

Die Temperaturumkehr in der Südweststeiermark

Von Heinz Orro

Mit 2 Abbildungen und 7 Tabellen

Eingelangt am 27. Mai 1971

1. Einleitung

Der Ostabfall der Koralpe bis in eine Seehöhe von etwa 1000 m zählt ebenso wie das im Osten anschließende, von breiten Tälern durchzogene Hügelland und der Sausal zu den klimatisch begünstigten Gebieten der Steiermark. Bei Jahresniederschlagshöhen zwischen 900 und 1300 mm werden noch in Höhen zwischen 500 und 600 m mittlere Jahrestemperaturen über 8° , ja stellenweise sogar über 9° C erreicht. Auf sonnigen Hängen und Kuppen der höheren Erhebungen gedeihen auch anspruchsvolle Obstsorten, vor allem Äpfel, Pfirsiche, Ribiseln und in günstigster Exposition auch Wein, in erster Linie die bekannten Schilcherreben. Die wirtschaftlich bedeutenden Obst- und Weinkulturen werden nicht zuletzt durch die ausgeprägte Temperaturumkehr möglich, die im Bereich der Steirischen Bucht festzustellen ist. Bisher wurden die Inversionen in der Südweststeiermark in ihrer Stärke, Häufigkeit und Beständigkeit fast allgemein unterschätzt. Die Ursache dafür mag sein, daß einerseits in diesem Gebiet nicht extrem tiefe Wintertemperaturen gemessen werden wie in den inneralpinen Beckenlagen der Steiermark, und andererseits erst in jüngerer Zeit Mittelwerte geeigneter Hangstationen wie Kitzeck im Sausal oder Wiel ob Eibiswald veröffentlicht wurden, die, bezogen auf die Höhenlage der Stationen, außergewöhnlich günstig sind. So beträgt das Jahresmittel für Kitzeck, 510 m, $9,8^{\circ}$ C und für Wiel, 900 m, $7,1^{\circ}$ C (Periode 1951—60). In dieser Arbeit soll mit den Daten zusätzlicher Stationen nachgewiesen werden, daß diese Werte im Gebiet der Südweststeiermark nicht seltene Ausnahmen sind und weiters, daß die winterlichen Inversionen im Bereich des Gebirgsrandes hinsichtlich ihrer Häufigkeit, Stärke und Beständigkeit hinter denen der inneralpinen Tal- und Beckenlagen kaum nachstehen.

Abschließend darf ich allen jenen Damen und Herren, die zum Zustandekommen dieser Arbeit beitragen, an dieser Stelle herzlich danken.

Mit wissenschaftlichem Rat und Geräten wurde diese Arbeit von folgenden Instituten bzw. Herren auf sehr entgegenkommende Weise unterstützt: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien: Direktor Univ.-Prof. Dr. F. STEINHAUSER, Vizedirektor Dr. O. ECKEL, Dr. W. FRIEDRICH, Dr. F. HADER, Univ.-Prof. Dr. F. LAUSCHER und Dr. W. MAHRINGER; Hydrographische Landesabteilung für Steiermark: Hofrat ao. Prof. Dipl.-Ing. Dr. H. KREPS und Vorstand Oberbaurat Dr. W. FRÖHLICH; Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Wien: Vorstand Univ.-Prof. Dr. R. BIEBL und Univ.-Doz. ao. Prof. Dr. E. HÜBL;

Geographisches Institut der Universität Graz: Vorstand Univ.-Prof. Dr. H. PASCHINGER, Univ.-Prof. Dr. S. MORAWETZ, Univ.-Ass. Dr. H. WAKONIGG und Univ.-Ass. Dr. W. ZSILINCSAR.

Die Marktgemeinde Hinterbrühl stellte einen Thermographen zur Verfügung.

Besonders herzlich danke ich den Beobachtern der Privatstationen für ihr großes Interesse bei der unentgeltlichen Betreuung der Stationen: Den Familien Chr. und M. RATHAUSKY (Stationen Kraxner I und II), Dipl.-Ing. E. und R. ENSAT (Station Deutschlandsberg II), Frau G. PUHR (Station Deutschlandsberg I) und den Herren Volksschuldirektor F. HUEMER (Station Trahütten) und G. PONGRATZ (Station Halmbauer).

Herrn Tischlermeister M. KAUF danke ich auch hier für die tatkräftige und unentgeltliche Hilfe beim Bau der Wetterstationen.

Dankbares Gedenken gilt auch dem Beobachter der Station Sulz, Herrn A. ALDRIAN, der in jungen Jahren bei einem Traktorunfall auf tragische Weise ums Leben kam.

2. Angaben über Wetterstationen und Temperaturmeßstellen

Dieser Arbeit wurden unter anderem Meßdaten von Klimastationen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (abgekürzt ZA.), von Stationen der Hydrographischen Landesabteilung für Steiermark (abgekürzt H. L.) und von sieben Privatstationen (Temperaturmeßstellen) im Raum Deutschlandsberg zugrundegelegt, deren genauere Lage aus Abb. 1 zu ersehen ist.

Gegenwärtig melden alle in der Südweststeiermark bestehenden Stationen der ZA. mit gesonderten Meldebogen Niederschlags- und Temperaturwerte an die H. L.

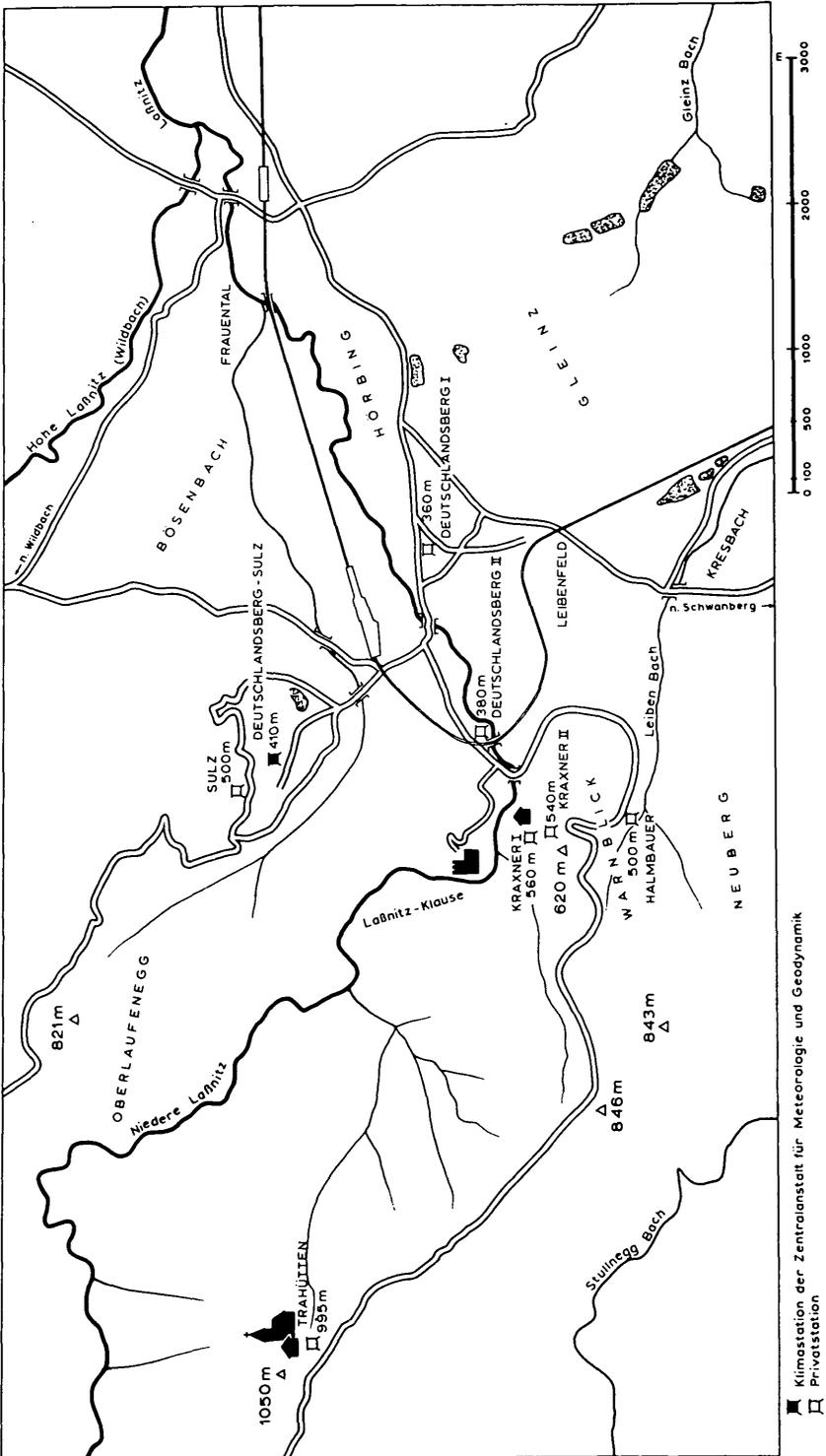
Bei den Privatstationen gab es nicht drei Ablesetermine wie bei den öffentlichen Stationen, sondern nur einen, nämlich um 7 Uhr früh. Die Ausrüstung der Privatstationen richtete sich nach der vorgesehenen Beobachtungsdauer. Drei von diesen Stationen, die nur für die Erfassung der winterlichen Temperaturumkehr zum 7-Uhr-Termin bestimmt waren, nämlich Deutschlandsberg I, Sulz und Trahütten, waren jeweils mit einem Stationsthermometer in einer Jalousienhütte oder einem hölzernen, doppelten Strahlenschutz ausgerüstet. Die übrigen Privatstationen erhielten zusätzlich Extremthermometer, zeitweise ergänzt durch Thermographen bzw. Thermohygraphen.

Die Mehrzahl der Meßdaten wurde so ausgewertet, daß entsprechende Daten zweier oder mehrerer Stationen in verschiedenen Höhenlagen zusammengestellt und miteinander verglichen wurden.

Es folgen nun Detailangaben über die Lage und die Beobachtungsdauer der berücksichtigten Stationen. Die bisher höchstgelegenen Temperaturmeßstellen im Koralpengebiet östlich des Hauptkammes waren die Station Brendl-Alpe, 1562 m, mit Mittelwerten für die Dekade 1931—40 und die Station Glashütten, 1275 m, gegenwärtig eine Niederschlagsmeßstelle, mit Temperaturangaben aus dem Zeitraum 1921—30. Da in der Südweststeiermark derzeit eine solche hochgelegene Bergstation fehlt, blieb nur die Station Schöckl, 1432 m, die nächstgelegene Klimastation der ZA., als zwar nicht vollwertiger, doch trotz der Entfernung noch vertretbarer Ersatz.

Von den drei derzeit bestehenden Temperaturstationen im östlichen Koralpengebiet zählen zwei zum Netz der ZA., nämlich Wiel, 900 m, im Einzugsgebiet der Weißen Sulm gelegen, und Reinischkogel-Fallegg, 1052 m. Beide sind Hangstationen, die eine besteht seit 1951, die zweite ist in Voll-

WETTERSTATIONEN UND IHRE LAGE IM RAUM DEUTSCHLANDSBERG



▲ Klimastation der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
 □ Privatstation

Abb. 1: Wetterstationen und ihre Lage im Raum Deutschlandsberg.

betrieb seit 1968. In **S t. A n n a o b S c h w a n b e r g** besteht seit 1960 eine Temperaturstation der H. L. Die Hütte steht bei der Volksschule des Ortes in 1050 m Höhe in Kammlage. Im Winterhalbjahr 1965—66 kam noch eine Privatstation in **T r a h ü t t e n**, 995 m, hinzu.

In mittleren Höhenlagen gab es im Korallengebiet bisher weder Stationen der Z.A. noch der H. L. Es fehlen also Vergleichsmöglichkeiten mit der Station **K i t z e c k** im **S a u s a l** der H. L., 510 m.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden insgesamt vier Mittelhangstationen, davon drei in Warmblick und eine in der Sulz bei Deutschlandsberg errichtet (siehe Abbildung 1). Die Privatstation mit dem längsten Beobachtungszeitraum trägt den Namen **K r a x n e r I**, 560 m. Sie besteht seit dem 6. Jänner 1965. Die Hütte befindet sich im Bereich der Nordostflanke des Kraxnerkogels im Obstgarten westlich des Hauses Kraxner, Warmblick Nr. 4 und überragt etwas die Kammlinie eines nach Osten vorspringenden Rückens. Die Südsonne kann, gedämpft durch einige locker stehende Obstbäume, die Hütte erreichen. In dem Weingarten auf dem Südosthang des Kraxnerkogels wurde von Mai bis Oktober 1967 eine weitere Meßstelle, **K r a x n e r II**, 540 m, eingerichtet. Ebenfalls in Lagen, die für den Weinbau geeignet sind, standen die Hütten der Privatstationen **S u l z**, 500 m, und **H a l m b a u e r**, 500 m. .

Die typischen Talstationen des Gebietes befinden sich in **S a j a c h** im **K a i n a c h t a l**, 340 m, und **S t a i n z**, 340 m; beide zählen zum Netz der H. L. Die nächstgelegenen Vergleichsstationen der Z.A., die vor allem wegen ihres erweiterten Beobachtungsprogrammes Bedeutung haben, sind die Stationen **G r a z F l u g p l a t z** (= **G r a z — T h a l e r h o f**), 342 m und **L e i b n i t z**, 275 m.

Die Station **D e u t s c h l a n d s b e r g** (Z.A.) 380 m, die sich im Bereich der Stadt befand, konnte bis zu ihrer letzten Verlegung in einen Graben der Unteren Sulz im November 1964 ohne Bedenken als Talstation für Inversionsmessungen herangezogen werden. Nunmehr steht die Hütte in 410 m Höhe auf einem südschauenden Hang am Unterrand eines Weingartens. Der bewaldete Gegenhang gehört dem Mitteregger Höhenrücken an, der jedoch bei einer Kammhöhe zwischen 450 und 500 m die Besonnung am Standplatz der Hütte kaum beeinträchtigt. Jedenfalls liefert die Station seit der Verlegung günstigere Temperaturwerte, die für den Talboden des Laßnitztales bei Deutschlandsberg nicht mehr repräsentiv sind. So wird für diese „neue“ Station in dieser Arbeit der Name „**D e u t s c h l a n d s b e r g - S u l z**“ verwendet und zwar abweichend von der Bezeichnung in den Jahrbüchern der Z.A., wo der Name „Deutschlandsberg“ beibehalten wurde. Im Laufe der Untersuchungen wurden zwei echte Talstationen in Deutschlandsberg errichtet, die erste, **D e u t s c h l a n d s b e r g I**, 360 m, in Hörbing, die zweite, **D e u t s c h l a n d s b e r g II**, 380 m im Westen der Stadt, nahe des Gebirgsrandes. Beide Stationen lieferten günstigere 7-Uhr-Werte als die Stationen **S t a i n z** und **S a j a c h**, was auch den langjährigen Mittelwerten der Station **D e u t s c h l a n d s b e r g**, 380 m, entspricht.

3. Die Temperaturumkehr in Einzeldaten und Mittelwerten

Einleitend wurde bereits auf die besonders günstigen Mittelwerte der Lufttemperatur von bestimmten, höhergelegenen Stationen der Südweststeiermark hingewiesen. In mittleren Höhenlagen kann es in allen Monaten zu einer relativen Begünstigung gegenüber den Tallagen kommen; höhere Lagen sind nur in der kalten Jahreszeit deutlich begünstigt. Vergleicht man die in der Tab. 1 angeführten Mittelwerte mit denen von Stationen im östlichen Österreich außerhalb der Steirischen Bucht, etwa im Burgenland oder im östlichen Randbereich der

Niederösterreichischen Kalkvoralpen, so fallen bei den steirischen Talstationen die ungünstigen Mittelwerte in den Wintermonaten auf; ausgenommen ist *Deutschlandsberg*, das entsprechend seiner Höhenlage etwas günstiger abschneidet. Tiefergelegene Talstationen sind also im Winter durch die Temperaturumkehr deutlich benachteiligt, beim Jännermittel um mindestens 5 Zehntelgrad.

Die Mittelwerte von *Kitzeck*, 510 m und *Wiel*, 900 m, erweisen sich hingegen bei Berücksichtigung der Höhenlage auch bei einem Vergleich mit den weiter entfernten Stationen als außerordentlich günstig. Den Jahresmitteln von $9,8^{\circ}\text{C}$ bzw. $7,1^{\circ}\text{C}$ für den Zeitraum 1951—60 stehen Vergleichswerte von etwas über $8,0$ bzw. $6,5^{\circ}\text{C}$ aus den oben genannten Gebieten gegenüber. Ein mit *Kitzeck* vergleichbares langjähriges Jahresmittel wurde bisher aus der Steiermark nur von einer, allerdings wesentlich tiefer gelegenen Station in *Radkersburg*, 206 m, bekannt. Es beträgt $9,8^{\circ}\text{C}$ bei einem Jännermittel von $-1,9^{\circ}\text{C}$ und einem Julimittel von $20,2^{\circ}\text{C}$. Die beiden zuletzt genannten Werte sind extremer als in *Kitzeck*. Aus dem übrigen Österreich sind Jahresmittel über $9,5^{\circ}\text{C}$ nur von Stationen in Seehöhen unter 350 m bekannt. Diese Stationen befinden sich in der Mehrzahl im Wiener Becken und Burgenland.

Ohne die Annahme von starken Inversionen sind Mittelwerte, wie sie in *Kitzeck* oder *Wiel* gemessen werden, nicht zu erklären. Bei der Bildung der üblichen Monatsmittel (Viertelmittel) fallen aber kurzdauernde Inversionen nicht so stark ins Gewicht. Daher wird in der Folge zusätzlich auf Terminmittel, Mittel aus Extremwerten und im Winterhalbjahr sogar auf Einzeldaten zurückgegriffen. Die Terminmittel zeigen nicht nur deutlicher jahreszeitliche Unterschiede bei den Inversionen, sondern geben bei Stationen, die nicht mit Extremthermometern ausgerüstet sind, auch Anhaltspunkte über die Amplitude des Tagesganges der Lufttemperatur. Besonders bei Mittelhangstationen kann hier eine interessante Aussage gemacht werden. Obwohl durchwegs eine Ausgeglichenheit des Tagesganges bei Mittelhangstationen festzustellen war, kommt es keineswegs zu einer Nivellierung der Temperaturunterschiede im lokalklimatischen Bereich. Darauf wird erst im letzten Kapitel eingegangen, während anschließend eine allgemeinere, mehr auf das Makroklima Bedacht nehmende Beschreibung der Temperaturumkehr gegeben wird.

Im Sommerhalbjahr überwiegen relativ schwache Inversionen. Bei stärkerer Bewölkung oder heftigem Wind treten sie nicht auf. Sie entstehen meist in den Abendstunden, dauern über Nacht an, lösen sich aber am Morgen oder frühen Vormittag auf. Die Wirksamkeit der sommerlichen Inversionen bleibt in der Regel auf Höhenlagen unter 600 m beschränkt. Die Temperaturverteilung mit der Höhe ist bei sommerlichen Inversionen recht einheitlich. Fast immer liegen die kältesten Luftschichten am Talboden auf, wobei die relativ stärkste Temperaturzunahme zwischen Tal- und Unterhangstationen gemessen wird. Besonders von nächtlicher Kaltluft und daher auch von Spät- und Frühfrösten betroffen sind die Tallagen und die unterste Hangzone bis in eine Höhe zwischen 20 und 30 m über dem Talboden. Diese relative Höhenangabe gilt für den Gebirgsrand, im Hügelland kann die Obergrenze in mehr als der doppelten Höhe liegen.

Zum 7-Uhr-Termin ist die Auflösung der Inversionen meist schon so weit fortgeschritten, daß günstig exponierte Unterhanglagen (*Deutschlandsberg-Sulz*) gegenüber durchschnittlichen Mittelhanglagen (*Kraxner II*) im Mittel begünstigt sind, während sie zu Sonnenaufgang, also zwei bis drei Stunden früher, noch benachteiligt waren.

Um die Mittagszeit beträgt die mittlere Temperaturabnahme mit der Höhe

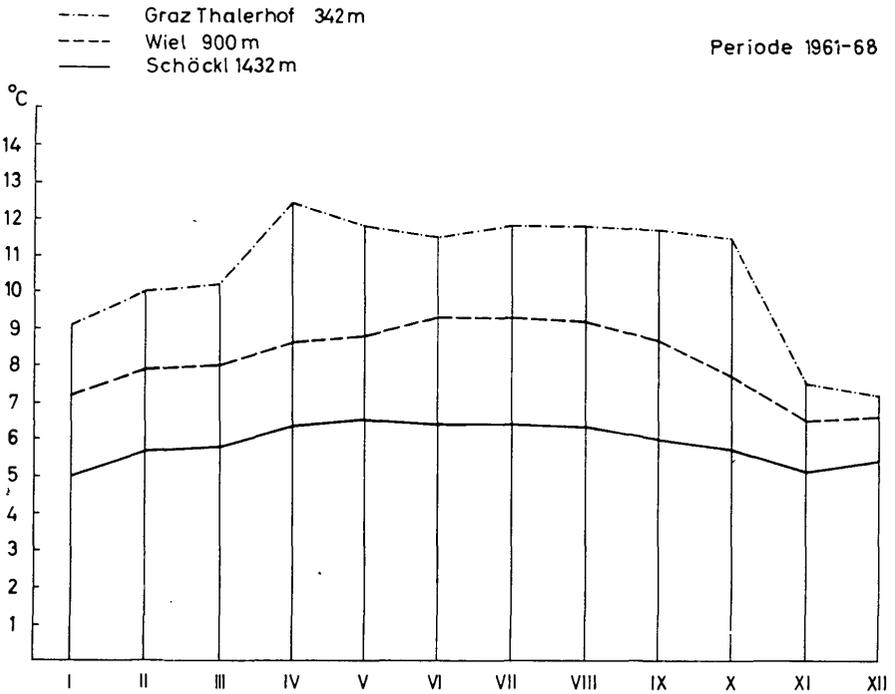


Abb. 2: Die mittlere Amplitude des Tagesganges der Lufttemperatur für die einzelnen Monate.

5 Zehntelgrad und mehr pro 100 m. Lediglich im Bereich besonders günstiger, vorwiegend für den Weinbau genutzter Südhänge kann es durch lokale Übererwärmung der bodennahen Luftschicht zu einem im Effekt der Temperaturumkehr ähnlichen Phänomen kommen, das S. MORAWETZ (1952 a) durch Messungen auf einem Weinhang in Grubberg bei St. Stefan ob Stainz genau charakterisiert hat. Dort wurden nämlich auch tagsüber die höchsten Temperaturen nicht am Hangfuß, sondern nahe der Hangmitte gemessen.

Wesentlich gravierender wirkt sich die Temperaturumkehr im Winterhalbjahr aus. In dieser Zeit überwiegen in der Südweststeiermark hochreichende und stabile Inversionen. Über ihren Aufbau und ihre Dauer war bisher nur wenig bekannt. Schon für einen ersten Überblick, wie ihn diese Arbeit geben soll, war es notwendig, das bestehende Stationsnetz zu erweitern und zu verdichten. Das Ziel waren Statistiken über die Stärke, die Obergrenzen, den Aufbau und die Häufigkeit der Inversionen, wobei von allem Anfang an an typische Beispiele aus relativ kurzen Zeiträumen gedacht war, weil entsprechende Meßreihen aus der Südweststeiermark bisher noch fehlen. Wollte man etwa den Zusammenhang zwischen Inversionen und Großwetterlagen auf statistisch vertretbarer Basis herstellen, wie dies H. WAKONIGG (1970) für die Inversionen im Knittelfelder Becken tat, so müßten aus demselben, mehrjährigen Zeitraum die Daten von zumindest je einer Tal-, einer Mittelhang- und einer in mehr als 1250 m Seehöhe gelegenen Bergstation vorhanden sein, wobei jede dieser Stationen für einen größeren Raum repräsentativ sein müßte und außerdem von den beiden anderen Stationen nicht zu weit entfernt sein dürfte. Solche Voraussetzungen bestehen gegenwärtig

nur im Grazer Raum mit der Talstation G r a z - A n d r i t z, 360 m, der Mittelhangstation S t. R a d e g u n d (Z.A.) 720 m, und der Bergstation S c h ö c k l, 1432 m.

Hier sollen die folgenden, kurzen Angaben zur Witterung in den drei Wintern genügen, auf die sich die Tab. 4—6 beziehen. Der Winter 1965/66 (siehe Tab. 4) war mit Ausnahme des Monats Februar recht typisch. In diesem Monat jedoch herrschten für die Jahreszeit außergewöhnliche Bedingungen, denn es war in der gesamten Südweststeiermark der wärmste Februar seit dem Beginn geregelter Messungen. Die Mitteltemperaturen lagen nicht nur weit über dem langjährigen Durchschnitt sondern sogar deutlich über denen des folgenden Monats März. Bemerkenswert ist auch, daß bis in die Höhe der Station W i e l der gesamte Niederschlag in Form von Regen fiel.

Diese außergewöhnliche Witterung kam durch anhaltende Zufuhr milder Luftmassen aus Westen und Südwesten zustande (vgl. S. MORAWETZ 1966). Zur Inversionsstatistik für diesen Monat ist zu bemerken, daß die in der Tab. 4 erfaßten relativen Temperaturunterschiede jedoch keineswegs so untypisch waren; dies traf nur auf die absoluten Temperaturwerte zu. Von den Untersuchungen über die Stabilität und den Aufbau der hochreichenden Inversionen wurden nicht deshalb die Werte aus den Wintern 1968/69 und 69/70 in die Tabellen übernommen, weil es sich um besonders kalte und trübe Winter handelte, sondern vor allem, weil für diesen Zeitraum schon die Daten der R e i n i s c h k o g e l vorliegen, sodaß auf eventuelle regionale Unterschiede eingegangen werden kann. Ein Unterschied zu weniger extremen Wintern besteht nicht so sehr hinsichtlich der Zahl der Termine, an denen hochreichende Inversionen bestanden — dies gilt auch für die 14-Uhr-Termine — sondern hinsichtlich der langen Dauer einzelner Inversionen.

Wie die Tab. 4 und 5 zeigen, kommt es bereits im Oktober zu einem ersten Höhepunkt der Inversionstätigkeit. Hochreichende Inversionen überwiegen zahlenmäßig weit gegenüber flachen und an der Mehrzahl der Oktobertage melden zum 7-Uhr-Termin noch die Stationen in mehr als 1000 m Seehöhe höhere Werte als die Talstationen, wenngleich die höchsten Werte in mehr als zwei Drittel aller Fälle bei den Stationen zwischen 500 und 600 m oder bei der Station W i e l, 900 m, gemessen werden. Starke Inversionen mit Temperaturdifferenzen von 10 ° C und mehr zwischen Tal- und Oberhangstationen sind im Oktober zum 7-Uhr-Termin durchaus nicht selten, aber auch so starke Inversionen lösen sich im Laufe des Vormittags meist auf, so daß um die Mittagszeit fast an allen Tagen eine deutliche Temperaturabnahme mit der Höhe festzustellen ist. Dies führt dazu, daß sich die herbstlichen Inversionen nicht so stark auf die Tages- und Monatsmittel auswirken als die hochwinterlichen.

Nach diesem ersten Höhepunkt mit zwar starken, aber relativ instabilen Inversionen bei Temperaturen, die meist deutlich vom Nullpunkt entfernt sind, folgt in der Regel im November eine Übergangsphase. In diesem Monat sind bereits einige über Mittag stabile Inversionen festzustellen, die von Talnebel begleitet sind. Im Dezember, Jänner und Februar halten solche Inversionen oft tagelang, ja wochenlang an. Zur Ausbildung derart starker und hochreichender Inversionen trägt entscheidend die Zufuhr milder Luftmassen in größeren Höhen bei (vgl. WAKONIGG 1970:104). Die in den Niederungen liegende Kaltluft wird oft erst nach Tagen erwärmt. Im Bereich der Kaltluft kann die Temperatur mit der Höhe zu- aber auch abnehmen. Beides wird in den Tabellen nachgewiesen.

Durch die getrennte Auswertung der Daten von mehreren Stationsketten konnte nachgewiesen werden, daß die Temperaturverteilung im Kaltluftkörper

auf weite Distanzen sehr ähnlich ist. In den 12 in Tab. 5 berücksichtigten Monaten kommen starke Abweichungen an weniger als 20 % aller Termine vor. Überhaupt kann angenommen werden, daß bei stabilen Inversionen im Hochwinter ein ausgedehnter, relativ einheitlich geschichteter Kaltluftsee vom Schöckl bis zum Possruck reicht, wie dies schon auf Grund der Talnebelbeobachtungen wahrscheinlich schien. Fast immer umfaßt nämlich der Nebelsee das gesamte genannte Gebiet.

Durch Kaltluftseen in den Niederungen kommt es oft zu erheblicher Verzögerung von Warmlufteinbrüchen.

Ein schönes Beispiel wurde am 2. und 3. Dezember 1966 durch die Thermographen bei den Stationen **K r a x n e r I** und **D e u t s c h l a n d s b e r g I I** aufgezeichnet:

Am 2. Dezember um etwa 1 Uhr nachts setzte auf dem **K r a x n e r** stärkerer Wind ein. Allmählich stieg die Temperatur von -3° auf $+1^{\circ}$ und zwischen 5,30 und 6,00 Uhr rasch auf 7° C an. Im Tal wurde die nächtliche Abkühlung bei $-4,5^{\circ}$, ebenfalls um 1 Uhr unterbrochen, bis 3 Uhr war sogar ein Anstieg um zwei Zehntelgrad zu verzeichnen, anschließend fiel die Temperatur aber weiter und erreichte mit etwa -6° C um 7 Uhr früh ihren tiefsten Wert. Zu diesem Zeitpunkt bestand zwischen der Station **D e u t s c h l a n d s b e r g I I**, 380 m und der 180 m höher gelegenen Station **K r a x n e r I** eine Inversion von 13° C!

Anschließend kam es auch im Tal zu rascher Erwärmung. Um etwa 11 Uhr wurde der Wert von $+1^{\circ}$ C erreicht, fünfeinhalb Stunden später als auf dem **K r a x n e r**. Erst um ca. 12 Uhr erreichte die Temperatur im Tal mit $9,5^{\circ}$ C den Wert, der inzwischen auf dem **K r a x n e r** aufgezeichnet wurde. Die höchste Temperatur wurde im Tal um ca. 14,30 Uhr mit $10,6^{\circ}$ C auf dem **K r a x n e r** etwa eine Stunde später mit $10,3^{\circ}$ C erreicht. Bis zum Morgen des nächsten Tages zeigte die Temperatur bei beiden Stationen überwiegend fallende Tendenz, wobei längere Zeit eine Inversion zwischen 1 und 2° C bestand, die sich erst am Vormittag des 3. Dezember auflöste. Die Tiefstwerte in den Morgenstunden des 3. Dezember betragen $2,8^{\circ}$ C im Tal und $3,8^{\circ}$ C auf dem **K r a x n e r**.

Im März klingen die hochreichenden stabilen Inversionen rasch ab.

4. Nebel und Wind im Zusammenhang mit der Temperaturumkehr

Neben Temperaturmessungen liegen aus den letzten Jahren auch Aufzeichnungen über Geländebeobachtungen von Nebel und Wind vor, die durch einschlägige, langjährige Mittelwerte von Stationen der ZA. ergänzt und in diesem Abschnitt behandelt werden sollen.

Meist kann allein aus dem Auftreten von Talnebel oder bestimmten Dunstschichten auf das Vorhandensein von Inversionen geschlossen werden, doch reichen die bisherigen Unterlagen über Talnebel in der Südweststeiermark zu einer gemeinsamen Darstellung beider Klimakomponenten noch nicht aus.

Aufzeichnungen über Talnebel, Bewölkung und Sichtweite können den Meldebogen von Stationen der ZA. entnommen werden. In den Jahrbüchern ist nur die monatliche und jährliche Zahl der „Nebeltage“ verzeichnet. Als „Nebeltage“ bezeichnet man alle Tage, an denen, und sei es nur kurzzeitig, am Standort des Beobachters Nebel auftritt. Bei Nebel beträgt die Sichtweite durch atmosphärische Trübung weniger als 1 Kilometer; bei geringerer Trübung spricht man von Dunst. Über die Dauer oder Dichte der Nebel wird mit der Angabe der Nebeltage also nichts ausgesagt. Zwischen den einzelnen Teillandschaften

der Südweststeiermark bestehen jedoch hinsichtlich der Nebelverhältnisse so deutliche Unterschiede, daß allein aus der Zahl der Nebeltage bei den Stationen der ZA. Aussagen abgeleitet werden können (s. Tab. 7).

In den Sommermonaten ist die Zahl der Talnebel relativ gering. Hier besteht ein deutlicher Zusammenhang mit der geringeren Intensität der sommerlichen Inversionen.

Die vergleichsweise höhere Zahl von Nebeltagen bei den Stationen in größerer Höhe ist so zu erklären, daß der Mittel- und Oberhang häufiger in zeitweilig aufliegende Bewölkung gerät.

Mit dem Beginn der kühleren Jahreszeit bilden sich in den Niederungen an klaren Tagen mit zunehmender Regelmäßigkeit Frühnebefelder, die mit Ansammlungen kälterer Luft in Bodennähe in Zusammenhang stehen. Meist ragen aus den Frühnebefeldern die Käme der Erhebungen des Hügellandes heraus, höher reichende Talnebel sind im Frühherbst recht selten; jedenfalls ist ihre Zahl wesentlich geringer als die der hochreichenden Inversionen in dieser Jahreszeit. Während im Grazer und Leibnitzer Feld und in den unteren Talabschnitten der südweststeirischen Murzubringer diese Talnebel große Häufigkeit, erhebliche Beständigkeit gelegentlich über Mittag hinaus, und eine Mächtigkeit von über hundert Meter erreichen können, nimmt gegen das Gebirge zu sowohl die Mächtigkeit als auch die Beständigkeit ab. Über dem Ortsgebiet von Deutschlandsberg liegt dann oft nur mehr eine Dunstsicht, die sich über den feuchten Wiesen an der nord- und südöstlichen Peripherie zu Nebelschwadern verdichtet. Diese lösen sich zumeist in den ersten Vormittagsstunden auf.

Die relative Nebelarmut gebirgsnaher, höher gelegener gegenüber tiefer gelegenen Gebieten ist in der Südweststeiermark nicht nur in Deutschlandsberg, sondern an vielen Stellen entlang des Randgebirges zu beobachten. Über einen längeren Zeitraum belegt ist dieses Phänomen bisher nur durch die Daten der Station *D e u t s c h l a n d s b e r g*, ZA.

Von der zweiten Oktoberhälfte bis in den März können die schon im vorhergehenden Kapitel erwähnten, häufig sehr stabilen Talnebel mit Obergrenzen zwischen 700 und 1300 m beobachtet werden. In dieser Zeit bleiben aber auch Nebel mit Obergrenzen in geringeren Höhen, besonders in etwa 500 m Seehöhe oft tagelang erhalten. Die längste bisher veröffentlichte Beobachtungsreihe über Talnebel in der Steirischen Bucht stammt von R. HÜTTIG (1934), dem Wetterwart auf dem *S c h ö c k l*, und bezieht sich auf die Jahre 1929—34. HÜTTIG l. c. konnte unter anderem nachweisen, daß die Nebelhäufigkeit in den einzelnen Wintern sehr unterschiedlich ist; ferner stellte er eine Häufung von Talnebeln mit Obergrenzen zwischen 800 und 900 m fest, also in Höhe der Station *W i e l* oder etwas tiefer.

Die Bildung der Talnebel kann, je nach der Temperaturverteilung, am Talboden oder an der Obergrenze der Kaltluft beginnen. Mehrmals konnte im Bereich der jeweils kältesten Luftschichten der Nebel mit der größten Dichte festgestellt werden. Ebenso eindeutig geht aber aus den Unterlagen hervor, daß auch starke Inversionen nicht in allen Fällen mit Talnebel verbunden sind, man denke nur an klare, kalte Winternächte. Wohl aber entsteht im Zusammenhang mit Inversionen, die längere Zeit stabil sind, in der Regel Talnebel.

Sehr häufig reichen die von Bergstationen beobachteten Talnebel gar nicht bis zum Talboden, so daß bei den Stationen in tiefen Lagen Hochnebel oder Bewölkung verzeichnet wird; auch kann es während länger dauernder Talnebel mehrmals zum Ansteigen und Absinken der Ober- und Untergrenze kommen; vielfach scheint dabei ein Zusammenhang mit den Temperaturänderungen in

Laufe des Tages zu bestehen. Systematische Beobachtungen darüber fehlen jedoch bisher.

Abschließend sei auf einige Besonderheiten der Nebelverhältnisse in der Südweststeiermark hingewiesen. So auf einen immer wieder von Warblick aus zu beobachtenden Nebelüberhang über den Nordabfall der Leibenfelder Terrasse. Vom Sulmtal her reicht eine Nebelzunge über das allmählich gegen Norden ansteigende Leibenfeld. Am Oberrand des zwischen 20 und 30 m hohen Terrassenabfalles gegen Deutschlandsberg hin ist der Bodennebel bereits so seicht, daß Dächer von Häusern und Kronen von Obstbäumen herausragen. Der Nebel bewegt sich am Terrassenabfall abwärts, löst sich aber dabei durch adiabatische Erwärmung meist auf, erreicht also den Talboden des Laßnitztales nur selten.

In ähnlicher Weise reichen im Winterhalbjahr Nebel aus dem Drautal bei Mahrenberg (Radlje o. D.) über den 679 m hohen Radpaß gegen Eibiswald. Von St. Lorenzen ob Eibiswald aus beobachtete in der Zeit vom 2. Jänner bis 6. März 1966 Frau Dr. Hildegard RATHAUSKY auf Anregung des Verfassers die Talnebel beiderseitig des Radlpasses, wofür an dieser Stelle gedankt sei. An 30 der insgesamt 64 Tage erreichte der Draunebel den Radpaß oder überschritt ihn, einen Nebelüberhang bildend, der von oben her nach Aussage der Beobachterin wie eine Herde weißer Wale aussah, während über Eibiswald nur geringe Lufttrübung zu beobachten war. Zweimal vereinigten sich in dieser Zeit Nebel vom Murgebiet mit dem Draunebel über dem Radpaß, an einigen Tagen lag auch St. Lorenzen, 947 m, im Nebel.

An dunstigen Tagen ist von der Koralpe aus sehr häufig eine Verdichtung des Dunstes gegen Graz, den Schöckl und den Demmerkogel hin zu beobachten, wobei durch Schrägstellung der Dunstschicht dieser Eindruck noch verstärkt werden kann.

Ebenfalls vom Gebirge aus konnte die Entstehung von Nebeln mit balliger, zwischen 500 und 600 m liegender Obergrenze beobachtet werden, die sich in Minutenschnelle durch Advektion kalter Luft von Osten her beim Zusammentreffen mit bereits erwärmter, feuchter Luft am Gebirgsrand bildeten. Die raschere Erwärmung der Luft am Gebirgsrand steht in Zusammenhang mit Fallwindeffekten.

Zwischen der Temperaturumkehr und dem Wind besteht in gewisser Hinsicht eine Wechselwirkung. Die Niederungen der Südweststeiermark sind windarm. Dies begünstigt die Bildung von Kaltluftansammlungen, was sich unter anderem in erhöhter Spät- und Frühfrostgefahr widerspiegelt. Im Sommer führt die Luftruhe zu Schwüle. Andererseits bilden Kaltluftseen im Tal einen erheblichen Widerstand bei stürmischen Warmlufteinbrüchen. Ein schönes Beispiel bildet der bereits beschriebene, zumindest zeitweise mit stärkerem Wind verbundene Warmlufteinbruch am 2. und 3. Dezember 1966.

Nicht nur die mittlere Windgeschwindigkeit ist in den Niederungen gering, HADER (unpubl.) errechnete für Leibnitz 1,3 m/sec. und für Deutschlandsberg 1,7 m/sec., auch die Zahl der Windstillen ist hoch. In Leibnitz herrscht an 49 %, in Deutschlandsberg an 37 % aller Beobachtungstermine Windstille. Schon in mittleren Höhenlagen nimmt die Ventilation zu. Für die Station Kogelberg bei Leibnitz, 460 m, wurde bereits eine mittlere Windgeschwindigkeit von 2,3 m/sec. errechnet; für Wiel 2,5 m/sec. Ein sichtbarer Beweis sind die Windräder (Klapotze) über den Weingärten des Gebirgsrandes und auf den höchsten Erhebungen des Hügellandes.

5. Die Temperaturumkehr in Beziehung zur Vegetation

Die Temperaturumkehr und die Klimaphänomene, die mit ihr in Zusammenhang stehen, führen in den betroffenen Gebieten zu abweichenden Klimastufen und damit zu einer ungewöhnlichen Höhenstufengliederung der Vegetation. Die heutige Nutzungsart (Kulturartenverteilung) steht in deutlicher Abhängigkeit zu den klimatischen Voraussetzungen. Vor allem sind es die Intensivkulturen ausdauernder Pflanzen wie Wein, Kern-, Stein- und Beerenobst, die optimale Standortsbedingungen benötigen, um entsprechenden Ertrag zu bringen. Für ein günstiges Gedeihen derart anspruchsvoller Pflanzen bestehen in der Südweststeiermark nicht nur klimabedingte Höhenobergrenzen sondern auch Untergrenzen, da im Bereich der Tallagen und untersten Hänge ein in mehrfacher Weise extremeres Klima herrscht als im Mittelhangbereich. Wie weit solche Klimagrenzen auch für die natürliche Vegetation, die nahezu ausschließlich aus Waldgesellschaften bestand, von Bedeutung gewesen sein mögen, soll anschließend ebenfalls besprochen werden.

Die bisherigen Ausführungen legen folgende Höhenstufengliederung nahe:

1. in eine ungünstige Zone, die die Tallagen, Terrassen und untersten Hänge umfaßt
2. in eine begünstigte Zone in mittleren Höhenlagen und
3. in höhergelegene, gegenüber den Tallagen zunehmend benachteiligte Zonen.

Diese Gliederung mag einleuchtend erscheinen, weil sie in Analogie zu der Temperaturverteilung steht, die in der freien Atmosphäre für die Dauer von Inversionen anzunehmen ist. Dennoch stellt diese Gliederung eine weitgehende Vereinfachung der tatsächlichen Gegebenheiten dar.

Vor allem wird sie den Verhältnissen im Bereich der Hänge und zwar besonders in den Höhenlagen, wo durch die Temperaturumkehr durchwegs eine Begünstigung zu erwarten wäre, nicht gerecht. Gerade in diesen Höhenlagen bestehen in Abhängigkeit von Relief und Exposition derartig ausgeprägte lokalklimatische Unterschiede, daß begünstigte und stark benachteiligte Bereiche nebeneinander zu finden sind. Diese benachteiligten Bereiche sind in erster Linie Hangmulden und hangabwärts verlaufende Gräben von entsprechender Tiefe bzw. in ungünstiger Exposition. Dort sammelt sich Kaltluft, die aus der Umgebung einfließt und bleibt bei geringer oder fehlender Besonnung auch tagsüber erhalten. Welche Bedeutung diesen Kaltluftansammlungen zukommt, konnte nicht ganz geklärt werden. Es wäre denkbar, daß es sich bei derartigen Gräben und Rinnen um Sammelstraßen für Kaltluft handelt, die von höhergelegenen Hangbereichen in die Niederungen abfließt. Daß dabei in Zusammenhang mit einer zu erwartenden adiabatischen Erwärmung Probleme bestehen, ist dem Verfasser bewußt.

Die Beziehung zwischen derartigen lokalklimatischen Unterschieden und der Gestalt des Geländes ist so ausgeprägt, daß geradezu eine Stufenleiter der Wärmebegünstigung besteht. Demnach sind Hänge mit gleichmäßiger, stärkerer Neigung und Exposition gegenüber Verebnungen im Hangbereich und diese wieder gegenüber Rinnen und Gräben größerer Tiefe bevorzugt. Die Beständigkeit der Schneedecke und die Gefährdung durch Reif und Bodenfrost wächst gegenläufig zu dieser Stufenfolge. So kann es dazu kommen, daß jene Begünstigung, die auf Grund der Höhenlage möglich ist, in bestimmten Bereichen wieder verloren geht. Diese Begünstigung hat vor allem MORAWETZ 1952 b, 1957 u. 1965 mit treffenden phänologischen Beobachtungen und ausführlichen Angaben über Höhengrenzen wärmeliebender Pflanzen für drei Eckpunkte des in

dieser Arbeit berücksichtigten Gebietes, nämlich für den Gebirgsrand zwischen Ligist und Stainz, für den Sausal und die Umgebung von Eibiswald charakterisiert.

Hier soll nun der Versuch gemacht werden, einem schematischen Vertikalprofil im Raum Deutschlandsberg ein Horizontalprofil gegenüberzustellen, das in ca. 540 m Höhe quer durch die KG Warnblick (s. Abb. 1) verläuft. Die Nordgrenze dieses Profiles bildet der Grabenbach, der über lange Strecken die Grenze der KG Warnblick gegen die KG Trahütten bildet. Dieser Bach entspringt in der Nähe des Kammes des Trahüttner Höhenrückens, wo die Westgrenze der KG Warnblick verläuft und bahnt sich in einem tief eingeschnittenen, talwärts immer steiler werdenden Graben den Weg zur Laßnitz, die er im Bereich der Klause erreicht. Den Bach begleiten in dem vom Profil berührten Laufabschnitt an beiden Ufern Streifen von Schluchtwäldern, wie sie in den tief eingeschnittenen schattigsten Teilen des oberen Laßnitztales zu finden sind. Solche Schluchtwälder mit der Bergulme, dem Bergahorn und der Esche in der Baumschicht und stattlichen Farnen der Gattungen *Polystichum* und *Dryopteris* in der Krautschicht findet man nur an gleichmäßig kühlen und feuchten Standorten. Bei geringer Besonnung und hoher Luftfeuchtigkeit kommt es dort auch im Sommer nur zu geringer Tageserwärmung. Gegen den Rand des Grabens zu wird zuerst die Hainbuche und dann die Buche immer häufiger. Das Profil quert dann die Hänge des Kraxnerkogels, ca. 620 m, der dem Trahüttner Höhenrücken vorgelagert und im Westen über eine sattelförmige Einsenkung mit ihm verbunden ist.

Die steile Nordflanke des Kraxnerkogels ist bewaldet. Dies trifft in der Südweststeiermark auf fast alle Steillagen in nördlicher und nordwestliches Exposition zu. Die natürliche Pflanzengesellschaft dieser Lagen ist ein saurer Hainsimsen-Buchenwald, der zum Teil durch Nadelholzbestände ersetzt wurde. In seinem weiteren Verlauf quert das Profil nacheinander schmale Wiesenstreifen mit Mostobstbäumen, Weingärten, eine Johannesbeerkultur, eine größere Waldfläche, die von der Trahüttnerstraße unterbrochen wird und anschließend gegen den Leibenbach eine ältere Obstanlage. Am anderen Ufer des Leibenbaches beginnt ein größerer geschlossener Waldbestand.

Die Abhängigkeit vom Lokalklima nach der oben beschriebenen Art wird deutlich, wenn man die Lage und Exposition der Kulturflächen angibt. Die Weingärten sind in der Seehöhe von 540 m derzeit in Warnblick nur auf den aus der Ostflanke des Kraxnerkogels vorspringenden Rücken beschränkt, auf dem sich der Kraxner befindet. Die in der Fallinie orientierten Zeilen der Hoch- und Drahtrahmenkulturen ziehen sich in Höhen zwischen 500 und 555 m über die ost- bis südorientierten Hangabschnitte des Rückens hin. An diesen schließt gegen Süden eine breite Hangmulde an. Im Bereich der ostexponierten Teile dieser Hangmulden sind die klimatischen Bedingungen für den Weinbau bereits so ungünstig, daß die Weingärten durch Johannesbeerkulturen ersetzt wurden. Die am weitesten in den Hang einspringenden Teile der Mulde werden von einem Wiesenstreifen mit einigen Mostobstbäumen eingenommen, der zunehmend der Bewaldung anheimfällt. Ein kleines Gerinne verläuft in diesem Wiesenstreifen. Mit Messungen und Beobachtungen von Reif und Bodenfrost konnte nachgewiesen werden, daß diese Mulde eine Kaltluftstraße im oben beschriebenen Sinn darstellt. Die nordostexponierten Teile der Hangmulde und die Fortsetzung des Hanges sind bewaldet. In dieser Ostlage dominiert die Edelkastanie. Die oben erwähnte ältere Obstkultur befindet sich auf dem südexponierten Hang, der zum Leibenbach abfällt.

Für eine Höhenstufengliederung geben in der gesamten Südweststeiermark

wie erwähnt absolute oder durch Rentabilität bestimmte Höhengrenzen für anspruchsvolle Kulturpflanzen gute Anhaltspunkte. Deutliche Untergrenzen haben der Wein- und der Pflirsichbau. Die Anlage größerer Äpfel- oder Birnkulturen ist in den Niederungen nur an wenigen Stellen rentabel. Maßgebend für diese Grenzen ist die Frostgefahr, auf weite Strecken ist alle zwei bis drei Jahre und an günstigen Stellen immer noch alle 5 bis 6 Jahre mit stärkeren Frösten zur Zeit der Obstblüte zu rechnen. Durch die im Mittel zu hohe Luftfeuchtigkeit werden Pilzkrankungen gefördert.

Auf besonders günstig exponierten Hängen von größerer Ausdehnung, als Beispiel diene hier die Sulz, beginnt der Weinbau stellenweise schon in einer Höhe von 400 bis 410 m. Optimale Bedingungen herrschen in Höhen zwischen 490 und 550 m. Früher war der Weinbau in der Südweststeiermark weiter verbreitet als heute. Für die Bezirke Deutschlandsberg und Leibnitz hat S. MORAWERZ (1963) Statistiken über den Rückgang zwischen 1823/26 und 1955 aufgestellt und auch die Ursachen dafür angegeben. In Deutschlandsberg und seinen Nachbargemeinden war der Rückgang besonders stark. Es fällt auf, daß vor allem kurze Hänge in Höhenlagen unter 500 m betroffen waren. Beispiele hiefür sind der Scheidberg (Kammhöhe ca. 450—500 m), und der Ostteil des Höhenrückens von Wildbachberg (Kammhöhe 390—440 m). Alle die genannten Hänge sind nach diesen Untersuchungen keineswegs optimale Weinlagen und dem Verfasser sind einige Fälle bekannt, wo Weingärten aufgelassen wurden, weil eine Neuanlage und Umstellung auf Hochkultur wegen zu ungünstiger Erträge bei geringer Qualität wirtschaftlich nicht tragbar erschien. Die Besitzer gaben auch die ungünstigen klimatischen Bedingungen als letzte Ursache an, vor allem gaben sie über spätfrostgefährdete Zonen genaue Hinweise.

Im Mittelhangbereich sind aufgelassene Weingärten nur beschränkt nutzbar. Für den Maisbau scheiden sie wegen zu großer Hitze und, sofern es sich um steilere Lagen handelt, wegen zu großer Gefahr von Bodenerosion aus. Auch für Kern- und Steinobst sind diese Lagen nicht immer geeignet, ja selbst als Grünland sind sie kaum zu nutzen, weil dort nur Magerrasen, die stellenweise schon als Trockenrasen zu bezeichnen sind, gedeihen. Daher werden aufgelassene Weingärten gar nicht selten aufgeforstet oder einer natürlichen Bewaldung zugeführt. In den letztgenannten Beständen dominieren die Traubeneiche und Edelkastanie, daneben ist auch die Winterlinde von Bedeutung. Die Buche tritt zurück. Auf flachgründigen Standorten kommt die Kiefer auf.

Wärmeliebende Wälder mit dieser Holzartenzusammensetzung, jedoch mit einer artenreicheren Krautschicht waren ursprünglich die vorherrschende Pflanzengesellschaft in Höhenlagen zwischen 400 und 700 m.

Der derzeit höchstgelegene Weingarten im Raum Deutschlandsberg befindet sich in der Sulz und reicht bis etwa 560 m Höhe. Darüber folgen Wiesen und Obstkulturen, wobei die Grenze für einen intensiven Apfelbau in 650 m, für größere Johannesbeerkulturen in etwa 800 m Höhe liegt. Die letzte Angabe bezieht sich auf Kulturen bei Freiland. Einzelne Maissorten und der Ölkürbis reifen bis in Höhen von etwa 700 m aus, Silomais gedeiht bis etwa 900 m.

Die dominierende natürliche Waldgesellschaft in Höhen zwischen 700 und 1200 m war der montane Buchen-Tannen-Fichtenwald, der heute nur mehr in Fragmenten erhalten ist — er wurde fast vollständig durch Nadelholzbestände ersetzt. Dieser Buchen-Tannen-Fichtenwald ist nicht identisch mit den Buchenwäldern in Schattlagen und feuchten Gräben, die zum Schluchtwald tendieren. Die Landwirtschaft in diesen Höhen ist vorwiegend zur Grünlandwirtschaft hin orientiert. Die Ackerflächen sind hier sehr stark zurückgegangen. Eine Begünsti-

gung des Ackerbaues durch die Temperaturumkehr ist im montanen Bereich nur gering, da diese Höhen von den flachen Inversionen in den Sommermonaten nicht mehr erreicht werden.

Literatur

- HADER F. 1968 a. Bau- und Siedlungsklima des Siedlungsraumes im Bergland nördlich von Graz. Wohnbauforschung in Österreich „WBFÖ“, Nachr. Forschungsges. Wohnungsbau Wien 1968 (7/8):81-86.
- 1968 b. Klimagramme der Wetterstationen in den Bezirken Voitsberg, Deutschlandsberg, Leibnitz (Normaljahr des Beobachtungszeitraumes 1901 bis 60) in: Land Steiermark, Entwicklungsmöglichkeiten der Region Südwest, Kartenband, Karte II/7, hsg. v. Amt d. Stmk. Landesreg. Abt. für Wirtschaft u. Statistik und Fachabteilungsgr. Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib (Landes- u. Ortsplanung).
- 1969. Klimagramme von Wetterstationen, soweit sie für den Bezirk Graz-Umgebung Aussagekraft haben, Normaljahr der Periode 1901—1960 in: Land Steiermark, Regionalplanung Graz-Umgebung, Kartenband, Karte II/8, hsg. v. Amt d. Stmk. Landesreg. Fachabteilungsgr. Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib (Landes- und Ortsplanung). (Karte II/8:1969, Gesamtband: 1971).
- HÜTTIG R. 1934. Über Talnebelbildung im Grazer Bergland. Jber. Sonnblickver., 43:50-55.
- Hydrograph. Dienst in Österr. 1964. Die Niederschläge, Schneesverhältnisse, Luft- und Wassertemperaturen in Österreich im Zeitraum 1951—60. Beitr. Hydrographie Österr., 38.
- MORAWETZ S. 1952 a. Kleinklimatische Beobachtungen in der Weststeiermark bei St. Stefan ob Stainz. Beih. Zeitschr. Met., Angewandte Meteorologie, 1 (5):146-150.
- 1952 b. Der Gebirgsrand zwischen Ligist und Stainz. Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 81/82:67-107.
- 1957. Der Sausal. Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 87:120-135.
- 1963. Der Rückgang des Weinbaues in der südwestlichen Steiermark in den Bezirken Deutschlandsberg und Leibnitz von 1823/26 — 1955. Mitt. geogr. Ges., 105:87-201.
- 1965. Die Umgebung von Eibiswald. Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 95:152-177.
- 1966. Der Februar 1966 in Graz. Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 96:103-104.
- OTTO H. 1967. Ökologische Untersuchungen an natürlichen Pflanzengesellschaften in der Umgebung von Deutschlandsberg. Diss. phil. Univ. Wien.
- SCHÖNWIESE Chr.-D. 1970. Zur Systematik der Nebelerscheinungen. Wetter u. Leben, 22 (9-10):185-190.
- WAKONIGG H. 1970. Wintertemperaturen und Inversionen in einem ostalpinen Talbecken. Meteorolog. Rundschau, 23 (4):104-110.
- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien. Jahrbücher 1951—69.

T a b. 1: Mittelwerte der Lufttemperatur
 Quellen: Hydrographischer Dienst (1964) und Dr. F. HADER (1968 b, 1969).

Periode 1901—60		Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Station	m													
Leibnitz	275	-2,8	-0,7	4,4	9,5	14,3	17,7	19,4	18,4	14,7	9,3	3,7	-0,4	8,9
Sajach	340	-3,2	-1,3	3,6	8,6	13,4	16,7	18,8	17,6	14,2	9,0	3,4	-0,3	8,4
Deutschlandsberg	380	-2,3	-0,1	4,6	9,3	13,8	17,3	19,0	18,2	14,6	9,3	3,6	-0,4	8,9
Kitzcek	510	-0,8	0,8	5,1	9,8	14,4	18,0	19,9	19,2	15,2	10,2	4,4	0,8	9,8
Wiel	900	-2,2	-1,5	2,6	6,8	11,0	14,4	16,6	16,0	12,6	7,7	2,4	0,1	7,2
Glashütten	1275	-3,9	-3,8	-0,5	4,2	8,7	12,7	14,2	13,4	10,2	5,4	1,0	-2,3	4,9
Schöckl	1432	-4,5	-4,3	-0,8	3,1	7,2	10,4	12,5	11,9	8,9	4,5	0,2	-2,7	3,9
Brendlalpe	1562	-5,3	-5,1	-1,5	1,1	6,0	10,0	12,0	11,7	8,5	3,9	-0,9	-4,2	2,8
Periode 1951—60		Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Leibnitz	275	-2,1	-0,7	4,1	9,6	14,1	17,9	19,3	18,4	14,6	9,5	4,1	0,7	9,1
Deutschlandsberg	380	-2,3	-0,7	3,9	9,3	13,6	17,1	18,5	18,0	14,2	9,1	3,6	0,3	8,7
Kitzcek	510	-0,5	0,4	4,6	9,9	14,3	18,0	19,6	19,1	15,3	10,2	4,5	1,7	9,8
Wiel	900	-1,9	-1,7	1,7	6,3	10,8	14,4	16,3	15,9	12,4	7,6	2,5	1,2	7,1
Schöckl	1432	-4,5	-4,4	-1,8	1,9	6,6	10,4	12,3	12,0	8,9	4,5	0,3	-1,4	3,8

T a b. 2: Ausgewählte Mittelwerte der Lufttemperatur für die Termine
7, 14 und 21 Uhr

	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1965, 7 Uhr													
St. Anna, 1050 m	-2,5	-7,6	-0,3	3,3	8,4	14,5	14,6	13,3	11,0	5,9	-0,6	-0,8	4,9
Trahütten, 995 m											-0,1	-0,3	
Wiel, 900 m	-1,6	-6,1	0,9	4,1	8,8	14,4	14,8	12,5	11,1	6,8	0,2	0,3	5,5
Kraxner I, 560 m	(-0,7)	-3,8	2,3	5,9	10,6	15,4	16,2	14,5	12,2	7,5	0,8	0,4	(6,8)
Kitzeck, 510 m	-0,5	-4,2	2,3	6,0	10,8	15,9	16,5	14,7	12,8	7,6	1,2	0,7	7,0
Sulz, 500 m/Halmbauer°, 500 m		2,0	6,0							7,6*	0,7*		
Deutschlandsberg-Sulz, 410 m	-1,5	-5,1	1,2	5,7	10,9	15,5	15,8	13,9	11,7	5,9	0,7	-0,6	6,2
Deutschlandsberg I, 360 m										3,6	0,1	-2,4	
Stainz, 340 m	-4,0	-8,6	-0,7	4,7	10,3	14,9	15,7	13,5	10,8	3,0	-0,3	-2,8	4,7
1966, 7 Uhr													
St. Anna, 1050 m	-6,5	3,4	-1,1	7,0	11,3	14,2	14,5	13,9	11,5	10,1	0,0	-2,0	6,4
Trahütten, 995 m	-6,1	3,8	0,1										
Wiel, 900 m	-5,6	4,3	0,1	7,7	10,7	14,2	14,5	13,7	11,9	10,2	-0,3	-0,7	6,7
Kraxner I, 560 m	-4,7	5,3	2,2	8,8	12,1	15,4	15,7	14,8	12,9	11,2	0,8	0,5	7,9
Kitzeck, 510 m	-4,4	5,7	2,5	8,9	12,6	16,2	16,4	15,4	13,0	12,1	1,2	0,0	8,3
Sulz, 500 m/Halmbauer°, 500 m		5,2	2,3*	12,5*									
Deutschlandsberg-Sulz, 410 m	-5,4	3,8	1,6	8,5	12,3	15,6	15,8	14,8	12,2	10,4	0,6	-1,2	7,4
Deutschlandsberg I, 360 m/II°, 380 m	-7,1	1,6	0,7								0,0*	-2,5*	
Stainz, 340 m	-7,8	0,9	-0,2	7,5	11,7	15,4	16,1	14,4	11,5	9,5	-0,1	-2,7	6,3
1967, 7 Uhr													
Wiel, 900 m	-2,7	-1,4	2,2	4,5	11,0	13,3	16,5	14,7	12,3	9,4	2,8	-1,8	6,7
Kraxner I, 560 m	-1,9	0,2	4,4	6,2	11,8	14,8	17,7	16,2	13,7	9,7	3,4	-0,4	8,0
Kraxner II, 540 m				12,4	15,3	18,2	16,8		10,2				
Kitzeck, 510 m	-2,6	-0,1	4,3	6,6	12,5	15,1	18,7	16,6	13,9	9,7	3,9	0,2	8,2
Deutschlandsberg-Sulz, 410 m	-3,5	-1,0	3,9	6,2	12,5	15,2	18,2	15,8	12,7	7,8	2,6	-1,6	7,4
Stainz, 340 m	-6,2	-3,9	1,5	5,1	12,2	15,0	17,4	15,2	11,1	5,1	1,4	-4,3	5,8

Tab. 2, Fortsetzung:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1967, 14 Uhr													
Wiel, 900 m	0,9	3,8	7,2	8,6	15,3	17,3	20,8	19,1	16,7	15,2	6,6	0,8	11,0
Kitzeck, 510 m	-0,1	4,3	8,8	11,8	19,0	20,9	24,2	21,8	18,8	15,3	7,1	2,4	12,9
Deutschlandsberg-Sulz, 410 m	1,9	5,8	10,9	12,8	19,6	21,6	25,0	22,3	19,8	17,3	8,3	3,0	14,0
Stainz, 340 m	1,2	5,6	11,0	13,6	20,0	22,2	25,3	23,2	20,6	17,6	8,6	2,6	14,3
1967, 21 Uhr													
Wiel, 900 m	-2,2	-0,4	2,8	5,0	10,5	12,4	15,9	14,0	12,1	9,5	3,3	-1,7	6,8
Kitzeck, 510 m	-1,9	2,4	6,3	9,9	15,2	17,4	20,3	18,6	15,8	12,3	5,2	0,9	10,2
Deutschlandsberg-Sulz, 410 m	-1,6	1,6	5,5	8,0	13,0	15,6	18,6	16,5	14,0	10,3	4,3	-0,6	8,8
Stainz, 340 m	-4,4	-0,6	4,0	6,9	12,2	15,3	18,2	16,1	13,2	7,7	3,0	-3,0	7,4
1968, 7 Uhr													
Wiel, 900 m	-3,7	-0,2	1,3	7,4	10,0	13,8	15,0	13,2	11,0	7,5	2,5	-5,5	6,0
Kraxner I, 560 m	-2,1	0,3	3,1	8,6	11,8	15,2		15,0	12,4	8,9	4,0		
Kitzeck, 510 m	-2,3	0,3	3,8	9,3	12,5	16,0	16,9	15,7	13,1	9,5	4,3	-3,1	8,0
Deutschlandsberg-Sulz, 410 m	-4,7	-0,7	1,9	8,7	12,2	15,5	16,4	14,8	12,1	7,4	3,1	-4,6	6,8
Stainz, 340 m	-9,3	-2,7	0,5	7,5	11,8	15,5	16,0	14,3	10,9	5,5	2,4	-6,6	5,5
1969, 7 Uhr													
Wiel, 900 m	-3,5	-4,0	-1,5	5,0	12,9	13,0	15,5	13,3	11,5	7,9	4,1	-5,8	5,7
Kraxner I, 560 m	-2,9	-2,6	0,2	6,8			16,9	14,8	12,5	8,8	4,9	-4,5	
Kitzeck, 510 m	-3,1	-2,0	0,6	6,8	13,7	14,4	16,6	15,5	12,9	8,6	5,2	-4,2	7,1
Deutschlandsberg-Sulz, 410 m	-3,9	-3,4	0,2	6,2	13,8	14,7	16,7	14,6	12,0	6,7	3,9	-4,6	6,4
Stainz, 340 m	-5,0	-5,4	-0,7	5,3	13,5	14,7	17,1	14,9	11,2	3,7	1,1	-5,8	5,4

Tab. 3: Mittelwerte aus den Tageshöchstwerten der Lufttemperatur:

	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1965													
Wiel, 900 m	2,7	-0,8	7,3	9,2	13,8	19,1	19,9	18,1	17,1	13,6	4,5	4,8	10,8
Kraxner I, 560 m		1,8	12,8	16,3	21,0	21,3	21,3	19,8	18,2	13,7		4,5	
Deutschlandsberg-Sulz, 410 m	4,0	2,5	10,9	13,9	18,0	23,1	23,6	21,1	20,4	16,4	6,1	4,9	13,7
1966													
Wiel, 900 m	-1,1	9,9	5,8	13,4	16,3	19,7	19,8	19,2	17,6	15,6	4,0	3,2	11,9
Kraxner I, 560 m	-0,5	11,5	8,6	16,3	18,1	20,8	21,1	20,2	18,3	16,1	4,3	3,8	13,2
Deutschlandsberg-Sulz, 410 m	0,3	12,3	9,8	17,3	19,7	22,9	22,6	22,5	20,6	18,3	5,6	4,1	14,7
1967													
Wiel, 900 m	2,3	4,8	8,7	10,3	16,7	18,8	22,3	20,4	17,8	15,9	8,3	2,6	12,4
Kraxner I, 560 m	2,3	5,3	10,4	12,6	18,7	20,5	23,8	21,7	18,8	15,7	7,7	3,3	13,4
Kraxner II, 540 m					18,8		24,2	21,9					
Deutschlandsberg-Sulz, 410 m	3,2	7,0	12,7	14,6	21,2	23,1	26,4	24,2	20,6	18,4	9,5	3,8	15,4
1968													
Wiel, 900 m	1,8	4,7	8,9	13,7	16,5	18,9	20,2	19,0	16,3	14,0	6,1	-1,8	11,5
Kraxner I, 560 m	2,3	4,8	10,7	16,2	18,3			20,2	17,6	14,7	7,1		
Deutschlandsberg-Sulz, 410 m	3,3	6,4	12,4	18,0	20,8	22,8	24,1	23,2	20,0	17,3	7,6	-0,5	14,7
1969													
Reinischkogel, 1052 m	0,4	-0,4	1,4	8,9	16,6	15,6	19,2		14,3	12,6	7,5	-3,5	
Wiel, 900 m	0,5	0,5	2,9	11,2	19,0	17,6	21,6	18,6	16,8	14,4	9,3	-1,8	10,9
Kraxner I, 560 m								20,2		15,4	10,1	-1,8	
Deutschlandsberg-Sulz, 410 m	0,5	2,5	6,5	15,3	23,5	21,5	25,4	22,8	20,0	17,4	11,7	-0,8	13,9

T a b. 4: Inversionsstatistik zum 7-Uhr-Termin für die Monate Oktober 1965 bis März 1966

	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.	März	Summe
Zahl der Tage mit Inversionen:	28	21	28	25	25	27	154
Zahl der Tage mit Inversionen zwischen der Talstation Deutschlandsberg I, 360 m und							
St. Anna, 1050 m	22	13	19	16	19	9	98
Trahütten, 995 m	22	14	22	17	19	12	106
Wiel, 900 m	22	14	24	18	20	15	113
Kraxner I, 560 m	27	15	25	23	24	24	138
Deutschlandsberg-Sulz, 410 m	28	17	27	21	25	25	143
Die höchste Temperatur wurde gemessen bei der Station:							
St. Anna	2x	2x	4x	2x	2x	0x	12x
Trahütten	4x	5x	2x	4x	2x	3x	20x
Wiel	7x	3x	9x	2x	6x	2x	29x
Kraxner I	13x	8x	11x	15x	12x	16x	75x
Deutschlandsberg-Sulz	2x	3x	2x	2x	3x	6x	18x
Zahl der Inversionen mit durchschnittlichen Temperaturzunahmen von 1 ° C/100 m zwischen Deutschlandsberg I, 360 m und							
St. Anna, 1050 m	6	2	4	4	1	0	17
Trahütten, 995 m	7	2	8	4	3	0	24
Wiel, 900 m	11	5	7	6	9	1	39
Kraxner I, 560 m	23	9	19	15	19	12	97
von 2 ° C/100 m zwischen Deutschlandsberg I, 360 m und							
St. Anna	0	0	0	0	0	0	0
Trahütten	0	0	0	1	0	0	1
Wiel	3	0	1	1	0	0	5
Kraxner I	16	5	8	12	14	4	59
Größte gemessene Temperaturunterschiede (° C) zwischen Deutschlandsberg I, 360 m und der Station							
		Höhendiff. in Metern					
St. Anna	690	9,9	7,8	9,4	9,8	8,2	3,0
Trahütten	635	10,2	10,2	10,2	13,0	10,2	6,0
Wiel	540	11,2	9,1	10,8	12,0	9,4	5,5
Kraxner I	200	9,0	7,6	9,2	9,8	9,5	6,5
Deutschlandsberg-Sulz	50	5,6	4,6	5,4	7,0	6,1	3,2

T a b. 5: Zahl der hochreichenden Inversionen zu den Terminen 7, 14 und 21 Uhr von Oktober bis März (positive Werte — Oberhangstation wärmer als Talstation).

Temperaturdifferenzen (° C)	Winterhalbjahr 1968/69								
	Reinischkogel Sajach			Reinischkogel Stainz			Wiel D. Landsbg. — Sulz		
	7h	14h	21h	7h	14h	21h	7h	14h	21h
Oktober									
+5,0 und mehr	3	0	0	5	0	0	2	0	1
0,0 und pos.	14	2	7	19	1	11	15	2	9
—0,1 bis —1,0	7	1	7	1	3	6	5	1	5
—1,1 bis —3,0	2	4	6	4	3	6	8	20	14
November									
+5,0 und mehr	1	2	0	1	4	0	2	3	0
0,0 und pos.	10	6	4	13	6	6	11	4	6
—0,1 bis —1,0	2	0	2	2	2	4	4	1	5
—1,1 bis —3,0	4	7	6	5	9	8	7	12	12
Dezember									
+5,0 und mehr	8	0	1	7	1	3	0	1	0
0,0 und pos.	15	10	11	14	6	14	14	9	8
—0,1 bis —1,0	0	1	4	1	3	2	0	2	4
—1,1 bis —3,0	4	5	2	4	7	1	10	13	6
Jänner									
+5,0 und mehr	5	1	3	4	3	3	3	3	1
0,0 und pos.	16	16	11	15	12	12	12	10	11
—0,1 bis —1,0	0	3	3	2	4	3	8	3	5
—1,1 bis —3,0	7	9	7	6	10	5	6	14	10
Feber									
+5,0 und mehr	7	0	0	6	0	0	0	0	0
0,0 und pos.	14	5	9	11	3	8	10	3	5
—0,1 bis —1,0	1	5	3	3	4	3	4	2	0
—1,1 bis —3,0	9	12	9	9	8	8	9	11	18
März									
+5,0 und mehr	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0,0 und pos.	8	0	1	7	0	2	7	0	2
—0,1 bis —1,0	0	1	3	1	1	1	2	0	0
—1,1 bis —3,0	7	4	3	6	3	6	14	9	11

Tab. 5, Fortsetzung:

Temperaturdifferenzen (° C)	Winterhalbjahr 1969/70								
	Reinischkogel Sajach			Reinischkogel Stainz			Wiel D. Landsbg. — Sulz		
	7h	14h	21h	7h	14h	21h	7h	14h	21h
Oktober									
+5,0 und mehr	5	0	0	5	0	0	1	0	0
0,0 und pos.	22	1	5	24	1	10	24	1	5
—0,1 bis —1,0	4	0	6	2	0	5	2	0	6
—1,1 bis —3,0	1	4	11	1	1	10	4	16	19
November									
+5,0 und mehr	9	1	1	8	0	3	3	0	0
0,0 und pos.	21	6	13	20	4	13	16	7	13
—0,1 bis —1,0	1	2	3	0	1	2	4	5	3
—1,1 bis —3,0	3	7	7	3	18	7	5	7	9
Dezember									
+5,0 und mehr	2	2	2	4	2	2	1	1	0
0,0 und pos.	9	3	8	10	5	9	7	8	7
—0,1 bis —1,0	2	8	2	2	4	1	4	2	4
—1,1 bis —3,0	8	5	4	5	8	5	12	9	12
Jänner									
+5,0 und mehr	8	9	5	8	8	4	6	4	2
0,0 und pos.	20	22	18	22	21	17	13	15	14
—0,1 bis —1,0	2	0	3	0	1	4	5	1	1
—1,1 bis —3,0	3	6	4	3	6	4	8	10	10
Feber									
+5,0 und mehr	2	0	0	2	0	1	1	0	0
0,0 und pos.	14	5	1	14	4	3	13	4	1
—0,1 bis —1,0	4	2	3	5	2	6	2	2	5
—1,1 bis —3,0	5	6	11	2	5	8	10	9	13
März									
+5,0 und mehr	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0,0 und pos.	10	0	1	11	0	1	9	0	2
—0,1 bis —1,0	5	1	3	1	1	0	1	3	3
—1,1 bis —3,0	5	4	7	5	1	11	15	7	13

T a b. 6: Temperaturverteilung um 7, 14 und 21 Uhr zwischen den Stationen Sajach, 340 m (= Sj), Reinischkogel, 1052 m (= Rk) und Schöckl, 1432 m (= Sch)

Zahl der Termine

	Dz. 1968	Jan. 1969	Dz. 1969	Jan. 1970	Summe
Termin 7 Uhr					
Sj am wärmsten	10	9	19	10	48
Rk am wärmsten	10	12	5	15	42
Sch am wärmsten	11	10	7	6	34
Sch wärmer als Rk, dabei Rk kälter als Sj	9	11	10	5	35
Termin 14 Uhr					
Sj am wärmsten	14	10	27	6	57
Rk am wärmsten	8	13	2	19	42
Sch am wärmsten	9	8	2	6	25
Sch wärm. als Rk, dab. Rk kält. als Sj	10	6	7	5	28
Termin 21 Uhr					
Sj am wärmsten	14	11	19	8	52
Rk am wärmsten	8	9	5	17	39
Sch am wärmsten	9	11	7	6	33
Sch wärm. als Rk, dab. kält. als Sj	11	12	13	7	43

T a b. 7: Frosttage, Eistage und Nebeltage; Mittelwerte der Periode 1951—65
Stationen: Graz Flugplatz (a), Deutschlandsberg (b) und Wiel (c).

	Frosttage			Eistage			Nebeltage		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Jänner	29,9	29,6	27,6	12,1	10,9	11,2	18,8	7,7	5,1
Feber	25,9	24,3	24,1	7,5	7,3	10,4	12,8	4,3	4,6
März	20,9	17,9	19,3	1,3	2,0	6,1	10,5	3,5	5,5
April	6,0	3,8	7,1	0	0	0	5,3	0,9	2,8
Mai	1,1	0,6	1,2	0	0	0	4,5	0,2	3,3
Juni	0,1	0	0	0	0	0	5,6	0,5	1,7
Juli	0	0	0	0	0	0	7,2	0,5	1,7
August	0	0	0	0	0	0	10,5	0,3	1,3
September	0,4	0,1	0,1	0	0	0	16,5	0,7	3,7
Oktober	7,0	2,7	2,6	0	0	0	17,9	3,6	5,5
November	13,8	11,7	14,5	1,4	1,5	3,2	13,3	8,0	9,9
Dezember	27,3	25,1	22,8	8,3	7,9	8,4	21,7	11,0	7,3
Jahr	132,4	115,8	119,3	30,6	29,6	39,3	144,6	41,2	52,4

Anschrift des Verfassers: Dr. Heinz Otto, Bergmaingasse 8, A-8010 G r a z.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1971

Band/Volume: [101](#)

Autor(en)/Author(s): Otto Heinz

Artikel/Article: [Die Temperaturumkehr in der Südweststeiermark. 97-118](#)