

DIPLOMARBEIT

**DIE ALPEN IM KLIMAWANDEL – ÖKOLOGISCHE UND
ÖKONOMISCHE FOLGEN FÜR DEN
WINTERTOURISMUS IN ÖSTERREICH**

ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs unter der Leitung von

Universitätsdozent
a.o. Prof. Dr. Wolfgang Feilmayr
E266
Institut für Stadt- und Regionalforschung

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Friedrich Zimmerl
Matr. Nr. 9525321, E630
Zellerndorf 328
A-2051 Zellerndorf

Danksagung

Ich bedanke mich bei a.o. Prof. Dr. Wolfgang Feilmayr für die vorbildliche Betreuung meiner Diplomarbeit und für die Geduld und Ausdauer, die er mir während dieser Zeit entgegen gebracht hat.

Schließlich möchte ich mich noch bei meinen Eltern bedanken, die mich stets unterstützt haben und durch die mein Studium überhaupt erst möglich wurde.

Abstract

The weather and climate are vital for the Austrian winter tourism. The winter sport regions are dependent on sufficient snow at the right time as well as on attractive weather conditions. There have to be good weather- and snowconditions have to be especially during the important times (X-mas, New Year, winter holidays). The Austrian winter tourism ist very strong oriented towards the ski sports.

In February 2001 the third report of the IPCC, a working group of the international committee on climate change was completed. The experts predict a global warming (between 1,4°C and 5,8°C) and a rising of the sea level. There are also results of Austrian GCM-scenarios which show a increase of temperature of about 2°C to 3,5°C till to the year 2035, assuming a global warming of 1°C to 2°C.

These changes will have consequences on the ecology. Flora and fauna experience a change in biodiversity. There will be "winners" and "losers" and we can expect a reduction in the biological variety. Further ecological consequences due to climate change are the increase of extreme flooding, increased probability of mudflow like mudslides, landslides or glacier flooding and the melting of most glaciers.

But also tourism particularly winter tourism in Austria will be affected by the climate change. This work analyses the consequences on the ski resort Kitzbühel. Kitzbühel with its 8700 inhabitants is one of the classic ski resorts in Austria. The annual numbers of tourists staying overnight in all accomodations in the community of Kitzbühel are over 800.000 (500.000 of that in the winter season).

Chapter 5 describes two scenarios which assume different temperature trends. Especially affected by the climate change are slopes below 1500 m or 1600 m. Calculations have shown a decline of overnight stays of 20 – 27 percent especially in December and March while January and February could nearly hold the numbers.

The most important strategies to avoid a negative development of the winter tourism in Kitzbühel are extensions of snowmaking facilities, the improvement of the slopes and the joining of the ski resorts Kitzbühel and Westendorf to the second largest combined ski resort in Europe.

The strategies in capital 6 were seperated in the fields mitigation and adaptation. The main request of the mitigation is the reduction of greenhouse gases. The possibilities of adaptation are technical operations like snow making facilities, changes of landscapes and earth independent transport facilities. Another way is to find alternatives to the skitourism such as recreation tourism as well as seminar tourism.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	2
Abstract	3
Inhaltsverzeichnis	4
0 Einleitung	7
0.1 Überblick	7
1 Tourismus	9
1.1 Stellung des österreichischen Tourismus 1999 im europäischen Vergleich	9
1.2 Bedeutung von Tourismus in Österreich	10
1.3 Gästeanalyse	13
1.4 Komponenten des Freizeitangebotes	16
1.4.1 Räumliche (ursprüngliche) Rahmenbedingungen	16
1.4.2 Abgeleitetes Angebot	17
1.5 Rahmenbedingungen für die zukünftige Entwicklung des Tourismus	19
1.5.1 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen	19
1.5.2 Gesellschaftliche Rahmenbedingungen	20
1.5.3 Technologische Rahmenbedingungen	21
1.5.4 Politische Rahmenbedingungen	22
1.5.5 Ökologische Rahmenbedingungen	23
1.5.6 Der Stellenwert von Wetter und Klima im Tourismus	24
2 Der Treibhauseffekt	28
2.1 Der "natürliche" Treibhauseffekt	28
2.2 Der „anthropogene“ Treibhauseffekt	28
2.3 Anthropogene Aerosole	32
3 Globale Klimaveränderung	33
3.1 Beobachtungen der Vergangenheit	33
3.1.1 Temperatur	33
3.1.2 Eisausdehnung und Meeresspiegel	33
3.1.3 Sonstige Veränderungen	34
4 Zukunftsprognosen durch Klimamodelle	35
4.1 Ergebnisse globaler Klimamodelle	36
4.1.1 Durchschnittstemperatur	37
4.1.2 Niederschlag	38
4.2 Das Klima in den Alpenländern	38
4.2.1 Klimaänderungsszenarien für den Alpenraum	38

4.2.2	Regionale Aussagen _____	39
4.2.3	Nordatlantische Oszillation _____	41
4.3	Ökologische Auswirkungen _____	43
4.3.1	Biosphäre (Pflanzen und Tierwelt) _____	44
4.3.2	Hydrosphäre (Wasserhaushalt) _____	47
4.3.3	Lithosphäre (oberster Bereich der festen Erde) _____	49
4.3.4	Kryosphäre (Polareis, Gletschereis, etc.) _____	51
5	<i>Auswirkungen auf den Wintertourismus am Beispiel Kitzbühel _____</i>	53
5.1	Allgemeine Basisdaten _____	53
5.2	Klima _____	56
5.3	Das touristische Angebot _____	61
5.3.1	Suprastruktur _____	61
5.3.2	Infrastruktur _____	64
5.3.3	Sonstiges touristisches Angebot _____	66
5.4	Klimatische Veränderungen in der Region Kitzbühel _____	67
5.5	Auswirkungen auf den Tourismus _____	68
5.5.1	Szenario 1 _____	68
5.5.2	Szenario 2 _____	70
5.5.3	Nachfragerückgang und Auswirkungen _____	72
5.6	Strategien für Kitzbühel _____	72
5.6.1	Zusammenschluss der Skigebiete Kitzbühel und dem Westendorfer Skigebietes _____	72
5.6.2	Ausbau der Schneeanlagen _____	73
5.6.3	Diversifikation des Angebots _____	74
6	<i>Strategien und Empfehlungen _____</i>	75
6.1	Mitigation _____	75
6.1.1	Internationale Klimapolitik _____	75
6.1.2	Energie _____	77
6.1.3	Verkehr _____	79
6.1.4	Bewusstseinsbildung _____	80
6.2	Adaptation _____	80
6.2.1	Sicherung des Skisports _____	81
6.2.2	Angebotsergänzungen im Wintertourismus _____	82
6.2.3	Vier-Jahreszeiten-Tourismus _____	83
7	<i>Zusammenfassung _____</i>	84
7.1	Tourismus _____	84
7.2	Klimaveränderung _____	84
7.3	Ökologische Auswirkungen _____	84
7.4	Auswirkungen auf den Wintertourismus _____	85
7.5	Kitzbühel _____	85

7.6 Strategien	86
8 Literatur- und Quellenverzeichnis	88
8.1 Bücher und Aufsätze	88
8.2 Internet	90
8.3 Abbildungsverzeichnis	90

0 EINLEITUNG

Dem Tourismus kommt in Österreichs Wirtschaft eine Schlüsselrolle bei der Einkommensbildung, bei der Beschäftigung und für das außenwirtschaftliche Gleichgewicht zu. Österreich präsentiert sich unter allen Industrienationen als jene mit dem höchsten Tourismusanteil an der Volkswirtschaft. Der Anteil der Deviseneinnahmen aus dem Reiseverkehr entsprechen 6 % des Brutto-Inlandsproduktes. Der europäische Durchschnitt liegt bei 2%.¹

Im Februar 2001 kam der dritte Bericht der Arbeitsgruppe 1 des Zwischenstaatlichen Ausschusses über Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC) heraus. Dieser prognostiziert eine noch höhere Steigerung der durchschnittlichen globalen Oberflächentemperatur als dies im zweiten Bericht vorhergesagt wurde. Eine wachsende Mehrheit von Wissenschaftlern geht weltweit von einem menschlich verursachten Treibhauseffekt und den dadurch verursachten Klimawandel aus.

Ziel dieser Diplomarbeit ist es zu untersuchen, inwieweit der globale Treibhauseffekt auch in den Alpen Veränderungen herbeiführen wird, und ob die bereits beobachtbaren Veränderungen des Klimas in die weltweiten Klima-Szenarien passen. Dass die Alpen von dem weltweiten Temperaturanstieg betroffen sind und im verstärkten Ausmaß betroffen sein werden, ist bereits sehr wahrscheinlich. Sollten diese Annahmen in den nächsten Jahrzehnten sich bewahrheiten, so ist der Wintertourismus in seiner Gesamtheit gefährdet. Anhand des Paradeskiortes Kitzbühel in Tirol sollen die Folgen einer Klimaänderung für den Tourismus verdeutlicht werden.

Außer den wirtschaftlichen Auswirkungen im Bereich des Tourismus soll auch der Bereich der Landwirtschaft, Verkehrsinfrastruktur und der Ökologie Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Der für Österreich in den letzten Jahrzehnten immer bedeutender werdende Tourismus in den Alpen steht vor einer neuen Herausforderung. Es gilt einerseits Strategien zu finden, um den Ausstoß der Treibhausgase zu verringern. Andererseits können auch Anpassungen in den Tourismusorten erfolgen, die den weiteren wirtschaftlichen Erfolg garantieren sollen.

0.1 Überblick

Kapitel 1 beschäftigt sich mit dem Bereich Tourismus. Es soll die Bedeutung des Fremdenverkehrs in Österreich aufzeigen.

Kapitel 2 beschreibt den für die Erde so wichtigen natürlichen Treibhauseffekt und die durch den vom Menschen vermehrten Ausstoß von Treibhausgasen verursachte zusätzliche Belastung des globalen Klimasystems. Das folgende Kapitel beschreibt die

¹ <http://www.austria-tourism.at/> 30.5.2001, 14:30.

Beobachtungen von Veränderungen klimaabhängiger Systeme von der Vergangenheit zur Gegenwart. Das 4. Kapitel führt Klimamodelle an, welche Prognosen für die zukünftig zu erwartenden Veränderungen des Klimas möglich machen. Hier soll die Temperatur- bzw. Niederschlagsentwicklung in den Alpen bzw. die dadurch entstehende Belastung der Ökologie angeführt werden. Kapitel 5 beschäftigt sich mit den Auswirkungen auf den Wintertourismus am Beispiel von Kitzbühel. Das 6. Kapitel soll einen kurzen Überblick über die Möglichkeiten einer Abschwächung der Klimaerwärmung geben. Auch Anpassungsstrategien werden in diesem Abschnitt kurz erläutert. Das abschließende 7. Kapitel bietet eine Zusammenfassung dieser Diplomarbeit.

1 TOURISMUS

„Tourismus ist die Gesamtheit der Beziehungen und Erscheinungen, die sich aus der Reise und dem Aufenthalt von Personen ergeben, für die der Aufenthaltsort weder hauptsächlichlicher und dauernder Wohn- noch Arbeitsort ist.“²

Der Fremdenverkehr ist für Österreichs Wirtschaft sehr bedeutend. Dies soll durch einen Überblick über die Situation des Tourismus in Österreich verdeutlicht werden. Weiters sollen die wichtigsten Angebotskomponenten und zukünftigen Rahmenbedingungen für einen erfolgreichen Fremdenverkehr aufgezeigt werden. Eine entscheidende Rolle für den Tourismus ist auch das vorherrschende Wetter und Klima in den Tourismusgebieten.

1.1 Stellung des österreichischen Tourismus 1999 im europäischen Vergleich

Zur Bewertung Österreichs als touristische Destination im europäischen Kontext der vergangenen Jahrzehnte liegen insbesondere seitens der WTO (Welthandelsorganisation) weitgehend vergleichbare Ergebnisse vor.

Entsprechend der Deviseneingänge aus dem internationalen Tourismus lag Österreich 1999 weltweit mit 11,1 Mrd. US Dollar und einem Marktanteil von 2,4% an 8. Stelle. An der Spitze stehen die USA, Spanien und Frankreich, die fast ein Drittel der weltweiten Reiseverkehrseinnahmen für sich verbuchen können.

Mit Deviseneinnahmen pro Kopf der Bevölkerung (im Jahr 1998) in Höhe von ATS 19.319,- steht Österreich weltweit an der Spitze aller Tourismisländer (Schweiz: 13.569,-).³

² Kaspar, Claude: Die Tourismuslehre im Grundriss, Bern 1991.

³ <http://www.wk.or.at>, 7.8.2001, 1318.

Abbildung 1: Die 15 wichtigsten Tourismusländer entsprechend ihren Reiseverkehrseinnahmen 1998 und 1999

	Land	Deviseneingänge aus dem Tourismus (in Mrd. US\$)		Veränderung	Marktanteil
		1998	1999	98/99	1999
				in %	
1	USA	71,3	71,4	4,5	16,4
2	Spanien	29,7	32,9	10,7	7,2
3	Frankreich	29,9	31,7	5,9	7,0
4	Italien	29,9	28,4	5,1	6,2
5	Vereinigtes Königreich	21,0	21,0	0,0	4,6
6	Deutschland	16,4	16,8	2,4	3,7
7	China	12,6	14,1	11,9	3,1
8	Österreich	11,2	11,1	0,9	2,4
9	Kanada	9,4	10,0	6,7	2,2
10	Griechenland	6,2	8,8	41,6	1,9
11	GUS	6,5	7,8	19,4	1,7
12	Mexiko	7,9	7,6	3,9	1,7
13	Australien	7,3	7,5	2,6	1,7
14	Schweiz	7,8	7,4	5,9	1,6
15	Hong Kong (China)	7,1	7,2	1,8	1,6

Quelle: WTO, Statistik Austria.

1.2 Bedeutung von Tourismus in Österreich

Der Fremdenverkehr bzw. die damit verbundene Freizeitwirtschaft haben für Österreich eine sehr zentrale Bedeutung für die Einkommens- und Beschäftigungssicherung sowie für den Zahlungsbilanzausgleich. Nach groben Schätzungen beträgt der Wertschöpfungsanteil der gesamten Tourismus- und Freizeitwirtschaft am BIP rund 13 %.⁴

Folgende Daten stammen aus dem Bericht über das Tourismusjahr 1999 der Österreichwerbung:

"Dem Tourismus kommt in Österreichs Wirtschaft eine Schlüsselrolle bei der Einkommensbildung, bei der Beschäftigung und für das außenwirtschaftliche Gleichgewicht zu. Österreich präsentiert sich unter allen Industrienationen als jene mit dem höchsten Tourismusanteil an der Volkswirtschaft. Der Anteil der Deviseneinnahmen aus dem Reiseverkehr entsprechen 6 % des BIP. Der europäische Durchschnitt liegt bei 2 %.

Laut Österreichischer Nationalbank konnte die Alpenrepublik 1999 Deviseneinnahmen in Höhe von 161 Mrd. ATS verzeichnen, was einem Plus von 3 % gegenüber 1998 entspricht. Die Einnahmen aus dem Inlandsreiseverkehr belaufen sich auf rd. 38 Mrd. ATS, das heißt, insgesamt wurden 1998 im Tourismus 198,6 Mrd. ATS eingenommen. 19 % der Einnahmen entfallen auf inländische und 81 % auf ausländische Gäste.

Der Anteil der Deviseneinnahmen aus dem Tourismus am Bruttoinlandsprodukt beträgt rund 6 %, das österreichische Handelsbilanzdefizit konnte damit zu 240 % abgedeckt werden. Mit jährlichen Deviseneinnahmen von rund 20.000 ATS pro Kopf der Wohnbevölkerung liegt Österreich im Vergleich zu den anderen Industrienationen an erster Stelle.

Die Tourismusbranche beschäftigt direkt und indirekt rund 500.000 Arbeitnehmer, das sind rund 14 % der Arbeitnehmer des Landes. Österreich ist damit unter den OECD-Ländern führend."

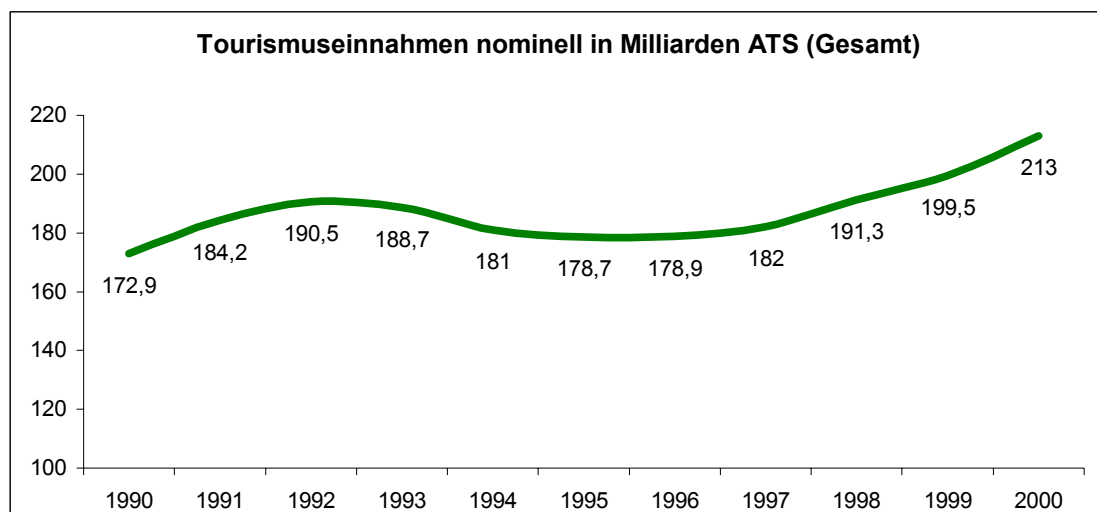
⁴ <http://www.wk.or.at>, 7.8.2001, 13:20.

Der Fremdenverkehr in Österreich bekommt einen immer höheren Stellenwert, dies zeigt die Entwicklung der letzten Jahre. Abbildung 2 zeigt die Tourismuseinnahmen nominell in Mrd. ATS von In- und Ausländern in Österreich der letzten zehn Jahre. Lagen die Tourismuseinnahmen im Jahre 1990 noch bei 172,9 Mrd. ATS, so stiegen diese Einnahmen im Jahre 1999 auf 199,5 Mrd. ATS an.

Seit Jahren gewinnt der **Winter** für Österreichs Tourismusbilanz stetig an Bedeutung: betrug im Jahr 1990 das Verhältnis von Winter- zu Sommernächtigungen noch 40 zu 60, so hat sich das Winter-Sommer-Nächtungsverhältnis im Jahr 1999 zu Gunsten des Winters auf 54 zu 46 verschoben. Dabei ist der Wintergast für die heimische Tourismuswirtschaft besonders lukrativ, denn er gibt pro Kopf und Tag rund 1.200 ATS für seinen Urlaub in Österreich aus. Die Wintersaison 1999/2000 schlug bei über 53 Mio. Nächtigungen mit mehr als 103 Mrd. ATS in der Umsatzstatistik des Urlaubslandes Österreich zu Buche und bescherte der österreichischen Tourismuswirtschaft damit einen Einnahmenrekord.⁵

Bei der Entwicklung im **Sommer** erkennt man, dass der Einbruch in den Jahren 1993 bis 1996 stärker als im Winter ausfiel. Lagen die Einnahmen im Jahre 1993 noch bei 92,7 Mrd. ATS, so stiegen diese bis zum Jahre 1999 auf 97,5 Mrd. ATS. Die höchsten Einnahmen wurden im Jahre 1992 mit 98,6 Mrd. ATS erreicht. Der darauf folgende Rückgang ist durch mehrere Ursachen erklärbar: die Fernreisen wurden immer populärer und günstiger und die politischen Veränderungen in Europa (Fall des Eisernen Vorhanges) schufen neue und günstige Urlaubsdestinationen. Die Wintersaison wurde von diesem Trend weitgehend verschont und entwickelte sich kontinuierlich weiter.⁶

Abbildung 2: Tourismuseinnahmen nominell in Mrd. ATS in Österreich

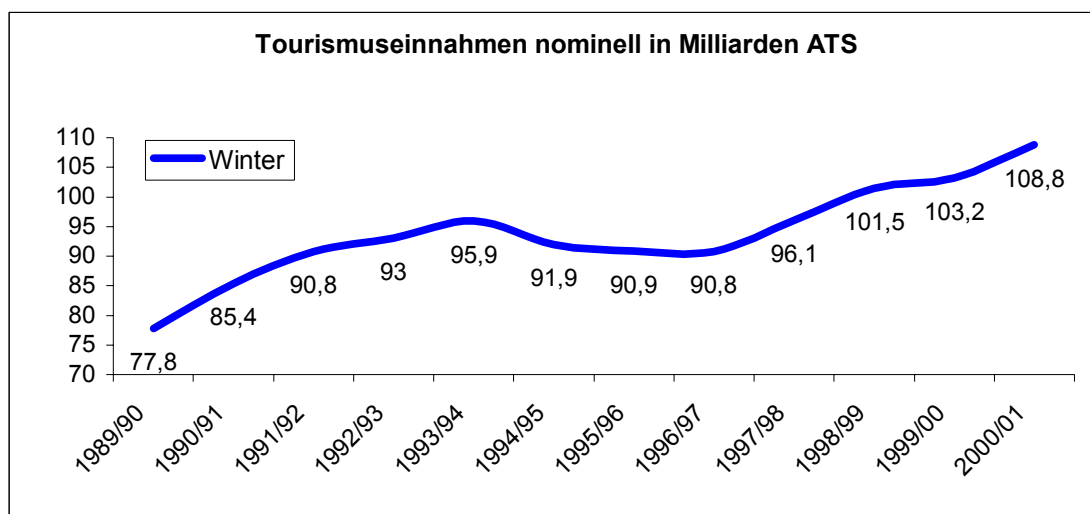


Quelle: <http://www.austria-tourism.at/>, 19.06.01, 15.00

⁵ Statistik Österreich, 25.6.2001.

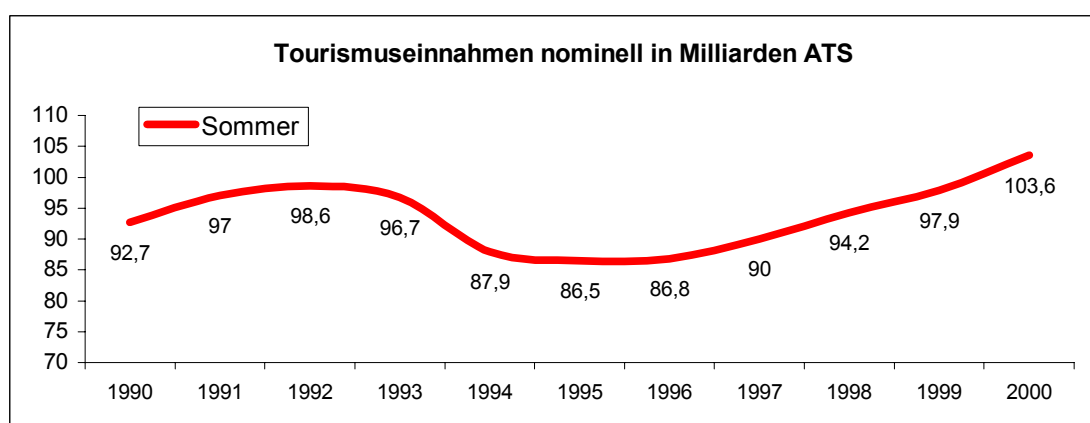
⁶ Statistik Österreich, 25.6.2001.

Abbildung 3: Tourismuseinnahmen nominell in Mrd. ATS in Österreich im Winter



Quelle: <http://www.austria-tourism.at/>, 19.06.01, 15.00

Abbildung 4: Tourismuseinnahmen nominell in Mrd. ATS in Österreich im Sommer



Quelle: <http://www.austria-tourism.at/>, 19.06.01, 15.00

Wenn man die Entwicklung der Nächtigungen in Österreich in den letzten Jahren beobachtet, erkennt man, dass nach dem Rekordjahr 1992 (130,4 Mio. Nächtigungen) der österreichische Tourismus zwischen 1993 und 1997 mit einer rückgängigen Nächtigungsbilanz konfrontiert war: -2,6 % im Jahr 1993 bis -3,4 % im Jahr 1997. Seit nunmehr zwei Jahren stiegen die Nächtigungen, im Kalenderjahr 1998 um +1,9 %, im Kalenderjahr 1999 von rund 111,1 Mio. im Vorjahr auf 112,7 Mio. erneut an. Das daraus resultierende Nächtigungsplus von 1,4 % entspricht einer absoluten Steigerung von rund 1,6 Mio. Nächtigungen.

Die oben genannten Zahlen verdeutlichen die Wichtigkeit des Fremdenverkehrs in Österreich. Für den ländlichen und insbesondere den alpinen Raum ist der Tourismus zu einem existentiellen Faktor geworden. Vielerorts bildet er den wichtigsten Wirtschaftszweig. Der Tourismus hat die Arbeits- und Lebensbedingungen, den Wohlstand und die Wohlfahrt in einer Vielzahl von Berggemeinden und -tälern deutlich und nachhaltig verbessert.

Die touristische Entwicklung führte aber auch zu einseitigen Abhängigkeiten. Der Begriff der touristischen Monostruktur umschreibt diesen Sachverhalt recht treffend. Untersuchungen über nicht-touristische Entwicklungsmöglichkeiten kommen zum Schluss, dass gewisse Entwicklungsmöglichkeiten im Sinne von Ergänzungen zum Tourismus bestehen, dass aber Chancen von eigentlichen Alternativen zum Tourismus als gering einzuschätzen sind.⁷

1.3 Gästeanalyse

Die folgenden Daten stammen aus der Gästebefragung Österreich in der Wintersaison 1997/98. Grundlage für die Wintersaison sind 3.600 persönliche Interviews mit Urlaubsreisegästen in ca. 350 österreichischen Tourismusorten. Die Ergebnisse sind somit repräsentativ für das Gästepublikum in Österreich.

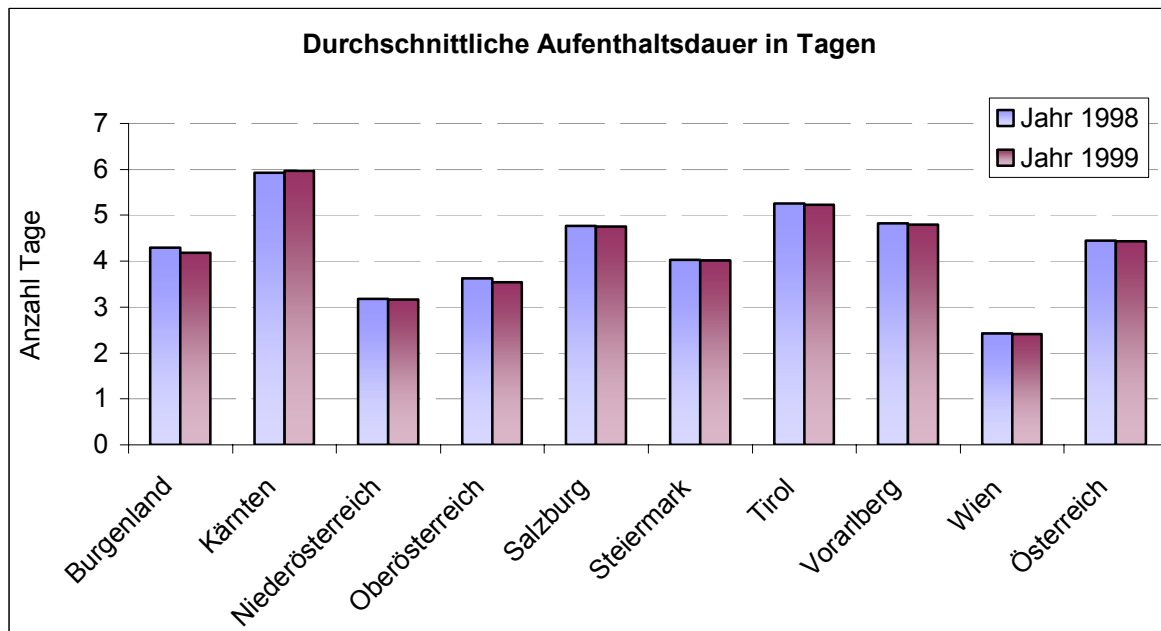
Die Gäste sind mit durchschnittlich 41 Jahren (nur Erwachsene) deutlich jünger als in der Sommersaison.

Dominierender Grund des Winterurlaubes ist und bleibt der Wintersport. 83 Prozent aller Gäste gaben an, den Schillauf auszuüben, womit diese Aktivität entgegen mancher Prognosen abermals zulegte. Snowboarden stieg gegenüber 94/95 von 8 Prozent auf 15 Prozent, während Langlauf, wohl auch aufgrund des Schneemangels auf den Loipen der Tallagen, von 13 Prozent auf zehn Prozent zurückging.

Abbildung 5 zeigt die durchschnittliche Aufenthaltsdauer der Gäste in den Jahren 1998 und 1999. Die Daten stammen nicht von der Gästebefragung, sondern von der Statistik Österreich. Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer der Gäste liegt im Bereich von 2,4 Tagen (in Wien) bis 6 Tagen (in Kärnten). Der relativ niedrige Wert in Wien ist vor allem durch den hohen Anteil des Städtetourismus erklärbar. Weiters auffallend in diesem Diagramm ist der Trend zu kürzeren Urlauben, welcher sich in jedem Bundesland Österreichs bestätigt hat.

⁷ Elsasser et. al.: Nicht-touristische Entwicklungsmöglichkeiten im Berggebiet.

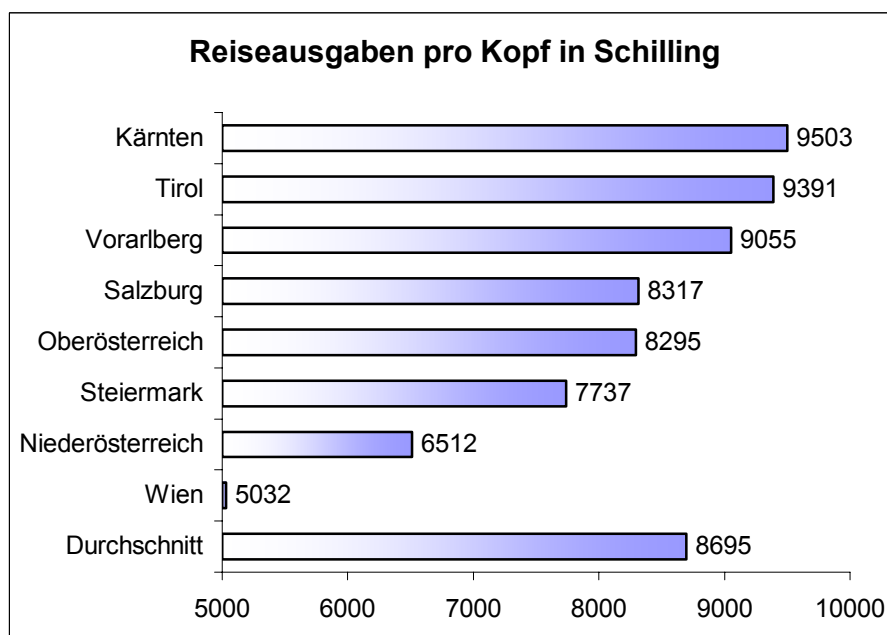
Abbildung 5: Durchschnittliche Aufenthaltsdauer der Gäste in den Jahren 1998 und 1999



Quelle: Statistik Austria.

Die **durchschnittlichen Reiseausgaben** sind nominell von 9.333 ATS (1994/95) auf **8.695 ATS** (1997/98) gesunken. Jedes Bundesland hat andere Schwerpunkte im Tourismusangebot und einen unterschiedlichen Gästemix. Daraus könnte auch abgeleitet werden, dass sich die Reiseausgaben pro Kopf unterscheiden. Abbildung 6 listet die durchschnittlichen Ausgabenwerte für jedes Bundesland auf.

Abbildung 6: Reiseausgaben pro Kopf nach Zielbundesländern in der Wintersaison



Quelle: Gästebefragung Österreich Bericht Winter 1997/98, ÖGAF.

Die Tagesausgaben sind im Wesentlichen konstant geblieben. Sie belaufen sich auf 1.181 ATS pro Kopf und setzen sich wie in Abbildung 7 zusammen. Am stärksten wurde demnach relativ bei den Einkaufsausgaben gespart.

Abbildung 7: Reiseausgaben

Ausgabenkategorien pro Kopf und Tag, nur Individualreisende	1994	1997
Unterkunftsarrangement	479	495
Verpflegung	292	288
Nebenausgaben	374	354
Einkaufsausgaben	56	44
Tagesausgaben gesamt	1201	1181

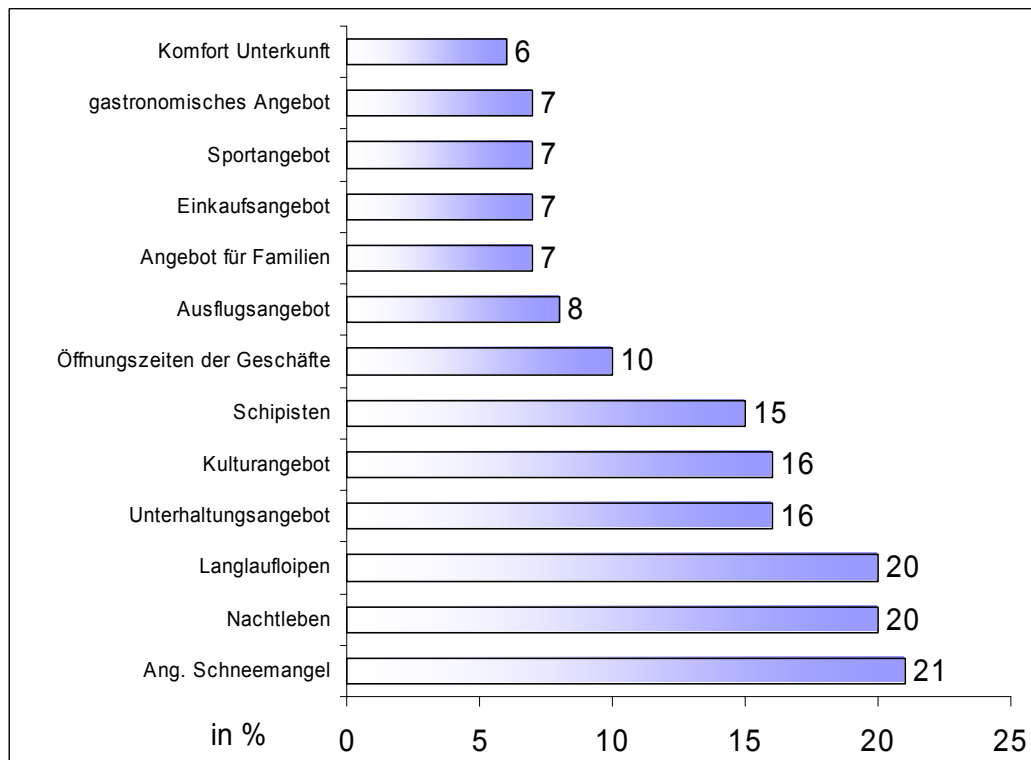
Quelle: Gästebefragung Österreich Bericht Winter 1997/98, ÖGAF.

Bei den Nebenausgaben sind in den Kategorien Unterhaltung sowie Kleinkäufe bedeutendere Einschränkungen zu beobachten. Bei den Kernaktivitäten des Winterurlaubs – Schifahren, Schikurse – ist es allerdings zu einem leichten Anstieg der Ausgaben gekommen.

Abbildung 8: Nebenausgaben der Touristen pro Kopf und Tag in Schilling

Nebenausgabenkategorien pro Kopf und Tag, nur Individualreisende	1994	1997
Sport, Unterhaltung	53	38
Schi-/Sportkurse	21	27
Schilift	152	164
Transport	36	33
Kleinkäufe	70	54
Dienstleistungen	25	23
Eintritte	16	14
sonstiges	1	1
Nebenausgaben	374	354

Quelle: Gästebefragung Österreich Bericht Winter 1997/98, ÖGAF.

Abbildung 9: Unzufriedenheit der Wintergäste mit bestimmten Faktoren

Quelle: GBÖ-Österreich Bericht Winter 1997/98.

Was die Zufriedenheit mit dem Urlaub insgesamt angeht, so weist die Statistik im Winter 97/98 knapp 7 % unzufriedene Gäste aus. Demgegenüber stehen in dieser Wintersaison 16 %, die sogar positiv überrascht sind.

Die Beurteilung der verschiedenen Angebotsbereiche fällt allerdings viel differenzierter aus. Generell kann festgehalten werden, dass die Anzahl der unzufriedenen Urlauber gesunken ist. Es sind aber auch deutlich weniger von der Qualität des Gebotenen wirklich überrascht. Ein wichtiger Faktor für die Zufriedenheit der Gäste ist nach Abbildung 9 die Schneesicherheit. Aber auch das Schipistenangebot stellt eine wichtige Komponente für die Zufriedenheit dar.

1.4 Komponenten des Freizeitangebotes

Das touristische Angebot Österreichs wird von den meisten Gästen als ganzheitliches „Produkt“ wahrgenommen und im Einzelnen durch die lokalen Gegebenheiten bzw. Leistungen in folgenden Bereichen bestimmt. Es setzt sich aus dem ursprünglichen und dem abgeleiteten Angebot zusammen.⁸

1.4.1 Räumliche (ursprüngliche) Rahmenbedingungen

Die räumlichen Rahmenbedingungen setzen sich aus den nur sehr wenig beeinflussbaren, physischen Erscheinungen der österreichischen Landschaften

⁸ Smeral E., Tourismus 2005.

zusammen. Dazu gehören ihr Relief, ihre Ausstattung mit den touristisch relevanten Landschaftselementen (Gewässer, Gebirge, Wald,...) und ihre Landschaft mit ihren gegenwärtigen Nutzungsformen. Zu den räumlichen Angebotskomponenten werden auch die allgemeine Infrastruktur bzw. die Umweltbedingungen bzw. Belastungssituationen gezählt.

Die Besonderheiten der klimatischen Situation Österreichs zählen ebenfalls zu den touristisch relevanten „natürlichen Faktoren“ des Angebots.

Die Landschaftsausstattung und Landschaftskulisse ist der naturräumliche Hintergrund für Tourismus- und Freizeitaktivitäten. Der landschaftliche Reiz Österreichs besteht vor allem in dem Charakter als gepflegte Kulturlandschaft, welche auf die klein- bis mittelbetrieblich organisierte Landwirtschaft zurückzuführen ist.

Das Naturraumpotential zählt wegen der touristisch erschlossenen Landschaften und des hohen Naturerlebnis- und Erholungspotentials zu den ausgeprägten Stärken des österreichischen Tourismus- und Freizeitangebotes.

Die naturräumlichen Eignungen sind in Österreich für touristische Aktivitäten wie Wandern, Radfahren, Bergsteigen und Wintersport (Schneesicherheit des Skigebiets [100 Tage Regel]) in allen Ausprägungen besonders gut. Der alpine Raum verfügt über ein zweisaisonales Naturraumpotential, die außeralpinen Gebiete haben zumeist nur natürliche Voraussetzungen für einsaisonalen Tourismus.

Das Siedlungsbild des Landes ist durch Kulturreichtum geprägt. Besonders positive Elemente sind: organisch gewachsene Strukturen, attraktive und gepflegte Stadt- und Ortsbilder, bzw. unverwechselbare Siedlungsensembles und kulturelle Bauwerke mit internationalem kulturellen Stellenwert.

Österreich besitzt durch die zentrale geographische Lage in Europa eine günstige Erreichbarkeit für seine wichtigen Gäste. Die innere Verkehrserschließung ist durch Autobahnen, ein verzweigtes leistungsfähiges Bahnnetz und den guten Besitz mit international erreichbaren Flughäfen als günstig zu bezeichnen.

Verkehrliche Belastungssituationen wie Transitverkehrsprobleme, innerörtliche Verkehrsprobleme in den Tourismuszentren, Verkehrsstaus auf Hauptverkehrs- und Anreiserouten treten besonders an saisonalen Spitzenzeiten auf. Sie können ebenfalls die Entscheidungsfällung bei der Wahl des Urlaubsortes beeinflussen.

Die Situation der Umwelt ist in Österreich im europäischen Vergleich als relativ wenig beeinträchtigt zu bezeichnen. Wichtige positive Faktoren sind der hohe Anteil an Naturschutzgebieten, die relativ gute Umweltqualität (Gewässerqualität, Luftgüte) und viele Entlastungsmaßnahmen.

1.4.2 Abgeleitetes Angebot

Das abgeleitete Angebot oder auch spezifisches Tourismusangebot umfasst all jene Objekte und Leistungen, die speziell im Hinblick auf die touristische

Bedürfnisbefriedigung entstanden sind bzw. betrieben werden, nämlich die touristische Infra- und Suprastruktur. Zur touristischen Suprastruktur zählen sämtliche Beherbergungs- und Verpflegungsbetriebe.

Die touristische Infrastruktur ist jene Infrastruktur, die durch den Tourismus bedingt, zusätzlich benötigt wird. Darunter fallen touristische Spezialverkehrsmittel (Seilbahnen), Sport- und Unterhaltungseinrichtungen, Kongress- und Tagungszentren, sowie die Betreuungs- und Informationsdienste.

Die gesamte **Beherbergungskapazität**, die Gästen in Österreich zur Verfügung steht, umfasst (Stand Winterhalbjahr 1999/2000) rund 1,100.555 Betten (ohne Zusatzbetten und Matratzenlager)⁹.

Das ausgeprägte West-Ost-Gefälle bildet nach wie vor ein kennzeichnendes Element des Tourismusangebotes in Österreich: In der regionalen Verteilung überragt Tirol mit seinem Angebot von rund 382.794 Betten alle anderen Bundesländer. Mit einigem Abstand folgen Salzburg (206.570) und Kärnten (121.128).

Wesentlich entscheidend bei der Urlaubswahl ist die **Qualitätsstruktur**. So gab es in Betrieben gehobener Kategorie im Jahr 2000 Nächtigungszunahmen, während in Unterkünften geringerer Qualität Rückgänge bei den Übernachtungen zu beobachten sind.

Eine weitere Angebotskomponente des Tourismus ist das strukturelle und qualitative Angebot der **Gastronomie-, bzw. Verpflegungsbetriebe**. Dabei lassen sich touristisch orientierte Betriebe und solche mit hauptsächlichlicher Eigenversorgungsfunktion für die Wohnbevölkerung nicht trennen.

Das sehr hohe Nächtigungsvolumen im österreichischen Wintertourismus und die bisherige dynamische Aufwärtsentwicklung sind ohne die touristische „Leiteinrichtung“ des alpinen Berggebietes, die **Seilbahnen**, undenkbar. In der Vergangenheit gingen die stärksten Impulse für eine Zunahme der Winternächtigungen in der Regel von der quantitativen Entwicklung des Seilbahnangebotes (und natürlich auch der qualitativen Entwicklung des Beherbergungsangebotes) aus.

Obwohl die Zahl der Seilbahnanlagen in Österreich in den letzten Jahren etwa gleich blieb, hat sich infolge des Trends zu immer leistungsfähigeren (aber auch komfortableren, bzw. zuverlässigeren) Anlagen der Bestand an Seilbahntransportkapazität stark ausgeweitet.

Die Transportkapazität weitete sich langfristig in jenen Tourismusgebieten am kräftigsten aus, die bereits zu den seilbahnintensivsten Gebieten Österreichs zählen. Die sehr vorteilhaften Standortvoraussetzungen in den führenden Wintersportgebieten „begünstigen“ dabei die Konzentrationstendenzen im österreichischen Seilbahnwesen. Die Tendenz zur Konzentration des Angebotes in

⁹ Statistik Österreich, 25.6.2001.

den attraktiven Schiregionen führte zu einer fortschreitenden Steigerung der touristischen Nutzungsintensität. In diesen, in der Regel hochgelegenen Schiregionen mit den ökologisch sensiblen subalpinen und alpinen Ökosystemen treten mitunter empfindliche Belastungen auf. Dies könnte sich infolge einer Erwärmung des Klimas noch verstärken.

Vom Tourismusangebot wird die Befriedigung der persönlichen Wünsche und Vorstellungen auf höchstem qualitativen Niveau erwartet. Die Entwicklung des „selektiven Reiseverhaltens“ erfordert im Tourismus eine Angebotsgestaltung, welche auf die Wünsche und Urlaubsvorstellungen eingeht. In diesem Sinn sind hohe **Qualität und Spezialisierung** zwei Bedingungen für den Weg zum touristischen Erfolg.

Seit dem Ende der 60er Jahre hat sich auch in Österreich eine Reihe besonderer Urlaubsformen bzw. Verhaltensweisen stärker entwickelt, mit denen zum Teil auch spezielle Unterkunftsformen verbunden sind, wie die mietbaren Ferienhäuser bzw. -wohnungen, Feriendörfer, Ferienclubs, Caravaning sowie eine in jüngerer Zeit wachsende Zahl von spezialisierten Hotels und Pensionen, die bestimmten Urlaubswünschen entsprechen.

Der Angebotstrend zur Spezialisierung wird von immer mehr Betriebsinhabern über den Ausbau bzw. die Umorientierung ihres Beherbergungsangebotes und der „betrieblichen Zusatzeinrichtungen“, deren Bedeutung in diesem Profilierungsprozess häufig zum Hauptargument der Angebotsattraktivität avanciert, zu nutzen versucht.

1.5 Rahmenbedingungen für die zukünftige Entwicklung des Tourismus

Langfristprognosen im Tourismus haben üblicherweise einen bedeutenden Unsicherheitsgrad. So kann der Tourismus nicht isoliert betrachtet werden, sondern muss in einem Kontext vieler beeinflussender Parameter seine Beurteilung finden. Die wichtigsten Rahmenbedingungen für den Tourismus sind die wirtschaftliche Entwicklung national bzw. international, sowie die gesellschaftliche, technologische, politische und nicht zuletzt die ökologische Entwicklung.

1.5.1 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

Ein wichtiger Indikator für das **Wirtschaftswachstum** ist das BIP¹⁰. Die für Österreich wichtigsten Herkunftsländer der Touristen sind Deutschland, Niederlande, Großbritannien, Schweiz, Italien, Belgien und die USA. So müssen im Rahmen einer Tourismusprognose die Wohlstandsentwicklungen für die folgenden Jahre vor allem aus den Ländern aus Westeuropa speziell aus Deutschland prognostiziert werden.

¹⁰ Bruttoinlandsprodukt

Auch die Arbeitsmarktsituation in Europa und in der EU sind bedeutende Einflussfaktoren im Bereich des Tourismus. Generell können folgende Aussagen für die Zukunft abgegeben werden. Tendenziell sind flexiblere Arbeitszeiten durch den vermehrten Abschluss von Jahresarbeitszeitverträgen und ein größeres Angebot von Teilzeitjobs zu erwarten. Dieser Faktor könnte sich positiv auf die Entzerrung der Reise- und Ausflugsströme auswirken.¹¹

Langfristig wird damit gerechnet, dass durch die Ausnutzung großbetrieblicher Vorteile bei Flugzeug, Bus, Hotel und Verpflegung, sowie durch die Senkung der Informationskosten (z. B. Verbesserung und starke Erweiterung der Buchungs- und Reservierungssysteme) und organisatorische Maßnahmen, wie die Integration von Transport, Unterkunft und speziellen, begleitenden Dienstleistungen (z. B. Veranstaltungen im Kultur-, Bildungs- oder im Sportbereich, Handel, Finanz- und Versicherungswesen, Reisebürodienstleistungen, Marketing usw.) eine relative Verbilligung des touristischen Güterbündels im Vergleich zu den anderen Konsumgütern möglich ist.

1.5.2 Gesellschaftliche Rahmenbedingungen

Wachstum und Struktur der Bevölkerung sind wichtige Determinanten für die Tourismusentwicklung. Das weltweite Bevölkerungswachstum, von dem in erster Linie die Entwicklungsländer betroffen sind, wird in Zukunft zu einem zentralen Problem werden. Der Begriff Bevölkerungsexplosion drückt eine Bedrohung aus. Sie zeigt das Übergewicht der armen Mehrheit im „Süden“ gegenüber der im „Norden“ lebenden Minderheit. Das krasse soziale und wirtschaftliche Nord-Süd-Gefälle und der drängende Anspruch des Südens auf eine stärkere Partizipation am Wohlstand der Industriestaaten werden immer deutlicher vor Augen geführt.

Während Europa in den vergangenen Jahrhunderten einen Teil seiner Bevölkerungs- und Sozialprobleme durch Massenauswanderungen „exportierte“, ist Westeuropa nun teils als Folge der Ostöffnung und teils infolge seiner wirtschaftlichen Prosperität und Nachfrage nach Arbeitskräften zum Einwanderungsmagneten geworden.

Trotz wachsendem Migrationsdruck auf Westeuropa und möglichen Wanderungsgewinnen wird sich voraussichtlich die Altersstruktur der Bevölkerung in Richtung der älteren Jahrgänge verschieben.

Aufgrund der Ergebnisse zahlreicher Erhebungen und Untersuchungen kann erwartet werden, dass die Reiseintensität mit zunehmendem Alter sinkt. Im Regelfall ist zu erwarten, dass die Reiseintensität in den mittleren Lebensjahren am höchsten ist und dann abnimmt.

Die Zusammenführung der altersspezifischen Reiseintensität in Westeuropa mit den zu erwartenden Veränderungen im Altersaufbau der Bevölkerung ergibt langfristig -

¹¹ Smeral E., Tourismus 2005, 153 ff.

in einer statistischen Betrachtungsweise - einen Rückgang der Reiseintensität. Werden jedoch dynamische Aspekte wie der weitere Anstieg der Reiseneigung aufgrund des Einkommenswachstums im allgemeinen, die Zunahme der ökonomischen Bedeutung der Frauen, die steigende Bildung (Fremdsprachenkenntnisse), die wachsende Reiseerfahrung, der stark aufkommende Jugendtourismus, die Verbesserung des Gesundheitszustandes und der physischen Konstitution bei älteren Personen oder die weiteren technologisch und organisatorisch bedingten Erleichterungen des Reisens in Rechnung gestellt, so ist ein weiterer Anstieg der Reiseintensität zu erwarten, der damit den rein altersbedingten Rückgang der durchschnittlichen Reiseintensität mehr als nur ausgleicht.

Weiters ist zu bedenken, dass durch die steigende Bedeutung der älteren Jahrgänge in der Bevölkerung auch immer mehr Einkommensteile für Tourismus, Kultur und Bildung bzw. für Freizeitgüter im allgemeinen frei werden, da die Grundbedürfnisse der Haushalte wie Kleidung, Nahrungsmittel, Einrichtung, Auto, Fernseher, Stereoanlage sowie diverse andere elektronische Konsumgüter, die von jüngeren Leuten erst angeschafft werden müssen, weitgehend gedeckt sind.

Viele Untersuchungen zeigen, dass in Zukunft mit deutlichen Verhaltensänderungen der älteren Bevölkerungsgruppen gerechnet werden muss (Lohmann, 1989; European Travel Commission, 1993). Die wachsende Zahl der Senioren bedeutet eine Herausforderung für die Tourismus- und Freizeitwirtschaft. Das höhere Gewicht der älteren Jahrgänge hat nicht nur eine höhere Präsenz auf den Freizeitmärkten zur Folge, sondern hat auch einschneidende Konsequenzen auf die Angebotsgestaltung. Weitere wichtige soziodemografische Faktoren sind das steigende Bildungsniveau, die sinkende Haushaltsgröße und die fortschreitende Urbanisierung.¹²

1.5.3 Technologische Rahmenbedingungen

Die wesentlichen touristischen Epochen sind eng mit der Entwicklung der Verkehrsmittel verbunden: Zuerst kam die Bahn, welche die Transportgrundlage für den modernen Tourismus bildete. Danach folgte die Pkw-Ära, die Lebensstile und Reisegewohnheiten entscheidend veränderte. Den bis jetzt größten Einfluss auf den internationalen Reiseverkehr hatte die Entwicklung der Flugzeugtechnologie. Obwohl auch in Zukunft der Pkw das wichtigste Verkehrsmittel bleiben wird und ein weiterer Anstieg der Motorisierung erwartet werden kann, bleibt der Pkw trotz der laufenden Verbesserungen bei Komfort, Technik und Straße nur für Kurzstrecken touristisch relevant. Für die Überseedestinationen (und auch zum Teil die Mittelstrecken) ist ein überdurchschnittliches Wachstum des Flugzeugtransports zu erwarten, zumal

- die Zunahme an technischer Sicherheit,

¹² Smeral E., Tourismus 2005, 158 ff.

- die Passagieraufnahmefähigkeit (Großraumflugzeuge für rund 1000 Passagiere sind durchaus vorstellbar),
- die Geschwindigkeit,
- der höhere Komfort und
- die deutliche relative Verbilligung der Tarife

die Nachfrage zusätzlich stimulieren werden.

Die Weiterentwicklung der **Informations- und Kommunikationstechnologie** wird die Entwicklung des Reiseverkehrs durch die Möglichkeiten von z. B. besseren und billigeren Informationen, von effizienten Reservierungssystemen in Bezug auf heterogene touristische Produkte und von Bildschirmbuchungen in Verbindung mit den notwendigen Transaktionen deutlich stimulieren.¹³

1.5.4 Politische Rahmenbedingungen

Der Prozess der europäischen Integration hat deutliche Auswirkungen auf die europäischen Volkswirtschaften und kann hier nicht für alle Länder und Wirtschaftsbereiche dargestellt werden. Der Umfang und die Komplexität der Materie erzwingen deshalb eine komprimierte Darstellung, die nur die wichtigsten Auswirkungen auf die Tourismus- und Freizeitwirtschaft umfasst. Die veränderten politischen Rahmenbedingungen durch den Beitritt Österreichs zur EU haben wesentliche Veränderungen gebracht.

Dies sind vor allem der **erhöhte Wettbewerb**, welcher Vor- und Nachteile bringt. Im allgemeinen bewirkt der Prozess der europäischen Integration Expansionsmöglichkeiten durch die Ausschöpfung der „economies of scale“¹⁴; dies gilt im Prinzip für die großen Reiseveranstalter und die Hotelketten. Die Europäische Integration wird die kleinen und mittleren Unternehmen benachteiligen, denn für diese wird es schwieriger werden, sich am Markt zu behaupten. Die Verschärfung des Wettbewerbs wird den durchschnittlichen Spezialisierungsgrad und die Produktdifferenzierung erhöhen, zumal das Auffinden von Marktnischen eine vielversprechende Überlebensstrategie der kleinen und mittleren Unternehmen darstellt.

Die vier Grundfreiheiten (Niederlassungsfreiheit und der freie Dienstleistungsverkehr, freier Personenverkehr, freier Warenverkehr, freier Kapital- und Zahlungsverkehr) stimulieren den Tourismus.¹⁵

¹³ Smeral E., Tourismus 2005, 168 f.

¹⁴ Wirtschaftsvorteile; sinkende Erzeugungskosten je Produktionseinheit mit steigender Ausbringungsmenge. Kostenverminderung (Degression) als Folge der Aufteilung der Fixkosten auf einen wachsenden Ausstoß, sodass die Durchschnittskosten fallen. Fischer Wirtschaftslexikon.

¹⁵ Smeral E., Tourismus 2005, 170 ff.

1.5.5 Ökologische Rahmenbedingungen

1.5.5.1 Umwelt als Element des Tourismusangebots

Die Realisierung der Tourismusnachfrage durch den Freizeitkonsumenten und die damit verbundenen Erlebnisse schließen in den meisten Fällen den Gebrauch von Umweltgütern mit ein. Es ist auch unmittelbar einsichtig, dass quantitatives Wachstum der Tourismusnachfrage, bei gegebener Unvermehrbarkeit des Faktors Umwelt temporäre Überlastungen derselben auslösen kann. Zusätzlich belastend wirkt sich noch die starke Wetterabhängigkeit spezifischer Formen der Tourismusnachfrage aus.

Aufgrund der starken räumlichen und zeitlichen Konzentration des Tourismus sind in manchen Tourismusgebieten die Grenzen des quantitativen Wachstums bereits erreicht oder schon überschritten.

Gelänge es, die zeitliche und räumliche Konzentration der Tourismusnachfrage zu entflechten, so würde dies nicht nur den gefährdeten Regionen helfen, sondern auch bedeutende Wachstumschancen eröffnen.

In Österreich finden fast zwei Drittel der Nächtigungen eines Jahres in nur fünf Monaten statt. Die Konzentration der Tourismusnachfrage wird noch deutlicher, wenn nicht nur zeitliche Gesichtspunkte, sondern auch regionale Differenzierungen berücksichtigt werden. So finden in den 50 nächtigungsstärksten Gemeinden Österreichs etwa zwei Fünftel der Nächtigungen statt. Von einigen Ausnahmen abgesehen befinden sich diese Gemeinden fast alle in den westlichen Bundesländern und in Kärnten, wobei nur bestimmte Regionen betroffen sind.

Neben der Nachfragekonzentration ist noch die Tatsache, dass der Ressourcenverbrauch und die Umweltbelastungen nicht mit den „ökologisch wahren Preisen“ in die betrieblichen Preiskalkulationen eingehen, ein nicht unbedeutender Faktor für die Umweltbelastung durch den Tourismus¹⁶.

Insgesamt gilt: Die temporäre Überlastung des Tourismusangebots (insbesondere in den tourismusintensiven Gebieten) führt zu einem wachsenden Unbehagen der Reisenden gegenüber der sinkenden Umwelt- und Freizeitqualität („Touristen beschwerten sich über Touristen“) sowie zu Protesten der Bereisten wegen der Einengung ihres Lebens- und Freizeitraumes. Im Gegensatz dazu herrscht auf der Konsumentenseite („freerider“-Problematik) nur wenig Bereitschaft, wirksame Eingriffe zu akzeptieren, und die Tourismus- und Freizeitwirtschaft befürchtet, wegen eventueller höherer Kosten Wettbewerbsnachteile in Kauf nehmen zu müssen.¹⁷

¹⁶ Hopfenbeck et al. 1993; Smeral, 1992D.

¹⁷ Smeral E., Tourismus 2005, 179 ff.

1.5.6 Der Stellenwert von Wetter und Klima im Tourismus

Bevor dieser Themenkomplex genauer ausgearbeitet wird, gilt es die zentralen Begriffe zu klären:

Wetter: „zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem Ort wirksame Kombination der atmosphärischen Elemente (Zustand der Atmosphäre) und die sich gerade abspielenden Vorgänge in der Atmosphäre.“

Witterung: „abgrenzbare, für die jeweilige Jahreszeit oft typische Abfolge der atmosphärischen Zustände in einem Gebiet.“

Klima: „die für einen Ort, eine Landschaft oder einen grösseren Raum typische Zusammenfassung der erdnahen und die Erdoberfläche beeinflussenden atmosphärischen Zustände und Witterungsvorgänge während eines längeren Zeitraumes in charakteristischer Verteilung der häufigsten, mittleren und extremen Werte (nach J. Blüthgen 1966).“

Das Klima ist eine wichtige Komponente des Tourismusangebots. Klimaänderungen werden deshalb deutliche Auswirkungen auf Struktur und Niveau des Tourismus, insbesondere aber auf die Tourismuseinkommen haben.

„Wetter – Klima – Tourismus“ sind auf vielfältige Weise miteinander verknüpft. Weder Touristen noch Touristiker brauchen in der Regel an die Bedeutung des Wetters erinnert zu werden. Wer kennt nicht das Gefühl, einen Wochenendausflug absagen zu müssen, weil das Wetter verrückt spielt? Oder gibt es Schlimmeres als Ferien, die buchstäblich ins Wasser fallen?¹⁸

Auch die Touristiker wissen aus eigener Erfahrung um den Stellenwert des Wetters: Verregnete Sommer und schneearme Winter lassen die Touristen ausbleiben und sorgen für schwache Einnahmen.

Wetter und Klima dürfen nicht nur als Rahmenbedingungen aufgefasst werden, sondern müssen als Ressourcen gesehen und dementsprechend thematisiert werden. In Eignungsuntersuchungen wird häufig mit Kennziffern gearbeitet. Wir können zwischen elementaren, bioklimatischen und kombinierten Indizes unterscheiden:

Die elementaren Indizes basieren auf der rechnerischen Verknüpfung gängiger Klimaparameter. In den meisten Fällen werden die drei Variablen Lufttemperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlag verwendet.¹⁹

Bei den bioklimatischen Indizes steht das menschliche Wohlbefinden im Vordergrund. Diese Indizes sind sehr komplex aufgebaut, da meteorologische Größen niemals einzeln, sondern immer gemeinsam auf den menschlichen Organismus wirken.

Die kombinierten Indizes, welche sich aus einer Vielzahl von Kennziffern zusammensetzen, sollen in dieser Arbeit nicht näher erläutert werden.

Wetter und Klima prägen nicht nur das touristische Angebot, sondern auch die Nachfrage. Sie beeinflussen unter anderem den Entscheid, wohin die Reise geht bzw. welche Aktivitäten ausgeübt werden.

¹⁸ Abegg B.: Klimänderung und Tourismus, 2ff.

¹⁹ Besancenot 1990.

Mit der globalen Klimaänderung beschäftigen sich die folgenden Kapitel 2 (Treibhauseffekt), 3 (Klimaveränderung) und 4 (zukünftige Klimaprognosen). Diese skizzieren eine Erwärmung, welche den Tourismus in Österreich in den nächsten Jahrzehnten drastisch verändern könnte.

Die generellen Auswirkungen auf den Wintertourismus in Österreich werden in Kapitel 5 erläutert und anhand des klassischen Wintersportortes Kitzbühel näher beschrieben.

1.5.6.1 Eignungsfaktor Schneesicherheit

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. In der Folge wurden neue Skigebiete entwickelt sowie alte Skigebiete ausgebaut und verdichtet. 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.²⁰

Die Schneesicherheit zählt zu den wichtigsten Faktoren für den Wintertourismus, da nahezu alle Aktivitäten (Skifahren, Snowboarden, Langlaufen,...) davon abhängig sind. Generell zeichnet sich der alpine Wintertourismus durch eine hohe Sensitivität gegenüber der natürlichen Klimavariabilität beziehungsweise einer Klimaänderung aus, da bei einer Erwärmung auch mit weniger Schnee gerechnet werden muss.

Um Skisport zu betreiben, ist eine ca. 30 cm Schneedecke (~ 150 mm Niederschlag) für den alpinen Skisport und 15 cm Schneedecke für den nordischen Skisport²¹ notwendig. In Lagen über der Baum- und Vegetationsgrenze ist eine mächtigere Schneedecke notwendig.

Die Anzahl der Tage mit Schneebedeckung korreliert gut mit der Höhe über dem Meer. So kann die Schneedeckendauer auch für Höhenbereiche abgeschätzt werden, in denen keine direkten Messungen vorliegen.

In der nachfolgenden Tabelle ist die Schätzung für Wintersporttage für ganz Österreich wiedergegeben. Es zeigt sich, dass über 2000 m Seehöhe es praktisch permanent möglich ist, Wintersport zu betreiben. Die Schneedecke hält noch an, wenn die Tagesmittel der Temperatur über 0° Celsius liegen.

²⁰ Breiling M.: Klimasensibilität österreichischer Bezirke mit besonderer Berücksichtigung des Wintertourismus.

²¹ Abegg B.: Klimänderung und Tourismus 61 f.

Abbildung 10: Geschätzte Anzahl der für den Wintersport geeigneten Tage nach Seehöhe

Höhe über dem Meeresspiegel (m)	geeignet für Wintersport (Anzahl der 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: Breiling M.: *Klimasensibilität österreichischer Bezirke mit besonderer Berücksichtigung des Wintertourismus*. 16.

Als schneesichere Winterfremdenverkehrsgebiete gelten Orte mit einer Wintersaison von mehr als 100 Tagen²². Diese können auch auf österreichische Skigebiete übertragen werden²³: Mehr als 100 Tage Wintersaison zeichnet ertragreiche Gebiete aus; weniger als 100 Tage Saison problematische. Die schneesicheren Schweizer Skigebiete liegen über 1200 m Seehöhe, die problematischen darunter.

Die wichtigsten Voraussetzungen für eine Schneedecke sind Temperaturen um bzw. unter dem Gefrierpunkt, welche stark von der Seehöhe und der Jahreszeit abhängig sind, und der Niederschlag. Für lokale Beurteilungen müssen meso- und mikroklimatische Faktoren wie die Exponiertheit miteinbezogen werden. Abbildung 10 beschreibt die potentiellen Wintersporttage in Abhängigkeit von der Seehöhe.

Abbildung 11 zeigt die Tage mit einem Temperaturmittel unter 0°C. Zu erkennen ist die Abhängigkeit der Temperatur vom Meeresspiegel.

²² Abegg B.: *Klimänderung und Tourismus* 59 ff.

²³ Breiling M.: *Klimasensibilität österreichischer Bezirke mit besonderer Berücksichtigung des Wintertourismus* 16.

Abbildung 11: Tage mit Temperaturmittel unter 0° C als Mittel der Stationen der Ostalpen und als Durchschnitt der Periode 1851 – 1950

Höhe über dem Meeresspiegel	100 jähriges Mittel (Tage)
200	60
400	77
600	90
800	101
1000	110
1200	120
1400	130
1600	144
1800	163
2000	178
2500	220
3000	278

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

2 DER TREIBHAUSEFFEKT

Auslöser aller Klimaprozesse ist die in konstanter Leistungsdichte auf der Erde eintreffende kurzwellige Sonnenstrahlung (Globalstrahlung²⁴). Die Aufnahme der durch elektromagnetische Strahlung (Sonnenlicht) übertragenen Energie erfolgt vornehmlich an der Erdoberfläche, von der sie durch Zirkulationsprozesse in Atmosphäre und Ozeanen sowie durch Strahlungsaustausch und biologische Prozesse umgesetzt und verteilt wird.

Betrachtet man das System Erde-Atmosphäre als Ganzes und über einen längeren Zeitraum, so herrscht Gleichgewicht zwischen der absorbierten, von der Sonne stammenden Energie und der vom System, aufgrund seiner Temperaturverhältnisse, im langwelligen Wellenlängenbereich wieder an den Weltraum abgegebenen elektromagnetischen Strahlung. Unser Klima ist ein Resultat des komplexen Zusammenspiels all der Vorgänge und Randbedingungen, die zur Erreichung dieses Gleichgewichtszustandes beitragen. Jede Änderung, die diesen Gleichgewichtszustand beeinflusst, hat klimatische Auswirkungen, kann also unser Klima verändern.

2.1 Der "natürliche" Treibhauseffekt

Die während des Tages einfallende Sonnenstrahlung (Globalstrahlung) wird von der Atmosphäre und vom Erdboden in Form von Wärme gespeichert und nachts als Infrarotstrahlung in den Weltraum abgegeben. Die so genannten klimarelevanten Spurengase in der Troposphäre absorbieren und reflektieren einen Teil dieser Abstrahlung, wodurch die nächtliche Abkühlung reduziert wird. Die Schicht der klimarelevanten Spurengase fängt also, wie die Glasscheiben eines Treibhauses, Sonnenenergie ein, indem sie Sonnenlicht durchlässt und Infrarotstrahlung zurückhält. Aufgrund dieser Analogie wird der Effekt Treibhauseffekt genannt.

Der natürliche Treibhauseffekt stellt eine gigantische, lebensnotwendige "Klimaanlage" dar. Ohne den natürlichen Treibhauseffekt läge die bodennahe Durchschnittstemperatur auf der Erde nicht bei +15 Grad C, sondern bei -18 Grad C.

2.2 Der „anthropogene“ Treibhauseffekt

Seit Beginn der Industrialisierung sind die Konzentrationen der Treibhausgase in der Atmosphäre durch menschliche Tätigkeiten angestiegen und zusätzliche

24 Die Globalstrahlung gibt an, wieviel Sonnenenergie auf der Erdoberfläche zur Verfügung steht. Um diese Energie zu bestimmen, beginnt man mit dem Strahlungsangebot außerhalb der Atmosphäre. Die sog. Solarkonstante gibt die Strahlungsleistung an, die außerhalb der Erdatmosphäre senkrecht auf eine Fläche trifft. Ihr Wert liegt bei etwa 1,35 kW/m². 90% dieser Solarstrahlung liegt im Bereich des sichtbaren Lichts (Tageslicht) und des nahen Infrarots.

Treibhausgase, vor allem FCKW²⁵, hinzugekommen. Diese Veränderung durch den Menschen verursacht eine Reduktion der Abkühlungsmöglichkeit des Systems Erde-Atmosphäre, da mehr Treibhausgase mehr langwellige Strahlung in der Atmosphäre absorbieren. Damit wird das Gleichgewicht zwischen kurzweiliger Ein- und langweiliger Abstrahlung zu Gunsten der Einstrahlung verschoben, woraus ein Nettoenergiegewinn folgt. Die Temperatur steigt.

Durch die von Menschen verursachte Emission von Treibhausgasen kommt es zu einer zusätzlichen Erwärmung der Erdoberfläche. Man spricht vom anthropogenen Treibhauseffekt.

Die wichtigsten Treibhausgase sind Wasserdampf (H₂O), Kohlendioxid (CO₂) Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O), Ozon (O₃).

Die Konzentration von Kohlendioxid (CO₂) in der Atmosphäre ist seit 1750 um 31% gestiegen. Der gegenwärtige CO₂-Gehalt wurde in den vergangenen 420.000 Jahren nicht überschritten. Die aktuelle Zuwachsrate ist in den vergangenen 20.000 Jahren nie erreicht worden. Aktuell nehmen Ozeane und Landmassen zusammen ungefähr die Hälfte der vom Menschen verursachten CO₂-Emissionen auf.

Die Zuwachsrate der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre lag in den letzten beiden Jahrzehnten bei ungefähr 1,5 ppm²⁶ (0,4%). In den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts betrug der von Jahr zu Jahr zu verzeichnende Zuwachs zwischen 0,9 ppm und 2,8 ppm. Ein großer Teil dieser Schwankungen wird durch Auswirkungen natürlicher Klimaschwankungen (z.B. El Niño-Ereignisse) auf die Kohlendioxid-aufnahme und -abgabe durch Landmassen und Ozeane verursacht.²⁷

CO₂ entsteht bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Kohle, Öl und Erdgas, natürlich auch bei allen Folgeprodukten dieser Kohlenstoffquellen wie Benzin, Diesel, Kerosin aus Öl; Koks aus Kohle; und Flüssiggas aus Erdgas.

Bei gleicher Konzentration ist allerdings Methan 25 Mal aktiver als Kohlendioxid, Stickoxide 250 mal, FCKW's 20000 mal. Trotz ihres geringen Gehalts ist daher ihre Wirkung beträchtlich.²⁸

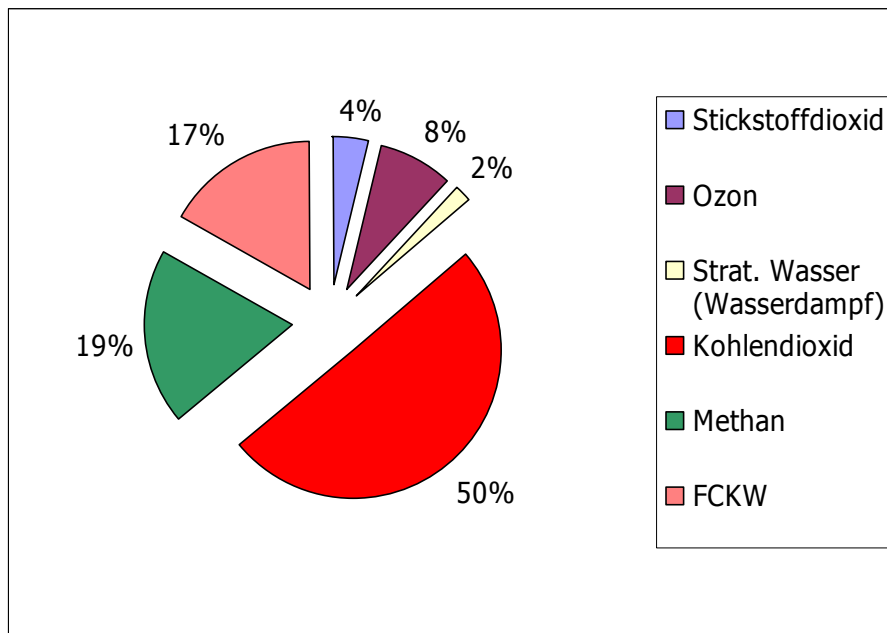
²⁵ Fluorchlorkohlenwasserstoffe: Diese stehen seit 1974 im Verdacht, in der Stratosphäre (Atmosphäre) die schützende Ozonschicht zu zerstören. Verantwortlich für die zerstörende Wirkung der Ozonschicht sind die in den F. enthaltenen Chloratome. Die Folge ist eine erhöhte Einstrahlung von UV-Licht zur Erde, was unter anderem ein vermehrtes Auftreten von Hautkrebs zur Folge hat.

²⁶ parts per million

²⁷ dritter Bericht des IPCC, Arbeitsgruppe I.

²⁸, P. Ozenda, CIPRA.

Abbildung 12: Anteile der verschiedenen Treibgase in der Atmosphäre



Quelle: CIPRA, P. Ozenda, *Mögliche ökologische Auswirkungen von Klimaveränderungen in den Alpen*. Eigene Darstellung.

Abbildung 12 zeigt die Anteile der Treibgase in der Atmosphäre, wobei den größten Anteil (50 %) das Kohlendioxid stellt.

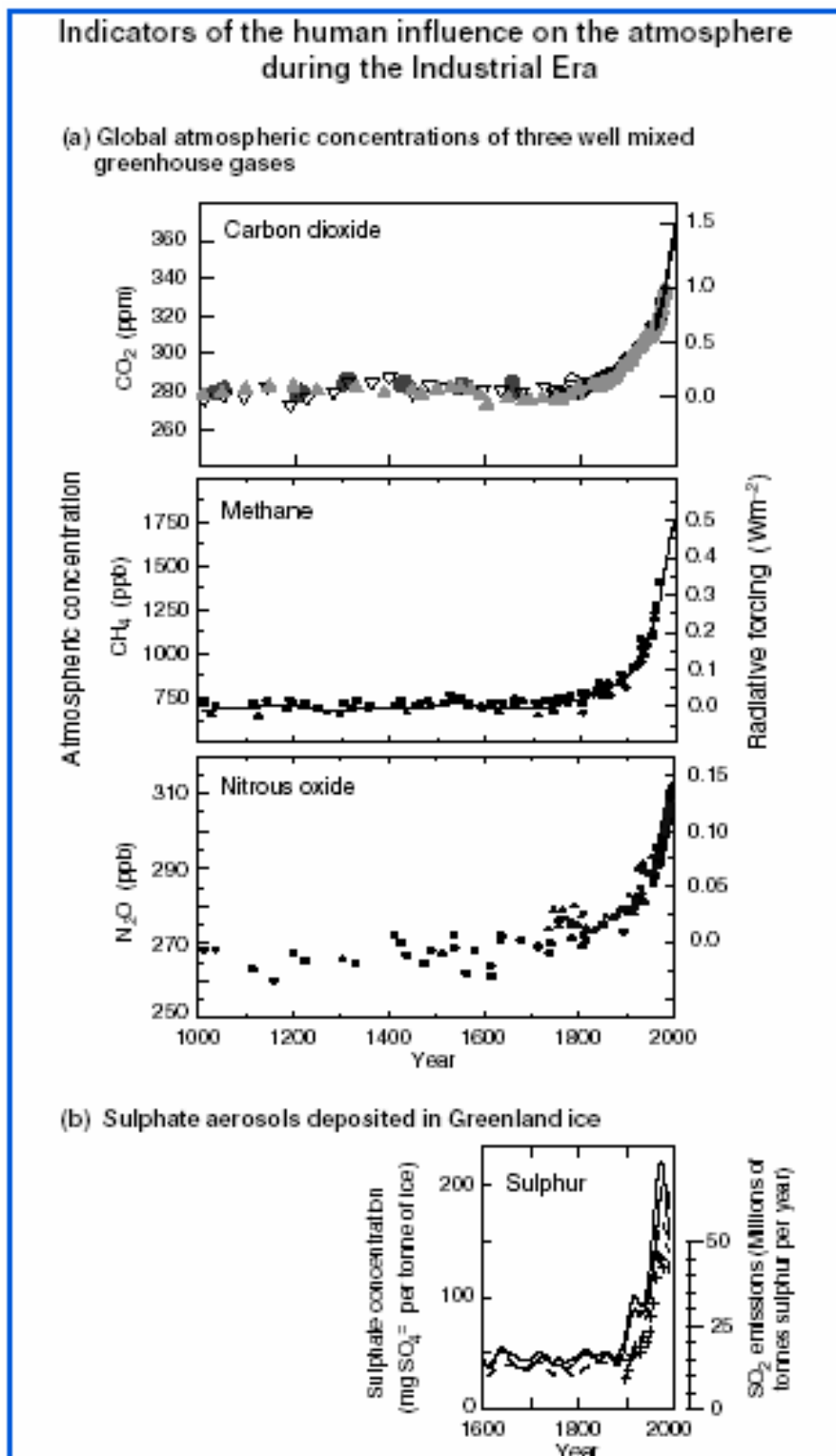
Stickstoffdioxid: Bei allen Verbrennungsvorgängen entstehen Stickoxide (NO_x) als Verbindung zwischen dem Stickstoff der Luft und dem Sauerstoff, aber auch durch Oxidation von stickstoffhaltigen Verbindungen, die im Brennstoff enthalten sind.

Ozon: Hierbei handelt es sich um das troposphärische Ozon in der Atmosphäre.

Methan: Methan ist Hauptbestandteil von Erdgas, Biogas, Deponiegas und Klärgas. Methan entsteht bei allen organischen Gär- und Zersetzungsprozessen, wie z.B. in Sümpfen, Reisfeldern und bei Massenviehhaltung.²⁹

²⁹ <http://www.umweltlexikon-online.de>, 15.10.2001, 15:13.

Abbildung 13: Indikatoren menschlichen Einflusses im Industriezeitalter



Quelle: dritter Bericht des IPCC; Working Group I, 2001.

In Abbildung 13 ist die Veränderung der atmosphärischen Konzentration von Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), und Distickstoffoxid (N₂O) im Verlauf der letzten 1000 Jahre dargestellt.

2.3 Anthropogene Aerosole

Der Mensch emittiert aber nicht nur Treibhausgase, sondern setzt bei der Verbrennung fossiler Treibstoffe auch eine enorme Menge an Staub, Russ, Asche und anderen Schwebeteilchen frei, so genannte Aerosole. Diese erwärmen die Erde nicht sondern kühlen sie ab. Sie reflektieren das Sonnenlicht bevor es die Erde erreichen kann. Ein plötzliches Auftreten dieser Teilchen in außergewöhnlich großen Mengen in der Atmosphäre wie z.B. nach Vulkanausbrüchen, Meteoriteneinschlägen, dem nuklearen Winter nach Atombombeneinsätzen oder nach heftigen und großflächigen Waldbränden kann die Erde verdunkeln und hat in der Vergangenheit schon kleine Eiszeiten ausgelöst.

Doch auch schon der "normale", alljährliche Ausstoß dieser Partikel hat die Menschheit bis dato vor einer noch stärkeren Erwärmung der Atmosphäre bewahrt. Aerosole haben neben einem direkten Strahlungsantrieb einen indirekten Effekt durch ihre Wirkung auf Wolken.

Jedoch gibt dieser vermeintliche Schutzschild aus Schmutz keinerlei Anlass zur Beruhigung. Viele dieser Teile haben neben dem Einfluss auf den Treibhauseffekt andere ausschließlich negative Effekte. Russ und Staub schädigen unsere Lungen ebenso wie die Tier- und Pflanzenwelt, SO₂ (Schwefeldioxid) ist der Ausgangsstoff für den sauren Regen, der nachhaltig unsere Wälder geschädigt hat und in weiten Teilen der Erde noch immer schädigt.

3 GLOBALE KLIMAVERÄNDERUNG

Das Klima auf der Erde ist seit jeher Veränderungen ausgesetzt. So wurde die Klimavariabilität auf der Zeitskala von Jahren bis Jahrhunderten durch Schwankungen der Sonnenaktivität, durch Vulkanausbrüche und durch interne Oszillationen im Klimasystem (zum Beispiel Ozean-Atmosphäre-Wechselwirkungen) maßgeblich mitbestimmt. Während des solaren Aktivitätsminimums von zirka 1645 bis 1715 (sog. Maunder Minimum) lagen die Wintertemperaturen extrem tief. In den Jahren 1812 bis 1817 wurden die kalten Sommer möglicherweise durch den Ausbruch des Vulkans Tambora (1815) mitbeeinflusst. Dem allgemeinen Trend zur Erwärmung seit etwa 1885, welcher in der Größenordnung von 2/3 bis zu 1 Grad Celsius liegt, sind im Raum Atlantik - Westeuropa Schwankungen überlagert, welche teilweise durch die Druckschaukel Island - Azoren (sog. Nordatlantische Oszillation) bedingt sind.

Im Februar des Jahres 2001 wurde der dritte Bericht des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), einer Arbeitsgruppe des zwischenstaatlichen Ausschusses über Klimaänderungen, fertig gestellt. Dieser baut auf früheren Berichten auf und schließt neue Forschungsergebnisse der letzten fünf Jahre ein. Viele hundert Wissenschaftler verschiedener Länder waren an Entwurf und Überprüfung beteiligt. Im Folgenden sind die wichtigsten Aussagen gekürzt wiedergegeben.

3.1 Beobachtungen der Vergangenheit

3.1.1 Temperatur

Die global durchschnittliche Oberflächentemperatur ist im 20. Jahrhundert um $0,6^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ angestiegen. Dieser Wert liegt ungefähr $0,15^{\circ}\text{C}$ höher als der im *SAR* (Second Assessment Report) geschätzte Wert für die Zeit bis 1994. Dies ist auf die recht hohen Temperaturen der Jahre zwischen 1995 und 2000 sowie auf verbesserte Auswertungsmethoden zurückzuführen. Die Aufzeichnung zeigt zahlreiche Schwankungen: So fand die Erwärmung im 20. Jahrhundert vor allem in zwei Zeiträumen statt: 1910 bis 1945 und 1976 bis 2000.

Insgesamt ist es sehr wahrscheinlich, dass innerhalb des durch Messungen erfassten Zeitraums die 90er Jahre des 20. Jahrhunderts das wärmste Jahrzehnt und 1998 das wärmste Jahr seit 1861 waren.

3.1.2 Eisausdehnung und Meeresspiegel

Satellitendaten ergeben, dass die von Schnee bedeckte Fläche seit den späten 60er Jahren des 20. Jahrhunderts um 10% zurückgegangen ist. Bodengestützte Beobachtungen zeigen, dass die Dauer der jährlichen Eisbedeckung von Seen und Flüssen im Verlauf des 20. Jahrhunderts in den mittleren und höheren Breiten der nördlichen Hemisphäre um rund zwei Wochen abgenommen hat.

In nichtpolaren Regionen ist im Verlauf des 20. Jahrhunderts ein weit verbreitetes Zurückweichen der Berggletscher zu verzeichnen.

In der nördlichen Hemisphäre ist die Ausdehnung vom Frühjahr- und Sommermeereis seit den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts um etwa 10% bis 15% zurückgegangen.

Gezeitenmessungen ergeben, dass die weltweite durchschnittliche Höhe des Meeresspiegels im 20. Jahrhundert zwischen 0,1 und 0,2 Metern gestiegen ist.

Der globale Wärmegehalt der Ozeane ist seit den späten 50er Jahren des 20. Jahrhunderts – dem Zeitraum, für den entsprechende Beobachtungen der Ozeantemperaturen unterhalb der Oberfläche vorliegen – angestiegen.

3.1.3 Sonstige Veränderungen

Auf den Kontinenten der mittleren und höheren Breiten der nördlichen Hemisphäre haben Niederschläge mit jedem Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts um 0,5% bis 1% zugenommen. Auch über den tropischen Landmassen (10°N bis 10°S) haben die Regenfälle um 0,2% bis 0,3% (pro Dekade) **zugewonnen**.

Im Gegensatz dazu haben die Regenfälle über einem Großteil der subtropischen Landmassen der nördlichen Hemisphäre (10°N bis 30°N) im 20. Jahrhundert um rund 0,3% pro Jahrzehnt **abgenommen**.

In den mittleren und höheren Breiten der nördlichen Hemisphäre ist die Häufigkeit heftiger Niederschläge in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts um 2% bis 4% angestiegen. Die Zunahme heftiger Niederschläge kann zahlreiche Ursachen haben, z.B. Veränderungen im Feuchtegehalt der Luft oder in der Aktivität von Wirbelstürmen/ großskaligen Stürmen.

Seit 1950 ist die Häufigkeit extrem niedriger Temperaturen zurückgegangen, mit einer geringeren Zunahme der Häufigkeit extrem hoher Temperaturen.

Seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts sind Wärmeperioden, die auf das El Niño-Phänomen zurückgehen (El Niño-Southern-Oscillation - ENSO; das Phänomen wirkt sich beständig auf regionale Variationen in Niederschlag und Temperatur in großen Teilen der Tropen, Subtropen und einigen Gebieten mittlerer Breiten aus), häufiger, anhaltender und intensiver geworden (verglichen mit den vorangegangenen 100 Jahren).

Über das 20. Jahrhundert (1900 bis 1995) gab es weltweit nur einen relativ geringen Zuwachs an Landflächen, die von schweren Dürren oder Überschwemmungen betroffen waren. In vielen Regionen werden diese Veränderungen von Klimaschwankungen dominiert, die auf Zeitskalen von einem bis mehreren Jahrzehnten verlaufen – wie z.B. die Verschiebung beim ENSO-Phänomen hin zu einer größeren Zahl von warmen Ereignissen.

In einigen Regionen, wie in Teilen von Asien und Afrika, ist in den letzten Jahrzehnten eine Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Dürren zu beobachten.

4 ZUKUNFTSPROGNOSEN DURCH KLIMAMODELLE

Komplexe physikalische Klimamodelle werden benötigt, um Rückkopplungen und regionale Merkmale genau abschätzen zu können. Solche Modelle können noch nicht alle Aspekte des Klimas simulieren. Doch in den letzten Jahren hat sich das Verständnis von Klimaprozessen und deren Einbeziehung in Klimamodelle verbessert. Einige neue Modelle liefern zufriedenstellende Simulationen des aktuellen Klimas ohne nichtphysikalische Korrekturen der Wärme- und Wasserflüsse an der Grenzschicht zwischen Ozean und Atmosphäre, wie sie in früheren Modellen benutzt wurden.

Simulationen, die Schätzungen des natürlichen und anthropogenen Antriebs einschließen, reproduzieren die über das 20. Jahrhundert beobachteten großskaligen Änderungen der Oberflächentemperatur. Einige zusätzliche Prozesse und Antriebe sind jedoch möglicherweise nicht in die Modelle eingeflossen. Trotzdem kann die großskalige Übereinstimmung zwischen Modellen und Beobachtungen eine unabhängige Überprüfung der projizierten Erwärmungsraten über die kommenden Jahrzehnte bei einem gegebenen Szenario sicherstellen.

Folgende Aspekte der Modellsimulation haben sich verbessert: El Niño-Phänomen, Monsun, Nordatlantische Oszillation, Klima ausgewählter Zeitspannen der Vergangenheit.³⁰

Im Wesentlichen stehen nun zwei einander ergänzende wissenschaftliche Methoden zur Verfügung:

- Mit so genannten Klimamodellen wird versucht im Computer die Klimawirklichkeit soweit nachzuahmen, dass Aussagen über die Zukunft des Weltklimas möglich sind.

Mit Klimareihen wird versucht, statistische Trends aus vergangenen Temperatur- und Niederschlagsmessungen herauszulesen.

Das IPCC versucht anhand von gekoppelten Atmosphären-Ozean-Modellen, so genannten "General Circulation Models" (GCM's) das Weltklima für das 21. Jahrhundert vorherzusagen. Unter Einhaltung physikalischer Gesetze und mit der Annahme über die wahrscheinlichen Emissionen für Treibhausgase wird der Klimawandel durch besonders leistungsfähige Computer berechnet. Diese Modelle haben den Klimawandel der letzten Jahre sehr gut prognostiziert.

Auch die Erfahrungen mit El Niño belegen deren Gültigkeit. Der stärkste El Niño aller Zeiten, eine unregelmäßige Veränderung und Erwärmung großräumiger Meeresströmungen, der auf der ganzen Welt im 1. Halbjahr 1998 das Klima durcheinander brachte und einen Vorgeschmack auf den Klimawandel des nächsten Jahrhunderts lieferte, wurde mit vergleichbaren Klimamodellen sehr gut ein halbes

³⁰ Dritter IPCC Bericht, Working Group I, 2001.

Jahr im voraus beschrieben. Seither ist das Vertrauen in die Aussagekraft von Klimamodellen stark angestiegen.

Auf der Basis von Emissionsszenarien aus dem IPCC *Special Report on Emission Scenarios (SRES)* wurden Modelle zur Projektion der Konzentrationen von Treibhausgasen und Aerosolen in der Atmosphäre - und damit des zukünftigen Klimas - herangezogen. Diese Szenarien wurden entwickelt, um die IS92er-Szenarienserie zu aktualisieren, auf die sich der SAR bezieht. In einigen Fällen werden sie hier zum Vergleich herangezogen.³¹

4.1 Ergebnisse globaler Klimamodelle

Die Kohlenstoffkreislaufmodelle projizieren für 2100 CO₂-Konzentrationen zwischen 540 und 970 ppm unter Verwendung der *SRES*-Beispielszenarien (90% bis 250% über der Konzentration von 280 ppm im Jahr 1750; dargestellt in Abbildung 14b). Diese Projektionen schließen Rückkopplungen von Land und Ozean auf das Klima ein. Unsicherheiten, insbesondere bezüglich des Ausmaßes der Rückkopplung der terrestrischen Biosphäre auf das Klima, verursachen eine Variation von ungefähr -10% bis +30% in jedem Szenario. Die gesamte Bandbreite liegt zwischen 490 und 1260 ppm (75% bis 350% über der Konzentration des Jahres 1750).

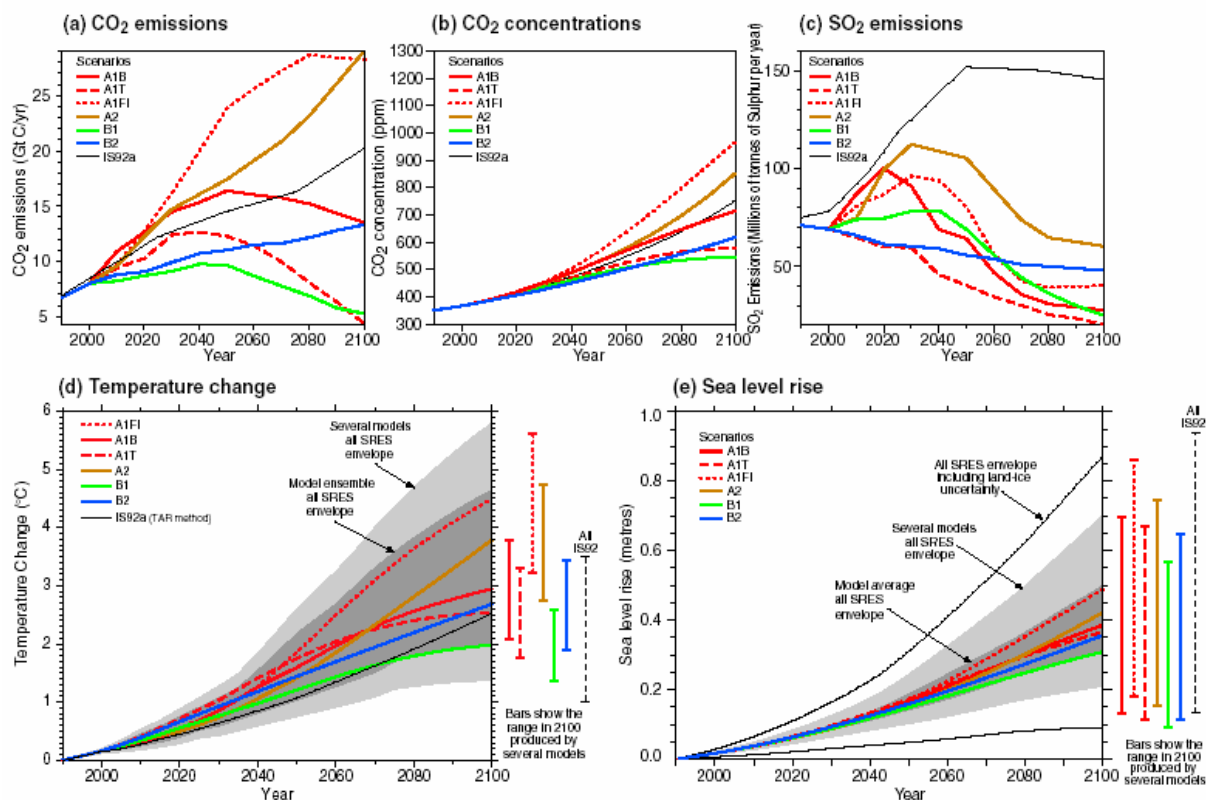
Die auf das Jahr 2000 bezogenen *SRES*-Beispielszenarien ergeben für das 21. Jahrhundert einen weiteren Anstieg des globalen mittleren Strahlungsantriebs infolge von Treibhausgasen, wobei ein Anstieg des Kohlendioxidanteils am Strahlungsantrieb von etwas mehr als der Hälfte auf etwa zwei Drittel vorhergesagt wird. Alle IPCC *SRES*-Szenarien projizieren einen Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur (Abbildung 14 d) und des Meeresspiegels³² (Abbildung 14 e).

³¹ Dritter IPCC Bericht, Working Group I, 2001.

³² Dritter IPCC Bericht, Working Group I, 2001.

Abbildung 14: Emissionsszenarien des IPCC

The global climate of the 21st century



Quelle: Dritter Bericht des IPCC, Working Group I, 2001.

4.1.1 Durchschnittstemperatur

Bei den Projektionen über das zukünftige Klima schließen die Modelle sowohl bisherige als auch zukünftige Emissionen von Treibhausgasen und Aerosolen ein. Infolgedessen enthalten sie Schätzungen darüber, welche Erwärmung bisher von Emissionen der Vergangenheit verursacht wurde und wie viel diese zur zukünftigen Erwärmung beitragen werden.

Die Modelle projizieren, dass die globale durchschnittliche Oberflächentemperatur im Zeitraum von 1990 bis 2100 zwischen 1,4°C und 5,8°C steigen wird. Diese Ergebnisse gelten für alle 35 SRES-Szenarien, beruhend auf einer Reihe von Klimamodellen.

Die vorhergesagte Erwärmungsrate ist sehr viel größer als die beobachteten Veränderungen während des 20. Jahrhunderts, und es ist sehr wahrscheinlich, dass es im zurückliegenden Zeitraum von mindestens 10.000 Jahren keine entsprechende Erwärmungsrate gab.

Bis 2100 ist der Wertebereich der Oberflächentemperaturreaktion für die gesamte Gruppe von Klimamodellen, die mit einem bestimmten Szenario durchgerechnet wurden, vergleichbar mit dem Bereich eines einzelnen Modells, das mit verschiedenen SRES-Szenarien durchgerechnet wurde.

Fast alle Landflächen werden sich schneller erwärmen als der globale Durchschnitt. Dies gilt besonders für die Landflächen höherer nördlicher Breiten während der kalten Jahreszeit.

Viele Modelle projizieren, dass die jüngste Tendenz anhalten wird, wonach die Oberflächentemperaturen im tropischen Pazifik zunehmend mehr dem El Niño-Phänomen entsprechen – der östliche tropische Pazifik erwärmt sich stärker als der westliche (tropische) Pazifik – mit einer resultierenden Verlagerung der Niederschläge nach Osten.

4.1.2 Niederschlag

Die globale durchschnittliche Wasserdampfkonzentration und die Niederschlagsmenge werden im Verlauf des 21. Jahrhunderts zunehmen. Es ist wahrscheinlich, dass um die Mitte des 21. Jahrhunderts die Niederschläge über den nördlichen mittleren bis höheren Breiten sowie über der Antarktis im Winter zunehmen werden. In niedrigeren Breiten finden über Landflächen sowohl regionale Zunahmen als auch Abnahmen statt.

Größere Variationen von Jahr zu Jahr bei den Niederschlägen sind sehr wahrscheinlich über den meisten Landflächen, über denen eine Zunahme der mittleren Niederschläge projiziert wird.

4.2 Das Klima in den Alpenländern

Um zu regionalen Aussagen über das Klima in den Alpen zu kommen, gibt es zwei Möglichkeiten. Einerseits kann auf die regionalen Messreihen zurückgegriffen werden, andererseits kann versucht werden, globale Klimamodelle für den Alpenraum anwendbar zu machen.

4.2.1 Klimaänderungsszenarien für den Alpenraum

Globale GCM's gelten zwar als einigermaßen zuverlässig für Modellierungen in globalen bis kontinentalen Größenordnungen, regionale Aussagen kann man aus ihnen jedoch nur bedingt ableiten. Dies trifft besonders auf die Alpen zu. Durch die geringe räumliche Auflösung der GCM's sind die Alpen in diesen Modellen nur schlecht repräsentiert.

Die groben Raster der globalen Klimamodelle geben für den Alpenraum bis 2069 eine Erwärmung von bis zu 5,2°C im Sommer und 3,9°C im Winter an.

Da gerade der Niederschlag in vielen Bereichen der Klimafolgenforschung besonders wichtig ist, versucht man mit verschiedenen Mitteln regionale Aussagen aus den GCM-Ergebnissen zu generieren (Downscaling).

Mit diesen neueren Untersuchungen ist es möglich, verlässlichere Aussagen über regionale Auswirkungen des Klimawandels zu treffen.

4.2.2 Regionale Aussagen

4.2.2.1 Temperatur

Die globale Klimaänderung hat regional und jahreszeitlich sehr unterschiedliche Ausprägungen. Der Alpenraum, insbesondere im Winter, ist davon besonders stark betroffen. Die Zunahme der Wintertemperaturen in den Ostalpen ist bedeutend stärker als der weltweite Ganzjahrestemperaturanstieg. In Österreich gingen die Ganzjahrestemperaturen seit dem Jahr 1880 gleich um 1,8° C nach oben³³, was weit über dem weltweiten Durchschnitt liegt. Es muss jedoch hinzugefügt werden, dass um 1880 der Höhepunkt einer natürlichen Abkühlungsphase erreicht war, und der Temperaturanstieg deshalb besonders deutlich ausfiel. Auch in der Schweiz sind die Minimumtemperaturen zwischen 1901 und 1993 im Mittel um rund 2° C angestiegen. Die größte Erwärmung gab es in den Wintermonaten, wobei davon speziell die höheren Lagen, der Südwesten und der Süden der Schweiz betroffen sind. Die Temperaturen sind insgesamt ausgeglichener und weniger extrem geworden. Für die Zukunft sprechen alle Klimamodelle von einer generellen Zunahme der Temperatur, vor allem auf der Nordhalbkugel. Bei einer Verdoppelung des Kohlendioxids in der Atmosphäre wird für den Alpenraum eine Erwärmung um 2,5° C erwartet.³⁴ Auch erste Ergebnisse einer Regionalisierung eines GCM-Szenariums für ganz Österreich zeigen Temperaturerhöhungen von 2 °C bis 3,5 °C bis zum Jahr 2035, bei einer globalen Erwärmung von 1 °C bis 2 °C.³⁵

Österreich ist in der glücklichen Lage, lang zurückreichende Messreihen der Temperatur zu besitzen und dies nicht nur für das Flachland (seit 1760) sondern auch für Gebirgsregionen wie dem Sonnblick.

Seit September 1886 werden auf dem Gipfel des Sonnblicks kontinuierlich meteorologische Messungen und Beobachtungen vorgenommen. Dadurch ist eine kontinuierliche, homogene Klimareihe entstanden, die weltweit einzigartig dasteht. Das Observatorium befindet sich auf einem mehr als 3000m hohen Berggipfel des Alpenhauptkamms, fernab von lokalen Beeinflussungen und durch die Bestimmungen des Nationalparks auch für die Zukunft geschützt vor anthropogenen Eingriffen in der Umgebung.³⁶

Seit Beginn der Messreihe ist auf dem Sonnblick die Lufttemperatur um etwa 2 Grad gestiegen. Besonders stark war die Erwärmung zu Beginn der Reihe, in den 1910er-, den 1940er- und den 1980er Jahren.

³³ Auer, I. et al.

³⁴ Wanner, H. et al. 2000.

³⁵ Matulla et. Al. 2001.

³⁶ http://www.zamg.ac.at/sonnblick_frm.htm, 27.06.2001, 15:18.

4.2.2.2 Niederschlag

Messungen aus der Schweiz zeigen vor allem für die Wintermonate eine signifikante Niederschlagszunahme von 1901–1990³⁷.

Für diese winterliche Niederschlagszunahme gibt es unterschiedliche Begründungen. Eine Ansicht ist, dass die regenproduzierenden Wettersysteme mehr Feuchtigkeit gegen die Alpen bringen.³⁸ Andere Untersuchungen folgern jedoch, dass die Zunahme der Niederschläge durch veränderte Wetterlagenhäufigkeiten beeinflusst wird.³⁹ Als Erklärung kann auch die Erwärmung des Meerwassers im Nordostatlantik dienen. Diese höhere Wassertemperatur führt zu mehr Verdunstung. In Kombination mit einer verstärkten Westwindzirkulation, die seit etwa 30 Jahren festgestellt wird, könnte dies der Grund für einen vermehrten Feuchtigkeitstransport gegen die Alpen sein. Bei erhöhter Geschwindigkeit haben die Luftmassen zudem die Tendenz, ein Gebirge zu überfließen statt ihm seitlich auszuweichen. Durch eine solche Hebung wird die Niederschlagsaktivität zusätzlich verstärkt. Andererseits ist die Luftfeuchtigkeit direkt abhängig von der Lufttemperatur. Bei einer Erwärmung um 1°C ist eine Zunahme der absoluten Luftfeuchtigkeit von ungefähr 8% zu erwarten.⁴⁰

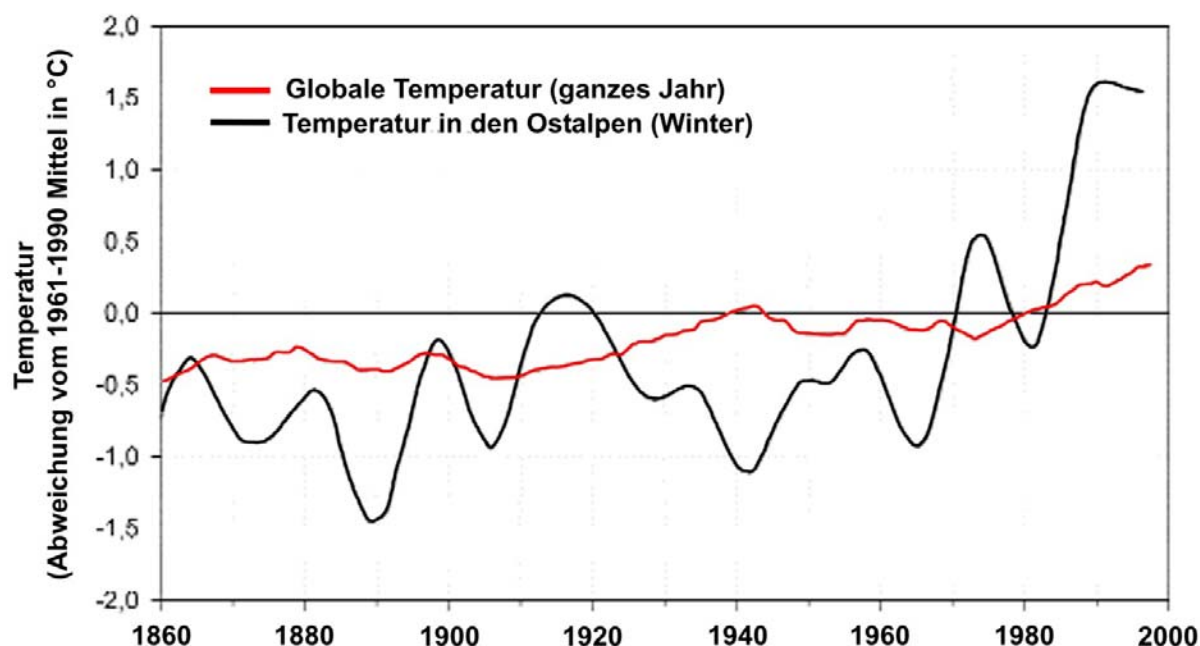
³⁷ NFP 31 Bader S. et al, 1998.

³⁸ Widmann und Schär 1997.

³⁹ Wanner et al. 2000.

⁴⁰ Bader, S. und P. Kunz 1994.

Abbildung 15: Entwicklung der Wintertemperatur in den Ostalpen (4 Stationen über 2000 m Seehöhe in Westösterreich) von 1860–1996 verglichen mit der globalen Temperaturentwicklung über das ganze Jahr.⁴¹



Quelle: Studie; *Die Alpen im Klimawandel*; eigene Bearbeitung.

4.2.3 Nordatlantische Oszillation

Die nordatlantische Oszillation (NAO) ist Europas Wettermaschine. Sie ist hauptverantwortlich für die großräumigen Hoch- und Tiefdruckgebiete, die langfristigen Klimaschwankungen und damit die Wettersituation im Alpenraum.

Die NAO bezeichnet den großräumigen Druckunterschied zwischen zwei guten Bekannten aus dem Wetterbericht: Dem Islandtief im Nordwesten des europäischen Festlandes und dem Azorenhoch westlich von Spanien und Portugal. Dieser Druckunterschied kann mehr oder weniger stark ausgeprägt sein und bewirkt klimatische Schwankungen über Jahre und Jahrzehnte. Die NAO ist zudem gekoppelt an eine größere Oszillationsbewegung, die arktische Oszillation. Weiters beeinflussen die El Niño-Southern Oszillation (ENSO), die Quasizweijährige Oszillation (QBO) und das Eurasian Pattern (EU) das europäische Wettergeschehen.

Ist der Druckunterschied zwischen Islandtief und Azorenhoch hoch (d. h. entweder ein stark ausgeprägtes Hoch, ein stark ausgeprägtes Tief oder beides), spricht man von einem positiven NAO Index, im umgekehrten Fall von einem negativen. Für die

⁴¹ Nach Daten von Böhm, R. et al.: Is there a NAO signal in Alpine Climate Time Series? Unveröffentlichter Konferenzbeitrag. 2nd International Climate and History Conference, University of East Anglia, Norwich, 7.–11. Sept. 1998; und IPCC-DDC (Intergovernmental Panel on Climate Change — Data Distribution Centre. CD-ROM, Version 1.0, April 1999.

Alpen heißt dies: hoher Luftdruck, hohe Temperaturen und Trockenheit, insbesondere in den höheren Lagen.⁴²

Bei gering ausgeprägter Druckdifferenz über dem Atlantik, also einem negativen NAO- Index, sind die Westwinde hingegen abgeschwächt und verlaufen auf südlicheren Zugbahnen. Über den Alpen befindet sich in diesem Fall ein Tiefdruckgebiet. Von Norden stoßen dann ungehindert arktische Luftmassen nach Mitteleuropa vor, die mehr Feuchte und tiefere Temperaturen mit Winterschneefällen in den Alpenraum bringen.

Die NAO ist mehrjährigen Schwankungen unterworfen, die manchmal periodisch, oft aber auch unregelmäßig ablaufen. Neben internen Faktoren wird die NAO von der Sonne, der Erdbahn, von Vulkantätigkeiten und möglicherweise von menschlichen Einwirkungen beeinflusst. Zum ersten Mal seit 1700 trat eine ausgeprägt positive NAO- Phase im beginnenden 20. Jahrhundert ein.⁴³ Die längste Negativperiode im 20. Jahrhundert trat zwischen 1950 und etwa 1974 auf. Tiefe Temperaturen und massive Schneefälle prägten die Winter jener Zeit. In diese Periode fielen zahlreiche Schiliftplanungen im Alpenraum. Mitte der 1970er Jahre schlug der NAO-Index in eine positive Phase um und brachte trockenere und wärmere Winter nach Mitteleuropa. Viele der vermeintlich schneesicheren Gebiete können so heute nur mit künstlicher Beschneigung den Schitourismus aufrechterhalten.

Seit über 20 Jahren befindet sich die NAO nun durchgehend in einer extremen Positivphase, der längsten, die bisher beobachtet werden konnte. Ein substantieller Teil des in Europa festgestellten Temperaturanstieges ist auf diese außergewöhnliche NAO-Phase zurückzuführen.⁴⁴

Für die Schweiz wurde nachgewiesen, dass mit dem positiven NAO-Index auch der Luftdruck gestiegen ist und die winterlichen Hochdruckgebiete länger angehalten haben, als zu anderen Zeiten des 20. Jahrhunderts.⁴⁵ Der Erwartung entsprechend sind Westwindlagen in den Wintermonaten der vergangenen beiden Jahrzehnte mit über 40% deutlich häufiger aufgetreten als in den hundert Jahren davor, als die Häufigkeit dieser Wetterlage bei 30% lag. Sturmartige Winde, wie sie in einer positiven NAO-Phase zu erwarten wären, sind jedoch nicht eingetreten. Im

⁴² Bader, S. und P. Kunz: Klimarissen – Herausforderungen für die Schweiz. Wissenschaftlicher Schlussbericht NFP 31. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 1998.

⁴³ Wanner et al. 2000.

⁴⁴ Hurrell, J. W. und H. Van Loon: Decadal Variations in Climate Associated with the North Atlantic Oscillation. *Climate Change*, Vol. 36, 1997.

⁴⁵ Beniston, M. et al.: An Analysis of Regional Climate Change in Switzerland. In: *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 49, 1994.

Gegenteil: Im Schweizer Mittelland haben sich die Windgeschwindigkeiten verringert, vor allem die Zeit vor 1940 war bedeutend windiger als die Gegenwart. Nordeuropa hingegen ist besonders seit den 1970er Jahren von starken Stürmen betroffen. Die Westwinde sind also wie erwartet stärker geworden, jedoch nicht über den Alpen. Die winterlichen Tiefdruckbahnen dürften sich nach Norden verlagert haben und hinterlassen so immer öfter in Norddeutschland und Südsandinavien ihre Spuren. Der Alpenraum hingegen liegt vermehrt am südlichen Rand dieser Sturmfelder oder sogar außerhalb davon.⁴⁶

Für ein Umspringen der NAO sind derzeit nur erste Anzeichen zu erkennen. Verbleibt die NAO weiter in ihrer positiven Phase werden Temperatur, Druck und auch – durch die verstärkte Verdunstung – Niederschläge weiterhin leicht ansteigen. Falls die NAO in den nächsten 10 Jahren nicht in eine negative Phase zurückkehrt, kann man annehmen, auch ohne direkten Beleg und ohne die genaue Wirkungsweise zu kennen, dass die NAO von der menschlichen Aktivität beeinflusst wird. Die anthropogenen Treibhausgase würden somit das Klima- und Wettergeschehen über Europa mitbestimmen.

4.3 Ökologische Auswirkungen

Bei allen folgenden beispielhaft aufgezählten Auswirkungen des Klimawandels in den Alpen ist zu beachten, dass jedes einzelne Ereignis, wie z.B. eine Mure oder ein schmelzender Gletscher, Hochwasser usw. von mehreren Faktoren verursacht wird und von diesen auch abgeschwächt oder verstärkt werden kann. Im langjährigen und über den Alpenbogen gemittelten Schnitt lässt sich jedoch die Ursache Klimawandel zunehmend besser herausfiltern. Für einzelne Jahre oder einzelne Alpentäler haben kurzfristige (z.B. Wettervariationen) und lokale Bedingungen (z.B. Hanglage, Luv- und Lee-Seite der Berge, Seen, Flüsse, Vegetation (Zustand des Waldes, Abholzung) oft einen stärkeren Einfluss als das übergeordnete Signal des Klimawandels.

Das Problem bei der Analyse der ökologischen Auswirkungen ist, dass spektakuläre Ereignisse zwar wahrgenommen werden, aber kaum eine wissenschaftliche Aussagekraft besitzen, dass aber schleichende Veränderungen kaum wahrgenommen werden, aber wissenschaftlich weitaus aussagekräftiger sind.

Um die zunehmende Gefahr des Klimawandels in den Alpen für den Menschen beurteilen zu können, muss man auch andere Faktoren berücksichtigen, wie die leider zunehmende Bereitschaft des Menschen, seine Siedlungen in Gefahrenzonen (steile Hanglagen, Überschwemmungsgebiete) zu bauen.⁴⁷

⁴⁶ Bader und Kunz 1998.

⁴⁷ Studie 1998: „Die Alpen im Treibhaus“ ,Greenpeace.

4.3.1 Biosphäre (Pflanzen und Tierwelt)

Obwohl im Bereich der Reaktionen alpiner Vegetation auf Temperatur- und Niederschlagsänderungen vieles unerforscht ist, gibt es in dieser noch relativ jungen Disziplin einige neue Erkenntnisse der alpenländischen Klimafolgenforschung. Nicht zu vergessen ist, dass aussagekräftige Klimamodelle erst seit knapp 10 Jahren vorliegen und erst nach dem Vorliegen großräumiger Ergebnisse mit der regionalen Klimafolgenforschung begonnen werden konnte.

Offene Fragen beziehen sich auch auf artenspezifische Reaktionen auf erhöhtes CO₂-Angebot, Artenwettbewerb oder Wanderungsgeschwindigkeiten einzelner Vegetationsarten und Artengruppen. Während anthropogene Landnutzung in vielen Gebirgsregionen zu Reduktionen der biologischen Vielfalt geführt hat, besteht ein mittlerer Grad an Gewissheit, dass Klimaänderungen eine Fragmentierung verstärken und Habitate reduzieren werden. Es besteht Anlass zur Sorge, dass auf den höchsten Berggipfeln ansässige Arten in Zukunft verschwinden werden⁴⁸.

Mit Sicherheit kann jedoch aus den bisherigen Experimenten geschlossen werden, dass kaum zwei Pflanzenarten auf eine CO₂-Anreicherung und die Erwärmung der Atmosphäre identisch reagieren⁴⁹. Dadurch wird es zu Veränderungen in der Artenzusammensetzung kommen. Dabei wird es "Gewinner" und "Verlierer" geben. Anpassungsfähigere Arten werden andere unflexiblere verdrängen.

Bei der Analyse der Reaktionen natürlicher Vegetation auf Klimaänderungen muss das Zusammentreffen einer Vielzahl unterschiedlicher Einflussfaktoren und deren Wechselwirkungen berücksichtigt werden. Zu Wachstumswirkungen von Einzelfaktoren konnten bereits zahlreiche Versuchsergebnisse erzielt werden. Beispielsweise ist aus Laborversuchen bekannt, dass erhöhtes CO₂-Angebot bei vielen Kulturpflanzen zu Ertragssteigerungen führt. Daraus zu schließen, dass einerseits die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre quasi von selbst, das heißt auf natürlichem Wege, wieder auf ein niedrigeres Niveau abgesenkt wird und dass andererseits die Pflanzen eher von einer CO₂-reicheren Luft profitieren würden, ist ein voreiliger Schluss. Die Reaktionen außerhalb des Gewächshauses, in der freien Natur, für unterschiedliche Pflanzengesellschaften oder komplette Ökosysteme werden erst erforscht. Hier werden die Untersuchungen schwierig und kostspielig und können zumeist nur im Rahmen von nationalen oder internationalen Forschungsprogrammen durchgeführt werden. In der Schweiz wurden derartige Projekte im Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes 31, Klimaänderungen und Naturkatastrophen (NFP 31) abgewickelt. In Österreich erfolgten derartige Untersuchungen im Rahmen des Internationalen Geosphere Biosphere Programmes (IGBP).

⁴⁸ ProClim, 1996

⁴⁹ Glogger, 1998.

Es gibt Anzeichen dafür, dass die Pflanzen die zu hohe CO₂-Konzentration in der Luft nicht durch vermehrte CO₂-Aufnahme wieder reduzieren können.

Zwei Schweizer Projekte, durchgeführt vom Botanischen Institut der Universität Basel, befassten sich mit der Langzeitreaktion von alpiner Vegetation auf ein erhöhtes CO₂-Angebot in natürlicher Umgebung. Im ersten Projekt wurde Alpenrasen an einem besonders extremen Standort in 2.500 m Höhe untersucht. Die Versuchsanordnung wurde so gewählt, dass möglichst alle Wachstumsfaktoren mit Ausnahme des CO₂-Angebotes den natürlichen Bedingungen entsprachen. Dazu dienten nach oben geöffnete Plexiglaskammern, die mit zusätzlichem CO₂ versorgt wurden. Um mögliche Veränderungen der natürlichen Situation durch diese Kammern berücksichtigen zu können, erfolgte der Vergleich der Wachstumsergebnisse mit Kammern mit und ohne zusätzliche CO₂-Versorgung.

Die Ergebnisse dieses Langzeitversuches waren im Vergleich zu Glashausexperimenten erstaunlich. Die Kohlendioxidaufnahme stieg zu Versuchsbeginn markant um über 40% an⁵⁰. Doch von Jahr zu Jahr wurde der Effekt geringer, um im vierten Jahr schließlich gänzlich zu verschwinden. Vielleicht können sich Pflanzen an ein Überangebot an CO₂ "gewöhnen". Auch ein Versuch durch zusätzliche Düngung, die Pflanzen zur Beibehaltung der erhöhten Photosyntheserate zu veranlassen, schlug fehl. Die Pflanzen hatten sich scheinbar an die neuen Bedingungen angepasst und kehrten zu ihrem "normalen" Wachstumsrhythmus zurück.

Das zweite Experiment im Rahmen von NPF 31 befasste sich mit einer ähnlichen Fragestellung, nur wurde nicht Alpenrasen sondern Bergwald untersucht. Dieses Experiment konnte allerdings nicht mehr in freier Natur durchgeführt werden, sondern musste in ein Labor verlegt werden. Es wurde versucht, den Jungwuchs auf einer Waldlichtung in Form von jungen Fichten und Kräutern nachzubilden. Der Versuch in der Klimakammer des Botanischen Institutes in Bern lief drei Jahre. Die Ergebnisse waren ähnlich denen, die für den Alpenrasen unter natürlichen Bedingungen erzielten⁵¹.

Damit geben diese Versuche Hinweise darauf, dass erhöhtes CO₂-Angebot in der Atmosphäre von mehrjährigen Pflanzen für ihr Wachstum nicht dauerhaft genutzt werden kann. Das bedeutet, dass es in einer CO₂-haltigeren Atmosphäre höchstwahrscheinlich zu keiner vermehrten Bindung dieses Treibhausgases in Pflanzenmasse und damit auch zu keiner daraus resultierenden Reduktion der Atmosphärenkonzentration kommen wird.

Von österreichischen Wissenschaftlern (Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien) werden seit 1992 die Veränderungen in der

⁵⁰ Glogger, 1998.

⁵¹ Glogger, 1998.

Artenzusammensetzung der hochalpinen Vegetation auf Alpengipfeln untersucht. Der Vergleich der Beobachtungen mit historischen Aufzeichnungen zeigte sowohl eine Zunahme der Artenvielfalt als auch die Wanderung der Arten in höhere Regionen. Einige Arten wiesen Wanderungsraten bis zu 4 m pro Dekade auf. Der Klimawandel in den Alpen kann für viele hochalpine Ökosysteme zu schnell vor sich gehen. Die Fichte z.B. kann mit dem Tempo der Veränderung nicht mithalten und droht großflächig abzusterben.

Probleme kann diese klimabedingte Verschiebung der Vegetationszonen auch für Österreichs Wälder bedeuten. Nach einem in der Schweiz entwickelten Waldwachstumsmodell⁵² ergab sich je nach zugrunde gelegtem Szenario eine deutliche Verschiebung der Vegetations-Höhenstufen nach oben. Aus einer Erhöhung der Jahresmitteltemperatur um 2°C resultiert im Modell eine Verschiebung der Höhenstufen um 300 bis 400 m Seehöhe nach oben. Daraus folgert Starlinger⁵³ für Österreichs Wälder eine starke Änderung in der natürlichen Baumartenzusammensetzung. Bei Baumarten, die ihre ökologischen Bereiche überschreiten, muss mit Problemen bei Blüte oder Keimung gerechnet werden. Bei der Fichte ist sogar ein flächiges Absterben an der unteren Höhengrenze ihres derzeitigen Verbreitungsgebietes zu erwarten.

Jedoch nicht nur die Verschiebung von Vegetationszonen kann für die alpinen Wälder Probleme verursachen. Auch die Schädlingsverbreitung bzw. -vermehrung zeigt Klimaabhängigkeiten. Als wechselwarme Tiere sind Insekten nur in beschränktem Ausmaß imstande, ihre Körpertemperatur und damit ihren Stoffwechsel unabhängig von der Außentemperatur zu halten⁵⁴. Wie aus paläontologischen Untersuchungen bekannt ist, reagierten Insekten auf die relativ rasch wechselnden glacial/interglacialen (Wechsel von Eis- und Zwischeneiszeit) Klimabedingungen hauptsächlich durch Wanderung und kaum durch spezielle morphologische Anpassung (Änderung ihrer Form).

Im Fall einer Klimaerwärmung ist auch mit einer rascheren Entwicklung der Schädlinge zu rechnen. Daraus resultierende Folgen sind beispielsweise aus Modellrechnungen ersichtlich, die die Entwicklung des Buchdruckers in einem besonders "warmen" (1992) und einem "kalten" Jahr (1989) nachvollziehen. 1992 konnten sich aufgrund des Witterungsverlaufes drei Schädlingsgenerationen bis ins überwinterungsfähige Jungkäferstadium entwickeln, 1989 nur zwei⁵⁵. Wird dieses Ergebnis auf den Schädlingsbefall durch die überwinternden Tiere im nächsten Frühjahr – ausgedrückt in m² befallener Rindenfläche – umgerechnet, so ergibt sich ein Verhältnis von 8.000 zu 20.

⁵² Brzeziecki et al., 1995.

⁵³ Starlinger, 1997.

⁵⁴ Schopf, 1997.

⁵⁵ Schopf, 1997.

4.3.2 Hydrosphäre (Wasserhaushalt)

Der Wasserkreislauf ist ein wichtiger Teil des globalen Klimasystems. Diese Tatsache wird besonders deutlich, hält man sich vor Augen, dass im globalen Mittel 80% der durch Strahlungsvorgänge zur Verfügung stehenden Energie für Verdunstungsprozesse verbraucht werden. Der Wasserkreislauf bestimmt dabei nicht nur die Menge des für Niederschlagsprozesse verfügbaren Wassers, sondern hat auch Auswirkungen auf die Lufttemperatur. Nimmt man beispielsweise an, dass während eines Sommertages im Alpenvorland keine Verdunstungsprozesse stattfinden, so könnten sich die untersten Luftschichten bis etwa 1.000 m Höhe um ca. 10°C mehr erwärmen als bei optimalen Verdunstungsbedingungen⁵⁶.

Der alpine Wasserkreislauf ist besonders komplex, da die Alpen als Strömungshindernis nicht nur die Niederschlagsverteilung beeinflussen, sondern wegen ihrer Höhe auch ein großer Anteil des Niederschlages als Schnee fällt, was als Verzögerungskomponente betrachtet werden muss. GCM's sind heute leider noch nicht in der Lage, zuverlässige Niederschlagsverteilungen für alpine Klimaänderungsszenarien anzugeben, weshalb viele der neuesten Arbeiten über die Auswirkungen von Temperaturerhöhungen die derzeitigen Niederschlagsbedingungen beibehalten. Teilweise wird versucht, den Niederschlag mittels Downscaling-Methoden zu generieren.

Die Temperaturerhöhung alleine hat jedoch bereits umfassende Auswirkungen auf viele Bereiche des Wasserkreislaufes wie auf:

- Verdunstung,
- Bodenfeuchte,
- Schneeakkumulation und Schmelze,
- Wasserführung von Flüssen und Seen,
- Stoffgehalt von Flüssen und Seen,
- Grundwasserneubildung.

Generell nimmt die Fähigkeit der Atmosphäre, Wasserdampf aufzunehmen mit steigender Temperatur exponentiell zu. Über einer Wasser- oder Schneefläche steigt damit auch die Verdunstung. Die Abschätzung zukünftiger Verdunstungsszenarien ist nur unter Zugrundelegung zahlreicher Annahmen möglich. Beispielsweise wurde von Arnell und Reynard (1993) für humide, gemäßigte Regionen eine Zunahme der Verdunstung von 40 % bei einer Temperaturzunahme von 1°C abgeleitet⁵⁷. Ob in der Realität tatsächlich mehr verdunstet, hängt von der Verfügbarkeit von Wasser ab, und diese wird wiederum auch wesentlich durch die Bodenbeschaffenheit bestimmt. Eine wichtige Rolle als Modifikationsfaktor spielt dabei auch die Pflanzendecke. Verschiedene Vegetationsarten zeigen unterschiedliches Verdunstungsverhalten.

⁵⁶ NFP 31, 1998; Seite 81.

⁵⁷ Arnell und Reynard, 1993.

Damit entscheidet eine Fülle von Faktoren über die Menge an verdunstendem Wasser und damit auch darüber, wie viel Wasser langfristig für den ober- und unterirdischen Wasserabfluss zur Verfügung steht.

Schneeakkumulation und Schneeschmelze haben ebenfalls weitreichende Auswirkungen auf den Wasserhaushalt. In der Höhe von Arosa (1.860 m über dem Meer) beispielsweise beträgt der Anteil an festem Niederschlag etwa 45 %, auf dem Weissfluhjoch (2.670 m Seehöhe) etwa 66%⁵⁸. Der als Schnee gefallene Niederschlag gelangt mitunter erst nach Wochen und Monaten zum Abfluss. Dies ist mit eine Ursache des derzeit beobachtbaren Abflussverhaltens alpiner, vergletscherter Einzugsgebiete. Es ist durch ein eingipfliges Regime mit Abflussspitze etwa im Juni gekennzeichnet. Sämtliche derzeitigen Modellsimulationen, die von einer Klimaerwärmung im Alpenraum ausgehen, führen zu Änderungen dieses Abflussverhaltens⁵⁹. Die Abflussspitze im Juni beginnt mit zunehmender Erwärmung zu verflachen. Dies beruht zum einen auf einem früheren Einsetzen der Schneeschmelze, was zu einem Anstieg der Abflussmengen im Frühjahr führt, zum anderen auf einer Reduktion des Sommerabflusses durch verkleinerte Gletscherflächen, reduzierte Niederschlagsmengen und erhöhte Verdunstung.

Besonders der Abfluss aus vergletscherten Einzugsgebieten zeigt unter einem alpinen Klimaerwärmungsszenario markante Veränderungen. Derzeit wirken Gletscher ausgleichend auf das Abflussverhalten. Trockene Sommer sind im alpinen Raum im allgemeinen mit erhöhten Temperaturen, vor allem aber stärker verschmutzten Gletschern und damit auch mit vermehrtem Abschmelzen der Gletscher verbunden. Feuchte Sommer bedeuten in der Regel geringeres Abschmelzen. Somit unterliegt die Summe aus Niederschlags- und Gletscherabflüssen von Jahr zu Jahr nur geringen Variationen. Untersuchungen haben gezeigt, dass bei Einzugsgebieten mit Vergletscherungen von 30 bis 50 % die Abfluss-Variationskoeffizienten Minima erreichen⁶⁰. Braun kommt zu dem Schluss: "Falls in den kommenden Jahren weiterhin starke Massenverluste bei alpinen Gletschern auftreten sollten, dann müsste in vergletscherten Gebieten mit einer generellen Zunahme der Hochwassergefahr gerechnet werden, dies vor allem bei gleichzeitigem Eintreten von maximaler Schmelze und Starkniederschlägen. Langfristig würde durch das Aufzehren der Eisrücklage diese Gefahr zurückgehen, und es würde die vom wasserwirtschaftlichen Standpunkt her gesehen zuverlässige Wasserspende von Gletschern vor allem in heißen und trockenen Sommerhalbjahren wegfallen."

Verschiedene Modellsimulationen für tiefer liegende Einzugsgebiete zeigen markante jahreszeitliche Verschiebungen der Hochwasserhäufigkeit⁶¹. Unter derzeitigen

⁵⁸ NFP 31, 1998, S85.

⁵⁹ NFP 31, 1998, Seite 89.

⁶⁰ Braun, 1996.

⁶¹ NFP 31, 1998, Seite 91.

Klimabedingungen ereignet sich die Mehrzahl der Hochwasser im Sommer. Eine allgemeine Erwärmung würde nach den bisherigen Modellsimulationen eine Verschiebung der sommerlichen Abflusscharakteristik in das Winterhalbjahr bedeuten. Damit würden kleinere und mittlere Hochwasserereignisse im Alpenraum zu dieser Jahreszeit häufiger auftreten.

Schweizer Hydrologen geben im Synthesebericht des NFP 31 zu bedenken, dass es für die Abschätzung einer künftigen Hochwassergefahr ganz wesentlich sei, wie sich atmosphärische Strömungsmuster über der Nordhemisphäre entwickelten⁶². Kämen zukünftige Tiefdrucktröge vermehrt über den Alpen zu liegen, so würde das auch eine Zunahme der Winterregen bedeuten. In Folge sei vermehrt mit extremen Hochwasserereignissen zu rechnen.

Derzeit werden in zahlreichen Mittelgebirgsregionen Deutschlands extreme Hochwasserabflüsse vornehmlich durch das Niederschlagsverhalten zyklonaler zonaler Großwetterlagen im Winter verursacht⁶³. Seit Mitte der 70er Jahre haben sich die Häufigkeiten dieser Großwetterlagen während der Wintermonate Dezember, Jänner und Februar systematisch erhöht⁶⁴. Dies hat bereits zu einer starken Zunahme der Extremhochwasser geführt.

4.3.3 Lithosphäre (oberster Bereich der festen Erde)

Wir wissen heute, dass der derzeit beobachtete Gletscherschwund in der bisherigen Erdgeschichte keineswegs einzigartig ist und dass viele Gletscher in der Vergangenheit bereits kleiner waren als sie es heute sind. Dennoch ist die aktuelle Entwicklung beunruhigend. In den Alpen werden durch das Abschmelzen der Gletscher und den Rückgang des Permafrostes unverfestigte Gebiete freigelegt⁶⁵. Das erhöht die Wahrscheinlichkeit von Massenbewegungen wie Murengängen, Bergstürzen oder Gletscherhochwassern.

Zurzeit existieren nur einige Studien über den alpinen Permafrostrückgang. Die wenigen Untersuchungen geben Hinweise darauf, dass seit der kleinen Eiszeit (1850) ein Permafrostrückgang im Alpenraum stattgefunden hat. Die Messungen geben Anlass zu der Annahme, dass die geographische Untergrenze für Permafrost in den letzten 100 Jahren um 150 bis 200 m angestiegen ist⁶⁶. Diese Zahlenwerte sind als "alpiner Mittelwert" zu sehen, da das Vorkommen von Permafrost von vielen unterschiedlichen Faktoren, wie mittlere Jahrestemperatur und Luftfeuchteverhältnisse, Hangexposition und Hangneigung sowie Wind-, Abschattungs- und Vegetationsverhältnisse bestimmt wird.

⁶² Glogger, 1998.

⁶³ Caspary, 1996.

⁶⁴ Bardossy and Caspary, 1990.

⁶⁵ Meier, 1998.

⁶⁶ NFP 31, 1998.

Die Tendenz zu einer Temperaturzunahme in Permafrostböden konnte von Wissenschaftlern in der Schweiz mittels einer 60 m tiefen Bohrung im Blockgletscher von Murtèl/Coratsch belegt werden.

Geht man von einer Temperaturerhöhung von 1 bis 2°C bis Mitte des 21. Jahrhunderts aus, so ergeben Modellsimulationen ein Ansteigen der Untergrenze des Permafrostes von 200 bis 750 m. Das würde für den alpinen Bereich bedeuten, dass die Mehrzahl der Permafrostbereiche unterhalb von 3.000 m Seehöhe bis dahin bereits zu schmelzen begonnen hätten⁶⁷. Bei der Beurteilung der zukünftigen Naturgefahrensituation kommt derartigen Szenarien zunehmende Bedeutung zu. Beispielsweise erbrachte die Ursachenforschung zu den Sommerhochwassern des Jahres 1987, die das gesamte Alpengebiet betrafen, dass rund die Hälfte aller verzeichneten Gerinnemurengänge von Permafrostgebieten oder Gletscherrückzugszonen ausgingen.

Der Permafrost, der "Zement" der Berge, wird sich um 200 bis 750 m nach oben zurückziehen. Die Gefahr von Steinschlag und Muren wird größer.

Bereits heute gibt es Indizien dafür, dass eine Klimaerwärmung aufgrund des Rückzugs der Gletscherzungen die Bildung und Vergrößerung von Gletscherseen und Wassertaschen zur Folge haben könnte. Deren plötzliche Entleerung könnte zu Murengängen und Überschwemmungen führen, die für die in den Tälern liegenden Ortschaften katastrophale Folgen haben könnten. Ein Beispiel dafür war die Entleerung von Gletscherseen am Grubengletscher im Schweizer Saasertal im Jahr 1968. 170.000 m³ Wasser und 400.000 m³ Schwemmmaterial zerstörten den Wall der Stirnmoräne des Gletschers und überfluteten das 1.000 m tiefer liegende Dorf Saas Balen.

Murengänge können in allen Höhenlagen auftreten. Auch so genannte Gerinnemurengänge stellen oft ernste Bedrohungen für Siedlungen dar. Sie treten nur im Inneren von Gerinnen oder im Zusammenhang mit bereits vorhandenen Abflüssen auf. Ein österreichisches Beispiel dafür ist das Hochwasser vom 1. Juli 1987 im Saalachtal. Infolge langer Regenperioden im Mai und Juni 1987 und durch das Abschmelzen der in höheren Lagen noch vorhandenen Schneedecke kam es am 1. Juli 1987 zu sehr steilen Abflussmaxima in der Saalach⁶⁸. Dies wurde durch zahlreiche Geschiebeeinstöße im Oberlauf des Schwarzachergrabens und des Löhnersbaches, die zu einem kurzfristigen Aufstau führten, noch verstärkt. Es kam zu Vermurungen, Uferanrissen und Hangrutschungen in einem Ausmaß, dass Evakuierungen durchgeführt werden mussten.

Hinsichtlich der Abhängigkeit von Murengängen von Klimaveränderungen bestehen noch viele Unsicherheiten, da Murengänge von vielen unterschiedlichen

⁶⁷ NFP 31, 1998.

⁶⁸ Schönegger, 1996.

Mechanismen und Faktoren abhängen. Die Grunddisposition, wie topographische und geomorphologische Eigenschaften, sind ebenso entscheidend, wie Witterungsschwankungen oder das Auftreten meteorologischer Extremereignisse. Daher scheint es derzeit noch nicht möglich zu sein, Murengänge mit Temperatur- und Niederschlagsbedingungen in quantitativem Zusammenhang zu bringen⁶⁹. Die künftige Entwicklung bleibt daher unsicher.

4.3.4 Kryosphäre (Polareis, Gletschereis, etc.)

Schnee und Eis dürfen nicht nur als Wasserspeicher gesehen werden. Sie spielen auch für die Ökologie und Ökonomie des Alpenraumes eine wesentliche Rolle. Für die alpine Vegetation wie für landwirtschaftliche Kulturen dienen ausreichende Schneelagen als schützende Isolationsschicht. Aufgrund seiner Bedeutung für den Fremdenverkehr wird Schnee immer wieder als "weißes Gold" bezeichnet.

Beunruhigend wirken unter diesem Aspekt die Ergebnisse, die Schweizer Wissenschaftler bezüglich Änderungen der alpinen Schneeverhältnisse erzielt haben⁷⁰. Die Zahl der Tage mit einer geschlossenen Schneedecke im Schweizer Mittelland hat sich gegenüber dem Mittelwert unseres Jahrhunderts mehr als halbiert. Eine Betrachtung der Schneetrends zeigt, dass die größten, derzeit bereits beobachtbaren Änderungen in tieferen Regionen stattfinden. Diese Ergebnisse stimmen auch mit Modellsimulationen überein, die vor allem für Stationen, die an der unteren Grenze der heute noch "schneesicheren" Zonen liegen, das Herausfallen aus diesen Zonen prognostizieren.

Für Österreich wurden bezüglich Änderungen der Schneedeckendauer Arbeiten von Breiling⁷¹ und Hantel⁷² durchgeführt. Breiling verwendet ein sehr vereinfachtes Schneemodell und kommt unter Annahme einer Temperaturzunahme von 2°C zu einer Verschiebung der heutigen Schneeverhältnisse je nach Region um zirka 100 bis 200 m nach oben.

Hantel stellt einen statistischen Zusammenhang zwischen der Schneedeckendauer (Anzahl der Tage mit einer Schneedecke höher als 5 cm) an einzelnen Stationen und einer europäischen Mitteltemperatur, definiert von Jones⁷³, her. Es zeigt sich, dass die Stationen je nach Höhenlage unterschiedlich sensibel auf eine Änderung der Temperatur reagieren. Höhenlagen, bei denen die Wahrscheinlichkeit für eine Schneedecke zirka 50 % beträgt, reagieren am sensibelsten. Dies kann man so verstehen: Hochgelegene Gebiete mit einer Wintertemperatur von einigen Grad minus, werden durch einen leichten Anstieg der Temperatur nicht betroffen.

⁶⁹ NFP 31, 1998.

⁷⁰ Glogger, 1998; Seite 54 und 55.

⁷¹ Breiling et al, 1997.

⁷² Hantel et al, 1997.

⁷³ Jones, 1994.

Andererseits kann sich die Schneedeckendauer in tief gelegenen Gebieten mit einer geringen Anzahl von Tagen mit Schneedecke bis zu Null Tagen verringern.

Bei einer Erwärmung um 1° verringert sich die Schneedeckendauer um 4–6 Wochen. Im österreichischen Mittel ergibt sich bei einer Erhöhung der europäischen Mitteltemperatur um 1°C eine Verringerung der Schneedeckendauer in den sensibelsten Höhenbereichen um zirka 4 Wochen im Winter und 6 Wochen im Frühling. Momentan liegen die sensibelsten Bereiche auf einer Seehöhe von 575 m im Winter und 1.373 m im Frühling. Bei einer Erwärmung würden diese Bereiche nach oben wandern und zwar um zirka 340 m im Winter und um 520 m im Frühling. Das bedeutet, dass nach einer 1-gradigen Erwärmung die sensibelsten Gebiete im Winter auf über 900 m und im Frühling auf etwa 1.900m Seehöhe zu liegen kämen. Ein für das Landschaftsbild der Alpen besonders wichtiger Bestandteil der Kryosphäre⁷⁴ sind die Gletscher. Sie haben durch ihre Vorstöße und Rückzüge während der letzten Eiszeit weite Teile der Alpen umgestaltet. Aber auch seit Ende der letzten Eiszeit vor zirka 10.000 Jahren wechselten sich immer wieder Phasen mit Vorstößen und Rückzügen der Gletscher ab. Es scheint, dass sich die alpinen Gletscheränderungen im Holozän nur innerhalb bestimmter Schwankungsbreiten bewegt haben und wir uns momentan an der Grenze der bisher stärksten, beobachteten Rückzüge befinden⁷⁵.

Die Gletscher reagieren jetzt auf die vergangenen warmen Jahrzehnte. Aufgrund der letzten warmen Jahre ist davon auszugehen, dass sie in den nächsten Jahren weiter schmelzen werden.

Gletscher sind sehr gute Indikatoren für längerfristige Klimaschwankungen. Je nach Größe und Typ haben alpine Gletscher eine Reaktionszeit von 1 bis 30 Jahren. Dies zeigt sich auch im unterschiedlichen Rückzugsverhalten. Die wichtigsten klimatologischen Parameter sind hierbei die Temperatur und der Niederschlag. Welchem dieser Parameter die größere Rolle zukommt, hängt von der geographischen Breite, der Seehöhe, Exposition und vom Gletschertyp ab. Dies zeigt auch die unterschiedliche Entwicklung der Gletscher innerhalb Europas und global. Für alpine Gletscher besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der Sommertemperatur und der jährlichen Massenbilanz⁷⁶.

⁷⁴ Kryo: griechisch für Eis.

⁷⁵ Häberli, 1994.

⁷⁶ Auer et al.,1995; Kuhn M, 1979.

5 AUSWIRKUNGEN AUF DEN WINTERTOURISMUS AM BEISPIEL KITZBÜHEL

Das Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten hat 1995 die Schwedische Universität für Agrarwissenschaften in Alnarp (Institut für Landschaftsplanung) mit einer Studie beauftragt. Diese sollte die Auswirkungen des Klimawandels auf den österreichischen Wintertourismus untersuchen. Die Ergebnisse wurden 1997 unter dem Titel "Klimasensibilität österreichischer Bezirke mit besonderer Berücksichtigung des Wintertourismus" von den Studienautoren Meinhard Breiling, Pavel Charamza und Olav R. Skage fertig gestellt.

Die Studie kommt zu einem eindeutigen Schluss: Hält die Klimaerwärmung durch die globale Emission von Treibhausgasen weiterhin unverändert an, so wird es in den Alpen immer weniger Möglichkeiten zum Schifahren geben. Die Schneegrenze wird sukzessive weiter hinauf wandern, die Schneemenge wird abnehmen und die Zahl an Schneetagen wird zurückgehen. Insgesamt drei Viertel der österreichischen Wintertourismusgebiete werden vom Klimawandel massiv betroffen sein.

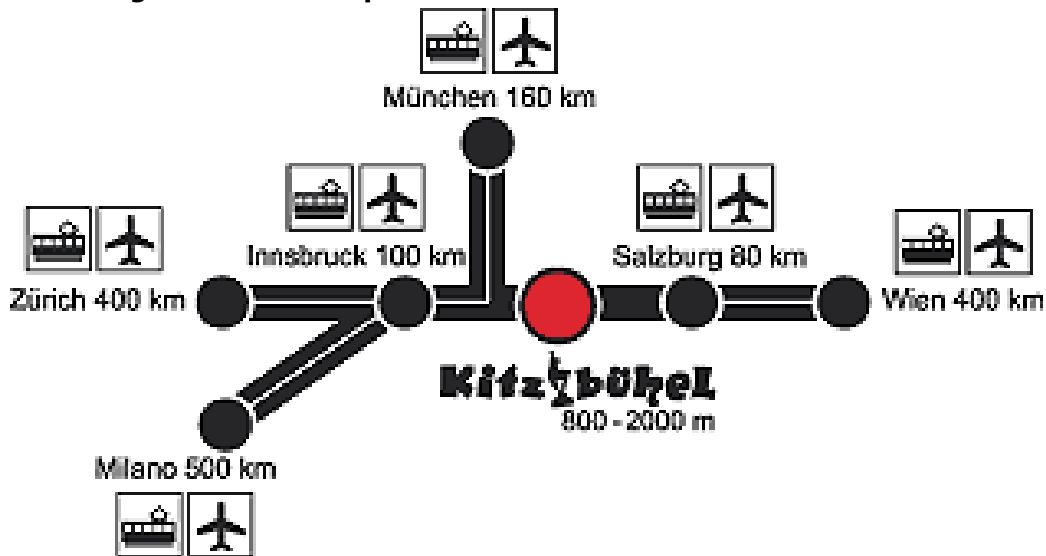
Vor 25 Jahren stand in den österreichischen Lehrbüchern ein Aufsatz zum Thema Schifahren, in dem festgestellt wurde, dass Schifahren nicht länger eine exklusive Sportart sei, sondern sich zum Volkssport gewandelt hätte. In den nächsten 25 Jahren könnte Schifahren - bedingt durch die fortschreitende Klimaänderung - wieder zu einem Sport für Privilegierte werden. Denn schneesichere Schigebiete liegen z.B. in der Schweiz über 1.200 m Seehöhe - problematische darunter. Das kann auch auf Österreich übertragen werden.

Die Studie streicht eindeutig heraus, dass unter anderen die Regionen Kufstein und Kitzbühel durch die prognostizierte Erderwärmung besonders stark betroffen sein werden. Das alljährliche Abfahrts-Spektakel auf der Streif könnte somit schon bald Vergangenheit sein. Dieses Kapitel soll nun weitere Aufschlüsse über die Auswirkungen der Klimaänderung in Kitzbühel geben.

5.1 Allgemeine Basisdaten

Kitzbühel, mit einer Einwohnerzahl von 8.679 (am 31.12.2000), ist einer der klassischen Skiorte Österreichs. Kitzbühel (761 m Seehöhe) ist wegen seiner zentralen und günstigen verkehrstechnischen Lage immer wieder Anlaufpunkt für Gäste aus aller Welt. In der 700 Jahre alten Stadt ergänzen sich Tradition und Weltoffenheit, Kultur und Sport, Tiroler Lebensart und internationales Flair.

Abbildung 16: Übersichtsspinne



Quelle: www.tiscover.at, 7.8.2001, 10:05.

Kitzbühel liegt zwischen der Berg-Landschaft der Kitzbüheler Alpen und dem Wilden Kaiser-Gebirge an der östlichen Grenze von Tirol. Die Abbildung zeigt die Entfernungen zu den nächsten größeren Städten mit Flughafen.

Weiters ist die Anreise mit der Bahn möglich. In Kitzbühel befindet sich der Bahnhof ca. 10 - 15 Gehminuten vom Zentrum entfernt, das mit Postbussen leicht erreicht werden kann.

Die Gemeinde Kitzbühel hat eine Fläche von 5.802 ha. Davon sind 1.714 ha Dauersiedlungsraum. Folgende Abbildung bietet weitere statistische Daten zur Gemeinde Kitzbühel.

Abbildung 17: Statistische Daten zur Gemeinde Kitzbühel

Wohnbevölkerung (31.12.2000)	8.679
Zweitwohnsitze	1.500
Berufstätige 1991	3.926
Beschäftigte am Wohnort 1991	3.711
Beschäftigte am Arbeitsort 1991	5.597
Einpendler 1991	2.774
Auspendler 1991	888
Land- und forstwirtschaftliche Betriebe 1990	131
Nicht-landwirtschaftliche Arbeitsstätten 1991	760
Eigene Steuern pro Einwohner im Durchschnitt (1996-1998)	10914 ATS

Quelle: Österreichisches statistisches Zentralamt.

Abbildung 18: Übersicht Kitzbühel



Quelle: Kitzbühel Stadtplan.

Neben vielen internationalen Großveranstaltungen wie den Österreichischen Tennismeisterschaften der Herren, dem EA Generali Open oder der Kitzbüheler Alpenralle für Oldtimer im Sommer und das schwerste Skirennen im Alpinzirkus, dem internationalen Hahnenkammrennen (Streif - Abfahrt, Ganslernhang - Slalom), dem internationalen Kitzbüheler Nachtsprint-Langlauf oder der Wahl der Miss Austria ist Kitzbühel besonders durch sein abwechslungsreiches Nachtleben mit Casino ein Begriff. Einige dieser Großveranstaltungen sind durch deren Schneeabhängigkeit sehr klimasensibel.

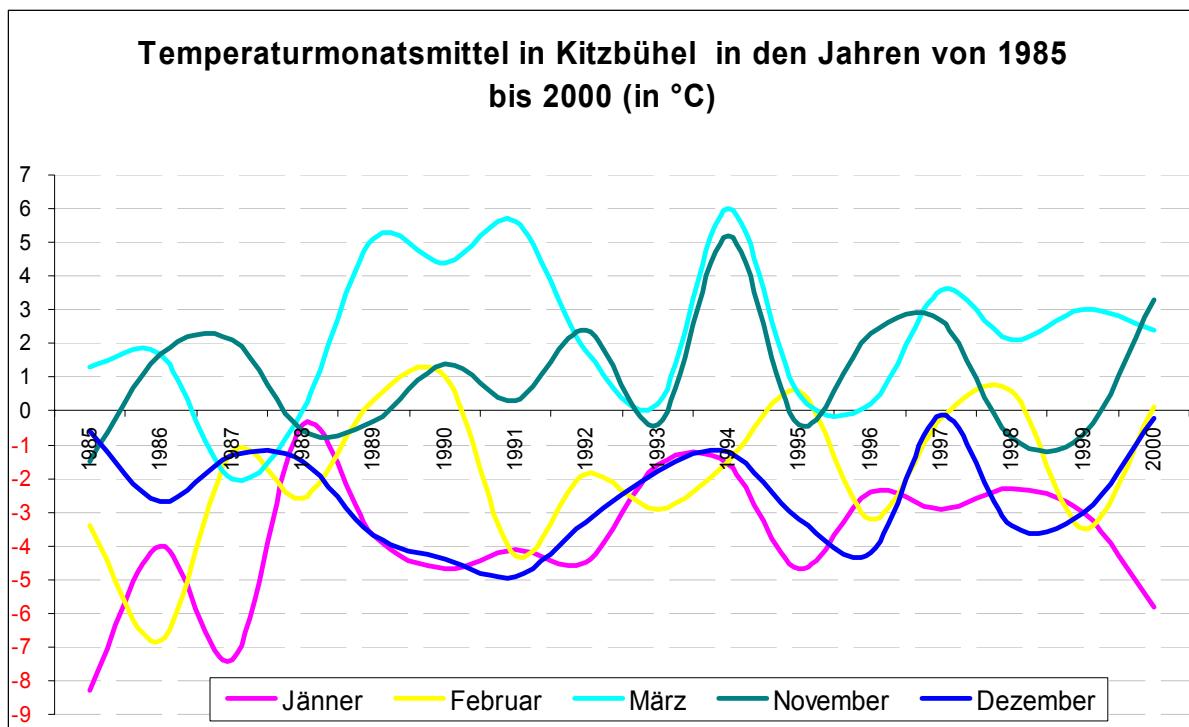
42 Prozent aller Gästenächtigungen in Kitzbühel fallen in die Sommer- und 58 Prozent in die Wintersaison (Verhältnis der Nächtigungen im Jahr 2000). Die

Klimaveränderung könnte starke Auswirkungen besonders auf den Wintertourismus in diesem Topskiort haben. Im Folgenden soll versucht werden, diese zu beschreiben, bzw. zu analysieren. Die Auswirkungen auf den Tourismus im Sommer werden dabei außer Acht gelassen.

5.2 Klima

Folgende Daten stammen von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. Sie sollen einen Überblick über die klimatologischen Verhältnisse in Kitzbühel geben. Die wichtigsten Indikatoren, wie Temperatur, Niederschlag und Schneehöhe werden über einen Verlauf von 16 Jahren dargestellt. Die Messstelle von Kitzbühel liegt auf 763 Meter Seehöhe, die Daten vom Hahnenkamm werden auf 1736 m über dem Meer gemessen.

Abbildung 19: Temperaturmonatsmittel in den Wintermonaten in Kitzbühel



Quelle: ZAMG; eigene Bearbeitung.

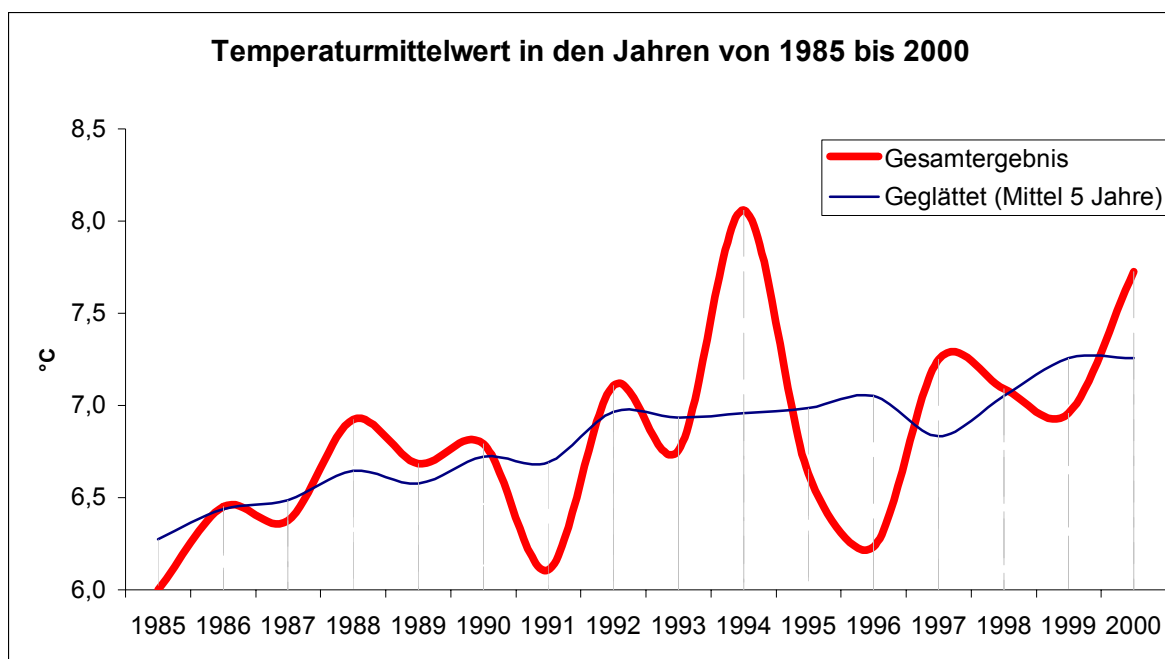
Abbildung 19 zeigt, dass die Monate Jänner, Februar und Dezember die kältesten Monate sind. Die durchschnittliche Temperatur in den Jännermonaten der letzten 16 Jahre liegt bei $-3,8$ °C, die der Februarmonate bei $-1,8$ °C und die der Dezembermonate bei $-2,5$ °C. Es lässt sich die natürliche Klimavariabilität erkennen. So gab es Temperaturunterschiede der Monatsmittel in den letzten Jahren von bis zu 8 °C (Monat Jänner: Jahr 1985 (-8 °C), Jahr 1988 (0 °C)).

Leider sind von der Messstelle Hahnenkamm erst Daten ab dem Jahr 1995 verfügbar. Die ausgearbeiteten Ergebnisse können daher nur mit Vorsicht betrachtet werden. Die durchschnittliche Temperatur der Jännermonate liegt bei -1 °C, die der Februarmonate bei $0,36$ °C und die der Dezembermonate bei 0 °C. Es zeigt sich (falls

die Daten als repräsentativ für die weiteren vorangegangenen Jahre angesehen werden können), dass die Temperaturen an der höher befindlichen Messstelle Hahnenkamm höher liegen als die von Kitzbühel. Dieses Ergebnis erhält man auch, wenn von Kitzbühel nur Daten der letzten 5 Jahre herangenommen werden.

Die Erklärung liegt wahrscheinlich in der Inversionswetterlage. Es bezeichnet eine Wetterlage mit einer dafür charakteristischen Luftschichtung, die meist durch Windstille oder schwache Winde gekennzeichnet ist. Normalerweise nimmt die Temperatur der Luftschichten mit steigender Höhe ab. Warme Luftmassen oder z.B. Abgase können bis in große Höhen aufsteigen, da sie, bedingt durch eine höhere Temperatur, eine geringere Dichte als die immer etwas kältere Umgebungsluft haben. Bei einer Inversion liegen in üblicherweise 300-400 m Höhe relativ warme Luftschichten über bodennahen kalten Luftschichten. Die Folge ist, dass z.B. aufsteigende Abgase ab einer bestimmten Höhe ihren Auftrieb verlieren und von dieser Inversionsspererschicht wie unter einer Käseglocke gehalten werden.

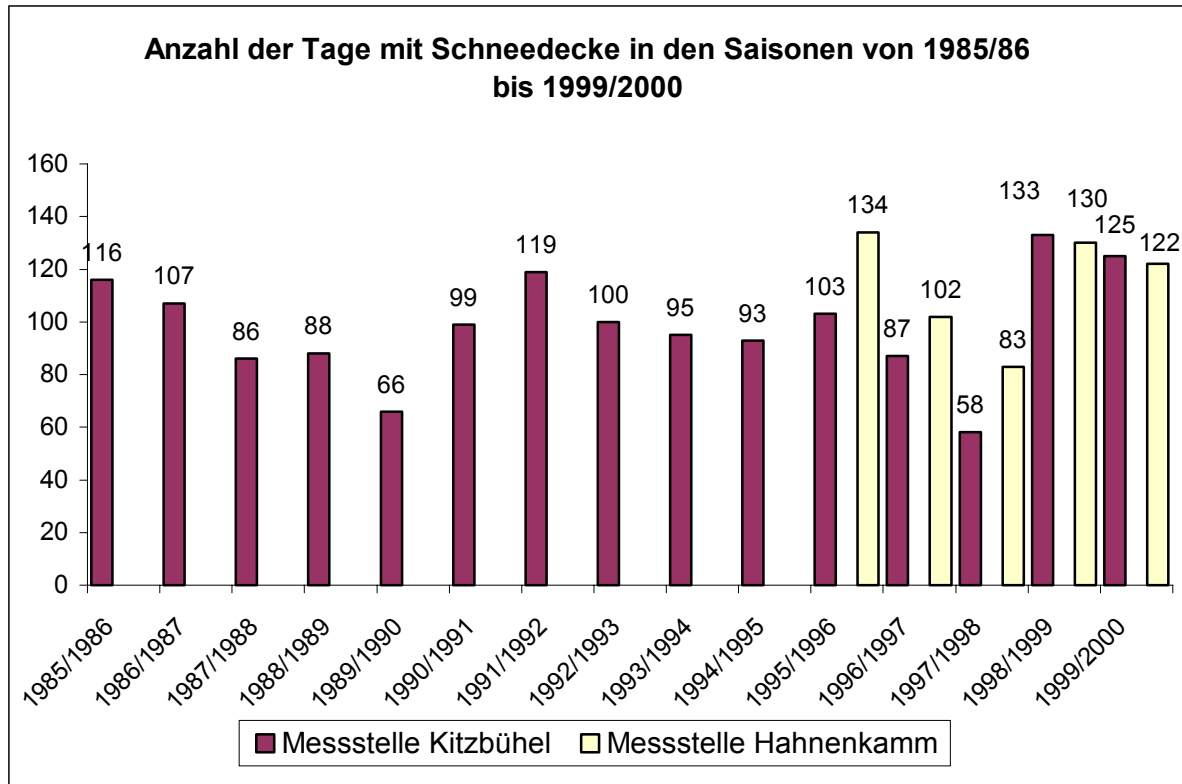
Abbildung 20: Temperaturjahresmittel in den Jahren von 1985 bis 2000



Quelle: ZAMG; eigene Bearbeitung.

Die Durchschnittstemperatur der letzten 16 Jahre in Kitzbühel liegt bei 6,8 °C. In den letzten 4 Jahren lag die Temperatur jeweils höher als der über die 16 Jahre berechnete Durchschnitt. Besonders hervorzuheben sind die Jahre 1994 (8,1°C) und 2000 (7,7°C). Das geglättete Mittel über 5 Jahre zeigt eindeutig einen Anstieg der Durchschnittstemperatur in den letzten Jahren.

Abbildung 21: Anzahl der Tage mit Schneedecke in den Wintersaisons von 1985/1986 bis 1999/2000

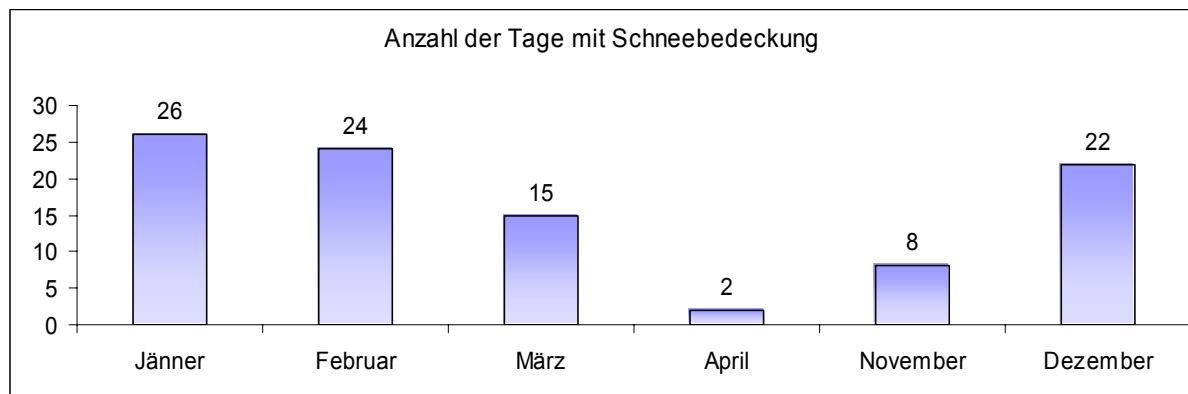


Quelle: ZAMG; eigene Bearbeitung.

Abbildung 21 zeigt die Summe der Tage mit Schneebedeckung in den letzten 15 Saisons. Der Wert von Kitzbühel variiert von 58 bis 133. Der Durchschnitt der letzten 16 Jahre liegt bei 98 Tagen.

Zum Vergleich sind die Daten von der höher gelegenen Messstelle Hahnenkamm angegeben. Diese Werte geben aber noch keine Aussage über die jeweilige Höhe der Schneebedeckung.

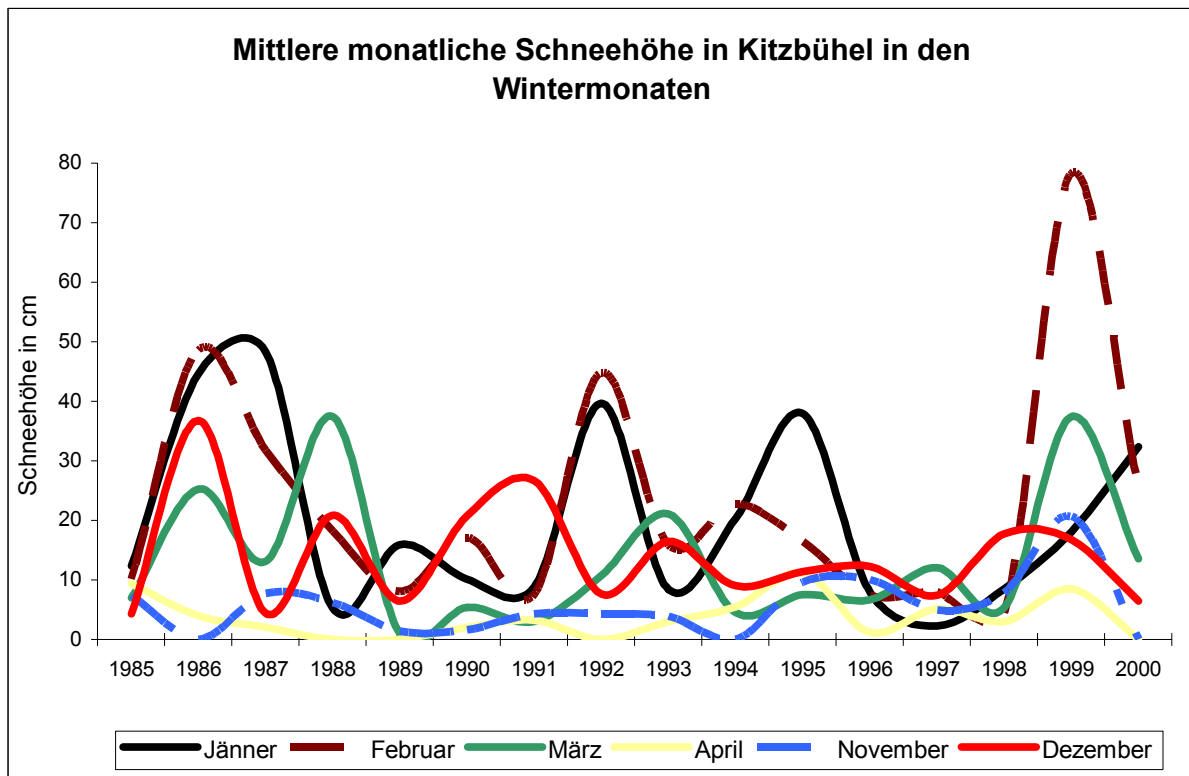
Abbildung 22: Durchschnittliche Anzahl der Tage mit Schnee-Bedeckung in den Wintermonaten (Messstelle Kitzbühel; Durchschnitt der Jahre 1985 bis 2000)



Quelle: ZAMG; eigene Bearbeitung.

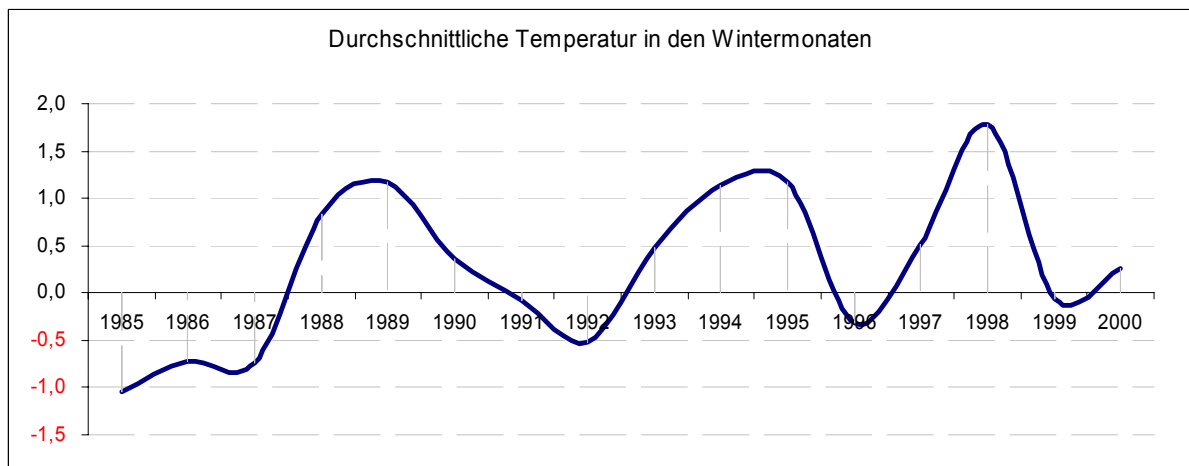
Abbildung 23: Mittlere monatliche Schneehöhe in Kitzbühel in den Wintermonaten in den

Jahren von 1985 bis 2000



Quelle: ZAMG; eigene Bearbeitung.

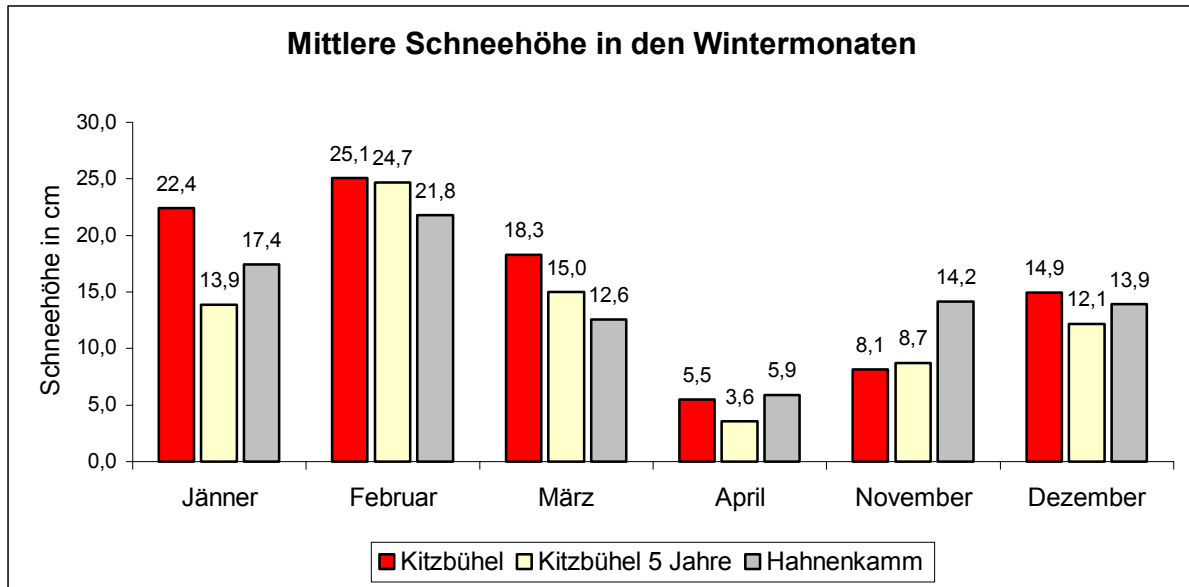
Abbildung 24: Durchschnittliche Temperatur in den Wintermonaten in den Jahren 1985 bis 2000



Quelle: ZAMG; eigene Bearbeitung.

Es besteht ein direkter Zusammenhang der mittleren monatlichen Schneehöhe mit der Temperatur. Vereinfacht wurden die Temperaturdaten im Mittel der Wintermonate dargestellt. Tiefere Temperaturen bedeuten in den meisten Fällen auch größere Schneehöhen.

Abbildung 25: Mittlere Schneehöhe in den Wintermonaten an den Messstationen Kitzbühel (Durchschnitt der letzten 16 Jahre) und Hahnenkamm (5 Jahre)



Quelle: ZAMG; eigene Bearbeitung.

Der Monat Februar ist derjenige Monat mit der höchsten durchschnittlichen Schneehöhe gefolgt vom Jänner. Abbildung 25 zeigt, dass die Schneehöhe an der niedriger gelegenen Messstation in Kitzbühel durchwegs höher ist als am Hahnenkamm. Zum besseren Vergleich ist weiters ein Durchschnittswert von Kitzbühel über die letzten 5 Jahre dargestellt. Die durchschnittliche Schneehöhe in den letzten 5 Jahren ist bis auf die Monate April und November geringer als der Durchschnitt der letzten 16 Jahre. Die geringere Schneebedeckung auf der höher gelegenen Messstation Hahnenkamm ist durch die Inversionswetterlage, welche bereits beschrieben wurden, erklärbar.

Zum Vergleich der in Abbildung 25 angegebenen Daten sei hier nochmals die Aussage von Kapitel 1.6 angeführt: Ungefähr benötigte Schneedecke:

Alpiner Skisport: 30 cm Schneedecke (~ 150 mm Niederschlag),

Nordischer Skisport: 15 cm Schneedecke.

Die mittlere monatliche Schneehöhe erreichte in den letzten Jahren in keinem Monat die erforderliche 30 cm Schneedecke. Allerdings handelt es sich hierbei um einen Durchschnitt über mehrere Jahre und ist daher nicht direkt aussagekräftig bezüglich der Schneesicherheit. Hinzu kommt, dass der künstlich produzierte Schnee bei den Messungen nicht hinzugezählt wurde. Wünschenswert wären noch andere in Kitzbühel höhergelegene Messungen der Schneehöhe gewesen (wie etwa vom Gebiet Pengelstein oder Kitzbüheler Horn). Diese standen mir allerdings nicht zur Verfügung.

Der durchschnittliche Jahresniederschlag in Kitzbühel beträgt 1315 mm. In den Wintermonaten (Jänner, Februar, März, April, November, Dezember: insgesamt 500

mm) liegt der durchschnittliche Gesamtniederschlag bei weniger als 40 % des Jahresniederschlages.

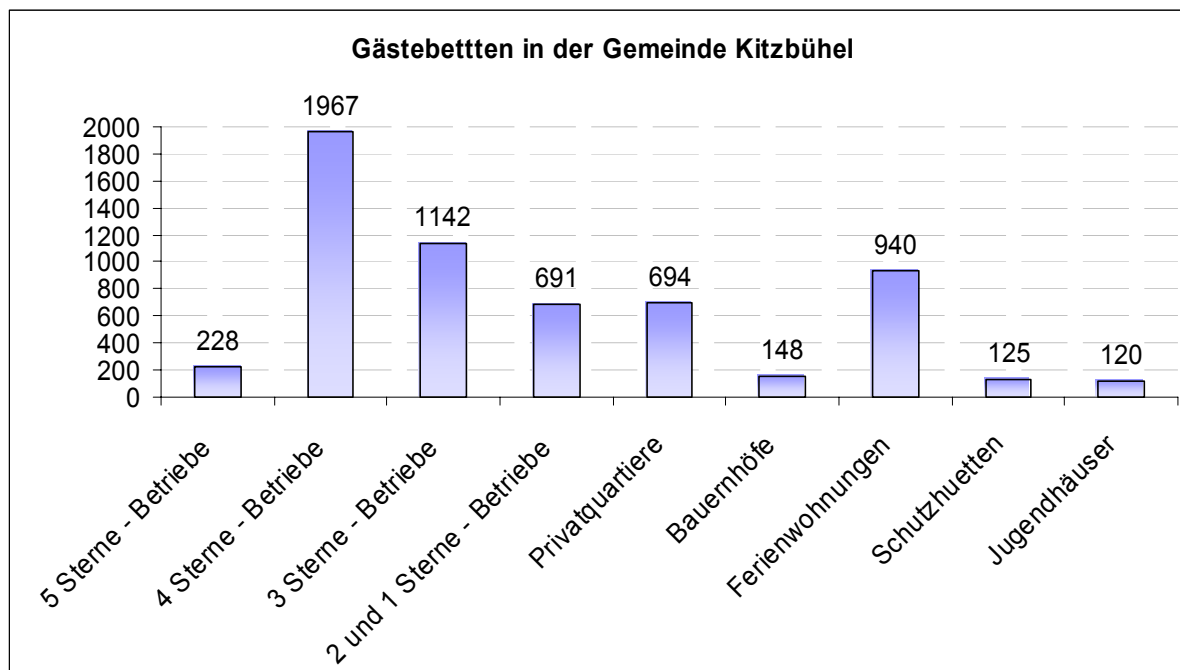
Die Messstelle am Hahnenkamm, welche wesentlich höher liegt als die von Kitzbühel, zeichnete in den letzten Jahren durchschnittlich höhere Niederschlagswerte (Jahresniederschlag: 1903 mm) auf.

5.3 Das touristische Angebot

5.3.1 Suprastruktur

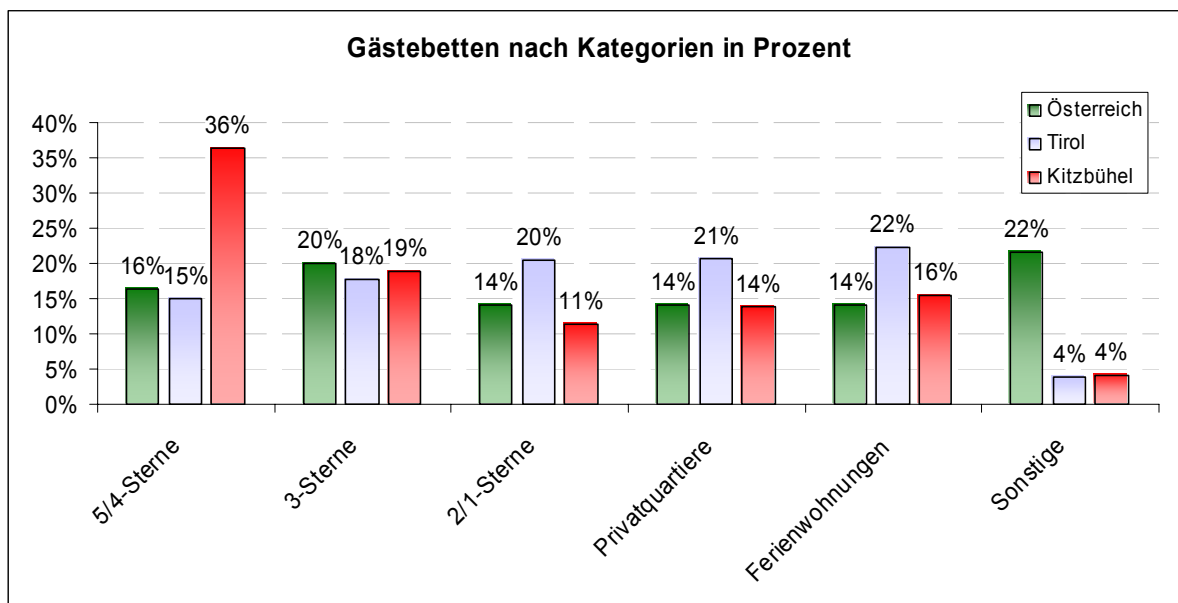
Für die Übernachtungen stehen in Kitzbühel insgesamt über 6.000 Gästebetten zur Verfügung. Den Hauptanteil stellen die 4-Sterne Betriebe mit fast 2000 Betten. Weiters folgen die 3-Sterne Betriebe (1142) und die Ferienwohnungen mit 940 Betten. Auf diese 3 Unterkunfts-kategorien fallen über 67 % aller Gästebetten in Kitzbühel. Geht man nach den Trends der letzten Jahre, wonach die Nachfrage nach qualitativ höherwertigen Unterkünften gestiegen ist, so bietet das Angebot an Unterkünften in Kitzbühel bereits gute Voraussetzungen. Das zeigt sich auch in einer Gästebefragung, welche im Auftrag der Wirtschaftskammer Tirol im Sommer 2000 durchgeführt wurde. Gefragt sind vor allem Unterkünfte in 4- und 5-Sterne Häusern. Ein weiterer Vergleich (Abbildung 27) mit Österreich und Tirol zeigt, dass Kitzbühel den Gästen ein viel größeres Angebot an qualitativ höherwertigen Unterkünften bietet.

Abbildung 26: Anzahl der Gästebetten nach Unterkünften in Kitzbühel



Quelle: Tourismusverband Kitzbühel.

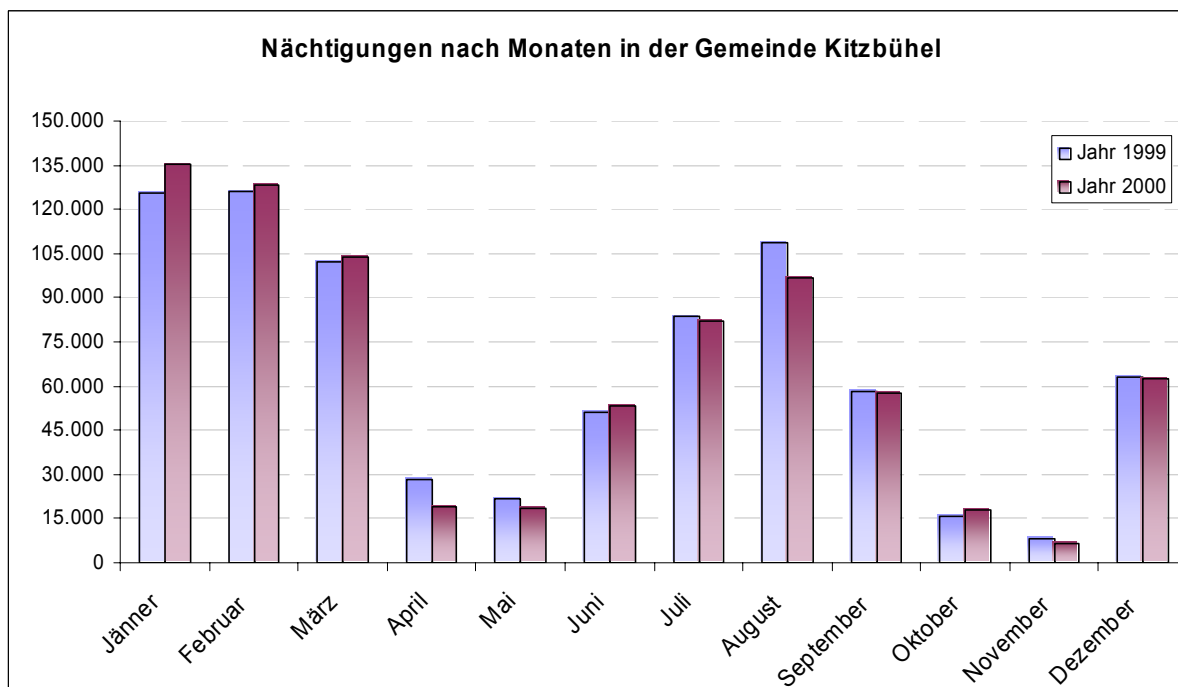
Abbildung 27: Vergleich der Betten mit Österreich und Tirol nach Kategorien in Prozent



Quelle: Österreichisches statistisches Zentralamt.

Den größten **Marktanteil bei den Gästen** stellt das Nachbarland Deutschland mit 32,5 %. Die weiteren Gäste stammen aus Österreich (21,8 %), Großbritannien (16,0%), Italien (4,4%) und den Niederlanden (4,1 %).

Abbildung 28: Nächtigungen nach Monaten in der Gemeinde Kitzbühel

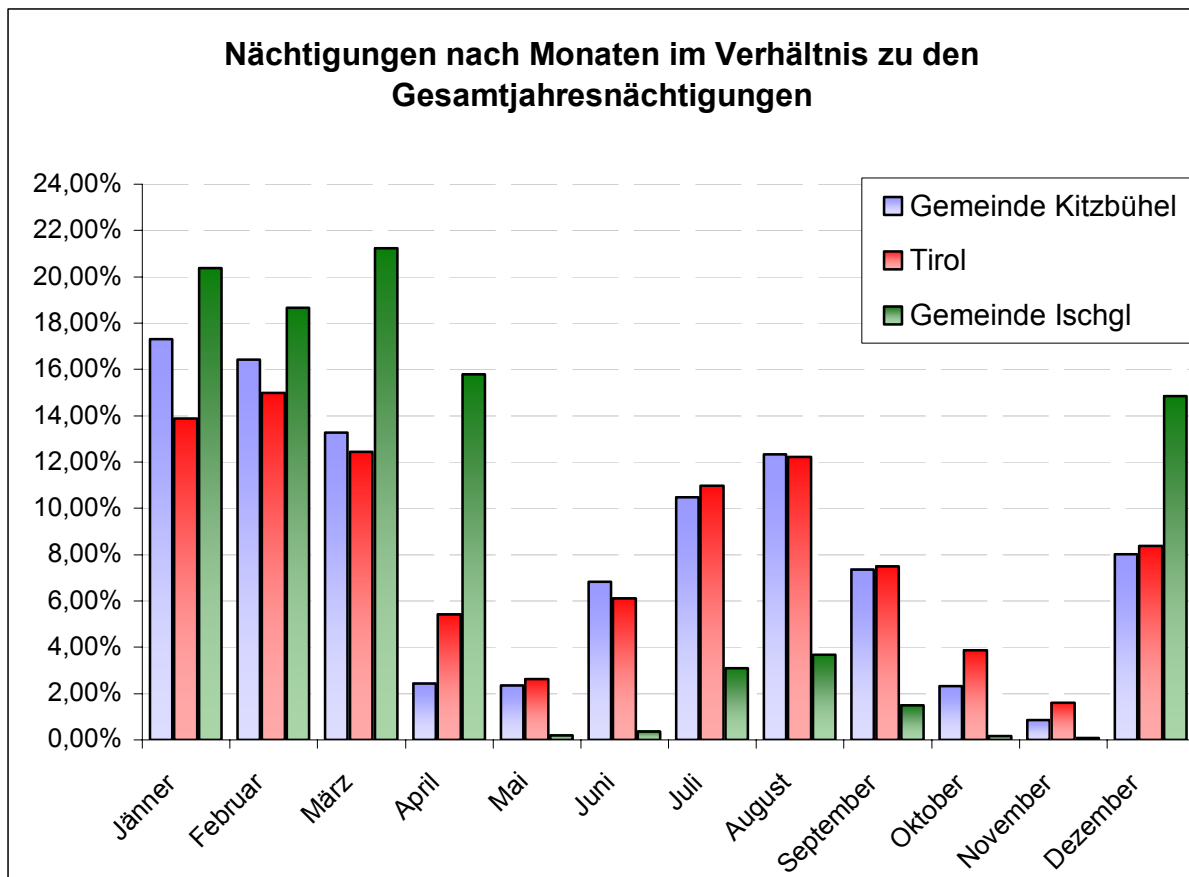


Quelle: Landesstatistik Tirol, eigene Bearbeitung.

Abbildung 28 zeigt die Anzahl der Nächtigungen über den Verlauf der Monate im Jahr 1999 und 2000. Die wichtigsten Monate nach Gästenächtigungen sind der Monat Jänner, Februar März und August. Diese 4 Monate stellen beinahe 60 % der Gesamtnächtigungen des Jahres.

Werden die Nächtigungen wie in Abbildung 29 mit dem Bundesland Tirol und der Gemeinde Ischgl (Vertreter eines bekannten hochgelegenen Skiortes) verglichen, so zeigen sich mehrere Unterschiede. Während der Verlauf der Nächtigungen im Bundesland Tirol ausgeglichener ist, dominieren im Skiort Ischgl die Wintermonate noch deutlicher. So hat der Monat März die höchste Anzahl an Nächtigungen. Auch der April wird nach diesen Angaben noch intensiv für den Wintersport genutzt, da die hohe Lage des Skigebietes über einen langen Zeitraum die Schneesicherheit bietet, wohingegen die Sommermonate kaum bedeutende Gästenächtigungen verzeichnen.

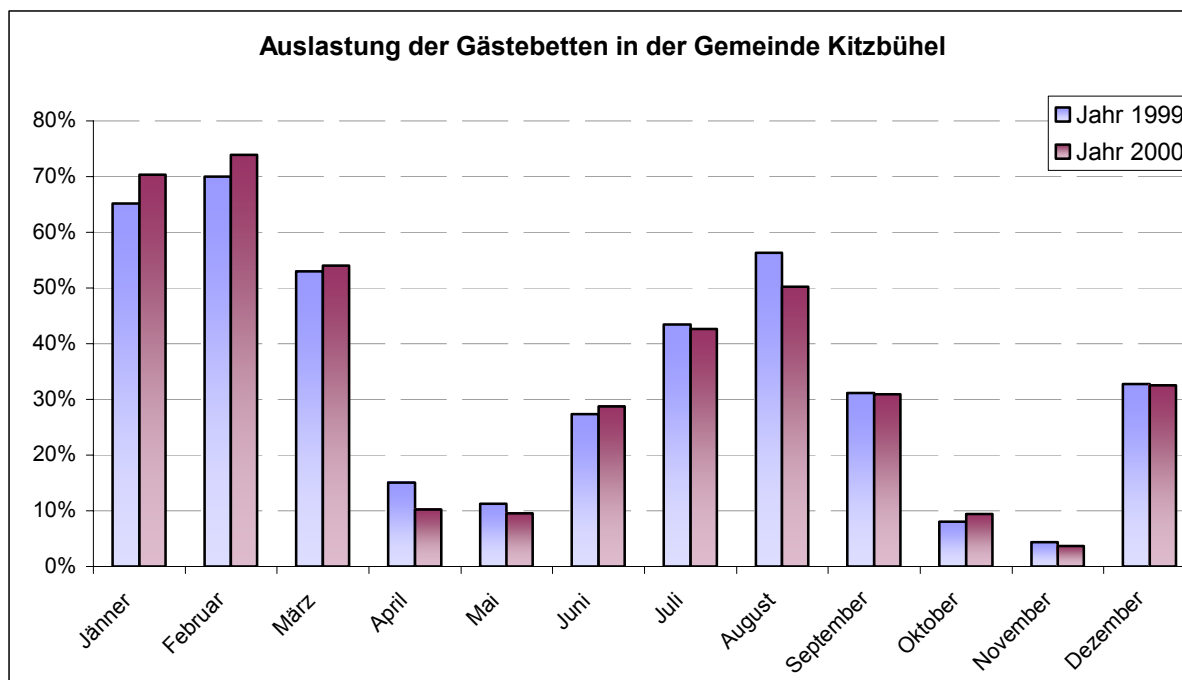
Abbildung 29: Nächtigungen nach Monaten im Verhältnis zu den Gesamtjahresnächtigungen



Quelle: Landesstatistik Tirol, eigene Bearbeitung.

Die durchschnittliche Auslastung (Abbildung 30) der Fremdenbetten liegt bei 35 % (Jahr 1999, Jahr 2000). Die Auslastung in den jeweiligen Monaten ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Sie variiert zwischen 4% im November und 75 % im Februar.

Abbildung 30: Durchschnittliche Auslastung der Gästebetten in den Jahren 1999 und 2000



Quelle: Landestatistik Tirol, eigene Bearbeitung.

Breiling⁷⁷ analysierte die Nächtigungsentwicklung und die Temperaturschwankungen der vergangenen 30 Jahre gemeinsam. Das Ergebnis war, dass die Temperaturvariationen kaum Einfluss auf die Nächtigungen gehabt haben, da es bis vor kurzem nur Wachstum gegeben hat. Weitere Annahmen gehen davon aus, dass sich wenige schneearme Problemwinter nicht sofort auf die Nächtigungszahlen auswirken. Erst eine Serie von warmen Wintern wirkt sich auf die Nächtigungen aus.

5.3.2 Infrastruktur

Die Wintersaison in Kitzbühel startet Anfang Dezember (25 Tage Dezember, 31 Jänner, 28 Februar, 31 März, 16 April (entspricht 131 Tage in der Wintersaison) und endet Anfang April.

Skipiste:

Die Skiregion Kitzbühel bietet den Wintertouristen 164 km präparierte Abfahrten (das sind 710 ha präparierte Skifläche). Davon sind 72 km leicht / blau (= 23 Abfahrten), 71 km mittelschwer / rot (=25 Abfahrten), 21 km schwer / schwarz (=21 Abfahrten). 60 km Abfahrten mit einer Fläche von 185 ha sind durch 166 Schneekanonen technisch beschneit. Dabei stehen 2 Speicherseen mit ca. 70.000 m³ Nutzinhalt (Seidlalm und Pengelstein) zur Verfügung.

Im Anhang befindet sich eine Karte mit dem Skipistenangebot. Es erstreckt sich im Bereich von 800 bis 2000 m Seehöhe. Die Abfahrten in die Orte Kitzbühel (800 m –

⁷⁷ Breiling M. (1997).

Hahnenkamm 1668 m), Jochberg (923 m – Wurzerhöhe 1739 m) und Kirchberg (810 – Ehrenbachhöhe 1802 m) werden beschneit. Sie befinden sich für heutige Verhältnisse in einem Bereich mit schlechten Schneesverhältnissen.

Dieselbe Situation zeigt sich bei den zwei Abfahrten Gaisberg und Obergaisberg (810 m – 1264 m) und bei der Abfahrt von der Bichlalm (1595 m) nach Oberaigen (908m).

Als schneesicher können die Bereiche **Kitzbüheler Horn** mit seiner Snowboardarena (befindet sich in 1400 m bis 2000 m Seehöhe), der **obere Bereich der Resterhöhe** (1500 m - 1894 m), Steinbergkogel (1620 m – 1972 m) und **Pengelstein** (oberhalb von 1600 m). Für einen besseren Überblick sind im Anhang Karten beigelegt, welche das Skipistenangebot in Kitzbühel darstellen.

Beförderungsanlagen:

Von der Bergbahn AG Kitzbühel werden 61 Seilbahnen und Lifte (Gesamtlänge: 62.802 m) mit einer Gesamtbeförderungskapazität von 75000 Personen pro Stunden (28 Sessellifte, 26 Schleplifte, 5 Seilbahnen) betrieben.

Die Hauptbahnen der Bergbahn AG Kitzbühel sind:

Hahnenkammbahn (Kitzbühel 800 m – Hahnenkamm 1670 m)

Kitzbüheler Hornbahnen:

Hornbahn I + Hornbahn II (Kitzbühel 800 m – Pletzeralm 1272 m –Alpenhaus 1670 m)

Horngipfelbahn (Pletzeralm 1272 m – Horngipfel 2000 m)

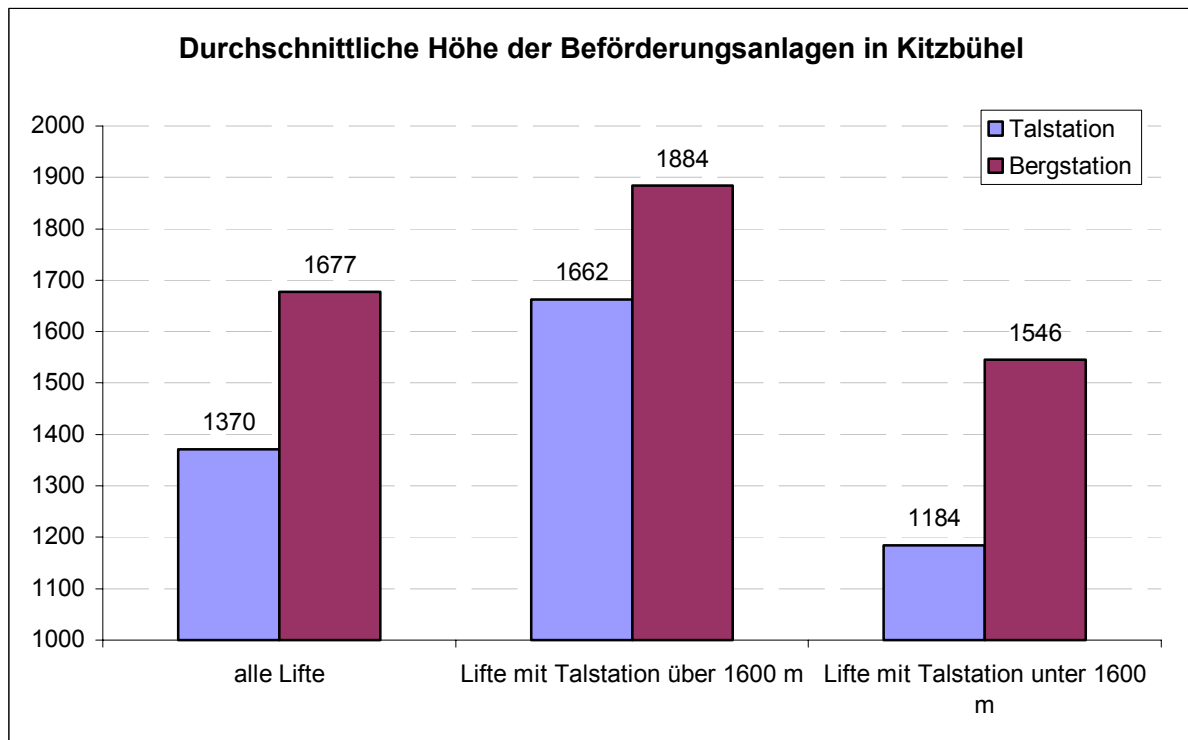
Fleckalmbahn (Kirchberg – Klausen 810 m – Ehrenbachhöhe 1800 m)

Sessellift Gaisberg (Kirchberg 835 m – Gaisberg 1264 m)

Sessellift Bichlalm (Bichlhof 908 m – Bichlalm 1600 m)

Doppelsessellift Resterhöhe (Pass Thurn 1274 m – Resterhöhe 1780 m)

Abbildung 31: Durchschnittliche Höhe der Aufstiegshilfen in Kitzbühel



Quelle: eigene Bearbeitung.

Die durchschnittliche Höhe der Talstationen der Lifte ist in der obigen Abbildung dargestellt. Von den insgesamt 59 Beförderungsanlagen befinden sich 23 (39%; 11 Sessellifte, 12 Schlepplifte) über einer Höhenlage von 1600 m Seehöhe. Von den restlichen 36 Anlagen liegt die durchschnittliche Höhe der 36 Bergstationen sogar unter dem Durchschnitt der 23 Talstationen über 1600 m Seehöhe. Die mittlere Höhe der Talstationen aller Lifte Tirols liegt mit über 1410 m Seehöhe⁷⁸ etwas höher als die durchschnittliche Höhe der Talstationen in Kitzbühel.

5.3.3 Sonstiges touristisches Angebot

Alternatives Sportangebot:

Kitzbühel bietet bereits ein großes Programm an Alternativen zum alpinen Skisport im Winter und auch im Sommer. In der Folge sollen die wichtigsten sportlichen Einrichtungen angeführt werden:

Angebote im Winter:

- **Hallenbad und Kurbad:** Die "Aquarena" im Zentrum der Stadt ist eine staatlich zugelassene Kuranstalt und wird auch von den verschiedensten Krankenversicherungen und Kassen anerkannt.
- **Langlaufen:** Über 50 Kilometer ständig präparierte und markierte Loipen bieten in Kitzbühel, Reith und Aurach Einmaliges.
- Eislaufplatz, Eisstockschießen, Curling

⁷⁸ Breiling M. (1997).

- 65 km geräumte Winterwanderwege
- Kegelbahn
- Fitnesscenter
- Rodelbahn
- Asphalt-/Eisstockbahn
- Tennishalle

Angebote im Sommer:

- **Golfplätze:** Mit 4 Golfplätzen in landschaftlich traumhaften Lagen unmittelbar um den Ort, ist Kitzbühel führend in den Alpen.
- **Radfahren:** Leichte aber auch anspruchsvolle Bike-Routen auf die Berge wie z.B. Hahnenkamm, Seidlalm, Fleckalm oder Kitzbüheler Horn erfordern allerdings schon eine gewisse Kondition.
- **Wandern:** Die variantenreichen und gepflegten Wanderwege führen von 800m bis in Höhen von 2000m.
- **Badensee:** Nur 4 km vom Stadtzentrum entfernt befindet sich der Schwarzsee. Dieser ist für sein moorhaltiges Wasser bekannt und lädt zum Baden oder ganz einfach zum Relaxen ein.
- **Diverse Sommertrendsportarten:** 2 Beach-Volleyballplätze, Rollerhockey, Basketball, Halfpipe, Quarterpipe, Skateboarden, Inlineskaten, BMX-Parcours
- **Tennisanlage:** Mit 30 Sandplätzen und einer Tennishalle bietet Kitzbühel allen Tennisfans hervorragende Bedingungen. Die Tennishalle des Tennisclubs Kitzbühel, die drei Plätze mit Granulatboden umfasst, stellt grenzenloses Tennisvergnügen bei jeder Witterung sicher.

Weitere Sommerangebote: Minigolfplatz, Reitstall, Paragleiten, Drachenfliegen, Ballonfahrten, Helicopterflüge,...

Nightlife:

Für das Nachtleben bietet Kitzbühel zahlreiche Bars, Berghütten und Bergrestaurants, Cafes, Diskotheken, Tanzbars und das Spielcasino.

Ausführlichere Informationen bietet die Adresse des Tourismusverbandes Kitzbühel: www.kitzbuehel.com.

5.4 Klimatische Veränderungen in der Region Kitzbühel

Für die folgende Analyse wurden 2 Erwärmungsszenarien aus dem Bericht des IPCC übernommen. Wesentlich bei beiden Modellen ist, dass die Temperaturveränderung für den Zeitraum von 1990 bis 2030 nur gering differiert. Diese liegt im Bereich von 0,8 bis 1,0 Grad. Anhand von Punkt 4.2.2 kann jedoch von einer stärkeren Erwärmung in den Alpen speziell in den Wintermonaten ausgegangen werden. Für die folgenden Berechnungen soll somit eine Erwärmung von 1,5 – 2,5 °C im Zeitraum von 1990 bis zum Jahr 2030 angenommen werden.

Für die Auswirkungen auf die Schneedeckendauer wurde das Modell von Breiling übernommen. Breiling verwendet ein sehr vereinfachtes Schneemodell und kommt unter Annahme einer Temperaturzunahme von 2°C zu einer Verschiebung der heutigen Schneeverhältnisse je nach Region um zirka 100 bis 200 m nach oben.

Der folgende Teil soll nun die Auswirkungen anhand von 2 Szenarien beschreiben. Zum einen soll das zukünftige Skipistenangebot und infolge dessen die Veränderungen in der Nachfrage beschrieben werden.

5.5 Auswirkungen auf den Tourismus

Die Auswirkungen der Klimaveränderung auf das Skigebiet in Kitzbühel werden in den nächsten Jahrzehnten deutlich spürbar werden. In den letzten Jahren wurde viel in Beschneiungsanlagen investiert um die Schneesicherheit auf den Pisten zu erhöhen. Schon heute gefährdete Bereiche werden für die Zukunft immer schwerer gesichert werden können. Dies ergibt sich alleine aus der Tatsache, dass mit der Zunahme der Temperatur die Möglichkeiten zur Beschneiung, abnehmen. Nimmt man die durchschnittliche Temperatur der Wintermonate (zur Erinnerung: Jänner - 3,8 °C, Februar bei -1,8 °C, Dezember-2,5 °C) als Indikator für die Beschneiung so bliebe bei einer Erwärmung von 2,5 °C in den nächsten 30 Jahren nur der Monat Jänner unter dem Gefrierpunkt. Bei 1,5 °C Erwärmung blieben der Jänner, Februar und der Dezember unter dem Gefrierpunkt.

In der Folge sollen 2 Szenarien beschrieben werden. Sie gehen von unterschiedlichen Temperaturentwicklungen aus und sollen durch die Veränderung des Skiangebotes die Nachfrageentwicklung beschreiben.

Abbildung 32: Zukünftige schneesichere Bereiche in der Region Kitzbühel

	Erwärmung	schneesicherer Bereich	Rückgang des Skipistenangebotes in Prozent
Szenario 1	1,5 °C	über 1500 m Seehöhe	30%
Szenario 2	2,5 °C	über 1600 m Seehöhe	40%

Quelle: eigene Bearbeitung.

5.5.1 Szenario 1

Szenario 1 geht von einer Erwärmung von 1,5 °C aus. Die für die nächsten 30 Jahre gefährdeten Bereiche können im Anhang der Karte 1 abgelesen werden. Als nicht mehr sinnvoll für die Zukunft werden die Abfahrten in die Täler erachtet. Abfahrten unter 1500 m Seehöhe werden in Zukunft durch ihre Schneeunsicherheit mit Fortdauer immer höheren Aufwand benötigen, um den dortigen Skibetrieb zu sichern. Darüber liegende Gebiete werden mithilfe von Beschneiungsanlagen in den nächsten Jahrzehnten höchstwahrscheinlich für den Skisport rentabel bleiben.

Die gefährdeten Bereiche (jene Gebiete unter 1500 m Seehöhe) betragen in Kitzbühel etwa 30 Prozent des gesamten derzeitigen Angebots. Es wird

angenommen, dass diese in den nächsten Jahren nur mehr schwer für den Skitourismus nutzbar sein werden. Von der Klimaveränderung sind in Zukunft vor allem die Bereiche Gaisberg, Obergaisberg, ein Teil der Talabfahrten (beschneite Pisten sind weniger betroffen), und der Bereich Bichlam – Oberaigen – Stuckkogel stark betroffen.

Aus diesen Gesichtspunkten ist es leicht erklärbar, warum Kitzbühel die Verbindung mit dem Westendorfer Skigebiet anstrebt, um so den Gästen ein größeres und attraktiveres Skipistenangebot zu bieten. Diese Verbindung soll aber in den folgenden Berechnungen der zukünftigen Nachfrage nicht beachtet werden.

Im Folgenden wird der Rückgang des Skipistenangebots in Relation zum gesamten Angebot in Kitzbühel gestellt. Dabei wird weiters angenommen, dass Investitionen in anderen touristischen Angebotsbereichen auch Attraktivitätsgewinne (ausgedrückt in der Veränderungsrate) bei den Gästen erreicht werden können. Für die Gewichtung des Angebots wurden Ergebnisse der Gästebefragung Österreichs übernommen, welche die Unzufriedenheit der Wintergäste mit bestimmten Faktoren darstellen.⁷⁹ Das Ergebnis ist ein Rückgang im Gesamtpotential Kitzbühels von 7 %.

Abbildung 33: Auswirkungen der Klimaänderung auf das Gesamtpotential des Angebots

Gewichtung des Angebots	Potential des Angebots	Veränderungsrate	Potential Szenario 1
Skipisten, Schnee	36	-30%	25,2
Nachtleben	20	5%	21
Unterhaltungsangebot	16	2%	16,32
Kulturangebot	16	2%	16,32
alternative Sportmöglichkeiten	6	4%	6,24
restliches Angebot	28	2%	28,56
Gesamt	122		113,64
in Prozent	100		93

Quelle: eigene Bearbeitung.

Im Folgenden wird die Nachfrageentwicklung für Kitzbühel in den nächsten Jahren berechnet. Die Grundlage dafür bietet die Tabelle in Abbildung 33, welche die Entwicklung des Angebotspotentials für die Zukunft darstellt. Zuerst wurde ein Durchschnitt der Tagesnchtigungen in den Monaten der Jahre 1999 und 2000 berechnet. Die Tagesnchtigungen der Monate für das Szenario sind um jeweils 7% geringer als der berechnete Durchschnitt.

⁷⁹ Abbildung 9.

Abbildung 34: Anzahl der durchschnittlichen Gästenächtigungen pro Tag in den Monaten

Monat	Anzahl der durchschnittlichen Gästenächtigungen pro Tag in den Monaten		
	Jahr 1999	Jahr 2000	Szenario 1
Dezember	2034	2021	1889
Jänner	4048	4372	3922
Februar	4349	4587	4162
März	3289	3353	3093
April	933	633	730

Quelle: eigene Bearbeitung.

Eine weitere Annahme betrifft die Anzahl der für den Wintersport geeigneten Tage. Diese verringert sich insgesamt um 36 Tage. Die geringere Anzahl dieser Tage und die Attraktivitätsverluste durch den Schneemangel ergeben die berechneten Nächtigungsrückgänge in den jeweiligen Wintermonaten. Während die Haupturlaubsmonate Jänner und Februar die Zahlen ziemlich halten können, sind vor allem der Dezember und März besonders von der Klimaveränderung betroffen. Insgesamt kann man von einem Gästenächtigungsrückgang in den Monaten von Dezember bis April von 22 Prozent ausgehen.

Abbildung 35: Nächtigungsentwicklung in der Zukunft

Monat	Anzahl der für den Wintersport geeigneten Tage im Monat			Summe der Nächtigungen		
	Jahr 2000	Verringerung	Szenario 1	1999	2000	Szenario 1
Dezember	25	-11	14	63.049	62.665	28.142
Jänner	31	0	31	125.492	135.542	121.573
Februar	28	0	28	126.130	128.444	116.539
März	31	-9	22	101.953	103.952	60.013
April	16	-16	0	27.995	19.001	22.617
Gesamt	131	-36	95	444.619	449.604	348.885

Quelle: eigene Bearbeitung.

5.5.2 Szenario 2

Szenario 2 geht von einer Erwärmung von 2,5 °C aus. Dabei gelten Abfahrten unter 1600 m Seehöhe als nicht mehr schneesicher. Die gefährdeten Bereiche (jene Gebiete unter 1600 m Seehöhe) betragen etwa 40 Prozent des gesamten derzeitigen Angebots. Dies ergibt für dieses Szenario eine Verringerung des Gesamtpotentials um 10 Prozent.

Abbildung 36: Auswirkungen der Klimaänderung auf das Gesamtpotential des Angebots

touristisches Winterangebot	Potential des Angebots	Veränderungsrate	Potential Szenario 2
Skipisten, Schnee	36	-40%	21,6
Nachtleben	20	5%	21
Unterhaltungsangebot	16	2%	16,32
Kulturangebot	16	2%	16,32
alternative Sportmöglichkeiten	6	4%	6,24
restliches Angebot	28	2%	28,56
Gesamt	122		110,04
in Prozent	100		90

Quelle: eigene Bearbeitung.

Die Anzahl der durchschnittlichen Gästenächtigungen pro Tag in den Monaten verringerten sich im Szenario 2 um 10 Prozent.

Abbildung 37: Anzahl der durchschnittlichen Gästenächtigungen pro Tag in den Monaten

	Anzahl der durchschnittlichen Gästenächtigungen pro Tag in den Monaten		
	Jahr 1999	Jahr 2000	Szenario 2
Dezember	2034	2021	1829
Jänner	4048	4372	3797
Februar	4349	4587	4030
März	3289	3353	2995
April	933	633	706

Quelle: eigene Bearbeitung.

Bei der folgenden Berechnung wurde angenommen, dass sich aufgrund der etwas geringeren Erwärmung die Anzahl der für den Wintersport geeigneten Tage nicht so stark verringert wie bei Szenario 1. Ergebnis der Berechnungen ist ein Rückgang der Nächtigungszahlen in der Wintersaison um 27 Prozent auf 330.246 Gästenächtigungen.

Abbildung 38: Nächtigungsentwicklung in der Zukunft

	Anzahl der für den Wintersport geeigneten Tag im Monat			Summe der Nächtigungen		
	Jahr 2000	Verringerung	zukünftig	1999	2000	Szenario 2
	Dezember	25	-14	11	63.049	62.665
Jänner	31	0	31	125.492	135.542	117722
Februar	28	0	28	126.130	128.444	112847
März	31	-12	19	101.953	103.952	52720
April	16	-16	0	27.995	19.001	21901
Gesamt	131	-42	89	444.619	449.604	330246

Quelle: eigene Bearbeitung.

5.5.3 Nachfragerückgang und Auswirkungen

Die Nächtigungsrückgänge von 22 bis 27 Prozent würden nicht nur Auswirkungen bei den Beherbergungsstätten und den Bergbahnen haben. Auch Gastgewerbe, Skischulen, Handelsgeschäfte und vor allem die Leute, die in diesen Betrieben beschäftigt sind. In letzter Konsequenz wäre ein Zusammenbruch der lokalen bzw. regionalen Wirtschaftsstruktur denkbar. Damit verknüpft wären gravierende soziale Probleme, wie Arbeitslosigkeit und Abwanderung. Offen bleibt, inwieweit Strategien die negativen Folgen eines Klimawandels für den Tourismus abschwächen können.

5.6 Strategien für Kitzbühel

Strategien, welche sich auf die zukommenden Veränderungen in Kitzbühel beziehen, sind für einen größeren Zeitraum von 30 Jahren schwer festzusetzen. Es verändern sich nicht nur die klimatischen sondern auch gesellschaftliche, politische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen.

Bei der Formulierung der Strategien wird von der folgenden klimatischen Entwicklung ausgegangen: Die Schneesituation wird sich weiter verschlechtern. Die Höhengrenze der Schneesicherheit verschiebt sich langsam nach oben und die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von schneearmen Wintern steigt. Es wird zwar auch in Zukunft noch schneereiche Winter geben, aufgrund der sich tendenziell verschlechternden Schneeverhältnisse muss aber Kitzbühel mit immer größeren Umsatzschwankungen rechnen.

Ein Problem der Anpassung ist, dass nur dann Strategien durchgeführt werden können, solange ausreichende, finanzielle Mittel einer gesunden Volkswirtschaft zur Verfügung stehen. Die Möglichkeit, gegen die Folgen der Klimaveränderung lokal vorzugehen, darf weiters nicht darüber hinwegtäuschen, dass es sich hierbei nur um eine Symptombekämpfung handelt. Die Maßnahmen sind nur dann von längerer Dauer, sofern parallel Fortschritte bei globalen Lösungsansätzen gefunden werden können.⁸⁰ Die wichtigsten Maßnahmen seien in Folge nun angeführt.

5.6.1 Zusammenschluss der Skigebiete Kitzbühel und dem Westendorfer Skigebietes

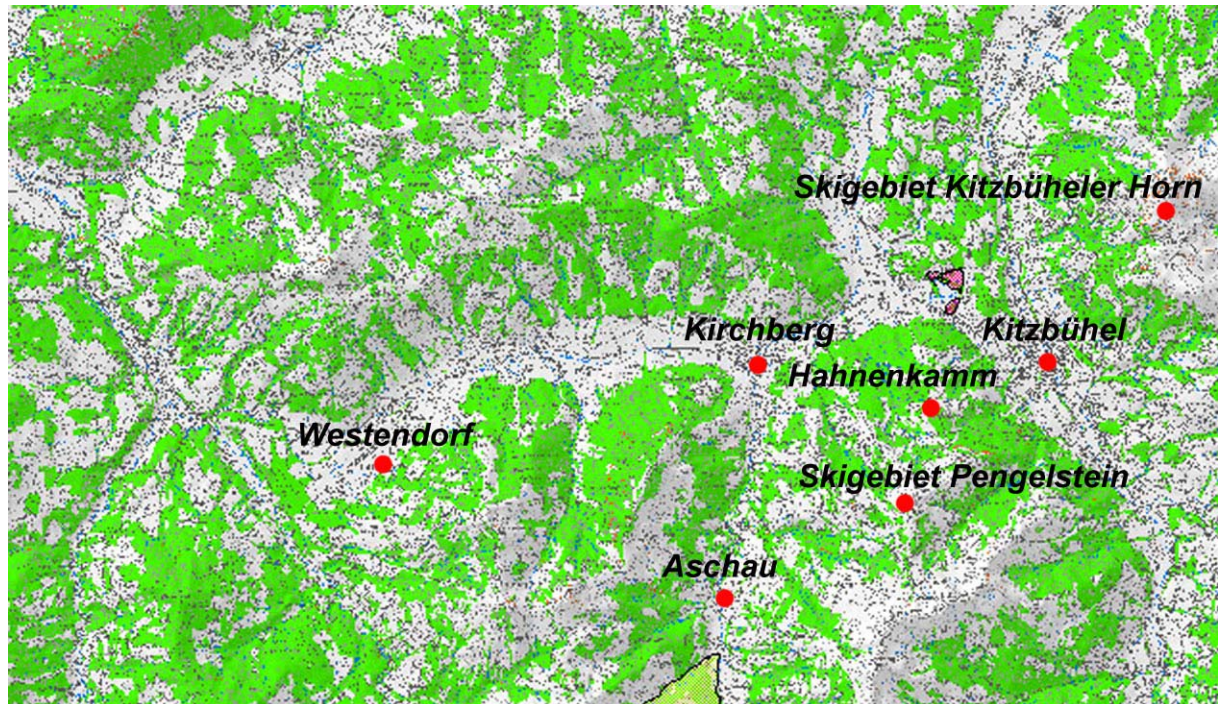
Das zweitgrößte Skigebiet Europas (das größte zusammenhängende Skigebiet befindet sich derzeit in „Trois Vallee“ in Frankreich) mit insgesamt 149 Liften soll schon bald im Tiroler Unterland entstehen. Im Jahr 2002 soll der Zusammenschluss zwischen den Skigebieten Westendorf und Kitzbühel mit dem Bau einer 8er-Einseilumlaufbahn von Aschau (Ortsteil Brüggel) zum Kreuzjöchelsee und einer Schiabfahrt ins Spertental mit Beschneiungsanlage erfolgen. Diese Investitionen

⁸⁰ Breiling M. (1993).

belaufen sich auf rund 200 Mio. ATS⁸¹. Das Spertental soll dabei als gemeinsame Talstation dienen. Pro Stunde könnten bis zu 4.000 Skifahrer befördert werden.

Für den Tourismus in der Region Kitzbühel hätte dieser Ausbau große Bedeutung. Die Verbindung der zwei Skigebiete würde das Angebot für die Kitzbüheler Skitouristen deutlich vergrößern. Ein weiterer positiver Effekt wäre der Zusammenschluss der Kitzbüheler und Westendorfer Bergbahnen. Dadurch könnten Synergien ausgenutzt werden und Rationalisierungseffekte erzielt werden.

Abbildung 39:Überblickskarte



Quelle: Tiroler Rauminformationssystem; www.tirol.gv.at/tiris, 23.10.2001, 15:20.

5.6.2 Ausbau der Schneeanlagen

Im Jahr 2001 investierte die Bergbahn AG Kitzbühel wieder verstärkt in den Ausbau der Schneeanlagen und die Verbesserung der Pisten. Am Hahnenkamm (Bereich Ehrenbachhöhe) wurde ein weiterer Speichersee (mit einem Nutzwasserinhalt von ca. 32.000 m³) mit dazugehörigem Pump- und Leistungssystem gebaut. Die Schneeanlage im Hahnenkammgebiet wird somit aus 3 Speicherseen (Seidlalmsee, Speichersee Pengelstein und Speichersee Ehrenbachhöhe) gespeist. Neben der Beschneigung zusätzlicher Skiflächen im Gebiet Fleckalm, Steinbergkogel wird dadurch auch die Beschneigung der "Kampen" (Talabfahrt Nr. 22 nach Kitzbühel) verbessert. Die "Kampen" kann dadurch zeitgleich mit der "Streif", bzw. unabhängig von der "Streif" beschneit werden. Damit ist auch bei Sperre der "Streif" anlässlich des Hahnenkammrennens eine zweite, gänzlich beschneite Talabfahrt nach Kitzbühel gesichert.

⁸¹ Angabe der Bergbahn Kitzbühel und Westendorf.

Die Argumente für und gegen einen Ausbau von Beschneiungsanlagen sind in Kapitel 6.2.1.1 näher erläutert. Sie beziehen sich hauptsächlich auf die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen von Beschneiungsanlagen.

5.6.3 Diversifikation des Angebots

Grundsätzlich geht es bei der Diversifikation um Ergänzungen zum klassischen Skiangebot durch andere Freizeit- und Urlaubstätigkeiten. Dies ist sicherlich auch Aufgabe der Raumplanung, gezielt neue Angebotsformen zu entwickeln und diese optimal auf den Raum zu verteilen.

Das Angebot setzt sich dabei aus drei Bereichen zusammen:

- Sport (Baden und Kurbad, Fitnessprogramme, Reiten, Turniere [Tennis, Volleyball], Aktivitäten auf dem Eis,...)
- Kulturelle Veranstaltungen (Konzerte, Führungen)
- Gesellschaftliche Anlässe (Degustationen, Kino, Mode Schau, Spiele,...)

Kitzbüchel besitzt bereits ein reichhaltiges und breit gefächertes Angebot für die Unterhaltung der Touristen und dort lebenden Bevölkerung.

Das Hauptproblem liegt jedoch darin, dass die Ausübung des Skisports für die meisten Wintergäste ein Schlüsselbedürfnis darstellt. Das bedeutet, dass der Skifahrer in erster Linie des Skifahrens und nicht der anderen Angebote wegen kommt. So gesehen können diese auch mit den besten Alternativprogrammen nur teilweise zufrieden gestellt werden. Dies sollte die Tourismusverantwortlichen allerdings nicht davon abhalten, solche Aktivitäten auch tatsächlich anzubieten. Die wichtigsten Grundsätze für das alternative Angebot sind⁸²:

- Alternativen sollten aufeinander abgestimmt werden und möglichst vielen potentiellen Benützern offen stehen.
- Die Alternativen müssen sich an den Bedürfnissen der Kunden orientieren.

⁸² Abegg B. (1994).

6 STRATEGIEN UND EMPFEHLUNGEN

Dieses Kapitel soll sich mit den Möglichkeiten, eine Abschwächung der Klimaänderung herbeizuführen bzw. eine Anpassung an die Klimaerwärmung zu erreichen, beschäftigen.

6.1 Mitigation

Die Mitigation befasst sich mit der Verringerung des Ausstoßes von Treibhausgasen.

6.1.1 Internationale Klimapolitik

Die wichtigsten Etappen des internationalen Klimaschutzes auf politischer Ebene sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

Abbildung 40: Wichtige Etappen des internationalen Klimaschutzes auf politischer Ebene

1988	Gründung des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) durch UNEP/WMO
1992	Unterzeichnung der Klimarahmenkonvention durch über 150 Staaten auf der UNCED (United Nations Conference on Environment and Development) in Rio de Janeiro. Mittlerweile haben über 180 Staaten ratifiziert (d.h. nahezu alle UN-Mitgliedsstaaten)
1995	Erste Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention (in Berlin) Wichtigstes Ergebnis: Berliner Mandat; Ziel: Innerhalb von zwei Jahren ein Protokoll zu verabschieden, das im ersten Schritt Reduktionsverpflichtungen alleine für Industrieländer vorsieht
1997	Dritte Vertragsstaatenkonferenz (in Kyoto) Wichtigstes Ergebnis: Kyoto-Protokoll; Ziel: Industrieländer reduzieren ihre Treibhausgasemissionen um 5,2 Prozent bis zum Zeitraum 2008 - 2012 gegenüber 1990
2000	Sechste Vertragsstaatenkonferenz (in Den Haag) Wichtigstes Ziel: Klärung der Details des Kyoto-Protokolls, um baldige Ratifizierung und Inkrafttreten zu ermöglichen

Quelle: <http://www.germanwatch.org/>, 15.10.2001, 18:03.

Das Kyoto-Protokoll stellt den derzeitigen letzten Stand der Klimaregelungen dar. Bis heute ist nicht abschließend geklärt, ob die Klimakonferenz in Kyoto (1997) ein Erfolg war oder nicht. Zwar einigten sich die Teilnehmerstaaten auf verpflichtende Emissionsreduktionsziele, sie blieben jedoch sehr weit hinter den Forderungen der

Umweltschutzorganisationen zurück. Diese forderten eine Reduzierung aller Treibhausgase um 25% unter das Niveau von 1990 bis zum Jahre 2005. Das Kyoto-Protokoll schreibt bis 2012 eine Reduktion von sechs Treibhausgasen (CO_2 , CH_4 , SF_6 , N_2O , FKW, HFKW) von mindestens 5% unter das Niveau von 1990 vor.

Zwar gibt es ein gemeinsames Reduktionsziel der so genannten "Annex-1-Staaten", also jener, die verpflichtende Emissionsreduktionsziele haben (es handelt sich dabei hauptsächlich um Industrienationen), das gemeinsame Ziel wurde jedoch unterschiedlich aufgeteilt. So müssen zum Beispiel die Länder der Europäischen Union diese Treibhausgase um 8% reduzieren, die USA allerdings nur um 7% und Japan nur um 6%. Unverständlicherweise dürfen andere Länder ihre Emissionen steigern: so darf Australien um 8% zulegen, Norwegen um 1%. Die EU hat ihr 8%-Ziel nochmals unter sich aufgeteilt. Österreich muss in der Folge um 13% reduzieren. Bis zum Jahre 2005 sollen die Staaten beweisbare Fortschritte bei ihren Emissionsreduktionen gemacht haben. Interessant ist die Situation in Russland und der Ukraine. Beide Staaten müssen ihre Emissionen laut Kyoto-Protokoll bis zum Jahr 2012 auf dem Niveau von 1990 stabilisieren. Allerdings haben gerade diese Länder aufgrund des Zusammenbruchs des Industriesektors nach der politischen Wende einen Emissionsrückgang von ca. 30% seit 1990 erlebt. Die meisten Emissionsprognosen zeigen, dass Russland und die Ukraine auch 2010 noch weit unter ihren Emissionen des Jahres 1990 sein werden. Diese Differenz wird als "Hot air", also "heiße Luft", bezeichnet. Aller Wahrscheinlichkeit wird sie auf dem freien Markt gehandelt werden können. Die Folge wird ein relatives Ansteigen der Emissionen sein.

Gemäß Artikel 4 des Kyoto-Protokolls können die Staaten ihre Reduktionsverpflichtungen auch gemeinsam erreichen. Das so genannte "Bubble-Konzept" sieht vor, dass zwei oder mehrere Staaten ihre Verpflichtungen gemeinsam erfüllen können. Es muss dabei nur die Gesamtsumme der Emissionen stimmen. Bisher wird dieses Konzept nur von der EU genutzt.

Das Basisjahr ist prinzipiell 1990. Allerdings können für die F-Gase (HFKWs, FKW, SF_6) als Vergleichsjahr sowohl die Emissionen von 1990 also auch von 1995 herangezogen werden. Auch gilt nicht für alle Staaten das gleiche Basisjahr. Obwohl grundsätzlich zwar die industriellen Emissionen des Jahres 1990 gelten, dürfen sich etwa viele osteuropäische Länder auf ein anderes Jahr beziehen, da für das Jahr 1990 oft keine Emissionsangaben vorliegen.

Im Artikel 3 des Protokolls ist vorgesehen, dass so genannte "Senken" als Reduktionsmechanismus genutzt werden können. Das heißt, dass beispielsweise die CO_2 -Bindung durch eine Neubewaldung als Emissionsreduktion angerechnet werden kann. Bäume nehmen durch die Photosynthese CO_2 auf und gelten daher als Senken. Die tatsächliche Anrechnung von Senken soll allerdings erst nach Klärung der wissenschaftlichen Unsicherheiten möglich sein.

Von den Umweltorganisationen wurde diese Möglichkeit bis zuletzt bekämpft. Besteht doch bei der Berechnung der aufgenommenen Menge an CO₂ über einen längeren Zeitraum eine große wissenschaftliche Unsicherheit. Darüber hinaus kann aus einer Senke mit der Zeit sehr wohl auch eine Quelle und das aufgenommene CO₂ somit wieder an die Umwelt abgegeben werden. Wälder gelten zudem als sehr instabile Senken, da sie etwa bei Bränden das vorher gebundene CO₂ wieder in die Atmosphäre abgeben.

Das Kyoto-Protokoll sieht die Möglichkeit vor, einen Teil der Emissionsreduktionen auf einem Markt für Emissionsrechte zu handeln. Eine genaue Mengenangabe wurde dabei nicht festgelegt. Wie so ein Handelssystem wirklich ausschauen soll ist völlig ungewiss.

Der Inhalt der Klimaverhandlungen seit Kyoto (1997) liegt schwerpunktmäßig in der Konkretisierung offener Punkte des Protokolls. So müssen die Kyoto-Mechanismen über den Emissionshandel ausgestaltet, sowie viele offene Fragen zur Behandlung der so genannten Senken von Treibhausgasen (z.B. "Was ist ein Wald? was ist Aufforstung?") geklärt und wissenschaftlich untersucht werden. Der Verhandlungsprozess im Rahmen der UN-Klimaverhandlungen (Kyoto-Prozess) ist - trotz der bislang unbefriedigenden Reduktionsverpflichtungen und seines langsamen Fortschreitens - alternativlos.

Ein Scheitern des Prozesses würde einen Zeitverlust von zehn Jahren bedeuten, bis möglicherweise neue Anstrengungen auf UN-Ebene Erfolg zeitigen. Es bestünde auch die Gefahr, dass anstatt der völkerrechtlich legitimierten UN, selbsternannte Gremien wie die G8 (möglicherweise unter Hinzuziehung einiger zentraler Entwicklungsländer) über die Zukunft des globalen Klimas entscheiden.

6.1.2 Energie

Im Energiebereich soll hauptsächlich eine Verringerung der CO₂- Emissionen durch gezielte Maßnahmen bei der Raumplanung, bei Gebäuden sowie bei Industrie und Gewerbe erzielt werden.

6.1.2.1 Erneuerbare Energieträger

Zentrales Element bei der Verringerung des Treibhauseffektes ist die Reduktion von CO₂-Emissionen durch einen Umstieg auf alternative Energieformen wie Sonnen- und Windenergie oder Biomasse.⁸³

Wollen die nationalen Regierungen eine erhebliche Reduktion der Treibhausgasemissionen erzielen, müssen dafür rigorose Anstrengungen unternommen werden. Ein signifikanter Anstieg der kommerziellen Nutzung erneuerbarer Energien, sowie einschneidende Energieeffizienzmaßnahmen sind in

⁸³ www.greanpeace.org

diesem Zusammenhang unausweichlich. Nur so können die globale Erwärmung verlangsamt und der Klimawandel gestoppt werden.

An der weltweiten Gesamtenergiegewinnung haben erneuerbare Energien einen Anteil von rund 20%. Der Hauptteil davon entfällt auf Wasserkraft und Biomasse (z.B. Verbrennung von Holz oder Stroh). Die restlichen 80% entfallen auf fossile Brennstoffe - allen voran Erdöl - mit einem Anteil von fast 75% und der Kernenergie mit 5,6%. Der Anteil von Wind- und Solarenergie hat während der letzten fünf Jahre beträchtlich zugenommen. Das Marktwachstum von Solarenergie ist etwa zehnmal so hoch wie das Wachstum der Ölindustrie, die ihren Absatz seit 1990 um lediglich 1,4% steigern konnte. Dieser Trend kann einem Bericht des "Worldwatch Institute" in Washington entnommen werden.

Der gesamte Energiebedarf unserer Erde könnte von erneuerbaren Energien gedeckt werden. Regierungen und Industrie nützen diese Möglichkeiten aber kaum. Jene Menge an Sonnenenergie, die unseren Planeten erreicht, ist 10.000 mal größer als der gesamte Energieverbrauch der Welt. Hinzu kommt, dass Sonnen- und Windenergie de facto nichts kosten - lediglich die Herstellung und die Errichtung entsprechender Energiegewinnungsanlagen verursachen Kosten. Weiters zeigt eine Studie von Shell und BP sogar auf, dass Produktion und Errichtung von Solaranlagen sechsmal so viele Arbeitsplätze wie die gleichen Investitionen in der Ölindustrie schaffen könnten.

6.1.2.2 Windenergie

Die Windenergie erlebt einen rasanten Aufwärtstrend. Weltweit gesehen, wächst diese Industrie seit 1995 jährlich um durchschnittlich 27%. Gemäß der europäischen "Wind Energy Association" fiel der Preis für Strom aus Windenergie von 1981 bis 1991 um den Faktor 3 und ist bereits in der Lage, mit dem Preis der Energie aus fossilen Brennstoffen zu konkurrieren. 1997 wurden weltweit Windturbinen mit einer Produktion von mehr als 1.500 Megawatt Strom errichtet. Insgesamt wurde Windstrom im Wert von 1,5 Milliarden US-Dollar verkauft.

Industrieanalysen schätzen, dass sich das Marktvolumen bis zum Jahr 2002 zumindest verdoppeln wird. Die installierte Windkapazität betrug 1992 nur 2.500 Megawatt, während es Ende 1997 bereits 7.500 Megawatt waren. Diese Wachstumsrate ist wesentlich höher als jene anderer Brennstoffe, wie etwa von Erdgas oder Kernbrennelementen. Das Wachstum dieser neuen Märkte vollzieht sich nicht nur in Europa sondern entspricht einem weltweit zu beobachtenden Trend.

6.1.2.3 Solarenergie

Das Verbrennen fossiler Energieträger verursacht die für die Klimaveränderungen verantwortlichen Treibhausgase, insbesondere Kohlendioxid und Methan. Atomenergie ist dazu keine Alternative: Beträchtliche Gesundheitsrisiken, die radioaktiven Abfälle und die Gefahren von Reaktorkatastrophen sind ungelöste

Probleme. Die Nutzung der Sonnenenergie ist dagegen risikolos und hat keine schädlichen Auswirkungen auf die Biosphäre.

Solarenergie hat das Potential, zur wichtigsten Energiequelle des Planeten zu werden. In Kombination mit anderen regenerativen Energiequellen, wie Windenergie, Biomasse, Kleinwasserkraft sowie massiven Energieeinsparungen, kann sie die Energieversorgung in der Zukunft sichern. Zudem kann Solarenergie auch unabhängig von einem festen Stromnetz genutzt werden - ein wichtiges Argument für den Einsatz in Gebieten mit schlechter Infrastruktur.

6.1.3 Verkehr

Der motorisierte Straßenverkehr ist im Vergleich zum Gesamtaufkommen des Verkehrs eindeutig die Nummer Eins in der CO₂-Emissionsbilanz. In der EU macht der Straßenverkehr etwa 85 % aller verkehrsbedingten CO₂-Emissionen aus. Der Schienenverkehr verursacht hingegen nur 1 % der CO₂-Emissionen.

Die Tendenz der CO₂-Emissionen des Verkehrs in der EU ist steigend. Die Europäische Union hat sich daher klare klimapolitische Ziele gesetzt: Auf der Umweltkonferenz in Rio de Janeiro im Jahr 1992 (UNCED) sprach sie sich für eine Stabilisierung ihrer CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2000 auf dem Wert von 1990 aus. Weiters verpflichtete sie sich im Rahmen der Klimakonferenz von Kyoto 1997 zur Reduktion von sechs Treibhausgasen um 8% im Zeitraum von 2008 bis 2012.

Doch bislang wurden noch keine wirkungsvollen Maßnahmen für einen Klimaschutz gesetzt. Bis zum Jahr 2010 wird (in einer Mitteilung der Europäischen Kommission) sogar ein 40%iger Anstieg der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen prognostiziert.

Wir verbringen heute nicht weniger Zeit im Verkehr als früher. Wir sind zwar schneller unterwegs, fahren dafür aber auch weiter. Der Mobilitätsaufwand ist im Verhältnis zur Wirtschaftsleistung gegenüber früher sogar gestiegen. Die Ausrichtung der Raumentwicklung am Auto benachteiligt jedoch massiv jene, die keines haben, etwa ältere Menschen, für die beispielsweise die Durchlöcherung der Nahversorgung zum realen Problem wird.

6.1.3.1 Verkehrsberuhigung

Durch die Art der Straßenführung, Tempobegrenzungen sowie Parkordnungen können die Gemeinden auf den Kfz-Verkehr steuernd eingreifen. Das übergeordnete Ziel muss ein die Lebensqualität der Gemeinden und Städte wiederherstellendes Miteinander der unterschiedlichen Verkehrsträger sein.

6.1.3.2 Fuß- und Radwegenetze

Die Wiederentdeckung des Zu-Fuß-Gehens sowie die Renaissance des Fahrrades sind wesentliche Bestandteile einer zukunftsfähigen Mobilität. Beide Formen der Fortbewegung sind nicht nur ökologisch unübertreffbar, sondern angesichts der täglichen Staus auf unseren Straßen dem Auto teilweise sogar überlegen.

6.1.3.3 Attraktiver Öffentlicher Verkehr

Attraktive öffentliche Verkehrsmittel sind eine wesentliche Bedingung für eine zukunfts- und klimaverträgliche Mobilität. Neben der Schaffung der entsprechenden Angebote geht es aber auch um einen Wertewandel in Richtung Imagegewinn des ÖV.

6.1.4 Bewusstseinsbildung

Darunter werden aktive Öffentlichkeitsarbeiten zu umwelt- und entwicklungspolitischen Themen sowie Aktionen im Schulbereich verstanden: Zeichen- oder Aufsatzwettbewerb, Ausstellung etc.

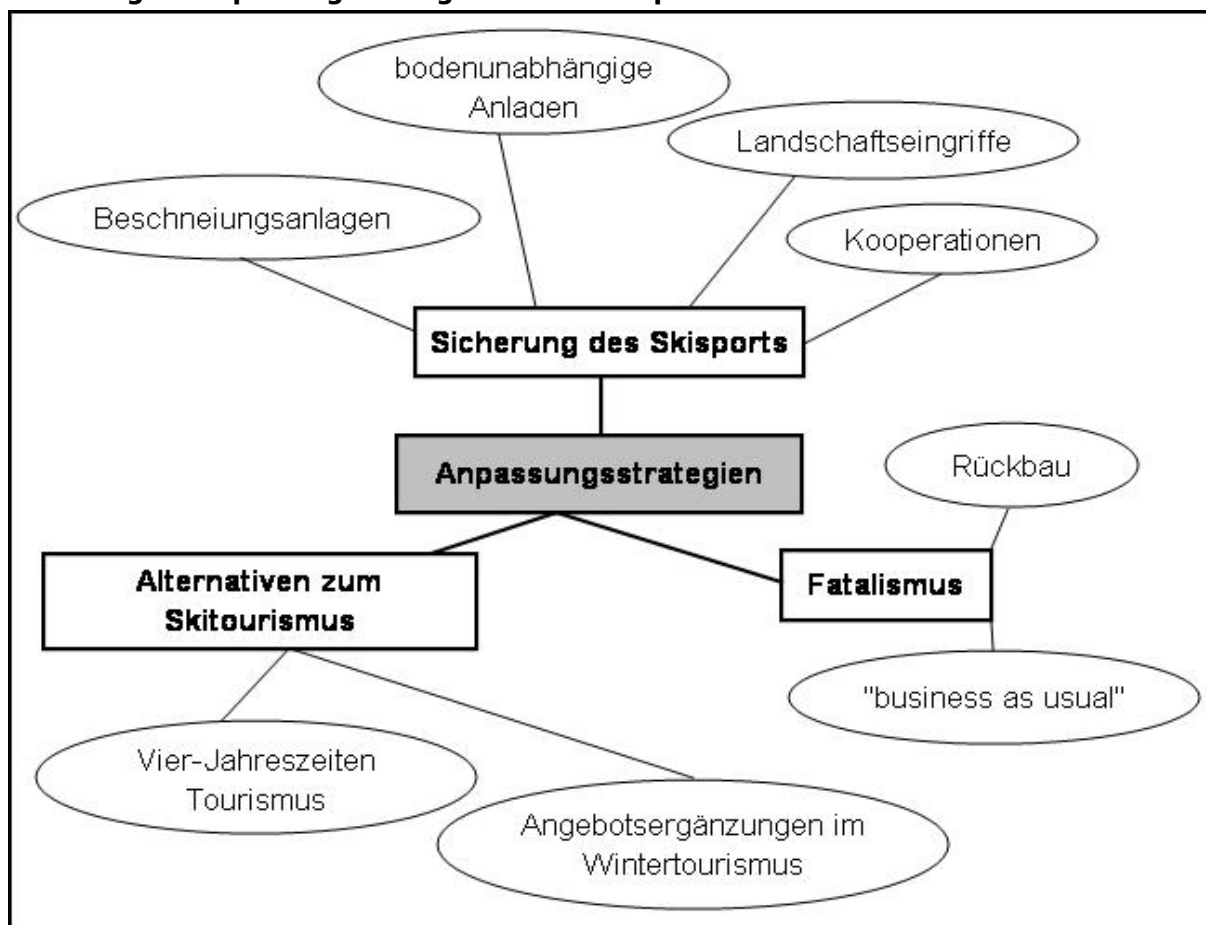
Es soll auch die Zusammenarbeit zwischen Gemeinde und BürgerInnen gefördert werden: Podiumsdiskussionen, Workshops etc.

6.2 Adaptation

Die Adaptation befasst sich nicht mit den Möglichkeiten, eine Klimaveränderung abzuwenden, sondern versucht für die sich verändernden Bedingungen neue Anpassungsstrategien zu finden.

Langfristig gesehen stellt die Klimaveränderung eine Bedrohung ersten Ranges für den österreichischen Schitourismus dar. Daher werden schon heute von den Tourismusverantwortlichen in den betroffenen Schiregionen Strategien entwickelt. Die Skifahrer (inklusive Snowboarder) werden aller Voraussicht nach auch in den nächsten Jahrzehnten das interessanteste und größte Gästesegment im österreichischen Wintertourismus bleiben. In diesem Sinne gilt eine erste Strategie der **Sicherung des Skisports** durch technische Maßnahmen und Kooperationen.

Abbildung 41: Anpassungsstrategien für Wintersportorte



Quelle: eigene Bearbeitung.

6.2.1 Sicherung des Skisports

6.2.1.1 Technische Maßnahmen⁸⁴

Zu den technischen Maßnahmen werden folgende vier Möglichkeiten gezählt: Landschaftseingriffe, bodenunabhängige Transportanlagen (Sesselbahnen), Erschließung von höhergelegenen Gebieten, Beschneiungsanlagen.

Bei den **Landschaftseingriffen** handelt es sich um bauliche Maßnahmen, welche die Bodenbeschaffenheit beeinflussen. Diese dienen der Sicherung und Verlängerung der Wintersaison.

Mit **bodenunabhängigen Transportanlagen** können die Skifahrer in höhergelegene Gebiete transportiert werden, wenn im Tal oder in Talnähe nicht genügend Schnee liegt.

Eine weitere Möglichkeit zur Sicherung des Skisports besteht in der **Erschließung von hochgelegenen Gebieten**. Diese bieten vor allem bessere Schneesicherheit.

In jüngster Zeit wurde massiv in den Bau von **Beschneiungsanlagen** investiert. Die künstliche Schneeerzeugung wird in Zukunft eine noch größere Rolle spielen. Einem

⁸⁴ Abegg B. (1996) 155ff.

uneingeschränkter Einsatz von Beschneiungsanlagen sind aber sowohl aus klimatischen (für eine rationelle Beschneigung werden Minustemperaturen und eine geringe Luftfeuchtigkeit benötigt) wie auch aus wirtschaftlichen Gründen (relativ hohe Investitionskosten und laufende Betriebskosten) Grenzen gesetzt. Der Einsatz von Beschneiungsanlagen erweist sich auch als kontraproduktiv, da die Kunstschneeproduktion einen massiven Umwelteingriff darstellt und auch einen hohen Energieverbrauch mit sich bringt, der wiederum Emissionen verursacht. Hinzu kommt, dass Beschneiungsanlagen nicht überall als Lösung dienen, da sie nur in höher gelegenen Wintersportgebieten - Beschneiungsanlagen erfordern eine Tagesmitteltemperatur von 0 °C bis minus zwei Grad oder Nachttemperaturen unter -2° C, um optimal zu funktionieren - zielführend eingesetzt werden können. Fraglich ist weiters, ob pickelharte Pisten in grüner Umgebung der Erwartungshaltung der Winterurlauber tatsächlich entsprechen. Diese Anlagen sind nur bedingt und vorübergehend als Anpassungsmaßnahme einsetzbar, erlauben aber, Zeit für Umstellungen zu gewinnen. Betriebswirtschaftlich rechnen sich Beschneiungsanlagen, sobald sie über zehn Jahre hindurch mehr als 10% der Saisoneinnahmen sichern.⁸⁵

6.2.1.2 Kooperationen der Seilbahn- und Skiliftunternehmen

In Zukunft werden die Seilbahn- und Skiliftunternehmen enger zusammenarbeiten müssen. Dadurch können Synergien ausgenutzt und Rationalisierungseffekte erzielt werden. Im weiteren bietet sich die Gelegenheit, die finanzielle Basis der einzelnen Unternehmen breiter abzustützen.

Eine weitere Möglichkeit ist der Zusammenschluss von Skigebieten und damit auch der Skiliftbetreiber. Das größere Angebot bietet bei Schneemangel alternative Ausweichmöglichkeiten.

6.2.2 Angebotsergänzungen im Wintertourismus

Um die einseitige Abhängigkeit auf Schnee und Ski zu reduzieren, müssen schnee- und skiunabhängige Angebote geschaffen werden. Unterschieden werden dabei zwischen „Alternativen bei temporärer Schneearmut“ und „Alternativen zum Skitourismus“.

6.2.2.1 Alternativen bei temporärer Schneearmut

Zu diesen Alternativen gehören alle Angebote, welche den Skifahrern auch bei ungenügenden Schneeverhältnissen ein lohnendes und bleibendes Ferienerlebnis garantieren. Die Alternativprogramme dienen dazu, die negativen Auswirkungen von temporärer Schneearmut zu minimieren. Das Angebot setzt sich dabei aus drei Bereichen zusammen:

⁸⁵ Breiling M. (1993).

- Sport (Baden, Fitnessprogramme, Reiten, Aktivitäten auf dem Eis,...)
- Kulturelle Veranstaltungen (Konzerte, Führungen)
- Gesellschaftliche Veranstaltungen (Degustationen, Kino, Spiele,...)

Gute Alternativangebote für die Skifahrer helfen mit, die Aufenthalts- und Stammgäste bei Laune zu halten. Die Alternativprogramme können zu dauerhaften Angebotsbestandteilen werden. Mit solchen Angeboten könnten auch Nicht-Skifahrer angesprochen werden, und damit wäre ein erster Schritt weg von der einseitigen Fixierung auf Schnee und Ski getan.

6.2.2.2 Alternativen zum Skitourismus

Der Skisport ist nach wie vor einer der wichtigsten Gründe, um als Tourist im Winter in die Berge zu fahren. Weil die Ausübung des Skisports ein touristisches Schlüsselbedürfnis darstellt, dürfte es schwierig sein, ein neues Angebot zu entwickeln, welches die Skifahrer in gleicher Weise anspricht wie das Skifahren. Aus diesem Grunde werden bei den Alternativen zum Skitourismus nicht die Skifahrer, sondern die Nicht-Skifahrer als Zielgruppe angepeilt. Es geht hier vor allem darum, neue Gästesegmente für einen Winteraufenthalt in den Bergen zu gewinnen. Ziel ist es, vor allem eine Reduktion der Schneeabhängigkeit zu erreichen. Schneeunabhängige Angebote bieten sich im Kur- und Gesundheitstourismus, Kongress- und Seminartourismus, Veranstaltungs- und Ausflugs-tourismus sowie im Bereich der Aktivferien an. Diese Angebote werden die schneeabhängigen Angebote nicht ersetzen können. In Gebieten, wo auch in Zukunft mit ausreichend Schnee zu rechnen ist, können sie eine wertvolle Ergänzung zum touristischen Angebot darstellen, in Regionen, wo sich der Schnee immer rarer macht, werden sie den Niedergang vieler Skigebiete nicht aufhalten können.

6.2.3 Vier-Jahreszeiten-Tourismus

Eine weitere Alternative, die Winter- und Schneeabhängigkeit zu reduzieren, besteht im Aufbau eines Vier-Jahreszeiten-Tourismus. Ziel dieser Strategie ist es, einseitig auf den Wintertourismus ausgerichtete Orte saisonal breiter abzustützen. In diesem Sinne, wird vermehrt auf Sommeraktivitäten und jahreszeitlich unabhängige Tourismusformen (z.B. Kongress- und Seminartourismus, Kur- und Bäder-tourismus,...) gesetzt.

7 ZUSAMMENFASSUNG

7.1 Tourismus

Wetter und Klima haben eine große Bedeutung für den österreichischen Wintertourismus. Die Wintersportregionen sind sowohl auf genügend Schnee zur richtigen Zeit als auch auf ansprechende Wetterbedingungen angewiesen. Gute Wetter- und Schneeverhältnisse müssen insbesondere während den Spitzenzeiten (Weihnachten/Neujahr, Winterferien) gegeben sein.

Die mittleren klimatischen Bedingungen geben neben vielen weiteren Faktoren (Angebotskomponenten) über die grundsätzliche Eignung für den Wintertourismus Auskunft.

Der österreichische Wintertourismus ist sehr stark auf den Skisport ausgerichtet. Diese einseitige Ausrichtung führt zu einer großen Anfälligkeit gegenüber Schneemangel: Erfolg oder Misserfolg sind direkt vom Vorhandensein von Schnee abhängig.

7.2 Klimaveränderung

Im Februar des Jahres 2001 wurde der dritte Bericht des IPCC, einer Arbeitsgruppe des zwischenstaatlichen Ausschusses über Klimaänderungen, fertig gestellt. Die in diesem Bericht erwähnten Szenarien ergeben für das 21. Jahrhundert einen weiteren Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur (zwischen 1,4°C und 5,8°C) und des Meeresspiegels. Weiters wird davon ausgegangen, dass sich fast alle Landflächen (insbesondere Landflächen höherer nördlicher Breite während der kalten Jahreszeit) schneller erwärmen als der globale Durchschnitt. Auch erste Ergebnisse einer Regionalisierung eines GCM-Szenariums für ganz Österreich zeigen Temperaturerhöhungen von 2 °C bis 3,5 °C bis zum Jahr 2035, bei einer globalen Erwärmung von 1 °C bis 2 °C.

7.3 Ökologische Auswirkungen

Die Klimaveränderung wird ökologische Auswirkungen haben. Im Bereich der Pflanzen- und Tierwelt wird es zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung kommen. Es wird dabei „Gewinner“ und „Verlierer“ geben und höchstwahrscheinlich kann man auch mit einer Reduktion der biologischen Vielfalt rechnen. Anpassungsfähigere Arten werden andere unflexiblere verdrängen.

Der alpine Wasserkreislauf ist besonders komplex, da in den Alpen wegen der Höhenlage auch ein großer Anteil des Niederschlages als Schnee fällt, was als Verzögerungskomponente betrachtet werden muss. Unter derzeitigen Klimabedingungen ereignet sich die Mehrzahl der Hochwasser im Sommer. Eine allgemeine Erwärmung würde nach den bisherigen Modellsimulationen eine

Verschiebung der sommerlichen Abflusscharakteristik in das Winterhalbjahr bedeuten. In Zukunft ist vermehrt mit extremen Hochwasserereignissen zu rechnen. In den Alpen werden durch das Abschmelzen der Gletscher und den Rückgang des Permafrostes unverfestigte Gebiete freigelegt. Das erhöht die Wahrscheinlichkeit von Massenbewegungen wie Murengängen, Bergstürzen oder Gletscherhochwassern. Der Permafrost, der "Zement" der Berge, wird sich um 200 bis 750 m nach oben zurückziehen. Die Gefahr von Steinschlag und Muren wird größer.

Schnee und Eis dürfen nicht nur als Wasserspeicher gesehen werden. Sie spielen auch für die Ökologie und Ökonomie des Alpenraumes eine wesentliche Rolle. Für die alpine Vegetation wie für landwirtschaftliche Kulturen dienen ausreichende Schneelagen als schützende Isolationsschicht. Die Gletscher reagieren jetzt auf die vergangenen warmen Jahrzehnte. Aufgrund der letzten warmen Jahre ist davon auszugehen, dass sie in den nächsten Jahren weiter schmelzen werden.

7.4 Auswirkungen auf den Wintertourismus

Der Klimawandel wird nicht von heute auf morgen für eine neue Ausgangslage im österreichischen Wintertourismus sorgen, sondern als Katalysator den bereits in Gang gekommenen touristischen Strukturwandel verstärken. Aus diesem Grund wird es dann Verlierer und Gewinner geben. Auf der einen Seite haben wir die Top-Orte, welche bereits heute über ein relativ schneesicheres, diversifiziertes und attraktives Angebot verfügen; auf der anderen Seite stehen die eher kleineren Orte mit ihrem bescheidenen Angebot und den eingeschränkten Möglichkeiten.

Strukturwandel und Klimaänderung werden zu einem neuen Mosaik skitouristischer Gunst- und Ungunsträume führen. Gute Zukunftsaussichten haben diejenigen Wintersportorte, welche Gebiete in Höhenlagen über 1500 bis 3000 m ü. M. erschließen. In diesen Gebieten dürfte es zumindest kurz- bis mittelfristig zu einem Nachfragewachstum kommen. Ob die Nachfrage allerdings auch langfristig ansteigen wird, ist fraglich. Es ist sehr gut möglich, dass der Skisport - sei es aufgrund der klimatischen Veränderungen oder wegen der Anziehungskraft alternativer Freizeit- und Tourismusformen – generell an Bedeutung verlieren wird. Die Touristiker stehen vor sehr großen Herausforderungen.

7.5 Kitzbühel

Das untersuchte Gebiet Kitzbühel mit seinen 8700 Einwohnern ist einer der klassischen Skiorte Österreichs. Er ist jährlicher Anlaufpunkt vieler prominenter Gäste und hat sich durch seine internationalen Großveranstaltungen bereits in den Anfängen des Tourismus eine Sonderstellung eingeräumt. Die jährlichen Gästenächtigungen in allen Beherbergungsbetrieben in der Gemeinde Kitzbühel liegen bei etwa 800.000 Übernachtungen (davon 500.000 in der Wintersaison). Dafür

stehen insgesamt über 6.000 Gästebetten zur Verfügung. Den Hauptanteil stellen die 4-Sterne-Betriebe mit fast 2000 Betten.

Durch die Klimaänderung muss Kitzbühel in Zukunft mit einer allgemeinen Verschlechterung der Schneeverhältnisse rechnen. Messungen der letzten Jahre zeigen einen Anstieg der Durchschnittstemperatur.

Das Kapitel 5 beschreibt 2 Zukunftsszenarien. Diese gehen von unterschiedlichen Temperaturentwicklungen aus. Von der Klimaänderung sind besonders Abfahrten unter 1500 m bzw. 1600 m Seehöhe betroffen. Die Verringerung der für den Skitourismus potentiellen Tage und die Attraktivitätsverluste durch den Schneemangel ergaben in den Berechnungen Nächtigungsrückgänge in den jeweiligen Wintermonaten. Während die Haupturlaubsmonate Jänner und Februar die Zahlen ziemlich halten konnten, sind vor allem der Dezember und März besonders von der Klimaveränderung betroffen. Die Nächtigungsrückgänge belaufen sich auf 20 – 27 Prozent.

Für die Zukunft müssen Strategien entwickelt werden, welche die negativen Auswirkungen der Klimaveränderung für den Tourismus abschwächen könnten. Diese betreffen vor allem den Ausbau der Schneeanlagen und die Verbesserung der Pisten. Beschneiungsanlagen werden aber nicht überall als Lösung dienen, da sie nur in höher gelegenen Wintersportgebieten - Beschneiungsanlagen erfordern eine Tagesmitteltemperatur von 0 °C bis -2 °C Grad oder Nachttemperaturen unter -2 °C, um optimal zu funktionieren - optimal eingesetzt werden können. In einem der größten geplanten Projekte geht es um den Zusammenschluss der Skigebiete Kitzbühel und Westendorf zum zweitgrößten zusammenhängenden Skigebiet Europas. Das 200 Millionen Schilling Projekt wäre für den Tourismus in der Region Kitzbühel ein bedeutender Schritt in die Zukunft.

7.6 Strategien

Die Strategien können allgemein in die Bereiche Mitigation und Adaptation unterteilt werden. Das Hauptanliegen bei der Mitigation ist die Verringerung des Ausstoßes von Treibhausgasen. Auf internationaler politischer Ebene wird versucht, Klimaschutzpolitik mit mehr oder weniger Erfolg zu führen. Eines der wichtigsten Ergebnisse war das Kyoto-Protokoll. Dessen Ziel ist es, die Treibhausgasemissionen der Industrieländer um 5,2 Prozent bis zum Zeitraum 2008 - 2012 gegenüber 1990 zu reduzieren.

Diese Verringerungen sollen im Energiebereich und im Verkehr erreicht werden. Zentrales Ziel im Energiebereich ist die Reduktion von CO₂-Emissionen durch einen Umstieg auf alternative Energieformen. Der motorisierte Straßenverkehr ist beim Gesamtverkehr eindeutig die Nummer Eins in der CO₂-Emissionsbilanz. In der EU macht der Straßenverkehr etwa 85 % aller verkehrsbedingten CO₂-Emissionen aus.

Der Schienenverkehr verursacht hingegen nur 1 % der CO₂-Emissionen. Maßnahmen im Straßenverkehr sollten daher besonders forciert werden.

Die Adaptation versucht für die sich verändernden Bedingungen neue Anpassungsstrategien zu finden. Langfristig gesehen stellt die Klimaveränderung eine Bedrohung ersten Ranges für den österreichischen Schisport dar. Daher werden schon heute von den Tourismusverantwortlichen in den betroffenen Schiregionen Strategien entwickelt. Die Skifahrer (inklusive Snowboarder) werden aller Voraussicht nach auch in den nächsten Jahrzehnten das interessanteste und größte Gästesegment im österreichischen Wintertourismus bleiben. In diesem Sinne gilt eine erste Strategie der Sicherung des Skisports durch technische Maßnahmen wie Beschneiungsanlagen, Landschaftseingriffe und bodenunabhängige Transportanlagen sowie Kooperationen der Bergbahnen. Angebotsergänzungen im Wintertourismus und Alternativen zum Skitourismus (Kurtourismus, Seminartourismus,...) bilden weitere Möglichkeiten, sich auf die verändernden Bedingungen anzupassen.

Wie sich gezeigt hat, liegt der Klimaschutz im ureigensten Interesse der Tourismusverantwortlichen in den Berggebieten. Die Branche muss sich deshalb für eine Politik einsetzen, die in die Umweltproblematik auch die Klimaproblematik einschließt.

8 LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

8.1 Bücher und Aufsätze

(zitierte und weiterführende Literatur)

Abegg Bruno (1996): Klimaänderung und Tourismus – Klimafolgenforschung am Beispiel des Wintertourismus in den Schweizer Alpen. Schlussbericht NFP 31, Zürich.

Auer, I., BÖHM R., SCHÖNER W., HAGEN M. (1998): 20th Century Increase of Boundary Layer Turbidity Derived From Sunshine and Cloudiness Series. Proceedings of the 8th Conference of Mountain Meteorology. 3.–7. August 1998, Flagstaff, Arizona. AMS Boston.

Bader, S. und P. Kunz. (1998): Klimarisiken – Herausforderungen für die Schweiz. Wissenschaftlicher Schlussbericht NFP 31, Zürich.

Besancenot, Jean-Pierre (1990): Climat et tourisme, Paris.

Breiling M. (1993): Klimaveränderung, Wintertourismus und Umwelt. Envirotour 1993, Wien, Internationale Gesellschaft für Umweltschutz.

Breiling M. Charamza P., Skage O. R. (1997): Klimasensibilität österreichischer Bezirke mit besonderer Berücksichtigung des Wintertourismus, Endbericht des Forschungsauftrages des Österreichischen Bundesministeriums für Wirtschaftliche Angelegenheiten, Projektnummer 18 3895/222-I/9/95.

BRZEZIECKI B., KIENAST F., WILD O. (1995): Modelling potential impacts of climate change on the spatial distribution of zonal forest communities in Switzerland. J. Veg., 6: pp 257–268.

Bürki R. (2000): Klimaänderung und Anpassungsprozesse im Wintertourismus Publikation der Ostschweizerischen Geographischen Gesellschaft Neue Folge, Heft 6, St. Gallen.

Elsasser H./Leibundgut H./Lendi M./Schwarz H. et al. (1982): Nicht-touristische Entwicklungsmöglichkeiten im Berggebiet. ORL_Schriftenreihe Nr. 29, Zürich.

Gästabefragung Österreich: Bericht Wintersaison 1997/98, Österreichische Gesellschaft für Angewandte Fremdenverkehrswissenschaft.

GLOGGER B. (1998): Heisszeit – Klimaänderungen und Naturgefahren in der Schweiz. Hochschulverlag AG, Zürich.

Gottfried Michael (1998): Die Alpen im Klimawandel. Wien, Univ., Diss.

HAEBERLI W. , 1994: Accelerated Glacier and Permafrost Changes in the Alps, in Beniston M., Mountain Environments in Changing Climates. Routledge, 102.

Hantel M., Ehrendorfer M., Haslinger A., 1998: Climate sensitivity of snow cover duration in Austria. Submitted to Int. Journal of Climatology.

Hopfenbeck Waldemar; Peter Zimmer (1993): Umweltorientiertes Tourismusmanagement , Landsberg am Lech.

IPCC (2001), Third Assessment Report on Climate Change of Working Group I.

Matulla, C., Groll N., Scheiffinger H., Lexer M., Widmann M., Kromp-Kolb H. (2001): Providing a climate change schenario for sample plots of the Austrian National Forest Inventory: Assessing the suitability of multiple linear regression models.

NFP 31: Bader S. Kunz P, 1998: Klimarisiken – Herausforderung für die Schweiz, Schlussbericht des Nationalen Forschungsprojektes 31, v/d|f Hochschulverlag Ag.

Ozenda Paul, Borel Jean-Luc: Mögliche ökologische Auswirkungen von Klimaveränderungen in den Alpen. CIPRA, Kleine Schriften 8/91.

Schilliger P. (1999): Skigebiete im Wettlauf gegen den Klimawandel. In: Special 2/99, Hotel+ Tourismus Revue.

Schopf A. (1997): Möglicher Einfluss einer Klimaänderung auf das Schädlingsauftreten von Firstinsekten. In: Klimaänderung – Mögliche Einflüsse auf den Wald und waldbauliche Anpassungsstrategien, Österreichischer Forstverein, Wien, pp 25–34.

Starlinger F. (1997): Mögliche Auswirkungen einer Klimaänderung auf die Waldvegetation Österreichs. In: Klimaänderung – Mögliche Einflüsse auf den Wald und waldbauliche Anpassungsstrategien, Österreichischer Forstverein, Wien, pp 19–24.

Viner D. & Agnew M. (1999): Climate Change and its Impacts on Tourism. Report prepared for WWF-UK, Norwich.

Wanner, H. et al. (2000): Klimawandel im Schweizer Alpenraum. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Widmann, M. und C. Schär: A Principal Component and Long-Term Trend Analysis of Daily Precipitation in Switzerland. International Journal of Climatology, Vol. 17, 1997.

8.2 Internet

<http://www.umweltlexikon-online.de> (Umweltlexikon)

<http://www.greenpeace.at> (Greenpeace Österreich)

<http://www.greepace.de> (Greenpeace Deutschland)

<http://www.global2000.at> (Global 2000 Österreich)

<http://breiling.org> (Arbeiten zur Klimaänderung und Wintertourismus)

<http://www.epa.gov/globalwarming/> (United States Environmental Protection Agency)

<http://www.accc.gv.at/> (Austrian Council on Climate Change)

<http://www.ipcc.ch/> (Intergovernmental Panel on Climate Change)

<http://lwf.ncdc.noaa.gov/oa/ncdc.html> (National Climatic Data Center – “World’s Largest Archive of Weather Data”)

<http://www.coaps.fsu.edu> (Center for Ocean - Atmospheric Prediction Studies)

<http://www.zamg.ac.at/home.htm> (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik)

<http://www.ubavie.gv.at/> (Umweltbundesamt Österreich)

<http://www.statistik.at> (Österreichisches statistisches Zentralamt)

<http://www.austria-tourism.at> (Österreichwerbung)

<http://www.klimabuendnis.at/> (Klimabündnis zwischen europäischen Gemeinden, Städten und Ländern und der COICA)

<http://wko.at/tirol/> (Wirtschaftskammer Tirol)

<http://www.tirol.gv.at/> (Tiroler Landesregierung)

8.3 Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Die 15 wichtigsten Tourismusländer entsprechend ihren Reiseverkehrseinnahmen 1998 und 1999</i>	10
<i>Abbildung 2: Tourismuseinnahmen nominell in Mrd. ATS in Österreich</i>	11
<i>Abbildung 3: Tourismuseinnahmen nominell in Mrd. ATS in Österreich im Winter</i>	12
<i>Abbildung 4: Tourismuseinnahmen nominell in Mrd. ATS in Österreich im Sommer</i>	12
<i>Abbildung 5: Durchschnittliche Aufenthaltsdauer der Gäste in den Jahren 1998 und 1999</i>	14
<i>Abbildung 6: Reiseausgaben pro Kopf nach Zielbundesländern in der Wintersaison</i>	14
<i>Abbildung 7: Reiseausgaben</i>	15

<i>Abbildung 8:</i>	<i>Nebenausgaben der Touristen pro Kopf und Tag in Schilling</i>	15
<i>Abbildung 9:</i>	<i>Unzufriedenheit der Wintergäste mit bestimmten Faktoren</i>	16
<i>Abbildung 10:</i>	<i>Geschätzte Anzahl der für den Wintersport geeigneten Tage nach Seehöhe</i>	26
<i>Abbildung 11:</i>	<i>Tage mit Temperaturmittel unter 0° C als Mittel der Stationen der Ostalpen und als Durchschnitt der Periode 1851 – 1950</i>	27
<i>Abbildung 12:</i>	<i>Anteile der verschiedenen Treibgase in der Atmosphäre</i>	30
<i>Abbildung 13:</i>	<i>Indikatoren menschlichen Einflusses im Industriezeitalter</i>	31
<i>Abbildung 14:</i>	<i>Emissionsszenarien des IPCC</i>	37
<i>Abbildung 15:</i>	<i>Entwicklung der Wintertemperatur in den Ostalpen (4 Stationen über 2000 m Seehöhe in Westösterreich) von 1860–1996 verglichen mit der globalen Temperaturentwicklung über das ganze Jahr.</i>	41
<i>Abbildung 16:</i>	<i>Übersichtsspinne</i>	54
<i>Abbildung 17:</i>	<i>Statistische Daten zur Gemeinde Kitzbühel</i>	54
<i>Abbildung 18:</i>	<i>Übersicht Kitzbühel</i>	55
<i>Abbildung 19:</i>	<i>Temperaturmonatsmittel in den Wintermonaten in Kitzbühel</i>	56
<i>Abbildung 20:</i>	<i>Temperaturjahresmittel in den Jahren von 1985 bis 2000</i>	57
<i>Abbildung 21:</i>	<i>Anzahl der Tage mit Schneedecke in den Wintersaisons von 1985/1986 bis 1999/2000</i>	58
<i>Abbildung 22:</i>	<i>Durchschnittliche Anzahl der Tage mit Schnee-Bedeckung in den Wintermonaten (Messstelle Kitzbühel; Durchschnitt der Jahre 1985 bis 2000)</i>	58
<i>Abbildung 23:</i>	<i>Mittlere monatliche Schneehöhe in Kitzbühel in den Wintermonaten in den Jahren von 1985 bis 2000</i>	58
<i>Abbildung 24:</i>	<i>Durchschnittliche Temperatur in den Wintermonaten in den Jahren 1985 bis 2000</i>	59
<i>Abbildung 25:</i>	<i>Mittlere Schneehöhe in den Wintermonaten an den Messstationen Kitzbühel (Durchschnitt der letzten 16 Jahre) und Hahnenkamm (5 Jahre)</i>	60
<i>Abbildung 26:</i>	<i>Anzahl der Gästebetten nach Unterkünften in Kitzbühel</i>	61
<i>Abbildung 27:</i>	<i>Vergleich der Betten mit Österreich und Tirol nach Kategorien in Prozent</i>	62
<i>Abbildung 28:</i>	<i>Nächtigungen nach Monaten in der Gemeinde Kitzbühel</i>	62
<i>Abbildung 29:</i>	<i>Nächtigungen nach Monaten im Verhältnis zu den Gesamtjahresnächtigungen</i>	63
<i>Abbildung 30:</i>	<i>Durchschnittliche Auslastung der Gästebetten in den Jahren 1999 und 2000</i>	64
<i>Abbildung 31:</i>	<i>Durchschnittliche Höhe der Aufstiegshilfen in Kitzbühel</i>	66
<i>Abbildung 32:</i>	<i>Zukünftige schneesichere Bereiche in der Region Kitzbühel</i>	68
<i>Abbildung 33:</i>	<i>Auswirkungen der Klimaänderung auf das Gesamtpotential des Angebots</i>	69
<i>Abbildung 34:</i>	<i>Anzahl der durchschnittlichen Gästenächtigungen pro Tag in den Monaten</i>	70
<i>Abbildung 35:</i>	<i>Nächtigungsentwicklung in der Zukunft</i>	70
<i>Abbildung 36:</i>	<i>Auswirkungen der Klimaänderung auf das Gesamtpotential des Angebots</i>	71
<i>Abbildung 37:</i>	<i>Anzahl der durchschnittlichen Gästenächtigungen pro Tag in den Monaten</i>	71
<i>Abbildung 38:</i>	<i>Nächtigungsentwicklung in der Zukunft</i>	71
<i>Abbildung 39:</i>	<i>Überblickskarte</i>	73
<i>Abbildung 40:</i>	<i>Wichtige Etappen des internationalen Klimaschutzes auf politischer Ebene</i>	75
<i>Abbildung 41:</i>	<i>Anpassungsstrategien für Wintersportorte</i>	81