

# **KLIMAAATLAS STEIERMARK**

Projektleiter: H. Pilger

## **Kapitel 9**

# **BIOKLIMA**

O. Harlfinger

**Kartographische Bearbeitung**

H. Rieder



ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE  
UND GEODYNAMIK

Version 2.0

## Inhaltsverzeichnis

9.0	Allgemeines .....	3
9.0.1	Datenmaterial .....	3
9.1	Durchschnittliche Abkühlungsgröße um 07:00 MEZ im Winter (Wind Chill).....	5
9.2	Durchschnittliche Wärmebelastung um 14:00 MEZ im Sommer (Äquivalenttemperatur).....	12
9.3	Durchschnittliche Zahl der Tage mit unterschiedlichen Biotropiestufen.....	18
9.4	Durchschnittliche Zahl der Tage mit idealem Badewetter .....	23
9.5	Ergänzende und weiterführende Literatur .....	28

## 9.0 Allgemeines

Bioklimatische Bewertungen stellen die Grundlage für zahlreiche anwendungsorientierte Aufgabengebiete dar. Sie können als Entscheidungshilfen für Planungsvorhaben im Städtebau oder im Gesundheitswesen (Spitäler, Sanatorien etc.) dienen. Aber auch bei Anwendungen des Klimas für klimatherapeutische Zwecke in Klimakurorten und für eine klimagerechte Planung des Urlaubs sind Kenntnisse des atmosphärischen Umweltmilieus notwendig. Die zur Verfügung stehenden Verfahren sind vielfältig und die Auswahl richtet sich nach der Aufgabenstellung ebenso wie nach dem verfügbaren Datenmaterial.

### Thermisch-hygienische Komplex

Von der Vielfalt an variablen atmosphärischen Bedingungen, die eine Wirkung auf den Menschen ausüben, ist der thermisch-hygrische Komplex wohl der bedeutendste. Dieser umfasst alle meteorologischen Elemente, die über den Wärmehaushalt der unteren Atmosphäre in Wechselwirkung mit dem Wärmehaushalt des Menschen stehen und damit seine Thermoregulation beeinflussen.

### 9.0.1 Datenmaterial

Nr.	Name	Sh [m]	gg. L.	gg. B.	Betreiber	Klima-region	Lage
1	Admont	648	14° 27' 25"	47° 34' 19"	ZAMG STMK	3	☐
3	Aflenz	785	15° 15' 31"	47° 33' 48"	ZAMG STMK	6	↓
4	Aigen/Ennstal	640	14° 08' 17"	47° 32' 59"	ZAMG STMK	3	☐
7	Altenberg/Hartberg	429	16° 02' 52"	47° 15' 24"	ZAMG STMK	9	↗
10	Bad Aussee	660	13° 47' 59"	47° 37' 40"	ZAMG STMK	2	☐
11	Bad Gleichenberg	293	15° 54' 19"	46° 53' 35"	ZAMG STMK	9	☐
13	Bad Ischl	469	13° 38' 54"	47° 43' 00"	ZAMG OÖ	2	☐
14	Bad Mitterndorf	810	13° 56' 06"	47° 33' 11"	ZAMG STMK	2	☐
15	Bad Radkersburg	208	15° 59' 03"	46° 42' 33"	ZAMG STMK	9	☐
23	Bruck/Mur	493	15° 16' 37"	47° 25' 43"	ZAMG STMK	6	☐
27	Deutschlandsberg	448	15° 12' 15"	46° 50' 33"	ZAMG STMK	9	↓
35	Feuerkogel	1618	13° 44' 60"	47° 49' 00"	ZAMG OÖ	1	▲
37	Fischbach	1015	15° 39' 55"	47° 27' 26"	ZAMG STMK	8	↘
47	Fürstenfeld	273	16° 05' 54"	47° 02' 52"	ZAMG STMK	9	☐
50	Gleisdorf	375	15° 43' 38"	47° 07' 48"	ZAMG STMK	9	☐
57	Graz-Flughafen	337	15° 27' 52"	46° 60' 41"	ZAMG STMK	9	☐
58	Graz-Messendorfberg	435	15° 29' 27"	47° 03' 53"	ZAMG STMK	9	↘
60	Graz-Universität	366	15° 27' 58"	47° 05' 45"	ZAMG STMK	9	☐
61	Gröbming	763	13° 54' 11"	47° 27' 46"	ZAMG STMK	3	☐
69	Hieflau	500	14° 44' 28"	47° 37' 32"	ZAMG STMK	2	☐
80	Irdning-Gumpenstein	698	14° 06' 54"	47° 30' 43"	ZAMG STMK	3	↑
95	Kleinsölk	1005	13° 56' 60"	47° 24' 00"	ZAMG STMK	4	☐
103	Lassnitzhöhe	527	15° 36' 34"	47° 04' 28"	ZAMG STMK	9	↘
112	Lobming	414	15° 11' 42"	47° 03' 35"	ZAMG STMK	8	→
116	Mariazell	865	15° 19' 18"	47° 46' 09"	ZAMG STMK	2	↙
124	Murau	813	14° 11' 36"	47° 07' 41"	ZAMG STMK	5	☐
126	Mürzzuschlag	758	15° 41' 09"	47° 36' 11"	ZAMG STMK	6	↗

Tabelle 9.0.1.1a: Liste der verwendeten Stationen

Nr.	Name	Sh [m]	gg. L.	gg. B.	Betreiber	Klima-region	Lage
138	Oberwölz	827	14° 17' 57"	47° 12' 07"	ZAMG STMK	5	☐
139	Oberzeiring	933	14° 30' 46"	47° 15' 17"	ZAMG STMK	5	☐
155	Pusterwald	1072	14° 23' 34"	47° 19' 33"	ZAMG STMK	7	☐
159	Ramsau am Dachstein	1203	13° 39' 00"	47° 25' 00"	ZAMG STMK	1	↓
160	Rax/Seilbahnstation	1547	15° 47' 43"	47° 43' 03"	ZAMG NÖ	1	→
161	Rechberg	926	15° 25' 59"	47° 16' 46"	ZAMG STMK	8	▲
169	Rohrmoos	1078	13° 39' 29"	47° 23' 41"	ZAMG STMK	4	↗
173	Schöckl	1436	15° 28' 06"	47° 12' 57"	ZAMG STMK	8	▲
176	Seckau	855	14° 47' 57"	47° 16' 16"	ZAMG STMK	5	↓
191	St.Michael b.Leoben	565	15° 00' 20"	47° 20' 09"	ZAMG STMK	6	☐
195	St.Radegund	725	15° 29' 27"	47° 11' 56"	ZAMG STMK	8	↓
198	Stolzalpe	1293	14° 12' 42"	47° 07' 15"	ZAMG STMK	7	↓
223	Weiz	465	15° 38' 08"	47° 13' 07"	ZAMG STMK	9	☐
225	Wiel	922	15° 08' 46"	46° 45' 46"	ZAMG STMK	8	↓
232	Zeltweg	670	14° 46' 35"	47° 12' 05"	ZAMG STMK	5	☐

Klimaregionen	Lage
1...Hochlagen im Nordstaugebiet	☐ ...Tal
2...Tallagen im Nordstaugebiet	→ ...Hang (Richtung), hier als Beispiel SO
3...Talbecken des oberen Ennstales	▲ ...Pass
4...Niedere Tauern	▲ ...Gipfel
5...Tabecken des oberen Murtales	
6...Talbecken des Mur- und Mürztales	
7...Hochlagen der Inneralpen	
8...Steirisches Randgebirge	
9...Vorland	
--- außerhalb steir. Klimazonen	

Tabelle 9.0.1.1b: Liste der verwendeten Stationen / Legende

## **9.1 Durchschnittliche Abkühlungsgröße um 07:00 MEZ im Winter (Wind Chill)**

Der Mensch als homöothermes Wesen benötigt eine nahezu konstante Körpertemperatur, unabhängig von seiner Stoffwechselleistung und den meteorologischen Verhältnissen. Dazu dient ein raffiniertes und kompliziertes Thermoregulationssystem, das je nach Notwendigkeit die Wärmeproduktion oder die Wärmeabgabe intensiviert. Sind die Regelgrößen überfordert, besteht Lebensgefahr durch Hitzschlag oder Unterkühlung, da nur ein relativ kleiner Temperaturbereich zwischen 36°C und 40°C im Körperinneren toleriert wird. Wie epidemiologische Studien belegen, führen Wetterlagen mit extremer Hitze oder Kälte zu einem signifikantem Anstieg der Morbidität und der Mortalität (BUCHER 1992).

### **70 Watt Heizung**

Der Mensch produziert durch den Stoffwechsel ständig Wärme, der unter Grundumsatzbedingungen zwischen 50 Watt und 80 Watt beträgt. Eine Verringerung des Ruheumsatzes ist selbst in den Tropen nicht möglich. Unter Kälteexposition kann die Wärmeproduktion bis über das dreifache gesteigert werden.

### **Schweißrate**

Während unter thermisch neutralen Bedingungen die Wärmeabgabe vorwiegend über Strahlung und zum Teil über Konvektion geschieht, übernimmt unter warmen Bedingungen die Schweißverdunstung - der Mensch besitzt 2 Millionen Schweißdrüsen - die dominierende Rolle. Nach VOGT ET AL. (1981) liegen bei nicht akklimatisierten Personen die maximalen Schweißraten bei 0,7 l/Stunde, bei akklimatisierten Personen dagegen bei 2,5 l/Stunde. Andere Autoren (z.B. WENZEL und PIEKARSKI 1980) fanden bei Hitzeakklimatisation eine Steigerung der Schweißrate um 100 %. Allerdings steht niemals die gesamte Schweißproduktion für die Verdunstung zur Verfügung, da ein Teil des Schweißes vom Körper abtropft.

Die Verdunstung an der Haut kann allerdings nur effektiv sein, wenn die relative Feuchte der Luft unter 100 % liegt. Sind zudem die Umgebungstemperaturen oder die von der Sonne dem Körper zugestrahlte Wärme höher als die Hauttemperatur, so ist eine Wärmeabgabe durch Strahlung auch nicht möglich.

### **Behaglichkeit**

Solange sich die Prozesse der Wärmebildung und der Wärmeabgabe im thermischen Gleichgewicht befinden, spricht man von Behaglichkeit oder thermischem Komfort. Er wird definiert als ein "Sinneszustand der Zufriedenheit mit der thermischen Umwelt".

Treten jedoch stärkere Veränderungen der Umgebungsbedingungen zu wärmeren oder kälteren Verhältnissen auf, kann es je nach Größe der thermischen Abweichung

zu einer Befindensverschlechterung kommen, wobei der Einfluss von Adaptation und Akklimatisation modifizierend eingreift.

## **Methoden**

Welche Methoden zur Charakterisierung der thermischen Umwelt am zielführendsten sind, bleibt hingegen umstritten. Aus thermophysilogischer Sicht stellen Energiebilanzmodelle für den Menschen (z.B. HÖPPE 1984) wohl die umfassendste Beurteilungsmöglichkeit dar. Andererseits zwingt die Vielzahl der Variablen (Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, kurz- und langwellige Strahlungsflüsse, Energieumsatz des Menschen und die Wärmeisolation der Bekleidung) zu einer Vereinfachung, sofern noch praxisrelevante Ergebnisse erzielt werden sollen. Die aus Klimakammerversuchen abgeleiteten Modelle stellen für raumklimatische Beurteilungen oder sonst exakt definierbare Umgebungsbedingungen (z.B. Schulhof) einen Fortschritt dar, wenn auch z.B. durch die Nichtberücksichtigung der Adaptation diesem Verfahren gewisse Grenzen gesetzt sind.

In der internationalen Literatur finden sich einige Dutzend Komfort- und Diskomfort - Indices sowie Komplexgrößen, die für eine thermische Bewertung herangezogen werden können. Diese Verfahren berücksichtigen neben der Temperatur nur noch die Luftfeuchte und zum Teil auch die Windgeschwindigkeit. Für die Beurteilung des thermisch - hygrischen Milieus wurde hier einerseits die Äquivalenttemperatur herangezogen, andererseits konnte auf Wind-Chill Ergebnisse (Gefühlte Temperatur) zurückgegriffen werden.

## **Wind Chill**

Wind Chill Indizes werden seit Jahrzehnten im angelsächsischen Sprachraum verwendet und sind dort regelmäßiger Bestandteil der Wettervorhersage. Sie dienen speziell in den Wintermonaten als Maß für den Wärmeverlust beim Menschen und dem daraus resultierenden Wärmeempfinden. Auch als Hilfestellung für die richtige Bekleidungswahl sind solche Angaben gedacht. Die Berechnung basiert in erster Linie auf einer Kombination aus Temperatur und Windgeschwindigkeit, mitunter werden auch die Luftfeuchtigkeit und Strahlungseffekte in das Verfahren miteinbezogen. Der Grundgedanke bei diesen Überlegungen geht dahin, herauszufinden, unter welchen der vielfältigen meteorologischen Bedingungen treten die gleichen thermischen Empfindungen auf.

## **Wind von hinten oder vorne**

Beginnend von den ersten Ansätzen, die auf SIPLE und PASSEL (1945) zurückgehen und auf physikalischen Experimenten in der Antarktis beruhen, haben sich seither zahlreiche Wissenschaftler dieses Themas angenommen und verschiedene Berechnungsmethoden entwickelt (z.B. STEADMAN 1971, 1984; TERJUNG 1966). Es besteht jedoch die Schwierigkeit, dass mit dem Einbinden von möglichst vielen

Variablen die den Wärmehaushalt des Menschen bestimmen, nicht eine in gleicher Weise physiologisch verbesserte Aussagekraft resultiert. Zum einen, weil die räumliche und zeitliche Variabilität der meteorologischen Parameter so groß ist, dass nur eine integrale Betrachtungsweise zielführend sein kann, zum anderen finden wir große individuelle Unterschiede in der subjektiven Empfindung. Letztlich wird die thermische Empfindung schon dadurch wesentlich beeinflusst, ob das Gesicht der Sonne zugewendet wird oder nicht und ob der Wind von vorne oder von hinten bläst, um nur zwei Aspekte zu erwähnen. Dieses Problem findet man bei allen bioklimatischen Indizes.

### **Einfache Indizes bewährt**

Aus diesen Gründen haben sich letztlich die einfachen Indizes bewährt, weil sie sofort praxisrelevante Ergebnisse liefern, während physiologisch anspruchsvollere Verfahren über den Umweg einer riesigen Datenflut schließlich in der Zusammenfassung für bioklimatische Interpretationen wieder zu substantziell ähnlichen Ergebnissen kommen.

Für die Bearbeitung der Steiermark wurde die Wind Chill Formel (WC), wie sie in den USA vom National Weather Service verwendet wird (DRISCOLL 1987), herangezogen und durch einen Strahlungsfaktor (STEADMAN 1984) ergänzt. Die Formel lautet, gültig für Windgeschwindigkeiten von 2 m/s bis 20 m/s:

$$WC = 33 - (0,47 + 0,447\sqrt{v} - 0,05v) \cdot (33 - T) + b$$

T = Lufttemperatur (°C)

v = Windgeschwindigkeit ( m/s)

b = Zuschlag für Sonnenscheinbedingungen (siehe Tabelle 9.1.1, bei stark bewölktem oder bedecktem Himmel ist b = 0)

Der Zuschlag b für die Sonneneinstrahlung ergibt sich in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit nach folgender Tabelle, wobei b logischerweise nur für den 14:00 Uhr MEZ Termin Anwendung findet.

v (m/s)	6/10 - 3/10 Bewölkung	≤2/10 Bewölkung
2	3	7
4	3	7
6	3	6
8	2	5
10	2	4
12	1	3
15	1	3
17,5	1	3
≥ 20	1	3

Tabelle 9.1.1: Zuschläge  $b$  für die Sonnenstrahlung in Abhängigkeit von der Bewölkung und der Windgeschwindigkeit. Bei stark bewölkt oder bedecktem Himmel ist  $b = 0$ .

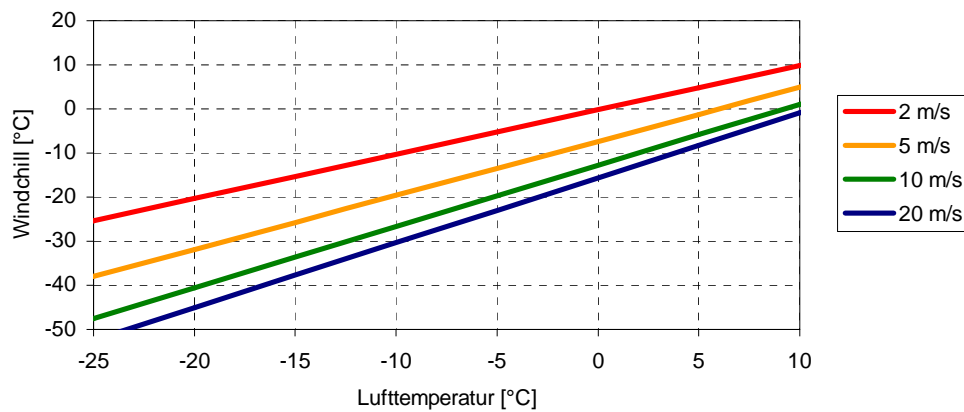


Abbildung 9.1.1: Wind Chill Temperatur für unterschiedliche Windgeschwindigkeiten bei bedecktem Himmel.

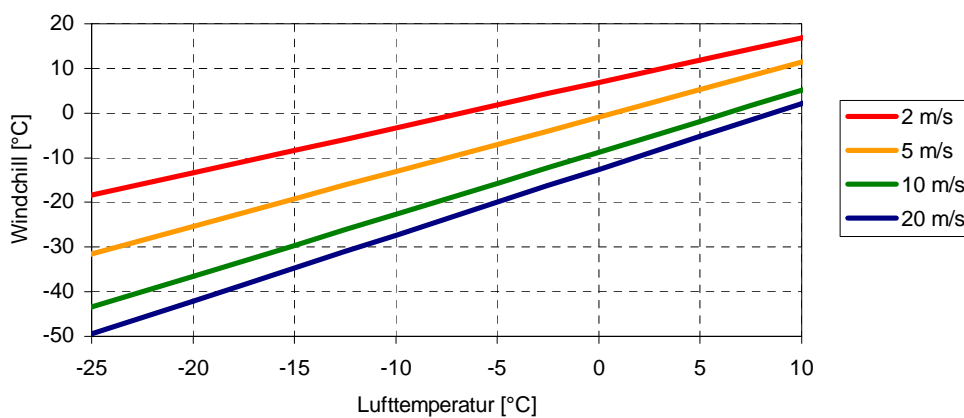


Abbildung 9.1.2: Wind Chill Temperatur für unterschiedliche Windgeschwindigkeiten bei heiterem Himmel.



Etwas schwieriger gestaltet sich die Zuordnung zwischen Wärmeverlust und thermischer Empfindung, da diverse Untersuchungen an Probanden (Driscoll 1987, ZANINOVIC 1992, REES 1993) zu unterschiedlichen Resultaten führten.

## Definition

Die nachfolgende Einteilung beruht weitgehend auf den Arbeiten von TERJUNG (1966) und DIXON (1987, 1991) und setzt voraus, dass der Mensch mit Ausnahme des Gesichtes entsprechend bekleidet ist und eine leichte körperliche Tätigkeit ausübt (z.B. Gehen). Entsprechend der im Winter vorkommenden thermischen Bandbreite in der Steiermark unterscheidet man sieben Klassen:

Wind Chill (°C)	Wärmeverlust (W/m <sup>2</sup> )	Thermische Empfindung
< - 15	< 1450	bitter kalt
- 15 bis - 10	1450 - 1250	sehr kalt
- 10 bis - 5	1250 - 1100	kalt
- 5 bis 0	1100 - 950	ziemlich kalt
0 bis 5	950 - 825	sehr kühl
5 bis 10	825 - 700	kühl
> 10	< 700	ziemlich kühl

*Tabelle 9.1.2: Thermische Empfindungsstufen.*

Die thermische Empfindung „bitter kalt“ und „sehr kalt“ lässt sich als mäßiger bis starker Kältestress definieren, während „kühl“ und „ziemlich kühl“ im Winter als Komfortbedingungen bezeichnet werden können (DWD 1995).

Wie aus der Abbildung 9.1 ersichtlich, finden wir die höchsten Wind Chill Temperaturen im Winter (07:00 Uhr MEZ) im steirischen Riedelland mit -2 bis -4 Grad im Mittel. Dieser Wertebereich entspricht der thermischen Empfindung „ziemlich kalt“, der auch nach der Häufigkeitsverteilung mit ca. 50 % in dieser Region deutlich dominiert. Danach folgen die Stufen „kalt“ und „sehr kühl“ mit jeweils ca. 20 %. „Bitterkalte“ Bedingungen treten hingegen nur zu 1 bis 2 % der Fälle auf. Im Hochgebirge dominieren gleichermaßen die Stufen „kalt“ bis „bitterkalt“ mit zusammen etwa 75 %, „kühle“ oder „ziemlich kühle“ Bedingungen kommen hier so gut wie nie vor (Abbildung 9.1.3).

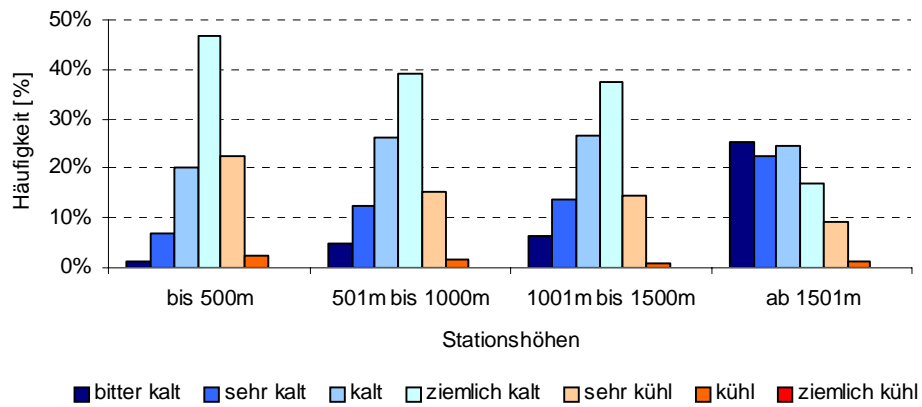


Abbildung 9.1.3: Häufigkeitsverteilung verschiedener Wind Chill Klassen nach Seehöhenbereichen, Periode 1991 bis 2000, 07:00 Uhr MEZ.



## 9.2 Durchschnittliche Wärmebelastung um 14:00 MEZ im Sommer (Äquivalenttemperatur)

Eine häufig in Europa für bioklimatische Zwecke gebrauchte Maßzahl, die die Temperatur und Feuchtigkeit beinhaltet, ist die Äquivalenttemperatur (ÄT). Sie ist physikalisch exakt definiert und beschreibt den Wärmeinhalt der Luft, der der fühlbaren Wärme direkt proportional ist.

Als Faustregel für den täglichen Gebrauch genügt mit hinreichender Genauigkeit

$$\ddot{A}T = T_L + 1,5 e$$

$T_L$  = Lufttemperatur in °C

$e$  = Dampfdruck in hPa

Bei Berücksichtigung höherer Lagen gilt

$$\ddot{A}T = T_L + 2,5 s$$

$s$  = Spezifische Feuchte in g/kg

Ausgehend von mehrjährigen Fragebogenerhebungen über Wettereinfluss und Befindenslage (HARLFINGER und HILLE 1982, HARLFINGER 1978) lässt sich statistisch gesichert nachweisen, dass die Äquivalenttemperatur ein brauchbares Maß für die Abschätzung der Komfort-Diskomfortbedingungen sein kann. Insbesondere dann, wenn man ein sinnvolles Verhalten des Urlaubers voraussetzt, indem dieser die Möglichkeiten des Schattens nutzt und sich so exponiert, dass der Windeinfluss den ihm angenehmen Abkühlungsreiz liefert.

Werden die thermischen Empfindungsstufen als Funktion von Äquivalenttemperatur und Jahreszeit (HARLFINGER 1986) abgeleitet, um dem jahreszeitlichen Adaptationsprozess gerecht zu werden, ergibt sich für einen Aktivitätsumsatz bis zu 130 Watt folgende Einteilung:

Befinden	Nov. - Apr.	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.
sehr kühl	= < 25,9	= < 26,9	= < 31,9	= < 34,9	= < 35,9	= < 32,9	= < 29,9
kühl	26,0 - 35,9	27,0 - 36,9	32,0 - 41,9	35,0 - 44,9	36,0 - 45,9	33,0 - 42,9	30,0 - 39,9
behaftlich	36,0 - 45,9	37,0 - 46,9	42,0 - 51,9	45,0 - 54,9	46,0 - 55,9	43,0 - 52,9	40,0 - 49,9
leichte Wärmebelastung	46,0 - 50,9	47,0 - 51,9	52,0 - 56,9	55,0 - 59,9	56,0 - 60,9	53,0 - 57,9	50,0 - 54,9
mäßige Wärmebelastung	51,0 - 55,9	52,0 - 56,9	57,0 - 61,9	60,0 - 64,9	61,0 - 65,9	58,0 - 62,9	55,0 - 59,9
starke Wärmebelastung	= > 56,0	= > 57,0	= > 62,0	= > 65,0	= > 66,0	= > 63,0	= > 60,0

*Tabelle 9.2.1: Thermische Empfindungsstufen als Funktion der Äquivalenttemperatur [°C].*

Für die Abbildung der Wärmebelastung im Sommer (9.2) wurden die thermischen Empfindungsstufen von Juni bis August gemittelt. Das Ergebnis zeigt, dass im langjährigen Mittel nur das Riedelland bis etwa 500 m im Behaglichkeitsbereich liegt, während in der übrigen Steiermark kühle Bedingungen vorherrschen. Allerdings darf nicht übersehen werden, dass im Tiefland im Sommer mit 20 bis 23 Tagen Wärmebelastung zu rechnen ist. Das entspricht aber nur knapp einem Viertel der Tage im Sommer. Tage mit starker Wärmebelastung sind selten und kommen lediglich an 1 bis 3 Tagen vor.

In den nachfolgenden Tabellen 9.2.2a bis 9.2.2.c sind durchschnittliche Zahl der Tage unterschiedlicher thermischer Empfindungsstufen um 14:00 Uhr MEZ aller verwendeter Stationen aufgelistet.

Es zeigt sich eine erwartungsgemäß deutliche Höhenabhängigkeit der Zahl der Tage mit Wärmebelastung sowie einen sich mit der Höhe abflachenden Jahresgang. Die meisten Tage mit Wärmebelastung treten im Bereich Bad Radkersburg auf, das als schwülereichstes Gebiet Österreichs bekannt ist (WAKONIGG, 1978). Aber auch geschützte Lagen bis ca. 400 m Seehöhe vor allem mit Waldbewuchs, weisen im typischen Illyrikum relativ viel Tage mit Wärmebelastung auf. Dies besonders in einzelnen in den für die Ost- und Weststeiermark so charakteristischen feuchten kleinräumigen Tälern der Riedellandschaft mit beeinträchtigter Belüftung (Lobming). Kühle und sehr kühle Tage treten vermehrt schon in Niederungen der Obersteiermark auf und nehmen mit steigender Seehöhe rasch zu.

Nr.	Name	Sh [m]	Empfindungsstufen	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Summe Sommermonate
1	Admond	648	1	28,0	19,3	7,0	7,2	5,6	4,3	10,8	19,6	27,4	17,1
			2	3,0	8,9	14,8	11,4	10,7	13,4	12,7	10,0	2,6	35,5
			3	0,0	1,8	8,8	9,3	12,3	11,2	6,3	1,4	0,0	32,8
			4	0,0	0,0	0,4	1,6	1,8	1,8	0,2	0,0	0,0	5,2
			5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	1,4
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Aflenz	785	1	29,4	22,6	10,3	9,0	7,5	6,1	14,1	22,8	28,2	22,6
			2	1,6	7,0	14,9	12,4	13,5	16,2	13,0	7,8	1,8	42,1
			3	0,0	0,4	5,8	8,3	9,8	8,2	2,9	0,4	0,0	26,3
			4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0
			5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	Aigen/Ennstal	640	1	28,0	19,3	7,0	7,2	5,6	4,3	10,8	19,6	27,4	17,1
			2	3,0	8,9	14,8	11,4	10,7	13,4	12,7	10,0	2,6	35,5
			3	0,0	1,8	8,8	9,3	12,3	11,2	6,3	1,4	0,0	32,8
			4	0,0	0,0	0,4	1,6	1,8	1,8	0,2	0,0	0,0	5,2
			5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	1,4
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Altenberg/Hartberg	429	1	27,1	16,0	5,8	3,2	3,1	3,1	9,1	17,3	25,5	9,4
			2	3,9	11,6	14,0	13,5	11,6	11,3	13,5	11,2	4,3	36,4
			3	0,0	2,4	9,6	10,5	14,1	15,0	7,0	2,5	0,2	39,6
			4	0,0	0,0	1,3	2,0	2,0	1,2	0,4	0,0	0,0	5,2
			5	0,0	0,0	0,3	0,8	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	1,2
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
10	Bad Aussee	660	1	28,4	20,5	8,7	7,3	5,2	4,4	10,5	19,0	26,7	16,9
			2	2,6	8,5	13,9	12,6	12,6	14,1	13,2	10,9	3,3	39,3
			3	0,0	1,0	8,0	8,8	11,5	10,6	6,1	1,1	0,0	30,9
			4	0,0	0,0	0,4	1,2	1,7	1,8	0,2	0,0	0,0	4,7
			5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
			6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
14	Bad Mitterndorf	810	1	29,0	22,0	10,2	9,5	7,4	5,7	12,3	20,6	27,1	22,6
			2	2,0	7,5	14,0	12,1	12,8	15,6	13,8	9,8	2,9	40,5
			3	0,0	0,5	6,5	7,6	10,2	8,6	3,9	0,6	0,0	26,4
			4	0,0	0,0	0,3	0,8	0,6	1,1	0,0	0,0	0,0	2,5
			5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	Bad Radkersburg	208	1	24,1	12,4	2,6	1,1	0,2	1,1	5,0	14,6	22,2	2,4
			2	6,8	12,0	11,8	8,8	7,9	5,9	11,6	10,9	6,9	22,6
			3	0,1	5,6	13,2	11,6	15,1	17,0	11,4	5,0	0,9	43,7
			4	0,0	0,0	2,5	4,8	4,9	4,4	1,5	0,5	0,0	14,1
			5	0,0	0,0	0,7	2,5	2,0	1,6	0,5	0,0	0,0	6,1
			6	0,0	0,0	0,2	1,2	0,9	1,0	0,0	0,0	0,0	3,1
23	Bruck/Mur	493	1	24,1	12,4	2,6	1,1	0,2	1,1	5,0	14,6	22,2	2,4
			2	6,8	12,0	11,8	8,8	7,9	5,9	11,6	10,9	6,9	22,6
			3	0,1	5,6	13,2	11,6	15,1	17,0	11,4	5,0	0,9	43,7
			4	0,0	0,0	2,5	4,8	4,9	4,4	1,5	0,5	0,0	14,1
			5	0,0	0,0	0,7	2,5	2,0	1,6	0,5	0,0	0,0	6,1
			6	0,0	0,0	0,2	1,2	0,9	1,0	0,0	0,0	0,0	3,1
27	Deutschlandsberg	443	1	25,0	14,0	3,2	1,3	1,5	1,8	5,2	14,7	24,8	4,6
			2	5,9	12,0	13,1	10,8	8,2	8,5	14,8	12,7	4,9	27,5
			3	0,1	4,0	11,3	11,9	15,5	14,7	8,5	3,6	0,3	42,1
			4	0,0	0,0	2,4	3,3	3,7	3,9	1,1	0,0	0,0	10,9
			5	0,0	0,0	0,8	2,1	1,6	1,4	0,2	0,0	0,0	5,1
			6	0,0	0,0	0,2	0,6	0,5	0,7	0,2	0,0	0,0	1,8
35	Feuerkogel	1618	1	31,0	29,5	23,0	21,5	19,9	20,1	25,7	30,3	30,0	61,5
			2	0,0	0,5	7,7	7,2	10,3	10,1	4,3	0,7	0,0	27,6
			3	0,0	0,0	0,3	1,3	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0	2,9
			4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
37	Fischbach	1015	1	30,8	25,5	17,1	14,1	11,3	10,5	18,6	26,0	28,9	35,9
			2	0,2	4,5	11,0	11,3	15,1	16,4	9,7	5,0	1,1	42,8
			3	0,0	0,0	2,9	4,5	4,4	3,9	1,7	0,0	0,0	12,8
			4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,5
			5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 9.2.2a: Durchschnittliche Zahl der Tage unterschiedlicher thermischer Empfindungsstufen um 14:00 Uhr MEZ. (Legende: 1 = sehr kühl, 2 = kühl, 3 = behaglich, 4 = leichte Wärmebelastung, 5 = mäßige Wärmebelastung, 6 = starke Wärmebelastung).

Nr.	Name	Sh [m]	Empfindungsstufen	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Summe Sommermonate
47	Fürstenfeld	273	1	25,2	13,7	4,2	1,9	1,7	2,5	6,0	15,0	23,7	6,1
			2	5,5	11,0	11,9	11,2	11,3	8,9	13,5	10,8	5,8	31,4
			3	0,3	5,3	12,0	11,5	13,2	14,3	9,3	5,0	0,5	39,0
			4	0,0	0,0	2,3	3,4	3,5	3,7	1,0	0,2	0,0	10,6
			5	0,0	0,0	0,6	1,5	1,2	1,1	0,2	0,0	0,0	3,8
			6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	1,1
50	Gleisdorf	375	1	27,3	16,7	5,7	2,8	2,4	2,6	8,6	18,0	25,2	7,8
			2	3,7	11,1	14,8	13,6	11,2	12,8	14,4	10,8	4,6	37,6
			3	0,0	2,2	9,5	10,7	14,5	12,9	6,8	2,2	0,2	38,1
			4	0,0	0,0	0,8	1,8	1,9	1,9	0,2	0,0	0,0	5,6
			5	0,0	0,0	0,2	1,1	1,0	0,4	0,0	0,0	0,0	2,5
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4
57	Graz-Flughafen	337	1	24,7	12,1	2,4	1,4	1,4	1,6	4,9	14,9	23,9	4,4
			2	6,0	12,8	12,3	10,4	7,7	6,9	14,3	11,4	5,8	25,0
			3	0,3	5,1	12,8	11,2	14,4	16,5	9,4	4,6	0,3	42,1
			4	0,0	0,0	2,7	4,5	5,3	4,0	1,3	0,1	0,0	13,8
			5	0,0	0,0	0,8	2,0	1,5	1,5	0,1	0,0	0,0	5,0
			6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0	1,7
58	Graz-Messendorfberg	435	1	24,7	13,9	3,9	1,8	2,0	1,5	5,1	15,0	24,0	5,3
			2	6,1	11,8	13,3	11,9	8,1	8,2	14,4	11,4	5,3	28,2
			3	0,2	4,2	10,1	9,9	15,1	15,5	9,3	4,5	0,7	40,5
			4	0,0	0,1	3,3	4,5	3,9	4,2	1,1	0,1	0,0	12,6
			5	0,0	0,0	0,3	1,5	1,5	1,3	0,1	0,0	0,0	4,3
			6	0,0	0,0	0,1	0,4	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	1,1
60	Graz-Universität	366	1	24,0	12,5	2,7	1,0	1,1	1,7	4,7	14,7	24,2	3,8
			2	6,6	12,1	11,9	10,6	8,4	6,7	13,8	11,7	5,3	25,7
			3	0,4	5,2	11,7	10,7	13,8	15,3	10,3	4,6	0,5	39,8
			4	0,0	0,2	3,6	4,4	5,0	4,9	0,9	0,0	0,0	14,3
			5	0,0	0,0	1,0	2,6	2,2	2,0	0,3	0,0	0,0	6,8
			6	0,0	0,0	0,1	0,7	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	1,6
80	Irdning-Gumpenstein	698	1	28,1	19,5	6,5	6,7	4,8	4,2	10,2	19,5	26,8	15,7
			2	2,9	9,2	15,1	11,4	11,3	12,7	12,3	10,3	3,2	35,4
			3	0,0	1,3	8,9	10,1	12,5	11,3	7,1	1,2	0,0	33,9
			4	0,0	0,0	0,5	1,5	2,3	2,1	0,4	0,0	0,0	5,9
			5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,7	0,0	0,0	0,0	1,1
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
103	Lassnitzhöhe	527	1	26,4	15,4	4,3	2,3	2,3	2,3	7,5	17,5	25,7	6,9
			2	4,2	10,4	13,2	12,3	9,2	9,1	13,0	10,3	4,2	30,6
			3	0,4	4,2	10,5	9,4	13,5	11,9	8,7	3,2	0,1	34,8
			4	0,0	0,0	2,4	4,0	3,8	5,1	0,7	0,0	0,0	12,9
			5	0,0	0,0	0,6	1,9	2,1	2,2	0,1	0,0	0,0	6,2
			6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,6
112	Lobming	414	1	23,5	11,6	2,1	0,8	0,9	1,6	4,0	14,8	24,3	3,3
			2	6,5	12,7	10,8	10,2	7,3	6,5	12,8	11,6	5,3	24,0
			3	1,0	5,4	13,1	10,4	12,0	13,8	11,4	4,4	0,4	36,2
			4	0,0	0,3	3,5	5,1	6,7	4,6	1,4	0,2	0,0	16,4
			5	0,0	0,0	1,5	2,3	3,0	3,6	0,4	0,0	0,0	8,9
			6	0,0	0,0	0,0	1,2	1,1	0,9	0,0	0,0	0,0	3,2
116	Mariazell	865	1	30,0	24,1	13,0	12,4	10,5	9,7	16,7	23,4	27,8	32,6
			2	1,0	5,5	13,0	11,4	14,9	16,9	11,2	6,7	2,2	43,2
			3	0,0	0,4	4,6	5,9	5,1	4,4	2,0	0,9	0,0	15,4
			4	0,0	0,0	0,3	0,2	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,6
			5	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
124	Murau	813	1	27,2	19,8	7,2	6,9	5,2	3,3	10,1	20,5	27,2	15,4
			2	3,8	8,8	14,8	11,4	11,4	14,1	14,9	9,5	2,8	36,9
			3	0,0	1,4	8,6	10,0	12,4	12,5	4,9	1,0	0,0	34,9
			4	0,0	0,0	0,4	1,6	1,8	0,9	0,1	0,0	0,0	4,3
			5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,5
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
136	Mürzzuschlag	758	1	29,7	21,4	11,2	8,6	7,9	6,3	14,2	23,3	28,6	22,8
			2	1,3	7,8	12,5	12,7	14,6	16,0	13,2	6,4	1,3	43,3
			3	0,0	0,8	6,6	6,8	7,2	8,0	2,4	1,3	0,1	22,0
			4	0,0	0,0	0,5	1,4	1,0	0,6	0,2	0,0	0,0	3,0
			5	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
			6	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,6

Tabelle 9.2.2b: Durchschnittliche Zahl der Tage unterschiedlicher thermischer Empfindungsstufen um 14:00 Uhr MEZ. (Legende: 1 = sehr kühl, 2 = kühl, 3 = behaglich, 4 = leichte Wärmebelastung, 5 = mäßige Wärmebelastung, 6 = starke Wärmebelastung).

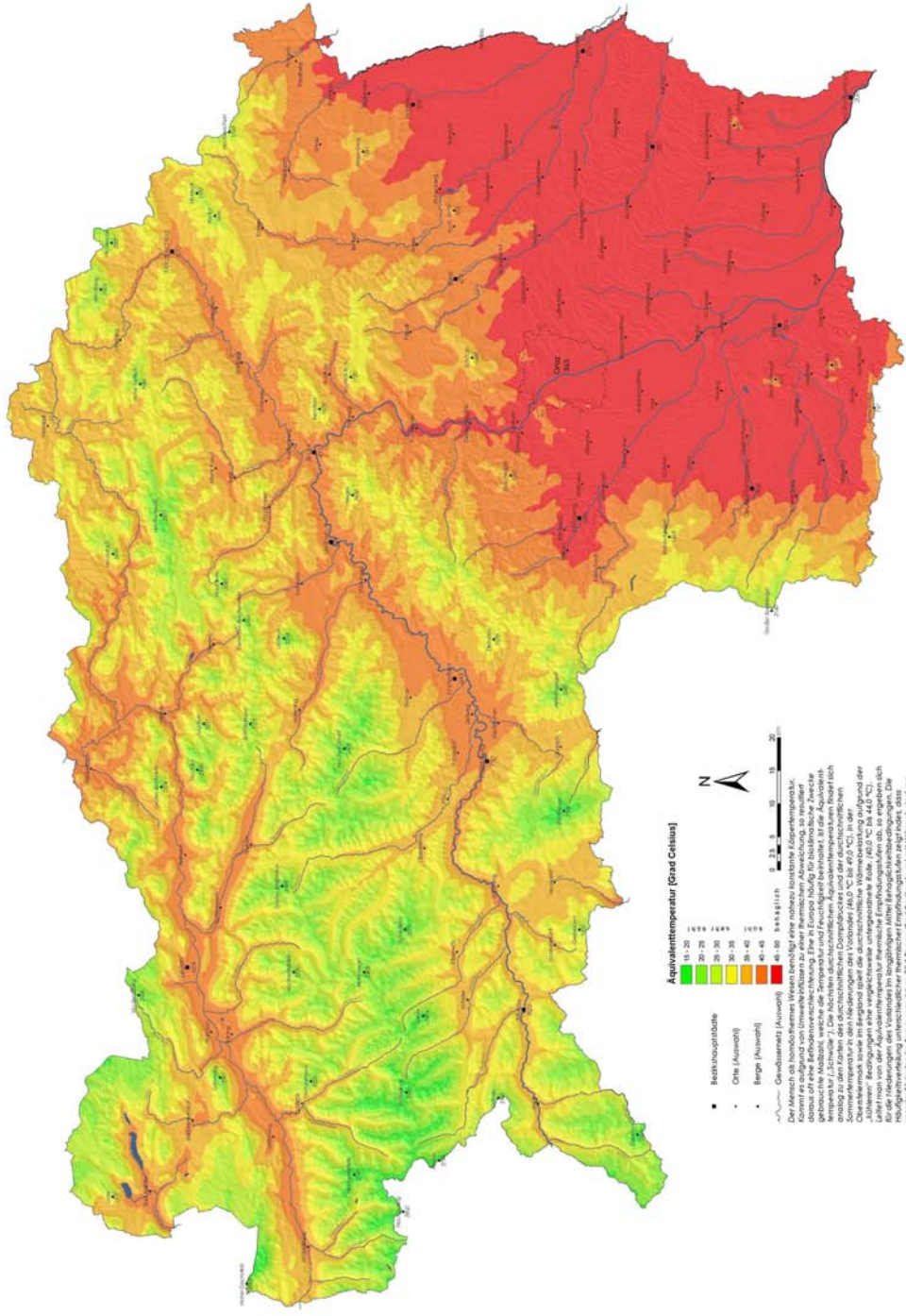
Nr.	Name	Sh [m]	Empfindungsstufen	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Summe Sommermonate
138	Oberwölz	827	1	30,0	24,3	13,1	11,4	10,4	7,8	15,4	24,6	28,8	29,6
			2	1,0	5,6	15,3	14,0	14,2	17,7	13,3	6,1	1,2	45,9
			3	0,0	0,1	2,6	4,4	5,8	5,3	1,3	0,3	0,0	15,5
			4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,6
			5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
139	Oberzeiring	933	1	30,2	25,7	16,4	12,0	13,0	12,4	17,5	25,8	28,9	37,4
			2	0,8	4,3	13,6	14,5	13,0	14,6	12,2	5,1	1,1	42,1
			3	0,0	0,0	1,0	3,5	4,8	4,0	0,3	0,1	0,0	12,3
			4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
			5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
155	Pusterwald	1072	1	30,6	26,0	16,4	13,1	13,1	12,2	19,5	26,9	29,6	38,4
			2	0,4	3,7	12,5	13,2	12,9	15,4	9,9	3,8	0,4	41,5
			3	0,0	0,3	2,1	3,5	4,6	3,4	0,6	0,3	0,0	11,5
			4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
			5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
159	Ramsau am Dachstein	1203	1	30,2	25,5	15,1	13,4	11,0	9,7	15,4	24,3	28,5	34,1
			2	0,8	4,4	12,6	10,7	13,6	15,2	13,1	6,4	1,5	39,5
			3	0,0	0,1	3,3	5,9	6,1	5,9	1,5	0,3	0,0	17,9
			4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,5
			5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
161	Rechberg	926	1	29,7	23,1	11,8	10,4	8,1	6,9	15,4	23,7	28,7	25,4
			2	1,3	6,5	14,6	11,8	14,7	17,4	11,5	7,2	1,3	43,9
			3	0,0	0,4	4,5	6,9	7,1	5,4	3,0	0,1	0,0	19,4
			4	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5	0,9	0,1	0,0	0,0	1,6
			5	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	1,0
			6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,7
169	Rohrmoos	1078	1	30,9	27,5	17,3	16,5	12,9	12,2	21,1	27,8	29,7	41,6
			2	0,1	2,5	13,1	11,9	16,1	17,2	8,6	3,2	0,3	45,2
			3	0,0	0,0	0,6	1,6	2,0	1,6	0,3	0,0	0,0	5,2
			4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
191	St.Michael b.Leoben	565	1	26,9	17,0	5,6	4,4	3,5	2,9	9,4	18,1	26,5	10,8
			2	4,0	10,6	14,6	11,4	10,5	11,2	13,4	11,1	3,5	33,1
			3	0,1	2,4	9,2	10,5	13,9	14,3	6,6	1,8	0,0	38,7
			4	0,0	0,0	1,5	2,5	2,6	1,9	0,6	0,0	0,0	7,0
			5	0,0	0,0	0,1	1,1	0,2	0,6	0,0	0,0	0,0	1,9
			6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,5
195	St.Radegund	725	1	27,5	18,7	6,2	4,0	3,1	2,6	9,1	18,3	26,5	9,7
			2	3,5	9,1	15,0	12,6	10,2	11,7	13,0	9,9	3,4	34,5
			3	0,0	2,2	8,2	9,7	14,3	13,3	7,3	2,8	0,1	37,3
			4	0,0	0,0	1,3	2,8	2,3	2,5	0,5	0,0	0,0	7,6
			5	0,0	0,0	0,3	0,8	1,0	0,8	0,1	0,0	0,0	2,6
			6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3
223	Weiz	465	1	28,5	19,6	7,7	4,7	5,1	4,2	10,6	18,7	26,6	14,0
			2	2,5	9,5	15,9	14,3	12,8	14,2	14,6	10,7	3,2	41,3
			3	0,0	0,9	7,2	9,0	12,1	11,6	4,7	1,6	0,2	32,7
			4	0,0	0,0	0,1	1,4	0,9	0,6	0,1	0,0	0,0	2,9
			5	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	1,0
			6	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
225	Wiel	922	1	30,1	26,0	14,7	12,3	10,7	10,6	17,1	25,1	29,3	33,6
			2	0,8	4,0	14,2	13,5	14,5	16,0	11,2	5,6	0,7	44,0
			3	0,1	0,0	2,0	3,7	5,0	3,4	1,7	0,3	0,0	12,1
			4	0,0	0,0	0,1	0,5	0,6	1,0	0,0	0,0	0,0	2,1
			5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
232	Zeltweg	670	1	27,7	18,7	6,6	5,6	4,1	3,4	9,9	20,2	27,0	13,1
			2	3,3	9,6	15,4	12,4	12,7	14,1	14,9	9,9	3,0	39,2
			3	0,0	1,7	8,7	10,4	12,1	11,6	5,0	0,9	0,0	34,1
			4	0,0	0,0	0,3	1,6	1,9	1,7	0,2	0,0	0,0	5,2
			5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4
			6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 9.2.2c: Durchschnittliche Zahl der Tage unterschiedlicher thermischer Empfindungsstufen um 14:00 Uhr MEZ. (Legende: 1 = sehr kühl, 2 = kühl, 3 = behaglich, 4 = leichte Wärmebelastung, 5 = mäßige Wärmebelastung, 6 = starke Wärmebelastung).



## 9.2 Durchschnittliche Wärmebelastung um 14:00 MEZ im Sommer (Äquivalenttemperatur)

Periode 1991 bis 2000



Äquivalenttemperatur (Grad Celsius)

- 11-20
  - 20-25
  - 25-30
  - 30-35
  - 35-40
  - 40-45
- Bezirkshauptort  
 • Ort (Ausschnitt)  
 • Stadt (Ausschnitt)  
 • Gewässernetz (Ausschnitt)
- 0 5 10 15 20 km  
 N

Der Mensch als homo sapiens ist ein Wesen, das eine relativ konstante Körpertemperatur von ca. 37°C aufrechterhalten muss. Diese Temperatur ist die Grundlage für alle biologischen Prozesse im menschlichen Körper. Die Wärmebelastung im Sommer ist ein wichtiger Faktor für die Gesundheit und das Wohlbefinden. Die Äquivalenttemperatur ist eine Maßzahl, die die Wärmebelastung im Sommer in Form einer einzigen Temperaturangabe darstellt. Sie berücksichtigt die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit und die Windgeschwindigkeit. Die Äquivalenttemperatur ist eine wichtige Maßzahl für die Bewertung der Wärmebelastung im Sommer. Sie ist ein wichtiger Faktor für die Gesundheit und das Wohlbefinden. Die Äquivalenttemperatur ist eine wichtige Maßzahl für die Bewertung der Wärmebelastung im Sommer. Sie ist ein wichtiger Faktor für die Gesundheit und das Wohlbefinden.

Datenherkunft: JAMG, Österreichische Bundesanstalt für Meteorologie und Klimaforschung (AMG), H. Binder, G. Heftberger, Österreichischer A. Tschann

### **9.3 Durchschnittliche Zahl der Tage mit unterschiedlichen Biotropiestufen**

Die Erfassung kurzfristiger Änderungen in der Biosphäre und deren biologische Auswirkungen gilt als besonders schwierig, weil nach bisherigen Untersuchungen der Wettereinfluss im Mittel etwa nur 10 % der zeitlichen Häufungen akuter Krankheitsereignisse oder subjektiver Missempfindungen erklären kann. Zudem sind die Art der Reaktion, ihr Ausmaß und ihre zeitlichen Verhältnisse von den funktionellen Möglichkeiten im Organismus und damit von der vegetativen Ausgangslage bestimmt. Das Reaktionsmuster auf ein konkretes Wetterereignis ist demnach individuell geprägt und überlagert die statistische Koinzidenz zwischen Wettergeschehen und biologischen Abläufen. Um dennoch feststellen zu können, wie und in welcher Stärke die atmosphärische Umwelt auf den Organismus eingreift, wurden verschiedene biometeorologische Ansätze entwickelt (DAUBERT 1958, UNGEHEUER und BREZOWSKY 1965, KUHNKE und KLEIN 1969, BUCHER 1991) die alle zum Ziel haben, eine quantitative und/oder qualitative Abschätzung der Reizstärke des Wetters (Biotropie) zu ermöglichen.

Da bisher die Kausalitätsfrage unbeantwortet bleiben muss, ist es nicht verwunderlich, dass die Wissenschaft nach den meteorologischen oder physikalischen Parametern sucht, die als Indikatoren für den biologischen Wirkungsgrad des Wetters am besten geeignet sind. Obgleich die zahlreichen Studien nicht immer zu einheitlichen Ergebnissen kamen, kristallisierten sich dennoch Wettersituationen heraus, die als besonders biotrop oder kaum biotrop einzustufen sind.

#### **Reizstärke Wetterlagen**

Die stärkste Biotropie kann allgemein auf der Vorderseite eines Tiefdruckgebietes in Verbindung mit Warmluftadvektion und Aufgleitvorgängen erwartet werden. Im nachfolgenden Warmsektor wird zumindest kurzfristig eine Befindensverbesserung beobachtet. Die Rückseite des Tiefdruckgebietes ist durch Kaltluftzufuhr mit labilen Vorgängen gekennzeichnet und weist insgesamt eine etwas geringere Biotropie als die Vorderseite auf. Das biologische Optimum wird bei einer Witterungsharmonie oder bei Hochdrucklagen ohne Luftmassenwechsel und mit einem angenehmen Temperatur-Feuchte-Milieu erreicht.

#### **Änderung bewirkt Reiz**

Bei der Biotropie muss von einer Summenwirkung oder Akkordwirkung aller Wetterelemente ausgegangen werden, wobei die Zeitstruktur von erheblicher Bedeutung ist (SÖNNING 1979). Die Erfahrung bestätigt auch, dass nicht die meteorologischen Absolutwerte - mit Ausnahme von Extremwerten - entscheidend sind, sondern der Biotropiegrad als Funktion des Änderungsbetrages aufgefasst werden muss. Auf diesen Überlegungen basiert auch das Konzept für die Berechnung oder Messung einer fünfteiligen Biotropieskala (HARLFINGER 1989), die

sich aus den 24-stündigen Änderungen der Lufttemperatur ( $\Delta T$  in °C) und des Luftdrucks ( $\Delta p$  in hPa) ergibt.

Die Zuordnung der Biotropiestufen wurde im Vergleich zum Biotropiemeter leicht modifiziert und ergibt sich aus folgender Matrix in Tabelle 9.3.1:

$\Delta p$ \ $\Delta T$	< -6,0	-6,0 bis -2,5	$\pm 2,4$	2,5 bis 6,0	> 6,0
< -8,0	5	4	4	4	5
-8,0 bis -4,5	4	4	3	4	5
$\pm 4,4$	3	3	2	3	4
4,5 bis 8,0	3	2	1	3	4
> 8,0	2	2	1	2	3

*Tabelle 9.3.1: Einteilungsschema der Biotropiestufen von 1 - 5 bei 24-stündigen Änderungen. (1 = sehr günstig, 2 = günstig, 3 = durchschnittlich, 4 = ungünstig, 5 = sehr ungünstig).*

Als Beispiel für eine typische Verteilung der Biotropiestufen bei Annäherung einer Kaltfront aus dem Westen soll die Wetterlage vom 24./25.01.2002 dienen. Sie zeigt die erhöhte Biotropie im präfrontalen Bereich, während nach Durchzug der Front über Frankreich mit der einsetzenden Wetterberuhigung sehr günstige Bedingungen überwiegen (HARLFINGER ET AL. 2004).

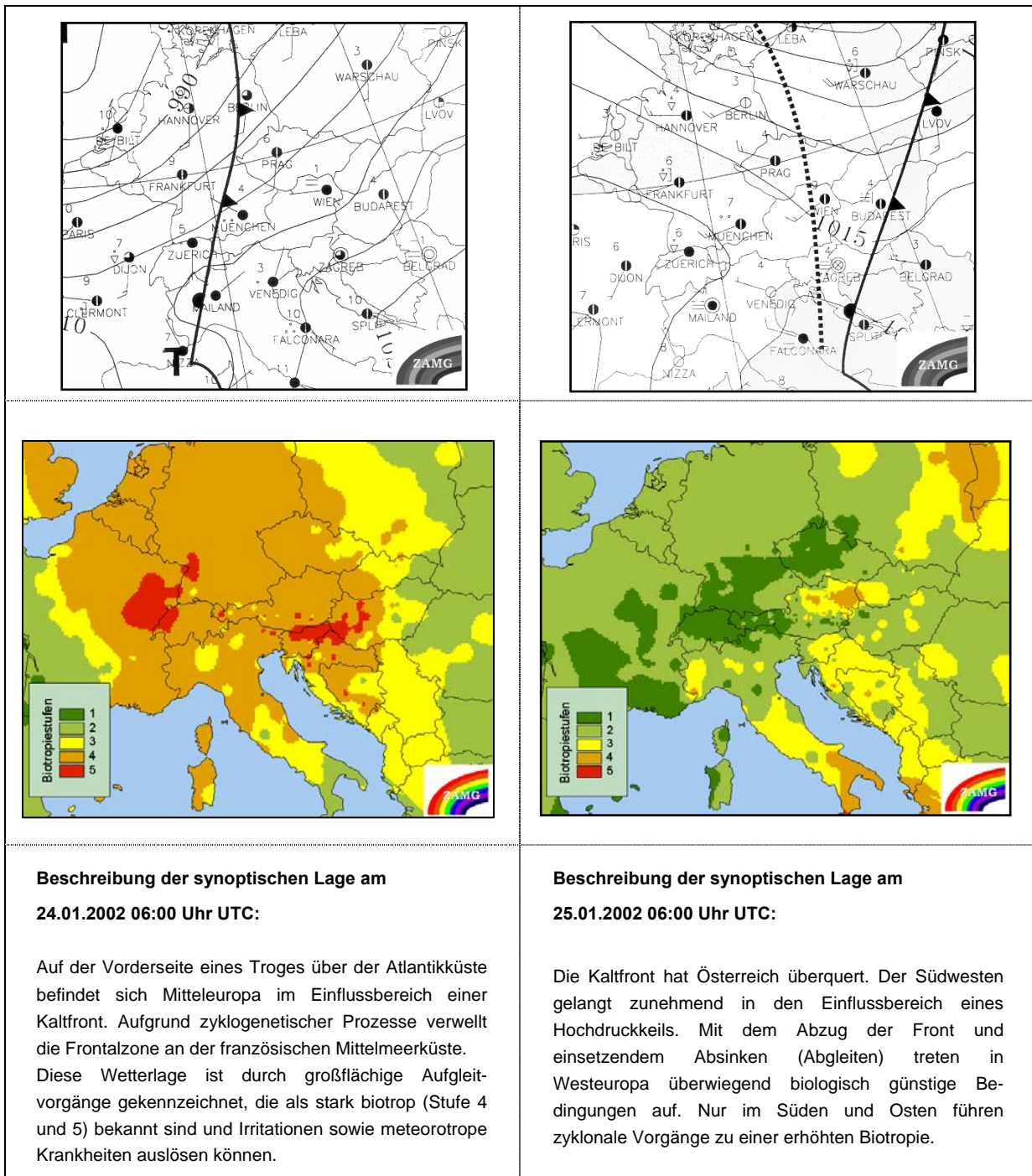


Abbildung 9.3.1: Verteilung der Biotropiestufen sowie Bodenkartanalysen im frontalen Bereich am 24.01.2002 um 06:00 Uhr UTC sowie postfrontal am 25.01.2002 um 06:00 Uhr UTC.

Aus den bisherigen Ergebnissen nach dieser Methode konnte nachgewiesen werden, dass z.B. bei Schülern in Graz signifikant häufiger Irritationen bei hohen Biotropiestufen auftreten als bei geringen Biotropiestufen (HARLFINGER ET AL. 1993). Zu ähnlichen Resultaten kamen auch eine Studie über 5246 Notarzteinsätze in Wien

(GRUSKA ET AL. 1995) und eine Untersuchung über Gehirnblutungen in Graz (GRUBER ET AL. in Vorbereitung).

### **Günstiger Hotsommer**

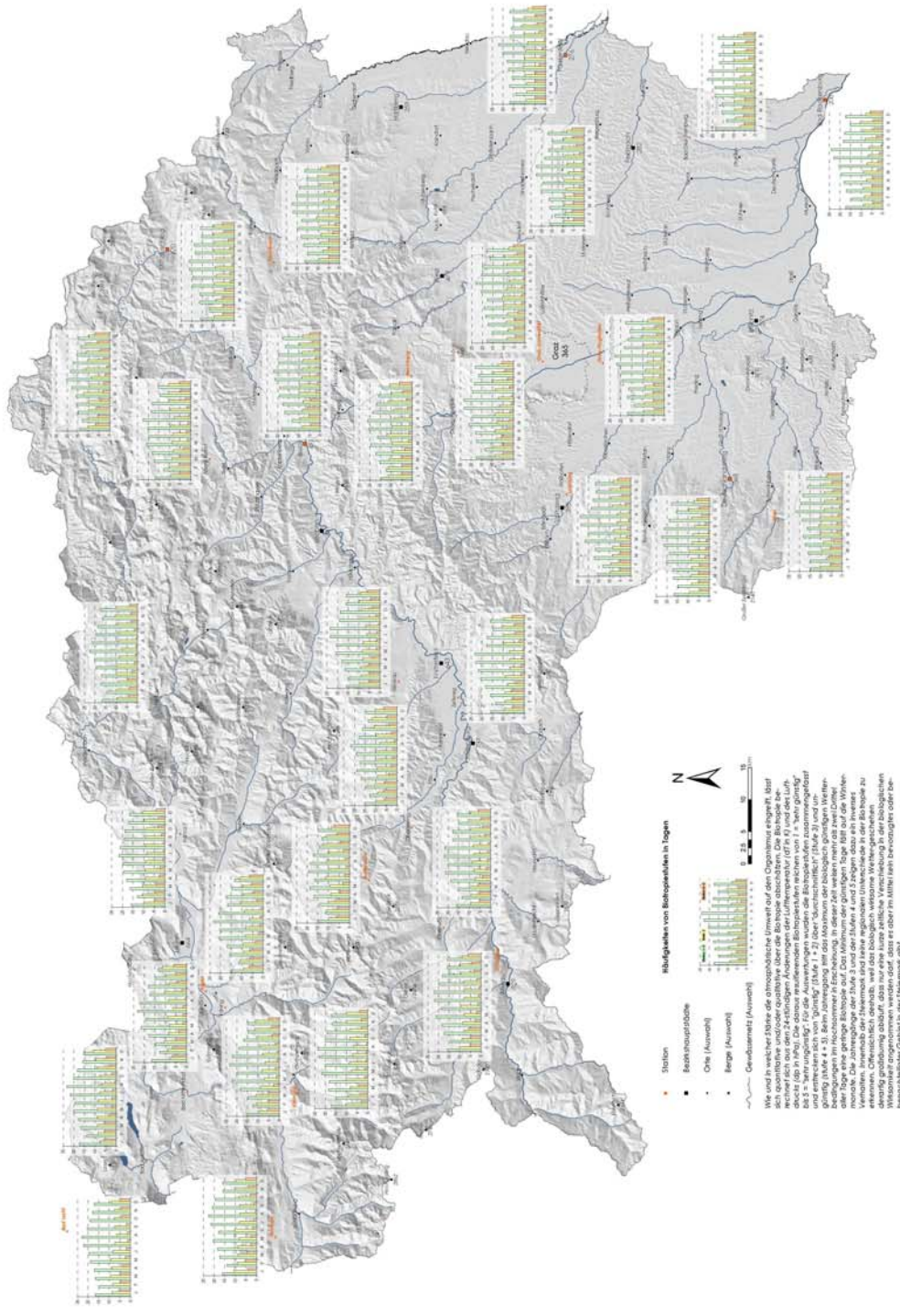
Fasst man die Stufen 1 und 2 und die Stufen 4 und 5 zusammen, ergeben sich daraus eindeutig interpretierbare Jahresgänge. Bei allen Stationen tritt in der Abbildung 9.3 das Maximum mit biologisch günstigen Wetterbedingungen im Hochsommer in Erscheinung. In dieser Zeit weisen mehr als zwei Drittel aller Tage eine geringe Biotropie auf. Das Minimum an günstigen Tagen fällt auf die Wintermonate vorwiegend auf den Februar. Schwach ausgeprägte sekundäre Minima im Frühsommer und Herbst lassen auf eine Häufung dynamischer Wetterumstellungen schließen. Die Jahresgänge der Stufen 4 und 5 zeigen dazu ein inverses Verhalten. Nur die mittlere Biotropiestufe weist eine geringe jahreszeitliche Abhängigkeit auf. Die Zahl der Tage mit hoher Biotropie bleibt aber selbst im Winter mit etwa 5 im Monat immer noch wesentlich hinter den Tagen mit günstiger Biotropie. Im Sommer spielen hingegen biotrope Wetterlagen eine untergeordnete Rolle (HARLFINGER ET AL. 2002).



### 9.3 Durchschnittliche Zahl der Tage mit unterschiedlichen Biotropiestufen

Periode 1991 bis 2000

# KLIMAAATLAS STEIERMARK



# 9 SYNTHETISCHE KARTEN

## 9.4 Durchschnittliche Zahl der Tage mit idealem Badewetter

Welche Freiluftaktivitäten möglich sind, hängt maßgeblich vom jeweiligen Wetter ab. So schätzt beispielsweise der Wanderer niederschlagsfreie und thermisch angenehme oder kühle Bedingungen, der Badegast wünscht sich hingegen Wärme und Sonne. Entsprechend dieser unterschiedlichen Vorstellungen wurden in den letzten Jahrzehnten div. Wetterklassifikationen (HEURTIER 1968, GAFFNEY 1976, BESANCENOT ET AL. 1978, MIECZKOWSKI, 1986) entwickelt, die einen meteorologischen Beurteilungsgrad für verschiedene Freizeitaktivitäten von ideal bis nicht empfehlenswert ermöglichen.

### Definition

In unserem Fall beschränkte man sich auf eine Kombination aus Temperatur und Sonnenscheindauer. Ideales Badewetter setzt dabei voraus, dass das Temperaturmaximum mindestens 25°C (Sommertag) beträgt und die Sonne mehr als 6 Stunden scheinen muss. Das Ergebnis in Abbildung 9.4 zeigt, dass die besten Bedingungen im unteren Murtal erwartet werden können, wo im Hochsommer zu fast 60 % aller Tage diese Voraussetzungen gegeben sind. Das Riedelland weist nahezu ähnlich günstige Verhältnisse auf. In der Mur- Mürztalfurche und im Ennstal sind in den Hochsommermonaten nur noch 11 – 13 ideale Badetage pro Monat zu erwarten und ab 1300 m Seehöhe tritt ideales Badewetter praktisch nicht mehr auf.

### Badesaison

Die Badesaison beginnt in den Niederungen des Alpenvorlandes mit einzelnen Tagen im April, in den Tälern der Obersteiermark erst im Mai. Gegen Ende des Sommers nehmen die Badetage rasch ab. Erste Kaltluftvorstöße aus dem Norden beenden die Badesaison in der Obersteiermark meist bereits Anfang September, im Riedelland (illyrisches Klima) erst Mitte September.

In den Abbildung 9.4.1 bis 9.4.5 sind die Zahl der Tage mit idealem Badewetter für fünf Stationen wiedergegeben.

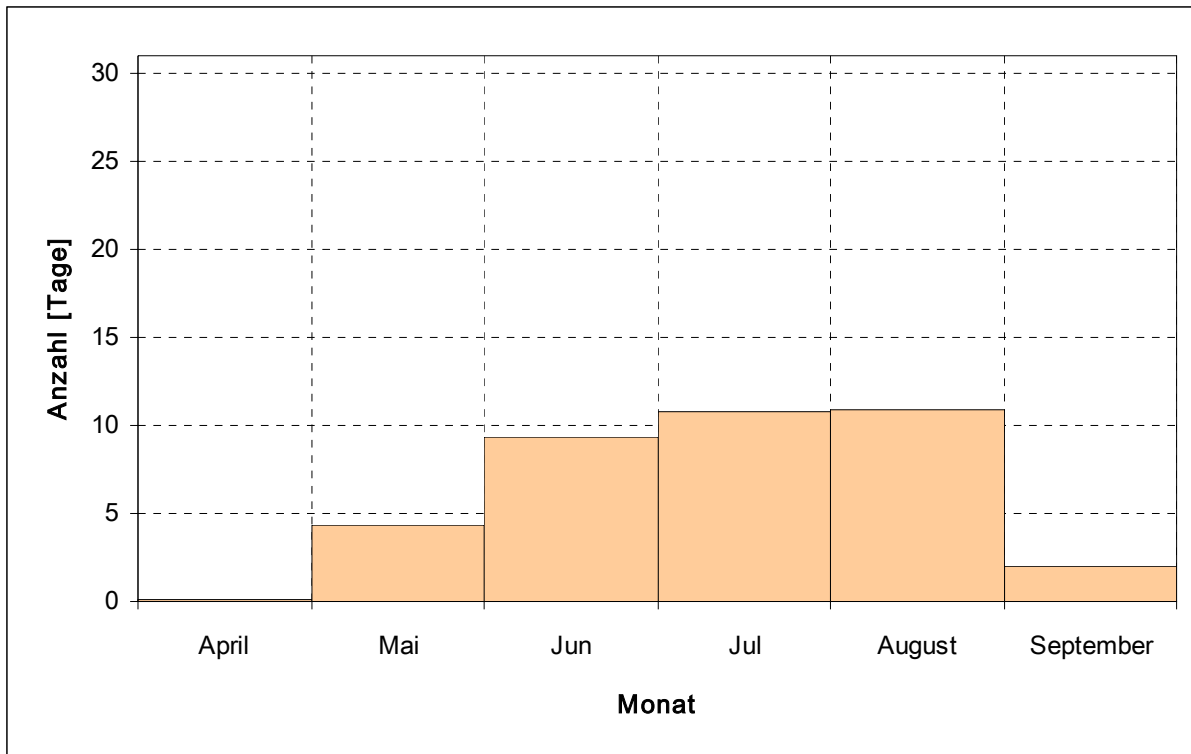


Abbildung 9.4.1: Durchschnittliche Zahl der Tage mit idealem Badewetter, Station Aigen/Ennstal, Sh 640 m.

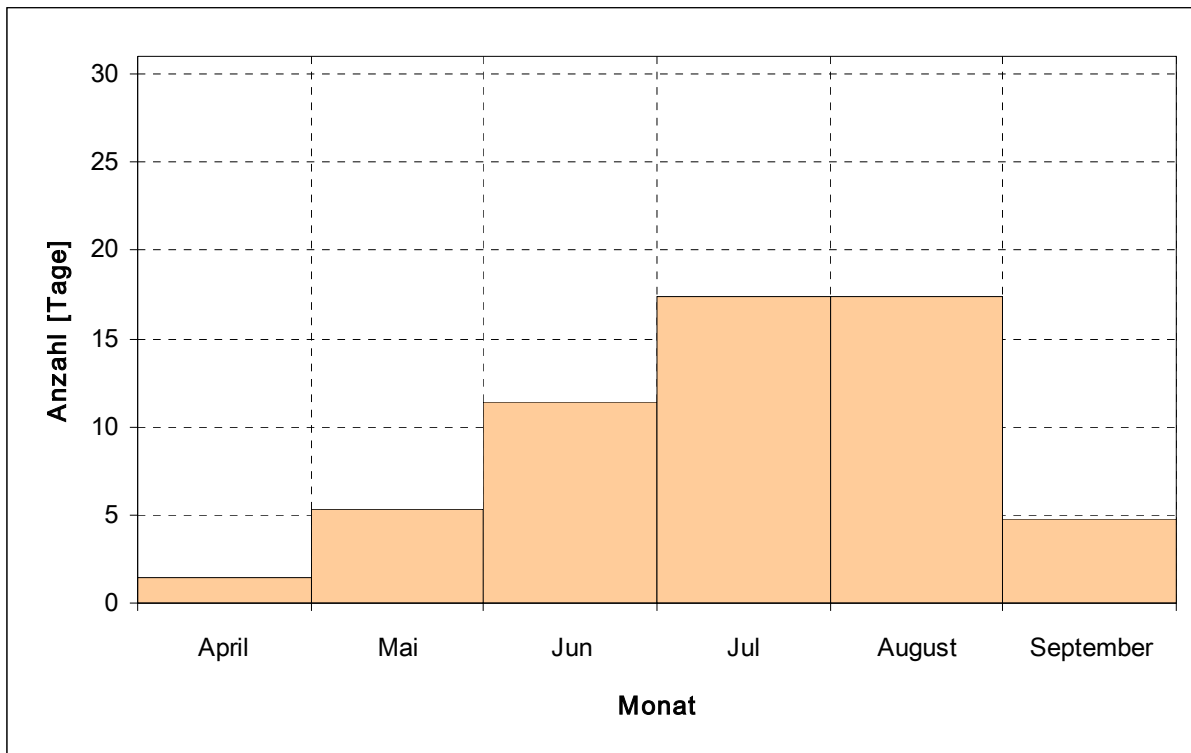


Abbildung 9.4.2: Durchschnittliche Zahl der Tage mit idealem Badewetter, Station Bad Gleichenberg, Sh 293 m.



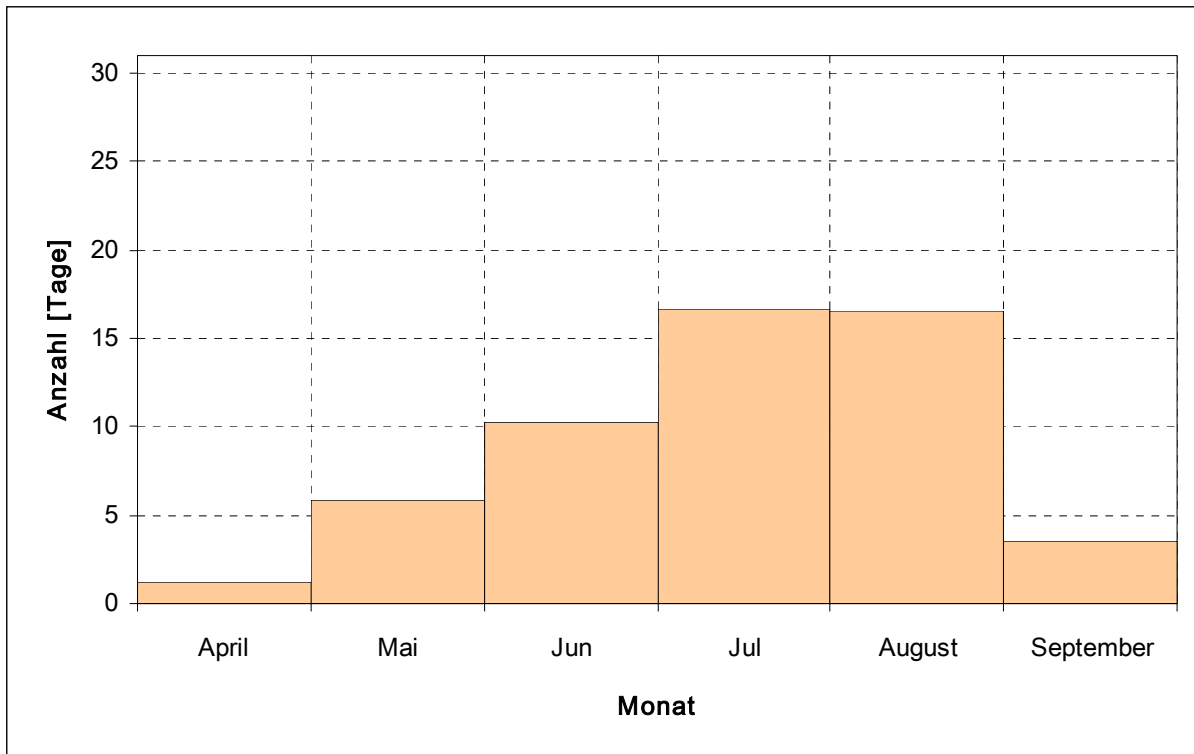


Abbildung 9.4.3: Durchschnittliche Zahl der Tage mit idealem Badewetter, Station Graz-Flughafen, Sh 337 m.

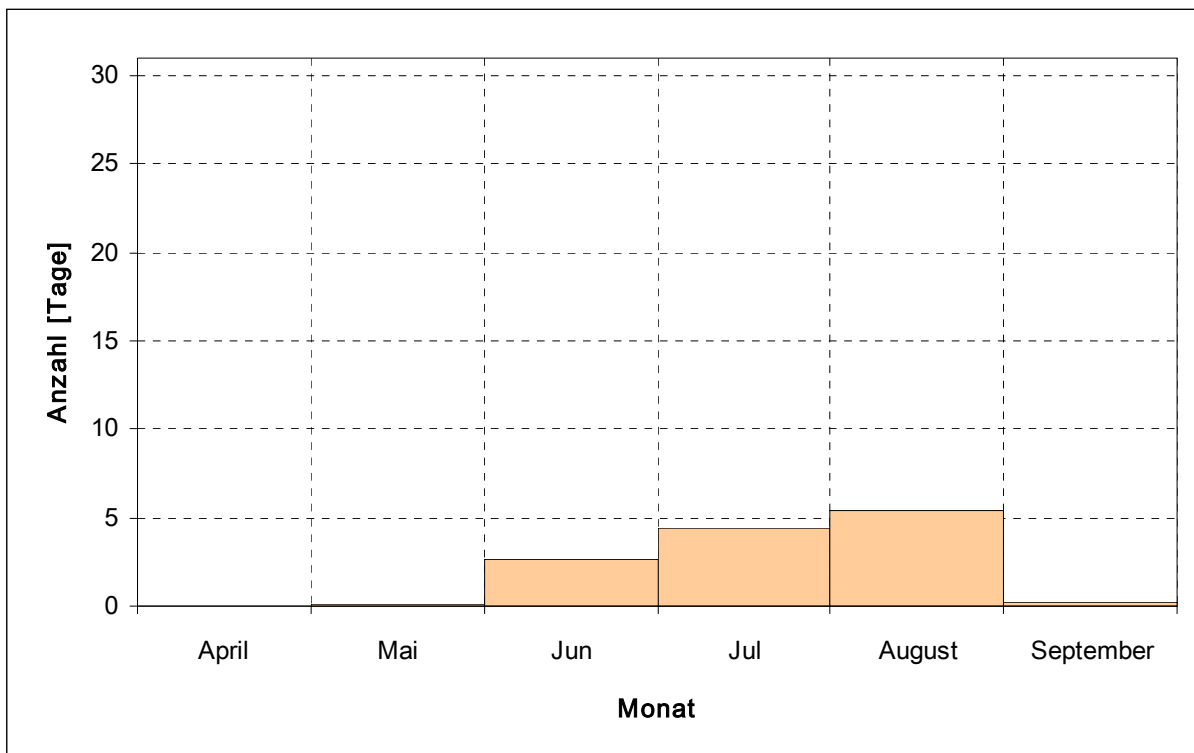


Abbildung 9.4.4: Durchschnittliche Zahl der Tage mit idealem Badewetter, Station Ramsau am Dachstein, Sh 1203 m.

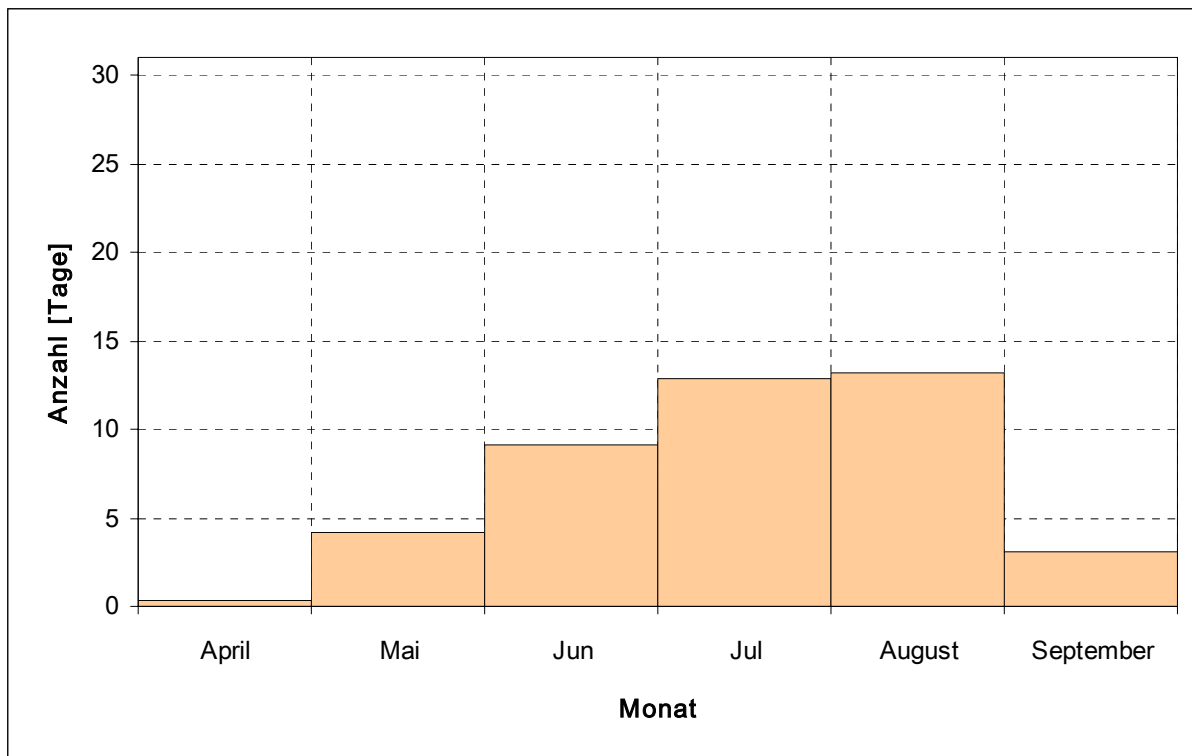
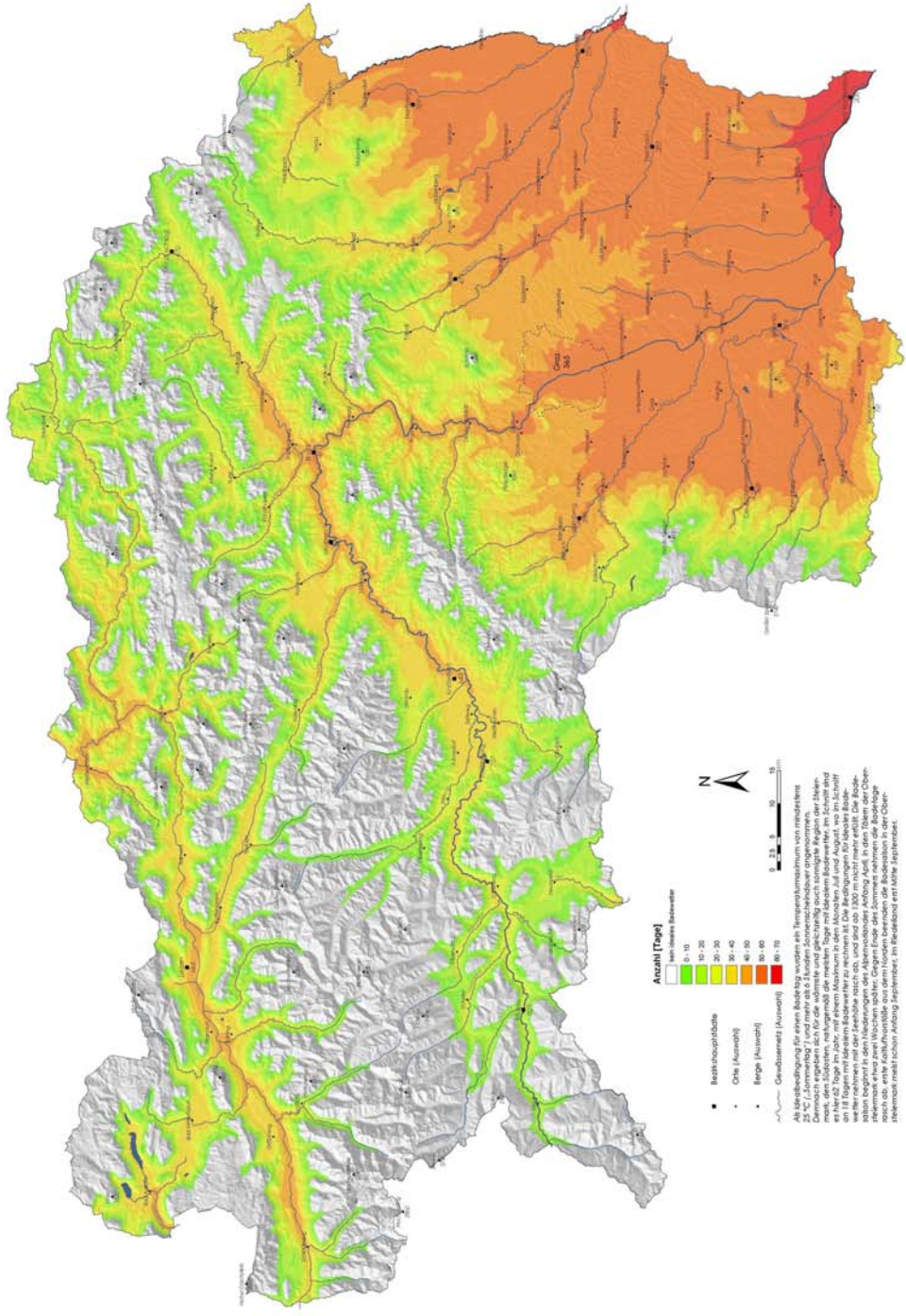


Abbildung 9.4.5: Durchschnittliche Zahl der Tage mit idealem Badewetter, Station St. Michael b. Leoben, Sh 565 m.

## 9.4 Durchschnittliche Zahl der Tage mit idealem Badewetter

Periode 1991 bis 2000



**Anzahl [Tage]**

- kein ideales Badewetter
- 0-10
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- 40-50
- 50-60
- 60-70

■ Bezirkshauptstadt  
 • Ohe (Auenöhe)  
 • Höhe (Auenhöhe)  
 — Gewässernetz (Auennetz)

0 2,5 5 10 15 km  
 N

Ab Überbedingung für einen Badetag wurden als Temperatursummen von mindestens 25 °C („Sonnentag“) und mehr als 6 Stunden Sonneneinstrahlung angenommen. Die Berechnung der Anzahl der Tage mit idealem Badewetter im Schnitt sind es hier 42 Tage im Jahr, mit einem Maximum in den Monaten Juli und August, wo im Schnitt weiter mehr als mit der Zahl der Tage nach ab, und sind ab 1000 m nicht mehr erfüllt. Die Badewetterbedingung ist den Höhenlagen der Alpen ab etwa 1000 m nicht mehr erfüllt. Die Badewetterbedingung ist in den Auenhöhen bis zum Ende der Auenzone in der Ebene nach ab, erste Kaufmannhöhe aus dem Norden bis in die Badewetterzone in der Ebene. Die Badewetterzone beginnt im Bereich der Auenzone im Bereich der Auenzone.

Datenerheber: JAMG  
 Österreichische Bundesanstalt für Meteorologie und Hydrologie (BAMH)  
 Auswertungssoftware: A. Tschann

## 9.5 Ergänzende und weiterführende Literatur

- Besancenot, J.P. (1978): Les conditions climatiques du tourisme littoral: une  
Mounier, J. méthode de recherche compréhensive.  
Lavenne, F. Norois, t. XXV, 99.
- Bucher, K. (1991): Die objektive Analyse des Wetters unter  
medizinmeteorologischen Gesichtspunkten als Grundlage  
für die Beratung und Forschung.  
Wetter und Leben 43, H. 4, 251-268.
- Bucher, K. (1992): Die Bedeutung des thermischen Wirkungskomplexes im  
Wirkungsakkord des Wetters am Beispiel von Todesfällen  
im Herz-Kreislaufbereich.  
Ann.Met., 28, Offenbach, 121-124.
- Daubert, K. (1958): Spezifische Reizkomponenten des Wetters und ihre  
Beziehungen zum gesunden und kranken Organismus.  
Med.Med.Hefte Nr. 13 - Seewetteramt Hamburg DWD.
- Dixon, J.C. (1987): Wind-chill indices - a review.  
Prior, M.J. Meteorological Magazine, 116, No 1374, 1-17.
- Dixon, J.C. (1991): Wind-chill - it's sensational.  
Weather 46, 141-144.
- Driscoll, D.M. (1987): Windchill The „Brrrr“ Index.  
In: Weatherwise. 40, 321-326.

- DWD-Geschäftsfeld (1995): Die gefühlte Temperatur.  
Medizin-Meteorologie, der Wetterlotse Nr. 585, 309-311.
- Gaffney, D.O. (1976): An Analysis of Meteorological Parameters for Tourism.  
Recreation and related outdoor activities in Australia.  
Bureau of Meteorology, Melbourne 46. Anzaas Congress,  
Hobart.
- Gruber, et al : Effects of Meteorological Factors on Cerebral  
Haemorrhage (in Vorbereitung).
- Gruska, M. (1995): Circannual Variation of sudden cardiac Death and  
Gaul, G. Environmental Temperature.  
Harlfinger, O. World Conf. on Chronobiology and Chronotherapeutics  
Marktl, W. und Kaff, A. Biol. Rhythm. Research Vol. 26, No. 4, 397.
- Harlfinger, O. (1978): Thermisches Empfinden im Hinblick auf den Einfluss der  
Adaptation.  
Arch. Med.Geoph.Biokl. Ser. B, 26, 365-371.
- Harlfinger, O. (1982): Kopfschmerzen und Kreislaufbeschwerden in  
Hille, H. Abhängigkeit vom Wetter.  
Notabene medici 3, 181-193.
- Harlfinger, O. (1986): Klima und Urlaub - Die Bioklimatologie als notwendige  
Ergänzung zur Reisemedizin.  
In: Wetter - Klima –menschliche Gesundheit.  
Hrsg.: Volker Faust, Hippokrates Verlag Stuttgart.
- Harlfinger, O. (1989): Biologische Reizstärke des Wetters Erfassung mit dem  
Biotropiometer als neuartigem Messgerät.  
Münch.med.Wschr. 131, Nr. 43,786-789.

- Harlfinger, O. (1993): Resultate einer Untersuchung wetterbedingter  
Kobinger, W. Befindensstörungen bei Schulkindern.  
Fischer, G. Der informierte Arzt – GM, 14, 531-532.
- Harlfinger, O. (2002): Bioklimatische Studie der Steiermark- Planungsgrundlage  
Pilger, H. für den Gesundheits- und Erholungstourismus.  
Rieder, H. Graz, ZAMG, 51S. Auftragsstudie des Landeshygienikers  
der Steiermark.
- Harlfinger, O. (2004): Spatial and Seasonal Distribution of Bioclimatic Indices in  
Pilger, H. the State of Styria as a Basis for Holiday Planning.  
Rieder, H. Hrvatski meteoroloski casopis, 39, 103-119.  
Köck, M.  
Pichler-Semmelrock, F.P.
- Heurtier, R. (1968): Study of the Touristic Synoptic Climatology of Western  
Europe and the Mediterranean Region during the Summer  
Season. La Meteorol. II – 1 und 4.
- Höppe, P. (1984): Die Energiebilanz des Menschen.  
Münchener Universitätsschriften – Fachbereich Physik.  
Wiss.Mitt. 49, Univ. München.
- Kuhnke, W. (1969): Erläuterung zur Dezimalklassifikation des Wetter-  
Klein, E. geschehens.  
Ber. D. DWD 114, 29.
- Mieczkowski, Z. (1986): The tourism climatic index: a method of evaluating world  
climates for tourism.  
Geographie Humaine No. 1,220-233.

- Rees, W.G. (1993): A new wind-chill nomogram.  
Polar Record 29 (170), 229-234.
- Siple, P.A. (1945): Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing  
Pasel, C.F. temperatures.  
Proc Am Philos Soc. 89, 177-199.
- Sönning, W. (1979): Wettereinfluß bei rheumatischer Erkrankung.  
Ärztl.Praxis Nr.79.
- Steadman, R.G. (1971): Indices of wind chill of clothed persons.  
J Appl. Meteorol. 10, 674-683.
- Steadman, R.G. (1984): A universal scale of apparent temperature.  
J Clim and Appl. Meteorol. 23, 1674-1687.
- Terjung, W.H. (1966): Physiologic climates of the conterminous United States;  
a bioclimatological classification based on man.  
Ann.Ass.Amer.Geogr. 56, 141-179.
- Ungeheuer, H. (1965): Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit als Indikatoren  
Brezowsky, H. biosphärischer Akkordschwankungen.  
Met. Rdsch. 18, H. 4.
- Vogt, J.J. (1981): Required Sweat Rate as an Index of Thermal Strain in  
Candes, V. Industry.  
In: Bioengineering, Eds.: Cena, K., Clark JB.  
Elsevier, Amsterdam -Oxford - New York.
- Wenzel, HG. (1980): Klima und Arbeit.  
Piekarski, C. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und  
Sozialordnung, München.

Zaninovic, K. (1992): Limits of Warm and Cold Bioclimatic Stress in Different Climatic Regions.  
Theor. Appl. Climatol. 45, 65-70.