



## Klimatologische Modellverfahren in der österreichischen Bodenschätzung

Otmar Harflinger <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Klima- und Umweltsachverständiger der österreichischen Bodenschätzung, Nußdorfer Straße 90, 1093 Wien*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **83** (3), S. 127–134

1995

BibT<sub>E</sub>X:

```
@ARTICLE{Harflinger_VGI_199512,  
Title = {Klimatologische Modellverfahren in der {"o}sterreichischen Bodensch  
{"a}tzung},  
Author = {Harflinger, Otmar},  
Journal = {VGI -- {"O}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {127--134},  
Number = {3},  
Year = {1995},  
Volume = {83}  
}
```





# Klimatologische Modellverfahren in der österreichischen Bodenschätzung

Otmar Harlfinger, Wien

## Zusammenfassung

Die österreichische Bodenschätzung hat die Aufgabe die natürliche Ertragsfähigkeit der Böden festzustellen. Dazu werden neben detaillierten bodenkundlichen Aspekten auch die Klimaverhältnisse jeder Katastralgemeinde Österreichs nach agrarklimatologischen Gesichtspunkten berücksichtigt. Über die Grundlagen und Verfahrensweisen bei der Klimabearbeitung wird berichtet. Einen tieferen Einblick in die Methodik ermöglicht das Beispiel am Parameter „Wärmesumme“.

## Abstract

The official Austrian soil evaluation has the task to determine the natural fertility of the soil. It is based on detailed soil parameters as well as the climatic conditions of each Austrian local community according agro-climatological aspects. It reports on the bases and methods of climatic evaluation. The parameter of temperature-summation allows a deeper insight into the method used.

## 1. Einleitung

Auf der Grundlage der amtlich erhobenen Klimadaten durch die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, durch den Hydrographischen Dienst und die Umweltschutzabteilungen der Länder wurde für die österreichische Bodenschätzung ein Klimaarchiv aufgebaut, das eine mesoklimatische (= mittlerer klimatischer Maßstab d.h. für Bereiche von einigen Kilometern relevant) Beurteilung für ökologische Zwecke ermöglicht.

Die klimatologischen Daten werden als Punktwerte der Stationen für verschiedene zeitliche Mittelungen, wie z.B. als Tages-, Monats- oder Jahresmittel sowie in Form von Häufigkeits- und Extremwertverteilungen zur Verfügung gestellt. Da diese Rohdaten keine einheitliche Struktur aufweisen, sowie unterschiedliche Zeitreihen und Datenlücken beinhalten, war es primär notwendig, entsprechende Prüf- und Interpolationsverfahren zu entwickeln (siehe Abbildung 1 – Blockschema).

Die Datenprüfung geschieht einerseits über die Berechnung der Standardabweichung sowie über klimagebietsbezogene Höhengradienten. Die so bereinigten Klimadateien werden schließlich durch Interpolationsverfahren zu geschlossenen Datensätzen erweitert, die die Periode 1921–1990 umfassen, wobei der Zeitraum 1961–1990 wesentlich mehr Parameter einschließt.

Um jedoch eine ökologisch relevante Aussage treffen zu können, müssen aus den anfangs wertfreien Klimadaten agrarklimatologische

Kenngößen abgeleitet werden, die die Qualitäten des österreichischen Naturraumes adäquat kennzeichnen. Da jedoch einerseits die Meßdaten der insgesamt etwa 1000 Klimastationen aufgrund der technischen / organisatorischen Einrichtungen nicht ohne weiteres miteinander verglichen werden können, und andererseits die Auswirkungen von meteorologischen Einflußfaktoren auf die Agrarflächen sehr komplex sind, müssen generalisierende Verfahrensweisen angewandt werden.

## 2. Verwendung eines digitalen Geländemodells

Mit der Einführung digitaler Geländemodelle in die Bodenschätzung wurde nunmehr die Grundlage geschaffen, räumliche Verteilungen von Klimakenngrößen unter definierten, nachvollziehbaren Bedingungen festzulegen. Diese Methode bietet den Vorteil, daß aufgrund der Rasterstruktur des DGM beliebige Flächeneinteilungen erzeugt werden können. Die Grenzen des Verfahrens liegen vorwiegend im mikroskaligen (= kleinräumiger klimatischer Maßstab d.h. für Bereiche bis zu einigen hundert Metern relevant) Bereich, da aufgrund nicht verfügbarer Daten in der derzeitigen Anwendung eine Berücksichtigung des Reliefs, der Exposition, Pflanzenbedeckung etc. nicht möglich ist. Geländemodelle sind dennoch objektiver als herkömmliche Methoden, insbesondere für gebirgiges Gelände, wenn auch die Genauigkeit der Aussagen primär von der Güte der Klimadaten und der Zahl der verfügbaren Stationen abhängt [11].

EINMANNBEDIENUNG  
MIT TOTALSTATION  TOPCON AP-L1



Automatische Zielverfolgung Programmierbare Messung  
Tracking Geschwindigkeit 10°/s, das entspricht auf 100m 63,5 km/h  
Ferngesteuerte Meßweite 4m bis 700 m Meßdauer 0,5s bis 3s

Fordern Sie für detaillierte Informationen unser Prospektmaterial an:

Bitte senden Sie mir Informationsmaterial über TOPCON AP-L1:

Fax: 0222/2147571-54  
Tel.: 0222/2147571-53

Name \_\_\_\_\_  
Firma \_\_\_\_\_  
Straße \_\_\_\_\_  
Ort \_\_\_\_\_

**iPECAD**  
Ges.m.b.H. & Co. KG

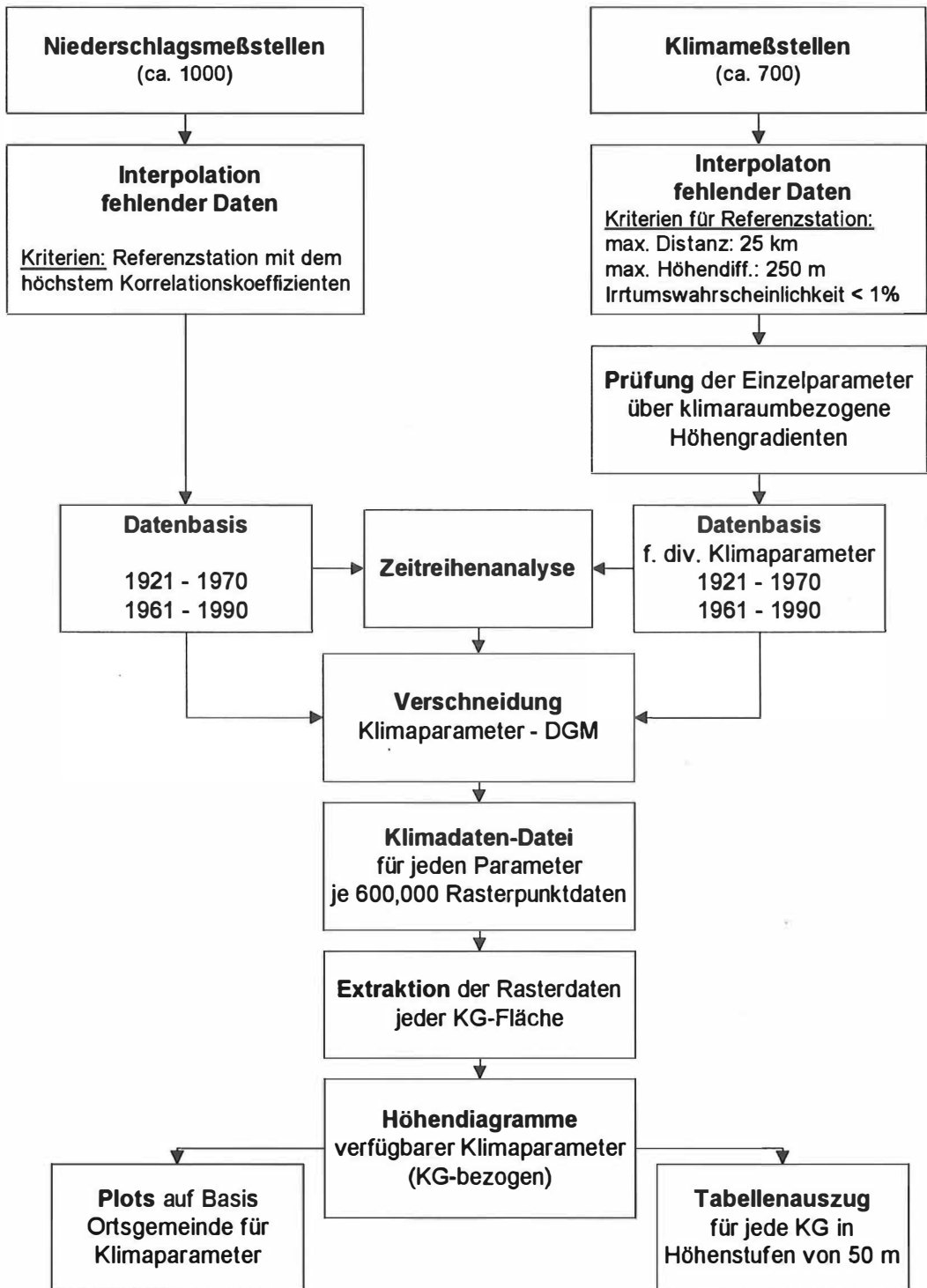


Abb. 1: Blockschema für eine landschaftsbezogene Klimatologie

Das Verfahren basiert auf einem digitalen Geländemodell vom Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft der TU Wien. Es ist ein Rastermodell von Österreich mit einer Maschenweite von 500 m. Als Voraussetzung für bundesweite Berechnungen müssen allerdings alle ortsbezogenen Größen in Lambert'sche konforme Kegelkoordinaten transformiert werden. Es sind dies:

- der Raster der Geländehöhen
- die Lagekoordinaten der Klimameßstellen
- die Begrenzungskoordinaten der auszuwertenden Gebiete

In Verknüpfung mit Berechnungsmethoden zum flächenhaften Abgleich von Stationsmessungen läßt sich damit die räumliche Verteilung von Klimaelementen darstellen [1]. Allerdings ist das Verfahren nur zur Ermittlung von Verteilungen mit einem Zeitschritt von mehr als einem Monat geeignet. Kürzere Zeitschritte unterliegen anderen Gesetzmäßigkeiten und lassen sich mit dieser Methode nicht bearbeiten.

Der verwendete Modellansatz unterscheidet für jedes Klimaelement einen generell von der örtlichen Seehöhe abhängigen Anteil und einen nicht unbeträchtlichen Restanteil, der durch räumliche Interpolation zu bestimmen ist. Umfangreiche Testrechnungen an der TU Wien [1] haben am Beispiel des Niederschlags die grundsätzliche Tauglichkeit der Methode erwiesen. Der Modellansatz erfordert konkret folgende Durchführungsschritte:

- Bestimmung der mittleren Seehöhenabhängigkeit durch Regression; anschließende Errechnung der Differenzen zur Regression an den Orten der Beobachtungsstationen
- Bestimmung des seehöhenabhängigen Anteils des Klimaelements in den Rasterpunkten des Netzes aus der Regressionsbeziehung mit Hilfe der Seehöhen der Netzpunkte aus dem Geländemodell
- Berechnung des nichtseehöhenabhängigen Anteils des Klimaelements in den Netzpunkten aus den Werten dieses Anteils an den Stationen (flächenhafter Abgleich über die Gewichtung nach den reziproken Abstandsquadraten)
- Überlagerung des seehöhenabhängigen und des nichtseehöhenabhängigen Anteils in den Netzpunkten zum Gesamtwert des Klimaelements

### 3. Verfügbare Klimaparameter

Zur Zeit liegen von folgenden Klimaparametern Gitterpunktweite vor:

- Monatsmittel und Jahresmittel der Niederschlagsmenge, einschließlich Perzentilenwerte
- Monats- und Jahreswerte der Wärmesumme (Aufsummierung von bestimmten Temperaturwerten), einschließlich Perzentilenwerte
- Jahresmitteltemperatur, einschließlich Perzentilenwerte
- Mittlere 14-Uhr-Temperatur (April – August), einschließlich Perzentilenwerte
- Mittlere Häufigkeit trockener Monate von April–September (Trockenindex)
- Jahresmittelwerte des Ariditäts- und Humiditätsindex (K-Index)
- Wintertemperatur (Dezember–Februar)

Folgende Klimaparameter sind in Vorbereitung:

- Dauer der Vegetationszeit
- Anzahl der Schneedeckentage
- Anzahl der Frosttage
- Globalstrahlung
- potentielle Evapotranspiration (Verdunstung)
- Abkühlungsgröße (Maß für Wärmeentzug)
- Äquivalenttemperatur (Maß für den Wärmehalt der Luft)

## 4. Ergebnisse

Der Aufgabe in der Bodenschätzung entsprechend, sollen die Klimadaten nach Ortsgemeinden und/oder Katastralgemeinden (KG) nach einem einheitlichen Verfahren berechnet werden. Durch Verschneidung mit den Gemeindegrenzen erhält man eine ortsbezogene Datenstruktur von Geländehöhen und div. Klimaparametern, die es ermöglicht, Höhengradienten für jedes Gemeindegebiet getrennt zu errechnen. Als Beispiel dient das Klimadatenblatt für die KG Forchtenau über die Periode 1961–1990 (siehe Tabelle).

Die Umsetzung in graphische Inhalte geschieht mit Hilfe des Regiographprogramms, das eine Österreichdarstellung auf Ortsgemeindenbasis ermöglicht. Zu diesem Zweck wurde als Bezugsgröße für die Klimaparameter die mittlere Seehöhe der Gemeinde gewählt. Diese Vorgehensweise hat den Nachteil, daß im gebirgigen Gelände unterschiedliche mittlere Seehöhen von benachbarten Gemeinden zu Fehlinterpretationen führen können. Andererseits läßt sich in Verbindung mit den Katastralgemeindendaten eine bessere räumliche Zuordnung treffen als dies mit Hilfe von Isolinien möglich wäre.

### 4.1 Beispiel Wärmesumme

Von den bereits vorliegenden Klimakarten soll als Beispiel der Klimaparameter „Wärmesumme“ vorgestellt werden.

# Open your mind to the new reality of GIS Desktop Solutions



Modcenterstraße 14, Block A, 4. Stock  
A-1030 Wien

Tel.: (43)-1-797 35-0  
Fax: (43)-1-797 35-35

**INTERGRAPH**  
Everywhere you look.

## KLIMADATENBLATT für die Katastralgemeinde Forchtenau

Seehöhe	14° C	JT [°C]	WT [°C]	N 1-12	N 4-8	WB 1-12
250 m	20.5	9.8	0.1	656	367	3519
300 m	20.1	9.5	0.0	674	377	3434
350 m	19.7	9.3	-0.2	693	388	3350
400 m	19.3	9.1	-0.4	711	399	3266
450 m	18.9	8.8	-0.5	730	410	3182
500 m	18.5	8.6	-0.7	749	421	3098
550 m	18.1	8.4	-0.9	767	432	3014
600 m	17.7	8.1	-1.0	786	443	2930
650 m	17.3	7.9	-1.2	804	454	2846
700 m	16.9	7.7	-1.4	823	465	2762
750 m	16.5	7.4	-1.5	842	476	2677
Korr	-0.9794	-0.9940	-0.9881	0.9873	0.9951	-0.9963
A	224.73	109.13	9.46	562.62	311.67	3939.11
B	-0.079	-0.046	-0.033	0.372	0.219	-1.682
478 m	18.7	8.7	-0.6	740	416	3136

14° C	14-Uhr-Temperatur (Mittelwert April–August)
JT [°C]	Jahresmitteltemperatur
WT [°C]	Wintertemperatur (Mittelwert Dezember–Februar)
N 1-12	Jahresniederschlagssumme
N 4-8	Niederschlagssumme April–August
WB 1-12	Jahreswärmesumme B
Korr	Korrelationskoeffizient
A	Achsenabschnitt
B	Höhengradient
478 m	Mittlere Seehöhe der KG

*Tabelle: Das Klimadatenblatt für die Katastralgemeinde Forchtenau gibt die aus dem digitalen Geländemodell errechneten Klimadaten in 50 m Höhenstufen an.*

Zur regionalen Differenzierung der thermischen Bedingungen für agrarklimatologische Potentiale hat sich die Wärmesumme als geeignete Kenngröße durchgesetzt, weil die Pflanze die Wetterwirkungen gleichsam aufsummiert [9]. Sie ist ein Maß, das die thermische Mannigfaltigkeit im Jahresverlauf in einer Kennziffer zusammenfassen kann und dennoch eine genügend hohe Aussagenschärfe besitzt, wie die hohen Korrelationskoeffizienten zu phänologischen Phasen und Reifedaten zeigen [6], [7], [2].

Allerdings kann es keine allgemein gültigen Schwellenwerte geben, da Pflanzen sehr unterschiedliche Ansprüche stellen. So benötigt jede Pflanze für ihr Wachstum eine bestimmte Mindesttemperatur, um den Eintritt einer Phase überhaupt auszulösen sowie eine bestimmte Andauer der Mindesttemperatur [8]. Aber auch diese Schwellenwerte verschieben sich je nach phänologischer Phase, wobei zwischen Tages- und Nachttemperaturen zu differenzieren wäre. So benötigt z.B. Getreide für ein entsprechendes

Wachstum mindestens 4,4° C in der Nacht und wenigstens 10° am Tage [13]. Bei Wein liegen die Schwellenwerte zwischen 10° und 15° [6], bei Sojabohnen bei 10° [3], bei Gemüse reichen mitunter schon Temperaturen oberhalb von 4° bis 5° um Pflückreife zu erlangen [4]. Im Rahmen von Wachstumsmodellen versucht man die Klimabedingungen zu optimieren, wobei der Temperatursummenregelung in Gewächshäusern eine gewisse Bedeutung zukommt [12].

Aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ansprüche, die je nach Pflanzenart und -sorte verschieden ist, kann eine thermische Beurteilung für agrarklimatologische Zwecke in der Bodenschätzung nur mit einer entsprechenden Bandbreite vorgenommen werden. In unserem Fall wurde die Wärmesumme wie folgt definiert [5]:

Die Wärmesumme B ergibt sich aus der Addition aller 14-Uhr-Temperaturen über das gesamte Jahr, sofern das tägliche Minimum nicht

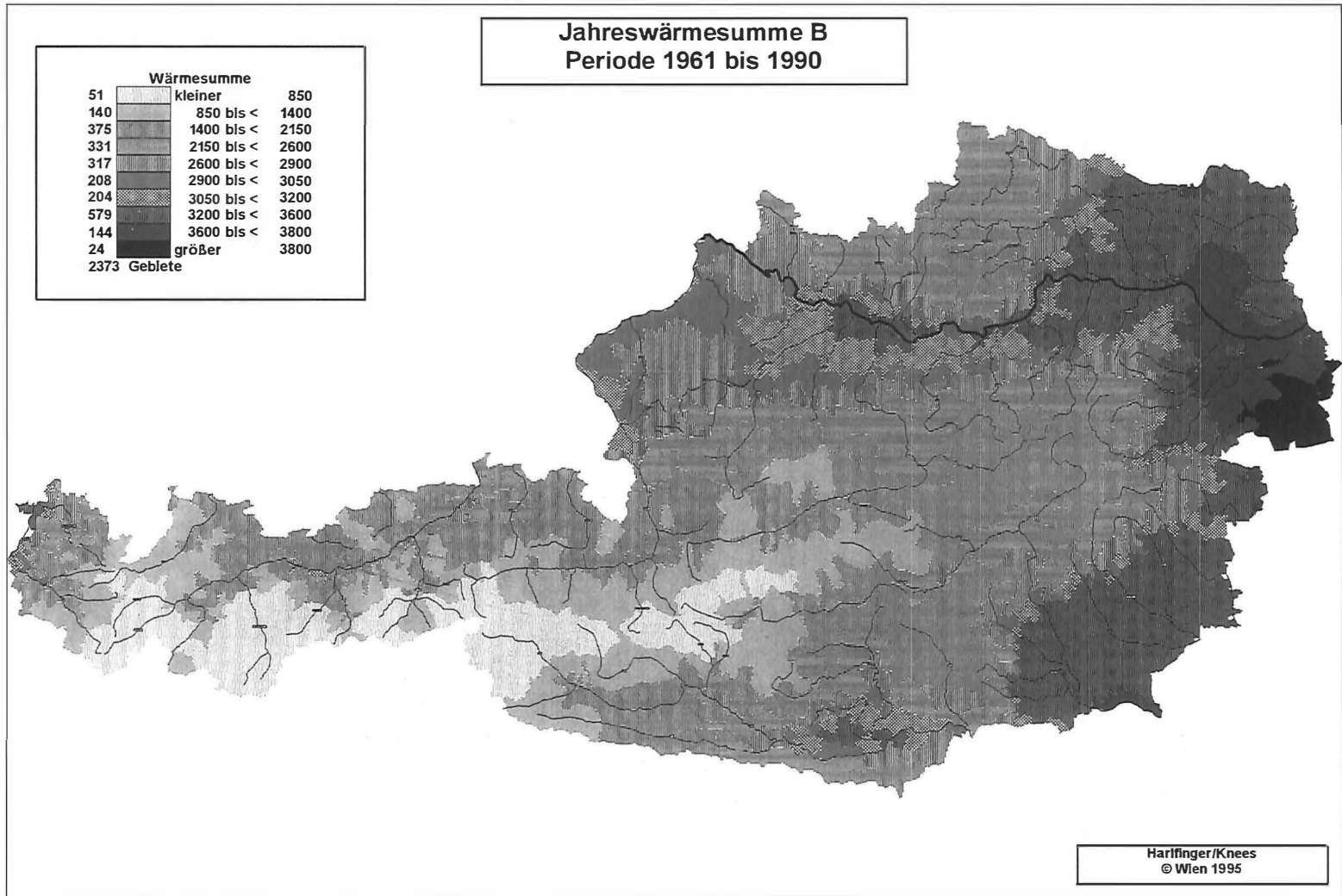


Abb. 2: Wärmesummenverteilung in Österreich in stark generalisierter Form auf Basis der mittleren Seehöhe der Ortsgemeinden



unter 5,0° C und das tägliche Maximum nicht unter 15,0° C lag.

Die höchsten Wärmesummen mit knapp 4000 K treten im Seewinkel auf. Auch von anderen Autoren wurde das österreichische Maximum in diesem Gebiet nachgewiesen [10]. Die Abnahme der Wärmesumme mit der Höhe ist für Gesamtösterreich definiert durch die Gleichung

$$Y = 39507 - 20,1170769 \cdot h + 0,0019058 \cdot h^2.$$

Y . . . Wärmesumme in 1/10 Kelvin

h . . . Höhe in Metern

Demnach gelten für Österreich folgende mittlere Wärmesummen:

200 m . . . 3556 K  
300 m . . . 3364 K  
400 m . . . 3176 K  
500 m . . . 2992 K  
1000 m . . . 2129 K  
1500 m . . . 1362 K  
2000 m . . . 689 K

Je nach Klimaraum und Seehöhe variieren diese Werte innerhalb von Österreich bis zu  $\pm 15\%$ . Die thermisch ungünstigsten Bedingungen mit einer ausgeprägten negativen Anomalie finden wir im Waldviertel, die relativ günstigsten Bedingungen im inneralpinen Bereich Tirols. Das Ergebnis unterstreicht, daß die thermische Zonierung nicht, wie häufig angenommen wird, von Süd nach Nord verläuft, sondern von Südwest nach Nordost.

Die Wärmesummenkarte von Österreich (Abbildung 2) basiert auf den Ergebnissen, die sich aus den mittleren Seehöhen der Gemeinden ergeben. Natürlich kann diese Darstellungsform nicht ein strenges Abbild der naturräumlichen Gliederung wiedergeben. Andererseits ist sie aber für die Bodenschätzung durchaus ausreichend, da die Höhenabhängigkeit der einzelnen Parameter für jede Gemeinde zusätzlich vorliegt und verfügbar ist. Aus der durchschnittlichen Höhenabhängigkeit der Wärmesumme und der Vorgabe aus der Bodenschätzung lassen sich über Korrelationsrechnungen die Klimastufen auch durch Wärmesummenbereiche festlegen.

Klimastufe a . . .  $\geq 3050$  K

Klimastufe b . . . 2600 – 3049 K

Klimastufe c . . . 2150 – 2599 K

Klimastufe d . . . 1400 – 2149 K

Klimastufe e . . .  $\leq 1399$  K

Die Klimastufe a hat ihre größte Verbreitung im Osten sowie Südosten Österreichs und erstreckt sich im Norden bis 350 m Höhe, im Süden bis ca. 650 m. Neben dem Klagenfurter Becken und dem oberösterreichischen Zentralraum tritt nur noch kleinräumig im Flachgau, im mittleren Inntal und im Rheintal die Klimastufe a auf. Die Klimastufe b endet im Waldviertel bereits bei 550 m – 600 m und steigt gegen Südwesten stetig an und erreicht in Tirol örtlich 1000 m. Auch bei den übrigen Klimastufen zeigt sich in etwa die gleiche Differenz innerhalb Österreichs, von rund 400 m zwischen den thermisch bevorzugten und benachteiligten Regionen.

#### Literatur

- [1] Behr, O.: Klimainformationssystem der österreichischen Bodenschätzung, TU Wien 1992, unveröffentlicht.
- [2] Beinbauer, R., Günther, J.: Agrarmeteorologische Arbeitsunterlagen mit Planungshilfen für Norddeutschland, Wiss. Verlag Vank Kiel 1990.
- [3] Brown, D.M.: Development - temperature relationships from controlled environment studies, Agron.J. 52, 1960.
- [4] van Eimern, J., Häckel, H.: Wetter und Klimakunde, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 1979.
- [5] Harlfinger, O.: Thermischer Bewertungsrastrer für Österreich, Gutachten im Auftrag des BMLF, Wien, 1994.
- [6] Hoppmann, D.: Der Einfluß von Jahreswitterung und Standort auf die Mostgewichte der Rebsorten Riesling und Müller-Thurgau, Ber. d. DWD Nr. 176, 1988.
- [7] Koch, E.: Temperatursummenregel und urbane Wärmeinsel, Wetter und Leben, Heft 4, 1986.
- [8] Schnelle, F.: Pflanzenphänologie, Leipzig 1955.
- [9] Schreiber, D.: Entwurf einer Klimaeinteilung für landwirtschaftliche Belange, Ferd. Schöningh, Paderborn, 1973.
- [10] Stelzer, F.: Bioklimatologie der Gebirge unter besonderer Berücksichtigung des Exkursionsraumes, Mitt. d. ÖBG H 23, 1981.
- [11] Strobl, J.: Karten der potentiellen Sonnenscheindauer und Globalstrahlung im Land Salzburg, Salzburger Geogr. Arbeiten, Bd. 12, Salzburg, 1988.
- [12] Tantau, H.-J.: Temperatursummenregelung, Gärtnerbörse und Gartenwelt, Nr. 37, 1988.
- [13] Yao, Y.M.: Agricultural Climatology in: World Survey of Climatology Vol. 3, Elsevier Scientific Publ. Comp., Amsterdam-Oxford-New York, 1981.

#### Anschrift des Autors:

Dr. Otmar Harlfinger, Klima- und Umweltsachverständiger der österreichischen Bodenschätzung, Nußdorfer Straße 90, 1093 Wien.