeignet für Wintersport ca. Tage
200	10
400	32
600	50
800	66
1000	80
1200	95
1400	110
1600	121
1800	153
2000	173
2500	gesamte Winterperiode Nov. bis April
3000	gesamte Winterperiode Nov. bis April

Quelle: basierend auf Temperaturdaten von Tabelle 2 bezogen auf die Periode 1851 bis 1950

Über 2000m Seehöhe ist es praktisch dauernd möglich, Wintersport zu betreiben. Die Schneedecke hält noch an, wenn die Tagesmittel der Temperatur über 0°C liegen. Denn je höher der Ort liegt, desto später schmilzt der Schnee.

Im folgenden wird eine Übersicht der Klimavariabilität vorangestellt. Die Werte beziehen sich auf den Zeitraum November - April 1965/66 bis November - April 1994/95. Im Laufe der letzten 30 Jahre gab es im Vergleich zwischen den Monatsmitteln eine große Variabilität auf die hier nur überblicksmäßig eingegangen wird.

Tabelle 4

Klimavariationen innerhalb der Periode 1964/65 bis 1994/95

Monat des Winterhalbjahres	Δ Temperatur kältester/ wärmster Monat	Durchschnittliche Schneedecke in Tagen	Variationen der Schneedecke
November	6,6°C	9	2 bis 19 Tage
Dezember	7,8°C	19	10 bis 30 Tage
Jänner	8,6°C	24	14 bis 30 Tage
Februar	9,8°C	20	12 bis 27 Tage
März	8,6°C	15	8 bis 25 Tage
April	4,6°C	8	4 bis 13 Tage
30 Jahre Periode (Nov. - April)	15,0°C	95	

Quelle: Originaldaten ZAMG, 16 Temperaturstationen, 76 Schneestationen, eigene Berechnungen

Temperatur

Für die Temperaturanalyse wurden 16 homogene Stationen zwischen 188m und 3106m Seehöhe herangezogen. Der kälteste und wärmste der 180 untersuchten Monate unterschieden sich um 15°C. Die Monatsvariabilität nimmt von November bis Februar zu und fällt relativ stark bis April. Der kälteste und wärmste Februar der Periode unterscheiden sich um 9,8°C, während die 30 Aprilmittel mit 4,6°C relativ wenig variieren. Durch die hohe Variabilität der Monatsmittel von Dezember bis März kann selbst in hohen Lagen und zur Hauptsaison nicht ausgeschlossen werden, daß die Schneebedingungen unzureichend sind.

Nominell wirken die Werte der möglichen globalen Klimaänderung mit 2°C bzw. 3°C Erwärmung geradezu unauffällig. Der Wert bezieht sich jedoch auf das globale Mittel, welches sich aus vielen, räumlich und zeitlich heterogenen, sich in der Summe ausgleichenden Temperaturwerten zusammensetzt.

Im Klartext: die regionale österreichische Erwärmung von 2°C bzw. 3°C ist a) nicht gleich der globalen Erwärmung die vom IPCC angenommen wird und b) nicht gleich der Erwärmung einzelner Stationen. Es muß zwischen unterschiedlich großen Einzugsgebieten der Meßstationen unterschieden werden und zwischen den betrachteten Zeitintervallen. Nur Daten in der selben Zeit und Raumaufösung sind direkt miteinander vergleichbar. Anders besteht die Möglichkeit von Fehlinterpretationen.

Unsere Szenarien der Klimaänderung nehmen einen Temperaturanstieg um 2°C bzw. 3°C an. Wir beziehen diese Szenarien auf die *Monatsmitteltemperatur*. Der in Tabelle 4 abgebildete Wert ist ein regionaler österreichischen Durchschnittswert, der weniger variiert als die Monatswerte von Stationen, jedoch stärker variiert als das globale Mittel. Beispielhaft sei hier eine Untersuchung der ZAMG genannt. Während das IPCC (1996) die globale Erwärmung seit 1850 in der Größenordnung von 0,3 bis 0,6°C beschreibt, veranschaulicht Böhm (1992 S.16 oben), daß die Temperatur für den selben Zeitraum in Österreich um 0,5 bis 1,1°C angestiegen ist. Betrachtet man zudem die zeitliche Variabilität verschärft sich der Kontrast. Im Winter ist der Temperaturanstieg noch größer und liegt zwischen 1 und 2°C (Böhm 1992 S.16 unten). Die Unterschied zwischen einzelnen Wintern (21.12 bis 20.3) in Österreich beträgt für die letzten 30 Jahre ca. 6°C (Böhm 1992) oder das Zwei- bis Dreifache des erwarteten Anstiegs der globalen Mitteltemperatur (2 bis 3°C). Die globale Variabilität für den gesamten Untersuchungszeitraum ohne Unterteilung in Jahreszeiten beträgt ca. 0,6°C (EEA 1996). Offene Fragen die wir im Zuge dieser Studie nicht beantworten sind a) ob die Temperatur stärker im

Winter ansteigen wird (IPCC 1996), ob b) die Temperatur auf der Nordhalbkugel stärker ansteigt (IPCC 1996) und c) ob die Variabilität gleich bleibt.

Es erscheint aber, daß die regionalen und zeitlichen Schwankungen in Österreich relativ zum globalen Mittel stärker ausfallen. Die direkte Übernahme der globalen IPCC Erwärmungsszenarien stellt in diesem Fall keine ideale Lösung dar, da diese Erwärmung bezogen auf den Raum Österreich und das Winterhalbjahr deutlich früher erreicht werden könnte.

Niederschlag

Die IPCC Niederschlagsszenarien von plus oder minus 10% Niederschlagsänderung werden in den Modellrechnungen nicht behandelt. Die Unsicherheiten sind hier noch bedeutend größer als dies im Falle der Temperatur ist. Es wird angenommen, daß der Niederschlag "konstant" bleibt und gleich variiert wie bisher.

Grob kann man davon ausgehen, daß das niederschlagreichste mehr als die doppelte Winterwassermenge als das niederschlagärmste Jahr hatte. Die Schwankungen im Zehnjahresrytmus sind demgegenüber aber gering.

Nicht behandelt werden Starkniederschlagsereignisse, die eine große Rolle bei der möglichen Zunahme von Katastrophen im Alpengebiet spielen können.

Schnee

Während der 30 Jahr Periode 1965/66 bis 1994/95 gab es im Durchschnitt von 66 repräsentativen Stationen (in der Periode 1970/71 bis 1994/95 standen 10 weitere Meßstationen zur Verfügung) zwischen 174m Seehöhe und 2140m Seehöhe 95 Tage pro Jahr mit einer Schneedecke. Während der gesamten Wintersaison (November bis April) waren 52% aller Tage mit einer Schneedecke und 48% Tage ohne Schneedecke. Diese Zahl wird natürlich stark von der Auswahl der Meßstationen bestimmt und lokal variiert dieser österreichische Durchschnittswert.

Von allen Schneetagen liegen im Durchschnitt der 30 Jahr Periode 9% im November, 20% finden wir im Dezember, 25% im Jänner, 21% im Februar, 16% im März und 8% im April. Die Höhe der Schneedecke und die Eignung für den Wintersport kann speziell am Anfang der Saison (im langjährigem Durchschnitt November und Dezember) unzureichend sein. Deshalb sind kalte November und Dezember Temperaturen, die mit ausreichend Niederschlag kombiniert sind, vorteilhaft für die touristische Wintersaison.

Bevölkerung

Im Gegensatz zur Variabilität des Klimas sind die sozio-ökonomischen Änderungen vergleichsweise eindeutig:

der Lebensstandard der Bevölkerung ist im Untersuchungszeitraum 1965 bis 1995 stark gestiegen. Die Wirtschaft ist in diesem Zeitraum stark gewachsen. Tourismus ist für viele periphere Bezirke zur Haupteinkommensquelle geworden.

Aufgrund der Verschiedenartigkeit der Themen war es schwierig, Klima- und Wirtschaftsfaktoren direkt miteinander zu verbinden. Weitestgehend orientierten wir uns an der wirtschaftlichen Situation zu Ende des Untersuchungszeitraumes. Sicher ist, daß sich diese Situation auch ohne Einfluß des Klimas stark ändern wird.

Nächtigungen

Die Nächtigungszahlen der Wintersaison haben sich im Untersuchungszeitraum verdreifacht. Gegen Ende der Untersuchungsperiode stagnierte die Zunahme. Andererseits konnte ein Trend zum sogenannten Qualitätstourismus festgestellt werden, der pro Übernachtung mehr Geld einbringt.

Nächtigungen sind ein Indikator des wirtschaftlichen Erfolges im Wintertourismus, der in Österreich sehr gut statistisch erfaßt ist. Ein anderer Indikator des Wintertourismus wäre der Ausflugsverkehr ohne Übernachtung. Dieser Indikator ist aber statistisch weit weniger gut erfaßt.

Infrastruktur

Während der gesamten 30 Jahr Periode wurde stark in die Infrastruktur des Tourismus hineinvestiert. In den ersten beiden Dekaden des Untersuchungszeitraumes waren es vor allem neue Aufstiegshilfen die gebaut und ausgebaut wurden. In der letzten Dekade wurden vorallem Beschneiungsanlagen gebaut, um die Nutzung der Seilbahninfrastruktur sicherzustellen.

Während Aufstiegshilfen relativ gut in der Seilbahnstatistik erfaßt sind, fehlt oft Information über Beschneiungsanlagen. Neben dieser "Leitinfrastruktur" des Wintertourismus wurden auch die Kapazitäten der Berherbergung und Gastronomie ausgebaut. Gleichzeitig wurden die Verkehrsverbindungen verbessert.

Klima und Wintertourismus in Bezirken

Die vorliegende Studie ist der Versuch, großräumige Forschung, wie die internationale Klimaforschung mit lokaler Planung im kleinen Raum zu verbinden. Gewaltige thematische, räumliche und zeitliche Verschiedenheiten sind hierbei zu überbrücken. Da unsere Arbeit die erste ihrer Art ist, mußten wir unsere Methodik selbst entwickeln. Es verbleibt ein relativ großes Verbesserungspotential, das in Folgestudien realisiert werden kann.

Methodik

Die Studie umfaßt ganz Österreich und vergleicht das Klima - unterteilt in Temperatur, Niederschlag und Schnee - mit dem Wintertourismus - unterteilt in Bevölkerung, Nächtigungen und Infrastruktur - in allen Bezirken Österreichs.

Die Erfassung erfolgt anhand von Bezirken oder administrativen Einheiten mit durchschnittlich 1000 km². Bezirke erscheinen groß genug um als relativ eigenständige ökonomische Raumeinheiten betrachtet werden zu können. Bezirke sind kleiner als die Gitterpunkte von globalen Klimazirkulationsmodellen, welche die Klimaänderung vorhersagen, und die klimatischen Variationen in verschiedenen Punkten des Bezirkes sind folglich geringer als bei Gitterpunkten von Klimazirkulationsmodellen.

Wenn man sich unter die Auflösung von Bezirken begibt, muß ergänzende lokale Information (etwa Topographie, Vegetation und Bodendecke, Sonn- und Schattenseite, Luv- und Leeseite) berücksichtigt werden. Kleinere räumliche Einheiten wie Gemeinden oder einzelne Skigebiete und Lifte dürfen nur bei Vorhandensein ergänzender lokaler Erhebungen interpretiert werden. Im Verlauf dieser Studie gingen wir nicht auf lokale Informationen ein, sondern verbleiben auf der Bezirksebene.

Die Regionen des Fremdenverkehrs sind nicht deckungsgleich mit den Bezirken. Ein Bezirk kann mehrere Regionen oder Anteile an mehreren Regionen beinhalten. Fremdenverkehrsregionen konzentrieren sich auf ein Kerngebiet, während der Bezirk auch das periphere Umland beinhaltet. Es kann vorkommen, daß in Gebieten von durchschnittlich etwa 1000 km² einzelne, lokal bedeutendere Wintersportplätze keine Berücksichtigung im Bezug auf Gesamtösterreich finden. Besonderheiten im Inneren der Bezirke können nicht erfaßt werden.

Die 121 Bezirke von Österreich wurden teilweise zusammengefaßt. Wien erscheint gesamt als ein Bezirk auf. Die Stadt und Land Bezirke, wo vorhanden, wurden zusammengefaßt. Folgende 85 neue Bezirke scheinen auf:

Tabelle 5

Zusammenfassung der 121 österreichischen Bezirke zu 85 Sammelbezirken

Bezirkseinteilung	
<101> Eisenstadt=101+102+103 (Eisenstadt Stadt, Land und Rust Stadt)	<104> Güssing
<105> Jennersdorf	<106> Mattersburg
<107> Neusiedl am See	<108> Oberpullendorf
<109> Oberwart	<201> Klagenfurt =201+204 (Stadt+Land)
<202> Villach =202+207 (Stadt+Land)	<203> Hermagor
<205> Sankt Veit an der Glan	<206> Spittal an der Drau
<208> Völkermarkt	<209> Wolfsberg
<210> Feldkirchen	<301> Krems an der Donau =301+313 (Stadt+Land)
<302> Sankt Pölten =302+319 (Stadt+Land)	<304> Wiener Neustadt =304+323 (Stadt+Land)
<305> Amstetten =303+305 (Amstetten + Waidhofen a.d.Y)	<306> Baden
<307> Bruck an der Leitha	<308> Gänserndorf
<309> Gmünd	<310> Hollabrunn
<311> Horn	<312> Korneuburg
<314> Lilienfeld	<315> Melk
<316> Mistelbach	<317> Mödling
<318> Neunkirchen	<320> Scheibbs
<321> Tulln	<322> Waidhofen an der Thaya
<324> Wien-Umgebung	<325> Zwettl
<401> Linz =401+410 (Stadt+Land)	<402> Steyr =402+415 (Stadt+Land)
<403> Wels =403+418 (Stadt+Land)	<404> Braunau am Inn
<405> Eferding	<406> Freistadt
<407> Gmunden	<408> Grieskirchen
<409> Kirchdorf an der Krems	<411> Perg
<412> Ried im Innkreis	<413> Rohrbach
<414> Schärding,,	<416> Urfahr-Umgebung
<417> Vöcklabruck	<501> Salzburg =501+503 (Stadt+Land)
<502> Hallein	<504> Sankt Johann im Pongau
<505> Tamsweg	<506> Zell am See
<601> Graz =601+606 (Stadt+Land)	<602> Bruck an der Mur
<603> Deutschlandsberg	<604> Feldbach
<605> Fürstenfeld	<607> Hartberg
<608> Judenburg	<609> Knittelfeld
<610> Leibnitz	<611> Leoben
<612> Liezen	<613> Mürzzuschlag
<614> Murau	<615> Radkersburg
<616> Voitsberg	<617> Weiz
<701> Innsbruck =701+703 (Stadt+Land)	<702> Imst
<704> Kitzbühel	<705> Kufstein
<706> Landeck	<707> Lienz
<708> Reutte	<709> Schwaz
<801> Bludenz	<802> Bregenz
<803> Dornbirn	<804> Feldkirch
<900> Wien (Alle Bezirke)	

Die Unterteilung in Stadt und Land Bezirke war sowohl aus klimatischer als auch wirtschaftlicher Sicht nicht zielführend. Die Unterteilung entspricht auch jener Klassifizierung die vom WIFO (Jeglitsch 1989) verwendet wurde. Die Daten des ÖSTAT können leicht auf die 85 Bezirke umgerechnet werden.

Zeitlich und Räumliche Auflösung der Daten

Bei der Datenerhebung waren wir auf vorhandene Daten und deren räumliche Auflösung angewiesen. Eine Hauptaufgabe war es, die unterschiedliche Zeit/Raum Auflösung zu überbrücken und die Daten vergleichbar zu machen. Nicht vorhandene Daten mußten oft durch räumliche und zeitliche Simulationsmodelle interpoliert werden.

Sowohl beim Klima als auch beim Tourismus gibt es zyklische Vorgänge. Variationen oder Abweichungen von diesen Zyklen sind zeitlich als auch räumlich unterschiedlich. Zeitliche Klimavariationen können in der Form von Stunden, Tagen oder Monaten geschehen. Wir schlüsselten Monatswerte im allgemeinen nicht mehr auf.

Variationen in Zeit und Raum können unterschiedlich stark ausfallen. Wir beziehen uns in erster Linie auf die räumlichen Variationen von Bezirken relativ zum Gesamttraum Österreich. Zeitliche Variationen werden von Monaten erfaßt und zur gesamten Wintersaison in Bezug gestellt.

Wir glauben mit der Bezugseinheit "Bezirk" eine praktische Raumeinheit gefunden zu haben. Aufgrund unterschiedlicher räumlicher Verflechtungen kann ein Ökonom oder Klimatologe andere räumliche Relationseinheiten wählen. Bezirke sind mit durchschnittlich 1000 km² große Einheiten in Bezug auf das Meso- und Mikroklima. Bezirke sind kleine Räume in Bezug auf wirtschaftliche Abhängigkeiten.

Monate als zeitliche Aufschlüsselung erscheinen aus klimatischer Sicht grob, da Klimadaten in regelmäßigen Abständen, teilweise in Stundenauflösung, gemessen werden. Aus touristischer Sicht sind Monatsdaten aber feine Daten. Das Hauptziel Klima und Tourismusdaten vergleichbar zu machen wird so erreicht.

Deduktiver Ansatz

Es wurde ein deduktiver Ansatz zur Klimafolgenabschätzung gewählt. Der Vorteil der deduktiven Methode ist, daß alle Bezirke anhand derselben Indikatoren vergleichbar sind. Zuerst bekommt man die groben Zusammenhänge für Österreich, danach können Unterschiede einzelner Bundesländer erfaßt werden und zuletzt werden die Unterschiede von Bezirken erfaßt. Nachteil der Methode ist daß auf die spezifische Situation eines einzelnen Bezirkes nicht direkt eingegangen werden kann.

Vergleicht man die vorliegende Studie mit internationalen Artikeln und Publikationen zum Thema Klima und Wintertourismus so stellt der deduktive Ansatz ein neue Methodik zur Erfassung des Thema dar. Induktive Ansätze wurden in der Schweiz von Abegg (1996) gewählt, der seine Studien mit lokalen Erhebungen bei den betroffenen Tourismusmanagern ergänzt, oder in Kanada von Wall (1992) und Australien von Whetton et al. (1996) gewählt. Diese nehmen auf ein oder mehrere Skigebiete und den gegebenen Zusammenhang Bezug. Die erwähnten induktiven Studien wurden von uns als analoge und komplementäre Ergänzungsstudien bei der Interpretation unserer Resultate herangezogen.

ZUSAMMENFASSUNG

- Die Bereiche Klima und Wintertourismus sind in Österreich verknüpft. Rund 4% des BIP wird durch den Wintertourismus eingenommen. Klimavariationen bedrohen den wirtschaftlichen Erfolg einzelner Jahre, die mögliche Klimaänderung bedroht den Wintertourismus an sich.
- Sowohl das Klima als auch der Wintertourismus sind eng an die Seehöhe gekoppelt. "Oben" sind die Bedingungen in der Regel günstiger als "unten". Allerdings sind Faktoren des Meso- und Mikroklimas dafür verantwortlich, daß es in einzelnen Bezirken auf der selben Höhe verschiedenartige Klimabedingungen kann. Auch mag eine günstige Verkehrslage oder eine Sogwirkung von Nachbarbezirken dafür verantwortlich gewesen sein, daß sich trotz klimatischer Gleichwertigkeit ein Bezirk besser als der andere entwickelt hat.
- Das Klima variierte stark in der untersuchten 30 Jahr Periode. Im einzelnen wurden Temperatur, Niederschlag und Schneedecke analysiert. Eine Klimaänderung ist möglich aber nicht nachweisbar. Der Wintertourismus hat sich stark gewandelt. In der untersuchten 30 Jahr Periode ist der Wintertourismus viel intensiver geworden.
- Es wurde eine deduktive Methode entwickelt um mögliche Klimafolgen nach einheitlichen Kriterien zu erörtern. Dafür wurde die Republik Österreich in 85 analytische Bezirke unterteilt. Dabei wurde in Kauf genommen, daß auf die spezifische Situation in einzelnen Bezirken keine Rücksicht genommen werden kann. Die Besonderheiten im Bezug Klima und Wintertourismus sollen bei Bedarf im Rahmen einer Spezialstudie erörtert werden.
- Zur Abschätzung der Folgen einer globalen Klimaänderung wurden jene IPCC Szenarien herangezogen, die auch von der österreichischen Bundesregierung als Referenzszenarien verwendet werden: eine Erwärmung um 2°C bzw. um 3°C bei konstantem Niederschlag.
- Die einzelnen Untersuchungen wurden in zwei Bereiche, Klima und Wintertourismus unterteilt. Der Bereich Klima besteht aus den Kapiteln Temperatur, Niederschlag und Schnee. Der Bereich Wintertourismus aus den Kapiteln Bevölkerung, Nächtigungen und Infrastruktur.

BEREICH KLIMA

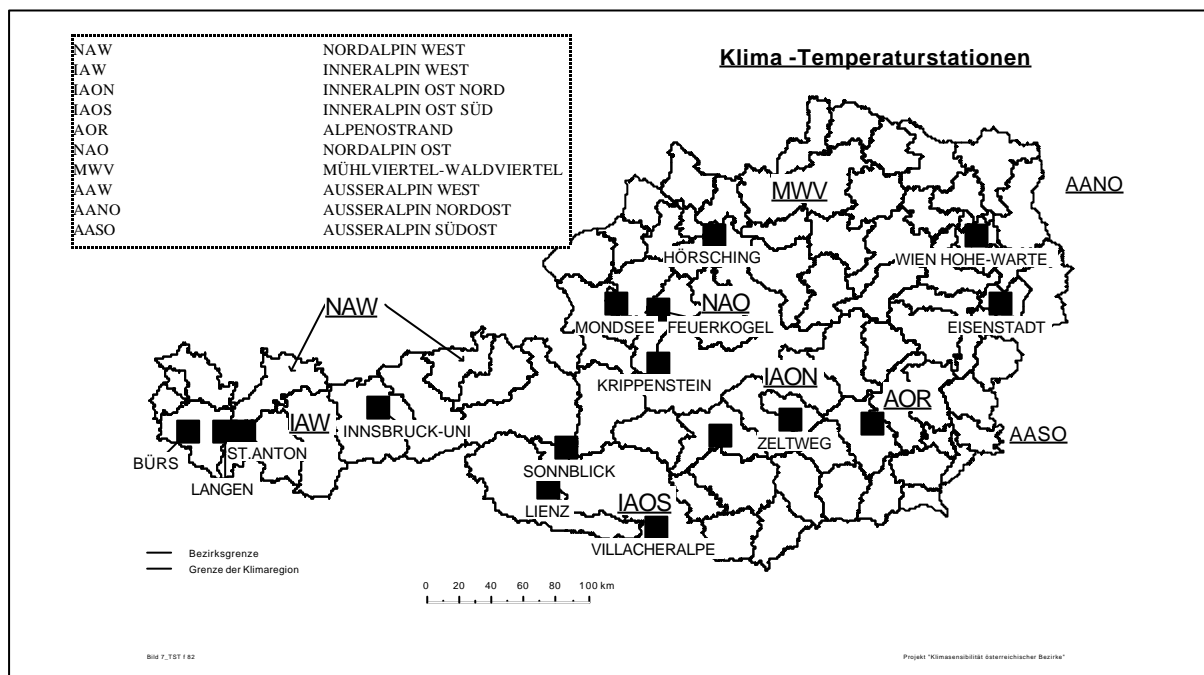


Kapitel 2 Temperatur

Allgemeines zu Temperaturanalysen

Die Untersuchungen der ZAMG wurden übernommen und zusätzlich ergänzt. Böhm (ZAMG, 1997) verwendet für seine Detailuntersuchung 162 Temperaturstationen. Er bildet 10 unterschiedliche Temperaturregionen für Österreich. Innerhalb dieser Regionen haben wir relativ homogene Temperaturverhältnisse.

Abbildung 2 **Temperaturregionen mit 16 Temperaturstationen**



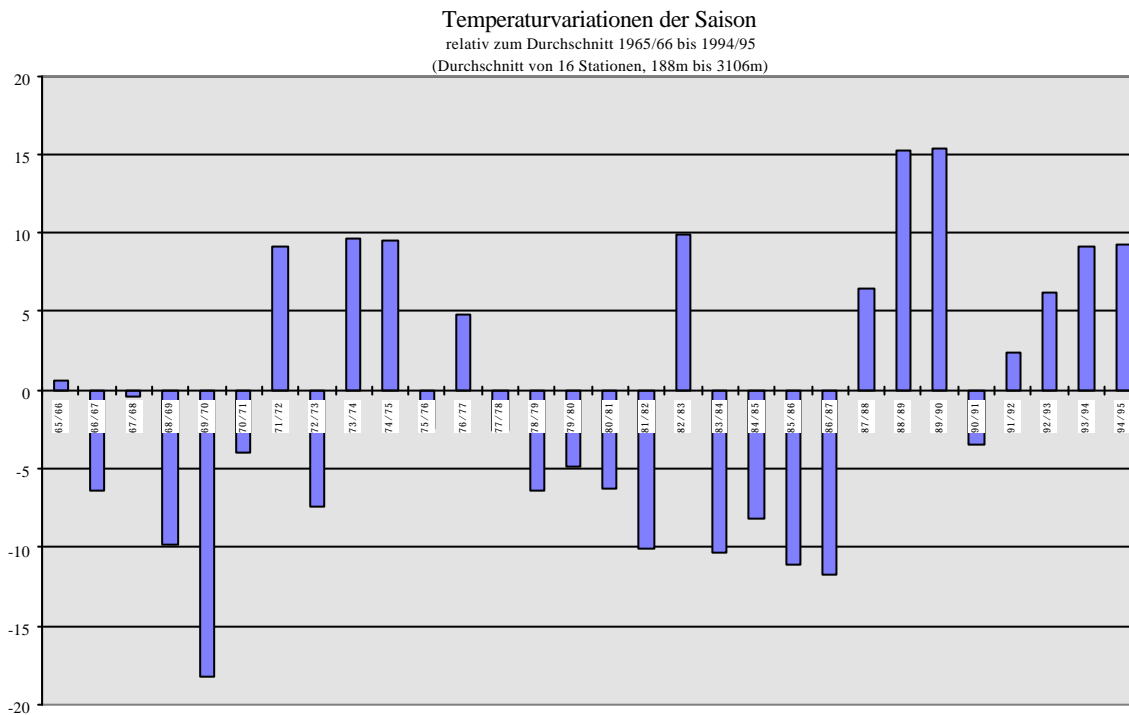
Quelle: ZAMG, eigene GIS Darstellung

Die Karte gibt einen Überblick über 10 Temperaturregionen und jene der 162 österreichischen Temperaturstationen, die zur Modellierung der Temperatur herangezogen wurden. Böhm gruppiert temperaturmäßig gleichartige Bezirke zu Bezirksgruppen, die hier als Temperaturregionen wiedergegeben sind.

Temperaturvariationen der Wintersaisonen 1965/66 bis 1994/95

Im folgenden wird die 30 Jahr Periode als Durchschnitt der o.g. 16 Temperaturstationen dargestellt. Temperaturvariationen sind bedeutend für den wirtschaftlichen Erfolg einer Wintersaison. In erster Linie wird die Infrastruktur des Wintertourismus direkt beeinträchtigt. In der Folge haben kalte bzw. warme Winter Einfluß auf die Nächtigungszahlen.

Abbildung 3 Temperaturvariationen der Wintersaison



Quelle: Daten der ZAMG, eigene Berechnungen.

Anmerkung: Die Abweichungen auf der y-Achse sind in 0,1°C angegeben. Der Nullpunkt ist das 30 jährige Mittel der 16 Temperaturstationen.

Der Saisondurchschnitt der wärmsten und kältesten Saison (Temperaturmittel der Periode November bis April) liegen mehr als 3°C voneinander entfernt. 13 Saisonen waren überdurchschnittlich warm, 17 Saisonen waren kälter als der Durchschnitt aller Saisonen.

Interessant ist die Verteilung der warmen und kalten Saisonen im Verlauf der 30 Jahr Periode. Von 1965/66 bis 1970/71 gab es eine relativ kalte Periode. Danach gab es bis 1976/77 eine relativ warme Periode mit der Ausnahme des Jahres 1972/73. Eine Serie von kalten Perioden verzeichnet man während 1978/79 bis 1986/87. Die einzige Ausnahme ist die Saison 1982/83. Nach 1987/88 gab es Serie äußerst warmer Saisonen. Einzige Ausnahme war das Jahr 1990/91.

Der Periodenverlauf von kalten und warmen Abschnitten der Gesamtperiode spiegelt sich in den Entwicklungsphasen des Wintertourismus wieder. Bis Mitte der 80er Jahre wurde kräftig ausgebaut. Seit dem Ende der 80er Jahre werden vor allem Schneekanonen installiert um die Saison zu verlängern.

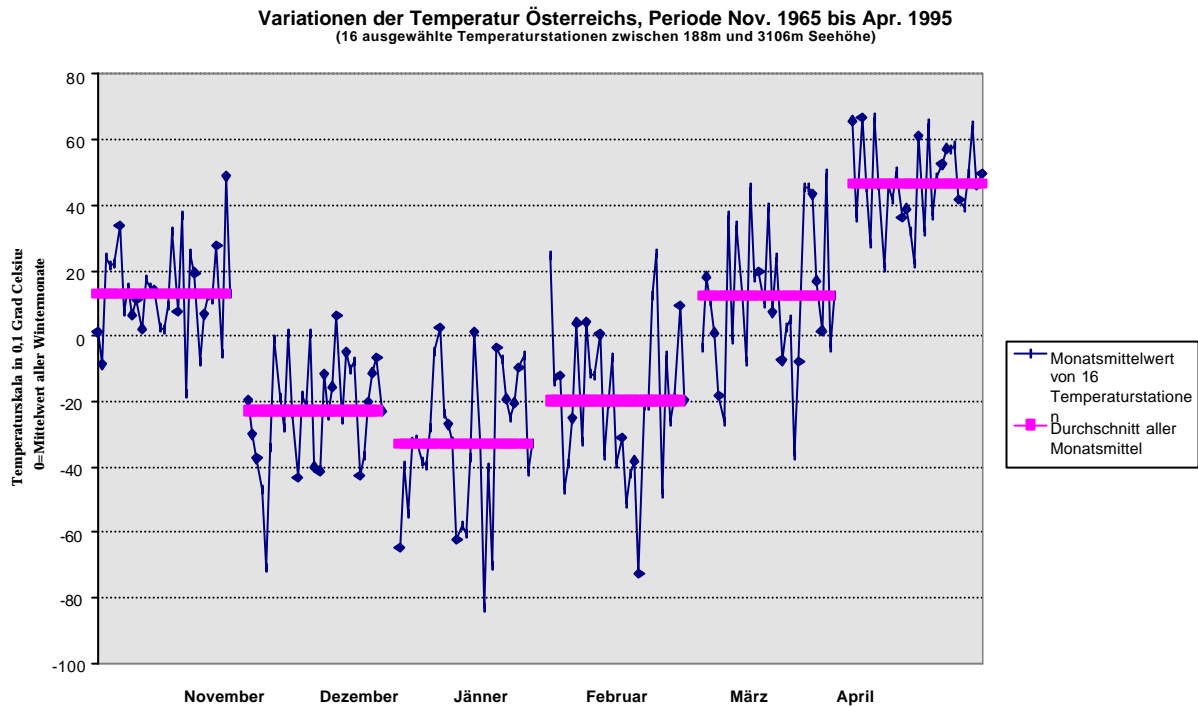
Betrachtet man die Dekaden des Untersuchungszeitraumes, so lag das Dekadenmittel der ersten Dekade -0,2°C, das Mittel der zweiten Dekade -0,4°C und die letzte Dekade bei +0,4°C relativ zum 30 Jahre Mittel. Die Durchschnittstemperatur der letzten Dekade des Untersuchungszeitraumes war um 0,7°C wärmer als das Mittel der beiden Dekaden davor.

Temperaturvariationen der Wintermonate 1965/66 bis 1994/95

Je kälter die Außentemperatur ist, desto leichter ist es, künstlich zu beschneien und desto größer ist auch die Wahrscheinlichkeit, daß sich eine Schneedecke hält.

Abbildung 4

Variationen der Monatstemperaturen 1965/66 bis 1994/95



Quelle: Daten ZAMG, eigene Berechnungen

Bezogen auf den 30 jährigen Durchschnitt sind im Jänner die kältesten Temperaturen, gefolgt von den Monaten Dezember und Februar, die etwa 1,5°C wärmer sind. Relativ weit abgeschlagen sind die Monate November und März, die etwa 4,5°C wärmer sind als der Jänner. Der April ist ca. 8°C wärmer als der Jänner.

Die einzelnen Monatswerte variieren extremer. Der Temperaturunterschied zwischen dem wärmsten und kältesten Monat der Periode November 1965 bis April 1995 beträgt 15°C. Die Schwankungen zwischen innerhalb der einzelnen Monatsmittel sind größer als der durchschnittliche Temperaturunterschied zu anderen Monaten. Die Jännerwerte streuen mit 11°C Temperaturunterschied am meisten und im April ist die Streuung der Monatsmittel mit weniger als 5°C am geringsten.

Eine permanente Erwärmung um 3°C besagt, daß der durchschnittliche Februar zum durchschnittlichen März wird. Eine dauerhafte Erwärmung um 2°C würde bedeuten, daß der durchschnittliche Jänner um einige Zehntelgrade wärmer ist, als der durchschnittliche Dezember und Februar. Hauptbetroffen sind jene Gebiete, die entsprechende klimatische Bedingungen für den Alpensport nur zwischen Dezember und Februar vorfinden.

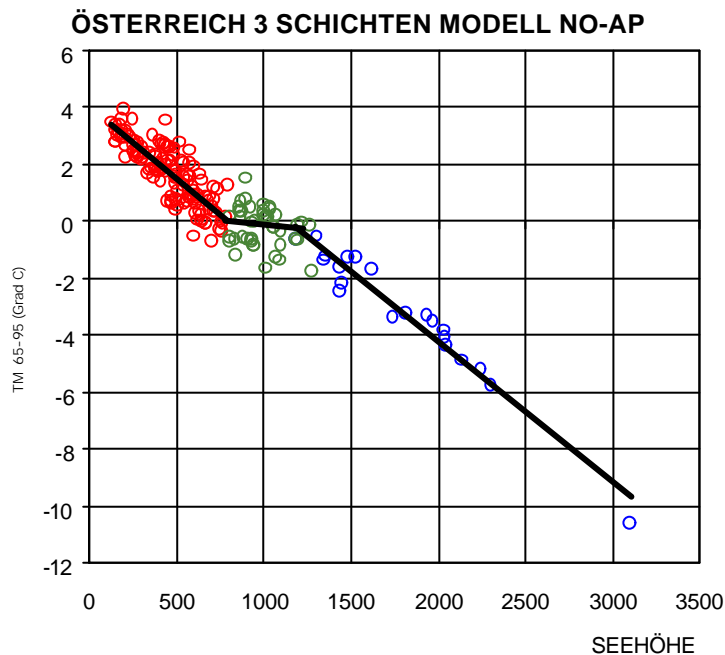
Höhenabhängigkeit der Temperatur

Es wird vereinfachend ausgesagt, daß in den Bezirken der selben Temperaturregion das Verhältnis Höhenänderung und Temperaturänderung konstant ist. Böhm (1997) definiert zwei Höhengrenzen für jede dieser Temperaturregionen, nämlich 800m zwischen den Bereichen "unten" und "mittel" sowie 1300m zwischen den Bereichen "mittel" und "oben". Der Temperaturgradient ist in jeder dieser Regionen und in jeder Höhenstufe unterschiedlich. Mit 30 Regressionsgleichungen wird der österreichische Temperaturverlauf für die Periode November - April 1965/66 bis November - April 1994/95 festgelegt.

Böhm untersuchte anhand von 162 Stationen die Temperatursituation von Österreich und konnte folgendes Bild der gesamten Winterperiode geben.

Abbildung 5

Durchschnittstemperatur der Periode November bis April relativ zur Seehöhe (1965 - 1995)



Quelle: ZAMG 1997

Anmerkung: Messungen von 162 Temperaturstationen

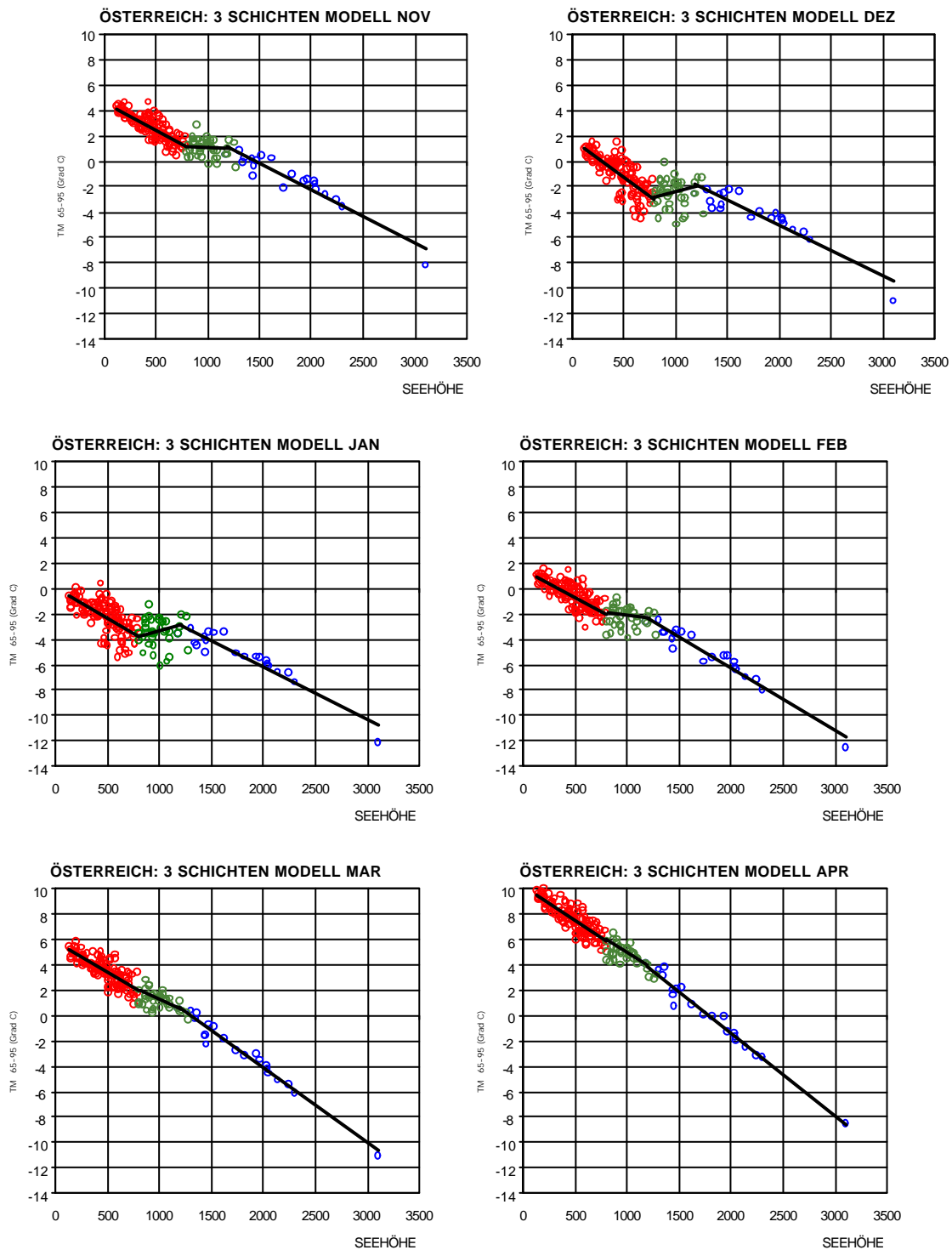
Die Temperatur nimmt mit Zunahme der Höhe ab. Allerdings sind die Temperaturbedingungen zwischen 800m und 1300m sind im Schnitt aller Wintermonate fast gleichartig, da die Temperaturabnahme in dieser Zone sehr gering ist. Für den Wintertourismus und den Alpinsport am wichtigsten ist während der Saison auch wirklich Schnee zu haben. Temperatur ist der entscheidende Faktor ob der Niederschlag in Form von Schnee fällt.

Monatsanalysen

Jeder Monat wurde von Böhm getrennt analysiert. In welcher Höhe gibt es welche Temperatur? Dies hat insofern spezielle Bedeutung, da der Wintertourismus nicht gleichmäßig über alle Wintersaisonmonate verteilt ist. Weiters ist interessant welche Temperaturbedingungen eine künstliche Beschneigung im Winter zulassen. Hierzu ist eine Temperatur von zumindest minus 2°C notwendig.

Abbildung 6

Durchschnittstemperatur der Monate November bis April relativ zur Seehöhe (1965 - 1995)



Quelle: ZAMG 1997
Anmerkung: Messungen von 162 Temperaturstationen

Im November gleicht die Form der Kurve dem Schnitt der Periode November bis April. Die Voraussetzungen für eine Beschneigung scheinen erst ab einer Höhe von 1800m günstig.

Der Dezember ist gekennzeichnet von häufigen Temperaturinversionen. Der Bereich zwischen 600m und 1700m Seehöhe mit einem Höhenunterschied von 1100m liegt relativ nahe zwischen -2°C und -

4°C. Dies erlaubt die im Hinblick auf die Weihnachtssaison wichtige Aussage, daß im Hinblick auf die Temperatur eine relative Gleichwertigkeit der tiefliegenden und hochliegenden Skigebiete besteht. Die Beschneigungstemperaturen in der abgelaufenen 30 Jahr Periode waren bezogen auf ihr Mittel für die künstliche Beschneigung ausreichend tief. Eine Erwärmung um zwei Grad Celsius würde den Dezember allerdings für die meisten Gebiete zum Beschneien ungeeignet werden lassen. Bei einer weiteren Erwärmung um 1°C auf insgesamt 3°C ist an eine Saisonverlängerung mittels Kunstschnee kaum zu denken.

Auch im Jänner gibt es häufig Temperaturinversionen. Der Höhenbereich 400m bis 1500m hat annähernd die gleiche Temperatur und liegt zwischen -2°C und -4°C. Die künstliche Beschneigung im Jänner ist erheblich leichter als im Dezember. Trotzdem kann es auch hier bei einer Erwärmung zu Problemen kommen, wobei viele tiefliegende Stationen kältere Temperaturen aufweisen als hochliegende. Der bei einer Erwärmung von 2°C beschneigungstaugliche Bereich liegt über 1500m, der bei einer Erwärmung von 3°C beschneigungstaugliche Bereich liegt über 1700m. Erwähnenswert ist, daß auch die Anzahl der Temperaturinversionen bei Erwärmung abnehmen wird (Sokratov 1997). Die relative Gleichwertigkeit zwischen 400m und 1500m differenziert sich dann wieder.

Im Februar, dem Monat mit den meisten Wintertouristen findet man weniger Temperaturinversionen, wñngleich der Höhenbereich von 800m bis 1300m gleichartige Temperaturverhältnisse haben. In der Regel reichte die Temperatur unter 800m nicht aus, um künstlich zu beschneien. Gleich der Situation von Jänner findet man bei Erwärmung von 2°C bzw. 3°C beschneibare Gebiete über 1500m bzw. 1700m Seehöhe.

Im März scheint die Sommerregel wieder zu stimmen: je höher, desto kälter. Eine Beschneigung ist in der Regel nicht mehr notwendig. März zählt bereits zum Saisonende. Es liegt in der Regel noch ausreichend Altschnee, der die Beschneigung überflüssig macht.

Die Temperatur nimmt im April konstant mit Zunahme der Höhe ab. Skigebiete über 1800m Seehöhe können eine Schneedecke, die für Wintersport geeignet ist, noch relativ lange halten. Die Monatsmittel übersteigen 0°C nicht. Bis 1500m Seehöhe beträgt das Monatsmittel maximal 2°C und der Schnee schmilzt langsam.

ZUSAMMENFASSUNG

Analyse:

- Die letzten 30 Jahre weisen vier Perioden auf, in denen es gehäuft überdurchschnittlich kalte Saisonen und überdurchschnittlich warme Saisonen gab. Die letzte acht Jahr Periode hatte sieben Saisonen über dem 30 jährigem Durchschnitt.
- Durchschnittlich war der Jänner in Österreich um sieben Grad Celsius kälter als der April. Die Schwankungen innerhalb eines einzelnen Monats sind im Februar mit 9,8 Grad Celsius am höchsten und im April mit 4,6 Grad Celsius am geringsten.
- Es kann aufgrund der vorhandenen Monatsmittelwerte ausgesagt werden, daß Höhenbereiche, während der Monate Dezember bis Februar im Hinblick auf die Temperatur und den Schwellenwert minus zwei Grad Celsius immer beschneigungstauglich waren. Während der Monate März und April sind die Temperaturen unter zwei Grad Celsius Monatsmittel ausreichend kalt um die Schneedecke über 1500m Seehöhe zu erhalten.
- Es kann aufgrund der vorhandenen Monatsmittelwerte ausgesagt werden, daß auch der Höhenbereich von 700m bis 1500m während der Hauptwintermonate Dezember bis Februar bezogen auf die Temperatur beschneigungstauglich war. Während der Monate März und April ist die Temperatur in der Regel zu warm um eine für den Wintersport ausreichend mächtige Schneedecke zu erhalten.

Ausblick Klimaänderung:

Im Zuge einer anthropogen verursachten Klimaänderung können zwei Trends für eine differenzierte Entwicklung im mittel- und hochliegendem Berggebiet verantwortlich sein.

- Die Temperaturinversionen, die heute für eine relative Gleichwertigkeit mittelhoch und hochliegender Gebiete verantwortlich sind, werden im Zuge einer Erwärmung in tiefen Lagen abnehmen. Eine relativ geringe regionale Erwärmung kann hier zu einer wesentlich stärkeren lokalen Erwärmung führen.
- Die Erhöhung der Aerosolkonzentration der Atmosphäre kann bei ausreichend kalten Temperaturen den Schneefall in hohen Lagen begünstigen.

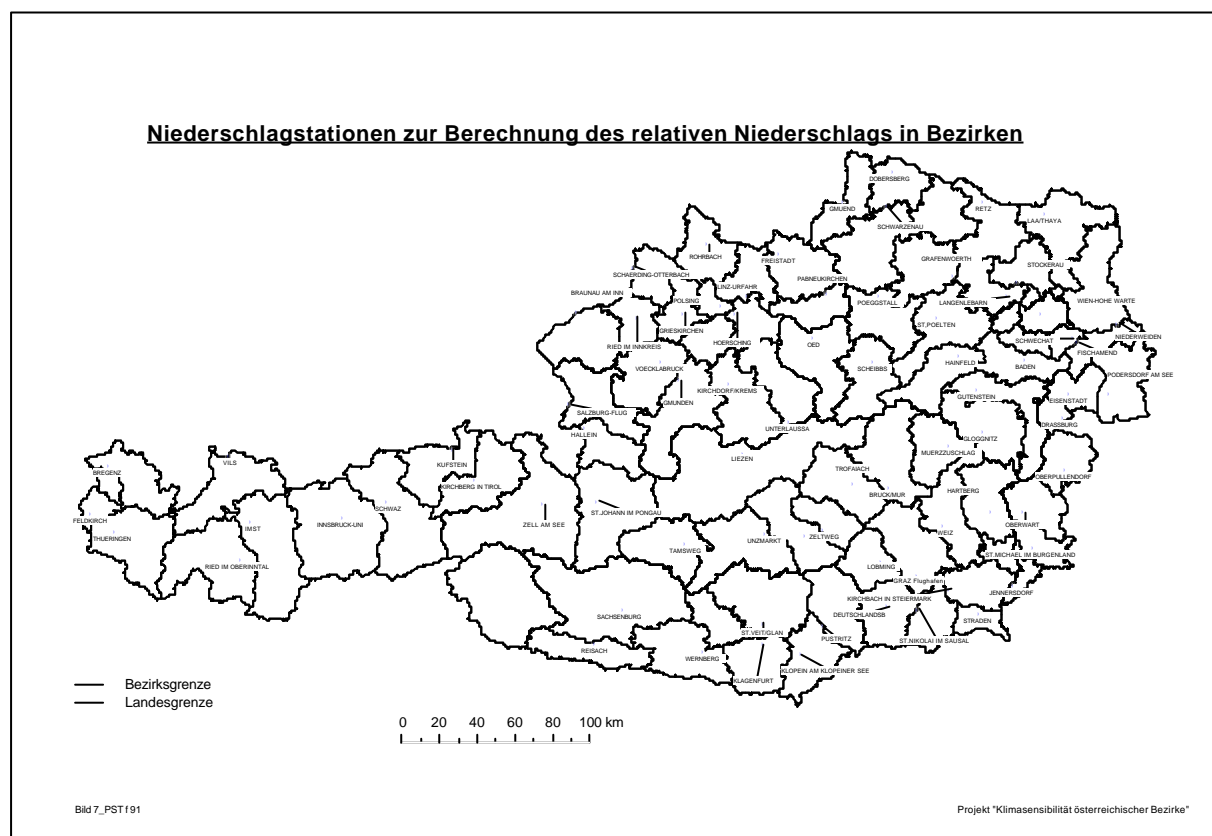
Kapitel 3 Niederschlag

Allgemein zu Niederschlagsanalysen

Die Analysen des Niederschlags wurden von der ZAMG durchgeführt. Zur Auswertung des Niederschlages werden die Tagesdaten von 800 Niederschlagsstationen des Hydrographischen Dienstes von Österreich (HZB) und von der ZAMG verwendet. Von diesen wählt Auer jeweils eine Talstation, die den relativen Niederschlag eines Bezirkes repräsentiert.

Abbildung 7

Auswahl der Niederschlagsstationen zur Messung des relativen Niederschlages



Quelle: ZAMG, HZB, Berechnungen I. Auer, eigene GIS Darstellung.
Anmerkung: Keine Werte für Bezirk Linz.

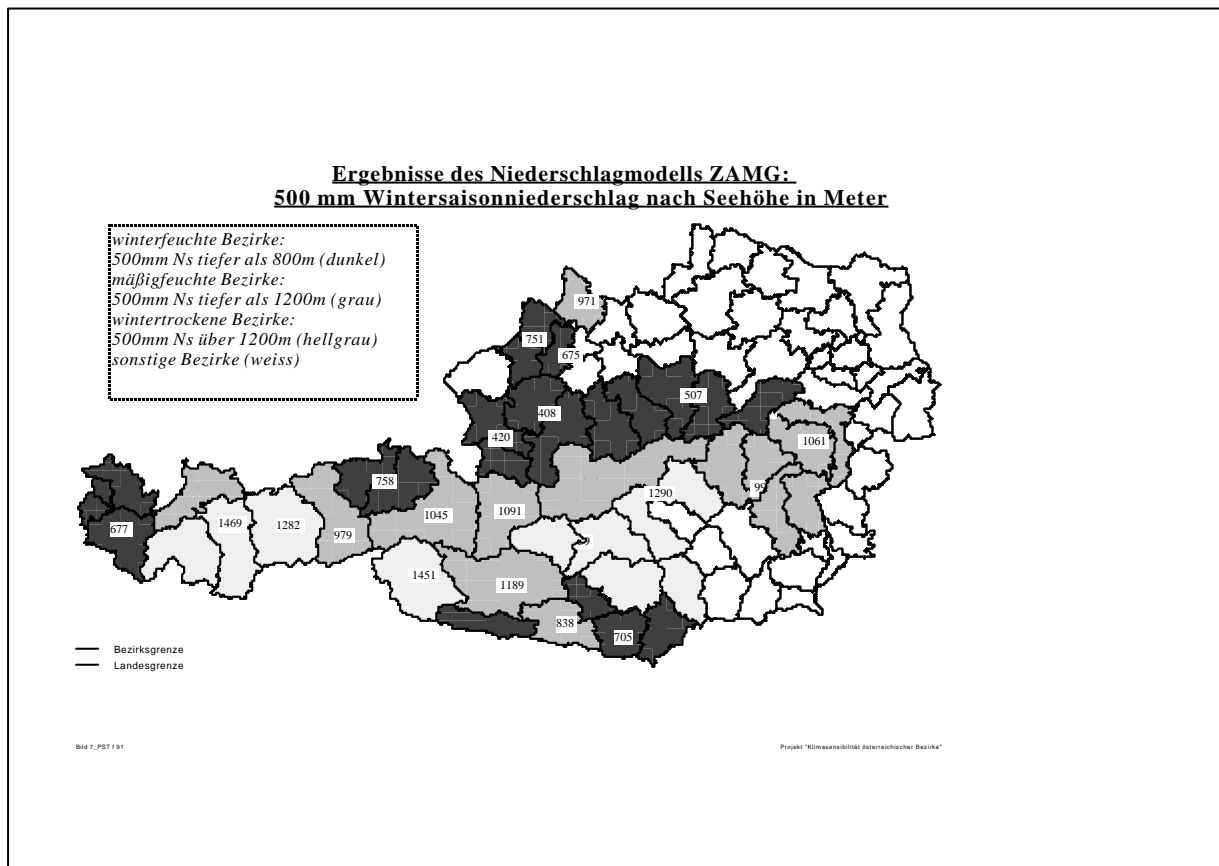
Speziell in großen Seehöhen gibt es Probleme mit der Niederschlagsmessung vor allem wegen der Windabdrift von Niederschlagsteilchen (Schnee). Da Niederschlagssummen nicht routinemäßig auf wahren Niederschlag korrigiert werden (Luv- oder Leelagen) korrigierte Auer (ZAMG, 1997) den Niederschlag um einen seehöhenabhängigen Faktor (Erfahrungswert aufgrund der Region Sonnblick). Die Niederschlagsmodellierung kann daher relativ stark von den wirklichen Werten abweichen.

Modellrechnung "Niederschlag zur Wintersaison"

Auer (ZAMG 1997) berechnet den durchschnittlichen Saisonniederschlag (November bis April) der 30 Jahre Periode 1965/66 bis 1994/95. Sie definiert ähnlich wie Böhm drei Höhenzonen für jeden Bezirk. Die oberen Zonen sind unterrepräsentiert. Hochliegende Meßpunkte um 3000m sind aufgrund der aufwendigen Messungen stark unterrepräsentiert. Meßstationen über 1200m sind leicht unterrepräsentiert.

Insgesamt stellt Auer 45 Niederschlagsrelationen her für 21 Einzel- und 24 Sammelbezirke her (siehe auch ZAMG 1997).

Abbildung 8 Absolute Winterniederschläge



Quelle: Berechnungen nach Auer, ZAMG, Daten HZB, ZAMG

Auer entwickelte für 83 Bezirke ein Niederschlagsmodell. Die Bezirke Dornbirn und Feldkirch und Feldkirchen und Klagenfurt sind zusammengefaßt. Ansonsten entspricht die Bezirkseinteilung den 85 Bezirken der Studie. Die Modellrechnungen des Niederschlags sind spezifisch für jeden Bezirk, wenngleich Sammelbezirke Regionen bilden können.

Im Niederschlagsmodell werden alle Punkte des Bezirkes als gleich abhängig von der Höhe angenommen. Tatsächlich ist Niederschlag räumlich inhomogen, da lokale Faktoren starken Einfluß nehmen. Zwei relativ naheliegende Plätze im selben Bezirk, die vielleicht nur wenige Kilometer voneinander entfernt sind, können erhebliche Niederschlagsunterschiede aufweisen.

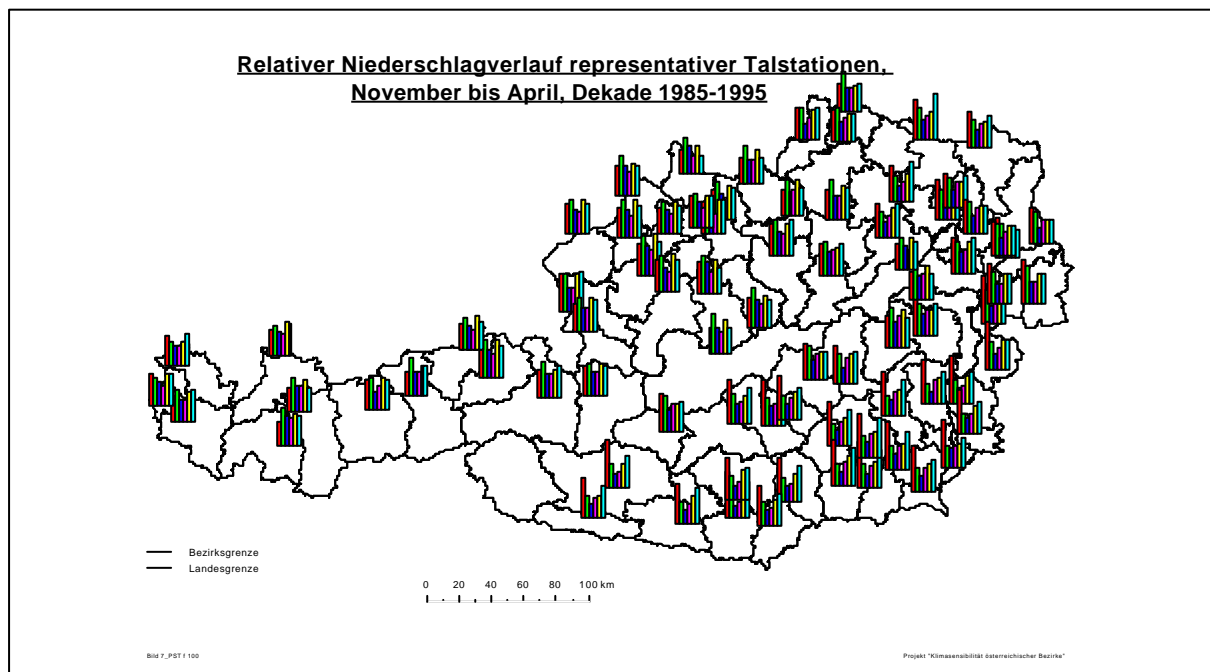
Je höher die Niederschlagsmengen im Winter sind, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit einer ausreichenden Schneedecke für den Alpensport. Rechnet man, daß man in Anbetracht der alpensportlichen Nutzung eine natürliche Schneedecke haben will, so wird für den Winterniederschlag ein Schwellenwert von 500mm angesetzt. Dieser Wert dient als ein Anhaltspunkt für einen relativen

Bezirksvergleich im Modell von Auer und sollte aufgrund der oben erwähnten Unsicherheiten der Niederschlagsmodellierung nicht überbewertet werden. Im Gegensatz zur Temperatur sind Aussagen im Hinblick auf eine mögliche Klimaänderung schwierig. Das räumliche Muster der Niederschlagsverteilung ist kleinräumiger als jenes der Temperaturkorrelationen. Im allgemeinen nimmt man an, daß eine Niederschlagsänderung um 10% eintreffen kann. Unklar ist aber, ob es einen Anstieg oder einen Abfall des Niederschlages geben wird. Dies wird von den angenommenen Voraussetzungen der Klimamodelle bestimmt. Wir nahmen bei unseren Modellrechnungen an, daß der Niederschlag im Zuge einer Klimaänderung konstant bleibt. Alle wichtigen Alpensportbezirke wurden auf ihren durchschnittlichen Niederschlag während der Periode 1965/66 bis 1994/95 hin untersucht. Die Tabellen geben Auskunft in welcher Höhe der besagte Saisonniederschlag 500mm (Monatssumme November bis April) erreicht wird. Je tiefer der Wert, desto niederschlagsreicher ist der Bezirk. Je höher der Wert, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit von geringem Niederschlag. Die meisten Bezirke im Nordosten Österreichs erreichen keinen Wintersaisonniederschlag von 500mm.

Monatsverteilung des Niederschlages

Von Bedeutung ist wann der Niederschlag fällt. Niederschlag zu Saisonanfang ist wichtiger als zu Saisonende. Deshalb wurde zum Niederschlagsmodell noch der relative Durchschnittsniederschlag der von einzelnen Wintersaisonmonaten der Dekade 1985/86 bis 1994/95 angegeben. Siehe auch die ersten beiden Säulen der Abbildung unten. Auer (ZAMG 1997) ist hierbei von 83 Talstationen der Niederschlagsmessung ausgegangen und hat angenommen, daß das relative Verhältnis in höheren Regionen des Bezirkes gleich dem Verhältnis in Tallagen ist. In vielen Fällen war es notwendig Nachbarstationen zu Hilfe zu nehmen.

Abbildung 9 **Relativer Niederschlagverlauf November bis April**



Quelle: ZAMG, HZB, Berechnungen I. Auer, eigene GIS Darstellung.

Anmerkung: Keine Werte für Bezirk Lienz.

Kombiniert man die Ergebnisse des Modells des absoluten Saisonniederschlag mit jenem des relativen Monatsniederschlag, so erhält man für jede Seehöhe und jedes Monat einen entsprechenden Wert.

In hochalpinen Gebieten liegt bereits vor November eine Schneedecke. Deshalb hat in hohen Lagen auch der September und Oktoberniederschlag eine große Bedeutung. Die Niederschlagswerte vor

November standen uns aber nicht zur Verfügung und sollten aber bei einer kommenden Untersuchung mitberücksichtigt werden, um schärfere Ergebnisse zu erzielen.

Mögliche Variationen des relativer Niederschlag

Die einzelnen Saisonen variieren mehr oder weniger stark um den Durchschnitt der 30 jährigen Periode. Beispielhaft seien die Dekaden- und Jahresvariationen der Niederschlagsstationen Thüringen wiedergegeben.

Tabelle 6 **Relativer Niederschlag der Station Thüringen**

Niederschlagsstation Thüringen, Bezirk Bludenz.							
Durchschnittlicher relativer Winterniederschlag nach Monaten und Dekaden der Periode 1965-1995							
THUERINGEN	November	Dezember	Jänner	Februar	März	April	Wintersaison
1965-1975	21	18	15	16	14	19	103
1975-1985	16	17	21	12	14	17	97
1985-1995	16	20	13	13	18	19	100
Durchschnitt 65-95	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>16</i>	<i>14</i>	<i>16</i>	<i>18</i>	100
Durchschnittlicher relativer Winterniederschlag nach Monaten und Jahren der Dekade 1985-1995							
Jahr	November	Dezember	Jänner	Februar	März	April	Wintersaison
1985/86	16	4	26	7	11	29	92
1986/86	9	24	16	16	13	16	94
1987/88	17	15	12	19	39	18	121
1988/89	12	43	5	10	15	20	105
1989/90	11	8	6	25	8	16	74
1990/91	20	11	8	5	14	10	67
1991/92	16	46	2	23	27	21	134
1992/93	40	16	12	7	16	14	104
1993/94	7	15	20	8	15	21	86
1994/95	16	22	27	13	21	25	123
Durchschnitt 85-95	16	20	13	13	18	19	100

Quelle: Daten ZAMG oder HZB, eigene Darstellung

Kommentar: Im Durchschnitt der Dekaden ergibt sich im Fall vom Thüringen eine relativ geringe Streuung von 3%. Betrachtet man aber die einzelnen Jahre so sieht man, daß Variationen zwischen 67% und 134% des durchschnittlichen Jahresniederschlags vorkommen. Die Saisonsumme des niederschlagreichsten Jahres 1991/92 betrug das Doppelte der Saisonsumme des niederschlagärmsten Jahres 1990/91.

ZUSAMMENFASSUNG

Analyse:

- Die Angabe des absoluten Niederschlages ist mit Unsicherheit verbunden. Es kann lokal große Abweichungen geben, da Faktoren wie Windabdrift nicht berücksichtigt werden können. Talstationen sind relativ zu Bergstationen überrepräsentiert.
- Viele intensiv genutzten Alpensportbezirke hatten eine gute Winterniederschlagsversorgung. In der abgelaufenen 30 jährigen Periode waren günstige Niederschlagsbedingungen ein Vorteil für relativ tiefliegende Alpensportbezirke.
- Der Saisonniederschlag variiert stark zwischen einzelnen Jahren, während die Variation zwischen einzelnen Dekaden relativ gering ist.
- Für einen optimalen Saisonverlauf erscheint es ist für Wintersportbezirke vorteilhaft, wenn bis Weihnachten (November, Dezember) relativ viel Niederschlag fällt, während die Monate März und April niederschlagsärmer sein sollen (Schönwetter), sofern eine ausreichend mächtige Schneedecke vorhanden ist.

Ausblick Klimaänderung:

- Im Zuge einer möglichen Klimaänderung rechnet man mit einer Änderung des Niederschlages. Unklar ist, welcher Richtung die Niederschlagsänderung einnehmen wird. Viele Szenarien nehmen eine Änderung um plus oder minus 10% an.
- Wir gingen bei unseren Modellrechnungen in dieser Arbeit davon aus, daß der Niederschlag konstant bleibt.

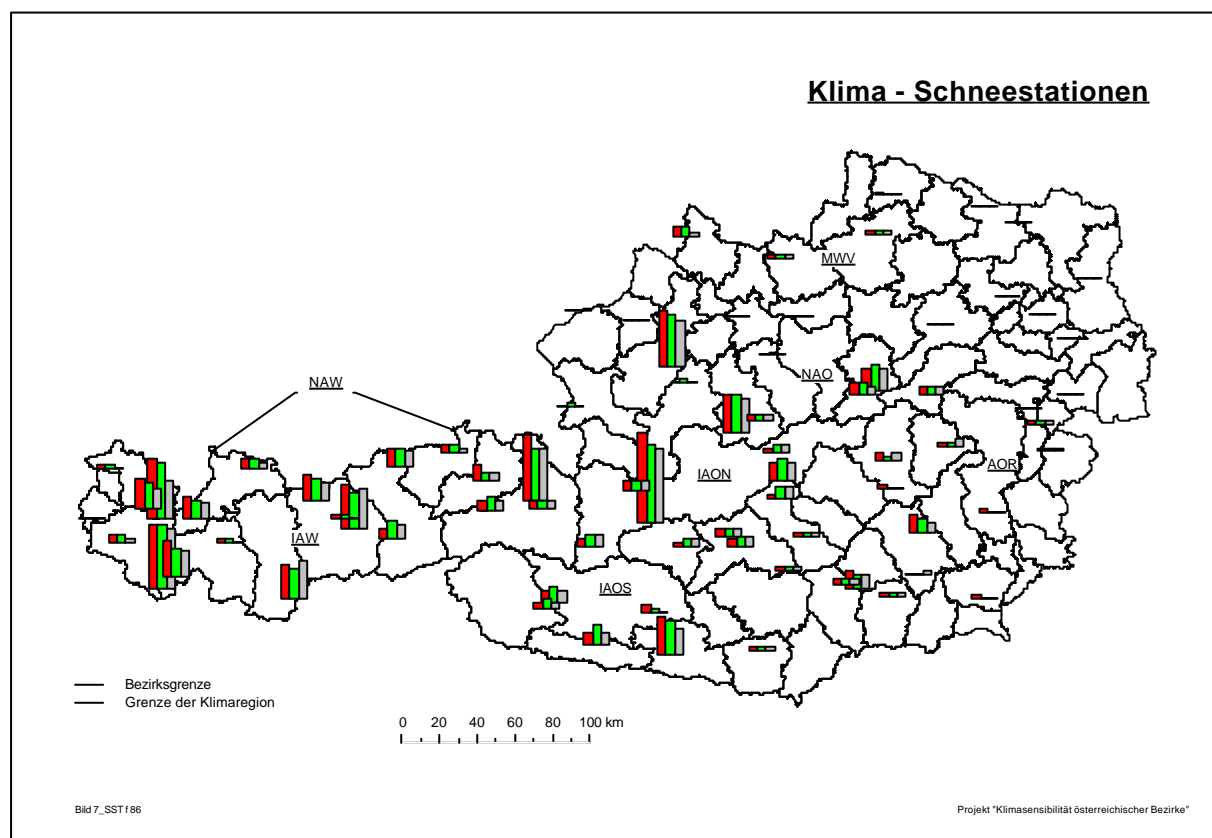
Kapitel 4 Schnee

Schneeanalysen

Die Schneedaten wurden durch die ZAMG bereitgestellt. Mohrl (ZAMG 1997) wählte 76 repräsentative Stationen für die Untersuchungen aus. 66 Stationen verlaufen über die gesamte 30 Jahr Periode, 10 Stationen über eine 25 Jahr Periode. Die Daten wurden als Monatswerte der akkumulierten Schneedeckenhöhe geliefert (Summe der Höhe der Schneedecke an Tagen mit Schneedecke). Es wurde gleichzeitig angegeben, wieviele Tage mit Schneedecke registriert wurden. Die anschließende Abbildung zeigt, wo in Österreich die 66 Meßstationen mit voller Periodendeckung liegen. Eine detailliertere Beschreibung der Meßstationen ist hier nicht wiedergegeben. Wir verweisen in diesem Zusammenhang auf die Ausarbeitung von Mohrl (ZAMG 1997).

Abbildung 10

Mittlere Höhe der Schneedecke bei 66 Meßstationen während der Periode 1965/66 bis 1994/95



Quelle: ZAMG 1996

Es gibt erhebliche lokale Variationen. Faktoren wie Windverwehungen, Rutschungen im steilen Gelände, Unterschiede auf sonnigen und schattigen Hängen, die Werte stark beeinflussen können, sind nicht berücksichtigt.

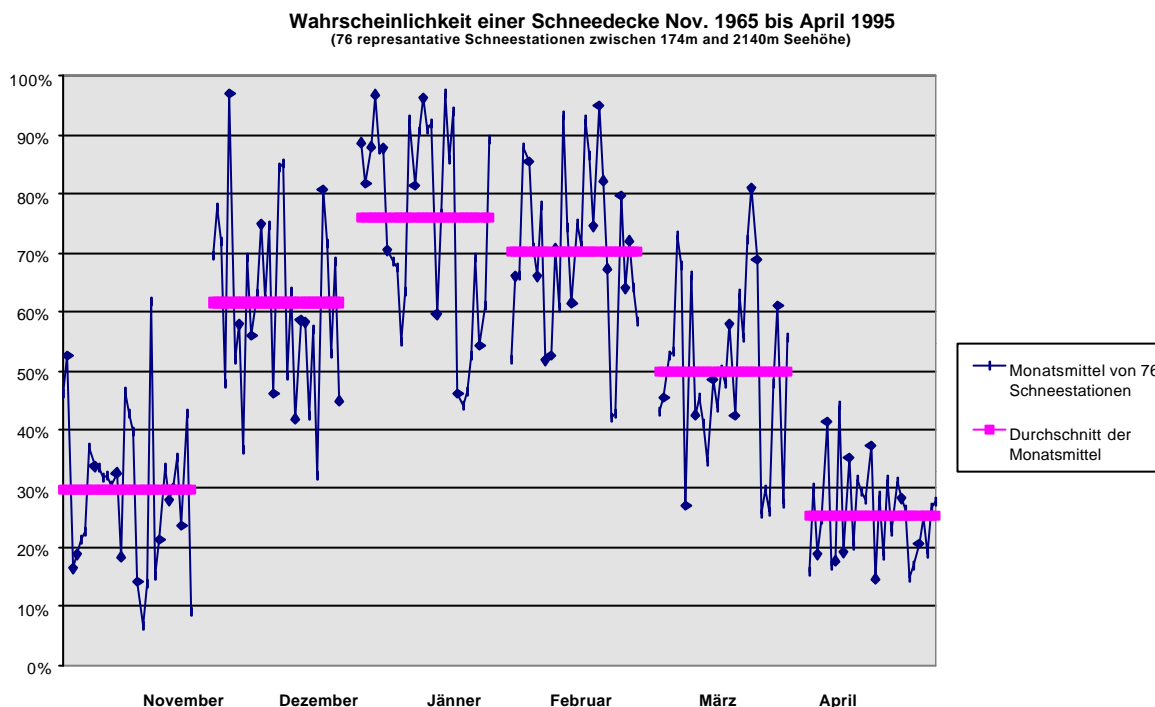
Es kann im Falle von Temperaturinversion vorkommen, daß tiefere Schneemeßstationen eine höhere Schneedecke haben. In Höhen wo die Temperaturen in der Regel weit unter dem Gefrierpunkt liegen, kann eine Zunahme der Temperatur auch eine Zunahme des Niederschlages bewirken.

Wahrscheinlichkeit einer Schneedecke nach Monaten

In einem ersten Schritt wird die Wahrscheinlichkeit einer Schneedecke für ganz Österreich berechnet. Ausgangspunkt sind die 76 Schneestationen der ZAMG zwischen 174m und 2140m Seehöhe. Diese werden zu einem österreichischem Einheitswert gemittelt.

Abbildung 11

Wahrscheinlichkeit einer Schneedecke nach Monaten



Quelle: Daten der ZAMG, eigene Bearbeitung

Erklärung: Die Wintersaison wurde in ihre sechs Monate unterteilt und jeder Monat gesondert untersucht. Für jeden Monat erhält man eine gewisse Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins einer Schneedecke, ohne daß berücksichtigt wird wie mächtig die Schneedecke ist. Diese Information kann aber durch [Tabelle 7](#) bezogen werden. Der Wert 100% besagt, daß alle Schneestationen eine Schneedecke besitzen. Der Wert 0% besagt, daß alle Stationen schneefrei sind.

Bezogen auf den Durchschnitt der 30 jährigen Periode 1965/66 bis 1994/95 und bezogen auf ganz Österreich ergibt sich folgende Wahrscheinlichkeit einer Schneedecke. Im Jänner ist die Wahrscheinlichkeit mit durchschnittlich 77% am größten, da zu diesem Zeitpunkt in der Regel auch in tieferen Lagen Schnee liegt. Danach folgen die Monate Februar mit 70%, Dezember mit 62%, März mit 50%, November mit 30% und April hat mit 27%. Betrachtet man die Streuung der einzelnen Monatswerte um den Monatsmittelwert der Periode 1965/66 bis 1994/95 ergibt sich ein vom Durchschnitt der Periode erheblich abweichendes Bild.

November ist schneeunsicher. Dies ist weiters nicht beunruhigend, da der November kaum touristisch genutzt wird. Der Dezember ist mehr als doppelt so schneesicherer als der November. Bedenklich wird es nur, wenn die zweite Dezemberhälfte schneefrei ist. Dann ist das Weihnachtsgeschäft bedroht. Jänner und Februar sind die schneesichersten Monate. Im März und April ergibt sich für hochgelegene und mittelhochliegende Gebiete ein differenziertes Bild. Im oberen Bereichen wird das Wetter zu Saisonende besser als zur Hauptsaison, während in tieferen Bereichen die Saison im März bzw. April zu Ende geht.

Mittlere monatliche Schneehöhe an einem Tag mit Schneedecke

Mohnl definiert die Größe "Mittlere monatliche Schneehöhe an einem Tag mit Schneedecke" (ZAMG 1997). Die aus Tageswerten zusammengesetzte akkumulierte Schneedecke wird durch die Anzahl der Tage mit einer Schneedecke geteilt.

Tabelle 7 Mittlere monatliche Schneedecke

Mittlere monatliche Schneedecke in cm an Tagen mit Schneedecke 1965/66 - 1994/95									
Schneemessstation	Seehöhe (m)	Temperatur-region Abb.2	Nov. (cm)	Dez. (cm)	Jän. (cm)	Feb. (cm)	März (cm)	Apr. (cm)	Saisondurchschnitt (cm)
Schwechat	178	AANO	7	10	9	9	8	2	8
Matzen	190	AANO	8	9	10	9	7	4	8
Wien Hohe Warte	202	AANO	10	11	13	11	11	4	10
Mailberg	220	AANO	8	7	8	9	7	4	7
Retz	256	AANO	7	5	6	7	6	3	6
St. Pölten	270	AANO	6	11	11	10	10	5	9
Eisenstadt	184	AASO	7	9	9	7	7	2	7
Bad Gleichenberg	303	AASO	10	10	12	16	10	4	10
Kobersdorf	320	AASO	11	10	10	11	10	2	9
Neustift an der Rosalia	570	AASO	12	10	12	15	15	7	12
Hörsching	297	AAW	5	6	10	7	7	2	6
Braunau am inn	350	AAW	4	7	9	6	6	4	6
Ried im Innkreis	435	AAW	5	8	10	7	9	4	7
Wr. Neustadt	265	AOR	9	7	7	9	9	2	7
Graz Flugh.	340	AOR	10	10	12	14	11	4	10
Stainz	340	AOR	11	10	14	15	11	5	11
Hartberg	350	AOR	9	11	11	12	7	4	9
Hebalpe	1440	AOR	18	31	41	49	55	35	38
Schöckl	1445	AOR	14	24	32	45	49	27	32
Bruck an der Mur	482	IAON	7	12	10	10	7	3	8
Admont	660	IAON	8	18	25	24	19	7	17
Judenburg	730	IAON	12	11	13	15	13	6	12
Muerzzuschlag	755	IAON	8	15	21	24	22	11	17
Zell am See	766	IAON	9	17	26	26	23	7	18
Aflenz	780	IAON	11	17	25	23	19	7	17
Radstadt	858	IAON	11	23	38	43	34	16	28
Schöder	900	IAON	9	14	24	27	24	10	18
Tamsweg	1012	IAON	9	15	21	22	15	6	15
St. Johann am Tauern (25)	1050	IAON	11	21	30	35	34	14	24
Bad Gastein	1100	IAON	13	23	33	35	31	13	25
Hohentauern (25)	1265	IAON	17	31	47	63	62	35	43
Stolzalpe	1305	IAON	13	21	28	33	28	15	23
Obertauern (25)	1740	IAON	44	94	147	190	195	177	141
Schmittenhöhe	1973	IAON	31	73	114	140	152	133	107
Klagenfurt	455	IAOS	10	14	18	18	16	7	14
Millstatt	575	IAOS	14	18	18	24	19	17	18
Reisach	646	IAOS	19	29	41	51	38	23	34
Lienz	659	IAOS	16	21	31	38	26	11	24
Preitenegg	1055	IAOS	14	20	26	31	29	13	22
Norea (25)	1060	IAOS	11	12	13	17	11	8	12
Iselsberg (25)	1200	IAOS	24	29	36	44	38	34	34
Villacher Alpe	2140	IAOS	24	41	50	64	79	98	59

Fortsetzung Tabelle 7

Mittlere monatliche Schneedecke in cm an Tagen mit Schneedecke 1965/66 - 1994/95									
Schneemesstation	Seehöhe (m)	Temperatur-region Abb.2	Nov. (cm)	Dez. (cm)	Jän. (cm)	Feb. (cm)	März (cm)	Apr. (cm)	Saisondurchschnitt (cm)
Buers	567	IAW	9	15	21	21	20	6	15
Innsbruck-Uni	578	IAW	6	10	14	14	9	4	10
Landeck	785	IAW	7	10	15	16	10	3	10
Seefeld in Tirol	1200	IAW	17	36	54	69	62	34	45
Lanersbach (25)	1290	IAW	16	29	40	47	37	17	31
Galtuer	1648	IAW	16	45	70	90	80	53	59
Obergurgl	1938	IAW	21	42	64	82	85	66	60
Obervermunt	2040	IAW	34	77	115	148	157	145	113
Patscherkofel	2247	IAW	31	52	80	91	98	105	76
Langenlebam	174	MWV	7	9	10	11	9	3	8
Laab	240	MWV	6	7	11	8	8	5	8
Zwettl	505	MWV	6	7	9	11	12	6	9
Waidhofen an der Thaya	510	MWV	7	10	12	12	13	4	10
Freistadt	548	MWV	7	10	11	11	13	4	9
Kollerschlag	725	MWV	11	21	32	30	33	13	23
Steyr	309	NAO	8	10	12	8	9	5	9
Gmunden	426	NAO	7	10	13	9	9	4	9
Salzburg Flgh.	434	NAO	6	9	12	8	8	4	8
St. Ägyd am Neuwalde (25)	490	NAO	16	24	25	26	31	19	24
Windischgarsten	596	NAO	13	21	29	20	23	12	20
Lunz am See	615	NAO	15	27	33	31	37	20	27
Lackenhof	835	NAO	25	46	64	70	72	48	54
Huttererböden (25)	1370	NAO	24	48	75	100	104	77	71
Feuerkogel	1618	NAO	28	66	97	127	143	119	97
Bregenz	424	NAW	9	10	14	12	10	5	10
Feldkirch	440	NAW	8	10	11	9	8	3	8
Kufstein	495	NAW	9	16	24	24	24	6	17
Kitzbuehel	763	NAW	10	21	32	33	32	15	24
Schopppernau	835	NAW	18	34	56	72	73	46	50
Reutte in Tirol	870	NAW	12	20	30	35	36	17	25
Steinberg am Rofan (25)	1000	NAW	17	32	49	58	56	34	41
Holzgau	1100	NAW	14	32	51	63	53	30	41
Pass Thurn (25)	1200	NAW	14	27	41	42	36	15	29
Schröcken	1263	NAW	29	63	103	135	145	112	98
Österreich Durchschnitt	805		13	22	32	37	36	24	27

Quelle: ZAMG, Mohrl, eigene Bearbeitung der Daten.

Erklärung: die Tabelle "Mittlere monatliche Schneedecke in cm an Tagen mit Schneedecke" zeigt Durchschnittswerte der Periode 1965/66 [bzw. 1970/71 bei Stationen mit (25)] bis 1994/95. Für Skilanglauf oder Rodeln ist eine Mindestschneedecke von 10cm erforderlich. Für Alpinski ist eine Mindestschneedecke von 30 cm erforderlich.

Für 66 Stationen erhält man Durchschnittsmonatswerte und Durchschnittssaisonzerte der Periode 1965/66 bis 1994/95. Für 10 Stationen, alle mit "(25)" im Anhang zum Stationsnahmen wurden die Durchschnittsmonatswerte und Durchschnittssaisonzerte der Periode 1970/71 bis 1994/95 angegeben.

Die "mittlere monatliche Schneedecke an Tagen mit Schnee" ist eine Maßzahl für die Anwendbarkeit im alpinsportbasiertem Wintertourismus. Bei 28 Schneestationen und im Saisondurchschnitt ergibt sich ein Wert von bis 10 cm, bei 15 Schneestationen bis 20 cm, bei 17 Stationen ein Wert bis 40 cm, bei neun Stationen ein Wert bis 60 cm und bei sieben Stationen übersteigt die "mittlere monatliche Schneedecke an Tagen mit Schnee" 60 cm Schneehöhe.

Die "mittlere monatliche Schneedecke an Tagen mit Schnee" ist im Durchschnitt der 76 Stationen im Februar und März mit 37 bzw. 36 cm am höchsten. Danach folgt Jänner mit 32 cm, April mit 24 cm, Dezember mit 22 cm und November mit 13 cm. Interessant ist hierbei, daß der April, der weniger als

die Hälfte "Wahrscheinlichkeit einer Schneedecke" eine höhere Schneedecke anzubieten hat als der Dezember. Ausschlaggebend hierfür sind die wenigen hochliegenden Stationen, die im April ausgezeichnete Schneesverhältnisse und warmes Wetter haben.

Schneesverhältnisse in Abhängigkeit von Temperatur und Niederschlag bezogen auf die Seehöhe

Im allgemeinen ist die Aussage gültig, daß mit Zunahme der Seehöhe und mit Abnahme der Temperatur auch die Höhe der Schneedecke zunimmt. Erhebliche Variationen können sich durch einen ungleichmäßig verteilten Niederschlag ergeben.

Die zuvor beschriebenen Klimafaktoren Temperatur, Niederschlag konnten nun von in einem Schneemodell durch Charamza (1996), verarbeitet werden. Folgende Schritte werden im Modell beachtet: Das Verhältnis Seehöhe zu Schnee liegt durch die Beobachtung für jede Schneestation vor. Das durchschnittliche Verhältnis Seehöhe zu Schnee einer Temperaturregion ergibt sich aus dem Mittel aller Schneestationen einer Temperaturregion. Die Schneedeckenhöhe einer jeden Schneestation wird durch drei Temperaturstationen (tief-, mittel-, hochgelegene, Parameter t_1, t_2, t_3) und durch die nächstliegende Niederschlagsstation (Parameter p) bestimmt. Bei Szenarienannahmen kann nun errechnet werden, wie hoch die Schneedecke wäre. In unserem Fall wurde ein gleichförmiger Temperaturanstieg (tief-, mittel-, hochgelegene) um 2°C bzw. 3°C angenommen. Durch unterschiedliche Szenarien ergibt sich jeweils ein neues Verhältnis Seehöhe zu Schnee. Dieses neue Verhältnis wird mit dem alten Verhältnis der Periode 1965 bis 1995 verglichen.

Das Modell basiert auf Monatswerten der Periode 1965/66 bis 1994/95 und ist hier in sehr gekürzter Form wiedergegeben (siehe auch Charamza 1996).

Verhältnis Temperatur, Niederschlag und Schneedecke

Die Werte von jeder Schneestation einer Temperaturregion wurden einerseits mit den Werten von drei repräsentativen Temperaturstationen (siehe Kapitel Temperatur) und den Werten der jeweils nächsten Niederschlagsstation des Bezirkes in einem statistischen Modell verbunden.

Die Parameter t_1, t_2, t_3 und p sind für jede Schneestation spezifisch. Das Modell wurde für alle Schneestationen von sechs der zehn Temperaturregionen Österreichs gerechnet (AOR, IAOS, NAW, IAW, IAON, NAO). Für die verbleibenden Temperaturregionen waren die Daten zum Zeitpunkt der Bearbeitung nicht verfügbar. Die fehlenden Temperaturregionen sind aus Sicht des Alpensports und des klimasensiblen Wintertourismus weniger wichtig.

Betrachtet man die Werte der durchschnittlichen saisonalen Schneedecke der Periode 1965/66 bis 1994/95, so stellt man fest, daß diese mit der Höhe stark ansteigen. Um allzu großen Variationen der Schneedecke entgegenzuwirken, wurde deshalb in der logarithmischen Skala weitergearbeitet. Hier steigt die Schneedecke linear zur Höhe. Zwischen den Schneestationen einer Temperaturregion konnte eine Regressionsgerade gelegt werden, die das Verhältnis der Seehöhe mit der durchschnittlichen saisonalen Schneedauer beschreibt.

$$\text{Log}(\text{Seehöhe}) = a \cdot \text{Log}(\text{Schneehöhe}) + \text{Konstante} + \text{Fehler}$$

Tabelle 8

Werte der Modellgleichung für Temperaturregionen.

ZONE	Wert für a	CONST	R
------	------------	-------	---

NAW	0,32	1,77	0,94
IAW	0,41	1,56	0,93
IAON	0,31	1,9	0,84
IAOS	0,61	0,8	0,86
AOR	0,62	0,85	0,99
NAO	0,28	1,9	0,8
AOR, IAOS	0,58	0,95	0,94
IAON, IAW, NAO, NAW	0,35	1,75	0,84

Quelle: eigene Berechnungen

Es kann ein ähnliches Wert für a in den beiden Temperaturregionen AOR und IAOS und für die Temperaturregionen NAW, IAW, IAON und NAO festgestellt werden. Der statistische Fehler der Schneedeckenberechnung kann relativ hoch sein und eine Vereinfachung zu zwei Modellvarianten erschien zweckmäßig um die Programmierarbeit zu erleichtern.

Nimmt man nun den Wert 6.000 cm (log 3,778) akkumulierte Saisonschneehöhe - dies entspricht einer durchschnittlichen Tagesschneedecke von etwas mehr als 30 cm - so entspricht dies der Schneesituation der Höhe von 1384m (log 3,141). In **Abbildung 12**, Schneedeckenmodell für die Temperaturregionen AOR, IAOS ergeben die Koordinaten (3,778/3,141) die beschriebene Situation.

Relation Seehöhe und Schneedecke bei einer Klimaänderung

In einem dritten Schritt kann nun festgestellt werden, was eine mögliche Niederschlags- bzw. Temperaturänderung bedeutet. Die "alte Schneehöhe" entspricht der Situation von heute. Die "neue Schneehöhe" bezieht sich auf eine Situation mit Klimaänderung. Es kann die Auswirkung einer Temperaturänderung, einer Niederschlagsänderung und einer kombinierten Temperatur und Niederschlagsänderung simuliert werden. Wir beschränkten uns bei unseren Modellrechnungen auf die Simulation der Temperaturänderung. Zwei Szenarien, 2°C und 3°C Erwärmung der wurden berücksichtigt.

Veranschaulicht wird die Modellrechnung am Beispiel einer Erwärmung um 2°C. Es könnte auch eine differenzierte Erwärmung in den drei unterschiedlichen Höhenstufen einer Temperaturregion angenommen und modelliert werden. Der Niederschlag ist im Modellszenario gleichbleibend (=0% Änderung).

$$\text{neue Schneehöhe} = t_1*(TP_{1xxxxxx}+2^\circ\text{C}) + t_2*(TP_{2xxxxxx}+2^\circ\text{C}) + t_3*(TP_{3xxxxxx}+2^\circ\text{C}) + p*(PR_{xxxxxx}+0\%) + \text{Konstante} + \text{Fehler}$$

TP1,2,3 sind die drei Temperaturstationen der Region, die eine Erwärmung erfahren. PR ist die Niederschlagsstation, die durch unsere Szenariovorgabe nicht beeinflusst wird.

Es kann nun die Relation Seehöhe neue Schneedecke, gerechnet für 2°C und 3°C Erwärmung, hergestellt werden.

$$\text{Log(Seehöhe)} = a * \text{Log(neue Schneehöhe)} + \text{Konstante} + \text{Fehler.}$$

Tabelle 9

**Werte der Modellgleichung für
Temperaturregionen bei 2°C und 3°C Erwärmung.**

Temperaturregion	Erwärmung um 2°C			Erwärmung um 3°C		
	Wert für a	CONST	R	Wert für a	CONST	R
NAW	0,28	2	0,93	0,25	2,06	0,94

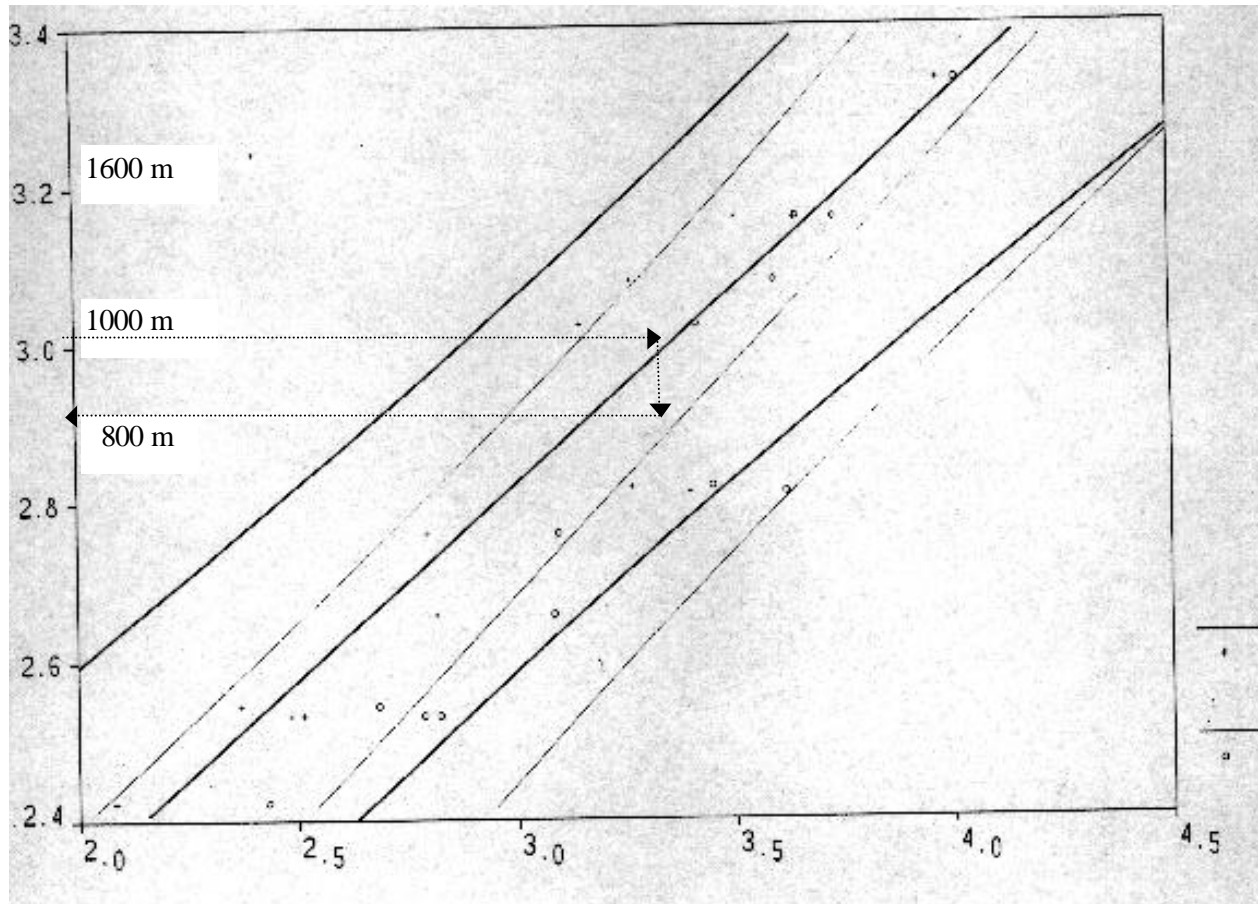
IAW	0,37	1,79	0,94	0,34	1,89	0,95
IAON	0,24	2,22	0,76	0,22	2,3	0,75
IAOS	0,48	1,37	0,83	0,42	1,64	0,82
AOR	0,52	1,29	0,99	0,51	1,42	0,99
NAO	0,26	2,04	0,83	0,24	2,14	0,85
AOR, IAOS	0,49	1,35	0,94	0,46	1,53	0,93
IAON, IAW, NAO, NAW	0,3	1,97	0,84	0,28	2,08	0,85

Quelle: eigene Berechnungen

Faßt man die einzelnen Temperaturregionen wiederum zu Gruppen zusammen können zwei Modellgleichungen für den Westen und Nordwesten (NAW, IAW, IAON und NAO) und Süden bzw. Südosten (AOR und IAOS) von Österreich erstellt werden.

Abbildung 12

”Absinken” der Seehöhe bei 2°C Erwärmung relativ zur durchschnittlichen Klimasituation 1965/66 bis 1994/95 in den Temperaturregionen AOR, IAOS

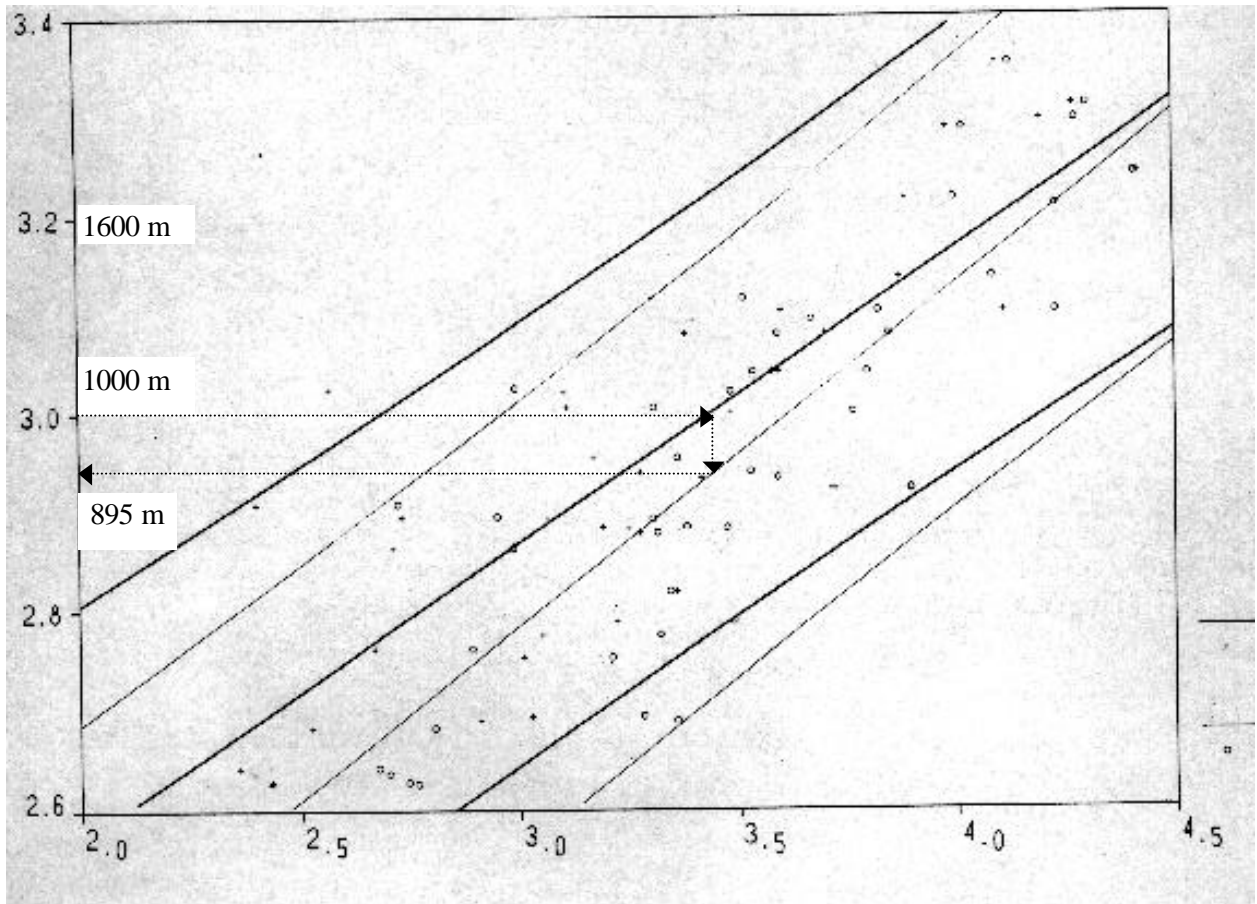


Erklärung: Die y-Achse gibt die log Werte der Seehöhe eines Ortes in m wieder. Die x-Achse die log Werte der akkumulierten Höhe der Schneedecke in cm wieder. Die durchschnittliche Höhe der Schneedecke an allen Tagen der Wintersaison errechnet man durch die Division des Saisonwertes mit 180. Die Höhe der Schneedecke an Tagen mit Schnee errechnet man durch die Division mit Werten aus der **Tabelle 7**. Die mittlere ausgezogene Linie ist die Regressionsgerade, die die Seehöhe mit der akkumulierten Schneehöhe bei Erwärmung von 2°C verbindet. Die beiden starken Linien links und rechts geben den Rang für das 95% Konfidenzintervall zur Regressionsgeraden für 2°C Erwärmung wieder. Die mittlere, strichlierte Linie ist die Regressionsgerade die Seehöhe und akkumulierte Schneehöhe ohne Erwärmung verbindet. Die strichlierten Linien links und rechts außen sind das dazugehörige 95% Konfidenzintervall.

Beispielhaft nimmt man den Höhenwert von 1000m (log 3) auf der y-Achse und kombiniert diesen mit dem dazugehörigen Schneewert der x-Achse der Geraden 2°C Erwärmung (ausgezogene Linie). Danach gehe ich senkrecht zum gleichen x-Achsen Wert der Geraden ohne Erwärmung (strichlierte Linie) und überprüfe welchen y-Wert ich erhalte. Der Wert ist log 2,903 und entspricht der Höhe von 800m. 2°C Erwärmung bewirken ein "Absinken" der Schneebedingungen um 200m. Wählt man einen Wert unter 1000m, so ist die Höhendifferenz oder das Absinken bei Erwärmung größer. Über 1000m ist die Höhendifferenz bezogen zur heutigen Schneedecke geringer.

Abbildung 13

”Absinken” der Seehöhe bei 2°C Erwärmung relativ zur durchschnittlichen Klimasituation 1965/66 bis 1994/95 in den Temperaturregionen IAON, IAW, NAO, NAW.



Erklärung: Die y-Achse gibt die log Werte der Seehöhe eines Ortes in m wieder. Die x-Achse die log Werte der akkumulierten Höhe der Schneedecke in cm wieder. Die durchschnittliche Höhe der Schneedecke an allen Tagen der Wintersaison errechnet man durch die Division des Saisonwertes mit 180. Die Höhe der Schneedecke an Tagen mit Schnee errechnet man durch die Division mit Werten aus der [Tabelle 7](#). Die mittlere ausgezogene Linie ist die Regressionsgerade, die die Seehöhe mit der akkumulierten Schneehöhe bei Erwärmung von 2°C verbindet. Die beiden starken Linien links und rechts geben den Rang für das 95% Konfidenzintervall zur Regressionsgeraden für 2°C Erwärmung wieder. Die mittlere, strichlierte Linie ist die Regressionsgerade die Seehöhe und akkumulierte Schneehöhe ohne Erwärmung verbindet. Die strichlierten Linien links und rechts außen sind das dazugehörige 95% Konfidenzintervall.

Der neue Höhenwert in Variante 2 des Modells ist log 2,952 und entspricht der Höhe von 895m. 2°C Erwärmung bewirken ein Absinken der Schneebedingungen um 105m auf das Niveau, welches wir heute auf 895m vorfinden. Bezogen auf das Absinken in den Regionen IAOS, AOR (Variante 1 des Modells) ist die Wirkung einer Erwärmung auf Höhenänderung geringer als in den hier erwähnten Temperaturregionen.

ZUSAMMENFASSUNG

Analyse

- Die Schneehöhe variiert stärker als die Temperatur und der Niederschlag. Mikroklimatische Einflußfaktoren und das Relief haben mehr Einfluß auf die aktuelle Schneehöhe als das Großraumklima. Mitunter haben tiefliegende Stationen mehr Schnee als hochliegende Schneestationen.
- Die Wahrscheinlichkeit eine Schneedecke bei allen ausgewählten Schneestationen vorzufinden ist im Jänner und im Februar mit 77% und 70% am höchsten. Danach folgen Dezember und März mit den Werten 62% und 50% und zuletzt kommen November und April mit 30% bzw 27% Wahrscheinlichkeit.
- Die mittlere monatliche Schneedecke an Tagen mit Schnee ist bei 28 Schneestationen und im Saisondurchschnitt bis 10 cm, bei 15 Schneestationen bis 20 cm, bei 17 Stationen bis 40 cm, und bei 16 Stationen über 40 cm hoch. Februar, März, Jänner, April, Dezember und November haben eine von 37 auf 13 cm abnehmende "mittlere monatliche Schneedecke an Tagen mit Schnee".
- Um die Schneestationen mit den Temperatur- und Niederschlagsstationen zu verbinden wurde ein Schneemodell hergestellt. Für Temperaturregionen wurde das Verhältnis Schnee zu Temperatur und Niederschlag gesondert ermittelt.

Ausblick Klimaänderung:

- Mit Hilfe des Schneemodells kann jede beliebige Situation einer Erwärmung bzw. Niederschlagsänderung simuliert werden. In unserem Fall nahmen wir eine Erwärmung von 2°C und 3°C an. Dies sind auch jene IPCC Szenarien, die von der österreichischen Bundesregierung und den involvierten Ministerien als Referenz übernommen wurden.
- Eine Erwärmung um 2°C bedeutet etwa ein "Absinken" der Klimabedingungen von heute 1000m auf eine Höhe, die wir heute je nach Temperaturregion zwischen 800m und 895m vorfinden.

BEREICH WINTERTOURISMUS



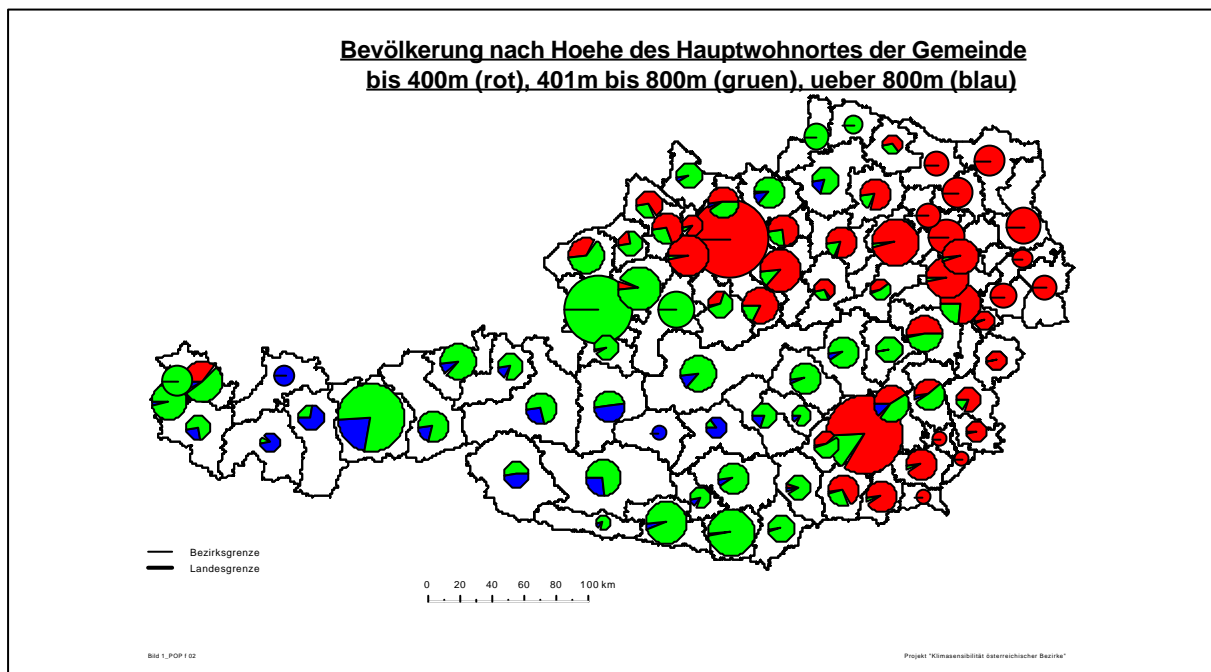
Kapitel 5 Bevölkerung

1 Bevölkerungverteilung von Österreich nach Einwohnerzahl und Wohnhöhe in Bezirken

In welcher Höhenlage lebt die österreichische Bevölkerung? Um die "durchschnittliche Klimasituation" in Siedlungsgebieten annähernd zu erfassen, nahmen wir die Seehöhe der Siedlungsgebiete als Anhaltspunkt. Im allgemeinen liegt das Siedlungsgebiet recht tief im Vergleich der tatsächlichen Höhen eines Bezirkes und variiert zwischen 123m und 1720m. Dies ist der Höhenbereich in dem fast alle österreichischen Wintertouristen nächtigen.

Die Hauptnutzung des alpinsportbasiertem Wintertourismus, also Ski- und Snowboardfahren inklusive Tourengehen, kommt in höheren Lagen vor, während die Wohnhöhe als Referenz für Skilanglauf, Rodeln und Eislaufen gelten kann. Die Vielfalt des österreichischen Wintertourismus ist an den Wohnbereich gebunden.

Abbildung 14 Bevölkerung nach Höhe des Hauptwohnortes



Quellen: Daten des ÖSTAT, Volkszählung 1991, eigene Berechnungen, eigene GIS Darstellung.

Bevölkerungsschwache Bezirke mit großem Flächenanteil haben eine dominierende Stellung im Wintertourismus. Die Bevölkerung lebt in allen Spitzenbezirken des Wintertourismus relativ hoch (vgl. Kapitel 6 und 7).

Eine Wohnsituation in hoher Lage alleine war aber keinesfalls ausschlaggebend für eine wintertouristische Entwicklung.

Clusteranalyse "Bevölkerung nach Seehöhe" und "mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung"

Ausgangspunkt ist die Bevölkerung der österreichischen Gemeinden nach der Seehöhe des Hauptortes. Jeder Bezirk ist aus mehreren Gemeinden aufgebaut. Höhenmäßiger Bezugspunkt der Gemeinde ist die Höhe des Gemeindehauptortes. Es wurden Höhengrenzen von 400m Seehöhe und 800m Seehöhe bestimmt und anhand einer Clusteranalyse wurden alle Bezirke entsprechend der Verteilung ihrer Wohnbevölkerung in vier Gruppen eingeteilt: Flachland, Hügelland, Hochland, Alpines Hochland.

Tabelle 10 **Anteile der Bevölkerung nach Höhenlage einzelner Cluster**

Cluster, Gruppenmuster	% Anteil bis 400m	% Anteil 400m-800m	% Anteil über 800m
Flachland (1)	94,33	5,66	-
Hügelland (2)	48,68	48,05	3,28
Hochland (3)	1,15	89,71	9,13
Alpines Hochland (4)	-	20,83	79,17
Vergleich Österreich	56,46	37,55	5,99

Quelle: Daten des ÖSTAT, Volkszählung 1991, Breiling (1994), eigene Berechnungen.

Die Höhenverteilung der Bevölkerung im Bezirk kommt einer dieser Gruppen am nächsten und fällt daher in diese Clustergruppe. Zusammengefasst, ergibt sich für ganz Österreich das durchschnittliche Verhältnis der Höhenlage. Für Details zur Clusteranalyse verweisen wir auf den mathematischen Teil des Projektes.

Weiters wurde die "Mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung" bestimmt. Er ist die mittlere Höhe aller Gemeindehauptorte eines Bezirkes, gewichtet nach ihrem Flächenanteil. Dabei zeigt sich, daß einige Bezirke der Gruppe Hügelland einen höheren Wert für "Mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung" haben können als Bezirke der Gruppe Hochland. Die beiden Auswertungen "Bevölkerung nach Seehöhe", die einen Höhenrang beschreibt, und "Mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung", die einen repräsentativen Punkt der Seehöhe beschreibt, ergänzen sich.

Von den 85 Bezirken liegen 32 Bezirke der Kategorie Flachland. Diese Bezirke sind wenig geeignet, Alpensport anzubieten. Krems an der Donau und Perg liegen knapp an der Grenze zum nächsten Cluster Hügelland. Der tiefliegendste Bezirk Österreichs ist Neusiedl mit 133 m "mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung", der höchstliegende Tieflandbezirk ist Graz mit 459 m "mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung".

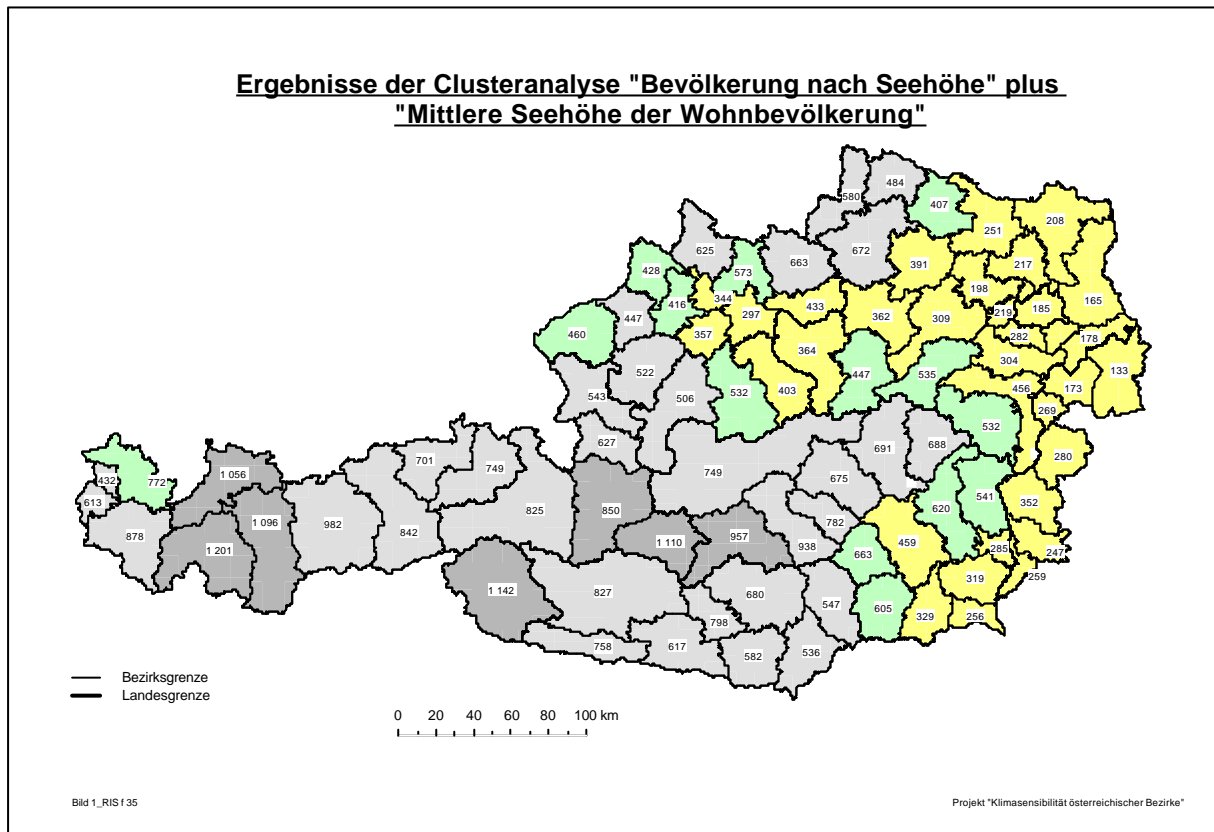
In der Gruppe "Hügelland" finden sich 14 Bezirke. Braunau und Deutschlandsberg liegen nahe der Kategorie Flachland, während Scheibbs, Grieskirchen und Kirchdorf an der Krems nahe der Kategorie Hochland liegen. Bregenz ist ein Spitzenbezirk des alpinsportbasierten Wintertourismus, wenngleich ein großer Teil der Bevölkerung unter 400m lebt. Die Kennzahl "mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung", die auch den relativen Flächenanteil hoch und tiefliegender Gemeinden eines Bezirkes berücksichtigt, kann erklären, wieso Bregenz dennoch ein wichtiger Wintertourismusbezirk ist. Der Wert für Bregenz ist 772 m relativ zum Wert 407 m im Bezirk Horn, der der tiefliegendste Bezirk der Gruppe ist, oder zum Wert 432 m des Nachbarbezirk Dornbirn, der bereits zur Gruppe Hochland zählt.

In der Kategorie Hochland findet man 32 Bezirke. Die Gruppe umfaßt sowohl die Mehrzahl der am intensivsten genutzten alpinen Wintersportbezirke, als auch wenig bedeutende Wintertourismusbezirke. Zell am See liegt am nächsten der Gruppe Alpines Hochland. Der Bezirk Innsbruck hat mit 982 m

mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung den höchsten Gruppenwert, der Bezirk Dornbirn liegt mit 432 m am tiefsten. Während Innsbruck wintertouristisch stark genutzt wird, ist der Bezirk Judenburg, der mit 938 m dem Bezirk Innsbruck sehr nahe kommt kaum wintertouristisch genutzt.

Abbildung 15

Ergebnisse Clusteranalyse.



Quellen: Daten ÖSTAT Volkszählung 91, eigene Berechnungen, eigene GIS Darstellung.

Die Gruppe "Alpines Hochland" (dunkelgrau) weist jene sieben Bezirke aus, in denen die Wohnbevölkerung am höchsten lebt. St. Johann im Pongau und Lienz grenzen an die Gruppe "Hochland" (strichliert). Hügellandbezirke sind hellgrau, die verbleibenden Bezirke sind Tiefland. Den höchsten Wert für mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung von allen österreichischen Bezirken hat der Bezirk Landeck mit 1201 m, den tiefsten Wert der Spitzengruppe hat der Bezirk der St. Johann im Pongau mit 850 m. Die Bezirke Imst, Landeck, Reutte und St. Johann im Pongau sind sehr stark wintertouristisch genutzt. Die Bezirke Lienz, Murau und Tamsweg sind bedeutend weniger intensiv durch den Wintertourismus genutzt.

Die "Seehöhe der Wohnbevölkerung" alleine ist kein Indikator der wintertouristischen Nutzung. Die Streuung in den Gruppen Tiefland, Hügelland, Hochland und Alpines Hochland belegt dies anschaulich. Ein hochgelegener Lebensraum war aber eine Vorbedingung um Wintertourismus entwickeln zu können.

Mögliche Bedeutung einer globalen Klimaänderung für lokale Verhältnisse

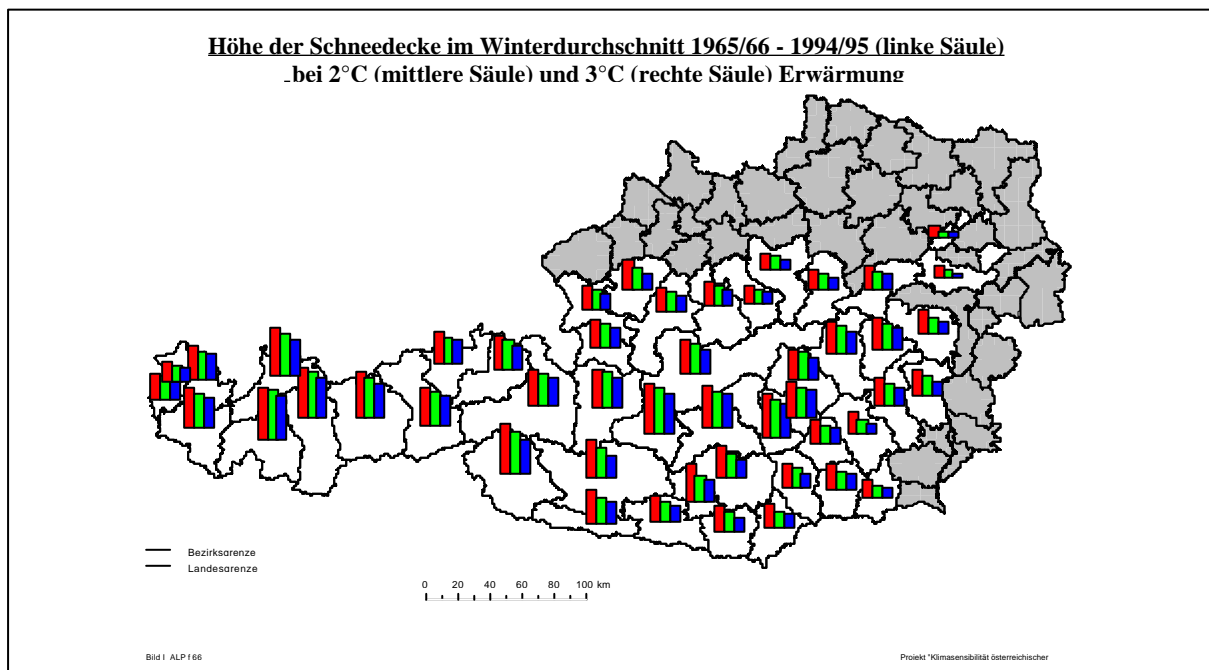
Die Bezugsgröße "Mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung" diene als Referenzpunkt für die Modellierung der durchschnittlichen saisonalen Schneedecke. Die durchschnittliche Temperatur während einzelner Monate der Periode 1965 bis 1995 veranschaulicht ob in der Bezugshöhe ausreichend tiefe Temperaturen waren. In einem zweiten Schritt wurden mögliche Gewinner und Verlierer einer Erwärmung erforscht. Bezug hierfür war das "Absinken" der Bezirke bei Erwärmung.

Durchschnittliche Höhe der Schneedecke im Punkt "mittlere Höhe der Wohnbevölkerung" bei 2°C bzw. 3°C Erwärmung

Im folgenden ist das Absinken der Schneedecke im Punkt "mittlere Höhe der Wohnbevölkerung" bei zwei und drei Grad wiedergegeben. Leere Bezirke der Temperaturregionen bedeuten, daß uns Daten zur Modellierung zum Zeitpunkt der Bearbeitung fehlten. Die linke hohe Säule entspricht der Situation heute, die mittlere Säule einer Erwärmung um 2°C, die rechte Säule einer Erwärmung um 3°C. Man sieht, daß Bezirke mit einem hohen Wert für "mittlere Höhe der Wohnbevölkerung" weniger stark von einer Erwärmung betroffen werden. Sie werden bei Erwärmung für eine bestimmte Zeit sogar begünstigt, da Konkurrenten wegfallen.

Abbildung 16

Höhe der Schneedecke bei Erwärmung



Quelle: Klimadaten ZAMG, Kapitel 2-4; "Schneemodell" im Kapitel 4, eigene GIS Darstellung.

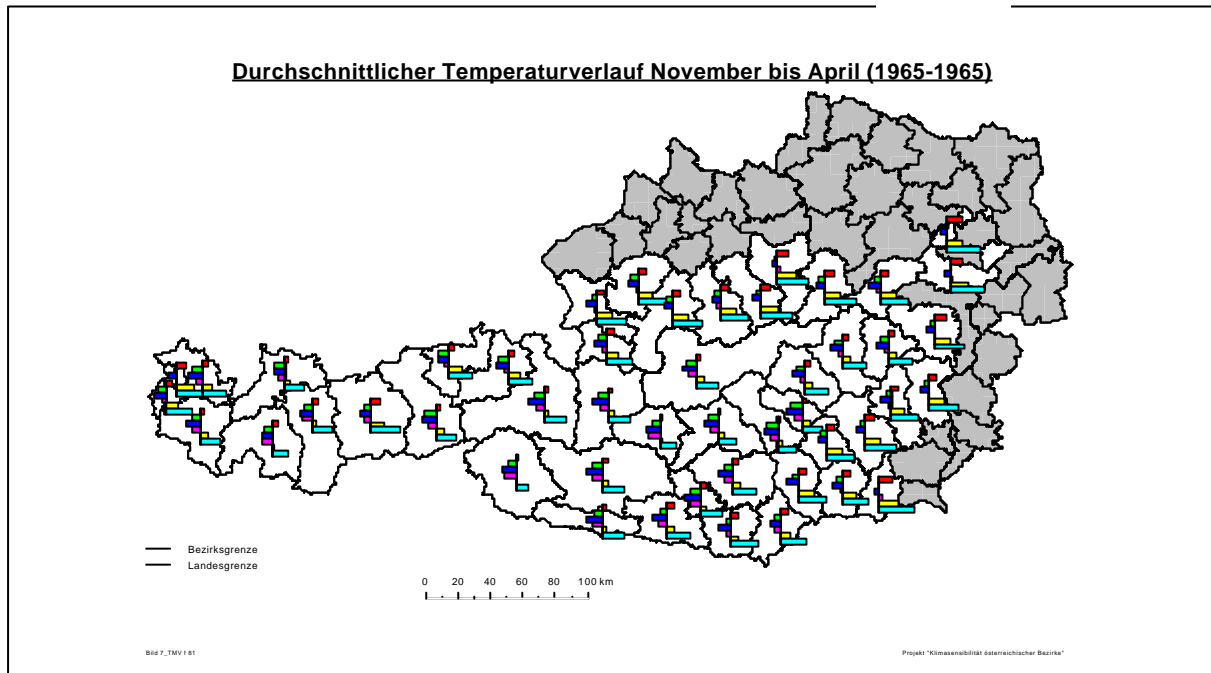
Anmerkung: Säulen proportional der akkumulierter Saisonschneedecke

Durchschnittlicher Temperaturverlauf nach Monaten im Punkt "Mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung"

Die Berechnungen der Temperaturgradienten nach Böhm, Kapitel 2 Temperatur und unsere Berechnungen der "Mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung" wurden verwendet um den Temperaturverlauf der 30 Jahrperiode in einer Referenzhöhe darzustellen.

Abbildung 17

Temperaturverlauf im Punkt "Mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung"



Quelle: Temperaturdaten ZAMG, eigene Berechnungen, eigene GIS Darstellung.

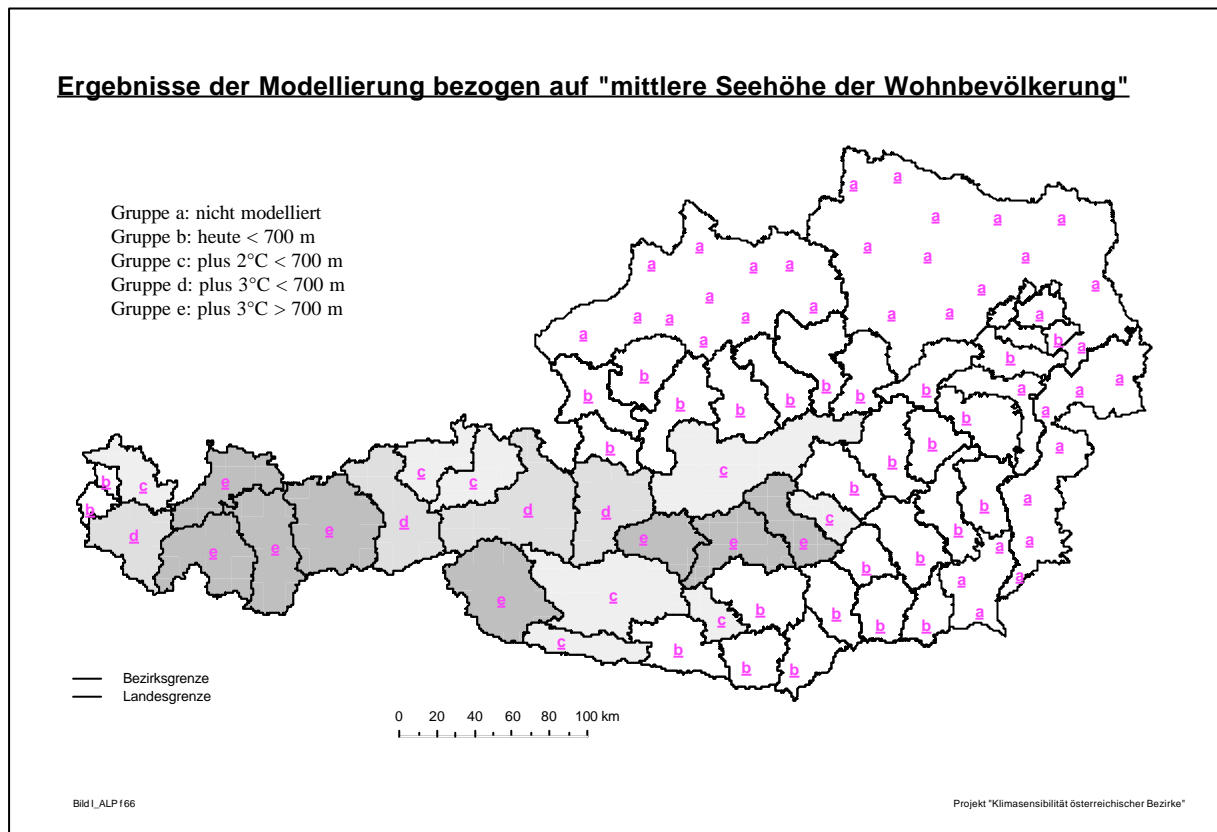
Säulen nach links bedeuten Temperaturen unter 0°C. Säulen nach rechts bedeuten Temperaturen über 0°C. Rückschlüsse auf die Monatsverteilung der Schneedecke im Bezirk werden möglich.

Gewinner und Verlierer einer Erwärmung

Drei Temperaturperioden einer möglichen Klimaänderung werden unterschieden: die Situation heute mit den durchschnittlichen Schneeverhältnissen der Wintersaisonen 1965/66 bis 1994/95, eine Erwärmung bis 2°C und eine Erwärmung bis 3°C. Die IPCC Szenarien, die von der österreichischen Bundesregierung übernommen wurden, gehen davon aus, daß im Jahr 2050 eine Erwärmung um 2°C bis 3°C stattgefunden hat.

Abbildung 18

Gewinner und Verlierer bei Erwärmung



Quelle: Schneemodell mit Berechnungen der "neuen Höhen", Kapitel 4

Grenzwert zu den Überlegungen ist eine "mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung" von 700m Die Infrastruktur des Wintersports liegt höher. Als grobe Faustzahl für den Vergleich zur "mittlere Seehöhe der Talstationen von Aufstiegshilfen" können 500m addiert werden. Wir verweisen auf unsere Untersuchungen im Kapitel 7.

Werte unter 700m "mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung" besagen, daß klimasensibler Wintertourismus nicht mehr möglich ist. Durch das "Absinken der Bezirke" im Zuge von Erwärmung (Berechnungen mit dem Schneedeckenmodell nach Temperaturregionen), fallen im Zuge einer Erwärmung immer mehr Bezirke unter diesen Grenzwert und scheidern als Anbieter von klimaabhängigen, wintertouristischen Aktivitäten des Berggebietes aus. Das Modell orientiert sich an einem Grenzwert, jedoch nicht wie stark einzelne Bezirke vom Grenzwert abweichen.

Folgende Gruppen wurden gebildet:

- a) Die Gruppe der nichtalpinen Bezirke für die kein Schneemodell vorhanden war. Mit der Ausnahme von Wien befindet sich kein bedeutender Wintertourismusbezirk in dieser Gruppe. Alle Bezirke haben eine "mittlere Höhe der Wohnbevölkerung" unter 700m.
- b) Die Gruppe der 28 Bezirke deren "mittlere Höhe der Wohnbevölkerung" heute unter dem Grenzwert von 700m ist.
- c) Die Gruppe der acht Bezirke deren "mittlere Höhe der Wohnbevölkerung" bei 2°C Erwärmung unter den Grenzwert von 700m sinkt. Dies sind Hermagor, Kufstein, Feldkirchen, Liezen, Kitzbühel, Spittal an der Drau (aber: hochliegende Aufstiegshilfen und "langfristig sichere Wintersaisonlänge", die Wintertourismus relativ sicher erscheinen lassen siehe auch Kapitel 7), Bregenz und Knittelfeld.
- d) Die Gruppe der vier Bezirke deren "mittlere Höhe der Wohnbevölkerung" bei 3°C unter den Grenzwert von 700m sinkt. Dies sind Zell am See, Schwaz, St.Johann im Pongau und Bludenz.
- e) Die Gruppe der acht Bezirke deren "mittlere Höhe der Wohnbevölkerung" auch bei 3°C noch den Grenzwert von 700m übertrifft. Dies sind Judenburg, Murau, Lienz, Innsbruck, Reutte, Imst, Tamsweg und Landeck.

Ob ein Bezirk ein Gewinner oder Verlierer einer möglichen Erwärmung wird, hängt vom Ausmaß der Erwärmung ab. Es wird angenommen, daß das Einkommen am Wintertourismus (Einkommensberechnungen siehe Kapitel 6) der Gruppen a) und b) nicht klimasensibel ist. Vom österreichischen Wintertourismus werden 24% (Anteil der Gruppen a + b) durch Erwärmung nicht beeinflusst.

Die restlichen drei Gruppen teilen den klimasensiblen Wintertourismus unter sich. Es wird weiters angenommen, daß der klimasensible Wintertourismus zu einem Drittel mit einem weniger klimasensiblen Tourismusangebot kompensiert werden kann.

Tabelle 11 **Wintertourismus nach unterschiedlich klimasensiblen Bezirksgruppen**

Unterschiedlich klimasensible Bezirksgruppen nach "mittlerer Seehöhe der Wohnbevölkerung"	Wintertouristisches Einkommen in Millionen ÖS	Gruppenanteil am Wintertourismus von Österreich in %
<i>nicht modelliert (Gruppe a)</i>	7336	11%
<i>< 700m (Gr.b)</i>	8298	13%
<i>plus 2 < 700m (Gr.c)</i>	11429	18%
<i>plus 3 < 700m (Gr.d)</i>	21068	33%
<i>plus 3 > 700m (Gr.e)</i>	16527	26%
Österreich total	64658	100%

Quelle: FV-Statistik ÖSTAT, Bezug Nächtigungen 1991/92 bis 1994/95; A. Zins, ÖGAF, Gästebefragung; eigene Berechnungen

Würde die Klimasituation konstant in Bezug auf die letzten 30 Jahre bleiben, so nehmen wir an, daß auch in Zukunft das bisherige Verhältnis der Gruppen gilt:

$$c:d:e = 18:33:26$$

Würde sich die Temperatur um 2°C erwärmen und der Niederschlag gleich der Situation der Periode 1965/66 bis 1994/95 bleiben, so wird unterstellt, daß Gruppe c zu Gunsten der beiden anderen Gruppen, die nach wie vor die schneeabhängigen Wintersportaktivitäten anbieten können, verliert. Absolut am meisten gewinnt in der Folge die Gruppe d, da eine dem aktuellen Volumen proportionale Steigerung angenommen wird. Das Gruppenverhältnis lautet dann:

$$c:d:e = 6:40:31$$

Sollte die Erwärmung weiter fortschreiten, so hat Gruppe d die selben Probleme wie zuvor Gruppe c und nun ist es die Spitzengruppe die zunehmend keinen Alpinsport anbieten kann. Das Verhältnis ändert sich nun extrem stark zu Gunsten der klimatisch begünstigten Gruppe e.

$c:d:e = 6:11:60$

Folgerichtig wäre es anzunehmen, daß sich auch die Situation der klimatisch begünstigten Bezirke bei einer weiteren Erwärmung stark verschlechtert und dann auch sie das selbe Schicksal ereilt wie die Gruppen c und d.

Tabelle 12

**Veränderung des Prozentanteils im
österreichischen Wintertourismus bei Erwärmung
nach Bezirksgruppen**

Anteil in % von Österreich	konstant	plus 2°C	plus 3°C
<i>Gruppe c</i>	18	6	6
<i>Gruppe d</i>	33	40	11
<i>Gruppe e</i>	26	31	60

Quelle: eigene Berechnungen

Ob ein Bezirk Gewinner oder Verlierer einer Erwärmung wird, hängt vom Grad der Erwärmung ab. Die Tabelle zeigt, daß die aus alpinsportlicher Sicht wichtigsten Bezirke der Gruppe d - Zell am See, Schwaz, St.Johann im Pongau und Bludenz - vorerst Gewinner einer Erwärmung würden. Bei einem Fortschreiten der Erwärmung würden sie zu Verlierern.

Langfristig ist eine mögliche Klimaänderung eine Bedrohung ersten Ranges für den österreichischen Wintertourismus. Über das zeitliche Eintreffen der besprochenen Erwärmungsszenarien ist man sich im Unklaren. Je langsamer eine Erwärmung passiert, desto mehr Zeit hat man sich der Situation anzupassen. Die regionalen Verschiebungen im alpinsportbasiertem Wintertourismus werden nicht von heute auf morgen geschehen.

Kurzfristig wirkt der Faktor Klima im Verband mit anderen Faktoren. Eine gute Wintersaison bringt Entspannung, eine schlechte Wintersaison bringt wirtschaftliche Anspannung. Mehrere schlechte Saisonen in Reihenfolge mit der Häufung der warmen Winter kann bereits lang vor Eintreffen der Klimaszenarien wirtschaftlich schwächere Wintertourismusbezirke zu Fall bringen, wenn mehrere Problemsituationen zusammenkommen.

ZUSAMMENFASSUNG

Analyse:

- Die Indikatoren Gruppenzugehörigkeit anhand der Cluster "Wohnbevölkerung nach Seehöhe" und "mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung" wurden analysiert.
- Alle 85 analytischen Bezirke wurden den Bezirksgruppen "Tiefland" (32), "Hügelland" (14), "Hochland" (32) und "Alpines Hochland" (7) zugeordnet. Eine Wohnsituation in hoher Lage hat die Entwicklung hin zum Wintertourismus unterstützt. Es waren jedoch andere Faktoren ausschlaggebend, ob ein Bezirk auch tatsächlich die Möglichkeiten einer Wintertourismusentwicklung wahrgenommen hat.
- Die Werte für "mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung" variieren zwischen 133 m und 1201 m. Über 1000m Höhendifferenz trennen den Durchschnittseinwohner des Bezirks Neusiedl vom Durchschnittseinwohner des Bezirks Landeck.
- Innerhalb der Gruppen "Tiefland", "Hügelland", "Hochland" und "Alpines Hochland" variiert der Wert "mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung". Der "Hügellandbezirk Bregenz" liegt um 340 m höher als der "Hochlandbezirk Dornbirn".

Ausblick Klimaänderung:

- Durch eine mögliche Klimaänderung und eine Erwärmung um 2-3°C, werden hochliegende Bezirke im Bezug auf Wintertourismus begünstigt: die vorhandene Schneedecke geht weniger stark zurück. In den warmen Monaten der Wintersaison wird es im Zuge einer Erwärmung zu starken Änderungen der Schneedeckenmächtigkeit kommen.
- Langfristig erscheint der klimasensible Wintertourismus bei Erwärmung nicht aufrechterhaltbar. Eine erste Erwärmung bis 2°C könnte in Gewinnerbezirken kompensiert werden. Eine darauffolgende zweite Erwärmung um 1°C bewirkt, daß die wichtigsten österreichischen Bezirke ausfallen.
- Vorerst können Gewinnerbezirke Verluste im österreichischen Wintertourismus in den Verliererbezirken ausgleichen. Es kommt zur Konzentration des Wintertourismus auf die Gunstgebiete. Lokale Probleme in Ungunstgebieten können rasch anwachsen. Der Klimaeinfluß wirkt kurzfristig im Verband mit anderen Einflußfaktoren.
- Vier bei Erwärmung besonders stark bedrohte Wintersportregionen sind Kitzbühel/Kufstein, Liezen, Oberkärnten und Bregenz. Durchwegs könnten sich schwere Instabilitäten im Wirtschaftsgefüge der Bezirke ergeben, denen man rechtzeitig vorbeugen sollte. Wir empfehlen eine umfassende Klima/Wirtschaft Schwerpunktuntersuchung für die betroffenen Bezirke.

Kapitel 6

Nächtigungen

Analyse der Nächtigungsdaten

Nächtigungszahlen sind ein wichtiger Wirtschaftsindikator für den Wintertourismus. Daten werden in Österreich seit langem erhoben. Die Nächtigungszahlen der letzten dreißig Jahre wurden analysiert und zeigen die Dynamik in der Entwicklung der Nächtigungen für Österreich und nach Bundesländern. Nicht erfaßt werden bei der Analyse der Nächtigungen die Tagestouristen, die speziell in der Nähe von Städten ein beachtliches Einkommen darstellen.

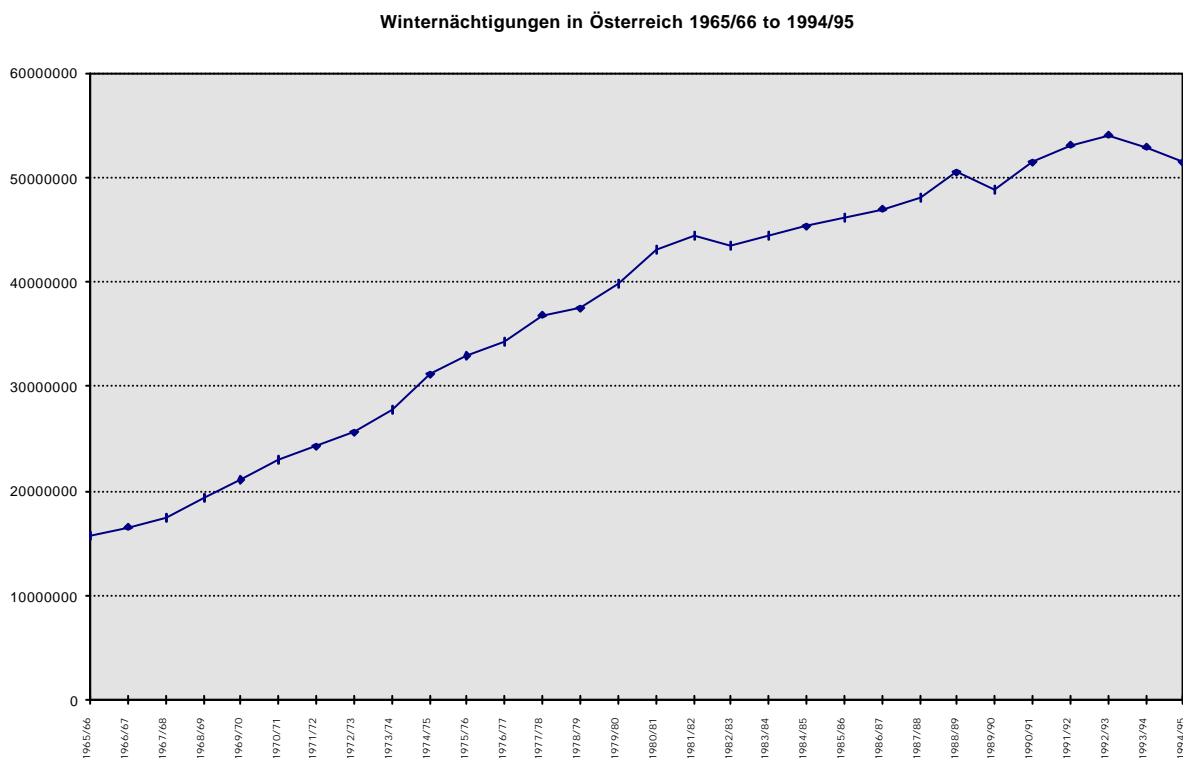
Die Hauptsäule des österreichischen Wintertourismus in den intensiven Wintertourismusbezirken ist aber nach wie vor der Gast, der mehrtägig verweilt. Im Rahmen dieser Arbeit konnte nicht auf unterschiedliche Nächtigungskategorien eingegangen werden. Indirekt wird diese Information aber durch die durchschnittlichen Einnahmen pro Tourist und Übernachtungstag gegeben.

Entwicklung der österreichischen Winternächtigungen

Der Wintertourismus wurde bis vor kurzem krisenbeständiger als der Sommertourismus eingeschätzt. Die Anzahl der Länder, die eine ähnliche Art des alpinsportbasierten Wintertourismus anbieten können, ist gering. Bei einem Gesamtvolumen von rund 40% der Nächtigungen werden etwa 50% der österreichischen Tourismuseinnahmen erzielt.

Abbildung 19

Entwicklung der österreichischen Winternächtigungen



Quelle: ÖSTAT, FV-Statistik.

Im Laufe der untersuchten 30 Jahre Periode hat sich der Wintertourismus in Österreich verdreifacht. Man sieht ein stetiges Wachstum bis zum Jahr 1992/93. Danach erkennt man einen Knick nach der besten Wintersaison 1992/93. Analysiert man die Nächtigungsentwicklung und die Temperaturschwankungen der vergangenen 30 Jahre gemeinsam (vergleiche Kapitel 2), so sieht man, daß die Temperaturvariationen kaum Einfluß auf die Nächtigungen gehabt haben, da es bis vor kurzem nur Wachstum gegeben hat. Auch ist nicht anzunehmen, daß sich wenige warme Saisonen sofort auf

die Nächtigungszahlen auswirken. Abegg hat die schneearmen Problemwinter 1987/88, 1988/89 und 1989/90 Schweiz analysiert (Abegg 1996), konnte aber gesamtschweizerisch keinen Einbruch in den Nächtigungszahlen feststellen. Erst eine Serie von warmen Wintern wirkt sich auf die Nächtigungen aus.

Es kann andererseits, eben aufgrund der Serie von warmen Wintersaisons innerhalb der letzten acht Jahre des Untersuchungszeitraumes, nicht ausgeschlossen werden, daß der jüngste Rückgang klimainduziert ist. Rechnet man die zeitliche Verschiebung warme Winter und Ausbleiben von Gästen, so kann man annehmen, daß die Tourismuszahlen im Winter auch weiterhin zurückgehen. Dabei ist es aus Sicht der Tourismuswirtschaft wenig wichtig, ob der klimainduzierte Rückgang eine natürliche Temperaturvariation ist, oder bereits der Beginn der angenommenen Erwärmung.

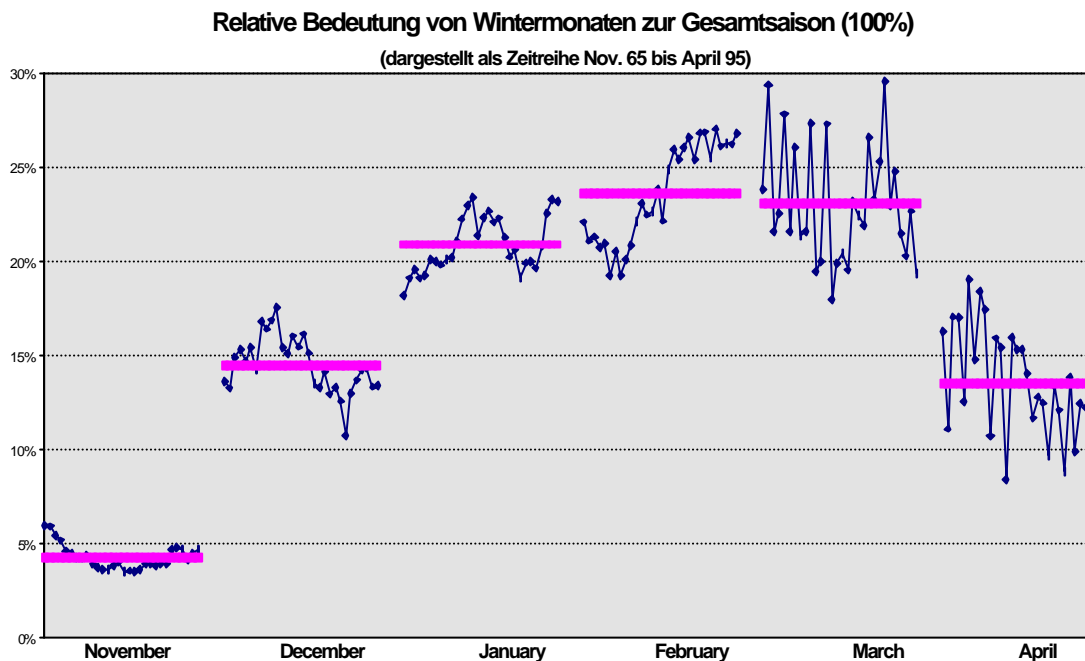
Neben der Klimatheorie des Rückganges im österreichischen Wintertourismus gibt es aber noch andere Alternativen. Smeral (1995) ortet den Rückgang der Wintertouristen in der schlechten Konjunktur der Herkunftsländer der österreichischen Gäste. Edinger (1996) nimmt sogar einen Rückgang um 15% aufgrund von inneren Strukturproblemen in Wintertourismusregionen an. Das Zusammenwirken Klimavariationen, Wirtschaftskrisen in den Herkunftsländern der österreichischen Wintergäste und lokale Strukturprobleme der österreichischen Wintertourismusregionen eröffnet ein Szenario von schwerwiegenden und kurzfristigen Problemen für den österreichischen Wintertourismus.

Monatsvariabilität der Nächtigungen Nov. 1965 bis April 1995

Die einzelnen Monate der Wintersaison sind keinesfalls gleichwertig. Man sieht das an der Darstellung der relativen Bedeutung der einzelnen Wintermonate. Der November hat ca. 4% Anteil an der Wintersaison, der Dezember 15%, der Jänner 21%, der Februar 24%, der März ebenfalls 23% und der April 13%. Die Wintermitte Jänner, Februar März konzentriert mehr als zwei Drittel der Nächtigungen, während die Winterrandzeiten knapp ein Drittel der Nächtigungen vereinigen. Relativ stark sind die Schwankungen der Nächtigungen im März und April, denn die Ostersaison fällt abwechselnd in den März oder den April.

Abbildung 20

Relative Bedeutung der Wintermonate am Wintertourismus



Quelle: Daten ÖSTAT, FV Statistik; eigene Bearbeitung und Darstellung

Die Bedeutung der einzelnen Wintermonate für den Wintertourismus deckt sich mit unserer Auswertung der wintertouristischen Eignung (Kapitel 4, Schneehöhe an Tagen mit Schneedecke) aufgrund der Schneehöhe. Auch hier lautet die Reihung Februar, März, Jänner.

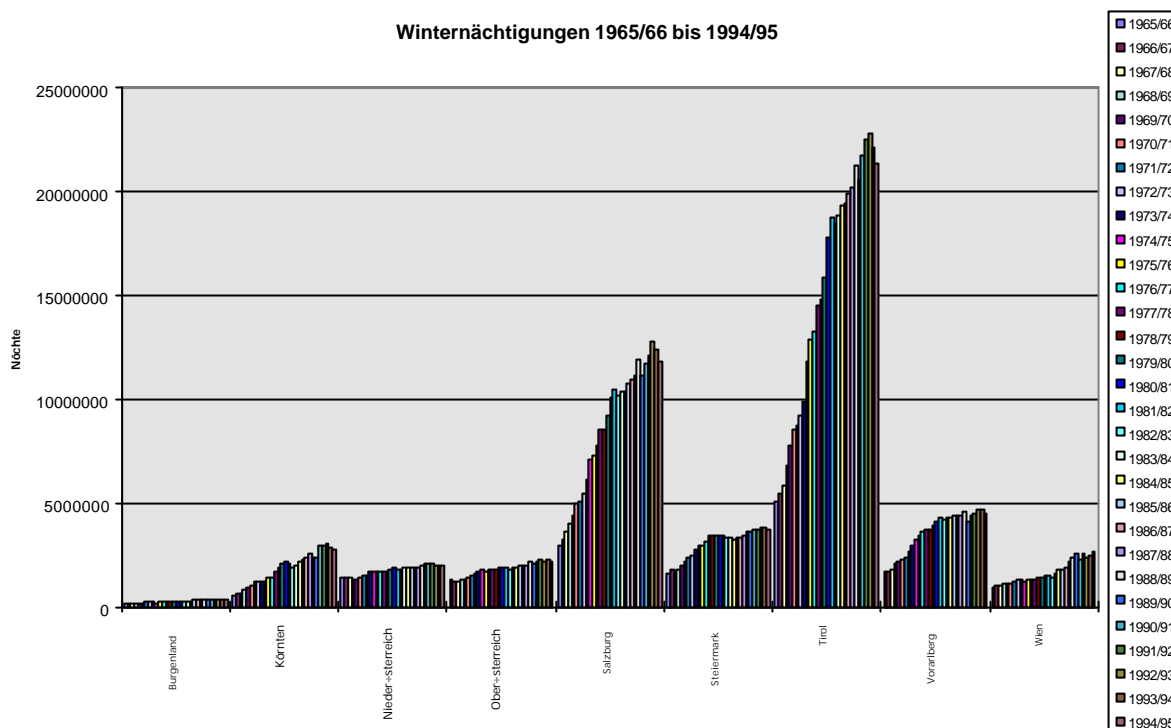
Die mögliche Klimaänderung würde die Bedeutung der Wintermitte Jänner und Februar noch weiter stärken, während der März und vor allem der Dezember und April bei Erwärmung an Bedeutung verlieren werden.

Entwicklung der Winternächtigungen nach Bundesländern

Die Entwicklung des Wintertourismus und der Winternächtigungen erfolgte regional unterschiedlich. Herausragend ist die Position des Bundeslandes Tirol mit mehr als 40% Anteil der österreichischen Winternächtigungen. Danach folgen die Bundesländer Salzburg mit mehr als 20% Anteil der österreichischen Winternächtigungen, Vorarlberg mit knapp 10% der österreichischen Winternächtigungen und Steiermark, Kärnten, Wien, Oberösterreich, Niederösterreich und Burgenland, die gemeinsam rund 30% der österreichischen Winternächtigungen ausmachen. Wien und Burgenland haben keinen alpinsportbasierten Wintertourismus.

Abbildung 21

Winternächtigungen in Österreich nach Bundesländern.



Quelle: Spezialauswertung des ÖSTAT, FV-Statistik, eigene Darstellung

Retrospektiv betrachtet überrascht die intensive Fremdenverkehrsentwicklung im Bundesland Tirol (wenn man von einer relativen geringeren Nutzung der Enklave Lienz absieht), in den Salzburger Bezirken St. Johann im Pongau und Zell am See, im Vorarlberger Bezirk Bludenz, im steirischen Bezirk Liezen und etwas verzögert in den Kärntner Bezirken Spittal an der Drau und Hermagor. Der Schluß liegt nahe, daß in den Spitzenbezirken des alpinsportbasierten Wintertourismus aus wirtschaftlicher Not eine Tugend gemacht wurde. In Ermangelung anderer Alternativen wurde hier schon sehr früh und ausschließlich die Entwicklung des Fremdenverkehrs forciert. Dies brachte in der Folge die Spitzenstellung dieser Bezirke.

Es überrascht in anderer Richtung, daß - abgesehen vom Bezirk Liezen - vor allem günstig gelegene steirische Bezirke die Entwicklung im Winterfremdenverkehr nicht mitgemacht haben. Ausschlaggebend hierfür dürften wohl eine Vielfalt von anderen Alternativen in Industrie und Bergbau gewesen sein. Zudem ist die Steiermark der walddreichste Bezirk Österreichs. Aus Sicht der Forst- und Jagdwirtschaft ist eine intensivere touristische Erschließung wenig erwünscht.

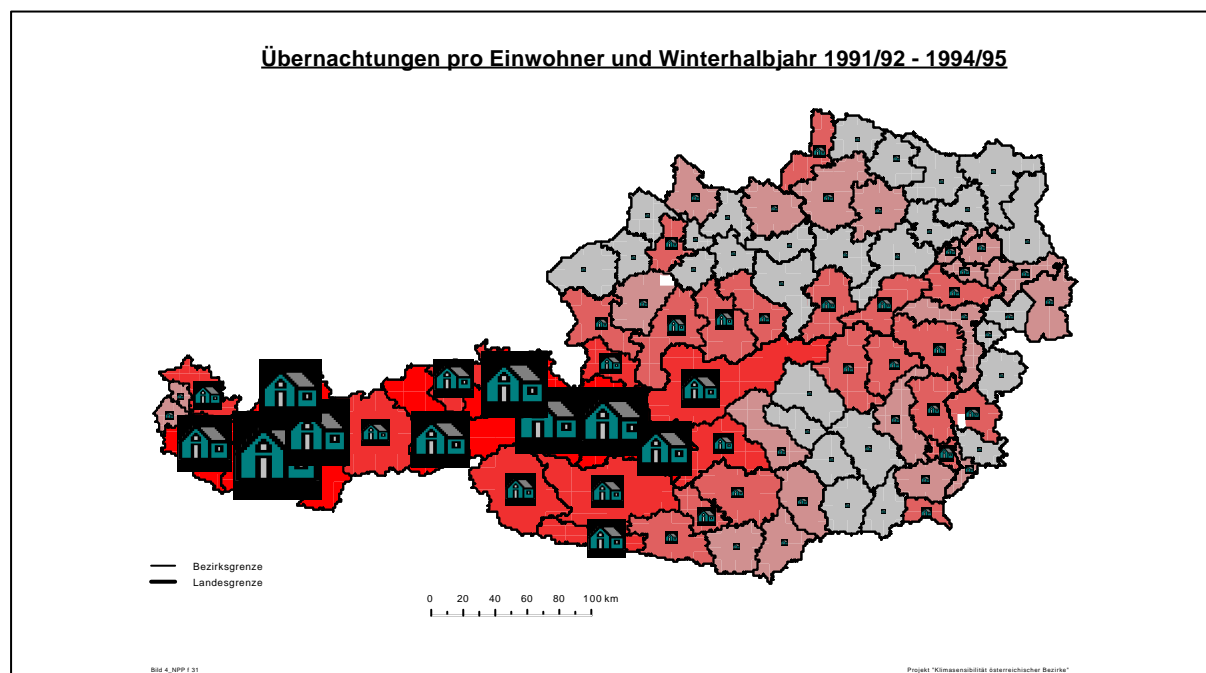
Oberösterreich und Niederösterreich haben mit Gmunden, Scheibbs, Neunkirchen und Lilienfeld einige bedeutende Alpensportbezirke, die aber nicht annähernd an das Volumen der Spitzenbezirke herankommen. Da hier auch die Großräume Wien und Linz naheliegen, kann man schließen, daß hier ein lokaler Bedarf der Städte gedeckt wird, der mit wesentlich geringeren Kapazitäten auskommt als die "exportorientierte Wintertourismusindustrie" der Spitzenbezirke. Analog zur Situation der städtischen Räume Wien und Linz findet man kleinere Skigebiete im Raum Graz, Klagenfurt und Villach. Diese dienen dem lokalen Ausflugsbedarf.

Nächtigungen nach Bezirken

Bezogen auf die Anzahl der Einwohner sind die Nächtigungen im Bezirk Landeck am höchsten. Der Wert gibt die durchschnittlichen Übernachtungen der Periode 1991/92 bis 1994/95 an (vier Jahre). Man sieht die herausragende pro Kopf Bedeutung der Nächtigungen im Wintertourismus für das gesamte Bundesland Tirol, für die drei südlichen Salzburger Bezirke und für Bludenz. Weiters relativ stark bedeutend sind die Nächtigungen in Bregenz, Hermagor, Liezen, Spittal. Dahinter folgen die Bezirke Murau, Hallein, Gmunden, Kirchdorf. Möglicherweise unterschätzt ist bei dieser Darstellung die Bedeutung der niederösterreichischen Bezirke, in denen der Ausflugsverkehr aus dem Raum Wien eine große Bedeutung hat.

Abbildung 22

Nächtigungen pro Einwohner



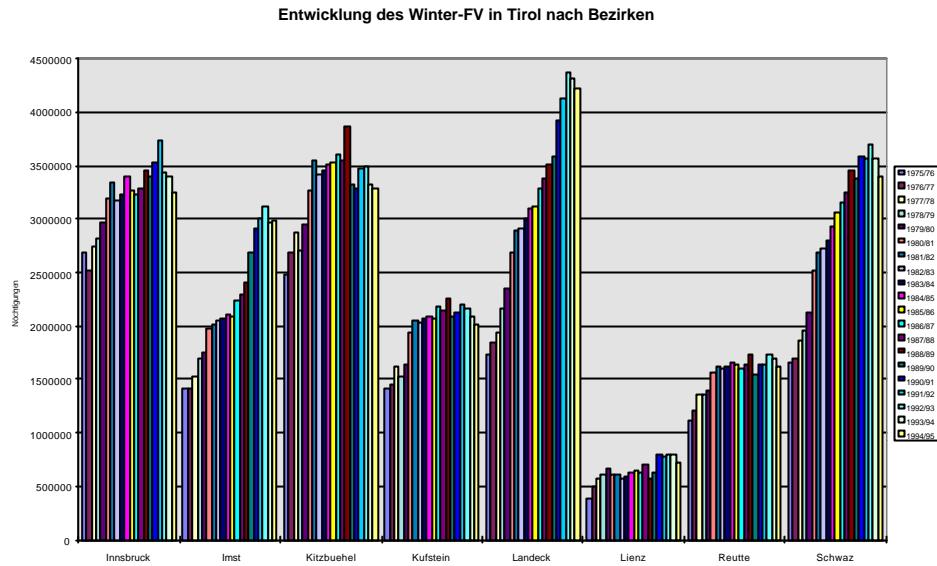
Quelle: Daten ÖSTAT, FV Statistik; eigene Berechnungen; eigene GIS Darstellungen

Die Nächtigungszahlen sind absolut betrachtet in den Salzburger Bezirken Zell am See und St. Johann im Pongau am höchsten. In der Folge wird ein Überblick nach Bundesländern und Bezirken gegeben. Die Entwicklung der Wintersaison wird anhand der beiden letzten Dekaden des Untersuchungszeitraumes (1975 bis 1995) dargestellt.

Nächtigungszahlen sind ein Indikator der Wintertourismusaktivität. Es müssen zahlreiche andere Faktoren der lokalen Bedingungen mitberücksichtigt werden. Zum Beispiel der Trend hin zum Qualitätstourismus, wo mit weniger Nächtigungen mehr Einkommen erzielt wird oder der Ausbau von Verkehrsverbindungen von städtischen Gebieten in die Peripherie mit Wintersport. Im folgenden wird versucht die Entwicklung nach Bundesländern anhand der letzten 20 Jahr Periode zu interpretieren.

Abbildung 23

Nächtigungen nach Bezirken des Bundeslandes Tirol 1975/76 bis 1994/95

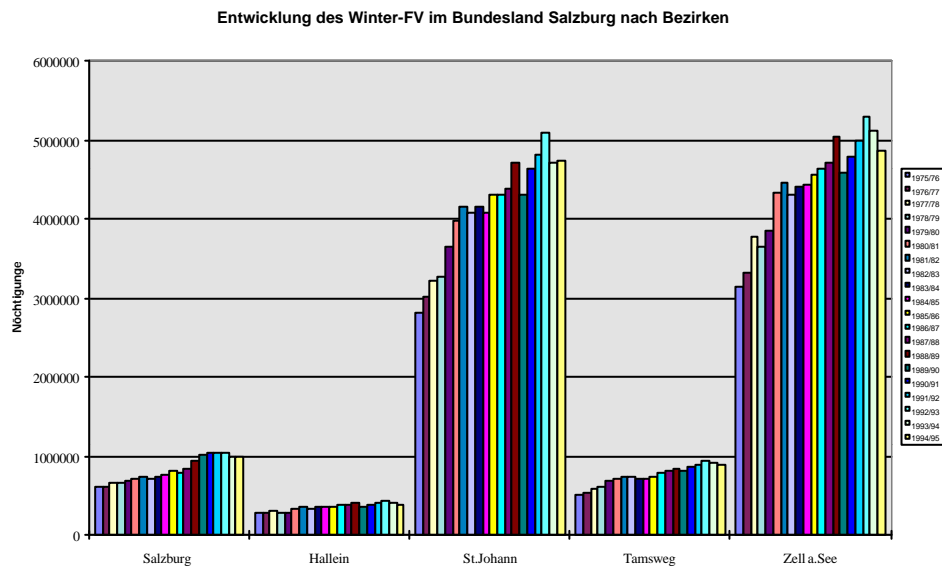


Quelle: ÖSTAT

Die meisten Übernachtungen finden im Bezirk Landeck statt. Danach folgen die Bezirke Innsbruck, Kitzbühel, Schwaz, Imst, Kufstein, Reutte und Lienz. In Landeck, Schwaz und Imst verdoppelte sich die Nächtigungsziffer im Laufe der letzten 20 Jahre. Die klimatisch (mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung) weniger günstig liegenden Bezirke Kitzbühel und Kufstein hatten "nur" ein Wachstum von rund 50% in der selben Periode.

Abbildung 24

Nächtigungen nach Bezirken des Bundeslandes Salzburg 1975/76 bis 1994/95

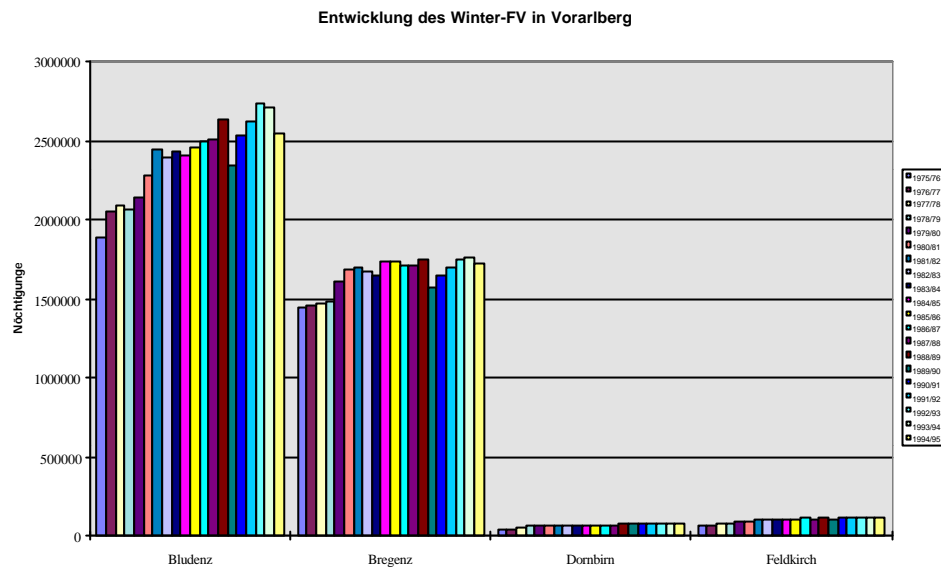


Quelle: ÖSTAT

Die beiden Bezirke Zell am See und St. Johann im Pongau haben mit einem Wert von über 5 Millionen die meisten Nächtigungen aller Bezirke von Österreich. Innerhalb der letzten 20 Jahre sind die Nächtigungen von etwa 3 Millionen auf 5 Millionen gestiegen. Die Bezirke Salzburg, Tamsweg und Hallein liegen bei einer Million Nächtigungen oder darunter.

Abbildung 25

Nächtigungen nach Bezirken des Bundeslandes Vorarlberg 1975/76 bis 1994/95

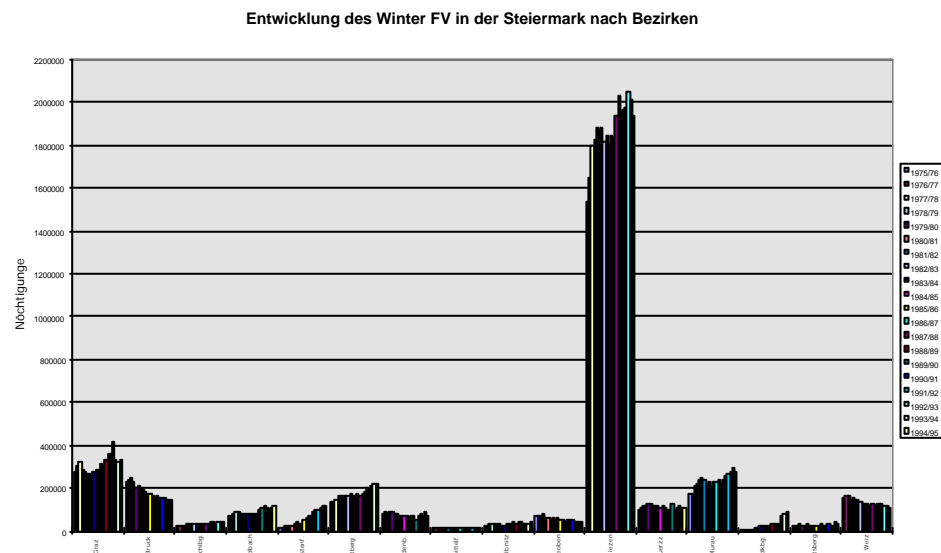


Quelle: ÖSTAT

Dominant im Wintertourismus sind in Vorarlberg die Bezirke Bludenz und Bregenz. Das Wachstum erfolgte im Vergleich zu den Bundesländern Tirol und Salzburg abgeschwächt und betrug etwa 30% im Vergleich zum Ausgangsjahr. Die Gäste sind aber in Vorarlberg ausgabenfreudiger als in den Bundesländern Tirol und Salzburg.

Abbildung 26

Tourismusentwicklung nach Bezirken des Bundeslandes Steiermark 1975/76 bis 1994/95

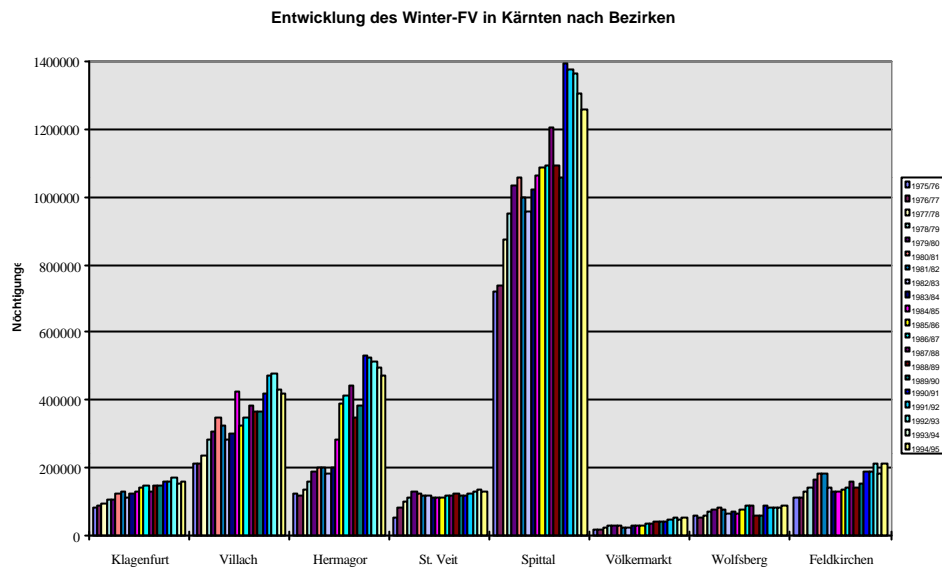


Quelle: ÖSTAT

Dominant ist die Stellung des Bezirk Liezen, der etwa gleich viel Nächtigungen wie die 15 restlichen Bezirke der Steiermark hat. Das Wachstum von Liezen betrug etwa 25% relativ zu Beginn der 20 Jahr Periode und war verglichen mit anderen Wintersportbezirken gering. Liezen hat eine relativ geringe "mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung".

Abbildung 27

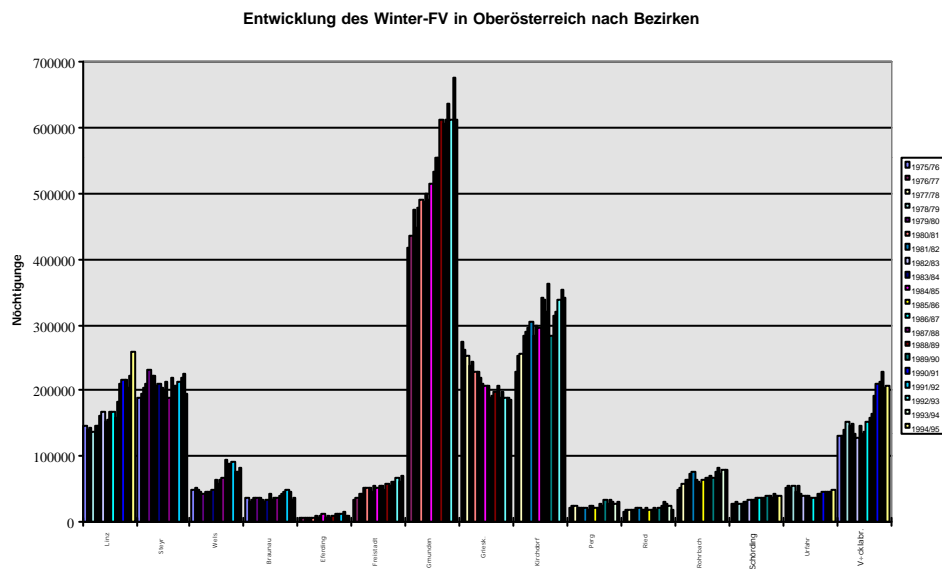
Nächtigungen nach Bezirken des Bundeslandes Kärnten 1975/76 bis 1994/95



In Kärnten ist die Stellung des Bezirks Spital dominant. Er hat mehr als doppelt so viel Nächtigungen wie die benachbarten Bezirke Villach und Hermagor. In diesen Bezirken haben sich die Nächtigungen im 20 Jahr Zeitraum verdoppelt. Allerdings ist das Ausgangsniveau der Nächtigungszahlen verglichen mit den westösterreichischen Bezirken gering.

Abbildung 28

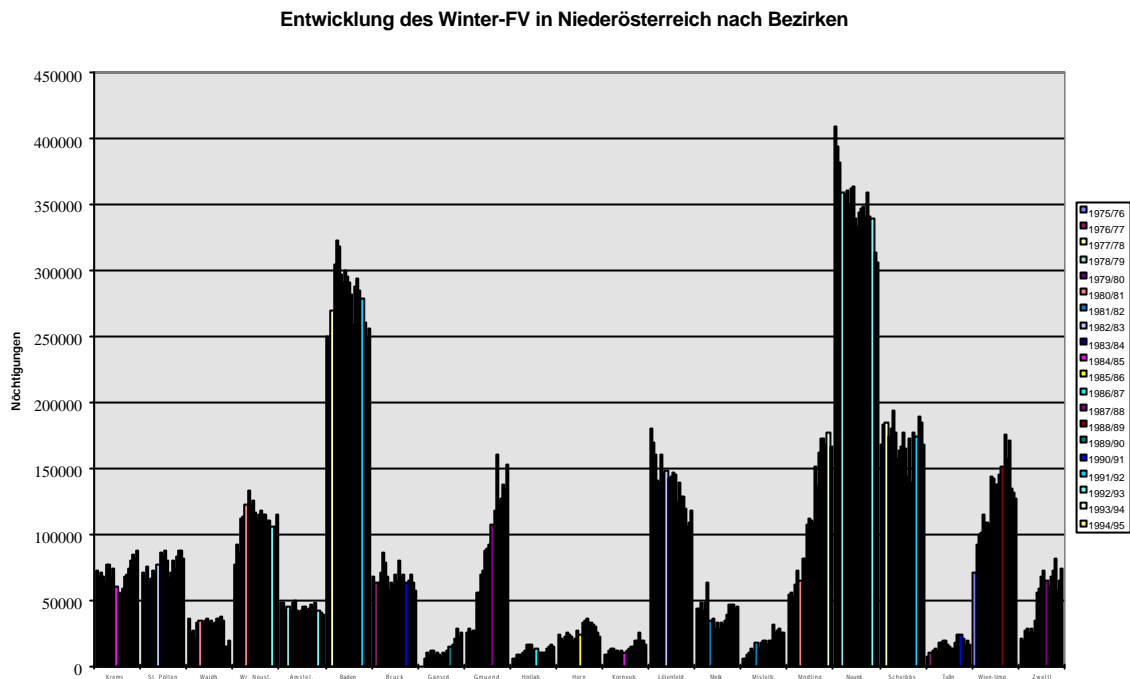
Tourismusentwicklung nach Bezirken des Bundeslandes Oberösterreich 1975/76 bis 1994/95



Die Bezirke Gmunden und Kirchdorf sind die bedeutendsten Wintertourismusbezirke von Oberösterreich. Hier konnte man in 20 Jahren 50% Zuwachs der Nächtigungen feststellen. Grieskirchen hatte die zweitmeisten Nächtigungen zu Beginn der Periode und viel stark zurück.

Abbildung 29

Nächtigungen nach Bezirken des Bundeslandes
Niederösterreich 1975/76 bis 1994/95



Die wichtigsten Bezirke sind Neunkirchen, Baden, Scheibbs und Lilienfeld. Fast alle Wintertourismusbezirke in Niederösterreich hatten Nächtigungsrückgänge innerhalb der 20 Jahr Periode. Die Bezirke haben sich mehr zu Tagesskigebieten für den Großraum Wien entwickelt. Die zunehmende Mobilisierung und Verbesserung der Verkehrsverbindungen war hierfür ausschlaggebend.

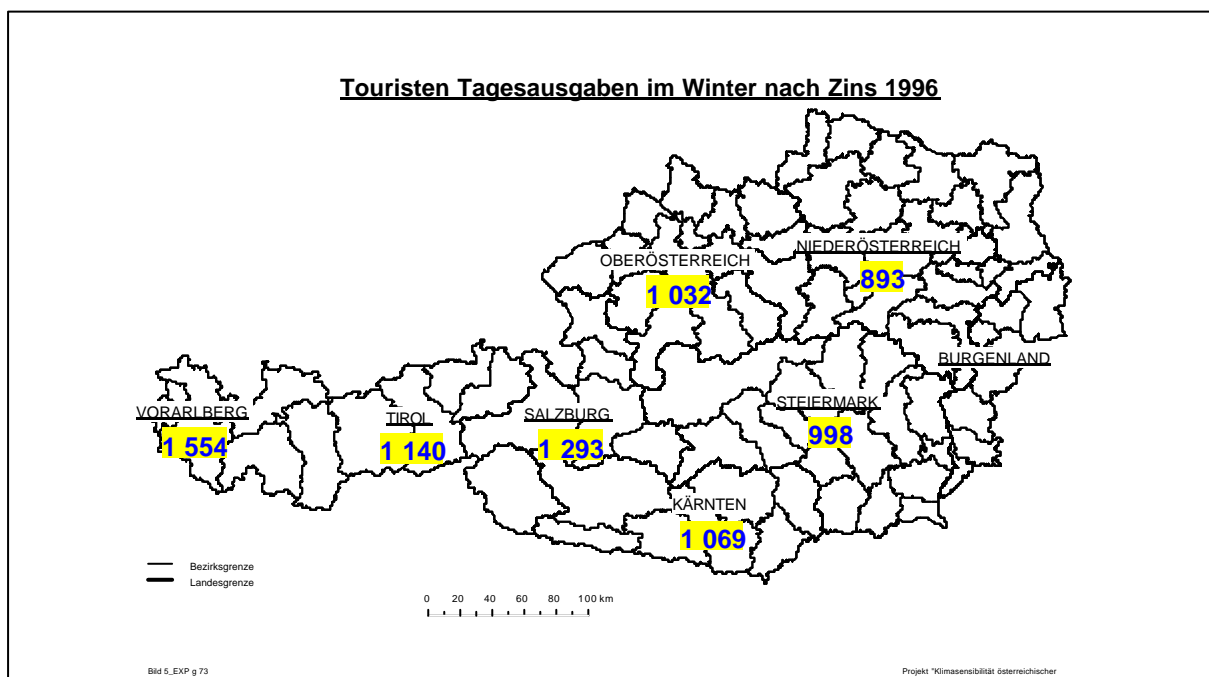
Wirtschaftliche Bedeutung der Nächtigungen im Wintertourismus nach Bezirken

Touristenausgaben pro Nächtigung

Die Wertschöpfung pro Tourist und Übernachtungstag ist unterschiedlich. Zum einen finden wir unterschiedliche Gruppen von Touristen, die andere Ansprüche haben und zum anderen ein unterschiedliches lokales Angebot mit Billigunterkünften und Luxushotels. Innerhalb eines Bundeslandes und eines Bezirkes gibt es große Variationen der Tagesausgaben der einzelnen Touristen. Im Zuge dieser Untersuchung konnten wir auf diese Unterschiede nicht eingehen.

In Österreich wurde zu Ende der Untersuchungsperiode 1965/66 bis 1994/95 zu unterschiedlichen Zeitpunkten zwischen 1988 bis 1994 eine Befragung durchgeführt. Diese Untersuchung unterscheidet zwischen Herkunftsländern, Winter und Sommersaison sowie Regionen. Es wurden Stichproben erhoben und ausgewertet. Aufgrund der nicht gegebenen Bezirksdeckung war es nicht möglich die Bundesländerwerte räumlich weiter aufzuschlüsseln. Für detailliertere Informationen verweisen wir auf die Spezialpublikation von Zins (1996).

Abbildung 30 Touristentagesausgaben



Quelle: Österreichische Gesellschaft für Angewandte Fremdenverkehrsforschung (ÖGAF), Institut für Tourismuswirtschaft WU Wien.

Innerhalb eines Bundeslandes werden die Ausgaben als gleich angenommen. Tatsächlich variieren sie stark. Die Werte sollten daher nicht für lokale Interpretationen unter dem Bezirksniveau verwendet werden. Für die Modellrechnung wurde weiters ein Wert der Durchschnittsausgaben pro Nächtigung für das Burgenland von ÖS 800 angenommen.

Wahl des Bezugsjahres für die Modellrechnung

Es gibt mehrere Bezugsjahre zur Auswahl. Vom Österreichischen Wirtschaftsforschungsinstitut WIFO (Jeglitsch 1996) wurden die Zahlen des Bruttoinlandproduktes (BIP) bis 1992 errechnet und zur Verfügung gestellt.

Tabelle 13 **Anteil des Wintertourismus am österreichischen BIP gemessen an unterschiedlichen Bezugsjahren**

Jahr	BIP Österreich (WIFO) in Milliarden ÖS	Modellrechnung BIP Wintertourismus in Milliarden ÖS	Anteil am totalen BIP
1988	1506	65	4,32%
1989	1609	65	4,04%
1990	1737	65	3,74%
1991	1863	65	3,49%
1992	1986	65	3,27%

Quelle: WIFO 1996, Berechnungen von Jeglitsch, eigene Berechnungen der Saisoneinnahmen des österreichischen Wintertourismus.

Je nach Wahl des Bezugsjahres ergibt die Summe des durchschnittlichen Ertrages einer österreichischen Wintertourismussaison (Durchschnitt der Nächtigungsdaten 1991/92 bis 1994/95) einen bestimmten BIP Anteil.

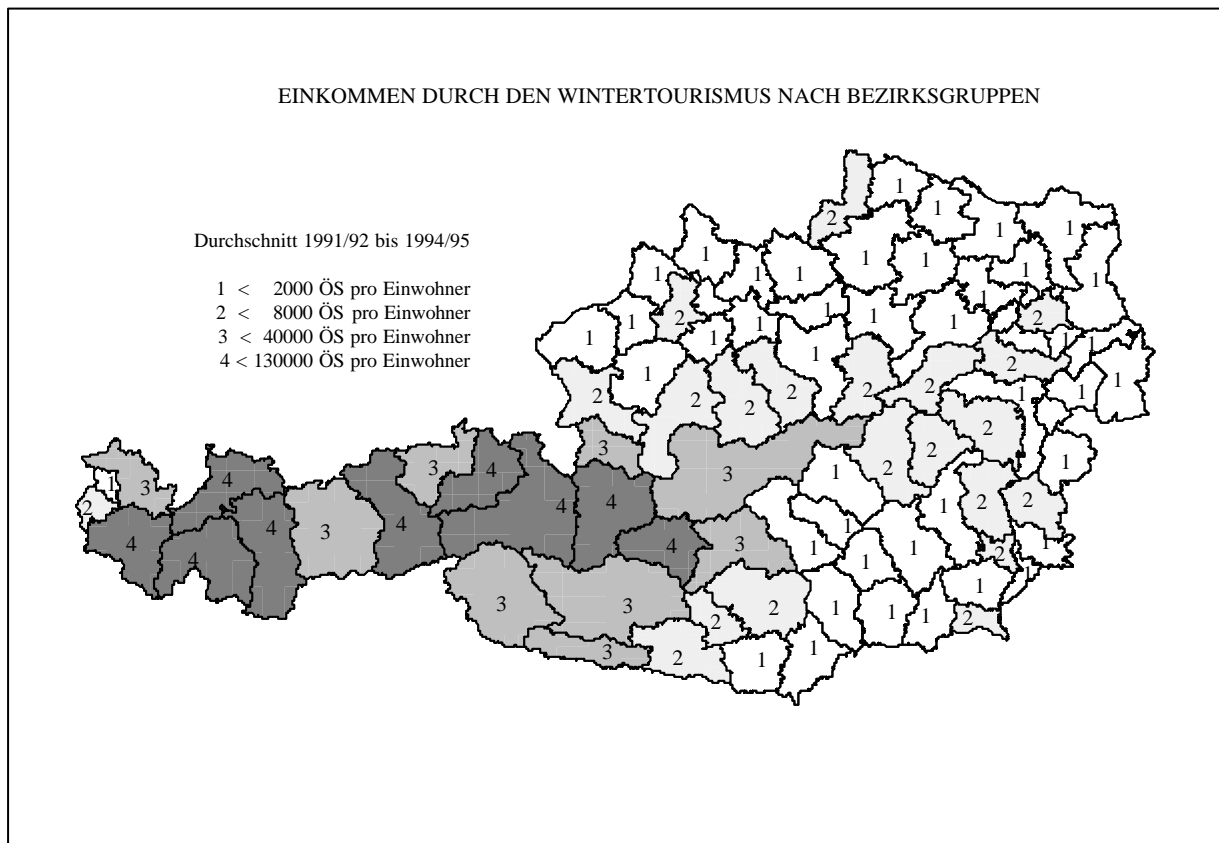
Wir nahmen das Jahr 1991 als Bezug. In einem nächsten Schritt wollten wir nun errechnen wie das BIP 91 auf einzelne Bezirke aufgeteilt war. Das WIFO errechnete in einer früheren Arbeit (Jeglitsch 1989) das relative Verhältnis der Aufteilung des BIP auf einzelne Bezirke im Jahr 1981. Bezug für diese Aufteilung war die Arbeitsbevölkerung nach Wirtschaftssektoren in Bezirken, die eine bezirkspezifische Wertschöpfung je Beschäftigtem ergab.

Für 1991 stand dieser Wert nicht zur Verfügung, weshalb wir auf die Indexzahlen von 1981 zurückgreifen mußten. Anhand dieses Verhältnisses wurde nun das BIP 1991 auf 85 österreichische Bezirke aufgeteilt und die Einnahmen durch den Wintertourismus wurden als Prozentzahl des BIP nach Bezirken ausgedrückt.

Modellrechnung "Durchschnittliches Einkommen je Bezirkseinwohner" durch Nächtigungen im Wintertourismus 1991/92 bis 1994/95.

Es wird errechnet wie hoch das Einkommen durch den Wintertourismus in einzelnen Bezirken zu Ende der Untersuchungsperiode war. Das Bezugsjahr ist 1991, welches mit Daten zwischen 1988 und 1995 ergänzt werde. Das wintertouristische Einkommen wird dem Bezirk in dem die Nächtigung stattfindet zugerechnet. Die vorhandenen wirtschaftlichen Interaktionen zwischen Bezirken können nicht berücksichtigt werden. Der vorallem in Niederösterreich wichtige Tagesausflugsverkehr ist nicht berücksichtigt. Innerhalb eines Bundeslandes können einzelne Bezirke aufgrund einer relativ starken Abweichung der durchschnittlichen Tourismuseinnahmen relativ zum Bundeslndermittel über- oder unterbewertet werden. Im Falle von Tirol könnten die Einnahmen für den Bezirk Landeck noch groer sein, während Lienz möglicherweise überbewertet ist. Der relative Vergleich steht bei dieser Modellrechnung im Vordergrund. Die absoluten Werte sollen vorsichtig interpretiert werden.

Abbildung 31 **Modellrechnung des Einkommens pro Einwohner je Bezirk**



Es wird die Kennzahl "Einkommen in S je Einwohner und Wintersaison" ermittelt. Der Wert gibt Auskunft über die relative wirtschaftliche Bedeutung des Wintertourismus innerhalb einzelner Bezirke. 46 Bezirke haben ein Einkommen von unter S 2000 pro Person. Wintertourismus ist wenig bedeutend im Vergleich zu den anderen Bezirken und die Bezirke dieser Gruppe sind nicht aufgezählt. 21 Bezirke haben ein pro Kopf Einkommen zwischen S 2000 und S 8000.

Tabelle 14

Einkommen durch den Wintertourismus ÖS 2000 bis 8000 pro Person

ÖSTAT N. Bezirk	Nächtigungen Schnitt 91/92 bis 94/95	Einwohner 1991	Nächtigungen per Einwohner	Einkommen im Wintertourismus in Millionen ÖS	Einkommen in ÖS pro Einwohner	Einkommen des WT am Bezirk BIP 1991
<306> Baden	261163	115425	2	233	2021	0,94%
<804> Feldkirch	116990	86278	1	182	2107	0,80%
<602> Bruck an der Mur	150476	67774	2	150	2216	1,15%
<402> Steyr	214410	93927	2	221	2356	1,03%
<205> St.Veit an der Glan	129734	58850	2	139	2357	1,17%
<613> Mürzzuschlag	110349	44762	2	110	2460	1,18%
<109> Oberwart	172201	53783	3	138	2561	1,33%
<615> Radkersburg	71381	24799	3	71	2873	1,87%
<309> Gmünd	140358	41314	3	125	3034	1,83%
<607> Hartberg	215042	66787	3	215	3213	1,99%
<408> Grieskirchen	190452	59744	3	197	3290	1,74%
<9> Wien	2509616	1539848	2	5077	3297	1,18%
<318> Neunkirchen	325179	85503	4	290	3396	1,70%
<314> Lilienfeld	112987	27072	4	101	3727	2,04%
<320> Scheibbs	179332	40528	4	160	3951	2,31%
<202> Villach	450179	117236	4	481	4105	1,96%
<605> Fürstenfeld	109185	22293	5	109	4888	2,87%
<501> Salzburg	1010314	262115	4	1306	4984	1,88%
<409> Kirchdorf an der Krems	337669	51608	7	348	6752	3,41%
<407> Gmunden	633854	95949	7	654	6818	3,06%
<210> Feldkirchen	198067	28632	7	212	7395	3,83%
Österreich	52856381	7795786	7	64658	8294	3,47%

Quelle: ÖSTAT, ÖGAF, Kapitel Bevölkerung, Modellrechnung BIP, eigene Berechnungen.

Die Tabelle zeigt bedeutendere österreichische Wintertourismusbezirke. Alle 21 Bezirke liegen aber unter dem österreichischen Durchschnittwert von 8294 ÖS Einkommen pro Einwohner.

Tabelle 15

Einkommen über ÖS 8000 pro Person

ÖSTAT N. Bezirk	Nächtigungen Schnitt 91/92 bis 94/95	Einwohner 1991	Nächtigungen per Einwohner	Einkommen im Wintertourismus in Millionen ÖS	Einkommen in ÖS pro Einwohner	Einkommen des WT am Bezirk BIP 1991
<614> Murau	280072	32257	9	280	8665	4,68%
<502> Hallein	416792	50396	8	539	10694	4,24%
<701> Innsbruck	3455402	259446	13	3939	15183	6,15%
<206> Spittal an der Drau	1328055	80802	16	1420	17570	8,82%
<707> Lienz	773195	48338	16	881	18235	9,71%
<802> Bregenz	1731654	115500	15	2691	23299	8,79%
<612> Liezen	1995754	81352	25	1992	24483	12,03%
<203> Hermagor	500868	20245	25	535	26447	14,06%
<705> Kufstein	2118206	84627	25	2415	28534	12,18%

Quelle: ÖSTAT, ÖGAF, Kapitel Bevölkerung, Modellrechnung BIP, eigene Berechnungen.

Wintertourismus spielt in den erwähnten Bezirken eine zentrale Rolle. Dennoch liegt ein gewaltiger Sprung zur pro Kopf Intensität des Wintertourismus in den Spitzenbezirken. Klimavariabilität und eine mögliche Klimaänderung sind speziell für tiefliegende Bezirke eine ernste Bedrohung. Die Reihung der "mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung" lautet Hallein, Kufstein, Liezen, Hermagor, Bregenz.

Tabelle 16

Einkommen über ÖS 50000 pro Person

ÖSTAT N. Bezirk	Nächtigungen Schnitt 91/92 bis 94/95	Einwohner 1991	Nächtigungen per Einwohner	Einkommen im Wintertourismus in Millionen ÖS	Einkommen in ÖS pro Einwohner	Einkommen des WT am Bezirk BIP 1991
<505> Tamsweg	913095	20622	44	1181	57251	29,19%
<709> Schwaz	3561134	68692	52	4060	59100	18,48%
<708> Reutte	1667863	29140	57	1901	65249	25,28%
<704> Kitzbühel	3395496	54127	63	3871	71515	29,09%
<801> Bludenz	2653089	56944	47	4123	72403	25,31%
<702> Imst	2990752	46833	64	3409	72800	30,80%
<506> Zell am See	5061797	77277	66	6545	84694	36,79%
<504> St.Johann im Pongau	4903623	71955	68	6340	88116	40,91%
<706> Landeck	4260048	40207	106	4856	120786	54,04%

Quelle: ÖSTAT, ÖGAF, Kapitel Bevölkerung, Modellrechnung BIP, eigene Berechnungen.

Die hier aufgezählten Bezirke sind extrem vom Wintertourismus abhängig. Selbst relativ geringe Schwankungen des Klimas im Winter oder eine geringe Erwärmung im Zuge einer möglichen Klimaänderung beeinflussen die Wirtschaftsstruktur stark.

ZUSAMMENFASSUNG

Analyse

- Die Anzahl der Nächtigungen im österreichische Wintertourismus hat sich in der Untersuchungsperiode 1965/66 bis 1994/95 verdreifacht. Die Monate Februar, März und Jänner sind am bedeutendsten mit über 20% Anteil an den Nächtigungen. Dezember und April haben jeweils 14% Anteil. Wenig bedeutend ist November mit unter 5% Anteil.
- Tirol verzeichnet 40% der österreichischen Winternächtigungen, Salzburg 20%. Danach folgen die Bundesländer Vorarlberg, Steiermark, Kärnten, Wien, Oberösterreich, Niederösterreich und Burgenland, die alle weniger als 10% Anteil an den Nächtigungen haben.
- Die Nächtigungen bringen im Westen Österreichs mehr Ertrag als im Osten. In Vorarlberg gibt jeder Tourist pro Tag/Übernachtung knapp 1600 ÖS aus. In Niederösterreich ohne Wien sind es etwa 900 ÖS.
- Von den 85 untersuchten Bezirken haben 18 Bezirke ein pro Kopf Einkommen aus Wintertourismus zwischen 8000 und 130000 ÖS und liegen über dem österreichischen Durchschnittswert (Gruppen 3 und 4 des pro Kopf Einkommen im Wintertourismus bezogen auf Nächtigungen). Die überwiegende Mehrzahl von 67 Bezirken hat weniger als 8000 ÖS pro Kopf Einkommen aus Wintertourismus, 46 Bezirke haben weniger als 2000 ÖS pro Kopf Einkommen aus Wintertourismus.

Ausblick Klimaänderung:

- Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß der jüngste Rückgang der Nächtigungszahlen im Wintertourismus durch eine Serie von warmen Saisonen verursacht war. Rezession in den Herkunftsländern der Wintergäste und innere Strukturprobleme des österreichischen Wintertourismus sind andere Erklärungen für den Rückgang der Winternächtigungen. Ein Zusammenwirken mit anderen Einflußfaktoren des Wintertourismus ist wahrscheinlich.
- Ein hohes pro Kopf Einkommen des Wintertourismus (Gruppe 4 des pro Kopf Einkommen im Wintertourismus bezogen auf Nächtigungen) macht auch klimatisch günstig liegende Bezirke sehr empfindlich für Klimaschwankungen.

Kapitel 7

Infrastruktur

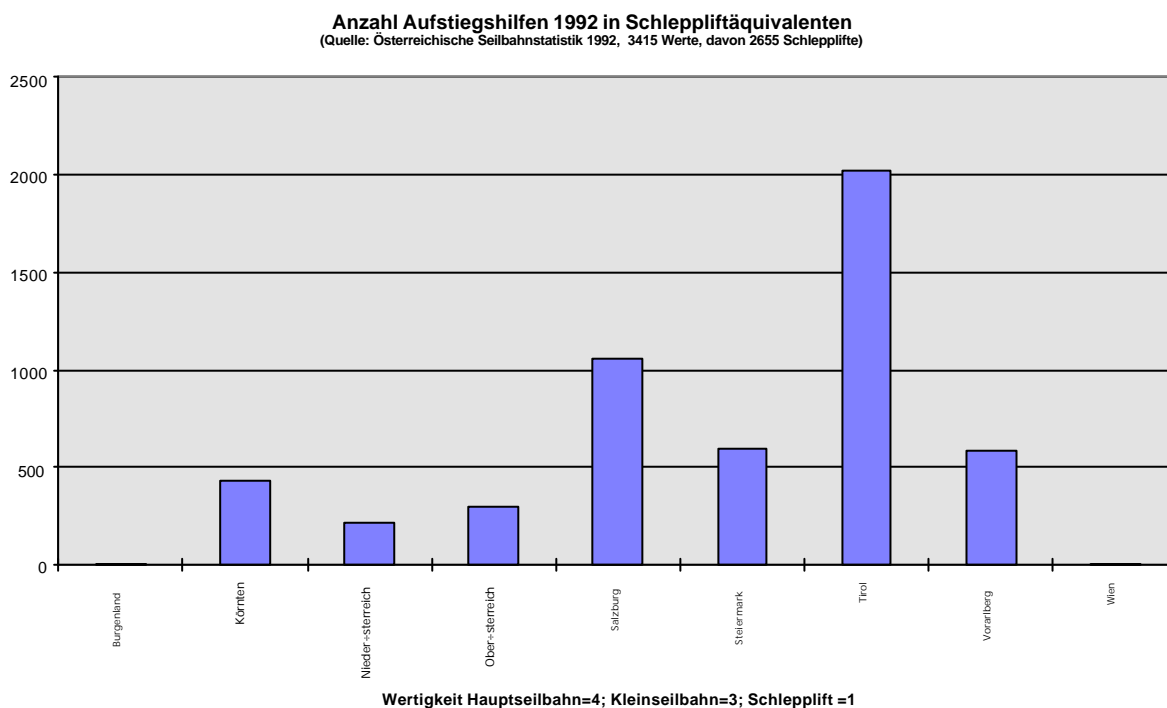
Aufstiegshilfen in Schleppliftäquivalenten

Überblick Österreich

Im folgenden werden die 3415 Aufstiegshilfen von Österreich im Überblick (Stand 1992) erfaßt und analysiert. Wo Daten verfügbar waren, werden auch Angaben über Lage und Seehöhe gemacht. Alle Großkategorien von Aufstiegshilfen in Österreich, das sind Schlepplifte (2655), Kleinseilbahnen (490) und Hauptseilbahnen (270) werden auf Schleppliftäquivalente umgerechnet. Als Anhaltspunkt für den Umrechnungsschlüssel nahmen wir die durchschnittliche Länge und den durchschnittlichen Höhenunterschied aller österreichischen Klein- bzw. Hauptseilbahn relativ zur durchschnittlichen österreichischen Schleppliftanlage. Der Umrechnungsschlüssel Schlepplifte zu Kleinseilbahnen ist 3:1 und Schlepplifte zu Hauptseilbahnen ist 4:1. Regionale und lokale Variationen des Verhältnisses durchschnittliche Länge und durchschnittlicher Höhenunterschied wurden nicht berücksichtigt. Die österreichische Gesamtkapazität der Aufstiegshilfen ausgedrückt in Schleppliftäquivalenten beträgt 5205.

Abbildung 32

Verteilung der Schleppliftäquivalente nach Bundesländern



Quelle: Österreichische Seilbahnstatistik 1992, Bundesministerium für Verkehr und öffentliche Wirtschaft, eigene Berechnungen.

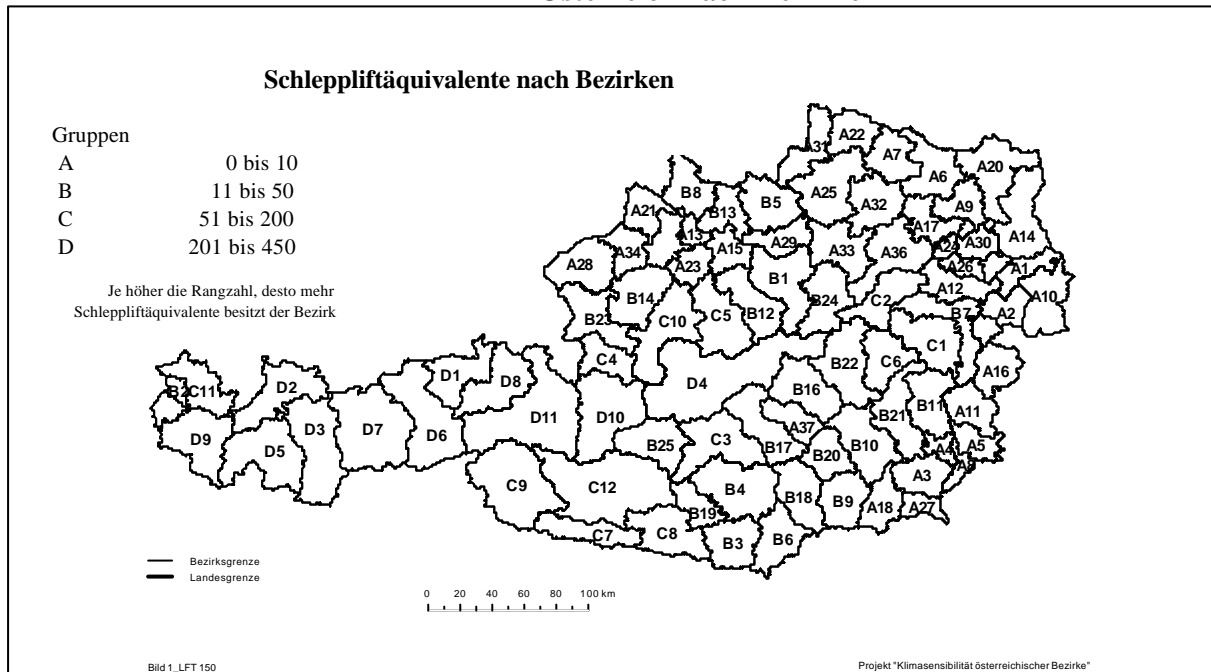
Tirol hat mehr als 2000 Schleppliftäquivalente oder 40% aller österreichischen Aufstiegshilfen. Danach folgt Salzburg mit über 1000 Schleppliftäquivalenten, gefolgt von Steiermark und Vorarlberg mit mehr als 500 Schleppliftäquivalenten und Kärnten, Niederösterreich und Oberösterreich mit weniger als 500 Schleppliftäquivalenten.

Schleppliftäquivalente nach österreichischen Bezirken

Alle österreichischen Bezirke wurden auf vier Klassen aufgeteilt. Zudem wird der Rang von jedem Bezirk innerhalb der entsprechenden Gruppe angegeben. Je höher die Zahl neben dem Gruppenbuchstaben ist, desto mehr Schleppliftäquivalente befinden sich im Bezirk.

Abbildung 33

Aufteilung der Schlepliftäquivalente von Österreich nach Bezirken



Quelle: Österreichische Seilbahnstatistik von 1992, eigene Berechnungen, eigene GIS Darstellung

Die Aufstiegshilfen sind ungleichmäßig auf Österreich verteilt: elf Bezirke (A1 bis A11) haben keine Aufstiegshilfe. Die elf Spitzenbezirke der Gruppe D haben zusammen zwei Drittel der österreichischen Aufstiegshilfen. Innerhalb dieser Gruppe hat der Bezirk Zell am See (D11) ein Maximum von 450 Schlepliftäquivalenten.

Vergleich der Gruppen "Anzahl der Schlepliftäquivalente" und "Bevölkerung nach Seehöhe"

Im Kapitel 5 wurde die Clusteranalyse "Bevölkerung nach Seehöhe" durchgeführt. Wäre die alpinsportliche Nutzung nur durch die Höhenlage der Wohnbevölkerung bestimmt, so müßte die Gruppe 1, das "Flachland" der "Bevölkerung nach Seehöhe", der Gruppe A bei den Aufstiegshilfen entsprechen. "Hügelland" (2) der Gruppe B, "Hochland" (3) der Gruppe C und "Alpines Hochland" (4) der Gruppe D der Aufstiegshilfen. Oft ergibt sich bei einzelnen Bezirken eine andere Gruppenzugehörigkeit, da es neben der Seehöhe auch andere Einflußfaktoren der wintertouristischen Nutzung gibt, etwa die Verkehrslage, die Nähe zu weiteren Alpinsportbezirken und andere mehr. Die Abstufung nach Gruppen der "Bevölkerung nach Seehöhe" ist bei einer Klassifizierung gemäß der alpinsportlichen Nutzung abgeschwächt. Bezirke der Gruppe A liegen durchschnittlich beim Wert 1,46 der Clusteranalyse, also zwischen den Gruppen Tiefland und Hügelland. Die Bezirke der Gruppe B liegen im Durchschnitt beim Wert 2,48, also zwischen den Gruppen Tiefland und Hügelland, ebenso wie die Bezirke der Gruppe C, die mit 2,83 sehr nahe der Gruppe "Hochland" liegen. Die Bezirke der Gruppe D mit dem Wert 3,36 liegen im Durchschnitt zwischen den Gruppen "Hochland" und "Alpines Hochland".

Höhe der Talstation von Aufstiegshilfen

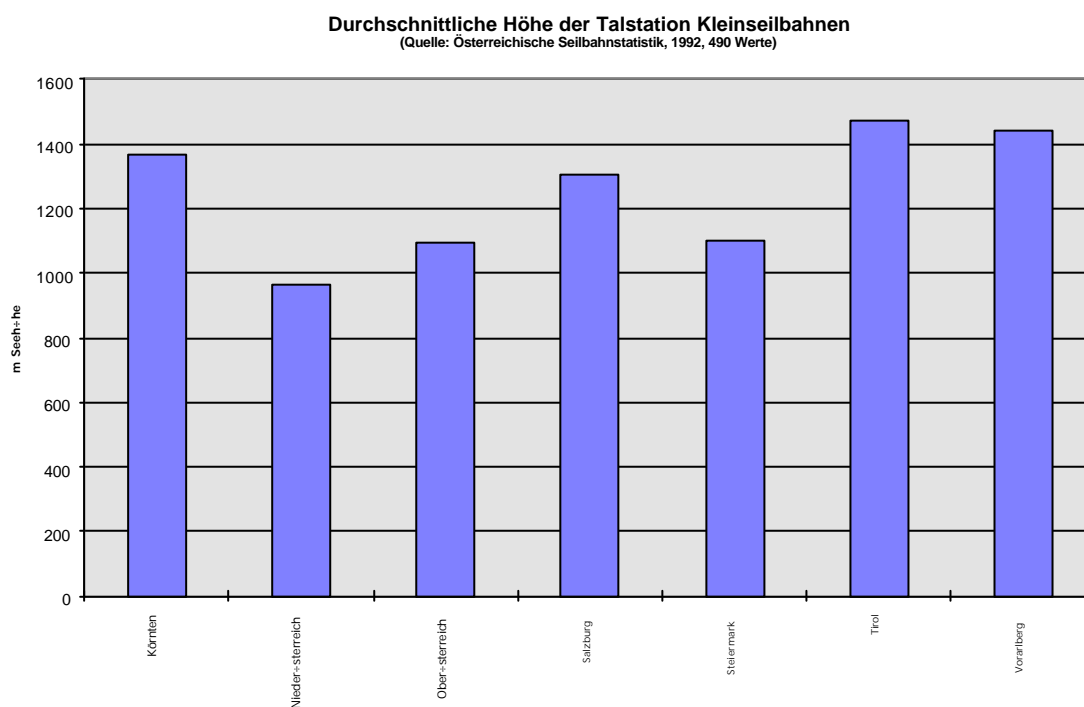
Um eine Liftanlage im Winter benutzen zu können muß die Schneedecke bis zur Talstation reichen. Eine Ausnahme sind die Zubringerseilbahnen, die in der Schweiz (Abegg 1997) mit relativ hochliegenden Skigebiet eine große Rolle spielen und den hochliegenden Skigebieten die Touristen zubringen.

Die durchschnittliche Höhe der Talstation von Schleppliftanlagen konnte nicht berechnet werden. Diese Daten fehlen in der österreichischen Seilbahnstatistik. Berechnet wurde die mittlere Höhe der Talstation der beiden Kategorien von Seilbahnanlagen.

In die Untersuchung auch die Stadtseilbahnanlagen von Graz und Salzburg miteinbezogen, die keinen Bezug zum Alpensport haben. Die in den Abbildungen dargestellten Werte sind Mittelwerte. Lediglich bei Bezirken mit wenig Seilbahnen kann es durch stark abweichende Einzelbeobachtungen zu Verzerrungen kommen. Deshalb ist bei der Interpretation von Bezirkswerten mit geringer Seilbahnkapazität generell Vorsicht geboten.

Abbildung 34

Mittlere Höhe der Talstation einer Kleinseilbahn nach Bundesländern



Quelle: Österreichische Seilbahnstatistik 1992, Bundesministerium für Verkehr und öffentliche Wirtschaft, eigene Berechnungen.

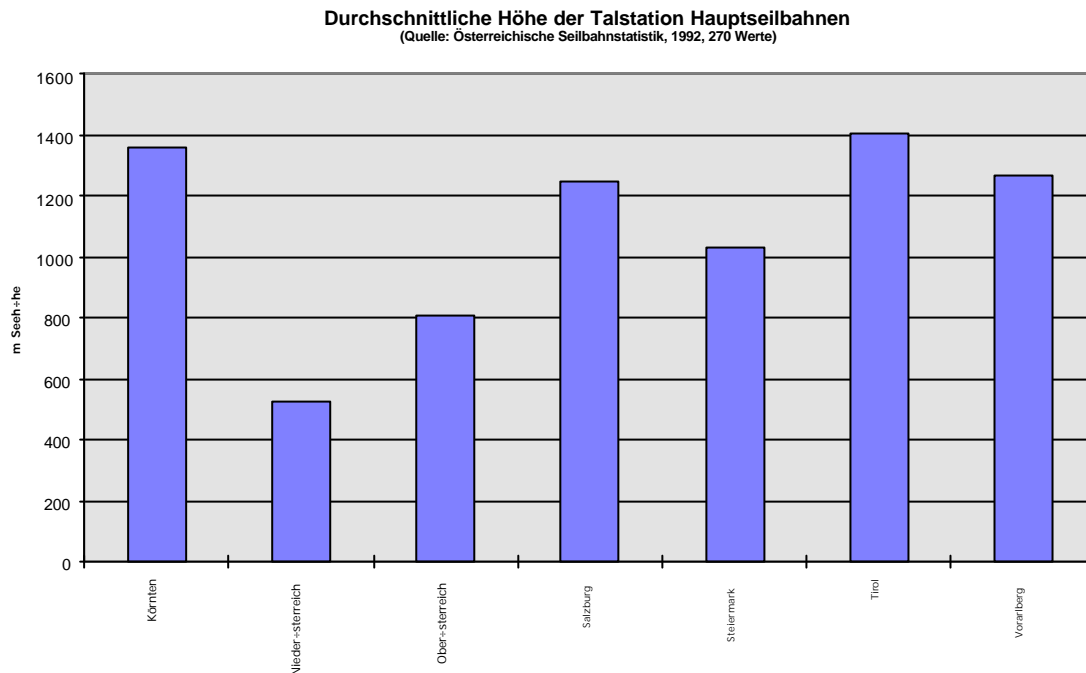
Die durchschnittliche Höhe der Talstation einer Kleinseilbahn liegt in Tirol und Vorarlberg über 1400m Seehöhe, in Kärnten und Salzburg zwischen 1300m und 1400m, in Oberösterreich und der Steiermark bei 1100m und in Niederösterreich bei unter 1000m. Vergleichen wir diesen Wert mit der durchschnittlichen Saisondauer (siehe Kapitel 1) so kann im Bundesländerschnitt von Tirol, Vorarlberg, Kärnten und Salzburg, bezogen auf die Seehöhe der Kleinseilbahnen von einer durchschnittlichen Wintersaison mit 110 Tagen ausgegangen werden. Oberösterreich und Steiermark haben eine wesentlich kürzere Saison zwischen 80 und 95 Tagen. Die durchschnittliche Saison in Niederösterreich dauert zwischen 80 und 95 Tagen.

Mittlere Höhe der Talstation einer Hauptseilbahn

Die Bundesländer, Tirol, Kärnten, Vorarlberg und Salzburg haben höher liegende Hauptseilbahnen als die Bundesländer Steiermark, Oberösterreich und Niederösterreich.

Abbildung 35

Mittlere Höhe der Talstation einer Hauptseilbahn nach Bundesländern



Quelle: Österreichische Seilbahnstatistik 1992, Bundesministerium für Verkehr und öffentliche Wirtschaft, eigene Berechnungen.

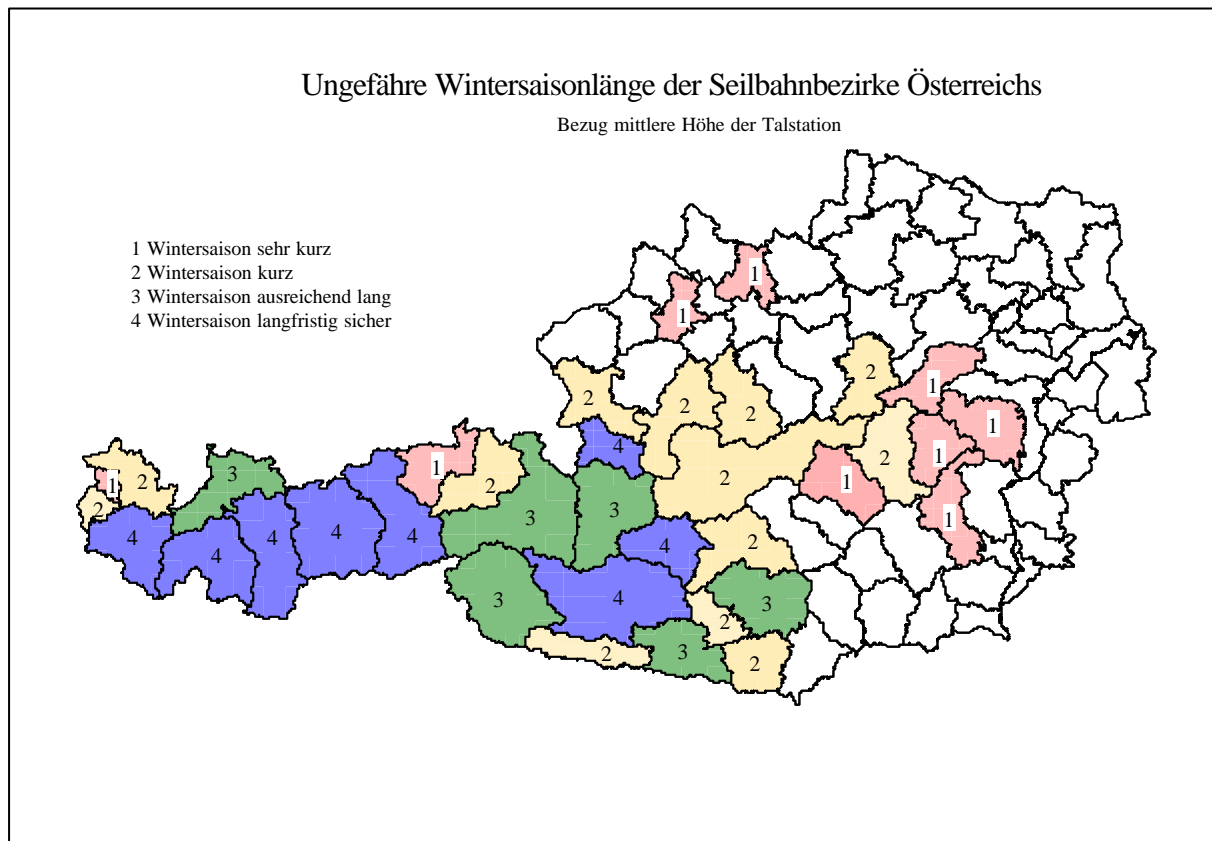
Die mittlere Höhe der Talstation von Hauptseilbahnen liegt bei den einzelnen Bundesländern unter dem Wert der mittleren Höhe der Talstation von Kleinseilbahnen. Zumindest teilweise handelt es sich um Zubringerseilbahnen, die Touristen vom Tal in die Skigebiete befördern. Bei der Auswertung der Bezirksdaten kann es vorkommen, daß die mittlere Höhe der Talstation von Hauptseilbahnen höher als die mittlere Höhe der Talstation der Kleinseilbahnen liegt. Als Bezug galt für uns immer der höhere Wert der mittleren Höhe von Talstationen der beiden Seilbahnkategorien.

Gruppen "Alpinskiportbezirke nach Wintersaison"

Alle Alpinskiportbezirke (Jene Bezirke mit zumindest einer Haupt- oder Kleinseilbahn) werden auf vier "Wintersaisongruppen" aufgeteilt. In Anlehnung an die Schweizer "100 Tage Regel" (Witmer, zitiert nach Abegg 1996), die besagt, daß Skigebiete unter 100 Tagen Saison langfristig unrentabel sind, wurden die Gruppen "sehr kurz" (1) "kurz" (2), "ausreichend lang" (3) und "langfristig sicher" (4) gebildet. Bei der Wintersaisonlänge handelt es sich um einen Schätzwert der durchschnittlichen Saisonlänge über Jahrzehnte, abgeleitet von Tabelle 3 in Kapitel 1.

Abbildung 36

Ungefähre Wintersaisonlänge



Quelle: Österreichische Seilbahnstatistik, eigene Berechnungen

Im Einfluß einer möglichen globalen Klimaänderung mit Erwärmung fallen die Bezirke "Wintersaison sehr kurz" schnell aus. Bezirke der Gruppe (2) würden ähnlich den Bezirken in Gruppe (1) von heute. Bezirke der Gruppen (3) und (4) werden ähnlich den Bezirken der Gruppen (2) und (3). Aufgrund von Klimavariabilität können Saisonausfälle selbst in der Gruppe 4 nicht ausgeschlossen werden. Die folgenden Tabellen erläutern die Annahmen zur Saisonlänge.

Alle Bezirke mit 80 oder weniger Tagen Saisondauer haben aufgrund der niederen Höhenlage ihrer Aufstiegshilfen bereits heute eine sehr kurze Saison.

Tabelle 17

Bezirke mit "Wintersaison sehr kurz"

ÖSTAT N.	Bezirk	Schlepplift- äquivalente	Kleinseilbahn Talstation (m)	Hauptseilbahn Talstation (m)	Ungefähre Saisondauer (Tage)
408	Grieskirchen	A35	596	0	50
314	Lilienfeld	C2	753	0	66
318	Neunkirchen	C1	847	528	66
416	Urfahr-Umgebung	B13	818	0	66
613	Mürzzuschlag	C6	858	782	66
803	Dornbirn	B2	800	463	66
611	Leoben	B16	978	0	80
617	Weiz	B21	1000	0	80
705	Kufstein	D1	1074	923	80

Quelle: Seilbahnstatistik 1992, Kapitel 1, eigene Berechnungen

Auffallend ist das der bedeutende Winterbezirk Kufstein (D1) bereits zu dieser Gruppe zählt. Laut unserer Analyse muß es im Bezirk gehäuft Schneeprobleme geben. Auf Grund der Nähe zu anderen höher gelegenen Wintersportbezirken gibt es Ausweichmöglichkeiten bei Schneearmut in Kufstein. Eine lokale Analyse, die detaillierte auf die spezifischen Gegebenheiten in Kufstein eingeht, wird nahegelegt.

Weiters stark betroffen von möglichem Schneemangel erscheinen die Bezirke Lilienfeld, Neunkirchen und Mürzzuschlag. Die kurze Saisondauer kann durch Ausflugsverkehrs vom Raum Wien an günstigen Tagen teilweise kompensiert werden.

Tabelle 18

Alpinsportbezirke mit "Wintersaison kurz"

ÖSTAT N.	Bezirk	Schlepplift- äquivalente	Kleinseilbahn Talstation (m)	Hauptseilbahn Talstation (m)	Ungefähre Saisondauer (Tage)
201	Klagenfurt	B3	1221	0	95
203	Hermagor	C7	689	1216	95
210	Feldkirchen	B19	1187	0	95
320	Scheibbs	B24	1221	0	95
407	Gmunden	C10	1214	807	95
409	Kirchdorf	C5	1103	804	95
501	Salzburg	B23	1119	491	95
602	Bruck an der Mur	B22	1196	890	95
612	Liezen	D4	1150	1126	95
614	Murau	C3	1161	1154	95
704	Kitzbühel	D8	1263	1083	95
802	Bregenz	C11	1279	1044	95
804	Feldkirch	B15	1170	0	95

Quelle: Seilbahnstatistik 1992, Kapitel 1, eigene Berechnungen

Die beschriebene Gruppe wird bei einer möglichen Klimaänderung mit Erwärmung große Probleme durch Schneemangel bekommen. Am stärksten betroffen ist der Bezirk Kitzbühel in der Gruppe D, der im Vergleich zu den anderen Spitzenbezirken tiefliegende Aufstiegshilfen hat und früher durch eine Erwärmung betroffen wird. Zusammen mit dem benachbarten Kufstein wird die Region Kitzbühel/Kufstein ein früher Großverlierer bei Erwärmung. Ein weiterer Verlierer der Spitzengruppe

wird neben Kitzbühel der Bezirk Liezen sein. Stark betroffen durch eine mäßige Erwärmung sind auch die Bezirke der Gruppe C mit Bregenz, Gmunden, Hermagor und Kirchdorf an der Krems.

Tabelle 19 **Alpensportbezirke mit "Wintersaison ausreichend lang"**

ÖSTAT N.	Bezirk	Schlepplift- äquivalente	Kleinseilbahn Talstation (m)	Hauptseilbahn Talstation (m)	Ungefähre Saisondauer (Tage)
202	Villach	C8	1302	1115	110
205	St.Veit a. d. Glan	B4	1430	0	110
504	St.Johann im Pongau	D10	1353	1355	110
506	Zell am See	D11	1388	1261	110
707	Lienz	C9	1438	1071	110
708	Reutte	D2	1266	1482	110

Quelle: Seilbahnstatistik 1992, Kapitel 1, eigene Berechnungen

Relativ höher gelegen sind die Aufstiegshilfen der beiden österreichischen Spitzenbezirke Zell am See und St. Johann im Pongau, sowie der Bezirk Reutte. Eine Erwärmung wird hier erst nach einiger Zeit zu starken Einbrüchen führen. Vorerst könnte der Höhenvorteil sogar eine Zunahme im Wintertourismus bewirken. Ähnlich ist die Situation in den weniger intensiven Wintersportbezirken Lienz und Villach.

Tabelle 20 **Alpensportbezirke "Wintersaison langfristig sicher"**

ÖSTAT N.	Bezirk	Schlepplift- äquivalente	Kleinseilbahn Talstation (m)	Hauptseilbahn Talstation (m)	Ungefähre Saisondauer (Tage)
206	Spittal a. d. Drau	C12	1556	1500	121
502	Hallein	C4	1546	629	121
701	Innsbruck	D7	1527	1536	121
706	Landeck	D5	1657	1626	121
709	Schwaz	D6	1625	1054	121
801	Bludenz	D9	1539	1365	121
505	Tamsweg	B25	1826	0	153
702	Imst	D3	1889	2002	173

Quelle: Seilbahnstatistik 1992, Kapitel 1, eigene Berechnungen

Bludenz, Innsbruck, Landeck, Schwaz und auch Spittal an der Drau können einer Erwärmung sehr lange trotzen. In diesen Bezirken könnte der Wintertourismus bei Erwärmung kräftig zunehmen. Ein Ausfall von mehreren Spitzenbezirken kann bei Gleichbleiben der Wintersportnachfrage auch zu Problemen der Übernutzung führen, da geeignete Gebiete immer knapper werden. Der Skilauf konzentriert sich in den verbleibenden Gunstgebieten. Fraglich bleibt, ob bei stärkerer Erwärmung Touristenströme von Kufstein und Kitzbühel nach Imst und Landeck umgeleitet werden können.

Ein anderes Szenario wäre die Entwicklung von wenig erschlossenen Regionen, die bei Erwärmung relativ geeigneter sind als die heutigen Winterskigebiete. Fraglich bleibt, ob es im Hinblick auf eine Erwärmung und eine zeitlich absehbare Nutzung von Skigebieten möglich erscheint, neue Skigebiete zu entwickeln.

Eine Erhebung im Detail um die geschätzte Wintersaisondauer mit der tatsächlichen Saisondauer zu vergleichen wird schwerpunktmäßig empfohlen. Die Saisondauer wurde aufgrund der Frosttage des Zeitraumes 1851 bis 1950 geschätzt. Unser Datenmaterial über Klimaparameter des Zeitraumes

1965/66 bis 1994/95 kann umfassender analysiert werden um auch die vorhandenen lokalen Abweichungen zu beurteilen.

Beschneigungsanlagen

Generell

Erstmals wurde 1936 an der Hokkaido Universität in Sapporo Kunstschnee erzeugt. Damals hat man nichts von der möglichen wirtschaftlichen Bedeutung gewußt, die diese Erfindung für alpine Skigebiete haben wird. Auch ahnte man nichts von einer möglichen Klimaänderung und der Bedeutung der Ressource Schnee.

Es dauerte drei Jahrzehnte bis die erste Anlage in Österreich installiert wurde. Nach weiteren drei Jahrzehnten gibt es ca. 250 Beschneigungsanlagen und ca. 2000 ha (eigene Schätzung) beschneite Pistenfläche in Österreich. Dies sind noch immer weniger als 10% der österreichischen Pistenfläche. Speziell im letzten Jahrzehnt wurde die wintertouristische Infrastruktur mit Beschneigungsanlagen ausgebaut und angesichts einer möglichen Klimaänderung ist anzunehmen, daß in den kommenden Jahren eine Vielzahl weiterer Anlagen gebaut wird.

Es gibt noch keine österreichische Statistik über Beschneigungsanlagen. Die letzte Arbeit zum Thema "Beschneigungsanlagen in Österreich" wurde 1992 vom UBA in Wien publiziert. Das Datenmaterial ist im Vergleich zur Bedeutung von Beschneigungsanlagen kaum zufriedenstellend. Doch besteht eine sehr enge Korrelation der Lage von Beschneigungsanlagen und der Lage von Aufstiegshilfen, weshalb die Informationen von Aufstiegshilfen auch für Beschneigungsanlagen relevant sind.

Die Bewilligung von Beschneigungsanlagen ist Landeskompetenz. Es gibt daher keine bundeseinheitlichen Richtlinien für den Bau von Beschneigungsanlagen. Der Einsatz von Beschneigungsanlagen ist ökologisch umstritten. Konflikte mit Naturschutzbehörden sind im Zuge von Bewilligungsverfahren üblich: der Wasserhaushalt, die Vegetation und das Landschaftsbild werden beeinträchtigt. Aufgrund von Wasserknappheit sind viele Gebiete ungeeignet für eine künstliche Beschneigung. Für alle Anlagen, die mehr als 5 ha Pistenfläche beschneien, muß in der Schweiz eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt werden.

Speziell im Hinblick auf die Verhinderung der Ursachen einer mögliche Klimaänderung erscheint die Anpassung mit Beschneigungsanlagen kontraproduktiv, da mit der Kunstschneeproduktion auch hohe Energiekosten verbunden sind, die ihrerseits Emissionen und Umwelteingriffe verursachen. Im Bereich Beschneigungsanlagen werden andererseits rasch technische Fortschritte erzielt. So werden ökologische Nachteile zumindest verringert.

Die Tabellen aus Kapitel 2 mit einer Darstellung der saisonalen Temperaturvariabilität können erklären, wieso Beschneigungsanlagen gerade in jüngster Zeit vermehrt zum Einsatz gekommen sind. In den kalten und temperaturmäßig günstigeren ersten beiden Dekaden des Untersuchungszeitraumes ist es gelungen, die wintertouristische Nutzung stark auszudehnen. Die Maximalnutzung zu Ende der Untersuchungsperiode mit den vielen warmen Saisonen der letzten Dekade ist aber nicht aufrechterhaltbar.

Beschneigungsanlagen helfen, die wirtschaftliche Abhängigkeit vom Klima zu lindern, indem sie Schneemangel bis zu einem gewissen Grad ausgleichen können. Neben der Lufttemperatur und dem Niederschlag ist der Betrieb und die Wirtschaftlichkeit von Beschneigungsanlagen von Luftfeuchtigkeit, Windverhältnissen und der Wassertemperatur abhängig. Grundsätzlich lassen sich Beschneigungsanlagen nur dort wirtschaftlich betreiben, wo es schneesichere Gebiete gibt.

Hauptinteressenten an einer Beschneigung sind die Tourismusverantwortlichen von intensiv genutzten Alpensportbezirken der Gruppe D und auch der Gruppe C. Dort gibt es eine Vielzahl von Aufstiegshilfen und hier muß auch die Wintersaison gerettet werden. Selbst eine relativ leichte Erwärmung könnte die betroffenen Betriebe ruinieren.

Die Schweizer Bundesämter für Industrie, Gewerbe und Arbeit bzw. Raumplanung (1991) empfehlen Beschneigungsanlagen nur für Gebiete, die im Normalfall 50 cm Schneedecke im Jänner und Februar besitzen. In diesem Zusammenhang wird auf die mittlere monatliche Schneedecke an Tagen mit Schnee, Kapitel 4, verwiesen, wo die durchschnittlichen Schneeverhältnisse der Periode 1965 bis 1995 nach Monaten wiedergegeben sind.

Am besten beschneit man auf gleichmäßigen Geländeoberflächen, etwa Wiesen und Weiden. Die Beschneigung wird zu aufwendig, wenn Geländeunebenheiten mit unterschiedlichen Schneehöhen ausgeglichen werden müssen.

Die Kopplung an die Seehöhe sollte nicht alleiniges Kriterium zur wirtschaftlichen Beurteilung von Beschneigungsanlagen sein. Die Unterschiede von Klima und Gelände sind zu groß um pauschale Aussagen machen zu können. Lokalanalysen, die das spezielle Meso- und Mikroklima in einer besseren zeitlichen Auflösung berücksichtigen, werden für eine spezifische Beurteilung der Beschneigungsanlagen generell erforderlich.

Es wird vorgeschlagen, eine Untersuchung an Hand von Fallbeispielen zu beauftragen, um bessere Beurteilungskriterien für eventuelle österreichische Richtlinien zu erstellen.

Beurteilung der Temperaturvoraussetzung zur Beschneigung

Wir gehen davon aus, daß Temperaturen von zumindest minus 2°C notwendig sind, um zu beschneien. Eine optimale Beschneigung kann erst bei minus 5°C stattfinden. Die bakterielle Beschneigung, welche eine Beschneigung bis knapp unter 0°C ermöglichen könnte, erscheint aus Sicht des alpinen Umweltschutzes sehr problematisch (UBA 1992).

Es wird anhand der Seehöhenabhängigkeit der Temperatur (siehe Kapitel 2) festgestellt, in welcher Höhe ein Monatsmittel von minus 2° C unterschritten wird. Aufgrund unserer Auswertungen kann bezüglich der temperaturmäßigen Eignung für die Beschneigung gesagt werden: die Mittwintermonate Dezember, Jänner und Februar erscheinen in Bezug auf ihre Monatsmitteltemperatur auch für tiefe Wintersportregionen beschneigungstauglich.

Aufgrund der gehäuft vorkommenden Temperaturinversionen erscheint der Bereich zwischen 700m und 1500m relativ gleichwertig. Speziell dieser Bereich wird im Falle einer Erwärmung stark beeinträchtigt werden, da die Häufigkeit von Temperaturinversionen zurückgehen kann (Sokratov 1997) und die durch Inversionslagen verursachte relative Gleichheit des Höhenranges beendet wird.

Abhilfe aus der Schneenot in Lagen über 1500m könnte eine mögliche Klimaänderung selbst bringen. Laut Meinung einiger Wissenschaftler (World Climate Review 1997) könnte eine erhöhte Aerosolkonzentration in der Atmosphäre mehr Niederschlag und Schneefall bewirken.

Die verfügbaren Temperaturmonatsmittelwerte geben allerdings nur eine relative Wahrscheinlichkeit der Beschneigungstauglichkeit wieder. Abegg (1997) bemerkt hierzu: ein Monatsmittelwert über minus 2°C schließt nicht aus, daß auch in gewissen Perioden wärmerer Monate beschneit werden kann, da zumindest zeitweise entsprechend tiefe Temperaturen erreicht werden. Schnee besitzt ein Beharrungsvermögen und schmilzt nicht gleich wieder, sobald die Temperatur Plusgrade erreicht hat.

Wirtschaftlichkeit von Beschneigungsanlagen im Zuge einer Erwärmung

Angesichts der registrierten Temperaturschwankungen scheint es unmöglich einen einfachen Ansatz bezogen auf die Durchschnittstemperatur zur wirtschaftlichen Beurteilung von Beschneigungsanlagen durchzuführen. Durch die großen Temperaturschwankungen kann unter Berücksichtigung anderer

Faktoren, wie Nähe zu einem Stadtgebiet, der Einsatz von Beschneiungsanlagen auch in tiefliegenden Wintersportgebieten gerechtfertigt erscheinen. Im gegebenen Rahmen ist es nur möglich Anhaltspunkte zur relativen Wahrscheinlichkeit eines Gebietes zu sich selbst anhand unterschiedlicher Monate darstellen. Schwankungen, die sich aufgrund der Höhenlage ergeben, konnten nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 21 **Kältere und wärmere Monate bei Erwärmung relativ zum entsprechenden Monatsdurchschnitt der Periode 1965/66 bis 1994/95**

Monat	1965 to 1995		2° C wärmer		3° C wärmer	
	kälter	wärmer	kälter	wärmer	kälter	wärmer
November	15	15	3	27	1	29
Dezember	15	15	4	26	0	30
Jänner	17	13	7	23	2	28
Februar	14	16	7	23	3	27
März	14	16	8	22	5	25
April	15	15	1	29	0	30

Quelle: Temperaturdaten ZAMG, eigene Berechnungen

Bei 2°C Erwärmung werden die kälteren und guten Werte von Jänner Februar und März etwa auf die Hälfte reduziert. Die kälteren Werte der Monate November, Dezember, April werden um 80% reduziert würden.

Bei 3°C Erwärmung werden die kälteren Werte der Monate Jänner, Februar, März um 80% reduziert, während es in den Monaten November, Dezember, April nur mehr wärmere Monatswerte gibt. Beschneigung wird bei Erwärmung, sofern sie überhaupt möglich sein wird, nur in den höchstgelegenen Wintersportgebieten wirtschaftlich zielführend durchgeführt werden können.

Beurteilung der Niederschlagsvoraussetzung zur Beschneigung

Bei ausreichend guten Temperaturverhältnissen ergeben 100mm Niederschlag eine Schneedecke von 25cm (relativ kompakter Schnee). In der Regel verwendet man 200 l Wasser pro m² um künstlich zu beschneien (UBA 1992). In etwa entspricht dies 200mm Niederschlag.

Anhaltspunkte über die Verfügbarkeit von Wasser findet man in Kapitel 3, in dem die durchschnittlichen Winterniederschlagssummen in Abhängigkeit von der Seehöhe dargestellt wurden. Daten über den Sommerniederschlag und die Möglichkeit für den Bau eines Speicherbeckens standen nicht zur Verfügung. Niederschlag zu Saisonbeginn ist wichtiger als zu Saisonende.

ZUSAMMENFASSUNG

Analyse

- Die drei Hauptgruppen von Aufstiegshilfen, Schleplifte, Kleinseilbahnen und Hauptseilbahnen wurden auf Schlepliftäquivalente nach Bezirken umgerechnet und auf vier Gruppen aufgeteilt. Die elf intensivsten Bezirke verfügen über zwei Drittel der österreichischen Aufstiegshilfen.
- Für Alpensportbezirke (Bezirke mit Seilbahnen) wurde die "mittlere Höhe der Talstation von Seilbahnen" errechnet. Die durchschnittliche Tiroler Seilbahn liegt etwa 500m höher als die durchschnittliche Niederösterreich Seilbahn.
- Die Alpensport Spitzenbezirke Kufstein, Kitzbühel und Liezen und die alpensportlich stark genutzten Bezirke Lilienfeld, Neunkirchen, Müzzzuschlag, sowie Hermagor, Kirchdorf an der Krems, Murau, Bregenz haben bezogen auf die mittlere Höhe der Talstation von Seilbahnen eine kurze Wintersaison. Diese Bezirke erscheinen auch am empfindlichsten auf Klimavariabilität.
- Die Serie von warmen Wintern in der letzten Dekade des Untersuchungszeitraum 1965 bis 1995 hat den Ausbau von Beschneiungsanlagen stark vorangetrieben. Knapp 10% der österreichischen Pistenfläche wird heute künstlich beschneit. Beschneibar waren generell Höhenbereiche über 1500m und tiefliegende Skigebiete während der Monate Dezember bis Februar.

Ausblick Klimaänderung

- Die Alpensportbezirke Kufstein, Kitzbühel und Liezen fallen als erste Spitzenbezirke aufgrund einer zu kurzen Wintersaison aus. Vorteilhaft könnte diese Situation für höherliegende Spitzenbezirke sein.
- Beschneiungsanlagen können nur mehr in Regionen über 1500m und während der Monate Dezember bis Februar eingesetzt werden. Die Monatsdurchschnittstemperaturen der Periode 1965/66 bis 1994/95 werden immer seltener erreicht.

Kapitel 8 Aussagen

Aussagen

Die Wintertourismusentwicklung könnte auch in einer wärmeren Umwelt sozial, wirtschaftlich und ökologisch nachhaltig verlaufen, doch sind hierfür große Anstrengungen notwendig. Ähnlich wie sich die wirtschaftlichen Voraussetzungen des alpinen Raumes im Laufe der letzten 30 Jahre geändert haben, werden sie sich auch in Zukunft ändern. Die Möglichkeit schwerwiegender, von außen herbeigeführter, lokaler Umweltänderungen, soll in aktuelle Planungsvorhaben vor Ort mit einbezogen werden. Unser Ziel war es, mit dieser Arbeit entsprechende Voraussetzungen zu schaffen.

Alle Bezirke wurden nach denselben Kriterien beurteilt. Anhand von Indikatoren aus den Unterbereichen Temperatur, Niederschlag, Schnee, Bevölkerung, Nächtigungen und Infrastruktur sowie deren Kombination werden Aussagen gebildet.

Korrekturen zu den Indikatorwerten könnten sich aufgrund von lokalen Analysen ergeben. Denn nicht erfaßt wurden lokale Einflußfaktoren des Klima (wie Relief, Vegetation, Bodenverhältnisse oder Hauptwindrichtung) oder die lokalen Entwicklungsfaktoren des Wintertourismus (Initiativen der Bevölkerung, Zugänglichkeit des Gebietes, Verkehrsverbindungen), die einen wesentlichen Einfluß auf das lokale Klima und die lokale Nutzungsintensität des Wintertourismus haben.

Weiters wurden qualitative Rückschlüsse auf die alpine Umwelt gezogen. Es standen keine Indikatoren der vergleichenden Beurteilung zur Verfügung.

Feststellungen

- Die Klimasensibilität österreichischer Bezirke hat in Bezug auf Wintertourismus zugenommen. Die wirtschaftliche Abhängigkeit war zu Ende der Untersuchungsperiode 1965/66 bis 1994/95 bedeutender als zu ihrem Beginn. Eine kleinere Änderung der Klimaparameter Temperatur, Niederschlag und Schnee zu Ende der Untersuchungsperiode kann mehr Schaden im Wintertourismus verursachen als eine größere Änderung zu Beginn der Untersuchungsperiode.
- Alle österreichischen Wintersportbezirke werden früher oder später durch eine Klimaänderung betroffen. Selbst wenn es zu keiner Klimaänderung kommt, so zeigt das Maß an Klimavariabilität und die gestiegene Klimasensibilität, daß ein ernstes Klimaproblem im Zusammenhang mit dem Wintertourismus entstanden ist.
- Sowohl das Klima als auch der alpine Wintertourismus sind von der Seehöhe abhängig. Die klimatischen Bedingungen für den schneeabhängigen Wintersport sind "oben" besser als "unten". Die einzelnen Bezirke müssen in gleicher Höhenlage jedoch nicht ähnliche Klima- und Wintertourismusbedingungen vorfinden. Es gibt zahlreiche andere Einflußfaktoren, die wir mit unseren Analysen nur teilweise erfassen konnten.
- Die letzte Dekade des Untersuchungszeitraumes war die wärmste. Die Temperatur lag im Schnitt der Wintersaison und bezogen auf ganz Österreich um 0,7°C höher als in den beiden Dekaden dafür. Dies bewirkte eine Trendwende: statt neue Berggebiete zu erschließen und auszubauen wurde in die Sicherung der Wintersaison investiert.
- Eine Temperaturänderung um 2°C bzw. 3°C geschieht nicht sofort, sondern im Laufe von Jahrzehnten. Es ist denkbar, daß die Untersuchungsperiode 1965 bis 1995 bereits die erste Phase einer Änderungsperiode gewesen ist.
- Man kann die festgestellte Erwärmung bei den Winterperioden zwischen 1965 und 1995 der natürlichen Klimavariabilität zuschreiben. Auch eine Überlagerung der Komponenten Klimavariabilität und Klimaänderung oder eine Ausweitung der Amplituden der Klimavariabilität ist denkbar.

- Die Begünstigung oder Benachteiligung durch eine Klimaänderung ist variabel und hängt stark von der Situation in den anderen Bezirken und äußeren Rahmenbedingungen für den Wintertourismus ab.

Mögliche Wechselwirkung Klima, Wintertourismus und Alpine Umwelt

- Ungewollte, aber mögliche katastrophale "Klimafolgen" für die Umwelt werden nicht nur durch das Klima verursacht. Ein Zusammenwirken von mehreren überregionalen, regionalen und lokalen Umweltproblemen besteht. Der Mensch hat einen großen Einfluß auf die möglichen Folgen. Diese können sowohl aufgeschaukelt als auch abgeschwächt werden.
- Katastrophen können im Zusammenwirken mit anderen Faktoren bereits vor Eintreffen von Klimaszenarien entstehen. Bei unzureichenden Schutzwaldpflege, der Verstrauchung von Almen oder der raschen Ausweitung von Erosionsflächen wird das Landschaftsgefüge verletzbar für Extremwetterlagen (Dürreperioden, Starkniederschläge, die ebenfalls im Zuge einer Klimaänderung ansteigen sollen). In der Folge steigt die Frequenz von Katastrophen wie Überschwemmungen und Murenabgänge.
- Eine gut gepflegte Landschaft hat mehr Widerstandskraft gegen äußere Streßfaktoren. Im optimalen Fall wird man, unter entsprechenden Anstrengungen, auch mit einem stärker veränderten Klima keine katastrophalen Umweltzustände erleben müssen. Hierbei muß ein Ausgleich zu den existierenden und zukünftig möglichen Umweltbelastungen gefunden werden.
- Wirtschaftliche Probleme und Umweltprobleme entstehen gemeinsam und befinden sich in Wechselwirkung zueinander. Umweltprobleme werden in Zeiten des Wirtschaftswachstums leichter behoben als in Zeiten mit wirtschaftlichen Schwierigkeiten.
- Betroffen vom Szenario des wirtschaftlichen Niederganges sind vor allem die Verliererbezirke des österreichischen Wintertourismus. Einkommensrückgänge im Wintertourismus können kaum als Stimulanz zur intensivierten Landschafts- und Umweltpflege angesehen werden. Menschen wandern ab und die Landschaft verwildert.
- Eine Begünstigung von Gewinnerbezirken könnte einen Ausbau von Wintertourismuseinrichtungen vorantreiben. Die im Zusammenhang Tourismus/Umwelt bekannten Probleme der Bereiche Naturschutz, Verkehr, Wasserversorgung, Abfall- und Abwasserbeseitigung nehmen zu. Bedenklich wäre, wenn die Gewinnerbezirke im Zuge eines Fortschreitens der Klimaänderung selbst zu Verliererbezirken würden.

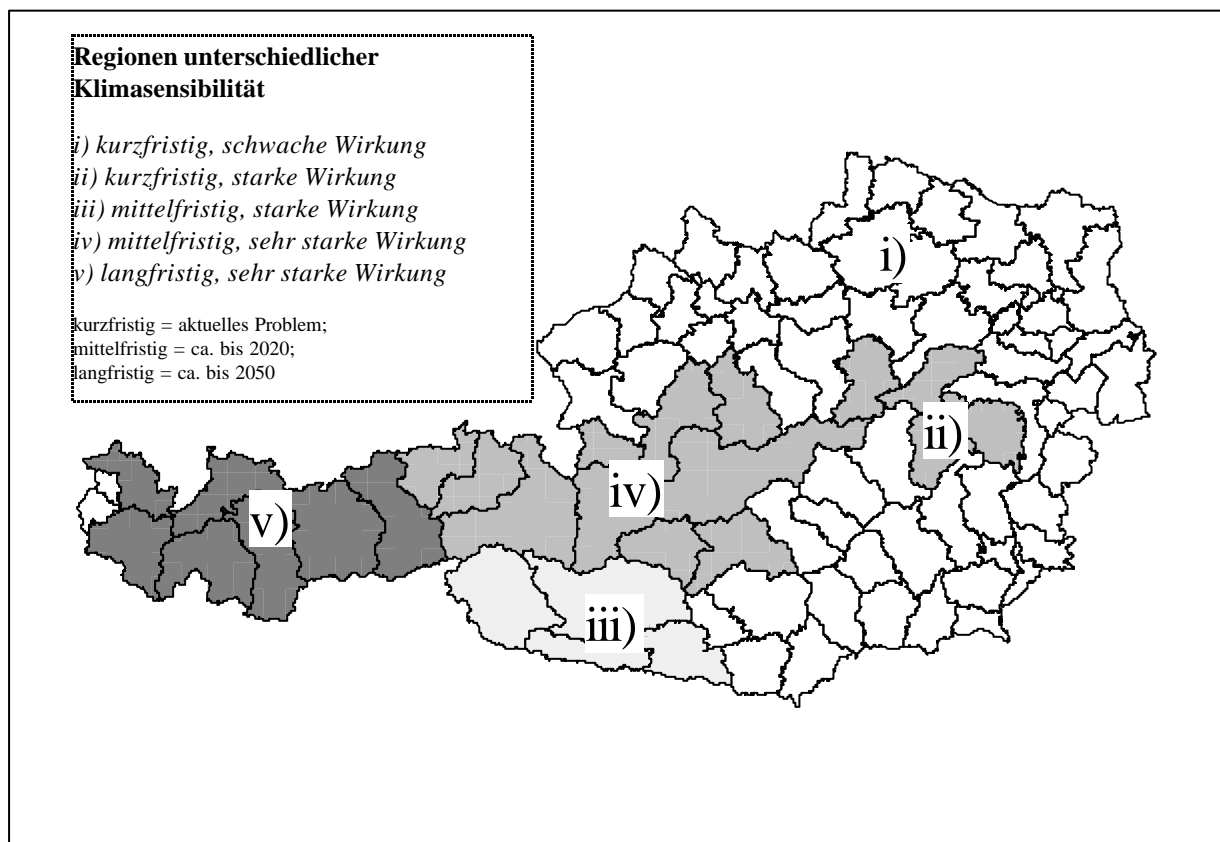
Regionale Beurteilung der Klimasensibilität und Maßnahmen

Die österreichischen Bezirke wurden für eine abschließende Gesamtbeurteilung auf fünf Regionen aufgeteilt. Jede der Regionen i) kein alpinsportbasierter Wintertourismus, ii) Nordostrand des österreichischen Wintertourismus, iii) Südrand des österreichischen Wintertourismus iv) östliches Zentrum des österreichischen Wintertourismus und v) westliches Zentrum des österreichischen Wintertourismus hat eine andere Klimasensibilität bezogen auf das zeitliche Eintreffen und die mögliche Wirkung.

Die Klimasensibilität des Wintertourismus ergibt sich aus der Kombination wirtschaftliche Bedeutung und Schneesicherheit. Dies bedeutet, daß vor allem tiefliegende Wintertourismusbezirke mit Alpensport klimasensibel sind. Die Klimasensibilität hat im Laufe der Untersuchungsperiode 1965 bis 1995 zugenommen, da die wirtschaftliche Bedeutung des Wintertourismus größer geworden ist. Zudem ist es möglich, daß eine Klimaänderung vor sich geht, die ihrerseits eine Erhöhung der Klimasensibilität bewirkt.

Spezifische, lokale Anpassungsmaßnahmen des Wintertourismus an die aktuelle Klimasituation werden in Zukunft verstärkt notwendig sein. Adaptierungsmaßnahmen wären, a) die wintertouristische Infrastruktur generell höher zu verlagern, bzw. b) bestehende Aufstiegshilfen mit Beschneigungsanlagen auszustatten. Diese Maßnahmen sind zwar bei Fortschreiten einer Erwärmung nur von begrenzter Dauer, können aber für viele Jahre eine Überbrückungshilfe schaffen.

Abbildung 37: Regionale Beurteilung der Klimasensibilität



Quelle: Eigene Darstellung

Die einzelnen Bezirke werden nun wieder zu zusammenhängenden Regionen verbunden um ein besseres regionales Bild der unterschiedlichen Klimasensibilität zu bekommen. Dabei kann es vorkommen, daß der eine oder andere Bezirk und speziell auch einzelne Skigebiete innerhalb der Bezirke anders als der regionale Durchschnitt beurteilt werden müßten.

- (i) Bezirke ohne alpinsportbasierten Wintertourismus: diese Gruppe umfaßt alle Bezirke, die nicht in den anderen Gruppen genannt sind. Die rund 7 Millionen Nächtigungen dieser Region sind aber nicht vom Alpinsport abhängig. Sofern eine wintertouristische Infrastruktur vorhanden ist, dient diese dem lokalen Erholungsbedarf. Die vorhandenen Liftanlagen haben lokale Bedeutung und waren wichtig um den Wintertourismus auf eine breite Basis innerhalb der gesamten österreichischen Bevölkerung zu stellen. Da die Lifte tief liegen, kann selbst bei leichter Erwärmung nur mehr zufällig Wintersport betrieben werden. Die Wirkung einer Erwärmung ist kurzfristig. Eine Adaption an ein wärmeres Klima ist unrentabel.
- (ii) Nordostrand des österreichischen Wintertourismus (Neunkirchen, Lilienfeld, Scheibbs, Mürzzuschlag): hier finden sich Bezirke mit tiefliegenden Wintersportgebieten und sehr kurzer Wintersaison. Die Anzahl der Nächtigungen ist relativ gering (etwa eine Million Nächtigungen). Hier liegen aber die Hauptskigebiete für Tagesgäste aus dem Ballungsraum Wien und Niederösterreich und die Anzahl der Nächtigungen gibt die Bedeutung als Alpinsportregion nicht entsprechend wieder. Aufgrund der relativ tiefen Lage der Infrastruktur wirkt eine Erwärmung sofort. Eine Adaption an ein wärmeres Klima kann durch eine entsprechende lokale Nachfrage rentabel sein, wenngleich die zeitliche Ausnutzung der Wintertourismusinfrastruktur nur von kurzer Dauer ist.
- (iii) Südrand des alpinen Wintertourismus (Lienz, Spittal an der Drau, Hermagor, Villach): es werden etwa 3 Millionen Nächtigungen erzielt. Die Infrastruktur des Wintertourismus liegt vergleichsweise hoch im Bezirk Spittal an der Drau und relativ tief im Bezirk Hermagor. Deshalb wird erwartet, daß Klimaprobleme des Südrandes bei Erwärmung zuerst im Bezirk Hermagor sichtbar werden und erst danach in den angrenzenden Bezirken. Die große regionale Abhängigkeit vom Wintertourismus erfordert eine Adaption an ein wärmeres Klima, sofern die aktuelle Wirtschaftsstruktur aufrecht erhalten werden soll.
- (iv) Östliches Zentrum des alpinen Wintertourismus: hier befinden sich die Bezirke Kufstein, Kitzbühel, Zell am See, St. Johann im Pongau, Hallein, Tamsweg, Murau, Liezen, Gmunden und Kirchberg. Rund 20 Millionen Nächtigungen werden jährlich in den hier erwähnten Bezirken erzielt. Im Vergleich zu den westlichen Bezirken liegt die Infrastruktur des Tourismus tiefer. Deshalb ist zu erwarten, daß eine Erwärmung sich zuerst und stärker auf das östliche Zentrum auswirkt und erst danach auf das westliche Zentrum. Innerhalb der Region besonders gefährdet erscheinen die Bezirke Kitzbühel und Kufstein sowie das steirische Liezen mit den angrenzenden oberösterreichischen Bezirken Gmunden und Kirchberg. Eine Anpassung an ein wärmeres Klima ist nicht nur ein vordringliches regionales Anliegen, sondern hat auch nationale Bedeutung.
- (v) Westliches Zentrum des alpinen Wintertourismus: dazu gehören die Bezirke Schwaz, Innsbruck, Imst, Reutte, Landeck, Bludenz und Bregenz. Rund 21 Millionen Nächtigungen werden in den erwähnten Bezirken erzielt. Die Infrastruktur liegt höher als in den östlichen Wintersportbezirken. Zuerst wird man innerhalb der Region Klimaprobleme im Bezirk Bregenz feststellen können. Diese Region wird im Zuge einer Erwärmung ihren relativen Anteil am österreichischen Wintertourismus erhöhen. Der Druck zur Adaption an ein wärmeres Klima ist weniger hoch, da die Region innerhalb Österreichs über die höchstliegende Wintersportinfrastruktur verfügt.

Beispielhaft nehmen wir das Szenario 2°C Erwärmung im Jahre 2050 relativ zur durchschnittlichen Temperatur der Periode 1965 bis 1995 als Bezug. Bezüglich des zeitlichen Eintreffens von Klimafolgen kann gesagt werden:

- Die Regionen i) und ii) sind bereits heute durch relativ geringe Temperaturschwankungen schwer belastet. Eine Adaption an ein wärmeres Klima ist wenig zielführend. In Region ii) könnte ein intensiver Tagesausflugsverkehr mit entsprechenden Einnahmen auch bei einer kurzen Saison Adaptionenmaßnahmen bis ca. 2020 sinnvoll erscheinen lassen.
- Die Regionen iii) und iv) sind wirtschaftlich sehr stark vom Wintertourismus abhängig. Adaptionenmaßnahmen sind vor allem hier erforderlich und könnten den Erwärmungstrend bis ca. 2020 abpuffern. Danach wird die Anpassung immer schwieriger.
- Die Region v) ist klimabegünstigt. Adaptionenmaßnahmen sind hier vorteilhaft im Bezug auf Klimaschwankungen und zur Vermeidung von Totalausfällen in warmen Wintern. Nach 2020 wird auch in dieser Region verstärkt Adaption notwendig.

Der Wintertourismus wird sich bei Erwärmung noch stärker als bisher auf Gunstregionen konzentrieren. Das westliche Zentrum des Wintertourismus wird von den anderen Regionen Marktanteile gewinnen. Aufgrund der starken wirtschaftlichen Abhängigkeit vom Wintertourismus und der damit verbundenen Klimasensibilität können aber alle Spitzenbezirke des Wintertourismus durch Erwärmung existentiell bedroht werden.

Empfehlungen

Abschließend möchten wir den Forschungsbedarf aufzeigen und empfehlen folgende weiterführende Studien zum Thema:

- Besonders bedrohte Bezirke mit hoher Klimasensibilität sollen noch genauer untersucht werden um das lokale Bild der Zusammenhänge zu verbessern. Als erste Priorität nennen wir hierbei die tiefliegenden Spitzenbezirke des Wintertourismus wie Kitzbühel, Kufstein, Liezen, Hermagor und Bregenz. Danach sollten alle anderen Bezirke mit herausragendem Wintertourismus untersucht werden.
- Der Tagesausflugsverkehr von Österreich ist unzureichend erfaßt. Gesondert sollten deshalb auch Bezirke mit einer vermutlich herausragenden Bedeutung an Tagesgästen untersucht werden. Dies sind vermutlich die niederösterreichischen Bezirke Lilienfeld, Neunkirchen, Scheibbs, das steirische Mürzzuschlag und etwas abgeschwächt die oberösterreichischen Wintertourismusbezirke Gmunden und Kirchberg an der Krems.
- Unsere Untersuchungen wurden auf der Basis von Monatsmittelwerten des Klimas durchgeführt. Das Schneemodell, welches sich derzeit auf die saisonale Schneedecke bezieht, könnte in Bezug auf die monatliche Schneedecke verfeinert werden. So könnten auch feinere Unterschiede in der zeitlichen Nutzung aufgezeigt werden.
- Wir untersuchten die Möglichkeit einer gleichmäßigen Erwärmung um 2°C bzw. um 3°C. Weiters könnten andere Szenarien der Klimaänderung simuliert werden. So etwa die Konsequenzen einer unterschiedliche Erwärmung in höheren, mittleren und tiefen Lagen bzw. in verschiedenen Klimaregionen. Weiters könnte berechnet werden, wie sich Niederschlagsschwankungen auf die Schneehöhe auswirken.
- Beschneiungsanlagen werden auf absehbare Zeit eine große Bedeutung zur Anpassung an ein wärmeres Klima haben. Generell empfehlen wir die allgemeine Informationsbasis über bestehende und geplante Beschneiungsanlagen gezielter als bisher zu erfassen, um mögliche wirtschaftliche und ökologische Konsequenzen frühzeitig aufzeigen zu können.
- Die Beurteilung der Einsetzbarkeit von Beschneiungsanlagen ist aufgrund der Analyse von Monatsmittelwerten der Temperatur relativ grob. Für eine genauere Beurteilung müßten die Tageswerte der Temperatur verfügbar sein. Zur Beurteilung der Verfügbarkeit von Wasser zur künstlichen Beschneigung müßten zusätzlich die Sommerniederschlagsreihen erhoben werden. Es wird daher empfohlen eine Vertiefungsstudie zur Einsetzbarkeit von Beschneiungsanlagen durchzuführen.

Literaturverzeichnis

- 1 Abegg B. (1996). Klimaänderung und Tourismus. Klimafolgenforschung am Beispiel des Wintertourismus in den Schweizer Alpen. Schlußbericht NFP 31.
- 2 Abegg B., R. Frösch (1994). Climate Change and Winter Tourism: Impacts on Transport Companies in the Swiss Canton Graubünden.
- 3 Akademie für Umwelt und Energie, Bundesministerium für Umwelt, Österreichische CO₂-Kommission (1995). Jahresbericht 1994 der Österreichischen CO₂-Kommission (ACCC). Empfehlungen 1994 zur Erreichung des Toronto Zieles.
- 4 Auer I. (1996) Teilbericht zum Projekt: Klimasensibilität österreichischer Bezirke mit besonderer Berücksichtigung des Winterfremdenverkehrs. Klimaanalyse, Teilbereich Niederschlag.
- 5 Auer I. (1993). Niederschlagsschwankungen in Österreich. Heft 7, Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- 6 Austrian Council on Climate Change ACCC (1996). Österreich und der globale Klimawandel. Stellungnahme des Österreichischen Klimabeirates.
- 7 Bailly A.S. (1992). Environmental Perception, Climate Change and Tourism. in "Mountain Environments in Changing Climates" edt. M. Beniston. London.
- 8 Beniston M. editor (1994). Mountain Environments in Changing Climates. Contributions to Davos Conference in October 1992. Routeledge.
- 9 Bittermann W. (1993). Umweltrelevante Aspekte des Wintertourismus am Beispiel des alpinen Skilaufs. In Statistische Nachrichten 5/1993.
- 10 Böhm R. (1996) Teilbericht zum Projekt: Klimasensibilität österreichischer Bezirke mit besonderer Berücksichtigung des Winterfremdenverkehrs. Klimaanalyse, Teilbereich Temperatur.
- 11 Böhm R. (1992). Lufttemperaturschwankungen in Österreich seit 1775, Heft 5, Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- 12 Brandstätter Ch., F. Lichtenegger, F. Solar (1992). Skiwelt und Umwelt: Eine Untersuchung von Pisten und Nicht-Pisten über Bodenzustand, Vegetation und Ertrag. Herausgeber: Fachverband der Seilbahnen.
- 13 Breiling (1993a). Die zukünftige Umwelt- und Wirtschaftssituation peripherer alpiner Gebiete. Dissertation Univ. für Bodenkultur/ FWF P8079 SOZ Bericht.
- 14 Breiling (1993b). Klimaveränderung, Wintertourismus und Umwelt. In ENVIROTOUR II Report. Ed. Pillmann W. A. Wolz, Wien.
- 15 Breiling M. P. Charamza (1994). Localizing the Threats of Climate Change in Mountain Environments. In "Mountain Environments in Changing Climates" edt. M. Beniston. London.
- 16 Breiling M. (1994). Climate Variability and Its Impact on the Austrian National Economy, the Alpine Environments and the Need for Local Action. Conference Proceedings "Snow and Climate". Geneva.
- 17 Breiling M. (1996). Ressourcenraum Alpen in Gefahr?. 26. Symposium "Die Land- und Forstwirtschaft im Alpenraum". Ökosoziales Forum Igls.
- 18 Bundesamt für Industrie, Gewerbe und Arbeit, Bundesamt für Raumplanung (1991). Beschneigungsanlagen. Neue Ausrichtungen der Bundespolitik. Bern.
- 19 Bundeskammer der Gewerblichen Wirtschaft, Statistisches Referat der Bundessektion Fremdenverkehr (1990-1993). Tourismus in Zahlen.
- 20 Bundesministerium für Umwelt (1995). Nationaler Umwelt Plan. Wien.
- 21 Charamza P. (1996). Mathematical part to project "Klimasensibilität österreichischer Bezirke".
- 22 CIPRA Commission Internationale pour la Protection des Regions Alpines/ Internationale Alpenschutzkommission (1989). Beschneigungsanlagen im Widerstreit der Interessen.
- 23 Deutscher Skiverband (1996). DSV-Atlas Ski Winter 1997, München.
- 24 Döös B.R. (1991). Environmental Issues Requiring International Action. IIASA RR. Laxenburg.
- 25 EEA European Environment Agency (1996). Climate Change in the European Union.
- 26 Edinger J. (1996). Zukunftsperspektiven für den Alpenraum: Berglandwirtschaft und Tourismus. Vortragsunterlagen 26. Symposium "Die Land- und Forstwirtschaft im Alpenraum". Ökosoziales Forum Igls.
- 27 Elsasser H., B. Abegg, U. König (1995). Winter ohne Schnee? Klimaänderung und Tourismus im Alpenraum. Reihe "extracts" Nr. 27, IRUB, Wien.
- 28 Fachverband der Seilbahnen (1994). Seilbahnen Österreichs.
- 29 Haylock M.R., P.H. Whetton, C. Desborough (1994) Climate Change and Snow Cover Duration in the Victorian Alps. Report 403 Environmental Protection Agency. Melbourne.

- 30 IPCC (1996). Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger und Synthesebericht. Deutsche Fassung. Herausgegeben von ProClim. Bern.
- 31 Jeglitsch H. (1995). Der Beitrag der Bundesländer zum Brutto-Inlandsprodukt. WIFO. Wien.
- 32 Jeglitsch H. (1989). Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung nach Bezirken. ÖROK Schriftenreihe Nr. 72, Wien.
- 33 Mohnl H. (1994). Die Schwankungen der Neuschneehöhe und Schneedeckendauer in Österreich (Periode 1895-1992). in 90.91. Jahresbericht des Sonnblick-Vereins. S.5-47. Wien.
- 34 Michaels P.J. (1994) Temperature Histories in Perspective. The relationship between Global and Local. World Climate Review 2/4 p. 5-11.
- 35 ÖIR (1994). Nutzungsintensität in den Tourismusgemeinden und -gebieten Österreichs. Kurzfassung.
- 36 ÖROK (1989). Atlas zur räumlichen Entwicklung Österreichs. Problemgebiete im Fremdenverkehr 1987/88.
- 37 Österreichische Akademie der Wissenschaften (1992). Anthropogene Klimaänderungen: Mögliche Auswirkungen auf Österreich - Mögliche Maßnahmen in Österreich.
- 38 Österreichisches Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr (1993). Amtliche Eisenbahnstatistik der Republik Österreich. Berichtsjahr 1992, Teil II Seilbahnen, Teil III Schleppliftanlagen.
- 39 Österreichische Bundesregierung (1995). Bericht der Bundesregierung an den Nationalrat: Österreichischer Klimaschutzbericht 1995.
- 40 Österreichische Gesellschaft für Angewandte Fremdenverkehrswissenschaft (1992). Gästebefragung Österreich Winter 1991/92. Wien.
- 41 Österreichische Gesellschaft für Angewandte Fremdenverkehrswissenschaft (1995). Gästebefragung Österreich Winter 1994/95. Wien.
- 42 Österreichisches Institut für Raumplanung (1995). Die Bedeutung des Tourismus in Österreich als Erwerbsbasis. Wien. Kurzfassung und Inhaltsverzeichnis des Gesamtberichtes
- 43 Österreichische Raumordnungskonferenz (1996). Achter Raumordnungsbericht.
- 44 Österreichisches Statistische Zentralamt (1992). Volkszählung 1991. Wohnbevölkerung nach Gemeinden mit der Bevölkerungsentwicklung seit 1869. Heft 1.3030/0, Wien.
- 45 Österreichisches Statistische Zentralamt (1992). Volkszählung 1991. Wohnbevölkerung nach Gemeinden mit der Bevölkerungsentwicklung seit 1869. Heft 1.3030/0, Wien.
- 46 Schweizer Bundesamt für Statistik (1994). "Tourismus" in Statistisches Jahrbuch der Schweiz 1995. S. 223-237, Zürich.
- 47 Smeral E. (1995). Bericht über die Lage der Tourismus- und Freizeitwirtschaft in Österreich 1995. Kurzfassung. Wien.
- 48 Smeral E. (1995). Zukunftsstrategien für den österreichischen Tourismus. Wien.
- 49 Smith V., W. Eadington eds. (1992). Tourism Alternatives. "Potentials and Problems in the Development of Tourism Alternatives. Chichester.
- 50 Sokratov (1997). Evaluationreport of project "Klimasensibilität österreichischer Bezirke..". Moskau.
- 51 Umweltbundesamt Wien UBA (1992). Beschneigungsanlagen in Österreich. Bestandserhebung und Literaturrecherche. Wien.
- 52 Wall G. (1992). Tourism Alternatives in an Era of Global Climatic Change. In Tourism Alternatives: Potentials and Problems in the Development of Tourism. p. 194-215. Chichester.
- 53 Whetton P.H., M.R. Haylock, R. Galloway (1996). Climate change and Snow-cover duration in the Australian Alps. Climatic Change 32: 447-479.
- 54 ZAMG (1997). Klimasensibilität österreichischer Bezirke mit besonderer Berücksichtigung des Winterfremdenverkehrs. Wien.
- 55 Zins A.H. (1996). Reiseausgaben im österreichischem Tourismus. Herausgeber: ÖGAF Österreichische Gesellschaft für Angewandte Fremdenverkehrsforschung.

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1 Wirkungskette der anthropogenen Klimaänderung.....	13
Abbildung 2 Temperaturregionen mit 16 Temperaturstationen	26
Abbildung 3 Temperaturvariationen der Wintersaison	27
Abbildung 4 Variationen der Monatstemperaturen 1965/66 bis 1994/95	28
Abbildung 5 Durchschnittstemperatur der Periode November bis April relativ zur Seehöhe (1965 - 1995) ..	29
Abbildung 6 Durchschnittstemperatur der Monate November bis April relativ zur Seehöhe (1965 - 1995) ..	30
Abbildung 7 Auswahl der Niederschlagsstationen zur Messung des relativen Niederschlages	34
Abbildung 8 Absolute Winterniederschläge	35
Abbildung 9 Relativer Niederschlagverlauf November bis April	36
Abbildung 10 Mittlere Höhe der Schneedecke bei 66 Meßstationen während der Periode 1965/66 bis 1994/95	40
Abbildung 11 Wahrscheinlichkeit einer Schneedecke nach Monaten	41
Abbildung 12 "Absinken" der Seehöhe bei 2°C Erwärmung relativ zur durchschnittlichen Klimasituation 1965/66 bis 1994/95 in den Temperaturregionen AOR, IAOS	47
Abbildung 13 "Absinken" der Seehöhe bei 2°C Erwärmung relativ zur durchschnittlichen Klimasituation 1965/66 bis 1994/95 in den Temperaturregionen IAON, IAW, NAO, NAW.	48
Abbildung 14 Bevölkerung nach Höhe des Hauptwohnortes	54
Abbildung 15 Ergebnisse Clusteranalyse.	56
Abbildung 16 Höhe der Schneedecke bei Erwärmung	57
Abbildung 17 Temperaturverlauf im Punkt "Mittlere Seehöhe der Wohnbevölkerung"	58
Abbildung 18 Gewinner und Verlierer bei Erwärmung	59
Abbildung 19 Entwicklung der österreichischen Winternächtigen	64
Abbildung 20 Relative Bedeutung der Wintermonate am Wintertourismus	66
Abbildung 21 Winternächtigen in Österreich nach Bundesländern.	67
Abbildung 22 Nächtigen pro Einwohner	68
Abbildung 23 Nächtigen nach Bezirken des Bundeslandes Tirol 1975/76 bis 1994/95	69
Abbildung 24 Nächtigen nach Bezirken des Bundeslandes Salzburg 1975/76 bis 1994/95	69
Abbildung 25 Nächtigen nach Bezirken des Bundeslandes Vorarlberg 1975/76 bis 1994/95	70
Abbildung 26 Tourismusentwicklung nach Bezirken des Bundeslandes Steiermark 1975/76 bis 1994/95 ..	70
Abbildung 27 Nächtigen nach Bezirken des Bundeslandes Kärnten 1975/76 bis 1994/95	71
Abbildung 28 Tourismusentwicklung nach Bezirken des Bundeslandes Oberösterreich 1975/76 bis 1994/95	71
Abbildung 29 Nächtigen nach Bezirken des Bundeslandes Niederösterreich 1975/76 bis 1994/95	72
Abbildung 30 Touristentagesausgaben	73
Abbildung 31 Modellrechnung des Einkommens pro Einwohner je Bezirk	75
Abbildung 32 Verteilung der Schlepliftäquivalente nach Bundesländern	80
Abbildung 33 Aufteilung der Schlepliftäquivalente von Österreich nach Bezirken	81
Abbildung 34 Mittlere Höhe der Talstation einer Kleinseilbahn nach Bundesländern	82
Abbildung 35 Mittlere Höhe der Talstation einer Hauptseilbahn nach Bundesländern	83
Abbildung 36 Ungefähre Wintersaisonlänge	84
Abbildung 37 Regionale Beurteilung der Klimasensibilität	94

Verzeichnis der Tabellen

<i>Tabelle 1 Bevölkerung Österreichs nach Seehöhe</i>	11
<i>Tabelle 2 Tage mit Temperaturmittel unter 0° C als Mittel der Stationen der Ostalpen und als Durchschnitt der Periode 1851-1950</i>	15
<i>Tabelle 3 Geschätzte Anzahl der Tage geeignet für den Wintersport nach Seehöhe</i>	16
<i>Tabelle 4 Klimavariationen innerhalb der Periode 1964/65 bis 1994/95</i>	17
<i>Tabelle 5 Zusammenfassung der 121 österreichischen Bezirke zu 85 Sammelbezirken</i>	20
<i>Tabelle 6 Relativer Niederschlag der Station Thüringen</i>	37
<i>Tabelle 7 Mittlere monatliche Schneedecke</i>	42
<i>Tabelle 8 Werte der Modellgleichung für Temperaturregionen.</i>	44
<i>Tabelle 9 Werte der Modellgleichung für Temperaturregionen bei 2°C und 3°C Erwärmung.</i>	45
<i>Tabelle 10 Anteile der Bevölkerung nach Höhenlage einzelner Cluster</i>	55
<i>Tabelle 11 Wintertourismus nach unterschiedlich klimasensiblen Bezirksgruppen</i>	60
<i>Tabelle 12 Veränderung des Prozentanteils im österreichischen Wintertourismus bei Erwärmung nach Bezirksgruppen</i>	61
<i>Tabelle 13 Anteil des Wintertourismus am österreichischen BIP gemessen an unterschiedlichen Bezugsjahren</i>	74
<i>Tabelle 14 Einkommen durch den Wintertourismus ÖS 2000 bis 8000 pro Person</i>	76
<i>Tabelle 15 Einkommen über ÖS 8000 pro Person</i>	76
<i>Tabelle 16 Einkommen über ÖS 50000 pro Person</i>	77
<i>Tabelle 17 Bezirke mit "Wintersaison sehr kurz"</i>	85
<i>Tabelle 18 Alpensportbezirke mit "Wintersaison kurz"</i>	85
<i>Tabelle 19 Alpensportbezirke mit "Wintersaison ausreichend lang"</i>	86
<i>Tabelle 20 Alpensportbezirke "Wintersaison langfristig sicher"</i>	86
<i>Tabelle 21 Kältere und wärmere Monate bei Erwärmung relativ zum entsprechenden Monatsdurchschnitt der Periode 1965/66 bis 1994/95</i>	89

Verzeichnis der Abkürzungen

AANO	Außeralpin-Nordost (Temperaturregion)
AASO	Außeralpin-Südost (Temperaturregion)
AAW	Außeralpin-West (Temperaturregion)
ACCC	Austrian Council on Climate Change/ Österreichischer Klimabeirat
AOR	Alpenostrand (Temperaturregion)
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMUJF	Österreichisches Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie
BMV	Österreichisches Bundesministerium für Verkehr und Öffentliche Wirtschaft
BMWA	Österreichisches Bundesministerium für Wirtschaftliche Angelegenheiten
BMWF	Österreichisches Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung
BOKU	Universität für Bodenkultur, Wien
DSV	Deutscher Skiverband
FWF	Fond zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung
FZS	Forschungszentrum Seibersdorf
GCM	General Circulation Model
GIS	Geographisches Informationssystem
GEM	Global Environmental Management
HZB	Hydrographisches Zentralbüro Wien
IAON	Inneralpin Ost-Nord (Temperaturregion)
IAOS	Inneralpin Ost-Süd (Temperaturregion)
IAW	Inneralpin-West (Temperaturregion)
IIASA	International Institute of Applied Systems Analysis
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change/ Weltklimaforum der Regierungen mit Experten und Entscheidungsträgern (freie Übersetzung)
IRUB	Institut für Raumplanung, Universität für Bodenkultur
LPA	Institutionen für Landschaftsplanung Alnarp, Sveriges Lantbruksuniversitet/ Institut für Landschaftsplanung Alnarp, Schwedische Universität für Agrarwissenschaften
MWV	Mühlviertel-Waldviertel (Temperaturregion)
NAO	Nordalpin-Ost (Temperaturregion)
NAW	Nordalpin-West (Temperaturregion)
NFP	Nationales Forschungsprojekt der Schweiz
ÖGAF	Österreichische Gesellschaft für Angewandte Fremdenverkehrsforschung
ÖIR	Österreichisches Institut für Raumplanung
ÖROK	Österreichische Raumordnungskonferenz
ÖSTAT	Österreichisches Statistisches Zentralbüro Wien
PIK	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung
ppm	parts per million/ Teile pro Million
SLU	Sveriges Lantbruksuniversitet/ Schwedische Universität für Agrarwissenschaften
SUAS	Swedish University of Agricultural Sciences
UBA	Umweltbundesamt Wien
UNEP	United Nations Environment Program/ Weltumweltprogramm
UNFCCC	United Nations Frameworkconvention on Climate Change/ Rahmenkonvention der Vereinten Nationen über Klimaänderung (zur Stabilisierung und Reduktion von Treibhausgasen)
WU	Wirtschaftsuniversität Wien/ Institut für Tourismuswirtschaft
WIFO	Wirtschaftsforschungsinstitut Wien
WMO	World Meteorological Organization/ Weltmeteorologieorganisation
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik/ Abteilung für Klimatologie