



WITTERUNGSKLIMATOLOGIE VON VENT UND  
MASSENBILANZ DES HINTEREISFERNERS  
1955 - 1971

Ein Beitrag zur Meteorologie der Gletscher

Inauguraldissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde  
an der Philosophischen Fakultät  
der Leopold-Franzens-Universität  
in Innsbruck

eingereicht von  
Ekkehard Dreiseitl



Innsbruck, Dezember 1973

# INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<b>Zusammenfassung</b>	
1. Einleitung und Rückblick	1
2. Wetter- und Witterungslagen im Ostalpenraum	10
3. Temperaturmessungen im inneren Rofental	12
4. Die Witterung im Juni 1970 und Juni 1971	25
5. Die Ostalpine Wetterlagenklassifikation nach F. Lauscher	30
6. Die Alpenwetterstatistik nach M. Schüepp	37
7. Die Großwetterlagen Europas nach P. Hess und H. Brezowsky	49
8. Die Streuung der mittleren monatlichen Temperaturabweichungen	54
9. Die relative Topographie 500/1000 mb	58
10. Die Berechnung der Ablation mit Hilfe einer Regressionsgleichung	64
<b>Literaturverzeichnis</b>	76
<b>Nachwort</b>	
<b>Anhang:</b>	
<b>Verzeichnis der Tabellen</b>	
<b>Tabellen</b>	
<b>Verzeichnis der Abbildungen</b>	
<b>Abbildungen</b>	

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Schwankungen des Massenhaushaltes am Hintereisferner (Ötztal, Tirol), die bei den seit über 20 Jahren durchgeführten Untersuchungen der Gletscher festgestellt werden konnten, bedürfen einer Interpretation durch die großräumige Zirkulation. Mit den Klimadaten der meteorologischen Station Vent (1900 m) wird versucht, die Eigenschaften einzelner Wetter- und Witterungslagen in unmittelbarer Nähe des Alpenhauptkamms zu beschreiben. Als Grundlage dienen die Klassifikationen

nach F. Lauscher (Ostalpine Wetterlagenklassifikation),  
nach M. Schüepp (Alpenwetterstatistik) und  
nach P. Hess und H. Brezowsky (Großwetterlagen Europas).

Für jede Wetterlage werden die mittlere tägliche Temperaturabweichung und die mittlere Niederschlagswahrscheinlichkeit für die Station Vent berechnet, die es in Verbindung mit den mittleren täglichen Abweichungen der relativen Topographie 500/1000 mb für die Alpennordseite (als Mittel aus München und Payerne) gestatten, eine Zusammenfassung zu gletschergünstigen oder gletscherungünstigen Lagen vorzunehmen. Die Zusammenfassung wird allerdings erschwert durch die große Streuung der Abweichungen in den einzelnen Monaten der Ablationsperiode sowie durch die große Anzahl der Wetterlagentypen.

Der Versuch, aus den einzelnen Wetterlagen und ihren mittleren täglichen Abweichungen von Temperatur in Vent und relativer Topographie 500/1000 mb die Temperaturverhältnisse im Zungenbereich des Hintereisferners zu errechnen, liefert recht unterschiedliche, zum Teil jedoch durchaus signifikante Ergebnisse, wobei die Verwendung der Klassifikation von P. Hess und H. Brezowsky am geeignetsten erscheint.

Ein weiterer Versuch, die Schwankungen der Massenbilanz des Hintereisferrers durch nicht direkt am Gletscher beobachtete Variable zu beschreiben, wird mittels einer multiplen Regressionsanalyse unternommen. Es werden damit für einen einzelnen Punkt (Pegel Nr. 7) am Gletscher Tageswerte der Ablation berechnet, die aufsummiert über die Ablationsperiode gut mit den gemessenen Werten übereinstimmen. Diese stehen in engem Zusammenhang mit der Nettoablation bzw. mit der jährlichen Massenbilanz des Hintereisferrers.

## 1. EINLEITUNG UND RÜCKBLICK

Das schon früh vorhandene Interesse der Wissenschaft am Verhalten der großen Eismassen (Hoinkes, H. 1968 A) unserer Erde wurde durch die internationalen Programme der letzten Jahrzehnte entscheidend beeinflußt. Neben dem Internationalen Geophysikalischen Jahr 1957-1958 war es vor allem das weltweite Programm der Internationalen Hydrologischen Dekade 1965 - 1974 (im folgenden kurz IHD genannt), welches auf dem Gebiete der Glaziologie neue Forschungsrichtungen wies und neue Schwerpunkte festlegte. Für die bereits in früheren Jahren vereinzelt durchgeführten Wärmehaushaltsstudien, die gewissermaßen die eigentliche Grundlagenforschung in der Glaziologie darstellen, war es eine wesentliche Bereicherung, daß nunmehr im Rahmen eines weltweiten Forschungsvorhabens in verschiedenen Klimazonen mit ähnlichen Methoden und Zielsetzungen am Verständnis der Schwankungen der Eismassen unserer Erde gearbeitet werden konnte. Nur durch weitere, ausgedehnte Untersuchungen wird es möglich sein, die heutigen Schwankungen der Gletscher und des Klimas zu verstehen, um mit diesen Erkenntnissen sowie mit den aus Moränen ableitbaren Schlußfolgerungen das Klima früherer Epochen interpretieren zu können.

Das Interesse der Glaziologie ist jedoch keineswegs nur in die Vergangenheit gerichtet, das Hauptproblem bleibt weiterhin, das Verhalten der derzeit bestehenden Eismassen besser kennen zu lernen, denn das Eis der Erde beherrscht mit den hier ebenfalls zu berücksichtigenden Flächen des Permafrostes nahezu ein Viertel des gesamten Festlandes (Hoinkes, H. 1968 A).

Im Rahmen des glaziologischen Forschungsprogrammes der IHD, und zwar im Projekt "Kombinierte Studien des Eis-, Wasser- und Wärmehaushaltes ausgewählter Gletschergebiete" (UNESCO/IASH, 1970), wird vom Institut für Meteorologie

und Geophysik der Universität Innsbruck versucht, auf den Erkenntnissen und Erfahrungen der letzten zwei Jahrzehnte aufbauend die in den verschiedenen "Technical Papers" der UNESCO und WMO dargelegten Empfehlungen, vor allem die Arbeitsmethoden betreffend, durchzuführen. Vergleichbare Studien wurden während der IHD von zahlreichen - im Jahre 1967 von nahezu 60 - Forschungsgruppen auf Nord-Süd und West-Ost verlaufenden Profilen durchgeführt, um die Lebensbedingungen der Gletscher und Eismassen in verschiedenen Zirkulationsgebieten zu erkunden. Zehn Jahre zuvor, während des Internationalen Geophysikalischen Jahres, wurde nur auf 17 verschiedenen Stationen der Massenhaushalt untersucht. Methodik und Problematik der Bestimmung des Massenhaushaltes von Eis und Schnee wird in der Arbeit "Methoden und Möglichkeiten von Massenhaushaltstudien auf Gletschern" von H. Hoinkes (1970 B) sehr kritisch und ausführlich diskutiert. Ausgegangen wird dabei von der 20-jährigen Meßreihe am Hintereisferner im Ötztal, Tirol (Abbildung 1 A), die auch in dieser Abhandlung die Grundlage für weitere Überlegungen bildet. Die Möglichkeit, das Verhalten der Gletscher zu erforschen, wird im Inneren Ötztal durch die Station Vent besonders begünstigt, weil nur in wenigen Fällen in so unmittelbarer Nachbarschaft von eingehend studierten Gletschern eine meteorologische Station mit langjährigen Beobachtungsreihen zur Verfügung steht.

Zahlreiche Versuche, einfache Beziehungen zwischen den Schwankungen der Eismassen und den Parametern Temperatur, Niederschlag und Strahlung von Vent (1900 m) herzustellen, gelangen nicht immer zufriedenstellend (Wakonigg, H., 1971). Der bereits 1962 (Hoinkes, H., und Rudolph, R., 1962) unternommene Schritt, die Änderungen des Massenhaushaltes mit Methoden der Meso-Scale Analyse zu untersuchen, wurde von W. Schneider (1967) aufgegriffen. Im Rahmen einer Dissertation konnte W. Schneider zeigen, daß vor allem eine südliche Lage der sommerlichen Frontalzone für die Alpengletscher Massengewinn, eine entsprechend nörd-

liche Lage der Polarfront für die Gletscher aber einen Massenverlust bedeutet.

Die Massenhaushaltsuntersuchungen am Hintereisferner, die seit dem Jahre 1952/53 durchgeführt werden und damit die längste Reihe von direkten Massenhaushaltsuntersuchungen in den Alpen darstellen, lassen besonders in den beiden bisher extremsten Jahren 1963/64 und 1964/65 diesen Zusammenhang mit einer mittleren Druckverteilung über Mitteleuropa deutlich erkennen. Die Isanomale Null der absoluten Topographie 500 mb lag im Sommer 1964 (Juni bis August) bei 55° nördlicher Breite und ganz Mitteleuropa damit in einem Gebiet positiver Abweichungen, verbunden mit einem extrem negativen Massenhaushalt, während sich im Sommer 1965 über dem Alpenraum eine negative Anomalie der absoluten Topographie 500 mb befand, mit der Isanomale Null südlich der Alpen bei ca. 43° Breite. Der Massenhaushalt des Hintereisferners erreichte in diesem Jahr seinen bisher höchsten positiven Wert. Eine ausführliche Gegenüberstellung der beiden Jahre findet man in "Glacier mass budget and mesoscale weather in the Austrian Alps 1964 to 1966" (Hoinkes, H., et al., 1968). Darin ist ferner ein Vergleich von zyklonaler und antizyklonaler Großwetterlagenhäufigkeit bemerkenswert, womit für die beiden Jahre 1964 und 1965 der Einfluß der großräumigen atmosphärischen Zirkulation auf die Massenänderungen eines Gletschers nachgewiesen werden konnte. So betrug 1964 die Anzahl der zyklonalen Großwetterlagen (nach Hess-Brezowsky, 1969) 58 Tage und die der antizyklonalen 95, während in der niederschlagsreichen und strahlungsarmen Ablationsperiode 1965 94 zyklonale und nur 59 antizyklonale Tage gezählt werden konnten (Hoinkes, H., et al., 1968). Diese und ähnliche Untersuchungen (Hoinkes, H., 1967) weisen die Richtung zu einem besseren Verständnis der Massenänderungen der Gletscher. Aber "offensichtlich ist kein einzelnes klimatisches Element für die Änderung der Massenbilanz verantwortlich, sondern eher eine Kombination von klimatischen Elementen, welche als Witterungs-

charakter ... bezeichnet werden kann" (Hoinkes, H., und Rudolph, R., 1962).

Als eine Bestätigung dieser Bemerkung können die Ergebnisse von H. Lang (1968) angesehen werden, welcher mittels multipler Regressionsanalyse am Beispiel des großen Aletschgletschers nicht nur zeigte, wie die einzelnen Komponenten Globalstrahlung, Temperatur, Dampfdruck und Wind am Abfluß und damit an der Ablation eines ausgewählten Meßfeldes während einer 29-tägigen Periode beteiligt sind, sondern darüber hinaus durch verschiedene Kombination dieser Variablen eine schrittweise Verbesserung der jeweiligen Korrelationskoeffizienten demonstrieren konnte. Bei der Betrachtung ganzer Ablationsperioden muß man dann allerdings mitunter feststellen, daß solche "mittlere" Zusammenhänge wesentliche Korrekturen erfahren können.

Die schon frühzeitig durchgeführten Versuche mittels langjähriger Beobachtungsreihen von Temperatur und Niederschlag die Schwankungen der Gletscher zu beschreiben, brachten nicht den erhofften Erfolg. Die Hinzunahme der Strahlung machte es möglich, einen besseren quantitativen Einblick in die Lebensbedingungen eines Gletschers zu gewinnen, denn durch die Untersuchung der einzelnen Strahlungsströme wurde das Interesse in stärkerem Maße auf die Veränderlichkeit der Ablationsbedingungen hingelenkt.

In richtiger Erkenntnis der Bedeutung der einzelnen Energieströme wurde schon 1950 von H. Hoinkes und N. Untersteiner (1952) die Strahlungsbilanz auf Gletschern gemessen. Das Ergebnis dieser und vieler folgender Strahlungsmessungen im Hochgebirge zeigt deutlich, daß die Strahlung den wesentlichen Anteil zur Ablation beiträgt (Hoinkes, H. und Wendler, G., 1968). Liegen also Erkenntnisse über die Zusammenhänge selbst schon seit längerem vor, so soll ihre experimentelle Stützung durch die im Rahmen der IHD zu gewinnenden Meßwerte vorgenommen werden. Besonders reizvoll erscheint dabei die Möglichkeit, die

Zusammenhänge zwischen den einzelnen Parametern nicht mehr durch langjährige Mittel beschreiben zu müssen, sondern durch die zahlreicher vorliegenden Meßwerte die Analyse auch kürzerer Zeitabschnitte (mehrere Tage: Schönwetterperiode, sommerliche Neuschneefälle) vornehmen zu können. Es soll vor allem versucht werden, die durch Mittelung und Aufsummierung verursachte Glättung auszuschalten. Die mit überaus großem Einsatz durchgeführten Feldarbeiten (Vernagtferner 1950, 1952; Hornkees 1951, Gepatschferner 1953; Hintereisferner ab 1953, Kesselwandferner 1958) in den Ötztaler und Zillertaler Alpen lieferten für den Alpenraum wichtige grundsätzliche Erkenntnisse, die zudem zeigten, daß eine Übertragung und Verallgemeinerung von Massenhaushaltsergebnissen aus anderen Klimagebieten nicht zulässig ist. Darüber hinaus waren sie die Voraussetzung dafür, daß seit 1964 als einer der Beiträge Österreichs zur IHD das Forschungsprogramm unter der Bezeichnung "Eis-, Wasser- und Wärmehaushaltsuntersuchungen im Rofental bei Vent" neu aktiviert werden konnte.

Im September 1966 wurde in 3030 m Höhe die Unterstandshütte "Station Hintereis" als Stützpunkt nicht nur für Massenhaushaltsuntersuchungen, sondern auch als Fixpunkt für meteorologische Registrierungen (Temperatur, Niederschlag, Wind, Druck, Feuchte und Strahlung) errichtet. Neben der schon in den 50-er Jahren zeitweise verwendeten Station Hochjochhospiz (2410 m) wurden in den folgenden Jahren Wetterhütten mit Windregistrierungen vor der Zunge des Hintereisferners (2450 m) sowie auf dem Gletscher selbst in 2800 m Höhe (St. 28) in Betrieb genommen und durch wöchentliche Wartung und Kontrolle von Mai bis November in Funktion gehalten. Wegen der Hanglage und der damit verbundenen klimatischen Besonderheiten wurde die Wetterhütte neben dem Hochjochhospiz im Mai 1970 nicht mehr in Betrieb genommen, so daß ab diesem Zeitpunkt das Profil im inneren Ventertal wie folgt besetzt war:

"Vent", 1900 m;  
"HEF Zunge", vor der Zunge des Hintereisferners auf 2440 m;  
"St. 28", in 2800 m Höhe auf dem Hintereisferner;  
"Station Hintereis", auf einem Felsrücken am linken Rande des Gletschers (St. HE) (siehe Abbildung 1A).

Zudem wurde in ausgewählten Meßperioden, z.B. im August und September 1970 und von Juli bis September 1971 auch in 2965 m Höhe am Hintereisferner eine Wärmehaushaltstation ("HS") betrieben; dabei wurden neben den vier Komponenten der Strahlungsbilanz auch Profile von Temperatur, Feuchte und Wind registriert. Eine Auswertung dieses überaus umfangreichen Materials ist in Vorbereitung.

Die wöchentliche Wartung der Geräte brachte auch für die direkten Untersuchungen des Massenhaushaltes eine erhöhte Anzahl der Beobachtungen (Pegelablesungen, Sondierungen der Schneedecke, Niederschlagsmessungen).

Da die Bestimmung des Massenhaushaltes zu Beginn der Meßreihe am Hintereisferner in den Sommern 1953 und 1954 nicht mit einem vergleichbaren Aufwand durchgeführt werden konnte, sind in den Ergebnissen dieser ersten Haushaltssjahre 1952/53 und 1953/54 möglicherweise größere Fehler enthalten. Weil zudem der im folgenden verwendete Kalender der Wetterlagen nach M. Schüepp (1968) für die vorliegende Bearbeitung nur bis zum Jahre 1955 zur Verfügung stand, wurden die beiden Haushaltssjahre 1952/53 und 1953/54 nicht in diese Berechnungen einbezogen. Es wird im folgenden also meist mit einer 17-jährigen Reihe (1954/55 bis 1970/71) gearbeitet, deren Haushaltsgrößen in Tab. 1 zusammengestellt sind (nach Hoinkes, H., 1970B ergänzt).

Bisher waren bei den Untersuchungen am Hintereisferner immer Jahreswerte des Massenhaushaltes, der Ablation und der Akkumulation miteinander in Beziehung gesetzt worden. Das bedeutet für die Ablationswerte z.B. eine Aufsummierung über ca. 150 Tageswerte. Auch die von der benachbarten

Klimastation Vent verwendeten meteorologischen Größen mußten erst aufsummiert werden, ehe sie mit den Massenänderungen verglichen werden konnten. Vielfach wurde auch als Zeitspanne für derartige Vergleiche nicht die Ablationsperiode, sondern eine meist willkürliche Summe von Sommermonaten verwendet. Natürliche Grenzen, wie z.B. der Beginn und das Ende eines Neuschneefalls, oder der Beginn und das Ende einer Schönwetterperiode konnten nur während der zwei Perioden intensiver Feldarbeiten im Rahmen des Internationalen Geophysikalischen Jahres 1957/58 und 1958/59 (Ambach, W. und H. Hoinkes, 1963; Hoinkes, H. und H. Lang, 1961; Hoinkes, H. und H. Lang, 1962A; Hoinkes, H. und H. Lang, 1962B; Hoinkes, H. und G. Wendler, 1968; Lang, H., 1962, Lang, H., 1966) berücksichtigt werden. Erst durch die gleichzeitige Durchführung von mehreren Programmen im Rahmen der Internationalen Hydrologischen Dekade und durch den damit verbundenen erhöhten Aufwand konnte der Gedanke, als Zeitintervall für Untersuchungen am Gletscher einige wenige Tage heranzuziehen, wieder aufgegriffen werden.

Wie wichtig die Wahl der richtigen Zeitspanne ist, sieht man aus dem Versuch von H. Hoinkes und R. Rudolph (1962), den Einfluß der Dauer der Ablationsperiode auf die Nettoablation nachzuweisen. Ähnliche grundlegende Berechnungen führte auch N. N. Palgov (1962) für den Zentralny Tuyuksu Gletscher durch, indem er einen Zusammenhang zwischen Höhe der Gleichgewichtslinie und Temperatur und Niederschlag einer benachbarten meteorologischen Station nachzuweisen suchte. Die Frage des Zusammenhangs zwischen den Gletscherschwankungen und der atmosphärischen Zirkulation wurde eingehend von H. Hoinkes erörtert, der zeigen konnte, daß die seinerzeit (Wagner, A., 1940) vertretene Meinung, Gletscherhochstände und abnehmende atmosphärische Zirkulation seien ursächlich verknüpft, nicht immer zutreffen müsse (Hoinkes, H., 1967). In der bereits erwähnten Arbeit von W. Schneider (1967) werden ähnliche Überlegungen in globaler Sicht behandelt.

In der Wetterlagenklassifikation von M. Schüepp (1968) taucht die Möglichkeit auf, mittels eines Regen- und Sonnenscheinindexes Aussagen über den Wettercharakter eines Tages zu machen. Diese Maßzahl wird gebildet aus der 24-stündigen Niederschlagsmenge und der täglichen relativen Sonnenscheindauer von neun über das gesamte Schweizer Bundesgebiet verstreuten Stationen, die nach einem speziellen Schlüssel zusammengefaßt werden. Eine Auszählung der von M. Schüepp (1968) als zyklonal und antizyklonal klassifizierten Tage ist für die Ablationsperiode (Mai bis September) für die Jahre 1964 und 1965 in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

	anti- zyklonal	zyklonal	in- different	Massenbilanz HEF (g/cm <sup>2</sup> )
1964	57	41	55	-124,4
1965	32	63	58	+ 92,5

Die hohe Anzahl der Tage mit zyklonaler Witterung und die geringe Anzahl von antizyklonalen Tagen im Sommer 1965 stehen in dem zu erwartenden Gegensatz zu den Verhältnissen im Sommer 1964. Sucht man einen derartigen Zusammenhang durch die Berechnung eines Korrelationskoeffizienten für die Periode 1955 bis 1971 zu erfassen, so sieht das Ergebnis nicht sehr ermutigend aus: der lineare Korrelationskoeffizient für die Reihe von 17 Werten beträgt für die beiden Variablen "Anzahl der zyklonalen Tage" und "spezifische Massenbilanz des HEF" nur +0,46. Noch weniger erfreulich ist es, falls man sich einen so einfachen Zusammenhang erhofft hat, die zyklonalen Tage der einzigen zusammenhängenden Periode von vier Jahren mit positivem Massenhaushalt von 1965 bis 1968 zu addieren und mit der Summe über beliebige andere vier Jahre (Mai bis September) zu vergleichen.

	Anzahl der zykl. Tage	Anzahl der antizykl. Tage	Summe der spezifischen Massenbilanz g/cm <sup>2</sup>	Summe der jährlichen Massenbilanz 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> Wasser
1956 - 1959	208	161	-220,8	-22,1
1965 - 1968	210	161	+162,7	+14,2
1968 - 1972	211	153	-165,2	-14,7

Mit der von M. Schüepp durchgeföhrten Festlegung des Witterungscharakters ist die in der Literatur mehrfach nachgewiesene Verknüpfung von Gletschervorstoßphasen mit Perioden überwiegender zyklonaler Witterung nicht nachweisbar. Da die neun verwendeten Stationen sich sowohl auf der Alpen-nordseite als auch auf der Alpen-Südseite befinden, wird vermutet, daß sich die für die beiden Gegenden doch sehr verschiedene Witterung nicht in eine Maßzahl zwingen läßt. Wenngleich zu einer genaueren Beurteilung zumindest die Kenntnis der jahreszeitlichen Häufigkeitsverteilung der zyklonalen und antizyklonalen Tage notwendig wäre, so sollte die zur Erreichung einer so deutlich positiven Massenbilanz benötigte zyklonale Witterung im Gegensatz zu den anderen Jahren doch klarer zu erkennen sein.

## 2. WETTER- UND WITTERUNGSLAGEN IM OSTALPENRAUM

Die Anzahl der Parameter, die zur Beschreibung der Verhältnisse auf den Gletschern herangezogen werden können, ist in der Zwischenzeit stark angewachsen, da durch die Programme der IHD der Umfang der experimentell gewonnenen Daten auch sehr stark zunahm. Neben den zum Teil schon erwähnten Größen Temperatur, Niederschlag, Globalstrahlung und Sonnenscheindauer, Zahl der Tage mit Neuschnee im Sommer und Dampfdruck von benachbarten Stationen erwiesen sich vor allem Kombinationen solcher charakteristischer Größen als günstig für die Berechnung von linearen Zusammenhängen mit den für den Massenhaushalt eines Gletschers typischen Größen wie Dauer der Ablationsperiode, Höhe der Gleichgewichtslinie oder Flächenverhältnis von Akkumulationsgebiet zu Ablationsgebiet (Hoinkes, H., 1970 A; Lang, H., 1968). Die umfassendste Kombination von meteorologischen Elementen stellen allerdings die Wetter- und Witterungslagen dar. Für den Ostalpenraum stehen für witterungsklimatologische Untersuchungen im wesentlichen drei verschiedene Klassifikationen zur Verfügung, die in Tabelle 2 für die Monate Mai bis September für jeden Tag der Jahre 1955-1971 zusammengestellt sind.

Wegen der bereits klassifizierten Zeitperiode bietet sich als erste die Klassifikation von P. Hess und H. Brezowsky an, die bis in das Jahr 1881 zurück für jeden Tag vorliegt. Sie stellt eine überarbeitete Form des Kalenders der Großwetterlagen von F. Baur (1947, 1948) dar und wurde 1969 für den Zeitabschnitt 1881 bis 1958 als "Katalog der Großwetterlagen Europas" veröffentlicht (Hess, P. und H. Brezowsky, 1952; 1969). Die Grundlage der Klassifikation bildet jene Zirkulationsform, die durch die Lage der steuernden Zentren (Höhenhoch- und Höhentiefdruckgebiete) und durch die Erstreckung der Frontalzonen bestimmt wird. Da seit 1938 auch Höhenwetterkarten der 500 mb Fläche zur Verfügung stehen, kann auch dieses Niveau miteinbezogen werden; die

Druckverteilung im Meeresniveau bildet jedoch weiter die Grundlage dieser Klassifikation. Nach ihrer Zirkulationsform werden die 29 Großwetterlagen in drei verschiedene Gruppen zusammengefaßt, mit zonaler, gemischter und meridionaler Zirkulation, nach dem Witterungscharakter erhalten Lagen, die sowohl zyklonal als auch antizyklonal auftreten, können, eine weitere Kennzeichnung (z.B. Nordostlage = NE, in zyklonaler Form NEZ oder in antizyklonaler Form NEA). Da nach der Baurschen Definition als Großwetterlage "die mittlere Luftdruckverteilung eines Großraumes, mindestens von der Größe Europas, während eines mehrtägigen Zeitraumes, in welchem gewisse Züge aufeinanderfolgender Wetterlagen gleichbleiben, eben jene Züge, welche die Witterung in den einzelnen Teilgebieten des Großraumes bedingen", zu verstehen ist, wird gefordert, daß die charakteristische Strömungsanordnung über einige Tage die gleiche bleibt.

Im Sinne der Definition wie sie von M. Schüepp für "Wetterlage" und "Witterungslage" gegeben wird, und hier im folgenden verwendet werden soll, handelt es sich bei F. Baur eigentlich um Großwitterungslagen. Trotz der Ausrichtung der Baurschen Klassifikation auf den europäischen Großraum hin, konnte H. Hoinkes (1967; 1968 C) zeigen, daß sie auch für kleinräumige Untersuchungen im Alpengebiet bestens geeignet ist.

In den Jahren nach 1945 wurde in Wien begonnen, eine eigene Wetterlagenklassifikation durchzuführen, da es notwendig erschien, zur besseren Erfassung der für die Ostalpen wichtigen Einflüsse des Mittelmeerraumes die damals noch von F. Baur klassifizierten Großwetterlagen Mitteleuropas zu modifizieren. Auch hier wird im wesentlichen die Luftdruckverteilung im Meeresniveau zugrunde gelegt, in Zweifelsfällen wird auch die Höhenwetterkarte des 500 mb Niveaus verwendet, was allerdings dann aus der Bezeichnung der Wetterlagen nicht zu erkennen ist. Durch die bewußte Miteinbeziehung des Mittelmeerraumes gelingt es mit dieser von F. Lauscher (1954) stammenden Klassifikation, viele,

für den Süden und Osten Österreichs typische Witterungserscheinungen gut zu erfassen.

Bei kritischen Vergleichen der einzelnen Klassifikationen (Fliri, F., 1965; Willfarth, J., 1959) taucht das Problem einer gewissen Subjektivität auf, einer Abhängigkeit der Klassifikation von der Person, welche die Einteilung an einem bestimmten Ort vornimmt. Die Vorschriften zur Klassifizierung können für den Einzelfall bei der Verschiedenartigkeit des Wettergeschehens kaum straff und detailliert genug sein, um immer klar und reproduzierbar entscheiden zu können, welches Druckgebilde, bzw. welche vorherrschende Strömung als von entscheidender Bedeutung für den Witterungsablauf im Alpengebiet zu betrachten ist.

Dieser Schwierigkeit suchte M. Schüepp zu entgehen, indem er eine Wetter- und Witterungslagenklassifikation aufbaute, die eine Zuordnung nach nahezu objektiven Richtlinien zuließ. Die beiden Begriffe "Wetterlage" und "Witterungslage" werden dabei im folgenden Sinn verwendet: Die "Wetterlage" umfaßt den Wetterzustand, ausgedrückt durch die wichtigsten meteorologischen Elemente, über einem begrenzten Gebiet während eines eintägigen Zeitintervalls. Stellt sich aber über mehrere Tage ein annähernd gleichbleibender Typ des Wetterzustandes ein, so wird dies als "Witterungslage" bezeichnet. Das zu bearbeitende Gebiet (Abbildung 1B) wurde von M. Schüepp genau festgelegt, kreisförmig, mit dem Radius von 2 Breitengraden um den Mittelpunkt im Rheinwald (Schweiz) und reicht damit vom Genfersee bis zum Zillertal in Tirol. Durch je eine weitere überlappende Kreisfläche im Osten und im Südwesten dieses Gebietes könnte das gesamte Alpengebiet erfaßt werden. Die Grundzüge der Klassifikation sind so aufgebaut, daß sie über jedem beliebigen Gebiet angewandt werden können und nicht nur für das "Zentrale Alpengebiet" zutreffen. Die Festlegung einer bestimmten Wetterlage erfolgt durch Angabe der an dem entsprechenden Tag beobachteten meteorologischen Parameter Luftdruck, Wind, Fronten, Luftmasse und Witterung (gebildet aus Niederschlag und Sonnenschein, als

Flächenmittel über 9 ausgewählte Stationen). Benannt wird die Wetterlage nach der vorherrschenden Strömung im Meeressniveau oder/und im 500 mb Niveau. Eine ausführliche Beschreibung der Grundprinzipien gibt M. Schüepp (1968) im "Kalender der Wetter- und Witterungslagen von 1955 bis 1967". Die neueren Ergänzungen zu diesem Kalender sind jeweils in den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, Zürich, abgedruckt. An einer Fortsetzung des Kalenders für die Jahre vor 1955 wird ebenfalls gearbeitet. Die zusätzlichen hier verwendeten Werte konnten direkt bei Herrn Prof. Dr. M. Schüepp beschafft werden, wofür auch an dieser Stelle sehr herzlich gedankt sei. Es sind dies vor allem Werte der relativen Topographie 500/1000 mb sowie der absoluten Topographie 1000 mb, getrennt für die Alpennord- und Alpensüdseite.

Es wird später noch näher auf die Bedeutung der relativen Topographie 500/1000 mn eingegangen, weshalb hier neben einem Hinweis auf die in der Literatur bereits enthaltene erfolgreiche Verwendung dieses Parameters (Hoinkes, H., 1964; Hoinkes, H., 1967; Schneider, W., 1967; Hoinkes, H., 1968C) nur eine kurze Berechnung eingeschoben wird, um einen eventuellen statistischen Zusammenhang zwischen der relativen Topographie 500/1000 mb und dem Massenhaushalt des Hintereisfners festzustellen.

Mittels einer für den Mittelpunkt des "Zentralen Alpengebietes" aus den Stationen Mailand, München und Payerne berechneten mittleren relativen Topographie 500/1000 mb ist es möglich, einen sogenannten "t"-Wert zu berechnen (Schüepp, M., 1959 A; Schüepp, M., 1968). Dieser "t"-Wert gibt an, ob es sich bei dem entsprechenden 12 Uhr Wert der relativen Topographie um einen übernormalen, normalen oder unternormalen Wert für die entsprechende Jahreszeit handelt, wobei als Grenzen 25 % und 75 % der Häufigkeitsverteilung in der entsprechenden Pentade für die Einstufung maßgebend sind. Die Tage des oberen Quartils sind im folgenden durch ein "+" als "zu warm", die Tage des unteren Quartils durch ein

"-" als "zu kalt" gekennzeichnet. Die im zweiten und dritten Quartil liegenden Werte ("normal") bleiben in diesem Beispiel unberücksichtigt. Für die Sommermonate Mai bis September wird die Anzahl der Tage im oberen und unteren Quartil für die Jahre 1955 bis 1971 in Tabelle 3 wiedergegeben. Summiert man die Tage in den einzelnen Quartilen über die fünf Monate auf und bildet das Verhältnis "zu warme Tage" durch "zu kalte Tage", so erhält man ein Maß für den Charakter der Ablationsperiode. Ein Vergleich dieser Quotienten ( $q$ ) mit den Massenhaushaltswerten des Hintereisferners (spezifische Massenbilanz und Nettoablation) ergibt einen zufriedenstellenden Zusammenhang. Der Korrelationskoeffizient zwischen den  $q$ -Werten und dem spezifischen Massenhaushalt beträgt -0,73. Rechnet man, was sinnvoller ist, mit der Nettoablation, so ergibt sich auch ein besseres Ergebnis, der Koeffizient beträgt -0,81.

Um den Einfluß des Niederschlages auf die Massenänderungen des Gletschers zu berücksichtigen, wurden für die beiden Meßstellen Vent, 1900 m und Hintereisferner, 2960 m, Niederschlagssummen, getrennt für die Ablationsperiode (Mai bis September) und für die Akkumulationsperiode (Oktober bis April) gebildet. Das Ergebnis dieser Unterteilung des Jahresniederschlages ist in Tabelle 4 zusammengestellt.

In Abbildung 2 sind diese Summen graphisch dargestellt. Es ist daraus ersichtlich, daß vor allem die Niederschlagssummen des Regenmessers Hintereisferner während der Ablationsperiode einen Hinweis auf die Massenänderungen des Hintereisferners geben. Die Jahre mit positivem Massenhaushalt 1960 sowie 1964/65 bis 1967/68 zeigen im Sommer zum Teil sehr deutliche positive Niederschlagsabweichungen. Die Winterniederschläge sind dagegen in den Jahren seit 1962/63 normal bis unternormal. Es war also naheliegend, zu einer eventuellen Verbesserung des statistischen Zusammenhangs die Abweichungen des Niederschlages während der Ablationsperiode zu verwenden.

Eine Berechnung der Korrelationskoeffizienten zwischen der spezifischen Massenbilanz des Hintereisferners und den Niederschlagssummen für die einzelnen Perioden (Akkumulationsperiode, Ablationsperiode und hydrologisches Jahr) ergibt in den Jahren 1955 bis 1971 für die Ablationsperiode des Regenmessers Hintereisferner den besten Koeffizienten.

Da also eine positive Niederschlagsabweichung während der Ablationsperiode für den Gletscher günstig ist, wurde von den  $q$ -Werten der Betrag einer beobachteten positiven Abweichung des Niederschlages (in mm mal  $10^{-3}$ ) subtrahiert und der Betrag einer beobachteten negativen Abweichung (in mm mal  $10^{-3}$ ) wurde zum entsprechenden  $q$ -Wert addiert, da ein höherer  $q$ -Wert einer stärker negativen Massenbilanz entspricht.

Sowohl die spezifische Massenbilanz als auch die Nettoablation ergeben nun mit diesen geänderten  $q$ -Werten korreliert bessere Koeffizienten. Für den Fall der Berechnung mit der spezifischen Massenbilanz lautet der Koeffizient nunmehr -0,83 anstatt bisher -0,73 und die neuere Berechnung mit der Nettoablation ergibt einen Koeffizienten von -0,88 anstelle von -0,81.

Um festzustellen, ob diese neuen Koeffizienten auch im statistischen Sinn eine Verbesserung darstellen, wurde ein Vergleich mit Korrelationsziffern durchgeführt, die gegenüber den Korrelationskoeffizienten den Vorteil haben, daß sich ihr Bereich von minus Unendlich bis plus Unendlich erstreckt und nicht nur von plus 1,0 bis minus 1,0. Die Umrechnung erfolgt mit Tabellen (z.B. Koller, S., 1969, Seite 145) oder nach der Beziehung

$$z = 0,5 \ln \frac{1+r}{1-r}$$

Die Differenz von zwei Korrelationsziffern  $d = z_1 - z_2$  kann dann für eine festzulegende Irrtumswahrscheinlichkeit mit der größten zugelassenen Zufallsdifferenz für die je-

weilige Anzahl  $n$  verglichen werden. Überschreitet die berechnete Differenz  $d$  den größten "erlaubten" Wert  $d_0$ , so kann sie kein Zufallsergebnis sein und das Vorhandensein eines echten Unterschiedes zwischen den beiden Stichproben ist statistisch erwiesen.

Im Fall der " $\eta$ "-Werte sieht dies folgendermaßen aus:

Aus

$$r_1 = -0,73$$

$$r_2 = -0,83$$

folgt

$$z_1 = -0,929$$

$$z_2 = -1,188$$

$d = z_1 - z_2 = 0,260$  und somit kleiner als  $d_0 = 0,741$ .

Aus

$$r_1 = -0,81$$

$$r_2 = -0,88$$

folgt

$$z_1 = -1,127$$

$$z_2 = -1,376$$

$d = z_1 - z_2 = 0,249$  und ebenfalls kleiner als  $d_0 = 0,741$ .

Da die Differenz  $d$  jeweils kleiner als  $d_0$  ist, kann die durch Hinzunahme des Niederschlages erfolgte Verbesserung der Straffheit eines linearen Zusammenhangs statistisch nicht als gesichert angesehen werden, obwohl sie physikalisch vernünftig ist.

Es erscheint in diesem Zusammenhang vorteilhaft, kurz auf den mittleren Fehler eines Korrelationskoeffizienten hinzuweisen, da dieser bei dem geringen Umfang des hier verwendeten Kollektivs erwartungsgemäß sehr groß sein muß. Für eine Stichprobe von nur 17 Elementen (z.B. die 17 Haushaltssjahre 1954/55 bis 1970/71) sind die Korrelationskoeffizienten mit den folgenden mittleren Fehlern behaftet, die nach der Beziehung

$$\frac{1 - r^2}{\sqrt{\frac{n-2}{n}}}$$

berechnet wurden.

r	Mittlerer Fehler für n = 17	Mittlerer Fehler für n = 241
0,60	0,155	0,041
0,70	0,124	0,033
0,80	0,087	0,023
0,85	0,067	0,018
0,90	0,046	0,012
0,95	0,024	0,006

(Die Werte für n = 241 beziehen sich auf eine spätere Berechnung)

Trotz dieser einschränkenden Bemerkungen bietet der Vergleich der Massenhaushaltswerte mit dieser Maßzahl der relativen Topographie 500/1000 mb die Möglichkeit, besonders stark abweichende Jahre zu erfassen und näher zu untersuchen. Erst durch das Studium der Abweichungen, wie sie sich mittels verschiedener Berechnungsmethoden ergeben, können Rückschlüsse auf mögliche Fehler in der direkten Massenhaushaltsbestimmung abgeleitet werden.

Es wurde hier versucht, die Massenänderung des Hintereisferrers mit einer meteorologischen Größe in Verbindung zu bringen, die nicht in unmittelbarer Nähe des Gletschers gewonnen, sondern aus der Wetterlagenklassifikation von M. Schüepp (1968) entnommen wurde. Leider stand für diese Bearbeitung kein anderes Niveau (z.B. 850 mb oder 700 mb) zur Verfügung, so daß mit der Schicht 500/1000 mb gearbeitet werden mußte. Grundsätzlich liegt aber einem derartigen Rechenbeispiel der Gedanke zugrunde, mögliche einfache Zusammenhänge zwischen großräumigen Wetter- und Witterungsmerkmalen einerseits und lokal begrenzten meteorologischen (oder glaziologischen) Parametern andererseits zu suchen. Die vom Hintereisferrer zur Zeit zur Verfügung stehenden Meßreihen, bestehend aus Summen über längere Zeitabschnitte, können wegen des noch zu geringen Umfanges durch die Korrelationsrechnung nur in unbefriedigendem Maße einer quantitativen Prüfung auf vermutete Zusammenhänge

unterzogen werden. Deshalb erscheint es günstig, die großräumigen Witterungsmerkmale vorerst noch mit den langjährigen Beobachtungsreihen der Station Vent in Beziehung zu setzen. Ob und wie gut sich etwaige Zusammenhänge dann auf den Hintereisferner übertragen lassen, soll im nächsten Kapitel mit der Temperatur von Vent und mit der Temperatur an der Station Hintereisferner Zunge untersucht werden.

### 3. TEMPERATURMESSUNGEN IM ROFENTAL

Die Temperaturverhältnisse von Vent wurden in der Dissertation "Das Klima von Vent" von I. Lauffer (1966) diskutiert. Für die vorliegende Untersuchung war zusätzlich die Berechnung von mittleren Tagestemperaturen für den Zeitabschnitt 1955 bis 1971 erforderlich (Tabelle 5 und Abbildung 3). Die aus den täglichen Terminbeobachtungen um 7 Uhr, 14 Uhr und 21 Uhr nach der Vorschrift  $(7 + 14 + 21)/3$  errechneten Tagesmittel wurden für jeden Kalendertag dieser 17 Jahre zu einem 17-jährigen Tagesnormalwert gemittelt. Es bedarf des Hinweises, daß die Berechnung von Monatsmittel im österreichischen Klimadienst bis 1971 nach der Vorschrift  $(7 + 14 + 21 + 21)/4$  erfolgte. Es ergeben sich demzufolge andere Werte, wenn die obigen Tagesmittel von Vent zu einer Monatssumme addiert werden und dann durch die Anzahl der Tage des Monats dividiert als Monatsmittel bezeichnet werden. Da im folgenden jedoch auch mit Abweichungen von diesen Tagesmitteln in Vent gearbeitet wird, die wiederum zu Abweichungssummen aufaddiert werden, ist es für Vergleiche notwendig, die aus dem Dreiermittel berechneten Monatssummen und Monatsmittel zu verwenden. Aus der folgenden Tabelle sind die auftretenden Unterschiede zu ersehen:

Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Periode	Berechnungs- methode
4,9	8,3	10,0	9,3	7,3	1955-1971	$(7 + 14 + 21)/3$
4,5	7,9	9,6	8,9	6,9	1955-1971	$(7+14+21+21)/4$

Die Dichte des meteorologischen Beobachtungsnetzes wird gegen den Alpenhauptkamm hin zunehmend geringer. Schon in früheren Untersuchungen (z.B. Hoinkes, H., 1971) wurde die Bedeutung der seit 1848 mit gewissen Unterbrechungen bestehenden Station Vent entsprechend gewürdigt. Es gibt in den Alpen nur wenige Stationen, die wegen ihrer relativen Nähe zu Gletschern (siehe Abbildung 1A) so gut ge-

eignet sind, Beobachtungen zum Verständnis des Verhaltens der Gletscher beizutragen, wie die Station Vent. Durch die Aufstellung von Wetterhütten am bzw. in unmittelbarer Nähe des Hintereisferrers wurde die Möglichkeit zu mehrjährigen Temperaturvergleichen geschaffen, wodurch die Bedeutung der langjährigen Beobachtungsreihen in Vent weiter erhöht wird.

Im folgenden werden nur die Monate Juni bis September der Jahre 1970 und 1971 bearbeitet:

Monatsmitteltemperatur Vent, 1900 m  $(7 + 14 + 21)/3$  in °C

	Juni	Juli	Aug.	Sept.
1970	9,5	9,5	9,1	8,2
1971	7,2	10,5	11,2	5,3

Monatsmitteltemperatur Hintereisferrner Zunge, 2450 m

	Juni	Juli	Aug.	Sept.
1970	4,7	5,7	5,7	5,7
1971	3,4	7,1	7,9	2,9

daraus berechnete monatliche vertikale Gradienten:

in °C/100 m

	Juni	Juli	Aug.	Sept.
1970	-0,86	0,69	-0,61	-0,45
1971	-0,68	-0,62	-0,60	-0,44

Die sehr unterschiedlichen vertikalen Gradienten in den beiden Junimonaten deuten auf eine möglicherweise einfache Abhängigkeit des Gradienten von der absoluten Höhe der Temperatur in Vent hin, weshalb die vertikalen Temperaturgradienten geordnet nach der Temperatur in Vent in verschiedene Temperaturstufen eingeteilt wurden:

Tagesmittel der Temperatur Vent in °C	Juni bis September 1970, 1971	Anzahl der Tage	vertikaler Gradient
kleiner 0,0		2	-0,61
0,0 - 2,4		8	-0,42
2,5 - 4,9		27	-0,47
5,0 - 7,4		38	-0,51
7,5 - 9,9		73	-0,59
10,0 - 12,4		58	-0,68
12,5 - 14,9		35	-0,85
größer 14,9		3	-0,87

Die ungleiche Besetzung der einzelnen Klassen läßt eine Zusammenfassung in drei Gruppen gerechtfertigt erscheinen:

Temperatur in Vent in °C	mittlerer, vertikaler Gradient in °C/100 m
kleiner 5°	-0,45
5° bis 10°	-0,55
größer 10°	-0,75
gewogenes Mittel	-0,61

Der Versuch, die Temperatur der Station Hintereisferner Zunge damit zu berechnen, ist in der folgenden Tabelle angeführt und zeigt, daß gegenüber der Methode, die Temperatur der Zunge des Hintereisferrners mit einem einzigen Gradienten während der Monate Juni, Juli und August (Hoinkes, H. und R. Rudolph, 1962; Hoinkes, H. et al., 1968) zu errechnen, keine wesentliche Verbesserung erzielt werden kann. Auch der Versuch, die Gradienten in der Gruppe von Temperaturen in Vent zwischen 5°C und 10°C durch eine lineare Beziehung der Art

$$G = 2,5 + 0,3 (T - 5,0)$$

zu ermitteln, ergibt in den Monaten Juni und September keine Verbesserung (G bedeutet Gradient der Temperatur zwischen Vent und Station HEF Zunge, T ist die Temperatur in Vent in °C). Eine Gegenüberstellung dieser mit anderen

Methoden bringt die folgende Tabelle:

Dabei bedeutet:

- (1) die an der Station HEF Zunge gemessene Temperatur in °C;
- (2) die mit den Gradienten -0,45, -0,55 und -0,75 berechnete Temperatur für die Station HEF Zunge;
- (3) die mit dem Gradienten -0,45, mit der Beziehung  $G = 2,5 + 0,3(T - 5,0)$  sowie mit dem Gradienten -0,75 berechnete Temperatur der Station HEF Zunge;
- (4) die mit dem Gradienten -0,65 für Juni bis August und mit dem Gradienten -0,60 für September berechnete Temperatur der Station HEF Zunge (nach Hoinkes, H. und R. Rudolph, 1962).

1970

	Juni	Juli	August	September	Mittel (VI - IX)
(1)	4,7	5,7	5,7	5,7	5,5
(2)	6,1	6,1	5,8	5,0	5,7
(3)	5,8	5,9	5,5	4,8	5,5
(4)	5,9	5,9	5,5	4,9	5,6

1971

	Juni	Juli	August	September	Mittel (VI - IX)
(1)	3,4	7,1	7,9	2,9	5,3
(2)	4,1	6,8	7,6	2,5	5,3
(3)	3,9	6,8	7,4	2,4	5,1
(4)	3,6	6,9	7,6	2,0	5,0

Diese Tabelle zeigt die für die Station Hintereisferner Zunge berechneten Monatsmittel für alle verwendeten Methoden in recht guter Übereinstimmung mit den gemessenen Werten in den Monaten Juli und August, was auch im Mittel über die Periode Juni bis September gilt. Die Unterschiede im September und Juni sind dagegen wesentlich größer. Das-selbe Ergebnis erhält man durch Verwendung der von F. Lau-

scher (1960) veröffentlichten Normalwerte der Temperatur für verschiedene Höhenstufen. Die monatlichen Gradienten der Temperatur berechnet aus den Normalwerten der Höhenstufen 2000 bis 2500 m in  $^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$  werden in der folgenden Tabelle unter (a) wiedergegeben, die damit aus der Temperatur Vent gerechnete Temperatur für die Zunge des Hintereisferners in (b) und als Vergleich dazu die tatsächlich gemessene Temperatur an der Station Hintereisferner Zunge (c).

	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Mittel (VI - IX)
(a)	-0,66	-0,66	-0,62	-0,58	-0,63
1970					
(b)	5,9	5,5	5,7	5,0	5,5
(c)	4,7	5,7	5,7	5,7	5,5
1971					
(b)	3,6	6,9	7,8	2,1	5,1
(c)	3,4	7,1	7,9	2,9	5,3

Das Material von nur zwei Sommern ist nicht sehr umfangreich; trotzdem wurde versucht, mit den "tatsächlichen" Gradienten, also den aus den Registrierungen von Vent und Station HEF Zunge berechneten Werten einen mittleren Verlauf zu erfassen, der nach graphischer und rechnerischer Mittelung folgenden Jahresgang erkennen läßt:

Juni	Juli	Aug.	Sept.	
-0,75	-0,65	-0,60	-0,45	$^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$

Sämtliche Versuche, mittlere monatliche Gradienten der Temperatur zu berechnen, lassen erkennen, daß die bisher verwendeten Methoden für die Hochsommermonate Juli und August die Abschätzung vernünftiger Werte erlauben. Im September wird bei Verwendung der Tagesmitteltemperatur besonders der Einfluß der bis 1971 um 21 Uhr durchgeführten

Terminbeobachtung bemerkbar, da um diese Zeit die nächtliche Abkühlung durch die abfließende Kaltluft bereits sehr weit fortgeschritten ist. Der mittlere Gradient im Juni wird durch zwei sehr verschiedene Gradienten gebildet. Zum besseren Verständnis der Entstehung dieser Gradienten soll im folgenden die Witterung der Monate Juni 1970 und Juni 1971 näher erörtert und miteinander verglichen werden. Eine so ausführliche Schilderung scheint notwendig, da sich daraus einige grundsätzliche Bemerkungen zu witterungsklimatologischen Untersuchungen ergeben.

#### 4. DIE WITTERUNG IM JUNI 1970 UND IM JUNI 1971

Juni 1970: Das Monatsmittel der Temperatur in Vent  $(7 + 14 + 21)/3$  war mit  $9,5^{\circ}\text{C}$  um  $1,2^{\circ}\text{C}$  höher als das 17-jährige Mittel 1955 - 1971, die Sonnenscheindauer betrug 205 Stunden, das sind 64 % der effektiv möglichen. Dagegen erreichte der Niederschlag mit 51 mm nur 62 % des langjährigen Mittelwertes (siehe Tabelle 1).

Im südlichen Mitteleuropa lagen die Temperaturen vom 6. bis 29. 6. 1970 zum Teil vier bis fünf Grad über dem Normalwert. Die zu Monatsbeginn über Mitteleuropa vorherrschende Nordwestströmung wurde durch einen rasch nach Westeuropa vorstoßenden Keil des Azorenhochs abgedrängt. Der Schwerpunkt dieses Hochs bewegte sich in der Folge nach Skandinavien, an seiner Südflanke gelangten warme, kontinentale Luftmassen nach Mitteleuropa. Über Westeuropa nach Norden strömende warme und feuchte Mittelmeerluft führte zur Ausbildung einzelner Tiefdruckkerne und zu unbeständiger Witterung bei flacher Druckverteilung über Mitteleuropa. Am 20. 6. dehnte sich das Nordmeerhoch nach Südosten aus, ein gleichzeitiger Vorstoß hohen Druckes von den Azoren nach Mitteleuropa führte zu einem zwar schwachen aber beständigen Hoch. Am 26. 6. wanderte diese Hochdruckzelle nach Osten ab, an ihrer Westflanke wurden sehr warme und schwüle Luftmassen nach Mitteleuropa geführt. Ein von den britischen Inseln zur Nordsee ziehendes Tief löste mit seiner Kaltfront einen Einbruch kühler maritimer Polarluft aus.

Mit der ostalpinen Wetterlagenklassifikation werden die für Juni 1970 wesentlichen Witterungsmerkmale richtig erfaßt, die Zeit vom 8. bis 27. 6. 1970 wird meist mit "Hoch Mitteleuropa" und "Zwischenhoch" klassifiziert (siehe Tabelle 2). Nach M. Schüepp ist die Periode vom 11. bis 27. 8. als schwachwindig bzw. meist mit uneinheitlicher aber antizyklonaler Strömung zu bezeichnen. In dieser

Zeit sind die Abweichungen der rel. Topographie 500/1000 mb ("t"-Werte) an 11 Tagen stark übernormal.

Juni 1971: In diesem Monat lag die Temperatur in Vent mit  $7,2^{\circ}\text{C}$  um  $1,1^{\circ}\text{C}$  unter dem 17-jährigen Mittelwert, der Niederschlag entsprach mit 84 mm dem Normalwert (Tabelle 1). Die 140 Stunden Sonnenschein ergaben nur 44 % der effektiv möglichen Sonnenscheindauer. Nach dem Abbau einer nord-europäischen Hochdruckzone und der damit verbundenen warmen Witterung weitete sich ein Tief von Spanien zu einer bis nach Polen reichenden Tiefdruckrinne aus. Durch ein über Island liegendes Hoch gelangte kühtere Luft nach Mitteleuropa. Das Gebiet hohen Druckes dehnte sich in der Folge bis nach Nordskandinavien aus. Die an seiner Ostflanke vordringende Polarluft wurde um ein Tief über den britischen Inseln herumgeführt und erreichte von Südwesten den Alpenraum als gealterte feuchte Luftmasse. Am 13. 6. baute sich vor der westeuropäischen Küste ein Trog auf, dessen Zentrum rasch nach Osten wanderte und an seiner Südseite weitere gealterte Polarluft nach Mitteleuropa brachte. In der Folge (ab 18. 6.) entwickelte sich über Südeuropa ein stabiles, zonal ausgerichtetes Hoch mit einer kräftigen Westströmung an seiner Nordseite. Dieses Westwetter mit unbeständigem, kühlem Witterungscharakter dauerte bis zum Monatsende an.

Nach F. Lauscher (siehe Tabelle 2) weisen 22 zyklonale Wetterlagen im Juni 1971 deutlich auf den feucht-kühlen Charakter hin. Nur in vereinzelten Übergangssituationen wird Hoch Mitteleuropa und Zwischenhoch klassifiziert. Bei Schüepp sind 25 oder 30 Tage als schwachwindig bzw. als uneinheitliche Strömungslagen klassifiziert, dem Witterungscharakter nach sind 23 Tage als zyklonal und nur 3 Tage als antizyklonal zu bezeichnen. Das Westwetter in der dritten Dekade ist als westliche Höhenstromlage mit teils antizyklonalem und teils zyklonalem (3 Tage) Charakter beschrieben. Die Monate Juni 1970 und Juni 1971 weisen somit deutlich unterschiedliche Witterungsmerkmale auf.

Die im Juni 1970 in Vent registrierte hohe Sonnenschein-dauer läßt wegen der geringen Bewölkung eine überdurch-schnittliche Häufigkeit von Gletscherwind erwarten, wie aus der Windregistrierung der Station Hintereisferner Zunge erkennbar ist. Darin kann vermutliche die Ursache für die im Vergleich zu Vent ungewöhnlich niedrige Temperatur an der Meßstelle HEF Zunge angesehen werden. Die mit dem Gletscherwind über den Hintereisferner ab-fließenden Luftkörper haben in diesen Situationen bereits ihren Beitrag zur Ablation in Form von fühlbarer Wärme geleistet und dadurch ihre Temperatur erniedrigt (Hoinkes, H., 1954). Der bisher gerechnete "vertikale Temperaturgradient" ist zudem in sehr starkem Maße von den topogra-phischen Verhältnissen des Venter Tales abhängig. Er ist eher als "Gradient längs der Talschle" zu bezeichnen, weil die Horizontalentfernung der Stationen von ca. 10 km groß ist gegenüber dem Höhenunterschied von 550 m. In diesem Zusammenhang ist auch die Intensität und die Häufigkeit des Auftretens von Neuschneefällen im Frühling von großer Bedeutung. Die Schneefälle im Mai und Juni entscheiden darüber, ob nicht nur die Zunge des Hintereisferrners, sondern vor allem auch die umgebenden Hänge des oberen Rofentales bis weit in den Juni hinein mit Schnee be-deckt bleiben, oder ob die Eisablation an der Zunge des Hintereisferrners bereits Anfang Mai einsetzen kann. Das Fehlen von ergiebigen Schneefällen im Mai und Juni kann nicht nur die Ablationsperiode stark verlängern, vielmehr werden durch das frühe Ausapern des Gletschereises sowie der Talfanken und wegen der damit verbundenen Erniedri-gung der Albedo sehr günstige Ablationsbedingungen ge-schaffen. Laut Tabelle 34b und 34c wurde in der Zeit vom 16. - 29. Juni 1970 bei Pegel Nr. 7, welcher sich unmit-telbar an der Zunge des Hintereisferrners befindet, eine Eisablation von 98 cm Eis gemessen. Die Neuschneefälle im Juni 1971 unterbrachen die seit 15. Mai in Gang befind-liche Eisablation immer wieder, so daß vom 27. 5. bis 29. 6. 1971 nur 115 cm Eisablation beobachtet werden

konnte. Die warme und trockene Witterung im Juni 1970 ließ also nahezu dieselbe Eishöhe (98 cm) in der halben Zeit abschmelzen.

Die obige detaillierte Untersuchung der beiden Junimonate 1970 und 1971 bietet die Möglichkeit, auf die Größenordnung eines weiteren Fehlers hinzuweisen, der bei der Verwendung eines Klassifikationsschemas notwendigerweise in die Berechnung eingeht. Aus diesen beiden Monaten werden je eine fünftägige Periode herausgegriffen und an Hand der Klassifikation der Witterungslagen von M. Schüepp ohne Berücksichtigung der Vorgeschichte miteinander verglichen. Die Witterungslage vom 16. bis 20. 6. 1970 wird in den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt 1970, 107. Jahrgang, Kap. 1/7 als zyklonaler Höhenwirbel, also im 500 mb Niveau mit uneinheitlicher Strömung und mit fehlender Strömung am Boden analysiert. Für die Tage vom 9. 6. bis 13. 6. 1971 wird dieselbe Witterungslage klassifiziert, ebenfalls bei fehlender ausgeprägter Bodenströmung ein zyklonaler Wirbel im 500 mb Niveau. In beiden Fällen besteht kein deutlicher Druckunterschied zwischen der Alpen Nord- und Alpen Südseite. Dagegen besteht ein erheblicher Unterschied zwischen den beiden Perioden, wenn man die Temperatur in Vent betrachtet. Während die ausgewählte Periode 1970 eine mittlere Tagestemperatur von  $10,4^{\circ}\text{C}$  aufweist, wurde für die entsprechende Periode 1971 eine mittlere Temperatur von  $5,1^{\circ}\text{C}$  gemessen. Daß so große Unterschiede praktisch zur selben Jahreszeit bei ein und derselben klassifizierten Witterungslage auftreten können, ist erstaunlich. Man sollte sich klar darüber sein, daß eine derartige Zusammenfassung von Wetterlagen zu Witterungslagen eine Beschreibung von Witterungsunterschieden nicht möglich macht. Auf Grund der für die Wetterlagen berechneten charakteristischen Abweichungen von Temperatur und Niederschlagswahrscheinlichkeit würde man an eine Zusammenfassung der in diesen Perioden beobachteten Wetterlagen nicht denken (siehe Tabelle 2).

Auch mit der Ostalpinen Wetterlagenklassifikation sind die beiden Perioden nicht sehr einfach zu interpretieren, da beide gemeinsam haben, daß jeweils ein Tag mit "Tief über dem Kontinent" und jeweils zwei Tage mit "Zwischenhoch" klassifiziert werden. Aber auch hier kann man kaum von vergleichbaren Witterungsperioden sprechen.

Eine Erklärung für die oben erwähnten Unterschiede in der Temperatur von Vent liefert die Klassifikation nach Hess-Brezowsky. Durch die zusätzliche Verwendung des Witterungscharakters zur Klassifikation der Wetterlagen ist es in diesem Fall möglich, festzuhalten, daß die Witterung vom 16. bis 20. Juni 1970 durchwegs als antizyklonal (siehe Tabelle 2) und im Gegensatz dazu die Witterung vom 9. bis 13. Juni 1971 als zyklonal zu bezeichnen war. Sowohl 1970 als auch 1971 wurde in den betrachteten Perioden die Wetterlage "Hoch Nordmeer-Fennoskandien" an drei von fünf Tagen klassifiziert, aber in der sehr unterschiedlichen Form "zyklonal" oder "antizyklonal".

Die Zusammenfassung zu einer Witterungslage erscheint in so einem Fall also eher ungünstig, wenn unter ein und derselben Witterungslage die Witterung so verschieden sein kann. In den folgenden Abschnitten wird nicht mehr auf die Klassifikation der "Witterungslagen" zurückgegriffen, sondern mit den "Wetterlagen" gearbeitet, wie sie von M. Schüepp ebenfalls klassifiziert wurden.

## 5. DIE OSTALPINE WETTERLAGENKLASSIFIKATION NACH F. LAUSCHER

In der Wetterlagenkunde von Tirol (Fliri, F., 1962A) wurden die klimatischen Verhältnisse einzelner ausgewählter Stationen für einen 10-jährigen Zeitabschnitt in synoptischen Klimadiagrammen dargestellt. Eine kurze und anschauliche Einführung in diese Darstellungsart wird in der Abhandlung "Witterungsklimatologie" (Fliri, F. und M. Schüepp, 1967) gegeben.

Auch für die inneralpine Station Vent (1900 m) wurden von F. Fliri die Abweichungen der Temperatur und die Niederschlagsbereitschaft getrennt für die einzelnen Wetterlagen nach F. Lauscher und für die Zeit von 1951 bis 1960, Juni bis August, berechnet und in Diagrammen anschaulich wiedergegeben. Diese Methode, eine mittlere Abweichung der Temperatur und eine mittlere Niederschlagsbereitschaft für jede Wetterlage zu berechnen, wird im folgenden mit den drei Klassifikationen nach F. Lauscher, nach M. Schüepp und nach Hess-Brezowsky verwendet, um die Eigenschaften der einzelnen Wetterlagen zu erfassen und vergleichen zu können. Bevor jedoch auf die Berechnung der Temperaturabweichung eingegangen werden kann, ist zur Häufigkeit nach der Ostalpinen Wetterlagenklassifikation, die in der Periode 1955 bis 1971 in 18 verschiedenen Wetterlagen klassifiziert wurde (Tabelle 6), folgendes zu bemerken:

Die Wetterlage "Hoch über Balkanhalbinsel" fehlt in der Klassifikation des Jahres 1955 und wird auch seit 1970 nicht mehr angeführt. Im Jahre 1971 wurde nach einer persönlichen Mitteilung von F. Lauscher die Klassifikation insoweit geändert, als die Lage "Zwischenhoch oder schwacher Hochdruckeinfluß" aufgeteilt wurde in "Zwischenhoch" und "gradientsschwache Lage". Es ist zu hoffen, daß durch diese Neueinführung eine der größten Schwächen der Klassifikation, wie später noch erläutert wird, beseitigt

werden konnte. Für die vorliegende Bearbeitung wurde für das Jahr 1971 noch im Sinne der früheren Einteilung klassifiziert, um die Homogenität der Untersuchungsperiode zu wahren. Bezeichnung und Häufigkeit der einzelnen Wetterlagen sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Um gewisse Besonderheiten besser erfassen zu können, wird in Tabelle 7 eine weitere Häufigkeitsverteilung der Ostalpinen Wetterlagenklassifikation der hier verwendeten Stichprobe gegenübergestellt, wobei festgehalten werden muß, daß in der Zeitspanne von 1948 bis 1957 die Häufigkeitsverteilung einzelner Wetterlagen gegenüber 1955 bis 1971 in einigen Fällen sehr wesentliche Änderungen aufweist. Der hier nur für die Sommermonate (Juni, Juli und August) durchgeführte Vergleich weist gerade bei einer Wetterlage die größte Veränderung auf, die bereits von F. Steinhauser (1962) wegen des ihr eigenen "nicht sehr typischen" Verhaltens in der Diskussion nicht berücksichtigt wurde. Es taucht in diesem Zusammenhang die Frage auf, nach welchen Richtlinien der Wetterzustand dieser Wetterlage klassifiziert wurde, wenn keine typischen Eigenschaften festgestellt werden können. Es mag für einige wenige Tage im Jahr durchaus möglich sein, daß bei sehr uneinheitlichen Druckverhältnissen über Mitteleuropa keine eindeutige Entscheidung gefällt werden kann - von Hess und Brezowsky wird das für knapp ein Prozent aller Wetterlagen gemacht -, in dem damals betrachteten Zeitabschnitt 1948 - 1957 war aber die Lage "Zwischenhoch und schwacher Hochdruckeinfluß" im Sommer entsprechend ihrer Häufigkeit hinter der Hochdrucklage (HH) und der Westlage (W) mit einem Anteil von 12,3 % bereits vor dem Tief über dem Kontinent (TK) an dritter Stelle zu reihen. In der Periode 1955 - 1971 war diese Zwischenhochlage im Sommer bereits mit einer Häufigkeit von 19,3 % vertreten, einem Beitrag, der z. B. größer ist als die Summe aus Westlage (W) und Tief über dem Kontinent (TK) mit zusammen 17,7 %. In einer ersten, von F. Lauscher (1954) selbst durchgeführten sta-

tistischen Bearbeitung wird die Häufigkeit von "Zwischenhoch" noch mit 3 % angegeben. Diese sicherlich als ungewöhnlich zu bezeichnende Häufigkeitszunahme von Zwischenhoch im Sommer scheint nur dadurch erklärbar, daß im Laufe der Jahre andere Gesichtspunkte für die Klassifikation maßgebend geworden sind. Aus dem Vergleich der beiden Perioden in Tabelle 7 ist noch eine weitere wesentliche Veränderung zu erkennen. Die Anzahl der Nordwestlagen (NW) ist in den Jahren 1955 bis 1971 im Sommer mit 8,6 % höher als die Anzahl der Westlagen (W) mit 7,5 % im selben Zeitabschnitt. Die Häufigkeit der Westlagen (W) ist damit gegenüber dem Zeitraum 1948 - 1957 auf die Hälfte und damit unter die Häufigkeit der Nordwestlagen (NW) abgesunken. Der bemerkenswerte Rückgang der Lage Hochdruck (HH) dürfte durch die Zunahme der Lage Zwischenhoch (H) zu erklären sein.

Es ist nicht der Sinn dieser Abhandlung, alle nicht leicht faßbaren Veränderungen der Ostalpinen Wetterlagenklassifikation in den letzten drei Jahrzehnten im einzelnen zu diskutieren; zur Frage "Zwischenhoch" und Westlage sei noch auf die Tabelle 8 verwiesen, die eine Aufgliederung der Häufigkeit in die Monate der Ablationsperiode Mai bis September beinhaltet und einen Überblick über die starke Veränderlichkeit liefert.

In Tabelle 6 wurde bereits für die Temperatur die mittlere Abweichung der einzelnen Wetterlagen angegeben. Als weiteres Element soll nun der Niederschlag der Wetterlagen berechnet werden. Bei den Niederschlagsmengen wurde bewußt auf die Verwendung von unteren Schwellenwerten verzichtet; mit Hinblick auf die rasche Zunahme des Niederschlages mit der Höhe wurde vielmehr die in der Meteorologie übliche Angabe von 0,0 mm Niederschlag in 0,1 mm Niederschlag umgewandelt. Die wahre Niederschlagssumme wird dadurch sicherlich keine Verfälschung erfahren, die über die Größenordnung von Rundungsfehlern oder Meßfehlern hinausgeht.

Als Niederschlagswahrscheinlichkeit oder Niederschlagsbereitschaft wird der Quotient aus der Anzahl der Niederschlagstage pro Wetterlage dividiert durch die Anzahl der Wetterlagentage (mal 100 in Prozent) verstanden.

Niederschlagsdichte ist die Niederschlagssumme der Wetterlage dividiert durch die Anzahl der Wetterlagentage mit Niederschlag (mm pro Niederschlagstag). Analoge Definitionen gelten für die Niederschlagsformen Regen und Schnee. Geordnet nach den einzelnen Wetterlagen werden in Tabelle 9 die Maßzahlen der Niederschlagsmenge und Niederschlagsart dargestellt und in Abbildung 4 zu einem einfachen synoptischen Klimadiagramm kombiniert. Das Achsenkreuz, gebildet durch die Temperaturabweichung  $0^{\circ}\text{C}$  und durch die mittlere Niederschlagswahrscheinlichkeit von 56 % (Division aller Niederschlagstage durch alle Wetterlagentage) teilt das Diagramm in vier Felder, von denen die beiden Quadranten trocken-warm und feucht-kühl - wie es für den Sommer typisch sein sollte - am stärksten besetzt sind. Besonders die Lagen VB und TS zeichnen sich sowohl durch hohe mittlere Niederschlagsbereitschaft als auch durch starke negative Temperaturabweichung aus und sind somit für die Gletscher als besonders günstig zu bezeichnen, während charakteristischerweise die Nordwestlage in Vent wegen des beträchtlichen Abstandes (ca. 100 km) vom Alpennordrand nur eine schwach überdurchschnittliche Bereitschaft zu Niederschlag erkennen lässt. Für den Gletscher als günstig sollten aber nicht nur die Lagen

Nordlage (N)

Nordwestlage (NW)

Tief auf Zugstraße Adria-Polen (VB)

Tief südlich der Alpen (S)

Kontinentales Tief (TK) und

Meridionale Tiefdruckrinne (TR)

bezeichnet werden, die im Mittel eine negative Temperaturabweichung und eine überdurchschnittliche Niederschlagswahrscheinlichkeit aufweisen, sondern auch die Wetterlagen

Tief bei den britischen Inseln (TB) und

Tief über dem westlichen Mittelmeer (TWM),

da bei diesen Situationen in drei von vier Fällen mit Niederschlag zu rechnen ist und die Temperaturabweichung mit ca. 1°C nicht sehr stark positiv ist.

Der Versuch (Abbildung 5, Tabelle 10), durch die Art des gefallenen Niederschlages eine genauere Unterscheidung vorzunehmen, spiegelt im wesentlichen den auch aus Abbildung 4 ersichtlichen Zusammenhang wider. Die beiden Wetterlagentypen VB und N zeigen auch im Sommer eine deutlich größere Neigung zu Schneefall als zu Regen in Vent. Die Niederschlagsbereitschaft der Nordlage mit 73,3 % setzt sich nach Abbildung 5 zu 41,7 % aus Schnee-, und zu 31,6 % aus Regenbereitschaft zusammen; die 88,5 % der VB-Lage zu 46,2 % aus Schnee- und zu 42,3 % aus Regenbereitschaft. Auffallend ist in Abbildung 5 ferner die relativ hohe Bereitschaft zu Schneefall für die Südlage (S), was aus der hohen positiven mittleren Temperaturabweichung nicht zu erwarten ist. In dieser Gruppe ist sicherlich ein Teil jener Föhnlagen enthalten, bei denen es am Alpenhauptkamm auch an der Lee-Seite durch zeitweises Übergreifen der Niederschlagstätigkeit zu Regen oder Schneefall kommen kann.

Da schon in zahlreichen Veröffentlichungen auf die große Bedeutung sommerlicher Neuschneefälle für das Verhalten der Gletscher (z.B. E. Richter, 1888; H. Hoinkes, 1955; M. V. Tronov, 1962; F. Fliri, 1964) hingewiesen wurde, sei auch hier versucht, näher auf die Frage sommerlicher Neuschneefälle im Hochgebirge einzugehen. Basierend auf der Anzahl der Niederschlagstage pro Wetterlage ist in Tabelle 10 die Niederschlagswahrscheinlichkeit in eine "spezielle Regen- oder Schneewahrscheinlichkeit" aufgespalten, womit die Frage beantwortet werden kann, wieviele Tage (in Prozent) mit Niederschlag diesen in Form von Schnee oder Regen bringen. In der letzten Spalte der Tab. 10 ist die tatsächliche Anzahl von Tagen mit Schneefall in Vent während einer mittleren Ablationsperiode angegeben. Aufsummiert über alle Wetterlagen sind das 19 Tage

von Mai bis September. Man muß daraus erkennen, daß die Definition einer "speziellen" Bereitschaft ohne Berücksichtigung der Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Wetterlagen für die Beschreibung einer Ablationsperiode allein nicht ausreichend ist. Wohl aber kann sie zu qualitativen Aussagen wie z. B. der folgenden verwendet werden: "Um innerhalb einer Ablationsperiode in Vent 1,4 Tage mit Schneefall beobachten zu können, brauche ich dreimal so viele Niederschlagstage der Wetterlage (TB) wie der Wetterlage (VB)".

In den Monaten Juli, August und September, wo am Gletscher bereits auf großen Flächen Eisablation vorherrscht, ist ein Schneefall, und der damit verbundene Anstieg der Albedo auf Werte von über 75 % von ganz besonderer Bedeutung für den Strahlungs- und damit auch für den Massenhaushalt.

Wenn gleich bereits in einem früheren Abschnitt auf die Bedeutung der Neuschneefälle auch in den Monaten Mai und Juni hingewiesen wurde, ist es nicht uninteressant zu untersuchen, wieviel sich die Zahl der bisher betrachteten Schneefälle verringert, wenn nur die Monate Juli, August und September berücksichtigt werden. So wurde in diesen 17 Jahren im Juli an 27, im August an 28 und im September an 42 Tagen Schneefall beobachtet (Mai: 158; Juni: 66). Im Durchschnitt der 17 Jahre ist also in jedem Hochsommermonat an zwei Tagen mit Schneefall auch in einer Höhenlage von 1900 m zu rechnen. Wegen ihrer großen Häufigkeit ist die Lage H auch hier mit 12 Tagen Schneefall beteiligt, am häufigsten schneit es allerdings bei TK (17 Tage) und NW (16 Tage), sowie bei den Lagen TR und TS mit jeweils 14 Tagen (Tabelle 11). Die höchste Wahrscheinlichkeit (26,3 %) zu Schneefall weist allerdings die VB-Lage auf, wegen ihrer geringen Häufigkeit ist sie in obiger Reihung nur mit 5 Tagen einzurunden. Der Abtrennung der Monate Juli, August und September in Tabelle 11 liegt

der Gedanke zugrunde, daß Schneefälle zu dieser Jahreszeit die größte Änderung in der Ablation hervorrufen, da die Albedo großer Flächen dann von Werten um 40 Prozent auf Werte um 80 Prozent ansteigen kann. Keineswegs darf deshalb die Bedeutung der Schneefälle im Mai und Juni unterschätzt werden, die für den Beginn der Eisablation und damit für die Dauer der Ablationsperiode von größter Wichtigkeit sind.

## S. DIE ALPENWETTERSTATISTIK NACH M. SCHOEPP

Eine andere Art der Wetterlagenklassifikation für den Alpenraum wurde von M. Schüepp entwickelt, wie bereits in einem früheren Abschnitt erwähnt wurde.

Bei der Betrachtung der Entwicklung dieses Klassifikationsschemas (seit 1957) kann man die einzelnen Phasen, die dann in der Folge zu einem relativ komplizierten System zusammengefügt wurden, gut unterscheiden. Nicht nur die Frage "Wetterlage" oder "Witterungslage" wird eingehend erörtert, auch das Problem der Niveaus, in denen die Strömung der Luftmassen zu untersuchen ist, wird ausführlich behandelt. Das System der Klassifikation ist so aufgebaut, daß der Bearbeiter die Möglichkeit hat, bis zu 360 verschiedene Wetterlagen zu unterscheiden, eine Zusammenfassung ist daher in den meisten Fällen notwendig und sinnvoll. Für das genaue Verständnis der einzelnen Typen ist allerdings ein chronologisches Studium der entsprechenden Abhandlungen notwendig (Schüepp, M., 1957; 1959A; 1959B; 1965A; 1965B; 1967; 1968), da in neueren Arbeiten die Voraussetzungen nicht immer vollständig wiederholt werden. Die verschiedene Anzahl der Typen ist vor allem in der Zusammenfassung begründet, ob nach Strömungsart oder nach Witterungscharakter, oder gar nach beiden Gesichtspunkten gemeinsam, zusammengefaßt wird. Eine weitere Art von Gruppenbildung wurde von W. Kirchhofer (1971) verwendet, der die Druck- und Strömungsverhältnisse, wie sie in der Klassifikation enthalten sind, mit lokalen Wetterelementen (Temperatur, Niederschlag und Sonnenschein) in Beziehung setzte und dadurch die Möglichkeit erhielt, für einzelne Stationen die Wetterlagen auf Grund eines einheitlichen Wetterablaufes zusammenzufassen. Diese Art der Gruppierungsmöglichkeiten soll an der folgenden Untersuchung von W. Kirchhofer näher erläutert werden, da sie in leicht abgeänderter Form auch auf den Raum des Inneren Ötztales angewandt wird.

Die Wetterlagen werden folgendermaßen zusammengefaßt:

1) STRÖMUNGSLAGEN (advektive Lagen)

- a) Bodenstromlagen: am Boden herrscht eine kräftige, einheitliche Strömung, wogegen die Höhenströmung nur schwach ausgebildet ist.
- b) Höhenstromlagen: in der Höhe (500 mb) herrscht eine kräftige einheitliche Strömung, wogegen die Bodenströmung nur schwach ausgebildet ist.
- c) Strömungslagen mit Boden- und Höhenströmung: sowohl am Boden als auch in der Höhe herrscht eine kräftige Strömung

2) KERNLAGEN (konvektive Lagen)

- a) Wirbellagen, welche wiederum zu unterscheiden sind in: Bodenwirbel  
Höhenwirbel  
Wirbel am Boden und in der Höhe (diese Gruppe wurde aber wegen der nur aufgetretenen 3 Fälle den Bodenwirbeln zugeordnet.)
- b) Schwachwindlagen: die Strömung am Boden und in der Höhe ist nur schwach ausgebildet.

Berücksichtigt man nun bei den Lagen 1a) und 1b) jeweils 12 Windrichtungen, so sind das 24 Lagen; berücksichtigt man unter 1c) zu jeder Richtung der Höhenströmung sämtliche Richtungen der Bodenströmung, so sind das weitere 144 Lagen. Dazu kommen noch die Lagen zyklonaler Wirbel, Sattel, antizyklonaler Wirbel und zwar jeweils für Boden und Höhe, also weitere 57 Lagen; die Schwachwindlagen werden nicht unterteilt. Daraus ergibt sich eine Summe von 226 verschiedenen Lagen, die aber im Beobachtungszeitraum nicht alle klassifiziert wurden, bzw. wegen ihrer geringen Anzahl statistisch nicht verarbeitbar waren und anderen Lagen zugeordnet werden mußten. Im übrigen wurden die bei M. Schüepp (1968) angeführten Kriterien verwendet.

Die folgende Tabelle zeigt die gute Übereinstimmung der vorliegenden Bearbeitung mit der Untersuchung von W. Kirchhofer, was ja wegen der nahezu gleichzeitigen Bearbeitungsperiode zu erwarten ist und als Voraussetzung für weitere Vergleiche gewertet wird.

	1955 - 1971		1955 - 1968		1955 - 1968
	Mai - Sept.	%	Juni - Aug. <sup>+) </sup>	%	Jahr <sup>+) </sup>
	Anzahl	%	Anzahl	%	%
<b>Strömungslagen</b>					
Bodenströmung	119	4,58	57	4,42	5,4
Höhenströmung	1084	41,67	529	45,97	34,6
Boden- und Höhenstr.	887	34,10	421	32,69	45,2
<b>Kernlagen</b>					
Wirbellagen	85	3,27	39	3,02	3,8
Schwachwindlagen	426	16,38	179	13,90	11,0
Insgesamt	2601	100 %	1288	100 %	100 %

<sup>+)</sup>  nach W. Kirchhofer, 1971

Es wird im folgenden nicht immer darauf hingewiesen, daß die Zusammenfassung bei W. Kirchhofer über ein ganzes Jahr erfolgte, die vorliegende Bearbeitung sich jedoch nur über die Monate Mai bis September erstreckt. Der sich daraus ergebende einzige wesentliche Unterschied liegt in der Häufigkeit der beiden Gruppen "Höhenströmung" und "Boden- und Höhenströmung". Wegen des sommerlichen Häufigkeitsmaximums der Höhenstromlagen und des ebenfalls sommerlichen Minimums der Strömungslagen mit Boden- und Höhenströmung unterscheiden sich die Häufigkeitsverteilungen dieser beiden Gruppen.

Analog zu den Berechnungen mit der Ostalpinen Wetterlagenklassifikation wurden die meteorologischen Elemente Temperatur und Niederschlag von Vent mit den Variablen der Schüeppschen Klassifikation in Beziehung gebracht. Im Beobachtungszeitraum 1955 bis 1971 traten insgesamt 78 verschiedene Typen auf, die in Tabelle 12 zusammenge stellt sind. Die Einteilung erfolgte leider nicht nach einem einheitlichen Grundprinzip. Die Wirbellagen fallen heraus, da bei ihnen das Prinzip, nach der vorherrschenden Strömung zu klassifizieren, nicht konsequent angewendet werden kann. Dies wirkt sich aber genausowenig aus wie eine im Jahre 1965 erfolgte Änderung des Klassifikationsschemas eben diese Gruppe der Wirbellagen betreffend, da die Häufigkeit dieser Lagen sehr gering ist. Es konnte durch eine kleine Detailuntersuchung festgestellt werden, daß von den oben erwähnten 57 Typen von Wirbellagen nur 5 häufiger als ein- oder zweimal in 17 Jahren (Mai bis Sept.) auftraten. Die durchgeführte Änderung (neue Bedeutung der Verschlüsselung "9" und "0" bei Bodenströmung und Höhenströmung) sollte rechentechnische Gründe haben; sämtliche Wirbellagen mit einer Ausnahme (Höhenwirbel bei schwachwindigen Verhältnissen am Boden "09", zu 54 % antizyklonal) sind nämlich auch weiterhin nur in zyklonaler Form klassifiziert worden. Da zudem - im Gegensatz zu W. Kirchhofer - eine achtteilige Windskala benutzt wurde, kann durch Kombination der Bodenströmung (D) und der Höhenströmung (d) die Anzahl der theoretisch möglichen Lagen auf 101 reduziert werden. Die Windrose ist wie folgt nummeriert: Ost = 2, Süd = 4, West = 6, Nord = 8. Die einzelnen Typen mit einer zweiziffrigen Zahl (Dd) versehen, lauten:

STRÖMUNGSLÄGEN:

Bodenströmung:	10, 20, 30, . . . , 70, 80
Höhenströmung:	01, 02, 03, . . . , 07, 08
Boden- <u>und</u> Höhenströmung:	11, 12, 13, . . . , 18, 21, 22, . . . , 88

KERNLAGEN:

Wirbellagen: 09antizyk1., 09zyklonal, 19, 29, . . . , 89,  
90, 91, 92, . . . , 98, 99

Schwachwindlagen: 00

Die Anzahl der Fälle in diesen 78 Typen ist in der Periode 1955 - 1971 (Mai bis September) sehr verschieden, in 26 Lagen ist die Zahl geringer als 5, am stärksten vertreten ist die Type 06, also Höhenstromlage aus West mit 455 Tagen, das sind 17,5 % des Kollektivs. Für jede dieser 78 Wetterlagen wurden die Abweichung der Temperatur vom langjährigen Normalwert sowie die Niederschlagswahrscheinlichkeit samt den entsprechenden statistischen Maßzahlen gerechnet. Sie liegen als Computerausdruck vor. Wegen der großen Anzahl der Wetterlagen und der damit verbundenen geringen Anzahl in den einzelnen Gruppen wurde jedoch zum Zwecke einer besseren Interpretation eine anschaulichere Zusammenfassung gewählt. In Anlehnung an die Methode, nach der W. Kirchhofer (1971) die einzelnen Wetterlagen zusammenfaßte bzw. trennte, wurde auch im Falle von Vent eine Zusammenfassung durchgeführt. Es wurde dabei in nahezu allen Fällen so vorgegangen, daß die Wetterlagen dann zusammengefaßt wurden, wenn die mittleren Temperaturanomalien nicht mehr als 2,5°C voneinander abwichen. Zusätzlich wurde die Niederschlagswahrscheinlichkeit berücksichtigt, wobei diese für die einzelnen Wetterlagen im Falle einer Zusammenfassung nicht mehr als 25 % voneinander abweichen durfte.

Wegen ihrer geringen Häufigkeit blieben je nach Zusammenfassung zwischen 5 und 15 Wetterlagetage (von insgesamt 2601) unberücksichtigt.

Die Tabellen 13, 14, 15 enthalten nun die zu 26 verschiedenen Wetterlagenklassen zusammengefaßten Typen mit ihren Temperaturabweichungen und Niederschlagsmaßzahlen.

Leider fällt auch bei der Zusammenfassung noch auf, daß einige wenige Wetterlagen in die Häufigkeitsverteilung mit besonderem Gewicht eingehen. Faßt man nur die vier mächtigsten Gruppen dieser 26-teiligen Zusammenfassung zusammen, so vertreten diese mit 1426 Tagen 55 % des Gesamtkollektivs. Nur 9 Gruppen braucht man, um 80 % zu erfassen, die restlichen 17 Wetterlagengruppen tragen also nur 20 % bei. Diese Schiefe der Verteilung konnte auch bei der Zusammenfassung nicht verbessert werden, weil die einzelnen Unterschiede zu groß sind und deshalb auf die Häufigkeit des Auftretens nicht Rücksicht genommen werden konnte. Die in der Klassifikation von M. Schüepp enthaltene Möglichkeit, nach einem weiteren Gesichtspunkt, nämlich nach dem Witterungscharakter (zyklonal, indifferent, antizyklonal) die größten Gruppen, wie z.B. die der westlichen Höhenstromlagen (06) oder die der Schwachwindlagen (00) aufzuspalten, müßte dann konsequenterweise auch auf die anderen Gruppen angewandt werden, womit aber wieder die unübersichtliche Anzahl von 78 Wetterlagen erreicht wäre.

Wenn im folgenden versucht wird, die Wetterwirksamkeit einzelner Wetterlagen im Ventertal zu diskutieren, so kann dabei die Quantität, also die Häufigkeit des Auftretens nicht außer acht gelassen werden, sie ist vielmehr als wichtigster Parameter in den Vordergrund zu stellen. Geschicht dies nicht, so würde z.B. die Bodenstromlage mit Strömungsrichtung aus Nordwest (70) in ihrer tatsächlichen Bedeutung für den Gletscher sicher nicht richtig erfaßt werden, denn ihre Niederschlagswahrscheinlichkeit ist 100 %, die Schneefallbereitschaft ist 60 %, die mittlere Temperaturabweichung  $-4,7^{\circ}\text{C}$ . Diese Eigenschaften stellen sie als ausgesprochen gletschergünstige Lage hin, die Häufigkeit des Auftretens in den Jahren 1955 bis 1971 mit nur 5 Tagen ist jedoch sehr gering.

Wesentlich häufiger, nämlich an 31 Tagen, werden die Lagen mit Boden- und Höhenströmung aus Nordwest klassifiziert, welche, wie die Wetterlage mit Bodenströmung aus Nordost und Höhenströmung aus Nordwest ("17") mit einer negativen mittleren Temperaturabweichung von 2,3°C bei einer Häufigkeit von 91 Tagen, auftreten. Der Großteil der von Lauscher als NW-Lage (190 Tage) und von Hess und Brezowsky als zyklonale NW-Lage bezeichneten Wetterlagen scheint aber auf den ersten Blick von M. Schüepp in der Type "07" (178 Tage) eingeordnet zu sein, wegen der nur gering negativen mittleren Temperaturabweichung und ausgesprochen niederen Niederschlagswahrscheinlichkeit ist dies jedoch nicht möglich.

Die folgende Tabelle zeigt dies deutlich:

Wetterlage	Anzahl der Tage	mittlere Temperatur- abweichung °C	Niederschlags- wahrscheinlichkeit %
nach M. Schüepp			
07	178	-0.2	29
77	31	-2.3	74
70	5	-4.7	100
87	9	-6.7	100
78	7	-5.8	71
67	12	-0.9	58
76	23	-1.6	71
nach F. Lauscher			
NW	190	-2.3	65
nach Hess-Brezowsky			
NWZ	176	-2.2	69

Es muß in diesem Zusammenhang nochmals auf die Größe des von M. Schüepp verwendeten Untersuchungsgebietes (Abbil-

dung 1B) mit einem Radius von 222 km hingewiesen werden, sowie auf die Methode, die Strömungsrichtungen festzulegen. Aus der Bodenwetterkarte wird der geostrophische Wind in diesem Gebiet als Näherung für die tatsächlich vorherrschende Strömung zur Festlegung der "Bodenströmung (D)" verwendet. Für die "Höhenströmung (d)", welche im 500 mb-Niveau - also oberhalb der Alpengipfel - erfaßt wird, sind die orographisch bedingten Abweichungen der tatsächlichen Strömungsrichtung vom geostrophischen Wind geringer als bei der Bodenströmung. Zur Berechnung werden die Höhenwindmessungen im 500 mb Niveau der Stationen Payerne, München und Mailand (Abbildung 1B) verwendet.

Ein derartiger Vergleich, wie er in der obigen Tabelle dargestellt wird, ist also allein schon wegen der Verschiedenheit der Untersuchungsgebiete nicht möglich, da von Hess und Brezowsky bei der Festlegung ihrer Großwetterlagen das gesamte Europa mit westwärts anschließendem Teil des Nordatlantiks und von F. Lauscher bei der Festlegung seiner Ostalpinen Wetterlagen vorwiegend der Raum östlich des von M. Schüepp untersuchten Gebietes herangezogen wurde.

Bei der Betrachtung der lokalen Witterung eines einzelnen Ortes gilt jedoch für sämtliche drei hier untersuchten Wetterlagenklassifikationen, daß die für die Bezeichnung der (Groß-) Wetterlagen verwendeten Begriffe "Nord", "Nordwest", usw. nichts über die tatsächlich an einer Station im Alpeninneren zu beobachtenden Windrichtung auszusagen vermögen, die wegen der mit einem sehr typischen tageszeitlichen Gang versehenen Talwindzirkulation im Sommer nur zeitweise von der überlagerten "Höhenströmung" direkt beeinflußt wird. Bei der Verwendung dieser Bezeichnungen muß man immer den Geltungsbereich berücksichtigen, für den sie bestimmt sind.

Es werden im folgenden nicht sämtliche 26 Typen einzeln besprochen, sondern nur die für eine gletschergünstige

Witterung verantwortlichen Lagen mit einer größeren Zahl von sommerlichen Schneefällen in Vent.

In der Gruppe der Bodenstromlagen (Tabelle 13) zeichnen sich die Lagen mit einer Strömungsrichtung aus Südost sowie Süd bis West durch geringen Niederschlag (22 % Niederschlagswahrscheinlichkeit) und positive mittlere Temperaturabweichung (+ 1,2°C) aus. Demgegenüber stehen die Lagen mit Strömung aus Nord bis Ost mit einer mittleren Niederschlagswahrscheinlichkeit von 68 % und einer Temperaturabweichung von - 1,5°C. Diese Lagen treten im Mittel während einer Ablationsperiode an fünf Tagen auf, davon bringt ein Tag Neuschnee.

Verglichen mit den Höhenstromlagen (Tabelle 13) ist die Häufigkeit der Bodenstromlagen mit unter 5 % sehr gering. Die Höhenstromlagen stellen im Beobachtungszeitraum mit 42 % nahezu die Hälfte aller Wetterlagen. Die Temperaturabweichung ist vorwiegend positiv, nur für die Richtungen NW-N-Ne leicht negativ. Insbesondere weisen die Strömungsrichtungen aus Südwest, aber auch die Richtung West, deutlich positive Abweichungen auf. Die höchsten Temperaturabweichungen mit 2,0°C findet man bei den Richtungen Südost bis Süd, die trotzdem mit einer Niederschlagswahrscheinlichkeit von 66 % in Vent an 8 von 59 Tagen (in 17 Jahren) Schneefall brachten. Bei südwestlicher Höhenströmung fiel an 24 von 259 Tagen Schnee, die Niederschlagswahrscheinlichkeit war mit 75 % sehr hoch. Dieser für den Sommer erstaunliche Gegensatz zwischen großer mittlerer positiver Temperaturabweichung (+ 1,5°C) und gleichzeitiger hoher Niederschlagsbereitschaft ist aus Föhnsituationen zu verstehen, die bekanntlich in Vent und besonders weiter südlich auf den Gletschern zu lokal sehr unterschiedlichen Witterungsscheinungen führen können.

Zu Niederschlag kommt es bei dieser Gruppe der Höhenstromlagen in Vent nicht mit Strömungsrichtung Nord

(Niederschlagswahrscheinlichkeit 25 %), sondern vorwiegend bei Höhenstromlagen mit westlicher (57 % Niederschlagswahrscheinlichkeit) und mit südwestlicher (75 %) Richtung.

Als ausgesprochen zu warm und zu trocken erweist sich die Gruppe der Schwachwindlagen, die auch wegen ihres sommerlichen Häufigkeitsmaximums als Sommerwetterlage anzusprechen ist.

Die eigentlichen Wirbellagen stellen mit 85 Tagen insgesamt nur knapp mehr als 3 % des Gesamtkollektivs. Zu ihrer Unterscheidung wurde, wie bereits früher ausgeführt, das Kriterium "Witterungscharakter" verwendet. Der Unterschied zwischen den antizyklonalen und den zyklonalen Typen macht sich nur bei den Höhenwirbeln ohne Bodenströmung bemerkbar. Das Höhenhoch (a9) hat mit  $3,9^{\circ}\text{C}$  die stärkste positive Anomalie der Temperatur, die entsprechende zyklonale Form (z9) dagegen eine Temperaturabweichung von  $-1,6^{\circ}\text{C}$ . Diese Höhentiefs (z9) verursachen in Vent zu 50 % Schneefall, allerdings sind das in 17 Jahren nur 3 Tage gewesen. Wesentlich anhaltender können die mit  $n9$  bezeichneten Wetterlagen (Höhentief mit Bodenströmung) zu einer Schneedecke führen, an 20 von 37 Tagen dieser Wetterlage schneite es in Vent. Die Temperatur lag dabei mit  $-4,6^{\circ}\text{C}$  erheblich zu tief. Als vierte Gruppe der mit  $9n$  bezeichneten Wirbellagen wurden die Bodentiefs mit Höhenströmung zusammengefaßt, insgesamt 22 Tage mit der bemerkenswerten Niederschlagsneigung von 95 % bei einer Temperaturabweichung von  $-1,3^{\circ}\text{C}$ . Die geringe Anzahl der Wirbellagen, wenngleich im Sommer das Minimum dieser Wetterlagen auftritt, mag in den Dimensionen des Beobachtungsgebietes liegen; die für das europäische Wettergeschehen typischen Wirbel im 500 mb Niveau erscheinen wegen ihrer großen Durchmesser in der Alpenwetterstatistik zum Teil als Strömungslagen, zudem führen einige der bekanntesten Zugstraßen um das "Hindernis" der Alpen im Bodenniveau herum.

Die für die sommerlichen Witterungsverhältnisse auf den Gletschern interessantesten Wetterlagen sind in der Gruppe mit Boden- und Höhenströmung enthalten, welche im Sommer allerdings nur halb so oft wie im Winter auftreten, sie bilden im Beobachtungszeitraum mit 34 % die zweitstärkste Gruppe. Der dabei beobachtbare Zusammenhang zwischen Strömungsrichtung und Temperaturabweichung (in °C) wird aus folgender Tabelle deutlich:

HÖHEN- STRÖMUNG	S	B O D E N S T R Ö M U N G					in °C	E
		SW	W	NW	N	NE		
S	4,1	2,2	-0,5		1,7	-3,8	-2,3	
SW	2,4	2,6	2,2	0,2	1,1	-2,4	-2,7	
W	0,4	2,4	0,5	-1,6	-1,9	-2,3	-2,5	
NW	-0,6	2,9	-0,9	-2,3	-6,7	-2,3	-2,1	
N			-1,5	-5,8	-6,1	-3,1	-3,9	
NE					-3,9	-3,7	-1,6	
E		2,3				-4,0	-0,5	

Die Häufigkeit der obigen Wetterlagen ist aus der folgenden Tabelle ersichtlich:

HÖHEN- STRÖMUNG	S	B O D E N S T R Ö M U N G					in Tagen	E
		SW	W	NW	N	NE		
S	7	22	2		3	14	5	
SW	9	63	24	5	7	47	12	
W	6	50	61	23	8	75	66	
NW	3	5	12	31	9	91	39	
N			1	7	8	56	48	
NE					3	15	15	
E		2				11	11	

Nicht berücksichtigt sind in den obigen Tabellen die Südostlagen wegen ihrer geringen Häufigkeit (insgesamt 11 Tage).

Dabei zeichnen sich sämtliche Wetterlagen aus den Sektoren Nordwest bis Ost durch zum Teil starke negative Temperaturabweichungen aus, selbst die Wetterlagen mit südlicher Höhenströmung bei gleichzeitiger Bodenströmung aus Nordost bis Ost sind durch stark negative Temperaturanomalie gekennzeichnet, verbunden mit hoher Bereitschaft zu Schneefall in Vent. Im Gegensatz dazu sind die Situationen mit südlicher bis westlicher Höhenströmung und ebensolcher Bodenströmung zu warm und zu trocken.

Deutliche lokale Unterschiede treten in einem Vergleich mit den Stationen Zürich, Davos und Säntis bei den Richtungen West bis Nordwest auf. Während Vent und Säntis die zu erwartenden negativen Abweichungen der Temperatur bei Strömungsrichtung Nordwest zeigen, sind die gleichen Lagen in Davos und Zürich von einer positiven Temperaturabweichung begleitet. Untersucht man ferner mit dem Datenmaterial von W. Kirchhofer, 1971, die Station Lugano, so stellt man eine zu Vent genau umgekehrte Wetterwirksamkeit der einzelnen Wetterlagen fest. Sämtliche aus Nordwest bis Nordost herantransportierten Luftmassen führen dort zu geringen positiven Temperaturabweichungen (Fliri, F., 1962B), zudem sind der Betrag der Temperaturabweichung und die Standardabweichungen bei allen Wetterlagen in Lugano wesentlich geringer. Die von Ort zu Ort verschiedene Wetterwirksamkeit der einzelnen Wetterlagen ist also mittels dieser Klassifikation in der erwarteten Art und Weise deutlich erkennbar, was bedeutet, daß eine Verallgemeinerung über ein Untersuchungsgebiet, welches sowohl die Alpennordseite als auch die Alpensüdseite erfaßt, zu einem schwer interpretierbaren Ergebnis führen muß.

## 7. DIE GROSSWETTERLAGEN EUROPAS NACH P. HESS UND H. BREZOWSKY

In der Abhandlung "Katalog der Großwetterlagen Europas", erschienen in den Berichten des Deutschen Wetterdienstes, wird in einer zweiten und neu bearbeiteten Auflage von P. Hess und H. Brezowsky (1969) jenes umfangreiche Werk fortgesetzt, das in den Jahren 1941 bis 1943 unter F. Baur mit dem "Kalender der Großwetterlagen Europas (1881-1939)" seinen Anfang genommen hatte. Es wurde damit auch jener Katalog überholt und überarbeitet, der 1952 für die Periode 1881 - 1950 erschienen war. Von den beiden Autoren wird in der neuesten Arbeit für großräumige statistische Untersuchungen eine Zusammenfassung nach der Zirkulationsform vorgeschlagen. Zur Beschreibung der Witterung eines lokal begrenzten Gebietes kann die Einteilung in drei Gruppen (zonal, gemischt und meridional) aber nicht verwendet werden, weil damit die lokalen Besonderheiten nicht ausgedrückt werden können. Es wird daher im folgenden versucht, in ähnlicher Weise wie mit den beiden anderen besprochenen Wetterlagenklassifikationen für die einzelnen Großwetterlagen charakteristische Mittelwerte und Abweichungen von Temperatur und Niederschlag der Station Vent zu berechnen.

In Tabelle 16 sind die Häufigkeiten der 29 Großwetterlagen für die Periode 1955 bis 1971, Mai bis September, zusammengestellt. Die Verteilung der Häufigkeit in den einzelnen Wetterlagen ist wesentlich gleichmäßiger als in den beiden anderen Klassifikationen. Um z. B. 51 % des Kollektivs erfassen zu können, müssen nach Hess-Brezowsky die 7 häufigsten Großwetterlagen, nach Lauscher und Schüepp jedoch jeweils nur die vier häufigsten Wetterlagen zusammengefaßt werden. Die in Tabelle 16 ebenfalls enthaltene Gruppe mit uneinheitlichem Druckbild ("U") ist aus den folgenden Berechnungen nicht ausgeschlossen, sie wird aber nicht diskutiert, da es sich dabei nicht um Großwetter-

lagen handelt, sondern um jene Tage, die wegen ihrer Druckverteilung weder der vorhergehenden noch der nachfolgenden Großwetterlage zugeordnet werden können und die auch sonst nicht dem definierten Druckbild einer Großwetterlage entsprechen. Es muß hier nochmals darauf hingewiesen werden, daß die Definition der "Großwetterlage" den Zeitbegriff "während eines mehrtägigen Zeitraumes" beinhaltet, im allgemeinen wird von einer mindestens dreitägigen Dauer ausgegangen. Hier ist es eine Forderung an die Klassifikation, aber auch bei den Systemen von M. Schüepp und F. Lauscher stellt sich wegen des Charakters der Witterung in Mitteleuropa die Wetterlage im Mittel mit einer Dauer von über einem Tag ein (Fliri, F., 1965).

Ein Vergleich der Häufigkeiten der Großwetterlagen in den beiden Perioden 1881 - 1966 (nach Hess-Brezowsky, 1969) und 1955 - 1971 zeigt für die Großwetterlagen SWA und SWZ, zusammengefaßt zum Großwettertyp SW in den Monaten Mai bis September in der ersten Periode eine Häufigkeit von 2 %, während in den Jahren 1955 bis 1971 6,6 % aller Tage als SW klassifiziert wurden. Diese Tendenz scheint nicht nur auf den Sommer beschränkt zu sein (Hess-Brezowsky, 1969). Geringere Veränderungen, die aber bereits über das Ausmaß der mittleren Streuung hinausgehen, sind auch für die Großwetterlagen HM (Abnahme) und TRW (Zunahme in der zweiten Periode) zu beobachten. Die monatlichen Häufigkeiten, in Tagen und in Prozent, sind in Tabelle 17 für die Monate Mai bis September zusammengestellt und weisen für die einzelnen Großwetterlagen eine mehr oder weniger deutliche Veränderlichkeit auf. Ein mitunter angedeuteter jahreszeitlicher Verlauf kann durch die Tabelle Nr. 1 bei Hess-Brezowsky (1969) näherungsweise ergänzt und verglichen werden.

Die mittlere Temperaturabweichung in Vent (Tabelle 16 und 18) weist in den durch die Angabe des Witterungscharakters in zyklonal und antizyklonal unterteilten Großwetterlagen deutliche Unterschiede auf und unter-

streicht damit die Richtigkeit der Methode. Ausnahmen sind die Lagen SA, SZ, sowie SWA und SWZ, bei denen zwischen der antizyklonalen und zyklonalen Form mittels der Temperaturabweichung in Vent keine Unterschiede zu beobachten sind. Die mittlere Niederschlagswahrscheinlichkeit ist für die zyklonale Variante einer Großwetterlage jeweils deutlich höher als für die antizyklonale (Tabelle 19) und sogar noch für die Lagen SA, SZ, sowie SWA, SWZ erkennbar.

In Abbildung 6 ist die Niederschlagswahrscheinlichkeit (Prozent) und die mittlere Temperaturabweichung ( $^{\circ}\text{C}$ ) in Vent für die Jahre 1955-1971, Mai bis September, aufgezeichnet. Die Darstellung ist durch die mittlere Temperaturabweichung  $0^{\circ}\text{C}$  und durch die mittlere Niederschlagswahrscheinlichkeit von 56 % wieder in vier Felder unterteilt. Im Quadranten mit zu tiefen Temperaturen und mit überdurchschnittlicher Niederschlagsabweichung sind im wesentlichen die für die Gletscher günstigen Lagen enthalten. Es sind dies vor allem die von H. Hoinkes (1967) als "sommerliche monsunale Großwetterlagen" bezeichneten Lagen

WS, NWZ, NZ, TRM, NEZ, TM, HNZ und WZ;  
ferner die Lagen

NFZ, WW, SEZ, TRW, HFZ,  
sowie

HB und NA,

wobei die letzten zwei wegen ihrer stark negativen mittleren Temperaturabweichung noch zu dieser Gruppe gerechnet werden, wenngleich ihre Niederschlagswahrscheinlichkeit im Mittel sehr gering ist. Wegen ihrer hohen Niederschlagswahrscheinlichkeit wurden auch die Großwetterlagen SEZ, TRW und HFZ hier eingeordnet, obgleich ihre mittlere Temperaturabweichung geringfügig positiv ist. Zu den zyklonalen Westlagen (WZ) ist zu bemerken, daß ihre mittlere Temperaturabweichung von  $-0,1^{\circ}\text{C}$  sowie ihre nahezu durchschnittliche mittlere Niederschlagswahrscheinlichkeit von

58 % die Zuordnung nicht eindeutig machen. Indem zyklonale Westlagen aber zu den gletschergünstigen Lagen gezählt werden, wird nicht nur berücksichtigt, daß bei WZ die dritthäufigste Anzahl (12 Tage) mit Schneefall in Vent (VII - IX) beobachtet wurde, es wird vielmehr durch diese Art der Aufteilung erreicht, daß zwei annähernd gleich große Gruppen entstehen. Die gletschergünstige umfaßt mit 1328 Tagen 52 %, die restlichen 1237 Tage (= 48 %) können als ungünstig für den Gletscher angesehen werden.

Die stärkste positive mittlere Temperaturabweichung ist bei den SW-Lagen mit + 2,5°C zu beobachten, gefolgt von Hoch über Mitteleuropa (HM) mit + 2,0°C. Die mittlere Temperaturabweichung der übrigen Lagen liegt zwischen + 0,5 und + 1,5°C und weist keine sehr starke Streuung auf. Diese Lagen unterscheiden sich im wesentlichen nur durch die verschiedene Niederschlagswahrscheinlichkeit (Tabelle 19), wobei die höchsten Werte bei den Lagen SEZ, TRW, HFZ, TB auftreten, die deshalb zu den gletschergünstigen Lagen gerechnet werden.

Die größte Wahrscheinlichkeit zu Schneefall haben von Mai bis September in Vent die Großwetterlagen NZ (27 Tage mit Schnee und 16 Tage mit Regen von insgesamt 60 Tagen) und TRM (40 Tage mit Schnee und 34 Tage mit Regen von insgesamt 91 Tagen), gefolgt von HB, NEZ, HNZ und NWZ sowie WW. Die Streuung der Tage mit Schneefall ist sehr groß (Tabelle 20), nur bei zwei von den 29 Großwetterlagen wurde in den 17 Jahren während der Ablationsperiode in Vent kein Schneefall beobachtet. Für die Monate Juli, August und September verringert sich die Anzahl der Großwetterlagen mit Schneefall auf 20. Auch in diesen Monaten erscheint TRM als die für den Gletscher günstigste Lage mit 24 Tagen Schneefall in Vent, gefolgt von NWZ mit 14 und WZ mit 12 Tagen.

Die wechselnde Anzahl der Tage mit TRM in den einzelnen Ablationsperioden der Jahre 1955 bis 1971 deutet in keiner

Weise auf einen einfachen Zusammenhang mit den Massenänderungen des Hintereisfjerners hin. Erst durch Aufsummierung der oben als gletschergünstig bezeichneten Großwetterlagen ist zu erkennen, daß die Häufigkeit der Tage in dieser Gruppe in den Ablationsperioden 1965, 1966 und 1968 wesentlich über einer durchschnittlichen Häufigkeit liegt. In diesen Jahren konnte auch am Hintereisfjerner jeweils ein deutlicher Massengewinn beobachtet werden (Tabelle 1).

Anzahl gletschergünstiger Großwetterlagen (siehe Text)

1955	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	Jahr
59	92	75	75	45	83	81	79	87	77	110	103	68	95	66	60	73	

17-jähriges Mittel: 78 Tage

Es kann daraus entnommen werden, daß der von H. Hoinkes (1967) eingeschlagene Weg, durch die Häufigkeit ausgewählter Wetterlagen (Großwetterlagen) die Schwankungen der Gletscher zu beschreiben, weiter erfolgreich beschritten werden kann. Die Auswahl der für den Hintereisfjerner günstigen und ungünstigen Wetterlagen kann nunmehr unter anderem auch auf Grund der für Vent berechneten Temperatur- und Niederschlagseigenschaften der Wetterlagen erfolgen. Für eine eingehende Behandlung dieser Frage ist aber zumindest die Berechnung von mittleren Temperaturabweichungen und Niederschlagswahrscheinlichkeiten für die einzelnen Wetterlagen auch in den übrigen Jahreszeiten notwendig.

## 8. DIE STREUUNG DER TEMPERATURABWEICHUNG

Aus den zum Teil erheblichen Unterschieden in der Temperaturabweichung und in der Niederschlagswahrscheinlichkeit benachbarter Strömungsrichtungen wird ersichtlich, daß es sich um eine große Anzahl von eigenständigen Wetterlagen handelt, die trotz ähnlicher Anströmungsrichtung in ihrer Wetterwirksamkeit sehr unterschiedlich sein können.

Die Beschreibung des Wetters durch die Angabe von Mittelwerten und mittleren Abweichungen stellt allerdings nur eine grobe Näherung dar. Dies zeigt sich nicht nur aus der Größe der Standardabweichung der Temperaturanomalien, sondern auch aus den Unterschieden, wie sie von Monat zu Monat bei diesen Mittelwerten beobachtet werden können. Aus Tabelle 21 sind als Beispiel dafür die Nordlagen (nach F. Lauscher) mit einer mittleren Temperaturabweichung während der Ablationsperiode von  $4,66^{\circ}\text{C}$  bei einer Häufigkeit von insgesamt (1955 - 1971) 60 Tagen entnommen und in Abbildung 7 getrennt für die einzelnen Monate dargestellt. Es ist zu erkennen, daß diese mittlere Abweichung von  $-4,66^{\circ}\text{C}$  aus zwei sehr kalten mittleren Monatswerten (Mai und Juni) und drei weniger negativen Abweichungen von Juli bis September gebildet wird. Der Unterschied zwischen der mittleren Anomalie im Juni mit  $-6,78^{\circ}\text{C}$  zum entsprechenden Wert des Monats August mit  $-1,61^{\circ}\text{C}$  beträgt  $5,17^{\circ}\text{C}$ . Dies ist nicht darauf zurückzuführen, daß weder die Klassifikation nach F. Lauscher noch die nach M. Schüepp eine Einteilung nach dem Witterungscharakter vornimmt, wie sie bei der Hess-Brezowsky Klassifikation zum Teil zumindest vorgesehen ist. Denn auch bei letzteren weisen die Abweichungen von Monat zu Monat eine ähnliche Streuung auf (Tabelle 18). Wenngleich das Beispiel der Nordlage einen Extremfall darstellt, so sind die Unterschiede auch innerhalb von anderen Wetterlagen sehr erheblich. In Abb. 7 sind als weitere Beispiele die

Südwestlage, das Zwischenhoch sowie das Hoch über Mittel- und Westeuropa gewählt. Die zur Interpretation notwendigen Häufigkeiten sind in Tabelle 8 enthalten. Insbesondere sei dabei auf die auffällige Abnahme der mittleren positiven Temperaturabweichung bei der Hochdrucklage (HH) gegen den Herbst hin aufmerksam gemacht. So weisen die 97 Tage mit Hochdruck im September eine mittlere tägliche Abweichung von  $0,14^{\circ}\text{C} \pm 0,267$  (Fehler des Mittels) bei einer Standardabweichung von  $2,63^{\circ}\text{C}$  auf, 43 Tage mit Westwetter haben dagegen im September eine mittlere Temperaturabweichung von  $0,95 \pm 0,337^{\circ}\text{C}$  bei einer Standardabweichung von  $2,21^{\circ}\text{C}$ . Damit ergeben die Westlagen bereits im September eine stärker positive Temperaturabweichung als die Hochdrucklagen (HH), ein Ergebnis, das vermutlich aus der Wirkung der nächtlichen Ausstrahlung und aus der wegen der Horizontüberhöhung verkürzten Dauer der Einstrahlung in Vent verstanden werden kann.

Im wesentlichen dieselben Verhältnisse sind bei den Großwetterlagen (nach Hess-Brezowsky) "Hoch über Mitteleuropa (HM)" zu erkennen, die von Mai bis September die folgenden mittleren Abweichungen aufweisen (Tabelle 18 und Tabelle 17)

	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Ablationsperiode
mittlere Abweichung in $^{\circ}\text{C}$	1,65	3,21	3,41	1,13	0,62	1,95
Anzahl in Tagen	28	37	51	43	58	217

Auch aus diesen Unterschieden muß also abgeleitet werden, daß die mittleren Abweichungen gebildet über die ganze Ablationsperiode wenig aussagekräftig sind.

Da für jeden Tag vom 1. Mai bis 30. September ein mittlerer Tageswert der Temperatur vorlag, konnte für jeden Kalendertag als Differenz zwischen diesem Tagesnormalwert und der gemessenen aktuellen Temperatur eine täg-

liche Abweichung berechnet werden. Eine Untersuchung der Häufigkeitsverteilung dieser täglichen Temperaturabweichungen ( $n = 2601$  Tage) durch Unterteilung in Temperaturstufen von jeweils einem Grad Celsius zeigt nur eine geringe Abweichung von einer regelmäßigen Normalverteilung. Im schwach positiven Bereich (von  $0,0$  bis  $4,9^{\circ}\text{C}$ ) sind die Temperaturstufen im Vergleich zu den entsprechenden negativen Abweichungen etwas stärker besetzt, was durch eine stärkere Besetzung der extrem negativen Temperaturstufen kompensiert wird. Die Unterschiede sind jedoch so gering, daß ein Einfluß dieser leicht schiefen Verteilung in den Standardabweichungen bei der Zusammenfassung nach Wetterlagen nicht zu bemerken ist. Für die Großwetterlagen nach Hess-Brezowsky und für die Wetterlagen nach F. Lauscher sind die Standardabweichungen der mittleren Temperaturabweichungen in allen Fällen sehr ähnlich, sie liegen zwischen  $2,1$  und  $3,6^{\circ}\text{C}$ .

Jedem Kalendertag wird nun entsprechend seiner Wetterlage die mittlere Temperaturabweichung dieser Wetterlage (gemittelt über die ganze Ablationsperiode) zugeordnet und daraus mittlere Abweichungssummen berechnet. Wegen der verschiedenen Länge der Sommermonate werden diese Summen durch die Anzahl der Monatstage dividiert und die so "berechneten" mittleren Monatsabweichungen mit den in Vent tatsächlich gemessenen verglichen. Der erste Versuch, dazu die mittleren Abweichungen, gebildet über die gesamte Ablationsperiode zu verwenden, brachte kein positives Ergebnis. Daher war es notwendig, die Zeitspanne zu unterteilen und die mittleren Abweichungen der Wetterlagen in den entsprechenden Monaten als Grundlage zu nehmen. In Tabelle 22 sind in den Spalten (1) jeweils die gemessenen und in den Spalten (2) die aus den mittleren monatlichen Abweichungen der Wetterlagen nach F. Lauscher berechneten Abweichungen enthalten. Auffallend ist die sehr starke Glättung der Extreme bei den berechneten Abweichungen, die ebenfalls angegebenen Standardabweichungen und Korrelationskoeffizienten weisen auf keinen

sehr engen linearen Zusammenhang zwischen den gemessenen und den berechneten Werten hin. Mit der Schüeppschen Wetterlagenklassifikation und den Großwetterlagen nach Hess-Brezowsky wurden analoge Berechnungen durchgeführt, die in Tabelle 23 und in Tabelle 24 zusammengestellt sind. Wohl weisen auch hier die Korrelationskoeffizienten in den meisten Monaten auf einen mit 99 % Wahrscheinlichkeit signifikanten Zusammenhang hin, solange aber kein Jahresverlauf vorliegt, erscheint es schwierig, selbst die hohen Korrelationskoeffizienten in den Monaten Mai (berechnet nach M. Schüepp, Abb. 8), August (berechnet nach F. Lauscher, Abb. 8) und Juli (nach Hess-Brezowsky) richtig zu interpretieren. Die Standardabweichung der Monatsmittel der "gemessenen" Temperaturabweichungen (Tabelle 22, 23, 24) stimmt sehr gut mit den von F. Fliri (1970) unter anderem auch für die Zillertaler und Ötztaler Alpen berechneten mittleren Standardabweichungen der Lufttemperatur überein. Die Veränderlichkeit der Monatsmittel der Lufttemperatur nimmt demnach gegen den Frühling und den Herbst hin zu, bedingt durch die größere Wechselhaftigkeit der Witterung (Kaltlufteinbrüche, Föhn). Dies ist ebenfalls als Grund dafür zu werten, daß die Berechnung von nur einer mittleren Temperaturabweichung für eine Wetterlage über die gesamte Ablationsperiode die wahren Verhältnisse nicht befriedigend zu beschreiben vermag.

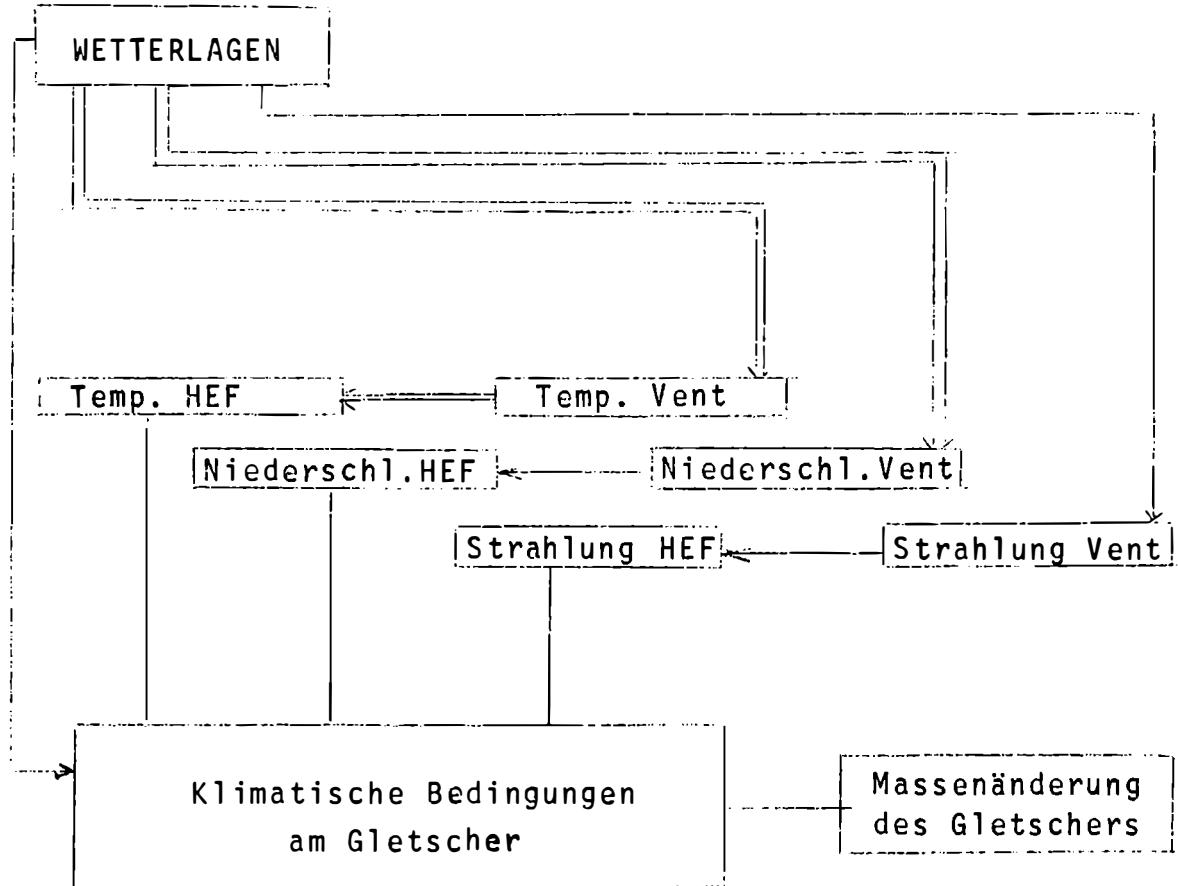
Es darf angenommen werden, daß die relativ gute Berechnung der monatlichen Temperaturabweichungen nur für die Sommermonate möglich ist, da mit zunehmender Standardabweichung der "gemessenen" Reihen die Standardabweichung der "berechneten" Reihen abnimmt (Tabelle 24) und damit auch die Korrelationskoeffizienten. Die Berechnung von mittleren Abweichungen führt offensichtlich zu einer sehr starken Glättung.

Immerhin ist die Methode geeignet, mit Hilfe eines Kalenders der Wetterlagen über einem bestimmten Gebiet das

Vorzeichen der Abweichung der Monatsmitteltemperatur festzulegen, wenngleich vor allem höhere Abweichungen ihrem Betrage nach nicht richtig erfaßt werden können. In ähnlicher Weise läßt sich auch aus der in den Prognosenkarten enthaltenen zu erwartenden Wetterlage die Tagesmitteltemperatur prognostizieren.

## D. DIE RELATIVE TOPOGRAPHIE 500/1000 mb

Die bisherigen Berechnungen erfolgten allein mit den beiden Variablen Temperatur und Niederschlag von Vent. In der folgenden Darstellung soll versucht werden, den Gesamtfragenkomplex stark vereinfacht darzustellen:



Nur die doppelten Linienzüge stellen die Beziehungen dar, die bisher näher untersucht werden konnten. Diese Versuche lassen die Umwege erkennen, die zur Gewinnung gesicherter Zusammenhänge zwischen den Wetterlagen und den klimatischen Bedingungen am Gletscher erforderlich sind. Die in der schematischen Darstellung eingetragene Strahlung ist für die Gletscherflächen mit Hilfe der relativen Sonnenscheindauer von Vent ohne größeren Aufwand erhältlich (Hoinkes, H. und R. Rudolph, 1962), doch ist für den Wärmehaushalt der Gletscherflächen weniger die angebotene,

als vielmehr die absorbierte Globalstrahlung wichtig, die jedoch zusätzlich die Kenntnis der Albedo der Gletscherflächen erfordern würde, die nicht einfach zu bestimmen ist.

Zugänglich ist jedoch ein weiterer Parameter, die relative Topographie 500/1000 mb, die ein Maß für den Wärmegehalt der unteren Troposphäre ist. Da auch ihr der Vorteil zu kommt, durch eine Mittelung zwischen zwei oder drei Stationen vergleichsweise frei zu sein von lokalen Einflüssen, kann diese Variable gut zur Kennzeichnung von Wetterlagen verwendet werden. Daß sie zur Unterscheidung von Witterungsverhältnissen im Alpeninneren auch geeignet ist, kann im folgenden gezeigt werden.

Im Kalender der Wetter- und Witterungslagen (1968) von M. Schüepp ist für jeden Tag ein Wert der relativen Topographie (Rel Z) 500/1000 mb für den zentralen Alpenpunkt seines Untersuchungsgebietes enthalten. Verfügbar ist jedoch auch die relative Topographie 500/1000 mb für die Alpennordseite als Mittel aus den beiden Stationen Payerne und München (im folgenden meist mit Rel N bezeichnet) und ein entsprechender Rel S Wert für die Alpensüdseite aus der Radiosonde von Mailand. Sämtliche Werte beziehen sich auf den Mittagstcrmin. In Analogie zur Bearbeitung der Temperatur Vent wurden für die Variablen Rel Z und Rel N mittlere Abweichungen für die einzelnen Wetterlagen errechnet. Die Berechnungen wurden nicht mit der Rel S durchgeführt, da eine kurze Untersuchung zeigte, daß diese Werte für das Innere Ötztal von allen drei relativen Topographien am wenigsten repräsentativ waren. Da sich zudem die Werte der Rel Z nur geringfügig von den Rel N-Werten unterscheiden, wird die Diskussion im folgenden meist auf die Rel N beschränkt, sämtliche Aussagen treffen im wesentlichen auch auf die Rel Z zu.

Aus den Tageswerten der Rel N wurden für die Jahre 1955 bis 1971 Tagesnormalwerte (Tab. 25) und die Abweichungen

der aktuellen Werte dazu gerechnet. Um auf die Unruhe hinzuweisen, die auch in den 17-jährigen Mittelwerten noch enthalten ist, wurde der Verlauf der Normalwerte in Abb. 9 graphisch dargestellt.

Günstig für diese Untersuchung wirkt sich aus, daß in den bearbeiteten Monaten Mai bis August Temperatur (Abb. 3) und relative Topographie 500/1000 mb (Rel N) einen verblüffend ähnlich verlaufenden Gang zeigen, ab August, und noch deutlicher im September sind die Temperaturmittel in Vent bei gleichbleibend ähnlichem qualitativen Kurvenverlauf jedoch niedriger. Die strichlierte Kurve in Abbildung 9 stellt die mit Fourieranalyse geglätteten Pentadenmittel für die Periode 1955 bis 1968 nach W. Kirchhofer dar. Es ist wahrscheinlich, daß der ungleiche Verlauf der beiden Mittelkurven von Temperatur und Rel N in der Berechnungsart der Temperaturmittel begründet liegt. Für die Bildung der Tagesmittel der Temperatur in Vent wurde die Vorschrift (7 Uhr + 14 Uhr + 21 Uhr)/3 verwendet, während die relative Topographie nur aus dem Mittagsaufstieg entnommen wurde.

In Tabelle 26 sind für die Wetterlagen nach F. Lauscher die mittleren Abweichungen der relativen Topographie 500/1000 mb (Rel N) der einzelnen Monate zusammengestellt. Die monatliche Häufigkeit ist in Tabelle 8 enthalten. Die Kombination von mittlerer Niederschlagswahrscheinlichkeit und mittlerer Abweichung der Rel N in Abbildung 10 zu einem synoptischen Klimadiagramm zeigt eine überzeugende Ähnlichkeit mit Abbildung 4, d.h. mit der Darstellung von mittlerer Niederschlagswahrscheinlichkeit und mittlerer Temperaturabweichung in Vent. Die entsprechende Berechnung für die Großwetterlagen nach Hess-Brezowsky ergeben ebenfalls eine überraschende Ähnlichkeit in den mittleren Abweichungen der Rel N und der Temperatur Vent (Abbildung 11 und Abbildung 6). In der Tabelle 27 sind die mittleren Abweichungen der Rel N für die einzelnen Monate Mai bis September enthalten.

Eine Gegenüberstellung der Werte der Rel N, der Rel S, der Rel Z sowie der Temperatur von Vent für die Ostalpinen Wetterlagen ist in Tab. 28 enthalten. Ein Vergleich der Abweichungen von Rel N und Rel S zeigt bei letzteren nicht nur die geringer negativen Abweichungen der zyklonalen Lagen, sondern auch die geringer positiven Abweichungen der Hochdrucklagen. Dies geht auch aus Abb. 12 hervor, wo die Unterschiede zwischen der Alpennord- und der Alpensüdseite deutlich zu erkennen sind. Da diese Besonderheiten durch die Zusammenfassung zur Rel Z gemittelt und damit abgeschwächt werden, wurde auch aus diesem Grund für die folgenden Berechnungen die Rel N verwendet. In dem angedeuteten linearen Zusammenhang der Abb. 12 - nur geringe relative Unterschiede sind zu erkennen - darf man eine Bestätigung dafür sehen, daß die Verhältnisse auf den Gletschern durch die Verwendung der Venter Temperaturabweichung gut beschrieben werden können. Bei Verwendung der Rel S sind die Übereinstimmungen mit der Temperatur von Vent nicht so gut, die Berechnung von Korrelationskoeffizienten zwischen den Abweichungen von Temperatur in Vent, Rel N, Rel S und Rel Z ergab keine signifikanten Unterschiede, die Koeffizienten liegen zwischen 0,93 und 0,99. Wegen der Ähnlichkeit der Abweichungen der Rel N mit den Abweichungen der Temperatur Vent wurde, wie in Kap. 8, der Versuch unternommen, mit den mittleren Abweichungen der Rel N der einzelnen Wetterlagen den Ablauf der Witterung nachzurechnen (Tab. 29, 30). Die Übereinstimmung in den einzelnen Monaten ist noch schlechter als die Rechnung bei Verwendung der Temperaturabweichungen ergeben hatte. Auch ein Versuch, durch zum Teil gewichtete Aufsummierung der Monate das Resultat zu verbessern, zeigte keinen brauchbaren Zusammenhang. In Tabelle 31 sind auch die Zusammenhänge dieser Abweichungssummen mit dem Massenhaushalt des Hintereisferrers enthalten. Die aus Tabelle 31 erkennbare geringfügig bessere Übereinstimmung zwischen dem Massenhaushalt des Hintereisferrers und den berechneten Ab-

weichungssummen hat ihre Ursache in der geringeren Standardabweichung der berechneten Werte gegenüber den gemessenen. Extreme Monate wie z.B. der Mai 1958 mit einer mittleren monatlichen Abweichung der Rel N von +7,31 gpdm oder der Mai 1962 mit einer mittleren monatlichen Abweichung der Rel N von -5,27 gpdm können durch die "Berechnung" nicht annähernd erfaßt werden und ermöglichen es, daß die "berechneten" Werte einen strafferen linearen Zusammenhang vortäuschen können.

## 10. BERECHNUNG DER ABLATION AM HINTEREISFERNER MIT HILFE EINER REGRESSIONSGLEICHUNG

Es wurde eingangs bereits mehrfach darauf hingewiesen, daß für die Massenänderungen eines Gletschers eine Kombination von klimatischen Elementen verantwortlich sei und nicht ein einzelnes Element. Um diese zu kombinierenden Glieder näher kennenzulernen, war es notwendig, sie getrennt zu betrachten. Die jeweiligen Korrelationskoeffizienten, durch welche die Strammheit eines angenommenen linearen Zusammenhangs dargestellt wird, liefern bei dem geringen Umfang der Stichproben erstaunlich gute Hinweise für einen funktionellen Zusammenhang. Sie sind gleichzeitig die Grundlage dafür, daß im folgenden versucht werden kann, durch eine multiple Regressionsanalyse festzustellen, welche Werte der einzelnen beteiligten Elemente durchschnittlich zueinander gehören. Dieser Zusammenhang läßt sich durch eine Gleichung der Form

$$y = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + C \quad (1)$$

ausdrücken. Dabei werden

$y$  ... als abhängige Variable und die

$x_n$  .. als unabhängige Variable bezeichnet. Die

$b_n$  .. sind die Regressionskoeffizienten, mit deren Hilfe man, soferne sie für eine ausgewählte Stichprobe hinreichend genau bestimmt sind, aus gegebenen  $x_1, x_2, \dots$  den Wert der abhängigen Variablen  $y$  bestimmen kann.

Denkt man daran, als abhängige Variable die Ablation und als unabhängige Variable Temperatur, Niederschlag, Rel. Topographie 500/1000 mb, Abfluß und ähnliches zu verwenden, so taucht das Problem auf, daß die Werte der einzelnen Variablen nicht in denselben Zeiteinheiten verfügbar sind. Da Messungen der Ablation am Hintereisferner zwar in den letzten Jahren ungleich häufiger vorgenommen werden konnten - allerdings nicht in konstanten Zeitabständen -

sind für die Variable "Ablation" keine Tageswerte vorhanden. Die exakte Berechnung von Tageswerten der Ablation würde die Lösung eines umfangreichen Gleichungssystems erfordern, weshalb es mit den zur Zeit verfügbaren Daten einfacher erschien, ab dem Beginn der Eisablation 1970 und 1971 bei Pegel Nr. 7 die täglichen Beträge der Ablation abzuschätzen. Dazu wurden notwendigerweise einige der später in der Regressionsanalyse verwendeten unabhängigen Variablen herangezogen, was auf die Verallgemeinerung der Regressionsgleichung keinen Einfluß haben sollte. Im Zusammenhang mit den Strahlungsmessungen im Sommer 1971 wurde an der Meßstelle Station 28 ein Meßfeld mit 9 Ablationspeglern errichtet und mit wenigen Ausnahmen täglich abgelesen, jedoch meist zu verschiedenen Tageszeiten. Gleichzeitig vorhandene Bewölkungsbeobachtungen (ständlich) und die Registrierungen von Temperatur und Globalstrahlung ermöglichen es, aus den Ablesungen auf angenäherte Tageswerte zu schließen. Wegen der Ende August 1971 bereits auftretenden Schneefälle ist die Meßreihe leider sehr kurz, wegen der Höhe der Meßstelle weisen die einzelnen Werte im Vergleich zur Zunge des Hintereisferrers geringere Absolutwerte auf. Es sind somit aus dieser Meßreihe kaum mehr als 30 Tageswerte verwendbar. Um einen längeren Zeitabschnitt erfassen zu können, wurde als repräsentativer Punkt an der Zunge des Hintereisferrers der Pegel Nr. 7 ausgewählt. Die Oberflächenbeschaffenheit des Gletschers, welche an dieser Stelle durch zeitweise verschieden starke Schuttbedeckung (Oberflächenmoräne) sicherlich Veränderungen in der Albedo bedingt, sowie das Ausapern eines Felskopfes in unmittelbarer Nähe des Meßpunktes konnten nicht berücksichtigt werden. Aus dem Jahre 1970 lagen für die Eisablation 20, aus 1971 18 direkte Pegelablesungen vor. Die Dauer der einzelnen Intervalle reicht von einem Tag bis zu 14 Tagen. Für jedes dieser Intervalle wurde ein Reduktionsfaktor nach der Temperatur an der Zunge des

Hintereisferners, nach der Temperatur Vent (T,S-Wert)<sup>x)</sup> sowie nach dem Abfluß der Rofenache gerechnet.

Die Multiplikation der Tageswerte dieser Vergleichsgrößen mit den dazugehörenden Faktoren liefert jeweils einen Verlauf der "Ablation", der noch mittels der zum Teil vorhandenen Niederschlagsbeobachtungen am Gletscher und entsprechend dem Verlauf der Ablation am Meßfeld in 2800 m Höhe bei St. 28 (August 1971) korrigiert wurde. Schwierigkeiten bereitete dabei vor allem die richtige Beurteilung der Niederschläge, da von Fall zu Fall sehr große Unterschiede zwischen den Meßstellen in Vent und an der Station Hintereis (3026 m) am Rande des Hintereisferrers auftraten. Als weitere Hilfe wurde zur Berechnung im September der Pegel Nr. 15 herangezogen, von welchem ebenfalls zahlreiche Ablesungen vorlagen. Auf diese Weise war es möglich,

---

<sup>x)</sup> Die Berechnung der T,S-Werte erfolgt nach einer von F. Howorka entwickelten Methode (Hoinkes, H., F. Howorka und U. Schneider, 1968; Hoinkes, H., 1970a; Hoinkes, H., 1970b) und stellt im wesentlichen eine für Schneefall am Gletscher korrigierte Aufsummierung der positiven Gradtagen in Vent dar. Von den Tagesmitteltemperaturen (größer 3°C) in Vent (1900 m) wird ein konstanter Betrag von 3°C abgezogen. Bei Annahme eines mittleren Gradienten von -0,6°C/100 m wird damit die Temperatur für eine Höhe von 2400 m berechnet, wo sich 1966 noch die Zunge des Hintereisferrers befand. Fallen in Vent Niederschläge bei Temperaturen unter 3°C, so werden diese als Schneefälle auf dem Gletscher betrachtet, wodurch die Eisablation für einige Zeit unterbrochen wird. Aus Wärmehaushaltstudien auf den Gletschern des Rofentalen konnte abgeschätzt werden, daß je 3 mm Niederschlag in Vent, entsprechend 5 cm Neuschnee am Gletscher, etwa zwei positive Gradtagen zur Schmelzung dieser Schneemenge notwendig sind, bevor wieder Eisablation beobachtet werden kann. Für eine Niederschlagsmenge von 3 mm in Vent, gefallen bei Temperaturen unter 3°C, werden somit jeweils zwei Gradtagen von der positiven Temperatursumme abgezogen. In der vorliegenden Bearbeitung sind allerdings nicht die aufsummierten Werte, sondern die täglichen Zuwachs- oder Abzugsbeträge der T,S-Werte verwendet.

in der Zeit

vom 17. 6. 1970 bis 30. 6. 1970 und  
vom 17. 5. 1971 bis 28. 9. 1971

eine tägliche Ablation für den Pegel Nr. 7 an der Zunge des Hintereisferners abzuschätzen, die im folgenden als "gemessene" Ablation bezeichnet wird. In Tab. 32 und Tab. 33 sind diese Tageswerte (a) in ca. Eis zusammengestellt und können mit den aus der Regressionsanalyse gewonnenen "berechneten" Tageswerten (b) verglichen werden. In Tab. 34a sind die Monatsersten als Abgrenzung für die Aufsummierung verwendet, bzw. es wird, um etwaige systematische Fehler zu entdecken, über Perioden von je 10 Tagen fortlaufend aufsummiert. Der Unterschied zwischen den "gemessenen" und den "berechneten" Werten ist gering, das Rechenprogramm ist offensichtlich in der Lage, die Mannigfaltigkeit der "Meßwerte" in eine einfache Gleichung zu fassen. Größere Unterschiede in den Einzelwerten (Tageswerten) tauchen eigentlich nur bei "negativer Ablation" auf wenn durch Neuschneefälle die Verhältnisse am Gletscher nicht so einfach beschreibbar sind. Hier werden aber sicherlich durch die laufenden verstärkten Niederschlagsbeobachtungen am Hintereisferner die notwendigen Verbesserungen erzielt werden können. Ein Vergleich der tatsächlich beobachteten sommerlichen Ablation mit den "berechneten" Werten ist in den Tabellen 34b und 34c wiedergegeben.

Das Rechenprogramm, mit dessen Hilfe diese multiple Regressionsanalyse durchgeführt wurde, basiert auf einer Abhandlung von J. A. Efroymson (1960) und war in einer leicht abgeänderten Form von der Programmbibliothek der Control Data Corporation am Universitätsrechenzentrum in Innsbruck erhältlich. Das wesentliche Kennzeichen dieses Programmes besteht in der schrittweisen Berechnung einer Reihe von multiplen linearen Regressionsgleichungen, wobei bei jedem Schritt diejenige weitere Va-

riable hinzugefügt wird, welche von den noch zur Verfügung stehenden die größte Erniedrigung der Summe der Abweichungsquadrate bewirkt. Das Programm bietet zusätzlich die Möglichkeit, durch die Festlegung der Grenzen eines Streuungsmaßes Variable aus der Analyse zu entfernen bzw. in der Analyse zu belassen. Weiters können die eingegebenen abhängigen mit den berechneten abhängigen Variablen verglichen werden (siehe Tab. 32 und Tab. 33).

Durch die Berechnung von Korrelationskoeffizienten nicht nur zwischen der abhängigen Variablen und den unabhängigen Variablen, sondern auch zwischen sämtlichen "unabhängigen" Variablen untereinander kann das Ausmaß eines möglichen linearen Zusammenhangs zwischen diesen Größen abgeschätzt werden.

Bei den zahlreichen Berechnungsversuchen wurden die folgenden Variablen verwendet:

Anzahl der Variablen: bis zu 7

Anzahl der Werte: 241 Tage (aus den beiden Ablationsperioden der Jahre 1970 und 1971 des Pegels Nr. 7)

Abhängige Variable: die "gemessenen" Tageswerte der Ablation

Unabhängige Variable:

- 1) Tagesmitteltemperatur von Vent
- 2) (T,S)-Werte für 2400 m Höhe
- 3) gemessene Tagesmitteltemperatur  
Zumpe Hinterreisferner
- 4) Rel H
- 5) Rel Z
- 6) Abfluß Venterache

Bemerkung zu 6): Ursprünglich wurde damit begonnen, die Abflußwerte des neuerrichteten Pegels Rofenache in der Analyse zu verwenden. Da diese aber erst seit dem Juni 1966 verfügbar sind, später jedoch versucht werden soll,

die Ablation am Hintereisferner bis zum Jahre 1964 zurück zu berechnen, mußte auf die täglichen Abflüsse (in m<sup>3</sup>/s) der Venterrache zurückgegriffen werden. Die Verwendung dieser Variablen diente zudem dazu, das Rechenprogramm auch im Hinblick auf weniger "aussagekräftige" Variable zu untersuchen.

Die Korrelationskoeffizienten dieser Variablen lauten im einzelnen:

	Ablation	Temp. Vent	Rel Z	Temp. HEF	Rel H	Abfluß Vent	(T,S)
Ablation	1,000	0,858	0,766	0,632	0,796	0,512	<u>0,381</u>
Temp. Vent		1,000	0,805	0,632	0,622	0,640	0,634
Rel Z			1,000	0,906	0,944	0,667	0,819
Temp. HEF				1,000	0,915	0,594	0,881
Rel H					1,000	0,609	0,833
Abfluß Venterrache						1,000	0,557
(T,S)							1,000

Die Temperaturnäße und in besonderen die (T,S)-Werte weisen den straffsten linearen Zusammenhang mit der Ablation auf, wenngleich auch die Koeffizienten der relativen Topographie sehr hoch sind. Da im folgenden versucht wird, mit den aus den Jahren 1970 und 1971 gewonnenen Regressionskoeffizienten die Ablation für die Periode 1964 bis 1969 zu berechnen, mußte bereits bei der Erstellung der Regressionsgleichung von der Verwendung der Variablen Temperatur Zunge Hintereisferner abgesehen werden, da diese Temperatur für die Jahre 1964 bis 1969 nicht vorliegt. Um die Anzahl der Variablen weiter zu verringern, wurde auch auf die Rel Z verzichtet. Für die endgültige Berechnung wurden die folgenden 5 Variablen verwendet:

- y ..... Tageswerte der Ablation in cm Eis  
 x<sub>1</sub> ..... (T,S)-Temperaturen in °C  
 x<sub>2</sub> ..... Tagesmitteltemperatur Vent in °C

$x_3 \dots \dots$  Rel H in gpdm ( -500)

$x_4 \dots \dots$  Abfluß Venterache in  $10^{-1} \text{ m}^3/\text{s}$

Anzahl der Werte: 271 Tage (17.6.1970 - 30.9.1970  
17.5.1971 - 28.9.1971)

Die damit berechnete Regressionsgleichung lautet:

$$x = 0,537 x_1 + 0,176 x_2 + 0,081 x_3 - 0,003 x_4 - 3,724 \quad (1)$$

Da die Werte dieser partiellen Regressionskoeffizienten von den Einheiten abhängen, in denen die Variablen eingegeben wurden, ist es mitunter vorteilhaft, eine Standardisierung vorzunehmen, indem jeder Wert als Abweichung von seinem Mittel, dividiert durch die Standardabweichung, verwendet wird, womit die ursprüngliche Gleichung (1) durch die Standardisierung

$$z = \frac{(x - \bar{x})}{s}$$

s ... Standardabweichung

nunmehr lautet:

$$y' = \beta_1 z_1 + \beta_2 z_2 + \beta_3 z_3 + \beta_4 z_4 \quad (2)$$

Diese  $\beta$ -Koeffizienten, die als standardisierte partielle Regressionskoeffizienten bezeichnet werden können, stellen ein Maß dafür dar, welchen Beitrag jede der unabhängigen Variablen an der berechneten abhängigen Variablen leistet. Sie werden deshalb mitunter auch als  $\beta$ -Gewichte bezeichnet. Die Berechnung ergibt:

$$y' = 0,62 z_1 + 0,18 z_2 + 0,16 z_3 + 0,07 z_4 \quad (2)$$

Der daraus ersichtliche Beitrag der (T,S)-Werte weist darauf hin, daß einer genaueren Erfassung der Neuschneefälle am Gletscher größtes Augenmerk geschenkt werden muß.

In Tabelle 35 sind die Ergebnisse dieser Berechnung mit den statistischen Prüfmaßen (t-Wert, F-Wert) zusammengestellt.

Der Beginn der Ablationsperiode wird durch das erste Ausapern von Gletschereis an der Zunge des Hintereisferrers definiert. Diese ersten ausgeaperten Gletscherflächen müssen jedoch nicht unbedingt bei Pegel Nr. 7 auftreten, woraus verständlich ist, daß der Beginn der Eisablation bei diesem Pegel geringfügig später sein kann. Für die beabsichtigte Gegenüberstellung (Tabelle 36) der sommerlichen Ablationswerte 1964 bis 1971, wie die tatsächlichen Beobachtungen sie ergaben und wie sie mit der Regressionsanalyse berechnet wurden, ist folgendes zu beachten: Für einige Haushaltsjahre muß vom Jahreswert der tatsächlich bei Pegel Nr. 7 beobachteten Ablation noch die nach dem 30. September des vorangehenden Jahres erfolgte Eisablation abgezogen werden. Die Größenordnung derselben reicht von maximal 48 cm (1970) bis 0 cm (1971) und beträgt im Durchschnitt für diese acht Jahre (1964 - 1971) 22 cm Eis, entsprechend etwa 4 Prozent der mittleren Ablation für diesen Zeitraum von 572 cm Eis.

Die Aufsummierung der "berechneten" Ablationswerte erfolgte vom jeweiligen sommerlichen Ablationsbeginn an und wurde mit dem 30. September, dem Ende des hydrologischen Jahres, abgeschlossen. Als Beginn der sommerlichen Eisablation an der Zunge des Hintereisferrers konnten aus den Aufzeichnungen die folgenden Termine entnommen werden:

3. Mai 1964	27. Mai 1968
23. Juni 1965	15. Mai 1969
3. Juni 1966	15. Juni 1970
21. Juni 1967	15. Mai 1971

Die sommerliche Eisablation setzte in den Jahren 1970 und 1971 beim Pegel Nr. 7 später ein, weshalb sich die Ablationssummen in Tabelle 34b und Tabelle 34c geringfügig von denen in Tabelle 36 unterscheiden.

Wenn nicht nur die Schwächen der Regressionsanalyse betrachtet werden, sondern auch berücksichtigt wird, daß die Messungen der Ablation an einer einzigen Stelle des Gletschers wegen der bereits angedeuteten Schwierigkeiten (Lageänderung relativ zum Gletscherrand, Schuttbedeckung, Meßgenauigkeit usw.) nicht erfaßbaren Einflüssen unterworfen sind, so kann die Übereinstimmung (Tabelle 36) zwischen der gerechneten und der tatsächlich gemessenen Ablation als zufriedenstellend bezeichnet werden (Abbildung 13). In Tab. 36 sind neben den Ablationswerten des Pegels Nr. 7 auch die Raten der Nettoablation und des Gesamthaushaltes zusammengestellt, da die Ablationssummen mit diesen Werten rechnerisch (Korrelationen) und graphisch in Beziehung gebracht wurden.

Durch die Strenge des angenommenen formalen Zusammenhangs bietet sich die Möglichkeit, die aus der Regressionsanalyse gewonnenen Ablationswerte zur Abschätzung der Massenbilanz zu verwenden. Es ist dabei an das folgende Schema gedacht

Als gegeben werden vorausgesetzt:

- 1) die unabhängigen Variablen (wobei kein Abflußwert mehr in die Analyse miteinbezogen werden soll)
- 2) die multiplen Regressionskoeffizienten
- 3) Dauer der Ablationsperiode

Damit kann die tägliche und durch Aufsummierung über die Ablationsperiode auch die sommerliche Eisablation an der Zunge des HEF berechnet werden.

Aus der Regressionsgleichung (1964 - 1971) zwischen der berechneten Ablation an der Zunge des Hintereisferrners (=x) in m Wasservert und der Nettoablation (=y) in  $10^6 \text{ m}^3$  Wasservert (Abbildung 14)

$$y = 3,23 x + 11,68$$

kann die Nettoablation abgeschätzt werden, welche selbst wiederum unter der Annahme eines linearen Zusammenhangs mit der Gesamtmassenbilanz durch die empirische Beziehung:

$$y = 1,072 x + 10,312$$

zur Berechnung der Massenbilanz (y) verwendet werden kann. Es bietet sich jedoch trotz des dabei feststellbaren hohen Korrelationskoeffizienten von  $0,96 \pm 0,03$  für obige Rechnung auch die Möglichkeit, mittels der Abbildung 15 graphisch einen Näherungswert zu erhalten.

Die Schwäche dieser Methode der Berechnung des Gesamtmassenhaushaltes liegt unter anderem auch darin, daß die Ablationsbedingungen bei einem einzigen Pegel in 2450 m Höhe auf der Zunge des Hintereisferners nicht so einfach auf das gesamte Ablationsgebiet übertragen werden können.

In den letzten Jahren wurde dieser Frage besondere Beachtung zuteil, weil die wechselnden Ablationsbedingungen bedingt durch die sehr unterschiedliche Albedo auf großen Flächen des Hintereisferners auch heute noch eine nicht einfach bestimmbar Maßgröße darstellen. Es darf in diesem Zusammenhang daran erinnert werden, daß es mit Niederschlagsmeßgeräten herkömmlicher Bauart im Hochgebirge leider nicht möglich ist, die Art des gefallenen Niederschlags festzustellen.

Den Schwierigkeiten, die durch die Bestimmung der stark wechselnden Albedo der Gletscherflächen und durch die Problematik der Niederschlagsmessung im Hochgebirge entstehen, suchte G. Skoda (1971A, 1971B) zu entgehen, indem er aus den täglichen Maßwerten der Radiosendestration München Hilfsgrößen für den Niederschlag und für die Bewölkung ableitete. Vor allem eine nicht sehr realistische Annahme der Albedooverhältnisse auf den Gletschern macht es verständlich, daß dieses numerische

Verfahren keine besseren Ergebnisse zu liefern vermag, als sie schon aus der Verwendung der Temperatur der Station Vent allein zu gewinnen sind. Von Heinkes H. und P. Steinacker (unveröffentlicht) wurde deshalb versucht, die oben erwähnte Methode der Bestimmung der (T,S)-Werte zu verfeinern und im Einzelfall mit verschiedenen Temperaturmaßen die Gebiete zu trennen, wo der Niederschlag am Hintereisferner als Regen oder als Schnee gefallen ist.

Auch durch die stündliche photographische Aufnahme eines Teiles der Gletscherfläche (im Bereich der temporären Altschneelinie) sucht man neuerdings auf dem Hintereisferner die Frage zu beantworten, welche Flächen mit Gletschereis, welche mit Altschnee und welche mit Neuschnee bedeckt sind.

Besonders eindrucksvoll wird die Bedeutung der Albedo für die Massenbilanz des Hintereisferners aus einigen ausgewählten Werten der mittleren spezifischen Ablation ersichtlich: Im Haushaltsjahr 1955/56 konnte auf einer  $3,10 \text{ km}^2$  großen Ablationsfläche ( $S_a$ ) eine mittlere spezifische Ablation von  $1,93 \text{ m}$  und eine Nettoablation ( $B_a$ ) von  $5,97 \times 10^6 \text{ m}^3$  berechnet werden (vergleiche Tabelle 1). Im Jahre 1971/72 wurde ebenfalls eine Fläche ( $S_a$ ) von  $3,10 \text{ km}^2$  errechnet, die mittlere spezifische Ablation betrug allerdings nur  $1,00 \text{ m}$  (bisher beobachtetes Minimum), was eine Nettoablation ( $B_a$ ) von  $3,11 \times 10^6 \text{ m}^3$  ergab. Ähnlich geringfügig waren die Verhältnisse in den Jahren 1957/58 und 1965/66, jeweils mit einer mittleren spezifischen Ablation von  $1,73 \text{ m}$ . Im Haushaltsjahr 1957/58 war die Ablationsfläche  $6,53 \text{ km}^2$  groß, die Nettoablation betrug  $11,32 \times 10^6 \text{ m}^3$ . 1965/66 ergab die Ablationsfläche von  $2,22 \text{ km}^2$  eine Nettoablation von nur  $3,86 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Diese Ziffern, in denen nicht nur der Witterungscharakter (in besonderen die Neuschneefälle) der betreffenden Ablationsperiode, sondern auch

die Winterschneedecke sowie die Höhe der Gleichgewichts-  
linie des vorangegangenen Jahres zum Ausdruck kommen,  
weisen darauf hin, daß die Genauigkeit der direkten  
Massenhaushaltbestimmungen durch eine so einfache nä-  
herungsweise Berechnung, wie sie in dieser Abhandlung  
vorgenommen wurde, nicht erreicht werden kann. Ein  
Modell, welches sämtliche maßgeblichen Parameter umfaßt,  
müßte demnach wesentlich umfangreicher und komplizierter  
gebaut sein.

## LITERATURVERZEICHNIS

- Ambach, W. und H. Heinkes, 1963. The heat balance of an Alpine Snowfield (Kesselwandferner, 3240 m, Oetztal Alps, August 11 - September 8, 1958) Preliminary communication. General Assembly, Comm. of Snow and Ice, Berkeley, 1963. pp. 24 - 36. IASH Publ. No. 61.
- Baur, F., 1962. Musterbeispiele europäischer Großwetterlagen. 36 Seiten, Dieterichsche Verlagsbuchhandlung, Wiesbaden.
- Baur, F., 1948. Einführung in die Großwetterkunde. 168 Seiten, Dieterichsche Verlagsbuchhandlung, Wiesbaden.
- Efroymson, M. A., 1960. Multiple regression analysis. In: Mathematical methods for digital computers, p. 191 - 203, Wiley & Sons Inc., New York.
- Fliri, F., 1962A. Wetterlagenkunde von Tirol. Tiroler Wirtschaftsstudien, 13. Folge. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck, 436 Seiten.
- Fliri, F., 1962B. Dynamische Mittelwerte in der alpinen Klimatologie. 6. Internat. Tagung für Alpine Meteorologie, Bled 1960, Federatives hydro-meteorologisches Institut, Beograd 1962, S. 85 - 91.
- Fliri, F., 1964. Zur Witterungsklimatologie sommerlicher Schneefälle in den Alpen. Wetter und Leben, Jg. 16, Heft 1-2, S. 1 - 11.
- Fliri, F., 1965. Über Signifikanzen synoptisch-klimatologischer Mittelwerte in verschiedenen alpinen Wetterlagensystemen. 8. Internat. Tagung für Alpine Meteorologie, Villach 1964, In: Sonderheft der CARINTHIA II, Nr. 24, Klagenfurt 1965, S. 36-48.
- Fliri, F. und M. Schüepp, 1967. Witterungsklimatologie. Veröffentlichungen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, Nr. 4, S. 215 - 229, Zürich 1967.
- Fliri, F., 1970. Probleme und Methoden einer gesamtalpinen Klimatographie. Jahresbericht der geographischen Gesellschaft von Bern. Band 49, 1967 - 1969, S. 113 - 127.

- Hess, P. und H. Brezowsky, 1952. Katalog der Großwetterlagen Europas. Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone, Bd. 5, Nr. 33, S. 1 - 47.
- Hess, P. und H. Brezowsky, 1969. Katalog der Großwetterlagen Europas. Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Nr. 113, Bd. 15, 69 Seiten.
- Hoinkes, H. und N. Untersteiner, 1952. Wärmeumsatz und Ablation auf Alpengletschern I. Geografiska Annaler, Bd. 34, Heft 1/2, S. 99 - 158.
- Hoinkes, H., 1954. Beiträge zur Kenntnis des Gletscherwindes. Archiv f. Meteorologie, Geophysik u. Bioklimatologie, Serie B, Bd. 6, S. 36-53.
- Hoinkes, H., 1955. Über Messungen der Ablation und des Wärmeumsatzes auf Alpengletschern mit Bemerkungen über die Ursachen des Gletscherschwundes in den Alpen. ICSI, General Assembly of Rome 1954, IASH Publ. No. 39, p. 442 - 448.
- Hoinkes, H., 1959. Das Glazial-meteorologische Forschungsprogramm in den Ötztaler Alpen. Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Bd. 8, Nr. 54, S. 8 - 13.
- Hoinkes, H. und H. Lang, 1961. Über Niederschlag und Abfluß im Gebiet des Hintereisferners, 1957/58 und 1958/59. Wetter und Leben, Sonderheft IX, S. 102 - 106.
- Hoinkes, H. und H. Lang, 1962A. Winterschneedecke und Gebietsniederschlag 1957/58 und 1958/59 im Bereich des Hintereis- und Kesselwandferners (Ötztaler Alpen). Archiv f. Meteorologie, Geophysik u. Bioklimatol. Ser. B, Bd. 11, S. 424 - 446.
- Hoinkes, H. und H. Lang, 1962B. Der Massenhaushalt von Hintereis- und Kesselwandferner (Ötztaler Alpen) 1957/58 und 1958/59. Archiv f. Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Ser. B, Bd. 12, S. 284 - 320.
- Hoinkes, H. und R. Rudolph, 1962C. Variations in the mass-balance of Hintereisferner (Ötztaler Alps), 1952 - 1961, and their relation to variations of climatic elements. C.S.I. Symposium of Obergurgl, 1962, IASH Publ. No. 58, p. 16 - 28.
- Hoinkes, H., 1964. Glacial Meteorology. In: Research in Geophysics, Vol. 2, Chapt. 15, p. 391 - 424, M.I.T. Press Cambridge, Mass., USA

- Hoinkes, H., 1967. Gletscherschwankungen und Wetter in den Alpen. 9. Internat. Tagung f. alpine Meteorologie, Veröffentl. der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt Nr. 4, S. 9-24.
- Hoinkes, H., E. Dreiseitl, F. Howorka, I. Lauffer, H. Queck, W. Schneider, H. Slupetzky. 1967. Combined water, ice and heat budget investigations in the Austrian Alps. Final Report, UNESCO Contract NS/2803/65, 89 pp.
- Hoinkes, H., 1968A. Das Eis der Erde. UMSCHAU in Wissenschaft und Technik, Jg. 68, Heft 10, S. 301-306.
- Hoinkes, H., 1968B. Wir leben in einer Eiszeit. Aus. Vom Erdkern zur Magnetosphäre, herausgeg. von H. Murawski, Frankfurt, S. 275-288.
- Hoinkes, H., 1968C. Glacier variation and weather. Journal of Glaciology, Vol. 7, No. 49, p. 3 - 19.
- Hoinkes, H., 1968D. Glaciology in the International Hydrological Decade. ICSI, General Assembly of Bern, 1967, IASH Publ. No. 79, p. 7 - 16.
- Hoinkes, H., F. Howorka und W. Schneider. 1968. Glacier Massbudget and mesoscale weather in the Austrian Alps, 1964 - 1966. ICSI, General Assembly of Bern 1967, IASH Publ. No. 79, p. 241 - 254.
- Hoinkes, H. und G. Wendler, 1968. Der Anteil der Strahlung an der Ablation von Hintereis- und Kesselwandferner (Ötztaler Alpen) im Sommer 1958. Archiv f. Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serie B, Bd. 16, S. 195-236.
- Hoinkes, H., 1970A. Ergebnisse des glazial-meteorologisch-hydrologischen IHD-Programmes im Refental bei Vent, 1964 - 1968. Österreich. Wasserwirtschaft Jg. 22, Heft 5/6, S. 101 - 113.
- Hoinkes, H., 1970 B. Methoden und Möglichkeiten von Massenhaushaltstudien auf Gletschern. Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. VI, Heft 1-2, 1970, S. 37 - 90.
- Hoinkes, H., 1971. Über Beziehungen zwischen der Massenbilanz des Hintereisferners (Ötztaler Alpen, Tirol) mit Beobachtungen der Klimastation Vent. Annalen der Meteorologie, Neue Folge Nr. 5 (1971), S. 259 - 264.

- Hoinkes, H. und R. Steinacker (unveröffentlicht). Hydro-meteorological implications of the mass balance of Hintereisferner 1952/53 - 1968/69. Paper presented at IUGG General Assembly, Comm. of Snow and Ice, Moscow, Aug. 1971.
- Kirchhofer, W., 1971. Abgrenzung von Wetterlagen im zentralen Alpenraum. Veröffentlichungen der Schweizerischen Meteorolog. Zentralanstalt Nr. 23, 69 Seiten.
- Koller, S., 1969. Neue graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. 4. Auflage. Darmstadt.
- Lang, H., 1962. Massenhaushalt und Abfluß des Hintereis- und Kesselwandfners (Ötztaler Alpen) in den hydrologischen Jahren 1957/58 und 1958/59 (I.G.Y. und I.C.C.). Dissertation Universität Innsbruck, 1962. 106 Seiten. (hektographiert).
- Lang, H., 1966. Hydrometeorologische Ergebnisse aus Abflußmessungen im Bereich des Hintereisfners (Ötztaler Alpen) in den Jahren 1957 - 1959. Archiv f. Meteorologie, Geophysik und Bioklimatol. Ser. B, Bd. 14 S. 280 - 302.
- Lang, H., 1968. Relations between glacier runoff and meteorological factors observed on and outside the glacier. IUGG/IASH I.C.S.I. General Assembly of Bern, Publ. No. 79, p. 429 - 439.
- Lauffer, I., 1966. Das Klima von Vent. Dissertation Universität Innsbruck, 1966, 166 Seiten (hektographiert).
- Lauscher, F., 1954. Dynamische Klimaskizze von Österreich. In: H. Flohn, Witterung und Klima in Mitteleuropa. S. Hirzel Verlag, Stuttgart.
- Lauscher, F., 1960. Lufttemperatur. In: Klimatographie von Österreich, Denkschrift der Akademie, Bd. 3, 2. Lf., S. 137 - 206.
- Palgov, N. N., 1962. The relation between glacier retreat and the position of the firn line with special reference to the Zentralny Tuyuksu Glacier. C.S.I. Symposium of Obergurgl, 1962, IASH Publ. No. 58, p. 40 - 48.
- Richter, E., 1888. Die Gletscher der Ostalpen. 291 Seiten, Engelhorn, Stuttgart.

- Schneider, W., 1967. Über Beziehungen zwischen den Massenhaushalten der Gletscher und der allgemeinen Zirkulation. Dissertation, Universität Innsbruck, 93 Seiten, (hektographiert).
- Schüepp, M., 1957. Klassifikationsschema, Beispiele und Probleme der Alpenwetterstatistik. La Météorologie, numero special consacré à la Météorologie Alpine, Quatrième Serie, No. 45 ~ 46, S. 291 ~ 300.
- Schüepp, M., 1959A. Klimatologie der Wetterlagen des Alpengebietes. Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Bd. 8, Nr. 54, S. 164-173.
- Schüepp, M., 1959B. Die Klassifikation der Witterungslagen. Geofisica pura e applicata. Vol 44 (1959/III), p. 242 ~ 248.
- Schüepp, M. 1965A. Probleme der Witterungsklimatologie im Alpengebiet. 8. Internat. Tagung f. Alpine Meteorologie, Villach 1964, In: Carinthia II, 24. Sonderheft, Klagenfurt 1965, S. 26 ~ 36.
- Schüepp, M., 1965B. Ziele und Aufgaben der Witterungsklimatologie. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jg. 110, Heft 3, S. 405 ~ 418.
- Schüepp, M., 1967. Witterungsklimatologie. Siehe: Fliri, F. und M. Schüepp, 1967.
- Schüepp, M., 1968. Kalender der Wetter- und Witterungslagen von 1955 bis 1967. Veröffentl. d. Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt Nr. 11, 44 Seiten.
- Skoda, G., 1971A. Die Bestimmung der Massenbilanz temperierter Gletscher. Wetter und Leben, Jg. 23, Heft 1-2, Seite 15-22
- Skoda, G., 1971B. Die Bestimmung des Massenhaushaltes temperierter Gletscher aus Radiosondenmessungen. Polarforschung, Bd. VII, Jg. 41, Nr. 1/2, Seite 158 ~ 164.
- Steinhauser, F., 1962. Die Auswirkungen der verschiedenen Wetterlagen in Österreich. 6. Internat. Tagung f. Alpine Meteorologie in Bled, 1960, Federatives hydrometeorologisches Institut, Beograd, S. 99 ~ 107
- Tronov, M. V., 1962. On the role of summer snowfall in glacier variation. I.C.S.I. Symposium of Obergurgl, IASH Publ. No. 58, p. 262-269.

UNESCO/IASH 1970. Combined heat, ice and water balances at selected glacier basins. Technical papers in hydrology No. 5, p. 1-20.

Wagner, A., 1940. Klimaänderung und Klimaschwankung. 221 Seiten, Braunschweig 1940.

Wakonigg, H., 1971. Gletscherverhalten und Witterung. Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. VII, Heft 1-2, S. 103 - 123.

Willfarth, J., 1959. Erfahrungsbericht zur Schüeppschen Wetterstatistik im Ostalpenraum. 5. Internat. Tagung für Alpine Meteorologie in Garmisch-Partenkirchen. Berichte d. Deutschen Wetterdienstes, Bd. 8, Nr. 54, S. 174 - 176.

## N A C H W O R T

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des Forschungsprogrammes, das vom Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. H. Hoinkes seit über 20 Jahren auf den Gletschern der Ötztaler Alpen durchgeführt wird. Durch die Teilnahme an den Feldarbeiten in den letzten 10 Jahren (1964 bis 1973) konnte ich selbst an der Erfassung der hier verwendeten Maßdaten mitwirken.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem verehrten Lehrer, Herrn Univ.-Prof. Dr. H. Hoinkes, zu danken, der mich in die Probleme der Glaziologie und alpinen Meteorologie einführte, mir die Anregung zu dieser Arbeit gab und mit Rat und Tat stets zur Seite stand.

Daneben darf ich auch den Kolleginnen und Kollegen am Institut für Meteorologie und Geophysik danken für ihre Mithilfe bei der Gewinnung von Felddaten sowie Dr. I. Vergeiner und Dr. A. Lochs bei der Erstellung der zahlreichen Rechenprogramme.

Die Österreichische Akademie der Wissenschaften hat die Finanzierung der Arbeiten im Rahmen des IHD-Programmes "Eis-, Wasser- und Wärmehaushalt im Rofental bei Vent" übernommen, wofür auch an dieser Stelle gebührend gedankt sei.

## VERZEICHNIS DER TABELLEN

- Tab. 1 Massenhaushalt des Hintereisferrers 1952/53 bis 1971/72 und Klimadaten von Vent
- Tab. 2 Katalog der Großwetterlagen und Wetterlagen, 1955-1971, Mai bis September
- Tab. 3 Abweichung der relativen Topographie 500/1000 mb ("t"-Werte, Rel Z) von einer mittleren Häufigkeitsverteilung, 1955-1971, Mai bis September
- Tab. 4 Niederschlagssummen der Station VENT und des Regenmessers Hintereisferrner, 1954/55 - 1970/71
- Tab. 5 17-jährige Tagesmitteltemperatur Vent, 1955-1971, Mai bis September, (7 + 14 + 21)/3
- Tab. 6 Häufigkeit der ostalpinen Wetterlagen nach F. Lauscher und Temperaturabweichung in Vent, 1955-1971, Mai bis September
- Tab. 7 Vergleich verschiedener Häufigkeitsverteilungen der ostalpinen Wetterlagenklassifikation nach F. Lauscher, 1948-1957 und 1955-1971
- Tab. 8 Monatliche Häufigkeitsverteilung (in Tagen und %) der Wetterlagenklassifikation nach F. Lauscher, 1955-1971, Mai bis September
- Tab. 9 Niederschlagswahrscheinlichkeit in Vent, 1955-1971, Mai bis September, der Wetterlagenklassifikation nach F. Lauscher
- Tab. 10 Spezielle Niederschlagswahrscheinlichkeiten der ostalpinen Wetterlagenklassifikation nach F. Lauscher, 1955-1971
- Tab. 11 Sommerliche Neuschneefälle in Vent, 1900 m, der Wetterlagenklassifikation nach F. Lauscher, 1955-1971, Juli bis September
- Tab. 12 Häufigkeitsverteilung der Schüeppschen Wetterlagenklassifikation, 1955-1971, Ablationsperiode
- Tab. 13 Zusammenfassung der Schüeppschen Wetterlagen: Bodenstromlagen, Höhenstromlagen und Kernlagen

- Tab. 14 Zusammenfassung der Schüeppschen Wetterlagen:  
Boden- und Höhenstromlagen zusammengefaßt be-  
züglich der Höhenströmung
- Tab. 15 Zusammenfassung der Schüeppschen Wetterlagen:  
Boden- und Höhenstromlagen zusammengefaßt be-  
züglich der Bodenströmung
- Tab. 16 Häufigkeitsverteilung und mittlere Temperatur-  
abweichung in Vent der Großwetterlagen nach  
Hess-Brezowsky, 1955-1971, Ablationsperiode
- Tab. 17 Monatliche Häufigkeit (in Tagen und %) der Groß-  
wetterlagen nach Hess-Brezoswky, 1966-1971,  
Mai-September
- Tab. 18 Mittlere tägliche Temperaturabweichung der Groß-  
wetterlagen nach Hess-Brezowsky, Vent, 1955-1971,  
V - IX
- Tab. 19 Niederschlag Vent der Großwetterlagen nach Hess-  
Brezowsky, 1955-1971, Mai bis September
- Tab. 20 Anzahl der Tage mit Schneefall in Vent, 1900 m,  
1955-1971, Mai bis September, Großwetterlagen  
nach Hess-Brezowsky
- Tab. 21 Mittlere tägliche Temperaturabweichung der Wetter-  
lagen nach F. Lauscher, 1955-1971, Mai bis  
September
- Tab. 22 Mittlere monatliche Temperaturabweichung in Vent  
der Wetterlagen nach F. Lauscher, 1955-1971,  
Mai bis September
- Tab. 23 Mittlere monatliche Temperaturabweichung in Vent  
der Wetterlagen nach M. Schüepp, 1955-1971,  
Mai bis September
- Tab. 24 Mittlere monatliche Temperaturabweichung in Vent  
der Großwetterlagen nach Hess-Brezowsky, 1955-1971,  
Mai bis September
- Tab. 25 17-jährige Tagesmittel der relativen Topographie  
500/1000 mb für die Alpennordseite (Rel N),  
1955-1971, V - IX

- Tab. 26 Mittlere tägliche Abweichung der relativen Topographie 500/1000 mb, Alpennordseite, Wetterlagen nach F. Lauscher, 1955-1971, Mai bis September
- Tab. 27 Mittlere tägliche Abweichung der relativen Topographie 500/1000 mb, Alpennordseite, Großwetterlagen nach Hess-Brezowsky, 1955-1971, Mai bis September
- Tab. 28 Mittlere tägliche Abweichungen der Temperatur Vent, der Rel N, der Rel S und Rel Z geordnet nach den ostalpinen Wetterlagen
- Tab. 29 Mittlere monatliche Abweichung der Rel N für die ostalpine Wetterlagenklassifikation, 1955-1971, V - IX
- Tab. 30 Mittlere monatliche Abweichung der Rel N für die Großwetterlagen nach Hess-Brezowsky, 1955-1971, V - IX
- Tab. 31 Summen der mittleren monatlichen Abweichungen der Rel N und ihr Zusammenhang mit den Massenhaushalten des Hintereisferrners, 1955-1971, Mai bis September
- Tab. 32 Tageswerte der Ablation des Pegels Nr. 7, 1970 in cm Eis
- Tab. 33 Tageswerte der Ablation des Pegels Nr. 7, 1971 in cm Eis
- Tab. 34a,b,c Vergleich der gemessenen und der mittels Regressionsanalyse berechneten Ablation des Pegels Nr. 7
- Tab. 35 Ergebnisse der Regressionsanalyse und statistische Prüfgrößen
- Tab. 36 Ablation des Pegels Nr. 7, 1964 bis 1971 und Zusammenhang mit dem Massenhaushalt des Hintereisferrners

Tab. 1

## MASSENHAUSHALT HINTEREISFERNER 1952/53 bis 1971/72

und Klimadaten von Vent (nach Lauffer, I. 1966)

Haus- halts- jahr	Netto~ akkumulation		Netto~ ablation		Massenbilanz		
	S <sub>C</sub> 1.X.-30.IX. km <sup>2</sup>	B <sub>C</sub> 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	S <sub>a</sub> km <sup>2</sup>	B <sub>a</sub> 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	S km <sup>2</sup>	B 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	b 10 <sup>-1</sup> gcm <sup>-2</sup>
1952/53	5.44	+ 1.66	4.80	- 7.19	10.24	- 5.53	- 540
1953/54	7.04	+ 3.03	3.16	- 5.95	10.20	- 2.92	- 286
1954/55	7.57	+ 5.20	2.58	- 4.43	10.15	+ 0.77	+ 76
1955/56	7.01	+ 3.19	3.10	- 5.97	10.11	- 2.78	- 275
1956/57	6.51	+ 3.74	3.55	- 5.64	10.06	- 1.90	- 189
1957/58	3.49	+ 1.49	6.53	-11.32	10.02	- 9.83	- 981
1958/59	3.42	+ 1.26	6.55	- 8.87	9.97	- 7.61	- 763
1959/60	7.15	+ 4.32	2.77	- 4.94	9.92	- 0.62	- 62
1960/61	6.27	+ 4.11	3.61	- 6.14	9.88	- 2.03	- 205
1961/62	3.57	+ 1.27	5.64	- 7.68	9.21	- 6.41	- 696
1962/63	4.83	+ 3.20	4.33	- 8.72	9.16	- 5.52	- 603
1963/64	2.29	+ 0.81	6.77	-12.09	9.06	- 11.28	- 1244
1964/65	7.36	+10.67	1.69	- 2.30	9.05	+ 8.37	+ 925
1975/66	6.83	+ 6.97	2.22	- 3.86	9.05	+ 3.11	+ 344
1966/67	6.20	+ 5.04	2.83	- 4.86	9.03	+ 0.18	+ 20
1967/68	6.83	+ 6.73	2.40	- 3.68	9.03	+ 3.05	+ 338
1968/69	5.06	+ 2.48	3.95	- 6.36	9.01	- 3.88	- 431
1969/70	4.41	+ 1.92	4.60	- 6.90	9.01	- 4.98	- 552
1970/71	4.42	+ 1.88	4.58	- 7.28	9.00	- 5.40	- 600
1971/72	5.89	+ 2.50	3.10	- 3.11	8.99	- 0.62	- 69

Monatssummen des Niederschlages (mm) (Mittelwerte der Periode 1936-1965)

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
36	41	37	40	61	82	89	89	69	43	45	40	673

Monatsmittel der Temperatur (7 + 14 + 21 + 21)/4 1936-1965 in °C

-7.2 -6.2 -3.2 0.7 4.8 8.3 9.9 9.5 7.3 3.0 -2.2 -5.6 1.6

Sonnenscheindauer in Stunden Mittelwerte der Periode 1936-1965

46	79	141	146	153	164	182	170	155	124	54	36	1453
----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	------

Relative Sonnenscheindauer in % 1936-1965

51	56	57	54	50	51	56	58	60	61	52	48	54.8
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	------

## Erläuterungen zu Tabelle 2

Im folgenden sind die Großwetterlagen und Wetterlagen für Mai bis September

1955 bis 1971  
zusammengestellt.

Die Bedeutung der einzelnen Abkürzungen ist in den zitierten Tabellen erläutert.

H Hess-Brezowsky ..... Tabelle 16

Die Verwendeten Abkürzungen weisen von den bei Hess-Brezowsky (1969) angeführten insoferne ab, als die ursprünglich mit HNFA und HNFZ bezeichneten Großwetterlagen in dieser Arbeit mit NFA und NFZ abgekürzt werden.

S M. Schüepp ..... siehe Text, Kap. 6

Die zweiziffrige Zahl steht für "Dd", wobei "D" den geostrophischen Wind in der Bodenwetterkarte und "d" die Strömungsrichtung im 500 mb Niveau bedeutet.

Die Windrose ist folgendermaßen nummeriert:

N = 8 NE = 1 E = 2 usw

L F. Lauscher ..... Tabelle 6

Da eine Schreibweise mit Kleinbuchstaben nicht möglich war, wurde nicht wie allgemein üblich die Wetterlage Zwischenhoch mit "h" sondern mit "H" abgekürzt und für die Lage Hochdruck über West- und Mitteleuropa wurde statt "H" hier "HH" verwendet.

3 MAI 1955

4 JUNI 1955

5 JULI 1955

6 AUG. 1955

7 SEPT. 1955

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

1	SWA	5	H	NFA	7	H	WW	6	H	BM	5	HH	WA	10	TR
2	WZ	5	TB	NFA	97	TK	WZ	6	TR	BM	0	H	WA	0	W
3	WZ	27	W	SEA	7	H	WZ	5	TR	NWA	10	NW	WA	0	W
4	WZ	66	H	SEA	6	TB	WZ	66	TK	NWA	16	NW	WA	0	W
5	WZ	6	W	SEA	6	TSW	NWZ	17	TK	NWA	27	N	WA	0	HZ
6	WZ	55	W	SEA	46	H	NEZ	18	N	NWA	7	HH	TRM	6	TR
7	WZ	76	TK	TR	65	TB	NEZ	18	N	NZ	6	H	TRM	5	HZ
8	HM	8	HH	HNZ	5	TK	NEZ	11	TK	NZ	17	TK	HM	0	HE
9	HM	56	SW	HNZ	95	TSW	NEZ	11	TK	NEZ	17	TK	WW	5	HE
10	TRM	6	W	HNZ	86	TK	HFA	20	TK	NEA	10	TK	WW	10	TS
11	TRM	16	W	WZ	19	NW	HFA	0	TK	NEA	0	H	WW	22	TR
12	TRM	28	HH	WZ	6	H	HFA	0	TK	NEA	6	H	WZ	0	W
13	TRW	66	SW	WZ	77	TK	HFA	7	H	NEA	5	H	NWZ	16	TR
14	TRM	66	SW	WZ	18	H	BM	10	H	NEA	5	TB	NWZ	76	TK
15	TRM	16	TK	WZ	8	H	BM	0	H	SWA	5	TR	NWZ	26	TK
16	TRM	6	H	HNA	7	H	BM	0	HH	SWA	28	TR	NWZ	18	TK
17	TRW	56	TB	HNA	6	H	BM	0	HH	SWA	7	HZ	NWZ	7	HH
18	TRM	15	TB	HNA	6	H	BM	5	H	SWA	8	HZ	WA	0	HH
19	TRM	16	NW	SEA	55	SW	NWA	5	TK	SWA	8	HZ	HM	0	HH
20	TRM	26	NW	WW	5	TB	NWA	5	TK	HM	8	TR	HM	5	HH
21	TRM	26	H	WW	0	TR	NWA	5	TK	HM	1	HE	SA	0	HH
22	NWA	17	NW	BM	18	H	NWA	10	TK	HFA	2	HF	SA	0	H
23	NWA	7	HH	BM	28	HH	NWA	10	N	HFA	0	HF	SA	0	H
24	NWA	7	HH	BM	0	HH	NEA	17	N	HFA	0	HF	SA	0	HF
25	HNA	6	H	BM	0	TR	NEA	27	N	HFA	0	HF	WW	0	HE
26	HNA	6	TSW	BM	10	TR	NEA	5	TWM	HFA	56	H	WW	0	TR
27	HNA	6	H	BM	10	HH	NEZ	6	HF	HFA	6	H	NWA	10	TR
28	HNA	6	H	BM	20	H	NEZ	6	TK	BM	6	TK	NWA	17	NW
29	HNA	10	N	WW	6	H	NEZ	87	N	BM	6	TK	WA	22	HH
30	HNA	20	HF	WW	17	TK	NEZ	17	N	BM	6	H	WA	22	HZ
31	NFA	0	HF				BM	20	HH	WA	0	H			

MAI 1956

JUNI 1956

JULI 1956

AUG. 1956

SEPT. 1956

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L
1	NEZ	87	H	WA	81	TR	TB	55	TR	WZ	6	W	SEZ	45	TSW
2	NEZ	11	H	WA	11	H	TB	4	TR	WZ	77	NW	SEZ	45	TSW
3	HM	10	HZ	WA	0	HH	WW	17	H	TRM	76	TK	SEZ	85	TB
4	HM	12	HH	SWZ	6	HB	WW	7	HH	TRM	16	TK	SWZ	16	H
5	HM	1	HH	SWZ	5	TB	WW	7	W	TRM	6	H	SWZ	45	H
6	HM	2	HH	SWZ	5	TB	WZ	77	W	TRM	5	TR	SWZ	5	TB
7	WA	0	HH	SWZ	65	TB	HM	6	H	TRM	5	HZ	SWZ	6	TB
8	WA	0	W	TRM	14	TR	HM	6	HH	BM	26	HZ	SWZ	6	H
9	WA	0	H	TM	89	TR	HM	0	H	BM	6	HH	SZ	6	H
10	WZ	76	W	TM	5	TK	NEZ	0	TK	BM	5	H	SZ	56	TSW
11	WZ	18	NW	TM	45	TK	NEZ	80	H	WZ	66	TB	NWZ	17	TK
12	WZ	88	NW	TM	6	TK	NEZ	10	H	WZ	17	H	NWZ	77	NW
13	WA	10	NW	TRM	6	H	NFZ	6	H	WZ	6	HH	NWZ	17	NW
14	WA	21	W	TRM	15	HZ	NFZ	5	TK	WZ	76	HZ	NWZ	28	H
15	WA	18	W	TRM	15	TK	NFZ	6	TK	WZ	26	HZ	NWZ	0	HH
16	WA	0	H	TRM	6	H	NFZ	6	TK	WZ	7	HZ	HB	0	HH
17	NWZ	6	W	TRM	55	H	NFZ	17	TS	WZ	6	SW	HB	20	NW
18	NWZ	6	W	TRM	88	TK	NFZ	6	H	WZ	6	TB	HB	20	HF
19	NWZ	15	TR	NWZ	18	TS	NFZ	5	TR	WZ	6	TB	SEA	0	HE
20	NWZ	26	H	NWZ	77	NW	TM	6	H	WZ	5	HH	SEA	0	HF
21	SEA	6	H	NWZ	88	NW	TM	6	H	WS	15	TK	SEA	0	HE
22	SEA	55	TWM	HB	19	N	NWA	6	H	WS	5	H	SEA	0	S
23	SEA	0	TWM	HB	81	N	NWA	18	HH	WS	10	TK	SEA	30	S
24	SEA	3	TR	HB	86	N	NWA	77	NW	WS	66	H	SEA	30	HE
25	TRM	90	TR	NWZ	19	NW	NWA	18	NW	WS	66	W	SEA	44	HE
26	BM	5	H	NWZ	7	NW	NWA	7	W	WS	5	SW	WW	4	TR
27	BM	5	H	NWZ	6	NW	NWA	6	H	TRW	65	TB	WW	76	TR
28	BM	9	H	NWZ	6	W	WZ	6	TR	TRW	5	H	SWZ	7	W
29	BM	6	H	WZ	17	W	WZ	5	TR	TRW	15	TB	SWZ	6	W
30	BM	5	HH	TB	6	H	WZ	65	TR	TRW	16	H	SWZ	6	HH
31	BM	4	TR				WZ	26	W	U	6	H			

MAI 1957

JUNI 1957

JULI 1957

AUG. 1957

SEPT. 1957

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L
1	HB	20	H	BM	0	HZ	HM	0	HH	HB	8	HH	WA	6	W
2	HB	20	H	BM	5	HH	HM	9	HH	HB	28	HH	WA	6	TR
3	NZ	20	NW	BM	65	TR	HM	56	HH	HB	28	NW	WA	27	TS
4	NZ	10	NW	WZ	78	TS	HM	9	H	HNA	7	N	WA	18	H
5	NZ	96	H	WZ	76	NW	HM	9	H	HNA	0	HH	WA	7	H
6	NZ	16	N	WZ	6	NW	HM	0	TSW	HNA	6	HH	SWA	7	H
7	NZ	88	N	WZ	5	SW	HM	4	TR	HNA	6	H	SWA	0	H
8	U	7	H	WZ	65	TB	WA	5	TR	TB	6	H	SWA	5	HZ
9	SEA	46	H	TRW	5	TB	WA	15	H	TB	55	TR	SWA	15	HZ
10	SEA	6	H	TRW	44	TK	WA	15	H	TB	6	TR	SWA	6	HZ
11	SEA	56	TB	TRM	84	TK	WA	18	TS	TRW	5	SW	SWA	66	TB
12	SWA	4	TR	TRM	13	TR	TB	6	H	TRW	5	SW	TRM	76	NW
13	SWA	6	W	FM	22	HH	TB	6	H	TRW	5	H	TRM	66	NW
14	SWA	8	H	FM	3	HH	TB	15	TR	TRW	26	TS	TRM	66	NW
15	SWA	0	H	FM	2	HH	NWZ	95	TR	TRW	5	TB	TRM	76	NW
16	SWA	85	TB	FM	3	TSW	NWZ	16	H	WZ	96	TB	TRM	17	H
17	SWA	29	H	HNA	3	TWM	TB	6	H	WZ	6	W	NFZ	7	H
18	SWA	0	H	HNA	0	TS	TB	6	H	WZ	16	W	NFZ	7	H
19	NWZ	84	TR	HNA	6	TS	TB	5	TR	WZ	18	TS	NFZ	6	H
20	NWZ	80	TR	HNA	6	TK	TR	67	TR	WZ	18	W	NFZ	6	H
21	NWZ	17	H	HNA	5	TSW	U	96	TR	WZ	8	W	NFZ	6	W
22	HNZ	17	H	TRW	5	TK	NWZ	87	N	WZ	17	NW	SWZ	9	W
23	HNZ	6	HF	TRW	5	TK	NWZ	78	N	WZ	56	H	SWZ	66	W
24	HNZ	24	HF	TRW	95	TK	NWZ	17	NW	WZ	66	W	SWZ	66	W
25	NFA	23	HF	TRM	15	NW	NWZ	7	W	WZ	66	W	HNZ	26	H
26	NFA	22	HF	TRM	16	H	WZ	7	W	NWZ	77	W	HNZ	5	TK
27	NFA	25	TWM	FM	8	HH	WZ	6	W	NWZ	6	W	NWZ	28	H
28	NFA	20	TWM	FM	8	HH	WZ	26	TS	NWZ	16	NW	NWZ	17	NW
29	BM	0	H	FM	0	HH	NWZ	26	NW	WA	26	HH	NWZ	76	NW
30	BM	0	HH	FM	0	HH	NWZ	18	H	WA	7	HH	HB	26	N
31	BM	0	TR				HB	28	HH	WA	7	HH			

MAI 1958

JUNI 1958

JULI 1958

AUG. 1958

SEPT. 1958

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L
1	HM	8	HH	NFA	6	H	HFA	4	TR	WA	5	HZ	HFA	0	HF
2	HM	8	HH	NFA	5	H	HNZ	5	TR	WA	15	HZ	HFA	0	HF
3	NA	7	NW	NFZ	5	TB	HNZ	15	TSW	WA	26	TR	HFA	7	HF
4	NA	7	NW	HNA	16	NW	HNZ	5	TK	WA	27	HZ	HFA	7	HF
5	SWZ	66	W	HNA	27	H	HNZ	86	NW	WA	0	HZ	HM	0	HF
6	SWZ	66	W	HNA	6	H	NWA	17	NW	WZ	6	W	HM	0	HH
7	SWZ	7	W	HNA	6	TR	NWA	0	NW	WZ	5	W	HM	9	TK
8	SWZ	56	H	WA	6	TB	NWA	19	HH	WZ	17	W	WA	6	W
9	SWZ	6	SW	WA	6	TK	BM	2	HH	HM	6	H	WA	6	W
10	SWZ	6	SW	NA	5	NW	BM	2	HH	HM	6	S	FB	16	H
11	SWZ	65	SW	NA	11	VB	BM	0	HH	HM	5	TB	FB	27	HH
12	WZ	5	H	NA	10	VB	SWA	6	TR	WZ	5	W	FB	28	HH
13	WZ	5	HH	NA	29	VB	SWA	66	TR	WZ	26	W	FM	0	HH
14	WZ	54	TB	FM	21	HH	SWA	6	W	WZ	7	W	FM	0	HH
15	WZ	5	TB	FM	0	HH	SWA	6	H	WZ	6	W	FM	0	HH
16	WZ	65	TB	FM	0	H	TM	65	TK	WZ	6	W	HFZ	5	H
17	WZ	11	H	FM	50	TK	TM	17	TK	HM	5	HH	HFZ	5	TR
18	WA	68	W	WZ	0	TK	HM	20	HH	HM	55	TB	HFZ	6	TS
19	WA	0	W	WZ	6	HH	HM	6	HH	TRW	55	TB	HFZ	7	H
20	WA	5	TR	WZ	66	W	HM	6	TR	TRW	16	TB	WW	6	S
21	WA	85	TR	WS	66	W	WZ	26	W	TRW	55	H	WW	66	W
22	WA	24	HH	WS	26	W	WZ	15	NW	TRW	5	TK	WW	95	WW
23	TB	5	H	WS	6	W	WZ	66	NW	WZ	66	W	WZ	17	WW
24	TB	55	TB	WS	5	TK	WZ	77	W	WZ	6	H	WZ	67	W
25	TB	44	TR	WS	6	TK	WZ	7	H	WZ	6	W	WZ	66	NW
26	TRW	5	TR	WS	55	TB	WZ	6	H	WZ	17	W	WZ	17	H
27	TRW	4	TR	WS	70	VB	WZ	6	W	HM	7	HH	NA	27	H
28	TRW	85	TK	WS	78	VB	WZ	6	W	SA	47	S	SA	0	HH
29	TRW	5	HH	HFA	7	H	WZ	6	W	SA	0	S	SA	56	SW
30	TRW	5	H	HFA	5	H	WA	6	HH	HFA	9	H	SA	55	SW
31	NFA	6	H				WA	6	HH	HFA	9	H			

MAI 1959

JUNI 1959

JULI 1959

AUG. 1959

SEPT. 1959

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L
1	TM	88	VR	WA	8	VB	TRM	78	VR	TM	77	TR	HB	0	HH
2	SEZ	80	VB	WA	18	H	WA	77	W	NWZ	15	NW	HB	30	HH
3	SEZ	18	H	WA	1	H	WA	7	W	NWZ	17	NW	HB	0	HH
4	SEZ	6	H	HM	7	H	HM	8	HH	NWZ	6	NW	HB	0	HH
5	RM	6	HH	SA	50	TB	HM	6	HH	NWZ	7	NW	HM	0	HH
6	RM	5	HZ	SA	0	TB	HM	7	TR	NWZ	28	NW	HM	0	TS
7	BM	6	HE	SA	0	TR	HM	18	HH	HM	0	HH	HM	2	HH
8	SEA	5	HF	BM	10	TR	HM	1	HH	HM	5	HH	HM	2	HH
9	SEA	32	HF	NWZ	26	W	HM	2	HH	HM	5	H	HM	1	HH
10	SEA	52	HF	NWZ	17	TS	HM	2	HH	HM	65	TR	HM	1	HH
11	SEA	0	HE	NWZ	17	NW	TRW	0	HH	WW	5	W	HM	0	HH
12	NEA	8	TS	HB	12	TK	TRW	5	TR	WW	18	W	HM	0	HH
13	NEA	28	HF	HB	11	NW	TRW	6	H7	WW	10	W	HNA	0	HR
14	NEA	18	H	HB	11	NW	BM	5	H7	WW	0	TB	HNA	0	H
15	NEA	19	TK	HB	10	H	BM	10	TS	WW	16	TR	HNA	0	HH
16	HNA	2	TS	NWA	26	NW	NEA	16	TS	NEA	17	TR	HNA	6	H
17	HNA	2	H	WA	6	W	NEA	27	HF	NEA	29	TR	HNA	6	NW
18	HNA	0	H	WA	6	HB	NEA	7	TK	NEA	21	H	HNA	0	HH
19	HNA	5	H	WA	6	HZ	NEA	18	H	HM	2	HH	BM	0	HH
20	HNA	6	H	HB	5	HH	NEA	18	TK	HM	0	HF	BM	0	HH
21	HNA	54	TSW	HFA	90	HF	NEA	18	TK	HM	50	HE	BM	66	HH
22	HNA	3	TWM	HFA	0	HF	NEA	7	TK	U	0	HZ	WA	6	HB
23	HNA	2	H	HFA	7	HF	NEA	0	H	BM	3	HZ	WA	6	W
24	HNA	1	HH	HFA	0	HF	NEA	0	H	BM	2	HZ	WA	6	H
25	HB	0	HH	NFA	6	HF	NEA	0	H	BM	2	HH	U	6	H
26	NA	1	HH	NFA	5	HF	NEA	0	H	BM	2	H	U	0	TR
27	NA	18	N	NFA	7	TR	TB	6	TR	NWA	9	NW	NEZ	10	TS
28	NA	6	N	WS	6	W	TB	6	TR	NWA	0	H	NEZ	20	HF
29	NA	26	TWM	WS	75	VB	TR	5	TR	NWA	17	H	HM	30	HH
30	TRM	15	VB	TRM	76	VB	TM	5	TS	NWA	26	N	HM	31	HH
31	WA	14	VB				TM	15	TR	HB	7	HH			

MAI 1960

JUNI 1960

JULI 1960

AUG. 1960

SEPT. 1960

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L
1	NZ	10	TS	HM	0	HH	NZ	26	NW	TR	15	TK	WZ	6	W
2	NZ	8	H	HM	0	HH	NZ	6	H	NFZ	26	H	WZ	7	W
3	RM	6	HH	HM	0	HH	NZ	16	H	NFZ	6	H	WZ	6	W
4	RM	0	HH	HM	0	HH	WZ	17	NW	NFZ	6	HH	WZ	5	TB
5	RM	22	TWM	HM	50	H	WZ	7	W	NFZ	5	TSW	TRM	14	TS
6	BM	21	TS	HM	0	TR	WZ	6	W	TM	86	TK	TRM	17	TR
7	HFA	1	TS	WA	0	HZ	WZ	5	W	TM	6	H	TRM	7	H
8	HFA	8	TK	WA	0	H	WZ	5	TR	TM	6	TS	HM	27	H
9	HFA	7	H	WZ	65	TR	WZ	76	H	WZ	16	H	HM	8	HH
10	HFA	7	H	WZ	5	W	WZ	7	H	WZ	6	H	HM	8	HH
11	NFA	6	H	WZ	27	W	WZ	5	TR	WZ	56	TSW	HM	1	HH
12	NFA	6	TB	WZ	6	H	WZ	16	TS	WZ	5	TK	HM	0	HE
13	NFA	56	TB	WZ	55	W	WA	7	H	WZ	16	TK	HM	4	HE
14	NFA	6	TB	WZ	15	TR	WA	6	H	WZ	6	H	HM	0	HE
15	NFA	5	TWM	U	16	TS	WW	5	TR	WZ	66	W	SEZ	56	TB
16	NFA	4	TWM	HM	8	HH	WW	5	H	TRW	6	W	SEZ	44	TSW
17	NFA	5	TSW	HM	8	HH	WW	6	TR	TRW	6	H	SEZ	4	TSW
18	NFA	54	TSW	HM	8	HH	TRW	6	TR	TRW	66	TK	SEZ	54	TSW
19	HNZ	5	TSW	NWA	7	HB	TRW	5	SW	WZ	77	TK	WW	4	S
20	HNZ	5	TK	NWA	17	NW	TRW	5	TR	WZ	6	HH	WW	65	TK
21	WZ	6	TK	NWA	28	NW	TRM	16	TK	WZ	7	HH	WW	28	TS
22	WZ	5	TK	HM	8	HH	NWZ	6	H	SWA	56	HR	WW	18	TS
23	WZ	0	H	HM	0	HF	NWZ	26	VR	SWA	6	W	BM	8	HE
24	WZ	7	H	NEA	0	HH	NWZ	17	VR	SWA	6	H	BM	8	HZ
25	TRM	18	H	NEA	5	TK	NWZ	18	VR	SWA	56	H	BM	8	HZ
26	NEA	17	HH	NEA	4	TK	WZ	17	NW	TR	5	S	HNA	7	N
27	NEA	28	HZ	NEA	17	TK	WZ	16	NW	TR	5	TB	HNA	6	TS
28	NEA	7	TK	NZ	16	NW	WZ	17	W	TR	5	TB	HNA	6	TS
29	NEA	6	H	NZ	16	NW	WZ	7	TR	WZ	6	H	HNA	6	TS
30	NEA	10	TK	NZ	16	NW	TR	55	HF	WZ	66	W	HNA	6	TS
31	NEA	20	HH				TR	5	TWM	WZ	77	NW	HNA	46	H

MAI 1961

JUNI 1961

JULI 1961

AUG. 1961

SEPT. 1961

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L
1	U	17	H	TRW	64	TSW	HM	0	HH	BM	5	H	H	0	HH
2	SWZ	6	H	TRW	4	TK	HM	0	HH	WZ	6	NW	H	50	HE
3	SWZ	6	H	U	10	TK	NWZ	0	HH	WZ	17	NW	H	50	HB
4	SWZ	57	SW	NEZ	11	TK	NWZ	5	NW	WZ	7	H	U	5	SW
5	SWZ	56	TR	NEZ	12	H	NWZ	17	NW	SWZ	6	HB	TRW	65	SW
6	SWZ	5	W	NEZ	3	H	NWZ	27	H	SWZ	55	HB	TRW	5	SW
7	WZ	16	W	WS	0	TR	NWA	6	HH	TRW	5	HH	TRW	16	W
8	WZ	17	W	WS	0	TR	NWA	7	TS	TRW	6	TB	NWZ	16	H
9	NWZ	17	NW	WS	5	TR	NWA	17	NW	TRW	5	HZ	NWZ	18	NW
10	NWZ	88	N	WS	14	TR	NWA	6	NW	TRW	5	HE	WA	0	HH
11	NWZ	88	N	WS	6	H	TRW	6	HR	TRW	5	SW	WA	7	HH
12	NWZ	18	HH	WS	6	NW	TRW	56	TS	WZ	15	TR	WA	6	NW
13	NWZ	8	NW	WS	66	TK	TRW	66	TR	WZ	27	H	WA	57	HZ
14	HNA	7	NW	WS	26	NW	WS	66	TR	WZ	6	H	U	66	SW
15	HNA	7	NW	WA	5	HH	WS	5	TR	NWZ	6	TR	H	7	SW
16	HNA	26	HF	WA	6	H	WS	15	TR	NWZ	17	TR	H	50	SW
17	HNA	26	HF	WA	9	HH	NWZ	17	NW	NWZ	87	TR	H	4	HB
18	HNA	0	H	WA	1	HH	NWZ	7	TK	NWZ	7	TR	H	4	HB
19	HNA	10	H	WA	0	HH	NWZ	6	TK	NWZ	6	TR	H	4	HH
20	NZ	16	NW	BM	27	HH	NWZ	26	TK	NWZ	77	TR	HFA	4	HF
21	NZ	19	N	BM	6	HH	NWZ	6	HH	WZ	6	HZ	HFA	0	HE
22	NZ	12	N	BM	5	TR	NWZ	6	H	WZ	76	NW	HFA	0	HE
23	NZ	3	H	BM	7	TR	NWZ	27	H	WZ	17	W	HFA	0	HE
24	NZ	0	H	BM	0	HH	WA	6	HH	WZ	6	W	WA	0	TR
25	NZ	6	H	BM	5	HB	WA	7	HH	WZ	6	W	WA	0	HE
26	NZ	6	SW	TRW	5	HB	WA	6	HH	HM	7	HH	WA	6	HZ
27	NZ	5	TK	TRW	5	TR	WZ	6	W	HM	6	HH	WA	6	SW
28	HNZ	15	TK	H	20	NW	WZ	6	NW	HM	0	HH	SA	56	S
29	HNZ	16	VB	H	0	HH	WZ	17	NW	HM	0	HH	SA	56	SW
30	HNZ	6	VB	H	0	HH	BM	27	TK	HM	1	HH	SA	54	S
31	HNZ	55	TSW				BM	6	H	HM	0	HH			

MAI 1962

JUNI 1962

JULI 1962

AUG. 1962

SEPT. 1962

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L
1	NA	28	N	HB	24	NW	NWZ	7	NW	BM	6	HZ	HB	20	HH
2	NA	7	N	HB	26	NW	NWZ	78	NW	BM	5	HZ	SWA	0	HH
3	WS	7	H	HB	27	NW	NWZ	77	NW	BM	6	TR	SWA	56	HE
4	WS	7	H	HB	28	NW	TRM	26	H	SWZ	6	HZ	WZ	5	TB
5	SWZ	7	H	HB	28	HF	TRM	6	TK	SWZ	6	HZ	WZ	6	W
6	SWZ	7	TR	HB	28	HF	TRM	6	H	SWZ	5	TR	WZ	6	W
7	SWZ	7	TR	HB	21	HF	U	6	H	SWZ	15	TR	WZ	66	NW
8	SWZ	67	H	HB	1	HH	HM	6	HH	BM	25	H	WZ	76	W
9	WZ	6	TR	NWA	1	H	HM	6	HH	BM	5	HZ	U	7	H
10	WZ	16	TB	NWA	1	H	HM	6	H	BM	7	HZ	SWZ	5	HR
11	NZ	6	H	NWA	17	NW	WS	6	H	BM	7	HZ	SWZ	6	SW
12	NZ	0	TK	WA	7	NW	WS	6	H	SWA	0	HH	SWZ	65	W
13	NZ	5	VB	SWA	57	H	WS	16	H	SWA	0	HH	NWA	16	NW
14	NZ	87	VR	SWA	56	HB	WS	6	H	SWA	0	HH	NWA	6	HH
15	NZ	78	VR	SWA	4	HB	WS	16	TK	SWA	6	TR	U	56	HB
16	WZ	7	H	SWA	0	HH	WS	86	N	WZ	6	W	TRM	5	TR
17	WZ	66	TR	SWA	0	H	U	10	N	WZ	6	TR	TRM	16	TR
18	WZ	6	W	SWZ	0	HH	U	16	NW	WZ	17	TK	TRM	16	TR
19	WZ	4	TB	SW7	6	HZ	SWZ	8	H	HM	7	HH	TRM	6	H
20	WZ	15	W	WA	26	W	SWZ	6	SW	HM	7	HF	HB	6	H
21	WZ	56	H	WA	0	HZ	SWZ	66	TR	HM	16	TB	HB	27	NW
22	WZ	6	W	WA	0	HZ	SWZ	5	TR	WZ	17	W	HB	18	NW
23	WZ	6	W	WA	0	HZ	HM	16	HH	WZ	6	W	HB	7	NW
24	NZ	26	NW	NWA	6	HZ	HM	6	HH	WZ	66	W	U	8	H
25	NZ	15	N	NWA	26	NW	HM	55	HH	WZ	6	W	SA	47	HE
26	NZ	26	N	NWZ	6	NW	HNZ	5	TR	WZ	6	H	SA	40	HE
27	NZ	5	H	NWZ	16	NW	HNZ	6	TR	WZ	6	W	SA	0	TR
28	NZ	5	TK	NWZ	7	NW	HNZ	25	TR	WA	7	HZ	SA	0	H
29	NZ	15	H	NWZ	26	NW	BM	26	HF	WA	6	HZ	SA	5	H
30	NZ	6	NW	NWZ	27	NW	BM	7	TS	WA	27	HH	SWA	7	H
31	NZ	6	H				BM	7	HZ	HB	7	HH			

MAI 1963

JUNI 1963

JULI 1963

AUG. 1963

SEPT. 1963

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L	
1	NWZ	5	NW	HFA	0	HF	HNA	5	TR	HFA	5	TSW	TB
2	NWZ	5	H	HFA	0	HF	HNA	6	TR	HFA	0	TSW	TB
3	NWZ	14	NW	HFA	0	TSW	HNA	6	H	HFA	5	HZ	TB
4	NWZ	17	TS	HFA	54	TSW	HNA	6	H	TRW	5	TR	TRW
5	NWZ	8	TK	SEA	54	TSW	HNA	5	HH	TRW	5	H	TRW
6	WW	7	W	SEA	54	H	HNA	6	HH	TRW	5	TSW	TRM
7	WW	0	H	SEA	70	TK	TRW	5	H	TRW	5	TR	WA
8	WW	0	HZ	HNA	9	TSW	NWZ	16	NW	NWZ	17	TK	WZ
9	WW	96	TR	HNA	0	TSW	NWZ	6	H	NWZ	70	TS	WZ
10	WW	0	TR	HNA	0	TSW	NWZ	6	TR	NWZ	7	H	WZ
11	WW	14	TR	NZ	6	TK	NWZ	6	TR	NWZ	66	TR	BM
12	BM	20	TR	NZ	7	H	TRW	5	H	NWZ	5	W	BM
13	BM	7	HZ	NZ	5	H	SWZ	95	H	NWZ	5	HZ	BM
14	BM	14	W	NZ	15	TK	SWZ	16	TR	NWZ	5	HZ	BM
15	BM	5	TR	TRM	89	TK	SWA	0	HH	NWZ	75	TR	BM
16	BM	12	H	TRM	11	TK	SWA	6	H7	NWZ	6	H	BM
17	BM	10	H	WZ	7	H	SWA	6	H7	NWZ	95	HR	BM
18	WZ	17	H	WZ	66	H	SWA	0	TR	NWZ	66	TK	BM
19	WZ	76	H	WZ	16	W	SWA	0	H7	NWZ	67	W	HFA
20	WZ	27	H	WZ	67	W	SWA	0	HH	WZ	65	W	HFA
21	TRW	6	H	WZ	6	W	HM	0	HH	WZ	96	W	HFA
22	TRW	55	H	WZ	55	W	HM	0	HH	WZ	7	W	HM
23	HFZ	4	H	WZ	5	W	HM	0	HH	WZ	6	W	HM
24	HFZ	14	TK	WZ	5	W	TRW	0	TR	WZ	6	W	65
25	HFZ	0	TR	WZ	5	TR	TRW	0	TR	WZ	7	W	WZ
26	NEA	0	TR	WZ	6	H	HB	10	TR	WZ	6	HR	WZ
27	NEA	0	H	TRW	55	H	HB	20	HH	WZ	95	TR	WZ
28	NEA	0	H	TRW	75	TK	HFA	8	HF	WZ	15	TR	WZ
29	NEA	0	H	TRW	5	H	HFA	8	TK	TRW	15	TS	WZ
30	HFA	1	HF	HNA	5	H	HFA	0	HF	TRW	11	TR	WZ
31	HFA	1	HF				HFA	6	HF	TR	6	TR	NW

MAI 1964

JUNI 1964

JULI 1964

AUG. 1964

SEPT. 1964

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L
1	WZ	7	H	HNZ	55	TSW	NWZ	7	NW	NWZ	77	H	HM	28	HH
2	WZ	7	W	HNZ	55	TSW	NWZ	28	H	NWZ	77	NW	HM	1	HH
3	WZ	7	W	NFZ	5	SW	NWZ	5	H	NWZ	22	NW	HM	50	HE
4	WZ	67	W	SWA	46	HH	NWZ	6	H	NWZ	7	NW	HM	56	TSW
5	WZ	17	W	SWA	95	SW	NWZ	6	H	WA	0	H	WZ	55	HR
6	WZ	7	H	SWA	5	TR	NWZ	17	NW	WA	50	TB	WZ	65	TB
7	WZ	57	H	SWA	6	H	WZ	0	HH	NFZ	60	TR	WZ	18	TK
8	WZ	6	TR	WZ	17	NW	WZ	60	TR	NFZ	15	TB	WZ	17	NW
9	SWA	26	TS	HM	18	H	WZ	5	TR	NFZ	19	TS	WZ	7	HH
10	SWA	18	H	HM	8	HH	WZ	15	TS	NFZ	17	TK	WZ	7	W
11	SWA	7	HH	HM	0	HH	WZ	18	TK	NFZ	17	TK	WZ	6	HR
12	SWA	7	HH	HM	0	HE	WZ	0	H	NFZ	5	TS	WZ	6	HB
13	SWA	6	HZ	HM	0	HE	SWA	0	H7	NFZ	6	TK	HM	20	HH
14	NWA	16	NW	WZ	0	TR	HFA	0	HH	HNZ	6	TK	HM	50	SW
15	NWA	18	NW	WZ	10	TR	HFA	8	HF	HNZ	0	TS	SWZ	56	SW
16	NWA	8	HH	WZ	20	W	HM	8	H	TB	6	HH	SWZ	55	HE
17	HM	8	HH	BM	0	HH	HM	7	HH	TB	55	H	WZ	16	NW
18	HM	7	HH	BM	0	TSW	HM	0	HH	TB	5	TB	WZ	17	W
19	HM	7	TR	TRW	5	TK	HM	0	HH	TB	66	NW	WZ	7	W
20	HM	86	TR	TRW	5	TR	HM	0	HH	TRM	26	NW	NWZ	6	NW
21	HFA	17	TR	TRM	5	TR	HM	0	H7	BM	6	H	NWZ	87	N
22	HFA	0	HF	NEZ	5	TK	NEZ	5	TK	BM	5	TWM	NA	28	N
23	HFA	40	TSW	NEZ	5	H	NEZ	16	TK	BM	16	TK	HM	1	HH
24	NFZ	49	TSW	BM	20	H	BM	7	H	HM	8	HZ	HM	2	HZ
25	NFZ	4	TSW	BM	20	TS	BM	8	HH	HM	8	H	HM	0	HZ
26	NFZ	0	TSW	BM	4	H	BM	0	HH	HM	1	HH	HM	9	HH
27	NFZ	0	TS	BM	0	HZ	BM	0	SW	HM	3	HZ	BM	6	HE
28	NFZ	0	TS	BM	0	HZ	WZ	0	H	TRM	4	HZ	BM	8	TR
29	HNA	0	H	NWZ	17	H	WZ	0	NW	TRM	5	TR	BM	0	H
30	HNA	0	TS	NWZ	28	NW	WZ	7	HH	NWZ	26	TR	BM	0	HZ
31	HNA	0	TSW				WZ	0	HH	NWZ	27	NW			

MAI 1965

JUNI 1965

JULI 1965

AUG. 1965

SEPT. 1965

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L
1	HNA	6	HF	TM	6	VB	NWZ	6	TR	WS	25	VR	TRW	95	TS
2	SEA	45	HF	TM	6	H	NWZ	6	NW	WS	6	VB	TRW	94	TS
3	SEA	6	H	NEA	5	TK	NWZ	6	NW	WS	7	W	TRW	55	TK
4	WW	56	TB	NEA	4	VB	NWZ	6	N	WZ	6	HH	TRW	66	TB
5	WZ	66	TB	HFZ	12	VH	NWZ	76	TS	WZ	7	HH	TRW	65	H
6	WZ	77	TR	HFZ	5	VB	NWZ	6	H	WZ	56	HB	TRW	6	TK
7	WZ	7	H	HFZ	55	H	TRW	56	H	WZ	55	HE	TRM	66	TK
8	WZ	77	W	NFZ	4	TK	TRW	65	TK	WZ	15	TR	TRW	56	H
9	WZ	67	W	NFZ	70	TK	TRM	6	H	HM	15	H	TRW	5	TA
10	NZ	77	NW	NFZ	88	TK	WZ	17	W	HM	26	TS	TRW	95	TS
11	NZ	18	NW	NA	18	N	WZ	7	W	HM	27	H	TRW	5	TR
12	HM	21	H	NA	28	H	WZ	6	W	HFA	7	N	WZ	5	H
13	HM	28	H	NA	6	H	WZ	6	TR	HFA	0	N	WZ	6	H
14	HM	8	HH	NA	17	H	TRW	55	TR	HFA	0	H	WZ	7	TK
15	WZ	7	H	HM	7	HH	TRW	5	TR	HFA	7	TS	WZ	0	HH
16	WZ	6	TR	WZ	56	TB	NEZ	84	TR	HFA	6	H	HM	0	HH
17	TRW	55	TR	WZ	77	TK	NEZ	80	TR	HFA	6	H	HM	4	HB
18	TRW	5	TSW	WZ	7	H	NEZ	6	TK	BM	0	H	WZ	66	TR
19	TRW	96	TR	WZ	6	W	HFA	5	TR	BM	1	H	WZ	17	TR
20	TRM	26	TR	WA	6	W	HFA	5	TSW	BM	0	H	HM	28	HH
21	HM	21	H	WA	66	TR	SEZ	5	TR	TRW	6	TB	HM	1	HH
22	HM	2	VR	WZ	66	TR	TRW	5	H	TRW	5	TB	HM	2	HZ
23	SEA	0	VR	WZ	6	TB	TRW	6	TR	TRW	4	TK	HM	3	HE
24	SEA	6	TR	WZ	6	TB	TRW	6	TR	TRM	80	VR	SZ	54	S
25	SEA	6	H	WZ	5	HZ	TRW	6	TK	TRM	77	VR	SZ	45	S
26	HNZ	26	H	WZ	6	HZ	TRW	76	NW	WZ	67	NW	SZ	4	TR
27	HNZ	5	TR	WZ	16	HZ	WZ	77	W	WZ	7	NW	SZ	55	TS
28	HNZ	20	VR	NWA	26	HZ	WZ	6	W	WZ	18	NW	WS	4	VR
29	HNZ	99	TK	NWA	0	HZ	WS	66	W	WZ	7	H	WS	56	VB
30	HNZ	9	TK	NWA	56	TSW	WS	6	W	WZ	6	NW	TM	55	SW
31	HNZ	0	VR				WS	6	TS	TRW	6	H			

MAI 1966

JUNI 1966

JULI 1966

AUG. 1966

SEPT. 1966

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L
1	HM	21	HH	NWZ	0	HZ	HM	0	HH	WS	6	TB	WZ	7	TR
2	HM	0	HH	NWZ	8	HZ	HM	0	HH	WS	6	TB	WZ	56	W
3	HM	4	HH	WA	7	HH	HM	0	HR	WS	66	TB	WZ	66	W
4	WZ	54	TR	WA	0	HH	TRW	5	TSW	WS	5	TB	WZ	6	H
5	WZ	56	TR	WA	0	H	TRW	5	HR	WS	16	NW	WZ	77	W
6	WZ	95	TR	WA	0	TR	TRM	5	TR	WS	26	H	WZ	7	W
7	WZ	79	TR	WA	0	HH	TRM	16	NW	WS	6	HZ	BM	0	HH
8	WZ	19	TK	HFA	6	HF	TRM	17	NW	WS	6	TS	BM	6	HZ
9	TRW	4	TK	HFA	49	TK	WZ	7	HH	SWA	16	TR	BM	7	TR
10	TRM	12	TS	HFA	44	TSW	WZ	6	H	SWA	7	H	BM	6	HH
11	WW	6	TK	HFA	55	TSW	WZ	5	TK	SWA	6	HH	BM	0	HH
12	WW	45	H	HFZ	5	TK	WZ	7	H	SWA	7	HH	BM	55	HB
13	WW	33	TR	HFZ	5	HF	WZ	6	H7	SWA	0	HB	WZ	5	TB
14	RM	22	HZ	HFZ	0	HZ	TRM	6	TR	TRW	0	TR	WZ	17	W
15	BM	2	HZ	HFZ	0	HE	TRM	26	NW	TRM	16	NW	WZ	5	HR
16	RM	1	HZ	HFZ	0	S	TRM	6	H	BM	29	TS	NWA	29	NW
17	BM	0	HZ	HFZ	0	S	TRM	15	TR	BM	23	TS	NWA	12	TS
18	WW	0	TR	WW	55	SW	NEZ	14	TS	BM	2	TS	NWA	22	H
19	WW	0	TR	WW	14	TR	NEZ	9	TK	BM	9	TK	BM	21	HH
20	WZ	16	TR	WW	5	TB	NEZ	0	TK	BM	9	TK	BM	0	HZ
21	WZ	7	H	WW	6	TB	NEZ	0	TK	HNZ	0	TK	BM	0	HH
22	WZ	56	H	SWA	6	H	NWZ	11	TK	HNZ	5	TK	FB	20	HH
23	WZ	15	TR	WZ	5	HB	NWZ	18	TK	HNZ	16	NW	FB	21	H
24	WZ	6	TR	WZ	15	TR	NWZ	10	H	HNZ	26	TS	FB	28	NW
25	WZ	5	TR	WZ	77	W	NWZ	76	H	NFZ	29	H	FB	0	H
26	WZ	77	TK	WZ	16	W	NWZ	6	H	NFZ	17	TK	HNA	6	HH
27	HNA	87	N	WZ	67	W	NWZ	5	HR	NFZ	6	H	HNA	6	H
28	HR	87	N	NWZ	77	NW	NWZ	10	VR	NFZ	0	HF	HNA	0	H
29	HR	17	N	NWZ	77	N	NWZ	6	H	NFZ	6	HF	SEA	44	HE
30	HR	11	N	NWZ	18	NW	NWZ	6	TR	TB	5	TR	SEA	0	HE
31	HB	0	H				NWZ	26	W	TB	6	TR			

MAI 1967

JUNI 1967

JULI 1967

AUG. 1967

SEPT. 1967

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L
1	NZ	55	TK	HFZ	11	TS	WA	0	HH	TRW	0	H	WZ	6	W
2	NZ	5	TK	NEA	0	HH	WA	0	H7	TRW	6	TB	WZ	6	HZ
3	U	14	TR	NEA	0	HH	WA	5	TSW	TRW	6	TR	WZ	65	HZ
4	TR	7	H	WA	8	HZ	WA	10	TSW	TRW	5	H	WZ	24	TB
5	TR	55	H	WA	7	HZ	HM	26	HH	TRW	15	TR	TRW	8	H
6	TR	55	TR	WA	0	HH	HM	0	HH	HM	20	TS	TRW	15	H
7	TB	5	H	NWZ	55	HB	WW	5	HF	HM	6	H	TRW	25	TK
8	TB	15	H	NWZ	85	TR	WW	6	TR	HM	6	H	NEZ	25	VB
9	HM	0	HF	NWZ	20	TR	WW	17	TR	TB	55	H	NEZ	24	VB
10	HM	0	HH	NWZ	11	TS	BM	28	NW	TB	5	TB	NEZ	29	TR
11	HM	40	HF	NEZ	18	TK	BM	1	HH	WZ	26	NW	NEZ	20	TR
12	SWZ	50	HF	NEZ	19	HF	BM	0	H	WZ	6	H	HFZ	6	TR
13	SWZ	45	HE	NEZ	28	TS	HNA	0	H	WZ	16	TR	HFZ	5	TWM
14	SWZ	46	HE	NEZ	18	N	NFZ	0	TR	WZ	6	H	HFZ	4	TS
15	SWZ	55	HE	NEZ	16	N	NFZ	10	TR	WZ	6	W	HFZ	9	H
16	SWZ	5	VB	NEZ	4	HF	NFZ	7	TK	WZ	56	W	HFZ	29	TK
17	TRW	0	VB	NEZ	0	HH	HFA	7	H	WZ	26	W	HFZ	0	H
18	TRW	10	VB	NEZ	0	HH	HFA	7	H	WA	6	H	WW	0	H
19	WZ	28	H	NEZ	0	HH	WA	0	HF	WA	6	H	WW	66	TS
20	WZ	10	HZ	WA	10	TR	WA	6	TR	WA	29	NW	WW	6	TB
21	BM	17	TR	WA	17	W	WA	6	HH	HM	20	NW	SWZ	56	TSW
22	TB	7	H	WA	7	HH	SWZ	56	TR	HM	0	H	SWZ	26	TK
23	TR	14	H	WA	56	HR	SWZ	6	TR	HM	0	H	SWA	6	H
24	WS	7	TR	SWA	56	HB	WA	6	H	TM	6	TK	SWA	66	HH
25	WS	6	TB	SWA	55	HB	WA	6	HH	BM	0	H	SWA	66	HB
26	WS	16	W	SWA	65	HZ	WA	0	TS	BM	0	TWM	SWA	66	HB
27	SA	46	HR	U	5	TR	WA	0	TS	NEA	8	H	SWA	5	HH
28	HFZ	45	H	WA	25	HH	WA	0	H	NEA	8	H	SWA	6	HH
29	HFZ	25	TR	WA	0	HZ	WA	6	H	WA	0	H	SWA	0	HH
30	HFZ	25	TK	WA	1	HH	SWA	0	SW	WA	0	HH	WZ	6	HB
31	HFZ	70	TK				SWA	0	SW	WZ	7	W			

MAI 1968

JUNI 1968

JULI 1968

AUG. 1968

SEPT. 1968

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L
1	TB	66	TR	NEA	9	HF	HM	0	HH	NEZ	6	TR	TB	6	TR
2	SWZ	66	TK	HFZ	6	TK	HFA	0	HF	NEZ	5	TR	TB	66	H
3	SWZ	6	H	HFZ	25	H	HFA	10	TR	NEZ	10	TS	TB	6	TR
4	SWZ	55	HB	HFZ	14	H	BM	0	HH	HFZ	10	TS	HFZ	15	TK
5	TRW	55	TR	HFZ	20	TR	BM	0	HH	HFZ	5	H	HFZ	19	TR
6	TRW	75	TR	WZ	5	HZ	SWZ	5	TK	HFZ	5	TSW	HFZ	0	TR
7	TRW	85	TK	WZ	7	TR	SWZ	6	H	HFZ	0	TK	HFZ	0	HF
8	TRW	6	H	WZ	6	H	SWZ	6	HR	TM	0	TK	HFA	0	HF
9	TRW	5	HE	TRM	27	TR	SWZ	6	HH	TM	0	TK	HFA	8	HF
10	TRW	6	TR	TRM	28	VB	SWZ	6	H	TM	15	TR	HFA	0	HF
11	TRW	5	TR	NEZ	28	H	NWZ	16	TR	NZ	0	TR	U	0	TR
12	TRW	14	TR	NEZ	20	H	NWZ	26	H	WS	0	TK	HNZ	6	TK
13	WA	29	TR	NEZ	3	TS	NWZ	6	H	WS	6	H	HNZ	0	H
14	WA	18	H	HFA	4	TSW	TB	6	TR	WS	76	TK	HNZ	6	TSW
15	WA	0	HZ	HFA	3	TR	TB	16	TR	WS	17	NW	TRW	55	TSW
16	HNZ	17	HZ	SEZ	0	TS	TB	26	H	WS	6	W	TRW	5	TK
17	HNZ	16	TK	SEZ	0	H	TB	15	TS	WS	5	W	TRW	5	H
18	HNZ	26	TK	SEZ	0	H	NZ	18	TS	WS	16	NW	TRW	0	TSW
19	HNZ	7	TK	WW	50	HZ	NZ	17	N	HM	17	NW	U	8	H
20	HNZ	55	H	WW	6	TR	NZ	18	N	HM	7	H	WS	56	H
21	HNZ	4	VR	WW	66	TR	NZ	28	N	HM	8	H	WS	66	TR
22	NFA	15	VB	WZ	6	H	NZ	8	N	HM	8	HF	WS	16	TR
23	NFA	6	HF	WZ	55	HB	NZ	6	H	NFA	28	HF	WS	66	W
24	NFA	5	HF	WZ	10	TR	NZ	19	TK	NFA	21	HF	NWZ	76	NW
25	NFA	0	HF	WZ	7	H	NZ	12	H	NFA	0	HF	NWZ	17	NW
26	NFA	0	TS	WZ	6	W	HB	27	TK	NFA	0	HF	SWA	6	H
27	NFA	4	HE	WZ	6	H	HB	7	H	NFA	0	TS	SWA	57	H
28	NFA	3	TWM	WZ	6	HZ	HB	8	H	NFA	56	TSW	WW	5	H
29	NFA	2	HZ	HM	17	HH	HB	7	H	TM	55	TSW	WW	6	TR
30	NEA	22	TS	HM	27	HH	NFA	6	H	TM	5	TK	WW	67	TR
31	NEA	21	TS				NFA	0	H	TM	10	TK			

MAI 1969

JUNI 1969

JULI 1969

AUG. 1969

SEPT. 1969

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L
1	NFZ	0	TK	NWZ	86	TS	WA	0	H	HFA	0	HF	NWA	5	HH
2	NFZ	56	TSW	NWZ	10	TS	WA	0	H	HFA	0	HF	NWA	5	HH
3	NFZ	55	TR	NWZ	17	TB	WA	0	H7	HFA	0	HF	NWA	5	H
4	NFZ	5	TB	NEZ	16	N	WA	0	H7	HFA	0	HF	NWA	5	HH
5	NFZ	4	H	NEZ	23	VB	WA	0	H	HFA	0	HF	NWA	0	H
6	NFZ	73	TK	NEZ	12	VB	WA	0	H	NEA	0	HF	NWA	0	HH
7	WW	10	TK	NEZ	12	TS	TRM	75	TR	NEA	8	HF	BM	0	H
8	WW	0	TK	NEA	0	HH	TRM	26	NW	NEA	8	HF	BM	0	HH
9	WW	6	TK	NEA	0	H	TRM	15	H	HFA	8	HF	BM	0	H
10	SWZ	18	TK	NEA	0	H	TRM	10	H	HFA	8	H	SA	0	H
11	SWZ	7	HH	NEA	0	HH	NWZ	28	H	HFA	7	H	SA	0	HE
12	HM	8	HH	NEA	0	HH	NWZ	28	NW	HFA	6	H	SA	0	HE
13	HM	67	HH	TM	0	TR	NWZ	28	NW	HFZ	6	TK	SA	50	S
14	HM	65	HH	TM	0	H	HM	8	H	HFZ	6	TK	TM	54	TSW
15	TRW	5	HH	TB	0	H	HM	0	HH	HFZ	6	TK	TM	0	VB
16	TRW	15	H	TR	6	H	HM	0	HH	HFZ	19	TK	TM	0	TK
17	TRW	16	H	TR	6	TB	U	0	H7	NEZ	80	TK	HFZ	0	TK
18	NZ	6	TK	TB	65	TB	WA	7	H	NEZ	18	N	HFZ	9	TK
19	NZ	26	TR	TR	19	TR	WA	7	HH	WA	18	H	NEA	0	H
20	NZ	16	H	TR	19	H	WA	6	HH	WA	6	H	NEA	0	H
21	HNA	7	HH	TB	6	H	WA	10	H	NZ	6	W	WZ	9	H
22	HNA	7	HH	TR	5	HH	HM	0	HH	NZ	6	W	WZ	19	H
23	HNA	5	HH	NFZ	55	TK	HM	0	HH	TRM	16	TK	WA	8	HH
24	HNA	55	HF	NFZ	65	TK	HM	0	HF	TRM	25	TS	WA	0	HH
25	TB	54	H	NFZ	69	TK	U	0	TR	TRM	20	H	WA	0	HZ
26	TB	5	TB	NFZ	18	N	HFZ	0	HH	TRM	77	NW	WA	0	HZ
27	TB	55	H	NFZ	10	H	HFZ	0	HH	TRM	78	NW	WA	0	HZ
28	TB	55	H	WA	17	NW	HFZ	0	HF	TRM	77	NW	WA	0	HH
29	TB	5	TK	WA	28	TR	HFZ	0	TR	TRM	7	NW	WA	5	HE
30	TR	5	TB	WA	7	TK	HFZ	22	TR	TRM	6	H	WA	6	HZ
31	NWZ	16	H				HFZ	0	TK	NWA	4	HH			

MAI 1970

JUNI 1970

JULI 1970

AUG. 1970

SEPT. 1970

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L
1	TRM	28	N	NWZ	17	NW	NWZ	7	H	WA	0	HH	WZ	6	TR
2	NEZ	28	TK	NWA	27	NW	NWZ	66	NW	HFA	0	HF	WZ	6	H
3	NEZ	8	H	NWA	8	HF	NWZ	26	NW	HFA	0	HF	WZ	6	TB
4	NEZ	8	HF	HFA	9	HF	NWZ	27	W	HFA	6	HF	WZ	17	W
5	HFA	2	TK	HFA	59	TK	NWZ	28	HH	HFA	6	H	WZ	17	NW
6	HFA	59	H	HFA	47	TK	WA	8	HH	SWZ	6	H	HM	17	NW
7	HFA	54	S	HFA	54	TSW	WA	0	HH	SWZ	6	TK	HM	7	H
8	HFA	54	S	HFA	55	HF	WA	5	HF	SWZ	5	TK	TB	66	TR
9	HFA	56	TSW	HFA	54	HF	WW	0	HF	WA	19	TS	TB	56	TB
10	HFZ	64	TSW	U	0	TK	WW	7	HH	WA	18	TS	TB	55	TB
11	HFZ	6	TK	HNA	27	TR	WA	6	HH	U	17	NW	TB	95	TR
12	TM	7	TK	HNA	0	H	WA	0	HH	HM	7	HH	SWZ	5	TR
13	TM	6	TSW	HNA	6	H	WA	0	HH	HM	6	HH	SWZ	16	W
14	TM	56	H	NEA	6	TSW	WA	6	TR	WW	6	TR	SWZ	6	H
15	U	5	TR	NEA	0	TSW	TRM	26	NW	WW	6	TR	SWZ	55	H
16	U	0	TK	NEA	6	H	TRM	18	N	WW	6	TR	SWZ	26	TR
17	NEA	19	TK	NEA	5	H	TRM	28	N	WW	15	TR	BM	28	HH
18	NEA	20	HH	NFA	9	TK	TRM	28	H	WW	6	H	BM	1	HZ
19	U	1	HH	NFA	0	TS	TRM	6	H	TB	6	TB	BM	8	HH
20	NWZ	18	HZ	NFA	81	HH	TRM	66	TR	TB	4	TR	BM	8	HH
21	NWZ	76	H	HM	3	HH	WZ	6	TR	TB	25	TB	HNA	8	HH
22	NWZ	77	NW	HM	0	HH	WZ	6	HZ	NFZ	6	TR	HNA	27	N
23	NWZ	28	NW	WW	0	HH	SWA	6	HZ	NFZ	5	TK	HNA	7	HH
24	HM	8	HH	WW	0	HH	SWA	6	HZ	NA	10	TS	HNA	8	HH
25	HM	7	HH	WW	27	W	WZ	17	TR	NA	0	N	HNA	0	HH
26	NWZ	18	TR	WW	7	HH	WZ	27	W	NA	7	H	HFA	7	HH
27	NWZ	18	N	WW	0	HH	WZ	7	TK	BM	0	HH	HFA	0	HH
28	U	8	TR	WW	85	TR	SWZ	5	HH	BM	6	TR	HM	8	HH
29	U	6	TR	WW	26	TR	SWZ	4	TR	BM	56	TSW	HM	8	HH
30	NWZ	17	TR	WW	26	W	WA	4	HH	BM	0	TS	NWZ	6	HH
31	NWZ	18	NW				WA	0	HH	BM	0	TS			

MAI 1971

JUNI 1971

JULI 1971

AUG. 1971

SEPT. 1971

	H	S	L	H	S	L	H	S	L	H	S	L			
1	NEA	5	TWM	HFA	21	HF	NA	28	NW	SWA	0	HZ	WA	8	HH
2	NEA	20	TS	HFA	0	HF	NA	8	NW	SWA	6	HZ	WA	8	HH
3	NEA	23	TS	HNZ	0	TS	NEA	7	HF	SWA	55	TR	WA	1	HZ
4	HFA	0	TS	HNZ	0	HE	NEA	7	HF	SWA	86	TB	WA	0	HZ
5	HFA	0	H	HNZ	55	HF	NEA	0	HF	SWA	6	TB	F8	0	HH
6	HFA	7	H	HNZ	0	TK	NEA	2	HH	SWA	5	HE	F8	28	HH
7	HFA	9	HH	HNZ	80	TK	BM	2	HH	SWA	5	HE	HFA	8	HF
8	HFA	0	HF	HNZ	0	NW	BM	1	HH	WA	26	HH	HFA	8	TK
9	RM	0	HF	HNZ	5	TK	BM	0	HH	WA	8	HH	HFA	37	TK
10	RM	0	HE	NFZ	5	TK	BM	0	HH	WA	56	HE	HFA	6	TR
11	BM	52	HE	NFZ	5	TK	BM	0	HH	WZ	5	TR	HNA	27	N
12	BM	0	TSW	NFZ	16	H	NWA	0	HH	WZ	26	W	HNA	27	N
13	U	0	TSW	TRW	7	H	NWA	10	NW	WZ	6	H	HNA	0	HH
14	U	0	TSW	TRW	55	TR	NWA	0	NW	SWZ	55	TR	HNA	6	TR
15	U	0	HH	TRW	5	TR	NWZ	0	NW	SWZ	6	HZ	F8	27	TK
16	TRW	55	HF	NZ	16	NW	NWZ	6	NW	BM	26	NW	F8	28	TK
17	TRW	54	HE	NZ	6	TS	NWZ	6	NW	BM	7	HH	BM	28	HH
18	TRW	44	HE	WZ	29	TS	NWZ	26	TS	BM	56	TSW	BM	8	HH
19	TRW	54	TR	WZ	67	TB	U	20	HH	BM	55	TSW	BM	7	HH
20	U	54	TR	WZ	7	TB	U	6	TR	TM	4	HE	BM	0	HH
21	HFZ	4	TK	WZ	17	TK	HM	7	HH	TM	5	TK	BM	0	HH
22	HFZ	0	TK	WZ	6	TB	HM	0	TR	HFZ	5	TK	BM	0	HF
23	HFZ	0	TK	WZ	6	HH	SWZ	56	TR	HFZ	6	TK	WA	5	HE
24	HFZ	54	TK	WZ	5	HH	SWZ	0	TR	HFZ	27	W	WA	6	W
25	HFZ	55	TSW	WZ	6	TS	SWZ	6	TR	TRW	6	HE	WA	0	HZ
26	HFZ	54	TR	WZ	6	TB	SWZ	6	TR	TRW	56	TWM	WZ	0	TB
27	WW	60	TR	WZ	16	TR	SWZ	54	HF	WZ	17	W	WZ	6	TK
28	WW	0	TK	WZ	6	H	NFZ	19	TR	WZ	27	W	WZ	9	TK
29	WW	83	TR	WZ	27	NW	NFZ	27	TR	WZ	6	H	WZ	18	TK
30	HFA	19	TK	WZ	87	NW	NFZ	0	HH	WZ	5	H	HM	21	TK
31	HFA	20	TK				SWA	0	HZ	WZ	26	TR			

Tab. 3:

Abweichungen der relativen Topographie 500/1000 mb von einer mittleren Häufigkeitsverteilung ("t"-Werte, Rel Z) der Pentadenwerte (Anzahl der Tage) während der Ablationsperiode

+ ... zu warm      x ... normal      - ... zu kalt

	Mai			Juni			Juli			Aug.			Sept.			Summe			q	Massenbilanz
	+	x	-	+	x	-	+	x	-	+	x	-	+	x	-	+	x	-	+ / -	mm w.e.
1955	7	14	10	8	15	7	10	17	4	4	19	8	4	20	6	33	85	35	0.94	+ 76
1956	7	18	6	1	15	14	10	15	6	8	14	9	15	12	3	41	74	38	1.08	- 275
1957	18	13	13	13	14	3	11	10	10	11	10	10	9	12	9	44	64	45	0.98	- 189
1958	18	13	-	6	17	7	13	13	5	14	8	9	12	17	1	63	68	22	2.86	- 981
1959	7	16	8	6	17	7	14	15	2	3	18	10	5	18	7	35	84	34	1.03	- 763
1960	7	20	4	12	15	3	1	15	15	7	9	15	2	12	16	29	71	53	0.55	- 62
1961	4	15	12	12	15	3	5	8	18	8	11	12	17	11	2	46	60	47	0.98	- 205
1962	3	9	19	7	10	13	4	15	12	9	19	3	6	17	7	29	70	54	0.54	- 696
1963	1	24	6	7	17	6	10	21	-	8	14	9	7	20	3	33	96	24	1.38	- 603
1964	13	17	1	14	16	-	11	16	4	8	10	13	10	12	8	56	71	26	2.15	- 1244
1965	5	18	8	11	6	13	2	17	12	4	10	17	-	15	15	22	66	65	0.34	+ 925
1966	8	13	10	13	10	7	4	16	11	6	10	15	8	19	3	39	68	46	0.85	+ 344
1967	9	16	6	8	8	14	13	17	1	7	20	4	9	8	13	46	69	38	1.21	+ 20
1968	3	20	8	5	17	8	9	7	15	-	18	13	2	17	11	19	79	55	0.34	+ 338
1969	11	18	2	5	14	11	17	10	4	6	13	12	10	16	4	49	71	33	1.48	- 431
1970	-	19	12	11	17	2	12	13	6	5	20	6	12	17	1	40	86	27	1.48	- 552
1971	12	14	5	2	19	9	14	12	5	13	16	2	2	17	11	43	78	32	1.34	- 600

Tab. 4:

## Niederschlagssummen in Vent (1900 m) und am Hintereisferner (2960 m)

Vent: tägliche Messung

Hintereisferner: Regenmesser Hintereisferner alt 1955-1968

Regenmesser Hintereisferner neu 1969-1971

für die Akkumulationsperiode September bis April und

für die Ablationsperiode Mai bis August

## Vent:

Monate	1954	/55	/56	/57	/58	/59	/60	/61	/62	/63	/64	/65	/66	/67	/68	/69	/70	/71	Mittel
10 - 4		334	181	244	234	314	259	309	254	254	191	274	214	349	197	215	204	179	247
5 - 9		333	486	502	349	279	492	264	273	346	294	562	512	372	408	339	392	362	385
10 - 9		567	667	746	583	593	751	573	527	600	485	836	726	721	605	554	596	541	633

## Hintereisferner:

Monate	1954	/55	/56	/57	/58	/59	/60	/61	/62	/63	/64	/65	/66	/67	/68	/69	/70	/71	Mittel
10 - 4 x)		657	498	604	645	778	799	668	777	578	456	564	634	625	485	599	535	590	617
5 - 9		583	956	992	635	512	973	598	577	752	534	1171	1126	908	963	760	779	591	789
10 - 9		1240	1454	1596	1280	1290	1772	1266	1354	1330	990	1735	1760	1533	1448	1359	1314	1181	1406

x) Es ist zu beachten, daß die Berechnung der Niederschlagssumme für die Akkumulationsperiode derart erfolgte, daß der Aprilniederschlag von Vent mit dem Sommerfaktor des RM HEF multipliziert und zum Winterhalbjahr (IX - III) addiert wurde.

Tab. 5

## Mittlere Tageswerte der Temperatur in °C

Vent, 1900 m 1955-1971 nach der Vorschrift (7+14+21)1/3

	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.
1	1.7	5.4	9.9	10.6	7.8
2	2.4	5.6	10.3	10.6	8.7
3	2.6	7.0	10.3	9.6	9.1
4	3.6	7.2	9.5	9.6	8.2
5	4.5	7.4	9.6	10.3	8.1
6	3.7	8.2	10.0	11.1	8.4
7	3.6	8.4	10.4	11.3	7.7
8	4.8	6.3	9.7	9.8	8.0
9	5.6	6.7	9.7	9.3	8.0
10	4.7	5.8	9.7	10.3	8.2
11	4.7	6.2	10.5	10.2	8.0
12	5.1	6.6	10.9	8.4	7.8
13	6.1	8.2	11.2	9.4	7.3
14	6.2	7.7	11.2	10.4	7.2
15	5.7	7.9	9.6	10.1	7.5
16	5.3	9.0	9.2	8.6	6.9
17	5.7	9.4	8.3	8.7	6.6
18	5.9	10.0	9.2	8.7	6.5
19	4.2	9.6	10.3	8.7	6.3
20	3.5	9.6	9.9	8.8	6.6
21	4.5	9.4	9.7	8.5	7.1
22	4.9	10.6	9.6	8.3	6.7
23	5.7	10.7	9.7	8.0	7.2
24	5.9	10.4	10.3	8.3	7.0
25	6.4	9.7	10.0	8.6	7.1
26	5.9	10.0	10.7	8.7	7.1
27	6.2	9.2	10.7	9.6	6.7
28	6.2	9.4	10.4	9.1	5.7
29	4.8	9.0	10.1	9.2	5.8
30	5.0	8.7	9.6	7.7	6.0
31	5.9		10.1	7.5	
MITTEL (3-er)	4.9	8.3	10.0	9.3	7.3
Summe	151.0	249.3	310.3	288.0	219.3

Tab. 6

Häufigkeit der Ostalpinen Wetterlagen nach F. Lauscher  
 1955-1971, Mai bis September und Temperaturanomalie von  
 Vent

			Anzahl		
			in Tagen	in %	°C
HH	Hoch über West- und Mitteleuropa	361	13.88	1.4	
H	Zwischenhoch oder schwacher Hochdruckeinfluß	511	19.65	-0.1	
HZ	Zonale Hochdruckbrücke	120	4.61	1.9	
HF	Hoch mit Kern über Fennoskandien	101	3.88	0.3	
HE	Hoch mit Kern über Osteuropa	67	2.58	2.2	
HB	Hoch über Balkanhalbinsel	45	1.73	3.2	
N	Nordlage	60	2.31	-4.7	
NW	Nordwestlage	190	7.30	-2.3	
W	Westlage	193	7.43	0.1	
SW	Südwestlage	37	1.42	3.2	
S	Südlage	17	0.65	2.6	
TS	Tief südlich der Alpen	100	3.84	-2.5	
TSW	Tief im Südwesten Europas	70	2.69	2.3	
TWM	Tief über dem westlichen Mittelmeer	19	0.73	1.0	
TB	Tief bei den britischen Inseln	203	7.80	1.2	
TR	Meridionale Tiefdruckrinne	215	8.26	-0.5	
TK	Kontinentales Tief	240	9.24	-1.4	
VB	Tief auf Zugstraße Adria-Polen	52	2.00	-3.8	

Tab. 7:

## Häufigkeit Ostalpiner Wetterlagen: Vergleich der Perioden 1948-1957 und 1955-1971

	Jahr 1948 - 1957 x)	Sommer		Sommer		Ablationsperiode 1955 - 1971 +)		
		1948 - 1957 x)	in Tagen in %	1955 - 1971 +)	in Tagen in %	1955 - 1971 +)	in Tagen in %	
HH	540	14.3	164	17.8	216	13.8	361	13.9
H	393	10.8	113	12.3	302	19.3	511	19.7
HZ	171	4.7	40	4.3	79	5.1	120	4.6
HF	115	3.1	13	1.4	60	3.8	101	3.9
HE	183	5.0	8	0.9	21	1.3	67	2.6
HB	35	1.0	11	1.2	25	1.6	45	1.7
N	106	2.9	37	4.0	34	2.2	60	2.3
NW	203	5.6	65	7.1	135	8.6	190	7.3
W	477	13.1	129	14.0	117	7.5	193	7.4
SW	135	3.7	13	1.4	15	1.0	37	1.4
S	59	1.6	-	-	6	0.4	17	0.6
TS	235	6.4	31	3.4	64	4.1	100	3.8
TSW	62	1.7	5	0.5	38	2.4	70	2.7
TWM	82	2.2	8	0.9	6	0.4	19	0.7
TB	249	6.8	91	9.9	133	8.5	203	7.8
TR	267	7.3	74	8.0	130	8.3	215	8.3
TK	261	7.1	102	11.1	159	10.2	240	9.2
VB	60	1.6	9	1.0	24	1.5	52	2.0

x) nach FLIRI, F., 1962, und STEINHAUSER, F., 1962

+) aus den Jahrbüchern der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

Tab. 8

Ostalpine WETTERLAGENKLASSIFIKATION  
Häufigkeit der Wetterlagen in den Jahren 1955-1961

	in Tagen						in %				
	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	
HH	48	69	97	50	97	9.1	13.5	18.4	9.5	19.0	
H	126	88	112	102	83	24.0	17.3	21.3	19.4	16.3	
HZ	15	26	17	36	26	2.8	5.1	3.2	6.8	5.1	
HF	27	23	12	25	14	5.1	4.5	2.3	4.7	2.7	
HE	12	5	7	9	34	2.3	1.0	1.3	1.7	6.7	
HB	2	13	5	7	18	0.4	2.6	1.0	1.3	3.5	
N	19	9	18	77	7	3.6	1.8	3.4	1.3	1.4	
NW	26	46	48	41	29	4.9	9.0	9.1	7.8	5.7	
W	33	29	30	58	43	6.3	5.7	5.6	11.0	8.4	
SW	8	5	5	5	14	1.5	1.0	1.0	1.0	2.7	
S	2	2	..	4	9	0.4	0.4	..	0.8	1.8	
TS	17	20	19	25	19	3.2	3.9	3.6	4.7	3.7	
TSW	20	21	6	11	12	3.8	4.1	1.1	2.1	2.4	
TW	11	1	2	3	2	2.1	0.2	0.4	0.6	0.4	
TB	45	29	57	47	25	8.5	5.7	10.8	8.9	4.9	
TR	46	49	38	43	39	8.7	9.6	7.2	8.2	7.6	
TK	52	60	49	50	29	9.8	11.8	9.3	9.5	5.7	
VB	18	15	5	4	10	3.4	2.9	1.0	0.8	2.0	

Tab. 9

## Ostalpine Wetterlagen und Niederschlag in Vent 1955-1971 (V - IX)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
HH	361	82	78	4	3.6	3.6	4.8	22.7	21.6	1.1
H	511	239	197	42	2.8	2.9	2.4	46.8	38.6	8.2
HZ	120	51	49	2	3.4	3.5	0.8	42.5	40.8	1.7
HF	101	41	31	10	2.8	2.6	3.1	40.6	30.7	9.9
HE	67	27	27		3.1	3.1		40.3	40.3	
HB	45	13	16	2	4.1	3.3	10.6	40.0	35.6	4.1
N	60	43	19	25	3.1	2.4	3.6	73.3	31.7	41.7
NW	190	123	77	46	4.0	3.6	4.8	64.7	40.5	24.2
W	193	104	94	10	4.2	4.0	6.4	53.9	48.7	5.2
SW	37	19	19		3.8	3.8		51.4	51.4	
S	17	6	3	3	7.2	2.5	11.9	35.3	17.6	17.6
TS	100	82	54	28	6.7	6.0	8.0	82.0	54.0	28.0
TSW	70	49	49		6.3	6.3		70.0	70.0	
TWM	19	16	12	4	5.3	5.9	3.4	84.2	63.2	21.0
TB	203	146	122	24	5.5	5.0	8.4	71.9	60.1	11.8
TR	215	176	131	45	5.6	5.2	6.9	81.9	60.9	20.9
TK	240	189	136	53	5.0	4.7	5.6	78.8	56.7	22.1
VB	52	46	22	24	6.2	3.7	8.4	88.5	42.3	46.2

- (1) Anzahl der Wetterlagentage
- (2) Niederschlagstage
- (3) Tage mit Regen
- (4) Tage mit Schnee
- (5) Niederschlagsdichte (mm pro Niederschlagstag)
- (6) Regendichte (mm pro Regentag)
- (7) Schneedichte (mm pro Schneetag)
- (8) Niederschlagswahrscheinlichkeit (Prozent)
- (9) Regenwahrscheinlichkeit (Prozent)
- (10) Schneewahrscheinlichkeit (Prozent)

Tab. 10

## Ostalpine Wetterlagenklassifikation

Niederschlag in Vent, 1900 m, 1955-1971 (Mai bis September)

	Wetterlagentage pro Ablationsperiode	Niederschlagsstage pro Ablationsperiode	"Spezielle" Regen- wahrscheinlichkeit	"Spezielle" Schnee- wahrscheinlichkeit	Schneetage pro Ablationsperiode
HH	21	4,8	95.1	4.9	0.2
H	30	14.1	82.4	17.6	2.5
HZ	7	3.0	96.1	3.9	0.1
HF	6	2.4	75.6	24.4	0.6
HE	4	1.6	100.0	-	-
HB	3	1.1	88.9	11.1	0.1
N	4	2.6	43.2	56.8	1.5
NW	11	7.2	62.6	37.4	2.7
W	11	6.1	90.4	9.6	0.6
SW	2	1.1	100.0	-	-
S	1	0.4	50.0	50.0	0.2
TS	6	4.8	65.9	34.1	1.6
TSW	4	2.9	100.0	-	-
TWM	1	0.9	75.0	25.0	0.2
TB	12	8.6	83.6	16.4	1.4
TR	13	10.4	74.4	25.6	2.6
TK	14	11.1	72.0	28.0	3.1
VB	3	2.7	47.8	52.2	1.4
Summe	153	86		19	

Tab. 11

Sommerliche Neuschneefälle in Vent, Juli bis September  
1955 bis 1971

Wetter- lage	Juli	Aug.	Sept.	Ge- samt	Anzahl der Wetterlagentage	Schnee- wahrsch.
HH	7	2	3	12	297	4.0
HF	-	1	-	1	51	
N	4	-	2	6	32	18.8
HB	-	1	1	2	30	
W	-	2	-	2	131	
S	-	-	1	1	13	
TS	4	5	5	14	63	22.2
TB	3	2	2	7	129	5.4
TR	3	3	8	14	120	11.7
TK	2	5	10	17	128	13.3
VB	2	1	2	5	19	26.3
NW	2	6	8	16	118	13.6
Summe	27	28	42	97	1131	

Tab. 12

## Häufigkeit der SCHÖEPP'schen Wetterlagen 1955-1971

Wetter- lage	Anzahl	Wetter- lage	Anzahl	Wetter- lage	Anzahl
00	426	25	12	66	61
01	29	26	66	67	12
02	25	27	39	68	1
03	15	28	48	69	1
04	44	29	11	70	5
05	259	30	4	73	1
06	455	31	1	75	5
07	178	32	1	76	23
08	79	33	1	77	31
a9	13	37	1	78	7
z9	11	40	3	79	1
10	50	44	7	80	7
11	15	45	9	81	3
12	11	46	6	83	1
13	1	47	3	84	3
14	14	49	2	85	7
15	47	50	13	86	8
16	75	52	2	87	9
17	91	54	22	88	8
18	56	55	63	89	2
19	19	56	50	90	2
20	34	57	5	94	1
21	15	59	2	95	12
22	11	60	3	96	6
23	4	64	2	97	1
24	5	65	24	99	1

Die Höhenstromlage 09 ist aufgeteilt in

a9 = antizyklonal und

z9 = zyklonal

Tab. 13:

## Zusammenfassung der SCHÖEPP'schen Wetterlagen

Vent, 1955-1971, Mai bis September

## Bodenstromlagen

Bezeichnung	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
80/20	91	62	44	18	-1.49	68	80,10,20
30/60	23	5	4	1	1.15	22	30,40,50,60
70	5	5	2	3	-4.72	100	70

## Höhenstromlagen

Bezeichnung	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
7/1	286	71	55	16	-0.25	25	07,08,01
2	25	6	4	2	1.77	24	02
3/4	59	39	31	8	2.00	66	03,04
5	259	195	171	24	1.48	75	05
6	455	258	243	15	0.81	57	06

## Wirbellagen

Bezeichnung	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
n9	37	30	10	20	-4.55	81	19,29,49,59 69,79;89,99
z9	11	6	3	3	-1.57	54	09 zyklonal
a9	15	5	5	-	3.92	33	09 antizyk1.
9n	22	21	12	9	-1.33	95	90,94,95,96,97

## Schwachwindlagen

Bezeichnung	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
00	426	195	184	11	1.45	46	00

Erläuterung der Ziffern (1), (2) ... auf Tab. 15

Tab. 14

Zusammenfassung der SCHÜEPP'schen Wetterlagen  
 Vent, 1955-1971, Mai bis September

Boden- und Höhenströmung  
 bezüglich der Höhenströmung

Bezeichnung	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1-8 <sup>1</sup> .....	34	16	10	6	-2.78	47	11,21,31,81
1,2 <sup>2</sup> .....	22	14	7	7	-2.24	64	12,22
1,2 <sup>4</sup> .....	19	18	5	13	-3.40	95	14,24
4-6 <sup>4</sup> .....	31	23	20	3	2.43	74	44,54,64
1,2 <sup>5</sup> .....	59	55	35	20	-2.51	93	15,25
4,5 <sup>5</sup> .....	72	39	38	1	2.56	54	45,55
6-8 <sup>5</sup> .....	36	31	22	9	1.68	83	65,75,85
7-2 <sup>6</sup> .....	172	125	79	46	-2.30	73	76,86,16,26
4-6 <sup>6</sup> .....	117	56	49	7	1.29	48	46,56,66
4-6 <sup>7</sup> .....	20	9	7	2	-0.52	45	47,57,67
7-3 <sup>7</sup> .....	171	105	68	37	-2.51	61	77,87,17,27,37
1,2 <sup>8</sup> .....	104	45	17	28	-3.48	43	18,28
7,8 <sup>8</sup> .....	15	13	4	9	-5.97	87	78,88

Wegen ihrer geringen Häufigkeit blieben 15 Tage mit meist östlicher Höhenströmung unberücksichtigt.

Erläuterung der Ziffern (1), (2) ... auf Tab. 15

Tab. 15:

## Zusammenfassung der SCHÜEPP'schen Wetterlagen

Vent, 1955-1971, Mai bis September

Boden- und Höhenströmung

bezüglich der Bodenströmung

Bezeichnung	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1 <sup>6-2</sup> .....	248	159	99	60	-2.66	64	16,17,18,11,12
1 <sup>3-5</sup> .....	62	58	33	25	-2.73	94	13,14,15
2 <sup>7-2</sup> .....	113	40	18	22	-2.64	35	27,28,21,22
2 <sup>3-6</sup> .....	87	63	34	29	-2.62	72	23,24,25,26
4 <sup>4,5</sup> .....	16	9	9	-	3.13	56	44,45
4 <sup>6,7</sup> .....	9	1	1	-	0.02	11	46,47
5 <sup>2-5</sup> .....	87	52	48	4	2.45	60	52,54,55
5 <sup>6,7</sup> .....	55	17	16	1	2.42	31	56,57
6 <sup>4-6</sup> .....	87	62	51	11	0.93	71	64,65,66
6 <sup>7,8</sup> .....	13	7	5	2	-0.92	54	67,68
7 <sup>3-5</sup> .....	6	6	5	1	0.47	100	73,75
7 <sup>6-8</sup> .....	61	48	31	17	-2.47	79	76,77,78
8 <sup>4,5</sup> .....	10	9	5	4	1.27	90	84,85
8 <sup>6-3</sup> .....	29	28	12	16	-4.65	96	86,87,88,81,83

## Erläuterung:

- (1) ... Anzahl der Tage pro Wetterlagenklasse
- (2) ... Anzahl der Niederschlagstage
- (3) ... Anzahl der Tage mit Regen
- (4) ... Anzahl der Tage mit Schneefall
- (5) ... Temperaturabweichung, °C
- (6) ... Niederschlagswahrscheinlichkeit in %
- (7) ... in den Klassen zusammengefaßte Wetterlagen (Dd)

Wegen ihrer geringen Häufigkeit blieben vier Tage mit östlicher Bodenströmung unberücksichtigt.

Tab. 16:

Häufigkeit der Großwetterlagen nach Hess-Brezowsky und Temperaturanomalie in Vent, Mai bis September, 1955-1971

		Anzahl in Tagen	Temperatur- anomalie in °C	in %
WA	Westlage antizyklonal	172	0,55	6,6
WZ	Westlage zyklonal	364	-0,12	14,0
WS	Südliche Westlage	65	-1,42	2,5
WW	Winkel förmige Westlage	79	-0,64	3,0
SWA	Südwestlage antizyklonal	85	2,56	3,3
SWZ	Südwestlage zyklonal	86	2,50	3,3
NWA	Nordwestlage antizyklonal	63	-0,06	2,4
NWZ	Nordwestlage zyklonal	176	-2,17	6,8
HM	Hoch über Mitteleuropa	217	1,95	8,3
BM	Hochdruckbrücke über Mitteleuropa	167	1,07	6,4
TM	Tief Mitteleuropa	35	-1,00	1,3
NA	Nordlage antizyklonal	23	-2,51	0,9
NZ	Nordlage zyklonal	60	-3,09	2,3
HNA	Hoch Nordmeer-Island antizyklonal	83	0,56	3,2
HNZ	Hoch Nordmeer-Island zyklonal	51	-0,90	2,0
HB	Hoch Britische Inseln	59	-2,89	2,3
TRM	Trog Mitteleuropa	91	-3,60	3,5
NEA	Nordostlage antizyklonal	72	0,34	2,9
NEZ	Nordostlage zyklonal	58	-3,20	2,2
HFA	Hoch Fennoskandien antizyklonal	113	1,06	4,3
HFZ	Hoch Fennoskandien zyklonal	62	0,41	2,4
NFA	Hoch Nordmeer-Fennoskandien antizyklonal (urspr.: HNFA)	40	0,93	1,5
NFZ	Hoch Nordmeer-Fennoskandien zyklonal (urspr.: HNFZ)	60	-0,76	2,3
SEA	Südostlage antizyklonal	33	1,16	1,3
SEZ	Südostlage zyklonal	14	0,37	0,5
SA	Südlage antizyklonal	25	1,35	1,0
SZ	Südlage zyklonal	6	1,32	0,2
TB	Tief Britische Inseln	75	0,67	2,9
TRW	Trog Westeuropa	131	1,05	5,0
U	Uneinheitlich, unbestimmt	36	-0,55	1,4

Die Großwetterlagen wurden bis 1968 dem "Katalog der Großwetterlagen Europas" (Hess-Brezowsky, 1969) und für die Jahre bis 1971 dem Amtsblatt des deutschen Wetterdienstes "Die Großwetterlagen Europas", Offenbach, entnommen.

Tab. 17

Monatliche Häufigkeit der Großwetterlagen nach Hess-Brezowsky,  
1955-1971, V - IX

	in Tagen					in Prozent				
	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.
WA	16	43	45	27	41	3,0	8,4	8,5	5,1	8,0
WZ	63	72	62	102	65	12,0	14,1	11,8	19,4	12,7
WS	5	18	12	24	6	1,0	3,5	2,3	4,6	1,2
WW	18	19	12	10	20	3,4	3,7	2,3	1,9	3,9
SWA	13	13	16	25	18	2,5	2,5	3,0	4,7	3,5
SWZ	26	6	20	11	23	4,9	1,2	3,8	2,1	4,5
NWA	6	14	21	9	13	1,1	2,7	4,0	1,7	2,5
NWZ	26	30	68	32	20	4,9	5,9	12,9	6,1	3,9
HM	28	37	51	43	58	5,3	7,3	9,7	8,2	11,4
BM	31	24	30	42	40	5,9	4,7	5,7	8,0	7,8
TM	4	8	6	13	4	0,8	1,6	1,1	2,5	0,8
NA	8	8	2	3	2	1,5	1,7	0,4	0,6	0,4
NZ	35	9	11	5		6,6	1,8	2,1	0,9	
HNA	30	19	7	4	23	5,7	3,7	1,3	0,8	4,5
HNZ	21	12	7	6	5	4,0	2,4	1,3	1,1	1,0
HB	7	16	7	5	24	1,3	3,1	1,3	0,9	4,7
TRM	16	17	23	19	16	3,0	3,3	4,4	3,6	3,1
NEA	21	18	18	13	2	4,0	3,5	3,4	2,5	0,4
NEZ	5	21	20	6	6	2,0	4,1	3,8	1,1	1,2
HFA	21	24	17	30	21	4,0	4,7	3,2	5,7	4,1
HFZ	15	14	6	11	16	2,8	2,7	1,1	2,1	3,1
NFA	22	10	2	6		4,2	2,0	0,4	1,1	
NFZ	11	13	13	18	5	2,1	2,5	2,5	3,4	1,0
SEA	16	8			9	3,0	1,6			1,8
SEZ	3	3	1		7	0,6	0,6	0,2		1,4
SA	1	3		2	19	0,2	0,6		0,4	3,7
SZ					6					1,2
TB	17	10	18	20	10	3,2	2,0	3,4	3,8	2,0
TRW	30	17	24	38	22	5,7	3,3	4,6	7,2	4,3

Tab. 18:

Mittlere tägliche Temperaturabweichung, Vent, Mai bis September,  
1955-1971, für die Großwetterlagen nach Hess-Brezowsky, in °C

Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Ablationsp.	
-0,26	1,00	1,21	0,12	-0,03	0,55	WA
0,30	-0,17	-0,32	-0,13	-0,01	-0,12	WZ
-1,00	-1,64	-0,93	-1,55	-1,57	-1,42	WS
-0,96	-0,27	-0,67	-0,36	-0,81	-0,64	WW
1,38	3,28	2,97	2,64	2,41	2,56	SWA
3,07	3,38	2,13	1,98	2,19	2,50	SWZ
-2,40	0,68	0,43	-1,08	0,16	-0,06	NWA
-2,24	-2,53	-2,19	-1,93	-1,84	-2,17	NWZ
1,65	3,21	3,41	1,13	0,62	1,95	HM
0,81	1,50	1,21	0,91	1,07	1,07	BM
-0,92	-1,37	-2,10	-0,87	0,92	-1,00	TM
-1,04	-2,05	-6,00	-3,00	-6,00	-2,51	NA
-2,65	-2,92	-4,84	-2,70		-3,09	NZ
0,58	1,75	1,09	1,10	-0,69	0,56	HNA
-2,08	1,11	-1,06	-1,02	-0,38	-0,90	HNZ
-3,13	-5,53	-2,44	0,24	-1,83	-2,89	HB
-3,00	-3,26	-4,72	-2,95	-3,74	-3,60	TRM
0,30	0,97	0,92	-1,17	-0,55	0,34	NEA
-3,96	-4,09	-2,19	-2,07	-3,92	-3,20	NEZ
-0,33	1,48	1,16	1,74	0,90	1,06	HFA
0,84	1,11	2,75	0,35	-1,45	0,41	HFZ
1,39	0,56	1,15	-0,22		0,93	NFA
2,41	-1,88	0,56	-3,24	0,66	-0,76	NFZ
0,86	0,44			2,36	1,16	SEA
-2,03	-1,00	-2,00		2,33	0,37	SEZ
3,00	2,50		4,95	0,70	1,35	SA
				1,32	1,32	SZ
0,99	0,65	-0,74	1,13	1,77	0,67	TB
1,60	1,62	1,63	1,45	-1,46	1,05	TRW

Tab. 19

Großwetterlagen nach Hess-Brezowsky und Niederschlag in Vent, 1955-1971,  
Mai bis September

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
WA	172	72	69	3	4,0	3,9	5,2	41,9	40,1	1,7
WZ	364	212	172	40	4,6	4,3	5,9	58,2	47,2	11,0
WS	65	45	37	8	6,5	4,9	13,9	69,2	56,9	12,3
WW	79	59	42	17	5,5	5,1	6,4	74,7	53,2	21,5
SWA	85	32	30	2	3,4	3,6	1,4	37,6	35,3	2,4
SWZ	86	40	38	2	4,4	4,6	0,9	46,5	44,2	2,3
NWA	63	35	31	4	3,5	3,5	3,6	55,6	49,2	6,4
NWZ	176	122	78	44	3,8	4,0	3,7	69,3	44,3	25,0
HM	217	56	53	3	2,7	2,6	3,3	25,8	24,4	1,4
BM	167	65	56	9	4,0	3,5	7,3	38,9	33,5	5,4
TM	35	30	25	5	5,9	5,9	5,8	85,7	71,4	14,3
NA	23	11	7	4	2,9	2,9	2,8	47,8	30,4	17,4
NZ	60	43	16	27	4,4	2,7	5,4	71,7	26,7	45,0
HNA	83	40	32	8	3,1	2,8	4,1	48,2	38,6	9,6
HNZ	51	41	28	13	4,0	3,4	5,1	80,4	54,9	25,5
HB	59	25	8	17	4,0	3,2	4,4	42,4	13,6	28,8
TRM	91	74	34	40	6,1	5,7	6,5	81,3	37,4	44,0
NEA	72	42	36	6	2,6	2,4	4,3	58,3	50,0	8,3
NEZ	58	47	32	15	3,8	3,6	4,4	81,0	55,2	25,9
HFA	113	62	54	8	2,9	2,6	5,6	54,9	47,8	7,1
HFZ	62	44	39	5	3,8	3,6	5,9	71,0	62,9	8,1
NFA	40	22	17	5	2,5	2,5	2,4	55,0	42,5	12,5
NFZ	60	37	28	9	5,4	4,2	9,3	61,7	46,7	15,0
SEA	33	15	14	1	3,6	3,0	13,2	45,4	42,4	3,0
SEZ	14	11	9	2	11,0	12,9	2,4	78,6	64,3	14,3
SA	25	6	6	0	2,2	2,2	-	24,0	24,0	-
SZ	6	2	2	0	8,6	8,6	-	33,3	33,3	-
TB	75	48	41	7	6,9	6,7	8,0	64,0	54,7	9,3
TRW	131	96	83	13	6,9	6,5	9,2	73,3	63,4	9,9

Die Erläuterungen der Ziffern (1) bis (10) sind auf Tab. 9.

Tab. 20:

## Anzahl der Tage mit Schneefall in Vent, 1955-1971

	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	V - IX	VII - IX
WA	1	1	1			3	1
WZ	23	5	1	3	8	40	12
WS	1	3		3	1	8	4
WW	10	2			5	17	5
SWA	2					2	
SWZ	1	1				2	
NWA	1	1			2	4	2
NWZ	18	12	4	5	5	44	14
HM				2	1	3	3
BM	8			1		9	1
TM	2	2	1			5	1
NA	4					4	
NZ	20	2	5			27	5
HNA	7				1	8	1
HNZ	12			1		13	1
HB	3	9			5	17	5
TRM	10	6	10	7	7	40	24
NEA	5	1				6	
NEZ	3	9		1	2	15	3
HFA	6	1			1	8	1
HFZ	3	1			1	5	1
NFA	3	2				5	
NFZ		5		4		9	4
SEA	1					1	
SEZ	2					2	
TB	4	1	2			7	2
TRW	6	1	2	1	3	13	6
SA						--	--
SZ						--	--

Tab. 21:

Mittlere tägliche Temperaturabweichung der Ostalpinen Wetterlagen nach F. Lauscher, Vent,  
für die einzelnen Monate der Ablationsperiode, 1955 - 1971

Wetter- lage	Mai	Juni	Juli	August	September	Ablationsperiode Maibis September
HH	1.69	1.93	2.27	1.10	0.14	1.39 °C
H	-0.02	0.56	-0.60	0.24	-0.46	-0.07
HZ	1.68	2.35	2.76	1.93	1.11	1.93
HF	0.31	-0.88	0.82	0.83	0.89	0.31
HE	2.66	4.26	2.29	2.97	1.47	2.18
HB	3.30	3.32	1.70	3.24	3.41	3.15
N	-5.71	-6.78	-3.98	-1.61	-3.87	-4.66
NW	-2.47	-2.72	-2.25	-2.37	-1.47	-2.30
W	0.60	-0.58	-0.34	-0.20	0.95	0.12
SW	4.14	3.18	2.60	2.86	3.14	3.25
S	-1.30	3.85	4.65	2.37	2.37	2.65
TS	-0.74	-2.94	-3.00	-3.04	-2.42	-2.50
TSW	1.79	2.85	2.32	2.25	2.08	2.28
TWM	1.22	-0.40	1.65	1.20	-0.40	1.01
TB	1.70	1.32	0.65	1.18	1.09	1.16
TR	-0.27	-0.54	0.67	-0.98	-1.55	-0.54
TK	-1.42	-0.91	-1.02	-1.57	-2.66	-1.39
VB	-2.99	-4.25	-5.82	-4.57	-3.10	-3.77

Tab. 22:

Mittlere monatliche Temperaturabweichungen in Vent, 1900 m, in °C

(1) ... "gemessen" (2) ... "berechnet" nach der Ostalpinen Klassifikation

	Mai		Juni		Juli		Aug.		Sept.	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1955	-0,73	0,44	0,23	0,55	-0,14	-1,05	-0,88	0,01	-0,62	-0,29
1956	0,42	0,24	-2,59	-1,00	0,20	-0,28	0,39	0,53	2,03	0,41
1957	-2,24	-0,21	1,16	0,20	-0,57	-0,31	-0,72	0,09	-0,72	-0,50
1958	3,36	0,86	-0,66	-0,68	0,63	0,18	1,01	0,81	1,20	0,36
1959	0,54	-0,23	-0,15	-0,79	1,76	0,12	-0,28	-0,13	0,10	0,05
1960	1,03	0,38	1,48	0,10	-1,33	-0,82	0,35	0,16	-1,92	-0,06
1961	-1,26	-0,91	2,13	0,45	-0,35	-0,20	0,18	0,44	2,54	1,57
1962	-1,53	-0,88	-1,44	-0,32	-0,78	-0,21	1,59	0,74	-0,41	0,10
1963	-0,55	-0,18	0,09	0,36	1,08	0,95	0,47	0,17	0,79	-0,26
1964	1,51	0,41	2,01	0,86	0,42	0,49	-0,42	-0,58	-0,11	0,40
1965	-1,23	-0,17	0,23	-0,10	-0,79	-0,50	-0,49	-0,86	-1,77	-0,42
1966	-0,35	-0,47	0,91	0,78	-1,20	-0,21	-1,04	-0,55	1,07	0,25
1967	-0,04	0,25	-1,34	0,41	1,57	0,71	0,25	-0,23	-0,80	-0,29
1968	-0,05	0,27	-0,40	0,21	-1,05	-0,58	-0,99	-0,64	-1,07	-0,33
1969	2,04	0,34	-1,62	-0,76	0,60	0,55	-1,14	-0,44	0,84	-0,03
1970	-1,96	-0,49	1,18	0,20	-0,52	0,67	-0,21	-0,31	0,87	-0,19
1971	1,09	0,39	-1,16	-0,41	0,50	0,54	1,96	0,81	-1,97	-0,72
Standard- abweichung	1,49	0,50	1,36	0,57	0,94	0,58	0,91	0,53	1,34	0,52
Korrelations- koeffizient	0,76		0,71		0,66		0,82		0,76	

Tab. 23:

Mittlere monatliche Temperaturabweichungen in Vent, 1900 m, in °C

(1) ... "gemessen" (2) ... "berechnet" nach der SCHÖEPPschen Klassifikation

	Mai		Juni		Juli		Aug.		Sept.	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1955	-0,73	-0,29	0,23	-0,17	-0,14	-0,41	-0,88	0,19	-0,62	-0,15
1956	0,42	-0,36	-2,59	-1,57	0,20	0,04	0,39	-0,12	2,03	0,56
1957	-2,24	-0,60	1,16	1,24	-0,57	-1,04	-0,72	-0,32	-0,72	-0,54
1958	3,36	1,40	-0,66	-0,11	0,63	-0,03	1,01	0,62	1,20	-0,04
1959	0,54	-0,08	-0,15	-0,20	1,76	-0,03	-0,28	-0,11	0,10	0,33
1960	1,03	0,30	1,48	0,32	-1,33	-0,60	0,35	0,24	-1,92	-0,46
1961	-1,26	-0,81	2,13	0,21	-0,35	-0,22	0,18	-0,12	2,54	0,95
1962	-1,53	-0,31	-1,44	-0,28	-0,78	-0,39	1,59	-0,18	-0,41	-0,26
1963	-0,56	-0,28	0,09	0,06	1,08	0,80	0,47	-0,01	0,79	0,55
1964	1,51	0,14	2,01	0,82	0,42	0,51	-0,42	0,04	-0,11	-0,51
1965	-1,23	-0,23	0,23	-0,24	-0,79	0,24	-0,49	-0,18	-1,77	0,65
1966	-0,35	-0,54	0,91	0,50	-1,20	-0,15	-1,04	-0,34	1,07	0,04
1967	-0,04	0,14	-1,34	-0,03	1,57	0,88	0,25	0,13	-0,80	-0,44
1968	-0,05	0,41	-0,40	0,06	-1,05	-0,70	-0,99	0,11	-1,07	0,36
1969	2,04	0,93	-1,62	-0,84	0,60	0,56	-1,14	-0,64	0,84	0,75
1970	-1,96	-0,68	1,18	0,45	-0,52	-0,33	-0,21	0,08	0,87	-0,63
1971	1,09	0,90	-1,16	-0,16	0,50	0,91	1,96	0,65	-1,97	-1,09
Standardabw.	1,49	0,62	1,36	0,62	0,94	0,58	0,91	0,32	1,34	0,58
Korrel.Koeff.	0,87		0,81		0,68		0,59		0,53	

Tab. 24:

## Mittlere monatliche Temperaturabweichung in Vent, 1900 m, in °C

(1) ... "gemessen" (2) ... "berechnet" nach der Klassifikation von Hess-Brezowsky

	Mai		Juni		Juli		Aug.		Sept.	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1955	-0,73	-0,73	0,23	0,70	-0,14	-0,15	-0,88	0,42	-0,62	-0,54
1956	0,42	-0,19	-2,59	-1,52	0,20	0,03	0,39	-0,61	2,03	0,91
1957	-2,24	-0,42	1,16	1,10	-0,57	0,03	-0,72	0,22	-0,72	-0,09
1958	3,36	1,15	-0,66	0,07	0,63	0,62	1,01	0,74	1,20	-0,35
1959	0,54	-0,17	-0,15	-0,51	1,76	1,05	-0,28	-0,26	0,10	-0,31
1960	1,03	0,12	1,48	1,11	-1,33	-0,91	0,35	-0,01	-1,92	-0,04
1961	-1,26	-0,71	2,13	0,15	-0,35	-0,27	0,18	0,13	2,54	0,13
1962	-1,53	-0,75	-1,44	-0,84	-0,78	-0,07	1,59	0,84	-0,41	-0,19
1963	-0,56	-0,16	0,09	-0,03	1,08	1,17	0,47	-0,35	0,79	0,39
1964	1,51	0,70	2,01	0,87	0,42	0,32	-0,42	-1,07	-0,11	0,17
1965	-1,23	-0,05	0,23	-0,19	-0,79	-0,46	-0,49	0,28	-1,77	-0,39
1966	-0,35	-0,20	0,91	0,21	-1,20	-1,67	-1,04	-0,46	1,07	0,18
1967	-0,04	0,94	-1,34	-0,81	1,57	1,27	0,25	0,42	-0,80	-0,33
1968	0,05	0,69	-0,40	-0,32	-1,05	-1,19	-0,99	-0,65	-1,07	-0,39
1969	2,04	0,82	-1,62	-0,77	0,60	0,65	-1,14	-0,66	0,84	0,18
1970	-1,96	-1,14	1,18	0,75	-0,52	-0,68	-0,21	0,21	0,87	0,71
1971	1,09	0,24	-1,16	0,06	0,50	0,29	1,96	0,84	-1,97	0,01
Standardabw.	1,49	0,67	1,36	0,75	0,94	0,83	0,91	0,57	1,34	0,40
Korrel. Koeff.	0,80		0,84		0,92		0,62		0,57	

Tab. 25:

Mittlere Tageswerte der relativen Topographie 500/1000 mb  
 für die Alpennordseite (München, Payerne) in gpm  
 1955 - 1971

	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.
1	5442	5519	5609	5638	5595
2	5461	5519	5608	5630	5610
3	5456	5534	5610	5616	5613
4	5482	5541	5599	5622	5595
5	5495	5554	5594	5631	5599
6	5492	5572	5603	5652	5586
7	5484	5576	5614	5640	5588
8	5507	5553	5611	5615	5592
9	5521	5545	5607	5609	5581
10	5505	5538	5612	5628	5602
11	5502	5532	5618	5623	5595
12	5517	5538	5629	5607	5588
13	5539	5572	5634	5620	5582
14	5544	5566	5635	5621	5585
15	5524	5565	5603	5611	5589
16	5513	5578	5599	5599	5584
17	5524	5590	5601	5606	5561
18	5514	5611	5615	5602	5561
19	5492	5605	5625	5603	5573
20	5470	5595	5611	5605	5580
21	5491	5591	5605	5595	5584
22	5507	5604	5611	5589	5586
23	5508	5621	5612	5583	5594
24	5522	5609	5621	5586	5592
25	5530	5608	5634	5598	5596
26	5511	5609	5642	5603	5586
27	5525	5594	5632	5625	5569
28	5522	5590	5631	5612	5556
29	5510	5581	5616	5608	5557
30	5514	5588	5619	5589	5554
31	5519		5629	5579	

Tab. 26:

Mittlere tägliche Abweichungen der relativen Topographie 500/1000 mb in gpdm, Alpen-nordseite, geordnet nach der Wetterlagenklassifikation von F. Lauscher, Mai - September, 1955 - 1971

Wetterlage	Mai	Juni	Juli	August	September	Ablations- periode
HH	3,99	4,05	5,25	3,25	1,99	3,70
H	0,19	0,70	-1,39	0,47	-1,02	-0,21
HZ	3,33	3,82	5,55	3,50	3,02	3,73
HF	1,11	-1,10	2,71	2,90	2,20	1,39
HE	5,86	9,20	5,76	4,66	3,65	4,81
HB	7,55	6,07	3,90	7,96	7,75	6,86
N	-10,95	-10,53	-7,35	-1,56	-9,41	-8,53
NW	-5,38	-5,52	-4,76	-5,18	-5,14	-5,18
W	1,04	-0,70	-1,45	-1,07	1,21	-0,20
SW	7,54	4,80	5,80	3,96	7,01	6,15
S	2,95	9,10		11,72	5,08	6,86
TS	-0,85	-4,77	-6,49	-4,17	-5,30	-4,38
TSW	4,69	4,70	3,63	4,10	2,65	4,16
TWM	3,14	5,00	0,95	0,83	-1,25	2,18
TB	1,71	2,09	0,28	1,93	0,09	1,21
TR	-0,63	-0,91	1,26	-2,13	-3,59	-1,20
TK	-3,93	-2,16	-1,59	-3,92	-6,52	-3,92
VB	-5,07	-7,03	-9,94	-9,80	-6,41	-6,72

Tab. 27:

Mittlere tägliche Abweichung der relativen Topographie 500/1000 mb,  
Mai bis September, 1955-1971, Großwetterlagen nach Hess-Brezowsky,  
in gpdm

	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Ablations- periode
WA	2,30	2,27	3,52	1,31	0,72	2,08
WZ	-0,06	-0,14	-1,93	-1,10	-0,86	-0,83
WS	-5,66	-3,21	-5,08	-4,49	-3,95	-4,28
WW	-2,27	-1,09	1,37	1,19	-2,29	-1,00
SWA	2,07	6,20	6,26	5,55	5,36	5,21
SWZ	6,67	5,18	3,95	3,94	3,33	4,69
NWA	-3,80	1,98	0,88	-1,27	-1,20	-0,06
NWZ	-4,50	-5,09	-4,69	-4,89	-5,16	-4,82
HM	4,91	6,54	7,57	3,88	3,75	5,30
BM	2,15	3,05	3,09	2,47	2,96	2,72
TM	-3,30	-3,36	-3,40	-2,53	1,45	-2,50
NA	-1,51	-2,35	-8,35	-4,23	-6,75	-3,21
NZ	-7,92	-5,83	-9,28	-6,84		-7,77
HNA	1,66	3,26	0,33	2,88	-1,68	1,05
HNZ	-4,00	2,59	-1,94	-2,25	-3,14	-1,87
HB	-3,26	-8,92	-4,20	2,56	-3,85	-4,65
TRM	-7,33	-6,63	-9,48	-7,36	-8,99	-8,05
NEA	0,80	2,10	1,78	-0,77	-5,15	0,92
NEZ	-5,08	-8,16	-3,13	-3,52	-7,92	-5,66
HFA	1,67	3,60	2,91	3,86	2,29	2,96
HFZ	-0,14	1,87	6,18	-0,22	-3,05	0,16
NFA	3,10	1,02	-0,40	-0,12		1,92
NFZ	4,82	-4,72	0,81	-0,33	2,62	-1,64
SEA	1,70	-0,73			5,60	2,18
SEZ	-3,37	-2,30	-4,50		2,10	-0,49
SA	5,50	5,27		14,00	2,52	3,89
SZ					-0,27	-0,27
TB	1,64	0,07	-2,01	2,75	2,34	0,94
TRW	2,17	1,26	2,30	1,25	-4,15	0,75

Tab. 28:

Mittlere tägliche Abweichungen der Temperatur und der relativen Topographie, 500/1000 mb

Ostalpine Wetterlage	Temperatur Vent, °C	Rel Z gpdm	Rel N gpdm	Rel S gpdm
HH	1,39	2,80	3,70	1,98
H	-0,07	-0,15	-0,21	-0,13
HZ	1,93	2,98	3,72	2,64
HF	0,31	0,56	1,39	-0,30
HE	2,18	3,19	4,81	1,61
HB	3,16	5,42	6,86	4,01
N	-4,66	-6,99	-8,53	-5,50
NW	-2,30	-3,33	-5,18	-1,44
W	0,12	0,60	-0,20	1,43
SW	3,25	4,92	6,15	3,51
S	2,65	4,24	6,86	2,06
TS	-2,50	-4,18	-4,38	4,05
TSW	2,28	2,99	4,16	1,75
TWM	1,01	0,91	2,18	-0,19
TB	1,16	1,24	1,21	1,16
TR	-0,54	-0,78	-1,20	-0,39
TK	-1,39	-2,87	-3,32	-2,66
VB	-3,77	-6,11	-6,72	-5,48

Tab. 29:

Mittlere monatliche Abweichung der relativen Topographie 500/1000 mb für die Alpennordseite vom 17-jährigen Mittel 1955-1971, in gpm

(1) ... "gemessen" (2) ... "berechnet" nach der Ostalpinen Wetterlagenklassifikation

	Mai		Juni		Juli		Aug.		Sept.	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1955	-1,47	0,72	0,24	0,73	1,36	-1,86	-0,31	0,05	-1,48	-0,49
1956	1,63	0,61	-3,96	-1,84	0,39	-0,84	-0,76	0,76	3,16	0,43
1957	-4,31	-0,36	3,11	0,49	0,71	-0,93	-0,44	0,20	-1,81	-1,72
1958	7,31	1,37	0,11	-1,25	2,04	0,18	3,50	1,55	3,09	0,93
1959	1,21	0,00	0,41	-1,35	3,58	0,28	0,11	-0,26	1,22	1,04
1960	2,37	0,75	2,97	0,22	-3,13	-1,91	-0,69	0,29	-3,28	-0,36
1961	-2,24	-1,82	2,91	0,82	-2,35	-0,41	0,66	0,92	5,79	3,68
1962	-5,27	-1,98	-3,73	-0,80	-4,35	-0,32	2,05	1,41	-2,01	-0,09
1963	-1,53	-0,34	-0,66	0,48	1,75	2,08	-1,34	0,21	0,06	-0,59
1964	3,02	1,17	3,67	1,49	1,20	1,14	0,37	-1,28	0,29	0,77
1965	-2,56	-0,52	-0,36	-0,28	-3,48	-1,41	-2,27	-1,64	-4,14	-1,05
1966	-0,44	-1,11	1,74	1,56	-2,87	-0,35	-1,79	-0,88	3,29	0,67
1967	0,18	0,42	-2,49	1,06	3,55	1,44	1,47	-0,62	-1,84	-0,66
1968	-0,85	0,37	-0,09	0,35	-2,00	-1,10	-1,95	-1,21	-2,94	-1,33
1969	3,05	0,45	-2,66	-1,27	1,78	1,24	-2,24	-0,63	1,52	0,38
1970	-2,66	-0,69	2,31	0,41	-0,22	1,50	0,73	-0,21	2,86	-0,28
1971	2,56	0,32	-3,43	-0,74	1,97	1,20	2,73	1,17	-3,78	-1,28
Standardabw.	3,148	0,985	2,552	1,044	2,528	1,258	1,723	0,962	2,955	1,267
Korrel.Koeff.	0,786		0,621		0,563		0,696		0,812	

Tab. 30:

Mittlere monatliche Abweichung der relativen Topographie 500/1000 mb für die Alpennordseite

(1) ... "gemessen" (2) ... "berechnet" nach der Klassifikation von Hess-Brezowsky in gpdm

	Mai		Juni		Juli		Aug.		Sept.	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1955	-1,47	-1,80	0,24	1,08	1,36	0,19	-0,31	1,49	-1,48	-1,05
1956	1,63	0,64	-3,96	-3,16	0,39	0,25	-0,76	-2,15	3,16	0,99
1957	-4,31	-1,11	3,11	1,90	0,71	0,03	-0,44	0,43	-1,81	-0,39
1958	7,31	2,69	0,11	0,43	2,04	1,21	3,50	1,85	3,09	-0,91
1959	1,21	0,12	0,41	-0,48	3,58	2,27	0,11	0,30	1,22	0,28
1960	2,37	0,43	2,97	2,41	-3,13	-2,17	-0,69	-0,33	-3,28	-0,15
1961	-2,24	-1,93	2,91	0,13	-2,35	-0,98	0,66	-0,05	5,79	1,08
1962	-5,27	-2,94	-3,73	-1,14	-4,35	-0,71	2,05	2,05	-2,01	-0,71
1963	-1,53	-0,42	-0,66	-0,30	1,75	2,06	-1,34	-1,51	0,06	0,82
1964	3,02	1,68	3,67	1,60	1,20	0,52	0,37	-2,06	0,29	0,98
1965	-2,56	-0,28	-0,36	-0,16	-3,48	-1,67	-2,27	0,26	-4,14	-1,36
1966	-0,44	-0,17	1,74	0,42	-2,87	-3,49	-1,79	-1,20	3,29	0,20
1967	0,18	1,19	-2,49	-1,56	3,55	3,33	1,47	1,09	-1,84	-0,98
1968	-0,85	1,56	-0,09	-0,65	-2,00	-2,41	-1,95	-1,62	-2,94	-1,51
1969	3,05	1,45	-2,66	-2,01	1,78	1,83	-2,24	-1,52	1,52	0,13
1970	-2,66	-1,76	2,31	1,53	-0,22	-1,13	0,73	1,23	2,86	1,32
1971	2,56	0,62	-3,43	0,05	1,97	0,78	2,63	1,57	-3,78	0,34
Standardabw.	3,15	1,53	2,55	1,47	2,53	1,85	1,72	1,44	2,95	0,89
Korrel.Koeff.	0,85		0,83		0,87		0,71		0,70	

Tab. 31

Summen der mittleren monatlichen Abweichung der Rel N und ihre Beziehung zum Massenhaushalt des Hintereisfelters

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1955	- 1,66	- 0,85	- 4,43	- 0,61	- 2,66	76
1956	0,46	- 0,88	- 5,97	0,09	- 0,96	- 275
1957	- 2,74	- 2,32	- 5,64	- 2,47	- 3,05	- 189
1958	16,05	2,78	-11,32	21,59	4,51	- 981
1959	6,53	- 0,29	- 8,87	10,22	- 0,27	- 763
1960	- 1,76	- 1,01	- 4,94	- 5,58	- 2,63	- 62
1961	4,77	3,19	- 6,15	3,08	3,70	- 205
1962	-13,31	- 1,78	- 7,68	-15,61	- 0,69	- 696
1963	- 1,72	1,84	- 8,72	- 1,31	4,13	- 603
1964	8,55	3,29	-12,09	10,12	3,15	-1244
1965	-12,81	- 4,90	- 2,30	-18,56	- 7,95	925
1966	- 0,07	- 0,11	- 3,86	- 4,73	- 1,34	344
1967	0,87	1,64	- 4,86	5,89	2,46	20
1968	- 7,83	- 2,97	- 3,68	-11,78	- 5,28	338
1968	1,45	0,17	- 6,36	0,99	0,78	- 431
1970	3,02	0,73	- 6,90	3,53	2,02	- 552
1971	0,05	1,27	- 7,28	4,75	3,64	- 600
		1			1	
Korrelationskoeffizienten:				-0,68		
		1			1	
		0,79		-0,71		-0,76
						-0,73

- (1) ... Summe Mai bis Sept., Rel N gemessen
- (2) ... Summe Mai bis Sept., Rel N berechnet nach F. Lauscher
- (3) ... Nettoablation HEF in  $10^6 \text{ m}^3$
- (4) ... Summe (1) + Juli + Aug. Rel N gemessen
- (5) ... Summe (2) + Juli + Aug. Rel N berechnet nach F. Lauscher
- (6) ... spez. Massenbilanz HEF in  $10^{-1} \text{ g/cm}^2$

Tab. 32:

Tägliche Ablation bei Pegel Nr. 7 am Hintereisferner 1970					
(a) ... "gemessen"		(b) ... "berechnet"			
	(a)	(b)			
17.6.1970	7.2	7.2	9.8.1970	1.0	1.6
	5.8	5.5		2.5	4.2
	5.0	4.5		3.5	4.7
	6.4	5.7		6.0	6.1
	6.5	7.3		10.0	8.6
	8.1	8.6		6.3	7.7
	7.9	7.6		5.0	6.2
	8.3	7.8		5.4	7.7
	7.3	6.6		3.2	4.4
	8.9	8.5		4.2	5.4
	9.0	8.8		3.9	6.0
	8.8	6.9		5.9	5.8
	6.7	4.8		0.5	-0.9
30.6.1970	-3.2	-2.6		1.5	2.0
1.7.1970	4.4	4.2		-2.5	-1.2
	6.2	4.9		-0.5	0.3
	3.5	2.4		2.2	3.1
	1.6	0.8		3.6	4.5
	3.9	4.5		4.0	5.4
	6.1	6.2		5.0	6.2
	10.8	8.2		4.5	5.8
	10.8	8.6		4.2	5.6
	8.0	6.2		4.8	6.0
	8.6	7.5		4.0	5.6
	10.7	9.3		4.8	6.1
	10.7	9.2		5.0	6.1
	11.9	9.4		4.4	5.2
	10.9	8.9		5.2	7.1
	1.1	-1.2		5.8	7.2
	-1.1	-2.2		5.5	6.8
	-3.7	-0.5		6.0	9.1
	2.2	0.7		5.0	7.9
	6.5	5.2		7.5	8.5
	7.0	5.7		6.4	6.4
	9.0	7.0		5.3	4.6
	10.0	8.4		3.2	2.8
	10.0	9.0		5.0	4.8
	9.5	9.8		5.6	6.2
	4.9	4.6		4.0	2.7
	5.0	5.1		0.0	0.8
	7.4	7.3		2.5	3.5
	9.3	9.1		3.5	5.1
	7.5	7.1		5.0	6.6
	7.7	7.0		5.0	6.2
31.7.1970	6.7	6.5		3.5	5.0
1.8.1970	5.8	6.8		2.5	4.2
	6.0	7.3		0.5	1.1
	6.2	7.0		4.0	2.7
	8.7	8.1		5.5	4.7
	9.6	8.9		4.0	3.6
	11.6	10.2		3.0	3.2
	9.5	9.1		4.0	3.5
8.8.1970	3.5	5.0	30.9.1970	3.0	5.1

Negative Werte bedeuten Neuschnee bei Pegel 7

Tab. 33:

Tägliche Ablation bei Pegel Nr. 7 am Hintereisferner 1971  
(a) ... "gemessen" (b) ... "berechnet" in cm Eis

	(a)	(b)		(a)	(b)		(a)	(b)
17.5.71	6.0	6.7	1.7.71	-2.0	0.0	15.8.71	6.0	9.1
	6.0	7.3		5.5	3.4		7.0	7.4
	7.5	6.6		8.5	4.7		6.0	6.8
	6.0	6.4		8.0	6.0		10.0	9.8
	4.5	4.5		7.6	7.6		9.5	10.8
	2.5	2.7		8.2	7.1		8.5	9.9
	1.5	2.0		8.5	7.6		5.5	6.7
	2.0	2.3		8.7	8.0		4.0	5.2
	5.0	3.2		11.2	9.9		6.0	5.0
	2.0	0.6		10.3	10.3		4.0	3.6
	-3.0	1.8		10.4	10.7		4.0	6.1
	0.0	1.3		8.5	8.8		6.5	8.5
	-4.0	-2.3		6.5	6.1		3.0	3.8
	-6.0	-8.6		7.5	6.8		5.5	5.5
31.5.71	4.0	1.5		8.5	7.2		7.5	7.3
1.6.71	5.0	3.2		8.0	8.8		8.5	6.4
	6.0	4.0		5.4	6.6	31.8.71	4.0	2.9
	7.0	5.8		4.0	4.5	1.9.71	5.5	2.8
	8.0	6.2		4.5	4.0		6.5	4.0
	7.0	5.8		6.0	3.0		8.5	5.1
	6.0	4.5		7.1	4.1		7.5	6.9
	1.0	3.2		5.0	4.7		6.0	7.0
	1.5	3.4		6.2	6.2		5.0	5.0
	1.5	3.8		7.5	7.6		5.5	3.0
	3.0	2.8		8.3	8.5		3.5	2.5
	-1.0	1.5		6.5	8.4		0.5	1.6
	-2.0	-0.5		9.5	9.3		4.0	4.1
	7.0	1.9		8.0	8.0		3.5	3.6
	9.5	5.0		7.0	7.2		1.0	1.3
	-4.5	-0.3		9.0	7.9		3.5	1.3
	-3.0	0.2	31.7.71	10.5	8.7		3.0	2.5
	0.5	-0.1	1.8.71	8.5	9.5		-3.0	-0.1
	-0.5	0.0		7.5	10.2		1.0	-0.8
	-2.0	-1.4		8.0	9.2		1.0	-0.7
	7.0	5.9		5.5	6.0		2.0	0.4
	10.5	7.2		5.5	6.6		4.0	2.6
	11.5	9.0		8.5	9.4		4.5	3.7
	11.0	7.3		8.5	9.1		4.5	6.1
	8.0	6.5		5.5	5.5		4.5	5.4
	5.5	5.7		9.0	5.9		5.0	5.5
	6.5	6.8		10.0	8.4		1.5	3.9
	5.5	5.3		6.5	8.9		0.5	3.6
	6.5	5.6		4.5	4.8		1.0	4.4
29.6.71	2.0	1.8		7.0	7.1		0.5	4.7
30.6.71	-5.0	-3.1	14.8.71	9.0	9.3	28.9.71	-4.0	-4,4

Negative Werte bedeuten Neuschnee bei Pegel 7

Tab. 34a:

Vergleich von "gemessenen" mit "berechneten" Ablationswerten des  
Hintereisferrers (Pegel Nr. 7) in cm Eis

		"gemessen"	"berechnet"
17.6. - 30.6.1970		92,7	87,3
1.7. - 31.7.		207,1	178,9
1.8. - 31.8.		145,1	167,6
1.9. - 15.9.		78,8	94,4
16.9. - 30.9.1970		50,0	58,0
17.6. - 30.9.1970		573,7	586,2
17.5. - 31.5.1971		34,0	36,0
1.6. - 30.6.		119,0	107,1
1.7. - 31.7.		228,4	211,7
1.8. - 31.8.		209,0	224,6
1.9. - 15.9.		60,5	50,6
16.9. - 28.9.1971		26,0	34,4
17.5. - 28.9.1971		676,9	664,4

In der folgenden Tabelle wurden fortlaufend jeweils Summen  
über 10 Tage gebildet

1970	gem.	ber.	1971	gem.	ber.
1.-10.	71,4	69,4	1.-10.	43,0	42,3
11.-20.	47,0	40,9	11.-20.	24,0	18,7
21.-30.	82,4	63,9	21.-30.	22,0	25,4
31.-40.	60,4	55,0	31.-40.	48,5	40,3
41.-50.	74,9	75,1	41.-50.	43,1	38,1
51.-60.	58,9	63,4	51.-60.	88,3	82,5
61.-70.	23,8	32,6	61.-70.	62,0	58,0
71.-80.	44,3	56,5	71.-80.	80,0	84,4
81.-90.	45,0	65,2	81.-90.	74,0	74,9
91.-100.	32,1	41,4	91.-100.	66,5	74,3
101.-106.	23,5	22,8	101.-110.	59,5	52,4
			111.-120.	40,0	36,3
			121.-130.	26,5	24,6
			131.-135.	-0,5	12,2

Tab. 34b

Pegel Nr. 7

Sommer 1970

Vergleich der tatsächlich abgeschmolzenen Eishöhen mit den berechneten.

Als Beginn der sommerlichen Eisablation kann für diesen Pegel der 17. 6. 1970 angenommen werden. Zu berücksichtigen ist jedoch bei der Berechnung der Nettoablation des Haushaltsjahres 1969/70, daß im Oktober und November 1969 bereits 48 cm Eis abgeschmolzen waren.

tatsächlich gemessen (in cm Eis)	von	Datum bis (ein- schließl.)	berechnet (in cm Eis)
39,0	17.6.	- 22.6.1970	38,8
57,0	23.6.	- 29.6.	51,1
105,0	30.6.	- 16.7.	84,3
21,0	17.7.	- 21.7.	18,1
24,0	22.7.	- 24.7.	27,2
58,0	25.7.	- 1.8.	53,5
15,0	2.8.	- 3.8.	14,3
30,0	4.8.	- 7.8.	36,3
20,0	8.8.	- 12.8.	21,6
16,0	13.8.	- 14.8.	16,3
30,0	15.8.	- 20.8.	35,5
45,0	21.8.	- 4.9.	59,8
21,0	5.9.	- 3.9.	30,2
11,0	am 9.9.		7,9
32,0	10.9.	- 15.9.	33,3
5,0	am 16.9.		2,7
22,0	17.9.	- 23.9.	31,4
20,0	24.9.	- 29.9.	18,8
3,0	am 30.9.		5,1
574,0	17.6.1970 - 30.9.1970		586,2

Tab. 34c

Pegel Nr. 7

Sommer 1971

Vergleich der tatsächlich abgeschmolzenen Eishöhen  
mit den berechneten.Als Beginn der Eisablation kann für diesen Pegel der  
17.5.1971 angenommen werden. Aus dem Oktober und November  
1970 ist keine Ablation zu berücksichtigen.

tatsächlich gemessen (in cm Eis)	von	Datum bis einschließl.	"berechnet" (in cm Eis)
19,0	17.5.	~ 19.5.	20,6
23,0	20.5.	~ 27.5.	23,5
34,0	28.5.	~ 3.6.	31,8
11,0	10.6.	~ 16.6.	10,7
30,0	17.6.	~ 23.6.	27,9
40,0	24.6.	~ 29.6.	31,7
18,0	30.6.	~ 5.7.	18,6
64,0	6.7.	~ 12.7.	62,4
34,0	13.7.	~ 15.7.	20,1
5,0	am 16.7.1971		8,8
25,0	17.7.	~ 21.7.	22,2
27,0	22.7.	~ 25.7.	27,0
82,0	23.7.	~ 6.8.	84,4
77,0	5.8.	~ 15.8.	84,0
86,0	16.8.	~ 29.8.	96,4
95,0	30.8.	~ 28.9.	94,3
677,0	17.5.1971	~ 28.9.1971	664,4

Tab. 35:

## Ergebnisse einer Regressionsanalyse mit 5 Variablen

	$x_1$ (T,S)	$x_2$ Temp.Vent	$x_3$ Rel N	$x_4$ Abfluß Venter A.
Regressions- koeffizient $b_i$	0,537	0,176	0,081	-0,003
Konstante C = -3,724				
Mittlerer Fehler von $b_i$	0,072	0,103	0,032	0,002
Standardisierter Regressionskoeff.	0,622	0,176	0,165	-0,072
t-Wert	7,479	1,702	2,494	-1,861
F-Wert <sup>1)</sup>	825,17	2,90	14,25	2,47
Mittlerer Fehler der Regressions- werte in cm <sup>1)</sup>	1,666	1,610	1,621	1,616
Quadratischer mul- tipler Regres- sionskoeff. R <sup>2</sup> <sup>1)</sup>	0,775	0,793	0,788	0,790

- 1) Die Variablen wurden in die Analyse in der Reihenfolge  $x_1$ ,  $x_3$ ,  $x_4$ ,  $x_2$  eingeführt. Die mit <sup>1)</sup> gekennzeichneten Maßzahlen beziehen sich jeweils auf den Stand der Rechnung nach Einführung der entsprechenden Variablen.

Tab. 36:

Haushalts- jahr	(1)	(2)	(3)	(4)
	Netto- ablation in 10 m w.e.	Massen- bilanz in 10 m w.e.	Ablation Pegel 7 berechnet in cm w.e.	Ablation Pegel 7 gemessen in cm w.e.
1963/64	-12,09	-11,28	-703	-636
1964/65	- 2,30	+ 8,37	-403	-339
1965/66	- 3,86	+ 3,11	-528	-426
1966/67	- 4,86	+ 0,18	-505	-419
1967/68	- 3,68	+ 3,05	-489	-461
1968/69	- 6,36	- 3,88	-582	-548
1969/70	- 6,90	- 4,98	-543	-517
1970/71	- 7,28	- 5,40	-608	-609

Zwischen den einzelnen Datenreihen wurde ein linearer Zusammenhang angenommen, dessen Strammheit durch die folgenden Korrelationskoeffizienten ausgedrückt werden kann:

	Netto- ablation	Massen- bilanz	berechnete Ablation	gemessene Ablation
Nettoablation	1,00	0,96	0,95	0,90
Massenbilanz		1,00	0,95	0,95
berechnete Ablation			1,00	,93
gemessene Ablation				1,00

## VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

- Abb. 1A Übersichtskarte des Hintereisfengers und Lage der meteorologischen Stationen im Rcfental
- Abb. 1B Darstellung des von M. Schüepp definierten "Zentralen Alpengebietes" mit den drei Radiosondenstationen München, Payerne und Mailand
- Abb. 2 Niederschlagssummen der Station VENT (1900 m) (tägliche Messungen) und des Regenmessers HINTEREISFERNER (2960 m) für die Zeitabschnitte:  
Akkumulationsperiode (Oktober bis April)  
Ablationsperiode (Mai bis September)  
Hydrologisches Jahr (Oktober bis September)  
1955 bis 1971
- Abb. 3 17-jähriges Tagesmittel der Temperatur, VENT, 1900 m, 1955 bis 1971, Mai bis September
- Abb. 4 Synoptisches Klimadiagramm von VENT, Ostalpine Wetterlagen nach F. Lauscher, 1955 - 1971, Mai bis September,  
Mittlere tägliche Abweichung der Temperatur in °C und Niederschlagswahrscheinlichkeit in %
- Abb. 5 Niederschlagswahrscheinlichkeit der Ostalpinen Wetterlagen in VENT, 1955 - 1971, Mai bis September
- Abb. 6 Synoptisches Klimadiagramm von VENT, Großwetterlagen nach Hess-Brezowsky, 1955 - 1971, Mai bis September,  
Mittlere tägliche Temperaturabweichung in °C und Niederschlagswahrscheinlichkeit in %
- Abb. 7 Mittlere monatliche Temperaturabweichung der Ostalpinen Wetterlagen, Mai bis September, 1955 - 1971, VENT
- Abb. 8 Monatliche Temperaturabweichung von Vent für Mai:  
(1) gemessene Werte  
(2) nach den Schüeppschen Wetterlagen berechnete Werte  
und für August:  
(1) gemessene Werte  
(2) nach den Ostalpinen Wetterlagen berechnete Werte

- Abb. 9 17-jähriges Tagesmittel der relativen Topographie 500/1000 mb für die Alpennordseite (München, Payerne), 1955 - 1971, Mai bis September
- Abb. 10 Synoptisches Klimadiagramm von Vent, Ostalpine Wetterlagen nach F. Lauscher, 1955 - 1971, Mai bis September;  
Mittlere tägliche Abweichung der Rel N in gpdm und Niederschlagsbereitschaft in Prozent
- Abb. 11 Synoptisches Klimadiagramm von Vent, Großwetterlagen nach Hess-Brezowsky, 1955 - 1971, Mai bis September;  
Mittlere tägliche Abweichung der Rel N in gpdm und Niederschlagsbereitschaft in Prozent
- Abb. 12 Synoptisches Klimadiagramm von Vent, Ostalpine Wetterlagen nach F. Lauscher, 1955 - 1971, Mai bis September;  
Abweichung der Rel N ... +  
Abweichung der Rel S ... o  
und Temperaturabweichung in VENT; die Gerade stellt den Zusammenhang zwischen den Abweichungen von Rel N und Temperatur Vent dar
- Abb. 13 Vergleich der gemessenen und der mittels Regressionsanalyse berechneten Ablation des Pegels Nr. 7, 1964 - 1971
- Abb. 14 Zusammenhang zwischen der Nettoablation und der für den Pegel Nr. 7 gemessenen, sowie der mittels Regressionsanalyse berechneten Ablation, 1964 - 1971
- Abb. 15 Vergleich des Massenhaushaltes mit der Nettoablation, Hintereisferner, 1964 - 1971, in  $10^6 \text{ m}^3$  Wasser

Abb. 1A

1 Station Hintereis, 3026 m

2 HS, 2965 m

3 St. 28, 2800 m

4 HEF Zunge, 2450 m

5,6 Abflußmeßstelle

46°50'

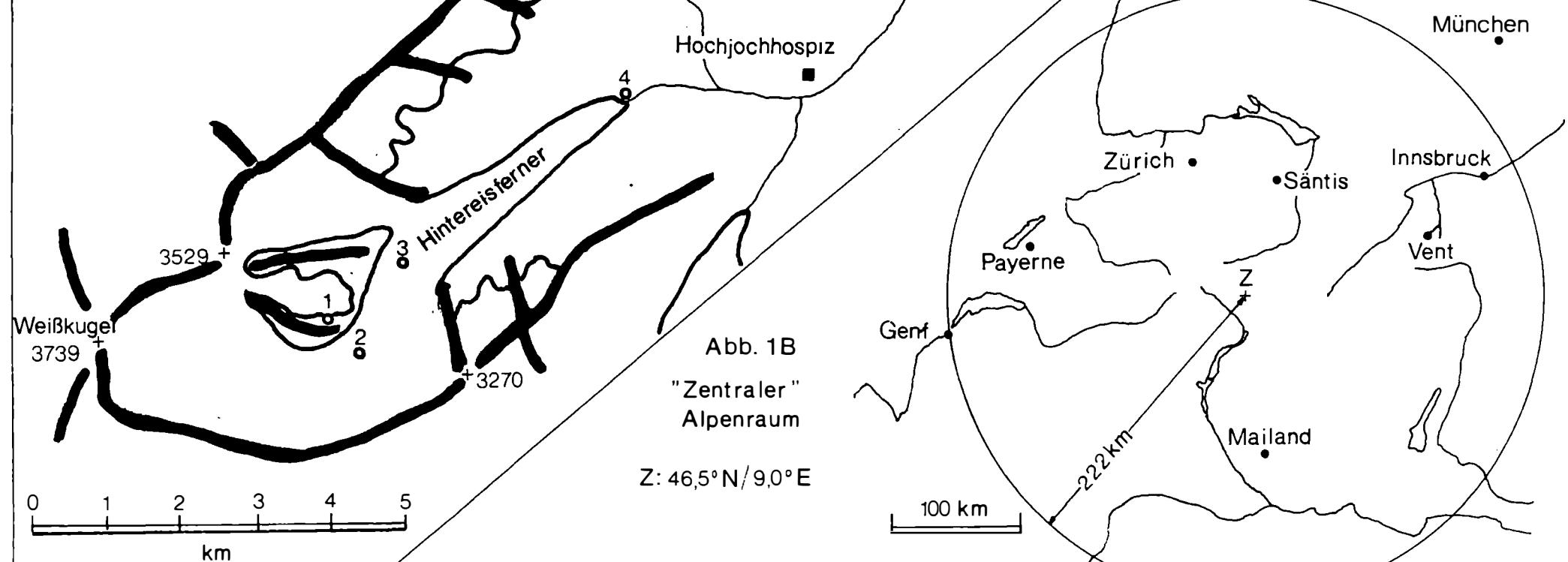


Abb. 1B  
"Zentraler" Alpenraum

Z: 46,5°N / 9,0°E

100 km

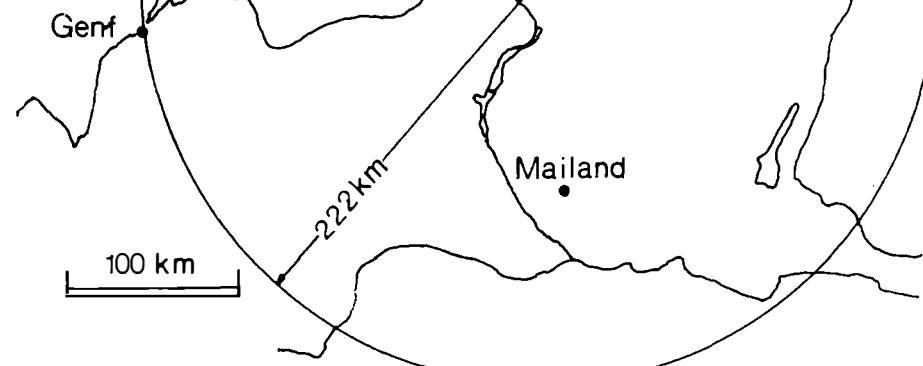


Abb. 2

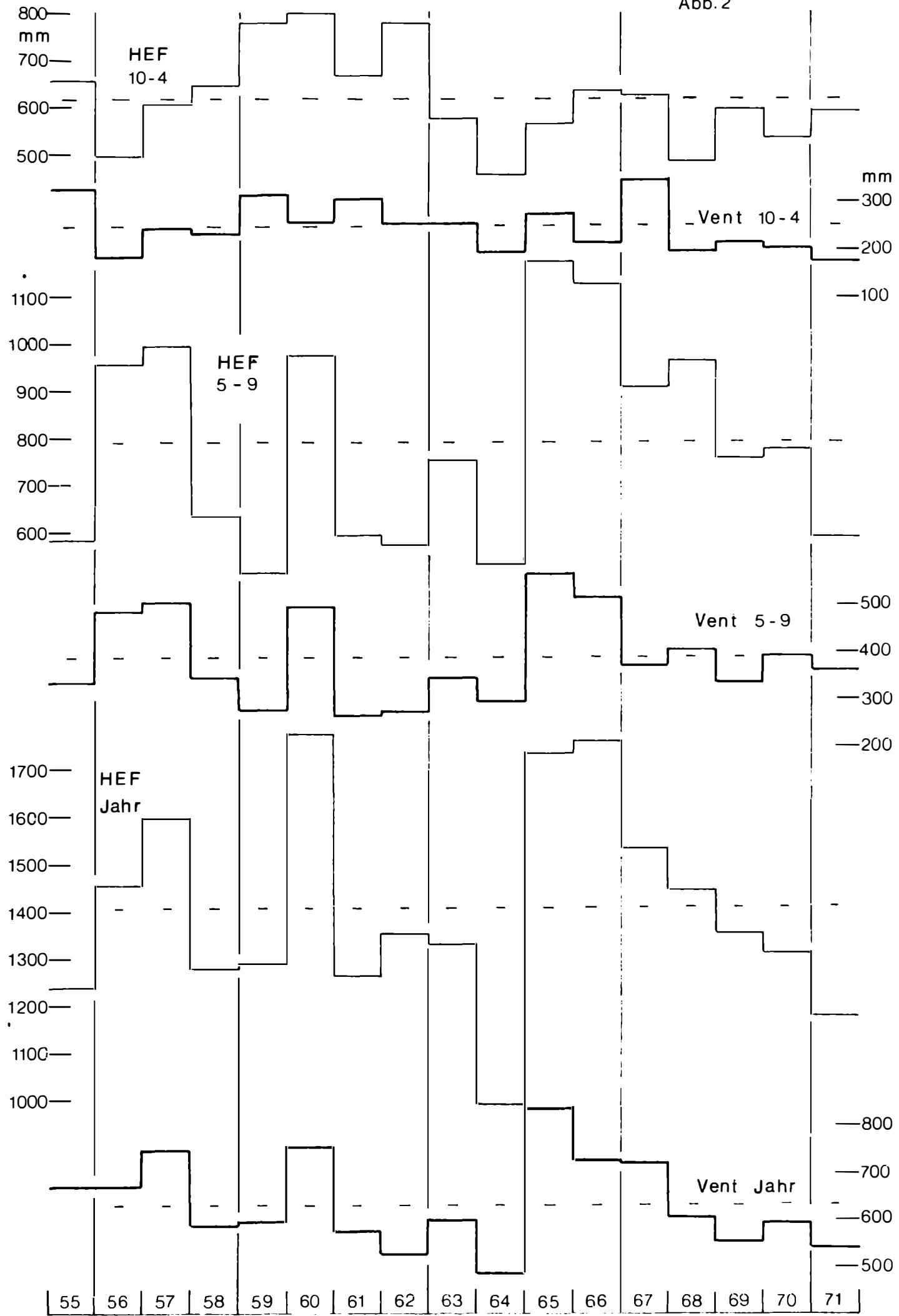


Abb. 3  
TEMPERATUR  
TAGESMITTEL  
VENT

1955 — 1971

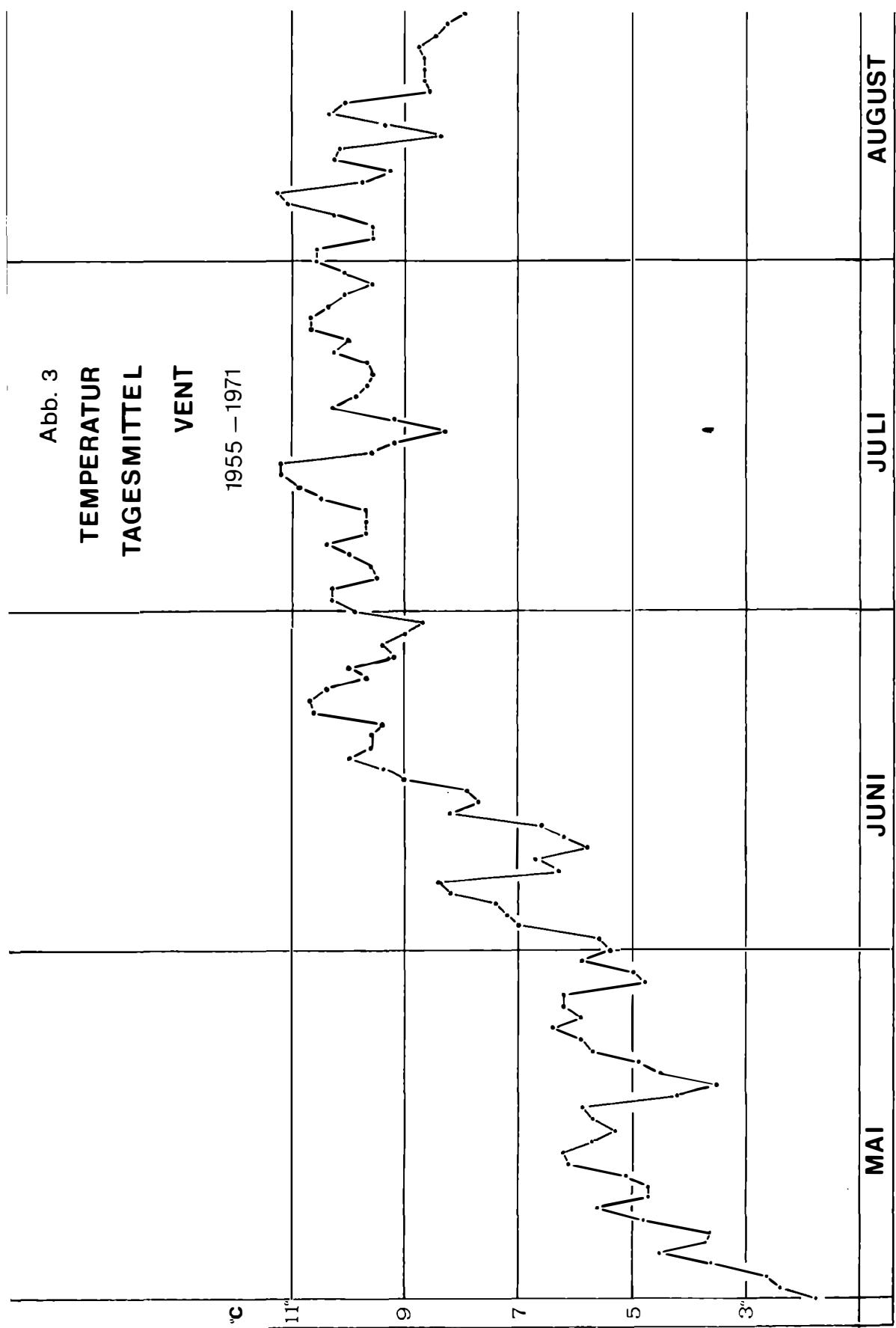


Abb. 4

“Lauscher”

## Niederschlagsbereitschaft

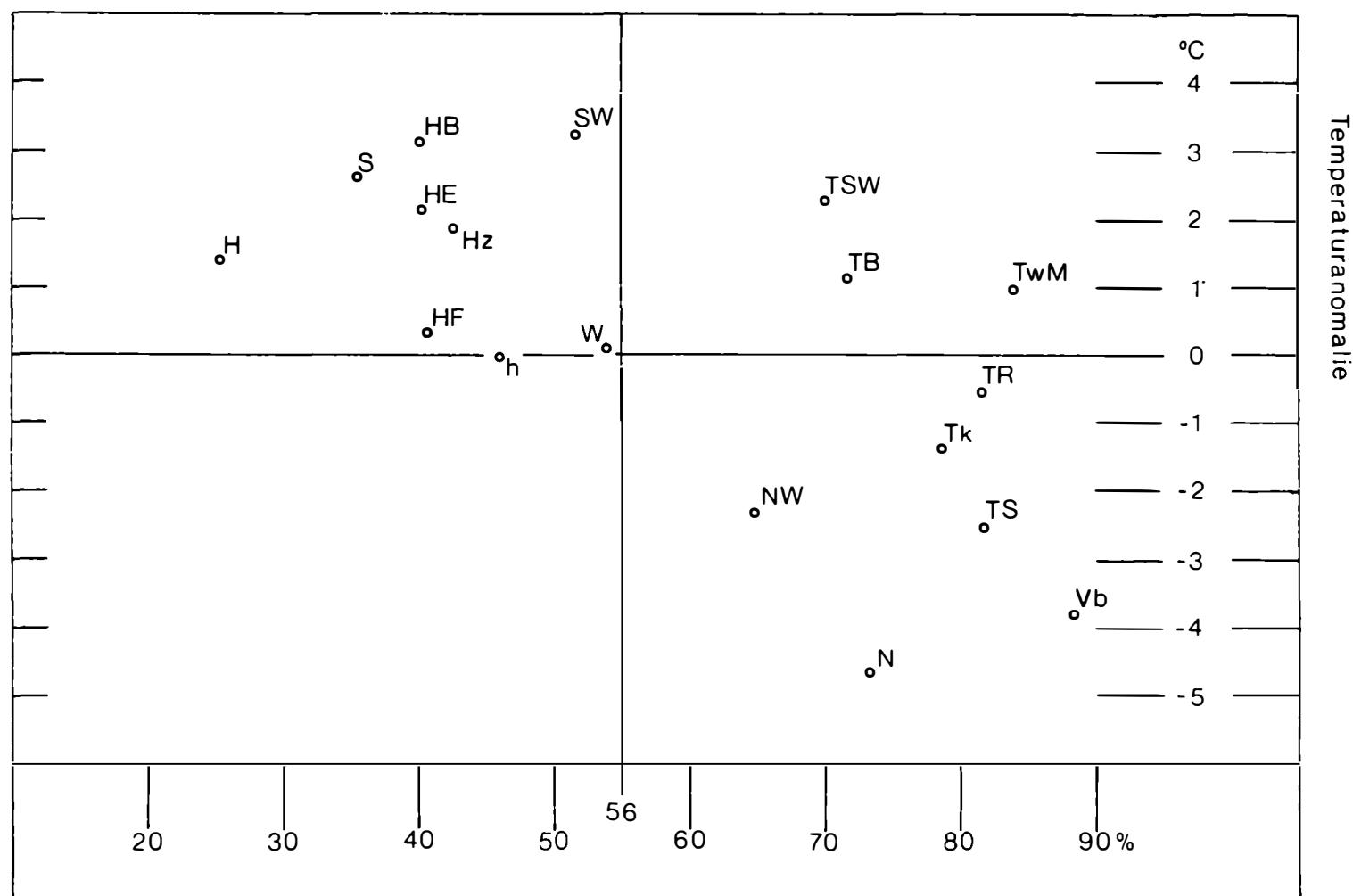
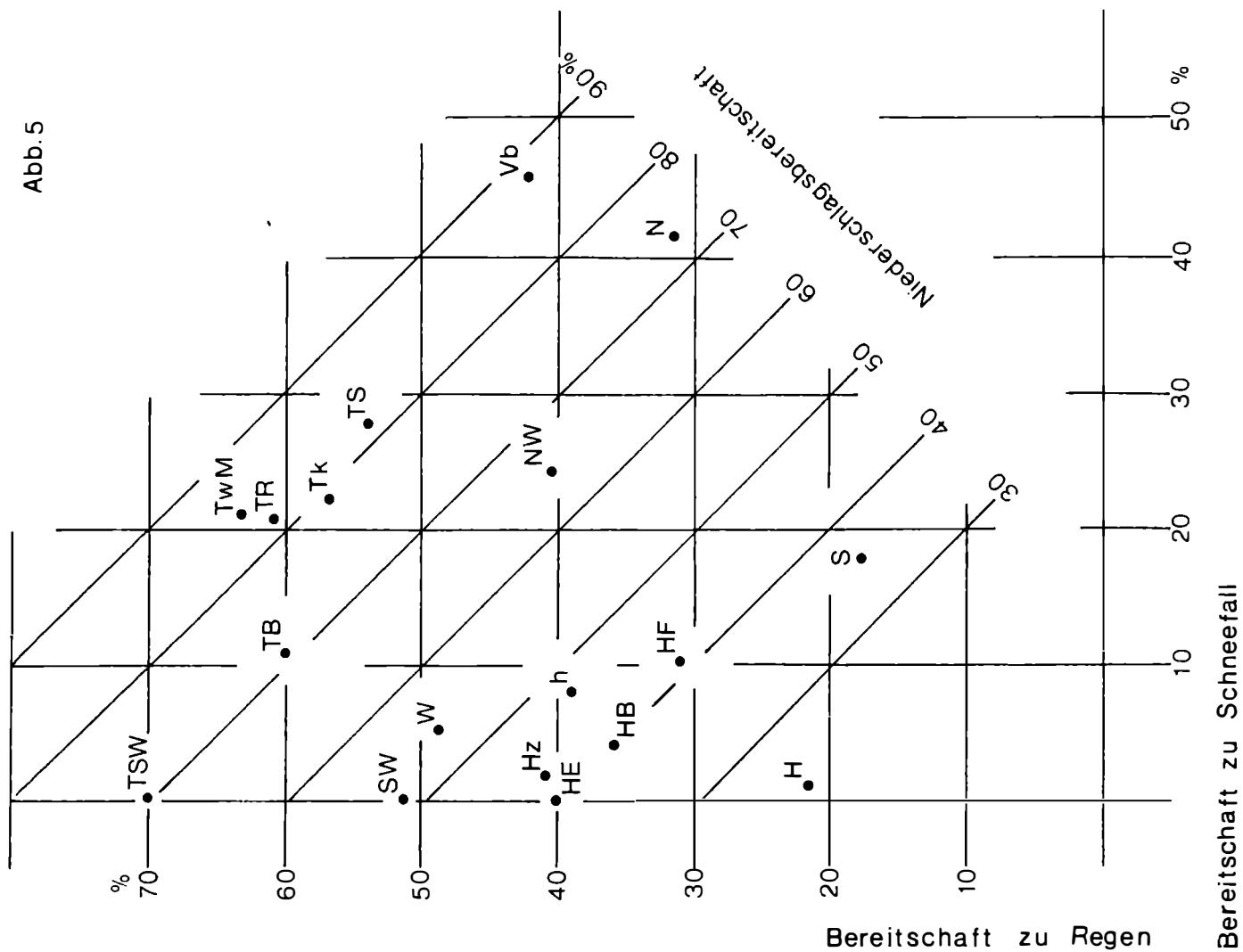
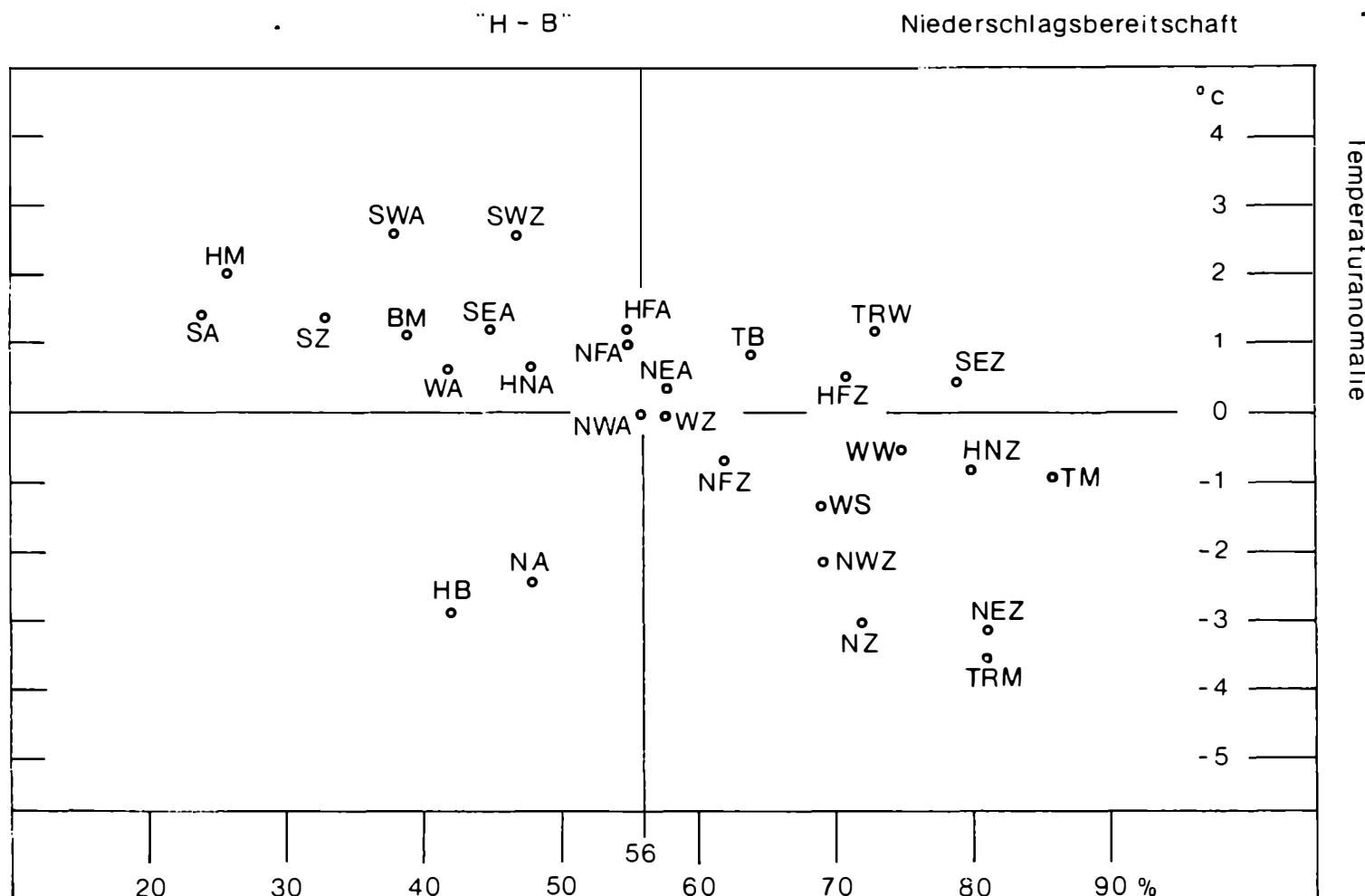


Abb. 5



Bereitschaft zu Schneefall



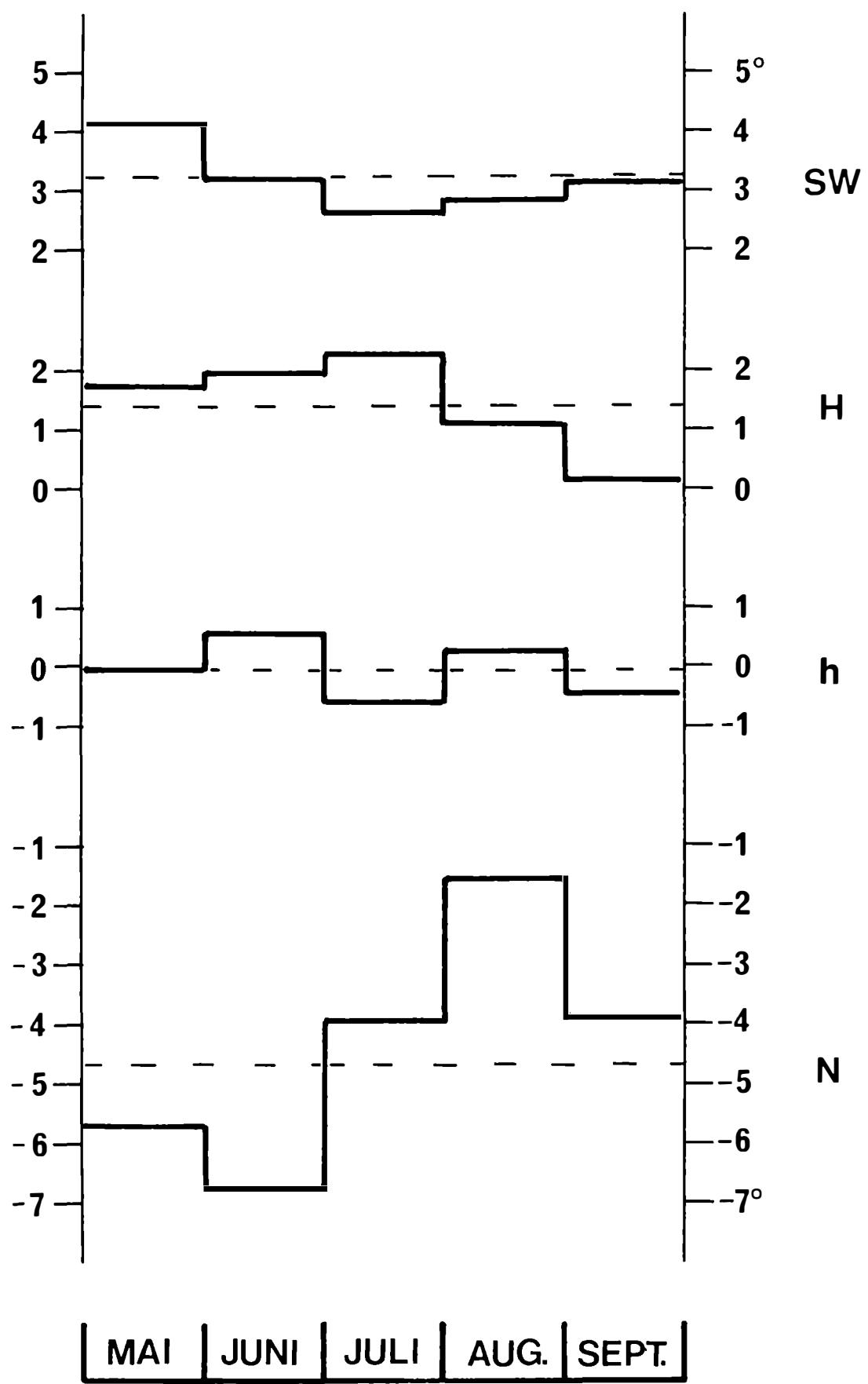
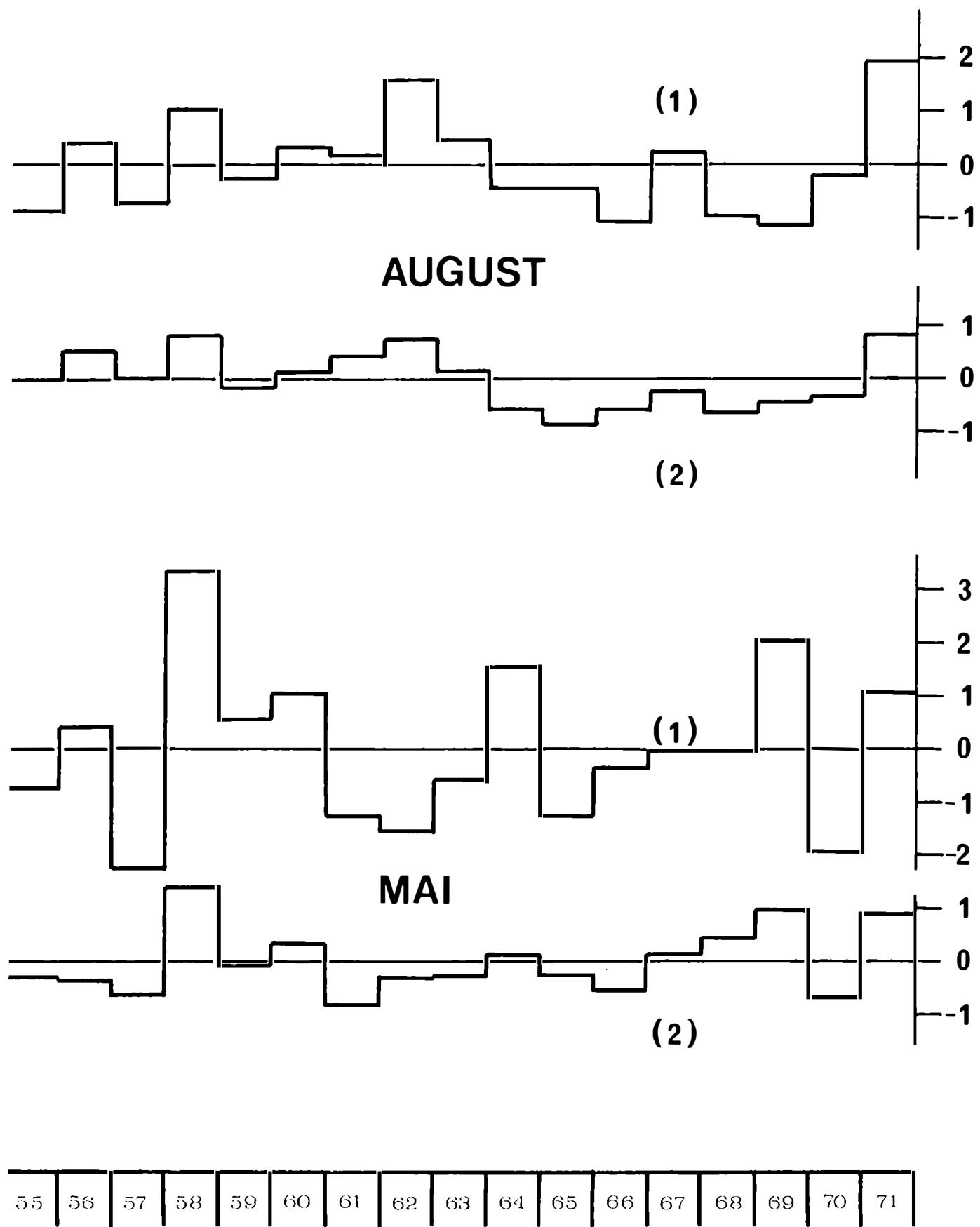


Abb. 7

Abb. 8



TAGESMITTEL der relativen Topographie 500/1000 mb

Alpennordseite

1955 - 1971

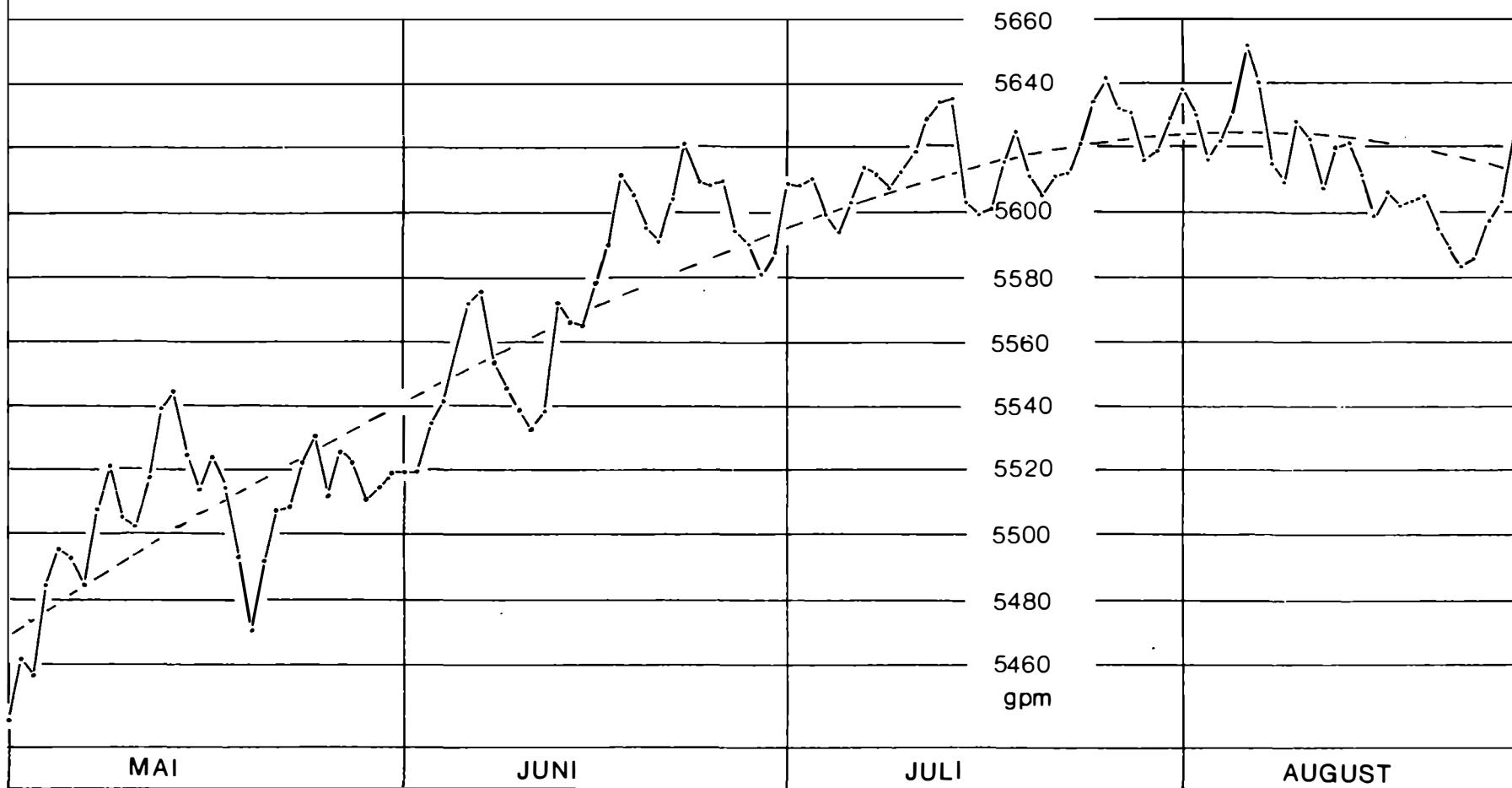
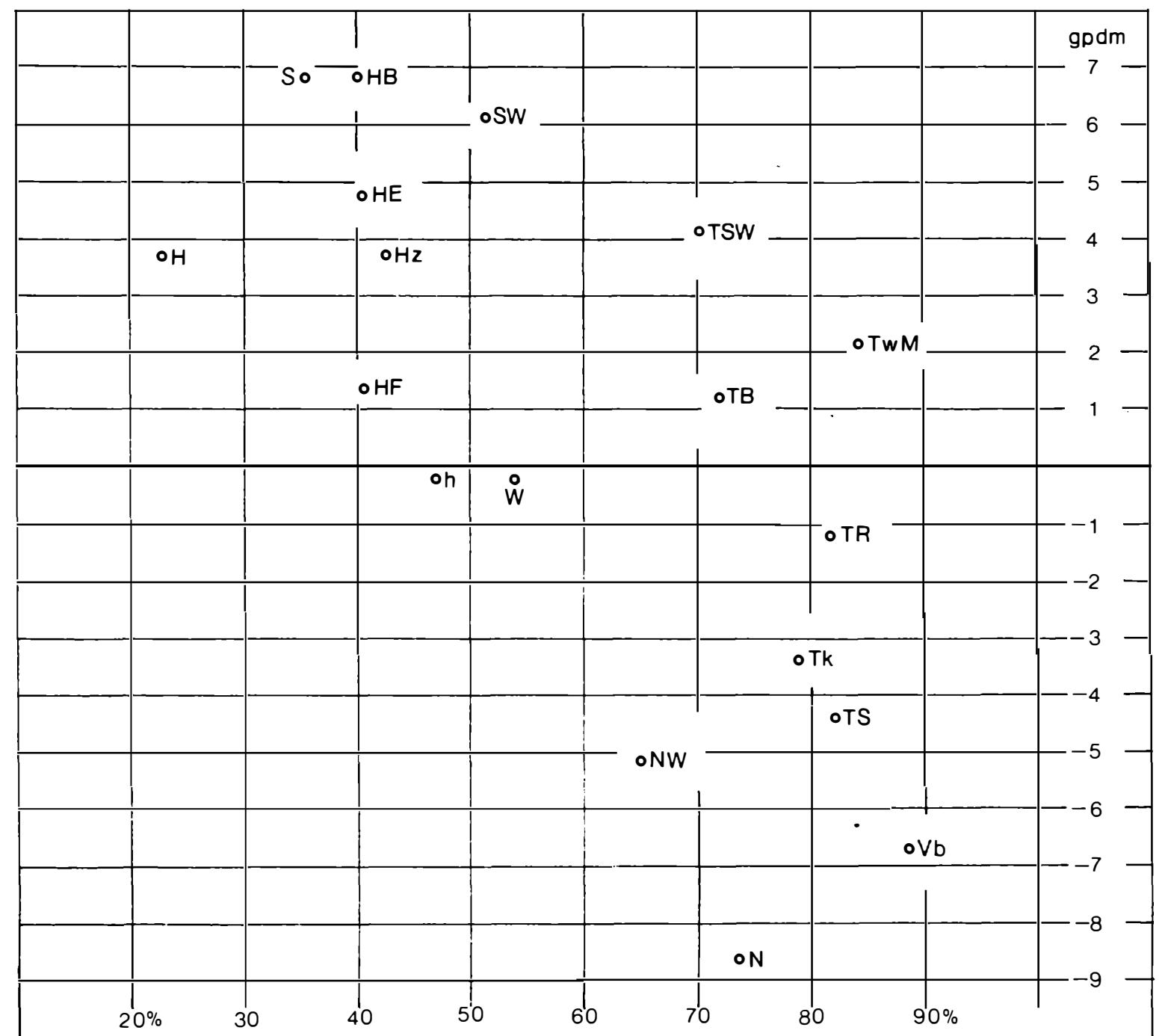


Abb. 10

## "Lauscher"

## Niederschlagsbereitschaft



Abweichung der rel. Topographie N

Abb. 11

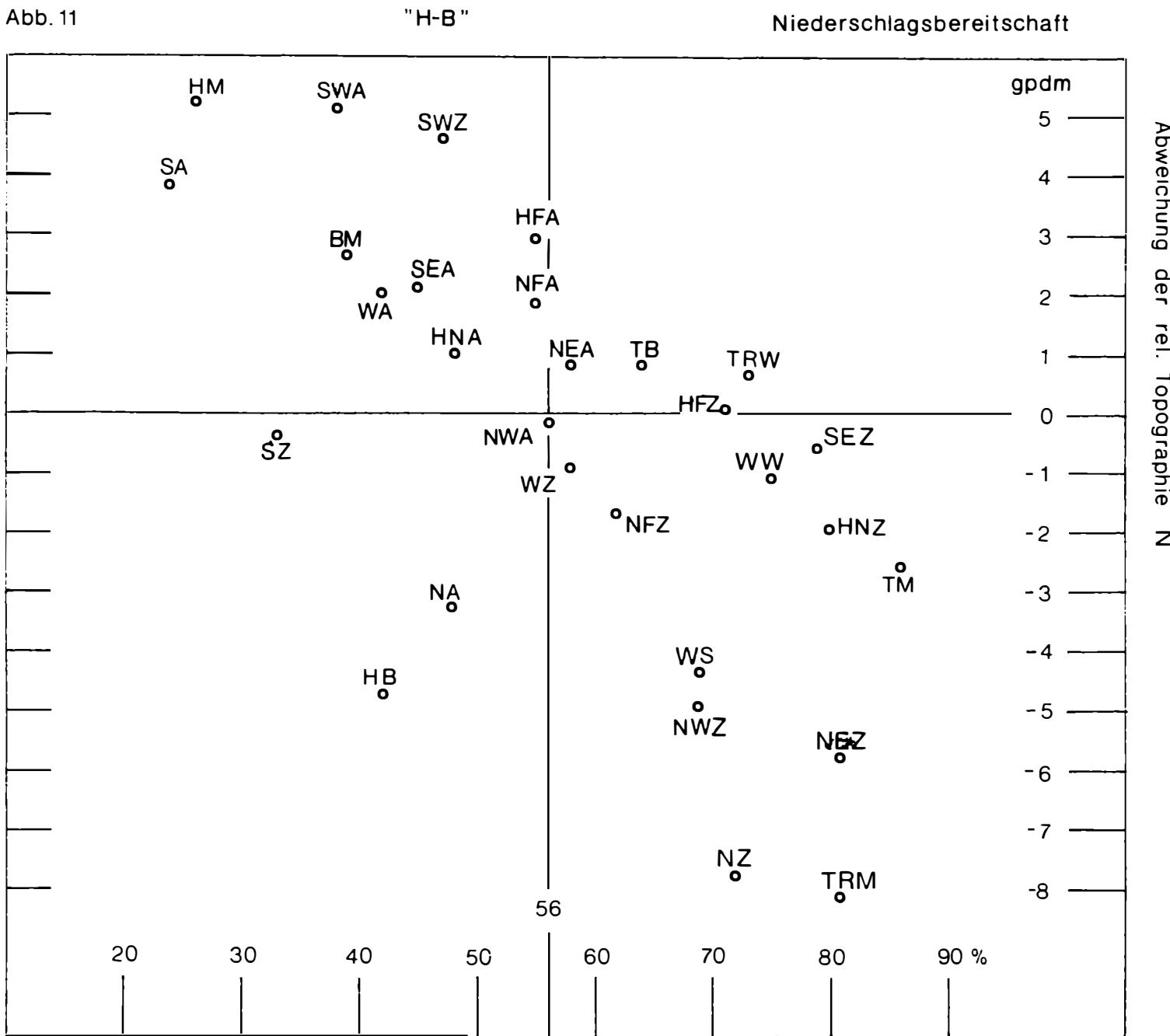
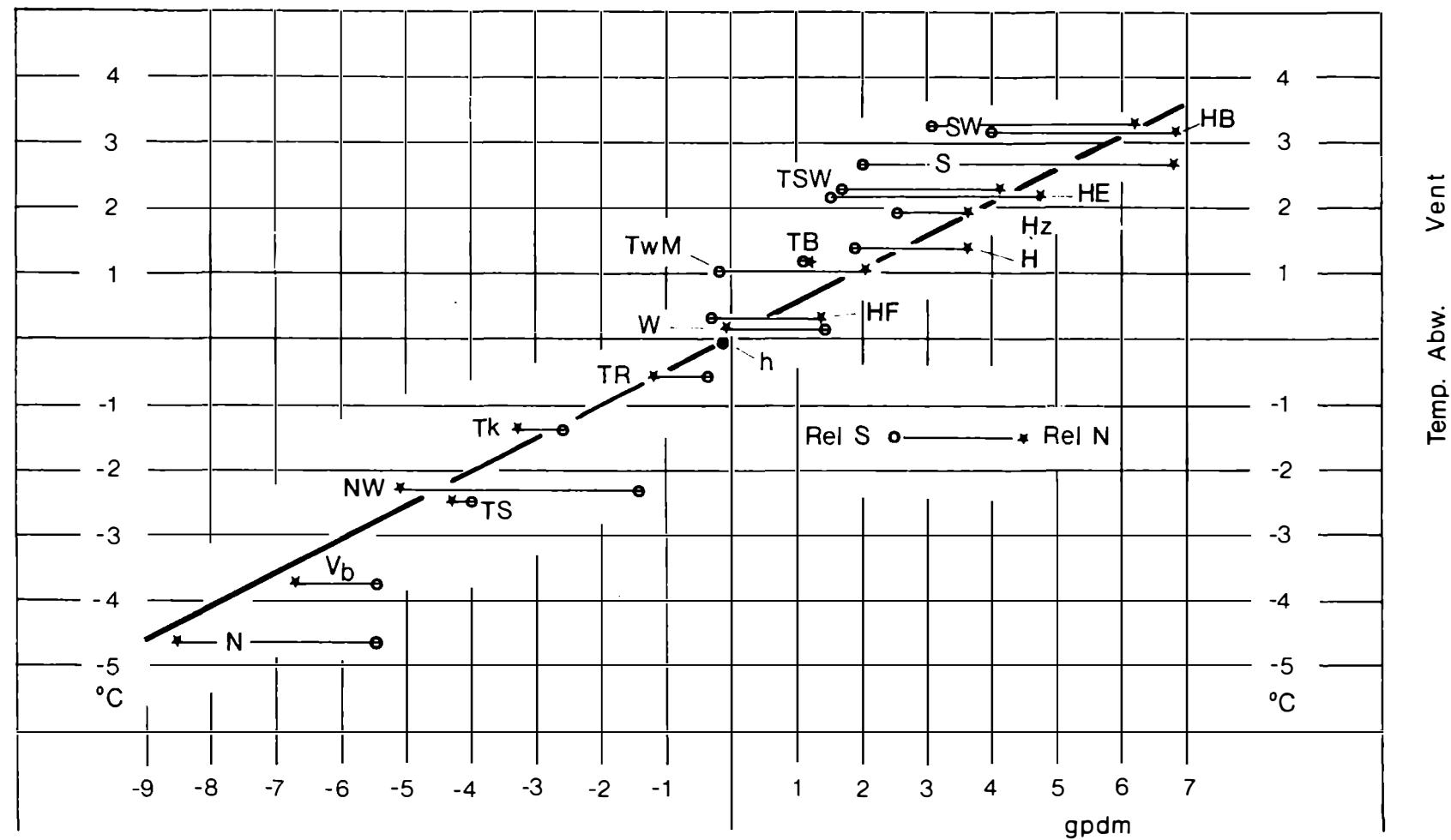


Abb.12

Abw. d. Rel. Topographie 500/1000 mb



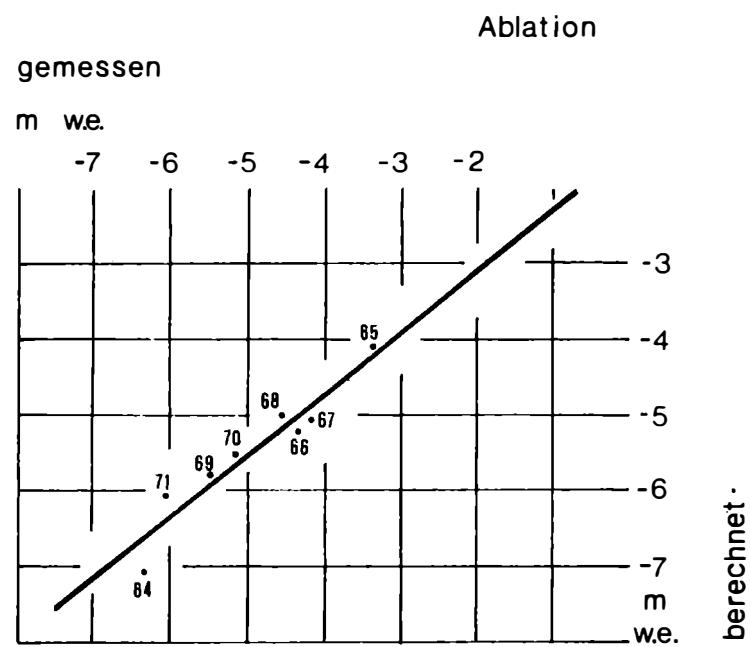


Abb. 13

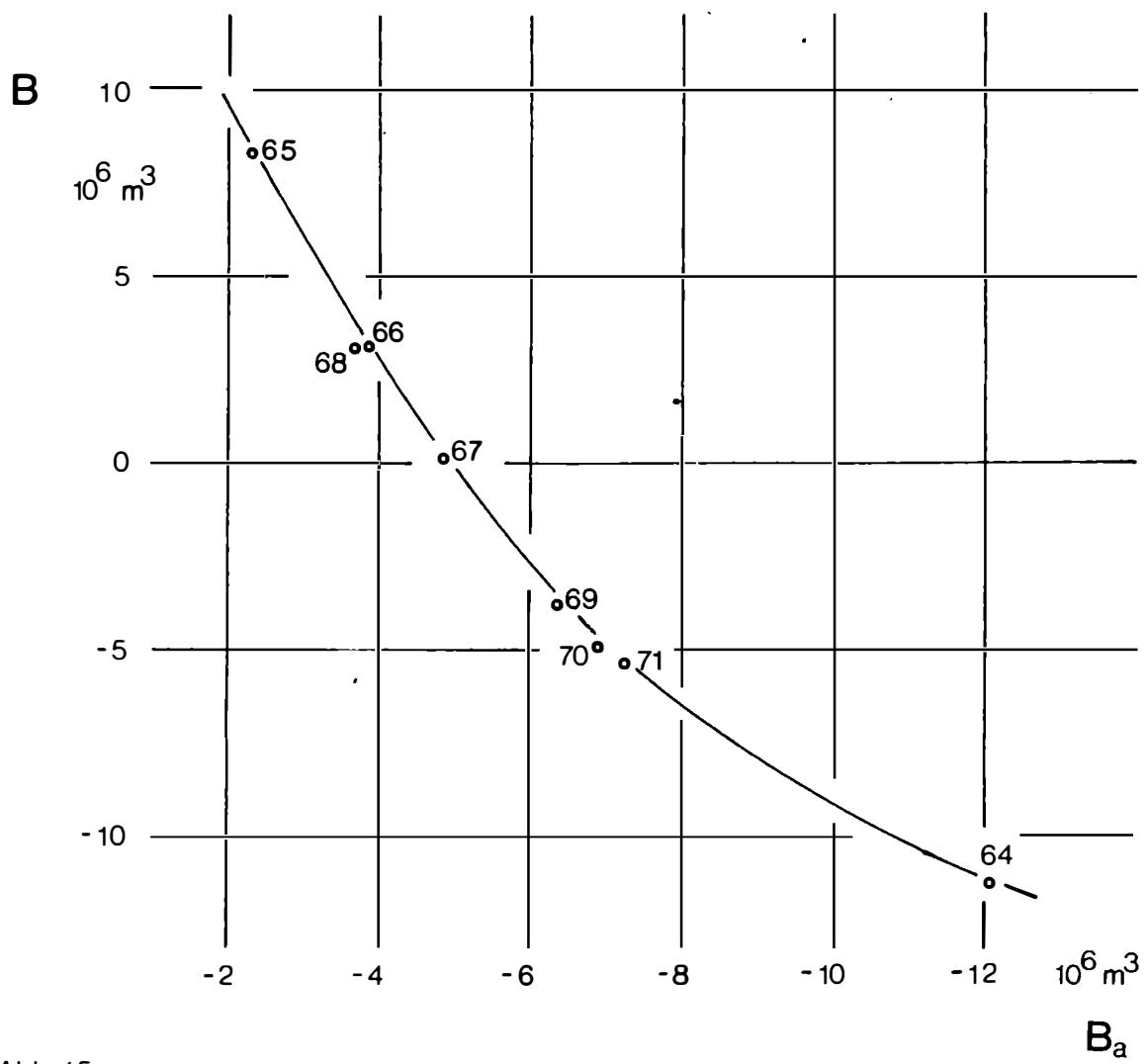
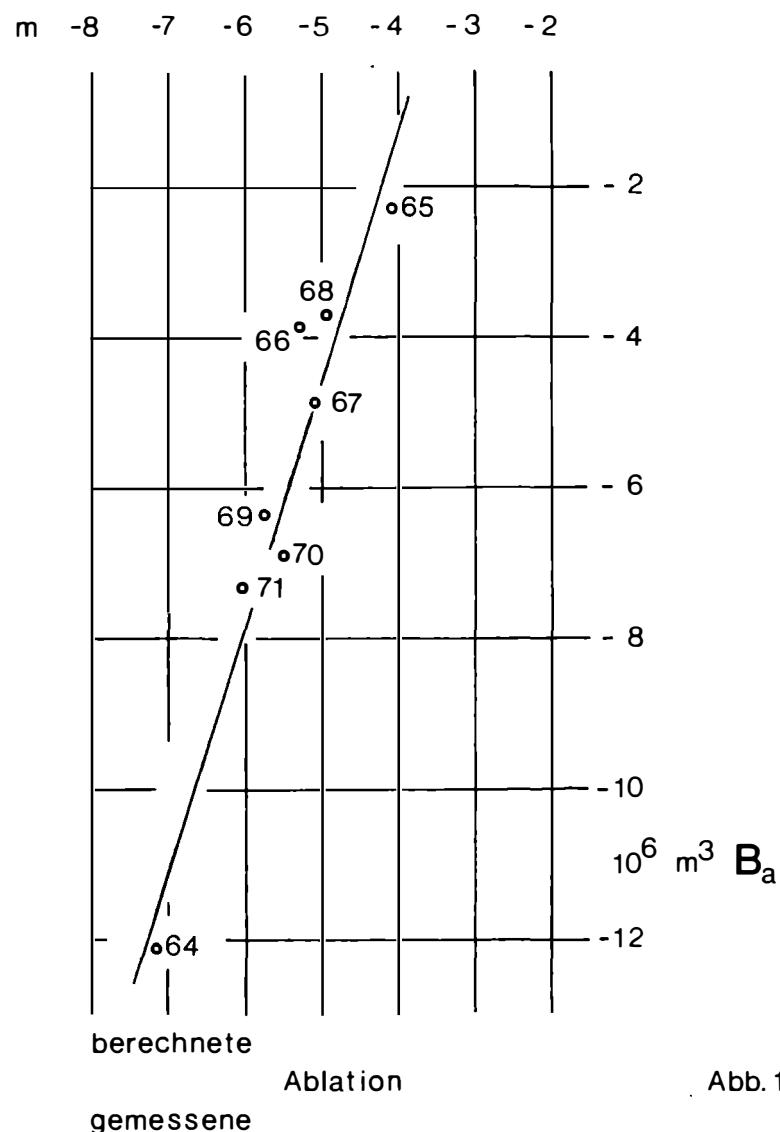
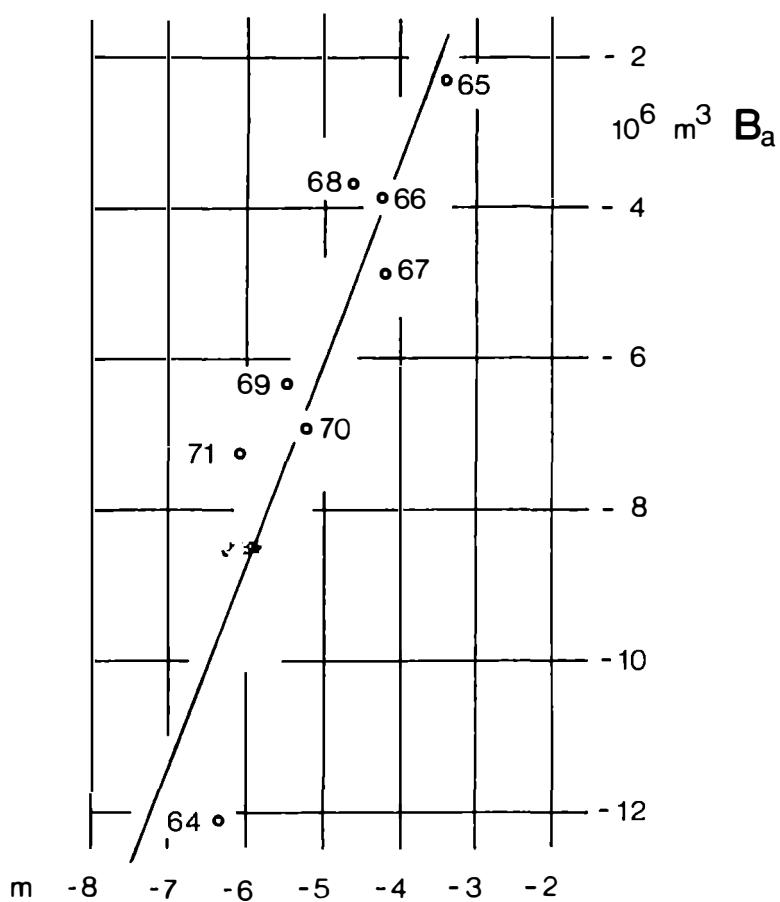


Abb. 15



berechnete  
Ablation  
gemessene

Abb. 14



## L E B E N S L A U F

Am 30. September 1942 wurde ich, Ekkehard DREISEITL, als mittleres von drei Kindern des Dr. Claus Dreiseitl und seiner Frau Dr. Erna Dreiseitl, geb. Hager, in Altheim, Oberösterreich, geboren. Ich besuchte die Volksschule in Altheim und nach meiner Übersiedlung nach Innsbruck von 1953 bis 1961 das Bundesrealgymnasium. Im Herbst 1961 begann ich an der philosophischen Fakultät der Leopold-Franzens-Universität in Innsbruck das Studium der Mathematik und Physik und wandte mich 1963 der Meteorologie zu. Seit 1964 gilt mein Hauptinteresse dem glaziologisch-hydrologischen Forschungsprogramm des Institutes für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck. Die Anstellung in diesem Programm seit 1966 gab mir die finanzielle Grundlage für die 1967 erfolgte Eheschließung mit Herlinde Dreiseitl, geb. Labeck, In den folgenden Jahren konnte ich wiederholt an den Feldarbeiten des Institutes in den Ötztaler Alpen (Hinter-eisferner) teilnehmen und - nur unterbrochen durch den Wehrdienst -, an meiner Dissertation arbeiten.