

NATURRAUMPOTENTIALKARTEN DES BEZIRKES FÜRSTENFELD

Teilbereiche Klima, Boden, Wasser

KURZFASSUNG

TEILBEREICH KLIMA

Das Klima des Bezirkes Fürstenfeld erhält durch dessen Lage südlich des Alpenhauptkammes eine kontinentale Prägung. Diese wirkt sich, bedingt durch die abschirmende Wirkung der Alpen, in einer Abschwächung der maritimen Einflüsse aus, was die stärkere Jahresamplitude der Temperatur mit kälteren Wintern und wärmeren Sommern zum Ausdruck bringt. Diese Abschirmung der Alpen macht sich auch in der Niederschlagstätigkeit bemerkbar, da die nordalpinen Niederschlagslagen gegenüber den Nordstaugebieten eine geringere Niederschlagswirksamkeit erreichen. Die Niederschläge im Sommer sind weitgehend auf die häufige Gewittertätigkeit zurückzuführen.

Durch die nur nach Osten offene Lage des Bezirkes kommt es zu einem erschwerten und verzögerten Luftmassenaustausch bei allgemein geringer Windwirkung. In thermischer Hinsicht wird die abkühlende Wirkung der Kaltluftereinbrüche durch verzögertes Eindringen oder durch die Nördföhnwirkung abgeschwächt. Ebenso wirken sich Warmlufterinbrüche zuerst nur in der Höhe aus, die bodennahe Kaltluft wird nur zögernd ersetzt.

Die gegenüber dem nördlichen Alpenvorland wesentlich geringere mittlere Windgeschwindigkeit bedingt die Ausbildung mächtiger Inversionen. Als Folge der Temperaturumkehr genießen die Riedellagen milde Winter. Neben der geringen Windgeschwindigkeit sind die geländeklimatischen Gunstunterschiede auch von den Bewölkungsverhältnissen abhängig. Durch die geringe Bewölkung in den Nachtstunden kommt es zu einer intensiven Ansammlung von Kaltluft in den Tal-

lagen, wodurch negative Temperaturunterschiede zu den höher gelegenen Bereichen entstehen. Diese Günstunterschiede wirken sich auch in der Dauer der frostfreien Periode und der Vegetationsperiode aus.

TEILBEREICH BODEN

Die Bodenkarten wurden nach fünf Schwerpunkten gegliedert: Bodentyp, Bodenachware, Wasserverhältnisse, Erosionsgefährdung und Natürlicher Bodenwert.

Flächen, die bezüglich des Natürlichen Bodenwertes als "hochwertig" eingestuft sind, sollten auf jeden Fall, die als "mittelwertig" eingestuft weitgehend der landwirtschaftlichen Nutzung erhalten bleiben.

TEILBEREICH WASSER

Im Bezirk Fürstenfeld wurden Tiefbohrungen bis in den Beckenuntergrund abgeteuft, um die Karbonate des Grazer Paläozoikums geothermisch zu untersuchen. Die devonischen Kalke und Dolomite sind in den Bohrungen Walkersdorf und Blumau in gut durchlässig, während sie in der Bohrung Fürstenfeld Thermal 1 in strukturtiefer Lage nahezu dicht angetroffen wurden. Durch letztgenannte Bohrung wurde jedoch die große Wasserergiebigkeit der Sande der Sandschalerzone des Mittelbades nachgewiesen.

Die thermischen Verhältnisse im Fürstenfelder Becken werden durch den konvektiven Wärmetransport beeinflußt.

Die Sedimente des Pannon bedingen durch ihren Wechsel von durchlässigen und undurchlässigen Schichten die Ausbildung von gespanntem Grundwasser. Dieses auch als "artesisch" bezeichnete Wasser wird vorwiegend zur Trinkwasserversorgung herangezogen.

Die Alluvialbereiche spielen für die Wasserversorgung eine untergeordnete Rolle, da die Quantität aufgrund des geringen Speichervermögens des heterogenen geologischen Schichtaufbaues dafür zu gering ist. Ferner ist die Qualität des Wassers, u.a. bedingt durch die meist seichte Lage des Grundwasserspiegels, oftmals schlecht.

NATURRAUMPOTENTIALKARTEN
DES BEZIRKES
FÜRSTENFELD

Teilbereiche:

Klima
Boden
Wasser

ENDBERICHT

Projektleiter:

A. HUBER

Institut für Umweltgeologie
und Angewandte Geographie
Forschungsgesellschaft Joanneum Ges.m.b.H.

Graz, im Oktober 1989

VORWORT

Im vorliegenden Bericht wurden die Teilbereiche Klima, Boden und Wasser des Bezirkes Fürstenfeld im Rahmen der Naturraumpotentialkarten der Steiermark bearbeitet und die Ergebnisse auf Karten im Maßstab 1:50.000 dargestellt.

Die Daten für den Teilbereich Klima wurden den Jahrbüchern des Hydrographischen Dienstes in Österreich entnommen. Da im Bezirk Fürstenfeld nur eine Station mit einer längeren Beobachtungsdauer vorhanden ist, wurden Stationen aus anderen Bezirken herangezogen, um Aussagen über die verschiedenen Klimabereiche machen zu können.

Für die Bearbeitung des Teilbereiches Boden stellte Herr Dr. Eisenhut, Bundesanstalt für Bodenkultur, in dankenswerter Weise die Manuskriptkarten zur Verfügung.

Um Aussagen über die Verhältnisse des ungespannten Grundwassers machen zu können, wurden von Frau Dr. Czerny, Amt der Steiermärkischen Landesregierung - Hydrographischer Dienst - die 13- bzw. 20-jährigen Mittelwerte der Grundwassermeßstellen zur Verfügung gestellt. Aufgrund der geringen Meßstellendichte wurden keine Schichtenpläne angefertigt, sondern nur die Seehöhe des mittleren Grundwasserstandes und dessen Überdeckungsmächtigkeit angegeben.

INHALTSVERZEICHNIS

K L I M A

I. ALLGEMEINER TEIL	1
I.1. Allgemeine Klimazüge	1
I.2. Witterungsablauf	2
I.2.1. Winter	2
I.2.2. Frühjahr	3
I.2.3. Sommer	3
I.2.4. Herbst	4
I.3. Klimalandchaften	4
I.3.1. Das Klima der Talböden des Vorlandes	4
I.3.2. Das Übergangsklima der "Terrassenstufe"	5
I.3.3. Das Klima des Riedellandes	7
II. SPEZIELLE KLIMATOLOGIE	8
II.1. Sonnenstrahlung und Sonnenscheindauer	8
II.1.1. Sonnenstrahlung	8
II.1.1.1. Einfluß des Reliefs auf die Sonnenstrahlung	8
II.1.1.2. Einfluß der Bodenbeschaffenheit	9
II.1.2. Sonnenscheindauer	9
II.1.2.1. Tagesgang der relativen Sonnenscheindauer	9
II.1.2.2. Jahresgang der relativen Sonnenscheindauer	10
II.2. Temperatur	12
II.2.1. Tages- und Jahresgang der Temperatur	12
II.2.1.1. Tagesgang der Temperatur	12
II.2.1.2. Jahresgang der Temperatur	12
II.2.2. Tages- und Jahresschwankungen der Temperatur	13
II.2.2.1. Definition	13
II.2.2.2. Jahresgang der Tagesschwankung	18
II.2.2.3. Jahresschwankung der Temperatur	18

II.2.3.	Kaltluftgefährdung	20
II.2.3.1.	Zahl der Frost- und Eistage	21
II.2.3.2.	Früh- und Spätfroste	21
II.2.4.	Temperaturmaxima	24
II.2.4.1.	Lage des Untersuchungsgebietes in bezug auf die 14-Uhr-Tempera- turen innerhalb des Vorlandes	24
II.2.4.2.	Die Überwärmung von Hängen	26
II.2.4.3.	Die Zahl der Sommertage	27
II.2.5.	Temperaturgunstzonen	29
II.2.5.1.	Die Dauer der Vegetationsperiode	29
II.2.5.2.	Das Jahresmittel der Temperatur als Kriterium zur Unterscheidung von Gunst- und Ungunstlagen	34
II.2.5.3.	Klimatologische Interpretation	34
II.2.5.3.1.	Die Lage im Gelände	35
II.2.5.3.2.	Die Seeshöhe	36
II.2.5.3.3.	Die Exposition	36
II.2.6.	Temperaturinversionen	36
II.3.	Nebel und Bewölkung	37
II.3.1.	Nebel	37
II.3.1.1.	Arten und Entstehung von Nebel	38
II.3.1.2.	Tages- und Jahresgang der Nebel- häufigkeit	39
II.3.2.	Bewölkung	42
II.3.2.1.	Tages- und Jahresgang der Bewölkung	42
II.4.	Niederschläge	44
II.4.1.	Niederschlagbringende Wetterlagen	44
II.4.2.	Der Jahresgang der Niederschläge	45
II.4.3.	Die Verteilung der Niederschläge	49
II.4.4.	Bedeutende Regen- und Schneefälle	49
II.4.5.	Gewitterhäufigkeit	51
II.4.6.	Zahl der Niederschlagstage	54
II.4.7.	Schneebedeckung	55
II.4.7.1.	Beginn der "temporären" Schnee- decke	55
II.4.7.2.	Ende der "temporären" Schneedecke	55

II.4.7.3.	Beginn der Winterschneedecke	58
II.4.7.4.	Ende der Winterschneedecke	58
II.4.7.5.	Zahl der Tage mit Schneedecke	56
II.4.7.6.	Zahl der Tage mit Winterschneedecke	57
II.4.7.7.	Summe der Neuschneehöhen	57
II.4.7.8.	Die Schneedeckenzzeit und der Erhaltungsquotient der Schneedecke	58
II.5.	Windverhältnisse	60
II.5.1.	Arten der auftretenden Winde	60
II.5.1.1.	Abgelenkte Gradientwinde	60
II.5.1.2.	Lokalwinde	61
II.5.1.3.	Katabatische Winde	61
II.5.2.	Windrichtungen	61
II.5.3.	Windgeschwindigkeit	63

B O D E N

I.	ALLGEMEINE EINFÜHRUNG	66
1.1.	Die Bodentypenkarte	66
1.2.	Die Bodenschwerekarte	66
1.3.	Die Karte der Wasserverhältnisse	66
1.4.	Die Karte der Erosion	67
1.5.	Die Karte des natürlichen Bodenwertes	67
II.	DIE BÖDEN DES BEZIRKES FÜRSTENFELD	69
II.1.	Die Böden im Grundwasserbereich	69
II.2.	Landböden	70
II.3.	Bodenformenkomplexe	71
II.4.	Atypische Böden	72

W A S S E R

I.	TIEFENGRUNDWASSER	73
1.1.	Definition	73
1.2.	Geologische Grundlagen	73
1.2.1.	Der Beckenuntergrund	73
1.2.2.	Die neogene Beckenfüllung	75
1.3.	Die hydrodynamischen und geothermischen Verhältnisse des Fürstfelder Beckens	79

II. WASSER DER TERTIÄREN BEREICHE	83
II.1. Kurze geologische Darstellung	83
II.2. Das hydrogeologische Verhalten der neogenen Schichten	85
II.2.1. Definition von "artesischem" Wasser	86
II.2.2. Die Beschaffenheit der Grundwasserleiter	86
II.2.2.1. Kapfensteiner Schotter	86
II.2.2.2. Karnerberg Schotter	87
II.2.2.3. Taborer Schotter	87
II.2.3. Die Regeneration der artesischen Grundwässer	87
II.2.4. Die Nutzung des artesischen Wassers	88
III. HYDROGEOLOGIE DER QUARTÄREN SCHICHTEN	92
III.1. Kurze geologische Darstellung	92
III.2. Das hydrogeologische Verhalten der quartären Schichten	93
LITERATURVERZEICHNIS	94
VERZEICHNIS DER TABELLEN	97
VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND FIGUREN	98
VERZEICHNIS DER BEILAGEN	99

Tellbereich

K L I M A

1. ALLGEMEINER TEIL

1.1. ALLGEMEINE KLIMAZÜGE

Durch die Lage des Bezirkes Fürstenfeld südlich des Alpenhauptkammes erhält das Klima eine kontinentale Prägung. Durch die abschirmende Wirkung der Alpen kommt es zur Abschwächung der maritimen Einflüsse, was die stärkere Jahresamplitude der Temperatur mit kälteren Wintern und wärmeren Sommern zum Ausdruck bringt. Diese Abschirmung macht sich auch in der Niederschlagsstätigkeit bemerkbar. Die nordalpinen Niederschlagslagen Nordströmung (N), Nordwest-(NW) und Westströmung (W) erreichen mit Ausnahme des Sommers eine geringe Niederschlagswirksamkeit gegenüber den Nordstaugebieten. In der kalten Jahreshälfte sind sie bedeutungslos. Ähnlich verhält es sich mit den südalpinen Niederschlagslagen Südwest-(SW), und Südströmung (S), Tief im Südwesten (TSW), und im Winter Tief über den Britischen Inseln (TB). Die niederschlagsbringenden Wetterlagen sind die südost-alpinen Lagen Tief über dem westlichen Mittelmeer (TwM), Tief im Süden (TS) und das Tief auf der Zugstraße Adria - Poien (Vb) sowie die gesamtalpinen Lagen Tief über dem Kontinent (TK) und meridionale Tiefdruckrinne (TR). Die zyklonalen Lagen erlangen gegenüber den advektiven die größere Bedeutung, was eine Niederschlagsarmut im Winter bedingt. Die Niederschläge im Sommer sind weitgehend auf die häufige Gewittertätigkeit zurückzuführen.

Durch die nach Osten offene Lage des Bezirkes kommt es zu einem erschwerten und verzögerten Luftmassenaustausch. Die Folge davon ist, daß die abkühlende Wirkung der Kaltluftereinbrüche durch verzögertes Eindringen oder die Nordföhnwirkung abgeschwächt wird. Ebenso wirken sich Warmluftereinbrüche zuerst nur in der Höhe aus, die bodennahe Kaltluft wird nur zögernd ersetzt.

Die gegenüber dem nördlichen Alpenvorland wesentlich geringere, mittlere Windgeschwindigkeit bedingt die Ausbildung mächtiger Inversio-

nen. Als Folge der Temperaturumkehr genießen die Riedellagen milde Winter.

Neben der geringen Windgeschwindigkeit sind die geländeklimatischen Gunstunterschiede auch von den Bewölkungsverhältnissen abhängig. Die geringe Bewölkung in den Nachtstunden fördert die Ausstrahlung der Erdoberfläche. Die Folge davon ist die intensive Ansammlung von Kaltluft in den Tallagen, wodurch negative Temperaturunterschiede zu den höher gelegenen Bereichen entstehen.

1.2. WITTERUNGSABLAUF

(nach H. WAKONIGG; 1978)

1.2.1. WINTER

Der Winter bleibt nahezu niederschlagsfrei. Aufgrund des häufigen Hochnebels bei Hochdrucklagen oder höherer Stratusbewölkung bei Warmluftadvektion südalpiner Niederschlagslagen werden viele trübe bzw. wolkenreiche Tage gezählt. Auch die nordalpinen Wetterlagen bleiben aufgrund der geschützten Lage des Gebietes nahezu niederschlagsfrei.

Der Nordföhn bei Nordwest- und Nordströmungen räumt die bodennahe Kaltluft aus den Tälern aus. Die Folge davon ist, daß die winterliche Trübe der Klarheit und Trockenheit der frischen Polarluft weichen muß. Folgt darauf eine Hochdrucklage, wird es wieder dunstiger.

Die niederschlagsbringenden Wetterlagen sind die südostalpinen TS, TwM und Vb, wobei Neuschneehöhen von ca. 20 cm pro Tag selten auftreten.

1.2.2. FRÜHJAHR

Mit dem Frühjahr ändern sich die Witterungsverhältnisse. In dieser Zeit fällt mehr Niederschlag als im Winter und die Nebeldecken lösen sich tagsüber auf, woraus sich, im Gegensatz zum Winter, heiteres Wetter auch bei Hochdrucklagen ergibt.

Trotz des Niederschlagsreichtums im Frühjahr sind die nordalpinen Niederschlagslagen nur bei Frontdurchgängen bedeutungsvoll, wobei Niederschläge von geringer Dauer fallen. Dagegen sorgen die gesamtalpinen Niederschlagslagen TK und TR sowie die südostalpinen TwM, TS und Vb für längerdauernde Landregen, wobei das Auftreten von Vb gefährliche Ausmaße annehmen kann.

Was die Windverhältnisse betrifft, erreichen der Nordföhn und kühl-trockene Winde in dieser Jahreszeit ihr Häufigkeitsmaximum.

1.2.3. SOMMER

Im Gegensatz zu Winter und Frühjahr werden im Sommer die nord- und gesamtalpinen Niederschlagslagen wirksam, allerdings nur durch kurzzeitige, an Fronten gebundene, gewittrige Niederschläge. Gewitter sind ein Charakteristikum der Sommerwitterung und bringen den Hauptanteil der Niederschläge, wobei auch Hagelfälle häufig auftreten. Für länger anhaltende Landregen sind die extremen Wetterlagen TS und Vb verantwortlich, die meist so ergiebig sind, daß Überschwemmungen auftreten können.

Wie im Winter ist auch im Sommer die Ventilation in diesem Bezirk gering, was eine Abschwächung der Witterungsextreme aber Schwüle zur Folge hat. Diese Schwüle kann bei vorderseitiger Zufuhr von Tropikluftmassen tagelang anhalten und gehört mit ihren dunstigen, wind-

schwachen und stabilen Luftmassen ebenso zur typischen Sommerwitterung wie die gewittrigen Niederschläge.

1.2.4. HERBST

Zwei Wetterlagen sind charakteristisch für den Herbst. Es sind dies einerseits lang anhaltende stabile Hochdruckperioden mit tagesperiodischer Nebelbildung und andererseits, vor allem im Spätherbst, ergiebige Landregen der südostalpinen Niederschlagslagen.

Was die Ventilation betrifft, sind Nordföhn und kalt trockene Winde selten.

1.3. KLIMALANDSCHAFTEN

(nach H.WAKONIGG, 1978)

Nach der Darstellung des Witterungsablaufes soll nun eine Einteilung des Bezirkes Fürstenfeld in geländeklimatologische Einheiten gegeben werden. Die Abgrenzung dieser Klimalandchaften erfolgt nach thermischen Kriterien. Im Arbeitsgebiet sind folgende nachzuweisen:

- das Klima der Talböden des Vorlandes
- das Übergangsklima der "Terrassenstufe"
- das Klima des Riedellandes

1.3.1. DAS KLIMA DER TALBÖDEN DES VORLANDES

Seehöhenmäßig werden dieser Klimalandchaft die Gebiete unter 400 m sowie die kleineren, schmäleren aber tief liegenden Talböden des Riedellandes zugerechnet.

Als charakteristisch wird die geringe Wärme (Jahresmittel: $< 9^{\circ}\text{C}$) angesehen. Es handelt sich hier um ein sommerwarmes und winterkaltes, schwach kontinentales Klima.

Die Zahl der Sommertage beträgt 40 bis 50 Tage, wovon 25 bis über 30 Tage als "schwül" bezeichnet werden. Dem stehen 125 bis 140 Frosttage gegenüber. Die Vegetationsperiode hat eine Länge von 225 bis 233 Tagen pro Jahr.

Die Sonnenscheindauer weist einen kontinentalen Jahresgang auf, deren Minimum in den Dezember und deren Maximum in den August fällt. Die Nebel- und Inversionsbereitschaft ist mit z.T. über 100 Tagen hoch.

Die natürliche Vegetation dieses Bereiches ist der Laubmischwald. Als Feldfrüchte werden Getreide und Mais angebaut. Qualitätsobst- und Weinkau sind wegen der Spätfrostgefahr nicht empfehlenswert.

Aufgrund der Niederschlagsarmut im Winter und der hohen Anzahl der schwülen Tagen im Sommer sind diese Jahreszeiten für den Tourismus ungeeignet. Die Übergangszeiten (April bis Mitte Juni und September bis Mitte Oktober) sind günstig für Erholungs- und Sommerfrischeaufenthalte.

Die Stationen, die im Bezirk Fürstenfeld und Umgebung diese Klimalandchaft charakterisieren, sind Gleisdorf, Sinabelkirchen und Waltersdorf.

1.3.2. DAS ÜBERGANGSKLIMA DER "TERRASSENSTUFE"

Dieser Bereich ist zwischen den kontinentalen, echten Talbodenklimaten und dem thermisch begünstigten Riedelland eingeschaltet. Er umfaßt einerseits große Flächen höherpleistozäner Terrassen und andererseits nur den mehr oder weniger breiten Übergangsraum zwischen den Tal-

böden und den höheren Riedeln. Als ungefähre Abgrenzung gilt eine relative Höhe von 20 bis 100 m über den benachbarten Talböden, was einer absoluten Höhe von 250 bis 450 m entspricht.

Bei der Abgrenzung nach thermischen Kriterien wird die Ungunst der Talböden sowie die Gunst der Riedel nicht voll erreicht. Das Klima hier gilt als sommerwarm, mäßig winterkalt und schwach kontinental bei einem Jahresmittel von $+9^{\circ}\text{C}$.

Vergleicht man die Anzahl der Frosttage (110 - 120) mit jener des Talbodenbereiches, läßt sich bereits eine thermische Begünstigung erkennen. Auch die Vegetationszeit ist länger und beträgt zwischen 230 und 239 Tagen. Die Zahl der Sommertage schwankt zwischen 30 und 50, wovon 20 bis 30 als schwül empfunden werden.

Die Nebelverhältnisse sind unterschiedlich, da die Landschaften teils von Talnebeln überflutet werden, teils aber über diese hinausragen. Je nach relativer Höhe werden 20 bis 30 Nebeltage pro Jahr registriert.

Für die Landwirtschaft bietet dieser Klimabereich, dessen natürlicher Bewuchs der Laubmischwald ist, ähnliche Bedingungen wie die Talböden des Vorlandes. Allerdings wird mit zunehmender relativer Höhe der Qualitätsobstbau möglich und rentabel, da hier die Temperaturgunst zu- bzw. die Frostgefahr abnimmt.

Für den Fremdenverkehr gelten die gleichen Aussagen wie bei den Talböden des Vorlandes. In der Beilage 1 wurden eine "Untere" und eine "Obere" Terrassenstufe ausgeschlossen, wobei sich die "Untere" Terrassenstufe klimatisch von den Talböden kaum unterscheidet.

Die Stationen, die im Arbeitsgebiet diese Klimalandchaft charakterisieren, sind Fürstenfeld, St. Johann b. Herberstein und Bad Gleichenberg.

1.3.3. DAS KLIMA DES RIEDELLANDES

Bei dieser Klimazone handelt es sich um einen sommerwarmen, sehr wintermilden und thermisch stark ausgeglichenen Bereich, wobei eine große relative Höhe zu den Talböden (etwa 100 m) und nicht eine altzugroße absolute Höhe im Sinne noch genügend großer Sommerwärme Voraussetzung ist. Dieser Klimatyp wird mit einer Jahresmitteltemperatur von über 9°C auch mit dem Weinbauklima gleichgesetzt.

Weiters ist das Klima des Riedellandes starken lokalklimatischen Modifikationen wie z.B. der Exposition bzw. der Wirkung des Kleinreliefs unterworfen. Daraus folgt auch, daß in günstigen Lagen die Zahl der Frosttage auf unter 100 sinkt. Weiters erhöht sich die Dauer der Vegetationsperiode auf über 240 Tage pro Jahr.

Die Zahl der Sommertage ist mit 30 bis 45 Tagen gleich wie in den beiden vorgenannten Klimalandchaften, auch die Zahl der schwülen Tage (20 bis 30) ändert sich nicht.

Was die Nebelhäufigkeit betrifft, liegen die Riedel zwar nicht mehr im Bereich der Talnebel bzw. der solchen tagesperiodischen Inversionen, reichen aber bei winterlichen Hochnebeldecken noch unter die Inversion und ragen somit in die Nebelverdichtungszone. Hangabwärts lichtet sich der Nebel. Daraus ergibt sich eine Schwankung der Nebelhäufigkeit, die zwischen 30 und 50, maximal 60 Tagen beträgt.

Der natürliche Bestand der Vegetation ist der Laubmischwald. Doch kommt es wegen der Klimagunst zum Auftreten wärmeliebender, illyrischer Vorposten wie Flaumeiche und Edelkastanie.

Bei entsprechender Exposition geben Hanglagen eine gute Voraussetzung für den Weinbau, nicht zuletzt wegen geringer Luftfeuchtigkeit bei seltener Nebel- und Taubildung. Aus edaphischen und wirtschaftlichen Gründen bleibt die Verbreitung des Weinbaus hinter den klimatischen Möglichkeiten zurück. Große Bedeutung hingegen hat der

Qualitätsobstbau. Neben Äpfeln und Birnen werden besonders Pfirsiche gezogen und nicht zu vergessen Zwetschken für den Selbowitz. Ferner werden die Nutzpflanzen der tieferen Bereiche angebaut.

Bezüglich der klimatischen Eigenschaften im Hinblick auf den Tourismus gilt das gleiche wie für die Talböden und die Terrassenstufe. Allerdings erlangt auch der Sommer wegen gedämpfterer Extreme und besserer Durchlüftung mehr Bedeutung als die tieferen Bereiche.

Auch hier wurde in der Ballage 1 eine "Untere" und "Obere" Riedelstufe ausgeschieden. Die "Obere" Riedelstufe ist ca. 100 m über dem Talboden gelegen und dadurch noch begünstigter als die "Untere".

Als Bezugsstationen wurden Würtherberg und Straden herangezogen.

II. SPEZIELLE KLIMATOLOGIE

II.1. SONNENSTRAHLUNG UND SONNENSCHEINDAUER

II.1.1. SONNENSTRAHLUNG

Die Sonnenstrahlungsmenge, die ein Standort an der Erdoberfläche erhält, ist von seiner Breitenlage, seiner Bewölkungshäufigkeit, seiner Ausrichtung gegenüber der Sonne (Neigung und Hangexposition) und seiner Bodenbeschaffenheit (Beeinflussung des reflektierten Anteils) abhängig.

Morphologie und Bodenbeschaffenheit sind somit die wichtigsten, von der Landschaftsgestaltung her einfließenden Faktoren.

II.1.1.1. Einfluß des Reliefs auf die Sonnenstrahlung

Die von Seiten des Reliefs auf die Sonnenstrahlung wirksamen Faktoren sind die Horizontüberhöhung sowie die Expositionsunterschiede nach Himmelsrichtung und Steilheit der Hänge.

Täler erhalten infolge der Horizontüberhöhung nur einen geringeren Anteil der astronomisch möglichen Sonneneinstrahlung. Den landschaftlichen Ausdruck des Einflusses der Einstrahlung bilden die in der Vegetation manifestierten Klimavorteile günstig exponierter Hänge. Dies macht sich vor allem dort bemerkbar, wo die Wärme im horizontalen Gelände für bestimmte Pflanzen zu gering ist. Bei landwirtschaftlichen Kulturen gibt es viele Beispiele für die Klimagunst an Hängen (z.B. Weinbau an günstig exponierten Hängen außerhalb der geschlossenen Weinbaugebiete).

II.1.1.2. Einfluß der Bodenbeschaffenheit

Die Bodenbeschaffenheit ist ein wesentlicher Faktor für das Maß an Strahlung, die reflektiert wird. Dunkle Oberflächen reflektieren bei gleicher Strahlung weniger als helle. Ferner strahlen feste Oberflächen einen Großteil der erhaltenen Energie sofort wieder ab, während das Wasser jene absorbiert. Daher gibt das Wasser die Wärmeenergie wesentlich langsamer ab, was wiederum eine Auswirkung auf Ufərbereiche z.B. von Seen hat.

II.1.2. SONNENSCHKINDAUER

II.1.2.1. Tagesgang der relativen Sonnenscheindauer

Beim Tagesgang der relativen Sonnenscheindauer muß zwischen Winter- und Sommerhalbjahr unterschieden werden. Im Winterhalbjahr kommt es zur Zunahme der relativen Sonnenscheindauer bis sie ihr Maximum zwischen 12 und 13 Uhr erreicht, von da an erfolgt eine Abnahme gegen die Abendstunden. Die Differenz zwischen den Morgen- und Mittagsstunden beträgt ca. 15 % und zwischen den Mittags- und Abendstunden ca. 10 % (R.LAZAR, 1982:117).

Im Sommer hingegen wird das Maximum bereits um 10 Uhr erreicht. Von da an nimmt die relative Sonnenscheindauer mehr oder weniger

kontinuierlich ab, bis in den Abendstunden das Minimum erreicht wird, welches weit unter dem morgendlichen liegt. Die Abnahme hat ihren Grund in der sich meist entwickelnden Konvektionsbewölkung. Die Differenz zwischen 7 und 10 Uhr beträgt 5 bis 8 %, zwischen 10 und 18 Uhr aber 18 bis 30 % (R.LAZAR, 1982:118).

H.1.2.2. Jahresgang der relativen Sonnenscheindauer

Der Jahresgang ist einheitlich und zeigt die Form des Vorlandtypus, der durch eine einfache Amplitude mit Minimum im Frühwinter (Dezember) und Maximum im Spätsommer (August) charakterisiert ist (siehe Tab.1). In diesem Jahresgang spiegelt sich das Auftreten von Boden- und Hochnebeldecken, zusätzlich zur reichlichen hohen Bewölkung, während der kälteren und deren praktisches Fehlen während der wärmeren Jahreszeit wider. Ferner macht sich der Einfluß der hohen Bewölkung bemerkbar, indem das Maximum nicht in den nebelarmen Frühsommer, sondern in den nebelreicheren Spätsommer fällt. Der Grund dafür liegt einerseits in der Konvektionsbewölkung, andererseits werden Fremdwettereinbrüche wirksam, die aus dem NW-Sektor stammen und atlantische Luftmassen mit sich führen. Diese wolkenreichen Kaltluftseinbrüche nehmen von Juni bis Oktober ab, allerdings verhindert die Zunahme der Nebelhäufigkeit, daß der September oder gar der Oktober der relativ sonnenscheinreichste Monat wird, wie dies z.B. im Bergland oder im Hochgebirge bzw. im Nordstaubereich der Fall ist.

im Bezirk Fürstenfeld wurde die relative Sonnenscheindauer bei der Station Fürstenfeld nur bis zum Jahr 1965 in den Monaten April bis September beobachtet. Um die relative Sonnenscheindauer zu beschreiben, wurden die Beobachtungen von Bad Gleichenberg herangezogen.

Tab. 1: Monatsmittelwerte der relativen Sonnenscheindauer in Prozent von 1961 bis 1965 und 1961 bis 1980

1961 - 1965	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Bad Gleichenberg	32	38	40	46	45	53	58	63	58	46	26	26	44
Fürstenfeld	-	-	-	47	48	51	57	61	57	47	-	-	-
1961 - 1980													
Bad Gleichenberg	30	38	44	46	52	52	56	56	51	49	33	23	45

II.2. TEMPERATUR

II.2.1. TAGES- UND JAHRESGANG DER TEMPERATUR

II.2.1.1. Tagesgang der Temperatur

Der Tagesgang der Temperatur ist abhängig von der Ein- und Ausstrahlung an der Erdoberfläche, der bei autochthoner Witterung folgende Ganglinie aufweist: Bei Sonnenaufgang oder knapp danach erreicht die Temperatur ihr Minimum. Nach Sonnenaufgang steigt sie relativ rasch an bis sie ihr Maximum 2 bis 3 Stunden nach dem Sonnenhöchststand (=größte Einstrahlung) erzielt.

Vom Maximum fällt die Temperatur zuerst rasch ab. Mit dem Sinken der Erdbodentemperatur nimmt auch die Ausstrahlung ab, was eine Verlangsamung des Absinkens der Lufttemperatur zur Folge hat. Die Lufttemperatur fällt immer langsamer auf ihr Minimum bei Sonnenaufgang. Die nächtliche Verzögerung der Abkühlung hängt mit der atmosphärischen Gegenstrahlung zusammen, die von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit abhängig ist. Diese unterliegen nur geringen tagesperiodischen Schwankungen, sodaß einer abnehmenden Ausstrahlung eine relativ konstante Gegenstrahlung entgegenwirkt, was eine Verlangsamung der Temperaturabnahme in den unteren Luftschichten zur Folge hat. Bei starker Gegenstrahlung (Hochnebel, Bewölkung) wird die nächtliche Abkühlung praktisch unterbunden.

Dieser Tagesgang der Temperatur, der dem Idealfall entspricht, wird allerdings durch allochthone Witterungseinflüsse gestört.

II.2.1.2. Jahresgang der Temperatur

Der Jahresgang der Temperatur folgt ebenso wie der Tagesgang jenem der Strahlungsbilanz. Auch hier tritt eine Verspätung der Extreme gegenüber dem Sonnenstand ein. So fällt im Mittel das Maximum der

Temperaturen auf Juli und das Minimum auf den Jänner. Allerdings kann es in den einzelnen Jahren zu Streuungen kommen, die das Maximum und Minimum verschieben.

Das Maß der Verzögerung ist abhängig von der Häufigkeit und Intensität allochthoner Witterungseinflüsse mit ozeanischer Komponente, ferner auch von der Seehöhe, da mit zunehmender Seehöhe eine Verzögerung und Dämpfung des Jahresganges erfolgt. Weiters von Bedeutung sind Geländeform und Exposition, wobei "kontinentalere" Jahresgänge in Tal- und Beckenlagen "ozeanischen" in Kamm- und Hanglagen gegenüberstehen.

Beim kontinentalen Jahresgang herrscht zwischen dem kältesten Monat Jänner und dem wärmsten Monat Juli eine Symmetrie, d.h. Dezember und Februar z.B. haben das gleiche Temperaturmittel, usw. Ausnahmen bilden die Monate Juni und August, wobei der August wärmer als der Juni ist; im allgemeinen ist der Herbst etwas wärmer als das Frühjahr. Mit zunehmender Seehöhe werden die Jahresgänge ausgeglichener. In den Abbildungen 1 bis 3 sind die Jahresgänge der Temperatur dargestellt, doch sind die Höhenunterschiede zwischen den einzelnen Stationen zu gering, um eine Verflachung der Jahresgangskurve zu beobachten.

II.2.2. TAGES- UND JAHRESSCHWANKUNG DER TEMPERATUR

II.2.2.1. Definition

Unter der Tagesschwankung versteht man die Differenz zwischen der höchsten und der tiefsten während eines Tages gemessenen Temperatur.

Man unterscheidet zwischen der "periodischen" und "aperiodischen" Tagesschwankung, wobei man unter der periodischen Tagesschwankung die Differenz zwischen der kältesten und wärmsten Tagesstunde versteht. Die aperiodische Tagesschwankung hingegen ist die Differenz

Abb. 1: Jahresgang der Temperatur, Monatsmittelwerte 1961 - 1980
Klima der Talböden des Vorlandes

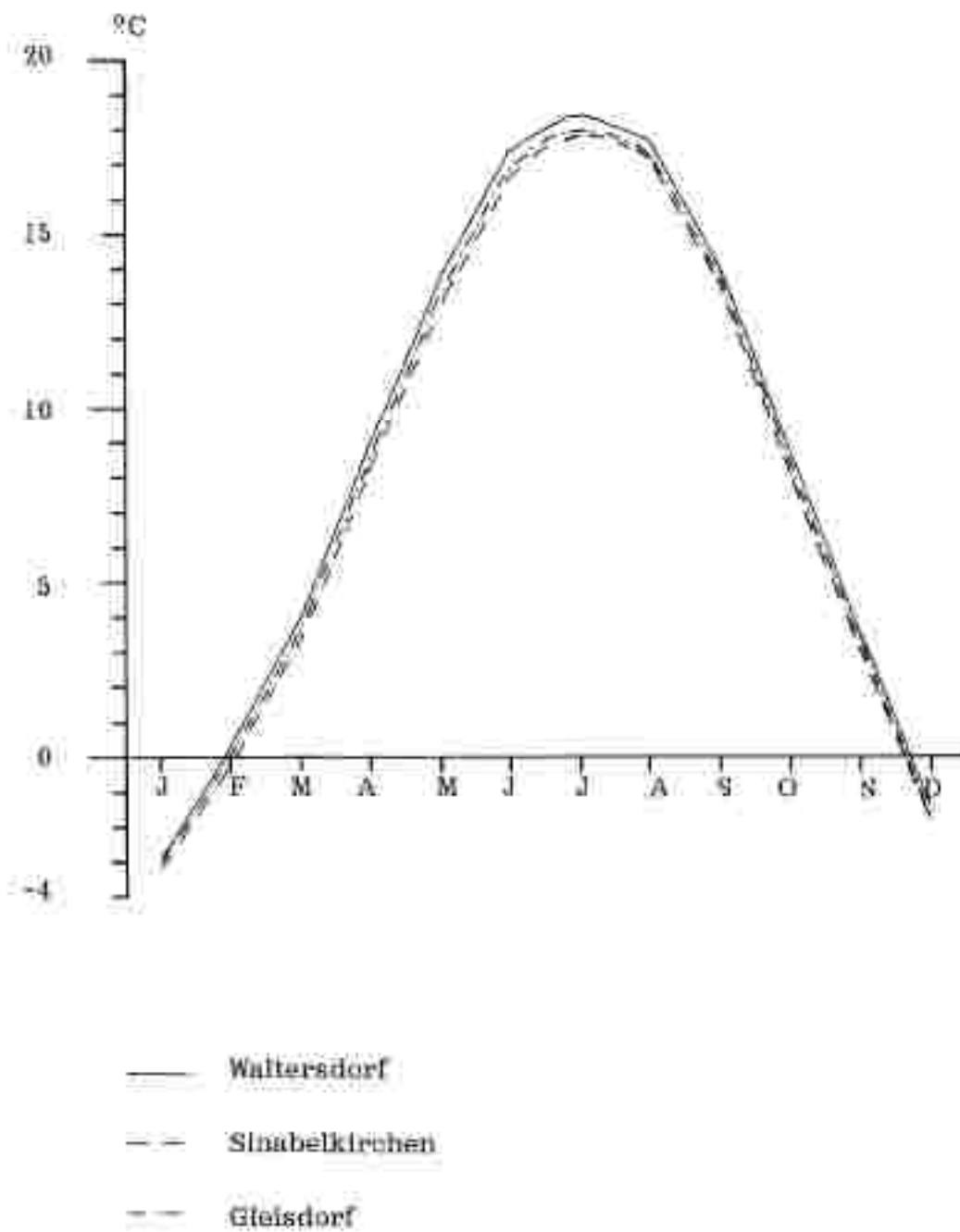


Abb. 3: Jahresgang der Temperatur, Monatsmittelwerte 1961 - 1980:
Übergangsklima der "Terrassenstufe"

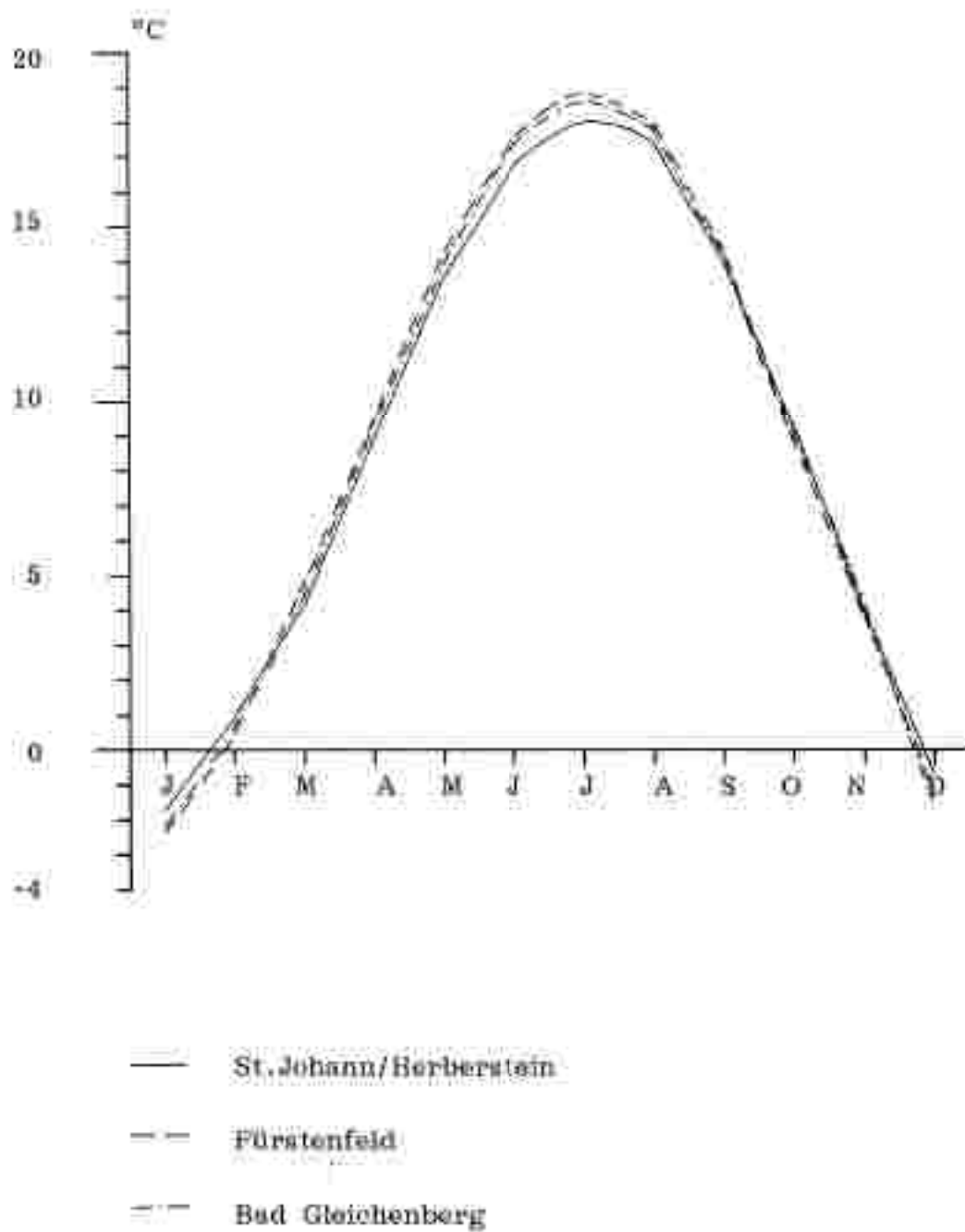
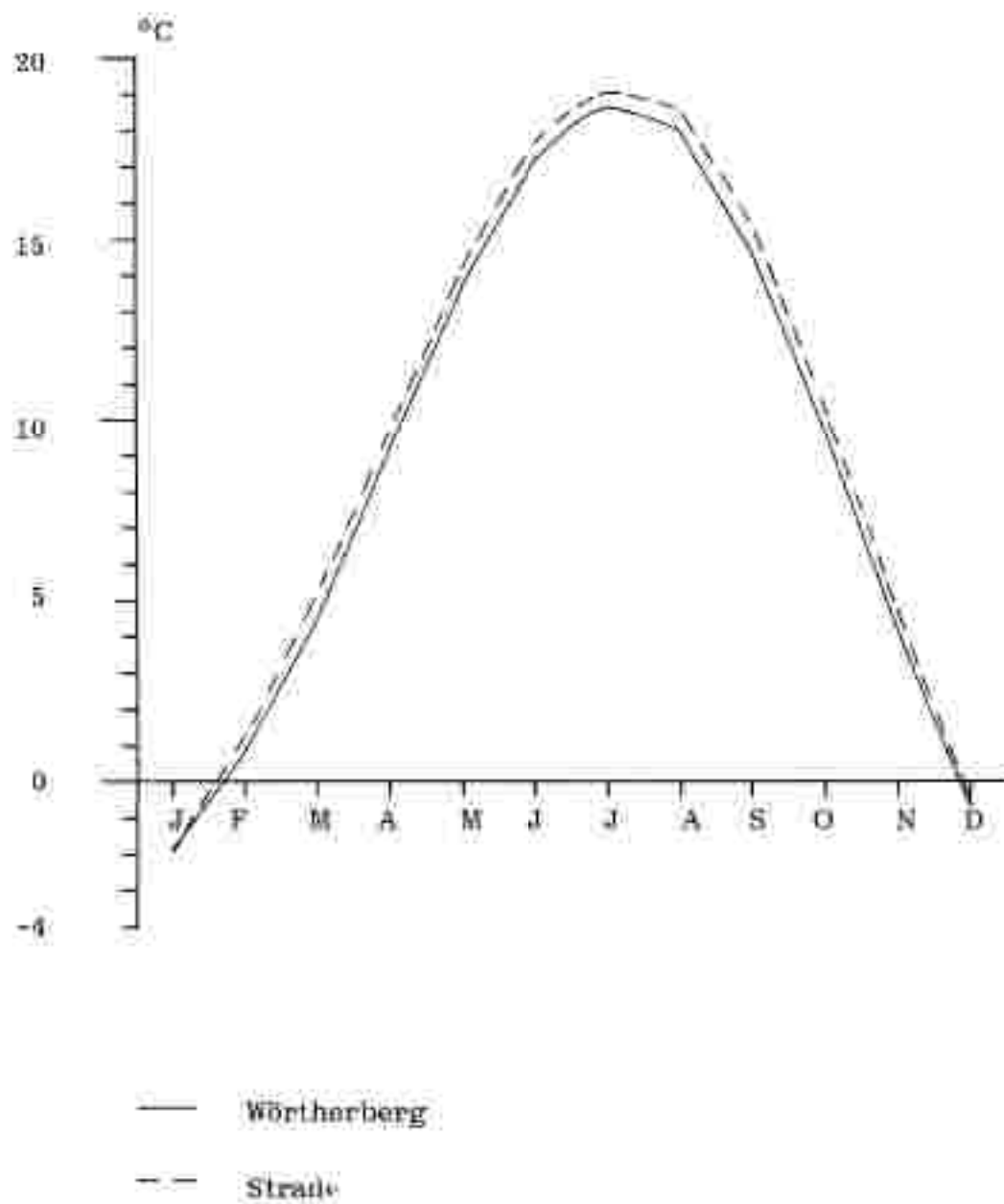


Abb. 3: Jahresgang der Temperatur, Monatsmittelwerte 1961 - 1980
Riedelklima



Tab. 2: Monats- und Jahresmittelwerte der Temperatur von 1961 bis 1980

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Gleisdorf	-2,8	0,1	3,6	8,5	13,2	16,8	17,9	17,2	13,6	8,4	3,3	-1,8	8,2
Sinabelkirchen	-3,1	-0,1	3,4	8,4	13,0	16,6	17,8	17,2	13,5	8,1	3,1	-1,8	8,0
Waltersdorf	-2,8	0,4	4,0	9,0	13,8	17,3	18,4	17,6	14,1	8,6	3,3	-1,4	8,5
Bad Gleichenberg	-2,2	0,7	4,5	9,3	13,9	17,4	18,6	17,8	14,2	9,1	4,0	-1,4	8,8
Fürstenfeld	-2,3	0,5	4,8	9,5	14,3	17,5	18,8	18,0	14,3	9,0	4,0	-1,2	8,9
St. Johann/ Herberstein	-1,8	0,9	4,2	9,0	13,5	16,8	18,0	17,4	14,0	9,2	4,0	-0,7	8,7
Straden	-1,9	1,2	5,2	9,7	14,2	17,6	19,0	18,6	15,4	10,3	4,7	-0,7	9,4
Wärtherberg	-1,9	0,9	4,5	9,3	13,6	17,2	18,6	18,0	14,6	9,6	4,3	-0,6	9,0

zwischen dem "mittleren täglichen Maximum" und dem "mittleren täglichen Minimum". Sie ist in den Niederungen Ausdruck des Strahlungswetters und daher in Hohlformen größer als in Vollformen.

II.2.2.2. Jahresgang der Tagesschwankung

Der Jahresgang der Tagesschwankung ähnelt sehr dem Jahresgang der relativen Sonnenscheindauer. Er zeigt ein breites Sommermaximum und ein Minimum im Spätherbst bis Frühwinter. Dies ist einerseits strahlungsbedingt, andererseits durch Schleichtwetter und Hochnebel beeinflusst. In Abb.4 sind der aperiodische Tagesgang und die relative Sonnenscheindauer dargestellt, wobei bei der aperiodischen Tagesschwankung ein Rückgang im Juni zu verzeichnen ist, der auf stärkere atlantische Einflüsse rückführbar ist.

Mit zunehmender Seeshöhe verringert sich die Tagesschwankung. Daher weist Würtherberg, als Riedelstation, eine gedämpftere Kurve als die übrigen Stationen auf. Unterschiede im Jahresgang deuten auch auf unterschiedliche Nebelhäufigkeit hin.

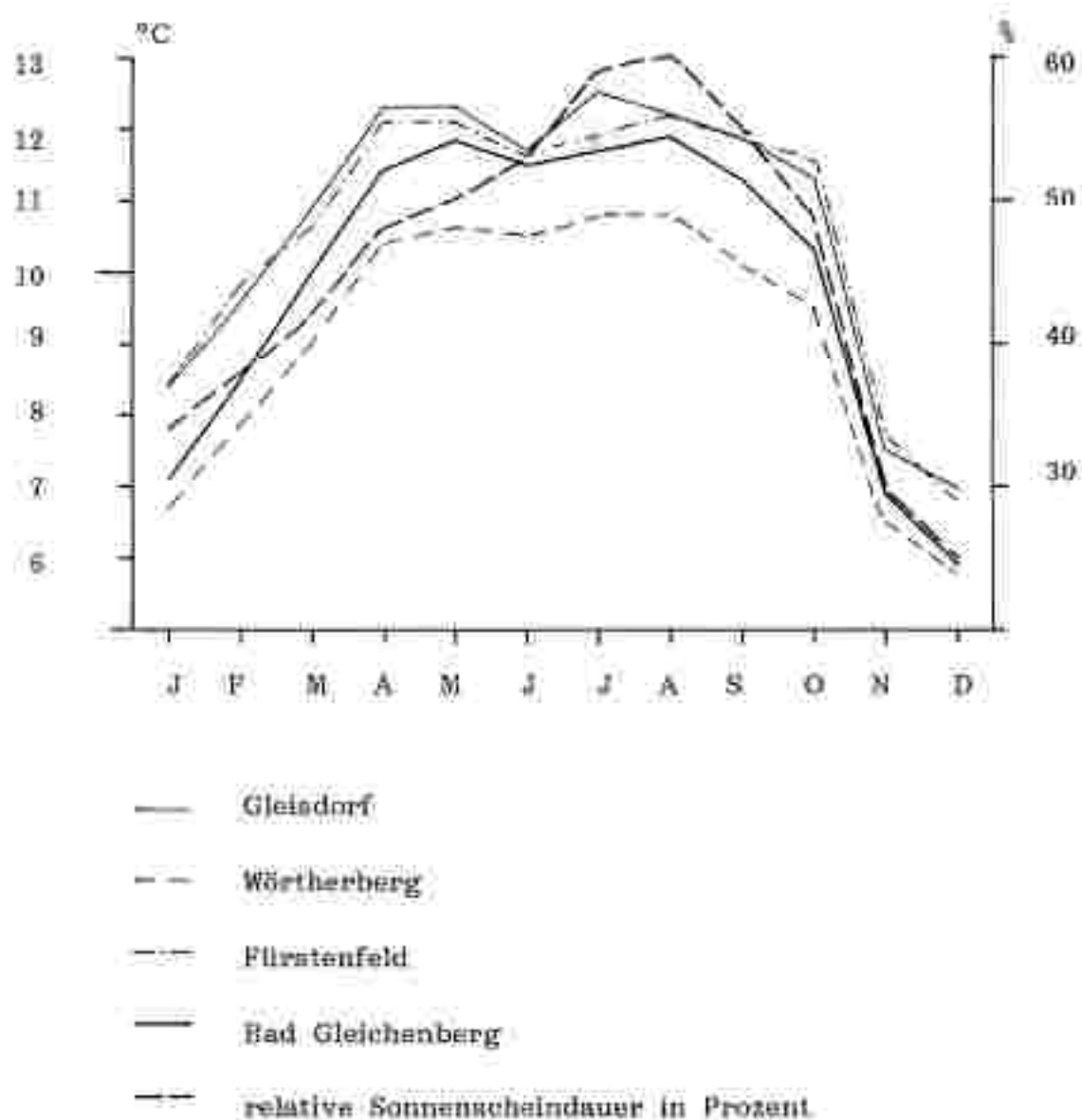
Die klimatische Bedeutung der Tagesschwankungen ist nur in Verbindung mit verwandten Klimatelementen zu sehen, wobei eine höhere Schwankung im allgemeinen mit großer Inversionshäufigkeit und Frostgefahr sowie geringerem Luftmassenaustausch bei häufiger Windruhe in Verbindung zu bringen ist.

Die Tagesschwankung ist ferner von Bedeutung für die Beurteilung der monatlichen Mittelwerte der Temperatur, da bei gleichen Monatsmittelwerten unterschiedliche Tagesschwankungen auftreten können.

II.2.2.3. Jahreschwankung der Temperatur

Die Jahreschwankung der Temperatur, auch Jahresamplitude genannt, ist die Differenz zwischen der Durchschnittstemperatur des im langjährigen Mittel kältesten und wärmsten Monats, im allgemeinen zwischen

Abb. 4: Jahresgang der aperiodischen Tagesschwankung und der relativen Sonnenscheindauer in %, Mittelwerte 1951 - 1970



Jänner und Juli. Die Jahresschwankung ist nicht nur von der intensiven Wirkung ozeanischer Wetterlagen aus dem N oder NW abhängig, sondern u.a. auch von der Seehöhe.

II.2.3. KALTLUFTGEFÄHRDUNG

Die Kaltluftgefährdung eines Gebiets ist von verschiedenen Faktoren abhängig, wie z.B. der Geländeform, der Größe des Kaltlufteinzugsgebietes, den Strahlungsbedingungen in der Nacht; dazu zählen der Bewölkungsgrad, der Gradientwind einfluß (z.B. Nordföhn), die relative Feuchte und der Dampfdruck.

Der Mechanismus des Abfließens der Kaltluft ist nicht konstant sondern erfolgt "tropfenweise", d.h. nach einem abgeflossenen "Kaltluftpaket" strömt wärmere Luft im Sog derselben nach. Dadurch kommt es zu Schwankungen des nächtlichen Temperaturverlaufs, welche vor allem in Hang- und Riedellagen zu beobachten sind.

In Abhängigkeit von der Geländeform kommt es zur Gliederung der Kaltluftgefährdung. Begünstigt sind Gipfellagen (Riedelkuppen), schmale Riedelrücken und steilere Oberhangbereiche, von welchen die Kaltluft rasch abfließt. Ein Anstieg der Kaltluftgefährdung ist bereits in Mittelhanglagen zu verzeichnen, wo die Hangneigung abzunehmen beginnt. Eine hohe Gefährdung ist bereits in Unter- und Schloppenhängen gegeben. Diese geht in eine extreme Gefährdung in der Talsohle über, die durch eine Beckenlage noch verschärft wird. Weitere gefährdete Standorte sind Staubecken an Waldrändern, Siedlungen und Straßendämmen, die den Abfluß der Kaltluft verhindern. R. LAZAR 1985 zeigt den Einfluß von Straßendämmen auf die Frostgefährdung von Kulturen auf.

Neben den Geländeeinflüssen spielen auch Boden und Vegetation eine wichtige Rolle für die Kaltluftproduktion bzw. den Kaltluftabfluß. Der Wald scheidet als "Produzent" der Kaltluft nahezu aus, da die im Kronenraum gebildete Kaltluft in den Stammraum absinkt und sich dort

wieder erwärmt. Feuchte Wiesen hingegen entwickeln eine Kaltluftschicht, da sie sich tagsüber nur wenig erwärmen. Weiters nimmt die Vegetation über den Faktor der "Geländerauhigkeit" Einfluß auf die Abflußgeschwindigkeit der Kaltluft. Isohypsenparallel angelegte Kulturen z.B. erhöhen die Frostgefahr, da dadurch der Kaltluftabfluß behindert wird.

II.2.3.1. Zahl der Frost- und Eistage

Unter Frosttagen werden jene Tage verstanden, an denen das Minimum der Temperatur unter 0°C und das Maximum darüber gemessen wird. Bei den Eistagen liegen Minimum und Maximum unter 0°C . Die frostfreie Periode ergibt sich aus der Differenz von 365 und der Zahl der Frosttage. Der Vergleich der Zahl der Frosttage in den einzelnen Klimalandchaften zeigt, daß die Tallagen die höchste Zahl an Frosttagen aufweisen. Für den Bezirk Fürstenfeld wurde die Station Gleisdorf herangezogen. Es wurden dort 132 Frosttage (36 %) im Jahr gemessen. 7 % im Jahr waren Eistage. Bei den Stationen Fürstenfeld und Bad Gleichenberg wurden zwischen 112 (31 %) und 118 (32 %) Frosttagen gezählt. Hier liegt die Zahl der Eistage bei 6 - 8 %. Auch bei der Zahl der Frosttage sind die Riedelstationen bevorzugt. Würtherberg weist mit 106 Tagen (29 %) die geringste Anzahl an Frosttagen auf. Allerdings liegt die Zahl der Eistage auch hier bei 8 %.

Bereits die mittleren täglichen Minima (Tab.4) geben Aufschluß über die Zahl der Frosttage.

II.2.3.2. Früh- und Spätfröste

Als Früh- bzw. Spätfröste werden jene Ereignisse bezeichnet, bei denen die Temperatur unter 0°C absinkt, egal ob es sich dabei um Schadenfröste handelt oder nicht.

Als letzter Frosttag im Frühjahr bzw. erster im Herbst wird jener bezeichnet, an dem die Temperatur auf $-0,1^{\circ}\text{C}$ fällt. Für Schadensfälle

relevant sind jene Frosttage, an denen die Temperatur auf $-2,0^{\circ}\text{C}$ absinkt.

Die äußersten Fröste können entweder Strahlungsfröste oder Advektivfröste sein. In den Niederungen kommen ausschließlich Strahlungsfröste vor. Auf den Riedellagen handelt es sich auch vorwiegend um Strahlungsfröste nur wenige Ausnahmen sind Advektivfröste. Strahlungsfröste entstehen durch die Ausstrahlung in klaren Nächten, wobei sich die bodennahe Luft als Folge des starken Wärmeverlustes unter den Gefrierpunkt abkühlt. Sie sind standortgebunden. Der Advektivfrost ist meist langanhaltender Frost, der durch das Zufließen arktischer Luftmassen entsteht.

Selbst bei den Strahlungsfrösten ist die vorherige Zufuhr von Kaltluftmassen erforderlich. Es handelt sich dabei um verspätete Wetterstürze im Frühjahr oder um verfrühte im Herbst; wodurch es wesentlich kälter ist als die Normalwerte des entsprechenden Datums. Selten treten Fröste im "normalen Erwartungsbereich" auf, d.h. wenn das mittlere tägliche Minimum nahe 0°C ist.

Um den Eintritt der Fröste annähernd bestimmen zu können, wurde folgendes Berechnungsschema angewendet:

1. Die Monatsnormalwerte (1951-1980) wurden für den mittleren Tage jeden Monats (meist der 16.) als gültig angenommen (Tab.3).
2. Die Hälfte der aperiodischen Tagesschwankung (bekannt für den Zeitraum 1951-1970) der einzelnen Monate werden vom Monatsnormalwert abgezogen und man erhält das mittlere tägliche Minimum für die Monatsmitte.
3. Die Bestimmung der mittleren täglichen Minima für die übrigen Tage erfolgt durch Interpolation.

Tab. 3: Monatsmittelwerte der aperiodischen Tagesschwankung von 1951 bis 1970
und Monatsnormalwerte der Temperatur von 1951 bis 1980

Monatsmittelwerte der aperiodischen Tagesschwankung

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Gleisdorf	8,4	9,6	10,9	12,3	12,3	11,7	12,5	12,2	11,9	11,3	7,5	7,0
Bad Gleichenberg	7,1	8,5	10,0	11,4	11,8	11,5	11,9	11,9	11,3	10,3	6,9	5,9
Fürstenfeld	8,3	9,8	10,6	12,2	12,2	11,7	11,9	12,2	11,9	11,5	7,8	6,8
Wörtherberg	6,7	7,9	9,0	10,4	10,6	10,5	10,8	10,8	10,1	9,5	6,5	5,8

Monatsnormalwerte der Temperatur

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Gleisdorf	-2,6	-0,4	3,5	8,6	13,3	16,9	18,1	17,3	13,7	8,5	3,4	-0,6
Bad Gleichenberg	-2,2	0,3	4,4	9,4	14,0	17,6	18,9	17,9	14,5	9,6	4,3	-0,6
Fürstenfeld	-2,1	0,0	4,5	9,4	14,2	17,6	19,0	18,1	14,3	9,1	4,0	-0,5
Wörtherberg	-1,6	0,5	4,7	8,6	13,8	15,2	18,7	18,1	14,7	9,7	4,3	0,0

Die Werte, die mit dieser Formel berechnet werden, weichen jedoch von den tatsächlichen Früh- bzw. Spätfrosten ab, da Frostereignisse vor bzw. nach den berechneten Daten auftreten.

Vergleicht man den Beginn bzw. das Ende der Frostperiode der einzelnen Höhenlagen miteinander, so ist wieder eine deutliche Bevorzugung der Riedellage zu erkennen. Wörtherberg weist eine frostfreie Periode von 190 Tagen auf im Gegensatz zu Gleisdorf mit 156 Tagen.

Der letzte Frost tritt in Wörtherberg im Mittel am 18. April auf, in Gleisdorf muß im Durchschnitt noch 12 Tage länger mit Frost gerechnet werden (siehe Tab.4). Ein ähnliches Bild zeigt sich im Herbst beim Eintritt des ersten Frostes, wo in Gleisdorf bereits Anfang Oktober mit Frost gerechnet werden muß, während er in Wörtherberg erst am 23. Oktober auftritt. Die Stationen in der Terrassen- und Übergangszone liegen zwischen den beiden Extremen, wovon Gleichenberg (bereits etwas höher gelegen) begünstiger als Fürstenfeld ist.

II.2.4. TEMPERATURMAXIMA

II.2.4.1. Lage des Untersuchungsgebietes in bezug auf die 14-Uhr-Temperaturen innerhalb des Vorlandes

Für die Beschreibung der Temperaturmaxima wurden die 14-Uhr-Temperaturen herangezogen, die bei der Bodenschätzung eine entscheidende Rolle bei der Bewertung eines Standortes spielen. Die 14-Uhr-Temperatur weicht nur wenig vom Maximum ab (in Tallagen um 1-3°C und auf Riedeln um 0,5-1,5°C niedriger). (R.LAZAR, 1982)

Vergleicht man die 14-Uhr-Temperaturen des gesamten Vorlandes, so kommt es zu einer Zunahme der Temperatur vom Vorland bis zum Alpenrand, besonders im Raum Graz-Weiz und im Köflach-Voitsberger-Becken. Von da nimmt die Temperatur zum Koralpenrand hin wieder ab. Diese Abnahme wird auf die geringere Stauwirkung der aus Süd

Tab. 4: Mittleres tägliches Minimum, Eintrittsdaten des letzten und ersten Frostes, Dauer der frostfreien Periode, berechnet aus den Monatsnormalwerten (1951 - 1980)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Letzter Frost	Erster Frost	Frostfreie Periode
Gleisdorf	-6,8	-5,2	-2,0	2,5	7,2	11,0	11,8	11,2	7,7	2,8	-0,4	-4,1	30.04.	03.10.	156
Bad Gleichenberg	-5,8	-4,0	-0,6	3,7	8,1	11,8	12,0	11,9	8,8	4,4	0,8	-3,6	24.04.	14.10.	172
Fürstenfeld	-6,5	-4,9	-0,8	3,3	8,1	11,7	13,0	12,0	8,3	3,3	0,2	-3,0	25.04.	07.10.	164
Wörtherberg	-5,0	-3,5	0,2	3,4	8,5	9,9	13,3	12,7	9,6	4,9	1,0	-2,9	18.04.	26.10.	190

bis Ost wehenden Winde zurückgeführt. Nach Untersuchungen von R. LAZAR 1982 zeigen die Stationen im Osten und Südosten eine negative Abweichung zu denen in den oben genannten Gebieten. Die Überwärmung der genannten Gebiete im Vorland, besonders der Gräzer Bucht, führen in diesen Gebieten zu verstärkter Wolkenbildung und Gewittertätigkeit, während der Osten und Südosten noch wolkenfrei sein können.

Daraus resultieren u.a. die höheren Werte der relativen Sonnenscheindauer im südoststeirischen Raum. Andererseits ist der Südosten bei kühlen Rückseitenwetterlagen (Schauerwetter hinter der vordringenden Kaltfront einer Zyklone) begünstigt, was für den Weinbau von Vorteil ist.

II.2.4.2. Die Überwärmung von Hängen

R.LAZAR 1982 und S.MORAWETZ 1952 beschreiben aus Kleinklimatischen Studien die Überwärmung an südexponierten Hängen. Das Ausmaß der Überwärmung ist abhängig von der Form des Hanges (konkav, konvex), der Hanglänge und der Windoffenheit (z.B. ob ein Gegenhang vorhanden ist). Ferner spielt die Kulturart als Faktor der Bodenreibung für den Windeinfluß eine wesentliche Rolle. Mit einer maximalen Erwärmung kann auf SSW orientierten, nach oben durch einen Wald abgeschlossenen Hangmulden mit ca. 20° Neigung gerechnet werden. Das Ausmaß der Überwärmung beträgt 1,0 bis 1,5°C im mittleren Maximum. Diese Bedingungen können am ehesten in einer Waldlichtung an einem Südhang realisiert werden.

Um das Ausmaß der Überwärmung von Hängen im Bezirk Fürstenfeld darzustellen, liegen keine Meßwerte vor, doch aufgrund der Ähnlichkeit im geomorphologischen Aufbau und der Nähe zum Bezirk Radkersburg, wird es mit den dort gemessenen Werten verglichen (siehe R. LAZAR, 1982). Dort beträgt das Ausmaß der Überwärmung im Vergleich zu den Meßstationen in gleicher Seehöhe 0,3 bis 0,5°C (ge-

messungen in der Hütte in 2 m Höhe). Allerdings nimmt die Temperatur zur Bodenoberfläche hin exponentiell zu (R.LAZAR, 1982). Diese bodennahe Schicht weist extrem labile Verhältnisse auf. Zur "Abhebung" einer Warmluftblase kommt es allerdings erst, wenn der überwärmte Luftkörper groß genug ist, um die Bodenreibung zu überwinden. Damit setzen Hangaufwinde ein, die die überwärmte Luft bis zu den Riedelrücken hangaufwärts tragen. Der Prozeß der Warmluftablösung vom Hang wird als "Thermik" bezeichnet.

Aus dem Vergleich des Temperaturverlaufes eines Südhanges mit dem eines Riedelrückens, ist feststellbar, daß er auf dem Südhang unruhiger ist, als auf dem Riedelrücken, da dort das Temperaturmaximum durch die höhere Windintensität verblasen wird.

Die Überwärmung wirkt sich auch im Monats- und Jahresmittel der Temperatur aus, wobei für eine Interpretation die Lage der Meßstation bekannt sein muß.

II.2.4.3. Die Zahl der Sommertage

Unter Sommertagen versteht man jene Tage, an welchen die Temperatur zu irgendeinem Zeitpunkt wenigstens 25°C erreicht oder überschreitet, unabhängig von der tatsächlichen Überschreitung und Dauer, sowie den sonstigen Witterungsbedingungen. In der Zahl der Sommertage enthalten ist auch jene der Tropentage, an denen eine Temperatur von mindestens 30°C erreicht oder überschritten wird.

Das Ereignis eines Sommertages wird überwiegend durch die Bedingungen während der wärmsten Tagesstunden, meist bei ausgesprochenem Schönwetter mit starker Einstrahlung, bestimmt. Die Zahl der Sommertage wird durch die Lage der Thermometerhütte beeinflusst, in bezug auf deren Exposition, deren Untergrund und deren bauliche Gestaltung in der Umgebung. So ist es nicht unbedeutend, ob eine Thermometerhütte frei steht oder von Gebäuden umgeben ist. Das Zusammenwirken

oben genannter Faktoren kann die Zahl der Sommertage als zu hoch bzw. zu niedrig gegenüber der zu erwartenden Zahl erscheinen lassen. Bei neutraler Stationslage nimmt die Zahl der Sommertage mit zunehmender Seehöhe verzögert ab.

Die Abnahme der Zahl der Sommertage mit der Seehöhe spiegeln auch die Stationen, die für den Bezirk Fürstenfeld herangezogen wurden, wider. So wurden bei der Station Fürstenfeld (276 m) im 20-jährigen Mittel 52 Sommertage/Jahr, in Bad Gleichenberg (292 m) 46, in Gleisdorf (380 m) 43 und in Wörtherberg (402 m) 41 Tage/Jahr beobachtet.

Die jahreszeitliche Verteilung der Sommertage zeigt keine Besonderheiten; im März sind sie als einmalige Erscheinung in mehreren Jahrzehnten möglich, im April kann man jedes 2. bis 3. Jahr sowie im Oktober jedes 3. bzw. 4. Jahr damit rechnen (R.LAZAR, 1982). Das Maximum tritt naturgemäß in den Sommermonaten auf.

Als "Sommer" wird nach H.WARONIGG 1978 jener Zeitraum bezeichnet, an dem das Tagesmittel $\geq 15^{\circ}\text{C}$ beträgt. Der Sommer nach obiger Definition beträgt im Untersuchungsgebiet zwischen 100 und 120 Tagen, je nach Lage der Station, wobei die Talstationen einen um ein paar Tage kürzeren Sommer haben als die Stationen der Terrassen- und Riedelstufe (Tab.5).

Tab. 5: Zahl der Tage mit $\geq 15^{\circ}\text{C}$ (Mittelwert 1965 bis 1980)

	Tage $\geq 15^{\circ}\text{C}$
Gleisdorf	102
Sinabelkirchen	100
Waltersdorf	106
Bad Gleichenberg	114
Fürstenfeld	115
St.Johann/Herberstein	106
Straden	120
Wörtherberg	114

II.2.5. TEMPERATURGUNSTZONEN

Die Temperaturgunst eines Ortes wird durch nachfolgende Parameter charakterisiert:

- a) Einfluß der Kaltluftgefährdung
- b) Einfluß der Seehöhe in bezug auf das mittlere tägliche Maximum bzw. die 14-Uhr-Temperatur
- c) Einfluß der Exposition
- d) Einfluß des unterschiedlichen Tagesganges der Temperatur

Aus dem Zusammenwirken oben genannter Faktoren ergeben sich Gunstunterschiede von Standorten, die sich z.B. in der Dauer der Vegetationsperiode ausdrücken.

II.2.5.1. Die Dauer der Vegetationsperiode

Unter der Vegetationsperiode versteht man die Zeit, in der pflanzliches Wachstum möglich ist. Die Vegetationsperiode ist von den klimatischen Verhältnissen abhängig und wird auch "klimatische Vegetationsperiode" genannt. Sie hängt in erster Linie von der Temperatur ab. Klimatisch definiert man als Vegetationsperiode die Anzahl der Tage, die eine Tagesmitteltemperatur von $+5^{\circ}\text{C}$ erreichen oder überschreiten. Phänologisch setzen Blattaustrieb und Laubfall der Vegetationsperiode Grenzen. Diese Zeit wird von H. WAKONIGG 1978 als "grüne Zeit" bezeichnet und ist jene Zeit, in der die Tagesmitteltemperatur $+10^{\circ}\text{C}$ erreicht oder überschreitet.

Die Temperaturmittelkarten, die die Vegetationsperiode repräsentieren, haben große Bedeutung für die Landwirtschaft; vor allem dann, wenn Anbaugebiete mit unterschiedlichen Klimaregime verglichen werden sollen. So können Angaben über das Jahresmittel der Temperatur eine Temperaturgunst vortäuschen, die durch milde Winter in maritim

Tab. 6: Monatsmittelwerte der 14-Uhr-Temperaturen 1961 bis 1980

	Sh	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Gleisdorf	380	0,5	4,2	8,6	13,5	18,0	21,2	22,7	22,2	19,0	14,2	7,3	1,6	12,8
Bad Gleichenberg	292	0,3	4,3	9,1	14,0	18,6	21,9	23,4	23,0	19,5	14,3	7,4	1,4	13,1
Fürstenfeld	276	0,5	4,0	9,1	14,0	18,7	21,9	23,5	23,1	19,6	14,4	7,5	1,7	13,2
Wörtherberg	402	0,1	3,7	8,2	13,1	17,6	20,8	22,3	22,0	18,5	13,6	6,7	1,4	12,3

beeinflussten Bereichen hervorgerufen wird. Der Winter bleibt jedoch für die Dauer der Vegetationsperiode bedeutungslos; die einzige Ausnahme ist die Winterfrostgefährdung für den Weinbau.

In Tab.7 wurden der Beginn und das Ende der Vegetationsperiode mit einem Mittel von $\geq +5^{\circ}\text{C}$ und $\geq +10^{\circ}\text{C}$ sowie die Anzahl der Tage berechnet.

Bei der Berechnung des Beginns und des Endes der Vegetationsperiode wurden die Monatsmittelwerte auf den 16. jedes Monats projiziert und eine lineare Temperaturzunahme zwischen 16.März, 16.April und 16.Mai ebenso wie eine lineare Abnahme zwischen 16.September, 16.Oktober und 16.November angenommen. Daraus lassen sich die Eintrittsdaten für die Temperaturmittelwerte von $+5^{\circ}\text{C}$ und $+10^{\circ}\text{C}$ ermitteln.

Es treten allerdings Unterschiede zwischen der berechneten Dauer der Vegetationsperiode und der tatsächlichen auf; da die warmen Tage vor dem Eintrittsdatum gegenüber den kühleren nach dem Eintrittsdatum überwiegen; dazu kommt, daß die Temperaturstreuung der kälteren Jahreszeit stärker ist als jene der wärmeren.

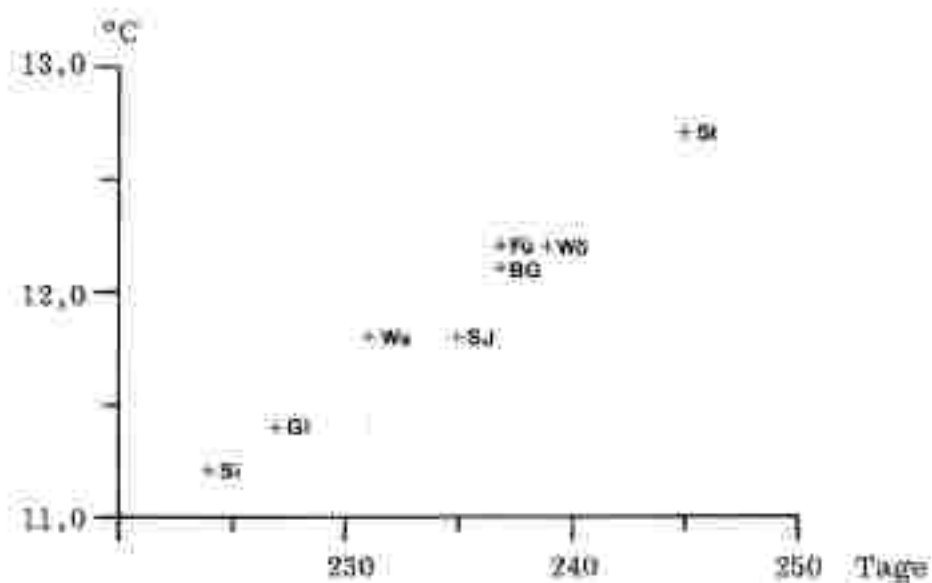
Die Länge der Vegetationsperiode läßt eine Begünstigung der Riedelzone erkennen. Bei den Stationen Würtherberg und Straden dauert die Vegetationsperiode 239 bzw. 245 Tage. Im Gegensatz dazu stehen die Stationen im Talbodenbereich Gleisdorf, Waltersdorf und Sinabelkirchen, wo die Dauer zwischen 220 und 230 Tagen beträgt. Die Stationen St.Johann b.Herberstein mit 235 Tagen, Fürstenfeld und Bad Gleichenberg mit je 237 Tagen, repräsentieren die "Terrassenstufe".

Da die Vegetationsperiode eine Funktion der Temperatur ist, korrelieren die Temperaturmittelwerte der Monate März bis November gut mit der Dauer der Vegetationsperiode mit $\geq 5^{\circ}\text{C}$ (Abb.5).

Tab. 7: Beginn und Ende sowie Dauer der Vegetationsperiode für Temperaturmittelwerte $\geq 5^{\circ}\text{C}$ und $\geq 10^{\circ}\text{C}$ (bezogen auf die Monatsnormalwerte 1951 bis 1980)

Temperaturmittelwerte	$\geq 5^{\circ}\text{C}$			$\geq 10^{\circ}\text{C}$		
	Beginn	Ende	Dauer	Beginn	Ende	Dauer
Gleisdorf	25.03.	06.11.	227	25.04.	07.10.	165
Sinabelkirchen	26.03.	04.11.	224	26.04.	05.10.	163
Waltersdorf	22.03.	07.11.	231	22.04.	08.10.	170
Bad Gleichenberg	19.03.	10.11.	237	21.04.	11.10.	174
Fürstenfeld	19.03.	10.11.	237	19.04.	10.10.	175
St. Johann/ Herberstein	21.03.	10.11.	235	23.04.	11.10.	172
Straden	15.03.	14.11.	345	18.04.	18.10.	184
Wörtherberg	13.03.	12.11.	239	21.04.	14.10.	177

Abb. 5 : Dauer der Vegetationsperiode im Vergleich mit den Monatsmittelwerten der Temperatur von März bis November, 1961 - 1980



- Gl: Gleisdorf
- Wö: Würtherberg
- Fü: Fürstenfeld
- Wa: Waltersdorf
- SJ: St. Johann/Herberstein
- BG: Bad Gleichenberg
- Si: Sinabelkirchen
- St: Straden

II.2.5.2. Das Jahresmittel der Temperatur als Kriterium zur Unterscheidung von Gunst- und Ungunstlagen

Das Jahresmittel nimmt in der klimatologischen Betrachtungsweise einen wichtigen Stellenwert ein. Dennoch ist die Kenntnis des Jahresganges der Temperatur notwendig, besonders dann, wenn Stationen in Gebieten mit unterschiedlichem Klimaregime verglichen werden sollen.

Ferner zeigt sich ein gegensätzlicher Klimacharakter von Tal- und Riedelstationen: Auf den Riedeln sinkt infolge der milden Wintertemperaturen die Jahresschwankung auf ungefähr 20°C , während sie in Seitentälern ungefähr 22°C beträgt. Die Riedelstationen Wörtherberg und Straden weisen die höchsten Jahresmittelwerte von $9,0^{\circ}$ bzw. $9,4^{\circ}$ auf; die Stationen im Talbodenbereich hingegen haben Jahresmittelwerte von $8,0$ bis $8,5^{\circ}\text{C}$ (siehe Tab.2).

Wie aus Messungen vom Bezirk Radkersburg hervorgeht, können in engbegrenzten Hangabschnitten $+10^{\circ}\text{C}$ als Jahresmitteltemperatur auftreten (R.LAZAR 1982). Voraussetzung für so hohe Mittelwerte ist eine Hangmuldenlage mit Überwärmung, doch wirkt in diesen Abschnitten die Kaltluftgefährdung (Kaltluftabfluß in Mulden) entgegen.

Hinweise auf die Unterschiede im Jahresmittel und den Seitentälern geben auch die Jänner- und Julimittelwerte, wobei besonders die Jännermittelwerte die Begünstigung der Riedelzonen hervorheben (Tab.2).

II.2.5.3. Klimatologische Interpretation

Von den zahlreichen Faktoren, die das Temperaturklima eines Ortes beeinflussen, haben die geographische Breite, die Lage (Entfernung) zum Meer und die vorherrschende Zirkulation bei der Kleinheit des Untersuchungsraumes keinerlei Bedeutung zur Erklärung der lokalen Unterschiede. Auch die Bewölkung und die Luftfeuchte sowie die

Untergrundverhältnisse sind von geringer Bedeutung. Entscheidende Faktoren sind die Geländeform, die Seehöhe und die Exposition.

II.2.5.3.1. DIE LAGE IM GELÄNDE

Die Lage eines Ortes im Gelände wirkt sich bei der Kaltluftverteilung insofern aus, als Hohlformen durch die Ansammlung von Kaltluft stärker abgekühlt werden als die Vollformen.

Weiters sind die nächtlichen und morgendlichen Temperaturen am tiefsten in abgelegenen Seitentalbecken. Von dort erfolgt eine Zunahme der Temperatur über die Hänge bis hin zu den Kämmen und Kuppen. Letztere sind am wärmsten, da die Kaltluft nach unten abfließt. Dieser Effekt erlischt zur Zeit der Temperaturmaxima, wobei freie Kammlagen durch Verblasen der Warmluft unter Umständen kühler sind als Talstücke in gleicher Seehöhe (R.LAZAR, 1982).

Die durch die Lage im Gelände bestimmte Temperaturverteilung ist auch in den Monatsmittelwerten erkennbar, wobei folgende Regel gilt: Die Kaltluftverteilung setzt sich in Monaten mit kurzen Tagbögen der Sonne, geringer Bewölkung und geringem Einfluß von Fremdwetter sehr stark im Tagesmittel durch. In Monaten mit langen Tagbögen der Sonne (deutliche Erwärmung bis 7 Uhr) Bewölkung (nächtliche Gegenstrahlung und geringe Abkühlung) und starkem Einfluß von Fremdwetter (Durchmischung) ist sie nur schwach erkennbar.

Die geländeklimatischen Unterschiede sind im Winter wegen der größeren Bewölkung z.B. Hochnebel, der durchwegs über den höchsten Kuppen des Arbeitsgebietes liegt, am größten. Gefolgt wird der Winter vom sonnigen Herbst und selbst im Frühjahr treten bis April deutliche Unterschiede auf. Am geringsten ist der Geländeeinfluß in den Monaten Mai bis Juli.

II.2.5.3.2. DIE SEEHÖHE

Die unterschiedliche Seehöhe wirkt sich so weit aus, als die Temperatur wegen der unterschiedlichen Strahlungsbilanzen zwischen Erdboden und Atmosphäre und der thermodynamischen Eigenschaften der Luft (Expansion beim Aufsteigen, Kompression beim Absinken) nach oben hin abnimmt, wobei ein Richtwert für die Abnahme von $0,5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ angenommen wird. Dieser Gradient ist starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen, wobei er im Frühjahr am größten ist und ca. $0,7^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ beträgt. Am geringsten ist er im Früh- und Hochwinter. Die beiden vorgenannten Faktoren überlagern sich je nach Lage der Stationen mit unterschiedlichem Gewicht, wobei in Gebieten mit geringem Höhenunterschied zwischen höchster und tiefster Station der Lage im Gelände größere Bedeutung zukommt.

II.2.5.3.3. DIE EXPOSITION

Die Exposition wirkt sich überwiegend tagsüber während der Einstrahlungszeit durch unterschiedliche Strahlungswinkel auf den Erdboden aus. Südost- bis Südwesthänge sind thermisch begünstigt, während die Nordwest- bis Nordosthänge eine Benachteiligung erfahren.

II.2.6. TEMPERATURINVERSIONEN

Unter einer Inversion versteht man eine Temperaturumkehr, die dadurch in Erscheinung tritt, daß innerhalb einer mehr oder weniger mächtigen Luftschicht die Temperatur nicht ab- sondern zunimmt.

Je nach Lage und Entstehung unterscheidet man verschiedene Arten von Inversionen.

a) Bodeninversion

Sie entsteht dadurch, daß die bodennahe Luftschicht, vorzugsweise am Ende der nächtlichen Ausstrahlungsperiode, so stark abgekühlt wird, daß eine Temperaturzunahme mit der Höhe eintritt.

b) dynamische Absinkinversion

Sie sind durch absteigende Luftbewegungen in der Höhe während der Abbauphase eines winterlichen zusammensinkenden Kaltluftkissens, oder innerhalb der Antizyklen gebildet.

Meist kommt es zu einem kombinierten Auftreten der beiden oben genannten Inversionstypen (Absinken in der Höhe und Ausstrahlung am Boden). Die Bodeninversion wirkt als Sperrschicht für die nebel-, dunst- und raucherfüllte Atmosphäre unter 200 bis 400 m.

Die dritte Form der Temperaturinversionen ist die advektive oder Aufgleitinversion. Sie entsteht durch das Vordringen von Warmluft über Kaltluft.

II.3. NEBEL UND BEWÖLKUNG

II.3.1. NEBEL

Als Nebel wird jener Zustand der Atmosphäre definiert, der durch Kondensation in den Luftschichten unmittelbar über oder nahe der Erdoberfläche entsteht, wobei kleinste, schwebend erscheinende Wassertröpfchen von solcher Dichte angereichert werden, daß die horizontale Sichtweite unter 1 km herabgesetzt wird.

Als Nebeltag wird jeder Tag bezeichnet, an dem zu irgendeinem Termin Nebel registriert wird, unabhängig von dessen Dauer und Dichte. Dies ist ein großer Nachteil, da das Datenmaterial von Stationen unterschiedlicher Geländelage oder Seehöhe unvergleichbar ist, ebenso wie die Nebeltage verschiedener Jahreszeiten für eine Station allein.

Ferner gibt es keine Aussage über die Witterungsbeeinflussung durch Nebel an einem Nebeltag, da z.B. nach kurzem Frühnebel in den Niederungen der schönste Herbsttag werden kann. Umgekehrt kann der Nebel als Hochnebel oder "Bergnebel" (= aufliegende Bewölkung) mehrere Tage anhalten und die Witterung im Sinne von äußerstem Schlechtwetter bestimmen.

II.3.1.1. Arten und Entstehung von Nebel

Je nach der Lage, wo der Nebel auftritt, unterscheidet man verschiedene Arten von Nebel:

Beim "Bodennebel" handelt es sich um eine dünne, einige Meter mächtige Nebeldecke. Der "Talnebel" ist auf den Talraum begrenzt. Der "Wiesennebel" tritt über Grünlandgebieten auf und ist weniger als mannshoch. Der "Hochnebel" hat seine Untergrenze wenige Zehnermeter über dem Erdboden, sodaß Fabrikschlote oder Kirchturmspitzen hineinragen. Der Hochnebel bildet den gleitenden Übergang zu den Schichtwolken.

Der "Strahlungsnebel" ist an Inversionen und an Windstille bzw. sehr schwache Luftbewegung gebunden. Ein Zustand, der bei Hochdruckwetterlagen zusammentrifft. Es werden zwei Arten von Strahlungsnebel unterschieden: Beim Hochnebel hat die Inversion eine relativ hohe Lage. Er entsteht durch spontane Kondensation an einer vorgegebenen Dunstgrenze in der Höhe selbst, im Zuge von kräftigen Absinkinversionen, starker Ausstrahlung oder dynamischer Überlagerung von Warmluft über Kaltluft.

Der Bodennebel ist häufig von lokalen Einflüssen wie der Geländeform und der Bodenbedeckung abhängig. Vorerst kommt es zu einer Ansammlung der durch Ausstrahlung abgekühlten Luft in den Tälern und Hohlformen. Durch weitere Abkühlung kommt es zur Nebelbildung.

Das Maximum der Strahlungsnebel ist im Herbst, da wegen der wachsenden Nachtlänge die Abkühlung relativ groß ist. Ein wichtiger Faktor ist der im Gegensatz zu Winter und Frühjahr hohe Wasserdampfgehalt der Luft.

Bei dem im Untersuchungsgebiet vorkommenden Nebelarten handelt es sich überwiegend um strahlungsbedingte Bodennebel, deren Mächtigkeiten wenige Meter bis 100 m betragen.

II.3.1.2. Tages- und Jahresgang der Nebelhäufigkeit

Der Tagesgang der Nebelwahrscheinlichkeit ist invers zu jenem der Temperatur. Das Maximum tritt in den kühlen Morgenstunden gleich nach Sonnenaufgang auf, während das Minimum am frühen Nachmittag zur Zeit der wärmsten Tagesstunden verzeichnet wird.

Der Jahresgang der Nebelhäufigkeit, ausgedrückt durch die Zahl der Nebeltage, verläuft in seinen Grundzügen ebenfalls invers zur Temperatur. Allerdings gibt es eine Amplitudenverschiebung, da das Maximum nicht in die Monate mit der größten Kälte fällt, sondern in die mit der stärksten Abkühlung. Ebenso tritt das Minimum nicht in den wärmsten Monaten auf, sondern in jenen mit der stärksten Erwärmung. Der Grund dafür liegt im starken Nachhinken der Luftfeuchtigkeit hinter der Temperatur. Feinheiten des Jahresganges ergeben sich weiters durch die unterschiedliche Tagbogenlänge der Sonne. So hat der Oktober zwar die stärkste Abkühlung nicht aber das Maximum der Nebelhäufigkeit sondern der Dezember mit seinen langen Nächten. Ebenso verhält es sich mit dem Minimum. So werden im März, dem Monat mit starker Erwärmung aber noch relativ langen Nächten mehr Nebeltage als im Juli registriert. Der Juli weist im Jahresgang keine Wärmezunahme mehr auf, doch ist die nächtliche Abkühlung gering.

Ferner wird die Nebelhäufigkeit durch das Großwettergeschehen, d.h. durch allochthone Einflüsse, besonders im Hinblick auf die Bewölkung,

gesteuert. In den Niederungen verzeichnen der wolkenarme Oktober, in den Talbodenklimaten sogar der heitere September mehr Nebeltage (kurzfristige Morgennebel, bei starkem Temperaturtagesgang) als der trübe und wolkenreiche November.

Neben dem Bodennebel ist der Hochnebel im Beobachtungsgebiet von Bedeutung. Im vertikalen Aufbau erreicht er eine Gesamtmächtigkeit von einigen 100 m mit einer scharfen Obergrenze und einer allmählichen Auflockerung nach unten. Die Temperaturschichtung hat normalerweise die Form der freien Inversion, d.h. Abnahme der Temperatur bis zur Nebelobergrenze, von dort eine starke Zunahme und erst einige 100 m darüber wieder eine Abnahme.

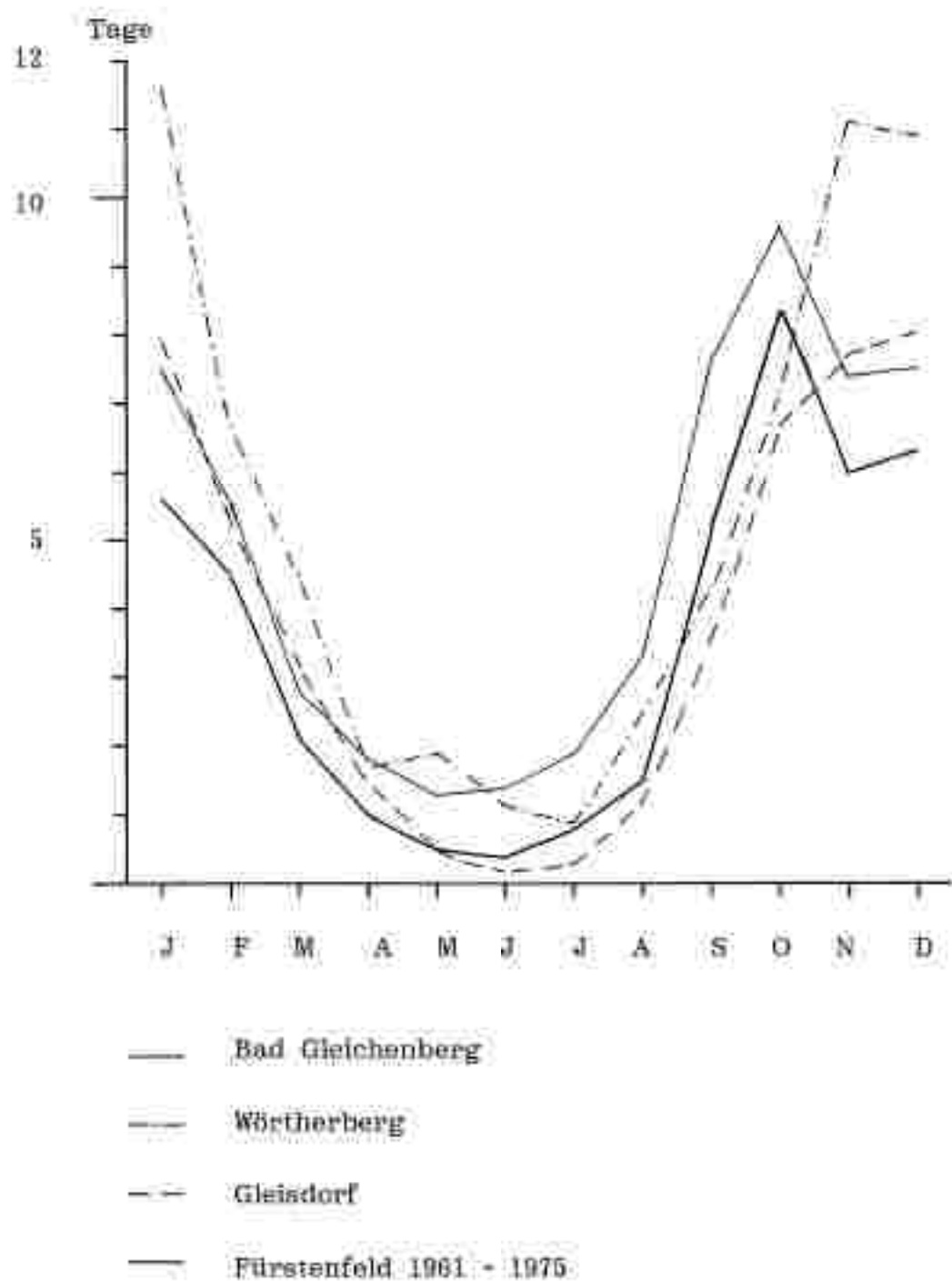
Der Hochnebel ist für die Riedelstationen die entscheidende Nebelform. Der Jahresgang ist anders als in den Niederungen. Der November nimmt an Nebelhäufigkeit zu und kann auch den Dezember übertreffen, wodurch er zum nebelreichsten Monat wird (siehe Abb.6).

Beim Jahresgang der Nebelhäufigkeit wurde bei der Station Gleisdorf das Maximum im Dezember beobachtet. Die beiden Stationen der "Terrassenstufe" Bad Gleichenberg und Fürstenfeld haben ihr Maximum im Oktober. Sie haben damit Ähnlichkeit mit den Nebelverhältnissen der Talbodenstationen. Würtherberg zeigt die Verhältnisse einer Riedelstation, wo der November den Dezember an Nebelreichtum übertrifft.

Wie sich die Verlegung einer Station auswirkt, kann am Beispiel Fürstenfeld gezeigt werden. Der Jahresmittelwert beträgt für den Zeitraum 1961 bis 1975 42,7 Nebeltage, für den Zeitraum von 1977 bis 1980 hingegen 95,8 Nebeltage. Um die Zeiträume konstant zu halten wurde auch der Mittelwert von 1972 bis 1975 mit 43,3 Nebeltagen bestimmt.

R.LAZAR 1982 gibt für die Station Würtherberg eine starke "Inhomogenität" des Datenmaterials von 1967 auf 1968 an. Hier erfolgte keine

Abb. 5: Jahresgang der Nebelhäufigkeit, Mittelwerte 1961 - 1980



Stationsverlegung, dennoch erhöhte sich die Anzahl der Nebeltage zwischen den angegebenen Jahren von 42 auf 85. R.LAZAR gibt für 1951 bis 1967 einen Jahresnormalwert von 46,8 und für 1968 bis 1980 einen von 73,0 Nebeltagen an.

II.3.2. BEWÖLKUNG

Die Bewölkung ist eines der wichtigsten Klimaelemente zur Beurteilung des Klimas eines Ortes hinsichtlich seiner Gunst oder Ungunst, besonders bezüglich der Eignung eines Ortes als Fremdenverkehrsort.

Die Dichte bzw. Geschlossenheit der Bewölkung ergibt den Grad der Himmelsbedeckung, der in Zehnteln angegeben wird. Bei der Beobachtung der Bewölkung treten Schätzungsfehler, deren Größe von der Horizontal- und Vertikalerstreckung der Wolken abhängig sind, auf, da nur die horizontalen Zonen der Perspektive berücksichtigt werden.

II.3.2.1. Tages- und Jahresgang der Bewölkung

Beim Tagesgang der Bewölkung muß nach Winter- und Sommerhalbjahr unterschieden werden.

Im Winterhalbjahr (Oktober bis Februar) wird das Maximum der Bewölkung beim Frühtermin (7 oder 10 Uhr) registriert, was durch Nebel bzw. Hochnebel bedingt ist. Tagsüber erfolgt eine Rückbildung der Bewölkung und das Minimum wird in den Abendstunden erreicht.

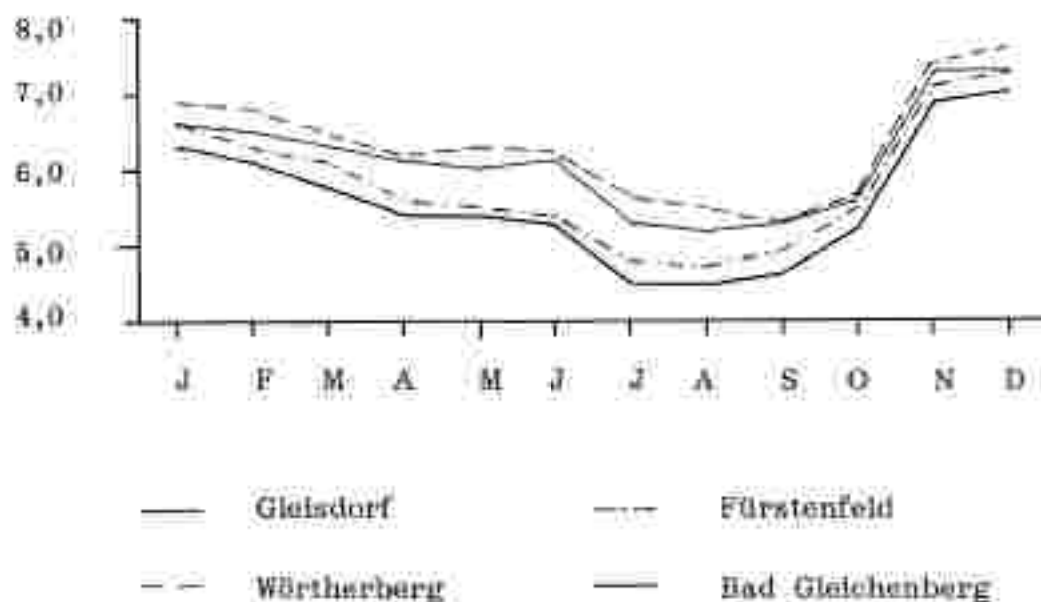
Im Sommerhalbjahr (April bis August) hingegen tritt das Minimum in den Nachtstunden auf. Nach Einsetzen der Konvektion beginnt schon am Vormittag die Verdichtung der Bewölkung bis im Frühjahr das Maximum kurz vor Mittag, im Sommer in den späten Nachmittagsstunden erreicht ist. Nach Erlöschen der Konvektion bildet sich die Bewölkung rasch zurück.

In den Übergangsmonaten März und September ist das Maximum in den Morgen- und Abendstunden angedeutet.

Beim Jahresgang der Bewölkung ist im Bezirk Fürstenfeld das Maximum der Bewölkung im Spätherbst und Winter durch anhaltende Stratusbewölkung, Nebel- und Hochnebeldecken erreicht. Das Minimum wird im Hoch- und Spätsommer beobachtet, wo Hochnebeldecken fehlen und aufgelockerte Cumulusbewölkung vorherrscht.

Der Bezirk Fürstenfeld gehört mit diesem Jahresgang der Bewölkung dem "Vorderlandtypus" an (Abb.7).

Abb. 7: Monatsmittel der Bewölkung in Zehnteilen der Himmelsbedeckung 1951 - 1970



II.4. NIEDERSCHLÄGE

II.4.1. NIEDERSCHLAGBRINGENDE WETTERLAGEN

Im Kapitel 2 wurden die niederschlagbringenden Wetterlagen bereits beschrieben. In diesem Kapitel soll kurz auf die unterschiedliche Auswirkung der Wetterlagen im Winter- und im Sommerhalbjahr hingewiesen werden.

Im Winter und den Übergangsjahreszeiten sind die südlichen Niederschlagslagen, deren Tiefdruckkerne in den Bereichen Biscaya - Iberische Halbinsel - westliches Mittelmeer - Oberitalien - Adria gelegen sind, von Bedeutung. Bei diesen Wetterlagen, bei denen an der Vorderseite (Ostseite) warmfeuchte Luftmassen in warmfrontähnlichen Vorgängen zum Aufgleiten gezwungen werden, ist eine stratiforme Bewölkung mit anhaltenden meist wenig ergiebigen Regen - "Landregen" bzw. Schneefällen die Folge.

Die nordalpinen "Niederschlagslagen" bleiben für das Untersuchungsgebiet weitgehend niederschlagsunwirksam. Besonders im Winter sind sie zu den trockeneren Wetterlagen ("Nordföhn") zu zählen.

Von großer Niederschlagswirksamkeit ist die Vb-Wetterlage, deren Tiefdruckgebiet vom Raum südlich der Alpen über Ungarn und Polen bis zu Ostsee wandert. Auswirkungen wie Überschwemmungen, Starkschneefälle im Winter, Spätschneefälle im Frühjahr oder schwere Unwetter im Sommer treten fallweise auf.

Im Sommer und den beiden Nachbarmonaten (Mai und September) ändert sich das Niederschlagsgeschehen. Tiefdruckgebiete südlicher Breiten sind nun selten. Doch bei ihrem Auftreten sind sie, infolge des höheren Wasserdampfgehaltes der Luft, ergiebig, wobei die Niederschläge in Form von anhaltenden Landregen fallen, die von Gewittern eingeleitet werden können.

Die für den Sommer charakteristische Niederschlagsform sind kurzzeitige Gewitter- und Schauerniederschläge, welche an Fronten oder an flache Druckverteilungen gebunden sind. Steuernde Wetterlagen sind die West- und Nordwestströmung, sowie Tiefdrucklagen mit den Kernen zwischen West-, Mittel- und Nordeuropa und meridionale Tiefdruckrinnen.

Die Schauerniederschläge weisen einerseits den Vorteil auf, daß sie nicht lange anhalten. Andererseits ist die Heftigkeit dieser Niederschläge, die zu lokalen Erosionsschäden oder Überflutungen führen können, von Nachteil. Im Gefolge sommerlicher Gewitter kann Hagel auftreten.

II.4.2. DER JAHRESGANG DER NIEDERSCHLÄGE

Der Jahresgang der Niederschläge ist im Bezirk Fürstenfeld relativ einheitlich und dem "Inversions-Gewittertyp" des kontinentalen Europa zuzurechnen. Er ist durch eine einheitliche Periode mit dem Minimum im Winter und dem Maximum im Sommer charakterisiert. Beim "Inversions-Gewittertyp" fällt die trübste und bewölkungsreichste Jahreszeit mit den geringsten und die sonnigste und wolkenärmste Jahreszeit mit den höchsten Niederschlägen zusammen.

Ein Abweichen des Niederschlagsjahresganges von der fast symmetrischen Kurve erfolgt nur im November (Abb. 8,9,10). Hier steigt die Niederschlagsmenge bei allen Stationen an. Dies könnte an der 30-jährigen Beobachtungsreihe liegen, indem eine Verspätung der entsprechenden Wetterlagen eintritt.

Abb. 8: Jahresgang des Niederschlages, Monatsmittelwerte 1961 - 1980
Klima der Talböden des Voriandes

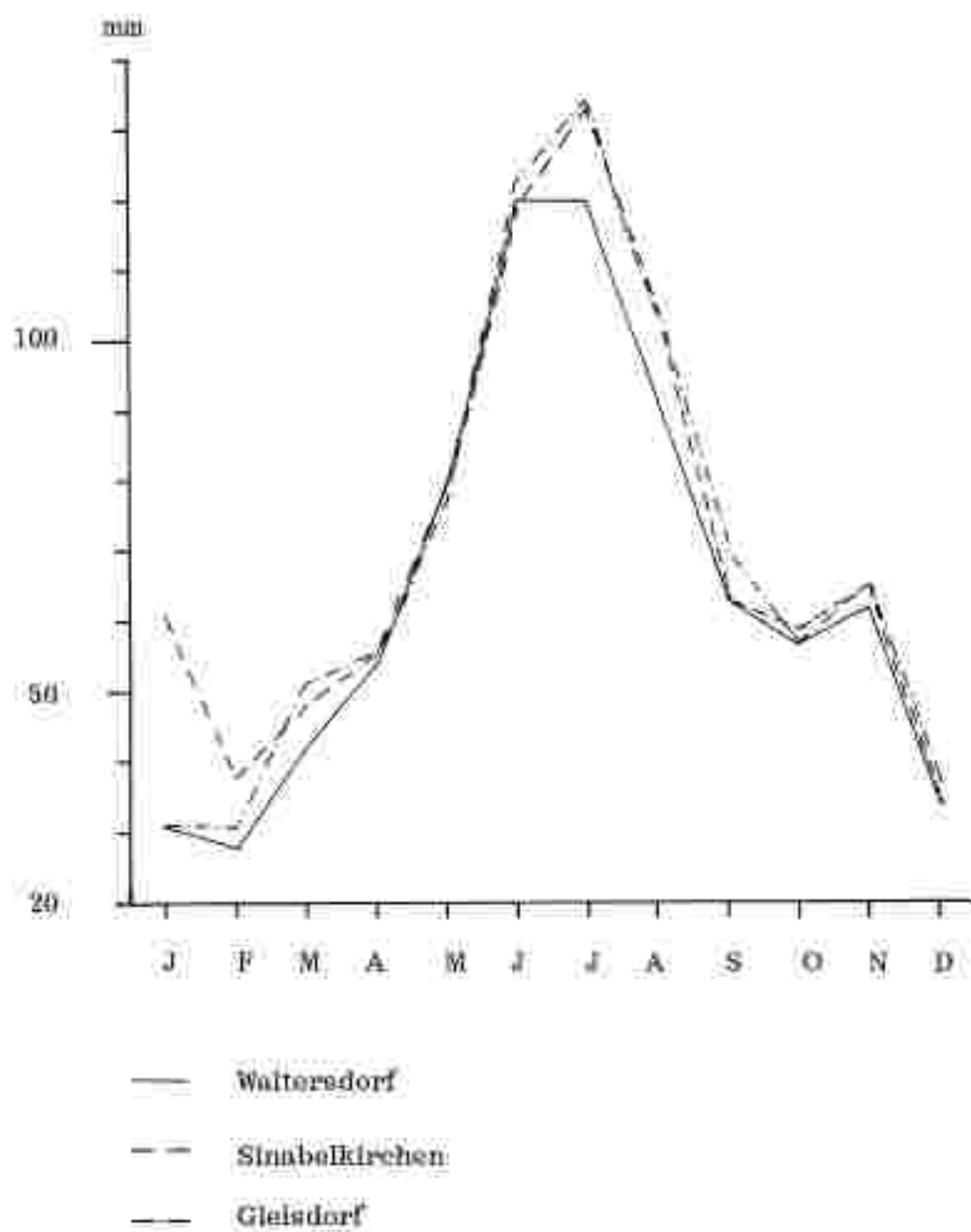


Abb. 9: Jahresgang des Niederschlages, Monatsmittelwerte 1961 - 1980
Übergangsklima der "Terrassenstufe"

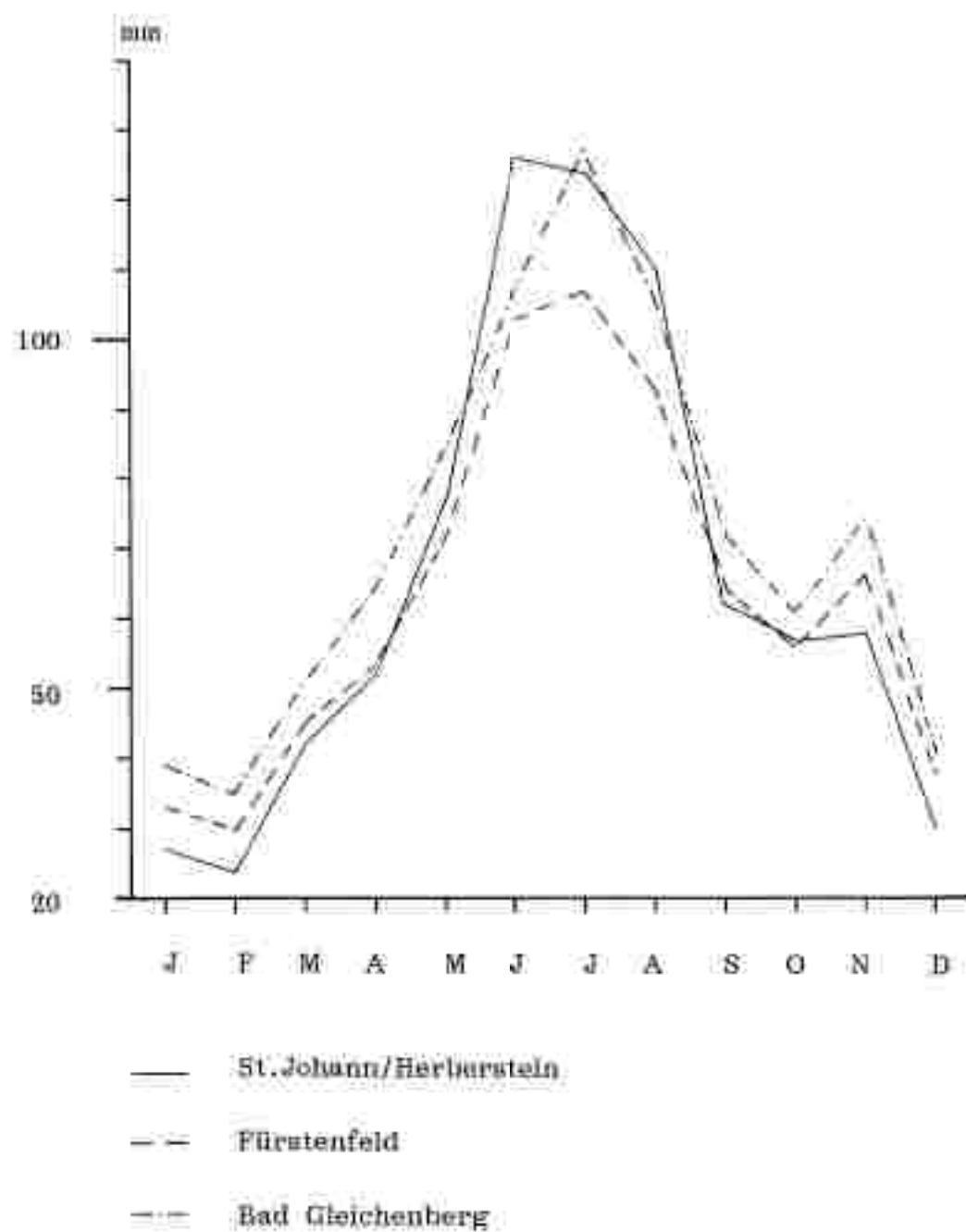
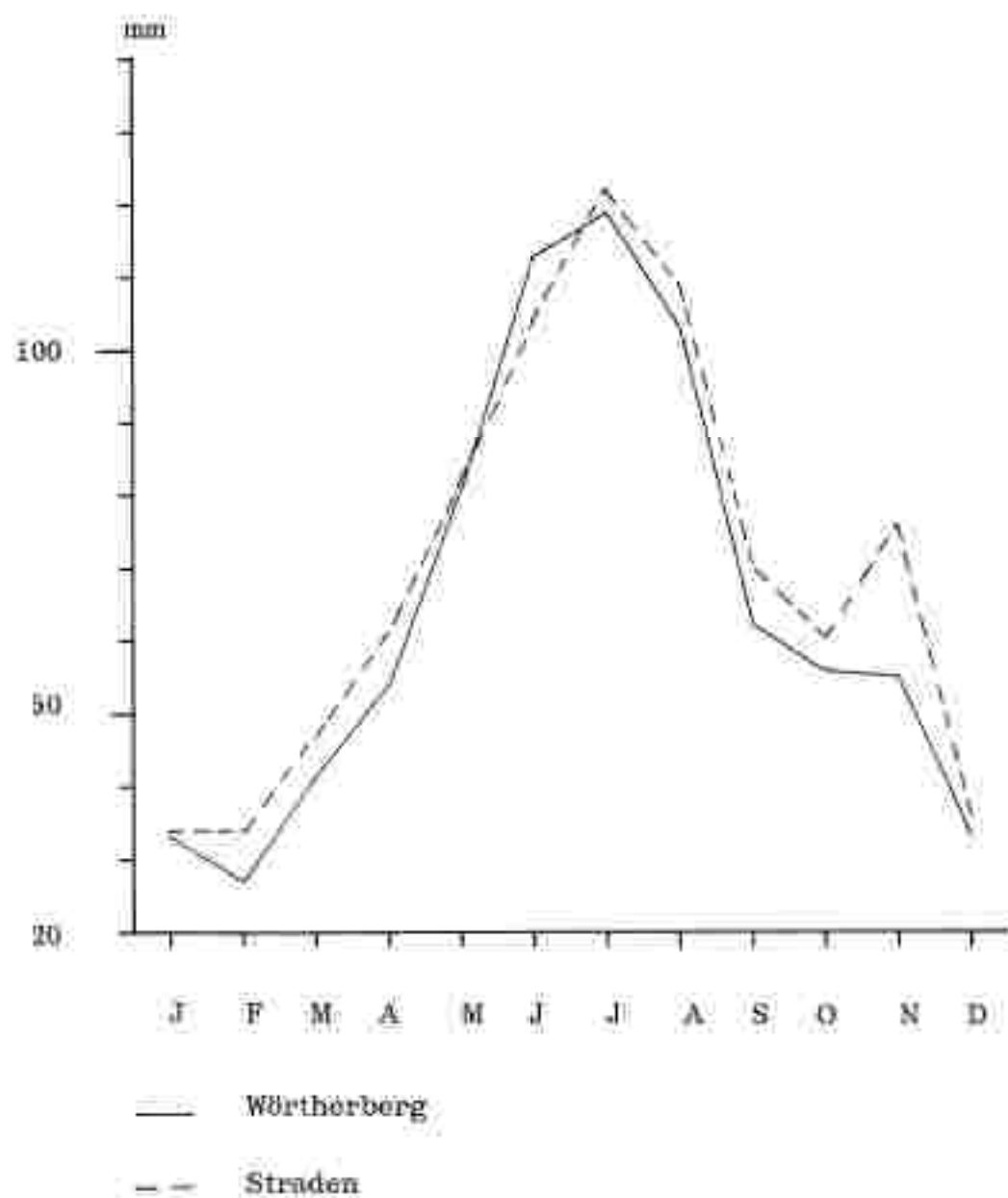


Abb.10: Jahresgang des Niederschlages, Monatamittelwerte 1961 - 1990
Riedelklima



II.4.3. DIE VERTEILUNG DER NIEDERSCHLÄGE

Für die Verteilung der Niederschläge sind drei Faktoren maßgebend:

1. Die Entfernung zu den niederschlagsaktiven Wetterlagen (Mittelmeer). Es erfolgt eine Abnahme der Niederschlagsmengen von Süden nach Norden.
2. Die Entfernung zum niederschlagsverstärkenden Einfluß der Stauzone der Alpen (Koralpe, Bachern) und ihrer Vorzone. In diesem Fall nehmen die Niederschlagsmengen von Westen nach Osten ab. Aus der Überlagerung der beiden oben genannten Punkte kommt im Steirischen Becken eine generelle Niederschlagsabnahme von Südwesten nach Nordosten zustande.
3. Die generelle Zunahme der Niederschläge mit der Seehöhe. Dieser Effekt erscheint wegen der geringen Höhenunterschiede im Untersuchungsgebiet unbedeutend.

Im Bezirk Fürstenfeld nehmen die Niederschläge von Westen nach Osten und von Süden nach Norden ab, bis im Raum Fürstenfeld eine Niederschlagsmenge von weniger als 800 mm/Jahr erreicht wird. Nördlich von Fürstenfeld steigen die Niederschlagsmengen wieder an (Abb.11).

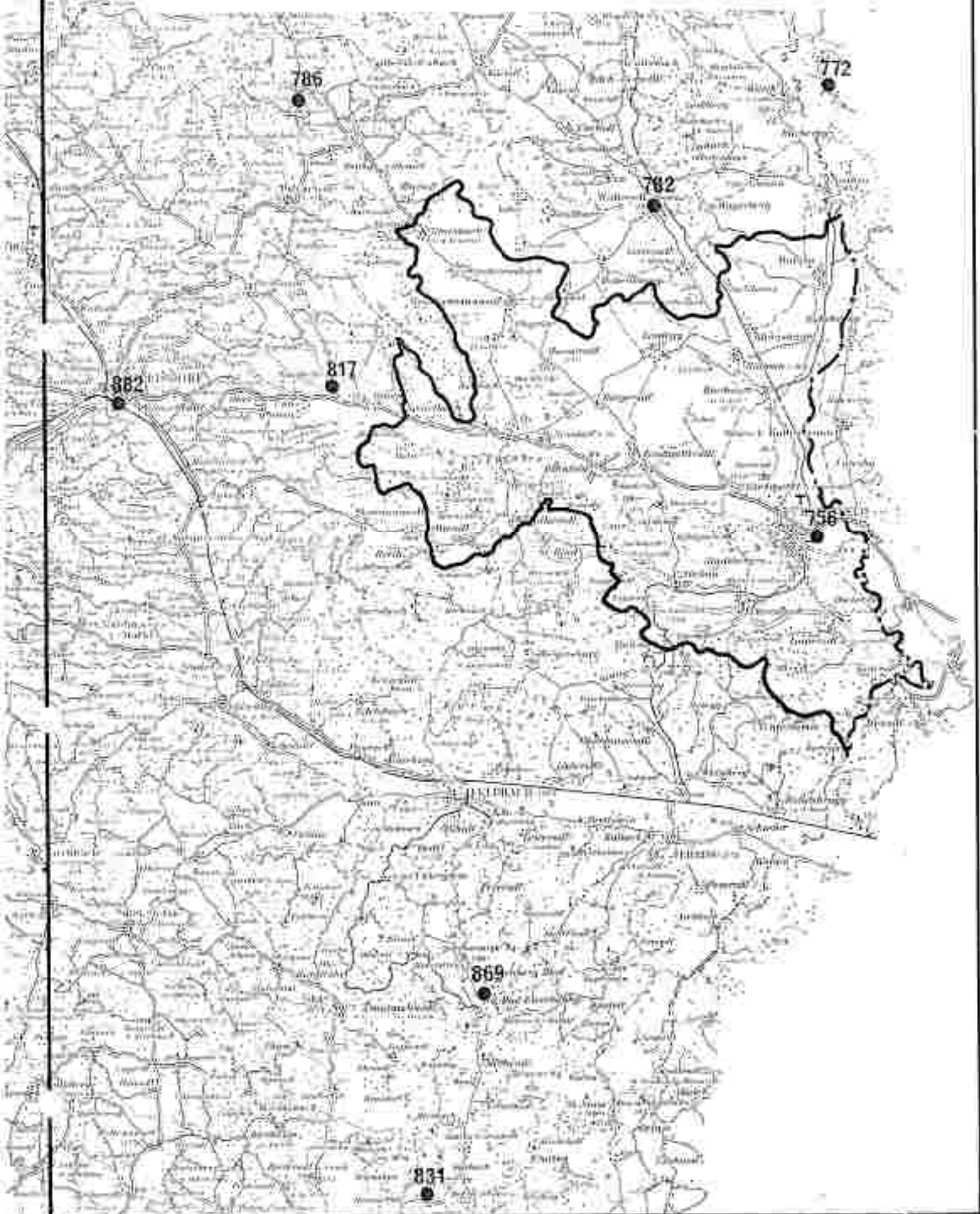
II.4.4. BEDEUTENDE REGEN- UND SCHNEEFÄLLE

Die Häufigkeit bzw. die Intensität hoher oder extremer Niederschläge sind für Fragen der Abspülung, Erosion, Hochwasser oder die Dimensionierung von Abfluß- und Entwässerungsanlagen von Bedeutung.

Die jahreszeitliche Verteilung der Starkregen folgt dem Jahresgang der durchschnittlichen Niederschlagsmengen mit Minimum im Winter und

Abb. II: Verteilung der Niederschläge, Jahresmittelwerte 1961 - 1980

Maßstab 1:200.000



Maximum im Sommer. In den Sommermonaten fallen 50 - 60 % der Niederschläge.

Im Bezirk Fürstenfeld gibt es geringe regionale Unterschiede. Allerdings kommt es zu einer Zunahme gegen SW in Richtung auf die Stauvorzone des Randgebirges bzw. in Richtung auf die Wetteraktionszentren des Mittelmeerraumes. Hingegen sind im Untersuchungsgebiet bedeutende Schneefälle eher selten, da Stauerscheinungen weitgehend fehlen. Unter "bedeutenden Schneefällen" werden solche Niederschlagsereignisse bezeichnet, wo die Tagesniederschlagsmenge mindestens 20 mm erreicht und überwiegend oder ausschließlich durch Schneefall verursacht wird, egal, welche Schneemenge erreicht wird.

Diese Schneefälle sind nur in der Zeit von November bis April möglich, wovon sie im Zeitraum 1951 - 1980 am häufigsten im November auftraten (R.LAZAR 1982:153). Im Durchschnitt sind sie jeden zweiten Winter zu beobachten.

II.4.5. GEWITTERHÄUFIGKEIT

Als Gewittertag wird ein Tag bereits dann bezeichnet, wenn ein einziger Donner wahrgenommen wird. Ferner ist die Zahl der Gewittertage nicht mit jener der Einzelgewitter identisch, da pro Tag bis maximal fünf Gewitter beobachtet werden können. Auch sind die gewonnenen Daten nicht direkt miteinander vergleichbar, da die Registrierung durch Augen- und Ohrenbeobachtung und nicht instrumentell erfolgt und Gewitter zu jeder Tages- und Nachtzeit auftreten können. Daher sind die Unterschiede meist weniger meso- und geländeklimatisch bedingt, sondern auf die Aufmerksamkeit der Beobachter zurückzuführen.

Tab. 8: Monatsmittelwerte der Gewittertage und Anzahl der Gewitter in Prozenten für die Monate Juni bis August (I) und Mai bis September (II), 1961 bis 1980.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr	I	II
Giesdorf	0,0	0,0	0,2	1,2	4,0	6,7	7,4	5,6	1,5	0,4	0,1	0,0	27,1	72,7	83,0
Bad Gleichenberg	0,1	0,2	0,7	1,5	5,8	8,7	9,3	7,7	3,1	0,8	0,4	0,0	38,1	67,5	90,3
Fürstendorf	0,0	0,1	0,4	1,4	4,8	7,1	7,6	6,1	1,8	0,8	0,2	0,0	30,3	68,6	90,4
Wörtherberg	0,1	0,1	0,4	1,6	5,5	9,3	8,0	7,2	2,8	0,8	0,3	0,0	36,9	68,8	91,3

Der Jahresgang der Gewitterhäufigkeit folgt den gewitterauslösenden Faktoren:

- a) ausreichende Labilisierung der Luft und
- b) ausreichendes Gesamtenergiepotential im Sinne hoher Temperaturen und hoher Wasserdampfmengen.

Somit folgt der Jahresgang der Gewitterhäufigkeit weitgehend jenem der Temperatur, ebenfalls mit Maximum im Juli. Jedoch ist aufgrund der unterschiedlichen Labilisierung der Luft (Maximum im Frühjahr und Frühsommer) eine Asymmetrie gegeben, wobei der Juni den August, der Mai den September usw. an Gewitterhäufigkeit übertraffen (siehe Tab.8). Beim Wasserdampfgehalt ist die Asymmetrie umgekehrt. Da weisen die Monate August, September usw. höhere Werte als die Monate Juni, Mai usw. auf.

Bei den Stationen, die den Bezirk Fürstentum repräsentieren, wurden im Zeitraum 1961-1980, 90-93 % aller Gewitter in den Monaten Mai bis September beobachtet, zwischen 88 % und 73 % fallen in die Monate Juni bis August. Im Winter sind Gewitter zufällige Ausnahmen.

Im Sommer stellen die Gewitter die entscheidende Form der Niederschläge dar. In den seltensten Fällen handelt es sich um reine "Wärmegewitter" (Entstehung ausschließlich durch hochreichende Konvektion von über dem Festland erhitzter, feuchter Luft). Die meisten Gewitter sind "Frontengewitter", die bei Einbruch polar-maritimer Luftmassen bzw. bei flacher Druckverteilung mit hoher Gewitterneigung entstehen. Die Zugbahnen der Gewitter verlaufen zu 80 % aus dem Sektor NW über W nach SW mit einem Maximum bei der westlichen Zugrichtung, die der steuernden Oberströmung in unseren Breiten entspricht.

Beim Tagesgang der Gewittertätigkeit erfolgt eine Konzentration in den Nachmittagsstunden, womit er jenem der Temperatur folgt. Dies steht im Zusammenhang mit der einstrahlungsbedingten Labilisierung der

Luft, die als gewitterauslösender Faktor gilt. Demgemäß werden ca. 40 % aller Gewitter zwischen 14 und 18 Uhr beobachtet. Zwei Drittel aller Gewitter fallen in die Zeit zwischen 12 und 20 Uhr (R. LAZAR, 1982).

II.4.6. ZAHL DER NIEDERSCHLAGSTAGE

Tage mit über 1,0 mm Niederschlag sind als "echte" Niederschlagstage zu bezeichnen, z.T. werden aber auch schon Niederschlagsmengen zwischen 0,1 und 1,0 mm entsprechend bewertet.

Im Bezirk Fürstenfeld ist mit ungefähr 90 Niederschlagstagen zu rechnen (Tab.9). Eine größere Streuung zeigt bereits die Anzahl der Tage mit einer Niederschlagsmenge ab 0,1 mm. Hier schwankt der Wert von 111,9 Tagen (Station Straden) bis 149,5 Tagen (Waltersdorf). Diese Schwankung kann von "Ungenauigkeiten" bei der Messung abhängen.

Tab. 9: Anzahl der Tage ohne Niederschlag, mit Niederschlagsmengen von 0,1 bis >85 mm und von 1,0 bis >85 mm (Mittelwerte 1961 bis 1980)

	Niederschlagsmenge in mm		
	0,0	0,1- >85,0	1,0- >85,0
Gleisdorf	232	133	98
Sinabelkirchen	237	128	95
Waltersdorf	216	149	93
Bad Gleichenberg	222	143	102
Fürstenfeld	232	133	92
St. Johann/ Herberstein	243	122	89
Straden	253	112	103
Wörtherberg	243	122	90

II.4.7. SCHNEEBEDECKUNG

II.4.7.1. Beginn der "temporären" Schneedecke

Unter der "temporären" Schneedecke versteht man die erste sich bildende Schneedecke, bei der um 7 Uhr morgens wenigstens 1 cm Schnee gemessen wird. Selten ist sie von längerer Dauer, um den Beginn der "endgültigen" Winterschneedecke einzuleiten. Das Eintrittsdatum der Schneedecke ist somit nicht Ausdruck der schneedecken-erhaltenden Faktoren wie Geländegestaltung und Temperaturklima sondern jener der Häufigkeit und Wirksamkeit von Kaltlufteinbrüchen im Herbst.

Dadurch unterliegt das Datum des Schneedeckenbeginns einer großen Streuung. Ferner zeigt sich eine starke Bindung an die Seehöhe mit einer Verspätung nach unten zu. In Beobachtungsgebieten mit geringen Höhenunterschieden ist dieser Effekt jedoch kaum bemerkbar.

Mit dem frühesten Beginn der Schneedecke ist im Zeitraum zwischen 21.10 und 23.11. zu rechnen, mit dem spätesten zwischen 4.1. und 17.1. Eine Ausnahme bildet das Jahr 1975, wo bei den Stationen Fürstenfeld und Waltersdorf die erste Schneedecke am 20.2. registriert wurde. Alle anderen Stationen verzeichneten in diesem Jahr den Beginn der Schneedecke zwischen dem 7. und 12. Dezember.

II.4.7.2. Ende der "temporären" Schneedecke

Das Ende der Schneedecke ist ebenso wie der Beginn von der Wirkung von Wetterstürzen, diesmal im Frühjahr, abhängig und weniger von schneedeckenerhaltenden Faktoren. Auch hier ist die Seehöhenabhängigkeit und die starke Streuung zu beobachten.

Das früheste Ende der Schneedecke ist zwischen 2. und 14. Februar möglich. Das späteste Ende ist um den 22./23. April registriert

worden. Der späteste Termin war der 3.5. bei der Station Waltra im Jahr 1979.

II.4.7.3. Beginn der Winterschneedecke

Unter dem Begriff Winterschneedecke wird die "endgültige" Schneedecke verstanden. In schneesicheren Orten bestehen keine Zweifel an dieser Definition. In schneearmen Gebieten wird als "Winterschneedecke" die "längste beobachtete" Schneedecke bezeichnet. Kommt es in einem Winter zu mehreren gleich lange andauernden Schneedecken, so gilt die mit der größeren Schneemenge als Winterschneedecke. Daher kommt es zu einer starken Streuung bei den Eintrittsdaten im Vergleich einzelner Stationen, obwohl die Verhältnisse *de facto* die gleichen waren (R.LAZAR 1982:123).

Der früheste Beginn der Winterschneedecke liegt um den 20. bis 23. November, der späteste stellte sich im Jahr 1975 Ende März ein.

II.4.7.4. Ende der Winterschneedecke

Für das Ende der Winterschneedecke gelten die oben erwähnten Tatsachen, ebenso wie hier die schneedeckenerhaltenden Faktoren des Temperaturklimas eine Rolle spielen. Daher ergeben sich Unterschiede zwischen dem Riedel- und dem Talbodenklima, wobei auf den Riedeln die Winterschneedecke ca. 2 Wochen früher zu Ende geht.

Das früheste Ende der Winterdecke tritt zwischen dem 5. und 30. Jänner auf; der späteste Termin ist mit dem 30./31. März anzugeben (im Jahr 1975 beobachtet).

II.4.7.5. Zahl der Tage mit Schneedecke

Dieser Wert ist eindeutig definiert und deutlich kleiner als die Zahl der Tage zwischen Beginn und Ende der "temporären" Schneedecke. Neben dem Schneereichtum, im Sinne der gefallenen Menge, drückt

sich hier der Einfluß des Temperaturklimas aus. So ergibt sich zwischen Straden und Sinabelkirchen eine Differenz von 19 Tagen.

Als Minimum gelten 3 bis 8 Tage im Winter 1974/75, während das Maximum im Winter 1962/63 mit 104 bis 128 Tagen angegeben wird. Der Winter 1974/75 kann subjektiv als "schneefrei" angenommen werden, da die Schneehöhen gering waren und sich auf zwei bis drei Ereignisse aufteilten.

II.4.7.6. Zahl der Tage mit Winterschneedecke

Sie ist identisch mit der Zahl der Tage zwischen dem Beginn und dem Ende der Winterschneedecke. Auch dieser Wert unterliegt, infolge der oben angeführten Gründe, einer großen Streuung wie folgendes Beispiel zeigt: Im Winter 1974/75 wurde die kürzeste Zeitdauer der Winterschneedecke mit 2 - 3 Tagen beobachtet, der Winter 1962/63 hingegen lieferte das Maximum mit 114-124 Tagen. Nur in Straden und in Würtherberg wurde die Zahl der Tage mit Winterschneedecke mit weniger als 100 angegeben. In Straden z.B. war die Schneedecke für ein paar Tage abgeschmolzen.

Neben den angeführten Faktoren ist die Dauer der Winterdecke auch von der Exposition und dem Untergrund abhängig.

II.4.7.7. Summe der Neuschneehöhen

Man erhält sie durch konsequentes Aufsummieren der jeweils um sieben Uhr beobachteten Neuschneehöhen durch die gesamte Wintersaison. Sie ist der Ausdruck für die gefallenen Schneemengen und die damit verbundenen Fragen, wie z.B. die Schneeräumung oder der Anteil des Schnees am Gesamtniederschlag. Die geringsten Mengen wurden wieder im Winter 1974/75 und die höchsten im Winter 1962/63 gemessen. Die durchschnittlichen Summen der Neuschneehöhen sind in Tab.10 zusammengefaßt.

Tab. 10: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneedecke und mit Winterdecke, Schneedeckenzelt und Erhaltungsquotient der Schneedecke, Summe der Neuschneehöhen (Mittelwerte von 1960/61 bis 1979/80).

	Tage		Schnee- decken- zeit	Erhaltungs- quotient	Summe der Neuschnee- höhen (cm)
	Schnee- decke	Winter- decke			
Gleisdorf	55	40	101	0,54	78
Sinabellkirchen	63	49	108	0,58	84
Walterdorf	50	34	98	0,51	52
Bad Gleichenberg	58	38	115	0,50	95
Pürstenfeld	60	15	105	0,57	59
St. Johann/ Herberstein	59	39	114	0,52	57
Straden	44	28	110	0,40	91
Wörtherberg	45	25	95	0,47	59

II.4.7.8. Die Schneedeckenzeit und der Erhaltungsquotient der Schneedecke

Die Schneedeckenzeit ist die Zeit zwischen dem Beginn und dem Ende der temporären Schneedecke und immer deutlich länger als die Zahl der Tage mit tatsächlicher Schneedecke. Im 20-jährigen Durchschnitt beträgt sie zwischen 95 und 115 Tagen, wobei die höheren Werte im südlichen und westlichen Bereich des Untersuchungsgebietes auftreten und sich eine Abnahme nach NE einstellt. Es manifestiert sich hier der gleiche Trend, der in Kap. 4.3. beschrieben wurde.

Der Erhaltungsquotient der Schneedecke berechnet sich aus der Zahl der Tage mit Schneedecke gebrochen durch die Dauer der Schneedeckenzeit. Multipliziert man den errechneten Quotienten mit 100 erhält man den Prozentanteil der Tage mit Schneedecke innerhalb der Schneedeckenzeit.

Der Quotient ist klimatisch interpretierbar, da sich häufiges Abschmelzen und somit oftmalige Unterbrechungen durch geringe Quotienten ausdrücken, während beständige Schneedecken hohe Quotienten aufweisen.

Die durchschnittlichen Erhaltungsquotienten liegen im Untersuchungsraum zwischen 0,40 und 0,58, was besagt, daß ca. die Hälfte der Tage, während der Schneedeckenzeit, Schnee zu verzeichnen haben. Dieser Quotient ist auch abhängig von der Exposition und Hangneigung, da der Schnee an südexponierten Hängen rascher abschmilzt als an nordexponierten.

II.4.8. NIEDERSCHLAGS- UND TROCKENPERIODEN

Unter einem Trockentag wird ein regenloser Tag mit niedriger relativer Luftfeuchte verstanden.

Bei den Angaben der Niederschlags- und Trockenperioden umfaßt die kürzeste Niederschlagsperiode zwei Tage, die kürzeste Trockenperiode 6-9 Tage.

Die Verteilung der Niederschlags- und Trockenperioden übers Jahr ist stark mit dem Jahresgang der Niederschläge verbunden.

Daher treten 50 - 60 % der Niederschlagsperioden in der Vegetationsperiode (IV-IX) auf, in der auch die höchsten Anteile des Jahresniederschlags (60 - 70 %) durch häufige Gewitter fallen. Invers proportional dazu verhält sich die Anzahl der Trockenperioden, da im Winter stabile Wetterlagen vorherrschen.

II.5. WINDVERHÄLTNISSE

II.5.1. ARTEN DER AUFTRETENDEN WINDE

II.5.1.1. Abgelenkte Gradientwinde

Die Gradientwinde entstehen durch großräumige Druckunterschiede im europäischen Wettergeschehen. Sie erfahren durch die Konfiguration der Alpen einerseits und durch das Kleinrelief der Umgebung andererseits eine charakteristische Umlenkung ihrer unter unbeeinflussten Verhältnissen zu erwartenden Richtungen in deutlich an das Gelände angepaßte Richtungen, die mit der großräumigen Druckverteilung nicht mehr direkt korrelieren.

Gradientwinde des unteren und untersten Niveaus erfahren Umlenkungen durch die Lage und die Form des Alpenkörpers am Ost- und Südoststrand in meridionale Richtungen besonders auf Kosten der Westrichtung. Dazu kommt noch die stark wechselnde Ablenkung durch das örtliche Relief.

II.5.1.2. Lokalwinde

Es sind dies Winde, die aufgrund von lokalen, d.h. kleinräumigen Druckunterschieden entstehen. Im Untersuchungsgebiet sind die Lokalwinde durch ein Berg-Talwind-System geprägt, welches weniger als ein im Riedelrelief begründetes Windsystem aufgefaßt werden darf, sondern vielmehr als ein großräumigerer Austausch zwischen Bergland und Vorland. Das äußert sich in den tiefer gelegenen Bereichen des Untersuchungsgebietes in einem Wechsel zwischen geringer nächtlicher Ventilation und tagsüber aufliebenden bergwärts gerichteten Winden, wodurch es zu einer starken Bevorzugung des Südssektors kommen kann.

II.5.1.3. Katabatische Winde

Katabatische Winde sind Dichte- oder Schwerewinde, die nicht aufgrund von Druck-, sondern aufgrund von Dichteunterschieden der Luft zustande kommen. Letztere entstehen durch unterschiedlich rasche Erwärmung oder Abkühlung, wodurch katabatische Winde das eigentliche lokalklimatische Element bei Winden im Untersuchungsgebiet darstellen. Dazu zählt z.B. die Hangwindzirkulation mit hangaufwärts gerichteten Winden bei starker Erwärmung und hangabwärts gerichteten bei nächtlicher Abkühlung. Das Abströmen und Sammeln der Kaltluft in tieferen Geländeteilen zählt ebenfalls dazu.

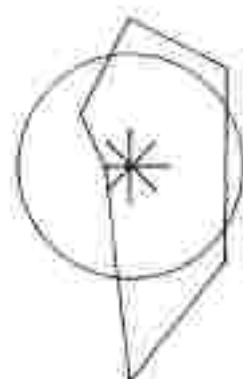
Die katabatischen Winde sind schwer von den Lokalwinden trennbar, da sie diese ergänzen, bzw. verstärken oder wenigstens mit ihnen ein geschlossenes System bilden.

II.5.2. WINDRICHTUNGEN

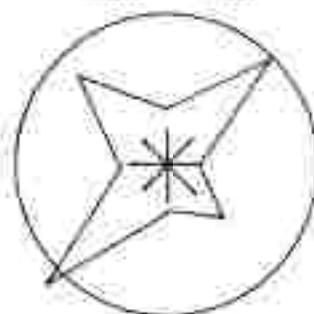
In der Windrichtungsverteilung kommt das autochthone Talwindsystem durch die Polarisierung der Richtungen gut zum Ausdruck. Störungen der autochthonen Windsysteme treten nur bei markantem Fremdweer

Abb. 12: Häufigkeiten der Windrichtungen und der Windstillen.
Mittelwerte 1961 - 1960

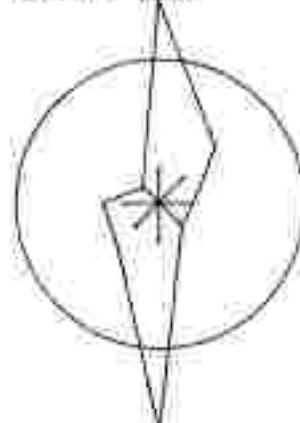
Bad Gleichenberg



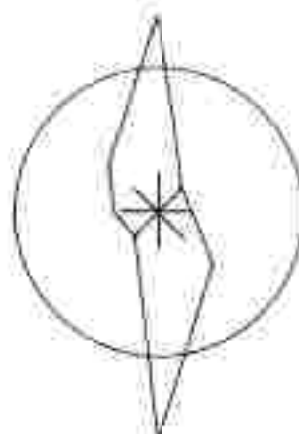
Fürstenfeld
1961 - 1975



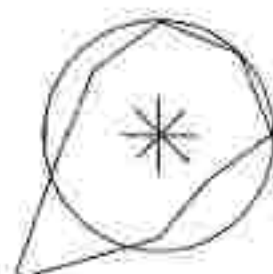
Fürstenfeld
1977 - 1980



Gleisdorf

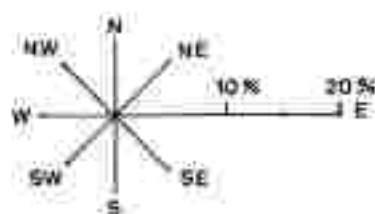


Wörtherberg

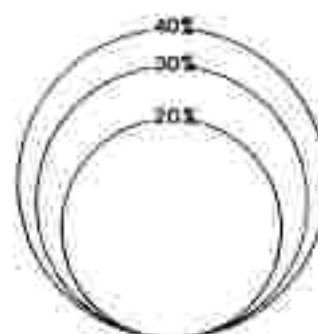


LEGENDE:

Häufigkeiten der
Windrichtungen



Windstillen



oder im Winter bei Inversionen mit Windstille, die tagsüber anhalten, auf.

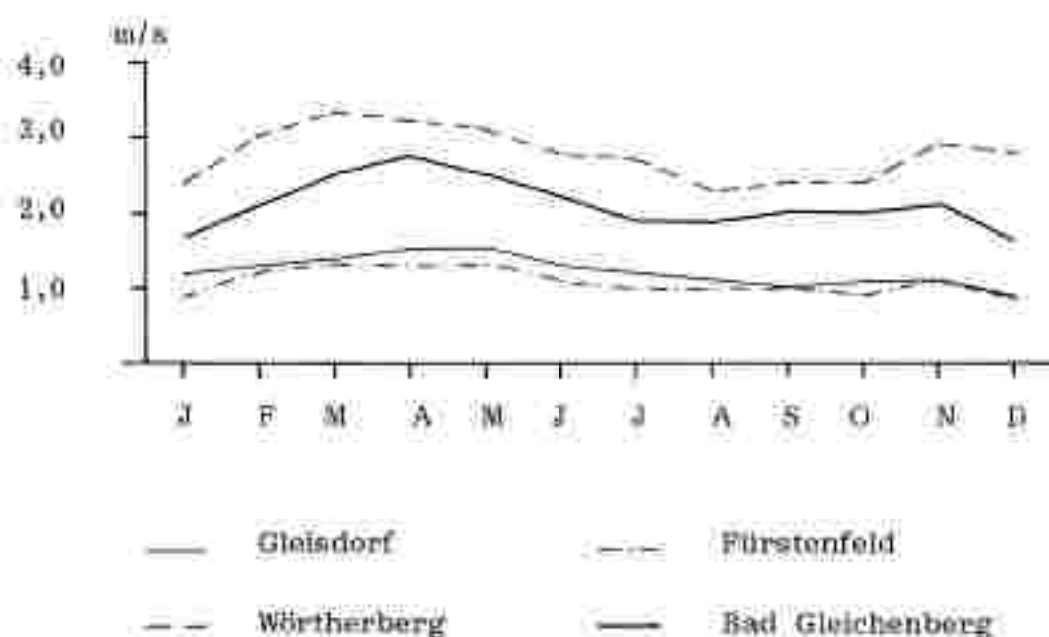
Im Untersuchungsgebiet sind in der Windrichtungsverteilung die West- und die Ostrichtung gegenüber den Nord-Süd-Richtungen unterlegen. Daß die Windrichtungen von der Geländegestaltung stärker abhängig sind, als von großräumigen Luftdruckgegensätzen kann anhand der Station Fürstenfeld gezeigt werden. Im Beobachtungszeitraum 1961 bis 1975 dominierten die SW- und die NE-Richtungen, untergeordnet noch die NW- und die SE-Richtungen. Nach der Stationsverlegung im Jahr 1976 herrschten im Zeitraum 1977-1980 die Süd- und Nordrichtungen vor. Der Prozentanteil der Calmen (Windstillen) schwankt zwischen 22 und 39 %.

II.5.3. WINDGESCHWINDIGKEIT

Für das Untersuchungsgebiet sind die Verhältnisse in den unteren Luftschichten wesentlich. Dabei ist die Stärke der Stabilisierung bzw. die reliefsbedingte Abschirmung von Zonen erhöhter, atmosphärischer Aktivitäten für das Gegeneinanderwirken von thermischer Schichtung und den Druckgegensätzen von Bedeutung. Aus diesen Faktoren ergibt sich für den Bezirk Fürstenfeld folgender Jahresgang der Windgeschwindigkeit: Im Winter sind die Druckgegensätze stark und die Schichtung ist sehr stabil. Diese beiden Komponenten wirken gegeneinander, wodurch der Winter sehr geringe Windgeschwindigkeiten aufweist. Nach einem kurzen Übergang (Februar, März) wird im Frühjahr die labilste Schichtung und die stärkste Durchmischung erreicht, die Druckgegensätze sind jedoch nicht so minimal wie im Sommer. Das Frühjahr ist in den Niederungen die lebhafteste Jahreszeit. Im Sommer ist die Schichtung bis Juli nur wenig stabiler als im Frühjahr. Die Druckgegensätze sind jetzt am schwächsten. Der Sommer ist windschwächer als das Frühjahr aber wesentlich lebhafter als der Winter. Im Herbst, besonders im Spätherbst, stellen sich stabile Verhältnisse ein und die Druckgegensätze nehmen zu, doch ist das Ausmaß des

Winters noch nicht erreicht. So wird der Herbst die windschwächste Jahreszeit.

Abb. 13: Jahresgang der Windgeschwindigkeit, Monatsmittelwerte 1951 - 1970



Beim Tagesgang der Windgeschwindigkeit ist die thermische Schichtung maßgeblich, da sich in der extrem kurzen Zeiteinheit die großräumigen Druckgegensätze praktisch nicht ändern. Nach dem oben beschriebenen tritt ein morgendliches Minimum und ein nachmittägliches Maximum auf, wobei die Amplitude im Herbst und im Winter gering, im Frühjahr und Sommer recht kräftig entwickelt ist.

Die Seitentäler entwickeln ein autochthones Windsystem (R.LAZAR, 1982): Die nächtlichen Verhältnisse werden durch Kaltluftabflüsse von Hängen und Tobeln in die Seitentäler gekennzeichnet. Es kommt zu

einer Kaltluftströmung (=Talabwind) im Seitental, der aufgrund der breiten Talsohle und deren schwachen Neigung, geringe Windgeschwindigkeiten eigen sind. In den Morgenstunden nimmt die Kaltluftanlieferung ab. Das Minimum der Windgeschwindigkeit fällt weitgehend mit dem Zeitabschnitt nach Sonnenaufgang zusammen und ist durch "Calmen" (Windstille) gekennzeichnet.

Danach kommt es zum Aufleben des Talaufwindes, der durch Hangaufwinde induziert wird, die am Vormittag die größte Intensität erreichen. Gegen Mittag gewinnt der eigentliche regionale Talwind zum Alpenvorland hin die Überhand und unterbindet die kleinräumigen Tal- und Hangwinde.

Am Nachmittag wird, thermisch gesehen, der Gradient der Temperatur immer steiler; die größte vertikale Temperaturabnahme stellt sich zwischen 14 und 17 Uhr ein. In dieser Phase erreicht der Talwind, ebenso wie die vertikale Durchmischung, das Maximum. Die weitere Entwicklung ist durch den immer geringer werdenden Einfallswinkel der Sonnenstrahlung geprägt. Es entstehen dadurch Hanglagen mit negativer Strahlungsbilanz, deren beginnende Kaltluftproduktion durch den Talwind vorerst noch unterbunden werden kann. Doch erfolgt der Durchbruch des Kaltluftabflusses ziemlich abrupt aus den windgeschützten Teilen des Einzugsgebietes unter die relativ warme Talwindströmung. Das abendliche Minimum ist schwächer ausgeprägt als das morgendliche.

Aus lufthygienischer Sicht sind Kenntnisse über das Talwindsystem von entscheidender Bedeutung z.B. bei der Standortwahl von Industriebetrieben und Betrieben mit Massentierhaltung, um die Gefahr der Geruchsbelästigung für die Anrainer zu umgehen.

Teilbereich
B O D E N

I. ALLGEMEINE EINFÜHRUNG

I.1. DIE BODENTYPENKARTE (Beilage 3)

Die Bodentypenkarte zeigt die Verteilung der im Bezirk Fürstenfeld vorkommenden Bodentypen mit folgender Untergliederung: "Böden im Grundwasserbereich", "Landböden" und "Atypische Böden". Kommt es in einem Gebiet zu einem häufigen Wechsel von Bodentypen, sodaß aufgrund des Maßstabes eine Darstellung auf der Karte nicht möglich ist, wurde diese zu "Bodenformankomplexen" zusammengefaßt. Eine genaue Darstellung der Bodentypen und deren Verteilung wird im Kapitel II "Die Böden des Bezirkes Fürstenfeld" gegeben.

I.2. DIE BODENSCHWEREKARTE (Beilage 4)

Die Bodenschwere gibt Aufschluß über das Verhalten einer Bodenart bezüglich ihrer Bearbeitbarkeit und ihres Wasserhaushaltes. "Leichte" Böden besitzen ein geringes Speicherungsvermögen für Wasser und Pflanzennährstoffe, sind aber jederzeit problemlos zu bearbeiten. Im Gegensatz dazu stehen die "schweren" Böden, die ein gutes Speicherungsvermögen und eine gute Nährstoffversorgung haben; ihre Bearbeitungsmöglichkeiten sind allerdings eingeschränkt. Aufgrund der geringen Wasserleitfähigkeit schwerer Böden kommt es auch zur Bildung von Staunässe. Hohe Speicherkraft und gute Bearbeitbarkeit weisen "mittelschwere" Böden auf.

I.3. DIE KARTE DER WASSERVERHÄLTNISSE (Beilage 5)

Die wesentlichen Faktoren, die die Wasserverhältnisse eines Boden bestimmen, sind die Niederschlags- und Grundwasserverhältnisse, die Bodenart, die Humusverhältnisse, die Durchlässigkeit, die Speicherkraft und die Verdunstung.

Die Aussagemöglichkeiten bezüglich der Wasserversorgung eines Standortes reichen von "sehr trocken" bis "naß", wobei bei einem sehr trockenen Standort die Pflanzen von den Niederschlägen allein abhängig sind, während bei einem nassen Standort infolge dauernden Grundwassereinflusses ständiger Wasserüberfluß herrscht. Kommt es an einem Standort in einer Vegetationsperiode zu einem mehrfachen Wechsel von stauender Nässe und mehr oder minder starker Austrocknung werden diese Wasserverhältnisse als "wechselseucht" bezeichnet.

1.4. DIE KARTE DER EROSION (Beilage 6)

Unter der Bodenerosion wird die Bodenverlagerung durch fließendes Wasser (Abschwemmung) und durch Wind (Deflation) verstanden. Die Gefährdung einer Fläche hängt von der Hangneigung, Hanglänge, Vegetation, Nutzung, Humusart und Bodenstruktur, der Niederschlagsverteilung u.a.m. ab. Weitere Gefährdungen eines Bodens sind durch Überstaunungen, Überschwemmungen und Rutschungen gegeben. Die Beurteilung erfolgt nach folgender Skala: "nicht gefährdet", "mäßig gefährdet" und "stark gefährdet".

1.5. DIE KARTE DES NATÜRLICHEN BODENWERTES (Beilage 7)

Die Beurteilung des Natürlichen Bodenwertes ist von einer Vielzahl schwer faßbarer Faktoren abhängig und wegen der Schwierigkeiten der technischen Durchführung problematisch, doch stehen für die Taxation und Bonitierung die Ergebnisse der amtlichen Bodenschätzung zur Verfügung.

Als "hochwertig" werden jene Bodenformen bezeichnet, die aufgrund ihrer besonders günstigen Boden-, Wasser-, Klima- und Oberflächenverhältnisse auf jeden Fall für die landwirtschaftliche Nutzung erhalten werden müssen.

Unter "geringwertig" werden jene Flächen verstanden, deren Ertragsverhältnisse bei normaler Bewirtschaftung an der Grenze der Rentabilität liegen oder einen überhöhten Aufwand verlangen.

Zwischen diesen beiden Extremen liegen die als "mittelwertig" eingestuften Bodenformen, die auch weitestgehend für die landwirtschaftliche Nutzung erhalten bleiben sollen.

II. Landbilden

[illegible]

17. *. Arypische Böden

Soort	Arypische Böden	Arypische Böden	Arypische Böden	Arypische Böden	Arypische Böden	Arypische Böden	Arypische Böden
Arypische Böden	Arypische Böden	Arypische Böden	Arypische Böden	Arypische Böden	Arypische Böden	Arypische Böden	Arypische Böden

Teilbereich

W A S S E R

1. TIEFENGRUNDWÄSSER

(nach J. GOLDBRUNNER 1988)

1.1. DEFINITION

Tiefengrundwässer sind jene Grundwässer, die infolge weiträumiger Überdeckung durch minderdurchlässige Schichten nicht unmittelbar durch Infiltration von der Oberfläche alimentiert werden. Die Neubildung eines am Wasserkreislauf teilnehmenden Tiefengrundwassers erfolgt in einem meist nicht bekannten Regenerationsgebiet.

Primäre Beurteilungskriterien für die Bezeichnung als Tiefengrundwasser sind der fehlende Gehalt an gelöstem Sauerstoff ($O_2 < 0,1 \text{ mg/l}$) und das Vorliegen von Tritiumkonzentrationen unter 1 T.U.

1.2. GEOLOGISCHE GRUNDLAGEN

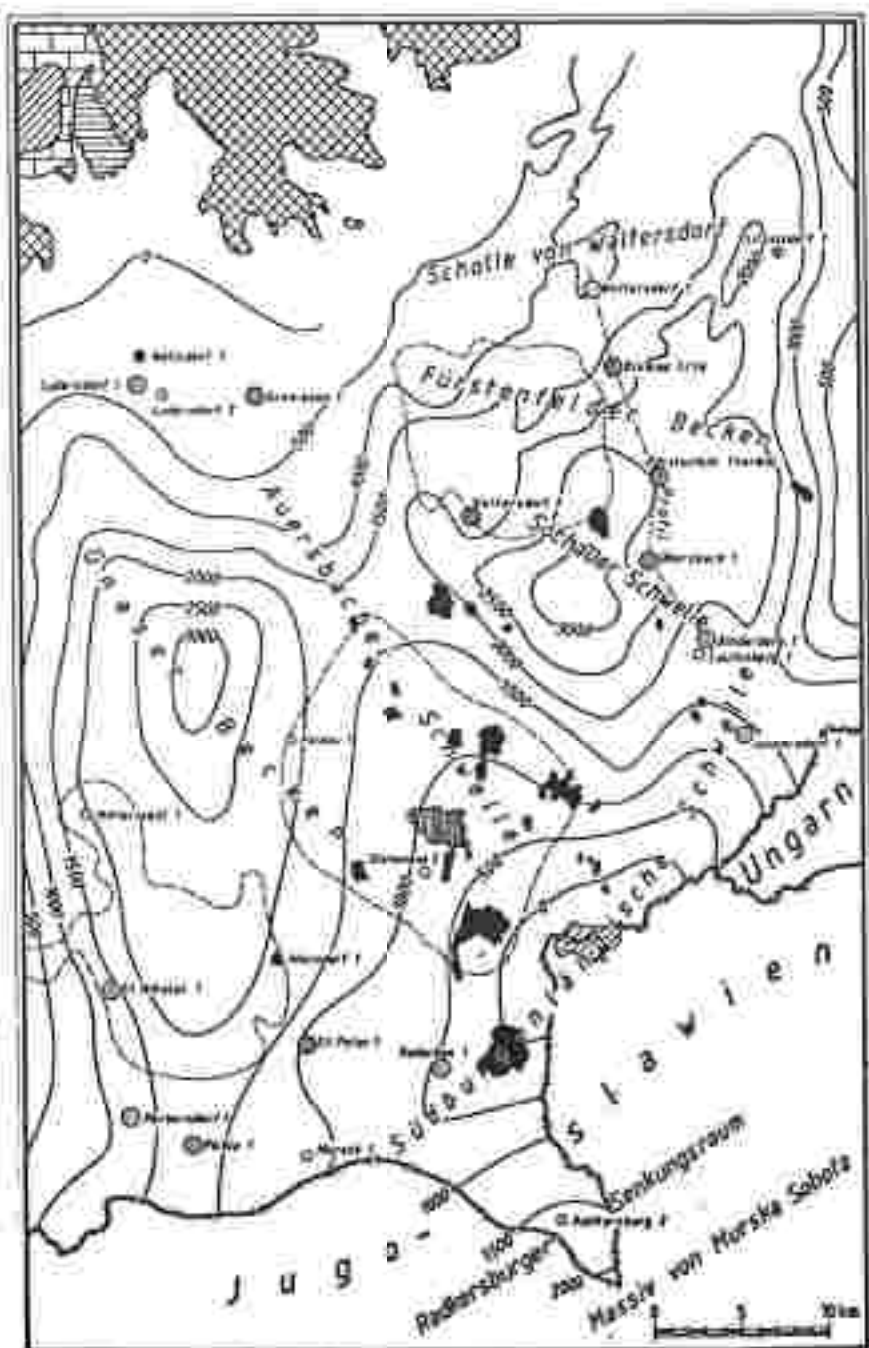
1.2.1. DER BECKENUNTERGRUND

Die Granitgneise, Amphibolite und Marmore des kristallinen Untergrundes wurden durch Tiefbohrungen nur wenige Zehnermeter durchteuft, wobei keine nennenswerte Wasserführung festgestellt werden konnte.

Das nächsthöhere Stockwerk sind die Gesteine des Grazer Paläozoikums. Das Liegende bilden in fast allen Bohrungen vulkano-klastische Gesteine (Tonschiefer, Tuffitschiefer und Phyllite), die vor allem im Südtail des oststeirischen Beckens die unmittelbare Unterlage des Neogens bilden. Aufgrund ihrer geringen Durchlässigkeit sind diese Gesteine geothermisch nicht von Interesse.

Im nördlichen Teil lagern über den vulkano-klastischen Gesteinen Karbonate, deren tektonischer Kontakt noch ungeklärt ist. Dazu zählen die Dolomite der Bohrung Walkersdorf 1 und Blumau 1a, sowie die Dolomite und kalkigen Dolomite der Bohrung Waltersdorf 1.

Fig.1: Struktur des Beckenuntergrundes und Tiefbohrungen des oststeirischen Tertiärbeckens (aus J.GOLDBRUNNER, 1988)



Prätertiäre Grundgebirge, stratigraphisch existierend:



Eozoikum (Kraasterfolge)
phyllitisches Paläozoikum
karbonatisches Paläozoikum
Kristalle

Aufschlüsse prätertiärer Vulkane



Aufschlüsse miozöner Vulkane



Linien markieren miozöner Vulkane,
durch Senkungs- und Bohrungen festgelegte
Tiefen des prätertiären Grundgebirges
in m unter NN



Prätertiäre Grundgebirge, stratigraphisch nicht existierend:



phyllitisches Paläozoikum



karbonatisches Paläozoikum



Eozoikum



Kristalle



phyllitisches Paläozoikum und Kristalle

karbonatisches Paläozoikum und Kristalle

Grundgebirge nicht existierend

Die größte Mächtigkeit der Karbonate wurde mit 308 m bei der Geothermie-Bohrung Fürstenfeld Thermal 1 durchfahren. Es handelt sich dabei um eine Folge von Dolomiten, Dolomitsandsteinen, kalkigen Dolomiten und Kalken, in die geringmächtige Tuffitlagen eingeschaltet sind.

Ungeklärt ist noch die Stellung dieser Karbonatsteine zu den in der RAG-Bohrung Übersbach 1 auftretenden Bänderkalken. Einerseits könnten die Bänderkalke das Liegende der Karbonatserie sein, andererseits ist ein lateraler tektonischer Kontakt beider Schichtfolgen an einem Bruch möglich. Aus reflektionsseismischen Messungen geht hervor, daß bedeutende Horizontalbewegungen im Raum Übersbach stattgefunden haben.

Die Karbonate der Bohrung Fürstenfeld Thermal 1 wurden im aufgeschlossenen Bereich in bezug auf die Kluftporositäten als nahezu dicht bezeichnet. Im Gegensatz dazu stehen die paläozoischen Karbonate der Bohrungen Waltersdorf 1 und Bhimau 1a, wo gute Durchlässigkeiten nachgewiesen wurden.

1.2.2. DIE NEOGENE BECKENFÜLLUNG

Die ältesten Sedimente der neogenen Beckenfüllung, die über dem Beckenuntergrund lagern, sind Rotlehme und Aufarbeitungsbrekzien, bituminöse Mergel und Mergelsandsteine, die in einem limnisch-fluvialen Milieu gebildet wurden und dem Ottwang zugerechnet werden. Aufgrund des hohen feinklastischen Anteils sind die Sedimente nahezu undurchlässig. Darüber lagert, in der Bohrung Übersbach aufgeschlossen, eine Folge von Mergeln, Mergelsandsteinen und Tonmergeln, mit Einschaltungen von Glanzkohle, die ebenfalls unter Süßwasserbedingungen sedimentiert wurde. In dieser Serie sind nur isolierte Sandsteinlinsen wasserführend, deren Wasser einen NaCl-Gehalt von 30 g/l aufweist. In den Bohrungen Übersbach 1 und Binderberg 1 wurden die Sandsteine, Konglomerate und Tonmergel der "Limnischen Konglomeratreichen Gruppe" (n.K.KOLLMANN 1965) durchteuft. Das

Hangende beider Bohrungen bildet die "Marine Konglomeratreiche Gruppe", die in der Bohrung Fürstenfeld Thermal 1 unter Darwischenschaltung eines geringmächtigen Brekzienhorizontes über dem Beckenuntergrund lagert.

Bezüglich der Mineralisierung konnte beim Wasser aus der "Limnischen Konglomeratreichen Gruppe" eine Mineralisierung von 67 g/l (vorwiegend NaCl) gemessen werden.

Im Karpat kam es zur Absenkung des Fürstenfelder Beckens an der Randstörung von Blumau. Die Folge davon war die Abtragung der paläozoischen Karbonate im Bereich der späteren Scholle von Waltersdorf und der Verbau eines Schwemmfächers in das Becken. Der proximale Teil dieses Fächers ist in der Bohrung Blumau mit Grobklastika in einer rötlichen, sandig-schluffigen Matrix aufgeschlossen.

Für die geothermische Nutzung sind die Durchlässigkeiten bei den Konglomeraten zu gering. Nach den Sonic-Log-Befunden weisen einzelne Konglomeratlagen in den Bohrungen Blumau 1a und Fürstenfeld Thermal 1 eine Gesamtporosität von 8 - 10 % auf, doch konnten diese Werte bei den in den Bohrungen durchgeführten Produktionstests nicht bestätigt werden. Der Grund für die geringe Porosität liegt in der sandig-schluffigen Matrix der Konglomerate.

Die "Steirische Diskordanz" trennt die tieferen neogenen Schichten von den Sedimenten des Baden.

Im Unteren Baden treten Basiskonglomerate als mögliche nutzbare Aquifere auf, die nach den Log-Interpretationen in den Bohrungen Blumau 1 und 1a, Fürstenfeld Thermal 1 und Übersbach 1 eindeutig wasserführend sind. Open-hole-Tests ergaben in der Bohrung Blumau 1a allerdings nur einen geringen Zufluß. Bezüglich der geothermischen Nutzbarkeit sind die Konglomerate des Badeniens ähnlich negativ zu beurteilen wie die Konglomerate des Karpat.

Tab. 11: Vergleich der thermalwasserführenden Tiefenbohrungen im Bezirk Fürstenfeld

Bohrung	Blumen 34 (1979)	Fürstenfeld Thermal 1 (1995)	Leipersdorf 1 (1991)	Leutenberg 1
wasserführender Horizont	paläozoischer Dolomit	Sandsteinzone Baden	Mittelsarmat	Oberkarpat
abs. Alter (Mill. J.)	400	10-17	12	17
Tiefe (Meter unter GUK)	2159,0 - 2160,9	1524,7 - 1531,0	1049 - 1119	
chemische Analyse				
Kationen: NH_4		keine Angabe	11,2	keine Angabe
Na	0,9	15,307	7518	0
K	4100	118	66,0	0
Mg	114	53	3,94	0
Ca	0,7	506	14,3	0
Ba	10	---	0,72	0
Pb	---	---	1,86	0
Fe	---	---	0,33	0
Mn	---	---	7,76	0
P	---	---	3057	0
Cl	2197,9	25,090	3,90	0
Br	---	---	0,31	0
I	---	---	4,31	0
SO_4	455,0	404	0,002	0
HPO_4	---	---	3414	0
HCO_3	6807,7	300	62	0
Nicht-Elektrolyte	---	---		
Summe der gelösten festen Stoffe (mg/l)	13.764,1	41.863	8113,7	0
Schnittung (1/sec)	15	15	8,5	8,5
Temperatur (°C)	100	75	94	96

Die badenienischen Sedimente lagern in der Bohrung Waltersdorf in Form einer Basisbrekzie den paläozoischen Dolomiten auf. Sie ist jedoch nicht wasserführend. Das Hangende bilden sandige Äquivalente der Basis Konglomerate.

Darüber folgt die Tonmergelserie der oberen Lagenidenzone, in die Lithothamnien-Kalksandstein eingeschaltet ist. Diese Serie wurde in den Bohrungen Fürstenfeld Thermal 1, Übersbach 1 und Binderberg 1 aufgeschlossen.

In den Bohrungen Blumau 1 und 1a, Fürstenfeld Thermal 1 und Übersbach 1 folgt eine Sandentwicklung, die stratigraphisch der Sandschalerzone des Mittelbadens zugeordnet werden. Es handelt sich bei den Sanden um gut sortierte Mittel- bis Grobsande, mit Gebietsdurchlässigkeiten von 2×10^{-4} m/sec.

Die Bohrung Fürstenfeld Thermal 1 schloß die Sandschalerzone im Bereich des Muldentiefsten auf. Gegen die strukturobereren Gebiete im Norden und Süden nimmt die Mächtigkeit dieser Folge ab. Ferner verschlechtern sich gegen den Beckenrand auch die Durchlässigkeitswerte, sodaß die Regenerationsmöglichkeiten der becken tieferen Abschnitte im Raum Altenmarkt-Fürstenfeld eingeschränkt sind. Die hangenden Schichten des Badenien sind in den Bohrungen Blumau 1 und 1a, Fürstenfeld Thermal 1 und Übersbach 1 wasserführend.

Über die hydrogeologischen und geothermischen Verhältnisse der tieferen Sarmatschichten informierten die Thermalwasserbohrungen Loipersdorf 1 (Binderberg 1) und Lautenberg 1. In der Bohrung Binderberg 1 wurde in den Sandsteinen bis Mergelsandsteinen des Mittelsarmat eine Thermalwasser sonde im Teufenintervall von 1038 bis 1092 m eingebaut. Das geförderte Wasser hat eine Gesamtmineralisierung von über 8 g/l. Aus Pumpversuchen wurde ein kf-Wert von 4×10^{-7} m/sec ermittelt. Bei der Bohrung Lautenberg wurde ein identes Sarmatprofil aufgeschlossen, dessen Durchlässigkeitswerte ähnlich sind.

Die schlechten Durchlässigkeiten der mittelsarmatischen Schichten des Aquifers im Raum Loipersdorf sind einerseits durch den hohen feinklastischen Anteil der Sandsteine und andererseits durch die brakische Fazies mit unruhiger Sedimentation bedingt.

Von den höheren Sarmatschichten sind die Kieshorizonte der "Carinthischen Schotter" des Obersarmat von Interesse. In der Bohrung Fürstenfeld Thermal 1 wurde der Kieshorizont in einer Tiefe von 550 m erschlossen. Die Temperaturen liegen in diesem Tiefenbereich zwischen 30 und 35 °C, wodurch bei entsprechender Ergiebigkeit eine Niedertemperaturnutzung durch Wärmepumpen möglich ist.

Die Horizonte des Obersarmat und des Pannon sollten aufgrund der geringeren Temperatur und geringeren Mineralisierung der Trinkwasserversorgung vorbehalten bleiben.

1.3. DIE HYDRODYNAMISCHEN UND GEOTHERMISCHEN VERHÄLTNISSE DES FÜRSTENFELDER BECKENS

In Fig.2 sind die Mineralisierungen der aufgeschlossenen Tiefengrundwasser und Formationswasser dargestellt. Auffällig ist die geringe Mineralisierung der Wasser nahe dem Grundgebirge in der Bohrung Waltersdorf. Auch die am südlichen Rand der Scholle von Waltersdorf abgeteufte RAG-Bohrung Blumau 1/1a zeigt im Sarmat und im tieferen Baden eine geringe Mineralisierung mit 0,8 g/l NaCl.

Im Bereich der Sandschalerzone wurde in der Bohrung Blumau 1a eine höhere Mineralisation mit 3,9 g/l gemessen. Durch die Vermengung dieser Zone gegen den Beckenrand ist eine erschwerte Regeneration durch meteorische Wasser gegeben. Gegen die geringmineralisierten Wasser des Untergrundes wird die Sandschalerzone durch die Tonmargel der oberen Lagenidenzone abgeschirmt.

Im dolomitischen Paläozoikum der Bohrung Blumau 1a wurde ein relativ hoch mineralisierter Wassertyp (3,6 g/l NaCl) erschoten. In den gleich

alten aber strukturböheren Schichten von Waltersdorf liegt die Mineralisierung bei 0,3 g/l NaCl. Im Thermalwasser von Waltersdorf tritt im Gegensatz zu jenem von Blumau kein freies CO_2 auf. Dies deutet daraufhin, daß keine hydraulische Verbindung zwischen den beiden Aquiferen besteht. Weiters sind die darüberfolgenden Konglomerate des Karpat, die sich bei den durchgeführten Tests als dicht erwiesen, als Aufstiegswege ungeeignet. Somit endet auch der Einfluß der postvulkanischen CO_2 -Fazies des Fürstenfelder Beckens an der "growth fault" von Blumau.

In der Bohrung Fürstenfeld Thermal 1 wurde die Sandschalerzone nahe dem Muldentiefsten aufgeschlossen. Entsprechend der strukturellen Situation ergibt sich hier die höchste Mineralisierung mit 40,2 g/l NaCl. Dies deutet auf eine gravitative Bewegung im Aquifer der Sandschalerzone bei geringer lateraler Bewegungstendenz hin. Die Wässer in den strukturböheren Bereichen der Sandschalerzone weisen eine geringere Mineralisierung auf, wie dies die Bohrungen Walkersdorf 1 mit 6 g/l NaCl und Übersbach mit 8 g/l NaCl zeigen. Dies ist ein Hinweis dafür, daß zumindest Teilbereiche der Sandschalerzone durch meteorische Wässer regeneriert worden. Darüberhinaus dürfte eine über lange Zeiträume wirksame Regeneration der Sandschalerzone von Fürstenfeld gegeben sein.

In den Konglomeraten des Karpat treten hoch mineralisierte Wässer in der Bohrung Fürstenfeld Thermal 1 auf. Diese Ergebnisse decken sich mit jenen aus der Bohrung Übersbach 1. In der strukturböheren angesetzten RAG-Bohrung Binderberg 1 wurden ebenfalls hoch mineralisierte Wässer (63 g/l NaCl und 4,3 g/l Na_2SO_4 in 1350 m Tiefe) in den karpatischen Schichten durchfahren. Weiters führen diese Schichten reichlich CO_2 als Folge der Migration von CO_2 aus dem Verbreitungsgebiet des jungtertiären Vulkanismus.

Dieser Bewegungstrend ist auch für die Tiefengrundwässer anzunehmen. Die Folge ist die Ausbildung einer positiven Temperaturanomalie im Scheitelpunkt der Südburgenländischen Schwelle. Infolge

des konvektiven Wärmetransportes liegt die geothermische Tiefenstufe im Raum Binderberg (Loipersdorf) bei 18 m/°C.

Im Beckeninneren (Raum Übersbach-Blumau) herrschen aufgrund herabgesetzter Hydrodynamik ausgeglichene Temperaturverhältnisse in den tertiären Horizonten.

Temperaturmessungen in der Sandschalerzone der Bohrungen Fürstentfeld Thermal 1 und Blumau 1a ergaben eine übereinstimmende geothermische Tiefenstufe von 25 m/°C. Demzufolge ist eine 1.000 m-Temperatur von ca. 50°C für Bereiche größerer Beckentiefe realistisch.

Diese geothermische Tiefenstufe, die gegenüber dem globalen Durchschnittswert von 33 m/°C erhöht ist, ist auf die geophysikalisch nachgewiesene Ausdünnung der Erdkruste am Ostalpenrand und dem damit zusammenhängenden Wärmefluß rückführbar (V.CERMAK, 1979).

Erhöhte geothermische Gradienten sind an Hochstrukturen gebunden und hydrodynamisch bedingt. Daraus ergibt sich auch die Temperatur des paläozoischen Aquifers von Waltersdorf, der mit 61 °C in 1094 m Tiefe den Einfluß des konvektiven Wärmetransportes zeigt.

II. WASSER DER TERTIÄREN BEREICHE

II.1. KURZE GEOLOGISCHE DARSTELLUNG

Die tertiäre Schichtfolge im Bezirk Fürstenfeld beginnt mit Sedimenten aus dem Pannon. In dieser Zeit erreicht die Aussüßung des Milieus ihren Höhepunkt. Nördlich der Raab liegen die Schichten des Unterrann (Zone B) in Form der "Oberer Kohleführenden Schichten von Weiz" vor. In der Zone C herrschen Zyklen von Kies - Sand - Ton - Folgen vor, deren Rhythmik klimatisch bedingt sein kann. Sie beginnt mit dem "Kapfensteiner Schotter", der mit monotonen Quarz-Kristallingeröllern die Alpen als Herkunftsgebiet ausweist. Im zentralen Becken folgt darüber eine 50 bis 80 m mächtige Wechselfolge aus Tonen und Sanden mit Pflanzenresten und Kohlen (Lignithorizont von Ilz). Die folgenden "Kirchberger Schotter" zeigen eine neuerliche Verlandung an; sie setzen sich ebenfalls aus Quarz- und Kristallingeröllern zusammen. Im Norden sind diese beiden Schotterhorizonte nicht zu trennen, da die Zwischenfolge fehlt.

Über den Kirchberger Schottern folgt eine neuerliche Sand-Ton-Sequenz mit Pflanzenresten als Zwischenserie, die von den "Kärnerbergsschottern" (Quarz- und zunehmend Kalkkomponenten) überlagert werden. Sie sind hauptsächlich östlich und westlich der Raab ausgebildet. Im Norden des Beckens ist die Unterscheidung der verschiedenen Schotterhorizonte infolge des Fehlens der Zwischenserien oft schwierig. Im Raum Gleisdorf ist ein Übergang in die "Schemerischotter" vorhanden, die durch einen hohen Gehalt an Kalkgeröllern charakterisiert sind. Dieser nimmt aber gegen Südosten und Osten ab.

Das Mittelpannon (Zonen D, E) wird durch die "Schichten von Loipersdorf und Unterlaam", einer Wechselfolge von Sanden, Tonen und etwas Kies repräsentiert, welche im Hangenden von Kohleflözen überlagert wird.

Abbildung 14

Geologische Übersicht

Ausschnitt aus H.W.Flügel & F.R.Neubauer > > Geologische Karte der Steiermark 1:200 000 < < Wien



Damit ist die pannonische Schichtfolge im wesentlichen abgeschlossen, nur im steirisch-burgenländischen Grenzgebiet treten nach einer Schichtlücke der Zone F die "Taborer Schotter" (feinkörnige Quarz- und wenig Kristallingerölle aus dem Nord- und Westrahmen des Steirischen Beckens) auf.

Im Bereich südöstlich von Fürstenfeld sind "Tuffe basaltischer Zusammensetzung" ausgebildet. Die Tuffachlote enthalten sedimentäres Material (Schotter und tertiäre Gesteine) sowie Gesteine aus größeren Tiefen.

Das Ende der tertiären Sedimentation bilden die "Postbasaltischen Schotter", die diskordant dem Tertiärrelief auflagern und aus tiefgreifenden Verwitterungsdecken, Staublehnen und Kleinkiesstreuungen aufgebaut sind.

II.2. DAS HYDROGEOLOGISCHE VERHALTEN DER NEOGENEN SCHICHTEN

Aufgrund der geologischen Zusammensetzung der Tertiärsedimente können sich in den oberflächennahen Schichten keine ergiebigen Wasservorräte bilden. Die Quelltypen dieser Ablagerungen sind meist seichtliegende Schutt- und Sumpfquellen mit geringen Schüttungsmengen. Das Niederschlagswasser fließt oberirdisch rasch ab.

Die Sedimentationsverhältnisse in der Oststeiermark ließen dagegen Grundwasserhorizonte in größeren Tiefen entstehen, die unter Druck stehen und als "artesisches Wasser" bezeichnet, für die Wasserversorgung genutzt werden.

II.2.1. DEFINITION VON "ARTESISCHEM" WASSER

Unter artesischem Wasser versteht man nach ÖNORM B2490 jenes gespannte Grundwasser, dessen Druckwasserspiegel bei der Erschließung über Terrain ansteigt. A.THURNER 1967 sieht als artesisches Wasser jenes an, welches sowohl über als auch unter Terrain ansteigt.

II.2.2. DIE BESCHAFFENHEIT DER GRUNDWASSERLEITER

Nach H.ZETINIGG 1982 sind die Kenntnisse über die Mächtigkeit und die Materialbeschaffenheit der artesischen Horizonte ungenügend, sieht man von einigen wenigen Schwerpunktuntersuchungen ab. Bei den meisten Bohrungen werden nur Sande und Schotter als Grundwasserleiter angeführt, es werden aber keine Angaben über Korngrößen und die Kornverteilung gemacht.

W.SKALA (1967 und 1968 a,b) versuchte mittels statistischer Methoden aus dem Kreuzschichtungsgefüge, den Kornanalysen und dem Schwermineralspektrum die Herkunft der Sedimente zu erfassen. Bereits A.WINKLER-HERMADEN und W.RITTLER (1949) haben sich mit artesischen Horizonten beschäftigt und waren bemüht die Grundwasserhorizonte altersmäßig einzustufen. Sie beschrieben die Kapfensteiner, Karnerberger und Taborer Schotter.

II.2.2.1. Kapfensteiner Schotter

Oberflächlich streichen diese Schotter im Raum Gleisdorf-Weiz-Hartmannsdorf sowie im Nordosten der Steirischen Bucht im Raum Hartberg-Pinkafeld aus. Ferner sind sie südlich der Raab aufgeschlossen.

Im Bezirk Fürstenfeld wurden sie in Bohrungen auf artesisches Wasser in Tiefen von ca. 50 m (Söchau, Hainfeld, Radersdorf) bis maximal

130 m bei Kleinsteinbach und Fürstenfeld angefahren. Das Gefälle der Kapfensteiner Schotter beträgt in diesem Raum ca. 10 ‰.

Allerdings wurden diese Schotter nur in einem Teil der Bohrungen, die in dieses Niveau führen, erbohrt, was auf ein starkes Relief (Flußrinnen) im Untergrund schließen läßt.

II.2.2.2. Karnerberg Schotter

Obertags sind die Schotter ca. 50 m über den Kapfensteiner Schottern im Raum Feldbach sowie bei Söchau aufgeschlossen. Nach Osten zu sinken sie unter die Talsohle ab. Aus den Bohrungen geht hervor, daß im Untergrund auch ein Absinken nach Süden vorliegt, da die Karnerberg Schotter bei Burgau zwischen 46 und 58 m Tiefe erbohrt wurden, in Gilersdorf hingegen zwischen 81 und 84 m. Auch hier ist die unterirdische Einmuldung des Fürstenfelder Raumes ausgeprägt.

II.2.2.3. Taborer Schotter

Dieser Schotter hat sein oberflächliches Verbreitungsgebiet nördlich und südlich der Raab. Zwischen der Raab und der Lafnitz sinkt er nach Osten ab und wird erst in der Bohrung Königsdorf erreicht.

II.2.3. DIE REGENERATION DER ARTESISCHEN GRUNDWÄSSER

A.WINKLER-HERMADEN 1961 gibt mehrere Möglichkeiten der Alimentation gespannter Grundwässer an, die auf die geologischen Verhältnisse im Steirischen Becken Rücksicht nehmen. Die Grundwasserneubildung erfolgt demnach:

- a) im Bereich der Ausbisse der tertiären Grundwasserleiter entlang des Gebirgsrandes

- b) im Bereich der Auslässe der tertiären Grundwasserleiter innerhalb des steirischen Beckens
- c) an Verwerfungen und vulkanischen Spalten
- d) durch Versickerung von Flußwasser in artesische Horizonte.

In Untersuchungen über die Versickerung von Flußwasser in artesische Horizonte durch die Vereinigung für hydrogeologische Forschungen wurde festgestellt, daß die Feistritz Wasser an den Untergrund abgibt. Bei Niederwasser verliert die Feistritz ca. 110 l/sec., bei Hochwasser können bis zu ca. 500 l/sec. in den Untergrund versickern (H.ZOJER, 1972). Die Alimentation erfolgt im Talbereich über oberflächennahes ungespanntes Grundwasser, da eine direkte Versickerung aufgrund des geologischen Baues nicht möglich ist.

H.2.4. DIE NUTZUNG DES ARTESISCHEN WASSERS

Ab ca. 1870 wurden die ersten artesischen Brunnen für die Trinkwasserversorgung einzelner Liegenschaften hergestellt. 1905 wurde erstmals das artesische Wasser in Fürstenfeld für eine kommunale Wasserversorgung genutzt.

In den Tabellen 11 und 12 sowie in der Abbildung 15 ist die Verbreitung der artesischen Brunnen im Bezirk Fürstenfeld dargestellt. Durch die Gründung des Wasserverbandes Grenzland-Südost ist in dicht bebauten Ortsgebieten die Nutzung des artesischen Grundwasser rückgängig. Im Streusiedlungsbereich und in aufgelockerten Siedlungsgebieten ist die Wasserversorgung aus artesischen Hausbrunnen noch immer von Bedeutung.

Weiters wurden drei artesische Brunnen errichtet, um das Kurzentrum Loipersdorf mit Wasser zu versorgen.

Tab. 12: Übersicht der artesischen Hausbrunnen im Bezirk Fürstenfeld (aus H. ZETINIGG, 1982)

Gemeinde Katastralgemeinde	Anzahl der Brunnen					Tiefe der Brunnen min.—max.	gesamte Schüttung l/min
	wasser- rechtl. genehm.	ohne Geneh- migung	Gesamt- zahl	versiegt oder ver- schlossen	in Bau		
Altenmarkt Spelersbach	24 1	1 —	25 1	1 1	— —	11—137 m 127 m	383 4
Blumau	10	—	10	—	—	60—110 m	74
Kleinsteinhub	1	5	7	1	—	17—117 m	15
Buchbaum	6	—	6	—	—	47—111 m	63
Schwarzmannshofen	1	—	1	—	—	54 m	34
Speilbrunn	1	—	1	—	—	88—100 m	11
Burgau	—	—	—	4	—	83—111 m	—
Fürstenfeld	26	13	39	117	—	11—180 m	100
Großsteinbach	—	—	—	1	—	80 m	—
Großwillersdorf	10	—	10	1	—	33—144 m	107
Radernsdorf	3	—	3	—	—	51—110 m	6
Hainfeld	1	—	1	—	—	150—180 m	10
Hainersdorf	1	11	12	4	—	17—100 m	43
Ötztal	4	1	7	3	—	10—186 m	8
Ilz	11	1	17	—	—	31—140 m	107
Kaisdorf	1	1	2	—	—	10—40 m	4
Neudorf	2	—	2	1	—	130—160 m	11
Loipersdorf	11	—	11	1	1	31—130 m	180
Dietersdorf	16	1	17	—	—	57—118 m	80
Gillersdorf	11	—	11	1	—	18—100 m	360
Ottendorf a. d. R.	1	8	10	—	—	19,1—110 m	15
Wolkendorf	1	—	1	—	—	76—111 m	5
Söden	11	1	12	—	—	13—170 m	168
Tautendorf	8	—	8	—	—	37—86 m	14
Aschbach	3	—	3	—	—	51—118 m	14
Ruppersdorf	1	1	2	—	—	13—130 m	3
Ufersbach	18	1	19	1	—	13—198 m	146
Hartl	3	1	4	1	—	17—100 m	11
Ebersdorf	3	1	4	—	—	68—190 m	10
Ritzschin	1	—	1	—	—	80 m	10
Bezirk Fürstenfeld gesamt	307	10	317	35	1		1189

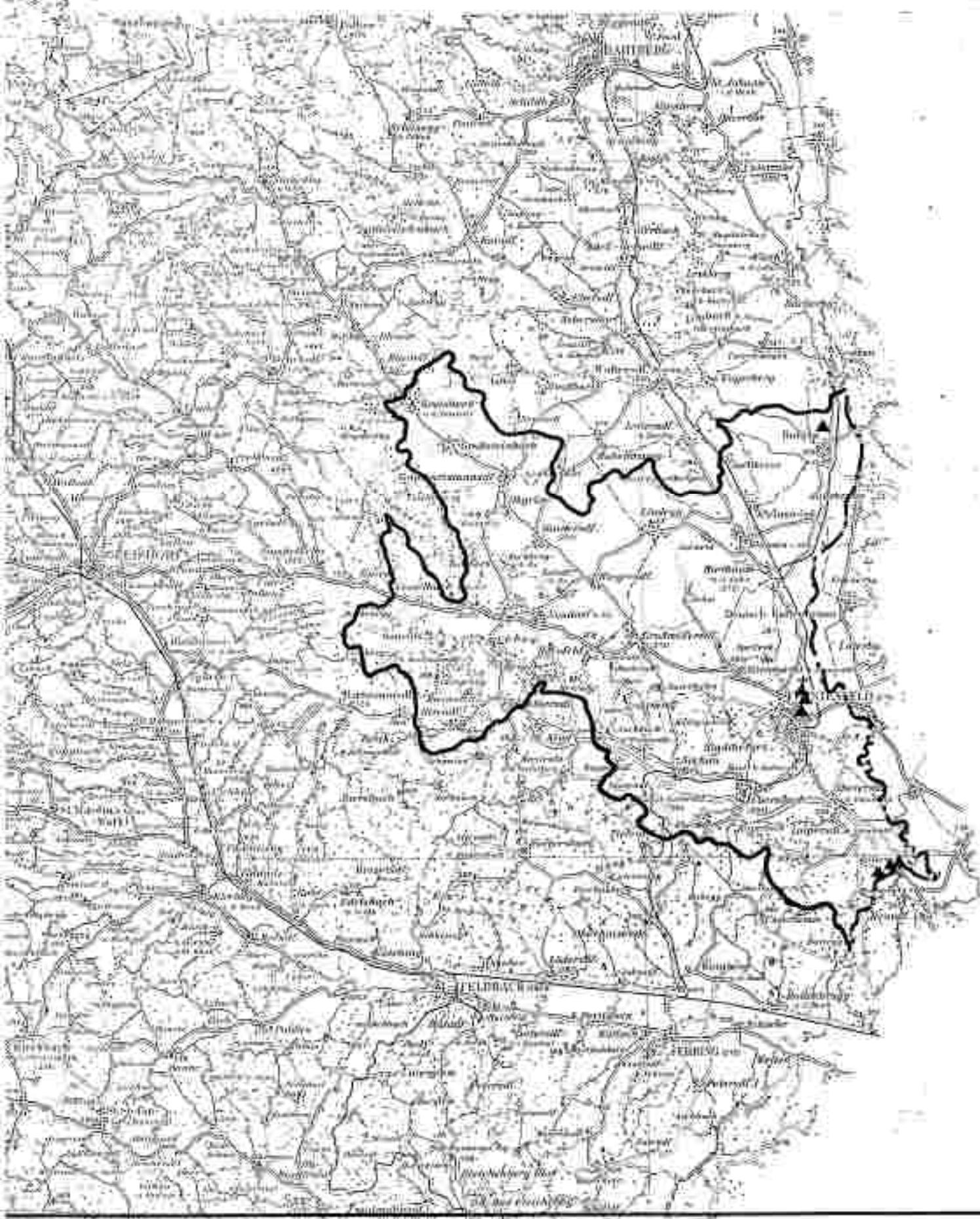
Tab. 13: Übersicht über die öffentlichen artesischen Dorfbrunnen im Bezirk Fürstentum
(aus H.ZETTING, 1982)

Ort	Wasserloch Postzahl	Baujahr	Tiefe m	Schüttung, l/min Mai 1980	Ausgestaltung	derzeitige Verwendung
Altenmünz	504	1890	30	< 2,0	Seigrohr bis ca. 2,5 m ü. T., in rundem Bassin	Springbrunnen in öffentlicher Parkanlage, allseitig
Altenmünz	515	1890	10	8,0	Seigrohr bis ca. 1,5 m ü. T., unterirdische Abzweigung, Brunnenstrog	Liegegestalt Nr. 18 angeschlos- sen, öffentliche Schöpfstelle
Speitelsbach	443	1927	117	4,0	Schwannenhals ca. 1,5 m ü. T., rundes Bassin, ca. 4 m Ø	Feuerlöschwasser, öffentliche Schöpfstelle
Blumau	551	1910	110	2,5	Seigrohr ca. 1,5 m ü. T., abgewinkelt, rechteckiges Bassin	Feuerlöschwasser, öffentliche Schöpfstelle
Kleinwiltersdorf	411	1916	117	17,0	Seigrohr ca. 1,5 m ü. T., rechteckiger Brunnenstrog und 1. rundes Bassin	Feuerlöschwasser, öffentliche Schöpfstelle
Speitelsbach	420	1915	100	4,3	Seigrohr ca. 1,0 m ü. T., rechteckiges Bassin, 3 x 10 m	Feuerlöschwasser, Wäschplatz, öffentliche Schöpfstelle
Großwiltersdorf I	417	1909	80	4,3	Seigrohr ca. 1,10 m abgewin- kelt, polygonaler, gemauertes Brunnen	Springbrunnen am Dorfanger vor der Kirche
Großwiltersdorf II	416	1890	15	10,0	Schwannenhals, Brunnenstrog, unterirdische Abzweigung	1 Häuser angeschlossen, öffentliche Schöpfstelle
Großwiltersdorf III	417	1930	60	5,0	Schwannenhals bis ca. 1,4 m ü. T., unterirdische Abzweigung	öffentliche Schöpfstelle vor dem Friedhof, 3 Liegemachfen angeschlossen
Hainfeld unterer Brunnen	111	1909	130	5,0	Schwannenhals bis 2 m ü. T., unterird. Abzw., Brunnenstrog	öffentliche Schöpfstelle, 2 Lie- gemachfen angeschlossen
Hainfeld oberer Brunnen	116	1930	130	3,0	Schwannenhals bis 3 m ü. T., mündet direkt in geschlossenen Brunnenstrog mit Auslauf	öffentliche Schöpfstelle, früher 4 Liegemachfen direkt ange- schlossen
Mündelhof	411	1930	160	10,0	Schwannenhals ca. 1,0 m ü. T., Brunnenstrog u. Feuerlöschstrog	öffentliche Schöpfstelle, Feuer- löschwasser
Stöckau	116	1918	110	1,0	Schwannenhals, abgedeckter Löchwasserbehälter	Brunnen in Gartenanlage, Feuer- löschwasser
Übersbach	208	1815	110	5,5	Schwannenhals, unterirdischer Löchwasserbehälter	Brunnen am Dorfanger, Feuer- löschwasser
Hart	118	1933	90	3,7	Schwannenhals, Brunnenstrog, Löchwasserbehälter	öffentliche Schöpfstelle, Feuer- löschwasser

Abb. 15: Kommunale Wasserversorgung aus artesischen Brunnen

(Ausschnitt aus der Karte: Grundwasser - Schutz und -Nutzung in der Steiermark, Graz 1988)

Maßstab 1:200.000



Auch Gewerbe- und Industriebetriebe verwenden artesisches Wasser, wie z.B. die Molkerei von Fürstenfeld.

Besondere Nutzungen wie die Speisung von Fischteichen und die Anreicherung von Mühlgängen mit artesischem Wasser sind abzulehnen. Gleiches gilt für die Füllung von Badebecken und Feuerlöschteichen (H.ZETINIGG, 1982).

III. HYDROGEOLOGIE DER QUARTÄREN SCHICHTEN

III.1. KURZE GEOLOGISCHE DARSTELLUNG

(nach H.FLÜGEL & F.NEUBAUER, 1984)

Werte Bereiche nördlich der Feistritz und nordöstlich der Safen werden von der "Höheren Terrasse" eingenommen. Das Alter dieser Terrassenkörper wird mit Prävurm angegeben. Die Basis dieser Sedimente besteht aus Kiesen und Sanden, die von einer z.T. mächtigen Lehmdecke überlagert werden. Die Terrassenoberfläche wurde häufig durch die Erosion in Restflächen aufgelöst.

Die tiefsten, das heutige Talbodenniveau überragenden Terrassen werden als "Niederterrasse" bezeichnet. Es handelt sich dabei vorwiegend um würmzeitliche Bildungen, die aus teilweise mächtigen Kiesablagerungen mit eingeschalteten Sandlinsen aufgebaut sind und von einer nur geringmächtigen Feinsedimentdecke überlagert werden. Außerhalb des Murtales werden der Niederterrasse auch rißzeitliche Bildungen wie die Helfbrunner Terrasse zugerechnet.

Spätpleistozäne bis holozäne Bildungen sind die Alluvionen der Talböden. Über basalen Kies- und Sandablagerungen befinden sich zeitlich und genetisch uneinheitliche feinklastische Sedimente des Holozän. Es sind dies meist schwach lehmige oder schluffige, sandige Ausedimente, Schwemmfächer und jüngere Sedimente der Seitenbäche, die die älteren, kaltzeitlichen Ablagerungen überdecken.

III.2. DAS HYDROGEOLOGISCHE VERHALTEN DER QUARTÄREN SCHICHTEN

Die Gebiete, die von den vorliehmten Schottern der "Höheren Terrasse" aufgebaut sind, spielen bezüglich der Wasserführung nur eine geringe Rolle. Da die aufliegende Lehmdecke als Stauhorizont wirkt, wird der oberirdische Abfluß des Niederschlagswassers in leicht hängigen Lagen begünstigt. Auf ebenen Flächen kommt es zur Bildung von Staunässe.

Mit einer stärkeren Wasserführung ist im Talbodenbereich, die Niederterrasse und den eigentlichen Auenbereich umfassend, zu rechnen. Die Schotter der Niederterrasse sind meist von sandigen Feinsedimenten bedeckt, sodaß eine größere Grundwasserführung vorhanden ist. Die Talbodenfüllungen sind heterogen aufgebaut und ca. 4 - 5 mächtig. Dementsprechend ist auch die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers, der seicht gelegen ist (Beilage 8), gering.

Im Feistritztal wurden vom Hydrographischen Dienst Brunnenmeßstellen eingerichtet, doch ist das Meßstellennetz nicht sehr dicht, wodurch das Anfertigen eines Grundwasserschichtenplanes nicht möglich war. Auf Beilage 9 wurden daher die Seehöhen des mittleren Grundwasserstandes, bezogen auf eine 13- bzw. 20-jährige Beobachtungszeit, dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß das Gefälle der Grundwasseroberfläche dem der Erdoberfläche entspricht.

Für die Wasserversorgung spielen die Alluvialbereiche eine untergeordnete Rolle, da die Quantität aufgrund des heterogenen Aufbaues, gering ist. Ferner ist die Qualität des Wassers minder. Durch den hohen Zersetzungsgrad umgelagerter Tertiärsedimente und aufgrund der seichten Lage des Grundwasserspiegels wird das Grundwasser häufig mit Eisen und Mangan angereichert, sodaß eine Aufbereitung erforderlich ist.

LITERATURVERZEICHNIS

- BLÜTHGEN, J., WEISCHET, W.: Allgemeine Klimageographie.- Lehrbuch der Allgemeinen Geographie, Bd.2, de Gruyter Berlin - New York, 1980
- CERMAK, V.: Heat Flow Map of Europe.- In: V.CERMAK & L.RYBACH (hrsg.): Terrestrial Heat Flow in Europe, 3 - 40, Springer Berlin 1979
- EBNER, F., ERHART-SCHIPPEK, F. & WALACH, G.: Erdgasspeicher Oststeiermark - Geologische Gebietsauswahl.- Arch.f.Lagerat.forsch. Geol.B.-A., 7, Wien 1986
- FLÜGEL, H.W. & NEUBAUER, F.: Steiermark. Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen.- Geol.B.-A., Wien 1984
- GOLDBRUNNER, J.E.: Tiefengrundwässer im Oberösterreichischen Molassebecken und im Steirischen Becken.- Steir.Beitr. Hydrogeol., Bd. 39, Jg. 87/88, Graz 1988
- HYDROGRAPH.DIENST IN ÖSTERREICH: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 1961 - 1980.- Bde. 69 - 88, Hydrograph. Zentralbüro BM f.Land- und Forstwirtschaft, Wien 1962 - 1983
- KOLLMANN, K.: Jungtertiär im Steirischen Becken.- Mitt.geol.Ges. Wien, 57, Wien 1965
- KRÖLL, A. et al.: Steirisches Becken - Südburgenländische Schwelle. Geologische Themenkarten der Republik Österreich 1:200.000.- Geol.B.-A., Wien 1988

- LAZAR, R.: Teilbereich Klima.- Erläuterungen zu den Naturraumpotentialkarten des Bezirkes Radkersburg, unveröff.Ber., FGJ, Graz 1982
- LAZAR, R. & SEMMELROCK, G.: Klima Mittleres Murtal.- Naturraumpotentialkarte der Steiermark, unveröff.Ber., FGJ, Graz 1985
- MORAWETZ, S.: Kleinklimatische Beobachtungen in der Weststeiermark bei St.Stefan ob Stainz.- Beih.Z.Met., Angew.Meteor. 1(5), 1953
- ÖSTERR.BODENKARTIERUNG: Erläuterungen zur Bodenkarte, KB Fürstenfeld.- unveröffentlicht
- OTTO, H. & WAKONIGG, H.: Klimagunst und Fremdenverkehr in der Steiermark.- Mitt.Naturwiss.Ver., 103, Graz 1973
- SKALA, W.: Kurzbericht über die Untersuchung von Fließrichtungen in den Basisschottern des Obersarmats im Steirischen Becken.- Mitt.Naturwiss.Ver.Stmk., 97, Graz 1967.
- SKALA, W.: Lithologische Untersuchungen an den Sanden der Kirchberger-Karnerberger Zwischenserie (Pannon C, Steirisches Becken), 60, Wien 1968(a)
- SKALA, W.: Lithologische Untersuchungen an den Kirchberger Sanden (Pannon C, Steirisches Becken) mit Hilfe elektronischer Datenvorverarbeitung.- Geol.Rundschau, 58, Stuttgart 1968 (b)
- THURNER, A.: Hydrogeologie.- Springer, Wien 1967.
- WAKONIGG, H.: Witterung und Klima in der Steiermark.- Arbeiten aus dem Inst.f.Geographie, UNI Graz, H.23, Graz 1978

WINKLER-HERMADEN, A. & RITTNER, W.: Erhebungen über artesisches Wasserbohrungen im steirischen Becken unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die Tertiärgeologie.- Geologie u. Bauwesen, 17, Wien 1949.

ZETINIGG, H.: Die artesischen Brunnen im steirischen Becken.- Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, 43, Graz 1982

ZETINIGG, H. & PÖSCHL, M.: Grundwasserschutz und -nutzung in der Steiermark.- Ber. WWR, Sbd. 1, Graz 1988

ZOJER, H.: Untersuchungen zur Frage des Wasserverlustes an der mittleren und unteren Feistritz.- Steir. Beitr. Hydrogeol., 1972, Graz 1972

VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tab. 1:	Monatsmittelwerte der relativen Sonnenscheindauer in Prozent von 1961 bis 1965 und 1961 bis 1980	11
Tab. 2:	Monats- und Jahresmittelwerte der Temperatur von 1961 bis 1980	17
Tab. 3:	Monatsmittelwerte der aperiodischen Tagesschwankung von 1951 bis 1970 und Monatsnormalwerte der Temperatur von 1951 bis 1980	23
Tab. 4:	Mittleres tägliches Minimum, Eintrittsdaten des letzten und ersten Frostes, Dauer der frostfreien Periode, berechnet aus den Monatsnormalwerten (1951-1980)	25
Tab. 5:	Zahl der Tage mit $\geq 15^{\circ}\text{C}$ (Mittelwert 1965 bis 1980)	26
Tab. 6:	Monatsmittelwerte der 14-Uhr-Temperaturen 1961 bis 1980	30
Tab. 7:	Beginn und Ende sowie Dauer der Vegetationsperiode für Temperaturmittelwerte $\geq 5^{\circ}\text{C}$ und $\geq 10^{\circ}\text{C}$ (bezogen auf die Monatsnormalwerte 1951 bis 1980)	32
Tab. 8:	Monatsmittelwerte der Gewittertage und Anzahl der Gewitter in Prozenten für die Monate Juni bis August (I) und Mai bis September (II), 1961 bis 1980	52
Tab. 9:	Anzahl der Tage ohne Niederschlag, mit Niederschlagsmengen von 0,1 bis > 85 mm und von 1,0 bis > 85 mm (Mittelwerte 1961 bis 1980)	54
Tab. 10:	Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneedecke und mit Winterdecke, Schneedeckenzeit und Erhaltungsquotient der Schneedecke, Summe der Neuschneehöhen (Mittelwerte von 1960/61 bis 1979/80)	58
Tab. 11:	Vergleich der thermalwasserführenden Tiefenbohrungen im Bezirk Fürstenfeld	77
Tab. 12:	Übersicht der artesischen Hausbrunnen im Bezirk Fürstenfeld	89
Tab. 13:	Übersicht über die öffentlichen artesischen Dorfbrunnen im Bezirk Fürstenfeld	90

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND FIGUREN

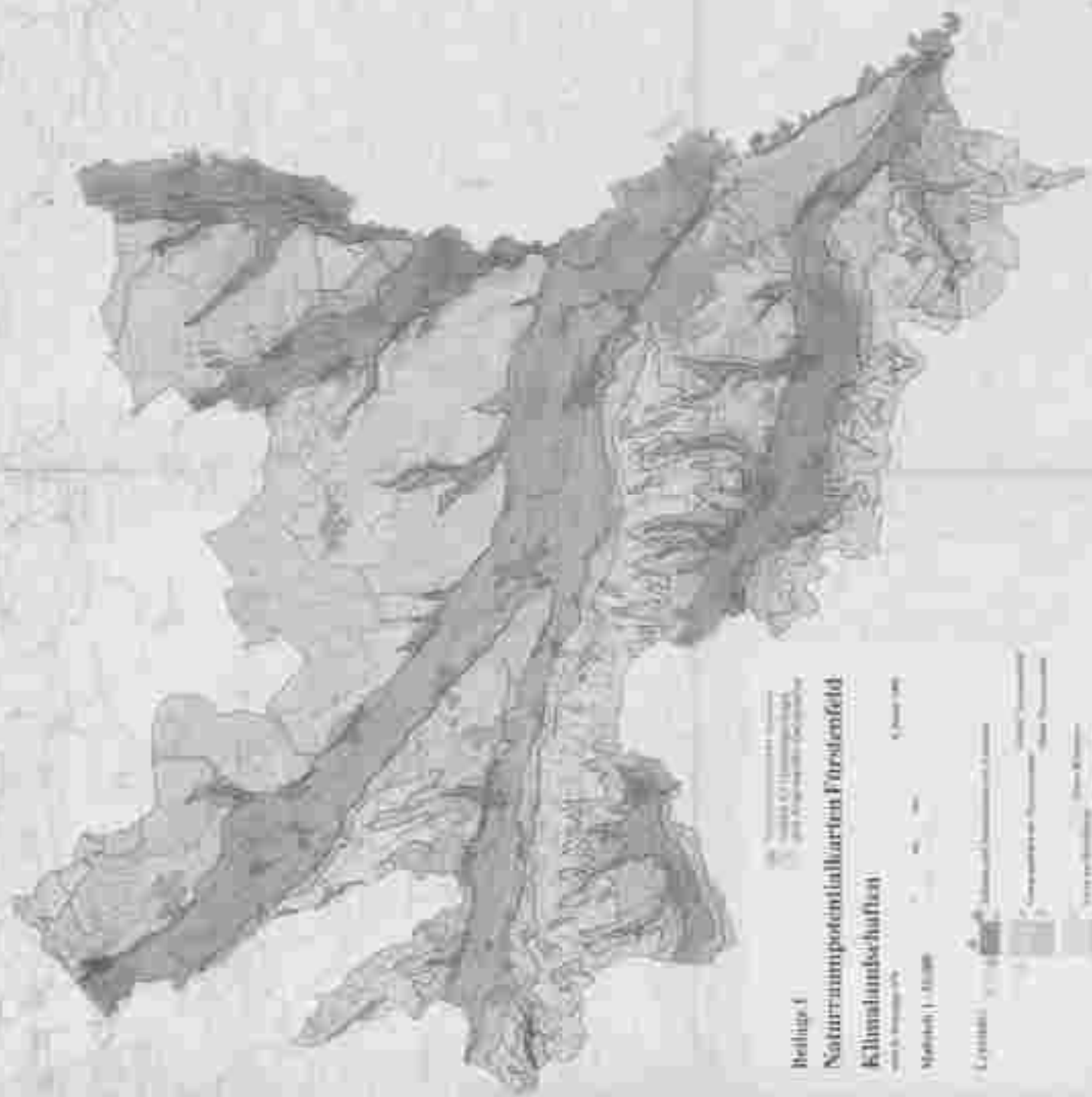
Abb. 1:	Jahresgang der Temperatur, Monatsmittelwerte 1961 - 1980, Klima der Talböden des Vorlandes	14
Abb. 2:	Jahresgang der Temperatur, Monatsmittelwerte 1961 - 1980, Übergangsklima der "Terrassenstufe"	15
Abb. 3:	Jahresgang der Temperatur, Monatsmittelwerte 1961 - 1980, Riedelklima	16
Abb. 4:	Jahresgang der aperiodischen Tagesschwankung und der relativen Sonnenscheindauer in Prozent, Mittelwerte 1951 - 1970	19
Abb. 5:	Dauer der Vegetationsperiode im Vergleich mit den Monatsmittelwerten der Temperatur von März bis November, 1961 - 1980	33
Abb. 6:	Jahresgang der Nebelhäufigkeit, Mittelwerte 1961 - 1980	41
Abb. 7:	Monatsmittel der Bewölkung in Zehnteln der Himmelsbedeckung 1951 - 1970	43
Abb. 8:	Jahresgang des Niederschlages, Monatsmittelwerte 1961 - 1980, Klima der Talböden des Vorlandes	46
Abb. 9:	Jahresgang des Niederschlages, Monatsmittelwerte 1961 - 1980, Übergangsklima der "Terrassenstufe"	47
Abb. 10:	Jahresgang des Niederschlages, Monatsmittelwerte 1961 - 1980, Riedelklima	48
Abb. 11:	Verteilung der Niederschläge, Jahresmittelwerte 1961 - 1980	50
Abb. 12:	Häufigkeiten der Windrichtungen und der Windstillen, Mittelwerte 1961 - 1980	62
Abb. 13:	Jahresgang der Windgeschwindigkeit, Monatsmittel- werte 1951 - 1970	64
Abb. 14:	Geologische Übersicht	84
Abb. 15:	Kommunale Wasserversorgung aus artesischen Brunnen	91
Fig. 1:	Struktur des Beckenuntergrundes und Tiefbohrungen des oststeirischen Tertiärbeckens	74
Fig. 1a:	Übersicht über die Tiefbohrungen des Steirischen Tertiärbeckens	74b
Fig. 2:	Geologisch-hydrogeologischer Profilschnitt durch das Fürstenfelder Becken	80

VERZEICHNIS DER BEILAGEN

- Beilage 1: Klimalandchaften
- Beilage 2: Kaltluftgefährdete und begünstigte Gebiete
- Beilage 3: Bodentypen
- Beilage 4: Bodenschwere
- Beilage 5: Wasserhaushalt
- Beilage 6: Erosion
- Beilage 7: Natürlicher Bodenwert
- Beilage 8: Fluralstand
- Beilage 9: Höhenlage des mittleren Grundwasserstandes

Tab. 11: Vergleich der thermodynamischen Tiefenführungen im Bereich Pasterisfeld

Notierung	Stümmli & Co. (1986)	Fraser & Farnsworth (1988)	Calderwood & Farnsworth (1993)	Farnsworth & Oberhänsli (1993)
Wasserführungen				
Basalt	900	10-23	12	13
als Alter (MIL-4)				
Tiefe (Meter unter GDN)	900,0 ± 300,0	1334,7 ± 1001,0	1047 ± 233	
chemische Analyse				
Kationen:				
Na	0,3		11,7	
K	4160	13,207	2510	
B	114	118	66,4	
Mg	9,2	93	5,04	
Ca	16	244	10,3	
Se	0,00	0,00	0,73	
Fe	0,00	0,00	1,46	
Mn	0,00	0,00	0,13	
Antimon:			2,70	
F	0,00	0,00	2022	
Cl	7107,9	23,000	9,00	
Br	0,00	0,00	0,11	
I	0,00	0,00	0,11	
SO ₄	410,8	0,00	0,11	
HPO ₄	0,00	0,00	0,11	
HCO ₃	4002,7	200	0,00	
Metallanalyse			2034	
Summe der gelösten Feststoffe (mg/l)	13,704,1	43,903	0,11,7	
Reinheit (1/100)	10	10	0,11	0,11
Temperatur (°C)	100	10	10	10



Beilage 1

Naturraumpotentialkarten Forstentafel

Klimakulturschaften

Verarbeitet von:

Verarbeitet von:

Verarbeitet von:

Verarbeitet von:

Verarbeitet von:

Verarbeitet von:

Verarbeitet von:

Verarbeitet von:









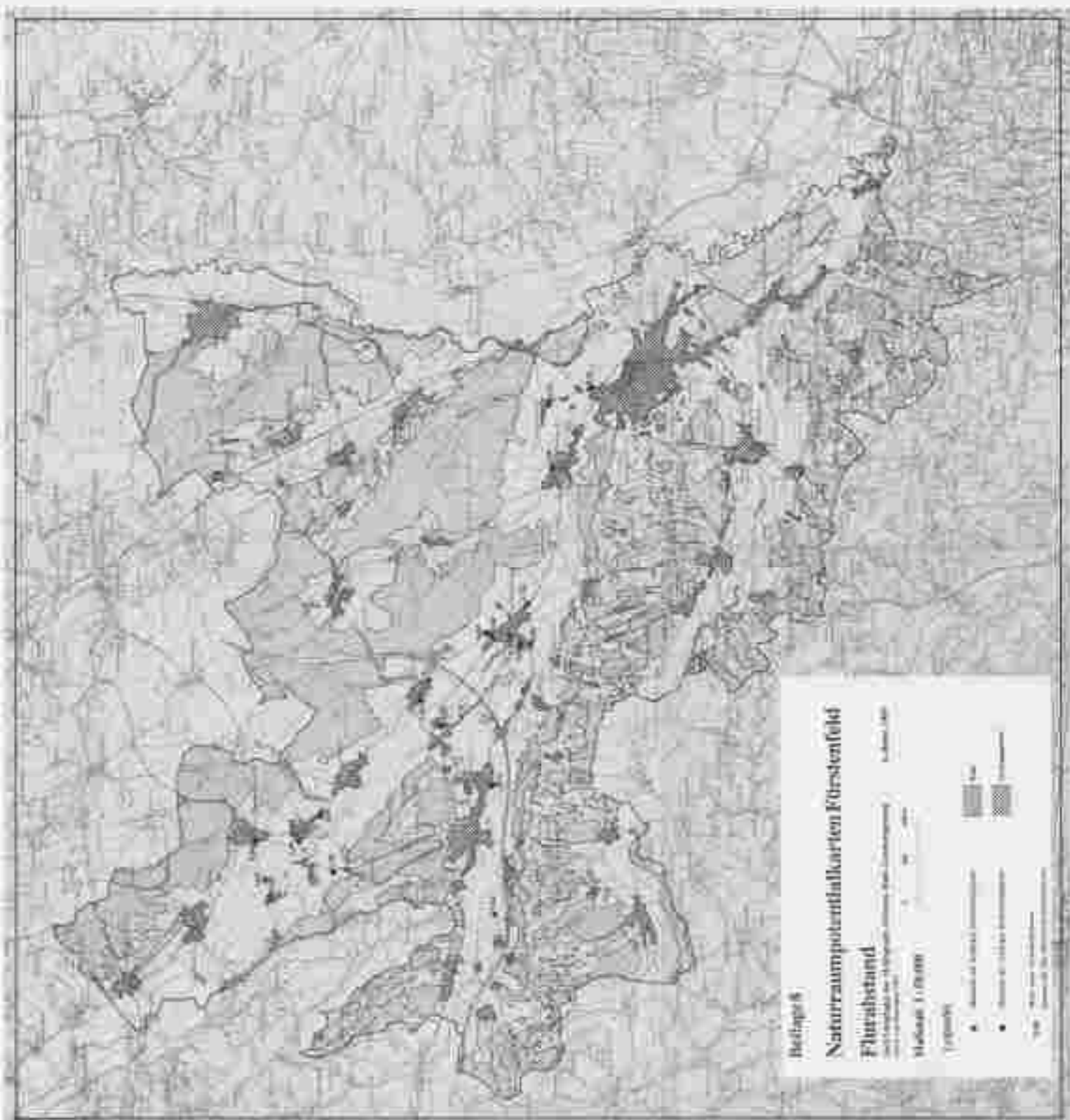
Highways

Natural Resource Conservation Lands

Natural Resource Conservation Lands

Water

Legend	Scale	North Arrow



Beilage 6

Naturraumpotentialkarten Fürstentum

Flurabstand

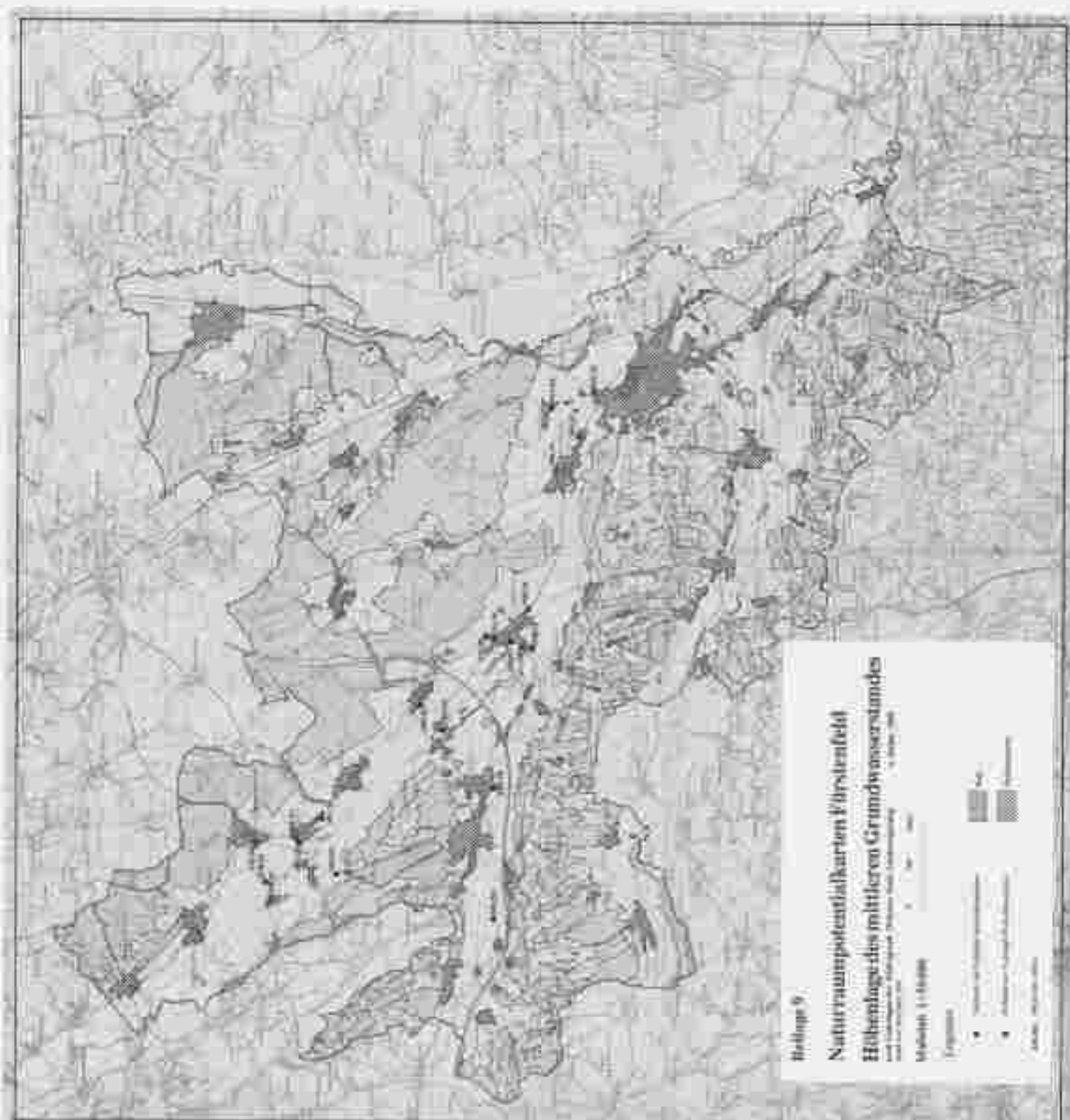
Flurabstand nach Höhenlagen, Entfernung zu den nächsten Gewässern

Maßstab 1:10.000

Legende

- Flurabstand nach Höhenlagen
- Flurabstand zu den nächsten Gewässern

Quelle: Landesamt für Umwelt und Naturschutz



Beilage 9.

Naturraumpotentialkarten Fürstentum

Höhenlage des mittleren Grundwasserstandes

und Höhenlage des mittleren Grundwasserstandes

1:100000

Maßstab 1:100000

Legende

- Höhenlage des mittleren Grundwasserstandes
- Höhenlage des mittleren Grundwasserstandes
- Höhenlage des mittleren Grundwasserstandes

Quelle: ...