

Anpassung des Sommertourismus an den Klimawandel in Österreich

StartClim2006.D2: erste Ergebnisse

Andreas Matzarakis², Elisabeth Koch¹ und Ernest Rudel¹

¹Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

²Meteorologisches Institut, Universität Freiburg

Zusammenfassung

Wetter und das Klima zählen neben der geographischen Lage, der Topographie, dem Landschaftsbild, der Vegetation und der Tierwelt zu den natürlichen Faktoren des Tourismus- und Freizeitangebots. Sie sind aber auch limitierende Faktoren und Steuergrößen des Angebots. Aus diesem Grund wird der Klimawandel auch auf den Sommertourismus in Österreich erhebliche Auswirkung zeigen.

Im Projekt werden zunächst die meteorologischen und klimatologischen Größen aus der Tourismus-Klimatologie und der Human-Biometeorologie bestimmt, dann die Methodik zur Quantifizierung des klimatischen Tourismuspotenzials in Fremdenverkehrsarten erarbeitet und schließlich allgemein verständliche Darstellungsdiagramme und Erklärungsschemata zur Beschreibung des Klimas für Fremdenverkehrszwecke entwickelt. Mit Hilfe der vom Max-Planck-Institut Hamburg berechneten Klimaprojektionen für 2021 – 2050 werden dann Sommertourismuseignungskarten auf der Grundlage von Anzahl von Tagen mit optimalen Bedingungen in 10 km und 1 km Auflösung erstellt und für eine Veröffentlichung bzw. Präsentation der erzielten Informationen für Fremdenverkehrsanbieter und –behörden und für alle Interessierten im Internet bereitgestellt.

Development of an assessment scheme for the integration of weather and climate conditions in tourism

Abstract

Weather and climate as well as topographical and orographical conditions, vegetation and fauna play a prominent part in the assessment of tourism and leisure facilities. However, they are limiting and controlling factors too. Therefore climate change will have considerable consequences on summer tourism in Austria. In the project all the meteorological and climatological factors, which are important for tourism and human biometeorology and then develop a methodology to quantify the climatic tourist potential under a changed climate will be determined. Within the project there is the aim to compile and develop simple diagrams for the description of the climate for tourism. Projections of the climate conditions for 2021 - 2050 calculated by MPI Hamburg will help to prepare maps of Austria in 10 km and 1km resolution on the basis of the amount of days with optimal tourism conditions. Another deliverable is the publication of the achieved information via internet for tourism – authorities and for all demanders that are interested.

1 Einleitung

Der Klimawandel, wie schon in den letzten 50 Jahren beobachtet, hat einen erheblichen Einfluss auf die Winterschneedecke. Die Veränderung der Schneedecke und des Wintertourismus ist Gegenstand von mehreren Untersuchungen im Alpenbereich und für die Mittelgebirge gewesen. Die bereits durchgeführten Untersuchungen kommen zum Ergebnis, dass die Dicke und Andauer der Schneedecke sich reduzieren werden und somit sozio-ökonomische und ökologische Folgen haben wird. Die bereits im Einsatz oder geplante technische Anpassungsmaßnahmen, wie Beschneiungsanlagen sind nur für höhere Lagen ab 1200 bzw. 1500 m

geeignet, weil die technischen Voraussetzungen (Lufttemperaturen kleiner 4 °C) nicht gegeben sind oder die technische Infrastruktur nicht ausreicht (limitierte Beförderungskapazität und niedrige Besucherfrequenz). Allerdings steht der Verkürzung der Wintersportsaison durch wärmere Klimabedingungen eine Veränderung der Sommertourismustmöglichkeit entgegen. Eine Untersuchung des Umweltbundesamtes besagt hinsichtlich des Sommertourismus, dass die Auswirkungen des Klimawandels auf den Sommertourismus vielschichtiger und weniger vorhersagbar sind und somit keine speziellen Strategien zur Anpassung formuliert werden können (UBA, 2005).

2 Methodik

Schon durchgeführte Untersuchungen für Österreich z.B. das ACTIVE-Projekt (Austrian Climate and Tourism Initiative) haben gezeigt, dass auf der Grundlage von modernen humanbiometeorologischen und tourismusklimatologischen Methoden das Klimapotential für spezielle Anwendungen, wie Tourismus relativ genau abgeschätzt werden kann. Hierfür werden moderne Bioklimaindizes (Physiologisch Äquivalente Temperatur oder Predicted Mean Vote) angewendet, die auf die Grundlage der Energiebilanz des Menschen beruhen und den Einfluss der thermischen Umgebung des Menschen beschreiben und quantifizieren können (KOCH et al., 2005). Die im Rahmen von ACTIVE erzielten Ergebnisse liefern Informationen auf monatlicher Basis für den Zeitraum 1991-2000, erlauben aber keine retrospektive Analysen und keine Projektionen für die zukünftig zu erwartenden Klimabedingungen.

Der Vorteil der modernen Bioklimaindizes liegt darin, dass man eine integrale Bewertung durchführen kann, die den Einfluss von meteorologischen/klimatologischen Größen (Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und kurz- und langwellige Strahlungsflüsse) und thermo-physiologische Parameter von Menschen (Aktivität und Bekleidung) Größen, berücksichtigt (VDI, 1998).

Tab: 1: Ausgewählte Stationen für StartClim2006.D.2

Tab: 1: *Selected climate stations for StartClim2006.D2*

Station	Geogr. Länge	Geogr. Breite	Höhe (m)
Obergurgl	11.027	46.868	1938
Wien-Hohe Warte	16.356	48.249	198
Klagenfurt	14.333	46.650	447
Graz-Universität	15.448	47.080	366
Innsbruck-Universität	11.385	47.261	577
Sonnblick	12.958	47.054	3105
Villacher Alpe	13.673	46.604	2140
Salzburg Flughafen	13.002	47.801	430
Badgastein	13.133	47.117	1100
Feldkirch	9.600	47.267	439
Hoersching	14.191	48.241	298

Aus den neuesten Klimaprojektionen des Max-Planck-Instituts für Meteorologie in Hamburg, mit dem REMO-Modell, die hochaufgelöste räumliche (10 km) und zeitliche (Tagesauflösung) Daten liefern, werden für die Zeiträume 1961 – 1990 und 2020 - 2050 zur Analyse und Bewertung des Klimas für Sommertourismus verwendet.

In der ersten Phase des Projektes werden die Daten von Stationen der ZAMG für lange Zeitreihen und im Nord-Süd und Ost-West-Transekt sowie mit der Höhe analysiert und touris-

musklimatisch orientiert analysiert (KOCH et al., 2005, MATZARAKIS et al., 2004, MATZARAKIS, 2006).

Die Daten der ausgewählten Stationen (11) stammen vom Zeitraum 1950-2005 und umfassen folgende Parameter:

- Tagesmaximum der Lufttemperatur (°C),
- Tagesminimum der Lufttemperatur (°C),
- Lufttemperatur um 14 Uhr (°C),
- Relative Luftfeuchtigkeit um 14 Uhr (%),
- Windgeschwindigkeit um 14 Uhr (m/s),
- Bedeckungsgrad um 14 Uhr (1/8),
- Tagesmittelwert der Windgeschwindigkeit (m/s),
- Sonnenscheindauer (h),
- Tägliche Niederschlagssumme (mm).

Aus den zur Verfügung stehenden Daten werden auf der Grundlage der VDI-Richtlinie 3787 (VDI, 1998) die Physiologische Äquivalente Temperatur (PET) berechnet. Für die Bewertung der thermischen Umgebung des Menschen werden die klimatischen (Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit sowie kurz- und lang wellige Strahlungsflüsse) und thermo-physiologischen (Kleidung und Aktivität) Faktoren berücksichtigt. Aus den Berechnungen werden die Häufigkeiten von PET-Klassen berechnet, die auch im Rahmen vom ACTIVE-Projekt als Grundlage dienen (KOCH et al., 2005). Die Häufigkeitsberechnungen der PET-Klassen erfolgen hier in 10-Tagesintervallen (Aufspaltung der Monate in drei Intervalle). Die Analyse umfaßt mittlere Werte von Tagen mit verschiedenen Überschreitungen von Schwellenwerten. Die Analyse der anderen Komponenten z.B. Niederschlag erfolgt ebenfalls in 10-Tagesintervallen in Form von Klassen und Häufigkeiten.

3 Ergebnisse

In Abb. 1 und 3 sind dargestellt die 10-Tages-Häufigkeiten von der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (PET) und die dazugehörigen Mittelwerte, Maxima und Minima für den untersuchten Zeitraum (1950-2005) für die Stationen Wien-Hohe Warte und den Sonnblick. Zusätzlich werden die Anzahl von Tagen mit PET-Überschreitungshäufigkeiten für Sommerbedingungen dargestellt. In den Abb. 2 und 4 werden die hygrischen Bedingungen, dazugehörige Mittelwerte und Überschreitungshäufigkeiten von Wind, Wasserdampf, relative Luftfeuchtigkeit und Bedeckungsgrad für den Zeitraum 1950-2005 für Wien-Hohe Warte und Sonnblick dargestellt. Aus den Abb. 1 bis 4 können die mittleren Verhältnisse und Extremverhältnisse abgeleitet werden. Durch die Aufteilung der Monate in drei Intervalle können die Bedingungen viel detaillierter analysiert und dargestellt werden. Die Darstellung von Häufigkeitsklassen erlaubt überdies, eine genauere Beschreibung der klimatischen und bioklimatischen Verhältnisse in graphischer Form. Die Einteilung der Monate in drei Intervalle liegt auch im Bereich der Tage, die Erholungssuchende zur Verfügung haben, 1 bis 3 Wochen.

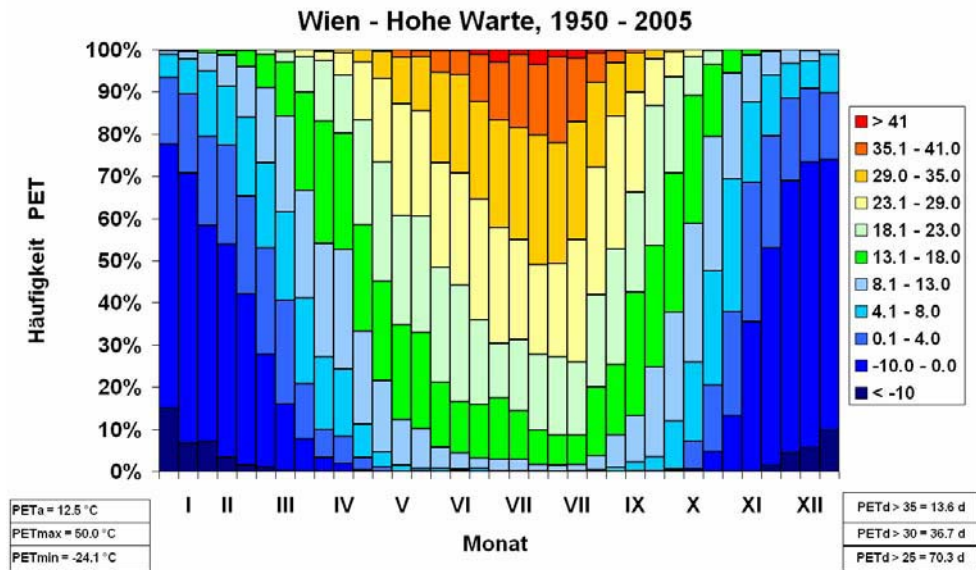


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung der Physiologisch Äquivalenten Temperatur und dazugehörige Mittelwerte, Maxima und Minima sowie die Überschreitungshäufigkeiten von PET-Schwellenwerten für Wien-Hohe Warte für den Zeitraum 1950-2005

Fig. 1: Frequency distribution of Physiologically Equivalent Temperature, mean, max and min conditions and amount of threshold conditions of PET for Vienna-Hohe Warte for the period 1950-2005

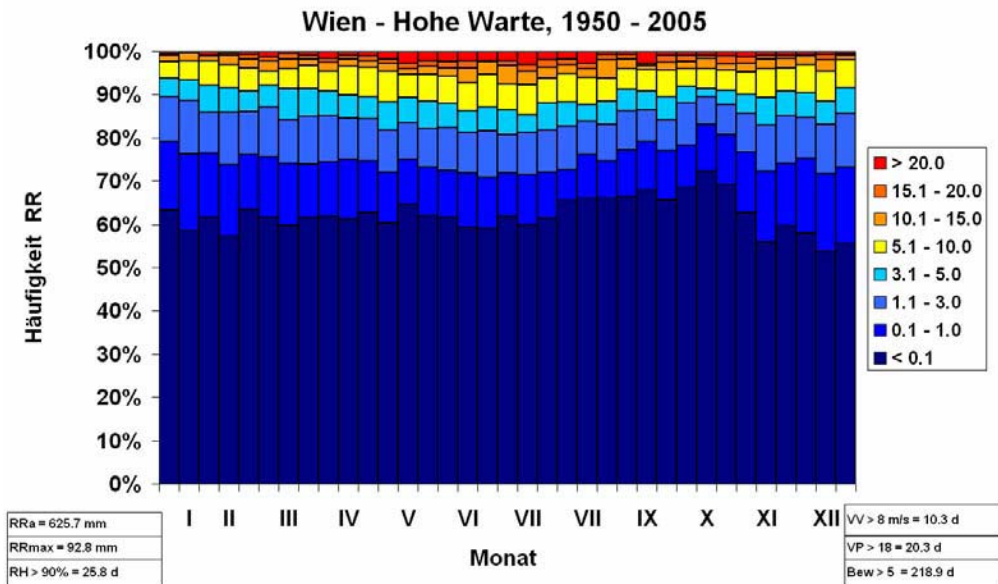


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung des Niederschlags und dazugehörige Mittelwerte und Maxima sowie die Überschreitungshäufigkeiten von Wind, Wasserdampf, Bewölkung und relative Luftfeuchtigkeit für Wien-Hohe Warte für den Zeitraum 1950-2005

Abb. 2: Frequency distribution of precipitation, sum of annual and max precipitation and amount of days with thresholds of relative humidity, wind speed, vapour pressure and cloud cover for Vienna-Hohe Warte for the period 1950-2005

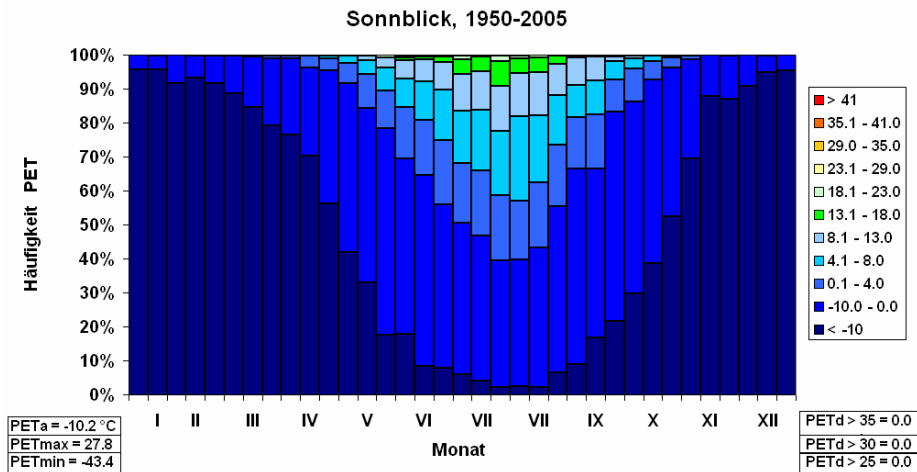


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der Physiologisch Äquivalenten Temperatur und dazugehörige Mittelwerte, Maxima und Minima sowie die Überschreitungshäufigkeiten von PET-Schwellenwerten für den Sonnblick für den Zeitraum 1950-2005

Fig. 3: Frequency distribution of Physiologically Equivalent Temperature, mean, max and min conditions and amount of threshold conditions of PET for Sonnblick for the period 1950-2005

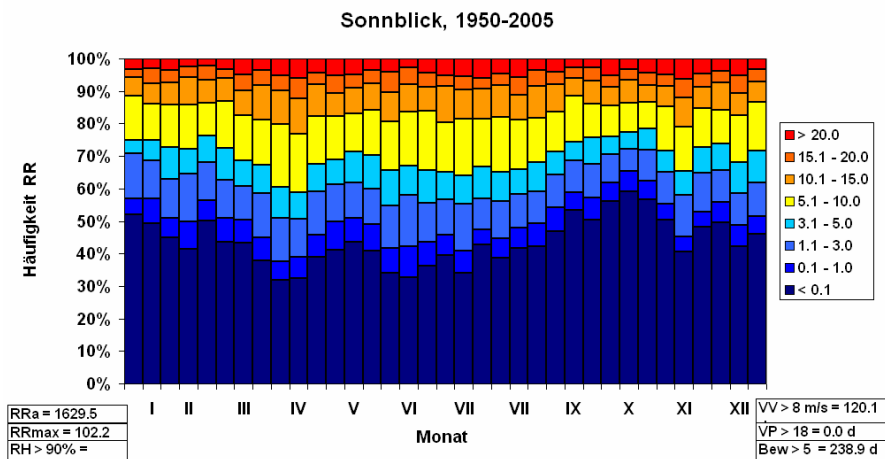


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung des Niederschlags und dazugehörige Mittelwerte und Maxima sowie die Überschreitungshäufigkeiten von Wind, Wasserdampf, Bewölkung und relative Luftfeuchtigkeit für den Sonnblick für den Zeitraum 1950-2005

Abb. 4: Frequency distribution of precipitation, sum of annual and max precipitation and amount of days with thresholds of relative humidity, wind speed, vapour pressure and cloud cover for Sonnblick for the period 1950-2005

Als weiterer Schritt werden im Rahmen des StartClim2006.D2-Projektes die Klimaprojektionen des REMO-Modelles benutzt um für das Gebiet von Österreich die tourismus-klimatisch relevanten Bedingungen für die zukünftigen Jahrzehnte (2020-2050) zu berechnen (REMO). Aus den schon vorhandenen Daten in 10 km Auflösung werden PET- und Niederschlagsana-

lysen durchgeführt und die Ergebnisse dann auf 1 km Auflösung mittels empirischem Downscaling übertragen.

4 Schlußfolgerungen

Die bereits existierenden Methoden aus der Tourismus-Klimatologie und Human-Biometeorologie erlauben eine Analyse des Sommertourismuspotentials unter veränderten Klimabedingungen. Die eingesetzten Methodiken und Ergebnisse von ACTIVE (KOCH et al., 2005) und die retrospektive Analyse des thermischen Bioklimas (RUDEL et al., 2005) bilden eine Basis, können aber keine besonders zeitlich hochaufgelöste Informationen für Entscheidungsträger über die zukünftigen Sommertourismusbedingungen geben. Die Kombination von bioklimatischen Bedingungen in Häufigkeitsdarstellungen, verknüpft mit den Häufigkeitsverteilungen von Niederschlagsbedingungen und Überschreitungshäufigkeiten von Tagen mit neutralen thermischen Bedingungen, Hitzestress, Schwüle, Nebel, erhöhter Bewölkung und Extremwindverhältnissen, können aus den Daten von Klimastation von Wetterdiensten leicht berechnet und in leicht verständlichen Diagrammen dargestellt werden. Die ausgewählten Parameter beinhalteten nicht nur die human-biometeorologische Wirkungskomplexe, wie den thermischen und aktinischen, sondern auch Facetten aus der Tourismus-Klimatologie z.B. physikalisch (z.B. Wind, Nebel) oder auch ästhetisch (z.B. Sonnenscheindauer) und thermisch (DE FREITAS, 2003; MATZARAKIS, 2006).

Die schon erzielten Informationen geben eine umfassende Beschreibung des schon vorhandenen klimatischen Tourismuspotenzials wieder. Durch den Einsatz von Daten aus Klimaprojektionen werden die Beschreibung und Quantifizierung der zukünftigen tourismusklimatischen Bedingungen für den Sommer möglich. Die Defizite an und in Anpassungsstrategien und Ausweichmöglichkeiten für Wintersporttourismus werden durch die hier gewonnenen Daten über die Sommerbedingungen in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung hilfreich für Entscheidungsträger sein.

Danksagung

Das Projekt „Anpassung des Sommertourismus an den Klimawandel in Österreich“ im Rahmen von StartClim 2006.D2 wird mit finanzieller Unterstützung des BMGF, des BMLFUW, des BMWA und der Österreichischen Hagelversicherung durchgeführt.

Literatur

- DE FREITAS, C.R., 2003: Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. - *International Journal of Biometeorology* **48**, 45-54.
- KOCH, E., MARKTL, W., MATZARAKIS, A., NEFZGER, H., RUDEL, E., SCHUNDER-TATZBER, S., ZYGMUNTOWSKI, M., 2005: Klimatherapie in Österreich. Broschüre zu den Potentialen der Klimatherapie in Österreich. - Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit.
- MATZARAKIS, A., 2006: Weather and climate related information for tourism. - *Tourism and Hospitality Planning & Development* **3**, 99-115.
- MATZARAKIS, A., DE FREITAS, C., SCOTT, D., 2004 (eds.): *Advances in tourism climatology*. - Ber. Meteorol. Inst. Univ. Freiburg Nr. 12.
- RUDEL, E., MATZARAKIS, A., KOCH, E., 2005: Potential increase of heat load on humans in a changing climate. - *World Resource Review* **17**, 32-44.

UBA, 2005: Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimarelevanter Systeme. - Climate Change 08/05.

VDI, 1998: Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Luftthygiene für die Stadt- und Regionalplanung, Teil I: Klima. - VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2.

Anschrift der Autoren

Dr. Ernest Rudel, Dr. Elisabeth Koch, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Hohe Warte 38, A-1190 Wien

Prof. Dr. Andreas Matzarakis, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werderring 10, D-79085 Freiburg