

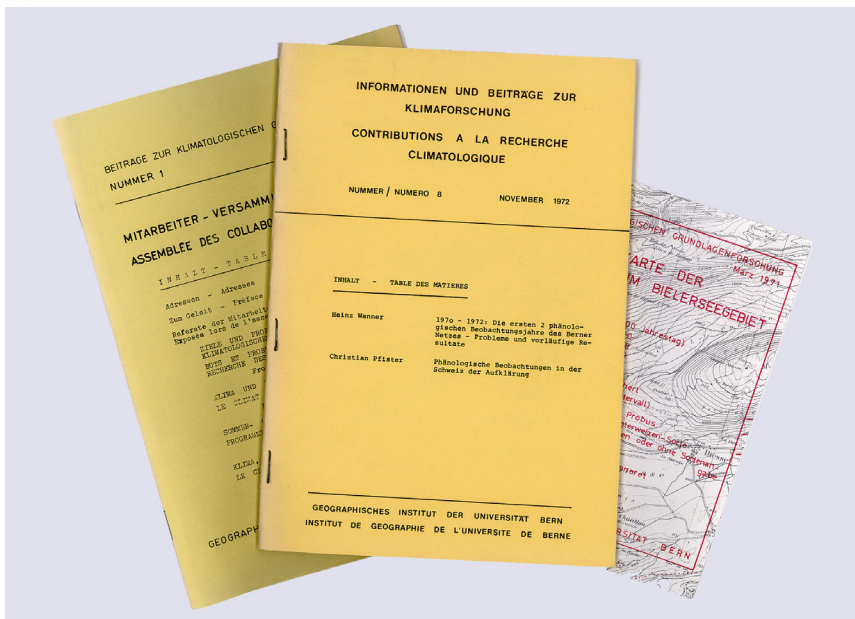
Informationen und Beiträge zur Klimaforschung Contributions à la recherche climatologique

Historische Quellen und ihre klimageschichtliche Aussage
Ergebnisse mittels unbemannter temporärer Stationen und Feldbegehungen für eine mesoklimatische Studie im Rahmen des Landschaftsschutzprojektes Grevasalvas im Oberengadin
Das Projekt «Landwirtschaftliche Klimateignung Schweiz»

Das Forstproblem in der Schweiz
Nebelbeobachtung und Kurortplanung

Die raum-zeitliche Dynamik der Nebeldecke aus Boden- und Satellitenbeobachtungen

**Christian Pfister, Gian A. Gensler, François Jeanneret, Walter Hirt,
Peter von Deschwanden, Matthias Winiger**



GEOGRAPHICA BERNENSIA

Herausgeber:

Dozentinnen und Dozenten des Geographischen Instituts der Universität Bern

Reihen:

Reihe A African Studies

Reihe B Berichte über Exkursionen, Studienlager und Seminarveranstaltungen

Reihe E Berichte zu Entwicklung und Umwelt

Reihe G Grundlagenforschung

Reihe P Geographie für die Praxis

Reihe S Geographie für die Schule

Reihe U Skripten für den Unterricht

G95

PFISTER, Christian, GENSLER, Gian A., JEANNERET, François, HIRT, Walter, VON DESCHWANDEN, Peter, WINIGER, Matthias

Informationen und Beiträge zur Klimaforschung / Contributions à la recherche climatologique

Historische Quellen und ihre klimageschichtliche Aussage; Ergebnisse mittels unbemannter temporärer Stationen und Feldbegehungen für eine meso-klimatische Studie im Rahmen des Landschaftsschutzprojektes Grevasalvas im Oberengadin; Das Projekt «Landwirtschaftliche Klimateignung Schweiz»; Das Forstproblem in der Schweiz; Nebelbeobachtung und Kurortplanung; Die raum-zeitliche Dynamik der Nebeldecke aus Boden- und Satellitenbeobachtungen

Geographisches Institut der Universität Bern 1974 / Institut de géographie de l'Université de Berne 1974

Print Version: Nummer 12 (vergriffen) / Version imprimée: Numéro 12 (épuisé)

PFISTER, Christian, GENSLER, Gian A., JEANNERET, François, HIRT, Walter, VON DESCHWANDEN, Peter, WINIGER, Matthias

Informationen und Beiträge zur Klimaforschung / Contributions à la recherche climatologique

Historische Quellen und ihre klimageschichtliche Aussage; Ergebnisse mittels unbemannter temporärer Stationen und Feldbegehungen für eine meso-klimatische Studie im Rahmen des Landschaftsschutzprojektes Grevasalvas im Oberengadin; Das Projekt «Landwirtschaftliche Klimateignung Schweiz»; Das Forstproblem in der Schweiz; Nebelbeobachtung und Kurortplanung; Die raum-zeitliche Dynamik der Nebeldecke aus Boden- und Satellitenbeobachtungen

Geographica Bernensia 2019

Online Version: G95/12 doi: 10.4480/GB2019.G95.12.

© 2019 GEOGRAPHICA BERNENSIA



Creative Commons Licences

INFORMATIONEN UND BEITRÄGE ZUR
KLIMAFORSCHUNG

CONTRIBUTIONS A LA RECHERCHE
CLIMATOLOGIQUE

NUMMER 12

MAI 1974

INHALT - TABLE DES MATIERES

Christian Pfister	Historische Quellen und ihre klimageschichtliche Aussage
Gian A. Gensler	Ergebnisse mittels unbemannter temporärer Stationen und Feldbegehungen für eine mesoklimatische Studie im Rahmen des Landschaftschutzprojektes Grevasalvas im Oberengadin
François Jeanneret	Das Projekt "Landwirtschaftliche Klimaeignung Schweiz"
Walter Hirt	Das Frostproblem in der Schweiz
Peter von Deschwanden	Nebelbeobachtung und Kurortplanung
Matthias Winiger	Die raum-zeitliche Dynamik der Nebeldecke aus Boden- und Satellitenbeobachtungen

INFORMATIONEN UND BEITRÄGE
ZUR KLIMAFORSCHUNG

CONTRIBUTIONS A LA RECHERCHE
CLIMATOLOGIQUE

Herausgegeben vom Geographischen
Institut der Universität Bern

Edité par l'Institut de géographie
de l'Université de Berne

Text
texte Christian Pfister / Gian A. Gensler /
François Jeanneret / Walter Hirt /
Peter v. Deschwanden / Matthias Winiger

Zusammenstellung
rédaction Dori Florin / Heinz Wanner

Traduction Elisabeth Indermühle

Bern 1974

UNIVERSITAET BERN
Geographisches Institut
Klimaforschung
Falkenplatz 18

3012 B E R N

Tel. (031 65 80 19 vormittags

INHALTSVERZEICHNIS - TABLE DES MATIERES

Vorwort	
Avant-Propos	5
Historische Quellen und ihre klimageschichtliche Aussage	6
Ergebnisse mittels unbemannter temporärer Stationen und Feldbegehungen für eine mesoklimatische Studie im Rahmen des Landschaftschutzes im Grevasalvas im Oberengadin	9
Das Projekt "Landwirtschaftliche Klimaeignung Schweiz"	12
Das Frostproblem in der Schweiz	15
Nebelbeobachtung und Kurortplanung	21
Die raum-zeitliche Dynamik der Nebeldecke aus Boden- und Satellitenbeobachtungen	24

VORWORT

An der Beobachtersversammlung vom 28. November 1973 haben wir vorgesehen, dass der Inhalt der Referate in einem unserer Bulletins abgedruckt werden soll. Dieses Versprechen wird nun mit der vorliegenden Nr. 12 eingelöst. Wir haben dabei nur diejenigen Referate ausgewählt, welche bis jetzt in ähnlicher Form noch nicht abgedruckt worden sind.

Zum Resultat der damaligen Diskussion über die Konzeption des Programms seien noch die folgenden Bemerkungen angebracht: Der mehrheitlichen Ansicht der Teilnehmer entsprechend wurde das Sommerprogramm auf wenige, im Gelände klar verifizierbare Phänomene reduziert. Kleinere Änderungen am Winterprogramm (Erfassung des Hochnebels, Registrierung der Schneefalltage usw.) werden z. Zt. noch diskutiert. Zur allgemeinen Information der Mitarbeiter sei noch einmal betont, dass eine Fortführung der Beobachtungen in der jetzigen Form bis zum Frühling 1977 geplant ist. Bis zu diesem Zeitpunkt soll dann der Entscheid gefallen sein, ob oder in welcher Art und Weise das Programm weitergeführt werden soll.

Bern, im Mai 1974

Heinz Wanner

AVANT-PROPOS

Lors de l'assemblée des collaborateurs du 28 novembre dernier nous avions prévu d'insérer dans un de nos prochains bulletins un résumé des différents discours d'alors. Nous avons tenu notre promesse et vous les présentons dans le bulletin no 12 ci-joint. Il est évident que nous nous sommes limités aux discours traitant des problèmes non encore examinés jusqu'ici.

Pour clore la discussion du 28 novembre, voici encore quelques remarques touchant à la conception du programme: A la demande de la majorité de participants, nous avons réduit le programme d'été à un petit nombre de phénomènes; ceux-ci ne prêtent pas à confusion. Actuellement nous examinons quelques petites modifications que nous apporterons au programme d'hiver (enregistrement du brouillard élevé, des jours de chute de neige). Afin d'informer chaque observateur, nous répétons que nos observations se poursuivront jusqu'au printemps 1977 sous la présente forme. C'est à ce moment-là que nous déciderons si et de quelle façon le programme continuera.

Berne, mai 1974

Heinz Wanner

CHRISTIAN PFISTER

Nach ihrem Aussagewert können die historischen Quellen drei Gruppen zugeordnet werden:

1. Quellen mit direktem Bezug zum Klima: Messreihen, Witterungsnotizen und Chroniken.
2. Quellen mit indirektem Bezug zum Klima: phänologische Beobachtungen und Angaben über die Aufhebung des Weinlesebanns; alte Bilder und Stiche.
3. Quellen mit Bezug auf wirtschaftliche Auswirkungen von Witterungsereignissen: Zehnrödel und Agrarpreisstatistiken.

Aus der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts stehen Quellen aller drei Gruppen zur Verfügung: für Luftdruck und Temperatur die von BIDER, SCHUEPP und RUDLOFF (1958, 1961) homogenisierten Basler und Genfer Reihen, für Niederschlagsmengen und -häufigkeit die Messungen und Witterungstagebücher der Oekonomischen Gesellschaft Bern, für die Schneedecke, die Fröste, die phänologischen Beobachtungen, sowie die Ausaperung und die sommerlichen Schneefälle im Gebirge die Aufzeichnungen des Pfarrers Johann Jakob Sprüngli. Die klimatischen Aussagen dieser Dokumente können wechselseitig kontrolliert und dann in Beziehung zur Grösse der Ernten und zur Entwicklung der Agrarpreise gesetzt werden.

Im untersuchten Zeitabschnitt 1758 - 1797 fällt die Häufung schlechter Sommer in den Jahren 1766 - 77 und 1785 - 90 auf (vgl. Fig. 1). Von den 54 Sommermonaten dieser beiden Perioden können nur vier nach heutigen Massstäben als überwiegend warm und trocken bezeichnet werden, während es bei den 21 Sommermonaten der dazwischenliegenden Periode 1778 - 1784 deren 11 sind. Uebereinstimmend ist in den kalten Sommern die frostfreie Periode deutlich kürzer und die phänologischen Ereignisse merklich später als in der Periode der warmen Sommer.

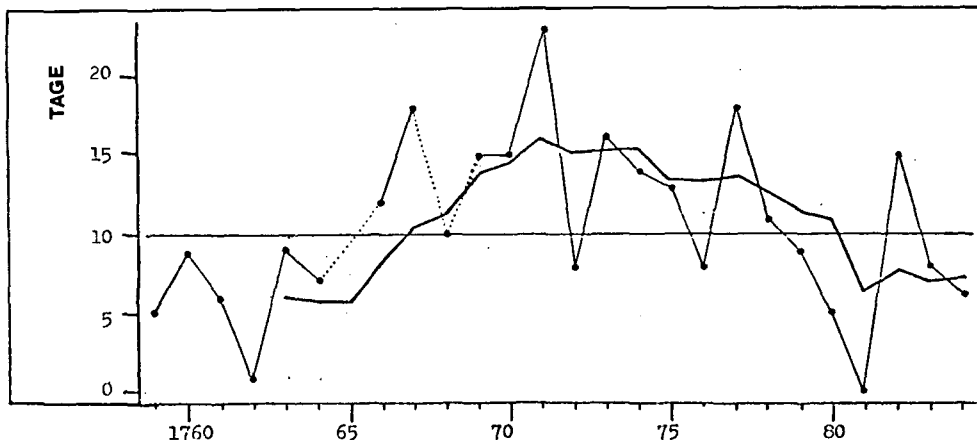
Die Jahre 1767 - 77 zeichnen sich auch durch eine Häufung sommerlicher Schneefälle in den Bergen aus: Von 1759 - 65 beobachtete J. J. Sprüngli vom Pfarrhaus Zweisimmen, von 1766 - 84 vom Pfarrhaus Gurzelen aus regelmässig, wie weit hinab bei Kaltlufteinbrüchen Schnee fiel und wie lange sich dieser halten konnte.

Die von ihm verwendeten topographischen Merkpunkte konnten in Höhenangaben umgesetzt werden. Zur besseren Gewichtung wurden die Tage doppelt gezählt, an denen die Schneefallgrenze unter 1900 m lag. Der Trend wurde durch ein vierjähriges übergreifendes Mittel verdeutlicht.

Fig. 1

Anzahl der Tage mit Neuschneedecke unter 2400/2300m.
15. Mai - 15. September, 1759-1784.

(Neuschneedecken unter 1900m wurden doppelt gezählt).



Das Verhalten der beiden Grindelwaldgletscher bestätigt die Ansicht, dass Veränderungen im Massenhaushalt der Gletscher zur Hauptsache der Häufigkeit von Sommerschneefällen zuzuschreiben sind. 1768 wurden erste Anzeichen eines Vorstosses bemerkt. Von 1770 an gewannen die Gletscher nach Berichten von Zeitgenossen pro Sommer bis zu 75 m an Boden. Der Rückzug wurde durch den heissen Sommer von 1778 und den anschliessenden extrem trockenen und schneearmen Winter eingeleitet.

Die berechneten Mittelwerte der Niederschlagsmengen, der Regen- und Schneetage sowie die geschätzten Werte der Anzahl von Tagen mit Schneedecke weichen nur unbedeutend von denjenigen unseres Jahrhunderts ab. Dagegen traten Extremereignisse wie sehr trockene und nasse Monate und lange, schneereiche Winter etwas häufiger auf. So lag in den drei Wintern 1769/70, 1784/85 und 1788/89 der Schnee länger als im "Jahrhundertwinter" 1962/63. Anhand der Kurve der Zehnerträge im Gebiet des Alten Bern konnte festgestellt werden, dass drei der fünf schweren Missernten zwischen 1758 und 1797 auf das Konto dieser drei Winter und der darauffolgenden nass-kalten Sommer gehen.

In der Preiskurve des Kernens, der wichtigsten Brotfrucht, treten diese Ereignisse als Preisspitzen hervor. Sie sind ein Anzeichen für Versorgungs- und Hungerkrisen, wie sie aus Entwicklungsländern

bekannt sind. Dass sich auch wirtschaftliche und politische Einflüsse stark geltend machen, zeigt das Jahr 1785, das trotz der sehr schlechten Ernte keinen starken Preisauftrieb verzeichnete.

Adresse des Verfassers

Christian Pfister
Assistent
Geographisches Institut
Falkenplatz 18
CH - 3012 BERN

ERGEBNISSE MITTELS UNBEMANNTER TEMPORAERER STATIONEN UND
FELDBEGEHUNGEN FUER EINE MESOKLIMATISCHE STUDIE IM RAHMEN
DES LANDSCHAFTSCHUTZPROJEKTES GREVASALVAS IM OBERENGADIN

GIAN A. GENSLER

Im Auftrage der Regionalplanungsgruppe Oberengadin ersuchte ein Zürcher Planungsbüro im Frühjahr 1971 die MZA, beim Projekt "Alpine Erholungslandschaft, Testfall Grevasalvas" den lokalklimatischen Aspekt zu behandeln. Als landschaftlich geschlossene, überblickbare Einheit besitzt dieser Geländeausschnitt ein aktuelles Interesse: lebten 1955 in den drei Sommersiedlungen Grevasalvas (1950 m/M), Buaira (1895 m) und Blaunca (2040 m) noch 20 Familien, so waren es 1972 noch deren zwei. Nebst der höchstens drei möglichen vollamtlichen landwirtschaftlichen Betrieben sind neue Erwerbsmöglichkeiten zu suchen, wobei jedoch keine neuen Siedlungen entstehen sollen.

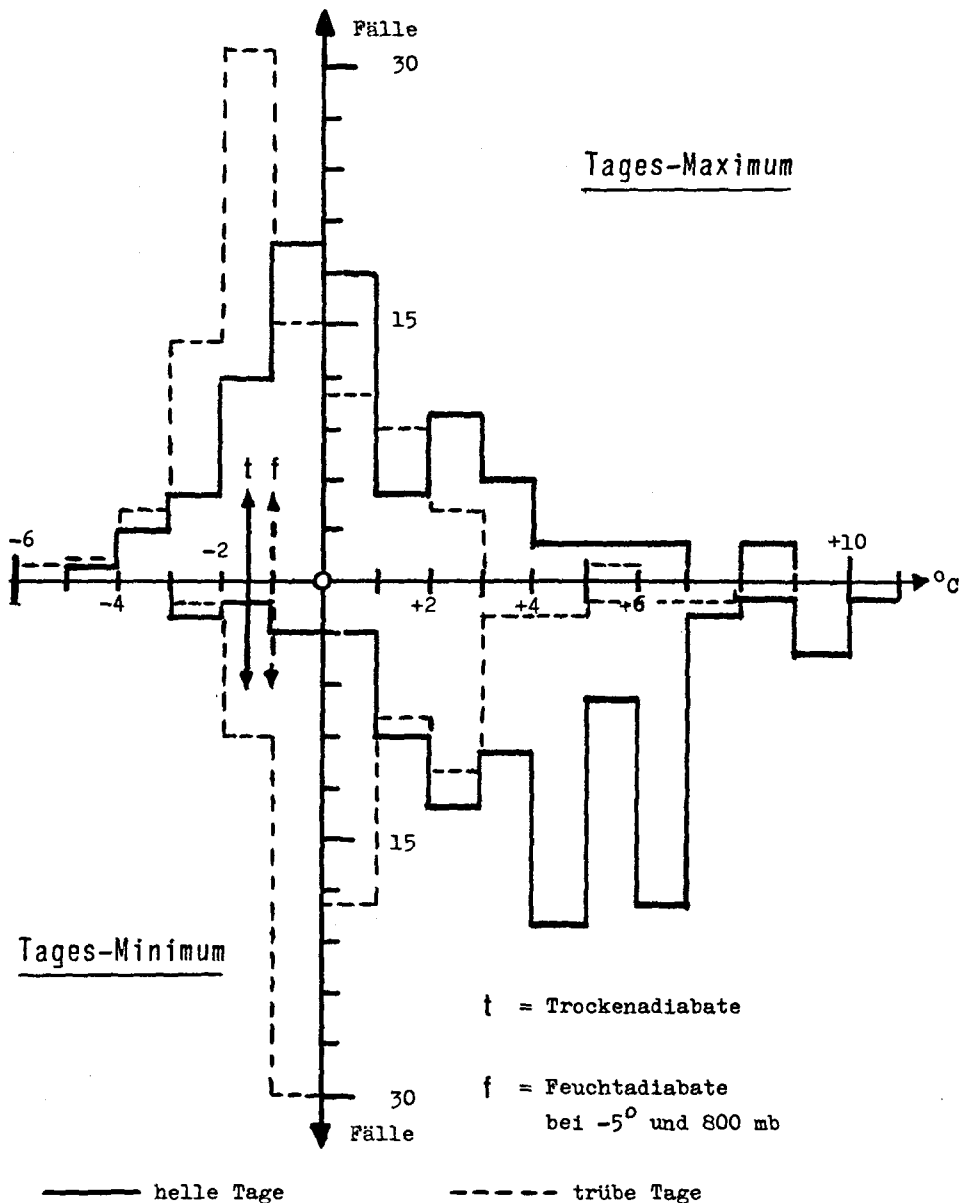
Die sonnseitige Muldenlage im obersten Teil des Oberengadins bildet eine geschlossene Kleinlandschaft an der natürlichen Waldgrenze. Mit dem Malojapass stellt Grevasalvas eine Wetter- und Klimascheide dar. Die vielen Kleinformen schaffen starke Differenzierungen im Licht-, Wärme-, Wind- und Niederschlagsangebot, was ein reizstarkes Bioklima erzeugt.

Zwischen Oktober 1971 und Mai 1972 wurden bei jeder Sommersiedlung ein Wölfler-Windschreiber installiert; als Vergleich ein viertes Gerät im Talboden bei Sils-Baselgia (1800 m/M). In Grevasalvas wurde zudem in einer kleinen Kunststoffhütte ein Thermohygrograph, Stations- und Extremthermometer zur Kontrolle installiert, ferner ein Pluviograph nach Tognini mit elektrischer Heizung und Blattschreiber. Alle Instrumente hatten eine Autonomie von einem Monat, da eine tägliche oder wöchentliche Betreuung durch Einheimische nicht möglich war. Nur in Sils-Baselgia wurden täglich die beiden Extremthermometer notiert. Während der Winter 1971/72 und 1972/73 wurden jeweils 5 - 6 mal an 200 bis 400 Punkten Schneehöhensondierungen vorgenommen. Im Sommer 1972 wurde für fünf Punkte die maximal mögliche Sonnenscheindauer mit einem Tagbogenschreiber errechnet. Die Instrumentenbetreuung und die Feldbegehungen fanden von Zürich aus statt und benötigten 2 - 4 Tage pro Monat.

Die bisherigen Auswertungen bezogen sich auf das Vorkommen von Temperaturinversionen anhand der täglichen Extremtemperaturen zwischen dem Talboden von Sils und der 150 m höheren Hangstation Grevasalvas (vgl. Fig. 2). Von 180 Messtagen des Winters 1971/72 wiesen 134 eine Nacht/Morgeninversion und 72 sogar auch eine Inversion Mittags/Nachmittags, am Maximumthermometer, auf. Es kam je ein Fall einer 7- und einer 6tägigen ununterbrochenen Inversionslage

Fig. 2

Temperaturdifferenzen November 1971 - April 1972
Grevasalvas - Sils anhand täglicher Extrema



vor (tags und nachts), was aufgrund der heutigen Immissionsbelastung im Tal nicht mehr belanglos ist. Des weiteren wurde das Verhalten von Temperatur und der Sonnenscheindauer bei verschiedenen Wettertypen untersucht (synoptisches Klimadiagramm).

Die im Winter 1971/72 begonnene Messkampagne wurde zwischen Mitte Juni und Mitte Oktober 1973 beendet, um im Laufe von 1974 die Auswertungen der Registrierungen bewerkstelligen zu können und 1975 dem Auftraggeber einen Bericht abzugeben, wobei auch Vergleiche mit bereits bekannten Erholungsorten der Alpen anzustellen sind.

Die "Fernbedienung" dieser Stationen von Zürich aus (215 km Distanz, 3700 m Höhendifferenz pro Autofahrt) ist recht zeitraubend, doch finanziell tragbar*. Die erlebte Ausfallquote bei den hier verwendeten, meist konventionellen Registriergeräten war auffallend gering. Viel Zeit verschlingt die Handauswertung der Registrierstreifen (stündliche Windtabellen von vier Stationen, 2 Mal tägliche Niederschlagssumme, 3 Mal tägliche Thermohygrographenwerte mit Extremtemperaturen einer Station und Datenauszug aus benachbarten permanenten Stationen. Leider sind die personellen und instrumentellen Verhältnisse des Klimadienstes der MZA nur auf die Betreuung und Bearbeitung des permanenten MZA-Netzes ausgerichtet, so dass künftig solche Feldarbeiten Lehranstalten oder Forschungsprojekten vorbehalten sein werden, wobei die MZA sich auf die fachliche Beratung beschränken muss.

*Mitarbeiter: A. URFER, Assistent MZA, P. LENGGENHAGER, Geogr. Inst.
Uni Zürich, Frau E. STRAESSLE, temporäre Ass. MZA.

Adresse des Verfassers

Dr. Gian Alfred Gensler
Chef Klimadienst MZA
Krähbühlstrasse 58
CH - 8044 ZUERICH

DAS PROJEKT "LANDWIRTSCHAFTLICHE KLIMAEIGNUNG SCHWEIZ"

FRANÇOIS JEANNERET

Die Landesplanung bezweckt eine gelenkte Nutzung der Landschaft und die Zuführung jeder Landschaftseinheit zu ihrer optimalen Bestimmung. Dies erfordert zuerst Eignungsuntersuchungen über verschiedene Nutzungsarten (Landwirtschaft, Siedlung, Industrie, Verkehr, Erholung, Naturschutz) und über verschiedene Eignungsfaktoren (Geologie, Böden, Vegetation, Klima, Wasserhaushalt, Wirtschaft, Geschichte, Tradition).

Auf Grund des Bundesbeschlusses über dringliche Massnahmen auf dem Gebiete der Raumplanung vom 17. März 1972 wurde das Geographische Institut der Universität Bern vom Delegierten für Raumplanung (Eidg. Justiz- und Polizeidepartement) beauftragt, eine landwirtschaftliche Klimaeignungsuntersuchung in der ganzen Schweiz vorzunehmen, deren Ergebnisse in Karten 1 : 100 000 darzustellen sind. Dieses Projekt ergänzt die Arbeit von MAEDER (1970), die mit zwei Karten 1 : 300 000 (Klimaeignung für die Landwirtschaft sowie für Siedlung und Erholung) ihren Abschluss fand.

Zuerst werden die Anforderungen der landwirtschaftlichen Produktionsgruppen an das Klima untersucht. Optimal- und Schwellenwerte verschiedener Klimaelemente werden für die einzelnen landwirtschaftlichen Produkte oder Produktionskategorien ermittelt. Dies geschieht in Zusammenarbeit mit Herrn Ph. VAUTIER von der Eidg. Landwirtschaftlichen Forschungsanstalt Nyon. Voraussichtlich wird dabei vor allem von den limitierenden Faktoren ausgegangen, beispielsweise von der Häufigkeit von Kälteeinbrüchen im Frühling, von hohen Niederschlägen im Sommer, von Trockenperioden, von Gewitter und Hagel. Es wird ebenfalls versucht, das Klima mit landwirtschaftlichen Erträgen zu korrelieren.

Diese Untersuchungen werden zuerst für ein Testgebiet ausgeführt. Damit sollen Methoden ausprobiert und die Kartenlegenden bereinigt werden. Ein solches Testgebiet dürfte auch im Kanton Bern liegen, der durch das kantonale Klimanetz sehr dicht erfasst wird.

Diese Untersuchungen sollen zu flächenhaften Resultaten führen, während die Klimabeobachtungen in den meisten Fällen punkthaft vorgenommen werden. Das Interpolieren des Klimas zwischen den Beobachtungsstationen ist eines der schwierigsten Probleme der Arbeit.

Das nachfolgende Beispiel von phänologischen Beobachtungen soll die Suche nach Lösungsmöglichkeiten illustrieren. Es handelt sich

um die Weizenernte, wie sie 1970 im Bielerseegebiet von Stationen des kantonalen Netzes beobachtet wurde. Die Untersuchung geht von der Annahme aus, dass vor allem die Topographie die Variationen des Klimas verursacht, die sich im Pflanzenwachstum widerspiegeln. Versuchsweise wurden in diesem Fall Meereshöhe, Hangneigung und Exposition als Faktoren gewählt, die als Summe wirken sollen. Die drei Faktoren wurden in einem Rasternetz der Landeskarte entnommen. Aus den phänologischen Beobachtungen des Raumes wurde die Abhängigkeit des Zeitpunktes der Weizenernte von diesen drei Variablen errechnet. Der Computer berechnet mit diesen eingegebenen Werten für jeden der 874 Punkte im Gebiet das theoretische Datum der Weizenernte (vgl. INFORMATIONEN UND BEITRÄGE ZUR KLIMAFORSCHUNG, Heft Nr. 11).

Vieles ist an diesem Modell noch zu verbessern. Aber das Beispiel soll zeigen, wie mit Hilfe von landesplanerischen Datenbanken Probleme der Eignungskartierungen gelöst werden können. In naher Zukunft sollten uns in grosser Dichte (z. B. hektarweise) Informationen über die Landschaft zur Verfügung stehen. Das Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung an der ETH Zürich bearbeitet einen solchen Informationsraster.

Das Problem der flächenhaften Erfassung der thermischen Verhältnisse wird von zwei Seiten her angegangen. Phänologische Zustandskartierungen in der Schweiz werden von SCHREIBER (in Vorbereitung) in ähnlicher Weise durchgeführt wie bereits der Kanton Waadt aufgenommen wurde (SCHREIBER, 1968). Eine neue Möglichkeit gestatten Thermalaufnahmen von Flugzeugen und Satelliten aus. Mit Sensoren, die im thermischen Strahlungsbereich empfindlich sind, werden Oberflächentemperaturen der Landschaft flächenhaft erfasst.

Andere Schwierigkeiten ergeben sich durch die Homogenitätsunterschiede der verfügbaren klimatischen Beobachtungen. In einer Bibliographie wurden alle räumlichen meteorologischen und klimatologischen Arbeiten über die Schweiz von 1921 bis 1973 nach Regionen geordnet (JEANNERET, in Vorbereitung).

LITERATUR

MAEDER, F., 1970: Hinweise und Quellenangaben zu den Klimaeignungskarten. Inst. für Orts-, Regional- und Landesplanung, ETH Zürich, 23 S.

SCHREIBER, K. F., 1968: Les conditions thermiques du canton de Vaud. Beitr. z. geobot. Landesaufn. d. Schweiz, 31 S.

Adresse des Verfassers

François Jeanneret
Geographisches Institut
Gesellschaftsstrasse 29
CH - 3012 BERN

DAS FROSTPROBLEM IN DER SCHWEIZ

WALTER HIRT

Eigentlich ist es selbstverständlich, dass in unseren Breiten irgendwann im Frühling oder im Herbst einmal die bodennahen Luftschichten unter den Gefrierpunkt sinken. Solche Fröste bedürfen keiner besonderen Erwähnung. Die topographische Vielfalt unseres Alpen- und Juraraumes trägt aber dazu bei, dass meteorologische Extremwerte fast zu jeder Jahreszeit auftreten können. Unsere Kulturen und damit jede Einzelpflanze haben sich dem Wechsel der Witterung angepasst, sie haben sich akklimatisiert. An das Klima einer Gegend, sei es im Mittelland, in den Nordalpen, in den Südalpen oder im Jura, hat sich der Landwirt bei der Wahl seiner Kulturen zu richten.

Trotzdem werden diese akklimatisierten Pflanzen durch gelegentlich auftretende Abweichungen von den Normalwerten der Temperatur beeinflusst, zumal der Faktor Witterung in der Landwirtschaft stets die grosse Unbekannte bleibt.

Schwere Fröste haben der Landwirtschaft schon schwere Wunden geschlagen. Die grossen wirtschaftlichen Verluste, vor allem in Kreisen des Obst-, Wein-, Getreide- und Maisanbaues, die auf dem Spiele stehen, rechtfertigen es, wissenschaftliche, finanzielle und technische Mittel einzusetzen, um dieses Uebel zu bekämpfen.

Rückblickend begegnen uns bestimmte Jahre mit beachtlichen bis katastrophalen Frostschäden:

1945	1. Mai	
1953	10., 11. Mai	
1957	8. Mai	<u>Spätfröste</u> : Schäden im Obst- und
1965	30. April	Weinbau
1968	10. April, 8. Mai	
1972	25., 27., 29. Sept.	<u>Frühfröste</u> : Schäden im Maisbau
	5., 6. Okt.	
1956/57		<u>Winterfröste</u> : Schäden im Obst-, Wein-
1962/63		und Getreidebau

Wir haben nun auch festgestellt, dass jahreszeitlich verschiedene Fröste auftreten, nämlich:

- Winterfröste im Januar und Februar
- Spätfröste im Frühjahr und
- Frühfröste im Herbst

Spät- und Frühfröste haben dieselben meteorologischen Ursachen. Winterfrostschäden treten auf, wenn z. B. Wintergetreide während einer trockenen Hochwinterperiode Ende Januar anfangs Februar ohne eine genügend isolierende Schneedecke überwintern muss. In Gebieten mit häufig strengen Winterfrösten werden denn auch frosthärtere Sorten und Arten angepflanzt. Frosthärte ist die Fähigkeit einer Getreidesorte, extrem tiefe Temperaturen auf einem schneefreien Felde auszuhalten. Bei der Getreidezüchtung wird diese Eigenschaft speziell berücksichtigt. Jedes Frühjahr muss da und dort ein Bauer erleben, dass eine im Herbst kräftig in den Winter gegangene Saat teilweise oder ganz verschwindet. Meistens ist dieses "Auswintern" als ungenügende Frostresistenz infolge Kalimangel zu diagnostizieren. Die wichtigste vorbeugende Massnahme ist also hier eine genügende Kaliversorgung.

Entstehung der Spät- und Frühfröste

Die häufigsten Schäden richtet der Spätfrost im Frühjahr an. Wenn im Vollfrühling die warmen Tage die Knospen zum Schwellen bringen und die Kirschbäume im Hochzeitsgewande prangen, dann geistern drei unpopuläre Heilige bei der Landbevölkerung umher. Tatsache ist, dass um diese Zeit scharfe Wetterstürze auftreten.

Man unterscheidet drei Typen von Nachtfrösten:

1. Die Strahlungsfröste

Die vom Boden und den Pflanzen aufgespeicherte Wärme wird in Form von Strahlungsenergie abgegeben. Wenn kein Nachschub von irgend einer Seite erfolgt, kühlen sie sich ab. In klaren Nächten führt diese Abkühlung zu Reif an den Pflanzen. Die Strahlungsfröste treten lokal auf. Gefährdet sind Muldenlagen, es bilden sich Kaltluftseen. Bahn- und Strassendämme, Häuser, Hecken und Waldstreifen können Ursachen dafür sein.

2. Frost durch Advektion

Die gefährlichen Frostlagen während der Blütezeit werden immer eingeleitet durch einen Einbruch kalter, polarer Luft aus NW oder N. Solche Kaltluftmassen sind sehr durchsichtig und kühlen sich durch die nächtliche Bodenausstrahlung noch stärker ab als die Pflanzen. Advektivfrost tritt somit grossräumig auf.

3. Der Verdunstungsfrost

Wasser benötigt zur Verdunstung von 1 cm^3 590 Kalorien. Streicht nach Niederschlägen von kaltem Regen oder Schnee trockene Luft über die nassen Pflanzen, so entsteht eine rasche Verdunstung und damit die entsprechende Abkühlung; diese hat Frost zur Folge, auch wenn die Lufttemperatur über 0°C ist.

Frostwirkungen

Dr. PERRAUDIN von der Eidg. Forschungsanstalt Lausanne hat in seinen Untersuchungen sogenannte kritische Temperaturen verschie-

dener Obstarten und Sorten feststellen können. Kritische Temperaturen, welche die Blütenorgane schädigen können sind auch je nach Entwicklungsstadium sehr unterschiedlich:

<u>Obstart</u>	<u>Knospe geschl.</u>	<u>Vollblüte</u>	<u>Fruchtbildung</u>
Apfel	- 4°	- 2°	- 2°
Kirsche	- 4,5°	- 2°	- 1°
Aprikose	- 4°	- 1,5°	- 0,5°
Nüsse	- 1°	- 1°	- 1°

Vorbeugende Frostschadenverhütung

Wertvolle Kulturen werden am ehesten vor Frostschäden bewahrt, wenn sie nur in geländeklimatologisch günstigen Lagen angebaut werden. Die Möglichkeit, die Frostgefahr für bestehende Anlagen durch Klimaverbesserungen zu mildern, ist fachmännisch zu überprüfen. Oberhalb von empfindlichen Anlagen sind hohe Baum- und Strauchreihen, besser noch Waldstreifen zu pflegen oder neu anzupflanzen. So können Kaltluftströme aus höheren Lagen aufgehalten oder abgeleitet werden. Die Anlage von Weihern oder Stauseen (siehe Russland) zum Zwecke des Frostschutzes steht aber in keinem Verhältnis zum Aufwand. Eine reichliche Kalidüngung bei allen Kulturen fördert die Frostresistenz beträchtlich; viel Stickstoff bewirkt das Gegenteil.

Eine geschickt durchgeführte Fruchtholzverjüngung bei Obstbäumen gehört ebenfalls zur Schadenverhütung. Ein Baum mit Fruchtholz verschiedenen Alters hat eine längere Blütezeit. Blüten an jungen Trieben blühen später als an mehrjährigen Fruchtruten. Meistens besteht ja nur in wenigen Nächten Frostgefahr. An Bäumen mit langer Blühdauer verbleiben noch genügend Blüten unbeschädigt.

Es gibt auch kurzfristige Massnahmen des indirekten Frostschutzes. Der Wärmenachschub aus dem Boden kann gefördert werden, wenn kein Unkraut geduldet wird, dies wegen der Transpiration. Die Bodenbearbeitung ist 14 Tage vor Beginn der Blüte abzuschliessen. Die Bodenoberfläche sollte in der kritischen Zeit wieder gefestigt sein.

Aktive Frostschadenverhütung

Vorbedingung ist das Erfassen der Grosswetterlage und die Beachtung der Frostwarnungen durch die MZA, Für die örtliche Vorhersage benötigt der Landwirt ein Thermometer und Hygrometer. Bei klarem, windstillem Wetter ist nach der Taupunktregel mit Nachtfrost zu rechnen, wenn am Vorabend um 18 Uhr z. B. folgende Werte abgelesen werden:

5° bei 70 % rel. F. = 0°	8° bei 57 % rel. F. = 0°	17
6° bei 65 % rel. F. = 0°	9° bei 53 % rel. F. = 0°	
7° bei 60 % rel. F. = 0°	10° bei 50 % rel. F. = 0°	

Mit Hilfe des Psychrometers und einfachen Faustformeln kann die Frostgefahr noch zuverlässiger berechnet werden:

a) Formel für die Berechnung um 21 Uhr: $T_{\min} = T_f - 4^{\circ}$

b) Für die Berechnung um 14 Uhr (nach BIDER):

$$T_{\min} = T_f - 0,5 T_t - 2^{\circ}$$

T_f = Temperatur am feuchten Thermometer

T_t = Temperatur am trockenen Thermometer

T_{\min} = Minimaltemperatur

Entscheidend ist aber die Pflanzentemperatur. Ein horizontal liegendes Alkoholthermometer wird 50 cm über dem Boden aufgestellt. Seine Werte entsprechen den Pflanzentemperaturen.

Frostschutz durch Räuchern oder Nebeln

Rauch und Nebel durch Mottfeuer, oder nach dem Verfahren von Prof. LAINE als Gemeinschaftsmassnahme im Grosseinsatz verursacht, können nächtliche Ausstrahlungen verhindern. Dieses Verfahren führt aber nur in Ebenen und weiten Tallagen zum Erfolg. Im hängigen Gelände kann sich die Kaltluft wieder unter die schützende Decke schieben.

Frostschutz durch Ventilation

Die Durchmischung der bodennahen Kaltluft mit der darüberliegenden wärmeren Luft mit Hilfe von Propellern hat sich in Europa nicht bewährt.

Geländeheizung

Sie ist unter Verwendung von Oelöfen in ihrer Wirksamkeit eine der sichersten Methoden. Wegen Umweltimmissionen durch Verbrennen von Mazout prüft man neuerdings die Propangas-Frostbekämpfungsanlagen und Paraffinkerzen.

Frostschutz durch Beregnung (vgl. Fig. 3)

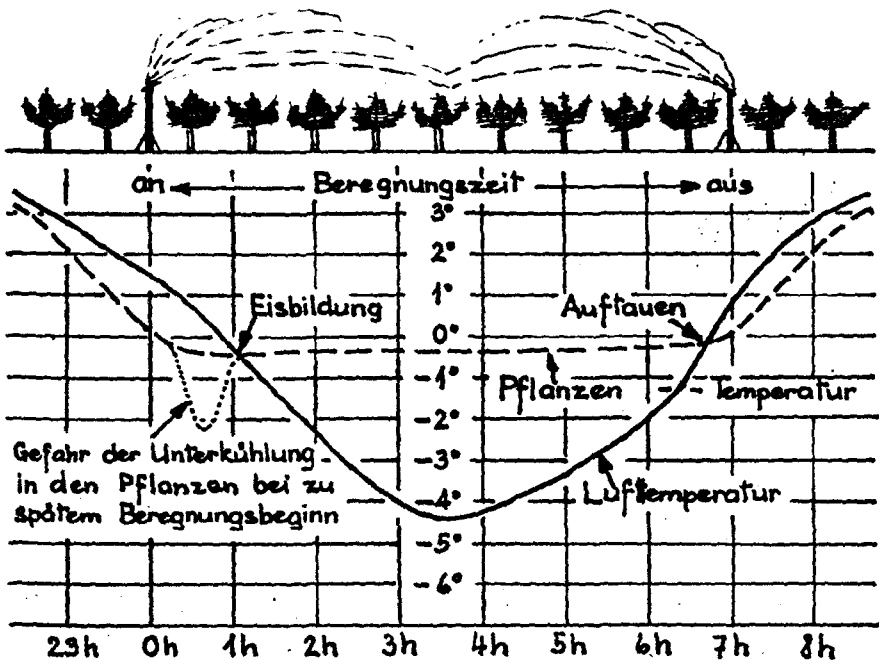
Der Einsatz der Beregnung verspricht den grössten Erfolg. Auf diesem Gebiet sind in technischer Hinsicht grosse Untersuchungen durchgeführt und entsprechende Erfolge erzielt worden. Die Beregnung verlangt aber vom Praktiker vor allem technische, physikalische, meteorologische und pflanzenphysiologische Kenntnisse. Die Wirtschaftlichkeit liegt hier günstig, weil dieselbe Anlage in sommerlichen Trockenzeiten zur Bewässerung weitere Verwendung findet.

Schlussbemerkungen

Das Frostproblem, wie es hier nur zusammenfassend vorgetragen wurde, möchte zeigen, dass es als Teil der Agrarmeteorologie einen wichtigen Platz einnimmt. Die Agrarmeteorologie - an der MZA nimmt sich ihr Herr Dr. B. PRIMAULT an - ist innerhalb der Meteorologie zu einem eigenen Wissenschaftszweig geworden, dessen Aufgabe es ist, alle meteorologischen und klimatologischen Kenntnisse und Methoden für den Landwirt und Gärtner, den Winzer und Förster so einzusetzen, dass deren Produkte unter den gegebenen Umweltverhältnissen nach Menge und Qualität so wirtschaftlich wie möglich erzeugt, bzw. Landschaft und Wald als Umwelt des Menschen so gut wie möglich gepflegt werden können.

Fig. 3

Temperaturverlauf in der Luft und bei den Pflanzen bei der Frostschutzberechnung



Adresse des Verfassers

Walter Hirt
Lehrbeauftragter für Agrarmeteorologie
am Schweiz. Landw. Technikum Zollikofen
Töpfereistrasse 108
CH - 3423 ERSIGEN

NEBELBEOBACHTUNG UND KURORTPLANUNG

P. VON DESCHWANDEN

Zahlreiche negative - und sehr wenige positive - Wirkungen des Nebels auf den Menschen sind bereits mehrfach und eingehend studiert worden. Im Vordergrund steht die Transportfunktion für feste und gelöste chemische Verbindungen sowie für Russ. Mikrobiologische Untersuchungen des Nebels und der Niederschläge, die während Nebelperioden fielen, zeigen, dass der Nebel auch in der Lage ist, beträchtliche Mengen von Bakterien und Pilzsporen zu transportieren. Die Verteilung der Pilzsporen zeigt jahreszeitliche Unterschiede: die Pilzsporen finden sich im Sommer häufiger als im Winter, sie sind aber konzentrierter in den Winter-Nebelniederschlägen. Veränderung der Strahlung bei verschiedenen Wetterlagen, wahrscheinlich auch die Reflexion an der Oberfläche und der Einfluss auf den Wärmehaushalt des Menschen sind weitere Wirkungen des Nebels, ganz abgesehen von den nicht messbaren psychischen Wirkungen. Schon aus dieser Uebersicht ergibt sich die Forderung, dass ein Erholungsraum, besonders ein Fernerholungsraum, so nebelarm wie nur möglich sein muss.

Nun sind aber die meisten Kurorte durch ihre geographische Lage und die vorhandene Infrastruktur sowohl örtlich bestimmt wie funktionell stark spezialisiert, mit anderen Worten, die Planung hat (noch!) Entscheidungsfreiheit in Bezug auf die Anordnung zukünftiger Wohn- und Erholungs-zonen, und sie kann, gemeinsam mit dem Erholungssuchenden, die Jahreszeit des Aufenthaltes beeinflussen. Die Kurortplanung muss deshalb vom Klimatologen Angaben

1. über die Nebelhäufigkeit, besonders während möglicher Ferienzeiten, und
2. über die Verteilung allfälliger Nebelzonen im zukünftigen Wohn- und Erholungsgebiet fordern (die komplexen Probleme des Verkehrs werden hier nicht berührt).

Die internationale Definition des Nebeltages, d. h. ein Tag, während dem - irgendwann - Nebel beobachtet wird, hat für die Kurortklimatologie Nachteile; den Bedürfnissen derjenigen, welche den Vormittag und meist den ersten Teil des Nachmittags im Freien verbringen wollen, wird nicht genügend Rechnung getragen. Abendliche und nächtliche Nebel bedingen wohl einen internationalen Nebeltag, stören den Wanderer aber kaum. Abendliche Strahlungsnebel sind gerade während den so begehrten sonnigen Tagen herbstlicher Hochdrucklagen besonders häufig. Deshalb sollten für die Belange der Kurortklimatologie vorwiegend die Termine 0730 und 1330, allenfalls ergänzt durch die Anzahl Vormittage mit Nebel, berücksichtigt werden. Die Definition des Nebeltages durch die Beobachtungsanleitung des

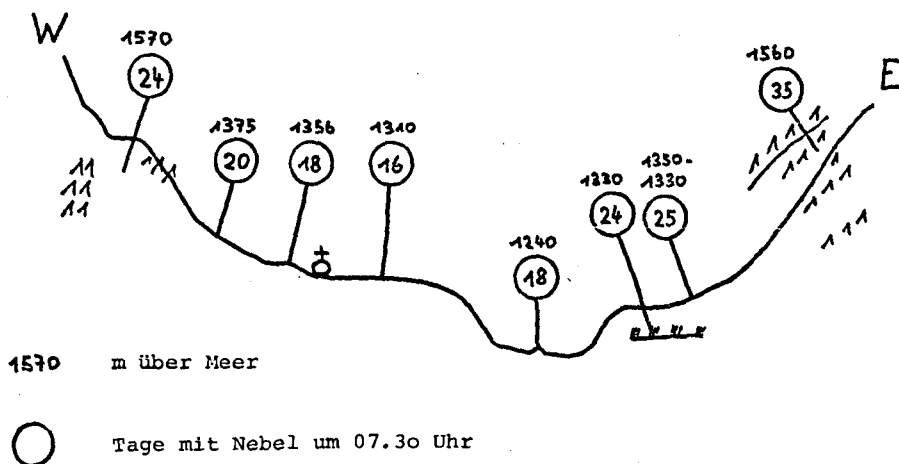
Geographischen Instituts der Universität Bern, d. h. Nebel zwischen 0700 und 0800, entspricht den skizzierten Bedürfnissen besser als die internationale Definition, besonders, wenn auch die Dauer des Nebels bis zu dessen Auflösung berücksichtigt wird.

Am Beispiel von Adelboden wurde weiter geprüft, ob im Rahmen des Berner Programms auch Hinweise auf die Nebelhäufigkeit bestimmter Teile eines Ortes gewonnen werden könnten.

Fig. 4 stellt die Häufigkeit der Morgentermine mit Nebel verschiedener Punkte dar. Mesoklimatologische Angaben sind für jede Ortsplanung besonders wertvoll. Da sie aber meist innert relativ kurzer Beobachtungsperioden zusammengetragen werden müssen, erfordert ihre Interpretation zweifellos eine grosse klimatologische Erfahrung. Die Ergebnisse der bisherigen Adelbodner Nebelbeobachtungen im Rahmen des Berner Programms sind zu wenig umfangreich für sichere Schlussfolgerungen, zeigen aber, dass mit einer Verdichtung des Beobachtungsnetzes durch die Auswahl mehrerer klimatologisch repräsentativer und der Fragestellung entsprechender Punkte sowohl Hinweise für die Ausscheidung von Zonen gewonnen, wie Möglichkeiten zur Ueberprüfung klimatologischer Gesetzmässigkeiten gefunden werden können.

Fig. 4

Adelboden: Summe der Tage mit Nebel um 07.30 Uhr (Monate September und Oktober der Jahre 1970-73)



Adresse des Verfassers

Dr. med. P. von Deschwanden
Dorf

CH - 3715 ADELBODEN

DIE RAUM-ZEITLICHE DYNAMIK DER NEBELDECKE AUS BODEN- UND SATELLITENBEOBACHTUNGEN

MATTHIAS WINIGER

Luft- und insbesondere Satellitenbilder (v. a. von den Satelliten NOAA und ERTS-1) gewähren einen Ueberblick über die räumliche Ausdehnung einer Nebel- bzw. Wolkendecke und ihre zeitliche Veränderung. Aus deren Oberflächenstruktur sind teilweise auch Schlüsse über Aufbau und Dynamik der entsprechenden Luftschichten ableitbar. Vorläufig noch unmöglich ist eine genauere Aussage über die Höhenlage der Nebelunterseite, wenn es sich um eine geschlossene Decke handelt. Für die Beurteilung der am Boden tatsächlich herrschenden Nebelverhältnisse wäre dies aber von grösstem Nutzen.

Letzterer Mangel trifft für Bodenbeobachtungen nicht zu. Andererseits ist aber aus den Meldungen unseres Beobachternetzes nicht ersichtlich, wie hoch die Nebelunter- und -obergrenze angesetzt werden muss. Ferner sind Interpolationen auf stationslose Gebiete sehr ungewiss, sind doch selbst die Beobachtungen benachbarter Stationen oft nur schwierig miteinander vergleichbar.

Erst die Kombination beider Beobachtungsverfahren ergibt vergleichsweise optimale Resultate bezüglich horizontaler und vertikaler Nebelverteilung, Stabilität der Luftschicht, Windströmungsverhältnissen, Dichte der Nebeldecke und Reliefeinflüsse. Operationell kann dieses kombinierte Beobachtungsverfahren noch nicht eingesetzt werden, da das für regionalklimatische Aussagen notwendige räumliche Auflösungsvermögen nur für ERTS-Daten zutrifft. Diese liegen theoretisch alle 18 Tage einmal vor, in Wirklichkeit aber in noch wesentlich grösseren Zeitabständen.

Am Beispiel des 19. Dezember 1972 sollen diese Aussagen belegt werden.

Wetterlage: Mitteleuropa wird durch einen Hochdruckrücken beherrscht, der sich allmählich nach SW verlagert und so die Schweiz in den Bereich zunehmender NE-Winde bringt. Diese Umstrukturierung wirkt sich auf die Dichte, Mächtigkeit und Verteilung der Nebeldecke aus. Die zeitlichen Veränderungen der vertikalen Nebeldeckenstruktur gehen aus den Beobachtermeldungen des 18., 19. und 20. Dezember 1972 hervor (Fig. 5). Die Radiosondenaufstiege von Payerne verdeutlichen diesen Prozess.

Beobachtermeldungen: Aus Fig. 6 geht hervor, dass das ganze Mittelland unter einer Nebeldecke liegt, aber nur rund ein Drittel der Stationen selber in Nebel gehüllt sind. Dazu gehören Hanglagen (höheres Mittelland) und die Mehrzahl der Seeuferstationen. Uneinheitlich ist die Situation der übrigen Beobachtungspunkte. Dies trifft besonders zu für die Bereiche der in Abb. 1 sichtbaren oro-

graphisch erzeugten Störungen (Wellen), die sehr wahrscheinlich die ganze Luftschicht bis auf Bodenniveau erfassen.

Satellitenbild (Abb. 1): Die flächenhafte Verteilung der Nebeldecke belegt eindrücklich den Einfluss der Orographie.

Der Nebel wird in die abgeschlossenen Alpentäler, die eine relativ geringe Luftzirkulation aufweisen, hineingepresst. Interessant ist die Situation am Brünigpass. Die Nebeldecke vermag die Passhöhe südwärts zu überqueren. Die mit der anschliessenden Sinkbewegung verbundene Lufterwärmung führt zur Nebelauflösung. Die Luftströmung schiebt die über dem Brienersee liegende Nebelmasse in Richtung Interlaken zusammen.

Die im Lee grösserer Massenerhebungen liegende Grosstalung Bern - Brienz enthält eine relativ stagnierende Nebelmasse, je nach Lage bezüglich der Quertalungen von örtlich stark unterschiedlicher Dichte.

Bedeutend ist der Napf auch auf die Nebelverteilung im Emmental. Durch die N-S verlaufenden Täler (Entlebuch) stösst der Nebel vor, vermag aber nicht in die quer zum Wind verlaufenden Täler einzudringen. So bleibt das Emmental zwischen Schangnau und Zollbrück trotz der relativ tiefen Höhenlage nebelfrei. Das gegen SW offene Mittelland kanalisiert die Windströmungen. Fast ungestört verlaufen die Hinderniswellen des Hörnli (Zürcher Oberland), Napf und Jura bis zum Genfersee.


Kompliziert sind die Verhältnisse im Jura, dessen Oberfläche vielerorts fast identisch mit der Nebelobergrenze ist und parallel zur Hauptwindrichtung verläuft, so dass sich eine ausgeprägte Kammerung der Nebelfelder ergibt.

Der Vergleich der Boden- und Satellitenbeobachtungen ergibt eine örtlich wechselnde Mächtigkeit der Nebeldecke von rund 200 bis 400 m. Die Obergrenze kann generell auf 850 - 950 m angesetzt werden, obwohl auch hier lokale Abweichungen auftreten (Brünig: 1100 m).

zu Fig. 5: Nebelmeldungen der bernischen Klimabeobachter am 18., 19. und 20. Dezember 1972 in verschiedenen Höhenlagen.

- Legende: ○ Stationsmeldung "Kein Nebel"
● Stationsmeldung "Nebel" (ohne Angabe eines Auflösungssterms)
● Stationsmeldung "Nebel" mit Angabe der Auflösungszeit

zu Fig. 6: Die Nebelverbreitung am 19. Dezember 1972 für das Bernbiet (ohne Alpen) aus dem Satellitenbild (Abb. 1) mit eingetragenen Stationsmeldungen.

- (----) Nebel klar abgrenzbar
(.....) Nebel nicht klar abgrenzbar
 dichter Nebel



- dünnere Nebel oder Dunst
- Station meldet "Nebel"
- ⊕ Station mit Hochnebel
- Station mit unbewölktem Himmel

zu Abb. 1: Nebelaufnahme des ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite), 19. Dezember 1972, 09.50 GMT (NASA, E-1149-09502-6) Mittelland mit dem Jura und den Voralpen

Fig. 5

Nebelmeldungen der bern. Klimabeobachter (18. - 20.12.72)

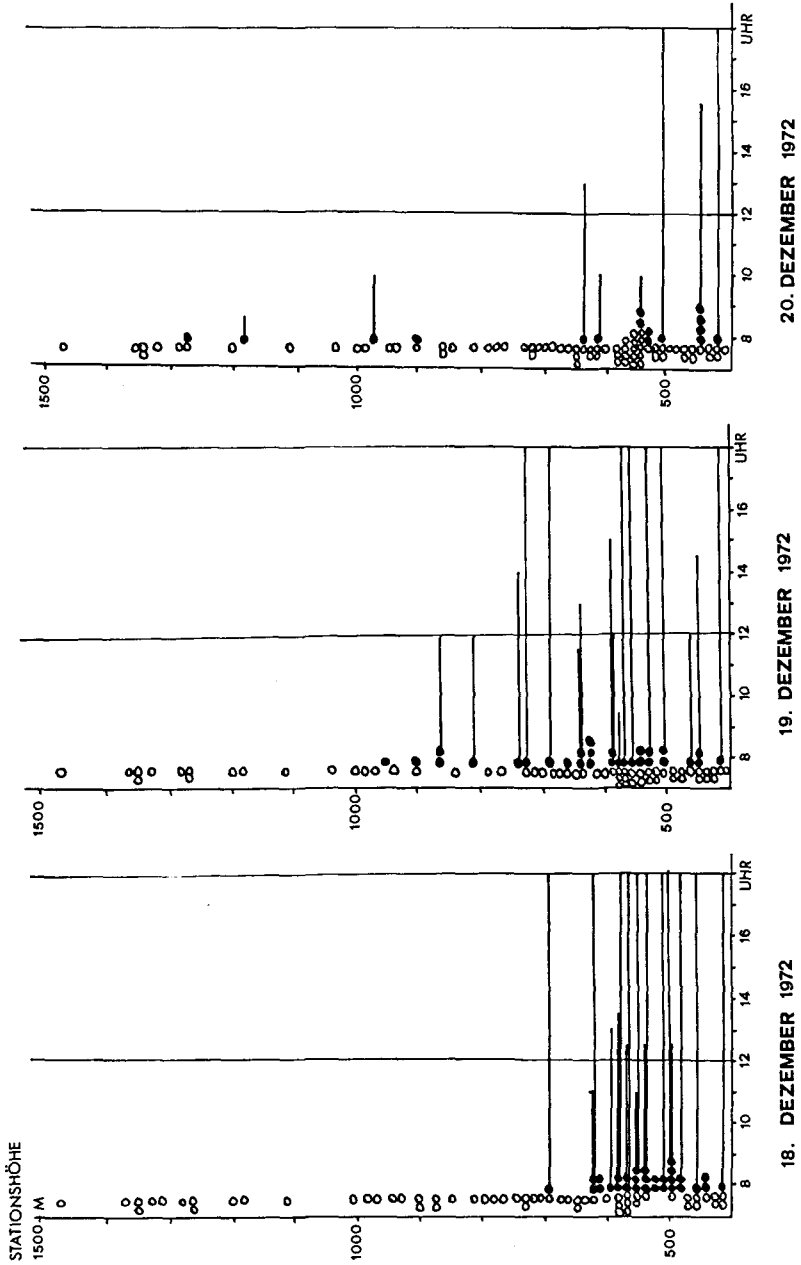


Fig. 6 Nebelverbreitung am 19. Dezember 1972 aus Stations- und Satellitenbeobachtungen (vgl. Abb. 1)

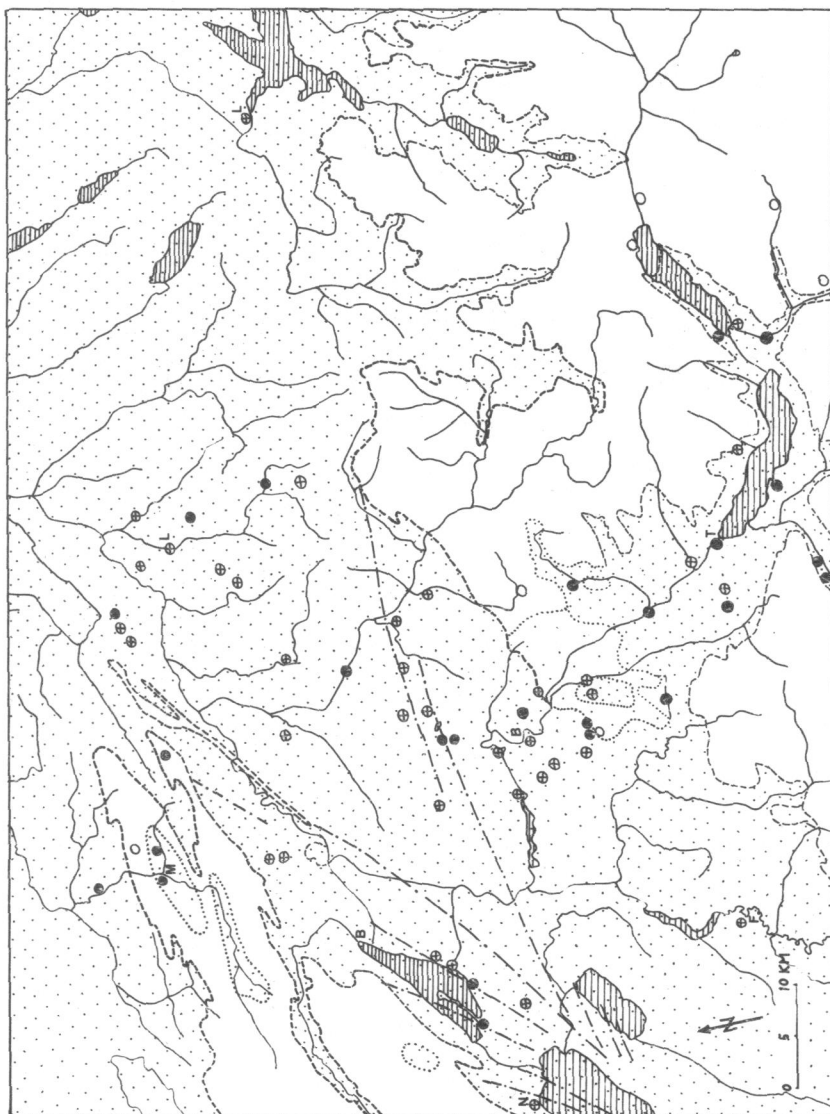
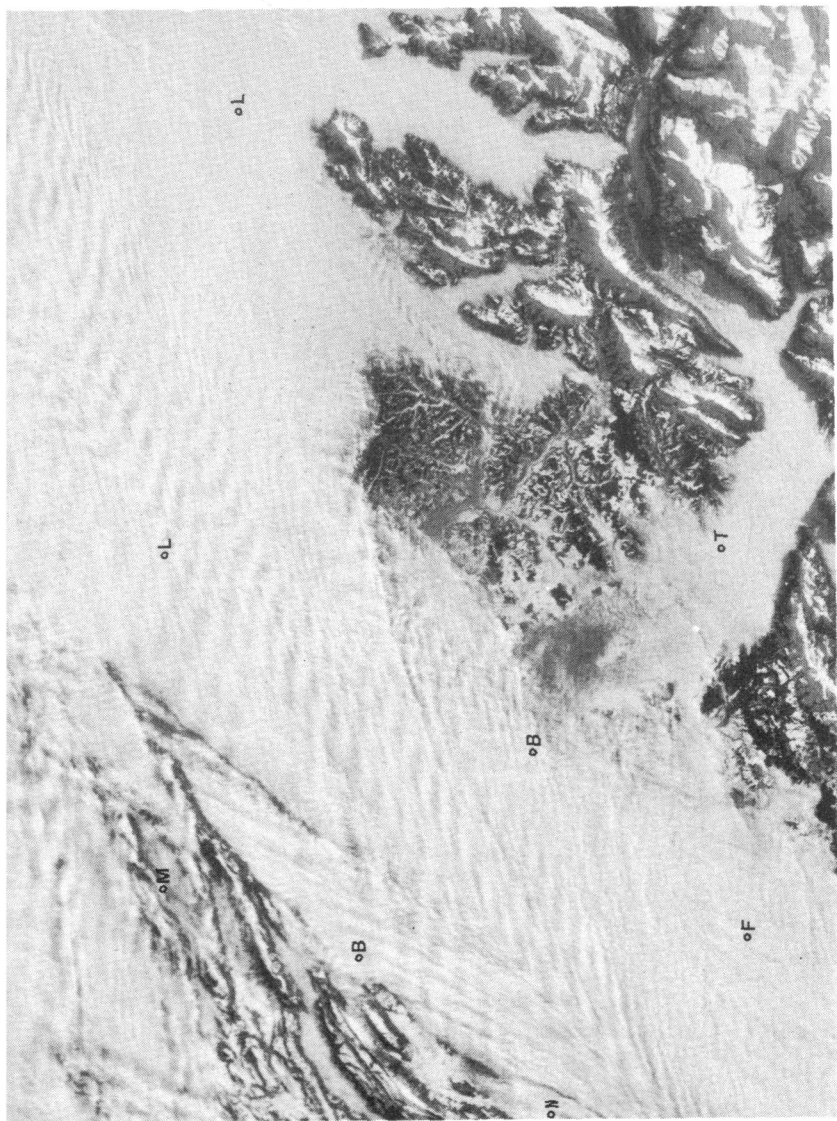


Abb. 1 Nebelverbreitung im Bernbiet am 19. Dezember 1972
aufgenommen durch ERTS-1



Adresse des Verfassers

Matthias Winiger
Geographisches Institut
Falkenplatz 18
CH - 3012 BERN