

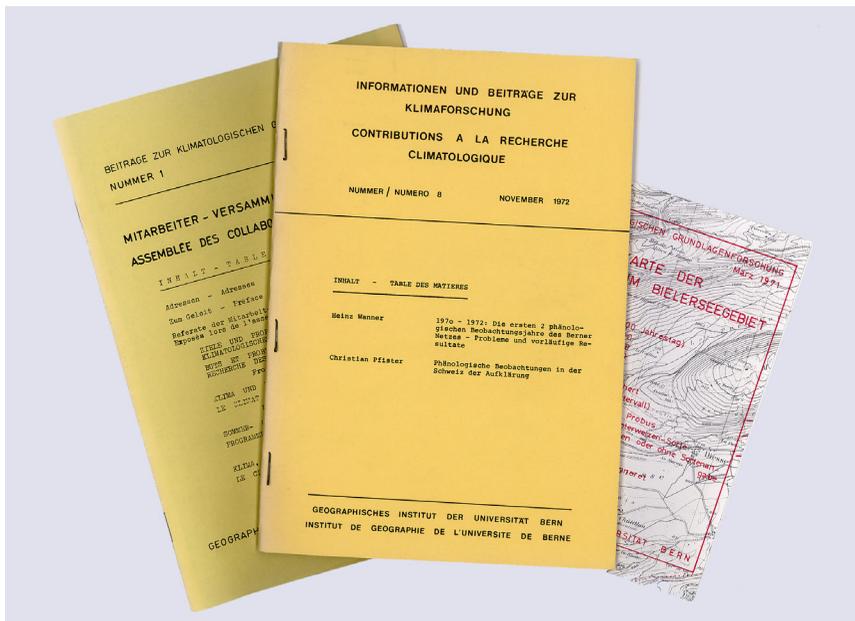
## Informationen und Beiträge zur Klimaforschung Contributions à la recherche climatologique

Ein Diagramm zur Charakterisierung von lokalen  
Niederschlagsverteilungen in Abhängigkeit verschiedener Wetterlagen

Der Wert des Wetters: Nationale und internationale Tragweite

Kartierung der phänologischen Beobachtungen des Kantons Bern

Hans Ulrich Felber, W. John Maunder, François Jeanneret, Richard Volz



# 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

FELBER, Hans Ulrich, MAUNDER, W. John, JEANNERET, François, VOLZ, Richard  
Informationen und Beiträge zur Klimaforschung / Contributions à la recherche climatologique  
Ein Diagramm zur Charakterisierung von lokalen Niederschlagsverteilungen in Abhängigkeit verschiedener  
Wetterlagen; Der Wert des Wetters: Nationale und internationale Tragweite; Kartierung der phänologischen  
Beobachtungen des Kantons Bern  
Geographisches Institut der Universität Bern 1976 / Institut de géographie de l'Université de Berne 1976  
Print Version: Nummer 15 (vergriffen) / Version imprimée: Numéro 15 (épuisé)

FELBER, Hans Ulrich, MAUNDER, W. John, JEANNERET, François, VOLZ, Richard  
Informationen und Beiträge zur Klimaforschung / Contributions à la recherche climatologique  
Ein Diagramm zur Charakterisierung von lokalen Niederschlagsverteilungen in Abhängigkeit verschiedener  
Wetterlagen; Der Wert des Wetters: Nationale und internationale Tragweite; Kartierung der phänologischen  
Beobachtungen des Kantons Bern  
Geographica Bernensia 2019  
Online Version: G95/15 doi: 10.4480/GB2019.G95.15.

© 2019 GEOGRAPHICA BERNENSIA



Creative Commons Licences

INFORMATIONEN UND BEITRÄGE ZUR  
KLIMAFORSCHUNG

CONTRIBUTIONS A LA RECHERCHE  
CLIMATOLOGIQUE

NUMMER 15

FEBRUAR 1976

---

INHALT - TABLE DES MATIERES

---

- Hans Ulrich Felber Ein Diagramm zur Charakterisierung von  
lokalen Niederschlagsverteilungen in  
Abhängigkeit verschiedener Wetterlagen
- W. J. Maunder Der Wert des Wetters: Nationale und inter-  
nationale Tragweite  
(Uebersetzung von François Jeanneret)
- Richard Volz Kartierung der phänologischen Beobach-  
tungen des Kantons Bern

INFORMATIONEN UND BEITRAEGE  
ZUR KLIMAFORSCHUNG

CONTRIBUTIONS A LA RECHERCHE  
CLIMATOLOGIQUE

Herausgegeben vom Geographischen  
Institut der Universität Bern mit  
Unterstützung des Kantonalen  
Planungsamtes

Edité par l'Institut de géographie  
de l'Université de Berne avec le  
soutien de l'office du plan d'aména-  
gement du canton de Berne

Text texte	H. U. Felber / W. J. Maunder (F. Jeanneret) / R. Volz
Zusammenstellung rédaction	D. Florin / H. Wanner
Traduction	F. Jeanneret / U. Nussbaumer

UNIVERSITAET BERN  
Geographisches Institut  
Klimaforschung  
Hallerstrasse 12  
3012 BERN

Tel. (031) 65 80 19 vormittags

## INHALTSVERZEICHNIS - TABLE DES MATIERES

---

Ein Diagramm zur Charakterisierung von lokalen Niederschlagsverteilungen in Abhängigkeit verschiedener Wetterlagen

---

Zusammenfassung, Résumé	5
1. Verteilungsfunktion des Niederschlages	6
2. Abhängigkeit der Verteilungen von Wetterlagen	6
3. Mittelwert und Variationskoeffizient als charakteristische Masszahlen von Niederschlagsverteilungen	9
4. Niederschlagsbereitschaft	10
5. Vorschlag zur Darstellung der Niederschlagsverteilungen unterschiedlicher Strömungswetterlagen	11
6. Bibliographie	15

### Der Wert des Wetters: Nationale und internationale Tragweite

---

Zusammenfassung, Résumé, Summary	16
1. Einleitung	18
2. Der Wert des Wetters für einen Raum	18
3. Die Rolle der Meteorologie für die Wirtschaften einzelner Länder	19
4. Wetter und wirtschaftliche Tätigkeiten	20
5. Präsentation meteorologischer Informationen	21
6. Globale Bestimmung der landwirtschaftlichen Produktion auf Grund meteorologischer Informationen	21
7. Realisierung des Nutzens aus Wetterinformationen	21
8. Bibliographie	23

### Kartierung der phänologischen Beobachtungen des Kantons Bern

---

Zusammenfassung, Résumé	24
1. Kriterien für die Kartierung	25
2. Ein Beispiel: Die Apfelbaum Vollblüte 1974	26
3. Das weitere Kartierungsprogramm	27



# EIN DIAGRAMM ZUR CHARAKTERISIERUNG VON LOKALEN NIEDERSCHLAGS- VERTEILUNGEN IN ABHAENIGKEIT VERSCHIEDENER WETTERLAGEN

---

HANS ULRICH FELBER

## ZUSAMMENFASSUNG

Ueber längere Perioden gemessene Niederschläge verteilen sich im Normalfall exponential. Werden jedoch diese täglichen Niederschlagsmengen nach Wetterlagen sortiert und aufgetragen, so ergeben sich Verteilungen, die nicht mehr unbedingt mit Exponentialverteilungen verglichen werden können und sich auch untereinander stark unterscheiden. Aus diesem Grunde werden Masszahlen gesucht, die dennoch einen Vergleich gewährleisten. Es zeigt sich, dass sich Mittelwert und Variationskoeffizient für einen derartigen Vergleich eignen. Schliesslich wird der Versuch unternommen, diese unterschiedlichen, strömungsbedingten Niederschlagsverteilungen in einem Diagramm darzustellen.

## RESUME

Les précipitations enregistrées pendant des périodes relativement longues se répartissent normalement de façon exponentielle. Si toutefois les précipitations quotidiennes sont réparties et enregistrées selon la situation météorologique, l'on observe des distributions de fréquence qui ne sont plus régies par la loi exponentielle et qui, de plus, varient grandement entre elles. Pour cette raison, nous avons recherché des coefficients qui permettraient d'établir une comparaison. Il s'est avéré que la moyenne arithmétique et le coefficient de variation sont parfaitement adaptés à ce genre de calcul. Finalement, nous avons tenté l'expérience de représenter les différentes répartitions des précipitations en fonction des courants sous forme de diagramme.

## 1. VERTEILUNGSFUNKTION DES NIEDERSCHLAGS

Werden die täglichen Niederschlagswerte einer Station während einer längeren Periode ihrer Häufigkeit entsprechend in Form eines Histogrammes aufgezeichnet, ergibt sich in unseren Breiten eine Verteilung, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist. Nach COURVOISIER (1970 : 3) gelten als Niederschlagstage nur Tage, deren Niederschlagssumme (Messung am folgenden Tag um 07.30 Uhr) mindestens 0,3 mm erreicht.

Aus Fig. 1 ist ersichtlich, dass die Tagesniederschläge annähernd exponential verteilt sind. Damit Niederschlagsverteilungen ein typisches Bild ergeben, verlangt SCULTETUS (1969 : 80) 40-jährige Beobachtungsreihen. WANNER (1942) erreicht eine gute Näherung der Niederschlagsverteilung mit Hilfe des Polya-Prozesses (TAUBENHEIM 1969 : 198 - 200).

## 2. ABHAENIGKEIT DER VERTEILUNGEN VON WETTERLAGEN

Die Verteilungen der Tagesniederschläge zeigen nicht unbedingt die Form einer Exponentialverteilung, wenn die dargestellten Niederschlagsmengen nach bestimmten Kriterien ausgelesen werden, wenn also z. B. die Niederschläge bestimmter Wetterlagen dargestellt werden.

SCHÜEPP (1968) hat in seinem Kalender der Wetter- und Witterungslagen von 1955 bis 1967 die täglichen, die grossräumige Wetterlage charakterisierenden Parameter für den zentralen Alpenraum tabelliert (ab 1968 wird der Wetterlagenkalender in den jährlich erscheinenden Annalen der MZA veröffentlicht). Der Kalender unterscheidet zwischen Höhen- und Bodenwetterlagen. Innerhalb dieser Lagen wird zusätzlich

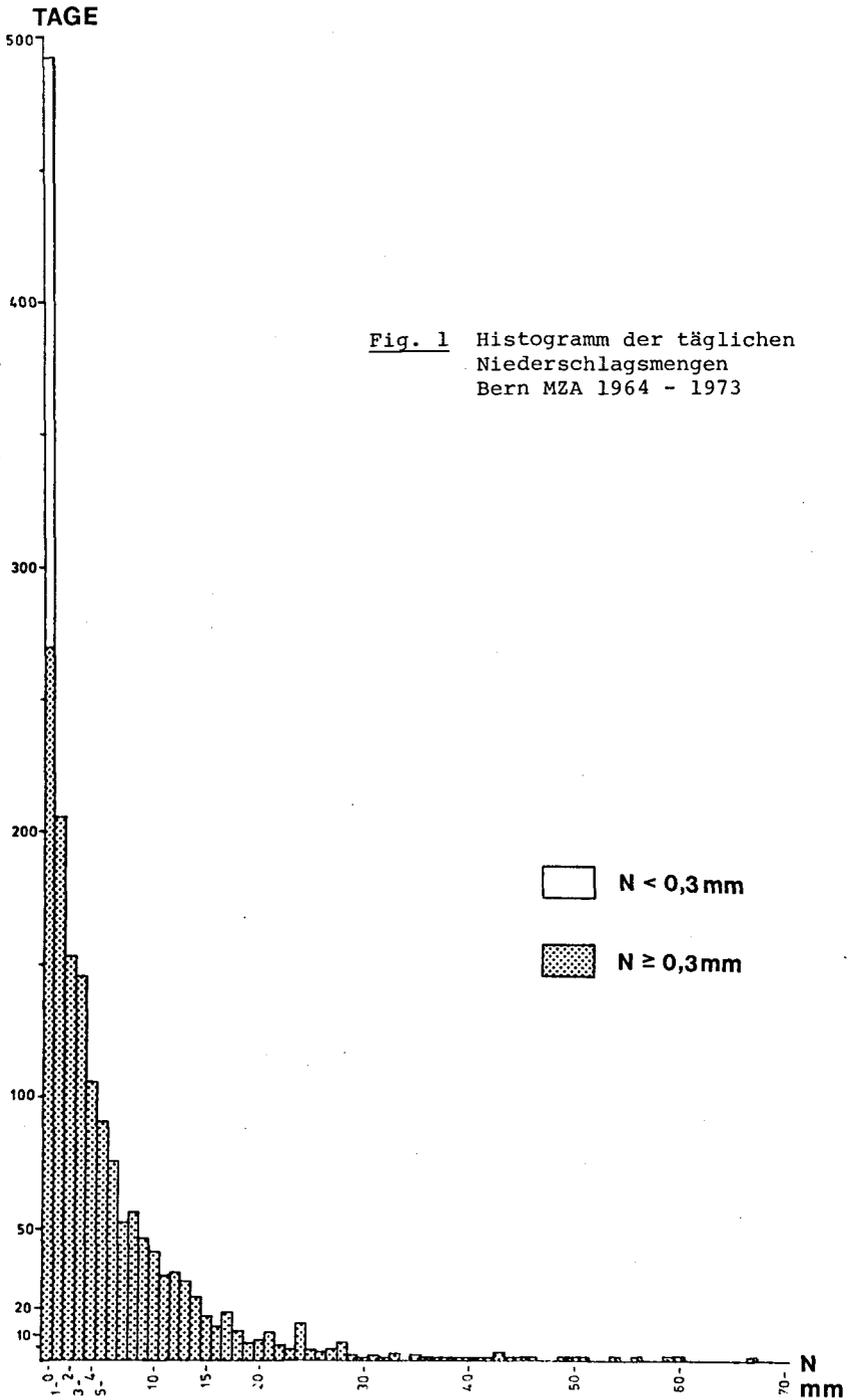
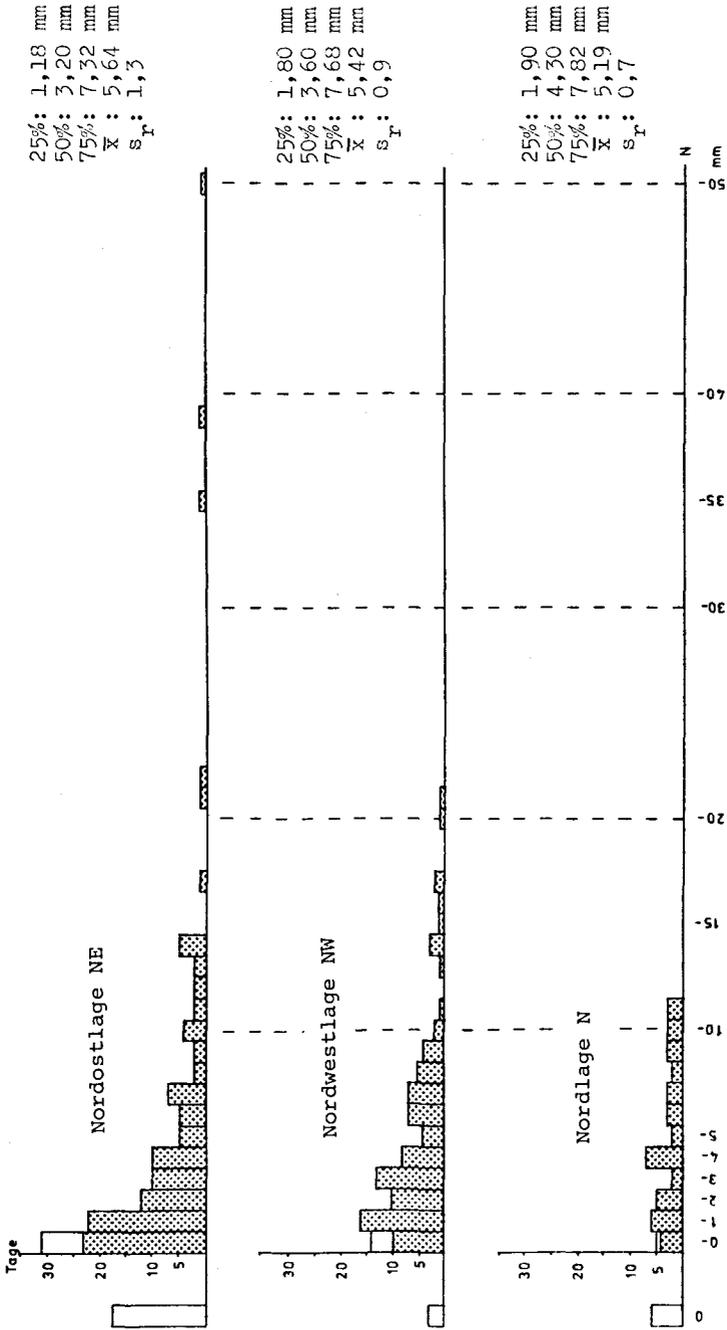


Fig. 2 Niederschlagsverteilungen zyklonaler Bodenwetterlagen



eine Differenzierung nach vorherrschenden Windrichtungen, Flachdrucklagen und Lagen mit uneinheitlicher Strömung vorgenommen. Die Höhenwindrichtung entspricht der gemittelten Windrichtung der Stationen Payerne, München und Mailand, gemessen im 500 mb-Niveau (ca. 5500 m ü. M.). Für die Bodenwindrichtung wird der aus den Isobaren errechnete geostrophische Wind gemittelt und als die für das zentrale Alpengebiet repräsentative Strömungsrichtung eingesetzt. Es wird schliesslich eine Unterteilung nach antizyklonalen, zyklonalen und indifferenten Lagen gemacht.

Werden diese Parameter kombiniert, erhält man für die Bodenwetterlagen und für die Höhenwetterlagen je ein 30-teiliges Wetterlagenklassifikationsschema. Es lassen sich die Niederschlagsverteilungen für jede so gefundene Wetterlage aufzeichnen. Als Beispiele seien die in Fig. 2 dargestellten Verteilungen angegeben.

Dabei fällt auf, dass eine Aehnlichkeit mit Exponentialverteilungen in vielen Fällen kaum mehr festgestellt werden kann. Diese Abweichung ist bedingt durch die spezielle Auswahl der Niederschlagstage als zu einer bestimmten Wetterlage zugehörend, z. T. sicher auch durch die entsprechend kleinere Zahl der auftretenden Niederschlagstage. Werden Niederschlagsverteilungen bestimmter Wetterlagen dargestellt, ist es schwierig, wenn nicht unmöglich, eine theoretische Verteilungsfunktion zu finden, die allen Fällen gerecht wird.

### 3. MITTELWERT UND VARIATIONSKOEFFIZIENT ALS CHARAKTERISTISCHE MASSZAHLEN VON NIEDERSCHLAGSVERTEILUNGEN

---

Als charakteristischer Wert wird sehr oft das arithmetische Mittel  $\bar{x}$  einer Verteilung angegeben. Weitere beschreibende Masszahlen sind z. B. der Median und der Modus oder Quantil-Angaben (FLIRI 1972 : 42). Hier stellt sich die Frage nach der besten Approximation der Niederschlagsverteilungen durch ein stochastisches Modell. Wie wir anhand von Fig. 2 gesehen haben, genügt die Exponentialverteilung

$$f(x) = \frac{1}{\lambda} e^{-\frac{1}{\lambda} x} ; \quad \lambda = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \bar{x}$$

nicht in jedem Fall. Auch der Polya-Prozess vermag speziell flache Niederschlagsverteilungen kaum genügend anzunähern.

Der Modus - häufigster Wert - , wird oft klein ausfallen, die vielen höheren Werte werden also unzureichend berücksichtigt. Der Medianwert hat den Nachteil aller Prozent-Quantile, dass er selbst mit dem Computer relativ kompliziert berechnet werden muss. Auch der Mittelwert ist nicht vollständig befriedigend, da er nichts über die Form der Verteilung aussagt. Da wetterlagenbedingte Niederschlagsverteilungen untereinander recht stark verschieden sein können, müsste jede Verteilung einzeln aufgezeichnet werden, um beschrieben werden zu können. Weiter sollte bei der Charakterisierung von Verteilungen auch die Streuung der Werte berücksichtigt werden. Um sie zu erfassen, eignet sich nach KREYSZIG (1965 : 37) die Varianz oder Standardabweichung (s) am besten.

Im Variationskoeffizient werden diese beiden Masszahlen zur Charakterisierung der relativen Streuung verbunden:

$$\text{Variationskoeffizient } s_r = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{\text{Standardabweichung}}{\text{Mittelwert}}$$

Im Falle unserer Problemstellung (vgl. Fig. 2) konnte dieses Mass hinsichtlich einer Zuverlässigkeitsaussage bezüglich des Mittelwerts verwendet werden.

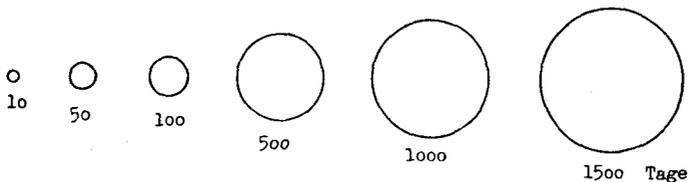
#### 4. NIEDERSCHLAGSBEREITSCHAFT

Nachdem nun die Verteilung der täglichen Niederschlagsmengen einer Wetterlage beschrieben werden kann, muss auch die Häufigkeit des Auftretens von Niederschlagstagen für eine bestimmte Wetterlage erfasst werden. Dies geschieht wohl am vorteilhaftesten durch Angabe der Niederschlagsbereitschaft: Die Anzahl der Niederschlagstage im Verhältnis zur Gesamtzahl der Tage pro Lage in Prozenten (SCULTETUS 1969 : 143). Als Niederschlagstage gelten hier wiederum Tage mit einer Niederschlagssumme von mindestens 0,3 mm.

## 5. VORSCHLAG ZUR DARSTELLUNG DER NIEDERSCHLAGSVERTEILUNGEN UNTERSCHIEDLICHER STROEMUNGSWETTERLAGEN

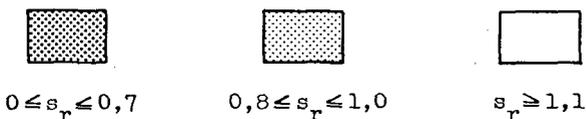
Im Folgenden möchte ich die Darstellungsart vorstellen, die ich benutzt habe, um Niederschlagsverteilungen von Bern für die Jahre 1964 - 1973 in Abhängigkeit von verschiedenen Wetterlagen zu veranschaulichen (FELBER 1975, vgl. auch FLIRI 1963). Das Gerüst der Diagramme wird gebildet durch ein Koordinatensystem, auf dessen Abszisse die mittlere Niederschlagshöhe aller Niederschlagstage der Lage, auf der Ordinate hingegen die Niederschlagsbereitschaft der Lage aufgetragen wird. Die einzelnen Strömungslagen werden in Form von Kreisen dargestellt, deren Fläche proportional zur Anzahl entsprechender Lagentage in der Untersuchungsperiode ist:

### Vergleichsschema

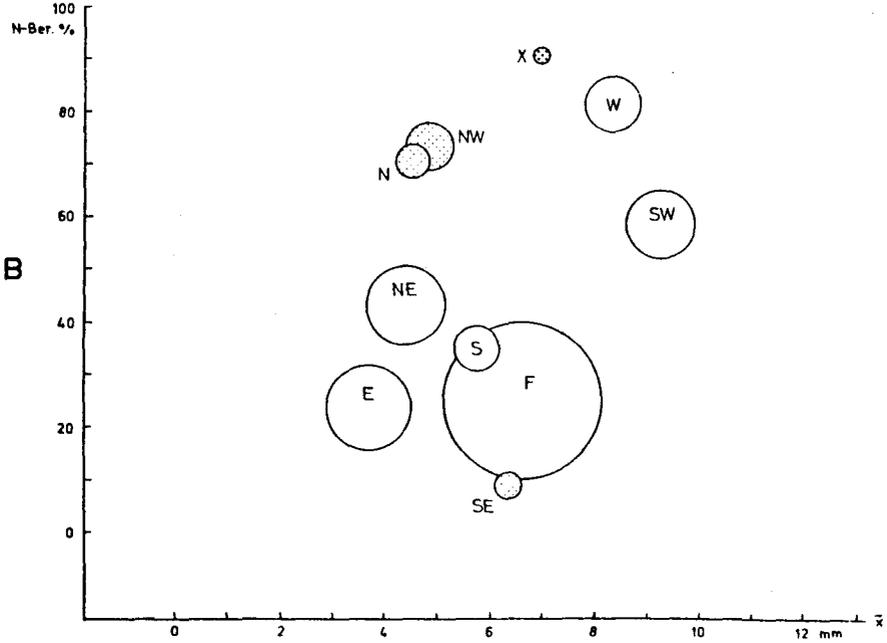


Die Lage des Kreiscentrums im Koordinatensystem zeigt die Niederschlagsbereitschaft der Strömungslage wie auch die mittlere Niederschlagshöhe der Lage. Die Streuung der einzelnen Verteilungen wird mit Hilfe der relativen Standardabweichung erfasst. Der Uebersicht halber wurde das Spektrum der Variationskoeffizienten dreigeteilt und die Lagenkreise entsprechend gerastert:

### Rasterschema



**Fig. 3** Strömungslagenbedingte Niederschlags-  
verteilungen  
Bodenwetterlagen



**Fig. 4** Strömungslagenbedingte Niederschlags-  
verteilungen  
Höhenwetterlagen

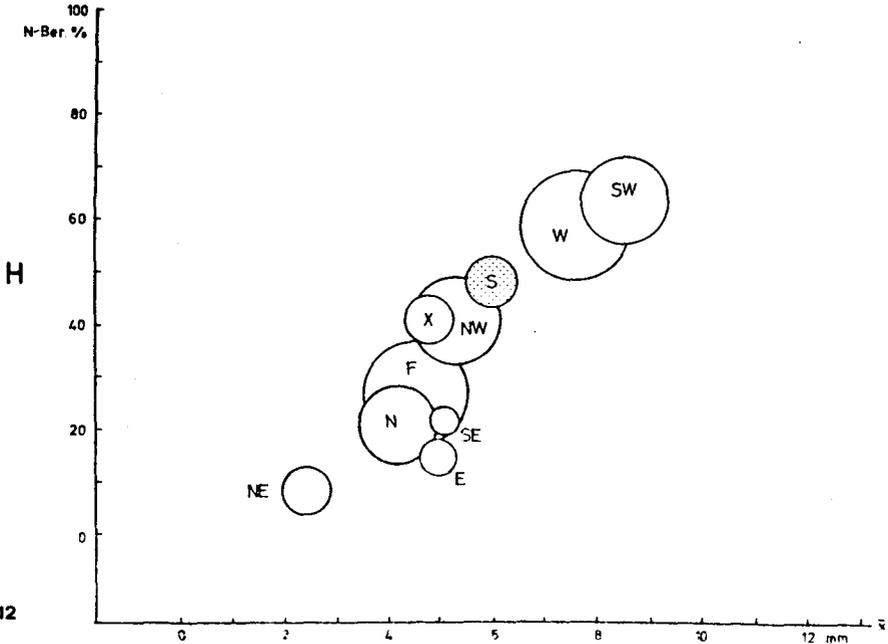
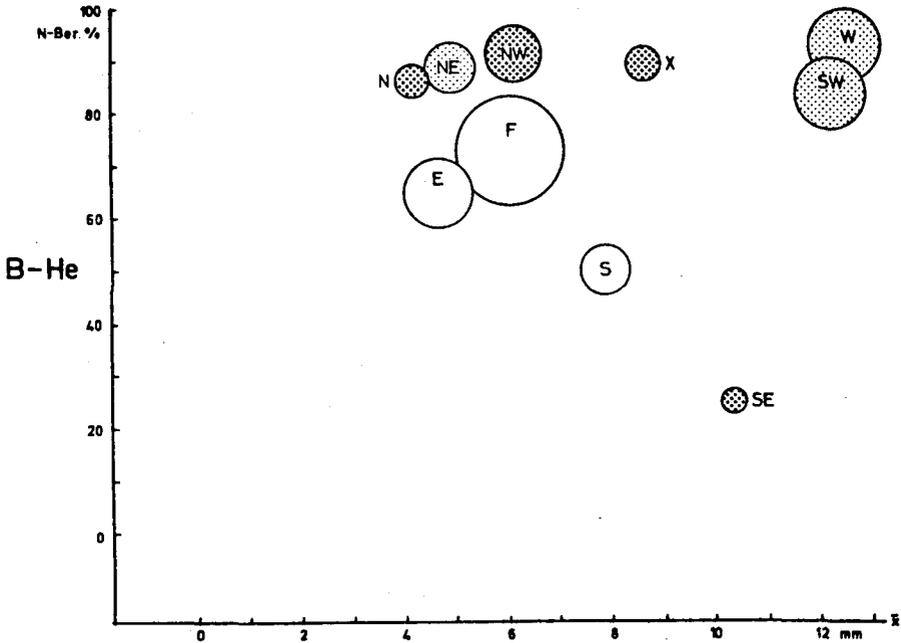


Fig. 5 Strömungslagenbedingte Niederschlagsverteilungen  
herbstliche, zyklonale Bodenwetterlagen



Mit Hilfe der klassierten Variationskoeffizienten lassen sich nun Aussagen über die Repräsentativität der Mittelwerte machen: Mittelwerte aus grossen dunkelgerasterten Lagenkreisen - also mit kleinem  $s_r$  - sind eher für die Lage repräsentativ als Mittelwerte von Lagen mit wenig Tagen und ungerasterten Kreisen.

In Fig. 3 und Fig. 4 sind die nach dem Wetterlagenkalender gefundenen Niederschlagsverteilungen der Regenmess-Station Bern für die Boden- (B) und die Höhenwetterlagen (H) von 1964 - 1973 dargestellt.

Bei den Bodenwetterlagen dominieren deutlich die Flachdrucklagen, während diese in der Höhenkarte zugunsten der Strömungslagen stark zurücktreten. Bei den Bodenwinden streuen die Kreise nicht beliebig in der Ebene des Koordinatensystems, sondern es tritt eine der Windrose entsprechende Abfolge auf:

Niederschlag und Niederschlagsbereitschaft nehmen von NE über SE bis SW zu und nehmen von SW über NW nach NE wieder ab. Bei den Höhenwetterlagen erstaunt die gute Korrelation zwischen Niederschlagsbereitschaft und Niederschlag. Wie zu erwarten, bringen die Winde aus Sektor W bei hoher Niederschlagsbereitschaft relativ viel Regen, wogegen die Ostlagen deutlich das Regime trockener Luftmassen zeigen.

Offenbar wirkt sich bei den Bodenwinden bereits das grossräumige Relief aus, das eine Verschiebung der Niederschlagsextreme gegenüber der Darstellung der Höhenlagen im Gegenuhrzeigersinn hervorruft.

Allerdings muss gesagt werden, dass die Mittelwerte diese Verteilungen im allgemeinen schlecht repräsentieren: Die grosse Variationsbreite des Niederschlags hat zur Folge, dass die Lagenkreise z. T. nicht gerastert werden können.

Abschliessend seien noch zum Vergleich in Fig. 5 die herbstlichen, zyklonalen Bodenströmungen (B-He) dargestellt. Hier wurde zur weiteren Wetterlagenklassierung noch das Kriterium der Jahreszeiten berücksichtigt.

Ergänzend muss noch gesagt werden, dass in dieser letzten Darstellung die Fläche der Lagenkreise mit dem Faktor 10 multipliziert wurde.

## 6. BIBLIOGRAPHIE

- COURVOISIER, H. W., 1970: Quantitative Niederschlagsprognose winterlicher zyklonaler Witterungslagen auf der Alpennordseite. Veröffentl. d. Schweiz. Met. Zentr. anstalt, Nr. 15, Zürich
- FELBER, H. U., 1975: Niederschlagsverteilungen von Bern in Abhängigkeit von verschiedenen Wetterlagen. Unveröff. Prosem. arbeit Geogr. Inst., Bern
- FLIRI, F., 1963: Zur Witterungsklimatologie der Julischen Alpen. Wetter u. Leben, H. 7 - 8, 15. Jg. : 157 - 162
- " 1969: Statistik und Diagramm. Westermann: Das geographisch Seminar, Braunschweig
- KREYSZIG, E., 1965: statistische Methoden und ihre Anwendungen, Göttingen
- SCHÜEPP, M., 1968: Kalender der Wetter- und Witterungslagen von 1955 - 1967. Veröffentl. d. Schweiz. Met. Zentr. anstalt, Nr. Zürich
- SCULTETUS, H. R., 1969: Klimatologie. Westermann: Das geographische Seminar, Braunschweig
- TAUBENHEIM, J., 1969: Statistische Auswertungen geophysikalischer und meteorologischer Daten, Leipzig
- WANNER, E., 1942: Niederschlagsfrequenzkurven. Met. Zeitschrift, Bd. 59 : 92 - 96
- ANNALEN der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. Jährlich herausgegeben von der MZA
- ERGEBNISSE DER TÄGLICHEN NIEDERSCHLAGSMESSUNGEN auf den Meteorologischen und Regenmess-Stationen der Schweiz. Vierteljährlich herausgegeben von der MZA

### Adresse des Verfassers

Hans Ulrich Felber  
Geographisches Institut  
Hallerstrasse 12

CH - 3012 BERN

DER WERT DES WETTERS: NATIONALE UND  
INTERNATIONALE TRAGWEITE

---

W. J. MAUNDER

Kurzfassung eines am 6. Juni 1975 am Geographischen Institut der Universität Bern gehaltenen Vortrages zum Thema: "The Value of the Weather: National and International Implications".

Aus dem Englischen übersetzt und zusammengefasst von F. JEANNERET.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Einführung von komplizierteren und wetterabhängigeren Systemen erfordert auf vielen Gebieten wirksame Massnahmen zur Beeinflussung meteorologischer Ereignisse. Diese Massnahmen basieren auf der Tatsache, dass die Atmosphäre ein natürlicher Rohstoff ist, dass Informationen über die Atmosphäre wichtige Quellen sind und dass bei richtigem Verständnis der gültigen Wechselbeziehungen und unter Mithilfe geeigneter Informationen über die Vorgänge in der Atmosphäre der Mensch den Ertrag aus vielen wetterabhängigen Tätigkeiten verbessern kann.

RESUME

Dans bien des domaines, la nécessité de systèmes plus compliqués et plus dépendantes des conditions météorologiques exigent des mesures efficaces vis-à-vis des phénomènes atmosphériques. Ceci se base sur le fait que l'atmosphère est une ressource naturelle, que les informations concernant l'atmosphère sont aussi des ressources importantes et que par une compréhension d'interactions physiques, biologiques et sociales avec l'atmosphère et grâce à des informations adéquates l'homme peut améliorer le rendement de nombreuses activités dépendant des conditions météorologiques.

## SUMMARY

In many areas, the emergence of more sophisticated and often more weather-sensitive systems has created a need for better responses to atmospheric events. This has come about as the result of three important concepts, notably that the atmosphere is a natural resource, that the information concerning the atmosphere is also an important resource, and further, that given an understanding of physical-biological-sociological interactions with the atmosphere, and given sufficient information, man can at times improve the outcome of many weather-sensitive activities.

## 1. EINLEITUNG

In vielen Gebieten erfordert die Einführung von komplizierteren und oft wetterabhängigeren Systemen eine wirksame Einflussnahme auf atmosphärische Erscheinungen. Das Bedürfnis für bessere und nützlichere Informationen über die Atmosphäre basiert im Wesentlichen auf drei Tatsachen:

- 1) Die Atmosphäre ist ein wichtiger natürlicher Rohstoff, der wahrgenommen, genutzt, verändert, übernutzt oder vernachlässigt werden kann.
- 2) Informationen über die Atmosphäre (über frühere Klimate, über das gegenwärtige und das künftige Wetter sowie über die Klimabeeinflussung) sind ebenfalls wichtige Quellen.
- 3) Bei richtigem Verständnis der Wechselbeziehungen zwischen physikalisch-biologisch-soziologischen Zusammenhängen und der Atmosphäre sowie Mithilfe geeigneter Informationen über die Vorgänge in der Atmosphäre kann der Mensch manchmal den wirtschaftlichen und sozialen Ertrag aus vielen wetterabhängigen Tätigkeiten verbessern.

## 2. DER WERT DES WETTERS FUER EINEN RAUM

Unabhängig von langfristigen Klimaschwankungen ereignen sich die meisten signifikanten Wetterwechsel von Tag zu Tag, von Woche zu Woche oder von Monat zu Monat. Im Rahmen dieser kurzfristigen Schwankungen müssen die verantwortlichen Entscheide für wetterabhängige Unternehmungen getroffen werden.

Ein wesentlicher Gesichtspunkt ist das zunehmende Interesse an Ertragssteigerungen, die dank einer besseren Anwendung klimatischer Erkenntnisse erzielt werden können. Studien haben gezeigt, dass geeignete klimatologische Beratungen eine wichtige Rolle bei Entscheidungen für wetterabhängige Unternehmungen spielen können.

Einen Beitrag zur Entwicklung von nationalen und wirtschaftlich-klimatologischen Modellen sollen Untersuchungen über Niederschlags-, Temperatur- und Wasserdefizit-Indizes und ihre Anwendung für die Milchwirtschaft und den Elektrizitätskonsum in Neuseeland sowie von Niederschlag- und Temperatur-Indizes für den wöchentlichen Detailhandel-Umsatz in den Vereinigten Staaten leisten (MAUNDER 1966, 1971a, 1973).

### 3. DIE ROLLE DER METEOROLOGIE FÜR DIE WIRTSCHAFTEN EINZELNER LÄNDER

---

Die laufenden Ausgaben der Regierungen aller Länder der Welt für Wetterbeobachtung und -prognose erreichen einen Wert von über einer Milliarde US-Dollars pro Jahr (Ausgaben einzelner Länder für 1971: Australien 30 Mio. \$, Frankreich 30 Mio. \$, Indien 7 Mio \$, Japan 50 Mio. \$, Neuseeland 2 Mio. \$, Norwegen 5 Mio. \$, Schweiz 3,5 Mio. \$, USA 141 Mio. \$). Es stellt sich nun die Frage nach dem Ertrag dieser Investitionen.

In einer Pionier-Arbeit hat MASON (1966) versucht, den Nutzeffekt des Wetterdienstes des Vereinigten Königreiches zu bestimmen. Die Berechnungsgrundlagen waren unsicher, aber MASON kommt zum Schluss, dass der Wetterdienst im Verhältnis zu den Investitionen ausgezeichnete Leistungen erbringt, die jedoch allgemein unterschätzt und zu wenig angewendet werden.

Diese und weitere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Leistungen der Wetterdienste zu den wirkungsvollsten Anwendungen der heutigen Wissenschaft und der Technologie gezählt werden können oder sollen. Das Verhältnis zwischen finanziellem Aufwand und Ertrag wird zwischen 1 : 4 und 1 : 20 geschätzt.

Die Versuche, den Wert des wichtigsten Rohstoffes der Welt - des Wetters - finanziell zu erfassen, wurden von einigen Meteorologen recht skeptisch aufgenommen. Einwände werden erhoben gegenüber unsicheren Daten, aber auch gegenüber der Tatsache, dass psychologische und soziale Vorteile wie etwa die Rettung von Menschenleben nicht finanziell erfasst werden können. Diese Probleme sollten jedoch ins-

besondere unter dem Gesichtspunkt diskutiert werden, dass der wirtschaftlich orientierte Meteorologe den potentiellen Wert der Atmosphäre als Rohstoff wahrnehmen muss.

#### 4. WETTER UND WIRTSCHAFTLICHE TÄTIGKEITEN

An drei konkreten Beispielen sollen die Möglichkeiten der Erfassung des Wertes des Wetters veranschaulicht werden. Im amerikanischen Bundesstaat Missouri wurde die Wirkung der Witterung auf den Strassenbau untersucht (MAUNDER et al. 1971 a und b). Dabei wurden die täglichen Niederschläge über 50 Jahre im Hinblick auf die Erfordernisse des Strassenbaus verarbeitet. Es wurde die Wahrscheinlichkeit ermittelt, mit der beispielsweise während einer bestimmten Woche voll gearbeitet werden kann (d. h. während 40 Stunden), welche Kubatur während jeder Woche des Jahres ausgehoben werden könnte und wieviele Wochen bei guter oder schlechter Witterung für ein bestimmtes Vorhaben benötigt wird.

In Neuseeland wird der überwiegende Teil der elektrischen Energie in hydroelektrischen Kraftwerken erzeugt, während 10 % der Produktion aus thermischen Werken stammt. 1968/69 kostete eine thermisch erzeugte Einheit etwa drei Mal so viel wie eine hydroelektrisch produzierte Einheit. Die Nachfrage nach Energie hängt von zahlreichen Faktoren ab, einer davon ist die Aussentemperatur. Eine Temperaturabnahme von 1 Grad Celsius verursacht eine Zunahme des Energiekonsums um 1,5 %. Eine zuverlässige Prognose der Temperaturschwankungen für den nächstfolgenden Tag gestattet somit eine wirtschaftliche Disposition der zur Verfügung stehenden Energiequellen (MAUNDER 1971 a).

Das dritte Beispiel betrifft die Prognose der Milch-Produktion für Neuseeland, dem wichtigsten Exportland für Milchprodukte, das über 100 Märkte beliefert. Die Wasserdefizit-Indizes sind dabei gute Anzeiger der Variabilität der Milchfett-Produktion. Die Erträge können für das ganze Land für einen Monat vorausgesagt werden (MAUNDER 1966).

## 5. PRÄSENTATION METEOROLOGISCHER INFORMATIONEN

Die Art der Präsentation meteorologischer Informationen ("weather package") ist auf nationaler, regionaler und internationaler Ebene bedeutsam. Ein nationaler Wetterdienst kann beispielsweise versuchen, seine Informationen besser darzustellen und den Bedürfnissen der Anwendung besser anzupassen. Presse, Radio und Fernsehen müssen der Frage der Darstellung und Formulierung genügend Aufmerksamkeit schenken!

## 6. GLOBALE BESTIMMUNG DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN PRODUKTION AUF GRUND METEOROLOGISCHER INFORMATIONEN

Am 7. Kongress der Welt-Wetterorganisation (WMO/OMM) im Mai 1975 in Genf wurde ein Programm vorgeschlagen, das eine weltweite Prognose der landwirtschaftlichen Produktion gestatten sollte. In den Augen vieler Mitglieder war jedoch ein solches Programm verfrüht, weil scheinbar die notwendigen agrometeorologischen Grundlagen noch nicht bereit sind. Möglicherweise liegt jedoch der wahre Grund der Ablehnung jenes Vorschlages bei den weitreichenden wirtschaftlichen, sozialen, politischen und sogar militärischen Aspekten eines generellen Austausches solcher Informationen. Das heisst, es wird befürchtet, dass meteorologische Informationen ein zu mächtiges Werkzeug oder gar eine Waffe darstellen könnten. Trotzdem besteht natürlich allgemein ein grosses Bedürfnis nach einem solchen Austausch, aber es ist schwer zu sagen, wann von diesen Möglichkeiten vermehrt Gebrauch gemacht werden kann.

## 7. REALISIERUNG DES NUTZENS AUS WETTERINFORMATIONEN

Natürlich hängt die Anwendung der Wetterinformation insbesondere auch vom Weg ab, auf welchem sie den Konsumenten erreicht. Heute werden wetterabhängige Entscheidungen von einem grossen Teil der Gesellschaft getroffen. Die Konsumenten von Wetterinformationen verfügen über ganz unterschiedliche Verantwortung, Erfahrung und Ausbildung. Allerdings werden diese Entscheidungen unabhängig von

der Frage getroffen, ob geeignete meteorologische Informationen der verantwortlichen Person zur Verfügung stehen.

Der Markt für Wetter-Prognosen und deren Anwendungsprodukte weitet sich ständig aus. Beratungen über Wetter und Klima sind weitreichende und dankbare Aufgaben für die Meteorologie und die Klimatologie. Ein notwendiger Schritt für die weitere Verbreitung von Informationen ist die Ausbildung von Fachleuten wie auch der potentiellen Konsumenten, die die meteorologischen und klimatologischen Informationen im Hinblick auf die Lösung wirtschaftlicher Probleme anwenden müssen!

## 8. BIBLIOGRAPHIE

Ein Handbuch über den "Wert des Wetters" (MAUNDER 1971 b) liefert eine umfassende Uebersicht über die verschiedensten Aspekte dieser Probleme und vermittelt auch zahlreiche Hinweise auf weitere Literatur.

MASON, B. J., 1966: The Role of Meteorology in National Economy.  
Weather 21 (11) : 382 - 393

MAUNDER, W. J., 1966: Climatic Variation and Dairy Production.  
New Zealand Science Review 24 (6) : 69 - 73

" 1971 a: Temperature Forecast and the Assessment  
of Electric Power Demand in New Zealand. New Zealand Me-  
teorological Service, Technical Note 195

" 1971 b: The Value of the Weather. Methuen, London

" 1973: Weekly Weather and Economic Activities on  
a National Scale: an Example Using. United States Retail  
Trade Data. Weather 28 (1) : 1 - 18

MAUNDER, W. J.; JOHNSON, S. R.; MCQUIGG, J. D., 1971 a: Study of  
the Effect of Weather on Road Construction: A Simulation  
Model. Monthly Weather Review 99 (12) : 939 - 945

MAUNDER, W. J.; JOHNSON, S. R.; MCQUIGG, J. D., 1971 b: The Effect  
of Weather on Road Construction: Applications of a Simulation  
Model. Monthly Weather Review 99 (12) : 946 - 953

### Adresse des Verfassers

Dr. W. J. Maunder  
N. Z. Meteorological Service  
P. O. Box 722

Wellington

## KARTIERUNG DER PHAENOLOGISCHEN BEOBACHTUNGEN DES KANTONS BERN

(siehe beigelegtes Kärtchen)

RICHARD VOLZ

### ZUSAMMENFASSUNG

Im vorliegenden Artikel wird die Methode für die Kartierung der phänologischen Daten im Kanton Bern beschrieben. Von jeder beobachteten Phase wird für jedes Jahr ein Kärtchen im Massstab 1 : 500 000 erstellt. Diese Kärtchen sollen das vorhandene phänologische Material in übersichtlicher Form wiedergeben. Das Kärtchen der Apfelbaum-Vollblüte 1974 ist als Beispiel angefügt und wird kurz besprochen. Interessenten können mit dem beigelegten Talon weitere Kärtchen bestellen. Diese Einzelkärtchen sollen die Grundlage für eine Gesamtkartierung bilden, welche den Kanton Bern lückenlos überdeckt.

### RESUME

L'article ci-dessus décrit la méthode appliquée pour la mise sur carte des dates phénologiques dans le canton de Berne. Une carte à l'échelle 1 : 50 000 est établie pour chaque année d'observation. Les cartes ainsi établies ont pour but de rendre un aperçu complet du matériel phénologique disponible. La carte de la pleine floraison des pommiers 1974 est jointe à titre d'exemple et accompagnée d'un bref commentaire. Les personnes qui s'y intéressent peuvent commander d'autres cartes au moyen du talon annexé. Les différentes cartes formeront la base d'un ensemble qui couvrira le canton de Berne dans sa totalité.

## 1. KRITERIEN FUER DIE KARTIERUNG

Im Zuge der Bearbeitung der phänologischen Daten, die im Rahmen des Klimaprogrammes gesammelt werden, stellte sich die Frage nach einer geeigneten kartographischen Darstellung des Materials. Dabei erschien es als wertvoll, in einer ersten Phase das vorhandene Material übersichtlich darzustellen, ohne irgendwelche Interpretationen vorwegzunehmen, so dass die Kartierung insbesondere auch als Grundlage für alle weiteren Auswertungen dienen kann. Im Hinblick darauf waren an die Karten folgende Anforderungen zu stellen:

1. Der Eintritt eines Einzelereignisses soll genau festgehalten werden. Er ist das Resultat eines Zusammenspiels von vielen Faktoren, das sich von Jahr zu Jahr und von Ereignis zu Ereignis verändern kann.
2. Die einzelnen Ereignisse und Jahre sollen leicht miteinander vergleichbar sein.
3. Es sollen nur die Gebiete dargestellt werden, die wirklich durch Beobachtungen belegt sind.
4. Die Daten sollen möglichst unverfälscht präsentiert werden.
5. Die Kartierung sollte einen möglichst einfachen Ueberblick über die vorhandenen Daten und ihre Verteilung geben.
6. Der finanzielle Aufwand muss in engen Grenzen bleiben.

Um diesen Punkten (insbesondere Punkt 1) gerecht zu werden, bleibt nur die Möglichkeit, von jedem Ereignis und für jedes Jahr die Situation auf einem eigenen Kärtchen darzustellen. Um die einzelnen Kärtchen leicht miteinander vergleichen zu können (Punkt 2), wird für alle die gleiche Legende benutzt und für jedes Ereignis eine eigene

Farbe gewählt. Die Forderungen 3 und 4 einerseits und 5 andererseits lassen sich nicht gleichzeitig erfüllen. Wollte man sich genau an das halten, was von den Beobachtern erhoben wurde, so müsste man jeden Punkt einzeln mit Datumangabe darstellen. Dies bietet aber nur eine ungenügende Uebersicht. Um beiden Forderungen möglichst gerecht zu werden, wurde folgende Lösung getroffen: Die Beobachtungen werden als Rasterflächen dargestellt; diese überdecken je einen Abschnitt von 10 Tagen. Die Flächenraster erlauben es einerseits, das Gebiet abzudecken, von dem tatsächlich Beobachtungen vorhanden sind (Punkt 3) und geben andererseits durch die Flächenwirkung einen raschen Ueberblick (Punkt 5). Dieser wird erleichtert durch den relativ kleinen Massstab von 1 : 500 000. Auch die Forderung nach Genauigkeit wurde erfüllt, soweit es im Rahmen dieses Massstabes möglich war. Wohl oder übel musste ein wenig generalisiert werden. Auch konnten die verschiedenen Sortenangaben oder andere Spezifikationen bei der Kartierung nicht berücksichtigt werden. Schliesslich vermochte die gefundene Lösung noch in finanzieller Hinsicht zu befriedigen.

## 2. EIN BEISPIEL: DIE APFELBAUM VOLLBLUETE 1974

Als Beispiel einer solchen Kartierung ist diesem Bulletin die Karte der Apfelbaum Vollblüte 1974 beigelegt. Man kann auf den ersten Blick feststellen, aus welchen Gebieten Daten gemeldet wurden. Durch die verschiedenen Raster lässt sich leicht erkennen, wann das Ereignis in den betreffenden Gebieten eintrat. Der Vergleich der verschiedenen Gebiete soll erleichtert werden, indem allgemein ein heller Raster einen frühen und ein dunkler einen späten Phaseneintritt anzeigt. Der Betrachter mag selbst einmal versuchen, das Kärtchen zu ergänzen. Etwa auf Grund einfacher Reliefzusammenhänge könnten die Angaben der beobachteten Flächen auf das übrige Gebiet übertragen werden. Ein Ziel der Endauswertung besteht darin, mit Hilfe der vorhandenen Daten eine Aussage für das ganze Kantonsgebiet machen zu können.

Die wichtigsten Resultate, wie sie aus dem Kärtchen der Apfelblüte 1974 zu ersehen sind, seien kurz zusammengefasst:

- Die Gebiete mit dem frühesten Blüheintritt finden wir im Aaretal zwischen Bern und Thun, am Jurasüdfuss und in den nördlichen Jura-tälern.
- Der grösste Teil des Mittellandes sowie die Ufer des Thuner- und Brienersees erreichen die Vollblüte in der Dekade vom 21.4. - 30.4..
- Die ins Mittelland mündenden Täler der Langeten und der Emme folgen in der nächsten Dekade, ebenso der Wohlenseegraben westlich von Bern und das Becken von Moutier im südlichen Jura.
- Vom 11. - 20.5. erreichen die höheren Gegenden des Emmentals und des Schwarzenburgerlandes sowie tiefere Regionen der Alpentäler das Stadium der Vollblüte.
- Bis Anfang Juni steigt die Vollblüte weiter in die Höhe und erreicht in den Alpen die Obergrenze des Apfelbaumvorkommens bei etwa 1300 - 1400 m. Im Jura haben wir die spätesten Beobachtungen ebenfalls in der ersten Junidekade auf einer Höhe von etwa 1050 m, leider sind hier die Zwischenstufen nicht belegt.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass sich der Eintritt der Apfelblüte im ganzen Kanton über zwei Monate hinzog, was relativ lange ist. Der Frühling traf in den tieferen Regionen früh ein und brachte eine starke Frostgefährdung mit sich, erreichte jedoch infolge des langsamen Fortschreitens die höheren Regionen zur üblichen Zeit oder sogar etwas verspätet.

### 3. DAS WEITERE KARTIERUNGSPROGRAMM

Kärtchen wie das vorliegende sind für die folgenden fünf Phasen in Vorbereitung:

- 1) Haselnuss Vollblüte 1971 - 74
- 2) Löwenzahn Vollblüte 1971 - 74
- 3) Apfelbaum Vollblüte 1971 - 74

4) Weizenernte 1970 - 74

5) Buche Blattverfärbung 1970 - 74

Diese Kärtchen sollen allen Empfängern der "Informationen und Beiträge zur Klimaforschung" zur Verfügung stehen. Wer sich dafür interessiert, ist gebeten, uns das auf dem beigelegten Talon bis zum 20. März 1976 mitzuteilen (Versand Frühling 1976).

Zum Schluss weisen wir noch einmal darauf hin, dass diese Kärtchen unsere Auswertung nicht abschliessen. Eine Interpretation des gesamten Materials wird ihren Niederschlag in einer weiteren Karte finden, die in einem grösseren Massstab das Kantonsgebiet lückenlos überdeckt.

Adresse des Verfassers

Richard Volz  
Geographisches Institut  
Hallerstrasse 12

# APFELBAUM VOLLBLUETE 1974

-  11.4. - 20.4.
-  21.4. - 30.4.
-  1.5. - 10.5.
-  11.5. - 20.5.
-  21.5. - 30.5.
-  31.5. - 9.6.

--- AUSSERHALB DIE-  
SER LINIE KEINE  
BEOBACHTUNGEN

M 1: 500 000

3.75 R.VOLZ

BERN

