

KLIMAAATLAS STEIERMARK

Projektleiter: H. Pilger

Kapitel 2

TEMPERATUR

H. Wakonigg

Kartographische Bearbeitung

V. Hawranek, A. Podesser, H. Rieder



ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE
UND GEODYNAMIK

Version 2.0

Inhaltsverzeichnis

2.0	Allgemeines	4
2.0.1	Wesen und Bedeutung der Lufttemperatur.....	4
2.0.2	Die Messung der Lufttemperatur	6
2.0.3	Die mathematische Auswertung der Messwerte	9
2.0.4	Lufttemperatur und aktuelle Klimaänderung.....	10
2.0.5	Temperaturfaktoren	12
2.0.6	Datenmaterial	15
2.1	Durchschnittliche Jahrestemperatur.....	17
2.2	Durchschnittliche Jännertemperatur	23
2.3	Durchschnittliche Julitemperatur	28
2.4	Durchschnittliche Jahresschwankung der Lufttemperatur.....	32
2.5	Durchschnittliche aperiodische Tagesschwankung	35
2.6	Durchschnittliche Dauer der Vegetationsperiode ($\geq 5^{\circ}\text{C}$).....	44
2.7	Durchschnittlicher Beginn der Vegetationsperiode ($\geq 5^{\circ}\text{C}$).....	48
2.8	Durchschnittliches Ende der Vegetationsperiode ($\geq 5^{\circ}\text{C}$)	51
2.9	Durchschnittliche Dauer der Vegetationsperiode ($\geq 10^{\circ}\text{C}$).....	53
2.10	Durchschnittlicher Beginn der Vegetationsperiode ($\geq 10^{\circ}\text{C}$).....	56
2.11	Durchschnittliches Ende der Vegetationsperiode ($\geq 10^{\circ}\text{C}$)	58
2.12	Frühestes Datum mit einer mittleren Tagestemperatur von wenigstens 16,5°C	60
2.13	Frühestes Datum mit einer mittleren Tagestemperatur von wenigstens 18,0°C	62
2.14	Normalwert des durchschnittlich täglichen Temperaturminimums im Jänner	64
2.15	Normalwert des durchschnittlich täglichen Temperaturminimums im Juli	72
2.16	Durchschnittliche Zahl der Frosttage	75
2.17	Durchschnittliche Zahl der Eistage	83
2.18	Durchschnittliches Eintrittsdatum des letzten Frostes.....	86

2.19	Durchschnittliches Eintrittsdatum des ersten Frostes	90
2.20	Durchschnittliches Eintrittsdatum des letzten Frostes mit wenigstens -2°C ..	93
2.21	Durchschnittliches Eintrittsdatum des ersten Frostes mit wenigstens -2°C ...	96
2.22	Durchschnittliche Dauer der frostfreien Zeit.....	98
2.23	Durchschnittliche Dauer der Zeit ohne Fröste mit wenigstens -2°C	100
2.24	Durchschnittlichen Zahl der Sommertage	102
2.25	Durchschnittliche Zahl der Tropentage	107
2.26	Durchschnittliche Zahl der Tage mit strengem Frost ($\leq -10^{\circ}\text{C}$)	111
2.27	Durchschnittliche der Zahl der Heiztage	117
2.28	Durchschnittliche Heizgradsumme.....	123
2.29	Durchschnittliches Eintrittsdatum des ersten Heiztages	126
2.30	Durchschnittliches Eintrittsdatum des letzten Heiztages.....	130
2.31	Durchschnittliche Temperaturänderung vom Früh- zum Mittelherbst (September und Oktober)	132
2.32	Durchschnittliche Temperaturänderung vom Spätherbst zum Frühwinter (November und Dezember).....	135
2.33	Durchschnittliche Temperaturänderung vom Hoch- zum Spätwinter (Jänner und März).....	137
2.34	Durchschnittliche Temperaturänderung vom Frühjahr zum Frühsommer (April und Juni).....	139
2.35	Durchschnittliche Temperaturänderung vom Hoch- zum Spätsommer (Juli und August)	143
2.36	Ergänzende und weiterführende Literatur.....	145

2.0 Allgemeines

2.0.1 Wesen und Bedeutung der Lufttemperatur

Wenn im allgemeinen Sprachgebrauch und vielfach auch in der Klimatologie von der Temperatur die Rede ist, wird meist der Hinweis unterlassen, dass es sich bei der in Rede stehenden Temperatur um die Lufttemperatur handelt. Immerhin gibt es in unserer Umwelt genügend andere Komponenten, deren Temperaturen ebenfalls von bedeutendem Einfluss sind, etwa die Wasser- oder Erdbodentemperaturen.

Definition

Die Temperatur eines Körpers beschreibt eine Form der Energie, nämlich die fühlbare Wärmeenergie, die bei der Lufttemperatur physikalisch genau als „die freie Weglänge der Moleküle“ definiert wird, etwas allgemeiner als die Bewegungsenergie der Luftmoleküle, deren Zunahme sich entsprechend in einer mess- und fühlbaren Temperaturzunahme äußert.

Wasserdampfeinfluss

Bei der Luft ist dazu noch die latente Wärmeenergie oder einfacher „latente Wärme“ zu unterscheiden, welche in Form des unsichtbaren Wasserdampfes vorhanden ist und durch Kondensation dieses Wasserdampfes in fühlbare Wärme umgewandelt werden kann. Addiert man den maximal möglichen zusätzlichen Wärme- bzw. Temperaturbetrag im Sinne der vollkommenen Kondensation des gesamten Wasserdampfes zur fühlbaren Temperatur, erhält man die Pseudopotentielle oder Äquivalentpotentielle Temperatur, welche nun für einen gegebenen Luftdruck den gesamten Energieinhalt der Luft beschreibt, aber auch ein guter Vergleichswert für unterschiedliche Schwülemaße und damit unterschiedliches Schwüleempfinden ist.

Die fühlbare und direkt messbare Lufttemperatur ist also nur eine Komponente des Energieinhaltes der Luft und dazu noch für das subjektive Wärmeempfinden des Menschen aber auch der sonstigen Lebewesen fallweise sogar eine untergeordnete, zu der je nach Witterung und Eigenschaften der Luft noch einige andere hoch wirksame Komponenten kommen.

Windeinfluss

Dabei ist zuerst der Wind zu nennen, der im Sinne der Abkühlungsgröße bei hohen Temperaturen zu einer angenehmen Erleichterung führen kann, bei tieferen Temperaturen aber zu unangenehmer Abkühlung und schließlich sogar zu gefährlicher bis lebensbedrohender Unterkühlung. Diese kombinierte Wirkung von Wind und Lufttemperatur wird als Abkühlungsgröße – oder moderner – als „Wind-Chill“ bezeichnet, wofür es verschiedene Berechnungsmethoden gibt, denen aber meist gemeinsam ist, dass man den Wind-Chill durch eine vergleichbare Temperatur

bei Windstille bzw. Schwachwind ausdrückt, d.h. durch jene, die bei Fast-Windstille die selbe Abkühlungswirkung ausübt wie die tatsächlich beobachtete Kombination von Lufttemperatur und Wind. Mit diesem Zahlenwert ist die gemeinsame Abkühlungswirkung auch leichter verständlich und vorstellbar als mit Hilfe von abstrakteren Energiemaßen.

Strahlungseinfluss

Als weitere Komponente des subjektiven Temperaturempfindens und damit der von außen auf den Wärmehaushalt unseres Körpers wirkenden Faktoren ist die Globalstrahlung zu nennen, d.h. die Summe der kurzwelligen Sonnen- und Himmelsstrahlung, die unter bestimmten Umständen ebenfalls für den Wärmehaushalt des Körpers wichtiger werden kann als die bloße Lufttemperatur. Zu denken ist z.B. an das den Wintersport im Gebirge ergänzende „Sonnenbad“, bei dem auch im Winter in großer Höhe ein Aufenthalt im Freien mit weitgehend entblößtem Körper „in der Sonne“ noch als angenehm empfunden wird, in der unmittelbaren Umgebung im Schatten aber trotz der so gut wie gleichen Lufttemperatur wegen der fehlenden Einstrahlung aber völlig ausgeschlossen ist.

Ähnliches gilt für den Aufenthalt im Schwimmbad oder am Strand mit nasser Haut, welcher „in der Sonne“ als angenehm, im Schatten aber als viel zu kalt empfunden wird. Schließlich erscheint an warmen Sommertagen ein Aufenthalt „in der Sonne“ geradezu unerträglich zu sein, während der Aufenthalt im Schatten – bei so gut wie gleicher Lufttemperatur aber weitgehend fehlender Sonnenstrahlung – als angenehm empfunden wird.

Feuchteinfluss

Die nächste Komponente ist die Luftfeuchtigkeit, die als absolute Feuchtigkeit, d.h. als tatsächlich in der Luft enthaltene Wasserdampfmenge – meist in Form des Dampfdruckes beschrieben – ebenfalls über das Schwüleempfinden unser Wärmeempfinden und unseren Energiehaushalt beeinflusst. Die Beschreibung des Schwülemaßes über die Äquivalentpotentielle Temperatur wurde bereits angesprochen, meist geschieht sie aber durch die bloße Angabe des Dampfdruckes der Luft.

Ausstrahlung

Die letzte wichtige Komponente ist schließlich die langwellige Ausstrahlung der uns umgebenden Oberflächen, etwa Mauern, Felsen oder des heißen Erdbodens (z.B. Asphalt), zu nennen, die allerdings nur bei hohen Temperaturen, d.h. an heißen Sommertagen oder in heißeren Klimaten als wirklich störender bioklimatischer Faktor empfunden wird.

Zusammengefasst und überspitzt formuliert wird somit ein Aufenthalt bei Windstille in praller Sonne bei maximalem Wasserdampfgehalt der Luft in einer Umgebung mit erhitzten Oberflächen auch bei einer ganz gewöhnlichen Lufttemperatur von 22°C

(„Zimmertemperatur“) als unerträglich heiß empfunden werden, während der Aufenthalt im Schatten innerhalb von kalten Oberflächen bei heftigem Wind und sehr geringer Luftfeuchtigkeit bei der selben Lufttemperatur als unerträglich kalt empfunden wird.

Trotz der Funktion der Lufttemperatur als nur einer von mehreren auf unser Wärmeempfinden wirkenden Faktoren kommt ihrer Beschreibung in der Klimatologie eine erstrangige Bedeutung zu. Das hat damit zu tun, dass ihre Messung im Gegensatz zu den komplexen oder sehr variablen vorhin genannten Komponenten vergleichsweise einfach ist, dass bereits sehr lange und einigermaßen homogene Messreihen über die Lufttemperatur existieren, dass sie sich gut zur Beschreibung von unterschiedlichen Klimazonen und Klimaregionen sowie insbesondere klimatischen Höhenstufen eignet, dass sich Klimaänderungen am einfachsten und klarsten über die Lufttemperatur erkennen und beschreiben lassen und, dass sie regional betrachtet viel einheitlicher und allgemein gültiger ist als einige andere Komponenten. Die Erdbodentemperatur oder die auf den Erdboden wirkende Globalstrahlung ist z.B. in unserer Umgebung als buntes kleinräumiges Mosaik mit extremen Unterschieden verteilt, während die Lufttemperatur auf viele Kilometer Distanz und sogar zwischen sonnigen und schattigen Lagen recht ähnlich ist.

2.0.2 Die Messung der Lufttemperatur

Quecksilberthermometer

Zur Messung der Lufttemperatur werden Thermometer verwendet, wobei die alt bewährte Form jene des Quecksilberthermometers ist, welches den Vorteil der großen Genauigkeit und des langen gleichwertigen Betriebes (geringe Alterung der Geräte) hat, aber auch den Nachteil, dass die Temperatur nicht automatisch aufgezeichnet, sondern nur in Form von Einzelablesungen beobachtet werden kann und eigens notiert werden muss, wobei auch noch Ablesefehler vorkommen können.

Widerstandsthermometer

Der zweite üblicherweise eingesetzte Typ ist jener des elektrischen Widerstandsthermometers, welches den Vorteil der Möglichkeit der automatischen Speicherung der Messwerte bei beliebig dichten Messintervallen besitzt, aber auch den Nachteil eines etwas größeren technischen und finanziellen Aufwandes und einer gewissen Alterung, d.h. geringeren Lebensdauer der Geräte.

Extremwertthermometer

Neben diesen zwei Standardtypen werden noch sogenannte Maximumthermometer eingesetzt, welche nach dem Prinzip des Fieberthermometers (abreißender Quecksilberfaden) die jeweilige Höchsttemperatur eines beliebigen Zeitraums (üblicherweise 24 Stunden) registrieren, sowie Minimumthermometer, welche mittels

eines in einer Thermometerflüssigkeit befindlichen kleinen Glasstäbchens die jeweilige Tiefsttemperatur anzeigen.

Temperaturschreiber

Schließlich gibt es noch mechanische Thermographen, d.h. Temperatur-Selbstschreiber, die mit Hilfe eines gekrümmten Bimetallstreifens, dessen Krümmung sich abhängig von der Temperatur verändert und eines daran gekoppelten Schreibstiftes die Temperatur laufend auf einen auf einer sich drehenden zylindrischen Trommel befindlichen Papierstreifen (Umdrehungszeit normalerweise eine Woche) – wenn auch mit geringerer Genauigkeit – aufzeichnen.

Die letzten drei genannten Geräte werden beim Einsatz von Widerstandsthermometern mit elektronischer Aufzeichnung der Messwerte unnötig, sind aber bei den noch nicht umgerüsteten Stationen weiter in Gebrauch.

Das technisch-physikalische Problem bei der Messung der Lufttemperatur ist nun jenes, dass die Temperatur nicht direkt an der Luft bestimmt und abgelesen werden kann, sondern nur an bzw. mit Hilfe von vermittelnden Medien wie Quecksilber, Alkohol, Toluol, Platindraht und den entsprechenden Hüll- und Schutzkörpern, welche erst einmal an die Lufttemperatur angeglichen werden müssen.

Strahlungsschutz

Dabei ist der Wärmeaustausch zwischen Thermometer und Luft aufgrund der extrem unterschiedlichen spezifischen Wärme dieser beiden Medien ausgesprochen träge bzw. die Thermometer können sich durch die Globalstrahlung wegen der Strahlungsabsorption und der zu langsamen Wärmeabgabe an die Luft tagsüber so stark erwärmen, dass sie viel höhere Werte anzeigen als die Lufttemperatur. Entscheidend ist also ein entsprechender Strahlungsschutz, der traditionell durch die Aufstellung der Thermometer in sogenannten Thermometerhütten (auch „Englische Hütte“ genannt), erfolgt, welche die Funktion eines Strahlungsschutzkörpers erfüllen.

Diese Hütten sind etwa einen Meter breite sowie einen halben Meter tiefe wie hohe bzw. in der kleineren Version nur etwa halb so breite Holzkästen, die durch allseitige Doppeljalousien und ein unterlüftetes Dach sowie einen unterlüfteten Boden gut durchlüftet sind. Zusätzlich sind sie weiß gestrichen, um nicht selbst gegenüber der Lufttemperatur erwärmt zu werden.

Allerdings kann bei sehr starker Globalstrahlung, weitgehender Windruhe und älterem, etwas nachgedunkeltem Anstrich die Innentemperatur doch über der Außentemperatur liegen, unter Umständen in der Größenordnung bis zu einem K und darüber, aber das sind nicht mehr zu beherrschende Restprobleme die bei allen Thermometerhütten auftreten können und die Vergleichbarkeit der Werte kaum einschränken.

Diesem Problem begegnet man bei den neuen teilautomatischen Stationen mittels zusätzlicher Belüftung durch einen motorbetriebenen Ventilator, wodurch aber diese

verbesserten Messwerte wiederum nicht ganz mit solchen aus unbelüfteten Hütten bzw. mit älteren Messwerten vergleichbar sind.

Norm

Einer internationalen Norm entsprechend erfolgt die Messung in zwei Metern Höhe über dem Erdboden bzw. Untergrund, wofür die Thermometerhütten auf entsprechenden Gestellen angebracht sind und zur Ablesung auch ein Stufengestell nötig ist. Solcherart weicht man dem Einfluss der unmittelbar über dem Erdboden gelegenen und von diesem durch allzu starke Erwärmung tagsüber bzw. nächtliche Abkühlung zu stark beeinflussten Lufthaut aus.

Aufstellungsort

Nach Möglichkeit erfolgt die Aufstellung über kurz gehaltener Grasdecke in genügendem Abstand zu Gebäuden, wobei sich in der Umgebung auch Bäume befinden können, die Thermometerhütte bzw. der Aufstellungsplatz aber keinesfalls im Schatten (von Gebäuden oder Bäumen) liegen darf. Es ist im Gegenteil sogar ein sonniger Platz auszuwählen. Die Temperatur wird also nicht im Schatten, sondern eher „in der Sonne“, aber so gut wie möglich strahlengeschützt gemessen. Die davon abweichenden Angaben der „Temperatur im Schatten“, wie sie immer wieder in den Medien zu hören und zu lesen sind beziehen sich offenbar auf den Strahlenschutz der Thermometerhütte, sind aber im Sinne der oben angesprochenen Aufstellung grob missverständlich und sollten tunlichst vermieden werden.

Zudem sollte der Aufstellungsplatz die Messung einer einigermaßen umgebungstypischen Temperatur gewährleisten, d.h. er darf nicht in einer geländeklimatisch zu stark abweichenden Stelle gewählt werden. Solcherart lässt sich eine befriedigende Vergleichbarkeit der Messwerte verschiedener Stationen erreichen, wobei es in der Praxis aber doch immer wieder zu störenden Einflüssen der lokalen Umgebung kommt, was auch bei der Besprechung der Temperaturkarten an den entsprechenden Stellen vermerkt wird.

Ablesetermine

Bei den nicht automatisch registrierenden Klimastationen erfolgt die Ablesung traditionell dreimal am Tag zu den Terminen 7, 14 und 21 Uhr MEZ mit einer Genauigkeit von einem Zehntel Grad, wobei diese Termine auch „Mannheimer Stunden“ genannt wurden, weil sie schon 1781 in Mannheim aufgrund der Tatsache, dass sich aus ihnen das wahre Tagesmittel der Temperatur befriedigend genau berechnen lässt, festgelegt worden sind. Allerdings ist man in Österreich 1971 von dieser Regelung abgegangen und misst seither um 7, 14 und 19 Uhr, was auch eine andere Berechnungsmethode des Tagesmittels nötig gemacht hat (siehe nächstes Kapitel). Dies betrifft somit den gesamten den Karten zugrunde gelegten Beobachtungszeitraum.

2.0.3 Die mathematische Auswertung der Messwerte

Mittelwertbildung

Die abgelesenen oder automatisch aufgezeichneten Temperaturen müssen aber entsprechend aufbereitet werden, um die Fülle der Messwerte überhaupt überschaubar zu gestalten und aus ihnen klimatische Aussagen treffen zu können. Als erster Schritt wird dabei die Berechnung des Tagesmittels der Temperatur vorgenommen, die im Sinne der Mannheimer Stunden am genauesten nach der Methode $t_m = (t_7 + t_{14} + t_{21} + t_{24}) : 4$ erfolgt, etwas einfacher auch nach der Methode $t_m = (t_7 + t_{14} + t_{21}) : 3$. Die erste Methode ist nach der Überlegung, dass die Temperatur um 21 Uhr ohnehin dem Tagesmittel am nächsten kommt, und daher mit größerem Gewicht in die Berechnung eingehen sollte, die genauere.

Die erste Methode wurde zur Berechnung des weiter zu verwendenden Monatsmittels aus den drei Terminmitteln des ganzen Monats, die zweite Methode zur Berechnung der einzelnen Tagesmittel angewendet. Somit wäre also das aus den einzelnen Tagesmitteln berechnete Monatsmittel gar nicht identisch mit dem aus den Terminmitteln berechneten.

In Österreich werden seit 1971 die einzelnen Tagesmittel nach der vereinfachten Formel $t_m = (t_{\max} + t_{\min}) : 2$ berechnet, wobei die solcherart berechneten Mittelwerte schon recht deutlich, d.h. um mehrere Zehntelgrade von den „wahren“ Tagesmitteln abweichen und diese Abweichung auch noch je nach Jahreszeit und Witterung recht unterschiedlich groß ist. Dabei gilt die Regel, dass die Abweichungen umso geringer sind, je kleiner die Tagesschwankung der Temperatur ist, dass die Werte somit bei starker Bewölkung oder Hochnebel die genauesten sind, während sie umgekehrt bei Strahlungswetter mit starker Tagesschwankung auch stärker abweichen.

Diese Abweichung ist in den Jahreszeiten mit kurzem Tagbogen der Sonne und langer Nacht am stärksten und ergibt zu hohe, d.h. zu warme Werte, weil der kurze Wärmegipfel mit dem Maximum am frühen Nachmittag mit dem selben Gewicht in die Berechnung eingeht wie die viel längere Kältesenke in der Nacht mit dem Minimum gegen Sonnenaufgang. Im Sommer sind diese Abweichungen geringer.

Das Monatsmittel der Temperatur wird seit 1971 aus den einzelnen Tagesmitteln der Terminablesungen und den beiden Extremwerten nach der Formel $t_m = (t_7 + t_{19} + t_{\max} + t_{\min}) : 4$ berechnet, was nicht ganz so genaue Werte liefert wie die aus den Mannheimer Stunden gewonnenen und ist streng genommen mit den Monatsmitteln aus der Zeit vor 1971 nicht mehr vergleichbar.

Langjähriger Durchschnitt

Aus den 12 Monatsmitteln eines Jahres wird dann trotz der ungleich großen Monatslängen das Jahresmittel der Temperatur als einfaches arithmetisches Mittel berechnet, wobei z.B. der Februar mit zu starkem Gewicht in die Rechnung eingeht, die Abweichungen vom „wahren“ Jahresmittel aber gering sind.

Aus den einzelnen Tages-, Monats- oder Jahresmitteln lassen sich für klimatische Aussagen aus längeren Zeiträumen langjährige Normalwerte als arithmetische Mittelwerte berechnen, wobei es angesichts der laufenden und aktuell besonders starken Klimaänderungen nicht nötig ist, sehr lange Beobachtungszeiträume anzustreben, um die „wahren“ Normalwerte zu gewinnen, da diese ohnehin nicht konstant sind. Obwohl angesichts der im Gange befindlichen Klimaänderung und auch schon der früher abgelaufenen der Begriff „Normalwert“ hinsichtlich seiner „Normalität“ kritisch hinterfragt werden könnte, wird hier an ihm zur Benennung langjähriger Durchschnitte festgehalten, um diese eindeutig von den Mittelwerten der Einzeljahre auseinander halten zu können.

Klimaperioden

Wichtiger als die Erzielung besonders langer Beobachtungszeiträume ist die konsequente Angabe der jeweiligen Beobachtungszeiträume zu den Normalwerten, wobei für grundsätzliche Klimaaussagen 30 Beobachtungsjahre ausreichen. Für eine uneingeschränkte regionale und globale Vergleichbarkeit gibt es auch genormte Beobachtungszeiträume, sogenannte „CLINO“-Zeiträume (abgeleitet aus „Climatic Normals“), wobei die letzte CLINO-Periode jene von 1961 bis 1990 ist. Davon abweichend sind den Klimakarten dieses Atlas die 30 Jahre von 1971 bis 2000 zugrunde gelegt, um den Einfluss der aktuellen Klimaänderung bereits kenntlich zu machen, dessen Ausmaße an den betreffenden Stellen angesprochen werden.

Aus längeren Beobachtungszeiträumen lassen sich auch Normalwerte von Tages- und Jahresschwankungen der Temperatur ableiten, sowie deren Häufigkeitsverteilung, Extremwerte und Veränderlichkeit(en), wovon einige auch in Karten dargestellt werden.

Maßeinheiten

Die Maßeinheiten für die Temperaturen sind in allen Fällen Celsiusgrade, Schwankungen (Differenzen) und Abweichungen werden zur besseren Unterscheidbarkeit dagegen immer in Kelvin (K) angegeben, wobei der Skalenschritt zwischen Celsius und Kelvin identisch ist. Mit „10 K Differenz“ wird somit das selbe gemeint wie mit „10°C Differenz“, wobei nur der erste Ausdruck definitionsgemäß der richtige ist.

2.0.4 Lufttemperatur und aktuelle Klimaänderung

Wie schon erwähnt, sind die Temperaturen so wie auch die übrigen Klimaelemente neben den kurzfristigen Schwankungen (Witterungsanomalien) auch langfristigen Änderungen unterworfen, welche schon als Klimaänderungen anzusprechen sind, wenn sie wenigstens so lange anhalten, dass sie auch in klimatischen Normalwerten bemerkbar werden (etwa 30 Jahre) und zudem von einem Ausmaß sind, dass sie

auch umweltwirksam werden, sich also in deutlichen Änderungen des Umweltsystems bemerkbar machen, d.h. insbesondere in der Pflanzen- und Tierwelt, sowie dem Wasser- und Eishaushalt (z.B. Einwanderung exotischer Insekten, anhaltender starker Gletscherrückzug usw.).

Bezüglich der aktuellen Klimaänderung zeigt sich in grober Vereinfachung und mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Überlagerung einer im Klimasystem begründeten natürlichen Schwankung mit einem (durch vermehrte Freisetzung sogenannter Treibhausgase) anthropogen bedingten allgemeinem Erwärmungstrend, was seit dem Ende des 19. Jahrhunderts (etwa 1890) zu einer Erwärmung in Form eines zweistufigen Anstiegs geführt hat.

Zwei Erwärmungsphasen im 20. Jahrhundert

Nach einer ersten kräftigen Erwärmung bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts (je nach Region und Jahreszeit bis etwa 1940 oder 1950) folgte eine Phase mit konstanter oder leicht fallender Temperatur bis gegen Ende der Siebzigerjahre, worauf eine neuerliche Erwärmung einsetzte, die bislang (2005) offenbar ungebrochen anhält. Sie kann als Überlagerung (Addition) der langsamen aber stetigen anthropogenen Klimaänderung mit einer im natürlichen Klimasystem begründeten, vielleicht sogar periodischen Schwankung verstanden werden, wodurch sowohl Geschwindigkeit als auch Ausmaß dieser jüngsten Erwärmung besonders auffällig sind und verschiedentlich zu neuen Rekordwerten innerhalb der Bearbeitungsperiode geführt haben.

Erwärmungsbetrag

Das tatsächliche Ausmaß der Erwärmung ist nur schwer zu quantifizieren, weil es regional und jahreszeitlich unterschiedlich ist und auch vom gewählten Ausgangspunkt sowie von den Berechnungsmethoden (Trendberechnungen, „geglättete“ bzw. „übergreifende“ Mittelwerte, schrittweise Berechnung von Normalwerten aus Einzelperioden usw.) abhängt.

Allerdings lässt sich ableiten, dass die Erwärmung im Hochgebirge größer ist als in den Niederungen, wobei etwa der Anstieg der Jahrestemperatur auf dem Sonnblick seit Beginn der Beobachtungen (1886) je nach Berechnungsmethode 1,5 bis 2 K beträgt. In den Niederungen sind die Beträge geringer aber doch auch im Ausmaß von etwa einem K in den letzten 100 bis 115 Jahren.

Wie schon erwähnt, ist die letzte Phase der Erwärmung besonders auffallend, wobei die Normalwerte der letzten 15 Jahre, etwa 1990 bis 2004 oder 1991 bis 2005 in der Steiermark bis zu einem K wärmer sind als jene aus der CLINO-Periode von 1961-1990, welche noch zwei eher kühlere Jahrzehnte umfasst. Damit ist die jüngste Erwärmung in den den Karten zugrunde gelegten Normalwerten (1971 – 2000) auch nur teilweise, d.h. nur in der Größenordnung von einigen Zehntel Graden zu bemerken, eine Ausnahme sind aber die Normalwerte der Jännertemperaturen, die aus 1971 – 2000 gegenüber dem Zeitraum von 1951 bis 1970 schon um

durchschnittlich ein K wärmer sind. Als Beispiel für die Erwärmung in den letzten eineinhalb Jahrzehnten werden die Werte für Graz-Universität (366 m) angegeben.

Vergleich der Normalwerte der Temperaturen aus der Periode von 1990 – 2004 mit der CLINO-Periode 1961 – 1990.

	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
Normalwerte 1990-2004	-0,7	1,9	6,0	10,1	15,5	18,7	20,2	20,0	14,6	10,0	4,7	-0,1	10,1
Abweichung von 1961-90	+1,1	+1,2	+1,3	+0,5	+0,7	+1,3	+1,1	+1,7	-0,1	+0,5	+0,9	+0,3	+0,9

Die Abweichung ist also recht ungleich mit maximaler Erwärmung im August und fehlender im September und ist auch keineswegs für die gesamte Steiermark zu verallgemeinern. Dazu kommt, dass die hier in der Tabelle verwendeten Daten wegen einer Stationsverlegung im Jahr 1986 auch nicht wirklich homogen sind.

2.0.5 Temperaturfaktoren

Die räumliche Verteilung der Temperaturen ist von zahlreichen Faktoren abhängig, welche je nach Bedeutung bei den einzelnen Karten noch einmal angesprochen werden. Für ein Gebirgsland von der Größe der Steiermark sind es gereicht nach ihrer Bedeutung die folgenden:

Seehöhe

Aufgrund der allgemein positiven Strahlungsbilanz des Erdbodens und der negativen Strahlungsbilanz der Atmosphäre sowie der adiabatischen Temperaturänderung bei vertikal bewegter Luft (Abkühlung beim Aufsteigen und Erwärmung beim Absinken) nehmen die Durchschnittstemperaturen in der freien Atmosphäre wenigstens in der Troposphäre und davon abhängig auch im Bergland nach oben ab. Da aber sowohl die Strahlungsbilanzen des Erdbodens, als auch die Vertikalbewegungen der Luft räumlich und vor allem zeitlich äußerst variabel sind, ist auch für das Maß der vertikalen Temperaturabnahme (Vertikalgradient), ausgedrückt in Kelvin pro Hektometer ($K \cdot hm^{-1}$) kein allgemein gültiger Wert anzugeben und der immer wieder genannte und Betrag von $0.5 K \cdot hm^{-1}$ ist nur ein angenäherter Jahresdurchschnitt für die Temperaturabnahme im Alpenraum.

Nach den genannten Beziehungen muss der Gradient nachts kleiner und tagsüber größer sein, wobei oft genug Inversionen verschiedenster Struktur zu beobachten sind, dazu auch im Winter kleiner als im Frühjahr und Frühsommer. Bei starker Einstrahlung oder Föhn (starke abwärts gerichtete Winde) werden die Höchstwerte

von $1 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$ („trockenadiabatischer Gradient“) erreicht oder sogar kurzfristig und lokal überboten („überadiabatischer Gradient“).

Wie weit diese unterschiedliche Abhängigkeit der Temperatur von der Seehöhe bei den einzelnen Temperaturkarten wirksam wird, wird an den entsprechenden Stellen angesprochen.

Gelände

Der zweite Faktor ist das Gelände oder genauer die jeweilige Reliefgestaltung, wobei als wichtigster Effekt die Neigung von Becken und ähnlichen Hohlformen zur Ausbildung von „Kaltluftseen“ zu nennen ist, was sich insbesondere bei den Nacht- und Wintertemperaturen bzw. bei allen kalten Extremwerten oder Temperaturkennzahlen auswirkt und ebenfalls an den entsprechenden Stellen besonders vermerkt wird. Von einer umgekehrten Neigung der Beckenlagen zu größerer Wärme tagsüber bzw. im Sommer kann dagegen bei vergleichbarer Seehöhe keine Rede sein.

Alpeninneres- Alpenrand

Der nächste Faktor ist der zentral-periphere Formenwandel, d.h. die Abwandlung bestimmter Temperatureinheiten in einem größeren Gebirgskörper von außen nach innen (oder umgekehrt), was vereinfacht zu einem kontinentaleren Klima im Inneren und einem maritimeren in den Randbereichen führt.

Auf die Temperatur bezogen bedeutet das, dass die Nacht-, Winter- und Tiefsttemperaturen im Alpeninneren bei gleichen sonstigen Faktoren tiefer liegen, die Tages-, Sommer- und Höchsttemperaturen aber höher. Dieser Effekt wird hauptsächlich durch das unterschiedliche Strahlungsklima im Zusammenhang mit der geringeren Luftfeuchte, Bewölkung und Nebelneigung bei höher liegender „Heizfläche“ im Gebirgsinneren, teilweise aber auch durch einen Energiegewinn aus der latenten Wärme bei starken Niederschlägen in den Randzonen bewirkt.

Geographische Breite

Der Faktor der Geographischen Breite kann dagegen bei dem geringen Breitenunterschied der Steiermark von insgesamt nur $1^{\circ} 10'$ als sehr bescheiden bis vernachlässigbar eingeschätzt werden. Er lässt sich schematisch aus dem Temperaturunterschied zwischen Äquator und Nordpol herleiten, welcher bei 90° Grad Breitenunterschied im Jahresmittel mit etwa 49 K, im Jänner mit etwa 67 K und im Juli mit etwa 27 K zu veranschlagen ist, wobei sich im Juli zwischen 20° Nord und dem Nordpol etwa 29 K Unterschied ergeben, wodurch die Abnahme pro Breitengrad etwas größer wird (0,4 K statt 0,3 K). Selbst im Jänner wäre der Breitenunterschied nur für einen Temperaturunterschied von maximal 0,9 K verantwortlich. Der Faktor der Geographischen Breite wird aber stark durch den nächsten Faktor überlagert.

Luftmasse

Witterung bzw. Zirkulation spielen insofern eine Rolle, als durch „Fremdwitterung“, d.h. durch die Zufuhr anderer Luftmassen gleichsam die Witterung und Temperatur des Herkunftsgebietes dem Ankunftsgebiet der Luftmassen – wenn auch mit gewissen Modifikationen – übermittelt wird. In erster und auffallendster Weise ist das bei atlantisch-maritimen Luftmassen der Fall, welche im Winter zu markanter Erwärmung, im Sommer dagegen zu auffallender Abkühlung führen.

Stau und Föhn

Wenn die Wirkung einer solchen allochthonen Witterung durch Stau- und Föhneffekte oder Verzögerungen und Ablenkungen der Zufuhr der fremden Luftmassen regional unterschiedlich ausfällt, dann wird auch der Einfluss der allochthonen Witterung zu einem Faktor der regionalen Temperaturverteilung. Vereinfacht kann man sagen, dass die stärkere Wirkung atlantisch-milder Witterung im Norden den Effekt der höheren geographischen Breite im Winter zumindest aufhebt, im Sommer aber etwas verstärkt, doch sind die Ausmaße und Unterschiede bescheiden und nicht wirklich quantitativ zu fassen. Dazu kommt noch eine unterschiedliche jahreszeitliche Verteilung der typischen Luftmassen bzw. allochthonen Witterungen, wodurch der Norden im Herbst gegenüber dem Süden thermisch wahrscheinlich etwas begünstigt, zumindest aber nicht benachteiligt wird. Eher umgekehrt ist es im (Spät-) Frühling.

Weitere Faktoren

Weitere Faktoren sind die Exposition und die Eigenschaften des Untergrundes, letztere insbesondere hinsichtlich der Bodenfeuchte, des Bewuchses, der Bebauung und verschiedenster Bodenfaktoren wie Wärmeleitung, Helligkeit und letztlich des eventuellen Einflusses einer Schneedecke. Diese Faktoren betreffen aber hauptsächlich das Lokalklima und sind im regionalen Scale nicht mehr erkennbar bzw. werden von den anderen Faktoren so stark überlagert, dass ihr Einfluss nicht sinnvoll zu quantifizieren ist.

2.0.6 Datenmaterial

Nr.	Name	Sh [m]	gg. L.	gg. B.	Betreiber	Modell Region	Klimaregion	Lage
1	Admont	648	14° 27' 25"	47° 34' 19"	ZAMG STMK	NS	3	☹
3	Aflenz	785	15° 15' 31"	47° 33' 48"	ZAMG STMK	NS	6	↓
4	Aigen/Ennstal	640	14° 08' 17"	47° 32' 59"	ZAMG STMK	NS	3	☹
7	Altenberg/Hartberg	429	16° 02' 52"	47° 15' 24"	ZAMG STMK	VL	9	↗
8	Arnfels-Remsnigg	763	15° 22' 02"	46° 39' 06"	FA17C	VL	9	▲
10	Bad Aussee	660	13° 47' 59"	47° 37' 40"	ZAMG STMK	NS	2	☹
11	Bad Gleichenberg	293	15° 54' 19"	46° 53' 35"	ZAMG STMK	VL	9	☹
13	Bad Ischl	469	13° 38' 54"	47° 43' 00"	ZAMG OÖ	NS	2	☹
14	Bad Mitterndorf	810	13° 56' 06"	47° 33' 11"	ZAMG STMK	NS	2	☹
15	Bad Radkersburg	208	15° 59' 03"	46° 42' 33"	ZAMG STMK	VL	9	☹
18	Birkfeld	635	15° 42' 38"	47° 21' 16"	ZAMG STMK	VL	8	→
19	Bockberg	449	46° 52' 20"	15° 30' 47"	FA17C	VL	9	▲
23	Bruck/Mur	493	15° 16' 37"	47° 25' 43"	ZAMG STMK	NS	6	☹
27	Deutschlandsberg	448	15° 12' 15"	46° 50' 33"	ZAMG STMK	VL	9	↓
35	Feuerkogel	1618	13° 44' 60"	47° 49' 00"	ZAMG OÖ	NS	1	▲
37	Fischbach	1015	15° 39' 55"	47° 27' 26"	ZAMG STMK	VL	8	↘
39	Flattnitz	1438	14° 02' 07"	46° 57' 41"	ZAMG KTN	OM	7	☹
44	Friesach	634	14° 25' 12"	46° 57' 19"	ZAMG KTN	OM	----	☹
47	Fürstenfeld	271	16° 05' 54"	47° 02' 52"	ZAMG STMK	VL	9	☹
50	Gleisdorf	375	15° 43' 38"	47° 07' 48"	ZAMG STMK	VL	9	☹
57	Graz-Flughafen	337	15° 27' 52"	46° 60' 41"	ZAMG STMK	VL	9	☹
58	Graz-Messendorfberg	435	15° 29' 27"	47° 03' 53"	ZAMG STMK	VL	9	↘
59	Graz-Platte	651	47° 07' 47"	15° 28' 14"	FA17C	VL	9	▲
60	Graz-Universität	366	15° 27' 58"	47° 05' 45"	ZAMG STMK	VL	9	☹
61	Gröbming	763	13° 54' 11"	47° 27' 46"	ZAMG STMK	NS	3	☹
64	Grundelsee	970	47° 37' 54"	13° 47' 54"	FA17C	NS	2	k.A
69	Hieflau	500	14° 44' 28"	47° 37' 32"	ZAMG STMK	NS	2	☹
71	Hochgößnitz	900	47° 03' 28"	15° 01' 54"	FA17C	VL	8	↘
73	Hochwurzen	1844	13° 38' 23"	47° 22' 39"	FA17C	NS	4	▲
77	Hubertushöhe	518	47° 05' 05"	15° 24' 45"	FA17C	VL	9	↘
80	Irdning-Gumpenstein	698	14° 06' 54"	47° 30' 43"	ZAMG STMK	NS	3	↑
82	Kainisch	767	47° 34' 54"	13° 50' 03"	PILZ	NS	2	☹
83	Kalkleiten	710	47° 09' 42"	15° 26' 06"	FA17C	VL	9	k.A
84	Kalwang	760	14° 44' 37"	47° 25' 26"	ZAMG STMK	OM	6	☹
87	Kindberg	561	15° 27' 06"	47° 30' 29"	ZAMG STMK	NS	6	☹
90	Kirchberg-Grafendorf	455	15° 59' 47"	47° 21' 06"	ZAMG STMK	VL	9	▲
95	Kleinsölk	1005	13° 56' 60"	47° 24' 00"	ZAMG STMK	NS	4	☹
96	Klöch/Seindl	415	15° 57' 27"	46° 46' 03"	FA17C	VL	9	▲
97	Köflach	445	47° 04' 50"	15° 05' 15"	FA17C	VL	8	☹
101	Krippenstein	2050	13° 42' 00"	47° 31' 00"	ZAMG OÖ	NS	1	▲
103	Lassnitzhöhe	527	15° 36' 34"	47° 04' 28"	ZAMG STMK	VL	9	↘
104	Leibnitz	273	15° 32' 17"	46° 47' 51"	ZAMG STMK	VL	9	☹
112	Lobming	414	15° 11' 42"	47° 03' 35"	ZAMG STMK	VL	8	→
115	Mariatrost/Fölling	424	47° 07' 33"	15° 30' 39"	PILZ	VL	9	☹
116	Mariazell	865	15° 19' 18"	47° 46' 09"	ZAMG STMK	NS	2	↙
118	Masenberg	1170	15° 53' 21"	47° 21' 30"	FA17C	VL	8	▲
122	Mönichkirchen	991	16° 02' 59"	47° 31' 39"	ZAMG STMK	VL	8	↓
126	Mürzzuschlag	758	15° 41' 09"	47° 36' 11"	ZAMG STMK	NS	6	↗
132	Neumarkt	835	14° 26' 47"	47° 05' 32"	ZAMG STMK	OM	5	▲
138	Oberwölz	827	14° 17' 57"	47° 12' 07"	ZAMG STMK	OM	5	☹
139	Oberzeiring	933	14° 30' 46"	47° 15' 17"	ZAMG STMK	OM	5	☹
140	Ödernalm	1166	47° 37' 46"	13° 59' 22"	PILZ	NS	1	☹
153	Preitenegg	1055	14° 55' 00"	46° 56' 60"	ZAMG KTN	VL	5	▲

Tabelle 2.0.6.1a: Liste der verwendeten Stationen.

Nr.	Name	Sh [m]	gg. L.	gg. B.	Betreiber	Modell Region	Klimaregion	Lage
155	Pusterwald	1072	14° 23' 34"	47° 19' 33"	ZAMG STMK	OM	7	☐
158	Radstadt	845	13° 27' 00"	47° 23' 60"	ZAMG SBG	NS	3	↓
161	Rechberg	926	15° 25' 59"	47° 16' 46"	ZAMG STMK	VL	8	▲
165	Rennfeld	1610	47° 24' 21"	15° 22' 40"	FA17C	VL	8	▲
169	Rohrmoos	1078	13° 39' 29"	47° 23' 41"	ZAMG STMK	NS	4	↗
173	Schöckl	1436	15° 28' 06"	47° 12' 57"	ZAMG STMK	VL	8	▲
176	Seckau	855	14° 47' 57"	47° 16' 16"	ZAMG STMK	OM	5	↓
178	Semmering	1000	15° 50' 40"	47° 38' 52"	ZAMG STMK	NS	1	☐
183	Sonnblick	3105	12° 57' 29"	47° 03' 18"	ZAMG SBG	----	----	▲
191	St.Michael b.Leoben	565	15° 00' 20"	47° 20' 09"	ZAMG STMK	OM	6	☐
195	St.Radegund	725	15° 29' 27"	47° 11' 56"	ZAMG STMK	VL	8	↓
198	Stolzalpe	1293	14° 12' 42"	47° 07' 15"	ZAMG STMK	OM	7	↓
201	Tamsweg	1012	13° 49' 36"	47° 07' 29"	ZAMG SBG	OM	5	☐
214	Villacher Alpe	2140	13° 40' 24"	46° 36' 13"	ZAMG KTN	----	----	▲
223	Weiz	465	15° 38' 08"	47° 13' 07"	ZAMG STMK	VL	9	☐
225	Wiel	922	15° 08' 46"	46° 45' 46"	ZAMG STMK	VL	8	↓
229	Wörterberg	400	16° 06' 54"	47° 14' 38"	ZAMG STMK	VL	9	▲
232	Zeltweg	670	14° 46' 35"	47° 12' 05"	ZAMG STMK	OM	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 Mürztals	
7...Hochlagen der Inneralpen	
8...Steirisches Randgebirge	
9...Vorland	
--- außerhalb steir. Klimazonen	

Tabelle 2.0.6.1b: Liste der verwendeten Stationen / Legende.

2.1 Durchschnittliche Jahrestemperatur

Der Jahresnormalwert der Lufttemperatur ist die am stärksten verallgemeinerte Aussage über die Temperatur überhaupt. Darin ist nicht nur der Tagesgang der Temperatur „ausgelöscht“, d.h. nivelliert worden, sondern auch der Jahresgang bzw. die Jahresschwankung und schließlich auch die Veränderlichkeit (Variabilität) der Temperatur im Laufe der Zeit, d.h. von Jahr zu Jahr.

Aussagekraft

Solcherart ist der Jahresnormalwert der Temperatur selbst bei einer Klassenbreite („Genauigkeit“) von 1 K in der großen Masse der vorkommenden Temperaturen eher eine Ausnahme, d.h. nur selten als Messwert real vorkommend, andererseits erlaubt er eine erste orientierende Information über die allgemeinen thermischen Verhältnisse, wobei durchaus auch Grenzwerte für bestimmte Klimate bzw. Klima-Eignungen oder Klima-Wirkungen auf den Jahresnormalwert bezogen wurden (z.B. Eignung für Weinbau ab 9°C). Darüber hinaus herrschen überall dort Temperaturen in der Nähe des Jahresnormalwertes, wo sich die oben genannten Schwankungen aufgrund starker Verzögerungseffekte weitgehend aufheben, also in tiefen Kellern, im Grundwasser, in Höhlen, Stollen u. dgl., wobei die jeweiligen Abweichungen von der obertägigen Normaltemperatur, d.h. von der „Erwartungstemperatur“, ein gutes Signal für die unterschiedliche Bewetterung von Höhlen oder die Wirkung der Erdwärme darstellen.

Seehöhe

Die räumliche Verteilung der Jahrestemperatur in der Steiermark ist von mehreren Faktoren abhängig, wobei die Seehöhe schon wegen des Höhenunterschiedes von fast 2800 Metern der weitaus wichtigste Faktor ist und der Temperaturunterschied zwischen dem Dachsteingipfel (ca. -4,8°C) und dem tiefsten Punkt des Landes (südöstlich von Bad Radkersburg, ca. 9,3°C) etwa 14 K beträgt. Das entspricht global betrachtet dem Temperaturunterschied von 27 Breitengraden oder jenem zwischen Bad Radkersburg und der südlichen Insel von Novaya Zemlya in der Arktis, was auch durch die dortigen Temperaturen recht gut bestätigt wird.

Der aus diesen Grenzwerten herzuleitende vertikale Temperaturgradient von $0,5 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$ für die gesamte Steiermark kann ebenfalls als die am stärksten vereinfachte und nur ganz allgemein gültige Beziehung zwischen Temperatur und Seehöhe angesehen werden. Er ist in dieser Größe auch seit mehr als 100 Jahren geläufig, aber wegen der sonstigen Wirkfaktoren weder in allen Landesteilen, noch in allen Höhenstufen verwirklicht.

Gelände

Als zweiter Wirkfaktor ist das Gelände bzw. Relief zu nennen, wobei bei ansonsten gleichen Bedingungen (gleichen Faktoren) alle Hohlformen (Becken, Täler) kälter,

die Vollformen (Hügel, Kuppen Kämme) wärmer sind als der allgemeine Durchschnitt. Das ergibt sich aus der ungleich stärkeren Abkühlung der Hohlformen während der Nacht durch die Ansammlung der Kaltluft („Kaltluftsee“), die durch die nur geringe stärkere Erwärmung tagsüber, die zudem im Winter vielfach ausbleibt, nicht wettgemacht werden kann.

Diese Bedingungen sind am ehesten in niedrigen Lagen, d.h. jeweils in den untersten zwei bis fünf Hektometern verwirklicht, während Kaltluftansammlungen in mittleren Höhen geländebedingt schon viel weniger wirksam werden und schließlich in größeren, auch besser durchlüfteten Höhen so gut wie unwirksam werden. Aus diesem Grund kann die räumliche Temperaturverteilung auch nicht aus dem einfachen Gradienten von $0,5 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$ hergeleitet werden, was auf eine bloße Höhenlinienkarte hinauslaufen würde.

Daher wurden zur Ableitung der Jahresnormalwerte der Temperatur drei Höhenstockwerke herangezogen, die vereinfacht als „untere, mittlere und obere Schicht“ bezeichnet werden, wobei die Höhenintervalle dieser Schichten zudem noch in den drei Hauptregionen der Steiermark („Norden“, „Murtal“, „Gesamtsüden“) unterschiedlich gewählt werden mussten.

Modellansatz

Für alle Gebiete nördlich des Hauptkamms, der Niederen Tauern und Fischbacher Alpen, d.h. inklusive des Mürztals, ergibt sich dabei ein gewisser Widerspruch, da die tiefsten Stationen (z.B. Hieflau) eher in milderer Lagen, die darüber folgenden (z.B. Admont) eher in kalten Talbecken liegen, wodurch sich für die untere Schicht (bis 800 m) ein auffallend hoher Gradient von $0,57 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$ ergibt, während er für die mittlere Schicht (800 bis 1400 m) nur $0,19 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$ beträgt, da dort die unteren Stationen (z.B. Bad Mitterndorf) eher in kalten Talbecken, die oberen (z.B. Semmering) eher in milderer Lagen vorkommen. Viel eindeutiger ist die Situation in der oberen Schicht (über 1400 m) mit einem Gradienten von $0,61 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$, der die bessere Luftdurchmischung der freieren Lagen signalisiert.

Im Oberen Murtal mit allen Seitentälern bis Bruck ist die Situation noch stärker ausgebildet als im Norden, wobei der Gradient in der unteren Schicht $0,74 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$ (!), in der mittleren $0,22 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$ und in der oberen Schicht $0,56 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$ beträgt.

Südöstlich des Kamms des Steirischen Randgebirges (West- und Oststeiermark bzw. Vorland und Randgebirge) ist die Situation eher den Erwartungen entsprechend, da die Stationen besser, d.h. bezüglich des Geländes neutraler verteilt sind. So beträgt der Gradient in der unteren Schicht (bis 500 m) $0,32 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$, in der mittleren (500 bis 1400 m) $0,57 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$ und in der oberen Schicht (über 1400 m) $0,54 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$.

Geographische Breite

Der dritte Faktor ist die Geographische Breite, die zumindest formal eine allgemeine Temperaturabnahme von 0,6 K von den südlichsten bis zu den nördlichsten Landesteilen erwarten ließe, wenn man die durchschnittliche globale Abnahme zwischen Äquator und Nordpol als allgemein gültig zugrunde legt. Diese Abnahme vom wärmeren „Süden“ zum kälteren „Norden“ des Landes ist in dieser Größenordnung kaum nachweisbar, da der tatsächliche Temperaturvorsprung der südlichen Landesteile erstrangig aus der geringeren Seehöhe resultiert.

Luftmasseneinfluss

Dieser wird zudem durch den vierten Faktor, nämlich die unterschiedlichen Witterungseinflüsse mitbedingt, wobei üblicherweise die nördlichen Landesteile eher von Kaltluftenbrüchen erfasst und beeinflusst werden als die südlichen. Dieser Effekt ist aber im Winter und Herbst am schwächsten und z.T. sogar gegenteilig, da der Norden dann eher von mildem maritimem Westwetter oder föhnigem Südwestwetter beeinflusst wird als der Süden. Im Jahresdurchschnitt dürfte sich diese gegenteilige Wirkung weitgehend ausgleichen, womit der bloß breitenabhängige Unterschied in der oben angegebenen Größenordnung einigermaßen real sein dürfte. Ist doch auch das Donautal in vergleichbarer Seehöhe nicht nennenswert kälter als die südlichen Landesteile der Steiermark.

Exposition und Untergrund

Als weitere Faktoren der Jahrestemperatur sind die Exposition und die Beschaffenheit des Untergrundes zu nennen, die aber bei der bewusst neutralen Lage der Stationen und dem gebotenen Maßstab bzw. dem Auflösungsvermögen der Äquidistanz von 2 K nicht mehr wirksam bzw. erkennbar sind. Nur in Ausnahmefällen (z.B. Stolzalpe, Seckau, oder St. Radegund) dürfte sich die Südexposition in merkbar höheren Temperaturen niederschlagen. Ausgesprochene Nordexpositionen sind dagegen kaum von Stationen besetzt.

Dominanz des Faktors Seehöhe

Die aus den genannten Faktoren resultierende Verteilung der Jahresnormalwerte der Temperatur kommt im gebirgigen Landesteil der Steiermark gut zur Geltung, wobei allerdings der Faktor der Seehöhe auffallend dominiert und die anderen Faktoren weitgehend unterdrückt werden. Die Geländeeigenheiten werden aber aus den mitgeteilten Zahlenwerten recht deutlich, etwa im Vergleich des kalten Talbeckens von Bad Mitterndorf mit der gut durchlüfteten Lage von Bad Aussee, wobei von den 1,4 K Temperaturdifferenz nur 0,75 K durch den Höhenunterschied erklärbar sind, oder beim gleichsinnigen Vergleich zwischen Admont und Hieflau, wo von den 1,1 K Unterschied auch nur 0,7 K auf die Höhendifferenz zurückzuführen sind. Auch

Seckau müsste höhenbedingt um 0,9 K kälter sein als Zeltweg, die tatsächliche Differenz beträgt aber nur 0,2 K.

Im Vorland, d.h. in der West- und Oststeiermark unterhalb von 500 Metern wird der geländebedingte Temperaturunterschied durch die zu große Äquidistanz (Höhenunterschied zwischen zwei benachbarten Isothermen) von 2 K und den „zu kleinen“ Höhenunterschieden von meist nur 100 bis 200 Metern im Riedelland bzw. aufgrund fehlender Daten im etwas höheren Bergland (Sausal, „Weinland“) ganz unterdrückt, obwohl er gerade in dieser Region auffallend und agrarklimatisch ganz wesentlich ist. Beispielsweise müsste St. Radegund höhenbedingt um 1,7 K kälter sein als Gleisdorf, tatsächlich sind es aber nur 0,3 K!

Die wärmsten Landesteile sind schließlich die südexponierten Lagen in geringer Seehöhe aber wenigstens 200 m über den kälteren Talböden, wobei wahrscheinlich im Klöcher Vulkangebiet um 400 m Höhe Werte bis 10°C real sind. Demgegenüber liegen die Jahresnormalwerte in den kältesten Talbecken, etwa im Maria Troster Tal oder im Otternitzer Becken (Gleinztal-Riedelland) höchstens bei 8°C, wenn nicht sogar etwas darunter. Eine Isotherme von 9°C würde diese Verteilung wenigstens in groben Zügen zum Ausdruck bringen. Diese auffallenden geländeklimatischen Unterschiede, zu denen noch die Expositionsunterschiede kommen, schlagen sich auch in der markanten Kulturlandverteilung des Vorlandes nieder.

In Tabelle 2.1.1 finden sich die durchschnittlichen Temperaturwerte aller Stationen.

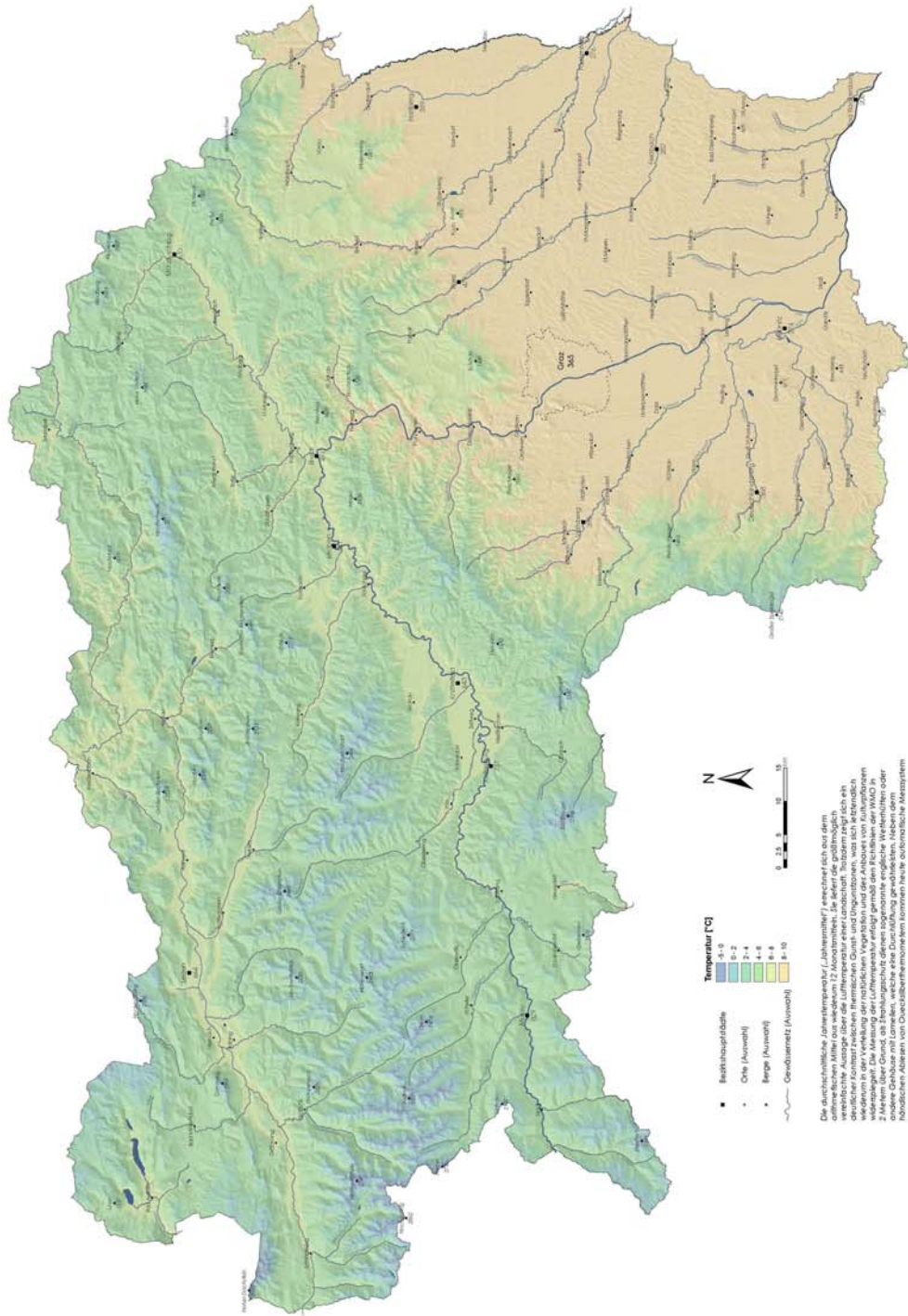
Nr.	Name	Sh [m]	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
1	Admont	648	-4,0	-1,8	2,2	6,3	11,7	14,5	16,3	16,0	12,3	7,4	1,3	-3,1	6,7	15,6	7,0	-3,0	6,6
3	Aflenz	785	-3,2	-1,7	1,7	5,4	10,7	13,8	15,6	15,2	11,7	6,8	1,2	-2,3	5,9	14,9	6,6	-2,4	6,2
4	Aigen/Ennstal	640	-3,9	-1,7	2,6	6,5	11,6	14,6	16,4	16,0	12,1	7,0	1,2	-2,8	6,9	15,7	6,8	-2,8	6,6
7	Altenberg/Hartberg	429	-1,0	0,6	4,7	9,1	14,1	17,0	19,0	18,6	14,6	9,4	3,5	0,2	9,3	18,2	9,2	-0,1	9,2
10	Bad Aussee	660	-2,5	-1,0	2,7	6,6	12,2	14,8	16,7	16,5	12,6	8,0	2,0	-1,5	7,2	16,0	7,5	-1,7	7,3
11	Bad Gleichenberg	293	-1,6	0,5	4,9	9,3	14,4	17,5	19,2	18,6	14,6	9,2	3,4	-0,5	9,5	18,4	9,1	-0,5	9,1
14	Bad Mitterndorf	810	-4,2	-2,6	1,2	5,2	10,8	13,7	15,7	15,3	11,4	6,6	0,6	-3,2	5,7	14,9	6,2	-3,3	5,9
15	Bad Radkersburg	208	-1,5	0,7	5,1	9,6	14,6	17,8	19,4	18,7	14,6	9,4	3,7	-0,2	9,8	18,6	9,2	-0,3	9,3
18	Birkfeld	635	-2,8	-1,2	2,3	6,5	11,7	14,9	16,8	16,0	12,1	7,0	1,8	-1,5	6,8	15,9	7,0	-1,8	7,0
23	Bruck/Mur	493	-2,3	0,0	3,8	7,7	12,8	16,0	17,8	17,4	13,6	8,5	2,6	-1,1	8,1	17,1	8,2	-1,1	8,1
27	Deutschlandsberg	448	-1,2	0,7	4,7	9,0	14,0	16,9	18,8	18,2	14,3	9,3	3,4	-0,1	9,2	18,0	9,0	-0,2	9,0
37	Fischbach	1015	-1,9	-1,4	1,4	5,2	10,3	13,2	15,4	15,2	11,6	7,1	2,0	-0,8	5,6	14,6	6,9	-1,4	6,4
47	Fürstenfeld	271	-1,6	0,5	4,7	9,1	14,2	17,2	19,0	18,5	14,4	9,2	3,4	-0,4	9,3	18,2	9,0	-0,5	9,0
50	Gleisdorf	375	-2,2	-0,3	3,8	8,4	13,7	16,8	18,5	18,0	13,7	8,4	2,7	-0,9	8,6	17,8	8,3	-1,1	8,4
57	Graz-Flughafen	337	-2,4	-0,1	4,3	9,0	14,2	17,4	19,1	18,5	14,2	8,8	2,8	-1,1	9,2	18,3	8,6	-1,2	8,7
58	Graz-Messendorfberg	435	-1,0	1,0	5,0	9,3	14,3	17,2	19,1	18,7	14,8	9,5	3,6	0,1	9,5	18,3	9,3	0,0	9,3
60	Graz-Universität	366	-1,0	1,0	5,1	9,6	14,6	17,6	19,4	18,8	14,6	9,4	3,6	0,2	9,8	18,6	9,2	0,1	9,4
61	Gröbming	763	-3,9	-2,2	2,0	6,0	11,2	14,1	16,0	15,6	11,7	6,6	0,8	-3,1	6,4	15,2	6,4	-3,1	6,2
69	Hieflau	500	-2,1	-0,4	3,5	7,4	12,6	15,0	17,0	16,8	13,1	8,3	2,3	-1,2	7,8	16,3	7,9	-1,2	7,7
80	Irdning-Gumpenstein	698	-2,8	-0,9	3,1	6,8	11,9	14,8	16,6	16,3	12,6	7,6	1,8	-2,0	7,3	15,9	7,3	-1,9	7,2
84	Kalwang	760	-3,5	-1,9	1,6	5,5	10,6	13,8	15,8	15,3	11,6	6,6	1,0	-2,4	5,9	15,0	6,4	-2,6	6,2
87	Kindberg	561	-3,1	-1,1	2,6	6,8	12,3	15,2	17,0	16,6	12,7	7,7	1,8	-2,0	7,2	16,3	7,4	-2,1	7,2
90	Kirchberg-Grafendorf	455	-1,6	0,2	4,1	8,5	13,7	16,6	18,6	18,1	14,0	8,5	3,0	-0,2	8,8	17,8	8,5	-0,5	8,6
95	Kleinsölk	1005	-2,4	-1,6	1,4	4,7	10,0	12,7	14,5	14,2	10,8	6,5	1,4	-1,6	5,4	13,8	6,2	-1,9	5,9
101	Krippenstein	2050	-5,4	-6,1	-4,4	-1,9	3,3	6,0	8,4	8,8	5,8	2,8	-2,4	-4,4	-1,0	7,7	2,1	-5,3	0,9
103	Lassnitzhöhe	527	-1,0	0,8	4,6	8,7	13,8	16,7	18,6	18,2	14,4	9,4	3,5	0,2	9,0	17,8	9,1	0,0	9,0
104	Leibnitz	273	-2,0	0,2	4,6	9,2	14,5	17,7	19,4	18,6	14,5	9,1	3,2	-0,8	9,4	18,6	8,9	-0,9	9,0
112	Lobming	414	-2,1	-0,4	3,6	8,1	13,4	16,6	18,3	17,5	13,4	8,2	2,5	-1,0	8,4	17,5	8,0	-1,2	8,2
116	Mariazell	865	-2,3	-1,6	1,4	4,8	10,3	13,0	15,0	14,7	11,0	6,9	1,4	-1,5	5,5	14,2	6,4	-1,8	6,1
126	Mürzzuschlag	758	-3,4	-1,9	1,6	5,6	10,9	14,0	15,8	15,3	11,6	6,7	1,0	-2,6	6,0	15,0	6,4	-2,6	6,2
132	Neumarkt	835	-4,1	-2,2	1,8	5,6	10,7	13,9	15,9	15,4	11,5	6,5	0,7	-2,8	6,0	15,1	6,2	-3,0	6,1
138	Oberwölz	827	-3,6	-1,6	2,2	6,0	11,0	14,2	16,0	15,5	11,6	6,8	1,2	-2,4	6,4	15,2	6,5	-2,5	6,4
139	Oberzeiring	933	-3,5	-2,1	1,4	5,2	10,3	13,5	15,4	14,8	11,1	6,2	0,9	-2,4	5,6	14,6	6,1	-2,7	5,9
155	Pusterwald	1072	-4,6	-3,4	0,0	3,8	8,7	11,8	13,6	13,1	9,5	5,0	-0,1	-3,4	4,2	12,8	4,8	-3,8	4,5
161	Rechberg	926	-2,4	-1,5	1,8	5,6	10,8	13,8	15,8	15,3	11,7	7,0	1,6	-1,4	6,1	15,0	6,8	-1,8	6,5
169	Rohrmoos	1078	-3,7	-2,8	0,4	4,1	9,5	12,4	14,4	14,0	10,2	5,6	0,0	-3,1	4,7	13,6	5,3	-3,2	5,1
173	Schöckl	1436	-3,5	-3,7	-1,3	2,1	7,3	10,3	12,4	12,3	8,9	4,9	0,1	-2,3	2,7	11,7	4,6	-3,2	4,0
176	Seckau	855	-3,3	-1,7	2,0	5,8	11,0	14,1	16,0	15,6	11,8	6,9	1,2	-2,3	6,3	15,2	6,6	-2,4	6,4
183	Sonnblick	3105	-11,6	-12,2	-10,9	-8,3	-3,3	-0,4	2,2	2,3	-0,6	-3,6	-8,2	-10,5	-7,5	1,4	-4,1	-11,4	-5,4
191	St.Michael b.Leoben	565	-4,5	-1,8	2,6	6,6	11,9	15,0	17,1	16,3	12,3	7,1	1,2	-2,9	7,0	16,1	6,9	-3,1	6,7
195	St.Radegund	725	-1,1	0,0	3,5	7,4	12,6	15,5	17,6	17,1	13,2	8,4	3,1	0,2	7,8	16,7	8,2	-0,3	8,1
198	Stolzalpe	1293	-2,9	-2,2	0,6	3,7	8,7	11,8	14,0	13,8	10,4	5,9	0,7	-2,0	4,3	13,2	5,7	-2,4	5,2
214	Villacher Alpe	2140	-6,1	-6,6	-4,8	-2,3	2,6	6,0	8,5	8,7	5,5	2,0	-2,8	-5,0	-1,5	7,7	1,6	-5,9	0,5
223	Weiz	465	-1,3	0,6	4,5	8,9	14,1	17,2	19,0	18,4	14,2	8,9	3,3	0,1	9,2	18,2	8,8	-0,2	9,0
225	Wiel	928	-1,0	-0,5	2,5	6,2	11,2	14,1	16,2	15,9	12,4	7,8	2,7	0,2	6,6	15,4	7,6	-0,4	7,3
232	Zeltweg	670	-4,8	-2,1	2,6	6,6	11,8	15,0	16,9	16,4	12,4	7,1	1,0	-3,4	7,0	16,1	6,8	-3,4	6,6

Tabelle 2.1.1: Durchschnittliche Temperaturwerte in °C aller Stationen.

2.1 Durchschnittliche Jahrestemperatur

Periode 1971 bis 2000

KLIMAAATLAS STEIERMARK



2 TEMPERATUR

2.2 Durchschnittliche Jännertemperatur

Geländeabhängigkeit größer als Seehöheneinfluss

Der Januar ist zwar nicht der Monat mit der geringsten Einstrahlung (Dezember), aber aufgrund von Verzögerungseffekten beim Temperaturgang ganz eindeutig der kälteste Monat. Bei kurzem und niedrigem Tagbogen der Sonne, langer Nacht und negativer Strahlungsbilanz am Erdboden ist nun die Neigung zur Bildung von Kaltluftseen und hochreichenden, vielfach tagsüber anhaltenden Inversionen neben dem Dezember am größten, wodurch in diesen Monaten der Faktor des Geländes in den unteren Stockwerken jenen der Seehöhe deutlich übertrifft. Erst im oberen Stockwerk nimmt die Temperatur nach oben eindeutig und mit einem Gradienten von knapp $0,5 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$ ab.

Für die gesamte Steiermark ergibt sich im Jänner aus der Differenz der Temperaturen des tiefsten und höchsten Punktes des Landes ($-1,5^\circ\text{C}$ und $-11,2^\circ\text{C}$) ein Gradient von nur $0,35 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$, was schon auf die geringen bzw. negativen Gradienten (Temperaturzunahme nach oben) der unteren Stockwerke hinweist, wobei besonders im untersten Stockwerk die Niederungen regelhaft kälter sind als die Höhenlagen darüber.

Gegenüber diesen beiden Hauptfaktoren treten die restlichen Temperaturfaktoren an Einfluss stark zurück und sind nur wenig wirksam und kaum wirklich erkennbar. Im Sinne der allgemeinen globalen Temperaturabnahme nach Norden müsste auch in der Steiermark der nördlichste Punkt um $0,9 \text{ K}$ kälter sein als der südlichste, doch wird dieser Faktor durch die unterschiedlichen Witterungseinflüsse aufgehoben bzw. sogar überboten, wobei durch die stärkere Wirkung der milden atlantischen Luftmassen der Norden bei vergleichbaren sonstigen Faktoren sogar etwas milder sein müsste als der Süden. Das ist aus dem verfügbaren Datenmaterial aber nicht herzuleiten, da die Stationen des Nordens von inneralpiner Kaltluft beeinflusst werden und auch nach Temperaturreduktion keinen Wärmever sprung zeigen. Solcher wäre aber an Hand von Vorlandstationen in Ober- oder Niederösterreich zu belegen.

Der mittlere Temperaturgradient nur der unteren beiden Stockwerke (Modellschichten) bis 1400 m für die gesamte Steiermark beträgt sogar nur $0,1 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$, d.h. innerhalb dieses mächtigen Sockels herrscht wenigstens im Durchschnitt so gut wie vollkommene Isothermie.

Temperaturvergleich durch Reduktion auf einheitliches Niveau

Reduziert man die Temperaturen aller Stationen mit diesem Gradienten auf ein Niveau von 500 m , ergibt sich eine Durchschnittstemperatur für die gesamte Steiermark von $-2,5^\circ\text{C}$. Darauf bezogen ist der Norden im Durchschnitt um $0,6 \text{ K}$, das Murtal um $1,1 \text{ K}$ kälter, während der Gesamtsüden um $1,0 \text{ K}$ wärmer ist. Daraus ist aber keineswegs ein breitenbedingter Unterschied im Sinne einer Temperaturzunahme gegen Süden herauszulesen, sondern wieder nur der Einfluss

des Reliefs, wobei die obersteirischen Stationen als überwiegend inneralpine Stationen dazu noch bevorzugt in Talbeckenlage eben die winterliche Kälte der inneralpinen Talluft anzeigen.

Kalte Becken – bevorzugte Gunstlagen

Recht gut sind darüber hinaus an Hand der reduzierten Temperaturen noch die besonders kalten Beckenlagen bzw. die bevorzugten Gunstlagen über der kalten Talluft bzw. des Grazer Stadtklimas zu erkennen. Die kältesten Stationen und ihre Abweichungen in K sind: Zeltweg $-2,2$, St. Michael $-1,9$, Oberzeiring $-1,7$, Pusterwald $-1,6$, Admont und Bad Mitterndorf $-1,4$, Aigen und Neumarkt $-1,3$. Die wärmsten Stationen sind: Wiel $+1,9$, St. Radegund $+1,6$, Lassnitzhöhe $+1,5$, Graz-Universität, Altenberg/Hartberg und Messendorfberg $+1,4$ K Abweichung.

Als besonders kalte Landschaften gelten im Jänner demnach die abgeschlossenen Talbecken mit stark gehemmtem Kaltluftabfluss, wobei das Mitterndorfer-, Trofaiacher-, Aflenzer-, Knittelfelder- und Passailer Becken zu nennen wären, aber auch das Ennstal bei Admont. Nach Reduktion der Temperaturen auf gleiche Seehöhe mit dem oben angegebenen Gradienten wird Bad Mitterndorf um $1,5$ K kälter als Bad Aussee, Admont um $1,8$ K kälter als Hieflau, Zeltweg um $1,7$ K kälter als Seckau und Neumarkt um $1,6$ K kälter als die Stolzalpe. Gerade durch das letzte Stationspaar mit einem Höhenunterschied von 400 Metern wird die Stärke und Mächtigkeit der winterlichen Temperaturumkehr gut belegt. Die Stolzalpe ist sogar real noch um $2,2$ K wärmer als das 623 Meter tiefer gelegene Zeltweg (reduziert um $2,5$ K)!

Karten verschlucken Feinheiten

Diese besondere Eigenheit des Winterklimas wird durch die willkürliche Zusammenfassung der Stationen in den jeweiligen Gebieten und Stockwerken (Modell-Höhen) wegen der schon beim Jahresnormalwert angegebenen Gründe nicht in adäquater Form erfasst. So betragen die mittleren für die Erstellung der Karte verwendeten Gradienten in den einzelnen Schichten von unten nach oben im Norden $0,35$, $-0,14$ und $0,49$ $\text{K} \cdot \text{hm}^{-1}$, im Murtal $0,82$ (!), $-0,53$ und $0,49$ $\text{K} \cdot \text{hm}^{-1}$ und im gesamten Süden $-0,28$, $0,25$ und $0,49$ $\text{K} \cdot \text{hm}^{-1}$. Es wird also jeweils nur ein Teil der allgemein wirksamen Temperaturumkehr erfasst. Die identischen Gradienten in der oberen Schicht entstehen durch die Verwendung des Stationspaares Schöckl – Sonnblick für alle drei Raumeinheiten.

Diese schon lange bekannte Eigenheit des Winterklimas der inneralpinen Talbecken ist aber auch im Vorland in auffallender Weise verwirklicht und konnte insbesondere durch geländeklimatische Untersuchungen aufgeheilt werden, wobei auch hier geländebedingte Unterschiede bis über 2 K entstehen und diese Inversionen wohl an Mächtigkeit, aber kaum an Stärke hinter den inneralpinen zurückstehen.

Als besonders kalt gelten die kleinen Becken von Maria Trost, Niederschöckl, Thal bei Graz, Otternitz in der Weststeiermark, Kornberg in der Oststeiermark und alle

solchen mit ähnlichen Geländebedingungen, von denen die wichtigsten auch in der Karte dargestellt sind.

Diesen kalten Talbecken und Talböden stehen nun ausgesprochen milde Rücken- u. Kuppenlagen gegenüber, wobei sich die mildesten Jännertemperaturen in Höhen von 200 bis 300 Metern über den jeweils benachbarten Talböden einstellen. Aufgrund des zu lockeren Stationsnetzes bzw. des Fehlens von Stationen gerade in den am meisten wärmebegünstigten Standorten kommen auch diese in der Karte nicht zur Geltung. In den höheren Lagen des Sausals, des Steirischen Weinlandes, der oststeirischen Vulkanberge und in allen Gunstlagen in der Fußzone des Randgebirges sind Normalwerte deutlich über -1°C , örtlich sogar nahe Null Grad zu erwarten bzw. werden durch das Netz des Hydrographischen Dienstes, Sondernetze und Temperaturmessfahrten bestätigt. Im äußersten Südosten des Landes ist diese Stufe maximaler Wärmegunst in 400 bis 500 Metern entwickelt.

Sondermessnetze

So wie im Vorland gibt es auch in der Gebirgssteiermark ausgesprochene „Kaltluftlöcher“, die meist schon aus diesem Grund kaum besiedelt und auch nicht durch Dauerstationen erfasst sind. Ihre extreme Winterkälte ist aber durch Sonderstationen und Temperaturmessfahrten gut bekannt. Es sind das u.a. die z. T. lang abgeschatteten und schneereichen, gut abgeschlossenen und wenig durchlüfteten Becken oder Talmulden der Kainisch zwischen Bad Mitterndorf und Bad Aussee, das Becken von Grubegg südlich von Bad Mitterndorf, das Halltal bei Mariazell, einige trogförmige Seitentäler des Hochschwabs sowie in der Mur-Parallelentalung bei Schöder, das Ingeringtal nördlich des Hammergrabens zwischen Knittelfeld und Seckau und ähnliche mehr.

Besonders kalte Landschaften

Dabei gilt die Trivialbeziehung, dass die Winterkälte bei gleichen sonstigen Faktoren nach oben zunimmt, weshalb auch die größeren trogförmigen Täler in den Niederen Tauern mit Höhen über 1200 Metern zu den ganz kalten Tallandschaften zu zählen sein dürften. Die Jännernormalwerte sind in den genannten Landschaften mit unter -5°C anzusetzen, in den kältesten (z.B. Kainisch) sogar mit unter -6°C .

So wie im Vorland und Randgebirge gibt es auch in der Obersteiermark über den kalten Tallandschaften eine Höhenstufe mit milden Temperaturen, wobei diese aber weit höher über den Talböden zu liegen kommt als im Vorland und nur ausnahmsweise Temperaturen wärmer als -2°C aufweisen dürfte, z.B. im Bereich des Mittleren Ennstals nördlich von Hieflau, bei allgemein niedrigerer Lage und häufigerer Beeinflussung durch mildes Westwetter.

Klimaänderung

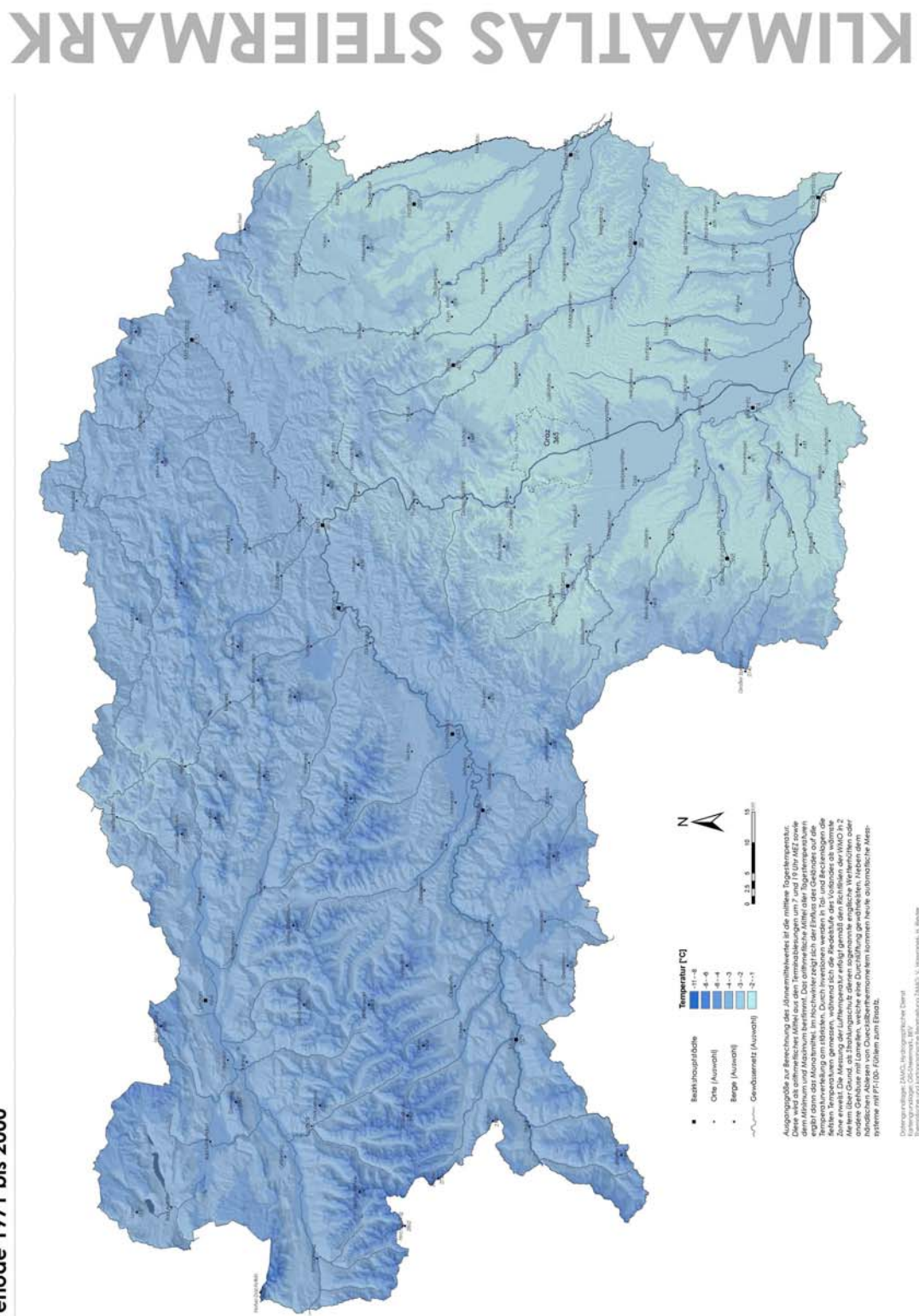
Am Beispiel der Jännernormalwerte der Temperatur kann auch gut die im verwendeten Zeitraum von 1971 bis 2000 bereits wirksame Klimaänderung gezeigt

werden. So liegen die Temperaturen generell um ziemlich genau 1 K über den Werten der durch einige Strengwinter gekennzeichneten Periode von 1951 bis 1970 (H. WAKONIGG, 1978: 417 ff u. Abb. 33).

In Tabelle 2.2.1 finden sich die durchschnittlichen Jännertemperaturen aller Stationen.

2.2 Durchschnittliche Jännertemperatur

Periode 1971 bis 2000



2.3 Durchschnittliche Julitemperatur

Der Juli ist als Monat knapp nach der Sommersonnenwende mit hohem Sonnenstand, langem Tagbogen der Sonne und kurzen Nächten der wärmste Monat und damit das Gegenstück zum Jänner. Aufgrund dieser Strahlungsbedingungen und der hoch positiven Strahlungsbilanzen am Erdboden sind Inversionen seltener und schwächer als im Winter und vor allem wesentlich seichter. Solcherart sind nun die Niederungen und Talbecken nur mehr nachts für wenige Stunden kälter als die darüber liegenden Hänge, wodurch die Inversionen in den Durchschnittswerten vielfach verschwinden oder auf wenige Zehntel Grade reduziert werden, was bei dem gebotenen Kartenmaßstab und der benutzten Äquidistanz von 1 K nicht mehr zum Ausdruck kommt.

Seehöhe bestimmt die Temperatur

Damit wird nun die Seehöhe zum weitaus dominierenden Klimafaktor, der alle anderen weitgehend unterdrückt und nur schwer erkennen lässt. Daraus ergibt sich der Vorteil der recht eindeutigen und linearen Beziehung zwischen Temperatur und Seehöhe, was die modellhafte Ableitung der Karte erleichtert und die Isothermen weitgehend als Höhenlinien erscheinen lässt. Aus den beiden Temperaturen des tiefsten und höchsten Punktes des Landes ($19,4^{\circ}\text{C}$ bzw. $2,9^{\circ}\text{C}$) lässt sich ein mittlerer Gradient von $0,59 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$ errechnen, was deutlich steiler ist als im Jahresdurchschnitt und die starke Erwärmung der Niederungen bzw. die Verzögerung der Erwärmung in den Hochlagen gut belegt.

Diese Bedingungen gelten gleichermaßen auch für die Monate April bis Juni, in denen die Temperaturzunahme im Gebirge weitgehend gleich bzw. sogar etwas rascher als jene in den Tallagen verläuft (siehe auch Text zur Karte der Temperaturänderung vom Frühjahr zum Frühsommer) und fast gleich steile Gradienten bewirkt.

Vom August an vermindern sich die Gradienten dann beschleunigt durch die raschere Abkühlung in den Niederungen bis zu einem Minimum im Dezember und Jänner (siehe dort).

Temperaturgradienten

Die mittleren Temperaturgradienten für den Juli belaufen sich dabei für die einzelnen Stufen von unten nach oben im Norden auf $0,52$, $0,58$ und $0,60 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$, im Murtal auf $0,62$, $0,42$ und $0,62 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$ und im gesamten Süden auf $0,23$, $0,66$ und $0,61 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$. Mit dem geringen Gradienten in der unteren Schicht des gesamten Südens wird der Einfluss der örtlich doch kälteren Talböden gegenüber den etwas höheren Lagen recht gut belegt, lässt sich aber durch Einzelbeispiele noch deutlicher herausstellen. So hat z.B. das 400 m hoch gelegene Wörtherberg mit $19,0^{\circ}\text{C}$ die selbe Temperatur wie das 129 m tiefer gelegene benachbarte Fürstenfeld. Noch eindeutiger wird dieser Effekt beim Vergleich von Lobming in Talbeckenlage (414 m /

18,3°C) mit Wörtherberg (400 m / 19,0°C) oder Graz-Messendorfberg (415 m / 19,1°C), beide etwa 100 m über den benachbarten Talsohlen gelegen. Generell können somit wenigstens die unteren 200 Höhenmeter bei ansonsten gleichen Faktoren als weitgehend isotherm angesehen werden.

Luftmasse begünstigt den Süden

Im Juli wird auch der formale Einfluss der Geographischen Breite recht bescheiden, wobei nur mehr mit einer Süd-Nord-Temperaturabnahme von höchstens 0,5 K zu rechnen wäre. Dazu kommt noch die Wirkung der unterschiedlichen Witterung, welche nun gleichsinnig verläuft, das heißt, dass im Sommer die Kaltluftzufuhr aus dem westlichen bis nördlichen Quadranten recht häufig ist und wegen der zeitlichen Verzögerung und reliefbedingten Ablenkung oder Abschwächung (Föhneffekte) den Süden gegenüber dem Norden begünstigt.

Der mittlere Temperaturgradient nur der unteren beiden Stockwerke (Schichten) bis 1400 m für die gesamte Steiermark beträgt $0,55 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$, d.h. er ist geringfügig kleiner als der Gradient aus den zwei Einzelpunkten über den gesamten Höhenunterschied. Reduziert man die Temperaturen aller Stationen mit diesem Gradienten auf ein Niveau von 500 m, ergibt sich eine Durchschnittstemperatur für die gesamte Steiermark von 17,9°C. Darauf bezogen ist der Norden im Durchschnitt um 0,6 K, das Murtal um 0,1 K kälter, während der Gesamtsüden um 0,4 K wärmer ist, was diesen breitenbedingten Unterschied recht gut belegt.

Zentral- peripherer Formenwandel

Ein weiterer Faktor für die sommerliche Temperaturverteilung ist der Massenerhebungseffekt bzw. etwas sperriger aber zutreffender der zentral-periphere Formenwandel. Auf ein Gebirgsland angewandt bedeutet das, dass die Temperatur unter den Bedingungen der positiven Strahlungsbilanz am Erdboden in vergleichbarer Höhe von außen nach innen zunehmen muss bzw. in breiten, massigen Gebirgen höher sein muss als auf Einzelgipfeln, weil die Atmosphäre knapp über höher gelegenen Heizflächen stärker erwärmt wird als die freie Atmosphäre außerhalb des Gebirges bzw. über frei stehenden Gipfeln.

Dazu kommt noch ein gewisser Gewinn von fühlbarer Wärme durch die bei der Kondensation und Niederschlagsbildung an den Gebirgs- bzw. Massenerhebungsrändern frei werdende latente Wärme, die bei manchen Föhnwetterlagen auch real fühlbar und z.T. sogar quantitativ fassbar wird.

Dieser Effekt ist naturgemäß an Hand der Tages- oder Sommertemperaturen am besten oder wenigstens ehesten festzustellen und bezüglich des gesamten Alpenraums auch gut ausgeprägt und dokumentiert. Für den vergleichsweise bescheiden Ausschnitt der Steiermark ist dieser Effekt sicher untergeordnet und entsprechend schwächer entwickelt, aber durchaus vorhanden. Die diesbezüglich wärmsten Bereiche sind dabei im Umkreis des Oberen Murtales zu erwarten.

Bei einer Reduktion der Julinormalwerte mit dem oben genannten Gradienten von $0,55 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$ erscheint der Schöckl um 0,8 K, Mönichkirchen um 0,5 K kälter als die Stolzalpe, die Wiel ist um 0,2 K wärmer.

Angesichts der sonstigen Faktoren wie Geländebeschaffenheit und allgemeine Temperaturzunahme nach Süden sind diese Unterschiede zu gering um auf diesem einfachen Weg den Effekt der inneralpinen Überwärmung zu beweisen, widersprechen diesem aber auch nicht. Etwas deutlicher wird dieser Einfluss bei den mittleren täglichen Maxima der Temperaturen (siehe dort).

Im Juli wird die 10° -Grenze durchschnittlich in einer Höhe von 1800 bis 1870 Metern im Sinne des Anstiegs von Nord nach Süd erreicht, was im Zusammenhang mit der Wald- bzw. Baumgrenze einen guten Orientierungswert darstellt.

Klimawandel

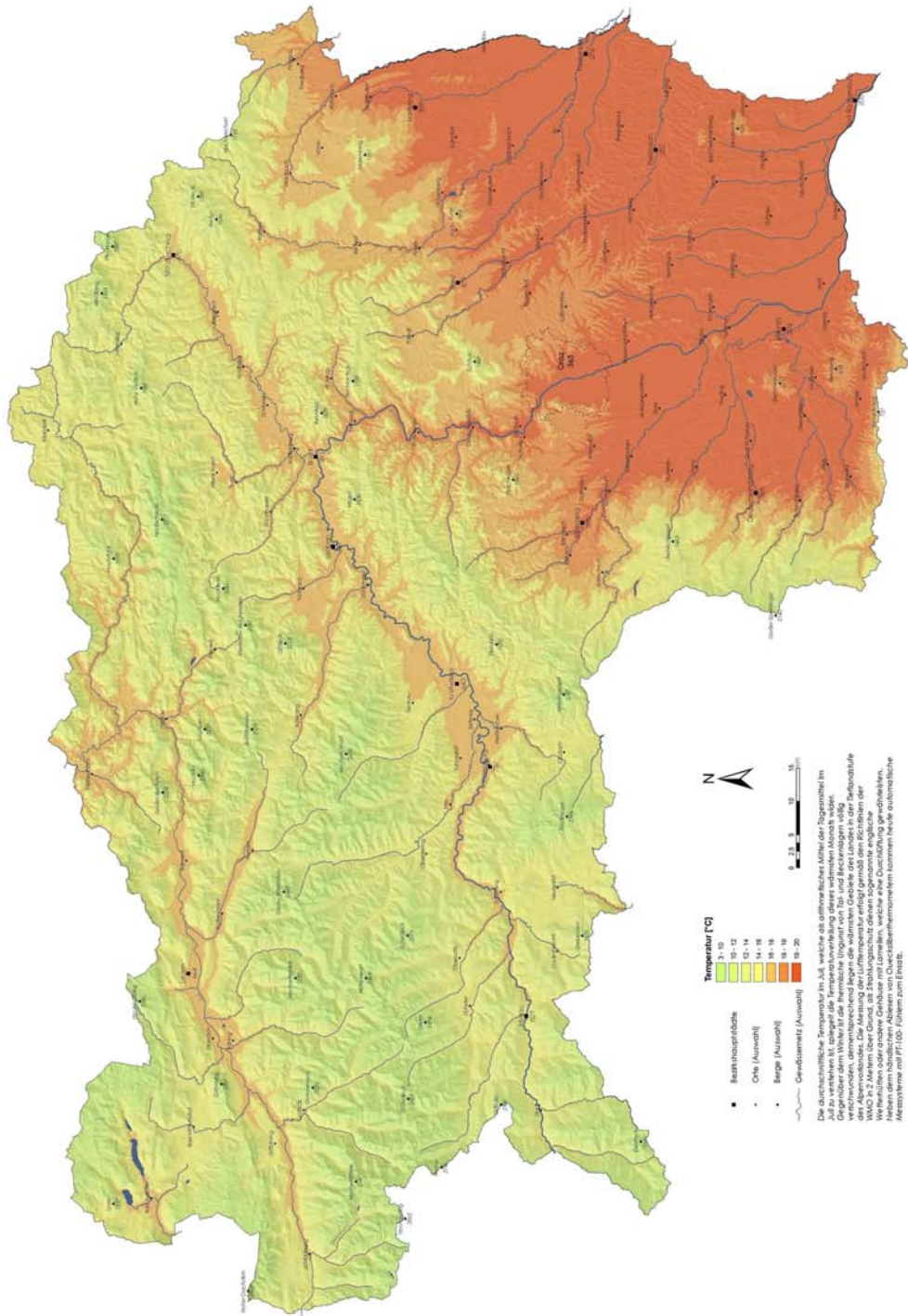
Gegenüber dem Zeitraum von 1951 bis 1970 ist der Erwärmungsbetrag gering und beläuft sich durchschnittlich nur auf 0,3 bis 0,4 K, da sich die Klimaänderung wegen der noch überwiegend kühlen Sommer in den Siebzigerjahren in den dreißigjährigen Normalwerten von 1971 bis 2000 noch nicht voll bemerkbar macht.

In Tabelle 2.2.1 finden sich die durchschnittlichen Julitemperaturen aller Stationen.

2.3 Durchschnittliche Julitemperatur

Periode 1971 bis 2000

KLIMAAATLAS STEIERMARK



2 TEMPERATUR

2.4 Durchschnittliche Jahresschwankung der Lufttemperatur

Definition

Die Jahresschwankung der Temperatur ist die Differenz zwischen dem Normalwert des wärmsten und kältesten Monats, in der Steiermark also zwischen Jänner und Juli. Oberhalb von 3000 m können es durch die Verzögerung im Jahresgang der Temperatur auch die Monate Februar und August sein.

Einfluss der Seehöhe

Die regional bedeutenden Unterschiede in der Jahresschwankung der Temperatur sind sinngemäß durch die Faktoren der Jänner- und Julinormalwerte (siehe dort) zu erklären und laufen im Wesentlichen auf eine Abnahme der Jahresschwankung mit zunehmender Seehöhe hinaus, die sich durch den verzögerten Temperaturgang der Hochregionen gegenüber den Niederungen ergibt und auch in den kleineren vertikalen Temperaturgradienten des Jänners gegenüber den viel größeren des Julis manifest werden.

Geländeeinfluss

Der zweitwichtigste Klimafaktor ist das Gelände. Dabei wird dieser Faktor wegen der Bildung von auffallenden Kaltluftseen im Jänner ungleich wichtiger als im Juli, in welchem die Geländeeinflüsse vergleichsweise gering bleiben. Dadurch wird das Verteilungsbild der Jahresschwankung wenigstens in den Niederungen weitgehend von den Wintertemperaturen bestimmt und erinnert auch in der Struktur der Verteilung stark an die Jännernormalwerte der Temperaturen.

Wenig Einfluss sonstiger Faktoren

Die sonstigen Faktoren (geographische Breite, Witterung etc.) sind dagegen nachgeordnet und in ihrer Wirkung kaum zu analysieren. Als Beispiel sei genannt, dass die Jahresschwankung nach der formalen Abhängigkeit von der Geographischen Breite am nördlichsten Punkt der Steiermark um etwa 0,5 K höher sein müsste als am südlichsten Punkt, was aber durch den stärkeren Einfluss maritimer Luftmassen sowohl im Jänner als auch im Juli mehr als wettgemacht werden dürfte. Bei gleichen sonstigen Faktoren ist also die Jahresschwankung im Norden eher geringer als im Süden und das Gesamtbild fast nur mehr aus der Kombination der Faktoren Seehöhe und Gelände herzuleiten

Maritim- kontinentales Klima

Traditionell wurde die 20 K-Isallobare gerne als Trennlinie zwischen maritimem und kontinentalem Klima in Europa benutzt. Nach dieser Überlegung verläuft die Grenze zwischen maritimem und kontinentalem Klima als kompliziert geschnörkelte Linie fast durch alle Landschaften der Steiermark und trennt letztlich nur das Klima der „kontinentalen“ Niederungen vom Klima des Berglandes, wobei das Bergland gar

nicht uneingeschränkt als „maritim“ anzusprechen ist. Die meisten ein maritimes Klima charakterisierenden Eigenheiten bestimmter Klimaelemente treffen durchaus auch auf das Gebirge zu und verstärken sich mit zunehmender Seehöhe, doch sind der gleichzeitig zunehmende Gegensatz zwischen stabilerem, sonnigerem Winter und trüberem, feuchteren Frühsommer, oder die generell zunehmende Einstrahlung alles andere als maritime Klimazüge.

Für den höchsten Punkt des Landes kann die Jahresschwankung mit 16,6 K angenommen werden, am tiefsten Punkt beträgt sie 22,1 K, im Beckenklima von Zeltweg sogar 22,8 K. Vergleichsweise wird die Jahresschwankung von 16,6 K in den Niederungen erst westlich von Luxemburg unterschritten, dagegen wird der Wert von 22,8 K erst an der polnischen Ostgrenze überschritten.

Periode 1971 bis 2000



2.5 Durchschnittliche aperiodische Tagesschwankung

Definition der absoluten Tagesschwankung der Temperatur

Die aperiodische Tagesschwankung ist die Differenz zwischen dem mittleren täglichen Minimum und dem mittleren täglichen Maximum der Temperatur, d.h. den tatsächlich irgendwann im Laufe des Tages erreichten Höchst- und Tiefstwerten unabhängig vom Zeitpunkt ihres Eintretens. Sie wird daher auch absolute Tagesschwankung genannt. Die Normalwerte für das mittlere tägliche Minimum im Jänner und das mittlere tägliche Maximum im Juli werden in eigenen Karten dargestellt (siehe dort).

Definition der periodischen Tagesschwankung der Temperatur

Demgegenüber ist die periodische Tagesschwankung die Differenz der Temperaturen der im Mittel kältesten und wärmsten Tageszeit, das ist jeweils knapp vor Sonnenaufgang, also im Laufe des Jahres etwa 4 Stunden verschoben, bzw. am frühen Nachmittag recht konstant und unabhängig von Seehöhe, Gelände und Jahreszeit zwischen 14:30 und 15 Uhr.

Aus den genannten Gründen der unterschiedlichen Ermittlung ist die aperiodische Tagesschwankung regelhaft um etwa 1 bis 2 K größer als die periodische.

Einfluss von Seehöhe, Gelände, Witterung und Jahreszeit

Die Faktoren für die Tagesschwankung sind sinngemäß die selben wie für die mittleren täglichen Maxima und Minima, d.h. Seehöhe (Abnahme nach oben), Gelände (Höchstwerte in Beckenlagen mit nächtlicher Kaltluftbildung), Witterung (Dämpfung durch Bewölkung und Nebel) und aus diesem Grund auch die Jahreszeit. Das heißt, dass die Tagesschwankung im Winter bei geringen Unterschieden in der Strahlungsbilanz zwischen Tag und Nacht und gleichzeitig reichlicher Bewölkung und stärkerer Nebelhäufigkeit fast durchwegs am kleinsten ist (insbesondere im Dezember!), während sie im Sommerhalbjahr wesentlich größer ist, aber zwischen April und Oktober nur wenig Unterschiede aufweist, d.h. keinen Monat mit einem eindeutigen Maximum erkennen lässt (Abb. 2.14.1). Auf den Hochgipfeln der Alpen (Sonnblick) gibt es keine nennenswerten jahreszeitlichen Unterschiede bei der aperiodischen Tagesschwankung mehr, da diese dort stärker durch den Witterungs- bzw. Luftmassenwechsel bestimmt wird als durch die Strahlungsgegensätze zwischen Tag und Nacht. Die thermische „Sprunghaftigkeit“ des Witterungswechsels unterliegt aber im Gegensatz zu den tagesperiodischen Strahlungsunterschieden so gut wie keinen jahreszeitlichen Unterschieden.

Im Sommer gleiche Tagesschwankung wie im Winter möglich

Das ist dadurch bedingt, dass in den Monaten mit der höchsten Einstrahlung und größten positiven Strahlungsbilanz (Mai bis Juli) der Tageserwärmung in den Niederungen bzw. in Erdbodennähe durch konvektionsbedingte Wärmeabgabe in

höhere Luftschichten gewisse Grenzen gesetzt sind und der tägliche Wärmescheitel zu einem breiten Berg auseinander gezogen erscheint, während er z.B. im März oder Oktober einen deutlichen und schmäleren Gipfel bildet. Selbst im Hochwinter kann die Tagesschwankung bei Strahlungswetter und klarem Himmel gleich große Werte wie im Sommer erreichen, da durch die vergleichsweise schwächere Einstrahlung tagsüber auch nur eine seichte bodennahe Kaltluftschicht erwärmt werden muss.

Wasserdampf verhindert Sommerfröste

Dazu kommt, dass die atmosphärische Gegenstrahlung mit zunehmender Luftfeuchtigkeit zunimmt und der hohe Wasserdampfgehalt im Sommer der gleichzeitig hohen Ausstrahlung durch verstärkte atmosphärische Gegenstrahlung entgegen wirkt und solcherart die nächtliche effektive Ausstrahlung behindert. Dadurch werden auch die sommerlichen Tiefstwerte gedämpft und sommerliche Nachtfröste wenigstens in den niedrigeren Lagen ausgeschlossen.

Im Winter wenig Zeit für Erwärmung, viel Zeit für Abkühlung

Beispiele für den Tagesgang der Temperatur bei ungestörtem Strahlungswetter werden in der Abbildungen 2.5.1 und 2.5.2 gezeigt. Im Jänner ist die Zeit der Erwärmung zwischen Sonnenaufgang und etwa 14:30 Uhr mit 6 bis 7 Stunden ungleich kürzer als die 17 bis 18 Stunden dauernde Zeit der Abkühlung zwischen Frühnachmittag und Sonnenaufgang. Entsprechend ist die Geschwindigkeit der Erwärmung (Temperaturzunahme pro Zeiteinheit) ungleich größer als die der Abkühlung. Dazu kommt, dass sich die Abkühlung gegen das Minimum zum Sonnenaufgang mehr und mehr verlangsamt. Das ist darauf zurückzuführen, dass die Ausstrahlung des Erdbodens mit sinkender Temperatur ebenfalls abnimmt, während die Gegenstrahlung der fast isothermen Atmosphäre weitgehend konstant bleibt und die schwächer werdende Ausstrahlung zunehmend wirksamer kompensiert. Dazu kommt noch Temperaturgewinn durch frei werdende latente Wärme bei der Bildung von Tau oder Reif sowie Dunst oder sogar Nebel. Diese Verhältnisse sind besonders gut an der Tal-Beckenstation Zeltweg ausgebildet.

Im Sommer weniger Zeit für Abkühlung

Im Juni, zur Zeit der größten Tageslänge verschwindet die Asymmetrie zwischen der Dauer der Erwärmung bzw. Abkühlung weitgehend: Die Zeit der Erwärmung verlängert sich auf 10 bis 11 Stunden, jene der Abkühlung verkürzt sich auf 12 bis 13 Stunden, was wieder am besten am Beispiel von Zeltweg zu erkennen ist.

Auf den Bergen bestimmen Luftmassenwechsel die Tagesschwankung

Auf den Bergen ergeben sich gegenüber den Niederungen stark abweichende Verhältnisse. Die Temperaturen der Gipfelstationen werden viel stärker von den Temperaturen der freien Atmosphäre beeinflusst als von jenen des Erdbodens, wodurch die aus den Strahlungsbilanzen resultierende periodische Schwankung

ganz gering wird. Gleichzeitig beeinflussen dynamische Vorgänge den Tagesgang der Temperatur viel stärker. Das sind vor allem Einflüsse des Wechsels verschiedener Luftmassen, die sich in einem unregelmäßigen Temperaturgang äußern, der den regelmäßigen periodischen Tagesgang vielfach bis zur Unkenntlichkeit überlagert, was aber bei ausgesuchtem ungestörtem Strahlungswetter nicht der Fall sein sollte. Dazu kommen die Einflüsse der vertikalen Luftbewegung. Dabei bedeutet Absinken der Luft deren relative Austrocknung und Erwärmung, Aufsteigen der Luft umgekehrt Abkühlung und Ansteigen der relativen Luftfeuchtigkeit.

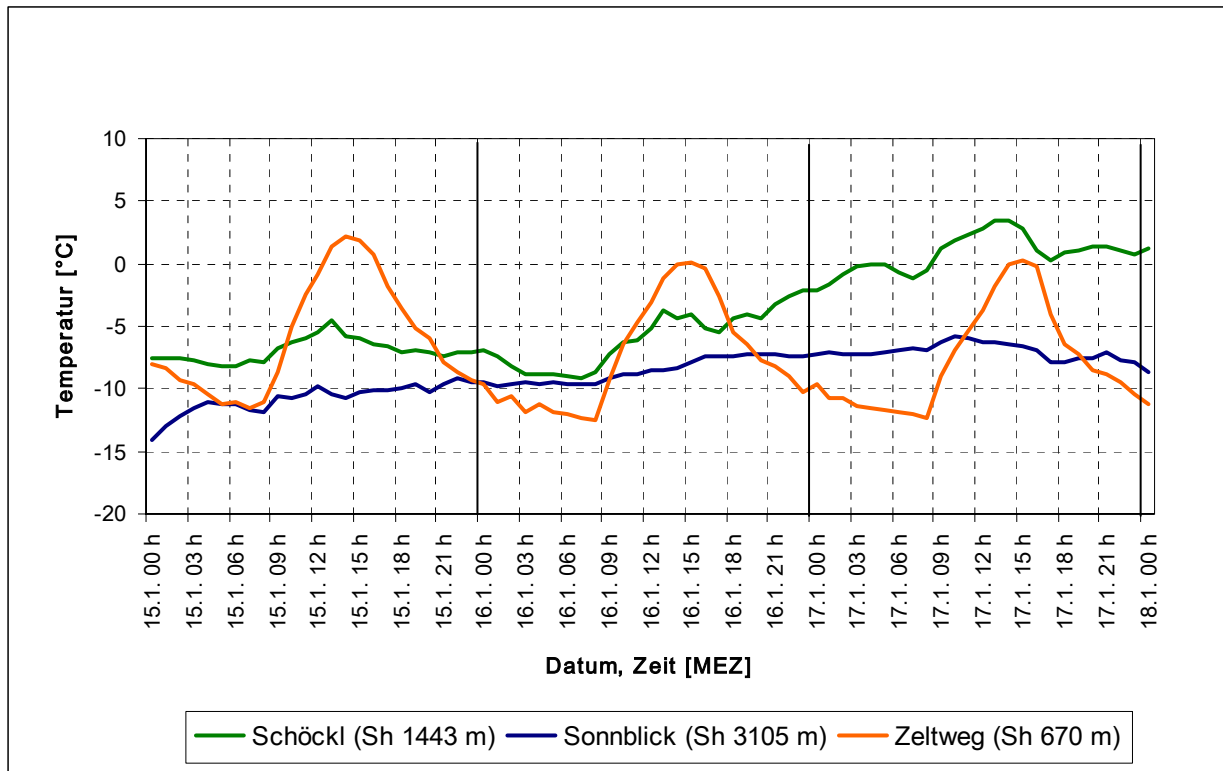


Abbildung 2.5.1: Tagesgang der Temperatur bei ungestörtem Strahlungswetter zwischen 15. und 17. Jänner 2005.

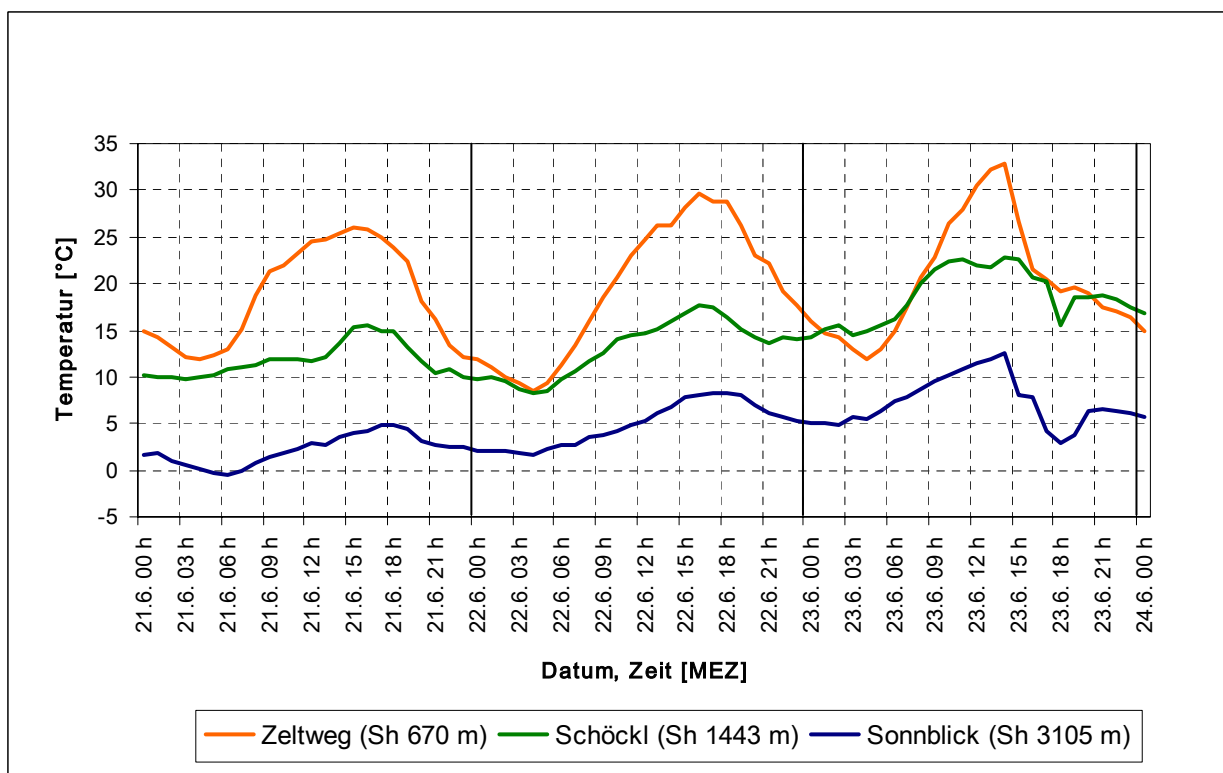


Abbildung 2.5.2: Tagesgang der Temperatur bei ungestörtem Strahlungswetter zwischen 21. und 23. Juni 2003.

Schließlich wirkt auch eine sich verändernde Wetterlage auf den Tagesgang der Lufttemperatur ein, etwa zunehmender Hochdruck im Sinne einer allgemeinen Erwärmung bei generell absteigender Luft und allmählicher Zufuhr wärmerer Luftmassen. Diese Einflüsse sind am Beispiel der Tagesgänge der Temperaturen auf dem Schöckl und Sonnblick gut zu erkennen. Auf dem niedrigeren Schöckl ist der periodische Tagesgang im Jänner (Abb. 2.5.1) gerade noch angedeutet, wird aber von dem nicht an Tageszeiten gebundenen Temperaturgeschehen stark überlagert, während auf dem freien Hochgipfel des Sonnblicks der periodische Tagesgang überhaupt nicht mehr zu erkennen ist, sondern nur mehr der allmähliche Anstieg im Zuge der zunehmend absinkenden Luft bei starkem Hochdruckeinfluss.

Im Juni (Abb. 2.5.2) ist bei ungleich höherer Globalstrahlung bzw. stärkerem Gegensatz zwischen der negativen nächtlichen Strahlungsbilanz und der positiven tagsüber auch auf den Bergen der periodische Tagesgang noch gut zu erkennen, ist aber auch wieder von einem allgemeinen Trend der Temperaturzunahme bei sich verstärkendem Hochdruckwetter überlagert. Die Tagesschwankung selbst bleibt aber weit hinter jener der Niederungen oder gar Talbecken zurück.

Unregelmäßige Witterung dämpft Tagesgang

Im Durchschnitt aller Tage (Abb. 5.2.3 und 5.2.4) ergibt sich ein Verlauf des Tagesganges, der gegenüber jenem von ausgesuchten Tagen mit Strahlungswetter durch die sonstigen Tage mit allen möglichen durch den Witterungsablauf bedingten Störungen und Nivellierungen (z.B. bei bedecktem Himmel) stark gedämpft erscheint, aber letztlich doch die Form des Tagesganges bei Strahlungswetter nachzeichnet. Wegen des völlig unregelmäßigen und nicht an irgendwelche Tageszeiten gebundenen Verlaufes des Witterungswechsels (insbesondere des Luftmassenwechsels) wird dessen Einfluss in einer gemittelten Kurve nicht mehr als unregelmäßige Störung, sondern nur mehr in Form der allgemeinen Dämpfung erkennbar.

Tagesschwankungen im Winter in den Niederungen hoch, im Gebirge gering

Dabei wird die periodische Tagesschwankung im Jänner (Abb. 5.2.3) auf dem Schöckl auf etwa 2,1 K und auf dem Sonnblick auf nur etwa 1,6 K reduziert. Dagegen sind es in Zeltweg immerhin noch 6,5 K. Auffallend ist ferner die fast vollkommene nächtliche Isothermie bei den beiden Bergstationen, die durch das nächtliche Abfließen der lokal gebildeten Kaltluft und deren Ersatz durch die absinkende oder heranströmende isotherme Luft der freien Atmosphäre bewirkt wird. Die Temperatur der freien Atmosphäre unterliegt nämlich nur unbedeutenden Tagesschwankungen. Auf freien Berggipfeln ist daher die Abkühlung bald nach Sonnenuntergang so gut wie beendet, während sie in den Niederungen bis zum Sonnenaufgang weitergeht.

Höhere Tagesschwankungen im Sommer

Im Juni (Abb. 5.2.4) sind die Schwankungen auch im Durchschnitt aller Tage wegen des oben erwähnten stärkeren Strahlungsgegensatzes zwischen Tag und Nacht wesentlich höher und belaufen sich auf 2,4 K auf dem Sonnblick, 4,3 K auf dem Schöckl aber 10,1 K in Zeltweg. Dazu ist auch die nächtliche Isothermie auf den Berggipfeln nicht mehr so vollkommen entwickelt wie im Winter.

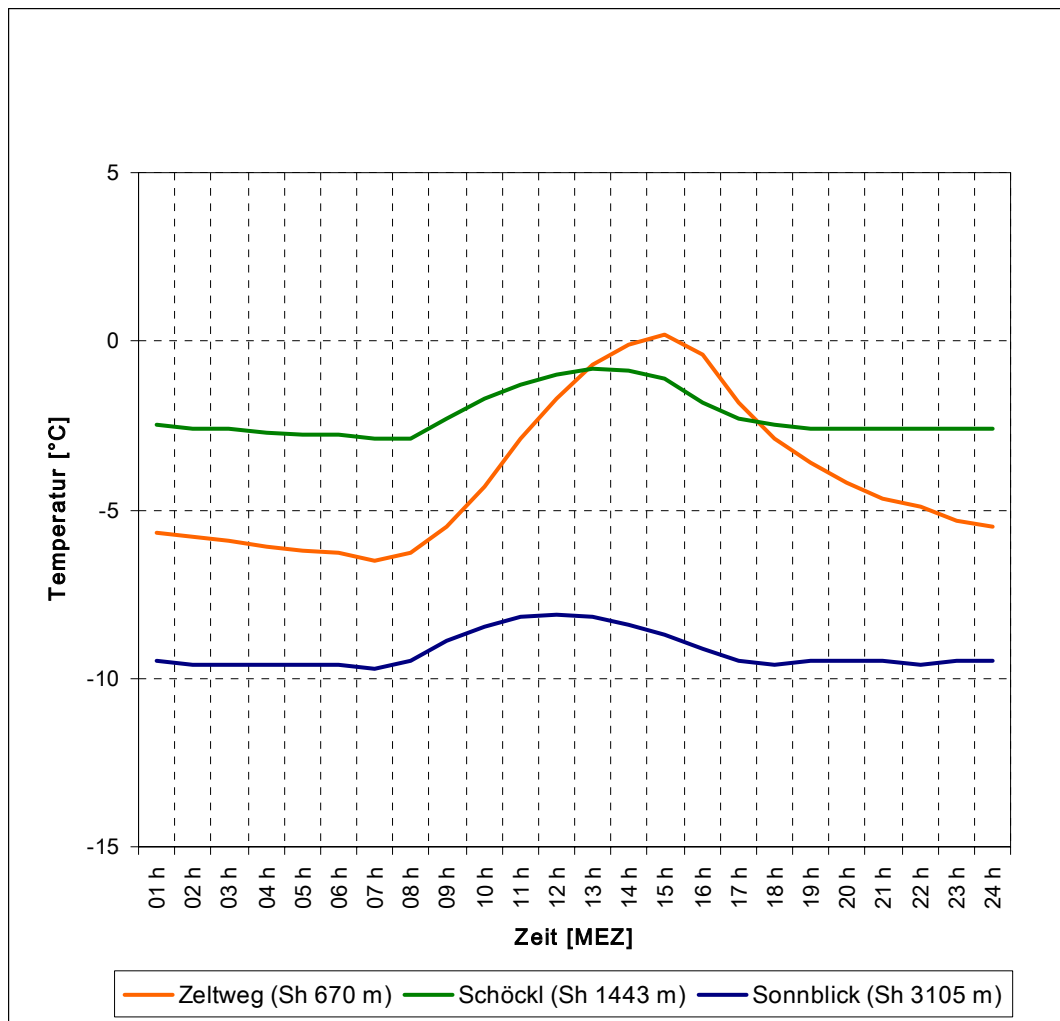


Abbildung 2.5.3: Durchschnittlicher Tagesgang ausgewählter Stationen in Jänner, Periode 1991 bis 2000.

Die aperiodische (auch „absolute“ oder „tatsächliche“) Tagesschwankung ist durch die oben angegebene andere Berechnung durchwegs um etwa 2 bis 2,5 K höher als die periodische. Die Darstellung ihres Jahresdurchschnitts nivelliert die gezeigten jahreszeitlichen Unterschiede, die Faktoren der Seehöhe und des Geländes kommen aber gut zur Geltung. Was die Witterungseinflüsse anlangt, so sind insbesondere die Winterbedingungen wegen der größeren Neigung zu Hochnebel- und

Stratuswolkendecken im Vorland für die dort geringere Tagesschwankung gegenüber dem Oberen Murtal verantwortlich. Selbst im Oberen Ennstal sind die Tagesschwankungen trotz der größeren Seehöhe und der stärkeren sommerlichen Bewölkung gleich groß wie im Vorland. Neben der geringeren Winterbewölkung ist das auch auf die Talbeckenlage der Stationen zurückzuführen.

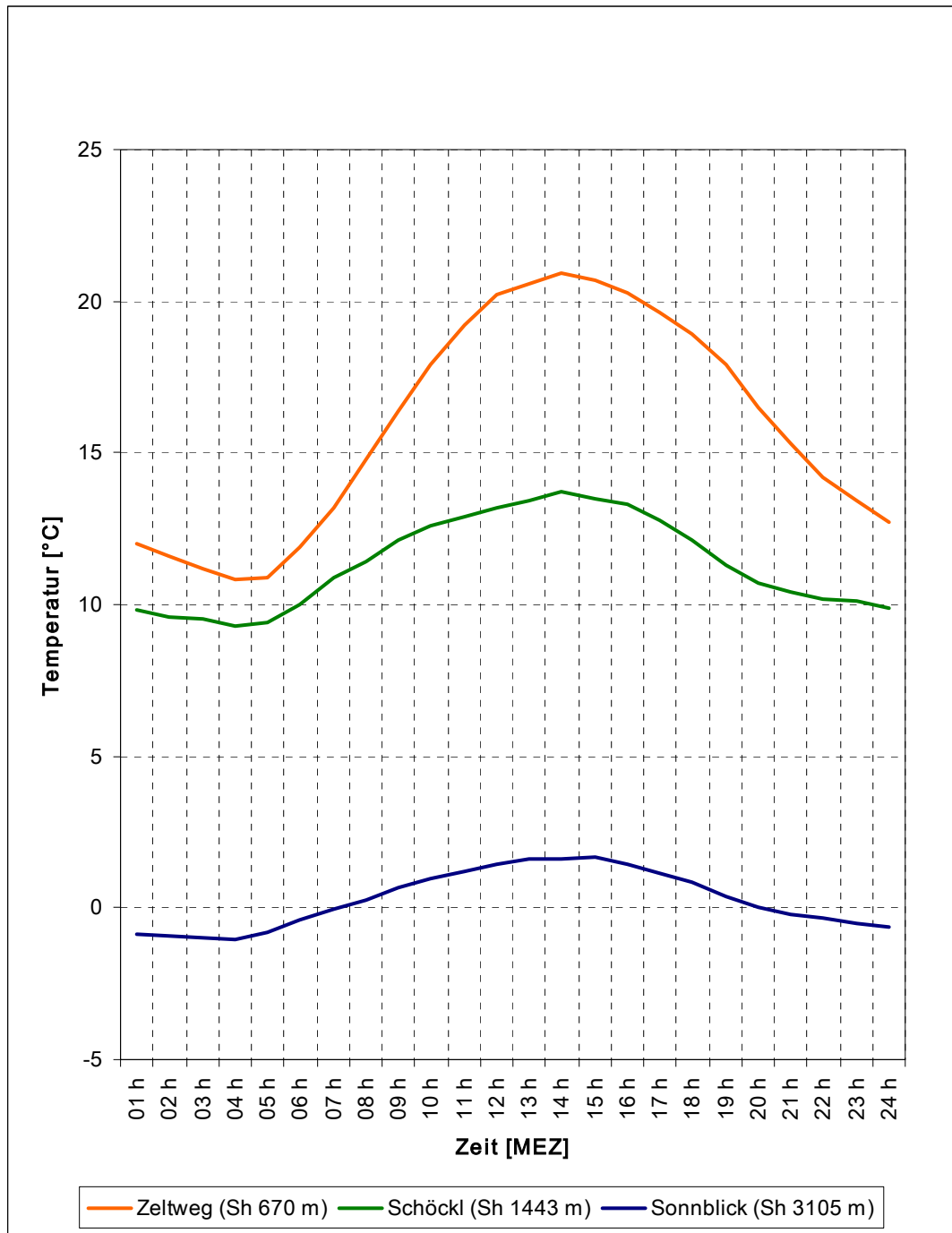


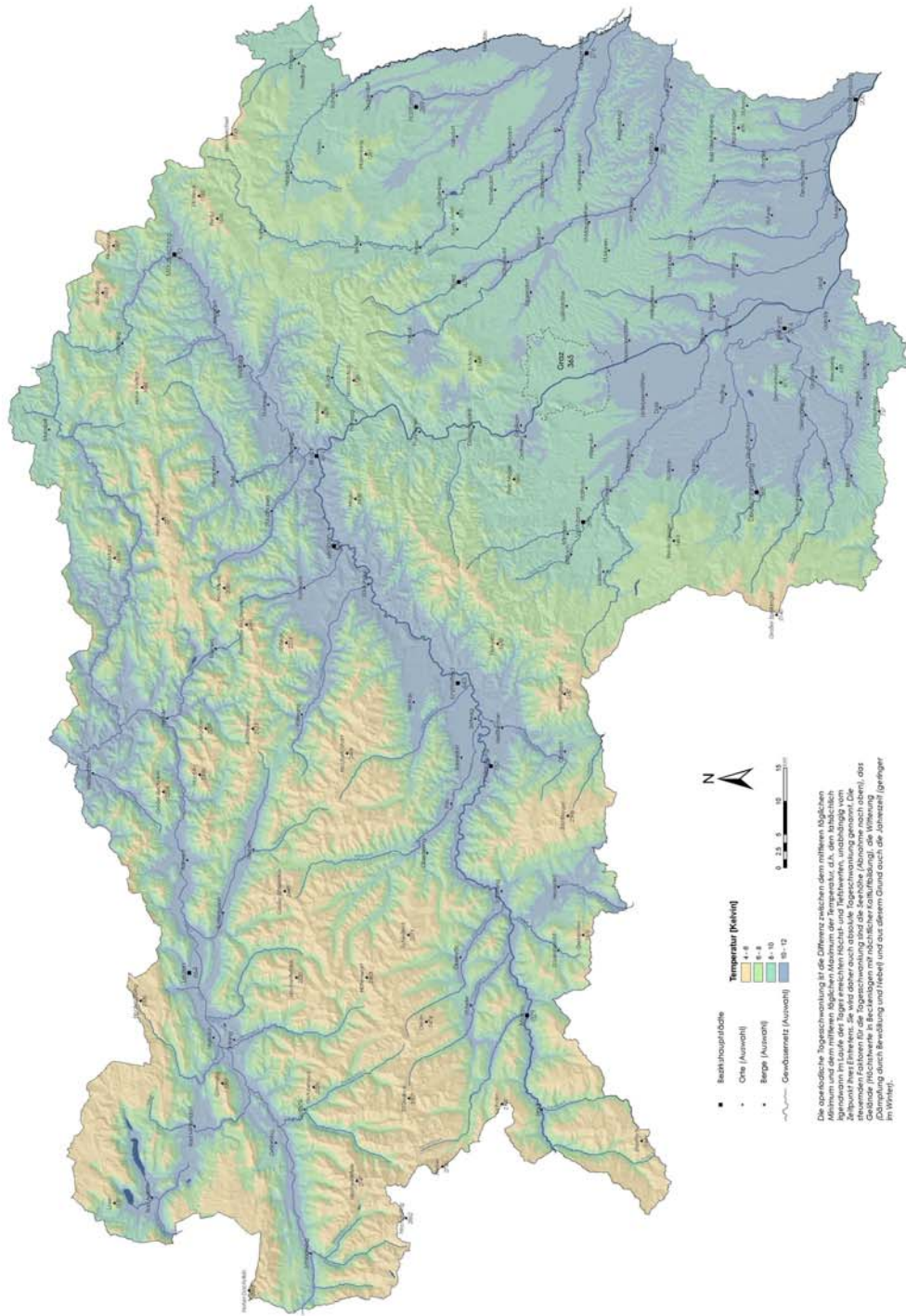
Abbildung 2.5.4: Durchschnittlicher Tagesgang ausgewählter Stationen in Juni, Periode 1991 bis 2000.

Der Höchstwert der aperiodischen Tagesschwankung wird in Neumarkt erreicht, was auf die geringere Nebelhäufigkeit gegenüber Zeltweg zurückgeht, welches an sich das typischere Beckenklima repräsentiert. In den Monaten zwischen April und Oktober liegen die Werte der aperiodischen Tagesschwankung in der Niederungen um etwa 1 bis 1,5 K über den Jahresdurchschnitt, im Dezember aber um 3 bis 4 K darunter. Diese Unterschiede verringern sich mit zunehmender Seehöhe und verschwinden oberhalb 2500 m völlig, wo die aperiodische Tagesschwankung nur mehr 5 bis 6 K beträgt und jahreszeitliche Unterschiede nicht mehr wesentlich sind. Auf dem Sonnblick (3105 m) sind es schließlich nur mehr 4,5 K, wobei im Hochgebirge etwa die Hälfte dieses Betrages auf den Witterungswechsel (Temperaturänderungen durch den Wechsel von unterschiedlich temperierten Luftmassen) und nur die andere Hälfte auf die periodische Schwankung, d.h. die strahlungsbedingten Tag-Nachtunterschiede, zurückzuführen ist.

Solcherart ist im Hochgebirge die aperiodische Tagesschwankung sogar in Monaten mit lebhaftem Wetterwechsel und reichlich zyklonaler Witterung mit Bewölkung und Niederschlägen etwas größer als in ruhigen strahlungsreichen Schönwettermonaten mit weithin gleichförmiger Witterung und seltenem Luftmassenwechsel. In den tieferen Lagen ist es dagegen umgekehrt: Da ist auch die aperiodische Tagesschwankung in Monaten mit stabilem Strahlungswetter weitaus größer als in Monaten mit starkem Wetterwechsel und hohem Anteil an wolkenreichen zyklonalen Wetterlagen.

2.5 Durchschnittliche aperiodische Tagesschwankung

Periode 1971 bis 2000



2 TEMPERATUR

2.6 Durchschnittliche Dauer der Vegetationsperiode ($\geq 5^{\circ}\text{C}$)

Definition

Die Zeit des Jahres mit Tagesnormalwerten der Lufttemperatur von wenigstens 5°C wird allgemein als Vegetationsperiode bezeichnet, obwohl dafür mit gleicher „Berechtigung“ auch andere Grenzwerte denkbar und auch eingesetzt worden sind. Die meisten Pflanzen der kühlgemäßigten Zonen stellen ihre Aktivität erst knapp unterhalb der Frostgrenze völlig ein, bei Temperaturen darüber nimmt die Aktivität, d.h. der Stoffwechsel und die Wuchseistung mit zunehmenden Temperaturen exponentiell bis zu einem Maximum zu. Dabei ist der Bereich der günstigsten Temperaturen relativ breit und liegt je nach Pflanzenart zwischen 10 und 35°C .

Agrarklimatische Bedeutung

Die 5°C -Schwelle liegt dabei mitten in dem Bereich der stärksten Zunahme der biologischen Aktivität, beschreibt aber auch recht zutreffend die merkbare Zunahme der Wuchseistung von Gräsern und Getreide und hat damit auch eine agrarklimatische Bedeutung.

Die Ermittlung des Normalwertes der Dauer der Vegetationsperiode erfolgt durch die Bestimmung der Zahl der Tage mit wenigstens 5°C in den Einzeljahren und Bildung des arithmetischen Mittels aus allen 30 Jahren. Dieser Wert kann von der Zahl der Tage zwischen dem durchschnittlichen Beginn (und Ende) der Vegetationsperiode aber beträchtlich abweichen (siehe dort).

Die Seehöhe entscheidet

Die Verteilung der Dauer der Vegetationsperiode ist weitgehend ein Abbild der Temperaturverteilung im Frühjahr und Herbst bzw. mit zunehmender Höhe einer immer mehr gegen den Sommer verschobenen, wodurch die Verteilung auch stark an die Verteilung der Normalwerte der Julitemperatur erinnert. Von den Klimafaktoren ist daher die Seehöhe wieder weitaus dominant, während Gelände, geographische Breite (Lage) und die sonstigen stark untergeordnet sind. Erwartungsgemäß stellt sich wieder ein unterer „Sockel“ mit etwa 200 Metern Mächtigkeit ein, in dem isotherme Verhältnisse herrschen und die Dauer der Vegetationsperiode so gut wie konstant bleibt. Das ist u.a. gut am Vergleich von Zeltweg und Seckau zu sehen, die bei einem Höhenunterschied von 185 Metern die gleiche Dauer aufweisen oder auch beim Vergleich des Thalerhofs mit der Lassnitzhöhe, wobei letztere in 190 m höherer Lage nur eine um einen Tag kürzere Andauer aufweist. Dadurch werden bei einer Äquidistanz von 15 Tagen auch die geländeklimatischen Besonderheiten und Abweichungen „verschluckt“ und das gesamte Vorland erscheint als einheitlicher Klimaraum.

Kleinräumige Unterschiede

Im Durchschnitt der gesamten Steiermark beträgt die Abnahme der Dauer der Vegetationsperiode bis 2100 m Höhe (Gradient) 6,75 Tage pro 100 m. Reduziert man die Dauer mit diesem Gradienten auf ein Niveau von 500 m, ergibt sich eine durchschnittliche Dauer von 229 Tagen, wobei die durchschnittliche Dauer im Norden um 3 Tage kürzer, im Murtal um einen Tag länger und im Gesamtsüden um 3 Tage länger ist. Die regionalen Unterschiede sind also eher bescheiden, die kleinräumigen Unterschiede aber wieder beachtlich, wobei die Stationen mit auffallend längerer Dauer (Wiel +13, Stolzalpe, St. Radegund, Lassnitzhöhe +11, Weiz +10, Messendorfberg +9) in den schon bekannten Gunstgebieten liegen, wie umgekehrt die Stationen mit auffallend verkürzter Dauer in den geläufigen Ungunstgebieten sich befinden (St. Michael -10, Aigen -9, Pusterwald und Mürzzuschlag -8, Kalwang -7, Admont, Zeltweg, Birkfeld -6).

Zumindest 240 Tage für anspruchsvollere Nutzpflanzen

Gesamtösterreichisch betrachtet zählen Bereiche mit über 240 Tagen wie etwa im Riedelland oder im Stadtklima von Graz zu den besonders begünstigten Gebieten und werden nur in einigen Bereichen um den Neusiedler See oder im Wiener Raum nennenswert übertroffen. Mit 240 Tagen kann auch der Bereich des erfolgreichen Anbaus von anspruchsvolleren Nutzpflanzen (z.B. Wein, Qualitätsobst) gut umschrieben werden.

Am Dachstein noch 20 Vegetationstage

Der Normalwert der Temperatur des wärmsten Monats sinkt oberhalb von etwa 2600 Metern unter 5°C, doch gibt es darüber noch genügend Einzeltage mit wärmeren Temperaturen und sogar auf dem höchsten Punkt des Landes, dem Dachsteingipfel, sind noch etwa 20 Tage mit wenigstens 5°C im Jahr zu erwarten. Die Höhengrenze von 2600 Metern ist ja auch nicht die absolute Vegetationsgrenze im Hochgebirge. Die Zahl der tatsächlichen Tage mit wenigstens 5°C nähert sich darüber asymptotisch dem Wert Null in fast 4000 Metern Höhe.

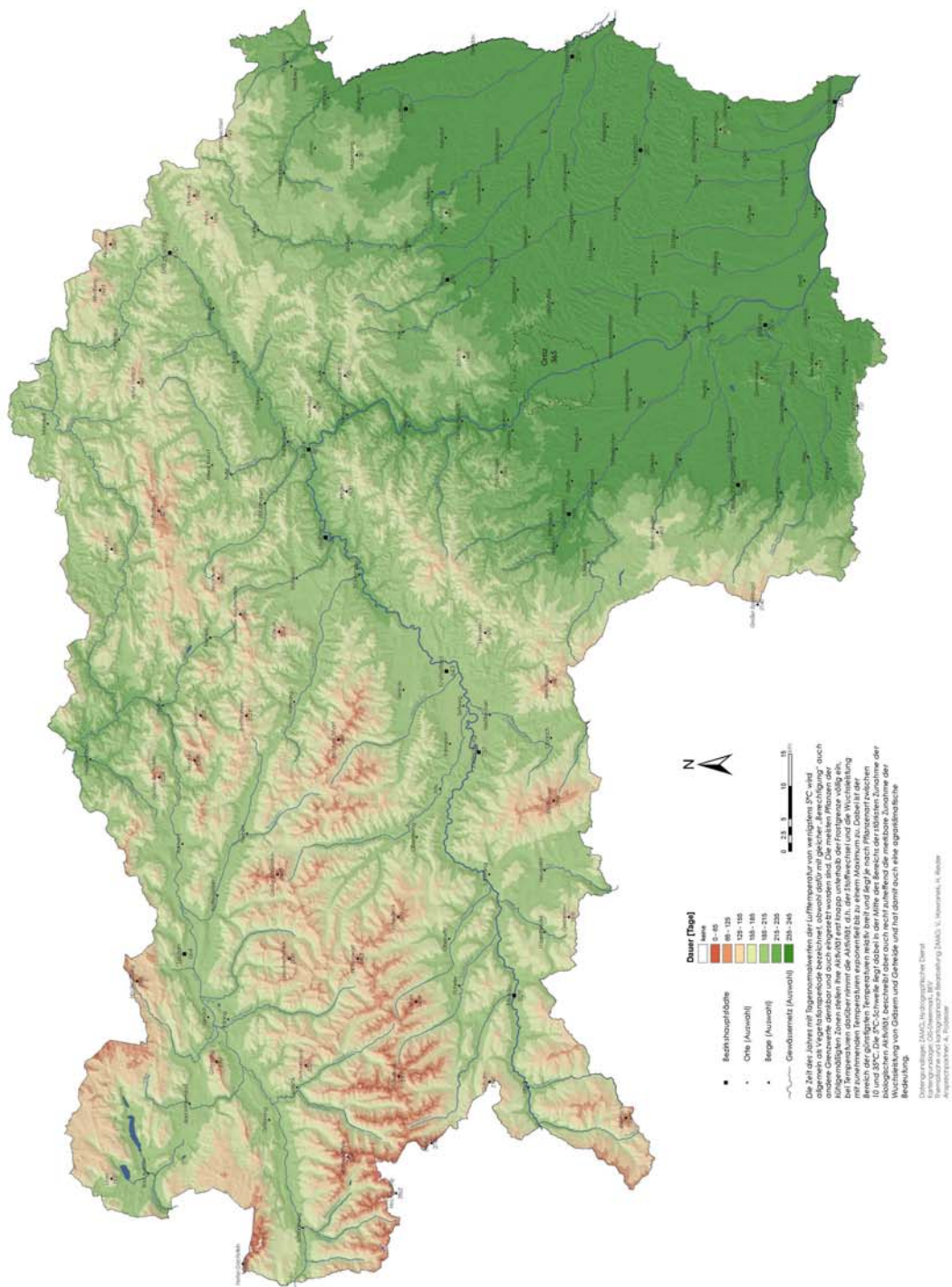
In Tabelle 2.6.1 ist die durchschnittliche Dauer der Vegetationsperiode ($\geq 5^{\circ}\text{C}$) aller Stationen wiedergegeben.

Nr.	Name	Sh [m]	5 Grad Vegetationsperiode					10 Grad Vegetationsperiode				
			Beginn	Dauer	Ende	Beginn (frühester)	Ende (späteste)	Beginn	Dauer	Ende	Beginn (frühester)	Ende (späteste)
1	Admont	648	31. Mär	213	30. Okt	6. Mär	19. Nov	4. Mai	155	6. Okt	16. Apr	22. Okt
3	Aflenz	785	6. Apr	206	29. Okt	5. Mär	25. Nov	7. Mai	149	3. Okt	17. Apr	20. Okt
4	Aigen/Ennstal	640	31. Mär	211	28. Okt	4. Mär	18. Nov	4. Mai	153	4. Okt	18. Apr	26. Okt
7	Altenberg/Hartberg	429	11. Mär	241	7. Nov	9. Feb	28. Nov	22. Apr	177	16. Okt	25. Mär	5. Nov
10	Bad Aussee	660	25. Mär	223	3. Nov	12. Feb	19. Nov	2. Mai	159	8. Okt	15. Apr	1. Nov
11	Bad Gleichenberg	293	11. Mär	239	5. Nov	9. Feb	27. Nov	21. Apr	177	15. Okt	25. Mär	6. Nov
14	Bad Mitterndorf	810	6. Apr	205	28. Okt	5. Mär	16. Nov	9. Mai	144	30. Sep	19. Apr	20. Okt
15	Bad Radkersburg	208	8. Mär	243	6. Nov	9. Feb	14. Dez	18. Apr	179	14. Okt	23. Mär	6. Nov
18	Birkfeld	635	29. Mär	214	29. Okt	20. Feb	19. Nov	3. Mai	154	4. Okt	16. Apr	19. Okt
23	Bruck/Mur	493	12. Mär	236	3. Nov	12. Feb	26. Nov	27. Apr	168	12. Okt	8. Apr	3. Nov
27	Deutschlandsberg	448	10. Mär	240	5. Nov	10. Feb	27. Nov	22. Apr	175	14. Okt	25. Mär	4. Nov
37	Fischbach	1015	14. Apr	197	28. Okt	5. Mär	19. Nov	11. Mai	142	30. Sep	16. Apr	19. Okt
47	Fürstenfeld	271	12. Mär	240	7. Nov	18. Feb	14. Dez	21. Apr	177	15. Okt	25. Mär	6. Nov
50	Gleisdorf	375	13. Mär	235	3. Nov	18. Feb	27. Nov	26. Apr	170	13. Okt	6. Apr	3. Nov
57	Graz-Flughafen	337	10. Mär	239	4. Nov	11. Feb	27. Nov	22. Apr	174	13. Okt	25. Mär	4. Nov
58	Graz-Messendorfberg	435	10. Mär	242	7. Nov	9. Feb	29. Nov	20. Apr	177	14. Okt	24. Mär	4. Nov
60	Graz-Universität	366	8. Mär	245	8. Nov	10. Feb	14. Dez	18. Apr	178	13. Okt	25. Mär	5. Nov
61	Gröbming	763	3. Apr	208	28. Okt	4. Mär	17. Nov	6. Mai	151	4. Okt	19. Apr	20. Okt
69	Hieflau	500	21. Mär	225	1. Nov	12. Feb	21. Nov	28. Apr	165	10. Okt	13. Apr	30. Okt
80	Irdning-Gumpenstein	698	23. Mär	225	3. Nov	11. Feb	18. Nov	30. Apr	162	9. Okt	16. Apr	31. Okt
84	Kalwang	760	7. Apr	204	28. Okt	27. Feb	19. Nov	7. Mai	148	2. Okt	18. Apr	20. Okt
87	Kindberg	561	26. Mär	220	1. Nov	6. Mär	25. Nov	2. Mai	159	8. Okt	15. Apr	24. Okt
90	Kirchberg-Grafendorf	455	14. Mär	235	4. Nov	9. Feb	27. Nov	25. Apr	170	12. Okt	26. Mär	3. Nov
95	Kleinsölk	1005	14. Apr	196	27. Okt	3. Mär	18. Nov	17. Mai	134	28. Sep	20. Apr	20. Okt
101	Krippenstein	2050	4. Jun	110	22. Sep	21. Apr	29. Okt	20. Jul	19	8. Aug	28. Mai	25. Sep
103	Lassnitzhöhe	527	13. Mär	238	6. Nov	19. Jan	28. Nov	23. Apr	175	15. Okt	26. Mär	10. Nov
104	Leibnitz	273	10. Mär	241	6. Nov	9. Feb	27. Nov	19. Apr	180	16. Okt	25. Mär	6. Nov
112	Lobming	414	15. Mär	234	4. Nov	18. Feb	27. Nov	27. Apr	166	10. Okt	6. Apr	2. Nov
116	Mariazell	865	14. Apr	199	30. Okt	4. Mär	25. Nov	12. Mai	141	30. Sep	19. Apr	24. Okt
126	Mürzzuschlag	758	6. Apr	204	27. Okt	6. Mär	19. Nov	9. Mai	147	3. Okt	17. Apr	20. Okt
132	Neumarkt	835	7. Apr	204	28. Okt	7. Mär	18. Nov	9. Mai	145	1. Okt	18. Apr	20. Okt
138	Oberwölz	827	31. Mär	214	31. Okt	27. Feb	19. Nov	3. Mai	155	5. Okt	17. Apr	23. Okt
139	Oberzeiring	933	10. Apr	199	26. Okt	27. Feb	18. Nov	13. Mai	138	28. Sep	18. Apr	20. Okt
155	Pusterwald	1072	23. Apr	182	22. Okt	6. Apr	15. Nov	25. Mai	119	21. Sep	20. Apr	19. Okt
161	Rechberg	926	7. Apr	204	28. Okt	19. Feb	18. Nov	8. Mai	149	4. Okt	16. Apr	19. Okt
169	Rohrmoos	1078	18. Apr	186	21. Okt	5. Mär	13. Nov	18. Mai	128	23. Sep	21. Apr	19. Okt
173	Schöckl	1436	2. Mai	165	14. Okt	15. Apr	13. Nov	11. Jun	89	8. Sep	7. Mai	7. Okt
176	Seckau	855	31. Mär	212	29. Okt	27. Feb	19. Nov	5. Mai	151	3. Okt	17. Apr	20. Okt
183	Sonnblick	3105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
191	St.Michael b.Leoben	565	29. Mär	215	30. Okt	12. Feb	26. Nov	2. Mai	158	7. Okt	15. Apr	31. Okt
195	St.Radegund	725	23. Mär	225	3. Nov	9. Feb	28. Nov	2. Mai	162	11. Okt	13. Apr	12. Nov
198	Stolzalpe	1293	21. Apr	186	24. Okt	22. Mär	12. Nov	23. Mai	122	22. Sep	20. Apr	19. Okt
214	Villacher Alpe	2140	5. Jun	107	20. Sep	21. Apr	20. Okt	22. Jul	17	8. Aug	1. Jun	22. Sep
223	Weiz	465	11. Mär	241	7. Nov	9. Feb	29. Nov	24. Apr	174	15. Okt	5. Apr	3. Nov
225	Wiel	928	1. Apr	213	31. Okt	10. Feb	14. Dez	8. Mai	150	5. Okt	16. Apr	30. Okt
232	Zeltweg	670	31. Mär	212	29. Okt	26. Feb	25. Nov	2. Mai	156	5. Okt	16. Apr	31. Okt

Tabelle 2.6.1: Eckdaten für die Vegetationsperiode.

2.6 Durchschnittliche Dauer der Vegetationsperiode (>5°C)

Periode 1971 bis 2000



2.7 Durchschnittlicher Beginn der Vegetationsperiode ($\geq 5^{\circ}\text{C}$)

Funktionaler Zusammenhang zwischen Beginn und Dauer

Zwischen dem Beginn-Datum und der Dauer der Vegetationsperiode besteht erwartungsgemäß ein sehr hoher Zusammenhang, der auch durch einen Korrelationskoeffizienten von +0,9955 bzw. ein Bestimmtheitsmaß von 0,991 zum Ausdruck kommt. Dieser so gut wie funktionale Zusammenhang könnte auch die Darstellung der Datumszahlen des Beginns der Vegetationsperiode erübrigen, da sie sich aus der Karte der Dauer nach der Beziehung $B = -0,6803 D + 234,37$ herleiten lässt. B ist dabei die Datumszahl in Tagen seit Jahresbeginn, d.h. 32 = 1. Februar usw. Für eine Dauer von 245 Tagen (Graz-Universität) ergibt sich das Datum des Beginns zu $B = -0,6803 \cdot 245 + 234,37 = 67,70 = 8.$ März. Für 186 Tage Dauer (Rohrmoos) erhält man den 18. April usw.

Die Ermittlung der für die Ableitung dieser Beziehung nötigen Datumszahlen des Über- bzw. Unterschreitens der 5°C -Schwelle erfolgt dabei durch Mittelbildung aus dem jeweiligen Beginn in den 30 Einzeljahren nach einem besonderen Verfahren. Dabei gibt es in jedem Jahr nach dem ersten Tag oder den ersten Tagen mit wenigstens 5°C üblicherweise wieder eine Unterbrechung der Vegetationszeit durch kältere Tage, bevor schließlich die mittlere Tagestemperatur „endgültig“ über 5°C bleibt, d.h. keine Unterbrechung der Vegetationsperiode bis zum Herbst mehr erfolgt.

Definition für den Vegetationsbeginn

Diese „endgültige“ Vegetationszeit wird „Kernperiode“ genannt, die kürzeren Zeiten davor und danach mit wenigstens 5°C werden „Teilperioden“ genannt. Als Beginn der Vegetationszeit in einem Einzeljahr gilt nun der erste Tag jener geschlossenen Teilperiode, die länger ist als die Summe aller noch vor der Kernperiode folgenden Tage mit weniger als 5°C .

Beispiel

Diese Methode wird am Beispiel des besonders milden Winters und Spätwinters des Jahres 1998 in der Abb. 2.7.1 veranschaulicht. Damals gab es an der Station Graz-Universität bereits im Jänner 6 Tage mit wenigstens 5°C (rot dargestellt), zuletzt am 17. und längstens 3 Tage hintereinander (6. – 8.). Es folgte eine ununterbrochene Reihe von 23 Tagen mit weniger als 5°C (blau dargestellt) vom 18. 1. bis 9. 2., darauf aber eine geschlossene Serie von 28 Tagen mit wenigstens 5°C vom 10. 2. bis zum 9. 3., auf die nur mehr 13 Tage mit weniger als 5°C , verteilt auf drei Perioden (10. – 13. 3., 15. – 16. 3., 21. – 27. 3.) folgten. Als Beginn der Vegetationsperiode gilt demnach im Jahr 1998 bereits der 10. Februar!

Graz schon ab 8.März grün

Wegen dieses und einigen anderen Jahren mit auffallend frühem Beginn ergibt sich z.B. für Graz-Universität als durchschnittlicher Beginn bereits der 8. März, obwohl die

Durchschnittstemperatur aus allen 30 Jahren zu diesem Datum noch deutlich unter 5°C liegt. Nach dem „Interpolationsverfahren“, d.h. aus der Ermittlung des Datums des Beginns mit Hilfe der benachbarten Monate mit Normaltemperaturen unter bzw. über 5°C, wobei diese Normaltemperaturen auf das mittlere Datum der betreffenden Monate bezogen wird, würde man für Graz den 15. März als Beginn der Vegetationsperiode im Sinne einer Normaltemperatur des Monats März von 5,1°C erhalten.

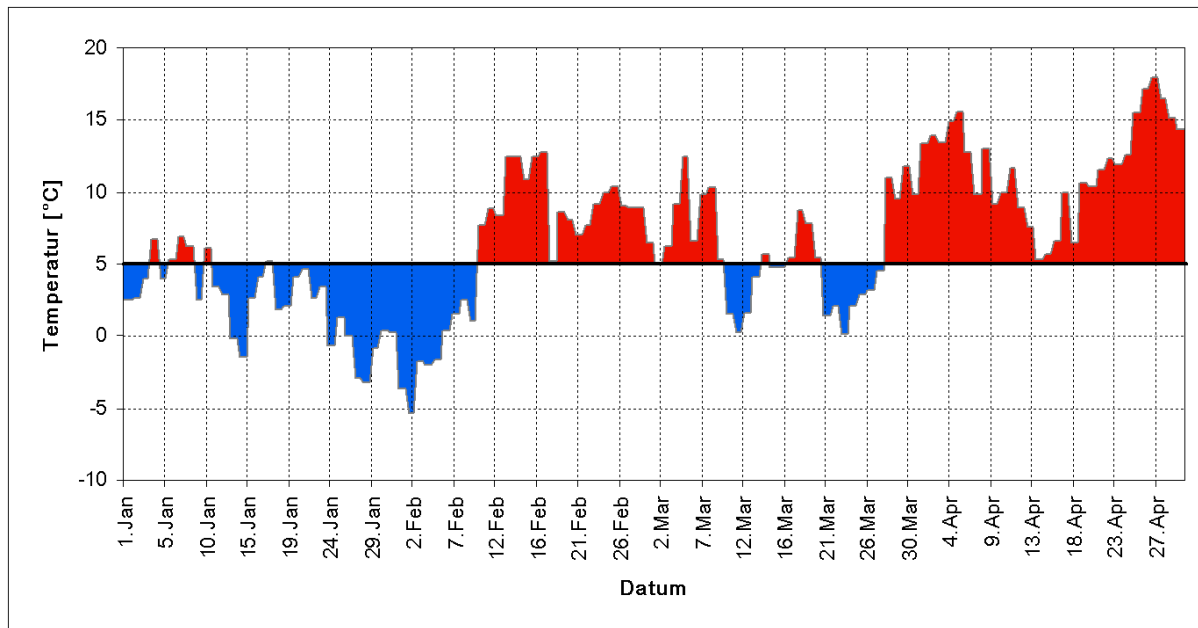
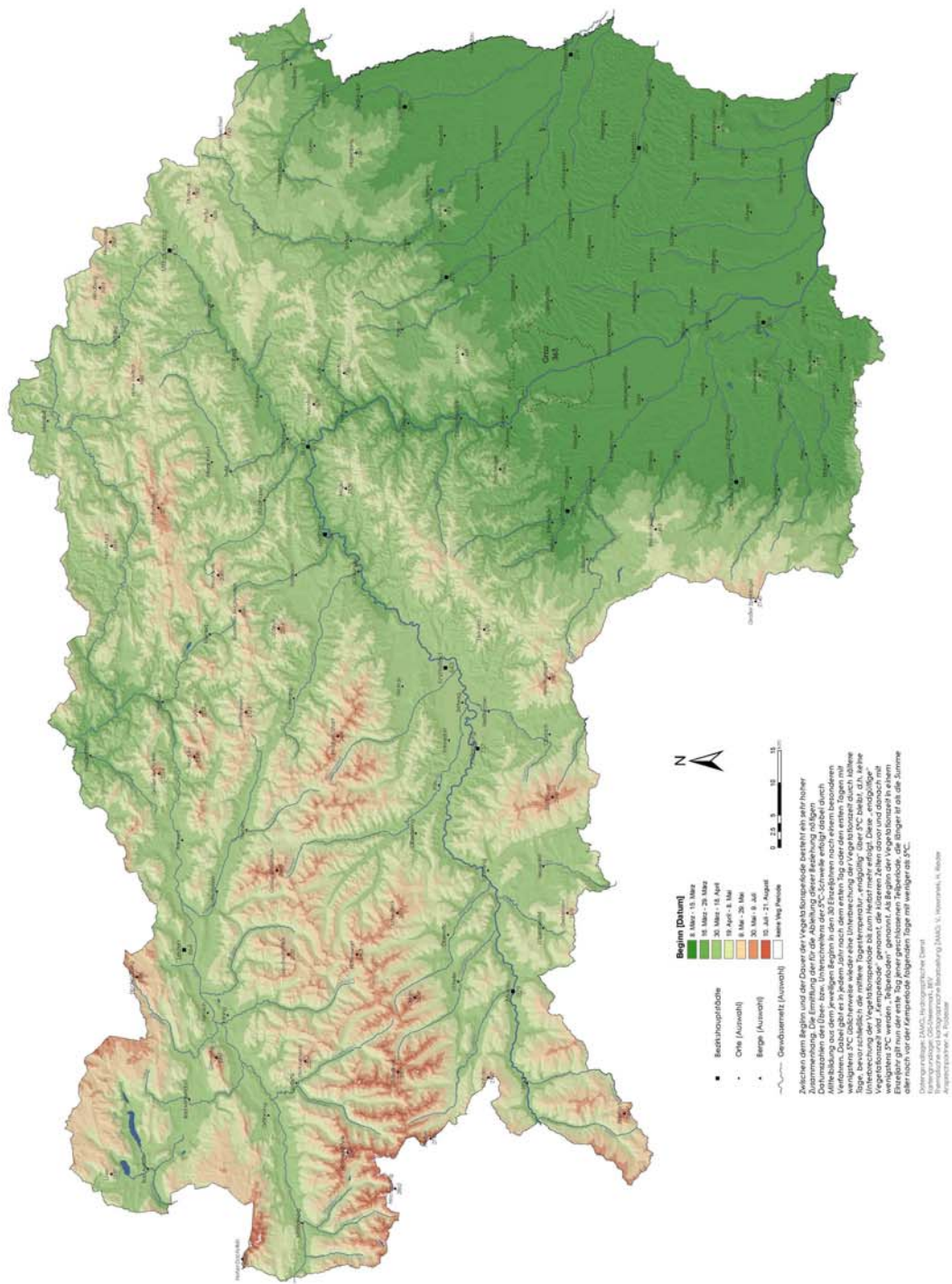


Abbildung 2.7.1: Methode zur Bestimmung der 5°C Vegetationsperiode am Beispiel der Station Graz-Universität im Jahre 1998.

In Tabelle 2.6.1 ist der durchschnittliche Beginn der Vegetationsperiode ($\geq 5^{\circ}\text{C}$) aller Stationen wiedergegeben.

2.7 Durchschnittlicher Beginn der Vegetationsperiode (>5°C)

Periode 1971 bis 2000



2.8 Durchschnittliches Ende der Vegetationsperiode ($\geq 5^{\circ}\text{C}$)

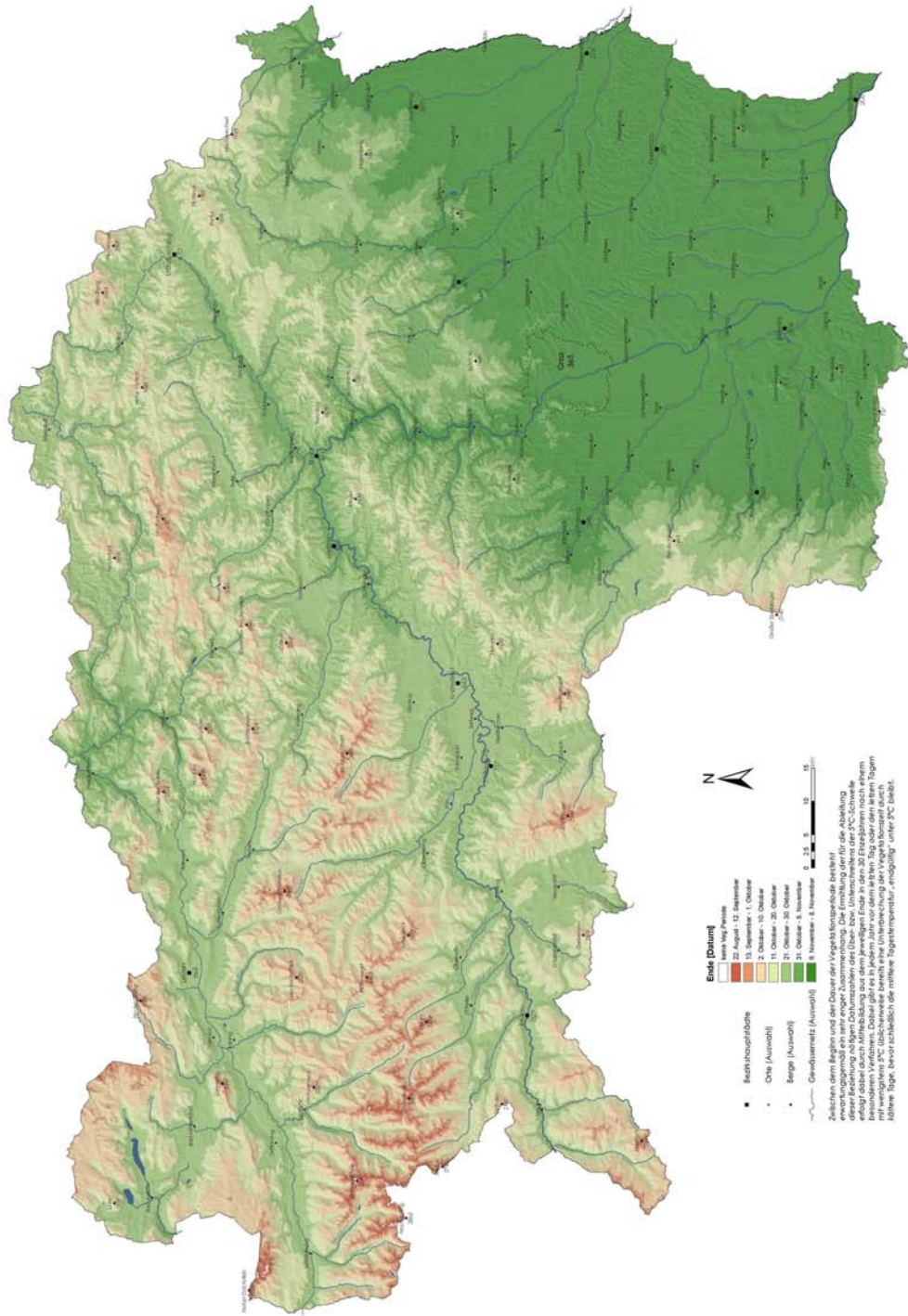
Zwischen dem Beginn-Datum und der Dauer der Vegetationsperiode besteht erwartungsgemäß ein sehr hoher Zusammenhang.

Die Ermittlung der für die Ableitung dieser Beziehung nötigen Datumszahlen des Über- bzw. Unterschreitens der 5°C -Schwelle erfolgt dabei durch Mittelbildung aus dem jeweiligen Ende in den 30 Einzeljahren nach einem besonderen Verfahren. Dabei gibt es in jedem Jahr vor dem letzten Tag oder den letzten Tagen mit wenigstens 5°C üblicherweise bereits eine Unterbrechung der Vegetationszeit durch kältere Tage, bevor schließlich die mittlere Tagestemperatur „endgültig“ unter 5°C bleibt.

In Tabelle 2.6.1 ist das durchschnittliche Ende der Vegetationsperiode ($\geq 5^{\circ}\text{C}$) aller Stationen wiedergegeben.

2.8 Durchschnittliches Ende der Vegetationsperiode (>5°C)

Periode 1971 bis 2000



Datenerhebung: DWD, Hydrographisches Dienst
Kartographie: Geo-Institut, Wien
Auswertung: DWD, Hydrographisches Dienst
Ausgabe: 1. Auflage

2 TEMPERATUR

KLIMAAATLAS STEIERMARK

2.9 Durchschnittliche Dauer der Vegetationsperiode ($\geq 10^{\circ}\text{C}$)

Pflanzzeit von Tomaten

Mit dem Grenzwert von 10°C wird eine weitaus anspruchsvollere Temperatur angesprochen, ab der die meisten Pflanzen ihre volle Aktivität entfalten bzw. ab der üblicherweise Frostfreiheit herrscht und die z.B. auch die Saatzeit von Mais oder die Pflanzzeit von Tomaten gut beschreibt.

Um 2 Monate kürzer als die 5°C - Schwelle

Die Dauer der Überschreitung der 10°C -Schwelle ist entsprechend kürzer als die der 5°C -Schwelle, doch ist diese Differenz nicht konstant sondern hängt von der Geschwindigkeit der Erwärmung im Frühjahr bzw. Abkühlung im Herbst ab, wobei der Unterschied bei rascher Erwärmung bzw. Abkühlung, d.h. großer Jahresschwankung geringer sein muss als bei geringerer Jahresschwankung bzw. langsamerer Temperaturveränderung. Die Unterschiede sind allerdings in den tieferen Lagen mit Dauersiedlung und Landwirtschaft gering und auch nicht einheitlich und betragen etwa 60 bis 65 Tage, d.h. grob gesprochen einen Frühjahrsmonat und einen Herbstmonat. Auf dem Schöckl mit seinem deutlich flacheren Temperaturgang beträgt die Differenz bei $166 \geq 5^{\circ}\text{C}$ -Tagen und $90 \geq 10^{\circ}\text{C}$ -Tagen aber schon 76 Tage.

Dominante Seehöhenabhängigkeit

Die Verteilung der Dauer der Vegetationsperiode $\geq 10^{\circ}\text{C}$ ist nun bei noch näherer Lage der begrenzenden Datumszahlen zum Sommer auch noch stärker ein Spiegelbild der Sommertemperaturen als die Dauer der Tage $\geq 5^{\circ}\text{C}$ und zeigt außer der dominanten Abhängigkeit von der Seehöhe kaum noch den Einfluss der anderen Klimafaktoren. Bei Reduktion auf gleiche Seehöhe macht sich noch am stärksten der Einfluss des Geländes mit negativen Abweichungen bis zu 10 Tagen (Birkfeld in Tallage) bezogen auf den generell wärmeren Gesamtsüden bzw. positiven bis zu 13 Tagen (Stolzalpe in Hanglage mit Südexposition) bemerkbar. Innerhalb von homogenen Geländeeinheiten sind diese Abweichungen aber wesentlich geringer, wie der Vergleich von Zeltweg mit Seckau oder vom Thalerhof mit der Lassnitzhöhe zeigt, wobei jetzt die höher gelegenen Stationen eindeutig weniger warme Tage aufweisen. Die große Differenz zwischen Irdning und Aigen (reduziert sogar 13 Tage) ist allerdings aus den üblichen Klimafaktoren nicht herzuleiten.

Im Süden 5 Tage länger als im Norden

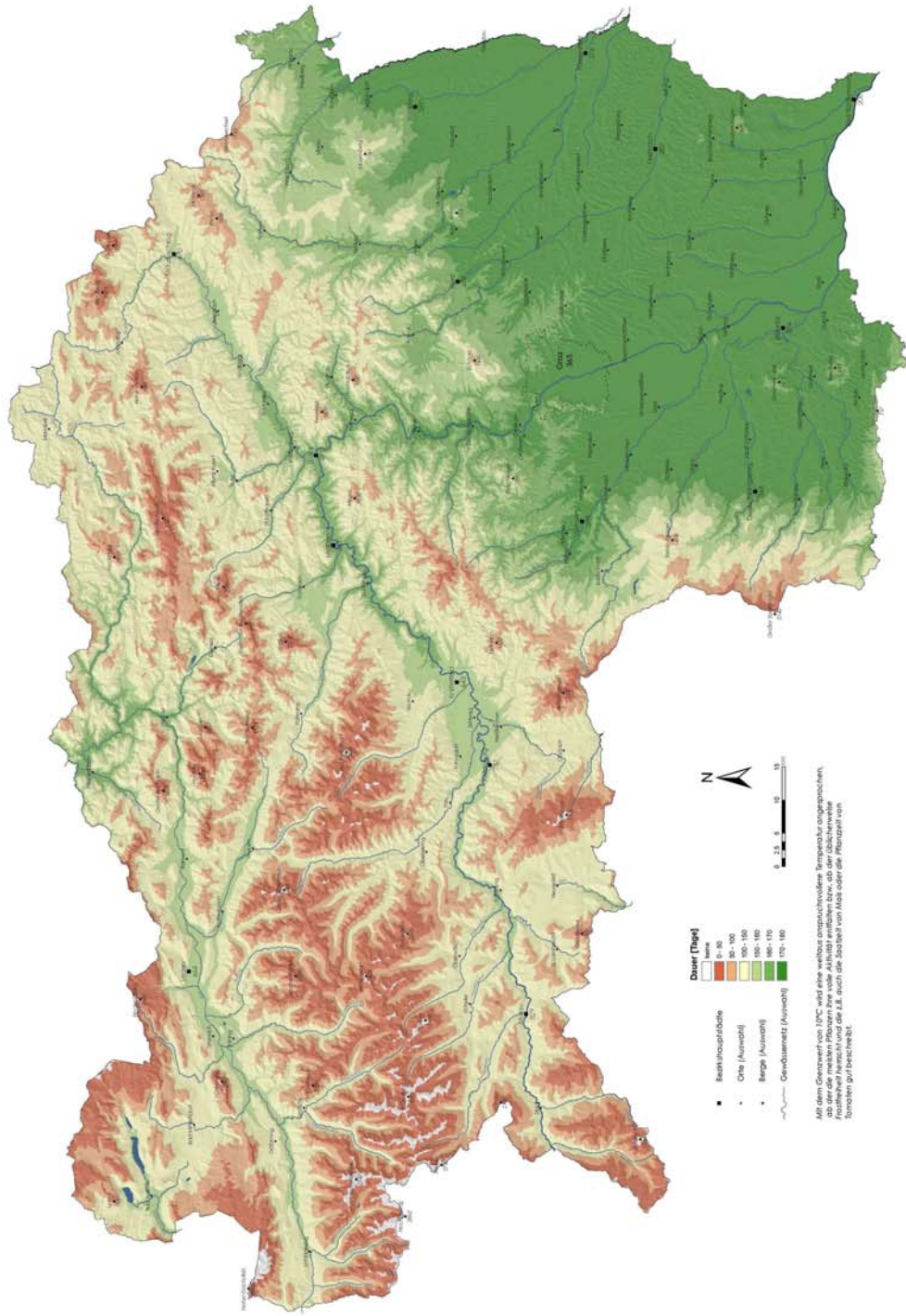
Im Durchschnitt der gesamten Steiermark beträgt die Abnahme der Dauer der Vegetationsperiode bis 1100 m Höhe (Gradient) 5,82 Tage pro 100 m. Reduziert man die Dauer mit diesem Gradienten auf ein Niveau von 500 m, ergibt sich eine durchschnittliche Dauer von 167 Tagen, wobei die durchschnittliche Dauer im Norden um 3 Tage kürzer, im Murtal gleich und im Gesamtsüden um 2 Tage länger

ist. Die regionalen Unterschiede sind also wieder bescheiden, die kleinräumigen Unterschiede aber beachtlich, wobei die Stationen mit auffallend längerer Dauer (Lassnitzhöhe +10, Wiel +9, St. Radegund +8 Tage usw.) in den schon bekannten Gunstgebieten liegen, wie umgekehrt die Stationen mit auffallend verkürzter Dauer in den geläufigen Ungunstgebieten liegen (Gleisdorf –10, Lobming –6, St. Michael, Aigen, Mürzzuschlag –5 Tage usw.).

In Tabelle 2.6.1 ist die durchschnittliche Dauer der Vegetationsperiode ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) aller Stationen wiedergegeben.

2.9 Durchschnittliche Dauer der Vegetationsperiode (>10°C)

Periode 1971 bis 2000



2 TEMPERATUR

KLIMAAATLAS STEIERMARK

2.10 Durchschnittlicher Beginn der Vegetationsperiode ($\geq 10^{\circ}\text{C}$)

Der Beginn der Vegetationsperiode mit Temperaturen von wenigstens 10°C wird nach dem gleichen Verfahren wie der Beginn der Vegetationsperiode mit wenigstens 5°C berechnet (siehe dort).

Erwartungsgemäß ergibt sich zwischen der Dauer und dem Beginn der Vegetationsperiode $\geq 10^{\circ}\text{C}$ (so wie bei der Vegetationsperiode $\geq 5^{\circ}\text{C}$) wieder ein hoher Zusammenhang, der sich mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,999 bzw. dem Bestimmtheitsmaß von 0,998 als so gut wie funktional erweist. Das erübrigt auch wieder eine eigene kartographische Darstellung, da sich der Beginn der Vegetationsperiode $\geq 10^{\circ}\text{C}$ aus der Beziehung $B = -0,5717 D + 212,24$ errechnen lässt, wobei B als Beginnzeit die Zahl der Tage seit dem Jahresbeginn ist und D die Dauer in Tagen, die der Karte mit der Darstellung der Dauer zu entnehmen ist. Für Graz erhält man zum Beispiel nach der Beziehung $B = -0,5717 \cdot 178 + 212,24$ als Normalwert für den Beginn die Zahl 110,48, das ist der 20./21. April.

In Tabelle 2.6.1 ist der durchschnittliche Beginn der Vegetationsperiode ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) aller Stationen wiedergegeben.

Periode 1971 bis 2000



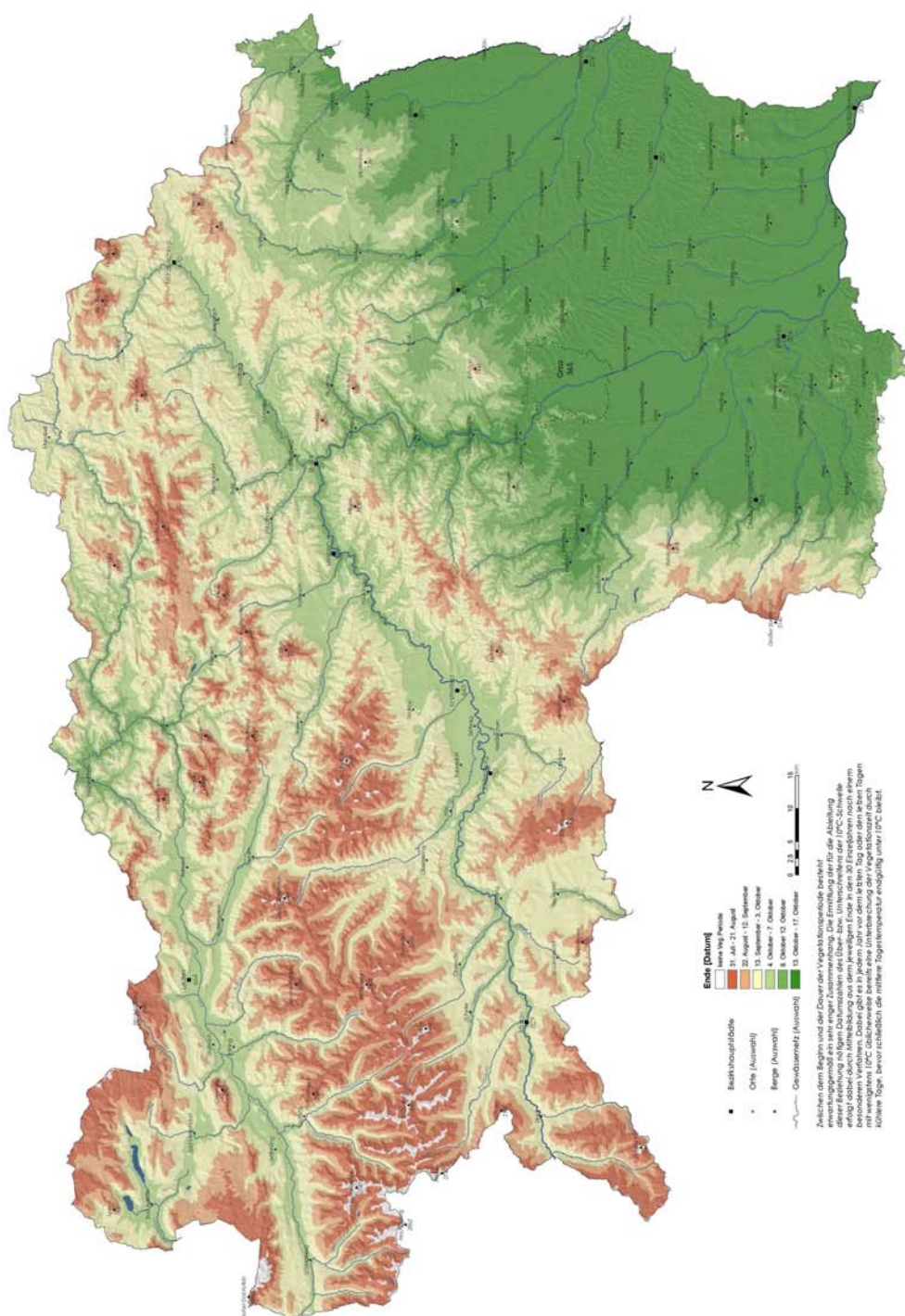
2.11 Durchschnittliches Ende der Vegetationsperiode ($\geq 10^{\circ}\text{C}$)

Zwischen dem Beginn-Datum und der Dauer der Vegetationsperiode besteht erwartungsgemäß ein sehr hoher Zusammenhang.

Die Ermittlung der für die Ableitung dieser Beziehung nötigen Datumszahlen des Über- bzw. Unterschreitens der 10°C -Schwelle erfolgt dabei durch Mittelbildung aus dem jeweiligen Ende in den 30 Einzeljahren nach einem besonderen Verfahren. Dabei gibt es in jedem Jahr vor dem letzten Tag oder den letzten Tagen mit wenigstens 10°C üblicherweise bereits eine Unterbrechung der Vegetationszeit durch kühlere Tage, bevor schließlich die mittlere Tagestemperatur „endgültig“ unter 10°C bleibt.

In Tabelle 2.6.1 ist das durchschnittliche Ende der Vegetationsperiode ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) aller Stationen wiedergegeben.

2.11 Durchschnittliches Ende der Vegetationsperiode (>10°C) Periode 1971 bis 2000



Datengrundlage: DWD, Hydrographisches Dienst
Kartographie: GeoInformation, BfG
Kartographie: GeoInformation, BfG
Kartographie: GeoInformation, BfG

2.12 Frühestes Datum mit einer mittleren Tagestemperatur von wenigstens 16,5°C

Die Seehöhe bestimmt das Eintrittsdatum der Borkenkäferaktivität

Die Schwellenwerte von 16,5 °C und 18,0°C stehen in Zusammenhang mit den Aktivitäten des Borkenkäfers und haben damit forstwirtschaftliche Relevanz. Der vergleichsweise hohe Schwellenwert von 16,5°C wird relativ spät, d.h. in den wärmsten Landesteilen üblicherweise erst Anfang Mai erstmals erreicht, wodurch das Verteilungsbild der Eintrittszeiten wieder vorrangig von den Faktoren des sommerlichen Temperaturklimas bestimmt wird, d.h. die Verspätung mit zunehmender Seehöhe ist wiederum der dominante Faktor, hinter dem alle anderen wie Gelände, Nord-Süd-Unterschied, zentral-peripherer Formenwandel, Exposition und Eigenheiten des Stationsumfeldes bei weitem zurücktreten.

Im Durchschnitt der gesamten Steiermark beträgt die Verspätung des durchschnittlichen ersten Eintritts einer Tagestemperatur von 16,5°C bis 1600 m Höhe (Gradient) 3,84 Tage pro 100 m.

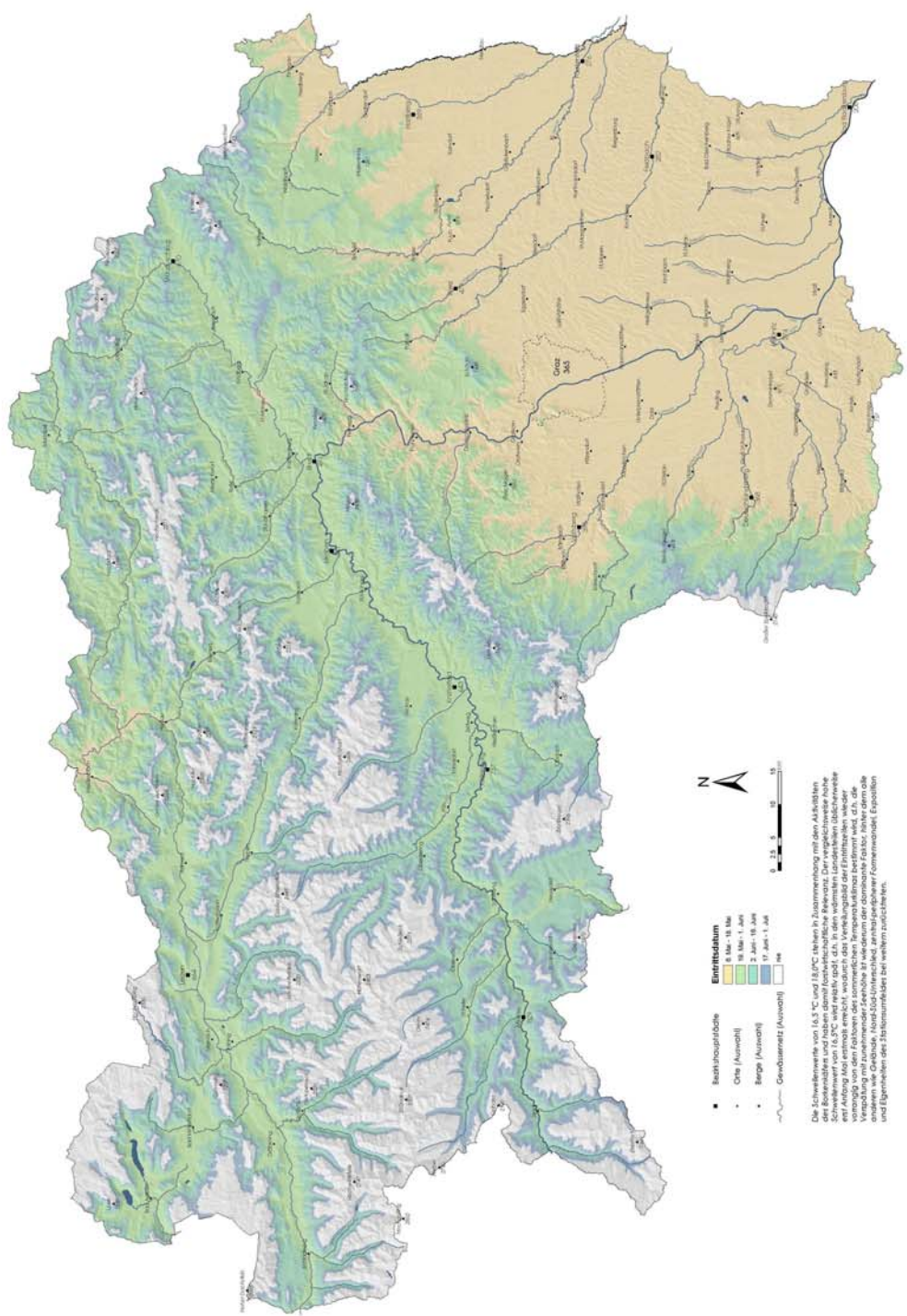
Kleinräumig auffallende Unterschiede

Reduziert man die Eintrittszeit mit diesem Gradienten auf ein Niveau von 500 m, ergibt sich als durchschnittliches Eintrittsdatum der 14. Mai, wobei der durchschnittliche Eintritt im Norden um einen Tag später, im Murtal um 5 Tage später und im gesamten Süden um 4 Tage früher erfolgt. Die regionalen Unterschiede sind wieder bescheiden, die kleinräumigen Unterschiede aber neuerlich recht auffallend, wobei die Stationen mit deutlich früherer Eintrittszeit (Lassnitzhöhe, Messendorfberg um 12 Tage, Wiel, St. Radegund um 8, Altenberg um 7 Tage usw.) in den thermischen Gunstgebieten liegen, die Stationen mit auffallend verspäteter Eintrittszeit entsprechend in den Ungunstgebieten (Pusterwald um 16, Kalwang um 8, St. Michael und Birkfeld um 7, Tage usw.).

2.12 Frühestes Datum mit einer mittleren Tagestemperatur von wenigstens 16,5°C

Periode 1971 bis 2000

KLIMAAATLAS STEIERMARK



2 TEMPERATUR

2.13 Frühestes Datum mit einer mittleren Tagestemperatur von wenigstens 18,0°C

Die erstmalige Eintrittszeit des Schwellenwertes von 18,0°C ist von den selben Faktoren abhängig wie die Eintrittszeit des Schwellenwertes von 16,5°C und ergibt ein recht ähnliches Verteilungsbild, wobei die Verspätung gegenüber dem Eintrittsdatum von 16,5°C alles andere als konstant ist. Sie beträgt im Durchschnitt aller Stationen gut 11 Tage, vergrößert sich aber mit zunehmender Seehöhe, d.h. so weit überhaupt noch in jedem Jahr Tage mit wenigstens 18,0°C auftreten (ca. 1300 m) immer mehr, im Extremfall (Stolzalpe) auf 19 Tage, was mit der Vorstellung des nach oben flacheren Temperaturanstiegs zum Sommer gut in Einklang steht. Im Mittel der Vorlandstationen bis 600 m Höhe beträgt diese Verspätung dagegen nur 9 bis 10 Tage.

Im Durchschnitt der gesamten Steiermark beträgt die Verspätung des durchschnittlichen ersten Eintritts einer Tagestemperatur von 18,0°C bis 1300 m Höhe (Gradient) 4,12 Tage pro 100 m. Reduziert man die Eintrittszeit mit diesem Gradienten auf ein Niveau von 500 m, ergibt sich als durchschnittliches Eintrittsdatum der 24. Mai, also eine Verspätung gegenüber dem Eintrittsdatum von 16,5°C um 10 Tage (die Abweichung zum dem oben angegebenen Wert von 11 Tagen ergibt sich aus einer etwas abweichenden Stationsauswahl). Dabei erfolgt der durchschnittliche Eintritt im Norden um 1,5 Tage später, im Murtal um 5 Tage später und im gesamten Süden um 4 Tage früher. Die regionalen Unterschiede sind wieder bescheiden, die kleinräumigen Unterschiede aber deutlich größer, wobei die Stationen in den bekannten Gunstlagen eine um 6 bis 9 Tage frühere Eintrittszeit aufweisen, jene in Ungunstlagen eine um 6 bis 9 Tage spätere.

Periode 1971 bis 2000



Die erstmalige Entzifferung des Schwellenwertes von 18,0°C ist von den selben Faktoren abhängig wie die Entzifferung des Schwellenwertes von 16,5°C und ergibt ein recht ähnliches Vorkommalsbild, wobei die Vorfälle gegenüber dem Einbruchdatum von 16,5°C auf andere als konstante 1. Beibehaltung im Durchschnitt der 15 Jahre, verglichen sich aber mit zunehmender Tiefe, die so weit überdurchschnittlich in jedem Jahr mit wenigstens 18,0°C auftraten (ca. 1.300 mal) immer mehr, im Extremfall (Stapelung) auf 19 Tage, war mit der Vorfälle des nach oben flachen Temperaturzunahme im Sommer für die Entzifferung steht. Im Mittel der Vorlärmskriterien bis 600 m Höhe beträgt das Vorkommalsbild nur 1 bis 10 Tage.

2.14 Normalwert des durchschnittlich täglichen Temperaturminimums im Jänner

Definition

Dieser Wert entsteht durch die Mittelbildung aus den tiefsten Temperaturen aller Tage im Jänner (das sind 930 Tage in 30 Jahren), unabhängig vom Zeitpunkt des Erreichens dieser Temperatur. Zur Messung können daher Minimumthermometer eingesetzt werden, welche die Tiefsttemperatur ohne Zeitangabe registrieren, aber auch moderne Dauerregistrierungsgeräte, bei denen der Zeitpunkt des Erreichens der Tiefsttemperatur zwar bekannt, für die Mittelbildung aber ohne Belang ist. Das gilt sinngemäß auch für die Ermittlung des mittleren täglichen Maximums der Temperatur.

Die mittleren täglichen Temperaturminima sowie Temperaturmaxima für alle Monate werden am Beispiel der Stationen Graz (Abb. 2.14.1) und Sonnblick (Abb. 2.14.2) dargestellt. Dabei ergibt der vertikale Abstand zwischen diesen beiden „Kurven“ jeweils den Betrag der aperiodischen Tagesschwankung der Temperatur (siehe Karte 2.5). Auf dem Sonnblick ist übrigens infolge der „ozeanischen“ Verspätung im Temperaturgang der Februar der kälteste Monat.

„Kaltluftseen“ prägen die Verteilung in den Niederungen

Das Verteilungsbild des mittleren täglichen Temperaturminimums im Winter ist grundsätzlich von den selben Faktoren abhängig wie die Verteilung der Normalwerte der Jännertemperaturen (die auch die wärmeren Tagestemperaturen enthalten), aber wegen des überwiegenden bis ausschließlichen Erreichens der Tiefstwerte während der Nacht- oder frühen Morgenstunden noch viel mehr das Ergebnis der Neigung zur Bildung von Kaltluftseen bzw. des Gegensatzes zwischen thermisch begünstigten und benachteiligten Lagen, wobei die Temperaturgegensätze noch größer werden als bei den Tagesnormalwerten.

Die relative Höhenverteilung zählt

In den beiden unteren Schichten wird die Verteilung daher erstrangig vom Gelände im Sinne der bei den Tages-Normalwerten der Lufttemperatur besprochenen Bedingungen bestimmt, wobei die absolute Höhe nur bezüglich der allgemeinen Abnahme nach oben bei gleichen sonstigen Faktoren eine Rolle spielt (höhere Becken sind kälter als tiefer gelegene), nicht aber als unmittelbarer Faktor innerhalb einer Landschaft. Erst in der oberen Schicht nimmt das tägliche Minimum wieder regelhaft mit zunehmender Seehöhe ab.

In den Niederungen kaltes Schönwetter

Dazu kommt, dass die das Ausmaß und die Verteilung der täglichen Minima steuernden Witterungsbedingungen in den oberen Schichten andere sind als in den unteren. In den unteren Schichten richtet sich die Verteilung nach den Bedingungen

bei ruhigem, wenig gestörtem, strahlungsreichem Hochdruckwetter und wird im Wesentlichen von der Intensität und Verteilung der Inversionen bestimmt. Dabei kann „Fremdwetter“, d.h. zyklonale Witterung mit reichlich Bewölkung und/oder Wind und Niederschlägen die Gegensätze wohl abschwächen, die typische Verteilung aber nicht grundsätzlich verändern.

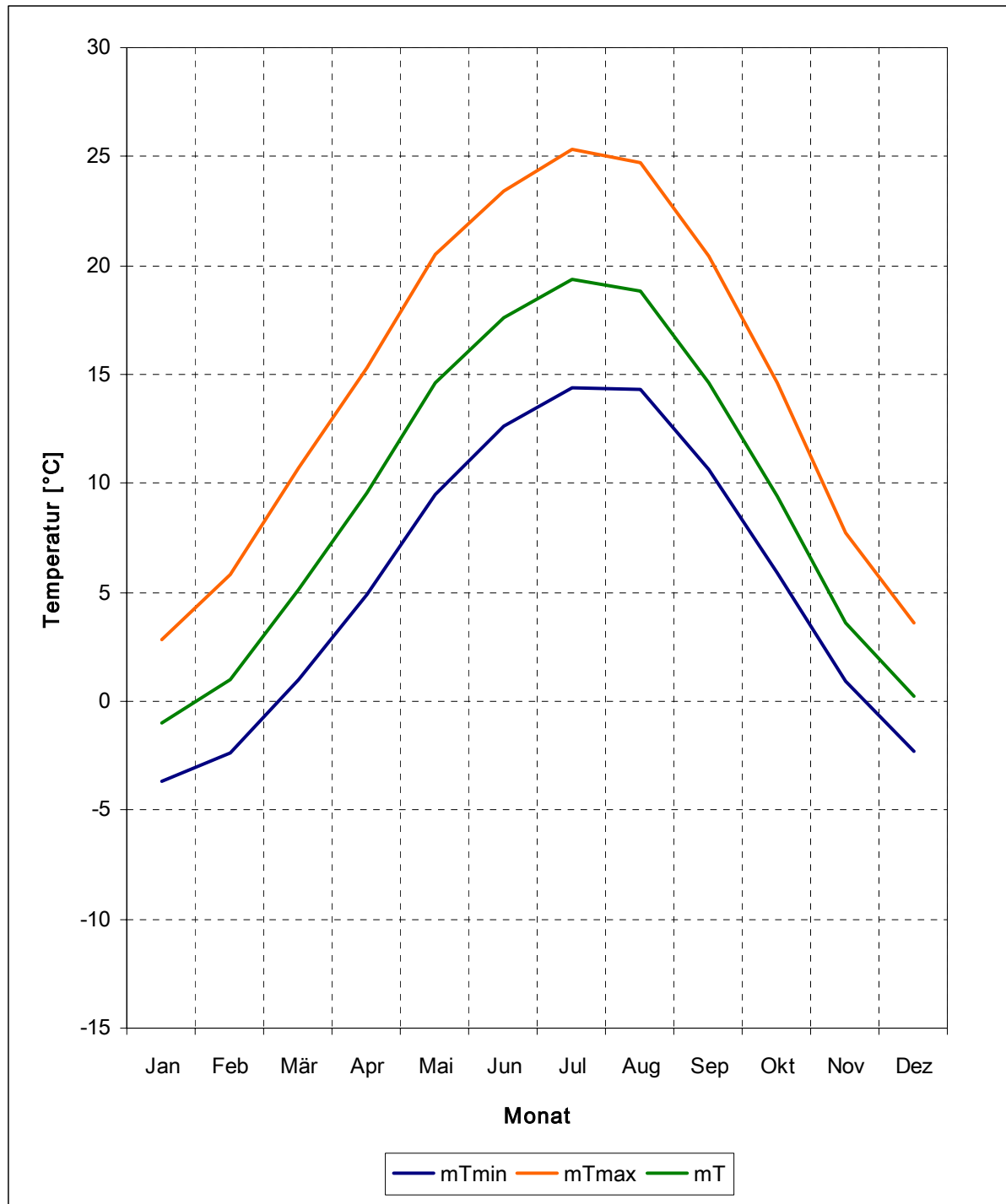


Abbildung 2.14.1: Mittlere tägliche Temperaturminima sowie Temperaturmaxima und Tagesmittel für alle Monate, Station Graz-Universität, Sh 366 m.

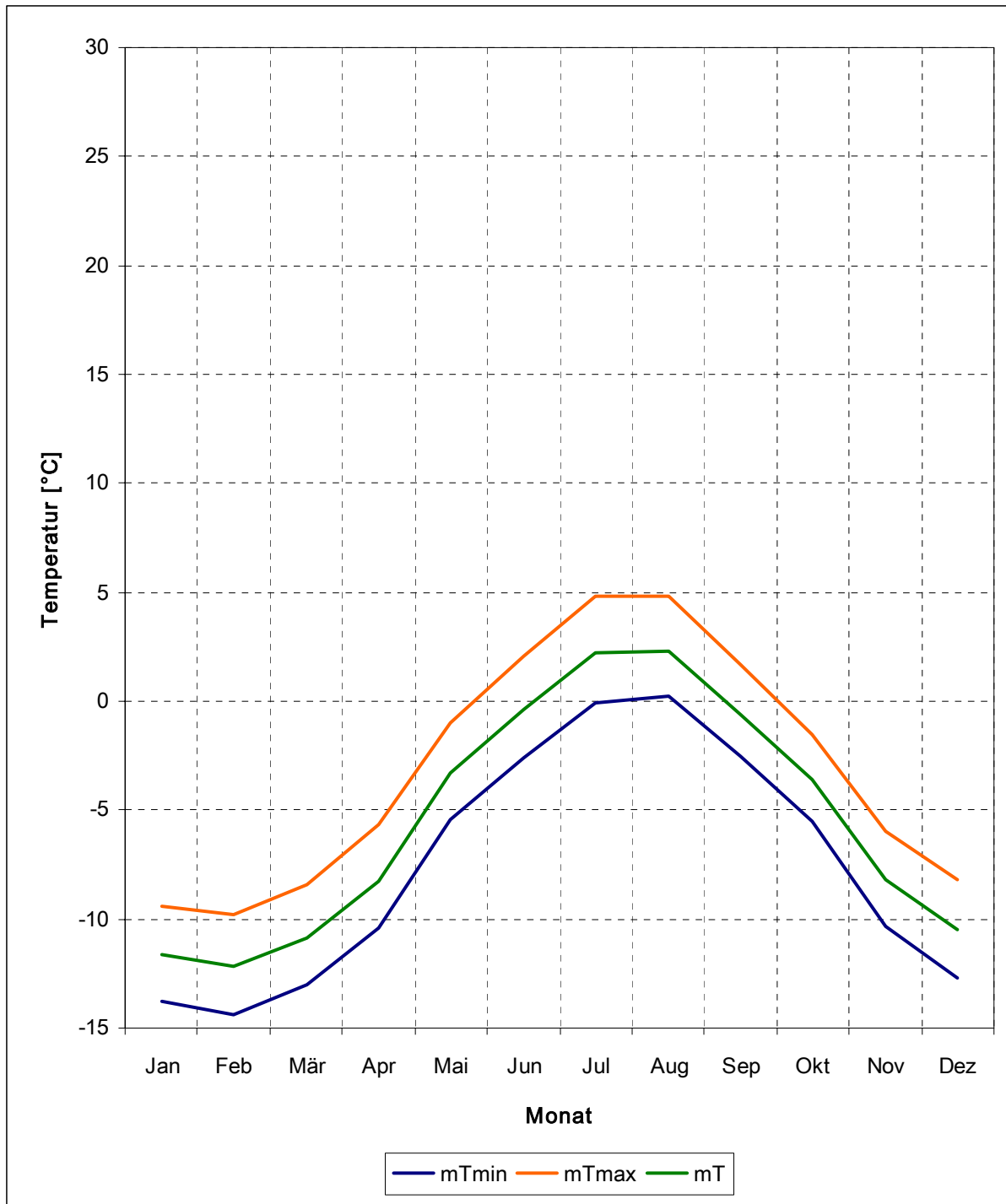


Abbildung 2.14.2: Mittlere tägliche Temperaturminima sowie Temperaturmaxima und Tagesmittel für alle Monate, Station Sonnblick, Sh 3105 m.

Dagegen stellt sich die generelle und wenig gestörte Abkühlung nach oben in der oberen Schicht eigentlich bei allen Witterungsformen ein, ist allerdings bei stürmisch durchmischtem „Fremdwetter“ stärker als bei antizyklonaler Witterung.

Milde Temperaturen deuten auf Nebel

In den unteren Schichten wird die Witterung aber noch in einer anderen Form für die Verteilung der täglichen Tiefstwerte wesentlich. Das Ausmaß der nächtlichen Abkühlung wird insbesondere durch die effektive Ausstrahlung gesteuert und diese wiederum durch die Feuchtigkeits-, Nebel- und Bewölkungsverhältnisse. Dadurch sind sehr kalte Temperaturen ein deutlicher Hinweis auf geringere Störungen der effektiven Ausstrahlung bei eher klarem Himmel, während mildere Temperaturen bei ansonsten gleichen oder ähnlichen Faktoren einen Hinweis auf größere Nebel-, Hochnebel- oder Bewölkungshäufigkeit anzeigen.

Das lässt sich durch den Vergleich des Oberen Enns- oder Mürztals mit dem Oberen Murtal zeigen, wobei die tiefen Werte des Oberen Murtales nicht nur im klassischen Beckenklima von Zeltweg, sondern auch in den „normal“ gestalteten Talbereichen westlich von Zeltweg auftreten, deren Konfiguration durchaus mit dem Oberen Enns- oder Mürztal vergleichbar ist, wo die Winterwitterung aber deutlich bewölkungs- und nebelreicher ist.

Nebel schützt vor Ausstrahlung

Ähnliches gilt für das Vorland, das sehr häufig unter einer Hochnebeldecke liegt und somit allgemein geringe effektive Ausstrahlung und damit kleinere nächtliche Abkühlungsraten hat. Die deutlich wärmeren Temperaturen im Vorland sind dabei nur teilweise auf die generell geringere Seehöhe und geringere Geländeeignung zurückzuführen. Das zeigt der Vergleich des Durchschnitts der Normalwerte der Tagestemperaturen mit jenen der täglichen Tiefstwerte:

Im Durchschnitt der Stationen Oberwölz, Neumarkt, Oberzeiring, Zeltweg und St. Michael beträgt der Tagesnormalwert im Jänner $-4,1^{\circ}\text{C}$, im Durchschnitt der Vorlandstationen Thalerhof, Lobming, Leibnitz, Bad Radkersburg, Bad Gleichenberg, Gleisdorf und Fürstenfeld $-1,9^{\circ}\text{C}$. Die obersteirischen Stationen sind also um 2,2 K kälter. Bei den täglichen Minima ergeben sich aber Durchschnitte von $-8,1^{\circ}\text{C}$ und $-5,2^{\circ}\text{C}$, da sind die obersteirischen Stationen um 2,9 K kälter.

Beim Vergleich mit dem Oberen Ennstal (Rohrmoos, Gröbming, Aigen, Irdning und Admont) hat das Murtal um 0,4 K kältere Tagesnormalwerte, aber um 1,1 K kältere Tagesminima, gegenüber dem Mürztal (Bruck, Kindberg, Mürzzuschlag) ist das Obere Murtal bei den Tagesnormalwerten um 1,2 K kälter, bei den Tagesminima aber um 2,0 K. Entsprechend ist der Einfluss auf die aperiodische Tagesschwankung der Temperatur (siehe dort).

Auf die Mitteilung der durchschnittlichen Gradienten in den einzelnen Schichten wird hier verzichtet, weil sie durch die willkürliche Zusammenfassung der Stationen alles andere als die Verhältnisse in gut definierten Einzellandschaften wiedergeben. Für die gesamte Steiermark ergibt sich ein Gradient von nur $0,31 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$, wobei bis 1400/1500 m im Mittel aller Stationen so gut wie isotherme Verhältnisse herrschen

und die allgemeine Abnahme der Temperaturen nach oben erst oberhalb dieser Höhe einsetzt.

In den Tabellen 2.14.1a und 2.14.1b sind die Mittleren täglichen Temperaturminima sowie Temperaturmaxima und Tagesmittel aller Stationen wiedergegeben.

Nr.	Name	Sh [m]	Para- meter	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
1	Admont	648	mTmin	-7,2	-5,6	-2,0	1,5	6,0	9,1	10,8	10,8	7,5	3,1	-1,7	-5,8	1,8	10,2	3,0	-6,2	2,2
			mTmax	0,2	3,5	8,3	12,8	18,5	20,9	22,9	23,0	19,2	13,8	5,7	0,5	13,2	22,3	12,9	1,4	12,4
			mT	-4,0	-1,8	2,2	6,3	11,7	14,5	16,3	16,0	12,3	7,4	1,3	-3,1	6,7	15,6	7,0	-3,0	6,6
3	Aflenz	785	mTmin	-6,2	-5,1	-2,0	1,2	5,8	8,9	10,7	10,7	7,7	3,2	-1,7	-5,0	1,7	10,1	3,1	-5,4	2,4
			mTmax	0,8	3,4	7,4	11,4	16,9	19,8	21,9	21,8	17,9	12,7	5,5	1,3	11,9	21,2	12,0	1,8	11,7
			mT	-3,2	-1,7	1,7	5,4	10,7	13,8	15,6	15,2	11,7	6,8	1,2	-2,3	5,9	14,9	6,6	-2,4	6,2
4	Aigen/Ennstal	640	mTmin	-7,7	-5,8	-1,9	1,3	5,5	9,0	10,8	10,5	7,0	2,4	-2,3	-6,2	1,6	10,1	2,4	-6,6	1,9
			mTmax	0,7	3,6	8,8	13,2	18,7	21,2	23,2	23,1	19,2	13,8	6,1	1,2	13,6	22,5	13,0	1,8	12,7
			mT	-3,9	-1,7	2,6	6,5	11,6	14,6	16,4	16,0	12,1	7,0	1,2	-2,8	6,9	15,7	6,8	-2,8	6,6
7	Altenberg/Hartberg	429	mTmin	-3,9	-2,6	0,8	4,7	9,4	12,3	14,1	14,0	10,5	6,0	0,8	-2,4	5,0	13,5	5,8	-3,0	5,3
			mTmax	2,9	5,5	10,2	14,9	19,9	22,7	24,9	24,6	20,3	14,7	7,6	3,8	15,0	24,1	14,2	4,1	14,3
			mT	-1,0	0,6	4,7	9,1	14,1	17,0	19,0	18,6	14,6	9,4	3,5	0,2	9,3	18,2	9,2	-0,1	9,2
10	Bad Aussee	660	mTmin	-5,7	-4,7	-1,4	1,8	6,5	9,5	11,4	11,4	8,1	3,9	-1,0	-4,4	2,3	10,8	3,7	-4,9	3,0
			mTmax	2,0	4,7	9,0	13,1	18,9	21,2	23,4	23,5	19,5	14,6	6,7	2,4	13,7	22,7	13,6	3,0	13,2
			mT	-2,5	-1,0	2,7	6,6	12,2	14,8	16,7	16,5	12,6	8,0	2,0	-1,5	7,2	16,0	7,5	-1,7	7,3
11	Bad Gleichenberg	293	mTmin	-4,6	-3,2	0,3	4,0	8,7	12,0	13,7	13,5	10,0	5,4	0,4	-3,2	4,3	13,1	5,3	-3,7	4,8
			mTmax	2,4	5,6	10,9	15,6	20,7	23,6	25,5	25,1	20,9	14,9	7,7	3,2	15,7	24,7	14,5	3,7	14,7
			mT	-1,6	0,5	4,9	9,3	14,4	17,5	19,2	18,6	14,6	9,2	3,4	-0,5	9,5	18,4	9,1	-0,5	9,1
14	Bad Mitterndorf	810	mTmin	-8,0	-6,7	-3,0	0,3	4,9	8,3	10,2	10,1	6,6	2,3	-2,7	-6,5	0,7	9,5	2,1	-7,1	1,3
			mTmax	0,9	3,3	7,5	11,7	17,6	20,1	22,3	22,3	18,5	13,5	5,8	1,3	12,3	21,6	12,6	1,8	12,1
			mT	-4,2	-2,6	1,2	5,2	10,8	13,7	15,7	15,3	11,4	6,6	0,6	-3,2	5,7	14,9	6,2	-3,3	5,9
15	Bad Radkersburg	208	mTmin	-4,5	-3,0	0,6	4,4	9,1	12,4	13,9	13,7	10,1	5,6	0,7	-3,0	4,7	13,3	5,5	-3,5	5,0
			mTmax	2,7	6,0	11,2	16,0	21,1	24,0	25,9	25,4	21,3	15,3	8,1	3,7	16,1	25,1	14,9	4,1	15,1
			mT	-1,5	0,7	5,1	9,6	14,6	17,8	19,4	18,7	14,6	9,4	3,7	-0,2	9,8	18,6	9,2	-0,3	9,3
18	Birkfeld	635	mTmin	-6,4	-5,1	-2,1	1,4	6,1	9,5	11,2	10,8	7,4	2,8	-1,7	-4,7	1,8	10,5	2,8	-5,4	2,4
			mTmax	2,2	4,4	8,5	12,8	18,1	21,0	23,2	22,5	18,5	13,3	6,9	3,0	13,1	22,2	12,9	3,2	12,9
			mT	-2,8	-1,2	2,3	6,5	11,7	14,9	16,8	16,0	12,1	7,0	1,8	-1,5	6,8	15,9	7,0	-1,8	7,0
23	Bruck/Mur	493	mTmin	-5,5	-3,9	-0,7	2,6	7,3	10,7	12,4	12,5	9,1	4,6	-0,4	-3,8	3,1	11,9	4,4	-4,4	3,7
			mTmax	2,4	5,7	10,3	14,4	19,8	22,7	24,8	24,5	20,4	14,7	7,3	2,8	14,8	24,0	14,1	3,6	14,2
			mT	-2,3	0,0	3,8	7,7	12,8	16,0	17,8	17,4	13,6	8,5	2,6	-1,1	8,1	17,1	8,2	-1,1	8,1
27	Deutschlandsberg	448	mTmin	-4,5	-3,1	0,3	4,0	8,3	11,2	13,0	12,9	9,6	5,3	0,0	-3,2	4,2	12,4	5,0	-3,6	4,5
			mTmax	3,5	6,3	10,9	15,4	20,7	23,7	25,7	25,3	21,0	15,3	8,2	4,2	15,7	24,9	14,8	4,7	15,0
			mT	-1,2	0,7	4,7	9,0	14,0	16,9	18,8	18,2	14,3	9,3	3,4	-0,1	9,2	18,0	9,0	-0,2	9,0
37	Fischbach	1015	mTmin	-4,8	-4,2	-1,6	1,9	6,7	9,5	11,8	11,7	8,6	4,2	-0,8	-3,5	2,3	11,0	4,0	-4,2	3,3
			mTmax	1,8	2,6	5,6	9,4	14,7	17,7	19,8	19,7	16,0	11,6	5,9	2,8	9,9	19,1	11,2	2,4	10,6
			mT	-1,9	-1,4	1,4	5,2	10,3	13,2	15,4	15,2	11,6	7,1	2,0	-0,8	5,6	14,6	6,9	-1,4	6,4
47	Fürstenfeld	271	mTmin	-4,9	-3,5	-0,1	3,8	8,6	11,8	13,3	13,1	9,4	4,9	0,3	-3,2	4,1	12,7	4,9	-3,9	4,5
			mTmax	2,7	5,9	10,9	15,6	20,7	23,6	25,7	25,5	21,1	15,3	7,9	3,6	15,7	24,9	14,8	4,1	14,9
			mT	-1,6	0,5	4,7	9,1	14,2	17,2	19,0	18,5	14,4	9,2	3,4	-0,4	9,3	18,2	9,0	-0,5	9,0
50	Gleisdorf	375	mTmin	-5,7	-4,4	-0,9	2,8	7,7	11,0	12,7	12,4	8,9	4,2	-0,6	-4,0	3,2	12,0	4,2	-4,7	3,7
			mTmax	2,9	5,8	10,6	15,2	20,4	23,3	25,3	24,9	20,7	14,9	7,9	3,7	15,4	24,5	14,5	4,1	14,6
			mT	-2,2	-0,3	3,8	8,4	13,7	16,8	18,5	18,0	13,7	8,4	2,7	-0,9	8,6	17,8	8,3	-1,1	8,4
57	Graz-Flughafen	337	mTmin	-5,7	-4,1	-0,5	3,6	8,5	11,8	13,5	13,2	9,5	4,7	-0,4	-4,1	3,9	12,8	4,6	-4,6	4,2
			mTmax	2,1	5,4	10,7	15,3	20,5	23,5	25,4	24,9	20,7	14,8	7,5	3,0	15,5	24,6	14,3	3,5	14,5
			mT	-2,4	-0,1	4,3	9,0	14,2	17,4	19,1	18,5	14,2	8,8	2,8	-1,1	9,2	18,3	8,6	-1,2	8,7
58	Graz-Messendorfberg	435	mTmin	-3,7	-2,1	1,2	5,0	9,7	12,7	14,6	14,5	10,9	6,2	0,9	-2,3	5,3	13,9	6,0	-2,7	5,6
			mTmax	2,5	5,6	10,5	15,0	20,0	22,6	24,6	24,3	20,2	14,4	7,4	3,2	15,2	23,8	14,0	3,8	14,2
			mT	-1,0	1,0	5,0	9,3	14,3	17,2	19,1	18,7	14,8	9,5	3,6	0,1	9,5	18,3	9,3	0,0	9,3
60	Graz-Universität	366	mTmin	-3,7	-2,4	1,0	4,9	9,5	12,6	14,4	14,3	10,6	5,9	0,9	-2,3	5,1	13,8	5,8	-2,8	5,5
			mTmax	2,8	5,8	10,7	15,3	20,5	23,4	25,3	24,7	20,4	14,6	7,7	3,6	15,5	24,5	14,2	4,1	14,6
			mT	-1,0	1,0	5,1	9,6	14,6	17,6	19,4	18,8	14,6	9,4	3,6	0,2	9,8	18,6	9,2	0,1	9,4
61	Gröbming	763	mTmin	-7,3	-6,1	-2,3	1,1	5,3	8,6	10,7	10,6	7,1	2,4	-2,5	-6,2	1,4	10,0	2,3	-6,5	1,8
			mTmax	1,1	3,7	8,4	12,6	18,1	20,6	22,5	22,5	18,6	13,4	5,8	1,3	13,0	21,9	12,6	2,0	12,4
			mT	-3,9	-2,2	2,0	6,0	11,2	14,1	16,0	15,6	11,7	6,6	0,8	-3,1	6,4	15,2	6,4	-3,1	6,2
69	Hieflau	500	mTmin	-4,5	-3,1	-0,2	3,0	7,6	10,4	12,1	12,2	9,0	4,9	0,1	-3,3	3,5	11,6	4,7	-3,6	4,0
			mTmax	1,0	3,7	9,2	13,7	19,2	21,2	23,5	23,7	19,6	13,6	5,5	1,5	14,0	22,8	12,9	2,1	13,0
			mT	-2,1	-0,4	3,5	7,4	12,6	15,0	17,0	16,8	13,1	8,3	2,3	-1,2	7,8	16,3	7,9	-1,2	7,7
80	Irdning-Gumpenstein	698	mTmin	-6,1	-4,6	-1,2	2,0	6,3	9,6	11,5	11,4	7,9	3,3	-1,4	-5,0	2,4	10,8	3,3	-5,2	2,8
			mTmax	1,9	4,7	9,6	13,7	19,3	21,6	23,7	23,7	19,9	14,6	6,7	2,2	14,2	23,0	13,7	2,9	13,5
			mT	-2,8	-0,9	3,1	6,8	11,9	14,8	16,6	16,3	12,6	7,6	1,8	-2,0	7,3	15,9	7,3	-1,9	7,2
84	Kalwang	760	mTmin	-6,6	-5,2	-2,1	1,1	5,3	8,7	10,5	10,5	7,4	3,0	-1,8	-5,0	1,4	9,9	2,9	-5,6	2,2
			mTmax	0,1	2,7	7,2	11,5	17,1	20,0	22,3	22,0	18,0	12,4	4,8	0,7	11,9	21,4	11,7	1,2	11,6
			mT	-3,5	-1,9	1,6	5,5	10,6	13,8	15,8	15,3	11,6	6,6	1,0	-2,4	5,9	15,0	6,4	-2,6	6,2
87	Kindberg	561	mTmin	-6,1	-4,9	-1,7	1,8	6,8	9,9	11,4	11,4	8,2	3,7	-1,2	-4,6	2,3	10,9	3,6	-5,2	2,9
			mTmax	1,1	4,4	9,0	13,6	19,2	21,9	24,0	23,8	19,6	14,1	6,4	1,6	13,9	23,2	13,4	2,4	13,2
			mT	-3,1	-1,1	2,6	6,8	12,3	15,2	17,0	16,6	12,7	7,7	1,8	-2,0	7,2	16,3	7,4	-2,1	7,2
90	Kirchberg-Grafendorf	455	mTmin	-4,5	-3,1	0,2	3,8	8,4	11,5	13,4	13,3	9,7	4,9	0,1	-2,8	4,1	12,7	4,9	-3,5	4,6
			mTmax	2,4	5,3	9,8	14,4	19,7	22,4	24,6	24,3	20,0	14,3	7,3	3,5	14,6	23,8	13,9	3,7	14,0
			mT	-1,6	0,2	4,1	8,5	13,7	16,6	18,6	18,1	14,0	8,5	3,0	-0,2	8,8	17,8	8,5	-0,5	8,6

Nr.	Name	Sh [m]	Para- meter	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
95	Kleinsölk	1005	mTmin	-5,2	-4,7	-1,9	1,0	5,5	8,3	10,2	10,2	7,2	3,3	-1,3	-4,2	1,5	9,6	3,1	-4,7	2,4
			mTmax	1,4	2,9	6,6	10,2	15,8	18,3	20,3	20,2	16,4	11,6	5,1	1,9	10,9	19,6	11,0	2,1	10,9
			mT	-2,4	-1,6	1,4	4,7	10,0	12,7	14,5	14,2	10,8	6,5	1,4	-1,6	5,4	13,8	6,2	-1,9	5,9
101	Krippenstein	2050	mTmin	-8,2	-8,8	-7,0	-4,5	0,6	3,1	5,5	6,1	3,1	0,1	-5,0	-7,1	-3,6	4,9	-0,6	-8,0	-1,8
			mTmax	-2,0	-2,6	-0,9	1,6	6,8	9,8	12,1	12,6	9,5	6,4	0,9	-1,2	2,5	11,5	5,6	-1,9	4,4
			mT	-5,4	-6,1	-4,4	-1,9	3,3	6,0	8,4	8,8	5,8	2,8	-2,4	-4,4	-1,0	7,7	2,1	-5,3	0,9
103	Lassnitzhöhe	527	mTmin	-3,7	-2,2	1,2	4,9	9,6	12,4	14,4	14,4	11,0	6,4	1,0	-2,3	5,2	13,7	6,1	-2,7	5,6
			mTmax	2,6	5,1	9,7	14,0	19,1	21,9	23,9	23,5	19,5	14,0	7,3	3,5	14,3	23,1	13,6	3,7	13,7
			mT	-1,0	0,8	4,6	8,7	13,8	16,7	18,6	18,2	14,4	9,4	3,5	0,2	9,0	17,8	9,1	0,0	9,0
104	Leibnitz	273	mTmin	-5,4	-3,8	-0,1	4,1	9,0	12,3	13,9	13,6	9,9	5,2	0,1	-3,7	4,3	13,3	5,1	-4,3	4,6
			mTmax	2,9	6,2	11,5	16,1	21,4	24,3	26,2	25,7	21,6	15,6	8,1	3,6	16,3	25,4	15,1	4,2	15,3
			mT	-2,0	0,2	4,6	9,2	14,5	17,7	19,4	18,6	14,5	9,1	3,2	-0,8	9,4	18,6	8,9	-0,9	9,0
112	Lobming	414	mTmin	-5,6	-4,4	-1,2	2,3	7,2	10,6	12,2	12,1	8,6	4,1	-0,9	-4,2	2,8	11,6	3,9	-4,7	3,4
			mTmax	3,1	5,8	10,4	14,9	19,9	22,8	24,8	24,2	20,1	14,5	7,8	3,7	15,1	23,9	14,1	4,2	14,3
			mT	-2,1	-0,4	3,6	8,1	13,4	16,6	18,3	17,5	13,4	8,2	2,5	-1,0	8,4	17,5	8,0	-1,2	8,2
116	Mariazell	865	mTmin	-5,8	-5,2	-2,3	0,6	5,3	8,2	10,1	10,1	6,9	3,0	-1,9	-4,8	1,2	9,5	2,7	-5,3	2,0
			mTmax	2,4	3,5	6,7	10,5	16,4	18,9	21,0	21,1	17,3	12,9	6,3	2,8	11,2	20,3	12,2	2,9	11,6
			mT	-2,3	-1,6	1,4	4,8	10,3	13,0	15,0	14,7	11,0	6,9	1,4	-1,5	5,5	14,2	6,4	-1,8	6,1
126	Mürzzuschlag	758	mTmin	-6,6	-5,6	-2,4	0,9	5,4	8,7	10,4	10,3	7,3	2,8	-1,9	-5,4	1,3	9,8	2,7	-5,9	2,0
			mTmax	0,9	3,5	7,6	11,8	17,4	20,2	22,3	22,1	18,1	12,8	5,3	1,1	12,3	21,5	12,1	1,8	11,9
			mT	-3,4	-1,9	1,6	5,6	10,9	14,0	15,8	15,3	11,6	6,7	1,0	-2,6	6,0	15,0	6,4	-2,6	6,2
132	Neumarkt	835	mTmin	-8,5	-7,0	-3,3	0,2	4,7	7,9	9,9	9,7	6,2	1,8	-3,2	-6,7	0,5	9,2	1,6	-7,4	1,0
			mTmax	1,9	4,4	8,5	12,2	17,6	20,7	22,9	22,5	18,7	13,4	6,5	2,6	12,8	22,0	12,9	3,0	12,7
			mT	-4,1	-2,2	1,8	5,6	10,7	13,9	15,9	15,4	11,5	6,5	0,7	-2,8	6,0	15,1	6,2	-3,0	6,1
138	Oberwölz	827	mTmin	-7,4	-5,8	-2,3	0,9	5,2	8,4	10,2	10,1	6,8	2,5	-2,2	-5,8	1,3	9,6	2,4	-6,3	1,7
			mTmax	2,2	5,1	9,1	12,9	18,2	21,2	23,3	23,1	19,3	14,1	7,0	2,6	13,4	22,5	13,5	3,3	13,2
			mT	-3,6	-1,6	2,2	6,0	11,0	14,2	16,0	15,5	11,6	6,8	1,2	-2,4	6,4	15,2	6,5	-2,5	6,4
139	Oberzeiring	933	mTmin	-7,0	-5,9	-2,5	0,6	4,7	7,8	9,7	9,6	6,5	2,2	-2,5	-5,7	0,9	9,0	2,1	-6,2	1,5
			mTmax	1,8	3,8	7,4	11,3	16,5	19,6	21,8	21,5	17,8	12,8	6,2	2,4	11,7	21,0	12,3	2,7	11,9
			mT	-3,5	-2,1	1,4	5,2	10,3	13,5	15,4	14,8	11,1	6,2	0,9	-2,4	5,6	14,6	6,1	-2,7	5,9
155	Pusterwald	1072	mTmin	-8,5	-7,8	-4,0	-0,6	3,3	6,3	8,2	7,9	4,8	0,8	-3,7	-7,0	-0,4	7,5	0,6	-7,8	0,0
			mTmax	0,9	2,7	5,9	9,8	15,2	18,1	20,4	20,3	16,8	12,1	5,4	1,3	10,3	19,6	11,4	1,6	10,7
			mT	-4,6	-3,4	0,0	3,8	8,7	11,8	13,6	13,1	9,5	5,0	-0,1	-3,4	4,2	12,8	4,8	-3,8	4,5
161	Rechberg	926	mTmin	-4,9	-4,2	-1,3	2,0	6,7	9,6	11,6	11,6	8,4	4,0	-0,9	-3,7	2,5	10,9	3,8	-4,3	3,2
			mTmax	1,3	2,9	6,5	10,6	16,0	19,0	21,1	20,7	16,8	11,9	5,7	2,1	11,0	20,3	11,5	2,1	11,2
			mT	-2,4	-1,5	1,8	5,6	10,8	13,8	15,8	15,3	11,7	7,0	1,6	-1,4	6,1	15,0	6,8	-1,8	6,5
169	Rohrmoos	1078	mTmin	-7,0	-6,3	-3,5	-0,2	4,2	7,3	9,3	9,4	6,0	1,8	-3,2	-6,2	0,2	8,7	1,5	-6,5	1,0
			mTmax	0,6	2,0	5,8	9,8	15,7	18,3	20,4	20,1	16,2	11,2	4,3	0,8	10,4	19,6	10,6	1,1	10,4
			mT	-3,7	-2,8	0,4	4,1	9,5	12,4	14,4	14,0	10,2	5,6	0,0	-3,1	4,7	13,6	5,3	-3,2	5,1
173	Schöckl	1436	mTmin	-5,8	-6,1	-3,7	-0,6	4,3	7,2	9,3	9,5	6,4	2,6	-2,1	-4,6	0,0	8,7	2,3	-5,5	1,4
			mTmax	-0,6	-0,4	2,2	5,8	11,2	14,2	16,4	16,0	12,5	8,3	3,1	0,5	6,4	15,5	8,0	-0,2	7,4
			mT	-3,5	-3,7	-1,3	2,1	7,3	10,3	12,4	12,3	8,9	4,9	0,1	-2,3	2,7	11,7	4,6	-3,2	4,0
176	Seckau	855	mTmin	-6,9	-5,6	-2,1	1,2	5,8	8,9	10,8	10,6	7,2	2,8	-2,1	-5,5	1,6	10,1	2,6	-6,0	2,1
			mTmax	1,5	3,8	8,0	11,8	17,3	20,5	22,4	22,2	18,4	12,9	6,2	2,0	12,4	21,7	12,5	2,4	12,2
			mT	-3,3	-1,7	2,0	5,8	11,0	14,1	16,0	15,6	11,8	6,9	1,2	-2,3	6,3	15,2	6,6	-2,4	6,4
183	Sonnblick	3105	mTmin	-13,8	-14,4	-13,0	-10,4	-5,4	-2,6	-0,1	0,2	-2,5	-5,5	-10,3	-12,7	-9,6	-0,8	-6,1	-13,6	-7,5
			mTmax	-9,4	-9,8	-8,4	-5,7	-1,0	2,1	4,8	4,8	1,7	-1,5	-6,0	-8,2	-5,0	3,9	-1,9	-9,1	-3,0
			mT	-11,6	-12,2	-10,9	-8,3	-3,3	-0,4	2,2	2,3	-0,6	-3,6	-8,2	-10,5	-7,5	1,4	-4,1	-11,4	-5,4
191	St.Michael b.Leoben	565	mTmin	-8,5	-6,0	-2,0	1,4	5,9	9,1	10,9	10,7	7,3	2,8	-2,2	-6,2	1,8	10,2	2,6	-6,9	1,9
			mTmax	0,6	4,2	9,1	13,2	18,6	21,6	24,1	23,6	19,7	13,9	6,3	1,5	13,6	23,1	13,3	2,1	13,0
			mT	-4,5	-1,8	2,6	6,6	11,9	15,0	17,1	16,3	12,3	7,1	1,2	-2,9	7,0	16,1	6,9	-3,1	6,7
195	St.Radegund	725	mTmin	-3,9	-2,8	0,3	3,7	8,5	11,4	13,4	13,4	9,9	5,4	0,5	-2,5	4,2	12,7	5,3	-3,1	4,8
			mTmax	2,9	4,5	8,3	12,4	17,5	20,4	22,6	22,2	18,1	13,1	7,2	4,0	12,7	21,7	12,8	3,8	12,8
			mT	-1,1	0,0	3,5	7,4	12,6	15,5	17,6	17,1	13,2	8,4	3,1	0,2	7,8	16,7	8,2	-0,3	8,1
198	Stolzalpe	1293	mTmin	-5,8	-5,6	-3,0	-0,2	4,3	7,4	9,4	9,4	6,3	2,4	-2,2	-4,7	0,4	8,7	2,2	-5,4	1,5
			mTmax	1,1	2,6	5,8	9,2	14,7	17,8	20,3	20,1	16,4	11,2	4,8	1,7	9,9	19,4	10,8	1,8	10,5
			mT	-2,9	-2,2	0,6	3,7	8,7	11,8	14,0	13,8	10,4	5,9	0,7	-2,0	4,3	13,2	5,7	-2,4	5,2
214	Villacher Alpe	2140	mTmin	-8,2	-8,7	-6,9	-4,4	0,4	3,6	6,0	6,4	3,4	-0,1	-4,9	-7,2	-3,6	5,3	-0,5	-8,0	-1,7
			mTmax	-3,6	-3,9	-2,1	0,3	5,3	8,9	11,5	11,6	8,1	4,5	-0,3	-2,4	1,2	10,7	4,1	-3,3	3,2
			mT	-6,1	-6,6	-4,8	-2,3	2,6	6,0	8,5	8,7	5,5	2,0	-2,8	-5,0	-1,5	7,7	1,6	-5,9	0,5
223	Weiz	465	mTmin	-4,4	-2,9	0,5	4,2	8,8	11,9	13,7	13,7	10,1	5,2	0,3	-2,8	4,5	13,1	5,2	-3,4	4,9
			mTmax	3,6	6,2	10,5	15,0	20,3	23,1	25,2	24,8	20,6	15,0	8,3	4,5	15,3	24,4	14,6	4,8	14,8
			mT	-1,3	0,6	4,5	8,9	14,1	17,2	19,0	18,4	14,2	8,9	3,3	0,1	9,2	18,2	8,8	-0,2	9,0
225	Wiel	928	mTmin	-4,0	-3,3	-0,6	2,8	7,5	10,3	12,4	12,4	9,2	4,9	-0,1	-2,7	3,2	11,7	4,7	-3,3	4,1
			mTmax	2,8	3,4	6,7	10,4	15,5	18,4	20,6	20,3	16,7	11,8	6,5	3,8	10,9	19,8	11,7	3,3	11,4
			mT	-1,0	-0,5	2,5	6,2	11,2	14,1	16,2	15,9	12,4	7,8	2,7	0,2	6,6	15,4	7,6	-0,4	7,3
232	Zeltweg	670	mTmin	-9,2	-6,7	-2,4	1,1	5,7	9,1	10,9	10,7	7,1	2,5	-2,8	-7,0	1,5	10,2	2,3	-7,6	1,6
			mTmax	0,8	4,2	9,3	13,4	18,6	21,7	23,9	23,6	19,8	14,1	6,5	1,4	13,8	23,1	13,5	2,1	13,1
			mT	-4,8	-2,1	2,6	6,6	11,8	15,0	16,9	16,4	12,4	7,1	1,0	-3,4	7,0	16,1	6,8	-3,4	6,6

2.15 Normalwert des durchschnittlich täglichen Temperatur-minimums im Juli

Auch die mittleren täglichen Temperaturmaxima werden für alle Monate am Beispiel der Stationen Graz (Abb. 2.14.1) und Sonnblick (Abb. 2.14.2) dargestellt.

Lineare Abnahme mit der Höhe

Die durchschnittliche tägliche Höchsttemperatur im Sommer repräsentiert die Situation zur Zeit maximaler Einstrahlung und hoch positiver Strahlungsbilanzen am Erdboden, allerdings als Mittel aller Tage, d.h. auch solcher mit zyklonaler Witterung, (Bewölkung und Regen). Aus diesem Grund ist nun die Seehöhe der bei weitem wichtigste Klimafaktor; wobei die Tageshöchsttemperaturen regelhaft und fast linear mit recht einheitlichen steilen Gradienten nach oben abnehmen.

Für die gesamte Steiermark lässt sich aus der Differenz der Temperaturen des tiefsten und höchsten Punktes (25,9°C und 5,6°C) ein Gradient von $0,73 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$ errechnen, für die drei Hauptgebiete und die einzelnen Schichten von unten nach oben lauten die Gradienten in $\text{K} \cdot \text{hm}^{-1}$: Norden 0,79, 0,95, 0,66, Murtal 0,56, 0,86, 0,79, Gesamtsüden 0,46, 0,89, 0,70.

Kaltlufteinbrüche im Norden drücken die Temperatur

Es sind somit noch gewisse regionale Unterschiede erkennbar, die durch die übrigen Klimafaktoren bedingt sind. Dabei spielt jetzt das Gelände gegenüber der geographischen Lage eine untergeordnete Rolle. Letztere drückt sich in einer leichten Benachteiligung des Nordens aufgrund häufigerer und stärkerer Kaltlufteinbrüche mit zyklonaler trüb-feuchter Witterung aus, aber auch durch die größere Wärme der inneralpinen Stationen im Sinne des bei den Julinormalwerten angesprochenen zentral-peripheren Formenwandels.

Inneralpine Überwärmung

Der mittlere Temperaturgradient nur der unteren beiden Stockwerke (Schichten) bis 1400 m für die gesamte Steiermark beträgt $0,79 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$, d.h. er ist geringfügig größer als der Gradient aus den zwei Einzelpunkten über den gesamten Höhenunterschied. Reduziert man die Temperaturen aller Stationen mit diesem Gradienten auf ein Niveau von 500 m, ergibt sich ein Durchschnittswert für die gesamte Steiermark von 24,5°C. Darauf bezogen ist der Norden im Durchschnitt um 0,2 K, kälter, das Murtal um 0,8 K wärmer, während der Gesamtsüden wieder um 0,2 K kälter ist. Das zeigt, dass die inneralpine Überwärmung, die besonders im Murtal erkennbar wird, sogar im Norden die witterungsbedingte Benachteiligung gegenüber dem Süden wettmacht.

Diese inneralpine Überwärmung erreicht bei einigen Stationen noch höhere Werte, etwa in Tamsweg 1,9 K, Oberwölz 1,4 K, auf der Stolzalpe 1,1 K und in Neumarkt 1,0 K. Die Stolzalpe ist bei ähnlicher Geländesituation sogar um 1,7 K wärmer als die

Wiel im Bereich der südlichen Koralpe und um 2,3 K wärmer als Mönichkirchen im Wechselgebiet.

Vegetation dämpft das Minimum

Restliche Einflussfaktoren sind dann noch der Untergrund der Umgebung in dem Sinn, dass feuchte Bereiche mit reichlich aktiver Vegetation, hohem Grundwasserstand oder Mooren und Gewässern die Tageserwärmung aufgrund der bei der Verdunstung verbrauchten latenten Wärme dämpfen, während trockene, dunkle oder versiegelte Böden die Tageserwärmung fördern. Auch günstige Exposition bewirkt größere Tageserwärmung.

Aufstellungsort muss repräsentativ sein

Schließlich beeinflussen auch die lokalen Umstände der Stationsaufstellung recht stark die täglichen Höchsttemperaturen, was insbesondere an dem auffallend warmen Wert von Leibnitz erkennbar wird. Ansonsten sind die beiden letzten Faktoren bei der begrenzten Auflösung der Karte nicht wirklich nachweisbar.

In den Tabellen 2.14.1a und 2.14.1b sind die Mittleren täglichen Temperaturminima sowie Temperaturmaxima und Tagesmittel aller Stationen wiedergegeben.

Periode 1971 bis 2000



Die durchschnittliche tägliche Höchsttemperatur im Sommer repräsentiert die Situation zur Zeit maximaler Einstrahlung und hoch positiver Strahlungsbilanzen am Erdboden, allerdings als Mittel für Tage, d.h. auch solcher mit zyklischer Witterung. (Stürmung und Regen).

Aus diesem Grunde ist nun die zweite der bei weitem wichtigsten kumulatorischen wäbels die Tageshöchsttemperaturen ungefähr und fast linear mit reich einheitlichen steilen Gradienten nach oben abnehmen.

2.16 Durchschnittliche Zahl der Frosttage

Definition

Frosttage sind jene Tage, an denen die Temperatur wenigstens einmal im Laufe von 24 Stunden den Nullpunkt unterschreitet, unabhängig wie lange, wie tief, wie oft und zu welcher Tageszeit. Solcherart ist die Zahl der Frosttage im Hochwinter wenig variabel, weil auch in milderen Wintermonaten sogar in den wärmeren Landesteilen die überwiegende Zahl aller Tage Frosttage sind. Für die regionalen Unterschiede in den Niederungen ist vielmehr der Charakter der Übergangsmonate, darunter insbesondere der des wolkenärmeren März mit seiner höheren Tagesschwankung der Temperatur von Bedeutung, mit zunehmender Höhe sind auch die Monate Oktober, November und April wichtige Frostmonate.

Lassnitzhöhe hat nahezu Stadtklima

Die Verteilung der Frosttage (und Eistage) auf die einzelnen Monate wird beispielhaft für die Stationen Lassnitzhöhe, Zeltweg, Schöckl und Sonnblick (Abb. 2.16.1 bis 2.16.4) dargestellt. Auf der Lassnitzhöhe (Abb. 2.16.1), einer der mildesten Stationen mit Extremwertregistrierung (ZAMG-Stationen) konzentrieren sich die Frosttage auf den Kernwinter, wobei selbst im Jänner nur etwa 82 % aller Tage Frosttage sind (im Kernwinter Jänner bis Februar ca. 74 %).

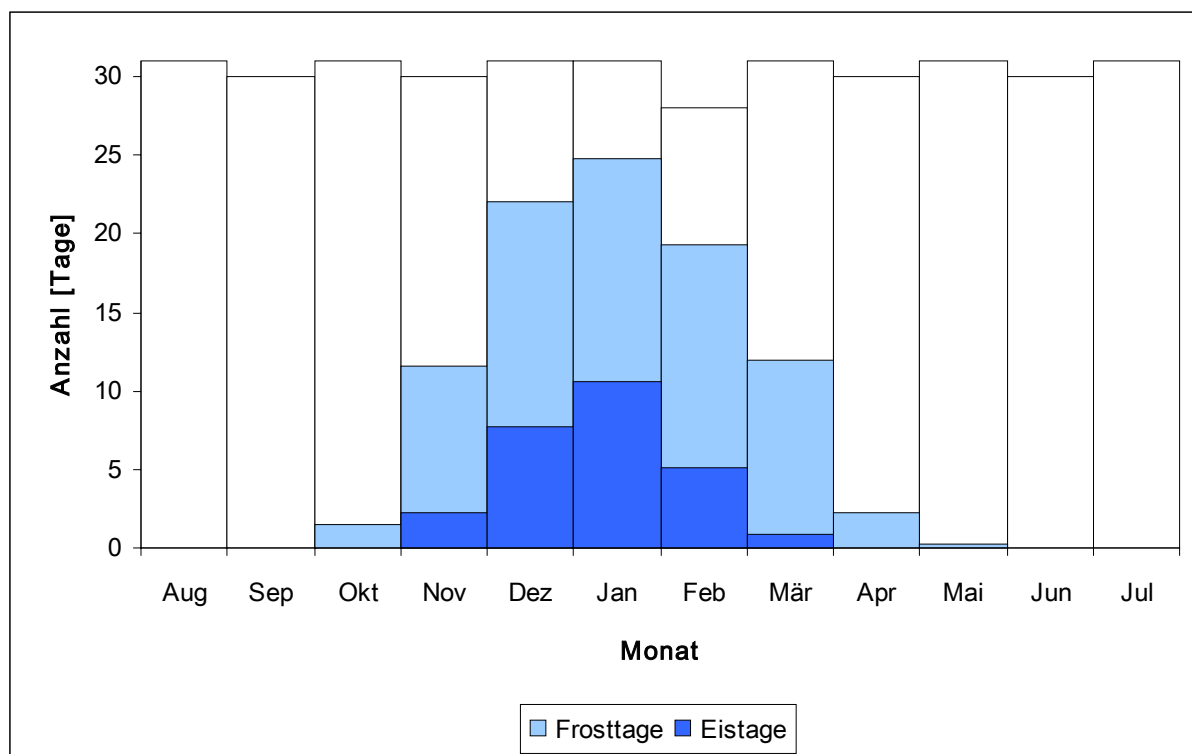


Abbildung 2.16.1: Durchschnittliche Zahl der Frost- und Eistage, Station Lassnitzhöhe, Sh 543 m.

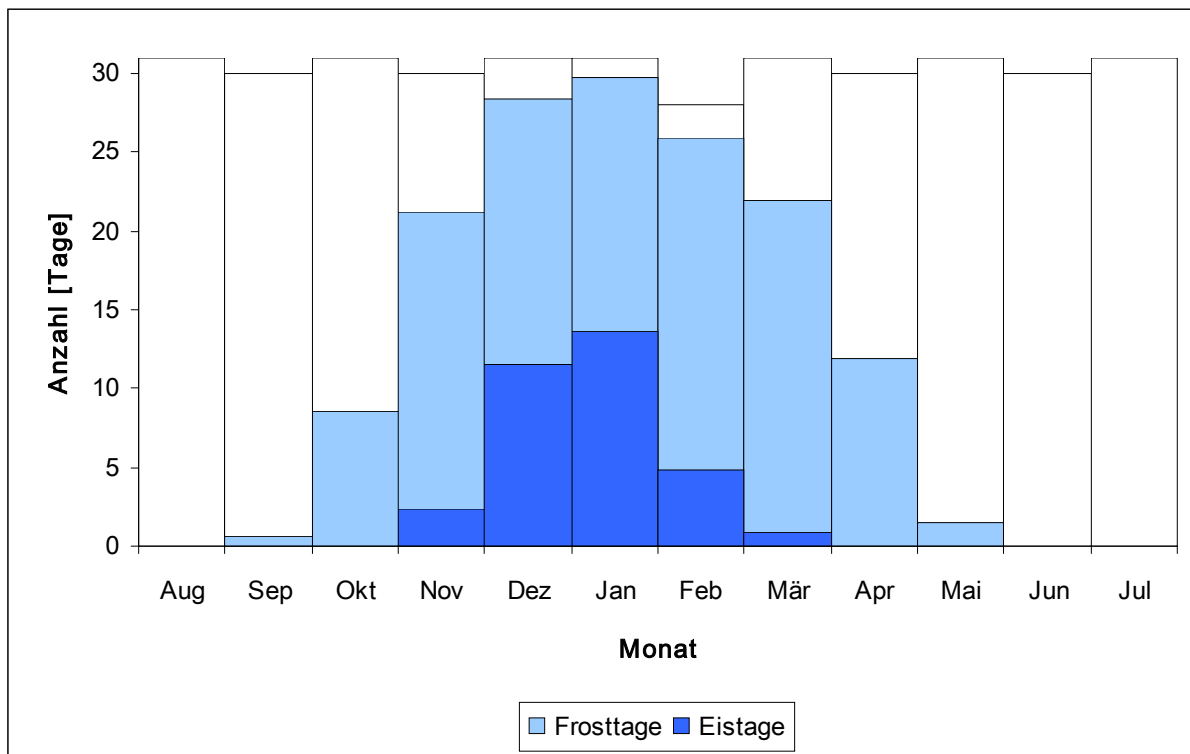


Abbildung 2.16.2: Durchschnittliche Zahl der Frost- und Eistage, Station Zeltweg, Sh 670 m.

Schon im April sind dort Frosttage mit nur etwa 7 % aller Tage ausgesprochen selten und im Mai bestenfalls zufällige Ausnahmen. Zum Stadtklima von Graz ergeben sich dabei kaum Unterschiede.

Im Winter ist es in Zeltweg kälter als am Schöckl

Dagegen sind im Beckenklima von Zeltweg (Abb. 2.16.2) etwa 93 % aller Tage im Kernwinter Frosttage und noch im April sind es etwa 40%. Der fast 800 m höhere freie Gipfel des Schöckls hat dagegen aufgrund der geringen Tagesschwankung der Temperatur (siehe Abb. 5.2.3 und 5.2.4) im Kernwinter mit etwa 86 % deutlich weniger Frosttage als die Beckenstation, während es dann im Frühjahr aufgrund der Advektivfröste bei Kaltlufteinbrüchen wieder mehr als in Zeltweg sind. In der Summe gleichen sich diese Unterschiede dann weitgehend aus. Schließlich gibt es an der extremen Hochgebirgsstation Sonnblick (Abb. 2.16.4) nur im Juli und August weniger Frosttage als frostfreie Tage und zwischen Dezember und März sind frostfreie Tage höchstens zufällige Ausnahmen.

Geländeeinfluss und Kaltluftseen

In den unteren Schichten ist im Sinne der Häufigkeit und Stärke der entstehenden „Kaltluftseen“ wiederum das Gelände der entscheidende Faktor, gefolgt von der Witterung, da wolken- und nebelreiche Übergangsmonate (z. B. der November im Vorland) wegen der abgeschwächten nächtlichen Abkühlung die Gesamtzahl der

Frosttage verringern. Im Bergland steigt die Zahl der Frosttage schließlich regelhaft mit zunehmender Höhe an. Das Verteilungsbild erinnert daher stark an jenes der Normalwerte der Jännertemperaturen (siehe dort), welches ebenfalls in den unteren Stufen erstrangig vom Gelände und darüber von der absoluten Höhe bestimmt wird.

So wie bei den Normalwerten der Jännertemperatur können die Eigenheiten des Geländeklimas durch die mittleren Gradienten der drei Großlandschaften nicht befriedigend erfasst werden, da sie sich nicht auf homogene Landschaftseinheiten beziehen, wofür zu wenig Stationen zur Verfügung stehen. Sie lauten in gleichbleibender Reihenfolge für die drei Schichten von unten nach oben in Tagen pro 100 Meter Höhenzunahme: Norden 13,4, 0,4, 7,6, Murtal 18,2, 0,4, 8,1 Gesamtsüden 10,0, -17,1 (!), 7,7. Die näheren Umstände der Entstehung der Gradienten werden bei den Normaltemperaturen des Jänners angesprochen.

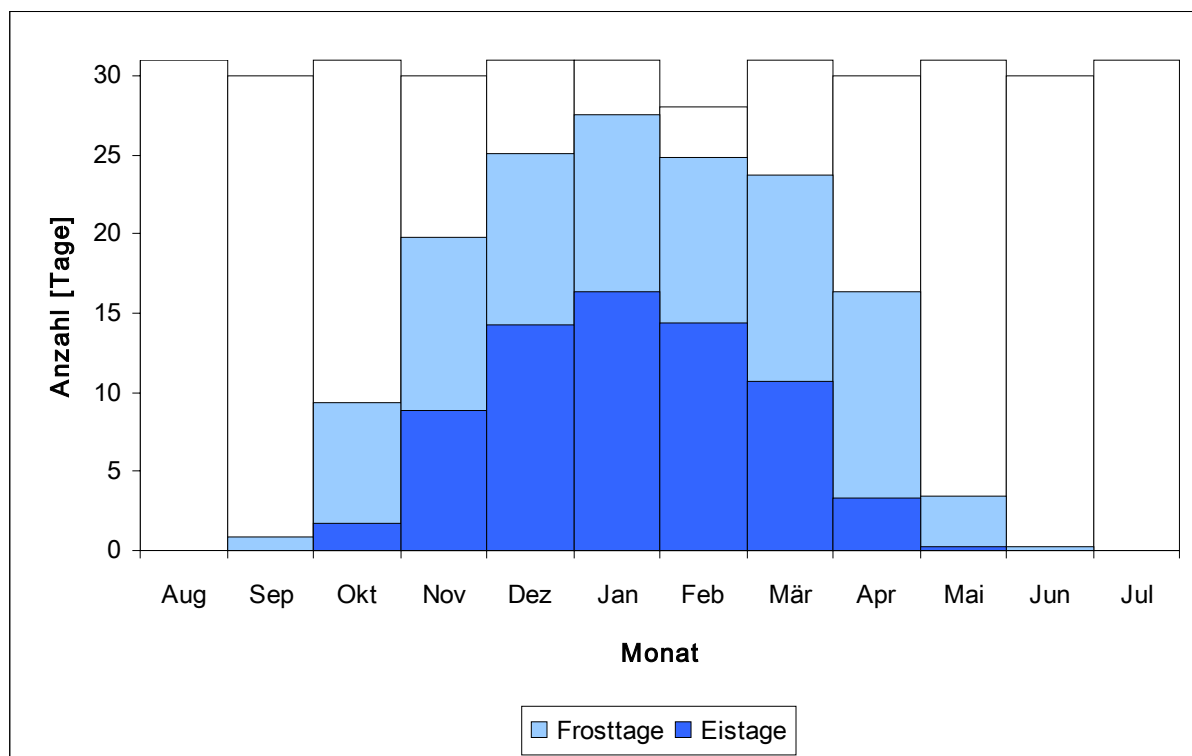


Abbildung 2.16.3: Durchschnittliche Zahl der Frost- und Eistage, Station Schöckl, Sh 1436 m.

Gute Erfassung der mittleren Stufe im Vorland

Jedenfalls wird nur im Vorland in der mittleren Stufe zwischen 350 und 500 Metern die inversionsbedingte Abnahme nach oben befriedigend erfasst und auch in der Karte in Form eines Saumes entlang des Fußes des Randgebirges bzw. von inselförmigen Gebieten bei den das Riedelland überragenden Bergen und schließlich als eine das Stadtklima von Graz repräsentierende Fläche dargestellt. Darüber hinaus bleiben durch das Fehlen von Stationen in den am meisten wärmebegünstigten Gebieten ähnlich wie bei den Tagesnormalwerten und mittleren

absoluten Minima der Temperaturen im Jänner die frostärmsten Lagen bzw. die dortige Frosthäufigkeit unbekannt. Die Zahl der Frosttage dürfte aber in den Gunstlagen des Sausals, des Weinlandes, der oststeirischen Vulkanberge und einiger Teilen des Fußes des Randgebirges mit Sicherheit bis gegen 90 zurückgehen, vielleicht sogar noch darunter.

Große inneralpine Frosthäufigkeit

Die mittlere Zunahme der Zahl der Frosttage pro 100 m Höhenanstieg abgeleitet aus den unteren beiden Stufen bis 1200 m für die gesamte Steiermark beträgt 5,32 Tage und der daraus berechnete gesamtsteirische Durchschnitt für 500 m Seehöhe 120. Bezogen auf diesen Durchschnitt gibt es im Norden durchschnittlich um 6,6 Tage mehr, im Murtal um 13,2 Tage mehr und im Gesamtsüden um 10,5 Tage weniger Frosttage. Damit wird die ungleich größere Frosthäufigkeit der inneralpinen Lagen gut belegt.

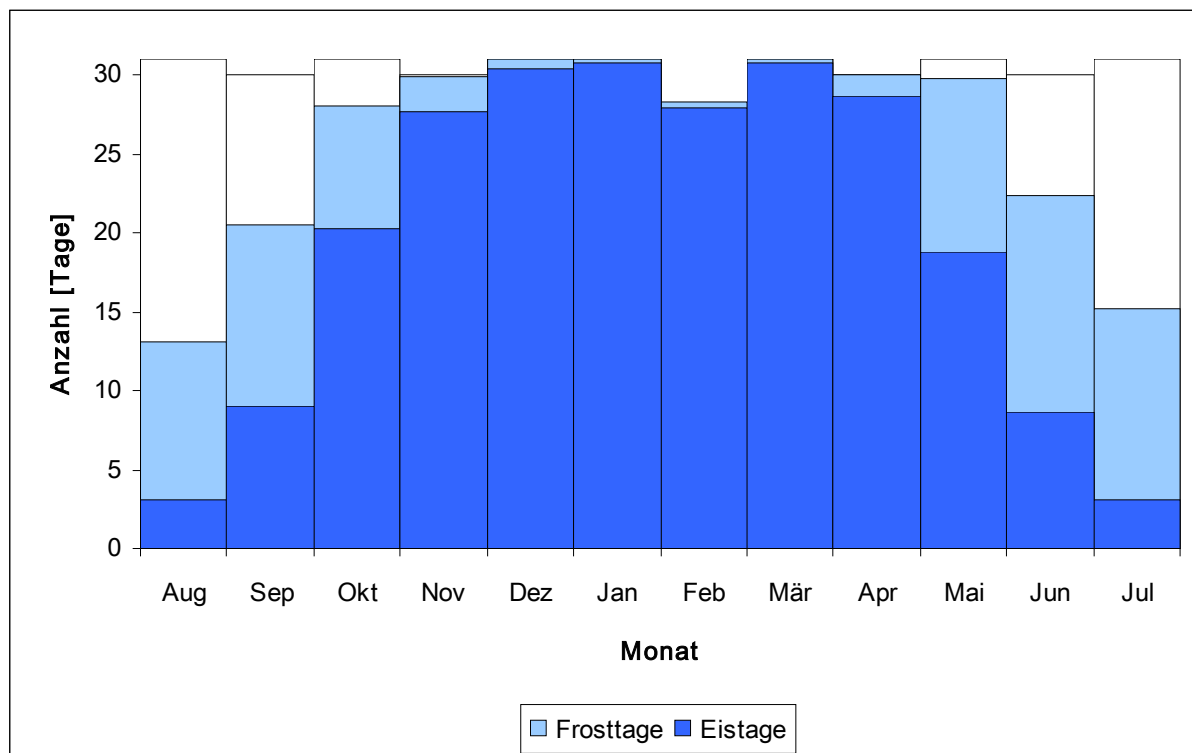


Abbildung 2.16.4: Durchschnittliche Zahl der Frost- und Eistage, Station Sonnblick, Sh 3105 m.

Positive Abweichungen

Die größten positiven Abweichungen vom Durchschnitt in Tagen haben: Neumarkt 25, St. Michael 22, Zeltweg und Pusterwald je 21, Bad Mitterndorf und Birkfeld je 16, Gröbming 15 und Aigen 14. Im Vorland liegen der Thalerhof mit 11 und Leibnitz mit 8 Tagen über dem Durchschnitt.

Negative Abweichungen

Die größten negativen Abweichungen vom Durchschnitt in Tagen haben: Wiel 31, Lassnitzhöhe 27, Fischbach und Mönichkirchen 23, Messendorfberg 22, Altenberg bei Hartberg 19, Hieflau 18, Wörtherberg 17, Rechberg und Graz-Universität 15, sowie Weiz 14. Die Gunst- und Ungunstfaktoren der Lage im Gelände werden dadurch nur allzu deutlich, wobei diese Gegensätze in der mittleren Stufe, d.h. im niedrigeren Bergland bzw. in der Gebirgssteiermark etwas größer sind als im Vorland. So beträgt die maximale Differenz der Abweichungen zwischen Thalerhof und Lassnitzhöhe 28 Tage, zwischen Neumarkt und Stolzalpe schon 36, aber zwischen Neumarkt und Wiel sogar 56 Tage!

Klimaänderung

Gegenüber dem Zeitraum von 1951 bis 1970 hat die Zahl der Frosttage im Landesdurchschnitt um 6 Tage abgenommen. Dabei erweisen sich die Daten aufgrund von Stationsverlegungen mit Abnahmen bis zu 22 Tagen (Irdning) aber auch Zunahmen bis zu 10 Tagen (Neumarkt) als äußerst inhomogen. Bei den homogenen Stationen sind aber Abnahmen im Bereich des allgemeinen Durchschnitts realistisch.

An der Station Graz-Universität hat sich die Zahl der Frosttage bei einem Normalwert von 97,6 nach dem linearen Trend von 104,1 im Jahr 1951 auf 91,1 im Jahr 2002 vermindert.

Nr.	Name	Sh [m]	Para- meter	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
1	Admont	648	Frost	29,0	25,1	20,8	9,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,3	6,5	18,3	27,8	30,9	0,0	25,1	81,9	137,9
			Eis	13,4	5,1	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	12,7	1,3	0,0	3,5	31,2	36,0
3	Aflenz	785	Frost	29,1	25,2	21,3	10,8	1,1	0,0	0,0	0,0	0,3	6,5	19,3	27,6	33,2	0,0	26,1	81,9	141,2
			Eis	13,0	6,3	2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	11,5	2,3	0,0	3,2	30,8	36,3
4	Aigen/Ennstal	640	Frost	28,2	24,7	20,6	10,6	1,3	0,0	0,0	0,0	0,5	8,7	19,4	27,1	32,5	0,0	28,6	80,0	141,1
			Eis	12,1	5,2	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	10,5	1,3	0,0	2,9	27,8	32,0
7	Altenberg/Hartberg	429	Frost	25,7	20,5	12,1	1,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	12,6	22,4	14,0	0,0	14,7	68,6	97,3
			Eis	8,8	4,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	6,8	0,9	0,0	1,5	19,8	22,2
10	Bad Aussee	660	Frost	27,7	24,2	18,9	8,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	4,3	17,4	25,5	27,9	0,0	21,8	77,4	127,1
			Eis	8,1	4,0	1,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	7,3	1,3	0,0	2,2	19,4	22,9
11	Bad Gleichenberg	293	Frost	27,5	21,9	13,6	3,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	3,7	13,5	24,1	17,3	0,0	17,3	73,5	108,1
			Eis	9,9	3,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	7,3	0,7	0,0	1,4	20,9	23,0
14	Bad Mitterndorf	810	Frost	29,6	25,8	22,7	13,3	1,8	0,1	0,0	0,0	0,5	8,4	21,1	28,3	37,8	0,1	30,0	83,7	151,6
			Eis	11,1	6,2	2,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	10,6	2,2	0,0	3,4	27,9	33,5
15	Bad Radkersburg	208	Frost	26,9	21,7	13,6	3,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	3,4	13,5	24,6	16,9	0,0	17,0	73,2	107,1
			Eis	8,8	3,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	6,0	0,7	0,0	0,9	18,3	19,9
18	Birkfeld	635	Frost	29,6	25,6	21,7	10,2	1,1	0,1	0,0	0,0	0,4	7,5	19,0	27,5	33,0	0,1	26,9	82,7	142,7
			Eis	10,1	5,1	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	7,6	1,5	0,0	1,7	22,8	26,0
23	Bruck/Mur	493	Frost	28,3	22,9	16,3	5,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	14,7	24,7	22,1	0,0	18,6	75,9	116,6
			Eis	7,3	2,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	6,1	0,6	0,0	1,2	15,7	17,5
27	Deutschlandsberg	448	Frost	27,0	21,5	13,2	3,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	14,2	24,4	16,7	0,0	17,4	72,9	107,0
			Eis	7,9	3,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	5,8	0,7	0,0	0,8	16,7	18,2
37	Fischbach	1015	Frost	26,3	23,1	19,2	9,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	16,9	24,4	28,8	0,0	21,7	73,8	124,3
			Eis	11,3	9,1	4,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,8	9,0	4,9	0,0	3,9	29,4	38,2
47	Fürstenfeld	271	Frost	27,4	21,9	14,0	4,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	4,1	13,2	23,4	18,3	0,0	17,4	72,7	108,4
			Eis	8,6	3,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	6,0	0,7	0,0	0,9	17,8	19,4
50	Gleisdorf	375	Frost	29,1	24,5	18,6	6,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	5,5	16,7	26,4	25,3	0,0	22,4	80,0	127,7
			Eis	8,7	3,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	6,1	0,8	0,0	1,2	18,2	20,2
57	Graz-Flughafen	337	Frost	28,7	23,9	16,5	4,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	5,1	15,7	26,4	21,7	0,0	21,0	79,0	121,7
			Eis	10,5	3,9	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	7,5	0,8	0,0	1,6	21,9	24,3
58	Graz-Messendorfberg	435	Frost	25,6	19,8	10,9	1,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	12,1	22,4	12,8	0,0	13,9	67,8	94,5
			Eis	9,5	3,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	7,2	0,7	0,0	1,5	20,2	22,4
60	Graz-Universität	366	Frost	26,6	20,4	11,8	1,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	11,9	22,6	13,9	0,0	14,3	69,6	97,8
			Eis	8,8	3,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	5,9	0,7	0,0	1,1	18,0	19,8
61	Gröbming	763	Frost	29,4	26,2	22,2	11,2	1,5	0,0	0,0	0,0	0,4	8,2	21,5	28,6	34,9	0,0	30,1	84,2	149,2
			Eis	11,2	5,5	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	10,5	1,4	0,0	3,3	27,2	31,9
69	Hieflau	500	Frost	25,0	20,8	14,4	3,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	13,1	22,5	18,5	0,0	15,6	68,3	102,4
			Eis	10,6	4,2	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	9,3	1,1	0,0	2,4	24,1	27,6
80	Irdning-Gumpenstein	698	Frost	27,8	23,7	18,3	7,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	5,8	18,3	26,4	26,3	0,0	24,2	77,9	128,4
			Eis	8,9	3,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	8,0	0,8	0,0	2,0	20,5	23,3
84	Kalwang	760	Frost	29,0	24,9	21,0	10,3	1,2	0,0	0,0	0,0	0,2	6,7	19,4	26,3	32,5	0,0	26,3	80,2	139,0
			Eis	14,3	7,0	1,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	12,5	2,0	0,0	3,9	33,8	39,7
87	Kindberg	561	Frost	29,5	25,6	20,2	8,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,2	5,6	17,3	26,7	29,2	0,0	23,1	81,8	134,1
			Eis	11,6	4,1	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	9,3	1,2	0,0	2,0	25,0	28,2
90	Kirchberg-Grafendorf	455	Frost	27,0	21,6	14,0	3,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	14,5	23,3	17,9	0,0	17,8	71,9	107,6
			Eis	9,6	4,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	7,5	0,8	0,0	1,7	21,3	23,8
95	Kleinsölk	1005	Frost	28,0	24,4	19,9	10,8	0,9	0,0	0,0	0,0	0,2	5,4	17,5	25,8	31,6	0,0	23,1	78,2	132,9
			Eis	10,1	7,3	2,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	4,1	9,1	3,1	0,0	4,2	26,5	33,8
101	Krippenstein	2050	Frost	30,0	26,7	28,4	24,7	13,3	6,8	2,3	1,8	7,7	14,8	23,8	28,5	66,4	10,9	46,3	85,2	208,8
			Eis	19,0	19,0	16,8	10,8	2,7	0,6	0,1	0,2	1,5	4,0	12,8	16,4	30,3	0,9	18,3	54,4	103,9
103	Lassnitzhöhe	527	Frost	24,8	19,3	12,0	2,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	11,6	22,0	14,4	0,0	13,1	66,1	93,6
			Eis	10,6	5,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	7,7	0,9	0,0	2,3	23,4	26,6
104	Leibnitz	273	Frost	28,4	23,8	15,1	3,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	4,0	14,8	25,7	19,0	0,0	18,9	77,9	115,8
			Eis	8,8	2,9	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	6,3	0,6	0,0	1,1	18,0	19,7
112	Lobming	414	Frost	28,4	24,4	18,9	7,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,3	5,8	17,0	26,8	26,9	0,0	23,1	79,6	129,6
			Eis	7,8	3,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	5,7	0,6	0,0	1,0	16,8	18,4
116	Mariazell	865	Frost	27,9	25,1	21,7	14,0	1,8	0,1	0,0	0,0	0,5	7,6	20,2	26,5	37,5	0,1	28,3	79,5	145,4
			Eis	9,0	7,2	3,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,5	8,4	4,1	0,0	3,6	24,6	32,3
126	Mürzzuschlag	758	Frost	29,1	25,6	22,1	11,6	1,4	0,2	0,0	0,0	0,7	7,4	19,3	27,8	35,1	0,2	27,4	82,5	145,2
			Eis	12,0	6,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	11,8	1,9	0,0	3,1	29,8	34,8
132	Neumarkt	835	Frost	30,1	27,0	25,4	14,6	2,6	0,1	0,0	0,0	1,1	10,0	22,8	29,1	42,6	0,1	33,9	86,2	162,8
			Eis	9,2	4,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	7,7	1,0	0,0	2,3	21,0	24,3

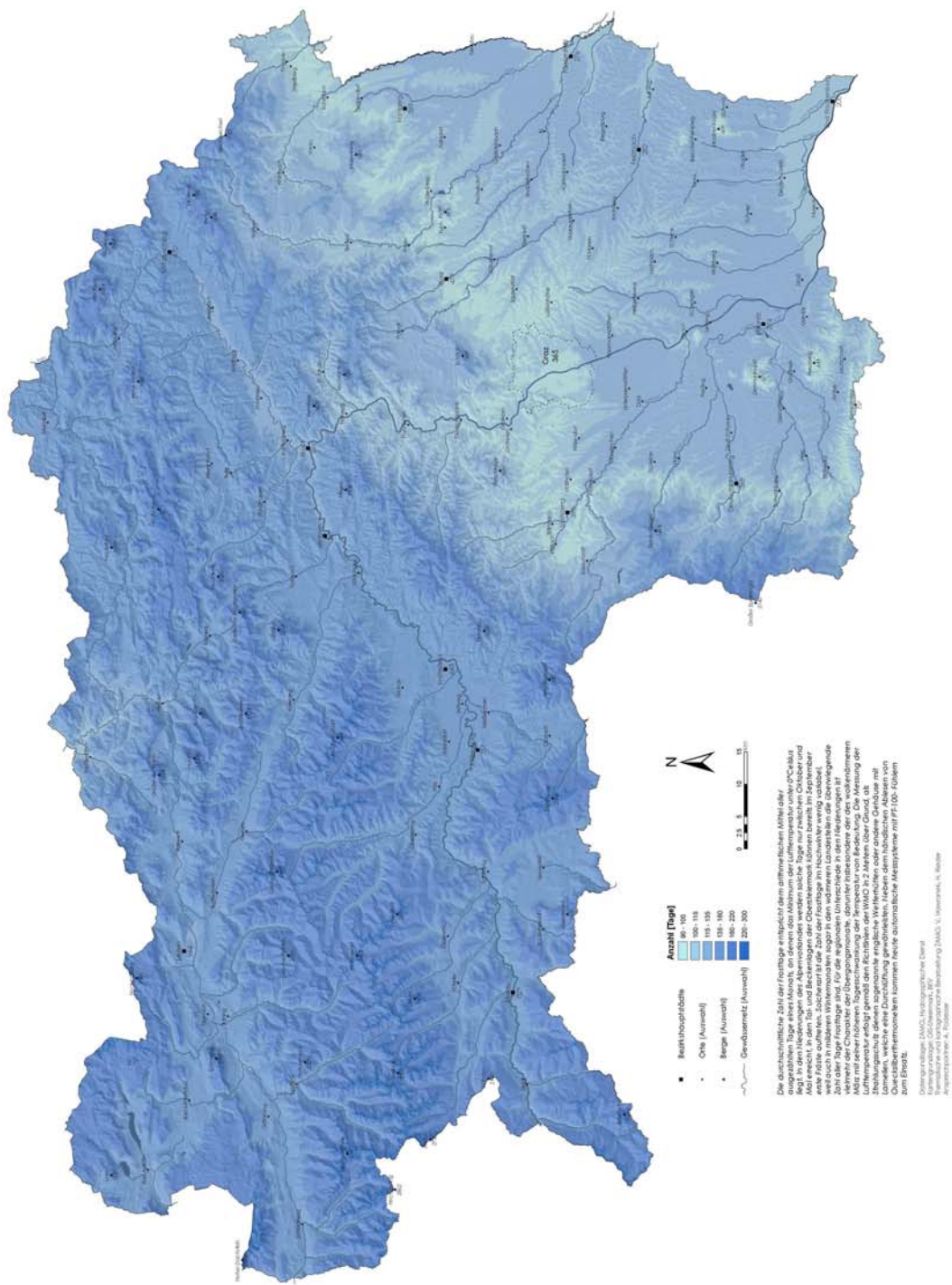
Tabelle 2.16.1a: Durchschnittliche Zahl der Frost- und Eistage aller Stationen.

Nr.	Name	Sh [m]	Para- meter	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
138	Oberwölz	827	Frost	29,6	25,6	21,3	11,3	1,4	0,0	0,0	0,0	0,7	7,9	20,4	28,1	34,0	0,0	29,0	83,3	146,3
			Eis	8,4	3,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	6,8	0,8	0,0	1,7	18,5	21,0
139	Oberzeiring	933	Frost	28,8	25,4	22,2	12,7	1,6	0,0	0,0	0,0	0,5	8,4	21,0	27,6	36,5	0,0	29,9	81,8	148,2
			Eis	10,7	6,0	2,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	8,6	2,1	0,0	2,9	25,3	30,3
155	Pusterwald	1072	Frost	29,9	27,2	25,6	17,5	3,8	0,4	0,0	0,1	2,3	12,3	23,7	28,6	46,9	0,5	38,3	85,7	171,4
			Eis	12,6	8,0	3,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,9	11,4	4,1	0,0	4,0	32,0	40,1
161	Rechberg	926	Frost	27,4	23,8	19,5	8,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	17,4	25,9	28,5	0,0	22,1	77,1	127,7
			Eis	12,6	7,9	3,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,9	10,3	3,2	0,0	4,0	30,8	38,0
169	Rohrmoos	1078	Frost	29,1	25,7	24,9	16,3	2,8	0,2	0,0	0,0	0,9	9,1	23,1	27,9	44,0	0,2	33,1	82,7	160,0
			Eis	13,0	8,8	4,1	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	6,0	12,1	4,9	0,0	6,1	33,9	44,9
173	Schöckl	1436	Frost	27,5	24,9	23,8	16,3	3,5	0,2	0,0	0,0	0,9	9,3	19,8	25,1	43,6	0,2	30,0	77,5	151,3
			Eis	16,3	14,4	10,7	3,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	8,8	14,3	14,2	0,0	10,5	45,0	69,7
176	Seckau	855	Frost	29,2	25,3	20,9	10,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,2	7,2	20,3	27,8	32,5	0,0	27,7	82,3	142,5
			Eis	11,1	6,0	1,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	10,3	1,3	0,0	2,5	27,4	31,2
183	Sonnblick	3105	Frost	31,0	28,3	31,0	30,0	29,8	22,4	15,2	13,1	20,5	28,0	29,9	31,0	90,8	50,7	78,4	90,3	310,2
			Eis	30,8	27,9	30,7	28,6	18,8	8,7	3,1	3,1	9,0	20,2	27,7	30,4	78,1	14,9	56,9	89,1	239,0
191	St.Michael b.Leoben	565	Frost	30,0	25,4	20,6	11,0	1,6	0,1	0,0	0,0	0,9	7,7	19,8	27,7	33,2	0,1	28,4	83,1	144,8
			Eis	13,4	5,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	10,8	1,0	0,0	2,3	29,4	32,7
195	St.Radegund	725	Frost	24,5	20,4	14,2	4,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	2,8	13,3	21,9	18,5	0,0	16,3	66,8	101,6
			Eis	10,1	6,1	1,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,3	7,6	1,9	0,0	2,4	23,8	28,1
198	Stolzalpe	1293	Frost	28,8	25,9	23,7	15,4	2,0	0,0	0,0	0,0	0,4	7,2	20,7	27,0	41,1	0,0	28,3	81,7	151,1
			Eis	12,0	8,9	4,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	5,0	11,2	4,5	0,0	5,1	32,1	41,7
214	Villacher Alpe	2140	Frost	29,8	27,1	28,7	26,0	13,5	4,9	1,2	1,0	6,0	14,8	24,5	29,1	68,2	7,1	45,3	86,0	206,6
			Eis	24,5	22,1	21,0	15,1	2,4	0,2	0,0	0,0	0,9	5,1	15,0	21,4	38,5	0,2	21,0	68,0	127,7
223	Weiz	465	Frost	26,6	21,4	12,9	2,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	13,7	23,6	15,8	0,0	16,7	71,6	104,1
			Eis	7,9	3,1	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	5,7	0,8	0,0	1,0	16,7	18,5
225	Wiel	928	Frost	24,4	21,2	17,3	7,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	15,1	22,6	25,2	0,0	18,9	68,2	112,3
			Eis	10,3	8,5	3,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	3,5	8,3	4,1	0,0	3,7	27,1	34,9
232	Zeltweg	670	Frost	29,7	25,9	21,9	11,9	1,5	0,0	0,0	0,0	0,6	8,5	21,2	28,4	35,3	0,0	30,3	84,0	149,6
			Eis	13,7	4,8	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	11,5	0,9	0,0	2,3	30,0	33,2

Tabelle 2.16.1b: Durchschnittliche Zahl der Frost- und Eistage aller Stationen.

2.16 Durchschnittliche Zahl der Frosttage

Periode 1971 bis 2000



2.17 Durchschnittliche Zahl der Eistage

Definition

Eistage sind Dauerfrostage, an denen die Lufttemperatur ganztägig, d.h. durch 24 Stunden unter dem Gefrierpunkt bleibt, wobei sich solche Tage wenigstens in den Niederungen weitgehend auf den Kernwinter beschränken und in den Randmonaten November und März als Ausnahmen gelten können, die durch besonders kalte Witterungsanomalien hervorgerufen werden.

Auch die Verteilung der Eistage auf die einzelnen Monate wird beispielhaft für die Stationen Lassnitzhöhe, Zeltweg, Schöckl und Sonnblick (Abb. 2.16.1 bis 2.16.4) dargestellt. Dabei ist die Differenz zwischen der Zahl der Frostage und der Zahl der Eistage, d.h. die Zahl der Tage mit Frostwechsel von der aperiodischen Tagesschwankung der Temperatur abhängig und daher in Zeltweg (Abb. 2.16.2) am größten, wo selbst im kältesten Monat weniger als die Hälfte aller Tage Eistage sind. Dagegen ist die Zahl der Eistage an der wintermilden Lassnitzhöhe (Abb. 2.16.1) wegen der dort viel geringeren aperiodischen Tagesschwankung der Temperatur nur in den Monaten Dezember und Jänner kleiner als in Zeltweg, in den anderen Monaten aber wenigstens gleich groß.

An Bergstationen nahezu gleiche Zahl an Frost- und Eistagen

Die geringere Tagesschwankung wird besonders auf den beiden Bergstationen (Abb. 2.16.3. und 2.16.4) deutlich, wo sich geringere Differenzen zwischen der Zahl der Frostage und der Zahl der Eistage ergeben. Auf dem Sonnblick sind Eistage schließlich das ganze Jahr über zu erwarten, im Juli und August aber nur an gut 3 % aller Tage.

Zahl der Eistage steigt mit der Seehöhe

Aufgrund der ungleich stärkeren Tageserwärmung in den Niederungen und Beckenlagen schwächt sich der Geländeeinfluss gegenüber der Verteilung der Frostage stark ab, bleibt aber noch in Form der größeren Häufigkeit in ausgesprochen inneralpinen Talbecken mit vielfach ganztägig anhaltenden Inversionen bzw. „Kaltluftseen“ erkennbar. Jedenfalls wird bei der Zahl der Eistage die Seehöhe zum dominanten Klimafaktor und bewirkt eine regelhafte Zunahme mit wachsender Höhe wenigstens oberhalb der markantesten Kaltluftbecken.

Hochnebel wirkt dämpfend

Darüber hinaus wird der Einfluss der Witterung bei den Eistagen gegenüber den Frosttagen insofern umgekehrt wirksam, als Landschaften mit zeitweilig ganztägigem Nebel oder Hochnebel gegenüber solchen mit Nebelfreiheit aufgrund der tagsüber zu geringen Einstrahlung und Erwärmung deutlich mehr Eistage aufweisen, auch wenn die Zahl der Frostage weitgehend gleich oder sogar kleiner ist. Das ist besonders beim Vergleich der Stationen Zeltweg und St. Michael (150 bzw. 145 Frostage

gegenüber jeweils 33 Eistagen) mit Oberwölz und Neumarkt (146 bzw. 163 Frosttage gegenüber 21 und 24 Eistagen), aber auch zwischen Admont 138 Frost- bzw. 36 Eistage) und Gröbming (149 Frost- bzw. 32 Eistage) zu bemerken. Die geringe Häufigkeit in Bruck 17,5 Eistage) geht aber auf die geländebedingt geringere Kaltluftbildung zurück.

Die mittlere Zunahme der Zahl der Eistage pro 100 m Höhenanstieg abgeleitet aus den unteren beiden Stufen bis 1350 m für die gesamte Steiermark beträgt 2,1 und der daraus berechnete gesamtsteirische Durchschnitt für 500 m Seehöhe 25,2 Tage. Bezogen auf diesen Durchschnitt gibt es im Norden durchschnittlich um 2,6 Tage mehr, im Murtal um einen Tag weniger und im Gesamtsüden um 1,5 Tage weniger Eistage. Damit wird die ungleich größere Frosthäufigkeit der inneralpinen Lagen gut belegt. Die regionalen Unterschiede sind somit auffallend gering, da sich die Witterungs- und Geländeunterschiede durchwegs ziemlich ausgleichen.

Umso stärker sind dagegen die lokalen Unterschiede, wobei in einer größeren Zahl der Eistage die Wirkung von kaltem Beckenklima an sich, aber auch von größerer Nebel- und Hochnebelhäufigkeit zu sehen ist, während in der gegenüber dem Landesdurchschnitt geringeren Anzahl entweder der Effekt allgemein wärmeren Klimas oder größerer Sonnenscheindauer und damit Tageserwärmung zu sehen ist.

Positive und negative Abweichungen

Die Stationen mit den größten positiven Abweichungen an Eistagen sind Kalwang (+9,1), Admont und Rohrmoos (+7,8), Mönichkirchen (+6,6), St. Michael (+6,2), Aflenz (+5,2), Zeltweg (+4,5). Die Stationen mit den größten negativen Abweichungen sind Oberwölz (-10,9), Lobming (-9,0), Deutschlandsberg (-8,3), Graz-Univ. (-8,0), Neumarkt und Gleisdorf (-7,8), Bruck (-7,6), Irdning (-6,0), Bad Ausse (-5,6).

Klimaänderung

Auch die Zahl der Eistage hat sich gegenüber den Normalwerten der Periode 1951 bis 1970 – abgesehen von Stationen mit inhomogenen Beobachtungen – im Durchschnitt des gesamten Landes um 7 bis 8 Tage verringert, wobei die Abweichungen mit mindestens 3 und höchstens 13 Tagen nicht allzu groß sind. An der Station Graz-Universität hat sich ihre Zahl bei einem Normalwert von 23,1 Tagen nach dem linearen Trend von 29,8 Tagen im Jahr 1951 auf 16,4 im Jahr 2002 vermindert.

In den Tabellen 2.16.1a und 2.16.1b sind die durchschnittlichen Eistage aller Stationen dargestellt.

Periode 1971 bis 2000



2.18 Durchschnittliches Eintrittsdatum des letzten Frostes

Das durchschnittliche Datum des letzten Frostes hat wegen der möglichen Schadenswirkung vor allem agrarklimatische Bedeutung. Da es sich um ein innerhalb eines Jahres nur einmalig auftretendes Extremereignis handelt, sind die Bedingungen für sein Auftreten recht eindeutig und primär in der Zufuhr besonders kalter Luftmassen zu sehen, wobei der dadurch verursachte letzte Frost in der oberen Stufe schon während der Advektion der Kaltluft, d.h. als Advektivfrost auftritt, während er in den Niederungen und Beckenlagen erst nach der Advektion bei Strahlungswetter und nächtlichem Aufklaren (Strahlungsfrost) entsteht.

Einfluss von Seehöhe und Gelände

Solcherart ist für den Zeitpunkt und die regionalen Unterschiede in den unteren Schichten wieder das Gelände der primäre Klimafaktor, darüber aber die absolute Seehöhe. Die Verteilungsmuster und besonderen Abweichungen entsprechen daher wieder weitgehend jenen der Normalwerte der mittleren täglichen Minima im Jänner, der Zahl der Frosttage oder der Zahl der Tage mit strengem Frost (siehe jeweils dort), was gleichermaßen auch für die noch späteren Eintrittszeiten in den „Kaltluftlöchern“ bzw. früheren Eintrittszeiten in den Wärmegunstgebieten gilt. In der Kainisch bei Bad Mitterndorf kann der durchschnittlich letzte Frost noch um den 25. Mai erwartet werden, in den wärmsten Gunstlagen des Vorlandes aber schon um den 5. April, in den besonders kalten Talbecken des Vorlandes aber erst um den 30. April.

Mehr als 10 Tage früheres Eintrittsdatum im Süden gegenüber dem Norden

Im Durchschnitt der gesamten Steiermark beträgt die Verspätung des mittleren Eintrittsdatums des letzten Frostes bis 1300 m Höhe 2,1 Tage pro 100 m Höhenzunahme. Reduziert man das Eintrittsdatum mit diesem Gradienten auf ein Niveau von 500 m, ergibt sich als durchschnittliches Eintrittsdatum der 24. April, wobei der durchschnittliche Eintritt im Norden um vier Tage später, im Murtal um 5 Tage später und im gesamten Süden um 5,4 Tage früher erfolgt.

Recht auffällige kleinräumige Unterschiede

Die regionalen Unterschiede sind wieder bescheiden, die kleinräumigen Unterschiede aber neuerlich recht auffallend, wobei die Stationen mit deutlich früherem Eintrittsdatum (Lassnitzhöhe um 14 Tage, Messendorfberg um 12, Wörtherberg und Altenberg um 11, St. Radegund um 10, Fischbach und Wiel um 9, Rechberg um 8 Tage usw.) in den bekannten thermischen Gunstgebieten liegen, die Stationen mit auffallend verspäteter Eintrittszeit entsprechend in den Ungunstgebieten (Pusterwald um 22, Neumarkt und St. Michael um 11, Mariazell um 10, Aigen, Mürzzuschlag und Birkfeld um 8, Gröbming, Rohrmoos und Zeltweg um 7 Tage später usw.).

Die agrarklimatische Bedeutung der Hang- und Kammlagen im Vorland in 100 bis 300 m über den benachbarten Talböden ergibt sich daraus, dass die Spätfrostgefährdung wegen des unterschiedlichen Geländeeinflusses nicht mit dem allgemeinen Temperaturfortschritt im Frühjahr parallel geht, sondern sich aufgrund der nach oben vor allem wegen der geringeren nächtlichen Abkühlung abnehmenden Tagesschwankung der Temperatur schon bei einem ungleich tieferen mittleren Temperaturniveau und damit geringerem Wachstumsfortschritt einstellt als in den Tal- und Beckenlagen. Beim Eintritt des letzten Frostes sind die empfindlichen Nutzpflanzen (im Wesentlichen Wein und Obst) in den höheren Lagen daher meist noch nicht im besonders gefährdeten Stadium mit frischen Trieben oder Blüten.

Die durchschnittlichen, zum Zeitpunkt des letzten Frostes erreichten Temperaturen liegen in den frostgefährdeten Talbecken schon bei 11°C, während sie in den günstigsten Lagen darüber noch um 7,5 bis 8°C liegen. Diese Temperaturdifferenz entspricht auch weitgehend dem allgemeinen Temperaturfortschritt von etwa 20 Tagen, also der Datumsdifferenz zwischen frühem und spätem Auftreten des letzten Frostes innerhalb des Vorlandes (etwa 5. und 25. April).

Extremwerte gelegentlich mehrere Wochen verspätet

Neben dem durchschnittlichen Datum des letzten Frostes ist auch die zeitliche Veränderlichkeit dieses Datums von agrarklimatischer Bedeutung, da sich die Extremwerte gegenüber den Durchschnitten noch um mehrere Wochen verspäten können. Solcherart ist in den Tallagen des Vorlandes durchaus noch mit Frösten im Mai zu rechnen, im Jahr 1962 wurden im Vorland örtlich auch Fröste Anfang Juni registriert.

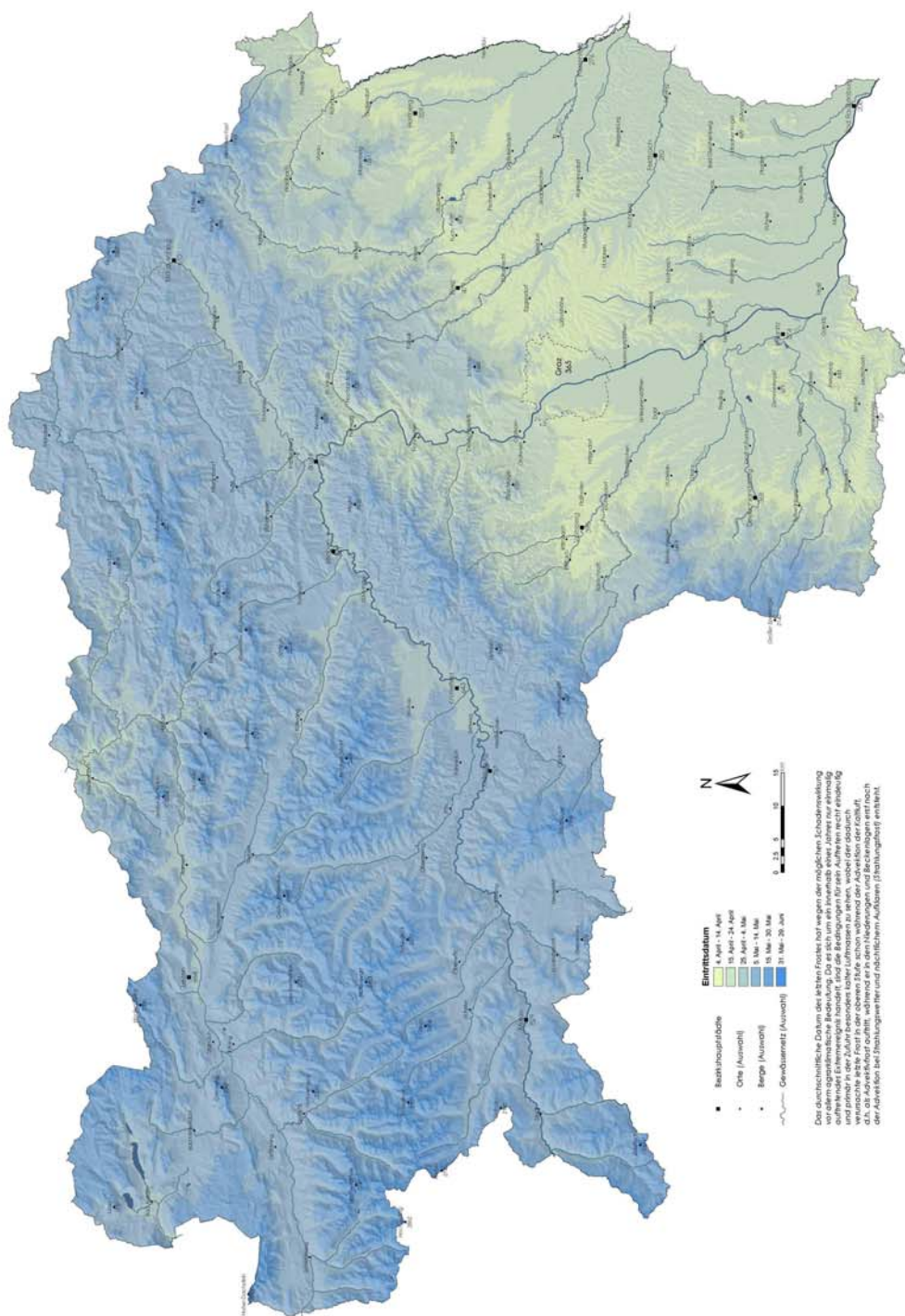
In der Tabelle 2.18.1 ist das durchschnittliche Eintrittsdatum des letzten Frostes aller Stationen dargestellt.

Nr.	Name	Sh [m]	0 Grad Frost					-2 Grad Frost				
			Beginn	Dauer frosthfrei	Ende	Beginn (frühhester)	Ende (späteste)	Beginn	Dauer frosthfrei	Ende	Beginn (frühhester)	Ende (späteste)
1	Admont	648	10.Okt	10.Jun	30.Apr	18.Aug	23.Mai	25.Okt	8.Jul	18.Apr	20.Aug	6.Mai
3	Aflenz	785	10.Okt	9.Jun	3.Mai	10.Aug	1.Jun	21.Okt	1.Jul	21.Apr	20.Aug	8.Mai
4	Aigen/Ennstal	640	5.Okt	2.Jun	5.Mai	18.Aug	28.Mai	17.Okt	25.Jun	23.Apr	20.Aug	15.Mai
7	Altenberg/Hartberg	429	29.Okt	19.Jul	11.Apr	7.Okt	12.Mai	11.Nov	25.Aug	18.Mär	19.Okt	25.Apr
10	Bad Aussee	660	20.Okt	25.Jun	26.Apr	18.Aug	17.Mai	30.Okt	17.Jul	14.Apr	16.Sep	6.Mai
11	Bad Gleichenberg	293	20.Okt	2.Jul	19.Apr	18.Sep	12.Mai	5.Nov	2.Aug	3.Apr	7.Okt	12.Mai
14	Bad Mitterndorf	810	5.Okt	22.Mai	15.Mai	18.Aug	19.Jun	16.Okt	23.Jun	24.Apr	20.Aug	23.Mai
15	Bad Radkersburg	208	21.Okt	4.Jul	18.Apr	18.Sep	12.Mai	5.Nov	13.Aug	24.Mär	7.Okt	1.Mai
18	Birkfeld	635	9.Okt	6.Jun	5.Mai	14.Sep	8.Jun	22.Okt	1.Jul	21.Apr	29.Sep	12.Mai
23	Bruck/Mur	493	21.Okt	28.Jun	24.Apr	19.Aug	15.Mai	31.Okt	22.Jul	10.Apr	15.Sep	6.Mai
27	Deutschlandsberg	448	24.Okt	8.Jul	16.Apr	6.Okt	12.Mai	3.Nov	30.Jul	4.Apr	9.Okt	12.Mai
37	Fischbach	1015	20.Okt	25.Jun	26.Apr	26.Sep	24.Mai	2.Nov	17.Jul	17.Apr	9.Okt	12.Mai
47	Fürstenfeld	271	17.Okt	26.Jun	22.Apr	18.Sep	25.Mai	2.Nov	30.Jul	4.Apr	9.Okt	12.Mai
50	Gleisdorf	375	15.Okt	21.Jun	25.Apr	18.Sep	17.Mai	31.Okt	16.Jul	16.Apr	6.Okt	12.Mai
57	Graz-Flughafen	337	16.Okt	26.Jun	21.Apr	18.Sep	12.Mai	30.Okt	22.Jul	9.Apr	4.Okt	12.Mai
58	Graz-Messendorfberg	435	1.Nov	22.Jul	11.Apr	9.Okt	12.Mai	11.Nov	26.Aug	17.Mär	17.Okt	14.Apr
60	Graz-Universität	366	30.Okt	16.Jul	15.Apr	6.Okt	12.Mai	11.Nov	24.Aug	19.Mär	17.Okt	16.Apr
61	Gröbming	763	10.Okt	4.Jun	7.Mai	10.Sep	27.Jun	19.Okt	28.Jun	22.Apr	10.Sep	15.Mai
69	Hieflau	500	26.Okt	9.Jul	18.Apr	5.Okt	12.Mai	7.Nov	7.Aug	1.Apr	17.Okt	4.Mai
80	Irdning-Gumpenstein	698	16.Okt	21.Jun	27.Apr	22.Sep	17.Mai	24.Okt	12.Jul	13.Apr	26.Sep	6.Mai
84	Kalwang	760	12.Okt	10.Jun	2.Mai	14.Sep	27.Mai	22.Okt	3.Jul	20.Apr	17.Sep	15.Mai
87	Kindberg	561	17.Okt	20.Jun	28.Apr	17.Sep	6.Jun	29.Okt	14.Jul	16.Apr	2.Okt	6.Mai
90	Kirchberg-Grafendorf	455	25.Okt	8.Jul	19.Apr	2.Okt	12.Mai	5.Nov	3.Aug	3.Apr	9.Okt	12.Mai
95	Kleinsölk	1005	15.Okt	18.Jun	28.Apr	11.Sep	17.Mai	26.Okt	8.Jul	19.Apr	26.Sep	12.Mai
101	Krippenstein	2050	28.Aug	8.Mär	21.Jun	1.Aug	30.Jun	14.Sep	6.Apr	9.Jun	6.Aug	29.Jun
103	Lassnitzhöhe	527	2.Nov	23.Jul	11.Apr	9.Okt	12.Mai	14.Nov	20.Aug	26.Mär	25.Okt	4.Mai
104	Leibnitz	273	20.Okt	2.Jul	19.Apr	18.Sep	12.Mai	5.Nov	6.Aug	31.Mär	6.Okt	30.Apr
112	Lobming	414	13.Okt	17.Jun	27.Apr	17.Sep	25.Mai	25.Okt	7.Jul	20.Apr	18.Sep	12.Mai
116	Mariazell	865	6.Okt	26.Mai	12.Mai	14.Sep	7.Jun	21.Okt	24.Jun	28.Apr	2.Okt	29.Mai
126	Mürzzuschlag	758	8.Okt	2.Jun	7.Mai	13.Sep	8.Jun	21.Okt	26.Jun	25.Apr	20.Sep	1.Jun
132	Neumarkt	835	29.Sep	19.Mai	12.Mai	23.Aug	8.Jun	10.Okt	11.Jun	30.Apr	7.Sep	30.Mai
138	Oberwölz	827	3.Okt	31.Mai	4.Mai	7.Sep	30.Mai	18.Okt	26.Jun	23.Apr	26.Sep	13.Mai
139	Oberzeiring	933	4.Okt	28.Mai	7.Mai	3.Sep	31.Mai	19.Okt	27.Jun	23.Apr	26.Sep	15.Mai
155	Pusterwald	1072	21.Sep	25.Apr	28.Mai	26.Aug	25.Jun	7.Okt	2.Jun	6.Mai	3.Sep	9.Jun
161	Rechberg	926	20.Okt	26.Jun	25.Apr	26.Sep	13.Mai	31.Okt	16.Jul	16.Apr	9.Okt	12.Mai
169	Rohrmoos	1078	4.Okt	23.Mai	13.Mai	7.Sep	25.Jun	19.Okt	23.Jun	27.Apr	25.Sep	17.Mai
173	Schöckl	1436	4.Okt	20.Mai	16.Mai	18.Aug	6.Jun	21.Okt	21.Jun	1.Mai	17.Sep	27.Mai
176	Seckau	855	10.Okt	14.Jun	27.Apr	13.Sep	15.Mai	21.Okt	3.Jul	19.Apr	21.Sep	12.Mai
183	Sonnblick	3105	5.Aug	6.Feb	29.Jun	1.Aug	30.Jun	12.Aug	14.Feb	27.Jun	1.Aug	30.Jun
191	St.Michael b.Leoben	565	5.Okt	1.Jun	6.Mai	23.Aug	18.Jun	20.Okt	28.Jun	23.Apr	13.Sep	24.Mai
195	St.Radegund	725	28.Okt	10.Jul	19.Apr	21.Sep	12.Mai	6.Nov	2.Aug	5.Apr	21.Sep	4.Mai
198	Stolzalpe	1293	6.Okt	31.Mai	7.Mai	5.Sep	10.Jun	19.Okt	27.Jun	24.Apr	26.Sep	12.Mai
214	Villacher Alpe	2140	31.Aug	16.Mär	16.Jun	2.Aug	30.Jun	19.Sep	20.Apr	31.Mai	19.Aug	29.Jun
223	Weiz	465	25.Okt	9.Jul	17.Apr	18.Sep	12.Mai	4.Nov	10.Aug	25.Mär	9.Okt	30.Apr
225	Wiel	928	25.Okt	2.Jul	24.Apr	4.Okt	25.Mai	2.Nov	20.Jul	14.Apr	8.Okt	12.Mai
232	Zeltweg	670	4.Okt	31.Mai	5.Mai	7.Sep	4.Jun	15.Okt	22.Jun	24.Apr	17.Sep	15.Mai

Tabelle 2.18.1: Eckdaten zu den Karten mit Frost.

2.18 Durchschnittliches Eintrittsdatum des letzten Frostes

Periode 1971 bis 2000



Datenquelle: DWD, Hydrographisches Dienst
 Kartographie: GeoInformation, BY
 Kartographie: GeoInformation, BY
 Kartographie: GeoInformation, BY

2.19 Durchschnittliches Eintrittsdatum des ersten Frostes

Die Verteilung der Eintrittszeiten des durchschnittlich ersten Frostes im Herbst ist weitgehend ein Spiegelbild der Verteilung der Eintrittszeiten des letzten Frostes im Frühjahr und auch von den selben Witterungs- und räumlichen Faktoren abhängig (siehe dort), weshalb auf die Wiederholung der diesbezüglichen Erläuterungen verzichtet werden kann. Seine agrarklimatische Bedeutung ist allerdings wesentlich kleiner als die des letzten Frostes, da es im Herbst weniger empfindliche Wuchsphasen der Kulturpflanzen gibt bzw. die Ernte zur Zeit des ersten Frostes meist schon eingebracht ist.

Große zeitliche Veränderlichkeit

Auch der erste Frost tritt durchwegs als Folge besonders kalter Witterungsanomalien auf, wobei die durchschnittliche Eintrittszeit in den optimalen Gunstgebieten des Vorlandes um den 5. November zu erwarten ist, in den ungünstigsten Talbecken aber schon zwischen 5. und 10. Oktober. Wegen der großen Veränderlichkeit des Eintrittsdatums sind in den Tallagen fallweise auch Fröste im September möglich.

Inneralpin 11 Tage früherer Frost als im Süden

Im Durchschnitt der gesamten Steiermark bis 1400 m erfolgt das mittlere Eintrittsdatum des letzten Frostes um 1,7 Tage pro 100 m Höhenzunahme früher. Reduziert man das Eintrittsdatum mit diesem Gradienten auf ein Niveau von 500 m, ergibt sich als durchschnittliches Eintrittsdatum der 18. Oktober, wobei der durchschnittliche Eintritt im Norden um einen Tag früher, im Murtal um 7 Tage früher und im gesamten Süden um 4 Tage später erfolgt. Die regionalen Unterschiede sind wieder kleiner als die kleinräumigen, wobei die Stationen mit deutlich späterem Eintrittsdatum (Lassnitzhöhe um 15 Tage, St. Radegund und Wiel um 14, Messendorfberg um 13, Fischbach um 12, Graz- Univ., Altenberg und Mönichkirchen um 10, Rechberg um 9 Tage usw.) in den bekannten thermischen Gunstgebieten liegen, die Stationen mit auffallend früherer Eintrittszeit entsprechend in den Ungunstgebieten (Pusterwald um 17 Tage früher, Neumarkt um 13, St. Michael um 12, Zeltweg um 11, Oberwölz um 10, Tage usw.).

In benachteiligten Tallandschaften im Norden ist nur der Juli frostfrei

In der Obersteiermark ist in den am meisten benachteiligten Talbecken (Kainisch und höhere Seitentäler) durchschnittlich schon um den 20. September mit dem ersten Frost zu rechnen, in Extremfällen sind auch Fröste im Juni und August möglich, wodurch im besiedelten Gebiet eigentlich nur mehr der Juli als ganz frostfrei gelten kann.

Die in den Niederungen durchwegs markanten geländeklimatischen Unterschiede kommen durch die Zufälligkeit der Lage der Isolinien und die große Äquidistanz von 10 Tagen nur im Vorland durch einen Gunstsaum am Fuß des Randgebirges und

einige isolierte „Wärmeinseln“ noch einigermaßen zur Geltung, während die Gegensätze zwischen den frostgefährdeten Beckenklimate und den frostärmeren Hängen darüber in der Gebirgssteiermark nicht mehr zum Ausdruck kommen.

In der Tabelle 2.18.1 ist das durchschnittliche Eintrittsdatum des ersten Frostes aller Stationen dargestellt.

Periode 1971 bis 2000



2.20 Durchschnittliches Eintrittsdatum des letzten Frostes mit wenigstens -2°C

Bis -2°C nur leichte Frostschäden

Der Betrag von -2°C als Grenzwert wurde ausgewählt, um die agrarklimatisch stärker wirksamen Schadensfröste zu erfassen, da bei Temperaturen zwischen Null und -2°C vielfach nur leichte Frostschäden auftreten und die Empfindlichkeit der Kulturpflanzen für Frostschäden unterschiedlich ist, wobei robustere Kulturpflanzen bzw. deren Blüten bei Frösten zwischen Null und -2°C noch kaum Schäden davontragen.

Verteilungsbild ähnlich mit jenem des letzten Frostes unter 0°C

Erwartungsgemäß ist das Verteilungsbild der Eintrittszeit des letzten Schadensfrostes, d.h. Frostes von wenigstens -2°C mit jenem des letzten Frostes unter Null Grad (siehe dort) so gut wie identisch, wobei der letzte Schadensfrost regelhaft etliche Tage früher auftritt als der letzte leichte Frost. Im konkreten Einzelfall kann das agrarklimatisch dann von entscheidender Bedeutung sein, wenn zum Datum des letzten Frostes mit wenigstens -2°C die Nutzpflanzen noch kein kritisches Wachstumsstadium erreicht haben und dann in der Phase mit dem empfindlichen Wachstumsstadium nur mehr leichte, kaum Schaden bringende Fröste auftreten.

Ursachen und Faktoren für das Verteilungsbild des letzten Frostes mit wenigstens -2°C sind gleich wie bei den Frosttagen unter Null Grad und werden daher hier nicht mehr angesprochen. Die zeitliche Differenz zwischen diesen beiden Datumszahlen beträgt im Landesdurchschnitt für alle Stationen bis 1436 m Höhe (Schöckl) 14,3 Tage oder gut zwei Wochen, wobei die Extremwerte zwischen 7 und 27 Tagen liegen und die Standardabweichung 4,5 Tage beträgt. Die größeren Abstände sind dabei fast nur bei den Vorlandstationen zu beobachten (durchschnittlicher Abstand 17 Tage).

Inneralpin 11 Tage früheres Eintrittsdatum als im Süden

Im Durchschnitt der gesamten Steiermark beträgt die Verspätung des mittleren Eintrittsdatums des letzten Frostes mit wenigstens -2°C bis 1300 m Höhe 2,8 Tage pro 100 m Höhenzunahme. Reduziert man das Eintrittsdatum mit diesem Gradienten auf ein Niveau von 500 m, ergibt sich als durchschnittliches Eintrittsdatum der 9. April, wobei der durchschnittliche Eintritt im Norden um 4 Tage später, im Murtal um 5 Tage später und im gesamten Süden um 6 Tage früher erfolgt. Die regionalen Unterschiede sind schon recht beträchtlich, die kleinräumigen Unterschiede aber ungleich größer, wobei die Stationen mit deutlich früherem Eintrittsdatum (Messendorfberg um 21 Tage, Altenberg um 20, Graz-Univ. um 17, Lassnitzhöhe um 15, Weiz um 14, St. Radegund um 10 Tage usw.) in den bekannten thermischen Gunstgebieten liegen, die Stationen mit auffallend verspäteter Eintrittszeit

entsprechend in den Ungunstgebieten (Bad Mitterndorf um 24 Tage, Lobming um 13, St. Michael und Neumarkt um 12, Pusterwald um 11, Aigen, Zeltweg und Gleisdorf um 10 Tage später usw.).

„Kaltluftlöcher“ werden von der Karte nicht mehr erfasst

Auch bei den Schadensfrösten mit wenigstens -2°C sind die Eintrittszeiten in den am stärksten wärmebegünstigten Bereichen des Riedellandes und niedrigen Berglandes noch einige Tage früher bzw. in den „Kaltluftlöchern“ noch einige Tage später zu erwarten als es in der Karte zum Ausdruck kommt. In den optimalen Gunstlagen ist normalerweise mit dem letzten Schadensfrost um den 15. März, in den Ungunstlagen des Vorlandes, d.h. in den bei den Normalwerten der Lufttemperatur im Jänner angegebenen lokalen Beckenlagen um den 25. April zu rechnen. In den extremen Beckenlagen und höheren Seitentälern der Obersteiermark ist mit Frösten von wenigstens -2°C bis zum 10. Mai zu rechnen.

In der Tabelle 2.18.1 ist das durchschnittliche Eintrittsdatum des letzten Frostes mit wenigstens -2°C aller Stationen dargestellt.

Periode 1971 bis 2000



2.21 Durchschnittliches Eintrittsdatum des ersten Frostes mit wenigstens -2°C

Die Situation beim Eintritt des ersten Frostes mit wenigstens -2°C im Herbst ist bezüglich aller Bedingungen, d.h. Klimafaktoren und Verspätung gleich bzw. spiegelbildlich zu jener beim Eintritt des letzten Frostes im Frühjahr. Die durchschnittliche Verspätung des Eintritts des -2°C -Frostes gegenüber dem Frost unter Null Grad beträgt im Landesdurchschnitt 12,4 Tage mit einer Standardabweichung von nur 2,4 Tagen. Im Norden beträgt die Verspätung nur 11,8, aber in den anderen Landesteilen fast 13 Tage, wobei diese Unterschiede nicht kausal interpretierbar sind, d.h. die Verspätung ist in allen Landesteilen ziemlich einheitlich und besondere „Ausreißer“ gibt es nicht. Die Extremwerte liegen bei 8 und 17 Tagen.

Im Süden 10 Tage späteres Eintrittsdatum

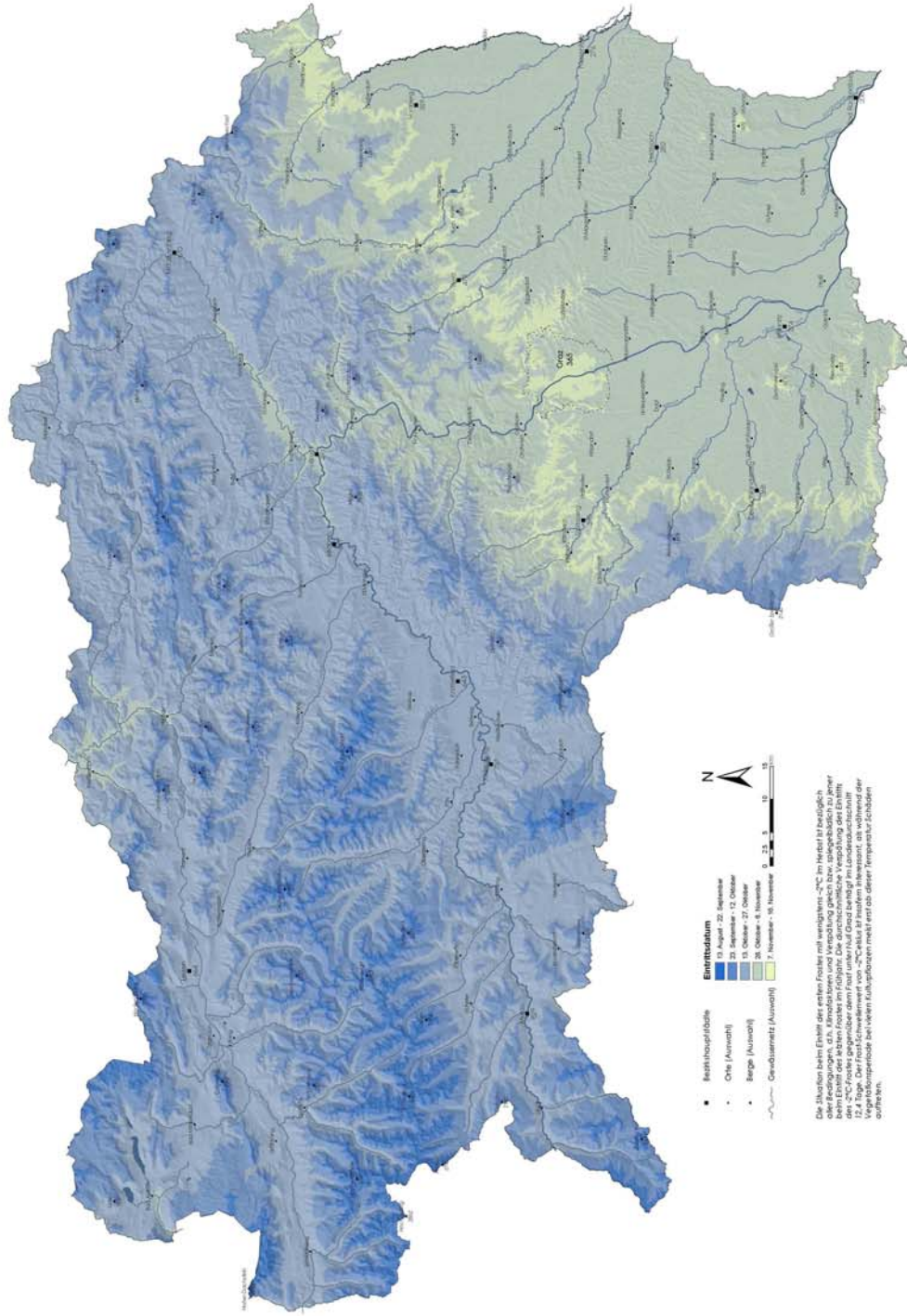
Im Durchschnitt der gesamten Steiermark bis 1300 m erfolgt das mittlere Eintrittsdatum des letzten Frostes um 2 Tage pro 100 m Höhenzunahme früher. Reduziert man das Eintrittsdatum mit diesem Gradienten auf ein Niveau von 500 m, ergibt sich als durchschnittliches Eintrittsdatum der 31. Oktober, wobei der durchschnittliche Eintritt im Norden um 2,5 Tage früher, im Murtal um 5,7 Tage früher und im gesamten Süden um 4,7 Tage später erfolgt. Die regionalen Unterschiede sind wieder kleiner als die kleinräumigen, wobei die Stationen mit deutlich späterem Eintrittsdatum (Lassnitzhöhe um 15 Tage, Fischbach um 12, St. Radegund und Wiel um 11, Altenberg und Messendorfberg um 10, Rechberg um 9, Graz- Univ. um 8 Tage usw.) in den bekannten thermischen Gunstgebieten liegen, die Stationen mit auffallend früherer Eintrittszeit entsprechend in den Ungunstgebieten (Neumarkt um 14 Tage früher, Zeltweg um 13, Pusterwald um 12, Aigen um 11, St. Michael um 10, Bad Mitterndorf um 9, Lobming um 8 Tage usw.).

Die späteste durchschnittliche Erwartungszeit des -2°C -Frostes liegt in den frostärmsten Gebieten des Vorlandes um den 23. November, in den extremen Ungunstgebieten um den 20. Oktober und in den frostreichsten Talbecken und Hochtälern der Obersteiermark um den 5. Oktober. So wie bei der Eintrittszeit des ersten Frostes unter Null Grad kommt der geländeklimatische Unterschied aufgrund der Zufälligkeit der Isolinienführung und der großen Äquidistanz von 10 bzw. 15 Tagen durch die Darstellung eines Gunstsauces am Fuß des Randgebirges noch einigermaßen zur Geltung, während in der Gebirgssteiermark der Gegensatz zwischen den kalten Beckenklimaten und den darüber liegenden begünstigten Hangzonen nicht mehr zum Ausdruck kommt.

In der Tabelle 2.18.1 ist das durchschnittliche Eintrittsdatum des ersten Frostes mit wenigstens -2°C aller Stationen dargestellt.

2.21 Durchschnittliches Eintrittsdatum des ersten Frostes mit wenigstens -2°C

Periode 1971 bis 2000



Datengrundlage: DWD, Hydrographisches Dienst
Kartographie: Geo-Institut, Wien
Karte: Österreichische Bundesanstalt für Landvermessung (BVA), Wien
Anmerkungen: A. Thurner

2 TEMPERATUR

KLIMAAATLAS STEIERMARK

2.22 Durchschnittliche Dauer der frostfreien Zeit

Definition

Die Dauer der frostfreien Zeit (oder in Anlehnung an den Begriff der Vegetationsperiode auch frostfreien „Periode“) ist die Zeit zwischen dem durchschnittlich letzten Frost im Frühjahr und dem durchschnittlich ersten Frost im Herbst und damit als Funktion dieser beiden Eintrittsdaten von den selben räumlichen Klimafaktoren und Witterungsbedingungen abhängig wie die beiden Eintrittsdaten. Entsprechend hoch ist auch die Veränderlichkeit der Dauer der frostfreien Zeit von Jahr zu Jahr.

Große Veränderlichkeit der Dauer

Im Durchschnitt der gesamten Steiermark beträgt die Abnahme der Dauer der frostfreien Zeit bis 1400 m Höhe 3,7 Tage pro 100 m. Reduziert man die Dauer mit diesem Gradienten auf ein Niveau von 500 m, ergibt sich eine durchschnittliche Dauer von 177 Tagen, wobei die durchschnittliche Dauer im Norden um 6 Tage kürzer, im Murtal um 3 Tage kürzer und im Gesamtsüden um 9 Tage länger ist. Die regionalen Unterschiede sind also beachtlich, die lokalen aber ausgesprochen spektakulär und spiegeln die geländeklimatischen Besonderheiten geradezu „mustergültig“ wider, wobei die Stationen mit auffallend längerer Dauer (Lassnitzhöhe +29 Tage, Messendorfberg +25, St. Radegund +23, Altenberg +21, Wiel und Fischbach +19, Wörtherberg +18, Rechberg +17, Graz-Universität und Mönichkirchen+16 usw.) in den schon bekannten Gunstgebieten liegen, wie umgekehrt die Stationen mit auffallend verkürzter Dauer in den geläufigen Ungunstgebieten liegen (Pusterwald –40 Tage, Bad Mitterndorf –23, Zeltweg –19, Aigen und St. Michael –18, Mariazell –17, Neumarkt – 15 Mürzzuschlag und Birkfeld –14 usw.).

120 bis 210 Tage frostfrei

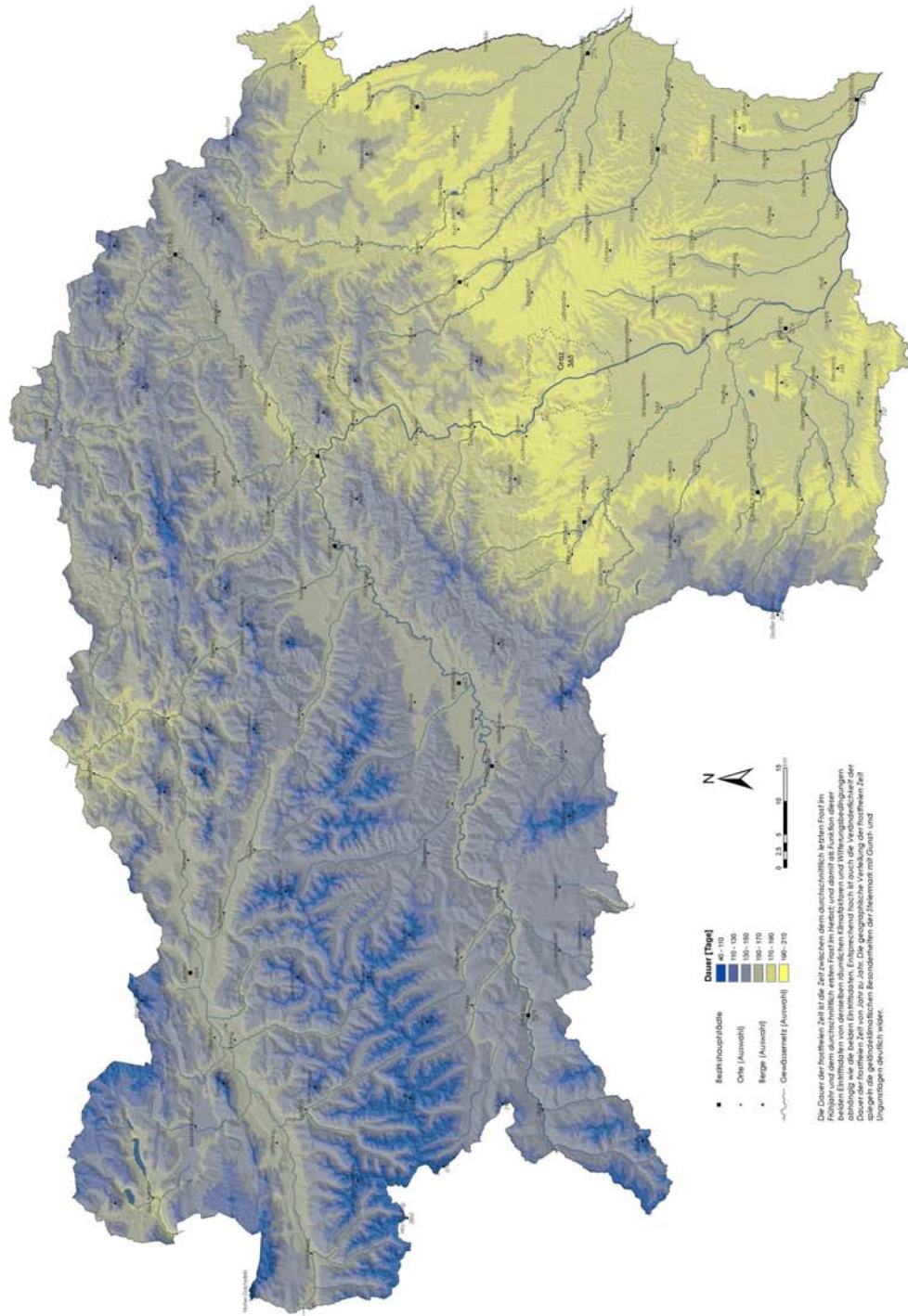
Dabei ist nur in den am stärksten wärmebegünstigten Landesteilen mit Werten bis 210 Tagen mehr als die Hälfte des Jahres normalerweise frostfrei, in der Obersteiermark ist das höchstens im Bereich des mittleren Ennstals unterhalb von Hieflau der Fall. Umgekehrt verkürzt sich die frostfreie Zeit in den extremen Ungunstgebieten, d.h. Kaltluftbecken und höheren besiedelten Seitentälern auf unter 120 Tage, das sind gerade noch vier Monate.

Aufgrund der schon bei den Normalwerten des ersten Frostes bzw. des ersten Frostes mit wenigstens -2°C angesprochenen Eigenheiten der Führung und Abstände der Isolinien kommen die geländeklimatischen Besonderheiten im Vorland wieder einigermaßen, in der Obersteiermark aber gar nicht mehr zur Geltung.

In der Tabelle 2.18.1 ist die durchschnittliche Dauer der frostfreien Zeit aller Stationen dargestellt.

2.22 Durchschnittliche Dauer der frostfreien Zeit

Periode 1971 bis 2000



2 TEMPERATUR

KLIMAAATLAS STEIERMARK

2.23 Durchschnittliche Dauer der Zeit ohne Fröste mit wenigstens -2°C

Definition

Bezüglich der Klimafaktoren und räumlichen Verteilung der Zeit ohne Fröste mit wenigstens -2°C gibt es keine Unterschiede zu den Frösten unter Null Grad. Die Länge der Zeit mit Frösten mit wenigstens -2 °C ist nun um die Summe der Zeitdifferenz des früheren Auftretens gegenüber den Frösten unter Null Grad im Frühjahr und des späteren Auftreten im Herbst größer, das sind im Durchschnitt der gesamten Steiermark 26,7 Tage. Dagegen ergibt eine direkte Ermittlung aus den Differenzen der in der Karte der Dauer der Fröste unter Null Grad und Fröste mit wenigstens -2°C einen Durchschnitt von 27,2 Tagen (Standardabweichung 5,6 Tage). Die kleine Differenz entsteht durch geringfügige Abweichungen bei den zur Mittelbildung herangezogenen Stationen.

Im Süden 3 Wochen länger wie inneralpin

Im Durchschnitt der gesamten Steiermark beträgt die Abnahme der Dauer der Zeit ohne Fröste bis -2°C bis 1400 m Höhe 3,7 Tage pro 100 m. Reduziert man die Dauer mit diesem Gradienten auf ein Niveau von 500 m, ergibt sich eine durchschnittliche Dauer von 203 Tagen, wobei die durchschnittliche Dauer im Norden um 8 Tage kürzer, im Murtal um 12 Tage kürzer und im Gesamtsüden um 11 Tage länger ist. Die regionalen Unterschiede sind schon sehr groß, die lokalen aber noch weit größer und entsprechen etwa jenen bei der Dauer der frostfreien Zeit bis Null Grad (siehe dort). Auch die Stationen mit auffallend längerer Dauer sind im Wesentlichen wieder die selben (Messendorfberg +34 Tage, Altenberg +32, Lassnitzhöhe +31, Graz-Univ. +29, Wörtherberg +26, St. Radegund +20, Weiz +19 usw.), desgleichen jene mit auffallend kürzerer Dauer (Pusterwald und Neumarkt -28 Tage, Zeltweg -23, Bad Mitterndorf und Lobming -17, Mürzzuschlag -16, Birkfeld -15, usw.).

Die begünstigsten Regionen sind gut 8 Monate schadfrostfrei

In den allerwärmsten Regionen des Vorlandes dauert die Zeit ohne Fröste mit wenigstens -2°C 240 bis 245 Tage, also gut acht Monate, in den „Kaltluftlöchern“ aber nur 185 bis 190 Tage, d.h. nur etwas mehr als sechs Monate. In den extrem kalten Becken und höheren Seitentälern der Obersteiermark verkürzt sich diese Zeit sogar auf 150 bis 155 Tage, d.h. auf nur gut fünf Monate. Wie schon bei den anderen die Frostverhältnisse darstellenden Karten sind diese geländeklimatischen Gegensätze im Vorland wenigstens prinzipiell erkennbar, während sie in der Obersteiermark durch die zu große Äquidistanz und Zufälligkeit der Lage der Isolinien nicht mehr erfasst werden.

In der Tabelle 2.18.1 ist die durchschnittliche Dauer der Zeit ohne Fröste mit wenigstens -2°C aller Stationen dargestellt.

Periode 1971 bis 2000



2.24 Durchschnittlichen Zahl der Sommertage

Definition

Als Sommertage werden traditionell solche verstanden, an denen die Temperatur irgendwann im Laufe des Tages den Höchstwert von 25 °C erreicht oder überschreitet. Daraus ergeben sich einige wichtige Konsequenzen: Sommertage sind nur auf die wärmsten Monate des Jahres konzentriert und solcherart auch in den wärmsten Landesteilen im März nur seltene zufällige Ausnahmen bzw. auch im Oktober nur fallweise vorkommend. Mit den Sommertagen kann recht gut die Zahl der „Badetage“ umschrieben werden, wenn man annimmt, dass die Zahl der dafür weniger geeigneten warmen Tage mit wenigstens 25 °C aber Regen und stärkerer Bewölkung durch die Zahl der besser geeigneten Tage mit heiterem oder wolkenlosem Wetter aber etwas unter 25°C einigermaßen ausgeglichen wird.

Beispiel Graz

Die Verteilung der Zahl der Sommertage (und auch jene der Tropentage) wird am Beispiel der Station Graz-Universität (Abb. 2.24.1) dargestellt. Dabei sind im Juli gut 17 bzw. knapp 56 % aller Tage Sommertage, womit auch das mittlere tägliche Temperaturmaximum knapp über 25°C liegt, in allen drei Sommermonaten zusammen sind es knapp 43 Tage oder gut 46 %. Im März sind Sommertage zwar denkbar, aber im Beobachtungszeitraum noch nicht aufgetreten.

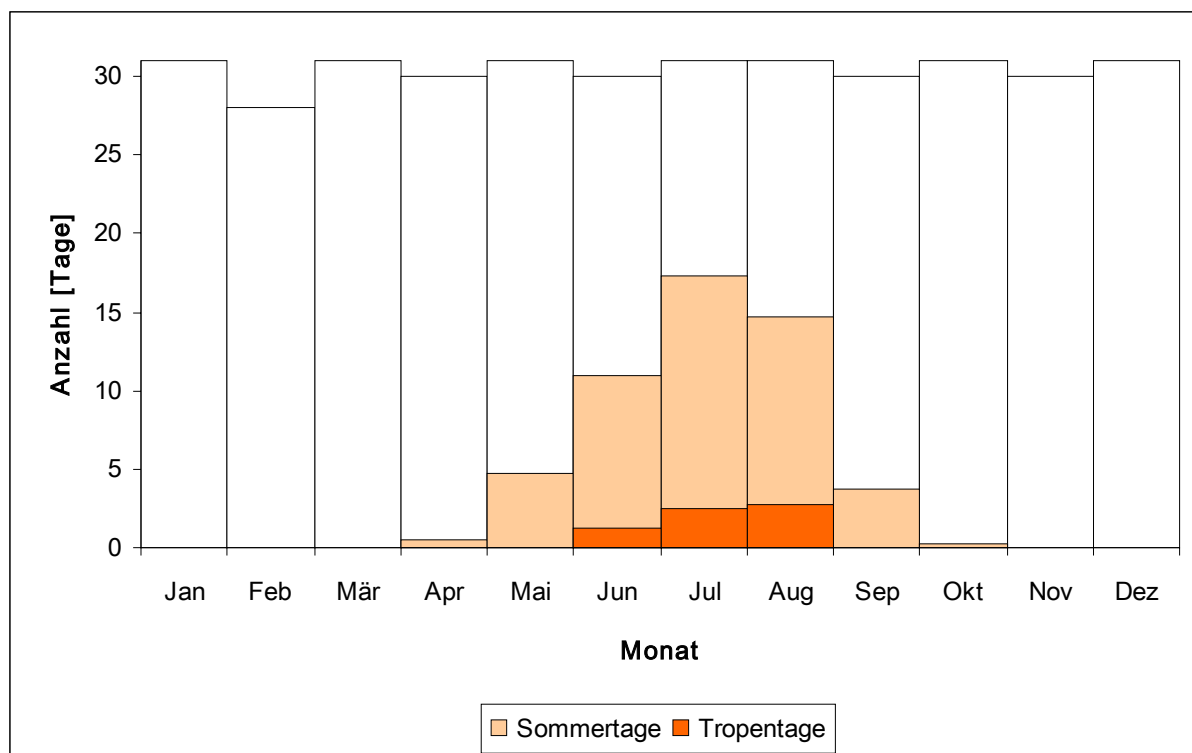


Abbildung 2.24.1: Durchschnittliche Zahl der Sommer- und Tropentage, Station Graz-Universität, Sh 366 m.

Klimaänderung

Die Zahl der Sommertage hat ganz allgemein im Zuge der aktuellen Klimaänderung stark zugenommen. Nach dem linearen Trend beträgt die Zunahme an der Station Graz-Universität von 1951 bis 2003 bei einem Mittelwert von 53,2 Tagen nicht weniger als 26,9 Tage, d.h. von 39,7 auf 66,6 Tage. Allerdings wurde die zugrunde gelegte Reihe nicht homogenisiert (Stationsverlegung 1986) und könnte einen zu hohen Wert anzeigen.

Einfluss der Seehöhe

Sommertage stellen sich selbst im Hochsommer normalerweise nur bei strahlungsreichem „Schönwetter“ bzw. entsprechend warmen Luftmassen ein und werden auch durchwegs durch die Temperatur während der wärmsten Tagesstunden, d.h. zu den Zeiten mit maximaler Einstrahlung bzw. positiver Strahlungsbilanz am Erdboden und damit steilsten Temperaturgradienten charakterisiert. Dadurch entspricht ihre Verteilung den Temperaturverhältnissen mit stärkster Abnahme mit zunehmender Seehöhe, wobei die Abnahme der Zahl der Sommertage nach oben bestenfalls in der unteren Schicht (je nach Landschaft bis 900 oder 1200 m) linear erfolgt, darüber aber stark abnimmt und fast asymptotisch gegen Null geht.

Zentral- peripherer Formenwandel

Im Durchschnitt der gesamten Steiermark nimmt die Zahl der Sommertage bis etwa 1100 m um 6,7 Tage pro 100 m nach oben ab. Reduziert man die Zahl der Sommertage mit diesem Gradienten auf ein Einheitsniveau von 500 m, dann erhält man als Durchschnittswert 45,7 Sommertage pro Jahr. Bezogen auf diesen Durchschnitt gibt es im Norden um 2,1 und im Murtal um 4,4 mehr Sommertage, während es im Gesamtsüden um 2,2 Tage weniger sind. Daran erkennt man wieder den Effekt der inneralpinen Überwärmung bei Strahlungswetter im Sinne des zentral-peripheren Formenwandels.

Lage der Station

Diese regionalen Unterschiede sind aber weitaus kleiner als die lokalen, bei denen noch die Faktoren der Stationsaufstellung mitwirken bzw. weil sich bei der Zusammenfassung zu Gruppen die regionalen Unterschiede ziemlich ausgleichen, etwa in dem Sinn, dass z.B. Bruck nicht gleichermaßen zentralalpin liegt wie Oberwölz usw. Immerhin lassen sich auffallend mehr Sommertage als im Landesdurchschnitt bei den Stationen Irdning (+14,0), Deutschlandsberg (+12,4), Bad Ausse (+11,2), Oberwölz (+10,7), Bad Mitterndorf (+7,8), Leibnitz (+7,7) und Weiz (+7,0) feststellen, doch handelt es sich dabei überwiegend um die Effekte der jeweiligen Stationsaufstellung.

Die größten negativen Abweichungen, z.B. Birkfeld (-10,8), St. Radegund (-9,1), Mönichkirchen (-8,7), Wiel (-8,2) Lassnitzhöhe (-7,8), Wörtherberg (-7,7), Semmering

(-5,8) sind dagegen wohl nur bei Birkfeld auf die lokalen Umstände, bei den anderen Stationen aber überwiegend auf die rand- und außeralpine Lage auf Vollformen zurückzuführen, die zwar höhere Durchschnittstemperaturen, aber etwas geringere Maximaltemperaturen bewirkt.

Gegenüber den schon am Beispiel von Leibnitz angesprochenen lokalen Umständen der Stationsaufstellung, etwa der Beschaffenheit des Untergrundes, spielt das Gelände bei der Zahl und Verteilung der Sommertage nur eine untergeordnete Rolle und ist auch nicht mehr im Sinne einer bestimmten Wirkungsrichtung zu definieren, d.h. „kalte Beckenlagen“ sind an Schönwettertagen tagsüber nicht mehr entwickelt.

Nr.	Name	Sh [m]	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
1	Admont	648	0,0	0,0	0,0	0,1	3,1	7,4	12,1	12,0	3,1	0,1	0,0	0,0	3,2	31,5	3,2	0,0	37,9
3	Aflenz	785	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	4,2	7,9	8,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,9	20,1	1,1	0,0	22,1
4	Aigen/Ennstal	640	0,0	0,0	0,0	0,1	3,2	7,7	12,2	11,9	2,9	0,0	0,0	0,0	3,3	31,8	2,9	0,0	38,0
7	Altenberg/Hartberg	429	0,0	0,0	0,0	0,3	3,7	9,5	15,8	14,5	3,8	0,2	0,0	0,0	4,0	39,8	4,0	0,0	47,8
10	Bad Aussee	660	0,0	0,0	0,0	0,4	4,1	8,7	13,8	14,0	4,9	0,3	0,0	0,0	4,5	36,5	5,2	0,0	46,2
11	Bad Gleichenberg	293	0,0	0,0	0,0	0,5	5,2	11,8	18,5	16,1	4,7	0,3	0,0	0,0	5,7	46,4	5,0	0,0	57,1
14	Bad Mitterndorf	810	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	6,4	11,0	10,3	2,9	0,1	0,0	0,0	2,1	27,7	3,0	0,0	32,8
15	Bad Radkersburg	208	0,0	0,0	0,1	0,5	5,7	12,4	19,6	17,2	5,8	0,2	0,0	0,0	6,3	49,2	6,0	0,0	61,5
18	Birkfeld	635	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	5,1	10,1	8,3	1,3	0,0	0,0	0,0	1,1	23,5	1,3	0,0	25,9
23	Bruck/Mur	493	0,0	0,0	0,0	0,3	4,2	9,6	16,2	15,0	5,4	0,1	0,0	0,0	4,5	40,8	5,5	0,0	50,8
27	Deutschlandsberg	448	0,0	0,0	0,0	0,7	5,8	12,5	19,2	16,5	6,1	0,8	0,0	0,0	6,5	48,2	6,9	0,0	61,6
37	Fischbach	1015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	2,0	2,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	0,4	0,0	6,2
47	Fürstenfeld	271	0,0	0,0	0,0	0,5	5,5	12,1	19,1	17,1	5,7	0,5	0,0	0,0	6,0	48,3	6,2	0,0	60,5
50	Gleisdorf	375	0,0	0,0	0,0	0,4	4,7	11,0	17,3	15,8	4,9	0,3	0,0	0,0	5,1	44,1	5,2	0,0	54,4
57	Graz-Flughafen	337	0,0	0,0	0,0	0,4	4,9	11,3	17,8	15,4	4,2	0,2	0,0	0,0	5,3	44,5	4,4	0,0	54,2
58	Graz-Messendorfberg	435	0,0	0,0	0,0	0,4	4,5	9,5	15,6	14,0	4,1	0,1	0,0	0,0	4,9	39,1	4,2	0,0	48,2
60	Graz-Universität	366	0,0	0,0	0,0	0,5	4,7	11,0	17,3	14,7	3,7	0,2	0,0	0,0	5,2	43,0	3,9	0,0	52,1
61	Gröbming	763	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	7,1	11,0	10,4	2,3	0,0	0,0	0,0	2,5	28,5	2,3	0,0	33,3
69	Hieflau	500	0,0	0,0	0,0	0,5	4,6	8,9	13,4	14,1	4,7	0,1	0,0	0,0	5,1	36,4	4,8	0,0	46,3
80	Irdning-Gumpenstein	698	0,0	0,0	0,0	0,1	4,0	9,1	14,3	14,0	5,0	0,0	0,0	0,0	4,1	37,4	5,0	0,0	46,5
84	Kalwang	760	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	5,4	9,3	8,4	1,2	0,0	0,0	0,0	1,1	23,1	1,2	0,0	25,4
87	Kindberg	561	0,0	0,0	0,0	0,1	3,7	8,2	13,7	13,3	3,4	0,1	0,0	0,0	3,8	35,2	3,5	0,0	42,5
90	Kirchberg-Grafendorf	455	0,0	0,0	0,0	0,3	3,7	8,3	15,4	14,1	4,0	0,0	0,0	0,0	4,0	37,8	4,0	0,0	45,8
95	Kleinsölk	1005	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,6	5,3	5,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,6	13,1	0,3	0,0	14,0
101	Krippenstein	2050	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
103	Lassnitzhöhe	527	0,0	0,0	0,0	0,2	2,5	7,3	12,5	11,1	2,4	0,1	0,0	0,0	2,7	30,9	2,5	0,0	36,1
104	Leibnitz	273	0,0	0,0	0,1	1,0	7,2	13,4	20,9	18,5	6,9	0,7	0,0	0,0	8,3	52,8	7,6	0,0	68,7
112	Lobming	414	0,0	0,0	0,0	0,3	4,2	9,9	16,0	14,2	3,5	0,2	0,0	0,0	4,5	40,1	3,7	0,0	48,3
116	Mariazell	865	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	3,4	6,4	7,1	1,4	0,0	0,0	0,0	1,1	16,9	1,4	0,0	19,4
126	Mürzzuschlag	758	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	4,7	8,9	8,8	1,4	0,0	0,0	0,0	1,3	22,4	1,4	0,0	25,1
132	Neumarkt	835	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	5,4	10,1	8,7	1,3	0,0	0,0	0,0	1,0	24,2	1,3	0,0	26,5
138	Oberwölz	827	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,2	11,4	11,1	2,8	0,0	0,0	0,0	2,1	29,7	2,8	0,0	34,6
139	Oberzeiring	933	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	3,9	7,6	7,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,8	18,8	1,0	0,0	20,6
155	Pusterwald	1072	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	4,4	4,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,1	10,2	0,6	0,0	10,9
161	Rechberg	926	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,2	5,1	5,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	12,3	0,5	0,0	12,9
169	Rohrmoos	1078	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,6	4,9	4,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,6	12,0	0,4	0,0	13,0
173	Schöckl	1436	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,5
176	Seckau	855	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	4,9	7,9	7,9	1,0	0,0	0,0	0,0	0,8	20,7	1,0	0,0	22,5
183	Sonnblick	3105	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	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	0,0	0,0	0,0	0,2	2,7	7,7	13,7	12,5	3,5	0,0	0,0	0,0	2,9	33,9	3,5	0,0	40,3
195	St.Radegund	725	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	4,1	8,4	7,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,9	19,9	1,0	0,0	21,8
198	Stolzalpe	1293	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,6	4,7	4,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,2	11,1	0,6	0,0	11,9
214	Villacher Alpe	2140	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
223	Weiz	465	0,0	0,0	0,0	0,5	5,0	11,0	17,5	15,3	5,2	0,5	0,0	0,0	5,5	43,8	5,7	0,0	55,0
225	Wiel	928	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	3,0	4,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,1	8,3	0,6	0,0	9,0
232	Zeltweg	670	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	7,8	13,0	12,2	3,3	0,0	0,0	0,0	2,3	33,0	3,3	0,0	38,6

Tabelle 2.24.1: Durchschnittliche Zahl der Sommertage aller Stationen.

Periode 1971 bis 2000



2.25 Durchschnittliche Zahl der Tropentage

Definition

Tropentage sind solche mit einer Tageshöchsttemperatur von wenigstens 30°C. Sie werden teilweise auch als heiße Tage bezeichnet, der Begriff „Tropentage“ ist aber der ältere und offiziell eingebürgerte. Die Voraussetzungen zur Erreichung dieser Temperaturen sind die Ausbildung oder Zufuhr entsprechend warmer Luftmassen, eine wenig gestörte antizyklonale Witterung mit starker Globalstrahlung und ein entsprechend langer Tagbogen der Sonne und hoher Sonnenstand zu Mittag. Solcherart kommen Tropentage auch in den wärmsten Landesteilen nur zwischen Mai und September vor, wobei sie im September bereits seltene und beachtenswerte Ausnahmen darstellen und vor der aktuellen Klimaänderung letztmals im Jahr 1947 beobachtet worden sind.

Besonderheiten des Beobachtungszeitraumes

Am Beispiel von Graz (Abb. 2.24.1) ergibt sich ein Maximum im August, sowie das Fehlen von Tropentagen im Mai und September. Beides sind Eigenheiten des Beobachtungszeitraums, denn allein im Mai im Jahr 1958 sind schon vier Tropentage beobachtet worden und neben dem September 1947 gab es solche an der Station Graz-Universität auch im September 2006.

Aufgrund der Beschränkung der Tropentage auf die genannten Strahlungs- und Witterungsbedingungen ist bei der geographischen Verteilung ihrer Anzahl auch keine Benachteiligung des Nordens mehr erkennbar, weil die dortige größere „Schlechtwetterhäufigkeit“ für die Zahl der Tropentage nicht mehr relevant ist.

Keine Tropentage über 1000m Seehöhe

Die entscheidenden Klimafaktoren für die Anzahl und Verteilung sind nun die Seehöhe, der zentral-periphere Formenwandel und die lokalen Umstände der Stationsaufstellung, aber nicht mehr geographische Breite oder das Gelände. Bei der Seehöhe ist erwartungsgemäß eine rasche und in homogenen Geländeeinheiten ungestörte Abnahme mit zunehmender Seehöhe festzustellen, die im Landesdurchschnitt etwa 1,5 Tage pro 100 Meter beträgt und abgesehen von den inneralpin überwärmten Gebieten meist schon unter 1000 Meter Höhe gegen Null geht.

Leichte inneralpine Überwärmung

Im Durchschnitt der gesamten Steiermark nimmt die Zahl der Tropentage bis 800 m Höhe um 1,58 Tage pro 100 m nach oben ab. Reduziert man die Zahl der Tropentage mit diesem Gradienten auf ein Einheitsniveau von 500 m, allerdings ohne die aufgrund besonderer Bedingungen der Stationsaufstellung zu hohen Werte der „Ausreißer“ Irdning, Deutschlandsberg und Leibnitz, dann erhält man als Durchschnittswert 5,9 Tropentage pro Jahr. Demgegenüber liegt die Zahl im Norden

um durchschnittlich einen Tag und im Murtal um 1,2 Tage darüber, während sie im Gesamtsüden um 1,3 Tage darunter liegt.

Darin ist wieder die inneralpine Überwärmung zu erkennen. Das Vorland hat zwar absolut deutlich mehr Tropentage, nicht aber in vergleichbarer Seehöhe. Die lokalen Umstände der Stationsaufstellung können mangels Kenntnis nicht weiter bewertet werden.

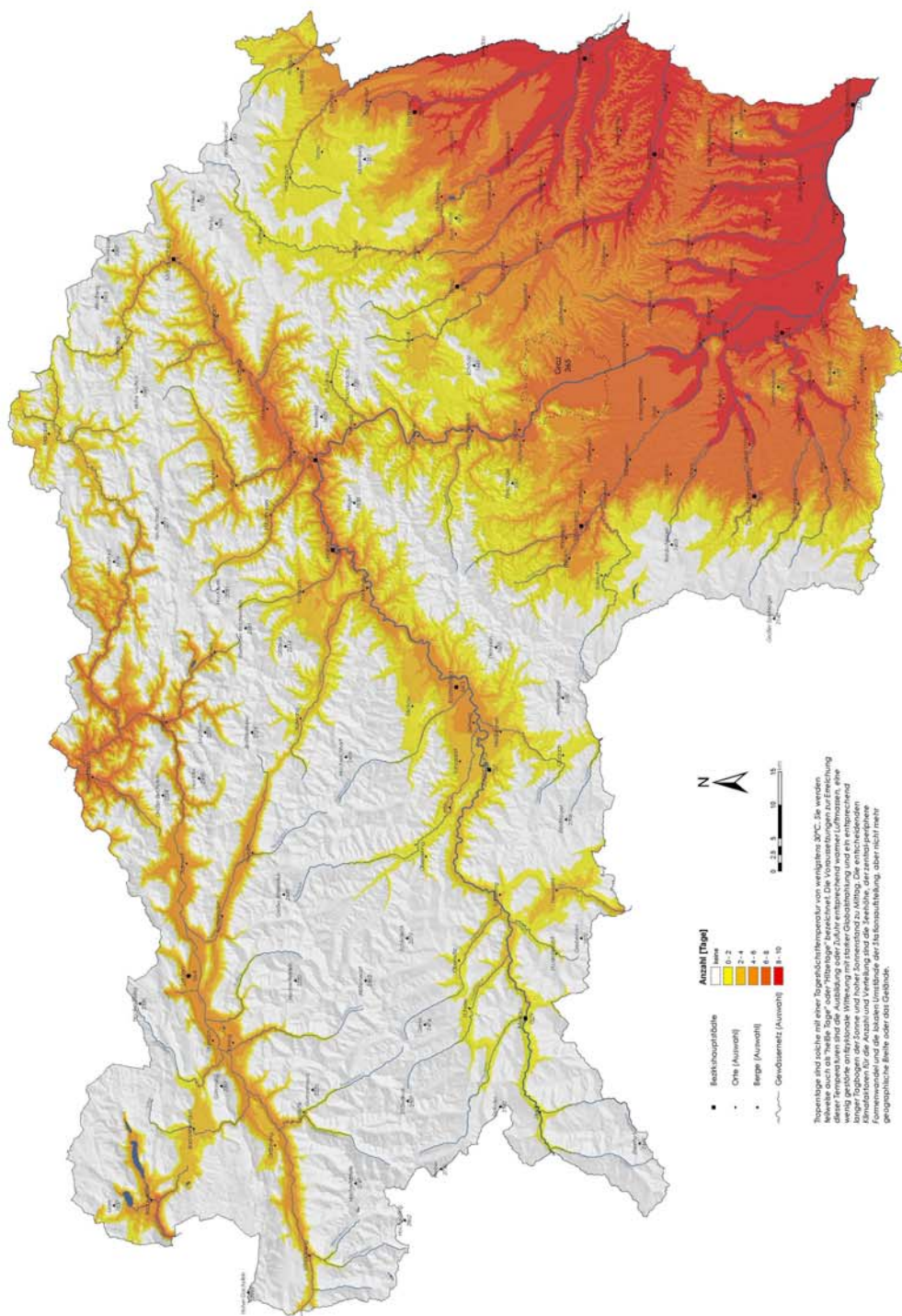
Klimaänderung

An der Station Graz-Universität hat sich die Zahl der Tropentage bei einem Normalwert von 7,2 nach dem linearen Trend von 1,4 im Jahr 1951 auf 12,9 im Jahr 2003 erhöht. So wie bei den Sommertagen dürfen diese Daten wegen der Stationsverlegung allerdings nicht als völlig homogen angesehen werden. Trotzdem hat die aktuelle Klimaänderung gerade bei der Zunahme dieser seltenen Extremwerte ihre unübersehbaren Spuren hinterlassen.

Nr.	Name	Sh [m]	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
1	Admont	648	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,1	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	4,8
3	Aflenz	785	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	1,4
4	Aigen/Ennstal	640	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,6	1,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,1	0,0	4,4
7	Altenberg/Hartberg	429	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,2	2,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	0,2	0,0	6,1
10	Bad Aussee	660	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,2	2,7	2,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	6,8	0,2	0,0	7,1
11	Bad Gleichenberg	293	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,2	3,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,7	0,0	0,0	7,8
14	Bad Mitterndorf	810	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,3	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	3,2
15	Bad Radkersburg	208	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,4	2,7	3,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	7,7	0,2	0,0	8,0
18	Birkfeld	635	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	1,8
23	Bruck/Mur	493	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	3,3	3,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	0,4	0,0	8,1
27	Deutschlandsberg	448	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,0	4,3	4,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	10,5	0,2	0,0	10,9
37	Fischbach	1015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
47	Fürstenfeld	271	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,6	3,8	4,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	9,7	0,2	0,0	10,0
50	Gleisdorf	375	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	2,5	2,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,1	0,0	6,4
57	Graz-Flughafen	337	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3	2,6	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	6,7	0,0	0,0	6,8
58	Graz-Messendorfberg	435	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,8	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	4,8
60	Graz-Universität	366	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	2,5	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	6,5
61	Gröbming	763	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,3	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	3,3
69	Hieflau	500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,2	3,2	3,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	7,5	0,1	0,0	7,8
80	Irdning-Gumpenstein	698	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	2,6	2,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	6,4	0,1	0,0	6,6
84	Kalwang	760	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	1,9
87	Kindberg	561	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,3	2,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,2	0,0	5,8
90	Kirchberg-Grafendorf	455	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,4	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	6,0
95	Kleinsölk	1005	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,9
101	Krippenstein	2050	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
103	Lassnitzhöhe	527	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	2,9
104	Leibnitz	273	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,5	4,5	4,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	11,7	0,4	0,0	12,5
112	Lobming	414	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,9	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	5,1
116	Mariazell	865	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	1,4
126	Mürzzuschlag	758	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	1,8
132	Neumarkt	835	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	1,4
138	Oberwölz	827	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,2	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	2,9
139	Oberzeiring	933	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	1,4
155	Pusterwald	1072	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
161	Rechberg	926	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2
169	Rohrmoos	1078	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2
173	Schöckl	1436	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
176	Seckau	855	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	1,2
183	Sonnblick	3105	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,2	2,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	0,1	0,0	5,3
195	St.Radegund	725	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0
198	Stolzalpe	1293	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3
214	Villacher Alpe	2140	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
223	Weiz	465	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	3,1	3,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,1	0,0	7,7
225	Wiel	928	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2
232	Zeltweg	670	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,6	2,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,1	0,0	4,3

Tabelle 2.25.1: Durchschnittliche Zahl der Tropentage aller Stationen.

Periode 1971 bis 2000



Unterstützungs-ZAMG, Hydrographisches Dienst
Katharinenkloster, GUS-Hausen, 870
Thüringische Kartographische Bestimmung ZAMG, V. Hopenstein, H. Rindler
Angewandter, A. Pöschel

2.26 Durchschnittliche Zahl der Tage mit strengem Frost ($\leq -10^{\circ}\text{C}$)

Wann und wo

Solche Tage sind ähnlich wie die Eistage auf den Kernwinter konzentriert, in den Niederungen im November und März eher Ausnahmen und im Oktober und April nur mehr in den alpinen Talbecken vorkommend. Als spätestes Datum mit strengem Frost gilt der 4. Mai 1979 mit $-16,2^{\circ}\text{C}$ in Tamsweg, $-15,0^{\circ}\text{C}$ in Pusterwald, $-13,6^{\circ}\text{C}$ in Zeltweg, $-10,3^{\circ}\text{C}$ in Neumarkt und $-10,2^{\circ}\text{C}$ in Rohrmoos.

3 Beispiele

Die Verteilung der Tage mit strengem Frost wird für drei Beispielstationen in den Abbildungen 2.26.1 bis 2.26.3 dargestellt.

In Graz (2.26.1) sind so kalte Tage tatsächlich seltene Ausnahmen und selbst im Jänner sind durchschnittlich nur zwei solcher Tage (gut 6 % aller Tage) zu erwarten.

Das winterstrenge Zeltweg (2.26.2) hat entsprechend wesentlich mehr Tage mit strengem Frost; die wenigen im April und Mai sind durch die Mittelbildung im Diagramm nicht mehr erkennbar.

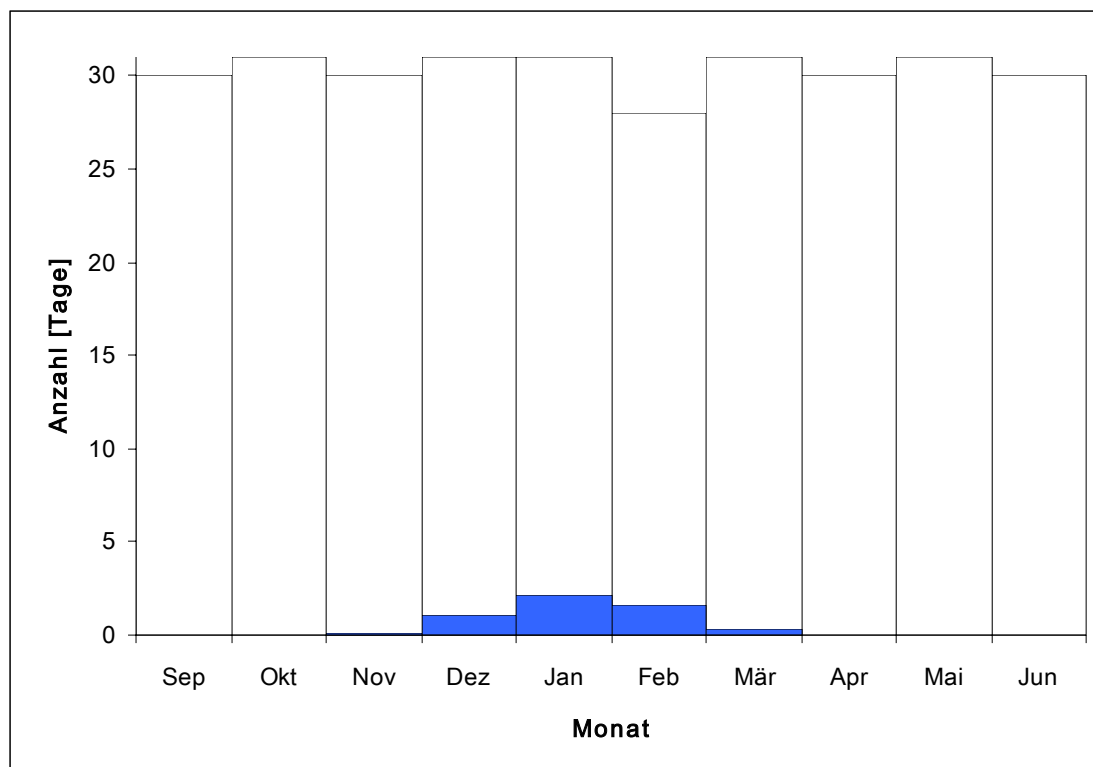


Abbildung 2.26.1: Durchschnittliche Zahl der Tage mit strengem Frost, Station Graz-Universität, Sh 366 m.

Auf dem Sonnblick (2.26.3) sind eigentlich in allen Monaten strenge Froste zu erwarten, einzig im Juli sind sie so selten, dass sie in der Darstellung „verschluckt“ werden.

Typische Beckenklimate zeichnen sich ab

Die Zahl der Tage mit strengem Frost ist nun besser als jedes andere in den Karten dargestellte Kriterium geeignet, die typischen Beckenklimate kenntlich zu machen bzw. gleichzeitig die wärmebegünstigten Lagen außer- bzw. oberhalb der Inversionen davon zu unterscheiden, da für die Anzahl und Verbreitung in den unteren beiden Schichten überwiegend ungestörte Strahlungswetterlagen, d.h. antizyklonale Wetterlagen im Gefolge von Kaltlufteinbrüchen bzw. das **Geländeklima** maßgebend sind.

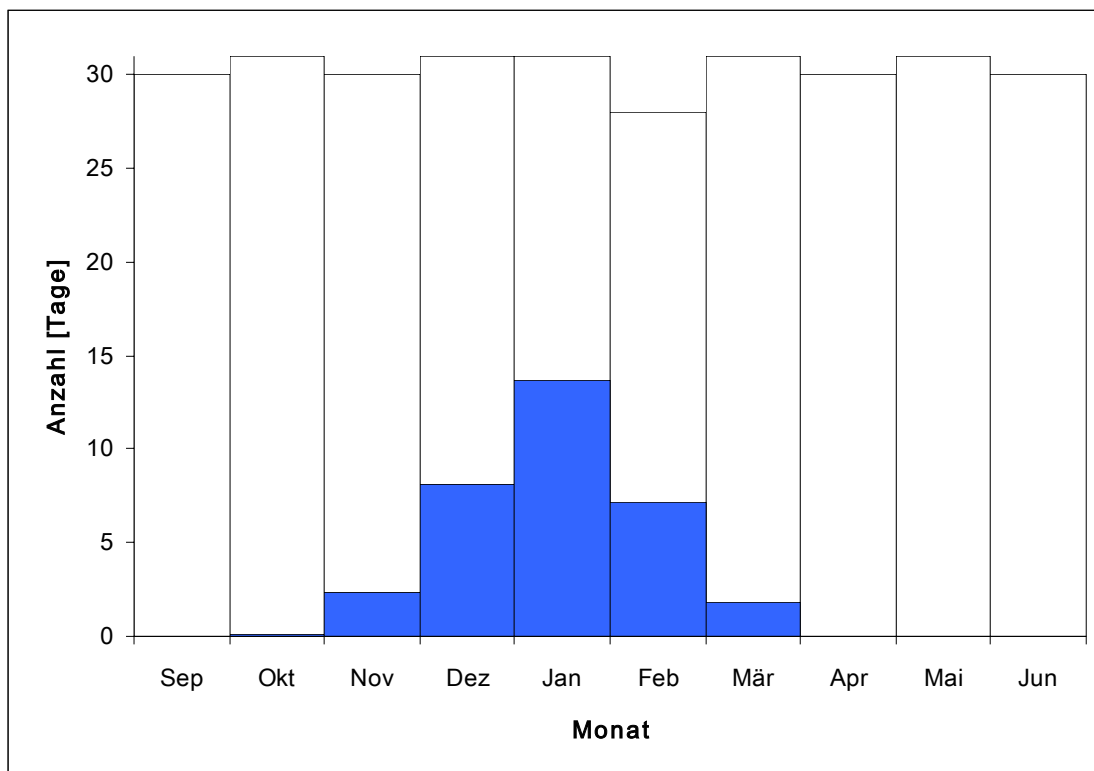


Abbildung 2.26.2: Durchschnittliche Zahl der Tage mit strengem Frost, Station Zeltweg, Sh 670 m.

Einfluss der Seehöhe

Erst in der oberen Schicht nimmt die Zahl der Tage mit strengem Frost wieder regelmäßig mit wachsender Seehöhe zu, wobei dafür überwiegend advektive Wetterlagen mit Zufuhr kalter Luftmassen verantwortlich sind. Dabei wird die gleich große Zahl der Tage mit strengem Frost wie in den kalten Talbecken erst etwa 1000

Meter über den jeweiligen Talbecken erreicht, d.h. in der Obersteiermark in 1600 bis 1800 m, im Randgebirge in 1100 bis 1200 m.

Inneralpine Neigung zu großer Kälte

Die mittlere Zunahme der Zahl der Tage mit strengem Frost pro 100 m Höhenanstieg abgeleitet aus den unteren beiden Stufen bis 1400 m für die gesamte Steiermark beträgt nur 0,63 Tage und der daraus berechnete gesamtsteirische Durchschnitt für 500 m Seehöhe 14,4 Tage. Bezogen auf diesen Durchschnitt gibt es im Norden durchschnittlich um 3 Tage mehr, im Murtal um 8 Tage mehr und im Gesamtsüden um 5,4 Tage weniger. Damit wird die ungleich größere Neigung der inneralpinen Lagen zu großer Kälte gut belegt, die sich aber in Einzelfällen als noch weitaus größer erweist.

So ist die Zahl der Tage mit strengem Frost gegenüber dem auf gleiche Seehöhe reduzierten Landesdurchschnitt in Zeltweg um 17,7, Neumarkt um 14,4, Pusterwald um 14,2, Bad Mitterndorf um 13,2, St. Michael um 12,9, Admont um 7,7, Rohrmoos um 7,3, Oberwölz um 6,8 und Oberzeiring um 6,1 Tage größer. Demgegenüber ist sie im Mittel der Stationen in thermischen Gunstlagen (Graz-Univ., Wörtherberg, Deutschlandsberg, Altenberg, Messendorfberg, Weiz, St. Radegund, Rechberg und Wiel) um 8,2 kleiner als im Landesdurchschnitt, wobei St. Radegund mit einer Abweichung von –9,7 Tagen als relativ am wenigsten anfällig für strenge Fröste gilt (absolut ist es Messendorfberg mit nur 5 Tagen).

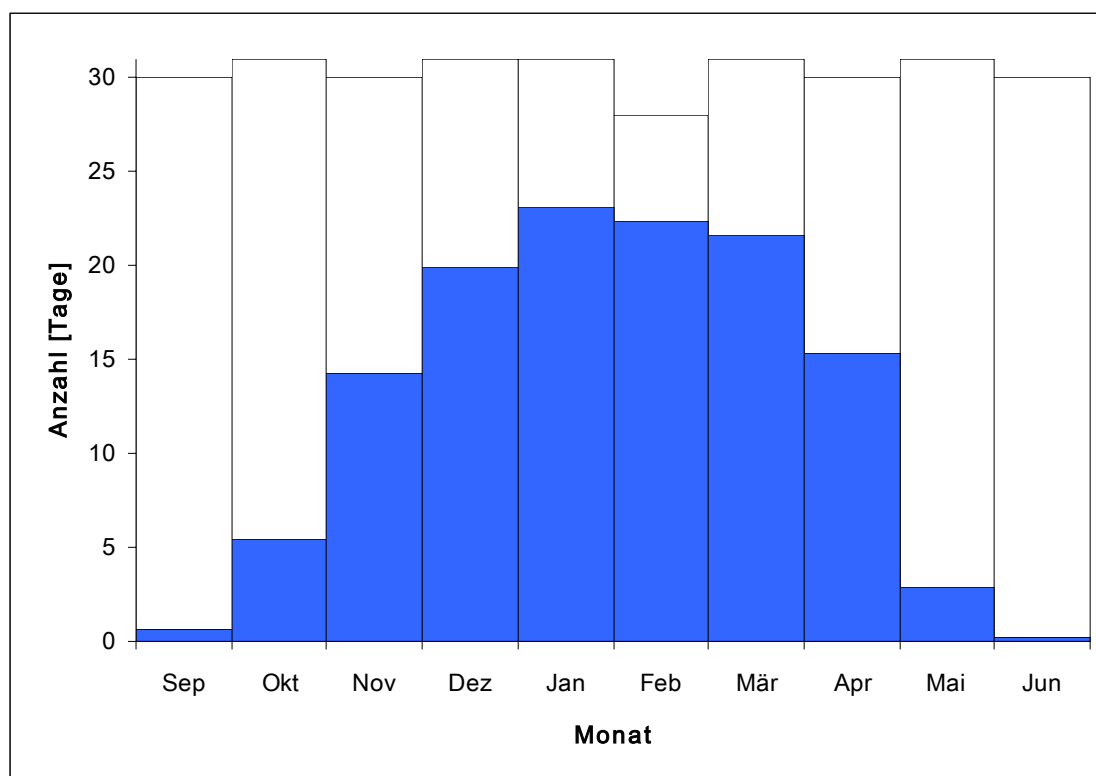


Abbildung 2.26.3: Durchschnittliche Zahl der Tage mit strengem Frost, Station Sonnblick, Sh 3105 m.

Lokale Extreme

Auch bei den Tagen mit strengem Frost sind in den beim Normalwert der Lufttemperatur im Jänner genannten „Kaltluftlöchern“ noch größere als die dargestellten Werte zu erwarten, wie auch in den ebenfalls dort und beim Normalwert der Frosttage genannten maximal wärmebegünstigten Gebieten geringere Werte, d.h. sicher weniger als fünf Tage pro Jahr.

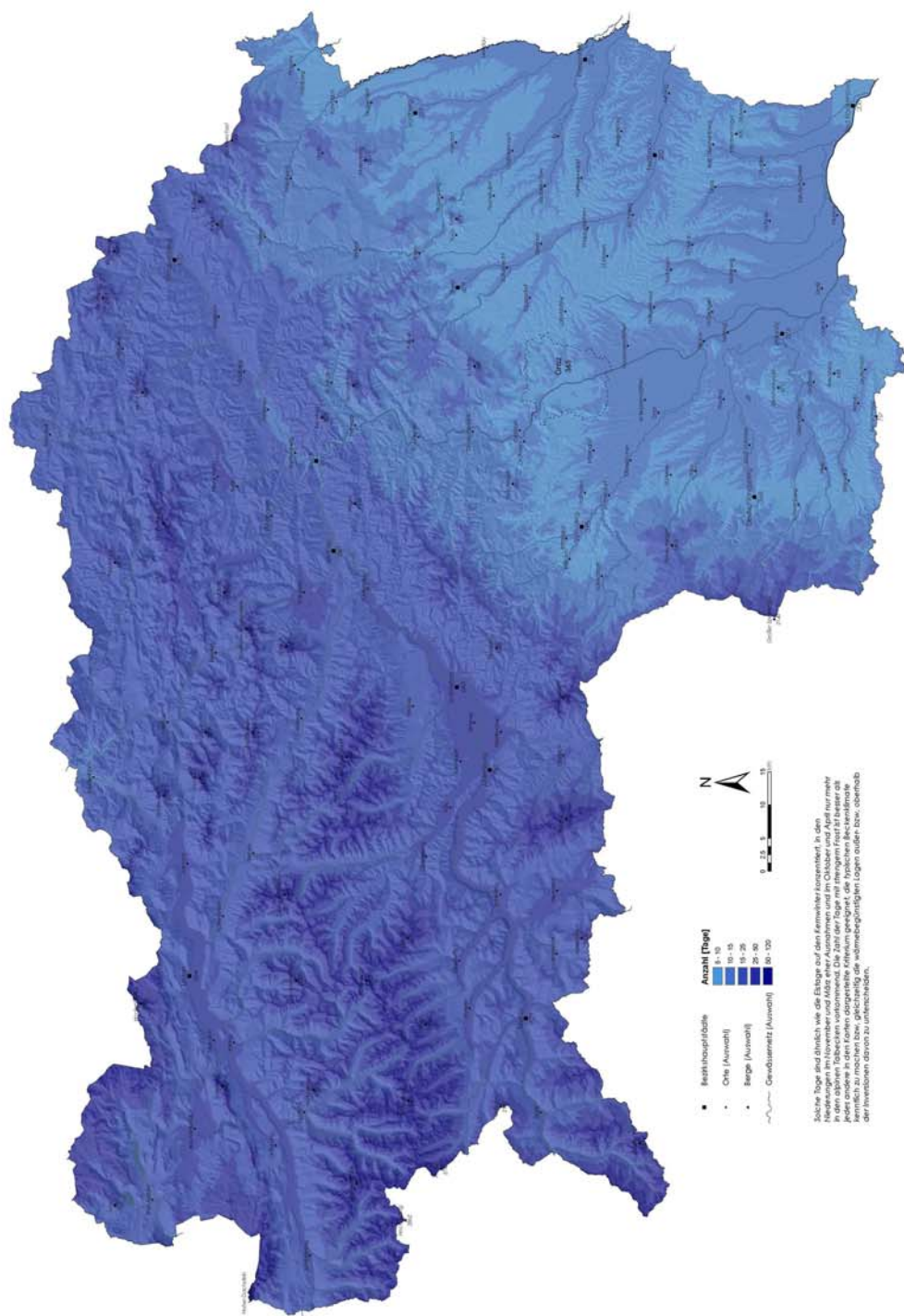
An der Station Graz-Universität hat sich die Zahl der Tage mit strengem Frost bei einem Normalwert von 7,2 nach dem linearen Trend von 10,7 im Jahr 1951 auf 3,7 im Jahr 2002 vermindert.

In Tabelle 2.26.1 ist die durchschnittliche Zahl der Tage mit strengem Frost aller Stationen dargestellt.

Nr.	Name	Sh [m]	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
1	Admont	648	9,1	4,9	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3	6,2	1,4	0,0	1,4	20,2	23,0
3	Aflenz	785	6,3	4,3	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	4,6	1,2	0,0	1,0	15,2	17,4
4	Aigen/Ennstal	640	10,2	5,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,6	7,2	1,2	0,0	1,7	23,1	26,0
7	Altenberg/Hartberg	429	2,6	1,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,6	0,5	0,0	0,1	5,8	6,4
10	Bad Aussee	660	5,8	3,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	4,1	1,0	0,0	0,6	13,5	15,1
11	Bad Gleichenberg	293	3,5	2,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,3	0,5	0,0	0,3	8,2	9,0
14	Bad Mitterndorf	810	10,6	7,2	2,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	7,6	2,2	0,0	2,0	25,4	29,6
15	Bad Radkersburg	208	3,7	2,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,1	0,4	0,0	0,2	8,3	8,9
18	Birkfeld	635	6,4	4,1	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	3,9	1,2	0,0	0,9	14,4	16,5
23	Bruck/Mur	493	5,0	2,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,8	0,7	0,0	0,6	10,3	11,6
27	Deutschlandsberg	448	3,1	1,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,9	0,5	0,0	0,1	6,9	7,5
37	Fischbach	1015	4,0	3,4	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,3	1,2	0,0	0,5	9,7	11,4
47	Fürstenfeld	271	4,3	2,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,7	0,7	0,0	0,5	9,5	10,7
50	Gleisdorf	375	5,8	3,7	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	3,2	0,8	0,0	0,8	12,7	14,3
57	Graz-Flughafen	337	5,5	3,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	3,3	0,6	0,0	0,7	11,8	13,1
58	Graz-Messendorfberg	435	2,3	1,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9	0,3	0,0	0,1	4,6	5,0
60	Graz-Universität	366	2,1	1,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	0,3	0,0	0,1	4,8	5,2
61	Gröbming	763	9,1	5,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	6,5	1,5	0,0	1,4	21,1	24,0
69	Hiefau	500	4,1	2,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,5	0,5	0,0	0,4	8,6	9,5
80	Irdning-Gumpenstein	698	6,7	3,9	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	5,0	1,1	0,0	0,8	15,6	17,5
84	Kalwang	760	7,8	4,6	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,0	4,7	1,5	0,0	1,1	17,1	19,7
87	Kindberg	561	5,9	3,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	4,0	1,0	0,0	0,9	13,7	15,6
90	Kirchberg-Grafendorf	455	3,4	2,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,8	0,7	0,0	0,2	7,4	8,3
95	Kleinsölk	1005	4,2	3,8	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,7	1,1	0,0	0,8	10,7	12,6
101	Krippenstein	2050	10,2	11,5	8,1	3,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	5,3	9,1	11,3	0,0	5,8	30,8	47,9
103	Lassnitzhöhe	527	2,5	1,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,0	0,3	0,0	0,1	4,7	5,1
104	Leibnitz	273	4,9	3,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,9	0,6	0,0	0,4	10,8	11,8
112	Lobming	414	5,3	3,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	3,1	0,7	0,0	0,7	11,5	12,9
116	Mariazell	865	6,4	4,8	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,2	4,6	1,7	0,0	1,3	15,8	18,8
126	Mürzzuschlag	758	7,3	5,2	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,4	5,7	1,7	0,0	1,5	18,2	21,4
132	Neumarkt	835	11,5	7,3	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,4	7,6	2,0	0,0	2,5	26,4	30,9
138	Oberwölz	827	8,9	5,7	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,4	5,7	1,5	0,0	1,5	20,3	23,3
139	Oberzeiring	933	8,7	5,5	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	5,6	1,8	0,0	1,6	19,8	23,2
155	Pusterwald	1072	11,6	8,7	3,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,5	8,1	3,2	0,0	2,6	28,4	34,2
161	Rechberg	926	3,6	2,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,9	0,9	0,0	0,3	8,2	9,4
169	Rohrmoos	1078	7,8	6,4	2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,2	6,6	2,3	0,0	2,3	20,8	25,4
173	Schöckl	1436	5,8	6,2	2,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,4	4,0	3,0	0,0	1,5	16,0	20,5
176	Seckau	855	8,3	5,1	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	5,3	1,7	0,0	1,2	18,7	21,6
183	Sonnblick	3105	23,1	22,4	21,6	15,3	2,9	0,2	0,0	0,0	0,6	5,4	14,3	19,9	39,8	0,2	20,3	65,4	125,7
191	St.Michael b Leoben	565	11,5	6,0	1,6	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	6,5	1,7	0,0	2,0	24,0	27,7
195	St.Radegund	725	2,8	1,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	0,5	0,0	0,1	5,9	6,5
198	Stolzalpe	1293	5,2	4,8	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,0	3,5	1,7	0,0	1,1	13,5	16,3
214	Villacher Alpe	2140	10,1	11,0	7,9	2,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	5,1	9,1	10,3	0,0	5,5	30,2	46,0
223	Weiz	465	3,1	1,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,7	0,5	0,0	0,1	6,7	7,3
225	Wiel	928	3,0	2,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,8	0,9	0,0	0,2	7,1	8,2
232	Zeltweg	670	13,7	7,2	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,3	8,1	1,8	0,0	2,4	29,0	33,2

Tabelle 2.26.1: Durchschnittliche Zahl der Tage mit strengem Frost aller Stationen.

2.26 Durchschnittliche Zahl der Tage mit strengem Frost ($< -10^{\circ}\text{C}$) Periode 1971 bis 2000



2 TEMPERATUR

KLIMAAATLAS STEIERMARK

2.27 Durchschnittliche der Zahl der Heiztage

Definition

Unter Heiztagen werden solche verstanden, an denen eine Wohnraumheizung zur Regulierung einer angenehmen Raumtemperatur wegen zu kalter äußerer Witterungsbedingungen notwendig wird. Traditionell wird dafür ein Grenzwert der mittleren (äußeren) Lufttemperatur von 12°C herangezogen, was angesichts der erwünschten Raumtemperaturen von wenigstens 20°C niedrig erscheint, doch haben Wohngebäude eine andere Strahlungs- und Energiebilanz als die äußere Umgebung und daher sind Innenräume regelhaft um einen deutlichen Betrag wärmer als die Außenluft.

Wärmever sprung der Innenraumluft puffert kühlere Witterungsphasen

Dieser Wärmever sprung der Innenraumluft vergrößert sich bei sonnigem Strahlungswetter bzw. vermindert sich bei wolkenreicher und strahlungsarmer Witterung, weshalb der angegebene Grenzwert nur als grober Richtwert gelten kann. Dazu kommt, dass es kaum Jahre mit einem „endgültigen“ Ende der Heizperiode im Frühjahr bzw. deren „endgültigem“ Beginn im Herbst gibt, sondern die jeweiligen Perioden in den Übergangszeiten meist noch durch thermisch abweichende Witterungsphasen unterbrochen werden, was zuweilen sogar mehrmals geschieht.

Dazu kommt, dass aus der Zahl der Heiztage allein, welche durch Auszählen der tatsächlichen Tage unter der Temperatur von 12°C gewonnen wurden, über den aus der Temperaturdifferenz zur Außenluft herzuleitenden nötigen Energieaufwand für die Wohnraumbeheizung nichts ausgesagt wird, da die tatsächliche Außentemperatur unbekannt bleibt. Diese Größe wird durch die „Summe der Heizgradtage“ umschrieben (siehe dort).

3 Beispiele

Die Verteilung der Zahl der Heiztage auf die einzelnen Monate wird für drei Beispielstationen in den Abbildungen 2.27.1 bis 2.27.3 dargestellt. In Graz-Universität (2.27.1), einer der wärmsten Stationen der Steiermark sind von November bis Februar alle Tage Heiztage, im März sind es noch 94 % und im April immer noch 71 %. Die nur zufällig in den Sommermonaten auftretenden Heiztage sind aber wegen der vorangegangenen Wärmespeicherung in den Gebäuden keine Tage mit tatsächlicher Notwendigkeit zur Raumheizung.

In Zeltweg (2.27.2) sind alle Tage zwischen November und März Heiztage und sogar im April sind es noch 83 %. Auch in Zeltweg besteht an den seltenen Heiztagen im Juli und August keine wirkliche Notwendigkeit zur Raumheizung, anders ist es allerdings im Juni, in welchem zu Monatsbeginn durchaus immer wieder Bedarf zur Raumheizung besteht.

Schließlich sind im nordalpinen und höher gelegenen Mariazell (2.27.3) von November bis März alle Tage, im April noch 96 % und im Juli und August sogar noch 13 bis 14 % aller Tage Heiztage.

Dominierender Einfluss der Seehöhe

Beginn und Ende Der Heizperiode liegen somit in der gesamten Steiermark, d.h. sogar in den wärmsten Landesteilen relativ nahe zum Sommer, weshalb die Zahl und Verteilung der Heiztage durch die räumlichen Faktoren und Witterungsbedingungen des Sommerhalbjahres bestimmt werden. Dadurch dominiert jetzt in allen Landesteilen der Faktor der Seehöhe mit eindeutiger Zunahme der Zahl der Heiztage nach oben und einem recht großen Gradienten von 7,5 bis 8,5 Tagen pro 100 m in den unteren beiden Schichten. Darüber nimmt dieser Gradient exponentiell ab und die Zahl der Heiztage nähert sich asymptotisch dem Wert von 365 in etwa 2800 Metern Höhe.

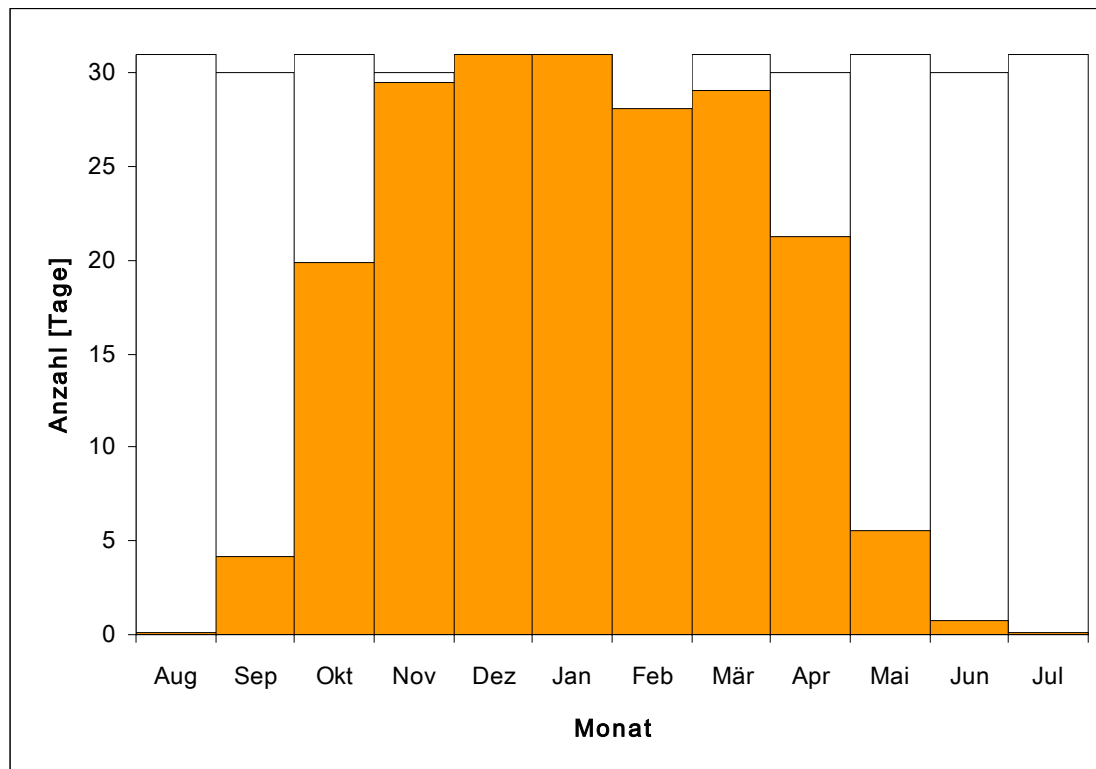


Abbildung 2.27.1: Durchschnittliche Zahl der Heiztage, Station Graz-Universität, Sh 366 m.

Restliche Einflussfaktoren eher gering

Demgegenüber ist der Einfluss des Geländes so wie bei allen die wärmere Jahreshälfte betreffenden Temperaturen gering und bestenfalls in der unteren Stufe des Gesamtsüdens (Vorlandes) festzustellen, wo er in den untersten 250 Metern nur 3 Tage pro 100 Meter beträgt, was wieder auf die fast isothermen Temperaturen

zwischen den Talböden und den begünstigten Riedellagen hinweist. In der Gebirgssteiermark werden diese Strukturen wegen der Unmöglichkeit der Bildung von Gradienten in homogenen Kleinlandschaften so wie bei den meisten Temperaturkarten völlig verwischt. Nach der geographischen Breite und den Witterungsbedingungen ist eine graduelle Benachteiligung des kühleren Nordens zu erwarten.

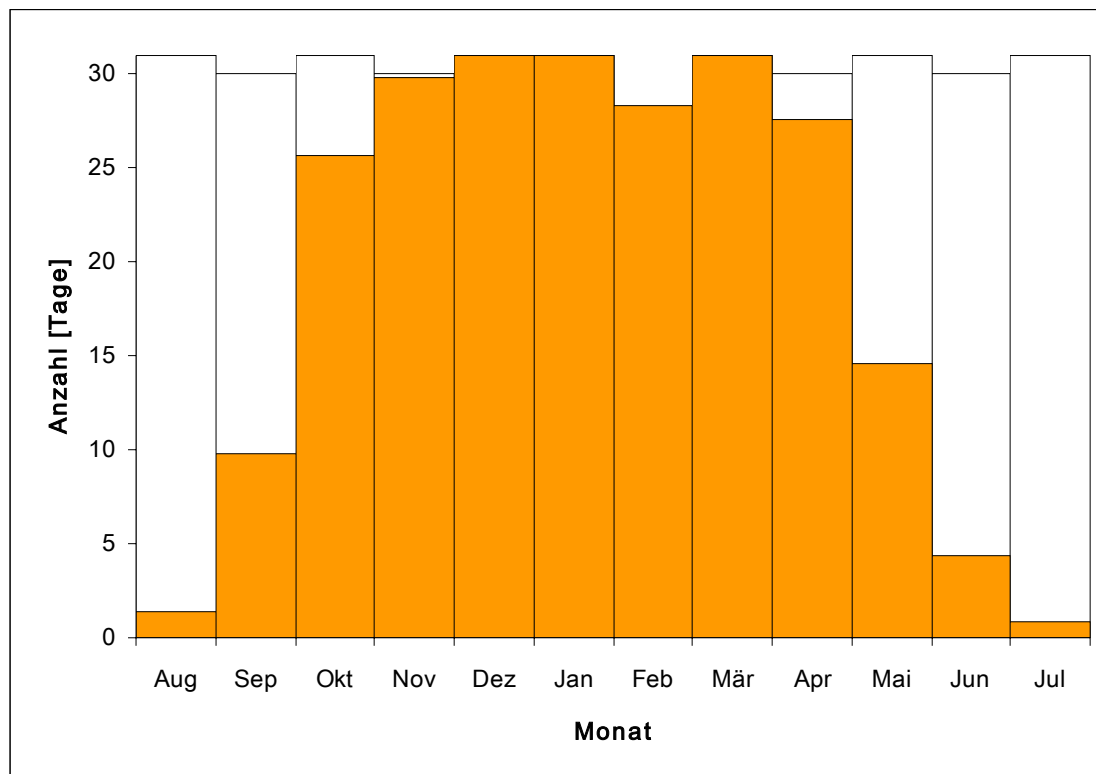


Abbildung 2.27.2: Durchschnittliche Zahl der Heiztage, Station Zeltweg, Sh 670 m.

Große thermische Bevorzugung des Südens

Reduziert man die Zahl der Heiztage mit dem mittleren Gradienten für die gesamte Steiermark in den unteren beiden Schichten von 8,15 Tagen pro 100 Meter auf ein Niveau von 500 m, dann erhält man eine durchschnittliche Dauer der Heizperiode von 219 Tagen. Demgegenüber gibt es im Norden im Durchschnitt um 4,6 Heiztage mehr, bei den Stationen in Tal- und Talbeckenlage sogar um 7,1 Tage mehr, im Murtal um einen Tag mehr und im Gesamtsüden um 4 Tage weniger, im Vorland um 5,4 Tage weniger. Die größte Verlängerung der Heizperiode gegenüber dem Normalwert der entsprechenden Seehöhe in Tagen haben Pusterwald (15), Birkfeld (10), Aigen und Kalwang (9), Admont, Mürzzuschlag, Aflenz und Bad Mitterndorf (7). Die größte Verkürzung haben die Stationen Lassnitzhöhe und St. Radegund (15), Messendorfberg und Deutschlandsberg (12), Weiz und Wiel (11) und Altenberg (10). Damit wird die oben angesprochene Bevorzugung des Südens im Sinne der

abgeschwächten „Schlechtwetterwirkung“ bzw. neuerlich der Bereiche über den Talböden bestätigt.

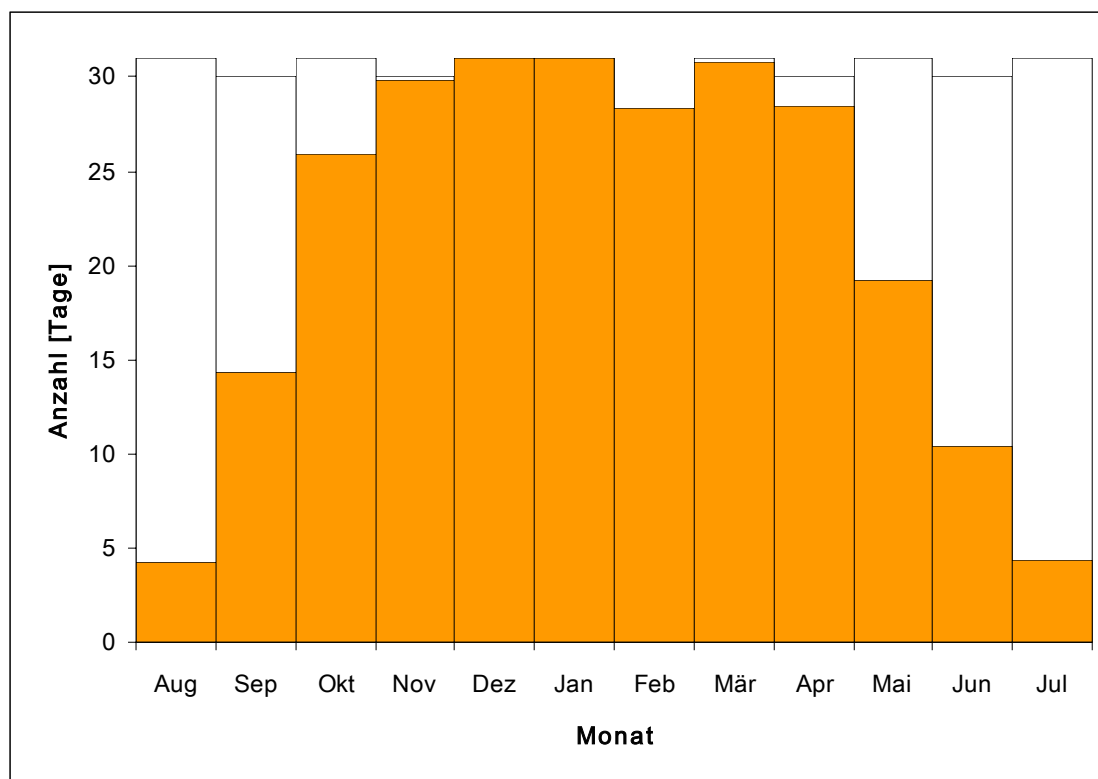


Abbildung 2.27.3: Durchschnittliche Zahl der Heiztage, Station Mariazell, Sh 865 m.

In der Tabelle 2.27.1 ist die durchschnittliche Zahl der Heiztage aller Stationen dargestellt.

Nr.	Name	Sh [m]	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
1	Admont	648	31,0	28,3	30,7	27,2	14,1	6,0	2,2	2,1	10,2	25,3	29,6	31,0	72,0	10,3	65,1	90,3	237,7
3	Aflenz	785	31,0	28,3	30,9	28,7	17,6	7,4	2,9	2,6	12,1	26,3	29,8	31,0	77,2	12,9	68,2	90,3	248,6
4	Aigen/Ennstal	640	31,0	28,3	30,7	27,6	15,0	5,2	1,7	1,9	10,3	26,3	29,7	31,0	73,3	8,8	66,3	90,3	238,7
7	Altenberg/Hartberg	429	31,0	28,1	29,1	22,1	7,2	1,0	0,1	0,2	4,4	19,9	29,3	30,9	58,4	1,3	53,6	90,0	203,3
10	Bad Aussee	660	31,0	28,3	30,4	26,5	12,7	5,9	2,4	2,1	8,8	23,0	29,5	31,0	69,6	10,4	61,3	90,3	231,6
11	Bad Gleichenberg	293	31,0	28,2	29,5	22,0	6,3	0,8	0,1	0,1	4,5	20,1	29,3	30,9	57,8	1,0	53,9	90,1	202,8
14	Bad Mitterndorf	810	31,0	28,3	30,9	28,6	17,6	8,4	3,4	3,3	12,6	26,2	29,8	31,0	77,1	15,1	68,6	90,3	251,1
15	Bad Radkersburg	208	31,0	28,1	29,2	20,8	5,0	0,6	0,1	0,1	3,6	19,4	29,1	30,9	55,0	0,8	52,1	90,0	197,9
18	Birkfeld	635	31,0	28,2	30,8	27,7	15,4	4,9	1,1	2,1	11,7	26,4	29,8	31,0	73,9	8,1	67,9	90,2	240,1
23	Bruck/Mur	493	31,0	28,3	30,3	25,5	9,5	2,3	0,3	0,5	6,1	22,1	29,6	31,0	65,3	3,1	57,8	90,3	216,5
27	Deutschlandsberg	448	31,0	28,1	29,0	22,0	7,1	1,2	0,1	0,4	4,6	19,5	29,1	30,9	58,1	1,7	53,2	90,0	203,0
37	Fischbach	1015	31,0	28,3	30,8	28,2	19,7	10,0	3,8	3,9	13,8	26,2	29,8	31,0	78,7	17,7	69,8	90,3	256,5
47	Fürstenfeld	271	31,0	28,2	29,9	22,5	6,4	0,9	0,1	0,2	4,5	20,7	29,4	31,0	58,8	1,2	54,6	90,2	204,8
50	Gleisdorf	375	31,0	28,3	30,2	24,3	8,5	1,2	0,1	0,3	5,7	21,9	29,6	31,0	63,0	1,6	57,2	90,3	212,1
57	Graz-Flughafen	337	31,0	28,2	29,8	23,5	6,8	0,8	0,1	0,1	4,9	21,3	29,7	31,0	60,1	1,0	55,9	90,2	207,2
58	Graz-Messendorferberg	435	31,0	28,1	29,1	21,5	6,4	1,2	0,2	0,2	4,2	20,1	29,4	31,0	57,0	1,6	53,7	90,1	202,4
60	Graz-Universität	366	31,0	28,1	29,1	21,3	5,6	0,8	0,1	0,1	4,2	19,9	29,5	31,0	56,0	1,0	53,6	90,1	200,7
61	Gröbming	763	31,0	28,3	30,9	28,0	16,2	7,0	2,7	2,5	11,3	26,5	29,8	31,0	75,1	12,2	67,6	90,3	245,2
69	Hiefau	500	31,0	28,3	30,0	25,0	10,3	4,4	1,2	1,3	7,4	23,2	29,5	31,0	65,3	6,9	60,1	90,3	222,6
80	Irdning-Gumpenstein	698	31,0	28,3	30,4	26,2	12,2	4,9	1,5	1,7	8,6	24,1	29,7	31,0	68,8	8,1	62,4	90,3	229,6
84	Kalwang	760	31,0	28,3	31,0	28,6	18,3	7,4	2,5	2,7	11,7	26,9	29,9	31,0	77,9	12,6	68,5	90,3	249,3
87	Kindberg	561	31,0	28,3	30,8	26,7	11,7	3,7	0,8	1,2	8,6	24,2	29,8	31,0	69,2	5,7	62,6	90,3	227,8
90	Kirchberg-Grafendorf	455	31,0	28,1	29,7	23,8	8,7	1,7	0,1	0,4	5,9	21,9	29,4	31,0	62,2	2,2	57,2	90,1	211,7
95	Kleinsölk	1005	31,0	28,3	30,8	28,6	19,4	10,8	5,4	5,8	14,9	27,1	29,8	31,0	78,8	22,0	71,8	90,3	262,9
101	Krippenstein	2050	31,0	28,3	31,0	30,0	30,4	27,2	23,5	22,8	26,7	30,0	30,0	31,0	91,4	73,5	86,7	90,3	341,9
103	Lassnitzhöhe	527	31,0	28,0	28,9	22,5	8,2	1,8	0,2	0,5	5,0	20,2	29,0	30,8	59,6	2,5	54,2	89,8	206,1
104	Leibnitz	273	31,0	28,1	29,3	21,5	5,2	0,5	0,1	0,1	3,5	19,4	29,4	30,9	56,0	0,7	52,3	90,0	199,0
112	Lobming	414	31,0	28,2	30,3	25,4	9,4	1,5	0,3	0,6	6,8	23,0	29,6	30,9	65,1	2,4	59,4	90,1	217,0
116	Mariazell	865	31,0	28,3	30,8	28,4	19,2	10,4	4,4	4,2	14,3	25,9	29,8	31,0	78,4	19,0	70,0	90,3	257,7
126	Mürzzuschlag	758	31,0	28,3	30,9	28,5	17,4	6,9	1,8	2,5	12,2	26,5	29,8	31,0	76,8	11,2	68,5	90,3	246,8
132	Neumarkt	835	31,0	28,3	31,0	29,2	18,6	7,0	2,2	2,3	12,8	27,7	29,9	31,0	78,8	11,5	70,4	90,3	251,0
138	Oberwölz	827	31,0	28,3	30,9	28,7	16,5	5,8	1,4	1,8	10,8	26,2	29,8	31,0	76,1	9,0	66,8	90,3	242,2
139	Oberzeiring	933	31,0	28,3	30,9	29,1	20,4	9,2	3,8	3,9	14,1	27,7	29,8	31,0	80,4	16,9	71,6	90,3	259,2
155	Pusterwald	1072	31,0	28,3	31,0	29,9	25,2	14,0	6,2	7,0	19,0	29,2	29,9	31,0	86,1	27,2	78,1	90,3	281,7
161	Rechberg	926	31,0	28,3	30,7	27,9	17,8	7,9	2,6	2,9	12,5	26,2	29,8	31,0	76,4	13,4	68,5	90,3	248,6
169	Rohrmoos	1078	31,0	28,3	31,0	29,3	22,4	11,8	6,0	5,9	16,7	28,8	29,9	31,0	82,7	23,7	75,4	90,3	272,1
173	Schöckl	1436	31,0	28,3	31,0	29,7	26,5	19,0	11,9	12,9	22,1	28,9	29,9	30,9	87,2	43,8	80,9	90,2	302,1
176	Seckau	855	31,0	28,3	30,8	28,7	16,9	6,2	1,7	2,1	11,6	26,7	29,8	31,0	76,4	10,0	68,1	90,3	244,8
183	Sonnblick	3105	31,0	28,3	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	92,0	92,0	91,0	90,3	365,3
191	St.Michael b.Leoben	565	31,0	28,3	30,7	27,3	14,2	4,7	1,1	1,8	9,7	25,4	29,9	31,0	72,2	7,6	65,0	90,3	235,1
195	St.Radegund	725	31,0	28,1	29,8	25,0	12,0	3,8	0,6	0,9	8,7	22,5	29,0	30,8	66,8	5,3	60,2	89,9	222,2
198	Stolzalpe	1293	31,0	28,3	31,0	29,7	23,5	13,1	5,8	6,2	16,4	28,3	29,9	31,0	84,2	25,1	74,6	90,3	274,2
214	Villacher Alpe	2140	31,0	28,3	31,0	30,0	30,9	28,5	26,0	24,8	29,1	31,0	30,0	31,0	91,9	79,3	90,1	90,3	351,6
223	Weiz	465	31,0	28,1	29,2	22,8	7,2	1,2	0,1	0,2	4,6	20,5	29,4	31,0	59,2	1,5	54,5	90,1	205,3
225	Wiel	928	30,9	28,0	30,2	27,0	17,5	7,7	2,4	3,1	12,0	24,4	29,2	30,7	74,7	13,2	65,6	89,6	243,1
232	Zeltweg	670	31,0	28,3	31,0	27,6	14,6	4,4	0,9	1,4	9,8	25,7	29,8	31,0	73,2	6,7	65,3	90,3	235,5

Tabelle 2.27.1: Durchschnittliche Zahl der Heitztage aller Stationen.

Periode 1971 bis 2000



2.28 Durchschnittliche Heizgradsumme

Definition

Wie schon beim Normalwert der Zahl der Heiztage erwähnt, ist die Heizgradsumme ein indirekter Wert zur Abschätzung des tatsächlichen Heizaufwandes. Dabei wird durch die Heizgradsumme keineswegs ein Wert in einer Energiedimension angegeben, sondern nur eine abstrakte Zahl, die zum nötigen Energieaufwand mehr oder weniger in funktionaler Beziehung steht. Man gewinnt sie, indem man die Differenzen aller mittleren Tagestemperaturen jener Tage, die kälter als 12°C sind, zur Raumtemperatur von 20°C bildet und diese Differenzen aufsummiert.

Die durchschnittliche Temperaturdifferenz zu 20°C von allen Tagen mit weniger als 12 Grad erhält man, indem man die Heizgradsumme durch die Zahl der Heiztage dividiert. Am Beispiel von Graz-Universität wäre das $3233 : 201 = 16,1$ K, daraus ergibt sich eine Durchschnittstemperatur aller Heiztage von 3,9°C.

Kleinräumig große Unterschiede

Im Durchschnitt der gesamten Steiermark nimmt die Heizgradsumme bis 1400 m Höhe um 160 pro 100 m Anstieg zu. Reduziert man die Heizgradsumme mit diesem Gradienten auf ein Niveau von 500 m, ergibt sich ein Durchschnittswert von 3654, wobei die Summe im Norden im Mittel um 131 größer, im Murtal um 70 größer und im gesamten Süden um 128 kleiner ist. Die regionalen Unterschiede betragen also nur +3,5, +1,9 und -3,5%. Dagegen sind die kleinräumigen Unterschiede wieder ungleich größer, wobei die Stationen mit deutlich kleinerer Heizgradsumme (Wiel - 370, Lassnitzhöhe und St. Radegund -361, Weiz -303, Messendorfberg -286, Deutschlandsberg -280, Altenberg - 259, Stolzalpe -244, Graz-Universität -208 usw.) in den geläufigen thermischen Gunstgebieten liegen, die Stationen mit auffallend größerer Heizgradsumme entsprechend in den Ungunstgebieten (Pusterwald +323, St. Michael +321, Aigen +244, Admont +236, Kalwang +231, Bad Mitterndorf +228, Zeltweg +198, Mürzzuschlag +182 usw.). Die maximalen Abweichungen gegenüber dem Landesdurchschnitt betragen dabei -10% bzw. +9%.

Dabei ist die Durchschnittstemperatur aller Heiztage bei den Stationen mit großer Jahresschwankung und kaltem Winter kleiner als bei Stationen mit geringerer Jahresschwankung und mildem Winter. Der übliche Gegensatz zwischen den thermisch benachteiligten und bevorzugten Stationen wird somit auch bei diesem Kriterium erkennbar. Die geringste Durchschnittstemperatur aller Heiztage haben Zeltweg und Bad Mitterndorf mit 2,5°C, die höchste Weiz, Graz-Universität; Altenberg, Messendorfberg, Lassnitzhöhe und Deutschlandsberg mit 3,9 bis 3,8°C.

Nr.	Name	Sh [m]	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
1	Admont	648	729,2	594,1	519,6	366,5	150,8	59,3	20,8	19,8	105,1	321,6	537,7	702,8	1036,9	99,9	964,4	2026,1	4127,3
3	Aflenz	785	703,0	588,2	535,0	402,5	192,2	72,7	26,0	25,0	126,9	342,8	541,0	677,4	1129,7	123,7	1010,7	1968,6	4232,7
4	Aigen/Ennstal	640	727,2	595,2	510,3	366,0	157,0	51,7	15,5	18,0	105,6	338,8	540,5	696,5	1033,3	85,2	984,9	2018,9	4122,3
7	Altenberg/Hartberg	429	635,6	522,1	436,5	260,7	71,2	9,1	0,9	1,4	41,8	237,1	468,8	595,9	768,4	11,4	747,7	1753,6	3281,1
10	Bad Aussee	660	677,0	566,0	496,1	355,3	137,6	59,3	22,5	20,0	92,0	284,5	511,3	650,4	989,0	101,8	887,8	1893,4	3872,0
11	Bad Gleichenberg	293	655,3	531,3	435,9	258,8	61,9	7,5	0,9	1,2	43,1	244,3	473,8	619,8	756,6	9,6	761,2	1806,4	3333,8
14	Bad Mitterndorf	810	729,6	613,2	548,0	409,5	195,1	86,3	33,4	31,9	134,1	343,3	553,2	701,8	1152,6	151,6	1030,6	2044,6	4379,4
15	Bad Radkersburg	208	646,8	522,0	424,6	241,1	49,3	5,6	0,6	0,8	34,5	233,1	461,4	608,5	715,0	7,0	729,0	1777,3	3228,3
18	Birkfeld	635	684,0	573,8	520,0	371,5	161,1	46,2	10,1	19,0	119,1	339,6	519,9	647,0	1052,6	75,3	978,6	1904,8	4011,3
23	Bruck/Mur	493	667,4	538,7	465,5	315,6	95,7	21,1	2,4	4,7	59,5	268,0	493,7	635,6	876,8	28,2	821,2	1841,7	3567,9
27	Deutschlandsberg	448	636,1	517,7	432,1	263,7	71,2	11,0	1,2	3,3	44,7	234,3	471,1	605,0	767,0	15,5	750,1	1758,8	3291,4
37	Fischbach	1015	665,6	588,4	555,6	417,3	224,3	101,3	35,3	37,0	148,4	346,1	520,7	631,4	1197,2	173,6	1015,2	1885,4	4271,4
47	Fürstenfeld	271	653,7	530,9	444,2	264,6	63,8	7,6	0,6	1,4	43,3	248,0	473,7	614,5	772,6	9,6	765,0	1799,1	3346,3
50	Gleisdorf	375	664,1	545,5	464,4	293,6	84,4	10,6	1,1	3,0	55,2	268,4	487,3	625,1	842,4	14,7	810,9	1834,7	3502,7
57	Graz-Flughafen	337	675,8	546,6	452,2	277,5	67,4	7,7	0,9	1,1	47,4	259,3	490,6	638,8	797,1	9,7	797,3	1861,2	3465,3
58	Graz-Messendorfberg	435	637,9	514,7	425,4	252,9	63,9	10,2	1,7	1,5	40,4	238,7	471,6	605,4	742,2	13,4	750,7	1758,0	3264,3
60	Graz-Universität	366	633,1	515,0	425,9	248,4	55,6	6,8	0,6	1,2	40,3	238,2	467,9	599,7	729,9	8,6	746,4	1747,8	3232,7
61	Gröbming	763	717,0	599,7	523,5	379,8	174,4	71,0	25,3	24,1	118,5	344,7	548,5	696,0	1077,7	120,4	1011,7	2012,7	4222,5
69	Hieflau	500	675,2	555,9	472,9	319,7	108,6	43,2	11,5	11,9	74,7	286,6	512,4	647,5	901,2	66,6	873,7	1878,6	3720,1
80	Irdning-Gumpenstein	698	685,7	564,1	484,7	338,6	128,0	48,8	14,6	15,6	87,7	298,7	518,9	663,4	951,3	79,0	905,3	1913,2	3848,8
84	Kalwang	760	721,1	600,8	540,4	400,4	199,1	73,0	23,1	25,5	123,0	353,7	554,5	687,2	1139,9	121,6	1031,2	2009,1	4301,8
87	Kindberg	561	698,0	571,9	504,7	346,0	120,9	34,4	7,1	11,5	86,7	301,8	521,4	666,5	971,6	53,0	909,9	1936,4	3870,9
90	Kirchberg-Grafendorf	455	652,3	533,1	455,7	290,8	87,3	15,6	1,2	3,1	57,0	267,8	484,3	609,8	833,8	19,9	809,1	1795,2	3458,0
95	Kleinsölk	1005	678,8	591,1	545,9	420,9	221,8	114,8	53,7	56,9	164,4	364,1	541,2	655,9	1188,6	225,4	1069,7	1925,8	4409,5
101	Krippenstein	2050	778,3	726,4	741,6	643,9	500,8	388,9	301,8	283,8	388,9	511,2	661,1	749,3	1886,3	974,5	1561,2	2254,0	6676,0
103	Lassnitzhöhe	527	637,4	522,0	438,2	273,6	82,9	16,2	1,5	4,3	48,2	243,2	469,2	599,2	794,7	22,0	760,6	1758,6	3335,9
104	Leibnitz	273	658,8	530,2	431,2	248,7	51,5	4,8	0,6	1,1	33,0	231,4	472,7	620,9	731,4	6,5	737,1	1809,9	3284,9
112	Löbming	414	659,3	545,5	472,2	312,6	94,9	13,8	2,3	5,0	65,9	282,4	493,3	626,5	879,7	21,1	841,6	1831,3	3573,7
116	Mariazell	865	672,4	589,8	550,7	423,2	218,9	104,9	41,2	40,8	155,0	342,5	532,2	650,8	1192,8	186,9	1029,7	1913,0	4322,4
126	Mürzzuschlag	758	709,8	594,7	539,3	398,6	188,7	66,7	16,7	23,4	128,1	347,4	547,8	687,9	1126,6	106,8	1023,3	1992,4	4249,1
132	Neumarkt	835	721,8	601,5	539,8	407,8	199,4	68,1	20,3	22,2	134,2	362,6	548,8	683,3	1147,0	110,6	1045,6	2006,6	4309,8
138	Oberwölz	827	701,2	576,1	513,0	382,2	173,5	55,1	12,7	17,1	110,2	331,4	527,1	669,4	1068,7	84,9	968,7	1946,7	4069,0
139	Oberzeiring	933	701,6	595,1	543,1	414,5	225,7	91,4	35,0	36,5	148,9	366,0	543,0	671,0	1183,3	162,9	1057,9	1967,7	4371,8
155	Pusterwald	1072	737,7	637,2	590,6	461,4	295,5	146,2	59,8	68,1	209,1	407,4	572,7	708,2	1347,5	274,1	1189,2	2083,1	4893,9
161	Rechberg	926	676,5	583,0	537,0	397,1	196,2	78,0	23,4	27,0	132,4	343,1	526,5	645,0	1130,3	128,4	1002,0	1904,5	4165,2
169	Rohrmoos	1078	718,3	626,3	584,2	451,7	259,0	127,5	60,3	59,6	187,0	402,6	582,2	704,0	1294,9	247,4	1171,8	2048,6	4762,7
173	Schöckl	1436	719,6	657,9	643,9	519,7	349,5	217,5	123,1	134,1	268,8	440,4	585,7	683,0	1513,1	474,7	1294,9	2060,5	5343,2
176	Seckau	855	703,1	590,8	526,4	395,1	182,8	60,1	15,6	19,9	120,0	347,6	538,3	674,7	1104,3	95,6	1005,9	1968,6	4174,4
183	Sonnblick	3105	980,2	907,1	952,8	843,2	719,3	607,3	548,0	542,8	611,4	729,6	846,0	943,6	2515,3	1698,1	2187,0	2830,9	9231,3
191	St.Michael b.Leoben	565	741,9	590,5	506,2	362,5	151,3	45,5	9,8	16,4	98,9	325,3	538,2	692,7	1020,0	71,7	962,4	2025,1	4079,2
195	St.Radegund	725	635,6	539,3	478,0	326,5	126,1	35,6	5,4	8,2	87,4	283,3	479,1	595,0	930,6	49,2	849,8	1769,9	3599,5
198	Stolzalpe	1293	693,3	607,4	577,2	462,2	280,4	140,5	57,4	60,8	182,5	390,7	560,7	667,6	1319,8	258,7	1133,9	1968,3	4680,7
214	Villacher Alpe	2140	803,4	744,0	761,1	661,7	530,2	401,4	315,3	301,6	420,0	551,9	677,7	769,3	1953,0	1018,3	1649,6	2316,7	6937,6
223	Weiz	465	631,7	517,2	438,3	271,6	71,2	10,7	0,6	2,1	45,0	246,1	467,2	593,6	781,1	13,4	758,3	1742,5	3295,3
225	Wiel	928	638,5	562,1	519,8	382,4	193,6	76,8	21,7	28,9	124,9	320,7	498,1	602,0	1095,8	127,4	943,7	1802,6	3969,5
232	Zeltweg	670	750,8	599,6	513,2	365,8	152,4	41,7	8,5	13,2	98,8	329,4	543,6	706,5	1031,4	63,4	971,8	2056,9	4123,5

Tabelle 2.18.1: Durchschnittliche Heizgradsumme aller Stationen.

Periode 1971 bis 2000



2.29 Durchschnittliches Eintrittsdatum des ersten Heiztages

Wie schon bei der Dauer der Heizperiode bemerkt, ist das durchschnittliche Datum des Beginns der Heizperiode weder das „endgültige“, noch in allen Jahren zur gleichen Zeit auftretend. Bei den Klimafaktoren ist wieder die Seehöhe der dominierende Faktor, gefolgt vom Gelände und der Geographischen Breite.

Entscheidend ist die Seehöhe

Entscheidender Klimafaktor für den Beginn der Heizperiode (Datum des ersten Heiztages) ist wieder die Seehöhe. Die Beziehung zwischen Beginn der Heizperiode und Seehöhe sowie Ende der Heizperiode und Seehöhe wird in der Abb. 2.29.1 für alle Stationen bis zur Höhe des Schöckls dargestellt. Die regelhafte Verspätung des Endes bzw. „Verfrühung“ des Beginns mit zunehmender Seehöhe wird dabei als dominante Struktur erkennbar, die Abweichungen von einer Ausgleichslinie, d.h. einem Durchschnittsdatum ergeben sich als Wirkungen der sonstigen Klimafaktoren, besonders des Geländes und der Geographischen Lage (Nord-Süd-Unterschied). Beispiele für die Abweichung vom Landesdurchschnitt der jeweiligen Seehöhe werden unten angegeben.

Thermisch bevorzugtes Alpenvorland

Im Durchschnitt der gesamten Steiermark stellt sich das Datum des ersten Heiztages bis 1400 m Höhe um 4,4 Tage pro 100 m Höhenzunahme früher ein. Reduziert man mit diesem Gradienten das Eintrittsdatum auf ein Niveau von 500 m, dann erhält man als mittleres Datum für den Beginn der Heizperiode den 16. September. Demgegenüber erfolgt der Eintritt im Norden durchschnittlich um 4,4 Tage früher, im Murtal um 0,4 Tage früher und im Gesamtsüden um 2,9 Tage später, im Mittel der Vorlandstationen mit Lage über den Talböden sogar um 6,6 Tage später als im Landesdurchschnitt.

Positive und negative Abweichungen

Die größte Abweichung vom Durchschnitt der jeweiligen Seehöhe in Richtung früherer Eintrittszeit in Tagen haben Bad Mitterndorf mit 8, Aigen und Pusterwald mit 7, sowie Admont, Bad Aussee, Kalwang, Mariazell und Birkfeld mit 6 Tagen. Die größte Verspätung haben Deutschlandsberg mit 9, Graz-Universität mit 8, sowie Weiz und St. Radegund mit 7 Tagen.

In der Tabelle 2.29.1 ist der durchschnittliche Beginn der Heizperiode aller Stationen dargestellt.

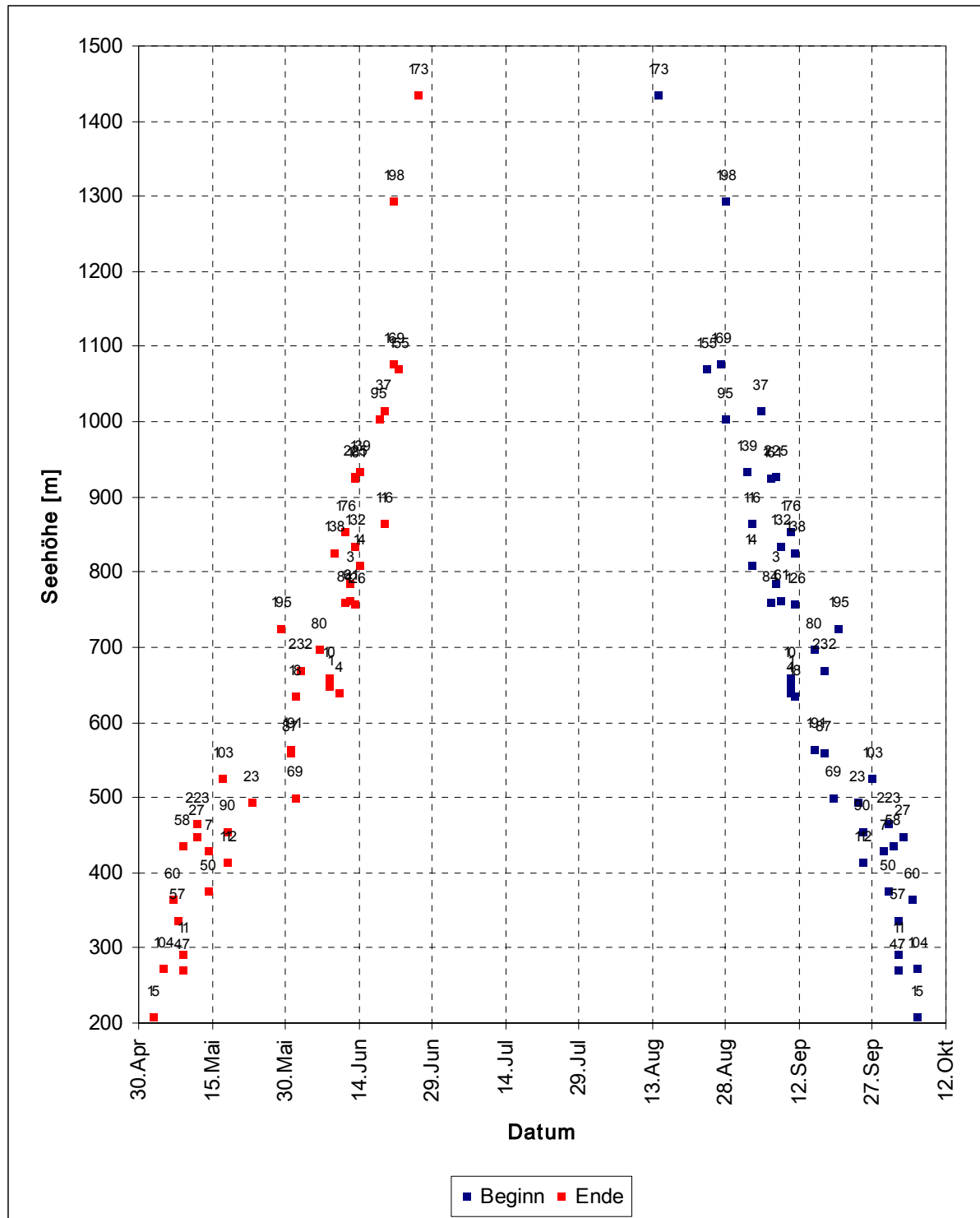


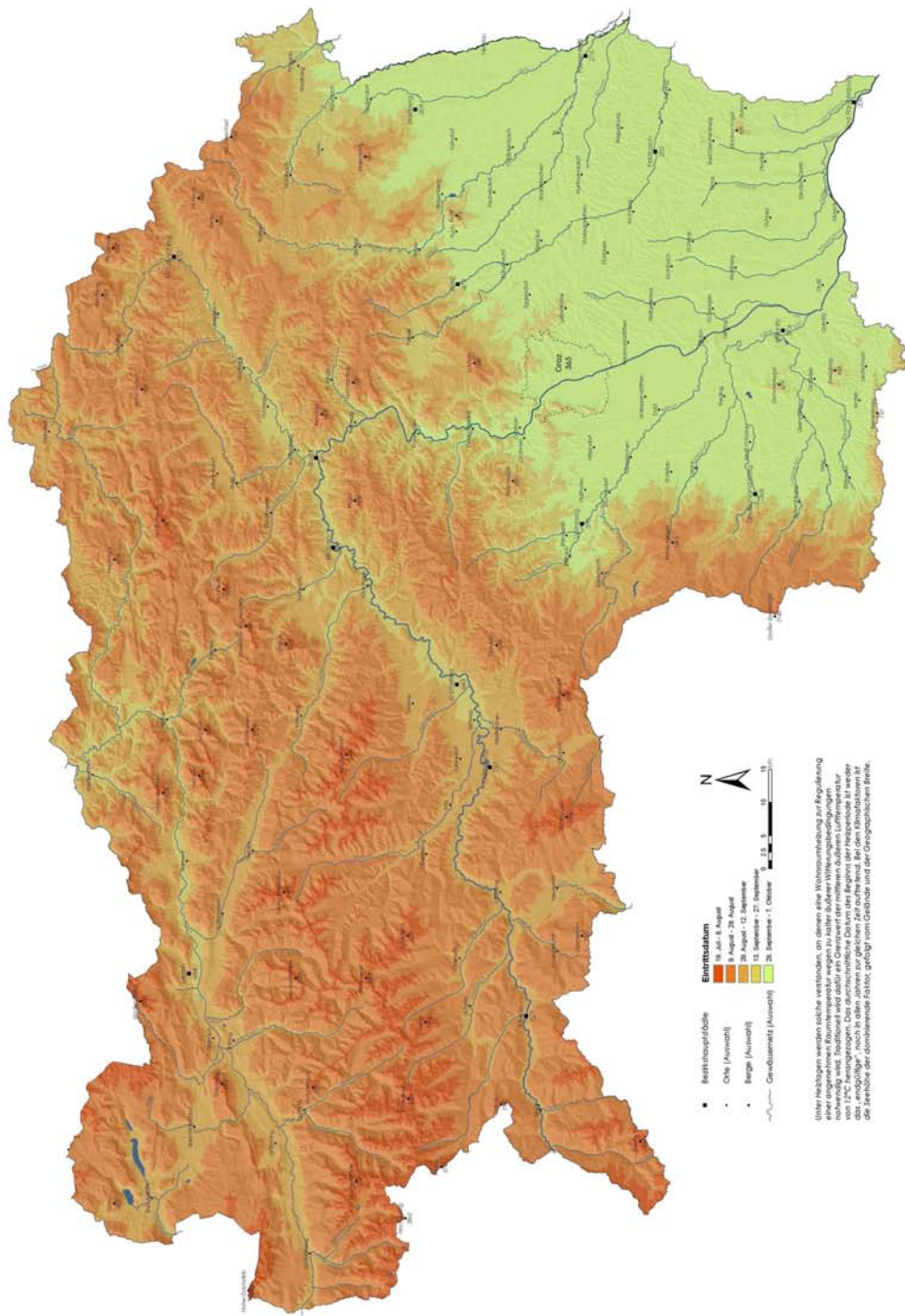
Abbildung 2.29.1: Durchschnittlicher Beginn und durchschnittliches Ende der Heizperiode.

Nr.	Name	sh [m]	Beginn	Dauer	Ende	Beginn (frühester)	Ende (spätester)
1	Admont	648	10.Sep	271	8.Jun	3.Aug	29.Jun
3	Aflenz	785	7.Sep	278	12.Jun	3.Aug	29.Jun
4	Aigen/Ennstal	640	10.Sep	273	10.Jun	3.Aug	29.Jun
7	Altenberg/Hartberg	429	29.Sep	227	14.Mai	31.Aug	13.Jun
10	Bad Aussee	660	10.Sep	271	8.Jun	3.Aug	30.Jun
11	Bad Gleichenberg	293	2.Okt	219	9.Mai	9.Sep	6.Jun
14	Bad Mitterndorf	810	2.Sep	285	14.Jun	3.Aug	29.Jun
15	Bad Radkersburg	208	6.Okt	209	3.Mai	9.Sep	7.Jun
18	Birkfeld	635	11.Sep	263	1.Jun	3.Aug	27.Jun
23	Bruck/Mur	493	24.Sep	241	23.Mai	10.Aug	27.Jun
27	Deutschlandsberg	448	3.Okt	221	12.Mai	31.Aug	7.Jun
37	Fischbach	1015	4.Sep	288	19.Jun	3.Aug	30.Jun
47	Fürstenfeld	271	2.Okt	219	9.Mai	6.Sep	7.Jun
50	Gleisdorf	375	30.Sep	226	14.Mai	31.Aug	7.Jun
57	Graz-Flughafen	337	2.Okt	218	8.Mai	9.Sep	7.Jun
58	Graz-Messendorfberg	435	1.Okt	220	9.Mai	6.Sep	13.Jun
60	Graz-Universität	366	5.Okt	214	7.Mai	10.Sep	7.Jun
61	Gröbming	763	8.Sep	277	12.Jun	3.Aug	29.Jun
69	Hieflau	500	19.Sep	255	1.Jun	3.Aug	29.Jun
80	Irdning-Gumpenstein	698	15.Sep	264	6.Jun	3.Aug	29.Jun
84	Kalwang	760	6.Sep	278	11.Jun	3.Aug	29.Jun
87	Kindberg	561	17.Sep	256	31.Mai	3.Aug	27.Jun
90	Kirchberg-Grafendorf	455	25.Sep	235	18.Mai	31.Aug	20.Jun
95	Kleinsölk	1005	28.Aug	294	18.Jun	3.Aug	30.Jun
101	Krippenstein	2050	6.Aug	327	29.Jun	3.Aug	30.Jun
103	Lassnitzhöhe	527	27.Sep	232	17.Mai	31.Aug	13.Jun
104	Leibnitz	273	6.Okt	211	5.Mai	14.Sep	7.Jun
112	Lobming	414	25.Sep	235	18.Mai	31.Aug	13.Jun
116	Mariazell	865	2.Sep	290	19.Jun	3.Aug	29.Jun
126	Mürzzuschlag	758	11.Sep	275	13.Jun	3.Aug	29.Jun
132	Neumarkt	835	8.Sep	278	13.Jun	3.Aug	30.Jun
138	Oberwölz	827	11.Sep	271	9.Jun	3.Aug	29.Jun
139	Oberzeiring	933	1.Sep	286	14.Jun	3.Aug	30.Jun
155	Pusterwald	1072	24.Aug	302	22.Jun	3.Aug	30.Jun
161	Rechberg	926	6.Sep	280	13.Jun	3.Aug	29.Jun
169	Rohrmoos	1078	27.Aug	298	21.Jun	3.Aug	30.Jun
173	Schöckl	1436	14.Aug	316	26.Jun	3.Aug	30.Jun
176	Seckau	855	10.Sep	274	11.Jun	3.Aug	29.Jun
183	Sonnblick	3105	-	365	-	-	-
191	St.Michael b.Leoben	565	15.Sep	258	31.Mai	3.Aug	29.Jun
195	St.Radegund	725	20.Sep	251	29.Mai	7.Aug	20.Jun
198	Stolzalpe	1293	28.Aug	297	21.Jun	3.Aug	30.Jun
214	Villacher Alpe	2140	5.Aug	329	30.Jun	3.Aug	30.Jun
223	Weiz	465	30.Sep	224	12.Mai	31.Aug	20.Jun
225	Wiel	928	7.Sep	279	13.Jun	3.Aug	30.Jun
232	Zeltweg	670	17.Sep	258	2.Jun	3.Aug	29.Jun

Tabelle 2.29.1: Durchschnittlicher Beginn und durchschnittliches Ende der Heizperiode aller Stationen.

2.29 Durchschnittliches Eintrittsdatum des ersten Heiztages

Periode 1971 bis 2000



Datengrundlage: DWD, Hydrographisches Dienst
Klimatologische Dienstleistungen, BfV
Klimatologische Dienstleistungen, BfV
Angewandte Geographie, A. Pichler

2 TEMPERATUR

KLIMAAATLAS STEIERMARK

2.30 Durchschnittliches Eintrittsdatum des letzten Heiztages

Das Ende der Heizperiode (im Spätfrühling bzw. Frühsommer) verändert sich mehr oder weniger symmetrisch zum Beginn im Herbst. Dabei verspätet sich das Ende der Heizperiode im Landesdurchschnitt in den unteren beiden Schichten (bis 1000 m) bei 100 m Höhenzunahme um 5,3 Tage, also etwas rascher als im Herbst, was mit der Vorstellung allgemein steilerer Temperaturgradienten im Frühjahr/Frühsommer gegenüber dem Herbst gut übereinstimmt.

Die Beziehung zwischen dem Datum des Endes der Heizperiode und der Seehöhe wird ebenfalls in der Abb. 2.29.1 dargestellt.

Reduziert man mit diesem Gradienten das Eintrittsdatum des letzten Heiztages auf ein Niveau von 500 m, dann erhält man als durchschnittliches Datum des Endes der Heizperiode für die gesamte Steiermark den 23. Mai. Demgegenüber endet die Heizperiode im Norden durchschnittlich um 6,5 Tage später, im Murtal um einen Tag später und im Gesamtsüden um 4,6 Tage früher als im Landesdurchschnitt, im Mittel der Vorlandstationen in besonderer Gunstlage sogar um 7,7 Tage später als im Landesdurchschnitt.

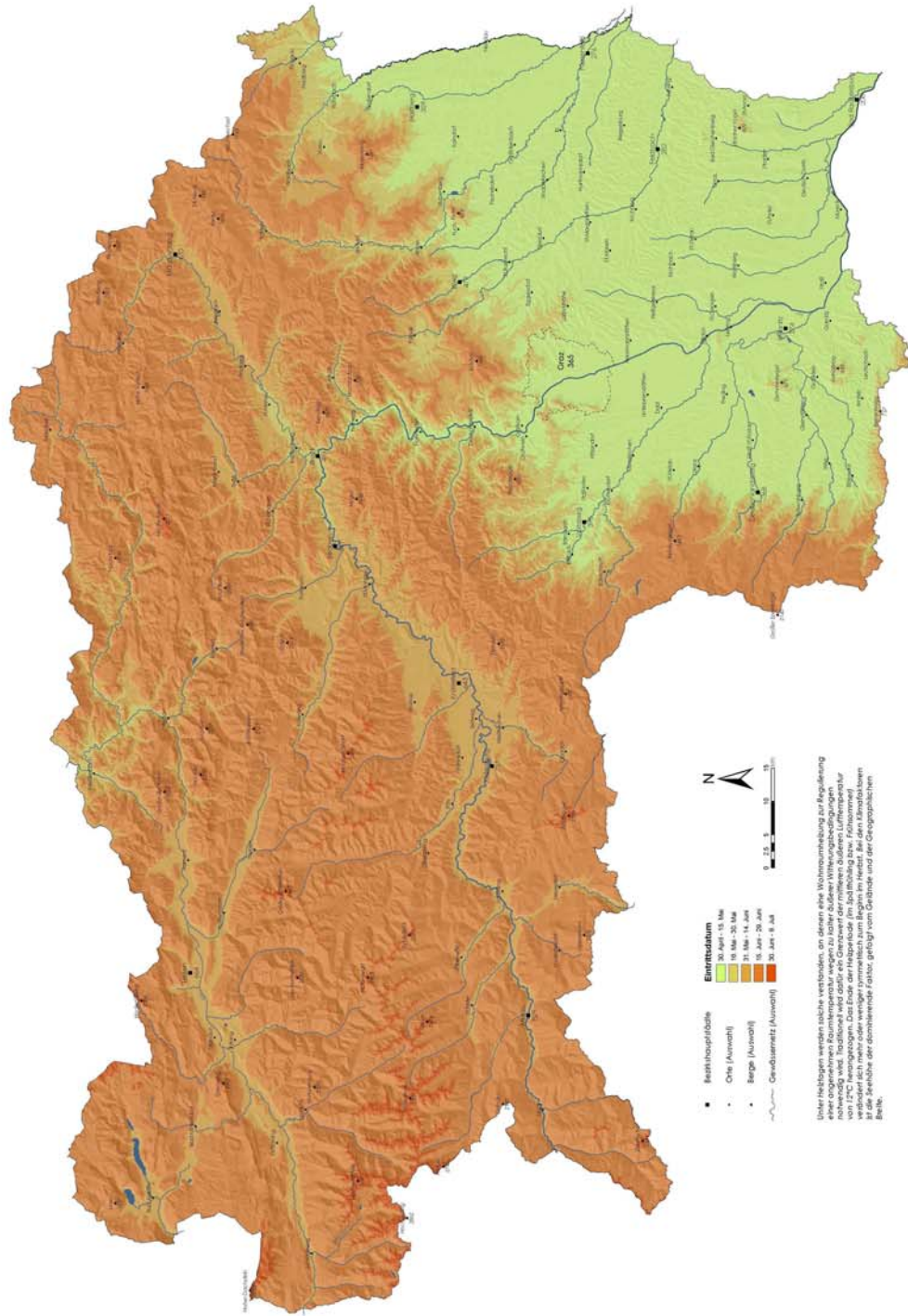
Nord- Süd- Differenz bis zu 2 Wochen

Die Stationen mit der größten Verspätung gegenüber dem Durchschnitt der entsprechenden Seehöhe in Tagen sind Aigen mit 11, Hieflau mit 9, Admont und Mariazell mit 8, sowie Bad Aussee und Mürzzuschlag mit 7 Tagen. Die Stationen mit den größten Abweichungen in Richtung früherer Eintrittszeiten sind Messendorfberg mit 11, Graz-Universität und Weiz mit 9, Deutschlandsberg mit 8, Lassnitzhöhe mit 7 sowie Leibnitz, Thalerhof und St. Radegund mit 6 Tagen.

In der Tabelle 2.29.1 ist das durchschnittliche Ende der Heizperiode aller Stationen dargestellt.

2.30 Durchschnittliches Eintrittsdatum des letzten Heiztages

Periode 1971 bis 2000



2 TEMPERATUR

KLIMAAATLAS STEIERMARK

2.31 Durchschnittliche Temperaturänderung vom Früh- zum Mittelherbst (September und Oktober)

Die Temperaturabnahme zwischen September und Oktober ist nur ein kurzer Ausschnitt aus dem gesamten Jahresgang der Temperatur und erfasst dabei neben der Abnahme vom Oktober zum November den Abschnitt mit einer der stärksten Temperaturabnahmen innerhalb eines Monats.

„Normaler“ Jahresgang der Temperatur

Diese Abnahme ist nur im Zusammenhang mit dem allgemeinen Jahresgang und der Jahresschwankung der Temperatur zu sehen. Beim Jahresgang liegt die Steiermark innerhalb des schwach kontinentalen Gebietes bzw. im Übergangsgebiet zwischen maritim getöntem Klima und kontinentalem Klima der gemäßigten Breiten mit „normalem“ Jahresgang der Temperatur, was bedeutet, dass die Monate mit der wärmsten bzw. kältesten Temperatur jene nach dem Sonnenhöchst- und Tiefststand sind, also Juli und Jänner.

Verzögerung des Temperaturganges bei maritimen Einflüssen

In den maritimeren Klimaten verzögert sich der Temperaturgang so weit, dass schließlich die Monate August und Februar zu den Extremmonaten werden (auch auf dem Sonnblick sind Jänner und Februar bzw. Juli und August praktisch gleich temperiert), unter besonderen Bedingungen mit kalten Meeresströmungen (z.B. Kanarenstrom) wird der September zum wärmsten Monat, in der maritimen Subarktis mit stark verzögerter Meereisbildung und –abschmelzung wird der März zum kältesten Monat.

Sinuskurve bei normalem Jahresgang

Normaler Jahresgang bedeutet auch, dass die Temperatur annähernd einer Sinusfunktion mit geringen Unterschieden innerhalb der drei Sommer- und Wintermonate und starken Unterschieden in den Übergangsjahreszeiten folgt und dass die Monate zwischen Jänner und Juli in jeweils symmetrischer Lage zu diesen beiden Monaten so gut wie die gleiche Temperatur aufweisen. Vereinfacht ist also der Februar gleich temperiert wie der Dezember, der März gleich wie der November usw. Die weiteren Paare sind der April – Oktober, Mai – September und Juni – August. (siehe dazu die Abb. 2.14.1 und 2.14.2).

Klimaänderung

Abweichungen von dieser Regel liegen nur im Bereich von Zehntelgraden bzw. sind von den Eigenheiten der jeweiligen Beobachtungsperiode abhängig, aber nicht wirklich wesentlich. Einzig der August erweist sich regelhaft etwas wärmer als der Juni, im Zuge der aktuellen Klimaänderung ist auch der Februar deutlich wärmer geworden als der Dezember.

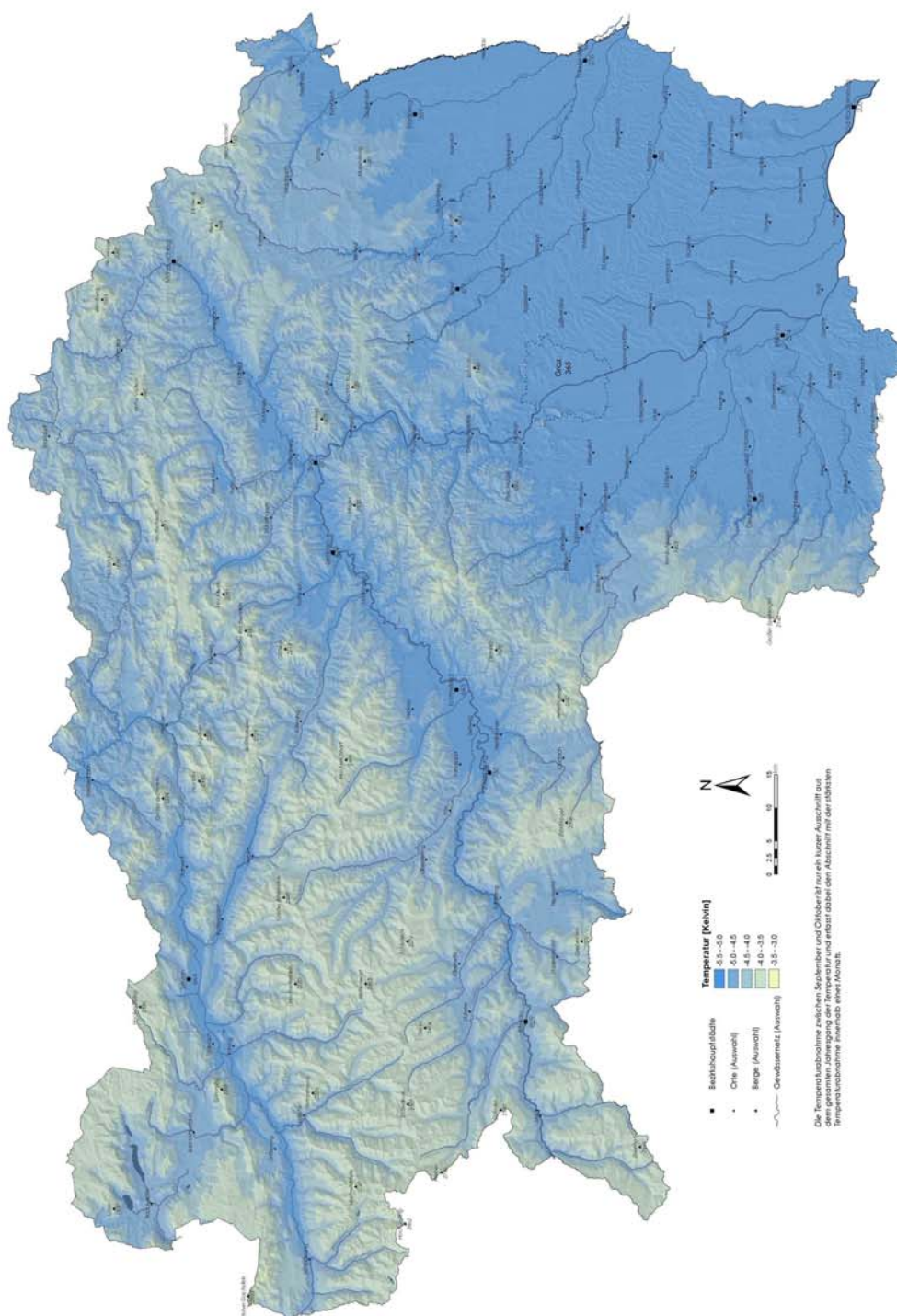
Kontinental- maritime Unterschiede

Temperaturvergleiche zwischen den symmetrisch liegenden Monaten eignen sich auch gut zur Beschreibung des Maßes der Kontinentalität bzw. Maritimität, wobei das am besten geeignete Monatspaar jenes mit April und Oktober ist, welche im südöstlichen Vorland und in den inneralpinen Beckenlagen gleich temperiert sein sollten, wobei bei größerer Kontinentalität der April etwas wärmer ist, mit zunehmender Höhe aber der Temperaturvorsprung des Oktobers gegenüber dem April anwächst und schließlich im 3000 Meter-Niveau etwa 4,5 K beträgt.

Die Temperaturänderung vom Früh zum Mittelherbst spiegelt also im wesentlichen die Kontinentalität bzw. die Größe der Jahresschwankung wider (siehe dort) und läuft mit dieser weitgehend parallel. Die höchsten Werte liegen erwartungsgemäß im Talbodenbereich des Vorlandes, gefolgt von jenen der inneralpinen Becken; die geringsten liegen in größerer Höhe, wobei sich die Temperaturabnahme zwischen September und Oktober mit wachsender Seehöhe im Durchschnitt der gesamten Steiermark bis 1400 m Höhe nur um $0,12 \text{ K hm}^{-1}$ verringert.

2.31 Durchschnittliche Temperaturänderung vom Früh- zum Mittelherbst Periode 1971 bis 2000

KLIMAAATLAS STEIERMARK



Datengrundlage: DWD, Interpolierte DWD
Temperaturwerte
Temperatur- und Niederschlagsdaten
Regelungsdienst der DWD

2 TEMPERATUR

2.32 Durchschnittliche Temperaturänderung vom Spätherbst zum Frühwinter (November und Dezember)

Die Abkühlung vom Spätherbst zum Frühwinter ist im Sinne der Ähnlichkeit des Jahresgangs der Temperatur mit einer Sinuskurve bereits deutlich geringer als die Abkühlung vom Frühherbst zum Mittelherbst, folgt aber den selben Regeln wie jene (siehe dort). Im Sinne der größeren Winterkälte in den inneralpinen Lagen gegenüber dem Vorland ist nun die Abkühlung in den inneralpinen Becken etwas größer als im außeralpinen Bereich.

Die Abnahme des Abkühlungsbetrages mit wachsender Seehöhe beträgt im Durchschnitt der gesamten Steiermark nur $0,16 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$.

Periode 1971 bis 2000



2.33 Durchschnittliche Temperaturänderung vom Hoch- zum Spätwinter (Jänner und März)

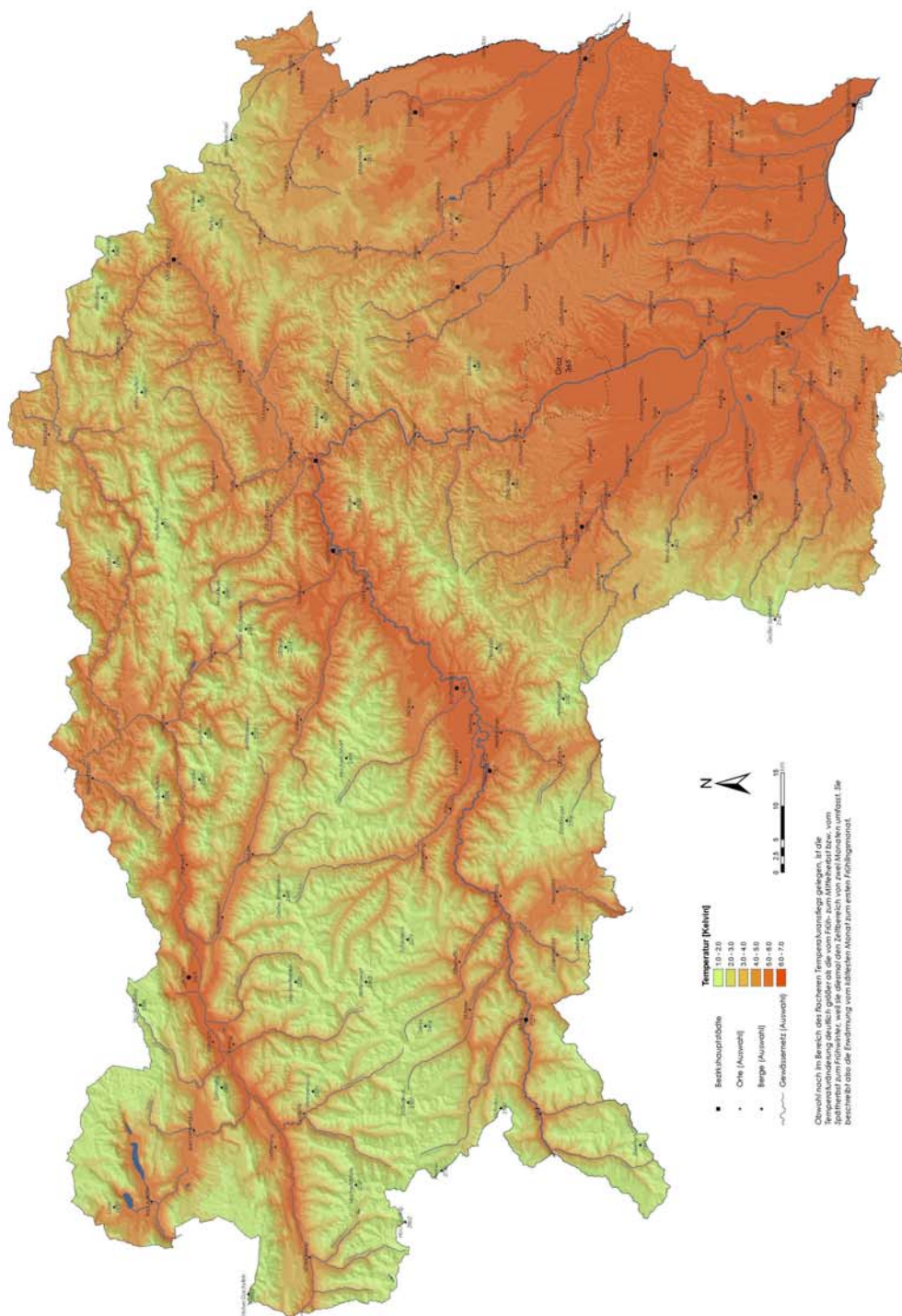
Besonders rasche Erwärmung in den Niederungen

Obwohl noch im Bereich des flacheren Temperaturanstiegs gelegen, ist die Temperaturänderung deutlich größer als die der beiden letzten Karten, weil sie diesmal den Zeitbereich von zwei Monaten umfasst. Sie beschreibt also die Erwärmung vom kältesten Monat zum ersten Frühlingsmonat, wobei sich die Erwärmungsbeträge neben der üblichen Gesetzmäßigkeit (siehe Änderung vom Früh- zum Mittelherbst!) vor allem an der Verteilung der Wintertemperaturen orientieren. Dadurch ergibt sich in den inneralpinen Beckenlagen örtlich ein größerer Erwärmungsbetrag gegenüber den außeralpinen Lagen.

Die Abnahme dieses Erwärmungsbetrages mit zunehmender Höhe beträgt im Durchschnitt der gesamten Steiermark bis 1400 m Höhe $0,4 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$.

2.33 Durchschnittliche Temperaturänderung vom Hoch- zum Spätwinter Periode 1971 bis 2000

KLIMAAATLAS STEIERMARK



Datenquelle: DWD, meteorologische Dienst
 Klimadaten und Klimaforschung (DWD),
 Regionaler Klimadienst (RKD)

2 TEMPERATUR

2.34 Durchschnittliche Temperaturänderung vom Frühjahr zum Frühsommer (April und Juni)

Unbedeutende regionale und vertikale Unterschiede

Die Erwärmung im Spätfrühling über den Zeitbereich von zwei Monaten bringt erwartungsgemäß die größten Änderungsbeträge von allen drei Karten, aber erstaunlicherweise nur unbedeutende regionale und auch vertikale Unterschiede, da zwar allgemein die Jahresschwankung mit zunehmender Seehöhe abnimmt, diese Abnahme sich aber recht unterschiedlich auf die Jahreszeiten verteilt.

Man hat das so zu verstehen, dass von Jänner bis April, d.h. in der Zeit der viel rascheren Erwärmung in den Niederungen die allgemeine Erwärmung wegen der noch zu stabilen Luftschichtung (kleine Gradienten) nicht in ihrem gesamten Ausmaß in die Höhenlagen transferiert werden kann und dadurch auch die Temperaturgradienten bis zu einem Maximum im April zunehmen, in dem normalerweise der größte vertikale Temperaturunterschied erreicht wird. In den Folgemonaten wird aber bei großen Temperaturgradienten und relativ labiler Luftschichtung die weitere Erwärmung viel wirksamer auch auf die Höhenlagen übertragen, wobei dann durch den latenten Wärmestrom (Verdunstung unten und Kondensation oben) die weitere Erwärmung oben sogar etwas rascher erfolgt als unten und auch etwas länger dauert.

Diese Verhältnisse werden in der Abbildung 2.34.1 am Beispiel der beiden Stationen Zeltweg und Sonnblick dargestellt. An der Tal-Beckenstation Zeltweg (rote Linie) ergibt sich die stärkste Abkühlung mit 6,1 K vom Oktober zum November, die stärkste Erwärmung erfolgt vom April zum Mai mit 5,2 K gefolgt von jener vom Februar zum März mit 4,7 K. Dass der normalerweise größte Erwärmungsbetrag vom März zum April mit 4,0 K hinter den beiden anderen etwas zurückbleibt, ist wohl eine Eigenheit des Beobachtungszeitraums.

An der hochalpinen Station Sonnblick (blaue Linie) erfolgt die stärkste Abkühlung ebenfalls vom Oktober zum November (4,6 K), die stärkste Erwärmung ganz eindeutig mit 5,0 K vom April zum Mai. Entscheidend ist aber, dass die Erwärmung zwischen Jänner und April mit insgesamt 11,4 K in Zeltweg weit stärker ist als auf dem Sonnblick mit nur 3,3 K. Demgegenüber beträgt die Erwärmung in Zeltweg vom April bis zum Juli nur mehr 10,3 K, auf dem Sonnblick aber 10,5 K.

Damit ist der Erwärmungsbetrag im Hochgebirge vom Hochwinter bis zum Mittelfrühling viel geringer als in den Niederungen, vom April bis zum Juli aber sogar etwas größer als unten. Solcherart wird die unterschiedliche Jahresschwankung nur durch das abweichende Temperaturverhalten zwischen Hochwinter und Mittelfrühling, aber nicht durch die folgende Veränderung bewirkt.

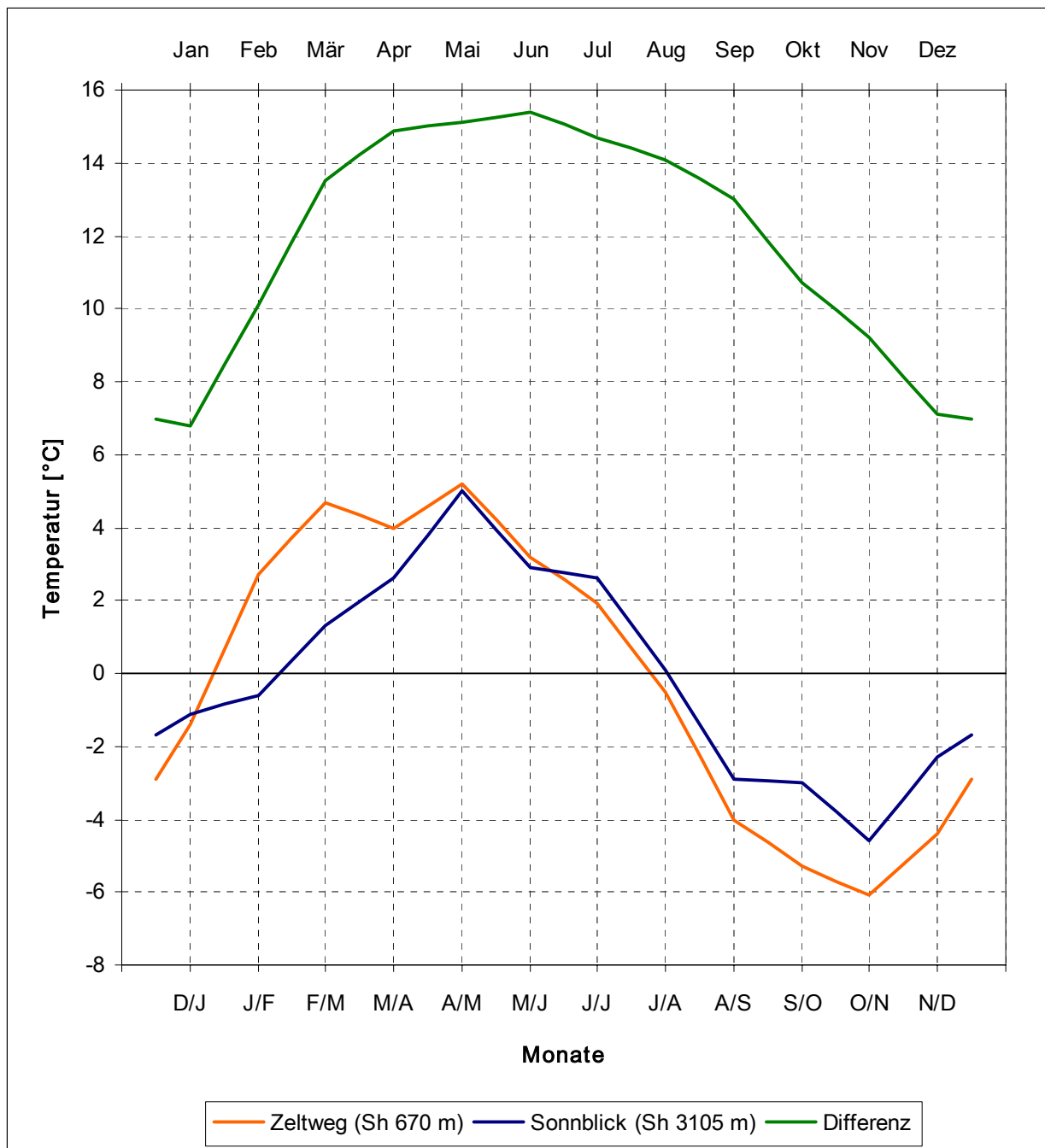


Abbildung 2.34.1: Durchschnittliche Temperaturänderungen von einem Monat zum nächsten und Temperaturdifferenz Zeltweg - Sonnblick

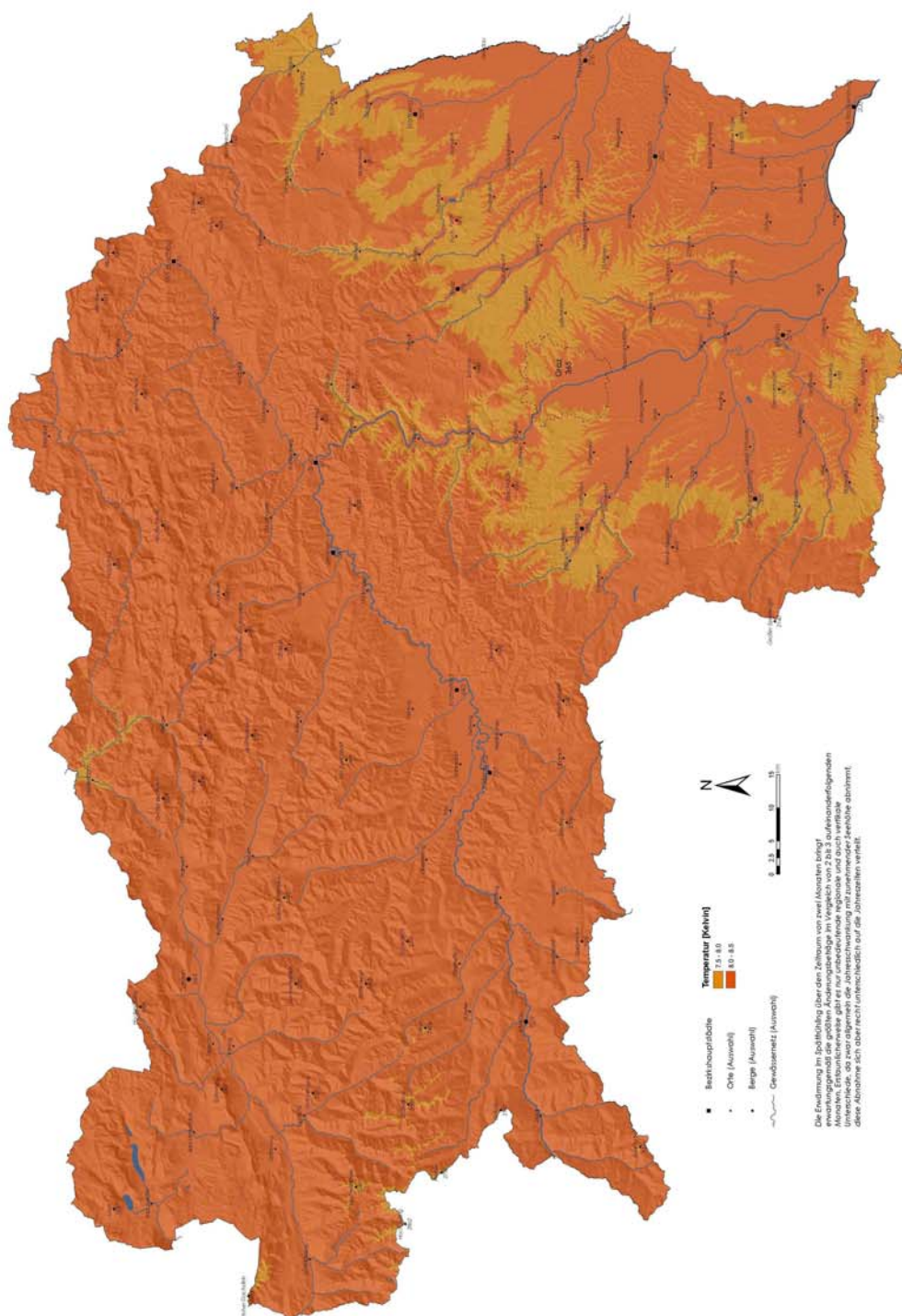
Keine interpretierbaren regionalen Unterschiede

Der Zeitraum von April bis Juni liegt also im Übergangsbereich zwischen verzögerter und beschleunigter Erwärmung im Hochgebirge, wodurch sich die unterschiedlichen Strukturen zwischen Niederungen und Hochgebirge weitgehend ausgleichen und die Karte eigentlich keine interpretierbaren regionalen Unterschiede mehr wiedergeben kann. Die Temperaturzunahme zwischen diesen beiden Monaten ist mit 8,4 K in Zeltweg und 7,9 K auf dem Sonnblick somit in allen Höhenlagen weitgehend gleich.

Die in der Karte noch erkennbaren geringfügigen Differenzen zwischen den einzelnen Erwärmungsbeträgen liegen im „statistischen Rauschen“, d.h. entstehen durch die verschiedenen Umstände der Stationsaufstellung und –umgebung, durch den Einfluss des Geländes und schließlich durch die Besonderheiten des zugrunde gelegten Beobachtungszeitraums und sind zu klein um kausale Abhängigkeiten herleiten bzw. regionale Unterschiede sinnvoll kartographisch abbilden zu können.

In der Abbildung 2.34.1 wird auch die Temperaturdifferenz zwischen Zeltweg und Sonnblick (grüne Linie) dargestellt. Sie erreicht ihr Maximum mit durchschnittlich 15,1 K in den Monaten April bis Juni (im Juni allein 15,4 K), wobei sich aus der Höhendifferenz der beiden Stationen (2435 m) für alle Monate der durchschnittliche vertikale Temperaturgradient ableiten lässt. Dieser beträgt beispielsweise im Jänner nur $2,8 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$, im Juni dagegen $6,3 \text{ K} \cdot \text{hm}^{-1}$.

2.34 Durchschnittliche Temperaturänderung vom Frühjahr zum Frühsommer Periode 1971 bis 2000



2.35 Durchschnittliche Temperaturänderung vom Hoch- zum Spätsommer (Juli und August)

Ähnliche Änderungsbeträge für alle 3 Monate

Wie schon bei der Karte der Temperaturänderung vom Früh- zum Mittelherbst erwähnt, sind die Temperaturen aller drei Sommermonate nur wenig voneinander abweichend. Die geringsten Unterschiede ergeben sich dabei zwischen Juli und August, welche noch dazu spätestens in 3000 m Höhe ganz verschwinden. Auf dem Sonnblick ist schließlich der Normalwert des August aus dem zugrunde gelegten Beobachtungszeitraum schon um 0,2 K wärmer als jener des Juli.

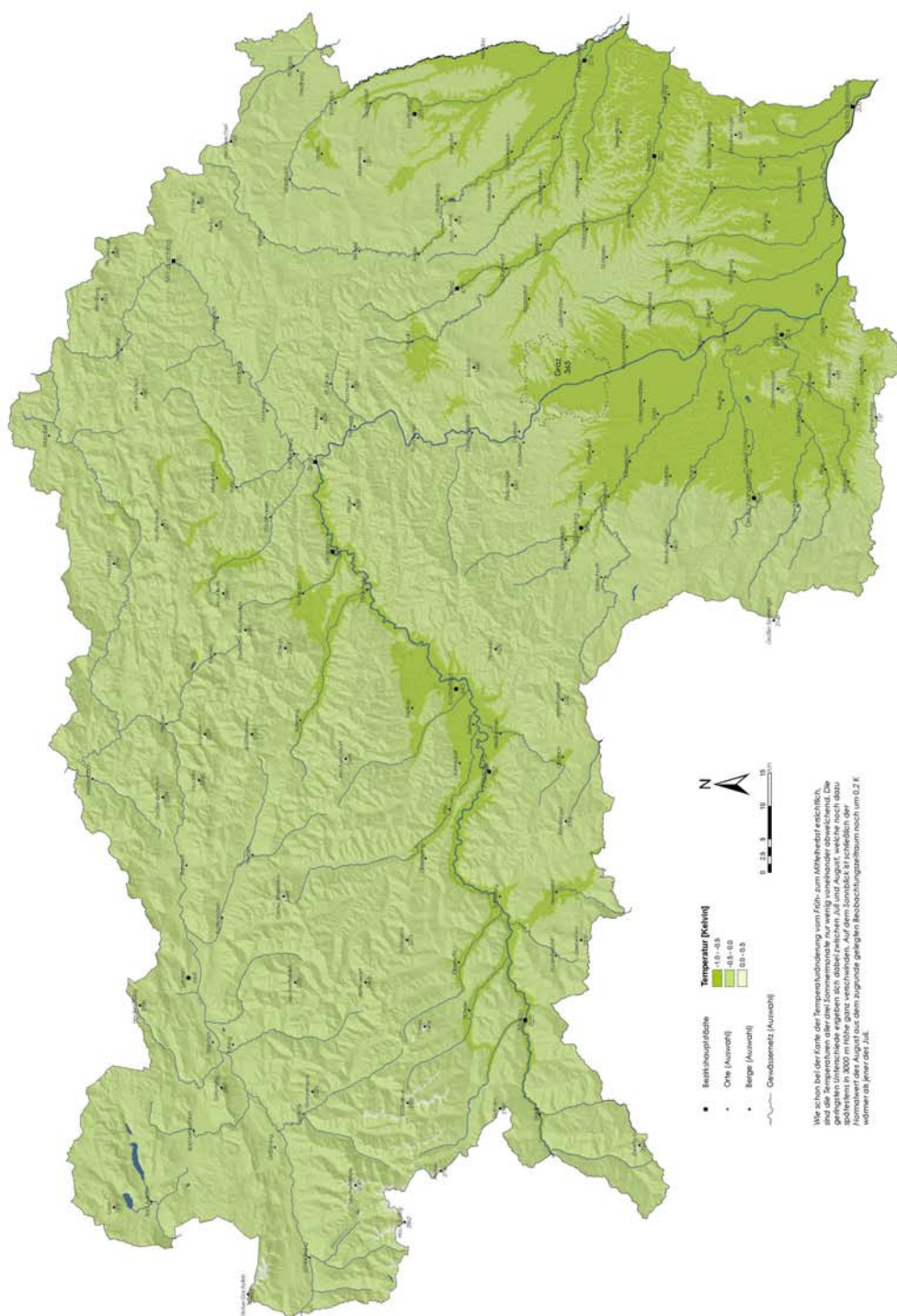
Selbst in den „kontinentalsten“ Gebieten bleibt die Abkühlung vom Juli zu August unter 1 K, wie überhaupt diese beiden Sommermonate auch bezüglich der anderen Klimaelemente recht ähnlich sind. Der Sommer erweist sich also durch fast drei Monate als von weitgehend einheitlichen Temperaturen und Witterungszügen beherrscht.

Im Norden ist der August im Durchschnitt aller Stationen um 0,34 K kühler als der Juli, Im Murtal um 0,46 K und im Süden (Stationen bis 635 m Höhe) schon um 0,55 K kühler. Diese Unterschiede sind aber zu gering, um auf diesem Weg einer größere „Maritimität“ des Nordens oder „Kontinentalität“ des Südens herleiten zu können.

2.35 Durchschnittliche Temperaturänderung vom Hoch- zum Spätsommer

Periode 1971 bis 2000

KLIMAAATLAS STEIERMARK



2 TEMPERATUR

2.36 Ergänzende und weiterführende Literatur

Auer, I., R. Böhm und H. Mohnl, 1989: Klima von Wien - Eine anwendungsorientierte Klimatographie. Beitr. zu Stadtforschung, Stadtplanung und Stadtgestaltung, Bd.20, 270 Seiten

Auer, I., R. Böhm and W. Schöner, 2001: Austrian long-term climate 1767-2000 – Multiple instrumental climate time series from Central Europe. Österr. Beitr. Zur Meteorologie und Geophysik, Heft 25, 147 Seiten plus Daten- und Metadaten- CD

Böhm, R., 1977: Ergebnisse von Temperaturberechnungen an Flußmodellen: Das Abkühlverhalten künstlich erwärmter Flüsse. Arch. Met. Geophy. Biokl., Ser.A, 25, 293-304

Böhm, R., 1992: Lufttemperaturschwankungen in Österreich seit 1775. Österr. Beitr. zu Meteorologie und Geophysik, H.5, 95 Seiten

Böhm, R., 1993: Geschichte der Temperatur. Historicum, Frj.1993, 15-24, Linz

Böhm, R. 1999: Das Klima im Wandel. In: Alpenvereinsjahrbuch Berg-2000, 116-137

Böhm, R. und R. Potzmann, 1999: Systematic climate mapping in complicated terrain – part one: From point information to maps of means (a GIS-supported procedure including quantitative error analysis). ÖGM-bulletin, 99/1, 21-30

Cermak, V., 1994: Climate Change Reconstructed from the Present Subsurface Temperature Field. R. Brazdil (ed.): Contemporary Climatology. Proc. of the Meeting of the Commission on Climatology of the IGU in Brno, 147-154

Dansgaard, W., S.J.Johnsen, H.B.Clausen, D.Dahl-Jensen, N.S.Gundestrup, C.U.Hammer, C.S.Hvidberg, J.P.Steffensen, A.E.Sveinbjörnsdottir, J.Jouzel and G.Bond, 1993: Evidence for general instability of past climate from 250-kyr ice-core record. Nature, Vol.364, 17.July, 218-220

Hydrographischer Dienst in Österreich, 1994: Die Wassertemperaturen in Österreich im Zeitraum 1981-1990. Beiträge zur Hydrographie Österreichs, H. 56, Hydrographisches Zentralbüro im Bmfluf., Wien

Nilsson, T., 1983: The Pleistocene - Geology and life in the quaternary ice age. Verl.Enke, Stuttgart, 651 Seiten

Van Husen, D., 1987: Die Ostalpen in den Eiszeiten. Populärwissenschaftliche Veröffentlichungen der Geologischen Bundesanstalt, Wien

Wakonigg, H., 1978: Witterung und Klima in der Steiermark. 473 S.