

ERLÄUTERUNGEN
ZU DEN
NATURRAUMPOTENTIALKARTEN
DES
BEZIRKS RADKERSBURG

TEILBEREICH KLIMA

von R. LAZAR
unter Mitarbeit von H. WAKONIGG

TEILBEREICH VEGETATION

von H. OTTO
unter Mitarbeit von N. ABDALLA u. R. ZÖHRER
PROJ. NR. SEC8e/1

PROJEKTLEITUNG:

Univ. Doz. Dr. Walter GRÄF

in Anlage:

Untersuchung der geothermischen Verhältnisse im
Verwaltungsbezirk Radkersburg

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

PROJ. NR. St E 1b

PROJEKTRÄGER:
FORSCHUNGSGESELLSCHAFT JOANNEUM

Graz 1982

VORWORT (W. GRÄF)

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 insoweit 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-Enquête ausgesprochen und vom "Arbeitskreis Naturraumpotentialkarten" der OROK 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 Landes-
regierung.

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	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 Temperaturmaximakarte	56
2.3.1 Die Lage des Untersuchungsgebietes bezüglich der 24h-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 14h-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	83
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 Beginns der (temporären) Schneedecke	122
5.2.2 Datum des Endes der (temporären) Schneedecke	122
5.2.3 Datum des Beginns der Winterschnee- decke	123

5.2.4	Datum des Endes der Winterschneedecke	124
5.2.5	zahl der Tage mit Schneedecke (insgesamt)	124
5.2.6	zahl der Tage mit Winterschneedecke	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 ("Normalwert")	127
5.3.3	Die maximale in 30 Wintern beobachtete Schneehöhe	128
5.4	Die klimatische Interpretation der Ergebnisse	128
5.4.1	St.Peter am Ottersbach	128
5.4.2	Straden	130
5.4.3	Bad Gleichenberg	132
5.4.4	Zeltweg	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 Schneedecke	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 Schneefälle 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 allen sei hier die gute Zusammenarbeit mit der hydrographischen Landesabteilung (DOER Dipl.-Ing. W. GLANZ, H. HUNDEGGER), der Pflanzenschutzabteilung der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft (Dr. R. SZITH, 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, Thermo hygrographen und Thermometern).

Ebenso sei der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien (Univ.Prof. Dr. H. REUTER; Leiter der Klimaabteilung Dr. F. NEUMIRTH) und dem hydrographischen Dienst in Slowenien, Hidrometeorolski Zavod SRS, Ljubljana, Leiter: Dipl.-Met. B. PARADIZ, für die Übersendung von Datenmaterial bezüglich der Basisstationen, speziell Muraka Sobota (191 m) und Jeruzalem (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 Otterwitz konnte weiterbetrieben werden (Betreuer: Familie PARSHI). Ähnliches gilt für die im Jahre 1967 von Herrn DOER Dr. R. 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 Kloch II (Familie MÜLLER) für den Streifenwechsel und die Temperaturablesungen gedankt.

1. Allgemeine Klimazüge

Bedingt durch seine Lage südlich des Alpenhauptkamms erhält das Flim 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 Entfernung 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 Schneedecke 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 ausgewählten 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 Mittelmertiefs, 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. Wackenigg (1978) jeweils nach 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 Methoden 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 meßtechnischen Sektor beachtliche Fortschritte erzielten (z.B. Anwendung einer Thermoscannerüberfliegung, W. Emilicher, 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

4

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 Thermozygographen 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 Ungunstlagen 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 Thermozygraphenstreifen 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 Beziehung 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 Landeskammer 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 Temperaturmessfahrten wurden mit einem Thermistorfühler durchgeführt, der gegenüber dem Widerstandsthermometer Pt 100 (häufig in Deutschland verwendet, W. Endlicher 1980) eine größere Reaktionsgeschwindigkeit 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 Fahrtgeschwindigkeit (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. S 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 auch 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 Mesfahrten 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 Mesfahrten 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 Mesfahrten ein Zeitabschnitt mit einem Temperaturgradienten $\leq 1^{\circ}/h$ 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 Mesfahrten und Stationen näher eingegangen wird, sollen zunächst die für die nächtliche Temperaturverteilung in Strahlungsnächten 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-einzugsgebiets, aber auch von den Strahlungsbedingungen in der Nacht ab (Bewölkungsgrad, Gradientwindeinfluß (z.B. Nordföhre), relative Feuchte, Dampfdruck). Das Abfließen der Kalt-luft geht ferner nicht konstant, sondern "tropfenweise" vor sich, wobei nach jedem abgeflossenen "Kaltluftpaket" wärmere Luft im Sog desselben nachströmt. Der nächtliche Temperatur-verlauf ist deshalb vor allem in Hang- und Riedellagen deut-lichen Schwankungen unterworfen (bis zu 3° und mehr).

Aus Abb. 1 (S. 16) läßt sich nun folgende Gliederung der Kalt-luftgefährdung 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 Schleppenhänge auf, bis schließlich an der Talschlüsse eine extreme Frostgefährdung eintritt, die durch eine Beckenlage noch verschärft wird (3). Als stark gefährdet Städte 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 erwärmt. Hingegen wird sich über einer feuchten Wiese, die sich auch tagsüber nur wenig erwärmt, rasch eine Kaltluftschicht ent-wickeln. Die Vegetation nimmt über den Faktor "Geländerauhig-keit" Einfluß auf die Abfluggeschwindigkeit. Dies führt bei-spielsweise in Johannisbeerkulturen, deren Zeilen isohypsen-parallel 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 Herbstmessfahrten 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-Sieboldorf). 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 Schleppenhang 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 Gunst 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 Talausgangslagen durch Düseneffekt auch etwas höher.

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

Mehr. Nr. (m)	Bezeichnung, Lage	E	N
1 265	Schwarzaatal (Talschle, breit, offen)	-2,0	-1,5
2 284	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	-1,0	-1,3
6 250	Terrassensporn (Helfbrunner 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
10 267	St. Peter/Ottersbach, Talschle in Talweitung	-4,0	-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	Ratznau, Niederterrasse	-1,4	-1,0
14 245	Hofstätten, Gnasbachtal (Seitental-Talschle)	-2,1	-1,6
15 235	Unterspitz-Brücke / Talschle Gnasbachtal	-2,5	-1,5
16 239	Oberspitz/Ortsbereich, Talausgangslage	-1,2	-0,7
17 242	Hart bei Straden, Talschlenlage im Staubereich (Poppendorfer Tal)	-3,3	-2,2
18 226	Fluttendorf, Niederterrasse	0,3	0,6
19 375	Straden/Richtplatz (Riedelkuppe)	6,1	6,0
20 340	Straden-Station (Südflanke des Sazianberges (380 m)), Mittelhanglage	2,0	1,8
21 229	Unterpurkla, Helfbrunner Terrasse	0,2	0,7
22 292	Hof bei Straden (Sonderstation), Talschlenbereich mit schwacher Neigung	-2,3	-1,4
23 247	Johannisbrunn, Talschle (Sulzbach)	-2,8	-1,8
24 216	Unterpurkla - Au (Stationsnähe Unterpurkla, Station II)	-0,5	0,0
25 213	Dietzen/Weststrand, Au	-2,0	-1,1
26 221	Halbenrain (Zentrum), Helfbrunner Terrassenkantenlage	0,5	0,7
27 250	Drauchenbachtal, Brücke, Seitental/Talschle	-2,0	-1,7
28 272	Fruttenbachtal, Brücke, Seitental mit Talverengung	-3,5	-2,8
29 450	Rosenberg (Sonderstation), Spornlage, windoffen	5,1	5,3
30 207	Bad Radkersburg/Altneudörfl, 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	Lanfeld, Niederterrasse (locker verbautes Gelände)	1,2	0,6
32 208	Zelting (Stationsnähe, H)	-1,5	-0,7
33 208	"Große Scheibe", Vernässungszone südlich Goritz	-2,7	-1,9

Meßg.	Sh. [m]	Beschriftung, Lage	F	H
34	223	Waldlichtung im Bereich der Rießbrunner Terrasse	-3,1	-2,8
35	224	Felsen I, Talschluchtlage / Kotschenitzza	-2,8	-2,6
36	235	Felsen 2, Ortsbereich mit Terrassenspornlage (Schweinsbachwaldterrasse)	-0,1	-0,1
37	305	Pirchweingarten, Kuppenlage Rosenbergterrasse	2,5	2,6
38 (IX)	360	Klöch I (Station der Pflanzenschutzabt.), an der Südflanke des Überges gelegen	3,8	3,5
39 (VIII)	390	Klöch II (Sonderstation)	6,5	6,2
XI	305	Station der Pflanzenschutzabt., Südhang (Schweinsbach- waldterrasse)	-	-
XII	240	Unterkarla, Talschleife mit Stauseinfluß ¹⁾	-	-

Akkirzungen:

- 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	Hoch Westeuropa; noch an kalter "Rückseite"; Diff MT: MP9-MP8 = 1,6 ° Diff MT/ST: MP19-MP10 = 1,9 ° Diff ST/R: MP29-MP10 = 5,7 ° Differenzen relativ gering; Nebelbildung westlich Dietersdorf, zunächst seicht, Terrasse z.T. frei; im Leibnitzer Feld sehr dicht und mächtig (aus Sulm- und Lafnitztal);
2	21.10./22 ³⁰ -0 ³⁰	Hoch mit Kern über Ostalpen; Diff MT: MP26-MP33 = 3,2 ° Diff MT/ST: MP26-MP10 = 4,7 ° Diff ST/R: MP29-MP10 = 7,7 ° Differenzen, besonders zwischen den einzelnen Tallagen, wesentlich deutlicher ausgeprägt als am Vortag; lokale Bodennebelfelder nur im Leibnitzer Feld;
3	27.10./29 ³⁰ -1 ³⁰	Hoch über Balkanhalbinsel mit Keil zu Alpen; Diff MT: MP9-MP5 (bzw. MP33) = 2,5 ° Diff MT/ST: MP9-MP23 = 3,5 ° Diff ST/R: MP29-MP23 = 7,1 ° Differenzierung etwas geringer als Messfahrt 2, relativ niedrige Temperaturen im Abstaller Feld (fest der Seitentallage entsprechend);
4	25.11./21 ³⁰ -2 ³⁰	Antizyklonale Westströmung (Hochdrucklage mit Warmluftadvektion); Diff MT: MP30a-MP33 = 3,0 ° Diff MT/ST: MP30a-MP17 = 4,0 ° Diff ST/R: MP29-MP17 = 10,0 ° (kurzfristig 11,5 °) Generell sehr starke Differenzierung;

bj) Frühjahrsmeßfahrten (März/April/Juni 1981):

Meßfahrt Nr.	Datum / Deutz	Wetterlage
5	26.3. / 3 ⁰ -6 ²⁰	Skandinavienhoch mit Ausläufer zu den Alpen (Rückseitenlage); Wolken: Ci, Ca, 1/8, zeitweise bis 3/8; Diff MT: MP30a-MP33(8,5) = 0 = 4,0 ° Diff ST/MT: MP30a-MP17 = 5,2 ° Diff ST/R: MP29-MP17 = 8,0 ° Insbesondere Talabschnitte deutlich akzentuiert, Kaltluftbereich westlich Dietzen stärker ausgeprägt als im Herbst; Waldlichtung MP34 sehr kalt (at 5,3 °!);
6	13.4. / 3 ⁰ -6 ³⁰	Hochbrücke Britische Inseln – Schwarzes Meer mit schwachem Druckgradienten; Diff MT: MP30a(9)-MP33 = 0 = 4,0 ° Diff ST/MT: MP30a(9)-MP10 = 0 = 5,3 ° Diff ST/R: MP29-MP1 = 9,7 ° Vertikale Unterschiede stärker betont als bei Meßfahrt 5; am Rosenberg leichter bis mäßiger Südwestwind (häufig bei Vorderseitenlage); flache Nebelfelder im Bereich der Au westlich Radkersburg (Raum Zelting nebelfrei);
7	14.4. / 4 ⁰⁰ -6 ³⁰	Hoch über den Britischen Inseln mit Keil zu Alpen (im Abbau begriffen); Advektion noch relativ warmer Luft mit nördlicher Strömung (warmer "Rückseitenlage"); Wolken: zunächst noch wolkenlos, ab 35° 1/8-3/8 Ac; Wind: ab 6 ⁿ auffrischender N- bis NE-Wind, z.T. bis in Tälern durchgreifend und Beseitigung der Kaltluft auf den Riedeln schon ab 6 ⁿ ; Diff MT: MP30a(31)-MP33 = 5,0 ° Diff ST/MT: MP30a(31)-MP10 = 7,1 ° Diff ST/R: MP29-MP10 = 12,0 °

Für Verhältnisse ohne Schneedecke beachtliche horizontale und vertikale Temperaturgegensätze; auch innerhalb der Seitentäler starke Temperaturzunahme von der Talsohle zum Hangfuß ($2-4^{\circ}$):

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

c) Wintermeßfahrt (Janner 1981):

Meßfahrt Nr.	Datum / Dauer	Wetterlage
9	22.1. 21 ⁰⁰ -23 ⁰⁰ , dann Abbruch;	Antizyklonale Nordströmung; Wolken: anfangs wolkenlos; dann rasch zunehmend aus Nord; ab Mitternacht teilweise wieder auflockernd; 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; Generelles Hauptproblem (metechnisch) bei Meßfahrten in solchen Nächten: bei tiefen Temperaturen und hoher relativer Feuchtigkeit Vereisungsgefahr des Fühlers.

relativen Höhe über der Talsohle besteht. Die Temperaturgunst des MF 37 (Pirchweingarten) in 300 m Seehöhe (relative Höhe ca. 60 m) übertrifft jene im westlichen Bereich des Bezirkes gelegene Schwarzwaldterrasse deutlich (relative Höhe um 40 m). Dies gilt jedoch auch für die höheren Siedellagen. 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 Kaltlufteingangsgebietes für verschiedene Täler.

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

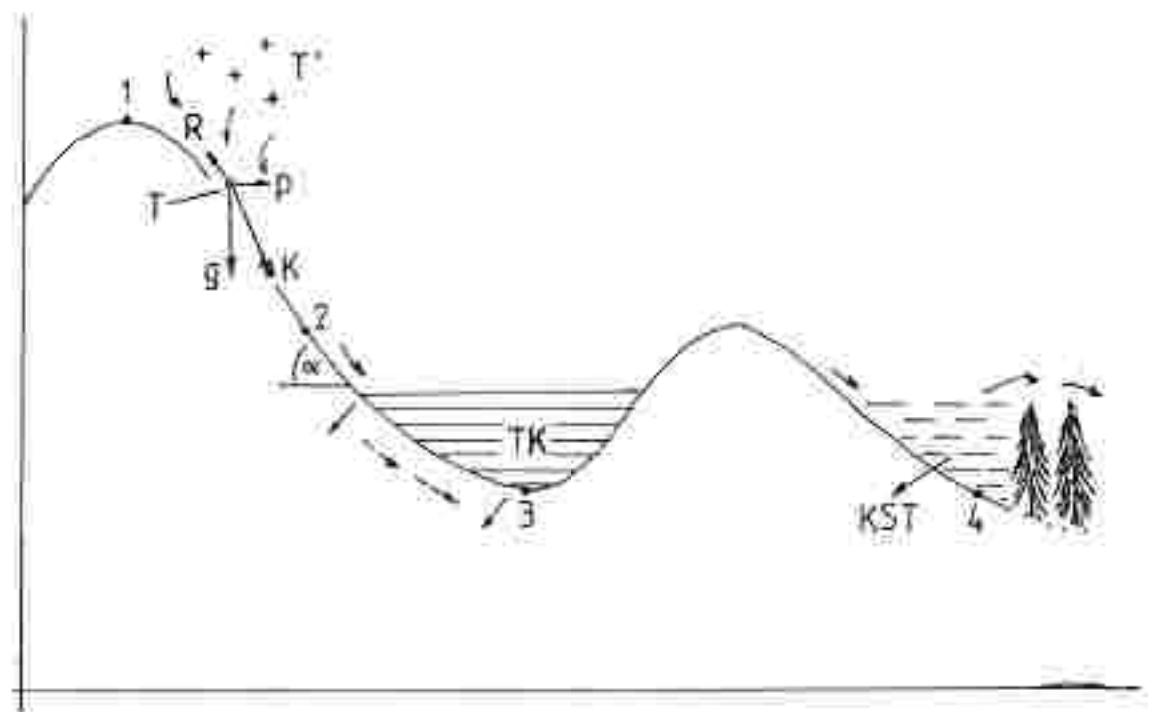
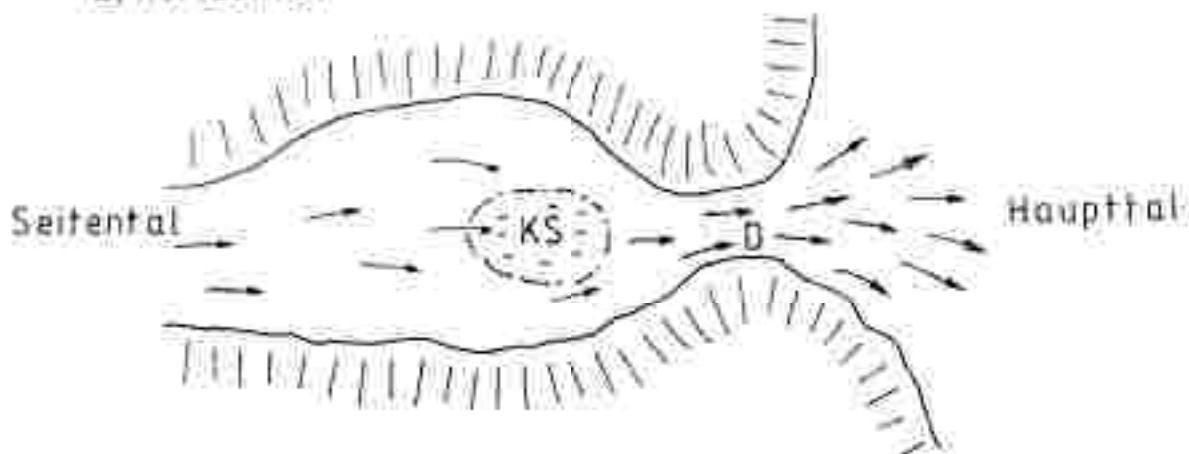


Abb. 1: Kaltluftabflus schematisch (modifiziert nach W. Endlicher, 1980).

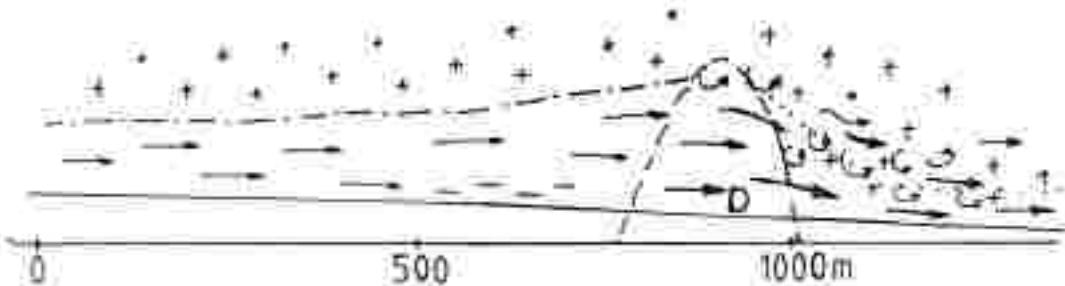
- Kräftebild für ein Luftteilchen im Kaltluftabflus (K) – Komponenten:
 R = Reibung
 g = Schwerkraftbeschleunigung
 p = Dichtegradient der bodennahen Kaltluft (oft weniger als 2-3 mächtig) T zur wärmeren Umgebungsluft: T'
 ferner abhängig von der Hangneigung α (je steiler, desto rascherer Abfluss)
- Kaltluftbeispiele
 TK = Talkaltluft
 verschiedene mächtige Luftkörper, mit Talwind verbunden (abhängig vom Talschlängenfall und der Talgliederung im Becken, u.a.l: an den Hängen nur schwacher Kaltluftabflus;
 KST = Kaltluftstagnation; extreme Kaltluftgefährdung infolge Stau am Wald;
 1,2,3,4 = angenommene 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 Saabschachtal an der Talschleife vor Weinburg. Dort konnte deutlich die beginnende Düsenwirkung der in das Haupttal einstromenden Kaltluft nachgewiesen werden; die Mächtigkeit der Kaltluftströmung ließ sich mit ca. 20-30 m abschätzen. Die folgenden Darstellungen sollen den Sachverhalt veranschaulichen.

a) horizontal



b) vertikal



D Düsenwirkung im Bereich der Talenge
KS Kaltluftstaubereiche

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 Temperaturabdunklung). Noch innerhalb der Enge 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 Haubrandfahnenbeobachtung 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 Abstelltal Beckens 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).

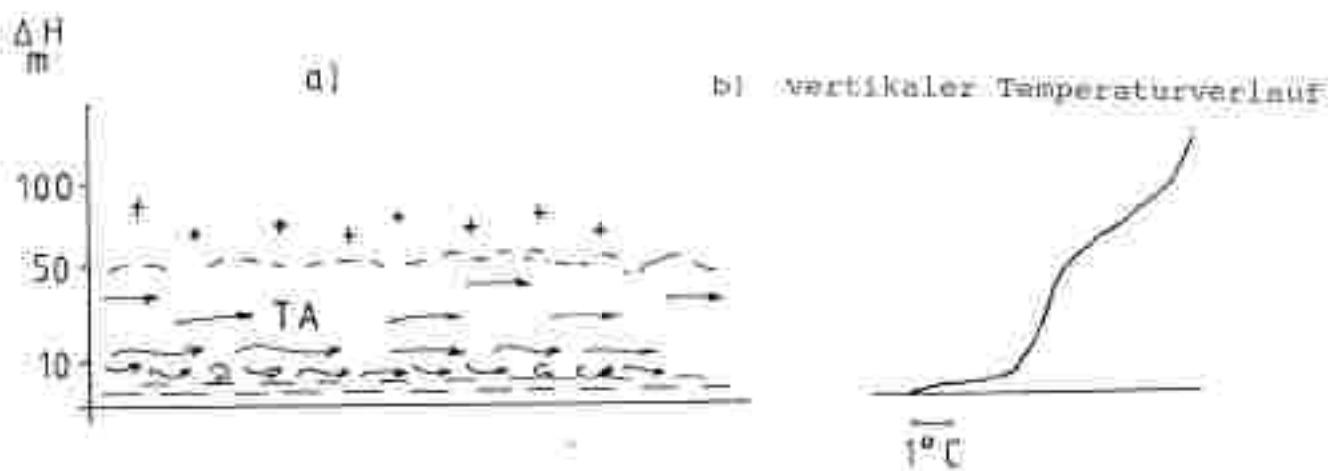


Abb. 3: Nächtliche Temperaturschichtung im Unteren Murtal (TA-Talabwindströmung, -— seichte Kaltluftschicht).

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 Lichendorf auf (Schwankungen bis zu 5 °). Die Erwärmung wird jeweils durch die kurzfristig erhöhte Intensität des Talabwindes mit einer Durchmischung der zarten Bodenkaltluft mit wärmerer Luft bewirkt. In Nächten ohne Schneedecke betragen diese "Schwingungen" maximal 1-2 °. Die Schneedecke verschärft infolge ihrer isolierenden Wirkung die Temperaturzunahme in den ersten Dekametern entscheidend (9-8 °, mitunter auch darüber). Bemerkenswert sind nun die Unterschiede zwischen den Talstationen einerseits bzw. der Station Lichendorf und Rosenberg. In der ersten Periode (noch Weltluftadvektion) 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 winterfrostegefährdet. Allerdings macht sich in Zeitung bereits der Seitentaleinflus der Kutschenitz durch merklich tiefere Temperaturen bemerkbar (in Abb. 4c bis zu 4 ° kälter).

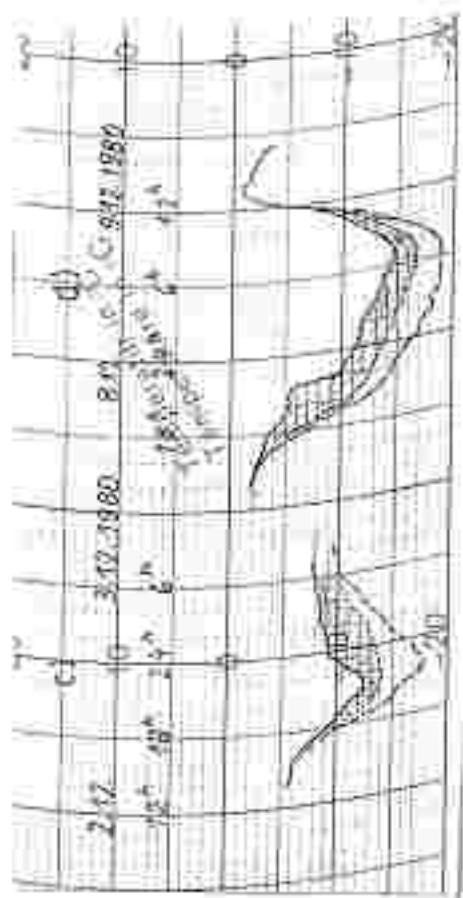
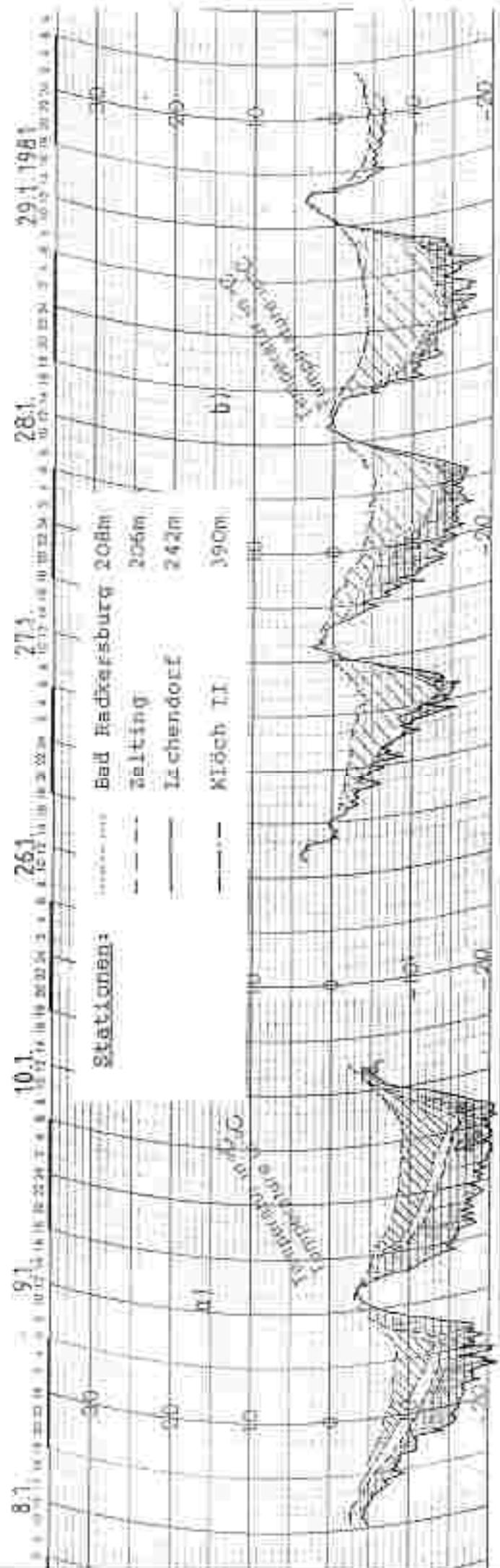


Abb. 4a, b: Temperaturverläufe an zwei ausgewählten Am unteren Markt bei Streichungswetter mit Schneedeckewetter beobachtet sind die Temperaturkurve und die wöchentlichen Temperaturverläufe am unteren Markt in folge unterschiedlicher Bewölkungsverhältnisse

Abb. 4c, d: wie a, b jedoch mit höheren Temperaturen in Lichten-dorf 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 Geländeinflüssen - 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-

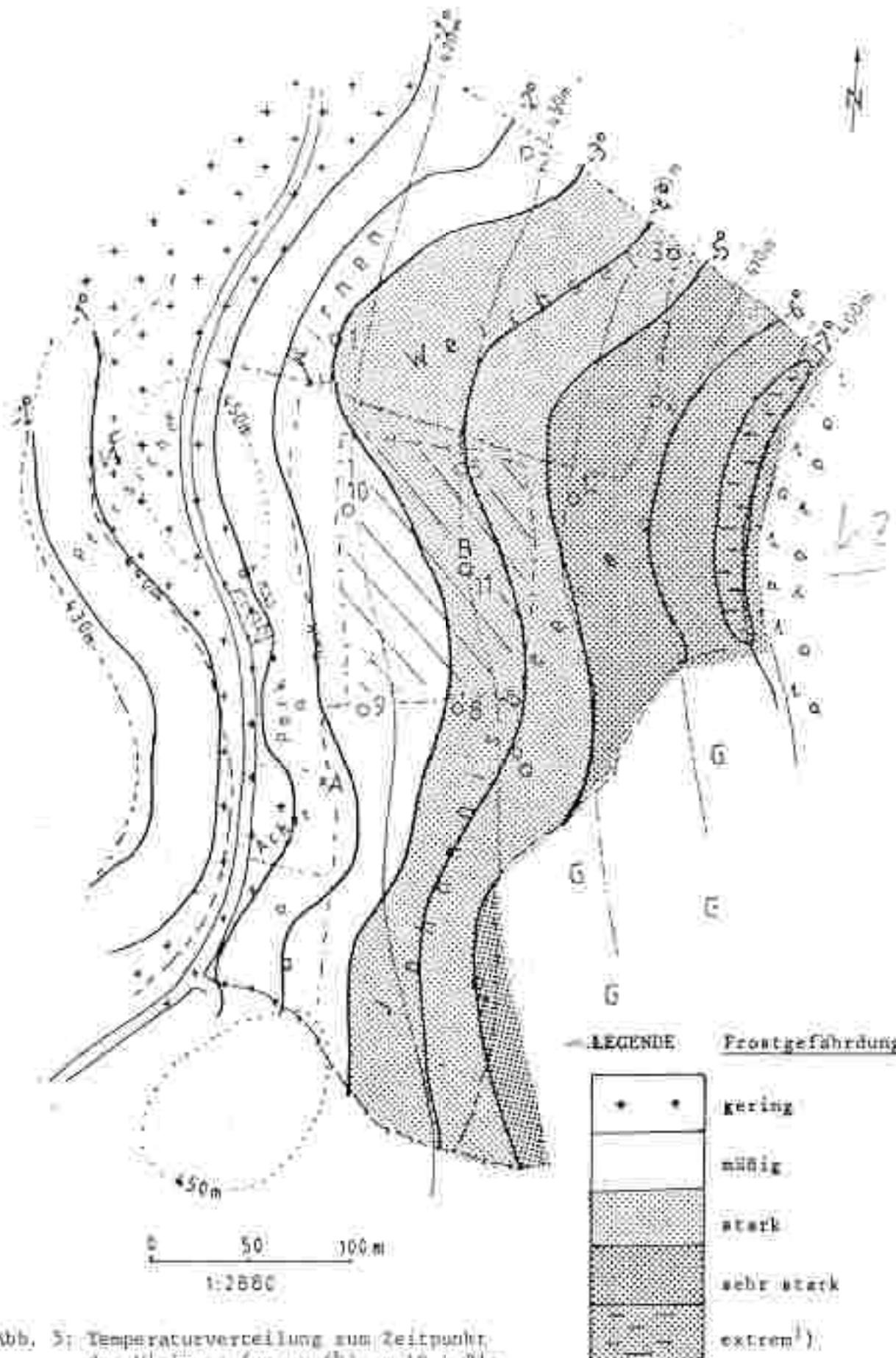


Abb. 5: Temperaturverteilung zum Zeitpunkt des Minimums (gegen 6h) am 19.4.81; Höhe 1 m über Grund; zu beachten ist die Temperaturniedrigung infolge kalter Luftströmung Wald (Ziffern bedenken Meßpunkte = Minimumsthermometer).

¹⁾ höher als im Gras- oder Feld.

Tab. 3: Mittlere tiefste Minima (Minima) Höhen (Maxima).

Monat/Stat.-z.	GT	OT	ET	LT	MT	Z	Hf	Hf	BL	Ds	HT	KT	SB	IG	SH	WH	WH	W
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	12,4	12,8	12,6	12,1	12,5	-	12,1	12,7
Aufz.	9,6	8,3	10,0	9,3	10,1	9,7	9,5	9,0	10,9	10,3	13,0	12,9	12,3	12,3	12,1	-	12,7	12,6
Sept., 80	6,3	5,1	7,2	6,8	6,9	6,0	6,5	5,8	7,0	7	10,0	10,2	10,7	10,3	7,6	-	9,8	9,5
Okz.,	-0,5	-1,0	0,6	0,1	0,9	0,7	0,3	0,1	0,6	+	3,9	4,4	4,6	4,7	2,3	-	1,8	3,5
Nov.,	-3,7	-5,4	-3,6	-3,2	-2,3	-2,6	-2,8	-3,1	-1,9	+	3,0	3,5	3,8	4,9	0,3	-	2,6	2,4
Dez.,	-10,0	-12,6	-9,3	-10,9	-6,7	-9,9	-7,0	-7,0	-5,6	+	-2,7	-2,0	-1,7	-1,1	-3,7	-	-1,8	-2,6
Jan.,	-13,0	-16,5	-16,5	-15,7	-12,2	-16,2	-13,0	-13,0	-10,2	+	-6,1	-5,4	-4,9	-4,5	-6,9	-	-5,6	-6,2
Febr.,	-6,8	-9,8	-7,1	-8,0	-5,4	-6,1	-5,8	-6,1	-2,6	+	-0,9	0,6	0,9	0,9	-2,0	-	-0,6	-1,0
März,	-2,6	-2,6	-0,7	-0,6	-0,1	-0,6	-0,9	-1,6	1,6	5,1	5,3	5,7	5,1	3,6	4,0	5,6	3,1	5,0
Apr.,	1,7	-0,9	1,9	1,6	3,1	1,5	3,6	2,0	3,8	4,4	7,9	7,6	8,4	7,6	5,2	5,6	7,9	6,6
Mai,	7,1	4,4	7,0	5,9	6,5	5,6	6,3	5,4	7,6	8,7	11,0	10,9	11,4	10,6	9,5	9,3	10,5	10,0
Juni,	11,7	10,5	12,6	11,5	12,8	11,6	12,3	11,3	12,8	12,8	16,1	16,4	17,2	16,5	14,7	14,7	16,6	16,0
Juli,	10,6	9,3	11,5	10,3	11,3	10,9	11,2	10	11,8	12,0	16,3	16,2	17,2	15,2	13,4	13,5	15,0	15,7
Aug.,	11,8	10,0	12,3	11,2	12,4	11,7	12,3	11	13,4	13,6	16,4	16,4	17,1	16,3	14,6	15,0	16,0	-
Jun., 80-Aug., 81 (ohne Winter)	6,1	4,2	6,7	5,0	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	-12,0	-10,5	-11,3	-8,1	-10,1	-8,6	-	-6,4	-	-3,2	-2,3	-1,9	-1,8	-6,2	-	-2,7	-
Jun., 80-Aug., 81	2,9	1,0	3,3	2,5	4,0	3,0	3,7	-	6,6	+	8,1	8,5	9,0	8,5	6,5	-	7,9	-

Anmerkung (gilt auch für alle folgenden Tabellen):

Erklärung der Abkürzungen in einem
beispielsgemäß statimverzeichnis (S. 26).

ESTABLISHED VILLAGES

Klimadaten - Bad Radkersburg

Möglichkeit der Abkürzungen (Leitstationen) in den Legenden und Abbildungen im Text.

Abl.	1) Talstationen	St.[m]	Lage
OT	Ottendorf	325	Seitentalbecken
GT	Graz/Thalerhof	342	Haupttal
LE	Leibnitz	276	Haupttal
BR	Bad Radkersburg	208	Haupttal
Z	Zelting	206	Haupttal
LI	Lichendorf	242	Haupttal
MS	Martina, Schobitsch I (II)	191(184)	Haupttal
GTP	St. Peter/Ottersbach	276	Seitental
BG	Bad Gleichenberg	292	Seitental (Unterhang)
UP	Unterpürkla	220	Haupttal
Hof	Hof bei Straden	252	Seitental

Abl.	2) Riedelstationen	St.[m]	Lage
MB	Messendorfberg	429	Riedelkamm (ostseitig)
LH	Lafnitzalpe	340	Riedelkuppe
KE	Kräzner bei Deutschlandsberg	560	Sporn (Koralpenrand, nordseitig)
J	Jeruzalem	340	Riedelkamm
KI	Klöch I	340	südexponierte Spornlage
KII	Klöch II	390	Riedelkamm
RS	Rosenberg/Straden	450	Riedelkamm
ST	Straden	340	südexponierte Spornlage
WB	Wörtherberg	400	Riedelrücken
K	Kitsch	520	Kammlage / Saual
DR	Dietersdorferbergen	305	niedere Riedellage
KB	Kogelberg bei Leibnitz	460	Kuppenlage / Saual

Tab. 4: Gliederung der Entlastungsfähigungszonen im Vergleich mit Jessen in der Südweststeiermark.

Zone Nr.	Zonen / Rückenbürg	Zone Nr.	Zonen / Südweststeiermark
1	Abschnitte in Seitentälern (Talboden)	2	Seitentäler, Abschnitte/Haupttäler
2	Seitentäler, halte Abschnitte im Haupttal (Huetzel)	3	Haupttäler (Sulm-, Lafnitztal)
3	Haupttautufe I; Hangfuß- und Schlepphänge in Seitentälern	4	Grasser- und Leibnitzer Feld
4	Haupttautufe II (Raum Radkersburg bzw. Terrassenbereichen), Unterhanglagen in Seitentälern	5	Mittlere Riedel
5	Vorliegend Mittelhanglagen, teils niedrige Riedelporne	6	Mittelhohes Riedel
6	Vorliegend Oberhangbereiche, teils mittlere Riedellagen	7 (falls 8) Hohe Riedel	
7	Vorliegend Kammlagen (hohe Riedelkofe)	8	Kammlagen ab ca. 470 m (Sausack), glaziale Lagen
8	Kamm- und Kuppenlagen im Kloster und Straßenseite Gebiet ab ca. 620 m		Münzberg-Lagen

Tab. 4: Gliederung der Weltluftgewinnungszonen + Terrassierung

c) Zonierung nach Klima und Landschaften (H. Winkler, 1976)

Zonnr. Nr.	Zonen Nr.	representative Stationen (nach a))	entsprechend (nach b))
1	"Unteres Thüral"	Bad Frankenhausen (208 m) Leibnitz (276 m)	3,4 0,5
2	"Talböden des Thüringer Waldes"	Graf/Thälertal (342 m) St. Peter/Ottensbach (278 m) Ottarndorf (325 m)	1,2 1,2,3,4
3	"Übergangsklima der 'Terrassenstufe'"	Bad Gleichenberg (292 m)	4, teile 3 5,6
4	"Klima des Riedellandes"	Meusendorf/B (429 m) Laßnitzhöhe (540 m) Kitzeck (510 m)	6,7,8 6,7,8,9

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

Monat/Statt. *	OT	GT	LZ	BG	BR	LT	Z	UP	Hof	UB	KL	WA	WLT	RE	WB	MN	LH	KR	WB	WB	
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	11,4	12,5	12,0	12,3	11,6	11,8	12,2	11,4	12,6	13,9	14,0	14,0	14,6	12,7	13,2	13,4	-	-	-	
Aug.	12,2	12,9	13,6	13,7	13,3	13,2	13,3	12,8	13,8	15,2	14,9	14,9	15,6	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	11,3	11,8	11,0	11,2	11,7	-	11,2	-	
Okt.	2,8	3,3	4,1	4,0	4,6	3,9	4,2	4,6	4,3	-	6,3	5,0	5,0	5,0	5,6	5,0	5,6	5,9	-	-	
Nov.	-3,4	-2,5	-2,4	-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.	8,0	-7,9	-6,3	-6,4	-4,0	-6,3	-7,1	-7,0	-6,9	-6,2	-	-2,0	-2,3	-2,2	-1,9	-3,0	-2,4	-1,6	-1,7	-2,1	-2,4
Jau.	8,1	-14,0	-11,4	-11,6	-7,7	-10,0	-13,4	-11,0	-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	-5,3	-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	0,4	2,3	1,4	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	6,1	3,8	2,9	3,0	6,0	3,3	6,6	6,3	6,0	6,1	6,0	5,0	5,3	4,7	4,7	4,8	-	
Mai	6,3	8,3	9,1	8,7	9,2	8,3	7,9	8,2	7,3	9,3	10,2	10,1	10,1	10,5	9,2	9,6	9,5	9,4	9,2	-	
Juni	9,9	12,3	12,4	12,4	12,7	12,4	11,4	11,8	12,0	-	13,5	14,3	14,6	15,2	13,2	13,0	13,5	13,5	13,0	12,0	-
Juli	10,6	11,6	12,4	12,7	12,1	11,4	11,8	12,0	-	13,4	14,6	14,6	15,2	13,9	14,3	14,6	14,6	14,0	13,5	-	
Aug.	8,1	10,8	12,0	12,6	12,1	12,5	11,7	11,8	12,5	-	13,4	14,6	14,3	16,9	15,6	16,6	16,7	-	16,1	-	

minima des gesamten Stationenketzes 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 Jähner auf. Bedingt durch den anhaltenden Hochdruckeinfluß bei überwiegend nördlichen Strömungskomponenten gab es einen überaus hohen Anteil an klaren Strahlungsnächten (19). Die Temperaturdifferenzen zwischen Wärmater und kältester Station erreichten - verschärft durch die Schneedecke - ein Ausmaß bis zu 12 ° (Otternitz bei Deutschlandsberg -16,5 ° zu Kraxner +4,5 °; im Bezirk Bad Radkersburg: Lichendorf -5,7 ° zu Rosenberg +4,9 °). 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 °/Jänner 1981; 4,0 °/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 - "Jask" bzw. Nordföhn) zu einer Verstärkung der Temperaturgegensätze führt. Mitunter greift jedoch der Wind - insbesondere aus dem Sektor Süd bis Südwest - bis zur Talschleide durch und beseitigt die bodennahe Kaltluft.

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

Festlitz (Nebelbildung). Dies betrifft überwiegend die Differenzierung zwischen den Tälern (Minimum der Differenzierung Graz/Thalerhof-Otternitz im November). Vertikal gesehen erreichan die Unterschiede das Ausmaß des Frühjahrs, insbesondere im Oktober. Am günstigsten werden die Gegensätze im Sommer. Als Gründe können neben der Bewölkung (Gewitterzeitbewölkung) 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 Spätfrontgefährdung 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 Murtals). Offen bleibt allerdings die Frage, warum sich nicht auch im Winter Unterschiede einstellen, wie etwa im Vergleich Zeitling - 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 Kämmungen 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 Bücheln.

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

Tatstationen												Niederschlägen																	
ab 1.6	Jah.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	ab 1.6	Jah.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.			
Graz-Thalerhof	362	-8,0	-5,3	-1,6	2,9	7,4	11,2	12,5	12,0	8,7	3,7	-0,3	-5,0	3,2	429	-4,6	-2,2	-1,1	5,1	14,1	14,1	10,8	6,1	1,7	-2,5	5,6	5,2		
Bad Radkersburg	236	-6,5	-3,9	-0,2	3,6	8,0	11,6	12,1	12,6	9,4	4,7	1,2	-2,4	4,2	430	-3,2	-1,6	1,3	5,2	12,9	16,1	11,0	6,5	2,1	-1,8	5,0	5,0		
Karlsk. Gebiete I	193	-7,6	-6,1	-0,2	3,8	8,0	11,6	12,3	12,7	9,3	4,7	1,0	-3,6	4,1	431	-6,1	-4,6	-1,4	5,6	12,3	16,2	11,3	6,8	2,2	-2,0	5,9	5,9		
Karlsk. Gebiete II	184	-7,6	-6,1	-1,4	3,1	7,3	11,1	12,3	11,5	8,3	3,7	0,8	-3,6	3,9	432	-5,1	-3,0	0,5	4,3	8,7	12,3	13,5	9,9	5,2	1,4	-3,4	4,6	4,6	
G. Radkers	203	-5,1	-3,0	0,5	4,3	8,7	12,3	13,5	13,2	9,9	5,2	1,4	-3,4	4,0	433	-7,0	-6,4	-0,8	3,4	11,6	12,9	12,4	9,1	4,5	0,7	-3,9	3,9	3,9	
Leibnitz	276	-7,0	-6,4	-0,8	3,4	7,8	11,2	12,9	12,4	9,1	4,3	0,7	-3,9	3,4	434	-7,2	-7,3	-0,9	3,1	7,5	11,4	12,7	12,3	9,1	4,3	0,8	-3,9	3,7	3,7
Zellring	205	-7,2	-7,3	-0,9	3,1	7,5	11,4	12,7	12,3	9,1	4,3	0,8	-3,9	3,7	435	-8,0	-5,4	-2,0	2,4	7,0	10,9	12,2	13,7	8,6	0,1	-6,8	3,0	3,0	
Unterkirch	260	-8,0	-5,4	-2,0	2,4	7,0	10,9	12,2	13,7	8,6	0,1	-6,8	3,0	436	-9,0	-6,1	>2,5	1,9	6,5	10,5	11,2	11,4	8,2	3,2	-0,7	-5,8	2,5	2,5	
St. Peter/Ottenthal/Wölfe	270	-9,0	-6,1	>2,5	1,9	6,5	10,5	11,2	11,4	8,2	3,2	-0,7	-5,8	2,5	437	-9,9	-6,9	-3,2	1,1	5,7	9,8	11,1	10,7	7,3	1,7	-1,1	-6,4	1,8	1,8
Ötztalitz	325	-9,9	-6,9	-3,2	1,1	5,7	9,8	11,1	10,7	7,3	1,7	-1,1	-6,4	1,8	438	-10,6	-7,4	0,6	6,7	9,2	12,5	13,7	13,5	10,4	5,8	1,6	-2,0	5,2	5,2
<u>Niederschlägen</u>												<u>Niederschlägen</u>																	
Graz-Hegendorfberg	429	-4,6	-2,4	0,6	6,7	9,2	12,5	13,7	13,5	10,4	5,8	1,6	-2,0	5,2	439	-4,0	-2,2	-1,1	5,1	14,1	14,1	10,8	6,1	1,7	-2,5	5,6	5,2		
Lainitzhöhe	550	-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	440	-3,2	-1,6	1,3	5,2	9,6	12,9	16,1	11,0	6,5	2,1	-1,8	5,0	5,0	
Krammer/Boutschlandsee	560	-3,2	-1,6	1,3	5,2	9,6	12,9	16,1	16,1	11,0	6,5	2,1	-1,8	5,0	441	-3,6	-1,6	1,6	5,3	9,7	13,2	14,6	11,2	6,9	2,4	-1,8	5,6	5,6	
Jerusalem	340	-3,6	-1,6	1,6	5,3	9,7	13,2	14,6	14,6	11,2	6,9	2,4	-1,8	5,6	442	-3,7	-1,7	1,5	5,2	9,6	13,1	16,6	16,2	11,1	6,8	2,2	-2,0	5,9	5,9
Kloß 1	390	-3,7	-1,7	1,5	5,2	9,6	13,1	16,6	16,2	11,1	6,8	2,2	-2,0	5,6	443	-3,3	-1,4	1,7	5,5	10,0	13,3	14,7	14,5	11,5	7,0	1,8	6,1	6,1	6,1
Mönch 11	400	-3,3	-1,4	1,7	5,5	10,0	13,3	14,7	14,5	11,5	7,0	1,8	-1,7	5,3	444	-3,0	-1,2	1,9	5,8	10,3	13,6	14,7	14,5	11,5	7,0	1,5	-1,7	6,3	6,3
Roßberg	420	-3,0	-1,2	1,9	5,8	10,3	13,6	14,7	14,5	11,5	7,0	1,8	-1,7	5,3	445	-2,9	-1,1	1,8	5,5	10,0	13,3	14,7	14,5	11,5	7,0	1,5	-1,7	6,3	6,3

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

Monat/Stat.+	OT	GT	ET	EC	ER	L1	2	HA	HOT	HO	WT	WA	KII	III	IV	VII	WH
Juni 80	-2,3	3,0	6,2	5,0	5,7	4,7	4,5	5,0	3,7	6,8	8,4	8,9	-	9,1	7,5	7,7	8,2
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	6,0	5,8	7,2	8,0	7,7	8,2	8,0	8,0	-
Sept.	2,8	3,5	4,8	6,8	4,5	6,3	3,8	3,5	6,0	-	6,5	6,5	7,2	7,4	6,1	6,8	7,2
Okt.	-4,0	-3,9	-2,5	-2,3	-2,5	-2,7	-3,0	-2,4	-3,2	-	-2,0	-1,0	1,4	1,5	1,4	-0,4	1,2
Nov.	-13,5	-8,4	-8,6	-8,0	-7,0	-8,7	-7,8	-8,0	-8,2	-	-5,9	-5,2	-5,2	-5,5	-6,9	-6,5	-6,4
Dez. 80	-16,9	-16,2	-14,7	-14,7	-15,4	-15,6	-15,2	-15,2	-	-11,3	-10,3	-9,8	-10,0	-9,5	-10,1	-8,7	-8,6
Jan. 81	-20,0	-17,3	-18,6	-15,3	-16,6	-16,0	-21,4	-18,2	-16,8	-17,9	-	-13,2	-12,0	-11,3	-13,5	-12,2	-10,3
Feb.	-17,9	-10,5	-11,0	-8,6	-8,9	-11,3	-9,8	-9,0	-10,0	-	-7,3	-6,5	-6,0	-7,0	-7,3	-6,5	-6,4
März	-8,4	-5,2	-4,6	-3,6	-3,2	-3,7	-3,3	-3,5	-6,6	-	-3,0	-2,7	-2,7	-3,0	-3,3	-6,5	-6,0
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	-1,1	-1,1
Mai	-2,0	0,3	0,0	0,6	1,1	-0,4	0,0	0,1	-0,7	1,7	2,0	2,0	1,0	1,0	1,3	1,3	1,3
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	7,5
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	9,7
Aug. 81	3,4	5,9	6,0	6,4	7,2	5,3	5,7	6,8	-	7,0	6,5	6,0	6,3	8,0	7,7	8,5	8,5

Tab. 7a: Mittlare absolute Minima (1951-1980),

Stationen	5h[m]	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Grau-Thalerhof	362	-17,7	-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	7,3	2,9	-2,2	-6,8	-12,5	
Ottensonne ¹⁾	325	-21,0	-16,3	-12,5	-6,0	-1,8	3,0	5,3	4,7	-0,1	-6,6	-10,0	-17,0
Moritzk Sobota T1 ⁴⁾	186	-18,7	-16,7	-11,1	-3,8	-1,1	4,5	6,8	5,1	1,0	-6,5	-8,3	-14,3
Kessendorfberg Krämer/D. Landsberg ³⁾	429	-12,0	-9,5	-6,1	-1,3	2,6	7,1	8,6	6,3	4,3	-0,6	-4,9	-8,7
Jeruzalem ⁴⁾	550	-10,8	-8,0	-5,1	-0,5	3,3	7,8	9,2	9,1	5,5	0,9	-1,1	-7,1
	240	-15,4	-9,6	-5,2	-0,8	2,0	7,3	9,3	9,6	6,0	0,0	3,0	-7,6

¹⁾ reduziert aus 1976-1981²⁾ reduziert aus 1973-1981³⁾ reduziert aus 1966-1981⁴⁾ 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 Beschränkung einiger Abschnitte des Unteren Murtales gegenüber Radkersburg. Hinsichtlich der Frostgefährdung auf den Riedeln fällt die Temperaturlage der hohen Lagen (Kraxber, 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 Jänners 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 (155 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 Zeltweg zeigt sich die extreme Frostgefährdung dieser Seitentälern: 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.

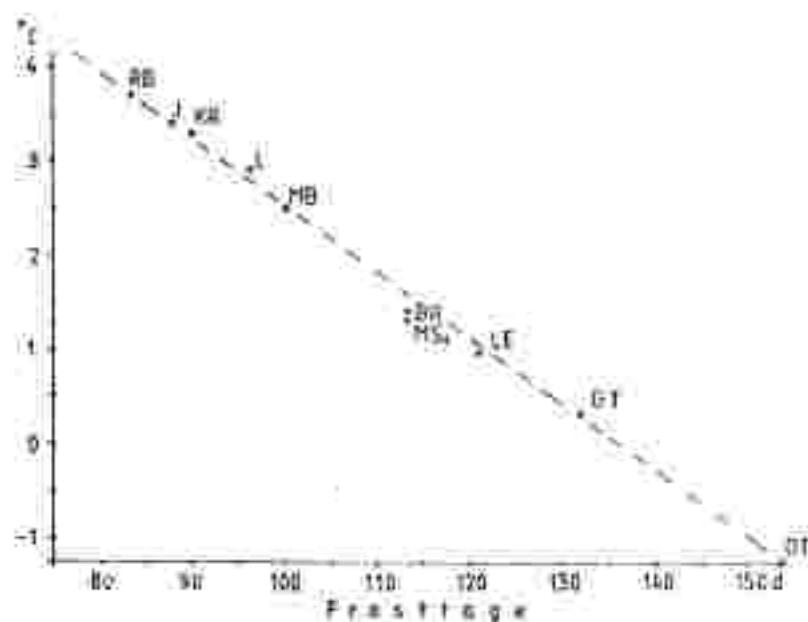


Abb. 6: Zusammenhang zwischen mittlerem täglichem Minimum (September bis Mai).

2.2.7 Frühfrost- und Spätfrostgefährdung

Tab. 8:

EINTRITTSDATEN VON FRÜH- UND SPÄTFRÖSTEN

N = Normalwert der Periode 1951-1980
 * = 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.) Wörtherberg (402 m)

	Spätfrost		Frühfrost	
	mindestens			
N	-2,0°	-0,1°	-0,1°	-2,0°
M	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.	6.10.	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.	16.11.	9.12.
FFP	190			

2.) Thaletal (341 m)

	Spätfrost		Frühfrost	
	mindestens			
N	-2,0°	-0,1°	-0,1°	-2,0°
M	20.4.	1.5.	10.10.	18.10.
s	14,5	13,6	10,5	13,6
a.Max.	22.5.	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		Frühfrost	
	mindestens			
N	-2,0°	-0,1°	-0,1°	-2,0°
M	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.	13,10.
o.Q.	21,4.	4,5.	7,10.	17,10.
Median	6,4.	25,4.	15,10.	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.	26,11.
FFP	171			

4.) Bad Gleichenberg (292 m)

	Spätfrost		Frühfrost	
	mindestens			
N	-2,0°	-0,1°	-0,1°	-2,0°
M	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		Frühfrost	
	mindestens			
N	-2,0°	-0,1°	-0,1°	-2,0°
M	26.3.	27.4.	19.10.	4.11.
M 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

2.2.7.1 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 Messendorfberg 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 aerologisch-synoptische Bedingungen bei Früh- und Spätfrösten

Das durchschnittliche Eintrittsdatum des letzten Spätfrosts (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 mit einbezogen, in denen die Temperatur nur wenige Zehntelgrade unter Null abgesunken war, und die somit kaum als empfindliche Schadensfröste anzusprechen waren, was für den jeweils letzten Frost gar nicht so untypisch ist. So waren von 30 letzten Frösten in Wörtherberg 26, Thallerhof 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 Strahlungsfroste oder Advektivfröste sein. Dabei kommen in den Niederungen ausschließlich Strahlungsfroste 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 Strahlungsfrosten nicht ohne die Wirkung vorheriger Zufuhr von Kaltluftmassen 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

kalter 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" liegen, 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 ins-

Marz	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, näherungsgewisse 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.) Wörtherberg (602 m)

	Datum	MTM	Datum	MTM
M	18.4.	4,4	26.10.	3,7
a.Max.	12.5.	7,9	6.10.	6,6
a.Dez.	7.5.	7,2	8.10.	6,3
a.Q.	29.4.	6,0	15.10.	5,2
Median	20.4.	4,7	24.10.	4,0
a.Q.	7.4.	2,9	6.11.	1,3
a.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	
M	1.5.	5,1	(5,1)	10.10.	3,9
a.Max.	5.6.	10,0	(9,9)	18.9.	7,8
a.Dez.	21.5.	8,1	(8,0)	25.9.	6,6
a.Q.	9.5.	6,4	(6,3)	1.10.	5,3
Median	30.4.	4,9	(5,0)	11.10.	3,7
a.Q.	23.4.	3,8	(4,0)	18.10.	2,6
a.Dez.	16.4.	2,7	(2,9)	22.10.	2,1
a.Min.	27.3.	0,0	(0,3)	31.10.	1,1
	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
a.Dez.	12.5.	7,6	27.9.	7,1
a.Q.	4.5.	6,1	7.10.	5,0
Median	29.4.	4,8	15.10.	3,7
a.Q.	16.4.	3,4	22.10.	2,8
a.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
M	25.4.	5,0	16.10.	4,2
a.Max.	22.5.	8,8	18.9.	8,5
a.Dez.	10.5.	7,2	30.9.	6,6
a.Q.	2.5.	6,0	9.10.	5,3
Median	25.4.	5,0	16.10.	4,2
a.Q.	19.4.	4,1	23.10.	3,4
a.Dez.	10.4.	2,9	30.10.	2,6
a.Min.	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 Feuchtawerte bzw. Taupunkte sind. Sehr häufig ist mit solchen Ereignissen die Erscheinung des Nordföhns am Südoststrand 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 ° (4.4.1973) zurückgehen. Bei nächtlichem Auflösen 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 Frostereignis zu rechnen ist; getrennt für einen Mindestwert von -0,1 ° bzw. -2,0 °.

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 °) 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 °) und empfindlichen (-2,0 °) 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 geländeeklimatisch 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 Temperaturjahresverlaufs gegenüber einer stärker verzögerten Aufeinanderfolge bei der Riedelstation mit ausgeglichener (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 leichten und zu 85 % 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 Zusammenhangs zwischen mittlerem täglichen 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

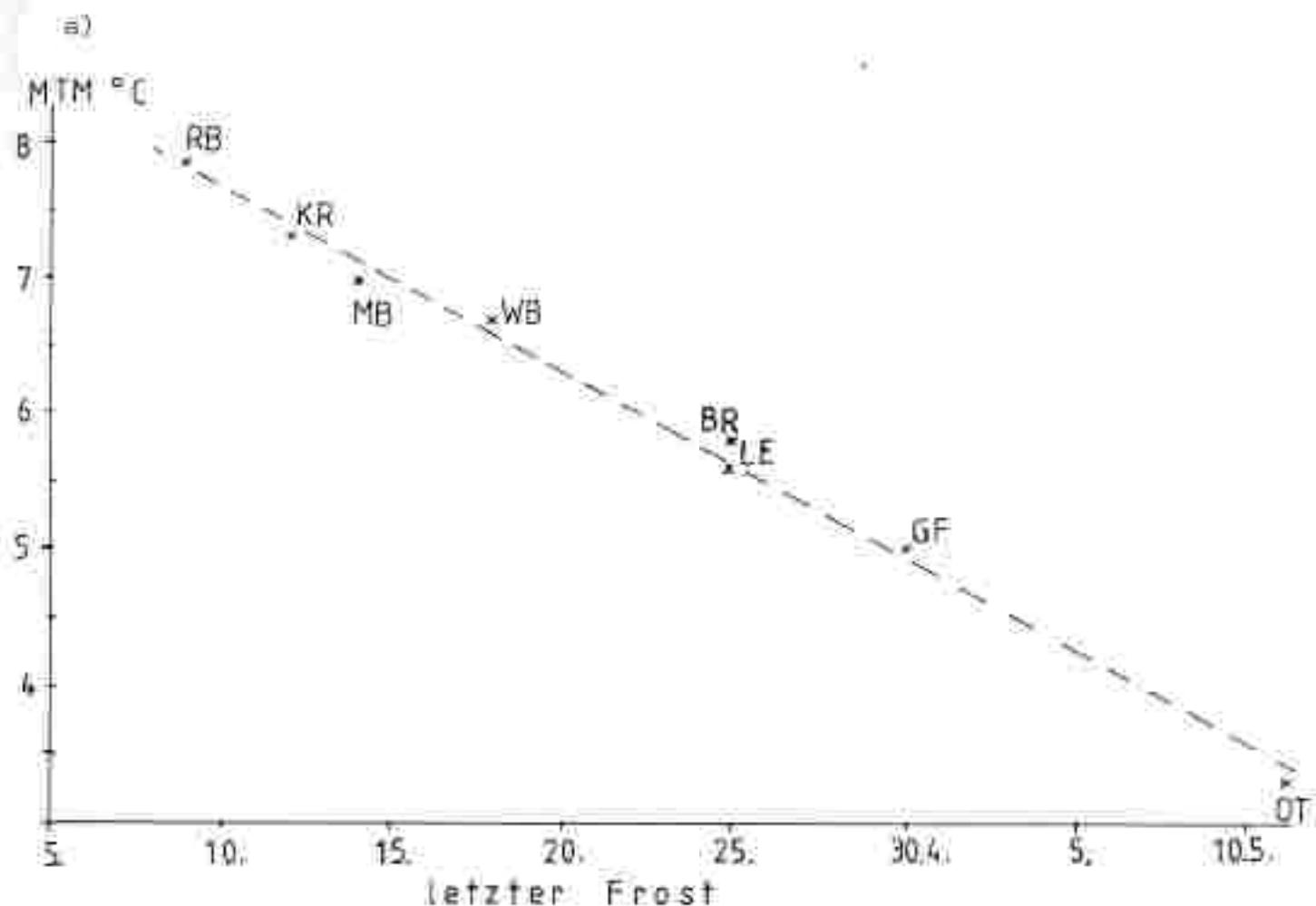
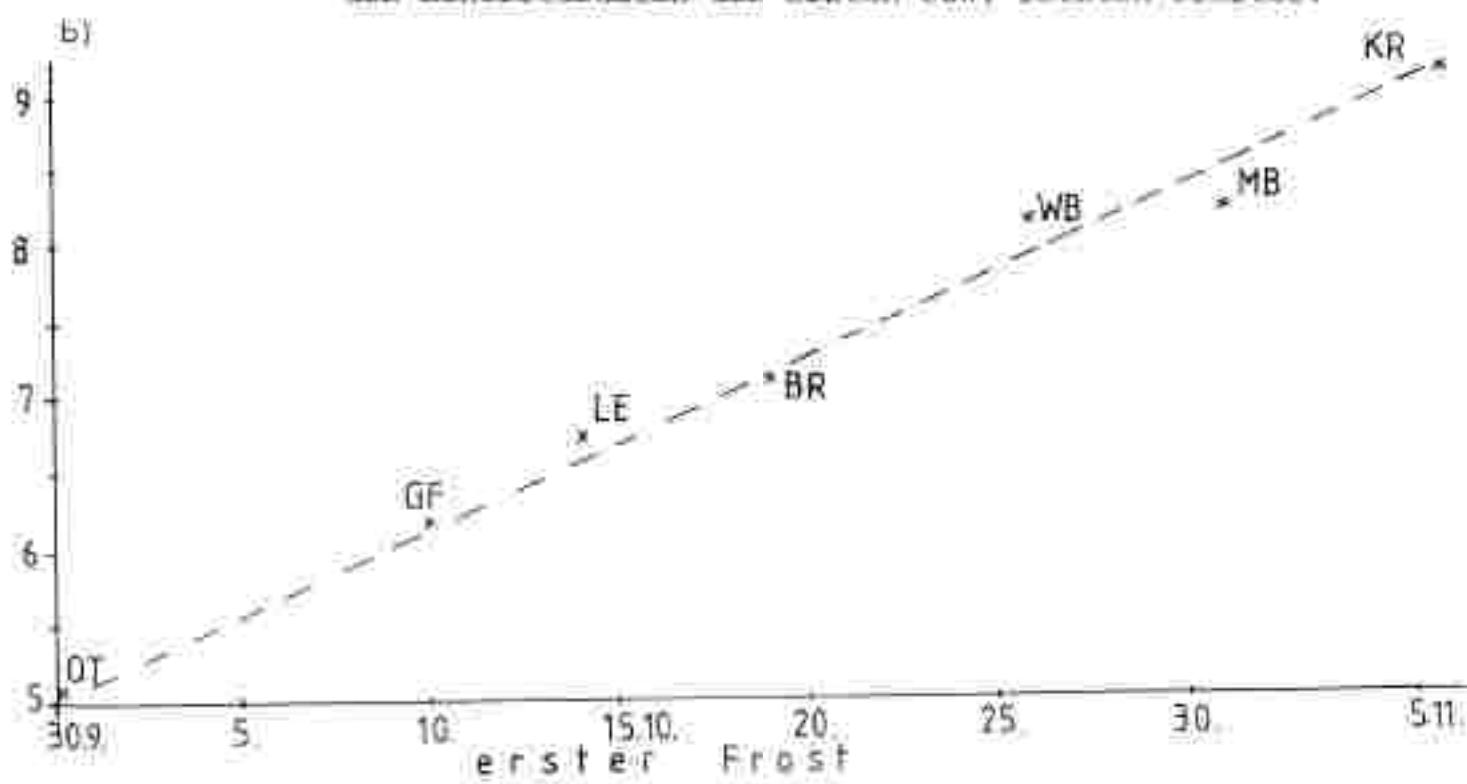


Abb. 7a,b: Zusammenhang zwischen mittlerem täglichen Minimum (für a) April, Mai; für b) September, Oktober) und den Eintrittsdaten des ersten bzw. letzten Frostes.



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

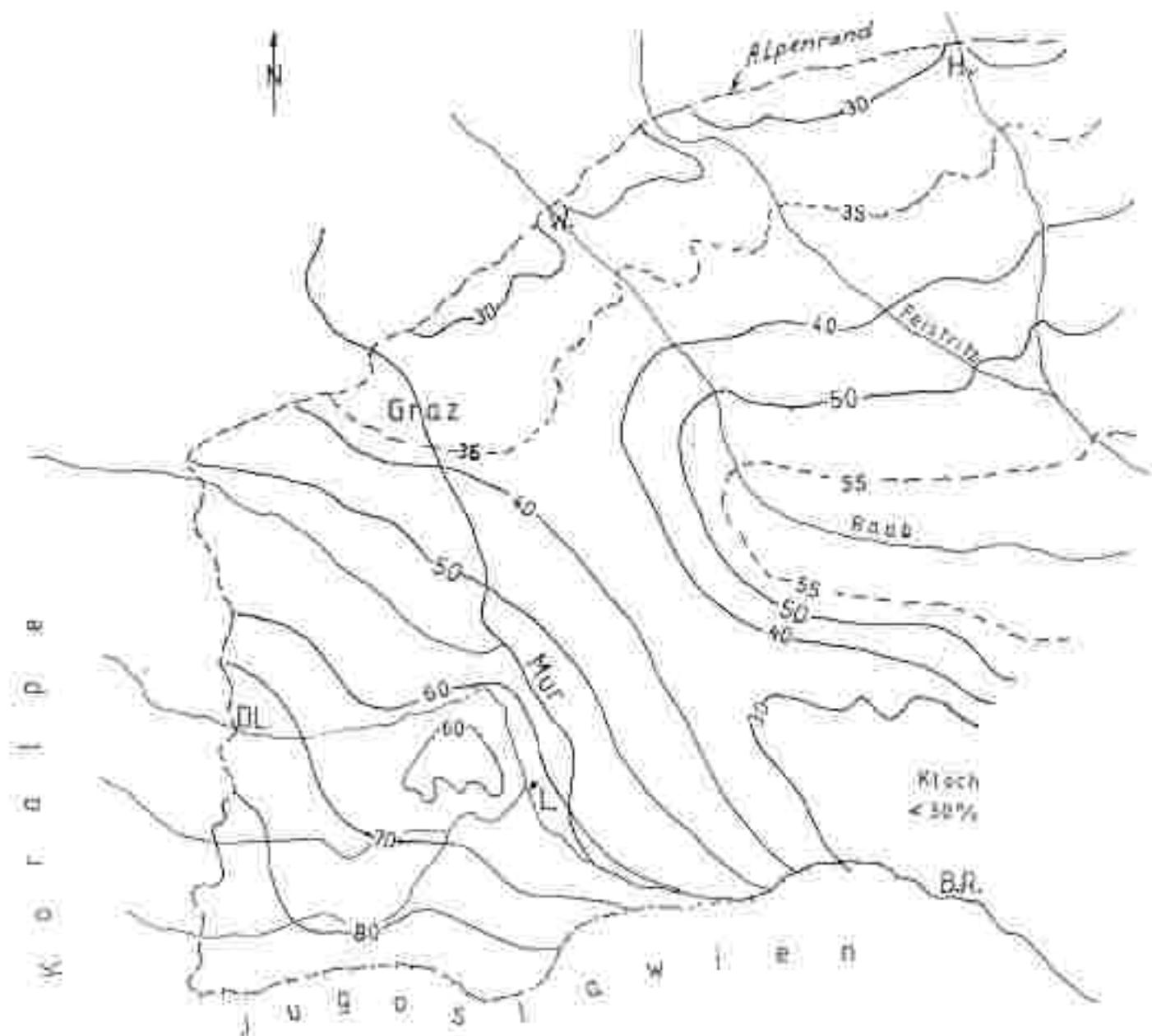
In den 70er Jahren gab es bereits zwei Advektivfröste, im März 1977 und Mai 1979. Beide bewirkten lokal auch Schäden im Bezirk Radkersburg. In Abb. 8 (S. 45) wurde versucht, anhand der Schäden an Johannisbeerkulturen eine Gliederung des Vorlandes hinsichtlich der Spätfrostgefährdung vorzunehmen. Das 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, Krammer 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 beginnstig waren (letzter Frost bereits am 17.3.). In den kaltluftgefährdeten Tallagen hingegen verzögerte sich der letzte Frost bis zum 6. Mai (Zelting, Lichendorf, Seitenthaler, aber nur lokal im Grazer Feld, Thalerhof 0,3°). 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: Ottendorf, 325 m

Froststufe: 0/-2° -2/-5° -5/-10° -10/-15° <-15° Gesamt

Okt 80	5	5	-	-	-	10
Nov	9	16	1	3	-	29
Dez 80	6	3	10	9	3	31
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°) EF: 20.10. (-0,1°)

Station: Graz-Thalerhof, 342 m

Froststufe: 0/-2° -2/-5° -5/-10° -10/-15° <-15° Gesamt

Okt 80	4	4	-	-	-	8
Nov	9	14	5	-	-	28
Dez 80	6	5	11	9	-	30
Jan 81	-	-	12	14	5	31
Feb	2	12	11	1	-	26
Mär	4	8	1	-	-	11
Apr	6	2	-	-	-	6
Mai 81	-	-	-	-	-	-
	29	44	40	24	5	142

LF: 23.4. (+0,1°) EF: 20.10. (-0,2°)

Station: Leibnitz, 276 m

Froststufe: 0/-2° -2/-5° -5/-10° -10/-15° <-15° Gesamt

Okt 80	6	2	-	-	-	8
Nov	11	11	4	-	-	26
Dez 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°) EF: 21.10. (-0,6°)

Tab. 9 Fortsetzung

Station: Bad Gleichenberg, 191 m

Froststufe: 0/-2° -2/-5° -5/-10° -10/-15° <-15° Gesamt

Okt 80	4	2	7	+	+	6
Nov	13	4	4	+	+	21
Dez 80	5	9	11	9	+	28
Jan 81	?	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°) EF: 21.10, (-1,3°)

Station: Bad Radkersburg, 208 m

Froststufe: 0/-2° -2/-5° -5/-10° -10/-15° <-15° 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	?	5	-	+	+	12
Apr	1	1	-	+	+	2
Mai 81	-	-	-	-	-	-
	34	37	37	19	3	130

LF: 22.4, (-1,1°) EF: 21.10, (-1,4°)

Station: Zeltweg, 206 m

Froststufe: 0/-2° -2/-5° -5/-10° -10/-15° <-15° Gesamt

Okt 80	6	4	-	-	-	7
Nov	13	8	4	+	+	25
Dez 80	5	7	10	6	3	31
Jan 81	?	3	7	11	10	31
Feb	5	13	10	+	+	26
Mär	?	6	-	+	+	12
Apr	6	3	-	+	+	7
Mai 81	1	-	-	+	+	1
	37	43	31	17	13	141

LF: 6.5, (-0,1°) EF: 21.10, (-2,2°)

Tab. 9 Fortsetzung

Station:	Lichendorf, 242 m					Gesamt
Froststufe:	0/-2°	-2/-5°	-5/-10°	-10/-15°	<-15°	
Okt 80	5	3	—	—	—	8
Nov	11	11	3	—	—	25
Dez 80	6	5	5	10	1	31
Jan 81	—	0	3	12	14 ^{a)}	31
Feb	2	11	10	6	—	27
Mär	9	9	—	—	—	18
Apr	2	4	—	—	—	6
Mai 81	1	—	—	—	—	1
	36	45	25	26	15	147
LF:	6.5.	(-0,4°)		EF:	21.10.	(-2,0°)

Station:	Röt bei Straden, 245 m					Gesamt
Froststufe:	0/-2°	-2/-5°	-5/-10°	-10/-15°	<-15°	
Okt 80	3	4	—	—	—	7
Nov	14	8	4	—	—	26
Dez 80	6	6	11	8	—	31
Jan 81	—	5	6	11	7	31
Feb	2	12	11	4	—	26
Mär	5	9	—	—	—	17
Apr	4	2	—	—	—	6
Mai 81	1	—	—	—	—	1
	38	46	36	20	7	145
LF:	6.5.	(-0,3°)		EF:	21.10.	(-2,3°)

Station:	Hessendorferberg, 429 m					Gesamt
Froststufe:	0/-2°	-2/-5°	-5/-10°	-10/-15°	<-15°	
Okt 80	2	—	—	—	—	2
Nov	11	6	3	—	—	20
Dez 80	10	4	11	—	—	25
Jan 81	2	8	17	3	—	30
Feb	5	9	6	—	—	20
Mär	4	4	—	—	—	6
Apr	3	—	—	—	—	3
Mai 81	—	—	—	—	—	—
	37	31	37	3	—	108
LF:	19.4.	(-1,1°)		EF:	22.10.	(-1,7°)

Tab. 9 Fortsetzung

Station:	Leibnitzhöhe, 340 m					
Froststufe:	0/-2°	-2/-5°	-5/-10°	-10/-15°	<-15°	Gesamt
Okt 80	1	-	7	-	-	1
Nov	8	9	2	-	-	19
Dez 80	6	2	10	-	-	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

LF: 19.4. (-1,5°) EF: 22.10. (-0,4°)

Station:	Kitzeck, 510 m					
Froststufe:	0/-2°	-2/-5°	-5/-10°	-10/-15°	<-15°	Gesamt
Okt 80	-	-	-	-	-	-
Nov	10	8	1	-	-	18
Dez 80	6	4	8	-	-	26
Jan 81	3	12	11	2	-	21
Feb	6	8	9	-	-	21
Mär	4	3	-	-	-	7
Apr	2	-	-	-	-	3
Mai 81	-	-	-	-	-	-
	30	35	29	2	-	96

LF: 19.4. (-1,0°) EF: 1.11. (-1,2°)

Station:	Kogelberg, 460 m					
Froststufe:	0/-2°	-2/-5°	-5/-10°	-10/-15°	<-15°	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

LF: 20.4. (-1,0°) EF: 1.11. (-1,0°)

Tab. 9 Fortsetzung

Station:	Waltra, 380 m					
Froststufe:	0/-2°	-2/-5°	-5/-10°	-10/-15°	<-15°	Gesamt
Okt 80	4	*	*	*	*	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°) EF: 21.10. (-1,0°)

Station:	Klöch II, 390 m					
Froststufe:	0/-2°	-2/-5°	-5/-10°	-10/-15°	<-15°	Gesamt
Okt 80	*	*	*	*	*	*
Nov	10	7	1	*	*	18
Dez 80	7	4	8	*	*	19
Jan 81	4	10	10	*	*	29
Feb	5	11	3	*	*	19
Mär	3	1	*	*	*	6
Apr	1	*	*	*	*	1
Mai 81	*	*	*	*	*	*
	30	38	22	2	*	92

LF: 18.4. (-0,8°) EF: 1.11. (-0,7°)

Station:	Klöch I, 340 m					
Froststufe:	0/-2°	-2/-5°	-5/-10°	-10/-15°	<-15°	Gesamt
Okt 80	1	*	*	*	*	1
Nov	10	7	1	*	*	18
Dez 80	8	5	10	*	*	23
Jan 81	1	11	15	*	*	29
Feb	7	10	3	*	*	20
Mär	6	3	*	*	*	7
Apr	*	*	*	*	*	*
Mai 81	*	*	*	*	*	*
	31	36	29	2	*	95

LF: 27.3. (-1,3°) EF: 21.10. (-2,0°)

Tab. 9 Fortsetzung

Station:	Rosenberg, 450 m					
Froststufe:	0/-2°	-2/-5°	-5/-10°	-10/-15°	<-15°	Gesamt
Okt 80	-	-	-	-	-	-
Nov	2	10	1	-	-	13
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
	LP: 18.4, (-1,0°)					EP: 1.11, (-1,0°)

Station:	Krämer bei Deutschlandsberg, 560 m					
Froststufe:	0/-2°	-2/-5°	-5/-10°	-10/-15°	<-15°	Gesamt
Okt 80	-	-	-	-	-	-
Nov	9	9	1	-	-	19
Dez 80	4	5	8	-	-	17
Jan 81	5	10	10	2	-	27
Feb	9	8	9	-	-	20
Mär	3	3	-	-	-	6
Apr	2	-	-	-	-	2
Mai 81	-	-	-	-	-	-
	27	35	28	2	-	92
	LP: 19.4, (-0,5°)					EP: 1.11, (-1,5°)

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 "Erdbödenstemperatur" mittels eines 5 cm über kurzgehaltenem Rasen waagrecht liegenden Minimumthermometer (eigentlich "Erdbödenminimum") durchgeführt. Bei E. Jässer (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.

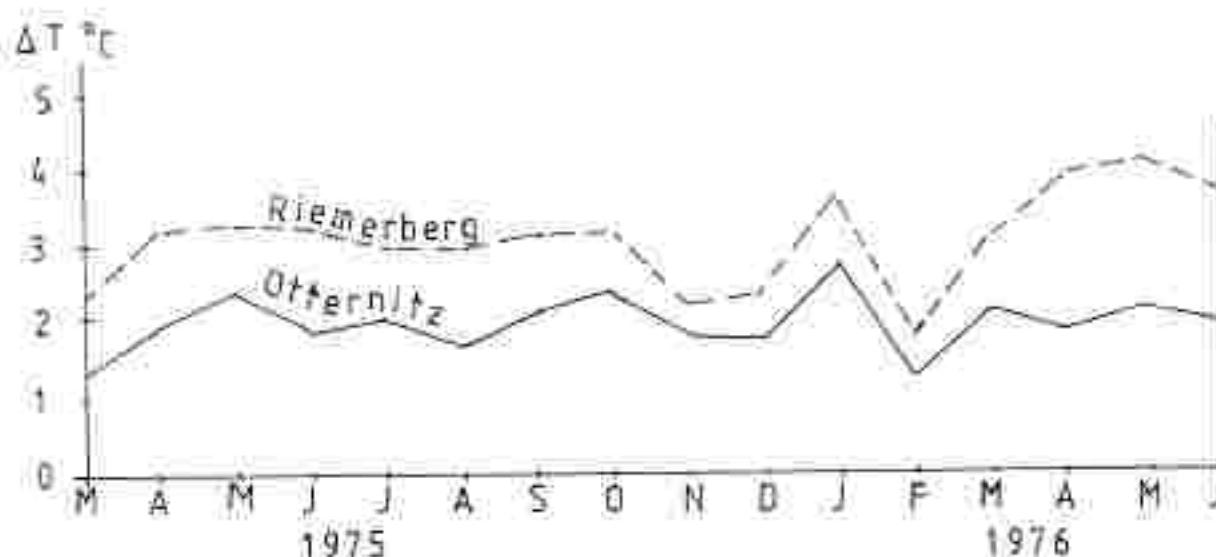
	St[m]	letzter Frost		Diff. [d]	erster Frost		Diff. [d]	Gesamtdifferenz (frastfreie Zeit)
		2 m	5 cm		2 m	5 cm		
Weiz ¹⁾	480	16.4.	30.4.	14	16.10.	5.10.	11	25
Weiz ²⁾	480	22.4.	6.5.	16	18.10.	10.10.	6	22
Riedellagen ³⁾	350-							
Vorland	-450	15.4.	5.5.	20	25.10.	11.10.	14	34
Tallagen ³⁾	um 250	5.5.	20.5.	15	7.10.	27.9.	10	25

¹⁾ aus E. Jässer (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 durchmischt (Differenzen bis zu 6 ° möglich). Bei Windstille wächst die sich abkühlende Luftschicht von unten her und wird immer mächtiger, sodass schließlich auch die Bütte in den Kaltluftbereich eindringt. Eine Ausnahme besteht nur an steilen Hanglagen, wo die gebildete Kaltluft abfließen kann. Für Tallagen gilt dies in verstärktem 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 verminderteren Ausstrahlung vom Boden her das Ausmaß der Differenzen gering bleibt, ja bei Talnebel nahe 0 ° 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 bisibel 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 vorangegangenem 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 Hüttenfrost von ca. 14 Tagen gerechnet werden. Im Unteren Murtal 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 Tageschwankung

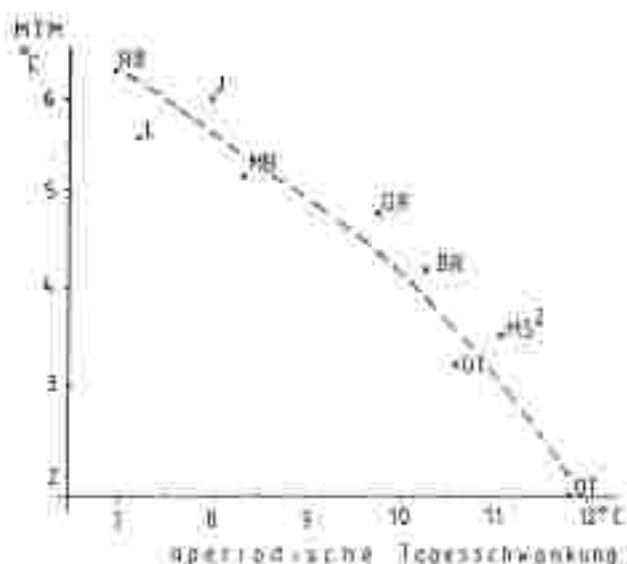


Abb. 9: Zusammenhang zwischen mittlerem taglichem Minimum (Jahr, MTM) und der aperiodischen Tageszschwankung (Jahr).

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

Monat/Staet.	OT	GT	LE	BC	BR	LT	Z	WA	Hof	KI	WA	XII	AS	MP	ME	MM	KA	KB	WB
Juni 80	12,5	11,8	12,3	12,2	11,5	11,2	11,9	11,3	12,1	9,6	7,8	8,6	8,9	10,9	8,6	8,9	7,2	-	-
Juli 81	12,7	12,0	12,3	11,5	11,4	11,5	12,7	12,1	12,5	10,9	8,5	9,0	9,1	10,5	8,6	8,6	7,9	-	-
Aug.	11,9	11,8	12,2	10,8	12,0	11,6	12,3	11,7	12,2	9,7	8,7	9,3	8,0	9,9	8,6	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.	9,3	8,6	10,2	7,2	8,5	9,1	8,6	8,5	7,6	5,7	5,2	5,3	5,0	6,6	6,3	5,2	5,1	5,0	-
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	6,6	9,0	8,9	-
Apr.	16,5	12,9	14,6	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	11,3	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	12,3	12,6	12,3	-	10,1	8,9	8,4	8,2	10,6	8,6	8,5	9,2	9,0	-
Juli	13,8	12,9	12,4	12,1	13,4	13,2	13,6	13,5	-	10,1	9,6	9,6	9,0	10,8	8,7	7,7	9,3	10,1	-
Aug. 81	13,5	12,6	12,2	11,6	12,5	13,2	13,3	12,5	-	9,9	9,6	8,9	8,2	10,5	8,6	7,7	9,6	-	-

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

Tatstationen	St [m]	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
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
Bad Radkersburg	296	8,6	8,9	10,5	12,0	12,2	11,7	11,9	11,8	11,9	10,7	7,9	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	11,3	11,3	12,0	11,4	11,2	10,6	7,3	6,6	9,8
Leibnitz	276	9,0	9,5	11,2	12,4	12,7	12,4	12,6	12,3	12,1	11,4	8,0	7,1	10,8
Otterwitsch	325	11,0	11,3	12,4	13,4	13,2	12,6	12,9	12,7	12,8	12,1	9,0	8,7	11,6
<u>Blödelstationen</u>														
Graz/Messeendorfberg	429	5,9	6,7	8,6	9,8	9,8	10,2	9,7	9,5	9,5	8,6	6,1	5,6	8,2
Lainitzhöhe	340	5,6	6,0	7,1	8,3	8,3	8,6	8,0	8,4	7,3	5,4	3,4	2,2	
Krammer/D. Landshärg	540	4,7	5,7	6,5	7,7	7,6	7,7	7,5	7,5	6,5	6,4	4,0	6,6	
Jernatalen	340	5,0	6,4	7,8	9,4	9,6	9,5	9,7	9,5	9,1	8,0	6,1	5,2	8,0
Klöch I	260	5,7	6,6	8,1	9,7	9,8	9,8	9,5	9,4	8,2	6,1	5,3	6,2	
Klöch II	390	5,3	6,0	7,3	8,8	8,7	8,8	8,4	8,5	7,5	5,4	4,9	7,5	
Hohenberg	450	6,9	5,6	6,8	8,1	8,1	8,1	8,1	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. Dennoch weisen tatsächlich die kaltluftgefährdeten Tälagen 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. Wacknigg, 1978).

Aus der Legende zur Kaltluftgefährdung entnimmt man ferner, daß die Spannweiten in den Zonen der Tälagen (Zonen 1-4) wegen der nur gering variiierenden 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 Temperaturmaximakarte

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, Ornig 1968). Die 14^{h} -Temperaturen weichen dabei nur wenig von den Maxima ab (in Tälern 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). Besonders war die Tatsache, daß bei Hochdruckwetterlagen besonders im Frühsummer die Temperaturmaxima im Grazer Feld die Werte des Unteren Mur-

tales erreichten bzw. sogar übertrafen. Daraufhin wurden sämtliche amtlichen Stationen im Vorland hinsichtlich ihres 14^h-Temperaturverhaltens bei sommerlichem Schönwetter analysiert. Die Ergebnisse lassen auf eine Überwärmung des Alpenrandes im Abschnitt Steinz-Graz-Welz schließen (der Raum Käflach-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
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/Stdt.+	ÖT	GT	LE	EG	BR	TI	Z	HA	Hof	KI	WA	KII	RE	HI	III	KR	KP	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.	26,1	26,7	25,8	26,5	25,5	26,7	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	19,0	18,5	18,1	-	-
Okt.	14,3	14,1	15,2	14,3	15,0	15,0	14,7	15,0	14,7	14,0	13,9	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	1,6	2,1	3,8	2,4	2,2	2,0	1,4	2,0	1,4	1,4	3,7	3,7	3,7	3,6	3,9	3,6	3,0	3,6
Jan. 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	6,8	4,9	6,0	4,8	4,7	4,7	6,0	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	13,6	12,9	12,6	12,1	12,1	12,9	11,9	10,8	12,2	12,6
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	19,6	17,8	19,1	18,5	19,0	17,5	17,2	18,0	19,0
Juni	23,7	24,4	26,9	26,0	26,7	26,3	26,7	26,6	-	23,8	22,5	23,1	23,5	23,6	22,1	22,0	22,6	22,6
Juli	24,4	24,5	25,7	24,8	25,4	25,0	25,6	25,5	-	24,6	23,8	26,2	23,2	24,0	22,6	22,0	23,3	23,6
Aug. 81	24,3	24,6	25,3	24,7	25,0	25,1	25,0	-	24,5	23,6	23,6	23,1	23,1	23,0	22,4	23,4	23,7	-

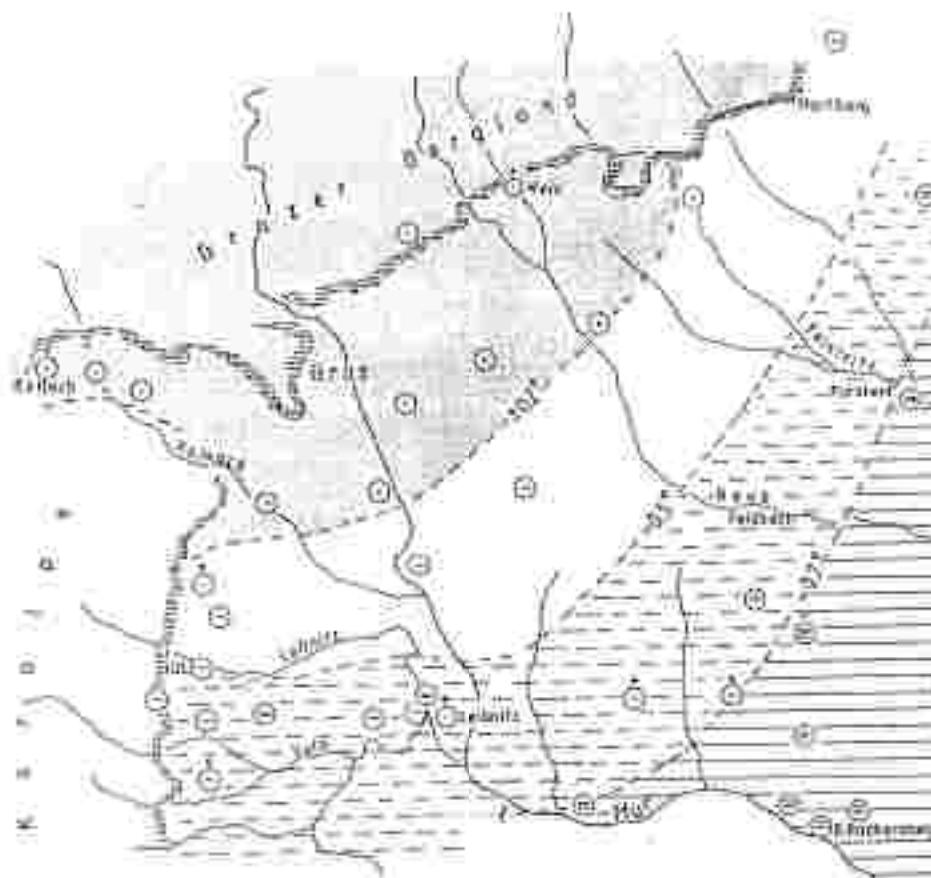


Abb. 10: Mittlere Temperaturabweichung der potentiell mittleren täglichen Maxima aus strahlungsgünstigen und warmen Monaten (April bis September) unter Zugrundeliegung eines Temperaturgradienten von $-0,8^{\circ}/100\text{ m}$ und der Bezugsstationen Graz/Thalerhof (342 m, für die Talstationen) und Graz/Messendorfberg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

Erläuterung der Symbole:

Stationen	Abweichung im mittl. tägl. Max.	Abweichung im mittl. Max. einer Schünwetterperiode
	-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 (schüttende 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 wie beispielsweise die Station Wörtherberg 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-Voitsberger 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 Karawankenrandes 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 Kühlten Rückseitenwetterlagen. Gerade in schlechten Weinjahren mit häufigen Kaltluftteinbrüchen schnitten die Anbaugebiete 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 Graz/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 $-0,95^{\circ}/100\text{ m}$ 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 $0,5^{\circ}/100\text{ m}$ (Oktober). Sie sinkt im Spätherbst rasch ab; im Dezember tritt dann eine Umkehrung der Verhältnisse ein, wobei mit positiven Temperaturgradienten bis zu $0,5^{\circ}/100\text{ m}$ 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 - Waldnahe).

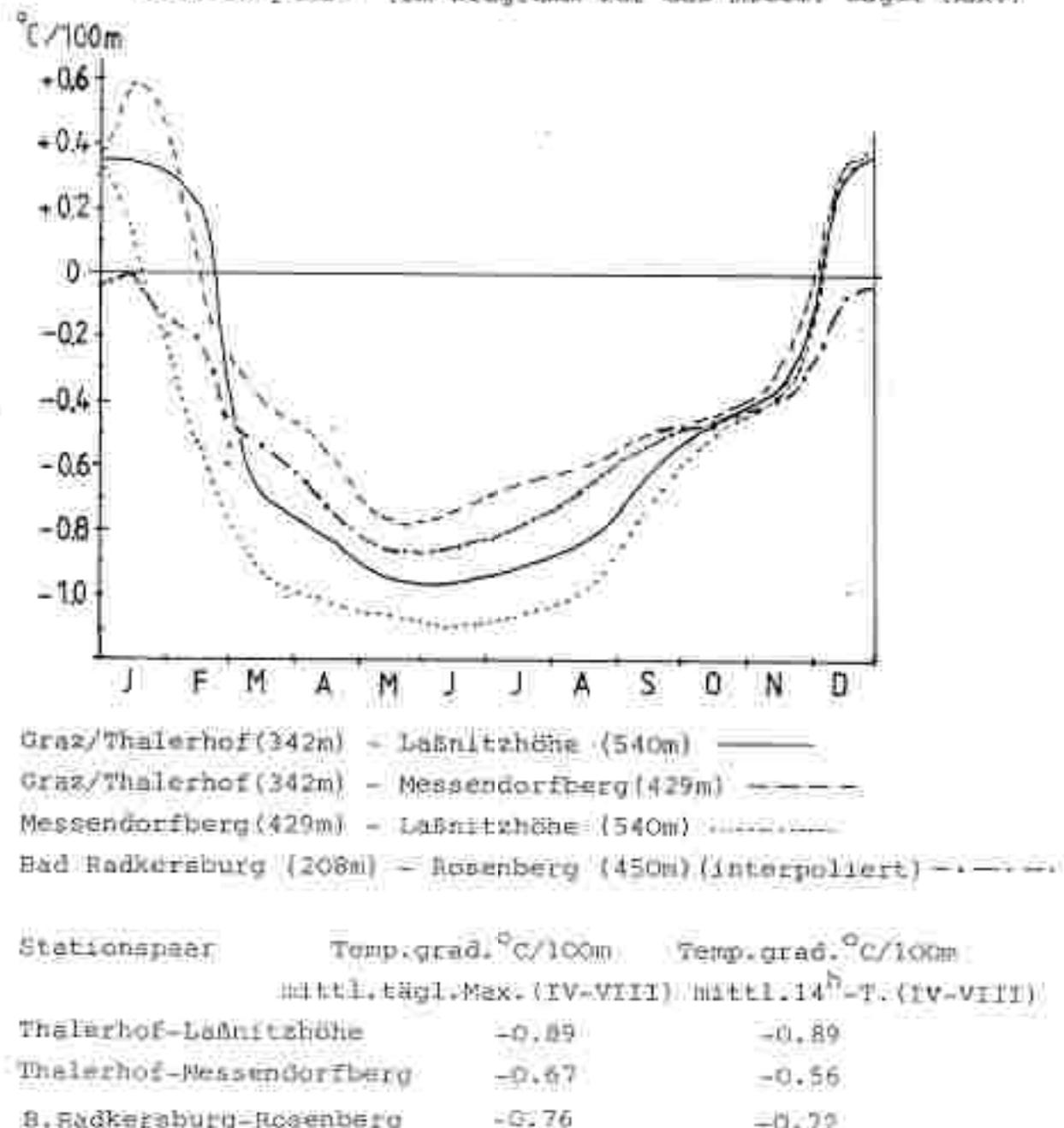
Für die Verhältnisse im Klöcher Raum müssen jedoch noch die Ergebnisse aus dem Sondernetz und des Stationsvergleiches im Vorland berücksichtigt werden. Wegen der höheren Windgeschwindigkeit im Klöcher Raum darf angenommen werden, daß der Anteil der labilen Schichtung¹⁾ merklich geringer ist als in der 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 Früh Sommer, zu einer Fehleinschätzung der Temperaturgunstverhältnisse führen.

In der Abb. II sind die für den Bezirk Bad Radkersburg angenommenen Werte enthalten. Bei einem Vergleich verringert sich der Gunstvorsprung der Grazer Bucht auf wenige Zehntel Grad (für die Tal- und niederen Riedellagen beträgt er noch 0,5 bis 0,70 (im Sommer)).

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



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 Bestandsklima findet man auch bei R. Geiger (1961) wieder.

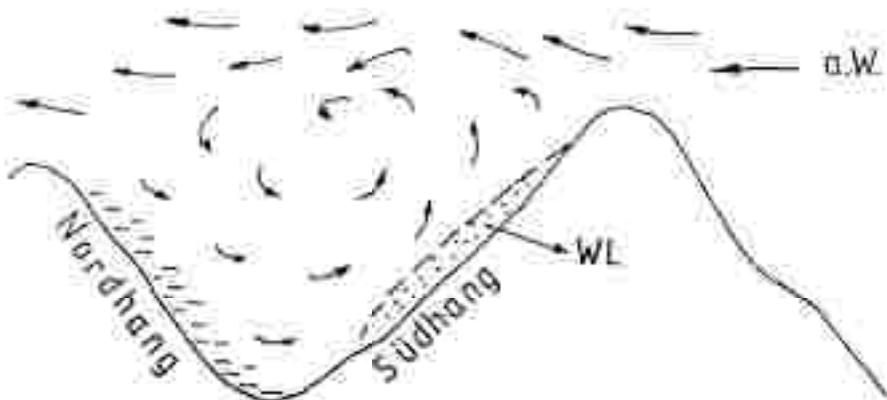
Speziell im Bezirk Radkersburg gibt es jedoch kaum derartige Extremstandorte; es überwiegen sogar die windoffenen Südlagen, vor allem im Raum Seindl-Klöch. Dort erreicht das Ausmaß der Überwärmung gegenüber Lagen in gleicher Seehöhe nur noch $0,3 - 0,5^{\circ}$. Diese Werte beziehen sich auf die Melbhöhe 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 bodennahen Schicht zeigt dann nach extrem labile Verhältnisse. Zur "Abhebung" einer sogenannten Warmluftblase kommt es jedoch erst dann, wenn der überwärme 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 Warmluftablösung 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 Hangaufwinder.

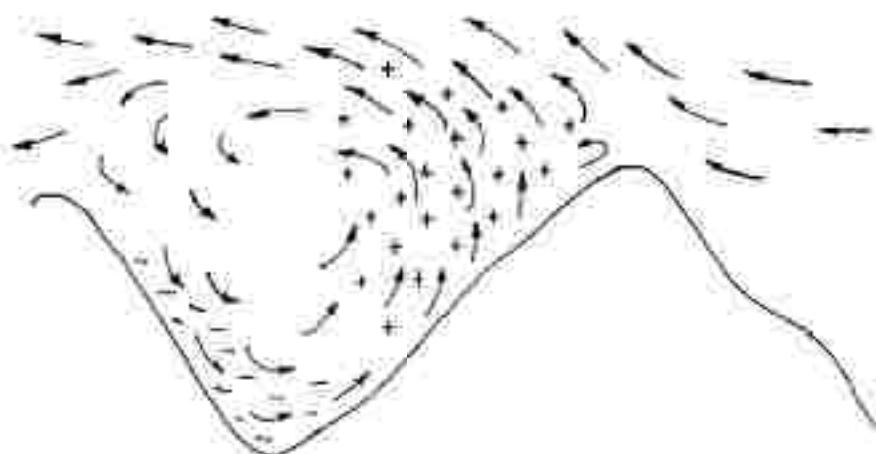
a) Phase 1 "Aufheizung" bzw. "Ruhephase":

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



b) Phase 2 "Ablösung" 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 starkerem Wind Ausbildung eines Rotors).



Der Temperaturverlust an einem Südhang ist deshalb weit unruhiger als auf dem Riedelrücken, wo es durch die höhere Windintensität zur "Verblezung" des Temperaturnmaximums 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.

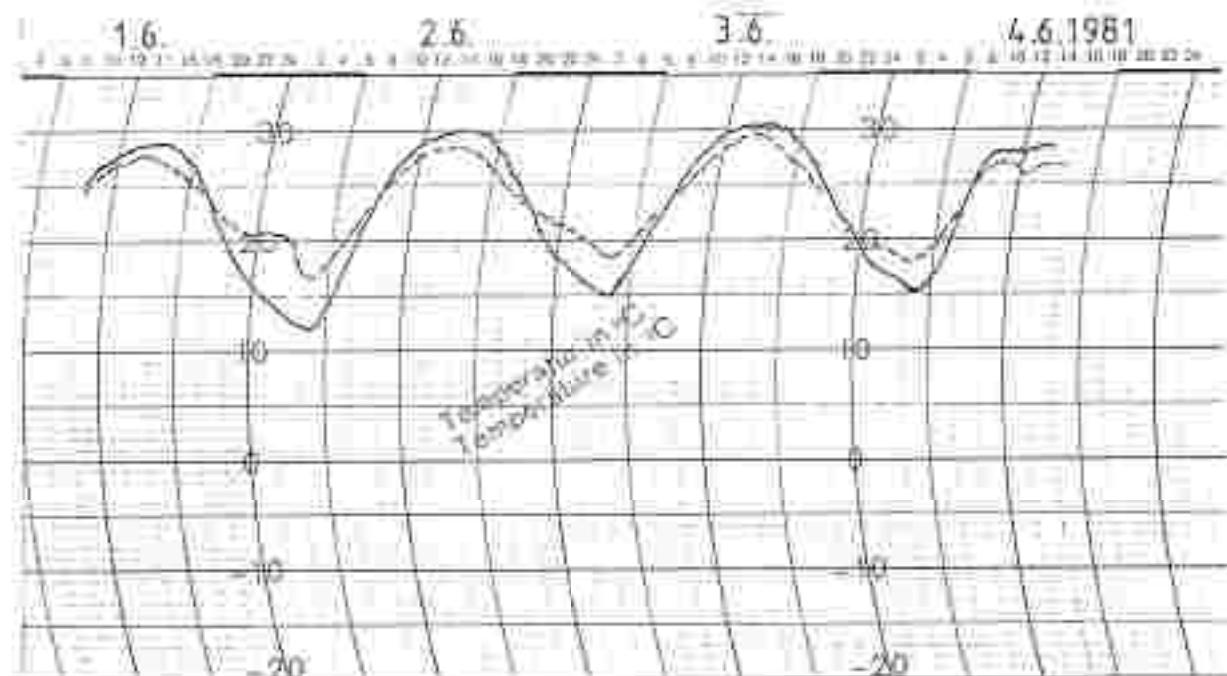


Abb. 13: Tagesgang der Temperatur bei hochsommerlichem Schönwetter an ausgewählten Stationen im Klöcher Raum.
(durchgezogene Linie = Zellting, 206 m
strichlierte Linie = Klöch II, 390 m)

Anmerkungen: Zu beachten sind das verspätete Maximum (gegen 16 Uhr) an der Talstation Zellting und das Maximum an der Riedelstation Klöch II (gegen 14 Uhr); der Zeitbereich mit der stärksten Temperaturabnahme (zum Teil schwach labil $< -1.0^{\circ}/100\text{ m}$) 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).

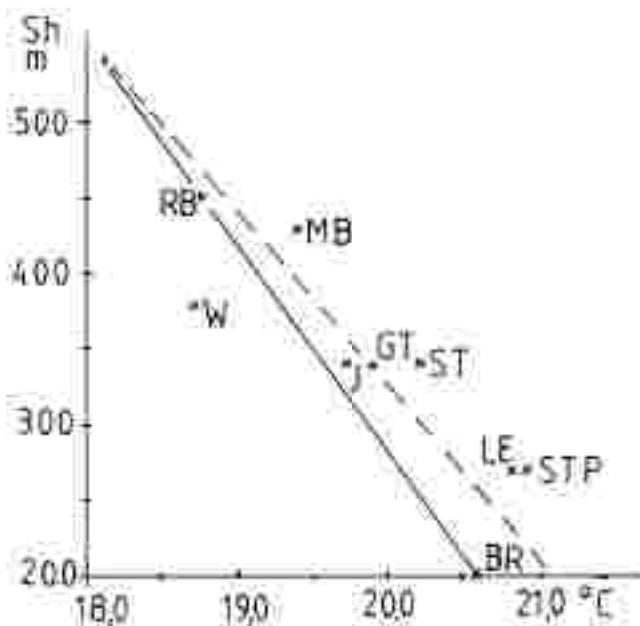


Abb. 14: 14^h -Temperatur (April-August) für neutrale Lagen (unter Zugrundelegung eines Temperaturgradienten von $-0,72^{\circ}/100\text{ m}$).
Strichliert für die Grazer Bucht, durchgezogen für den Raum Klöch.

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 Datenumaterials möglich sind. So wirkt sich die Überwärmung auch im 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 $0,2-0,5^{\circ}$, für die windgeschützten Hangabschnitte eine solche um $0,5-0,8^{\circ}$. 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 Temperaturgüstzonenskarte.

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

Stationsnamen	St (m)	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	IV-VIII	Diff. zu 14h-Temp.
Graz/Thalerhof	342	0,9	4,3	9,6	15,0	19,6	23,0	24,5	23,8	20,4	14,9	7,8	2,2	12,0	21,2	1,3
Bad Radkersburg	206	2,1	5,0	10,2	15,6	20,2	23,5	25,0	26,4	21,0	15,4	8,6	3,2	16,5	21,8	1,2
Nurska/Sobata I (≤ t1))	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	16,5	21,8	1,2
Gornja Radgona	705	2,0	5,6	10,3	15,4	20,2	23,5	25,2	26,0	21,1	15,8	8,7	3,2	16,6	21,0	-
Leibnitz (+)	276	2,0	5,1	10,4	15,8	20,5	24,0	25,5	24,7	21,3	15,7	8,7	3,2	16,7	22,2	1,4
Otternitz (-)	325	1,1	4,3	9,2	16,5	18,9	22,5	24,0	23,6	20,3	14,8	7,9	2,3	13,6	20,6	-

Biedelstationen																
Graz/Messendorfberg	629	1,5	4,1	9,2	14,5	18,6	22,5	23,9	23,2	19,9	14,4	7,5	2,5	13,5	20,5	1,1
Lafinitz Höhe 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	19,6	1,2
Grauerer/B. 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	-
Jerusalem (+)	360	2,0	4,8	9,6	14,7	19,3	22,7	24,3	23,8	20,3	14,9	8,5	3,4	14,0	21,0	1,3
Kloßch I ¹⁾	340	2,0	4,9	9,6	14,9	19,4	22,9	24,6	23,8	20,5	15,0	8,5	3,3	14,1	21,1	1,3
Kloßch II ¹⁾	390	2,0	4,6	9,1	14,3	18,7	22,2	23,8	23,1	19,5	14,4	7,8	3,1	13,6	20,4	1,2
Rosenberg ²⁾	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

Erklärungen:

(*) station mit Überkühlung
 (-) station mit Abhang am Maximum

- 1) Werte auf die Periode 1951-1980 extrapoliert
- 2) reduziert aus 1976-1981 mit Hilfe von Graz-Messendorf
- 3) die Werte von Mureika/Sobata I und II sind nahezu identisch

Tab. 16: 16a-Temperaturen (1951-1980).

Talstationen	Sh(n)	IV-VIII											
		Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb
Graz/Thalerhof	342	9,4	13,8	18,2	21,5	23,1	22,7	19,3	14,1	19,9			
Bad Radkersburg	206	9,0	16,6	18,8	22,2	23,9	23,6	19,9	16,6	20,6			
Leibnitz (*)	276	9,1	16,6	19,1	22,5	24,2	23,6	20,3	15,0	20,8			
Lichtendorf	242	8,8	16,3	18,6	21,9	23,7	23,2	19,7	14,4	20,1			
Murska Sobota	184	9,1	14,6	18,9	22,3	23,9	23,5	20,0	14,7	20,6			
St.Peter/Ottersbach (*)	270	9,2	16,7	19,1	22,6	24,2	23,7	20,3	15,1	20,9			
Mittelstationen													
Graz/Messendorfberg	629	8,3	13,3	17,7	21,0	22,6	22,2	18,9	13,7	19,4			
Lainzer Höhe	540	7,1	11,9	16,4	19,7	21,4	21,0	17,9	13,2	18,1			
Grazien (*)	360	9,0	14,0	18,5	21,8	23,4	23,1	19,7	14,5	20,2			
Klöch I (*)	340	8,7	13,7	18,2	21,4	23,1	22,7	19,4	14,2	19,8			
Klöch 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 (*)	300	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	18,5	13,4	18,6			

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

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 ($^{\circ}\text{C}$)
Lehnitz	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/+0,6
Straden	340	Lage an der Südflanke des Sazianberges	+0,5/+0,6
Waltra	380	schattige Lage (Bäume) an nordostexponiertem Hang	-0,5
Rheindorfberg	429	ostseitige Riedelrückenlage mit Wald in der Nähe, geringere Ventilierung	+0,2/+0,3 (gegenüber Profil Thalerhof-Lehnitz-höhe gegenüber Kildchor Raum 0,5/0,6)
Jeruzalem	340	genaue Lage unbekannt (Südosthang vermutet)	+0,2
Kildch 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.

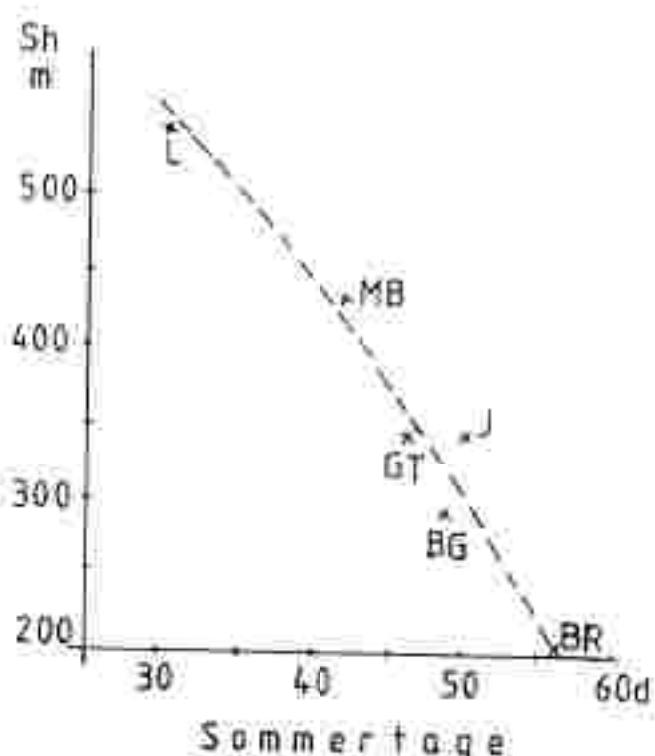
Tage mit Temperaturen von wenigstens 30° werden – ebenfalls nicht ganz befriedigend – als "Tropentage" bezeichnet. Sie sind sinngemäß in der Zahl der Sommertage (ebenso wie die "Eistage" in der Zahl der Frosttage) enthalten und werden hier nicht näher untersucht.

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) weitauß 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 Zufallereignisse 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

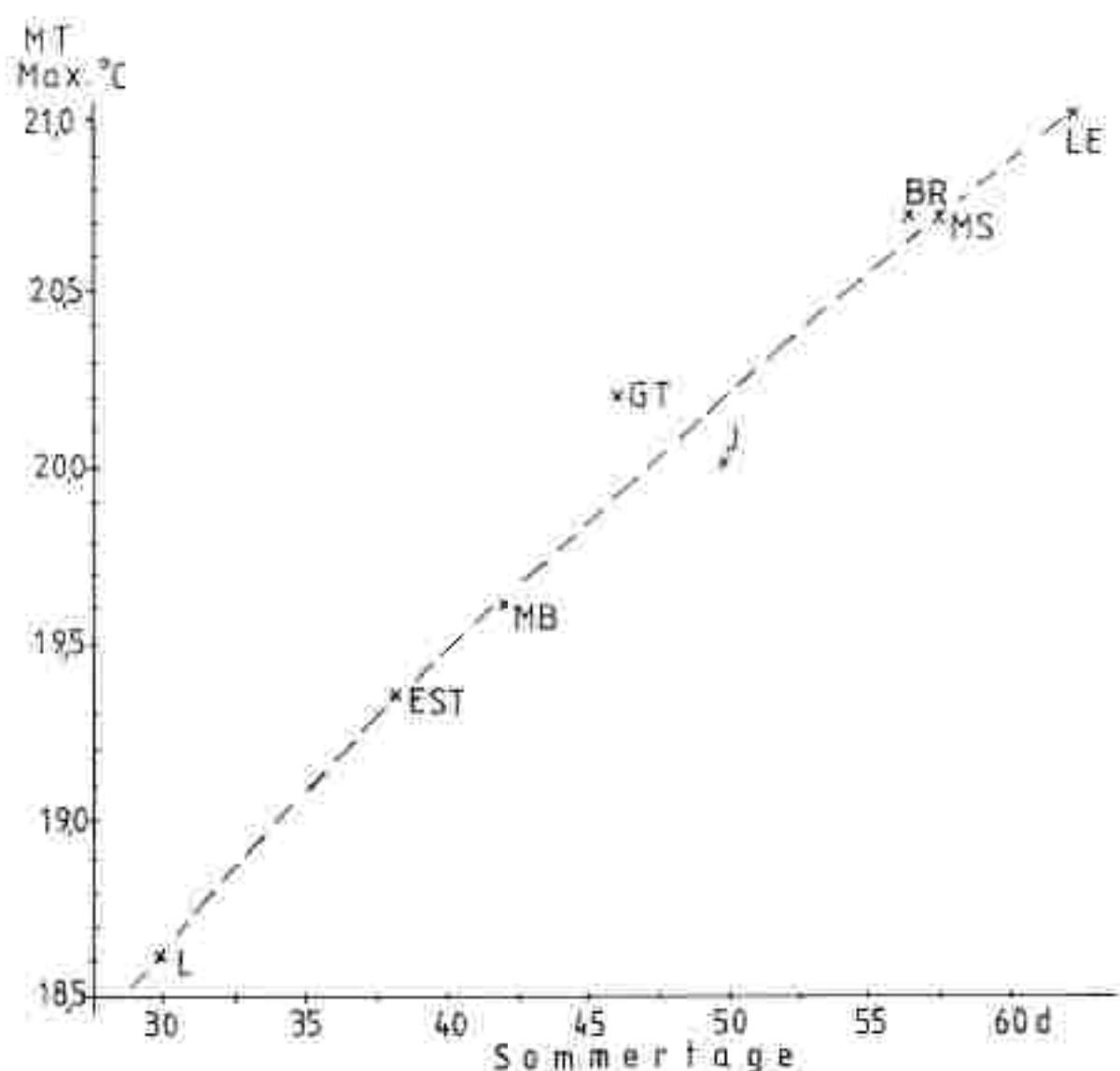
Tab. 16: Durchschnittliche Zahl der Sommertage pro Jahr der Periode 1951-1980 (M) und Standardabweichung in Tagen (s).

	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)
Nessendorfberg, 429 m	42	(red. aus 1951-70)
Jeruzalem, 340 m	50	(red. aus 1951-70)
Murska 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 bestlich von Gosdorf) über 50 ansteigt.

1) durch Überwärmung zu hoher Wert (effektiv 51)

Abb. 16: Zusammenhang zwischen mittlerem täglichem 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 Temperaturmaximakarte 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 / Tagessmittel > 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) AT zu Graz/Thalerhof März-November: +1,0 °

ad 2) AT zu Graz/Thalerhof März-November: +0,7 °

ad 3) neutral

$$\text{Mittelbildung: } \frac{1,0 + 0,7}{2} = 0,85^{\circ}$$

ad 4) Tallage

Gesamtdifferenz daher 0,85 °

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

$$\begin{array}{r} + 0,85 \\ \hline 12,52 \end{array}$$

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

Beispiel für eine Riedellage:

Jeruzalem

ad 1) AT zu Graz/Thalerhof: +2,5 °

ad 2) AT zu Graz/Thalerhof: -0,2 °

ad 3) 0,1 bis 0,2

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

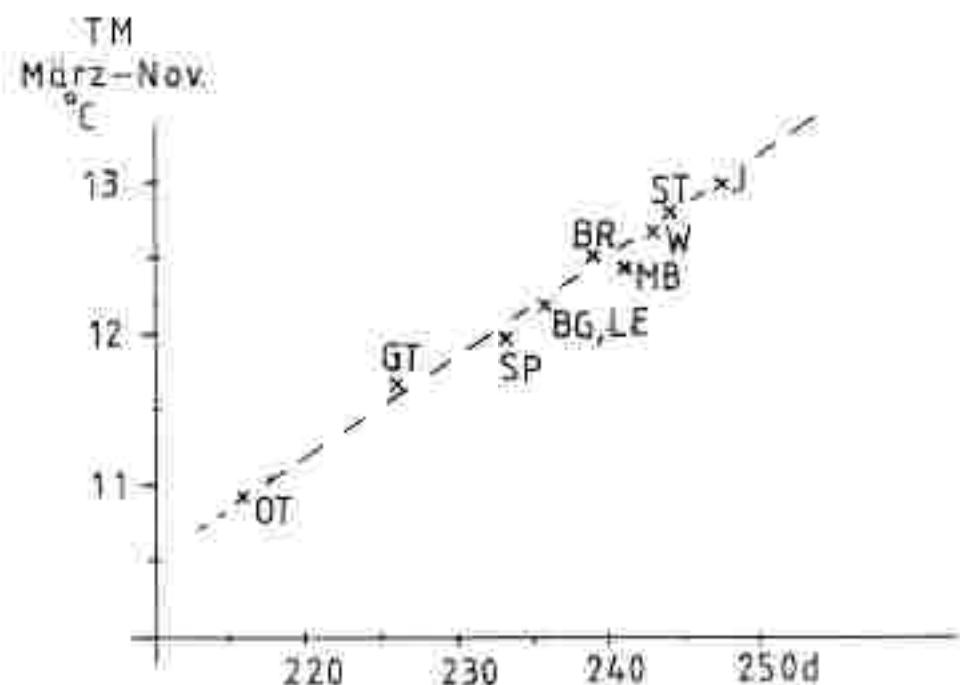
ad 4) Zuschlag für Riedellage + 0,1 = 1,3

$$\begin{array}{r} 11,7 \\ + 1,3 \\ \hline 13,0 \end{array}$$

Weitere Parameter entsprechend Diagramm (Abb. 10).

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 werden 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 Temperaturnittel April-Oktober.

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



Um die bedeutenden gelandeklimatischen 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 Klöch decken sich allerdings die Ungunstlagen 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 Spitzentemperaturen von Straden (244) noch übertroffen 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 Übergangsstellung zu den Riedlängen ein.

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

<u>Talstationen</u>	Sh. [m]	Vegetationsperiode I			Vegetationsperiode II		
		vom	bis	Dauer	vom	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
Unterkarle ²⁾	260	22.3.	9.11.	233	22.4.	11.10.	173
St. Peter/Ottersbach ³⁾	270	22.3.	9.11.	233	22.4.	10.10.	172
Ottensdorf ²⁾	325	30.3.	31.10.	216	29.4.	4.10.	159
<u>Riedstationen</u>							
Straden (+)	340	16.3.	14.11.	244	17.4.	18.10.	185
Walters (-)	380	17.3.	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.	186
Klöch II	390	15.3.	15.11.	246	17.4.	19.10.	186
Rosenberg	450						
Klöch I	340	13.3.	16.11.	249	15.4.	20.10.	189

¹⁾ nahezu identisch mit Murakis Schots I

(+) infolge Exposition zu hohe oder

(-) zu niedrige Werte

²⁾ Werte infolge geschützter Lage zu hoch

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

³⁾ Werte extrapoliert mit Hilfe des Diagrammes in Abb. 18

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

Tafelstationen	St [m]	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	XII+I	XII+II	Schw.	Klima
Bad Radkersburg ^{a)}	208	-2,1	0,4	4,6	9,6	14,3	17,9	19,1	13,3	14,7	9,3	4,5	-0,5	-0,7	-0,2	-0,3	21,3	21,2
Gornje Radgona ^{b)}	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	-0,5	-0,2	-0,4	20,7	20,7
Muraka Sabota I	191	-2,2	0,3	4,9	9,6	14,2	17,7	19,0	18,5	14,6	9,3	4,7	-0,6	-0,1	-0,8	-0,4	21,5	21,5
Muraka Sabota II	186	-2,2	0,4	4,3	7,4	14,0	17,5	18,3	17,9	14,5	8,9	4,5	-0,6	-0,9	-0,3	-0,5	23,0	23,0
(Interpunktat ^{c)})	220	-2,3	0,3	4,5	9,6	14,3	17,8	19,0	18,2	16,7	9,3	4,4	-0,6	-0,1	-0,9	-0,4	21,3	21,3
Zeltweg ^{c)}	206	-2,6	0,2	4,4	9,4	14,1	17,7	18,9	18,1	14,0	9,1	4,3	-0,6	-0,0	-1,1	-1,2	21,5	21,5
Unterkärtn ^{a)}	200	-2,8	-0,1	4,2	9,2	12,8	17,5	18,7	17,9	14,3	8,9	4,0	-1,0	-1,0	-1,3	-1,3	21,5	21,5
St. Peter/Ottersbach/Mühle ^{c)}	260	-3,8	-1,0	3,4	8,6	13,3	17,0	18,3	17,4	13,8	8,5	3,4	-2,0	-2,0	-2,3	-2,3	22,0	22,0
St. Peter/Ottersbach ^{c)}	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	-1,0	-1,5	-1,5	21,5	21,5
St. Peter/Ottersbach ^{c)}	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	-1,2	-1,5	-1,5	21,3	21,3
Lichtenendorf ^{c)}	243	-3,2	-0,5	4,0	9,2	13,9	17,5	18,7	17,8	14,3	9,0	3,9	-1,2	-1,2	-1,5	-1,5	22,0	22,0
Leibnitz ^{c)}	276	-2,6	0,1	4,3	9,5	16,1	19,7	18,9	18,0	16,5	9,2	4,0	-0,8	-0,8	-1,1	-1,1	21,5	21,5
Leibnitz ^{c)}	276	-2,7	-0,1	4,1	9,3	13,9	17,4	18,6	17,7	14,3	9,1	3,9	-0,9	-0,9	-1,2	-1,2	21,3	21,3
Gras/Thalerhof	342	-2,4	-0,6	3,6	8,0	13,6	17,2	18,5	17,6	14,0	8,5	3,2	-1,6	-1,6	-1,9	-1,9	21,9	21,9
bad Gleichenberg Ottensitz ^{c)}	292	-2,2	0,3	4,4	9,4	14,0	17,5	18,8	18,0	14,4	9,3	4,0	-0,6	-0,6	-0,8	-0,8	21,0	21,0
	325	-4,6	-1,9	2,4	7,7	12,6	16,3	17,8	17,0	13,4	7,9	2,6	-2,6	-2,6	-3,1	-3,1	22,6	22,6

Erklärungen:

^{a)} Korrektur auf Freilandwerte (Überprüfung der Station infolge geschützter Lage)^{b)} reduziert aus kurzen Perioden (extrapolierte Werte)^{c)} reduziert aus längeren Perioden (bei Radkersburg mit Hilfe von Muraka Sabota I)

$$\text{Die angeführten Mittelwerte beruhen auf dem "alten" Mittel aus } \frac{7 \text{ h} + 14 \text{ h} + 21 \text{ h}}{4} + 31^{\circ}$$

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

Biodatostation	St [m]	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	III-IV	schwan- kung
Jerusalem ⁷⁾	340	-1,0	1,2	5,3	10,0	14,5	17,8	19,3	18,9	15,6	10,5	5,2	0,8	9,8	0,3	13,0
Kibch ¹⁾	340	-1,1	1,3	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
Kibch ¹¹⁾	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	12,9
Rosenberg ⁸⁾	450	-1,0	1,0	5,1	9,6	14,4	17,6	19,1	18,8	15,5	10,4	5,4	0,6	9,7	0,2	12,0
Straden (+) ²⁾	340	-1,5	0,9	5,0	9,8	14,3	17,7	19,1	18,7	15,6	10,2	5,8	0,4	9,5	-0,1	12,8
Walters (-) ³⁾	380	-1,6	0,6	4,9	9,7	14,3	17,7	19,1	18,7	15,4	10,2	5,7	0,3	9,5	-0,2	12,7
Hessendorfberg ⁴⁾	429	-1,5	0,6	4,7	9,5	14,0	17,3	18,7	18,2	15,0	9,8	4,3	0,0	9,2	-0,3	12,6
Lahnitzhöhe ⁵⁾	540	-1,4	0,6	4,4	9,1	13,5	16,8	18,1	18,0	16,9	9,8	4,5	0,3	9,1	-0,2	12,4
Kitzeck	510	-1,1	0,8	4,6	9,7	14,7	17,3	18,6	18,5	15,3	10,3	4,8	0,5	9,5	0,1	12,6

Erklärungen:

- 1) und 2) wie in Tab. 19a
 3) reduziert aus 1976-1980 mit Hilfe von Hessendorfberg

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	19,7	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	14,6	16,9	13,7	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
o. Des.	-3,7	-3,9	1,5	7,7	12,5	16,1	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	6,3	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	15,5	8,7	4,9	10,3

2.) Unterpremst. (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.) Wörden (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	10,6	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	14,9	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	-8,6	6,1	10,1	14,0	16,1	15,3	10,2	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	7,0
o. Des.	-5,1	-3,9	1,6	7,6	12,5	16,1	17,2	16,7	12,5	7,6	1,5	-3,6	8,1
o. Q.	-3,7	-0,9	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	6,7	9,3	14,0	17,6	18,8	18,0	14,5	9,2	4,2	-0,7	8,9
o. Q.	-0,6	2,2	6,1	10,6	14,7	18,3	19,6	18,8	15,3	10,1	5,6	1,0	9,6
o. Des.	0,7	3,6	7,3	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	10,5

Tab. 19c Fortsetzung

6.) Bad Radkersburg (108 m), reduziert aus 1973-1980

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
H	-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	5,6	-0,6		

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

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
H	-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.) Zeltweg (200 m), reduziert aus 1961-1980

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

9.) Thalerhof (340 m)

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
H	-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	-4,1	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	-2,6	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	8,6
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	4,3	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:

- H = 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 1957, Juli 1928 oder 1947, August 1932 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 Monatnormalwerten 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 Einzeltagessumme (bis 1970 $(t_7+t_{14}+t_{21})/3$) und der Monatsmittel $(t_7+t_{14}+t_{21}+t_{21})/4$.

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 auszuzählen, weshalb nur die durchschnittliche Dauer angegeben wird.

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

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 Jahressanges der Temperatur notwendig. In den Tabellen 19a und 19b kommt der gegensätzliche Klimascharakter 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-

Flus in Mulgen). Dies deckt sich insgesamt recht gut mit den Ergebnissen der Station Jerusalem in den Windischen Büheln ($9,8^{\circ}$, Periode 1931-1960 $9,9^{\circ}$). Die Unterschiede (Jahresmittel) im Bezirk Bad Radkersburg sind mit $1,5-2,0^{\circ}$ 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 auffällend ist ferner die Gunst des Raumes Bad Radkersburg (Jännermittel um -2°) gegenüber den Murtalabschnitten 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

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

auf den Riedeln gegenüber dem alten Mittel

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

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-

geschen, 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 Temperaturreihen, 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 Seiten-talböden, Haupttalböden, höheren Terrassen und Hangschleppen, Hängen 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 7^{h} -Temperatur bzw. mit dem Minimum

in die Rechnung eingett. 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°), 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 gelände-klimatischen Unterschieden, wird aber knapp gefolgt vom sonnigen Herbst, und sogar im Frühjahr ergeben sich wenigstens bis April recht deutliche Unterschiede. Am geringsten ist der Gelände-Einfluß in den Monaten Mai bis Juli mit ihren langen Talbögen der Sonne.

Die unterschiedliche Seehöhe wirkt sich insoferne 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 Höchtwert häufig 0,5 ° pro 100 m angegeben wird. Dieser Gradient ist starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen und am größten im Frühjahr und Früh Sommer (bis 0,7 °), am geringsten im Früh- und Hochwinter, wobei hierfür kaum allgemeingültige Werte angegeben werden können; häufig findet man 0,3 ° 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 Lago 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 Temperaturumstzenen

Zone a	"Extreme Seitentalzone"
Vorkommen:	Einzelne Talbodenabschnitte im Saabach- und Ottersbachtal.
Weltluftgefährdung:	sehr groß: Spätfröste in der ersten Mai-dekade keine Saltenheit; 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 °; Zahl der Sommertage um 45.
Temperaturumstzen insgesamt:	Dauer der Vegetationsperiode I (>5 °) 224-227; Dauer der Vegetationsperiode II (>10 °) 165-168; mittlere Jahrestemperatur 8,0-8,2 °; mittlere Jännertemperatur -4,0 bis -3,6 °; mittlere Julitemperatur 18,3-18,4 °.
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 Windschwindigkeit/Jahr 0,8-1,0 m/sec); hohe mittlere Tageschwankung 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 Anbaurisiko. Als vorherrschende Eignung ist die Nutzung als Wiese anzusehen.

Zone b

"Ungünstige Seitentalzone"

Vorkommen:	Verbreitet in den Seitentalböden der westlichen Seitentäler (Saßbach-, Ottersbach- und Gnabachtal).
Kaltluftgefährdung:	Sehr groß (überwiegend in Kaltluftzone 1), noch Spätfröste in der ersten Maidekade; erster Frost meist noch vor dem 10.10.; absolutes Minimum um -30 °C; mittleres absolutes Minimum um -18,5 °C, Zahl der Frosttage 133-138.
Wärmeverhältnisse (14h/Maximum):	Mittlere 14 ^h -Temperatur April-August 19,8-20,1 °C; im Osten bis 20,3 °C; Zahl der Sommertage 47-50, im Osten bis 52.
Temperaturlage 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 °C, mittlere Jähnertemperatur -1,6 bis -1,2 °C, mittlere Julitemperatur 18,4-18,6 °C.
Weitere Besonderheiten:	Relativ hohe Nebelgefährdung (Nebelzone 1); Zahl der Nebeltage um 70; Schneedeckendauer um 65 d, im Osten absinkend auf 55-60; Durchlüftung gering bis mäßig (mittlere Windgeschwindigkeit 1,0-1,3 m/sec), ausgeprägte Talab- bzw. Talaufwinde; Talaufwinde vor allem in Vegetationsperiode

bedeutend stärker als Abwinde (Kaltluftabfluss).

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

Gesamtbeurteilung 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 Wärmegunst); in einigen Seitentälern fehlt bereits diese Zone (z.B. unteres Drauchenzbachtal). Mit Vorbehalt kann für Mais (eher anspruchslose Sorten), vorherrschend jedoch für Wiesen eine Eignung ausgesprochen werden.

Zone c

"Günstige Seitentalzone"

Vorkommen:

Schleppenhänge und Terrassen in den westlichen, überwiegend Talböden 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 bereite 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 Riedel (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.
Temperaturlage insgesamt:	Dauer der Vegetationsperiode I: 234-238; Dauer der Vegetationsperiode II: 174-178; mittlere Jahrestemperatur: 8,8-9,1 °; mittlere Jähnertemperatur: -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).
Cesamtbewertung und Eignung für Sonderkulturen:	Zone d umfaßt im wesentlichen die Hauptanbaugebiete für den Mais im Murtal (in geringerem Ausmaß wegen der Hangneigung

in den Seitentälern); für den Anbau von Obstkulturen erscheint das Frostrisiko noch relativ hoch (vgl. Station Dietersdorferbergen, 390 m, bzw. müssten entsprechende Vorsorgemaßnahmen für eine Frostbekämpfung getroffen werden (Beregnungs- bzw. Bewindungsanlagen, eventuell kombiniert mit Beheizung mittels Infrarotsstrahlern); außerdem sollten eher frosthärttere Sorten gewählt werden (Obstgruppenlagenzone).

Zone e "Günstige Haupttalzone"

Vorkommen: Terrassen- und Ausabschnitte im östlichen Unteren Murtal, insbesondere im Raum Bad Radkersburg-Leafeld-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 ° 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 °; mittlere Jähnertemperatur: -2,2 bis -1,7 °; mittlere Julitemperatur: 18,9-19,1 °.

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), Unterpurkla (220 m).
Gesamtbewertung und Eignung für Sonderkulturen:	
Zone e beschreibt die Bedingungen für die begünstigten Tallagen im Unteren Murtal, die sich auch für den Anbau anspruchsvoller Maissorten eignen. Im Riedelland bieten sich Standorte für Obstkulturen an, das Spätfrostrisiko 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 Riedelrückenlagen; im westlichen Teil des Riedellandes, im Klöcher Raum auch Mittelhangabschnitte; im Murtal "Wärmepol" Bad Radkersburg-Lagfeld-Gornja Radgona (Oberbadkersburg).
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 ^h /Maximum):	Mittlere 14 ^h -Temperatur: im Murtal (Bad Radkersburg) um 20,5 °; im Riedelland 18,8-19,5 °; im Raum Klöch-Straßen bis 20,2 °; Zahl der Sommertage: im westlichen Riedelland auf 35 d absinkend; im Klöcher Raum 40-45 d, nur in Südlagen darüber.
Temperaturlast insgesamt:	Dauer der Vegetationsperiode I: 242-246 d; Dauer der Vegetationsperiode II: 182-186; mittlere Jahrestemperatur: 9,4-9,6 °; mittlere Jännertemperatur: -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 Gradientwindeinfluß) geprägt; Jahresmittelwerte über 2 m/sec ansteigend; im Klöcher Raum noch starker Hangwindeinfluß; Schneedeckendauer ähnlich wie in Zone e; mittlere Tagesamplitude auf 8-9 ° absinkend (in Hängelagen mit Überwärmung jeweils um 0,3-0,8 ° höher).
Entsprechende Stationen:	Gornja Radgona (205 m), Straßen (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 Straden-Klöch"
Vorkommen:	Vorherrschend im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes, Standorte auf Oberhängen und Riedelrücken; g' nur im südexponierten 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 Fröstage 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 (tieferer 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 °
 (g' bis 10,0 °);
 mittlere Jähnertemperatur: -1,2 bis -1,0 °
 (g' bis -0,8 °);
 mittlere Julitemperatur: 19,1-19,3 °
 (g' bis 19,5 °).

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 Windschwindigkeit auf 2,5 m/sec steigend; Wärmebelastung bzw. Schwüle deshalb merklich geringer als in Tälern; Zahl der Schwületage auf 20-25 d absinkend (H. Wakonigg, 1978), ab 450-500 m (Stradner Kogell) Beginn eines relativ reizarmen Schenklimas (unter 20 d); sehr ausgeglichene Temperaturverhältnisse; Tagesamplitude in den höheren Lagen auf 7-8 ° fallend; Schneedeckendauer: geschätzte Werte für Südwestlagen in Zone g': 30 d.
Ersprechende Stationen:	Jeruzalem (340 m), Klöch I (340 m), Klöch II (190 m), Rosenberg (450 m).

Gesamtbewertung und Eignung für Sonderkulturen:
 Zone g (insbesondere g') charakterisiert das typische Wein-Klima 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 "Wärmestaueffekt" am Alpenrand im Abschnitt Graz-Weiz lässt sich auch an Hand der Auswertung der beiden Stationen Graz/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 günstiger 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 abgezogene Störungen, besonders aus dem Adriaraum, mit Behinderung der Sonneneinstrahlung in Bad Radkersburg).

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

a) zu kalte Monate

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

- 1) aus 10 zu kalten Monaten (1973-1980, Vegetationsperiode)
 2) jeweils 5 bis 10 Tage aus den gesuchten Monaten
 3) Tage mit Nordlufteffekten am Alpenrand an der Wickelseite abgezogenen Proben bzw. Tiefdruckgebiete

b) zu warme Monate⁶⁾

	warme bzw. heiße Perioden ⁵⁾			Perioden 1973-1981		
	Monatsmittel mittl. tägl. Max.	Mittelwerte mittl. tägl. Max.	absol. Maxima	Monatsmittel mittl. abs. Max.	Monat der Tropentage	Monat der Tropentage
mittl. Abweichung	0,3	0,3	+0,2	-0,4	36 (Böd. Radkersburg)	
kleinster Wert	0,0	0,1	-0,8	-1,6	41 (Graz-Thalerhof)	
höchster Wert	0,6	0,7	0,6	0,8		

- 4) Mittel aus 7 Monaten
 5) analog wie bei a)

	Periode 1973-1981			Perioden 1973-1981		
	Tropentage (Max. >30 °C)	Monat Jun Jul Aug Sep Ges.	Monat Mai Jun Jul Aug Sep	Monat Apr Mai Jun Jul Aug Sep	Monat Jul Aug Sep	
Graz-Thalerhof	0,0 1,6 1,2 1,7 0,1 4,6	22,4	26,9	30,6	29,4	27,6
Böd. Radkersburg	0,0 1,1 0,9 1,7 0,3 4,0	23,0	36,9	39,7	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 ° bei einem Temperaturgradient von -0,7 bis -0,8 °/100 m erreicht.

Immerhin erscheint aus pflanzenphysiologischer Sicht diese Temperaturdifferenz ausreichend zu sein, um vor allem in schlechten Weinjahren mit kühlen Sommern den Kloster Raum hinsichtlich der Zuckergehalte 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 Jaukeinflus, wie etwa im Jänner 1976 mit 2,0 ° markant 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 °. Bemerkenswert ist jedoch, daß der nachfolgende kalte Dezember 1963 nur um 0,6 ° wärmer war als im Grazer Feld. Daraus folgt ein Temperatursprung von 15,8 °, der damit jenen vom Grazer Feld um 2,6 ° 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 erüingfügig kälter (Jänner 1963 Murska Sobota -7,7 °, Thalerhof -7,4 °, absolutes Minimum -21,0 ° gegenüber -26,7 °!). Bezuglich der absoluten Minima im Winter kommen derartige Differenzen häufiger vor (z.B. Dezember 1969 Murska Sobota -27,6 °, Thalerhof -19,0 °; Jänner 1980 Murska Sobota -22,2 °, Thalerhof -14,0 °).

3. Die Besonnungskarte

3.1 Formale Erläuterungen

In besondere für die Landwirtschaft ist die Erfassung der durch Exposition und Hangneigung bestimmten Gunstunterschiede von wesentlicher Bedeutung. Als objektive Grundlage dienten 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. Hjelenovic 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 Kilometer. Um den Maßaufwand 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 E bis SW bei einer Überhöhung ab 20° ein hohes Ausmaß; man spricht hier auch von sektoriellem Horizontbegrenzung. Ein Beispiel dafür gibt nun die Abb. 19; sie wird besonders für die engen Seitentäler bzw. Tobel angewendet.

Überhöhung

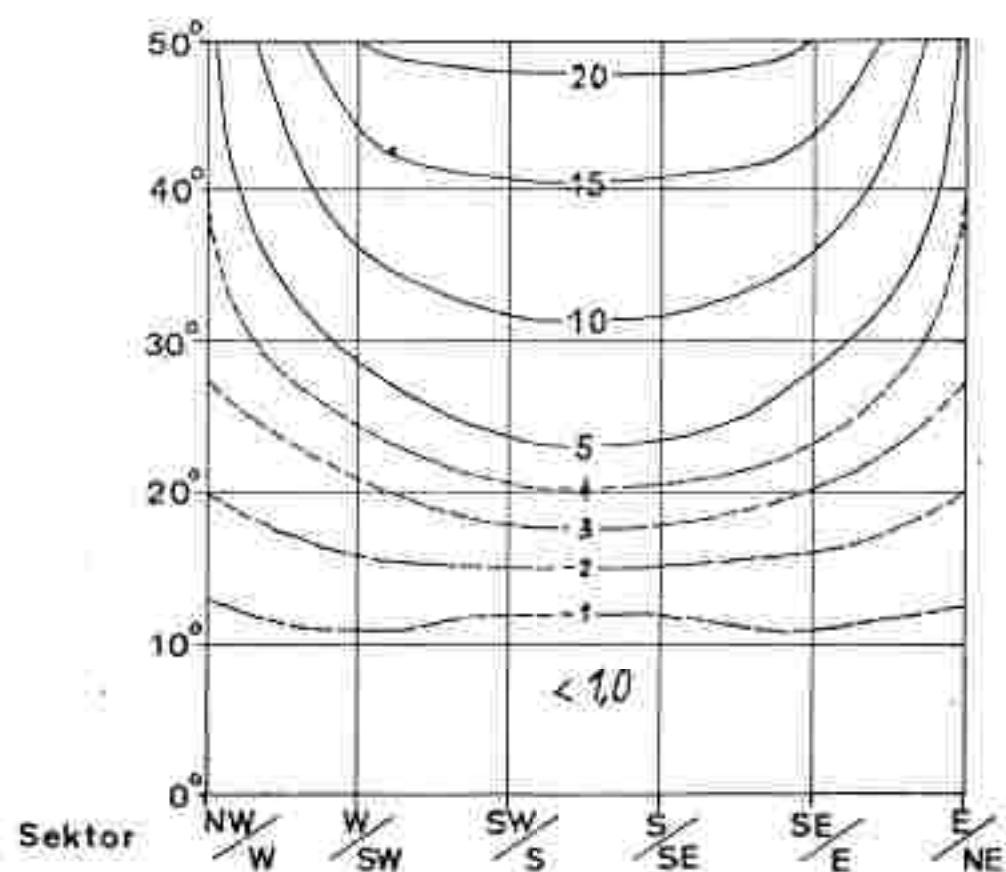


Abb. 19a: Besonnungsabzüge ebener Flächen bei sektoriellem Horizontbegrenzung in kcal/cm² (nach Werten von A. Morgen 1957).

Neigung

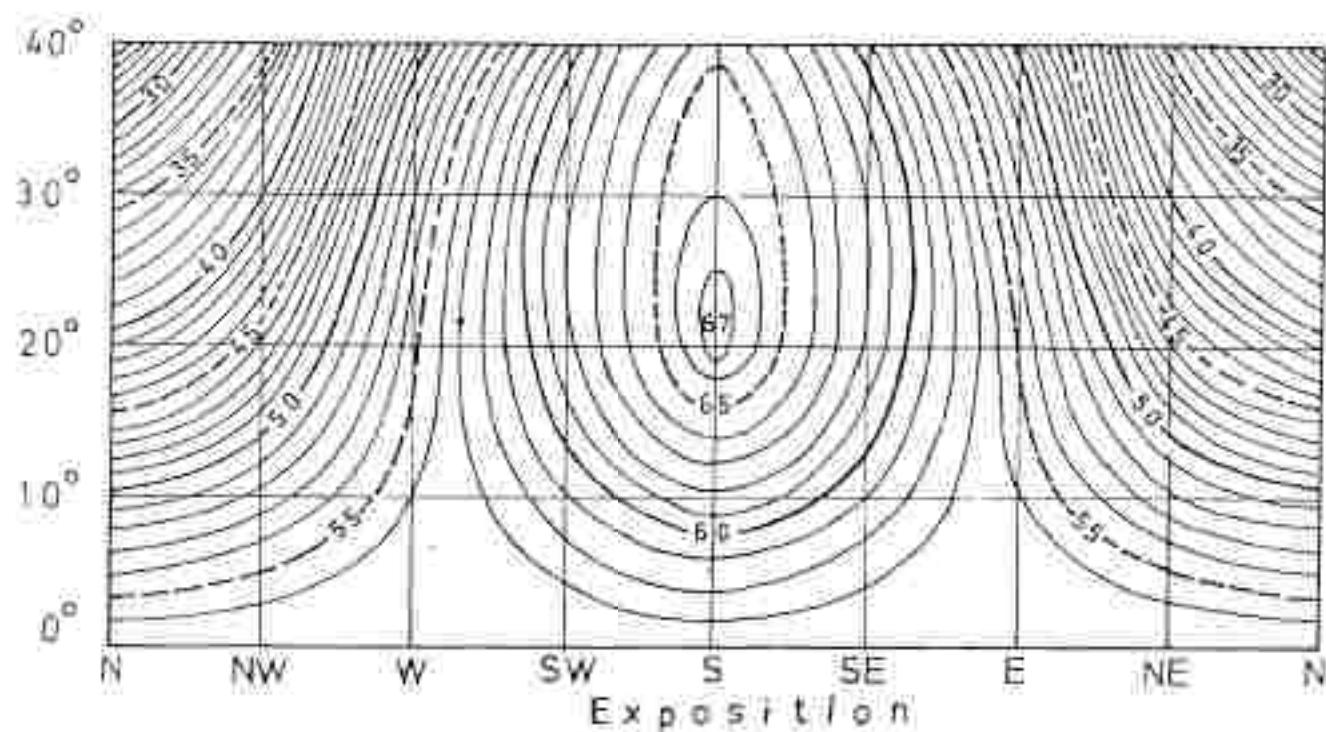


Abb. 19b: "Relative" Besonnungswerte für die Vegetationsperiode (April bis Oktober) in kcal/cm² (nach Läser 1978).

Der seltene Fall, die sogenannte Ringsumbegrenzung, tritt bei gleichmäßiger Horizontverlauf ein, etwa in breiteren Schlenztälern und Beckenlagen. Im Vorland wirken sich diese Absüge infolge der relativ geringen Überhöhung ($5-10^{\circ}$) 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 Waldrandszenen, 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 Besonnungszenen 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 Scharung der Linien gleicher Besonnungswerte zu vermeiden, wurden nur die flächenmäßig dominierenden Zonen beibehalten und die Übergangszenen 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 Südosthangs, etwa von April bis Juli. Es überwiegt dabei die Beeinträchtigung durch cumuliforme 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. Hochnebelauflösung. 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 Belebung berücksichtigt. Besonders im Herbst bei erhöhter Nebelhäufigkeit und -beständigkeit erachten eine Kennzeichnung der benachteiligten Tallagen gegenüber den Riedeln sinnvoll (Strichierung, 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 Saual).

4. Sonnenscheindauer im Raum Bad Radkersburg

4.1 Tabellen

M = Normalwert der Periode 1951-1980
 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	35,2	28,0	29,0
a.Max.	154	186	251	172	305	284	301
Jahr	1981	1934	1933	1946	1931	1935	1931
o.Dez.	106	130	192	206	258	245	272
o.Q.	94	103	172	192	239	230	236
Median	78	93	134	171	203	204	233
u.Q.	53	78	109	140	180	184	218
u.Dez.	60	66	83	130	161	180	194
a.Min.	30	22	51	116	144	162	165
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 (330 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	36	48

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

	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
a)	254	253	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.) Elbich (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	1839
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 Horizont-Überhöhung (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 Jahreamittel noch Werte bis über 50 %.

Bei den verwendeten Stationen beträgt die effektiv mögliche Dauer in Bad Gleichenberg und Deutschach-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) aufzustellen 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.31) 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 Wolken bis zur Erde durch als bei niedrigem Sonnenstand, da solche Wolken in Horizontnähe scheinbarkulissenartig 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 unbeträchtlichen Teil auch auf die flacheren 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 Sonnen scheinautographen, 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 störungsempfindlich (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 ortslich 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 ortslich 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 ortslich 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 %.

4.7.2.3 Klimatische Interpretation

Klimatische Vergleiche im Sinne von Witterungsunterschieden sollten nur bezüglich der relativen Sonnenscheindauer ange stellt 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 (Klöch / Bad Gleichenberg) keine geländeklimatischen Aussagen treffen lassen. Bei Klöch ergibt sich nämlich durch die geringe Horizontüberhöhung ein deutlicher Abzug bei der relativen Dauer, obwohl die absolute jene von Bad Gleichenberg wesentlich übertrifft. Die Wein-gartenstation Klöch mit rund 100 Metern relativer Höhe kann nämlich bei dieser Lage weder als nebelreicher, noch bei der geringen Entfernung als wolkenreicher angesehen 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-Schlossberg 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 Mittagsstunden 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 nebelreicherem 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 "Monaunwellen" 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 starker wirksam wird, ein sekundäres Frühjahrs- bis Frühsommerminimum, welches im Hochgebirge schließlich zum Hauptminimum wird. Während sich im Vorland nur ein verzögter 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 (Sonnblick) 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	BW	EW	TS	TW	EN	HSH	SZ	Diff.	Q
Normalwert	3.12.	20.3.	4.1.	18.2.	62	46	90	36	108	46	0,57
Standardab- weichung	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.	6.1.	76	71	130	43			
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.) Straßen (340 m)

	BS	ES	BW	EW	TS	TW	EN	HSH	SZ	Diff.	Q
Normalwert	30.11.	17.3.	11.1.	7.2.	44	28	88	30	108	64	0,41
Standardab- weichung	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.	15	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	76	26			
ob. Quartil	12.12.	30.3.	20.1.	3.3.	58	40	125	35			
ob. Dezil	23.12.	9.4.	15.1.	15.3.	76	64	157	58			
abs. Max.	4.1.	6.5.	29.3.	30.3.	104	78	248	76			

3.) Bad Gleichenberg (292 m)

	BS	ES	BW	EW	TS	TW	EN	HSH	SZ	Diff.	Q
Normalwert	29.11.	19.3.	5.1.	10.2.	56	37	94	33	111	55	0,51
Standardab- weichung	19	17	23	23	25	26	52	19			
abs. Min.	21.10.	8.2.	23.11.	15.12.	7	3	23	10			
unt. Dezil	6.11.	26.2.	3.12.	12.1.	25	9	36	12			
unt. Quartil	13.11.	11.3.	23.12.	26.1.	38	15	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.	11.1.	15.3.	89	74	155	64			
abs. Max.	9.1.	23.4.	20.2.	24.3.	121	118	234	80			

Tab. 21 Fortsetzung

a.) Zelting (200 m); die Werte von 1950/51 bis 1953/54 wurden von Bad Gleichenberg übernommen

	BS	ES	BW	EW	TS	TW	EN	BSH	SZ	Diff.	Q
Normalwert	3.12.	12.3.	6.1.	9.2.	49	35	76	29	100	51	0,49
Standardabweichung	22	19	28	28	27	29	40	18			
abs. Min.	23.10.	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.	16.3.	6.1.	6.2.	46	23	68	29			
ob. Quartil	21.12.	26.3.	23.1.	2.3.	66	46	93	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			

b.) Leibnitz (275 m); zum Vergleich

	BS	ES	BW	EW	TS	TW	EN	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.	5.1.	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	75	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
- EN = Summe der Neuschneehöhen (cm)
- BSH = höchste Schneehöhe (cm)
- SZ = Dauer der "Schneedeckenzeit" = Summe der Tage zwischen Beginn und Ende der temporären Schneedecke
- Diff. = Differenz zwischen der Dauer der Schneedeckenzeit und der (tatsächlichen) Zahl der Tage mit Schneedecke
- Q = Erhaltungsquotient der Schneedecke, d.h. Zahl der Tage mit Schneedecke (insgesamt) durch die Dauer der Schneedeckenzeit

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 anzeigen (z.B. Ende November 1962). Das durchschnittliche Datum ist somit nur Ausdruck für die durchschnittlich zu erwartenden Wetterstürze mit Schneefall, aber nicht der schneedeckenhaltenden 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 schneedeckenhaltenden 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 schneearmen 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 knüpft 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 einstellten und die Verhältnisse in beiden Orten "praktisch gleich" waren. Auch der extrem schneearme Winter 1974/75 bietet markante Beispiele, wobei die "Winterdecke" in Straden zufällig vom 29. bis 30. März (!) 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 handelt, 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 seltsame 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 Wintersaison 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) geteilt 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 Straßen.

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 "Linksschiefe" vor, wobei vielen häufig 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 fünfzig 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 51 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 schneearmer Monat, in dem die Schneedeckenwahrscheinlichkeit durchschnittlich nur etwa 40 % beträgt und die mittlere Schneehöhe nur im letzten Monatsdrittel 5 cm übersteigt. Dagegenüber 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 diejenigen 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 Straßen

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. Wackenigg (1978, S. 379 ff.), d.h. dem "Klima des Riedellandes", bzw. der Zone 6 nach R. Läser (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 faliweise deutliche Überwärmung auch tagsüber. Somit sind auch die Durchschnittstemperaturen höher als in den benachbarten Niederungen.

Die genannten Faktoren sind für die Erhaltung der Schneedecke dankbar schlecht, was sich auch in den statistischen Kennzahlen wiederspiegelt. 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 schneekärmsten Lagen mit noch größerer relativer Höhe und steiler Südexposition (z.B. Wein-gärten 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. Wackenigg (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 Schleppenhängen in Haupttälern" (nach Bad Radkersburg zu Zone 4 "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" Schneeverhältnisse 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 Zeltweg

Zeltweg 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. Wackenigg (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 4 "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 (Kutschenthal) geprägt, wenngleich die Kaltluftgefährdung nicht

so extrem ist wie in den kalten Seitentälern. Diese Verhältnisse sind für eine Erhaltung der Schneedecke relativ günstig, doch steht Zelting in bezug auf die gefallenen Mengen weitauß 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 Zelting 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 18 cm, Bad Gleichenberg 13 cm, St.Peter am Ottersbach 8 cm und in Zelting nur 4 cm betragen hatte. Ähnlich war die Situation vom 3. zum 5. März 1970 mit Schneehöhenzuwächsen in der selben Reihenfolge von 29, 15, 13 und 7 cm. Die im Vergleich mit den anderen Stationen relative Schneearmut Zeltings 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 Zelting decken sich weitgehend mit jener 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 schneearmen 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 "Jaukeinflus". 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).

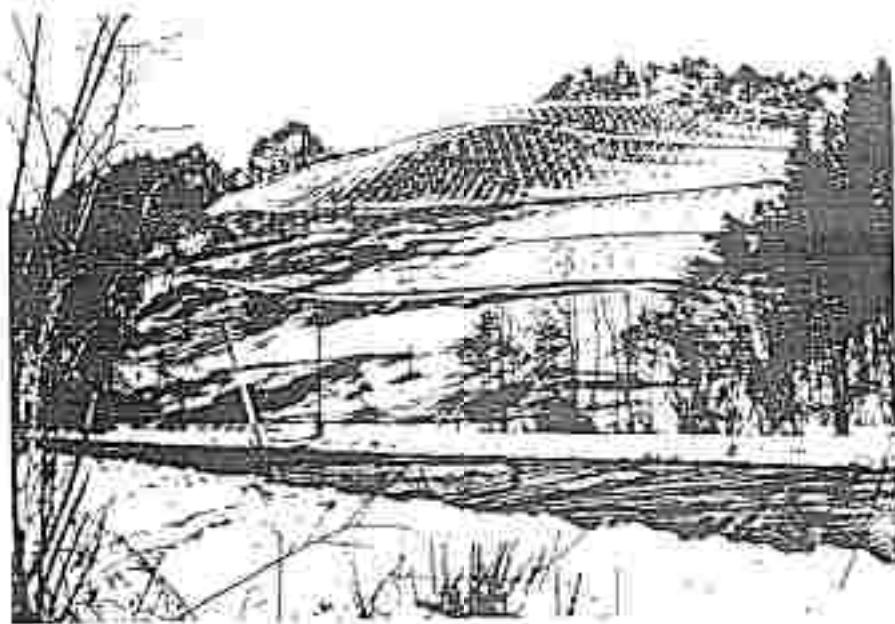


Abb. 20a: Südwesthang des Pastirkogels im Wellingtal am 11.1.1976 nach Schneefall am Vortag (20-25 cm); somit reichte die Sonnenstrahlung bereits aus, um die Schneedecke an diesem Hangabschnitt aussperren zu lassen. Zweifellos trugen die höheren Bodentemperaturen zum raschen Abschmelzen bei.



Abb. 20b: Als Beispiel für Ungunstlagen mit hoher Anzahl der Tage mit Schneedecke sei hier ein Abschnitt des nördlichen Muggenautals im Sausat angeführt. Die schattigen Geländeeabschnitte sind als echte "Kaltluftproduzenten" anzusehen.

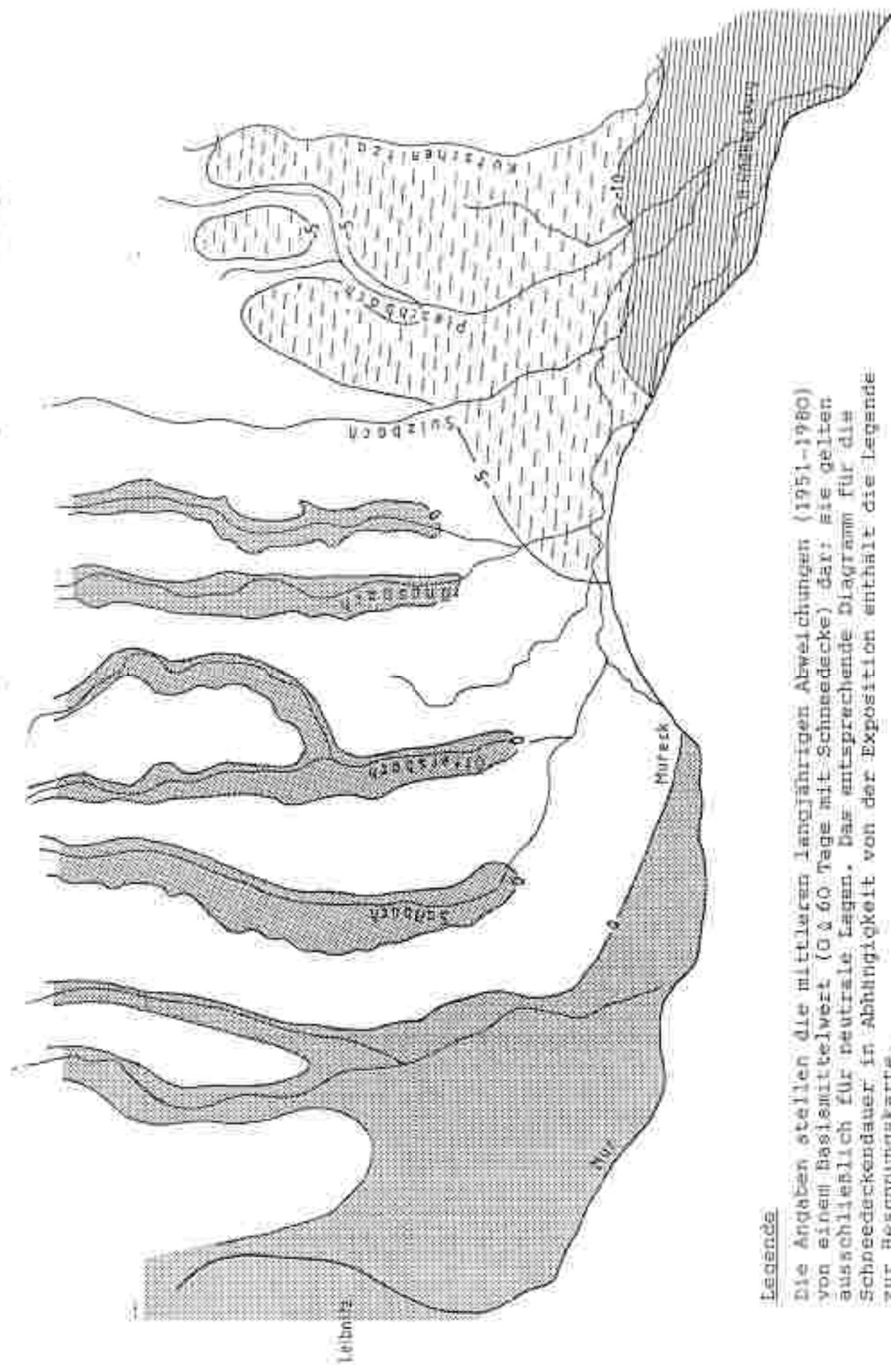
5.5.2 Die mesoklimatischen Einflüsse auf die Zahl der Tage mit Schneedecke

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 60 Tagen auf; Bereiche mit längerer Dauer wurden mit einem Punktraster versehen, Gebiete mit Abnahme durch Strichierung gekennzeichnet. Letztere umfassen den Klöcher Raum und das Untere Murtal (insbesondere östlich von Unterlupkla). 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 Lazar 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	6	15	5	1	28	
Grabensohle	-	2	13	29	27	2	73	
<u>Schneedeckendauer im Winter 1976/77</u>								
Graz/Thalerhof	1	15	31	9	1	1	59	
Leibnitz	1	18	31	8	1	1	60	
Otternitz	7	19	31	17	1	2	77	
SSW-Hang	2	9	26	8	1	1	47	
Grabensohle	7	21	31	20	1	4	84	

KARTA 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 (273 m)

	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
H	60	42	55	64	86	123	134	119	87	72	76	48	948
s	24	26	30	38	40	57	61	52	51	52	38	26	161
v%	61	62	55	59	45	46	46	44	39	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	36	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.) Unterprekla (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 Ottersbach (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	40	46	53	37	25	147
v%	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	0	18	8	631
abs. Min.	0	5	3	11	21	40	44	17	26	0	27	17	734
u. Dez.	11	10	23	22	35	70	68	61	32	15	42	28	779
u. Q.	16	19	31	34	46	78	86	78	39	25	42	28	897
Med.	35	29	49	54	80	123	117	115	67	68	73	42	1015
o. Q.	64	53	77	79	128	149	174	138	106	96	100	64	1132
o. Dez.	74	83	97	104	149	192	210	167	155	157	117	79	1216
abs. Max.	77	97	108	141	162	258	294	193	181	210	182	120	1236
Jh. Max.					175	258	294	227		210			

Tab. 22 Fortsetzung

a.) Straden (340 m)

	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
H	35	36	50	57	86	111	124	104	76	64	70	42	853
s	23	24	27	33	45	39	55	45	46	48	35	25	135
vZ	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	58	49	25	23	0	19	6	609
u. Dez.	12	10	21	15	37	60	59	54	25	15	28	14	586
o. Q.	17	16	27	33	44	73	81	69	34	21	38	22	747
Med.	28	26	42	54	76	109	119	101	69	56	71	38	847
o. Q.	53	52	72	61	118	134	147	129	113	96	95	61	954
o. Dez.	70	71	68	96	153	150	190	156	137	147	114	73	1075
abs. Max.	90	95	101	159	173	204	271	236	191	167	170	116	1104
Jh. Max.	120		110	159		210	271	236	200	167	170	143	

b.) 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
s	23	24	26	33	41	43	59	46	46	47	35	24	129
vZ	58	65	51	56	48	38	45	44	61	74	50	53	14,6
Jh. Min.	1	0	4	12	9	34	28	26	17	1	1	3	554
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	58	54	79	105	120	97	52	48	70	40	880
o. Q.	58	56	65	78	131	144	166	139	106	93	92	61	954
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

c.) Radkersburg (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	75	63	76	44	838
Jh. Min.	0	0	7			28	35			0	1	6	
Jh. Max.	137		146	196	210				220	214	211	151	1383

d.) Waltra (360 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

e.) Zeitling (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.) Murska Sobota (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

± = Standardabweichung

v% = relative Standardabweichung in % ("Variabilität")

Jh.Min. = tiefster Wert des Jahrhunderts (1901-1980)

abs.Min. = tiefster Wert des 30jährigen Beobachtungszeitraumes

u.Dec. = unteres Dezil

u.Q. = unteres Quartil

Med. = Median

o.Q. = oberes Quartil

o.Dec. = 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 Niederschlags-
höhe, 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 $v = \frac{s}{M} \cdot 100$ errechnet, wobei die Werte für M und
s noch mit einer Genauigkeit von Zehntelmillimetern einge-
setzt 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 (Verteilun-
gen) werden nur bei den Stationen mit geschlossener Beobach-
tung 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 beige-
messen wurde. Mit Ausnahme von Bad Radkersburg, dessen Werte
mit Hilfe jener von Zeltweg 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 unun-
terbrochen in Betrieb waren, was mit Ausnahme weniger Jahre
eigentlich nur auf Leibnitz und Bad Gleichenberg zutrifft.
Allerdings fallen die Extremwerte bei allen Stationen über-
wiegender auf dieselben Monate, weshalb für einige Stationen

mit wesentlich kürzeren als 50jähriger 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 weitaus wichtigsten Niederschlagslagen Tiefdruckgebiete südlicher Bahnen, 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 ("mediterraner Aufgleitfächern"), wobei die dazugehörige Niederschlagsform ausgesprochen warmfrontartig entwickelt ist:

tiefliegende geschlossene, weitgehend konturlose 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 Karalpe 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 zirkonales "Rückseitenwetter", d.h. Kaltluft einbrüche 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 Bebber geprägt wurde, aber auch heute noch angewendet wird, versteht man die seltene, aber außerst 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						
	Südostau Okt. 1953	Südoststau ¹⁾ Okt. 1951	Nordostau Apr. 1955	Tief im Süden Des. 1974	Okt. 1964	Feb. 1963	Vb Feb. 1969
Kornat, 1025 m (Lessachtal)	510	58	12	4	418	59	88
Hebalpe, 1375 m	76	162	3	6	226	76	119
Libiswald, 360 m	59	51	9	5	289	45	162
Leibnitz, 275 m	49	26	7	6	201	63	96
Bad Gleichenberg, 292 m	73	11	16	12	177	31	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	59	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. gewitterigen Einleitung immer noch in Form anhaltender Landregen fallen, die nun aber die selteneren 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 Stauffekte fehlen. Somit werden konvektive Niederschläge zur entscheidenden sommerlichen Niederschlagsform (Anteil rund drei Viertel), Landregen und warmfrontartige 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 bewölkungareichste 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 ausfällt 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, Bachern) 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-Ligist-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 überkompenziert 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 insoferne 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, Ostkarnten) sehr akzentuiert sind, nach Süden zu aber immer mehr verflachen. Das Untersuchungsgebiet ist daher im Winterhalbjahr deutlich niederschlagsreicher, im Sommer aber z.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 Ottersbach (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	1,67	1,47	1,30	0,90	0,67	0,30	10,30
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												
u. Q.	9												
u. Dez.	7												
Min.	4												

Schneefall:

M	0,57
s	0,50
Max.	18
o. Dez.	14
o. Q.	12
Median	9
u. Q.	7
u. Dez.	5
Min.	3

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.	16												
o. Dez.	14												
o. Q.	12												
Median	9												
u. Q.	7												
u. Dez.	5												
Min.	3												

Schneefall:

M	0,90
s	0,8
Max.	18
o. Dez.	14
o. Q.	12
Median	9
u. Q.	7
u. Dez.	5
Min.	3

Legende:

- M = Normalwert der Periode 1951-1980 für Tagesniederschläge mit mindestens 20,0 mm
- s = Standardabweichung
- 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												
o. Q.	11												
Median	9												
u. Q.	7												
o. Dez.	5												
Min.	3												

Schneefälle:

M	0,53
s	0,9

4.) Zeltweg (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	8,54
s	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,7	1,0	1,0	1,0	0,7	0,5	2,5

Schneefälle:

M	0,31
s	0,7

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

M 11

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

M 9

7.) Bad Radkersburg (205 m), reduziert aus 1971-1980, Regen

M 9

6.2.1 Formale Erläuterungen zur Tabelle 23

Für Fragen der Abspülung, Erosion, Hochwasser oder Dimensionierung von Abflus- 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 müste demnach wenigstens 17,3 mm und ein 24ständiger 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 Ombographen gelingt, mit welchen aber nur eine Minderheit der Stationen ausgerüstet ist. Im Untersuchungsgebiet gibt es zum Beispiel überhaupt keine homogenen Ombographenaufzeichnungen. Die von den Beobachtern ohne Ombographen 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 werden.

Die Auswertung erfolgte dabei nicht für die Niederschläge im allgemeinen, sondern getrennt für Regen- und Schneefälle. Gemischte Niederschläge wurden je nach Vorherrschern einen 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 Naßschnees.

Die monatweise 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 gleichmäßig angesehen werden. Die Reduktion erfolgte wiederum durch "klimatische Triangulation", d.h. mit Hilfe von zwei bis drei Nachbarstationen (St. Peter am Ottersbach, Straßen 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 "Tagessummen" über einen bestimmen Grenzwert können darin gesehen werden, daß ge-

schlossene Ereignisse mit mehr als 20 mm durch die starren Meßtermine (?) irreal zu zwei Ergebnissen mit jeweils weniger als 20 mm zerissen werden können und somit unbeachtet bleiben, oder im Falle einer Zerreisung 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 gewitterigen Konvektionsregen, für die übrigen Monate ein solches der "Landregen" annehmen. Mai und September können dabei als Übergangsmonate 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. Steinhauser (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 Stauerscheinungen 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 Unterschiede weniger meso- oder geländeklimatisch zu deuten sind, als vielmehr durch unterschiedliche Aufmerksamkeit der (meist gar nicht ganzjährig 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 müste.

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 Gesamtenergiopotential im Sinne hoher Temperaturen und insbesondere hoher Wasserdampfmengen 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 Bad Gleichenberg dargestellt:

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

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	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 Niederschlagsstabellen), aber nur in den seltensten Fällen "reine" Wärmegewitter. Die meisten sind Frontgewitter bei Einbruch polär-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 Überströmung.

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 starker 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 Thalerhofs 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 Promille 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	56	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
	32	4	5	113	34	48	21	104	612	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	-153	-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	-66	-6	-20	-31		

5.) Münka Sobota (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.) Thalerhof (361 m), 1954-1980

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	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	0,91	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 (225 m), 1951-1980

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	0,70	0,91	0,57	1,45	1,29	1,25	1,07	1,03	0,81	0,73	0,77	0,56	0,95
s	0,35	0,34	0,40	0,61	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	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	1,49	2,09	2,42	2,75	2,52	2,31	1,85	1,72	1,72	1,84	1,91	1,39	2,00
s	0,42	0,32	0,52	0,48	0,39	0,43	0,37	0,36	0,48	0,35	0,46	0,35	0,22

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

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	1,67	1,67	2,08	2,23	2,25	2,13	1,77	1,67	1,38	1,38	1,42	1,25	1,72

5.) Murska Sobota (191 m)

Jahresmittel: 1,8 m/sec

6.) Jerusalem (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 Jerusalem, 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 Windstille nach 5-Jahresmitteln von 1951/55 bis 1976/80 54, 58, 65, 62, 62 und 71 %, nach Einzeljahren waren es 1951 45 % und 1980 73 %. Auch die mittlere Jahrestindstärke 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 unbbeeinflußten Verhältnissen zu erwartenden Richtungen in deutlich an das Gelände angepaßte Richtungen, die mit der großräumigen Druckverteilung nicht mehr direkt korrelieren. Die "unter unbbeeinflußten 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	+
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 Südoststrand 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 ("autochthone") Witterung, bzw. bei "gradientsschwachen" Lagen sich bilden können. Im Untersuchungsgebiet entwickelt sich davon nur das sogenannte Berg-Talwind-System, welches über 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 Ventilierung und tagsüber aufliebenden bergwärts gerichteten Winden äußert. Dadurch kann es zu einer starken Bevorzugung des Süssektors kommen.

3.) Katabatische Winde

Das sind sogenannte Dichte- oder Schwerwinde, 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 Windatillen) 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 (Zyklen-Antizyklen) 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 mesorenahen 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 Luftsichten 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 Grundschicht 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 Luftsichten von der Strömung der freien Atmosphäre quasi "mitgenommen", wodurch unten die Geschwindigkeit auflebt, oben aber zurückgeht, weil die unteren Luftsichten "mitgesleppt" 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 Luftsichten 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 Einzelmmonat 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 Temperaturmessfahrten 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 Gratkorner Becken herangezogen, wobei sich in den genannten Gebieten sehr markant ein autochthones Windsystem herauskristallisiert, das jenem in Abb. 21 stark ähnelt.

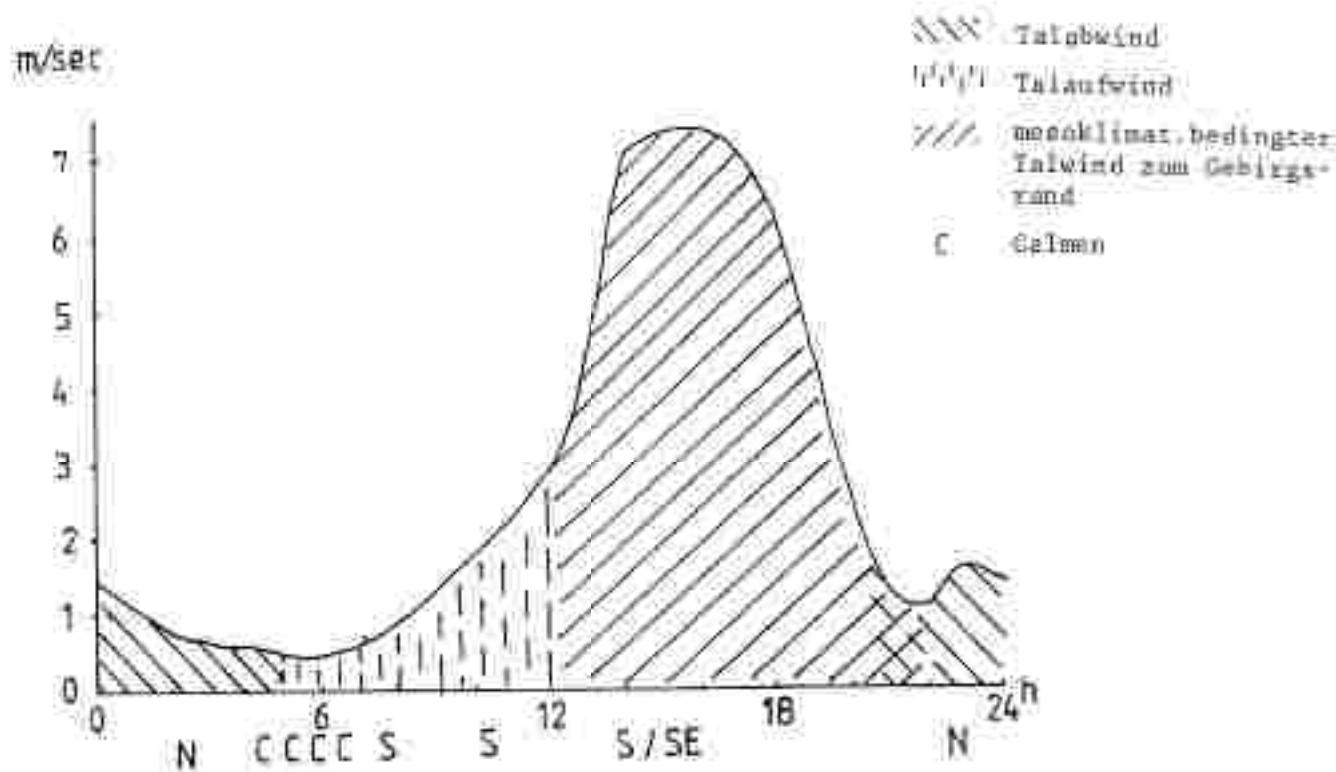


Abb. 21: Autochthoner Tagesgang des Windes an Schönwettertagen (April bis August) in einem Seitental (Bezirk Bad Radkersburg).

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 Talausgangslage mit Düsenwirkung auch bis 2 m/sec). Die Ursache liegt generell in der relativ breiten Talsohle der Seitentäler, aber auch in deren schwachen

Sohlenneigungen 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 Talauwindes. Dieses Minimum ist durch häufige Calmen charakterisiert, da der Windwechsel in die Talauwindrichtung nicht so rasch vor sich geht wie etwa im Gratkörner Becken (Lazar, 1979) in etwa einer halben Stunde. Diese großräumig entwickelten Talwindsysteme 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. Wackenigg, 1978) bestätigen, eine wesentlich größere vertikale Mächtigkeit aufweisen als die des Murtalwindsystems (Mächtigkeit ca. 200 m).

Der in den Seitentälern nun aufliebende Talauwind 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 Boden 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 Überhand 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 Talwinds 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. Bezuglich 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 Talwinds im Herbst stark ab, dafür gewinnen die kleinräumigen Tal- und Hangwindsysteme an Bedeutung. Der Tagesgang der Windgeschwindigkeit wird dadurch zunehmend 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	64,9	60,4	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) Talauwindrichtung vorherrschend E bzw. in die NE-Richtung abgelenkte Winde; Talabwindrichtung überwiegend W bis NW (S und SW sind in der Aufstellung ebenfalls enthalten).

In der Windrichtungsverteilung kommt das autochthone Talwindsystem durch die Polarisation 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 Haupttal, speziell im Leibnitzer und Grazer Feld, ist diese Polarisation 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-

versetzt (Tazer 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 nur 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 auftreten.

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. Lufthygiene 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 Verdunstung der Geruchsstoffe bewirkt.

Gemessen an den Verhältnissen im Donauraum, 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 Jaukeinflus im Bezirk Bad Radkersburg

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

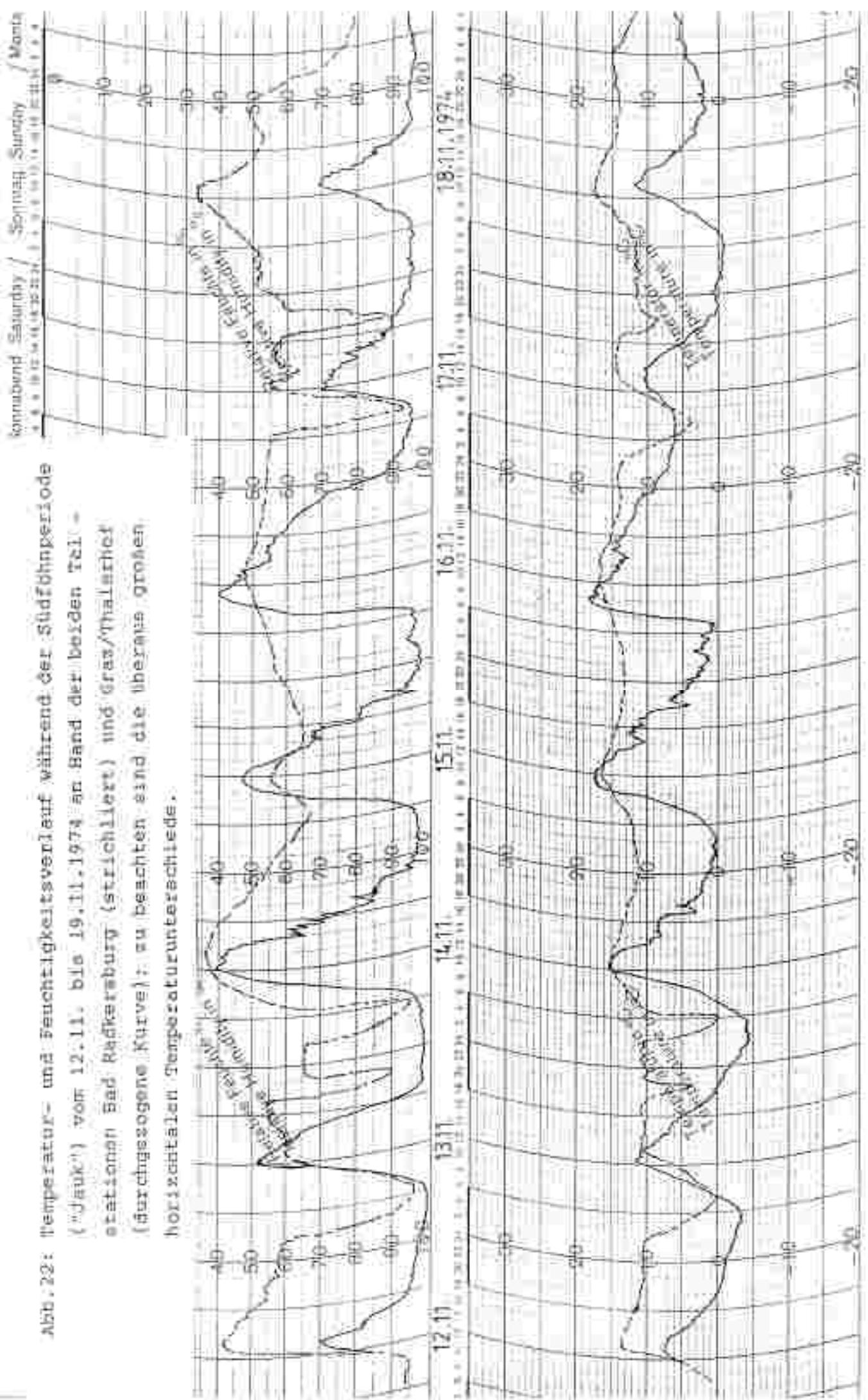
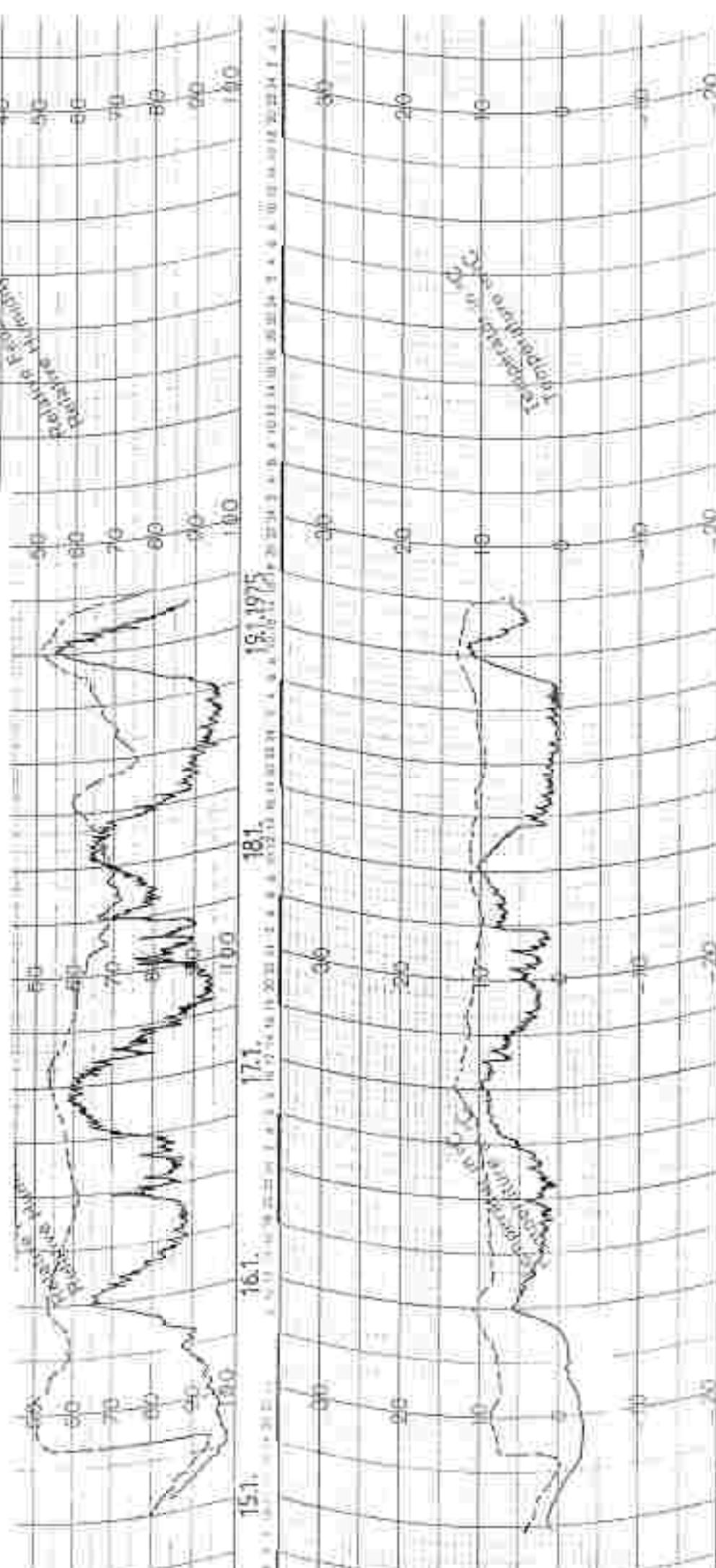




Abb. 21: Temperatur- und Feuchtigkeitsverlauf während der Starkperiode vom 19.-1. bis 19.1.1975 am Rand der beiden Talstationen Bad Radkersburg (striechiert) und Groß/Phalerhof (durchgezogene Linie); auch deutlicher wird das grauer Feld von der fünfjährigen Tiefstmarke nicht erreicht.



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 Föhnlauftstation 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 Bevölkerung (und damit kaum behinderte 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. Tagüber 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 einer leichten 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 aufliebenden 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		
Bad Radkersburg	5,6	7,6	16,9	5,0	4,9		
AT	1,4	0,9	1,1	2,1	1,5	1,4	Monats- mittel [$^{\circ}$ C]
Graz/Thalerhof	-0,5	0,7	10,4	-1,0	-0,6		
Bad Radkersburg	1,5	1,9	12,4	1,5	1,3		
AT	2,0	1,2	2,0	2,5	1,9	1,9	mittl. tägl. Minima [$^{\circ}$ C]
Graz/Thalerhof	10,5	14,6	23,0	9,0	9,2		
Bad Radkersburg	11,3	15,3	23,6	10,1	10,2		
AT	0,8	0,7	0,6	1,1	1,0	0,6	mittl. tägl. Maxima [$^{\circ}$ C]

8. Nebelverhältnisse im Raum Bad Radkersburg

8.1 Zahl der Tage mit Nebel

Tab. 29: Statistische Daten zu den Nebelverhältnissen.

1.) Thalerhof (341 m)

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	19,0	13,4	10,1	5,1	4,9	5,2	6,7	11,4	16,5	18,0	14,6	20,7	146,0
s	4,6	3,9	3,0	2,4	3,4	3,0	4,4	4,1	4,1	3,7	4,5	4,5	19,7
Max.	26	21	16	10	12	16	19	22	23	28	22	28	206
Min.	10	8	5	2	0	1	1	5	8	10	7	14	108
												o. Dex.	123
												o. Q.	137
												Median	143
												u. Q.	154
												u. Dex.	178

2.) Leibnitz (775 m)

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	8,9	6,4	4,2	2,3	2,3	1,6	2,2	4,3	10,4	10,8	8,8	10,7	72,4
s	4,2	3,2	2,3	1,5	1,9	1,2	1,6	2,0	3,1	3,7	3,8	3,2	10,3
Max.	18	13	9	5	6	4	5	9	15	19	18	16	90
Min.	2	1	0	0	0	0	0	1	1	5	3	3	51
												o. Dex.	85
												o. Q.	80
												Median	75
												u. Q.	62
												u. Dex.	60

3.) Bad Gleichenberg (292 m)

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	6,9	5,0	3,0	1,7	1,4	1,5	1,8	3,2	6,6	8,5	7,5	8,3	55,5
s	3,7	3,2	2,1	1,3	1,0	1,3	1,6	1,7	3,4	3,8	3,7	3,1	9,5
Max.	14	13	9	5	3	4	7	6	13	16	15	14	70
Min.	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	4	28
												o. Dex.	67
												o. Q.	62
												Median	56
												u. Q.	50
												u. Dex.	43

4.) Wöltherberg (402 m)

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
M	9,7	6,5	4,6	1,5	1,5	1,0	0,7	1,8	3,7	6,4	10,6	10,7	56,2

Tab. 29 Fortsetzung

5.) Messendorfberg (429 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	46,3

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

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
6,6	4,0	2,8	1,2	1,0	1,5	1,6	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.Dez. = oberes Dezil
 o.Q. = oberes Quartil
 u.Q. = unteres Quartil
 u.Dez. = 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 ange- sprochen 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 Jahrestümperaturen 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 Weitauß 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 Höhenlagen von nur wenigen Dutzend bis etwa 100 Metern. In diesen Fällen werden sie auch in den Niederschlägen 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.e. 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 insoferne mit einer Amplitudenverschiebung, als nicht die Monate mit der größten Kalte, 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 starkem Temperaturtagesgang) als der trübe und wolkenreiche November. Dieser Sachverhalt ist graphisch in Abb. 24 an Hand ausgewählter Tal- und Riedelstationen dargestellt.

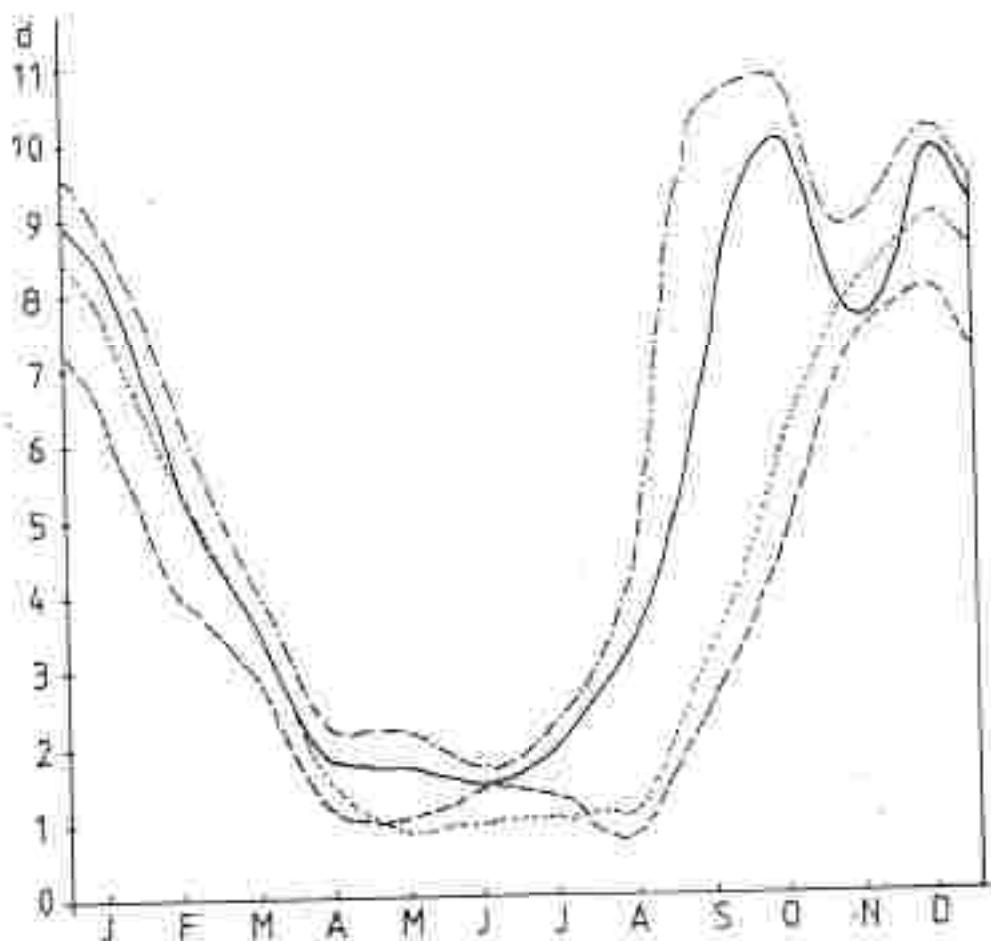


Abb. 24: Jahresgang der Zahl der Nebeltage für ausgewählte Stationen; zu beachten ist der markante "Novemberknick" an den Talstationen.

- Leibnitz (276 m)
- Murska Sobota (1191 m)
- - - Jerusalem (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 Gesamtstärke 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 Riedeklimaten 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 "Novemberknickes" äußert.

In Wörtherberg sind die Verhältnisse des niedrigen Riedelklimas mit Zunahmen vom Oktober bis zum Dezember verwirkt, 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 Novembernick. 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 deutlichen "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.

8.4 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 Peranospora 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 Wert 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 Blattnässe (Abkühlung der Blatt-

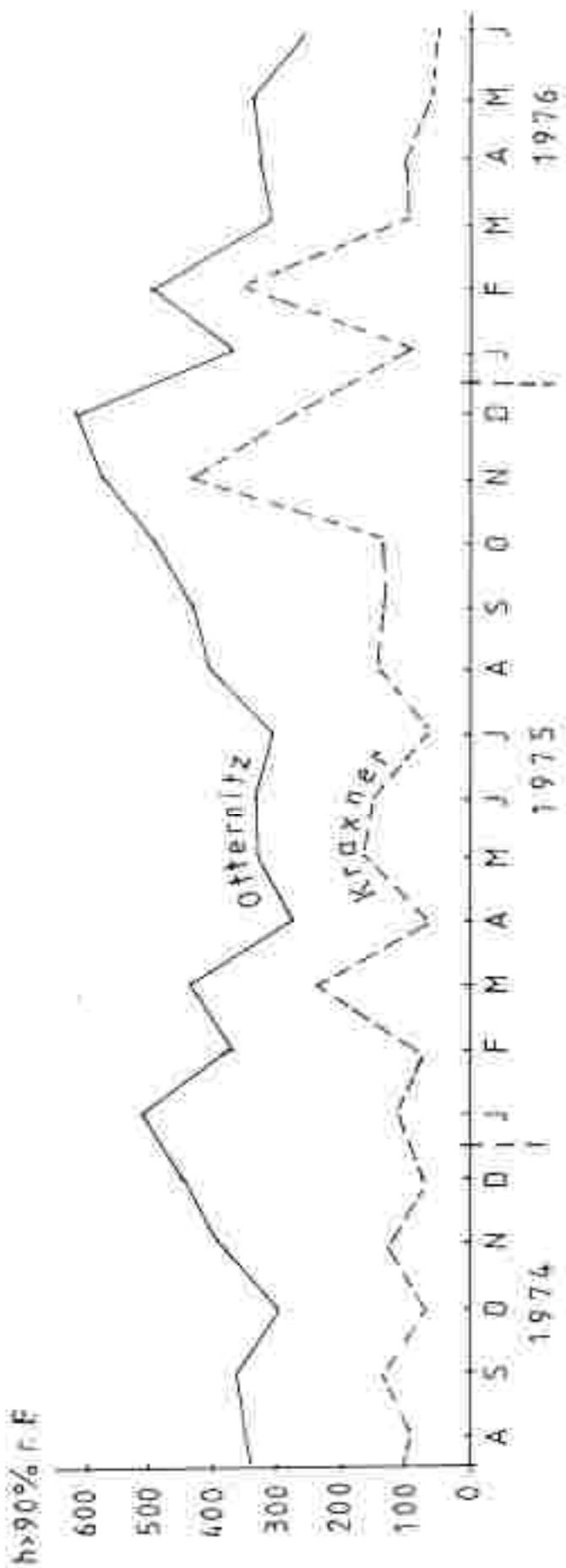


Abb. 25: Anzahl der Sättigungsstunden (relative Feuchte >90 %) an den Stationen Otternitz (325 m, Talbeckenlage) und Kressner (560 m, Riedellage). zu beachten sind die Witterungsseinschüsse, wie z.B. der außergewöhnlich milde und trockene Winter 1974/75 (äußerlich zu niedrige Werte) im Gegensatz zum November 1975 mit häufigem Höchstäbel.

oberflächen unter die Lufttemperatur). Aus den Untersuchungen in der Südweststeimark wurde nun die Anzahl der Sättigungsstunden jeweils für eine Talboden- und eine Riedelstation 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 Tagessgang dieser Sättigungsstunden ist in Abb. 26 wiedergegeben. Für die Talbodenstation Otternitz charakteristisch sind die weitgehende Abhängigkeit von der Tageslänge bzw. der Windeinfluß 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).

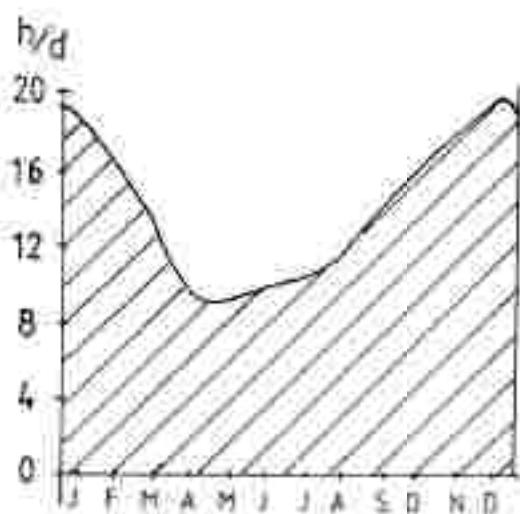


Abb. 26: Der autochthone Tagessgang der Sättigungsstunden (relative Feuchte mindestens 90 %) an der Talbodenstation Otternitz; zu beachten ist das Minimum im April mit 8-9 Stunden/Tag (h/d); Grundlage: Auswertung von Schönwetterperioden im Zeitraum 1974-1981 auf Grund der Feuchtregistrierung am Thermohygrographen.

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 Südwestermark 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.

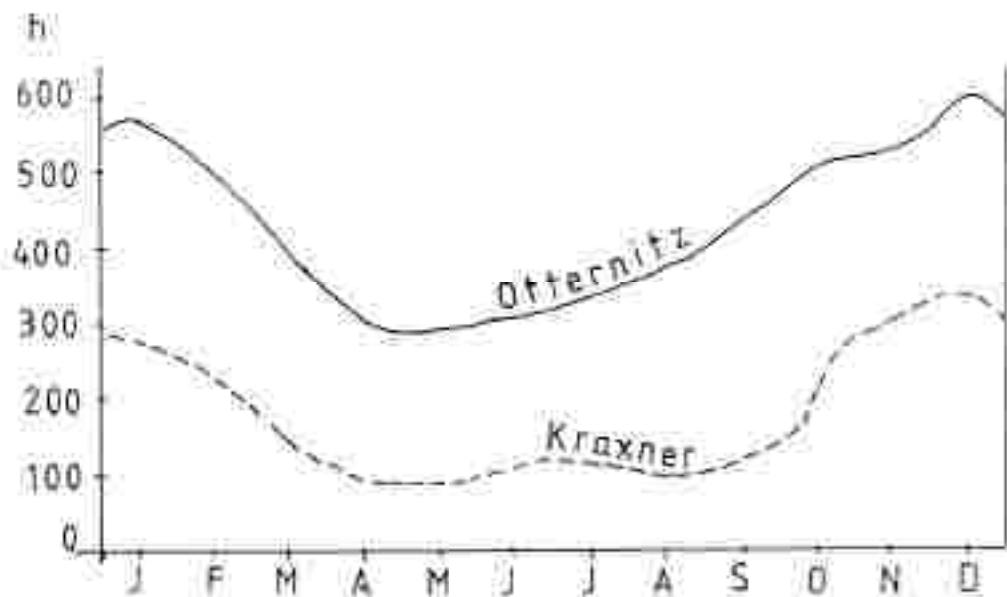


Abb. 27: Jahresgang der Sättigungsstunden für eine Tallage (Otternitz, 325 m) und eine Riedelstation (Kraxner, 560 m) unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus dem Beobachtungszeitraum 1974-1976 und des Kitterungseinflusses.

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.Biol., (B), 1980, S. 257-275.
- ENDLICHER, 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 kleinraumige 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.
- i: Methodische Erfahrungen zur Durchführung einer Landesklimaaufnahme. Z.Meteor. 15, 1961, S. 171-177.
 - i: Die Landesklimaaufnahme: 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 Vogelsberg. Ber.DWD, US-Zone, Bd.42, 1952, S. 171-176.
- LAZAR, R.: 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 Gratkorner 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 Frostbekämpfungsversuche mittels Infrarotstrahler, Manuskript, 1981, 32 S.
 - : Erste Ergebnisse der neuen Windmess-Station Graz-Universität, Graz 1981, 13 S.
- LEHMANN, P.: Abkühlung und Erwärmung im nachtlichen Kaltluftfluß. Ber.DWD, US-Zone, Bd.36, 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 im 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.
- ÖNORM 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.

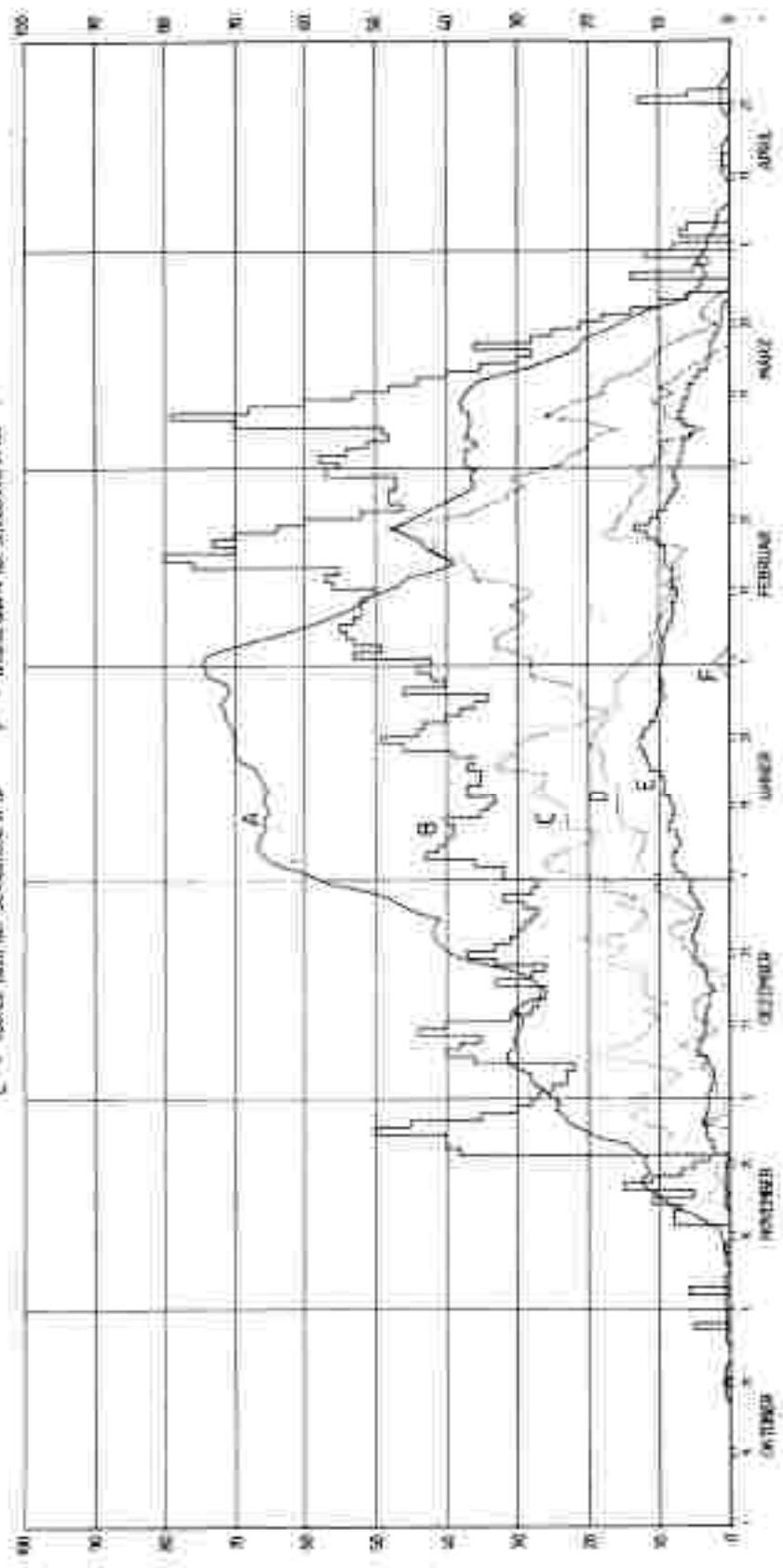
Nachtrag

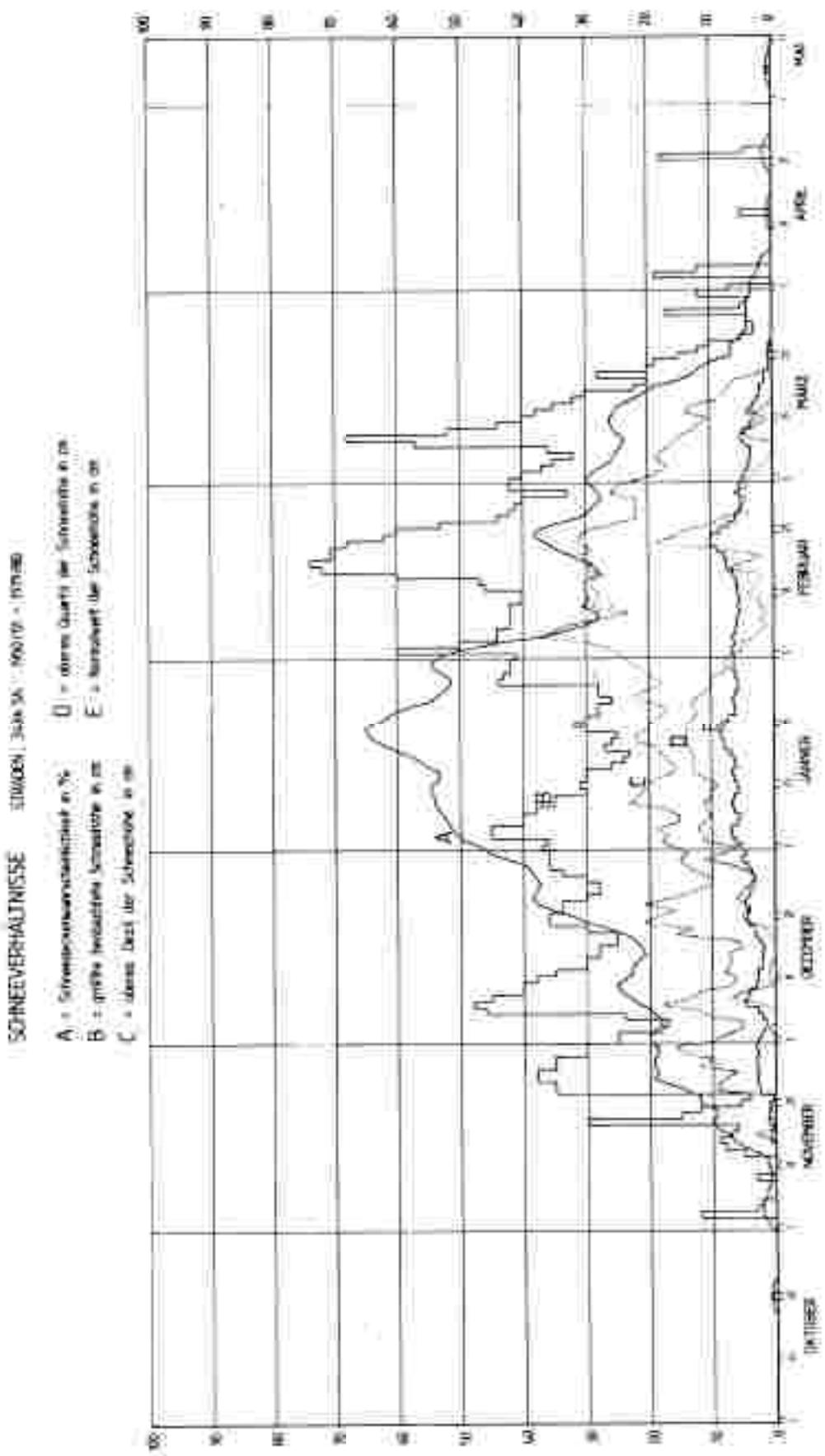
- ORNIG, F. : Landwirtschaftliche Klimastufen in den Bezirken Voitsberg, Deutschlandsberg und Leibnitz. In: Entwicklungsmöglichkeiten der Region Südwest, Graz, 1968, S. 14-15

SCHIEVERHALTUNGS

WV 1000000, 700000, 190000, 800000

- A = Schiefe Längsschichtung in %
- B = geringe horizontale Schiebung in m
- C = steiles Profil der Schiebung in m

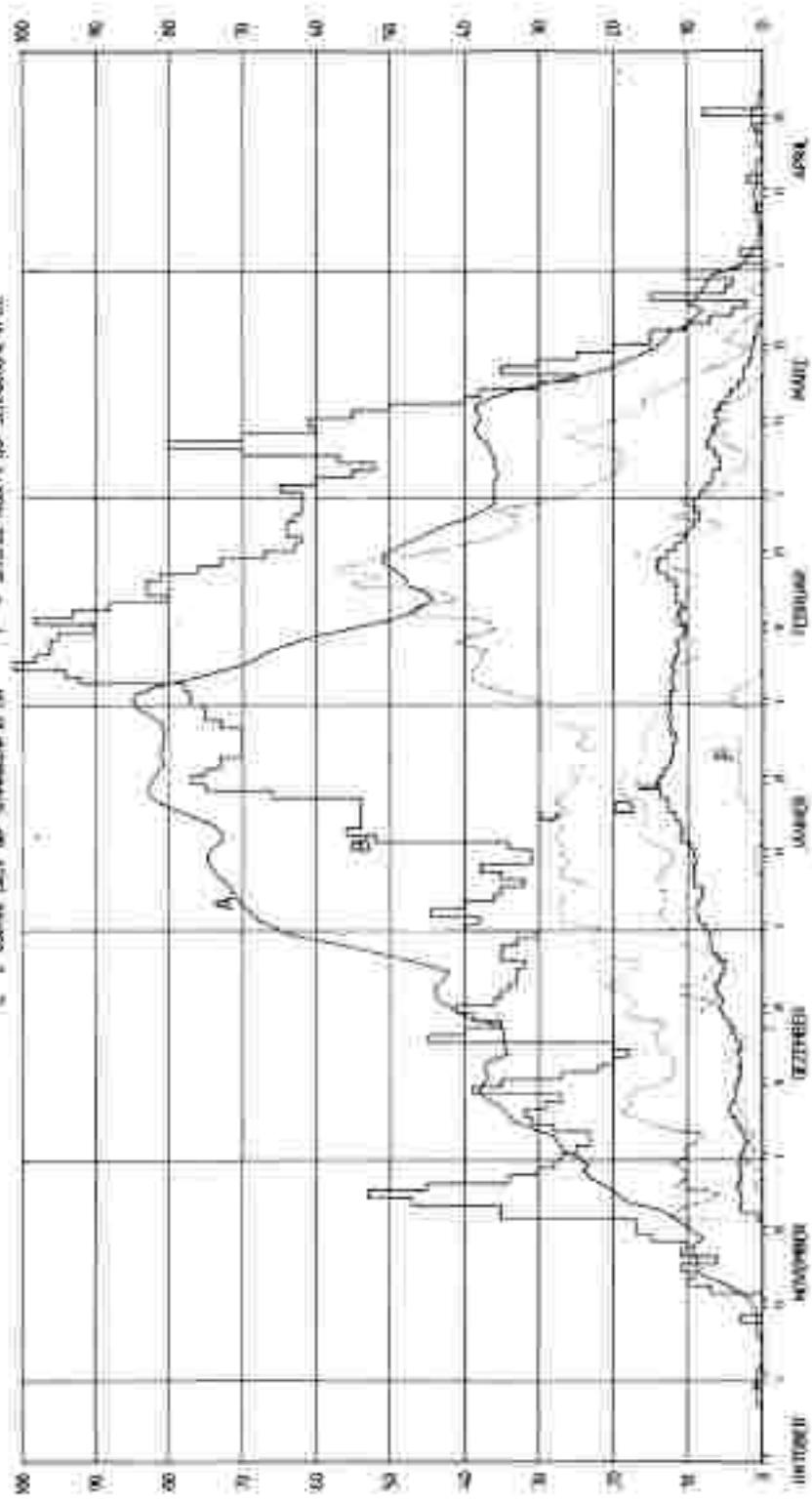




SCHIEBVERHALTENSE

STATION BRUNNENSTRASSE 2700 36 1983/84-1984/85

- A = Schiebverhaltenszeitraum in %
- B = grüne horizontale Schiene in m
- C = dicke Drei der Schiene in m
- D = schmale horizontale Schiene in %
- E = dicke Drei der Schiene in %
- F = schmale horizontale Schiene in %
- G = schmale Drei der Schiene in %

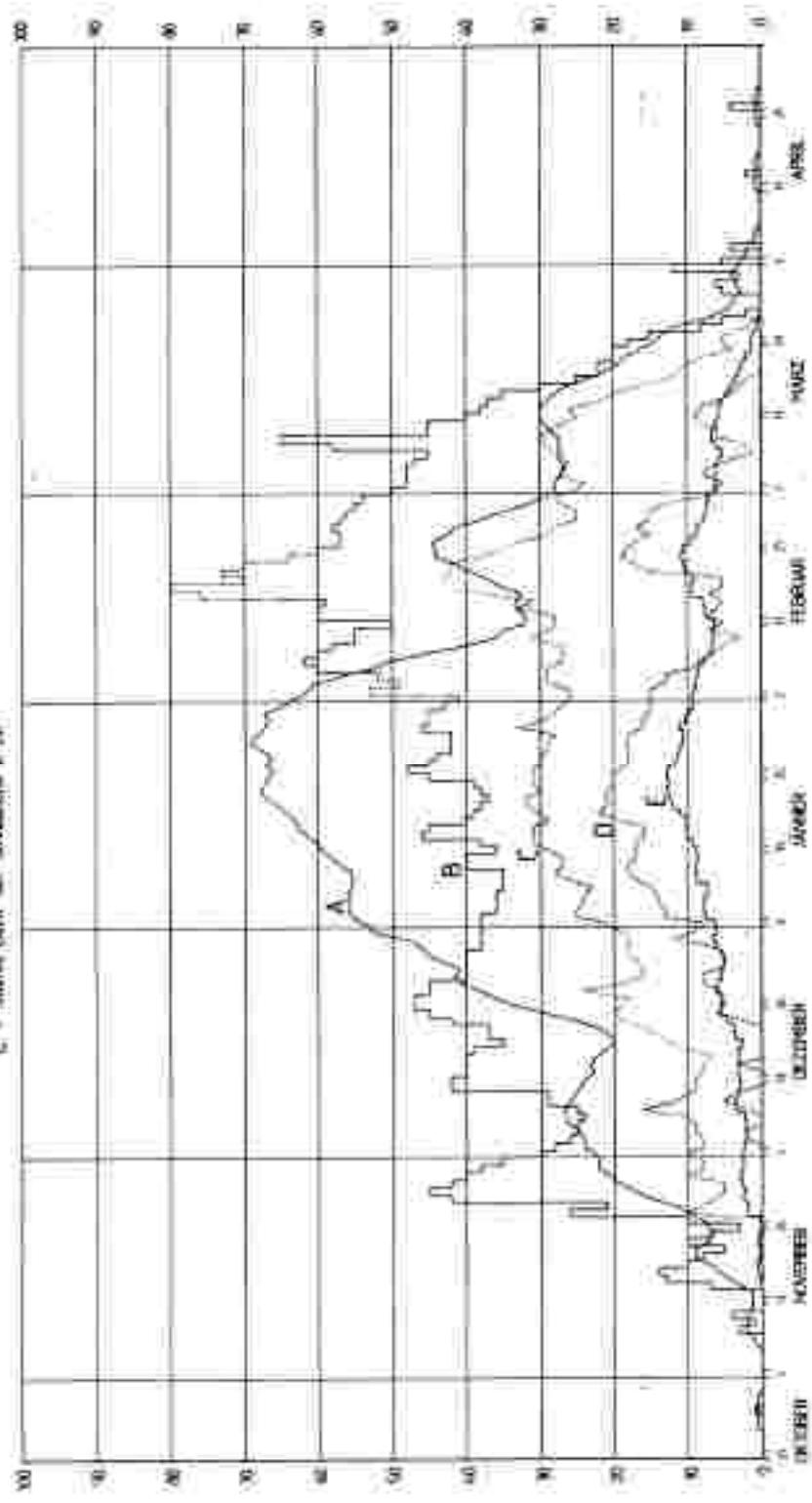


SCHNEERVERHÄLTLICHE

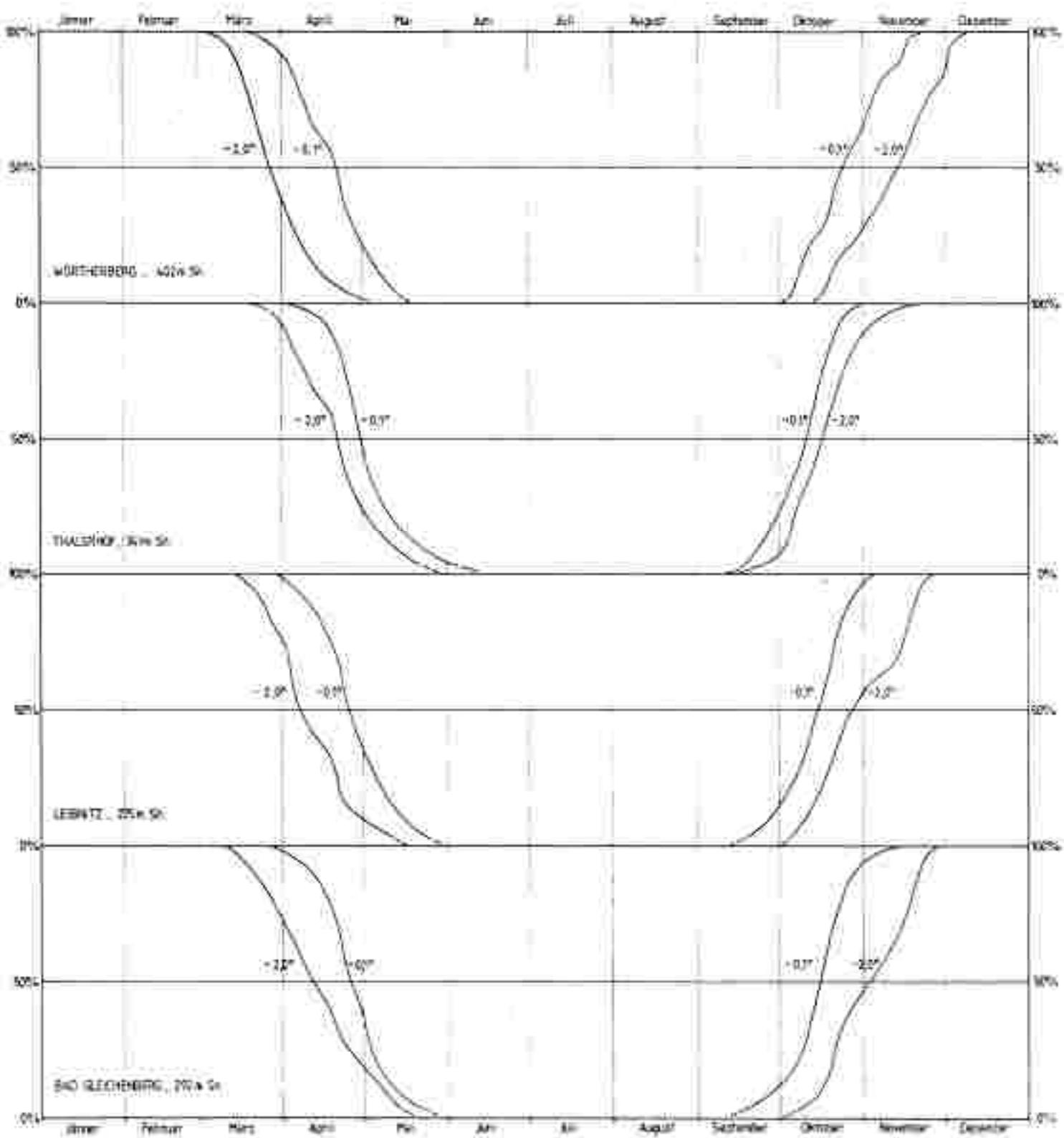
STIMMEN

1977/78

- A = Schmelzwasserabfluss in %
- B = Höhen bestimmter Schmelzwasser in m
- C = ständige Dern. der Schmelzwasser in %
- D = Schmelzwasserabfluss in %
- E = oben (Wert der Schmelzwasser in %)
- F = Höhenwerte der Schmelzwasser in %



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



NATURRAUMPOTENTIALKARTEN VERWALTUNGSBEZIRK RADKERSBURG

2. TEIL

KLIMAKARTEN

- 1) Stationsnetz, Meßpunkte ÖK 1 : 50 000,
 (1 Karte) Nr. 191, 192, 208, 209
- 2) Kaltluftkarte ÖK 1 : 25 000,
 (4 Teilkarten) Nr. 191, 192, 208, 209
- 3) Temperaturneximakarte ÖK 1 : 25 000,
 (2 Teilkarten) Nr. 191, 192
- 4) Temperaturgunstzonenkarte ÖK 1 : 25 000,
 (4 Teilkarten) Nr. 191, 192, 208, 209
- 5) Besonnungskarte ÖK 1 : 25 000,
 (2 Teilkarten) Nr. 191, 192
- 6) Nebelzonenkarte ÖK 1 : 50 000,
 (1 Karte) Nr. 191, 192, 208, 209

NATURRAUMPOTENTIALKARTEN - STEIERMARK

Bez. Radkersburg

VEGETATION

H. Otto, Graz, 1981

unter Mitarbeit von

R. Abdalla und S. Schmitz

ERLÄUTERUNGEN ZU DEN NATURRAUMPOTENTIALKARTEN
DES TEILPROJEKTES VEGETATION FÜR DEN BEZIRK
RADKERSBURG

FASSUNG 1981

von H. OTTO

Mitarbeiter N. ABDALLA und R. ZÖHRER

PROJEKTTRÄGER:

Forschungsgesellschaft Joanneum

PROJEKTLITUNG:

Univ.-Doz.Dr. W. GRÄF

Graz, 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 so weit 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. H. STEINBUCH, Wiener Neudorf, die noch für Vergleichszwecke aufbereitet werden müssen, sowie
- Vegetationsaufnahmen von Ackerunkrautgesellschaften im Bez. Radkersburg von Univ.-Prof. Dr. W. HOLZNER, 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 würden 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 Kloch und Halbenrain begonnen hat, deren grundsätzliche Zielsetzung sich weitgehend mit jener des Projektes der Naturraumpotentialkarten deckte. Die damals ausgearbeiteten Vegetationssaufnahmen 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. GRÄP 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 Überlebensmöglichkeit 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 Themenkreis 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 Mürzregulierung 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 Tiefeinlage 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 Helfbrunner Terrasse mit hohem Grundwasserstand und Moorbildungen zwischen Lind und Seibersdorf.

ÄLTERE TERRASSE

Die älteren Terrassen tragen dicke Lehmdämmen, 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 I.W.S."

Die Talböden des Hügellandes waren ursprünglich weit hin vernist, was entweder auf Hangwasseraustritte oder stauende Nässe 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 Talsymmetrie wieder.

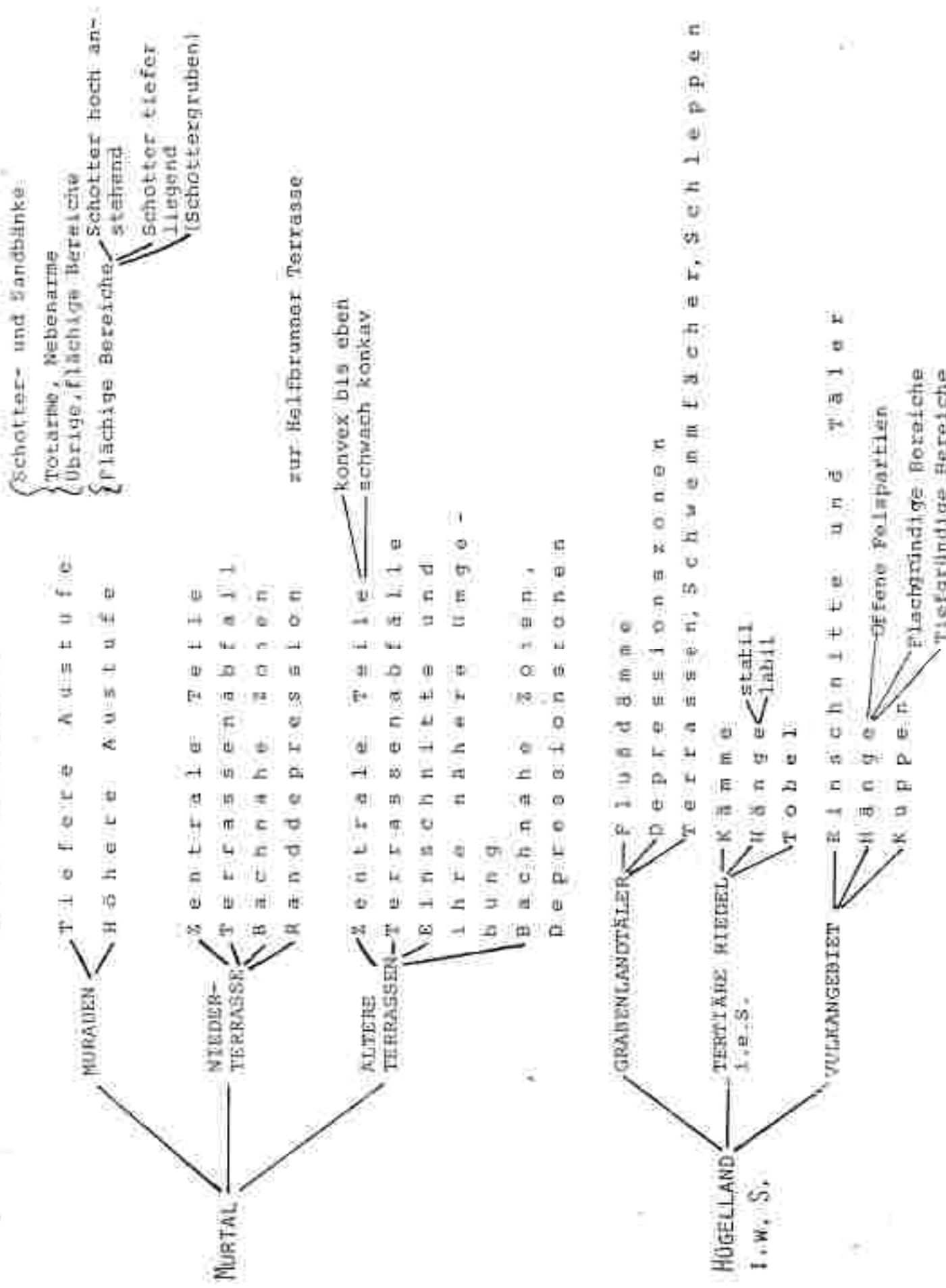
Die Hangstandorte im Bereich der Biedel unterscheiden sich, abgesehen von den Expositions- und Neigungsunterschieden, auch durch ihre Tendenz zu Rutschungen und Wasserdüngigkeit. Während die Standorte auf schmalen Kämmen eher trocken und verhagert sind, trifft man auf breiten Kämmen größere ausgesprochen staunasse Bereiche. Im Vulkangebiet sind die Standorte sehr unterschiedlich. Während tieigründige, 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.

STANDORTSLEITER DER KREIS- UND STADTWEITEN

110



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. MAURER 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 Klöch mit seinem bedeutenden Anteil an vulkanischen Gesteinen stellen ca. 700 Arten die Grenze dar.

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

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

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

der Hundszahn (*Erythronium dens-canis*), der Frühlings-Krokus (*Crocus viciifolius*), die Europäische Knollenmiere (*Pseudostellaria europea*), die Edelkastanie (*Castanea sativa*), die Elsbeere (*Sorbus terminalis*), die Breitblättrige Wicke (*Vicia oroboides*), der Gespreizte Klee (*Trifolium patens*) und die Eichenmistel (*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 (Klöch)

= mit

8760/4 (Stubenberg) und
8560/2 (Pischelsdorf)

Arealtypen	St.Anna am Aigen- Klöch	Stubenberg- Pischelsdorf
Eurasische Arten i.w.S.	228	222
Eurasisch-circumpolare Arten	28	38
Nordische Arten,arkisch-nord.Arten	80	96
Nordisch-circumpolare Arten	37	48
Mediterrane u.submediterrane Arten	137	126
Kontinentale u.gemäßigt-kont.Arten	72	68
Praealpine 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.OBERDÖRFER 1970. Pflanzensociologische Exkursionsflora
für Süddeutschland und die angrenzenden
Gebiete. 3.Auflage

LISTE DER GEFAHRDETER PARN - UND BLÜTENPFLANZEN
der Kartierungsequadranten 9161/4, St. Anna am Aigen
und 9261/2, Klöch

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 ephaeroecarpum*

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 granulata*
- Spiraea media*
- Succisella inflexa*
- Thesium linophyllum*
- Ulmus minor*
- Vicia pisiformis*
- Viola alba*

DIE VEGETATION DES BEZIRKES RADKERSBURG

HOHENSTUFENGLIEDERUNG:

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 Neigungsvorbedingungen aufweisen. In den steileren Lagen im Mittel- und Überhangbereich 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 aufgeforsst 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 Vegetationsarten).

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 Biflügen, also Hinweise auf eine ehemalige ackerbauliche Nutzung dieser Flächen. In Waldfragmenten mit Aucharakter entlang der Murzubringer fehlen die Biflänge. 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, Rassenschniele 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 eingebbracht, obwohl sie gegen Krankheiten sehr anfällig ist und nur kurze Umtreibzeiten 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 Traubenkirsche, die Esche und die Stieleiche dazu. Stellenweise wurde ein üppiger Flor von Frühjahrsgeophyten beobachtet. Im Vergleich zu Hügelgebieten am Fuß der Koralpe fehlen einige Typen von Bachbegleitwäldern mit prämontanem Charakter, womit auch das Ausbleiben von *Asplenium europaeum* im Osten des Bezirkes in Zusammenhang steht.

Im Anhang werden einige Laubmischwälder mit Auwaldcharakter von den Gräbenlandtälern und der Niederterrasse dokumentiert. Sie unterscheiden sich kaum von den krautreichen Hainbuchenwäldern im Unterhang- und Terrassenbereich der Gräbenläder 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-

gras 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 faciesbildend 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 Einschmitten und Tälern findet man wiederum die Hainbuche und die oben erwähnten Schattholzarten.

Bezüglich der von EGGLER beschriebenen Pflanzengesellschaft des "Mittelsteirischen Hainbuchen-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 BEZIRKS RADKERSBURG

Blatt 1

MURAWL, MURAUEN

Höhere Ausstufe:
(reifere Bäden, kaum mehr
überflutet)

Höhere Ausstufe:
(reifere Bäden, kaum mehr
überflutet)

Schwerwälder
(uferlich)

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

Niedrige Ausstufe:
(Walddtypen mit Stieleiche, Winterlinde, Platteulme
siehe EWENDELBERGER, 1960, Typen 1a, b, 1c, d, 1n)

(Siehe EWENDELBERGER, 1960, Typen 1a-e und 9).

Grauerlenau und
Schwarzerlenau
mit Totarmen, an
Mühlängen, Tie-
fentrinnen,
flutung und an hoch-
stehenden Grundwasser)

Eichen-Fleiterulmen-
au (deutliche Ein-
dung an die Flanbe-
reiche häufiger über-

WALDTYPEN (AKTUELLE VEGETATION) DES BEZIRKS RADKERSBURG

HÜRTAL, NIEDERERRASSE

zentrale Teile:

Krautreiche Laubmischwälder mit Hainbuche, Stieleiche, Winterlinde

Verhägerte Laubmischwälder
(intensive Streunutzung)

Terrassenabfall:

Verhägter Laubmischwald
(bei trockener Sonnungslage)

sonst keine Unterschiede zur
Umgebung

Bachnahe Zonen:

Krautreicher Laubmischwald mit Auswahl-
charakter (1)
(im Westteil häufig mit Rubus caesius)

Schwarzerlenäume mit Rohr-
Glanzgras (2)
und/oder Großseggenunter-
wuchs (3)

Randdepression
zur Heißbrummenterrasse:

Schwarzlerenbestände, stellenweise mit Steinleiche, Esche (4)
hochst Grundwassersstand!

WALDTYPEN (ANTHROPE VEGETATION)

DES BEZIRKS RADKERSBURG

MURSTAL, KULTURE TERRASSEN

Blatt 3

Kontinente Walde: (achmato, steinlose Böden)	Stielzischen-Wallkäfer- mit d. Glastadiform deutlich kon- vex polycticum formicatumtyp Myrtilloides-typ	vergleiche Bilder, Tab. 7	schwarzhörnig Moltira-typ	eben	schwarz konkav Sphaerium-typ
Periestomata Walde:	Stielzische-Wallkäfer- mit d. Linsenf. abd. oder oder Amentula luteola (bei geringer Sprung- höhe)	vergleiche Bilder, Tab. 7	abgeschrägt lat. und schw. oder wld. zumnahmende Spurmarken Abdrücke der Spurmarken	alle Übergänge zw. Verstüpparten	schwarzhörnig Vincetyp
Einschlüsse und ihre nähere Umgebung:	Abhängig von Terrassen- abfall	Sohlte: Heimbache und Schwarzerle, Carex brizoides-typ, bei tiefen Ein- schnitten Vincetyp	sohlte: mit Erosionensteine	Heimbache und Schwarzerle, Carex brizoides-typ, bei tiefen Ein- schnitten Vincetyp	(starke vertikale Ressiche)
Bachnähe Zonen, Depositions- zonen:	Schwarzwald-Stieleichen- wald carpinetum-typ, Ge- schampsia cespitosa-typ (5) (Randbereiche oder Tropas- zionssonen kleinerer Aus- dehnung)				

WALD-TYPEN (AKTUELLE VEGETATION)
DES BEZIRKS RADKERSBURG

HUGELLAND I.+W.S., GRAUENLAND-
TALER

Flundämme:
(etwas leichtere
Böden, unterufig)

Doprässionszonen:

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

Schwarzerlenb. mit Rohr-
gras oder Grossseggen-Unter-
wuchs (11, 12, 13) fallweise reich
an Frühjahrsgräsern (14)

Schwarzerlen-Stielchenber-
stände mit *Carex brizoides*,
Rubus caesius etc. im Unter-
wuchs

Terrassen, Schwemmfächer,
Schleppen:

Krautreiche Laubmischwälder,
häufig mit dominierender Haspe
buche
(Durchsetzungswalden)

Schwarzerlen-Eichen-Stiel-
eichenwälder
(Feuchte Lagen)
(15, 16, 17)

WALDTYPEN (AKTUELLE VEGETATION)
DES BEZIRKS RADKERSBURG

WÜRTTELMANN L.S., TYPENTAXE SYSTEMATISCHE, S. 5.

blatt 5

E	Kämmen:	Verhagerter Buchen- + Weißkiefernwald mit Larulae alba) oder Vaccinium myrtillus im Unterwuchs (19). (geringe Kammbröcke)	Stileichen-Wohlkieferwald mit Terrassen mit Brantdecko (18,2) (breite Räume, steinige Bereiche)	schattigen, nährstoffreichen Böden; Ansätze zum Humus-Schluchtwald {27}
E	Hänge:	Durchschnittslagen: + verhagerter Buchen- kiefernwald mit Larula albida (20,1, 21)	Nährstofffreie Böden, eher labil: Laubmischwälder, Überwiegend krautreich (20,2, 22, 23, 24, 26)	hochgelegene, sonnige Bereiche; warmeliebende Laubmischwälder (25)
E	Wobelt:		Krautreiche Laubmischwälder, alle Übergänge zu Buchenwäldern (Schwarzerle-Esche) bei breiterer Sohle (21, 21, 2, 28, 29)	Krautreiche Bestände {30}

WALDTYPEN (AKTUELLE VEGETATION)
DES BEZIRKS RADIBURG

HÜGELLAND I., W.S., VOLKSGESEBET

Einschuttte und Tümpel:

Krautreiche laubmisch-
wälder mit Schattholz-
arten

Vinca-Typ, Carex filacea-Typ vereinzelt in Schatt-
(31) lagen

Fragmentarische
Schluchtwälder mit
Polystichum lobatum

Vinca-Typ, Carex filacea-Typ vereinzelt in Schatt-
(32) lagen

Hänge:

offene Feispartien:
Pelosspaltengeosellschaften mit Adonis-
tum-nigrum und Asplenium
septentriionale

Platigründige Herde-
cke: (33)
Artenreiche Waldbüscher-
Buchenwälder oder traum-
hölzchenwälder(34)

Kuppen:

Vetigoerte Lantmischwälder oder Buchen-Kiefernwälder mit Traubeneiche
(35, 1)

DIE WIESEN

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

1. Sumpfwiesen - es sind durchwegs Kleinseggenwiesen-
2. Feuchte Wiesen, Subassoziationen der Fuchsschwanzwiese
3. Frische Wiesen, hochwertige Glatthaferwiesen und
4. Zeitweise mehr oder weniger trockene Wiesen, in denen neben dem Glatthafer der Flauhafer 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 flächenmäßige Rückgang der trockenen Wiesen mit der Aufrichteten Trespe im Aubereich 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 Narissenwiesen in der südöstlichen Steiermark durchzuführen.

ACKERUNKRAUTGESELLSCHAFTEN ^{x1}

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 *Aphano-Matricarietum*, 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 austriaca*, *Juncus bufonius* und *Cerastium glomeratum* kennzeichnend. Zu den besonderen Seltenheiten zählt *Veronica scinifolia*, das nur in der südlichsten Steiermark einige wenige Vorkommen hat.

Auf den leichteren Böden im Aubereich trifft man *Rorippa sylvestris* und *Myosoton aquaticum* regelmäßig an. Vereinzelt wurde auch der Venuspiegel (*Regnussia speculum-veneris*) gefunden.

In den wärmsten Weingartenlagen des Klöcher Berges wurde von W.HOLZNER ein wärmeliebender Fuchsschwanz (*Amaranthus gracilis*) 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 (*Echinochloa crus-galli*, *Setaria glauca* und *Setaria viridis*, *Digitaria sanguinalis* und *Digitaria ischaemum*). Gelegentlich tritt auch *Sorghum halepense*, die Wilde Mohrenhirse, als Besonderheit auf.

x1) 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 Grabenlandstufe zum Murtal und auf der Niederterrasse am Fuß der Helfbrunner Terrasse zu finden sind. Im südlichen Vulkangebiet 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 *Fraga natans*, die Wassernuß, während Seerosen und Gelbe Teichrosen, Laichkräuter und der Wasserhöterich nur an wenigen Punkten beobachtet wurden.

In der Ufervegetation zählen der Freitblättrige Rohrkolben (*Typha latifolia*), das Schilfrohr (*Phragmites communis*), der Wasserschwaden (*Glyceria maxima*), die Gemeine Teichbinse (*Schoenoplectus lacustris*), der Kalmus (*Acorus calamus*), die Wasserschwertlilie (*Iris pseudacorus*), der Gemeine Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*) und die Steife Segge (*Carex stans*) 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 Hypergrasähnlichen Segge (*Carex pseudocyperus*) bei Donnersdorf-Unterau.

LITERATUR

- EGGLER J. 1958. Wiesen und Wälder des Murtales 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 im 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
Pischelsdorf und Stubenberg (Steiermark, Österreich)
Mitt. Abt. Bot. Landesmus. Joanneum Graz, 6
- NISSLER A. 1972. 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. BMF, Wien
- OTTO H. u. Mitarbeiter, 1981. Auwälder im steirischen Mür- und Raab-
gebiet (im Rahmen der Erfassung schützenswerter Bio-
otope 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

- SCHAETLEIN H. 1961. Erforschungsgeschichte, Verbreitung und Ökologie von *Pseudostellaria europaea*. Bot.Jb.80/2:205-262
- STURM M. 1977. Pflanzensoziologische 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 ATpflanzen und Tiere e.V. 39: 1-24
- WRABER M. 1960. Fltosociološka razčinitav gozdne vegetacije v Sloveniji. (Die pflanzensoziologische Gliederung der Waldvegetation in Slowenien) Ad annum horti botanici Lebacensis solemnum, 49-96
- ZAWONKA G. 1976. Praktische Vegetationskunde als Grundlage für Landschaftspflege am Beispiel des Saßtales. Mitt. Ludwig-Boltzmann-Institut Umweltwiss. Naturschutz 2: 19-26
- ZIMMERMANN A. und KNEILY G. 1980. Liste verschöllener und gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen für die Steiermark. Mitt. Inst. Umweltwiss. Naturschutz Graz, 3: 3-29
- ZIMMERMANN A. und PLANK S. 1976. Standortgemäße Bepflegung des regulierten Drauchenbaches. Vervielf. Manuskript

Amt der Steiermarkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

Flusgebiet: Mur Gewässer: Ottersbach
ÖK. Blatt 208 Quadrat: 9260/4 Gemeinde: Gosdorf
laufende Nummer: 03 Bearbeiter: Steinhoff Datum: 15.09.1977

AUWALD AUWALDFRAGMENT UFERGEÖLZSTREIFEN
Größe: Breite: 40-60 m
im Übergang zu Hängwald .. zu Wald auf Terrassenstufe
Sonst. Angaben zur Lage im Gelände

KUNZBEZEICHNUNG DES AUTYPUS

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESBAU: Höhe B1 1c B2 Deckung B1 1 B2 90
Brusthöhendurchmesser B1 max. 1,00 m (%) 8
Durchschn.

Lage der Probefläche im Rahmen der Au:

Höhe über NN: 2 m

Bodenprofil:

ANGABEN ÜBER DEN STÖRUNGSGEAD:

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. gering.

Streunutzung: Auflichtung: Rodung:
sonst. Störungen:

Angaben über Pflagenzustand der Ufergehölze:

Angaben über Zustand der Uferböschung: einz. Anbrüche, z.T. umgestürzte Exemplare

Angaben zur forstl. Nutzung:

Acer <u>samp</u>	<u>Actaea</u> spic	Coryd <u>cav</u>	Juncus <u>comp</u>	Salvin <u>glut</u>
plat	Aconit <u>vulp</u>	<u>voli</u>	<u>cong</u>	Scilla <u>bif</u>
pe'pl	Adoxa mosch	<u>Crepis</u> pal	<u>eff</u>	Scirp <u>sylv</u>
<u>Ailurus</u> <u>glut</u>	<u>Aegop</u> <u>pod</u>	<u>Crocus</u> alb	Knaut <u>drys</u>	Scroph <u>nod</u>
inc	<u>Agrap</u> <u>rep</u>	<u>nap</u>	<u>sylv</u>	Sene <u>nem</u>
Herber <u>vulg</u>	can	<u>Cruc'ta</u> <u>glab</u>	<u>Lanis</u> <u>gal</u>	fuch
Petal <u>peri</u>	<u>Agrostis</u> <u>stol</u>	laev.	<u>Lamia</u> <u>mo</u>	Silene <u>alb</u>
pol	<u>Ajuga</u> <u>rept</u>	<u>Urtica</u> <u>glom</u>	<u>Lepia</u> <u>com</u>	dio
<u>Carpin</u> <u>bet</u>	Alliar <u>pet</u>	Daphne <u>mez</u>	Lathr <u>squa</u>	vulg
<u>Cornu</u> <u>rus</u>	Allium <u>ura</u>	Dentar <u>bulb</u>	Leucoj <u>vern</u>	Solan <u>dulc</u>
Coryl <u>avel</u>	Alopeo <u>sequ</u>	enn	Lunar <u>red</u>	Solid <u>sic</u>
Cratae <u>laev</u>	Anemo <u>nem</u>	trif	Luxula <u>elb</u>	virk
monog	ran	Boron <u>aust</u>	pil	Sinch <u>sylv</u>
Equiset <u>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	Lysim <u>num</u>	hol
Fraga <u>aln</u>	Artem <u>vulg</u>	fil-m	num	med
Frasin <u>exc</u>	Aster novi bel	Epilob <u>coll</u>	punc	nam
Lig'rum <u>vulg</u>	Arum <u>mac</u>	hirs	vulg	Synphy <u>off</u>
Lonicera <u>xyl</u>	Arunc <u>vulg</u>	mont	Lythr <u>sal</u>	tub
Melus <u>sylv</u>	Ascarum <u>aut</u>	parv	Maian <u>bif</u>	Thali <u>squif</u>
Nicea <u>abi</u>	Athyrr <u>ill</u>	ros	Matteu <u>stru</u>	lue
Pinus <u>sylv</u>	Barber <u>vulg</u>	Equin <u>arr</u>	Melica <u>nut</u>	Typhoi <u>arun</u>
Popul <u>alb</u>	Bidens <u>trip</u>	hiem	Melitt <u>sel</u>	Urtica <u>dio</u>
nig	Brach <u>sylv</u>	pal	Mentha <u>agu</u>	Verat <u>alb</u>
treu	pinn	prat	lon	Veron <u>anagri-agu</u>
Prunus <u>avium</u>	Calth <u>pal</u>	sylv	Mersur <u>per</u>	becc
cad	Calama <u>epik</u>	telm	Miliu <u>eff</u>	cham
spin	Calyst <u>sep</u>	Eupat <u>cann</u>	Moehr <u>trin</u>	urt
Pyrus <u>pyr</u>	Campa <u>trach</u>	Fentu <u>sig</u>	Molin <u>caer</u>	Vinca <u>min</u>
Quercus <u>rob</u>	rap'oi	prat	Mycel <u>sur</u>	Viola <u>bif</u>
Styrax <u>cat</u>	Card'ne <u>amar</u>	Filip <u>ulm</u>	Myos'ia <u>pal</u>	odor
Ribes <u>uv-a-c</u>	flex	Frage <u>vesc</u>	Myos'ion <u>agu</u>	rein
Robinia <u>po'me</u>	imp	Gaged <u>lut</u>	Oenother <u>bien</u>	riv
Rosa <u>canina</u>	trif	Galan <u>niv</u>	Oxal <u>acet</u>	Viscum <u>alb</u>
Rubus <u>osa</u>	Card'op <u>hall</u>	Galeop <u>pub</u>	Paris <u>qua</u>	
fru	Cardu <u>pers</u>	spec	Petas <u>alb</u>	
idae	Carex <u>scut's</u>	tetr	hyp	
Salix <u>alb</u>	brix	Gallin <u>spat</u>	Peuced <u>pal</u>	
app	elat	pal	Phragm <u>comm</u>	
aur	elong	sylv	Phytus <u>spic</u>	
capr	flava	Cera <u>phae</u>	Polyg'nt <u>mult</u>	
cin	grao	Glech <u>hed</u>	Polyg'nu <u>bist</u>	
taph	hirta	Glycer <u>flu</u>	hyd	
elea	lepo	plic	mit	
frag	murica	Graph <u>sylv</u>	Primul <u>elat</u>	
nig	nig	Geum <u>urb</u>	vulg	
pett	pnll	tiv	Pulmon <u>moll</u>	
X rubens	pend	Hedera <u>hel</u>	off	
tri	ren	Hellebor <u>dum</u>	stiri	
"vin	rost	Holcus <u>lan</u>	Rumun <u>acon'</u>	
Zambu <u>nic</u>	sylv	moll	sur	
Tilia <u>corda</u>	ves	Humul <u>lup</u>	fie	
plat	Chnero <u>hir</u>	Impat <u>gland</u>	lan	
Ulmus <u>glab</u>	Chrysocapl <u>alt</u>	nol	nem	
laev	Cirsii <u>oler</u>	parv	reps	
sin	pal	Iris <u>pr</u> 'ic	Rorip <u>isl</u>	
Vitis <u>ospal</u>	riv	rib	Rumex <u>obt</u>	
	Colchicum <u>aut</u>	Isopy <u>tha</u>		
Circ: lut., DEsch, caesp..				

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung I b

Fließgebiet: Mur Gewässer: Schwerzau
 DK. Blatt 208 Quadrant: 926a/1 Gemeinde: Murfeld
 Laufende Nummer: 51 Bearbeiter: Steinhoff Datum: 13.07.77
 AUWALD AUWALDFRAGMENT ÜBERHÖLZSTREIFEN
 Größe: Breite: 1-2 Reihen
 im Übergang zu Bannwald .. zu Wald auf Terrassenstufe
 sonst. Angaben zur Lage im Gelände:
KURZE BEZEICHNUNG DES AUTYPUS Erlen-Zechenau
ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU: Höhe B1 -20 B2-15 Deckung B1 B2
 Brusthöhendurchmesser St max 0,60 m (%) S K
 Durchsch.
 Lage der Probefläche im Rahmen der Au:
 Höhe über MN: -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. gig., Rudbeckia laciniata
 Streunutzung: Auflichtung Nutzung
 sonst. Störungen:
 Angaben über Pflagezustand der Ufergehölze: Gehölzstreifen zw. block.
 Angaben über Zustand der Uferböschung: vereinzelte Abbrüche
 Angaben zur forstl. Nutzung:

Acer campestris	Actaea spicata	Corydalis avicularia	Juncus compressus	Salvia glutinosa
plat	Aconitum vulpini	solieri	congestus	Scilla bifolia
pepli	Adonis moschata	Crepis paludosa	effusus	Scirpus sylvaticus
<u>Alnus glutinosa</u>	Aegopodium podagraria	Crocus albiflorus	Knautia drymeia	Scrophularia nodosa
inc	Agropyrum repens	"nap"	sylvestris	Senechalum nemorale
Berberis vulgaris	Agrostis stolonifera	Cruciata laevigata	Lamia gallica	Silene alba
Fetid pendula	Ajuga reptans	Dactylis glomerata	Lamium maculatum	dicentra
Carpinus betulus	Alliaria petiolata	Daphne mezereum	Lathyrus squamatus	vulgaris
Corylus avellana	Allium ursinum	Dentaria bulbifera	Leucojum vernum	Solanum dulcamara
Corylus avellana	Alopecurus pratensis	enanthemata	Lunaria rediviva	Solidago gigantea
Crataegus laevigata	Anemone nemorosa	trifolia	Luzula alba	virginica
Fraxinus excelsior	Xanthium strumarium	Dodonaea viscosa	pilosa	Stachys sylvatica
Ligustrum vulgare	Angelica sylvestris	Dryopteris carthusiana	Lycopus europaeus	Stellaria alba
Lonicera xylosteum	Anthriscus sylvestris	dilatata	Lysimachia nemorum	hololeuca
Malus sylvestris	Artemisia vulgaris	filiformis	nitida	medicago
Picea abies	Aster novi-belgii	Epipterygium collinum	pungens	nemorosa
Pinus sylvestris	Arum maculatum	hirsutum	pyrenaicum	Sympetrum officinale
Populus alba	Asplenium platyneuron	montanum	Lythrum salicaria	tuberculatum
nigra	Azadirachta indica	maritimum	Majan bifolia	Thlaspi aquilegioides
tremula	Athyrium filix-femina	rosa	Mattenia struthiopteris	lucidum
Prunus avium	Barbaris vulgaris	Equisetum arvense	Melica nutans	Typhoides arvensis
padus	Bidens tripartita	hiematum	Melittis melissophyllum	Urtica dioica
spinosa	Brachypodium sylvaticum	pelicans	Mentha aquatica	Veratrum album
Pyrus pyrifolia	Calystegia sepium	pratense	menthae	Veronica anagallis-aquatica
Quercus robur	Campsis radicans	pyrenaicum	Mercurialis perennis	besseriana
Fraxinus excelsior	Cardamine amara	Ruprechtia canescens	Milius effusus	urticaea
Zizaniopsis miliacea	flexuosa	Festuca gigantea	Moschata trinervia	Vinca minor
Hibiscus uva-ursi	Impatiens glandulifera	pratense	Molinia caerulea	Viola bifolia
Robinia pseudoacacia	Carduus opulifolius	Rapistrum rugosum	Mycelium surinamense	odorata
Nous pondicaria	Carduus perennis	speciosum	Myosotis palustris	reichenbachii
Rubus fruticosus	Carax austromontana	tetragonolobum	Myosoton aquaticum	rivularis
idaea	brizoides	Gallium aparine	Oenothera biennis	Viscum album
Salix alba	elata	palustre	Osmunda cinnamomea	hedgei
happ	elongata	pyrenaicum	Phragmites communis	hirta
europaea	flavescens	sericeum	Phytolacca acinosa	lanceolata
caprea	gracilis	strobilaceum	Polygonatum multiflorum	lanceolatum
cinz	hirsuta	Oleaster hederifolius	Polygonum bistorta	latispatha
daphnoides	leptocephala	Olyceria fluitans	polyphyllum	millefolium
eleagnos	maritima	Omphalodes sylvatica	Primula elatior	multijuga
fragrans	nigra	Osmunda umbellata	vulgare	obcordata
nigra	pendula	pyrenaicum	Pulmonaria mollis	officinalis
purpurea	remota	Regelaria helvetica	stirioides	rotundifolia
Crataegus monogyna	root	Helleborus dumetorum	Ranunculus aconitifolius	rotundifolius
virginiana	sylvestris	Holcus lanatus	aromaticus	rotundifolius
Gambelia speciosa	vesicaria	Humulus lupulus	ficaria	rotundifolius
Tilia cordata	Chaerophyllum hirsutum	Impatiens glandulifera	lanuginosus	rotundifolius
platyphyllos	Chrysosplenium alternifolium	nothochrysum	non	rotundifolius
Ulmus glabra	Cirsium heterophyllum	parviflora	repens	rotundifolius
laevigata	oleraceum	Iris lactea	Rorippa islandica	rotundifolius
minima	patens	lanceolata	Rumex obtusifolius	rotundifolius
Viburnum opulus	rivulare	Colchicum autumnale	Isopyrum thalictroides	rotundifolius

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
 Landeshauptdirektion, Fachabteilung Ib

Fließgebiet: Mur

Gewässer: Kirchgrabenbach

OK. Blatt: 2c8

Quadrant: 926a/4

Gemeinde: Eichfeld

Laufende Nummer: 02

Bearbeiter: Steinhoff

Datum: 15.09.1977

AUFWAHL

AUFWALDFRAGMENT

UFERGEHÖLZSTREIFEN

Größe:

Breite: 10-30 m

im Übergang zu Hangwald

.. zu Wald auf Terrassenstufe

Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:

KURSBEZEICHNUNG DES AUTYPES Erlen-Fachensaue

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU: Höhe B1 25 B2

Dickung B1 B2

(%) S

Brusthöhendurchmesser B1 max 0,60 m

Durchsch.

E

Lage der Probenfläche im Rahmen der Au:

Höhe über NN: 1 m

Bodenprofil:

ANGABEN ÜBER DEN STÖRUNGSGRAD:

Geländegeomorphologie: weitgehend intakt

stabilisiert nach Mittelwasserregulierung

verändert durch Regulierung

verändert in Verbindung mit Wasserkraftanlagen

Grad der Veränd.: stark mittel gering

Audynamik gestört stark mittel gering

Grabarbeiten

Grundwasserspiegelabsenkung

Standortfremde Holzarten, welche:

Neophyten, welche: solid. gig.

Streuutzung: Auflichtung:

Hedung:

sonst. Störungen:

Angaben über Pflegenzustand der Ufergehölze:

Angaben über Zustand der Uferböschung:

Angaben zur forstl. Nutzung:

Acer cam	Actaea spic	Coryd cav	Juncus comp	Salvia glut
plat	Aconit vulp	soli	cong	Scilla bif
pepl	Adoxa mosch	Crepis pal	eff	Scirp sylv
<u>Alnus glut</u>	Aegop pod	Crocus alb	Knaut dry	Sigraph nod
inc	Agrop rep	fran	sylv	Senec nem
Berber vulg	can	Croc tu glab	Lamia gal	fuch
Betul pend	Agrostis stol	inay	Laniu conq	Silene alb
pub	Ajuga rept	Douli glom	Lapsa com	dio
Carpin bet	Alliar pet	Daphne mez	Lathr squa	vulg
<u>Coron sang</u>	Allium Urs	Dentat bulb	Leibbøj vern	Solan dulc
Coryl avul	Alopeo aqu	enn	Lunar red	Solid rig
Crasped iney	Arenaria nem	trif	Luzula alb	virgin
conog	ran	Dorone aust	pil	Sinch sylv
Eucry sur	Angel sylv	Dryop car	Lycopus sur	Stell als
Fagall sylv	Anthraci sylv	dil	Lysim non	hol
Fraga aln	Artem vulg	fil-n	num	med
Fraxin exc	Aster novi bel	Epilob coll	punc	nem
Lig'rum vulg	Arum mac	hirs mel	vulg	Sympy off
Lonic xyl	Arunc vulg	mont	Lythr sal	tub
Malus sylv	Asarum eur	parv	Maiian bif	Thali aqui
Licex abi	Athyri fil-f	ros	Matteu stru	luc
Pinus sylv	Barbar vulg	Equis arv	Melica nut	Typhoi arin
Popul alb	Bidens tripl	hies	Melitt mel	Urtica dig
nig	Brach sylv	pal	Mentha aqu	Verat alb
tres	pinn	prat	lon	Veron anaga-aqu
Prunus avium	Calth pal	sylv	Mercour per	becc
pepl	Caloma epig	telm	Miliu eff	cham
spin	Calyst sep	Eupat cann	Moehr trin	urt
Pyrus pyr*	Campa trach	Festu gig	Molin caer	Vinca min
Quercus rob	rap'oi	prat	Mycel mur	Viola bif
Shamnus cat	Card'ne asar	Filip ulm	Myos'is pal	odor
Hibes uva-c	flex	Praga weec	Myos'ion aqu	reich
Robinia po'ac	imp	Gagen lut	Oenotherbien	riv
Rosa pend	trif	Galanth niv	Oxalis acet	Viscum alb
Rubus cæs	Card'op hall	Galeop pub	Paris qua	
fru	Cerdu pers	spec	Petas alb	
idae	Carex acut-e	tetr	hyd	
Salix alb	briz	Galium apar	Peuced pal	
spp	clat	pul	Phragm comm	
mar	elong	sylv	Phytou spic	
capr	flava	Ceras phas	Polyg'at cult	
cin	grac	Clech ned	Polyg'nu bist	
laph	hirta	Glycer flui	hyd	
elea	lepo	plac	nit	
frax	marica	Gnaph nyly	Primul elat	
nig	nig	Geum urb	wulg	
porr	pali	riv	Pulmon moll	
x viburn	pend	Hedera hel	off	
tri	rem	Hellebor dum	stiri	
vin	rost	Holcus lan	Ranum Acon'	
Zambu nig	sylv	null	sur-	
Filia corda	tes	Humul lup	fic	
plat	Chaeo hira	Impat gland	lan	
Ulmus glab	Chrysopl alt	nol	nem	
laev	Cirei oler	parv	rape	
pin	pul	Iris ps	Rorip lat	
Vibur opul	riv	sib	Rumex obt	
	Calochicum aut	Isopy thal		

Botany - Index.

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
 Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

Fließgebiet: Mur Gewässer: Gleuningbach
 UK-Blatt 209 Quadrant: 9261/3 Gemeinde: Gösdorf
laufende Nummer: 01. Bemharter: Steinhoff Datum: 15.09.1977

AUFWALD AUWALDFRAGMENT UFERGEHÖLZSTREIFEN
Größe: Breite: 10-50 m

im Übergang zu Hangwald .. zu Wald auf Terrassenstufe

Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:

KURZBEZEICHNUNG DES AUTYPES Erlenau (z.T. Bruchwald)

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU: Höhe B1 B2	Deckung B1 (%)	B2
Brusthöhendurchmesser B1 max. 0,50 m	5	
Durchmesser		X

Lage der Probefläche im Rahmen der Au:

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:

Streunutzung: Auflichtung:

sonst. Störungen:

Rodung:

Angaben über Pflanzenzustand der Ufergehölze:

Angaben über Zustand der Uferbüschung:

Angaben zur forstl. Nutzung:

Acer campe	Acises spic	Coryd cav	Juncus comp	Salvia glut
plat	Aconit vulp'	soli	cong	Scilla bif
pe'pl	Adoxa mosch-	Crepis palustri	Knaut dry	Scirp sylv
<u>Alnus glut</u>	Aegop pod	Crocus alb	nap	Scroph nod
inc	Agrop rep	lance	nap	Senec nem
Berber vulg	can	Cruc'tu glab	Lasiu gal	fuch
Betul pend	Agrostis stiol	lance	Lamia mac	Silene alb
fol	Ajuga rept	Dallis glom	Lapaa com	dic
Carpin bet	Alliar pet	Daphne mez	Lathr squa	vulg
Cornua sang	Allium ura	Dentat bulb	Lathr verb	Solan dulc
Coryl navel	Alopec sequ	enn	Lunar red	Solid gig
Cratae laey	Anemo nem	frif	Luzula alb	wirc
wonke	ran	Doron aust	pil	Bisch sylv
Eryony sur	Angel sylv	Dryop cart	lycopus ear	Stell als
Fagus sylv	Anthrisch sylv	dil	Lysim num	hol
Fragu alm	Artem vulg	fil-m	num	med
Frasin exc	Aster novi bel	Epilob coll	punc	nen
Lig'rum vulg	Arum mac	Hirs	vulg	Sympy off
Ianice xyl	Arunc vulg	ment	Lythr sal	tub
Melum sylv	Aserum eur	parv	Maian bif	Thali aqui
Nicaea abi	Athyro fili	ros	Matten stru	luc
Vinum sylv	Barbar vulg	Equin arv	Melica nut	Typhoi arun
Popul alb	Didens trip	hien	Melitt mel	Urtica dio
nig	Brach sylv	pel	Menth aqu	Verat alb
trem	pinn	prat	lon	Veron anaga-aqu
Prunus avium	Calith pal	sylv	Mercur per	boco
pad	Calama epig	telm	Miliu eff	chan
spin	Calyst sep	Eupat cann	Moschr trin	urt
Pyrus pyr	Campa trach	Pestu gig	Molin caer	Vinca min
Quercus rot	rap'oi	prat	Mycel mur	Viola bif
Rhamnus cat	Card'ne amar	Filip dim	Myos'is pal	odor
Hibes uva-c	flex	Fraga veed	Myos'ion aqu	reich
Robinia psac	imp	Gaggen lat	Oenother bien	riv
Nom pend	trif	Galan niv	Oxalis set	Viscum alb
Bubuo caes	Card'op hall	Galeop pub	Paris qua	
fru	Cardu pere	spec	Petas albi	
idae	Carex acut's	tetr	hyb	
Salix alb	bris	Gallium apar	Peuced pal	
app	elat	pol	Phragm com	
dur	elong	sylv	Phytuu spic	
capr	flava	Gera phae	Polyg'nt cult	
cin	grac	Glech ned	Polyg'nu bist	
daph	hirta	Glycer flui	Ryd	
elea	lepo	plic	mite	
frag	muricu	Gnaph sylv	Primul elat	
nig	nig	Geum urb	Hav vulg	
pur'	pnill	riv	Fulmon moll	
x rubenu	pend	Hedera hel	off	
rei	rem	Hellebor dum	stiri	
vim	rost	Holcus lan	Ranun eson'	
Bambu nig	sylv	oll	sur	
Tilia corda	ves	Humul lup	fio	
plat	Chæro hirs	Impat gland	lan	
Ulmus glab	Chrysospl alt	nol	nes	
laev	Cirsi oler	parv	repe	
sin	pal	Irin p	Rorip isl	
Vibur opal	riv	rib	Rumex obt	
	Colchicum mut	Izopy thal		

Ant der Steiermarkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

Fließgebiet: Mür	Gewässer: Krebsgraben	
ÖK. Blatt: 209	Quadrant: 9261/1	Gemeinde: Deutsch-
Laufende Nummer: 02	Bearbeiter: Steinhoff	ÖSTERREICH
		Datum: 15.09.1977
<u>AUFWALD</u>	<u>AUWALDFRAGMENT</u>	<u>UFERGEHÖLZSTREIFEN</u>
Größe:		Breite: 20 m
im Übergang zu Hangwald		.. zu Wald auf Terrassenstufe
Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:		
KURZBEZEICHNUNG DES AUTYPES	Erlenmose	
ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU:	Höhe B1 B2	Deckung B1 B2
Breithöchendurchmesser B1 max 0,80 m	(%)	S
Durchsch.		X
Lage der Probefläche im Rahmen der Au:		
Höhe über NN: 0,50 m		
Rodenprofil:		
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:		
Strenutzung: Auflichtung:		Redung:
sonst. Störungen:		
Angaben über Pflegezustand der Ufergehölze:		
Angaben über Zustand der Uferböschung:		
Angaben zur forstl. Nutzung:		
Bachlauf nur periodisch wasserführend		

Acer cam	Actaea spic	Coryd cav	Juncus comp	Salvia glut
plat	Aconit vulp	sol	cong	Scilla bif
pe'pl	Adonis mosch	Crepis pal	eff	Scirp sylv
Alnus glut	Aegop pod	Crocus alb	Knaut dry	Scroph nod
inc	Agrop rep	nap	sylv	Seneo nem
Berber vulg	can	Cruc' th glab	Lamia gal	fuch
Petul pend	Agrostis stol	laev	Lamia moe	Silene alb
pub	Ajuga rept	Dactyl glo	Lapea com	dic
Caryin bet	Alliaria pet	Daphne mei	Lathr squa	vulg
Corpus anna	Allium ure	Dentat bulb	Lieboldi vern	Solan dulc
Coryl avul	Alopec sequ	enn	Lunar red	Solid rig
Cynos lacy	Anemo nem	trif	Lithula alb	u-virgin
monog	ran	Doron aust	pil	Stach sylv
Eucry eur	Angel sylv	Dryop part	Icoopus eur	Stell als
Fagus sylv	Anthrino mylv	dil	Iysim nem	hol
Frangr aln	Artem vulg	fill-n	hus	med
Fraxin exc	Aster novi bel	Epilob coll	punc	nem
Lig'rum vulg	Arum mac	hire	vulg	Sympy off
ionica xyl	Arunc vulg	mont	Lythr sal	tub
Malus sylv	Ascarum eur	perv	Maian bif	Thelli squi
Picea abi	Athyro fil-f	ros	Matteu stru	luc
Pinus sylv	Barbar vulg	Equin arv	Melica nut	Typhoi arun
Popul alt	Bidens trip	hiam	Melitt mel	Urtica dio
nig	Brach sylv	pal	Mentha aqu	Verat alb
trem	pinn'	prat	lon	Veron anaga-squ
Prunus avium	Calth pal	sylv	Mercour per	baco
pad	Calama epig	telm	Miliu eff	cham
spin	Calyat sep	Dupat cann	Moehr trin	urt
Pyrus pyr*	Campa trach	Festu gis	Molin caer	Vinca min
Quercus rob	rap'si	prat	Mycel sur	Viola bif
Rhamnus cat	Card'ne amar	Filip ulm	Myos'is pal	odor
Rites uva-c	flex	Fraga vess	Myos'ion squ	reich
Robinia psaco	imp	Gaggen lut	Oenother bien	riv
Rosa pond	trif	= Galion niv	Oxal acet	Viscum alb
Rubus caeo	Card'op hall	Galeop pub	Paris qua	
fru	Cardu pers	spec	Petas 'alb	
idae	Carex acut's	tetr	hyb	
Salix alb	bris	Galium apar	Pedunc pal	
app	elat	pal	Phragm comm	
out	elong	sylv	Phyt eu spic	
capr	flava	Veru pnoe	Polyg'at mult	
cin	grao	Glech hed	Polyg'nu bist	
daph	hirts	Glycer flui	Polyp'ru hyd	
elea	lepo	plic	mite	
frag	murica	Gneph sylv	Primul elat	
nig	nig	Geum urb	vulg	
pur	pall	riv	Fulmon moll	
X rubens	pend	Hedera hel	gym-off	
irt	rem	Hellebor dum	stiri	
vin	rost	Holcus lan	banan acon'	
Bambu nig	svyl	moll	aur	
Tilia corda	ves	Humul lup	fic	
plat	Chaeo hirs	Ispat gland	lan	
Ulmus glab	Chrysospl alt	mol	nem	
laev	Cirs clav	parv	repe	
oin	pol	Irin psud	Norip' isol	
Vibur opul	riv	rit	Homex obt	
	Colchicum aut	Isopy thi		

Desch. caesp.

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

Flußgebiet: Mur Gewässer: Ottersbach
ÖK. Blatt: 191 Quadrant: 9160/4 Gemeinde: St. Peter
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:

KURSBEZEICHNUNG DES AUTYPES

<u>ANGABEN UBER DEN BESTANDESAUFBAU:</u>	Höhe B1	20	B2	15	Deckung B1	B2
Brusthöhendurchmesser B1 max -	0,60 m			(%)	S	
	Durchsch.				K	

Lage der Probefläche im Rahmen der Au:

Höhe über NN: - 3 m

Bodenprofil:

ANGABEN UBER 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: Solidago

Streunutzung: Auflichtung:

sonst. Störungen:

Angaben über Pflanz Zustand der Ufergehölze: z.T. lückig

Angaben über Zustand der Uferböschung: stellenweise Abbrüche

Angaben zur forstl. Nutzung:

Acer campestris	Actaea spicata	Corydalis	Juncus compressus	Salvia glutinosa
plat	Aconitum vulpini	solstitialis	congestus	Scilla bifolia
pe'spi	Adonis amurensis	Crepis pallidula	effusus	Scirpus sylvaticus
Alnus glutinosa	Aegopodium podagraria	Crocus albiflorus	Knautia drymeia	Scrophularia nodosa
inc	Agrostis capillaris	napuliferus	sylvestris	Senecio nemorensis
Berberis vulgaris	Agrostis stolonifera	Cruciferous	Lamia gallica	Fuchsia
Betula pendula	Ajuga reptans	Dactylis glomerata	Lanius excubitor	Silene alba
pub	Alliaria petiolata	Daphne mezereum	Lapponica	dioica
Carpinus betulus	Allium ursinum	Dentaria bulbifera	Lathyrus squamatus	vulgaris
Cornus sanguinea	Alnus acuminata	enanthemata	Leucojum vernum	Solanum dulcamara
Corylus avellana	Anemone nemorosa	erecta	Lunaria rediviva	Solidago virgaurea
Erythronium	ranunculaceae	erectiflora	Luzula uliginosa	Stachys sylvatica
Euonymus europaeus	Angelica sylvestris	Berberis austriaca	pilosa	Stellaria media
Fagus sylvatica	Anthoxanthum sylvestris	Dryopteris carthusiana	Lycopodium europaeum	halimifolia
Fragaria ananassa	Artemisia vulgaris	Dilatata	Lysimachia nummularia	mediterranea
Fraxinus excelsior	Aster novi-belgii	Epilobium ciliatum	punctata	nemorosa
Ligustrum vulgare	Arum maculatum	hirsutum	vulgare	Sympetrum officinale
Lonicera xylosteum	Aruncus vulgaris	montanum	Lythrum salicaria	tuberosum
Malus sylvestris	Asarum europaeum	parviflorum	Maiandrus bifolius	Thlaspi aquilegioides
Picea abies	Athyrium filix-femina	rosa	Mattenia struthiopteris	lucus
Pinus sylvestris	Barberis vulgaris	Equisetum arvense	Maianthemum canadense	Typhoides arvensis
Populus alba	Bidens triplinervia	hiematum	Melica nutans	Urtica dioica
nigra	Brachypodium sylvaticum	palustre	Melittia melancholica	Veratrum album
tram	pinnatifidum	pratense	Mentha aquatica	Veronica anagallis-aquatica
Prunus avium	Caltha palustris	pyrenaicum	moniliforme	bicornuta
persica	Calystegia sepium	telma	Milium effusum	chamaemelum
spinosa	Campsis radicans	Eupatorium cannabinum	Moehringia trinervia	urticoides
Pyrus pyrifolia	Carpinus betulus	Festuca gigantea	Molinia caerulea	Vinca minor
Quercus robur	Carpinus cordata	pratense	Mycelium surire	Viola bifolia
Rhamnus cathartica	Carduus amaranthus	Filipendula ulmaria	Myosotis palustris	odorata
Ribes uva-crispa	flexuosa	Fragea vesca	Myosoton aquaticum	reichardiae
Rubus hispida	Impatiens glandulifera	Gagea lutea	Oenothera biennis	riemannii
Rubus caesia	Carduus persicaria	Galanthis nivalis	Oxalis acetosella	Viscum album
fruticosa	Carex acutiformis	Galeopsis pubescens	Paris quadrifolia	
idaea	brizoides	speciosa	Petasites albus	
Salix alba	elatior	tetraploid	hybridus	
caprea	longiligulata	Gallium aparine	Feuerkraut	
caprea	flava	palustre	Phragmites communis	
cinerea	gracilis	Geranium palmatum	Phytolacca acinosa	
leptophylla	hirta	Glechoma hederacea	Polygonatum multiflorum	
eleagnos	leptophylla	Glyceria fluitans	Polygala amara	
fragrans	muricata	Graphidium sylvaticum	Primula elatior	
nigra	nigra	Geum urbanum	vulgare	
microcarpa	polii	riparium	Pulmonaria mollis	
rubens	pendula	Hedera helix	officinalis	
triandra	remota	Helleborus dumetorum	stirioides	
virens	rostrata	Holcus lanatus	Banana acuminata	
Sambucus nigra	sylvatica	mollis	auriculata	
Tilia cordata	vesicaria	Humulus lupulus	ficifolia	
platyphylloides	Chaerophyllum temulum	Impatiens glandulifera	lanata	
Ulmus glabra	Chrysocoma altissima	nobilis	nemoralis	
laevigata	Cirsium heterophyllum	parviflora	repens	
minima	palustre	Iris pseudacorus	Rorippa islandica	
Viburnum opulus	rivulare	filiformis	Rumex obtusifolius	
	Colchicum autumnale	Isopyrum thalictroides		

Robinia pseudoacacia, Melilotus albus, Saponaria officinalis, Deschampsia caespitosa, Scrophularia umbrosa

Ant der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

Flussgebiet: Mur Gewässer: Saßbach
ÖK. Blatt 191 Quadrant: 9160/3 Gemeinde: Mettersdorf
Laufende Nummer: 12 Bearbeiter: Steinhoff Datum: 05.07.77

AUWALD

AUWALDFRAGMENT

UPFERGÖHÖLZSTREIFEN

Größe:

im Übergang zu Hangwald

Breite: 1-2 R

.. zu Wald auf Terrassenstufe

Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:

KURZBEZEICHNUNG DES AUTYPUS

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDEAUFBAU: Höhe Bt 20 22 10 Deckung B1 B2
(%)
Brusthöhen durchmesser B1 max. c. 60 cm (Aln. gl., Qu.) S
Durchsch. X

Lage der Probedfläche im Rahmen der Au

Höhe über NN: -3 m

Bodenprofil:

ANGABEN ÜBER DEN STÖRUNGSFAD:

Geländemorphologie: Weitgehend intakt

stabilisiert nach Mittelwasserrregulierung

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

Streunutzung: Auflichtung Rodung

sonst. Störungen:

Angaben über Pflagenzustand der Ufergehölze: z.T. verwildert

Angaben über Zustand der Uferböschung: verschiedentlich Abbrüche

Angaben zur forstl. Nutzung:

Acer cam	Actaea spic.	Coryd car	Juncus comp	Salvia glut
plat	Aconit vulp	coli	cong	Scilla bif
pe'pl	Adonis monch	Crepis pal	eff	Scirp sylv
<u>Alnus glut</u>	Aegop pod	Crocus alb	Knaut dry	<u>Scroph nod</u>
inc	Agrop rep	nap	sylv	Seneo nem
Berber vulg	can	Cruco'tu glab	Lamia gal	fuch
Petul pend	Agrostis sicc'	lnev	Lamiu mac	Silene sib
rup	Ajuga rept	Dallis glom	Lapsa com	dio
Harpin bet	Alliar pet	Daphne mez	Lathr aqua	vulg
Cornua sicc	Allium urs	Dentat bulb	Leucoj. vern	Solan dulc
Doryl avel	Alopech sequ	enn	Lunar red	Solid gig
Iratex laev	Anemone	trif	Luzula alb	virg
monog	ran	Duron aust	pil	Sinch sylv
Quercy sur	Angel sylv	Dryop cart	Lycopus eur	Stell sib
Fagus sylv	Anthrise sylv.	dil	Lysim num	hol
Frenku aln	Artem vulg	fil-m	nun	med
Fraxin exc	Aster novi bel	Epilob coll	punc	nem
Lig'rum vulg	Arum sac	hire	vulg	Syphy off
Ionice xyl	Arunc vulg	mont	Lythr gal	tub
Malus sylv	Asarum sur	parv	Maiam bif	Thali aqui
Fices abi	Athyrl fil-f	ros	Matteu stru	lue
Pinus sylv	Barbar vulg	Equis arv	Melica nut	Typhoi arin
Popul alb	Bidens trip	hiem	Meiott mel	Urtica dio
nig	Brach sylv	pal	Mentha aqu	Verat alb
tree	pinn	prat	ion	Veron anaga-aqu
Prunus avium	Calth pal	svly	Mercur per	becc
pe'i	Chamae spig	telm	Miliu eff	cham
spin	Calyst sep	Eupat cann	Moehr trin	urt
Pyrus pyr+	Camps trach	Featu gig	Molin caer	Vinc min
Quercus rob	rap'oi	prat	Mycel mur	Viola bif
Rhamnus cat	Card'ne amar	Filip ulm	Myos'is pal	odor
Ribes uva-c	flex	Frage vesec	Myos'is aqu	reikh
Rhamnus ps'ac	imp	Gagen lut	Oenother bien	riv
Rosa mont	trif	Gaulan niv	Oxal acet	Viscum alb
Rubus canes	Card'op hall	Galeop pub	Paris quo	
fru	Cardu pers	spec	Petas alb	
idae	Carex acut's	tetr	hyb	
Salix alb	briz	Galium apar	Peuced pal	
app	elat	pm	Phragm comm	
nur	elong	svly	Phyt eu spic	
capr	flava	Cera phae	Polyg'at vult	
cin	grao	Glech ned	Polyg'nu bist	
daph	hirts	Glycer flui	hyd	
elea	lepo	plic	nit	
fran	marica	Gnaph sylv	Primul elat	
nig	nig	Geum urb	vulg	
purp	pall	riv	Pulmon moll	
x rubens	pend	Hebarn hel	off	
tri	rem	Hellebor dum	stiri	
vim	root	Holcus lan	Sanum seon'f	
Sambu nig	svly	moll	nur	
Tilia corda	ves	Humul lup	fie	
plat	Chaero hirs	Impat gland	lan	
Ulmus glab	Chrysospl alt	nol	nem	
laev	Dirsi oler	parv	repe	
cin	pal	Iris p.p.	Scrip ixi	
Vibur opul	riv	rib	Rumex obt	
	Colchicum aut	Tsipy thai		

Valer. off., Melandr. alb.,

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

Fließgebiet: Mur Gewässer: Edlabach
 OK. Blatt: 191 Quadrant: 9160/4 Gemeinde: St. Peter
 laufende Nummer: 16 Bearbeiter: Steinhoff Datum: 14.09.1977
 AUWALD AUWALDFRAGMENT UFERGEHÖLZSTREIFEN
 Größe: Breite: 1-2 m
 im Übergang zu Hangwald .. zu Wald auf Terrassenstufe
 Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:
 KURZBEZEICHNUNG DES AUTYPUS:
 ANGABEN ÜBER DEN RESTANDESAUFBAU: Höhe B1 15 B2 Deckung B1 B2
 Brusthöhendurchmesser B1 max 0,40 m (%) S
 Durchm. K
 Lage der Probefläche im Rahmen der Aut
 Höhe über NN: 2,5 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:
 Streunutzung: Auflichtung Rodung
 sonst. Störungen:
 Angaben über Pflanzenzustand der Ufergehölze: z.T. lückig

Angaben über Zustand der Uferböschung: vereinzl. Abbrüche

Anleitungen zur forstl. Nutzung

NAME	ADDRESS	TELEGRAM	TELEPHONE
WILLIAM H. BROWN	1000 BROADWAY	WILLIE BROWN	4-1102 4-1117
JOHN W. BROWN	1000 BROADWAY	JOHN BROWN	4-1102 4-1117
JOHN W. BROWN	1000 BROADWAY	JOHN BROWN	4-1102 4-1117
JOHN W. BROWN	1000 BROADWAY	JOHN BROWN	4-1102 4-1117

Acer cam	Actaea spic	Coryd cav	Juncus comp	Salvia glut
plet	Aconit vulp	soli	cong	Scilla bif
pe' pl	Adonis mosch	Crepis pal	- eff	Scirp sylv
Alnus glut	Aegop pod	Crocus alb	Knaut dry	Scroph nod
inc	Agrop rep	/ nap	sylv	Senec nem
Borber vulg	can	Cruc' to glub	Lamia gal	fuch
Fetul pnd	Agrostis stol	Inev	Lamia nmc	Silene alb
pu	Hijug rept	Dallis glom	Lapea com	dic
Serpis bet	Alliar pet	Daphne mez	Lathr squa	vulg
Coronu sang	Allium ure	Dentat bulb	Leucoj vern	Solan dulc
Ostrya avel	Alopec sequ	enn	Lunar red	Solid gig
Fraxin Inev	Anemo nem	irif	Luzula alb	vire
monog	ran	Dorun suet	pil	Sisach sylv
Euony sur	Angel sylv	Dryop car	Lycopus sur	Stell als
Fagus sylv	Anthrisc sylv	dil	Lysim nem	hol
Frenge aln	Artem vulg	fil-m	nus	med
Fragin exc	Aster novi bel	Epilob coll	punc	nem
Lip'rum vulg	Arum was	hire	vulg	Sympy off
Lonicx xyl	Arunc vulg	mont	Lythr sal	tub
Malus sylv	Asarum sur	parv	Majan bif	Thali aqui
Oicea abi	Athyro fil-f	ros	Matteu stru	luc
Pinus sylv	Barbar vulg	Equin arw	Melica nut	Typhoi arun
Popul all	Bidens trip	hism	Melitt mel	Urtica dic
nig	Braeh sylv	pal	Mentha aqu	Verat alb
tram	pinn	prat	lon	Veron anaga-aqu
Pratin avium	Calth pal	sylv	Mercur per	bacc
ped	Calome epig	telm	Miliu eff	chan
spin	Calymn sen	Eupat cann	Moschr trin	urt
Pyrus pyr+	Camps trach	Festu gig	Molin caer	Vinen min
Quercus rob	rap'oi	prat	Mycel mur	Viola bif
Rhamnus cat	Cardine amar	Filip ulm	Myos'is pal	odor
Kibea uva-c	flex	Fraga venc	Myos' on aqu	reich
Robinia pe'ac	imp	Gagen lut	Oenother bien	riv
Horn pond	trif	Galan niv	Oxal acet	Vinum alb
Rubus karp	Card'op hall	Galeop pub	Paris qua	
fru	Cardu pers	spmo	Petas alb	
idae	Carex acut's	tetr	hyb	
Salix alb	briz	Galliu apar	Peuced pal	
app	elat	pal	Phrama comm	
nur	elong	ayiv	Phyt eu spic	
capr	flava	Gerae phae	Polyg'at mult	
cin	grac	Glech ned	Polyg'nu bist	
daph	hirts	Glycar flui	hyd	
elea	lepo	plic'	nite	
frag	murica	Gnaph nyiv	Primul elat	
nig	nig	Grum urb	vulg	
nur	pell	tiv	Pulmon moll	
xylobotis	pend	Hordeu hel	off	
tri	rem	Hellebor dum	stiri	
vim	rost	Holcus lan	Ranun acon'	
Hamelia nig	syly	moll	aur	
Tilia corda	ves	Humul lup	fio	
plat	Chero hirs	Impat gland	lan	
Ulmus gieb	Chrysopl alt	sol	nem	
laev	Cirs i oler	parv	repe	
nin	pal	Iris pr	Rorip ist	
Vitis opal	riv	sib	Rumex obt	
	Colchicum aut	Isopy thal		

Melandr. alb., Scroph. umbr., Heracl. sphond., Cucub. bacc., Desch.

chesp., Sang. off.

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

Flußgebiet: Mur Gewässer: Poppendorferbach
ÜK. Blatt 192 Quadrant: 9261/1 Gemeinde: Straßen
laufende Nummer: 08 Bearbeiter: Steinhoff Datum: 14.09.1977

AUWALD AUWALDFRAGMENT UFERGEHÖLZSTREIFEN
Größe: Breite: 1-3 m
im Übergang zu Hangwald .. zu Wald auf Terrassenstufe

Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:

KURZBEZEICHNUNG DES AUTYPUS

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU:	Höhe B1	20	B2	Deckung B1 (%)	B2
Brusthöhendurchmesser B1 max	1,00 m			S	
Durchmeh.				K	

Lage der Probeflöhne 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:

Naophyten, welche:

Streunutzung: Auflichtung:

sonst. Störungen:

Angaben über Pflanzenzustand der Ufergehölze: gut

Angaben über Zustand der Uferböschung: kaum Abbrüche

Angaben zur forstl. Nutzung:

<u>Acer</u> <u>cam</u>	<u>Actaea</u> <u>spic</u>	<u>Coryd</u> <u>cav</u>	<u>Juncus</u> <u>comp</u>	<u>Salvia</u> <u>glut</u>
plat	<u>Aconit</u> <u>vulp</u>	<u>coti</u>	<u>cong</u>	<u>Scilla</u> <u>bif</u>
pe'pl	<u>Adoxa</u> <u>mosch</u>	<u>Crapis</u> <u>pel</u>	<u>eff</u>	<u>Scirp</u> <u>sylv</u>
<u>Ailnus</u> <u>glut</u>	<u>Aegop</u> <u>nod</u>	<u>Crocus</u> <u>alb</u>	<u>Kraut</u> <u>dry</u>	<u>Soroph</u> <u>nod</u>
inc	<u>Agrop</u> <u>rep</u>	<u>npp</u>	<u>syly</u>	<u>Senec</u> <u>nem</u>
<u>Berber</u> <u>vulg</u>	can	<u>Crus'</u> <u>glab</u>	<u>Iamia</u> <u>gal</u>	<u>fuch</u>
<u>Betul</u> <u>pend</u>	<u>Agrostis</u> <u>stol</u>	<u>Inev</u>	<u>Lamia</u> <u>mc</u>	<u>Silene</u> <u>alb</u>
sub	<u>Ajuva</u> <u>rept</u>	<u>Dactyl</u> <u>glab</u>	<u>Lepua</u> <u>com</u>	<u>dic</u>
<u>Carpin</u> <u>bet</u>	<u>Alliar</u> <u>pet</u>	<u>Daphne</u> <u>mer</u>	<u>Lathr</u> <u>squa</u>	<u>vulg</u>
<u>Cornus</u> <u>sang</u>	<u>Allium</u> <u>urs</u>	<u>Dentat</u> <u>bulb</u>	<u>Leucoj</u> <u>vern</u>	<u>Solan</u> <u>dule</u>
<u>Cosyl</u> <u>avel</u>	<u>Alopepe</u> <u>nequ</u>	enn	<u>Lunar</u> <u>red</u>	<u>Solid</u> <u>ziz</u>
<u>Cretace</u> <u>laev</u>	<u>Anemo</u> <u>nem</u>	trif	<u>Lucula</u> <u>alb</u>	<u>virg</u>
monog	ran	<u>Doron</u> <u>suet</u>	pil	<u>Ginch</u> <u>sylv</u>
<u>Equiset</u> <u>eur</u>	<u>Angel</u> <u>sylv</u>	<u>Dryop</u> <u>cart</u>	<u>Lycopus</u> <u>eur</u>	<u>Stell</u> <u>als</u>
<u>Fagus</u> <u>sylv</u>	<u>Anthris</u> <u>sylv</u>	dil	<u>Lysim</u> <u>nem</u>	<u>hol</u>
<u>Frangv</u> <u>eln</u>	<u>Arten</u> <u>vulg</u>	fil-m	num	<u>med</u>
<u>Fraxin</u> <u>exc</u>	<u>Aster</u> <u>novi</u> <u>bel</u>	<u>Epilob</u> <u>coll</u>	punc	<u>nem</u>
<u>Lig'rum</u> <u>vulg</u>	<u>Arum</u> <u>cas</u>	hirs	vule	<u>Synphy</u> <u>off</u>
<u>Lonicera</u> <u>xylo</u>	<u>Arunc</u> <u>vulg</u>	mont	<u>Lythr</u> <u>sal</u>	tub
<u>Malus</u> <u>sylv</u>	<u>Auarum</u> <u>eur</u>	parv	<u>Maiian</u> <u>bif</u>	<u>Thali</u> <u>aqui</u>
<u>Nices</u> <u>abi</u>	<u>Athyri</u> <u>fil-f</u>	ros	<u>Mattiu</u> <u>stru</u>	luc
<u>Pinum</u> <u>sylv</u>	<u>Barber</u> <u>vulg</u>	<u>Equis</u> <u>rrv</u>	<u>Melica</u> <u>nut</u>	<u>Typhoi</u> <u>arun</u>
<u>Popul</u> <u>elt</u>	<u>Bidens</u> <u>trip</u>	hiam	<u>Melitt</u> <u>mel</u>	<u>Urtica</u> <u>dic</u>
nig	<u>Brach</u> <u>sylv</u>	pal	<u>Mentha</u> <u>agu</u>	<u>Verat</u> <u>alb</u>
irea	pinn	prat	lon	<u>Veron</u> <u>anaga-agu</u>
<u>Pratoc</u> <u>avium</u>	<u>Calith</u> <u>pal</u>	syly	becc	
pad	<u>Calisma</u> <u>epig</u>	telm	cham	
spin	<u>Calyst</u> <u>sep</u>	<u>Eupat</u> <u>cann</u>	urt	
<u>Pyrus</u> <u>pyr</u>	<u>Campa</u> <u>trach</u>	<u>Festu</u> <u>gig</u>	<u>Vinca</u> <u>min</u>	
<u>Quercus</u> <u>rob</u>	rap'oi	prat	<u>Vicia</u> <u>bif</u>	
<u>Phamnus</u> <u>cot</u>	<u>Card'ne</u> <u>amar</u>	<u>Filiip</u> <u>ulm</u>	<u>odor</u>	
<u>Hibes</u> <u>uva-c</u>	flex	<u>Praga</u> <u>vesc</u>	reich	
<u>Robinia</u> <u>psaco</u>	imp	<u>Oagon</u> <u>lut</u>	riv	
<u>Rosa</u> <u>rotund</u>	trif	<u>Galanth</u> <u>niv</u>	<u>Vincom</u> <u>alb</u>	
<u>Rubus</u> <u>caes</u>	<u>Card'op</u> <u>ball</u>	<u>Galeop</u> <u>pub</u>		
fru	<u>Cardu</u> <u>pers</u>	spec		
lide	<u>Carex</u> <u>acut's</u>	tetr		
<u>Salix</u> <u>alb</u>	bris	<u>Galium</u> <u>aper</u>		
app	elat	pal		
sur	elong	syly		
capo	flava	<u>Gerni</u> <u>phae</u>		
ein	gaa	<u>Glech</u> <u>had</u>		
daph	hirts	<u>Glycer</u> <u>flui</u>		
eleu	lepo	plac		
frag	mariana	<u>Cnaph</u> <u>nylv</u>		
nig	nig	<u>Geum</u> <u>urb</u>		
purp	phil	riv		
x tuber	pend	<u>Hedera</u> <u>hel</u>		
tri	rem	<u>Hellebor</u> <u>dur</u>		
vin	rost	<u>Holcus</u> <u>lan</u>		
<u>Gambu</u> <u>nig</u>	syly	moll		
<u>Tilia</u> <u>corda</u>	ves	<u>Humul</u> <u>lup</u>		
plat	<u>Chasro</u> <u>hirs</u>	<u>Impat</u> <u>gland</u>		
<u>Ulmus</u> <u>glab</u>	<u>Chrysopl</u> <u>alt</u>	nol		
laev	<u>Ciret</u> <u>cler</u>	parv		
oin	pal	<u>Irin</u> <u>pr</u>		
<u>Vibur</u> <u>opol</u>	riv	nit		
	<u>Colchicum</u> <u>aut</u>	<u>Isopy</u> <u>thal</u>		

Circ. lut., Desch. caesp., Melandr. sib.

Amt der Steiermarkischen Landesregierung, Fachabteilungskategorie
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

Flusgebiet: Mur Gewässer: Sulzbach (Auenbach)
ÜK. Blatt 209 Quadrant: 9261/3 Gemeinde: Halbenrain
Laufende Nummer: 63 Erarbeiter: Steinhoff Datum: 19.09.1977

AUFWALDFRAGMENT UFERGEHÖLZSTREIFEN
AUFWALD Breite: 1-5 m
Größe: .. zu Wald auf Terrassenstufe

im Übergang zu Hangwald
Sonst. Angaben zur Lage im Gelände:

KURZBEZEICHNUNG DES AUTYPUS

ANGABEN ÜBER DEN BESTANDESAUFBAU: Höhe B1 20 B2 Deckung B1 B2
Brusthöhendurchmesser B1 max
Durchsch. 0,60 m

Lage der Probefläche im Rahmen des Au:

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

Audynamik gestört stark: mittel: gering:

Grundwasserspiegelabsenkung Grabarbeiten

Standortfremde Holzarten, welche:

Neophyten, welche:

Streunutzung:

sonst. Störungen:

Angaben über Pflagenzustand der Ufergehölze: gut

Angaben über Zustand der Uferböschung: keine Abbrüche

Angaben zur forstl. Nutzung:

Bachbett z.B. der Aufnahme trocken

Acer <u>casp</u>	Actaea spic	Coryd car	Juncus comp	Salvia glut
plat	Aconit vulp	soli	cong	Scilla bif
pa'pl	Adoxa mosch	Crepis pal	eff	Scirp sylv
<u>Alnus glut</u>	<u>Aegop pod</u>	<u>Crocus alb</u>	<u>Mnaut dry</u>	<u>Scroph nod</u>
inc	Agrop rep	nap	sylv	Senec nem
Herber vulg	can	Cruc'ia glab	Iamia gal	fuch
Petul pend	Agrostis stol	Inex	Lamia mac	Silene alb
pub	Ajuga rept	Dactil glom	Lapea com	dic
Carrin bet	Alliari pet	Baphne met	Lathr squa	vulg
Corpus sang	Allium ura	Dentat bulb	Leucoj vern	Solan dulc
Coryl avul	Alopec sequ	enn	Lunar red	Solid sig
Cratae laev	Anemo nem	trif	Luzula vib	vira
monog	ran	Duron aust	pil	Sinch sylv
Eryony eur	Angel sylv	Dryop cart	Lycopus eur	Stell als
Fagus sylv	Anthrise sylv	dil	Lysim num	hol
Fragu aln	Artem vulg	fil-m	nus	med
Fraxin exc	Aster novi bel	Epilob coll	punc	nem
Lig'rum vulg	Arum mac	hirs	vulg	Syphy off
Lonice xyl	Arune vulg	mont	Lythr sal	tub
Malus sylv	Anarum eur	parv	Maiian bif	Thali aqui
Picea ab	Athyri fil-f	ros	Matten stru	luc
Pinus sylv	Barbar vulg	Equis arv	Melica nut	Typhoi arin
Popul alt	Bidens trip	hiem	Melitt mel	Urtica dio
nig	Brach sylv	pal	Mentha aqu	Verat alb
tram	pinn	prat	lon	Veron anaga-aqu
Prunus avium	Calth pal	sylv	Mercur per	bacc
pad	Calama epig	telm	Miliu off	cham
Spin	Calyst sep	Eupat cann	Moschr trin	urt
Pyrus pyr	Campa trach	Festu gig	Molin caer	Vinca min
Quercus rob	rap'oi	prat	Mycel mur	Viola bif
Phamnus cat	Card'ne amar	Filip ulm	Myos'is pal	odor
Ribes uva-c	flex	Frage ves	Myos'ion aqu	reich
Robinia ps'ac	imp	Gagen jut	Denother bien	riv
Rosa peni	trif	Galan hiw	Omal acte	Viscum alb
Rubus cas	Card'op hall	Galeop pub	Paris qua	
fru	Cardu pers	spec.	Petas alb	
idee	Carex acut's	tetr	hyb	
Salix alb	bris	Galium apar	Peuced pal	
app	elat	pal	Phragm comm	
our	elong	lylv	Phyteu spic	
capit	flava	Germ phae	Polyg'at mult	
cini	grac	Glech hed	Polyg'nus bist	
lapu	hirta	Glycer flui	Hyd	
eles	lepo	plic'	nite	
frag	morica	Gnaph nylv	Primul elat	
nig	nig	Geum urb	vulg	
nor	pnill	riv	Pulmon moll	
8 ribenos	pend	Hedera hel	off	
tri	rem	Hellebor dum	stiri	
vim	rost	Holcus lan	Ranun acon'f	
Zambu nig	sylv	moll	sur	
Tilia corda	ves	Humul lup	fio	
plat	Chaero hira	Impat gland	lan	
Ulmus glab	Chrysocpl alt	nol	nem	
lnav	Cirs i oler	parv	repe	
min	pul	Iris hist	Rorip isol	
Vibir opul	riv	pit	Rumex obt	
	Colchicum aut	Isopy thal		

Desch. caesp.

Amt der Steiermarkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

<u>Flußgebiet:</u> Mur	<u>Gewässer:</u> Pleschbach	
<u>ÖK. Blatt:</u> 192	<u>Quadrant:</u> S261/2	<u>Gemeinde:</u> Tieschen
<u>Laufende Nummer:</u> 09	<u>Bearbeiter:</u> Steinhoff	<u>Datum:</u> 17.09.1977
<u>AUWALD</u>		<u>AUWALDFRAGMENT</u>
<u>Größe:</u>	<u>UFERGEHÖLZSTREIFEN</u>	
im Übergang zu Hangwald	Braite: 1-3 m	
sonst. Angaben zur Lage im Gelände:	.. zu Wald auf Terrassenstufe	

KURZBEZEICHNUNG DES AUTYPES

<u>ANGABEN ÜBER DEN BESTANDEAUFBAU:</u>	Höhe B1 30	B2	Deckung B1 (%)	B2 (%)
Brunsthöhendurchmesser B1 max	0,80		5	
Durchsch.				E

Lage der Probenfläche im Rahmen der Au:

Höhe über NN: 2 m

Sodenprofil:

ANGABEN ÜBER DEN STÖRUNGSGRAD:

Geländegeomorphologie: 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:

sonst. Störungen:

Angaben über Pflagezustand der Ufergehölze: gut

Rodung:

Angaben über Zustand der Uferböschung: kaum Abbrüche

Angaben zur forstl. Nutzung:

<u>Acer</u> <u>camp</u>	<u>Actaea</u> <u>spic</u>	<u>Coryd</u> <u>cav</u>	<u>Juncus</u> <u>comp</u>	<u>Salvis</u> <u>glut</u>
plat	<u>Aconit</u> <u>vulp</u>	<u>sol</u>	<u>cong</u>	<u>Scilla</u> <u>bif</u>
pe'pl	<u>Adeza</u> <u>mosch</u>	<u>Crepis</u> <u>pal</u>	<u>aff</u>	<u>Scirp</u> <u>sylv</u>
<u>Alnus</u> <u>glut</u>	<u>Aegop</u> <u>pod</u>	<u>Crocus</u> <u>alb</u>	<u>Kraut</u> <u>dry</u>	<u>Scroph</u> <u>nod</u>
inc	<u>Agrop</u> <u>rep</u>	<u>nap</u>	<u>sylv</u>	<u>Sensc</u> <u>nem</u>
<u>Barber</u> <u>vulg</u>	<u>can</u>	<u>Crus'</u> <u>ta glab</u>	<u>Iamia</u> <u>gal</u>	<u>fuch</u>
<u>Petul</u> <u>pend</u>	<u>Agrostis</u> <u>stol</u>	<u>lacy</u>	<u>Lamia</u> <u>muc</u>	<u>Silene</u> <u>alb</u>
pulu	<u>Ajuga</u> <u>rept</u>	<u>Dactyl</u> <u>glom</u>	<u>Lapaz</u> <u>com</u>	<u>dio</u>
<u>Carpin</u> <u>bet</u>	<u>Alliar</u> <u>pet</u>	<u>Daphne</u> <u>mei</u>	<u>Lathr</u> <u>squa</u>	<u>vulg</u>
<u>Cornus</u> <u>sang</u>	<u>Allium</u> <u>ura</u>	<u>Dentat</u> <u>bulb</u>	<u>Leibniz</u> <u>vern</u>	<u>Solan</u> <u>dule</u>
<u>Coryl</u> <u>avel</u>	<u>Alopec</u> <u>sequ</u>	<u>enn</u>	<u>Lunar</u> <u>red</u>	<u>Solid</u> <u>gig</u>
<u>Cratae</u> <u>laev</u>	<u>Anemo</u> <u>nem</u>	<u>trif.</u>	<u>Luzula</u> <u>alb</u>	<u>virg</u>
monog	ran	<u>Doron</u> <u>aust</u>	<u>pil</u>	<u>Sinch</u> <u>sylv</u>
<u>Equiset</u> <u>sur</u>	<u>Angel</u> <u>sylv</u>	<u>Dryop</u> <u>cart</u>	<u>Iycoopus</u> <u>eur</u>	<u>Stell</u> <u>alb</u>
<u>Fagus</u> <u>sylv</u>	<u>Anthrisc</u> <u>sylv</u>	<u>dil</u>	<u>Lysim</u> <u>nem</u>	<u>hol</u>
<u>Franco</u> <u>elm</u>	<u>Ariem</u> <u>vulg</u>	<u>fil-n</u>	<u>num</u>	<u>med</u>
<u>Fraxin</u> <u>exc</u>	<u>Aster</u> <u>novi bel</u>	<u>Epilob</u> <u>coll</u>	<u>punc</u>	<u>nem</u>
<u>Lig'rum</u> <u>vulg</u>	<u>Arum</u> <u>mac</u>	<u>hirs</u>	<u>vulg</u>	<u>Symphy</u> <u>off</u>
<u>Ionice</u> <u>xyl</u>	<u>Arunc</u> <u>vulg</u>	<u>mont</u>	<u>Lythr</u> <u>sal</u>	<u>tub</u>
<u>Malus</u> <u>sylv</u>	<u>Asphrum</u> <u>eur</u>	<u>parv</u>	<u>Maian</u> <u>bif</u>	<u>Thali</u> <u>aqui</u>
<u>Picea</u> <u>abi</u>	<u>Athyro</u> <u>fil-f</u>	<u>ros</u>	<u>Matteu</u> <u>stru</u>	<u>luc</u>
<u>Pinus</u> <u>sylv</u>	<u>Barbar</u> <u>vulg</u>	<u>Equis</u> <u>arv</u>	<u>Melica</u> <u>nut</u>	<u>Typhoi</u> <u>arun</u>
<u>Popul</u> <u>alb</u>	<u>Bidens</u> <u>trip</u>	<u>hiem</u>	<u>Melitt</u> <u>mel</u>	<u>Urtica</u> <u>dio</u>
nig	<u>Brach</u> <u>sylv</u>	<u>pal</u>	<u>Mentha</u> <u>agu</u>	<u>Verat</u> <u>alb</u>
tres	pinn	<u>prat</u>	<u>ion</u>	<u>Veron</u> <u>anaga-aqu</u>
<u>Prunus</u> <u>avium</u>	<u>Calth</u> <u>pal</u>	<u>sylv</u>	<u>becc</u>	
ped	<u>Calama</u> <u>epig</u>	<u>telm</u>	<u>cham</u>	
spin	<u>Calyst</u> <u>sep</u>	<u>Eupat</u> <u>cann</u>	<u>urt</u>	
<u>Pyrus</u> <u>pyr</u>	<u>Campa</u> <u>trach</u>	<u>Featu</u> <u>ziz</u>	<u>Vinca</u> <u>min</u>	
<u>Quercus</u> <u>rob</u>	rap'oi	<u>prat</u>	<u>Viola</u> <u>bif</u>	
<u>Rhamnus</u> <u>cat</u>	<u>Card'me</u> <u>amar</u>	<u>Filip</u> <u>ulm</u>	<u>odor</u>	
<u>Hibes</u> <u>Ova-c</u>	flex	<u>Frage</u> <u>veas</u>	<u>reich</u>	
<u>Robinia</u> <u>ps'ac</u>	imp	<u>Gagea</u> <u>lut</u>	<u>riv</u>	
<u>Hona</u> <u>pend</u>	trif	<u>Galan</u> <u>niv</u>	<u>Viscum</u> <u>alb</u>	
<u>Rubus</u> <u>caes</u>	<u>Card'op</u> <u>hall</u>	<u>Galeop</u> <u>pub</u>		
fru	<u>Cardu</u> <u>pers</u>	<u>spec</u>		
idae	<u>Carex</u> <u>acut's</u>	<u>tetr</u>		
<u>Salix</u> <u>alb</u>	bris	<u>Galium</u> <u>spars</u>		
app	elat	<u>pal</u>		
sur	elong	<u>olv</u>		
capr	flava	<u>Gern</u> <u>phas</u>		
cin	grac	<u>Glech</u> <u>ned</u>		
saph	hirts	<u>Glycer</u> <u>flu</u>		
elea	lepo	<u>plic</u>		
frag	marica	<u>Gnaph</u> <u>nylv</u>		
nig	nig	<u>Gelm</u> <u>urb</u>		
purp	pall	<u>riv</u>		
x rubens	pend	<u>Hufern</u> <u>bel</u>		
tri	rem	<u>Hellebor</u> <u>dam</u>		
wim	rost	<u>Holcus</u> <u>lam</u>		
<u>Sambu</u> <u>nig</u>	svly	<u>moll</u>		
<u>Tilia</u> <u>corda</u>	ves	<u>Humul</u> <u>lup</u>		
plst	<u>Chero</u> <u>hirs</u>	<u>Impat</u> <u>gland</u>		
<u>Ulmus</u> <u>gleb</u>	<u>Chrysopl</u> <u>alt</u>	<u>mol</u>		
laev	<u>Cirsi</u> <u>oler</u>	<u>parv</u>		
sin	pal	<u>Iris</u> <u>pr</u>		
<u>Vibur</u> <u>opul</u>	riv	<u>rib</u>		
	<u>Colchicum</u> <u>aut</u>	<u>Iaogy</u> <u>thai</u>		

Melandr. alb., Desch. caesp., Circ. lut.,

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK

AKT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESFORSCHUNG

LBB, PAGADUT, IB, RECHTS (12)

Lfd. Nr. 0K Nr. Quadrant Koordinaten Seehöhe Datum Beobachter Kontrolle
8/81 191 9260/1 290 m 25. 7. 1981 Zöhrer

BUNDORT südl. Metterdorf, Bez. Fockersberg
PHOTOGRAMMEN 1) Schwarzerlebbruchwald 2) Feuchtwiese

STANDORT (Bezeichnung CodeTafel)

METTERDORF 1) Schwarzerlebbruchwald

STANDORT (Bezeichnung CodeTafel)
PFLICHE, ha.

Pfliche, %	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Exposition	-	-	-	-	-	Wasserzeh.					St. Lokalklima				
Belichtung	-	-	-	-	-	Krundw. beeinfl.	X	X			Schadstoffbel.				
Belohnung						tags. beeinfl.					Autophorieung				
Luftfeuchtigkeit,						hangs. beeinfl.					Ablagerungen				
BODEN						neutral					Betritt				
flachkrundig						bodenreich					Stdtbfr. Holza.				
Mittelkrundig						bodenarm					Neophyten				
tiefkrundig	X	X				nur oberfl. verh.					Nutzungseintens.				
leicht						N-Gehalt erh.					Bevölkerungen				
mittel						BEWIRTSCHAFTUNG					Abbau				
schwer	X	X				Wasserstandshd.					natürl. Sukzess.				
humusarm						Düngung					UMFELD				
deutl. humos						Mahd					Ackerld. Sonderk.				
humusreich						Beweidung					Intens., Dgrünl.				
Torf						Streuungslistung	X				Intens. Forste				
Hohhumus						Hochwald	X				Siedlungsgeb.				
Verhagerung						GEPFLÜGUNG					Verkehrsflach.				
Struktur B,S,X,M						sterne Massech.					Phytotoxogenen				

	1	2	3	4	5
<i>Humulus lupulus</i>	X				<i>Alnus glutinosa</i>
<i>Pilipendula ulmaria</i>	X	X			<i>Sambucus nigra</i>
<i>Pragmites communis</i>	X	X			<i>Prunus padus</i>
<i>Caltha palustris</i>	X	X			<i>Eryngium europaeum</i>
<i>Angelica sylvestris</i>	X				<i>Viburnum opulus</i>
<i>Iris pseudacorus</i>	X				
<i>Urtica dioica</i>	X				
<i>Lycopus europaeus</i>	X	X			
<i>Boltonia asteroides</i>	X				
<i>Polygonum perfoliatum</i>	X				
<i>Calyptegia septem</i>	X				
<i>Juncus conglomeratus</i>	X				
<i>Sorbus sylvatica</i>	X				
<i>Erythronium revolutum</i>	X				
<i>Typha latifolia</i>	X				
<i>Equisetum palustre</i>	X				
<i>Lychnis flos - caerulea</i>	X				
<i>Gallium uliginosum</i>	X				
<i>Hypericum perforatum</i>	X				
<i>Lythrum salicaria</i>	X				
<i>Juncus effusus</i>	X				
<i>Carex vulpina</i>	X				
<i>Rubus fruticosus</i>	X				
<i>Rubus Idaeus</i>	X				
<i>Succisa pratensis</i>	X				

MÜTÖPÖRMELÉK NÖVÉLYEKTŐL

ART 199 STELLEHAPPENES TAKSPLAATLING

L159

100

LEAD, Mr.,
192
193/84
Mr.
Quinton
9151/4

Hoordinaten	Seehöhe 250 m	Datum 26. 7. 19
-------------	------------------	--------------------

FUNDAMENTAL **STRONGBHOTI**, **HEZ**, **SHUKE**, **SHU**

GEOLOGIE
Ablenkung

PHOTOZONEN UND SCHATTENLIEBHAFTIG

卷之三

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
PLICHEIT,%						Wassergehalt,					St. Lokalklima				
Exposition	-					grundw. beeinfl.,					Schadstoffbel.				
Niedrigung	-					tagw. beeinfl.,					Eutrophierung				
Besonnung	-					haumw. beeinfl.,					Ablagerungen				
Luftfeuchtigkeit	x					neutral					Betrift				
BOHNEN						bogenreich					Stofffr. Holz,				
Flachgründig						bogenarm					Neophyten				
Mittelgründig						nur oberfl. vors.					Rutungskräfte				
Tiefgründig	x					%-gehalt erh.					Haussabnahmen				
Leicht						DEWITSCHAFTUNG					Abbau				
Mittel	x					Wasserstandsd.					natürl. Sukzess.				
obiger						Düngung					WFFeld				
baumbestim.						Wald					Kokerld. Sonderk.	x			
deutl. humon	x					Beweidung					Intens. Pflanzl.	x			
humusreich						Streunutzung					Kultiv. Pflanzl.				
Torf						Hochwald	x				Städtegeb.				
Rothumus						GEPFLÜGUNG					Verkehrsfläche				
Verlagerung						Witterung. Wassereh.					Polytonnen				

WILDFL. 1	WILDFL. 2	WILDFL. 3	WILDFL. 4	WILDFL. 5
<i>Alnus glutinosa</i>	X			
<i>Fraxinus excelsior</i>	X			
<i>Sambucus nigra</i>	X			
<i>Brunus padus</i>	X			
<i>Bunium europea</i>	X			
<i>Acer pseudoplatanus</i>	X			
<i>Prunella elatia</i>	X			
<i>Dactylis glomerata</i>	X			
<i>Humulus lupulus</i>	X			
<i>Molinia caerulea</i>	X			
<i>Ptilipendula ulmaria</i>	X			
<i>Genus urbanum</i>	X			
<i>Carex sylvatica</i>	X			
<i>Cirsium heterophyllum</i>	X			
<i>Solidago virgaurea</i>	X			
<i>Oenanthe peltata</i>	X			
<i>Lamium maculatum</i>	X			
<i>Veronica persicifolia</i>	X			
<i>Galopepsis speciosa</i>	X			
<i>Scrophularia umbellata</i>	X			
<i>Gropis perfoliata</i>	X			

MOTOPAKHTIERUNG STEIERMARK

AMT DER STEIERMARKISCHEM LANDESBENEFIZIENZ

LBB, PACHAUS, Ib

URS 14

Wfd., Nr. 6K Nr. Quadrant
192 9261/1Koordinaten Seehöhe Datum Bearbeiter Kontrolle
245m 15.4.81 H. OttoPUNKTORT
zw. Straßen und KarlaQuadranten
111GEOLOGIE
Hansfug

STANDORT (Beschreibung Codetafel) Randdepressions

PHYTOZÖNSEN Geophytenreicher Schwarzerlenbestand

Pflanze, %	1 2 3 4 5					1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	
	Wassergr.	Wassergr.	Wassergr.	Wassergr.	Wassergr.			
Exposition	x					früngle, beeinfl.	x	
Neigung	x					steigende, beeinfl.		
Besonnung						schwach, beeinfl.	x	
Auftriebstyp.		x				neutral		
BODEN			x			bodenreich		
flachgründig			x			ök. basisarm		
mittelflündig				x		hart, oberfl. verh.		
tiefgründig	x					H-Gehalt erh.		
Leicht		x				EWILERSCHAFTUNG		
mittel			x			Wasserstand stab.		
schwer				x		natürl. Sukzess.		
humidum					x			
deutl. humid								
humusreicht	x							
Torf								
Kohlehumus								
Verkarstung								

Struktur 3,3,3,3,3 B 80% (aufgeleichtet) - 18m S:35%, -6m K:95% mf.

Wald

BIOTOPOMMELDEUNG STEIERMARK

ANT DER STEIERMARKISCHEM LANDSRECHTERUNG

LEB. PACHANT. IN BEGRIFFE

Lfd. Nr. 192 Quadrant 9261/1

Koordinaten Seehöhe Datum Bearbeiter Kontrolle
200 m 26.7.1981 238ter

FUNDORT NO Wieden, Bez. Baden

GEOL. GEOMORPHOLOGIE

Niedoden-Rogenberge

Plätsche, Mr.

STANDORT (Bezeichnung Codetitel)

PHYTOKOSSEN 1.) Eichen - Hainbuchenwaldchen

2.) Blinsalwegleiter

innerhalb

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
PFLÄCHE, %						Wassergrün.					St. Lokaalklamm				
EXPOSITION	-	-				Grundw. beeinfl.	X				Schadstoffbel.				
NEIGUNG	-	-				topg. beeinfl.					Entrophierung				
BESONNUNG						hangw. beeinfl.					Ablagerungen				
AUFTSAUMLICH.						neutral					Wettritt				
BODEN						bodenreich					Bioterr. Holzab.				
FLÄCHERUNDLIC.						bodenarm					Reichlyten				
MITTELERUNDLIC.	X	X				nur oberfl. veig.					Watzungsmainten.				
TIEFERUNDLIC.						N-Gehalt erh.					Haummaßnahmen				
LEICHT						BEWIRTSCHAFTUNG					Abbau				
MITTEL						Wasserstandsfest.					naturl. Sukzess.				
SOHWER	X	X				DÜNGUNG					UMFELD				
humidum						Maßd.					Ackerld. Sonderk.				
deutl. humos	X	X				Bewohlung					Intens. Dgrdl.				
humidum						Streuutzung					Intens. Forste				
Torf						Hochwald	X	X			Siedlungsb.				
Rohhumus						GEFAHREN					Verkehrsfläch.				
Verhagerung						Erlösung, Vapath.					Phytoökologien	X	X		

Struktur B,S,X,M

Omnivorous FODER	1	2	3	4	5
Carpinus betulus	X	X			
Ficus sylvatica	X				
Fagus sylvatica	(X)				
Tilia cordata	(X)				
Prunus padus	X	X			
Sambucus nigra		X			
Ailanthus altissima		X			
Lamium galeobdolon		X			
Liquidambar alba		X			
Carex bromoides		X			
Hastula officinalis		X			
Osmunda cinnamomea		X			
Aceria europeum		X	X		
Anemone sylvestris		X			
Mesanthemum bifolium		X			
Polygonatum multiflorum		X			
Melampyrum pratense		X			
Vicia minor		X			
Pulmonaria officinalis		X			
Heracleum sphondylium		X			
Oenanthe trachelioides		X			
Helleborus dumetorum		X			

(17)

Amt der Steiermarkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe
Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib

Flussgebiet: Mur Gewässer: Saßbach
OK. Blatt 191 Quadrant: 9160/2 Gemeinde: Mettersdorf
Laufende Nummer: 02 Bearbeiter: Steinhoff Datum: 25.04.1977

AUWALD AUWALDFRAGMENT UFERGEHÜLZSTREIFEN

Größe: Breite:
in Übergang zu Hangwald .. zu Wald auf Terrassenstufe

Sonst. Angaben zur Lage im Gelände: zeitl. Zufluss d. Mettersdorfer Brölle
KURSBEZEICHNUNG DES AUTYPs

ANGABEN ÜBER DEN BESTÄNDESAUFBAU: Höhe B1 zum B2 (+S) Deckung B160 B2

Brusthöhdurchmesser B1 max. -0,30 m Durchm. S 40
E 95

Lage der Probelinie im Rahmen der Aus

Height über NN: -1,5m

Bodenprofil:

ANGABEN ÜBER DEN STÖRUNGSGRAD:

Geländemorphologie: weitgehend intakt
stabilisiert nach Mittelwasserregulierung
verändert durch Regulierung
mit Verbindung mit Wasserkraftanlagen
Grad der Veränd.: stark mittel gering

Audynamik gestört stark mittelt gering

Grundwasserspiegelabsenkung Grabarbeiten

Standortfremde Holzarten, welche: Hybrid-Pappeln

Neophyten, welche: Solod. gig.

Streunutzung: Auflichtung stellenw. Bedeut.

sonst. Störungen:

Angaben über Pflanzenzustand der Ufergehölze:

Angaben über Zustand der Uferböschung:

Angaben zur forstl. Nutzung untersuchungsbedürftig

1.000	1000	200	100
2.000	1000	200	100
3.000	1000	200	100
4.000	1000	200	100
5.000	1000	200	100

acer cam	Actaea spic	Coryd cay	Juncous comp	Salvia glut
plat	Aconit vulp	sol	cong	Scilla bif
pe'pl	Adeoxa bosch.	Crepis pal	eff	Scirp sylv
Alnus glut	Aegop pod	Crocus alb	Xnaut dry	Scroph ned
inc	Agrop rep	lup	sylv	Senec nem
Berber vulg	can	Cruc'ta glut	Lamia gal	fuch
Netul pond	Agrostis stol	Inev.	Lamia moe	Silene alb
pub	Ajuga rept	Dalis glom	Lapaa com	' dio
Carpin bet	Alliar pet	Daphne mez	Lathr aqua	vulg
Corrus cana	Allium pur	Dentat bulb	Ledcoj vern	Solan dulc
Coryl avell	Aloper sequ	enn	Lunar red	Solid zig
Cratae laev	Anemone nem	trif	Luzula alb	Virk
monop	xan	Doron aust	pil	Stach sylv
Foenoy eur	Angel'sylv	Dryop car	Lycopus eur	Stell als
Fages sylv	Anthrisco sylv.	dil	Lysim nem	' hal
Franz u aln	Artem vulg	fil-n	num	med
Fraxin exc	Aster novi-bel	Epilob coll	punc	nem
Lig'tur vulg	Arum mac	hira	vulg	Symphy off
Lonic xyl	Arunc vulg	mont	lythr sal	tub
Malus sylv	Asarum eur	par	Maiam bif	Thali aqui
Pigan abi	Athyro fil-i	ros	Matteu stru	' luc
Pinus sylv	Barbar vulg	Equis arv	Melica nut	Typhoi arum
Popul alb	Bidens trip	hiem	Melitt mel	Urtica dig
nig	Brach sylv	pal	Mentha aqu	Verat alb
trunc	pinn	prat	lon	Veron anaga-aqu
Prunus avium	Cakth pal	syw	Mercour per	becc
peal	Caluna epig	telm	Milju eff	char
spin	Calyst sep	Eupat cann	Moehr trin	urt
Pyrus pyr	Campan trach	Featu gis	Molin caer	Vinca min
Quercus rob	rap'oi	prat	Mycel mur	Vicia bif
Rhamnus cat	Card'ne amar	Filip ulm	Myos lis pal	odor
Ribes uva-c	flex	Fraga vesic	Myos on aqu	reich
Robinia pe'ae	imp	Gagea lut	Oenothera bie	riv
osa pond	trif	Golan niv	Oxal acet	Viscum alt
Rubus canes	Card'op hall	Galeop pub	Paris qua	
fru	Cardu pers	spec	Petas albi	
Idae	Carox mout's	tetr	hyb	
Salix alb	brix	Gallium apar	Peuced pal	
app	elat	pul	Phragm com	
nut	elong	xyly	Phytou spic	
onop	flava	Cers phae	Polyg'nt mult	
cin	grac	Glech ned	Polyg'nu bist	
isoph	hirth	Glycer flui	Poss hydrybin	
eisa	lepo	plic	nite	
frag	murica	Gnaph wylv	Primul elat	
nig	nig	Geum urb	vulg	
rot	pelt	riv	Fulson moll	
x pubens	pend	Hedera hel	off	
irt	rem	Hellebor dum	stati	
vim	rost	Holcus lan	Hanun acon'	
Sambu nig	mylv	moll	aur	
Filia corda	res	Humul lup	fis	
plat	Chaero hirs	Impat gland	ian	
Ulmis glab	Chrysocpl alt	not	nem	
laev	Cirsii cler	notv	repe	
nin	pul	Irin pisi	Sorip iai	
timur opul	riv	sib	Rubex obt	
	Colchicum aut	Colchicum aut		
	+ Isopy thal			
DEsch. caesp., -Rezcl. sphond.				

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK

ANT DER STEIERMARKISCHEN LANDESPROLIERUNG

LAND, FACHART. I b

RECHTS

W.G. Nr. 0X Nr. Quadrant Koordinaten Seehöhe Datum Bearbeiter Kontroll*

77/B 191 9160/3 320-360 m 23. 7. 1961 Böhner

ARTENLISTE:

	1	2	3	4	5	
R:	<i>Quercus petraea</i>	3				<i>Pseudotsuga alnina</i>
	<i>Pinus sylvestris</i>	2				<i>Moenchianthe</i> :
						<i>Pleurozium schreberi</i>
						<i>Hypnum cupressiforme</i>
						<i>Polytrichum formosum</i>
						<i>Mooranella</i> sp.
						<i>Polytrichum juniperinum</i>
						<i>Leucobryum glaucum</i>
K:						<i>Cetraria</i> sp.
						<i>Hypnum splendens</i>
L:	<i>Luzula albida</i>	1.1				
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	2.4				
	<i>Pteridium aquilinum</i>	2.4				
	<i>Molinia arundinacea</i>	1.3				
	<i>Osmunda vulgaris</i>	1.2				
	<i>Serrula tinctoria</i>	1.1				
	<i>Luzula pilosa</i>	1.1				
	<i>Lembotropis nigricans</i>	1.1				
	<i>Malomyces oratans</i>	1.3				
	<i>Hieracium sylvaticum</i>	+				
	<i>Hieracium involutum</i>	+				
	<i>Genista tinctoria</i>	+				
	<i>Veronica officinalis</i>	+				
	<i>Nardus stricta</i>	+				
V:						
	<i>Quercus petraea</i>	+				
	<i>Pinus sylvestris</i>	+				
	<i>Picea abies</i>	+				
	<i>Gastanea sativa</i>	+				

MOTORRADLUFTHUFT STEINMARKK

ANT DER STERNMARKISCHEN LANDESREGIERUNG

Lfd. Nr. 6K Nr. Quadrant Koordinaten Seehöhe Datum Bearbeiter Kontrolle

10/B1 191 9160/4

PUNDORT
Entschendorfberg, Bez. Radkersburg

STANDORT (Bezeichnung Codestafel)

PHYTOZÖOSEN 1) Buchenmischwald

Pläne

Pläne, %	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	Wassergraben.	Stundenw. beeinfl.	tags. beeinfl.	hangw. beeinfl.	neutral	bodenreicher	bodenarm	nur oberfl. verh.	H-Gehalt erh.	BEWIRTSCHAFTUNG	WANDELSTATSBEREICH	Düngung	Mahd	UMFELD	Ackerld. Sonderk.
Exposition	0														
Neigung	10-40														
Belastung															
Luftfeuchtigkeit.															
BOHOU															
flacher Grundig															
mittelerdig															
tiefer Grundig															
leicht															
mittel															
schwer															
humidum															
deutl. humidum															
humusreich															
Torf															
Rohhumus															
Verkarstung															
Struktur B, S, K, M															
Säuring Magnes.															
Phytozönosen															

Struktur B, S, K, M

GEOMORPHOLOGIE

Fläche, ha.

2) Hainbuchenwäldchen in Mulden und Gräben

RECHTE 20

	1	2	3	4	5
<i>Fagus sylvatica</i>	X	X			
<i>Quercus petraea</i>	X				
<i>Betula pendula</i>	X	X			
<i>Acer campestre</i>		X			
<i>Pinus sylvestris</i>		X			
<i>Carpinus betulus</i>	(X)	X [†]			
<i>Picea abies</i>	(X)	X			
<i>Castanea sativa</i>		X			
<i>Tilia cordata</i>		X			
<i>Quercus robur</i>		X			
<i>Alnus glutinosa</i>		X			
<i>Fraxinus excelsior</i>		X			
<i>Pulmonaria officinalis</i>		X			
<i>Lamium galeobdolon</i>		X			
<i>Acerum europeum</i>		X			
<i>Salvia glutinosa</i>		X			
<i>Oxalis acetosella</i>	(X)	X			
<i>Gentiana asclepiadea</i>		X			
<i>Dryopteris filix-mas</i>		X			
<i>Gaultheria sylvatica</i>		X			
+) random					

BIOTOPIKARTIERUNG STEIERMARK		AKT DER STEIERMARKISCHEN LÄNDERESERTEILUNG		LBD, PACHAFT, IB, RECHTS (2)	
Lfd. Nr.	Ok. Nr.	Quadrant	Koordinaten	Seehöhe	Bearbeiter
11/81	191	9160/4		300-360m	Zöhrer
PUNZKOPP	nordöstlich St. Peter a. d. O.		ÖKOLOGIE		ÖKOMORPHOLOGIE
PHYTOZÖOSEN	1) Schwaizerlen - Hainbuchenwald				Fläche, ha.
STANDORT (Bennzeichnung Colletaral)					2) Hainbuchenwald in Mulde
(3) Buchenmischwald					
	1	2	3	4	5
Fläche, %					
Exposition					
Neigung					
Bestäubung					
Aufnfeuchtigkeit,					
BODEN					
flachgründig	X				
mittlergründig	X	X			
tiefgründig	X	X	X		
Leicht					
mittel					
schwer					
Humusart		X			
dentil, humos	X	X			
humusreich					
Torf					
Hochhumus					
Verhügung					
Struktur B,S,K,N					
Umwelt					
Ackerld, Sonderk.					
Intens., Degründ.					
Streumulzung					
Hochwald	X	X	X		
Torf					
Verkehrsrück.					
Phytozönosen					

	1	2	3	4	5
<i>Fagus sylvatica</i>	X	X	X		
<i>Tilia cordata</i>	X	X	X		
<i>Castanea sativa</i>	X	X			
<i>Carpinus betulus</i>	X	X			
<i>Alnus glutinosa</i>	X				
<i>Acer campestre</i>	X	X			
<i>Quercus robur</i>	X	X			
<i>Quercus petraea</i>		X			
<i>Sambucus nigra</i>	X				
<i>Prunus cerasifera</i>	X	X			
<i>Cornus sanguinea</i>	X	X			
<i>Picea abies</i>	X	X			
<i>Pinus sylvestris</i>		X			
<i>Vitis minor</i>					
<i>Dryopteris daurica</i>					
<i>Gallium sylvaticum</i>					
<i>Luzula alba</i>					
<i>Melampyrum pratense</i>					
<i>Oxalis acetosella</i>					
<i>Rhamnus fr. Intermedia</i>					
<i>Hieracium sylvaticum</i>					
<i>Vicia oroboides</i>					
<i>Sanicula europaea</i>					
<i>Salvia glutinosa</i>					
<i>Lamium galeobdolon</i>					
<i>Gentiana lutea</i>					
<i>Fragaria sp.</i>					
<i>Daphne mezereum</i>					
<i>Ascarum europaeum</i>					
<i>Pulmonaria officinalis</i>					
<i>Hannucula monosperma</i>					
<i>Dryopteris filix-mas</i>					
<i>Cyclamen purpurascens</i>					
<i>Alnus reptans</i>					
<i>Viola reichenbachiana</i>					
<i>Phyteuma spicatum</i>					
<i>Campanula rapunculoides</i>					
<i>Mycelis muralis</i>					
<i>Artemisia glycyphylloides</i>					
<i>Convallaria majalis</i>					

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK

AFT DER STEIERMARKISCHEM LANDESREGIERUNG

LIED, PACHAFT, Th REGIOTS (22)

Lfd. Nr. 04-Nr. 9160/3

Quadrant

Koordinaten Seehöhe 340 m Datum 24. 7. 1981 Bearbeiter Zöhrer

PUNKT

Wiedendorfberg, Bez. Radkersburg

Geologie

STANDORT (Beschriftung Datetafel)

Phytobiogenes Hainbuchenwäldchen

Fläche, %	1	2	3	4	5	1 2 3 4 5				
						Wasserzg.	Grunde, beeinfl.	-lage, beeinfl.	-hauz, beeinfl.	St. Lokalklima
Exposition	NO									Schadstoffbel.
Neigung	U-ZG									Kultivierung
Sonnung										Abläckerungen
Luftfeuchtigkeit	X					neutral				Betritt
Höhen						bauernreicht				Standortfr. Holza.
fleacherändig						bodenarm				Geophyten
mitteleründig	X					nur oberfl. ver.				Nutzungsbetens.
tief eründig						M-Gehalt erh.				Baumaßnahmen
leicht						EWIKTSCHAFFUNG				Abau
mittel	X					Wasserstandsfakt.				natürl. Sukzess.
schwer						Minierung				
humusarm						Mahd				UMFELD
deutl. humos	X					Bevölkung				Ackerld. Sonderk.
humusreich						Streuutzung	(X)			Intens. Dgrünl.
Torf						Hochwald	X			Intens. Forste
Rohbaumas										Staudungszgab.
Verhagerung						GEFAHRUNG				Verkehrsfläche,
						Störung Wassarr.				Phytozönosen

Struktur B, S, K, M

BIOTOPIPARTIERUNG STREIFENMARK

AMT DER STEIERMARKISCHEN LÄNDERESREGIERUNG

Lfd. Nr. Ur. Nr. Quadrant Koordinaten Seehöhe Natur Bearbeiteter

4/81 191 9160/3 320-360 m 24. 7. 1981 Zöhrer

PUNTDICHT Kontrolle

NÖRDLICH Zehensdorf, Bez. Badenweiler

STANDORT (Bezeichnung Codestafel)

PHYTOZÖNOSEN Hainbuchenwald

GEOLOGIE

GEOGRAPHIE

FLÄCHE, ha.

STRUKTUR B, S, K, M

Kontrolle

Fläche, %	1	2	3	4	5	Wasserdruck,	1	2	3	4	5	St. Lokalklima	1	2	3	4	5	
Exposition	W					strandw. beeinfl.	X					Schadstoffbel.						
Neigung	50-100%					tiefw. beeinfl.						Entropfierung						
Belastung						hangw. beeinfl.						Ablagerungen						
Luftfeuchtigkeit.	X					neutral						Zeitritt:						
RODEN						barenreich						Stdorfstr. Holzstr.						
flachgründig						barenarm						Neophyten						
Mittelgründig	X					nur oberfl. vere.						Nutzungskontene.						
Tiefergründig						se. behält erh.						Baumbrachen						
leicht						NEWARTSCHAFTUNG						Abbau						
mittel						wasserstandsfest.						natürl. Sukzess.						
schwer						Düngung						UMFELD						
humusarm						Mahl.						Ackerld. Sonderk.						
deutl. humos	X					Heidebildung						Intens. Dörfnl.						
humusreich						Streuuntzung						Intens. Forste						
Torf						Hochwald	X					Siedlungsbgeb.						
Rohhumus						EWÄHNDUNG						Verkehrsfläche.						
Verhornerung						Uttigung						Phytosozialen						

Struktur B, S, K, M

	1	2	3	4	5
<i>Carpinus betulus</i>	X				Vinca minor
<i>Acer campestre</i>	X				Helleborus dumetorum
<i>Tilia cordata</i>	X				Salvia glutinosa
<i>Fraxinus excelsior</i>	X				Polygonatum multiflorum
<i>Corylus avellana</i>	X				Viola rotundifolia
<i>Fraxinus sylvatica</i>	X				Lamium galeobdolon
<i>Quercus robur</i>	X				Galeopsis pubescens
<i>Betula pendula</i>	X				Sanicula europaea
<i>Acer pseudoplatanus</i>	X				Ranunculus drymeiae
					Pulmonaria officinalis
					Oxalis acetosella
					Galium odoratum
					Luzula alba
					Cyclamen purpurascens
					Malanthemum bifolium
					Dentition esculenta
					Dryopteris filix-mas
					Aegopodium podagraria
					Carex sylvatica
					Cirsium heterophyllum
					Melica nutans
					Aconitum vulparia
					Serratula tinctoria

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	8010	8011	8012	8013	8014	8015	8016	8017	8018	8019	8020	8021	8022	8023	8024	8025	8026	8027	8028	8029	8030	8031	8032	8033	8034	8035	8036	8037	8038	8039	8040	8041	8042	8043	8044	8045	8046	8047	8048	8049	8050	8051	8052	8053	8054	8055	8056	8057	8058	8059	8060	8061	8062	8063	8064	8065	8066	8067	8068	8069	8070	8071	8072	8073	8074	8075	8076	8077	8078	8079	8080	8081	8082	8083	8084	8085	8086	8087	8088	8089	8090	8091	8092	8093	8094	8095	8096	8097	8098	8099	80100	80101	80102	80103	80104	80105	80106	80107	80108	80109	80110	80111	80112	80113	80114	80115	80116	80117	80118	80119	80120	80121	80122	80123	80124	80125	80126	80127	80128	80129	80130	80131	80132	80133	80134	80135	80136	80137	80138	80139	80140	80141	80142	80143	80144	80145	80146	80147	80148	80149	80150	80151	80152	80153	80154	80155	80156	80157	80158	80159	80160	80161	80162	80163	80164	80165	80166	80167	80168	80169	80170	80171	80172	80173	80174	80175	80176	80177	80178	80179	80180	80181	80182	80183	80184	80185	80186	80187	80188	80189	80190	80191	80192	80193	80194	80195	80196	80197	80198	80199	80200	80201	80202	80203	80204	80205	80206	80207	80208	80209	80210	80211	80212	80213	80214	80215	80216	80217	80218	80219	80220	80221	80222	80223	80224	80225	80226	80227	80228	80229	80230	80231	80232	80233	80234	80235	80236	80237	80238	80239	80240	80241	80242	80243	80244	80245	80246	80247	80248	80249	80250	80251	80252	80253	80254	80255	80256	80257	80258	80259	80260	80261	80262	80263	80264	80265	80266	80267	80268	80269	80270	80271	80272	80273	80274	80275	80276	80277	80278	80279	80280	80281	80282	80283	80284	80285	80286	80287	80288	80289	80290	80291	80292	80293	80294	80295	80296	80297	80298	80299	80300	80301	80302	80303	80304	80305	80306	80307	80308	80309	80310	80311	80312	80313	80314	80315	80316	80317	80318	80319	80320	80321	80322	80323	80324	80325	80326	80327	80328	80329	80330	80331	80332	80333	80334	80335	80336	80337	80338	80339	80340	80341	80342	80343	80344	80345	80346	80347	80348	80349	80350	80351	80352	80353	80354	80355	80356	80357	80358	80359	80360	80361	80362	80363	80364	80365	80366	80367	80368	80369	80370	80371	80372	80373	80374	80375	80376	80377	80378	80379	80380	80381	80382	80383	80384	80385	80386	80387	80388	80389	80390	80391	80392	80393	80394	80395	80396	80397	80398	80399	80400	80401	80402	80403	80404	80405	80406	80407	80408	80409	80410	80411	80412	80413	80414	80415	80416	80417	80418	80419	80420	80421	80422	80423	80424	80425	80426	80427	80428	80429	80430	80431	80432	80433	80434	80435	80436	80437	80438	80439	80440	80441	80442	80443	80444	80445	80446	80447	80448	80449	80450	80451	80452	80453	80454	80455	80456	80457	80458	80459	80460	80461	80462	80463	80464	80465	80466	80467	80468	80469	80470	80471	80472	80473	80474	80475	80476	80477	80478	80479	80480	80481	80482	80483	80484	80485	80486	80487	80488

BIOFORSTIERUNG STEIERMARK

AMT DER STEIERMARKISCHEN LANDESBODENFORSCHUNG

LHD, PACHART, I b RECHTS 25

Lfd. Nr. UK Nr. Quadrant Koordinaten Seehöhe Datum Bearbeiter Kontrolle
2/61 191 9100/1 400-420 m 23. 7. 1961 Züherer

PUNKTORT

Pöllauerberg nördl. Metterdorf Bez. Radlberg, Lehm

OBENMORPHOLOGIE

STANDORT (Bezeichnung Codetafel)

PHYTOZOKOSEN Kiefernzweicher Laubmischwald, unterwuchsarm

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fläche, %						Vasenreih.					St. Lokalklima				
Exposition	80					Grundw. beeinfl. tagw. beeinfl.					Schadstoffbel.				
Feuchte	10-30					hahw. beeinfl.					Biotrophierung				
Bestämmung	x					neutral					Ablagerungen				
Luftfeuchtigkeit						Wasserreich					Betrift:				
						basenarm					Stadt für Holz.	x			
BODEN						nur oberfl. verf.					Neophyten				
flächenbündig						N-Gehalt erh.					Motzungslinien.				
mittelflächig	x					BEWIRTSCHAFTUNG					Haumaufnahmen				
tiefbündig						Wasserstandshd.					Abbau				
feucht						Dünung					naturl. Störzees.				
mittel	x					Mehl					UMFELD				
schröuer						Lebewelt					Ackerlt. Sonderlt.				
						Streuuntersetzung	(x)				Intens., Degrnl.				
humusarm						Hochwald	x				Intens., Poröse	x			
deutl. humus	x										Standlungsgegeb.				
humusreich											Verkehrsfläche,				
Torf											Phytozönosen				
Rohhumus															
Verhüggerunk															

Struktur B, S, K, N

BIOTOPOGRAPHIKUNG STEIERMARKE

AMT DER STEIERMARKISCHEN LANDESREGIERUNG

Lfd. Nr. 05 Nr. Quadrant Koordinaten Beobachtung Datum Bearbeiter Kontrolle

6/81 191 9160/3

320-340 m 24.7.81. Zöller

STANDORT

Mitterdorfberg, Nez, Radkersburg

STANDORT (Bezeichnung Codetafel)

PHYTOZÖNOSEN

1) Hainbuchenbestände in Mulden und Gräben
2) Buchenwald

Fläche, %	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	St. Lokalklima	1	2	3	4	5			
						Wasserreich.	Wasserarm.	Wasserarm.	Wasserarm.	Wasserarm.									
Exposition	WW	WW	WW	WW	WW	Wasserreich.	Wasserarm.	Wasserarm.	Wasserarm.	Wasserarm.	schadstoffbel.								
Höhenlage	mittig	mittig	mittig	mittig	mittig	Wasserreich.	Wasserarm.	Wasserarm.	Wasserarm.	Wasserarm.	Nutrophilerung								
Bestockung						Wasserreich.	Wasserarm.	Wasserarm.	Wasserarm.	Wasserarm.	Ablagerungen								
Luftfeuchtigkeit						neutral	neutral	neutral	neutral	neutral	Betritt								
BUHLEN						bassentlich	bassentlich	bassentlich	bassentlich	bassentlich	Stadtschlafholz.								
fleischerde						bassentlich	bassentlich	bassentlich	bassentlich	bassentlich	Geophyten								
mittelgrundig	X	X	X	X	X	nur oberfl. verh.	Nutzunkräuter.												
tiefgrundig	X	X	X	X	X	H-fieholt. erh.	Baumabnahmen												
leicht						gewirtschaftung	gewirtschaftung	gewirtschaftung	gewirtschaftung	gewirtschaftung	Abau								
mittel	X	X	X	X	X	wasserarm	wasserarm	wasserarm	wasserarm	wasserarm	naturl. Sukzess.								
schwer						flungung	flungung	flungung	flungung	flungung	UMFELD								
humusart						Wald	Wald	Wald	Wald	Wald	Ackerld. Sonderlt.								
seutl. humos	X	X	X	X	X	besiedlung	besiedlung	besiedlung	besiedlung	besiedlung	Intens. Destrkt.								
humusreicht						strukturierung	strukturierung	strukturierung	strukturierung	strukturierung	Intens. Porote								
Torf						hochwald	hochwald	hochwald	hochwald	hochwald	Stellungsgeb.								
Rohhumus						grasland	grasland	grasland	grasland	grasland	Verkehrsfläche								
Verhagerung						sturzung	sturzung	sturzung	sturzung	sturzung	Phytotönungen								

Struktur B, S, X, W

	1	2	3	4	5
Oxalis acetosella	X				
Melampyrum pratense	X				
Vicia oroboides	X				
Phyteuma spicatum	X				
Rubus sp.	X				
Luzula alba	X				
Mycelis muralis	X				
Viola sp.	X				
Ajuga reptans	X				
Adonis amurensis	X				
Hedera helix	X				
Veronica officinalis	X				
Malanthemum bifolium	X				
Galeopsis cf. pubescens	X				
Carex sylvatica	X				
Gallium sylvaticum	X				
Knautia af. intermedia	X				
Saxicula europaea	X				
Vitis vinifera	X				
Campanula trachelium	X				
Ranunculus nemorosus	X				
Fraxinus sp.	X				
Angelica sylvestris	X				
Gentiana asclepiadea	X				

HYPNOTHERAPY IN STELLERMARK

AMR DER SYSTEMTECHNIK LANDESRECHTUNG

LBB, PACHAINT, INC. RECEIPTS 28

	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5
<i>Alnus glutinosa</i>			(x)		
<i>Carpinus betulus</i>	x	(x)			
<i>Fraxinus excelsior</i>	x				
<i>Fraxinus padus</i>	x				
<i>Acer pseudoplatanus</i>	x				
<i>Quercus robur</i>	(x)	x			
<i>Salix viminalis</i>	x				
<i>Picea sitchensis</i>	(x)	x			
<i>Betula ermanii</i>	(x)	x			
<i>Fagus sylvatica</i>	x				
<i>Tilia cordata</i>		x			
<i>Populus tremula</i>		x			
<i>Angelica sylvestris</i>			x		
<i>Hieracium</i>				x	
<i>Carex brizoides</i>	x				
<i>Oularta palustris</i>	x				
<i>Cladium peracuum</i>	x				
<i>Lomaria mucosula</i>	x	x			
<i>Dryopteris filix-mas</i>	x				
<i>Polygonatum multiflorum</i>	x				
<i>Rubus fruticosus</i>	x				
<i>Daphne mezereum</i>	x				
<i>Aesculus hippocastanum</i>	x				
<i>Gentiana lutea</i>					
<i>Ranunculus nemorosus</i>	x				

ESTATE PLANNING

ARTICLE IN PRESS

THE VETERINARIAN

ARKIN [STL]

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK

ANT DER STEIERMARKISCHEN LANDESREGIERUNG

LED, FACHABT. IN RECHTS (30)

Lfd. Nr. 9/81 OK Nr. 191 Quadrant 9160/3

Koordinaten 360 - 300 m Seehöhe 25. 7. 1981 bearbeiter Zöhrer

PUNDORT

Quadrat

Sitz-~~+~~ Wald, westl. Landorf, Bez. Hackersdorf

GELOGIE

Lehm

DEOMORPHOLOGIE

STANDORT (Bezeichnung Sodetafel)

phytoökologen Graben mit hohem Tannenanteil

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fläche, %						Wasserfrei,					St. Lokalklima				
Disposition	ca)					grundw. beeinfl.					Gehaltsstoffbel.				
Relikte	10-40%					lsgs., beeinfl.	x				Eutrophierung				
Belonung						langev. beeinfl.					Ablagerungen				
Luftfeuchtigkeit,						neutral					Beflekt.				
Bohnen						begrenztlich					Gärtnerl. Holza.				
Tiefgründig						baucharm					Neophyten				
mittlergründig	x					nur oberfl. ver-					Halbwildentw.				
tiefgründig						W.-Geb. l. erh.					Baumaßnahmen				
leicht						BEWIRTSCHAFTUNG					Abbau				
mittel	x					Wasserstandnahm.					natürl. Sukzess.				
schwer						Düngung									
humusarm						Mahl					UMFELD				
stewtl. humos	x					Beweidung					Ackerld. Sonderk.				
humusreich						Streuobstw.	x				Intens. Pflanzl.				
Torf						Hochwald	x				Intens. Forste				
Bohnhumus						VERPLANTUNG					Siedlungsbereb.				
Verhegung						Stützung Wasserd.					Verkehrsofisch.				
Struktur B, S, K, H											Phytosynosen				

Ablies mit sehr starker Verjüngung

BIOZÖNOSTRUKTION UND VERLEBEN

ART DER STERILISATIONEN UND BELEBUNG

Lfd. Nr. OK Nr. Quadrant Koordinaten Seehöhe Datum Bearbeiter

192 9261/2

FUNDORT Klöchberg

GEOLOGIE Buntsandstein

STANDORT (Beschilderung oder so) Gräben

PHOTOZONEN Hainbuchen - reicher Grabenwald (Alder-Carpinetum - Vincetoxicum-Typ)

Fläche, %	Witterungsbed.					St. Lokalklima				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Exposition SW										
Netzpunkt 0 20-50										
Beeinnahme										
Luftfeuchtigkeit										
BÖDEN										
Fließgründlig.										
mittelfeuchtig										
tiefgründig										
Leicht										
Mittel										
Schwer										
humidum										
deutl. humos										
humoreich										
Torf										
Rothumos										
Verhorngeschie										
Struktur B, S, K, M										
GEPFLÜGUNG										
Störung, Wasserdurch.										
Phytogenenonosen										

S: 30% M: unbedeutend

B: 90% E: 85%

Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.
Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.
Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.
Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.
Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.

Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.
Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.
Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.
Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.
Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.	Witterungsbed.

PHOTOGRAMMETRIC SURVEY

AUS DER STADTBAUMINISTERIUMS LANDSURVEYING
LBB, WILHELM, Lb. HEIDBUHL 32

Lfd. Nr.	OK. Nr.	Quadrant	Koordinaten	Seehöhe	Datum	Bearbeiter	Kontrolle
192	9261/2	SE.	510 m	V. 31		H. Otto	
PUNDORT	über Jözgen	GEOLOGIE					
		Basalt, Zolluvium					
STADTORT (Bezeichnung Gedenkstätte)	Unterhang, Talungung	GEOMORPHOLOGIE					
PHOTOGRAMMETRIC INDEX -	Felsen - Heinrichswald	Unterhang					

Fläche, ha	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Exposition	w														
Weitung	10														
Humidität,	-														
Luftrauigkeit,	+														
HOHES															
Flachgründig,															
mittlergrundig															
HOCHGRUNDIG	x														
leicht															
mittel	x														
SCHWER															
Humidität,															
deutl., humos	x														
humusreich															
Torf															
Hohhumus															
Vorhaegern															

Struktur B,3,X,H B:100%, 25m X 70% mf. 8 fehlt! M: unbedeutend

	ARTENREICHST.	1	2	3	4	5
<i>Eri Curpinus betulus</i>	1	4	-	-	-	-
<i>Tilia cordata</i>	2	-	-	-	-	-
<i>Fagus sylvatica</i>	1	-	-	-	-	-
X: <i>Prunus avium</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Praximus excelsior</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Acer campestre</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Carpinus betulus</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Quercus robur</i>	4	-	-	-	-	-
<i>Lamiastrum galeobdolon</i>	2	-	-	-	-	-
<i>Pulmonaria officinalis</i>	2	-	-	-	-	-
<i>Astrantia cf. major</i>	2	-	-	-	-	-
<i>Alnus repens</i>	1	-	-	-	-	-
<i>Vicia oroboides</i>	1	-	-	-	-	-
<i>Hedera helix</i>	1	-	-	-	-	-
<i>Aruncus dioicus</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Carex sylvatica</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Sanicula europaea</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Galium galbicum</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Dryopteris filix-mas</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Asplenium nidus</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Hedera helix</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Viola reichenbachiana</i>	+	-	-	-	-	-

BIOTOPKARTIERUNG STEIERMARK

AMT DER STEIERMÄRKISCHE LANDESREGIERUNG

LUDWIGSCHEID, 1b

11

Ind. Nr.	BG Nr.	Quadrant	Koordinaten	Seehöhe	Datum	Bearbeiter
192		9261/2	ca. 310 m	VIII.81	Otto + Zimmermann	
FUNDORT	GEOLOGIE					
Jürgen - Eselberg	Basaltsohle					

SYMONT (Bezeichnung Codetitel) artenpartner Waldmischwald-Buchenwald

Über relativ flachgründigem Boden

PHYZIOGENESE

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fläche %						Viereckig,					St. Lokalklima				
Exposition	SW					Grundw. beeinfl.,					Schadstoffbel.				
Belichtung %	10-20					lager. beeinfl.					Eutrophierung				
Feuchte						hangs. beeinfl.					Abbaugewerben				
Lauffeuchtigkeit:						neutra-	x				Zeitlif.				
BODEN						wesentlich					Stadtfr. Holza.				
Fließgewässer	x					basenarm					Neophyten				
Mittelgrundig						nur oberf. Nähr.					Hainungszentren,				
Tiefgrundig						W-Gehalt erh.					Baumähn. hmen				
leicht						BEWIRTSCHAFTUNG					Ausbau				
mittel						Wasserstandshd.					naturl. Sukzess.				
schwer	x					Düngung									
humusarm						Nahd					WIEFELD				
denti. humon	x					Beweidung					Ackerld. Sonderk.				
humusreich						Streunutzung					Intens. Dzinni.				
Torf						Hochwald	x				Intens. Forstw.				
Rohhumus						OPFERUNG					Siedlungsbgeb.				
Verhorizont						Störung, Wasserd.					Verkehrsröh.				
Struktur I,S,X,W											Phytogenosen:				

Struktur I,S,X,W, B bis 20 m, D 90%, H 1.5-3m, I 20%, K 50%

Bemerkung: bei Heizungen ab 15° beginnt, ab 20° dominiert *Luzula alba*

S. 121

	1	2	3	4	5
B: <i>Pinus sylvestris</i>	5				
<i>Pinus sylvestris</i>	+				
<i>Quercus petraea</i>	1				
<i>Sorbus terminalis</i>	+				
S: <i>Pinus sylvestris</i>	2				
R: <i>Fagus sylvatica</i>	2				
<i>Gallium odoratum</i>	3				
<i>Gallium sylvaticum</i>	1				
<i>Hieracium sylvaticum</i>	1				
<i>Hieracium traeceorum</i>	+				
<i>Lathyrus vernus</i>	+				
<i>Vicia oroboides</i>	+				
<i>Prunus avium</i>	+				
<i>Mercieria pinnatifida</i>	+				
<i>Convallaria majalis</i>	+				
<i>Hedera helix</i>	+				
<i>Acerum ibericum</i>	+				
<i>Luzula albida</i>	+				
<i>Lamiastrum montanum</i>	+				
<i>Melittis melissophyllum</i>	+				
<i>Polygonatum multiflorum</i>	+				
<i>Epipactis ap.</i>	2G	+	+	+	+
<i>Santolina europaea</i>	+				
<i>Solidago virgaurea</i>	+				
<i>Juglans ap.</i>	+				
<i>Picea abies</i>	+				

BIOTOPIKALIEBUNG STEIERMARK

AMT DER STEIERMARKISCHEN LÄNDERREGIERUNG

LHD, PACHAT, Iu RECHTS (34)

lfd. Nr. UK Nr. Quadrant Koordinaten Seehöhe Datum Bearbeiter Kontrolle
192 9261/2 ca. 350m 13.8.81 A. Zimmermann

PUNKT Klöschberg
GEOL. BESCH.
GEOLOGIE
Biotop

STANDORT (Bezeichnung Godetwäl) Oberhang
PHYZIOZÖSEN Schwach verwitterter Tuffbuchenwald

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fläche, %						Wasserstand,					St. Lokalitäten				
Exposition	SSE					gründw. beeinfl.					Schadstoffbel.				
Belastung o.	ZU					tagw. beeinfl.					Eutrophierung				
Besonnung	+					haupts. beeinfl.					Ablagerungen				
Luftfeuchtigkeit						neutral					Feucht.				
BODEN						bentonitisch					Stadtw. Holz.				
Flacheründig	X					baconicum					Kryptofiten				
Mitteleründig	X					nur oberfl. ver.					Nutzungsintens.				
Tief eründig						W-Geb. art.					Baumfällnahmen				
Leicht						BEWIRTSCHAFTUNG					Abbau				
mittel	X					Wasserstandshind.					naturl. Sukzess.				
schwer						Düngung					UMFELD				
humusarm						Nahd.					Ackerld. Sonderk.	X			
deutl. humus	X					Reweidung					Intens. Degrad.				
humusreich						Streunutzung					Intens. Forstw.	X			
Torf						Hochwald	X				Städteumgegeb.				
Holzhumus						-					Verkehrsfläche				
Verkarstung						VERARBEITUNG					Phytotozonen				
						Steinerne Mauerw.									

Struktur B,S,X,N 390%, S 25%, X 85% W unter 2%

	1	2	3	4	5
	<i>Urticaria tuberosa</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>(x)</i>		
H: <i>Quercus ilex</i>	x				
P: <i>Pinus sylvestris</i>	x				
S: <i>Sorbus terminalis</i>	(x)				
	<i>Pyrus pyraster</i>	x			
V: <i>Pestuca heterophylla</i>	x				
	<i>Melampyrum pratense</i>	x			
	<i>Hieracium racemosum</i>	x			
	<i>Hieracium sabaudum</i>	x			
	<i>Serratula tinctoria</i>	x			
	<i>Prunus avium</i>	x			
	<i>Luzula uliginosa</i>	x			
	<i>Gallinula chloropus</i>	x			
	<i>Solidago virgaurea</i>	x			
	<i>Lemnophlops nigrolungs</i>	x			
	<i>Bryophyllum pinnatum</i>	x			
	<i>Heuchera serraria</i>	x			
	<i>Lathyrus niger</i>	x			
	<i>Thlaspium erymboicum</i>	x			
	<i>Dactylis glomerata</i>	x			
	<i>Geranium sanguineum</i>	(x)			
	<i>Erigeron annuus</i>	x			
	<i>Chamaesyce hispida</i>	-x			
	<i>Scutellaria galericulata</i>				
	<i>Scutellaria galericulata</i>				

PHOTOINVENTURUNG STEIERMARK

		ART DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIESTUR		LAND, FACHABT., LB. REGIE	
Lfd. Nr.	ÖK-Nr.	Quadrant	Koordinaten	Seehöhe	Datum
192	9261/2			ca. 330 m	VIII.81
FUNGPONT	Jürgen, Egelberg				Bearbeiter Otto + Zimmermann
STATION	(Besiehnung Codestafel)				Kontrolle
PHYTOZÖNEN	1) Trabubene Lohenwald mit Niederwaldcharakter				
	2) mesophilere Ausbildung				
		1	2	3	4
Plächer, %		1	2	3	4
Disposition		40/60			
Reibung, %		3	2		
Bestimmung		25	25		
Luftfeuchtigkeit,					
Luftfeuchtigkeit,					
HOSEN					
Flachgründig	X				
Mittelgründig	X				
Tiefgründig					
Leicht					
Mittel					
Schwer					
Humusarm					
dentl. humos	X	X			
humusreich					
Torf					
Rohhumus					
Verhorngeschie					
Struktur B, S, K, M1) B : 60% (elioschl. B2)	X1: 75%	X2: 80%			

Wasserregen,	1	2	3	4	5	St. Lokalklimm
Grundw. beeinfl.						Schlundlochbel.
tage. beeinfl.						Eutrophierung
hoare, beeinfl.						Ablagerungen
neutral	X	X				Notrattt.
beseitreich						Stadurfr. Holzha.
bosensoris						Nephriten
nur oberfl. veru.						Nutzungsplatten.
W-Gehalt erh.						Bauionionenboden
BEWIRTSCHAFTUNG						Arbau
Wasserstandsgrenz.						natürl. Sukzess.
Dünung						UMFELD
Mahd						Ackerfeld, Senierk.
Beweidung						Intens. Bergba.
Streuuntersetzung						Intens. Forste
Hochwald						Stedlungskerb.
Verhorngeschie						Verkehrsfläche.
Struktur Menge						Phyzionomien

	1	2	3	4	5
R:	<i>Quercus ilex</i>	X			
<i>Sorbus torminalis</i>	X				
<i>Acer campestris</i>	X				
<i>Luzula europaea</i>	-				
<i>Urtica betulina</i>	X				
K:	<i>Bromhypodium pinnatum</i>	X			
<i>Melampyrum pratense</i>	X	X			
<i>Polygonatum multiflorum</i>	X				
<i>Cynanchum vincetoxicum</i>	X				
<i>Gallium glaucum</i>	X				
<i>Potentilla heterophylla</i>	X				
<i>Ligustrum vulgare</i>	X				
<i>Rosa nemoralis</i>	(X)				
<i>Viola collina</i>	(X)				
<i>Teucrium chamaedrys</i>	X				
<i>Hedera helix</i>	(X)				
<i>Gaultheria myrsinoides</i>	X				
<i>Geranium sanguineum</i>	X				
<i>Trifolium alpestre</i>	X				
<i>Acer campestre</i>	X				
<i>Polygonatum odoratum</i>	X				
<i>Athyrium filix-femina</i>	X				
<i>Peltuga cf. pseudodan.</i>	X				
<i>Euphorbia cyparissias</i>	X				
<i>Origanum vulgare</i>	X				
<i>Fragaria ananassa</i>	X				
<i>Hieracium laciniatum</i>	X				
<i>Panaxetum oxylobosum</i>	X				

Biotopkartierung Steiermark

Amt für Statistik und Bevölkerungswesen Landesbevölkerung 180, Pachtamt, ib RECHT (36)

Land. Nr.	Obj. Nr.	Quadrant	Coordinates	Seehöhe	Datum	Bearbeiter
1/81	9160/3			340 m	25. 7. 81	Zöhrer

PHYSISCH

Wertl. Mitterdorf, Bez. Reith bei Seewalchen

QUATERNAR

Quarturteilweise

STANDORT (Bezeichnung Codefeld)

Hinterdosen 1.) Laubholzarmes Kiefernenbestand

GEOLOGIE

2.) Cinnamomeawälder im Mulgen

GEOMORPHOLOGIE

Fläche, %

Exposition

Neigung

Besonning

Luftfeuchtigkeit

Boden

Flachwiesen

mittlergrünig

tiefrgrünig

leicht

mittel

schwer

humosit

deutl. humos

humusreich

Torf

Rohhumus

Verkarstung

Wasserstand

Düngung

Mahl

Beweidung

Straunutzung

Hochwald

Torf

Omwaldung

strukture Wiesen

St. Lokalklima

Schadstoffbel.

Eutrophierung

Abdämmungen

Betritt

Siedlungsgeb.

Neophyten

Nutzung intens.

Raumauslasten

Abbau

naturl. Sukzess.

UMFELD

Ackerland, Sonderg.

Intens., Dardnl.

Intens., Forste

Siedlungsgeb.

Verkehrsfläche.

Phytogenen

Struktur B,S,K,M

WILDPFLANZENKARTIERUNG NÖTHERMARK

AKT DEUTSCHER LÄNDERLICHEN LANDESHECHTERUNG

LHD, PACHMAYR, Lb

WICHTIG 37

Land. Nr.: 08 Nr.: Quadrant Koordinaten Geschöhr Bearbeiter Kontrolle
Eiffel 192 9261/1 250 III 26. 7. 71. Mäher

FUNDORT

Vfz: Radonien, E. Radonien

GEOLOGIK

Struktur (Beschreibung Codetafel)

phytozönosen 1.) Schwerzerlenbruchwald

GEOMORPHOLOGIE

2.) Sammelbeschafft

Fläche, %	Wasserstand					St. Lokalklima				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Exposition						sunne, kein Inf.				
Verteilung						lage, kein Inf.				
Bezeichnung						mons., kein Inf.				
Wertjeweiligkeit,						neutral				
ROHES						unpräzise				
Flächentypolog.						wasserarm				
mitteldringendig						nat. obere, wobei				
tiefrückendig	x	x				K-festheit erh.				
leicht						ökonomisch				
mittel	x	x				Wasserstandskind.				
schwer						flüsse und				
humidum						Mahd				
deutl., humos.	x	x				Dewaldung				
humoreich						Siedlungswald				
Torf						Hochwald	x	x		
lohhumus										
Verhagerung						Querung				
						struktur, Magazin				
						Verkehrsfläche				
						phytoröhren	x	x		

Struktur B, S, K, R

	1	2	3	4	5
Allium sativum	X	X	X	X	X
Sambucus nigra	X	X	X	X	X
Quercus petraea	X	X	X	X	X
Prunus padus	(X)	X	X	X	X
Eucalyptus globulus	X	X	X	X	X
Cornus sanguinea	X	X	X	X	X
Gymnospermum elegans	X	X	X	X	X
Tilia cordata	X	X	X	X	X
Solanum dulcamara	X	X	X	X	X
Carex vulpina	X	X	X	X	X
Geum urbanum	X	X	X	X	X
Humulus lupulus	X	X	X	X	X
Carex sylvatica	X	X	X	X	X
Calystegia soldanella	X	X	X	X	X
Urtica dioica	X	X	X	X	X
Thlaspi holostachys	X	X	X	X	X
Tribes Thelypteridaceae	X	X	X	X	X
Hamamelis mollis	X	X	X	X	X
Carpinus betulus	X	X	X	X	X
Alliaria officinalis	X	X	X	X	X
Athyrium filix-femina	X	X	X	X	X
Asplenium platyneuron	X	X	X	X	X
Adonis amurensis	X	X	X	X	X
Alchemilla vulgaris	X	X	X	X	X

HOMOPATENTIPLINE GTEILEWALD

AKT DER UNTERRICHTSMATERIALIEN LANDSCHAFTSLEHRUNG

BEGUTACHTET

38

Lfd. Nr. 58 Nr. Quadrant 9261/1
48/34 192 9261/1

Geohöhe 240 m Datum 26. 7. 81. Bearbeiter H. Gührer Kontrolle

ZUORDNUNG
Hadochen, Bez. SiedlungsgebietGEOLOGIE (Talböden Webergrenze)
Lithologie (Anwesenheit)

STANDORT (Besetzung-Codetafel)

PHOTOGRAMMEN. 1.) Entwässerungsgraben 2.) Schwurzelbruchwald

3.) Heimbuchen - Eichenwald

Pfläche, %	Wasserregel,					St. lokalklima				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Exposition	-	-	-	-	-	X	X			
Belägung										
Besonning										
Auftriechtigkeit.										
RODS*										
Flachbodenlg.	X									
Mittelgrundlg.		X								
Tiefgrundlg.			X							
Leicht				X						
Mittel	X	X								
Sohlen					X					
humorum										
deutl. humorum	X	X	X							
humusreicher										
Torf										
Hochhumus										
Verhornerung										
Struktur B,S,K,M										

Struktur B,S,K,M

BEGUTACHTET

39

BEGUTACHTET

40

BEGUTACHTET

41

BEGUTACHTET

42

BEGUTACHTET

43

BEGUTACHTET

44

BEGUTACHTET

45

BEGUTACHTET

46

BEGUTACHTET

47

BEGUTACHTET

48

BEGUTACHTET

49

BEGUTACHTET

50

BEGUTACHTET

51

BEGUTACHTET

52

BEGUTACHTET

53

BEGUTACHTET

54

BEGUTACHTET

55

BEGUTACHTET

56

BEGUTACHTET

57

BEGUTACHTET

58

BEGUTACHTET

59

BEGUTACHTET

60

BEGUTACHTET

61

BEGUTACHTET

62

BEGUTACHTET

63

BEGUTACHTET

64

BEGUTACHTET

65

BEGUTACHTET

66

BEGUTACHTET

67

BEGUTACHTET

68

BEGUTACHTET

69

BEGUTACHTET

70

BEGUTACHTET

71

BEGUTACHTET

72

BEGUTACHTET

73

BEGUTACHTET

74

BEGUTACHTET

75

BEGUTACHTET

76

BEGUTACHTET

77

BEGUTACHTET

78

BEGUTACHTET

79

BEGUTACHTET

80

BEGUTACHTET

81

BEGUTACHTET

82

BEGUTACHTET

83

BEGUTACHTET

84

BEGUTACHTET

85

BEGUTACHTET

86

BEGUTACHTET

87

BEGUTACHTET

88

BEGUTACHTET

89

BEGUTACHTET

90

BEGUTACHTET

91

BEGUTACHTET

92

BEGUTACHTET

93

BEGUTACHTET

94

BEGUTACHTET

95

BEGUTACHTET

96

BEGUTACHTET

97

BEGUTACHTET

98

BEGUTACHTET

99

BEGUTACHTET

100

BEGUTACHTET

101

BEGUTACHTET

102

BEGUTACHTET

103

BEGUTACHTET

104

BEGUTACHTET

105

BEGUTACHTET

106

BEGUTACHTET

107

BEGUTACHTET

108

BEGUTACHTET

109

BEGUTACHTET

110

BEGUTACHTET

111

BEGUTACHTET

112

BEGUTACHTET

113

BEGUTACHTET

114

BEGUTACHTET

115

BEGUTACHTET

116

BEGUTACHTET

117

BEGUTACHTET

118

BEGUTACHTET

119

BEGUTACHTET

120

BEGUTACHTET

121

BEGUTACHTET

122

BEGUTACHTET

123

BEGUTACHTET

124

BEGUTACHTET

125

BEGUTACHTET

126

BEGUTACHTET

127

BEGUTACHTET

128

BEGUTACHTET

129

BEGUTACHTET

130

BEGUTACHTET

131

BEGUTACHTET

132

BEGUTACHTET

133

BEGUTACHTET

134

BEGUTACHTET

135

BEGUTACHTET

136

BEGUTACHTET

137

BEGUTACHTET

138

BEGUTACHTET

139

BEGUTACHTET

140

BEGUTACHTET

141

BEGUTACHTET

142

BEGUTACHTET

143

BEGUTACHTET

144

BEGUTACHTET

145

BEGUTACHTET

146

BEGUTACHTET

147

BEGUTACHTET

148

BEGUTACHTET

149

BEGUTACHTET

150

BEGUTACHTET

151

BEGUTACHTET

152

BEGUTACHTET

153

BEGUTACHTET

154

BEGUTACHTET

155

BEGUTACHTET

156

BEGUTACHTET

157

BEGUTACHTET

158

BEGUTACHTET

159

BEGUTACHTET

160

BEGUTACHTET

161

BEGUTACHTET

162

BEGUTACHTET

163

BEGUTACHTET

164

BEGUTACHTET

165

BEGUTACHTET

166

BEGUTACHTET

167

BEGUTACHTET

168

BEGUTACHTET

169

BEGUTACHTET

170

BEGUTACHTET

171

BEGUTACHTET

172

BEGUTACHTET

173

BEGUTACHTET

174

BEGUTACHTET

175

BEGUTACHTET

176

BEGUTACHTET

177

BEGUTACHTET

178

BEGUTACHTET

179

BLOWDOWN THERMOGRAPHIC LETTERS

MATT DREW STRAUSSHEIM, LAURENCE JEFFREY

三

THE "KARLSWINTER" AT THE GARDEN

	1	2	3	4	5
	Carex caryophyllea	Carex sylvatica	Carex stans	Carex sylvatica	Carex sylvatica
Hedera helix	+	+	+	+	+
Polygonum avicinatum	+	+	+	+	+
Brachypodium pinnatum	+	+	+	+	+
Athyrium filix-femina	+	+	+	+	+
Hedysarum flavescens	+	+	+	+	+
Agrostis capillaris	+	+	+	+	+
Azorella selago	+	+	+	+	+
Bryea media	+	+	+	+	+
Dactylis glomerata	+	+	+	+	+
Luzula sylvatica	+	+	+	+	+
Carex flacca	+	+	+	+	+
Carex dasyphylla	+	+	+	+	+
Anthyllis vulneraria	2	+	+	+	+
Silene pratensis	1	+	+	+	+
Thlaspi arvense	1	+	+	+	+
Cochlearia officinalis	1	+	+	+	+
Leucanthemum vulgare	1	+	+	+	+
Rhinanthus aleotorolopis	1	+	+	+	+
Prifolium pratense	+	+	+	+	+
Campanula patula	+	+	+	+	+
Plantago media	+	+	+	+	+
Ranunculus bulbosus	+	+	+	+	+
Liquorice officinalis	+	+	+	+	+

BIOZÖNOSENKARTIERUNG STIEGLITZ

ANT DER STEINMARKSCHER LANDESREGIERUNG

LEBENSMATERIAL, IN RECHTEN 40

lfd. Nr.	Ort Nr.	Quadrant	Koordinaten:	Seehöhe	Datum	Bearbeiter	Kontrolle
209	9261/4			ca. 215 m	20.5.1971	Qttro	
PUNKT	Entwesentlich	Ort Halbenrain	GEODESIE				
STANDORT (Bezeichnung Gedenkstein)			WIEDERPRÄGUNG				
PHOTOGRAMMEN	Pauschale Karzlaewiese	In Waldnähe	GENÜCHTENPHOTO				
			Fläche, ha.	ca. 1000 ha			

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fläche, %						Wasserreich,					St. Lokalklima				
Exposition:	ab.					gründl., beeinfl.,					Schadstoffbel.,				
Weitung						taigw. beeinfl.,	X				Entrophierung				
Bestimmung						haupts. beeinfl.,					Ablagerungen				
Larfrechtigkeit:						neutral,					Betriebsit.				
BOHNEN						besonderslich					Güterortsfr. Holza.,				
flachgründig						basenarm					Heprophyten				
mittelerkründig	X					nur Oberfl. vergr.					Nutzungintens.,				
tiefergründig						N-Gehalt erh.,					Raumbenahmen	X			
Leicht						BEWIRTSCHAFTUNG					Abbau				
mittel						Wasserabstandsdhd.,					natürl. Sukzess.				
schwer						Flutung									
humusarm						Mahl					UMFELD				
deutl. humos.						Beweidung					Ackerld. Sonderk.,	X			
humusreich						Streuuntzungr					Intens. Verdnlt.				
Torf						Hochwald					Intens. Forstlt.				
Hohhumus											Stadtlangekeh.,				
Verhorngung											Verkehrsfläche,				
											Phytosozienen	X			
Struktur F,S,X,X	Krautachicht:	Dickung 95%	Moossohleicht 70% Deckung												

*

Die Vegetationsverhältnisse in der Drauchenniederung

Dr. H. Otto

Die ersten pflanzensozio-ökologischen 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 Drauchenbach 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 Abzugsräben in den häufiger überstauten Bereichen.

In den tiefsten Teilen der Niederung befand sich, angrenzend an Schwarzerlenforste, die fast Bruchwaldcharakter 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 Abzugsräben siedelt neben der Wasserschwertlilie und den üblichen Seggen und Binsen ein südliches Florenelement, nämlich *Succisella inflexa*, der Südliche Teufelsabbiss. Auf größeren Flächen, anschließend an das Großseggenröhricht, dominierten damals Bestände von *Cirsium rivulare*, der Bach-Kratzdistel, von Kleinseggen, Kriechendem Hahnenfuß und Schweißklee, 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 flächennmäßig größten Teil des offenen Geländes der Drauchenniederung nahmen Fuchsschwanz-Pfeifengraswiesen ein. Das Pfeifengras, Dr. Josef Gabryweg 7

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-Schwingel, das Wollige Honiggras, das Ruchgras und der Wiesen-Fuchsschwanz. Das Pfeifengras trat zurück, der Schaf-Schwingel war schwach vertreten.

Unter den Leguminosen, die insgesamt eher schwach vertreten waren, wurden neben der Wiesen-Bitterbse der Wiesen-, der Weiß-Klee und der erwähnte Spreiz-Klee vermerkt. Von den übrigen Kräutern seien der Scharfe und der Gold-Hahnenfuß, der Echte Ziest, 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 Waldrandern und in den tieferen Teilen noch immer Deckungswerte bis 1 erreicht.

Seither hat der Schaf-Schwingel 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-Schwingel 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 kräftigen Pflanzen als auch bei den Holzgewächsen gegenüber Vergleichsgesellschaften im übrigen Vorland der Steiermark durch hohe Artenzahlen aus. Hervorgehoben seien in den krautreichen Beständen die Hecken-Niebwurz (*Helleborus dumetorum*), das Weiche Lungenkraut (*Pulmonaria mollissima*) und der Türkensporn (*Lilium martagon*). Bei den Beständen entlang des neu angelegten Vorfluters, die unter starkem Seitenlichteinfall zu sichtlicher Verhägerung neigen, wurden seit 1971 die Waldkräuter vom Hain-Wachtelweizen (*Melampyrum nemorosum*) verdrängt.

Verkürzte Tabelle, Deckungswerte nach Braun-Blanquet (+, 1-5)

	Profilstandort	Flussdamm			
		1971	1978	1971	1978
Gräser:					
<i>Molinia arundinacea</i> , Pfeifengras	1	1	1	1	
<i>Alopecurus pratensis</i> , Wiesen-, Fuchsschwanz	2	2	2	3	
<i>Anthoxanthum odoratum</i> , Gsm. Ruchgras	2	2	2	2	
<i>Cynosurus cristatus</i> , Kammgras	1	+	2		
<i>Holcus lanatus</i> , Wolliges Honiggras	3	0	2	3	
<i>Festuca pratensis</i> , Wiesen-Schwingel	3	2	3		
<i>Festuca ovina</i> ssp., Schaf-Schwingel	1	4	+		
<i>Arrhenatherum elatius</i> , Glatthafer			3		
<i>Helictotrichon pubescens</i> , Fleumhafer			3		
<i>Dactylis glomerata</i> , Knaulgras			2		
Leguminosen:					
<i>Lathyrus pratensis</i> , Wiesen-Blatterbse	1	2	2	1	
<i>Trifolium pratense</i> , Roter Wiesenklee	1	+	2	3	
<i>Trifolium repens</i> , Weißer Klee	1	1	+	3	
<i>Trifolium pratense</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 suricinus</i> , Gold-Hahnenfuß	+	1			
<i>Ranunculus repens</i> , Kriechender H.	1	1			
<i>Sanguisorba officinalis</i> , Gr. Wiesen- Knöpf	1	2	3	2	
<i>Galium verum</i> , Echtes Labkraut	+	2	2	2	
<i>Rhinanthus minor</i> , Kleiner Klappertopf	+	1	+	2	
<i>Colchicum autumnale</i> , Herbstzeitlose	1	1	1	1	

PFLANZENSOZIOLOGISCHE AUFNAHMEN
IM EBNTEICH DER "DRAUCHENER WIESEN" (1971)

Pflanzengesellschaft	Feuchtigkeit	Aufn.Nr.	Fläche					
Großseggensumpf, zentraler Teil	sehr naß, häufig Überflutet	1	200 m ²					
Großseggensumpf, Randbereich	naß, oft über- flutet	2	500 m ²					
Seggenträcht im Bereich von Abzuggräben	naß, häufige Wasserführung	3	1 x 20 m					
Sumpfdistelwiese	naß, gelegentlich Überstaut	4	500 m ²					
Fuchsschwanzwiese, Facies mit Tri- folium patens und T. ochroleucum	wechselseitig, Über- wiegen d. feuchten Phase	5	500 m ²					
Fuchsschwanzwiese, typische Facies	wechselseitig (Durchschnitt)	6	800 m ²					
Fuchsschwanz-Fiumhaferwiese (Flußdamm)	mäßig feucht bis mäßig trocken	7	1500 m ²					
		1	2	3	4	5	6	7
Carex riparia	5.5							
Typha latifolia	1.2							
Alium plantago-aquatica	-							
Carex vesicaria	-							
Cirsium oleraceum	+							
Lysimachia vulgaris	+							
Stachys palustris	+							
Symphytum officinale	-							
Thalictrum lucidum	+							
Pilipendula ulmaria	1.4	+	1.2					
Iris pseudacorus	1.1	+	1.1					
Rumex crispus	-							
Juncus acutus	+							
Poa trivialis	+							
Carex gracilis	4.5	2.0						
Juncus effusus	2.4	2.2						
Ranunculus flammula	1.2	1.1	+					
Lysimachia nummularia	1.2	+	1.2					
Carex nigra	+		+					
Iythrum salicaria	+		+					
Gelium palustre	1.1	1.1	1.1	+				
Myosotis palustris	+	+	+	+				
Cirsium rivulare	1.1		4.4	+				
Frunella vulgaris	+		2.3	3.3				
Ranunculus repens	1.2	2.4	+	1.2	+			
Lotus corniculatus	1.1		2.2	1.1	1.2			
Trifolium hybridum	1.1		1.1	+	1.1			
Phleum pratense	+		+	+	+			

	1	2	3	4	5	6	7
Dactylis glomerata							2.4
Alopecurus pratensis	+	1.2	+	1.2	2.9	1.2	
Agrostis alba agg.	+	1.2	+	1.2	1.1	+	
Trifolium pratense	+	1.1	2.4	3.5	1.2	*	
Holcus lanatus	+	+	1.2	2.3	3.5	2.2	
Lathyrus pratensis	+	+	1.1	*	1.2	2.4	
Sanguisorba officinalis	+	+	+	+	1.3	2.3	
Lychnis flos-cuculi	+	+	*	*	*	+	
Succowia inflexa			1.3				
Carex panicoides		1.1					
Brachyla officinalis		+					
Veronica scutellata		+					
Carex vulpina		1.1	+				
Cardamine pratensis	+	+	+				
Leontodon autumnalis	+		+				
Molinia brundiniana	+	4.5	3.4	1.2			
Succisa pratensis	+	1.1	3.2	*	*		
Anthoxanthum odoratum	+	1.1	+	2.5	2.3		
Carex flava			1.2				
Carex tomentosa			1.1				
Potentilla reptans			+				
Hardia stricta		1.3		2.2			
Potentilla erecta		1.1	+				
Senecio jacobaea agg.	+	+					
Trifolium dubium	+	+					
Stellaria decumbens	+		2.7				
Juncus conglomeratus		2.5					
Centaurea vochinensis		+					
Ranunculus auricomus		+					
Centaurea jacea agg.	+	+					1.5
Cynipsurus cristatus		2.2	1.1	1.1	2.2		
Ranunculus acris		1.1	1.3	2.4	2.4		
Bromus media		1.1	+	2.1	+		
Trifolium repens	+		2.3	1.2	+		
Plantago lanceolata	+	1.2	+		1.2		
Festuca pratensis	+	1.1	3.5	3.3			
Trifolium pratense	+	1.1	1.1	1.1	2.4		
Leontodon hispidus	+	+	+	2.2	2.3		
Tragopogon orientalis	+	+	+	+	+		
Rhinanthus minor	+		+		+		
Geranium holosteoides	+		+	+	+		
Campanula patula	+		+	+	+		
Bupleurum rostkovianum	+		+	+	+		
Stellaria graminea	+		+	+	+		
Carex hirta	+				+		
Anthoxanthum cespitosum			1.1				
Trifolium ochroleucum			+				
Gallium verum			+	+	2.3		
Festuca ovina			+	1.2	*		

	1	2	3	4	5	6	7
Pimpinella major					+	1.5	
Knautia arvensis					+	1.1	
Cochicum autumnale	-				1.1	1.1	
Achillea millefolium					+3	*3	
Ranunculus					+	*	
Ranunculus					+	*	
Leucanthemum vulgare agg.					+	*	
Polygala comosa					+	*	
Hedysarum occidentale					+	*	
Rumex acetosa					+	*	
Arrhenatherum elatius						3.3	
Helictotrichon pubescens						3.3	
Salvia pratensis						*2	
Centaurea macrocarpa						*	
Convolvulus arvensis						*	
Dianthus deltoides						*	
Oxalis album						*	
Pastinaca sativa						*	
Triisetum flavescens						*	

Beilagen VEGETATION

1 a,b): Vegetationskarte: (aktuelle) Vegetation
des Bezirkes Radkersburg, 1 : 25 000

2: Auwaldkartierungen:

- a) Mur-Auen, Bereich zwischen Straß und Mureck,
1 : 10 000
- b) Mur-Auen, Bereich Gosdorf, 1 : 10 000
- c) Mettersdorf am Saßbach, Auwaldreste am Saßbach,
1 : 5 000



E H S I E S K Y

Wies

Untersuchung der mechanischen Verallgemeinerungsvoraussetzungen
an der Universität

Wies, 1892-m-01

Dr. R. H. Mitter, Professor
C. Hartig, Mitarbeiter

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. Ottomagien

1.3.2. Karpatien

1.3.3. Sudanien

1.3.4. Gurmatien

1.3.5. Pannonien

1.3.6. Der jungtertiäre Vulkanismus

2. Hydrochemie

2.1. Das Kationsverhältnis $\text{Na}^+ + \text{K}^+ : \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$

2.2. Das Verhältnis $\text{Na}^+ + \text{K}^+ : \text{Cl}^-$

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. Temperaturossungen an artesischen Brunnen

3.1.1. Auswirkung der Ausflütttemperaturen 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 abhängig der Basistemperaturen dieser artesischen Brunnen

3.1.5. Nicht in die Berechnung einbezogene Maßwerte

3.2. Die Berechnung der geothermischen Tiefenstufe aus Messungen an Temperatursonden mit stehender Wassersäule

3.3. Das Temperaturolog der Tiefebohrung Rethersburg 2

3.4. Zusammenfassende Betrachtung der Ergebnisse der Temperaturmessungen

3-5. Die Anwendung von chemischen Geothermometern für die Berechnung von Prinzipientemperaturen im Untergrund (J. E. GOLDBRINGER)

4. Die Thermen Bad Karsburg

4.1. Allgemeines

4.2. Zur Genese des Thermalwassers aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung

5. Ausblicke auf die Nutzung geothermaler Energie im Verwaltungsbezirk Bad Karsburg

Literatur

Kurzfassung

Vorbemerkung

Mit dem Vertrag vom 12.00.-11.-80 (Begleitschreiben Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, Aktenzahl 44.300/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 Verwaltungsbereich 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. HERLICH) und der Brunnenverwaltungsgesellschaft Deutsch Goritz, Kern & Co., OHO (KB B. SCHWÄGLER) zu Dank verpflichtet.

1. Geologische Übersicht

1.1. Allgemeines

Das oststeirische Tertiärbecken wird durch mehrere markante Grundgebirgschwellen in eine ganze Reihe von Teilstufen zerlegt. Der Verwaltungsbereich Radkersburg selbst liegt im wesentlichen im Bereich des "Önnerer Becken", das im Westen durch die Raabsenschwelle und im Osten durch die Südburgenländische Schwelle begrenzt wird. Diese Strukturelemente sind durch paläozoische Inselberge markiert, die aus der Tertiärbedeckung herausragen. Diese Schwellen trennen Teilstufen mit unterschiedlichen Absenkungstiefen voneinander ab.

Bezüglich des geologischen Aufbaus dieser Becken geben H. PLINSCH & H. HIRITSCH (1968), K. KOLLMANN (1964, 1980) erschöpfende Auskunft. In diesem Kapitel wird daher die Geologie nur soweit behandelt, als sie für das Verständnis der durchgeföhrten Untersuchungen von Bedeutung ist.

im Verwaltungsbereich Badkersburg selbst wurde eine größere Anzahl von zumeist Erdölertkundungsbohrungen 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. Teil 1).

Tab. 1: Die Tiefbohrungen im Bezirk Badkersburg

	abgeteuft von:	Endteufe (m)	Mesozoikum (m)	Paläozoikum (m)	Kristallin (m)
St. Peter I	ÖHV 1978	992	-	833 - 992	-
Wiesdorf I	ÖHV 1978	1962	-	-	1292 - 1942
Ichla I	ÖHV 1978	1818	-	1698 - 1795	1995 - 1818
St. Nikolai I	ÖHV 1978	1275	-	1222 - 1225	
*Radochen I	ÖHV 1981	997	-	ab ca. 350 m	erreicht
Ferbersdorf I	van SICKLE 1953	1477	-	1470 - 1477	
Badkersburg X 2	Stadtgemein- de Radkersburg 1977	1930	1778 - 1885	1885 - 1930	
Mureck I	WINTERSHALL 1942	1188	Im Karpat eingestellt		

*über die IB Radochen liegen noch keine schriftlichen Angaben vor.

1.2. Der vortertiäre Beckenuntergrund, seine lithologische Ausbildung und Morphologie

Aufgrund der Ergebnisse der Tiefbohrtätigkeit 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 nur Verfügung.

- 3 -

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. van SICKLE (1952-1955) zur Verfügung standen. Wie die später abgeteuften 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 Fischbach-Mureck (Tiefbohrung) - Dürnbach steil gegen NW ansteigt. In dieser Hochzone liegt die Tiefbohrung St. Peter I, die das Grundgebirge bereits in 633 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 Weißelbaum und Radochen durch die Südburgenländische Schwelle in zwei Teilbecken zerlegt. Aufgrund der Untersuchungen der Fa. R.K. van SICKLE in den Jahren 1952-1955 kann angenommen werden, daß sich die Südburgenländische Schwelle im Bereich der Mut knapp westlich von Weißelbaum bis 600 - 700 m unter die Geländekante erhebt. Sie steigt gegen NE allmählich an und tritt im Raum von St. Anna am Aigen als paläozoische Grundgebirgsinsel aus der Tertiärbedeckung auf. Die Tiefbohrung Radochen 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 2100 m die größten Beckentiefen.

Die Bohrung Murska 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 abgeteuften 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 Untersuchungsgebiets der vortertiäre Beckenuntergrund zumindest teilweise aus karbonatischen Gesteinen aufgebaut wird, herrscht im Süden eine phyllitische Fazies vor. Dies wurde im Bezirk Radkersburg durch die Aufschlußbohrungen Wiersdorf I, St. Peter I, Pichla I, St. Nikolai I und Radochen I nachgewiesen (s. Tab. 1). Die Mächtigkeit dieser Serie ist starken Schwankungen unterworfen.

Während in der Bohrung Wiersdorf I unter dem Tertiär bereits Granatglimmerschiefer angefahren wurden, durchstieß die Bohrung Radochen I ca. 650 m paläozoische Phyllite ehe sie den kristallinen Untergrund im 997 m antraf.

Mesogenische Gesteine konnten bisher nur in der Thermalwasserbohrung Radkersburg I in Form von Triasdolomiten und Werfener Schichten (nach K. KOLLHANN, 1980) zwischen 1778 und 1885 m über paläozoischen Phylliten angefahren werden.

Es konnte sich bei diesen Dolomiten um die Fortsetzung des z.T. über 100 km breiten mesozoischen Zuges handeln, der die ungarische Tiefebene mit SW-NE-Ferrichen im Beckenuntergrund durchzieht (V. DANK & P.-J. IBÁFFITASÁVAL, 1987) und der nördlich des Plattensees auf breiter Front aufgeschlossen ist. Kartensmäßig 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 Saualschwelle 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 Stadlbürges bei St. Anna am Aigen (s. Teil. 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 versteift und gefaltet wurden. Gleichzeitig kam es zu einer teilweisen Abtragung der karpatischen Sedimentschichten, 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 (1980),

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 Konglomeratstufe in Wechsellagerung mit Tonmergel- und Mergelsteinen.

1.3.2. Karpatien

In seinem Liegendaufbau 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 lithothamnienschalen Beckenwände (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 erschrotten.

PLEISTOCAN	QUARTER		TERTIÄR (ALTIUS UND TERRANE)	C-100+
PUGZÄN	DAZ		Bachstein; Sandsteine und Tuffe	0-200m
	Ober-		Kiese, Sande, Schotter, Lignite	C-E
	Mittel-			C-E
	unten-		Kalke (gr. Kiesel); Schotter - Kirchberger K.; Kostenberger K.; Tuffe (gr. Lignite)	0-500+
	Ober- und Mittel-		Dolomitischer Kalke und Dolomit; Tonmergel; Sande, Braunkohle; "Kapellenkalk-Schotter"	0-750m
	Unter-		Tonmergel, Sande, Eisenmergel, Braunkohle	0-100+
M - O - Z - A - N	SAHMAT			
	Ober-		Tonmergel, Sandstein	C-150+
	Mittel-		Kalke (gr. Kiesel), Tonmergel, Kupferschiefer; Sandsteine	0-500m
	Unter-		Kupferschiefer, Tonmergel, Sandsteine; Sandsteinlagen (gr. Kiesel); Vulkankomite, Lavae und Tuffe;	0-160+
	BADEN		Calcareous dolomite - dolomites Sandstone - dolomites Tonmergel und "Tonmergelgruppe" Sandstones	0-250m
			Konglomerat; Kalke (gr. Kiesel); Sandsteine Tonmergel Rutschkalke Dolomite	
			Konglomerate; Kalke (gr. Kiesel); Sandsteine Tonmergel Rutschkalke Dolomite	0-200m Vulkanische Gesteine 0-200m Vulkanische Gesteine 0-100m
CITTAWANG	K A B P Z T "Obersteistein"		Mangan/kalke, Tonmergel; Sandsteine	0-160m
			Blumlose Mergel; Sandsteine	0-65m
			Brakien; rotbraune Tonmergel; Sandsteine	0-60m
PALAOZOIKUM	DEVON	Unter- bis Mittel-	Dolomite und Sandsteine	0-45m
		Unter Devon - Ob Ordovizium	Tonmergel und Blauton; Furkenschifer	0-85m
KRISTALLIN, METAMORPHER UNTERGRUND		M + M + M	Schistgneise, Amfibolit, Monzonit	E

Fig. 1: Schematische Darstellung der tertiären Schichtabfolge im Ostersteirischen Becken (aus K. KOLLMANN, 1980)

lokal treten auch Kalke und Kalksandsteine sowie Ligniteflöze auf. Der Fossilengehalt dieser Sedimente spricht bereits für brackische Ablagerungsbedingungen.

1.3.5. Pannonien

Diese Formation ist durch Tonmergel, Sande und Schotter in mehrfacher Wechsellagerung charakterisiert.

Wie die geologische Karte (Beil. 1) zeigt, ist das Badenien auf das westliche Untersuchungsgebiet beschränkt. Gegen Osten schließen die sarmatischen Sedimente an. Pannonien tritt nur kleinräumig um Radkersburg und im Bereich der südburgenländischen Schieferleite auf. Karpatien und Ostnangien sind durchwegs von jüngeren Lockergesteinen überlagert.

1.3.6. Der jungtertiäre Vulkanismus

Im Untersuchungsgebiet sind jungtertiäre Vulkanite sowohl oberflächig aufgeschlossen, als auch unter einer tertiären Lockergesteinsbedeckung bekannt. Sie wurden in zwei zeitlich voneinander getrennten Phasen gefördert.

Miozäne Phase

Altersmäßig lassen sich ihre Gesteine in das Rhaetium bis Unterbadenien einordnen. Im Untersuchungsgebiet ist dieser miozäne Vulkanismus oberflächig nicht aufgeschlossen. Er tritt erst im Raum Gleichenberg anstehend als Trachyandesit, Trachyt und Quarztrachyt auf. Es sind somit saure Vulkanite, die durchweg eine starke Kaliumkonkurrenz aufweisen.

Aus geomagnetischen Messungen (M. TÓPEKÖZÉB, 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 Schildvulkans mit einem Durchmesser von ca. 15 - 20 km dar.

Ein weiterer, völlig von jüngeren Sedimenten überlagerter Vulkan liegt im Westen des Untersuchungsgebietes mit dem Zentrum bei Landorf. Die Verbreitung dieses auch geomagnetisch erfaßten Schildvulkans konnte auch durch die abgeteuften Tiefebohrungen nachgewiesen werden. Petrographische Untersuchungen von Vulkaniten aus den Erdölprospektionssbohrungen St. Peter I, Wiersdorf I und St. Nikolai I (H. HERITSCH, 1979) zeigen, daß es sich bei diesen Gesteinen ebenfalls um Trachyty und verwandte Gesteine handelt, die zum Teil hydrothermal bereits stark umgewandelt sein können.

Der pliozäne Vulkanite auch noch südlich des Ländorfer Vulkangebietes (Abgrenzung nach X. KOLLMANN, 1964; s. Seil. I) vorkommen, zeigen A. RAUSER & J. KAPANES (1953), die solche aus Bohrungen zwischen Mureck und Metnitz (im Westen, außerhalb des Arbeitsgebietes) erwähnen. Die Autoren beziehen sich dabei vermutlich auf die Maschinenbohrungen der Fa. von SICHLER (1952 - 1953, vgl. Kap. 2.4.).

Pliozäne Phase

Die im Arbeitsgebiet zwischen Klöch und Straßen aufgeschlossenen vulkanischen Gesteine gehören durchwegs der pliozänen Phase an. Es sind Schlot- 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 Basaltgesteine wie Nephelinbasanite und Nephelinit mit starker Natriumbetonung.

2. Hydrochemie

In Zuge einer Neuaufnahme der artesischen Brunnen im Verwaltungsbereich Bad Kreuzburg 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_3^- , SO_4^{2-} sowie SiO_4^{4-}) bestimmt.

Anlässlich einer 1976 von der Steiermärkischen Landesregierung durchgeführten Artesaufnahme erfolgte auch eine Bestimmung der freien Kohlensäure. Diese Werte wurden nach einer Strichprobekontrolle 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 Therme Bad Kreuzburg ziehen zu können.

die ermittelten chemischen Parameter (in mg/l) sind in Tab. 2 zusammengestellt; die Brunnennummern beziehen sich auf Inventarnummern der Artesiskartei 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 Analysewerte beziehen sich auf Werksangaben bzw. auf W. CABLE (1975).

2.1. Das Kationenverhältnis $\text{Na}^+ + \text{K}^+$: Ca^{++} : Mg^{++}

Vorerst sei bemerkt, daß K^+ in Bezug auf die Verhältnisse dieser vier Kationen durchwegs weniger als 1 molal beträgt und somit die Summe $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ praktisch dem Na^+ -Gehalt gleichzusetzen ist. Aus der Darstellung der molal-Gehalte im Kationendreieck (Fig. 2) ergibt sich eine ganz auffallende Gruppierung:

1. Wasser mit ganz außergewöhnlich hohen Na^+ -Gehalten, bei denen dieser im Extremfall bis zu 98 molal betragen kann (Brunnen 259). In diese Gruppe gehört auch das Thermalwasser, das aus der Tiefbohrung Badkersburg 2 entschrotet wird.
2. Wasser mit Kationengehalten zwischen etwa 80 und 48 molal. Es könnte sich hierbei um Mischwasser der 1. Gruppe mit Wassern anderer Konzentrationsverhältnisse handeln, wobei sich im Kationendreieck eine Mischreihe abzeichnet. Das Ca^{++} : 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 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ -reichen Wässer zeigen zwar ebenfalls Gruppenbildungen, doch sind hier teilweise Übergänge vorhanden, so daß in einzelnen Fällen eine Grenzziehung unsicher ist.

3. Wasser mit deutlich erhöhten $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ -Gehalten und durchwegs einem Überschuß von Ca^{++} gegenüber Mg^{++} .

Tab. 3: hydrochemische Parameter von Mineraleinschlüssen im Untersuchungsbereich (mg/lw)

	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	Fest.
Sulzberg: Pfanne	691	162	50	66	3029	2	7		1509
Peterquelle	226	51	633	19	2326	227	1		2611
Langlitz	263	196	121		2062	10			1870
Siedendorfer	179	69	1156	116	3649	464	1		3293
Hof: Johannishütte	208	131	1068	65	3636	306	0		2322
Gleichenberg: Eben	117	92	1296	32	2927	770	72		2129
Gleichenberg: Konstantin	140	126	1853	43	4071	1190	57		2113
Gleichenberg: Maria Theresia	161	126	1837	42	4070	1119	57		2065

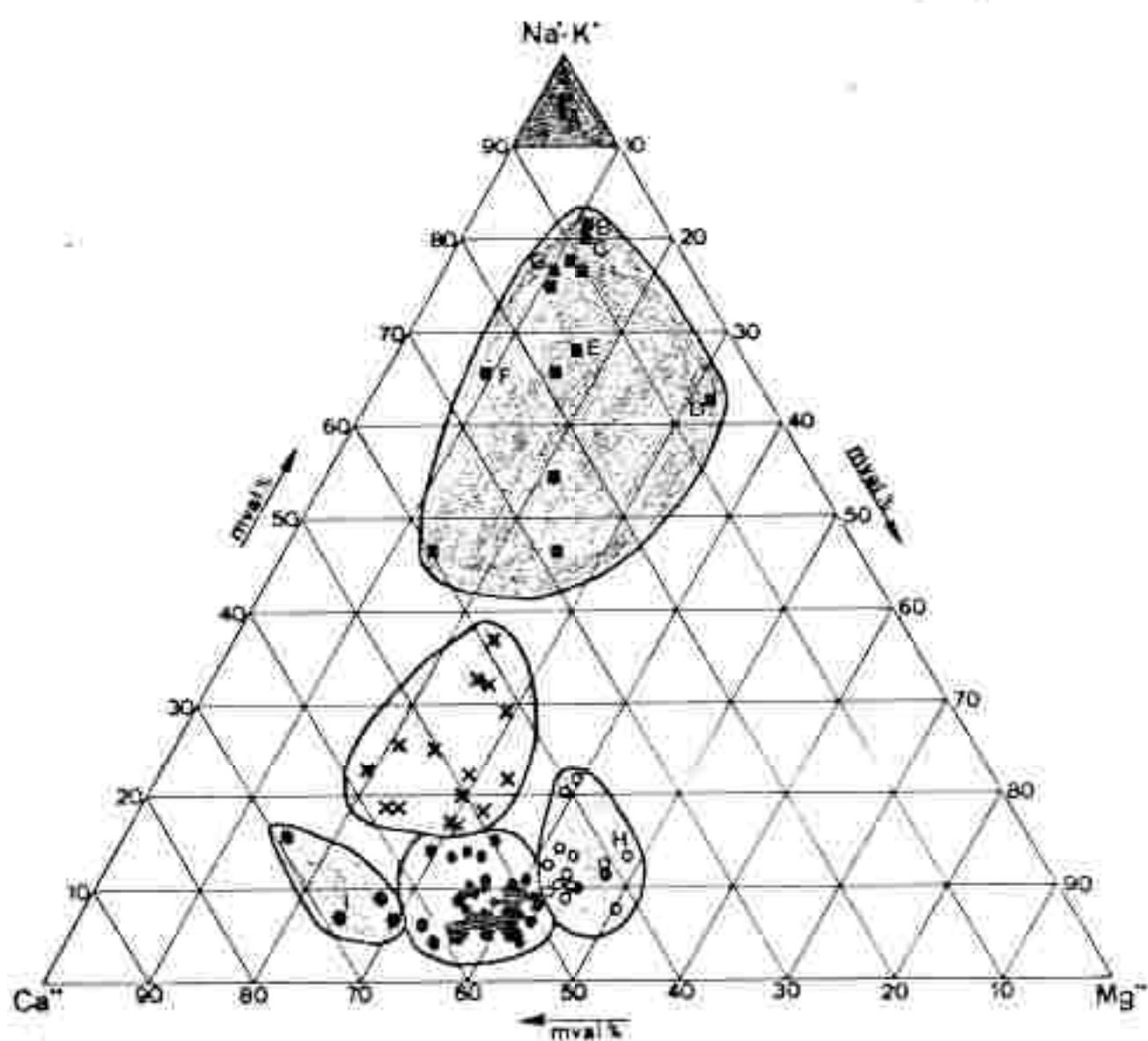


FIG. 2 Darstellung der untersuchten Wasser im Kationen-dreieck (siehe auch Abb. 2).
A = Therme Badkersburg, B = Theresienquelle Gleichenberg, C = Emaquelle
Gleichenberg, D = Konstantinquelle Gleichenberg, E = Johannishunn Hof,
F = Peterquelle Deutsch-Göritz, G = Siedendorfer, H = Tengelaff Badkers-
burg, I = Franzensquelle Sulzegg.

4. Wasser mit Na + K-Konzentrationen wie sie auch für die große
Masse gespannter Grundwasser im steirischen Tertiärbecken charak-
teristisch sind, die aber deutlich in ihrem Ca : Mg-Verhältnis
differieren.

4.a Wasser mit einem deutlichen Ca-Überschüß;

4.b Wasser mit einem ausgeglichenen Ca : Mg-Verhältnis bzw. einem
deutlichen Mg-Überschüß;

4.c Diese Gruppe nimmt eine Stellung zwischen 4.a und 4.b ein und
zeigt durchwegs ein Überwiegen von Ca gegenüber Mg.

Die Wasser (immerhin) dieser ausgeschiedenen Gruppen sind in Beilage 3 lage-
mäßig erfaßt.

2.2. Das Verhältnis $\text{Na}^+ \cdot \text{K}^+ : \text{Cl}^-$

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 Wasser zulassen. Kleine Verhältniszahlen deuten einen Kontakt der Wasser
mit Sedimenten marinen Ursprungs an. Es soll aber ausdrücklich betont werden,
daß hier in keiner Weise "Formationswasser" marinen Ursprungs vorliegen, da
hierfür die Gesamtkonzentrationen bedeutend zu gering sind.

In Fig. 3 sind zum Grunde einer günstigen Darstellungsweise die Logarithmen
der absoluten $\text{Na}^+ \cdot \text{K}^+$ -Gehalte dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß die Ionent-
verhältnisse $\text{Na}^+ \cdot \text{K}^+ : \text{Cl}^-$ 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 Wasser 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 austreibenden artesischen Wässern im Feld bestimmt. In die Dar-
stellung in Beil. 4 wurden auch CO_2 -Werte von Wässern aufgenommen, von denen
sonst keine chemischen Analysen durchgeführt wurden.

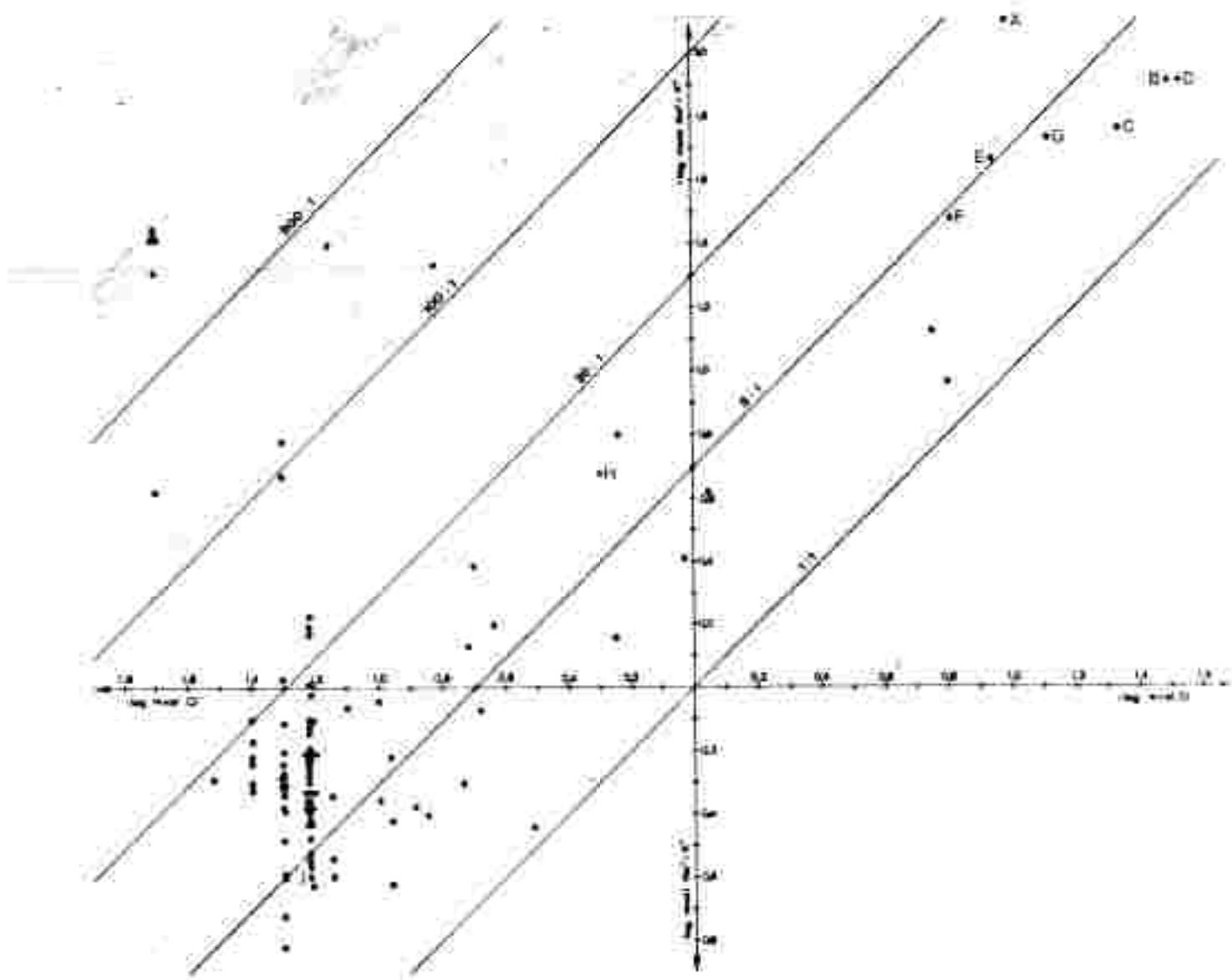


Fig. 3: Das Verhältnis $\text{Na}^+ + \text{K}^+ : \text{Cl}^-$ der untersuchten Wasser (siehe auch Beilage 1).
A = Therme Badkersburg, B = Theresienquelle Gleichenberg, C = Erzquelle
Gleichenberg, D = Konstantinquelle Gleichenberg, E = Johannishof Hof,
F = Peterquelle Deutsch-Goritz, G = Sicheldorf, H = Langlitz Badkersburg,
I = Fräzernquelle Sulzegg.

3.4. Interpretation der Ergebnisse der chemischen Analysen

Aus der Darstellung der Kationenverhältnisse Na^+/K^+ : Ca^{++} : Mg^{++} lassen sich die schon erwähnten Wasserprovinzen ausscheiden. Am auffallendsten ist bisher die Gruppe von Wässern mit den auch absolut gesehen höchsten Na^+ -Gehalten. Sie treten ausschließlich in einer linearen NW-S-Ertreckung 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^{++} -reicherem Wässern. Solche Mischwässer schließen auch gegen Osten an.

Das Ba^{++} 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 Raum Gleichenberg - Straden - Klöch zu suchen sein.

Auf solche Zusammenhänge weist auch bereits A. SCHÜPPE (1952) hin, der allerdings nur die Wässer des den Vulkanismus näher gelegenen Sulzbachtals mit den Basalten in Zusammenhang bringt. In diesem Gebiet treten neben den miozänen kaliumbetonten Trachyten bis Trachyandesiten auch pliozäne Intrusionen von Kalrium betonten Nephelinbasaniten, Nepheliniten und verwandten Gesteinen auf.

Ein hoher Na^+ -Gehalt in den erwähnten Wässern könnte somit in einer leichteren Verwitterbarkeit bzw. Zersetzbarkeit des Na -Feldspate (Feldspatvertreter) in den pliozänen Vulkaniten gegenüber den kaliumreicherem 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 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$: Cl^- -Verhältnisses mehr oder weniger deutlich die marinen Eigenschaften des Speichergesteins wider.

Außerst bemerkenswert ist nur die Tatsache, daß generell die Gehalte an freiem CO₂ gegen den Vulkanismus hin zunehmen und somit ein zu erwarten gewesener Zusammenhang zwischen höchsten Na⁺-Konzentrationen und höchsten CO₂-Werten nicht existiert. Zusammenfassend kann also festgehalten werden, daß sowohl extrem hohe Na⁺- als auch CO₂-Gehalte auf den Vulkanismus zurückgeführt werden können; diese beiden Wassertypen aber trotzdem räumlich voneinander getrennt auftreten.

Eine Interpretation dieser Phänomene ist ohne weiterführende Detailluntersuchungen vorerst kaum möglich, da eine ganze Reihe von Faktoren nicht geklärt sind. Wichtig in diesem Zusammenhang wäre das Wissen um die Ausdehnung des begrenzten Vulkanismus und die Lage eventuell vorhandener Störungszonen. Weitere müßte geklärt werden, ob die Wasser des Sulzbach- und Poppendorfbachtals aus einem oder mehreren Aquifäsen alimentiert werden. Von chemischer Seite kommt in diesem Zusammenhang auch die Ionenaustauschfähigkeit der Tertiärminerale und der größeren Adsorptionsfähigkeit des Kaliums gegenüber dem Magnesium eine entscheidende Bedeutung zu.

Bemerkenswert ist, daß im westlichen Bereich des Untersuchungsgebietes nochmals die beschriebenen Wassertypen mit stark erhöhten Na⁺- und CO₂-Gehalten kleinräumig auftreten, ohne daß hier vulkanische Gesteine aufgeschlossen sind. Zweifellos müssen diese Wassertypen mit dem Vulkangebiet von Landolt bzw. dem zwischen Retzenei 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 erfäßbar. So wurden im Tiefbohrung Mittelalbitt (östlich von Wildon) von der Rohöl-AG in einer Tiefe zwischen 374 und 927 m mehrfach Quarzlatite angefahren (H. HERITSCH, J. BÖRSCHUTZKY & H. SCHUCHLEIN, 1965). Weitere miozäne Vulkanite wurden auch im östlichen Schrungen St. Nikolai I (ab 400 m), Wiereldorf I (ab 897 m) und St. Peter I (ab 781 m) in unterschiedlichen Verwitterungsstadien angetroffen (H. HERITSCH, 1979).

In der näher gelegenen Tiefbohrung Perbersdorf I treten die ersten Andesite und Dazite erstmalis bei 400 m Teufe auf.

Aus dem zusammenfassenden Bericht über die Tiefbohrung Perbersdorf I (J. HAPOUNEK, 1954) geht hervor, daß im Bereich um die Tiefbohrung Perbersdorf I 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 Schwachzonen leicht aufsteigen konnte. Dieses Ergebnis stützt sich nicht nur auf die Tiefbohrungen, sondern auch auf eine größere Zahl von Flachbohrungen der Fa. N.M. van SICHEL, in denen Diorite und Andesite häufig, z.T. bereits in Tiefen von 10 m angefahren wurden.

Da die Wasser aus den Brünnchen Nr. 461 und 471 mit 528 bzw. 2.000 mg/l ganz beträchtliche freie CO₂-Mengen aufweisen, ist also nicht der Schluß von A. SCHÜPPE (1952) zwingend, daß der CO₂ nur mit dem pliozänen Basaltvulkanismus in Zusammenhang zu bringen ist. Die räumliche Verteilung Na⁺-beeinflußter Wasser, bzw. solcher mit erhöhten CO₂-Gehalten läßt vermuten, daß entlang des Saubachtales entweder der Vulkanismus oberflächennaher liegt als in den Nachbargebieten, oder daß entlang einer NW-S verlaufenden Störungszone Wasser aufsteigen (wofür allerdings aus den Temperaturmessungen kein Hinweis zu erhalten war).

Daß diese Wasser aber auch von einem marinen Einfluß geprägt sind, zeigt das Beispiel des Brunnens Nr. 471 ("Rohheit"), der sich durch außergewöhnlich hohe Br⁻ (2,2 mg/l) und J⁻-Gehalte (220 µg/l) auszeichnet (E. GAMERITH, G. SCHMIDT, H. VOLLMER, B. KRÄMER, 1973).

Aus der geographischen Verteilung der im Rationendreieck ausgeschiedenen Wasserprovinzen geht auch hervor, daß die Ca⁺⁺-reichen Wasser vorwiegend im westlichen Untersuchungsgebiet auftreten und die Mg⁺⁺-reichen Typen ausschließlich auf den Ostrand beschränkt sind.

Zweifellos ist der erstgenannte Wassertyp mit Kalkgesteinen in Verbindung zu bringen. So tritt im Westen marines Bädenien mit Leithakaliken, Kalksandsteinen und Kalksandsteinen auf. Die Kalke sind örtlich aufgeschlossen, die karbonatreichen Lockersedimente durch die Untersuchungsbohrung der Fa. van SICHEL (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 entschöret (H. ZOJER, 1977).

Außerst bemerkenswert erscheint die Tatsache, daß ausschließlich im Osten des Untersuchungsgebietes Wasser auftreten, die in Bezug auf die Erdalkalationen 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 dolomischen Gesteinen der ehemals oberflächig 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 Weisen zurückgeführt werden:

- Gasphase des Magmas
- Kontaktmetamorphose in Metagesteinen durch junge Vulkane
- Thermische Tiefenmetamorphose von Kontaktten.

Ungeachtet dieser genetischen Frage sind CO_2 -Vorkommen an bevorzugte Migrationswege gebunden. Hierbei bilden sich im Untersuchungsgebiet in erster Linie Störungszonen 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 Er schwierigkeit 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 Bild A gibt auch sicher keinerlei Hinweise auf tektonische Strukturelemente im Untergrund.

Unter diesen Gesichtspunkten ist eine direkte Verknüpfung von Sauerwasser- austreten oder erhöhten CO₂-reichen Wässern an Störungszonen von vornherein als problematisch einzusehen. Dies gilt auch für die Bindung hoher CO₂-Gehalte an Kreuzungspunkte zweier Störungssysteme.

Bei der Beurachtung der räumlichen Verteilung der Wasser mit erhöhten CO₂- Gehalten (Bild 4) ist auffallend, daß einigermaßen deutlich ausgeprägte Maxima entlang des Sulzbachtals und Seebachtals 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 Mittelischen Brunnen natürlich in den bestiedelten Tälern befinden, und sich dadurch eine nur scheinbar lineare Anordnung erhöhter CO₂-Werte ergeben kann.

Beim Studium der Literatur über CO₂- und Mineralwasservorkommen im Raum Radkersburg zeigt sich ganz deutlich das Bestreben der Autoren, durch eine geradlinige Verbindung der zu ihrer Zeit bekannten Vorkommen tektonische Schwachzonen zu konstruieren.

Durch das Auffinden neuer CO₂- und Mineralwasservorkommen gerät diese Tektonik aber immer wieder ins Scheitern, da sich dadurch eine Vielzahl von Verbindungslinien (Störungszonen) anbietet. So schreibt z.B. A. WIMMLER-MERNADEN in einem Gutachten "Zur Beurteilung der Mineralquellen-Situation im Bereich Sicheldorf-Radkersburg" (Datum unbekannt): "Das Fehlen von Mineralquellen westlich des Stadtgebietes von Radkersburg, wie im Jenseit zwischen Radkersburg und Halbenrain bis über Weitwelsbaum hinaus, läßt annehmen, daß dort im Untergrund keine stärker mineralisierten Sauerlinge durch Bohrungen im allgemeinen anzutreffen seind werden";

und weiter: "In diesem Zusammenhang ist es wichtig, festzustellen, daß die seinerzeitigen Bohrungen bei Dedenitz und Deutsch-Goritz kein Mineralwasser ergeben haben."

In der Zwischenzeit wird aber gerade im diesem Raum (bei Deutsch-Goritz) das Mineralwasser der "Peterquelle" erachtet. 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 Sauerwasser entlang von Linien zu ordnen.

Vor allem die Aufnahme der artesischen Brunnen förderte aber im Bereich des Külzbachtals und im Saßbachthal weitere CO₂-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: "Zitat: Im Jahre 1951 begann die RAG mit einer geologischen Kartierung, deren Hauptergebnis es war, daß die von A. WINKLER-HERMADEN in verschiedenen Publikationen oberflächlich ausstrichenden Brüche nicht existieren."

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß CO₂-reiche Wasser Hinweise auf tektonische Bruchgelenke 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 Störungskliniken 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 zweifellos mit dem Vorkommen des "Sulzegger Mineralwassers" in Zusammenhang zu bringen.

Ferner ist eine annähernd SSE-NWW gerichtet, die aus dem Raum Mureck gegen Sibbing verläuft, die ebenfalls gegen Osten einfällt. Sie könnte in Zusammenhang mit dem Vulkanismus die Ursache für die hochmineralisierten und CO₂-reichen Wasser bei Weinburg und Sibbing darstellen.

Mit dem derzeitigen Wissen sind die Verhältnisse im östlichen Arbeitsgebiet 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 Wasser 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 Wasser auftreten (H.P. LEDITZKY, 1981). Das würde sicher darauf hindeuten, daß im 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 Großing sicher eine Erklärung gefunden werden.

Vermutlich im Gegensatz dazu steht allerdings die von A. SCHÜFER (1957) vermutete Störung entlang des Salzbachtals, 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 Großing abgeleitet werden.

3. die geothermischen Verhältnisse

Der einzige Anhaltspunkt bezüglich der geothermischen Verhältnisse im Verwaltungsbereich Radkersburg war bisher ein in der Tiefbohrung Radkersburg 2 gefahrenes T-Log; dessen Ergebnisse aber, wie noch näher ausgeführt wird, vermutlich nur annähernd die tatsächlichen Temperaturverhältnisse an der Beobachtungsbasis 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 eigens 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 Grundwasser 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. HARDO & H.P. LEDITZKY (1981) im Raum Fürstenfeld zeichnete sich bereits deutlich ab, daß die Aussagekraft von Ausflußtemperaturen überflutgespannter Wasser in Bezug auf die geothermischen Verhältnisse nur sehr beschränkt ist, hingegen die Basistemperatur ein bedeutend zuverlässiger Parameter darstellen.

Aufgrund der Vielzahl der nun bereits vorliegenden Ergebnisse ergibt sich von der Problematik der Temperaturmessungen an artesischen Brunnen aus mehr ein zu komplexes Bild, daß eine zusammenfassende Betrachtung möglich erscheint.

3.1.1. Aussagekraft der Ausflußtemperaturen artesischer Wasser

im Rahmen einer im Auftrag der Vereinigung für hydrogeologische Forschungen in Graz und dem Amt der Steiermärkischen Landesregierung (Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung) durchgeföhrten Inventarisierung aller in der Oststeiermark bestehenden artesischen Brunnen wurde in den Frühjahr- und Sommermonaten 1976 die Aufnahme auch auf den Verwaltungsbezirk Radkersburg ausgedehnt. Diese Aufnahme, bei der neben den einfachsten chemischen Parametern auch die Ausflußtemperaturen gemessen wurden, stellt die Grundlage für die vorliegenden Untersuchungen dar. An einigen Wässern wurden die erwähnten Messungen nach einigen Monaten wiederholt.

In Bezug auf die Ausflußtemperaturen zeigen sich dabei ganz beträchtliche Unterschiede (Tab. 4), wobei aber zu bemerken ist, daß durch diese zwei Nullzeilen keineswegs Temperaturextremwerte erfaßt worden sein müssen. Hieraus geht ganz

Tab. 6: Schwankungen der Ausfluttemperatur von aktueller Witterung

Inv. Nr.	Lokalität	Schüttung l/min.	Datum °C	Ausfluttemperatur °C balkn.	Fließe m	Bemerkungen	
426	Högerdorf 4	1,02	27.1.76	11,0	29.7.76	13,4	301 Schwankenhalte 1,5 m
430	Grasdorf 7	5,40	27.1.76	11,9	29.7.76	12,6	94 Schwankenhalte 2 m
437	Grandorf 4	2,16	27.1.76	11,2	29.7.76	12,1	60-70 Schwankenhalte 1 m
465	Hannisdorf 2	10,20	23.4.76	13,2	29.7.76	16,6	78 Schwankenhalte 2,5 m
467	Hannisdorf 7	1,92	23.4.76	13,3	29.7.76	14,8	60 Schwankenhalte 1,2 m
455	Hettendorf 16	1,50	28.4.76	11,5	29.7.76	15,3	80 Zurücktage im Boden ca. 20 m
457	Hettendorf 60	0,72	28.4.76	11,1	29.7.76	12,4	66 Schwankenhalte 0,7 m
460	Siebing 6	1,32	28.4.76	11,3	29.7.76	14,0	40 Schwankenhalte 0,7 m
461	Siebing 17	0,60	28.4.76	11,0	29.7.76	13,2	84 Auch Tief bodeneben
462	Siebing 10	0,72	28.4.76	11,7	29.7.76	14,7	35 Schwankenhalte 0,3 m
464	Siebing 5b	0,78	28.4.76	10,9	29.7.76	12,7	70 Schwankenhalte 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:

- Im sind in besonderem Maße artesische Brunnen ausgesetzt, die mit einem Schwanenhals bestückt sind; da sich dieser im Laufe eines Tages den kontinuierlichen Lufttemperaturschwankungen anzupassen trachtet. In diesem Zusammenhang ist natürlich auch die Höfliche 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. 564 in Siebing am 27.1.1981 betrug die Ausflußtemperatur am 1 m langen Schwanenhals bei einer Lufttemperatur von -5°C $11,5^{\circ}\text{C}$. Nach Entfernen des Schwanenhalses wurde am Standrohr (hodeneben) eine Wassertemperatur von $11,66^{\circ}\text{C}$ gemessen. Die Abkühlung betrug somit nur entlang des kurzen Bleirohrs 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 erfordert somit beim Durchlaufen dieser Wegstrecke eine Abhöhung 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 Faktor ganz beträchtlich sein. So benötigt z.B. die aufsteigende Wassersäule bei einer Brunnenschüttung von $0,01 \text{ l/s}$ und einem Bohrerdurchmesser von $3,5''$ für das Durchlaufen dieser 15 m langen Strecke 79 Minuten (1), bei einer Schüttung von $0,05 \text{ l/s}$ innerhalb 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.

- Weiterk jene "Arteser", die nicht über die Geländeoberfläche 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 gesetzlichen Sinn auch kein Arteser mehr vorliegt. Diese Tatsache wird vor allen bei der Anlage neuerer Brunnen genutzt, wo das Bohrloch in einen Schacht mündet und die Wasseraufnahme mittels einer Saugpumpe erfolgt. In diesem Schacht stellt sich ein konstanter Wasserstand 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 Bohrloch auswirkt. Ganz deutlich ist dies anhand der T-Loge an den Brunnen Nr. 431 und 431 (Fig. 4) erkennbar. Wesentlich geringer, aber trotzdem noch deutlich ausgeprägt, ist dieser Effekt bei frei austretenden Überflurgespannten Wassern, z.B. bei den Brunnen 845 und 464 (Fig. 4).

Allerdings ist bei der Interpretation solcher T-Logs Vorsicht geboten, da auch "Schercharteser" existieren, die einen Überlauf (meist unterirdisch) haben und dadurch trotz des vorhandenen Schachtes laufend Wasser aus dem Bohrloch austreten.

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 sonst nur in Form einer ± konstanten Abkühlung des aufsteigenden Wassers aus. Die Abkühlung ist im Idealfall kontinuierlich und wäre dann nur mehr von der Aufstiegszeit abhängig. Die in Fig. 4 dargestellten T-Logs 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 durchströmten Aquifern und sicher auch stark differierende Durchmesser in unverrohrten Bohrstrichen, die durch Auskolkungen, Veränderungen 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 Sohlendurchmesser 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 "Schachtartesern" 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 "Schachtarteser" im Keller eines Wohnhauses. Das gefahrene T-Log (Außentemperatur -8°C) lädt einen völlig anomalen Temperaturlauf bis in eine Tiefe von ca. 34 m erkennen, der nur durch eine Wärmeausstrahlung des Gebäudes gegen die Tiefe bzw. durch eine Erwärmung der oberen Bodenschichten durch die Druckbelastung des Wohnhauses erklärt werden kann. Ursprünglich konnte die angegebene Tiefe von ca. 90 m mit der Messonde 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 sitzterter artesischer Brunnen bereits eine erhöhte Ausflütemperatur aufweisen kann.

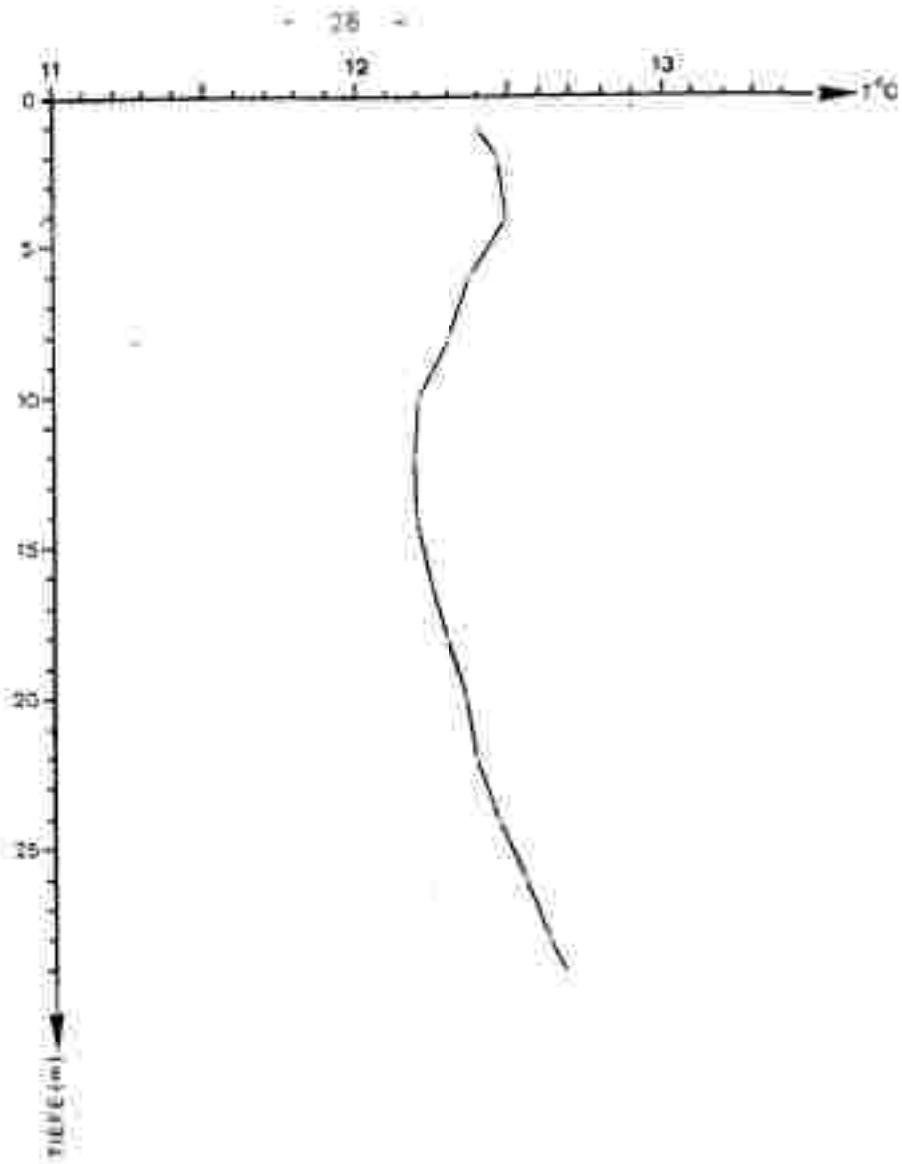


Fig. 3: Temperaturprofil des im Keller eines Wohnhauses gelegenen Brunnens Nr. 456.

3.1.2. T-log an artesischen Brunnen

Aus den eingangs erwähnten Gründen ist die Ausflüsstemperatur 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 geringwichtigen langsam durchströmten Aquifere innerhalb der feinklastischen Sedimente des Badenien und Sarmatiens stellen hierfür eine günstige Voraussetzung dar.

Es wurden daher alle im Bezirk Radkersburg bekannten Bohrbrunnen auf eine Befahrbarkeit mit einer Temperatursonde untersucht. Solche Brunnen wurden einerseits in den schon erwähnten "Schachtartesern", andererseits in Artesern mit abschraubbaren Schwengelhälften gefunden. Etwas 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 Aquifettentemperatur gleichgesetzt werden kann.

3.1.3. Beschreibung der zur Ermittlung der geothermischen Tiefenstufen herangezogenen T-Logs

Brunnen Nr. 431

Das Bohrloch mündet in einen 4 m tiefen Schacht und reicht bis 1 m unter die Geländeoberfläche, wobei das Wasser bis 0,3 m ü. z. 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 "Schachtarteser". 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, steht 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. 6).

Tab. 5: Temperaturmessungen an artesischen Quellen

Inv. Nr.	Nennung am	Lokalität	Brünnentiefe (m) erreichte angewiesen	Ausflütttemperatur ϑ_L	Brünnentemperatur ϑ_L	Bemerkungen
631	13. 2. 61	Großdorf 3	120	119,5	17,23	"Schachtartes"
461	27. 1. 61	Schönsdorf 77	26	29	10,20	-
566	27. 1. 61	Fiebing 54	70	69	11,66 (10,90)*	-
590	13. 2. 61	Oberzöblitz	65-90	89	11,56	"Schachtartes"
514	29. 1. 61	Wiesauhütte	40	39	11,48 (10,90)*	-
560	13. 10. 61	St. Peter (Raab)	94	95,5	13,86	Gehärt mit Abt. full
700	26. 7. 61	Träßing 45	123	116	15,07	"Schachtartes"
832	3. 9. 61	Hodochan 66	90	91,5	13,62	-
845	3. 12. 61	Grösing	97	94	16,16*	1,5 w. Schwammh. hüll 2,6 l/min
104	3. 11. 61			95	12,13 oben	-
					12,10	-

Ausflütttemperaturen in Klammern: Nach Entfernen der Schraubenhüse um handgehoben Rohrstutzen gewonnen
 16,16*: keine nicht erreichte

Brunnen Nr. 464:

Auf das bodeneben abgeschnittene Bohrrohr ist ein 1 m langer Schwanenhals aufgesetzt, der für die Sondenmessung entfernt werden müßte. 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 Versuches, einen ergiebigen Aquifer zu erschüttern, 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 verrohrt. 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 Geländeoberfläche reichende Standrohr ist ein 2,1 m langer Schwanenhals aufgesetzt, der für die Befahrung mit der Temperatursonde entfernt werden müßte. 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 merkbare 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 "Schachtarteser", bei dem das Stielrohr bis 40 cm unter die Geländeoberfläche reicht. In dieses ist ein mit einer Böhrung versehener 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 Stetigkeit 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 (PO)

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 durchmischten Aquifer innerhalb der durchtrennten Mürschhölzer 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. 441, 514, 444, 500, 700 und PQ eine klare Beziehung der Basistemperaturen zur Tiefe. Diese Wertpaare stellen somit ein Temperaturidealprofil für die oberen 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.

In Bereich aller Brunnen deren Basistemperaturen annähernd auf der Regressionsgeraden liegen, bestehen 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 Raum Fürstenfeld (T. MAHIM & 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 gefahrener T-Log auch voll und ganz bestätigt werden (s. Fig. 11).

3.1.5: Nicht in die Rechnung eingesogene Werte

Die Brunnen Nr. 360, 832 und 845 kommen nicht auf dieser Ausgleichsgeraden zu liegen, weshalb sie einer näheren Erläuterung bedürfen.

Brunnen Nr. 360

In einen 3 m tiefen Schacht mündet ein Rohrloch, das bis 0,5 m unter den Schachtrdeckel reicht und hier mit einem Krummen versehen ist. Um diese Bohrung zugänglich zu machen, wurde das Rohr 1 m über der Schachtröhre 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 m/ $^{\circ}$ C) bedeutend zu hoch. In solchen Fällen stellt sich zumeist heraus, daß die vom Besitzer angegebene Bohrtiefe mit der Sohle nicht erreicht werden konnte. Überraschenderweise wurde für diesen Arteser aber eine Tiefe von 94 m mehrfach bestätigt.

Unter der Voraussetzung, daß diese Brunnen tiefe nun auch tatsächlich stimmt, müßte hier bedeutend günstigere geothermische Verhältnisse herrschen. Dies widerspricht aber allen bisher gewonnenen Erkenntnissen der stoffäquigen Verteilung der geothermischen Tiefenstufen.

Diese würde sich für diesen speziellen Fall nach der Formel

$$\text{Geothermische Tiefenstufe} = \frac{\text{Tiefe des Aquifers}}{\text{Aquifertemperatur-Oberflächentemp.}}$$

mit $14,9 \text{ m}/^{\circ}\text{C}$ errechnen, wobei als Oberflächentemperatur der aus der Regressionsgeraden zu erreichende Schnittpunkt mit der Oberfläche ($10,24^{\circ}\text{C}$) einzusetzen wäre (B.P. LEDITZKI, 1980). Dieser theoretische Wert müßte allerdings durch eine Detailluntersuchung in diesem Bereich erst bestätigt werden. Auch die hydrochemischen Untersuchungen (Kap. 2.3) ergeben keinerlei Hinweise auf eine Sonderstellung dieses Brunnens, wie z.B. eine Situierung in Bereich einer Störungslinie.

Brunnen Nr. 832

Auf das bodennah abgeschnittene Bohrlohr ist ein 2,2 m langer Schüttrohnhals aufgeschraubt, der für die Erfahrung mit der Messsonde denotiert 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. 843

Auf das Bohrlohr ist ein 1,5 m langer Schüttrohnhals montiert, der wiederum entfernt werden mußte. Die Temperaturnessonde 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 Brunnen tiefe 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 Wasserküche

Bezüglich des Prinzips der Temperaturmessungen an Sonden und der Sohnmethode wird auf die Ausführungen im Endbericht zu "Geothermiestudie im mittleren Burgenland, Schwerpunkt Oberpullendorf - Wärmeflußmessungen" (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 insbesondere für Temperaturmessungen niedergebrachten Sonden übereinstimmende Ergebnisse.

Es wurde daher im Bereich Bad Vöslau danach getrachtet, welche Sonden nur in Bereichen zu installieren, die nicht durch artesische 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 Temperatursonden aufzuschließen ist somit sehr groß, was auch zahlreiche bekannte und für die unterschiedlichsten Zwecke abgestufte und z.T. sehr leichte Bohrungen bestätigen (H. ZETINIGI 1982).

Andererseits wird die hier von einem ausgedehnten, durchschnittlich 10 m mächtigen Schotterfeld der Würmterrasse begleitet, das durch einen mehrere

Meter mächtigen, gut durchströmten Aquifer charakterisiert ist. Wie die bereits beschriebene Versuchsbabung PQ der Peterquelle im Deutsch Goritz zeigt (Fig. 4), beeinflußt dieser Aquifer das unterliegende Tertiär so stark, daß eine in solchen Bereichen niedergebrachte Temperaturmessanode von vornherein keine reellen Ergebnisse erwarten läßt. Der gleiche Effekt ist im T-Log der Tiefbohrung Badberzung erkennbar (Fig. 4).

Zwischen dem Tertiär im Norden und den Wirmschottern im Süden sind noch ältere kaltzeitliche Terrassen eingeschaltet, deren bedeutendste die ins Bild gestellte "Helfbrunner Terrasse" ist. Ihr sedimentologischer Aufbau ist durch Untersuchungen von H.-P. LÖDITZKY, 1972 und E. FABIAN, 1978 weitgehend bekannt.

Unter einer durchschnittlich 6 – 8 m mächtigen Lehmschübe lagert ein nur geringmächtiger z.T. verlehmter Kieskörper, der artlich wasserführend ist. Aufgrund der Höhenlage dieses Aquifers und der annehmenden 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 "Helfbrunner Terrasse" niederauszutragen.

Die Sonde Nr. 2 liegt im Areal der regionalen Mülldeponie Halbenrain, die Sonde 1 im Ortsgebiet von Unterpürkle (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 Schlammanalysen 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 Deckenschichten der Helfbrunner Terrasse die Ton-Schluff-Fraktionen (Fig. 9).

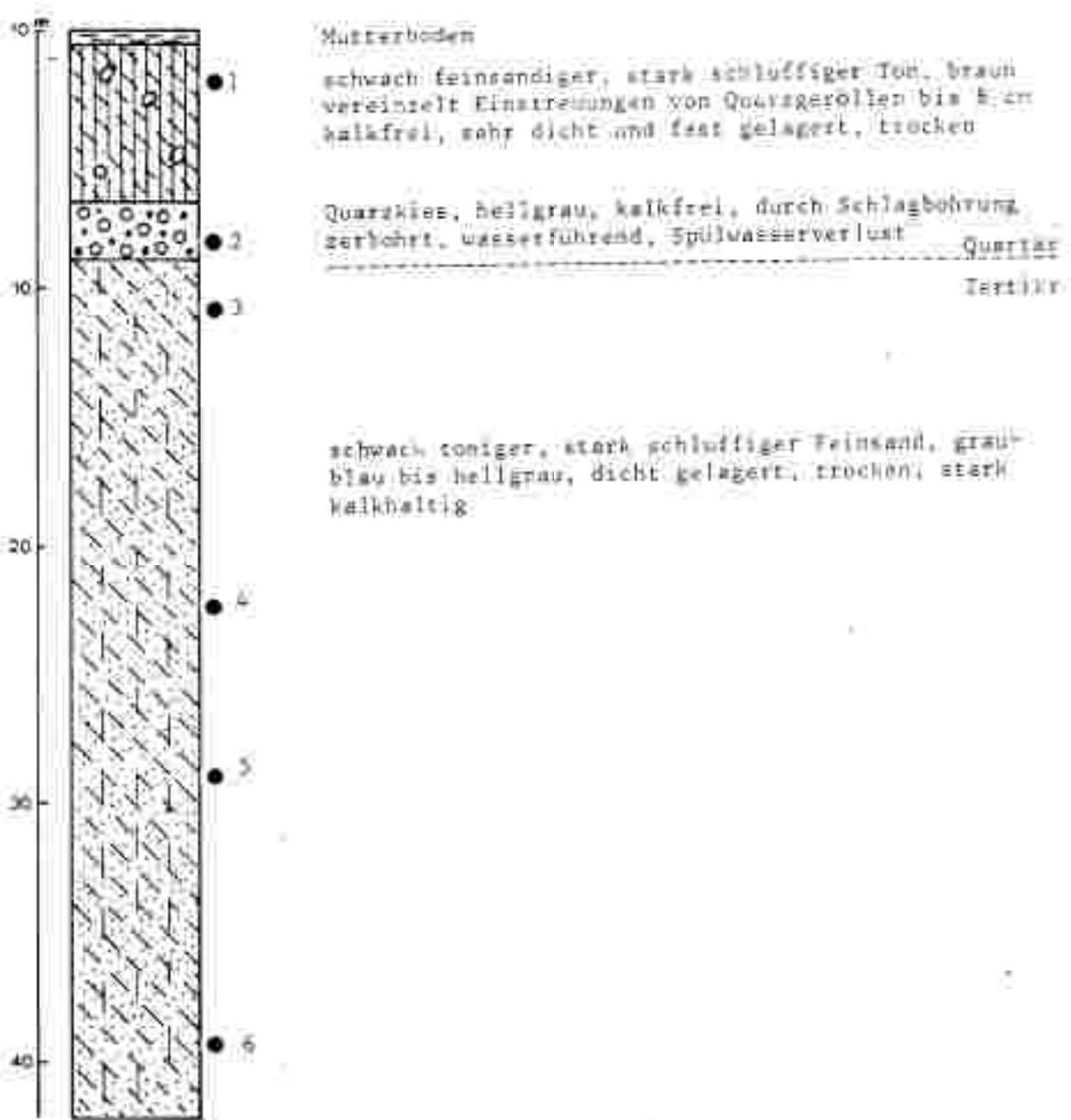


Fig. 8: Bohrprofil der Sohle im Unterputz (S 1)
Darstellung und Benennung nach DIN 4023

● Proben für kombinierte Sis-Beschlammungen.

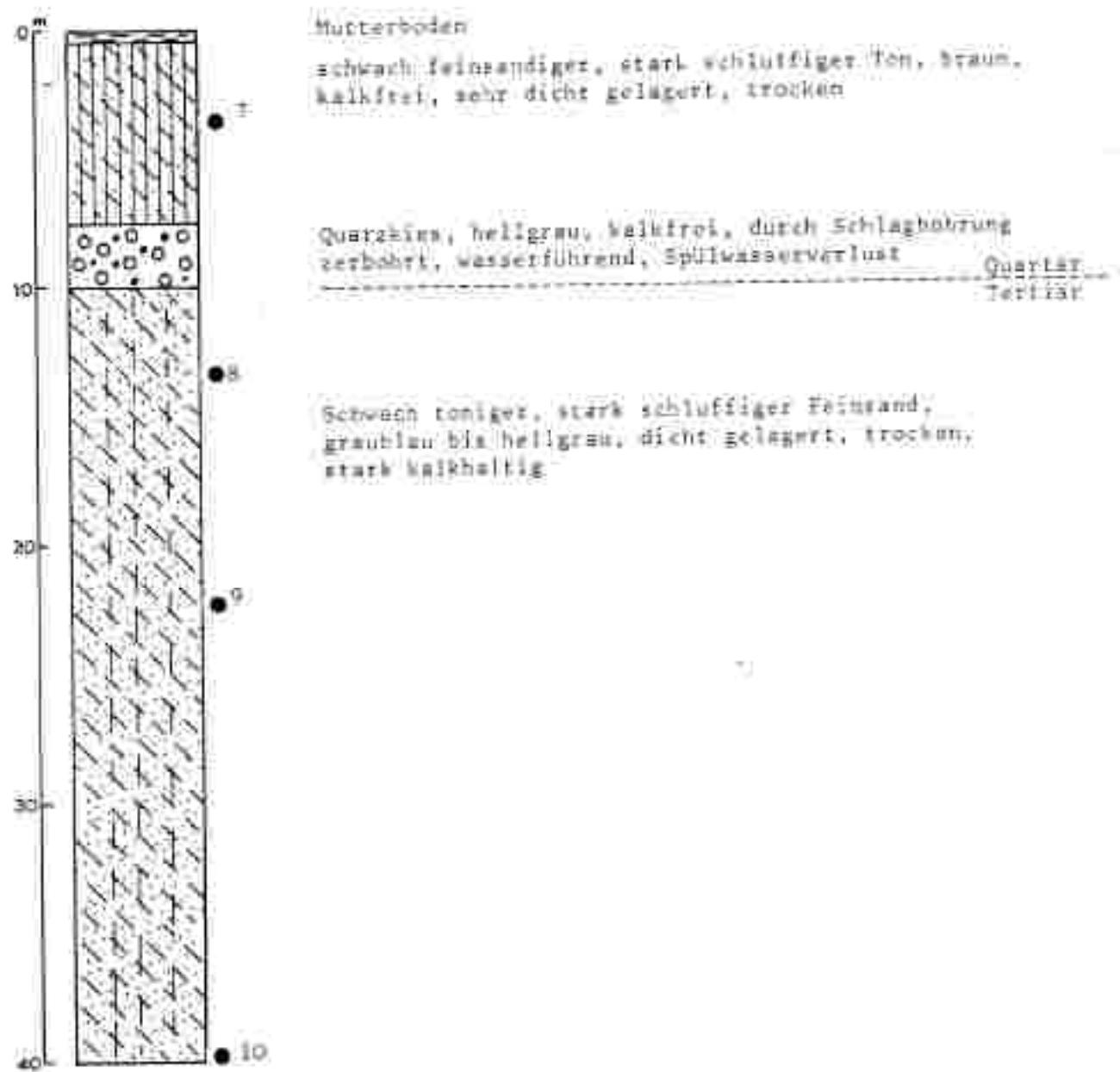


Fig. 7: Bohrprofil der Sonde 2 im Halbstein (S 2)
Darstellung und Bezeichnung nach DIN 4023

● Proben für kombinierte Sieb-Schlämmanalysen

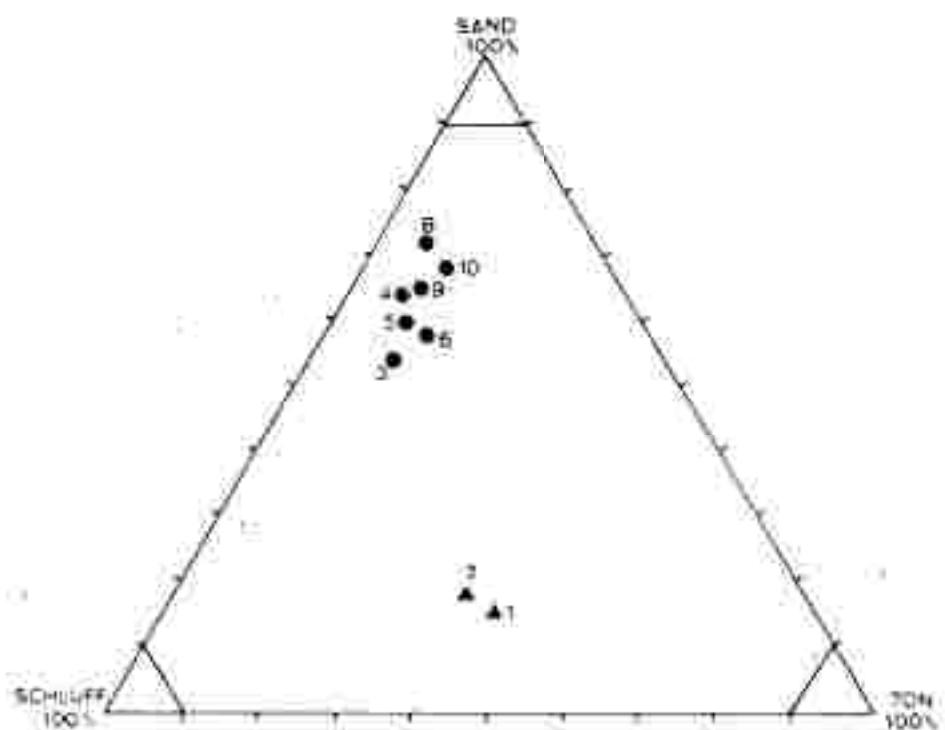


Fig. 8: Darstellung der Sedimente im Sand-Schluff-Ton-Dreieck:

- 1 - 6: Sonden Unterpurkis
- 7 - 10: Sonden Halbenrain
- Tertiär
- ▲ Heilbrunner Terrasse (Quartär)

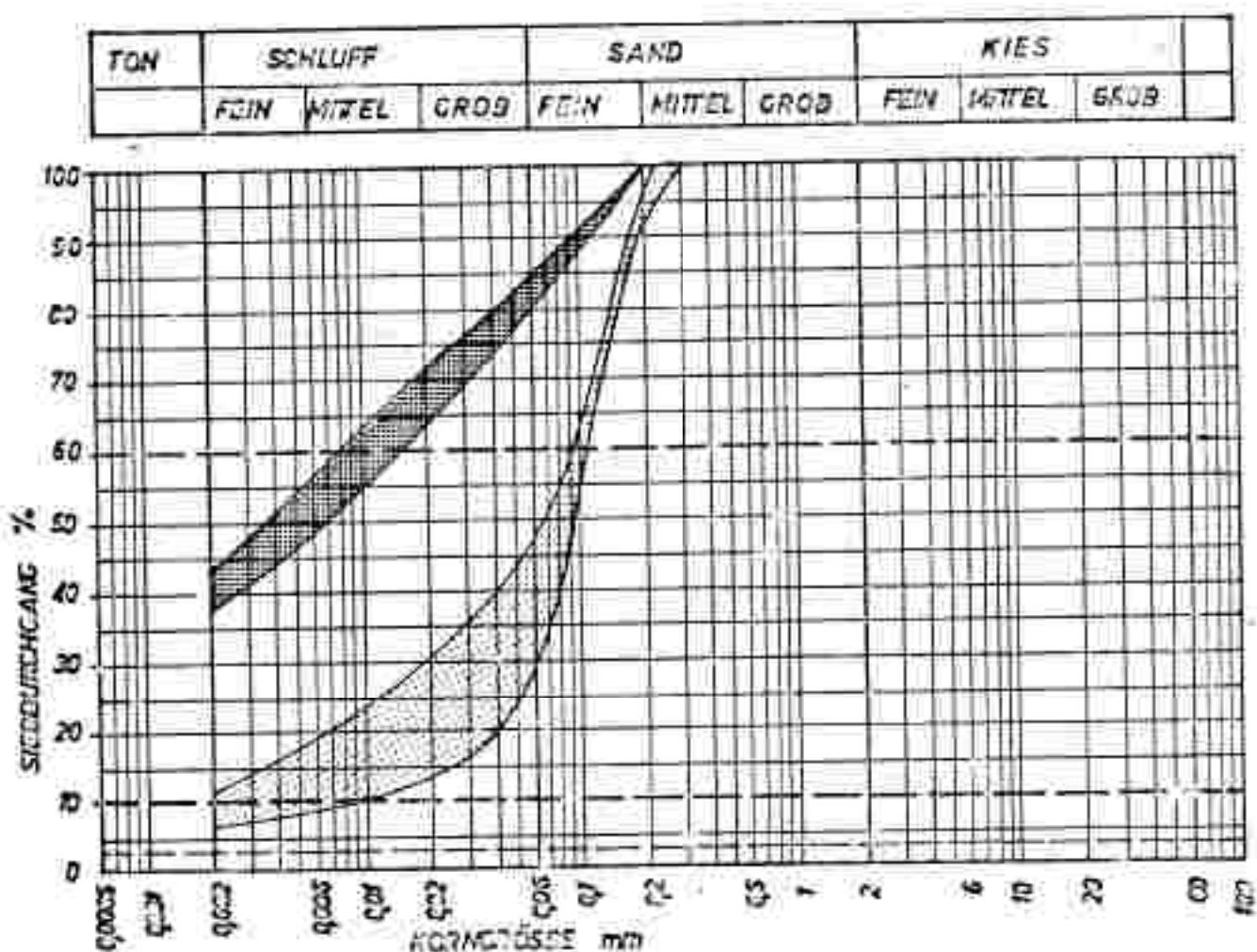


Fig. 9: Spektrum der Korngrößenzusammensetzung der erbohrten Sedimente

- [Hatched Box] Holzbrunner Terrasse (Quartär)
- [Solid Line Box] Tertiär

Die Temperaturlogs an den beiden Sonden wurden am 9. Oktober 1981 nach einer fünfwöchigen Stehzeit gefahren, nachdem das durch das Spülwasser abgebildete 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 Kurvenschnitten 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 gegeben ist, tritt sie bei der Sonde 2 im Bereich zwischen 20 und 34,5 m auf.

Durch die Ermittlung der Regressionsgeraden findet sich für die Sonde 1 eine geothermische Tiefenstufe von $18,7 \text{ m}^{\circ}\text{C}$, für die Sonde 2 eine von $20,5 \text{ m}^{\circ}\text{C}$ ermittelt.

Somit wird die aus den Basistemperaturen artesischer Brunnen errechnete geothermische Tiefenstufe bestätigt.

Die Temperaturmessungen an den artesischen Brunnen Nr. 464 und 441 wurden bei stehender Wassersäule durchgeführt. Diese Logs sind neben den 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).

In 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. $1,5^{\circ}\text{C}$ (v. Tab. 6).

*Bezüglich der Problematik der Auswertung von T-Logs und der Auswahl von Kurvenschnitten, 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. LEDITZKY, 1980), konnte aber damals nicht erklärt werden. Geringere Parallelverschiebungen waren auch bei den T-Logs der Sonden Fürstenfeld (T. SAROT & H.P. LEDITZKY, 1981) zu beobachten.

In Bezug auf die Tiefsonde Badbersburg 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 kleinräumlicher Einfluß vorhanden ist. Dieser müßte allerdings so weit in die Tiefe wirken, daß durch die 40 m tiefen Sonden die Wände zur unbeeinflußten Formationstemperatur nicht mehr erreicht werden kann.

Ein solcher kleinräumlicher 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 Temperatormesssonden 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.

Sezliglich der in mittleren Burgenland niedergebrachten sieben Sonden muß berücksichtigt werden, daß sich kein einzelner Bohrplatz auch nur in Nähe befindet.

Das im Zuge dieses Projektes entwickelte Konzept für die Ermittlung einer theoretischen Oberflächentemperatur zur Gradientenberechnung an artesischen Brünnern (H.P. LEDITZKY, 1981) kann somit im vollen Umfang aufrecht erhalten werden, wenn bei der Auswahl vom Standorten für die Abteufung von Temperaturnesssonden neben den geologischen Gegebenheiten auch auf einheitliche Oberflächenbedingungen (Vegetation, Verbauplan, Morphologie) geachtet wird. Dieses Problem eines kleinräumlich bedingten Temperatureinflusses auf die tieferen Bodenschichten, das für Geothermieprospektionen mittels Temperaturnesssonden 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-

einschätzung. Es muß aber doch darauf hingewiesen werden, daß dadurch nur der oberste, 120 m mächtige Bereich der Erdkruste erfaßt werden konnte.

3.3. Das Temperaturprofil der Tiefbohrung Radkersburg 2

An der in der Zeit vom 16.9.1977 - 10.1.1978 niedergebrachten Thermalwasserbohrung Radkersburg 2 wurde am 10. April 1978 von der Österreichischen Mineralölverwaltung ein T-Log gefahren. Wiebel wurde die Sonde bis zum Ende der Verrohrung in einer Tiefe von 1788 m eingeh�cht.

Aus dem obersten Abschnitt dieses T-Logs (ca. 200 m) läßt sich eine gesäthermische Tiefenstufe erzeichnen, wie sie auch durch die oberflächennahen Prospektionsmethoden erhalten werden kann. Ab diesem Teufenbereich 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 herausgestrichen werden, daß zwischen dem Ende der Bohrung und dem gefahrenen T-Log nur ein Zeitintervall von 3 Monaten liegt. Es müssen daher berechtigte Zweifel in Betracht gezogen werden, daß innerhalb dieser sehr kurzen Zeitspanne überhaupt die Abkühlung des Gartiges durch die Spülflüssigkeit verringert werden konnte.

Auf das Phänomen einer längerfristigen Temperaturbeeinflussung durch den Bohrvorgang weist auch G. BUNTEBARTH (1980) hin. bemerkenswert sind in diesem Zusammenhang auch Aussagen von Seiten der Stadtgemeinde Radkersburg, nach denen bei höheren Fördermengen bereits Ausflütemperaturen um 84°C gemessen werden könnten. Diese Temperatur liegt somit um 2,5°C höher als die anlässlich der Be- fahrung ermittelte, scheinbare Formationstemperatur am Aquifertop.

Aufschluß über die tatsächlichen geothermischen Verhältnisse an der Deckenbasis könnte nur eine neuzeitliche 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 Sondenmessungen errechnete Tiefenstufe im Raum Fürstenfeld dargestellt (T. MARUN & H.P. LEDITZKY, 1981). Hieraus geht deutlich hervor, daß die aus den nur oberflächennahen Messungen ermittelte geothermische Tiefenstufe in diesem Falle ohne weiteres

gegen die Tiefe extrapoliert werden kann.

Das an dieser Tiefebohrung 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 dieser Raum ermittelten Basisstemperaturen der artesischen Brunnen liegt. Weiters ist von dieser Tiefebohrung 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 Erdölprospektionsbohrung in einer Dickspülung gefahren wurde. Die gemessenen Temperaturen müßten 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 erschöpft wird. Geophysikalische Bohrlochmessungen von R. SCHÖHÖLLER (1951) ergeben einen Aquifer in 200 - 206 m Tiefe. Ein im aufstieigenden Astexor gefahrener 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 Temperaturlangaben (nur ganze Grade) ist die aus der Basisstemperatur in Verbindung mit einer angenommenen Lufttemperatur von $10,3^{\circ}\text{C}$ errechnete geothermische Tiefenstufe ziemlich geringfügigen Streuungen unterworfen. Sie müßte sich aber etwa im Bereich zwischen 20 und $22 \text{ m}^{\circ}\text{C}$ bewegen.

Hingegen würde sich aus der in 1788 m gemessenen Wassertemperatur der Tiefebohrung Radkersburg 2 eine, aus den bereits erwähnten Gründen allerdings problematische geothermische Tiefenstufe von ca. $25 \text{ m}^{\circ}\text{C}$ errechnen.

3.4. Zusammenfassende Besprechung der Ergebnisse der Temperaturmessungen

Tab. 6 gibt eine Übersicht über die aufgrund der durchgeföhrten Prospektionsmethoden ermittelten Rechenwerte. Daraus resultiert eine mittlere

Tab. 6: Ermittlung der geothermischen Tieflinie durch Temperaturmessung am nächsten Mineralbrunnen im Vergleich zur Regression der Basisstemperaturen in 7 artesischen Brünnen

Meßstelle	Ort	Datum	Zur Berechnung herangezogener Tiefenbereich (m)	Geotherm. Tieflinie ($m^{\circ}C$)	Gradient ($^{\circ}C/m$)	Korrelations- koeffizient r	theoret. Ober- flächentemp. $^{\circ}C$	berechnete Temperatur für eine Tiefe von 1768 m (Top Aquifer Balkenburg)
S.1	Unterpöhl	9.10.81	16 - 63	18,7	5,35	0,98	9,91	106
S.2	Multidipone Haldenein	9.10.81	20 - 36,5	20,5	4,88	1,000	8,77	96
WB Baileysberg	Kupfer Untergrund	10.10.78	15 - 120	18,8	5,12	0,99	10,69	106
464	Artesier Siebung	27.11.81	38 - 63	19,2	5,20	0,997	10,69	103
461	Artesier Zehender I	27.11.81	13 - 25	18,7	5,36	0,991	10,57	106
7 Ar- teier	-----	-----	29 - 119,5	18,2	5,49	0,999	10,26	108
Hittel wert	-----	-----	-----	10,0	5,26	-----	10,1	106

geothermische Tiefenstufe von $19 \text{ m}^{\circ}\text{C}$ bei einer gemittelten Oberflächentemperatur von $10,1^{\circ}\text{C}$. Bezug 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 bezüglich den Zeitpunkt der Messung und
- b) auf der Tatsache, daß die Extrapolation von Temperaturmessungen aus dem obersten 120 m der Erdkruste auf große Beckentiefen, bedingt durch inhomogenen Sedimentaufbau, unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit der Gesteine, etc. sorgfältig mit einigen Fehlern behaftet sein muß.

Der errechnete Wert von $19 \text{ m}^{\circ}\text{C}$, der auch im Raum Fürstenfeld (T. MARUM & H.P. LEDITZKY, 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 im Bezug auf Erzherstellungsmöglichkeiten von Thermalwasser im Verwaltungsbereich sollte daher eine geothermische Tiefenstufe von etwa $22 \text{ m}^{\circ}\text{C}$ zugrunde gelegt werden.

3.3. Die Anwendung von chemischen Geothermometern für die Berechnung von Primärtemperaturen im Untergrund. (J.E. COLEBRUNNER)

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 Abhängigkeit von seiner 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 folgendesmaßen zusammengefaßt:

1. Auftreten von temperaturabhängigen Reaktionen und das ausreichende Vorhandensein der für die Interpretation herangezogenen Inhaltsstoffe.
2. Einstellung eines Gleichgewichts 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 Verdunngseffekte durch Mischung mit anderen mineralisierten Lösungen.

Die Ergebnisse hydrochemischer Untersuchungen an Tiefewässern des oberösterreichischen Alpenvorlandes (J.G. ZÜTL & J.F. GOLDBRUNNE, 1980) und des Steirischen Beckens (H.P. LEDITZKY, 1981) haben gezeigt, daß nur jene Geothermometerberechnungen, basierend auf dem Gehalt an SiO_2 in klarigen Lösungen, relevante Ergebnisse zur Abschätzung der Untergundstemperaturen liefern. Alle anderen Wasserkomponenten (vor allem die Kationen) unterliegen während der Migration der Wasser 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 im Wasser und erfolgt nach der empirisch ermittelten Gleichung von A.H. TRUESDELL (1976):

$$T_{\text{SiO}_2} \text{ (}^{\circ}\text{C)} = \frac{1315}{5,205 - \log_{10} \text{SiO}_2} - 273,15$$

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 Kieselalüre (hydratisierte und dehydratisierte Silizium-Gele, silikatische Gläser und Sinter, Opal, Hornstein, Gerüstsubstanzen von Organismen) (R. SIEVER, 1967) im Sediment dar, welche eine bedeutend höhere

Wesentlich als der Quarz besitzt und so bei Anwendung des Quarzgeothermometers zu hohe Reservotemperaturen anzeigt.

Außerdem stellt sich das Quarz-Wasser-Equilibrium erst bei hohen Reservotemperaturen ein (W.A. MAHON, 1955, zitiert in B.E. WHITE, 1970). Dadurch ist die Geothermometerberechnung bei überflächennahen artesischen Wässern des Steirischen Beckens und des oberösterreichischen Alpenvorlandes nicht anwendbar.

Aufgrund dieser einschränkenden Voraussetzungen ergeben sich relevante Ergebnisse nur bei tiefliegenden Thermalwässern, wie auch Fig. 12 zeigt, in der die SiO_4 -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 Wässer

Probe Nr.	Tiefbohrung	Tieflage des Aquifers	Stratigraphie
1	Waltersdorf	850 m	Sarmat
2	Bad Schallernbach	450 m	Oligozän (Eggen)ien
3	Lopfersdorf	1190 m	Badenien
4	Birkbach	1000 m	Malm
5	Fleissing	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 Birkbach quarzuntersättigt ist, während bei der Probe Geinberg (Malm) eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Aquifer-Temperatur und Geothermometer-Berechnung festzustellen ist.

Auch bei der Tiefbohrung Radkersburg lassen einige Beobachtungen (z.B. Oberflächenprospektion durch seichte Fonden, 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 Kiesel säure zurückzuführen, wobei alle Wässer einer Se-Equilibrierung mit Quarz zustreben (dies zeigt die Untersättigung an amorpher Kiesel säure, die eine bedeutend höhere Löslichkeit als Quarz besitzt, wie die Löslichkeitskurve in Fig. 12 zeigt), oder die Wässer (besonders die Proben Reichersberg, Füssing und Waltendorf) 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 Waltendorf plausibel, welche beide an Bruchstörungen in relativer Hochlage zu in die Tiefe versetzten Schollen liegen (vgl. Tiefe des Grundgebirges in der Bohrung Waltendorf 1 und in der Bohrung Blumau 1/1 a).

Diese Interpretationen mögen etwas theoretisch klingen, doch deutet sich an, daß bei Vorliegen eines größeren Datenmaterials hydrogeologische Aussagen aufgrund von chemischen Geothermometerbeziehungen sicherlich möglich sind.

4. Die Therme Rädternburg

4.1. Allgemeines

In der Zeit vom 16.9.1977 - 10.1.1978 wurde die Thermalwasserbohrung Rädternburg 2 bis in eine Tiefe von 1930 m niedergebracht. Hierbei wurden folgende Formationen durchstossen:

0	bis	507 m	Sarmatien
507	bis	1226 m	Badenien
1226	bis	1556 m	Karpatien
1556	bis	1778 m	Helvet im engeren Sinn
1778	bis	1883 m	Mesozoikum
1883	bis	1930 m	Paläozoikum

Bei den ab 1788 m übereinander 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.

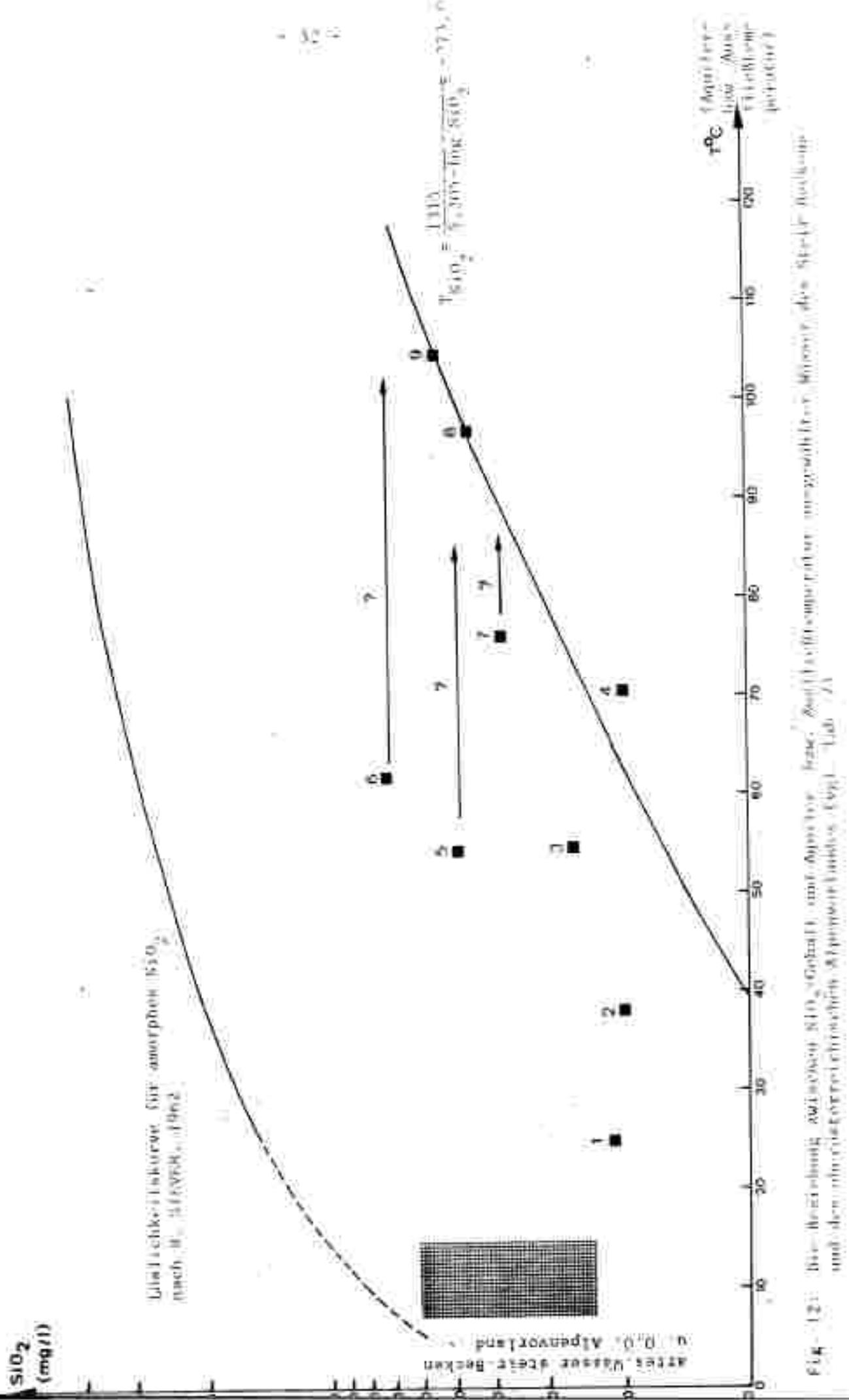


Fig. 12: Die Reaktionen zwischen Na_2O -Gehalt und SiO_2 -Gehalt im $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ -System unter Berücksichtigung der Phasenverhältnisse (vgl. Tabelle 1) und den entsprechenden Stabilitätsgebieten (vgl. Abb. 1).

Auf den wahrscheinlichen Zusammenhang mit Mesozoikum in Ingarn und Jagstalvierein wurde bereits in Kap. 1.2. hingewiesen.

Das liegende Paläozoikum wurde wie in allen anderen Bohrungen im südlichen steirischen Tertiärbecken in einer phyllitischen Fazies angetroffen.

Der Triasdolomit stellte sich als ein ausgesuchneter Aquifer heraus. Vermöge der Sohle bis zum Dolomittop in 1188 m durchgehend verrohrt wurde zwei weibare, angeblich bedeutende Aquifere zwischen 600 und 650 m (Fein- bis Grobkiesel) 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 Durchflussgeschwindigkeit in den Magisterrohren nicht überschritten werden, weshalb die Entnahme auf 27 l/s bei einem Eigendruck von 17 bar gedrosselt ist. Die Aufflußtemperatur beträgt zur Zeit 76°C.

4.3. Zur Geogenese des Thermalwassers aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung

Wie aus Tab. 8 ersichtlich ist, handelt es sich bei dem erachteten Thermalwasser um einen hot-mineralisierten Natriumhydrogenkarbonat-Typ, dessen Gehalt an freiem CO₂ am Bohrkopf mit 770 mg/l knapp unter der Sauberwassergrenze (1.000 mg/l) liegt. Da das Wasser während seines Aufstieges einen Entgasung unterworfen ist, ist anzunehmen, daß der Gehalt an freiem CO₂ im Aquifer bedeutend höher liegt. In Teil. 4 wurde daher dieses Thermalwasser in die Gruppe der Sauerlinge eingeordnet.

Neben den in Tab. 8 angeführten Ionengehalten wurden noch Spuren von Bort, 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 Radionachhalt 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 Tertiärbeckens sowie zum Thermalwasser aus der 2100 m tiefen Bohrung Nasavr, die vermutlich den selben triadiischen Dolomitaquifer aufschließt und zu einem charakteristischen gespannten Grundwasser aus dem Poppendorffbachtal.

Hiebei ist der hohe Mg^{2+} - und vor allen der extreme HCO_3^{2-} -Gehalt des Radkersburger Thermalwassers auffallend.

Da das Wasser aus einem Dolomitaquifer entschüttet 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 $\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{HCO}_3^{2-}$ -Typ gebildet haben. Thermalwasser mit solchen Mineralisationen werden aus den triadiischen Dolomiten auf ungarischer Seite entschüttet, wie am Beispiel der Tiefbohrung Nasavr zu erkennen ist (Tab. 8). Somit ist der Schluss gerechtfertigt, daß der Dolomitaquifer nur als Speichergestein fungiert, in welches in ihrem Chemismus bereits vorgeprägte Wasser migrierten.

Bezüglich der hohen Na^{+} - und HCO_3^{2-} -Konzentrationen zeigt das Wasser eine Verwandtschaft mit den gespannten Grundwässern des Poppendorffbachtals, deren Einzugsgebiet in den Vulkaniten im Klobach und Gleichenberg zu suchen ist (s. Kap. 2.4.). Eine Alimentation des Dolomitaquifers aus den Vulkaniten erscheint somit durchaus denkbar.

Im Gegensatz zu den Tiefenwässern aus den Böhrungen Waltersdorf und Binderberg spricht bei der Thermen Radkersburg der sehr hohe SO_4^{2-} -Gehalt hervor. Dies ist auf den Einfluß evaporitischer Ablagerungen zurückzuführen, die in den durchdringten Karbonat-Schichten (nach K. RÖLLMANN, 1980) oder in ihrem stratigraphisch liegenden vorhanden sein könnten.

Ein Vergleich der Na^{+} - und HCO_3^{2-} -Werte der aus dem oststeirischen Becken entschütteten Thermalwässer zeigt, daß der Chemismus der Thermen Radkersburg am ehesten mit Binderberg I (Leipersdorf) vergleichbar ist. Auch hier fällt sofort die Nähe zu den Vulkaniten auf, die entlang der Südburgenlandischen Schwelle angeordnet sind. Außerdem deutet hier der hohe Cl^- -Gehalt auf einen hochmarinen Einfluß hin, der sich in einem Aquifer innerhalb des Badeniums zwangsläufig ergibt.

Durch die Tiefbohrung Badkersburg 2 wurden triadiische Dolomite angetroffen, die mit großer Wahrscheinlichkeit die westliche Fortsetzung des großen mesozoischen Zuges darstellen, der die Ungarische Tiefebene mit SW-SE-Streichen im Beckenuntergrund durchzieht. Auf Österreichischer Seite reichen diese Dolomite bis knapp nördlich Halbenrain (freundliche mündliche Mitteilung von A. KÖNIGL., 1982); sie liegen demnach gegen die Südburgenländische Schwelle hin aus. Der Dolomit stellt, wie die große Schüttung der Thermalwasserbohrung beweist, einen ausgesuchten Aquifer dar.

Das Wasser der Thetis Radkersburg wird ebenso, wie eine größere Anzahl von Thermalwässern auf ungarischer Seite (z.B. Tiefbohrung Vasvár, Tab. 8) aus diesen triadiischen Dolomitaquifer erschöpft; dennoch zeichnet sich das Radkersburger Thermalwasser durch eine völlig anders gestaltete chemische Zusammensetzung aus. Zwar kann ein hydrologischer Kontakt und ein durchgehender Aquifer durchaus vorhanden sein, die charakteristische Mineralisierung behält 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 Denkmödell konstruiert werden:

1. Das erschöpfte Thermalwasser muß aufgrund seines hohen Na^+ - und HCO_3^- -Gehaltes mit Vulkaniten in Zusammenhang gebracht werden, die ihm seine charakteristische chemische Zusammensetzung prägen. Solche Wasser migrieren in den Dolomitaquifer, kommen hier mit Evaporiten in Kontakt und werden mit SO_4^{2-} angereichert.
2. Soebt ist anzunehmen, daß der Triadedolomit 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-SE über Weizelbaum - Radochen nach St. Anna streicht, ist ein Abstrom 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

Kalkkesselzone:

Für den gesamten Bereich des Verwaltungsbezirkes Radkersburg können einheitliche geothermische Verhältnisse angenommen werden, wobei praktischen Erwägungen in Bezug auf Erschöpfungsmöglichkeiten von Thermalwasser eine geothermische Tiefenstufe von 22 m/ $^{\circ}$ C zugrunde gelegt werden kann.

Bei der Thermalwasserbohrung Radkersburg 2 wurden zwar innerhalb der jüngeren 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 Tertiäresedimente nicht für die Erschöpfung wirtschaftlich nutzbarer Wassernutzungen geeignet sind.

Als Kriterium für eine Erschöpfung von Thermalwasser verbleiben somit die Beckentiefe und die lithologische Ausbildung des vortertiären Grundgebirges.

Die Südburgenländische Schwelle, die über Weizbaum - Radkersburg - St. Anna erstreckt, 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 Pichls, Helfbrunn und Mureck liegt, steht ein östlicher zwischen Halbenrain, Radkersburg und Sicheldorf gegenüber. Während im ersten Beckentiefen von knapp 1.000 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, Straden und Trocsing.

Allerdings liegen im östlichen Teilbecken unter dem Tertiär triassisches Dolomite, die gegen die Südburgenländische Schwelle hin auskragen,

Demgegenüber lagern im östlichen Teilbecken unter dem Tertiär triassisches Dolomite, die gegen die Südburgenländische Schwelle hin auskragen,

Zweifellos stellt der Verbreitungsbereich dieser mesozoischen Karbonatgesteine im südöstlichsten Teil des Bezirkes Bad Kreuznach mit der nordwestlichen Grenze bei Hahnstätten infolge des beachtlichen Wasserangabes eine geothermische Gunstzone dar, in der bei Beckentiefen zwischen 1.800 m und 2.000 m Thermalwasser von ca. 35 - 90°C in auch wirtschaftlich interessanten Mengen erschöpft werden kann.


Dr. H.P. Leditschky
Projektleiter


Dr. H. Zojer
(Stellv. Institutsleiter)

LITERATUR

- BRAUMÜLLER, E. & HROBL, A.: Erdölgeologie.-Erdöl-Erdgas 7., 98, 153-160, Hamburg-Wien 1960.
- CARLE, W.: Die Mineral- und Thermalwässer von Mitteleuropa. Geologie, Chemismus, Gassen.-645 S., Abb., Tab., Stuttgart (Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft) 1975.
- DANK, V. & ZRÁNYITASÁVAL, F.J.: Geological map of the palaeozoic and mesozoic basement of Hungary 1 : 500 000.-Hungarian Geological Institute, Budapest 1957.
- FABIAMI, E.: Grundwasseruntersuchungen im unteren Murtal.-Berichte Wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, 19, 1-94, 27 Abb., 23 Taf., Graz 1978.
- FILZEL, H. & HERITSCH, H.: Das Steirische Becken.-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. Mi., 87, 61-66, 1 Abb., Wien 1939.
- FRIEKE, K.: Stellungnahme zur Frage der Möglichkeiten einer CO₂-Gas-Gewinnung im Grenzgebiet Österreich-Ungarn (Burgenland).-Unveröff. Ber., 13 S., 1 Kt., Kremsfeld 1972.
- GÄUERTH, B., KNAPP, G., KOLPER, B. & KRÄMER, H.: Zur Verteilung einiger SpurenELEMENTE in artesischen Wässern des Steirischen Beckens.-Steir. Zeitr. z. Hydrogeologie, 23, 127-138, Graz 1973.
- GAGLIARDI, E. & RAKOŠ, J.: Die Thermalquelle Loipersdorf I.-Unveröff. Ber., 18 S., 2 Abb., Graz 1976.
- GAGLIARDI, E. & RABER, J.: Die Thermo Walpersdorf.-Unveröff. Ber., 18 S., 2 Abb., Graz 1978.
- HAUSER, A. & KAPDNER, J.: Das Vulkanangebot Mureck-Kettsch (Stmk.).-Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 83, 64-68, Graz 1953.
- HABIG, T. & LEDITZKY, H.P.: Der geothermische Gradient im Raum Fürstenfeld.-In: Studie zur Erschließung und Nutzung geothermaler Energien für Fernheizung und Wasserversorgung der Stadt Fürstenfeld, 7-26, 12 Abb., 2 Tab., Unveröff. Ber. JK Graz, Graz 1981.
- HERITSCH, H., POSSCHUTZKY, J. & SCHUCHLAW, H.: Zwei vulkanische Gesteine aus den Tiefbohrungen von Mitterlaßl, östlich von Wildon und von Walpersdorf, südlich von Ilz (Stmk.).-Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 93, 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, 23-32, 4 Abb., 3 Tab., Graz 1979.

- 3 -
- HÜSER, H.: Therm Bad Radkersburg.- 20 S., Unveröff. Ber., Graz 1979.
- KAPFNER, J.: Zusammenfassender Bericht über die Tiefbohrung Perbersdorf I.-Unveröff. Ber., 39 S., Wien 1954.
- KOLLMAYR, R.: Die Österreichischen Erdöl- und Erdgasprovinzen, Kap.: Steiermark und Südburgenland.-In: BACHMAYER, F. (Hrsg.): Erdöl und Erdgas im Österreich.-216-223, 2 Abb., 1 Tab., Naturhistorisches Museum Wien und F. Berger, Horn, Wien 1980.
- LEDITZKY, H.P.: Geologische und morphologische Beurteilung des Unteren Murtals (Lennscha-Radkersburg).-Unveröff. Gutachten Amt der Steiermark-Landesregierung, Fachabteilung IIIa-Hydrographische Landesabteilung, Graz 1972.
- LEDITZKY, H.P.: Ergänzungen zum Endbericht über die Geothermienstudie im mittleren Burgenland, Schwerpunkt Oberpullendorf - Wärmeflußmessungen.-Unveröff. Ber., Forschungszentrum Graz, 16 S., Graz 1981 a.
- LEDITZKY, H.P.: Beteiluntersuchungen über die geothermischen Verhältnisse im Raum Stegersbach.-Unveröff. Ber., Forschungsgesellschaft Josephinum, 43 S., 21 Abb., 3 Tab., Graz 1981 b.
- SCHNÖLLER, R.: Geophysikalische Bohrlochmessungen-Radkersburg I.-Unveröff. Gutachten, 55 S., Leoben 1981.
- SCHUPPE, A.: Hydrologische Studie zur Genesis der Heilquellen vom Gleichenberg-Berg & Hüttenmühle, 97, 185-192, 1 Abb., Wien 1953.
- STEVEN, E.: Silica solubility, 0° - 200°C., and the diagenesis of siliceous sediments.-J. Geology, 70, 127-150, 3 Abb., 1 Tab., Chicago 1962.
- TÖTZSCHEK, R.: Die erdmagnetische Anomalie von Handschuh-Sitz.-Ber. Akad. Wiss. math.-naturwiss. Kl. Abt. Z, 156, 383 - 391, Wien 1947.
- TRUESELL, 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 Exploitation of Geothermal Energy Resources.-U.S. Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources, Vol. 1, 58-80, 3 Abb., 4 Tab., Pisa 1970.
- WIMMLER-HERMADEN, A.: Zur Beurteilung der Mineralquellen-Situation im Bereich Sighendorf - Radkersburg.-Unveröff. Gutachten, Graz, Datum unbekannt.
- ZÖTL, J.G. & GOLDBRUNNER, J.E.: Studie zur Entwicklung und Nutzung geothermalet Energie; Ermittlung des Standortes einer Geothermiebohrung Bruckau (Phase 1).-Unveröff. Ber., 63 S., Abb., Tab., 2 Teil., Graz 1980.
- ZOJER, R.: Hydrogeologische Beurteilung eines Mineralwasser-Vorkommens in der KG Hart, BH Radkersburg, zur Nutzung durch die Brunnengesellschaft Deutsch Goritz, Kern & Co. OHG.-Unveröff. Gutachten, 15 S., 2 Abb., Graz 1977.

Kurzfassung

Die vorliegende Studie "Untersuchung der geothermischen Verhältnisse im Verwaltungsbereich Radkersburg" wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung (Vertrag vom 28.11.1980; Az. 44-300/St/2-24/80) durchgeführt.

Geologisch gesehen liegt ein Großteil des Untersuchungsgebietes im Bereich des "Grazer Beckens", einem durch die Sausalchwelle im N und die Südburgenländische Schwelle im E begrenzten Teiltrog des oststeirischen Tertiärbeckens. Aufgrund mehrerer Erdölkundungsbohrungen ist der Aufbau der tertiären Deckenfüllung sowie die Tieflage 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 Erachtung 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 Teilbecken gegliedert. Im Bereich des westlichen bis zu 2.000 m tiefer Trog schlossen alle abgeteuften Tiefbohrungen paläozoisches Grundgebirge in phyllitischer Fazies auf, wodurch dieser Raum aufgrund fehlender oder mehr gelindeter Wasserführung für eine geothermale Nutzung als ungünstig erscheint.

In der östlich der Südburgenländischen Schwelle gelegenen Senkungszone ist mit Tertiärwachttürmen bzw. Seckentiefen 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 einer über 100 km breiten mesozoischen Zuges handelt, der die Ungarische Tiefebene mit SW-NE-Streichen im Beckenuntergrund durchzieht und nördlich des Plattensees aus der Tertiärbedeckung auftaucht. Diese durch die Thermalwasserbohrung Radkersburg 2 in 1788 m aufgeschlossenen Triassdolomite stellen ein ausgesuchnetes Speicherstein dar, was der maximale artesische Überlauf von etwa 70 l/s bei der Therme Radkersburg beweist.

Die im Untersuchungsgebiet auftretenden jungtertiären Vulkanite wurden in zwei Phasen gefördert. Die Trachyandesite und Trachyite der miozänen Phase liegen im W bei Landorf und im E im Raum Klöch - Straßen in großer flächenhafte Ausdehnung unter der Tertiärbedeckung. Die Basalte, Sphenolithen, basanite und nephelinite der pliozänen Phase sind als Schlotfüllungen im E des Untersuchungsgebietes oberflächig 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^{++} und 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 tiefergründig als auch oberflächig 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 Badeniums (Leitherkalke im W und im E an brackisch-marine Sedimente des Sarmatiens (Kalksandsteine) gebunden.

Das Überwiegen von Mg^{++} -reicherem Wässern im E weist auf abgetragene dolomitische Gesteine der Südburgenlandischen Schwelle hin.

Bei dem Thermalwasser der Tiefbohrung Hadersburg 2 handelt es sich trotz des dolomitischen Speichergesteines um einen Natriumhydrogenkarbonattypus, was als Hinweis auf die Migration von Wasser aus den jungtertiären Vulkaniten in den Dolomitsquifer zu werten ist. Die auf ungarischer Seite aus dem alten Dolomit erachteten Thermalwässer zeigen eine völlig andere chemische Zusammensetzung.

Wie die vorliegenden Untersuchungen zeigen, ist die Aussagekraft der Ausflütttemperaturen artesischer Wässer als Grundlage für die Berechnung der geothermischen Tiefenstufe sehr beschränkt. Es wurde daher erstmals versucht, durch Messungen der Basisstemperaturen an artesischen Brunnen ein Temperaturprofil für den durch diese Bohrungen erschlossenen Bereich der Sedimentschicht

(= 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 Söderburg 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 Tiefensteife von $14 \text{ m}^{\circ}\text{C}$.

Aufgrund der Synthese aller Untersuchungsergebnisse kristallisiert sich der Senkungsräum 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 Halberstadt.

Beilagen: GROTHERMIE

- 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