

"... the balance of evidence suggests that there is a discernible human influence on global climate."

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 1996

## 2. Klimafolgenforschung

Obwohl Wetter und Klima entscheidende Einflussfaktoren im Tourismus darstellen, sind sie in der Forschung eher selten thematisiert worden. Trotzdem verzichtet das folgende Kapitel auf eine ausführliche Darlegung der Grundlagen im Bereich Wetter - Klima - Tourismus<sup>4</sup>, sondern beschränkt sich auf die für die vorliegende Untersuchung zentralen Bereiche Klimaänderung und Tourismus. Das Kapitel gliedert sich folgendermassen: nach der Klärung wichtiger Begriffe (Kap. 2.1) wird überblicksmässig der Stand der Forschung in den Bereichen 'Klimaänderung' (Kap. 2.2) und 'Klimafolgenforschung' (Kap. 2.3) dargelegt. Kap. 2.4 setzt sich mit der Klimafolgenforschung im Tourismus auseinander.

### 2.1 Klärung wichtiger Begriffe

Wetter und Klima sind eng miteinander verknüpft und werden von Laien oftmals undifferenziert oder sogar als Synonyme verwendet (vgl. BOSTROM et al. 1994). Während aber das Wetter den kurzfristigen Zustand der Atmosphäre kennzeichnet, wird das Klima als statistisches Mittel des Wetters über einen grösseren Zeitraum verstanden.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Eine umfassende Darlegung bietet BESANCENOT (1990); eine deutschsprachige Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse der internationalen Literatur gibt ABEGG (1996).

<sup>5</sup> Eine exakte Definition der beiden Begriffe liefert das Diercke-Wörterbuch der Allgemeinen Geographie (LESER et al. 1995):

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."

Klima: "die für einen Ort, eine Landschaft oder einen grösseren Raum typische Zusammenfassung der erdnahen und die Erdoberfläche beeinflussenden atmosphärischen Zustände und

Der Begriff Klima(ver)änderung oder sein Synonym Klimawandel werden in der Klimafolgenforschung oftmals auf anthropogen verursachte Veränderungen beschränkt, und den Änderungen innerhalb der natürlichen Klimavariabilität gegenübergestellt. Auch das IPCC definiert die Klimaänderung entsprechend als:

*"... a change of climate which is attributed directly or indirectly to human activity that alters the composition of the global atmosphere and which is in addition to natural climate variability observed over comparable time periods" (HOUGHTON et al. 1996, S. 48).*

Da diese Unterscheidung für die Abschätzung von Folgen einer möglichen Klimaänderung auf den Tourismus nicht von Belang ist, kann für die vorliegende Arbeit auf die einfachere Definition im Diercke-Wörterbuch der Allgemeinen Geographie (LESER et al. 1995) zurückgegriffen werden. Sie unterscheidet nicht zwischen anthropogener Klimaänderung und natürlicher Klimavariabilität:

*Klimaänderungen: "der langfristige Wechsel der mittleren Werte wichtiger Klimaelemente und des Ablaufs der Witterungserscheinungen."*

Diese Begriffsdefinitionen beschränken sich auf die naturwissenschaftlichen Aspekte. Die Begriffe Klima und Klimaänderung umfassen aber noch weit mehr Facetten, und ihre Bedeutungen haben sich im Laufe der Zeit - wie das Klima selbst - immer wieder verändert (STEHR & von STORCH 1999). Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, tritt neben dem naturwissenschaftlichen Begriff 'Klima' der Ausdruck des 'sozialen Konstruktes Klima' (STEHR & von STORCH 1995). Er meint die subjektive Wahrnehmung des Phänomens Klima, welche sich grundlegend vom messbaren, physischen Klima unterscheidet. Analog gibt es neben dem naturwissenschaftlichen Begriff 'Klimaänderung' auch das 'soziale Konstrukt Klimaänderung', nämlich die subjektiv wahrgenommene Veränderung des Klimas.

In der vorliegenden Arbeit werden aus stilistischen Gründen der naturwissenschaftliche und soziale Begriff meistens nicht explizit auseinandergehalten. Trotzdem ist immer dann das soziale Konstrukt Klima beziehungsweise Klimaänderung gemeint, wenn nicht von der physischen Ausprägung, son-

---

Witterungsvorgänge während eines längeren Zeitraumes in charakteristischer Verteilung der häufigsten, mittleren und extremen Werte (nach J. Blüthgen 1966)."

dem der subjektiven Wahrnehmung des Klimas durch bestimmte Akteure, zum Beispiel Touristen, die Rede ist. Dies trifft insbesondere bei Anpassungsprozessen an eine Klimaänderung zu (vgl. Kap. 2.3.1.2).

Für den Begriff 'Tourismus' bietet sich die allgemein anerkannte Definition von KASPAR (1991, S. 18) an:

*Tourismus ist die "Gesamtheit der Beziehungen und Erscheinungen, die sich aus der Reise und dem Aufenthalt von Personen ergeben, für die der Aufenthaltsort weder hauptsächlicher und dauernder Wohn- noch Arbeitsort ist."*

Der Wintertourismus grenzt den Tourismus zeitlich auf die Wintersaison<sup>6</sup> und räumlich auf Gebirge oder Hügel mit Schneefall ein. Er umfasst die zentralen schneeabhängigen Tourismusformen (z.B. Skifahren oder Schlitteln), aber auch schneeunabhängige Tourismusformen. Diese können speziell auf die Wintersaison ausgerichtet (z.B. Schlittschuhlaufen), aber auch jahreszeitlich unabhängig sein (z.B. Kurtourismus).

## 2.2 Klimaänderung

Das globale Klima ist nicht konstant, sondern schwankt von Natur aus mit unterschiedlicher Amplitude und mit verschiedenen Zeitperioden, die sich gegenseitig überlagern. Die Ursachen solcher Klimaschwankungen sind vielfältig, zum Beispiel Schwankungen der Leuchtkraft der Sonne, Veränderungen der Erdbahn, eine verstärkte Vulkantätigkeit usw. Seit rund 200 Jahren, mit dem Beginn der Industrialisierung, tritt nun aber der Mensch als neuer Verursacher von globalen Klimaveränderungen auf. Denn die steigenden Emissionen von Treibhausgasen und die infolgedessen erhöhte Konzentration dieser Gase in der Atmosphäre führt zu einer Verstärkung des natürlichen Treibhauseffektes. Dieser natürliche Treibhauseffekt erhöht die globale Mitteltemperatur um rund 30°C, indem ein Teil der von der Erde abgegebenen Wärmestrahlung von Treibhausgasen - analog zur Glasscheibe eines Treibhauses - zurück auf die Erde gestrahlt wird.

---

<sup>6</sup> bzw. 'Sommer'-Saison auf der Südhalbkugel

Bereits Ende des 19. Jahrhunderts warnte der schwedische Physiker Arrhenius, dass ein Anstieg des Kohlendioxidgehaltes den natürlichen Treibhauseffekt verstärken werde und zu einer globalen Erwärmung führen würde. Aber erst seit der Weltklimakonferenz von 1979 hat der anthropogene Treibhauseffekt eine weitverbreitete Aufmerksamkeit erhalten.

Rund 15 Jahre später ist sich die Forschergemeinschaft einig, dass der seit der Industrialisierung beobachtete Anstieg der mittleren globalen bodennahen Lufttemperatur von 0,3 bis 0,6°C "...nur mit geringer Wahrscheinlichkeit natürlichen Ursprungs [ist]. Die Abwägung der Erkenntnisse ... legt einen erkennbaren menschlichen Einfluss auf das globale Klima nahe" (HOUGHTON et al. 1996; dt. Übersetzung in PROCLIM 1996, S. 5).

Diese Einschätzung basiert im Wesentlichen auf zwei Pfeilern (HOUGHTON et al. 1996):

1. Die Konzentrationen an Treibhausgasen in der Atmosphäre, unter anderem Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ) und Distickstoffoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ), ist seit der vorindustriellen Zeit wesentlich angestiegen. Dieser Anstieg beruht hauptsächlich auf menschlichen Aktivitäten, insbesondere der Verbrennung fossiler Brennstoffe, Landnutzungsänderungen und der Landwirtschaft.
2. Eine Erhöhung der Treibhausgase in der Atmosphäre führt aufgrund der Strahlungswirkung durchschnittlich zu einer Erwärmung der Erdoberfläche. Untersuchungen mittels Eisbohrkernen zeigen denn auch eine enge Korrelation zwischen erhöhter Treibhausgaskonzentration und hohen globalen Mitteltemperaturen. Eine tendenziell kühlende Wirkung haben Aerosole, mikroskopisch kleine Teilchen in der Atmosphäre. Ihr Einfluss manifestiert sich hauptsächlich in einzelnen Regionen oder in subkontinentalem Massstab und kann auf dieser Massstabsebene den wärmenden Effekt der Treibhausgase aufwiegen oder sogar übertreffen. Auf der globalen Ebene führen Aerosole jedoch höchstens zu einer Abschwächung der treibhausbedingten Erwärmung.

Mittels allgemeinen globalen Zirkulationsmodellen (General Circulation Models, GCM's) lässt sich die zukünftige Entwicklung des Klimas berechnen. Das IPCC schätzt aufgrund solcher Simulationen, denen Szenarien über die zukünftige Emission von Treibhausgasen zugrunde liegen, dass die globale Temperatur von 1990 bis ins Jahr 2100 um weitere 1 bis 3,5°C ansteigen wird; als Folge der Erwärmung würde der Meeresspiegel hauptsächlich aufgrund der Ausdehnung des Meerwassers in derselben Zeitspanne um 15 bis 95 cm ansteigen (HOUGHTON et al. 1996). Die Erwärmung wird sich allerdings regional und temporal unterschiedlich stark manifestieren. Zudem wird die projizierte Erwärmung nicht nur zu einer Temperaturänderung, sondern zu einer Veränderung des gesamten Klimasystems führen (KATTENBERG et al. 1996).

Bereits die Abschätzung der globalen Klimaentwicklung ist mit einer Reihe von Unsicherheiten verbunden. Noch grösser werden die Unsicherheiten bei der Abschätzung der Klimaänderung für den Alpenraum. Die Klimaszenarien für den Alpenraum, welche für die Arbeiten im Rahmen des NFP 31 'Klimaänderung und Naturkatastrophen' die Grundlage bildeten (PROGRAMMLEITUNG NFP 31, 1992), gelten heute bereits als überholt. Neuere Forschungsergebnisse erwarten eine Erwärmung in den Alpen von ungefähr 1,5°C von heute bis 2050, wobei sich der Temperaturanstieg möglicherweise auf das Winterhalbjahr konzentrieren wird (BADER & KUNZ 1998, S. 63). Es gilt allerdings zu berücksichtigen, dass eine Klimaänderung auch eine Veränderung der Häufigkeiten von Wetterlagen nach sich ziehen kann (WANNER et al. 1998). Dies könnte gerade im Hinblick auf die Schneeverhältnisse im Alpenraum ein nicht zu unterschätzender Faktor sein. Denn dafür ist weniger die Temperatur als vielmehr die Wetterlage von entscheidender Bedeutung. So war zum Beispiel der extrem schneereiche Winter 1998/99 nicht durch übermässige Kälte, sondern von einer sehr stabilen Nordwestströmung und der dadurch verursachten Staulage am Alpennordkamm gekennzeichnet.

### **2.3 Sozialwissenschaftliche Klimafolgenforschung**

Eine Klimaänderung - ob natürlich oder anthropogen verursacht - zieht Folgen für Natur und Gesellschaft nach sich. Diese Folgen abzuschätzen, ist die Aufgabe der Klimaänderungs-Folgenforschung. Der schwerfällige Begriff wird allerdings in der vorliegenden Arbeit wie allgemein üblich dem einfa-

chere Begriff Klimafolgenforschung gleichgesetzt, welcher sich nicht nur mit einer Klimaänderung, sondern auch mit der natürlichen Klimavariabilität befasst. Synonym wird auch der aus dem Englischen übersetzte Begriff Klimafolgenabschätzung (Climate impact assessment) verwendet. Er wird vom IPCC wie folgt definiert (CARTER et al. 1994, S. 1):

*"Climate impact assessment is a sequential set of activities designed to identify, analyse and evaluate the impacts of climate variability and climate change on natural systems, human activities and human health and well-being, to estimate the uncertainties surrounding these impacts, and to examine the possible adaptive responses for reducing adverse effects or exploiting new opportunities."*

Die Klimafolgenforschung im Sinne einer Klimaänderungsfolgenforschung ist ein recht junger Wissenschaftszweig (vgl. TIMMERMANN 1989). Erst mit der wachsenden wissenschaftlichen und politischen Diskussion über eine mögliche anthropogene Klimaänderung in den späten 70er Jahren setzte auch die wissenschaftliche Abschätzung möglicher Folgen eines Klimawandels ein. Mitte der 80er Jahre veröffentlichten KATES et al. (1985) ein Buch zur Klimafolgenabschätzung, das einerseits eine Vielzahl methodischer Ansätze entwickelte und andererseits bereits auf erste Untersuchungen in verschiedenen Sektoren verwies. Die Klimafolgenforschung entwickelte sich in der Folge äusserst rasant. Allerdings beschränkte sie sich zu Beginn noch stark auf die naturwissenschaftlichen Aspekte einer Klimaänderung, während sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Fragestellungen erst allmählich aufgegriffen wurden. Die hohen Ansprüche, welche aus der Definition der Klimafolgenforschung des IPCC hervorgehen (s.o.), konnten in einer ersten Phase kaum erfüllt werden. Erst seit rund zehn Jahren werden mit ganzheitlichen Ansätzen, welche auch Rückwirkungen innerhalb des Systems sowie zwischen Klima, Umwelt, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik berücksichtigen, mögliche Auswirkungen einer Klimaänderung auf sozioökonomische Systeme untersucht.

Die Fülle an wissenschaftlichen Studien der Klimafolgenforschung, insbesondere im Bereich Landwirtschaft, ist beinahe unüberblickbar geworden. Einen gelungenen Versuch, die Vielzahl an Arbeiten zusammenzufassen und die Ergebnisse auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen, stellen die Be-

richte des IPCC dar.<sup>7</sup> Zur Zeit laufen die Arbeiten für die dritten Sachstandberichte, die im Jahr 2001 publiziert werden sollen.

### 2.3.1 Wahrnehmung und Anpassungsprozesse

Wahrnehmung und Anpassungsprozesse nehmen in der sozialwissenschaftlichen Klimafolgenforschung eine sehr wichtige, aber oft vernachlässigte Rolle ein (KRUPP 1995; MORGAN & DOWLATABADI 1997, SMIT et al. 1996). Allerdings muss vor einer klimadeterministischen Sichtweise gewarnt werden. Das Klima bestimmt nicht menschliche Aktivitäten, sondern es ist höchstens ein Faktor unter vielen, die bei menschlichen Handlungen einen Rahmen setzen und je nach Situation mehr oder weniger stark gewichtet werden. Analog verhält es sich bei einer Klimaänderung. Nicht die Klimaänderung bestimmt die Anpassung, sondern sie fließt höchstens in die Handlungen mit ein. Diese Feststellung beinhaltet implizit, dass Anpassungsprozesse nicht direkt auf der Klimaänderung beruhen, sondern auf der subjektiven Wahrnehmung des Phänomens Klimaänderung, dem sozialen Konstrukt Klima (vgl. Kap. 2.1).

#### 2.3.1.1 Wahrnehmung

Das soziale Konstrukt Klima und Klimaänderung und das physische Klima, beziehungsweise die Klimaänderung, müssen auseinander gehalten werden. REBETEZ (1996) zeigt den Unterschied am Beispiel 'weisse Weihnachten' in der Schweiz. Das soziale Konstrukt der Gesellschaft beinhaltet die Auffassung, dass heute nur noch selten Schnee an Weihnachten liegt, während das früher die Regel war. Eine Auswertung der verfügbaren Messreihen zeigt aber, dass 'grüne Weihnachten' seit jeher der Normalfall sind; in Zürich beträgt die Wahrscheinlichkeit für Schnee an Weihnachten nur 25%. Es trifft auch nicht zu, dass die Wahrscheinlichkeit für Schnee im Laufe der Zeit signifikant abgenommen hat (REBETEZ 1996, S. 498).

Generell ist das Alltagsverständnis von Klima und Klimaänderung bisher kaum erforscht. Es unterscheidet sich aber mit Sicherheit wesentlich von der Wahrnehmung der Klimaänderung durch Experten (STEHR & von

---

<sup>7</sup> Mit der Abschätzung von Auswirkungen einer Klimaänderung auf verschiedene Wirtschaftszweige setzt sich die Arbeitsgruppe II des IPCC auseinander (WATSON et al. 1996).

STORCH 1999). Studien in den U.S.A. zeigen, dass Laien tendenziell den stratosphärischen Ozonabbau mit dem Treibhauseffekt und Wetter mit Klima durcheinander bringen (BOSTROM et al. 1994; BERK & SCHULMANN 1995). Klimatische Ereignisse innerhalb der natürlichen Klimavariabilität werden oftmals als Indiz oder sogar 'Beweis' für eine Klimaänderung betrachtet. Solche falschen Vorstellungen wurden sogar bei sehr gut ausgebildeten Personen, zum Beispiel Beratern von Kongressabgeordneten, offengelegt (READ et al. 1994; KEMPTON et al. 1995). Sogar die Wahrnehmung der Klimaänderung innerhalb der Gruppe der Klimaexperten unterscheidet sich (BRAY & von STORCH 1999). Weshalb dieses falsche Bild einer Klimaänderung entsteht, ist noch nicht systematisch erforscht. STEHR & von STORCH (1999, S. 91f.) nennen eine Reihe von möglichen Gründen, die von tradierten Vorstellungen eines Klimawandels über eine reisserische Berichterstattung in den Medien bis zu einer bisweilen unrühmlichen Rolle von Klimawissenschaftlern reichen. Sie kommen zum Schluss, dass die Gesellschaft die Klimaänderung selbst nicht unmittelbar wahrnimmt. Das soziale Konstrukt beruht vielmehr auf Interpretationen von Informationen über die Klimaänderung, welche vom Urteil der Experten bestimmt werden, von denen diese Informationen stammen.

### 2.3.1.2 Anpassungsprozesse

Die Gesellschaft, das heisst Individuen, Wirtschaft und Politik, werden auf der Basis des jeweiligen sozialen Konstruktes auf eine Klimaänderung reagieren. Diese Reaktionen erfolgen immer in die Zukunft gerichtet, das heisst, sie antizipieren zukünftige klimatische Verhältnisse. Falls überhaupt gehandelt wird, sind grundsätzlich zwei Strategien möglich, nämlich Verminderung<sup>8</sup> (mitigation) oder Anpassung (adaptation). Abbildung 2.1 zeigt in einem sehr vereinfachenden Modell die entsprechenden direkten und indirekten Effekte.<sup>9</sup> Die Verminderung hat zum Ziel, die Geschwindigkeit des Klimawandels zu bremsen oder ihn sogar vollständig zu stoppen, um die be-

---

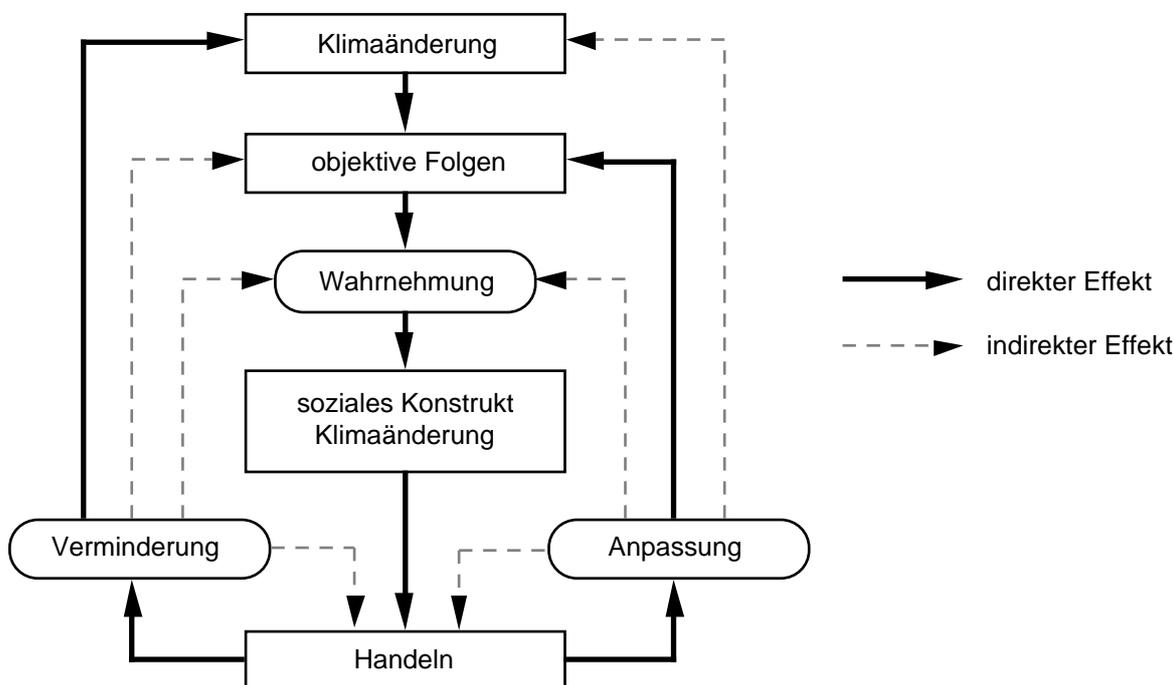
<sup>8</sup> Der ältere Begriff 'Vermeidung' ist nicht mehr adäquat angesichts der Tatsache, dass ein anthropogener Klimawandel höchstwahrscheinlich bereits eingesetzt hat (vgl. Kap. 2.2 und GRASSL 1999).

<sup>9</sup> Eine sehr ergiebige Theoriediskussion zum Thema 'Wahrnehmung und Anpassung' wird im Rahmen der 'Natural Hazard'- (z.B. GEIPEL 1992) und der Risiko-Forschung (z.B. ADAMS 1996) geführt.

fürchteten negativen Folgen abzuschwächen oder sogar zu verhindern. Das Ziel der Anpassung liegt darin, negative Effekte eines veränderten Klimas zu minimieren beziehungsweise positive Effekte zu maximieren.

**Abb. 2.1:** Wahrnehmung und Reaktionen auf eine Klimaänderung

Quelle: erweitert nach CARTER et al. (1994); von STORCH & STEHR (1997)



Der in der vorliegenden Arbeit verwendete Begriff 'Anpassungsprozess' beschränkt sich nicht nur auf die Anpassungsmassnahme selbst, sondern ist weiter gefasst. Er bringt zum Ausdruck, dass die Anpassung nicht als Zustand, sondern als rollende Entwicklung mit einer Vielzahl einzelner Handlungen zu begreifen ist. Dieser ständige Prozess spielt sich in einem rückgekoppelten System ab: eine Klimaänderung und ihre objektiven Folgen werden wahrgenommen und ergeben ein soziales Konstrukt. Auf dieser Basis werden Anpassungsreaktionen ergriffen. Diese Massnahmen beeinflussen wiederum die Klimaänderung und ihre Folgen. Deshalb verändert sich das soziale Konstrukt, was erneut zu Anpassungsreaktionen führt usw.

KRUPP (1995) unterscheidet zwischen expliziten und impliziten Anpassungsprozessen. Explizite Anpassungen erfolgen bewusst und zielgerichtet, um sich auf bestimmte klimatische Verhältnisse vorzubereiten. Als Beispiel kann der Bau von höheren Dämmen an der Küste angeführt werden. Implizite Anpassungen finden unbewusst, beiläufig oder zufällig statt. Eine Klimaänderung wird zwar berücksichtigt, die ergriffenen Massnahmen dienen aber anderen Zielen als der Anpassung. Der Ersatz eines Skiliftes durch eine Sesselbahn ist ein Beispiel einer impliziten Anpassung. Er bringt eine Kapazitäts- und Komfortsteigerung, dient aber bei Schneearmut infolge einer Klimaänderung auch als bodenunabhängige Verbindung der tiefergelegenen, aperen mit den höhergelegenen, schneesicheren Teilregionen eines Skigebietes.

### 2.3.2 Unsicherheiten

Unsicherheiten bilden ein zentrales Problem der Klimafolgenforschung. Systembedingt ist es gar nicht möglich, alle Unsicherheiten auszuräumen. Je grösser das Wissen über Klimaänderungen und ihre Folgen werden, desto kleiner wird automatisch der Grenznutzen zusätzlicher Forschung. Das Ziel der Klimafolgenforschung sollte deshalb darin liegen, Unsicherheiten zu lokalisieren und zu kommunizieren, sowie diesen Unsicherheiten in der wissenschaftlichen Arbeit Rechnung zu tragen.<sup>10</sup>

Die Gründe für Unsicherheiten in der Klimafolgenforschung liegen auf verschiedenen Ebenen, angefangen bei der ungewissen natürlichen Klimaentwicklung bis zu den Projektionen einer zukünftigen Gesellschaft (Tab. 2.1). Da die sozialwissenschaftliche Klimafolgenforschung am Ende der Wirkungskette liegt, kumulieren sich hier die Unsicherheiten. HENDERSON-SELLERS (1993) bezeichnet diesen Effekt treffend als 'cascade of uncertainty'.

---

<sup>10</sup> Das Arbeiten mit Fokusgruppen (vgl. Kap. 6 und 7) ermöglicht ein solches Vorgehen.

**Tab. 2.1:** Unsicherheiten in der Klimafolgenforschung

Ursachenbereich		Beispiele von Unsicherheiten
<b>Klimaschwankungen</b>	Rekonstruktion des Paläoklimas	Übertragbarkeit der Ergebnisse von Eisbohrkernen auf das globale Klima
	Zukünftige Entwicklung der klimarelevanten Faktoren	Veränderungen der zukünftigen Solarstrahlung
	Trennung von natürlichem und anthropogenem Einfluss	Überlagerung einer anthropogenen Erwärmung durch einen natürlichen Trend zur Abkühlung
<b>Emissions-szenarien</b>	Demographische und sozioökonomische Entwicklung	Bevölkerungsentwicklung in Industrie- und Entwicklungsländern
	Technischer Fortschritt	Verbesserung der Energieeffizienz
	Klimapolitik	Umsetzung der Klimakonvention
<b>Klimamodellierung</b>	Simulierung des hochkomplexen Systems Klima	Einbezug der sowohl kühlenden als auch wärmenden Wirkung von Wolken
	Wirkung von klimarelevanten Stoffen	Abschätzung des Einflusses von Aerosolen
	Veränderungen der Klimavariabilität	Veränderung der Häufigkeit von Extremereignissen
	Regionale Auflösung der Klimamodelle	Einbezug von Gebirgen in die Klimamodellierung
	Kumulierung von Klimamodellen	Konsensfindung bei unterschiedlichen Ergebnissen
<b>Klimafolgenforschung</b>	Wirkungen einer Klimaänderung auf natürliche Systeme	Anpassungsfähigkeit von Pflanzen
	Wirkungen einer Klimaänderung auf sozioökonomische Systeme	Abschätzung eines neuer Musters von Gunst und Ungunsträumen
	Wahrnehmung und Anpassung	Anpassungen aufgrund subjektiver Vorstellungen über eine Klimaänderung
	Zeithorizont	Überfordertes Vorstellungsvermögen der Zeitskala einer Klimaänderung
	Projektionen einer zukünftigen Gesellschaft	Veränderungen von Wertvorstellungen

Aufgrund der grossen Unsicherheiten im Bereich der sozialwissenschaftlichen Klimafolgenforschung stellt sich die berechtigte Frage nach der Legitimierung solcher Forschungsarbeiten. Doch trotz aller Unsicherheiten gibt es stichhaltige Argumente für eine sozialwissenschaftliche Klimafolgenfor-

schung:<sup>11</sup>

- Die Gesellschaft fordert Informationen über mögliche Auswirkungen einer Klimaänderung. Die Klimafolgenforschung liefert zwar keine Prognosen, und es wird immer eine Lücke zwischen öffentlichem Wissensbedürfnis und gesichertem Wissen geben, welche Raum für Spekulationen bietet, doch die Wissenschaft gibt Orientierung und Leitlinien für die zukünftige Entwicklung. Die Forschung übernimmt damit die Rolle eines Ratgebers für Wirtschaft und Politik.
- Die Projektionen über die zukünftige Klimaentwicklung werden auch ohne wissenschaftliche Klimafolgenforschung Aussagen über Folgen provozieren. Allerdings könnten solche Zukunftsabschätzungen leicht zum eigenen Nutzen der 'Prognostiker' oder bestimmter Gruppierungen missbraucht werden. Dies kann zu einer Überdramatisierung oder aber Bagatellisierung der Problematik führen.
- Jede Entscheidung wird zwangsläufig unter Unsicherheit gefällt. Die sozialwissenschaftliche Klimafolgenforschung hilft, Unsicherheiten aufzudecken und vor einer trügerischen Sicherheit zu warnen.
- Die Klimaänderung lässt sich nicht vermeiden, sondern höchstens verlangsamen (GRASSL 1999). Deshalb ist auch nicht anzunehmen, dass die Kosten der Anpassung oder Verminderung sinken werden, wenn man weiter auf gesichere Aussagen der Klimawissenschaften zuwarten würde. Im Sinne des Vorsorgeprinzips ist es deshalb ratsam, sich rechtzeitig wissenschaftlich mit Folgen möglicher Klimaänderungen und entsprechenden Anpassungs- und Vermeidungsstrategien zu befassen.
- Die sozialwissenschaftliche Klimafolgenforschung leistet einen Beitrag zum besseren Verständnis über Auswirkungen der natürlichen Variabilität des Klimas, welche auch ohne Klimaänderung Probleme nach sich zieht (SMIT et al. 1996). Gerade die schneearmen Winter Ende der 80er Jahre haben dies am Beispiel der Seilbahnindustrie exemplarisch aufgezeigt (ABEGG 1996).

---

<sup>11</sup> Für allgemeine Angaben über Möglichkeiten und Grenzen der sozialwissenschaftlichen Klimafolgenforschung vgl. z.B. STEHR & von STORCH (1997 und 1999), KRUPP (1995), IPCC (1994), SMIT (1993), ABEGG et al. (1997).

## 2.4 Klimafolgenforschung im Tourismus

Die Klimaänderung stellt zweifellos eine Gefahr für den Tourismus dar, denn der Tourismus gilt generell als klimasensitiv, da er sich - abgesehen vom Geschäftstourismus - meistens 'outdoor' abspielt. Dennoch ist die Klimafolgenforschung im Bereich Tourismus lange Zeit vernachlässigt worden (WALL & BADKE 1994). Zudem waren die Autoren meist Klimawissenschaftler und nicht Tourismusexperten. Erst in den 90er Jahren lässt sich ein wachsendes Interesse an der Thematik feststellen, das sich in einer Reihe wissenschaftlicher und populärwissenschaftlicher Publikationen, aber auch in einer beträchtlichen Zahl an Zeitungsartikeln widerspiegelt.<sup>12</sup>

Eine Klimaänderung kann sich auf unterschiedlichste Weise auf den Tourismus auswirken.<sup>13</sup> Generell können direkte und indirekte Folgen unterschieden werden. Direkte Folgen äussern sich darin, dass veränderte klimatische Bedingungen gewisse touristische Aktivitäten positiv beeinflussen, wenn zum Beispiel die Zahl der Sonnentage zunimmt, oder sich negativ auswirken, wenn zum Beispiel der Schnee zum Skifahren fehlt. Indirekte Folgen äussern sich darin, dass sich nicht-klimatische Rahmenbedingungen aufgrund des Klimawandels verändern. Ein typisches Beispiel stellt die sinkende Aesthetik eines Hochgebirges aufgrund schrumpfender Gletscher dar (MAISCH et al. 1999). Als indirekte Folgen gelten darüber hinaus Veränderungen der Gefahrenlage aufgrund einer Klimaänderung, sei es zum Beispiel die Gefahr von Sturmfluten in Tourismusorten an der Küste (LOHMANN et al. 1998) oder von Murgängen wegen des Auftauens von Permafrost im Hochgebirge (HAEBERLI et al. 1999).

In der naturwissenschaftlichen Klimafolgenforschung steht meistens die Durchschnittstemperatur im Zentrum der Ausführungen. Für die Abschätzung von Folgen auf den Tourismus spielen aber andere Parameter eine weit wichtigere Rolle, zum Beispiel Sonnenscheindauer, Schwüle, Nebelhäufigkeit oder Schneehöhen. Zudem sind meistens nicht Durchschnittswerte, sondern Variabilität und Extremwerte die entscheidenden Grössen zur Folgenabschätzung im Tourismus (vgl. KRUPP 1995). Deshalb ist es auch wichtig, dass sich bei einer Klimaänderung nicht nur Mittelwerte, sondern auch die Häufigkeit von Extremereignissen verschieben wird (BURTON 1997).

---

<sup>12</sup> vgl. Literaturverzeichnis

<sup>13</sup> Einen guten Überblick mittels eines regionalen Ansatzes bieten VINER & AGNEW (1999).

Die Kosten einer Klimaänderung für den Tourismussektor werden auf einer globalen Ebene als gering eingestuft; gewisse Regionen könnten - zumindest kurz- bis mittelfristig - sogar einen finanziellen Nutzen aus der Klimaänderung ziehen (NORDHAUS 1991, FRANKAUSER 1995). Auf regionaler Ebene können allerdings sehr hohe Kosten auftreten, wie das Beispiel Wintertourismus zeigt. MEIER (1998) schätzt die Kosten der Klimaänderung für den Schweizer Wintertourismus auf jährlich rund 1,8 bis 2,3 Mrd. Franken. Den Grossteil der Kosten machen Wertschöpfungsverluste in tiefergelegenen Skigebieten aus (-1,6 bis -2,1 Mrd. Fr.). Weit geringer werden Einbussen im Gletscherskifahren (-30 Mio. Fr.) und ein allgemeiner Attraktivitätsverlust (-150 Mio. Fr.) veranschlagt. Diesen Kosten stehen nur gerade Gewinne von 100 Mio. Franken im Sommertourismus gegenüber. Zwar sind die Berechnungen mit einigen Unsicherheiten verbunden, doch unterstreicht allein die Grössenordnung der Beträge die Gefahr einer Klimaänderung für den Tourismus im Alpenraum.

#### **2.4.1 Klimafolgenforschung und Wintertourismus**

Die meisten winterlichen Tourismusformen sind schneegebunden (Skifahren, Snowboarden, Skilanglauf, Schlitteln, Winterwandern usw.). Der Wintertourismus reagiert deshalb sehr sensitiv auf Veränderungen der klimatischen Verhältnisse, insbesondere auf Änderungen in der Schneesituation. Bereits Schwankungen des Schneeangebots innerhalb der natürlichen Klimavariabilität können gravierende Folgen nach sich ziehen. So haben zum Beispiel die schneearmen Winter Ende der 80er Jahre (ABEGG 1996), aber auch der sehr schneereiche Winter 1998/99 (SLF 2000, ZEGG & POSTI 1999) deutliche Spuren in der Tourismusbranche hinterlassen.

Es ist heute praktisch unbestritten, dass die projizierte Klimaänderung die Schneeverhältnisse in den Berggebieten verändern wird; schneearme Winter werden häufiger als bisher eintreten.<sup>14</sup> Perioden schneearmer Winter mit entsprechenden sozioökonomischen Folgen, ähnlich der Situation Ende der 80er Jahre, könnten deshalb in Zukunft häufiger eintreten. Bereits seit Mitte der 80er Jahre haben verschiedene Autoren diese Thematik aufgegriffen und Szenarien über die Auswirkungen einer Klimaänderung auf den Skitouris-

---

<sup>14</sup> vgl. z.B. GALLOWAY (1988), WALL et al. (1985), FÖHN (1990) oder BULTOT et al. (1994); vgl. auch Kap. 4.

mus entwickelt (z.B. WALL et al. 1985). Daneben existiert eine Reihe von Untersuchungen im Bereich des Wintertourismus, die eine mögliche Klimaänderung am Rande thematisieren (z.B. HARRER 1996). Einen guten Überblick über den Stand der Forschung, wie er sich Mitte der 90er Jahre präsentiert, geben ABEGG (1996) und KÖNIG (1998). Im Folgenden werden die wichtigsten neuen Untersuchungen kurz vorgestellt.

#### *2.4.1.1 Die Untersuchungen von ABEGG in den Schweizer Alpen*

ABEGG (1996) hat im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 31 'Klimaänderungen und Naturkatastrophen' eine umfassende Arbeit über die Klimafolgenforschung am Beispiel des Wintertourismus in den Schweizer Alpen publiziert.<sup>15</sup> Er zeigt in einem ersten Schritt die grosse Sensitivität des Wintertourismus auf bestimmte klimatische Bedingungen anhand der schneearmen Winter Ende der 80er Jahre. Anhand von Szenarien über die zukünftige klimatische Entwicklung analysiert er im zweiten Schritt die Veränderung der Schneesicherheit von Schweizer Skigebieten (vgl. Kap. 4.4) und entwickelt daraus ein mögliches Zukunftsszenario des Wintertourismus im Alpenraum.

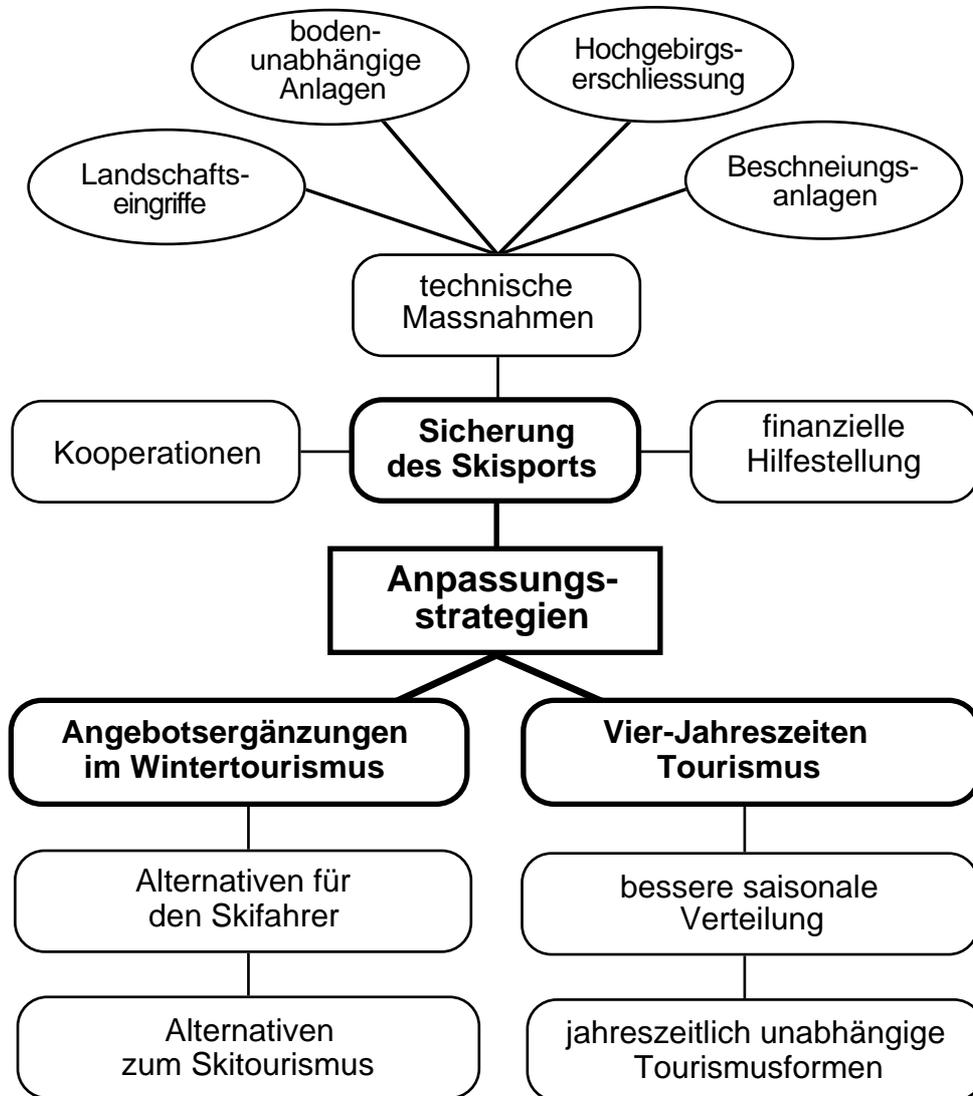
In einem dritten Schritt integriert er die Wahrnehmung und Anpassungsreaktionen der Tourismusindustrie in seine Untersuchungen. Mit einer Befragung der Kurdirektoren und Verkehrsvereinspräsidenten im Kanton Graubünden hat er Grundlagen geliefert, die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ergänzt und verfeinert werden konnten (Kap. 7). Nebst dieser empirischen Arbeit hat er sich auch bereits auf einer theoretischen Ebene mit möglichen Anpassungsreaktionen der Tourismusindustrie beschäftigt. Einen Überblick geben auch ABEGG & ELSASSER (1997), unter anderem in Form eines Strukturmodells (Abb. 2.2). Diese Abbildung wurde in der vorliegenden Arbeit als Diskussionsinput in den Fokusgruppen verwendet (Kap. 7.5.2).

---

<sup>15</sup> Im Rahmen seines Projektes wurden zudem diverse Untersuchungen mit regionalem (z.B. BÜRKI 1995, MÜLLER 1998, MEIER 1998, MONTI 1998) oder thematischem Bezug (z.B. KÖNIG 1994, SCHWÖRER 1997) durchgeführt.

**Abb. 2.2:** Anpassungsstrategien von Tourismusorten

Quelle: ABEGG (1997, S. 741)

**2.4.1.2 Die Studie von HOHERMUTH & MEIER**

Die Studie von HOHERMUTH & MEIER (1996) ist der soziologische Teil des umfassenden Projektes 'Zukunft Skitourismus' (BRANDNER et al. 1995). Sie präsentiert die Ergebnisse einer Befragung von Einheimischen in zwölf Tourismusgemeinden der Schweizer Alpen zur Entwicklung des Skitourismus. Die Befragung ist für die vorliegende Arbeit deshalb von Interesse, weil sie die Thematik Klimaänderung aus der Sichtweise der lokalen Bevölkerung beleuchtet.

Im Durchschnitt sind 59% der Befragten der Ansicht, dass die Anzeichen der Klimaerwärmung nicht zu übersehen seien und die Zukunft des Skitourismus gefährdet sei. Insbesondere in Gemeinden mit tiefergelegenen Skigebieten sind die Klimapessimisten in der Überzahl (Abb 2.3). In den tiefergelegenen Skigebieten Beckenried und Emmetten - beides Skigebiete der Testregion der vorliegenden Arbeit - übersteigen die Pessimisten die Dreiviertel-Grenze. In Gemeinden mit höhergelegenen Skigebieten wie zum Beispiel Engelberg oder Meiringen nehmen die Klimapessimisten leicht ab, bilden aber immer noch eine Mehrheit. Die Autoren kommen zu folgendem Schluss (HOHERMUTH & MEIER 1996, S. 5f.):

*"Der erwartete Schneemangel schafft in der Erwartung Verlierer - die Niedrigskigebiete. Ihnen gegenüber gibt es profitierende Hochschneegebiete, welche die 'unten' verlorengegangenen Skibegeisterten hinzugewinnen. Kommende Schneearmut kann für sie zum Investitionsanreiz werden."*

**Abb. 2.3:** Anteil 'Klimaoptimisten' bei den Jüngeren und Älteren

Quelle: HOHERMUTH & MEIER (1996, S. 7)

Abb 2.3 zeigt zudem, dass insbesondere die 'junge' Generation (Altersgruppe unter 40 Jahren) zu den Klimapessimisten gehört. Die schneeskeptische Perspektive wird auch von den Zugezogenen gegenüber den Einheimischen der Orte stark betont.

Das Verdienst der Studie von HOHERMUTH & MEIER (1996) liegt darin, dass sie die Erwartungshaltung der lokalen Bevölkerung in Bezug auf eine Klimaänderung verdeutlicht. Dieses Wissen hilft, die Akzeptanz sowohl bei zukünftigen Investitionen, als auch bei Desinvestitionen abzuschätzen.

#### *2.4.1.3 Die Studie von KÖNIG in den Australischen Alpen*

KÖNIG (1998) untersucht mögliche Auswirkungen einer Klimaänderung auf den Skitourismus in Australien. Um die aktuelle und zukünftige Schneesicherheit australischer Skigebiete zu beurteilen, verwendet er eine von HAYLOCK et al. (1994) und WHETTON et al. (1996) entwickelte Methode, welche auf dem Schneemodell von GALLOWAY (1988) beruht. Der Vorteil der Methode liegt darin, dass die Schneedecke für die Tal-, Mittel- und Bergstation modelliert werden kann. Gemäss der verwendeten Definition ist ein Skigebiet schneesicher, wenn während der Skisaison an mindestens 60 Tagen eine natürliche Schneedecke liegt. Dieses Kriterium erfüllen unter aktuellen Bedingungen acht von neun australischen Skigebieten deutlich; ein Skigebiet erfüllt es nur sehr knapp. Tab. 2.2 zeigt die zukünftige Schneesicherheit der australischen Skigebiete für die Jahre 2030 und 2070 jeweils für einen 'best' und einen 'worst case'. Die Spanne zwischen dem besten und dem schlechtesten Fall, also der Unsicherheitsbereich, ist beträchtlich. So sind im besten Fall im Jahr 2070 immerhin noch fünf Skigebiete schneesicher, und drei liegen im kritischen Bereich. Im schlechtesten Fall wäre kein einziges Skigebiet schneesicher.

Der empirische Teil der Arbeit setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Der erste Teil widmet sich der Nachfrageseite. KÖNIG ist der erste Autor, der mit Hilfe einer Gästebefragung untersucht, wie Wintertouristen eine Klimaänderung wahrnehmen, und wie sie auf eine Klimaänderung reagieren würden (vgl. Kap. 5.1.1).

**Tab. 2.2:** Zukünftige Schneesicherheit australischer Skigebiete

Quelle: KÖNIG (1998, S. 125, übersetzt)

Skigebiet	'Best case'	'Best case'	'Worst case'	'Worst case'
	2030	2070	2030	2070
	$\Delta T = +0.3^{\circ}\text{C}$ $\Delta N = 0\%$	$\Delta T = +0.6^{\circ}\text{C}$ $\Delta N = 0\%$	$\Delta T = +1.3^{\circ}\text{C}$ $\Delta N = -8\%$	$\Delta T = +3.4^{\circ}\text{C}$ $\Delta N = -20\%$
<b>Charlotte Pass</b>	+	+	+	-
<b>Thredbo</b>	+	+	?/+	-
<b>Perisher-Blue</b>	+	+	?/+	-
<b>Falls Creek</b>	+	+	?/+	-
<b>Hotham</b>	+	+	?/+	-
<b>Mt Buller</b>	+	?/+	?	-
<b>Mt Buffalo</b>	+	?/+	-	-
<b>Selwyn</b>	+	?	-	-
<b>Mt Baw Baw</b>	-	-	-	-

- (+) Die Voraussetzungen für einen rentablen Skibetrieb (60-Tage Regel) werden von den Schneeverhältnissen her gesehen erfüllt.
- (?) Die Voraussetzungen für einen rentablen Skibetrieb sind von den Schneeverhältnissen her gesehen fraglich.
- (-) Die Voraussetzungen für einen rentablen Skibetrieb werden von den Schneeverhältnissen her gesehen nicht erfüllt.

 $\Delta T$  = Temperaturänderung;  $\Delta N$  = Niederschlagsänderung

Der zweite Teil ist der Angebotsseite gewidmet. Aufgrund von Interviews mit Tourismusmanagern eruiert er die Wahrnehmung der Klimaänderung durch die Tourismusindustrie und diskutiert mögliche Anpassungsstrategien. Er zeigt, dass die Tourismusindustrie einer Klimaänderung wenig bis gar keine Beachtung schenkt, dass sie aber wirtschaftliche Einbussen aufgrund von Medienberichten über die globale Erwärmung befürchtet. Obwohl alle Manager der Meinung sind, dass die Schneeabhängigkeit reduziert werden sollte, unternehmen sie nur wenig in diese Richtung. Sehr grosses Gewicht liegt hingegen bereits heute im Bereich technischer Massnahmen zur Sicherung des Skibetriebs. Die aufgrund der Klimaänderung weiter steigende Bedeutung solcher Massnahmen führt zu Kosten, die wohl in Zukunft für die tiefergelegenen, weniger finanzstarken Skigebiete nicht mehr tragbar sind. Der Konzentrationsprozess auf die am besten geeigneten Skigebiete wird dadurch noch beschleunigt.

#### 2.4.1.4 Die Untersuchungen von BREILING in Österreich

Die Studie von BREILING et al. (1997) ist eine Weiterführung, Verfeinerung und Zusammenfassung früherer Arbeiten, welche aufgrund von Höhenlagen die Klimasensitivität und Auswirkungen einer Klimaänderung auf den Wintertourismus in Österreich abgeschätzt haben (BREILING 1993, BREILING & CHARAMZA 1994). Sie unternimmt es, die Klimasensibilität auf der Bezirksebene aufzuschlüsseln und mit Szenarien über die zukünftige Klimaentwicklung zu koppeln. Dazu werden aufwendige Modellrechnungen durchgeführt, welche lokale Daten aus den Bereichen Klima, Bevölkerung, Wintertourismus und Volkswirtschaft verknüpfen. Zusätzlich werden Überlegungen über verschiedene Möglichkeiten und der Notwendigkeit von Anpassungsmassnahmen angestellt. Allerdings sind diese Aussagen nicht empirisch überprüft worden.

Für eine abschliessende Gesamtbeurteilung fasst er die Bezirke zu fünf Regionen zusammen (Tab. 2.3). Der zukünftige Wintertourismus wird sich bei einer Erwärmung noch stärker auf die Gunsträume konzentrieren. Dies wird zu einer tendenziellen Verlagerung von Marktanteilen in das westliche Zentrum des Wintertourismus führen. "Aufgrund der starken wirtschaftlichen Abhängigkeit und der damit verbundenen Klimasensibilität können aber alle Spitzenbezirke des Wintertourismus durch Erwärmung existenziell bedroht werden" (BREILING et al. 1997, S. 96).

**Tab. 2.3:** Klimaänderung und Wintertourismus in Österreich

Quelle: nach BREILING et al. (1997)

Region	Auswirkungen		Anpassungen
	Zeithorizont	Ausmass	
<b>Kein alpinsportbasierter Wintertourismus</b>	aktuelles Problem	schwach	unrentabel
<b>Nordoststrand</b>	aktuelles Problem	stark	evtl. rentabel
<b>Südstrand</b>	ca. bis 2020	stark	notwendig, sofern die Wirtschaftsstruktur aufrecht erhalten werden soll
<b>Östliches Zentrum</b>	ca. bis 2020	sehr stark	vordringliches regionales Anliegen mit nationaler Bedeutung
<b>Westliches Zentrum</b>	ca. bis 2050	sehr stark	geringer Anpassungsdruck

### 2.4.2 Klimafolgenforschung und Sommertourismus

Während im Wintertourismus der Schnee als zentraler Einflussfaktor sehr deutlich hervortritt, fehlt im Sommertourismus eine vergleichbare Schnittstelle. Je nach Tourismusform ist ein unterschiedlicher Mix verschiedener Klimaparameter für die Folgen der Klimaänderung verantwortlich. Es ist nur schon schwierig zu definieren, was als 'gutes Wetter' für den Badetourismus gilt (FEIGE et al. 1999). Neben dem Wetter spielt aber im Badetourismus zum Beispiel auch der Anstieg des Meerwasserspiegels und die damit verknüpfte Gefahrenzunahme durch Sturmfluten eine wichtige Rolle (KRUPP 1995). Es erstaunt deshalb nicht, dass eine grosse Vielfalt an Untersuchungen über Auswirkungen einer Klimaänderung auf den Sommertourismus existieren. Diese lassen sich nach den örtlichen Begebenheiten in die drei Bereiche Küstentourismus (z.B. KRUPP 1995, FEIGE et al. 1999), Tourismus an Seen und Fliessgewässern (z.B. WALL et al. 1998) und Tourismus im Berggebiet (z.B. SCHWÖRER 1997) einteilen. Zusätzlich existieren Studien über Tourismus- und Freizeitformen, die nicht an bestimmte Landschaftsformen gebunden sind, nämlich Camping (z.B. WALL et al. 1986) oder Golf (LAMOTHE & PERIARD Consultants 1989).

Im Gegensatz zum Wintertourismus werden die Folgen einer Klimaänderung im Sommertourismus aufgrund höherer Temperaturen eher positiv eingeschätzt. Dies mag im Grundsatz zutreffen, allerdings dürfen negative Effekte nicht ausser Acht gelassen werden (ABEGG 1999, S. 55). ROTMANS et al. (1994) zeigen zum Beispiel, dass sich die Bedingungen für den Badetourismus in bestimmten Mittelmeergebieten aufgrund zu hoher Sommertemperaturen verschlechtern könnte.

Für den Grossteil der Studien im Bereich Klimaänderung und Tourismus muss bemängelt werden, dass sie ihr Hauptgewicht zu stark auf Veränderung der klimatischen Bedingungen und der daraus abgeleiteten direkten Folgen für den Tourismus legen. Der Bereich Wahrnehmung und Anpassungsprozesse, beides zentrale Faktoren für die Folgenabschätzung, werden stark vernachlässigt. Viele Aussagen über Anpassungsprozesse finden zwar breite Zustimmung, da sie auf einfachen, logischen Schlüssen beruhen, sind aber meistens sehr allgemein formuliert und entbehren einer empirischen Grundlage (z.B. WALL 1998).