

ERLÄUTERUNGEN
ZU DEN
NATURRAUMPOTENTIALKARTEN
DES
BEZIRKES RADKERSBURG

TEILBEREICH KLIMA

von R. LAZAR
unter Mitarbeit von H. WAKONIG

TEILBEREICH VEGETATION

von H. OTTO
unter Mitarbeit von N. ABDALLA u. R. ZÖHRER

PROJ. NR. St C 8 e / 1

PROJEKTLEITUNG:

Univ. Doz. Dr. Walter GRAP

in Anlage:

Untersuchung der geothermischen Verhältnisse im
Verwaltungsbezirk Radkersburg

Projektleiter: Dr. H. P. LEDITZKY Sachbearbeiter: T. HARUM

PROJ. NR. St E 1 b

PROJEKTTRÄGER:

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT JOANNEUM

Graz 1982

VORWORT (W. GRÄP)

Die vorliegende Bearbeitung von Klima und Vegetation des Bezirkes Radkersburg, welche im Zuge der Erstellung von Naturraumpotentialkarten dieses Raumes durchgeführt wurde, ergänzt die im Jahre 1981 vorgelegte Darstellung der Sachbereiche Geologie/Rohstoffgeologie/Baugeologie, Bodenkunde, Hydrologie/Hydrogeologie, Schutz- und Schongebiete.

Mit vorliegender Arbeit wurde insoferne Neuland beschritten, als in Weiterführung des in der Bundesrepublik Deutschland entwickelten Modells von Naturraumpotentialkarten mit ausschließlich abiotischen Sachbereichen (Geologie inklusive Rohstoffgeologie und Baugeologie, Hydrogeologie/Hydrologie und Bodenkunde) erstmals in diesem Rahmen auch biogene Bereiche erfaßt und entsprechend dargestellt werden. Wir sehen uns damit im Einklang mit der Empfehlung, welche anlässlich der im Jahre 1978 vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung veranstalteten Naturraumpotential-Enquete ausgesprochen und vom "Arbeitskreis Naturraumpotentialkarten" der ÖROK 1980 wiederholt worden war.

Die Aufnahme der Bereiche Vegetation und Klima in die Bearbeitung bringt zweifellos eine wesentliche Verstärkung in Richtung auf das angestrebte Ziel, wonach Naturraumpotentialkarten objektive Entscheidungshilfen in raumplanenden und raumordnenden Fragen sein und verlässliche Hilfen bei der Vermeidung oder Lösung von Konfliktsituationen bieten wollen.

Unter diesem Aspekt eines möglichst facettenreichen Datenspektrums, ist aus der Sicht der Naturraumpotentialerhebungen auch das Projekt "Untersuchung der geothermischen Verhältnisse im Verwaltungsbezirk Radkersburg" zu sehen, welches im Rahmen der Bund-Bundesländer-Kooperation auf dem Gebiet der Rohstoffforschung vom Institut für Geothermie und Hydrogeologie am Forschungszentrum Graz durchgeführt und mit dem Endbericht vom 1.3.1982 abgeschlossen worden war. Seine zusätzliche Einbringung in den Abschlußbericht des Projektes "Naturraumpotentialkarten Bezirk Radkersburg" erscheint aus Gründen einer

ganzheitlichen Sicht sinnvoll.

Den Herren Prof. Dr. J. ZÜTL, Doz. Dr. H. ZOJER, Dr. H.P. LEDITZKY und T. HARUM, alle Institut für Geothermie und Hydrogeologie am Forschungszentrum Graz, ist für die kollegiale Bereitschaft hierzu herzlichst zu danken.

NATURRAUMPOTENTIALKARTEN – STEIERMARK

Bez. Radkersburg

KLIMA

R. Lazar, Graz, 1982

unter Mitarbeit von

H. WAKONIGG

Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung und des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort	1
1. Allgemeine Klimazüge	2
2. Temperaturverhältnisse	5
2.1 Methodik (Stationsnetz, Meßfahrten)	5
2.2 Erläuterungen zur Kaltluftkarte	7
2.2.1 Der Kaltluftabfluß	7
2.2.2 Ergebnisse der Meßfahrten (zu Karte 1 - Stationen, Meßpunkte und Meßrouten - sowie zu Tab.1)	9
2.2.3 Kaltluftströmungen im Untersuchungsgebiet	15
2.2.4 Wahl der Kaltluftgefährdungszonen	21
2.2.5 Mittlere tägliche und absolute Minima als Maß für die Kaltluftgefährdung	29
2.2.6 Zahl der Tage mit Frost	34
2.2.7 Frühfrost- und Spätfrostgefährdung	36
2.2.7.1 Erläuterungen zu Tab.8	37
2.2.7.2 Erläuterungen zu den Frostdaten während des Beobachtungszeitraumes (Juni 1980 bis August 1981) / Tab.9	46
2.2.7.3 Letzter und erster Bodenfrost (Reif)	53
2.2.8 Die aperiodische Tagesschwankung	55
2.3 Die Temperaturmaximalkarte	58
2.3.1 Die Lage des Untersuchungsgebietes bezüglich der 24 ^h -Temperaturen und der Temperaturmaxima innerhalb des Vorlandes, speziell bei Schönwetterperioden	58
2.3.2 Berechnung des vertikalen Temperaturgradienten	63
2.3.3 Die Überwärmung von Hängen	65
2.3.4 Die mittleren täglichen Maxima bzw. die 14 ^h -Temperaturen als Maß für die Gunstverhältnisse tagsüber	71
2.3.5 Zahl der Sommertage	72
2.3.5.1 Definition und Vorbemerkungen	72

	Seite
2.4 Die Temperaturgunstzonenkarte	76
2.4.1 Grundlagen	76
2.4.2 Dauer der Vegetationsperiode (I für Tagesmittel $>5^{\circ}$, II für Tagesmittel $>10^{\circ}$) als Grundlage zur Darstellung von Temperatur- gunstunterschieden	79
2.4.3 Formale Erläuterungen zu den Tabellen	85
2.4.4 Das Jahresmittel der Temperatur als Kriterium zur Unterscheidung von Gunst- und Ungunstlagen	87
2.4.5 Klimatologische Interpretation	89
2.4.6 Beschreibung der einzelnen Tempe- raturgunstzonen	92
2.4.7 Ergänzungen zu den Temperaturver- hältnissen des Raumes Bad Radkers- burg innerhalb des Vorlandes	102
3. Die Besonnungskarte	105
3.1 Formale Erläuterungen	105
3.2 Erläuterungen zur Besonnungskarte (1:25.000)	109
4. Sonnenscheindauer im Raum Bad Radkersburg	111
4.1 Tabellen	111
4.2 Erläuterungen zu den Tabellen der Sonnen- scheindauer im Raum Bad Radkersburg	112
4.2.1 Begriffsbestimmung	112
4.2.2 Das Beobachtungsmaterial	115
4.2.3 Klimatische Interpretation	116
5. Erläuterungen zu den Schneeverhältnissen im Raum Bad Radkersburg (Beobachtungszeitraum 1950/51 - 1979/80)	120
5.1 Tabellen	120
5.2 Formale Erläuterung der Tabellen	122
5.2.1 Datum des Beginne der (temporären) Schneedecke	122
5.2.2 Datum des Endes der (temporären) Schneedecke	122
5.2.3 Datum des Beginns der Winterschnee- decke	123

	Seite
5.2.4 Datum des Endes der Winterschnee- decke	124
5.2.5 Zahl der Tage mit Schneedecke (insgesamt)	124
5.2.6 Zahl der Tage mit Winterschnee- decke	124
5.2.7 Die Summe der Neuschneehöhe	125
5.2.8 Die höchste Schneehöhe	125
5.2.9 Die Schneedeckenzeit	126
5.2.10 Der "Erhaltungsquotient" der Schneedecke	126
5.3 Formale Erläuterung der Diagramme	127
5.3.1 Die Schneedeckenwahrscheinlichkeit in Prozenten	127
5.3.2 Die mittlere Schneehöhe ("Normal- wert")	127
5.3.3 Die maximale in 30 Wintern beob- achtete Schneehöhe	128
5.4 Die klimatische Interpretation der Ergeb- nisse	128
5.4.1 St.Peter am Ottersbach	128
5.4.2 Straden	130
5.4.3 Bad Gleichenberg	132
5.4.4 Zelting	132
5.5 Anwendung der Besonnungskarte für die Zahl der Tage mit Schneedecke	134
5.5.1 Die Besonnungskarte als Grundlage für die Zahl der Tage mit Schnee- decke	134
5.5.2 Die mesoklimatischen Einflüsse auf die Zahl der Tage mit Schneedecke	136
6. Die Niederschlagsverhältnisse im Raum Bad Radkersburg	138
6.1 Allgemeine Verhältnisse/Jahresgang	138
6.1.1 Formale Erläuterung der Tabellen	141
6.1.2 Klimatologische Interpretation	142
6.2 Häufigkeit bedeutender Regen- und Schnee- fälle im Raum Bad Radkersburg	148
6.2.1 Formale Erläuterungen zur Tab.23	150
6.2.2 Klimatische Interpretation	152

	Seite
6.3 Die Zahl der Gewittertage im Raum Bad Radkersburg	153
6.3.1 Formale Erläuterungen	153
7. Die Windverhältnisse im Raum Bad Radkersburg	158
7.1 Erläuterungen zu den Windverhältnissen im Raum Bad Radkersburg	162
7.1.1 Formale Erläuterungen	162
7.2 Klimatologische Interpretation	163
7.3 Der Jaukeinfluß im Bezirk Bad Radkersburg	173
8. Nebelverhältnisse im Raum Bad Radkersburg	178
8.1 Zahl der Tage mit Nebel	178
8.1.1 Formale Erläuterungen zu Tab.29	179
8.2 Klimatische Interpretation	182
8.3 Hinweise zu den einzelnen Stationen	184
8.4 Erläuterungen zur Nebelzonenkarte (1:50.000)	185
Literatur	191
Anhang	
Diagramme (Schneeverhältnisse, Spät-, Frühfröste)	

Vorwort

Die vorliegende Arbeit wäre ohne die Unterstützung von mehreren Institutionen nicht realisierbar gewesen. Vor allem sei hier die gute Zusammenarbeit mit der hydrographischen Landesabteilung (ROER Dipl.-Ing. W. GLANZ, H. HUNDEGGER), der Pflanzenschutzabteilung der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft (Dr. R. SEITH, Ing. H. FURLAN) und der Abteilung "Landeshygiene" (Vorstand Univ.Prof. Dr. J.R. MOSE, Mitarbeiter Dr. J. EDER) verwiesen.

Ihnen gebührt aufrichtiger Dank für die Mitarbeit (Bereitstellung von Wetterhütten, Thermohygrographen und Thermometern).

Ebenso sei der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien (Univ.Prof. Dr. H. REUTER; Leiter der Klimaabteilung Dr. F. NEUWIRTH) und dem hydrographischen Dienst in Slowenien, Hidrometeorološki zavod SRŠ, Ljubljana, Leiter: Dipl.-Met. B. PARADIZ, für die Übersendung von Datenmaterial bezüglich der Basisstationen, speziell Murska Sobota (191 m) und Jerusalem (340 m) gedankt.

Die im Jahre 1974 errichtete und dankenswerterweise vom Institut für Geographie (Vorstand Univ.Prof. Mag. Dr. W. LEITNER; 1974; Univ.Prof. Dr. H. PASCHINGER) gesponserte Wetterstation Otternitz konnte weiterbetrieben werden (Betreuer: Familie PARSI). Ähnliches gilt für die im Jahre 1967 von Herrn ROHR Dr. H. OTTO aufgebaute Sonderstation Kraxner (560 m), die als Basisstation für die Riedellagen wertvolle Unterlagen lieferte (Betreuer: Familie RATHAUSKY). In diesem Zusammenhang sei auch den Betreuern der Sonderstationen Lichendorf (Herr SCHEF), Hof bei Straden (Herr SEIDL), Rosenberg (Familie LACKNER) und Klöch II (Familie MÜLLER) für den Streifenwechsel und die Temperaturablesungen gedankt.

1. Allgemeine Klimazüge

Bedingt durch seine Lage südlich des Alpenhauptkammes erhält das Klima im Bezirk Bad Radkersburg (innerhalb des Vorlandes) eine kontinentale Prägung; gegenüber dem nördlichen Alpenvorland sind infolge Abschirmung durch die Alpen die maritimen Einflüsse merklich abgeschwächt. Dies drückt sich zunächst in einer stärkeren Jahresamplitude der Temperatur mit kälteren Wintern und wärmeren Sommern aus. Die Riedellagen allerdings verzeichnen teilweise relativ milde Winter als Folge einer häufigen Temperaturumkehr. Diese wieder ist auf eine gegenüber dem nördlichen Alpenvorland wesentlich geringere mittlere Windgeschwindigkeit zurückzuführen (zwischen 1,1 und 2,3 m/sec), die die Ausbildung teils recht mächtiger Inversionen begünstigt und damit wesentlich zur Erhöhung der geländeklimatischen Gunstunterschiede beiträgt. Diese hängen außerdem von den Bewölkungsverhältnissen ("Strahlungsklima") ab, wobei die generell geringe Bewölkung in den Nachtstunden die Ausstrahlung fördert. Beide Faktoren - geringe mittlere Windgeschwindigkeit und Bewölkung - bewirken durch die intensive Ansammlung von Kaltluft in den Tallagen Temperaturgunstunterschiede, die auf derart kurze vertikale und horizontale Entfernungen in Österreich kaum noch verwirklicht sein dürften. So bestehen beispielsweise im Jahresmittel zwischen den Seitentallagen und den begünstigten Riedelrücken im Klöcher Gebiet Unterschiede bis zu $1,5^{\circ}$ ($8,4^{\circ}$ zu $9,9^{\circ}$); im Winter erreichen diese Gegensätze noch ein größeres Ausmaß (bis zu $2,5^{\circ}$). Das Maximum der Temperaturunterschiede wird schließlich im Hochwinter bei Schnesöckle erzielt. Dann verzeichnen die Riedellagen um 15 bis 18° (selten bis 20°) höhere Temperaturen als die frostgefährdeten Seitentäler. Die Temperaturgunst der Riedellagen des Klöcher Raumes ist außerdem noch daran zu erkennen, daß letztere, bezogen auf dieselbe Seehöhe, als "Wärmepol" Österreichs angesprochen werden können, was ferner durch die auserlesenen Weine - zusätzlich dank des vulkanischen Bodens - bestätigt wird, die auch in schlechten Weinjahren die nötige Reife erlangen.

Bezüglich der Niederschlagsverhältnisse nimmt gegenüber dem nördlichen Alpenvorland der Anteil der Sommerniederschläge stark zu (Erhöhung der Gewitterhäufigkeit). Im Winter befindet sich der Untersuchungsraum bereits im Einflußbereich von Mittelmeertiefs, die ihm mehr Niederschläge bescheren als dem nördlichen und nordöstlichen Teil des Vorlandes (insbesondere des Raumes Hartberg-Fürstenfeld). Der Jahresgang der Niederschläge ist deshalb nicht so kontinental geprägt wie etwa in den inneralpinen Tälern (Verhältnis Winter zu Sommer 1:4 bis 1:5 gegenüber dem Raum Bad Radkersburg 1:3 bis 1:3,5).

Die im wesentlichen mesoklimatischen Eigenschaften des Untersuchungsgebietes wurden von H. Wakonigg (1978) jeweils noch geländeklimatisch weiter differenziert; so scheidet er insgesamt 4 Zonen aus - Zone 1 "Unteres Murtal"; Zone 2 "Talböden des Vorlandes"; Zone 3 "Übergangsklima der Terrassenstufe"; Zone 4 "Klima des Riedellandes".

Für die Anforderungen von Landwirtschaft und Raumplanung erscheint jedoch eine weitere Untergliederung sinnvoll; dies betrifft vor allem Unterschiede bezüglich Hangneigung und Exposition (Besonnung) und der Frostgefährdung (Fragen des Kaltluftabflusses und der Durchlüftung). Hier hat sich nun in den letzten Dezenien ein Zweig der Klimatologie entwickelt, die sogenannte Gelände- bzw. Lokalklimatologie. Ihr Ziel ist es, klimatische Gunstunterschiede in ihrer Abhängigkeit vom Gelände mittels geeigneter Meßmethoden zu erfassen und anschaulich in Karten darzustellen. Als "Begründer" der Geländeklimatologie darf K. Knoch (1963) angesehen werden, wenngleich auch schon früher kleinklimatische Studien durchgeführt worden sind (Schmidt 1936). In der Zwischenzeit liegen mehrere Studien vor, die vor allem auf dem neutechnischen Sektor beachtliche Fortschritte erzielten (z.B. Anwendung einer Thermoscannerüberfliegung, W. Endlicher, 1980). Aber auch von der Anwendung her ergaben sich neben der Landwirtschaft nun neue Schwerpunkte (z.B. Untersuchungen über Inversionen und Windverhältnisse im Zusammenhang mit

Standortfragen von Emittenten und Waldschäden in der Umgebung derselben, Lazar 1979, 1980). Zusammenfassend folgt daraus, daß vielfach das für die Praxis zu weitmaschige Stationsnetz den Anforderungen aus raumplanerischer Sicht nicht mehr genügt.

2. Temperaturverhältnisse

2.1 Methodik (Stationsnetz, Messfahrten)

In der Regel ist für geländeklimatische Untersuchungen das bestehende amtliche Stationsnetz zu weitmaschig angeordnet. Dies trifft vor allem auch für den Bezirk Radkersburg zu; längere Reihen (Temperatur) von Tal- und Riedelstationen fehlen. Deshalb wurde noch im Frühjahr 1980 mit der Errichtung eines Sondernetzes begonnen. Diese Sonderstationen waren mit Thermohygrographen und Extremthermometern ausgestattet und in möglichst repräsentativer Lage in 2 m Höhe über Grund aufgestellt. Die Wartung (Nachjustierung der Geräte) erfolgte monatlich; der Streifenwechsel bzw. die Ablesung der Extremwerte wurde dankenswerterweise von den Betreuern vorgenommen. Die Extremwerte dienten zur Korrektur des Registrierstreifens, um die Auswertung auf $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ genau durchführen zu können.

Eine wichtige Stellung innerhalb des Sondernetzes nahmen die beiden Riedelstationen Klöch II (400 m) und Rosenberg (450 m) ein. Sie sollten Aufschlüsse über die klimatischen Verhältnisse in den günstigsten Lagen des Untersuchungsgebietes bringen. Zur Erfassung der Kaltluftgefährdung in den Seitentälern als Ungunslagen wurde die Station Hof bei Straden (245 m) eingerichtet, die, wie Messfahrten bestätigten, noch nicht die Bedingungen für extrem frostgefährdete Standorte repräsentierte. Für derartige Lagen konnten allerdings die Thermohygrographenstreifen der Station Unterkarla¹⁾ ausgewertet werden. Innerhalb des Haupttales (Murtal) erschien es sinnvoll, den großen Abstand zwischen Leibnitz (267 m) und Unterpurkla (215 m) zu überbrücken. Tatsächlich zeigte die Station Lichendorf (250 m) oft beachtliche Unterschiede zu beiden Stationen.

¹⁾ Eine Meßstelle des Saatgutvereines Halbenrain; die Auswertung erfolgte unter Beiziehung der Talstationen Bad Radkersburg und Graz-Thalerhof.

Bei den Stationen des hydrographischen Dienstes ohne Extremtemperaturbeobachtung erfolgte die Auswertung ebenfalls an Hand der Temperaturstreifen; die Station Straden (340 m) wurde allerdings noch während des Beobachtungszeitraumes verlegt (Datenausfall). Die Stationen der Landeskommission für Land- und Forstwirtschaft (Abteilung Pflanzenschutz) - Dietersdorfbergen (300 m) und Klöch I (340 m) - wurden mit Extremthermometern ausgestattet, um die Auswertung sicherzustellen.

Die für geländeklimatische Untersuchungen unerlässlichen nächtlichen Temperaturmessungen wurden mit einem Thermistorfühler durchgeführt, der gegenüber dem Widerstandsthermometer Pt 100 (häufig in Deutschland verwendet, W. Endlicher 1980) eine größere Reaktionsschnelligkeit besitzt, aber auch mit seinem speziell für Lufttemperaturmessungen abgestimmten Meßumfang (-40 bis +140 °C) sehr exakte Werte ($\pm 0,1$ °C) liefert. Daraus resultiert letztlich der Vorteil einer höheren Fahrgeschwindigkeit (im Schnitt 40-50 km/h, in schwach differenzierten Tallagen bis 70 km/h) gegenüber dem Pt 100 (Schnitt 10-15 km/h) und damit einer längeren Meßroute. Die Messfahrten erfolgten teilweise sogar mit 2 Fahrzeugen (Meßhöhe 1,5 m), um die Datendichte zu erhöhen bzw. um funktionelle Zusammenhänge hinsichtlich des Kaltluftabflusses zwischen Seiten- und Haupttälern erkennen zu können. Die Datenaufnahme ließ sich mit einem Diktaphon wesentlich billiger bewerkstelligen als mit dem in Deutschland verwendeten Polycomb-12-Punktschreiber (Kostenpunkt ca. 5 300.000.-). Jeweils am darauffolgenden Tag wurden die Temperaturwerte entlang der Meßroute auf eine Pause (1:50.000) übertragen; hierbei fand die während der Meßzeit entstehende Temperaturdifferenz (etwa 1-2 ° je Stunde) durch Interpolation Berücksichtigung.

Für die Messfahrten wurden ausschließlich Tage mit Hochdruckwetterlagen ausgewählt, da die nächtlichen Temperaturgegensätze bei wolkenlosem Himmel und geringer relativer Feuchte am besten zur Geltung kommen (im Winter zusätzliche Verstärkung durch Schneedecke). Die Unterschiede zwischen den einzelnen

Meßtagen hingen jedoch noch davon ab, ob das Vorland im Einfluß der kalten "Hochrückseite" bzw. bereits der warmen "Hochvorderseite" gelegen war. Letztere Situation wird auch als "übersteigertes" Schönwetter mit Warmluftadvektion bezeichnet und bringt in der Regel die größten Temperaturunterschiede (im Raum Klöch bis zu 14° zwischen Seitental und Rosenberg). Die Neigung zur Talnebelbildung war generell gering; bei Meßfahrten kommt es nach Verlassen der Nebelabschnitte zu Temperaturen unter den tatsächlichen Werten (Verdunstungskälte); allerdings dauert wegen der starken Belüftung die Abtrocknung nicht lange.

Im Herbst bzw. im Winter begannen die Meßfahrten gegen 22^{h} und endeten meist gegen 24^{h} (einige später); im Frühjahr setzten die Messungen etwa 1 bis 2 Stunden vor Sonnenaufgang ein und wurden 10-20 Minuten nach Sonnenaufgang abgeschlossen. Der Zeitbereich im Frühjahr erweist sich deshalb als notwendig, weil zu Mitternacht die Temperatur noch zu rasch absinkt, was die Reduzierung auf einen gemeinsamen Zeitpunkt durch Interpolation der Temperaturdifferenz erschwert.

Generell sollte bei Meßfahrten ein Zeitabschnitt mit einem Temperaturgradienten $\leq 1^{\circ}/\text{h}$ gewählt werden. Im Winterhalbjahr werden schon wesentlich früher flache Gradienten erzielt: gleichzeitig nimmt gegen die Morgenstunden die Neigung zur Nebelbildung rasch zu.

2.2 Erläuterungen zur Kaltluftkarte

2.2.1 Der Kaltluftabfluß

Bevor auf die Ergebnisse der Meßfahrten und Stationen näher eingegangen wird, sollen zunächst die für die nächtliche Temperaturverteilung in Strahlungs Nächten wesentlichen Begriffe und Prozesse erläutert werden.

Die Intensität des Kaltluftabflusses hängt außer von den in Abb. 1 angeführten Faktoren noch von der Größe des Kaltluft-einzugsgebietes, aber auch von den Strahlungsbedingungen in der Nacht ab (Bewölkungsgrad, Gradientwind einfluß (z.B. Nordföhn), relative Feuchte, Dampfdruck). Das Abfließen der Kaltluft geht ferner nicht konstant, sondern "tropfenweise" vor sich, wobei nach jedem abgeflossenen "Kaltluftpaket" wärmere Luft im Sog desselben nachströmt. Der nächtliche Temperaturverlauf ist deshalb vor allem in Hang- und Riedellagen deutlichen Schwankungen unterworfen (bis zu 3° und mehr).

Aus Abb.1(S.16) läßt sich nun folgende Gliederung der Kaltluftgefährdung in Abhängigkeit von der Geländeform vornehmen. Am günstigsten schneiden Gipfellagen (Riedelkuppen, Meßpunkt 1 in Abb. 1), schmale Riedelrücken und steilere Oberhangbereiche mit raschem Kaltluftabfluß ab. Es folgen Mittelhanglagen (2), wobei mit abnehmender Hangneigung die Kaltluftgefährdung rasch steigt. Eine relativ hohe Gefährdung weisen Unter- und Schleppehänge auf, bis schließlich an der Talsohle eine extreme Frostgefährdung eintritt, die durch eine Beckenlage noch verschärft wird (3). Als stark gefährdete Standorte sind auch Staubereiche an Waldrändern anzusehen (4).

Neben den Geländeeinflüssen spielen auch der Boden und die Vegetation eine wichtige Rolle für die Kaltluftproduktion bzw. den Kaltluftabfluß. Der Wald beispielsweise scheidet als "Produzent" nahezu aus, da die im Kronenbereich gebildete Kaltluft in den Stammraum absinkt und sich dort wieder erwärmt. Hingegen wird sich über einer feuchten Wiese, die sich auch tagsüber nur wenig erwärmt, rasch eine Kaltluftschicht entwickeln. Die Vegetation nimmt über den Faktor "Geländerauhigkeit" Einfluß auf die Abflußgeschwindigkeit. Dies führt beispielsweise in Johannisbeerkulturen, deren Zeilen isohypsenparallel angeordnet sind, zu einer Erhöhung der Frostgefährdung, da der Kaltluftabfluß behindert wird.

2.2.2 Ergebnisse der Messfahrten (zu Karte 1 - Stationen, Messpunkte und Messrouten - sowie zu Tab. 1)

Karte 1 enthält eine Auswahl von Messpunkten (insgesamt 39), für die jeweils aus den 4 Frühjahrs- und Herbstmessungen die mittlere Temperaturabweichung zum Basismesspunkt (Bad Radkersburg, Stationsbereich, MP 30) ermittelt und in Tab.1 (S.10) gegenübergestellt wurde. Deutlich kommen dabei die Überwärmungen ("Wärmeinsel") der Siedlungen - in Abhängigkeit von Größe und Dichte des Baukörpers - zum Ausdruck (Maxima mit 2-3 ° gegenüber Umland in Mureck und Bad Radkersburg). Ferner erkennt man die relativ starke Differenzierung des Murtales zwischen begünstigten Terrassenkantenlagen (z.B. Halbenrain) und benachteiligten Abschnitten auf der Niederterrasse bzw. in der Au (Raum Lichendorf, Dietzen, Zelting). Sehr gut schneidet außerdem die Niederterrasse östlich von Bad Radkersburg ab (Laafeld-Sicheldorf). Die Differenzierung wird vornehmlich durch das Einströmen von Kaltluft aus den Seitentälern bewirkt (Verzahnung mit um 0,5 - 1,5 ° - lokal auch darüber - wärmerer Luft im Murtal). Die Seitentäler selbst weisen je nach Sohlenbreite, Einzugsgebiet bzw. Form (Talverengung) eine unterschiedliche Kaltluftgefährdung auf. Besonders auffallend ist gegenüber den Seitentälern in der Südweststeiermark die starke Temperaturzunahme von der Talsohle zum Schleppehang bzw. zum Hangfuß; diese Zunahme beträgt oft mehrere Grade für die ersten 10 Höhenmeter. Diese Werte werden durch die relativ geringe Strömungsintensität¹⁾ des Kaltluftabflusses in den meist breiten Seitentälern mit ihrem Gefälle ermöglicht. Auch die Mächtigkeit der Kaltluft in den kleinen Seitentälern bleibt deutlich hinter jenen in der Südweststeiermark zurück.

Die Günstigkeit der Riedellagen drückt sich in den starken positiven Abweichungen zu Bad Radkersburg aus, wobei eine markante Abhängigkeit von der Seehöhe bzw. in größerem Ausmaß von der

¹⁾ Generell unter 1 m/sec, nur in Talauflangslagen durch Düseneffekt auch etwas höher.

Tab. 1: Meßpunkte und Stationen im Untersuchungsgebiet (zu Karte 1) und ihre Abweichungen zum Basispunkt 30 (Bad Radkersburg).

Meßp.	St. [m]	Bezeichnung, Lage	F	H
1	265	Schwarzautal (Talschle, breit, offen)	-2,0	-1,5
2	244	Lichendorf, östl. Ortsbereich, Terrassen(kante)lage	0,1	0,3
3	242	Lichendorf/Sonderstation, Niederterrasse	-1,7	-1,2
4	243	Weitersfeld (Kreuzung), Terrassenkante	-0,5	0,2
5	245	Niederterrasse	-1,8	-1,3
6	250	Terrassensporn (Halfbrunner Terrasse)	+0,1	0,2
7	253	Saßbachtal (Weinburg), Talschle im Staubereich	-3,3	-1,8
8	238	Niederterrasse	-1,7	-1,1
9	237	Mureck/Hauptplatz	0,6	1,5
10	260	St. Peter/Ottersbach, Talschle in Talweitung	-6,0	-3,0
11	276	St. Peter/Ottersbach, Terrassenfuß, nördl. Ortsbereich	-1,8	-1,4
12	234	Gosdorf (Bahnübergang-Kreuzung), Niederterrasse	0,2	0,6
13	230	Ratzenau, Niederterrasse	-1,4	-1,0
14	245	Hofstätten, Gnasbachtal (Seitentäl-Talschle)	-2,1	-1,6
15	235	Unterspitz-Brücke /Talschle Gnasbachtal	-2,5	-1,5
16	239	Oberspitz/Ortsbereich, Talaustragslage	-1,2	-0,7
17	242	Hart bei Straden, Talschle im Staubereich (Poppendorfer Tal)	-3,3	-2,2
18	226	Fluttendorf, Niederterrasse	0,3	0,6
19	375	Straden/Rirchplatz (Riedelkuppe)	6,1	6,0
20	340	Straden-Station (Südflanke des Sackenberges (380 m)), Mittelhanglage	2,0	1,8
21	229	Unterpurkla, Halfbrunner Terrasse	0,2	0,7
22	252	Hof bei Straden (Sonderstation), Talschle mit schwacher Neigung	-2,3	-1,4
23	247	Johannisbrunn, Talschle (Sulzbach)	-2,8	-1,8
24	216	Unterau - Au (Stationsnähe Unterpurkla, Station II)	-0,5	0,0
25	213	Rietzen/Westrand, Au	-2,0	-1,1
26	221	Halbenrain (Zentrum), Halfbrunner Terrassenkantenlage	0,5	0,7
27	250	Drauchenbachtal, Brücke, Seitental/Talschle	-2,0	-1,7
28	272	Fruttenbachtal, Brücke, Seitental mit Talverengung	-3,6	-2,8
29	450	Rosenberg (Sonderstation), Spornlage, windoffen	5,1	5,3
30	207	Bad Radkersburg/Altneudörfel, Au, noch einige 100 m vom westl. Stadtrand entfernt (ZA-Station)	0,0	0,0
30a	207	Bad Radkersburg - Hauptplatz	1,8	1,7
31	208	Lasfeld, Niederterrasse (locker verbautes Gelände)	1,2	0,6
32	208	Zelting (Stationsnähe, H)	-1,5	-0,7
33	208	"Große Scheibe", Verlässungszone südlich Goritz	-2,7	-1,9

Meßp.	Sh. [m]	Bezeichnung, Lage	F	H
34	273	Weidlichtung im Bereich der Helfbrunner Terrasse	-3,1	-2,8
35	224	Pölsen 1, Talaoblenlage / Kotschenitz	-2,8	-2,6
36	235	Pölsen 2, Geländebereich mit Terrassenspornlage (Schweinsbachwaldterrasse)	-0,1	-0,1
37	305	Pürschweingarten, Kuppenlage Rosenbergterrasse	2,5	3,6
38 (IX)	340	Klösch I (Station der Pflanzenschutzabt.), an der Südflanke des Überberges gelegen	3,8	3,5
39 (VIII)	390	Klösch II (Sonderstation)	6,5	6,2
XI	305	Station der Pflanzenschutzabt., Südhang (Schweinsbachwaldterrasse)	-	-
XII	240	Unterkarla, Talschle mit Staueinfluß ¹⁾	-	-

Abkürzungen:

- ZA Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
 H Hydrographischer Dienst/Landesregierung
 F,H mittlere Abweichung von Basisstationen aus je 4 Meßfahrten
 (F aus dem Frühjahr 1981; H aus dem Herbst 1980)
 B Basismesspunkt Bad Radkersburg

¹⁾ Station des Saatgutvereines Halbenrain, 1973

Tab. 2: Kurzbeschreibung der einzelnen Meßfahrten.

a) Herbstmeßfahrten (Oktober/November 1980):

Meßfahrt Nr.	Datum / Dauer	Wetterlage
1	20.10./20 ³³ -1 ³⁰	<p>Hoch Westeuropa; noch an kalter "Rückseite":</p> <p>Diff MT: MP9-MP8 = 1,6 ° Diff MT/ST: MP19-MP10 = 1,9 ° Diff ST/R: MP29-MP10 = 5,7 °</p> <p>Differenzen relativ gering; Nebelbildung westlich Diäpersdorf, zunächst seicht, Terrasse z.T. frei; im Leibnitzer Feld sehr dicht und mächtig (aus Sulm- und Laßnitztal):</p>
2	21.10./22 ³⁰ -0 ³⁰	<p>Hoch mit Kern über Ostalpen:</p> <p>Diff MT: MP26-MP33 = 3,2 ° Diff MT/ST: MP26-MP10 = 4,7 ° Diff ST/R: MP29-MP10 = 7,7 °</p> <p>Differenzen, besonders zwischen den einzelnen Tallagen, wesentlich deutlicher ausgeprägt als am Vortag; lokale Bodennebelfelder nur im Leibnitzer Feld:</p>
3	27.10./20 ³⁰ -1 ³⁰	<p>Hoch über Balkanhalbinsel mit Keil zu Alpen:</p> <p>Diff MT: MP9-MP5 (bzw. MP33) = 2,5 ° Diff MT/ST: MP9-MP23 = 3,5 ° Diff ST/R: MP29-MP23 = 7,1 °</p> <p>Differenzierung etwas geringer als Meßfahrt 2, relativ niedrige Temperaturen im Absteiner Feld (fast der Seitentallage entsprechend):</p>
4	25.11./21 ³⁰ -2 ³⁰	<p>Antizyklonale Westströmung (Hochdrucklage mit Warmluftadvektion):</p> <p>Diff MT: MP30a-MP33 = 3,0 ° Diff MT/ST: MP30a-MP17 = 4,0 ° Diff ST/R: MP29-MP17 = 10,0 ° (kurzfristig 11,5 °)</p> <p>Generell sehr starke Differenzierung:</p>

b) Frühjahrsreifefahrten (März/April/Juni 1981):

Reisefahrt Nr.	Datum / Dauer	Wetterlage
5	28.3. / 3 ³⁰ -6 ²⁰	<p>Skandinavienhoch mit Ausläufer zu den Alpen (Rückseitenlage); Wolken: Ci, Cs, 1/8, zeitweise bis 3/8;</p> <p>Diff MT: MP30a-MP33(8,5) = 4,0 ° Diff ST/MT: MP30a-MP17 = 5,2 ° Diff ST/R: MP29-MP17 = 8,0 °</p> <p>Inbesondere Talabschnitte deutlich akzentuiert, Kaltluftbereich westlich Dietzen stärker ausgeprägt als im Herbst; Waldlichtung MP34 sehr kalt (ΔT 5,3 °):</p>
6	13.4. / 3 ³⁰ -6 ³⁰	<p>Hochbrücke Britische Inseln - Schwarzes Meer mit schwachem Druckgradienten:</p> <p>Diff MT: MP30a(9)-MP33 = 4,0 ° Diff ST/MT: MP30a(9)-MP10 = 5,3 ° Diff ST/R: MP29-MP1 = 9,7 °</p> <p>Vertikale Unterschiede stärker betont als bei Reisefahrt 5; am Rosenberg leichter bis mäßiger Südwestwind (häufig bei Vorderseitenlage); flache Nebelfelder im Bereich der Au westlich Radkersburg (Raum Zelting nebelfrei):</p>
7	14.4. / 4 ⁰⁰ -6 ³⁰	<p>Hoch über den Britischen Inseln mit Keil zu Alpen (im Abbau begriffen); Advektion noch relativ warmer Luft mit nördlicher Strömung (warme "Rückseitenlage"); Wolken: zunächst noch wolkenlos, ab 5³⁰ 1/8-3/8 Ac; Wind: ab 6³⁰ auffrischender N-bis NE-Wind, z.T. bis in Talagen durchgreifend und Beseitigung der Kaltluft; auf den Riedeln schon ab 6⁰⁰;</p> <p>Diff MT: MP30a(31)-MP33 = 5,0 ° Diff ST/MT: MP30a(31)-MP10 = 7,1 ° Diff ST/R: MP29-MP10 = 12,0 °</p>

Für Verhältnisse ohne Schneedecke beachtliche horizontale und vertikale Temperaturgegensätze; auch innerhalb der Seitentäler starke Temperaturzunahme von der Talsohle zum Hangfuß (2-4 °);

Meßfahrt Nr.	Datum / Dauer	Wetterlage
8	3.6. 4 ⁰⁰ -5 ²⁰	<p>Hoch Mitteleuropa; Wolken: größtenteils wolkenlos; 1/8 Ci im Norden;</p> <p>Diff MT: MP30a-MP33 = 3,2 ° Diff ST/MT: MP30a-MP10 = 4,0 ° Diff ST/R: MP29-MP10 = 6,6 °</p> <p>Für sommerliche Strahlungsnächte typische Verteilung mit geringer Differenzierung gegenüber dem Frühjahr; im Raum westlich Radkersburg seichte Nebelfelder;</p>

c) Wintermeßfahrt (Jänner 1981):

Meßfahrt Nr.	Datum / Dauer	Wetterlage
9	22.1. 21 ⁰⁰ -23 ⁰⁰ , dann Abbruch;	<p>Antizyklonale Nordströmung; Wolken: anfangs wolkenlos; dann rasch zunehmend aus Nord; ab Mitternacht teilweise wieder auflockernd;</p> <p>Sehr starke Differenzierung innerhalb des Murtalabschnittes Leibnitz - Raum Lichendorf (Leibnitzer Feld -10/-11 °, Lichendorf bis -14 °) bei Zunahme der Bewölkung, nach Osten zu rascher Temperaturanstieg (Gosdorf -7 °), bis schließlich in Halbenrain mit -2,5 ° die höchste Temperatur verzeichnet wurde, in diesem Bereich jedoch Windeinfluß und keine geländebedingten Unterschiede mehr, deshalb Abbruch der Meßfahrt;</p> <p>Generelles Hauptproblem (meßtechnisch) bei Meßfahrten in solchen Nächten: bei tiefen Temperaturen und hoher relativer Feuchte Vereisungsgefahr des Fühlers.</p>

relativen Höhe über der Talsohle besteht. Die Temperaturgunst des MF 37 (Pirchweingarten) in 300 m Seehöhe (relative Höhe ca. 50 m) übertrifft jene im westlichen Bereich des Bezirkes gelegene Schweinsbachwaldterrasse deutlich (relative Höhe um 40 m). Dies gilt jedoch auch für die höheren Riedellagen. So verzeichnet die Station Rosenberg oft um 1-2 ° höhere nächtliche Temperaturen als die Station Kogelberg (460 m) im Sausal.

Die Ergebnisse der Frühjahrs- bzw. Herbstmeßfahrten sind graphisch in der Legende zur Kaltluftkarte enthalten, wobei auch eine Zuordnung der Werte zu den Kaltluftgefährdungszonen vorgenommen wurde. Dabei zeichnet sich im Herbst eine geringere Differenzierung innerhalb der Tallagen ab, während die vertikalen Temperaturunterschiede nahezu unverändert bleiben. Dies wird gleichzeitig durch langjährige Temperaturvergleiche zwischen der Seitentalbeckenstation Otternitz (325 m) in der Südweststeiermark und der Station Graz-Thalerhof (342 m) bestätigt (maximale Unterschiede im Winter und Frühjahr, Minimum im Spätherbst).

In Tab. 2 wurden die einzelnen Meßfahrten aufgelistet und hinsichtlich ihrer Temperaturunterschiede analysiert.

2.2.3 Kaltluftströmungen im Untersuchungsgebiet

In Karte 2 wurde zwischen Kaltluftabfluß in Hangmulden, kleinen Tälchen (Tobeln), Seitentälern bzw. im Murtal unterschieden, um den jeweiligen Massenstrom¹⁾ zu berücksichtigen. Dieser beträgt in den Seitentälern etwa $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{sec}$, in den Tobeln nur noch Bruchteile davon. Für die Seitentäler wurden die Messungen mittels einer vereinfachten Fesselballonsonde herangezogen, die mit einem Temperaturfühler (über Kabelverbindung) Aufschluß über die ersten 30 Höhenmeter gab.

¹⁾ Lit.

Regionale Luftaustauschprozesse (1978), Tab.6/Abhängigkeit des Massenstromes von der Größe des Kaltlufteinzugsgebietes für verschiedene Täler.

Unter Kaltluftabflußströmung versteht man diejenige Strömung, die als Folge der Abkühlung der bodennahen Luftschicht resultiert. Die spezifisch schwerere Luft "fließt" dabei hang- bzw. talabwärts und sammelt sich in Mulden bzw. kann auch an Hindernissen, wie Wald und Talverengungen, gestaut werden ("Kaltluftstau").

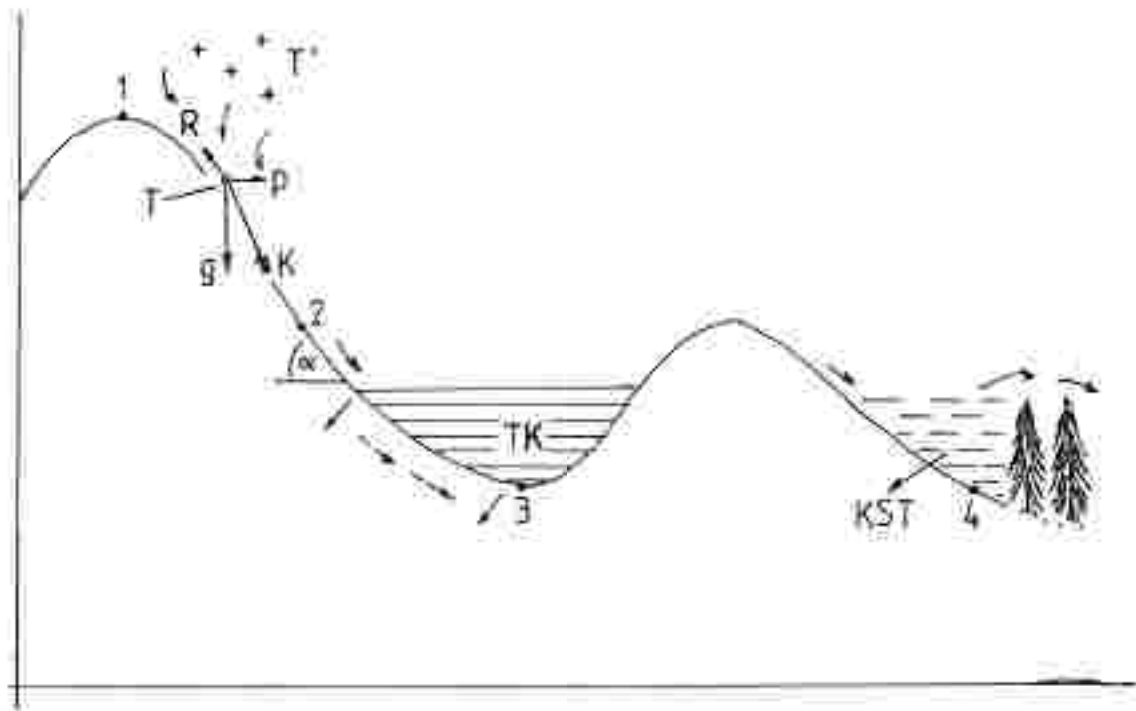


Abb. 1: Kaltluftabfluß schematisch (modifiziert nach W. Endlicher, 1980).

- a) Kräftegleichgewicht für ein Luftteilchen im Kaltluftabfluß (K) - Komponenten:
- R - Reibung
 - g - Schwerkraft
 - p - Dichtegradient der bodennahen Kaltluft (oft weniger als 2-3 m mächtig) T zur wärmeren Umgebungsluft T'
- ferner abhängig von der Hangneigung α (je steiler, desto rascherer Abfluß)
- b) Kaltluftbereiche:
- TK - Talkaltluft
verschieden mächtiger Luftkörper, mit Talwind verbunden (abhängig vom Talsohlengefälle und der Talgliederung im Becken, u.a.): an den Hängen nur schwacher Kaltluftabfluß;
 - KST - Kaltluftstagnation, extreme Kaltluftgefährdung infolge Stau an Wald;
 - 1.2.3.4 angegebene Meßpunkte (im Text erläutert)

Die Windstärke bzw. -richtung konnte auf Grund des Ballonabtriebes geschätzt werden. Für weitere Untersuchungen ist eine erweiterte Sonde (Steighöhe 80 m) mit einer Windgeschwindigkeitsregistrierung geplant. Die Messungen erfolgten im Saßbachtal an der Talschle vor Weinburg. Dort konnte deutlich die beginnende Düsenwirkung der in das Haupttal einströmenden Kaltluft nachgewiesen werden; die Mächtigkeit der Kaltluftströmung ließ sich mit ca. 20-30 m abschätzen. Die folgenden Darstellungen sollen den Sachverhalt veranschaulichen.

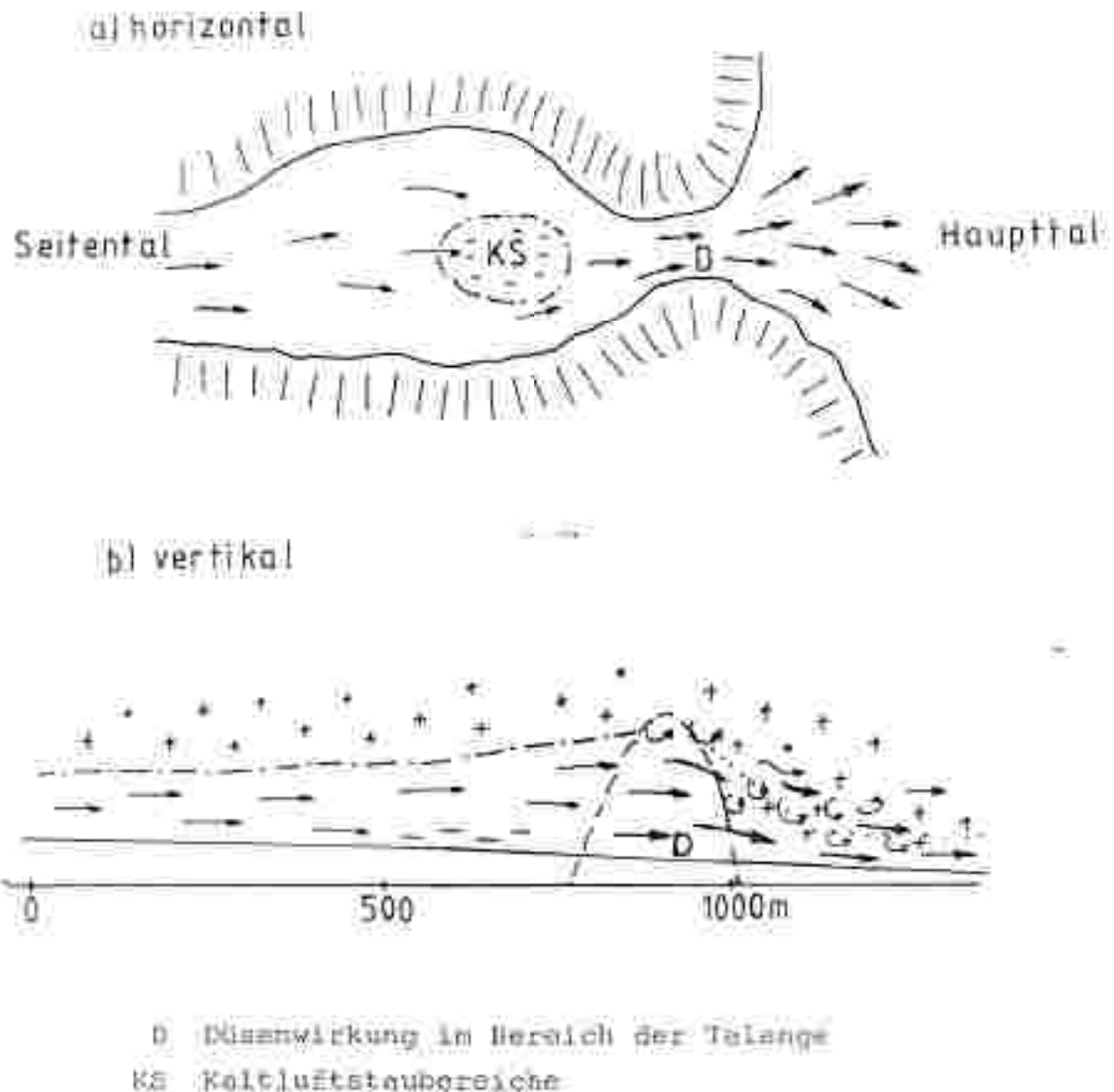


Abb. 2: Kaltluftströmung in vertikaler und horizontaler Darstellung bei Düsenwirkung (schematisch).

Die aus dem Seitental kommende Kaltluft wird zunächst durch die Talverengung blockiert (Stauwirkung und Temperaturabsenkung). Noch innerhalb der Talenge tritt infolge der Geschwindigkeitszunahme bereits eine Erwärmung ein, die sich durch den Düseneffekt nach Verlassen der Enge noch verstärkt. Dabei wird wärmere Luft in die turbulent werdende Kaltluftströmung einbezogen. Innerhalb des Haupttales kommt es außerdem noch zu einer Verzahnung mit der dort herrschenden großräumigen Talabwindströmung, die aus der Summe der aus den Seitentälern eingeflossenen Kaltluft resultiert. Exakte Angaben über den Massenstrom können zur Zeit wegen der noch fehlenden Sondenaufstiege im Unteren Murtal nicht gemacht werden. Nach vorläufigen Schätzungen liegt er in der Größenordnung von $1 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{sec}$. Dabei muß angenommen werden, daß im Murtal - nach Aufnahme der Kaltluft aus Sulm- und Laßnitztal - ein Teil der Strömung den Raum Spielfeld in Jugoslawien überfließt, da das Umbiegen der Strömung um etwa 60° wegen der Trägheit einen erheblichen Aufwand bedeutet. Für das Untere Murtal sind auf Grund der Hausbrandfahnenbeobachtung westliche Strömungen auch an der Talsohle noch spürbar (Intensität jedoch meist unter 0.5 m/sec). Dies erkennt man auch an der Asymmetrie der "Wärmeinsel" der Siedlungen (Westseite kälter als Ostseite). Im Raum Bad Radkersburg - quasi im Bereich einer schwachen Düse an der Ostgrenze des Abstellbeckens gelegen - tritt dies ebenfalls markant zu Tage. Der Bereich östlich von Radkersburg zählt zu den wärmsten Talabschnitten im Murtal. Derart könnte auch der Kaltluftbereich westlich von Dietzen interpretiert werden: die langsam abfließende Kaltluft wird dabei an den Häusern gestaut.

Auf Grund der Meßergebnisse im Oberen Murtal (Lazar 1980), insbesondere aus dem Aichfeld, folgt auch für das Untere Murtal, daß es innerhalb dieses Talabwindfeldes an der Basis zur Ausbildung einer sehr seichten Kaltluftschicht kommt. Dies wird durch die geringe Intensität der Talabwindströmung begünstigt. Schon wenige hundert Meter nach dem Einfluß der Düsenwirkung (aus den Seitentälern) kann sich demnach eine eigenständige ortsfeste Kaltluft entwickeln (Abb. 3).

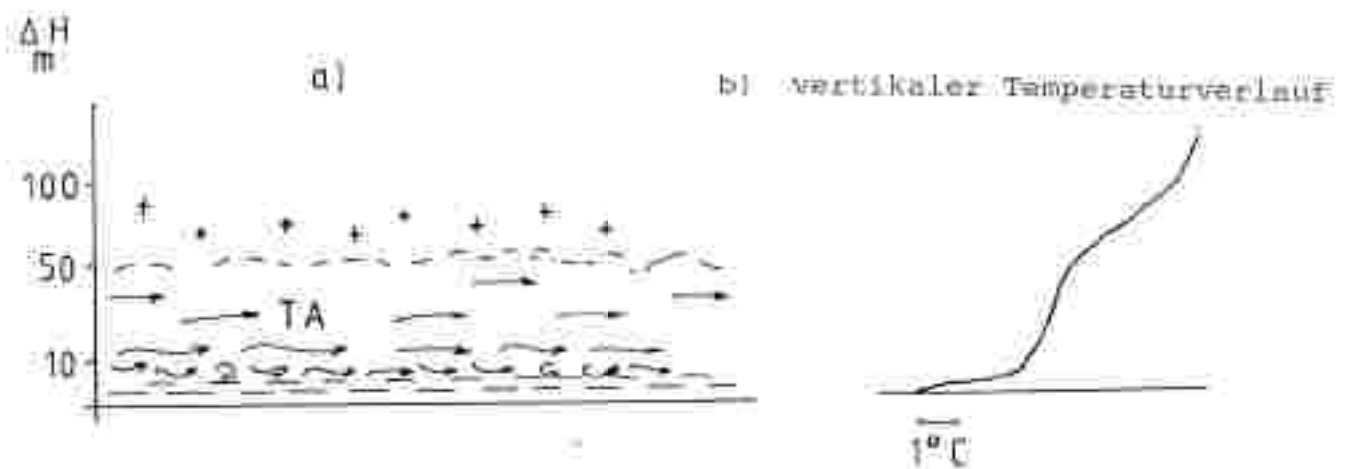


Abb. 3: Nächtliche Temperaturschichtung im Unteren Murtal (TA-Talabwindströmung, - - seichte Kaltluftschicht).

In den Abb. 4a, b, c und d) handelt es sich um Perioden mit vorherrschend heiteren Strahlungsnächten mit Schneedecke. Besonders fällt daher der Temperaturverlauf an der Station Lichenendorf auf (Schwankungen bis zu 5°). Die Erwärmung wird jeweils durch die kurzfristig erhöhte Intensität des Talabwindes mit einer Durchmischung der seichten Bodenkaltluft mit wärmerer Luft bewirkt. In Nächten ohne Schneedecke betragen diese "Schwankungen" maximal $1-2^{\circ}$. Die Schneedecke verschärft infolge ihrer isolierenden Wirkung die Temperaturzunahme in den ersten Dekametern entscheidend ($5-8^{\circ}$, mitunter auch darüber). Bemerkenswert sind nun die Unterschiede zwischen den Talstationen einerseits bzw. der Station Lichenendorf und Rosenberg. In der ersten Periode (noch Kaltluftadvektion) erreichen die vertikalen Unterschiede höchstens 11° bis 12° , in der zweiten Periode hingegen 15° . Die horizontale Differenzierung zeigt auffallend hohe Gegensätze (5° und mehr): dabei erweist sich der Raum Bad Radkersburg als relativ wenig winterfrostgefährdet. Allerdings macht sich in Zeltling bereits der Seitentaleinfluss der Kutschenitzta durch merklich tiefere Temperaturen bemerkbar (in Abb. 4c bis zu 4° kälter).

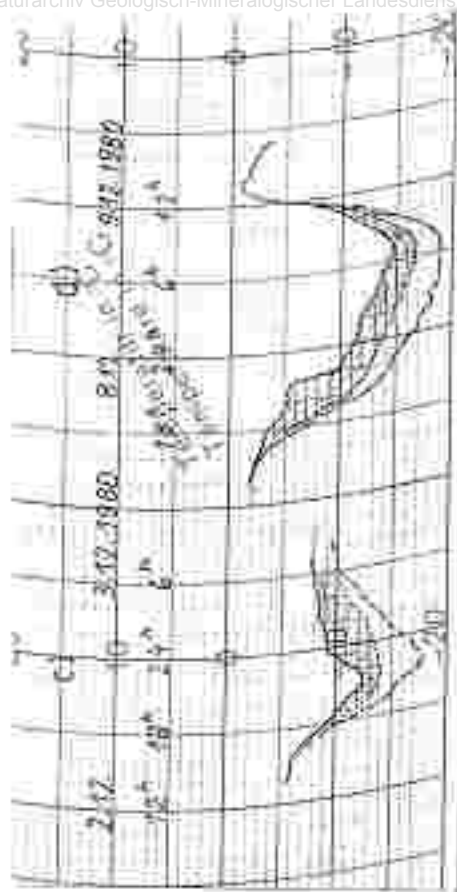
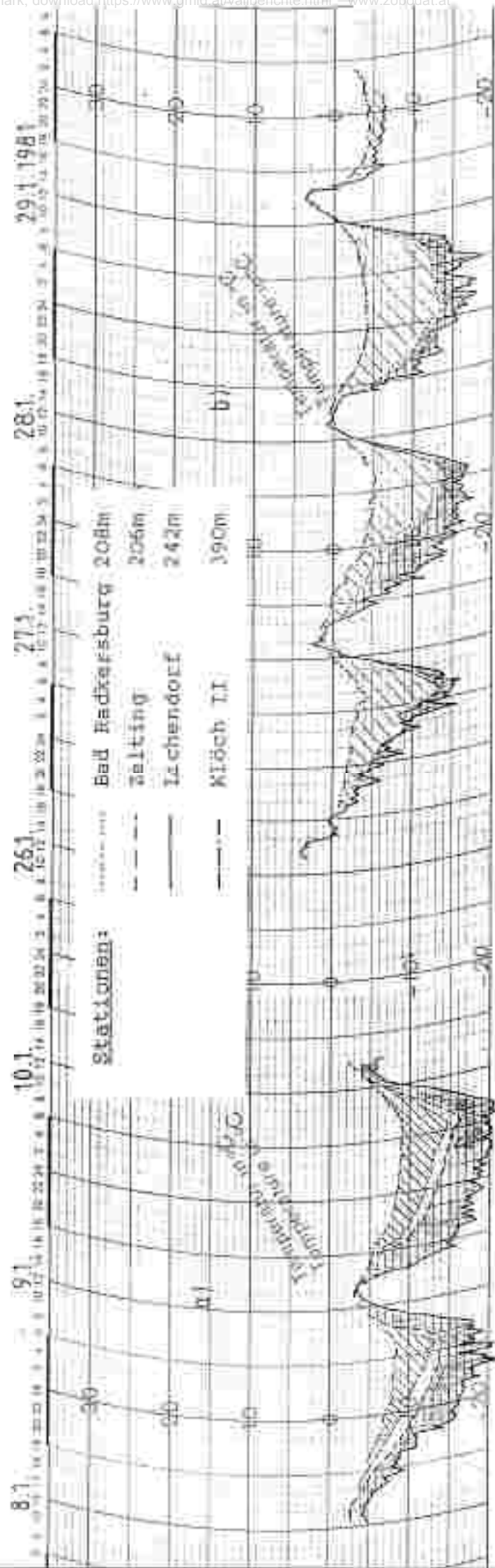


Abb. 4a, b: Temperaturverlauf an Talstationen im Unteren Murtal bei Strahlungswetter mit Schneedecke; zu beachten sind die Temperaturunruhe und die wesentlich tieferen Temperaturen an der Station Lichenendorf.

Abb. 4c, d: wie a, b jedoch mit höheren Temperaturen in Lichenendorf infolge unterschiedlicher Bewölkungsverhältnisse



Infolge unterschiedlicher Bewölkungsverhältnisse kam es in dieser Periode sogar zu einer Umkehrung der Verhältnisse im Unteren Murtal; ausnahmsweise verzeichnete Bad Radkersburg tiefere Temperaturen als Lichendorf.

Diese Beispiele könnten beliebig fortgesetzt werden; sie zeigen vor allem, daß - abgesehen von Geländeeinflüssen - auch unterschiedliche Strahlungsbedingungen (Bewölkung, Wind) entscheidend in die nächtliche horizontale Temperaturverteilung eingreifen und beträchtliche Gegensätze auf relativ kurzer Entfernung bewirken können. So ergab sich bei der Meßfahrt am 22.1. von Halbenrain mit $-2,5^{\circ}$ ein Temperaturgefälle nach Lichendorf (-14°) von fast 12° . Insgesamt dürfte deshalb der Bezirk Radkersburg in geländeklimatischer Hinsicht viel weniger einheitlich (im nächtlichen Temperaturverhalten) sein als etwa die Südweststeiermark. Als mögliche Ursache kann die zunehmende Entfernung vom Gebirgsrand bei gleichzeitiger Offenheit nach Osten angeführt werden.

Schließlich sei noch auf den Kaltluftstau, insbesondere durch Wald, hingewiesen: umfangreiche Messungen im Zusammenhang mit Frostbekämpfungsversuchen (Lazar 1981) unterstreichen die Bedeutung dieses Phänomens für die Landwirtschaft. So wurden an einem Hang bei Raaba/Graz als Folge von Kaltluftstau am Wald Temperaturerniedrigungen bis 4° festgestellt (Abb.5, S.22). In der Kaltluftkarte scheinen diese Bereiche als lokal eng begrenzte Flächen mit hoher Frostgefährdung auf. Auch an Hand der Station Dietersdorfbergen läßt sich der Kaltluftstau deutlich nachweisen. Die Temperaturen in klaren Nächten liegen bis zu 3° tiefer als in Lagen in selber Seehöhe im Klöcher-Raum; zuletzt gab es im Mai 1979 Frostschäden in den Obstkulturen.

2.2.4 Wahl der Kaltluftgefährdungszonen

Für die Wahl der Kaltluftgefährdungszonen waren neben den Ergebnissen der Meßfahrten die Auswertungen der Temperatur-

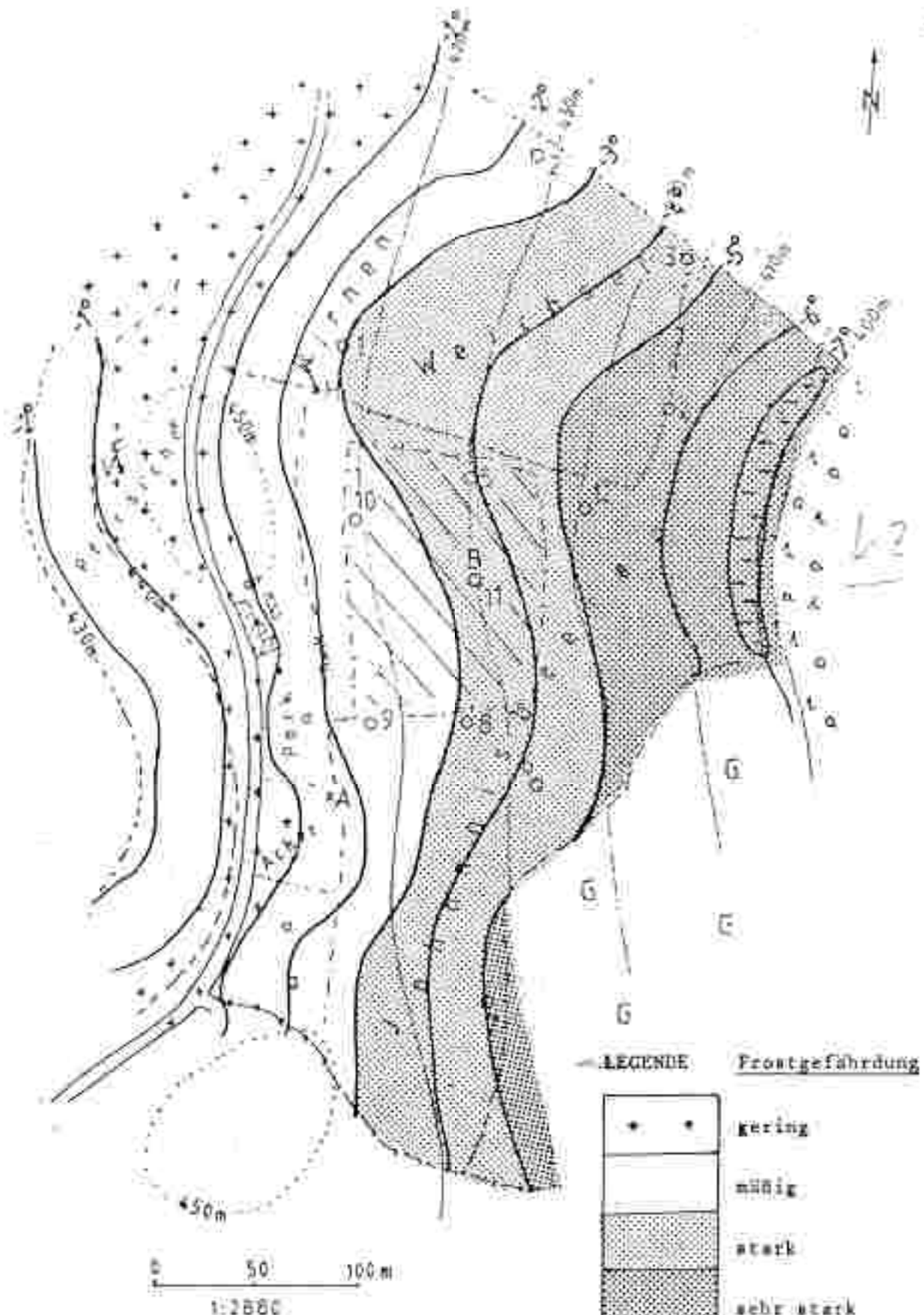


Abb. 5: Temperaturverteilung zum Zeitpunkt des Minimum (gegen 0h) am 19.4.81; Meßhöhe 1 m über Grund; zu beachten ist die Temperaturniedrigung infolge Kaltluftstau am Wald (Ziffern bedeuten Meßpunkte - Minimumthermometer).

1) höher als im Grazer Feld

Tab. 3. Mittlere tägliche Minima (weitere Details).

Monat/Stat.	GF	OT	LE	LI	BR	Z	HA	Hof	BU	DB	KI	KIL	KB	KB	MA	LA	HA	KB	K
Aug. 80	9,4	7,2	10,5	8,8	9,7	9,0	10,0	8,1	9,8	10,9	12,8	13,4	14,0	13,1	11,7	-	12,7	13,2	-
Juli	10,3	9,1	11,6	10,7	12,1	11,3	12,0	9,8	12,2	12,3	15,4	15,8	16,6	15,1	13,5	-	15,1	15,7	-
Aug.	9,4	8,3	10,0	9,4	10,1	9,7	9,5	9,0	10,9	10,3	13,0	12,9	10,5	13,3	12,1	-	12,7	12,8	-
Sept. 80	6,3	5,1	7,2	5,8	6,9	6,0	6,5	5,8	7,0	-	10,0	10,2	10,7	10,3	7,6	-	9,8	9,5	9,6
Okt.	-9,5	-1,0	0,6	0,1	0,9	0,7	0,3	0,1	0,6	-	3,9	4,0	4,6	4,7	2,3	-	3,8	3,5	3,8
Nov.	-3,7	-5,4	-3,6	-3,2	-2,3	-2,8	-2,8	-3,1	-1,9	-	3,0	3,5	3,8	4,9	0,3	-	2,6	2,4	3,7
Dez.	-10,0	-12,6	-9,8	-10,9	-6,7	-9,9	-7,0	-7,0	-5,4	-	-2,7	-2,0	-1,7	-1,1	-3,7	-	-1,8	-2,4	-2,1
Jan.	-13,0	-16,5	-16,5	-15,7	-12,2	-14,2	-13,0	-13,0	-10,2	-	-6,1	-5,4	-4,9	-4,5	-6,9	-	-5,6	-	-6,2
Feb.	-6,8	-9,8	-7,1	-8,0	-5,4	-6,1	-5,8	-6,1	-3,6	-	-0,9	0,6	0,9	0,2	-2,0	-	-0,8	-	-1,0
März	-9,4	-2,6	-0,7	-0,7	0,6	0,1	0,4	-0,9	1,4	1,6	5,1	5,3	5,7	5,1	3,6	4,0	5,6	3,1	5,0
Apr.	1,2	-0,9	1,9	1,6	3,1	1,5	3,4	2,0	3,8	4,4	7,9	7,6	8,4	7,0	5,2	5,9	6,5	7,3	6,6
Mai	7,1	4,4	7,0	5,9	6,5	5,8	6,3	5,4	7,6	8,7	11,0	10,9	11,4	10,6	9,5	9,3	10,3	10,6	10,5
Juni	11,7	10,3	12,6	11,3	12,8	11,8	12,3	-	12,8	13,4	16,1	16,4	17,2	16,5	14,7	14,7	16,6	16,0	16,4
Juli	10,6	9,3	11,5	10,3	11,3	10,9	11,2	-	11,8	12,0	16,3	16,2	17,2	15,2	13,4	13,5	15,0	15,7	15,3
Aug.	11,4	10,0	12,3	11,2	12,4	11,7	12,3	-	13,4	13,6	16,1	16,4	17,1	16,3	14,8	15,0	16,0	-	-
Juni 80-Aug. 81 (ohne Winter)	6,1	4,5	6,7	6,0	7,0	6,3	6,8	-	7,4	-	10,9	11,2	11,8	11,1	9,1	-	10,6	-	-
Winter 1980/81	-9,9	-13,0	-10,5	-11,5	-8,1	-10,1	-8,6	-	-6,4	-	-3,2	-2,3	-1,9	-1,8	-0,2	-	-2,7	-	-
Juni 80-Aug. 81	2,9	1,0	3,3	2,5	4,0	3,0	3,7	-	4,6	-	8,1	8,5	9,0	8,5	6,5	-	7,9	-	-

Anmerkung (gilt auch für die folgenden Tabellen):

Erläuterung der Abkürzungen in einem beigefügten Stationsverzeichnis (S.26).

EVAU I 0 0 U V U N E E Z I C H N I S

Klimadaten - Radkersburg

Wdhnerung der Abkürzungen (Lichtstationen) in den Legenden und Abbildungen im Text.

Abk.	1) Talstationen	Sh[m]	L a g e
OT	Orternitz	325	Seitentälbecken
GT	Gras/Thalerhof	342	Haupttal
LE	Leibnitz	276	Haupttal
BB	Bad Radkersburg	208	Haupttal
Z	Zelting	206	Haupttal
LI	Liebdorf	242	Haupttal
MS	Murka Sobota I (II)	191(184)	Haupttal
OTP	St. Peter/Ottersbach	276	Seitentäl
BO	Bad Gleichenberg	292	Seitentäl (Unterhang)
UP	Unterperkla	220	Haupttal
Hof	Hof bei Straden	252	Seitentäl

Abk.	2) Riedelstationen	Sh[m]	L a g e
MB	Messendorfberg	429	Riedelkamm (ostseitig)
LH	Laibnitzhöhe	540	Riedelkuppe
KR	Kraxner bei Deutschlandsberg	560	Sporn (Koralpenrand, nordseitig)
J	Jerusalem	340	Riedelkamm
KI	Klösch I	340	südexponierte Spornlage
KII	Klösch II	390	Riedelkamm
RB	Rosenberg/Straden	450	Riedelkamm
ST	Straden	340	südexponierte Spornlage
WR	Wörtharberg	400	Riedelrücken
K	Kitzack	520	Kammlage / Sausal
DB	Dietersdorfbergen	305	niedere Riedellage
KB	Kogelberg bei Leibnitz	460	Kuppenlage / Sausal

Tab. 4: Gliederung der Kaltluftgefährdungszonen im Vergleich mit jenen in der Süweststeiermark.

a)		b)	
Zone Nr.	Zonen / Radkersburg	Zone Nr.	Zonen / Süweststeiermark
1	Abschnitte in Seitentälern (Talschle) extremste Frost-gefährdung	2	Seitentäler, Abschnitte/Haupttäler
2	Seitentäler, kalte Abschnitte im Haupttal (Murtal)	3	Haupttäler (Sulm, Lafnitztal)
3	Haupttalstufe I; Hangfuß- und Schlepplänge in Seitentälern	4	Grazer- und Leibnitzer Feld
4	Haupttalstufe II (Raum Radkersburg bzw. Terrassenbereiche). Unterhänglagen in Seitentälern	5	Mittlere Kiechel
5	Vorwiegend Mittelhänglagen, teils niedrigere Riedelsporne	6	Mittelhohe Riedel
6	Vorwiegend Oberhängbereiche, teils mittlere Riedelagen	7 (teils 8)	Hohre Kiechel
7	Vorwiegend Kammlagen (hohe Riedelstufen)	8	Kammlagen ab ca. 470 m (Sausal), günstige Lagen
8	Kamm- und Kuppenlagen im Klockner und Stradner Gebirge ab ca. 620 m		günstigste Lagen

+

Tab. 4: Gliederung der Kaltluftgeföhrlungszonen - Fortsetzung

c) Zonierung nach Klimalandchaften (H. Winkrigg, 1978)

Zonen Nr.	Zonen	repräsentative Stationen	entsprechend nach: a)	entsprechend nach: b)
1	"Unteren Murtal"	Bad Radkersburg Leibnitz	3,4	0,5
2	"Talböden des Vorlandes"	Graz/Thalerhof St. Peter/Ottensbach Ottomitz	1,2	1,3,3,6
3	"Übergangsklima der 'Terrassenstufe'"	Bad Gleichenberg	4, teils 3	5,6
4	"Klima des Niedertalles"	Maisendorfberg Lafnitzhöhe Kitreck	6,7,8	6,7,8,9

+

Tab. 5: Mittlere tägliche Minima (Beobachtungszeitraum Juni 1980 bis August 1981).

Monat/Stat.→	OT	GT	LE	BG	BR	LI	Z	UP	Hof	DB	KI	WA	KIT	RB	MA	LH	KR	K	EB	MB
Juni 80	9,7	10,8	11,3	10,3	11,6	10,7	11,0	11,7	10,5	11,7	12,6	12,7	12,7	12,9	11,6	11,9	12,0	-	-	-
Juli	10,6	11,6	12,5	12,0	12,3	11,6	11,8	12,2	11,6	12,6	13,9	16,0	16,0	16,6	12,7	13,2	13,6	-	-	-
Aug.	12,2	12,9	13,6	13,7	13,5	13,3	13,2	13,3	12,8	13,8	15,2	16,9	16,9	16,6	16,1	16,6	16,8	-	-	-
Sept.	9,2	10,1	10,3	10,0	10,0	10,1	9,8	9,9	9,6	-	11,2	11,3	11,8	11,8	11,0	11,2	11,7	-	11,2	-
Okt.	2,8	3,3	4,1	4,8	4,6	3,9	4,2	4,6	4,3	-	6,3	6,0	6,6	6,6	5,0	5,6	5,8	6,2	5,9	-
Nov.	-3,4	-2,5	-2,6	-1,3	-1,6	-2,2	-2,0	-2,0	-2,1	-	0,2	0,2	0,6	0,5	-0,7	-0,3	0,4	-	0,3	-
Dez. 80	-7,9	-6,3	-6,6	-4,8	-6,3	-7,1	-7,0	-6,5	-6,2	-	-2,0	-2,5	-2,2	-1,9	-3,0	-2,4	-1,6	-1,7	-2,1	-2,6
Jan. 81	-16,0	-11,4	-11,6	-7,7	-10,0	-13,4	-11,6	-10,3	-10,7	-	-5,0	-4,8	-4,4	-3,9	-5,9	-4,9	-3,9	-4,5	-5,3	-5,6
Feb.	-7,4	-4,9	-5,1	-3,1	-3,7	-5,5	-4,6	-6,2	-4,4	-	-1,7	-1,5	-1,3	-1,1	-2,6	-2,3	-1,9	-2,0	-2,2	-2,2
März	-1,6	0,5	0,6	2,3	1,6	0,2	1,0	1,2	0,5	-	4,0	4,2	4,3	4,3	3,0	4,0	4,0	4,1	3,2	3,5
Apr.	1,1	3,1	2,9	4,1	3,8	2,9	3,0	4,0	3,3	4,6	6,3	6,0	6,1	6,4	4,3	5,0	5,3	4,7	4,7	4,8
Mai	6,3	8,3	8,1	8,7	8,2	8,3	7,9	8,2	7,3	9,3	10,2	10,1	10,1	10,5	9,2	9,6	9,5	9,5	9,4	9,2
Juni	9,0	12,1	12,4	12,4	12,5	11,8	12,1	12,6	-	13,0	13,7	13,6	13,7	14,3	13,0	13,5	13,5	13,2	13,6	13,0
Juli	10,6	11,6	12,4	12,7	12,1	11,6	11,8	12,0	-	13,5	14,3	14,6	14,6	15,2	13,2	13,9	14,3	14,4	14,0	13,3
Aug. 81	10,8	12,0	12,6	13,1	12,5	11,7	11,8	12,5	-	13,6	14,6	14,8	14,9	15,6	13,6	14,4	14,7	-	-	14,1

minima des gesamten Stationsnetzes entscheidend, wobei besonderer Wert auf die Verhältnisse in den heiteren Strahlungsnächten gelegt wurde. Diese sind in Tab.3 (S.23) zusammengefaßt; außerdem wurden sie in der Legende zur Kaltluftkarte berücksichtigt. Bei genauerer Betrachtung der einzelnen Monate fällt sofort der Jänner auf. Bedingt durch den anhaltenden Hochdruckeinfluß bei überwiegend nördlichen Strömungskomponenten gab es einen überaus hohen Anteil an klaren Strahlungsnächten (19). Die Temperaturdifferenzen zwischen wärmster und kältester Station erreichten - verschärft durch die Schneedecke - ein Ausmaß bis zu 12° (Otternitz bei Deutschlandenberg $-16,5^{\circ}$ zu Kraxner $-4,5^{\circ}$; im Bezirk Radkersburg: Lichendorf $-5,7^{\circ}$ zu Rosenberg $-4,9^{\circ}$). Ähnlich wie bei der Gliederung des Untersuchungsgebietes in der Südweststeiermark in Kaltluftgefährdungszonen erfolgte die Wahl in Anlehnung an die morphologische Differenzierung. Infolge der relativ bedeutenden Temperaturunterschiede innerhalb des Murtales mußte jedoch eine weitere Unterscheidung vorgenommen werden, ohne daß sie wenigstens teilweise auch morphologisch interpretierbar gewesen wäre. Die Ursachen liegen offensichtlich in den wechselnden Bodenverhältnissen begründet (trockenere Böden relativ warm, Vernässungszonen kühl); Untersuchungen mit einem speziellen Fühler sind noch für das Frühjahr 1982 geplant.

In der folgenden Tabelle 4 werden die einzelnen Zonen jenen der Südweststeiermark gegenübergestellt. Die Klimagunst des Bezirkes Bad Radkersburg drückt sich in einer Verschiebung um mindestens eine Zone aus: für die Zone 8 (teilweise schon für die Zone 7) gibt es in der Südweststeiermark (Sausal eingeschlossen) kein Äquivalent. Für die weiteren Darstellungen in Diagrammen, insbesondere in der Legende zur Kaltluftkarte, bleibt die Anzahl der Zonen gleich, allerdings verändern sich die Abstände innerhalb der Zonen: beim Spätfrost fallen sogar Zone 7 und 8 zusammen. Trotz der sehr guten Korrelation zwischen der Kaltluftgefährdung und den einzelnen Temperaturparametern, wie Frostdaten, u.a., ergeben sich geringe Abweichungen (etwa keine strenge Linearität) in der Zuordnung der Zonen. In den folgenden Abschnitten wird jeweils der

Zusammenhang zwischen den Parametern und den mittleren jährlichen Minima als Maß für die Kaltluftgefährdung beleuchtet.

2.2.5 Mittlere tägliche und absolute Minima als Maß für die Kaltluftgefährdung

In Tab.5(S.27) sind zunächst die Ergebnisse (mittlere tägliche Minima) aus dem Beobachtungszeitraum Juni 1980 bis August 1981 angeführt. Die Temperaturunterschiede erreichen noch 60-70 % der Werte aus den heiteren Strahlungsnächten; in einigen wenigen Monaten, wie etwa im Jänner 1981, steigt der Anteil gegen 80-90 %. Jahreszeitlich gesehen kommt die geländeklimatische Differenzierung bezüglich des Elementes Kaltluftgefährdung am besten im Hochwinter mit Schneedecke zur Geltung (Dezember 1980, Jänner 1981). Allerdings können langanhaltende Hochnebelperioden, wie etwa im Jänner 1972, eine kräftige Dämpfung der Unterschiede bewirken, da während dieser Zeit die Riedel generell gegenüber den Tallagen benachteiligt sind. Insgesamt zeichnen sich die Unterschiede im Winter durch eine weitaus höhere Streuung der Werte gegenüber den anderen Jahreszeiten aus (Differenz Kraxner zu Otternitz $10,1^{\circ}$ /Jänner 1981: $4,0^{\circ}$ /Jänner 1977). Sehr deutlich sind die Gegensätze im Frühjahr ausgeprägt: in heiteren Nächten können Inversionen über 10° auftreten. Bei allgemeiner geringerer Bewölkung und relativer Feuchte gestalten sich die Bedingungen für die Ausstrahlung sehr günstig. Hinzu kommt, daß der auf den Riedeln oft noch anhaltende Gradientwind (verbunden mit föhnigen Effekten - "Jauk" bzw. Nordföhn) zu einer Verstärkung der Temperaturgegensätze führt. Mitunter greift jedoch der Wind - insbesondere aus dem Sektor Süd bis Südwest - bis zur Talsohle durch und beseitigt die bodennahe Kaltluft.

Etwas abgeschwächt gegenüber dem Frühjahr erscheinen die Unterschiede im Herbst, vor allem durch die höhere relative

Faucht (Nebelbildung). Dies betrifft überwiegend die Differenzierung zwischen den Tallagen (Minimum der Differenzierung Graz/Thalerhof-Otternitz im November). Vertikal gesehen erreichen die Unterschiede das Ausmaß des Frühjahres, insbesondere im Oktober. Am günstigsten werden die Gegensätze im Sommer. Als Gründe können neben der Bewölkung (Gewitterwolkenbewölkung) der höhere Dampfdruck als dämpfende Faktoren angeführt werden.

Für die Periode 1951-1980 enthält die Tab.6 (S. 31) die mittleren täglichen Minima (Riedel- und Talstationen getrennt). Als kältester Messpunkt im Untersuchungsgebiet wurde der Standpunkt einer Mühle östlich von St. Peter/Ottersbach in die Tabelle aufgenommen (Werte extrapoliert). Wie sich eine Stationsverlegung drastisch auswirken kann, läßt sich am Beispiel der beiden Stationen Murska Sobota I (bis 1970) und II (ab 1970) ablesen. Die Temperaturunterschiede erreichen ihr Maximum in Spätsommer und Herbst (bis 1,2 °C); im Winter ergibt sich keine Änderung. Die Spätfrostgefährdung der jetzigen Station ist als extrem zu bezeichnen (höher als am Thalerhof, z.B. am 2. Juni 1977 Frost!). Durch die Daten wurden ferner die Ergebnisse der Messfahrten bestätigt (relativ starke Differenzierung innerhalb des Murtales). Offen bleibt allerdings die Frage, warum sich nicht auch im Winter Unterschiede einstellen, wie etwa im Vergleich Zelting - Bad Radkersburg.

Hinsichtlich der Temperaturverhältnisse auf den Riedellagen schneidet die Vergleichsstation Jerusalem¹⁾ (340 m) sehr gut ab und wird nur noch von den höheren Riedel- und Kammlagen im Klöcher Raum übertroffen.

Für die Temperaturgunstzonenkarte (Karte 4) mit der Dauer der Vegetationsperiode wurde die Verteilung der Temperaturminima von März bis November in die Legende aufgenommen.

¹⁾ Jerusalem liegt ca. 25 km südöstlich von Bad Radkersburg entfernt in den Windischen Büheln.

Tab. 6: Mittlere tägliche Minima (Periode 1951-1980).

Talstationen	Hö [m]	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Oktr.	Nov.	Dez.	Jahr
Graz-Thalerhof	362	-8,0	-5,3	-1,6	2,9	7,4	11,3	12,5	12,0	8,7	3,7	-0,3	-5,0	3,7
Rad Radkersburg	206	-6,5	-3,9	-0,2	3,6	8,0	11,6	13,1	12,6	9,4	4,7	1,2	-3,4	4,2
Muraka Sobota I	191	-7,4	-4,1	-0,2	3,8	8,0	11,6	13,1	12,7	9,3	4,7	1,0	-3,6	4,1
Muraka Sobota II	184	-7,4	-4,1	-1,4	3,1	7,3	11,1	12,3	11,5	8,3	3,7	0,8	-3,6	3,5
G. Radgona	205	-5,1	-3,0	0,5	4,5	8,7	12,3	13,5	13,2	9,9	5,2	1,4	-3,4	4,8
Leibnitz	276	-7,0	-4,4	-0,8	3,4	7,8	11,6	12,9	12,4	9,2	4,3	0,7	-3,9	3,9
Zelving	205	-7,2	-7,5	-0,9	3,1	7,5	11,4	12,7	12,3	9,1	4,3	0,8	-3,9	3,7
Unterkeria	240	-8,0	-5,4	-2,0	2,4	7,0	10,9	12,2	11,7	8,6	3,6	0,1	-6,8	3,0
St. Veit/Ortersbach/Mühle	270	-9,0	-6,1	-2,5	1,9	6,5	10,5	11,8	11,4	8,2	3,2	-0,7	-5,8	2,5
Ortermitz	325	-9,9	-6,9	-3,2	1,1	5,7	9,8	11,1	10,7	7,5	2,7	-1,1	-6,4	1,6
<u>Hiedelstationen</u>														
Graz-Hessendorferberg	429	-4,4	-2,4	0,6	6,7	9,2	12,5	13,7	13,5	10,4	5,8	1,6	-2,9	5,2
Lammritzhöhe	540	-4,0	-2,2	1,1	5,1	9,5	12,8	14,1	14,1	10,8	6,1	1,7	-2,5	5,6
Kraunzer/Deutschlandsberg	580	-3,1	-1,6	1,3	5,2	9,6	12,9	14,1	14,0	11,0	6,5	1,1	-1,8	5,8
Jerusalem	340	-3,6	-1,6	1,6	5,3	9,7	13,2	14,6	14,3	11,2	6,9	2,4	-1,8	6,0
Klösch I	340	-3,7	-1,7	1,5	5,2	9,6	13,1	14,6	14,3	11,1	6,8	2,2	-2,0	5,9
Klösch II	400	-3,3	-1,4	1,7	5,5	10,0	13,3	14,7	14,5	11,4	6,9	2,5	-1,8	6,1
Rosenberg	490	-3,0	-1,2	1,9	5,8	10,1	13,6	14,8	14,7	11,6	7,0	2,5	-1,7	6,3

Tab. 7: Absolute Minima (Periode Juli 1980 - August 1981).

Monat/Stat.→	QT	GT	LE	BC	BR	LI	Z	KA	Hof	MO	KI	WA	KTI	EB	MB	LIU	KR	K	KH	WR
Juni 80	2,3	5,0	6,2	5,0	5,7	4,7	4,5	5,0	3,7	5,8	8,4	8,9	-	9,1	7,5	7,7	8,3	-	-	-
Juli	5,8	5,9	7,5	8,8	8,1	7,2	6,9	-	6,0	7,4	9,4	10,3	9,8	10,4	8,9	9,6	9,5	-	-	-
Aug.	4,0	5,0	5,8	5,8	4,9	5,3	4,7	4,3	4,0	5,8	7,2	8,0	7,7	8,2	8,0	8,0	8,0	-	-	-
Sept.	2,8	3,5	4,8	4,8	4,5	4,3	3,8	3,5	4,0	-	6,5	6,5	7,2	7,4	6,1	6,8	7,2	-	7,0	-
Okt.	-4,0	-3,9	-2,5	-2,3	-2,5	-2,7	-3,0	-2,4	-3,2	-	-2,0	-1,0	1,5	1,4	-1,7	-0,4	1,2	1,2	0,1	-
Nov.	-13,5	-8,4	-8,6	-8,0	-7,0	-8,7	-7,8	-8,0	-8,5	-	-5,9	-5,3	-5,2	-5,5	-6,9	-6,5	-5,0	-5,5	-6,4	-
Dez. 80	-16,9	-14,2	-14,7	-14,7	-16,6	-15,4	-18,7	-17,2	-15,5	-	-11,3	-10,3	-9,8	-10,0	-9,5	-10,1	-8,7	-8,6	-9,4	-10,1
Jan. 81	-20,0	-17,3	-18,6	-15,3	-16,0	-21,4	-18,2	-16,8	-17,0	-	-13,2	-12,0	-11,0	-11,3	-13,5	-12,2	-10,3	-10,0	-11,0	-13,1
Feb.	-17,0	-10,5	-11,0	-8,6	-8,9	-11,3	-9,8	-9,0	-10,0	-	-7,3	-6,5	-6,0	-6,0	-7,0	-7,3	-6,5	-6,4	-8,0	-6,6
März	-8,4	-5,2	-4,6	-3,6	-3,2	-3,7	-3,3	-3,5	-4,4	-	-3,0	-2,7	-2,7	-3,0	-3,3	-6,5	-4,0	-6,5	-4,0	-2,5
Apr.	-6,1	-3,1	-4,6	-1,2	-2,3	-3,7	-3,2	-2,7	-2,8	-0,8	-0,2	-1,0	-0,8	-1,0	-3,1	-2,3	-1,3	-1,4	-2,0	-1,1
Mai	-2,0	0,3	0,0	0,6	1,1	-0,4	0,0	0,8	-0,7	1,7	2,0	2,3	2,3	2,0	1,0	1,2	1,3	1,5	1,5	2,9
Juni	5,5	7,6	7,6	7,0	8,1	6,3	7,2	7,8	-	7,5	8,4	8,0	8,1	7,7	7,6	7,6	7,0	7,4	7,5	6,4
Juli	6,8	5,7	6,7	7,0	7,2	6,0	6,2	7,0	-	7,5	10,1	10,0	9,0	8,7	7,2	9,3	9,8	9,4	9,7	8,8
Aug. 81	3,4	5,9	6,0	6,4	7,2	5,3	5,7	6,8	-	7,0	6,5	6,0	8,3	8,0	7,7	8,3	9,8	9,8	-	8,8

Tab. 2a: Mittlere absolute Minima (1951-1980).

Stationen	sh(m)	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Graz-Thalerhof	362	-17,1	-13,5	-9,7	-3,6	0,1	5,0	7,1	6,0	1,5	-3,6	-7,8	-16,0
Bad Radkersburg ²⁾	206	-16,1	-12,5	-7,7	-2,0	1,4	6,0	8,0	7,3	2,9	-2,2	-6,8	-12,5
Ottomitsch ¹⁾	325	-21,0	-16,3	-12,5	-6,0	-1,8	3,0	5,3	4,7	-0,1	-4,6	-10,0	-17,0
Muriska Sobota II ⁴⁾	186	-18,7	-16,7	-11,1	-3,8	-1,1	4,5	6,8	5,1	1,0	-4,5	-8,3	-14,3
Messendorfberg	429	-13,0	-9,5	-6,1	-1,3	2,6	7,1	8,6	6,3	4,3	-0,6	-4,9	-8,7
Krapfer/D.Landsberg ³⁾	560	-10,8	-8,0	-5,1	-0,5	3,3	7,8	9,2	9,1	5,5	0,9	-1,1	-7,2
Jeruzalem ⁴⁾	360	-13,4	-9,6	-5,2	-0,8	3,0	7,3	9,3	9,6	6,0	0,0	3,0	-7,6

1) reduziert aus 1974-1981

2) reduziert aus 1973-1981

3) reduziert aus 1966-1981

4) reduziert aus 1971-1980

Besonders für den Weinbau sind die absoluten Minima von großer Bedeutung, einerseits wegen der Winterfrostgefährdung (kritische Temperatur -15°), andererseits wegen der Spätfrostgefährdung. Tab. 7 (S. 32) zeigt für ausgewählte Stationen die markanten Gegensätze zwischen den Seitentalbecken mit einem mittleren absoluten Minimum¹⁾ im Jänner unter -20° und den Riedellagen mit Werten um -11° . Murska Sobota übertrifft dabei den Thalerhof um $1-4^{\circ}$, bezüglich des absoluten Minimums fällt der Unterschied noch kresser aus (Thalerhof -27° , Murska Sobota -31°). Mit großer Wahrscheinlichkeit wurde im Winter 1962/63 bzw. im Februar 1956 -30° in den Seitentälern, teilweise aber auch im Murtal selbst (z.B. Lichendorf) unterschritten. Die Differenzen der Station Lichendorf zum Thalerhof waren im Jänner 1981 beachtlich (absolutes Minimum: Lichendorf $-21,4^{\circ}$, Graz-Thalerhof $-17,3^{\circ}$).

An Hand der absoluten Minima (Tab. 7) im Mai 1981 erkennt man deutlich die Benachteiligung einiger Abschnitte des Unteren Murtales gegenüber Radkersburg. Hinsichtlich der Frostgefährdung auf den Riedeln fällt die Temperaturgunst der hohen Lagen (Kraxner, Kitzeck) auf, die nur selten Fröste unter -15° verzeichnen. Im Winter 1962/63 bzw. im Februar 1956 sanken die Werte auf -17° bis -19° ab. Hingegen verzeichnete Jerusalem am 10.2.1956 ein Minimum von -21° , was in Anbetracht des vorangegangenen milden Jäners Schäden an den Weinkulturen bedeutet haben muß. In der Vegetationsperiode ist die Differenzierung der Riedellagen relativ gering. Mitunter bleibt bereits der April frostfrei und nur bei extremen Kälterückfällen im Mai kann leichter Frost erwartet werden.

2.2.6 Zahl der Tage mit Frost

In Abb. 6 (S. 35) ist der Zusammenhang zwischen dem mittleren täglichen Minimum und der Zahl der Frosttage dargestellt, wobei als Grundlage der Zeitraum September bis Mai verwendet wurde. Am unteren Ende des Diagrammes scheint die Seitentalbeckenstation Otternitz auf, deren Wert (156 Frosttage) mittels

¹⁾ in Tab. 7a (Periode 1951-1980) enthalten

Reduzierung aus einer siebenjährigen Periode (1974-1981) bestimmt wurde. Die maximale Abweichung zur Basisstation Graz/Thalerhof betrug dabei 34 Tage (1978), die kleinste 22 (1975). Bei einem Vergleich mit der Station Zeitweg zeigt sich die extreme Frostgefährdung dieser Seitentallagen: die Werte sind nahezu identisch. In den Seitentälern des Untersuchungsgebietes werden jedoch 140 Frosttage kaum mehr unterschritten. Für den kältesten Talabschnitt (St. Peter/Ottersbach-Mühle, MP10) können etwa 140 Tage erwartet werden. In der Zone 2 steigen die Werte auf über 130 Tage an (Seitentäler im allgemeinen). Innerhalb des Murtales schwanken die Werte zwischen 125 in den ungünstigen Abschnitten und 105 Tagen auf den Terrassen. Im Vergleich mit der Station Murska Sobota I (191) ergibt sich eine relativ gute Übereinstimmung mit Bad Radkersburg (112 Tage). Die weitere Abnahme je Zone wird geringer (innerhalb der Zone 4 noch um 10 Tage, innerhalb der Zone 7 um 5 Tage). Das Minimum wird schließlich in den günstigsten Lagen der Zone 8 (Rosenberg) mit etwa 83 Frosttagen erzielt; es liegt dabei um 5 Tage unter dem Wert von Jerusalem.

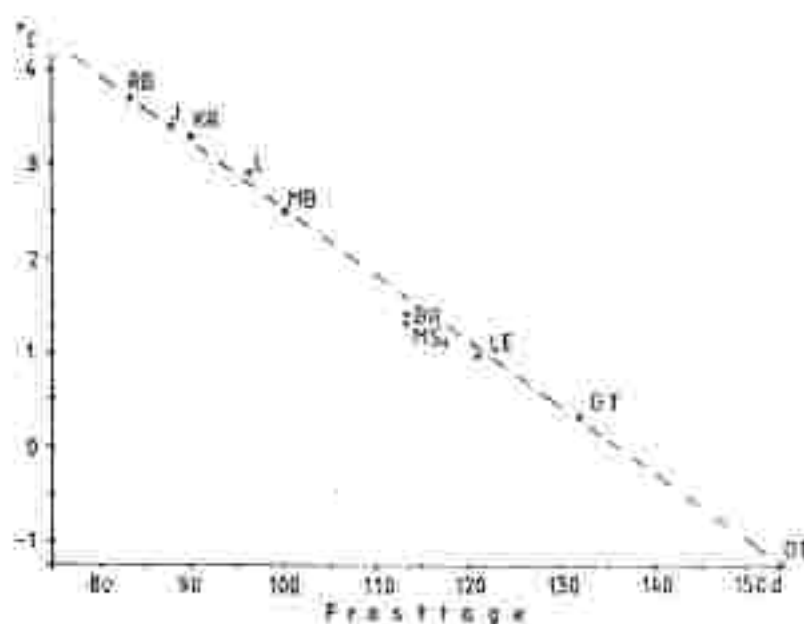


Abb. 6: Zusammenhang zwischen mittlerem täglichem Minimum (September bis Mai).

2.2.7 Frühfrost- und Spätfrostgefährdung

Tab. 8:

EINTRITTSDATEN VON FRÜH- UND SPÄTFRÖSTEN

N	= Normalwert der Periode 1951-1980
s	= Standardabweichung in Tagen
a. Max.	= absolutes Maximum
o. Dez.	= oberes Dezil
o. Q.	= oberes Quartil
u. Q.	= unteres Quartil
u. Dez.	= unteres Dezil
a. Min.	= absolutes Minimum
FFP	= Dauer der frostfreien Periode in Tagen

1.) Würtzlerberg (402 m)

	Spätfrost m i n d e s t e n s		Frühfrost m i n d e s t e n s	
	-2,0 ^o	-0,1 ^o	+0,1 ^o	+2,0 ^o
N	28.3.	18.4.	26.10.	13.11.
s	12,8	13,5	13,7	15,6
a. Max.	27.4.	12.5.	6.10.	17.10.
o. Dez.	15.4.	7.5.	8.10.	20.10.
o. Q.	6.4.	29.4.	15.10.	30.10.
Median	26.3.	20.4.	24.10.	14.11.
u. Q.	19.3.	7.4.	6.11.	26.11.
u. Dez.	14.3.	1.4.	17.11.	2.12.
a. Min.	2.3.	23.3.	18.11.	9.12.
FFP	190			

2.) Thalerhof (341 m)

	Spätfrost m i n d e s t e n s		Frühfrost m i n d e s t e n s	
	-2,0 ^o	-0,1 ^o	+0,1 ^o	+2,0 ^o
N	20.4.	1.5.	10.10.	18.10.
s	14,5	13,4	10,5	13,6
a. Max.	23.5.	5.6.	18.9.	21.9.
o. Dez.	10.5.	21.5.	25.9.	4.10.
o. Q.	30.4.	9.5.	1.10.	8.10.
Median	21.4.	30.4.	11.10.	17.10.
u. Q.	7.4.	23.4.	18.10.	25.10.
u. Dez.	1.4.	16.4.	22.10.	3.11.
a. Min.	27.3.	29.3.	31.10.	23.11.
FFP	161			

3.) Leibnitz (275 m)

	Spätfrost m i n d e s t e n s		Frühfrost m i n d e s t e n s	
	-2,0 ^o	-0,1 ^o	+0,1 ^o	+2,0 ^o
N	9.4.	25.4.	14.10.	31.10.
s	14,3	13,2	11,5	15,7
a. Max.	11.5.	23.5.	18.9.	6.10.
o. Dez.	28.4.	12.5.	27.9.	12.10.
o. Q.	21.4.	4.5.	7.10.	17.10.
Median	6.4.	25.4.	13.10.	28.10.
u. Q.	30.3.	16.4.	22.10.	16.11.
u. Dez.	22.3.	8.4.	28.10.	21.11.
a. Min.	14.3.	29.3.	2.11.	24.11.
FFP	171			

4.) Bad Gleichenberg (292 m)

	Spätfrost m i n d e s t e n s		Frühfrost m i n d e s t e n s	
	-2,0 ^o	-0,1 ^o	+0,1 ^o	+2,0 ^o
N	11.4.	25.4.	16.10.	3.11.
s	17,3	11,9	12,0	14,2
a. Max.	12.5.	22.5.	18.9.	7.10.
o. Dez.	7.5.	10.5.	30.9.	16.10.
o. Q.	24.4.	2.5.	9.10.	22.10.
Median	10.4.	25.4.	16.10.	4.11.
u. Q.	28.3.	19.4.	23.10.	18.11.
u. Dez.	19.3.	10.4.	30.10.	22.11.
a. Min.	14.3.	29.3.	14.11.	24.11.
FFP	173			

5.) Bad Radkersburg (208 m)

	Spätfrost m i n d e s t e n s		Frühfrost m i n d e s t e n s	
	-2,0 ^o	-0,1 ^o	+0,1 ^o	+2,0 ^o
N	26.3.	27.4.	19.10.	4.11.
N red.	31.3.	25.4.	19.10.	31.10.
FFP	174			
red.:	176			

1972-1980
reduziert nach der Methode
der konstanten Differenzen
mit Hilfe von Leibnitz

3.2.7.1 Erläuterungen zu Tabelle 8

a) Das Beobachtungsmaterial

Die Registrierung der äußersten Fröste erfolgt mit Minimumthermometern in den üblichen Thermometerhütten in 2 m Höhe über Grund (Grasboden), es handelt sich also durchwegs um "Hüttenfröste" und nicht um Fröste in der bodennahen Schicht ("Bodenfrost" in 5 cm über Grund, bzw. "Reif"). Für letztere muß man je nach Bewölkung um 1-4 °, im Extremfall bis zu 7 ° tiefere Werte annehmen. Auch verspätet sich deren letztes Auftreten im Frühjahr gegenüber den "Hüttenfrösten" um 1-3 Wochen bzw. sind sie im Herbst um ein paar Tage bis 2 Wochen früher als die "Hüttenfröste" zu erwarten.

Da von den amtlichen Stationen nur jene der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik mit Extremthermometern ausgerüstet sind, konnten auch nur von diesen die entsprechenden Frostdaten ausgewertet werden, weshalb bei der Weitmaschigkeit der Stationen der "MZA" auf weiter entfernt liegende Stationen zurückgegriffen werden mußte. Im engeren Untersuchungsraum liegt eigentlich nur Bad Radkersburg, wo die Beobachtung aber erst im Frühjahr 1972 aufgenommen wurde.

Hinsichtlich der Lage der verwendeten Stationen repräsentiert der Thalerhof die Verhältnisse in den Seitentälern bzw. ungünstigen Abschnitten des Unteren Murtales; Wörtherberg hingegen charakterisiert die Verhältnisse der Riedellagen, entsprechend der Kaltluftgefährdungszone 5. Die Ergebnisse der Station Messendorferberg zeigen noch etwas günstigere Werte (in den Diagrammen bzw. in Abb. 7a,b enthalten), liegen aber insgesamt noch immer deutlich unter dem Gunstniveau der Zone 8 im Klöcher Raum.

b) Formale und synoptisch-synoptische Bedingungen bei Früh- und Spätfrösten.

Das durchschnittliche Eintrittsdatum des letzten Spätfröstes (jeweils sinngemäß die umgekehrte Situation beim ersten Frühfrost im Herbst) wird bei Vorliegen einer geschlossenen Beobachtungsreihe aus den 30 Werten der spätesten Fröste der Einzeljahre ohne Rücksicht auf die Stärke und Dauer der Fröste berechnet. Dadurch werden zahlreiche Fälle miteinbezogen, in denen die Temperatur nur wenige Zehntelgrade unter Null abgesunken war, und die somit kaum als empfindliche Schadensfröste anzusprechen wären, was für den jeweils letzten Frost gar nicht so untypisch ist. So waren von 30 letzten Frösten in Wörtherberg 26, Thalerhof 21, Leibnitz 25 und Bad Gleichenberg 22 wärmer als $-2,0^{\circ}$, das sind 87, 70, 83 und 73 %, also im Durchschnitt mehr als drei Viertel.

Aus diesem Grund wurden unabhängig davon die äußersten Eintrittsdaten der Fröste mit wenigstens $-2,0^{\circ}$ ermittelt, um über die wirklich einschneidend wirksamen Schadensfröste Auskunft zu erhalten. Sie sind im Frühling entsprechend früher, im Herbst später zu erwarten als die äußersten Fröste mit wenigstens $-0,1^{\circ}$.

Die äußersten Fröste können entweder Strahlungsfröste oder Advektivfröste sein. Dabei kommen in den Niederungen ausschließlich Strahlungsfröste vor, und selbst in den Riedellagen ist der Großteil aller Spätfröste als Strahlungsfrost anzusprechen, bzw. nur wenige Ausnahmen als Advektivfrost.

Allerdings kann auch die Entstehung von äußersten Strahlungsfrösten nicht ohne die Wirkung vorheriger Zufuhr von Kältluftmassen verstanden werden. So sind praktisch alle Fälle unmittelbar mit verspäteten Wetterstürzen im Frühjahr oder mit verfrühten Wetterstürzen im Herbst in Verbindung zu bringen, also mit Situationen, die wesentlich

kälter als die Normalwerte des entsprechenden Datums sind. Nur in wenigen Ausnahmen sind die letzten Spätfröste so früh, bzw. die ersten Frühfröste so spät beobachtet worden, daß sie durchaus im "normalen Erwartungsbereich" lagen, d.h., daß das mittlere tägliche Minimum ebenfalls nahe Null Grad verbleibt.

Dazu einige Beispiele: Für die in Frage kommenden Datumszahlen wurden die mittleren täglichen Minima der einzelnen Stationen näherungsweise bestimmt, wobei folgende Methode eingeschlagen wurde:

- 1.) Die Monatsnormalwerte der Periode 1951-1980 werden für den mittleren Tag jeden Monats (meist der 16.) als gültig angenommen.
- 2.) Die Hälfte der aperiodischen Tagesschwankung (bekannt für den Zeitraum von 1951-1970) der einzelnen Monate wird vom Monatsnormalwert abgezogen, wodurch man näherungsweise das mittlere tägliche Minimum für die jeweilige Monatsmitte erhält.
- 3.) Die Bestimmung des mittleren täglichen Minimums für die übrigen Tage erfolgt durch lineare Interpolation.

Daneben sind aber die wahren mittleren täglichen Minima für den Thalerhof bekannt. Die Differenzen zu den nach der oben angegebenen Methode bestimmten Werten betragen im:

März	April	Mai	Juni	Sept.	Okt.	Nov.	
-0,3	-0,2	0,1	0,1	+0,5	-0,9	-0,4	Grad

Die Differenzen sind demnach im Frühjahr unwesentlich, im Herbst aber doch störend. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt:

Mittlere, näherungsweise bestimmte tägliche Minima (MTM) zu den Eintrittszeiten der letzten Spätfröste bzw. ersten Frühfröste mit wenigstens $-0,1^{\circ}$. Beim Thalerhof stehen die wahren Werte der Periode 1951-1980 in Klammern.

1.) Würtherberg (402 m)

	Datum	MTM	Datum	MTM
M	18.4.	4,4	26.10.	3,7
a. Max.	12.5.	7,9	6.10.	6,6
o. Dez.	7.5.	7,2	8.10.	6,3
o. Q.	29.4.	6,0	15.10.	5,2
Median	20.4.	4,7	24.10.	4,0
u. Q.	7.4.	2,9	6.11.	2,3
u. Dez.	1.4.	2,1	17.11.	0,9
a. Min.	23.3.	0,9	18.11.	0,7
	17.3.	0,0	24.11.	0,0

2.) Thalerhof (341 m)

	Datum	MTM	Datum	MTM
	1.5.	5,1 (5,1)	10.10.	3,9 (4,7)
	5.6.	10,0 (9,9)	18.9.	7,8 (8,4)
	21.5.	8,1 (8,0)	25.9.	6,6 (7,2)
	9.5.	6,4 (6,3)	1.10.	5,3 (6,2)
	30.4.	4,9 (5,0)	11.10.	3,7 (4,5)
	23.4.	3,8 (4,0)	18.10.	2,6 (3,4)
	16.4.	2,7 (2,9)	22.10.	2,1 (2,9)
	27.3.	0,0 (0,3)	31.10.	1,1 (1,8)
	27.3. (29.3.)	0,0	14.11. (10.11.)	0,0

3.) Leibnitz (275 m)

	Datum	MTM	Datum	MTM
M	25.4.	4,8	14.10.	3,8
a. Max.	23.5.	8,8	18.9.	8,3
o. Dez.	12.5.	7,6	27.9.	7,1
o. Q.	4.5.	6,1	7.10.	5,0
Median	25.4.	4,8	15.10.	3,7
u. Q.	16.4.	3,4	22.10.	2,8
u. Dez.	8.4.	2,2	28.10.	2,2
a. Min.	29.3.	0,8	2.11.	1,6
	26.3.	0,0	17.11.	0,0

4.) Bad Gleichenberg (292 m)

	Datum	MTM	Datum	MTM
	25.4.	5,0	16.10.	4,2
	22.5.	8,8	18.9.	8,5
	10.5.	7,2	30.9.	6,6
	2.5.	6,0	9.10.	5,3
	25.4.	5,0	16.10.	4,2
	19.4.	4,1	23.10.	3,4
	10.4.	2,9	30.10.	2,6
	29.3.	1,2	14.11.	0,8
	20.3.	0,0	20.11.	0,0

Selbst wenn man in Betracht zieht, daß die Werte für die mittleren täglichen Minima im Herbst nicht ganz richtig sind, so zeigt sich doch, daß alle äußeren Frostereignisse unternormale Temperaturverhältnisse sind, im Extremfall bis über 10° . Voraussetzung dafür sind auf jeden Fall Wetterstürze mit Einbruch polarer oder arktischer Luftmassen, deren Haupteigenschaft neben den tiefen Temperaturen vor allem sehr niedrige absolute Feuchtwerte bzw. Taupunkte sind. Sehr häufig ist mit solchen Ereignissen die Erscheinung des Nordföhns am Südostrand der Alpen verbunden, wobei die Luftmassen durch Niederschlagsausfällung in den Staugebieten der Nordalpen auffallend

tiefe absolute wie relative Feuchtwerte am Südostfuß der Alpen erreichen können.

In Graz liegen die typischen Feuchtwerte bei Nordföhn um 30 % und darunter, können aber bis 13 % absinken (20.11.1973), auch kann noch im April der Dampfdruck auf 1,6 mm und der Taupunkt auf $-13,3^{\circ}$ (4.4.1973) zurückgehen. Bei nächtlichem Aufklaren ist nach solchen Wittersituationen Morgenfrost in den Niederungen wenigstens im April, in den Seitentälern auch in der ersten Maidekade noch die Regel.

c) Erläuterung der Diagramme (Beilage)

Dargestellt wird, bis zu welchem Datum bzw. ab welchem Datum mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit der Eintritt von wenigstens einem einmaligen Frostergebnis zu rechnen ist: getrennt für einen Mindestwert von $-0,1^{\circ}$ bzw. $-2,0^{\circ}$.

Beispiel: In Wörtherberg ist bis zum 1. März in jedem Jahr noch mit Frösten bis -2° zu rechnen, der Mai bleibt von solchen Frösten ganz verschont. Die Wahrscheinlichkeit, daß es ab dem 27. März noch einmal zu einem solchen Frost kommt, beträgt noch 50 %, usw..

Absolute Frostfreiheit (bezogen auf $-0,1^{\circ}$) gibt es in Wörtherberg von Mitte Mai bis Anfang Oktober, am Thalerhof aber nur von Anfang Juni bis Mitte September. Die Zeitunterschiede zwischen dem Eintritt von leichten ($-0,1^{\circ}$) und empfindlichen ($-2,0^{\circ}$) Frösten sind recht variabel und betragen im äußersten Fall 25 Tage (Wörtherberg im Frühjahr bei 50 % und Bad Gleichenberg im Herbst bei 70-80 %) bzw. nur 4 Tage (Bad Gleichenberg im Frühjahr bei 10-15 %).

Diese variablen Zeitunterschiede sind geländeklimatisch eigentlich nicht interpretierbar. Einzig zu erwartende Eigenheit wäre eine knappere Aufeinanderfolge von leichten

und empfindlichen Frösten bei Tal- und Talbeckenstationen mit kontinentaler (steilerer) Form des Temperaturjahresganges gegenüber einer stärker verzögerten Aufeinanderfolge bei der Riedelstation mit ausgeglichenerer (flacherer) Form der Jahreskurve der Temperatur, doch sind die Unterschiede zwischen Wörtherberg und Thalerhof viel zu groß, um auf diese Weise allein interpretierbar zu sein, bzw. müssten einander die Verhältnisse dann von Thalerhof und Leibnitz viel ähnlicher sein und nicht jene von Wörtherberg und Leibnitz.

Entscheidender ist vielmehr der Vergleich der Stationen untereinander, wozu anhand der beiden extremen Stationen Wörtherberg und Thalerhof noch ein paar Beispiele erwähnt seien: Während in Wörtherberg die Wahrscheinlichkeit zu wenigstens einem Spätfrostereignis nach dem 1. Mai nur 20 % beträgt, sind es am Thalerhof noch 45 %, -2° sind dort noch mit 23 % zu erwarten, in Wörtherberg gar nicht mehr. Umgekehrt sind am Thalerhof bis zum 30. September zu 23 % leichte, zu 6 % empfindliche Fröste zu erwarten, während Wörtherberg ganz frostfrei bleibt; bis zum 31. Oktober gibt es am Thalerhof auf jeden Fall einmal leichte und zu 88 % wenigstens empfindlichen Frost, in Wörtherberg beträgt die Wahrscheinlichkeit leichten Frostes bis Ende Oktober nur 65 %, für empfindlichen Frost gar nur 27 %. Im äußersten Fall wurden -2° in Wörtherberg erst am 9. Dezember erreicht.

d) Erläuterungen zur Karte

In den beiden Diagrammen (Abb. 7a,b) wurde versucht, für die Zone 8 anhand des Zusammenhanges zwischen mittlerem täglichem Minimum und Eintrittsdatum die Früh- und Spätfrostgefährdung abzuschätzen. Die klimatische Gunst dieser Zone drückt sich durch eine große frostfreie Periode (241 d) aus, die jene von Wörtherberg (190 d) deutlich übertrifft. Beim Spätfrost fallen allerdings Zone 7 und 8

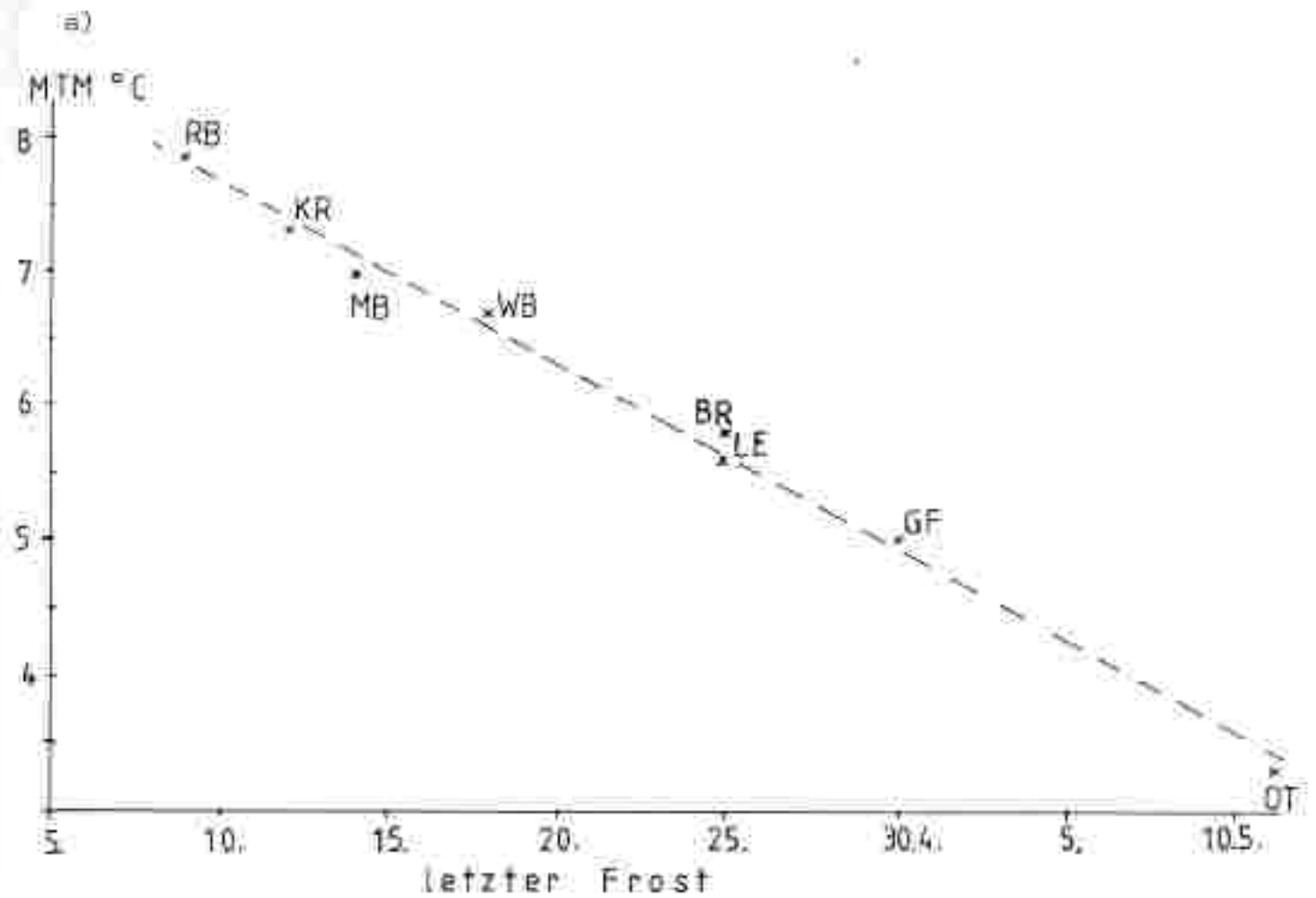
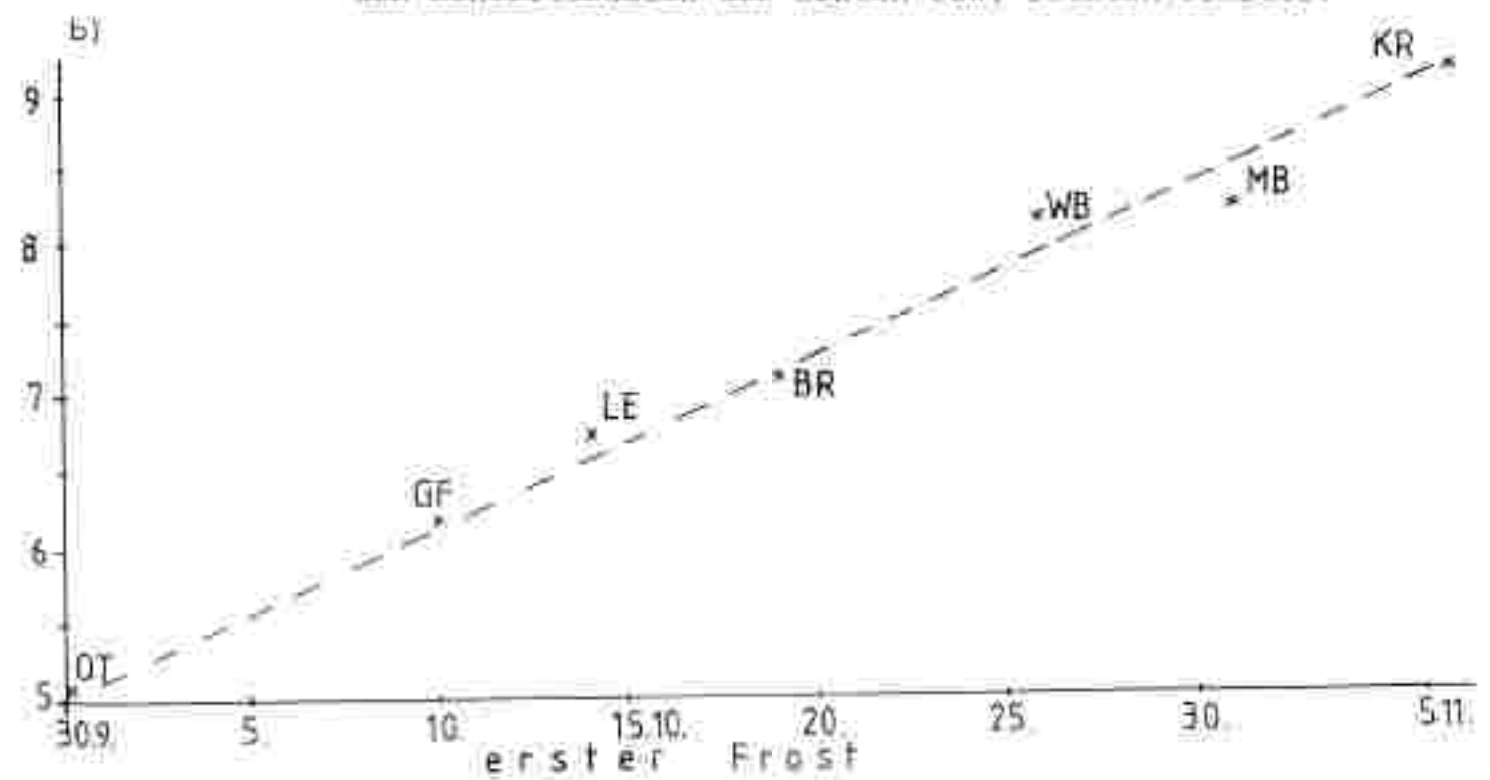


Abb. 7a, b: Zusammenhang zwischen mittlerem täglichem Minimum (für a) April, Mai; für b) September, Oktober) und den Eintrittsdaten des ersten bzw. letzten Frostes.



zusammen, da wegen des teilweise advektiven Charakters der Fröste (Wind, in geringem Ausmaß auch Schneefall) nach oben keine weitere Gunstzunahme gegeben ist. Ein typisches Beispiel dafür stellt der Kaltlufteinbruch vom 17.-20.4.1981 dar. Während dieser Periode hielt auch nachts der Nordwind an, der teilweise bis zur Talschleife durchgriff und die Kaltluft beseitigte. Er bewirkte vor allem eine starke Durchmischung der Atmosphäre mit deutlicher Temperaturabnahme nach oben (0,7-0,9 °/100 m), sodaß insgesamt tiefere Riedellagen begünstigt waren; die Station Klöch I (340 m) blieb sogar den ganzen April frostfrei.

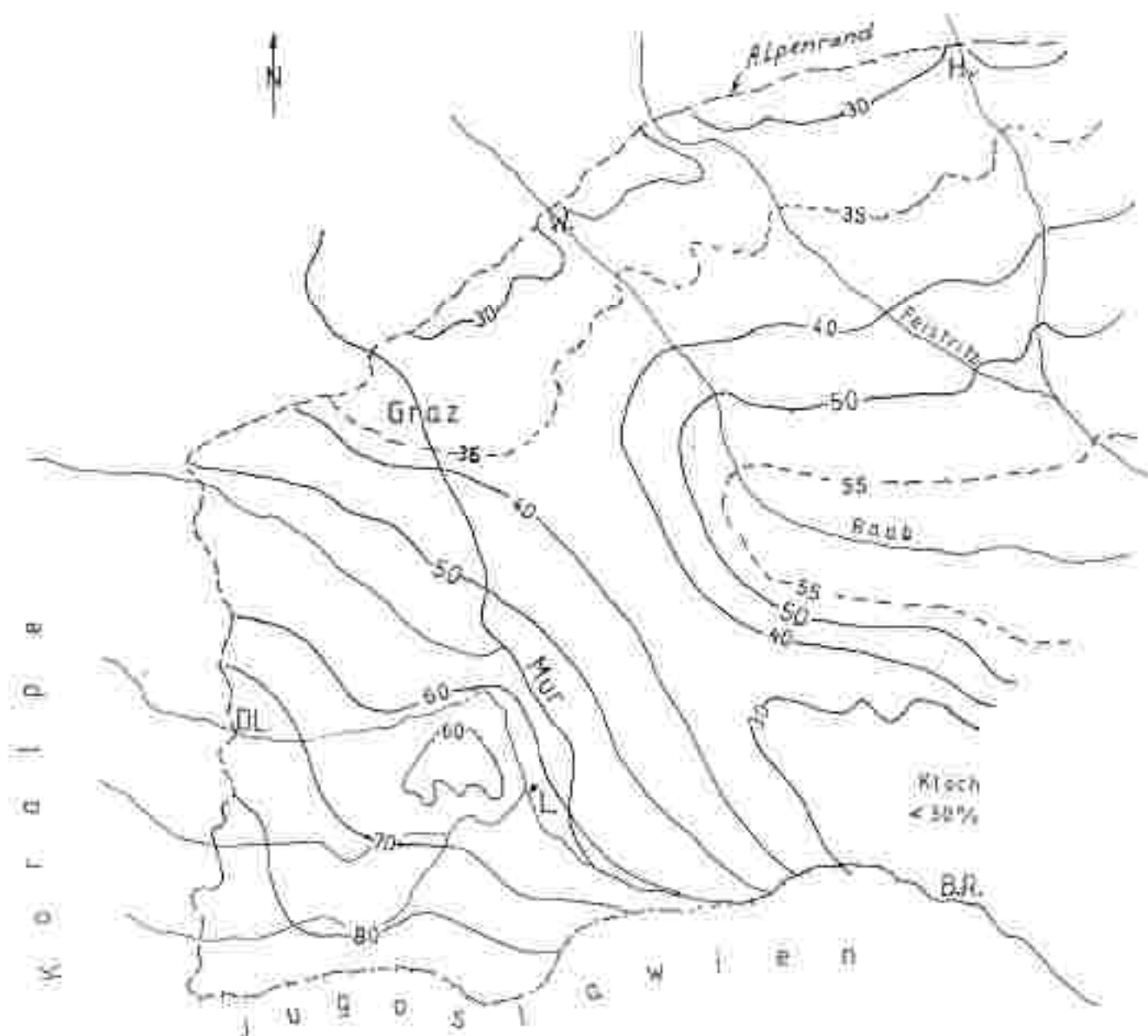
In den 70er Jahren gab es bereits zwei Advektivfröste, im März 1977 und Mai 1979. Beide bewirkten lokal auch Schäden im Bezirk Radkersburg. In Abb.8 (S.45) wurde versucht, anhand der Schäden an Johannisbeerkulturen eine Gliederung des Vorlandes hinsichtlich der Spätfrostgefährdung vorzunehmen. Das Untersuchungsgebiet schneidet dabei sehr gut ab, das Ausmaß der Schäden blieb deutlich unter 30 %. Es muß allerdings berücksichtigt werden, daß der Anteil der Anbauflächen im Vergleich mit den anderen Bezirken relativ gering ist und die Werte nicht so repräsentativ sind wie etwa in der Südweststeiermark. Als Grund für die Gunstposition des Klöcher Raumes hinsichtlich der Spätfrostgefährdung kann einerseits die teilweise deutlich niedrigere Seehöhe bzw. die große relative Höhe der Talbasis angesehen werden.

In der Kaltluftkarte kommt die Differenzierung zwischen den spätfrostgefährdeten Seitentalböden (letzter Frost zwischen 30.4. und 5.5.) und den begünstigten Riedellagen (zwischen 9.4. und 17.4.) gut zur Geltung. Ähnliches gilt für den Frühfrost, wobei wegen des stark überwiegenden Strahlungscharakters der Fröste die hohen Riedellagen am besten abschneiden. Die Spannweite zwischen Zone 1 und 8 beträgt ca. 35 d, beim Spätfrost hingegen 26 d; die Gunstunterschiede sind somit markanter ausgeprägt.

Abb. 8: Zusammenfassung der Frostschäden an schwarzen Johannisbeerkulturen - ausgedrückt in % des zu erwartenden Ertrages - durch die Spätfröste 1976, 1977, 1978 und 1979. Zu beachten ist die Benachteiligung der Südweststeiermark bzw. die Begünstigung des Klöcher Raumes und des Abschnittes Graz-Weiz-Hartberg entlang des Alpenrandes (nach Lazar 1981).

Abkürzungen:

L. Leibnitz
B.R. Bad Radkersburg
DL. Deutschlandsberg



2.2.7.2 Erläuterungen zu den Frostdaten während des Beobachtungszeitraumes (Juni 1980 bis August 1981) / Tab. 9 (S.47)

Für die Darstellung der Frostgefährdung wurde eine Klasseneinteilung in 5 Stufen gewählt. Damit wird neben der Zahl der Frosttage auch die Intensität berücksichtigt. Die mit Abstand kälteste Station Lichendorf verzeichnete 147 Frosttage, die wärmste (Rosenberg) 89. Bei milderem Winter wäre der Gegensatz wohl noch krasser ausgefallen, wie Beispiele aus der Südweststeiermark zeigen (Saison 1974/75: Otternitz 151 d, Graz-Messendorfberg 81 d, Kraxner 60 d). In Lichendorf sank im Jänner 1981 die Temperatur dreimal unter -20° , am Rosenberg nur zweimal unter -10° . Insgesamt kommt die relativ geringe Winterfrostgefährdung – auch im Vergleich mit Riedellagen in der Grazer Bucht – im Klöcher Raum sehr gut zum Ausdruck. Bemerkenswert ist vor allem, daß mittlere und niedere Riedellagen im April während eines Advektivfrostes deutlich begünstigt waren (letzter Frost bereits am 17.3.). In den kaltluftgefährdeten Tallagen hingegen verzögerte sich der letzte Frost bis zum 6. Mai (Zelting, Lichendorf, Seitentäler, aber nur lokal im Grazer Feld, Thalerhof 0,3^o). Der erste Frost im Herbst 1980 in den Tallagen wurde generell um den 20.10. beobachtet (Strahlungsfrost). Auf den Riedelstandorten im Klöcher Raum trat er erst im Gefolge eines Advektivfrostes am 1.11. ein.

Tab. 9: Ergänzung zu den Frostdaten (Ergebnisse aus dem Beobachtungszeitraum).

LF = Letzter Frost
EF = Erster Frost

Station: Otternitz, 325 m

Froststufe:	0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	< -15 ^o	Gesamt
Okt 80	5	5	-	-	-	10
Nov	9	16	1	3	-	29
Dec 80	6	5	10	9	3	33
Jan 81	-	1	5	9	16	31
Feb	2	8	10	7	1	28
Mär	6	12	4	-	-	22
Apr	5	5	1	-	-	11
Mai 81	1	1	-	-	-	2
	34	51	31	28	20	164

LF: 6.5. (-2,0^o) EF: 20.10. (-0,1^o)

Station: Graz-Thalerhof, 342 m

Froststufe:	0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	< -15 ^o	Gesamt
Okt 80	4	4	-	-	-	8
Nov	9	16	5	-	-	28
Dec 80	6	4	11	9	-	30
Jan 81	-	-	12	14	5	31
Feb	2	12	11	1	-	26
Mär	4	8	1	-	-	13
Apr	4	2	-	-	-	6
Mai 81	-	-	-	-	-	-
	29	44	40	24	5	142

LF: 23.4. (-0,1^o) EF: 20.10. (-0,9^o)

Station: Leibnitz, 276 m

Froststufe:	0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	< -15 ^o	Gesamt
Okt 80	6	2	-	-	-	8
Nov	11	11	4	-	-	26
Dec 80	5	7	9	9	-	30
Jan 81	1	1	9	14	6	31
Feb	5	8	12	2	-	27
Mär	4	10	-	-	-	14
Apr	5	1	-	-	-	6
Mai 81	-	-	-	-	-	-
	37	40	34	25	6	142

LF: 23.4. (-1,2^o) EF: 21.10. (-0,8^o)

Tab. 9 Fortsetzung

Station:		Bad Gleichenberg, 191 m					
Froststufe:		0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	< -15 ^o	Gesamt
Okt 80		4	2	-	-	-	6
Nov		13	4	4	-	-	21
Dez 80		5	9	11	0	-	25
Jan 81		2	5	16	7	1	31
Feb		6	13	5	-	-	24
Mär		7	3	-	-	-	10
Apr		3	-	-	-	-	3
Mai 81		-	-	-	-	-	-
		40	36	36	10	1	123
		LF: 22.4. (-0,5 ^o)		EF: 21.10. (-1,3 ^o)			

Station:		Bad Radkersburg, 208 m					
Froststufe:		0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	< -15 ^o	Gesamt
Okt 80		3	2	-	-	-	5
Nov		13	8	3	-	-	24
Dez 80		5	7	12	5	1	30
Jan 81		-	4	11	14	2	31
Feb		5	10	11	-	-	26
Mär		7	5	-	-	-	12
Apr		1	1	-	-	-	2
Mai 81		-	-	-	-	-	-
		34	37	37	19	3	130
		LF: 22.4. (-1,1 ^o)		EF: 21.10. (-1,4 ^o)			

Station:		Zelting, 206 m					
Froststufe:		0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	< -15 ^o	Gesamt
Okt 80		4	4	-	-	-	7
Nov		13	8	4	-	-	25
Dez 80		5	7	10	6	3	31
Jan 81		-	3	7	11	10	31
Feb		3	13	10	-	-	26
Mär		7	6	-	-	-	13
Apr		4	3	-	-	-	7
Mai 81		1	-	-	-	-	1
		37	43	31	17	13	141
		LF: 6.5. (-0,1 ^o)		EF: 21.10. (-2,2 ^o)			

Tab. 9 Fortsetzung

Station: Lichtendorf, 242 m

Froststufe:	0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	<-15 ^o	Gesamt
Okt 80	5	3	-	-	-	8
Nov	11	11	3	-	-	25
Dec 80	6	5	9	10	1	31
Jan 81	-	7	3	12	14 ^o	31
Feb	2	11	10	4	-	27
Mär	9	9	-	-	-	18
Apr	2	4	-	-	-	6
Mai 81	1	-	-	-	-	1
	36	45	25	26	15	147

LF: 6.5. (-0,4^o) EF: 21.10. (-2,0^o)

Station: Hof bei Straden, 245 m

Froststufe:	0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	<-15 ^o	Gesamt
Okt 80	3	4	-	-	-	7
Nov	14	8	4	-	-	26
Dec 80	6	6	11	8	-	31
Jan 81	-	5	8	11	7	31
Feb	2	12	11	1	-	26
Mär	8	9	-	-	-	17
Apr	4	2	-	-	-	6
Mai 81	1	-	-	-	-	1
	38	46	34	20	7	145

LF: 6.5. (-0,3^o) EF: 21.10. (-2,3^o)

Station: Messendorferberg, 429 m

Froststufe:	0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	<-15 ^o	Gesamt
Okt 80	2	-	-	-	-	2
Nov	11	6	3	-	-	20
Dec 80	10	4	11	-	-	25
Jan 81	2	8	17	3	-	30
Feb	5	9	6	-	-	20
Mär	4	4	-	-	-	8
Apr	3	-	-	-	-	3
Mai 81	-	-	-	-	-	-
	37	31	37	3	-	108

LF: 19.4. (-1,1^o) EF: 22.10. (-1,7^o)

Tab. 9 Fortsetzung

Station:		Lamitzhöhe, 540 m					
Froststufe:		0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	< -15 ^o	Gesamt
Okt 80		1	-	-	-	-	1
Nov		8	9	2	-	-	19
Dez 80		6	2	10	1	-	19
Jan 81		3	12	12	2	-	29
Feb		5	7	9	-	-	21
Mär		1	5	-	-	-	6
Apr		2	1	-	-	-	3
Mai 81		-	-	-	-	-	-
		26	36	33	3	-	98
		EP: 19.4. (-1,5 ^o)		EP: 22.10. (-0,4 ^o)			

Station:		Kitzack, 510 m					
Froststufe:		0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	< -15 ^o	Gesamt
Okt 80		-	-	-	-	-	-
Nov		10	8	1	-	-	18
Dez 80		6	4	8	-	-	28
Jan 81		3	12	11	2	-	28
Feb		4	8	9	-	-	21
Mär		4	3	-	-	-	7
Apr		3	-	-	-	-	3
Mai 81		-	-	-	-	-	-
		30	35	29	2	-	96
		EP: 19.4. (-1,0 ^o)		EP: 1.11. (-1,2 ^o)			

Station:		Kogelberg, 460 m					
Froststufe:		0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	< -15 ^o	Gesamt
Okt 80		-	-	-	-	-	-
Nov		9	9	1	-	-	19
Dez 80		6	4	8	-	-	18
Jan 81		3	10	14	2	-	29
Feb		6	9	6	-	-	21
Mär		4	3	-	-	-	7
Apr		2	1	-	-	-	3
Mai 81		-	-	-	-	-	-
		30	36	29	2	-	97
		EP: 20.4. (-1,0 ^o)		EP: 1.11. (-1,0 ^o)			

Tab. 9 Fortsetzung

Station:	Walter, 380 m					
Froststufe:	0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	<-15 ^o	Gesamt
Okt 80	1	-	-	-	-	1
Nov	11	6	1	-	-	18
Dez 80	6	6	6	2	-	20
Jan 81	4	11	12	3	-	30
Feb	6	12	5	-	-	23
Mär	3	3	-	-	-	6
Apr	1	-	-	-	-	1
Mai 81	-	-	-	-	-	-
	32	38	24	5	-	99
	LF: 18.4. (-0,9 ^o)		EF: 21.10. (-1,0 ^o)			

Station:	Klösch II, 390 m					
Froststufe:	0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	<-15 ^o	Gesamt
Okt 80	-	-	-	-	-	-
Nov	10	7	1	-	-	18
Dez 80	7	4	8	-	-	19
Jan 81	4	10	10	2	-	26
Feb	5	11	3	-	-	19
Mär	3	3	-	-	-	6
Apr	1	-	-	-	-	1
Mai 81	-	-	-	-	-	-
	30	38	22	2	-	92
	LF: 18.4. (-0,6 ^o)		EF: 1.11. (+0,7 ^o)			

Station:	Klösch I, 340 m					
Froststufe:	0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	<-15 ^o	Gesamt
Okt 80	1	-	-	-	-	1
Nov	10	7	1	-	-	18
Dez 80	8	5	10	-	-	23
Jan 81	1	11	15	2	-	29
Feb	7	10	3	-	-	20
Mär	4	3	-	-	-	7
Apr	-	-	-	-	-	-
Mai 81	-	-	-	-	-	-
	31	36	29	2	-	98
	LF: 27.3. (-1,3 ^o)		EF: 21.10. (-2,0 ^o)			

Tab. 9 Fortsetzung

Station: Rosenbergr, 450 m

Froststufe:	0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	< -15 ^o	Gesamt
Okt 80	-	-	-	-	-	-
Nov	7	10	1	-	-	18
Dez 80	6	4	7	1	-	18
Jan 81	4	12	9	2	-	27
Feb	5	13	1	-	-	19
Mär	3	3	-	-	-	6
Apr	1	-	-	-	-	1
Mai 81	-	-	-	-	-	-
	26	42	18	3	-	89

LF: 18.4. (-1,0^o) EF: 2.11. (-1,0^o)

Station: Krämer bei Deutschlandsberg, 560 m

Froststufe:	0/-2 ^o	-2/-5 ^o	-5/-10 ^o	-10/-15 ^o	< -15 ^o	Gesamt
Okt 80	-	-	-	-	-	-
Nov	9	9	1	-	-	19
Dez 80	4	5	8	-	-	17
Jan 81	5	10	10	2	-	27
Feb	3	8	9	-	-	20
Mär	3	3	-	-	-	6
Apr	3	-	-	-	-	3
Mai 81	-	-	-	-	-	-
	27	35	28	2	-	92

LF: 19.4. (-0,3^o) EF: 1.11. (-1,5^o)

2.2.7.3 Letzter und erster Bodenfrost (Reif)

Für Sonderkulturen, im speziellen Gemüsearten, ist die Kenntnis der Bodenfrostgefährdung von großer Bedeutung. In Österreich wird allerdings nur an wenigen Stationen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik die Messung der "Erdbodentemperatur" mittels eines 5 cm über kurzgehaltenem Rasen waagrecht liegenden Minimumthermometer (eigentlich "Erdbodenminimum") durchgeführt. Bei E. Jesser (1949) findet sich ein Vergleich von Stationen mit unterschiedlichen Differenzen zwischen 2 m Höhe (Hütte) und 5 cm (Boden).

Differenzen hinsichtlich des letzten bzw. ersten Frostes zwischen 2 m (Hütte) und 5 cm über dem Boden.

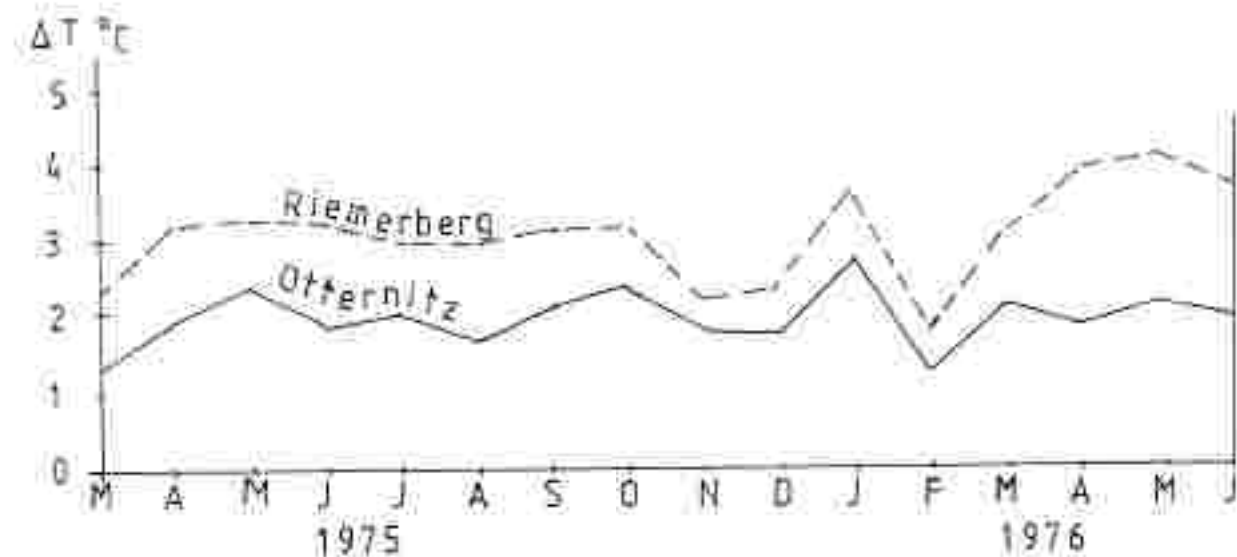
	Sh[m]	letzter Frost 2 m	Frost 5 cm	Diff. [d]	erster Frost 2 m	Frost 5 cm	Diff. [d]	Gesamtdifferenz (Frostfreie Zeit)
Weiz ¹⁾	480	16.4.	30.4.	14	16.10.	5.10.	11	25
Weiz ²⁾	480	22.4.	6.5.	16	18.10.	10.10.	8	22
Riedellagen ³⁾ Vorland	350- -450	15.4.	5.9.	20	25.10.	11.10.	14	34
Tallagen ³⁾	um 250	5.5.	20.5.	15	7.10.	27.9.	10	25

¹⁾ aus E. Jesser (1949) für die Periode 1940-1948

²⁾ nach H. Wakenigg (1978) für die Periode 1951-1970

³⁾ extrapoliert auf Grund der Ergebnisse in der Südweststeiermark unter der Berücksichtigung des mittleren absoluten Minimums

Die Differenzen zwischen 5 cm und 2 m Höhe hängen generell von folgenden Faktoren ab. Entscheidend sind zunächst die Wind- und Feuchteverhältnisse in den ersten 10 m über Grund. Bei geringer relativer Feuchte und Windgeschwindigkeit werden sich große Unterschiede einstellen (Riedellagen), wobei auf den Riedeln auch leichter bis mäßiger Wind wehen kann, der die seichte, nur wenige Dezimeter umfassende Schicht



Differenzen zwischen 5 cm und 2 m Höhe der Stationen Otternitz (Tallage, 325 m) und Riemerberg (430 m, Riedellage) von März 1975 bis Juni 1976.

noch nicht erfasst und durchmischte (Differenzen bis zu 6 °C möglich). Bei Windstille wächst die sich abkühlende Luftschicht von unten her und wird immer mächtiger, sodass schließlich auch die Mitte in den Kaltluftbereich eintaucht. Eine Ausnahme besteht nur an steilen Hanglagen, wo die gebildete Kaltluft abfließen kann. Für Tallagen gilt dies im verstärkten Maße: dort erreicht die Mächtigkeit der Kaltluft mehrere Zehnermeter, in einigen Tälern 100 m und mehr (Jahntal bei Presing). Es folgt daraus, daß infolge der relativ hohen Luftfeuchte und damit der verminderten Ausstrahlung vom Boden her das Ausmaß der Differenzen gering bleibt, ja bei Talnebel nahe 0 °C gehen kann, vor allem dann, wenn die Nebelbildung früh einsetzt und die Talnebelkaltluft sich noch weiter abkühlt. Im Frühjahr bei später Nebelbildung liegt das Minimum meist noch deutlich tiefer als das Minimum in 2 m Höhe. Generell ist demnach in nebelreichen Tallagen mit den geringsten Unterschieden, auf Riedellagen mit den höchsten zu rechnen. Dabei spielt noch die Witterung in den einzelnen Jahreszeiten eine wichtige Rolle. Im Frühjahr überwiegen bei weitem Perioden mit relativ niedriger relativer Feuchte (Föhneffekte), im Herbst dominieren eher windschwache und deutlich feuchtere Verhältnisse, die die Ausstrahlung erheblich dämpfen.

Daneben können noch unterschiedliche Böden einen Einfluß ausüben, der jedoch bei korrekt gehaltener Wiese gering bleiben dürfte.

Schließlich hängt das Ausmaß des Unterschiedes noch von den Strahlungsbedingungen während der Frostnacht selbst ab. Bei Advektivfrost, wie er in Deutschland und im nördlichen Alpenvorland häufiger vorkommt, wird der Unterschied nur gering ausfallen; bei Strahlungsfrost wird er nach vorangegangenen Nordföhn sein Maximum erzielen.

Die Station Weiz charakterisiert die Verhältnisse für eine relativ nebelarme Tallage. Die angegebenen Werte aus beiden Perioden stimmen recht gut überein; für den letzten Frost darf eine Verzögerung von 14, für den ersten Frost eine Verfrühung von 10 Tagen angenommen werden. Für eine "echte" Riedellage sind die Werte noch höher anzusetzen, für die Tallagen etwas niedriger.

Speziell im Bezirk Bad Radkersburg muß in den Seitentälern mit einer Verzögerung des letzten Frostes am Boden gegenüber dem Hüftenfrost von ca. 14 Tagen gerechnet werden. Im Unteren Mürztal kann sich dieser Wert geringfügig erhöhen (im Schnitt 13 bis 16 Tage). Auf den Riedeln, speziell auf Riedelrücken in begünstigter Lage, erreicht die Verzögerung ein Ausmaß von 20 bis 24 Tagen. Für den Herbst sind diese Werte für eine Verfrühung um ca. 30 %, der Lage entsprechend, zu erniedrigen.

2.2.8 Die aperiodische Tagesschwankung

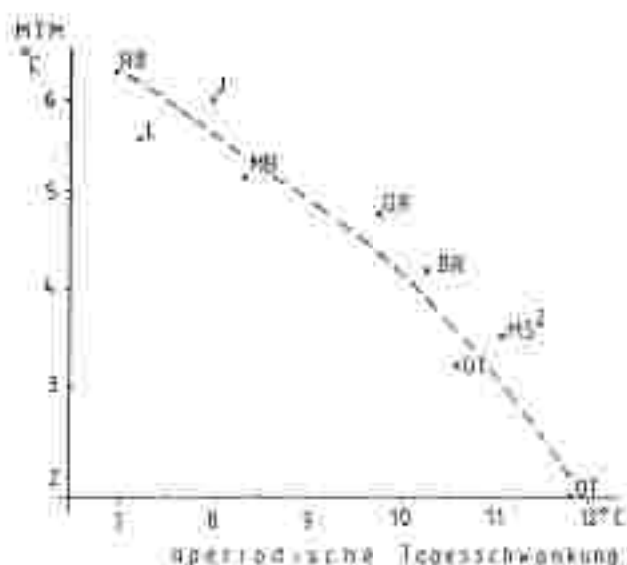


Abb. 9: Zusammenhang zwischen mittlerem täglichem Minimum (Jahr, MFM) und der aperiodischen Tagesschwankung (Jahr).

Tab. 10a: Mittlere aperiodische Tagesschwankung (Juni 1980 bis August 1981).

Monat/Stat. →	OT	GT	LE	BG	BR	LI	Z	HA	Hof	KI	WA	KIL	RS	MF	LH	KX	KB	WB
Juni 80	12,5	11,8	12,3	12,2	11,5	11,2	11,9	11,3	12,1	9,8	7,8	8,8	8,9	10,5	8,9	7,2	-	-
Juli	12,7	12,0	12,3	11,5	11,4	11,5	12,7	12,1	12,5	10,0	8,6	9,0	8,1	10,5	8,6	7,9	-	-
Aug.	11,9	11,8	12,2	10,8	12,0	11,4	12,3	11,7	12,2	9,7	8,7	9,3	8,0	9,9	8,6	7,6	-	-
Sept.	10,2	9,4	10,6	9,8	10,8	10,1	11,0	10,7	11,0	8,8	7,6	7,6	7,2	8,3	7,3	6,4	-	-
Okt.	11,5	10,8	11,1	9,5	10,4	11,1	10,5	10,6	10,3	7,7	7,3	7,2	7,1	8,7	7,9	7,2	7,3	-
Nov.	8,9	7,8	8,7	7,7	8,0	7,4	7,9	8,2	8,1	6,0	5,5	5,1	5,2	6,1	6,0	5,0	4,9	-
Dez. 80	9,3	8,6	10,2	7,2	8,5	9,1	8,4	8,5	7,6	5,7	5,2	5,3	5,0	6,6	6,3	5,2	5,1	6,0
Jän. 81	10,1	13,1	15,2	10,0	12,0	14,3	12,7	10,8	12,7	7,3	6,2	6,2	6,3		7,6	6,1	6,6	7,6
Feb.	11,5	9,3	11,0	7,9	8,6	9,5	8,6	8,9	9,1	6,5	5,2	5,5	5,2	7,7		5,7	6,2	6,7
März	14,0	12,3	13,7	11,3	12,6	12,6	12,8	12,6	13,3	9,6	7,8	8,1	7,8	9,9	7,9	6,8	9,0	8,9
Apr.	16,5	12,9	14,4	12,3	12,8	13,3	13,5	12,7	13,1	9,8	9,0	9,3	8,6	11,7	9,6	8,9	8,4	9,2
Mai	12,5	11,5	12,7	11,3	12,6	12,1	11,3	8,2	13,2	8,8	7,7	9,0		9,8	7,9	7,7	8,6	9,8
Juni	13,8	12,3	12,5	11,6	12,2	12,2	12,6	12,2	-	10,1	8,9	8,4	8,2	10,6	8,6	8,5	9,2	9,8
Juli	13,8	12,9	12,1	12,1	13,4	13,2	13,8	13,5	-	10,1	9,4	9,6	8,0	10,8	8,7	7,7	7,3	10,3
Aug. 81	11,5	12,6	12,2	11,6	12,5	13,2	13,3	12,5	-	9,9	9,4	8,9	8,2	10,5	8,6	7,7	-	9,6

Tab. 10b: Aperiodische Tageschwankung (1951-1980).

Talsstationen		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Ökt	Nov	Dez	Jähr
	Sh[m]													
Graz/Thaierhof	342	8,9	9,6	11,2	12,1	12,2	11,7	12,0	11,8	11,7	11,2	8,1	7,7	10,6
Kld Radkersburg	206	8,6	8,9	10,5	12,0	12,2	11,7	11,9	11,8	11,5	10,7	7,4	6,6	10,3
Murska Sobota I	191	9,0	9,0	10,5	12,1	12,2	11,9	11,9	11,8	11,7	10,8	7,6	6,8	10,4
Murska Sobota II	182	9,0	9,0	11,7	12,8	12,9	12,6	12,7	12,6	12,7	11,8	7,8	6,8	11,1
Gornja Radgona	205	7,1	8,4	9,8	10,9	11,5	11,3	12,0	11,4	11,2	10,6	7,5	6,6	9,8
Leibnitz	276	9,0	9,5	11,2	12,4	12,7	12,4	12,6	12,4	12,1	11,4	8,0	7,1	10,8
Otternitz	325	11,0	11,2	12,4	13,4	13,2	12,6	12,9	12,7	12,8	12,1	9,0	8,7	11,8
<u>Stadelstationen</u>														
Graz/Messendorfberg	429	5,9	6,7	8,6	9,8	9,6	9,8	10,2	9,7	9,5	8,6	6,1	5,6	8,2
Lainitzhöhe	340	5,6	6,0	7,1	8,3	8,2	8,3	8,6	8,0	8,4	7,3	5,4	5,4	7,2
Kraner/D. Landberg	540	4,7	5,2	6,4	7,7	7,6	7,7	7,9	7,5	7,5	6,5	6,4	4,0	6,6
Jernitzalm	340	5,6	6,4	7,8	9,4	9,6	9,5	9,7	9,2	9,1	8,0	6,1	5,2	8,0
Klösch I	360	5,7	6,6	8,1	9,7	9,8	9,8	10,0	9,5	9,4	8,2	6,1	5,3	8,2
Klösch II	390	5,3	6,0	7,3	8,8	8,7	8,8	9,1	8,4	8,5	7,5	5,4	4,9	7,5
Rosenberg	630	6,9	5,6	6,8	8,1	8,1	8,1	8,4	8,0	7,9	7,1	5,0	4,7	7,0

Mit gewissen Einschränkungen lassen sich die Ergebnisse der Kaltluftkarte auf die Verteilung der Tagesschwankung der Temperatur anwenden. In Abb.9 (S.55) erkennt man den nicht ganz linearen Zusammenhang zwischen dem mittleren täglichen Minimum/Jahr und der aperiodischen Tagesschwankung. Demnach weisen tatsächlich die Kaltluftgefährdeten Tallagen auch eine entsprechend hohe Tagesamplitude auf, während der Tagesgang auf den Kammlagen sehr flach verläuft. Im Vorland wird der Wert der Station Rosenberg (7°) nur noch vom Schöckl mit $5,9^{\circ}$ unterboten (H. Wakonigg, 1978).

Aus der Legende zur Kaltluftgefährdung entnimmt man ferner, daß die Spannweiten in den Zonen der Tallagen (Zonen 1-4) wegen der nur gering variierenden Maxima bedeutend kleiner sind als in den Zonen der Riedellagen, wo neben der zunehmend geringer werdenden Kaltluftgefährdung auch die Maxima mit der Seehöhe abnehmen und daher rascher den Tagesgang dämpfen. Außerdem muß in Südexpositionen infolge Überwärmung mit Zuschlag bis etwa $0,7^{\circ}$, in Nordexpositionen mit einem Abzug im selben Ausmaß bei der Tagesschwankung gerechnet werden. Die Ergebnisse aus dem Beobachtungszeitraum bzw. für die Periode 1951-1980 sind jeweils in den Tab. 10a und 10b zusammengefaßt.

2.3 Die Temperaturmaximalkarte

2.3.1 Die Lage des Untersuchungsgebietes bezüglich der 24^{h} -Temperaturen und der Temperaturmaxima innerhalb des Vorlandes, speziell bei Schönwetterperioden

Die Bedeutung der Temperaturgunstverhältnisse erkennt man daran, daß bei der amtlichen Bodenschätzung die 14^{h} -Temperatur in der klimatischen Bewertung eines Standortes eine entscheidende Rolle spielt (Differenzierung nach Klimastufen: Steiermarkatlas, Ornič 1969). Die 14^{h} -Temperaturen weichen dabei nur wenig von den Maxima ab (in Tallagen um $1-2^{\circ}$, auf den Riedeln um $0,5 - 1,5^{\circ}$ niedriger). Für die Sonderstationen wurden deshalb die Maxima ausgewertet und mit jenen aus dem amtlichen Netz verglichen (Tab. 11). Bemerkenswert war die Tatsache, daß bei Hochdruckwetterlagen besonders im Frühsommer die Temperaturmaxima im Grazer Feld die Werte des Unteren Mur-

tales erreichten bzw. sogar übertrafen. Daraufhin wurden sämtliche amtliche Stationen im Vorland hinsichtlich ihres 14^h-Temperaturverhaltens bei sommerlichem Schönwetter analysiert. Die Ergebnisse lassen auf eine Überwärmung des Alpenrandes im Abschnitt Steinz-Graz-Weiz schließen (der Raum Köflach-Voitsberg inbegriffen). Relativ (auf dieselbe Seehöhe bezogen) am kühleren schnitten Stationen im östlichen Teil des Vorlandes, insbesondere Waltra, ab. Tab. 12 enthält nun einen Vergleich der Maxima während einer Schönwetterperiode im Juni 1980. Der Thalerhof verzeichnete dabei um 1-2 ° höhere Werte, am 14. war sogar die Station Zeltweg um 1 ° wärmer. Die südlichere Lage und die geringere Seehöhe bedingen demnach nicht immer höhere Temperaturen.

Tab. 12: Vergleich der Temperaturmaxima im Vorland während einer sommerlichen Schönwetterperiode (antizyklonale Südströmung) vom 12.-15. Juni 1980.

Station	Sh [m]	12.6.	13.6.	14.6.	15.6.	
Bad Radkersburg	206	28.1	29.8	31.0	29.8	
Zelting	208	28.3	30.2	31.2	30.6	
Bad Gleichenberg	292	28.0	28.4	30.3	31.0	
Lichendorf	242	27.8	28.6	31.0	31.2	
St. Peter/Ottersbach	270 (+)	30.1	30.7	32.8	33.3	
Leibnitz	276 (+)	30.1	30.8	33.2	31.9	
Graz/Thalerhof	342	29.9	29.8	32.8	31.2	[°C]
Otternitz	325	28.4	28.3	32.0	29.5	
Messendorfberg	429	28.3	27.9	30.7	30.8	
Laßnitzhöhe	540	26.4	27.0	29.5	30.2	
Kraxner	560	26.0	26.5	29.5	29.0	
Wiel	900	23.3	24.1	27.6	25.5	
Schöckl	1432	19.1	19.1	22.0	20.0	
Zeltweg	677	28.0	29.0	32.0	28.0	

Windverhältnisse (13^h) [km/h] Thalerhof:

SE/13 E/14 SE/13 C

Bad Gleichenberg:

S/15 S/9 S/24 SE/16
(19^h,
S/33)

Tab. 11: Mittlere tägliche Maxima (Beobachtungszeitraum Juni 1980 bis August 1981).

Monat/Stat.+	OT	QT	LE	BS	BR	LI	Z	HA	Hof	KI	WA	KII	RB	MB	LIU	KR	KD	WD
Juni 80	22,2	22,6	23,6	22,5	22,9	21,9	22,0	23,0	22,6	22,6	20,5	21,5	21,8	22,1	20,8	19,2	-	-
Juli	23,3	23,4	24,6	23,5	24,4	23,1	24,5	24,3	23,9	23,9	22,6	23,0	22,5	23,2	21,8	21,3	-	-
Aug.	24,1	24,7	25,8	24,5	25,5	24,7	25,5	25,0	25,0	24,9	23,6	24,2	23,6	24,0	23,0	22,4	-	-
Sept.	19,4	19,5	20,9	19,8	20,8	20,2	20,8	20,6	20,6	20,0	18,9	19,4	19,0	19,3	18,5	18,1	-	-
Okt.	16,3	14,1	15,2	14,3	15,0	15,0	14,7	15,0	14,7	16,0	13,3	13,6	13,5	13,7	13,5	13,0	13,2	-
Nov.	5,5	5,3	6,3	6,2	6,4	5,2	5,9	6,2	6,0	6,2	5,7	5,7	5,7	5,4	5,7	5,4	5,2	-
Dez. 80	1,4	2,1	3,6	2,4	2,2	2,0	1,4	2,0	1,4	3,7	2,7	3,1	3,7	3,6	3,9	3,6	3,0	3,6
Jän. 81	2,1	1,7	3,6	2,3	2,0	0,9	1,1	0,5	2,0	2,3	1,4	1,8	2,4	2,0	2,7	2,2	1,3	2,0
Feb.	4,1	4,4	5,9	4,8	4,9	4,0	4,8	4,7	4,7	4,6	3,7	4,2	4,1	5,1	4,4	3,8	4,0	4,7
März	12,4	12,8	14,1	13,6	14,0	12,8	13,8	13,8	13,8	13,6	12,0	12,4	12,1	12,9	11,9	10,8	12,2	12,4
Apr.	15,6	16,0	17,3	16,4	16,6	16,2	16,5	16,7	16,4	16,1	15,0	15,4	15,0	16,0	14,6	14,2	15,1	16,0
Mai	19,0	19,8	20,8	20,0	20,8	20,0	19,2	20,7	20,5	19,8	17,8	19,1	18,5	19,0	17,5	17,2	18,0	19,0
Juni	23,7	24,4	24,9	24,0	24,7	24,3	24,7	24,6	-	23,8	22,5	23,1	22,5	23,8	22,1	22,0	22,6	22,8
Juli	24,4	24,5	25,7	24,8	25,4	25,0	25,6	25,5	-	24,6	23,8	24,2	23,2	24,0	22,6	22,0	23,3	23,6
Aug. 81	24,3	24,6	25,3	24,7	25,0	25,0	25,1	25,0	-	24,5	23,6	23,8	23,1	24,1	23,0	22,4	23,4	23,7

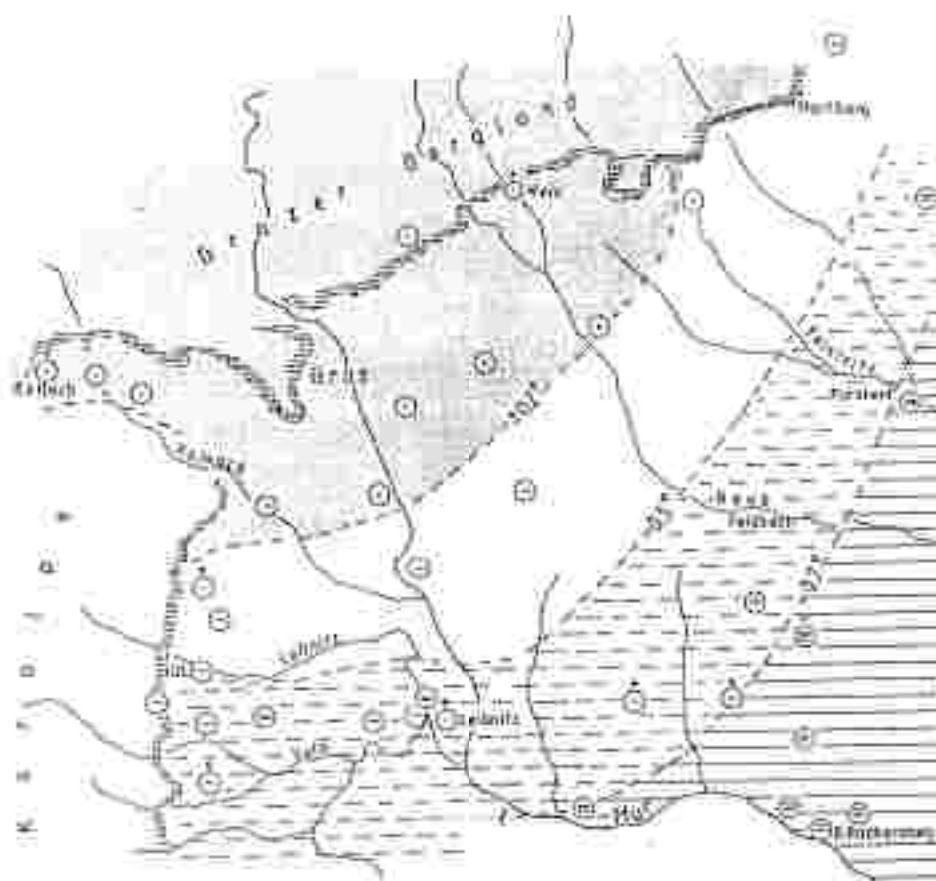


Abb. 10: Mittlere Temperaturabweichung der potentiellen mittleren täglichen Maxima aus strahlungsreichen und warmen Monaten (April bis September) unter Zugrundelegung eines Temperaturgradienten von $-0,8^{\circ}/100\text{ m}$ und der Bezugsstationen Graz/Thalerhof (342 m, für die Talstationen) und Graz/Messendorfberg (429 m, für die Riedelstationen).

Erläuterung der Symbole:

Stationen	Abweichung im mittl. tägl. Max.	Abweichung im mittl. Max. einer Schönwetterperiode
	-0,2 bis +0,2	-0,4 bis +0,2
	-0,6 bis -0,2	-1,0 bis -0,4
	-1,0 bis +0,6	-1,5 bis -1,0
	-1,4 bis +1,0	-2,0 bis -1,5
+	Station mit Überwärmung (schützte Lage bzw. Exposition)	
-	Station mit Abzug im Maximum	

Anmerkung zum Temperaturgradienten:

Speziell in der Grazer Bucht muß mit stärkerer Temperaturabnahme gerechnet werden (um $-1,0^{\circ}/100\text{ m}$).

In einer Karte (Abb. 10) wurde nun versucht, die Abweichungen hinsichtlich der Maxima aus sommerlichen Schönwetterperioden bzw. der mittleren täglichen Maxima aus diesen Monaten vom Basisprofil Thalerhof (342 m, für die Talstationen) - Messendorfberg (429 m, für die Riedelstationen) darzustellen. Leider mußte bei der Auswertung mehrfach festgestellt werden, daß durch Stationsverlegungen Veränderungen im 14^{h} -Temperatur- bzw. Maximum-Verhalten eintreten, die ein beträchtliches Ausmaß annehmen können. So wies beispielsweise die Station Würtherberg bis 1976 positive Abweichungen, danach deutliche negative Abweichungen zu Messendorfberg auf (Gesamtdifferenz $0,8 - 1,2^{\circ}$). Ferner wurden standortbedingte Abweichungen, wie etwa die Überwärmung von ca. $0,5^{\circ}$ in Leibnitz, berücksichtigt. Insgesamt zeigt die Karte eine deutliche Zunahme der Temperatur vom Vorland zum Alpenrand, wobei allerdings nur der Abschnitt Graz-Weiz bzw. das Köflach-Voitsborger Becken am günstigsten abschneiden. Durch die vermutlich geringere Stauwirkung der vorherrschend aus dem Sektor Süd bis Ost wehenden Winde liegen die 14^{h} -Temperaturen im Bereich des Koralpenrandes merklich niedriger als in der Grazer Bucht. Die Stationen im Osten, aber auch im Südosten, zeigen die stärksten negativen Abweichungen (z.B. Bad Radkersburg in einzelnen Perioden $1 - 1,5^{\circ}$, im mittleren täglichen Maximum $0,8 - 1,2^{\circ}$, im selben Ausmaß etwa auch Fürstenfeld). Die Überwärmung der oben genannten Abschnitte des Vorlandes, insbesondere der Grazer Bucht, führt letztlich zu verstärkter Cb-Bildung und Gewittertätigkeit, während der Osten und Südosten noch nahezu wolkenfrei sein können (deshalb auch die höheren Werte der relativen Sonnenscheindauer im Klöcher Raum). Bemerkenswert ist jedoch, daß die Überwärmung der inneralpinen Tallagen (z.B. Zeltweg) so weit gehen kann, daß die Maxima gleich hoch, in einigen Fällen sogar darüber liegen können (z.B. Maxima vom 3.8.1980 Thalerhof 30° , Zeltweg 32°).

Umgekehrt genießt der Südosten des Vorlandes eine Gunst bei kühlen Rückseitenwetterlagen. Gerade in schlechten Weinjahren mit häufigen Kaltlufteinbrüchen schnitten die Anbaugelände im Klöcher Raum noch am besten ab (erläutert in Abschn. 2.4.7, S.102).

2.3.2 Berechnung des vertikalen Temperaturgradienten

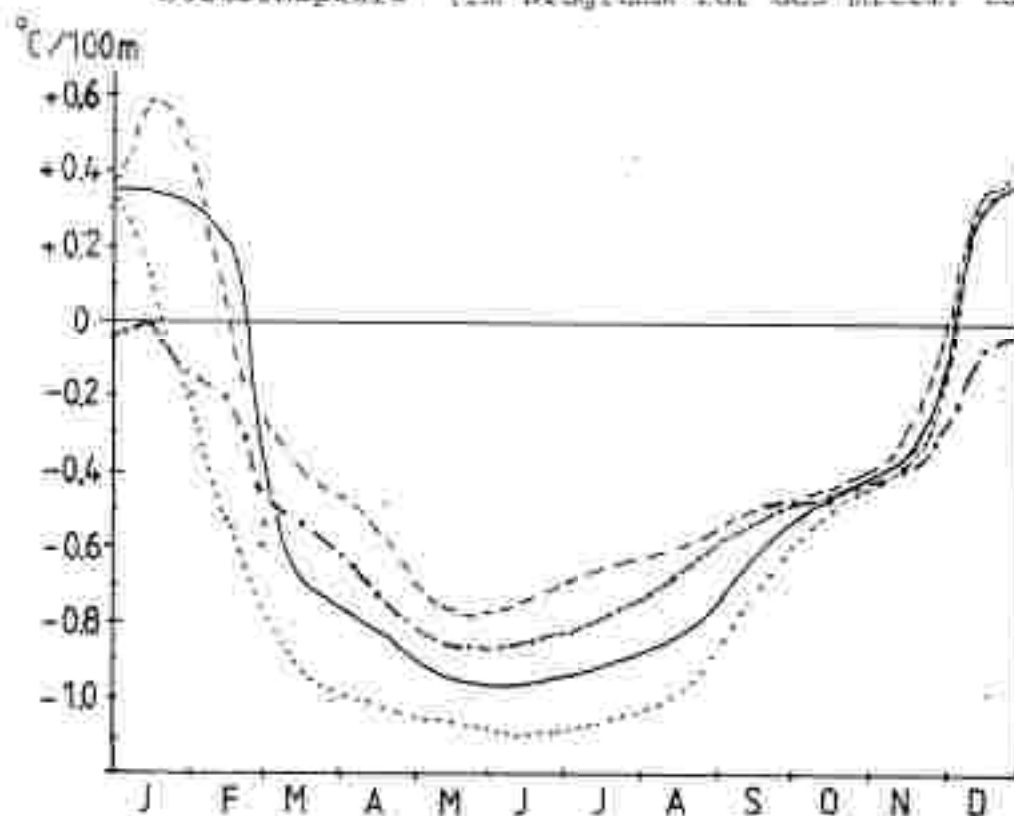
Für die Ermittlung der 14^h -Temperaturen bzw. der mittleren täglichen Maxima war die Bestimmung der vertikalen Temperaturgradienten während der einzelnen Jahreszeiten notwendig. Da im Untersuchungsgebiet Stationen in höherer Riedellage fehlen, wurde auf das Profil Gras/Thalerhof-Messendorfberg-Laßnitzhöhe zurückgegriffen und aus der Periode 1976-1980 der Temperaturgradient errechnet (graphische Darstellung in Abb. 11). Entscheidend dafür war die neutrale Kuppenlage der Station Laßnitzhöhe. Im Jahresgang des vertikalen Temperaturgradienten stellt sich im Frühsommer ein Maximum ein, wobei häufig am frühen Nachmittag labile Verhältnisse in den untersten Hektometern bestehen (im Mittel $-0,95 \text{ } ^\circ/100 \text{ m}$ zwischen Thalerhof und Laßnitzhöhe). Daraus resultiert letztlich die hohe Gewitterbereitschaft zu dieser Tageszeit. Schon im August nimmt der Anteil an stabilen Schönwetterlagen zu, der Gradient wird zusehends flacher; im Herbst beträgt die durchschnittliche Temperaturabnahme nur noch etwa $0,5 \text{ } ^\circ/100 \text{ m}$ (Oktober). Sie sinkt im Spätherbst rasch ab; im Dezember tritt dann eine Umkehrung der Verhältnisse ein, wobei mit positiven Temperaturgradienten bis zu $0,5 \text{ } ^\circ/100 \text{ m}$ gerechnet werden muß (winterliche Inversionswetterlagen). Aus dem Vergleich der drei Kurven in Abb. 11 ersieht man ferner, daß der Gradient zur Station Messendorfberg flacher verläuft (schwache Überwärmung, vermutlich infolge zu geringer Ventilierung - Waldnähe).

Für die Verhältnisse im Klöcher Raum müssen jedoch noch die Ergebnisse aus dem Sondernetz und des Stationsvergleiches im Vorland berücksichtigt werden. Wegen der höheren Windgeschwindigkeit im Klöcher Raum darf angenommen werden, daß der Anteil der labilen Schichtung¹⁾ merklich geringer ist als in der Grazer Bucht. Deshalb würde eine Übertragung dieser

¹⁾ Der Zusammenhang Windgeschwindigkeit und Temperaturgradient wird in der Tab. 6 der ÖNORM M 9440 (Ausbreitungsberechnung) genau erläutert.

relativ starken Gradienten, besonders im Frühsommer, zu einer Fehleinschätzung der Temperaturgunstverhältnisse führen. In der Abb. 11 sind die für den Bezirk Radkersburg angenäherten Werte enthalten. Bei einem Vergleich verringert sich der Gunstvorsprung der Grazer Bucht auf wenige Zehntel Grad (für die Tal- und niederen Hiedellagen beträgt er noch 0,5 bis 0,70 (im Sommer).

Abb. 11: Vertikale Temperaturgradienten für das mittl. tägl. Maximum bzw. die mittl. 14^h-Temp. (Jahresgang) an Hand ausgewählter Stationspaare (im Diagramm für das mittl. tägl. Max.)



Graz/Thalerhof (342m) - Laßnitzhöhe (540m) ———
 Graz/Thalerhof (342m) - Messendorfberg (429m) - - - -
 Messendorfberg (429m) - Laßnitzhöhe (540m)
 Bad Radkersburg (208m) - Rosenberg (450m) (interpoliert) - . - . - .

Stationspaar	Temp. grad. °C/100m mittl. tägl. Max. (IV-VIII)	Temp. grad. °C/100m mittl. 14 ^h -T. (IV-VIII)
Thalerhof-Laßnitzhöhe	-0,89	-0,89
Thalerhof-Messendorfberg	-0,67	-0,56
B. Radkersburg-Rosenberg	-0,76	-0,72

2.3.3 Die Überwärmung von Hängen

Aus Messungen in der Südweststeiermark, aber auch schon von früheren kleinklimatischen Studien (S. Morawetz, 1952), ist die Überwärmung an südexponierten Hängen bekannt geworden. Das Ausmaß hängt dabei von der Form des Hanges (konkav, konvex), der Hanglänge und der Windoffenheit (z.B. Gegenhang vorhanden) ab. Weiters spielt die Kulturart (als Faktor der Bodenreibung für den Windeinfluß) eine wesentliche Rolle. Eine maximale Überwärmung darf nach bisherigen Ergebnissen für eine nach SSW orientierte Hangmulde mit etwa 20° Neigung (und nach oben durch Wald abgeschlossen) erwartet werden; das Ausmaß beträgt dabei $1,0 - 1,5^\circ$ im mittleren Maximum. Diese Bedingungen sind am ehesten in einer größeren Waldlichtung an einem Südhang realisiert; diese Bestandsklimata findet man auch bei R. Geiger (1961) wieder.

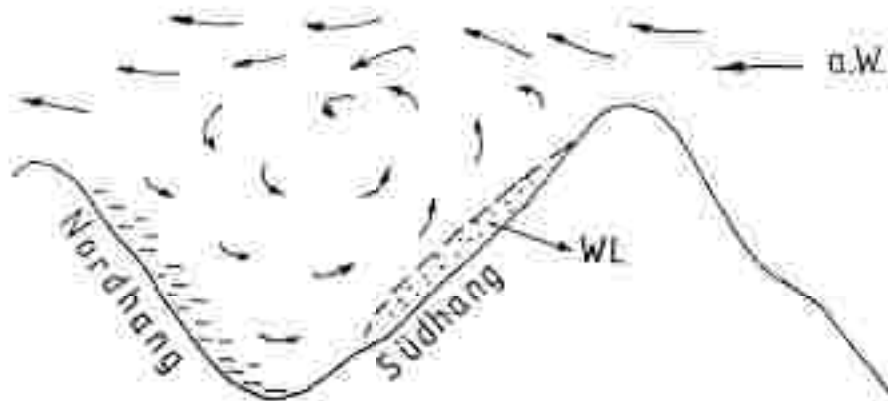
Speziell im Bezirk Radkersburg gibt es jedoch kaum derartige Extremstandorte; es überwiegen sogar die windoffenen Südlagen, vor allem im Raum Seindl-Klösch. Dort erreicht das Ausmaß der Überwärmung gegenüber Lagen in gleicher Seehöhe nur noch $0,3 - 0,5^\circ$. Diese Werte beziehen sich auf die Meshöhe von 2 m über Grund und müssen für geringere Höhen, speziell für den Weinbau etwa 1 m - noch um $1-2^\circ$ erhöht werden. In weiterer Folge tritt eine exponentielle Zunahme der Temperatur bis zur Bodenoberfläche ein (nach Morawetz, 1952, sind 20° keine Seltenheit). Diese bodennahe Schicht zeigt demnach extrem labile Verhältnisse. Zur "Abhebung" einer sogenannten Wärmeluftblase kommt es jedoch erst dann, wenn der überwärmte Luftkörper groß genug wird und die Bodenreibung überwindet. Damit setzt der Hangaufwind ein, den man vor allem bei ruhigem Spätsommerwetter deutlich spürt, wenn er die überwärmte Luft bis zu den Riedelrücken hangaufwärts bewegt. Dieser Prozeß der Wärmeluftablösung vom Hang wird auch als Thermik bezeichnet; sie ist im großen Stil an langen Südfanken von Bergen anzutreffen, insbesondere am Alpenrand bzw. am Alpenhauptkamm. Die Segler suchen bevorzugt diese Aufwindbereiche (Vertikalkomponente bis zu mehreren Metern

pro Sekunde) auf, um Höhe zu gewinnen. Abb. 12 veranschaulicht schematisch den Sachverhalt, wobei eine Gliederung des Prozesses in zwei Phasen sinnvoll erscheint.

Abb. 12: Überwärmung von Hängen und Entstehung des Hangaufwindes.

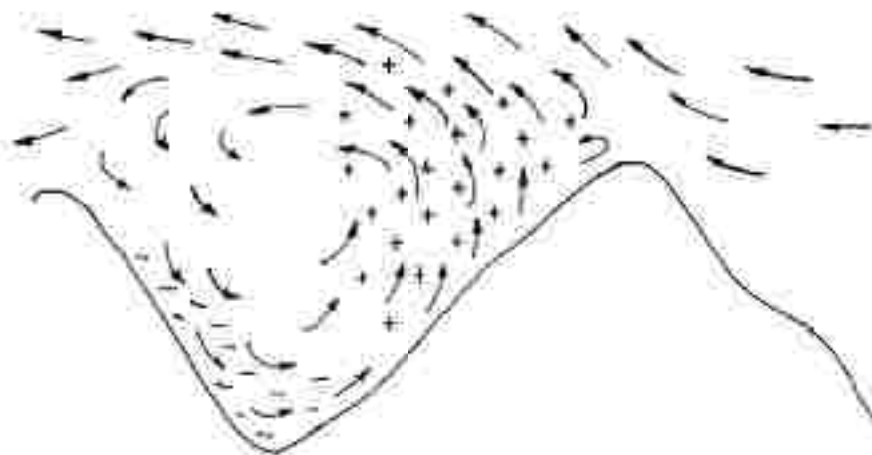
a) Phase 1 "Aufheizung" bzw. "Ruhephase":

(nur schwache Winde vorherrschend, mit Ausnahme des Riedelrückens selbst - a.W. = angenommene Windströmung aus N mit ca. 2-4 m/sec; punktierter Bereich = überwärmte Hangluft (W.L. = "Warmluftthaut"); am Nordhang kühlere Luft (---) infolge ungünstiger Einstrahlung).



b) Phase 2 "Abdrängung" bzw. "bewegte Phase", Thermik:

(der Impuls der erwärmten Hangluft genügt zum Aufsteigen, dabei am Hang selbst Abkühlung durch nachströmende kühlere Luft vom Nordhang her; bei stärkerem Wind Ausbildung eines Rotors).



Der Temperaturverlauf an einem Südhang ist deshalb weit unruhiger als auf dem Riedelrücken, wo es durch die höhere Windintensität zur "Verbläsung" des Temperaturmaximums kommt. Deutlich lassen sich diese ausgeprägt flachen Maxima an der Station Rosenberg verfolgen: der Temperaturunterschied zwischen 14^h und dem Zeitpunkt des Maximums schrumpft auf wenige Zehntel Grad zusammen.

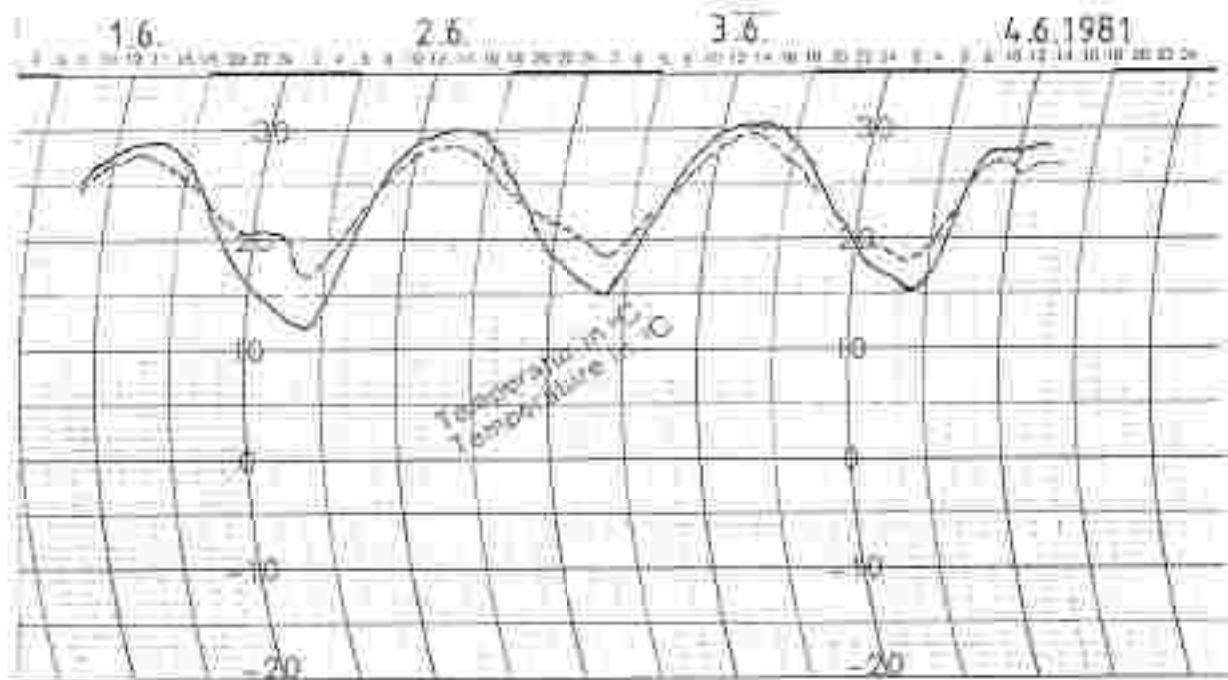


Abb. 13: Tagesgang der Temperatur bei hochsommerlichem Schönwetter an ausgewählten Stationen in Klöcher Raum.

(durchgezogene Linie = Zeltling, 206 m
strichlierte Linie = Klöch II, 390 m)

Anmerkungen: Zu beachten sind das verspätete Maximum (gegen 16 Uhr) an der Talstation Zeltling und das Maximum an der Riedelstation Klöch II (gegen 14 Uhr); der Zeitbereich mit der stärksten Temperatureabnahme (zum Teil schwach labil $< -1,0$ °/100 m) und damit der intensivsten vertikalen Durchmischung (meist bei Talwind aus SE) umfaßt den Nachmittag von 14-18 Uhr; zwischen 22 und 9 Uhr herrscht generell Inversion vor (Riedel bis zu 7° wärmer als Talsohle).

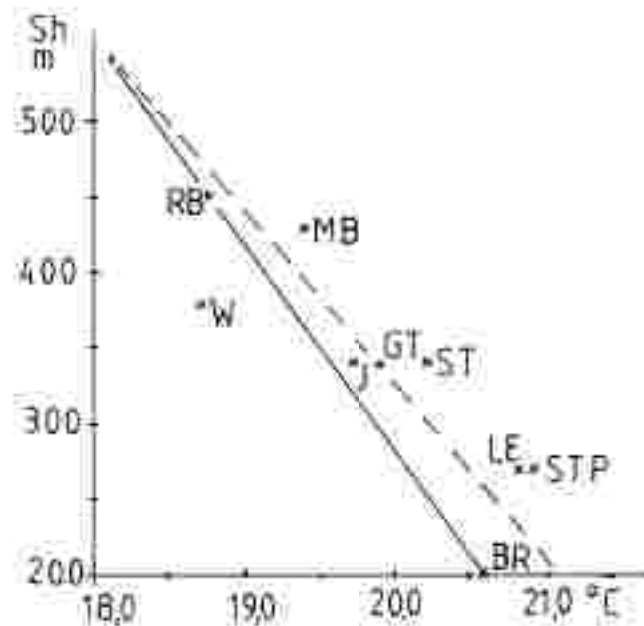


Abb. 14: 14^h-Temperatur (April-August) für neutrale Lagen (unter Zugrundelegung eines Temperaturgradienten von $-0,72$ °/100 m). Strichliert für die Grazer Bucht, durchgezogen für den Raum Klösch.

In Abb. 14 wurde außerdem für neutrale Lagen die Abnahme der 14^h-Temperatur mit der Seehöhe dargestellt und durch die Lage der einzelnen Stationen bezüglich der Gradienten ergänzt. Als wichtigste Folgerung aus der Übersicht in Tab. 15 (S. 71) ergibt sich die Tatsache, daß ohne Kenntnis der genauen Lage der Stationen beträchtliche Fehlinterpretationen bezüglich des Datennaterials möglich sind. So wirkt sich die Überwärmung auch in Monats- und Jahresmittel der Temperatur aus.

In der Temperaturmaximalkarte wurde deshalb dem Expositionseinfluß weitgehend Rechnung getragen. Für die windoffenen Südlagen gab es eine Erhöhung um $0,2-0,5$ °, für die windgeschützten Hangabschnitte eine solche um $0,5-0,8$ °. In die Karte wurden ferner die Ergebnisse der 14^h-Temperaturen (April/August) aufgenommen, die für die Bodenschätzung eine wichtige Rolle spielen. Die mittleren täglichen Maxima von März bis November dienen hingegen wieder als Grundlage für die Temperaturgunstzonenkarte.

Tab. 13: Mittlere tägliche Maxima (Periode 1951-1980).

<u>Talstationen</u>	sh(m)	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okc	Nov	Dez	Jahr	IV-VIII	Diff. zu 1. Jh.-Temp.
Graz/Thalerhof	342	0,9	4,3	9,6	15,0	19,6	23,3	24,5	23,8	20,4	14,9	7,8	2,2	13,8	21,2	1,3
Bad Radkersburg	206	2,1	5,0	10,2	15,6	20,2	23,5	25,0	24,4	21,0	15,4	8,6	3,2	16,5	21,8	1,2
Murska Sobota I (2.II) ¹⁾	191	1,6	4,9	10,3	15,7	20,2	23,5	25,0	24,5	21,0	15,3	8,6	3,2	14,5	21,8	1,2
Gornja Radgona	205	2,0	5,4	10,3	15,4	20,2	23,5	25,2	24,6	21,1	15,8	8,7	3,2	16,6	21,8	-
Leibnitz (+)	276	2,0	5,1	10,4	15,8	20,5	24,3	25,5	24,7	21,3	15,7	8,7	3,2	14,7	22,2	1,4
Ottentitz ¹⁾	325	1,1	4,3	9,2	14,5	18,9	22,4	24,0	23,6	20,3	14,8	7,9	2,3	13,6	20,6	-
<u>Eidelstationen</u>																
Graz/Messendorferberg	429	1,5	4,3	9,2	14,5	18,8	22,3	23,9	23,2	19,9	14,4	7,5	2,5	13,5	20,5	1,1
Lafnitzhöhe ¹⁾	540	1,6	3,8	8,2	13,4	17,7	21,1	22,7	22,1	19,2	14,0	7,4	2,9	12,8	19,4	1,3
Kranzer/D. Landsberg (-)	560	1,5	3,6	7,7	12,9	17,2	20,6	22,2	21,5	18,5	13,0	6,5	2,2	12,4	18,9	-
Jeruzalem (+)	360	2,0	4,8	9,4	14,7	19,3	22,7	24,3	23,8	20,3	14,9	8,5	3,4	14,0	21,0	1,3
Klösch I ¹⁾	340	2,0	4,9	9,6	14,9	19,4	22,9	24,6	23,8	20,5	15,0	8,3	3,3	14,1	21,1	1,3
Klösch II ¹⁾	390	2,0	4,6	9,1	14,3	18,7	22,2	23,8	23,1	19,9	14,4	7,8	3,1	13,6	20,4	1,2
Rosenberg ¹⁾	450	2,1	4,4	8,0	13,9	18,2	21,5	23,3	22,7	19,5	14,1	7,6	3,0	13,3	19,9	1,1

Erläuterungen:

(*) Station mit Überwärmung

(**) Station mit Abzug im Maximum

1) Werte auf die Periode 1951-1980 extrapoliert

2) reduziert aus 1976-1981 mit Hilfe von Graz-Messendorf

3) die Werte von Murska Sobota I und II sind nahezu identisch

Tab. 16: 10^h-Temperaturen (1951-1980).

<u>Talstationen</u>	<u>Sh(m)</u>	<u>Mär</u>	<u>Apr</u>	<u>Mai</u>	<u>Jun</u>	<u>Jul</u>	<u>Aug</u>	<u>Sep</u>	<u>Oct</u>	<u>IV-VIII</u>
Graz/Thalerhof	342	8,4	13,6	18,2	21,5	23,1	22,7	19,3	14,1	19,9
Bad Radkersburg	206	9,0	14,6	18,8	22,2	23,9	23,4	19,9	14,6	20,6
Leibnitz (+)	276	9,1	14,4	19,1	22,5	24,2	23,6	20,3	15,0	20,8
Liechendorf	242	8,8	14,3	18,6	21,9	23,7	23,2	19,7	14,4	20,3
Murska Sobota	184	9,1	14,4	18,9	22,3	23,9	23,5	20,0	14,7	20,6
St. Peter/Untersbach (+)	270	9,2	14,7	19,1	22,6	24,2	23,7	20,3	15,1	20,9
<u>Riedelstationen</u>										
Graz/Messendorferberg	429	8,3	13,3	17,7	21,0	22,6	22,2	18,9	13,7	19,4
Laßnitzhöhe	540	7,1	11,9	16,4	19,7	21,4	21,0	17,9	13,2	18,1
Straden (+)	340	9,0	14,0	18,5	21,8	23,4	23,1	19,7	14,5	20,2
Klösch I. (+)	340	8,7	13,7	18,2	21,4	23,1	22,7	19,4	14,2	19,8
Klösch II.	390	8,0	13,1	17,4	20,8	22,4	22,1	18,8	13,7	19,2
Waltra (-)	380	7,6	12,5	17,0	20,2	21,9	21,6	18,4	13,2	18,7
Jeruzalem (+)	360	8,6	13,6	18,1	21,3	23,0	22,6	19,4	14,2	19,7
Rosenberg	450	7,6	12,6	16,9	20,3	22,1	21,7	18,4	13,4	18,8

2.3.4 Die mittleren täglichen Maxima bzw. die 14^h-Temperaturen als Maß für die Gmstverhältnisse tagsüber

Aus den Tab. 11, 13 und 14 ersieht man, daß eine Differenzierung der Stationen hinsichtlich Überwärmung bzw. Abzug im Maximum vorgenommen wurde: alle anderen Stationen sind als "neutral" anzusprechen. Die Gründe für die Abweichungen bzw. das Ausmaß derselben von den neutralen Werten sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

Tab. 15: Stationen mit Überwärmung bzw. mit Abzug im Maximum.

Station	Sh(m)	Ursache der Überwärmung bzw. des Abzuges	Ausmaß der Abweichung [°C]
Leibnitz	276	windgeschützte Lage im Klostergarten	+0,4/0,5 (im Juni/Juli bis +0,6)
St. Peter/ Ottersbach	270	windgeschützte Lage in einem Hof	+0,4/+0,5
Straden	340	Lage an der Südflanke des Sazlaniberges	+0,5/+0,6
Waltra	380	schattige Lage (Bäume) an nordostexponiertem Hang	-0,5
Masendorfberg	429	ostseitige Riodelrückenlage mit Wald in der Nähe, geringere Ventilation	+0,2/0,3 (gegenüber Profil Thalerhof-Lainitzhöhe gegenüber Kiochor Raum 0,5/0,6)
Jerusalem	340	genaue Lage unbekannt (Südosthang vermutet)	+0,2
Kioch I	340	windoffener Südhang	+0,3

2.3.5 Zahl der Sommertage

2.3.5.1 Definition und Vorbemerkungen

a) Erläuterungen

Unter Sommertagen werden jene Tage verstanden, an welchen die Temperatur zu irgendeinem Zeitpunkt wenigstens 25° erreicht oder überschreitet, unabhängig von der tatsächlichen Höhe der Überschreitung bzw. von deren Dauer, wie auch unabhängig von den sonstigen Witterungsbedingungen.

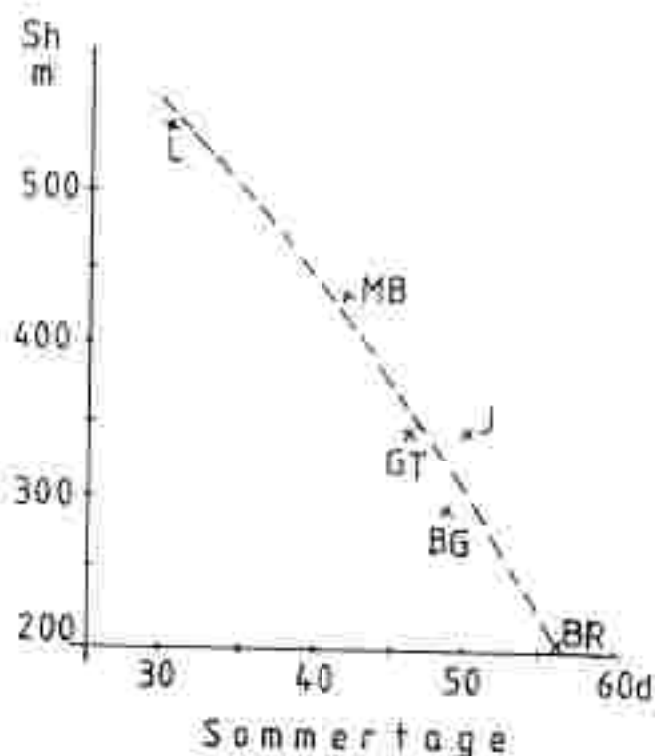
Tage mit Temperaturen von wenigstens 30° werden - ebenfalls nicht ganz befriedigend - als "Tropentage" bezeichnet. Sie sind sinngemäß in der Zahl der Sommertage (ebenso wie die "Eistage" in der Zahl der Frosttage) enthalten und werden hier nicht näher untersucht.

Normalerweise werden die Sommertage durch Registrierung mit dem Maximumthermometer (wie üblich in der Hütte) ermittelt, wodurch wieder nur Stationen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik verwendet werden konnten und daher auf weiter entfernt liegende Stationen zurückgegriffen werden mußte.

Da das Ereignis eines Sommertages im Klima des Untersuchungsraumes (wie generell in Mitteleuropa) weitaus überwiegend durch die Bedingungen während der wärmsten Tagesstunden, meist sogar bei ausgesprochenem Schönwetter mit starker Einstrahlung bestimmt wird, ist die Zahl der Sommertage (ähnlich wie die der Frosttage) gegenüber geländeklimatischer Eigenheiten bzw. Besonderheiten der Aufstellung der Thermometerhütte und der Gestaltung ihrer Umgebung sehr empfindlich, insbesondere was die Exposition, den Untergrund und die bauliche Gestaltung der Umgebung betrifft. So kann die Zahl der Sommertage durch zu schattige oder nordexponierte wie auch zu windexponierte Standorte gegenüber den zu erwartenden "umgebungstypischen" Werten

zu niedrig bleiben. bzw. bei Südexposition, Standorten in praller Sonne oder bei reflektierenden Hauswänden deutlich zu hoch ausfallen (wie z.B. in Leibnitz). Bei weitgehend neutraler Stationslage nimmt die Zahl der Sommertage in der Steiermark mit zunehmender Seehöhe verzögert ab.

Abb. 15: Abnahme der Zahl der Sommertage (1951-1980) mit zunehmender Seehöhe.



Die jahreszeitliche Verteilung der Sommertage zeigt keine Besonderheiten; sinngemäß konzentrieren sie sich auf die Hochsommermonate. In den tiefsten Lagen des Untersuchungsgebietes sind Sommertage im März als einmalige Zufallsergebnisse in mehreren Jahrzehnten gerade noch möglich, im April sind sie schon in jedem 2. bis 3. Jahr zu erwarten, wobei sich im Durchschnitt 1-2, maximal 5 Sommertage einstellen. Im Mai sind Sommertage fast alljährlich mit durchschnittlich 4-5, maximal etwa 15 Tagen, zu erwarten, der Juni bringt 5-22, durchschnittlich 12-13, der Juli 7-25, durchschnittlich 17-18, der August 1-25, durchschnittlich

14-15, und der September 0-15, durchschnittlich 5-6 Sommertage, während sie im Oktober nur etwa jedes 3. bis 4. Jahr zu erwarten sind, wobei sich ein Durchschnitt von einem halben Tag bei einem Maximum von 3-4 erwarten läßt.

b) Die Ergebnisse

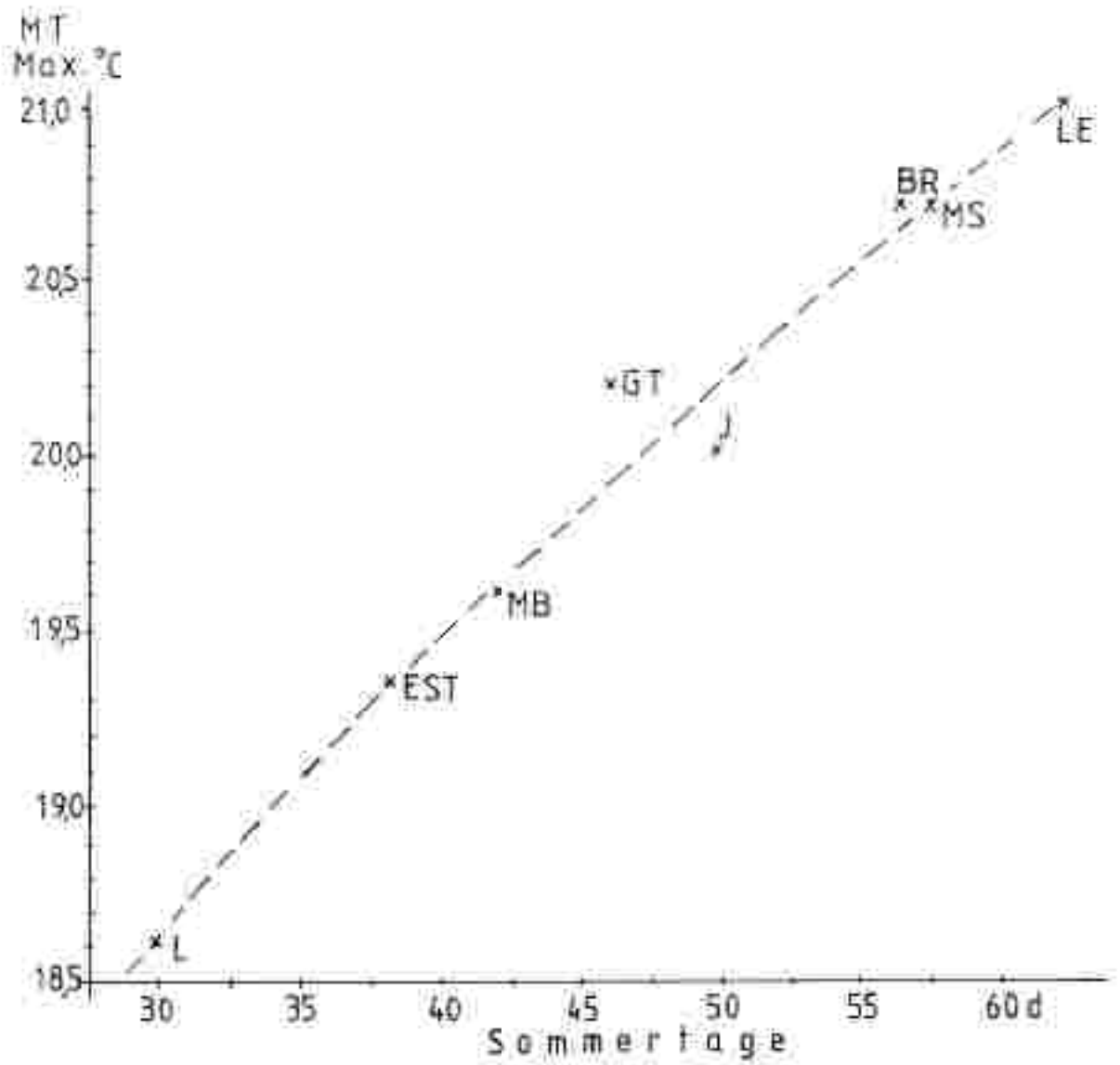
Tab. 16: Durchschnittliche Zahl der Sommertage pro Jahr der Periode 1951-1980 (M) und Standardabweichung in Tagen (s).

	M	s
Wörtherberg, 402 m	41,8	10,8
Thalerhof, 341 m	45,9	9,5
Leibnitz, 275 m ¹⁾	62,4	9,7
Bad Gleichenberg, 292 m	49,2	10,0
Bad Radkersburg, 208 m	56	(red. aus 1972-80)
Messendorfberg, 429 m	42	(red. aus 1951-70)
Jeruzalem, 340 m	50	(red. aus 1951-70)
Muraka Sobota, 191 m	57	(red. aus 1951-70)
Laßnitzhöhe, 540 m	30	(red. aus 1951-70 bzw. 1976-80)

Abb. 16 zeigt schließlich den Zusammenhang zwischen dem mittleren täglichen Maximum (April-Oktober) und der Zahl der Sommertage. In den höchsten Lagen in Nordexposition sinkt demnach im Untersuchungsgebiet die Anzahl unter 30 Tage ab, während sie in den günstigen Tallagen des Murtales (etwa östlich von Gosdorf) über 50 ansteigt.

¹⁾ durch Überwärmung zu hoher Wert (effektiv 51)

Abb. 16: Zusammenhang zwischen mittlerem täglichen Maximum (April bis Oktober) und der Zahl der Sommertage



2.4 Die Temperaturgunstzonenkarte

2.4.1 Grundlagen

Ziel dieser Karte ist es, die Temperaturgunstunterschiede in ihrer Gesamtheit zu erfassen und sie - gegliedert in Gunstzonen - kartographisch darzustellen. Basierend auf der Kaltluft- und der Temperaturmaximalkarte ergibt sich nun folgendes Schema (Tab. 17), nach dem für jeden Standort die Temperaturverhältnisse bestimmt wurden.

Tab. 17: Schema zur Ermittlung der Temperaturgunstzonen (bezogen auf die Vegetationsperiode / Tagesmittel > 5 °C, März bis November).

1) Einfluß der Kaltluftgefährdung

Kaltluft- gef. Zone	mittlere Abweichung vom mittl.tägl. Minimum der Basisstation Graz/Thalerhof [°C]
1	-0,6 (-0,9 bis -0,3)
2	± 0 (-0,1 bis +0,2)
3	+0,5 (+0,2 bis +0,7)
4	+1,0 (+0,7 bis +1,2)
5	+1,5 (+1,2 bis +1,7)
6	+1,9 (+1,7 bis +2,1)
7	+2,3 (+2,1 bis +2,5)
8	+2,6 (+2,5 bis +2,8)

2) Einfluß der Seehöhe (mittl.tägl. Maximum bzw. 14^h-Temperatur)

Seehöhe [m]	mittlere Abweichung vom mittl.tägl. Maximum der Basisstation Graz/Thalerhof [°C]
450	-1,0
400	-0,6
350	-0,2
300	+0,1
250	+0,4
200	+0,7

3) Einfluss der Exposition:

Südhang windoffen: 0,2 bis 0,5 °C

Südhang geschützt: 0,5 bis 0,9 °C

4) Einfluss des unterschiedlichen Tagesganges der Temperatur
(Minimum tritt auf Riedeln oft nur kurz ein):

Zuschlag für Riedellagen: +0,1 °C

Beispiel für eine Tallage:

Bad Radkersburg

ad 1) ΔT zu Graz/Thalerhof März–November: +1,0 °ad 2) ΔT zu Graz/Thalerhof März–November: +0,7 °

ad 3) neutral

Mittelbildung: $\frac{1,0 + 0,7}{2} = 0,85$ °

ad 4) Tallage

Gesamtdifferenz daher 0,85 °

Temperaturmittel Graz/Thalerhof März–November: 11,67 °

+ 0,85 °

12,52 °

Mit diesem Mittelwert (12,5 °) erfolgt die Zuordnung zu weiteren Parametern, wie die Andauer der Vegetationsperiode.

Beispiel für eine Riedellage:

Jerusalem

ad 1) ΔT zu Graz/Thalerhof: +2,5 °ad 2) ΔT zu Graz/Thalerhof: -0,2 °

ad 3) 0,1 bis 0,2

Mittelbildung: $\frac{2,5 - 0,1}{2} = 1,2$

ad 4) Zuschlag für Riedellage + 0,1 = 1,3

11,7 °

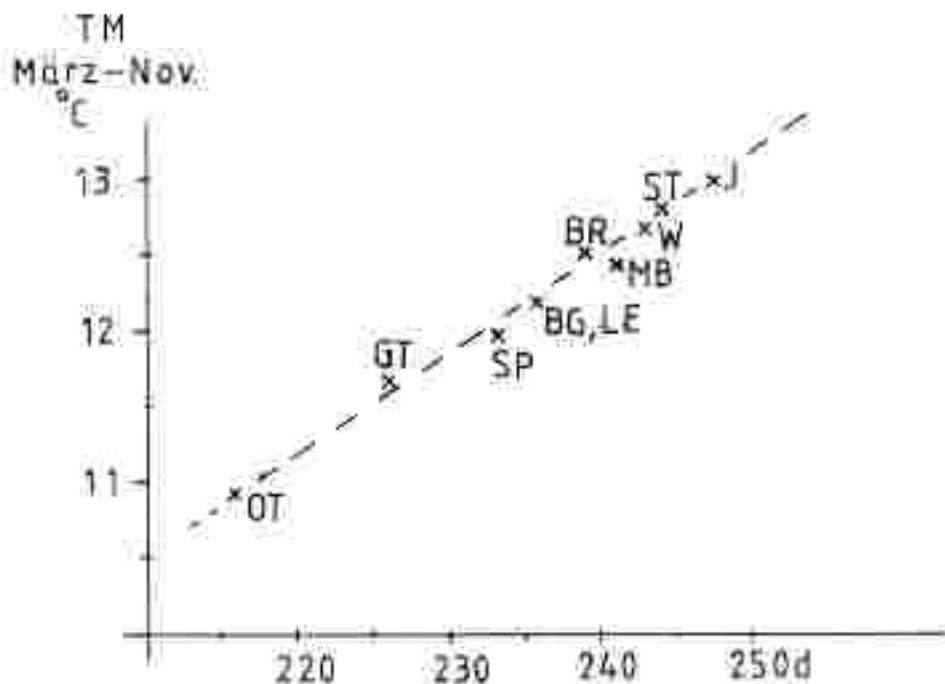
+ 1,3 °

13,0 °

Weitere Parameter entsprechend Diagramm (Abb.18).

Den derart berechneten Abweichungen liegt das Mittel $\frac{\text{Min.} + \text{Max.}}{2}$ zugrunde, wobei sich je nach Jahreszeit beträchtliche Abweichungen vom "wahren" Mittel ergeben können, in der Zeit März-November jedoch diese Einflüsse (unterschiedliche Tagesgänge) ausgleichen. Die Abweichungen der einzelnen Standorte wurden dann in ein Diagramm (Abb. 17) übertragen, das den Zusammenhang zwischen dem Mittel März-November und der Andauer der Vegetationsperiode (Tagesmittel $>5^{\circ}$) beinhaltet. In ähnlicher Weise erfolgte dann die Ermittlung der Andauer für die 10° -Vegetationsperiode, allerdings diente als Basis das Temperaturmittel April-Oktober:

Abb. 17: Zusammenhang zwischen der mittleren Temperatur März bis November und der Andauer der Vegetationsperiode I ($>5^{\circ}$ C)



Um die bedeutenden geländeklimatischen Unterschiede entsprechend differenziert darstellen zu können, fiel - analog zur Kaltluftkarte - die Wahl auf 8 Zonen, wobei die letzte infolge ihrer nur noch geringen Gunstzunahme mit 7a bezeichnet wurde. Sie repräsentiert quasi die optimalen Lagen innerhalb der Zone 7; dabei handelt es sich durchwegs um südexponierte Hanglagen im Klöcher und Stradner Raum. Mittels dieser Zonierung schien auch die Zuordnung zu den Parametern Jahresmittel, Jänner- und Julimittel der Temperatur sinnvoll. Während diese Zuordnung beim Jahres- und Jännermittel wegen der großen Unterschiede noch befriedigend ist, überschneiden sich im Juli insbesondere die Niedelzonen. Die Temperaturspannen zwischen den einzelnen Zonen sind so gering, daß bei entsprechender Exposition (mit Überwärmung oder Abzug) ein bis zwei Zonen "übersprungen" werden können. Dieses Diagramm in der Legende trifft deshalb nur für neutrale Lagen zu.

2.4.2 Dauer der Vegetationsperiode (I für Tagesmittel $>5^{\circ}$, II für Tagesmittel $>10^{\circ}$) als Grundlage zur Darstellung von Temperaturgunstunterschieden

Mit Recht werden in der Landwirtschaft Temperaturmittelwerte gefordert, die für die Vegetationsperiode repräsentativ sind. Dies spielt vor allem dann eine wesentliche Rolle, wenn die Bedingungen in Anbaugebieten mit unterschiedlichem Klimaregime verglichen werden sollen. Insbesondere Angaben über das Jahresmittel allein können eine Klimagunst vortäuschen, die nur durch den milden Winter, etwa im maritim beeinflussten Bereich, bedingt sind. Für die Vegetation bleibt der Winter jedoch praktisch bedeutungslos, sieht man von der Winterfrostgefährdung für den Weinbau ab. Speziell im Raum Klöcher decken sich allerdings die Ungunslagen im Winter mit jenen in der Vegetationsperiode weitgehend. Tab. 18 enthält nun für die einzelnen Stationen die Andauerwerte jeweils getrennt für die Periode I ($>5^{\circ}$) und Periode II ($>10^{\circ}$). Das Maximum tritt erwartungsgemäß in den Klöcher Gunstlagen mit nahe

250 Tagen ein, wodurch die bisher bekannten Spitzenwerte von Sträden (244) noch übertraffen werden. In den kältesten Seitentalabschnitten des westlichen Teiles des Bezirkes sinken hingegen die Werte auf ca. 230 Tage ab. Die günstigen Abschnitte des Murtales verzeichnen bereits 238 bis 240 Tage und nehmen somit eine Übergangseinstellung zu den Riedellagen ein.

Tab. 18: Andauerwerte bestimmter Temperaturen (bezogen auf die Normalwerte aus 1951-1980).

	Sk. [m]	Vegetationsperiode I			Vegetationsperiode II		
		5 °-Tagesnormalwert			10 °-Tagesnormalwert		
<u>Talstationen</u>		von	bis	Dauer	von	bis	Dauer
Thalerhof	340	23.3.	5.11.	228	23.4.	8.10.	169
Leibnitz ¹⁾	275	20.3.	10.11.	236	19.4.	11.10.	176
Bad Radkersburg	308	19.3.	12.11.	239	19.4.	13.10.	178
Zelting	200	20.3.	10.11.	236	20.4.	12.10.	176
Unterpurkla	220	19.3.	11.11.	238	19.4.	13.10.	178
Bad Gleichenberg	292	20.3.	10.11.	236	20.4.	12.10.	176
Lichendorf ²⁾	242	22.3.	9.11.	233	22.4.	11.10.	173
Unterkarla ²⁾	240	22.3.	9.11.	233	22.4.	11.10.	173
St. Peter/Ottersbach ^{*)}	270	22.3.	9.11.	233	22.4.	10.10.	172
Otternitz ²⁾	325	30.3.	31.10.	216	29.4.	4.10.	159
<u>Riedelstationen</u>							
Sträden (+)	340	16.3.	16.11.	244	17.4.	18.10.	185
Walters (-)	380	17.5.	14.11.	243	18.4.	17.10.	183
Messendorfberg	429	17.3.	10.11.	241	19.4.	13.10.	179
Jerusalem	340	14.3.	16.11.	248	16.4.	20.10.	188
Klösch II	390	15.3.	15.11.	246	17.4.	19.10.	186
Rosenberg	450						
Klösch I	340	13.3.	16.11.	249	15.4.	20.10.	189

¹⁾ nahezu identisch mit Muraka Sobora I

(+) infolge Exposition zu hohen oder

(-) zu niedrigen Werten

^{*)} Werte infolge geschützter Lage zu hoch

(Leibnitz 233 bzw. 173 d; St. Peter/Ottersbach 231 bzw. 171 d)

²⁾ Werte extrapoliert mit Hilfe des Diagrammes in Abb. 18

Tab. 19a: Jahresgang der Temperatur (1951-1980).

Talstationen	Sh[m]	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	XII-EI	EII-EI	Schwar- Kette
Bad Radkersburg ¹⁾	208	-2,1	0,4	4,6	9,6	14,3	17,9	19,1	18,3	14,7	9,3	4,5	-0,5	9,2	-0,7	12,5	21,2
Gornja Radgona ²⁾	205	-1,6	1,2	5,4	9,9	14,4	17,7	19,1	18,6	14,8	10,0	4,9	-0,3	9,5	-0,2	12,7	20,7
Murska Sobota I	191	-2,2	0,3	4,6	9,6	14,2	17,7	19,0	18,2	14,6	9,3	4,7	-0,6	9,1	-0,8	12,6	21,2
Murska Sobota II	184	-2,2	0,4	4,3	9,4	14,0	17,5	18,8	17,9	14,3	8,9	4,5	-0,6	8,9	-0,8	12,1	21,0
Unterperkica ³⁾	220	-2,3	0,3	4,5	9,6	14,3	17,8	19,0	18,2	14,7	9,3	4,4	-0,6	9,1	-0,9	12,8	21,3
Zelting ²⁾	206	-2,6	0,2	4,4	9,4	14,1	17,7	18,9	18,1	14,6	9,1	4,3	-0,6	9,0	-1,1	12,3	21,5
Unterkarja ¹⁾	200	-2,8	-0,1	4,2	9,2	13,8	17,5	18,7	17,9	14,3	8,9	4,0	-1,0	8,7	-1,3	12,1	21,5
St. Peter/Ottersbach/Mühle ¹⁾	260	-3,8	-1,0	3,4	8,6	13,3	17,0	18,2	17,4	13,8	8,5	3,4	-2,0	8,1	-2,3	11,5	22,0
St. Peter/Ottersbach ²⁾	270	-2,8	-0,2	4,0	9,1	13,9	17,4	18,7	17,8	14,2	8,9	3,8	-1,0	8,7	-1,3	12,0	21,5
St. Peter/Ottersbach ³⁾	270	-2,9	-0,4	3,8	8,9	13,7	17,2	18,4	17,5	14,0	8,7	3,7	-1,2	8,5	-1,5	11,8	21,5
Lichendorf ¹⁾	242	-3,3	-0,4	4,0	9,2	13,9	17,5	18,7	17,8	14,3	9,0	3,9	-1,2	8,6	-1,6	12,0	22,0
Leibnitz	276	-2,6	0,1	4,3	9,5	14,1	17,7	18,9	18,0	14,5	9,2	4,0	-0,8	8,9	-1,1	12,2	21,5
Leibnitz ³⁾	276	-2,7	-0,1	4,1	9,3	13,9	17,4	18,5	17,7	14,3	9,1	3,9	-0,9	8,7	-1,2	12,0	21,2
Gras/Thalerhof	342	-3,4	-0,6	3,6	8,8	13,6	17,2	18,5	17,6	14,0	8,5	3,2	-1,6	8,3	-1,9	11,7	21,9
Bad Gleichenberg	292	-2,2	0,3	4,4	9,4	14,0	17,5	18,8	18,0	14,4	9,3	4,0	-0,8	8,9	-0,8	12,2	21,0
Ottensitz ¹⁾	325	-4,8	-1,9	2,4	7,7	12,6	16,3	17,3	17,0	13,4	7,9	2,6	-2,6	7,4	-3,1	10,9	22,6

Erläuterungen:

¹⁾ Korrektur auf Freilandwerte (Überwärmung der Station infolge geschützter Lage)

²⁾ reduziert aus kurzen Perioden bzw. extrapolierte Werte

³⁾ reduziert aus längeren Perioden (bei Radkersburg mit Hilfe von Murska Sobota I)

Die angeführten Mittelwerte beruhen auf dem "alten" Mittel aus $\frac{7^b + 14^b + 21^b + 21^b}{4}$

Tab. 19b: Jahrgang der Temperatur (1951-1980).

Wandelstationen	sh[m]	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	XII-II	III-III	Schwankung
Jerusalem ²⁾	360	-1,0	1,2	5,3	10,0	14,5	17,8	19,1	18,9	15,6	10,5	5,2	0,8	9,8	0,3	13,0	20,3
Klitch 1 ¹⁾	340	-1,1	1,2	5,3	10,0	14,5	17,8	19,4	19,0	15,7	10,6	5,2	0,7	9,9	0,3	12,1	20,5
Klitch II ¹⁾	390	-1,1	1,0	5,2	9,9	14,4	17,6	19,2	18,9	15,5	10,4	5,0	0,5	9,7	0,1	12,0	20,3
Rosenberg ¹⁾	450	-1,0	1,0	5,1	9,8	14,4	17,6	19,1	18,8	15,5	10,4	4,9	0,6	9,7	0,2	12,0	20,1
Stradon (+) ²⁾	340	-1,5	0,9	5,0	9,8	14,3	17,7	19,1	18,7	15,6	10,2	4,8	0,4	9,5	-0,1	12,8	20,6
Waltva (-) ²⁾	380	-1,6	0,6	4,9	9,7	14,3	17,7	19,1	18,7	15,6	10,2	4,7	0,3	9,5	-0,2	12,7	20,7
Messendorferberg	429	-1,5	0,6	4,7	9,5	14,0	17,3	18,7	18,2	15,0	9,8	4,1	0,0	9,2	-0,3	12,6	20,2
Lalmithöhe ³⁾	540	-1,4	0,6	4,4	9,1	13,5	16,8	18,5	18,0	16,9	9,8	4,5	0,3	9,1	-0,2	12,1	19,7
Kitzbuck	510	-1,1	0,8	4,6	9,7	14,7	17,3	18,6	18,6	15,3	10,3	4,8	0,5	9,3	0,1	12,6	19,9

Erläuterungen:

1) und 2) wie in Tab. 19a

3) reduziert aus 1976-1980 mit Hilfe von Messendorferberg

Tab. 19c: Statistische Daten zu den Temperaturverhältnissen an ausgewählten Stationen.

1.) Leibnitz (275 m)

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	-2,6	0,1	4,3	9,5	14,1	17,7	18,9	18,0	14,5	9,2	4,0	-0,8	8,9
s	2,3	2,9	2,1	1,5	1,4	1,0	1,1	1,1	1,4	1,5	1,9	2,1	0,62
Jh.Min.	-9,8	-8,6	-1,3	6,1		14,4	16,9	15,7	9,8		-1,3	-5,8	7,2
abs.Min.	-7,7	-7,9	1,0	7,2	11,6	15,4	17,0	15,7	11,0	6,2	0,4	-5,8	7,8
u.Des.	-5,7	-3,9	1,5	7,7	12,5	16,3	17,4	16,6	12,6	7,7	1,5	-3,9	8,1
o.Q.	-4,1	-1,2	2,4	8,2	13,1	16,9	18,0	17,2	13,5	8,2	2,5	-2,0	8,5
Median	-2,4	0,3	4,6	9,4	14,0	17,7	19,0	17,8	14,6	9,1	4,0	-1,0	8,8
o.Q.	-1,0	2,0	6,1	10,5	14,8	18,3	19,7	19,0	15,4	10,3	5,7	0,5	9,5
o.Des.	0,3	3,6	6,9	11,6	15,7	18,8	20,2	19,6	16,3	11,2	6,1	2,1	9,6
abs.Max.	2,1	5,8	7,8	13,0	18,1	19,6	20,9	20,3	16,8	13,5	8,4	2,8	10,1
Jh.Max.	2,5	5,8	7,8	13,8	18,1	20,4	22,0	21,0	19,2	13,5	8,7	4,9	10,3

2.) Unterpurkla (220 m), reduziert aus 1971-1980

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	-2,3	0,3	4,6	9,7	14,5	17,9	19,1	18,3	14,6	9,4	4,2	-0,7	9,1

3.) St. Peter am Ottersbach (270 m), reduziert aus 1959-1980

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	-2,8	-0,2	4,0	9,0	13,9	17,4	18,7	17,8	14,2	8,9	3,8	-1,0	8,6

4.) Straßen (360 m), reduziert aus 1957-1980

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	-1,5	0,9	5,0	9,8	14,3	17,7	19,1	18,7	15,4	10,4	4,7	0,0	9,5

5.) Bad Gleichenberg (292 m)

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	-2,2	0,3	4,4	9,4	14,0	17,5	18,8	18,0	14,4	9,3	4,0	-0,6	8,9
s	2,1	2,9	2,1	1,6	1,4	1,1	1,1	1,2	1,4	1,5	1,9	2,2	0,6
Jh.Min.		-9,5	-0,6	6,3	10,1	14,0	16,1	15,3	10,7	5,0	-0,3	-5,8	7,4
abs.Min.	-6,6	-8,1	1,2	7,3	11,3	15,4	16,6	15,3	11,2	5,3	0,0	-5,8	7,8
u.Des.	-5,1	-3,9	1,4	7,6	12,5	16,1	17,2	16,7	12,5	7,6	1,5	-3,6	8,1
o.Q.	-3,7	-0,4	2,3	8,1	13,0	16,7	17,9	17,2	13,4	8,5	2,7	-1,7	8,5
Median	-2,1	0,1	4,7	9,3	14,0	17,6	18,8	18,0	14,5	9,2	4,2	-0,7	8,9
o.Q.	-0,8	2,2	6,1	10,6	14,7	18,3	19,6	18,8	15,3	10,1	5,4	1,0	9,6
o.Des.	0,7	3,6	7,2	11,8	15,2	18,8	20,4	19,5	16,1	11,1	6,3	2,3	9,7
abs.Max.	2,1	5,8	8,0	12,8	18,2	20,0	21,0	20,8	16,6	13,5	8,4	2,6	10,2
Jh.Max.	3,6	5,8	8,0	13,0	18,2	20,0	22,3	21,1	17,9	13,5	10,4	4,6	10,4

Tab. 19c Fortsetzung

6.) Bad Radkersburg (208 m), reduziert aus 1971-1980

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	-3,0	0,5	4,6	9,5	14,3	17,9	19,1	18,2	14,7	9,4	4,4	-0,4	9,2
Jh.Min.					11,8		16,8	16,0	10,7	5,8	-0,8		

7.) Malters (380 m), reduziert aus 1970-1980

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	-1,8	0,6	4,9	9,7	14,3	17,9	19,0	18,6	15,2	10,1	4,7	0,3	9,5

8.) Zelting (200 m), reduziert aus 1961-1980

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	-2,5	0,4	4,9	9,6	14,0	17,7	19,3	18,7	14,8	9,4	4,3	-0,5	9,2

9.) Thalerhof (340 m)

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	-3,4	-0,7	3,3	8,9	13,7	17,2	18,5	17,7	14,1	8,6	3,3	-1,6	8,3
s	2,2	2,8	2,0	1,5	1,4	1,1	1,1	1,0	1,4	1,5	1,8	2,2	0,6
Jh.Min.	-10,2							15,3				-6,9	6,9
abs.Min.	-8,5	-8,9	0,5	6,8	11,1	15,1	16,5	15,3	10,7	5,2	-0,3	-6,9	7,2
u. Dez.	-6,6	-5,1	1,0	7,2	12,0	15,8	16,9	16,3	12,1	6,5	0,5	-8,1	7,4
u. Q.	-5,0	-1,9	1,5	7,6	12,8	16,4	17,7	17,0	13,0	7,6	1,9	-2,8	7,8
Median	-3,4	-0,6	3,7	8,6	13,5	17,4	18,3	17,7	14,1	8,3	3,2	-1,7	8,2
o. Q.	-1,6	0,8	5,2	9,7	14,4	18,1	19,4	18,5	14,8	9,6	4,7	-0,2	8,8
o. Dez.	-0,6	2,5	6,3	11,3	14,9	18,6	19,8	19,1	15,8	10,6	5,4	1,2	9,1
abs. Max.	0,7	6,3	6,8	12,4	17,6	19,6	20,5	19,8	16,3	12,7	6,6	2,1	9,3
Jh. Max.		4,3	6,8	12,4	17,6	19,6	21,3		17,1	12,7			

Legende:

- M = Normalwert ("Mittel") = arithmetisches Mittel aus dem Zeitraum von 1951-1980
s = Standardabweichung
Jh. Min. = tiefster Wert des Jahrhunderts (1901-1980)
abs. Min. = tiefster Wert des 30jährigen Beobachtungszeitraumes
u. Dez. = unteres Dezil
u. Q. = unteres Quartil
o. Q. = oberes Quartil
o. Dez. = oberes Dezil
abs. Max. = höchster Wert des 30jährigen Beobachtungszeitraumes
Jh. Max. = höchster Wert des Jahrhunderts (1901-1980)

2.4.3 Formale Erläuterungen zu den Tabellen

Alle Angaben erfolgen in Celsiusgraden mit einer Genauigkeit von Zehntelgraden.

Die statistischen Kennzahlen für die Streuungen (Verteilungen) werden nur bei den beiden Stationen Leibnitz und Bad Gleichenberg mit geschlossener Beobachtung durch alle 30 Jahre angegeben.

Die Normalwerte der Stationen mit kürzeren Beobachtungszeiten als 30 Jahre wurden nach der "Methode der konstanten Differenzen" mit Hilfe der beiden genannten Stationen an den 30-jährigen Normalwert angeglichen (reduziert), wobei die Differenzen zwischen den beiden genannten Stationen selbst nur recht unbefriedigend übereinstimmen, was als Hinweis auf eine Inhomogenität bei Bad Gleichenberg gedeutet werden kann. Dort ist das Sommerhalbjahr in den 70er Jahren doch verhältnismäßig kalt. Im Zweifelsfall wurde daher der Station Leibnitz das größere Gewicht beigemessen.

Auch die "Jahrhundertwerte" sind nur von Leibnitz und Bad Gleichenberg fast vollständig, von Bad Radkersburg wenigstens bruchstückhaft bekannt, doch sind alle Abweichungen der Temperatur weitaus überwiegend im Großwettergeschehen und nur äußerst untergeordnet im Geländeklima begründet, weshalb die für Leibnitz und Bad Gleichenberg angegebenen Streuungswerte fast uneingeschränkt auch für alle anderen Stationen (allerdings nur als Differenzen vom Normalwert) Gültigkeit haben.

Viel deutlicher noch als beim Niederschlag fallen die Extremwerte bei allen Stationen auf dieselben bestimmten Monate. Dabei gelten als kälteste Monate des Jahrhunderts (1901 bis 1980): Jänner 1942, Februar 1929, März 1932, April 1938, Mai 1902, Juni 1923, Juli 1913, August 1976, September 1912, Oktober 1905, November 1908 und Dezember 1963. Die wärmsten Monate waren: Jänner 1936, Februar 1966, März 1959, April

1946 oder 1947, Mai 1958, Juni 1908 oder 1967, Juli 1928 oder 1947, August 1912 oder 1946, September 1947, Oktober 1907 oder 1966, November 1926 und Dezember 1934. Das kälteste Gesamtjahr war 1940, das wärmste 1934 oder 1947.

Die Eintrittsdaten für die 5 °- und 10 °-Temperaturen wurden aus den Monatsnormalwerten selbst berechnet, wobei die Normalwerte durchwegs als in der Monatsmitte (das ist jeweils der 16.) gültig angesehen werden. Weiters wird angenommen, daß die Temperatur zwischen 16. März, 16. April und 16. Mai linear ansteigt bzw. zwischen 16. September, 16. Oktober und 16. November linear abfällt. Aus den vorhandenen Zeitdifferenzen (31 Tage zwischen 16.3. und 16.4. sowie 16.10. und 16.11. bzw. 30 Tage zwischen 16.4. und 16.5. bzw. 16.9. und 16.10.) und Temperaturdifferenzen lassen sich mit Hilfe einfacher Verhältnisrechnungen die von der Monatsmitte bis zur Erreichung der geforderten Schwellenwerte vergehenden Tage ermitteln.

Die Dauer einer Periode über einen gewissen Schwellenwert ergibt sich dann als Zahl der Tage zwischen dem ermittelten Beginn- und Enddatum, wobei diese beiden Tage selbst noch mitgezählt werden.

Eine effektive Auszählung aller Tage mit Temperaturen über 5 ° ergibt demgegenüber überraschenderweise etwas höhere Werte, was mit der Annahme, daß sich die Zahl der zu warmen Tage vor dem durchschnittlichen Eintrittsdatum mit jener der zu kalten Tage nach dem durchschnittlichen Eintrittsdatum (sinngemäß umgekehrt beim Enddatum im Herbst) die Waage hält, nicht vereinbaren läßt, doch liegt die Erklärung in der stärkeren Streuung der Temperaturen der Einzeltage in der kälteren Jahreszeit gegenüber der geringeren in der wärmeren Jahreszeit. Dadurch ist die Wahrscheinlichkeit, daß Einzeltage vor dem durchschnittlichen Beginn- und nach dem durchschnittlichen Enddatum eines Schwellenwertes wärmer sind als dieser viel größer als daß Tage innerhalb der beiden Daten den Schwellenwert unterschreiten. Diese Unter-

schiede entstehen z.T. auch durch die unterschiedliche Berechnung der Einzeltagesmittel (bis 1970 $(t_7+t_{14}+t_{21}):3$) und der Monatsmittel $(t_7+t_{14}+t_{21}+t_{28}):4$.

Die effektive Zahl der Tage mit wenigstens 5° bzw. 10° ist für die beiden Jahrzehnte 1951-1970 bereits veröffentlicht (Beiträge zur Hydrographie Österreichs 42/1972, S. 316-317) und beträgt für Leibnitz 243 Tage mit wenigstens 5° und 185 Tage mit wenigstens 10° . In Bad Gleichenberg sind es 244 und 185 Tage. Bei den 5° -Tagen sind das jeweils 5 Tage mehr als die durchschnittliche Dauer, bei den 10° -Tagen sind es in Leibnitz um 4, in Bad Gleichenberg um 3 Tage mehr.

Wegen der geringen Unterschiede und dem unverhältnismäßig großen Arbeitsaufwand wurde davon abgesehen, auch für die letzten Jahre die effektiven Tage auszuführen, weshalb nur die durchschnittliche Dauer angegeben wird.

2.4.4 Das Jahresmittel der Temperatur als Kriterium zur Unterscheidung von Gunst- und Ungünstlagen

Das Jahresmittel der Temperatur nimmt in der klimatologischen Betrachtungsweise einen wichtigen Stellenwert ein. Bei einem Vergleich mit Stationen in Gebieten mit unterschiedlichen Klimaregime ist jedoch auch die Kenntnis des Jahresganges der Temperatur notwendig. In den Tabellen 19a und 19b kommt der gegensätzliche Klimacharakter der Tal- und Riedelstandorte gut zur Geltung. Auf den Riedeln sinkt infolge der milden Wintertemperaturen die Jahresschwankung auf Werte um 20° , während sie in den kalten Seitentälern auf über 22° ansteigt. Bezüglich der Jahresmittel werden 10° nur in engbegrenzten Hangabschnitten der Zone 7a erreicht, aber nicht mehr überschritten. Bei der erforderlichen Überwärmung ist schon eine geschützte Hangmuldenlage die Voraussetzung für ein derart hohes Mittel. Jedoch wirkt gerade in solchen Hangabschnitten die Kaltluftgefährdung entgegen (Kaltluftab-

Fluß in Mulden). Dies deckt sich insgesamt recht gut mit den Ergebnissen der Station Jerusalem in den Windischen Büheln (9,8 °, Periode 1931-1960 9,9 °). Die Unterschiede (Jahresmittel) im Bezirk Bad Radkersburg sind mit 1,5-2,0 ° zwischen den Seitentälern und den begünstigten Riedeln als beachtlich zu bezeichnen und dürften in Österreich auf so kurze vertikale und horizontale Entfernung kaum realisiert sein.

Ähnliches gilt auch für die Jännermittel. Besonders auffallend ist ferner die Gunst des Raumes Bad Radkersburg (Jännermittel um -2 °) gegenüber den Murtaalabschnitten westlich von Mureck mit Werten unter -3 °. Hingegen bleibt die horizontale und vertikale Differenzierung im Juli wegen des langen Tagbogens der Sonne relativ gering.

Ergänzend zur Tab. 17a,b sei noch bemerkt, daß das seit 1971 von der MZA gebräuchliche Mittel

$$\left(\frac{7^h + 19^h + \text{Min.} + \text{Max.}}{4} \right)$$

auf den Riedeln gegenüber dem alten Mittel

$$\left(\frac{7^h + 14^h + 21^h + 21^h}{4} \right)$$

merklich zu tiefe Werte liefert.

Tab. 20: Vergleich zwischen altem und neuem Monatsmittel an der Station Messendorfberg (Mittel aus 1973-1981).

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,35 °C

Um die Auswirkung des neuen Mittels auf Talstationen festzustellen, wurden die Jahresmittel zwischen Graz/Thalerhof und Messendorfberg der letzten 30 Jahre verglichen. Berücksichtigt man ab 1973 die in Tab. 20 angeführte Differenz, so ergibt sich kein signifikanter Hinweis für eine negative Änderung des Mittels am Thalerhof. Dies muß allerdings noch nicht für alle Tallagen gelten; weitere Vergleiche sind vor-

gesehen, um das Ausmaß möglichst genau zu erfassen. Als quasi gemeinsamer Nenner für Temperaturuntersuchungen ist nach wie vor das bisherige, auch derzeit vom hydrographischen Dienst verwendete Mittel anzustreben. In der Südweststeiermark zeigten Vergleiche mit zweistündiger Auswertung der Temperaturstreifen, daß die Unterschiede zwischen Tal- und Riedellage, insbesondere mit dem neuen Mittel, zu gering ausfallen.

2.4.5 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 Bewölkung und Luftfeuchte sowie die Untergrundverhältnisse sind bedeutungslos, zumal beim Untergrund bei der Einrichtung der Messstellen auf einheitliche Verhältnisse (Gras) geachtet wird.

Als entscheidende Faktoren verbleiben demnach die Geländeform, die Seehöhe und die Exposition.

Die Lage im Gelände wirkt sich vor allem bei der Kaltluftverteilung aus, wobei alle Hohlformen (Ansammlung der Kaltluft) zu stärkerer Abkühlung gegenüber den Vollformen führen. Die nächtlichen und morgendlichen Temperaturen sind am tiefsten in abgelegenen Seitentalbecken, gefolgt von Seitentalböden, Haupttalböden, höheren Terrassen und Hangschleppen, Rängen sowie Kämmen und Kuppen. Letztere sind am wärmsten (Abfluß der Kaltluft). Zur Zeit der Temperaturmaxima, d.h. am Nachmittag, erlischt dieser Effekt, wobei freie Kammlagen ("Verblasen der Warmluft") u.U. sogar kühler sind als Talstücke (immer gleiche Seehöhe vorausgesetzt).

Da nun bei der Berechnung der Tages- oder Monatsmittel die Kaltluftverteilung mit der T^h -Temperatur bzw. mit dem Minimum

in die Rechnung eingeht, bleibt die von der Lage im Gelände bestimmte Temperaturverteilung auch in den Monatsmitteln (wenn auch abgeschwächt) erhalten. Dabei gilt die Regel, daß sich die Kaltluftverteilung in Monaten mit kurzen Tagbögen der Sonne, geringer Bewölkung und geringem Einfluß von Fremdwetter sehr stark im Tagesmittel durchsetzt, in Monaten mit langen Tagbögen der Sonne (bereits deutliche Erwärmung bis 7^h), starker Bewölkung (nächtliche Gegenstrahlung und geringe Abkühlung) und starkem Einfluß von Fremdwetter (Durchmischung) aber nur mehr schwach erkennbar wird. Wegen der größeren Bewölkung (Hochnebel, der durchwegs über den höchsten Kuppen des Beobachtungsgebietes liegt) ist der Winter wohl noch die Jahreszeit mit den größten geländeklimatischen Unterschieden, wird aber knapp gefolgt vom sonnigen Herbst, und sogar im Frühjahr ergeben sich wenigstens bis April recht deutliche Unterschiede. Am geringsten ist der Geländeeinfluß in den Monaten Mai bis Juli mit ihren langen Talbögen der Sonne.

Die unterschiedliche Seehöhe wirkt sich insofern aus, als die Temperatur wegen der unterschiedlichen Strahlungsbilanzen zwischen Erdboden und Atmosphäre und wegen der thermodynamischen Eigenschaften der Luft (Expansion beim Aufsteigen, Kompression beim Absinken) generell nach oben abnimmt, wobei als durchschnittlicher Nichtwert häufig $0,5^{\circ}$ pro 100 m angegeben wird. Dieser Gradient ist starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen und am größten im Frühjahr und Frühsommer (bis $0,7^{\circ}$), am geringsten im Früh- und Hochwinter, wobei hierfür kaum allgemeingültige Werte angegeben werden können; häufig findet man $0,3^{\circ}$ pro 100 m. Diese Abnahme gilt immer nur unter der Annahme gleicher Geländeform und Exposition.

Diese beiden Faktoren überlagern einander nun je nach Lage der Station mit unterschiedlichem Gewicht, wobei im Untersuchungsgebiet bei einem maximalen Höhenunterschied von 180 m zwischen der höchsten und tiefsten Station der Lage im Gelände wohl die größte Bedeutung zukommt.

Schließlich wirkt sich noch die Exposition auf das Temperaturgeschehen aus, wobei sie überwiegend tagsüber während der Einstrahlungszeit durch unterschiedliche Einstrahlungswinkel auf den Erdboden wirksam wird. Bekanntlich sind dann Südost- bis Südwesthänge thermisch begünstigt, Nordwest- bis Nordosthänge benachteiligt.

2.4.6 Beschreibung der einzelnen Temperaturgunstzonen

Zone a	"Extreme Seitentalzone"
Vorkommen:	Einzelne Talbodenabschnitte im Saßbach- und Ottersbachtal.
Kaltluftgefährdung:	Sehr groß: Spätfröste in der ersten Mai-dekade keine Seltenheit; absolutes Minimum um -30° ; mittleres absolutes Minimum um -19° ; Zahl der Frosttage 135-140; erster Frost zwischen 5. und 10.10.
Wärmeverhältnisse (14^h , Maximum):	Mittlere 14^h -Temperatur April-August $19,5-20,0^{\circ}$; Zahl der Sommertage um 45.
Temperaturgunst insgesamt:	Dauer der Vegetationsperiode I ($>5^{\circ}$) 224-227; Dauer der Vegetationsperiode II ($>10^{\circ}$) 165-168; mittlere Jahrestemperatur $6,0-8,2^{\circ}$; mittlere Jännertemperatur $-4,0$ bis $-3,6^{\circ}$; mittlere Julitemperatur $18,3-18,4^{\circ}$.
Weitere Besonderheiten:	Relativ hohe Nebelgefährdung - überwiegend in Nebelzone I; Zahl der Nebeltage 70-75; höchste Anzahl der Sättigungsstunden im Untersuchungsgebiet (relative Feuchte $>90-95\%$); Schneedeckendauer 65-70 d; bezüglich der Windverhältnisse geringe Durchlüftung (mittlere Windgeschwindigkeit/Jahr $0,8-1,0$ m/sec); hohe mittlere Tagesschwankung über 11° .
Entsprechende Stationen:	Otternitz (325 m) in der Südweststeiermark für extreme Seitentalbecken.

Gesamtbewertung und Eignung für Sonderkulturen:

Zone a repräsentiert die ungünstigsten Lagen im Untersuchungsgebiet; wegen der hohen Frostgefährdung ergibt sich für den Mais ein Anbauisiko. Als vorherrschende Eignung ist die Nutzung als Wiese anzusehen.

Zone b "Ungünstige Seitentalzone"

Vorkommen: Verbreitet in den Seitentalböden der westlichen Seitentäler (Sasbach-, Otterabach- und Gnasbachtal).

Kaltluftgefährdung: Sehr groß (überwiegend in Kaltluftzone I), noch Spätfröste in der ersten Maidekade; erster Frost meist noch vor dem 10.10.; absolutes Minimum um -30° ; mittleres absolutes Minimum um $-18,5^{\circ}$; Zahl der Frosttage 133-138.

Wärmeverhältnisse (14^h /Maximum): Mittlere 14^h -Temperatur April-August $19,8-20,1^{\circ}$; im Osten bis $20,3^{\circ}$; Zahl der Sommertage 47-50, im Osten bis 52.

Temperaturgunst insgesamt: Dauer der Vegetationsperiode I: 226-228, im Osten bis 230; Dauer der Vegetationsperiode II: 167-169, im Osten bis 171; mittlere Jahrestemperatur $8,2-8,5^{\circ}$, mittlere Jänbertemperatur $-1,6$ bis $-3,2^{\circ}$, mittlere Julitemperatur $18,4-18,6^{\circ}$.

Weitere Besonderheiten: Relativ hohe Nebelgefährdung (Nebelzone I); Zahl der Nebeltage um 70; Schneedeckendauer um 65 d. im Osten abnehmend auf 55-60; Durchlüftung gering bis mäßig (mittlere Windgeschwindigkeit $1,0-1,3$ m/sec), ausgeprägte Talab- bzw. Talaufwinde; Tal- aufwinde vor allem in Vegetationsperiode

bedeutend stärker als Abwinde (Kaltluftabfluß).

Entsprechende Stationen: Graz/Thalerhof (342 m), Unterkarla (240 m).

Gesamtbewertung und Eignung für Sonderkulturen:

Zone b repräsentiert ähnlich wie Zone a sehr ungünstige Talbodenstandorte; nach Osten zu werden die Bedingungen günstiger (geringere Seehöhe mit höherer Wärmegunat); in einigen Seitentälern fehlt bereits diese Zone (z.B. unteres Drauchenbachtal). Mit Vorbehalt kann für Mais (eher anspruchslosere Sorten), vorherrschend jedoch für Wiesen eine Eignung ausgesprochen werden.

Zone c "Günstige Seitentalzone"

Vorkommen: Schleppehänge und Terrassen in den westlichen, überwiegend Talboden in den östlichen Seitentälern; ferner ungünstige Abschnitte im Murtal, vornehmlich westlich der Linie Mureck-Gosdorf-Ratschendorf; teils Au-, teils Terrassenbereiche.

Kaltluftgefährdung: Groß; entsprechend Zone 2, im Osten teilweise noch 1); letzter Frost im Mittel um den 30.4.; lokal im Osten noch bis zum 4.5.; erster Frost um den 10.10.; Zahl der Frosttage 126-135.

Wärmeverhältnisse (14h/Maximum): Mittlere 14^h-Temperatur: im Murtal um 20,3 °. in den Seitentälern 19,7-20,3 °, nur im Osten bis 20,4 °; Zahl der Sommertage 45-50, im Osten bis 52.

Temperaturgunst insgesamt: Dauer der Vegetationsperiode I: 229-233; Dauer der Vegetationsperiode II: 170-174;

mittlere Jahrestemperatur: 8,5-8,8 °,
 mittlere Jännertemperatur: -3,2 bis -2,7 °,
 mittlere Julitemperatur: 18,6-19,8 °.

Weitere Besonderheiten:

Nebelgefährdung noch relativ groß (überwiegend Zone 1): Zahl der Tage mit Nebel 65-75; Schneedeckendauer 60-65 d, im Murtal 55-60 (desgleichen in den östlichen Seitentälern); Durchlüftung in den Seitentälern wie bei Zone b, im Murtal mäßig bis günstig, Anstieg auf 1,3 bis 1,8 m/sec; Windstillen bzw. schwache westliche Winde in der Nacht, tagsüber Talaufwind vorherrschend aus dem Sektor SE bis E mit teils großer Intensität; gegenüber den Seitentälern zunehmender "Jaukeinfluß" infolge Windoffenheit.

Entsprechende Stationen:

Lichendorf (242 m), Leibnitz (276 m) mit Korrektur im Mittel um 0,2 ° infolge Überwärmung.

Gesamtbewertung und Eignung für Sonderkulturen:

Zone c charakterisiert die Bedingungen in den günstigeren Seitentallagen bzw. in den benachteiligten Murtalabschnitten. Die abnehmende Kaltluftgefährdung läßt den Maisanbau bereits zu.

Zone d

"Allgemeine Haupttalzone"

Vorkommen:

Vorherrschend im Unteren Murtal, im westlichen Bereich nur bei entsprechend geringer Kaltluftgefährdung; in den Seitentälern Hangfuß- und Unterhanglagen bzw. auf Terrassen; ferner ähnlich wie Zone c in kaltluftgefährdeten Abschnitten der Riedoi (Kaltluftstau am Wald).

Kaltluftgefährdung:	Mittel (entsprechend Zone 3, im Osten teilweise Zone 2); letzter Frost zwischen 25. und 28.4., im Osten bis zum 30.4.; erster Frost um den 15.10.; Zahl der Frosttage 118-124, im Osten bis 130;
Wärmeverhältnisse (14 ^h /Maximum):	Mittlere 14 ^h -Temperatur im Westen 20,2 bis 20,4 °; im Osten 20,4-20,6 °, in den Seitentälern 19,6-20,2 ° (nur für neutrale Lagen); Zahl der Sommertage im Westen 52-54, im Osten 54-57 d, in den Seitentälern 44-50 d.
Temperaturgunst insgesamt:	Dauer der Vegetationsperiode I: 234-238; Dauer der Vegetationsperiode II: 174-178; mittlere Jahrestemperatur: 8,8-9,1 °; mittlere Jänbertemperatur: -2,7 bis 2,2 °; mittlere Julitemperatur: 18,8-19,0 ° (nur für neutrale Lagen).
Weitere Besonderheiten:	Nebelgefährdung ähnlich wie in Zone c, in den Seitentälern jedoch - vor allem wegen der Verhältnisse im Frühjahr - geringer werdend (Absinken der Nebeltage auf 50-55 d); Durchlüftung wie in Zone c; im östlichen Bereich (Raum Bad Radkersburg, Zelting Windgeschwindigkeit auf 1,5 bis 2,0 m/sec zunehmend, gute Durchlüftung, besonders in der Vegetationsperiode; Schneedeckendauer im Murtal von W nach E deutlich abnehmend (von 60-65 auf 45-50 d).
Entsprechende Stationen:	Zelting (206 m), Bad Gleichenberg (292 m).

Gesamtbewertung und Eignung für Sonderkulturen:

Zone d umfaßt im wesentlichen die Hauptanbaugebiete für den Mais im Murtal (in geringeren Ausmaß wegen der Hangneigung

in den Seitentälern): für den Anbau von Obstkulturen erscheint das Frostisiko noch relativ hoch (vgl. Station Dietersdorfbergen, 390 m), bzw. müßten entsprechende Vorsorgemaßnahmen für eine Frostbekämpfung getroffen werden (Beregnungs- bzw. Bewindungsanlagen, eventuell kombiniert mit Beheizung mittels Infrarotstrahlern); außerdem sollten eher frosthärtere Sorten gewählt werden (Obstgrenzlagenzone).

Zone e	"Günstige Haupttalzone"
Vorkommen:	Terrassen- und Auabachante im östlichen Unteren Murtal, insbesondere im Raum Bad Radkersburg-Laafeld-Sicheldorf; im westlichen Teil nur Mureck selbst; im Riedelland umfaßt diese Zone Hanglagen (teils Mittel-, teils Oberhänge) und Sporne; im Klöcher Raum auch Unterhangstandorte.
Kaltluftgefährdung:	Gering bis mäßig (entsprechend Zone 4, im Osten Zone 3); letzter Frost zwischen dem 21. und 25.4., im Osten bis zum 27.4.; erster Frost um den 20.10. (im Osten bis zum 15.); Zahl der Frosttage 108-115 d, im Osten bis 120.
Wärmeverhältnisse (14 ^h /Maximum):	Mittlere 14 ^h -Temperatur: Murtal: wie Zone d; im Riedelland auf 19,2 °C absinkend (je nach Seehöhe); Zahl der Sommertage: Murtal: 52 bis 57; Riedelland: 40 - 48 d.
Temperaturgunst insgesamt:	Dauer der Vegetationsperiode I: 238-242 d; Dauer der Vegetationsperiode II: 178-182; mittlere Jahrestemperatur: 9,1-9,4 °C; mittlere Jänbertemperatur: -2,2 bis -1,7 °C; mittlere Julitemperatur: 18,9-19,1 °C.

Weitere Besonderheiten: Nebelgefährdung im Aubereich der Mur noch am höchsten (70-75 Nebeltage); im übrigen Murtal unter 65 d absinkend; im Riedelland deutlich günstigere Werte, da über dem seichten Kaltluftnebel (50-60 d); Durchlüftung im Murtal wie in Zone d; im Riedelland zunehmend durch Hangwinde bestimmt; Schneedeckendauer im Murtal wie Zone d, im Riedelland stark differenziert durch unterschiedliche Besonnung; in SW-exponierten Hanglagen unter 35 d, im Osten unter 30 d; mittlere Tagesamplituden noch um 10 ° (Jahr).

Entsprechende Stationen: Bad Radkersburg (208 m), Murska Sobota I (191 m), Unterperkla (220 m).

Gesamtbewertung und Eignung für Sonderkulturen:

Zone e beschreibt die Bedingungen für die begünstigten Tal-lagen im Unteren Murtal, die sich auch für den Anbau anspruchsvoller Maissorten eignen. Im Riedelland bieten sich Standorte für Obstkulturen an, das Spätfrostisiko ist relativ gering; frostempfindliche Birnen- und Apfelsorten sollten trotzdem der nächsten Zone f vorbehalten bleiben; ähnliches gilt für den Weinanbau.

Zone f "Allgemeine Riedelzone"

Vorkommen: Vorherrschend Oberhang- und Riedelrücklagen im westlichen Teil des Riedellandes, im Klöcher Raum auch Mittelhangabschnitte; im Murtal "Wärmepol" Bad Radkersburg-Laa-feld-Gornja Radgona (Oberradkersburg).

Kaltluftgefährdung: Gering (entsprechend Zone 5, teilweise 6 - in den höheren Riedellagen); letzter Frost zwischen dem 15. und 20.4.; erster Frost

	zwischen 25. und 30.10., nur in höheren Lagen noch etwas später; Zahl der Frosttage 95-105.
Wärmeverhältnisse (14 ^D /Maximum):	Mittlere 14 ^h -Temperatur: im Martal (Bad Radkersburg) um 20,5 °; im Riedelland 18,8-19,5 °; im Raum Klöch-Straden bis 20,2 °; Zahl der Sommertage: im westlichen Riedelland auf 35 d absinkend; im Klöcher Raum 40-45 d, nur in Südlagen darüber.
Temperaturgunst insgesamt:	Dauer der Vegetationsperiode I: 242-246 d; Dauer der Vegetationsperiode II: 182-186; mittlere Jahrestemperatur: 9,4-9,6 °; mittlere Jänbertemperatur: -1,7 bis -1,2 °; mittlere Julitemperatur: 19,0-19,2 °.
Weitere Besonderheiten:	Nebelgefährdung (mit Ausnahme von Bad Radkersburg) stark abnehmend; generell nur noch 40-50 d; Durchlüftung auf den Riedellagen im westlichen Teil zunehmend durch "regionale" Winde (verstärkter Gradientwindeneinfluß) geprägt; Jahresmittelwerte über 2 m/sec ansteigend; im Klöcher Raum noch starker Hangwindeneinfluß; Schneedeckendauer ähnlich wie in Zone e; mittlere Tagesamplitude auf 8-9 ° absinkend (in Hanglagen mit Überwärmung jeweils um 0,3-0,8 ° höher).
Entsprechende Stationen:	Gornja Radgona (205 m), Straden (350 m), Waltra (380 m).

Gesamtbewertung und Eignung für Sonderkulturen:

Die Zone f charakterisiert die klimatischen Bedingungen für die unteren Weinbauanlagen im Klöcher Raum (Weinbauuntergrenze Hürtherberg-Pirchweingarten, 270-280 m) bzw. für die

Höheren Riedellagen im westlichen Teil, die ebenfalls die entsprechenden Voraussetzungen für den Weinbau erbringen. Dort liegt allerdings die Weinbauuntergrenze bereits in 310 m, nördlich von St. Peter am Ottersbach in 320-330 m, und ragt teilweise auch in die Zone e hinein. Mit einem Jahresmittel von 9,1-9,4 ° werden bereits die Verhältnisse für günstige Lagen in der Südweststeiermark erreicht.

Zone g (bzw. g') "Begünstigte Riedelzone des Raumes
Straßen-Klöch"

Vorkommen: Vorherrschend im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes, Standorte auf Oberhängen und Riedelrücken: g' nur in süd-exponierten Hanglagen im Klöcher Raum; im westlichen Teil nur sporadisch.

Kaltluftgefährdung: Sehr gering (beste Voraussetzungen im gesamten Vorland), entsprechend Zone 7; im Klöcher Gebiet und am Stradner Kogel auch 8; letzter Frost 10. bis 15.4.; erster Frost generell nach dem 31.10., in Rücken- und Kuppenlagen auch nach dem 5.11.; Zahl der Frosttage auf 83-92 d absinkend; absolutes Minimum um -18 °; mittleres absolutes Minimum -11 bis -12 °.

Wärmeverhältnisse (14h/Maximum): Mittlere 14^h-Temperatur durchschnittlich 19,0-19,5 °, in Südlagen bis 20,2 °; Zahl der Sommertage 35-40 (höhere Lagen) bzw. 40-46 (tiefere Standorte im Osten); nur in Zone g' bis 50 d.

Temperaturgunst insgesamt: Dauer der Vegetationsperiode I: 245-248 d;
Dauer der Vegetationsperiode II: 186-188 d;
(g' bis 189 d);

mittlere Jahrestemperatur: $9,6-9,8^{\circ}$
 (g' bis $10,0^{\circ}$);
 mittlere Jannertemperatur: $-1,2$ bis $-1,0^{\circ}$
 (g' bis $-0,8^{\circ}$);
 mittlere Julitemperatur: $19,1-19,3^{\circ}$
 (g' bis $19,5^{\circ}$).

Weitere Besonderheiten:

Nebelgefährdung gering (entsprechend Zone 3 und 4 in der Nebelzonenkarte), allgemein um 40 d, diese jedoch meist bei Schlechtwetter bzw. Hochnebel im Winter; im Frühjahr, Sommer und Frühherbst sehr nebelarm; Durchlüftung auf den Riedelrücken und Kuppen der Klöcher Weinberge sehr günstig; mittlere Windgeschwindigkeit auf $2,5$ m/sec steigend; Wärmebelastung bzw. Schwüle deshalb merklich geringer als in Tallagen; Zahl der Schwületage auf 20-25 d absinkend (H. Wakonigg, 1978), ab 450-500 m (Stradner Kogel) Beginn eines relativ reizarmen Schonklimas (unter 20 d); sehr ausgeglichene Temperaturverhältnisse; Tagesamplitude in den höheren Lagen auf $7-8^{\circ}$ fallend; Schneedeckendauer: geschätzte Werte für Südwestlagen in Zone g' : 30 d.

Entsprechende Stationen:

Jerusalem (340 m), Klösch I (340 m),
 Klösch II (190 m), Rosenberg (450 m).

Gesamtbewertung und Eignung für Sonderkulturen:

Zone g (insbesondere g') charakterisiert das typische Weinklima schlechthin; für die Zone g' eignen sich auch anspruchsvolle Weinsorten, wie etwa der Traminer. Die Klimagunst erreicht ein derartiges Maß, daß sogar Feigenbäume gedeihen (allerdings reifen die Feigen nicht aus). Für die Zonen g und g' gibt es auch im Sausal kein Äquivalent.

2.4.7 Ergänzungen zu den Temperaturverhältnissen des Raumes Bad Radkersburg innerhalb des Vorlandes

Der bei der Frage der Wärmeverhältnisse (Temperaturmaxima bzw. 14^h -Temperaturen) bereits besprochene "Wärmestauereffekt" am Alpenrand im Abschnitt Graz-Weiz läßt sich auch an Hand der Auswertung der beiden Stationen Grav/Thalerhof und Bad Radkersburg mittels eines Vergleichs für Monatsmittel bzw. Schönwetterperioden daraus nachweisen. Die Ergebnisse sind in Tab. 20 zusammengefaßt; besonders in den einzelnen ausgewählten Perioden (Maxima mindestens 25°) schneidet der Grazer Raum deutlich besser ab als Bad Radkersburg. Auch die mittleren absoluten Maxima bestätigen diese Tatsache. Aus pflanzenphysiologischen Gründen sind aber diese Temperaturdifferenzen für die weitere Entwicklung der Sonderkulturen kaum von Bedeutung; zu hohe Temperaturen bei gleichzeitig niedriger relativer Feuchte können sich sogar negativ auf den Wasserhaushalt der Pflanzen auswirken. Deshalb erscheint die Fragestellung sinnvoll, ob nicht bei Rückseitenwetterlagen mit Kaltluftadvektion Bad Radkersburg gunstmäßig das Grazer Feld übertrifft. Tab. 20 bringt nun eine Gegenüberstellung aus zu kalten Monaten oder aus kalten Perioden. Dabei würde man sich vor allem an Tagen mit Nordföhn mit zunehmender Entfernung vom Alpenrand eine Temperaturerhöhung erwarten. Diese ist jedoch mit Differenzen von $0,6^{\circ}$ (im mittleren täglichen Maximum) nicht realisiert bzw. nur an einigen wenigen Tagen zutreffend. Potentiell (bezogen auf dieselbe Seehöhe) wären bei zumindest neutraler Schichtung Unterschiede um $1,4^{\circ}$ reell. Offensichtlich bewirken an solchen Tagen die Bewölkungsverhältnisse die Abschwächung der Differenzen (geringe Bewölkung im Grazer Raum, Bewölkungsreste abgezogener Störungen, besonders aus dem Adria-raum, mit Behinderung der Sonneneinstrahlung in Bad Radkersburg).

Tab. 20 : Temperaturvergleich Bad Radkersburg - Graz/Thalerhof.

a) zu kalte Monate

	kalte Perioden ¹⁾		Rückse(temperieren ²⁾)	
	Monatamittel ³⁾ mittl.tägl.Max.	Mittelwerte mittl.tägl.Max.	Mittelwerte mittl.tägl.Max.	Mittelwerte mittl.tägl.Max.
mittl.Abweichung	0,7	0,6	0,9	0,8
kleinster Wert	0,5	0,2	0,3	0,0
höchster Wert	0,9	1,4	1,3	1,4

1) aus 10 zu kalten Monaten (1973-1980, Vegetationsperiode)

2) jeweils 5 bis 10 Tage aus den geschälten Monaten

3) Tage mit Nordföhnneffekten am Alpenrand an der Rückseite absegegener Proben bzw. Tiefdruckgebiete

b) zu warme Monate^{b)}

	Monatamittel mittl.tägl.Max.		warme bzw. heiße Perioden ⁵⁾		absol. Maxima		Zahl der Tropentage
	mittl.tägl.Max.	höchster Wert	Mittelwerte mittl.tägl.Max.	Mittelwerte mittl.tägl.Max.	absol. Maxima	Zahl der Tropentage	Zahl der Tropentage
mittl.Abweichung	0,3	0,7	0,3	-0,2	-0,4	34 (Bd. Radkersburg)	34 (Bd. Radkersburg)
kleinster Wert	0,0	0,1	-0,5	-0,8	-1,6	41 (Graz-Thalerhof)	41 (Graz-Thalerhof)
höchster Wert	0,6	0,7	0,9	0,4	0,8		

b) Mittel aus 7 Monaten

5) analog wie bei a)

Periode 1973-1981
Tropentage (Max. >30 °C)

	Periode 1973-1981	Periode 1973-1981	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep			
	Periode 1973-1981	mittl. abs. Max.									
Graz-Thalerhof	0,0	1,6	1,2	1,7	0,1	4,6	30,6	30,0	29,4	27,6	
Bd. Radkersburg	0,0	1,1	0,9	1,7	0,3	6,0	23,0	26,9	29,7	29,7	27,7

ΔT °C 0,6 0,0 -0,9 -0,3 -0,3 -0,1

Vergleicht man nun die Ergebnisse aus den kalten Perioden, so zeichnet sich doch ein gewisser Temperaturvorsprung von Bad Radkersburg ab, der allerdings noch immer nicht das potentiell mögliche Ausmaß von $1,0-1,2^{\circ}$ bei einem Temperaturgradient von $-0,7$ bis $-0,8^{\circ}/100\text{ m}$ erreicht.

Immerhin erscheint aus pflanzenphysiologischer Sicht diese Temperaturdifferenz ausreichend zu sein, um vor allem in schlechten Weinjahren mit kühlen Sommern den Klocher Raum hinsichtlich der Zuckergrade beim Wein gegenüber anderen Anbaugebieten zu bevorzugen. Außerdem drückt sich dieser Gunstvorsprung auch generell in der Vegetationsentwicklung im Frühjahr aus (speziell bei starkem Jaukeinfluß).

Bei einem Vergleich von zu milden Wintern scheinen teilweise hohe positive Abweichungen zum Thalerhof auf. Diese treten besonders bei Jaukeinfluß, wie etwa im Jänner 1975 mit $2,0^{\circ}$ merkant in Erscheinung. Zieht man noch das Datenmaterial der Station Murska Sobota heran, dann ergibt sich im November 1963 mit häufigen Südwestlagen eine Differenz von $3,2^{\circ}$. Bemerkenswert ist jedoch, daß der nachfolgende kalte Dezember 1963 nur um $0,6^{\circ}$ wärmer war als im Grazer Feld. Daraus folgt ein Temperatursprung von $15,8^{\circ}$, der damit jenen vom Grazer Feld um $2,6^{\circ}$ übertraf (S. Morawetz, 1964). Dies deutet insgesamt darauf hin, daß in diesem Raum das Klima zunehmend exzessiver wird. Kalte, schneereiche Winter weisen generell nur geringe Unterschiede zum Thalerhof auf, teilweise sind sie sogar geringfügig kälter (Jänner 1963 Murska Sobota $-7,7^{\circ}$, Thalerhof $-7,4^{\circ}$, absolutes Minimum $-31,0^{\circ}$ gegenüber $-26,7^{\circ}$). Bezüglich der absoluten Minima im Winter kommen derartige Differenzen häufiger vor (z.B. Dezember 1969 Murska Sobota $-27,6^{\circ}$, Thalerhof $-19,0^{\circ}$; Jänner 1980 Murska Sobota $-22,2^{\circ}$, Thalerhof $-14,0^{\circ}$).

1. Die Besonnungskarte

3.1 Formale Erläuterungen

Inbesondere für die Landwirtschaft ist die Erfassung der durch Exposition und Hangneigung bestimmten Gunstunterschiede von wesentlicher Bedeutung. Als objektive Grundlage dienen dazu die von A. Morgen und W. Kämpfert (1952, 1957) berechneten Besonnungszahlen. Bei der Besonnung handelt es sich definitionsgemäß um eine strahlungsgeometrisch erfaßbare, direkte solare Bestrahlung bei mittlerer Trübung und siderischen Horizont ohne Berücksichtigung der Bewölkungsverhältnisse für 50° nördliche Breite. Damit kann man für jede beliebig gewählte Fläche einen Besonnungswert in kcal/cm^2 (bzw. KJ/cm^2) ausdrücken. Der Einfluß der Breitenänderung von 50° auf 47° n. Breite bleibt relativ gering (nach M. Hjeltenovic 1967, Zuschlag von 2-3 % für die Vegetationsperiode; nach K. Knoch 1963, im Mittel weniger als 1 % je Breitengrad). Als Grundlage für die Besonnungskarte wurden die Werte für 50° n. Breite unverändert belassen, da auch die Abzüge (in % der Jahressumme) durch die Horizontbegrenzung auf derselben Breite basieren. Zur Bestimmung dieser Abzüge erfolgt zunächst im Gelände die Messung der Horizontüberhöhung mittels Kompaß und Klionometer. Um den Meßaufwand in sinnvollen Grenzen zu halten, wählt man "Testgebiete" mit stärkerer morphologischer Differenzierung und überträgt die Ergebnisse auf ähnliche Abschnitte im jeweiligen Untersuchungsgebiet (Analogverfahren). Die Abzüge erreichen vor allem bei Hindernissen in den Sektoren SE bis S und S bis SW bei einer Überhöhung ab 20° ein hohes Ausmaß; man spricht hier auch von sektorieller Horizontbegrenzung. Ein Beispiel dafür gibt nun die Abb. 19; sie wird besonders für die engen Seitentäler bzw. Tobel angewendet.

Überhöhung

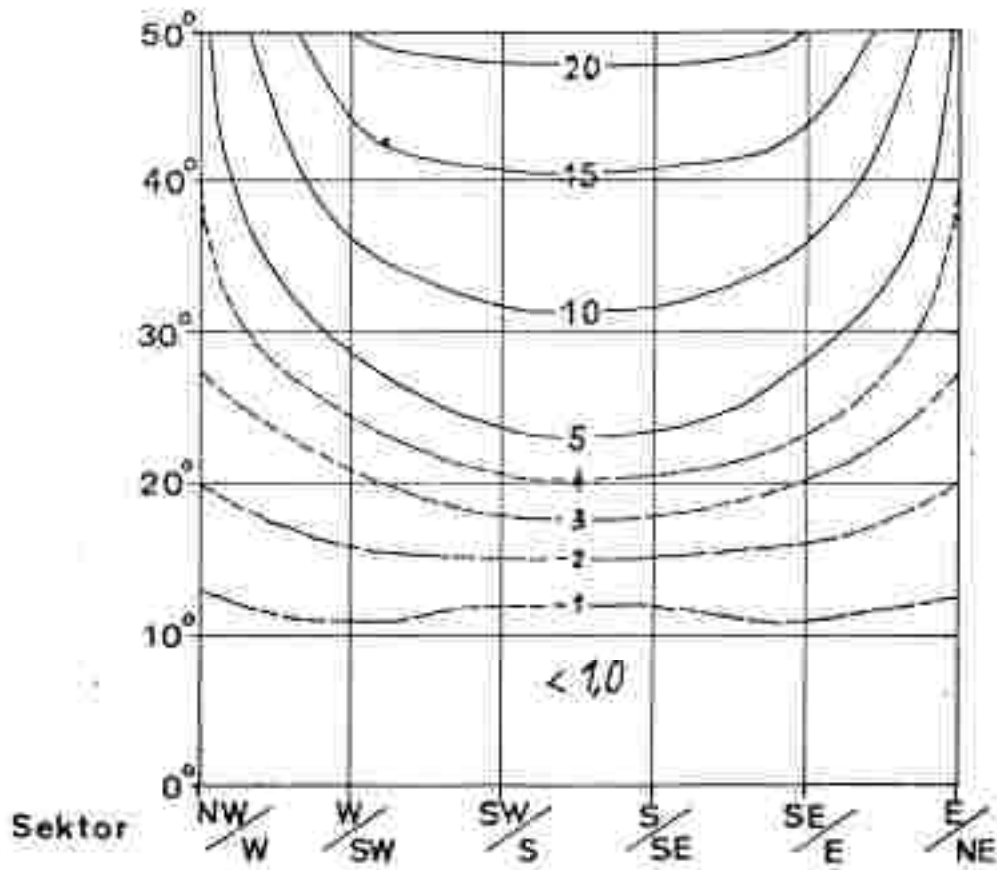


Abb. 19a: Besonnungsabzüge ebener Flächen bei sektorieller Horizontbegrenzung in kcal/cm² (nach Werten von A. Morgen 1957).

Neigung

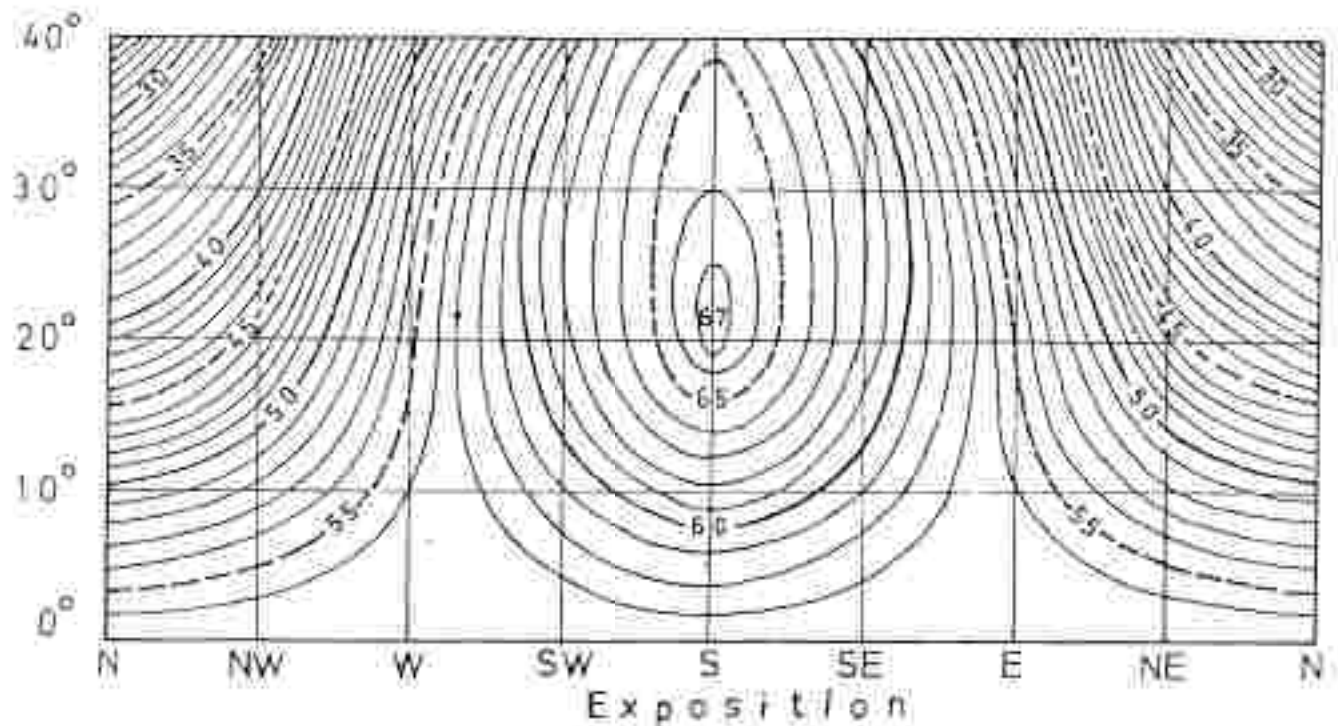


Abb.19b: "Relative" Besonnungswerte für die Vegetationsperiode (April bis Oktober) in kcal/cm² (nach Lazer 1978).

Der seltene Fall, die sogenannte Ringsumbegrenzung, tritt bei gleichmäßigem Horizontverlauf ein, etwa in breiteren Sohlentälern und Beckenlagen. Im Vorland wirken sich diese Absüge infolge der relativ geringen Überhöhung (5-10°) noch kaum aus (etwas verspäteter Sonnenaufgang bzw. verfrühter Sonnenuntergang). In inneralpinen Tal- und Beckenlagen, besonders im schattigeren Südschnitt, können sie beträchtliche Ausmaße annehmen.

Kleinklimatisch gesehen erhalten die nach S begrenzten Waldrandstreifen (ca. 30-40 m breit) die größten Abzüge (20-40 %, je nach Entfernung vom Waldrand). Diese Waldrandzonen, speziell in den kalten Seitentälern, zählen zu den - wenn auch nur kleinräumigen - Abschnitten mit der längsten Schneedeckendauer im Untersuchungsgebiet (ca. 70-80 d). Von der Darstellung der Besonnungswerte für diese Lage müßte jedoch aus Gründen des Maßstabes abgesehen werden. Ansonsten fanden Besonnungsabzüge weitgehend Berücksichtigung, insbesondere in stark gegliederten Bereichen, wo steile Gegenhänge zu einer Verminderung der Werte in Unterhanglagen führen. Dies betrifft vor allem den Raum Straden - Klöch, wo morphologisch die Differenzierung besser ausgeprägt ist als im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes.

Die Besonnungswerte von A. Morgen basieren auf der Annahme eines quasi wolkenlosen Himmels während des ganzen Jahres.

Berücksichtigt man die relative Sonnenscheindauer, so erhält man "relative" Besonnungszahlen, die für die Vegetationsperiode (April bis Oktober¹⁾) in Abb. 19b dargestellt sind.

Gegenüber den Jahressummen tritt eine Abschwächung der Gegensätze zwischen Nord- und Südexposition ein. Beträgt die Differenz zwischen einem 20° geneigten Nord- bzw. Südhang im Jahr noch 70 % des Besonnungswertes für den Südhang, so sinkt sie in der Vegetationsperiode auf 54 % ab (bezogen auf die "relativen" Werte ergeben sich 73 % zu 53 %). Andererseits empfangen steilere Nordhänge im Winter überhaupt keine Bestrahlung; die Gegensätze sind wegen des flachen Einfallswinkels der Sonnenstrahlen am stärksten ausgeprägt, was bedeutende Auswirkungen auf die Schneedeckendauer mit sich bringt (Abschnitt 5.).

¹⁾ Der Oktober wurde wegen der Bedeutung für die Reifung des Weines hinzugezogen.

3.2 Erläuterungen zur Besonnungskarte (1:25.000)

Für das Untersuchungsgebiet wurde eine Gliederung in sechs Besonnungszonen vorgenommen. Sie gestatten eine ausreichende Differenzierung der Gunstunterschiede hinsichtlich dieses Klimaelementes. In morphologisch stark gegliederten Gebieten, wie dem Klöcher Raum, prallen die Gegensätze zwischen Süd- und Nordhang oft derart aufeinander, daß von der Darstellung her generalisiert werden mußte. Um eine zu dichte Scherung der Linien gleicher Besonnungswerte zu vermeiden, wurden nur die flächenmäßig dominierenden Zonen belassen und die Übergangszonen ausgespart. Somit tritt der Fall ein, daß etwa Zone I und III bzw. IV direkt nebeneinander zu liegen kommen.

Hinsichtlich der Bewertung der Exposition wurde angenommen, daß West- bzw. Osthang dieselbe Bestrahlung erhalten; ähnliches gilt für den Südwest- bzw. Südosthang. Allerdings zeigt sich nach einer Auswertung für eine Station im Sausal (Kittenberg) - getrennt nach Sonnenscheinstunden am Vor- und Nachmittag - eine Begünstigung des Südosthanges, etwa von April bis Juli. Es überwiegt dabei die Beeinträchtigung durch cumuliiforme Bewölkung mit Schauern und Gewittern am Nachmittag. Bereits ab August kommt es zur Umkehr; besonders im Spätherbst und Winter ist der Südwesthang gegenüber dem Südosthang bevorzugt. Ein wesentlicher Grund liegt in der verzögerten Nebel- bzw. Hochnebelaufklärung. Im Herbst deckt sich ferner am Süd- bis Südwesthang der Zeitpunkt des Temperaturmaximums mit jenem der Einstrahlung. Insgesamt schneidet im Untersuchungsgebiet, speziell im Klöcher Raum, der Sektor Süd bis Südwest am günstigsten ab, nicht zuletzt wegen der Bedeutung des Herbstes für die Weinreife. Wie groß der Gunstvorsprung gegenüber dem Sektor Süd/Südost wird, hängt weitgehend von den Witterungsbedingungen im Herbst ab ("Altweibersommer"). In der Karte wurde in Grenzfällen an einem Südwesthang die höhere Zone, an einem Südosthang die niedrigere gewählt, um diesen Gunstunterschied noch Rechnung zu tragen.

Im wesentlichen drückt sich dieser im Tagesgang der Temperatur (Überwärmung der Südhänge), speziell in höheren Temperaturmaxima als am Südosthang, aus.

In der Karte wurde ferner der Einfluß der Nebelverhältnisse auf die Besonnung berücksichtigt. Besonders im Herbst bei erhöhter Nebelhäufigkeit und -beständigkeit erschien eine Kennzeichnung der benachteiligten Tallagen gegenüber den Riedeln sinnvoll (Strichlierung, Zone IIIa), die ja als "neutrale" Flächen dieselben Werte verzeichnen würden. Tatsächlich beträgt die Differenz etwa 2-3 ° je nach Witterung (nach einem Stationsvergleich im Sausal).

4. Sonnenscheindauer im Raum Bad Radkersburg

4.1 Tabellen

- M = Normalwert der Periode 1931-1980
 s = Standardabweichung
 a.Max. = Höchstwert der Periode März 1930 - Mai 1981
 o.Dez. = oberes Dezil
 o.Q. = oberes Quartil
 u.Q. = unteres Quartil
 u.Dez. = unteres Dezil
 a.Min. = Tiefstwert der Periode März 1930 - Mai 1981

1.) Bad Gleichenberg (300/310 m)

- a = effektiv mögliche Dauer in Stunden pro Monat
 b = effektive (wirkliche) Dauer in Stunden pro Monat
 c = effektive (wirkliche) Dauer in Stunden pro Tag
 d = relative Sonnenscheindauer in Prozenten

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli
a) M	229	251	321	363	408	399	412
b) M	73,6	95,1	138,8	169,4	208,2	209,2	235,0
s	23,3	26,7	42,8	30,9	36,2	28,0	29,0
a.Max.	154	186	252	272	305	284	301
Jahr	1981	1934	1953	1946	1931	1935	1931
o.Dez.	106	130	192	204	258	245	272
o.Q.	94	103	172	192	239	230	256
Median	78	93	134	171	203	204	233
u.Q.	53	78	109	140	180	184	218
u.Dez.	40	66	87	130	161	180	194
a.Min.	30	22	51	116	144	162	166
Jahr	1972	1947	1964	1972	1940	1975	1979
c) M	2,4	3,4	4,5	5,6	6,7	7,0	7,6
d) M	32,0	37,5	43,2	46,7	51,2	52,4	57,0

	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
a) M	393	335	292	238	224	3865
b) M	229,2	177,5	142,8	76,2	60,4	1815,4
s	30,8	26,5	32,8	31,0	21,2	123,0
a.Max.	294	257	230	136	116	2124
Jahr	1961	1947	1971	1972	1931	1949
o.Dez.	275	213	185	118	92	2002
o.Q.	253	191	160	96	75	1993
Median	224	175	140	76	59	1804
u.Q.	203	157	123	55	43	1729
u.Dez.	193	143	101	36	32	1676
a.Min.	186	(135)	69	10	17	1574
Jahr	1976	1980	1939	1958	1964	1980
c) M	7,4	5,9	4,6	2,5	1,9	5,0
d) M	58,3	53,0	48,8	32,0	27,0	47,0

2.) Leutschach-Schloßberg (350 m), reduziert aus 1966-1980

	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
a)	230	255	332	367	396	384	397	387	343	303	242	211	3847
b) M	82	99	142	167	201	209	232	227	180	149	87	71	1846
c) M	36	39	43	46	51	54	58	59	52	49	36	34	48

3.) Silberberg (300 m), reduziert aus 1972-1980

	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
a)	254	255	314	337	371	365	375	357	314	293	252	243	3730
b) M	83	94	139	164	194	199	217	213	166	134	81	66	1750
c) M	33	37	44	49	52	55	58	60	53	46	32	27	47

4.) Klöch (340 m), reduziert aus 1971-1980

	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
a)	264	275	361	385	433	440	440	407	363	324	266	246	4204
b) M	80	95	142	174	209	210	238	238	187	146	79	61	1859
c) M	30	35	39	45	48	48	54	58	52	45	30	25	44

4.2 Erläuterungen zu den Tabellen der Sonnenscheindauer im Raum Bad Radkersburg

4.2.1 Begriffsbestimmung

Die effektiv mögliche Sonnenscheindauer eines Ortes entsteht unter der Vorstellung ununterbrochenen absolut wolkenlosen Himmels. Sie ist abhängig von der astronomisch möglichen Sonnenscheindauer, welcher zudem die Vorstellung eines völlig flachen Horizontes (etwa auf dem offenen Meer) zugrundeliegt, und erreicht daher das Minimum im Dezember und das Maximum im Juni, wobei sich die Amplitude mit zunehmender geographischer Breite verschärft. Daneben ist sie aber von der Horizontüberhöhung (Abschirmung der Sonnenbahn durch das Relief) abhängig. Bei ungünstiger Horizontausbildung kann der Abzug von der astronomisch möglichen Dauer recht beträchtlich werden und in engen Gebirgstälern zu Weihnachten 100 % erreichen (die Sonne erscheint dann überhaupt nicht mehr über dem Horizont), aber auch im Jahresmittel noch Werte bis über 50 %.

Bei den verwendeten Stationen beträgt die effektiv mögliche Dauer in Bad Gleichenberg und Leutschach-Schloßberg 86 %, in Silberberg 83 % und in Klöch 94 % der astronomisch möglichen Dauer.

Die effektive Sonnenscheindauer ist nun die tatsächliche oder wirkliche Sonnenscheindauer, welche gegenüber der effektiv oder örtlich möglichen noch durch Bewölkung und Nebel beträchtlich verkürzt wird. Für die Steiermark kann als Faustregel gelten, daß die effektive Sonnenscheindauer knapp die Hälfte der effektiv möglichen Dauer erreicht.

Die relative Sonnenscheindauer ist schließlich der Anteil der effektiven an der effektiv möglichen Dauer in Prozenten. Man hat auch häufig den Anteil der effektiven Sonnenscheindauer an der astronomischen als relative Dauer angegeben, was aber bestenfalls im Flachland zu brauchbaren Ergebnissen führt, während in Gebirgsländern mit stark unterschiedlicher Horizontüberhöhung unvergleichbare Werte entstehen. Um mit Hilfe der Sonnenscheindauer wirkliche Witterungsvergleiche (bezüglich Bewölkung und Nebel) aufstellen zu können, muß man die relative Sonnenscheindauer als Anteil der effektiven an der effektiv (örtlich) möglichen ausdrücken, wie es insbesondere F. Steinhauser (1956) gefordert hat. Eine völlig "gleichwertige witterungsmäßige Beurteilung" (F. Steinhauser, 1956, S.3) ist aber auch bei der relativen Sonnenscheindauer nicht gegeben, wie F. Steinhauser weiter unten selbst ausführt. Dabei gilt die Regel, daß Stationen mit geringer Horizontüberhöhung bei ansonsten gleichen Bewölkungsverhältnissen eine kleinere relative Sonnenscheindauer besitzen als solche mit starker Horizontüberhöhung. Diese zur effektiven Sonnenscheindauer in Widerspruch stehende Tatsache ergibt sich aus wenigstens zwei Ursachen: Einerseits auf Grund der Auflösung morgendlicher Nebeldecken: Diese werden in Orten mit sehr frühem Sonnenaufgang, flachen Einstrahlungswinkel und geringer Strahlungsintensität nur langsam, d.h. erst spät nach Sonnenaufgang zur Auflösung gebracht, wodurch beträchtliche Abzüge bei der effektiven Dauer entstehen, während die

Einstrahlung bei Orten mit spätem Sonnenaufgang und gleichzeitig steilem Einstrahlungswinkel schon beim Sonnenaufgang selbst relativ hohe Werte erreicht und zu einer ungleich rascheren Nebelauflösung führt.

Noch wesentlicher aber ist die Tatsache der unterschiedlichen Einstrahlungswinkel selbst. Das heißt, daß bei geringen Einstrahlungswinkeln weit größere Wege durch die Atmosphäre von den Sonnenstrahlen zurückzulegen sind als bei steilem Sonnenstand (gegenüber dem senkrechten Sonnenstand beträgt die Weglänge durch die zu durchstrahlende Atmosphäre bei 30° 2, 20° 2,9, 10° 5,8 und 5° 11,5). Daher kommt es bei stärkerer Trübung oder dünner Bewölkung bei flachen Einstrahlungswinkeln meist zum völligen Verschlucken der Sonnenstrahlen, während bei hohem Sonnenstand die direkte Strahlung solche Trübungen ohne weiteres durchdringen kann. Das gilt auch für stark aufgelockerte cumuliförmige Bewölkung bei ansonsten klarem Himmel: Bei hohem Sonnenstand dringt die direkte Sonnenstrahlung häufiger durch die Lücken zwischen den Kolken bis zur Erde durch als bei niedrigem Sonnenstand, da solche Wolken in Horizontnähe scheinbar kulissenartig hintereinanderstehen. Im Durchschnitt erscheint daher der Himmel in Zenitnähe grundsätzlich wolkenärmer als in Horizontnähe. Diese zweite Ursache gilt demnach im Gegensatz zur Nebelauflösung in praktisch demselben Maße auch für die Abendstunden.

Vereinfacht ausgedrückt kann man sagen, daß die relative Sonnenscheindauer einen deutlichen Tagesgang mit Minima in den Morgen- und Abendstunden und dem Maximum zu Mittag (bei Konvektionsbewölkung im Frühjahr und Sommer auch schon am Vormittag) unterliegt. Je mehr nun durch Horizontüberhöhung von der ungünstig-flachen Sonnenbahn abgeschirmt wird, desto günstiger werden natürlich die Ergebnisse für die "restlichen" Tagesstunden mit steilerem Sonnenstand.

Dieser Effekt wirkt sich letztlich auch auf den Jahresgang der relativen Sonnenscheindauer aus, wobei das Winterminimum nicht allein auf die grundsätzlich stärkere Bewölkung und

Nebelhäufigkeit zurückgeht; sondern zu einem nicht unbedeutenden Teil auch auf die flecheren Sonnenstände selbst.

Aus den genannten Gründen ist die relative Sonnenscheindauer für einen absoluten Witterungsvergleich nur bei ähnlicher Horizontgestaltung, ansonsten aber nicht geeignet.

4.2.2 Das Beobachtungsmaterial

Die Beobachtung der Sonnenscheindauer erfolgt mittels sogenannter Sonnenscheinautographen, welche die Sonnenstrahlen mit einer Glaskugel (optische Linse) in einem Brennpunkt bündeln, welcher auf einem mit einer Stundenskala versehenen dunklen Papier eine Brandspur bildet, an welcher die Dauer des Sonnenscheins abgelesen werden kann.

Diese Registrierung durch Selbstschreiber hat den Vorteil, daß sie instrumentell erfolgt und nicht wie die sogenannten Augenbeobachtungen subjektiven Ermessensfragen oder Fehlerquellen unterliegt, aber auch, daß die Messung den ganzen Tag über erfolgt und nicht zur Zeit zufälliger Meßtermine, weshalb die Sonnenscheindauer als objektiver, für die Zeit der hellen Tagesstunden gültiger Ausdruck für die Witterung gelten kann. Nachteile sind darin zu sehen, daß die Instrumente trotz des einfachen Meßprinzips in der Praxis relativ kompliziert (Horizontierung, Orientierung), aufwendig (hohe Anschaffungskosten) und störungsanfällig (Verschmutzung, sogar mutwillige Zerstörung) sind, weshalb die Dichte des Beobachtungsnetzes trotz erfreulicher Zunahme der Zahl der Stationen in den letzten Jahren und Jahrzehnten noch weit hinter jener der "normalen" Klimastationen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik oder gar der Hydrographischen Dienste zurückbleibt.

Im engeren Untersuchungsgebiet befindet sich nur die Station Klöch mit Beobachtungen erst seit 1973, in nächster Nähe Bad Gleichenberg (seit 1930) und in größerer Entfernung Silberberg

bei Leibnitz (seit 1972) und Leutschach-Schloßberg (seit 1966). Das Material von Bad Gleichenberg weist durch eine Stationsverlegung zur Jahreswende 1973 auf 1974 eine gewisse Inhomogenität auf, welche aber vernachlässigt wurde, weil bisher noch keine Veröffentlichung der neuen Werte für die örtlich mögliche Sonnenscheindauer erfolgt ist bzw. die Unterschiede nur minimal sind. Von den Stationen mit weniger als 30 Jahren Beobachtung (das sind alle außer Bad Gleichenberg) wurden die Werte auf den einheitlichen Zeitraum von 1951-1980 reduziert, wobei die Reduktion mit Hilfe von Bad Gleichenberg nur für die relative Sonnenscheindauer nach der Methode der konstanten Differenzen erfolgte, während die tatsächliche Sonnenscheindauer aus der solcherart gewonnenen relativen mit Hilfe der bekannten örtlich möglichen errechnet wurde.

Die Angabe aller statistischen Streuungswerte erfolgt nur bei Bad Gleichenberg mit geschlossener Beobachtung über 30 Jahre, und zwar nur für die tatsächliche Dauer in Stunden pro Monat. Die dazugehörigen Werte für die Stunden pro Tag können durch Division durch die Zahl der Monatstage gewonnen werden, jene der relativen Dauer können mit Hilfe der örtlich möglichen Dauer errechnet werden. So war in Bad Gleichenberg der absolut sonnenscheinreichste Monat der Mai 1931 mit 305 Stunden oder 9,84 Stunden pro Tag, das sind 75 % relative Dauer, der relativ sonnenscheinreichste Monat war aber der Oktober 1971 mit zwar "nur" 230 Stunden (7,42 pro Tag), aber 79 % relativer Dauer (zum Vergleich: Stolzalpe: 94 %!). Der relativ und absolut sonnenscheinärmste Monat war der November 1958 mit nur 10 Stunden, das sind nur 20 Minuten pro Tag oder 4,2 %.

4.2.1 Klimatische Interpretation

Klimatische Vergleiche im Sinne von Witterungsunterschieden sollten nur bezüglich der relativen Sonnenscheindauer angestellt werden, welche aber überwiegend mesoklimatische Ab-

wandlungen zeigt, geländeklimatische jedoch nur so weit, als sie sich durch stark unterschiedliche Nebelhäufigkeiten ergeben. Diese Unterschiede können aber durch den ausführlich geschilderten Effekt der unterschiedlichen Horizontüberhöhung kompensiert, ja überkompensiert werden, weshalb sich mit dem zur Verfügung stehenden Material (Klösch / Bad Gleichenberg) keine geländeklimatischen Aussagen treffen lassen. Bei Klösch ergibt sich nämlich durch die geringe Horizontüberhöhung ein deutlicher Abzug bei der relativen Dauer, obwohl die absolute jene von Bad Gleichenberg wesentlich übertrifft. Die Meingartenstation Klösch mit rund 100 Metern relativer Höhe kann nämlich bei dieser Lage weder als nebelreicher, noch bei der geringen Entfernung als wolkenreicher angesprochen werden als Bad Gleichenberg.

Grundsätzlich liegen alle vier Stationen in einer mesoklimatisch einheitlichen Zone, da sich nur graduelle Unterschiede feststellen lassen, jedoch ist für Leutschach-Schlößberg doch eine geringere Nebelhäufigkeit in der kalten Jahreszeit anzunehmen bzw. überhaupt eine gewisse Vermehrung der Nebelhäufigkeit von der West- zur Oststeiermark.

Wesentlicher als die Suche nach regionalen Unterschieden ist aber die Besprechung der Tages- und Jahresgänge der relativen Sonnenscheindauer (Abb. 20).

Beim Tagesgang muß man zwischen dem Winter- und Sommerhalbjahr unterscheiden: Im Winter nimmt die relative Sonnenscheindauer aus den bekannten Gründen vom Sonnenaufgang an stetig zu, erreicht das Maximum zwischen 12 und 13 Uhr und nimmt von da an gegen die Abendstunden wieder ab. Die Differenz zwischen Morgen- und Mittagstunden beträgt dabei etwa 15 %, zwischen Mittags- und Abendstunden ca. 10 %.

Im Sommer wird dagegen bereits um 10 Uhr das Maximum erreicht, worauf die relative Dauer auf Grund der sich üblicherweise entwickelnden Konvektionsbewölkung mehr oder weniger stetig abnimmt und am Abend ein Minimum erreicht, welches wesentlich

unter dem morgendlichen Minimum verbleibt. Die Differenz zwischen 7 und 10 Uhr beträgt dabei etwa 5-8 %, zwischen 10 und 18 Uhr jedoch 18-20 %.

Der Jahresgang ist recht einheitlich und zeigt durchwegs die Form des Vorlandtypus, welche durch eine einfache Amplitude mit Frühwinterminimum (Dezember) und Spätsommermaximum (August) gekennzeichnet wird. Darin drückt sich überwiegend die Herrschaft von Boden- und Hochnebeldecken (zusätzlich zur reichlichen hohen Bewölkung) während der kälteren, und deren praktisch völliges Fehlen während der wärmeren Jahreszeit aus. Daß der Jahresgang der relativen Sonnenscheindauer aber nicht allein durch die Nebelhäufigkeit, sondern zusätzlich durch den Gang der hohen Bewölkung bestimmt wird, zeigt sich darin, daß das Maximum nicht in den nebelarmen Frühsommer, sondern auf den doch schon etwas nebelreicheren Spätsommer fällt. Frühjahr und Frühsommer werden nämlich verstärkt durch Konvektionsbewölkung einerseits, andererseits durch häufige Fremdwettereinbrüche bestimmt, welche im Sommer hauptsächlich aus dem Nordwestsektor wirksam werden und atlantische Luftmassen mit sich führen. Diese auch als "Monsunwellen" bezeichneten wolkenreichen Kaltlufteinbrüche lassen vom Juni weg immer mehr nach und sind im Spätherbst am seltensten. Aus den genannten Gründen entsteht zum Beispiel im Bergland, wo die Konvektionsbewölkung stärker wirksam wird, ein sekundäres Frühjahrs- bis Frühsommerminimum, welches im Hochgebirge schließlich zum Hauptminimum wird, während sich im Vorland nur ein verzögerter Anstieg (besonders deutlich beim Vergleich Mai/Juni) feststellen läßt.

Wohl nimmt die Häufigkeit fremdbürtigen Schlechtwetters im Vorland wenigstens bis Anfang Oktober ab, doch verhindert die zunehmende Nebelhäufigkeit, daß der September (wie im Bergland) oder gar der Oktober (wie örtlich im Hochgebirge oder im Nordstaubereich) zum relativ sonnenscheinreichsten Monat wird.

Zusammenfassend kann man sagen, daß im Untersuchungsraum (wie generell im Vorland) der Winter mit seinem ohnehin kurzen Tagbogen auch relativ am schlechtesten abschneidet und der astronomisch begünstigte Sommer auch relativ am besten gestellt ist. Dadurch ergibt sich ein Verhältnis der tatsächlichen Sonnenscheindauer von Dezember zu Juli wie 1 : 3,9 gegenüber einem astronomischen von etwa 1 : 1,6. Viel "gerechter" wäre zum Beispiel der im Hochgebirge zu beobachtende "Ausgleich" mit einem Verhältnis von Dezember zu Juli wie 1 : 1,6 (Sönnblick) oder 1 : 2 (Krippenstein).

5. Erläuterungen zu den Schneeverhältnissen im Raum Bad Radkersburg (Beobachtungszeitraum 1950/51-1979/80)

5.1 Tabellen

Tab. 21: Statistische Daten zu den Schneeverhältnissen.

1.) St. Peter am Ottersbach (270 m)

	BS	ES	NW	EW	TS	TW	IN	HSH	SZ	Diff.	Q
Normalwert	3.12.	20.3.	4.1.	18.2.	62	46	90	36	108	46	0,57
Standardabweichung	18	16	25	20	25	27	48	23			
abs. Min.	31.10.	10.2.	20.11.	9.1.	8	4	19	10			
unt. Dezil	13.11.	28.2.	3.12.	27.1.	32	14	35	13			
unt. Quartil	21.11.	10.3.	19.12.	3.2.	46	24	50	18			
Median	27.11.	21.3.	31.12.	12.2.	61	45	82	33			
ob. Quartil	18.12.	29.3.	16.1.	6.3.	76	71	130	45			
ob. Dezil	1.1.	11.4.	10.2.	18.3.	94	76	163	77			
abs. Max.	9.1.	22.4.	7.3.	26.3.	121	121	192	101			

2.) Straden (340 m)

	BS	ES	NW	EW	TS	TW	IN	HSH	SZ	Diff.	Q
Normalwert	30.11.	17.3.	11.1.	7.2.	44	28	88	30	108	64	0,41
Standardabweichung	17	22	27	24	24	22	51	18			
abs. Min.	21.10.	24.1.	30.11.	18.12.	5	2	22	10			
unt. Dezil	11.11.	19.2.	12.12.	12.1.	13	6	32	12			
unt. Quartil	18.11.	4.3.	27.12.	23.1.	26	11	52	17			
Median	28.11.	18.3.	9.1.	3.2.	43	23	75	26			
ob. Quartil	12.12.	30.3.	20.1.	3.3.	58	40	125	35			
ob. Dezil	23.12.	9.4.	15.2.	15.3.	76	64	157	58			
abs. Max.	4.1.	6.5.	29.3.	30.3.	104	78	248	74			

3.) Bad Gleichenberg (292 m)

	BS	ES	NW	EW	TS	TW	IN	HSH	SZ	Diff.	Q
Normalwert	29.11.	19.3.	5.1.	10.2.	56	37	94	39	111	55	0,51
Standardabweichung	19	17	23	23	25	26	52	19			
abs. Min.	21.10.	8.2.	23.11.	16.12.	7	3	23	10			
unt. Dezil	6.11.	26.2.	3.12.	12.1.	25	9	36	13			
unt. Quartil	15.11.	11.3.	23.12.	26.1.	38	13	53	17			
Median	27.11.	20.3.	3.1.	11.2.	61	34	89	32			
ob. Quartil	12.12.	29.3.	20.1.	23.2.	70	50	122	43			
ob. Dezil	26.12.	9.4.	11.2.	15.3.	89	74	155	64			
abs. Max.	9.1.	23.4.	20.2.	24.3.	121	118	234	80			

Tab. 21. Fortsetzung

4.) Zeltling (200 m); die Werte von 1950/51 bis 1953/54 wurden vom Bad Gleichenberg übernommen

	BS	ES	BW	EW	TS	TW	SN	BSH	SZ	Diff.	Q
Normalwert	3.12.	12.3.	6.1.	9.2.	49	35	76	29	100	51	0,49
Standardabweichung	22	19	25	28	27	29	40	18			
abs. Min.	21.10.	6.2.	23.11.	5.12.	5	2	16	4			
unt. Dezil	8.11.	10.2.	27.11.	4.1.	19	9	30	11			
unt. Quartil	17.11.	25.2.	20.12.	28.1.	28	14	52	15			
Median	1.12.	16.1.	6.1.	6.2.	44	27	68	25			
ob. Quartil	21.12.	26.3.	23.1.	2.3.	66	46	95	38			
ob. Dezil	6.1.	2.4.	6.2.	21.3.	76	73	140	59			
abs. Max.	12.1.	22.4.	29.3.	30.3.	120	117	192	60			

5.) Leibnitz (275 m); zum Vergleich

	BS	ES	BW	EW	TS	TW	SN	BSH	SZ	Diff.	Q
Normalwert	4.12.	14.3.	4.1.	15.2.	57	43	81	33	101	44	0,56
Standardabweichung	19	20	24	19	25	26	41	20			
abs. Min.	3.11.	5.2.	20.11.	28.12.	6	3	18	10			
unt. Dezil	11.11.	14.2.	1.12.	22.1.	30	13	38	14			
unt. Quartil	17.11.	2.3.	19.12.	5.2.	43	24	48	20			
Median	28.11.	15.3.	31.12.	11.2.	56	40	71	29			
ob. Quartil	20.12.	25.3.	18.1.	1.3.	73	63	103	39			
ob. Dezil	1.1.	31.3.	6.2.	15.3.	93	76	153	63			
abs. Max.	9.1.	6.5.	11.3.	23.3.	119	118	178	93			

Legende:

- BS = Beginn der (temporären) Schneedecke
- ES = Ende der (temporären) Schneedecke
- BW = Beginn der Winterschneedecke
- EW = Ende der Winterschneedecke
- TS = Tage mit Schneedecke (insgesamt)
- TW = Tage mit Winterschneedecke
- SN = Summe der Neuschneehöhen (cm)
- BSH = höchste Schneehöhe (cm)
- SZ = Dauer der "Schneedeckenzzeit" = Summe der Tage zwischen Beginn und Ende der temporären Schneedecke
- Diff. = Differenz zwischen der Dauer der Schneedeckenzzeit und der (tatsächlichen) Zahl der Tage mit Schneedecke
- Q = Erhaltungsquotient der Schneedecke, d.h. Zahl der Tage mit Schneedecke (insgesamt) durch die Dauer der Schneedeckenzzeit

5.2 Formale Erläuterung der Tabellen

5.2.1 Datum des Beginns der (temporären) Schneedecke

Gemeint ist die erste, meist irgendwann im Spätherbst sich bildende Schneedecke, verstanden als wenigstens 1 cm Schnee um 7 Uhr morgens, die aber nur ausnahmsweise von längerer Dauer ist und dann direkt den Beginn der "endgültigen" Winterschneedecke anzeigt (z.B. Ende November 1962). Das durchschnittliche Datum ist somit nur Ausdruck für die durchschnittlich zu erwartenden Wetterstürze mit Schneefall, aber nicht der schneedeckenerhaltenden Faktoren des Temperaturklimas. Dadurch zeigt dieses Datum i.a. eine sehr starke Bindung an die Seehöhe im Sinne einer Verspätung nach unten, doch ist diese Beziehung bei den geringen Höhenunterschieden der verwendeten Orte nur wenig, aber doch erkennbar ausgeprägt. Erwartungsgemäß unterliegt dieses Eintrittsdatum einer starken Streuung; die früheste Schneedecke wurde meist am 21. Oktober (1970) beobachtet, kräftiger war aber der "Jahrhundertschneefall" vom 23. bis 25. Oktober 1905 mit Schneehöhen bis 15 cm und einigen Tagen Dauer der Schneedecke. Als spätester Beginn der Schneedecke kann eine Zeit zwischen 4. und 12. Jänner gelten.

5.2.2 Datum des Endes der (temporären) Schneedecke

Wie beim Beginn zeigt auch das Ende überwiegend die Wirkung von Wetterstürzen im Frühjahr und nur sehr eingeschränkt von schneedeckenerhaltenden Faktoren. Deshalb gelten wie vorhin eine starke Seehöhenabhängigkeit und zeitliche Streuung. Als frühester Zeitpunkt, nachdem überhaupt keine Schneedecke mehr zustande kam, kann die Zeit zwischen 24. Jänner und 10. Februar gelten, der späteste Zeitpunkt mit Schneedecke ist i.a. der 22./23. April (1965), in Straden sogar der 6. Mai (1957), welcher allgemein auch als "Jahrhundertwert" gelten kann.

5.2.3 Datum des Beginns der Winterschneedecke

Gemeint ist damit die "endgültige" Schneedecke, über deren Definition in schneesicheren Orten keine Zweifel bestehen, da sie sich in jedem Winter relativ regelmäßig bildet, die aber in sehr schneesarmen Gebieten als "längste beobachtete" Schneedecke definiert werden muß, wodurch ihre Eintritts- und Enddaten recht zufallsabhängig werden und dadurch einer äußerst starken zeitlichen Streuung unterliegen. So gab es zum Beispiel im Jahr 1958 in Bad Gleichenberg eine Schneedecke vom 21. Jänner bis zum 10. Februar (21 Tage), und vom 7. bis 25. März (19 Tage). Hier gilt die erste Periode als Winterschneedecke, was entsprechend dem Datum auch die logische Angabe ist, welche den zu erwartenden Normalwerten sogar recht gut entspricht. Im selben Winter gab es in St. Peter am Ottersbach eine Schneedecke vom 21. Jänner bis 9. Februar (20 Tage) und vom 7. bis 26. März (ebenfalls 20 Tage), die jetzt wegen der größeren erreichten Schneehöhen als Winterdecke gilt. Somit klappt im Datum des Beginns der Winterschneedecke zwischen diesen beiden Orten ein Zeitraum von 45 Tagen, obwohl sich de facto nur Unterschiede von 1 bis 2 Tagen bei der Dauer der Schneedecke einstellen und die Verhältnisse in beiden Orten "praktisch gleich" waren. Auch der extrem schneesarme Winter 1974/75 bietet markante Beispiele, wobei die "Winterdecke" in Straden zufällig vom 29. bis 30. März (1) dauerte, in St. Peter am Ottersbach aber vom 20. bis 23. Februar. Das zeigt die Schwierigkeit der Vergleichbarkeit der Daten untereinander bzw. die Art der Interpretation der hohen Streuungswerte. Als frühester Beginn der Winterschneedecke kann die Zeit um den 20./23. November (1962) gelten, als spätester Beginn der 29. März (1975). Diese Daten sind gleichzeitig die "Jahrhundertwerte".

5.2.4 Datum des Endes der Winterschneedecke

Dazu gilt einerseits das für das Datum des Beginns der Winterschneedecke gesagte, andererseits zeigen sich darin am ehesten die schneedeckenerhaltenden Faktoren des Temperaturklimas, wodurch sich zwischen dem kalten Talbodenklima von St. Peter am Ottersbach und dem milden Riedelklima von Straden bereits ein Unterschied von 11 Tagen (Verspätung bei St. Peter) einstellt. Als frühestes Ende kann der 5. Dezember, als spätestes der 30. März gelten, beide Daten haben aber wegen der genannten Gründe nur wenig praktische Bedeutung bzw. Aussagekraft.

5.2.5 Zahl der Tage mit Schneedecke (insgesamt)

Dieser Wert ist eindeutig definiert und natürlich immer deutlich kleiner als die Zahl der Tage zwischen Beginn und Ende der (temporären) Schneedecke. Neben dem Schneereichtum im Sinne der gefallenen Mengen drückt sich darin auch sehr stark der Einfluß des Temperaturklimas aus, wodurch sich zwischen Straden und St. Peter am Ottersbach eine Differenz von 18 Tagen einstellt. Als absolutes Minimum gelten 5 bis 8 Tage pro Winter (durchwegs 1974/75), wobei es sich gleichzeitig um sehr geringe Schneehöhen und eine Verteilung auf zwei bis drei Ereignisse handelte, wodurch dieser Winter subjektiv als "schneefrei" gewertet wurde; als absolutes Maximum gelten 104 bis 121 Tage (durchwegs 1962/63). In beiden Fällen handelt es sich gleichzeitig um die "Jahrhundertwerte", d.h. daß ein absolut schneefreier Winter in diesem Jahrhundert noch nicht vorgekommen ist.

5.2.6 Zahl der Tage mit Winterschneedecke

Sie ist identisch mit der Zahl der Tage zwischen dem durchschnittlichen Beginn und Ende der Winterschneedecke und unterliegt daher wieder einer großen Streuung (bis über 80 %

Variabilität). Das absolute Minimum liegt bei 2 bis 4 Tagen (1974/75), was wieder den "Jahrhundertwert" bedeutet, das absolute Maximum bei 117 bis 121 Tagen, wobei diese Werte im Winter 1962/63 erreicht wurden und als ausgesprochen seltene Ereignisse gelten können, wie sie von mehreren Generationen nicht erlebt werden. Nur in Straden war damals die Schneedecke vor Weihnachten und um die Jahreswende für ein paar Tage unterbrochen, wodurch die ununterbrochene Dauer entscheidend verkürzt wurde.

5.2.7 Die Summe der Neuschneehöhe

Sie entsteht durch konsequentes Aufsummieren der jeweils um 7 Uhr beobachteten Neuschneehöhen durch die gesamte Winter-saison und ist ein Ausdruck für die gefallenen Schneemengen und die damit verbundenen Fragen (Schneeräumung, Anteil des Schnees am Gesamtniederschlag). Wieder wurden die geringsten Mengen im Winter 1974/75 beobachtet, doch wird von Bad Gleichenberg aus dem Jahr 1919/20 ein noch geringerer Wert überliefert (16 cm). Umgekehrt können die absoluten Maxima des Winters 1969/70 als Jahrhundertwerte gelten.

5.2.8 Die höchste Schneehöhe

Sie bezieht sich auf einen einmalig pro Winter beobachteten Maximalwert, unabhängig vom Datum seines Auftretens. Das arithmetische Mittel aus mehreren Jahren wird als "mittlere maximale Schneehöhe" bezeichnet (in den Tabellen "Normalwert"). Die angegebenen Extremwerte können nicht als "Jahrhundertwerte" gelten, da in Bad Gleichenberg am 13.11.1912 nur 8 cm, am 20.2.1947 aber 97 cm beobachtet wurden (Bad Gleichenberg ist die einzige Station mit praktisch lückenloser Beobachtung in diesem Jahrhundert).

5.2.9 Die Schneedeckenzeit

Sie ist die Zeit zwischen dem Beginn und dem Ende der (temporären) Schneedecke und immer deutlich länger als die Zahl der Tage mit tatsächlicher Schneedecke. Die Differenz zwischen beiden ist ebenfalls in den Tabellen enthalten.

5.2.10 Der "Erhaltungsquotient" der Schneedecke

Er wird berechnet als Zahl der Tage mit Schneedecke (insgesamt) gebrochen durch die Dauer der Schneedeckenzeit. Multipliziert mit 100 ergibt sich der Prozentanteil der Tage mit Schneedecke innerhalb der Schneedeckenzeit. Der Quotient ist klimatisch interpretierbar in dem Sinne, daß sich häufiges Abschmelzen und häufige Unterbrechungen durch geringe Quotienten, beständige Schneedecken durch hohe Quotienten ausdrücken. Das zeigt sich wieder am besten im Vergleich der Orte St. Peter am Ottersbach und Straden.

Zu den statistischen Größen sei folgendes erwähnt:

Der Normalwert ist das arithmetische Mittel aus den 30 Wintern, absolutes Minimum und Maximum sind die beiden beobachteten Extreme aus den 30 Wintern.

Ordnet man alle vorhandenen Werte der Größe nach von unten nach oben, dann hat das untere Dezil 10 %, das untere Quartil 25 % und der Median die Hälfte aller Werte unter sich. Das obere Quartil hat 75 % unter und 25 % über sich, das obere Dezil wieder 90 % unter und 10 % über sich. Wenn der Median mit dem arithmetischen Mittel ("Normalwert") nicht übereinstimmt, ist das ein Zeichen, daß keine Normalverteilung vorliegt, sondern eine unregelmäßige (Schiefe). Ist der Median

deutlich kleiner als das Mittel, liegt eine "Linkschiefe" vor, wobei vielenmäßig negativ abweichenden Werten wenige aber stärker positiv abweichende gegenüberstehen. Nach oben sind daher sehr große Abweichungen zu erwarten, was bei den Schneemengen und der Schneedeckendauer eigentlich an allen Stationen zutrifft.

Die extrem schneereichen Winter waren 1951/52 (Februar!), 1962/63 (durchwegs!), 1968/69 (Februar!) und 1969/70 (Frühwinter!).

5.3 Formale Erläuterung der Diagramme:

5.3.1 Die Schneedeckenwahrscheinlichkeit in Prozenten

Wie oben angegeben bedeutet "Schneedecke" wenigstens 1 cm Schneehöhe um 7 Uhr, unabhängig von den sonstigen Tagesstunden und den sonstigen Schneehöhen. Da die aus 30 Jahren gebildete und für alle Einzeltage berechnete Kurve noch recht unausgeglichen ist, wurde sie durch fünftägig übergreifende Mittel ohne Gewichtung geglättet, d.h. der für einen Tag angegebene Durchschnitt ist jeweils das arithmetische Mittel der Wahrscheinlichkeit des Tages selbst, sowie der beiden vorausgehenden und der beiden nachfolgenden Tage.

5.3.2 Die mittlere Schneehöhe ("Normalwert")

Sie ist das arithmetische Mittel aller 30 Schneehöhen eines Datums, inklusive der Tage ohne Schneedecke, d.h. daß bei nur 50 % Schneedeckenwahrscheinlichkeit 15 Tage mit dem Wert Null in die Rechnung eingehen. Da in dem untersuchten Gebiet 100 % Schneedeckenwahrscheinlichkeit in keinem Fall auch nur annähernd erreicht werden, ist die mittlere Schneehöhe ein sehr abstrakter Wert, der die tatsächlichen Verhältnisse nur sehr unbefriedigend auszudrücken vermag. Er wurde daher durch die Grenzwerte des oberen Dezils, oberen Quartils und unteren

Quartils ergänzt. Das untere Dezil ist in allen Fällen durchwegs Null, da 90 % Schneedeckenwahrscheinlichkeit nie erreicht werden.

5.3.3 Die maximale in 30 Wintern beobachtete Schneehöhe

Sie ist natürlich sehr zufallsabhängig und zeigt nicht unbedingt die "höchstmöglichen Erwartungswerte", welche viel eher durch eine Verbindungslinie zwischen den höchsten Spitzen der maximalen Schneehöhe zu gewinnen wären. Allerdings entspricht es den tatsächlichen Bedingungen der atmosphärischen Zirkulation bzw. Großwetterlagen, daß im Jänner weniger Schneemengen (und Schneehöhen) zu erwarten sind als im Februar.

Die auffallenden Maxima im November stammen meist aus dem Jahr 1962, jene im Februar aus 1952 oder 1963 und jene im März fast nur aus dem Jahr 1955.

5.4 Die klimatische Interpretation der Ergebnisse

5.4.1 St. Peter am Ottersbach

Diese Station gehört durch ihre Lage in einem Seitentalboden dem Klimatyp 2 nach H. Wakonigg (1978, S. 378), d.h. dem "Talbodenklima des Vorlandes", bzw. der Zone I b nach R. Lazar (1979, Karte 3), d.h. der "kaltluftgefährdeten Seitentalzone" an (Zone b "ungünstige Seitentäler" im Bezirk Radkersburg).

Kennzeichnend dafür ist eine deutliche Temperaturungunst, die sich in allen nach unten weisenden statistischen Temperaturkennzahlen äußert und somit einen relativ guten schneedeckenerhaltenden Faktor darstellt. Demnach ist St. Peter am Ottersbach auch die schneereichste von allen vier Stationen. Das gilt nun für alle Kennzahlen der Schneeverhältnisse mit Ausnahme der Summe der Neuschneehöhen, die in Bad Gleichenberg geringfügig größer ist.

Die mittlere Schneehöhe erreicht sowohl um den 20. Jänner als auch um den 20. Februar rund 14 cm, das absolute Maximum liegt im November bei 53 cm (26. 1962), im Dezember bei 45 cm (17. 1963), im Jänner bei 77 cm (21. 1963), im Februar bei 101 cm (6. 1963) und im März bei 80 cm (8. 1955).

Folgende Tatsachen sind noch erwähnenswert: Obwohl die Schneefälle im November häufig recht früh und stark einsetzen, gilt der Dezember als ausgesprochen schneeärmer Monat, in dem die Schneedeckenwahrscheinlichkeit durchschnittlich nur etwa 40 % beträgt und die mittlere Schneehöhe nur im letzten Monatsdrittel 5 cm übersteigt. Demgegenüber ist der Jänner ein recht schneesicherer, aber nicht unbedingt sehr schneereicher Monat. Die Schneedeckenwahrscheinlichkeit liegt im Durchschnitt bei 75 %, in der zweiten Monatshälfte sogar über 80 %, doch besteht nur eine geringe Neigung zu extremen Schneefällen: bei einem oberen Dezil von rund 25 cm bleiben 90 % aller Schneehöhen unter diesem Wert. In der zweiten Monatshälfte ist auch ein unteres Quartil mit 2 bis 3 cm entwickelt, weil die Wahrscheinlichkeit in diesem Zeitraum 75 % überschreitet.

Im Gegensatz zum Jänner ist nun der Februar ein ausgesprochen exzessiver Monat. Die Wahrscheinlichkeit sinkt vom Monatsbeginn an sehr stark ab und bleibt schon nach dem ersten Monatsdrittel mehr oder weniger unter 50 %, wobei die mittleren Schneehöhen aber eher noch zunehmen. Das ist ein Hinweis auf im Einzelfall sehr große Schneehöhen, was auch durch das obere Dezil bestätigt wird, welches fast durchwegs über 35 cm bleibt und um den 20. sogar 55 cm erreicht. Verantwortlich dafür waren die drei Winter 1952, 1963 und 1969, z.T. auch 1954. Auch bleibt das obere Quartil überwiegend unter dem arithmetischen Mittel (Normalwert) der Schneehöhen, d.h. daß in drei Vierteln aller Jahre nicht einmal die mittlere Schneehöhe erreicht wird, welche eben überwiegend durch wenige Einzeljahre bestimmt wird.

Im März hat fast bis zur Monatsmitte wenigstens jeder dritte Winter eine Schneedecke, wobei die mittlere Schneehöhe sogar diejenige des Dezembers übertrifft. Zusammen mit dem hohen oberen Dezil, dem niedrigen oberen Quartil und den auffallend hohen absoluten Maxima (vgl. Dezember) ist das wieder ein Hinweis auf hohe Streuungen und exzessive Einzelmengen. Die klassischen Märzwinter waren in den Jahren 1952, 1955, 1958, 1963, 1964 und 1969, z.T. auch 1956, 1970, 1971, 1972 und 1976. Von der Monatsmitte an sinken alle Kennzahlen auffallend rasch ab, wodurch bereits nach dem 22. eine Schneedecke in diesem Raum zu den seltenen und zufälligen Ausnahmen gehört, aber im äußersten Fall bis in die erste Maiwoche möglich ist.

5.4.2 Straden

Mit einer relativen Höhe von 80-90 m und Südexposition (wenn auch ebenes Terrain an der Meßstelle) gehört diese Station dem Klimatyp 4 nach H. Wagonigg (1978, S. 379 ff.), d.h. dem "Klima des Riedellandes", bzw. der Zone 6 nach R. Lazer (1979, Karte 3), d.h. der "mittleren Riedelzone" (nach der Gliederung in Bad Radkersburg Zone f "allgemeine Riedelzone") an, wobei die für die hohen und höchsten Riedellagen typischen maximalen oder "optimalen" Klimabedingungen noch nicht voll erreicht werden. Dieser Klimatyp wird eigentlich ausschließlich thermisch bestimmt, wobei folgende Eigenheiten wesentlich sind: Abschwächung aller nach unten weisenden Temperaturkennzahlen wie absolute, mittlere absolute, mittlere tägliche Minima, damit geringere Tages- und Jahresschwankung der Temperatur und wesentlich mildere Winter- und Frühtemperaturen als in den benachbarten Talböden, weiters geringere Frosthäufigkeit bei kürzerer Morgenfrosterwartungszeit, bei Südexposition zusätzlich noch höherer Einstrahlungsgenuß und feliweise deutliche Überwärmung auch tagsüber. Somit sind auch die Durchschnittstemperaturen höher als in den benachbarten Niederungen.

Die genannten Faktoren sind für die Erhaltung der Schneedecke denkbar schlecht, was sich auch in den statistischen Kennzahlen widerspiegelt. Zwar sind die gefallenen Schneemengen keineswegs geringer als tiefer unten, doch sind die die Erhaltung der Schneedecke betreffenden Werte durchwegs deutlich kleiner als in den Niederungen. Gegenüber St. Peter am Ottersbach setzt die erste Schneedecke wohl um 3 Tage früher ein, endet aber auch um 3 Tage früher, während sich die Winterdecke 7 Tage später bildet und 11 Tage früher auflöst. In Straden gibt es um 18 Schneedeckentage weniger als in St. Peter bzw. auch um 18 Tage mit Winterdecke. Die mittlere maximale Schneehöhe ist um 6 cm niedriger, die absolut höchste sogar um 25 cm. Entsprechend gering ist der Erhaltungsquotient, nur 41 % aller Tage der "Schneedeckenzeit" haben auch wirklich eine Schneedecke, gegenüber 57 % in St. Peter am Ottersbach.

Nach dem Diagramm überschreitet die Schneedeckenwahrscheinlichkeit in Straden erst am 19. Dezember 25 %, eine 50%ige Wahrscheinlichkeit ist nur durch einen Monat, von Anfang Jänner bis Anfang Februar gegeben, während nach der ersten Februarwoche 30 % nur mehr kurzfristig überschritten werden. Die sonstigen statistischen Eigenheiten sind nicht vom Lokalklima, sondern vom Großwettergeschehen abhängig und in dem relativ kleinen Untersuchungsraum weitgehend ähnlich. Gemeint ist die plötzliche Zunahme des Schneereichtums in der letzten Novemberdekade und ein entsprechend scharfer Rückgang Mitte März, der Gegensatz zwischen dem recht ausgeglichenen Jänner und dem stark streuenden Februar, sowie die sonstigen schon bei St. Peter am Ottersbach besprochenen Eigenheiten, welche hier nicht mehr wiederholt zu werden brauchen.

Abschließend sei aber darauf hingewiesen, daß die Verhältnisse von Straden noch nicht den aller schneearmsten Lagen mit noch größerer relativer Höhe und steiler Südexposition (z.B. Weingärten der Klöcher Berge, des Rosen- und Stradenberges, etc.) entsprechen.

5.4.3 Bad Gleichenberg

Am Ende eines Seitentals, nicht mehr direkt am Talboden gelegen, gehört diese Station zum Klimatyp 3 nach H. Wakonigg (1978, S. 378 f.), d.h. zum "Übergangsklima der Terrassenstufe", bzw. zur Zone 4 nach R. Lazar (1979, Karte 3), d.h. zu den "Terrassen und Schleppehängen in Haupttälern" (nach Bad Radkersburg zu Zone d "allgemeine Haupttalzone"). Das bedeutet thermisch eine Zwischenstellung zwischen dem kalten Talbodenklima der Seitentäler (St. Peter am Ottersbach) und dem Riedelklima (Straden), wobei Bad Gleichenberg sich wohl eher an ersteres anlehnt, jedoch die nach unten weisenden Temperaturkennzahlen der kalten Talböden bei weitem nicht erreicht.

Entsprechend stellen sich auch "mittlere" Schneeeverhältnisse ein, deren nähere Beschreibung sich eigentlich erübrigt, da sie durchwegs zwischen den Werten der beiden erstgenannten Stationen liegen und die Tabelle bzw. das Diagramm eigentlich nur das oben Gesagte bestätigen.

5.4.4 Zelting

Zelting ist mit 200 m die am tiefsten gelegene Klimastation der Steiermark, auch wenn man in Betracht zieht, daß dieser Wert nicht ganz richtig ist (206 m nach der OK 1:50 000, Nr. 209). Es gehört nach H. Wakonigg (1978, S. 377) zum Klimatyp 1, d.h. zum "Unteren Murtal", nach R. Lazar (1979, Karte 3) würde es am ehesten in die Zone 3 "Haupttäler" (nach Bad Radkersburg zu Zone d "allgemeine Haupttalzone") passen. Wichtig ist jetzt vor allem die geringe Seehöhe, die sich in allen nach oben weisenden Temperaturkennzahlen äußert, sowie die Lage in einem flachen Talboden, was dem Temperaturklima recht kontinentale Züge verleiht. Alle nach unten weisenden Temperaturkennzahlen werden durch den Einfluß eines Seitentales (Kutschenitztal) geprägt, wenngleich die Kaltluftgefährdung nicht

so extram ist wie in den kalten Seitentälern. Diese Verhältnisse sind für eine Erhaltung der Schneedecke relativ günstig, doch steht Zeltling in bezug auf die gefallenen Mengen weitaus an letzter Stelle der vier Stationen, was durch folgende Faktoren bedingt wird: Größte Entfernung zu den wetterwirksamen Aktionszentren (z.B. "Adriatief") und zu der Stau-Vorzone des Alpenrandes der Weststeiermark bzw. auch geringer Einfluß niederschlagsbelebender Faktoren des Riedelreliefs. Dadurch wird Zeltling die niederschlagsärmste Station an sich, wozu der kleinste Schneeanteil auf Grund der geringen Seehöhe kommt. Das äußert sich besonders bei Ereignissen im Grenzbereich zwischen Regen und Schnee. Als Beispiel sei der 22. April 1965 genannt, als die Neuschneehöhe nach gemischten Niederschlägen in Straden 16 cm, Bad Gleichenberg 13 cm, St. Peter am Ottersbach 8 cm und in Zeltling nur 4 cm betragen hatte. Ähnlich war die Situation vom 3. zum 5. März 1970 mit Schneehöhenzuwachsen in der selben Reihenfolge von 29, 16, 13 und 7 cm. Die im Vergleich mit den anderen Stationen relative Schneearmut Zeltlings ist also überwiegend auf die geringeren Mengen und weniger auf die geringere Schneedeckenerhaltung zurückzuführen.

Wie die Tabelle zeigt, ist die Schneedeckendauer nur wenig höher als in der Riedelstation Straden, die Summe der Neuschneehöhen beträgt nur 86 % von jener in Straden. Auch das Diagramm zeigt nur graduelle Unterschiede gegenüber den Nachbarstationen, wobei sich die vom Großwettergeschehen geprägten Eigenheiten bezüglich des zeitlichen Ablaufes und der Streuung der Werte in stark übereinstimmender Weise wiederholen. Die Verhältnisse von Zeltling decken sich weitgehend mit jenen von Muraka Sobota. Die Zahl der Tage mit Schneedecke sinkt noch geringfügig auf 47 ab.

5.5 Anwendung der Besonnungskarte für die Zahl der Tage mit Schneedecke

5.5.1 Die Besonnungskarte als Grundlage für die Zahl der Tage mit Schneedecke

Zunächst hängt die Anzahl der Tage mit Schneedecke weitgehend von der Exposition und Hangneigung ab. Aus Ergebnissen in der Südweststeiermark kommen diese Gegensätze sehr stark zur Geltung (Tab. 21, S.136).

Der maximale Unterschied erreichte 45 Tage, doch variiert diese Differenz je nach Witterungsbedingungen erheblich. Geringe Unterschiede stellen sich entweder in ganz schnee-armen Wintern oder in solchen mit hohem Anteil an Bewölkung und Hochnebel ein. Letztere lassen die Besonnungsgegensätze nur abgeschwächt zur Geltung kommen. Verkürzt wird diese Differenz auch durch sehr intensive Tauwettereinbrüche, vor allem mit "Jaukeinfluß". Sie bewirken auch ein Ausapern der Schneedecke in den ungünstigen Lagen. Hingegen verstärken strahlungsreiche, mäßig schneearme Winter die Gegensätze beträchtlich. Als Beispiel seien die geschätzten Werte des Winters 1980/81 angeführt (günstigste Hanglagen um 30 d, schattige Nordlagen 100 bis 110 d).

Die Bearbeitung des Untersuchungsgebietes im Maßstab 1:25 000 gestattet nun mittels Besonnungskarte eine wesentlich wahrheitsgetreuere Darstellung als die bisher kleinmaßstäbigen Karten der Schneedeckendauer, die ja nur für neutrale ebene Lagen Gültigkeit besitzen. Zur Präzisierung der in der Legende für die Besonnungskarte angegebenen Zahlen wären zweifellos noch weitere Beobachtungsreihen notwendig; die bisherigen Schätzwerte geben jedoch schon Aufschluß über die zu erwartenden Gunstunterschiede.

In den Abb. 20a und b(S.135) sind jeweils die Extremstandorte abgebildet (ein steiler Südwesthang mit einem Minimum, ein nordexponierter Waldrandstreifen mit einem Maximum an Schneedeckendauer).

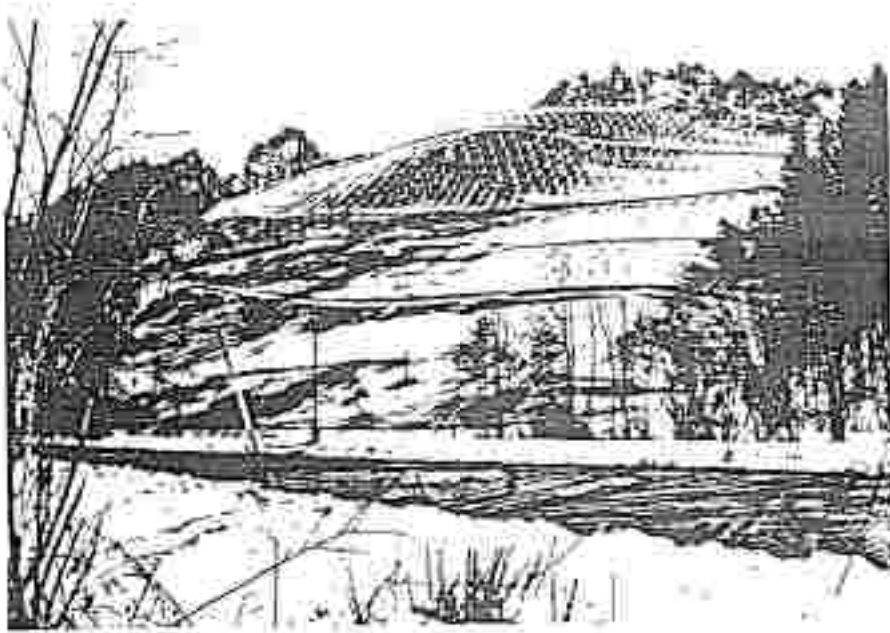


Abb. 20a: Südwesthang des Pastkogels im Wellingtal am 11.3.1976 nach Schneefall am Vortag (20-25 cm); somit reichte die Sonnenstrahlung bereits aus, um die Schneedecke an diesem Hangabschnitt ausspern zu lassen. Zweifellos trugen die höheren Bodentemperaturen zum raschen Abschmelzen bei.



Abb. 20b: Als Beispiel für Ungunslagen mit hoher Anzahl der Tage mit Schneedecke sei hier ein Abschnitt des nördlichen Muggenautales im Sausal angeführt. Die schattigen Geländehächte sind als echte "Kaltluftproduzenten" anzusehen.

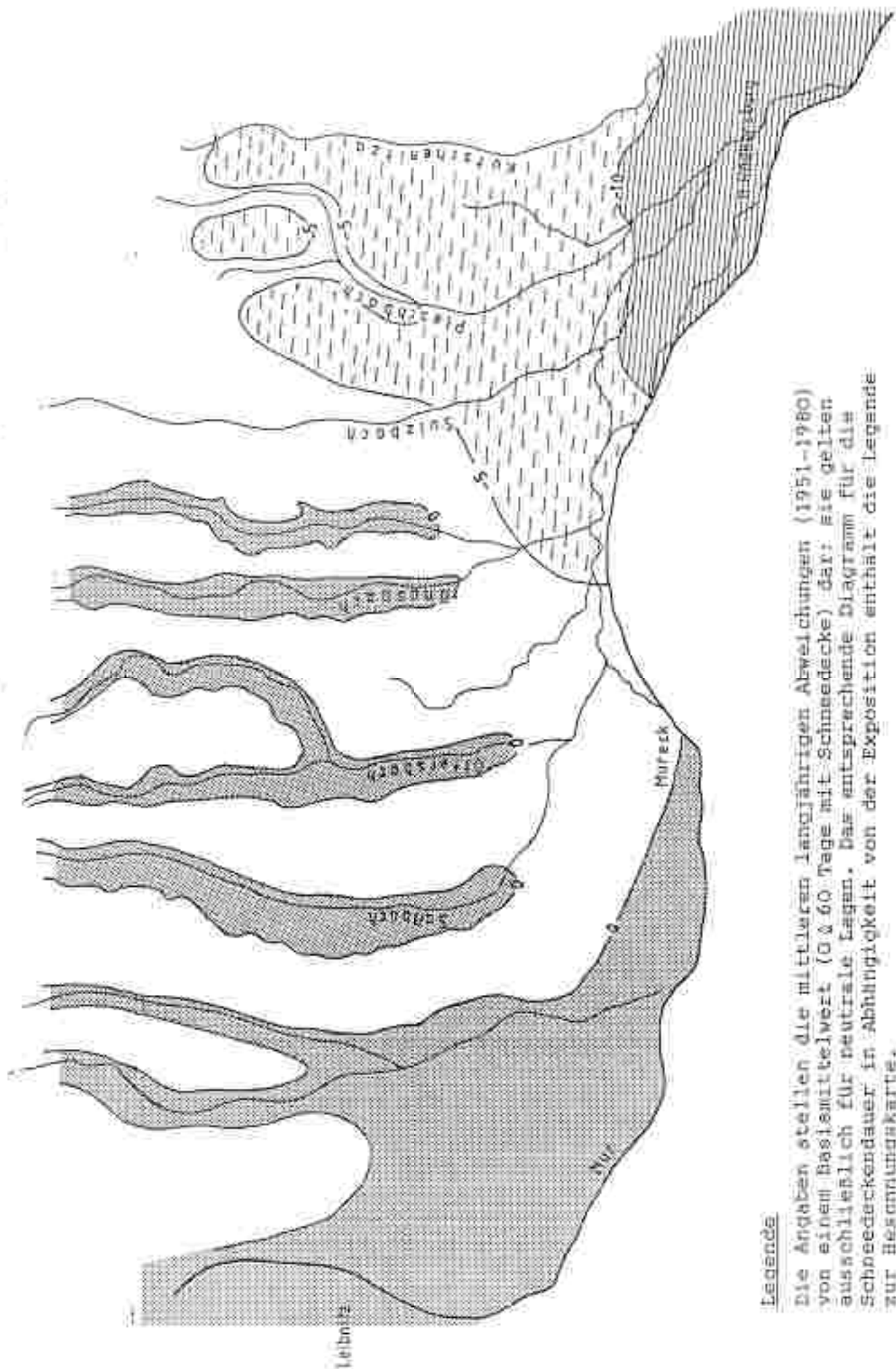
5.5.2 Die mesoklimatischen Einflüsse auf die Zahl der Tage mit Schneedecke

Neben der oben genannten Differenzierung der Schneedeckendauer durch die Expositionsverhältnisse müssen ferner die in den Tabellen errechneten mesoklimatischen Unterschiede berücksichtigt werden. Als Nulllinie scheint dabei eine Anzahl von 50 Tagen auf; Bereiche mit längerer Dauer wurden mit einem Punktraster versehen, Gebiete mit Abnahme durch Strichlierung gekennzeichnet. Letztere umfassen den Klöcher-Raum und das Untere Murtal (insbesondere östlich von Unterpukla). Bedingt durch die niedrigeren Temperaturen verzeichnen die Seitentäler höhere Werte (lokal bis ca. 70 d; an schattigen Waldrandstreifen auch darüber). Diese Abweichungen in Karte 6 dienen nun gemeinsam mit den in der Legende zur Besonnungskarte angeführten Daten zur endgültigen Bestimmung der Zahl der Schneedeckentage. Analog wie die Zahl der Tage mit Schneedecke ergeben sich auch bei den anderen Parametern zu den Schneeverhältnissen entsprechende Verschiebungen, die durch die Besonnungsgegensätze bedingt sind, hier aber wegen unzureichender Unterlagen nicht mehr ermittelt werden können.

Tab. 21: (nach Laxar 1976)
Schneedeckendauer im Winter 1974/75

Station	Seehöhe m	Nov.	Dez.	Jän.	Feb.	März	April	Summe
Graz/Thalerhof	342 m	-	-	1	3	2	-	6
Leibnitz	275 m	-	-	0	4	4	-	8
Otternitz	325 m	-	-	2	7	5	-	14
SSW-Hang 35° um	370 m	-	-	1	2	4	-	7
Grabensohle/ Wellingtal III	340 m	-	-	2	9	5	-	16
<u>Schneedeckendauer im Winter 1975/76</u>								
Graz/Thalerhof		-	2	8	15	9	1	35
Leibnitz		-	2	6	20	10	-	38
Otternitz		-	2	9	22	13	2	48
SSW-Hang		-	2	8	15	5	1	28
Grabensohle		-	2	13	29	27	2	73
<u>Schneedeckendauer im Winter 1976/77</u>								
Graz/Thalerhof		1	16	31	9	1	1	59
Leibnitz		1	18	31	8	1	1	60
Otternitz		7	18	31	17	1	2	77
SSW-Hang		2	9	26	8	1	1	47
Grabensohle		7	21	31	20	1	4	84

KARTE 6: Ergänzungskarte zur Besonnungskarte (Zahl der Tage mit Schneedecke).



Legende

Die Angaben stellen die mittleren langjährigen Abweichungen (1951-1980) von einem Basismittelwert (0 & 60 Tage mit Schneedecke) dar: Sie gelten ausschließlich für neutrale Lagen. Das entsprechende Diagramm für die Schneedeckendauer in Abhängigkeit von der Exposition enthält die Legende zur Besonnungskarte.

6. Die Niederschlagsverhältnisse im Raum Bad Radkersburg

6.1 Allgemeine Verhältnisse/Jahresgang

Tab. 22: Statistische Daten zu den Niederschlagsverhältnissen.

1.) Leibnitz (275 m)

	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
H	40	42	55	64	88	123	134	119	87	72	76	48	948
s	24	26	30	38	40	57	61	52	51	52	38	26	163
vX	61	62	55	59	45	46	46	44	59	72	50	54	17
Jh. Min.	0	3	2	7	17	17	39	27	13	0	7	2	
abs. Min.	0	5	4	7	22	17	54	31	25	0	15	6	671
u. Dez.	13	13	24	18	41	64	78	50	36	20	31	20	739
u. Q.	18	20	31	44	51	80	89	87	44	27	40	27	836
Med.	37	34	48	63	87	118	110	118	75	58	77	47	931
o. Q.	67	63	74	82	120	158	162	146	118	108	104	65	1084
o. Dez.	73	82	98	119	147	190	218	179	159	152	135	83	1173
abs. Max.	81	96	130	180	164	289	332	282	213	201	146	120	1284
Jh. Max.	147	157	146	219	244	289	332	282	260	201	217	146	1336

2.) Unterpunkla (220 m), reduziert aus 1971-1980

	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
H	36	38	50	66	88	102	117	107	82	65	79	48	878

3.) St. Peter am Otterabach (270 m)

	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
H	39	39	55	58	86	123	130	110	79	69	74	47	909
s	23	26	29	32	43	49	59	60	46	53	37	25	147
vX	61	67	53	54	51	40	45	37	58	77	50	53	16,2
Jh. Min.	0	0		11	21	36	11	17	4	0		4	
abs. Min.	0	5	3	11	21	40	44	17	26	0	18	8	631
u. Dez.	11	10	23	22	35	70	68	61	32	15	27	17	734
u. Q.	18	19	31	34	46	78	86	78	39	25	42	28	779
Med.	35	29	49	54	80	123	117	115	67	68	73	42	897
o. Q.	64	53	77	79	128	149	174	138	106	96	100	64	1015
o. Dez.	74	83	97	104	149	192	210	167	155	157	117	79	1132
abs. Max.	77	97	108	141	162	258	294	193	181	210	182	120	1216
Jh. Max.					175	258	294	227		210			1236

Tab. 22 Fortsetzung

4.) Stradan (340 m)

	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
H	35	36	50	57	84	111	124	104	76	64	70	42	853
a	23	24	27	33	45	39	55	45	46	48	35	25	135
v \bar{x}	66	66	54	58	53	35	64	63	61	75	50	39	15,8
Jh. Min.	0		1	9	13	46	35		18	0			
abs. Min.	0	5	1	9	15	38	49	25	23	0	19	6	609
u. Dez.	12	10	21	15	37	60	39	54	25	15	28	14	586
o. Q.	17	16	27	33	44	73	81	69	34	21	38	22	747
Med.	28	28	42	54	76	109	119	101	69	56	71	38	847
o. Q.	53	52	72	81	118	134	147	129	113	96	95	61	954
o. Dez.	70	71	88	94	153	150	190	156	137	147	114	73	1075
abs. Max.	90	95	101	159	173	204	271	236	191	167	170	114	1104
Jh. Max.	120		110	159		210	271	236	200	167	170	143	

5.) Bad Gleichenberg (292 m)

	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
H	37	38	52	59	86	113	129	104	76	63	70	45	872
a	22	24	26	33	41	43	59	46	46	47	35	24	129
v \bar{x}	58	65	51	56	48	38	45	44	61	74	50	53	14,8
Jh. Min.	1	0	4	12	9	34	28	26	17	1	1	3	354
abs. Min.	1	6	4	12	9	37	56	30	17	1	17	12	615
u. Dez.	11	12	22	18	37	64	62	54	30	16	27	18	712
o. Q.	19	18	30	33	51	81	87	65	39	23	41	28	773
Med.	32	29	54	34	79	105	120	97	62	48	70	40	880
o. Q.	58	54	65	78	131	144	166	139	106	93	92	61	944
o. Dez.	67	79	93	102	139	178	195	174	146	133	111	76	1069
abs. Max.	78	88	110	162	156	208	325	208	184	177	170	123	1131
Jh. Max.	143	148	136	162	198	208	325	219	280	193	202	149	1305

6.) Radkeraburg (208 m), reduziert aus 1973-1980

	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
H	33	38	46	61	80	97	118	106	76	63	76	44	878
Jh. Min.	0	0	7			28	36			0	1	6	
Jh. Max.	137		146	196	210				220	214	211	151	1383

7.) Waltra (380 m), reduziert aus 1970-1980

	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
H	31	32	46	54	84	113	126	107	70	68	67	37	835

8.) Zelting (200 m), reduziert aus 1955-1980

	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
H	35	36	45	55	76	97	116	94	73	62	71	46	806

Tab. 22 Fortsetzung

9.) Murzka Subota (191 m), reduziert aus 1951-1970

	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	36	15	42	63	86	92	109	93	71	59	70	44	800

Legende:

- M = Normalwert ("Mittel"), = arithmetisches Mittel aus dem Zeitraum von 1951 bis 1980
- s = Standardabweichung
- v_l = relative Standardabweichung in % ("Variabilität")
- Jh.Min. = tiefster Wert des Jahrhunderts (1901-1980)
- abs.Min. = tiefster Wert des 30jährigen Beobachtungszeitraumes
- u.Dez. = unteres Dezil
- u.Q. = unteres Quartil
- Med. = Median
- o.Q. = oberes Quartil
- o.Dez. = oberes Dezil
- abs.Max. = höchster Wert des 30jährigen Beobachtungszeitraumes
- Jh.Max. = höchster Wert des Jahrhunderts (1901-1980)

6.1.1 Formale Erläuterung der Tabellen

Alle Angaben erfolgen in ganzen Millimetern Niederschlagshöhe, Zehntel und Hundertstel wurden jeweils gerundet. Eine Ausnahme ist die Variabilität des Jahresniederschlags, welche auf Zehntel Prozent Genauigkeit angegeben wird. Die relative Standardabweichung (Variabilität) wurde nach der

Formel $v = \frac{s \cdot 100}{M}$ errechnet, wobei die Werte für M und

s noch mit einer Genauigkeit von Zehntelmillimetern eingesetzt wurden. Die Auf- und Abrundung von M, s und v erfolgte erst nach der Berechnung von v, weshalb beim Nachrechnen u.U. etwas abweichende Werte erhalten werden; die genaueren Werte für v sind aber die in den Tabellen angegebenen.

Alle statistischen Kennzahlen für die Streuungen (Verteilungen) werden nur bei den Stationen mit geschlossener Beobachtung durch alle 30 Jahre angegeben.

Die Normalwerte der Stationen mit kürzeren Beobachtungszeiten als 30 Jahre wurden nach der "Quotientenmethode" mit Hilfe von Nachbarstationen mit geschlossener 30jähriger Beobachtung auf den 30jährigen Normalwert angeglichen (reduziert). Die Reduktion erfolgte dabei jeweils mit Hilfe von wenigstens drei Nachbarstationen ("klimatologische Triangulation"), wobei der nächstgelegenen Station das größte Gewicht beigegeben wurde. Mit Ausnahme von Bad Radkersburg, dessen Werte mit Hilfe jener von Zelting noch verbessert wurden, war die Reduktion durchwegs problemlos, vor allem da die Abweichungen der "Leitstationen" optimal übereinstimmen.

Die "Jahrhundertwerte" können sinngemäß nur von jenen Stationen angegeben werden, welche seit 1901 praktisch ununterbrochen in Betrieb waren, was mit Ausnahme weniger Jahre eigentlich nur auf Leibnitz und Bad Gleichenberg zutrifft. Allerdings fallen die Extremwerte bei allen Stationen überwiegend auf dieselben Monate, weshalb für einige Stationen

mit wesentlich kürzeren als 60-jähriger Beobachtungszeit noch etliche Jahrhundertwerte angegeben werden können.

Die niederschlagsärmsten Monate waren: Jänner 1964, Februar 1920 oder 1949, März 1929, April 1955, Mai 1958, Juni 1932 oder 1976, Juli 1901, 1904 oder 1935, August 1944, 1947 oder 1951, September 1921 oder 1956, Oktober 1965, November 1924 und Dezember 1940.

Die niederschlagsreichsten Monate waren: Jänner 1917, Februar 1947, März 1917, April 1908 oder 1965, Mai 1936, Juni 1956, Juli 1972, August 1937, 1938 oder 1963, September 1916, Oktober 1930 oder 1964, November 1905, 1925 oder 1949 und Dezember 1903 oder 1935.

Das niederschlagsärmste Gesamtjahr war sicher durchwegs 1945, doch ist auf Grund kriegsbedingter Beobachtungslücken der tatsächliche Wert nur von Bad Gleichenberg bekannt. Das niederschlagsreichste Jahr war allgemein 1937.

6.1.2 Klimatologische Interpretation

a) Wetterlagen und Niederschlagsstruktur

Die niederschlagsaktiven Wetterlagen zeigen im Untersuchungsraum einen deutlichen jahreszeitlichen Wechsel. Im Winter und in den beiden Übergangsjahreszeiten sind die weitestwichtigen Niederschlagslagen Tiefdruckgebiete südlicher Breiten, d.h. mit den steuernden Tiefdruckkernen in den Bereichen Biscaya - Iberische Halbinsel - westliches Mittelmeer - Oberitalien - Adria. Auf das "Adriatief" allein entfällt im Winter wenigstens ein Drittel des Gesamtniederschlags. Bei diesen Wetterlagen werden an der Vorderseite (Ostseite) der steuernden Tiefdruckzentren warmfeuchte Luftmassen in warmfrontähnlichen Vorgängen zum Aufgleiten gezwungen ("mediterrane Aufgleitfächer"), wobei die dazugehörige Niederschlagsform ausgesprochen warmfrontartig entwickelt ist:

tiefliegende geschlossene, weitgehend konturlöse stratiforme Bewölkung mit anhaltendem, meist wenig intensivem Regen oder Schneefall im Sinne des "Landregens". Größere Tagesmengen mit entsprechenden Folgen (Hochwasser, etc.) stellen sich dabei kaum im Winter, wohl aber in den Übergangsjahreszeiten, insbesondere im Herbst ein.

Bei den genannten Wetterlagen und auch bei großräumigen südlichen Strömungen kommen im Südalpenraum noch intensive Stauerscheinungen mit extremen Niederschlagshöhen hinzu, von denen der Untersuchungsraum genauso wenig beeinflusst wird, wie von dem fallweisen bei Tiefdrucklage im Süden an der Korz- alpe und in ihrer Vorzone verwirklichten Ost- und Südoststau. Das Niederschlagsgeschehen ist also fast ausschließlich zyklonal.

Wichtig sind auch noch Tiefdrucklagen nördlicher Bahnen und meridionale Tiefdruckrinnen, während die "nordalpinen Niederschlagslagen", d.h. die Nordstau-Wetterlagen, das sind alle großräumigen Strömungen aus dem West- bis Nordsektor, sowie zyklonales "Rückseitenwetter", d.h. Kaltlufteinbrüche an der Westseite abziehender Tiefdruckgebiete weitgehend niederschlagsunwirksam bleiben, am deutlichsten noch im eigentlichen Winter, in dem sie sogar zu den trockeneren Wetterlagen (z.T. "Nordföhn") gerechnet werden müssen.

Schließlich sei noch auf die sogenannte Vb-Wetterlage hingewiesen. Unter dieser Bezeichnung, welche schon um die Jahrhundertwende von W.J. van Beber geprägt wurde, aber auch heute noch angewendet wird, versteht man die seltene, aber äußerst wirksame Situation der Wanderung eines Tiefdruckgebietes vom Raum südlich der Alpen über Ungarn und Polen bis zur Ostsee. Solche Situationen sind bei direkter Nähe des Tiefs im Süden oder Osten die niederschlagsaktivsten im Untersuchungsgebiet und geben fallweise Anlaß zu unheilvollen Auswirkungen, seien es Überschwemmungen, Starkschneefälle im Winter, Spätschneefälle im Frühjahr oder schwerste Unwetter im Sommer.

Beispiele (Niederschlagsmengen ausgewählter Monate in mm):

	vorherrschende Wetterlagen						
	Südstau	Südoststau ¹⁾	Nordstau		Tief im Süden		Vb
	Okt. 1953	Okt. 1951	Apr. 1955	Dez. 1974	Okt. 1964	Feb. 1963	Feb. 1969
Kornat, 1029 m (Leaschtal)	510	58	12	4	418	59	88
Hebalpe, 1375 m	76	162	3	8	216	76	119
Hibiswald, 360 m	59	51	9	5	289	45	162
Leibnitz, 275 m	49	26	7	6	201	63	96
Bad Gleichen- berg, 292 m	73	11	16	12	177	51	88
Straden, 340 m	71	8	10	6	167	61	95
Hieflau, 492 m	59	6	334	412	202	9	57
Altaussee, 950 m	50	7	429	633	263	39	52

Im Sommer und z.T. auch in den Nachbarmonaten Mai und September folgt das Niederschlagsgeschehen weitgehend einem anderen Muster: Tiefdruckgebiete südlicher Bahnen sind nun ausgesprochen selten, was bei Fehlen sonstiger niederschlagsauslösender Faktoren zu einer sommerlichen Trockenperiode führen würde. Im Falle ihres Auftretens verursachen sie aber infolge des ungleich größeren Wasserdampfgehaltes der Luft im Sommer meist ergiebige, z.T. auch unheilvolle Mengen, welche aber nach einer u.U. gewittrigen Einleitung immer noch in Form anhaltender Landregen fallen, die nun aber die seltenere Niederschlagsform sind. Als Beispiele für Unwetter-Hochwassersituationen bei Tiefdruck im Süden oder entlang der Zugstraße Vb seien die Situationen Ende Juli 1965, Mitte August 1966 und Mitte Juli 1972 genannt.

Die überwiegende und entscheidende Niederschlagsform im Sommer sind aber kurzzeitige Gewitter- und Schauerniederschläge, welche meist an Fronten oder flache Druckverteilungen

¹⁾ Bei Oststau ergaben sich vom 16.-20. März 1975 Unterschiede von 110 mm zwischen der Hebalpe (170 mm) und Bad Gleichenberg (60 mm).

gebunden sind. Als steuernde Wetterlagen gelten die West- und Nordwestströmung, sowie Tiefdrucklagen mit den Kernen zwischen West-, Mittel- und Nordeuropa, sowie meridionale Tiefdruckrinnen. Strömungen aus dem Sektor West bis Nord sowie "Rückseitenwetter" sind nur im Zuge des Wettersturzes (Gewitterfront) stärker niederschlagswirksam, nicht aber nach Durchzug der wetterwirksamen Front, da Staueffekte fehlen. Somit werden konvektive Niederschläge zur entscheidenden sommerlichen Niederschlagsform (Anteil rund drei Viertel), Landregen und warufrontartige Aufgleitniederschläge sind seltene Ausnahmen. Der Vorteil dieser Niederschlagsform liegt in ihrer Kurzzeitigkeit, die nur zu geringen Störungen der Tätigkeiten im Freien führt, der Nachteil liegt in ihrer Heftigkeit, die häufig Anlaß zu lokalen Erosionsschäden oder Überflutungen gibt. Schließlich sei noch auf den Hagel als seltenen, aber typischen und schadbringenden Begleiter sommerlicher Gewitter hingewiesen.

b) Der Jahresgang der Niederschläge

Der Jahresgang der Niederschläge ist im Untersuchungsgebiet relativ einheitlich und gehört mit seiner einfachen Periode mit Winterminimum und Sommermaximum zum "Inversions-Gewittertyp" des kontinentalen Europa, in dem die trübste und bewölkungsreichste Jahreszeit (Abkühlung über dem Festland, Inversion, Hochnebel, stabile Schichtung) mit den geringsten Niederschlagsmengen, und die sonnigste und wolkenärmste Jahreszeit (Erwärmung über dem Festland, labile Schichtung) mit den höchsten Niederschlagsmengen scheinbar widersinnig zusammenfallen.

Entscheidend für diesen Jahresgang sind nicht die jahreszeitlich unterschiedlichen Stausituationen (wie im Bergland) oder die jahreszeitlich unterschiedlichen Häufigkeiten der niederschlagswirksamen Wetterlagen (wie in den ozeanischen Gebieten Europas), sondern die Faktoren "innerer Kreislauf" und "precipitable water". Unter innerem Kreislauf versteht

man die Herkunft von Niederschlagswasser durch Verdunstung auf dem Festland selbst, die im Sommer auf Grund der entfalteten Vegetation (Transpiration) und der höheren Temperaturen bei weitem grösser ist als im Winterhalbjahr, wodurch mehrfach so viel Regen fallen kann, als Wasser von den Ozeanen zugeführt bzw. an sie zurückgegeben wird.

Demgegenüber herrscht im Winterhalbjahr der äußere Kreislauf mit direkter Zufuhr vom Meer bei weitem vor, wodurch der Löwenanteil der Niederschläge schon in den küstennahen Bereichen bzw. in den Staugebieten der Mittel- und Hochgebirge ausgefällt wird.

Unter precipitable water versteht man die in der Luft für Niederschläge insgesamt zur Verfügung stehende Wassermenge, welche wiederum im Sommer mehrfach so groß ist wie im Winter, und die weitgehend als Funktion der Temperatur gesehen werden kann, wodurch dieselben niederschlagsauslösenden Faktoren bzw. gleich große Häufigkeiten niederschlagswirksamer Wetterlagen im Sommer zu ungleich größeren Mengen führen als im Winter.

Eine Abweichung von der fast symmetrischen Sinuskurve des Niederschlagsjahresganges zeigt i. a. nur der November, doch ist das eine Eigenheit des 30jährigen Beobachtungszeitraumes, in dem der November gegenüber dem Oktober doch etwas zu stark betroffen erscheint (Verspätung der entsprechenden Wetterlagen).

c) Die Verteilung der Niederschläge

Für die Verteilung der Niederschläge sind drei Faktoren maßgebend: Erstens die Entfernung zu den niederschlagswirksamen Wetterlagen (Mittelmeer), wodurch die Mengen allgemein von Süden nach Norden abnehmen, wenigstens bis zur "Trockenachse" Tamsweg-Unzmarkt-Kraubath-Frohnleiten-Friedberg (die Trockenachse gilt nur für vergleichbare Seehöhen).

Mit Annäherung an die Nordstaugebiete nehmen die Niederschläge nördlich dieser Trockenachse wieder zu.

Zweitens die Entfernung zum niederschlagsverstärkenden Einfluß der Stauzone der Alpen (Koralpe, Dachstein) und ihrer Vorzone, wodurch die Mengen allgemein von Westen nach Osten abnehmen. Die Überlagerung beider Faktoren führt nun zu einer generellen Niederschlagsabnahme von Südwesten nach Nordosten (Achse Eibiswald-Friedberg), wobei quer zur Achse liegende Orte recht ähnliche Mengen aufweisen (Maria Lankowitz-Elgist-Leibnitz-Thalerhof-Straden oder Deutschlandsberg-Leutschach).

Schließlich ist als dritter Faktor die Seehöhe zu nennen, wobei die Niederschläge generell nach oben hin zunehmen, was in Anbetracht der geringen Höhenunterschiede im Untersuchungsgebiet unbedeutend erscheinen mag, bei den gleichzeitig sehr geringen horizontalen Entfernungen aber doch so stark ins Gewicht fällt, daß der Einfluß der horizontalen Veränderung durchaus kompensiert, ja sogar überkompensiert werden kann (vgl. Bad Radkersburg - Bad Gleichenberg, Zeltweg - Waltra). Zum Raabtal hin nehmen die Niederschläge dann aber recht deutlich bis unter 800 mm ab. Als Ergänzung sei noch bemerkt, daß sich die Entfernung zur Trockenachse auf den Jahresgang insofern auswirkt, als die Sommerniederschläge von der Trockenachse nach Süden praktisch nicht, die übrigen Niederschläge aber sehr deutlich zunehmen, wodurch die Jahresgänge entlang der Trockenachse und im Alpeninneren (Oberes Murtal, Ostkärnten) sehr akzentuiert sind, nach Süden zu aber immer mehr verflachen. Das Untersuchungsgebiet ist daher im Winterhalbjahr deutlich niederschlagsreicher, im Sommer aber s.T. etwas niederschlagsärmer als zum Beispiel der Grazer Raum.

6.2 Häufigkeit bedeutender Regen- und Schneefälle im Raum: Bad Radkersburg

Tab. 21: Statistische Daten

1.) St. Peter am Otterbach (270 m), 1951-1980, Regen

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	0,10	0,10	0,37	0,47	1,03	1,73	1,87	1,47	1,30	0,60	0,87	0,30	10,50
s	0,4	0,3	0,5	0,6	1,0	1,1	1,4	1,0	1,1	1,0	0,9	0,7	2,6
Max.	15												
o. Dez.	14												
o. Q.	12												
Median	10		Schneefall:										
u. Q.	9		M 0,57										
u. Dez.	7		s 1,0										
Min.	4												

2.) Straden (340 m), 1951-1980, Regen

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	0	0,10	0,23	0,40	1,00	1,70	1,73	1,47	1,17	0,83	0,67	0,33	9,63
s	0	0,3	0,5	0,7	1,0	1,1	1,4	1,1	1,2	1,0	0,8	0,7	3,4
Max.	18												
o. Dez.	14												
o. Q.	12												
Median	9		Schneefall:										
u. Q.	7		M 0,50										
u. Dez.	5		s 0,8										
Min.	3												

Legende:

M	= Normalwert der Periode 1951-1980	für Tagesniederschläge
s	= Standardabweichung	mit mindestens 20,0 mm
Max.	= Höchstwert der 30 Jahre	
o. Dez.	= oberes Dezil	
o. Q.	= oberes Quartil	
u. Q.	= unteres Quartil	
u. Dez.	= unteres Dezil	
Min.	= Tiefstwert der 30 Jahre	

3.) Bad Gleichenberg (292 m), 1951-1980, Regen

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	0,03	0,13	0,30	0,47	1,03	1,37	1,83	1,37	1,03	0,80	0,70	0,30	9,37
s	0,2	0,4	0,5	0,7	1,0	1,2	1,7	1,0	1,1	1,0	0,8	0,7	3,5
Max.	19												
o. Dez.	13												
u. Q.	11												
Median	9												
u. Q.	7												
u. Dez.	5												
Min.	3												
				Schneefall:									
				M	0,53								
				s	0,9								

4.) Zelting (200 m), 1954-1980, Regen

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	0,04	0,08	0,19	0,35	0,73	1,12	1,88	1,46	1,04	0,77	0,62	0,27	8,34
s	0,2	0,3	0,4	0,6	0,9	0,9	1,7	1,0	1,0	1,0	0,7	0,5	2,5
				Schneefall:									
				M	0,31								
				s	0,7								

5.) Unterpurkla (220 m), reduziert aus 1971-1980, Regen

M 11

6.) Waltra (380 m), reduziert aus 1970-1980, Regen

M 9

7.) Bad Radkersburg (206 m), reduziert aus 1973-1980, Regen

M 9

6.2.1 Formale Erläuterungen zur Tabelle 23

Für Fragen der Abspülung, Erosion, Hochwasser oder Dimensionierung von Abfluß- und Entwässerungsanlagen ist die Kenntnis der Häufigkeit bzw. Intensität hoher oder extremer Niederschlagsereignisse von Bedeutung.

Seit längerer Zeit eingebürgert hat sich die "Starkregenformel" von W. Wussow, welche für den unteren Grenzwert "dichter Regenfälle" bis zu zwei Stunden Dauer die Form $N = 5 t$, bei mehr als zwei Stunden Dauer die Form $N = 5 t - \frac{t}{24}$ hat. Dabei ist N die Niederschlagshöhe in Millimetern, t ist die Zeit in Minuten. Ein einstündiger Starkregen müßte demnach wenigstens 17,3 mm und ein 24stündiger 60 mm zustandebringen, um wirklich als Starkregen gelten zu können. In der hydrographischen Praxis hat sich in Österreich aber die Form $N = 5 t$ für Starkregen jeglicher Dauer eingebürgert, wofür man zum Beispiel für 24 Stunden einen Grenzwert von 85 mm, für 48 Stunden von 120 mm und für 72 Stunden von 147 mm erhält.

Voraussetzung für die genaue Kenntnis der Starkregenereignisse ist aber die Registrierung der exakten Niederschlagsdauer, was befriedigend nur mittels Ombrographen gelingt, mit welchen aber nur eine Minderheit der Stationen ausgerüstet ist. Im Untersuchungsgebiet gibt es zum Beispiel überhaupt keine homogenen Ombrographenaufzeichnungen. Die von den Beobachtern ohne Ombrographen angegebenen Zeiten für die Niederschlagsdauer führen aber durchwegs zu unvergleichlichen Ergebnissen, weshalb sich eine seriöse Darstellung der Starkregenverhältnisse von vornherein verbietet.

Für Österreich wurden von H. Kreps und H. Schimpf (1965) andere Starkregenkriterien vorgeschlagen und auch ausgewertet (H. Schimpf, 1970), wobei die Kriteriumsgrenze für einen 24-Stunden-Starkregen zwischen 25 mm in niederschlagsarmen Landschaften und 55 mm in niederschlagsreichen schwankt. Für das Untersuchungsgebiet wäre demnach ein Wert von 35 mm als Grenzwert für "beachtliche Niederschläge" anzuwenden.

was einem halbjährlichen bis einjährlichen Ereignis entspricht.

Wegen der Seltenheit solcher Ereignisse wurde hier ein wesentlich niedrigerer Grenzwert für "bedeutende Regenfälle" eingesetzt, nämlich 20 mm, wodurch bei der größeren Häufigkeit solcher Niederschläge auch eine größere Sicherheit der statistischen Daten erreicht werden kann. Mit der Angabe der Häufigkeit der bedeutenden Regenfälle mit mindestens 20 mm soll wenigstens näherungsweise ein numerischer Ausdruck für die Belastung des Untersuchungsgebietes durch gefährliche oder schadensbringende Regenfälle gefunden worden.

Die Auswertung erfolgte dabei nicht für die Niederschläge im allgemeinen, sondern getrennt für Regen- und Schneefälle. Gemischte Niederschläge wurden je nach Vorherrschen einer Niederschlagsform entweder zu den eindeutigen Regen- oder eindeutigen Schneefällen gerechnet, wobei der Schneefall dann als vorherrschend angesehen wurde, wenn die Schneehöhe in cm wenigstens ein Viertel der Niederschlagshöhe in mm erreichte, verstanden als 50 % Schneefall mit einer Dichte von 0,2 des Nassesnees.

Die monatsweise Auswertung erfolgte nur bei Stationen mit wenigstens 26 Beobachtungsjahren innerhalb des Zeitraumes von 1951-1980, ansonsten werden die reduzierten Werte nur für die Jahressummen angegeben, die jahreszeitliche Verteilung kann im Untersuchungsgebiet als weitgehend gleichsinnig angesehen werden. Die Reduktion erfolgte wiederum durch "klimatische Triangulation", d.h. mit Hilfe von zwei bis drei Nachbarstationen (St. Peter am Otterabach, Straden und Bad Gleichenberg), wobei sowohl die Methode der konstanten Differenzen, als auch die Quotientenmethode angewandt wurden, was bei den weitgehend ähnlich großen Ausgangszahlen zu praktisch gleichen Ergebnissen führt und bei Aufrundung zu ganzen Zahlen keine Unterschiede mehr ergibt.

Die Nachteile der bloßen Angabe der "Tagesmengen" über einem bestimmten Grenzwert können darin gesehen werden, daß ge-

schlossene Ereignisse mit mehr als 20 mm durch die starren Messermine (7^h) irreale zu zwei Ergebnissen mit jeweils weniger als 20 mm zerrissen werden können und somit unbeachtet bleiben, oder im Falle einer Zerreißung in zwei Mengen mit mehr als 20 mm doppelt gezählt werden. Man darf erwarten, daß sich dadurch wieder ein gewisser Ausgleich ergibt. Weiters bleiben Struktur und wirkliche Dauer der Regenfälle unbekannt, doch darf man für die Sommermonate ein Überwiegen der gewittrigen Konvektionsregen, für die übrigen Monate ein solches der "Landregen" annehmen, Mai und September können dabei als Übergangsmonte gelten.

6.2.2 Klimatische Interpretation

Die jahreszeitliche Verteilung der bedeutenden Regenfälle folgt vollkommen dem Jahresgang der durchschnittlichen Niederschlagsmengen selbst, mit Winterminimum und Sommermaximum, was sich überwiegend aus der größeren Wasserdampfkapazität der Luft in den Sommermonaten erklärt. Im Hochwinter sind bedeutende Regenfälle seltene Ausnahmen, sie kommen im Jänner nur alle 10 bis 20 Jahre einmal vor, während allein im Juli etwas weniger als zwei Fälle pro Jahr zu erwarten sind. Auf die ersten drei Sommermonate allein entfallen 50-60 % aller bedeutenden Regenfälle.

Die regionale Verteilung zeigt ähnlich wie bei den Durchschnittsmengen der Niederschläge bei der Kleinräumigkeit des Untersuchungsgebietes nur geringe regionale Unterschiede, wobei wieder eine allgemeine Zunahme gegen Südwesten in Richtung auf die Stau-Vorzone des Randgebirges bzw. in Richtung auf die Wetter-Aktionszentren des Mittelmeerraumes festzustellen ist. Am geringsten ist die Häufigkeit - ebenfalls in Einklang mit den Durchschnittsmengen - im östlichsten, niedrigsten und flachsten Teil des Untersuchungsgebietes, nämlich im Raum Bad Radkersburg.

Neben den Regenfällen wurde gleichzeitig auch die Häufigkeit bedeutender Schneefälle bearbeitet, worunter alle Tagesniederschläge mit wenigstens 20 mm und Überwiegendem oder ausschließlichem Schneefall verstanden werden, unabhängig von der de facto erreichten Schneehöhe. Sie sind daher nicht mit den "Groß-Schneefällen" nach M. Schalko und F. Steinhäuser (1951) zu verwechseln, die sich nur an der effektiven Neuschneehöhe orientieren, wofür ein Wert von wenigstens 20 cm gefordert wird.

Im Untersuchungsgebiet sind bedeutende Schneefälle infolge des weitgehenden Fehlens von Stauraubeinungen eher selten und im Durchschnitt nur knapp jeden zweiten Winter einmal zu erwarten. Als Höchstwert können vier Ereignisse pro Winter gelten. Bedeutende Schneefälle sind nur von November bis April möglich und im Zeitraum von 1951-1980 am häufigsten im November (!), gefolgt von Februar und März.

6.3 Die Zahl der Gewittertage im Raum Bad Radkersburg

6.3.1 Formale Erläuterungen

Als Gewittertage oder Tage mit Gewitter zählen jene, an denen wenigstens ein Gewitter in der Stärke von mindestens einem hörbaren Donner beobachtet wird.

Dabei ist die Zahl der Gewittertage mit jener der Einzelgewitter nicht identisch, da pro Tag nicht selten zwei oder mehr Gewitter (im Extremfall wohl bis 5) beobachtet werden.

Wenn man bedenkt, daß die Registrierung der Gewitter subjektiv durch den Beobachter (sogenannte Augen- und Ohrenbeobachtung) und nicht instrumentell erfolgt, daß Gewitter außerdem zu jeder beliebigen Tages- und Nachtzeit vorkommen können, dann wird im Hinblick auf die obige Definition klar, daß die für die einzelnen Stationen gewonnenen Daten eigentlich nicht streng miteinander vergleichbar sind, und die sich

ergebenden Unterschieds weniger meso- oder geländeklimatisch zu deuten sind, als vielmehr durch unterschiedliche Aufmerksamkeit der (meist gar nicht ganztägig bei der Station anwesenden) Beobachter.

Im Hinblick auf diese beobachtungsbedingten Schwierigkeiten lassen sich folgende Regeln angeben:

- Bei stark abweichenden Werten benachbarter Stationen haben immer solche höherer Ordnung (Observatorien, Flugwetterwarten, Zentralstellen) mit hauptberuflichem Beobachtungspersonal und ständiger Besetzung der Station die höhere Zahl an Gewittermeldungen, z.T. sogar den Spitzenwert einer weiteren Umgebung.
- Bei stark abweichenden Werten benachbarter Stationen ist somit grundsätzlich den höheren Werten die größere Verlässlichkeit zuzubilligen.
- Bei Stationen mit sehr langer Beobachtungszeit sind mehrmalige Beobachterwechsel die Regel, was meist zu Inhomogenitäten bei den nicht instrumentell beobachteten Klimaelementen führt (Gewitter, Nebel, Wind), wobei die Periode mit der höchsten Zahl der Gewittertage als verlässlichste angenommen werden kann.
- Die meist überraschend hohe Zahl der Gewittertage ist die Folge der oben abgegebenen Definition und damit der Hinzurechnung leichter und leichtester Gewitter. Die subjektiv als "bemerkenswert", "ordentlich" oder "auffallend" zu bezeichnenden Gewitter(tage) sind daher gegenüber der Gesamtzahl wesentlich kleiner, doch läßt sich wegen der Subjektivität der Abgrenzung kaum ein bestimmbarer Anteil angeben.

Die Beobachtung der Gewitter(tage) erfolgt wieder nur bei den Stationen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, weshalb wiederum auf weiter entfernt liegende Stationen zurückgegriffen werden müßte.

Die Häufigkeit der Gewitter unterliegt keinerlei gelände-klimatischer Beeinflussung, ist daher auch nicht gelände-klimatisch zu interpretieren. Selbst mesoklimatische Interpretationen im Sinne der Änderung mit der Seehöhe oder Annäherung an den Gebirgsrand oder zu isolierten Berggestalten (Sausal, Schöckl, Geschriebenstein, Stradner/Gleichenberger Kogel) sind auf Grund der oben beschriebenen Unvergleichbarkeit des Datenmaterials weitgehend unmöglich.

Der Jahresgang der Gewitterhäufigkeit folgt dem der gewitterauslösenden Faktoren, zu denen einerseits eine ausreichende Labilisierung, andererseits ein ausreichendes Gesamtenergiepotential im Sinne hoher Temperaturen und insbesondere hoher Wasserdampfmen gen gehören, wovon letzteres offenbar den entscheidenden Faktor darstellt. So folgt der Jahresgang weitgehend jenem der Temperatur mit dem Maximum im Juli, doch ergibt sich auf Grund der unterschiedlichen Labilisierung (Maximum im Frühjahr und Frühsommer) eine Asymmetrie, wobei der Juni den August, der Mai den September, usw. an Gewitterreichtum deutlich übertrifft. Beim Wasserdampfgehalt allein ist diese Asymmetrie umgekehrt; dort zeigt der August gegenüber dem Juni, der September gegenüber dem Mai, usw. die höheren Mengen.

Der Jahresgang der Gewittertätigkeit wird am Beispiel der Station Rad Gleichenberg dargestellt:

Tab. 24: Jahresgang der Zahl der Gewittertage in Rad Gleichenberg (292 m), 1951-1980.

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jahr
N	0,03	0,2	0,5	1,8	5,8	9,2	9,4	7,7	3,1	0,9	0,3	0,03	39,0
s		0,5	0,7	1,6	1,9	2,8	3,3	3,1	2,2	1,1	0,5		7,5
Max.	1	2	2	6	9	15	19	14	10	4	2	1	55
Min.	0	0	0	0	2	4	5	2	0	0	0	0	23

N = Normalwert
 s = Standardabweichung
 Max. = Höchstwert der 30 Jahre
 Min. = Tiefstwert der 30 Jahre

Demnach entfallen zwei Drittel aller Gewittertage auf die drei Hochsommermonate, 92 % auf die Monate Mai bis September. Im Winter sind Gewitter zufällige Ausnahmen.

Die Gewitter sind die entscheidende Form der sommerlichen Niederschläge (siehe dazu die Erläuterungen zu den Niederschlagstabellen), aber nur in den seltensten Fällen "reine" Wärmegewitter. Die meisten sind Frontgewitter bei Einbruch polar-maritimer Luftmassen bzw. entstehen bei flacher Druckverteilung mit hoher Gewitterneigung.

Die Zugbahnen der Gewitter kommen zu 80 % aus dem Sektor NW über W bis SW mit einem Maximum bei der westlichen Zugrichtung entsprechend der in unseren Breiten vorherrschenden Richtungen der steuernden Oberströmung.

Beim Tagesgang der Gewittertätigkeit ist eine Konzentration auf die Nachmittagsstunden festzustellen, wobei der Tagesgang fast völlig jenem der Temperatur folgt, und somit die einstrahlungsbedingte Labilisierung als wesentlichen gewitterauslösenden Faktor ausweist. Zwischen 14^h und 18^h werden ca. 40 %, zwischen 12^h und 20^h zwei Drittel aller Gewitter beobachtet.

Tab. 25: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Gewitter pro Jahr (M) und Standardabweichung in Tagen (s) der Periode 1951-1980.

	M	s
Wörtherberg, 402 m	36,3	7,6
Thalerhof, 341 m	40,3	9,3
Leibnitz, 275 m	36,1	6,9
Bad Gleichenberg, 292 m	39,0	7,5
Bad Radkersburg, 208 m	29,3	(1972-1980)
	33	(reduziert)
Murska Sobota, 191 m	30	(reduziert aus 1951-1970)

Die Reduktion bei Bad Radkersburg erfolgte nach der Methode der konstanten Differenzen mit Hilfe von Wörtherberg und Thalerhof (Mittel). Der geringere Wert bei Bad Radkersburg ist mit der Vorstellung der Abnahme der Häufigkeit vom stärker reliefierten und höheren Hügelland zum flacheren und regenärmeren Unteren Murtal wohl in Einklang zu bringen, doch erscheint die Differenz bei der geringen Entfernung doch etwas hoch, der Vorsprung des Thalerhofes ist wohl weitgehend auf die genannten Beobachtungsbedingungen zurückzuführen.

7. Die Windverhältnisse im Raum Bad Radkersburg

Tab. 26a: Windrichtungsverteilung.

Der Anteil der auf die einzelnen Himmelsrichtungen entfallenden Windbeobachtungen wird in Promillen angegeben.

C = Windstillen

Netto = Anteil der Windrichtungen ohne Windstillen

Diff. = Häufigkeitsdifferenz zu den Verhältnissen in der freien Atmosphäre über Wien (5000 m, 1951-1970, Mitternachtsaufstieg).

1.) Thalerhof (341 m), 1954-1980

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C	I
	117	66	36	121	117	40	36	71	388	1000
Netto	190	90	92	197	192	65	36	116		1000
Diff.	+74	+30	+46	+149	+107	-127	-200	-79		

2.) Leibnitz (275 m), 1951-1980

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C	I
	52	4	5	113	34	48	21	104	619	1000
Netto	136	10	13	297	90	125	56	273		1000
Diff.	+20	-50	-33	+249	+5	-67	-202	+78		

3.) Bad Gleichenberg (292 m), 1961-1980

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C	I
	126	120	88	124	189	28	23	61	241	1000
Netto	166	158	116	163	249	37	31	80		1000
Diff.	+50	+98	+70	+115	+164	-155	-227	-115		

4.) Bad Radkersburg (208 m), 1975-1980

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C	I
	35	227	70	14	15	163	209	143	124	1000
Netto	40	259	80	16	17	186	238	164		1000
Diff.	-76	+199	+34	-32	-68	+6	+20	+31		

5.) Muzinka Schotz (191 m), 1951-1955

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C	I
	66	118	50	82	57	56	57	110	398	1000
Netto	111	198	84	137	96	94	96	184		1000

Tab. 26b: Windgeschwindigkeit.

Angegeben wird nur die skalare Windgeschwindigkeit im Metern pro Sekunde, d.h. das arithmetische Mittel aller Geschwindigkeiten, unabhängig von der jeweiligen Windrichtung.

M = Normalwert

s = Standardabweichung

1.) Thalernhof (341 m), 1954-1980

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	0,83	1,11	1,49	1,79	1,92	1,75	1,60	1,42	1,23	1,01	0,93	0,82	1,35
s	0,31	0,28	0,30	0,38	0,34	0,27	0,23	0,23	0,27	0,26	0,25	0,28	0,12

2.) Leibnitz (275 m), 1951-1980

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	0,70	0,91	0,87	1,45	1,29	1,25	1,07	1,03	0,81	0,73	0,77	0,56	0,94
s	0,35	0,34	0,40	0,41	0,47	0,38	0,30	0,36	0,35	0,26	0,37	0,24	0,28

3.) Bad Gleichenberg (292 m), 1961-1980

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	1,49	2,09	2,42	2,75	2,52	2,31	1,85	1,72	1,73	1,84	1,91	1,39	2,00
s	0,42	0,52	0,52	0,48	0,39	0,43	0,37	0,36	0,48	0,33	0,46	0,35	0,22

4.) Bad Radkersburg (268 m), 1975-1980

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	1,67	1,67	2,08	2,23	2,25	2,13	1,77	1,47	1,36	1,38	1,42	1,35	1,73

5.) Murska Sobota (191 m)

Jahresmittel: 1,8 m/sec

6.) Jeruzalem (340 m)

Jahresmittel: 1,9 m/sec

malwerte für Leibnitz aus dem gesamten 30jährigen Zeitraum, doch sind sie aus den genannten Gründen mit Vorbehalt zu verwenden, insbesondere die sinngemäß zu hohen Werte für die Standardabweichungen. Dagegen sind die Windrichtungsangaben völlig homogen.

In Bad Gleichenberg gibt es durch einen Beobachterwechsel vom März zum April 1961 eine starke Inhomogenität zwischen 1960 und 1961, weshalb nur aus dem Zeitraum von 1961 bis 1980 gemittelt wurde.

In Bad Radkersburg wurde die Beobachtung erst im Frühjahr 1972 aufgenommen, bald darauf findet sich eine Inhomogenität unbekannter Ursache zwischen 1974 und 1975, weshalb nur aus den sechs Jahren von 1975 bis 1980 gemittelt wurde. Die Angabe der Standardabweichung bei der Windgeschwindigkeit erscheint auf Grundlage des kurzen Zeitraums wenig sinnvoll.

Für Murska Sobota wurde ein einheitlicher Zeitraum (1951 bis 1955) für die Windverteilung herangezogen. Später ändern sich, insbesondere ab 1960, die Angaben für den Calmenanteil erheblich (vor 1960 um 40 %, nach 1960 Anstieg auf 63 %, im Extremfall 74 %!). Während eigenartigerweise die Windgeschwindigkeit nahezu unverändert bleibt (im Jahresmittel ca. 1,7 m/sec).

In Jeruzalem, nach den Ergebnissen offensichtlich eine Hangstation, da der Sektor SE fast nicht aufscheint, liegt ebenfalls eine Inhomogenität vor. Ab 1961 nimmt der Anteil der NE-Richtung von 205 auf 378 Promille im Jahr 1967 zu (in ähnlicher Weise die SW-Komponente von 204 auf 344 %). Dadurch ergibt sich eine "Polarisierung" zwischen SW- und NE-Winden, die anderen Windrichtungen spielen nur eine untergeordnete Rolle. Auffallend ist die im Vergleich mit Murska Sobota wesentlich geringere Calmenhäufigkeit (um 10 %), obwohl die mittlere Geschwindigkeit (1,9 m/sec) nur wenig höhere Werte verzeichnet.

Umgekehrt sind aber die Windverhältnisse bezüglich der Länge des Beobachtungszeitraumes recht unempfindlich, d.h. daß für richtungsweisende Aussagen schon wenige (verlässliche) Beobachtungsjahre genügen und sich bei homogenem Beobachtungsmaterial die Werte langjähriger Reihen von stichprobenartig aus ein paar Jahren gewonnenen nicht wesentlich unterscheiden.

Das gilt insbesondere dann, wenn die Richtungsverteilung nur im Jahresmittel (und nicht monatsweise) angegeben wird, da sich die monatlich wechselnde Häufigkeit der die Windrichtung bestimmenden Wetterlagen in der Jahressumme wieder stark ausgleicht.

Auf Grund dieser Überlegungen wurde nach Möglichkeit nur homogenes Beobachtungsmaterial verarbeitet, wobei nur im Falle von Leibnitz über den vollen Zeitraum von 1951-1980 gemittelt wurde.

An Thalerhof findet sich eine deutliche Inhomogenität, deren Ursachen unbekannt sind, zwischen 1953 und 1954, es wurde daher aus dem Zeitraum 1954-1980 gemittelt.

In Leibnitz sind seit 1951 sowohl die Lage der Station als auch der Beobachter unverändert, doch nimmt die mittlere Windgeschwindigkeit bis 1980 mehr oder weniger laufend ab, besonders in den 70er Jahren, was wohl auf bauliche Veränderungen in der Umgebung der Station zurückzuführen ist. So beträgt der Anteil der Windstillen nach 5-Jahresmitteln von 1951/55 bis 1976/80 54, 58, 53, 62, 62 und 71 %, nach Einzeljahren waren es 1951 45 % und 1980 73 %. Auch die mittlere Jahreswindstärke veränderte sich im selben Sinne von 1,26 über 1,26, 1,04, 1,08, 0,76 auf 0,56 m/sec. In dieser einseitigen Tendenz zur Abschwächung der Luftbewegung dürfen natürlich keineswegs die Folgen einer realen Klimaveränderung gesehen werden. Wodurch diese Veränderung wirklich entstanden ist, bleibt dahingestellt, doch sind dafür wenigstens zum Teil bauliche Veränderungen im Stationsbereich verantwortlich zu machen. Nichtsdestotrotz erfolgte die Berechnung der Nor-

7.1 Erläuterungen zu den Windverhältnissen im Raum Bad Radkersburg

7.1.1 Formale Erläuterungen

Mit Ausnahme der Flugwetterwarte am Thalerhof erfolgt auch die Windregistrierung durch sogenannte Augenbeobachtungen, wobei sowohl Richtung als auch Stärke zu den drei Beobachtungsterminen (bis 1970: 7. 14, 21 Uhr; seit 1971: 7. 14. 19 Uhr) angegeben werden sollen. Die Windrichtung wird nach der 16-teiligen Windrose angegeben, in den Jahrbüchern aber nur nach der 8-teiligen Windrose veröffentlicht, was sich für die praktische Anwendung meist als ausreichend erweist und zudem noch den Vorteil hat, daß die Zwischenhimmelsrichtungen (NNE, ENE, usw.), welche aus subjektiven Gründen durchwegs zu selten angegeben werden und bei Häufigkeitsverteilungen zu "zackigen" Formen der Windrose führen, jetzt wegfallen und die 8-teilige Windrose in der Häufigkeitsverteilung meist eine harmonische Form erhält.

Die Windstärke wird vom Beobachter auf Grund ganz bestimmter Anhaltspunkte in der Umgebung (aufsteigender Rauch, bewegte Blätter, Zweige, Äste, Geräusche, usw.) geschätzt und in Beaufortgraden (in der Grundform 13-teilige Stärkeskala) angegeben. Aus allen Einzelbeobachtungen eines Monats wird dann das arithmetische Mittel gebildet und mit einem eigenen Umrechnungsschlüssel in eine mittlere Geschwindigkeit, ausgedrückt in Metern pro Sekunde, umgewandelt.

Von allen Augenbeobachtungen scheinen die Windbeobachtungen gegenüber subjektiven Beobachtungsmängeln, aber auch auf Stationsverlegungen am empfindlichsten zu reagieren. So gibt es immer wieder Inhomogenitäten im Beobachtungsmaterial, die sich am raschesten bei der Windrichtungsverteilung, aber auch bei der Windstärke zeigen, und die auf Stationsverlegungen, Beobachterwechsel, bauliche Veränderungen in der Umgebung, u. dgl. zurückzuführen sind, häufig genug aber unbekannte Ursachen haben.

Aus den bisherigen Ausführungen erkennt man deutlich die Meßproblematik bei der Winderfassung. Sinnvolle bzw. exakte Unterlagen können nur - zum Teil automatische - Windmessstationen liefern. Der finanzielle Aufwand (ca. 40.000.- S bzw. ca. 100.000.-S für eine Automatikstation) wird sich an besonders wichtigen Standorten lohnen. Die Ergebnisse dienen dann als Planungsgrundlage für Betriebe mit Rauchgasemissionen. Speziell in Bad Radkersburg wäre eine derartige Station wünschenswert.

7.2 Klimatologische Interpretation

Bei den im Untersuchungsraum auftretenden Winden muß man zwischen drei Arten unterscheiden:

1.) Abgelenkte Gradientwinde

Sie entstehen durch großräumige Druckunterschiede im europäischen Wettergeschehen und erfahren durch die großzügige Konfiguration des Alpenkörpers einerseits, andererseits durch das Kleinrelief der Umgebung 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. Die "unter unbeeinflussten Verhältnissen zu erwartenden Richtungen" bleiben zwar bekannt, lassen sich aber wenigstens näherungsweise durch die Verhältnisse in der freien Atmosphäre angeben. In 5000 m Höhe zeigt die Verteilung im Jahresdurchschnitt des Zeitraums 1951 bis 1970 über Wien (nur Mitternachtsaufstiege) folgende Richtungsverteilung in Promillen:

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	I
116	60	46	48	85	192	258	195	1000

Gegenüber dieser Verteilung erfahren alle Gradientwinde der unteren und untersten Niveaus schon durch die Lage

und Form des Alpenkörpers am Ost- und Südostrand der Alpen eine starke Umlenkung in meridionale Richtungen besonders auf Kosten der Westrichtung, wozu noch eine stark wechselnde Ablenkung durch das örtliche Relief kommt.

2.) Ausgesprochene Lokalwinde

Darunter werden jetzt nur noch solche Winde verstanden, welche auf Grund von lokalen, d.h. kleinräumigen Druckunterschieden entstehen, wie sie aber nur bei ungestörter ("autochthoner") Witterung, bzw. bei "gradient-schwachen" Lagen sich bilden können. Im Untersuchungsgebiet entwickelt sich davon nur das sogenannte Berg-Talwind-System, welches aber weniger als im Riedelrelief begründetes Windsystem aufgefaßt werden darf, sondern vielmehr als großräumigerer Austausch zwischen Bergland und Vorland gesehen werden muß und sich in den tiefer gelegenen Teilen des Untersuchungsraumes gewöhnlich nur in einem Wechsel zwischen geringer nächtlicher Ventilation und tagsüber auflebenden bergwärts gerichteten Winden äußert. Dadurch kann es zu einer starken Bevorzugung des Südsektors kommen.

3.) Katabatische Winde

Das sind sogenannte Dichte- oder Schwerkwinde, die nicht auf Grund von Druckunterschieden, sondern auf Grund von Dichteunterschieden der Luft zustandekommen. Letztere entstehen durch unterschiedlich rasche Erwärmung oder Abkühlung, weshalb katabatische Winde das eigentliche lokalklimatische Element bei den Winden im Untersuchungsraum darstellen. Dazu gehört insbesondere 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. Diese katabatischen Winde sind aber nur schwer von den Lokalwinden zu trennen, da sie diese ergänzen bzw. verstärken

oder wenigstens mit ihnen ein geschlossenes System bilden.

Die Windrichtungen sind überwiegend von der Geländegestaltung bzw. baulichen Gestaltung der Stationsumgebung, wie auch von der erwähnten meridionalen Ausrichtung des Alpenostrandes abhängig und nur indirekt von den großräumigen Luftdruckgegensätzen. Um das Ausmaß der Abweichung von den ungestörten Verhältnissen feststellen zu können, wurden die "Netto-Anteile" an den einzelnen Hauptwindrichtungen (d.h. unter Ausschluß der Windstillen) ermittelt, sowie deren Differenzen zu den oben angegebenen Verhältnissen in der freien Atmosphäre über Wien. Auf diese Weise sind sofort "bevorzugte (auch als "Hauptwindrichtungen" bezeichnet) und "vernachlässigte" Windrichtungen zu erkennen.

Die Ergebnisse sind entsprechend den unterschiedlichen Gestaltungen des Stationsumlandes durchaus ungleich, einigermaßen gemeinsames Charakteristikum ist eine mit Ausnahme von Bad Radkersburg geradezu eklatante Vernachlässigung der Westrichtung bzw. überhaupt des gesamten Sektors von SW bis NW, wie auch eine starke Bevorzugung meridionaler Richtungen, darunter insbesondere der Südostrichtung, was in erster Linie auf die Tagesperiodizität der Windgeschwindigkeit zurückgeht und weiter unten noch erläutert wird.

Bei den Windstärken bzw. Windgeschwindigkeiten soll zuerst der Jahresgang besprochen werden: Er ergibt sich aus dem Zusammenwirken der beiden Faktoren: großräumige Druckunterschiede und thermische Vertikalschichtung der Atmosphäre. Grundsätzlich hängt die durchschnittliche Windgeschwindigkeit in erster Linie vom großräumigen Druckgegensatz zwischen den entsprechenden Druckgebilden (Zyklogen-Antizyklogen) ab, welcher direkt vom Temperaturgegensatz zwischen hohen und niederen Breiten bestimmt wird und daher im Jahresgang streng invers zur Temperatur der höheren Breiten verläuft, d.h. eine einfache Amplitude mit Wintermaximum und Sommerminimum zeigt. Die mittlere Windgeschwindigkeit folgt diesem einfachen

Gang nur über dem Meer, im meeresnahen Flachland und in den Gebirgslagen (im Randgebirge oberhalb etwa 1200 m).

Daneben wirkt aber auch die thermische Vertikalschichtung, d.h. das Ausmaß der "Durchmischung" der bodennahen Luftschichten auf die Windgeschwindigkeit ein. Grundsätzlich nimmt die Geschwindigkeit reibungsbedingt nach unten ab und erreicht in Bodennähe ihr Minimum. Bei stabiler Schichtung (Inversion, Isothermie) nimmt die Grundsicht an der Zirkulation der freien Atmosphäre nicht mehr teil, wodurch sich unten besonders geringe, oben aber größere Geschwindigkeiten einstellen und die vertikale Zunahme besonders markant, z.T. sogar sprunghaft erfolgt. Bei labiler Schichtung bzw. starker Durchmischung der Atmosphäre werden die unteren Luftschichten von der Strömung der freien Atmosphäre quasi "mitgenommen", wodurch unten die Geschwindigkeit auflebt, oben aber zurückgeht, weil die unteren Luftschichten "mitgeschleppt" werden müssen. Die thermische Schichtung der Atmosphäre zeigt nun im Winter den stabilsten Zustand, im Sommer aber sehr labile Zustände, wodurch sie in den Niederungen den Effekt der großräumigen Druckgegensätze teilweise kompensiert, in den Gebirgslagen aber verstärkt, wo dann der Winter noch stürmischer und der Sommer noch ruhiger wird als auf Grund der Druckgegensätze allein.

Für das Untersuchungsgebiet sind aber die Verhältnisse in den unteren Luftschichten wesentlich. Dabei kommt es auf die Stärke der Stabilisierung bzw. auf die reliefbedingte Abschirmung von den Zonen erhöhter atmosphärischer Aktivität (z.B. Nordatlantik) an, wie weit nun thermische Schichtung und Druckgegensätze gegeneinanderwirken. Im abgeschlossenen Klagenfurter Becken erweist sich die thermische Schichtung als dominant, in den Niederlanden oder in Norddeutschland wohl der Gang der Druckgegensätze.

Für das Untersuchungsgebiet kann der Jahresgang der Windgeschwindigkeit wie folgt interpretiert werden:

Im Winter sind die Druckgegensätze am stärksten, die Schichtung ist aber am stabilsten, beide Komponenten wirken einander entgegen, wodurch der Winter sehr geringe Windgeschwindigkeiten, aber noch nicht das Minimum, zeigt. Nach einem kurzen Übergang (Februar, März) wird schon im Frühjahr die labilste Schichtung und stärkste Durchmischung erreicht, ohne daß die Druckgegensätze schon auf ihr sommerliches Minimum abgesunken wären. Dadurch wird das Frühjahr in den Niederungen allgemein zur lebhaftesten Jahreszeit, was letzten Endes auch für die Häufigkeit stärkerer Winde oder Stürme gilt. Auch Nordföhn und Jauk sind im Frühjahr am markantesten entwickelt. Im Sommer ist die Schichtung wenigstens bis Juli nur wenig stabiler als im Frühjahr, die Druckgegensätze sind jetzt aber am schwächsten. Dadurch wird der Sommer allgemein etwas windschwächer als das Frühjahr, ist aber noch wesentlich lebhafter als der Winter. Schließlich entsteht im Herbst eine Situation, in der sich (besonders im Spätherbst) schon recht stabile Verhältnisse einstellen, die Druckgegensätze wohl zunehmen, aber noch nicht das Ausmaß des Winters erreichen. Dadurch wird jetzt der Herbst, als Einzelmonat meist erst der Dezember, die windschwächste Jahreszeit.

Somit zeigt sich, daß im Untersuchungsgebiet die Schichtung der Atmosphäre wesentlicher ist als die großräumigen Druckgegensätze, was auf die große Meerferne und die starke Abschirmung durch den Alpenkörper zurückzuführen ist.

Beim Tagesgang ist jetzt nur mehr die thermische Schichtung maßgeblich, da sich in der extrem kurzen Zeiteinheit die großräumigen Druckgegensätze praktisch nicht ändern. Nach dem oben Gesagten kommt es sinngemäß zu einem morgendlichen Minimum und nachmittäglichen Maximum der Windgeschwindigkeit, wobei die Amplitude im Herbst und Winter gering, im Frühjahr und Sommer aber recht kräftig entwickelt ist.

In Abb. 21 (S. 168) wurde schematisch der Tagesgang des autochthonen Windsystems für ein Seitental im Untersuchungsgebiet dargestellt.

Es basiert auf Temperaturmessungen in heiteren Strahlungsnächten (Messung der Talabwindströmung) bzw. auf stichprobenartig durchgeführte Windgeschwindigkeitsmessungen mittels digitalem Handwindmesser tagsüber. Ferner wurden Ergebnisse aus Studien im Voitsberger Raum bzw. im Gratkorn-Becken herangezogen, wobei sich in den genannten Gebieten sehr markant ein autochthones Windsystem herauskristallisiert, das jenem in Abb. 21 stark ähnelt.

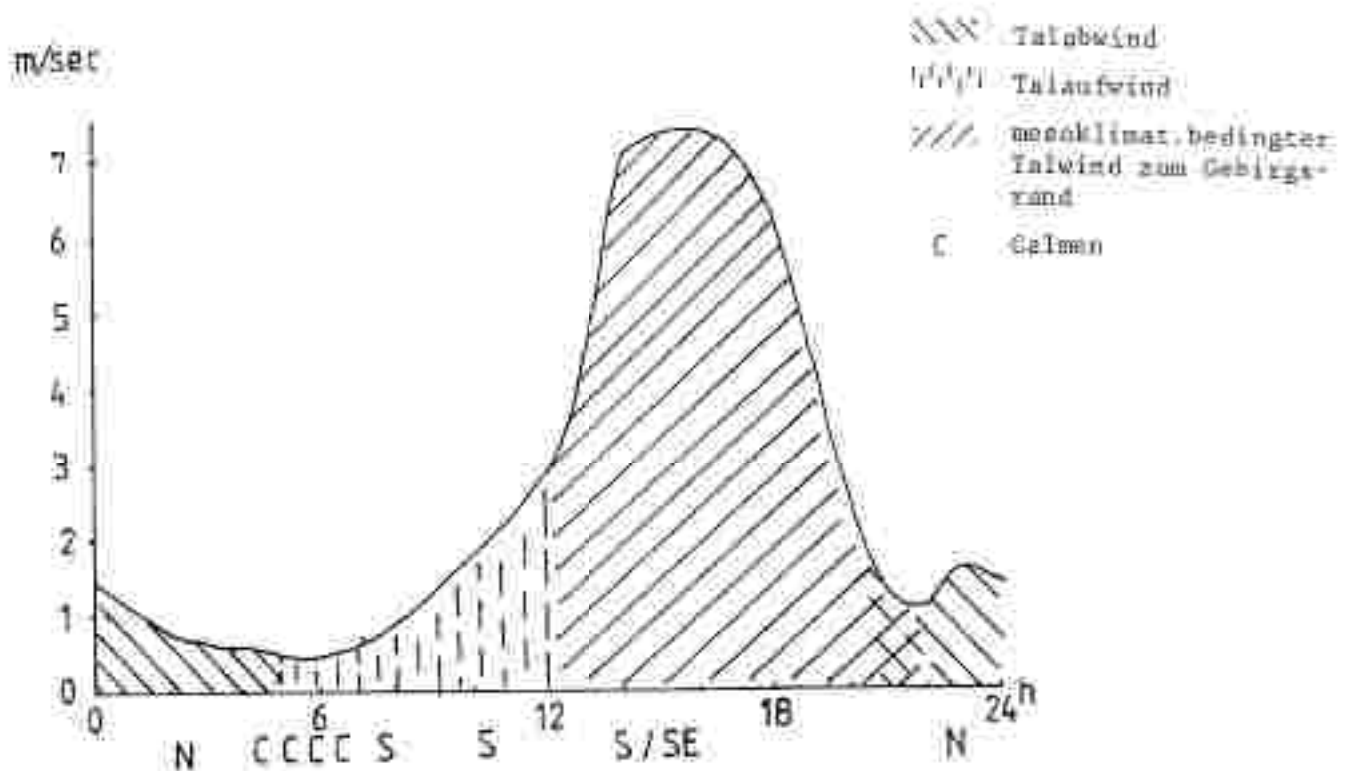


Abb. 21: Autochthoner Tagesgang des Windes an Schönwettertagen (April bis August) in einem Seitental (Bezirk Bad Radkersburg).

Die nächtlichen Verhältnisse sind durch Kaltluftabflüsse von den Hängen und Tobeln gekennzeichnet, die ihrerseits wieder die Seitentäler speisen. Die daraus resultierende Kaltluftströmung im Seitental, die auch als Talabwind bezeichnet werden, bleibt in ihrer Intensität im Vergleich mit den Seitentälern etwa in der Südweststeiermark gering (meist unter 1 m/sec, nur in Talaußgangslage mit Düsenwirkung auch bis 2 m/sec). Die Ursache liegt generell in der relativ breiten Talsohle der Seitentäler, aber auch in deren schwachen

Sohlennelungen begründet. Erfahrungsgemäß läßt außerdem die Intensität gegen die Morgenstunden noch nach (verringerte Kaltluftanlieferung der Zubringer infolge höherer Luftfeuchte und damit abgeschwächter Kaltluftproduktion). Das eigentliche Minimum der Windgeschwindigkeit deckt sich weitgehend mit dem Zeitabschnitt nach Sonnenaufgang bis zum Einsetzen des Talaufwindes. Dieses Minimum ist durch häufige Calmen charakterisiert, da der Windwechsel in die Talaufwindrichtung nicht so rasch vor sich geht wie etwa im Gratkornar Becken (Lazar, 1979) in etwa einer halben Stunde. Diese großräumig entwickelten Talwindssysteme finden neben thermischen auch in Druckgegensätzen zwischen Vorland und Bergland ihre Basis. Sie sind aber noch nicht identisch mit jenem oben genannten Lokalwindsystem, das insbesondere, wie Sondenaufstiege in Voitsberg bzw. Graz/Thalerhof (H. Wakonigg, 1978) bestätigen, eine wesentlich größere vertikale Mächtigkeit aufweisen als die des Murtalwindsystems (Mächtigkeit ca. 200 m).

Der in den Seitentälern nun auflebende Talaufwind wird zunächst durch Hangaufwinde induziert, die ebenfalls am Vormittag ihre größte Intensität besitzen. In dieser Phase werden die Inversionen, die sich nachts gebildet haben, aufgelöst. Der anfängliche Temperaturvorsprung der Riedellagen gegenüber der Talsohle wird zusehends geringer; gegen 9-10^h tritt Isothermie ein. Schließlich ergibt sich durch die weitere Aufheizung vom Hoßen eine stärker werdende Temperaturabnahme. Die Windgeschwindigkeit nimmt nun merklich zu, bis schließlich am späten Vormittag, meist jedoch erst zu Mittag der eigentliche "regionale" Talwind zum Alpenraum hin die Oberhand gewinnt und damit diese kleinräumigen Tal- und Hängwinde unterbindet. Hinsichtlich der Windrichtung kann es bedingt durch die größere Intensität (5 m/sec und mehr) zu Abweichungen von der ursprünglich talparallelen Richtung kommen. Bevorzugt wird nun der Sektor S bis SE, reine Ostwinde sind in den N-S-orientierten Seitentälern relativ selten.

Bei Vorderseitenlagen mit Jaukeinfluß setzt sich ferner nicht selten der Sektor S bis SW durch (im Sommer selten, im Früh-

Jahr häufiger). Thermisch gesehen wird der Gradient immer steiler, das Maximum der Temperatur tritt in den Tallagen generell erst am Nachmittag (15-16^h, teilweise erst gegen 17^h) ein, während auf den Riedeln ab 14^h kaum noch eine weitere Erwärmung registriert wird. Die größte vertikale Temperaturabnahme stellt sich demnach zwischen 14-17^h ein, mitunter, insbesondere in der Grazer Bucht, wird sie überadiabatisch. In dieser Phase erreicht nun der Talwind sein Maximum, ebenso die vertikale Durchmischung. Die weitere Entwicklung wird durch den immer geringer werdenden Einfallswinkel der Sonnenstrahlen geprägt: etwa ab einer Stunde vor Sonnenuntergang nimmt der Anteil der "Schatthänge" rasch zu. In diesen Hanglagen mit negativer Strahlungsbilanz beginnt die Kaltluftproduktion, die zunächst noch durch den Talwind unterbunden wird. Wie Rauchversuche in Seitentälern der Südweststeiermark zeigten, bricht dann der Kaltluftabfluß ziemlich abrupt aus windgeschützteren Teilen des Einzugsgebietes unter die relativ warme Talwindströmung durch. Diesen Vorgang untersuchte auch E. King (1973) bei seinen Kaltluftströmungsuntersuchungen. Das abendliche Minimum ist deshalb schwächer ausgeprägt als das morgendliche. Allerdings erhöht sich die zeitliche Streuung des Einsetzens einer Talabwindströmung, da hier eine weitgehende Abhängigkeit von der Intensität des Talwindes besteht. Diese kann durch entsprechende Druckverteilung ("Vorderseitenwetterlage", Hoch im Osten und über der Balkanhalbinsel) beeinflusst werden (im speziellen Fall Verstärkung). Dieser Talwind ist auch bei antizyklonaler West- bis Nordwestströmung zu beobachten, jedoch erlischt er wesentlich früher als in der ersten Situation. Bezüglich der Temperatur stellt sich im Hochsommer erst gegen 20-22^h wieder ein isothermer Zustand zwischen Riedel- und Tallagen ein (Aufbau der nächtlichen Strahlungsinversion).

Jahreszeitlich gesehen nimmt der Einfluß des Talwindes im Herbst stark ab, dafür gewinnen die kleinräumigen Tal- und Hangwindssysteme an Bedeutung. Der Tagesgang der Windgeschwindigkeit wird dadurch zusehends flacher, bis schließlich im

Winter tagsüber der Talaufwind überhaupt ausbleibt (häufige Calmen).

Tab. 27: Verhältnis der Talauf- und Talabwindkomponenten in Prozent (ohne Calmenanteil).

	Graz/Thalerhof	Leibnitz	B. Gleichenberg	B. Radkersburg
Talaufwindanteil (SE, S, SW)	45,4 / 54,6 ¹⁾	51,2	53,0	46,5 ²⁾
Talabwindanteil (NW, N, NE)	39,6	44,9	40,4	49,5 ²⁾
Summe	85,0 / 94,2	91,1	93,4	96,0

Anmerkungen:

Der verbleibende Rest entfällt auf unbedeutende Anteile der sogenannten Querwindrichtungen (quer zur Talorientierung), im Leibnitzer und Grazer Feld vorherrschend östliche und westliche Winde, im Unteren Murtal (W-E-Orientierung) nördliche bzw. südliche Komponenten.

¹⁾ Da nicht selten bei Talaufwind im Grazer Raum die östliche Komponente beteiligt ist, wurde sie hier berücksichtigt.

²⁾ Talaufwindrichtung vorherrschend E bzw. in die NE-Richtung abgelenkte Winde; Talabwindrichtung überwiegend W bis NW (SO & SW sind in der Aufstellung ebenfalls enthalten).

In der Windrichtungsverteilung kommt das autochthone Talwindsystem durch die Polarisierung der Richtungen gut zum Ausdruck. Faßt man wie in Tab. 27 die Talab- bzw. Talaufwindsektoren zusammen, so verbleiben in Bad Gleichenberg nur noch 15 % für die W- und E-Richtung. Die Dominanz der Talaufwindkomponenten ergibt sich aus dem Anteil der Windstillen (241 %), die doch zum Überwiegenden Teil auf den Abend- bzw. Morgentermin fallen (Zeitbereiche mit Talabwind). Im Hauptteil, speziell im Leibnitzer und Grazer Feld, ist diese Polarisierung ebenfalls noch zu erkennen. Die Windstillen konzentrieren sich vor allem auf den Morgentermin; ihr Anteil übertrifft jenen in den Seitentälern bei weitem (400-500 % im Grazer bzw. Leibnitzer Feld). Dementsprechend steigt der Anteil der Talaufwindkomponenten (SE, S, SW). Speziell im Grazer Raum kann nach den neuesten Ergebnissen der Windmeßstation Graz/Uni-

versität (Lazar 1982) eine Umkehrung dieser Verhältnisse erwartet werden, wenn die Anzahl der Calmen sehr gering bleibt.

Im Unteren Murtal muß sich gemäß der Änderung in der Talorientierung ein neues Bild in der Windrichtungsverteilung ergeben. Tatsächlich bilden in Bad Radkersburg die Talabwindkomponenten nunmehr die SW- bis NW-Winde mit der Westrichtung als "Hauptwindrichtung" den Hauptanteil. Ein gewisser Anteil der SW-Winde entfällt allerdings auf Jaukeinflüsse, sodaß eine scharfe Trennung zwischen Talauf- und Talabwindkomponenten nicht durchgeführt werden kann. Bemerkenswert ist nun der hohe Anteil der NE-Winde, der stationsbedingt sein dürfte (Ablenkung der E-Winde durch Bachbegleitwald und einzelne Häuser - locker verbautes Gebiet). In Übereinstimmung mit den bisherigen Ausführungen ergibt sich nun bei relativ geringem Calmenanteil (124 %) ein leichtes Überwiegen der Talabwindkomponenten, wenn man 50 % der SW-Winde zu den Talaufwinden zählt.

Bezüglich der Verteilung in Murska Sobota zeigt sich ähnlich wie bei Bad Radkersburg ein hoher Anteil der NE-Komponente. Dieser könnte teils als Einfluß von Seitentälern im Norden von Murska Sobota (Kaltluftabfluß zum Abendtermin), teils als umgelenkte Talaufwindkomponente interpretiert werden. Die eigentliche Talabwindrichtung stellt die NW-Komponente (198 %) dar. Bemerkenswert ist der Anstieg der Calmen auf ca. 40 %¹⁾ bei gleichbleibend hoher mittlerer Windgeschwindigkeit wie in Bad Radkersburg.

Störungen dieser autochthonen Windsysteme (Lokal- bzw. Tal- und Hangwindsystem) gibt es nur bei markantem Fremdwetter (Frontdurchgänge, Nordföhn) oder im Winter bei beständigen

¹⁾ nach weiteren Ergebnissen 1961-1970 bis 70 %

Inversionen mit Windstille den ganzen Tag über. Dabei muß Nordföhn in der Grazer Bucht nicht mit Nordwind im Raum Bad Radkersburg übereinstimmen (vgl. Abschnitt 2.4.7). Die zunehmende Entfernung vom Alpenrand läßt hier starke Abweichungen aufkommen.

Insgesamt sind Kenntnisse über die beschriebenen Talwind-systeme aus lufthygienischer Sicht von entscheidender Bedeutung. Gerade bei der Standortwahl von Industriebetrieben bzw. von Massentierhaltungen (Gefahr der Geruchsbelästigung für die Anrainer) sollten die Durchlüftungsbedingungen berücksichtigt werden. Dabei folgt aus den bisherigen Ergebnissen für die Seitentäler (bedingt auch für das Untere Murtal), daß sich etwa Standorte für Stallungen talabwärts von Siedlungen eher anbieten, als oberhalb davon. Lufthygienisch stellt der Kaltluftabfluß mit seiner geringen Intensität und vertikalen Durchmischung ein weitaus größeres Problem (vor allem in den Abend-/Nachtstunden) dar als der Talaufwind, der besonders im Sommer gut entwickelt ist und die nötige Verdünnung der Geruchsstoffe bewirkt.

Gemessen an den Verhältnissen im Donaauraum, im nördlichen Alpenvorland und besonders im Wiener Becken können die Windgeschwindigkeiten im Untersuchungsraum als relativ gering angesehen werden, allerdings zum Teil höher als im Grazer Feld.

Noch windschwächer sind in der Steiermark wohl nur einige inneralpine Talbecken bzw. beckenartige Erweiterungen in der Weststeiermark.

7.3 Der Jaukeinfluß im Bezirk Bad Radkersburg

Als "Jauk" (slow, = süd) wird allgemein ein in der Südweststeiermark auftretender Fallwind bezeichnet. Der föhnige Charakter kommt häufig durch typische Wolkenformationen am Bachern und an der Koralpe (teils als "Föhnmauer", teils

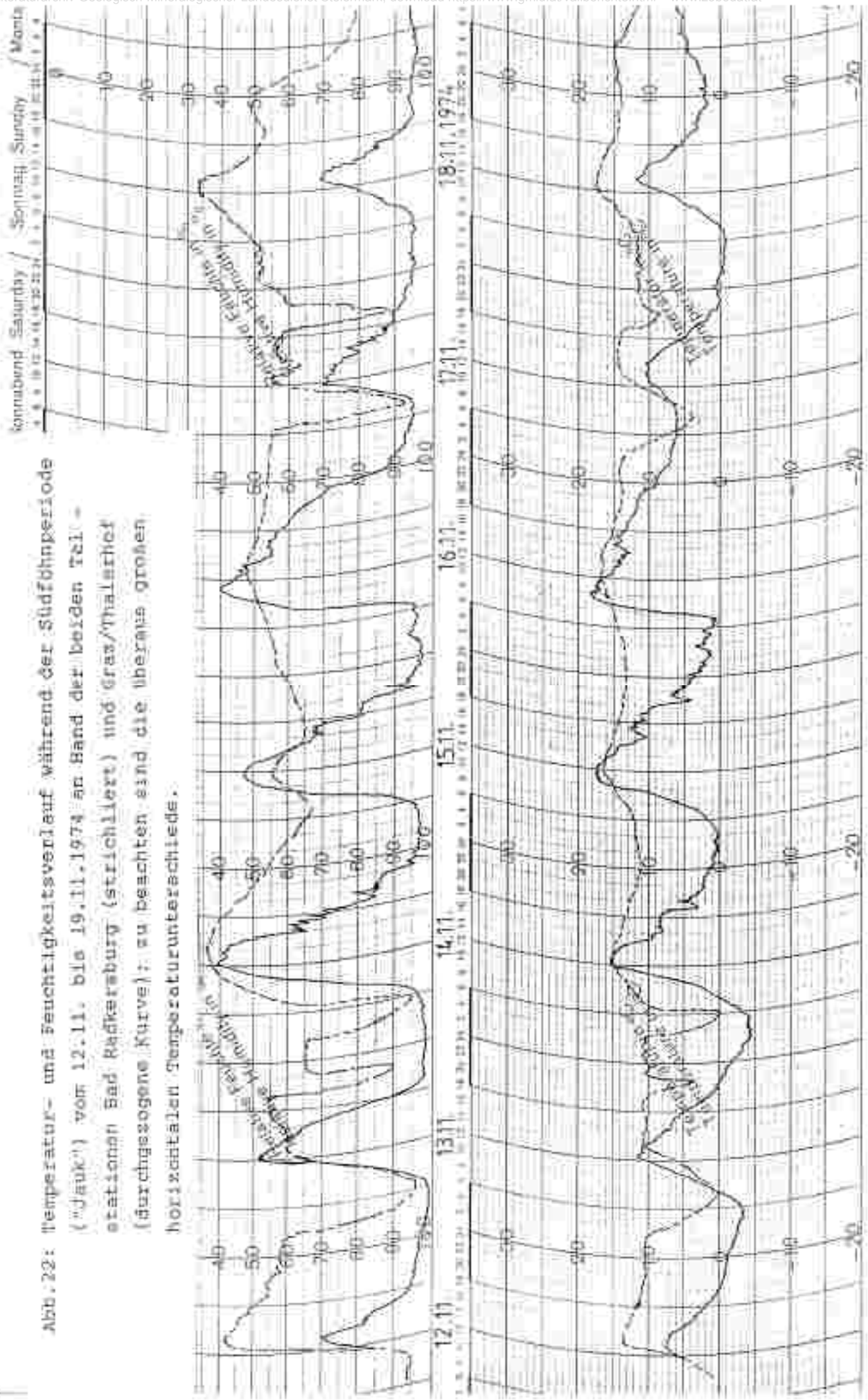
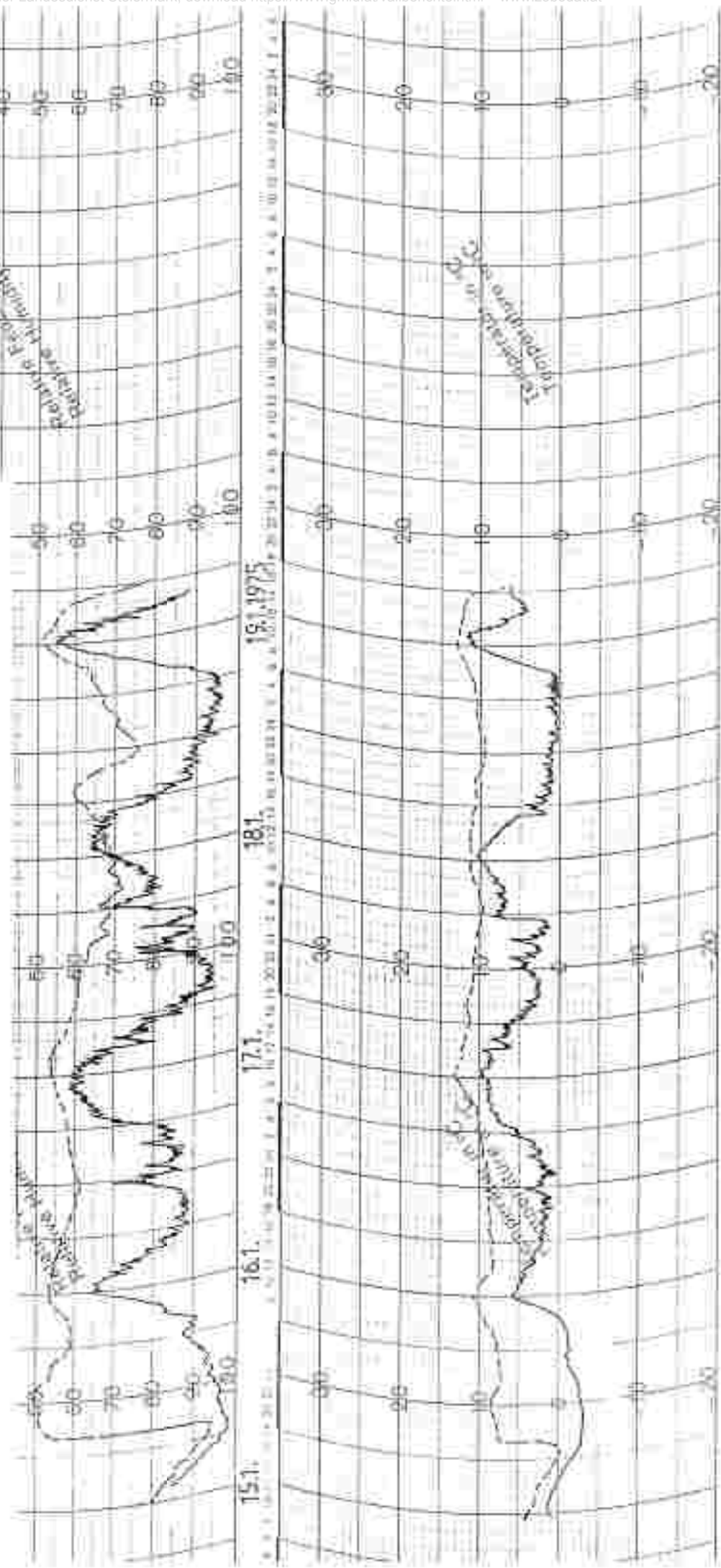


Abb. 22: Temperatur- und Feuchtigkeitsverlauf während der Südföhnperiode ("Jauk") vom 12.11. bis 19.11.1974 an Band der beiden Teilstationen Bad Radkersburg (strichliert) und Gras/Thalstet (durchgezogene Kurve); zu beachten sind die überaus großen horizontalen Temperaturunterschiede.

Montag Monday / Dienstag Tuesday / Mittwoch Wednesday / Donnerstag Thursday / Freitag Friday / Samstag Saturday / Sonntag Sunday / Monat /

Abb. 21: Temperatur- und Feuchtigkeitsverlauf während der Tauperiode vom 15.1. bis 19.1.1975 an Hand der beiden Talstationen Bad Radkerburg (strichliert) und Grätz/Thalerhof (durchgezogene Linie); auch tagüber wird das Grazer Feld von der föhnig erwiderten Luft nicht erfasst.



Lenticulariswolken) und plötzliche Erwärmungen beim Durchgreifen der warmen Fallwinde in die Talschle gut zur Geltung. Charakteristisch sind ferner überaus hohe nächtliche Temperaturen im Vergleich zur Grazer Bucht; die Abweichungen können 15° und mehr betragen (Jaukperiode Nov. 1974: Graz/Thalerhof 0° , Otternitz 15°). Im Rahmen der geländeklimatischen Untersuchungen in der Südweststeiermark wurde nun die Anzahl der Stunden mit Jauk auf Grund des Temperatur- und Feuchtigkeitsverlaufes von mehreren Stationen ausgewertet. Als Ergebnis liegt eine Gliederung des Gebietes in Zonen mit unterschiedlichem Einfluß vor. Markant ist dabei die Abnahme des Einflusses nach Norden und Osten im Winterhalbjahr; die Grazer Bucht wird kaum mehr von dieser Strömung erfaßt. Speziell für den Raum Bad Radkersburg wurden nun ausgeprägte Jaukperioden (insbesondere aus dem Zeitraum 1974/1975) ausgewertet und an Hand der Station Bad Radkersburg mit jenen der Föhnleitstation St. Ulrich/Greith (320 m) in der Südweststeiermark verglichen. Demnach zeichnet sich für das Untersuchungsgebiet ein überaus hoher Einfluß ab, der mindestens der Zone I in der Südweststeiermark entspricht. Als Beispiele seien zwei Perioden (12.-17. Nov. 1974 und 15.-19. Jan. 1975) angeführt. Eklatante Temperaturgegensätze zu Graz stellten sich in der ersten Periode (Abb. 22) ein, die durch relativ geringe Bewölkung (und damit kaum behinderter Ausstrahlung in der Grazer Bucht), aber gleichzeitig hoher Windstärke bedingt waren; am 16.11. betrug die Differenz Thalerhof/Bad Radkersburg 15° . Aus dieser Periode läßt sich ferner ableiten, daß Monate mit Jaukeinfluß gegenüber dem Grazer Raum starke positive Abweichungen zeigen (Tab. 28, S. 177). Diese beruhen im wesentlichen auf den relativ hohen nächtlichen Temperaturen. Tagsüber hingegen kann es sogar im Grazer Raum wärmer sein (15. und 16.11.); in der Regel greift die Strömung aber nicht bis zum Boden durch (zweite Periode - 15.-19.1.1975 - Abb. 23). In Abb. 23 erkennt man ferner deutlich den Einfluß der über eine seichte Kaltluftschicht im Grazer Feld hinwegstreichende Warmluft; der Temperaturverlauf zeigt besonders während der Nachtstunden eine starke Unruhe. Im Raum Bad Radkersburg hielt der Jauk vom 15.1. um 20^h bis 19.1. um 18^h ununterbrochen an.

Ähnlich waren die Bedingungen in der Novemberperiode: von einigen Stunden des Aussetzens abgesehen, setzte sich die Föhnströmung über 7 Tage hinweg durch. Diese beachtliche Dauer war auf Grund der immer wieder auflebenden Tiefdrucktätigkeit über der Biskaya bzw. über dem westlichen Mittelmeerraum gegeben, wobei die Steiermark an der Vorderseite dieser Tiefdruckgebiete in einer ausgeprägten Südwestströmung verblieb.

Der Jauk zählt zweifellos zu den klimatischen Besonderheiten des Untersuchungsgebietes. Die Zahl der Tage streut je nach Witterungsverlauf (abhängig vom Anteil der "Vorderseitenwetterlagen") erheblich und dürfte etwa 15-20 im Jahr betragen. Im Jahresgang kommt er am häufigsten im Frühjahr und Herbst vor, am seltensten im Sommer (besonders im Juli, August). Im Winter greift der Jauk fallweise nicht mehr bis zum Boden durch, sondern erfasst nur die Riedel. Vegetationsmäßig können sich durch Jaukperioden im Frühjahr bedeutende Vorsprünge in der Entwicklung gegenüber der Grazer Bucht ergeben.

Tab. 28: Monate mit häufigen Vorderseitenwetterlagen und "Jaukeinfluß" (Temperaturvergleich Bad Radkersburg - Graz/Thalerhof).

	März 1975	März 1977	Sept. 1975	Nov. 1974	Nov. 1977	Mittl. Abweichung	
Graz/Thalerhof	4,2	6,7	15,8	2,9	3,4		Monats- mittel [$^{\circ}$ C]
Bad Radkersburg	5,6	7,6	16,9	5,0	4,9		
ΔT	1,4	0,9	1,1	2,1	1,5	1,4	
Graz/Thalerhof	-0,5	0,7	10,4	-1,0	-0,6		mittl. t _{gl.} Minima [$^{\circ}$ C]
Bad Radkersburg	1,5	1,9	12,4	1,5	1,3		
ΔT	2,0	1,2	2,0	2,5	1,9	1,9	
Graz/Thalerhof	10,5	14,6	23,0	9,0	9,2		mittl. t _{gl.} Maxima [$^{\circ}$ C]
Bad Radkersburg	11,3	15,3	23,6	10,1	10,2		
ΔT	0,8	0,7	0,6	1,1	1,0	0,8	

Tab. 29 Fortsetzung

5.) Measendorfberg (629 m), reduziert aus 1974-1981

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
7,8	5,5	3,5	1,3	0,8	1,0	1,1	1,0	3,2	6,0	8,0	9,0	48,3

6.) Jerusalem (340 m), reduziert aus 1951-1970

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
6,4	4,0	2,8	1,2	1,0	1,5	1,4	0,7	2,5	4,7	7,5	8,0	41,7

7.) Murska Sobota (191 m), reduziert aus 1951-1963

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
8,3	5,3	3,5	1,7	1,6	1,5	2,0	3,4	7,0	10,0	7,5	10,8	62,6

8.) Bad Radkersburg (206 m)

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
11	8	6	3	2	2	4	5	11	13	10	12	87

Legende:

M	=	Normalwert der Periode 1951-1980
s	=	Standardabweichung
Max.	=	Höchstwert der 30 Jahre
o.Des.	=	oberes Dezil
o.Q.	=	oberes Quartil
u.Q.	=	unteres Quartil
u.Des.	=	unteres Dezil
Min.	=	Tiefstwert der 30 Jahre

8.1.1 Formale Erläuterungen zu Tab. 29

Die Nebelhäufigkeit eines Ortes wird im allgemeinen durch die Zahl der Tage mit Nebel oder "Nebeltage" ausgedrückt. Als Nebel gilt eine Trübung der Atmosphäre mit einer Sichtweite von weniger als einem Kilometer, ein Nebeltag hat zu irgendeinem Termin Nebel, unabhängig von dessen Dauer und Dichte. Das hat wiederum den großen Nachteil der Unvergleichbarkeit des Datenmaterials von Stationen unterschiedlicher Geländelage oder Seehöhe, bzw. der Unvergleichbarkeit der Nebeltage verschiedener Jahreszeiten für eine Station allein.

Weiters wird über die Witterungsbeeinflussung durch Nebel an einem Nebeltag selbst nichts ausgesagt: nach ganz kurzem Frühnebel in den Niederungen kann noch der schönste Herbsttag mit wolkenlosem Wetter folgen, umgekehrt kann der Nebel als Hochnebel oder "Bergnebel" (= aufliegende Bewölkung) mehrere Tage ununterbrochen anhalten und die Witterung entscheidend im Sinne von äußerstem Schlechtwetter bestimmen.

Die Kennzeichnung einer bestimmten Situation als Nebel erfolgt ausschließlich vom Standpunkt des Beobachters aus, was zwar selbstverständlich erscheint, für die Interpretation der Beobachtungsergebnisse aber sehr wichtig wird. So wird eine in höheren Berglagen aufliegende Bewölkung vom Beobachter dortselbst als Nebel empfunden und registriert; noch wesentlicher ist aber die Situation bei Hochnebel mit einigen 100 Metern Reichweite nach oben. Dieser wird natürlich in höheren Riedellagen als Nebel empfunden und registriert, gilt aber auch in den Niederungen darunter als äußerstes Schlechtwetter, subjektiv sogar durchaus als Nebel, doch beträgt gerade unter Hochnebeldecken die Sichtweite in der Regel mehr als einen Kilometer, wodurch solche Situationen dort nach der obigen Definition nicht mehr als Nebel angesprochen werden. Man kann sogar behaupten, daß anhaltende Hochnebeldecken in den Niederungen Nebelfreiheit in bezug auf dichtere Nebel garantieren. Das führt letztlich zu der paradoxen Situation, daß ein kurzer Frühnebel zu Beginn eines Tages mit strahlend schönem Herbstwetter diesen Tag zum Nebeltag stempelt, während tagelang anhaltende Hochnebeldecken mit Sichtweiten in den Niederungen von vielleicht 1,5-3,0 km als nebelfreie Tage gelten müssen, obwohl das subjektive Empfinden dieser Sachlage zuwiderläuft. Es kann hier vorweggenommen werden, daß sich diese Tatsachen auch in den Jahresgängen der Zahl der Tage mit Nebel widerspiegeln, wobei in den Niederungen im "Schönwettermonat" Oktober durchwegs mehr Nebeltage registriert werden als im "Schlechtwettermonat" November.

Wie die Gewitter, so wird auch Nebel durch sogenannte Augen-

beobachtung direkt durch den Beobachter und nicht instrumentell festgestellt, was noch weit mehr als bei den Gewittertagen zu unvergleichbaren Ergebnissen auf Grund unterschiedlicher Beobachtungsgenauigkeit führt. Das betrifft weniger die Abschätzung der Sichtweite, wozu unschwer charakteristische Landmarken herangezogen werden können, an die sich der Beobachter dann halten kann, als vielmehr die unterschiedliche Erfassung der Nebelsituationen durch alle 24 Stunden eines Tages, wobei ein einzelner Beobachter aus naheliegenden Gründen seine Aufmerksamkeit nicht 24 Stunden lang dem Wetter schenken kann. Nichtsdestotrotz sollten aber alle Fälle mit Nebel erfaßt werden.

Das führt nun zu folgender Situation: Die weitaus genaueste Beobachtung erfolgt an Stationen des Flugwetterdienstes und an Zentralstellen mit hauptberuflichen Beobachtern und Registrierung des Wetters rund um die Uhr. Das betrifft im vorliegenden Fall den Thalerhof, wo der Nebel achtmal am Tag in Dreistunden-Intervallen, beginnend um 1 Uhr, registriert wird, wodurch sich eine ungleich höhere und mit den anderen Stationen völlig unvergleichbare Häufigkeit an Nebeltagen ergibt. Diese Diskrepanz entsteht insbesondere in den Sommermonaten, in denen um 1 oder 4 Uhr morgens häufig Nebel beobachtet wird, welcher sich meist bis 7 Uhr schon aufgelöst hat und somit den anderen Beobachtern entgeht.

Auch bei den übrigen Stationen mit ehrenamtlich tätigen Beobachtern gibt es noch beträchtliche Unterschiede, wobei die Nebel manchmal nur zu den drei Beobachtungsterminen selbst (bis 1970: 7, 14, 21 Uhr; seit 1971: 7, 14, 19 Uhr), nicht aber dazwischen registriert werden. Auch das vermindert die Vergleichbarkeit.

Da die Registrierung von Nebel wieder nur an den Stationen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik erfolgt, mußte wieder auf weiter entfernt liegende Stationen zurückgegriffen werden.

8.2 Klimatische Interpretation

Bei den im Untersuchungsgebiet vorkommenden Nebeln handelt es sich überwiegend um strahlungsbedingte Boden- oder Grundnebel mit Mächtigkeiten von nur wenigen Dutzend bis etwa 100 Metern. In diesen Fällen werden sie auch in den Niederungen als "echte" Nebel obiger Definition registriert. Daraus ergibt sich ein deutlicher Tagesgang mit dem Maximum in den kühlen Morgenstunden bei Sonnenaufgang und dem Minimum der Nebelwahrscheinlichkeit am frühen Nachmittag zur Zeit der wärmsten Tagesstunden. Der Tagesgang verläuft also zu jenem der Temperatur völlig invers. Meist ist Nebelauflösung oder wenigstens Nebelverdünnung im Laufe des Tages die Regel, am typischsten (häufigsten) ist dieser Vorgang i. a. in den Monaten September und Oktober verwirklicht. In den Monaten März bis Oktober gibt es praktisch keine tagsüber anhaltenden Bodennebel bzw. keinen Nebel zwischen etwa 10^h und 20^h, von April bis September auch bis 22^h, doch sind tagsüber anhaltende oder mittags bis nachmittags auftretende Nebel selbst in den Monaten November bis Februar seltene Ausnahmen.

Der Jahresgang der Nebelhäufigkeit, ausgedrückt durch die Zahl der Nebeltage, verläuft ebenfalls in den Grundzügen invers zur Temperatur, jedoch insofern mit einer Amplitudenverschiebung, als nicht die Monate mit der größten Kälte, sondern viel eher jene mit der stärksten Abkühlung die größte, und umgekehrt nicht die wärmsten Monate die geringste Häufigkeit aufweisen, sondern jene mit der stärksten Erwärmung, weil auch die Luftfeuchtigkeit im Jahresgang stark hinter der Temperatur nachhinkt. Feinheiten im Jahresgang ergeben sich einerseits durch die unterschiedliche Länge des Tagbogens der Sonne, wodurch z. B. nicht der Oktober mit der stärksten Abkühlung die größte Nebelhäufigkeit hat, sondern der Dezember mit seinen langen Nächten. Auch werden im März, einem Monat mit starker Erwärmung, aber relativ langen Nächten mehr Nebeltage registriert als im Juli, der zwar vom Jahresgang her keine Wärmezunahme mehr aufweist, dafür aber nur

eine sehr kurze nächtliche Abkühlung (und eben häufig schon Nebelfreiheit um 7^h). Andererseits wird die monatliche Nebelhäufigkeit auch durch das Großwettergeschehen, d.h. durch fremdbürtige Einflüsse, besonders im Hinblick auf die Bewölkung gesteuert. So hat in den Niederungen der wolkenarme Oktober, in den Talbodenklimaten sogar der heitere September mehr Nebeltage (kurzfristige Morgennebel bei starken Temperaturtagesgang) als der trübe und wolkenreiche November. Dieser Sachverhalt ist graphisch in Abb. 24 an Hand ausgewählter Tal- und Riedelstationen dargestellt.

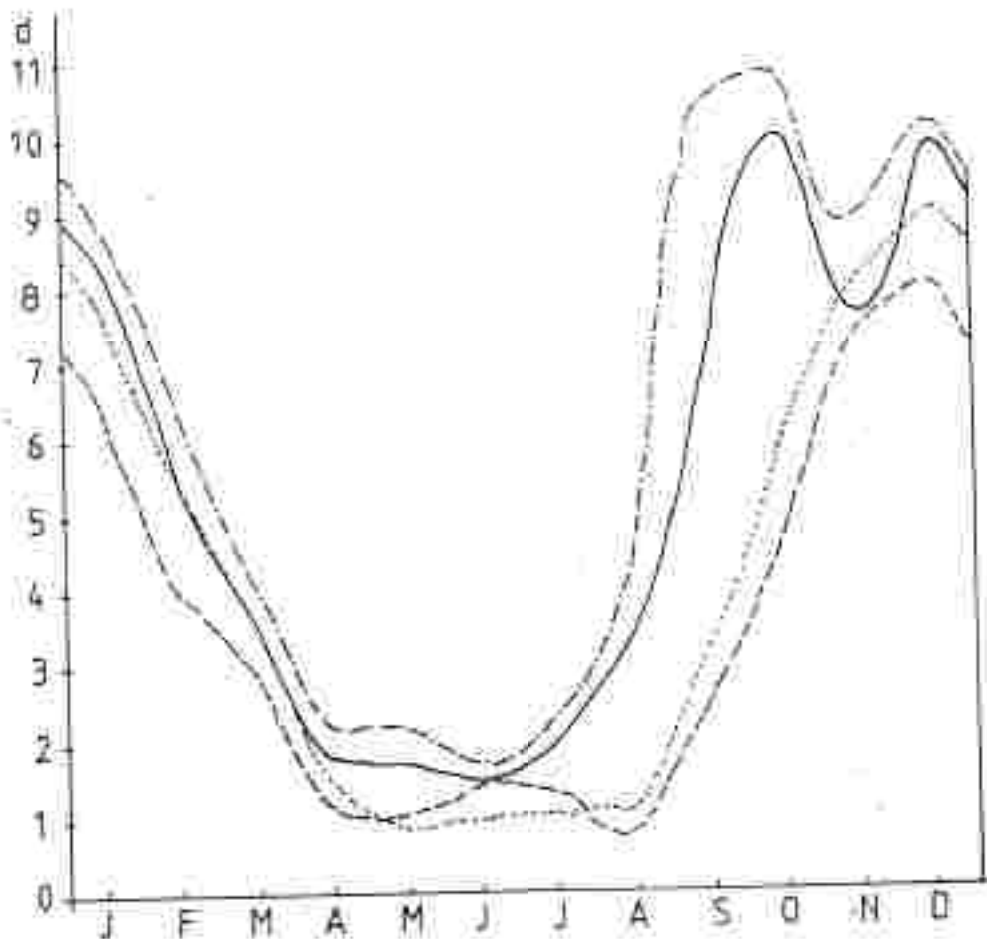


Abb. 24: Jahresgang der Zahl der Nebeltage für ausgewählte Stationen; zu beachten ist der markante 'Novemberknick' an den Talstationen.

- - - - Leibnitz (276 m)
- Murska Sobota (191 m)
- - - Jeruzalem (340 m)
- Messendorfberg (429 m)

Neben den Boden- oder Grundnebeln werden im Beobachtungsgebiet noch die Hochnebel wesentlich, auf die oben schon hingewiesen wurde. Sie zeigen im vertikalen Aufbau eine Gesamtmächtigkeit von einigen 100 Metern mit scharfer Obergrenze und allmählicher Auflockerung nach unten. Die damit verbundene Temperaturschichtung zeigt normalerweise die Form der freien Inversion, wobei die Temperatur vom Boden bis zur Nebelobergrenze deutlich (etwa feuchtadiabatisch) abnimmt, von dort aber sehr stark zu-, und erst einige 100 m darüber allmählich wieder abnimmt, wobei u.U. mächtige Isothermien typisch sind.

Hochnebel entstehen entweder durch ständiges Anwachsen von Grund- und Bodennebeln nach oben oder 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.

Hochnebel ist für alle höheren Riedellagen als echter Nebel zu werten und dort die entscheidende Nebelform, wobei sich gegenüber den Niederungen auch ein anderer Jahresgang einstellt: jetzt übertrifft der November seine Vorgänger ganz deutlich, wobei er oberhalb etwa 600 m auch den Dezember übertrifft und zum nebelreichsten Monat überhaupt wird, bis er ab etwa 1600 m Höhe von den Frühsommermonaten (aufliegende cumuliforme Bewölkung bei labiler Schichtung) übertroffen wird. Der Vergleich der Nebelhäufigkeit der Monate September bis November kann geradezu als Kriterium zur Typisierung von Talbecken-, Talböden- oder Terrassenklimaten im Gegensatz zu Hang- und Riedelklimaten herangezogen werden.

8.3 Hinweise zu den einzelnen Stationen

Die Daten des Thalerhofes müssen aus den oben genannten Gründen zwar als richtig angesehen werden, sind aber mit jenen der übrigen Stationen völlig unvergleichbar, d.h. "zu hoch". F. Hader schätzte 1967 die "Vergleichszahl" für den

Thalerhof auf 120 Nebeltage im Jahr (statt 146 bei lückenloser Beobachtung). Der geringere Wert im November gegenüber dem September weist den Thalerhof als typische Talbeckenstation aus.

Leibnitz ist eine äußerst verlässliche Talboden- bis Talbeckenstation (September mehr als November), wobei auch die absolute Summe der Nebeltage in Anbetracht der nicht vollständigen Beobachtung der späten Nacht- und frühesten Morgenstunden als durchaus zuverlässig gelten kann.

Ähnliches gilt für Bad Gleichenberg, dessen Unterhang-Terrassenklima am Ende eines Seitentales sich einerseits in einer generell kleineren Zahl der Nebeltage, andererseits in einer starken Verflachung des "Novemberknicks" äußert.

In Wörtherberg sind die Verhältnisse des niedrigen Riedelklimas mit Zunahmen vom Oktober bis zum Dezember verwirklicht, doch zeigt das Datenmaterial (trotz gleichbleibenden Beobachters) eine starke Inhomogenität mit einer "Verwerfung" von 1967 auf 1968. Als Jahresnormalwert für 1951-1967 ergeben sich 46,8 und für 1968-1980 73,0 Nebeltage. Aus diesem Grund wurde von einer Angabe der (irrealen) Streuungswerte abgesehen.

Auf Grund der Auswertung der Station Messendorfberg (Nebelbeobachtung erst ab 1974) dürfte der Wert aus der ersten Periode mit 46,8 d eher zutreffen. Jerusalem verzeichnet bedingt durch seine geringe Seehöhe bei großer relativer Höhe über der Talsohle (120-140 m) nur noch 41,7 d. Wesentlich niedrigere Werte sind auch im Radkersburger Raum zu erwarten. Für die Tallagen im Unteren Murtal konnte ferner das Datenmaterial der Station Murska Sobota herangezogen werden. Die Verteilung zeigt die typischen Züge einer Talbodenstation mit dem Novemberknick. Im Vergleich mit Leibnitz ergeben sich allerdings etwas niedrigere Werte (im Jahr 63 d).

was auf die windoffenere Lage gegenüber dem Leibnitzer Feld zurückzuführen ist (mittlere Windgeschwindigkeit 1,8 m/sec, Leibnitz um 1,0 m/sec).

Schließlich ist Bad Radkersburg wieder eine klassische Talbodenstation mit sehr großer Nebelhäufigkeit und deutlichem "Novemberknick". Zwar wurden die Werte reduziert und aufgerundet (monatsweise mit Hilfe von Leibnitz nach der Methode der konstanten Differenzen), doch liegen allfällige Unstimmigkeiten nicht in der Reduktion begründet, welche problemlos durchzuführen war. Damit wird angedeutet, daß sich für Bad Radkersburg zwar recht sinnvolle Werte für den 8jährigen Zeitraum von 1973-1980 errechnen lassen, im einzelnen aber die Zahl der Nebeltage von 37 (1973) auf 124 (1980) konsequent zunimmt, was die objektive Richtigkeit eines Teiles des Datenmaterials doch in Zweifel setzt.

6.4 Erläuterungen zur Nebelzonenkarte (1:50.000)

Als Grundlage für diese Karte dienten neben der Zahl der Nebeltage vor allem die für die Sonderkulturen wichtigen Verhältnisse bezüglich der Sättigungsstunden. Bei hoher Anzahl von Sättigungsstunden besteht bei Äpfeln Schorfgefahr, in Weinkulturen findet die Peronospora ideale Bedingungen vor. Ein wesentlicher Vorteil gegenüber der Erfassung der Zahl der Nebeltage (terminabhängig und subjektiv) ergibt sich in der Objektivierbarkeit dieses geländeklimatischen Parameters. Man verwendet dabei als Basis die Feuchteregistrierung der Thermohygrographen, wobei sich bei der Auswertung der Schwellenwert von 90 % eher bewährt hat als der von der Definition der Sättigungsstunde her exaktere Werte von mindestens 95 % relativer Feuchte. Dies bedeutet, daß die eigentliche Anzahl der Stunden, in denen der Taupunkt erreicht wird, noch um etwa ein Drittel niedriger liegt als die ausgewerteten Sättigungsstunden. Allerdings zeigt sich häufig bereits bei niedrigerer relativer Feuchte während der nächtlichen Abkühlung Blattnaße (Abkühlung der Blatt-

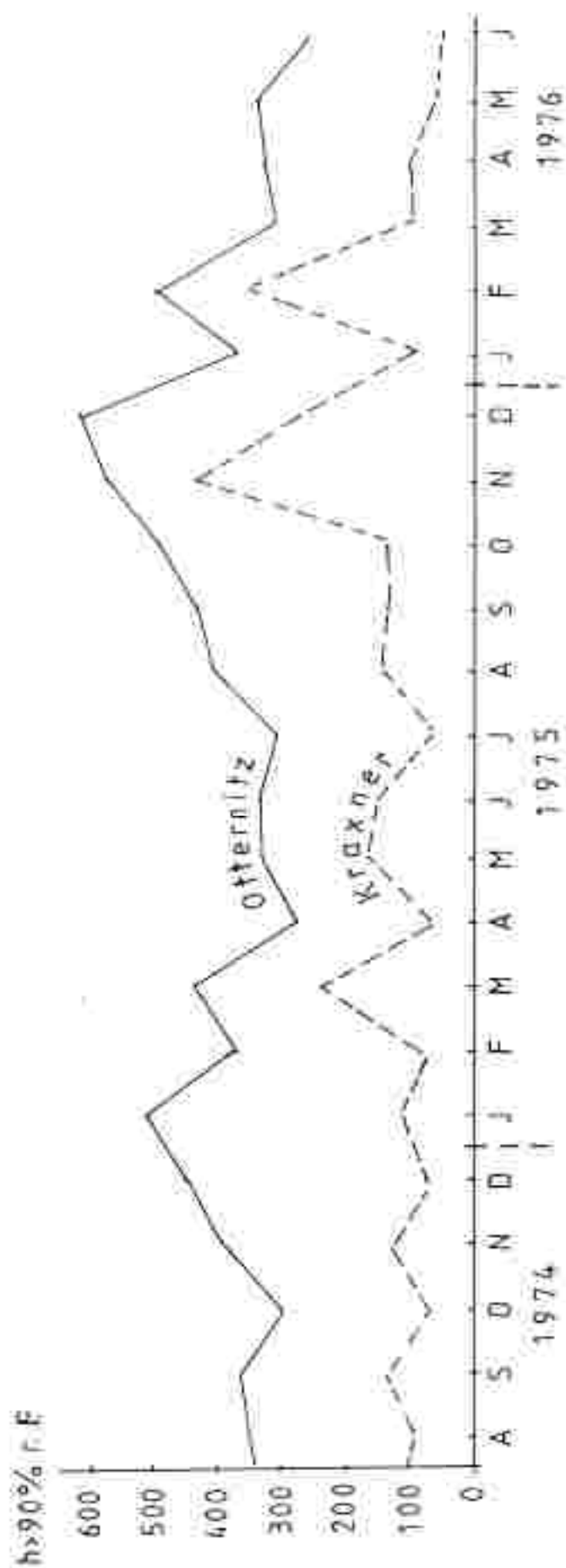


Abb. 25: Anzahl der Sättigungstunden (relative Feuchte > 90 %) an den Stationen Otternitz (325 m, Talbeckenlage) und Kraxner (560 m, Riedellage): zu beachten sind die Witterungseinflüsse, wie z.B. der zunehmend milde und trockenere Winter 1974/75 (deutlich zu niedrige Werte) im Gegensatz zum November 1975 mit häufigem Hochnebel.

oberflächen unter die Lufttemperatur). Aus den Untersuchungen in der Südweststeiermark wurde nun die Anzahl der Sättigungsstunden jeweils für eine Talboden- und eine Biedelstation graphisch in Abb. 25 zusammengefaßt. Die witterungsmäßig untypischen Bedingungen vor allem im Winter 1974/75 täuschen dabei zu niedrige Werte vor. Die Unterschiede treten allgemein in Monaten mit hohem Anteil an Strahlungswetter (Hochdruckperioden) markant in Erscheinung; im November 1975 mit häufigem Hochnebel verringern sich die Unterschiede beträchtlich.

Der autochthone Tagesgang dieser Sättigungsstunden ist in Abb. 26 wiedergegeben. Für die Talbodenstation Otternitz charakteristisch sind die weitgehende Abhängigkeit von der Tageslänge bzw. der Windeinflus autochthoner Prägung (letzterer erreicht im April sein Maximum, bedingt durch häufigen Luftmassenwechsel, der jeweils an der Rück- bzw. Vorderseite mit föhnigen Effekten (Nordföhn bzw. Jauk) begleitet wurde.

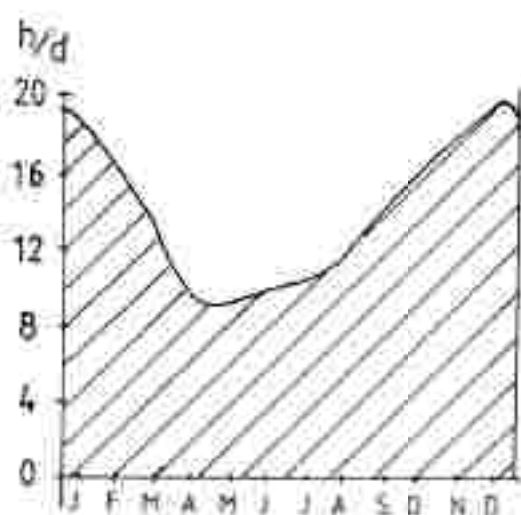


Abb. 26: Der autochthone Tagesgang der Sättigungsstunden (relative Feuchte mindestens 90 %) an der Talbodenstation Otternitz; zu beachten ist das Minimum im April mit 8-9 Stunden/Tag (h/d); Grundlage: Auswertung von Schönwetterperioden im Zeitraum 1974-1981 auf Grund der Feuchte-registrierung an Thermohygrographen.

Dadurch wurden der April und Mai zu den Monaten mit der geringsten Anzahl von Sättigungsstunden. Im Sommer nimmt zwar die Tageslänge zu, der Dampfdruck allerdings ebenfalls, bzw. der Windeinfluß wird rasch schwächer, die Ausstrahlung in der Nacht nur noch durch Gewitterrestbewölkung gestört, sodaß fast immer in den Talsohlenbereichen eine Taupunktunterschreitung eintritt. Nach Beobachtungen in der Südweststeiermark steigt auch parallel dazu die Zahl der Nebeltage an, besonders in Tälern mit angelegten Teichen; ihre Auflösung erfolgt jedoch schon vor dem 7^h-Termin; dadurch scheinen sie in der Nebelstatistik nicht auf.

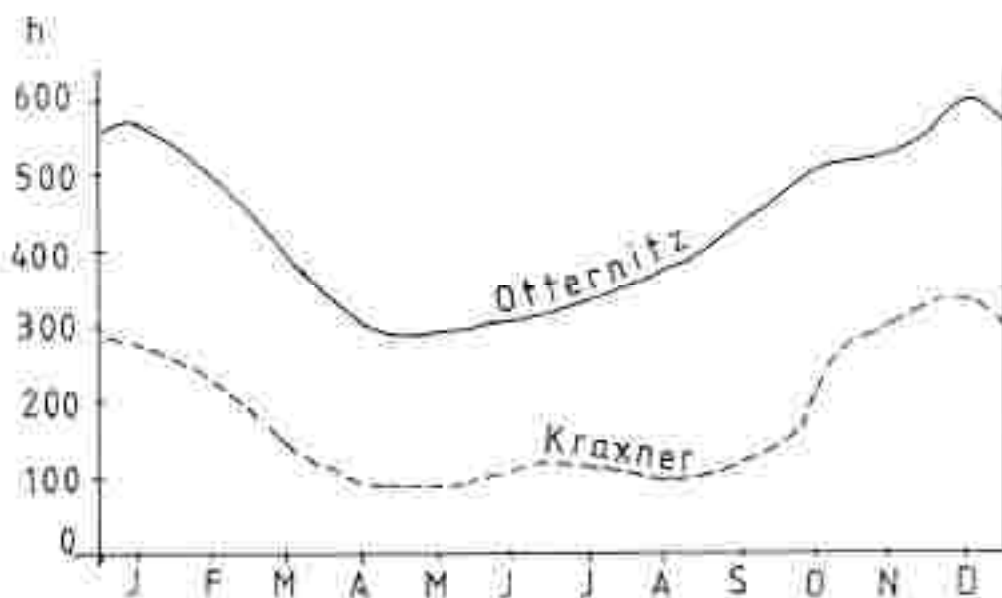


Abb. 27: Jahresgang der Sättigungsstunden für eine Tallage (Otternitz, 325 m) und eine Riedelstation (Kraxner, 560 m) unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus dem Beobachtungszeitraum 1974-1976 und des Kitterungseinflusses.

In Abb. 27 wurde nun versucht, auf Grund der Beobachtungen 1974-1976 unter Berücksichtigung der Witterung, den Jahresgang der Sättigungsstunden für die Tal- und Riedellagen abzuschätzen. Das Maximum tritt jeweils im Dezember ein, das Minimum im April/Mai. Die Unterschiede erreichen im August und September 300 Stunden und mehr. Sinnvoller erscheint jedoch eine Angabe in Relativzahlen, wie sie in der Legende vorgenommen wurde. Sie bezieht sich dabei auf den Zeitraum April bis September mit größeren Differenzen als im Winterhalbjahr (Abb. 27). Für die Wahl von insgesamt 5 Nebelzonen waren neben den Ergebnissen der Sättigungsstunden die Nebelverhältnisse mit Häufigkeit, Andauer und Zeitpunkt der Nebelbildung bzw. -auflösung ausschlaggebend: die Beschreibung der einzelnen Zonen ist in der Legende enthalten.

Literatur

- DREISEITL, E. et al.: Windregimes an der Gabelung zweier Alpentäler. Arch.Met.Geoph.Biokl. (B), 1980, S. 257-275.
- ENGLICHER, W.: Geländeklimatologische Untersuchungen im Weinbaugebiet des Kaiserstuhls. Ber.DWD, 150, 1980, 124 S.
- FEZER, P.: Lokalklimatische Interpretation von Thermalluftbildern. Bildmessung und Luftbildwesen, 43 (1975b), S. 152-158.
- JESSER, E. et al.: Die Beurteilung des Wärmeklimas eines Ortes nach der 14^h-Temperatur. Manuskript, 1949.
- KING, E.: Untersuchungen über kleinräumige Änderungen des Kaltluftabflusses und der Frostgefährdung durch Straßenbauten. Ber.DWD, 130, Bd.17, 1973, 24 S.
- KNOCH, K.: Die warme Hangzone; neue Anschauungen zur nächtlichen Temperaturschichtung in Tälern und Hängen. Z.Meteor. 15, 1961, S. 151-171.
- : Methodische Erfahrungen zur Durchführung einer Landesklimateaufnahme. Z.Meteor. 15, 1961, S. 171-177.
- : Die Landesklimateaufnahme; Wesen und Methodik. Ber.DWD, Bd.12, 1963, 85 S.
- KREPS, H. und SCHIMPF, H.: Starkregen und Starkregenstatistik. Mitteilungsblatt d. Hydrogr.Dienstes in Österreich. 42, 1965, S. 1-44.

- KREUTZ, W.: Lokalklimatische Studie im oberen Vogelberg, Ber.DWD, US-Zone, Bd.42, 1952, S. 171-176.
- LAZAR, K.: Kleinklimatische Beobachtungen der Temperatur und der Talnebel mit besonderer Berücksichtigung des Temperaturminimums und der Spät- und Frühfröste in der Südweststeiermark, Diss. Univ. Graz, 1979, 478 S.
- : Lokalklimatische Untersuchungen im Grottkorner Becken (Zwischen- und Endbericht), 1979, unveröffentl.
 - : Die Spätfrostschäden an den Johannisbeerkulturen in der Steiermark von 1951-1980, 1980, 16 S.
 - : Lokalklimatische Studie in der Region Aichfeld-Murboden, Manuskript am Hygiene-Institut, Univ. Graz, 1980, 206 S.
 - : Zwischenbericht über die Frostbekämpfungversuche mittels Infrarotstrahler, Manuskript, 1981, 32 S.
 - : Erste Ergebnisse der neuen Windmeß-Station Graz-Universität, Graz 1981, 13 S.
- LEHMANN, P.: Abkühlung und Erwärmung im nächtlichen Kaltluftfluß, Ber.DWD, US-Zone, Bd.38, 1952, S. 113-116.
- LINKE, F.: Die Zahl der Sättigungsstunden, ein neues bioklimatisches Element, Biokl.Beibl., Bd.10, 1943, S. 70-73.
- MORAWETZ, S.: Kleinklimatische Beobachtungen in der Weststeiermark bei St.Stefan ob Stainz, Beih.2.Met., Angew.Meteor. 1(5), 1952, S. 146-150.

- MORGEN, A. und KÄMPFERT, W.: Die Besonnung. Diagramme der solaren Bestrahlung verschiedener Lagen. Z.Meteor. 6, 1952, S. 138-146.
- : Die Besonnung und ihre Verminderung durch Horizontbegrenzung. Veröff.Meteor.Hydrol.Dienst DDR, 12, 1957.
- ORNIG, F.: Landwirtschaftliche Klimastufen in den Bezirken Voitsberg, Deutschlandsberg und Leibnitz in: Land Steiermark, Entwicklungsmöglichkeiten der Region Südwest. 1968, S. 14-15.
- OTTO, H.: Die Temperaturumkehr in der Südweststeiermark. Mitt.Naturwiss.Ver.Stmk., Bd. 101, 1971, S. 97-118.
- ONORM M 9440: Ausbreitung von Schadstoffen in der Atmosphäre; Ermittlung von Schornsteinhöhen und Berechnung von Immissionskonzentrationen. Entwurf Februar 1982.
- RAUMORDNUNG: Schriftenreihe des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau: Heft "Regionale Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. 1978, 116 S.
- SCHALKO, M. und STEINHAUSER, F.: Groß-Schneefälle in Österreich. Jahrbuch der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Jg. 1950, NF. Bd. 87, 1951. S. D 65 - D 75.
- SCHIMPP, H.: Untersuchungen über das Auftreten beachtlicher Niederschläge in Österreich. Mitteilungsblatt d. Hydrogr.Dienstes in Österreich, 45, 1970, S. 121-127.

SCHNELLE, F.: Frostschutz im Pflanzenbau. Band 1: Die meteorologischen und biologischen Grundlagen der Frostschadensverhütung. Offenbach/Main, 1963, 488 S. Band 2: Die Praxis der Frostschadensverhütung. Offenbach/Main, 1963, 604 S.

- : Lokalklimatische Studien im Odenwald. Ber. DWD, Bd.17, 1972, 38 S.

STEINHAUSER, F.: Über die kartographische Darstellung der Sonnenscheindauer. Wetter und Leben 8, 1956, S. 1-12.

- : Tages- und Jahresgang der Sonnenscheindauer in Österreich (1929-1968). Arbeiten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Heft 12, 1969, 111 S.

VAUPEL, A.: Advektivfrost und Strahlungsfrost. Mitteilung DWD 17, 1959, 31 S.

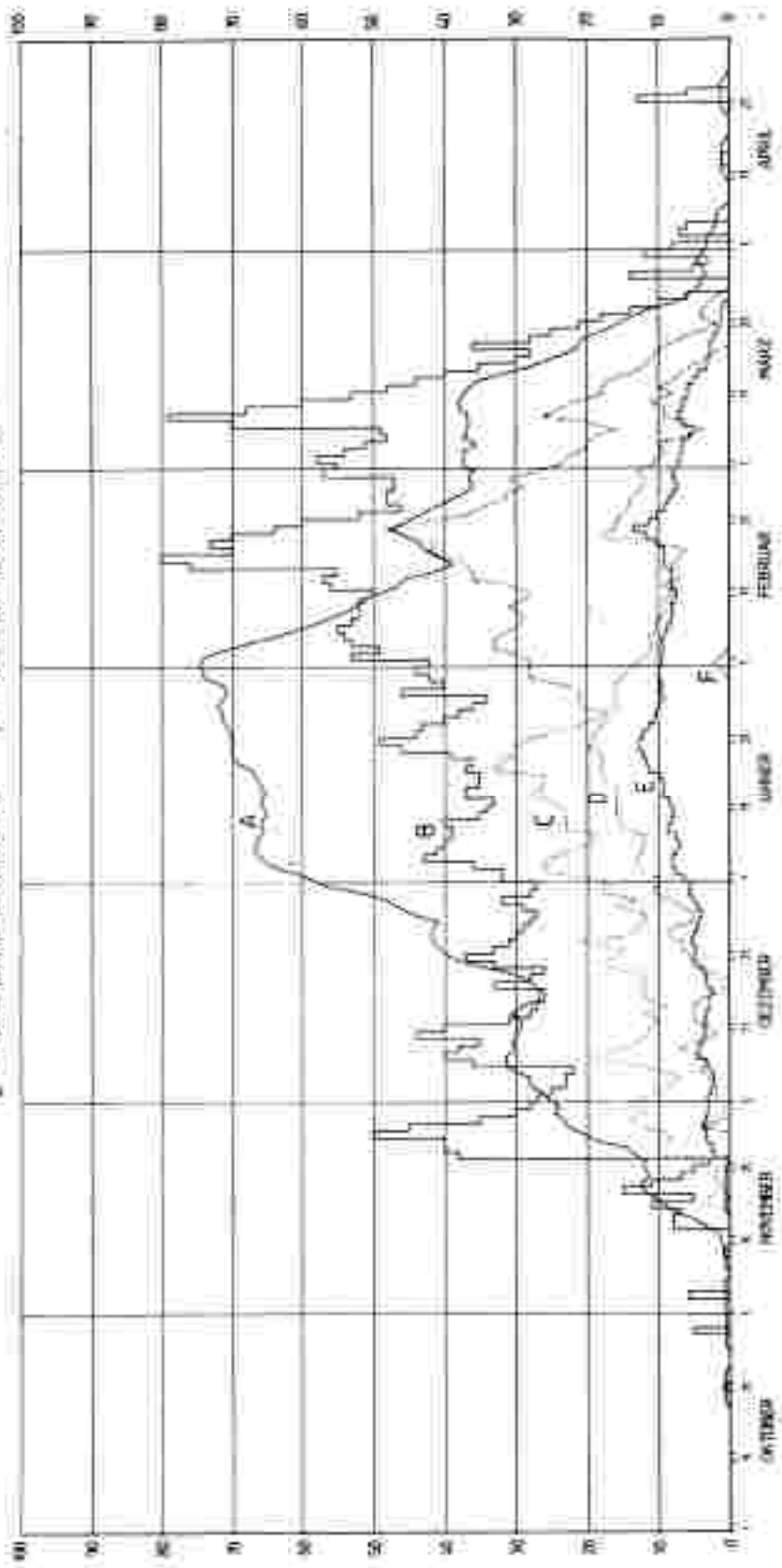
WAKONIGG, H.: Witterung und Klima in der Steiermark. Graz, 1978, 473 S.

Nachtrag

ORNIG, F. : Landwirtschaftliche Klimastufen in den Bezirken Voitsberg, Deutschlandsberg und Leinitz. in: Entwicklungsmöglichkeiten der Region Südweert, Graz, 1968, S 14-15

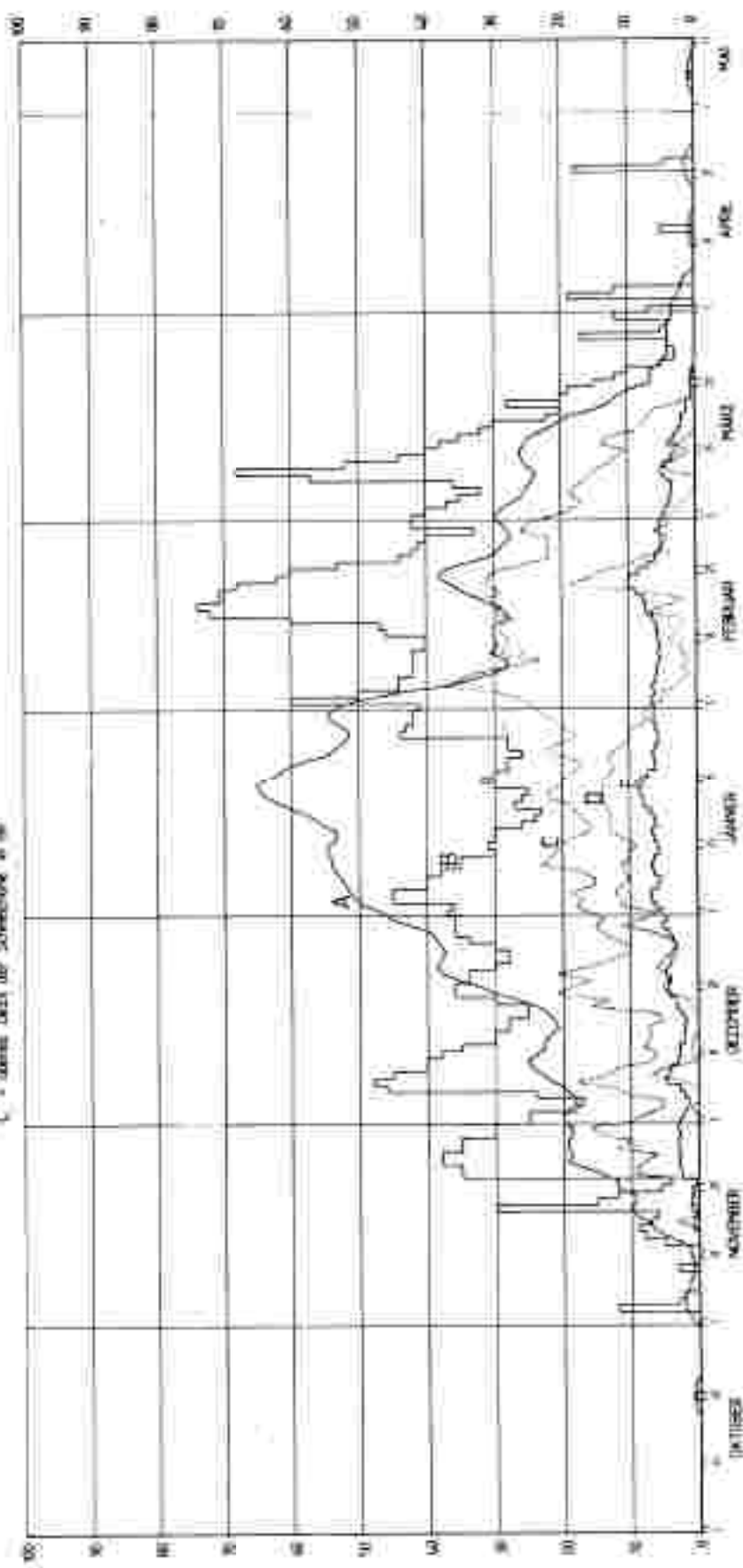
SCHNEEVERHÄLTNISSE IM SAIZINGBEREICH, 20/11/90 - 19/1/91 (1990/91)

- A = Schneehöheveränderung in %
- B = oberer Quartil der Schneehöhe in cm
- C = größte beobachtete Schneehöhe in cm
- D = Normalwert der Schneehöhe in cm
- E = oberes (fast) der Schneehöhe in cm
- F = unterer Quartil der Schneehöhe in cm



SCHNEEVERHÄLTNISSE SIMONI, 3406 34' N 100°10' E 1071m

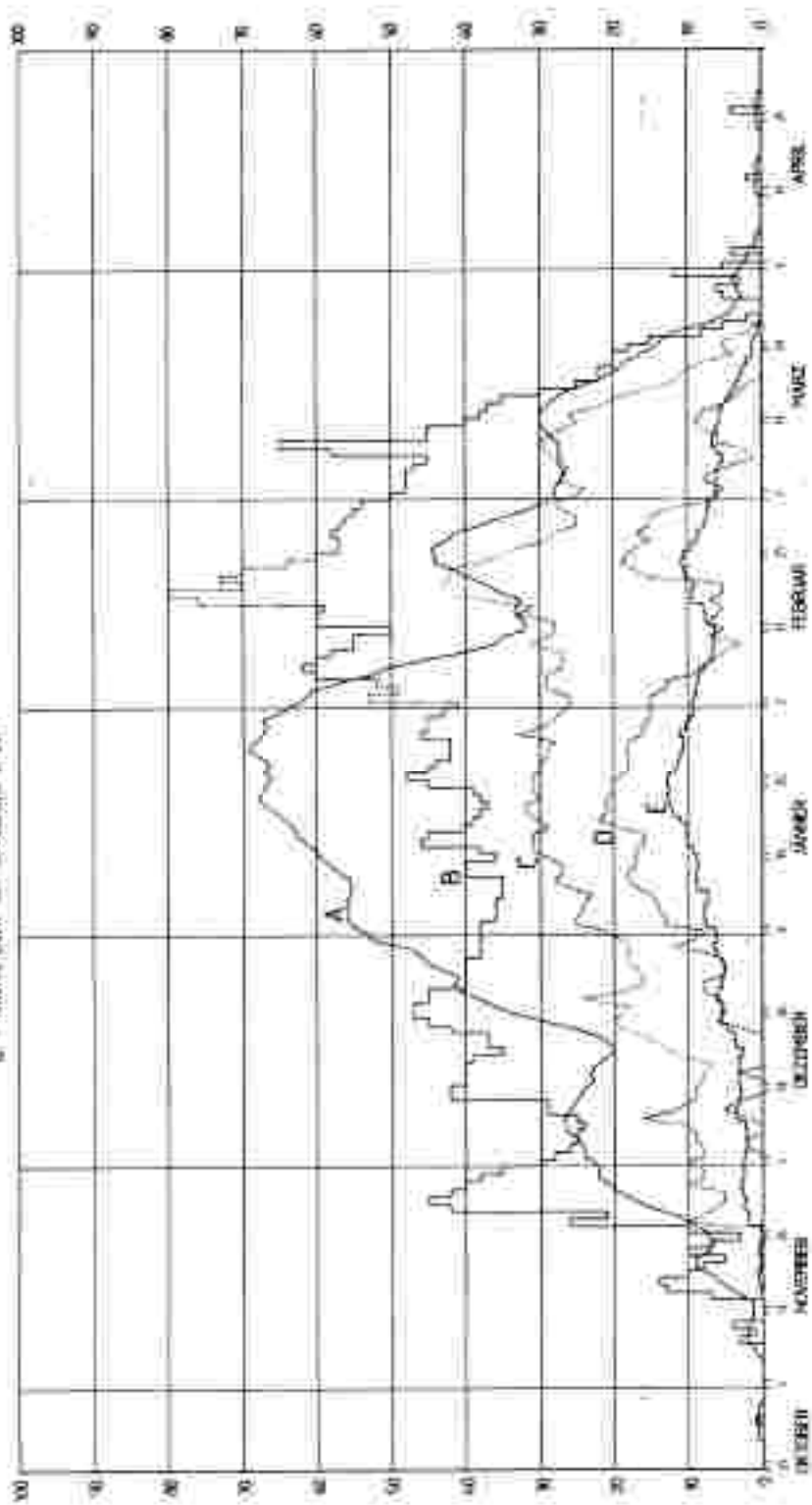
- A = Schneepflanzenwachstum in %
- B = mittlere monatliche Schneehöhe in cm
- C = oberer Deck der Schneehöhe in cm
- D = oberer Querschnitt der Schneehöhe in cm
- E = unterer Querschnitt der Schneehöhe in cm



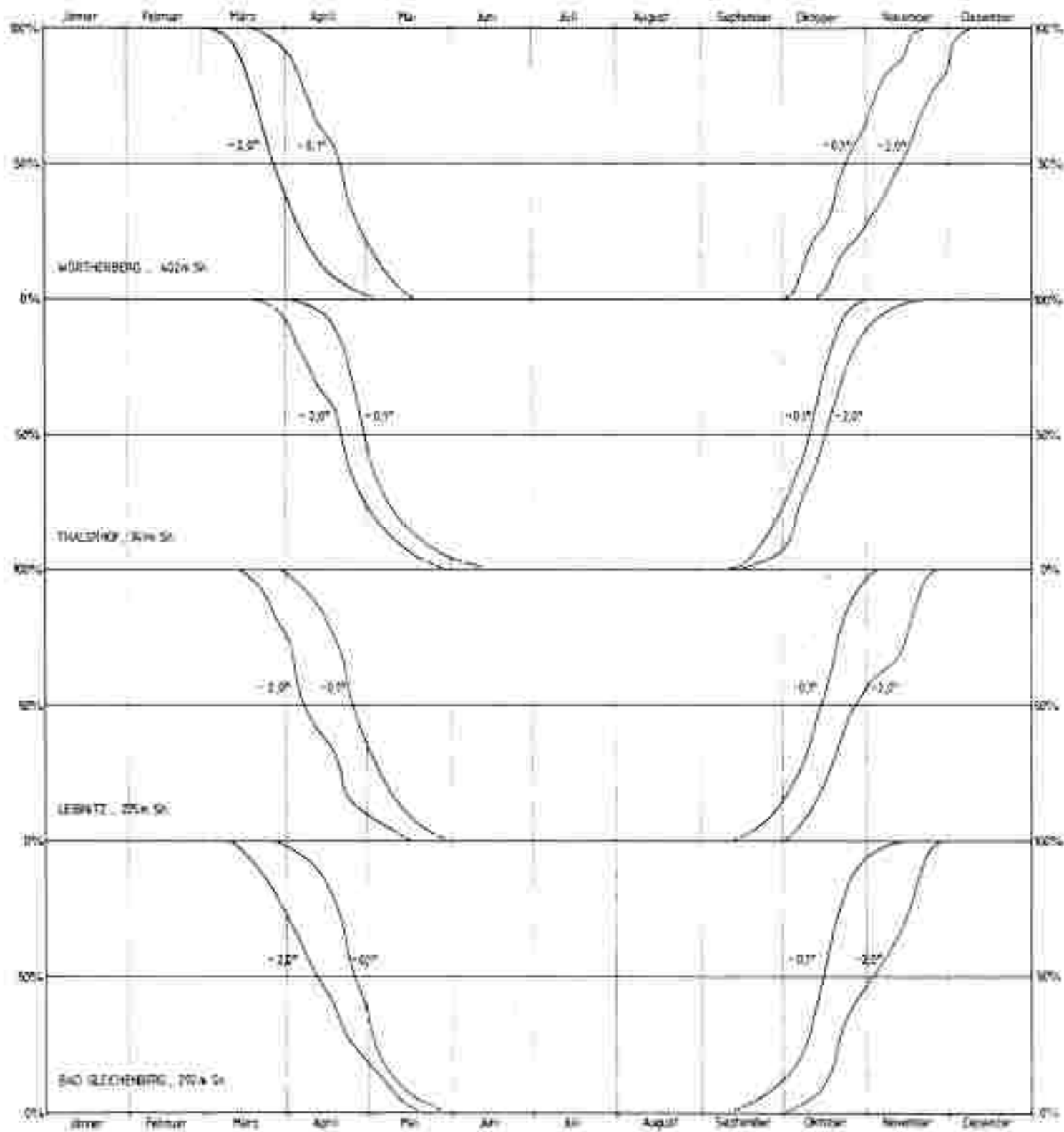
SCHNEEVERHÄLTNISSE

BITTIG, Peter Dr. 1961/62 - 1979/80

- A = Schneeschmelzgeschwindigkeit in %
- B = oberes Limit der Schneehöhe in cm
- C = mittlere semidiurnale Schneehöhe in cm
- D = mittlere tägliche Schneehöhe in cm
- E = mittlere tägliche Schneehöhe in cm



SPÄT- UND FRÜHEROSTWAHRSCHEINLICHKEIT
für wenigstens $-0,7^{\circ}$ und wenigstens $-2,0^{\circ}$ (Ordnungskurven, graphisch ausgeglichen)



NATURRAUMPOTENTIALKARTEN VERWALTUNGSBEZIRK RADKERSBURG

2. TEIL

KLIMAKARTEN

- | | |
|--|--|
| 1) Stationsnetz, Messpunkte
(1 Karte) | OK 1 : 50 000,
Nr. 191, 192, 208, 209 |
| 2) Kaltluftkarte
(4 Teilkarten) | OK 1 : 25 000,
Nr. 191, 192, 208, 209 |
| 3) Temperaturmaximalkarte
(2 Teilkarten) | OK 1 : 25 000,
Nr. 191, 192 |
| 4) Temperaturgunstzonenkarte
(4 Teilkarten) | OK 1 : 25 000,
Nr. 191, 192, 208, 209 |
| 5) Besonnungskarte
(2 Teilkarten) | OK 1 : 25 000,
Nr. 191, 192 |
| 6) Nebelzonenkarte
(3 Karte) | OK 1 : 50 000,
Nr. 191, 192, 208, 209 |

NATURRAUMPOTENTIALKARTEN – STEIERMARK

Bez. Radkersburg

VEGETATION

H. Otto, Graz, 1981

unter Mitarbeit von

N. Böglma u. F. Zöhrer

ERLÄUTERUNGEN ZU DEN NATURRAUMPOTENTIALKARTEN
DES TEILPROJEKTES VEGETATION FÜR DEN BEZIRK
RADKERSBURG

FASSUNG 1981

von H. OTTO

Mitarbeiter N. ABDALLA und R. ZÖHRER

PROJEKTRÄGER:

Forschungsgesellschaft Joanneum

PROJEKTLEITUNG:

Univ.-Doz.Dr. W. GRAP

Gras, Dezember 1981

VORWORT

Die Naturraumpotentialkarten Radkersburg wurden von Anfang in der Form eines Musterprojektes angelegt in der Absicht, in einem überschaubaren Gebiet jene naturräumlichen Grundlagen zusammenzutragen, welche künftig als Standard für raumrelevante Planungen im allgemeinen und für die Raumplanung im besonderen dienen sollen.

Dabei scheint es sinnvoll, vorhandene Unterlagen soweit als möglich in das Projekt einzubeziehen, auch wenn allenfalls einer Überarbeitung nach neuen Gesichtspunkten erforderlich ist. Bei dieser Inventarisierung hat sich auf dem vegetationskundlichen Gebiet gezeigt, daß die bisherigen Untersuchungen zwar ausreichen um die lokalen Gegebenheiten zu charakterisieren, aber erst in eine großräumige, das gesamte steirische Vorland umfassende Betrachtung einbezogen werden müssen. Die Voraussetzungen zu einer solchen Gesamtbetrachtung sind schon in naher Zukunft nicht ungünstig, weil dann wichtige neuere Unterlagen verfügbar sein werden. Im einzelnen sind dies:

- Vegetationsaufnahmen von oststeirischen Wäldern von Dipl.-Ing. H.STEINHOFF, Graz, der schon an der Auwaldkartierung in diesem Raum mitgearbeitet hat,
- Vegetationsaufnahmen von Wiesen und Waldrändern im Feistritztal von Dipl.-Ing.E.STEINBUCH, Wiener Neudorf, die noch für Vergleichszwecke aufbereitet werden müssen, sowie
- Vegetationsaufnahmen von Ackerunkrautgesellschaften im Bez. Radkersburg von Univ.-Prof.Dr.W.HOLENER, Wien.

Bis zum Vorliegen dieser Unterlagen im Laufe des Jahres 1982 bleibt für den Verfasser nur die Möglichkeit, einzelne typische Vegetationsaufnahmen, auf denen das System aufbaut, herauszustellen und auf dieser Basis den Entwurf einer Vegetationskarte zu erstellen. Zur Absicherung dieser Vorgangs-

weise wurden mit den genannten Fachleuten die bisherigen Ergebnisse diskutiert. Für dieses Entgegenkommen sei ihnen an dieser Stelle herzlichst gedankt.

Als Hinweis soll nicht unerwähnt bleiben, daß der Verfasser im Zuge von Vorarbeiten zu einer Regionalplanung für die südöstliche Steiermark bereits im Jahre 1971 mit Untersuchungen in den Gemeinden Klöch und Halbenrain begonnen hat, deren grundsätzliche Zielsetzung sich weitgehend mit jener des Projektes der Naturraumpotentialkarten deckte. Die damals ausgearbeiteten Vegetationsaufnahmen kommen jetzt, fast 10 Jahre später, erst zur Verwendung.

Abschließend möchte ich Herrn N.ABDALLA und Frau R.ZÖHRER für ihre Mitarbeit, Herrn Univ.-Prof. Dr.W. HOLZNER, Herrn W. MAURER, Frau H. WLASICH (Literaturauswertung) und Herrn D. A. ZIMMERMANN für wertvolle Beiträge sowie Herrn Doz. Dr. W. GRAP für seine Unterstützung herzlich danken.

EINLEITUNG

Eine wesentliche Komponente des Naturraumpotentials stellt die Vegetation des zu untersuchenden Gebietes dar. Bei der Bearbeitung muß auf die Florenbeziehungen näher eingegangen werden, um die typischen lokalen Varianten der Pflanzengesellschaften besser fassen zu können. Im Vordergrund steht die Beziehung zum jeweiligen Standort, wobei davon ausgegangen werden kann, daß bei Erhaltung der naturnahen Standorte einer Landschaftseinheit auch für empfindlichere Arten der Tier- und Pflanzenwelt eine Überlebenschance besteht, sofern es sich nicht um Sonderfälle, wie etwa seltene Ackerunkräuter, handelt. Nur über die Querverbindung zum Standort ist es vertretbar, die Untersuchungen auf einen kleinen Sektor der Tier- und Pflanzenwelt - in diesem Fall sind es im wesentlichen die Sproßpflanzen und ihre Gesellschaften - zu beschränken, die stellvertretend für die Gesamtheit stehen sollen.

Ob die noch vorhandenen, naturnahen Strukturen in einem doch eher intensiv genutzten Raum ausreichen, um auf lange Sicht das Gleichgewicht des Naturhaushaltes der Großlandschaft zu sichern, und unter welchen zusätzlichen Bedingungen, kann leider beim heutigen Wissensstand nur ansatzweise beantwortet werden. Zu einer exakten Quantifizierung ist hier noch ein weiter Weg. Dennoch sollen vergleichsweise gegenüber der Umgebung verarmte Räume besonders gekennzeichnet werden.

In einem groben Überblick sollen auch wichtige Ersatzgesellschaften behandelt, Überlegungen zur Stabilität von Pflanzengesellschaften angestellt und markante Degradationserscheinungen kurz beschrieben werden.

Leider besteht nicht die Möglichkeit in den weiten Themenfeldern der Bilanzierung der vorhandenen Biomasse einzusteigen, obwohl dies sehr wünschenswert wäre und zum Gegenstand von Nachtragsuntersuchungen gemacht werden sollte.

STANDORTE

Wie bereits oben erwähnt, wird in dieser Untersuchung sowohl im floristischen als auch im vegetationskundlichen Abschnitt auf die Standortsansprüche näher eingegangen. Deshalb wird das folgende Schema der wichtigsten Standorte mit Zuordnung zu den Teillandschaften und eine kurze Beschreibung vorangestellt.

MURAUEN

Schotter- und Sandbänke mit beginnender Bodenbildung und Erstbesiedelungsstadien der Vegetation sind nach der Murregulierung in diesem Gebiet kaum noch anzutreffen und erreichen keine größere Ausdehnung.

Totarme in einigermaßen naturnahem Zustand, also mit gut ausgebildeter Verlandungszone, sind ebenfalls selten.

Die künstlichen, offenen Wasserflächen nach Tiefbaggerungen zeigen nur dann eine Vegetationsentwicklung mit Elementen der Totarme, wenn sie nicht als Badeteiche dienen. Für die Beurteilung der übrigen, flächigen Auwaldstandorte sind die Tiefenlage des Schotterkörpers und Grundwasserspiegels sowie die Reife der Bodenbildung und die Überflutungshäufigkeit maßgebend, wobei der anthropogene Einfluß abschnittsweise sehr unterschiedlich ins Gewicht fällt. Sonderstandorte entstanden im Bereich der vielen Schottergruben, die zwar im grundwasserfernen Teil der höheren Austufe angelegt wurden, deren Sohle aber nur zu oft bis in den oberen Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels abgesenkt wurde.

NIEDERTERRASSE

Im Bereich der Niederterrasse findet man im Westteil relativ schwere Böden, die früher auch in Form des Bifingbaues bewirtschaftet wurden, im Ostteil hingegen leichtere, größtenteils sehr hochwertige Böden. Der Terrassenabfall der Niederterrasse weist wegen seiner geringen Sprunghöhe keine eigenen Standorttypen auf.

Der Einflußbereich der Murzubringer, die ursprünglich wohl weitreichendere Teile der Niederterrasse zeitweise überfluteten als heute, hebt sich von den zentralen Teilen ebenso ab wie Depressionszonen am Fuß der Heifbrunner Terrasse mit hohem Grundwasserstand und Moorbildungen zwischen Lind und Seibersdorf.

ÄLTERE TERRASSE

Die älteren Terrassen tragen dicke Lehmdecken, auf denen Stagnogleye überwiegen. In der Nähe der Terrassenschultern, sowie dort wo sich Einschnitte gebildet haben, ist die Situation etwas günstiger. Die Terrassenabfälle zeigen bei größerer Sprunghöhe entsprechender Exposition bereits Parallelen zu den Hängen im tertiären Hügelland.

"TERTIÄRHÜGELLAND L.W.S."

Die Talböden des Hügellandes waren ursprünglich weithin vernast, was entweder auf Hangwasseraustritte oder stauende Masse in Depressionszonen zurückzuführen ist. Hier wurden in den letzten Jahren großflächige Regulierungs- und Entwässerungsmaßnahmen vorgenommen, wobei auch größere Bäche teilweise verlegt wurden. Die ursprünglichen morphologischen Gegebenheiten waren schon im Zusammenhang mit alten Wasserkraftnutzungen auf weite Strecken verändert worden.

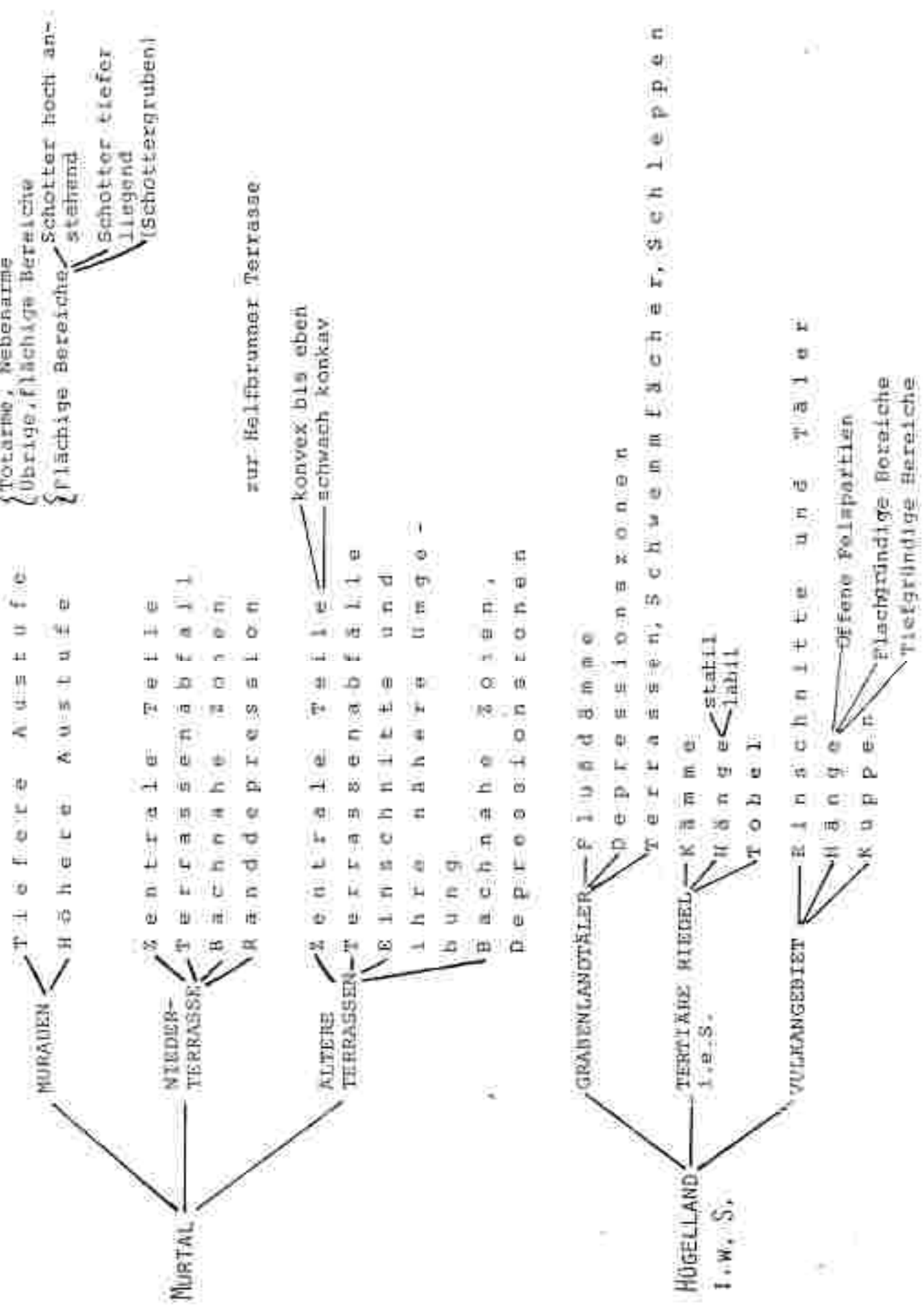
Das markanteste Kennzeichen der Grabenlandtäler ist ihre auffällige Asymmetrie, wobei die Hänge der einen Talseite allmählich, jene der anderen steil ansteigen. In der Länge und Steilheit der Tobel spiegelt sich neben der Reliefenergie besonders diese Talasymmetrie wieder.

Die Hangstandorte im Bereich der Biedel unterscheiden sich, abgesehen von den Expositions- und Neigungsunterschieden, auch durch ihre Tendenz zu Rutschungen und Wasserrückigkeit. Während die Standorte auf schmalen Kämmen eher trocken und verlagert sind, trifft man auf breiten Kämmen größere ausgesprochen staunasse Bereiche. Im Vulkangebiet sind die Standorte sehr unterschiedlich. Während tiefgründige, kolluviale Böden sehr günstige Voraussetzungen für die Wald- und Weinbauwirtschaft bieten, neigen flachgründige Böden

In der Nähe offener Felspartien und auf den Kuppen zur Austrocknung und zeigen kein basisches Verhalten. Die Täler sind hier nicht so tief eingeschnitten wie im Gebiet weiter nördlich, wobei allerdings auch dort die Schattlagen nicht extrem kühl und feucht sind. Ungestörte, offene Felspartien findet man nur kleinräumig, weil der anstehende Basalt zur Anlage von Steinbrüchen Anreiz bot.

STANDORTSGLIEDERUNG DES BEZIRKES RADKERSBURG

1110. 1



DIE FLORA DES BEZIRKES RADKERSBURG

Im Rahmen der Florenkartierung in Mitteleuropa wurden im Bezirk Radkersburg mehrere Grundfelder und Quadranten floristisch untersucht, wobei vor allem W. MAUKER als Bearbeiter zu nennen ist. Seinen Untersuchungen zufolge sind in den Quadranten, die bis zur Mur reichen im österreichischen Anteil weniger als 550 Sprosspflanzen zu erwarten bzw. bekannt. Für reich strukturierte Quadranten im Tertiärhügelland außerhalb des Vulkangebietes ist eine Obergrenze von 600 Sprosspflanzen die Regel. Im Quadrant Klösch mit seinem bedeutenden Anteil an vulkanischen Gesteinen stellen ca. 700 Arten die Grenze dar.

Die Arealtypenverteilung für die Sprosspflanzen des Doppelquadranten Klösch-St. Anne am Aigen ist der nachstehenden Tabelle zu entnehmen. Als Vergleich werden die Angaben aus dem Doppelquadranten Fischeladorf-Stubenberg in der Nähe des Randgebirges angeführt, der ebenfalls wärmebegünstigte Standorte aufweist.

Auffällig ist der zahlenmäßige Rückgang der präalpinen Arten bei den Vorlandquadranten; hingegen kommt eine größere Anzahl von Florenelementen mit subatlantischer sowie illyrischer Verbreitung hinzu.

Einige bemerkenswerte südliche Arten, die im Bez. Radkersburg vorkommen, seien hier genannt:

der Hundszahn (*Arythronium dens-canis*), der Frühlings-Krokus (*Crocus victatus*), die Europäische Knollenmaiere (*Pseudostellaria europaea*), die Edelkastanie (*Castanea sativa*), die Eisbeere (*Sorbus terminalis*), die Breitblättrige Wicke (*Vicia oroboides*), der Gespreizte Klee (*Trifolium patens*) und die Eichenmistei (*Loranthus europaeus*).

Die gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen entsprechend der Roten Liste (ZIMMERMANN A. und KNIELY G. 1980) werden ebenfalls angeführt.

Tabelle 2:

AREALTYPEN DER SPROSSPFLANZEN x)

Vergleich der Doppelquadranten 9161/4 (St. Anna am Aigen) und
9261/2 (Klösch)

mit

8760/4 (Stubenberg) und
8860/2 (Pischelsdorf)

Arealtypen	St. Anna am Aigen- Klösch	Stubenberg- Pischelsdorf
Eurasische Arten i.w.S.	228	222
Eurasisch-circumpolare Arten	28	38
Nordische Arten, arktisch-nord. Arten	80	96
Nordisch-circumpolare Arten	37	48
Mediterrane u. submediterrane Arten	137	126
Kontinentale u. gemäßigt-kont. Arten	72	68
Präalpine Arten i.w.S.	25	39
Subatlantische Arten	10	16
Subatlantisch-submediterrane Arten	63	55
Neophyten u. Zierpflanzen aus Asien u. Amerika	27	29
Übrige, darunter Endemiten und Bastarde	<u>60</u>	<u>40</u>
	767	777

- x) Arealtypen
nach E. OBERDORFER 1970. Pflanzensoziologische Exkursionsflora
für Süddeutschland und die angrenzenden
Gebiete. 3. Auflage

LISTE DER GEFÄHRDETEN FARN - UND BLÜTENPFLANZEN
 der Kartierungsquadranten 9161/4, St. Anna am Aigen
 und 9261/2, Klösch

In kritischem Maß gefährdet (Kategorie 2) ... 8 Arten

Allium vineale
Bromus racemosus
Carpesium cernuum
Cirsium pannonicum
Fumaria schleicheri
Gagea villosa
Gnaphalium luteo - album
Potentilla inclinata

Stark gefährdet (Kategorie 3) 6 Arten

Chimaphila umbellata
Euphorbia exigua
Gagea pratensis
Inula hirta
Melica picta
Ornithogalum ephaerocarpum

Gefährdet (Kategorie 4) 27 Arten

Agrostemma githago
Aristolochia clematitis
Bromus secalinus
Carex otrubae
Cyperus fuscus
Dorycnium herbaceum
Epipactis purpurata
Filipendula vulgaris
Galium glaucum
Inula britannica
Iris sibirica
Legousia speculum - veneris
Loranthus europaeus
Melica uniflora
Parietaria erecta
Phleum phleoides
Potentilla micrantha
Potentilla rupestris
Prunella laciniata
Pulmonaria angustifolia
Scabiosa granuntia
Spiraea media
Succisella inflexa
Thesium linophyllum
Ulmus minor
Vicia pisiformis
Viola alba

DIE VEGETATION DES BEZIRKES RADKERSBURG

HÖHENSTUFENGLIEDERUNG:

Im untersuchten Gebiet fallen das Murtal und die Terrassen in die planare und colline Stufe. Die höheren Erhebungen im Tertiärhügelland einschließlich des Vulkangebietes fallen in die submontane Stufe. Lediglich bei den höchsten Erhebungen im oststeirischen Vulkangebiet (Stradner Kogel 609 m) könnte über eine Zuordnung zur untersten Montanstufe diskutiert werden.

DIE WÄLDER

Entsprechend der Höhenstufengliederung sind im Bez. Radkersburg nur die sehr warmen und warmen Waldstufen vertreten. Dennoch handelt es sich um ein reines Laubwaldgebiet, das durchwegs stark anthropogen beeinflusst ist. Das Ausmaß dieser Beeinflussung ist stellenweise so groß, daß man die ursprüngliche Rolle wichtiger Baumarten wie der Weißkiefer, der Fichte und der Hainbuche im Waldbild nicht mit Sicherheit abschätzen kann. Die in der Literatur geäußerte Behauptung, daß die Weißkiefer ursprünglich nur punktuell auf flachgründigen Basaltstandorten vorgekommen sei, also beispielsweise auf den Stagnogleyen der älteren Terrassen, wo sie heute stark verbreitet ist, gefehlt habe, kann nach Ansicht des Verfassers derzeit nicht ausreichend begründet werden. Weiters wird in der bisherigen Literatur die Buche unterbewertet, wenngleich sie im Osten des Gebietes gegenüber den anderen Holzarten sichtlich an Konkurrenzkraft verliert. Allerdings werden jene Standorte, auf denen sich die Hainbuche gegenüber der Buche behaupten kann, heute vorwiegend landwirtschaftlich genutzt, weil sie günstige Neigungsverhältnisse aufweisen. In den steileren Lagen im Mittel- und Oberhangbereich der Riedel, wo die Buche heute am stärksten vertreten ist, hat sich seit jeher der Wald gehalten.

Eine der wichtigsten Holzarten in diesem Gebiet ist die Schwarzerle, welche auf allen feuchten bis nassen Standorten dominiert und auch vielerorts aufgeforstet wurde.

Der folgenden schematischen Übersicht über die wichtigsten Waldtypen und ihrer Zuordnung zu den jeweiligen Standorten wird nur ein kurzer Kommentar beigegeben. Für eine detaillierte Beschreibung der Einheiten und Einordnung in das vegetationskundliche System fehlt noch der nötige Überblick über die Verhältnisse im gesamten, steirischen Vorland.

Die großen Murauen zwischen Graz und Sicheldorf wurden bereits von E. WENDELBERGER ausführlich untersucht, wobei auch Daten aus dem Bezirk Radkersburg verarbeitet wurden. Inzwischen steht eine Übersichtskartierung der großen Murauen vor dem Abschluß, die das Ziel hat, die weniger gestörten Bereiche zu erfassen und für die übrigen Bereiche Sanierungsvorschläge auszuarbeiten. Für zwei typische Abschnitte im Bezirk Radkersburg liegt eine vereinfachte Vegetationskarte im Maßstab 1:10.000 in gedruckter Form vor (siehe Beilagen). Die übrigen Abschnitte können erst im Frühjahr fertiggestellt werden, weshalb im beiliegenden Entwurf einer Vegetationskarte 1:25000 für die Auwälder an der Mur vorläufig eine einheitliche Signatur gewählt werden mußte.

E. WENDELBERGER hat insgesamt 11 Auwaldtypen unterschieden, wobei nach eigenen Erfahrungen die fünf Typen der "Jungen Auen" im Gelände leichter zu identifizieren sind, als jene der "Alten Auen". Bei der laufenden, vereinfachten Vegetationskartierung werden die "Feuchte Harte Au" mit Flatterulme und Esche, die eine Mittelstellung einnimmt, gemeinsam mit den "Jungen Auen" im Sinne von E. WENDELBERGER zu einer "Tieferen Austufe", die übrigen Typen der "Alten Au" zu einer "Höheren Austufe" vereinigt (siehe auch das Schema der Vegetationstypen).

Im Bereich der Niederterrassen ist der Waldanteil derzeit schon sehr gering, während der Ackeranteil nach wie vor ansteigt. Untersucht man die oft sehr kleinen Waldinseln genauer, so findet man besonders im Westteil sehr häufig Reste von Bifängen, also Hinweise auf eine ehemalige ackerbauliche Nutzung dieser Flächen. In Waldfragmenten mit Auarakter entlang der Murzubringer fehlen die Bifänge. Der dominierende Waldtyp auf Durchschnittsstandorten ist ein krautreicher Laubmischwald, der jedoch oft durch intensive Streunutzung degradiert ist. Auf feuchteren Standorten tritt die Schwarzerle in den Vordergrund, während in staunassen Bereichen Seegras, Rasenschmiele und Pfeifengras im Unterwuchs stärker vertreten sind. Im Bereich der älteren Terrassen mit ihren schweren, staunassen Böden überwiegen artenarme Stieleichenwälder mit hohem Kiefernanteil. Stellenweise wurde die Fichte als Wirtschaftsholzart eingebracht, obwohl sie gegen Krankheiten sehr anfällig ist und nur kurze Umtriebszeiten erreicht. Auch auf den älteren Terrassen bleiben die feuchteren Teile den Schwarzerlenbeständen vorbehalten.

Im Bereich der Hügellandtäler findet man auf den nassen Standorten die Schwarzerle mit Großseggen oder Rohrglanzgras im Unterwuchs. Sind die Feuchtigkeitsverhältnisse nicht mehr so extrem, so gesellen sich die Traubeneiche, die Esche und die Stieleiche dazu. Stellenweise wurde ein üppiger Flor von Frühjahrsgrophyten beobachtet. Im Vergleich zu Hügelländern am Fuß der Koralpe fehlen einige Typen von Bachbegleitwäldern mit prämontanem Charakter, womit auch das Ausbleiben von *Pseudotsuzia europaea* im Ostteil des Bezirkes in Zusammenhang steht.

Im Anhang werden einige Laubmischwälder mit Auwaldcharakter von den Grabentälern und der Niederterrasse dokumentiert. Sie unterscheiden sich kaum von den krautreichen Hainbuchenwäldern im Unterhang- und Terrassenbereich der Grabentäler die nur in wenigen, typischen Beständen erhalten sind.

Im Mittel- und Oberhangbereich der Riedel dominiert auf Durchschnittsstandorten, wie bereits erwähnt, die Buche in Vergesellschaftung mit der Weißkiefer. Auf steilen, sonnigen Hängen tritt die Traubeneiche und auch die Edelkastanie hinzu. Der Buchen-Kiefernwald kann im Extremfall zu einem Kiefern-Heidekrautbestand degradieren, wenn die Streunutzung sehr intensiv ist und der Standort zur Verhagerung neigt. Auf breiteren Spornen und Kämmen wirkt sich die Staunässe oft so stark aus, daß der Buchen-Kiefernwald von einem Stieleichen-Kiefernwald mit Pfeifen-

gnas im Unterwuchs abgelöst wird. Im Übergangsbereich tritt der Adlerfarn verstärkt auf.

Eine gewisse Sonderstellung haben steile, wasserzügige Schatthänge, wie sie insbesondere im Bereich der Tobel vorkommen. An diesen Standorten, die stellenweise zu Rutschungen neigen, findet man Laubwaldgesellschaften, die mehr oder weniger zum Humus-Schluchtwald tendieren. Dort sind der Bergahorn, die Winterlinde, die Hainbuche und die Bergulme zu finden. Im Unterwuchs treten der Waldmeister und die Wimpersegge fauniesbildend auf, gelegentlich auch das kleine Immergrün; diese Bestände sind überaus artenreich.

Eine Sonderstellung nehmen die Standorte im Vulkangebiet ein. In Durchschnittstagen dominieren zwar ebenfalls die Buche und die Weißkiefer; hingegen tritt auf wärmebegünstigten Standorten die Traubeneiche in Vergesellschaftung mit Eisbeere und Hainbuche in den Vordergrund. In Einschnitten und Tälern findet man wiederum die Hainbuche und die oben erwähnten Schattholzarten.

Bezüglich der von EGGLEER beschriebenen Pflanzengesellschaft des "Mittelsteirischen Hainlinden- Eichen-Hainbuchenwaldes" vertritt der Verfasser die Ansicht, daß diese Gesellschaft zu heterogen ist.

Diese Meinung wird durch neuere Untersuchungen (M. STURM, M. WRABER) gestützt.

WALDTYPEN (AKTUELLE VEGETATION)
DES BEZIRKES RADKERSBURG

MORTALI, MIRAUFEN

Tiefere Austufe:

(junge, häufig überflutete Stand-
orte mit unreifen Böden und hoch-
stehendem Grundwasser)

Silberwaidenau
(ufernah)

Grauerlenau und
Schwarzarlenu
(mit Totarme, an
Mühlgängen, Tie-
ferinnen)

Eschen-Platterulmen-
au (deutliche Bin-
dung an die Parabe-
reiche häufiger über-
flutung und an hoch-
stehenden Grundwasser)

(siehe E.WENDELSBERGER, 1960, Typen a-e und g).

Höhere Austufe:

(reifere Böden, kaum mehr
überflutet)

Auwaldtypen mit Stieleiche, Winterlinde, Platterulme

(siehe E.WENDELSBERGER, 1960, Typen f, h, l, m, n)

WALDTYPEN (AKTUELLE VEGETATION)
DES BEZIRKES RADKERSBURG

Zentrale Teile:

Krautreiche Laubmischwälder mit Rain-
boche, Stieleiche, Winterlinde

Verhagerte Laubmischwälder
(Intensive Streunutzung)

Terrassenabfall:

Verhageter Laubmischwald
(bei größerer Sprunghöhe)

Sonst keine Unterschiede zur
Umgebung

Bachnahe Zonen:

Krautreicher Laubmischwald mit Auwald-
charakter (1)
(im Westteil häufig mit Rubus cæsilius)

Schwarzerleensäume mit Rohr-
glanzgras (2)
und/oder Großseggenunter-
wuchs (3)

Flanddepression
zur Helfbrunterterrasse:

Schwarzerlebestände, stellenweise mit Stieleiche, Esche (4)
hoher Grundwasserstand

MURTAL, NIEDERTERRASSE

WALDTYPEN (AKTUELLE VEGETATION)
DES BEZIRKES RADKERSBURG

Kontraste Teile:
(schwere, staunasse Böden)

Stieleichen-Weißkiefern-
wald
Geländeform deutlich kon-
vex
Polytrichum formosum-Typ
Myrtilus-Typ

eben
Mollinia-Typ

schwach konkav
Sphagnum-Typ

Terrassenabfälle;

Stieleiche-Weißkiefern-
wald mit *Fucula albida*
oder *Avenella flexuosa*
(bei geringer Sprung-
höhe)

vergleiche BODNER, Tab. 7

alle Übergänge zum verfestigten
Laubmischwald oder Buchen-Kiefern-
wald
(bei zunehmender Sprunghöhe in
Abhängigkeit von der Exposition)

Einschnitte und ihre
nähere Umgebung:

(deutliche Drainagewirkung)

Abhänge: wie Terrassen-
abfälle

Sohler

Hainbuche und Schwarzerle, *Carex*
brizoides-Typ, bei tieferen Ein-
schnitten *Vinca*-Typ

Bachnahe Zonen, Depressions-
zonen:

Schwarzerlen-Stieleichen-
wald
Carex-*brizoides*-Typ, *De-
schampsia cespitosa*-Typ (S)
(Randbereiche oder Depres-
sionszonen kleinerer Aus-
dehnung)

Schwarzerlenbestände
mit Großseggenunterwuchs
(stark vernährte Bereiche)

WALDTYPEN (AKTUELLE VEGETATION)
DES BEZIRKES RADKERSBURG

Flußdämme:
(etwas leichtere
böden, untersüßig)

Depressionszonen:

Terrassen, Schwammfächer,
Schleppen:

Krautreiche Laubmischwälder, holzartenreich, im Übergang
zu Buchbegleitern (7, 8, 9, 10)

Schwarzerlenböden mit Rohr-
glanzgras oder Großseggen-Unter-
wuchs (11, 12, 13) fallweise reich
an Frühjahrsgeophyten (14)

Krautreiche Laubmischwälder,
häufig mit dominierender Hain-
buche
(Durchschnittslogen)

Schwarzerlen-Stieleichenbe-
stände mit Carex brizoides,
Rubus caesius etc, im Unter-
wuchs

Schwarzerlen-Eschen-Stiel-
eichenwälder
(feuchte Lagen)
(15, 16, 17)

HÜGELLAND 1. W. S., GRABENLAND-
TÄLER

WALDTYPEN (AKTUELLE VEGETATION)
DES BEZIRKES RADKERSBURG

Kämme:

Verhagerter Buchen-
Weißkieferwald mit
Luzula albida oder
Vaccinium myrtillus
im Unterwuchs (19)
(geringe Kammbroite)

Verhagerter Trauben-
eichen-(Buchen)-Kie-
ferwald mit Heide-
krautunterwuchs; auch
Bürlapp-Typen (18.1)
(extrem verhägert)

Stieleichen-Waldkie-
ferwald
wie auf Terrassen mit
Lehmdecke (18.2)
(breite Kämm, staunas-
se Bereiche)

Hänge:

Durchschnittslagen:
+ verhagerter Buchen-
kieferwälder mit
Luzula albida
(20.1, 21)

Nährstoffreiche Bü-
den, eher labil:
Laubmischwälder, über-
wiegend krautreich
(20.2, 22, 23, 24, 26)

Schattlagen, Nährstoff-
reiche Böden:
Ansätze zum Humus-Schlucht-
wald
(27)

Tobel:

Laubmischwälder mit
Ansätzen zum Humus-
Schluchtwald
(enge Gräben, Schatt-
lagen)

Krautreiche Laubmisch-
wälder, alle Übergänge
zu Bachbegleitern
(Schwarzerle-Esche) bei
breiterer Sohle
(21.1, 21.2, 28, 29)

Tannenreiche
Bestände
(30)

WALDTYPEN (AKTUELLE VEGETATION)
DES BEZIRKES RADKERSBURG

HÜGELLAND i.w.S., VULKANGEBIET

Einschnitte und Täler:

Kräutreiche Laubmischwälder mit Schattholzarten

Vinca-Typ, Carex pilcosa-Typ (31)

Fragmentarische Schluchtwälder mit Polystichum lobatum

vereinzelt in Schattlage

Hänge:

Offene Felspartien:

Felsspaltengesellschaften mit Asplenium adnigrum-nigrum und Asplenium septentrionale

Flachgründige Bereiche:

(33)
Artenarme Waidmeister-Buchenwälder oder Traubeneichenwälder (34)

Tiefengründige Bereiche:

(35.2)
Artenreiche Laubmischwälder

Kuppen:

Verhödete Laubmischwälder oder Buchen-Kiefernwälder mit Traubeneichen (35.1)

DIE WIESEN

Eine erste gut anwendbare Übersicht über die Wiesengesellschaften im Nordwestteil des Bezirkes Radkersburg gibt EGGLER in seiner Arbeit über das Sastal. Er unterscheidet:

1. Sumpfwiesen - es sind durchwegs Kleinseggenwiesen-
2. Feuchte Wiesen, Subassoziationen der Fuchschwanzwiese
3. Frische Wiesen, hochwertige Glatthaferwiesen und
4. Zeitweise mehr oder weniger trockene Wiesen, in denen neben dem Glatthafer der Flaumhafer und der Furchenschwingel Bedeutung haben.

In dieser Aufzählung fehlen einige, im Ostteil des Bezirkes und an der Mur vertretene Trockenwiesentypen (siehe unten).

Unter den bei EGGLER angeführten Kleinseggenwiesen wurde das Caricetum davallianae bei Mettersdorf nicht mehr gefunden. Diese Gesellschaft ist aber im Vorland nur an wenigen Punkten und sehr kleinräumig vertreten. Die übrigen Einheiten trifft man noch in einigen Tälern vereinzelt an, doch haben die flächigen Trockenlegungen und die Ausweitung des Ackeranteiles gerade diese Pflanzengesellschaften sehr stark betroffen.

Von den "Feuchten" und "Frischen Wiesen" nach EGGLER werden im Anhang einige, bisher unveröffentlichte Aufnahmen aus dem östlichen Bezirk Radkersburg gebracht, wobei eine Narzissenwiese aus Donnersdorf das Vorkommen des schönen Frühjahrsgeophyten im östlichen Bezirk Radkersburg etwas charakterisieren soll.

Über das Problem der wechselfeuchten Standorte gibt die beiliegende Arbeit über das inzwischen entwässerte Gebiet der Drauchener Wiesen Aufschluß.

Halbtrockenrasen und trockene Magerwiesen zählen im Bezirk Radkersburg ebenfalls zu den nur mehr kleinräumig vorkommenden Pflanzengesellschaften. Besonders stark ist der flächennmäßige Rückgang der trockenen Wiesen mit der Aufrechten Treppe im Auhereich der Mur, von denen der überwiegende Teil in den letzten Jahren umgeackert wurde. E.WENDELBERGER bringt

in ihrer Arbeit eine Übersichtstabelle; eine Einzelaufnahme von einem inzwischen umgebrochenen Standort bei Unterau liegt bei.

Es ist vorgesehen, im nächsten Frühjahr eine genauere Dokumentation der letzten Trocken- und Narzissenwiesen in der südöstlichen Steiermark durchzuführen.

ACKERUNKRAUTGESELLSCHAFTEN x)

Wie bereits im Vorwort erwähnt, ist mit einer Auswertung der Vegetationsaufnahmen von Ackerunkrautgesellschaften des Bezirkes Radkersburg im Laufe des Jahres 1982 zu rechnen. Die dominierende Pflanzengesellschaft dieses Gebietes ist das *Aphanantricerietum*, benannt nach dem Ackerfrauenmantel (*Aphanes arvensis*) und der Kamille (*Matricaria chamomilla*) in mehreren Ausbildungen je nach den Feuchtigkeitsverhältnissen in den oberen Bodenschichten. So sind etwa für die schweren, krumenfeuchten Böden, welche im Untersuchungsgebiet die weiteste Verbreitung besitzen, die Arten *Rorippa paustris*, *Juncus bufonius* und *Cerastium glomeratum* kennzeichnend. Zu den besonderen Seltenheiten zählt *Veronica acinifolia*, das nur in der südlichsten Steiermark einige wenige Vorkommen hat.

Auf den leichteren Böden im Aubereich trifft man *Rorippa sylvestris* und *Nyosoton aquaticum* regelmäßig an. Vereinzelt wurde auch der Venuspiegel (*Legousia speculum-veneris*) gefunden.

In den wärmsten Weingartenanlagen des Klöcher Berges wurde von W.HOLZNER ein wärmeliebender Fuchsschwanz (*Amaranthus gracilissimus*) nachgewiesen.

Durch die weithin verbreitete, regelmäßige Anwendung von Herbiziden im Maisbau kommt es weithin zur Umwandlung und Verarmung der Unkrautflora mit Dominanz der hinlänglich bekannten, resistenten Wildhirsen (*Schinochloa crus-galli*, *Setaria glauca* und *Setaria viridis*, *Digitaria sanguinalis* und *Digitaria ischaemum*). Gelegentlich tritt auch *Sorghum halepense*, die Wilde Mohrenhirse, als Besonderheit auf.

x) Nach Angaben von W.HOLZNER

VEGETATION DER TEICHE UND TOTARME

Im bearbeiteten Gebiet gibt es eine Anzahl von Teichketten, die vor allem auf den älteren Terrassen am Ausgang der westlichen Grabenlandtäler zum Murtal und auf der Niederterrasse am Fuß der Helfbrunner Terrasse zu finden sind. Im südlichen Valkangebiet und seiner unmittelbaren Umgebung findet man keine größeren Teiche.

Die interessantesten Totarme an der Mur findet man im Abschnitt zwischen Donnersdorf und Sicheldorf.

In allen größeren Teichen wird intensiv Fischzucht betrieben, weshalb die Wasserpflanzenvegetation verarmt ist. Artenreichere Schwimmblattvegetation und besser ausgebildete Verlandungszonen kann man in einzelnen kleineren Teichen im oberen Teil der Teichketten beobachten. Dennoch ist zu betonen, daß die Teichvegetation im Vergleich zu Teichketten in den Bezirken Deutschlandsberg und Leibnitz auffallend verarmt ist. Regelmäßig wiederkehrend und stellenweise als Unkraut zu werten ist vor allem *Fragaria natans*, die Wassernuß, während Seerosen und Gelbe Teichrosen, Laichkräuter und der Wasserknöterich nur an wenigen Punkten beobachtet wurden.

In der Ufervegetation zählen der Breitblättrige Rohrkolben (*Typha latifolia*), das Schilfrohr (*Phragmites communis*), der Wasserschwaden (*Glyceria maxima*), die Gemeine Teichbinse (*Scheuchzeria palustris*), der Kalmus (*Acorus calamus*), die Wasserschwertlilie (*Iris pseudacorus*), der Gemeine Fröschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*) und die Steife Segge (*Carex elata*) zu den häufig wiederkehrenden Arten. Anspruchsvollere Arten sind höchstens punktuell zu erwarten.

Die Vegetation der Totarme wird im Rahmen der laufenden Kartierung der Murauen noch besser untersucht werden. Hervorzuheben sind Vorkommen der Wasserfeder (*Hottonia palustris*) und der Typergrasähnlichen Segge (*Carex pseudocyperus*) bei Donnersdorf-Unteran.

LITERATUR

- EGGLER J. 1958. Wiesen und Wälder des Saßtales in Steiermark.
Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 88: 23-50
- EHRENDORFER F. et al. 1967. Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas,
1. Auflage
_____ 1973. Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas, 2. er-
weiterte Auflage
- EISENHUT M. und FABIANI E. 1971. Bodenbedeckung und Terrassen des
Murtales zwischen Wildon und der Staatsgrenze. Ber.
Wasserwirtschaftl. Rahmenplanung b. Amt. d. Stmk.
Landesregierung. 20
- KNAPP R. 1944. Vegetationsaufnahmen von Wäldern der Alpenostrand-
gebiete. Vervielf. Manuskript Halle (Saale)
- MAURER W. 1981. Die Pflanzenwelt der Steiermark und angrenzender
Gebiete am Alpenostrand. Verlag für Sammler, Graz
- MAURER W. und MECENOVIC K. 1970. Die Flora von Klöch und St. Anna am
Aigen. Mitt. Abt. Zool. Bot. Joanneum, 37
- MAURER W., MECENOVIC K. u. PITTONI DANNENFELD H. 1975. Die Flora von
Fischelsdorf und Stubenberg (Steiermark, Österreich)
Mitt. Abt. Bot. Landesmus. Joanneum Graz, 6
- NIGGLER A. 1977. Ökologie und Vegetation oststeirischer Vulkanstandorte.
Diss. phil. Fak. Univ. Graz (unpubl.)
- Österreichische Bodenkartierung (H. FRIEDL) 1978. Bodenkarte 1:25.000
Kartierungsbereich Radkersburg, und Erläuterungsheft,
herausgeg. v. BMLF, Wien
- OTTO H. u. Mitarbeiter, 1981. Auwälder im steirischen Mur- und Raab-
gebiet (im Rahmen der Erfassung schützenswerter Bio-
tope der Steiermark), Amt der Stmk. Landesreg., Graz
- OTTO H. 1978. Die Vegetationsverhältnisse in der Drauchenniederung.
1. Sonderh. Mitt. österr. Bodenkundl. Ges. (Exkursions-
führer) 13-19

- SCHAEFTLEIN H. 1961. Erforschungsgeschichte, Verbreitung und Ökologie von *Pseudostellaria europaea*. Bot. Jb. 60/2: 205-262
- STURN M. 1977. Pflanzensozioologische Untersuchungen an Wäldern und Wiesen in der Südweststeiermark. Diss. phil. Fak. Univ. Wien (unpubl.)
- WENDELBERGER E. 1960. Die Auwaldtypen an der steirischen Mur. Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark 90: 180-183
- WOLKINGER F. 1974. Das oststeirische Grabenland. Jahrb. Ver. z. Schutze der Alpenpflanzen und Tiere e.V. 39: 1-24
- WRABER M. 1960. Fitosociološka razčinitve gozdne vegetacije v Sloveniji. (Die pflanzensozioologische Gliederung der Waldvegetation in Slowenien) Ad annum horti botanici Labacensis solemnem, 49-96
- ZAWORKA G. 1976. Praktische Vegetationskunde als Grundlage für Landschaftspflege am Beispiel des Saßtales. Mitt. Ludwig-Boltzmann-Institut Umweltwiss. Naturschutz 2: 19-26
- ZIMMERMANN A. und KNEELY B. 1980. Liste verschollener und gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen für die Steiermark Mitt. Inst. Umweltwiss. Naturschutz Graz, 3: 3-29
- ZIMMERMANN A. und PLANK S. 1976. Standortgemäße Bepflanzung des regulierten Drauchenbaches. Vervielf. Manuskript



Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

Flußgebiet: Mur Gewässer: Ottersbach
OK-Blatt 208 Quadrant: 9260/4 Gemeinde: Gosdorf
Laufende Nummer: 03 Bearbeiter: Steinhoff Datum: 15.09.1977

AUWALD AUWALDFRAGMENT UFERGEBÖLZSTREIFEN
Größe: Breite: 40-60 m
im Übergang zu Hangwald .. zu Wald auf Terrassenstufe

Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:

KURZBEZEICHNUNG DES AUTYPUS

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU: Höhe B1 10 B2 Deckung B1 1 B2 90
Brusthöhendurchmesser B1 max. 1,00 m (%) S
Durchsch. K

Lage der Probestfläche im Rahmen der Ausl.

Höhe über NN: 2 m

Bodenprofil:

ANGABEN ÜBER DEN STÖRUNGSGRAD:

Geländemorphologie: weltgehend intakt
stabilisiert nach Mittelwasserregulierung
verändert durch Regulierung
verändert in Verbindung mit Wasserkraftanlagen
Grad der Veränd.: stark mittel: gering:

Aufdynamik gestört stark: mittel: gering:

Grundwasserspiegelabsenkung Grabarbeiten

Standortfremde Holzarten, welche:

Neophyten, welche: Solid. gig.

Streuuntersucht:

Auflichtung:

Rodung:

sonst. Störungen:

Angaben über Pflegezustand der Ufergebölze:

Angaben über Zustand der Uferböschung: einz. Anbrüche, z.T. umge-
stürzte Erlen

Angaben zur forstl. Nutzung:

<u>Acer camp</u>	<u>Actaea spic</u>	<u>Coryd cav</u>	<u>Juncus comp</u>	<u>Salvia glut</u>
plat	<u>Aconit vulp</u>	soli	comp	<u>Scilla bif</u>
pa'pl	<u>Adoxa masch</u>	<u>Crepis pal</u>	eff	<u>Scirp sylv</u>
<u>Alnus glut</u>	<u>Aegop pod</u>	<u>Crocus alb</u>	<u>Knaut dry</u>	<u>Scroph nod</u>
inc	<u>Agrop rep</u>	nap	sylv	<u>Senec nem</u>
<u>Herbar vulg</u>	can	<u>Cruc'ta glab</u>	<u>Lania gal</u>	fuch
<u>Petal pend</u>	<u>Agrostia stol</u>	laev	<u>Laniu mac</u>	<u>Silene alb</u>
pub	<u>Aluga rept</u>	<u>Urtica glom</u>	<u>Lepaa com</u>	dio
<u>Cercia bet</u>	<u>Alliar pet</u>	<u>Daphn mez</u>	<u>Lathr squa</u>	vulg
<u>Cornus sang</u>	<u>Allium ure</u>	<u>Dentar bulb</u>	<u>Leucoj vern</u>	<u>Scien dulc</u>
<u>Coryl avel</u>	<u>Alopec sequ</u>	enn	<u>Lunar red</u>	<u>Solid sig</u>
<u>Cratae laev</u>	<u>Anemo nam</u>	trif	<u>Luzula alb</u>	virk
monog	ran	<u>Doron aust</u>	pil	<u>Stach sylv</u>
<u>Egony eur</u>	<u>Angel sylv</u>	<u>Eryop cart</u>	<u>Lycopus eur</u>	<u>Stell als</u>
<u>Fagus sylv</u>	<u>Anthrisc sylv</u>	dil	<u>Lysim nem</u>	hol
<u>Franga aln</u>	<u>Artem vulg</u>	fil-m	num	med
<u>Fraain exc</u>	<u>Aster novi bel</u>	<u>Epilob coll</u>	punc	nam
<u>Lig'rum vulg</u>	<u>Arus mac</u>	hirs	vulg	<u>Symph off</u>
<u>Lonic xyl</u>	<u>Arunc vulg</u>	mont	<u>Lythr sal</u>	sub
<u>Melus sylv</u>	<u>Asarum aut</u>	parv	<u>Maian bif</u>	<u>Thali squi</u>
<u>Nicea abi</u>	<u>Athyf fil-f</u>	roa	<u>Matteu stru</u>	luc
<u>Pinus sylv</u>	<u>Barbar vulg</u>	<u>Equia arv</u>	<u>Melica nut</u>	<u>Typhoi arun</u>
<u>Popul alb</u>	<u>Bidens trip</u>	hiem	<u>Melitt mel</u>	<u>Urtica dio</u>
nig	<u>Brach sylv</u>	pal	<u>Mentha aqu</u>	<u>Verat alb</u>
tren	pinn	prat	lon	<u>Veron anagu-aqu</u>
<u>Prunus avium</u>	<u>Calth pal</u>	sylv	<u>Mercur per</u>	becc
rad	<u>Calama epil</u>	telm	<u>Miliu eff</u>	chas
spin	<u>Calynt sep</u>	<u>Eupat cann</u>	<u>Moehr trin</u>	urt
<u>Pyrus pyr</u>	<u>Campa trach</u>	<u>Fentu sig</u>	<u>Molin caer</u>	<u>Vinca min</u>
<u>Quercus rob</u>	rap'oi	prat	<u>Mycel mur</u>	<u>Viola bif</u>
<u>Rhannus cat</u>	<u>Card'ne amar</u>	<u>Filip ulm</u>	<u>Myos'ia pal</u>	odor
<u>Ribes uvsc</u>	flex	<u>Fraga vesc</u>	<u>Myos'on aqu</u>	reich
<u>Robinia pa'ne</u>	imp	<u>Gaged lut</u>	<u>Oenother bien</u>	riv
<u>Rosa pond</u>	trif	<u>Galun niv</u>	<u>Oxal acet</u>	<u>Viscum alb</u>
<u>Rubus sang</u>	<u>Card'op hall</u>	<u>Galeop pub</u>	<u>Paris qua</u>	
fru	<u>Cardu pers</u>	spec	<u>Petas alb</u>	
idae	<u>Carex scut's</u>	teir	hyb	
<u>Salix alb</u>	brin	<u>Gallium apar</u>	<u>Peuced pal</u>	
app	elat	pal	<u>Phragm comm</u>	
aur	elong	sylv	<u>Phyteu spic</u>	
capr	flava	<u>Ceras stiae</u>	<u>Polyg'at mult</u>	
cin	grec	<u>Glech hed</u>	<u>Polyg'ne bist</u>	
daph	hirta	<u>Glycer flui</u>	hyd	
elea	lepe	plie	nite	
frag	murica	<u>Graph sylv</u>	<u>Primul elat</u>	
nig	nig	<u>Geum urb</u>	vulg	
part	pell	riv	<u>Fuleon moll</u>	
x cabenn	pend	<u>Hugera hel</u>	off	
tri	rea	<u>Hellebor dum</u>	stiri	
vin	rost	<u>Holcus lan</u>	<u>Rumex accn'f</u>	
<u>Sambu nig</u>	sylv	moll	sur	
<u>Tilia corda</u>	ves	<u>Humul lup</u>	fic	
plat	<u>Chaero hirs</u>	<u>Impat gland</u>	lan	
<u>Vincet glab</u>	<u>Chrysoepl alt</u>	nol	nez	
laev	<u>Circi oler</u>	parv	repe	
ota	pal	<u>Iris pal'ne</u>	<u>Scirp ial</u>	
<u>Vitru opal</u>	riv	stb	<u>Rumex obt</u>	
	<u>Colchicus aut</u>	<u>Isopy thal</u>		

Circ: lut., DEsch, caesp..

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

Flußgebiet: Mur Gewässer: Schwarzau
 DK-Blatt: 208 Quadrant: 9260/1 Gemeinde: Murfeld
 Laufende Nummer: 01 Bearbeiter: Steinhoff Datum: 13.07.77

AUWALD AUWALDFRAGMENT UFERGEHÖLZSTREIFEN
 Größe: Breite: 1-2 Reihen
 im Übergang zu Hangwald .. zu Wald auf Terrassenstufe

Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:
 NURBEZEICHNUNG DES AUTYPS Erlen-Eschensau

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU: Höhe B1 -20 B2 -15, Deckung B1 B2
 Brusthöhendurchmesser B1 max 0,60 m (%) S
 Durchsch. K

Lage der Probefläche im Rahmen der Aus

Höhe über NN: -2 m

Bodenprofil:

ANGABEN ÜBER DEN STÖRUNGSGRAD:

Geländemorphologie: weitgehend intakt
 stabilisiert nach Mittelwasserregulierung
 verändert durch Regulierung
 verändert in Verbindung mit Wasserkraftanlagen
 Grad der Veränd.: stark mittel: gering:

Audynamik gestört stark: mittel: gering:

Grundwasserspiegelabsenkung Grabarbeiten

Standortfremde Holzarten, welche:

Neophyten, welche: Solid. sig., Rudbeckia lacini.

Streuutzung: Auflichtung: Rodung:

sonst. Störungen:

Angaben über Pflanzenzustand der Ufergehölze: Gehölzstreifen z.T. lock.

Angaben über Zustand der Uferböschung: vereinzelte Abbrüche

Angaben zur forstl. Nutzung:

Acer camp	Actaea epic	Coryd cav	Juncus comp	Salvia glut
plat	Aconit vulp	soli	cong	Scilla bif
pa'pl	Adoxa mosch	Crepis pal	med eff	Scirp sylv
Alnus glut	Aegop pod	Crocus alb	Knaut dry	Scroph nod
inc	Agrop rep	nap	sylv	Senec nem
Herber vulg	con	Cruc'ia glab	Lamia gal	fuch
Petal pend	Agrostis stol	laev	Lamium mac	Silene alb
pub	Aluga rept	Dallis glom	Lapsa com	dic
Carpin bet	Alliar pat	Daphne mez	Lathr squa	vulg
Corous sang	Allium urs	Rentar bulb	Leuboj vern	Solan dulc
Coryl svel	Alopec nequ	enn	Lunar red	Solid sig
Cratae laey	Anemh nem	trif	Luzula alb	virg
monog	ran	Doron aut	pfl	Stach sylv
Kuony eur	Angel sylv	Bryop cart	Lycopus eur	Stell ala
Pagus sylv	Anthrisc sylv	dil	lysia nem	hel
Frangul aln	Arten vulg	fil-n	num	med
Fraxin exc	Aster novi bel	Epilob coli	panc	nem
Lig'raa vulg	Arus mac	hirs	vulg	Syphy off
Lonicc xyl	Arunc vulg	mont	Lythr sal	tub
Malus sylv	Azarus eur	harv	Maian bif	Thall squi
Picea abi	Athyr fil-f	ros	Matted stru	fluo
Pinus sylv	Barbar vulg	Equis arv	Melica nut	Typhoi aran
Popul alb	Bidens trip	hies	Melitt mel	Urtica dic
nig	Brack sylv	pal	Mentha aqu	Verat alb
trem	pinn	prat	lon	Veron anagn-aqu
Fraxus avium	Calth pal	sylv	Mercur per	becc
pad	Galana epig	teln	Miliu eff	cham
spin	Galyst sep	Eupat cann	Moshr trin	urt
Syrus pyr	Campa trach	Festu gig	Molin cser	Vinea min
Quercus rob	rep'oi	prat	Mycel eur	Viola bif
Rhamnus cat	Card'ne amar	Filip uls	Myos'is pal	odor
Hibes uva-o	flex	Fraga vesc	Myos'on agh	reich
Robinia pa'ad	imp	Gagea lut	Oenother bien	riv
Hona pend	trif	Galan niv	Oxal acet	Viscum alb
Rubus caes	Card'op hall	Galeop pub	Paris qua	
fru	Cardu pers	spec	Petas alb	
idne	Carax acut's	tetr	hyb	
Salix alb	briz	Galium apar	Peuced pal	
app	elat	pal	Phragm comm	
aur	elong	sylv	Phytes epic	
capr	flava	Ceral'ebae	Polyg'at mult	
cin	grac	Olech ned	Polyg'na bist	
daph	hirta	Glycer fluid	hyd	
eles	lepo	plic	nite	
frag	murica	Gnaph sylv	Primal elat	
nig	nig	Quem urb	vulg	
purp	pell	riv	Pulmon moll	
x rubens	pend	Hedera hel	off	
tri	rem	Hellebor dum	stiri	
vin	roat	Holcus lan	Bonun acon'f	
Sambu nig	sylv	moll	aur	
Tilia corda	ves	Humul lup	fic	
plat	Cheero hirs	impat gland	lan	
Ulmus glab	Chrysoapl alt	noi	nem	
laev	Cirei oler	parv	repe	
min	pal	Irin pa'ac	Rorip isl	
Vibur opul	riv	sto	Rumex obt	
	Colchicum aut	Isopy thal		

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

Flußgebiet: Mürz Gewässer: Kirchgrabenbach
OK-Blatt 208 Quadrant: 9250/4 Gemeinde: Eichfeld
Laufende Nummer: 02 Bearbeiter: Steinhoff Datum: 15.09.1977

AUWALD AUWALDFRAGMENT UFERGEHÖLZSTREIFEN
Dröbel Breiten: 10-30 m
im Übergang zu Hangwald .. zu Wald auf Terrassenstufe

Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:

KURZBEZEICHNUNG DES AUTYPUS Erlen-Eschenaue

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU: Höhe B1	25	B2	Deckung	B1	B2
Brusthöhendurchmesser B1	max 0,60 m		(%)	S	K
	Durchsch.				

Lage der Probestfläche im Rahmen der Au:

Höhe über NN: 1 m

Bodenprofil:

ANGABEN ÜBER DEN STÖRUNGSGRAD:

Geländemorphologie: weitgehend intakt
stabilisiert nach Mittelwasserregulierung
verhindert durch Regulierung
verhindert in Verbindung mit Wasserkraftanlagen
Grad der Veränd.: stark mittel: gering:

Audynamik gestört stark: mittel: gering:

Grundwasserspiegelabsenkung Grabarbeiten

Standortfremde Holzarten, welche:

Neophyten, welche: Solid. gig.

Streuennutzung: Auflichtung: Rodung:

sonst. Störungen:

Angaben über Pflegezustand der Ufergehölze:

Angaben über Zustand der Uferböschung:

Angaben zur forstl. Nutzung:

Acer camp plat pa'pl	Actaea spic Aconit vulp Adoxa boach	Coryd nev soli	Juncus comp cong eff	Salvia glut Scilla bif
Alnus glut inc	Aegop pod Agrop rep can	Grapis pal Crocus alb nap	Knaut dry sylv	Scirp sylv Scroph nod Senec nem fuch
Berber vulg Betul pend pub	Agrostis stol Ajuga rept Alliar pet	Cruc tu glob lney	Lamia gal Lamiu mag	Silene alb dio valg
Carpin bot Ceras sang Coryl svel Cratae lney conog	Allium urs Alopec sequ Arenu nem ran	Du'lis glom Daphne med Dentar Bulb enn trif	Lapsa com Lathr aqua Ledboj vern Lunar red Luzula alb pil	Solan dulc Solid rig virc
Eony eur Fagus sylv Frang aln Fraxin exc Lig rus vulg	Angel sylv Anthrac sylv Artem vulg Aster novi bol Arua mac	Doron aurt Dryop cart dil fil-n Epilob coli hirs	Lycopus eur Lysim nem num punc vulg	Stach sylv Stell als hol med nem
Lonicc xyl Malus sylv Licea sibi Pinus sylv Popul alb nig tree	Arunc vulg Asarum eur Athyf fil-f Barbar vulg Bidens trip Brach sylv pinn	Epipat mont parv ros Equis arv hies pal prat sylv telm	Lythr sal Maian bif Matteu siru Melica nut Melitt mel Mentha aqu lon	Synphy off tub Tholi aqu luc
Prunus avium rad spin Pyrus pyr Quercus rob Rhamnus cat Ribes uva-c Rubiata ps na Rosa pend Rubus caes fru ldaie	Calth pal Galana epig Calyst sep Campa trach rap'ol Card'ne amar flex imp trif Card'op hall Cardu pers Carex acut'e bris	Eupat cann Festu gig prat Filip ulm Fraga veec Gagen lut Calan niv Galeop pub spec tetr	Mercur per Miliu aff Moehr trin Molin caer Mycol mur Myos'is pal Myos'on aqu Oenothera bien Oxal acet Paris qua Petas alb hyb	Verat alb Veran anaga-squ becc chan urt
Salix alb spp nur capr cin taph elea frag nig porr a. rubens tri vin	Chaero hirs Chrysoapl alt Circi olar pul riv Celchicus aut	Galium apar pal sylv Cera: phae Clech ned Glycer fluid plic Gnaph sylv Geum orb riv Hedera hel Hellebor dum Holcus lan noll Humul lup Impat gland nol parv Iris pal stb	Peuced pal Phragm comm Phytou spic Polyg'at cult Polyg'no hist hyd nity Frimul elat vulg Fulmon moll off stiri Ranun acen'f aur fic lan nem rape	Vinca min Viola bif odor reich riv Vincum alb
Tambu nig Filia corda plat Ulmus glab laev nig Vibur opul		Iris pal stb Teopy thal	Rorip ial Rumex obt	

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbanddirektion, Fachabteilung Ib

Flußgebiet: MUR Gewässer: Gleuningbach
 UK-Blatt 209 Quadrant: 9261/3 Gemeinde: Gosdorf
 laufende Nummer: 01. Bearbeiter: Steinhoff Datum: 15.09.1977

~~AUWALD~~ AUWALDFRAGMENT UFERGEHÖLZSTREIFEN
 Größe: Breites: 10-50 m
 im Übergang zu Hangwald .. zu Wald auf Terrassenstufe

Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:

KURZBEZEICHNUNG DES AUTYPS Erläuterung (z.T. Bruchwald)

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU: Höhe B1	30	B2	Deckung B1	B2
Brusthöhendurchmesser B1 max 0,50 m			(%)	
			3	
Durchsch.			X	

Lage der Probefläche im Rahmen der Aus

Höhe über NN: ± 0,50 m

Bodenprofil:

ANGABEN ÜBER DEN STÖRUNGSGRAD:

Geländemorphologie: weitgehend intakt
 stabilisiert nach Mittelwasserregulierung
 verändert durch Regulierung
 verändert in Verbindung mit Wasserkraftanlagen
 Grad der Veränd.: stark mittel: gering:

Audynamik gestört stark: mittel: gering:

Grundwasserspiegelabsenkung Grabarbeiten

Standortfremde Holzarten, welche:

Neophyten, welche:

Streuutzung: Auflichtung: Rodung:

sonst. Störungen:

Angaben über Pflanzenzustand der Ufergehölze:

Angaben über Zustand der Uferböschung:

Angaben zur forstl. Nutzung:

Acer camp plat pa'pl	Acisus spic Aconit vulp Adoxa mosch	Coryd cav soli	Juncus comp cong somb'eff	Salvia glut Scilla bif
Alnus glut inc	Aegop pod Agrop rep	Crepis pal Crocus alb nap	Knaut dry sylv	Scirp sylv Scroph nod Senec nem
Herber vulg fetul pend rob	Agrostis stol Ajuga rept Alliar pet	Cruc' ta glab Dactylis glom Daphne mez	Lamia gal Lamiu mac Lapas com	Silene alb dic vulg
Carpin bet Cornus sang Coryl avel Cratae laey	Allium urs Alopec aequ Anemo nem	Dentar bulb enn trif	Lathr aqua Lobos vern Lunar red Lusula alb	Solan dulc Solid gig wir
Esony eur Fagus sylv Frangu aln Frasin exc Lig' rum vulg Lonicc xyl	Angel sylv Anthrisc sylv Artem vulg Aster novi bel Arum mac	Boron auct Dryop cart dil fil-m Epilob coll hirs	Lycopus eur Lyain nem num punc vulg	Stach sylv Stell ala hol med nem
Malus sylv Nices abi Pinus sylv Popul alb nig trem	Arum vulg Asarum eur Athy fil-f Barbar vulg Bidens trip Brach sylv	Equis arv hien pel prat sylv tela	Lythr sal Maian bif Matted stru Melica nut Melitt mel Mentha aqu lon	Symphy off tut Thali aqu luc
Prunus avium pad spin Pyrus pyr Quercus rob Rhamnus cat Ribes uva-c Robinia pa'pe Uosn pend Rubus caem	Calth pal Calana epig Calyet sep Campa trach rap'oi Card'ne amar flex	Supat cann Pestu gig prat Filis dim Fraga veed Gegen' lut Galun niv Galeop pub	Mercur per Miliu eff Mochr trin Molin caer Mycal mur Myos'is pal Myos'on aqu Oenother' dien Oxal' acet	Veron anaga-aqu becc chan urt Vinca min Viola bif odor reich riv Viscum alb
Salix alb app aur capr cin daph elea frag nig pur x rubane tri vin	Card'op hall Sardu pere Carex acut'a bris elat elong flava grac hirta lepo murica nig pell pend rem roast sylv ves	Galeop pub spec tetr Galium apar pal sylv Gera' p'nae Glech ned Glycer'flui plic Gnaph sylv Geum urb riv Hedera hel Hellebor dum Holcus lan moll	Paris qua Petas' alb hyb Peuced pal Phragm com Phyteu spic Polyg'at mult Polyg'nu bist Nyd nite	Fulmon moll off stiri Ranun acorn'f aur fic lan nem repe
Sambu nig Tilia corda plat Ulmus glab laey pin Vibur opal	Chaero hirs Chrysoapl alt Circi cler pal riv Colchicum aut	Iris gland nol parv Iris gland sib Isopy thal	Ranun acorn'f aur fic lan nem repe Scirp isl Rumex obt	

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

Flußgebiet: Mur Gewässer: Krebsgraben
Ök. Blatt: 209 Quadrant: 9261/3 Gemeinde: Deutsch-
GOSIEN
Laufende Nummer: 02 Bearbeiter: Seiphoff Datum: 15.09.1977

ALWALD AUWALDFRAGMENT UFERGEHÖLZSTREIFEN
Größe: Breiten: 20 m
in Übergang zu Hangwald .. zu Wald auf Terrassenstufe

Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:

KURZBEZEICHNUNG DES AUTYPS Erienaue

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU: Höhe B1 30 B2			Deckung B1 B2	
Brusthöhendurchmesser B1 max 0,80 m			(%)	S
Durchsch.				X

Lage der Probestfläche im Rahmen der Aus:

Höhe über NN: 0,50 m

Bodenprofil:

ANGABEN ÜBER DEN STÖRUNGSGRAD:

Geländemorphologie: weitgehend intakt
stabilisiert nach Mittelwasserregulierung
verändert durch Regulierung
verändert in Verbindung mit Wasserkraftanlagen
Grad der Veränd.: stark mittel: gering:

Audynamik gestört stark: mittel: gering:

Grundwasserspiegelabsenkung Grabarbeiten

Standortfremde Holzarten, welche:

Neophyten, welche:

Streuennutzung: Auflichtung: Rodung:

sonst. Störungen:

Angaben über Pflegezustand der Ufergehölze:

Angaben über Zustand der Uferböschung:

Angaben zur forstl. Nutzung:

Bachlauf nur periodisch wasserführend

Acer caesp	Actaea spic	Coryd cav	Juncus comp	Salvia glut
plat	Aconit vulp	coll	cong	Scilla bif
pa'pl	Adass. moach	Crepis pal	eff	Scirp sylv
Alnus glut	Aggop pod	Crocus alb	Knaut dry ^c	Scroph nod
inc	Agrop rep	nap	sylv	Senec nem
Herber vulg	can	Cruc'iu glab	Lamia gal	fuch
Fetul pend	Agrostis stol	laev	Lamiu mac	Silene alb
pub	Ajuga rept	D. is glom	Lepoa com	dic
Caryin bet	Alliari' pot	Daphne mes	Lathr squa	vulg
Cornus sang	Allium urs	Dentari' bulb	Leudoj vern	Solan dulc
Coryl avel	Alopec sequ	enn	Lunar red	Solid' gig
Crataeo laey ^c	Anemofnem	trif ^o	larula alb	virs ^o
conog	ran	Boron aust	pil	Stach sylv
Euony eur	Angel sylv	Dryop cart	Lycopus eur	Stell als
Fagus sylv	Anthrisc' sylv	dil	lysin nem	hol
Frangu alb	Artem vulg	fil-n	rus	med
Fraxin exc	Aster novi bel	Epilob coll	punc	nem
Lig'rus vulg	Arum mac	hirs ^o	vulg	Symph' off
Ionice xyl	Arunc vulg	mont	Lythr sal	tub
Malus sylv	Asarum eur	parv	Maian bif	Thell' squi
Ficea obi	Athyx fil-f	ros	Matten stru	luc
Pinus sylv	Barbar vulg	Equis arv	Melica nut	Typhol aran
Popul alb	Bidens trip	hiem	Melitt mel	Urtica dic
nig	Erach sylv	pal	Mentha aqu	Verat alb
trem	pinn ^o	prat	lon	Veron anaga-bqu
Prunus avium	Calth pal	sylv	Mercur per	becc
pal	Calama epix	teim	Miliu eff	cham
spin	Calyat sep	Eupat cann	Moehr trin	urt
Pyrus pyr ⁺	Campa trach	Festu gig	Molin caer	Vinca min
Quercus rob	rep'oi	prat	Mycel mur	Viola bif
Rhamnus cat	Card'ne amar	Filip ulm	Myos'ia pal	odor
Ribes nva-c	flex	Frage veec	Myos'on squ	reich
Rubinia pa'ad	imp	Gaged' lut	Genother' bien	rix
Uvae pond	trif	Galen riv	Oxalacet	Viscum alb ^o
Rubus caeo	Card'op hall	Galeop pub	Paris qua	
fru	Cardu pers	spen	Petas' alb	
idae	Carex acut'u	tetr	hyb	
Salix alb	bris	Galium apar	Peuced' pal	
app	elat	pal	Phraem comm	
aur	elong ^o	sylv	Phytou spic	
capr	flava ^o	Versa' spen	Polyg'at mult	
cin	grac	Glech hed	Polyg'na biat	
daph	hirta	Glycer-flui	hyd	
elea	lepe	plie ⁺	nite	
frag	murica ^o	Gnaph sylv	Frimul elat	
nig	nig	Geum urba	vulg	
purp	pal	riv	Fulmon moll	
x rubens	pend	Hedera hel	off ^o	
tri	rem	Hellebor dum	stiri	
vin	rost	Holcus lan	Ranun' accn'f	
Sambu nig	sylv	moll	aur	
Tilia corda	ves	Humul lup	fic	
plet	Chaero hirs ^o	Isopat gland	lan	
Ulmus glab	Chrysospl alt	noi	nem	
laev	Circi cler	parv	repe	
cin	pal	Iris pa'ad	Rorip isl	
Vibur opul	riv	nib	Runex obt	
	Colchicum aut	Isopy thal		

Desch. caesp.

**Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib**

Flußgebiet: Mur Gewässer: Ottersbach
 ÖK. Blatt 191 Quadrant: 9150/4 Gemeinde: St. Peter
 am Ottersbach
 Laufende Nummer: 10 Bearbeiter: Steinhoff Datum: 17.07.77

AUWALD AUWALDFRAGMENT UFERGEHÖLZSTREIFEN
 Größe: Breite: 1-2 R.
 im Übergang zu Hangwald .. zu Wald auf Terrassenstufe
 Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:

KURZBEZEICHNUNG DES AUTyps

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU:	Höhe B1	20	B2	15	Deckung B1	B2
Erststügendurchmesser B1 max -	0,60 m				(%)	S
	Durchsch.					K

Lage der Probefläche im Rahmen der Au:

Höhe über NN: - 3 m

Bodenprofil:

ANGABEN ÜBER DEN STÖRUNGSGRAD:

Geländemorphologie: weitgehend intakt
 stabilisiert nach Mittelwasserregulierung
 verändert durch Regulierung
 verändert in Verbindung mit Wasserkraftanlagen
 Grad der Veränd.: stark mittel: gering:

Audynamik gestört stark: mittel: gering:

Grundwasserspiegelabsenkung Grabarbeiten
 Standortfremde Holzarten, welche: Robinia pseudo-acacia
 Neophyten, welche: Solid. gig
 Streunutzung: Auflichtung: Rodung:
 sonst. Störungen:

Angaben über Pflanzzustand der Ufergehölze: z.T. lückig

Angaben über Zustand der Uferböschung: stellenweise Abbrüche

Angaben zur forstl. Nutzung:

<u>Acer camp</u>	<u>Actaea spic</u>	<u>Coryd cav</u>	<u>Juncus comp</u>	<u>Salvia glut</u>
plat	<u>Aconit vulp</u>	coll	cong	<u>Scilla bif</u>
ps'pl	<u>Adoxa nosch</u>	<u>Crepis pal</u>	eff	<u>Scirp sylv</u>
<u>Alnus glut</u>	<u>Aegop pod</u>	<u>Crocus alb</u>	<u>Knaut dry^c</u>	<u>Scroph nod</u>
inc	<u>Agrop rep</u>	nap	sylv	<u>Senec nem</u>
<u>Berber vulg</u>	can	<u>Cruc'ia glab</u>	<u>Lania gal</u>	fuch
<u>Betul pend</u>	<u>Agrostia stol^a</u>	laev	<u>Laniu muc</u>	<u>Silene alb</u>
pub	<u>Ajuga rept</u>	<u>D'alis glom</u>	<u>Lapsa com</u>	dic
<u>Carpin bet</u>	<u>Alliar pet</u>	<u>Daphne mez</u>	<u>Lathr aqua</u>	vulg
<u>Cornus sang</u>	<u>Allium urs</u>	<u>Dentar bulb</u>	<u>Leucoj vern</u>	<u>Solan dule</u>
<u>Coryl avel</u>	<u>Alpece aequ</u>	enn	<u>Lunar red</u>	<u>Solid nig</u>
<u>Cratae laey^c</u>	<u>Anemo nem</u>	trif	<u>Lusula alb</u>	vire
munog	ran	<u>Doran aust</u>	pil	<u>Stach sylv</u>
<u>Eunoy eur</u>	<u>Angel sylv</u>	<u>Dryop cart</u>	<u>Lycopus eur</u>	<u>Stell als</u>
<u>Fagus sylv</u>	<u>Anthrisc sylv</u>	dil	<u>Lysim nem</u>	hel
<u>Frangu aln</u>	<u>Artem vulg</u>	fil-m	nun	med
<u>Fraxin exc</u>	<u>Aster novi hel</u>	<u>Epilob coll</u>	punc	nem
<u>Lig'rum vulg</u>	<u>Arum mac</u>	hirs	vulg	<u>Symph off</u>
<u>Lonicc xyl</u>	<u>Arunc vulg</u>	mont	<u>Lythr sal</u>	tub
<u>Malus sylv</u>	<u>Asarum eur</u>	parv	<u>Maian bif</u>	<u>Thali aqu</u>
<u>Fices sibi</u>	<u>Athyf fil-f</u>	ros	<u>Matten stru</u>	luc
<u>Pinus sylv</u>	<u>Barbar vulg</u>	<u>Equis ary</u>	<u>Melica nut</u>	<u>Typhoi arun</u>
<u>Popul alb</u>	<u>Bidens trip</u>	hiem	<u>Melitt mel</u>	<u>Urtica dic</u>
nig	<u>Brach sylv</u>	pal	<u>Mentha aqu</u>	<u>Verat alb</u>
tran	pinn ^o	prat	lon	<u>Veron anaga-aqu</u>
<u>Prunus avium</u>	<u>Calth pal</u>	sylv	<u>Mercur per</u>	becc
pai	<u>Calama epig</u>	tela	<u>Miliu eff</u>	chas
spin	<u>Calyst oep</u>	<u>Eupat cann</u>	<u>Moehr trin</u>	urt
<u>Pyrus pyr^a</u>	<u>Campa trach</u>	<u>Festu gig</u>	<u>Molin caer</u>	<u>Vinca min</u>
<u>Quercus rob</u>	rap'oi	prat	<u>Mysel sur</u>	<u>Viola bif</u>
<u>Rhamnus cat</u>	<u>Card'ne amar</u>	<u>Filip ulm</u>	<u>Myos'ie pal</u>	odor
<u>Ribes uva-c</u>	flex	<u>Praga vasc</u>	<u>Myos'on aqu</u>	reich
<u>Robinia ps'ea</u>	imp	<u>Gagea lut</u>	<u>Oenother bien</u>	riv
koa pond	trif	<u>Galan niv</u>	<u>Oxal acet</u>	<u>Viscum alb^o</u>
<u>Rubus caes</u>	<u>Card'op hall</u>	<u>Galeop pub</u>	<u>Paris qua</u>	
fru	<u>Cardu pers</u>	spec	<u>Petas alb</u>	
idae	<u>Carex acut's</u>	tetr	hyb	
<u>Salix alb</u>	bris	<u>Galium apar</u>	<u>Peuced pal</u>	
app	elat	pal	<u>Phragm coma</u>	
aur	elong ^o	sylv	<u>Phyteu spic</u>	
capr	flava ^o	<u>Gerai rine</u>	<u>Polyg'at mult</u>	
cin	grac	<u>Glech hed</u>	<u>Polyg'nu bist</u>	
seph	hirta	<u>Glycer flui</u>	hyd	
elen	lepo	plie ^a	nite	
<u>frag</u>	marica ^o	<u>Gnaph sylv</u>	<u>Primul elat</u>	
nig	nig	<u>Gemm urb</u>	vulg	
mitt	pell	riv	<u>Pulmon moll</u>	
g rubens	pend	<u>Hedera hel</u>	off	
tri	rem	<u>Hellebor dus</u>	stiri	
vin	rost	<u>Holcus lan</u>	<u>Ranun acen'f</u>	
<u>Sambu nig</u>	sylv	moll	aur	
<u>Tilia corda</u>	ves	<u>Humul lup</u>	fic	
plat	<u>Chaere hira^o</u>	<u>Impat gland</u>	lan	
<u>Ulmus glab</u>	<u>Chrysoapl alt</u>	nol	nem	
laev	<u>Cirai olar</u>	parv	repe	
min	pal	<u>Iris pal'ac</u>	<u>Scirp ial</u>	
<u>Vibur opul</u>	riv	fib	<u>Rumex obt</u>	
	<u>Colchicum aut</u>	<u>Isopy thal</u>		

Robinia pseud., Melandr. alb., Eponaria officinalis, Deschampsia caespitosa, Scrophularia umbrosa

**Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung IB**

Flußgebiet: Mur Gewässer: Salsbach
 OK. Blatt 191 Quadrant: 9160/3 Gemeindegrenze
 Laufende Nummer: 12 Bearbeiter: Steinhoff Datum: 09.07.77

AUWALD AUWALDFRAGMENT UFERGEHÖLZSTREIFEN
 Größe: .. zu Wald auf Terrassenstufe
 in Übergang zu Hangwald

Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:

KURZBEZEICHNUNG DES AUTYPS

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU: Höhe B1 20 B2 10 Deckung B1 B2
 Brusthöhendurchmesser B1 max. 0,50 m (Alp. gl., Qq.) (X) S
 Durchsch. K

Lage der Probestfläche im Rahmen der Au

Höhe über NN: -3 m

Bodenprofil:

ANGABEN ÜBER DEN STÖRUNGSGRAD:

Geländemorphologie: weitgehend intakt
 stabilisiert nach Mittelwasserregulierung
 verändert durch Regulierung
 verändert in Verbindung mit Wasserkraftanlagen
 Grad der Veränd.: stark mittel gering

Audynamik gestört stark mittel gering

Grundwasserspiegelabsenkung Grabarbeiten

Standortfremde Holzarten, welche:

Neophyten, welche: Solidago gigantea, Impatiens glandulifera

Streuennutzung: Auflichtung: Rodung:

sonst. Störungen:

Angaben über Pflegezustand der Ufergehölze: z.T. verwildert

Angaben über Zustand der Uferböschung: verschiedentlich Abbrüche

Angaben zur forstl. Nutzung:

Acer camp plat ps'pl	Actaea epic Aconit vulp Adoxa monch Aegop pod Agrop rep con	Coryd cav coll Crepis pal Crocus alb nap Croc'ia glab laev	Juncus camp cong eff Knaut dry ^c sylv	Salvia glut Scilla bif ^o Scirp sylv Scroph nod Senec nem fuch
Barber vulg Petul pend rub	Agrostia stol ^o Ajuga rept Alliar bet Allium urs Alopec aequ Anemo'nes ran	Dallis glom Daphne mez Dentar bulb enn trif	Lamia gal Lamtu mac Lapsa com Lathr aqua Leucoj. vern Lunar red Lanula alb pil	Silene alb dic vulg Solan dulc Solid gig virg
Fraxin bet Cornus sang Coryl avel Cratae laey ^o monog	Angel sylv Anthrisc sylv. Artem vulg Aster novi hel Arum mac	Duron aust Dryop cart dil fil-m ^o Epilob coll hirs	Lycopus eur Lysim nem nan punc vulg	Stach sylv Stell als hol med nem
Quony eur Fagus sylv Fraxu als Fraxin exc Lig'rum vulg	Arunc vulg Asarum eur Athy fil-f Barbar vulg Bidens trip Hrach sylv pinn ^o	Equie arv hiem pal prat sylv telm	Lythr gal Maian bif Matten stru Melica nut Melitt mel Mentha aqu ion	Syephy off tub
Lonice xyl Malus sylv ^o Pices obi Pinus sylv Popul alb nig tree	Calth pal Calama epig Calyat aep Camps truch rap'oi	Eupat cann Festu gig prat	Mercur per Miliu eff Moehr trin Nolin caer Mycel sur Myos'is pal Myos'on aqu Onother bien	Typhol aran Urtica dic Verat alb Veron anagu-aqu becc cham urt
Prunus avius ped spin Pyrus pyr ⁺ Quercus rob Rhamnus cat Ribes uva-c Rubiwin ps'Ac Rosa pond Rubus caes fru idae	Card'op amar flex img trif Card'op hall Gardu pere Carex acut'a bris elat elong ^o flava ^o grac hirta lepe murica ^c nig pall pend rem rost sylv ves	Filip ulm Fraga vasc Gages lut Galun niv Galeop pub spec tetr	Galium aper pal sylv Gerat phae Glech ned Glycer fluid ^o plic ⁺ Gnaph sylv Gemm urb riv Hedera hel Hellebor dum Holcus lan moll	Vinca min Viola bif odor reich riv Viscum alb ^o
Salix alb app aur capr cin daph elea frag nig muri ⁺ x rubens tri vix	Card'op hall Gardu pere Carex acut'a bris elat elong ^o flava ^o grac hirta lepe murica ^c nig pall pend rem rost sylv ves	Galeop pub spec tetr	Oxal acet Paris qua Petas alb hyb Rauced pal Phragm com Phytol epic Polyg'at cult Polyg'no bist hyd nite	Verat alb Veron anagu-aqu becc cham urt
Sambu nig Tilia corda plat Ulmis glab laev cin Vibur opul	Chaero hirs ^o Chrysospi alt dirsi oler pal riv Colchicum aut	Humul lup Impat gland noi part Iris ps'ac alb Iaspy thal	Prinul alat vulg Pulmon moll off stiri Sanus soon'f aur fie lan nem reps Scirp ial Rumex obt	Vinca min Viola bif odor reich riv Viscum alb ^o
Valer. off., Melandr. alb.,				

**Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib**

Flußgebiet: Mur Gewässers: Edlabach
 OK: Blatt 191 Quadrant: 9160/4 Gemeinde: St. Peter
 laufende Nummer: 16 Bearbeiter: Steinhoff Datum: 14.08.1977

AUWALD AUWALDFRAGMENT UFERGEHÖLZSTREIFEN
 Größe: Breite: 1-2 m
 im Übergang zu Bangwald .. zu Wald auf Terrassenstufe
 Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:

KURZBEZEICHNUNG DES AUTYPS:

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU: Höhe B1 15 B2 Deckung B1 B2
 Bruethöhendurchmesser B1 max 0,40 m (%) S
 Durchsch. K

Lage der Probefläche im Rahmen der Au

Höhe über NN: 7,5 m

Bodenprofil:

ANGABEN ÜBER DEN STÖRUNGSGRAD:

Geländemorphologie: weitgehend intakt
 stabilisiert nach Mittelwasserregulierung
 verändert durch Regulierung
 verändert in Verbindung mit Wasserkraftanlagen
 Grad der Veränd.: stark mittel gering

Audynamik gestört stark: mittel: gering:

Grundwasserspiegelabsenkung Grabarbeiten

Standortfremde Holzarten, welche:

Neophyten, welche:

Streunutzungs:

Aufflichtungs:

Rodungs:

sonst. Störungen:

Angaben über Pflanzzustand der Ufergehölze: z.T. lückig

Angaben über Zustand der Uferböschung: vereinz. Abbrüche

Angaben zur forstl. Nutzung:

<u>Acer camp</u>	<u>Actaea epic</u>	<u>Coryd cav</u>	<u>Juncus comp</u>	<u>Salvia glut</u>
plat	<u>Aconit vulp</u>	soli	cong	<u>Scilla bif</u>
pa ^o pl	<u>Adoxa mosch</u>	<u>Cropis pal</u>	eff	<u>Scirp sylv</u>
<u>Alnus glut</u>	<u>Aegop pod</u>	<u>Crocus alb</u>	<u>Knaut dry^c</u>	<u>Scroph nod</u>
inc	<u>Agrop rep</u>	nap	sylv	<u>Senec nem</u>
<u>Berber vulg</u>	can	<u>Cruc^ota glob</u>	<u>Lamia gal</u>	fuch
<u>Metul pend</u>	<u>Agrostis ntol^o</u>	laev	<u>Lamtu mac</u>	<u>Silene alb</u>
pub	<u>Aluga rept</u>	<u>Dalis glom</u>	<u>Lapes com</u>	dic
<u>Cergin bet</u>	<u>Alliar pet</u>	<u>Daphne mez</u>	<u>Lathr squa</u>	vulg
<u>Cornus sang</u>	<u>Allium urs</u>	<u>Dentar bulb</u>	<u>Leucoj vern</u>	<u>Solan dulc</u>
<u>Coryl avel</u>	<u>Alopec sequ</u>	enn	<u>Lunar red</u>	<u>Solid gig</u>
<u>Dracon laey^c</u>	<u>Anemo nem</u>	trif	<u>Luzula alb</u>	virg
monog	ran	<u>Doron auct</u>	pil	<u>Stach sylv</u>
<u>Eucry eur</u>	<u>Angel sylv</u>	<u>Dryop cart</u>	<u>Lycopus eur</u>	<u>Stell als</u>
<u>Fagus sylv</u>	<u>Anthrisc sylv</u>	dil	<u>Lysin nem</u>	hol
<u>Frangu aln</u>	<u>Artem vulg</u>	<u>fil-m^o</u>	nun	mad
<u>Fraxin exo</u>	<u>Aster novi bel</u>	<u>Epilob coll</u>	punc	nem
<u>Lig^orum vulg</u>	<u>Arum uao</u>	hirs	vulg	<u>Symph off</u>
<u>Lonice xyl</u>	<u>Arunc vulg</u>	mont	<u>Lythr sal</u>	tub
<u>Malus sylv^o</u>	<u>Asarum eur</u>	parv	<u>Maian bif</u>	<u>Thali aqu</u>
<u>Picea abi</u>	<u>Athyr fil-f</u>	ros	<u>Matteu atru</u>	luc
<u>Pinus sylv</u>	<u>Barbar vulg</u>	<u>Equis arv</u>	<u>Melica nut</u>	<u>Typhol arun</u>
<u>Popul alb</u>	<u>Bidens trip</u>	hies	<u>Melitt mel</u>	<u>Urtica dic</u>
nig	<u>Erach sylv</u>	pal	<u>Mentha aqu</u>	<u>Verat alb</u>
trac	pinn	prat	lon	<u>Veron anaga-aqu</u>
<u>Prunus avium</u>	<u>Calth pal</u>	sylv	<u>Mercur per</u>	bacc
ped	<u>Calama epig</u>	teim	<u>Miliu eff</u>	chan
spin	<u>Calygi sen</u>	<u>Eupat cann</u>	<u>Moehr trin</u>	urt
<u>Pyrus pyr⁺</u>	<u>Campa trach</u>	<u>Festu gig</u>	<u>Molin caer</u>	<u>Vincn min</u>
<u>Quercus rob</u>	rap ^o ol	prat	<u>Mycel mur</u>	<u>Viola bif</u>
<u>Rhannus cal</u>	<u>Card^one amar</u>	<u>Filip ulm</u>	<u>Myos^ois pal</u>	odor
<u>Ribes uva-c</u>	flex	<u>Fraga veac</u>	<u>Myos^oon aqu</u>	reich
<u>Robinia ps^oac</u>	imp	<u>Gagen lut</u>	<u>Oenother bien</u>	riv
<u>Rosa pond</u>	trif	<u>Galan niv</u>	<u>Oxal acet</u>	<u>Viscum alb^o</u>
<u>Rubus caes</u>	<u>Card^oop hall</u>	<u>Galeop pub</u>	<u>Paris que</u>	
fru	<u>Cardu pera</u>	spec	<u>Petas alb</u>	
idae	<u>Cerex acut^os</u>	teif	hyb	
<u>Salix alb</u>	bris	<u>Gallium apar</u>	<u>Peuced pal</u>	
app	elat	pal	<u>Phragm com</u>	
aur	elong ^o	sylv	<u>Rhytu epic</u>	
capr	flava ^o	<u>Cerat phae</u>	<u>Polyg^oat mult</u>	
cin	grac	<u>Glech ned</u>	<u>Polyg^onu bist</u>	
daph	hirta	<u>Glycar flui^o</u>	hyd	
elea	lepo	plie ⁺	nite	
<u>frag</u>	<u>murica^o</u>	<u>Gnaph sylv</u>	<u>Frimul elat</u>	
nig	nig	<u>Gnau urh</u>	vulg	
pur	pall	riv	<u>Fulmon moll</u>	
cyubens	pend	<u>Hedera hel</u>	off	
tri	rem	<u>Hellebor dum</u>	stiri	
vim	rost	<u>Holcus lan</u>	<u>Ranun acon^of</u>	
<u>Sambu nig</u>	sylv	moll	aur	
<u>Tilia corda</u>	ves	<u>Humul lup</u>	fio	
plat	<u>Chaero hirs^o</u>	<u>Impat gland</u>	lan	
<u>Ulmus glab</u>	<u>Chrysoapl alt</u>	nol	nem	
laev	<u>Cirsi oler</u>	parv	repe	
cin	pal	<u>Iris ps^oac</u>	<u>Rorip isi</u>	
<u>Vimer opul</u>	riv	stb	<u>Rumex obt</u>	
	<u>Colchicum aut</u>	<u>Isopy thal</u>		

Melandr: alb., Scroph. umbr., Heracl. sphond., Cucub. bacc., Desch.

caesp., Sang. off.



Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

Flußgebiet: Mur Gewässer: Poppendorferbach
ÖK. Blatt 192 Quadrant: 9251/1 Gemeinde: Straden
laufende Nummer: 08 Bearbeiter: Steinhoff Datum: 14.09.1972

AUWALD AUWALDFRACHMENT UFERGEHÖLZSTREIFEN
Größe: Breite: 1-3 m
im Übergang zu Hangwald .. zu Wald auf Terrassenstufe

Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:

KURZBESCHREIBUNG DES AUTYPS

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU: Höhe B1	20	B2	Deckung B1	B2
Brusthöhendurchmesser B1 max	1,00 m		(%)	S
	Durchsch.			K

Lage der Probestfläche im Rahmen der Aus

Höhe über NN: 2,5

Bodenprofil:

ANGABEN ÜBER DEN STÖRUNGSGRAD:

Geländemorphologie: weitgehend intakt
 stabilisiert nach Mittelwasserregulierung
 verändert durch Regulierung
 verändert in Verbindung mit Wasserkraftanlagen
 Grad der Veränd.: stark mittel: gering:

Audynamik gestört stark: mittel: gering:

Grundwasserspiegelabsenkung Grabarbeiten:
 Standortfremde Holzarten, welche:
 Neophyten, welche:
 Streunutzung: Auflichtung: Rodung:
 sonst. Störungen:

Angaben über Pflanzzustand der Ufergehölze: gut

Angaben über Zustand der Uferböschung: kaum Abbrüche

Angaben zur forstl. Nutzung:

Acer <u>comp</u>	Actaea <u>spic</u>	Coryd <u>cav</u>	Juncus <u>comp</u>	Salvia <u>glut</u>
plat	Aconit <u>vulp</u>	coli	cong	Scilla <u>bif</u>
pe'pl	Adoxa <u>mosch</u>	Crepis <u>pal</u>	eff	Scirp <u>sylv</u>
<u>Alnus glut</u>	<u>Aegop nod</u>	Crocus <u>alb</u>	<u>Knaut dry</u>	Scroph <u>nod</u>
inc	Agrop <u>rep</u>	nan	sylv	Senec <u>nan</u>
Herber <u>vulg</u>	can	Crus'ta <u>glab</u>	Iamia <u>gal</u>	fuch
Feul <u>pend</u>	<u>Agrostis stol</u>	lax	Lamia <u>mac</u>	Silene <u>alb</u>
pub	<u>Ajuga rept</u>	Dactyl <u>glom</u>	Isopa <u>com</u>	dic
Carpin <u>bet</u>	<u>Alliar pet</u>	Daphn <u>mez</u>	Lathr <u>squa</u>	vulg
<u>Cornus sang</u>	Allium <u>urs</u>	Dentat <u>bulb</u>	Leucoj <u>vern</u>	Solan <u>dulc</u>
<u>Coryl avel</u>	Alopec <u>aequ</u>	enn	Lunar <u>red</u>	Solid <u>gig</u>
<u>Cratao laay</u>	Anemo <u>nan</u>	trif	Lucula <u>alb</u>	vitr
monog	ran	Doron <u>aust</u>	pil	Stach <u>sylv</u>
<u>Ebony eur</u>	Angel <u>sylv</u>	Dryop <u>cart</u>	Lycopus <u>eur</u>	Stell <u>als</u>
Fagus <u>sylv</u>	Anthrisc <u>sylv</u>	dil	Lysin <u>nan</u>	hol
Frangu <u>eln</u>	Artem <u>vulg</u>	fil-m ^o	nan	med
Fraxin <u>exo</u>	Aster <u>novi bel</u>	Epilob <u>coll</u>	punc	nan
Lig'rus <u>vulg</u>	Arum <u>mac</u>	hirs	vulg	Symph <u>off</u>
Junica <u>syl</u>	Arunc <u>vulg</u>	mont	Lythr <u>sal</u>	tub
Malus <u>sylv</u>	Asarum <u>eur</u>	parv	Maian <u>bif</u>	Thali <u>aqui</u>
Picea <u>abi</u>	Athyr <u>fil-f</u>	ros	Matteu <u>stru</u>	luc
Pinus <u>sylv</u>	Barbar <u>vulg</u>	Equin <u>ary</u>	Melica <u>nut</u>	Typhoi <u>arun</u>
Popul <u>alb</u>	Bidens <u>trip</u>	hiem	Melitt <u>mel</u>	Urtica <u>dio</u>
nig	Brach <u>sylv</u>	pal	Mentha <u>agu</u>	Verat <u>alb</u>
<u>irea</u>	pinn ^o	prat	lon	Veron <u>anaga-agu</u>
Fraxus <u>axium</u>	Salth <u>pal</u>	sylv	Marcus <u>per</u>	becc
pad	Galana <u>epig</u>	telm	Milium <u>eff</u>	cham
spin	Calyst <u>sep</u>	Eupat <u>cann</u>	Moehr <u>trin</u>	urt
Fyrus <u>pyr</u>	Campa <u>trach</u>	Featu <u>gig</u>	Holin <u>caer</u>	Vincn <u>min</u>
<u>Quercus rob</u>	rap ^o ol	prat	Mysel <u>mur</u>	Viola <u>bif</u>
<u>Rhamnus cat</u>	Card'ns <u>amar</u>	Flip <u>uln</u>	Myos'is <u>pal</u>	odor
Ribes <u>uva-c</u>	flex	Fraga <u>vesc</u>	Myos'on <u>agu</u>	reich
Robinia <u>pa'ec</u>	imp	Gagen <u>lut</u>	Oenother <u>bien</u>	riv
Uvae <u>perul</u>	trif	Galun <u>niv</u>	Oxal <u>acet</u>	Vincum <u>alb</u> ^o
Rubus <u>caes</u>	Card'op <u>hall</u>	Galeop <u>pub</u>	Paris <u>qua</u>	
fru	Cardu <u>pere</u>	spec	Petas <u>alb</u>	
linc	Carex <u>acut'e</u>	teir	hyb	
Salix <u>alb</u>	bris	Galium <u>aper</u>	Peuced <u>pal</u>	
app	elat	pal	Phragm <u>com</u>	
aur	elong ^o	sylv	Phyteu <u>spic</u>	
capr	flava ^o	Gera <u>phue</u>	Polyg'nt <u>sult</u>	
cin	grac	Glech <u>hed</u>	Polyg'nu <u>biat</u>	
daph	hirta	Glycer <u>flui</u>	hyd	
elea	lepo	plic ^o	mite	
<u>frag</u>	murica ^o	Graph <u>sylv</u>	Primul <u>elat</u>	
nig	nig	Geum <u>urb</u>	vulg	
purp	pell	riv	Fulcon <u>moll</u>	
x <u>folens</u>	pend	Helena <u>hel</u>	off	
tri	rem	Hellebor <u>dur</u>	stiri	
vie	rost	Holcus <u>lan</u>	Ranun <u>acon'f</u>	
<u>Sambu nig</u>	sylv	moll	aur	
Tilia <u>corda</u>	ver	Humul <u>lup</u>	fio	
plat	Chasro <u>hirs</u> ^o	Impat <u>gland</u>	lan	
Ulmus <u>glab</u>	Chrysopl <u>alt</u>	mol	nan	
<u>laax</u>	Circi <u>oler</u>	parv	repe	
nit	pal	Iris <u>pr'nd</u>	Rorip <u>isl</u>	
Vibur <u>opul</u>	riv	nit	Rumex <u>obt</u>	
	<u>Colchicus aut</u>	Isopy <u>thal</u>		

Circ. lut., Desch. caesp., Melandr. alb.

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

Flußgebiet: MUR Gewässer: Sulzbach (Auenbach)
 UK-Blatt 209 Quadrant: 9261/3 Gemeinde: Halbenrain
 Laufende Nummer: 03 Bearbeiter: Steinhoff Datum: 13.09.1977

AUWALD AUWALDFRAGMENT UFERGEHÖLZSTREIFEN
 Größe: Breite: 1-5 m
 im Übergang zu Hangwald .. zu Wald auf Terrassenstufe

Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:

KURZBEZEICHNUNG DES AUTYPS

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU: Höhe B1 20 H2 Deckung B1 B2
 (% S K
 Brusthöhendurchmesser B1 max
 Durchsch. 0,60 m

Lage der Probestfläche im Rahmen der Aus

Höhe über NN: 1,5 m

Bodenprofil:

ANGABEN ÜBER DEN STÖRUNGSGRAD:

Geländemorphologie: weitgehend intakt
 stabilisiert nach Mittelwasserregulierung
 verändert durch Regulierung
 verändert in Verbindung mit Wasserkraftanlagen
 Grad der Veränd.: stark mittel: gering:

Aerodynamik gestört stark: mittel: gering:

Grundwasserspiegelabsenkung Grabarbeiten

Standortfremde Holzarten, welche:

Neophyten, welche:

Streuutzung: Auflichtung: Bodung:

sonst. Störungen:

Angaben über Pflanzzustand der Ufergehölze: gut

Angaben über Zustand der Uferböschung: keine Abbrüche

Angaben zur forstl. Nutzung:

Bachbett z.Z. der Aufnahme trocken

<u>Acer</u> <u>comp</u>	Actaea epic	Coryd car	Juncus comp	Salvia glut
plat	Acconit vulp	holl	cong	Scilla bif ^o
pa'pl	Adoxa mosch	Crepis pal	eff	Scirp sylv
<u>Alnus</u> <u>glut</u>	Aegop pod	Crocus alb	<u>Xnaut dry</u> ⁺	<u>Scroph nod</u>
inc	Agrop rop	nap	sylv	Senec nem
Berber vulg	can	Druc'ia glab	Lamia gal	fuch
Petal pend	Agrostis stol ^o	lnev	Lamio mac	Silene alb
pub	Ajuga rept	Dactyl glom	Lapsa com	dic
<u>Carpin bet</u>	Alliar pet	Daphne mez	Lathr squa	vulg
<u>Cornus</u> <u>aang</u>	Allium ure	Dentat bulb	Leucoj varn	Solan dulc
<u>Coryl</u> <u>avel</u>	Alopec nequ	enn	Lunar red	Solid gig
<u>Cratae</u> <u>laev</u> ^o	Anemc nem	trif	Luzula alb	virg
monog	ran	Boron aust	pil	Stach sylv
<u>Eony eur</u>	Angel sylv	Dryop cart	Lycopus eur	Stell als
<u>Fagus</u> <u>sylv</u>	Anthrisc sylv	dil	Lysin nem	hol
<u>Frangu</u> <u>aln</u>	Artam vulg	fil-m ^o	nun	med
<u>Fraxin</u> <u>sac</u>	Aster novi bel	Epilob coll	punc	nem
Lig'rum vulg	Arum mac	hirs	vulg	Symph off
Lonice xyl	Arunc vulg	mont	Lyrth sal	tub
Malus sylv	Asarum eur	parv	Maian bif	Thali aqu
Picea obi	Athyr fil-f	ros	Matteu stru	luc
Pinus sylv	Barbar vulg	Equis arv	Melica nut	<u>Typhol arun</u>
Popul alb	Bidens trip	hiem	Melitt mel	Urtica dio
nig	Brach sylv	pal	Mentha aqu	Verat alb
tram	pinn ^o	prat	lon	Veron anagu-aqu
<u>Prunus</u> <u>avium</u>	Calth pal	sylv	Mercur per	becc
pad	Calama epis	telm	Miliu eff	cham
<u>spin</u>	Calyst sep	Eupat cann	Moshr trin	urt
<u>Pyrus</u> <u>pyr</u> ^o	Campa trach	Factu gig	Molin caer	Vinca min
<u>Quercus</u> <u>rob</u>	rap'ol	prat	Mycel mur	Viola bif
<u>Rhamnus</u> <u>cat</u>	Card'ne amar	Filip ulm	Myos'ia pal	odor
Ribes uva-c	flex	Fraga vese	Myos'on aqu	reich
Robinia pa'ac	imp	Gagen lut	Denother bien	riv
Rosa pond	trif	Galan riv	Dial acet	Viscum alb ^o
Rubus caes	Card'op hall	Galeop pub	Paris qua	
fru	Cardu pers	spec	Petas alb	
idse	Carax acut'e	tetr	hyb	
<u>Salix</u> <u>alb</u>	bris	Galium apar	Pseudo, pal	
app	elat	pal	Phragm com	
aur	elong ^o	sylv	Phyteu epic	
capr	flava ^o	<u>Gersi phae</u>	Polyg'at mult	
cin	grac	<u>Glech hed</u>	Polyg'nu bist	
lash	hirta	Glycer flui ^o	hyd	
elea	lepo	plic ⁺	nite	
frag	murica ^o	Chaph sylv	Primul elat	
nig	nig	Genm urb	vulg	
port	pull	riv	Pulmon moll	
8 rubens	pend	Hellebr hel	off	
tri	rem	Hellebr dar	stiri	
vin	rost	Holcus lan	Ranun acon'f	
<u>Sambu</u> <u>nig</u>	sylv	moll	aur	
<u>Tilia</u> <u>corda</u>	ves	Humul lup	fio	
plat	Chaero hira ^o	Impat gland	lan	
<u>Ulmus</u> <u>glab</u>	Chrysoepl alt	nol	nem	
laev	Cirsi oler	parv	repe	
nin	pal	Iris pa'ac	Scrip isl	
<u>Vibur</u> <u>opul</u>	riv	Flb	Rusex obt	
	Colchicum aut	Isopy thel		

Desch. caesp.

<u>Acer camp</u>	<u>Actaea epic</u>	<u>Coryd cav</u>	<u>Juncus comp</u>	<u>Salvia glut</u>
plat	<u>Aconit vulp</u>	coll	cong	<u>Scilla bif</u>
pe'pl	<u>Adoxa nosch</u>	<u>Crepis pal</u>	aff	<u>Scirp sylv</u>
<u>Alnus glut</u>	<u>Aegop pod</u>	<u>Crocus alb</u>	<u>Knaut dry</u>	<u>Scroph nod</u>
inc	<u>Agrop rep</u>	nap	sylv	<u>Senec nem</u>
<u>Berber vulg</u>	can	<u>Cruc'ta glab</u>	<u>Lasia gal</u>	fuch
<u>Petal pend</u>	<u>Agrostis stol</u>	laev	<u>Lasiu muc</u>	<u>Silene alb</u>
pub	<u>Ajuga rept</u>	<u>D. lili glom</u>	<u>Lepas com</u>	dio
<u>Carpin bet</u>	<u>Alliar pet</u>	<u>Daphn mez</u>	<u>Lathr squa</u>	vulg
<u>Cornus sang</u>	<u>Allium urs</u>	<u>Dentar bulb</u>	<u>Leuboj vern</u>	<u>Solan dulc</u>
<u>Coryl avel</u>	<u>Alopec sequ</u>	enn	<u>Lunar red</u>	<u>Solid gig</u>
<u>Cratae laev</u>	<u>Anemo nem</u>	trif.	<u>Luzula alb</u>	vira
monog	ran	<u>Doron aust</u>	pil	<u>Stach sylv</u>
<u>Egony eur</u>	<u>Angel sylv</u>	<u>Dryop cart</u>	<u>Lycopus eur</u>	<u>Stell als</u>
<u>Fagus sylv</u>	<u>Anthrisc sylv.</u>	dil	<u>Lysin nem</u>	hol
<u>Frango aln</u>	<u>Artem vulg</u>	fil-n ^o	num	med
<u>Fraxin exc</u>	<u>Aster novi bel</u>	<u>Epilob coll</u>	punc	nem
<u>Fig'rum vulg</u>	<u>Arum rac</u>	hirs	vulg	<u>Symph off</u>
<u>Ionice xyl</u>	<u>Arunc vulg</u>	mont	<u>Lythr sal</u>	tub
<u>Malus sylv</u>	<u>Asarum eur</u>	parv	<u>Maian bif</u>	<u>Thali equi</u>
<u>Fidea abi</u>	<u>Athyr fil-f</u>	ros	<u>Mattedu stru</u>	luc
<u>Pinus sylv</u>	<u>Barbar vulg</u>	<u>Equis arv</u>	<u>Melica nut</u>	<u>Typhol arun</u>
<u>Popul alb</u>	<u>Bidens trip</u>	hiem	<u>Melitt mel</u>	<u>Urtica dio</u>
nig	<u>Brach sylv</u>	pal	<u>Mentha aqu</u>	<u>Verat alb</u>
trea	pinn	prat	lon	<u>Veron anaga-aqu</u>
<u>Peanus avium</u>	<u>Calth pal</u>	sylv	<u>Mercur per</u>	becc
red	<u>Calama epig</u>	telm	<u>Miliu aff</u>	cham
spin	<u>Calyst sep</u>	<u>Eupat cann</u>	<u>Moehr trin</u>	urt
<u>Pyrus pyr</u>	<u>Campa trach</u>	<u>Festu gig</u>	<u>Molin caer</u>	<u>Vinca min</u>
<u>Quercus rob</u>	rap'oi	prat	<u>Mycel mur</u>	<u>Viola bif</u>
<u>Rhamnus cat</u>	<u>Card'ne amar</u>	<u>Pilip uln</u>	<u>Myos'ie pal</u>	odor
<u>Hibes ova-o</u>	flex	<u>Fraga vean</u>	<u>Myos'on aqu</u>	reich
<u>Robinia ps'ar</u>	imp	<u>Gagea lut</u>	<u>Oenothera bien</u>	riv ^o
<u>Hosa pond</u>	trif	<u>Galun riv</u>	<u>Oxal acet</u>	<u>Viscum alb</u>
<u>Rubus caes</u>	<u>Card'op hall</u>	<u>Galeop pub</u>	<u>Paris qua</u>	
fru	<u>Cardu pers</u>	spec	<u>Petas alb</u>	
idae	<u>Carex acut'e</u>	tetr	hyb	
<u>Salix alb</u>	bris	<u>Galium apar</u>	<u>Peuced pal</u>	
app	elat	pal	<u>Phraga ocom</u>	
aur	elong	sylv	<u>Phyteu epic</u>	
capr	flava ^o	<u>Gera' phae</u>	<u>Polyg'at mult</u>	
cin	grac	<u>Glech ned</u>	<u>Polyg'na bist</u>	
faph	<u>hirta</u>	<u>Glycer-flui</u>	hyd	
elea	lepo	plic ⁺	nite	
<u>frag</u>	murica ^o	<u>Gnaph sylv</u>	<u>Primul elat</u>	
nig	nig	<u>Geum urb</u>	vulg	
purp	pall	riv	<u>Pulmon moll</u>	
x rubens	pend	<u>Huiera hel</u>	off	
tri	rem	<u>Hellebor dum</u>	stiri	
vis	roast	<u>Holcus lan</u>	<u>Ranun acen'f</u>	
<u>Sambu nig</u>	sylv	moll	aur	
<u>Tilia corda</u>	ves	<u>Rumol lup</u>	fio	
plat	<u>Chaero hirs</u>	<u>Impat gland</u>	lan	
<u>Ulmus glab</u>	<u>Chrysoapl alt</u>	sol	nem	
laev	<u>Cirai oler</u>	parv	repe	
pin	pal	<u>Iris p'v</u>	<u>Rorip isl</u>	
<u>Vibur opul</u>	riv	alb	<u>Ruxex obt</u>	
	<u>Colchicum aut</u>	<u>Isopy thal</u>		

Melandr. alb., Desch. caesp., Circ. lut.,

BIOTOPTKARTIERUNG STEIERMARK		AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESRÉGIERUNG		LBD, FACHABT. 1b		RECHTS 12	
Lfd. Nr.	ÜK Nr.	Quadrant	Koordinaten	Seehöhe	Datum	Bearbeiter	Kontrolle
8/81	191	9260/1		290 m	25. 7. 1981	Zöhrer	
PUNDTORT		GEOLOGIE		LEHM		GEOKORPEOLOGIE	
südl. Metterdorf, Bez. Radkersburg						Fläche, ha.	
STANDORT (Bezeichnung Codetafel)				2) Feuchtwiese			
PHYTOZÖNOSEN		1) Schwarzerleichenbruchwald					
		1	2	3	4	5	
Fläche, %							
Exposition							
Neigung							
Besonnung							
Luftfeuchtigk.							
BODEN							
flachgründig							
mittelgründig							
tiefgründig							
leicht							
mittel							
schwer							
humusarm							
deutl. humos							
humusreich							
Torf							
Robhumus							
Verhagerung							
Struktur B, S, X, M							

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Wassergeh.										
Grundv. beeinfl.	X					X				
tagv. beeinfl.										
hangv. beeinfl.										
neutral										
basesure/leh										
basesarm										
nur oberf. vera.										
N-Gehalt erh.										
BEWIRTSCHAFTUNG										
Wassersstandsänd.										
Düngung										
Mahd										
Beweidung										
Streuuntzung						X				
Hochwald										
GEFÄHRDUNG										
Störung Mensch										

	1	2	3	4	5
St. Lokalklima					
Schadstoffbel.					
Zutrophierung					
Ablagerungen					
Befrucht					
Störfr. Kolza.					
Neophyten					
Nutzungsintens.					
Feuermaßnahmen					
Abbau					
natürl. Sukzess.					
UMFELD					
Ackerld. Sonderk.					
Intens. Dgrünl.					
Intens. Forste					
Siedlungskerb.					
Verkehrreflach.					
Phytozönosen					

Lfd. Nr. 0K Nr. Quadrant 192 9161/4
 AS/SY Seehöhe 250 m Datum 26. 7. 81 Bearbeiter Zöhner Kontrolle

GEOMORPHOLOGIE

GEOLOGIE
 Substrat

Fläche, ha.

Kronnersdorf, Bez. Pöckelsdorf

STANDORT (Bezeichnung Codinstafel)

PHYTOZÖNOSEN Schwarzerleugehölz

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Fläche, %																
Exposition	-															
Kelch	-															
Benennung	-															
Luftfeuchtigk.	x															
BODEN																
Flächgründig																
mittelgründig																
tiefgründig	x															
leicht																
mittel	x															
schwer																
humusarm																
deutl. humos	x															
humusreich																
Torf																
Bohhumus																
Verhagerung																
Struktur B, S, K, M																

St. Lokalklima
 Schadstoffbel.
 Eutrophierung
 Ablagerungen
 Betritt
 Störtfr. Holz.
 Neophyten
 Nutzungsintens.
 Baumabnahmen
 Abbau
 natürl. Sukzess.
 UNFELD
 Ackerld. Sonderk.
 Intens. Gardnl.
 Intens. Forste
 Siedlungsgeb.
 Verkehrsfläch.
 Phytotozonen

Wassergeh.
 Grundw. beeinfl.
 tags. beeinfl.
 hauptw. beeinfl.
 neutral
 basenreich
 basenarm
 nur oberfl. vorh.
 N-Gehalt erh.
 BEWIRTSCHAFTUNG
 Wasserstandsänd.
 Düngung
 Mahd
 Beweidung
 Streunutzung
 Hochwald
 GEFÄHRDUNG
 Störung Wasserh.

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK		AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESBÄUERFÖHRUNG		LBB, PACHANT, I. B.		RECHTS	
Lfd. Nr. 192		Quadrat 9261/1		Koordinaten		Datum 15.4.81	
PUNDBRT		zw. Straden und Karin		Seehöhe 245m		Bearbeiter H. Otto	
STANDORT (Berechnung Godelafel)		Renddepression		GEOLOGIE		GEOMORPHOLOGIE	
PHYTOZÖNÖSEN Geophytenreicher Schwarzerlenbestand				Hangfuß		Fläche, ha. 2	
		1	2	3	4	5	
Fläche, %							St. Lokalklima
Exposition	S						Schadstoffbel.
Neigung							Eutrophierung
Baumung							Ablagerungen
Luftfeuchtigkeit							Beitritt
BODEN							St. dorfstr. Holze.
flachgründig							Neophyten
mittelgründig							Nutzungsintens.
tiefgründig	X						Baumabnahmen
leicht							Abbau
mittel							natürl. Sukzess.
schwer							
humusarm							UMPELÄ
deutl. humos							Ackerld. Sondark.
humusreich	X						Intens. Dgründl.
Torf							Intens. Porute
Hohhumus							Siedlungsgeb.
Verhärterung							Verkehrrefläch.
							Phytozönosen
Struktur B, S, K, M		B 80% (aufgelichtet)		- 18m S 35%, - 6m K 95% mf.			



BIOGEOGRAPHIE STEIERMARK		AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESMESSUNG		LSD, FACHABT. 1b		BRUCHT 15	
Lfd. Nr.	ÜK Nr.	Quadrat	Koordinaten	Seehöhe	Datum	Bearbeiter	Kontrolle
45/24	192	9261/1		250 m	26. 7. 87	Zöhrer	
VUNDOBT		GEOLOGIE		GEOGRAPHOLOGIE			
Domberg, Bez. Radkersburg		Quartärferrasse		Fläche, ha.			
STANDORT (Bezeichnung Codetafel)		Schwarzerlen - Buchenwäldchen					
PHYTOZÖNEN							
Fläche, %		1	2	3	4	5	
Exposition	-						St. Lokalklima
Neigung	-						Schadstoffbel.
Benennung							Kultrophierung
Luftfeuchtigk.							Ablagerungen
BODEN							Heiritt
flachgründig							Störtfr. Holva.
mittelgründig							Koophyten
tiefgründig	x						Kulturgenstans.
leicht							Revmassnahmen
mittel	x						Abbau
schwer							natürl. Sukzess.
humusarm							
deutl. humos	x						UNFELD
humusreich							Ackerld. Sonderk. x
Torf							Intens. Grünl. x
Roßhumus							Intens. Forste
Verhagerung							Siedlungsgeb.
							Verkehrsfläch.
							Phytenökos
Struktur B, S, K, M							

Wassersch.	1	2	3	4	5
Grundw. beeinfl.	x				
Lage. beeinfl.					
hangw. beeinfl.					
neutral					
bäsonreich					
bäsonarm					
nur oberf. vers.					
N-Gehalt erh.					
BEWIRTSCHAFTUNG					
Wasserstandsänd.					
Düngung					
Maid					
Beweidung					
Streuutzung					
Hochwald	x				
GEFÄHRDUNG					
Störung, Versiedh.					

	1	2	3	4	5
<i>Quercus robur</i>	X				
<i>Alnus glutinosa</i>	X				
<i>Prunus padus</i>	X				
<i>Euonymus europaea</i>	X				
<i>Fraxinus excelsior</i>	X				
<i>Fragula alnus</i>	X				
<i>Viburnum opulus</i>	(X)				
<i>Peschumpsis cespitosa</i>	X				
<i>Galeopsis sp. (pubescens?)</i>	X				
<i>Geum urbanum</i>	X				
<i>Urtica dioica</i>	X				
<i>Solidago virgaurea</i>	X				
<i>Rubus idaeus</i>	X				
<i>Carex brisoides</i>	X				
<i>Molinia arundinacea</i>	(X)				
<i>Humulus lupulus</i>	X				
<i>Scrophularia nodosa</i>	(X)				
<i>Lycopus europaeus</i>	X				

BLOTTENKARTIERUNG STEIERMARK

AMT DER STEIERMARKISCHEN LANDESREGIERUNG

LEB, FACHABT. IV

RECHTS 16

Blf. Nr. OK Nr. Quadrant Seehöhe: Datum Bearbeiter Kontrolle
 16/84 192 9261/1 200 m 20.7.1981 Zährer

FUNDORT GEOLOGIE GEOMORPHOLOGIE
 20 Wieden, Bez. Radkersburg Talboden-Keibergzone Fläche, ha.

STANDORT (Bezeichnung Codetafel)

PHYTOZÖNOSEN 1) Eichen - Halnbuchen-Wäldchen 2.) Birnsalbegleiter innerhalb

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fläche, %															
Exposition	-	-					X								
Belangung	-	-													
Besonnung															
Luftfeuchtigkeit															
BODEN															
flachgründig															
mitteltiefgründig	X	X													
tiefgründig															
leicht															
mittel															
schwer															
humusarm															
deatl., humos	X	X													
humusreich															
Torf															
Robhumus															
Verhagerung															
Wassergeh.															
Grundw. beeinfl.	X	X													
tagw. beeinfl.															
hangw. beeinfl.															
neutral															
basenreich															
basenarm															
nur oberf. vers.															
N-Gehalt erh.															
BEWIRTSCHAFTUNG															
Wasserstandsänd.															
Düngung															
Mahd															
Bewalbung															
Streuutzung															
Hochwald															
GEFÄHRDUNG															
Störung, Vandalb.															

Struktur B, S, K, M

	1	2	3	4	5
<i>Quercus robur</i>					
<i>Carpinus betulus</i>					
<i>Picea abies</i>					
<i>Fagus sylvatica</i>					
<i>Tilia cordata</i>					
<i>Prunus padus</i>					
<i>Sambucus nigra</i>					
<i>Alnus glutinosa</i>					
<i>Lamium maculatum</i>					
<i>Linula albida</i>					
<i>Carex bryooides</i>					
<i>Knautia cf. intermedia</i>					
<i>Geum urbanum</i>					
<i>Asarum europaeum</i>					
<i>Angelica sylvestris</i>					
<i>Malanthemum bifolium</i>					
<i>Polygonatum multiflorum</i>					
<i>Melampyrum pratense</i>					
<i>Vincetoxicum</i>					
<i>Pulmonaria officinalis</i>					
<i>Heraclium sphondylium</i>					
<i>Campanula trachelium</i>					
<i>Helleborus dumetorum</i>					

Acer camp	Actaea spic	Coryd cay	Juncus comp	Salvia glut
plat	Aconit vulp	sol	cong	Scilla bif
ps pl	Adoxa mosch	Crepis pal	eff	Scirp sylv
Alnus glut	Aezop pod	Crocus alb	Knaut dry	Scroph nod
inc	Agrop rep	nan	sylv	Senec nem
Berber vulg	can	Cruca to glab	Lonia gel	fuch
Metul pend	Agrostis stol	laev	Lamin moc	Silena alb
pub	Aduga rept	Dalis glom	Lapa com	dic
Carpin bet	Alliar pet	Daphne mex	Lathr aqua	vulg
Cornus sang	Allium purg	Dentar bulb	Leucoj vern	Solan dulc
Coryl aval	Alopec sequ	enn	Lunar red	Solid rig
Cratae laey	Anemoinem	trif	Luzula alb	Virk
monog	ran	Doron aust	pil	Stach sylv
Eunoy eur	Angel sylv	Dryop cart	Lycopus eur	Stell als
Pagay sylv	Anthrisc waylv	dil	Lysim nem	hal
Franco aln	Artem vulg	fil-n	num	med
Fraxin exc	Aster novi-bel	Epilob coll	punc	nen
Lig rus vulg	Arum mac	hira	vulg	Symphy off
Lonicx xyl	Arum vulg	mont	Lyth sal	tub
Malus sylv	Asarum eur	parv	Meian bif	Thali aqua
Nicea abi	Athyf fil-f	ros	Mattedu stru	luc
Pinus sylv	Barbar vulg	Equis arv	Melica nut	Typhoi arum
Popul alb	Bidens trip	hiam	Melitt mel	Urtica dig
nig	Brach sylv	pal	Mentha aqu	Verat alb
trac	pinn	prat	lon	Veron anagn-equ
Prunus avium	Cakth pal	sylv	Mercur per	becc
pal	Galama epig	teim	Miliu eff	chan
spin	Calyet sep	Eupat cann	Moehr trin	urt
Pyrus pyr	Canna trach	Festu gig	Molin caer	Vinca min
Quercus rob	rap ol	prat	Mycel mur	Vicia bif
Rhamnus cat	Card ne amar	Filip ulm	Myos is pal	odor
Ribes ura-c	flex	Fraga vasc	Myos on aqu	reich
Robinia ps ad	imp	Gagen lut	Oenother bien	riv
pen pond	trif	Golan riv	Oxalacet	Viscum alb
Rubus caes	Card op hall	Galeop pub	Paris qua	
fru	Cardu pers	spec	Petas alb	
idce	Carax acut s	tetr	hyb	
Salix alb	bris	Galium spar	Feuced pal	
app	elat	pal	Phragm come	
aur	elong	sylv	Phytol spic	
capr	flava	Gersa phae	Polyg nt mult	
cin	grac	Glech ned	Polyg no bist	
Jeph	hirta	Glycer flut	hyd	
elea	lepo	plio	nite	
frag	marica	Gnaph sylv	Primul elat	
nig	nig	Geum urb	vulg	
pur	pell	riv	Fulcon moll	
gubens	pend	Hedera hel	off	
tri	rem	Hellebor dum	stiri	
vin	rost	Holcus lan	Ranun acon f	
Sambu nig	sylv	moll	aur	
Vicia corda	ves	Humul lup	fla	
plat	Chaero hirs	Impat gland	lan	
Ulmis glob	Chrysoapl alt	noi	nen	
laev	Cirsia cler	parv	repa	
nia	pal	Iris ps ad	Scirp ial	
Tamar opul	riv	sib	Rupex obt	
	Solchitum aut	Isopy thal		

DEsch. caesp. . . Herecl. sphond.

BIOGEOGRAPHIERUNG STEIERMARK		AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESBESIEDLUNG		LEB., FACHABT. 1b		RECHTS 18	
lfd. Nr.	OX Nr.	Quadrat	Koordinaten	Seehöhe	Datum	Bearbeiter	Kontrolle
19/B:	191	9160/3		320-340 m	23. 7. 1981	Zöhner	
ORT		ZOOLOGIE		GEOGRAPHOLOGIE			
ROßwandwald, westl. von Mettersdorf		Tertiär		Kammlage			
STANDORT (Bezeichnung Codetafel)		Fläche, ha.					
PHYTOZÖNSEN 1) verauert, sekundärer Kiefernbestand							
2) Molinia-reiche Variante							
Fläche	50	30					
Exposition	SE-E		Wasserzehr.		St. Lokalklima		
Belichtung	0-30		Krun., beeinfl.		Schadstoffbel.		
Bemennung			tagweinfl.		Eutrophierung		
Luftfeuchtigkeit			haupts. beeinfl.		Ablagerungen		
BODEN			neutral		Betrikt		
flachgründig	X	X	basaltisch		Sturifr. Holz.		
mittelgründig			bakter		Neophyten		
tiefgründig			nur verf. vers.		Nutzungsintens.		
leicht			N-Gehalt erh.		Baumaßnahmen		
mittel	X	X	BEWIRTSCHAFTUNG		Abbau		
schwer			Wasserstandsfnd.		naturl. Sukzess.		
humusarm			Rümpf		UMFELD		
deutl. humos			Mats		Ackerid. Sonderk.		
humusreich			Bewässerung		Intens. Dgrünl.		
Torf			Streuabtrag		Intens. Forste		
Bohhumus			Humoxid		Siedlungsb.		
Verhagerung			GEPÄRLTUNG		Verkehrsflech.		
			Streuabtrag		Phytozönosen		
Struktur B, S, X, M							

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK		AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG		LED, PACHANT, ID		RECHTE 20				
Lfd. Nr.	ÖK Nr.	Quadrant	Koordinaten	Seehöhe	Datum	Bearbeiter	Kontrolle			
10/B1	191	9160/4		340-390m	25. 7. ...	Zöhner				
PUNDT		GEOLOGIE		GEMORPHOLOGIE						
Entschendorfberg, Bez. Radkersburg		Sand		Fläche, ha.						
STANDORT (Bezeichnung Codetafel)		2) Hainbuchenwäldchen in Mulden und Gräben								
PHYTOZOÖSE 1) Buchenmischwald										
Fläche, %	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Exposition	0									
Nclank	10-40						X			
Besonnung										
Luftfeuchtigk.										
BODEN										
fliechgründig										
mittelgründig										
tiefgründig										
leicht	X									
mittel		X								
schwer										
humusarm	X									
deutl. humos		X								
humusreich										
Torf										
Robhumus										
Verhagerung										
Struktur B, S, K, M										

Wassergeh. St. Lokalklima
 Grundv. beeinfl. Schadstoffbel.
 tagv. beeinfl. Karpifizierung
 hangv. beeinfl. Ablagerungen
 neutral Betritt
 basenreich St. d. fr. Holz. Neophyten
 basenarm Nutzungsintens.
 nur oberf. vers. Baumaßnahmen
 N-Gehalt erh. Abbau
 BEWIRTSCHAFTUNG natürl. Sukzess.
 Wasserstandsänd. UNFELD
 Düngung Ackerid. Sonderk.
 Mahd Injens. Dgrünl.
 Beweidung Strauntauung Intens. Forste
 Strauntauung Hochwald Siedlungsggeb.
 Hochwald Verkehrsfläch.
 Phytozoösen

GEPÄHNDUNG
 Störung, Wassersch.

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK		AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESRINGIERUNG				LBD, FACHABT. 1b		RECHTS 2)			
Lfd. Nr.	ÖK Nr.	Quadrant	Koordinaten	Seehöhe	Datum	Bearbeiter	Kontrolle				
11/81	191	9160/4		300-360m	25.7.81	Zührer					
PUNKTORT		GEOLOGIE		GEOGRAPHOLOGIE							
nordöstlich St. Peter a. O.		Sand		Fläche, ha.							
STANDORT (Bezeichnung Codetafel)											
PHYTOZOÖSEN		1) Schwarzerlen - Hainbuchenwald		2) Hainbuchenwald in Mulde							
3) Buchenmischwald											
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fläche, %											
Exposition											
Belgung											
Beschattung											
Luftfeuchtigkeit											
SODEN											
flachgründig											
mittelgründig		X	X								
tiefgründig											
leicht		X	X	X							
mittel											
schwer											
humusarm											
deutl. humos			X								
humusreich											
Torf											
Bohhumus											
Verhegerung											
Struktur B, S, X, M											

Wassergeh. grundv. beeinfl. tags. beeinfl. hangv. beeinfl. neutral basenreich basenarm nur oberf. vers. M-Gehalt erh. BEWIRTSCHAFTUNG Wasserstandshänd. DÜNGUNG Mahd Beweidung Straumnutzung Hochwald

St. Lokalklima Schadstoffbel. Eutrophierung Ablagerungen Betritt Stortfr. Holza. Neophyten Nützungsintens. Baumaßnahmen Abbau natürl. Sukzess.

UMWELT Ackerld. Sondark. Intens. Dgrünl. Intens. Forste St. Mlungszgeb. Verkehrsfläch. Phytosönosen

WASSERHAUPTUNG Störung Wasserinh.

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK		AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG		LBD, FACHABT. I, B		RECHTS 22						
Lfd. Nr. 3/81	ÖK Nr. 191	Quadrant 9160/3	Koordinaten	Seehöhe 340 m	Datum 24. 7. 1981	Bearbeiter Zöhrer	Kontrolle					
PUNDTOP		Wiesdorferberg, Bez. Radkersburg		GEOLOGIE		GEOMORPHOLOGIE						
STANDORT (Bezeichnung Code Tafel)		Hainbuchenwäldchen		Lehm		Fläche, ha.						
PHYTOZÖNOSE		Hainbuchenwäldchen										
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Fläche, %	HO											St. Lokalklima
Exposition	HO											Schadstoffbel.
Neigung	10-20											Eutrophierung
Benennung												Ablagerungen
Luftfeuchtigk.	X											Retritt
BODEN												Storifr. Holz.
flechlgründig												Neophyten
mittelgründig	X											Nutzungsintens.
tiefgründig												Maßnahmen
leicht												Abbau
mittel	X											natürl. Sukzess.
schwer												
humos												UMFELD
deutl. humos	X											Ackerld. Sonderk.
humoreich												Intens. Grünl.
Torf												Intens. Forste
Rohhumus												Siedlungskob.
Verhagerung												Verkehrsflich.
												Phytozönosen
Struktur S, S, K, M												

Wassergeh.
Grundv. beeinfl. X
Wassv. beeinfl.
Hangv. beeinfl.
neutral
basenreich
basenarm
nur oberf. vers.
N-Gehalt erb.
BEWIRTSCHAFTUNG
Wasserstandsänd.
Düngung
Mähd
Heweidung
Streuutzung (X)
Hochwald X
GEFÄHRDUNG
Störung Wasserb.

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG LBD, FACHABT. 1b RECHTS 23

Lfd.Nr. 4/81 Ok.Nr. 191 Quadrant 9160/3 Koordinaten Seehöhe 320-360 m Datum 24.7.1981 Bearbeiter Zehrer Kontrolle

PUNDTORT Nördöstlich Zehnersdorf, Bez. Badkersburg GEOLOGIE Lehm Fläche, ha.

STANDORT (Bezeichnung Codetafel) Hainbuchenwald

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fläche, %										
Exposition	W									
Neigung	30-50%									
Besonnung										
Luftfeuchtigk.	X									
RODEN										
flachgründig										
mittelgründig	X									
tiefgründig										
leicht										
mittel										
schwer										
humusarm										
deutl. humos	X									
humusreich										
Torf										
Rohhumus										
Verbsgerung										

Wässereich. Grundw. beeinfl. tagw. beeinfl. hangw. beeinfl. neutral basenreich basenarm nur oberf. vere. K-Gehalt erh. BEWIRTSCHAFTUNG Wasserstandsänd. Düngung Mahd Beweidung Streumutzung Hochwald X GEFÄHRDUNG Störung, Magerh.

St. Lokalklima Schadstoffbel. Eutrophierung Ablagerungen Petrit Stortfr. Holzr. Neophyten Nutzungsintens. Baumaßnahmen Abbau natürl. Sukzess. UMFELD Ackerld. Sonderk. Intens. Dgrünl. Intens. Forste Siedlungsgeb. Verkehrsfläch. Phytozönosen

Struktur B, S, K, M

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK		AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG		LUD. FACHART, I.B.		RECHTS 74						
Lfd. Nr.	ÖK Nr.	Quadrant	Koordinaten	Seehöhe	Datum	Bearbeiter	Kontrolle					
7/81	191	9160/3		300-340 m	25. 7. 81	Zöhner						
PUNKT		GEOLOGIE		GEOMORPHOLOGIE								
Östl. Mettersdorf, Bez. Hadkersburg		Sand										
STANDORT (Bezeichnung Codetafel)												
PHYTOZÖNOSEN		1) Hainbuchen - Buchen Wald		2) Mantelgehölz								
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Fläche, %												
Exposition	W											
Neigung	20-60											
Besonnung												
Luftfeuchtigkeit	X											
BODEN												
flachgründig												
mittelgründig	X											
tiefgründig												
leicht	X											
mittel												
schwer												
humusarm	X											
deutl. humos												
humusreich												
Torf												
Rohhumus												
Verfäuerung												
Struktur B, S, K, M												

Wassergeh. grundw. beinfl. x
 tosw. beinfl.
 hangw. beinfl.
 neutral
 basenreich
 basenarm
 nur oberf. vers.
 N-Gehalt erh.
 BEWIRTSCHAFTUNG
 Wäldern standort.
 Düngung
 Mahd
 Beweidung
 Streunutzung x
 Hochwald
 GEFÄHRDUNG
 Stürze, Massenabst.

St. Lokalklima
 Schadstoffbel.
 Eutrophierung
 Ablagerungen
 Retritt
 Utdorifr., Holva.
 Neophyten
 Nutzungsintens.
 Baumaßnahmen
 Abbau
 natürl. Sukzess.
 UMFELD
 Ackerld., Sonderk.
 Intens. Agr. u.
 Intens. Forste
 Siedlungskob.
 Verkehrsfläch.
 Phytozönosen

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG

LD, FACHABT. 1b

RECHTS: 25

Lfd.Nr. 2/61
OK Nr. 191
Quadrant 9160/1

Koordinaten

Seehöhe 400-420 m

Datum 23.7.1981

Kontrolle

PUNKTORT

Pöllnerberg nördl. Mettersdorf Bez. Radkbg. Lehm

GEOLOGIE

GEOMORPHOLOGIE

STANDORT (Bezeichnung Codetafel)

PHYTOZÖNOSEN Kiefernreicher Laubmischwald, unterwuchsaarm

Fläche, ha.

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Pflanze, %															
Exposition	90														
Neigung	10-30														
Baumart	X														
Luftfeuchtigk.															
BOSEN															
flachgründig															
mittelgründig	X														
tiefgründig															
leicht															
mittel	X														
schwer															
humosaarm															
deutl. humos	X														
humoreich															
torf															
Rehumus															
Verfäuerung															
Struktur B, S, K, M															

WASSERGEB.
Grundv. beeinfl.
tagv. beeinfl.
hahw. beeinfl.
neutral
basenreich
basenarm
nur oberf. vers.
N-Gehalt erh.
BEWIRTSCHAFTUNG
Wasserstandänd.
Düngung
Mahd
Beweidung
Streuuntzung (X)
Hochwald
X
GEFÄHRDUNG
Störung, Vandalb.

St. Lokalklima
Schadstoffbel.
Eutrophierung
Ablagerungen
Betritt
Störtfr. Holz. X
Keophyten
Nutzungsintens.
Baumabnahmen
Abbau
natürl. Sukzess.
UMFELD
Ackerld. Sonderk.
Intens. Dgründl.
Intens. Forste X
Siedlungsggeb.
Verkehrsfäch.
Phytozönosen

BIOGEOGRAPHISCHUNG STEIERMARK		AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG		LHD, FACHABT. 1b		RECHT. 26						
Lfd. Nr. 6/81	ÖK. Nr. 191	Quadrant 9160/3	Koordinaten	Seehöhe 320-340 m	Datum 24.7.81.	Bearbeiter ZÖHNER	Kontrolle					
PUNKT Mettersdorfberg, Bez. Badkersburg		GEOLOGIE Lehm		GEMORPHOLOGIE								
STANDORT (Bezeichnung Codetafel)		Fläche, ha.										
PHYTOZÖNOSEN		1) Heidebuchenbestände in Mulden und Gräben										
		2) Buchenmischwald										
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Fläche, %												
Exposition	NW NW											
Neigung	schlief											
Besonnung												
Luftfeuchtigk.												
BÖDEN												
flachgründig												
mittelgründig	X											
tiefgründig	X											
leicht												
mittel	X											
schwer												
humosarm												
deutl. humos	X											
humosreich												
Torf												
Reihhumus												
Verhagerung												
Struktur B, S, X, M												

Wassergeh.
grundv. beeinfl. X
temp. beeinfl.
hangv. beeinfl.
neutral
basenreich
basenarm
nur oberfl. verd.
N-Gehalt erh.

BEWIRTSCHAFTUNG
Wasserstandsänd.
Büdung
Maid
Beweidung
Streuutzung
Hochwald

GRPÄHRUNG
Störung, Magerb.

St. Lokalklima
Schadstoffbel.
Eutrophierung
Ablagerungen
Betritt
Störffr. Holza.
Neophyten
Nutzungseinstoss.
Baumabnahmen
Abbau
natürl. Sukzess.

UMFELD
Ackerld. Sonderk.
Innenn. Grünl.
Intens. Forste
Siedlungssch.
Verkehrsfläch.
Phytozönosen

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK		AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESRREGIERUNG		LBP, FACHABT. IB		RECHTE 27		
Lfd. Nr. 12/81	ÖK Nr. 191	Quadrant 9160/4	Koordinaten	Seehöhe 340-360 m	Datum 25. 7. 81.	Bearbeiter Zöhrer	Kontrolle	
PUNDBORT Strandnerriegel		westl. Tröbasing Bez. Bäckersburg		GEOLOGIE Sand+Schotter		GEOMORPHOLOGIE		
STANDORT (Bezeichnung Codetafel)		Eichen - Hainbuchenwäldchen						Fläche, ha.
PHYTOZÖNOSEN		Eichen - Hainbuchenwäldchen						
Fläche, %		1	2	3	4	5		
Exposition	NO						St. Lokalklima	
Belichtung	10-10						Schadstoffbel.	
Besonnung							Eutrophierung	
Luftfeuchtigk.							Ablagerungen	
HÖHEN							Beritt	
flacheründig							Störzf. Holza.	
mittelgründig							Neophyten	
tiefgründig	X						Nutzungsintens.	
leicht							Faunastrahlen	
mittel							Abbau	
schwer							natürl. Sukzess.	
humusarm							UMFELD	
deutl. humos	X						Ackerld. Sonderk.	
humusreich							Intens. Dgrünl.	
Torf							Intens. Forste	
Rohhumus							Siedlungsgeb.	
Verhaferung							Verkehrsfläch.	
							Phytozönosen	
Struktur B, S, K, M								

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG LBD, FACHABT. 1b RECHTS 2B

Lfd. Nr. 14/81 GK Nr. 192 Quadrant 9251/1 Koordinate 280-300 m Seehöhe Datum 26. 7. 81. Bearbeiter Zöhrer Kontrolle

FUNDPORT Hanielbach, östl. Oberespitz GEOMORPHOLOGIE Schotter Fläche, ha.

STANDORT (Bezeichnung Codetafel) feuchter Schwarzerlen-Hainbuchenwald entlang Bach

PHYTOZÖNOSEN / 1) durchfichteter Buchenmischwald 2)

	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Fläche, %																	
Exposition	-						Kessergeb.										St. Lokalklima
Neigung	-						Grundw. beeinfl.	X									Schadstoffbel.
Baumart							tags. beeinfl.	X									Katrophierung
Luftfeuchtigk.							hangw. beeinfl.										Ablagerungen
							neutral										Beritt
BOHM							buchtreich										Sideritfz. Holzs.
Flachgründig							bodenarm										Neophyten
mittelgründig	X						mit oberfl. verb.										Nutzungsintens.
tiefgründig							H-Gehalt erh.										Erntemaßnahmen
leicht							MWIRTSCHAFTUNG										Abbau
mittel	X						Maßnahmen										natürl. Sukzess.
schwer							Düngung										
humusarm							Mahd										UMFELD
deutl. humos	X	X					Beweidung										Ackerld. Sonderk.
humusreich							Streunutzung										Intens. Brühl.
Torf							Hochwald	X	X								Intens. Forste
Rohhumus							GEFÄHRDUNG										Siedlungsgeb.
Verhagerung							Störung										X Verkehrsfläch.
							Maßnahmen										Phytorozosen

Struktur B, S, K, N



WÄLDFLECKEN

	1	2	3	4	5
Alnus glutinosa	x	(x)			
Carpinus betulus	x	(x)			
Fraxinus excelsior	x				
Prunus padus	x				
Acer pseudoplatanus	x	x			
Quercus robur	(x)	x			
Salix cinerea	x				
Picea abies	(x)	x			
Fagus sylvatica	(x)	x			
Tilia cordata		x			
Pinus sylvestris		x			
Castanea sativa		x			
Betula pendula		x			
Populus tremula		x			
Angelica sylvestris		x			
Hieracium		x			
Carex brizoides		x			
Caltha palustris		x			
Cirsium oleraceum		x			
Lamium maculatum		x			
Dryopteris filix-mas		x			
Polygonatum multiflorum		x			
Rubus fruticosus		x			
Daphne mezereum		x			
Anarum europaeum		x			
Gentiana asclepiadea		x			
Ranunculus nemorosus		x			
Stellaria nemorum	x				
Aegopodium podagraria	x				
Equisetum arvense	x				
Oxalis acetosella	x	x			
Pulmonaria officinalis	x	x			
Pteridium aquilinum		x			
Aconitum vulparia	x				
Crepis paludosa	x				
Xanthia dryas	(x)	x			
Cruciata laevipes		x			
Euphorbia amygdaloides		x			
Luzula alba		x			
Ajaga reptans		x			
Vaccinium myrtillus		x			
Maianthemum bifolium		x			
Dryopteris carthusiana		x			
Melampyrum pratense		x			

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG LAD, FACHABT. LB RECHT 30

Lfd.Nr. 9/81 OK Nr. 191 Quadrant 9160/3 Koordinaten 360 - 390 m Seehöhe Datum 25. 7. 1981 Bearbeiter Zöhrer Kontrolle

FUNDORT: Sitz F. F. F. westl. Landorf, Bez. Radkersburg
 GEOLOGIE: Lehm
 CERMOGRAPHOLOGIE: Fläche, ha.

STANDORT (Bezeichnung Codetafel): Graben mit hohem Tannenanteil

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fläche, %															
Exposition	SO														
Nelkung	10-40°														
Benennung															
Luftfeuchtigk.															
BODEN															
Flachgründig															
mittelgründig	X														
tiefgründig															
leicht															
mittel															
schwer															
humusarm															
deutl. humon	X														
humusreich															
Torf															
Hohhumus															
Verhegerung															
Struktur B, S, K, M															

Wassergeh. grundw. beeinfl. tags. beeinfl. langw. beeinfl. neutral basenreich basenarm auf oberf. vers. N-Gehalt erb. BEWIRTSCHAFTUNG Wasserstandänd. Düngung Mahd Beweidung Streunutzung Hochwald

UMFELD: Ackerld. Sonderk. Intens. Grünl. Intens. Forste Stielungsgeb. Verkehrofläch. Phytoszöosen

GEFÄHRDUNG: Stämmg. Mangelh.

Ables mit sehr starker Verjüngung

ZITIERWEISUNG BESCHREIBUNG ANT DER STEIRISCHEN LANDESBESCHREIBUNG LBD, FACHABT. 1b BACHW. 31

Lfd. Nr. 192 Ök. Nr. 9261/2 Quadrant 9261/2
 FUNDORT Klöchberg
 STANDBORT (Bezeichnung Codetafel) Graben
 PHYTOZÖNOSEN Heimbuchen - reicher Grabenwald (Acerl.-Carpinetum - Vinosa-Typ)
 Koordinaten Seehöhe Datum Bearbeiter Kontrolle
 48° 35' 00" N 15° 55' 00" E 13.5.51 A. SIMMERMANN
 GEOLOGIE GEOMORPHOLOGIE
 Bauart gegen S. offener Graben
 Fläche, ha. 2,5 ha

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fläche, a															
Exposition	SW														
Neigung, °	20-50														
Benennung															
Luftfeuchtigkeit															
BODEN															
flächgründig															
mittelgründig	x														
tiefgründig															
leicht															
mittel	x														
schwer															
humusarm															
deutl. humos	x														
humusreich															
Torf															
Rohhumus															
Verhäuerung															
Struktur B, S, K, M															
B:	90%	K:	85%												

Wassergeh. Vornberg
 grundw. beeinfl. tagw. beeinfl. hangw. beeinfl. neutral
 basenreich basenarm
 nur oberfl. vers. K-Gehalt erh.
 BEWIRTSCHAFTUNG
 Vornbergtandebänd. Düngung Mahd
 Beweidung Streunutzung Hochwald
 GEPÄHRDUNG
 Störung, Moossch.
 Struktur B, S, K, M B: 90% K: 85%
 S: 30% M: unbedeutend



		X				X		
B: <i>Carpinus betulus</i> (B2)		X				<i>Aconitum vulvaria</i>	X	
<i>Fagus sylvatica</i>		X				<i>Dryopteris filix mas</i>	X	
<i>Prunus avium</i>		X				<i>Melittis melissophyllum</i>	(X)	
<i>Pinus sylvestris</i>		X						
<i>Acer pseudoplatanus</i>		X						
<i>Picea abies</i>		X						
S: <i>Fagus sylvatica</i>		X						
<i>Picea abies</i>		X						
K: <i>Acer pseudoplatanus</i>		X						
<i>Sorbus torminalis</i>		(X)						
<i>Cornus sanguinea</i>		X						
<i>Vincetoxicum</i>		X						
<i>Lathyrus vernus</i>		X						
<i>Aegopodium podagraria</i>		X						
<i>Carex sylvatica</i>		X						
<i>Viburnum opulus</i>		X						
<i>Polygonum lobatum</i>		X						
<i>Viola rotundifolia</i>		X						
<i>Pulsatilla officinalis</i>		X						
<i>Lamium album galeobdolon</i>								
<i>esp. montanum</i>		X						
<i>Sanicula europaea</i>		X						
<i>Hedera helix</i>		X						
<i>Rubus sp.</i>		X						
<i>Daphne mezereum</i>		X						
<i>Brachypodium sylvaticum</i>		X						
<i>Galium sylvaticum</i>		X						
<i>Convallaria majalis</i>		X						

	1	2	3	4	5
B: Fagus sylvatica					5
Pinus sylvestris					+
Quercus petraea					1
Sorbus terminalis					+
S: Fagus sylvatica					2
K: Fagus sylvatica					2
Galium odoratum					3
Galium sylvaticum					1
Hieracium sylvaticum					1
Hieracium racemosum					+
Lathyrus vernus					+
Vicia oroboides					+
Prunus avium					+
Mercurialis perennis					+
Convallaria majalis					+
Hedera helix					+
Asarum ibericum					+
Iszula albida					+
Lamlastrum montanum					+
Melittis melissophyllum					+
Polygonatum multiflorum					+
Epipactis sp.					AG 1
Sanicula europaea					+
Solidago virgaurea					+
Juglans sp.					+
Picea abies					+

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK		AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG		LHD, PACHABT. 1b		RECHTS 34	
Lfd. Nr.	5x Nr.	Quadrant	Koordinaten	Seehöhe	Datum	Bearbeiter	Kontrolle
192		9261/2		ca. 350m	13.6.81	A. Zimmermann	
PUNKT KLöschberg		GEOLOGIE Basalt		GEOMORPHOLOGIE Hüg.			
STANDORT (Bezeichnung Codebuch)		Oberhang					
PHYTOZÖNOSEN		Schwach verhagerter Traubeneichenwald					
		1	2	3	4	5	
Fläche, %							St. Lokalklima
Exposition	SSE						Schadstoffbel.
Neigung	20						Eutrophierung
Besonnung	+						Ablegerungen
Luftfeuchtigkeit							Beitritt
BODEN							Storfr. Holzs.
flachgründig	x						Neophyten
mittelgründig	x						Nutzungsintens.
tiefgründig							baumannahmen
leicht							Abbau
mittel							natürl. Sukzess.
schwer							UMFELD
humusarm							Ackerld. Sonderk.
deutl. humus	x						Intens. Dextral.
humusreich							Intens. Forste
Torf							Städlungsgeb.
Hohhumus							Verkehrsfläch.
Verhagerung							Phytozönozen
Struktur B, S, K, M B90%, S 25%, K 85% M unter 2%							



Efd.Nr. 192
 ÖK Nr. 192
 Quadrant 2261/2

Koordinaten

Seehöhe ca. 330 m
 Datum VIII.81

Bearbeiter Otto + Zimmermann
 Kontrolle

FUNDPORT

Jürgen, Buelberg

GEOLOGIE
 Basalt

GEOMORPHOLOGIE
 Hanglage

STANDORT (Bezeichnung Codetafel)

1) Traubeneichenwald mit Niederwaldcharakter

Fläche, ha. 1 ha

PHYTOZÖNSEN

2) mesophilere Ausbildung

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fläche, %	40/60									
Exposition	S	S								
Beifunk	0	25	25							
Bewonnung										
Luftfeuchtigkeit										
BODEN										
flachgründig	X									
mittelgründig	X									
tiefgründig										
leicht										
mittel										
schwer										
humosarm										
deutl. humos										
humosreich										
Torf										
Rohhumus										
Verhäkerung										
Struktur B, S, K, M, H	: 60% (olbahl. H2) K: 75%									
	2) B : 85% K: 80%									

Wassergeh. St. Lokalklim.
 Grundw. beeinfl. Schadstoffbel.
 tags. beeinfl. Eutrophierung
 hochw. beeinfl. Ablagerungen
 neutral Betritt
 basenreich St. d. Fr. Holva.
 basenarm Neophyten
 nur oberf. vers. Nutzungselemente
 N-Gehalt erh. Baummaßnahmen
 BEWIRTSCHAFTUNG
 Wasserstandsänd. Abbau
 Düngung natürl. Sukzess.
 Mahd
 Beweidung
 Straumutzung
 Hochwald
 DEPHÄNDUNG
 Störung Mauerh.

36

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARE AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG LAD, PACHABT, Ib. RECHTE

Lfd. Nr. 1/81 Ok. Nr. 191 Quadrant 9160/3
 Koordinate 340 8 23. 7. 51
 Seehöhe 340 m
 Datum 23. 7. 51
 Bearbeiter Zährler
 Kontrolle
 PUNKT Metteradorf, Bez. Radkersburg Quartärterdöse
 GEOMORPHOLOGIE Fläche, ha.
 STANDORT (Bezeichnung Coßetafel)
 GEOLGIE
 PHYTOZÖNOSEN 1.) laubholzärmer Kiefernbestand
 2.) Carpinuswäldchen in Mulden

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fläche, %										
Exposition	0	0-10								St. Lokalklima
Neigung	10-20	0-30								Schadstoffbel.
Besonnung	X	X								Eutrophierung
Luftfeuchtigkeit										Abänderungen
BODEN										Betrieb
flächgründig	X									Storckfr. Holzsa.
mittlergründig		X								Neuphyten
tiefgründig										Nutzungsintens.
leicht										Baumaßnahmen
mittel	X	X								Abbau
schwer										natürl. Sukzess.
humid										UMFELD
humid-humosa	X	X								Ackerld. Sonderk.
humid-humosa										Intens. Grünl.
humid-humosa										Intens. Forste
Torf										Siedlungsgeb.
Humus										Verkehrsafläch.
Verfärbung										Phytoränosen

Struktur H, S, K, M
 Störung Wasserh.

ANF DER STEIERMARKISCHEN LANDESREGIERUNG LND, FACHABT. 16 HILFST. 37

FLURKARTIERUNG STEIERMARK ANF DER STEIERMARKISCHEN LANDESREGIERUNG LND, FACHABT. 16 HILFST. 37

Lfd. Nr. 192 Quidrant 9261/1 Koord. zonen Sechöhe 250 III Datum 26. 7. 51. Bearbeiter Köpfer Kontrolle

PUNDBY GEOLOGIE: GEOMORPHOLOGIE

Nr. Bodenken. Bez. Bodkategorie Auenboden 4 (Tauboden Nebengebiet)

STANDORT (Bezeichnung Code Tafel) Fläche, ha.

PHYTOZÖNONEN 1.) Schwarzzerlenbruchwald

2.) Saumgesellschaft

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Fläche, %						Vannergöh.						St. Lokalkilien				
Exposition						steile, beinfl.						Schadstoffbel.				
Neigung						lokw. beinfl.						Eutrophierung				
Luftfeuchtigkeit						hangw. beinfl.						Ablagerungen				
ROSEN						neutral						Beitritt				
flachgründig						basenreich						Stfortfr. Holzg.				
mittelgründig						basenarm						Neophyten				
tiefgründig						nur oberfl. vorh.						Nahrungskontak.				
leicht						K-Gehalt erh.						Baumabnahme				
mittel						BEWIRTSCHAFTUNG						Abbau				
schwer						Marsberglandsknd.						natürl. Sukzess.				
humid						Düngung						UMFELD				
deutl. humon.						Mahd						Ackerid. Sonderk.				
humoreich						Bewaldung						Intens. Grünl.				
Torf						Silvicultur						Jagdgr. Forste				
Bohhumus						Hochwald						Siedlungsgeb.				
Verhegerung						BEFÄHRDUNG						Verkehrsfläch.				
						Reifung Marschb.						Phytozönonen				

Struktur B, S, K, H

BIOGEOGRAPHISCHER STEIERMARK		AMT DER DIETERNÄHRISCHEN LANDESBESICHERUNG		LEB. PACHAUW. 10		RECHNUNGS. 36	
Lfd. Nr.	5K Nr.	Quadrant	Koordinaten	Seehöhe	Datum	Bearbeiter	Kontrolle
18/81	192	9261/1		240 m	26. 7. 81.	H. Zögner	
FUNDORT		GEOLOGIE		GEOGRAPHOLOGIE			
H. Badöcher, Bez. Radkersburg		Aussedimente (Talboden Nebengerinne)					
STANDORT (Bezeichnung Codetafel)							
PHYTOZOENEN. 1.) Entwässerungsgraben 2.) Schwarzerleubrunnwald							
3.) Heimbuchen - Eichenwald							
		1	2	3	4	5	
Fläche, %							St. Lokalklima
Exposition	-	-	-	-	-	-	Schadstoffbel.
Keilung							Nutrophierung
Benennung							Ablagerungen
Luftfeuchtigk.							Neutrall
BODEN							Störftr. Holm.
Flächenündigk.	x						Neophyten
mittleründigk.	x						Nutungsintens.
tiefgründigk.							Baumabnahme
leicht							Abbau
mittel	x						natürl. Sukzess.
schwer							UMFELD
humusarm							Ackerld. Sonderk.
deutl. humos	x						Intens. Grünl.
humusreich							Intens. Forste
Torf							Siedlungseff.
Humus							Verkehrsläch.
Verhegerung							Phytozoosen
Struktur B, S, K, M							
Stärke, Mauerb.							

Handwritten notes and signatures in the right margin of the page.

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARE ANT DER STEIERMARKISCHEN LANDESREGIERUNG LBP, FACHABT. 1b RECHTS 30

Lfd. Nr. BK Nr. Quidrent Koordnaten Seehöhe Datum Bearbeiter Kontrolle
 209 9261/3 ca. 217 m 20.5.1971 Otto Helmer

FUNDORT GEMORPHOLOGIE
 Unterab. Gds. Halbenrain Alluvium der Mur (Schneller hoch anstehend)
 STANDORT (Bezeichnung Code Tafel) Fläche, ha. 2000 m²

PHYTOZÖNOSEN Halbtrockenrasen

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fläche, %										
Exposition	eb.									
Relkung										
Beschattung										
Luftfeuchtigk.										
BODEN										
flachgründig	x									
mittelgründig										
tiefgründig										
leicht	x									
mittel										
schwer										
humusarm										
deutl. humon	x									
humusreich										
Torf										
Rohhumus										
Verhagerung										

Struktur B, S, X, M Krautschicht Deckung 90%

Wassergeh. Grundv. beeinfl. Lage, beeinfl. Hangs, beeinfl. neutral basenreich basenarm nur oberf. vers. N-Gehalt erh. BEWIRTSCHAFTUNG Wasserlandschaf. Düngung Mahd Beweidung Straußnutzung Hochwald GEFÄHRDUNG Störung, Vandalb.

St. Lokalklima Schwefelbel. Eutrophierung Abhagerungen Betritt Eiderfr. Holma. Flechthyten Naturschutzl. X Haunabnahmen Abbau natürl. Sukzess. UMFELD Ackerld, Sonderk. Intens. Dgrünl. X Intens. Forste Siedlungengeb. Verkehrsfläch. Phytozönosen

	1	2	3	4	5
<i>Bromus erectus</i>	+				
<i>Helictotrichon pubescens</i>	+				
<i>Poa ovina</i> AGGR.	+				
<i>Brachypodium pinnatum</i>	+				
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+				
<i>Trisetum flavescens</i>	+				
<i>Xoheria pyramidata</i>	+				
<i>Arrhenatherum elatius</i>	+				
<i>Brisa media</i>	+				
<i>Poa pratensis</i>	+				
<i>Luzula campestris</i>	+				
<i>Carex flacca</i>	+				
<i>Carex caryophylla</i>	+				
<i>Anthyllis vulneraria</i>	2				
<i>Salvia pratensis</i>	1				
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	1				
<i>Colchicum autumnale</i>	1				
<i>Leucanthemum ircutiense</i>	1				
<i>Leontodon hispidus</i>	1				
<i>Rhinanthus electrorolophus</i>	1				
<i>Rhinanthus minor</i>	1				
<i>Trifolium pratense</i>	+				
<i>Campanula patula</i>	+				
<i>Plantago media</i>	+				
<i>Ranunculus acris</i>	+				
<i>Ranunculus bulbosus</i>	+				
<i>Linum catharticum</i>	+				
<i>Caryum caryi</i>		+			
<i>Lolium corniculatum</i>		+			
<i>Polygonum vulgare</i>		+			
<i>Viola hirta</i>		+			
<i>Trifolium montanum</i>		+			
<i>Thymus serpyllum</i>		+			
<i>Rumex acetosa</i>		+			
<i>Sanguisorba officinalis</i>		+			
<i>Tragopogon orientalis</i>		+			
<i>Vicia cracca</i>		+			
<i>Pimpinella saxifraga</i>		+			
<i>Achillea collina</i>		+			
<i>Euphorbia esula</i>		+			
<i>Hypericum perforatum</i>		+			
<i>Cruciata glabra</i>		+			
<i>Trifolium repens</i>		+			
<i>Medicago lupulina</i>		+			
<i>Pastinaca sativa</i>		+			
<i>Oenothera biennis</i>		+			
<i>Veronica chamaedris</i>		+			
<i>Cerastium arvense</i>		+			
<i>Erantia arvensis</i>		+			
<i>Retinon officinalis</i>		+			
<i>Ornithogalum umbellatum</i>		+			
<i>Erigeron annuus</i>		+			
<i>Ulmus minor</i>		+			
<i>Quercus robur</i>		+			

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK AMT DER STEIERMARKISCHEN LANDESRREGIERUNG LBD, FACHABT. ID RECHT 40

Mfz. Nr. 209 OK Nr. 9261/4 Quadrant Q461/4 Koordinaten ca. 215 m Seehöhe ca. 20.5.1971 Datum 20.5.1971 Bearbeiter Q461/4 Kontrolle

FUNKORT Südwestlich Ort Halbenrain GEOLOGIE NEURTERENGRASSE GEOMORPHOLOGIE Fläche, ha. ca. 1000 m²

STANDORT (Berechnung Codetafel)

PHYTOZÖNÖSEM Pauchte Narkissenwiese in Waldnähe

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Fläche, %																
Exposition	eb.															
Neigung																
Benennung																
Luftfeuchtigk.																
BODEN																
flachgründig																
mittelgründig																
tiefgründig																
leicht																
mittel																
schwer																
humusarm																
deutl. humos																
humusreich																
Torf																
Hohhumus																
Verhagerung																

Struktur B,S,K,M Krautschicht: Deckung 95% Moosschicht 70% Deckung

St. Lokalklima
Schadstoffbel.
Eutrophierung
Ablagerungen
Betritt
Störtfr. Holza.
Neophyten
Nutzungsintens.
FaunaBremen
Abbau
natürl. Sukzess.
UMFELD
Ackerld. Sonderk.
Intens. Dgrünl.
Intens. Forste
Stadlunggeb.
Verkehrsfäch.
Phytozönosen

Die Vegetationsverhältnisse in der Drauchenniederung

Dr. H. Otto

Die ersten pflanzensoziologischen Aufnahmen aus der Drauchenniederung datieren von der zweiten Junihälfte 1971. Damals wurden neben einer Liste der Gefäßpflanzen und einigen Waldaufnahmen gemeinsam mit Univ.-Prof. Dr. H. Teppner vom Botanischen Institut der Universität Graz sieben Wiesenaufnahmen erstellt, die repräsentative Standorte im Grünland erfassen sollten. Neben dem Drauchendbach bestand damals ein, wie dieser von Baumreihen und Baumgruppen gesäumter, streckenweise verfallener Vorfluter etwa in der Tiefenlinie und überdies ein lockeres Netz größtenteils verwachsener, offener Abzuggräben in den häufiger überstauten Bereichen.

In den tiefsten Teilen der Niederung befand sich, angrenzend an Schwarzerlenforste, die fast Bruchwäldcharakter hatten, ein Großseggenröhricht mit *Carex riparia*, der Ufer-Segge, *Carex gracilis*, der Zierlichen Segge, *Iris pseudacorus*, der Wasserschwertlilie und *Typha latifolia*, dem Breitblättrigen Rohrkolben. Entlang der Abzuggräben siedelt neben der Wasserschwertlilie und den üblichen Seggen und Binsen ein südliches Florenelement, nämlich *Succisella inflexa*, der Südliche Teufelsabbis. Auf größeren Flächen, anschließend an das Großseggenröhricht, dominierten damals Bestände von *Cirsium rivulare*, der Bach-Kratzdistel, von Kleinseggen, Kriechendem Hahnenfuß und Schwedenklee, vermengt mit Pfeifengras und dem Spreiz-Klee, einer gelben Kleeart mit dem wissenschaftlichen Namen *Trifolium patens*, die ebenfalls ein südliches Areal hat. Dieses reicht vom Donautal bei Belgrad und Drautal bis in das südliche Burgenland und das südliche steirische Vorland. Diese Pflanze hat sich in den letzten Jahren vor allem auf entwässerten Gleyböden stark ausgebreitet und tritt immer häufiger nach dem ersten Schnitt aspektbildend auf.

Den flächenmäßig größten Teil des offenen Geländes der Drauchenniederung nahmen Fuchsschwanz-Pfeifengraswiesen ein. Das Pfei-

fengras dominiert auf den flachkonkaven, der Wiesen-Fuchsschwanz auf den flachkonvexen Abschnitten des optisch fast gleichmäßig verlaufenden Terrains. Die Fuchsschwanz-Pfeifengraswiesen haben sich seit dem Neubau des Vorfluters um die Mitte dieses Jahrzehnts am stärksten verändert. Mag sein, daß das Trockenjahr 1976 den Prozeß beschleunigt hat.

Am Profilstandort überwogen 1971 unter den Gräsern der Wiesen-Schwengel, das Wollige Honiggras, das Ruchgras und der Wiesen-Fuchsschwanz. Das Pfeifengras trat zurück, der Schaf-Schwengel war schwach vertreten.

Unter den Leguminosen, die insgesamt eher schwach vertreten waren, wurden neben der Wiesen-Blatterbse der Wiesen-, der Weiß-Klee und der erwähnte Spreiz-Klee vermerkt. Von den übrigen Kräutern seien der Scharfe und der Gold-Rahnenfuß, der Echte Eiest, die Herbstzeitlose, der Große Wiesenknopf und das damals nur in geringer Zahl vertretene Echte Labkraut erwähnt. Hervorzuheben ist weiters das Vorkommen der Wilden Narzisse, *Narcissus stellaris*, die im Spätfrühjahr im Raum Radkersburg keineswegs selten ist und in der Drauchenniederung an den Waldrändern und in den tieferen Teilen noch immer Deckungswerte bis 3 erreicht.

Seither hat der Schaf-Schwengel unter den Gräsern die Dominanz übernommen; unter den Kräutern haben der Große Wiesenknopf und das Echte Labkraut ihren Deckungswert deutlich erhöht. In den Pfeifengrasbeständen ist der Schaf-Schwengel nunmehr deutlich vertreten, ebenso im Bereich des Flußdammes.

In der beiliegenden, gekürzten Übersichtstabelle ist neben dem Profilstandort auch ein Vergleichsstandort auf dem Flußdamm mit zwei Aufnahmen, die zeitlich sieben Jahre auseinanderliegen, charakterisiert. Der Massenertrag der Bestände um den Profilstandort war im heurigen Juni auffallend gering, obwohl das ganze Frühjahr feuchte Witterung herrschte.

Die Waldbestände der Drauchenniederung sind reine Laubwälder, in denen die Stieleiche, die Hainbuche und an nassen Standorten

die Schwarzerle dominieren. Bei den Eichen-Hainbuchenwäldern kann man eine Sternmieren-reiche, eine krautreiche und eine Seegrass-reiche Ausbildung unterscheiden. Sämtliche Bestände zeichnen sich sowohl bei den krautigen Pflanzen als auch bei den Holgewächsen gegenüber Vergleichsgesellschaften im übrigen Vorland der Steiermark durch hohe Artenzahlen aus. Hervorgehoben seien in den krautreichen Beständen die Hecken-Nießwurz (*Helleborus dumetorum*), das Weiche Lungenkraut (*Pulmonaria mollissima*) und der Türkenbund (*Lilium martagon*). Bei den Beständen entlang des neu angelegten Vorfluters, die unter starkem Seitenlichteinfall zu sichtlicher Verhegerung neigen, wurden seit 1974 die Waldkräuter vom Hain-Wachtelweizen (*Melanopyrum nemorosum*) verdrängt.

Verkürzte Tabelle, Deckungswerte nach Braun-Blanquet (+, 1-5)

	Profilstandort		Flußdamm	
	1971	1978	1971	1978
Gräser:				
<i>Holcus arundinacea</i> , Pfeifengras	1	1	1	1
<i>Alopecurus pratensis</i> , Wiesen- fuchsschwanz	2	2	2	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i> , Gem. Ruchgras	2	2	2	2
<i>Cynosurus cristatus</i> , Kammgas	1	+	2	+
<i>Bolcus lanatus</i> , Wolliges Honiggras	3	2	2	3
<i>Festuca pratensis</i> , Wiesen-Schwingel	3	2	3	2
<i>Festuca ovina</i> ssg., Schaf-Schwingel	1	4	+	1
<i>Arrhenatherum elatius</i> , Glatthafer			3	2
<i>Helictotrichon pubescens</i> , Fleumhafer			3	2
<i>Dactylis glomerata</i> , Knautgras			2	+
Leguminosen:				
<i>Lathyrus pratensis</i> , Wiesen-Blatterbse	1	2	2	1
<i>Trifolium pratense</i> , Roter Wiesenklce	1	+	2	1
<i>Trifolium repens</i> , Weißer Klee	1	1	+	1
<i>Trifolium patens</i> , Spreiz-Klee	1	1	+	1
<i>Trifolium hybridum</i> , Bastard-Klee	1	1		
Kräuter:				
<i>Betonica officinalis</i> , Echter Ziest	2	2	+	+
<i>Ranunculus acris</i> , Scharfer Hahnenfuß	2	1	+	2
<i>Ranunculus auricomus</i> , Gold-Hahnenfuß	+	1		
<i>Ranunculus repens</i> , Kriechender H.	1	1		
<i>Sanguisorba officinalis</i> , Gr. Wiesen- knopf	1	2	3	2
<i>Galium verum</i> , Echtes Labkraut	+	2	2	2
<i>Thymianthus minor</i> , Kleiner Klappertopf	+	1	+	2
<i>Colchicum autumnale</i> , Herbstzeitlose	1	1	1	1

PFLANZENSOZIOLOGISCHE AUFNAHMEN
IM REICH DER "DRAUCHENER WIASEN" (1971)

Pflanzengesellschaft	Feuchtigkeit	Aufn.Nr.	Fläche					
Großseggensumpf, zentraler Teil	sehr naß, häufig überflutet	1	200 m ²					
Großseggensumpf, Randbereich	naß, oft überflutet	2	300 m ²					
Seggenröhricht im Bereich von Abzugsrähen	naß, häufige Wasserführung	3	1 x 20 m					
Sumpfdistelwiese	naß, gelegentlich übersteut	4	500 m ²					
Fuchschwanzwiese, Facies mit <i>Trifolium patens</i> und <i>T. ochroleucum</i>	wechselfeucht, Überwiegen d. feuchten Phase	5	500 m ²					
Fuchschwanzwiese, typische Facies	wechselfeucht (Durchschnitt)	6	800 m ²					
Fuchschwanz-Fleischhaferwiese (Flußdamm)	mäßig feucht bis mäßig trocken	7	1500 m ²					
		1	2	3	4	5	6	7
<i>Carex riparia</i>	5.5							
<i>Typha latifolia</i>	1.2							
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+							
<i>Carex vesicaria</i>	+							
<i>Cirium oleraceum</i>	+							
<i>Lysimachia vulgaris</i>	+							
<i>Stachys palustris</i>	+							
<i>Symphytum officinale</i>	+							
<i>Thalictrum lucidum</i>	+							
<i>Filipendula ulmaria</i>	1.1	+	1.2					
<i>Iris pseudacorus</i>	1.1	+	1.1					
<i>Rumex crispus</i>	+						++	
<i>Juncus acutus</i>	+							
<i>Poa trivialis</i>	+							
<i>Carex gracilis</i>	4.5	2.2						
<i>Juncus effusus</i>	2.4	2.2						
<i>Ranunculus flammula</i>	1.2	1.1	+					
<i>Lysimachia nummularia</i>	1.2	+	1.2					
<i>Carex nigra</i>	+		+					
<i>Lythrum salicaria</i>	+		+					
<i>Galium palustre</i>	1.1	1.1	1.1	+				
<i>Myosotis palustris</i>	+	+	+	+				
<i>Cirsium rivulare</i>	1.1		4.4	+				
<i>Frustraria vulgaris</i>	+		2.3	1.1				
<i>Ranunculus repens</i>	1.2	2.4	+	1.2	+			
<i>Lotus corniculatus</i>	1.1		2.2	1.1	1.2			
<i>Trifolium hybridum</i>	1.1		1.1	+	1.1			
<i>Phleum pratense</i>	+		+	+	+			

	2	3	4	5	6	7
<i>Dactylis glomerata</i>	+					2.4
<i>Alopecurus pratensis</i>	+	1.2	+	1.2	2.5	1.2
<i>Agrostis alba</i> aggr.	+	1.2	+	1.2	1.1	+3
<i>Trifolium pratense</i>	+	1.1	2.4	3.5	1.2	+
<i>Holcus lanatus</i>	+	+	1.2	2.3	3.9	2.2
<i>Lathyrus pratensis</i>	+	+	1.1	+	1.2	2.4
<i>Sanguisorba officinalis</i>	+	+	+	+	1.3	3.3
<i>Lycnis floer-cuculi</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Succowella inflexa</i>		1.3				
<i>Carex panicea</i>		1.1				
<i>Gratiola officinalis</i>		+				
<i>Veronica scutellata</i>		+				
<i>Carex vulpina</i>		1.1	+			
<i>Cardamine pratensis</i>		+	+	+		
<i>Leontodon autumnalis</i>		+		+		
<i>Molinia arundinacea</i>		+	4.5	3.4	1.2	
<i>Succisa pratensis</i>		+	1.1	3.2	+	+
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		+	1.1	+	2.5	2.3
<i>Carex flava</i>			1.2			
<i>Carex tomentosa</i>			1.1			
<i>Potentilla reptans</i>			+			
<i>Hardus stricta</i>			1.3	2.2		
<i>Potentilla erecta</i>			1.1	+		
<i>Senecio jacobaeae</i> aggr.			+	+		
<i>Trifolium dubium</i>			+	+		
<i>Stegänzia decumbens</i>			+	2.7		
<i>Juncus conglomeratus</i>			2.3		+	
<i>Centaurea vohlinensis</i>			+		+	
<i>Ranunculus auricomus</i>			+		+	
<i>Centaurea jacea</i> aggr.			+	+		1.3
<i>Cynosurus cristatus</i>			2.2	1.1	1.1	2.3
<i>Ranunculus acris</i>			1.1	1.3	2.4	2.4
<i>Briet media</i>			1.1	+	2.1	+
<i>Trifolium repens</i>			+	2.3	1.2	+2
<i>Plantago lanceolata</i>			+	1.2	+	1.2
<i>Festuca pratensis</i>			+	1.1	3.5	3.3
<i>Trifolium pratense</i>			+	1.1	1.1	2.4
<i>Leontodon hispidus</i>			+	+	2.2	2.3
<i>Tragopogon orientalis</i>			+	+	+	+
<i>Helianthus minor</i>			+		+	+3
<i>Gerastium holostecoides</i>			+		+	+
<i>Campanula patula</i>			+		+	+
<i>Duphrasia rostkoviiana</i>			+		+	+
<i>Stellaria graminea</i>			+		+	+
<i>Carex hirta</i>			+			+
<i>Deschampsia cespitosa</i>				1.1		
<i>Trifolium ochroleucum</i>				+3		
<i>Galium verum</i>				+	+2	2.3
<i>Festuca ovina</i>				+	1.2	+

	1	2	3	4	5	6	7
<i>Pimpinella major</i>						+	1.3
<i>Knautia arvensis</i>						+	1.1
<i>Colchicum autumnale</i>						1.1	1.1
<i>Achillea millefolium</i>						+3	+3
<i>Daucus carota</i>						+	+
<i>Leucanthemum vulgare agg.</i>						+	+
<i>Polygala comosa</i>						+	+
<i>Narcissus stellaris</i>						+	+
<i>Rumex acetosa</i>						+	+
<i>Arrhenatherum elatius</i>							5.3
<i>Helictotrichon pubescens</i>							3.3
<i>Salvia pratensis</i>							+2
<i>Centaurea macrocarpa</i>							+
<i>Convolvulus arvensis</i>							+
<i>Hianthus deltoides</i>							+
<i>Galium album</i>							+
<i>Pastinaca sativa</i>							+
<i>Trisetum flavescens</i>							+

Beilagen VEGETATION

1 a,b): Vegetationskarte: (aktuelle) Vegetation
des Bezirkes Radkersburg, 1 : 25 000

2: Auwaldkartierungen:

- a) Mur-Auen, Bereich zwischen Sträß und Murëck,
1 : 10 000
- b) Mur-Auen, Bereich Gosdorf, 1 : 10 000
- c) Mettersdorf am Saßbach, Auwaldreste am Saßbach,
1 : 5 000



Forschungsgesellschaft Joanneum

GRAZ-Burg

E N D B E R I C H T

1882

Untersuchung der geothermischen Verhältnisse im Verwallgebirge
Säbischberg

Graz, 1882-02-02

Dr. W. F. SÄBISCH, Projektleiter

Dr. KANWIG, Mitbearbeiter

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung

1. Geologische Übersicht

1.1. Allgemeines

1.2. Der vortertiäre Beckenuntergrund, seine lithologische Ausbildung und Morphologie

1.3. Die tertiäre Beckenfüllung

1.3.1. Oligozän

1.3.2. Karpaten

1.3.3. Sarmatien

1.3.4. Eozän

1.3.5. Pannonien

1.3.6. Der jungtertiäre Vulkanismus

2. Hydrochemie

2.1. Das Kationenverhältnis $Na^+ + K^+ : Ca^{++} : Mg^{++}$

2.2. Das Verhältnis $Na^+ + K^+ : Cl^-$

2.3. Der Gehalt an freier Kohlensäure

2.4. Interpretation der Ergebnisse der chemischen Analysen

2.5. Der Zusammenhang zwischen freiem CO_2 , tektonischen Bruchzonen und jungen Vulkaniten

3. Die geothermischen Verhältnisse

3.1. Temperaturmessungen an artesischen Brunnen

3.1.1. Ausdehnungskraft der Ausflusstemperaturen artesischer Wässer

3.1.2. T-Log an artesischen Brunnen

3.1.3. Beschreibung der zur Ermittlung der geothermischen Tiefenstufe herangezogenen T-Logs

3.1.4. Berechnung der geothermischen Tiefenstufe anhand der Basis-temperaturen dieser artesischen Brunnen

3.1.5. Nicht in die Berechnung einbezogene Meßwerte

3.2. Die Berechnung der geothermischen Tiefenstufe aus Messungen an Temperatursonden mit stehender Wassersäule

3.3. Das Temperaturlog der Tiefbohrung Refkerstung 2

3.4. Zusammenfassende Betrachtung der Ergebnisse der Temperaturmessungen

3-5. Die Anwendung von chemischen Geothermometern für die
Berechnung von Primärtemperaturen im Untergrund (J.E. GOLDBRONNER)

4. Die Therma Radkersburg

4.1. Allgemeines

4.2. Zur Genese des Thermalwassers aufgrund seiner chemischen Zusammen-
setzung

3. Ausblicke auf die Nutzung geothermaler Energie im Verwaltungsbezirk
Radkersburg

Literatur

Kurzfassung

Vorbemerkung

Mit dem Vertrag vom 1980-11-28 (Begleitschreiben Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, Aktenzahl A4.300/St./2-24/80) wurde die Forschungsgesellschaft Joanneum, Graz-Burg, durch das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung vertraglich verpflichtet, eine "Untersuchung der geothermischen Verhältnisse im Verwaltungsbezirk Radkersburg" durchzuführen. Mit den Arbeiten wurde das Institut für Geothermie und Hydrogeologie am Forschungszentrum Graz betraut. Der Vertrag sieht die Erstellung eines Endberichtes vor, der hiermit vorgelegt wird. Ein Zwischenbericht über die laufenden Arbeiten wurde dem Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung Ende Juli 1981 übermittelt.

Für die Überlassung von Unterlagen sind wir der Geologischen Bundesanstalt (Dir. Prof. Dr. F. SOMMER), der Stadtgemeinde Radkersburg (Bürgermeister A. MERLINO) und der Brunnenvverwaltungsgesellschaft Deutsch Goritz, Kern & Co. OHG (K&B SCHWABER) zu Dank verpflichtet.

1. Geologische Übersicht

1.1. Allgemeines

Das oststeirische Tertiärbecken wird durch mehrere markante Grundgebirgsschwellen in eine ganze Reihe von Teiltrüben zerlegt. Der Verwaltungsbezirk Radkersburg selbst liegt im wesentlichen im Bereich des "Gnaser Beckens", das im Westen durch die Gausalschwelle und im Osten durch die Südburgenländische Schwelle begrenzt wird. Diese Strukturelemente sind durch paläozoische Inselberge markiert, die aus der Tertiärbedeckung herausragen. Diese Schwellen trennen Teiltrübe mit unterschiedlichen Absenkungstiefen voneinander ab.

Bezüglich des geologischen Aufbaues dieser Becken geben H. FLÜSSEL & H. MERITSCH (1968), K. KOLLMANN (1964, 1980) erschöpfende Auskunft. In diesem Kapitel wird daher die Geologie nur soweit behandelt, als sie für das Verständnis der durchgeführten Untersuchungen von Bedeutung ist.

Im Verwaltungsbereich Radkersburg selbst wurde eine größere Anzahl von zumeist Erdölerkundungsbohrungen niedergebracht, so daß der Aufbau der tertiären Beckenfüllung sowie die Tiefenlage des vortertiären Grundgebirges und seine lithologische Ausbildung in groben Zügen bekannt sind. Tab. 1 zeigt eine Übersicht der vorhandenen Tiefbohrungen (Lage s. Beil. 1).

Tab. 1: Die Tiefbohrungen im Bezirk Radkersburg.

	abgeteuft von	Endtiefe (m)	Mesozoikum (m)	Paläozoikum (m)	Kristallin (m)
St. Peter 1	ÖMV 1978	902	-	833 - 992	-
Miersdorf 1	ÖMV 1978	1962	-	-	1792 - 1942
Michla 1	ÖMV 1978	1818	-	1698 - 1795	1795 - 1818
St. Nikolai 1	ÖMV 1978	1175	-	1222 - 1275	
*Radochen 1	ÖMV 1981	967	-	ab ca. 350 m	erreicht
Ferbersdorf 1	van SICKLE 1953	1477	-	1470 - 1477	
Radkersburg X 2	Stadtgemein- de Radkersbg. 1977	1930	1778 - 1885	1885 - 1930	
Mureck 1	WISTERSWALL 1942	1188	im Karpat eingestellt		

*Über die TB Radochen liegen noch keine schriftlichen Angaben vor.

1.2. Der vortertiäre Beckenuntergrund, seine lithologische Ausbildung und Morphologie

Aufgrund der Ergebnisse der Tiefbohrstätigkeit läßt sich der geologische Aufbau des Untersuchungsgebietes punktförmig erfassen. Flächenhafte Untersuchungen, wie sie die Geophysik bietet, wurden in den letzten Jahren von der Erdölindustrie vermutlich weitreichend durchgeführt; diese wichtigen Unterlagen standen allerdings für die Durchführung dieses Projektes nicht zur Verfügung.

Für die Interpretation der tektonischen Verhältnisse standen somit nur ältere Untersuchungen zur Verfügung, von denen als wichtigste die geomagnetischen Messungen von K. FORBERGER & K. METZ (1939) und einige Hinweise aus dem Untersuchungsprogramm der Fa. R.K. von SICKLE (1952-1955) zur Verfügung standen. Wie die später abgetauften Tiefbohrungen aber zeigen, sind die eingangs erwähnten Messungen mit einigen Unsicherheiten behaftet, auch die Korrelation der Formationsgrenzen zwischen diesen Tiefbohrungen ist ohne zusammenhängende neuere geophysikalische Untersuchungen problematisch.

Aufgrund der geomagnetischen Messungen (K. FORBERGER & K. METZ, 1939) kann angenommen werden, daß das Grundgebirge etwa entlang der SW-NE verlaufenden Linie Pichla-B. Mureck (Tiefbohrung) - Dürnbach steil gegen NW ansteigt. In dieser Hochzone liegt die Tiefbohrung St. Peter I, die das Grundgebirge bereits in 813 m Tiefe erreicht. Die Tiefbohrung Wiersdorf I, die den kristallinen Untergrund in 1792 m Tiefe aufschließt, liegt bereits am Nordwestabfall dieser Schwelle.

Südlich und südöstlich dieser Linie sind die größten Beckentiefen mit Sedimentmächtigkeiten bis zu ca. 2000 m vorhanden.

Dieser Trog wird zwischen Weixelbaum und Radochén durch die Südburgenländische Schwelle in zwei Teilbecken zerlegt. Aufgrund der Untersuchungen der Fa. R.K. von SICKLE in den Jahren 1952-1955 kann angenommen werden, daß sich die Südburgenländische Schwelle im Bereich der Mut knapp westlich von Weixelbaum bis 600 - 700 m unter die Geländeoberkante erhebt. Sie steigt gegen NE allmählich an und taucht im Raume von St. Anna am Aigen als paläozoische Grundgebirgsinsel aus der Tertiärbedeckung auf. Die Tiefbohrung Radochén I trifft paläozoische Phyllite bereits in einer Tiefe von ca. 350 m an. Das östlich der Südburgenländischen Schwelle gelegene Teilbecken erreicht etwa 2 km nördlich von Radkersburg mit Tertiärmächtigkeiten von knapp über 200 m die größten Beckentiefen.

Die Bohrung Murška Sobota, die 1942 auf jugoslawischem Gebiet niedergebracht wurde, befindet sich ca. 15 km östlich von Radkersburg und erreicht

den Gneis des Untergrundes bei einer Tiefe von 790 m. Sie liegt somit auf der Gegenflanke der Radkersburger Senke.

Bei einer großräumigen Betrachtung aller in der Oststeiermark abgeteufte Tiefbohrungen zeichnet sich ab, daß die Verbreitung paläozoischer Gesteine im Beckenuntergrund überraschend groß ist, und das Gesteine, wie wir sie aus dem Grazer Paläozoikum kennen, sich ohne größere Unterbrechung bis über die Südburgenländische Schwelle nach Osten fortsetzen. Während allerdings nördlich des Untersuchungsgebietes der vortertiäre Beckenuntergrund zumindest teilweise aus karbonatischen Gesteinen aufgebaut wird, herrscht im Süden eine phyllitische Fazies vor. Diese wurde im Bezirk Radkersburg durch die Aufschlußbohrungen Herbarsdorf 1, St. Peter 1, Pichla 1, St. Nikolai 1 und Radochan 1 nachgewiesen (s. Tab. 1). Die Mächtigkeit dieser Serie ist starken Schwankungen unterworfen.

Während in der Bohrung Mierendorf 1 unter dem Tertiär bereits Granatglimmerschiefer angefahren wurden, durchstörte die Bohrung Radochan 1 ca. 650 m paläozoische Phyllite ehe sie den kristallinen Untergrund in 997 m antraf.

Mesozoische Gesteine konnten bisher nur in der Thermalwasserbohrung Radkersburg 2 in Form von Triasdolomiten und Werfener Schichten (nach K. KOLLMANN, 1980) zwischen 1778 und 1885 m über paläozoischen Phylliten angefahren werden.

Es könnte sich bei diesen Dolomiten um die Fortsetzung des z.T. über 100 km breiten mesozoischen Zuges handeln, der die ungarische Tiefebene mit SW-NE-Strichen im Beckenuntergrund durchzieht (V. DANK & F. J. IRÁNYI-SÁVAL, 1967) und der nördlich des Plattensees auf breiter Front aufgeschlossen ist. Kartennah ist dieser auf ungarischer Seite bis an die jugoslawische Staatsgrenze erfaßt. Eine Verbindung zu der in Radkersburg erbohrten Trias läßt sich durch die Ergebnisse einer Tiefbohrung in Jugoslawien herstellen, die altersgleiche Dolomite im Beckenuntergrund antraf (freundliche, mündliche Mitteilung von A. KRÖLL, 1982).

An der Sausaltschwelle und entlang der Südburgenländischen Schwelle tritt der paläozoische Untergrund, ebenfalls in phyllitischer Fazies, stellenweise aus der tertiären Lockergesteinsüberlagerung hervor. Er bildet im Untersuchungsgebiet die Grundgebirgsinsel des Stadlberges bei St. Anna am Aigen (s. Beil. 1).

1.3. Die tertiäre Beckenfüllung:

Die Schichtfolge der tertiären Beckenfüllung reicht vom Ottnangien bis in das Pannonien, wobei sich zwei tektonische Stockwerke unterscheiden. Das tiefere umfaßt die Sedimente des Ottnangien und Karpatien, die während der Steirischen Gebirgsbildungsphase verstellt und gefaltet wurden. Gleichzeitig kam es zu einer teilweisen Abtragung der karpatischen Sedimentabfolge, so daß das Badenien mit einer flachen Winkeldiskordanz über das entstandene Relief transgrediert.

Fig. 1 zeigt die schematische Darstellung der tertiären Schichtabfolge nach K. KOLLMANN (1930),

1.3.1. Ottnangien

Diese ältesten Schichtglieder sind in den tieferen Muldenbereichen durch Rotlehme, bituminöse Mergel und Mergelsandsteine vertreten. Sie wurden durchwegs unter Festlandbedingungen im Süßwasser abgelagert. Darüber folgt eine konglomeratreiche Serie in Wechsellagerung mit Tonmergel- und Mergelsteinen.

1.3.2. Karpatien

In seinen Liegendanteilen treten noch reichlich Konglomerate auf, darüber folgen in tonigen Ablagerungen erstmals marine Fossilien. In diese Zeit fällt auch der Beginn der miozänen Vulkanitätigkeit. Beide Ereignisse können mit den tektonischen Krustenbewegungen der einsetzenden Steirischen Gebirgsbildungsphase in Zusammenhang gebracht werden.

1.3.3. Badenien

Die am Westrand des Untersuchungsgebietes noch relativ häufigen marinen Lithothamnienkalke kellen beckenwärts (gegen Osten) aus und gehen in Tonmergel und sandige Tonmergel mit Sandsteinzwischenlagen über. Im unteren Badenien klingt auch der miozäne Vulkanismus aus.

1.3.4. Sarmatien

Petrographisch wird das Sarmatien aus stark sandigen Tonmergeln und Tonen aufgebaut, in die zahlreiche Sand- und Kieslagen eingebettet sind. Sie bilden zahlreiche Aquifere, aus denen die meisten vorhandenen artesischen Brunnen ihr Wasser erschöpfen.

PLEISTOZÄN		QUARTÄR			
PÜCCIAN	PANNON	DAZ		Schotter, Sande und Tuffe	0-200m
		Ober-		Lehm, Sande, Schotter, Ligulit	0-2
		Mittel-			0-2
		Unter-		Schotter - Kirschberger N. Kofensgraben N. Tonmergel, Ligulit	0-500m
MIOZÄN	SARMAT	Ober- und Mittel-		Cochemer Kalksandstein, Tonmergel, Sande, Braunkohle, "karsthafter Schotter"	0-750m
		Unter-		Tonmergel, Sande, Schotter, Braunkohle	0-300m
	BADEN	Ober-		Tonmergel, Sandstein	0-150m
		Mittel-		Konglomerate, Tonmergel, Nummulitenkalk, Sandsteine	0-500m
		Unter-		Nummulitenkalk, Tonmergel, Sandstein, Basalkonglomerat, Vulkanite, Löss und Tuffe	0-160m
	KARPAT "Obersteier"			Konglomerate, Sandsteine, Löss und Tuffe, Tonmergel und Sandsteine, "Tonmergelgruppe"	0-250m
				Konglomerate, Sandsteine, Tonmergel, Röhrlime, Löss und Tuffe, Opalle	0-200m Vulkanitgest. 0-100m
	GEMANG "Niedersteier"			Mergelsandsteine, Tonmergel, Sandsteine	0-160m
			Braun- und Mergel, Sandsteine	0-65m	
			Brakien, carbonatische Tonsteine, Sandsteine	0-60m	
PALÄOZOIKUM	DEVON	Unter- bis Mittel-		Calamine und Sandsteine	0-45m
		Unter Devon - So Ordovicium		Tonschiefer und Phylite, Sphäroschiefer	0-275m
KRISTALLIN METAMORPHER UNTERGRUND			M, L, M, + M	Grünlith, Amphibolit, Marmor	e

Fig. 1: Schematische Darstellung der vertikalen Schichtabfolge im Oststeirischen Becken (aus K. KOLLMANN, 1980)

Lokal treten auch Kalke und Kalksandsteine sowie Lignitflöze auf. Der Fossilgehalt dieser Sedimente spricht bereits für brackische Ablagerungsbedingungen.

1.3.5. Pannonien

Diese Formation ist durch Tonmergel, Sande und Schotter in mehrfacher Wechsellagerung charakterisiert.

Sie die geologische Karte (Beil. 1) zeigt, ist das Badenien auf das westliche Untersuchungsgebiet beschränkt. Gegen Osten schließen die sarmatischen Sedimente an. Pannonien tritt nur kleinstufig um Radkersburg und im Bereich der abdburgenländischen Schwelle auf. Karpatien und Ostungrien sind durchwegs von jüngeren Lockergesteinen überlagert.

1.3.6. Der jungtertiäre Vulkanismus

Im Untersuchungsgebiet sind jungtertiäre Vulkanite sowohl oberflächlich aufgeschlossen, als auch unter einer tertiären Lockergesteinsbedeckung bekannt. Sie wurden in zwei zeitlich voneinander getrennten Phasen gefördert.

Miozäne Phase

Alteramäßig lassen sich ihre Gesteine in das Helvetien bis Unterbadanien einzeilen. Im Untersuchungsgebiet ist dieser miozäne Vulkanismus oberflächlich nicht aufgeschlossen. Er tritt erst im Raum Gleichenberg anstehend als Trachyandesit, Trachyt und Quarztrachyt auf. Es sind somit saure Vulkanite, die durchwegs eine starke Kaliumbetonung aufweisen.

Aus geomagnetischen Messungen (M. TOPEČEK, 1947) kann geschlossen werden, daß diese sauren Vulkanite unter der Tertiärbedeckung eine ganz beträchtliche Ausdehnung haben müssen. Der Gleichenberger Kogel stellt demnach nur den Gipfelbereich eines gewaltigen Schildvulkanen mit einem Durchmesser von ca. 15 - 20 km dar.

Ein weiterer, völlig von jüngeren Sedimenten überlagert Vulkan liegt im Westen des Untersuchungsgebietes mit dem Zentrum bei Landorf. Die Verbreitung dieses auch geomagnetisch erfaßten Schildvulkanen konnte auch durch die abgeteufften Tiefbohrungen nachgewiesen werden. Petrographische Untersuchungen von Vulkaniten aus den Erdölprospektionsbohrungen St. Peter I, Wiersdorf I und St. Nikolai I (H. HERITSCH, 1979) zeigen, daß es sich bei diesen Gesteinen ebenfalls um Trachyte und verwandte Gesteine handelt, die zum Teil hydrothermal bereits stark umgewandelt sein können.

Daß pliocäne Vulkanite auch noch südlich des Ländorfer Vulkangebietes (Abgrenzung nach X. KOLLMANN, 1966, s. Seil. 1) vorkommen, zeigen A. HAUSER & J. KAPANEK (1953), die solche aus Bohrungen zwischen Mureck und Retznei (im Westen, außerhalb des Arbeitsgebietes) erwähnen. Die Autoren beziehen sich hierbei vermutlich auf die Maschinenbohrungen der Fa. von SICHEL (1952 - 1953, vgl. Kap. 2.4.).

Pliozäne Phase

Die im Arbeitsgebiet zwischen Klöch und Straden aufgeschlossenen vulkanischen Gesteine gehören durchwegs der pliocänen Phase an. Es sind Schloten und Spaltenfüllungen von geringen Durchmessern (pipes), die aus diesem Grund auch wahrscheinlich nie in Tiefbohrungen angefahren werden konnten, obwohl sie vermutlich stets in engem Kontakt mit der älteren Eruptionsphase stehen.

Petrographisch handelt es sich um Sialgesteine wie Nephelinbasanite und Nephelinite mit starker Natriumbetonung.

2. Hydrochemie

In Zuge einer Neuaufnahme der artesischen Brunnen im Verwaltungsbezirk Badkersburg wurden von 104 ausgewählten Wässern Proben entnommen und im Labor die wichtigsten chemischen Parameter (Kationen: Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , Li^+ , Sr^{++} ; Anionen: HCO_3^- , Cl^- , NO_2^- , SO_4^{--} sowie SiO_2) bestimmt.

Anlässlich einer 1976 von der Steiermärkischen Landesregierung durchgeführten Arteseraufnahme erfolgte auch eine Bestimmung der freien Kohlensäure. Diese Werte wurden nach einer Stichprobenkontrolle übernommen und komplettiert.

Die Untersuchungen wurden im Hinblick auf folgende Problemstellungen durchgeführt:

1. zur Überprüfung der Möglichkeit für die Berechnung von chemischen Geothermometern,
2. um weitreichendere Erkenntnisse über die geologischen Verhältnisse zu gewinnen,
3. um etwaige Rückschlüsse auf das Einzugsgebiet der Thermo Badkersburg ziehen zu können.

Die ermittelten chemischen Parameter (in mg/l) sind in Tab. 2 zusammengestellt; die Brunnennummern beziehen sich auf Inventarnummern der Artesierkartei des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung (Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung) und der Vereinigung für hydrogeologische Forschungen in Graz.

Weiters wurden auch im Untersuchungsgebiet vorhandene Mineralwässer erfasst (Tab. 3). Diese Analysenwerte beziehen sich auf Verksangaben bzw. auf W. CARLZ (1975).

2.1. Das Kationenverhältnis $\text{Na}^+ + \text{K}^+ : \text{Ca}^{++} : \text{Mg}^{++}$

Vorerst sei bemerkt, das K^+ in Bezug auf die Verhältnisse dieser vier Kationen durchwegs weniger als 1 mval/l beträgt und somit die Summe $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ praktisch dem Na^+ -Gehalt gleichzusetzen ist. Aus der Darstellung der mval/l-Gehalte im Kationendreieck (Fig. 2) ergibt sich eine ganz auffallende Gruppierung:

1. Wässer mit ganz außergewöhnlich hohen Na^+ -Gehalten, bei denen dieser im Extremfall bis zu 98 mval/l betragen kann (Brunnen 759). In diese Gruppe gehört auch das Thermalwasser, das aus der Tiefbohrung Badkersburg 2 erschvortet wird.
2. Wässer mit Natriumgehalten zwischen etwa 80 und 48 mval/l: Es könnte sich hierbei um Mischwässer der 1. Gruppe mit Wässern anderer Konzentrationsverhältnisse handeln, wobei sich im Kationendreieck eine Mischreihe abzeichnet. Das $\text{Ca} : \text{Mg}$ -Verhältnis ist zumeist ausgeglichen, bemerkenswert erscheint aber, daß höhere Ca -Werte vorwiegend im westlichen Arbeitsbereich auftreten, erhöhte Mg -Werte hingegen auf den Osten beschränkt sind.

Die $\text{Na} + \text{K}$ -armen Wässer zeigen zwar ebenfalls Gruppenbildungen, doch sind hier teilweise Übergänge vorhanden, so daß in einzelnen Fällen eine Grenzziehung unsicher ist.

3. Wässer mit deutlich erhöhten $\text{Na} + \text{K}$ -Gehalten und durchwegs einem Überschuß von Ca gegenüber Mg .

Tab. 3: Hydrochemische Parameter von Mineralwässern im Untersuchungsgebiet (mg/kg)

	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁺⁺	CO ₂ (ent)
Sulzegg : Franz	691	142	58	66	3029	2	7	1569
Peterquell	226	51	683	19	2224	222	1	3611
Langlife	263	196	131		2062	18		1870
Sicheldorf	179	88	1156	116	3649	464	1	3293
Hof: Johannsbrunn	208	133	1068	65	3636	308	0	2322
Gleichenberg Kona	117	98	1296	32	2927	770	72	2120
Gleichenberg Konstantin	140	126	1853	43	4071	1190	57	2135
Gleichenberg Maria Theresia	141	136	1837	41	4079	1115	57	2065

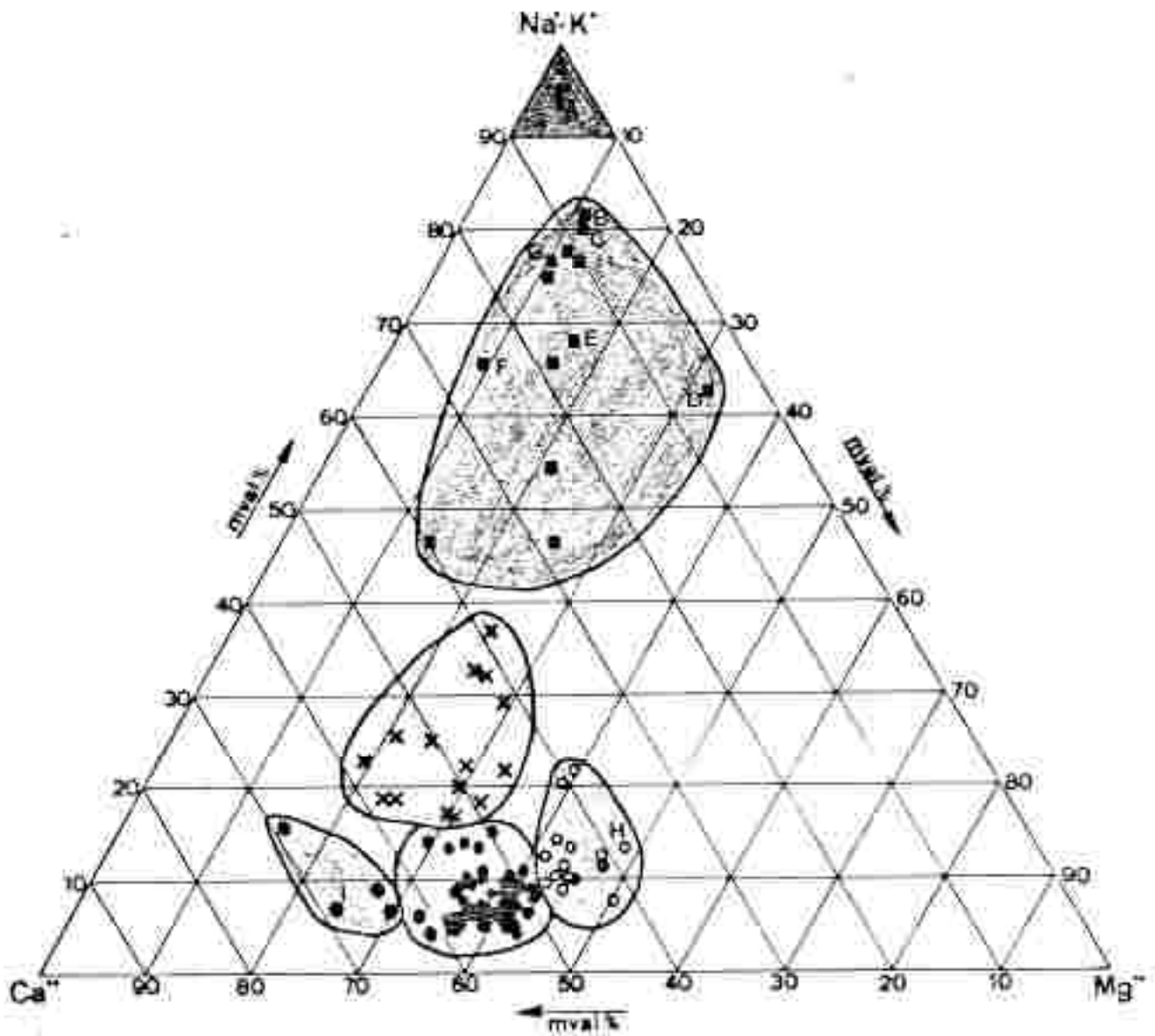


Fig. 2. Herstellung der untersuchten Wasser im Kationendreieck (siehe auch Beil. 2).
 A = Therme Kärnersburg, B = Theresienquelle Gleichenberg, C = Emmaquelle
 Gleichenberg, D = Konstantinquelle Gleichenberg, E = Johannisbrunn Hof,
 F = Peterquelle Deutsch-Coritz, G = Sichelborfer, H = Limglitz Badkers-
 burg, I = Franziskaquelle Sulzegg.

A. Wasser mit $\text{Na} + \text{K}$ -Konzentrationen wie sie auch für die große Masse gespannter Grundwässer im steirischen Tertiarbecken charakteristisch sind, die aber deutlich in ihrem $\text{Ca} : \text{Mg}$ -Verhältnis differieren.

A.a Wasser mit einem deutlichen Ca -Überschuß;

A.b Wasser mit einem ausgeglichenen $\text{Ca} : \text{Mg}$ -Verhältnis bzw. einem leichten Mg -Überschuß;

A.c Diese Gruppe nimmt eine Stellung zwischen A.a und A.b ein und zeigt durchwegs ein Überwiegen von Ca gegenüber Mg .

Die Wässer (innerhalb dieser ausgeschiedenen Gruppen) sind in Beilage 2 lagemäßig erfaßt.

2.2. Das Verhältnis $\text{Na} + \text{K} : \text{Cl}$

Dieses Verhältnis soll aufzeigen, ob die genannten Kationen an das Cl oder an das HCO_3 gebunden sind und somit Rückschlüsse auf die Genese der Wässer zulassen. Kleine Verhältniszahlen deuten einen Kontakt der Wässer mit Sedimenten marinen Ursprungs an. Es soll aber ausdrücklich betont werden, daß hier in keiner Weise "Formationswässer" marinen Ursprungs vorliegen, da hierfür die Gesamtionenkonzentrationen bedeutend zu gering sind.

In Fig. 3 sind aus Gründen einer günstigen Darstellungsweise die Logarithmen der absoluten mol -Gehalte dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß die Ionenverhältnisse $\text{Na} + \text{K} : \text{Cl}$ eine ganz gewaltige Streuung im Bereich zwischen etwa 1410 : 1 bis nahe 1 : 1 aufweisen und wiederum deutliche Gruppenbildungen vorhanden sind.

Die zu Gruppen zusammengefaßten Wässer sind in ihrer lokalen Verbreitung in Beil. 3 dargestellt.

2.3. Der Gehalt an freier Kohlensäure

Die Gehalte an freier Kohlensäure wurden nur an Überflurgespannten und auch frei ausfließenden artesischen Wässern im Feld bestimmt. In die Darstellung in Beil. 4 wurden auch CO_2 -Werte von Wässern aufgenommen, von denen sonst keine chemischen Analysen durchgeführt wurden.

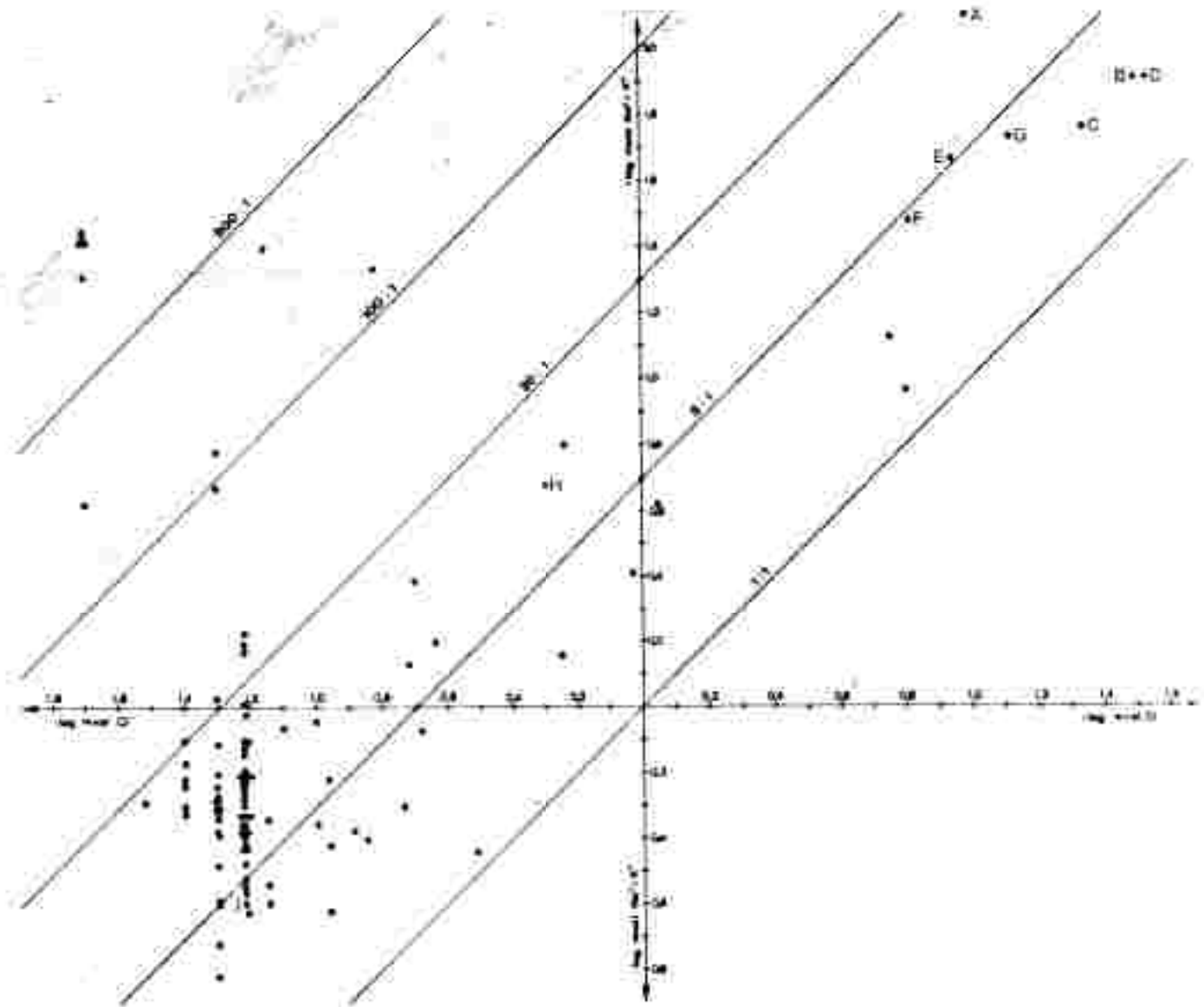


Fig. 1): Das Verhältnis $\text{Na}^+ \text{K}^+ : \text{Cl}^-$ der untersuchten Mässer (siehe auch Beilage 1).
 A = Therme Badkersburg, B = Theresienquelle Gleichenberg, C = Ernaquelle
 Gleichenberg, D = Konstantinquelle Gleichenberg, E = Johannisbrunn Hof,
 F = Peterquelle Deutsch-Goritz, G = Seheldorfer, H = Langlife Badkersburg,
 I = Franzensquelle Sulzegg.

2.4. Interpretation der Ergebnisse der chemischen Analysen

Aus der Darstellung der Kationenverhältnisse $\text{Na}^+ + \text{K}^+ : \text{Ca}^{++} : \text{Mg}^{++}$ lassen sich die schon erwähnten Wasserprovinzen ausscheiden. Am auffallendsten ist hierbei die Gruppe von Wässern mit den auch absolut gesehen höchsten Na^+ -Gehalten. Sie treten ausschließlich in einer linearen N-S Erstreckung entlang des Poppendorfbachtals auf. Die restlichen in diesem Tal erfaßten Wässer zeichnen sich ebenfalls durch außergewöhnlich hohe Na^+ -Gehalte aus und liegen durchwegs im Bereich der schon erwähnten Mischreihe mit Ca^{++} und Mg^{++} -reicheren Wässern. Solche Mischwässer schließen auch gegen Osten an.

Das Na^+ dieser außergewöhnlich mineralisierten Wässer ist nicht an das Cl^- sondern fast ausschließlich an das HCO_3^- -Anion gebunden, was eine Herkunft dieser Wässer aus marinen Sedimenten ausschließt. Demnach kann das Einzugsgebiet dieser Wässer praktisch im Raume Gleichenberg - Straden - Klöch zu suchen sein.

Auf solche Zusammenhänge weist auch bereits A. SCHÖPPE (1952) hin, der allerdings nur die Wässer des dem Vulkanismus näher gelegenen Sulzbachtals mit den Basalten in Zusammenhang bringt. In diesem Gebiet traten neben den miozänen kaliunbetonten Trachyiten bis Trachyandesiten auch pliozäne Intrusionen von Natrium betonten Nephelinbasalten, Nepheliniten und verwandten Gesteinen auf.

Ein hoher Na -Gehalt in den erwähnten Wässern könnte somit in einer leichteren Verwitterbarkeit bzw. Zersetzbarkeit der Na -Feldspate (Feldspatvertreter) in den pliozänen Vulkaniten gegenüber den kaliumreicheren Feldspäten in den miozänen Vulkaniten begründet sein.

Nun ist aber auffallend, daß die Wässer mit den höchsten Na^+ -Gehalten nicht in unmittelbarer Nähe der Vulkanite auftreten. Im diesen Vulkaniten näher gelegenen Sulzbachtal sind hingegen Wässer mit einer weniger charakteristischen chemischen Zusammensetzung aufgeschlossen. Sie spiegeln aufgrund ihres $\text{Na}^+ + \text{K}^+ : \text{Cl}^-$ -Verhältnisses mehr oder weniger deutlich die marinen Eigenschaften des Speichergesteins wider.

Außerst bemerkenswert ist nur die Tatsache, daß generell die Gehalte an freiem CO_2 gegen den Vulkanismus hin zunehmen und somit ein zu erwarten gewesener Zusammenhang zwischen höchsten Na^+ -Konzentrationen und höchsten CO_2 -Werten nicht existiert. Zusammenfassend kann also festgehalten werden, daß sowohl extrem hohe Na^+ - als auch CO_2 -Gehalte auf den Vulkanismus zurückgeführt werden können, diese beiden Wassertypen aber trotzdem räumlich voneinander getrennt auftreten.

Eine Interpretation dieser Phänomene ist ohne weiterführende Detailuntersuchungen vorerst kaum möglich, da eine ganze Reihe von Faktoren nicht geklärt sind. Wichtig in diesem Zusammenhang wäre das Wissen um die Ausdehnung des begrabenen Vulkanismus und die Lage eventuell vorhandener Störungszonen. Weiters müßte geklärt werden, ob die Wasser des Sulzhach- und Poppendorfbachtals aus einem oder mehreren Aquiferen alimentiert werden. Von chemischer Seite kommt in diesem Zusammenhang auch der Ionenaustauschfähigkeit der Tonminerale und der größeren Adsorptionsfähigkeit des Kaliums gegenüber dem Natrium eine entscheidende Bedeutung zu.

Bemerkenswert ist, daß im westlichen Bereich des Untersuchungsgebietes nochmals die beschriebenen Wassertypen mit stark erhöhten Na^+ - und CO_2 -Gehalten kleinräumig auftreten, ohne daß hier vulkanische Gesteine aufgeschlossen sind. Zweifellos müssen diese Wassertypen mit dem Vulkangebiet von Laudorf bzw. dem zwischen Ratschitz und Mureck in Verbindung gebracht werden. Die Gesteine gehören dem miozänen Zyklus an, es handelt sich also in erster Linie um Trachyt und verwandte Gesteine. Ihre Tiefenlage ist allerdings nicht exakt erfassbar. So wurden in der Tiefbohrung Mitterlabill (östlich von Wildon) von der Roböl-AG in einer Tiefe zwischen 374 und 927 m mehrfach Quarzlatite angefahren (H. HERITSCH, J. BOESCHLITZKY & H. SCHUCHLENZ, 1965). Weitere miozäne Vulkanite wurden auch in den OHV-Bohrungen St. Nikolai 1 (ab 400 m), Wierdorf 1 (ab 897 m) und St. Peter 1 (ab 78 m) in unterschiedlichen Verwitterungsstadien angetroffen (H. HERITSCH, 1979).

In der näher gelegenen Tiefbohrung Perbersdorf 1 treten die ersten Andesite und Daxite erstmals bei 400 m Tiefe auf.

Aus dem zusammenfassenden Bericht über die Tiefbohrung Perbersdorf 1 (J. KAPDUNER, 1954) geht hervor, daß im Bereich um die Tiefbohrung Perbersdorf 1 nicht ein großer, geschlossener vulkanischer Körper in der Tiefe vorhanden ist, sondern daß es sich bei diesen Gesteinen um eine Anzahl von Gängen handelt, wo das Magma insbesondere an Schwächerstellen leicht aufsteigen konnte. Dieses Ergebnis stützt sich nicht nur auf die Tiefbohrungen, sondern auch auf eine größere Zahl von Flachbohrungen der Fa. NIK. von SICKLE, in denen Dazit und Andesite häufig, z.T. bereits in Tiefen von 30 m angefahren wurden.

Da die Wässer aus den Brunnen Nr. 461 und 471 mit 528 bzw. 3.000 mg/l ganz beträchtliche freie CO_2 -Mengen aufweisen, ist also nicht der Schluß von A. SCHOPPE (1952) zwingend, daß das CO_2 nur mit dem pliozänen Basaltvulkanismus in Zusammenhang zu bringen ist. Die räumliche Verteilung Na⁺-beeinflusster Wässer, bzw. solcher mit erhöhten CO_2 -Gehalten läßt vermuten, daß entlang des Saßbachtals entweder der Vulkanismus oberflächennäher liegt als in den Nachbargebieten, oder daß entlang einer N-S verlaufenden Störungszone Wasser aufsteigen (wofür allerdings aus den Temperaturmessungen kein Hinweis zu erhalten war).

Daß diese Wässer aber auch von einem marinen Einfluß geprägt sind, zeigt das Beispiel des Brunnens Nr. 471 ("Ribitz"), der sich durch außergewöhnlich hohe Br⁻ (3,2 mg/l) und J⁻-Gehalte (220 µg/l) auszeichnet (E. GAMERTH, G. KNAPP, H. FOLNER, H. KEADNER, 1973).

Aus der geographischen Verteilung der im Rationendreieck ausgeschiedenen Wasserprovinzen geht auch hervor, daß die Ca⁺⁺-reichen Wässer vorwiegend im westlichen Untersuchungsgebiet auftreten und die Mg⁺⁺-reichen Typen ausschließlich auf den Ostteil beschränkt sind.

Zweifellos ist der erstgenannte Wassertyp mit Kalkgesteinen in Verbindung zu bringen. So tritt im Westen marines Badenien mit Leithakalken, Kalksandsteinen und Kalksanden auf. Die Kalke sind örtlich aufgeschlossen, die karbonatreichen Lockersedimente durch die Untersuchungsbohrung der Fa. von SICKLE (im Raum Perbersdorf) belegt:

Da die kalkige Entwicklung bis in das Sarmatien reicht, können auch im Osten brackische-marine Sedimente auftreten. So wird z. B. das Mineralwasser der "Peterquelle" aus sarmatischen Kalksandsteinen erschöpft (H. ZÖJER, 1977).

Außerst bemerkenswert erscheint die Tatsache, daß ausschließlich im Osten des Untersuchungsgebietes Wasser auftreten, die in Bezug auf die Erdalkalitionen Ca^{++} und Mg^{++} ein ausgeglichenes Ionenverhältnis aufweisen, bzw. sogar zu höheren Mg^{++} -Werten tendieren.

Allgemein sind Mg^{++} -reichere Wasser, wenn andere geochemische Ursachen ausgeschlossen werden können, mit Dolomiten in Zusammenhang zu bringen. Somit wäre das Einzugsgebiet dieser Wasser in Dolomiten oder in ihren Verwitterungsprodukten zu suchen. Eine Erklärung hierfür könnte in bereits abgetragenen dolomitischen Gesteinen der ehemals oberflächlich vorhandenen Südburgenländischen Schwelle zu suchen sein, deren Verwitterungsprodukte gegen Westen in das Becken verfrachtet wurden.

2.5. Der Zusammenhang zwischen freiem CO_2 , tektonischen Bruchzonen und jungen Vulkaniten

Nach K. FRICKE (1972) kann die Bildung von CO_2 -Gas auf drei Ursachen zurückgeführt werden:

- Gasphase des Magmas
- Kontaktmetamorphose in Kaligesteinen durch junge Vulkane
- Thermische Tiefmetamorphose von Kontakten.

Ungeachtet dieser genetischen Frage sind CO_2 -Vorkommen an bevorzugte Migrationswege gebunden. Hierbei bieten sich im Untersuchungsgebiet in erster Linie Störungszone und junge Vulkanite an, allerdings muß auch mit einem Aufstieg von CO_2 -Gas in verkarsteten Karbonatgesteinen gerechnet werden. Die geologische Situation im Raum Radkersburg läßt prinzipiell alle diese Möglichkeiten, ja sogar ein Zusammenspiel dieser miteinander zu. Eine weitere Erschwerung bei der Interpretation erhöhter CO_2 -Werte stellt aber auch das sicher vorhandene Problem einer möglichen Verfrachtung der freien Kohlensäure durch einen Aquifer dar.

Die räumliche Verteilung der Sauerwässer (Gehalt an freier Kohlensäure 1.000 mg/l) in Beil. A gibt auch sicher keinerlei Hinweise auf tektonische Strukturelemente im Untergrund.

Unter diesen Gesichtspunkten ist eine direkte Verknüpfung von Sauerwasser-
austritten oder erhöhten CO_2 -reichen Wässern an Störungszone(n) von vornherein
als problematisch anzusehen. Dies gilt auch für die Bindung hoher CO_2 -Gehalte
an Kreuzungspunkte zweier Störungssysteme.

Bei der Betrachtung der räumlichen Verteilung der Wässer mit erhöhten CO_2 -
Gehalten (Beil. 4) ist auffallend, daß einigermaßen deutlich ausgeprägte Maxima
entlang des Sulzbachtales und Sälhartales auftreten. Die jeweils N-S gerichtete
Anordnung dieser Wässer kann natürlich Hinweise auf eine Störungszone geben, wie
sie zum Beispiel A. SCHOURPE (1952) für das Sulzbachtal annimmt. Andererseits
darf aber nicht vergessen werden, daß sich die urtümlichen Brunnen natürlich in
den besiedelten Tallagen befinden, und sich dadurch eine nur scheinbar lineare
Anordnung erhöhter CO_2 -Werte ergeben kann.

Beim Studium der Literatur über CO_2 - und Mineralwasservorkommen im Raum
Radkersburg zeigt sich ganz deutlich das Bestreben der Autoren, durch eine gerad-
linige Verbindung der zu ihrer Zeit bekannten Vorkommen tektonische Schwächen
zu konstruieren.

Durch das Auffinden neuer CO_2 - und Mineralwasservorkommen gerät diese Tek-
tonik aber immer wieder ins Schwanken, da sich dadurch eine Vielzahl von Ver-
bindungsline(n) (Störungszone(n)) anbietet. So schreibt z.B. A. WINKLER-HERNADEN
in einem Gutachten "Zur Beurteilung der Mineralquellen-Situation im Bereich
Sicheldorf-Radkersburg" (Datum unbekannt): "Das Fehlen von Mineralquellen west-
lich des Stadtgebietes von Radkersburg, wie in jenem zwischen Radkersburg und
Halbenrain bis über Reichselbaum hinaus, läßt annehmen, daß dort im Untergrund
keine stärker mineralisierten Sauerlinge durch Bohrungen im allgemeinen anzutref-
fen sein werden";
und weiter: "In diesem Zusammenhang ist es wichtig, festzustellen, daß die seiner-
zeitigen Bohrungen bei Dederitz und Deutsch-Gorits kein Mineralwasser ergeben haben."

In der Zwischenzeit wird aber gerade in diesem Raum (bei Deutsch-Goritz) das Mineralwasser der "Peterquelle" erschrotet. Aufgrund des damaligen Kenntnisstandes nahm A. WINKLER-HERMADEN NW- bis NW-verlaufende Bruchspalten an, an welchen hochmineralisierte Wasser aufsteigen. Es gelang ihm dadurch auch tatsächlich noch, die bekannten Sauerwässer entlang von Linien anzuordnen.

Vor allem die Aufnahme der artesischen Brunnen förderte aber im Bereich des Kulzbachtals und im Saßbachtal weitere CO_2 -Vorkommen zutage. Diese neu-gewonnenen Aufschlüsse lassen sich nicht mehr in dieses Konzept einfügen.

In diesem Zusammenhang ist auch eine kurze Notiz von E. BRAUMÜLLER u. A. KRÜLL (1980) bemerkenswert, die bezüglich des oststeirischen Tertiärbeckens feststellen: "Titel: Im Jahre 1951 begann die RAG mit einer geologischen Kartierung, deren Hauptergebnis es war, daß die von A. WINKLER-HERMADEN in verschiedenen Publikationen oberflächlich ausstreichenden Brüche nicht existieren."

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß CO_2 -reiche Wasser Hinweise auf tektonische Bruchzonen bieten können, dieser Parameter allein aber für ihre Festlegung nicht ausreichend ist.

Durch die Prospektionsarbeiten der Fa. van Sickle (1952 - 1955) wurden am Westrand des Untersuchungsgebietes zwei Störungslinien erkannt:

Eine führt über Ferberdorf gegen Sulzegg, also eine annähernd N-S-verlaufende Bruchzone mit einer Sprunghöhe von ca. 40 m, die gegen Osten einfällt. Sie ist zweifelloso mit dem Vorkommen des "Sulzegger Mineralwassers" in Zusammenhang zu bringen.

Ferner ist eine annähernd SSE-WW gerichtet, die aus dem Raum Mureck gegen Siebing verläuft, die ebenfalls gegen Osten einfällt. Sie könnte in Zusammenhang mit dem Vulkanismus die Ursache für die hochmineralisierten und CO_2 -reichen Wasser bei Weinburg und Siebing darstellen.

Mit dem derzeitigen Wissen sind die Verhältnisse im östlichen Arhätagebiet durch das Zusammentreffen der Südburgenländischen Schwelle und dem tertiären

(miozänen und pliozänen) Vulkanismus nur sehr schwer interpretierbar. Daher ist es theoretisch möglich, die CO_2 -reichen Wässer mit beiden in Verbindung zu bringen.

Vergleicht man die geologische Situation mit den Verhältnissen im südlichen Burgenland, so ist sicher auffällig, daß auch dort in Schwellennähe die CO_2 -reichsten Wässer auftreten (H. P. LEDITZKY, 1981). Das würde sicher darauf hindeuten, daß in Schwellennähe größere Bruchstrukturen vorhanden sind, entlang derer die Teilbecken abgesunken sind. Durch die geringe Sedimentüberlagerung wäre es durchaus erklärbar, daß entlang solcher Bruchstrukturen das CO_2 relativ leicht an die Oberfläche gelangen kann. Aus diesen Aspekten könnte für das Vorkommen des Mineralwassers der "Peterquelle" und für die erhöhten CO_2 -Gehalte im Raum Radóchen und Größing sicher eine Erklärung gefunden werden.

Vermutlich im Gegensatz dazu steht allerdings die von A. SCHÜRPE (1957) vermutete Störung entlang des Sulzbachtales, die die Südburgenländische Schwelle in einem Winkel von ca. 45° queren müßte. Wie noch ausgeführt wird, können auch durch Temperaturmessungen an artesischen Brunnen Hinweise auf Störungen im Raum Radóchen und Größing abgeleitet werden.

3. Die geothermischen Verhältnisse

Der einzige Anhaltspunkt bezüglich der geothermischen Verhältnisse im Verwaltungsbereich Radkersburg war bisher ein an der Tiefbohrung Radkersberg 2 gefahrenes T-Log, dessen Ergebnisse aber, wie noch näher ausgeführt wird, vermutlich nur annähernd die tatsächlichen Temperaturverhältnisse an der Rechenbasis widerspiegeln. Durch die folgende Untersuchung soll geklärt werden, ob sich diese, ja nur an einem Punkt ermittelte geothermische Tiefenstufe auf das gesamte Untersuchungsgebiet extrapolieren läßt, oder ob kleinräumige Differenzierungen vorhanden sind.

Zur Abklärung dieser Frage bieten sich zwei Untersuchungsmethoden an:

1. Messung der Basistemperaturen artesischer Brunnen
2. Temperaturmessungen an stehenden Wassersäulen in eigene dafür installierten Sonden

3.1. Temperaturmessungen an artesischen Brunnen

Die große Zahl der im Bezirk Radkersburg vorhandenen artesischen Brunnen, die zum Teil Tiefen bis 150 m erreichen, kann unter bestimmten Voraussetzungen relativ gute Anhaltspunkte über die geothermischen Verhältnisse in diesem Bereich liefern.

Die Problematik über die Verwendung von Temperaturen gespannter Grundwässer zur Ermittlung geothermischer Tiefenstufen wurde bereits im Zwischenbericht zur "Geothermiestudie über die geothermischen Verhältnisse im Verwaltungsbezirk Radkersburg" (H. P. LEDITZKY, 1981) kurz angerissen. Durch die Untersuchungen von T. BARON & H. P. LEDITZKY (1981) im Raum Fürstenfeld zeichnete sich bereits deutlich ab, daß die Aussagekraft von Ausflußtemperaturen überflurgespannter Wasser in Bezug auf die geothermischen Verhältnisse nur sehr beschränkt ist, hingegen die Basistemperaturen bedeutend zuverlässigere Parameter darstellen.

Aufgrund der Vielzahl der nun bereits vorliegenden Ergebnisse ergibt sich von der Problematik der Temperaturmessungen an artesischen Brunnen nunmehr ein so komplexes Bild, daß eine zusammenfassende Betrachtung möglich erscheint.

3.1.1. Aussagekraft der Ausflußtemperaturen artesischer Wässer

Im Rahmen einer im Auftrag der Vereinigung für hydrogeologische Forschungen in Graz und dem Amt der Steiermärkischen Landesregierung (Referat für Wasservirtschaftliche Rahmenplanung) durchgeführten Inventarisierung aller in der Oststeiermark bestehenden artesischen Brunnen wurde in den Frühjahrs- und Sommermonaten 1976 die Aufnahme auch auf den Verwaltungsbezirk Radkersburg ausgedehnt. Diese Aufnahme, bei der neben den einfachen chemischen Parametern auch die Ausflußtemperaturen gemessen wurden, stellt die Grundlage für die vorliegenden Untersuchungen dar. An wenigen Wässern wurden die erwähnten Messungen nach einigen Monaten wiederholt.

In Bezug auf die Ausflußtemperaturen zeigen sich hierbei ganz beträchtliche Unterschiede (Tab. 4), wobei aber zu bemerken ist, daß durch diese zwei Meßreihen keineswegs Temperaturextremwerte erfaßt worden sein müssen. Hieraus geht ganz

Tab. 6: Schwankungen der Ausflußtemperaturen artesischer Wasser.

Inv. Nr.	Lokalität	Schichtung l/min	Ausflußtemperaturen °C		Tiefe m	Bemerkungen
			Datum	Datum		
426	Ingerdorf 4	1,02	27.1.76 11,0	29.7.76 13,4	307	Schwänenhals 1,5 m
430	Grasdorf 7	5,40	27.1.76 11,9	29.7.76 12,6	94	Schwänenhals 2 m
432	Grasdorf 6	2,16	27.1.76 11,2	29.7.76 12,1	60-70	Schwänenhals 1 m
445	Kammersdorf 2	10,20	13.4.76 13,2	29.7.76 14,6	78	Schwänenhals 2,5 m
447	Kammersdorf 7	1,92	23.4.76 13,3	29.7.76 14,8	80	Schwänenhals 1,2 m
453	Hettensdorf 16	1,50	28.4.76 11,5	29.7.76 15,3	80	Zuleitung im Boden ca. 20 m
457	Hettensdorf 60	0,72	28.4.76 11,1	29.7.76 12,4	96	Schwänenhals 0,7 m
460	Siebing 6	1,32	28.6.76 11,3	29.7.76 14,0	40	Schwänenhals 0,7 m
461	Siebing 17	0,60	28.6.76 11,0	29.7.76 13,3	84	Ausfluß bodeneben
462	Siebing 18	0,72	28.4.76 11,7	29.7.76 14,7	35	Schwänenhals 0,3 m
464	Siebing 54	0,78	28.4.76 10,9	29.7.76 12,7	70	Schwänenhals 1 m

klar hervor, daß die Ausflußtemperaturen überflurgespannter Wasser jahreszeitlich bedingten Schwankungen unterworfen sind.

Aus den bisher gewonnenen Erfahrungen lassen sich vorerst drei Faktoren erkennen, die einen ganz entscheidenden Einfluß auf die Ausflußtemperaturen haben.

1. Der direkte Einfluß durch die zum Zeitpunkt der Messung herrschende Lufttemperatur: Ihm wird in besonderem Maße artesische Brunnen ausgesetzt, die mit einem Schwannenhals bestückt sind, da sich dieser im Laufe eines Tages den kontinuierlichen Lufttemperaturschwankungen anpassen trachtet. In dieser Zusammenhang ist natürlich auch die örtliche Lage des Brunnens von Bedeutung, d.h. ob dieser z.B. einer direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt ist oder ob er sich im Schatten befindet.

Bei einer Temperaturmessung am Brunnen Nr. 464 in Siebing am 27.1.1981 betrug die Ausflußtemperatur am 1 m langen Schwannenhals bei einer Lufttemperatur von -5°C $11,5^{\circ}\text{C}$. Nach Entfernen des Schwannenhalses wurde am Standrohr (Bodenebene) eine Wassertemperatur von $11,06^{\circ}\text{C}$ gemessen. Die Abkühlung betrug somit nur entlang des kurzen Bleirohres bereits $0,5^{\circ}\text{C}$.

2. Der Einfluß jahreszeitlich bedingter Temperaturschwankungen

Wie die Erfahrungen von T-Logs an stehenden Wassersäulen gezeigt haben, wirken sich jahreszeitlich bedingte Schwankungen der Lufttemperatur bis in eine Bodentiefe von ca. 15 m aus. Die aufsteigende Wassersäule erfährt somit beim Durchlaufen dieser Wegstrecke eine Abkühlung oder eine Erwärmung. Hierbei ist natürlich die Aufstiegszeit von ganz entscheidender Bedeutung, die sich in der Schüttung des artesischen Brunnens widerspiegelt. Da sich diese bei den im Raum Radkersburg untersuchten Brunnen meist nur im Bereich von wenigen hundertstel Liter pro Sekunde bewegt, kann dieser Störfaktor ganz beträchtlich sein. So benötigt z.B. die aufsteigende Wassersäule bei einer Brunnenschüttung von $0,01 \text{ l/s}$ und einem Bohrdurchmesser von $2,5''$ für das Durchlaufen dieser 15 m langen Strecke 79 Minuten (1), bei einer Schüttung von $0,05 \text{ l/s}$ immerhin noch 16 Minuten.

An dieser Stelle ist es unumgänglich, näher auf die bautechnische Ausbildung der Brunnen einzugehen. Im Großen und Ganzen lassen sich zwei Gruppen von artesischen Brunnen unterscheiden:

Die "Arteser" im eigentlichen Sinn, die auch tatsächlich überflurgespanntes Wasser führen und sich durch irgendeine Form eines "Schwanenhalses" auszeichnen.

- Weiters jene "Arteser", die nicht über die Geländeroberfläche aufspiegeln oder auch künstlich niedergehalten werden.
- Bei der Demontage eines Schwanenhalses kann durchaus der Fall auftreten, daß das Wasser nicht mehr überflurgespannt ist und somit im geologischen Sinn auch kein Arteser mehr vorliegt. Diese Tatsache wird vor allem bei der Anlage neuerer Brunnen genutzt, wo das Bohrrohr in einen Schacht mündet und die Wasserentnahme mittels einer Saugpumpe erfolgt. In diesem Schacht stellt sich ein konstanter Wasserspiegel ein und nur bei Entnahme tritt gespanntes Grundwasser in den Schacht ein. Solche Brunnen zeigen deutlich einen Einfluß der jahreszeitlich bedingten Temperaturschwankungen zumindest bis in die Tiefe des Schachtes, die sich in Form einer Abkühlung bzw. Erwärmung auf die Wassersäule im Bohrrohr auswirkt. Ganz deutlich ist dies anhand der T-Loge an den Brunnen Nr. 431 und 441 (Fig. 4) erkennbar. Wesentlich geringer, aber trotzdem noch deutlich ausgeprägt, ist dieser Effekt bei frei ausfließenden überflurgespannten Wässern, z.B. bei den Brunnen 845 und 464 (Fig. 4).

Allerdings ist bei der Interpretation solcher T-Loge Vorsicht geboten, da auch "Schachtarteeser" existieren, die einen Überlauf (meist unterirdisch) haben und dadurch trotz des vorhandenen Schachtes laufend Wasser aus dem Bohrrohr austritt.

3. Etwa ab der Tiefe von 10 - 15 m wirkt, ausgehend vom umgebenden Sediment, ein Temperatureinfluß auf die aufsteigende Wassersäule. Dieser ist nicht mehr jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen und wirkt sich somit nur in Form einer \pm konstanten Abkühlung des aufsteigenden Wassers aus. Die Abkühlung ist im Idealfall kontinuierlich und wäre dann nur mehr von der Aufsteigzeit abhängig. Die in Fig. 4 dargestellten T-Loge zeigen aber, daß diese Abkühlung in der Praxis nicht völlig linear ist. Hier spielen

noch eine ganze Reihe von Faktoren eine Rolle, wie die Tiefe der Verrohrung, Vermischung mit durchtauchten Aquiferen und sicher auch stark differierende Durchmesser in unverrohrten Bohrstrecken, die durch Auskolkungen, Versandungen etc. entstehen.

Die Abkühlung während des Aufstieges wird verständlich, wenn man als Beispiel den 63 m tiefen Brunnen Nr. 464 betrachtet (Fig. 4), bei dem bei einer Schüttung von 0,7 l/min und einem idealisierten Bohrdurchmesser von 2,5" das Wasser drei Stunden benötigt, um vom Aquifer in 40 m Tiefe (darunter steht die Wassersäule) bis an die Oberfläche aufzusteigen. Im allgemeinen kann also gesagt werden, daß, wie auch aus der graphischen Darstellung (Fig. 4) hervorgeht, größere Schüttungen eine geringere Abkühlung bedingen.

In den sogenannten "Schachtartesen" bei denen sich die Wassersäule je nach Entnahmemenge und -häufigkeit, mehr oder weniger geringfügig nach oben bewegt, nähert sich der Anstieg der Temperatur in der Wassersäule gegen die Tiefe der geothermischen Tiefenstufe an.

Einen Sonderfall stellt das beim Brunnen Nr. 456 (Nettersdorf 67) gefahrene T-Log dar. (Fig. 5):

Es handelt sich um einen "Schachtartesen" im Keller eines Wohnhauses. Das gefahrene T-Log (Akkumentemperatur -8°C) läßt einen völlig anomalen Temperaturverlauf bis in eine Tiefe von ca. 34 m erkennen, der nur durch eine Wärmestrahlung des Gebäudes gegen die Tiefe bzw. durch eine Erwärmung der oberen Bodenschichten durch die Druckbelastung des Wohnhauses erklärt werden kann. Übrigens konnte die angegebene Tiefe von ca. 90 m mit der Meßsonde nicht erreicht werden.

Anhand dieses speziellen Falles stellt sich die Frage, inwieweit sich eine solche Temperaturbeeinflussung durch ein bestehendes Gebäude auch lateral auswirken kann, d.h., ob nicht ein knapp neben einem Gebäude vituierter artesischer Brunnen bereits eine erhöhte Ausflusstemperatur aufweisen kann.

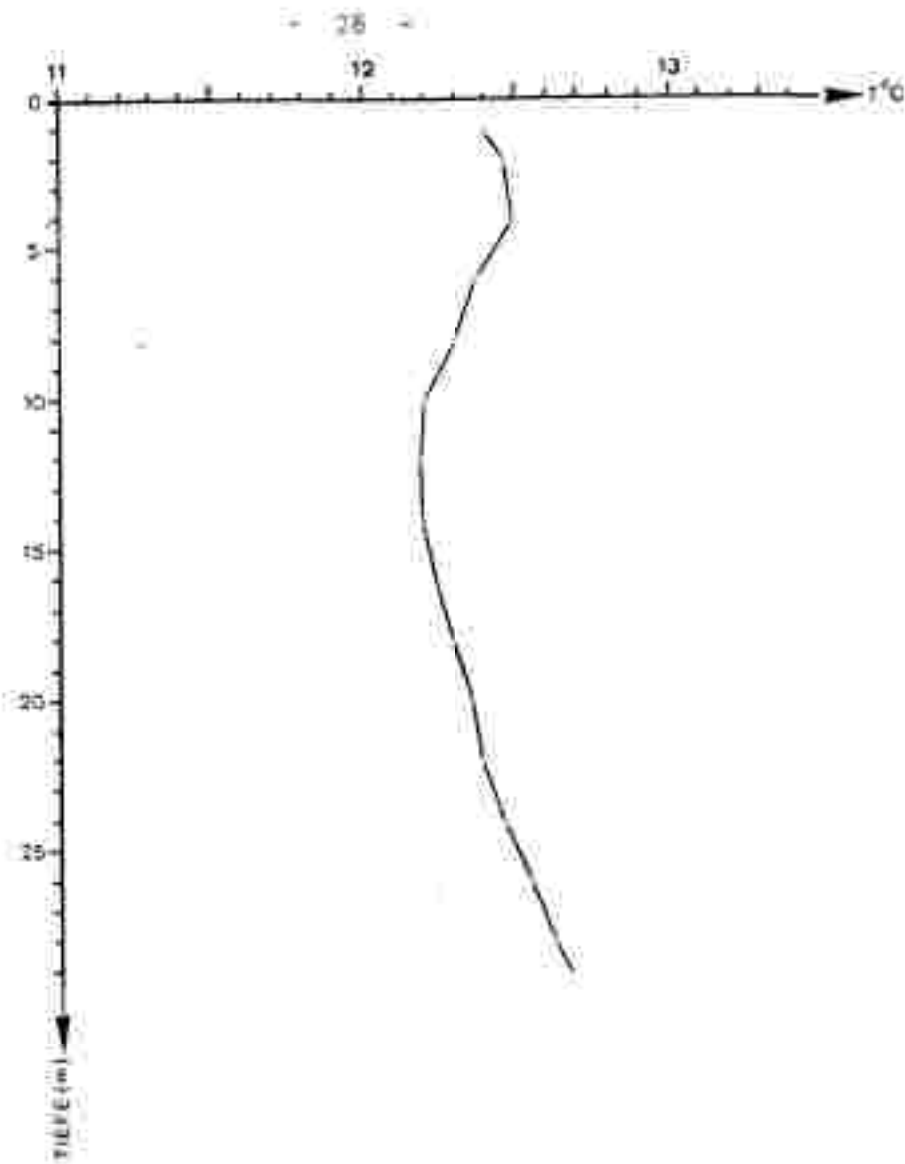


Fig. 3: Temperaturverlauf des im Keller eines Wohnhauses gelegenen Brunnens Nr. 456.

3.1.2. T-Log an artesischen Brunnen

Aus den eingangs erwähnten Gründen ist die Ausflusstemperatur artesischer Brunnen das Integral einer Vielzahl praktisch nicht mehr erfassbarer Faktoren. Sie ist daher als Grundlage zur Berechnung geothermischer Tiefenstufen von vornherein als sehr problematisch anzusehen.

Unter der Voraussetzung, daß die Aquifertemperatur der Formationstemperatur gleichzusetzen ist, stellt somit nur die Basistemperatur artesischer Brunnen einen einigermaßen gesicherten Wert dar, aus dem die geothermische Tiefenstufe

berechnet werden kann.

Die meist geringmächtigen langsam durchströmten Aquifere innerhalb der feinklastischen Sedimente des Badenien und Sarmatien stellen hierfür eine günstige Voraussetzung dar.

Es wurden daher alle im Bezirk Radkersburg bekannten Bohrrunnen auf eine Befahrbarkeit mit einer Temperaturmeßsonde untersucht. Solche Brunnen wurden einerseits in den schon erwähnten "Schachtarteesern", andererseits in Artesern mit abschraubbaren Schwannenhälsen gefunden. Etwa nur bei einem Drittel dieser Brunnen konnte allerdings die Meßsonde auch bis in die angegebene Brunnentiefe eingefahren werden. In Fig. 4 sind die gefahrenen T-Logs graphisch dargestellt, die Brunnendaten sowie die Ausfluß- und Basistemperaturen sind in Tab. 5 aufgelistet.

Es zeigt sich hierbei ganz deutlich, daß das Wasser während seines Aufstieges durchwegs eine ganz beträchtliche Abkühlung erfährt und in keinem einzigen Fall die Ausflußtemperatur der Aquifertemperatur gleichgesetzt werden kann.

3.1.3. Beschreibung der zur Ermittlung der geothermischen Tiefenstufe herangezogenen T-Logs

Brunnen Nr. 431

Das Bohrrohr mündet in einen 4 m tiefen Schacht und reicht bis 1 m unter die Geländeoberkante, wobei das Wasser bis 0,3 m ü. T. aufspiegelt. Das im Schacht stehende Wasser kühlt die im Steigrohr stehende oder sich nur gering nach oben bewegende Wassersäule beträchtlich ab.

Brunnen Nr. 441

Auch hier handelt es sich um einen "Schachtarteeser". Im ca. 5 m tiefen Brunnen spiegelt das Wasser aus dem Steigrohr bis -1 m auf. In gleicher Höhe befindet sich auch das Ende des Steigrohres. Aufgrund der zum Zeitpunkt der Messung herrschenden kalten Jahreszeit zeigt der obere Teil des T-logs starke Abkühlungseffekte. Da aus dem Brunnen nur sporadisch Wasser entnommen wird, secht die gesamte Wassersäule nahezu vollkommen. Aus dem Bereich zwischen 13 und 25 m läßt sich daraus eine geothermische Tiefenstufe von $18,7 \text{ m}^{\circ}\text{C}$ errechnen (s. Tab. 5).

Tab. 5: Temperaturmessungen an artesischen Brunnen

Inv. Nr.	Messung am	Lokalität	Brunnenlage (m) angegeben	Tiefe (m) erreicht	Ausflusstemperatur °C	Basistemperatur °C	Bemerkungen
631	13. 2. 81	Grasdorf 3	120	119,5	12,23	16,69	"Schachtarteseer"
441	27. 1. 81	Zehensdorf 27	26	29	10,20	11,99	" " "
464	27. 1. 81	Siebling 54	70	63	11,66 (10,90)†	13,82	1 m Schwammhals 0,70 l/min
500	13. 2. 81	Oberschnitz	85-90	89	11,58	15,16	"Schachtarteseer"
514	29. 1. 81	Miersdorf	60	39	11,48 (10,90)†	12,26	3 m Schwammhals 1,8 l/min
560	13. 10. 81	St. Peter (Bau)	92	95,5	13,86	16,68	Schacht mit Abflut
700	24. 7. 81	Trössing 45	118	116	15,07	16,71	"Schachtarteseer"
832	3. 9. 81	Hadochan 66	90	91,5	13,62	15,80	2,2 m Schwammhals 1,8 l/min
845	3. 12. 81	Grösching	97	51	14,33	16,16*	1,5 m Schwammhals 3,6 l/min
100	5. 11. 81		7	35	12,13 oben	12,10	

Ausflusstemperaturen in Klammern: Nach Entfernen des Schwammhalbes am bodennahen Rohrstutzen gemessen
16,16* : Basis nicht erreicht

Brunnen Nr. 464

Auf das Bodeneben abgeschrittene Bohrrohr ist ein 1 m langer Schwannenhals aufgesetzt, der für die Sondenmessung entfernt werden mußte. Hier zeigt sich, wie schon erwähnt, daß die aufsteigende Wassersäule bereits entlang dieses kurzen Rohres eine Abkühlung von $0,5^{\circ}\text{C}$ erfährt. Deutlich ist auch zu erkennen, daß sich bis in eine Tiefe von etwa 7 m die jahreszeitlich bedingten Temperaturschwankungen entscheidend auswirken. Das bemerkenswerteste an diesem Log ist aber, daß der Bereich zwischen 38 und 63 m die später errechnete geothermische Tiefenstufe widerspiegelt. Es muß also hier eine stehende Wassersäule vorhanden sein. Die Vermutung liegt daher nahe, daß dieser Brunnen wahrscheinlich aufgrund eines Versuchs, einen ergiebigen Aquifer zu erschöpfen, zu tief gebohrt wurde.

Brunnen Nr. 500

An der Basis eines 8 m tiefen Schachtes wurde die Bohrung niedergebracht und mit einem Durchmesser von $3/4''$ durchgehend verbohrt. Vorerst nicht geklärt werden kann das Faktum, warum das aufsteigende Wasser im unteren Teil der Bohrung im Gegensatz zu allen bisherigen Erfahrungen eine starke Abkühlung erfährt.

Brunnen Nr. 514

Auf das 0,4 m über Geländeoberkante reichende Standrohr ist ein 2,1 m langer Schwannenhals aufgesetzt, der für die Befahrung mit der Temperaturredende entfernt werden mußte. Der Brunnen selbst steht in einem Hof und ist von Gebäuden umgeben.

Die im Gegensatz zu anderen zur gleichen Zeit gemessenen Brunnen (z. B. Nr. 464) kaum merkliche Abkühlung beim Durchlaufen der obersten Bodenschichten kann einerseits auf die etwas stärkere Schüttung zurückzuführen sein, könnte aber auch aus der Tatsache resultieren, daß der Brunnen von Gebäuden umgeben ist und sich hier ein ähnliches Phänomen auswirkt, wie es bei dem schon erwähnten Brunnen Nr. 456 aufgetreten ist (Wärmeausstrahlung bzw. Erwärmung durch Gebäudedruck).

Brunnen Nr. 700

Es handelt sich hier um einen "Schachtartesiser", bei dem das Steigrohr bis 40 cm unter die Geländeoberkante reicht. In dieses ist ein mit einer Bohrung versehenes Holzstoppel eingetrieben, der zur Drosselung dienen soll.

Für die Befahrung mit der Meßsonde mußte diese Bohrung erweitert werden. Da deutlich erkennbar ist, daß laufend Wasser aus dem Steigrohr austritt, muß der Schacht undicht sein oder ein unterirdischer Abfluß bestehen. Die Tatsache einer relativ schnell aufsteigenden Wassersäule geht auch aus der Steilheit des Temperaturverlaufes hervor. Aufgrund der kräftigen Erwärmung der obersten Bodenschichten in den Sommermonaten (die Messung erfolgte im Juli 1981) wird der Abkühlungseffekt in den obersten Metern völlig ausgeglichen.

Versuchsbrunnen der "Peterquelle" in Deutsch Goritz (PQ)

Diese Bohrung soll durchgehend verrohrt und daraus seit Jahren keine Wasserentnahme mehr erfolgt sein. Die somit stehende Wassersäule ist in den obersten Metern stark erwärmt, zeigt aber doch bereits Abkühlungseffekte (Messung Oktober 1981). Die ab etwa 5 m beginnende starke Abkühlung läßt sich durch den anschließenden gut durchmachten Aquifer innerhalb der durchörterten Mürnschotter erklären. Daß sich weiter gegen die Tiefe trotz der stehenden Wassersäule keine den geothermischen Verhältnissen entsprechende Temperaturzunahme einstellt, ist sicher auf eine Ausstrahlung dieses mehrere Meter mächtigen Aquifers zu erklären.

3.1.4. Berechnung der geothermischen Tiefenstufe anhand der Basistemperaturen dieser artesischen Brunnen

Zieht man die Basistemperaturen der artesischen Brunnen als Berechnungsgrundlage für eine geothermische Tiefenstufe heran, so setzt dies natürlich voraus, daß die Aquifertemperaturen, wie schon erwähnt, auch tatsächlich den Formationstemperaturen gleichzusetzen sind.

Wie aus Fig. 4 zu ersehen ist, besteht bei den Brunnen Nr. 44), 514, 464, 500, 700 und PQ eine klare Beziehung der Basistemperaturen zur Tiefe. Diese Wertepaare stellen somit ein Temperaturidealprofil für die obersten 120 m der Sedimentabfolge im Untersuchungsgebiet dar. Aus einer durch diese Punkte gelegten Ausgleichsgeraden errechnet sich eine geothermische Tiefenstufe von $18,2 \text{ m/}^\circ\text{C}$ bei einem Bestimmtheitsmaß von 0,999, also einer beinahe idealen Korrelation dieser Parameter (s. Tab. 6).

Daß diese geothermische Tiefenstufe den tatsächlichen geothermischen Verhältnissen entspricht, beweist das an der Thermalwasserbohrung Radkersburg gefahrene Temperaturlog, das als Vergleich für den durch die artesischen Brunnen erfaßten Bereich ebenfalls in Fig. 4 dargestellt ist und das praktisch parallel zu der errechneten Ausgleichsgeraden verläuft.

Im Bereich aller Brunnen deren Basistemperaturen annähernd auf der Regressiongeraden liegen, herrschen somit etwa die gleichen geothermischen Verhältnisse vor. Aufgrund der großräumigen Verteilung der Meßpunkte kann praktisch für den gesamten Bezirk Radkersburg eine einheitliche geothermische Tiefenstufe angenommen werden. Diese Ergebnisse decken sich mit Untersuchungen im Raume Fürstenfeld (T. HANLM & H.P. LEDITZKY, 1981), wo durch die gleichen Untersuchungen methodisch ebenfalls gezeigt werden konnte, daß die geothermische Tiefenstufe über große Flächen annähernd gleich bleibt. Im Falle Fürstenfeld konnte diese Methode der Bestimmung der geothermischen Tiefenstufe anhand der Basistemperaturen artesischer Brunnen durch ein an der Tiefbohrung Waltersdorf gefahrenes T-Log auch voll und ganz bestätigt werden (s. Fig. 11).

3.1/5: Nicht in die Berechnung einbezogene Meßwerte

Die Brunnen Nr. 360, 832 und 845 kommen nicht auf dieser Ausgleichsgeraden zu liegen, weshalb sie einer näheren Erläuterung bedürfen:

Brunnen Nr. 360

In einem 3 m tiefen Schacht mündet ein Bohrrohr, das bis 0,5 m unter den Schachtdeckel reicht und hier mit einem Krümmer versehen ist. Um diese Bohrung zugänglich zu machen, wurde das Rohr 1 m über der Schachtrohle abgeschnitten.

Wie aus Fig. 4 hervorgeht, ist die gemessene Temperatur in 95,5 m Tiefe in Bezug auf die errechnete Ausgleichsgerade (geothermische Tiefenstufe: $18,2 \text{ m}^{\circ}\text{C}$) bedeutend zu hoch. In solchen Fällen stellt sich zumeist heraus, daß die vom Besitzer angegebene Bohrtiefe mit der Sonde nicht erreicht werden konnte. Überraschenderweise wurde für diesen Arteser aber eine Tiefe von 94 m mehrfach bestätigt.

Unter der Voraussetzung, daß diese Brunnentiefe nun auch tatsächlich stimmt, müßten hier bedeutend günstigere geothermische Verhältnisse herrschen. Dies widerspricht aber allen bisher gewonnenen Erkenntnissen der großräumigen Verteilung der geothermischen Tiefenstufen.

Diese würde sich für diesen speziellen Fall nach der Formel

$$\text{Geothermische Tiefenstufe} = \frac{\text{Tiefe des Aquifer} \cdot \text{Aquifertemperatur-Oberflächentemp.}}{14,9 \text{ m/}^\circ\text{C}}$$

mit $14,9 \text{ m/}^\circ\text{C}$ errechnen, wobei als Oberflächentemperatur der aus der Regressionsgeraden zu errechnende Schnittpunkt mit der Oberfläche ($10,24^\circ\text{C}$) einzusetzen wäre (B.P. LEDITZKY, 1980). Dieser theoretische Wert müßte allerdings durch eine Detailuntersuchung in diesem Bereich erst bestätigt werden. Auch die hydrochemischen Untersuchungen (Kap. 2,3) ergaben keinerlei Hinweise auf eine Sonderstellung dieses Brunnens, wie z.B. eine Situierung im Bereich einer Störungslinie.

Brunnen Nr. 832

Auf das bodeneben abgeschnittene Bohrrohr ist ein 2,2 m langer Schwannenhals aufgeschraubt, der für die Befahrung mit der Messsonde demontiert werden mußte. Auch in diesem Fall wurde die angegebene Bohrtiefe erreicht.

Die geothermische Tiefenstufe würde sich nach der obigen Formel mit $16,5 \text{ m/}^\circ\text{C}$ errechnen lassen.

Brunnen Nr. 845

Auf das Bohrrohr ist ein 1,5 m langer Schwannenhals montiert, der wiederum entfernt werden mußte. Die Temperaturmeßsonde konnte in den angeblich 97 m tiefen Brunnen nur bis in eine Tiefe von 51 m eingefahren werden. Unter der rein theoretischen Annahme, daß ab 51 m die Temperatur des aufsteigenden Wassers gegen die Tiefe nicht mehr zunimmt, wäre dieser Temperaturwert auch für die angegebene Brunnentiefe von 97 m noch immer zu hoch.

Während für das am Brunnen Nr. 360 gefahrene Log vorerst keine Erklärung gefunden werden kann, müssen doch für die beiden anderen Logs die geologischen Verhältnisse berücksichtigt werden. Diese Brunnen befinden sich im Bereich des

jungtertiären Vulkanismus und hier muß doch neben u. U. tatsächlich günstigeren geothermischen Verhältnissen auch die Möglichkeit von an Störungen oder Spalten rasch aufsteigender höher temperierter Wasser in Betracht gezogen werden. Die chemische Zusammensetzung und der hohe CO_2 -Gehalt, der aus diesen Brunnen geförderten Wasser können solche Vermutungen erhärten (s. Kap. 2.).

3.2. Die Berechnung der geothermischen Tiefenstufe aus Messungen an Temperatursonden mit stehender Wassersäule

Bezüglich des Prinzipie der Temperaturmessungen an Sonden und der Bohr- methode wird auf die Ausführungen im Endbericht zu "Geothermiestudie im Mittleren Burgenland, Schwerpunkt Oberpullendorf - Wärme-flußmessungen" (Forschungsgesellschaft Joanneum, Graz-Burg) verwiesen, der dem Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung Ende Mai 1981 übermittelt wurde.

Wie bereits die Untersuchungen von T. HARUM & H. P. LEDITZKY (1981) im Raum Fürstenfeld gezeigt haben, liefern die Berechnungen der geothermischen Tiefenstufe anhand der Basistemperaturen artesischer Brunnen und die an speziell für Temperaturmessungen niedergebrachten Sonden übereinstimmende Ergebnisse:

Es wurde daher in Bezirk Radkersburg danach getrachtet, solche Sonden nur in Bereichen zu installieren, die nicht durch artesischen Brunnen aufgeschlossen sind.

Die Lokalisierung von Bohrpunkten gestaltet sich in diesem Raum aus zwei geologischen Gründen schwierig: In den tertiären Ablagerungen sind, wie die zahlreich vorhandenen artesischen Brunnen zeigen, laufend wasserführende Sand-Kieshorizonte in unterschiedlichsten Tiefen eingeschaltet. Die Wahrscheinlichkeit, solche Aquifere durch das Niederbringen der 40 m tiefen Temperaturmeßsonden aufzuschließen ist somit sehr groß, was auch zahlreiche bekannte und für die unterschiedlichsten Zwecke abgestufte und z. T. sehr seichte Bohrungen bestätigen (H. ZETINIGG, 1982).

Andererseits wird die hier von einem ausgeprägten, durchschnittlich 10 m mächtigen Schocherfeld der Würmterrasse begleitet, das durch einen mehrere

Meter mächtigen, gut durchströmten Aquifer charakterisiert ist. Wie die bereits beschriebene Versuchsbohrung PQ der Peterquelle in Deutsch Goritz zeigt (Fig. 4), beeinflusst dieser Aquifer das unterliegende Tertiär so stark, daß eine in solchen Bereichen niedergebrachte Temperaturmeßsonde von vornherein keine realen Ergebnisse erwarten läßt. Der gleiche Effekt ist im T-Log der Tiefbohrung Radkersburg erkennbar (Fig. 4).

Zwischen dem Tertiär im Norden und den Würmschottern im Süden sind noch ältere kaltzeitliche Terrassen eingeschaltet, deren bedeutendste die ins Riß gestellte "Halbbrunner Terrasse" ist. Ihr sedimentologischer Aufbau ist durch Untersuchungen von H. P. LEDITZKY, 1972 und E. FABIANI, 1978 weitgehend bekannt.

Unter einer durchschnittlich 6 - 8 m mächtigen Lehmhaube lagert ein nur geringmächtiger z.T. verlehnter Kieskörper, der örtlich wasserführend ist. Aufgrund der Höhenlage dieses Aquifers und der anzunehmenden geringen Fließgeschwindigkeit des Wassers kann dieser kaum als Störfaktor bei der Temperaturmessung an einer stehenden Wassersäule angesehen werden.

Es war daher naheliegend, die Sonden auf dieser "Halbbrunner Terrasse" niederzubringen.

Die Sonde Nr. 2 liegt im Areal der regionalen Mildeponie Halbentain, die Sonde 1 im Ortgebiet von Unterpunkla (s. Beil. 1).

Zur Erleichterung der Interpretation der T-Logs wurden während der Bohrarbeiten, soweit dies bei der durchgeführten Technik möglich war (Kombination von Schlag- und Spülbohrung), Sedimentproben entnommen. Die Darstellung der in Fig. 6 und 7 wiedergegebenen Sedimentprofile beruht auf im Labor durchgeführten kombinierten Sieb- und Schlämmanalysen und Beurteilungen des Spülgutes im Gelände.

Die Darstellung der aus beiden Bohrungen gewonnenen Sedimente im Ton-Schluff-Sand Dreieck (Fig. 8) läßt ganz deutlich die Korngrößenunterschiede zwischen dem Tertiär und den darüberliegenden quartären Lehmen erkennen. Während die tertiären Sedimente durchwegs einen beträchtlichen Sandanteil aufweisen, überwiegen in den Deckschichten der Halbbrunner Terrasse die Ton-Schluff-Fractionen (Fig. 9).

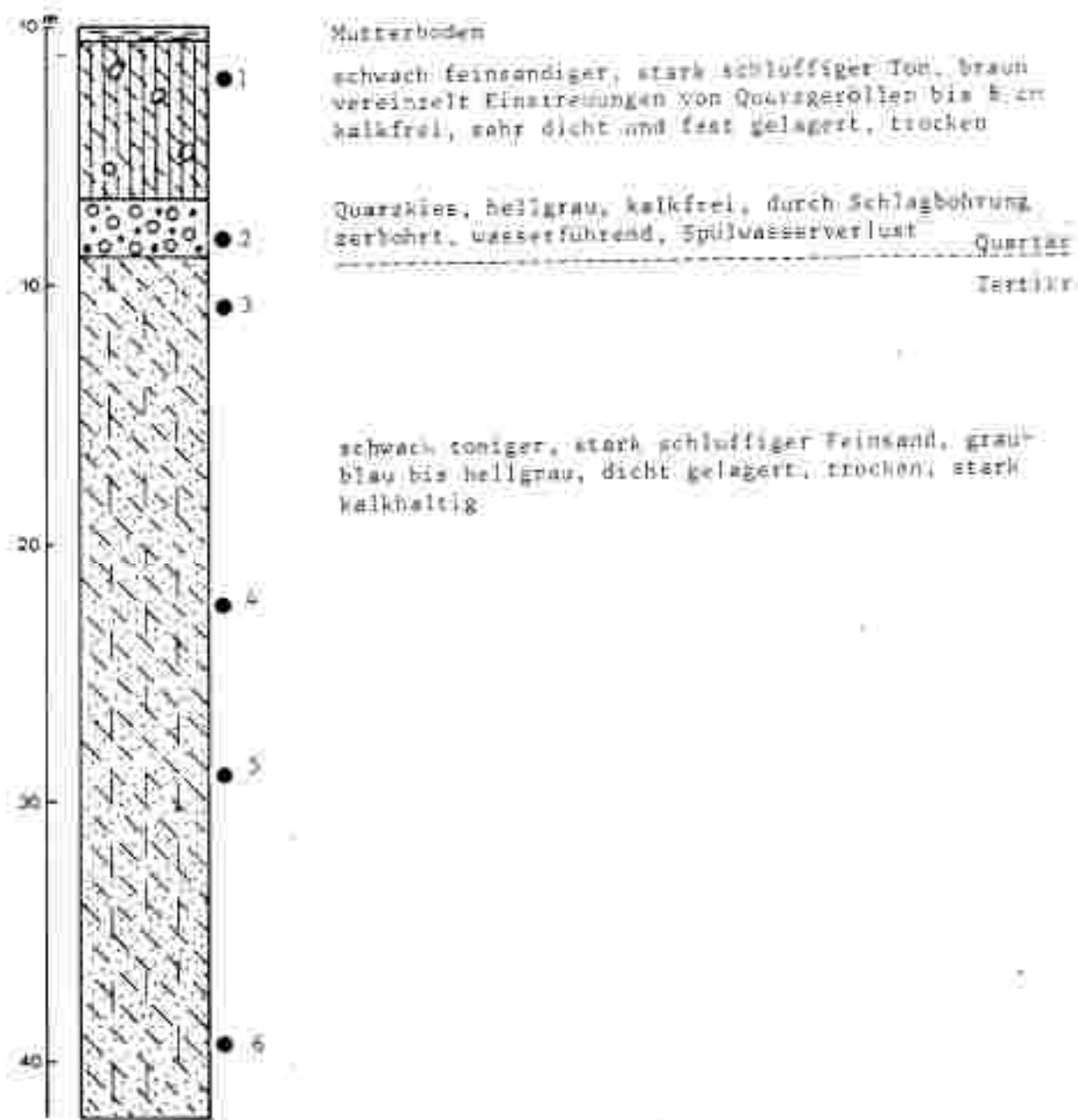


Fig. 8: Bohrprofil der Sonde in Unterparkla (S 1)
 Darstellung und Benennung nach DIN 4023

● Proben für kombinierte Sieb-Schlümmanalysen

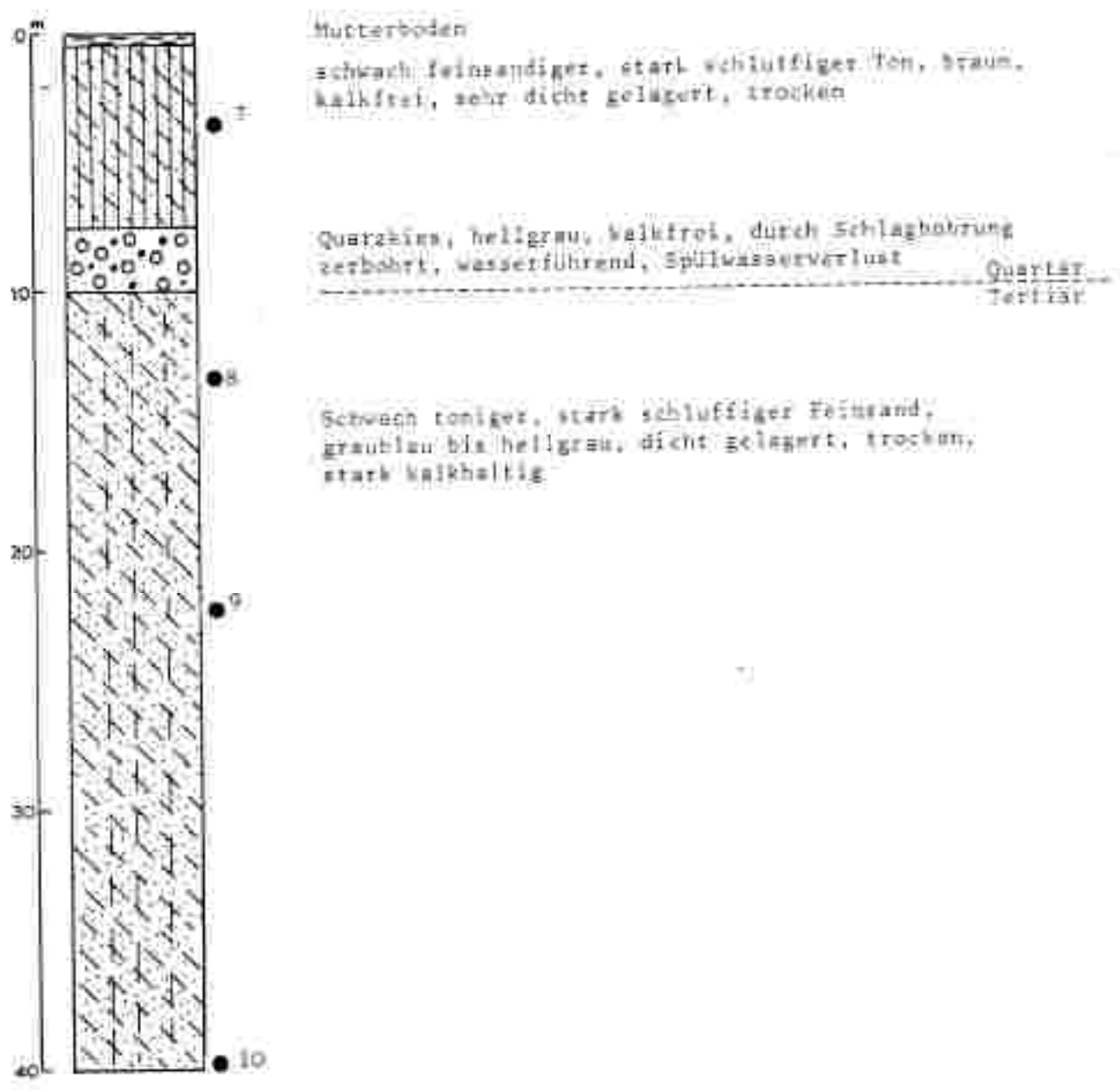


Fig. 7: Bohrprofil der Sonde 2 im Halbenrahn (S 2)
 Darstellung und Benennung nach DIN 4023

● Proben für kombinierte Sieb-Schlammanalysen

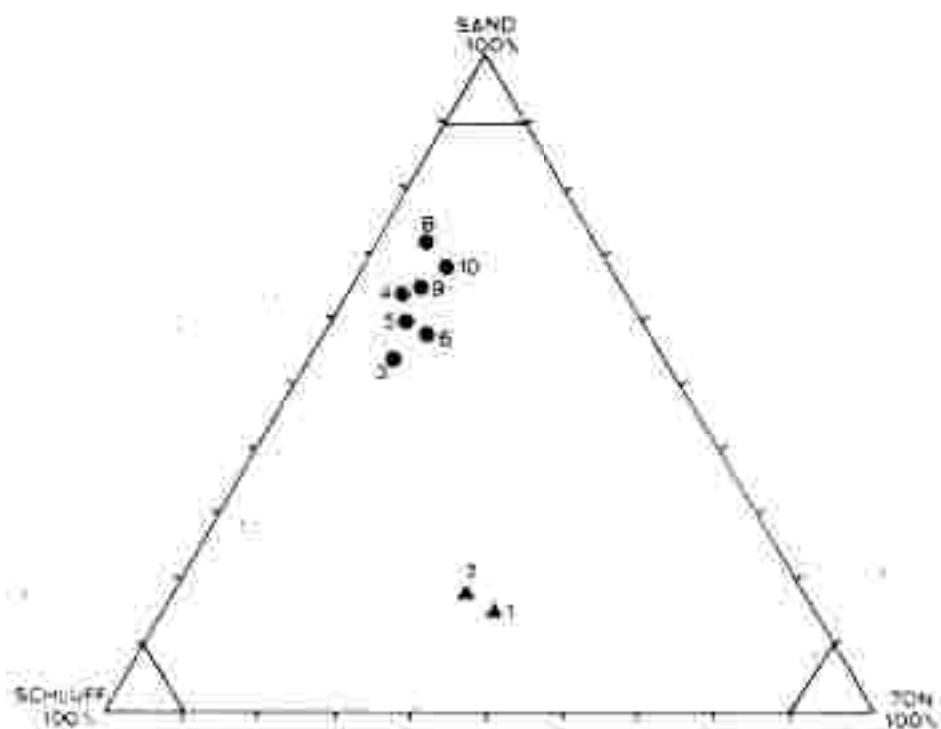


Fig. 8. Darstellung der Sedimente im Sand-Schluff-Ton Dreieck.

- 1 - 6 Sonde Unterpurkla
- 7 - 10 Sonde Halbenrain
- Tertiär
- ▲ Halfbrunn-Terrasse (Quartär)

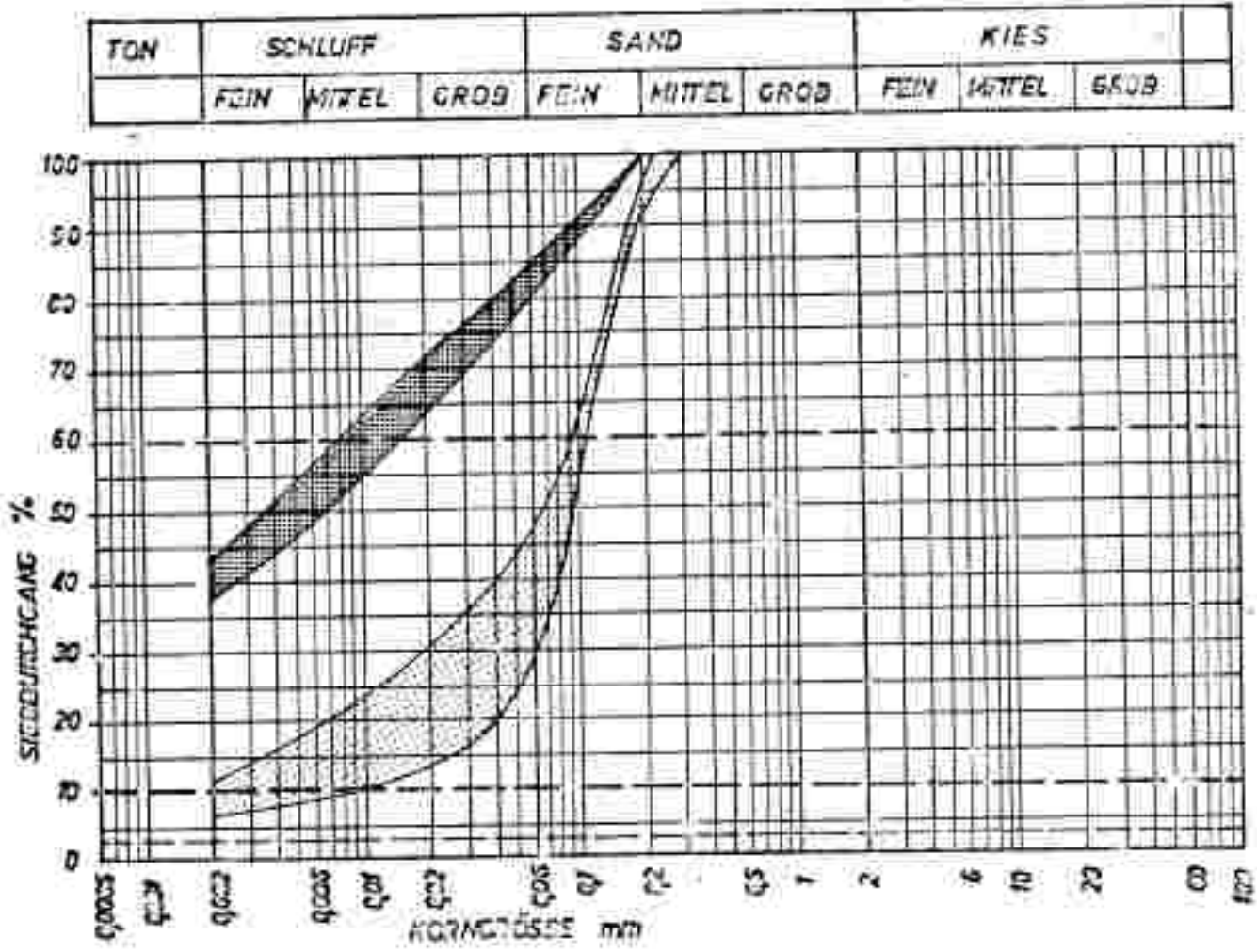




Fig. 9: Spektrum der Korngrößenzusammensetzung der erbohrten Sedimente

-  Halbbruner Terrasse (Quartär)
-  Tertiär

Die Temperaturlogs an den beiden Sonden wurden am 9. Oktober 1981 nach einer fünfwöchigen Stehzeit gefahren, nachdem das durch das Spülwasser abgekühlte umgebende Sediment wieder die ursprüngliche Temperatur angenommen hatte.

Die Ergebnisse der T-Logs sind der Tab. 6, ihre graphische Darstellung der Fig. 10 zu entnehmen.

Der deutlich erkennbare Oberflächeneinfluß der jahreszeitlichen Lufttemperaturschwankung reicht bei der Sonde 1 bis in eine Tiefe von 10 m, bei der Sonde 2 hingegen nur bis 7 m. Ab diesen Tiefen erfolgt eine langsame Angleichung an die tatsächlichen Formationstemperaturen.

Um die beiden an den Sonden gefahrenen T-Logs vergleichen zu können, ist die Ermittlung von Kurvenabschnitten mit möglichst günstiger Korrelation notwendig, die einen linearen Temperaturanstieg nach der Tiefe signalisiert.*

Während bei der Sonde 1 diese Linearität zwischen 16 und 43 m gegangen ist, tritt sie bei der Sonde 2 im Bereich zwischen 20 und 34,5 m auf.

Durch die Ermittlung der Regressionsgeraden läßt sich für die Sonde 1 eine geothermische Tiefenstufe von $18,7 \text{ m/}^\circ\text{C}$, für die Sonde 2 eine von $20,5 \text{ m/}^\circ\text{C}$ ermitteln.

Somit wird die aus den Basistemperaturen artesischer Brunnen errechnete geothermische Tiefenstufe bestätigt.

Die Temperaturmessungen an den artesischen Brunnen Nr. 464 und 461 wurden bei stehender Wassersäule durchgeführt. Diese Logs sind neben der Regressionsgeraden der Basistemperaturen der artesischen Brunnen und dem obersten Abschnitt des T-Logs der Tiefbohrung Radkersburg ebenfalls in Fig. 10 dargestellt. Alle diese Temperaturkurven sind annähernd parallel und ergeben somit praktisch die gleichen geothermischen Tiefenstufen (vgl. auch Tab. 6).

Im Gegensatz zu den Erfahrungen, die im mittleren Burgenland gemacht wurden (H.P. LEDITZKY, 1981), zeigen die T-Logs der Sonden 1 und 2 eine klare Parallelverschiebung. Während bei 7 im Mittleren Burgenland gefahrenen T-Logs die berechneten Temperaturen an der Geländeoberfläche beinahe gleich waren, differieren sie bei den Sonden im Bezirk Radkersburg um ca. $1,3^\circ\text{C}$ (s. Tab. 6).

* Bezüglich der Problematik der Auswertung von T-Logs und der Auswahl von Kurvenabschnitten, die zur Berechnung von geothermischen Tiefenstufen herangezogen werden können, sei auf H.P. LEDITZKY (1981) verwiesen.

Dieses Phänomen war bereits, allerdings nicht so extrem, bei Sondenmessungen in Stegersbach zu beobachten (H.P. LEDITSKY, 1980), konnte aber damals nicht erklärt werden. Geringere Parallelverschiebungen waren auch bei den T-Logs der Sonden Fürstenfeld (T. BARON & H.P. LEDITSKY, 1981) zu beobachten.

In Bezug auf die Tiefsonde Badkersburg 2 ist nun sicher auffällig, daß diese in der Mitte eines ca. 3 x 3 km großen Waldstückes situiert ist. Es liegt also der Verdacht nahe, daß ein bei allen genannten Untersuchungen bisher nicht berücksichtigter Kleinklimatischer Einfluß vorhanden ist. Dieser müßte allerdings so weit in die Tiefe wirken, daß durch die 40 m tiefen Sonden die Werte zur unbeeinflussten Formationstemperatur nicht mehr erreicht werden kann.

Ein solcher kleinklimatischer Einfluß ist durch eine temperaturregulierende Wirkung größerer Waldstücke, die eine generelle Senkung der Bodentemperatur nach sich zieht, sicher denkbar.

Bei einer nachträglichen Betrachtung der bisher im Burgenland und der Steiermark niedergebrachten Temperaturmeßsonden fällt nun tatsächlich auf, daß zu niedrigen Temperaturwerten parallelverschobene T-Logs durchwegs in Waldstücken oder an Waldrändern liegen. Der Verschiebungsbetrag scheint aber auch von der Größe der bewaldeten Fläche und von der topographischen Lage der Sonde abhängig zu sein.

Besonders bei den im mittleren Burgenland niedergebrachten sieben Sonden muß bemerkt werden, daß sich kein einziger Bohreplatz auch nur in Waldnähe befindet.

Das im Zuge dieses Projektes entwickelte Konzept für die Ermittlung einer theoretischen Oberflächentemperatur zur Gradientenberechnung an artesischen Brunnen (H.P. LEDITSKY, 1981) kann somit im vollen Umfang aufrecht erhalten werden, wenn bei der Auswahl von Standorten für die Abteufung von Temperaturmeßsonden neben den geologischen Gegebenheiten auch auf einheitliche Oberflächenbedingungen (Vegetation, Verbauung, Morphologie) geachtet wird. Dieses Problem eines kleinklimatisch bedingten Temperatureinflusses auf die tieferen Bodenschichten, das für Geothermieprospektionen mittels Temperaturmeßsonden von ganz entscheidender Bedeutung ist, sollte methodisch sicher weiterverfolgt werden.

Die durch die bisher angeführten Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse sind übersichtlich in Tab. 6 dargestellt. Sie zeigen eine außerordentlich gute Über-

einestimmung. Es muß aber doch darauf hingewiesen werden, daß dadurch nur der oberste, 120 m mächtige Bereich der Erdkruste erfaßt werden konnte.

3.3. Das Temperaturlog der Tiefbohrung Radkersburg 2

Als der in der Zeit vom 16.9.1977 - 10.1.1978 niederbrachten Thermalwasserbohrung Radkersburg 2 wurde am 10. April 1978 von der Österreichischen Mineralölverwaltung ein T-Log gefahren. Hierbei wurde die Sonde bis zum Ende der Verrohrung in einer Tiefe von 1788 m eingebracht.

Aus dem obersten Abschnitt dieses T-Logs (ca. 200 m) läßt sich eine geothermische Tiefenstufe errechnen, wie sie auch durch die oberflächennahen Prospektionsmethoden erhalten werden kann. Ab diesem Tiefenbereich liegen die gemessenen Temperaturen in der Tiefbohrung Radkersburg 2 nun aber durchwegs bedeutend tiefer als die aufgrund der oberflächennahen Erkundung gegen die Tiefe extrapolierten Werte (Fig. 11).

In diesem Zusammenhang muß aber hervorgehoben werden, daß zwischen dem Ende der Bohrung und dem gefahrenen T-Log nur ein Zeitintervall von 3 Monaten liegt. Es müssen daher berechnigte Zweifel in Betracht gezogen werden, daß innerhalb dieser sehr kurzen Zeitspanne überhaupt die Abkühlung des Gebirges durch die Spüflüssigkeit wettgemacht werden konnte.

Auf das Phänomen einer längerfristigen Temperaturbeeinflussung durch den Bohrvorgang weist auch G. BUNTESARTH (1980) hin. Bemerkenswert sind in diesem Zusammenhang auch Aussagen von Seiten der Stadtgemeinde Radkersburg, nach denen bei höheren Fördermengen bereits Ausflußtemperaturen um 54°C gemessen werden könnten. Diese Temperatur liegt somit um $2,5^{\circ}\text{C}$ höher als die anlässlich der Befahrung ermittelte, scheinbare Formationstemperatur am Aquifertop.

Aufschluß über die tatsächlichen geothermischen Verhältnisse an der Beckenbasis könnte nur eine neuerliche Messung an der Tiefbohrung bringen.

Als Vergleich zum T-Log der Tiefbohrung Radkersburg sind in Fig. 11 das Log, das an der Tiefbohrung Waltersdorf gefahren wurde und die aus Arteser- und Sondennmessungen errechnete Tiefenstufe im Raum Fürstenfeld dargestellt (T. MARON & H.F. LEDITZKY, 1961). Hieraus geht deutlich hervor, daß die aus den nur oberflächennahen Messungen ermittelte geothermische Tiefenstufe in diesem Falle ohne weiteres

wegen die Tiefe extrapoliert werden kann.

Das an dieser Tiefbohrung bis in eine Tiefe von 678 m gefahrene Log zeigt hier eine Temperatur von $43,9^{\circ}\text{C}$, einen Wert also, der auch auf der errechneten Regressionsgeraden der in diesem Raum ermittelten Basistemperaturen der artesischen Brunnen liegt. Weiters ist von dieser Tiefbohrung die Ausflusstemperatur von ca. 61°C bekannt. Bei einer sicher vorhandenen Abkühlung entlang der 1100 m langen Aufstiegsstrecke von mehreren Celsiusgraden sollte auch die tatsächliche Aquifertemperatur etwa auf dieser Regressionsgeraden zu liegen kommen. Es sei darauf hingewiesen, daß das T-Log in Waltersdorf erst ein Jahr nach dem Aufbohren der Zementbrücken an der alten Erdiprospektionsbohrung in einer Dickepülung gefahren wurde. Die gemessenen Temperaturen müssen demnach also auch den tatsächlichen Formationstemperaturen entsprechen.

Nur knapp neben der Thermalwasserbohrung Radkersburg 2 existiert die alte Bohrung Radkersburg 1 der Wintershall AG., aus der das "Longlife" Mineralwasser erschrotet wird. Geophysikalische Bohrlochmessungen von H. SCHÖLLER (1951) ergaben einen Aquifer in 200 - 206 m Tiefe. Ein am aufsteigenden Artbeer gefahrenes T-Log zeigt, daß die Aquifertemperatur ca. 19°C beträgt und sich das Wasser während seines Aufstieges um ca. 1°C abkühlt.

Aufgrund der fehlenden genaueren Temperaturangaben (nur ganze Grade) ist die aus der Basistemperatur in Verbindung mit einer angenommenen Lufttemperatur von $10,3^{\circ}\text{C}$ errechnete geothermische Tiefenstufe geringfügigen Streuungen unterworfen. Sie müßte sich aber etwa im Bereich zwischen 20 und 22 m/ $^{\circ}\text{C}$ bewegen.

Hingegen würde sich aus der in 1788 m gemessenen Wassertemperatur der Tiefbohrung Radkersburg 2 eine, aus den bereits erwähnten Gründen allerdings problematische geothermische Tiefenstufe von ca. 25 m/ $^{\circ}\text{C}$ errechnen.

3.4. Zusammenfassende Betrachtung der Ergebnisse der Temperaturmessungen.

Tab. 6 gibt eine Übersicht über die aufgrund der durchgeführten Prospektionsmethoden ermittelten Rechenwerte. Daraus resultiert eine mittlere

Tab. 6: Ermittlung der geothermischen Tiefenstufe durch Temperaturmessungen an verschiedenen Messstellen im Vergleich zur Regression der Basistemperaturen in 7 artesischen Brunnen

Meßstelle	Ort	Datum	Zur Berechnung herangezogene Tiefenbereich (m)	Geotherm. Tiefenstufe ($m/^\circ C$)	Gradient ($^\circ C/100m$)	Korrelationskoeffizient r	theoret. Oberflächentemp. $^\circ C$	Berechnete Temperatur für eine Tiefe von 1788 m (Top Aquifer Raikernburg)
S 1	Unterpuckla	9.10.81	16 - 43	18,7	5,35	0,998	9,91	106
S 2	Müllersponie Halbenrain	9.10.81	20 - 36,5	20,5	4,88	1,000	8,77	96
TR Raikernburg	Kuppark Raikernburg	10. 6. 78	15 - 120	18,8	5,32	0,999	10,63	106
464	Artener Stöbng	27. 1. 81	38 - 63	19,2	5,20	0,997	10,69	103
461	Artener Zelenaderf	27. 1. 81	13 - 25	18,7	5,36	0,991	10,57	106
7 Artener	-----	-----	29 - 119,5	18,2	5,69	0,999	10,26	108
Mittelwert	-----	-----	-----	19,0	5,26	-----	10,1	104

geothermische Tiefenstufe von $19 \text{ m}^{\circ}\text{C}$ bei einer gemittelten Oberflächentemperatur von $10,1^{\circ}\text{C}$. Bezogen auf den Aquifertop der Therme Badkersburg in 1788 m Tiefe ergebe dies eine Formationstemperatur von 104°C .

Die Differenz zur durch das Tiefenlog gemessenen Aquifertemperatur beruht:

- a) auf den schon erwähnten Gründen betreffend den Zeitpunkt der Messung und
- b) auf der Tatsache, daß die Extrapolation von Temperaturmessungen aus den obersten 120 m der Erdkruste auf große Beckentiefen, bedingt durch inhomogenen Sedimentaufbau, unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit der Gesteine, etc. naturgemäß mit einigen Fehlern behaftet sein muß.

Der errechnete Wert von $19 \text{ m}^{\circ}\text{C}$, der auch im Raum Fürstenfeld (T. KARÚM & H. P. LEDITSKY, 1981) ermittelt wurde, scheint aus den obengenannten Gründen für eine Hochrechnung auf große Tiefen etwas zu günstig, die aus dem T-Log der Therme Badkersburg ermittelte geothermische Tiefenstufe von $25 \text{ m}^{\circ}\text{C}$ hingegen wiederum zu hoch zu sein.

Praktische Erwägungen in Bezug auf Erschötungsmöglichkeiten von Thermalwasser im Verwaltungsbezirk sollte daher eine geothermische Tiefenstufe von etwa $22 \text{ m}^{\circ}\text{C}$ zugrunde gelegt werden.

3.5. Die Anwendung von chemischen Geothermometern für die Berechnung von Frisortemperaturen im Untergrund (J. E. COLNBUNNER) Methodische Voraussetzungen

Die Löslichkeit der Minerale und ihre Abhängigkeit von der Temperatur bilden die Grundlage für die Anwendung von chemischen Geothermometern. Das in das Gestein eindringende Wasser verändert seine Beschaffenheit durch Lösung in Abhängung an seine neuen Umgebungsverhältnisse, bis ein Gleichgewicht (Equilibrium) Gestein-Wasser erreicht wird. Die Einstellung dieses Gleichgewichtszustandes wird jedoch neben der Temperatur noch durch zahlreiche andere Faktoren wie die Durchlässigkeit des Aquifers, die Kontaktzeit Wasser-Gestein, und die Fließgeschwindigkeit gesteuert.

D.E. WHITE (1970) hat die allgemeinen Bedingungen für die Anwendung von Geothermometerberechnungen folgendermaßen zusammengefaßt:

1. Auftreten von temperaturabhängigen Reaktionen und das ausreichende Vorhandensein der für die Interpretation herangezogenen Inhaltsstoffe.
2. Einstellung eines Equilibriums zwischen Gestein und Wasser,
3. rasches Fließen des Wassers vom Tiefenaquifer zur Oberfläche,
4. Erhaltung der chemischen Zusammensetzung des Wassers während des Fließens,
5. keine Verdünnungseffekte durch Mischung mit anderen mineralisierten Lösungen.

Die Ergebnisse hydrochemischer Untersuchungen an Tiefenwässern des oberösterreichischen Alpenvorlandes (J.G. ZÜTL & J.P. GOLDBRUNNER, 1980) und des Steirischen Beckens (H.F. LEDITZKY, 1981) haben gezeigt, daß nur jene Geothermometerberechnungen, basierend auf dem Gehalt an SiO_2 in wässrigen Lösungen, relevante Ergebnisse zur Anschätzung der Untergrundtemperaturen liefern. Alle anderen Wasserinhaltsstoffe (vor allem die Kationen) unterliegen während der Migration der Wässer Veränderungen, die ihre Heranziehung für thermische Berechnungen unmöglich machen.

Der SiO_2 -Geothermometer

Die Berechnung des SiO_2 -Geothermometers basiert auf der Löslichkeit von Quarz in Wasser und erfolgt nach der empirisch ermittelten Gleichung von A.H. TRUESDELL (1976):

$$T_{\text{SiO}_2} (^{\circ}\text{C}) = \frac{1315}{5,205 - \log_{10} \text{SiO}_2} - 273,15$$

Die Konzentration an SiO_2 geht als ppm (bei geringmineralisierten Lösungen entspricht dies der Angabe in mg/l) in die Gleichung ein.

Eine bedeutende Unsicherheit bei der Berechnung der Geotemperaturen stellt das Vorhandensein von amorpher Kieselsäure (hydratisierte und dehydratisierte Silicium-Gele, silikatische Gläser und Sinter, Opal, Hornstein, Gerüstsubstanzen von Organismen; R. SIEVER, 1962) im Sediment dar, welche eine bedeutend höhere

Üblichkeit als der Quarz besitzt und so bei Anwendung des Quarzgeothermometers zu hohen Reservoirtemperaturen ansteigt.

Außerdem stellt sich das Quarz-Wasser Equilibrium erst bei hohen Reservoirtemperaturen ein (W. A. XANON, 1966, zitiert in D. E. WHITE, 1970). Dadurch ist die Geothermometerberechnung bei oberflächennahen artesischen Wässern des Steirischen Beckens und des oberösterreichischen Alpenvorlandes nicht anwendbar.

Aufgrund dieser einschränkenden Vorbedingungen ergeben sich relevante Ergebnisse nur bei tieferliegenden Thermalwässern, wie auch Fig. 12 zeigt, in der die SiO_2 -Gehalte ausgewählter Wässer des Steirischen Beckens und des oberösterreichischen Alpenvorlandes den Austritts- bzw. Aquifertemperaturen gegenübergestellt wurden (Daten der Wässer in Tab. 7).

Tab. 7: Hydrogeologische Angaben von in Fig. 12 dargestellten Wässern

Probe Nr.	Tiefbohrung	Tiefenlage des Aquifers	Stratigraphie
1	Waltersdorf	850 m	Sarnat
2	Bad Schallerbach	450 m	Oligozän (Egerien)
3	Lolpersdorf	1190 m	Badenien
4	Birnbach	1000 m	Malm
5	Eisling	1050 m	Malm
6	Waltersdorf	1100 m	Devon
7	Reichersberg	1600 m	Malm
8	Bad Radkersburg	1600 m	Trias
9	Geinberg	2200 m	Malm

Die Kurve für das Quarz-Wasser-Equilibrium trennt im Diagramm einen Bereich der Quarz-Untersättigung (links) von jenem der Übersättigung an Quarz. Dabei fällt auf, daß die Probe aus dem Malm von Birnbach quarzuntersättigt ist, während bei der Probe Geinberg (Malm) eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Aquifertemperatur und Geothermometer-Berechnung festzustellen ist.

Auch bei der Tiefbohrung Radkersburg lassen einige Beobachtungen (z. B. Oberflächenprospektion durch seichte Sondagen, Berücksichtigung der Abkühlung während des Aufstieges des Wassers mit großen Mengen von CO_2) die berechnete Geothermometer-Temperatur (96°C) durchaus relevant erscheinen.

Alle übrigen Wässer zeigen eine Quarz-Übersättigung. Dies läßt zwei Interpretationsmöglichkeiten zu: entweder ist die Übersättigung an Quarz auf die Lösung von amorpher Kieselsäure zurückzuführen, wobei alle Wässer einer Re-Equilibration mit Quarz zustreben (dies zeigt die Untersättigung an amorpher Kieselsäure, die eine bedeutend höhere Löslichkeit als Quarz besitzt, wie die Löslichkeitskurve in Fig. 12 zeigt), oder die Wässer (besonders die Proben Reicherberg, Füssing und Walterdorf) stehen mit Quarz bei einer höheren Temperatur im Gleichgewicht (angedeutet durch die Pfeile in Fig. 12). Aufgrund der Stabilität des kristallisierten SiO_2 in der Lösung kommt es im Zuge der Abkühlung des Wassers während der Migration zu keinen Ausfällungen. Diese hydrogeologische Interpretation ist besonders bei den Wässern der Tiefbohrung Füssing und Walterdorf plausibel, welche beide an Bruchstörungen in relativer Hochlage zu in die Tiefe versetzten Schollen liegen (vgl. Tiefe des Grundgebirges in der Bohrung Walterdorf 1 und in der Bohrung Blumau 1/1 a).

Diese Interpretationen mögen etwas theoretisch klingen, doch deutet sich an, daß bei Vorliegen eines größeren Datennaterials hydrogeologische Aussagen aufgrund von chemischen Geothermometerberechnungen sicherlich möglich sind.

4. Die Therme Räckersburg

4.1. Allgemeines

In der Zeit vom 16.9.1977 - 10.1.1978 wurde die Thermalwasserbohrung Räckersburg 2 bis in eine Tiefe von 1930 m niedergebracht. Hierbei wurden folgende Formationen durchstößt:

0	bis	307 m	Sarmation
307	bis	1226 m	Badenien
1226	bis	1556 m	Karpatien
1556	bis	1778 m	Helvet im engeren Sinn
1778	bis	1885 m	Mesozoikum
1885	bis	1930 m	Paläozoikum

Bei den ab 1788 m überraschend angefahrenen mesozoischen Schichten handelt es sich nach K. KOLLMANN (1980) um Triasdolomite und Verfener Schichten, die sonst durch keine andere Tiefbohrung im oststeirischen Becken aufgeschlossen wurden.

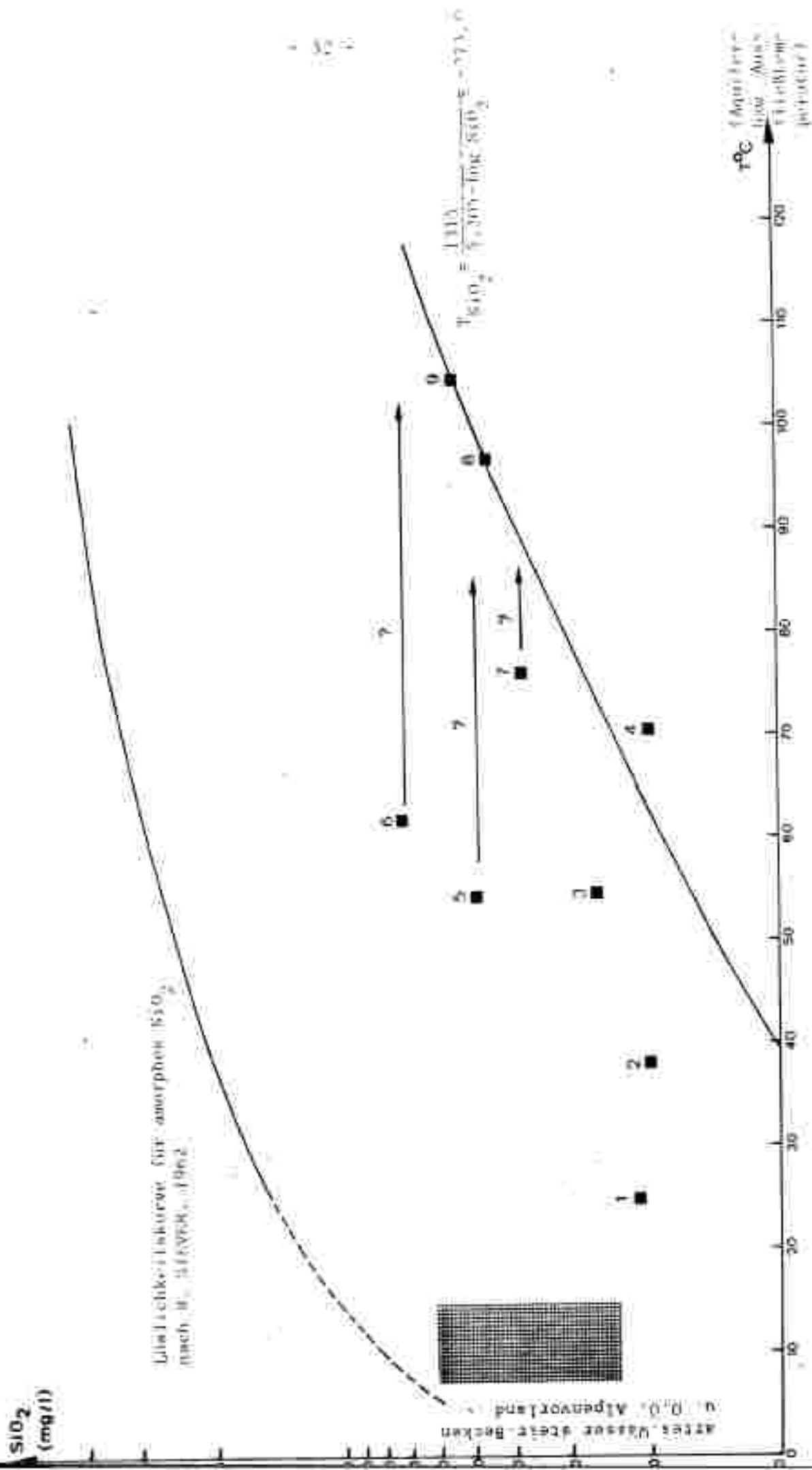


FIG. 12: Die Beziehung zwischen SiO_2 -Gehalt und Äquivalenz für amorphes SiO_2 und den charakteristischen Alpenvorland- und steir. Becken-

Auf den wahrscheinlichen Zusammenhang mit Mesozoikum in Ungarn und Jugoslawien wurde bereits in Kap. 1-2. hingewiesen.

Das liegende Paläozoikum wurde wie in allen anderen Bohrungen im südlichen steirischen Tertiarbecken in einer phyllitischen Fazies angetroffen.

Der Triasdolomit stellte sich als ein ausgezeichneter Aquifer heraus. Wenigstens die Bohrung bis zum Dolomitkop in 1788 m durchgehend verrohrt wurde. Zwei weitere, angeblich bedeutende Aquifere zwischen 600 und 650 m (Fein- bis Grobkieß) und zwischen 1000 und 1100 m (Sandstein), beide im Badenien, wurden nicht getestet.

Der maximale freie Überlauf wird von Seiten der Stadtgemeinde Bad Radkersburg mit ca. 70 l/s angegeben. Aufgrund einer Auflage der Herstellerfirma darf eine bestimmte Durchfließgeschwindigkeit in den Magisterrohren nicht überschritten werden, weshalb die Entnahme auf 27 l/s bei einem Eigendruck von 17 bar gedrosselt ist. Die Ausflusstemperatur beträgt zur Zeit 76°C.

4.3. Zur Genese des Thermalwassers aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung

Wie aus Tab. 8 ersichtlich ist, handelt es sich bei dem erschoteten Thermalwasser um einen hochmineralisierten Natriumhydrogencarbonat-Typ, dessen Gehalt an freiem CO_2 am Bohrkopf mit 770 mg/l knapp unter der Sauerwassergrenze (1.000 mg/l) liegt. Da das Wasser während seines Aufstieges einer Entgasung unterworfen ist, ist anzunehmen, daß der Gehalt an freiem CO_2 im Aquifer bedeutend höher liegt. In Beil. 4 wurde daher dieses Thermalwasser in die Gruppe der Sauerlinge eingeordnet.

Neben den in Tab. 8 angeführten Ionengehalten wurden noch Spuren von Bor, Strontium, Barium, Mangan, Arsen und Zink gefunden.

In gedrosseltem Zustand treten pro Minute 885 ml Gas frei aus. Wie die Analyse zeigt, setzt sich dieses Quellgas zu 99,8% aus Kohlendioxid zusammen, der Rest teilt sich auf Kohlenwasserstoffe, Wasserstoff, Stickstoff und Edelgase auf.

Der Radiengehalt liegt mit 1,3 Bq/kg über der gesetzlich erlaubten höchstmöglichen Konzentration für Trinkwasser.

Tab. 8 zeigt die wichtigsten chemischen Parameter des Radkersburger Thermalwassers im Vergleich zu anderen Tiefenwässern des oststeirischen Tertiarbeckens sowie zum Thermalwasser aus der 2100 m tiefen Bohrung Vasvár, die vermutlich den selben triadischen Dolomitequifer aufschließt und zu einem charakteristischen gespannten Grundwasser aus dem Poppendorfbachtal.

Hierbei ist über hohe Na^+ - und vor allem der extreme HCO_3^- -Gehalt des Radkersburger Thermalwassers auffallend.

Da das Wasser aus einem Dolomitequifer erschrotet wird, entspricht die chemische Zusammensetzung in keiner Weise dem des Speichergesteins. Würde diesem Wasser sein Chemismus in den Dolomiten aufgeprägt, müßte sich aufgrund der hohen Löslichkeit von Calcit und Dolomit in Verbindung mit der freien Kohlensäure ein Wasser vom Ca^{++} -, Mg^{++} -, HCO_3^- -Typ gebildet haben. Thermalwässer mit solchen Mineralisationen werden aus den triadischen Dolomiten auf ungarischer Seite erschrotet, wie am Beispiel der Tiefbohrung Vasvár zu ersehen ist (Tab. 8). Somit ist der Schluß gerechtfertigt, daß der Dolomitequifer nur als Speichergestein fungiert, in welches in ihrem Chemismus bereits vorgeprägte Wässer migrieren.

Bezüglich der hohen Na^+ - und HCO_3^- -Konzentrationen zeigt das Wasser eine Verwandtschaft mit den gespannten Grundwässern des Poppendorfbachtals, deren Einzugsgebiet in den Vulkaniten um Kirch und Gleichenberg zu suchen ist (s. Kap. 2.4.). Eine Alimентация des Dolomitequifers aus den Vulkaniten erscheint somit durchaus denkbar.

Im Gegensatz zu den Tiefenwässern aus den Bohrungen Waltersdorf und Binderberg sticht bei der Therme Radkersburg der sehr hohe SO_4^{--} -Gehalt hervor. Dies läßt auf den Einfluß evaporitischer Ablagerungen zurückzuführen, die in den durchorienten Kärntner Schichten (nach K. MOLLMANN, 1980) oder in ihrem stratigraphisch liegenden vorhanden sein könnten.

Ein Vergleich der Na^+ - und HCO_3^- -Werte der aus dem Oststeirischen Becken erschroteten Thermalwässer zeigt, daß der Chemismus der Therme Radkersburg am ehesten mit Binderberg I (Loipersdorf) vergleichbar ist. Auch hier fällt sofort die Nähe zu den Vulkaniten auf, die entlang der Südburgenländischen Schwelle angeordnet sind. Außerdem deutet hier der hohe Cl^- -Gehalt auf einen hochmarinen Einfluß hin, der sich in einem Aquifer innerhalb des Badenians zwangsläufig ergibt.

Durch die Tiefbohrung Radkersburg 2 wurden triadische Dolomite angetroffen, die mit großer Wahrscheinlichkeit die westliche Fortsetzung des großen mesozoischen Zuges darstellen, der die Ungarische Tiefebene mit SW-NE-Streichen im Beckenuntergrund durchzieht. Auf österreichischer Seite reichen diese Dolomite bis knapp nördlich Halbbrunn (freundliche mündliche Mitteilung von A. KÖLLI, 1982); sie keilen dennoch gegen die Südburgenländische Schwelle hin aus. Der Dolomit stellt, wie die große Schüttung der Thermalwasserbohrung beweist, einen ausgezeichneten Aquifer dar.

Das Wasser der Therme Radkersburg wird ebenso, wie eine größere Anzahl von Thermalwässern auf ungarischer Seite (z.B. Tiefbohrung Vasvár, Tab. 8) aus diesem triadischen Dolomitaquifer erschrotet; dennoch zeichnet sich das Radkersburger Thermalwasser durch eine völlig anders geartete chemische Zusammensetzung aus. Zwar kann ein hydraulischer Kontakt und ein durchgehender Aquifer durchaus vorhanden sein, die charakteristische Mineralisierung erhält das Thermalwasser dieser Bohrung Radkersburg 2 aber sicher nicht in diesem Dolomitaquifer aufgeprägt.

Für die Genese des Thermalwassers aus der Tiefbohrung Radkersburg 2 kann aufgrund der chemischen Zusammensetzung desselben vorläufig folgendes Denkmodell konstruiert werden:

1. Das erschrotete Thermalwasser muß aufgrund seines hohen Na^+ - und HCO_3^- -Gehaltes mit Vulkaniten in Zusammenhang gebracht werden, die ihm seine charakteristische chemische Zusammensetzung prägen. Solche Wässer migrieren in den Dolomitaquifer, kommen hier mit Evaporiten in Kontakt und werden mit SO_4^{2-} angereichert.
2. Somit ist anzunehmen, daß der Triasdolomit in erster Linie von Wässern aus Vulkaniten alimentiert wird. Die Frage, ob diese Vulkanite in direktem Kontakt mit dem Mesozoikum stehen, oder ob tertiäre Lockersedimente zwischengeschaltet sind, kann vorerst nicht geklärt werden.
3. Aufgrund der Lage der Südburgenländischen Schwelle, die SW-NE über Weixelbaum - Edochen nach St. Anna streicht, ist ein Abströmen des Wassers gegen S bis SE in die Senke um Radkersburg denkbar.

4. Ein Großteil der jungtertiären Vulkanite wird von Lockersedimenten überlagert. Da in letzteren zahlreiche Aquifere ausgebildet sind, ist ein hydraulischer Kontakt der Vulkanite mit diesen wahrscheinlich. Daraus würde sich ein ausreichend großes Einzugsgebiet ergeben, das die große Ergiebigkeit des Dolomitaquifers erklären könnte.

5. Ausblicke auf die Nutzung geothermaler Energie im Verwaltungsbezirk Radkersburg:

Für den gesamten Bereich des Verwaltungsbezirkes Radkersburg können einheitliche geothermische Verhältnisse angenommen werden, wobei praktischen Erwägungen in Bezug auf Erschötmöglichkeiten von Thermalwasser eine geothermische Tiefenstufe von 22 m/°C zugrunde gelegt werden kann.

Bei der Thermalwasserbohrung Radkersburg 2 wurden zwar innerhalb der tertiären Beckenfüllung angeblich bedeutende Aquifere angetroffen (zwischen 600 - 650 m und 1.000 - 1.100 m), doch hat die Erfahrung gezeigt, daß im allgemeinen die klastischen Tertiärsedimente nicht für die Erschötmung wirtschaftlich nutzbarer Wassermengen geeignet sind.

Als Kriterium für eine Erschötmung von Thermalwasser verbleiben somit die Beckentiefe und die lithologische Ausbildung des vortertiären Grundgebirges.


Die Südburgenländische Schwelle, die über Waikalbaum - Radbach - St. Anna streicht, teilt den Verwaltungsbezirk Radkersburg in zwei Teilbecken, deren tieferes an der Südostgrenze des Bezirkes liegt. Somit lassen sich in Bezug auf die Beckentiefe zwei aus geothermaler Sicht interessante Bereiche ausscheiden. Dem westlichen, der etwa im Raum zwischen Pichl, Halbraun und Mureck liegt, steht ein östlicher zwischen Halbraun, Radkersburg und Sighardorf gegenüber. Während im ersteren Beckentiefen von knapp 2.000 m zu erwarten sind, dürfte im zweiten das Tertiär etwas über 2.000 m mächtig sein, wobei vermutlich das Beckentiefste knapp nördlich von Radkersburg liegt. Ungeklärt ist die geologische Situation im nördlichen Arbeitsgebiet zwischen Bierbaum, Hofstätten, Scraden und Trössing.

Alle westlich der Südburgenländischen Schwelle abgeteufte Tiefbohrungen schlossen das Grundgebirge ausschließlich in Form von paläozoischen Phylliten auf, die in Bezug auf eine Wasserführung sicher negativ zu beurteilen sind.

Dagegenüber lagern im östlichen Teilbecken unter dem Tertiär triadische Dolomite, die gegen die Südburgenländische Schwelle hin auskeilen.

Zweifelloß stellt der Verbreitungsbereich dieser mesozoischen Karbonatgesteine im südöstlichsten Teil des Bezirkes Radkersburg mit der nordwestlichen Grenze bei Halbenrain infolge des beachtlichen Wasserangebotes eine geothermische Gunstzone dar, in der bei Beckentiefen zwischen 1.500 m und 2.000 m Thermalwasser von ca. 35 - 90°C in auch wirtschaftlich interessanten Mengen erschötet werden kann.


Dr. H.P. Leditschek
Projektleiter


Univ.-Dr. H. Zojer
(Stellv. Institutsleiter)

L I T E R A T U R

- BRÄUNLICH, E. & KRÖHL, A.: Erdölgeologie.-Erdöl-Erdgas Z., 98, 153-160, Hamburg-Wien 1980.
- CARLE, W.: Die Mineral- und Thermalwässer von Mitteleuropa. Geologie, Chemismus, Gänge.-645 S., Abb., Tab., Stuttgart (Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft) 1975.
- DANK, V. & IRÁNYITASAVAL, F.J.: Geological map of the palaeozoic and mesozoic basement of Hungary 1 : 500 000.-Hungarian Geological Institute, Budapest 1957.
- FABIANI, E.: Grundwasseruntersuchungen im unteren Murtal.-Berichte wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, 19, 1-94, 27 Abb., 23 Taf., Graz 1978.
- FILIGEL, H. & HERITSCH, H.: Das Steirische Fertilstreben.-Sammlung geol. Führer, 47, 2. Aufl. 196 S., 27 Abb., 8 Taf., 1 Kt., Geb. Bornträger, Berlin-Stuttgart 1968.
- FORBERGER, K. & METZ, K.: Magnetische Bodenforschungen im Gebiet zwischen Leibnitz und Radkersburg.-Berg- & Hüttenm.Mit., 87, 61-66, 1 Abb., Wien 1939.
- FRICKE, K.: Stellungnahme zur Frage der Möglichkeiten einer CO₂-Gas-Gewinnung im Grenzgebiet Österreich-Ungarn (Burgenland).-Unveröff. Ber., 13 S., 1 Kt., Krefeld 1972.
- GAMESITH, H., KRAFF, G., KOLNER, H. & KRÄINER, H.: Zur Verteilung einiger Spurenelemente in artesischen Wässern des Steirischen Tertiärbeckens.-Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, 25, 127-138, Graz 1973.
- GAGLIARDI, E. & SAKS, J.: Die Thermalquelle Loiperadörf I.-Unveröff. Ber., 28 S., 2 Abb., Graz 1976.
- GAGLIARDI, E. & RABER, J.: Die Thermo Waltersdorf.-Unveröff. Ber., 18 S., 2 Abb., Graz 1978.
- HAUSER, A. & KAPONER, J.: Das Vulkangebiet Murck-Retznei (Stmk.).-Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 83, 64-68, Graz 1953.
- HABEN, T. & LEDITZKY, H.P.: Der geothermische Gradient im Raume Fürstenfeld.-In: Studie zur Erschließung und Nutzung geothermaler Energie für Fernheizung und Wasserbelieferung der Stadt Fürstenfeld, 7-26, 12 Abb., 2 Tab., Unveröff. Ber. II Graz, Graz 1981.
- HERITSCH, H., BOSSCHUTZKY, J. & SCHUCHLENZ, H.: Zwei vulkanische Gesteine aus den Tiefbohrungen von Mitterlabill, nördlich von Wildon und von Walkersdorf, südlich von Ilz (Stmk.).-Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 95, 104-114, 6 Tab., Graz 1965.
- HERITSCH, H.: Vulkanite aus den Tiefbohrungen von St. Nikolai, Wiersdorf und St. Peter, Oststeiermark.-Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 109, 25-32, 4 Abb., 3 Tab., Graz 1979.

- NUBER, H.: Thema Bad Radkersburg - 20 S., Unveröff. Ber., Graz 1979.
- KAPUNEK, J.: Zusammenfassender Bericht über die Tiefbohrung Perbersdorf I. - Unveröff. Ber., 39 S., Wien 1934.
- KOLLMANN, M.: Die österreichischen Erdöl- und Erdgasprovinzen, Kap.: Steiermark und Südburgenland - In: BACHMAYER, F. (Hrsg.): Erdöl und Erdgas in Österreich - 216-223, 2 Abb., 1 Tab., Naturhistorisches Museum Wien und F. Berger, Horn, Wien 1980.
- LEDITZKY, H.P.: Geologische und morphologische Beschreibung des Unteren Murtales (Landscha-Radkersburg) - Unveröff. Gutachten, Amt der Steierm. Landesregierung, Fachabteilung IIIa-Hydrographische Landesabteilung, Graz 1972.
- LEDITZKY, H.P.: Ergänzungen zum Endbericht über die Geothermiestudie im mittleren Burgenland, Schwerpunkt Oberpullendorf - Wärmeflussmessungen. - Unveröff. Ber., Forschungszentrum Graz, 16 S., Graz 1981 a.
- LEDITZKY, H.P.: Detailuntersuchungen über die geothermischen Verhältnisse im Raum Stegersbach - Unveröff. Ber., Forschungsgesellschaft Joanneum, 43 S., 21 Abb., 3 Tab., Graz 1981 b.
- SCHMÜLLER, H.: Geophysikalische Bohrlochmessungen-Radkersburg I. - Unveröff. Gutachten, 5 S., Leoben 1981.
- SCHUPPE, A.: Hydrologische Studie zur Genesis der Heilquellen von Gleichenberg - Berg- & Hüttenm. Jb., 97, 185-192, 1 Abb., Wien 1952.
- SIEVEN, E.: Silica solubility, 0° - 200°C., and the diagenesis of siliceous sediments. - J. Geology, 70, 127-150, 3 Abb., 1 Tab., Chicago 1962.
- TOPERCZER, M.: Die erdmagnetische Anomalie von Wundschuh. - Sitz.-Ber. Akad. Wiss. math.-naturwiss. Kl. Abt. 2, 156, 383 - 391, Wien 1947.
- YAKUSSELL, A.H.: Summary of Section III, Geochemical techniques in exploration. - Proc. 2nd U.N. Symp. on the Development and use of Geothermal Resources, San Francisco, Vol. San Francisco 1976.
- WHITE, D.E.: Geochemistry Applied to the Discovery, Evaluation and Exploration of Geothermal Energy Resources. - U.N. Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources, Vol. 1, 58-80, 3 Abb., 4 Tab., Pisa 1970.
- WINKLER-BERGMANN, A.: Zur Beurteilung der Mineralquellen-Situation im Bereich Sighardorf - Radkersburg. - Unveröff. Gutachten, Graz, Datum unbekannt.
- ZOTL, J.G. & GOLDBRUNNER, J.E.: Studie zur Erschließung und Nutzung geothermaler Energie; Ermittlung des Standortes einer Geothermiebohrung Braunau (Phase 1). - Unveröff. Ber., 63 S., Abb., Tab., 2 Beil., Graz 1980.
- ZOJER, H.: Hydrogeologische Beurteilung eines Mineralwasservorkommens in der KG Hart, 3H Radkersburg, zur Nutzung durch die Brunnenverwaltungs-gesellschaft Deutsch Goritz, Kern & Co. OHG - Unveröff. Gutachten, 15 S., 2 Abb., Graz 1977.

Kurzfassung

Die vorliegende Studie "Untersuchung der geothermischen Verhältnisse im Verwaltungsbezirk Radkersburg" wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung (Vertrag vom 28.11.1980, Az. 44.300/St/2-14/80) durchgeführt.

Geologisch gesehen liegt ein Großteil des Untersuchungsgebietes im Bereich des "Gnaser Beckens", einem durch die Saualschwelle im W und die Südburgenländische Schwelle im E begrenzten Teiltrog des oststeirischen Tertiärbeckens. Aufgrund mehrerer Erdölerkundungsbohrungen ist der Aufbau der tertiären Beckenfüllung sowie die Tiefenlage und lithologische Ausbildung des prätertiären Grundgebirges in groben Zügen bekannt. Letzteres wurde ein Hauptaugenmerk geschenkt, da die klastischen Sedimente des Tertiärs - wie die bisherigen Erfahrungen zeigen - kaum für eine wirtschaftliche Erschötung von Thermalwasser geeignet sind.

Im wesentlichen wird das Untersuchungsgebiet durch die Südburgenländische Schwelle, die entlang der Linie Weizelbaum - St. Anna am Aigen verläuft, in zwei Teilblöcken gegliedert. Im Bereich des westlichen bis zu 2.000 m tiefen Trags schlossen alle abgeteufte Tiefbohrungen paläozoisches Grundgebirge in phyllitischer Fazies auf, wodurch dieser Raum aufgrund fehlender oder mangelnder Wasserführung für eine geothermale Nutzung als ungünstig erscheint.

In der östlich der Südburgenländischen Schwelle gelegenen Senkungszone ist mit Tertiärmächtigkeiten bzw. Beckentiefen bis zu 2.100 m zu rechnen. Das vor-tertiäre Grundgebirge besteht in diesem Bereich aus mesozoischen Dolomiten, bei denen es sich höchstwahrscheinlich um die Fortsetzung eines über 100 km breiten mesozoischen Zuges handelt, der die Ungarische Tiefebene mit SW-NE-Streichen im Beckenuntergrund durchzieht und nördlich des Plattensees aus der Tertiärdedeckung auftaucht. Diese durch die Thermalwasserbohrung Radkersburg 2 in 1788 m aufgeschlossenen Triasdolomite stellen ein ausgezeichnetes Speichergestein dar, was der maximale artesische Überlauf von etwa 70 l/s bei der Thermo Radkersburg beweist.

Die im Untersuchungsgebiet auftretenden jungtertiären Vulkanite wurden in zwei Phasen gefördert. Die Trachyandesite und Trachyte der miozänen Phase liegen im W bei Landorf und im E im Raum Klöch - Stradan in großer flächenhafter Ausdehnung unter der Tertiarbedeckung. Die Basalte, Nephelinbasalte und Nephelinite der pliozänen Phase sind als Schlotfüllungen im E des Untersuchungsgebietes oberflächlich aufgeschlossen.

Im Zuge der hydrochemischen Untersuchungen wurden an 104 ausgewählten artesischen Wässern die Parameter Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , Li^+ , Sr^{++} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--} , SiO_2 und freies CO_2 bestimmt.

Als Ergebnis sticht eine deutliche Ausbildung von Grundwasserprovinzen hervor. Sowohl im E als auch im W tritt eine Gruppe von hochmineralisierten Natriumhydrogenkarbonatwässern auf, deren Einzugsgebiet in den (sowohl ober- als auch oberflächlich aufgeschlossenen) jungtertiären Vulkaniten zu suchen ist, da die niedrigen Cl^- -Konzentrationen eine Herkunft aus marinen Sedimenten ausschließen.

Ca^{++} -reichere Wässer sind an die marinen Sedimente des Badiens (Leithakalke im W und im E an brackisch-marine Sedimente des Sarmatens (Kalksandsteine) gebunden.

Das Überwiegen von Mg^{++} -reicheren Wässern im E weist auf abgetragene dolomitische Gesteine der Südburgenländischen Schwelle hin.

Bei dem Thermalwasser der Tiefbohrung Madersburg 2 handelt es sich trotz des dolomitischen Speichergesteines um einen Natriumhydrogenkarbonattypus, was als Hinweis auf die Migration von Wasser aus den jungtertiären Vulkaniten an den Dolomitaquifer zu werten ist. Die auf ungarischer Seite aus dem selben Dolomit erhebeten Thermalwässer zeigen eine völlig andere chemische Zusammensetzung.

Wie die vorliegenden Untersuchungen zeigen, ist die Aussagekraft der Ausflusstemperaturen artesischer Wässer als Grundlage für die Berechnung der geothermischen Tiefenstufe sehr beschränkt. Es wurde daher erstmals versucht, durch Messungen der Basistemperaturen an artesischen Brunnen ein Temperaturidealprofil für den durch diese Bohrungen erschlossenen Bereich der Sedimentabfolge

(≈ 120 m) zu erhalten. Das Ergebnis war eine praktisch ideale lineare Korrelation der Parameter Tiefe und Temperatur. Da die Messpunkte über das gesamte Untersuchungsgebiet verteilt sind, müssen im Verwaltungsbezirk Säckersburg relativ einheitliche geothermische Verhältnisse herrschen.

Der Vergleich mit Temperaturlogs an stehenden Wassersäulen zeigt eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse. Als Mittelwert aus allen Rechenwerten ergibt sich für das Untersuchungsgebiet eine geothermische Tiefenstufe von $18 \text{ m}^\circ\text{C}$.

Aufgrund der Synthese aller Untersuchungsergebnisse kristallisiert sich der Senkungsraum im südöstlichen Teil des Verwaltungsbezirkes sowohl von der Beckentiefe als auch von der lithologischen Ausbildung des prätertiären Untergrundes als geothermisches Gunstgebiet heraus. Die in diesem östlichen Teilbecken lagernden triadischen Dolomite stellen einen ausgezeichneten Aquifer dar, aus dem bei Beckentiefen zwischen 1800 m und 2000 m Thermalwasser mit Temperaturen von $75 - 95^\circ\text{C}$ in größerer Menge erschöpft werden kann. Die nordwestliche Grenze dieses geothermischen Gunstgebietes liegt etwa im Raum Halbenrain.

Beilagen GEOTHERMIE

- 1) Lageplan, 1 : 50 000
- 2) $\text{Na}^+ + \text{K}^+ : \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ - Verhältnisse artesischer Wasser, 1 : 50 000
- 3) $\text{Na}^+ + \text{K}^+ : \text{Cl}^-$ - Verhältnisse artesischer Wasser, 1 : 50 000
- 4) CO_2 -Gehalte artesischer Wasser.