

Beiheft 4 zum Jahrbuch der  
Geographischen Gesellschaft  
von Bern – 1977

Redaktion: K. Aerni

GEOGRAPHICA  
BERNENSIA **G6**

---

François Jeanneret

Philippe Vautier

# Kartierung der Klimaeignung für die Landwirtschaft in der Schweiz

## Levé cartographique des aptitudes climatiques pour l'agriculture en Suisse



Geographisches Institut der Universität Bern 1977

Beihefte zum Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft von Bern

Bisher sind erschienen:

- Beiheft 1 WINIGER Matthias: Bewölkungsuntersuchungen über der Sahara mit Wettersatellitenbildern, 1975 Fr. 30.—  
Beiheft 2 PFISTER Christian: Agrarkonjunktur und Witterungsverlauf im westlichen Schweizer Mittelland 1755–1797, 1975 Fr. 48.—  
Beiheft 3 JEANNERET François: Grundlagen zum Klima der Schweiz – Klimatologische Bibliographie 1921–1973, mit einem Ergänzungsverzeichnis über Synoptik, Wettervorhersage und Flugmeteorologie von H. W. COURVOISIER, 1975 Fr. 26.—  
Beiheft 4 JEANNERET François und VAUTIER Philippe: Kartierung der Klimaeignung für die Landwirtschaft in der Schweiz – Levé cartographique des aptitudes climatiques pour l'agriculture en Suisse, 1977 Fr. 20.—

François Jeanneret + Philippe Vautier

Kartierung der Klimaeignung  
für die Landwirtschaft in der Schweiz

Levé cartographique des aptitudes climatiques  
pour l'agriculture en Suisse

Beiheft 4 zum  
Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft von Bern – 1977

---

François Jeanneret  
*Geographisches Institut der Universität Bern*

Philippe Vautier  
*Station fédérale de recherches agronomiques Changins sur Nyon*

## Kartierung der Klimaeignung für die Landwirtschaft in der Schweiz

## Levé cartographique des aptitudes climatiques pour l'agriculture en Suisse



Geographisches Institut der Universität Bern 1977

Beiheft 4  
zum Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft von Bern - 1977

Herausgeber und Verlag  
Geographische Gesellschaft von Bern  
in Zusammenarbeit mit dem Geographischen Institut  
der Universität Bern

Redaktor  
PD Dr. Klaus Aerni  
Geographisches Institut der Universität Bern  
Hallerstrasse 12, CH-3012 Bern

Die Beihefte zum Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft von Bern erscheinen  
aperiodisch und werden fortlaufend nummeriert.

Auslieferung  
Stadt- und Universitätsbibliothek, CH-3000 Bern 7

Druck  
Lang Druck AG  
Liebefeld / Bern

© by Geographisches Institut der Universität Bern, 1977

## INHALTSVERZEICHNIS

Die deutschsprachigen Texte stammen von JEANNERET, die französischsprachigen von VAUTIER. Die Überschriften sind in derjenigen Sprache *kursiv*, in welcher die Texte vorliegen.

<u>Zusammenfassung</u>	10
<u>Riassunto</u>	12
1. EINLEITUNG	
1.1 <u>Vorwort der Verfasser</u>	15
1.2 <u>Zusammenarbeit</u>	16
1.3 <u>Zielsetzung des Projektes</u>	18
1.4 <u>Bestehende wissenschaftliche Grundlagen</u>	18
1.5 <u>Ueberblick über den gesamten Ablauf</u>	19
2. KLIMA UND LANDWIRTSCHAFTLICHE ERTRAEGE	
2.1 <u>Erhebungen bei den kantonalen landwirtschaftlichen Schulen</u>	
2.1.1 <u>Konzeption der Erhebungen</u>	
2.1.2 <u>Anwendung der Ergebnisse</u>	
2.2 <u>Agroklimatische Perioden und Schwellenwerte</u>	
2.2.1 <u>Prinzip</u>	
2.2.2 <u>Auswahl der Perioden für Getreide</u>	
2.2.3 <u>Auswahl der Perioden für Kartoffeln</u>	
2.2.4 <u>Auswahl der Perioden für den Futterbau</u>	
2.2.5 <u>Auswahl der agroklimatischen Schwellenwerte</u>	
2.3 <u>Beurteilung der Klimaeignung für die einzelnen Kulturen</u>	
2.3.1 <u>Prinzip</u>	
2.3.2 <u>Beispiele: Getreide</u>	
2.3.3 <u>Beispiele: Futterbau</u>	
2.3.4 <u>Beispiele: Kartoffeln</u>	
2.3.5 <u>Beurteilung der meteorologischen Stationen</u>	
3. AUSWERTUNG DES METEOROLOGISCHEN BEOBACHTUNGSMATERIALES	
3.1 <u>Vorhandene Arbeiten</u>	
3.1.1 <u>Ziele des Literaturstudiums</u>	49
3.1.2 <u>Arbeiten über die ganze Schweiz</u>	50
3.1.3 <u>Regionale und lokale Arbeiten</u>	50
3.1.4 <u>Die Einteilung der bestehenden Unterlagen</u>	51
3.1.5 <u>Probleme und Verwendung vorhandener Unterlagen</u>	53

## TABLES DES MATIERES

Les textes en français sont de VAUTIER, ceux en allemands de JEANNERET. Les titres des alinéas sont en *italique* dans la langue dans laquelle le texte est rédigé.

<u>Résumé</u>	11
<u>Summary</u>	13
1. INTRODUCTION	
1.1 <u>Préface des auteurs</u>	15
1.2 <u>Coopération</u>	16
1.3 <u>Buts du projet</u>	
1.4 <u>Bases scientifiques</u>	
1.5 <u>Aperçu du travail entier</u>	
2. CLIMAT ET RENDEMENTS DES CULTURES	
2.1 <u>Enquête auprès des Ecoles cantonales d'agriculture</u>	
2.1.1 <u>Conception de l'enquête</u>	21
2.1.2 <u>Utilisation des résultats</u>	22
2.2 <u>Périodes et seuils agroklimatiques</u>	
2.2.1 <u>Principe</u>	22
2.2.2 <u>Choix des périodes pour les céréales</u>	26
2.2.3 <u>Choix des périodes pour les pommes de terre</u>	28
2.2.4 <u>Choix des périodes pour les herbages</u>	30
2.2.5 <u>Le choix des seuils agroklimatiques</u>	32
2.3 <u>Appréciation des aptitudes climatiques pour les cultures</u>	
2.3.1 <u>Principe</u>	37
2.3.2 <u>Exemples: céréales</u>	38
2.3.3 <u>Exemples: herbages</u>	42
2.3.4 <u>Exemples: pommes de terre</u>	46
2.3.5 <u>Classement des stations météorologiques</u>	46
3. ANALYSE DES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES	
3.1 <u>Travaux climatologiques existants</u>	
3.1.1 <u>Buts de l'étude de la littérature</u>	
3.1.2 <u>Travaux concernant la Suisse entière</u>	
3.1.3 <u>Travaux régionaux et locaux</u>	
3.1.4 <u>Classification des travaux existants</u>	
3.1.5 <u>Problèmes de l'utilisation des bases existantes</u>	

3.2	<u>Meteorologisches Beobachtungsmaterial</u>	
3.2.1	Die Beobachtungen der Meteorologischen Zentralanstalt	54
3.2.2	Auswahl der Beobachtungsdaten	55
3.2.3	Das verwendete Datenmaterial	56
3.2.4	Kritische Bemerkungen zum Datenmaterial	58
3.3	<u>Computer Auswertung</u>	
3.3.1	Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung	59
3.3.2	Die Problemstellung	59
3.3.3	Arbeitsweise des Programmes	62
3.3.4	Input und Output	64
3.3.5	Durchführung der Verarbeitung	65
3.3.6	Kritische Bemerkung zur Verarbeitung	65
3.4	<u>Klassierung der Stationen für die Hauptkulturen</u>	
3.4.1	Klassierungsmethoden	66
3.4.2	Kombinationen verschiedener Kulturen	67
3.4.3	Gliederung der Ergebnisse	69
3.4.4	Fehlerquellen und Genauigkeit	75
4.	<u>ENTWURF DER KLIMAEIGNUNGSKARTE - METHODIK</u>	
4.1	<u>Karte des Niederschlags-haushaltes</u>	
4.1.1	Konzeption	
4.1.2	Der Niederschlags-haushalt	
4.1.3	Beurteilung der Stationen	
4.2	<u>Klimaeignungskarte für Getreide</u>	
4.2.1	Konzeption	
4.2.2	Kommentare	
4.3	<u>Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft</u>	
4.3.1	Konzeption	
4.3.2	Kleine Syntheselegende	
4.3.3	Ausführliche Syntheselegende	
4.4	<u>Methodik der Kartenerstellung</u>	
4.4.1	Allgemeines	85
4.4.2	Interpolations- und Extrapolations-Kriterien	86
4.4.3	Frostschadenkartierung	86
4.4.4	Karten einzelner Kulturen	87
4.4.5	Karte des Niederschlagshaushaltes	94
4.4.6	Kombinierte Klimaeignungskarte	94
4.4.7	Landschaftsprofile	95

3.2	<u>Observations météorologique</u>	
3.2.1	Les observations de l'Institut Suisse de météorologie	
3.2.2	Choix des observations à utiliser	
3.2.3	Données utilisées	
3.2.4	Commentaires critiques relatifs aux données météorologiques	
3.3	<u>Analyse par ordinateur électronique</u>	
3.3.1	Utilisation de l'ordinateur électronique	
3.3.2	Données des problèmes	
3.3.3	Procédé	
3.3.4	Input et output	
3.3.5	Réalisation du dépouillement	
3.3.6	Commentaires critiques relatifs au dépouillement	
3.4	<u>Classification des stations pour les cultures principales</u>	
3.4.1	Méthodes de classifications	
3.4.2	Combinaisons d'aptitudes de différentes cultures	
3.4.3	Structuration des résultats	
3.4.4	Sources d'erreur et exactitude	
4.	<u>REALISATION DES CARTES - METHODOLOGIE</u>	
4.1	<u>Carte des régimes pluviométriques</u>	
4.1.1	Généralités	76
4.1.2	Le régime pluviométrique	77
4.1.3	Classement des stations	79
4.2	<u>Carte des aptitudes climatiques pour les céréales</u>	
4.2.1	Conception	81
4.2.2	Commentaires	82
4.3	<u>Carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture</u>	
4.3.1	Conception	84
4.3.2	Légende de synthèse	85
4.3.3	Légende détaillée	85
4.4	<u>Méthodes pour le dessin des cartes</u>	
4.4.1	Généralités	
4.4.2	Critères pour l'interpolation et l'extrapolation	
4.4.3	Levé des dégâts de gel	
4.4.4	Cartes des cultures	
4.4.5	Carte des régimes pluviométriques	
4.4.6	Carte des aptitudes climatiques combinées	
4.4.7	Profils au travers des paysages	

5. SCHLUSSWORT	
5.1. <u>Künftige Arbeiten</u>	98
5.2. <u>Ausblick</u>	99

#### BIBLIOGRAPHIE

#### ANHANG

1	Computer-Programm VOCLIM Flussdiagramm und Source listing
2	Liste der benützten Klimastationen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt
3	Zusammenfassung der Ergebnisse der VOCLIM-Untersuchung

#### BEILAGEN

8	Ausschnitte aus der Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft 1:200'000
2	Legenden zu der Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft

5. EPILOGUE	
5.1. <u>Travaux pour l'avenir</u>	
5.2. <u>Perspectives d'avenir</u>	

#### BIBLIOGRAPHIE

100

#### APPENDICES

1	Programme d'ordinateur VOCLIM Schéma et programme formulé
2	Liste des stations climatiques utilisées de l'Institut Suisse de météorologie
3	Résumé des résultats de l'analyse VOCLIM

#### BEILAGEN

8	extraits de la carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture au 200'000ème
2	légendes de la carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture

1	Diagramm des gesamten Arbeitsprozesses Diagramme du procédé entier	20
2	Beziehungen zwischen der Beurteilung einzelner Jahre und der Anzahl gestörter Perioden (Getreide) Relations entre les aptitudes des années et le nombre de périodes perturbées (céréales)	39
3 - 12	Beziehungen zwischen der Beurteilung einzelner Jahre und der Anzahl gestörter Perioden Relations entre les aptitudes des années et le nombre des périodes perturbées	
3	Sitten für Getreide / Sion pour céréales	40
4	Glarus für Getreide / Glaris pour céréales	40
5	Lugano für Getreide / Lugano pour céréales	41
6	Genf für Getreide / Genève pour céréales	41
7	Basel-Binningen für Futterbau / Bâle-Binningen pour herbages	43
8	Glarus für Futterbau / Glaris pour herbages	43
9	Thun für Futterbau / Thoune pour herbages	44
10	Sitten für Kartoffeln / Sion pour pommes de terre	44
11	Schaffhausen für Kartoffeln / Schaffhouse pour pommes de terre	45
12	Thun für Kartoffeln / Thoune pour pommes de terre	45
13	Klimaeignung für Getreide in Abhängigkeit guter, mittlerer und schlechter Ertragsjahre Aptitudes climatiques pour céréales par rapport à la fréquence des années bonnes, moyennes et mauvaises	47
14	Funktionsschema der Computer-Auswertung VOCLIM Schéma du fonctionnement de l'analyse par ordinateur VOCLIM	63
15	Verteilungsschema der Eignungszonen in Abhängigkeit der Vegetationsperiode und des Niederschlagshaushaltes Schéma de la répartition des zones d'aptitude par rapport à la période de végétation et au régime pluviométrique	72
16	Verteilungsschema der Klimaeignung für die Hauptkulturen Schéma de la répartition des aptitudes climatiques pour les cultures principales	73
17	Verteilungsmuster der Klimaeignung für die ergänzenden Kulturen Schéma de la répartition des aptitudes climatiques pour les cultures auxiliaires	74
18	Karte der Spätfrostschäden im Frühling 1974 in der Umgebung des Bielersees Carte des dégâts de gel tardifs au printemps 1974 dans les environs du lac de Bienne	89
19	Karte der Klimaeignung für Futterbau in der Umgebung des Bielersees Carte des aptitudes climatiques pour les herbages dans les environs du lac de Bienne	92
20	Karte der Klimaeignung für Getreide in der Umgebung des Bielersees Carte des aptitudes climatiques pour les céréales dans les environs du lac de Bienne	93
21	Karte der Klimaeignung für die Hauptkulturen in der Umgebung des Bielersees Carte des aptitudes climatiques pour les cultures principales dans les environs du lac de Bienne	96
22	Regionale Höhengradienten der Hauptkulturen in der Umgebung des Bielersees Gradients d'altitude régionaux des cultures principales dans les environs du lac de Bienne	97

1	Agroklimatische Perioden und Schwellenwerte für Hauptkulturen Périodes et seuils agroclimatiques pour cultures principales	25
2	Klimaeignungsklassen für Getreide in Abhängigkeit guter, mittlerer und schlechter Ertragsjahre Classes d'aptitudes climatiques pour céréales par rapport aux années bonnes, moyennes et mauvaises	48
3	Übersicht über die räumliche Verteilung meteorologischer und klimatologischer Publikationen über die Schweiz Aperçu de la répartition géographique des publications météorologiques et climatologiques en Suisse	52
4	Übersicht über die verwendeten Beobachtungsdaten der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt Aperçu des observations météorologiques mises à disposition par l'Institut Suisse de météorologie	57
5	Output des VOCLIM-Computerprogramm Page produite par le programme d'ordinateur VOCLIM	60
6	Übersicht über die auftretenden Kombinationen der Klimaeignung für sechs Kulturen Aperçu des combinaisons d'aptitudes réalisées pour six cultures	68
7	Schema der Kombination von Klimaeignungen verschiedener Kulturen zu Eignungsklassen Schéma des combinaisons des aptitudes climatiques de différentes cultures pour former des zones	70
8	Prozentualer Anteil der Perioden mit Beobachtungswerten ausserhalb der Schwellenwerte für die Hauptkulturen Pourcentage des périodes avec valeurs en-dehors des seuils pour les trois cultures principales	78
9	Extreme Beispiele von Stationen mit Beobachtungswerten ausserhalb der Schwellenwerte für die Hauptkulturen (prozentuale Anteile) Exemples extrêmes de stations avec des valeurs en dehors des seuils pour les cultures principales (pourcentages)	78
10	Bewertungsnoten der Trockenheits- und Nässe-Risiken an zwei extremen Beispielen Notes des risques de sécheresse et d'excès d'eau pour deux exemples extrêmes	80
11	Verwendete Daten für die Beispielskartierungen Données utilisées pour la représentation cartographique des exemples	90

## ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der vorliegenden Studie war, die Klimaeignung für die Landwirtschaft für das Gebiet der Schweiz zu bestimmen und zu kartieren. Ein Agronom und ein Geograph teilten sich in dieser Aufgabe.

Auf agronomischer Seite waren zuerst die Anforderungen der Kulturen an das Klima zu bestimmen. Aufgrund von Erhebungen bei den kantonalen landwirtschaftlichen Schulen wurde eine Methode gesucht, die nicht nur die klimatischen Mittelwerte, sondern vor allem die Dynamik des Witterungsgeschehens berücksichtigt. Beziehungen zwischen Witterungsverlauf und landwirtschaftlichen Erträgen konnten nur für einzelne Jahre, jedoch nicht für mehrjährige Mittelwerte gefunden werden. Der Witterungsverlauf wurde im Rahmen von ein- oder mehrmonatigen Perioden erfasst, welchen pro untersuchtes Klimaelement und Kultur je ein oberer und ein unterer Schwellenwert zugeordnet wurde.

Für 90 Klimastationen und 270 Regenmess-Stationen standen die Monatsmittel der Beobachtungswerte der Niederschlagsmengen, der Niederschlagstage und der Temperaturen über 60 bis 72 Jahre zur Verfügung. Nach Perioden gruppierte Beobachtungswerte wurden mit den entsprechenden Schwellenwerten verglichen. Liegt der Beobachtungswert einer Periode ausserhalb der Schwellenwerte, so nimmt man an, dass der Witterungsverlauf den Ernteertrag für das laufende Landwirtschaftsjahr beeinträchtigt, und die Häufigkeit von gestörten und ungestörten Perioden bildete die Grundlage für die Beurteilung des Landwirtschaftsjahres. Die Eignung einer Station für eine bestimmte Kultur wurde aus dem Ablauf der Landwirtschaftsjahre über den Beobachtungszeitraum ermittelt. Auf diese Weise wurden die Beobachtungsdaten in Hinblick auf die Klimaeignung für Futterbau, Getreide und Kartoffeln untersucht.

Im Rahmen dieser Studie wurden bestehende Arbeiten über das Klima der Schweiz gesichtet und in einer Bibliographie zusammengestellt (JEANNERET 1975b). Als Geländeaufnahme wurden die Spätfrostschäden im Frühjahr 1974 in der Schweiz aufgenommen und im Massstab 1:500 000 kartiert (JEANNERET 1975a).

Das Endergebnis der Untersuchungen der Klimaeignung für die Landwirtschaft wurde im Massstab 1:200 000 kartiert (Ausschnitte als Beilage). Diese Karten enthalten 20 verschiedene Zonen der Klimaeignung für Futterbau, Getreide, Kartoffeln, Körnermais, Sommer-Zwischenfruchtbau und Spezialkulturen. Methodik und Problematik der Untersuchung sowie der Kartenerstellung werden kritisch diskutiert.

Aus der Untersuchung der Klimaeignung entstand eine Karte des Niederschlagshaushaltes, wie er in seiner Wirkung für den Pflanzenbau bestimmt werden konnte. Diese Karte unterscheidet Zonen mit Tendenz zu chronischer oder gelegentlicher Nässe oder Trockenheit sowie von solchen mit ausgeglichenem Niederschlagshaushalt. Ferner wurde eine Karte der Klimaeignung für Getreide entworfen, die einerseits an einem Beispiel die Verhältnisse für eine einzige Kultur vorführt und andererseits die Anbaumöglichkeiten für die wohl wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturen demonstriert. Diese beiden Karten im Massstab 1:500 000 sowie die Klimaeignungskarten für die Landwirtschaft im Massstab 1:200 000 in vier Blättern erscheinen zusammen mit den Erläuterungen in einer separaten Publikation (JEANNERET und VAUTIER 1977b).

## RESUME

Le but de la présente étude était d'étudier et de reporter sur cartes les aptitudes climatiques pour l'agriculture en Suisse. Un agronome et un géographe se sont partagés cette tâche.

Du côté agronomique, les exigences des cultures face au climat ont dû être étudiées. Une enquête auprès des Ecoles cantonales d'agriculture a fourni les données nécessaires pour élaborer une méthode tenant compte non seulement des moyennes climatiques, mais surtout de la dynamique des facteurs météorologiques. Des relations entre le temps et les rendements agricoles n'ont pu être trouvées que pour les années isolées, mais pas pour les moyennes sur plusieurs années. Les facteurs climatiques ont été considérés dans le cadre de périodes d'un ou plusieurs mois, auxquelles ont été attribués un seuil inférieur et supérieur par élément climatique considéré et par culture.

Les moyennes mensuelles de quantités de précipitations, de jours de précipitations et de températures sur 60 à 72 années étaient disponibles pour 90 stations climatologiques et 270 stations pluviométriques. Les données observées, groupées en périodes, furent comparés avec les seuils retenus. Si les données climatiques pour une période se trouvent en-dehors des seuils, on doit admettre que l'évolution météorologique a entravé les rendements de l'année considérée. La fréquence des périodes ainsi perturbées et non perturbées a formé la base pour l'appréciation de l'année agricole. L'aptitude d'une station pour une culture a été déterminée à l'aide de l'ensemble des années agricoles. Ainsi les données disponibles ont été analysées pour les herbages, les céréales et les pommes de terre.

Dans le cadre de la présente étude, les travaux existants sur le climat de la Suisse ont été rassemblés et présentés dans une bibliographie (JEANNERET 1975b). Une étude complémentaire a été effectuée au printemps 1974 dans le terrain. Les dégâts dus aux gels tardifs ont été relevés dans toute la Suisse et reportés sur une carte au 500 000ème (JEANNERET 1975a).

Le but final de l'étude des aptitudes climatiques pour l'agriculture était d'élaborer une carte au 200 000ème (voir extraits en annexe). 20 zones d'aptitudes combinées pour les herbages, les céréales, les pommes de terre, le maïs-grain, les dérobées d'été et les cultures spéciales y figurent. Les méthodes appliquées ainsi que les problèmes d'analyse et des relevés cartographiques sont discutés de manière critique.

L'analyse des aptitudes climatiques a aussi permis la création d'une carte des régimes pluviométriques en fonction de leur influence sur la réussite des cultures. Cette carte représente les zones soumises aux six régimes que l'on peut distinguer en Suisse (du plus sec au plus humide). De plus, une carte spécifique des aptitudes climatiques pour les céréales montre, à titre d'exemple, à quel point les conditions d'adaptation de cultures de cette importance varient sur l'ensemble de notre territoire. Ces deux cartes au 500 000ème ainsi que la carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture au 200 000ème sur quatre feuilles ont été publiées séparément avec des notes explicatives (JEANNERET et VAUTIER 1977b).

## RIASSUNTO

Scopo del presente studio era stabilire e rilevare cartograficamente le attitudini climatiche per l'agricoltura in Svizzera. Un agronomo e un geografo si sono divisi tale compito.

Per l'aspetto agronomico, dovettero dapprima essere stabilite le esigenze che pongono le colture al clima. In base a un'inchiesta fatta presso le Scuole cantonali di agricoltura, è stato possibile fissare un metodo che tenga conto non soltanto dei valori climatici medi, ma anche e soprattutto della dinamica dell'evoluzione meteorologica. Rapporti fra il clima e il rendimento agricolo hanno potuto essere reperiti soltanto per anni singoli, ma non per la media di parecchi anni. L'evoluzione meteorologica è stata studiata nel quadro di periodi di uno o più mesi ai quali sono stati attribuiti, per ogni elemento climatico considerato, un valore soglia superiore e uno inferiore. Erano a disposizione medie mensili della quantità di precipitazioni, dei giorni di precipitazione e delle temperature, di 90 stazioni climatiche e 270 stazioni pluviometriche di 60-72 anni. I valori osservati raggruppati per periodi, sono stati confrontati con i corrispondenti valori soglia. Se il valore del periodo rilevato è situato al di fuori dei valori soglia, si deve allora ritenere che l'evoluzione meteorologica ha nociuto alla produzione dell'annata agricola corrente. La frequenza di periodi perturbati e non perturbati costituiva il fondamento della valutazione dell'annata agricola. L'attitudine di una stazione in merito a una certa coltura è stata determinata sulla base del decorso delle annate agricole, durante il periodo preso in considerazione. In questo modo si è proceduto all'analisi dei dati osservati per le colture foraggere, i cereali e le patate, per quanto concerne l'attitudine climatica.

Nell'ambito del presente studio sono stati vagliati, e raccolti in una bibliografia, studi esistenti sul clima della Svizzera (JEANNERET 1975b). Nella primavera del 1974 furono rilevati sul terreno i danni del gelo tardivo in Svizzera e poi riassunti in una carta in scala 1:500 000 (JEANNERET 1975a). I risultati dello studio delle attitudini climatiche per l'agricoltura sono stati raccolti in una carta 1:200 000 (estratti in allegato). Queste carte comprendono 20 zone d'attitudine per colture foraggere, cereali, patate, mais, colture intercalari estive e colture speciali. Metodica e problematica dell'analisi e della compilazione delle carte saranno discusse in modo critico.

Dall'analisi delle attitudini climatiche è risultata una carta dei regimi pluviometrici, nella misura in cui i loro effetti hanno potuto essere rilevati sulla coltura di piante utili. In questa carta sono distinte zone con tendenza a umidità o aridità, occasionali o croniche, come pure le zone a regime pluviometrico equilibrato. E' stata inoltre concepita una carta dell'attitudine climatica per cereali che, da una parte, sulla base di un esempio pratico, mostra i rapporti relativi a un'unica coltura e, dall'altra, le possibilità di coltivazione per quelle che sono le colture agricole più importanti. Queste due carte in scala 1:500 000, come pure le carte delle attitudini climatiche per l'agricoltura in scala 1:200 000, in quattro fogli, sono pure pubblicate separatamente, con note esplicative (JEANNERET e VAUTIER 1977b).

## SUMMARY

The object of the present study was to assess and survey the agroclimatic aptitudes in Switzerland. An agronomist and a geographer shared this task.

On the agronomical side of the climatic requirements of the crops had to be defined with data from agricultural schools. A method was required to consider not only climatic means, but mainly the dynamics of the weather patterns. Relationships were found between weather and agricultural yields only for single years, but not for means over a large period. The weather pattern was recorded within periods of one or several months, to which each one upper and one lower threshold per climatic element was ascribed.

Monthly means of observations were available for 90 climatic stations and 270 raingauge stations over 60 to 72 years. The observation data for quantities of precipitation, rain-days and temperatures were compared to the equivalent thresholds. If the observation data lie outside of the thresholds, it must be admitted that the yield of that year suffered from the weather, and the frequency of disturbed and undisturbed periods gave the base for an appreciation of the agricultural year. The aptitudes of a meteorological station for one crop was assessed with the evolution of the years throughout the observation period. With this method, the climatic aptitudes were investigated for fodder, cereals and potatoes.

Within the present project, existing studies on the climate of Switzerland were reviewed and listed in a bibliography (JEANNERET 1975b). A field survey of late frost damages was carried out in spring 1974, and a map in the scale 1:500 000 was produced (JEANNERET 1975a).

The final result of the investigations on the agroclimatic aptitudes was a survey in the scale 1:200 000 (examples are enclosed). This map shows 20 different zones of climatic aptitudes for fodder, cereals, potatoes, maize (corn), second and special crops. The applied methods and the problems of survey and of mapping are discussed critically.

From these results, a map of the precipitation pattern influencing plant life was derived. This map differentiates zones with tendency to chronical or occasional wetness or dryness and of an equal precipitation distribution. Another map showing the climatic aptitudes for cereal crops was also produced in order to demonstrate the conditions for a single crop and the possibilities for the most important agricultural products. These maps at a scale of 1:500 000 as well as the map of the climatic aptitudes for agriculture at a scale of 1:200 000 in four sheets were published separately with some explanations (JEANNERET and VAUTIER 1977b).



## 1. EINLEITUNG

### 1.1. VORWORT DER VERFASSEN

Die vorliegende Studie entstand in den Jahren 1973 bis 1976 und erfüllt einen Forschungsauftrag des Delegierten für Raumplanung, Eidg. Justiz- und Polizeidepartement Bern. Sie entstand aus der Zusammenarbeit eines Agronomen und eines Geographen. Trotz der vorgesehenen Arbeitsteilung in diesem interdisziplinären Projekt bestand in allen Phasen ein äusserst enger Kontakt zwischen den beiden Bearbeitern. Der Agronom widmete sich zuerst dem Problem der Anforderungen der landwirtschaftlichen Produktion an das Klima, während der Geograph die klimatologische Untersuchung übernahm. Als Kernstück entstanden die Karten in gemeinsamer Arbeit.

Die Autoren danken den Begleitern des Projektes für ihre ständige Unterstützung und die wissenschaftliche Betreuung: Herrn Professor Dr. B. Messerli, Geographisches Institut der Universität Bern, Herrn Dr. J. Caputa, Eidg. landwirtschaftliche Forschungsanstalt Changins bei Nyon, Herrn Dr. R. Häberli, Büro des Delegierten für Raumplanung, Eidg. Justiz- und Polizeidepartement Bern. Besonderen Dank gebührt Herrn Professor Dr. M. Schüepp sowie Herrn Dr. ing. B. Primault, Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt Zürich, für Beratung und wohlwollende Kritik. Die Autoren danken Herrn St. Kunz für die Programmierarbeit und Herrn Th. Baumann für die Reinzeichnungen. Insbesondere sei auch der Eidg. Landestopographie Wabern für den sorgfältigen Druck der farbigen Kartenbeilagen und der Geographischen Gesellschaft von Bern für die Aufnahme der vorliegenden Publikation in ihre Reihe sowie für den namhaften Druckbeitrag gedankt.

Drei separat erschienene Publikationen bilden einen integrierenden Bestandteil der vorliegenden Studie: eine Kartierung

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. PREFACE DES AUTEURS

La présente étude fut élaborée au cours des années 1973 à 1976. Elle résulte d'un mandat du Délégué à l'aménagement du territoire, Département fédéral de justice et police Berne. Elle est le fruit d'une collaboration entre un agronome et un géographe. Malgré la répartition du travail prévue dans le cadre de ce projet interdisciplinaire, un contact très étroit n'a cessé de lier les deux collaborateurs. L'agronome se consacra d'abord aux problèmes des exigences climatiques de la production agricole au climat, tandis que le géographe se chargea des analyses climatiques. Les cartes - pièces essentielles - résultèrent d'un travail commun.

Les auteurs remercient les directeurs du projet pour leur appui constant et les conseils scientifiques: M. le Professeur Dr. B. Messerli, Institut de géographie de l'Université de Berne, M. le Dr. J. Caputa, Station fédérale de recherches agronomiques Changins sur Nyon, M. le Dr. R. Häberli, Bureau du Délégué à l'aménagement du territoire, Département fédéral de justice et police Berne. Un grand merci à M. le Professeur Dr. M. Schüepp et à M. le Dr. ing. B. Primault, Institut Suisse de météorologie Zurich, pour leurs conseils et leurs critiques bienveillants. Les auteurs remercient M. St. Kunz de son travail de programmeur et M. Th. Baumann de ses dessins. Les remerciements vont également au Service topographique pour l'impression soignée des extraits de cartes annexes ainsi qu'à la Société de géographie de Berne pour avoir accepté la présente publication dans sa série et pour sa contribution financière considérable aux frais d'impression.

Trois publications séparées représentent le résultat intégral de la présente étude: un relevé des dégâts de gels tardifs

der Spätfrostschäden im Frühling 1974 (JEANNERET 1975a), eine Bibliographie zum Klima der Schweiz (JEANNERET 1975b) sowie insbesondere die Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft, die Karten des Niederschlagshaushaltes und der Klimaeignung für Getreide samt Erläuterungsband (JEANNERET und VAUTIER 1977b).

Bezugsquelle für die Klimaeignungskarten für die Landwirtschaft in der Schweiz: 4 Blätter Massstab 1:200 000 sowie je eine Karte für Getreide und des Niederschlagshaushaltes im Massstab 1:500 000 mit ausführlicher Legende in deutscher, französischer und italienischer Sprache.

Erläuterungsbericht in deutsch und französisch (47 Seiten), Format A4, einschliesslich 6 Karten.

Bearbeitung: F. JEANNERET und Ph. VAUTIER.

Herausgeber: Eidg. Justiz- und Polizeidepartement, Der Delegierte für Raumplanung - Eidg. Volkswirtschaftsdepartement, Abteilung für Landwirtschaft.

Vertrieb: Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, 3003 Bern.

Preis: Fr. 36.--.

## 1.2. ZUSAMMENARBEIT

Folgenden Institutionen, ihren Direktoren und Mitarbeitern sei für das Interesse am Projekt sowie für ihre Hilfe und das zur Verfügung gestellte Material gedankt:

- Abteilung für Landwirtschaft, Eidg. Volkswirtschaftsdepartement, Bern / Division de l'agriculture, Département fédéral de l'économie publique, Berne
- Eidg. Alkoholverwaltung, Bern / Régie fédérale des alcools, Berne
- Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf
- Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, Tänikon
- Eidg. Getreideverwaltung, Bern / Administration fédérale des blés, Berne
- Eidg. Landestopographie, Wabern / Service topographique fédérale, Wabern

en 1974 (JEANNERET 1975a), une bibliographie relative à la climatologie de la Suisse (JEANNERET 1975b) et surtout la carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture, les cartes des régimes pluviométriques et des aptitudes climatiques pour les céréales ainsi que les notes explicatives (JEANNERET et VAUTIER 1977b).

Distribution des cartes d'aptitudes climatiques pour l'agriculture en Suisse: 4 feuilles, échelle 1:200 000, en annexe une carte des aptitudes climatiques pour les céréales et une carte des régimes pluviométriques, échelle 1:500 000 - Légendes détaillées en français, allemand et italien.

Rapport explicatif en allemand et français (47 pages), cadrage A4, y compris 6 cartes.

Elaboré par F. JEANNERET et Ph. VAUTIER.

Editeurs: Département fédéral de justice et police, le Délégué à l'aménagement du territoire - Département fédéral de l'économie publique, Division de l'agriculture.

Distribution: Office central des imprimés et du matériel, 3003 Berne.

Prix: 36 francs.

## 1.2. COLLABORATION

Un grand merci va aux institutions qui suivent, à leurs directions et leurs collaborateurs, qui ont apporté leur intérêt, leur aide et leur matériel:

- Eidg. Technische Hochschule, Zürich:
  - Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung
  - Kartographisches Institut
  - Abteilung für Landwirtschaft
- Kantonale landwirtschaftliche Schulen / Ecoles cantonales d'agriculture
  - Frick AG
  - Gränichen AG
  - Muri AG
  - Courtemelon, Courtételle BE
  - Rütti, Zollikofen BE
  - Schwand, Münsingen BE
  - Seeland, Ins BE
  - Waldhof, Langenthal BE
  - Ebenrain, Sissach BL
  - Grangeneuve, Posieux FR
  - Glarus GL
  - Plantahof, Landquart GR
  - Hohenrain LU
  - Willisau LU
  - Cernier NE
  - Custerhof, Rheineck SG
  - Flawil SG
  - Charlottenfels, Neuhausen am Rheinfall SH
  - Wallierhof, Riedholz SO
  - Pfäffikon SZ
  - Arenenberg, Mannenbach-Salenstein TG
  - Mezzana, Balerna TI
  - Grange-Verney, Moudon VD
  - Marcelin sur Morges VD
  - Châteauneuf, Sion VS
  - Oberwallis, Visp VS
  - Schluethof, Cham ZG
  - Affoltern am Albis ZH
  - Oberland, Wetzikon ZH
  - Strickhof, Zürich ZH
  - Unterland, Bülach ZH
  - Weinland, Wülflingen/Winterthur ZH
- Kantonale Bergbauernschulen / Ecoles cantonales spéciales
  - Hondrich BE
  - Langnau BE
  - Giswil OW
  - Flums SG (Filialschule von Flawil SG)
  - Seedorf UR
- Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, Zürich / Institut Suisse de météorologie, Zurich
- Schweizerische Obst- und Weinfachschule, Wädenswil
- Universität Bern:
  - Institut für Angewandte Mathematik
  - Rechenzentrum
  - Statistisches Institut
  - Systematisch-geobotanisches Institut

### 1.3. ZIELSETZUNG DES PROJEKTES

Die Ziele der Untersuchung wurden zu Beginn folgendermassen formuliert (nach einem Entwurf vom 20.11.1972 und einem Arbeitsprogramm vom 8.5.1973):

"Erarbeitung der Zusammenhänge zwischen Klima und Pflanzenproduktion sowie Verarbeitung aller verfügbaren Unterlagen zu einem gesamtschweizerischen Entwurf einer Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft. Wichtig ist der Gesichtspunkt der praktischen Verwendbarkeit. Es sollen zuverlässige und aussagekräftige Resultate dargestellt werden, diese aber mit der grösstmöglichen Genauigkeit."

Schrittweise wurden folgende Teilziele vorgesehen:

- Darstellung der pflanzenbaulichen Zusammenhänge
- Sichtung der klimatologischen Unterlagen
- Bearbeitung des agronomischen und klimatologischen Datenmaterials
- Entwurf einer landwirtschaftlichen Klimaeignungskarte

Mit der Ausführung des Forschungsprojektes wurden in der Folge die eidgenössische landwirtschaftliche Forschungsanstalt Changins, Nyon (mit einem Agronom-Ingenieur als Sachbearbeiter) und das Geographische Institut der Universität Bern (mit einem Geographen als Sachbearbeiter) beauftragt. Die Forschungsaufträge wurden folgendermassen formuliert (Arbeitsprogramme vom 20.11.1972 und 8.5.1973):

Für den Agronomen: "Studium der Einwirkungen, die die Eigenheiten des Mesoklimas - das in der Schweiz regional und nach Höhenstufen stark variieren kann - auf die quantitativen und qualitativen physischen Erträge sowie auf die Anbaupraxis für gewisse Hauptkulturen ausüben können."

Für den Geographen: "Sichtung der verfügbaren klimatologischen Unterlagen und Karten auf nationaler, regionaler und, soweit möglich, lokaler Ebene - Vergleich der Arbeitsmethoden und der Ergebnisse - Vorschläge für das weitere Vorgehen im Bereich Klimatologie / Raumplanung / Umweltschutz."

Gemeinsam: "Erstellung einer Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft im Massstab 1:100 000."

### 1.4. BESTEHENDE WISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN

Im Zusammenhang mit den Bemühungen für eine Raumplanung auf regionaler und kantonaler Ebene wurde in den letzten Jahren schon eine Reihe von Klimaeignungs-Untersuchungen durchgeführt. Zum Beispiel wurde im Kanton Bern und in der Region Bern mit der Bearbeitung klimatischer Grundlagen für die Raumplanung begonnen (JEANNERET 1970, WANNER 1971; MESSERLI et al. 1973, MATHYS und MAURER 1974, MAURER, KUNZ und WITMER 1975, MATHYS und MAURER 1975, MATHYS 1976, usw.). Für den Kanton Waadt hat PRIMAULT (1972) die klimatologischen Grundlagen für alle Belange der Planung zusammengestellt und kartiert. Unter diesem Material findet sich auch eine eigentliche Klimaeignungskarte für den Anbau ("Zones principales des cultures") im Massstab 1:300 000. Für das Gebiet der ganzen Schweiz liegen zwei Klimaeignungskarten im Massstab 1:300 000 vor, eine davon für die Landwirtschaft (MAEDER 1970).

Die landwirtschaftlichen Klimaeignungskarten von PRIMAULT (1972) und MAEDER (1970) vermittelten der vorliegenden Untersuchung wertvolle methodische Impulse. Die vorliegenden Karten im Massstab 1:500 000 und 1:200 000 stellen im wesentlichen das Ergebnis der Fortsetzung dieser Bemühungen dar, wobei die agroklimatischen Probleme neu aufgerollt und die kartographische Darstellung in einem andern Genauigkeitsgrad gehalten wurden.

Daneben bestehen noch viele weitere agronomische und klimatische Grundlagen (siehe JEANNERET 1975b), die herangezogen werden konnten. Speziell zu erwähnen ist die Karte der Wärmegliederung der Schweiz im Massstab 1:200 000 von SCHREIBER et al. (in Vorbereitung). Es handelt sich zur Zeit um die detaillierteste klimatologische Grundlagenkarte, die für das ganze Gebiet der Schweiz zur Verfügung steht.

### 1.5. UEBERBLICK UEBER DEN GESAMTEN ABLAUF

Der gesamte Ablauf des Vorganges von den Grundlagen und Beobachtungen über die Verarbeitung zu den Ergebnissen wird in Abbildung 1 schematisch dargestellt. Die linke Hälfte des Diagrammes stellt grundsätzlich die agronomische, die rechte Hälfte die klimatologische Seite dar, wobei sich naturgemäss die beiden Bereiche oftmals stark überlappen.

Als Grundlagen dienten bestehende meteorologische Beobachtungen sowie Angaben aus dem gesamten Bereich der agronomischen und klimatologischen Literatur (siehe Bibliographie). Dazu gesellten sich als eigene Beobachtungen die Erhebungen an den landwirtschaftlichen Schulen sowie die Frostschadenkartierung.

Ein System agroklimatischer Schwellenwerte diente der weiteren Verarbeitung der meteorologischen Beobachtungen, die zu einer Eignungsbeurteilung der Beobachtungsstationen führte. Diese Ergebnisse wurden schliesslich kartiert und mit Texten erläutert. Weitere Publikationen und Karten sind als Zwischenresultate und Nebenprodukte entstanden.

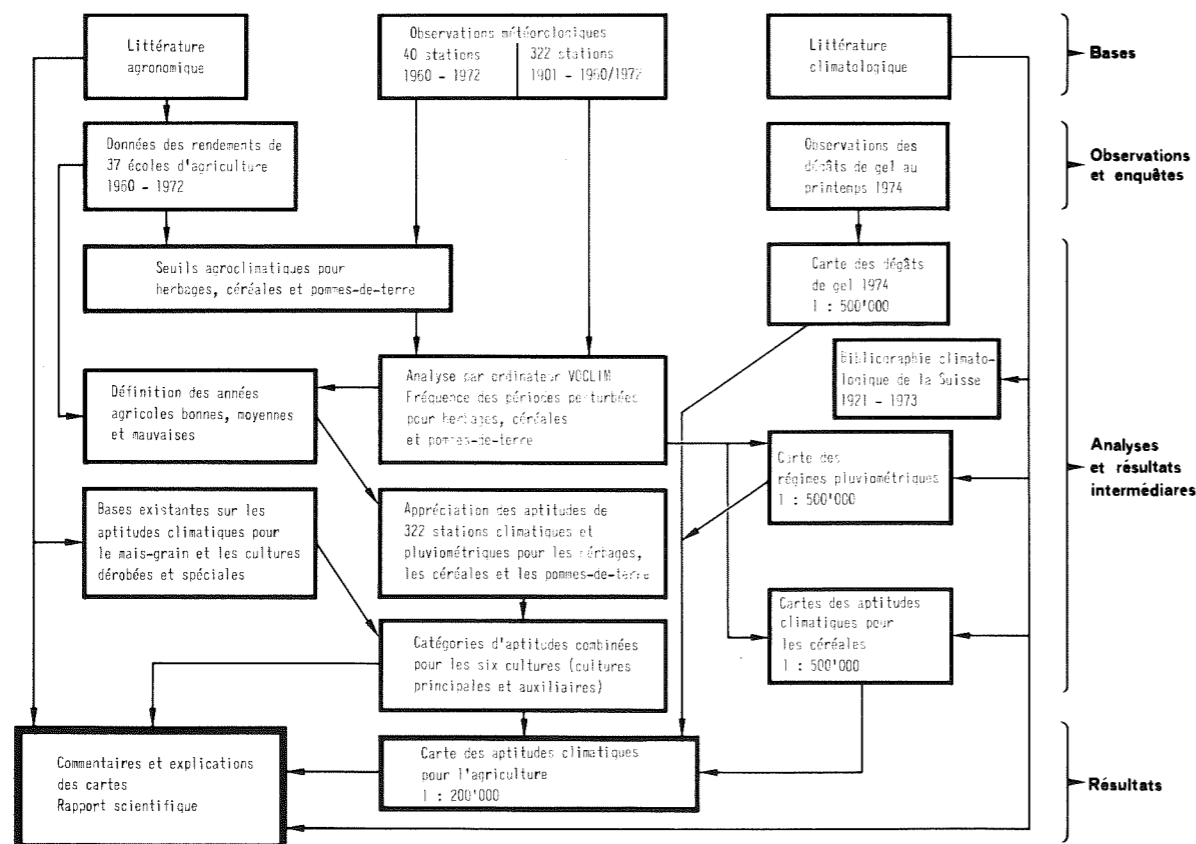
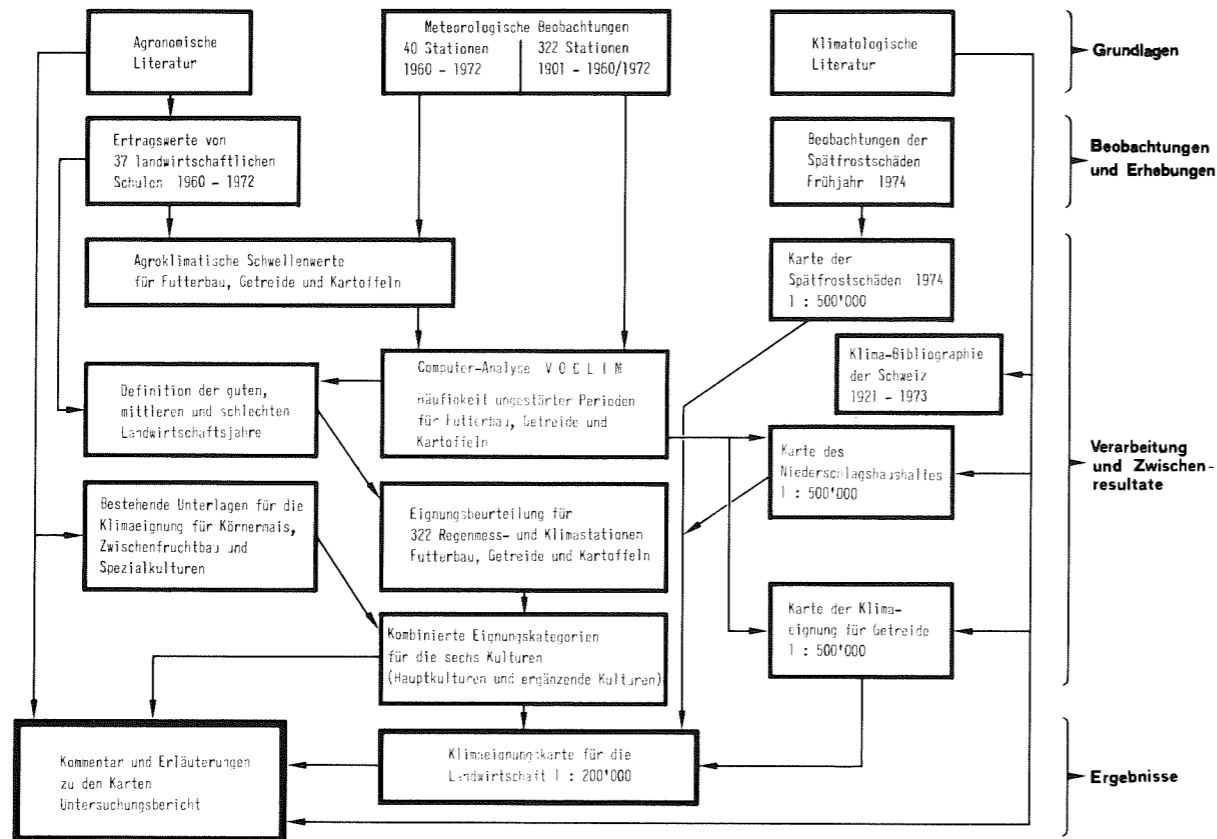


Abbildung 1: Diagramm des gesamten Arbeitsprozesses  
 Figure 1: Diagramme du procédé entier

## 2. CLIMAT ET RENDEMENTS DES CULTURES

### 2.1. ENQUETE AUPRES DES ECOLES CANTONALES D'AGRICULTURE

#### 2.1.1 Conception de l'enquête

Pour un voyageur attentif, notre pays offre une richesse de paysages exceptionnelle. Dans les régions essentiellement agricoles, le paysage change en fonction des cultures pratiquées. En consultant les cartes qui montrent la répartition géographique des espèces cultivées en Suisse (KOBLET und BRUGGER 1965, KOBLET und ROTH-KIM 1965), on est frappé de voir de si grandes différences d'une région à l'autre. A altitude équivalente, les cultures pratiquées au Tessin sont par exemple tout-à-fait différentes de celles pratiquées dans les cantons de Glaris, de Genève ou du Valais. Il y a bien certaines cultures que l'on retrouve un peu partout, mais les modes d'entretien, l'utilisation et les techniques culturales diffèrent souvent fondamentalement, ainsi que les espèces et variétés retenues. Le praticien avisé pour lequel le résultat économique des cultures qu'il pratique compte par dessus tout a en effet su choisir par expérience depuis des générations le mode de culture qui convenait le mieux aux conditions locales.

Dans son livre consacré à l'étude de la production végétale dans les conditions particulières à la Suisse, KOBLET (1965) a analysé la répartition de diverses cultures sur notre territoire national en fonction des facteurs de production fondamentaux. Cette analyse met entr'autres en évidence l'importance du climat régional sur la répartition des cultures et le mode d'utilisation du sol. Mais les conditions climatiques ne sont pas seules déterminantes pour le choix du praticien. La longue liste des facteurs pouvant influencer le choix des cultures pratiquées et leur réussite est bien connue. On peut en donner le résumé suivant:

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| 1) Particularités climatiques   | } Facteurs naturels de production |
| 2) Propriétés des sols  |                                   |
| 3) Relief des surfaces  |                                   |
| 4) Facultés d'adaptation des plantes cultivées  | } Facteurs complémentaires        |
| 5) Influences ou contraintes d'ordre socio-économiques. Tradition. Primes de culture. |                                   |
| 6) Equipement et soins aux cultures   |                                   |
| 7) Formation et goûts de l'exploitant   |                                   |
| 8) Les multiples possibilités d'interactions entre ces facteurs.                      |                                   |

Une évaluation du potentiel de production effectif devrait tenir compte de tous ces facteurs dans la mesure où ils varient d'une région à l'autre du pays et même d'un domaine à l'autre. Un travail aussi complexe et précis ne pourrait se faire qu'à très petite échelle, région par région et même domaine par domaine. De telles études, nécessairement très fouillées et portant sur le potentiel naturel ou socio-économique de production ont déjà été menées à bien localement dans notre pays (DIETL et JAEGGLI 1972, SERVICE ROMAND DE VULGARISATION AGRICOLE 1971, 1972, 1974, SCHWEIZERISCHE VEREINIGUNG FUER FOERDERUNG DER BETRIEBSBERATUNG IN DER LANDWIRTSCHAFT 1971, HAEBERLI 1971b, SCHREIBER 1968b etc.).

Dans le cadre de la présente étude, il s'agissait par contre de se préoccuper uniquement des facteurs climatiques en relation avec les possibilités d'adaptation des plantes cultivées (facteurs 1 et 4 chez KOBLET 1965).

Dans une phase préliminaire il était nécessaire d'obtenir des chiffres et des commentaires illustrant les possibilités de production dans différentes régions caractéristiques de Suisse. Plusieurs manières de procéder ont été envisagées pour obte-

nir ces chiffres de base. Après mûres réflexions, il a été décidé d'effectuer une enquête auprès des 37 écoles cantonales d'agriculture de notre pays durant l'été 1973.

Les raisons suivantes ont poussé à ce choix:

- a) Bonne répartition géographique dans le pays pour les altitudes allant jusqu'à 800 m., chaque école étant représentative pour des conditions assez particulières.
- b) Possibilités de s'entretenir avec des personnes expérimentées et informées.
- c) Accès possible à des données de production pour certaines cultures sur plusieurs années, la plupart des écoles ayant la responsabilité d'un domaine.
- d) Les rendements ont été obtenus dans chaque école grâce à un niveau de connaissances techniques comparables le plus souvent.

Cette enquête avait pour objet essentiel de rassembler le plus d'informations possibles concernant les cultures pratiquées localement, les motifs de leur choix et par dessus tout de prendre note des rendements obtenus durant les 13 dernières années (1960-1972). Pour chaque culture importante, les responsables ont résumé les avantages principaux et les inconvénients majeurs rencontrés dans la région et sur le domaine. Ces questionnaires ne se sont pas restreints aux seules influences du climat, mais ils se rapportaient à tout ce qui peut influencer les résultats des cultures. Lorsque cela était possible, des commentaires relatifs à chaque année agricole (rapports d'activités, souvenirs marquants etc...), ont été ajoutés.

#### 2.1.2 Utilisation des résultats

Malgré les lacunes inévitables dans le cadre de tels questionnaires, les séries de chiffres obtenus et les commentaires s'y rapportant ont fourni une bonne base de travail. Nous avons ensuite tenté d'établir des corrélations entre les chiffres de rendements obtenus et les conditions météorologiques propres à chaque école (si des données étaient disponibles) ou à la station du réseau d'observations météorologiques la plus proche. Les meilleurs résultats ont été obtenus en mettant en parallèle les conditions atmosphériques de chaque année avec les chiffres de rendements obtenus pour chaque exercice. C'est en effet sous cet aspect que se manifestent le mieux les rapports qu'il peut y avoir entre des événements climatiques particuliers et les résultats obtenus pour les cultures. Les conditions atmosphériques pouvant être très différentes d'une année à l'autre dans nos régions, on constate des variations de rendements parfois très sensibles en un même lieu. En établissant systématiquement le parallèle entre les rendements obtenus et les chiffres de la météo, des seuils critiques, relatifs aussi bien aux températures qu'aux précipitations et jours de pluie se sont révélés à certaines périodes. Au-delà de ces seuils critiques, la dépression occasionnée sur le rendement de l'une ou l'autre des cultures était toujours sensible. Ces répercussions sur les rendements et sur la qualité se révélaient d'autant plus fortes lorsque plusieurs seuils étaient dépassés à différentes périodes ou lorsque durant la même période, deux ou trois facteurs dépassaient simultanément des seuils.

C'est de cette manière simple mais réaliste et logique que nous avons pu évaluer l'incidence propre de certains excès ou accidents météorologiques sur trois cultures principales: le blé (et céréales en général), les pommes de terre et les herbages.

Nous avons en revanche renoncé à mettre en corrélation des moyennes de rendements sur plusieurs années avec des données moyennes de facteurs climatiques. On obtient en effet des indications trop peu précises avec ce genre de méthode, et on peut trop aisément en tirer des conclusions erronées sur nos climats, étant donné les variations importantes des conditions atmosphériques d'une année à l'autre qui ne ressortent pas des moyennes portant sur un grand nombre d'années.

Cette manière de procéder année par année nous a aidé à mieux comprendre ce qui distingue effectivement les zones les plus propices des moins bonnes pour l'une ou l'autre des cultures du point de vue climatique. En effet, un élément avait frappé lors des discussions au cours de l'enquête. Lorsqu'on demande si la culture du blé par exemple donne satisfaction sur un domaine, la réponse est très souvent "oui, en année normale". Ce que l'on obtient, par contre presque jamais, c'est une estimation du rapport entre le nombre des années "normales" et les autres. La méthode utilisée permet en revanche d'évaluer ce que peut être une année "normale". On peut ensuite faire le rapport entre le nombre des bonnes années et le nombre des années où les conditions météorologiques s'écartent de manière significative de ces conditions dites "normales". Les bonnes zones se distinguent alors des moins bonnes par un rapport plus favorable pour une culture donnée.

## 2.2. PERIODES ET SEUILS AGROCLIMATIQUES

### 2.2.1 Principe

Dès l'époque où l'on commence à préparer le sol pour une plantation ou un semis, les conditions atmosphériques ont une grande importance pour le succès ou l'échec d'une culture. Jusqu'à la récolte, l'évolution de la culture sera sous la menace d'accidents divers dont ceux d'origine climatique sont souvent les plus graves. Durant les phases de développement des cultures, les exigences varient pour chaque facteur météorologique.

Cela peut être illustré par un exemple bien typique. Pour qu'une prairie donne de bons rendements, il faut qu'elle ait continuellement suffisamment d'eau à sa disposition durant toute la période de végétation. Pour la récolte des foin et regains, il est par contre souhaitable de pouvoir compter sur des périodes de quelques jours de beau temps et de sécheresse relative.

Prenons encore un autre exemple. Pour la plantation de pommes de terre et la germination ou la croissance des premiers jours, il faut avoir un sol bien ressuyé, de telle sorte que le réchauffement soit maximum au niveau des plantons. Mais très vite, pour la levée déjà, les besoins en eau vont en croissant, car un sol dur, croûté à ce moment, est défavorable et la plante ne peut plus puiser suffisamment sur les réserves du planton.

On peut donc diviser l'année agricole en un certain nombre de périodes pour les cultures. Chaque période (mois ou ensemble de mois) correspondant à une phase bien déterminée du développement de la culture.

La période de croissance n'est pas la même pour toutes les cultures et le développement d'une espèce n'est pas le même à différentes altitudes d'une même région. C'est la raison pour laquelle nous avons dû considérer des mois et groupes de mois. Dans des publications antérieures, certains auteurs se sont contentés d'analyser ce qui se passait durant la période de végétation seulement, en prenant les mois dans leur ensemble, sans distinction pour les différentes cultures ou pour les différentes altitudes (par exemple avril à octobre, la longue période de végétation selon MAEDER 1970).



### 2.2.2 Le choix des périodes pour les céréales

Les céréales (sans le maïs): il y a correspondance avec les phases phénologiques. Du semis à la récolte, les céréales passent par un certain nombre de phases de développement qui se succèdent comme suit (selon MOULE 1971)

<u>Grandes périodes</u>	<u>Petites périodes</u>
Période végétative (germination-début montaison)	- Semis-levée - levée-début tallage - début tallage-début montée
Période reproductrice (montaison-fécondation)	- formation des ébouches d'épillets - spécialisation florale - fécondation
Période de maturation (fécondation-maturité complète)	- multiplication cellulaire intense - enrichissement en glucides et protides - dessiccation

#### A) Avant le semis et semis-levée (septembre-octobre)

Pour les semis d'automne (variété d'hiver et alternatives), les conditions atmosphériques de la période de préparation des sols précédant les semis sont très importantes déjà. Un sol travaillé dans de mauvaises conditions (soit trop humide, soit vraiment trop sec) est déjà à priori peu favorable à une bonne implantation de la culture. Il arrive même que les conditions ne permettent pas de faire les semis prévus en automne (exemple: humidité excessive de l'automne 1974). Ces réflexions ont poussé à faire l'analyse des mois de septembre et octobre déjà afin de pouvoir démontrer la probabilité de tels ennuis.

Le tableau 1 donne les chiffres critiques retenus pour ces mois. D'après ces données, l'on a donc considéré par exemple qu'un mois d'octobre totalisant plus de 150 mm de précipitations, répartis sur plus de 12 jours, était défavorable à une bonne préparation des terres.

#### B) Hivernage (novembre à mi-mars)

Une fois les semis d'automne effectués, on entre dans la période végétative. L'hivernage de ces céréales qui ont juste levé est alors très important. Au cours des mois de novembre à février - à mars en altitude -, les excès d'eau dans les sols et des températures trop basses sur des semis mal protégés par la neige peuvent avoir pour conséquence de réduire considérablement la densité des semis.

Les causes de ces dépeuplements peuvent être directes ou indirectes

- Froid trop intense et subit, pouvant causer des dégâts allant jusqu'à la mort du végétal lorsque la protection de la couverture de neige est insuffisante.
- Saturation du sol en eau causant l'asphyxie des racines.
- Action mécanique du gel et dégel rompant la plante encore faible au niveau du plateau de tallage par exemple.
- Couverture de neige de trop longue durée, permettant à la fusariose de se développer. Les plantes pourrissent.

Sans être une cause de dégâts, proprement dit, le lessivage important des engrais provoqué par de trop abondantes précipitations est source de gaspillage pour l'agriculteur. L'importance de ce phénomène est très difficile à évaluer et les fumures de printemps posent parfois de délicats problèmes de dosage. Ce genre d'ennui ne doit pas être négligé lors d'hivers trop humides.

Les chiffres retenus pour cette période d'hiver permettent dans une certaine mesure de mettre en évidence les forts excès de précipitations et les froids vigoureux qui peuvent avoir une grande importance sur l'hivernage des céréales d'automne.

Au sortir de l'hiver, alors que les semis d'automne terminent leur période végétative et que les semis de printemps se font, les conditions des mois de février et mars, sont déterminantes pour un bon départ. Les réserves en eau des sols ayant été faites durant l'hiver, les mois de février et mars ne nécessitent pas beaucoup de précipitations. Les terres doivent se réchauffer, se ressuyer. Le tallage des variétés d'automne tout d'abord, de celles de printemps ensuite doit pouvoir se terminer dans de bonnes conditions et permettre dans une certaine mesure de combler des vides occasionnés par un mauvais hivernage, un semis de faible densité ou une mauvaise levée.

Du nombre de tiges fertiles à la fin de la période végétative dépend déjà en grande partie le rendement final. Ces tiges commencent à s'allonger. C'est le début de la montaison.

#### C) Montaison - fécondation (mars à mai-juin)

Durant cette période de reproduction, une alimentation régulière en eau est nécessaire. Les réserves en eau du sol sont généralement assez importantes pour que jusqu'au début juin, de faibles précipitations suffisent. Cependant, dans les terres légères et pour les semis de printemps surtout, le sec est à craindre dès le mois d'avril dans les régions précoces et chaudes. En effet, si les précipitations ne compensent pas en grande partie l'évapotranspiration qui va en augmentant avec l'élévation des températures journalières, le déficit hydrique devient rapidement défavorable à une bonne photosynthèse. Ainsi, un hiver sec, suivi d'un printemps très sec peuvent avoir des conséquences irréversibles sur la formation des rendements dès le mois d'avril, même si les températures sont favorables. A titre d'exemple citons le printemps 1976 où, à mi-juin déjà, le bilan hydrique accusait un déficit de 170 mm et plus dans la région comprise entre Genève et Lausanne en zone précoce. (Bilan hydrique = précipitations moins évaporation mesurée).

Les cultures céréalières prometteuses au sortir de l'hiver et après les semis de printemps ont souffert dès le mois d'avril de la sécheresse extrême et n'étaient plus en mesure de se développer normalement, même dans les terres lourdes et profondes.

Pour passer à un autre extrême, si la période de reproduction se passe dans des conditions trop humides et froides, les céréales en souffrent aussi rapidement. Les retours de froid et l'humidité persistante sont défavorables au moment de la floraison. La forte croissance en longueur des tiges accentue les risques de verse et l'humidité favorise les maladies cryptogamiques.

#### D) Maturation (juin à août ou éventuellement plus tard)

De la fécondation à la maturation complète on peut distinguer trois phases aux besoins hydriques fondamentalement différents.

Lors de la multiplication cellulaire, jusqu'au stade laiteux, il y a accroissement du poids d'eau et de matière sèche dans le grain. Une très forte évapotranspiration et un fort déficit hydrique à ce moment sont donc peu propices à une

formation importante de matière sèche. La plante économise en effet de l'eau en fermant ses stomates, ce qui a pour conséquence de ralentir la photosynthèse. De même, des retours de froid, une forte humidité et un faible ensoleillement peuvent entraver le développement optimum à ce stade.

Du stade laiteux au stade pâteux, le poids d'eau dans le grain reste constant, c'est le palier hydrique. Il y a par contre enrichissement du grain en glucides et protides par migration de ces substances de réserve des organes herbacés de la plante vers les grains. C'est durant cette période qu'un excès d'évaporation, un déficit d'alimentation en eau, des températures trop élevées ou la combinaison de ces trois facteurs auront pour conséquence le phénomène de l'échaudage. La synthèse et la migration de réserves vers le grain seront ralenties. MOULE (1971) indique que des températures en dessus de 28 à 30° C aux heures les plus chaudes de la journée durant plus de deux jours peuvent provoquer des échaudages. La sensibilité varie selon les espèces et variétés. Les poids des 1000 grains et de l'hectolitre resteront donc faibles après un échaudage, et l'aspect flétri et anguleux du grain sera caractéristique. Durant cette phase, un excès d'humidité, le vent et les orages peuvent fortement contribuer à la verse des céréales, ce qui peut avoir des conséquences importantes à la récolte. En effet, si un champ versé reste longtemps à la pluie, il sèchera moins vite que lorsque les épis sont droits. Les risques de pertes de qualité ou de quantité sont accentués.

La phase de la dessiccation dure du stade pâteux à la maturité. La plante, n'a plus besoin d'être alimentée en eau. La sécheresse de l'air et la chaleur sont alors favorables au déroulement optimum de cette phase finale qui demande une forte évaporation. Des pluies persistantes durant cette période entravent naturellement ce processus de dessiccation, surtout si elles sont accompagnées de températures basses.

Lorsque le grain est cassant - il contient alors moins de 15% d'eau - la récolte peut se faire dans les meilleures conditions. Pour ne pas prendre de risques lorsque le mauvais temps menace et que la récolte presse, on peut récolter le grain dur (15-20% d'eau), mais le battage est alors moins aisé et rapide. De plus, le séchage des grains pour les ramener à une humidité de moins de 15% coûte au producteur.

La récolte d'une céréale versée et humide est aussi plus longue à effectuer, donc plus coûteuse que pour une céréale sèche. La sécheresse est la bienvenue durant la période de récolte et toute pluie persistante sera défavorable et peut conduire à la germination sur pied avec toutes les conséquences que cela implique sur la qualité de la récolte. Pour cette période (juillet à mi-août en plaine, plus tardif en altitude), la fréquence des précipitations (jours de pluie) est de la plus haute importance. Un mois de juillet avec 18-20 jours de pluie ne peut en effet être favorable aux céréales en plaine, même avec les moyens d'intervention rapides dont on dispose actuellement.

### 2.2.3 Le choix des périodes pour les pommes de terre

Pour cette culture il y a correspondance avec les phases de développement. L'automne et l'hiver précédant la plantation ne sont pas considérés, et des seuils agroclimatiques n'ont été définis qu'à partir du début de la plantation (tableau 1).

Les pommes de terre ne sont pas plantées avant le début du mois d'avril. Les variétés précoces (primeurs) - non considérées ici - et les zones peu menacées par les gels tardifs forment les seules exceptions. Une levée trop précoce pourrait être

inutile et dangereuse, car jusqu'au 15 mai, les risques de gel ou de retours de froid sont prononcés, même en plaine. En altitude, à 1000-1200 mètres par exemple, on ne plante guère avant la mi-mai.

Des seuils agroclimatiques ont été définis (tableau 1) depuis le début de la plantation (avril) à la récolte (septembre).

#### A) Plantation, germination, levée (avril-mai)

Pour la plantation, le sol doit être bien ressuyé et réchauffé. Les excès d'eau sont donc défavorables à tous points de vue. Un temps sec et tempéré convient le mieux. Lorsque l'aération du sol est mauvaise, le sol trop froid et humide, la germination se fait mal et la pourriture peut s'installer. Pour la levée, les besoins en eau sont par contre élevés, mais les températures ne doivent pas descendre trop bas. Un sol dur et croûté en surface est défavorable à cette époque. De bonnes précipitations sont alors nécessaires.

#### B) Facteurs déterminant le nombre de tubercules et la croissance (juin-juillet)

L'alternance de journées chaudes (jusqu'à 20° C) et de nuits fraîches (12-15° C au maximum), de périodes assez sèches et de précipitations généreuses favorise la formation d'une grande quantité de tubercules par plante, un facteur essentiel dans la formation des rendements. La croissance maximum des tubercules ainsi formés est ensuite favorisée par un bon approvisionnement en eau, de bonnes températures et un ensoleillement moyen. Le sec, le froid ainsi que les trop fortes chaleurs sont préjudiciables. A ce point de vue, le mois de juillet est souvent trop chaud (et sec) en regard de cette culture dans les zones favorisées de notre pays pour le facteur température. Les pommes de terre souffrent déjà à partir de températures inférieures à celles nécessaires à l'échaudage des céréales, soit à partir de 23-25° C.

Il est frappant de constater à quel point les exigences pour les céréales (début des récoltes en plaine) et pour les pommes de terre (croissance) sont différentes à cette époque (fin juillet). Dans de bons sols et en année tempérée sans excès de sécheresse ou d'humidité, il est néanmoins possible que les deux genres de cultures donnent satisfaction, les plantes ayant un pouvoir d'adaptation suffisant. Par contre, les années de récoltes records pour les céréales, effectuées dans des conditions idéales seront rarement les mêmes que les années record pour les pommes de terre au même endroit, car les exigences sont trop différentes. En pratiquant les deux cultures, un agriculteur situé dans une zone équilibrée du point de vue hydrique, parfois assez humide, parfois assez sèche, répartit ainsi ses risques.

#### C) Fin de croissance, maturation et récolte (mois d'août et septembre)

Comme pour le mois de juillet, août ne doit pas être trop chaud pour les pommes de terre, sans quoi les feuilles, organes assimilateurs, se mettent en état de défense, réduisent leur activité diurne (synthèse chlorophyllienne) et consomment leurs réserves, de jour comme de nuit, pour assurer la respiration des tissus. La croissance et la maturation des tubercules ne peut alors s'effectuer harmonieusement. De même, un fort ensoleillement et la sécheresse, parallèlement à de trop fortes températures, provoquent une maturation accélérée des tubercules qui restent petits, et leur développement n'est pas complet. Des précipitations généreuses, des températures et un ensoleillement modéré au mois d'août, prolongeant la période d'assimilation et de maturation, donnent des rendements records du



point de vue quantitatif. La qualité par contre, la teneur en amidon, les aptitudes pour la conservation ne sont guère favorisées par ces mêmes caractéristiques du climat. Les meilleures conditions sont donc celles qui assurent une bonne qualité et la quantité optimum.

Pour la récolte, il est aujourd'hui essentiel de pouvoir aller sur les champs avec les machines. Les pluies persistantes sont donc défavorables et la récolte peut même parfois s'avérer être pratiquement impossible en temps voulu, lorsqu'une succession d'évènements climatiques particulièrement défavorables se présentent (par exemple en automne 1974 dans certaines régions). La terre ne doit pas coller aux tubercules pour des raisons pratiques (pour la propreté de la récolte le triage). Des températures trop basses, inférieures à 8-10<sup>0</sup>, peuvent provoquer des dégâts. Le gel dans le sol reste même à craindre lorsque les circonstances retardent par trop la récolte.

#### 2.2.4 Le choix des périodes pour les herbages

Pour ce groupe, il y a aussi correspondance avec les phases de développement. Toute la période de végétation (en plaine depuis le début du mois de mars jusqu'à la mi-novembre) entre en considération pour les températures.

Pour les précipitations et les jours de pluie, les mois d'avril à septembre correspondent à la période de plus forte croissance effective en plaine. Au mois de mars, la disponibilité de l'eau dans le sol n'est en aucun cas un facteur limitant, car les réserves constituées en hiver sont suffisantes pour le début de la croissance. Les excès d'eau n'ont pas des conséquences particulièrement marquées, si ce n'est le refroidissement du sol. Le facteur minimum à cette période est la chaleur, du sol surtout et de l'air.

Dès le mois d'octobre, les températures ne provoquent plus une forte évapotranspiration, et la croissance est déjà réduite. Le facteur "eau" ne joue à nouveau qu'un rôle secondaire, par rapport à la dégradation des conditions thermiques qui provoquent le repos hivernal.

A noter encore que les mois indicatifs donnés ci-dessous correspondent à des altitudes basses à moyennement élevées, jusqu'à 1000-1200 m environ suivant les régions. A haute altitude, bien que la croissance soit plus explosive au printemps, elle commence plus tardivement et se termine plus tôt (voir la durée de la période de végétation, figure 15, et les cartes annexes à JEANNERET et VAUTIER 1977b).

##### A) Début de la croissance (dès début mars en plaine)

Du point de vue phénologique, la formation de la première feuille du trèfle blanc (*Trifolium repens*) ou le début de la floraison du crocus (*Crocus albiflorus*) sont admis comme dates repères (CAPUTA 1975), pour le début de la croissance. Du point de vue des températures, on admet qu'un minimum de 5 à 6<sup>0</sup> C doit régner à 20 cm environ de profondeur dans le sol (CAPUTA 1975), ou que la température de l'air ait été sept jours consécutivement égale ou supérieure à 5<sup>0</sup> C (PRIMAULT 1972), ou encore que la température journalière moyenne soit supérieure à 7,5<sup>0</sup> C (GENSLER 1946).

Ce n'est toutefois que lorsque la température journalière moyenne dépasse le seuil des 9 à 10<sup>0</sup> C que la croissance devient intense, et que les besoins en eau augmentent.

##### B) Stade de pâture (dès début à mi-avril en plaine)

Lorsque l'apex (futur épis) est à 10 cm au-dessus du niveau du sol dans la gaine pour les graminées, on admet que c'est le stade optimum pour le début de la pâture. Phénologiquement, ce stade se situe selon les espèces et variétés de graminées, peu avant, pendant ou peu après la pleine floraison de la dent-de-lion (*Taraxacum officinale*). Dans les prairies permanentes ou naturelles, composées de plusieurs espèces, ce stade repère indique la date du début de pâture (début floraison du *taraxacum*, température du sol à 20 cm: 9 à 10<sup>0</sup> C; CAPUTA 1975). A cette époque, un gazon bien cultivé atteint un rendement de 15 q/ha de matière sèche environ.

Un mois d'avril sec en plaine peut alors déjà se révéler défavorable pour l'élaboration intense de matière sèche ou pour la repousse des plantes déprimées (apex coupé), et le rythme de croissance s'en ressent fortement. De même pour les retours de froid, accompagnés ou non de pluies excessives, rafraîchissant par trop les sols.

##### C) Epiaison (Stade de fenaison; dès début à mi-mai en plaine)

Ce stade est important pour la fenaison. Pour les graminées, c'est à l'épiaison que le rapport entre la qualité et le volume des récoltes est optimum. Dans les prairies naturelles ou permanentes à mélanges complexes, ce stade correspond au début de la floraison de la grande marguerite (*Chrysanthemum leucanthemum*) (CAPUTA 1975). La température du sol à 20 cm est alors de 12 à 13<sup>0</sup> C.

Les récoltes pour l'ensilage doivent être effectuées entre le stade pâture et l'épiaison. La floraison de l'anthriscus (*Anthriscus silvestris*) est un bon repère indiquant le stade optimum.

Pour que l'ensilage ou la fenaison puissent s'effectuer dans de bonnes conditions, il faut des périodes sans pluie pour assurer au minimum le préfanage aux champs, si ce n'est le fanage complet.

Des précipitations trop abondantes, trop fréquentes, une insolation et des températures trop faibles sont donc néfastes. Lorsque les récoltes sont faites, de bonnes températures et une grande disponibilité en eau sont indispensables pour assurer la repousse.

##### D) Croissance après la première coupe

Pour les cycles de croissance suivant la première coupe, les températures sont généralement largement suffisantes en plaine jusqu'en septembre-octobre; elles sont même parfois trop élevées. Lorsque la température diurne dépasse 26 à 30<sup>0</sup> C (suivant les espèces) la plupart des plantes fourragères cultivées chez nous n'ont plus un rythme de croissance maximum. Les températures trop élevées provoquant l'arrêt complet de la croissance sont différentes suivant les espèces; les légumineuses, en particulier la luzerne, s'adaptent le mieux aux fortes chaleurs. C'est néanmoins la sécheresse surtout qui joue le plus grand rôle en été dans nos conditions, car les températures ne se révèlent qu'occasionnellement excessives, ou alors, très localement surtout. Dès le mois de juin, jusqu'à fin août ou mi-septembre, la forte évaporation estivale et les besoins des plantes en eau pour l'élaboration de grandes quantités de matière sèche, conduisent rapidement à de forts déficits hydriques des sols, si les précipitations ne sont pas assez généreuses. D'un autre point de vue, un nombre toujours excessif de

jours de pluie rend les récoltes et le fanage (même le préfanage) au sol aléatoires, ce qui se répercute surtout sur la qualité.

E) Fin de croissance (octobre, jusqu'à mi-novembre en plaine)

Du point de vue des températures, c'est à nouveau le seuil de 5° C qui est généralement admis comme fin de la période de végétation, ou alors les premiers gels, lorsqu'ils se manifestent brusquement, avant que trois journées consécutives aient eu des températures moyennes inférieures à 5° C (PRIMAULT 1972). C'est en fait à nouveau la température du sol qui est déterminante pour l'induction du repos complet (seuil différent suivant les espèces). Phénologiquement, la floraison du colchique d'automne (*Colchicum autumnale*) peut être admise comme repère pour le ralentissement sensible de la croissance précédant le repos complet (Dr. J. CAPUTA, Nyon, communication orale).

Suivant les années, cet arrêt de croissance est plus ou moins précoce ou subit, en un même lieu. Un prolongement de la période de végétation en automne est souvent précieux pour l'année suivante, car les plantes ont ainsi le temps de constituer encore quelques réserves utiles lors du réveil printanier, et s'adaptent progressivement aux conditions hivernales.

#### 2.2.5 Le choix de seuils agroclimatiques

Une remarque générale s'impose d'emblée. L'étude rigoureuse des relations existant entre les conditions météorologiques et les résultats obtenus avec différentes cultures est un travail de longue haleine, nécessitant des données de base très nombreuses et complexes à analyser. Une grande précision ne peut être obtenue que pour un sol donné avec des relevés détaillés pour une période couvrant de nombreuses années (mesures exactes des rendements et observations climatologiques quotidiennes). Les particularités du micro-climat doivent également être retenues.

Dans le cadre de cette étude, malheureusement de données assez fouillées n'étaient pas à disposition pour prétendre à une grande précision au niveau local. Des données pouvant s'appliquer au niveau régional ont été retenues. En plus, seul des moyennes météorologiques mensuelles étaient disponibles, exigeant une certaine simplification. Celles-ci peuvent être à l'origine de lacunes, mais elles ont d'autre part un avantage certain: seuls les éléments vraiment importants ressortent de manière significative des données mensuelles et permettent une interprétation relativement rapide et suffisante, alors que trop de détails infimes sont difficiles à interpréter (TAMM 1950, 1951, 1952, 1953). Les cultures ont en effet de grandes facultés d'adaptation entre certaines limites et les interactions du climat avec d'autres facteurs de croissance sont aussi très étroites (fumure, sol, soins, etc...).

A) Les céréales

L'analyse des données obtenues dans les écoles d'agriculture, ainsi que par d'autres sources bibliographiques (voir note 2.1.) ont permis de fixer des seuils supérieurs et inférieurs pour les précipitations, les jours de pluie et les températures. La culture du blé en particulier peut s'adapter aisément aux conditions situées entre ces seuils dans de bons sols (suffisamment bien drainés et avec une capacité de rétention normale).

Les chiffres retenus pour les périodes de plusieurs mois méritent une remarque qui est valable pour les trois cultures considérées: les quantités d'eau et de jours de pluie retenus au total pour plusieurs mois considérés ensemble sont

toujours plus sévères que la somme des seuils fixés à chaque mois composant la période.

Exemples des seuils à partir desquels les excès (déficits) sont sensibles pour les céréales:

juin = 150 mm (40 mm), juillet 150 mm (30 mm),  
période juin-juillet = 250 mm (90 mm) et non 300 (et 70).

En effet, si la culture supporte par exemple encore bien un seul mois avec 130 à 150 mm (40 à 50 mm) de précipitations et 10 à 12 jours de pluie (4 à 5 j.), deux mois consécutifs avec les mêmes conditions occasionnent un cumul nécessairement plus défavorable.

Lorsque par contre un mois assez pluvieux se trouve entre deux mois séchards, le cumul ne se fait pas unilatéralement et la culture peut s'adapter dans une certaine mesure.

La comparaison de ces seuils avec les données de M. LUISIER (Section Sol et Climatologie de la Station Fédérale de Recherches Agronomiques de Lausanne, lors d'un cours sur les besoins des plantes en eau, 1968) permettent de tirer les conclusions suivantes.

Comme règle générale, on peut admettre qu'une consommation relative moyenne de 400 kg d'eau est nécessaire pour l'élaboration de 1 kg de matière sèche. Cette consommation relative est donc l'eau qui doit circuler dans les plantes pour l'élaboration des substances et non pas l'eau de constitution. Il faudrait donc 320 mm d'eau (320 l/m<sup>2</sup>) pour obtenir un rendement de 80 q/ha de matière sèche (40 q de grains secs et 40 q de paille sèche).

Ces 320 mm correspondent aux 300 mm fixés comme seuil minimum de mars à août, soit pour une bonne répartition 50 mm par mois. Ces chiffres sont légèrement inférieurs aux données théoriques et ça se justifie, car on peut considérer que les sols sont en mesure de restituer aux plantes une partie importante des réserves accumulées en profondeur durant l'hiver (bons sols).

Pour la variété principale de référence adoptée, un rendement de 40 q/ha de matière sèche pour le grain est excellent car il correspond à presque 50 q/ha de grain avec 15% d'eau.

Les seuils fixés pour les jours de pluie ont essentiellement été conçus pour qu'on puisse se rendre compte de la répartition des précipitations, en complément des observations faites sur les quantités tombées. Un apport soudain de 50 mm en deux jours, suivi de sécheresse, est moins favorable pour la pénétration de l'eau dans le sol et la régularité de l'approvisionnement, que 5 jours avec 10 mm bien répartis. D'un autre point de vue, 15 jours de pluie par exemple ne sont pas nécessaires mais plutôt néfastes (insolation, humidité, saturation du sol, etc.).

Pour les températures, l'accent a été mis sur les déficits en fixant deux seuils inférieurs; le premier "modéré", le second plus grave. Lorsque les températures chutent occasionnellement entre les valeurs de ces deux seuils, ce n'est qu'un frein à la culture qui peut être corrigé en partie par la suite si les conditions s'améliorent. Les résultats ne sont donc pas fondamentalement compromis. Lorsque les valeurs descendent régulièrement au-dessous du seuil inférieur "grave", la limite des possibilités pour la culture des céréales (blé particulièrement) est par contre atteinte pour les variétés utilisées habituellement chez nous.

En ce qui concerne les excès de chaleur pouvant provoquer l'échaudage, une moyenne journalière de 20 à 21 ° C (moyenne des températures mesurées à 07.30 h - 13.30 h - 21.30 h) signifie que la température à 13.30 h a dépassé 26 à 27 ° C. Une moyenne mensuelle de plus de 21 ° C indique alors que les températures maxima ont souvent dépassé 27 à 29 ° C, seuil à partir duquel l'échaudage peut se manifester. Cette constatation est d'autant plus pertinente que les températures au niveau des cultures en plein soleil sont en général supérieures à celles enregistrées à 2 m au-dessus du sol dans les abris.

Pour le cas particulier de l'échaudage comme pour d'autres phénomènes, exigeant des données journalières (gel par exemple), des données quotidiennes de certaines stations météorologiques caractéristiques (SCHUEPP 1969) ont été utilisées.

#### B) Les pommes de terre

Les comparaisons entre les rendements et les conditions météorologiques de chaque année nous ont montré que cette culture est plus sensible à la sécheresse dès le mois de juin que le blé par exemple (céréales en général, sauf peut-être l'avoine et le maïs). Les excès de précipitations ont par contre moins rapidement une influence néfaste que pour les céréales. En effet, la récolte étant sous terre, l'action directe des intempéries est moins importante. Dans les sols trop lourds et compacts néanmoins, les conséquences peuvent être désastreuses si l'eau stagne lorsque le drainage fait défaut.

Des chiffres de la littérature (LESS 1926, TAMM 1950-52, KOBLET 1967, VUILLOUD, CALAME, MAGNOLLAY 1977 et autres) nous permettent de faire la comparaison suivante entre les besoins de la plante en eau et nos chiffres. En admettant à nouveau qu'il faut 400 kg d'eau par kg de matière sèche élaboré, nous avons les chiffres suivants pour une bonne récolte de 400-450 q/ha de tubercules pour la consommation; 20% de cette récolte seulement étant de la matière sèche, ce rendement en tubercule équivaut donc à 9000 kg/ha de matière sèche. A cela il faut encore ajouter les fanes et les racines. Un minimum de 360 mm (360 l/m<sup>2</sup>) pour la production de cette matière sèche est donc nécessaire.

On se rend compte que ce n'est guère différent des 320 mm nécessaires à une bonne récolte de blé par exemple. Ce qui change, par contre, c'est la répartition des besoins. Pour les céréales semées dès février, début mars en plaine ou l'automne précédant déjà, une partie du développement peut être assurée lorsque l'évaporation est encore faible et les réserves du sol encore intactes. Pour les pommes de terre, les périodes de forte croissance sont toujours plus tardives dans la saison, les plantations principales ne s'effectuant qu'à fin avril, début mai suivant les régions.

Les besoins en approvisionnement par les précipitations sont donc plus importants que pour les céréales, car les pertes par évapotranspiration augmentent lorsqu'on va vers l'été. Les pluies rafraîchissent en outre le sol, ce qui est favorable pour la pomme de terre en période chaude.

Ces 360 mm nécessaires au minimum doivent être répartis principalement sur cinq mois de croissance, de mai à septembre ou avril à août dans les régions chaudes et précoces. Les pluies du mois de juin sont particulièrement importantes pour la croissance des tubercules. En moyenne, c'est donc 70 à 80 mm par mois qu'il faut pour notre exemple de bon rendement.

Les seuils inférieurs retenus d'avril à août ou de mai à septembre, soit 330 à 400 mm bien répartis, correspondent bien à cette valeur théorique pour la période principale de croissance.

Des précipitations supérieures à ces seuils minimums sont en outre bénéfiques, car la disponibilité de l'eau est meilleure, jusqu'au moment où les excès se font sentir, soit à partir de 160 à 200 mm suivant les mois dans les sols bien drainés. Pour les jours de pluie, les mêmes réflexions peuvent être faites, des précipitations bien réparties sur un certain nombre de jours par mois étant plus favorables que de grosses averses peu fréquentes et violentes.

Pour les températures, les pommes de terre sont moins exigeantes que les céréales (tableau 1). Les seuils inférieurs considérés sont donc plus bas que ceux retenus pour les céréales.

Pour les excès de température, cette culture est en revanche très sensible car toute fermeture des stomates a pour conséquences un ralentissement de la photosynthèse et donc un rythme de production faible. Les seuils supérieurs des températures sont plus bas que pour les céréales. Cette culture affectionne particulièrement les climats tempérés et craint les fortes chaleurs dès environs 24 ° C. Les températures trop basses et les sols froids ne conviennent pas bien non plus, pour autant qu'on désire des rendements maximums. Si on se contente de rendements moyens et même faibles (jardinage etc.), la pomme de terre est par contre une culture peu sensible et s'adapte à des conditions extrêmes, aussi bien chaudes et sèches que fraîches et humides.

#### C) Les herbages

Les chiffres obtenus dans les écoles d'agriculture ne se réfèrent malheureusement qu'à des appréciations globales moyennes de charge (U.G.B./ha) la plupart du temps, données insuffisantes à bien des points de vue pour apprécier l'influence de certains "accidents" climatiques sur la production herbagère. Par contre, les remarques faites lors des entretiens et certains rapports annuels, ont permis d'apprécier les différences d'aptitudes générales pouvant entrer en ligne de compte d'une région à l'autre (dates et conditions de récolte, régularité de la croissance, durée de pâture, etc...).

En outre, nous disposons, à côté de ces données, d'une importante documentation déjà bien étudiée grâce aux essais systématiques faits depuis des années par les stations de recherches agronomiques, (essais de fumure, études du rythme de croissance, etc., à diverses altitudes, dans de nombreuses régions, par exemple CAPUTA et SUSTAR 1975).

Ces essais donnent des résultats en q de matière sèche à l'ha et précisent souvent le nombre de coupes qui ont été effectuées. Une abondante littérature donne en plus des indications très précieuses.

Les herbages utilisant pleinement la période de végétation ne peuvent valoriser au mieux le potentiel offert par les conditions thermiques à différentes altitudes que si la disponibilité de l'eau dans le sol est constamment bonne. Une forte production moyenne durant la période de croissance de 55 kg MS/ha par jour peut être atteinte à toute altitude (CAPUTA 1966) avec de bons herbages permanents (fumure et exploitation adaptées). Cet optimum ne peut être atteint que grâce à une grande consommation d'eau.

Les chiffres de la littérature (CAPUTA, QUINCHE et RYSER 1972) fournissent les informations comparatives suivantes: admettons une période de végétation de 220 jours (plaine). Avec une moyenne de production journalière de 55 kg/ha au maximum, on arrive à un bon rendement de 120 q/ha de matière sèche. La quantité d'eau nécessaire à l'élaboration de cette matière sèche est alors de 480 l/m<sup>2</sup>, soit 480 mm durant un peu plus de 7 mois, en admettant à nouveau une consommation par la plante de 400 l pour chaque kg de matière sèche produit. Nous sommes donc assez près de ce chiffre avec 450 mm pour la période de 6 mois (avril à septembre) que nous avons observée. Une répartition des précipitations de 70 mm par mois lors de la forte croissance peut ainsi être considérée comme satisfaisante, étant donné que les sols permettent dans une certaine mesure de régulariser la distribution suivant les besoins.

Les données minimums que nous avons fixées par mois sont bien au niveau le plus bas pour garantir un approvisionnement normal et sont de manière générale proches de celles trouvées pour les pommes de terre. L'optimum se situe néanmoins à des valeurs plus élevées, surtout pour les sols à caractère séchard (réserves propres faibles).

Les excès de précipitations ne se font guère sentir sur le rythme de production avant que des valeurs assez élevées ne soient atteintes, dans les sols normalement drainés en tout cas. Les seuils supérieurs retenus sont donc hauts.

La répartition des précipitations est un élément important à deux points de vue. Les deux exemples suivants résumeront l'essentiel (cas extrêmes).

1. Deux jours consécutifs donnant 40 à 60 mm suivis de 28 jours de sec seront défavorables aux herbages, alors que 7 à 10 jours apportant chacun 10 mm seront très favorables. Nous avons donc fixé le nombre minimum de jours de pluie assez haut pour pouvoir évaluer les risques de périodes sèches.
2. Un nombre trop élevé de jours de pluie est inutile et entrave les conditions de récolte surtout. Les risques de saturation en eau du sol, de son rafraîchissement exagéré sont grands, ce qui peut se répercuter sur bien des aspects techniques de la production. (Composition botanique, dégâts par la pâture du bétail, etc.). Lorsque plus de 14 à 15 jours de pluie se présentent par mois, il y a peu de chances d'avoir trois à quatre jours consécutifs de beau nécessaires pour des récoltes.

En ce qui concerne les températures, nous avons procédé de manière particulière pour cette culture en fixant à nouveau deux seuils inférieurs; ce procédé nous permettait d'évaluer le nombre de mois par année durant lesquels le facteur "chaleur" se révélait être globalement favorable (moyenne mensuelle supérieure à 10° C), ou au contraire, encore proche du minimum (entre 5 et 10° C), ou alors tout-à-fait défavorable (moyenne mensuelle en dessous de 5° C).

Ces critères sont bien entendu moins rigoureux pour évaluer la durée de la période de végétation que ceux se référant aux données journalières de température. Ils permettent néanmoins de bien se rendre compte du nombre de mois où la croissance est forte. Le départ de la végétation n'est en effet pas synonyme de croissance rapide, surtout en plaine où les retours de froid se manifestent fréquemment et freinent sensiblement le rythme de production.

Lorsque la température mensuelle moyenne atteint ou dépasse 10° C par contre, cela signifie que la grande majorité des journées du mois offraient des conditions thermiques permettant une bonne croissance.

Nous avons ainsi pu tenir compte d'un certain nombre de stations climatologiques représentatives, pour lesquelles les données journalières n'étaient pas disponibles.

Le seuil supérieur de 20° C en moyenne par mois indique que les températures journalières maxima se sont souvent élevées au-dessus de 26 à 30° C, ce qui est déjà excessif pour une croissance optimum de bien des espèces. Nous avons donc aussi considéré les températures supérieures à ce seuil mensuel comme un frein, ne permettant pas des rendements optima en regard de la période de végétation disponible.

### 2.3. APPRECIATION DES APTITUDES CLIMATIQUES POUR LES CULTURES

#### 2.3.1 Principe

Nous sommes partis du principe que l'aptitude d'une région pour une culture donnée était fonction du nombre d'années favorables à cette culture, tant du point de vue des rendements, de la qualité, que des travaux à effectuer. En étudiant systématiquement les observations météorologiques année après année en fonction des seuils fixés, on peut envisager de donner une appréciation de la "qualité" des conditions rencontrées par chaque culture pour chaque année.

Nous n'avons distingué en définitive que quatre appréciations principales pour les trois cultures principales considérées.

- Années favorables où les seuils n'étaient pratiquement jamais dépassés de manière significative du point de vue des températures comme pour les précipitations (quantités de précipitations et jours de pluie). Des rendements maximums pouvaient être obtenus pour la culture considérée.
- Années moyennement favorables où quelques seuils étaient dépassés modérément. Le développement de la culture n'est alors pas optimum et les rendements ou la qualité ont toutes les chances d'en avoir souffert. Les travaux des champs peuvent aussi avoir été entravés.
- Années défavorables où beaucoup de seuils ont été dépassés de manière à compromettre sérieusement la formation des rendements, la qualité ou les travaux des champs. Il peut aussi arriver qu'un ou deux seuils seulement soient dépassés de manière à compromettre entièrement la culture. On retiendra comme exemple les gels de février 1956 qui ont donné une moyenne de températures de -7,2° C à Lausanne, pour ce mois. Ces gels jusqu'à plus de 20° C sous zéro sans couverture de neige ont détruit à eux seuls les semis de céréales d'automne.
- Années inaptées où la culture ne peut rien donner ou ne se justifie pratiquement pas.

Cette appréciation de la "qualité" des années considérées est un jugement subjectif. Il est basé sur l'analyse par ordinateur électronique des observations météorologiques selon le système des seuils agroclimatiques présenté plus haut.

L'analyse des données pouvait difficilement se faire jusqu'au bout par un ordinateur, c'est-à-dire jusqu'à l'appréciation de la qualité de l'année, car il y a beaucoup d'interactions entre les éléments considérés. Le jugement de la qualité d'une année doit être nuancé en fonction de ces interactions et de l'importance des accidents climatiques dont le nombre et la nature sont théoriquement infinis. Nous avons donc renoncé à établir un schéma analytique formel et sans nuances, praticable par un ordinateur. Nous avons préféré juger de cas en cas nous-même en tenant compte de ces difficultés et des cas particuliers.

La "qualité" d'une année est en général fonction du nombre de seuils dépassés pour les différents éléments climatiques retenus.

### 2.3.2 Exemples: céréales

C'est ainsi que nous pouvons illustrer par quelques exemples type la manière de procéder en tenant compte du nombre de seuils qui ont été dépassés pour les trois éléments climatiques retenus, ainsi que des combinaisons multiples possibles (Figures 2 à 12).

Le haut de la figure 2 donne quatre exemples schématiques pour illustrer la manière dont nous avons procédé pour juger des conditions pluviométriques pour les céréales. Durant l'année 1943 à Genève, il n'y eut aucun excès ni déficit de quantité d'eau d'après nos seuils.

Deux fois par contre il y a eu excès et deux fois aussi déficit de jours de pluie. Cette année a été jugée comme bonne pour les céréales, le blé en particulier, à Genève.

Pour l'année 1922 à Sion, six fois il y a eu déficit pour les quantités d'eau comme pour les jours de pluie. Trois fois il y a eu excès de jours de pluie et une fois excès d'eau. La sécheresse de cette année n'a pas pu convenir au mieux aux céréales et nous avons jugé cette année comme moyenne pour Sion.

L'année 1944 à Glaris a été trop humide. Huit fois il y a eu excès d'eau et 11 fois excès de jours de pluie, alors que deux fois seulement il y a eu déficit de jours de pluie. Cette année est jugée comme mauvaise à Glaris.

En 1940 à Glaris, quinze fois les précipitations comme les jours de pluie ont été excessifs, alors qu'aucun déficit n'était enregistré. Une telle année est jugée comme inapte à Glaris pour les céréales.

Les quatre exemples du bas de la figure 2 illustrent les différences des conditions thermiques à différentes altitudes.

C'est en combinant le jugement pour les températures et pour les précipitations que l'on obtient l'aptitude complète d'une année pour la culture. Seule une année favorable pour les trois facteurs (quantité et fréquence des précipitations, températures) sera considérée comme bonne à très bonne pour la culture.

Les figures 2 à 12 illustrent les différences de conditions météorologiques qu'il peut y avoir en un même lieu sur 59 années pour une culture donnée. De même, en comparant les graphiques de deux stations météorologiques pour une même culture, on peut se rendre compte des différences énormes qu'il peut y avoir quant à la répartition et la fréquence des accidents, même à des altitudes comparables.

Les figures 3 à 6 se rapportent à l'analyse de quatre stations dont l'aptitude pour les céréales est très différente. En effet, Sion, Glaris, Lugano et Genève représentent des régions climatiques bien distinctes.

Parmi ces quatre stations, Genève (fig. 6) est celle dont les données relatives aux précipitations (quantités et fréquences) et températures s'écartent le moins des seuils fixés. Les conditions sont en grande majorité bonnes ou moyennes pour les céréales sur la période de 59 ans considérée. Genève et les stations qui ont des données comparables sont donc en classe 1 pour les céréales, le blé en particulier.

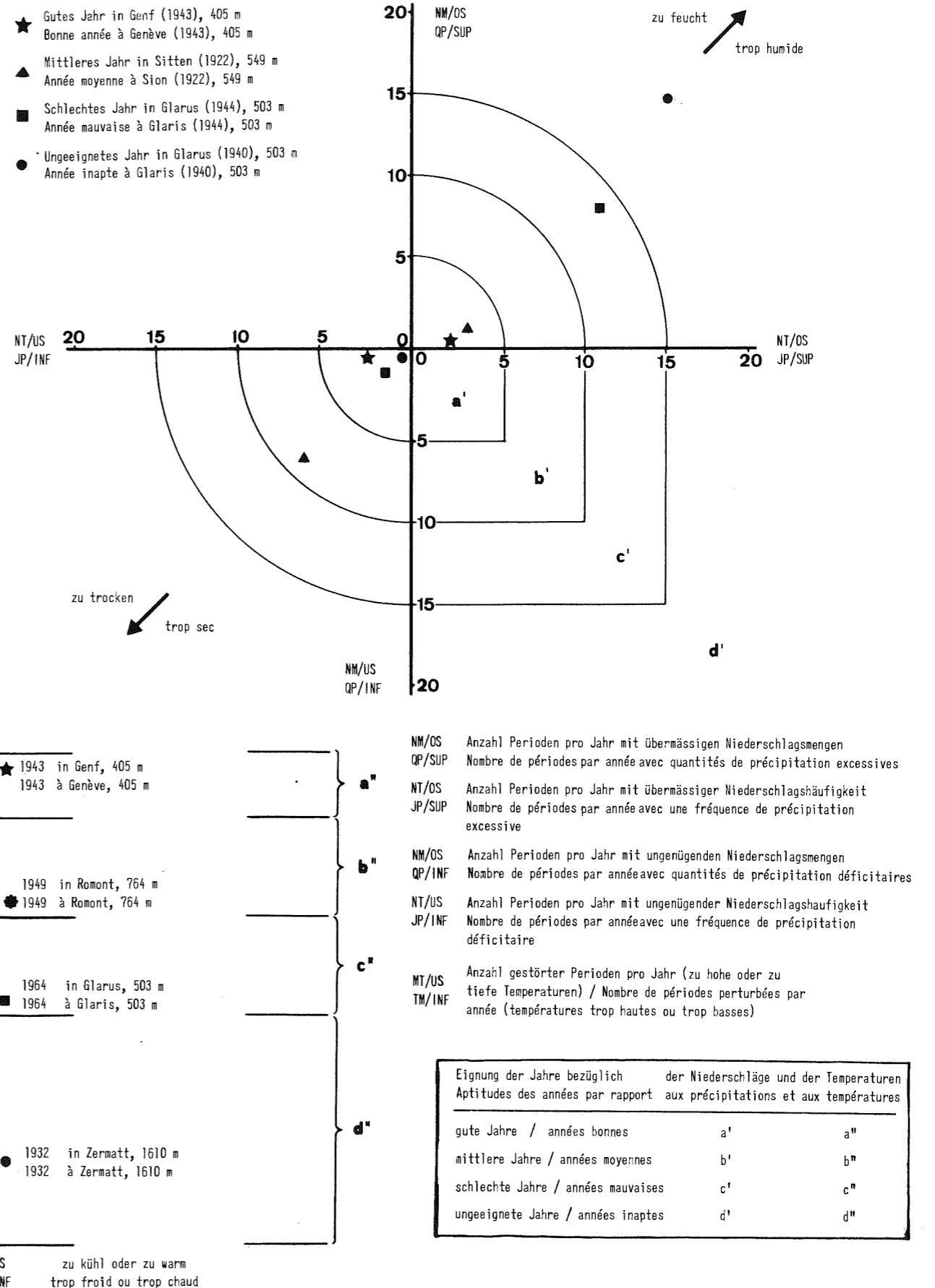


Abbildung 2: Beziehungen zwischen der Beurteilung einzelner Jahre und der Anzahl gestörter Perioden (Beispiel Getreide für ausgewählte Jahre und Stationen)

Figure 2: Relations entre les aptitudes des années et le nombre des périodes perturbées (exemple des céréales pour un choix d'années et de stations)

Abbildungen 3 bis 12: Beziehungen zwischen der Beurteilung einzelner Jahre und der Anzahl gestörter Perioden (über 59 Jahre)

Figures 3 à 12: Relation entre les aptitudes des années et le nombre des périodes perturbées (sur 59 années)

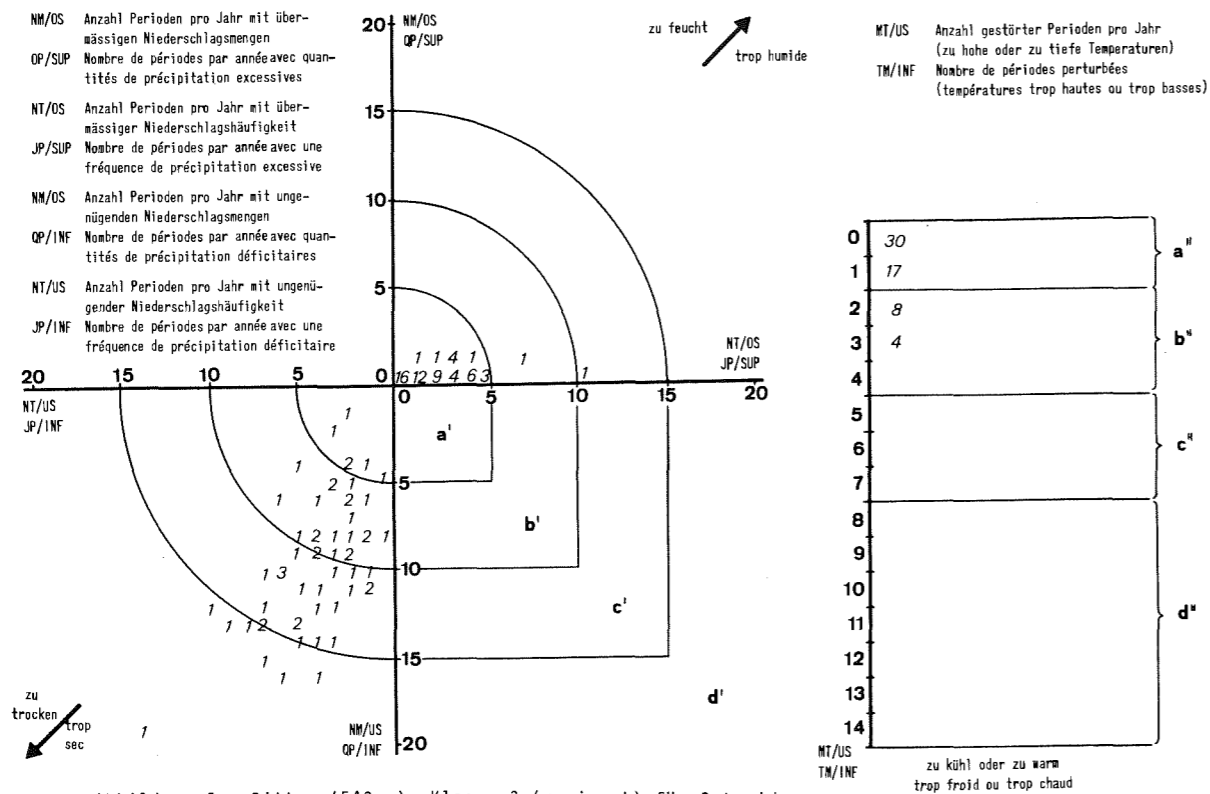


Abbildung 3: Sitten (549 m), Klasse 3 (geeignet) für Getreide  
Figure 3: Sion (549 m), classe 3 (moyen) pour céréales

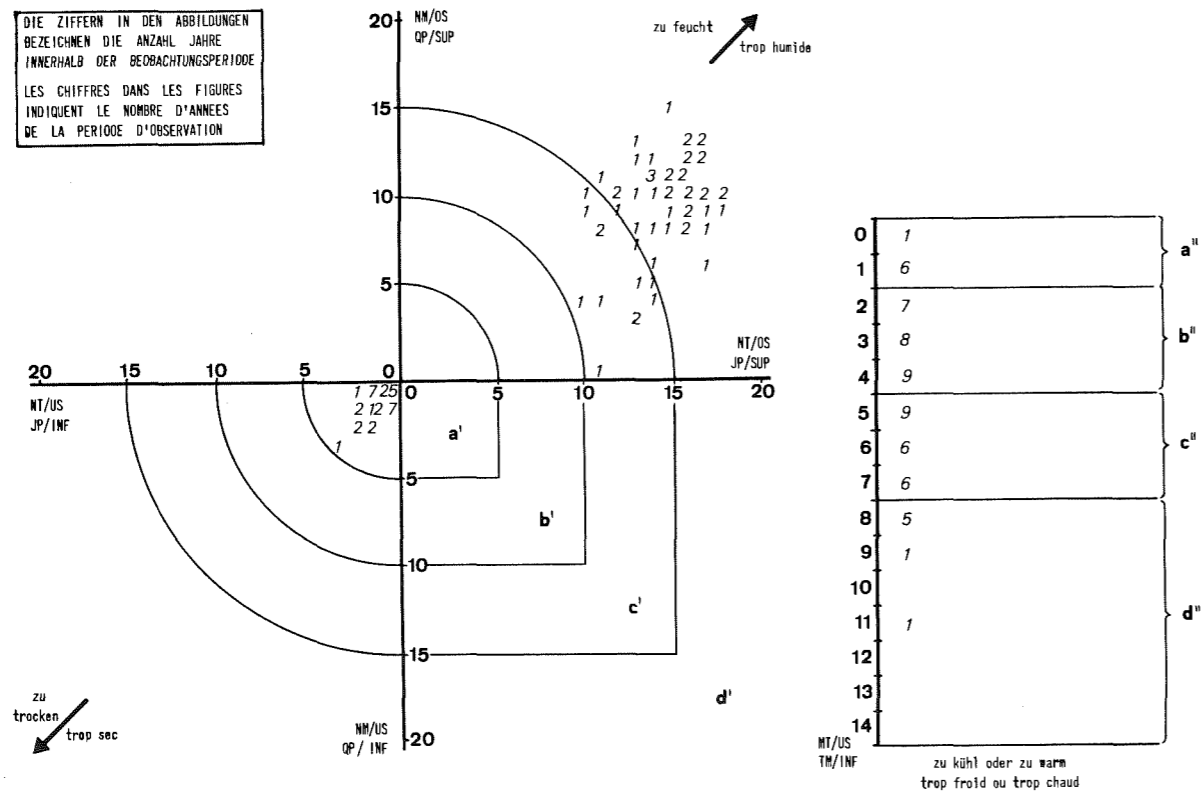


Abbildung 4: Glarus (503 m), Klasse 5 (begrenzt) für Getreide  
Figure 4: Glaris (503 m), classe 5 (marginal) pour céréales

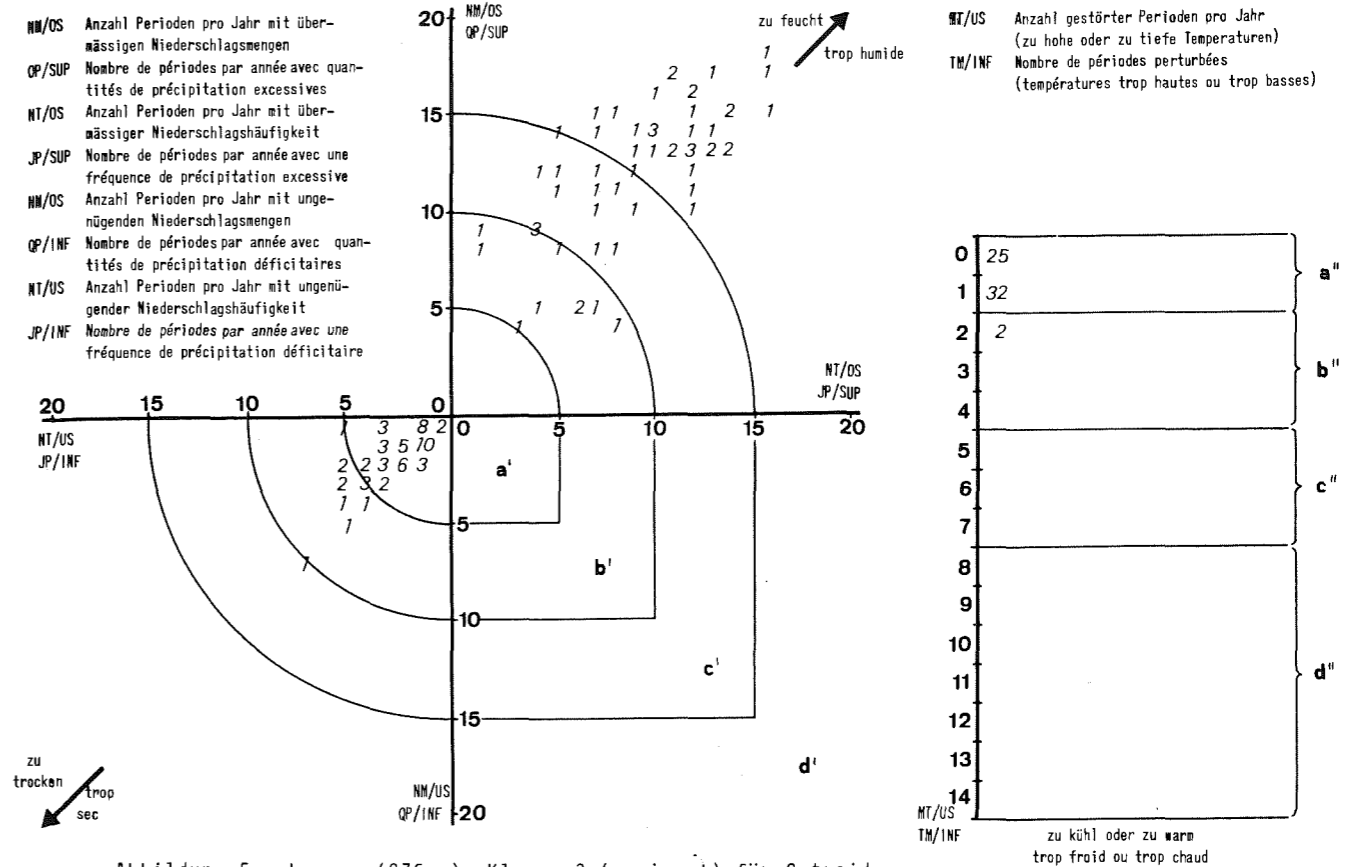


Abbildung 5: Lugano (276 m), Klasse 3 (geeignet) für Getreide  
Figure 5: Lugano (276 m), classe 3 (moyen) pour céréales

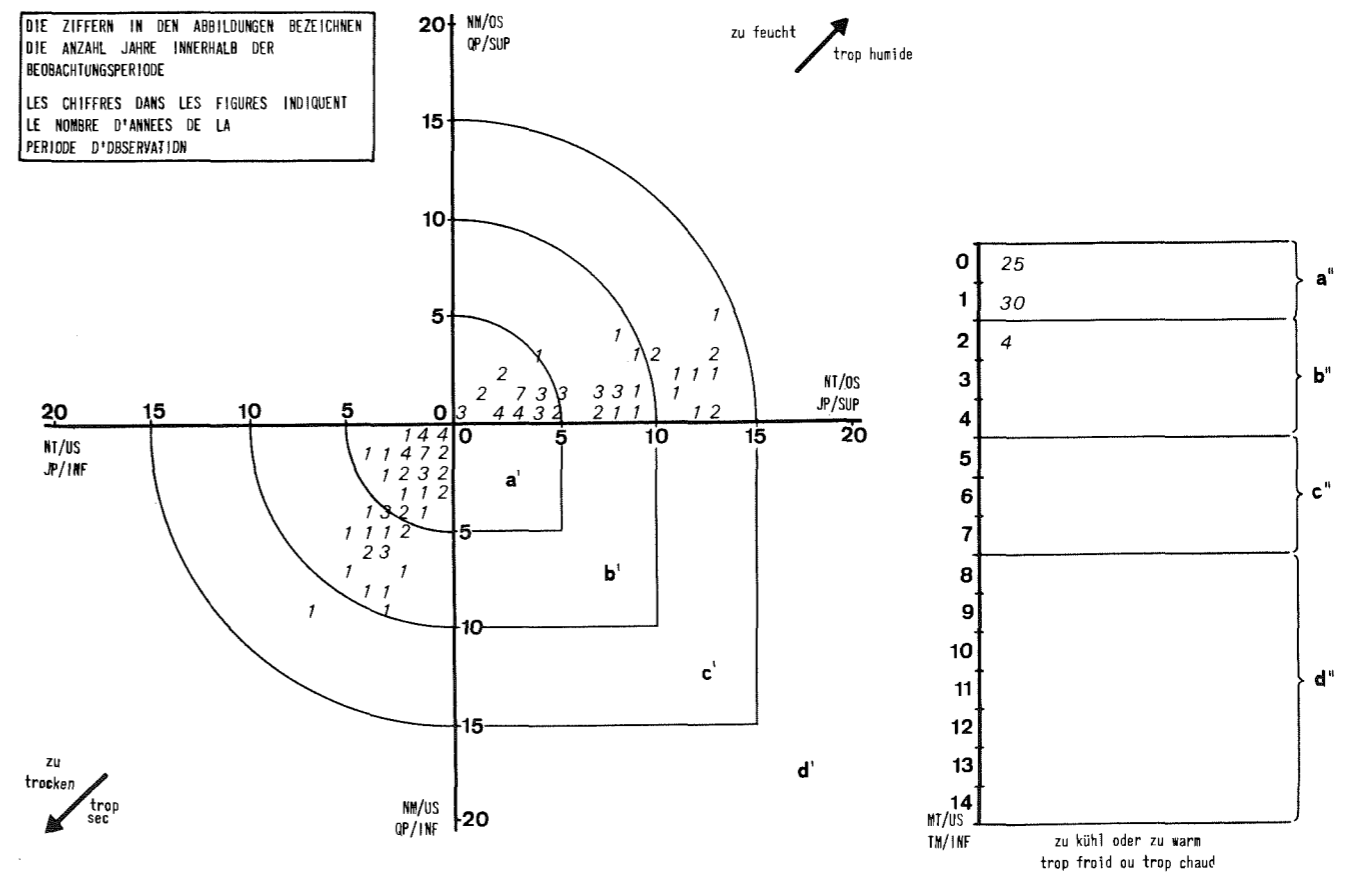


Abbildung 6: Genf (405 m), Klasse 1 (sehr günstig) für Getreide  
Figure 6: Genève (405 m), classe 1 (très favorable) pour céréales

Les conditions à Sion (fig. 3) sont en majorité bien en dehors des seuils inférieurs fixés pour les jours de pluie et les quantités d'eau. Les précipitations sont en général largement insuffisantes pour assurer un développement optimum, surtout en regard des températures diurnes toujours élevées et souvent trop élevées au mois de juillet par exemple. Cette station est en classe 3 pour les céréales.

A Glaris (fig. 4) les jours de pluie et les quantités d'eau sont toujours largement en excès. Même les températures sont souvent trop basses malgré l'altitude faible. La très haute fréquence des excès de précipitations, le climat humide et frais ne permettent pas la culture des céréales dans des conditions acceptables. Cette station est en classe 5 pour les céréales, le blé en particulier.

A Lugano (fig. 5), les excès de quantité de précipitations sont fréquents au cours des 59 années considérées. Les excès sont moins marqués pour les jours de pluie. Par contre, les déficits de jours de pluie sont modérément fréquents, ce qui signifie qu'il y a des périodes de sécheresse. Ces relations s'expliquent naturellement par le fait qu'au Tessin, en général, la densité des précipitations est élevée (quantité et fréquence). C'est-à-dire que des averses généreuses tombent en peu de temps. Entre ces pluies violentes, des périodes de sec plus ou moins prononcées se manifestent. Ces conditions sont beaucoup moins défavorables pour les céréales que l'humidité persistante de Glaris, d'autant plus que les températures sont favorables, même si parfois elles sont trop élevées. Lugano se trouve finalement en classe 3 pour les céréales si l'on tient compte de tous ces facteurs et si on fait le bilan de la "qualité" des années considérées séparément.

### 2.3.3 Exemples: herbages

Parmi les trois exemples retenus pour les herbages, Thoune (fig. 9) est la station météorologique dont les conditions dans leur ensemble s'écartent le moins souvent des seuils fixés pour cette culture. Cette station est en classe 1.

Les données de Bâle-Binningen (fig. 7) montrent que le climat de cette zone est souvent trop sec pour la croissance herbagère. Même si les conditions de récolte sont généralement bonnes grâce à ce climat modérément séchard, le potentiel naturel de production fourragère est sérieusement diminué par rapport à des zones plus humides et possédant la même période de végétation. C'est pourquoi Bâle est finalement en classe 3 pour les herbages.

Pour Glaris (fig. 8), les excès de jours de pluie surtout sont élevés et ont une répercussion sur les conditions de récolte. Mais le rythme de production des herbages est par contre toujours assuré grâce à l'eau à disposition et aux températures modérées.

Ces caractéristiques autorisent de grosses productions de matière sèche. Par contre, il faut que les exploitations soient très bien équipées pour la récolte et le conditionnement du fourrage afin de pouvoir mettre en valeur ce haut potentiel de production herbagère. C'est pourquoi, en considérant l'ensemble de ces particularités et en faisant le décompte des années de diverses "qualités", Glaris est tout de même en classe 2 pour les herbages.

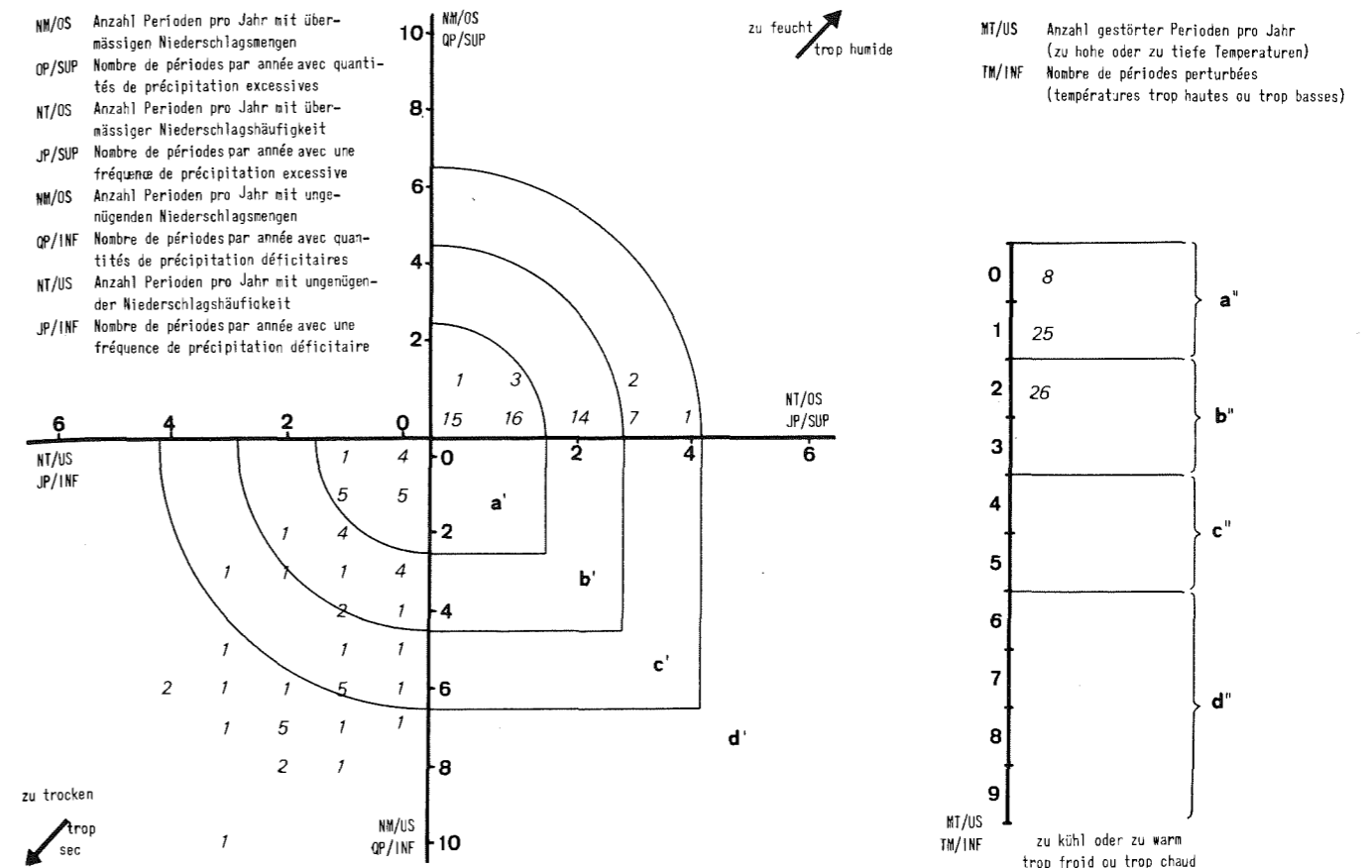


Abbildung 7: Basel-Binningen (317 m), Klasse 3 (geeignet) für Futterbau  
Figure 7: Bâle-Binningen (317 m), classe 3 (moyen) pour herbages

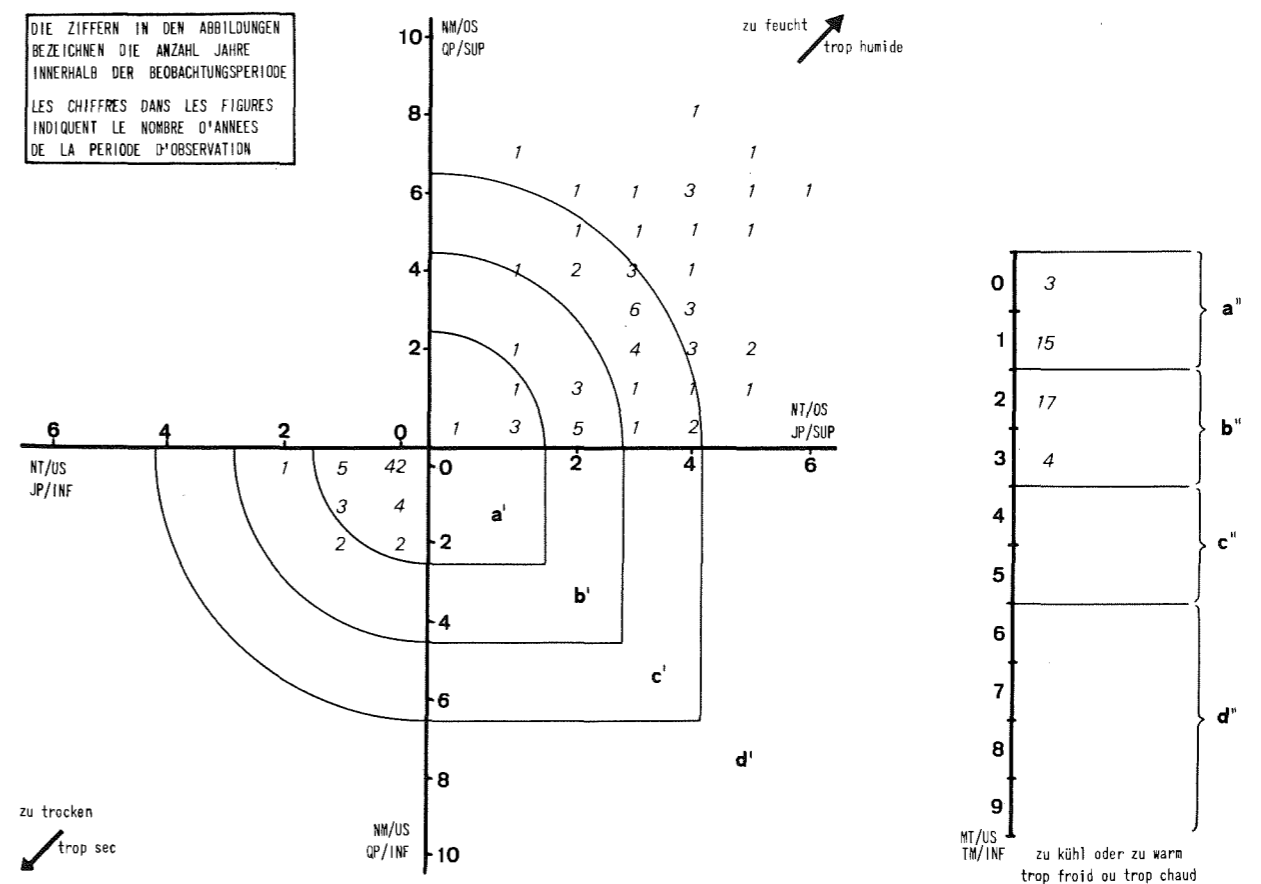


Abbildung 8: Glaris (503 m), Klasse 2 (günstig) für Futterbau  
Figure 8: Glaris (503 m), classe 2 (favorable) pour herbages

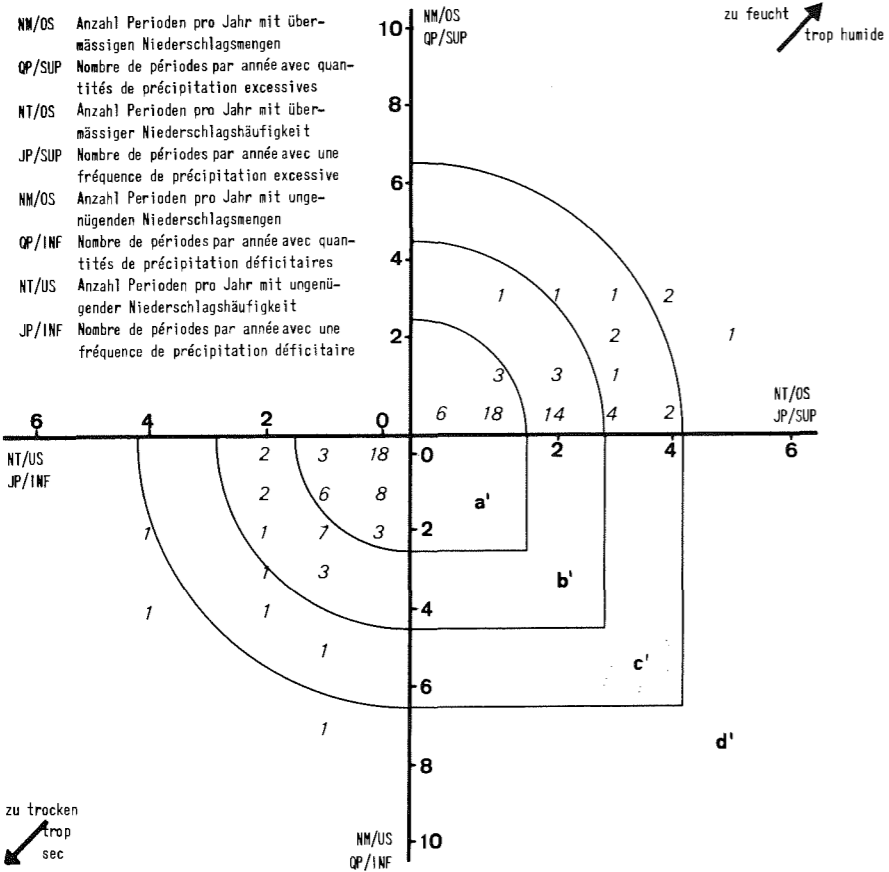


Abbildung 9: Thun (560 m), Klasse 1 (sehr günstig) für Futterbau  
 Figure 9: Thoune (560 m), classe 1 (très favorable) pour herbages

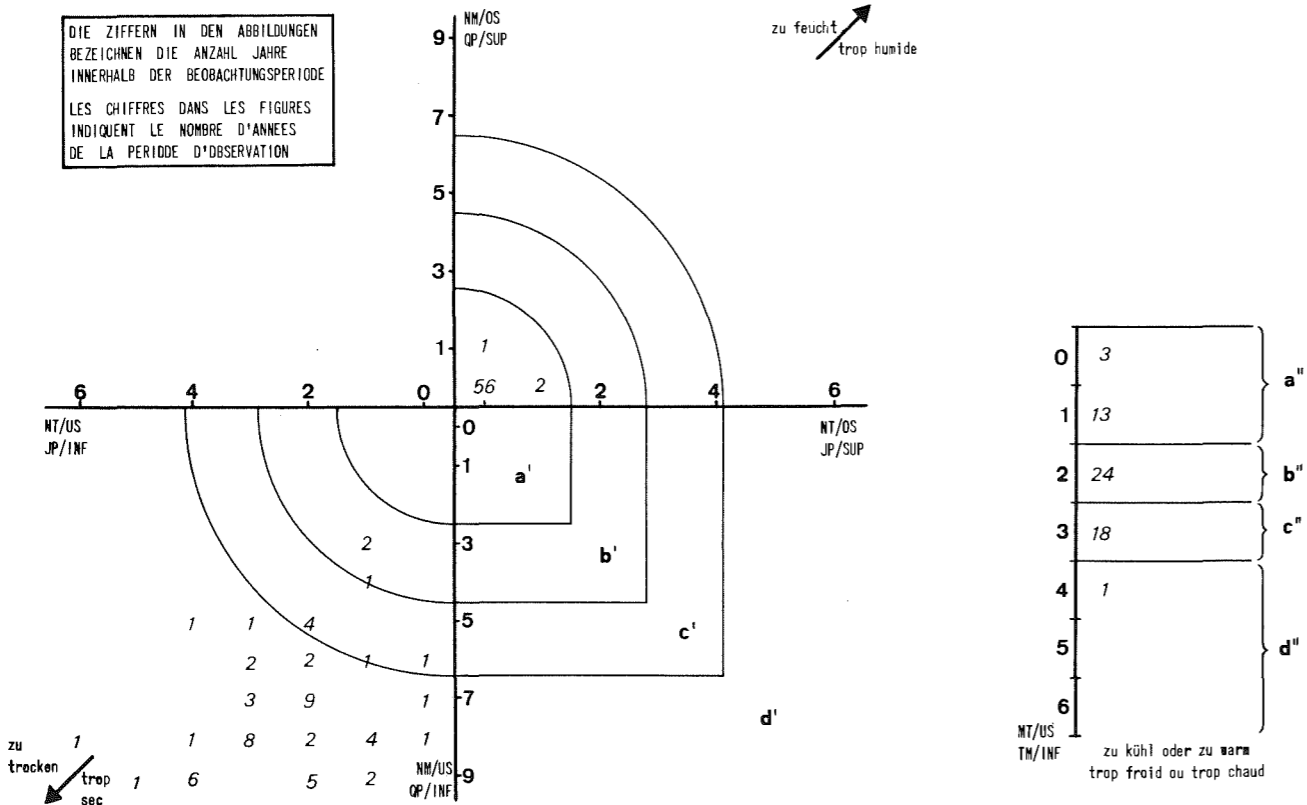


Abbildung 10: Sitten (549 m), Klasse 4 (wenig geeignet) für Kartoffeln  
 Figure 10: Sion (549 m), classe 4 (peu favorable) pour les pommes de terre

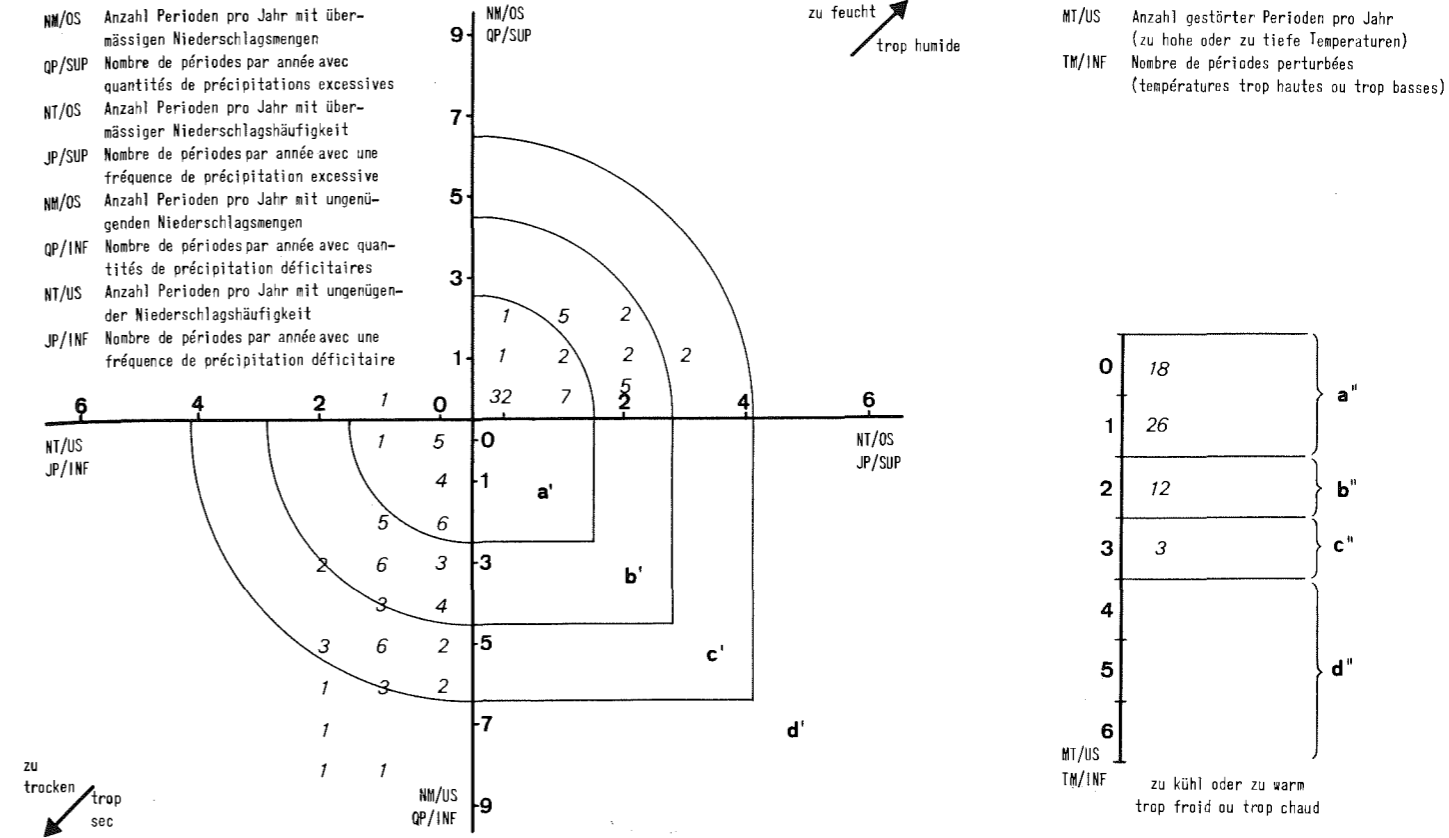
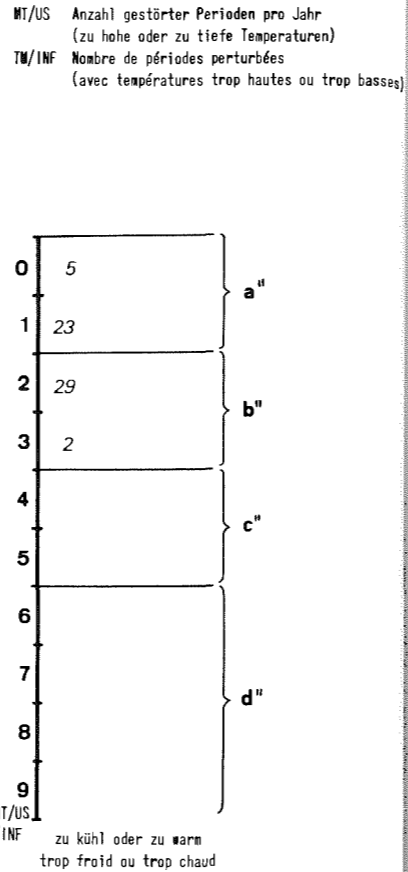


Abbildung 11: Schaffhausen (451 m), Klasse 3 (geeignet) für Kartoffeln  
 Figure 11: Schaffhouse (451 m), classe 3 pour les pommes de terre

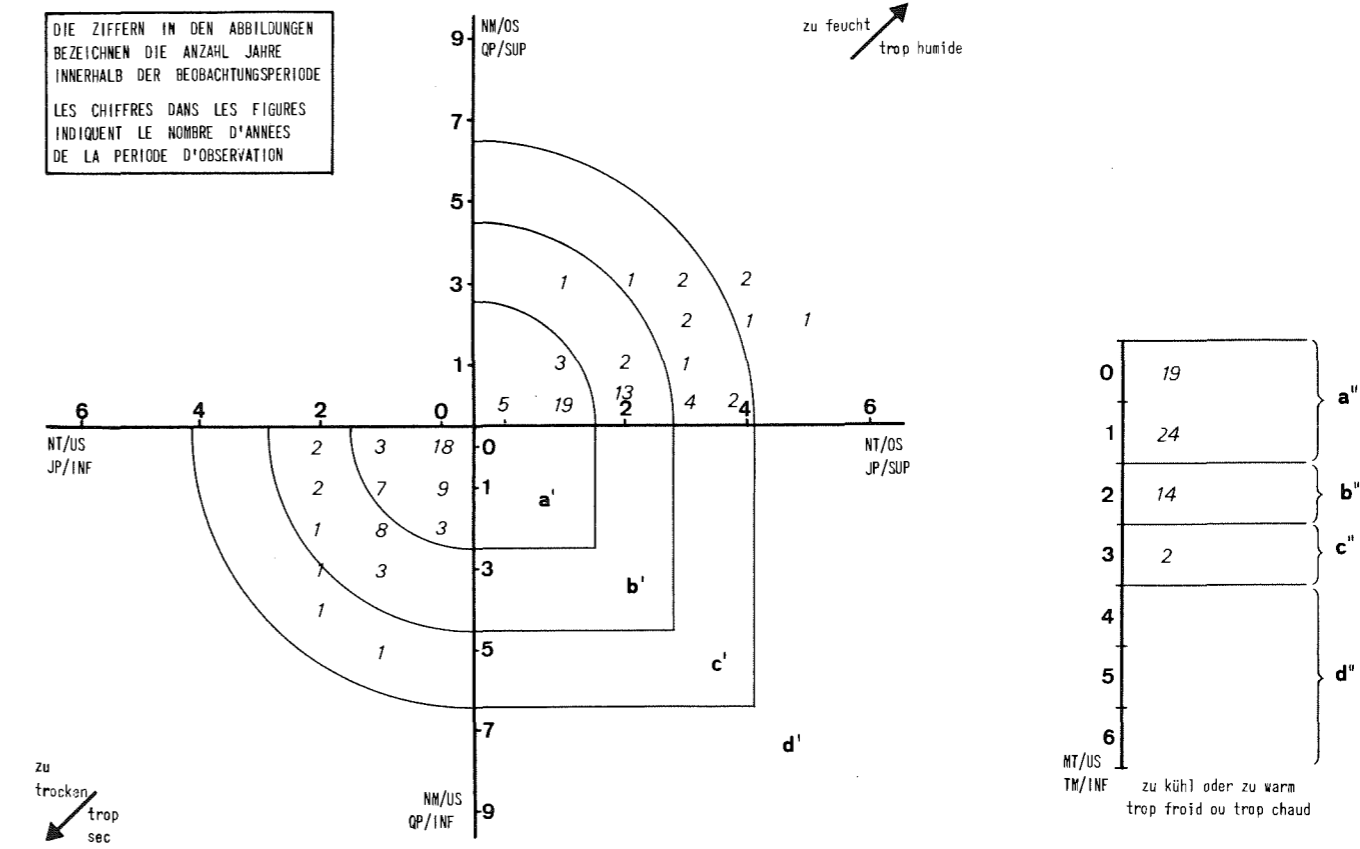


Abbildung 12: Thun (560 m), Klasse 1 (sehr günstig) für Kartoffeln  
 Figure 12: Thoune (560 m), classe 1 (très favorable) pour pommes de terre



#### 2.3.4 Exemples: Pommes de terre

Des trois stations considérées comme exemples pour les pommes de terre, Thoune (fig. 12) est celle dont les chiffres s'écartent le moins souvent des seuils fixés pour les 59 années considérées. Le régime pluviométrique équilibré et les températures modérées en été conviennent la plupart du temps à ce genre de culture. Les récoltes peuvent généralement s'effectuer dans de bonnes conditions.

A Sion par contre (fig. 10), les déficits systématiques de quantités d'eau sont défavorables à de grosses productions de tubercules commercialisables. Même avec l'arrosage, les conditions naturelles ne peuvent pas être complètement corrigées, car les températures sont souvent excessives dès le mois de juin. Des plantations précoces ne sont guère possibles non plus, car les risques de gels nocturnes sont élevés jusque tard au printemps surtout en plaine. C'est pourquoi cette station est en classe 4 pour les pommes de terre.

Pour Schaffhouse (fig. 11), les quantités d'eau apportées par les précipitations sont assez souvent déficitaires, mais une bonne répartition des jours de pluie est assurée. Les températures sont le plus souvent favorables car les maximums diurnes ne sont pas trop élevés en été. Les rendements des cultures de pommes de terre étant néanmoins très sensibles aux manques d'eau, nous avons finalement attribué cette station à la classe 3.

#### 2.3.5 Classement des stations météorologiques

Pour les 85 stations météorologiques complètes (avec les moyennes mensuelles des quantités et des fréquences des précipitations ainsi que des températures) et importantes de notre pays, nous avons donc analysé les 59 années (1902 - 1960) séparément pour chacune des trois cultures principales (céréales, pommes de terre, herbages). La classification s'est finalement faite par culture d'après les proportions d'années jugées bonnes, moyennes, mauvaises ou inaptes pour chaque culture (voir grande légende au dos de la carte des aptitudes climatiques, tableau 3.1 à 4.3.3 JEANNERET et VAUTIER 1977b).

La figure 13 illustre schématiquement la manière dont nous avons procédé pour les céréales (blé) en prenant comme base le nombre d'années mauvaises ou inaptes pour cette culture. Nous avons intentionnellement assimilé les années inaptes aux mauvaises dans ce schéma afin de le simplifier.

Nous avons ensuite fait le même classement pour toutes les stations pluviométriques (environ 200) en nous basant sur les données à disposition relatives aux quantités d'eau et aux jours de pluie.

Pour les conditions thermiques, nous avons procédé par extrapolation d'après les stations météorologiques complètes, par région, en particulier en fonction de l'altitude et des niveaux thermiques des cartes de SCHREIBER et alii (1977).

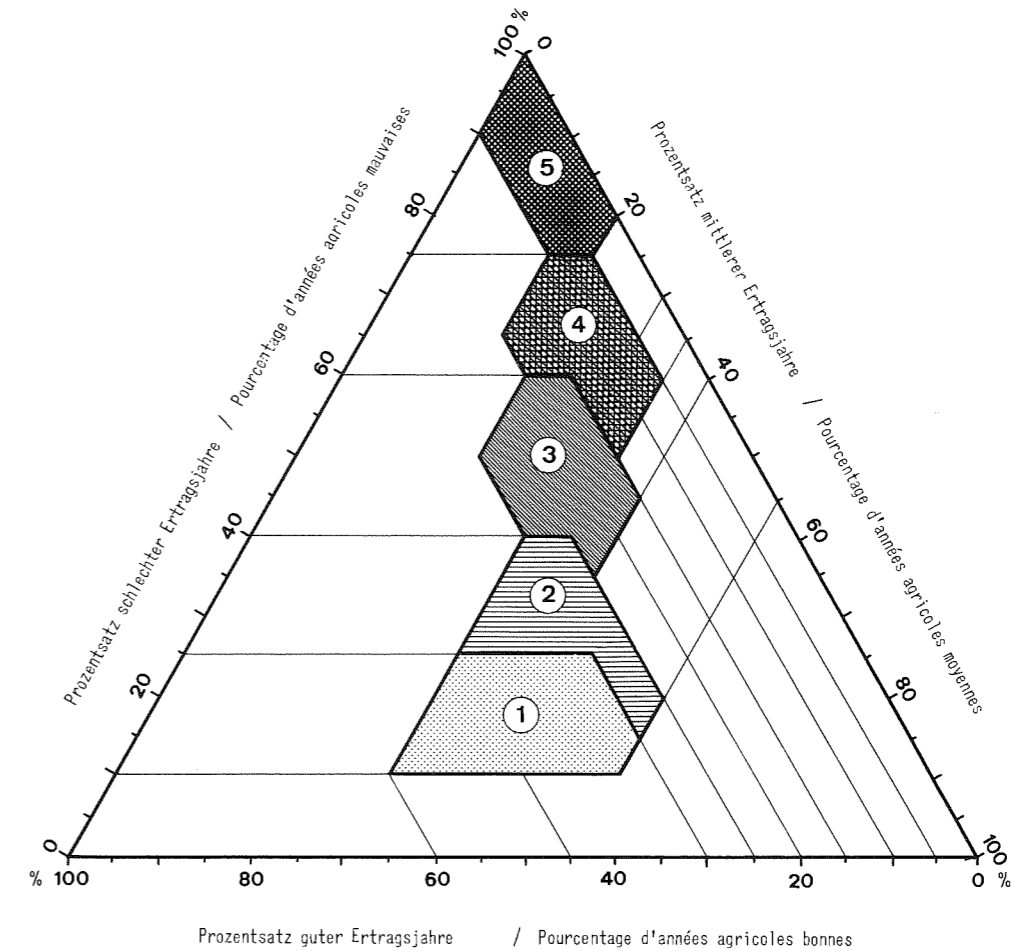


Abbildung 13: Klimaeignung für Getreide in Abhängigkeit der Häufigkeit guter, mittlerer und schlechter Ertragsjahre. Die Tabelle 2 erläutert die Eigenschaften der fünf ausgeschiedenen Klimaeignungsklassen. Siehe auch die Legende auf der Rückseite der Klimaeignungskarten (JEANNERET und VAUTIER 1977b)

Figure 13: Aptitudes climatiques pour céréales par rapport à la fréquence des années bonnes, moyennes et mauvaises. Le tableau 2 explique les propriétés des cinq classes d'aptitude désignées. Voir aussi la légende au dos des cartes d'aptitudes climatiques (JEANNERET et VAUTIER 1977b)

Tabelle 2: Klimaeignungsklassen für Getreide in Abhängigkeit guter, mittlerer und schlechter Ertragsjahre (für die Periode 1902 bis 1960, teilweise bis 1972)

Tableau 2: Classes d'aptitudes climatiques pour céréales par rapport aux années bonnes, moyennes et mauvaises (pour la période de 1902 à 1960, en partie à 1972)

Klasse Classe	Klimaeignung Aptitudes climatiques	Häufigkeit (%) / fréquence (%)		
		Gute Jahre Bonnes années	Mittlere Jahre Années moyennes	Schlechte Jahre Années mauvaises
1	sehr geeignet très favorable	30 - 60	30 - 55	10 - 25
2	günstig favorable	25 - 45	30 - 55	25 - 40
3	geeignet moyen	15 - 30	20 - 40	40 - 60
4	wenig geeignet peu favorable	5 - 20	15 - 35	60 - 75
5	begrenzt/schlecht marginal/mauvais	0 - 10	0 - 20	75 - 100

Pour les trois cultures complémentaires que nous avons considérées, c'est-à-dire le maïs-grain, les dérobées d'été et les cultures spéciales, nous n'avons pas procédé de la même manière pour établir le classement.

Nous nous sommes basés sur des travaux antérieurs pour le classement d'après les chances de maturation de différentes variétés de maïs-grain. (PRIMAULT 1972a)

Pour les dérobées d'été, nous avons tenu compte de la période de végétation.

Les régions où les récoltes des céréales sont tardives n'offrent généralement pas de bonnes possibilités de production pour des dérobées d'été car le nombre de jours de croissance est trop limité. En outre, nous avons tenu compte des risques de sécheresse estivale et automnale, car la productivité des dérobées d'été précoces, lors qu'elles souffrent du sec et de la chaleur, est restreinte même dans les zones à longue période de végétation. Les arrosages permettent néanmoins de corriger en partie le manque d'eau mais ce n'est guère rentable le plus souvent.

Pour les cultures spéciales, nous n'avons retenu que le nombre de possibilités offertes d'après les données fournies par la pratique. Une zone dans laquelle prospèrent la vigne, l'arboriculture, les cultures maraîchères etc. est évidemment plus riche que les zones où le choix est restreint. Dans notre pays, cette polyvalence est fonction du régime thermique d'une part et du régime pluviométrique d'autre part. Localement, les aptitudes diffèrent en fonction de l'exposition, de l'ensoleillement et des sols.

Les tableaux 3.4. à 3.6. de la légende détaillée au dos de la carte de synthèse (JEANNERET et VAUTIER 1977b) résument les modes de classement retenus pour ces trois genres de culture.

L'appréciation des aptitudes climatiques de chaque station du réseau étant ainsi faite pour les six genres de cultures considérés, il s'agissait de faire la synthèse de ces données pour élaborer un classement en 20 zones d'aptitudes générales pour l'agriculture en vue d'une représentation cartographique.

Les alinéas 3.4.2. et 3.4.3. résument et illustrent la manière dont les 20 zones d'aptitudes de la carte de synthèse ont été distinguées en fonction des combinaisons d'aptitudes rencontrées pour les différentes cultures dans les stations du réseau météorologique suisse.

Chaque station météorologique ou pluviométrique du réseau a en effet ses particularités propres et nous devons rassembler dans une même zone celles dont les caractéristiques peuvent être jugées équivalentes du point de vue pratique en agriculture.

### 3. AUSWERTUNG DES METEOROLOGISCHEN BEOBACHTUNGSMATERIALES ANALYSE DES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES

#### 3.1 VORHANDENE KLIMATOLOGISCHE ARBEITEN

##### 3.1.1 Ziele des Literaturstudiums

Für die Erarbeitung einer Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft sollten vorhandene klimatologische Arbeiten über die Schweiz oder Teile unseres Landes herangezogen werden. Damit konnten bestehende Erfahrungen und Kenntnisse über die klimatischen Verhältnisse in der Schweiz mitverarbeitet werden.

Ein erster Schritt der klimatischen Bearbeitung bestand deshalb aus der Sichtung aller auffindbaren Arbeiten über Klima und Wetter in der Schweiz, und zwar vor allem unter dem Gesichtspunkt von Raumplanung und Umweltschutz.

Die letzte umfassende Bibliographie zur schweizerischen Klimatologie stammt von BILLWILLER (1927). Dieses Verzeichnis erschien im Rahmen der "Bibliographie der Schweizerischen Landeskunde" und enthält Literatur, die bis 1920 erschien. Zur Zeit verfügt auch keine Bibliothek über einen umfassenden klimatologischen Ortskatalog.

Im Rahmen der vorliegenden Studie musste zuerst diese Lücke gefüllt werden. Es wurde eine Bibliographie zusammengestellt, die klimatologische und meteorologische Publikationen über die Schweiz von 1921 bis 1973 enthält. Dieses Verzeichnis wurde in die "Klimatologie der Schweiz" der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt eingegliedert (JEANNERET 1975b), zusammen mit einem "Ergänzungsverzeichnis über Synoptik, Wettervorhersage und Flugmeteorologie" (COURVOISIER 1975). Dieser Bibliographie wurden einige methodische Hinweise auf wichtige Arbeiten über Klimatologie und ihre Anwendungen vorausgeschickt. Diese Angaben werden durch zwei weitere Literaturübersichten ergänzt, die zu Problemen der Mesoklimatologie und der Phänologie vorliegen (JEANNERET 1970 und 1975c).

Die nachfolgenden Abschnitte erläutern die Ergebnisse des Literaturstudiums, soweit sie für das Verständnis des weiteren Vorgehens wesentlich sind.

### 3.1.2 Arbeiten über die ganze Schweiz

Das Klima der Schweiz wurde unter den verschiedensten Gesichtspunkten behandelt: nach einzelnen Klimaelementen (Niederschläge, Temperatur), nach komplexeren Erscheinungen (Pflanzenphänologie), nach Gefahren (Frost, Hagel), nach Wetterlagen. Im Abschnitt 3.3 der Bibliographie zur "Klimatologie der Schweiz" (JEANNERET 1975b) findet sich die Verteilung der 105 aufgenommenen Publikationen (Tabelle 2).

Eine erste umfassende Klimamonographie über die ganze Schweiz stammt von MAURER, BILLWILLER und HESS (1909/1910). Dieses klassische Werk wird durch die seit 1959 erscheinende "Klimatologie der Schweiz" (SCHWEIZERISCHE METEOROLOGISCHE ZENTRALANSTALT, seit 1959) abgelöst. In dieser Reihe werden einzelne Wetterelemente, regionale Klimate und Witterungslagen behandelt.

Für Anwendungen sind Klima-Karten besonders interessant. Sie zeigen die räumliche Verteilung von Klimatypen oder Klimaelementen. Zu den ältesten Klimakarten der Schweiz sind diejenigen von MAURER, BRUECKMANN und UTTINGER (1931) zu zählen (Bewölkung, Nebel, jährliche Wärmeschwankung, tägliche Wärmeschwankung, Föhn, mittlere jährliche Tagesminima der Niederschläge). Seither sind zahlreiche Karten über das Klima der Schweiz veröffentlicht worden. Unter den neueren Karten sollen diejenigen aus dem "Atlas der Schweiz" hervorgehoben werden (Blätter 11 bis 13a, "Klima und Wetter I bis IV": SCHÜEPP und ZINGG 1965; UTTINGER 1967; SCHÜEPP, BOUËT, PRIMAULT, PINI und ESCHER 1970; MAEDER und SCHÜEPP 1970). Dieser Karten fassen viele Aspekte des klimatischen Geschehens in unserem Lande zusammen. In letzter Zeit wurden zudem vermehrt angewandte Klima-Karten produziert, zum Beispiel über die Klimaeignung für die Landwirtschaft (MAEDER 1970), über die Klimaeignung für Siedlung und Erholung (MAEDER 1970), über die Ausreifwahrscheinlichkeit von Körnermais (PRIMAULT 1972).

Klimakarten der ganzen Schweiz wurden meist in den Massstäben 1:500 000 bis 1:2 Millionen publiziert, einige Blätter im Massstab 1:300 000, eine einzige Karte im Massstab 1:200 000 (Wärmegliederung von SCHREIBER et alii, 1977).

Für die vorliegende Studie müssen die Ergebnisse im Massstab 1:100 000 (Arbeitskarte) bzw. 1:200 000 (publizierte Karte) dargestellt werden können. In solchen Fällen genügen die kartierten Klimaunterlagen auf nationaler Ebene nicht, sondern man wird auch auf die zahlreichen regionalen und lokalen Arbeiten zurückgreifen.

### 3.1.3 Regionale und lokale Arbeiten

Die Bibliographie zur "Klimatologie der Schweiz" (JEANNERET 1975b) enthält Karten im Massstab 1:1 Million, die die Verteilung von lokalen und regionalen Arbeiten zeigen. Die Schweiz wurde bisher in recht unterschiedlicher Dichte klimatologisch erfasst und bearbeitet. Da diese Gegebenheiten für die Kartierung eine Rolle spielen (Kapitel 4), soll hier die Verteilung der regionalen und lokalen Arbeiten charakterisiert werden. Dabei handelt es sich nur um Hinweise, die Literatur mit allen bibliographischen Details ist in JEANNERET 1975b zusammengestellt.

Seit einiger Zeit werden die grossen Agglomerationen im allgemeinen intensiv erfasst, heute oft im Rahmen städtisch-klimatischer Forschungsprogramme (zum Beispiel Zürich, Basel, Genf, Bern). In einigen Fällen erscheinen die Ergebnisse und Auswertungen nur als verwaltungsinterne Rapporte. Die Städte verfügen oft über die längsten Beobachtungsreihen (Basel seit 1755, Genf seit 1768).

In ländlichen Gebieten sind vor allem Anbaubedingungen (zum Beispiel für Intensivkulturen, Weinbaugebiete) Gegenstand besonderer Untersuchungen (Walliser Rhonetal, Nordufer der Seen). Seit einigen Jahren werden für die Planung klimatologische Unterlagen bereitgestellt (Kantone Waadt und Bern). Erholungsgebiete und insbesondere Kurorte werden im Hinblick auf Reiz- und Schonklimate untersucht (Davos, Arosa, Engadin, Tessin, Montana, Adelboden). Für einige Seen wurde die klimatische Wirkung auf das Umland festgestellt (Bodensee, Zürichsee, Neuenburgersee, Genfersee, Luganersee, Langensee). Der Föhn und seine Wirkungen wurde in einigen besonders betroffenen Alpentälern beschrieben (Rheintal, Linth-Tal, Urner Reusstal, Walliser Rhonetal). Spezielle Klimate wie das mediterrane Klima der Alpensüdseite (Tessin, Mesolcina, Bergell) reizen zu einer Bearbeitung. Das Klima wichtiger Beobachtungsstationen wie Hochgebirgsstationen (Säntis, Jungfraujoch) oder von Flugplätzen (Kloten, Cointrin) sind Gegenstand spezieller Untersuchungen. Grössere Bauvorhaben erfordern meteorologische Expertisen, wie beispielsweise Strassenbauten (Oberengadin), Flugplätze (Grosses Moos), Kernkraftwerke (Lucens VD, Rütli SG). Schliesslich müssen auch die zahlreichen Lokal-Klimatologen erwähnt werden, die zum Teil als Hobby einen bestimmten Raum bearbeiten (Kleintal, Valle Onsernone, Adelboden und viele andere) und damit einen höchst wertvollen Beitrag zur klimatologischen Erfassung unseres Lebensraumes leisten.

Neben diesen oft von punkthaften Beobachtungen ausgehenden Arbeiten müssen noch die Kartierungen erwähnt werden, die flächenhafte Aussagen gestatten. Geländeklimatische Karten erfordern entweder dichte Sondernetze (zum Beispiel Nebel- und Schneebeobachtungen im Kanton Bern) oder klimatische Zustandskartierungen (phänologische Aufnahmen im Kanton Waadt und in der Region Zürich).

Diese noch unvollständige Aufzählung zeigt, wie mannigfaltig die Ursachen sind, die das Interesse an einer klimatologischen Bearbeitung eines Raumes wecken können. Unterschiedliche Anwendungen bedeuten oft auch unterschiedliche Beobachtungen, Auswertungsmethoden und Interpretationen.

Im Gegensatz zu allen intensiv bearbeiteten Orten und Regionen sind jedoch noch weite Gebiete des Mittellandes (insbesondere der Kantone Freiburg, Solothurn, Aargau, Luzern, Zug, Thurgau) sowie des Juras noch nicht detailliert behandelt worden. Auch zahlreiche Alpentäler konnten klimatologisch nur ungenügend erfasst werden.

Die Tabelle 3 vermittelt eine zahlenmässige Uebersicht über die Verteilung meteorologischer und klimatologischer Publikationen über die Schweiz.

### 3.1.4 Die Einteilung der bestehenden Unterlagen

Bei der Sichtung der klimatologischen Literatur über die Schweiz wurden folgende Fragen für jede Publikation beantwortet:

- Welchen Ort oder welchen Raum betrifft die Arbeit?
- Welche Klimaelemente wurden behandelt?
- Ueber welche Zeitdauer wurden Beobachtungen bearbeitet?
- Welches Ziel verfolgte die Arbeit, welche Anwendungen sind vorgesehen?
- Werden Ergebnisse auf Karten dargestellt?
- Inwiefern eignet sich die Arbeit für eine Anwendung im Bereich Raumplanung - Umweltschutz?

Die Bibliographie zur "Klimatologie der Schweiz" (JEANNERET 1975b) umfasst nicht nur eine nach Autoren alphabetisch geordnete Liste, sondern auch räumliche Ueber-

Tabelle 3: Uebersicht über die räumliche Verteilung meteorologischer und klimatologischer Publikationen über die Schweiz. Da einzelne regionale und lokale Arbeiten unter verschiedenen Rubriken mehrmals aufgeführt werden können, stimmt die Summe der Kolonnen mit dem Total nicht überein. Die Anzahl Publikationen wurde anhand der Bibliographie zur "Klimatologie der Schweiz" (JEANNERET 1975b) bestimmt.

Tableau 3: Aperçu de la répartition géographique des publications météorologiques et climatologiques en Suisse. Comme quelques travaux régionaux et locaux figurent sous plusieurs rubriques, la somme des colonnes ne correspond pas au total. Le nombre des publications a été déterminé à l'aide de la bibliographie de la "Climatologie de la Suisse" (JEANNERET 1975b).

Raum Etendue	Anzahl Publikationen	
	total	davon mit Karten
	nombre de publications	
	total	dont avec cartes
1. Ganze Schweiz/Suisse entière	105	35
2. Landesteile/Paysages principaux		
Jura	3	-
Mittelland/plateau	9	1
Ostschweiz - Bodenseegebiet	13	-
Alpen/alpes	65	4
Suisse romande	6	-
3. Regionale und lokale Arbeiten (nach Kantonen) Travaux régionaux locaux (par canton)		
Aargau	6	-
Appenzell	5	1
Basel	59	2
Bern/Berne	35	8
Freiburg/Fribourg	4	-
Genève	21	1
Glarus	14	-
Graubünden	106	3
Luzern	3	1
Neuchâtel	20	-
St. Gallen	9	1
Schaffhausen	1	-
Schwyz	4	-
Solothurn	-	-
Thurgau	2	-
Tessin	100	3
Unterwalden	1	-
Uri	8	-
Vaud	56	6
Wallis/Valais	64	3
Zug	-	-
Zürich	50	5
<b>Total</b>	<b>747</b>	<b>74</b>

sichten, die die Arbeiten nach Landesteilen und nach Kantonen aufführen (analog zu Tabelle 3). Diese Uebersichtstabellen enthalten auch Angaben über die in den Arbeiten behandelten meteorologischen Beobachtungen (Art, Zeitdauer) sowie über die Anwendungsmöglichkeiten. Dies soll dem Benutzer - Meteorologen, Klimatologen, Geographen, Naturwissenschaftler, Agronomen, Techniker, Planer, Umweltschutz-Spezialisten - gestatten, rasch eine Uebersicht über vorhandene Grundlagen über ein bestimmtes Gebiet der Schweiz zu gewinnen.

Schliesslich werden auch Hinweise auf methodisch speziell interessante Arbeiten aus dem In- und Ausland gegeben. Sie sind unter folgenden Stichworten zu finden: Raumplanung, Umweltschutz, Landwirtschaft, Siedlung, Klimatologie, Lebewelt, Phänologie, Fernerkundung, elektronische Datenverarbeitung.

Die erwähnte Bibliographie enthält total 761 Titel, davon 747 über das Klima der Schweiz (Tabelle 3). Vollständigkeit wurde für meteorologische und klimatologische Literatur über die Schweiz von 1921 bis 1973 angestrebt, wobei nur publizierte und somit allgemein zugängliche Arbeiten aufgenommen wurden. Es liegen allerdings noch zahlreiche unveröffentlichte Arbeiten vor, die regional von Interesse sind (Manuskripte, Expertisen, Planungsgrundlagen und so weiter). Diese Unterlagen sind nur schwer zugänglich: in ausgewählten Bibliotheken, bei spezialisierten Institutionen, bei den Auftraggebern der Verwaltung und der Industrie. Nun sind aber Klima, Wetter und Luft ein öffentliches Gut. Demnach muss auch die Forderung aufgestellt werden, dass Kenntnisse über dieses Gut allgemein zugänglich gemacht werden müssen (siehe auch MAUNDER 1970 und 1976).

### 3.1.5 Probleme der Verwendung vorhandener Unterlagen

Grundsätzlich stellen sich bei der Verwendung vorhandener Unterlagen (Datenmaterial, Auswertungsergebnisse, Karten) für die Erarbeitung grossräumiger klimatologischer Grundlagenkarten folgende Probleme:

#### Beobachtungsart

Solange Beobachtungsmaterial der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt verwendet wird, sind die Werte verschiedener Arbeiten miteinander vergleichbar. In diesem Fall wurden die meteorologischen Beobachtungen mit gleichartigen Instrumenten nach derselben Anleitung und zur selben Tageszeit ausgeführt.

Ist dies jedoch nicht der Fall, müssen die verschiedenen Beobachtungsmethoden berücksichtigt werden. Sondernetze (für landwirtschaftliche, lufthygienische, verkehrstechnische oder andere Zwecke) werden oft nach ganz bestimmten Bedürfnissen ausgerichtet, die die Beobachtungsmethode und somit in den meisten Fällen auch die Beobachtungsergebnisse beeinflussen.

#### Beobachtungsperiode

Die Beobachtungsperioden, die verschiedenen Arbeiten zugrunde gelegt werden, unterscheiden sich voneinander in Dauer und Zeitpunkt. Wenn es sich um langjährige Reihen handelt (30 Jahre und mehr), so ist dieser Nachteil weniger gewichtig. Andernfalls sollten Klimaschwankungen im Verlauf der Periode berücksichtigt werden.

#### Stationsdichte

Für die Kartierung von klimatischen Elementen sind natürlich besonders solche Arbeiten wertvoll, die Beobachtungswerte mehrerer Stationen verarbeiten. Dabei spielt die räumliche Dichte der Stationen eine wesentliche Rolle. Besonders günstig sind Arbeiten, deren Ergebnisse auf Karten dargestellt werden. Dabei sind Massstab, Generalisierungsgrad sowie angewandte Interpolations- und Extrapolationsmethoden wesentlich.

#### Interpretation

Gemäss den Zielsetzungen verschiedener Arbeiten können die Interpretationen der Ergebnisse unterschiedlich ausfallen. Dies darf nicht ausser Acht gelassen werden, wenn die Folgerungen mehrerer Arbeiten miteinander in Beziehung gebracht werden.

Abschliessend muss betont werden, dass eine vergleichende Verwendung mehrerer Arbeiten in vielen Fällen heikel ist. Sehr oft gestatten regionale Arbeiten eine zuverlässige Differenzierung innerhalb des Arbeitsgebietes: es werden klimatische Grenzen charakterisiert, die auch in andern Zusammenhängen auftreten können.

### 3.2 METEOROLOGISCHES BEOBACHTUNGSMATERIAL

#### 3.2.1 Die Beobachtungen der Meteorologischen Zentralanstalt

Seit dem Jahr 1864 werden in der ganzen Schweiz systematisch meteorologische Messungen und Beobachtungen durchgeführt und gesammelt. Dieses Stationsnetz, das vorerst von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft betrieben wurde, ging 1880 an die neu gegründete Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt (MZA) mit Sitz in Zürich über. An etwa 80 bis 130 Stationen werden täglich drei mal Wetterbeobachtungen angestellt. Dazu kommen 300 bis 500 Regenmess-Stationen, die täglich die gefallenen Niederschläge messen (SCHNEIDER 1964, SCHÜEPP 1964). Seit 1864 haben sich allerdings die Beobachtungsnetze ständig gewandelt: Stationen wurden verlegt, neue Stationen gegründet und andere aufgehoben. Im Anhang zur klimatologischen Bibliographie werden in einer Liste und einer Karte die Änderungen der Beobachtungsnetze im Zeitraum von 1864 bis 1973 zusammengefasst (JEANNERET 1975b).

Ein wesentlicher Vorteil dieser Beobachtungsreihen liegt in der Kontinuität des Betriebes. Weder die Messinstrumente noch die Beobachtungsanleitungen haben sich sehr wesentlich geändert. Die Beobachter und die Stationen werden von Inspektoren der Meteorologischen Zentralanstalt ständig überwacht, so dass für die Einheitlichkeit der Beobachtungen eine gewisse Gewähr besteht.

Die Stationsdichte ist in der Schweiz nicht überall sehr gleichmässig. Der Aufgabe der Meteorologischen Zentralanstalt entsprechend ist sie so gehalten, dass sie eine meteorologische und klimatologische Uebersicht über das ganze Land vermittelt. Die gegenwärtige Stationsdichte der Beobachtungsnetze kann jedoch regional- und lokal-klimatischen Ansprüchen nicht immer genügen.

Jede Beobachtungsstation sollte für ein gewisses Umland repräsentativ sein. Die Stationsstandorte sind aber ganz bestimmten lokalklimatischen Einflüssen ausgesetzt, die sich nicht immer isolieren lassen, die jedoch bei der Interpretation der Beobachtungsergebnisse berücksichtigt werden müssen: Wechsel der Stationsaufstellung in kleinem Umkreis (innerhalb einer Ortschaft, vergleiche Abschnitt 3.2.4), Wachstum der Städte (allmählicher Uebergang einer Land- zu einer Stadtstation bei gleichbleibendem Standort, Akzentuierung des Stadtklimas), Änderungen von Vegetation und Ueberbauung rund um die Station. Es sind vor allem stadtnahe Stationen und Stadtstationen, die diesen Wandlungen besonders unterworfen sind (UTTINGER und SCHÜEPP 1951).

Die Beobachtungsergebnisse werden für die ganze Schweiz von der Meteorologischen Zentralanstalt veröffentlicht (siehe Abschnitt 1.3.1 der Bibliographie zur "Klimatologie der Schweiz, JEANNERET 1975b: 6): täglich im "Wetterbericht" (für eine Auswahl von meteorologischen Stationen), monatlich in den "Monatsberichten" und jährlich in den "Annalen" und den "Ergebnissen der täglichen Niederschlagsmessungen". Systematische Auswertungen über mehrere Jahrzehnte werden in der "Klimatologie der Schweiz" als Beihefte der "Annalen" publiziert (SCHWEIZERISCHE METEOROLOGISCHE ZENTRALANSTALT seit 1959).

#### 3.2.2 Auswahl der Beobachtungsdaten

Beobachtungsmaterial, das für die Erarbeitung einer Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft gemäss vorliegender Zielsetzung verwendet werden soll, muss verschiedene Bedingungen erfüllen:

- Es sind Klimaelemente zu berücksichtigen, die für das Pflanzenwachstum und den landwirtschaftlichen Pflanzenbau relevant sind.
- Es sollte eine möglichst homogene Beobachtungsreihe verfügbar sein.
- Es soll für möglichst viele Stationen eine vergleichbare Beobachtungsperiode greifbar sein.
- Die Datenmenge muss in der zur Verfügung stehenden Zeit bewältigt werden können (Beschaffung, Verarbeitung, Kartierung).

Es geht nun darum, diese Anforderungen, die von der Fragestellung her an die Beobachtungsdaten gestellt werden, mit den praktischen Möglichkeiten in Einklang zu bringen.

Als agroklimatisch relevante Wetterelemente ergeben sich nach KOBLET (1965):

- Intensität der Strahlung
- Gang der Temperatur
- Höhe und Verteilung der Niederschläge
- Bewölkung
- Luftfeuchtigkeit
- Windverhältnisse

Nach Abschnitt 2.1 sind ferner die Länge der Vegetationsperiode sowie die Schneeandauer, der Tagesgang der Temperatur und bestimmte Konstellationen von Witterungsbedingungen wesentlich.

Damit sind alle wichtigen Wetterelemente erwähnt, deren Zusammenwirken zu einem guten Teil die landwirtschaftliche Produktion bestimmen. Es ist jedoch kaum möglich, bei einer Untersuchung der Klimaeignung sämtliche Elemente zu berücksichtigen. Aus praktischen Gründen wird eine Auswahl zu treffen sein. Unter den erwähnten Wetterelementen spielen sicher die Niederschläge und die Temperatur eine wichtige Rolle für das Pflanzenwachstum. Diese Elemente werden zudem meteorologisch besonders gut erfasst. Die Methodik der Messung von Niederschlagsmengen und Temperaturen ist relativ einfach.

Als Beobachtungsperiode eignet sich aus praktischen Gründen die in der "Klimatologie der Schweiz" (SCHWEIZERISCHE METEOROLOGISCHE ZENTRALANSTALT seit 1959) oft behandelte Zeitspanne von 1901 bis 1960. Zwar wäre eine Periode wünschenswert, die bis in die Gegenwart reicht.

Das Netz der Regenmess-Stationen ist bedeutend dichter als dasjenige der meteorologischen Stationen. Die Niederschläge stellen allerdings für die meisten Kulturen das wichtigste Klimaelement dar. Aus diesem Grunde wurden die Niederschläge auch für jene Stationen ausgewertet, von welchen keine Messungen weiterer Wetterelemente vorliegen (Regenmess-Stationen). Temperatur und andere Elemente werden nur an meteorologischen Stationen gemessen.

Mit dem Mass der anfallenden Datenmengen stellt sich sofort die Frage nach den Möglichkeiten der Verarbeitung. Der Einsatz einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage war angesichts der zu erwartenden Mengen an Beobachtungsdaten unumgänglich.

Damit musste allerdings auch gerade nach bereits gelochten Daten gefragt werden, da im Rahmen der vorliegenden Studie Lochungen in grösserer Zahl nicht möglich waren. Von den bei der Meteorologischen Zentralanstalt verfügbaren Lochkarten kamen folgende in Betracht:

- Kartenart 03/13 und 04: drei tägliche Wetterbeobachtungen (ab 1971 ganzes Netz, Rückwärtslochung: ab 1966 98 Stationen, ab 1964 84 Stationen, ab 1931 20 Stationen, ab 1901 11 Stationen)
- Kartenart 33: Monatliche Temperaturmittel und -Extreme (1901 bis 1960, 91 Stationen)
- Kartenart 34: Monatliche Niederschlagsmengen (1901 bis 1960/1964/1972, 297 Stationen)
- Kartenart 35: Anzahl Niederschlagstage ( $N \geq 1,0$  mm; 1901 bis 1960, 274 Stationen)

Da die Lochkarten der Art 03/13 und 04 nicht über eine längere, einheitliche Periode verfügbar sind, wurden die Lochkarten 33 bis 35 gewählt. Das bedeutet aber, dass sich die ganze Analyse auf Monatsmittel beschränken musste. Die agroklimatischen Schwellenwerte (Abschnitt 2.2 und Tabelle 1) beziehen sich aus diesem Grund auf ganze Monate. Da aber für Monatsmittel noch keine Lochkarten mit Beobachtungen anderer Klimaelemente vorliegen, musste dieser Teil der Arbeit auf Niederschläge und Temperaturen beschränkt bleiben.

Die Lochkarten der Arten 33 bis 35 liegen für eine von der Meteorologischen Zentralanstalt getroffenen Auswahl von Stationen vor. Es handelt sich um zuverlässige Stationen, von welchen entweder Beobachtungen über die ganze Periode 1901 bis 1960 vorliegen oder mit Beobachtungen, die sich auf diese Zeitspanne reduzieren liessen. Bei der Auswahl wurde eine möglichst gleichmässige räumliche Verteilung angestrebt.

Für einen Teil der Regenmess-Stationen liegen Beobachtungen der Niederschlagsmengen bis 1964 oder 1972 abgelocht vor. Für diese Stationen liess sich die oben geforderte Verlängerung der Beobachtungsperiode verwirklichen.

### 3.2.3 Das verwendete Datenmaterial

Die Meteorologische Zentralanstalt kopierte freundlicherweise die Daten der Kartenarten 33 bis 35 auf ein Magnetband, das auf einer Computeranlage in Bern weiterverarbeitet werden konnte.

Die Verteilung der Stationen wies einige wesentliche räumliche Lücken auf, die sich besonders bei der Kartierung nachteilig ausgewirkt hätten. Deshalb wurden einige Nachlochungen vorgenommen. Allerdings musste dabei mit einigen wesentlich kürzeren Reihen vorlieb genommen werden (12 bis 60 Jahre).

Die Tabelle 4 gibt eine Uebersicht über die bezogenen und die nachgelochten Daten. Die Tabelle zeigt auch das Ausmass der zur Verwendung gelangten Daten. Trotz der auferlegten Beschränkung in Bezug auf die Stationszahl, die gewählten Klimadaten und die zeitliche Dichte (keine Termin- oder Tageswerte, sondern nur Monatsmittel) sind gewaltige Datenmengen zur Bearbeitung angefallen: total über 500'000 Monatswerte.

Im Anhang findet sich eine ausführliche Liste mit Angaben über Lage der Station und über die verwendeten Klimabeobachtungen (Anhang 2). Total standen Beobachtungsdaten von 322 Stationen zur Verfügung, davon 82 mit je mindestens 60 Beobachtungsjahren für die drei Klimaelemente.

Tabelle 4: Uebersicht über die verwendeten Beobachtungsdaten der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt

Tableau 4: Aperçu des observations météorologiques mises à disposition par l'Institut Suisse de météorologie

LOCHKARTEN-ART CARTES PERFOREES	33 (0)		Monatliche Temperaturmittel Moyennes mensuelles des températures
47 Stationen/stations		mit/avec	60 Beob.jahren/années d'obs.
1 Station/station		mit/avec	61 Beob.jahren/années d'obs.
1 Station/station		mit/avec	62 Beob.jahren/années d'obs.
41 Stationen/stations		mit/avec	64 Beob.jahren/années d'obs.
1 Station/station		mit/avec	70 Beob.jahren/années d'obs.
<b>Total</b>	<b>91 Stationen/stations</b>		

LOCHKARTEN-ART CARTES PERFOREES	34		Monatliche Niederschlagsmengen Quantités de précipitations mensuelles
6 Stationen/stations		mit/avec	60 Beob.jahren/années d'obs.
1 Station/station		mit/avec	61 Beob.jahren/années d'obs.
1 Station/station		mit/avec	62 Beob.jahren/années d'obs.
2 Stationen/station		mit/avec	64 Beob.jahren/années d'obs.
1 Station/station		mit/avec	65 Beob.jahren/années d'obs.
1 Station/station		mit/avec	67 Beob.jahren/années d'obs.
7 Stationen/stations		mit/avec	68 Beob.jahren/années d'obs.
2 Stationen/stations		mit/avec	70 Beob.jahren/années d'obs.
5 Stationen/stations		mit/avec	71 Beob.jahren/années d'obs.
271 Stationen/stations		mit/avec	72 Beob.jahren/années d'obs.
<b>297 Stationen/stations</b>			
			dazu als Nachlochungen/cartes complémentaires
2 Stationen/stations		mit/avec	12 Beob.jahren/années d'obs.
je 1 Station/station		mit/avec	23, 31, 34, 48, 50, 55, 58, 60 Beob.jahren/années d'obs.
<b>Total</b>	<b>307 Stationen/stations</b>		(wovon total 33 Einzeljahre fehlen/ dont au total 33 années manquent)

LOCHKARTEN-ART CARTES PERFOREES	35		Monatliche Anzahl Niederschlagstage ( $N \geq 1$ mm) Nombre de jours de précipitation ( $N \geq 1$ mm) par mois
<b>Total</b>	<b>274 Stationen/stations</b>	mit/avec	60 Beob.jahren/années d'obs.

### BOBACHTUNGSJAHRE UND MONATSWERTE FUER ALLE LOCHKARTEN-ARTEN NOMBRE D'ANNES D'OBSERVATION ET DE VALEURS MENSUELLES POUR TOUTES LES CARTES PERFOREES

Temperaturmittel Moyennes mensuelles	5'637	Jahre années	=	67'644	Monatswerte valeurs mensuelles
Niederschlagsmengen Quantités de précip.	21'576	Jahre années	=	258'912	Monatswerte valeurs mensuelles
Niederschlagstage Jours de précip.	16'440	Jahre années	=	197'280	Monatswerte valeurs mensuelles
<b>Total</b>	<b>43'653</b>	<b>Jahre années</b>		<b>523'836</b>	<b>Monatswerte valeurs mensuelles</b>

### 3.2.4 Kritische Bemerkungen zum Datenmaterial

Im Abschnitt 3.4 werden die Fehlerquellen der gesamten Untersuchung zusammengefasst. Auf einige Besonderheiten des Datenmaterials soll hier hingewiesen werden.

Die Problematik des Stationsstandortes wurde bereits erwähnt (3.2.1). Standortwechsel der Stationen innerhalb derselben Ortschaft sind aus den Publikationen der Meteorologischen Zentralanstalt nicht immer ersichtlich. Die Unterschiede der Beobachtungswerte zwischen zwei Aufstellungen können jedoch recht erheblich sein, wie UTTINGER und SCHÜEPP (1951) bei der Auswertung von Parallelbeobachtungen beim alten und beim neuen Gebäude der Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich feststellten. Die Distanz zwischen beiden Aufstellungen beträgt 966 m, der Höhenunterschied etwa 80 m. Das alte Gebäude befand sich an der Gloriamstrasse, das neue wurde an der Krähbühlstrasse gebaut. Die Temperaturdifferenzen betragen, von den zweijährigen Messungen (1949 bis 1951) auf langjährige Mittel (1901 bis 1940) reduziert,  $0,8^{\circ}$ . Zwischen Einzelmessungen können jedoch Differenzen bis  $2,9^{\circ}$  festgestellt werden. Der Quotient der Niederschläge Gloriamstrasse/Krähbühlstrasse betrug im zweijährigen Mittel 106, schwankte in den Monatsmitteln jedoch zwischen 98 und 118. Die Differenzen zwischen den Aufstellungen sind grösser ausgefallen als anhand der Distanz und der Höhenunterschiede erwartet werden konnte. Sie sind wohl vorwiegend auf Unterschiede der Ueberbauung und des Stadteinflusses zurückzuführen.

Es kommt vor, dass eine Beobachtungsstation in eine benachbarte Ortschaft verlegt wird. Wenn die beiden Aufstellungen vergleichbar sind, so hat die Meteorologische Zentralanstalt die beiden Reihen zu einer durchgehenden Beobachtungsperiode vereinigt. Als Beispiele sind Aesch und Hitzkirch LU, Mezzana und Coldrerio TI zu erwähnen (siehe Anhang 2).

Die nachgelochten Beobachtungsdaten (Tabelle 4) müssen mit Vorbehalt aufgenommen werden. Es handelt sich meist um recht unterschiedliche Beobachtungsperioden, die unter Umständen schwer mit den übrigen Reihen 1901 und 1960 zu vergleichen sind. Ferner sind die Beobachtungswerte nicht ganz gesichert. Es handelt sich um folgende Stationen (siehe auch Anhang 2):

Widnau SG	Courtelary BE
Kloten ZH (Zürich Flughafen)	Gerlafingen
Pfannenstiel ZH	Muri AG
Wahlendorf BE	Unterbözüberg AG
Cernier NE	Mezzana/Coldrerio TI

Die kritischen Bemerkungen, die vor allem SCHÜEPP (1960) und UTTINGER (1965) zu einzelnen Stationen anbringen, werden in der Stationsliste im Anhang 2 angeführt. Es handelt sich dabei um spezielle Angaben über Stationsstandorte, Wetterhütten oder zur Brauchbarkeit und zur Verarbeitung der Beobachtungsreihen. Gemäss diesen Bemerkungen liessen sich die Stationen in drei Kategorien einteilen. In die erste gehören vollständige meteorologische Stationen mit Beobachtungsdaten der drei verfügbaren Elemente (Monatsmittel der Niederschlagsmengen, Niederschlagstage und Temperaturen) über je mindestens 60 Jahre. Die übrigen meteorologischen Stationen und Regenmess-Stationen, bei welchen höchstens unwesentliche kritische Bemerkungen zu verzeichnen sind, gehören zur zweiten Kategorie. Schliesslich werden in der dritten Kategorie alle Stationen zusammengefasst, bei welchen wesentliche Vorbehalte angemeldet werden müssen, wie kurze Reihen, Inhomogenitäten, unsichere Ergebnisse und anderes mehr.

Diese Unterschiede müssen bei der Kartierung wie bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden, wie dies in Abschnitt 3.4.3 erläutert wird.

### 3.3 COMPUTER-AUSWERTUNG

#### 3.3.1 Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung

Die Verarbeitung des umfangreichen Datenmaterials erforderte den Einsatz einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage. Die Programmierung erfolgte durch Herrn Stefan KUNZ (Geographisches Institut der Universität Bern), der auch zu den nachfolgenden technischen Erläuterungen beigetragen hat.

Die programmiertechnische Beschreibung beschränkt sich im vorliegenden Kapitel auf Tatsachen, die für die Interpretation der Ergebnisse wesentlich sind. Genauere Unterlagen zu den Computerprogrammen (wie detailliertes Flussdiagramm und Source listing) finden sich im Anhang.

Die Computerprogramme wurden in FORTRAN IV verfasst. Die Auswertung erfolgte auf der Anlage IBM 370/158 der BEDAG in Bern (Rechenzentrum der Universität Bern).

#### 3.3.2 Die Problemstellung

Im Abschnitt 2.2 wurde ein System von agroklimatischen Perioden und zugehörigen Schwellenwerten erarbeitet. Als Klimaelemente wurden Niederschlagsmengen, Niederschlagstage und Temperaturen ausgewählt (siehe Abschnitt 3.2.2), als landwirtschaftliche Kulturen Futterbau, Getreide und Kartoffeln (siehe Tabelle 1).

Eine Periode ist eine für die betreffende Kultur signifikante Zeitdauer von einem oder mehreren Monaten. Für jedes untersuchte Klimaelement wird pro Periode je ein oberer und ein unterer Schwellenwert bezeichnet. Die wichtigste Verarbeitungsphase besteht aus einem Vergleich zwischen den Schwellenwerten und dem für die betreffende Periode entsprechenden Beobachtungswert. Liegt ein Beobachtungswert ausserhalb der Schwellenwerte (war also beispielsweise die Periode für diese Kultur zu feucht oder zu trocken), so ist diese Periode agroklimatisch "gestört", das heisst, dass die ungünstige Witterung wahrscheinlich den Ertrag dieses Landwirtschaftsjahres beeinträchtigt hat.

Dies soll an einem Beispiel erläutert werden: die Niederschlagsmengen für Getreide in Bern. Die Tabelle 5 zeigt die Zusammenstellung, die das Computer-Programm VOCLIM (siehe Abschnitt 3.3.3) produziert. Die Periode Nummer 17 (Zeile PER) umfasst die Monate Mai und Juni (Monate 9 und 10 im Landwirtschaftsjahr, Zeilen COM und FIN). In dieser Zeit sollen die Niederschläge mindestens 120 mm (Zeile MIN), aber höchstens 250 mm (Zeile MAX) betragen, damit die Periode als ungestört bezeichnet werden kann. Im Jahre 1970 regnete es im Mai 63 mm, im Juni 96 mm, zusammen also 159 mm. Diese Periode war in Bezug auf die Niederschlagsmengen für Getreide in Bern nicht gestört. Deshalb erscheint sie in der Tabelle nicht (Kolonne 17 der Zeile 70). Im Jahre 1971 dagegen regnete es im Mai 110 mm und im Juni 145 mm. Die Niederschlagsmenge dieser zu feuchten Periode ist deshalb mit 255 mm aufgeführt (Kolonne 17 der Zeile 71).





### 3.3.3 Arbeitsweise des Programmes

Mit dem speziell für die vorliegende Studie verfassten Computer-Programm VOCLIM (=VOcation CLIMatique) werden die in Abschnitt 3.3.2 beschriebenen Operationen für alle Perioden des Jahres, für alle vorhandenen Jahre und für alle Stationen durchgeführt. Die Abbildung 14 zeigt ein vereinfachtes Funktionsschema, während im Anhang 1 das vollständige Flussdiagramm zu finden ist. Für jede Station wird pro Kultur und Klimaelement eine Zusammenstellung nach dem Muster der Tabelle 5 ausgedruckt.

Zuerst werden die Beobachtungsdaten eingelesen. Dann müssen die Definitionen der Perioden und die Schwellenwerte dem Computer eingegeben werden. Diese Angaben erscheinen in jeder Stationstabelle (Zeilen PER, COM, FIN, MIN, MAX). Da im Rahmen von Landwirtschaftsjahren (September bis August) gearbeitet wird, müssen die in Kalendermonaten eingegebenen Beobachtungswerte umgruppiert werden. Anschliessend werden für jedes Jahr aus den Monatswerten die Periodenwerte berechnet (Aufsummieren der Monatswerte bei mehrmonatigen Perioden).

Nun folgt der Hauptteil, der Vergleich zwischen Periodenwerten und entsprechenden Schwellenwerten. Für jedes Jahr wird eine Zeile ausgedruckt. Die Bezeichnung des Jahres (Spalte AN) bezieht sich auf das Erntejahr, somit bedeutet beispielsweise "2" das Erntejahr 1902 und das Landwirtschaftsjahr 1901/02. Die Jahreszeile enthält die Periodenwerte, die ausserhalb der Schwellenwerte liegen. Am Ende jeder Zeile wird die Anzahl der gestörten Perioden ausgedruckt (Anzahl Perioden mit Periodenwerten über dem oberen Schwellenwert in Spalte SS, Anzahl Perioden mit Periodenwerten unter dem untern Schwellenwert in Spalte SI).

Das Ergebnis aus dem gesamten Beobachtungszeitraum wird für die einzelnen Perioden und für die ganzen Jahre zusammengefasst (Zeilen SPI, SPS, SPI%, SPS% und SES%). Das Verhältnis zwischen günstigen und gestörten Perioden über alle Beobachtungsjahre stellt eine wesentliche Grundlage für die Bestimmung der Klimateignung für die betreffende Kultur am Stationsstandort dar (siehe Abschnitt 3.4).

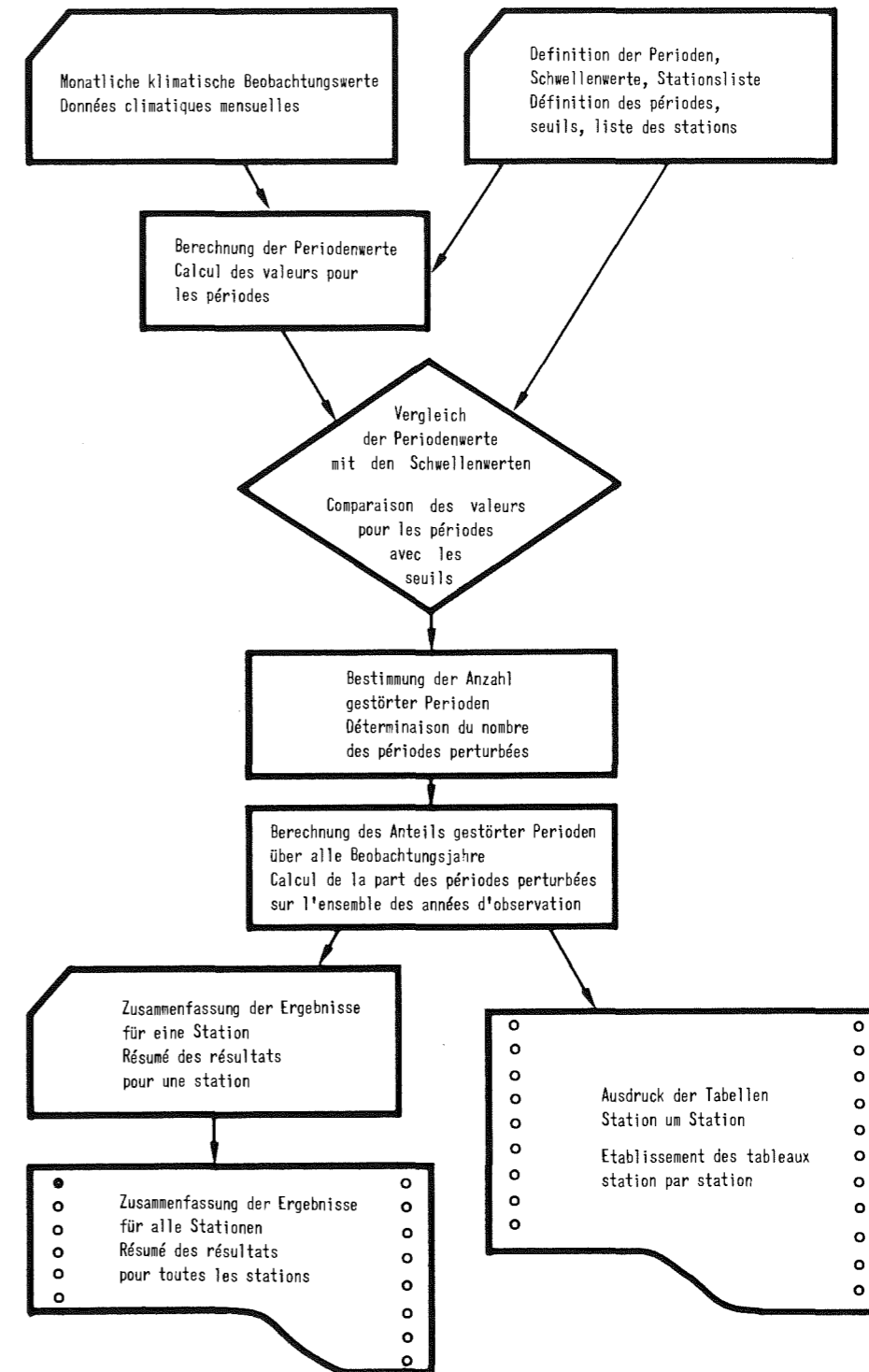


Abbildung 14: Funktionsschema der Computer-Auswertung VOCLIM (stark vereinfacht, siehe auch Anhang 1)

Figure 14: Schéma du fonctionnement de l'analyse par ordinateur VOCLIM (très simplifié, voir aussi annexe 1)

### 3.3.4 Input und Output

Im gesamten Input finden sich nur Datensätze im Lochkartenformat (Recordlänge = 80). Der Input kann auf beliebigen Datenträgern eingegeben werden, die Verarbeitung erfolgt sequentiell.

Steuerkarte (1 Lochkarte)

- Textfeld (Titel für Durchlauf)
- Anzahl Perioden
- Code für verwendete Stationsnumerierung
- Stationsnummer der ersten zu untersuchenden Station
- Stationsnummer der letzten zu untersuchenden Station
- Format der Beobachtungsdaten (VARIABLE FORMAT STATEMENT)

Perioden und Schwellenwerte (1 Record pro Periode)

- Nummer des ersten Monats der Periode
- Nummer des letzten Monats der Periode
- Unterer Schwellenwert
- Oberer Schwellenwert

Liste der Stationen (pro Station 1 Record)

- Stationsname
- Kanton
- Stationslage
- Meereshöhe
- Postleitzahl (5-stellig)
- Nummer der meteorologischen Station
- Nummer der Regenmess-Station
- Neue Stationsnummer MZA

Jahresdaten (pro Jahr 1 Record)

- Kartenart, bei Kartenart 33 Wetterelemente
- Stationsnummer
- Kalenderjahr
- Monatswerte (12)
- Jahreszeitenwerte (4)
- Jahreswert

Der erste Teil des Outputs besteht aus Stationstabellen (eine Tabelle pro Station und Durchlauf, siehe zum Beispiel Tabelle 5):

- Titel (Stationsname, Kanton, Stationslage, Meereshöhe, Stationsnummern, Kultur, Klimaelement)
- Tabellenkopf (Perioden und Schwellenwerte)
- Jahreszeilen (Jahr, Periodenwerte für gestörte Perioden, Anzahl gestörter Perioden über alle Beobachtungsjahre)
- Prozentwerte der Kolonnen (Häufigkeit in Prozenten)
- Häufigkeit ungestörter Perioden in Prozenten

Gleichzeitig wird pro Station und Durchlauf eine Lochkarte ausgestanzt, die Stationsnummer, Kultur, Klimaelement und prozentuale Häufigkeit der gestörten und ungestörten Perioden enthält. Diese Lochkarten werden verwendet, um zusammenfassende Listen aller Stationen auszudrucken.

Der zweite Teil des Output fasst die Ergebnisse für jede Kultur zusammen. Diese Liste mit sämtlichen Stationen enthält die Häufigkeit gestörter und ungestörter

Perioden (in Prozenten) für die drei zur Verfügung stehenden Klimaelemente (Niederschlagsmengen, Niederschlagstage und Temperaturen). Im Anhang 3 sind die Listen für die drei untersuchten Kulturen (Futterbau, Getreide und Kartoffeln) angeführt.

### 3.3.5 Durchführung der Verarbeitung

Die Daten wurden, wie bereits erwähnt, auf Magnetband von der Meteorologischen Zentralanstalt bezogen. Beim Ueberspielen vom Originalband auf ein anderes Band konnten sie nach Stationen und Klimaelementen geordnet und kontrolliert werden. Für die weitere Verarbeitung wurden die Daten jeweils auf eine Magnetplatte überspielt, die einen leichteren Zugriff gestattet.

Für die Identifikation der Stationen musste eine Liste bereitgestellt werden. Dabei wurden nicht nur die bei der Meteorologischen Zentralanstalt hauptsächlich gebräuchlichen Nummern aufgenommen (alte meteorologische Stationsnummer, alte Regenmess-Stationsnummer, neue Stationsnummer), sondern auch die auf fünf Stellen ergänzte Postleitzahl des Stationsstandortes. Letztere gestatten eine rasche Lokalisierung und die Zusammenfassung von Stationen bestimmter Regionen. Ferner wurden auch topographische Charakteristiken aufgenommen: die Meereshöhe und die Stationslage nach SCHÜEPP 1960.

Die Auswertung erforderte für jede Kultur und jedes Klimaelement einen Durchgang. Dies ergab für die drei Kulturen (Futterbau, Getreide, Kartoffeln) und die drei Klimaelemente (Niederschlagsmengen, Niederschlagstage, Temperaturen) total neun Durchgänge. Der Output besteht aus je einer Tabelle pro Station für jeden Durchgang (wie Tabelle 5), das heisst dass über 2000 Tabellen produziert wurden. Gemäss der verfügbaren Daten (Tabelle 4) wurden total über 130'000 Jahreszeilen ausgedruckt. Die Grundoperation (Vergleich des Periodenwertes mit den Schwellenwerten) wurde etwa 1,6 Millionen mal ausgeführt.

### 3.3.6 Kritische Bemerkungen zur Verarbeitung

Abschliessend soll auf einige Besonderheiten der Verarbeitung des Datenmaterials hingewiesen werden. Diese kritischen Bemerkungen sind vor allem bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Bei der Auswertung von Temperaturen für Getreide und Futterbau wurden zwei untere Temperaturschwellen definiert statt je einer unteren und einer oberen Schwelle. In unseren Klimabereichen bieten zu hohe Temperaturen für diese Kulturen nur selten Schwierigkeiten. Zudem sind Hitzeperioden oft nur von kurzer Dauer, so dass sie die Monatsmittel kaum wesentlich erhöhen. Kälteperioden sind dagegen deutlicher herauszulesen. Aus diesem Grund wurden für Getreide und Futterbau je eine gemässigte und eine strenge untere Temperaturschwelle bezeichnet (siehe Tabelle 1). Dies musste bei der Verarbeitung und der Interpretation der Ergebnisse entsprechend berücksichtigt werden.

Die Erträge von Wintergetreide können bereits durch die Witterung im Herbst beeinflusst werden. Deshalb wurden die Daten im Rahmen von Landwirtschaftsjahren bearbeitet, die im September beginnen und im August des nachfolgenden Kalenderjahres enden. Das bedeutet, dass jeweils das erste Beobachtungsjahr einer Station kein Landwirtschaftsjahr bildet. Somit erscheint in den Ergebnissen erst das zweite Beobachtungsjahr (meist 1902). Die Jahreszahl in den Tabellen (nach dem Beispiel der Tabelle 5) bezieht sich auf das Jahr, in welchem geerntet wurde.

Im Datenmaterial der Meteorologischen Zentralanstalt fehlen für einige Stationen einzelne Jahre aus der Beobachtungsperiode. In diesen Fällen interpretiert der

Computer den letzten vorhandenen Herbst als Teil des nächsten aufgeführten Landwirtschaftsjahres. Fehlt beispielsweise das Beobachtungsjahr 1966, so setzt sich das Landwirtschaftsjahr 1967 aus den Monaten September bis Dezember 1965 und Januar bis August 1967 zusammen. Dieses Vorgehen ist zwar nicht richtig, kann aber statistisch kaum zu wesentlichen Nachteilen führen. Auf total 43'719 Beobachtungsjahren fehlen für 33 Jahre (0,08 %) die Daten der Niederschlagsmengen.

Nicht alle Monate des Landwirtschaftsjahres haben mit ihrer Witterung denselben Einfluss auf Pflanzenwachstum und auf landwirtschaftliche Erträge. Dies wird bei der vorliegenden Untersuchung dadurch berücksichtigt, dass wichtige Monate in mehreren Perioden auftreten (siehe Tabelle 1). Dadurch ergibt sich eine Gewichtung der Monate, die bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden muss (Abschnitt 3.4). Allerdings ist diese Gewichtung in der ganzen Schweiz dieselbe, das heisst dass die Perioden für höhere und tiefere, für nördliche und südliche Gebiete gleich definiert sind. Der Zeitpunkt des Erreichens bestimmter Wachstumsphasen der Pflanzen (zum Beispiel der Reifung) und der Ereignisse des Landwirtschaftsjahres (zum Beispiel der Ernte) ist von Region zu Region verschieden. Diese Variationen konnten in der Festlegung der Perioden nicht vollumfänglich berücksichtigt werden.

Abschliessend muss auch hier darauf hingewiesen werden, dass aus rein praktischen Gründen Monatsmittel Verwendung fanden. Tageswerte hätten einen wesentlich grösseren Verarbeitungsaufwand erfordert, aber die Ergebnisse wären gesicherter und aussagekräftiger ausgefallen. Die Anforderungen an künftige Arbeiten werden in diesem Sinne im Kapitel 6 der Erläuterungen zu den Klimaeignungskarten (VAUTIER und JEANNERET 1977b) formuliert.

### 3.4. KLASSIERUNG DER STATIONEN FUER DIE HAUPTKULTUREN

#### 3.4.1 Klassierungsmethoden

Die Ergebnisse der VOCLIM-Untersuchung (siehe Abschnitt 3.3 und Anhang 3) wurden von Hand weiter ausgewertet. Wie in Abschnitt 2.3 beschrieben ist, wurden für 85 vollständige meteorologische Stationen die Landwirtschaftsjahre einzeln eingestuft. Als Beurteilungskriterien dienten die Häufigkeiten und die Beobachtungswerte der gestörten Perioden. Zeitliche Konzentrationen von gestörten Perioden wirken sich negativ aus. Es wurde auch die zeitliche Verteilung ungünstiger Perioden in Bezug auf die regionale Vegetationsentwicklung berücksichtigt. Ferner spielen ebenfalls die Periodenwerte eine Rolle, das heisst die Abweichung vom oberen oder unteren Schwellenwert.

In diesem Sinn wurden die Perioden gewichtet. Gleichzeitig wurden auch die Ergebnisse für die drei verfügbaren Wetterelemente kombiniert. Jedes Landwirtschaftsjahr wurde dabei als gut, mittel oder schlecht taxiert.

Aus der Häufigkeit guter, mittlerer und schlechter Landwirtschaftsjahre wurde die Klimaeignung der einzelnen, vollständigen Stationen für die betreffende Kultur abgeleitet. Für die übrigen meteorologischen Stationen und die Regenmess-Stationen wurde die Klimaeignung anhand der vollständigen Stationen (Daten von den drei Wetterelementen verfügbar) extrapoliert. Die Abbildung 1 vermittelt für Getreide und die ausführliche Kartenlegende (Rückseite der Klimaeignungskarte in JEANNERET und VAUTIER 1977b) für alle Kulturen eine Uebersicht über die Beziehungen zwischen der Häufigkeit guter, mittlerer und schlechter Landwirtschaftsjahre und der Einstufung der Stationen (siehe auch Abschnitt 2.3.5 und Abbildung 13).

Diese Beurteilung wurde für die drei Hauptkulturen durchgeführt: Futterbau, Getreide und Kartoffeln. Dies ergab die wesentlichen Elemente der Klimaeignung. Dazu kamen noch drei ergänzende Kulturen, die ebenfalls in die Beurteilung einbezogen wurden. Es handelt sich um Körnermais, Zwischenfruchtbau und Spezialkulturen, für welche die Klimaeignung vorwiegend aus bestehenden Grundlagen bezogen oder konstruiert wurde. Im folgenden soll kurz erläutert werden, womit die Klimaeignung für die ergänzenden Kulturen bestimmt wurde.

- Körnermais: Karten der Ausreife-wahrscheinlichkeit von Körnermais bis 15. Oktober, für ORLA 266 und ORLA 280 im Massstab 1 : 300'000 (PRIMAULT 1972) sowie für ORLA 254 im Massstab 1: 500'000 (von Dr. Ing. B. PRIMAULT, Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt Zürich, nicht publiziert).
- Zwischenfruchtbau: Vor allem nach der Dauer der Vegetationsperiode (Karte der Wärmegliederung der Schweiz im Massstab 1: 200'000 von SCHREIBER et alii 1977), sowie nach der Häufigkeit von Trockenheit, Nässe und Hitze im Sommer (abgeleitet aus der VOCLIM-Untersuchung, siehe dazu Kapitel 3 der Erläuterungen sowie Karte des Niederschlagshaushaltes (JEANNERET und VAUTIER 1977b).
- Spezialkulturen: Karte der Wärmegliederung der Schweiz im Massstab 1 : 200'000 von SCHREIBER et alii (1977) sowie Karten über Klima und Wetter und über den Pflanzenbau im "Atlas der Schweiz" (Blatt 11 - SCHÜEPP und ZINGG 1965, Blatt 12 - UTTINGER 1967, Blatt 13 - SCHÜEPP, BOUËT, PRIMAULT, PINI und ESCHER 1970, Blatt 50 - KOBLET und BRUGGER 1965). Dazu kommen Erfahrungen über die Verteilung der Spezialkulturen und über die Frostgefährdung (siehe Kapitel 2 der Erläuterungen, JEANNERET und VAUTIER 1977b).

#### 3.4.2 Kombinationen verschiedener Kulturen

Die beschriebene Beurteilung führte zu einer agro-klimatischen Einstufung jeder Klimastation gemäss der Eignung für die sechs Kulturen. Eine ausführliche Liste der Klimaeignung der Stationen für die verschiedenen Kulturen findet sich im Anhang zu JEANNERET und VAUTIER 1977b. Diese Indices bedeuten dabei (siehe auch die Legende zur Klimaeignungskarte):

##### für Futterbau (Hauptkultur)

- 1 sehr günstig (Flachland)
- 2 günstig (Flachland)
- 3 geeignet (Flachland)
- 4 geeignet, aber beschränkte Vegetationszeit (Berggebiet)
- 5 geeignet für Weiden und Wiesen (Berggebiet)
- 6 geeignet für Alpweiden

##### für Getreide und Kartoffeln (Hauptkulturen)

- 1 sehr günstig
- 2 günstig
- 3 geeignet
- 4 wenig geeignet
- 5 begrenzt

##### für Körnermais und Zwischenfruchtbau (ergänzende Kulturen)

- a günstig
- b geeignet
- c schlecht geeignet

für Spezialkulturen

- I günstig
- II geeignet
- III wenig geeignet
- IV begrenzt und ungeeignet

Die durch diese Indices bezeichneten Eignungen entsprechen klimatisch ganz verschiedenen Voraussetzungen. Diese spiegeln sich in den agroklimatischen Schwellenwerten wider (siehe Abschnitt 2.2, Tabelle 1 und Kartenlegende in JEANNERET und VAUTIER 1977b). Dies bedeutet, dass verschiedene Kombinationen von Indices für verschiedene Kulturen zu erwarten sind. Allerdings werden nicht alle theoretisch möglichen Kombinationen realisiert, da zwischen den Klimaeignungen verschiedener Kulturen oft Zusammenhänge bestehen. Beispielsweise wird ein gutes Getreideklima niemals für Futterbau völlig ungeeignet sein. In der Kombination der Eignungen der drei Hauptkulturen kommen in der Schweiz nur 36 von 216 theoretischen Möglichkeiten vor (16,7 %). Werden die Eignungen aller sechs Kulturen vereinigt, treten nur 61 von 7776 Kombinationen auf (0,8 %).

Die Tabelle 6 vermittelt eine Uebersicht über die auftretenden Kombinationen (nach Anhang zu JEANNERET und VAUTIER 1977b). Die Zahl der Stationen, die einer Klimaeignung zugeordnet werden, vertritt keinen flächenmässigen Anteil der betreffenden Zone. Dazu sind die Stationen zu wenig gleichmässig verteilt.

Die auftretenden Kombinationen wurden zu Eignungsklassen zusammengefasst. Klimatische Aehnlichkeit und Verwandtschaft waren die Kriterien, nach welchen die Zusammenfassung erfolgte. Aus praktischen Gründen und im Hinblick auf die Kartierung wurde die Zahl der Klassen auf 20 reduziert. Die Tabelle 7 zeigt die in jeder Klasse auftretenden Kombinationen. Gleichzeitig offenbart sich auch die klimatische Systematik: die Klassen werden nach der Länge der Vegetationsperiode und nach dem Niederschlagshaushalt gegliedert (siehe auch 3.4.3 und Abbildung 15).

Tabelle 6: Uebersicht über die auftretenden Kombinationen der Klimaeignung für sechs Kulturen (drei Hauptkulturen und drei ergänzende Kulturen)

Tableau 6: Aperçu des combinaisons d'aptitudes réalisées pour six cultures (trois cultures principales et trois cultures auxiliaires)

Legende / Légende

Kolonne <u>Colonne</u>	Kultur <u>Culture</u>	Klassen <u>Classes</u>
1	Futterbau herbages	1 - 6
2	Getreide céréales	1 - 5
3	Kartoffeln pommes de terre	1 - 5
4	Körnermais maïs-grain	a - c
5	Zwischenfruchtbau dérobées d'été	a - c
6	Spezialkulturen cultures spéciales	I - IV
Kolonne 7:	Anzahl Stationen mit der betreffenden Kombination	
Colonne 7:	Nombre de stations avec la combinaison en cause	

1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
1.2.1.a.a.I						6	2.1.2.a.a.I						2	3.1.3.a.a.I						1
1.2.2.a.a.I						2	2.1.2.a.b.I						5	3.1.3.a.b.I						12
1.3.1.a.a.II						12	2.1.3.a.b.I						1	3.1.3.a.b.II						1
1.3.2.a.a.II						10	2.2.1.a.a.II						9	3.1.4.a.b.I						7
1.4.3.a.b.II						3	2.2.1.b.b.II						9	3.2.2.a.b.I						2
1.4.4.a.b.II						2	2.2.2.a.a.I						19	3.2.2.b.b.II						1
1.5.4.a.b.II						6	2.2.2.a.a.II						1	3.2.3.a.b.I						2
1.5.5.a.b.II						2	2.2.2.b.b.II						12	3.2.3.b.b.II						1
							2.2.2.c.c.III						1	3.3.3.a.b.I						1
							2.2.3.c.c.III						1	3.3.3.c.c.III						1
							2.3.1.a.a.II						1	3.3.4.a.a.I						3
							2.3.1.b.b.II						5	3.3.4.a.b.I						2
							2.3.1.c.c.III						1	3.3.4.a.c.I						5
							2.3.2.b.b.II						4	3.4.4.a.b.I						3
							2.3.2.c.c.III						7	3.4.4.b.b.II						3
							2.3.3.b.b.II						1	3.4.4.b.c.II						4
							2.3.3.c.c.III						6	-----						
							2.4.3.b.b.II						1	4.3.3.c.c.IV						3
							2.4.3.c.c.III						9	4.4.3.c.c.IV						2
							2.4.4.b.b.II						1	4.4.4.c.c.IV						9
							2.4.4.c.c.III						1	4.4.5.c.c.IV						1
							2.4.4.c.c.IV						1	4.5.4.c.c.IV						21
							2.5.3.b.b.II						1	4.5.5.c.c.IV						37
							2.5.3.c.c.III						3	4.5.5.a.c.IV						1
							2.5.4.b.b.II						1	-----						
							2.5.4.c.c.III						6	5.5.5.c.c.IV						27
							2.5.4.c.c.IV						1	-----						
							2.5.5.c.c.II						2	6.5.5.c.c.IV						10
							2.5.5.c.c.III						5							
							2.5.5.c.c.IV						2							

Anzahl Stationen (Total der Kolonnen 7): 322  
 Nombre des stations (total des colonnes 7): 322

3.4.3 Gliederung der Ergebnisse

Die in Tabelle 7 dargestellten Eignungsklassen lassen sich in ein Schema gliedern, das die Länge der Vegetationsperiode (vor allem nach SCHREIBER et alii 1977) und den Niederschlagshaushalt (VOCLIM-Untersuchung, siehe Abschnitt 2.2, sowie Kapitel 3 in JEANNERET und VAUTIER 1977b) umfasst. Während die Tabelle 7 die Zusammensetzung der einzelnen Klassen zeigt, sollen die Abbildungen 15 bis 17 die Verhältnisse im systematischen Zusammenhang veranschaulichen. Die Länge der Vegetationsperiode widerspiegelt die Höhengliederung in ihrem klimatischen Zusammenhang (in den Abbildungen 15 bis 17 als Ordinate), während eine weitere Dimension durch den regionalen Niederschlagshaushalt gegeben ist (als Abszisse dargestellt). Letzterer variiert in fünf Stufen zwischen chronischer Sommertrockenheit über Ausgeglichenheit zu chronischer Nässe. Die sechste Stufe befindet sich ausserhalb dieser Abfolge, da der südalpine Niederschlagshaushalt sich durch eine besondere Unausgeglichenheit auszeichnet (siehe Kapitel 3 und Kartenlegende in JEANNERET

und VAUTIER 1977b). Der Niederschlagshaushalt ist innerhalb einer klimatischen Region einigermaßen konstant, es handelt sich um eine mesoklimatische Grösse.

Die Variationsbreite des Niederschlagsgeschehens nimmt mit der Höhe stetig ab. Während sich in den Stufen A und B je fünf Klassen bilden lassen, reduziert sich diese Zahl für die Stufen C bis E auf zwei. Das Hochgebirge (Stufen F bis H) lässt sich in Bezug auf den für die Landwirtschaft wirksamen Niederschlagshaushalt kaum mehr unterteilen. Ab Stufe C können nord- und südalpine Klimate in dieser Beziehung nicht mehr unterschieden werden.

Die Abbildung 15 soll dieses Verhältnis anschaulich zeigen. Der Gehalt der Dreiecks-Darstellung entspricht grundsätzlich demjenigen der Tabelle 7 oder der Kartenlegende. Die Zuspitzung in die Höhe soll die abnehmende Variationsbreite des Niederschlagsgeschehens, der Hang nach rechts die generelle Zunahme der Niederschläge in der Höhe andeuten. In den Abbildungen 16 und 17 wird nach demselben Prinzip die Verteilung der Klimaeignung einzelner Kulturen zu Darstellung gebracht. Dabei lassen sich die klimatischen Bedürfnisse der Kulturen an die Vegetationsdauer (die auch als Vertreter der thermischen Verhältnisse angesehen werden kann) und an den Niederschlagshaushalt (vertretend für Wasserangebot und Feuchtigkeitsverhältnisse) deutlich demonstrieren. Beispielsweise erscheint erwartungsgemäss die beste Klimaeignung für Getreide bei mässig trockenem bis ausgeglichenem Niederschlagscharakter und langer Vegetationsperiode (über 190 Tage). Für Futterbau dagegen findet sich das beste Klima bei ausgeglichenem Niederschlagsgeschehen oder bei reichlichem Wasserangebot sowie bei sehr langer Vegetationsperiode (über 210 Tage). Das Optimum für die Hauptkulturen findet sich bei Ausgeglichenheit des Niederschlagsgeschehens und langer Vegetationsperiode. Oberhalb der Stufe C reagieren alle Kulturen auf die verkürzte Vegetationsperiode. Innerhalb der Stufen A und B kann der Futterbau durch Trockenheit beeinflusst werden, während Getreide und Kartoffeln beide Extreme des Niederschlagshaushaltes wenig ertragen. Für Futterbau deutet die einfache Verteilung innerhalb des Dreiecks auf Anpassungsfähigkeit der Kultur hin, komplizierte Strukturen bei Getreide und vor allem bei Kartoffeln auf spezifischerer Ansprüche an das Klima. Der Maisbau scheint im Rahmen der schweizerischen Klimate nur durch die Länge der Vegetationsperiode, jedoch weniger durch den Niederschlagshaushalt beeinträchtigt zu werden. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass für die ergänzenden Kulturen (Abbildung 17) keine eigenen Untersuchungen angestellt wurden. Die Klimaeignung für Körnermais, Zwischenfruchtbau und Spezialkulturen musste aus verschiedenen bestehenden Grundlagen abgeleitet werden (siehe Abschnitt 3.4.1).

Viele derartige Beziehungen zwischen Eignungsklassen und Klima lassen sich aus diesen Darstellungen (Abbildungen 16 und 17) herauslesen. Konkrete Beispiele finden sich in Landschaftsprofilen bestätigt (siehe JEANNERET und VAUTIER 1977b, Abschnitt 5.5), während die räumliche Verteilung den Karten entnommen werden kann.

**Tabelle 7:** Schema der Kombination von Klimaeignungen verschiedener Kulturen zu Eignungsklassen (siehe auch Tabelle 1 der ausführlichen Legende zu den Klimaeignungskarten in JEANNERET und VAUTIER 1977b)

**Tableau 7:** Schéma des combinaisons des aptitudes climatiques de différentes cultures pour former des zones (voir aussi le tableau 1 de la légende détaillée des cartes des aptitudes climatiques de JEANNERET et VAUTIER 1977b)

**Legende**

A<sub>1</sub> Eignungsklasse  
 1.2.3 Klimaeignung für: Futterbau a.b.I (1 bis 6), Getreide (1 bis 5), Kartoffeln (1 bis 5), Körnermais (a bis c), Zwischenfruchtbau (a bis c) und Spezialkulturen (I bis IV), nach Abschnitt 3.4.2

**Légende**

A<sub>1</sub> Zone  
 1.2.3 Aptitudes pour: herbages (1 à 6), céréales (1 à 5), pommes de terre (1 à 5), maïs-grain (a à c), dérobées d'été (a à c) et cultures spéciales (I à IV), selon l'alinéa 3.4.2

**Länge der Vegetationsperiode**

A sehr lang (210 bis über 250 Tage)  
 B lang (190 bis 210 Tage)  
 C mittel (180 bis 190 Tage)  
 D beschränkt (170 bis 180 Tage)  
 E sehr beschränkt (150 bis 170 Tage)  
 F kurz (100 bis 150 Tage)  
 G sehr kurz (weniger als 100 Tage)  
 (H) unproduktiv

**Durée de la période de végétation**

A très longue (210 à plus de 250 jours)  
 B longue (190 à 210 jours)  
 C moyenne (180 à 190 jours)  
 D restreinte (170 à 180 jours)  
 E très restreinte (150 à 170 jours)  
 F courte (100 à 150 jours)  
 G très courte (moins de 100 jours)  
 (H) non productif

**Niederschlagshaushalt**

1 sehr trocken (Tendenz zu chronischer Sommertrockenheit)  
 2 trocken (Tendenz zu gelegentlicher Sommertrockenheit)  
 3 ausgeglichen  
 4 mässig feucht (Tendenz zu gelegentlicher Nässe)  
 5 sehr feucht (Tendenz zu chronischer Nässe)  
 6 unausgeglichen (südalpiner Typ)

**Régime pluviométrique**

1 très sec (tendance à la sécheresse estivale chronique)  
 2 modérément sec (tendance à la sécheresse estivale occasionnelle)  
 3 équilibré  
 4 modérément humide (tendance à l'humidité occasionnelle)  
 5 très humide (tendance à l'humidité chronique)  
 6 déséquilibré (type sud des Alpes)

		Niederschlagshaushalt			Régime pluviométrique		
		1	2	3	4	5	6
Länge der Vegetationsperiode Durée de la période de végétation	(H)	(H) unproduktiv / non productif					
	G	G 6.5.5.c.c.IV					
	F	F 5.5.5.c.c.IV					
	E	E <sub>1-3</sub> 4.4.4.c.c.IV			E <sub>4-6</sub> 4.5.5.c.c.IV		
	D	D <sub>1-4</sub> 4.3-4.3.c.c.IV				D <sub>5-6</sub> 4.5.4.c.c.IV	
	C	C <sub>1-4</sub> 2-3.3.2-3.c.c.III				C <sub>5-6</sub> 2.4-5.3-5.c.c.III	
	B	B <sub>1</sub> 3.3.3-4. b.c.II	B <sub>2</sub> 2-3.1-2. 2-3. b.b.II	B <sub>3</sub> 2.2.1-2. b.b.II	B <sub>4</sub> 2.3.1-2. b.b.II	B <sub>5</sub> 2.4-5.3-5. b.b.II	B <sub>6</sub> 2-3.3-4.4. b.b.II
A	A <sub>1</sub> 3.3.4. a.c.I	A <sub>2</sub> 2-3.1-2. 2-4. a-a.b.I	A <sub>3</sub> 1-2.1-2. 1-2. a.a.I	A <sub>4</sub> 1.3.1-2. a.a.II	A <sub>5</sub> 1-2.4-5. 3-5. a-b.b.II	A <sub>6</sub> 2-3.3-4.4. a.a.I	

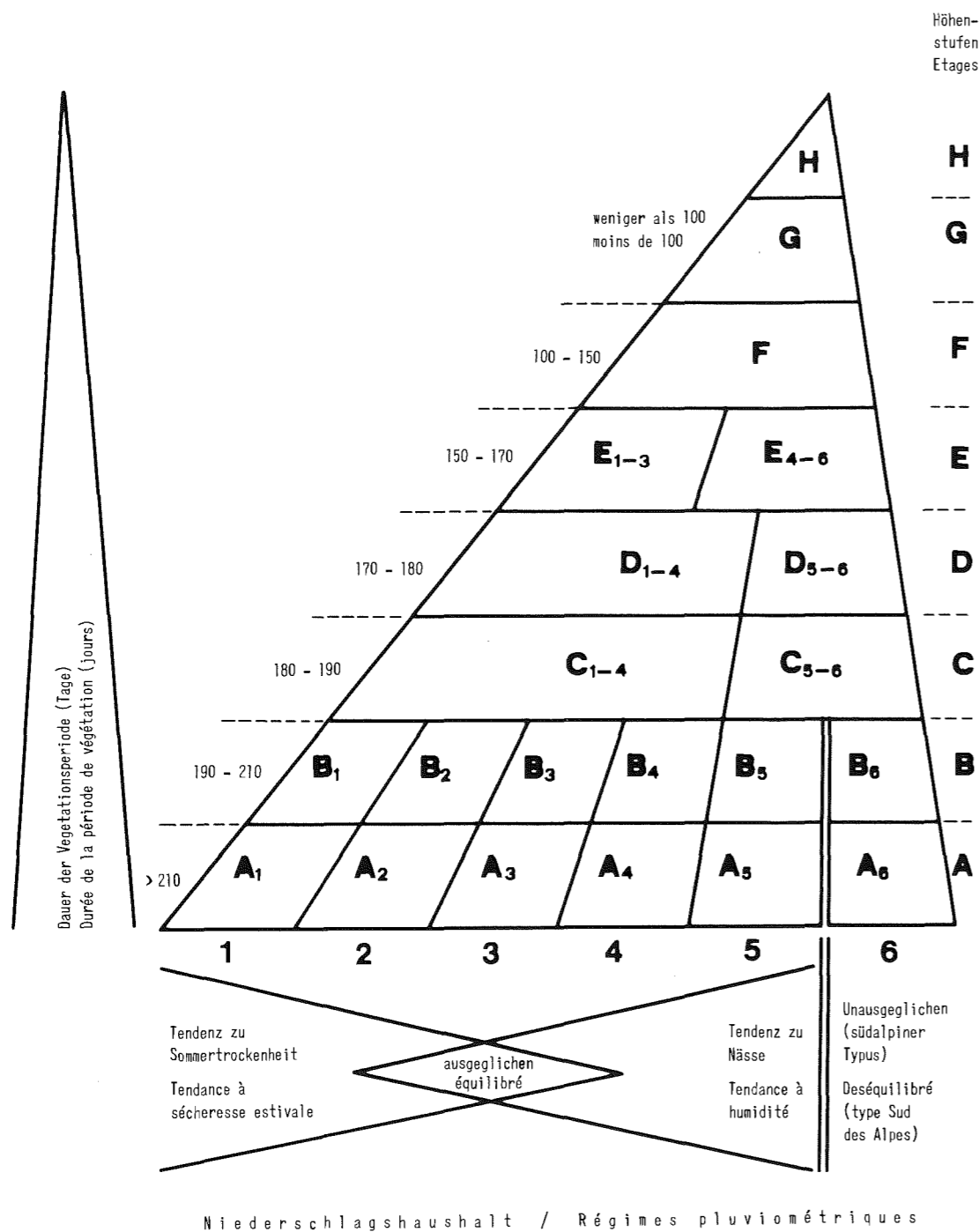


Abbildung 15: Verteilungsschema der Eignungszonen (Dreiecksflächen, A<sub>1</sub> bis H) in Abhängigkeit der Vegetationsperiode (Ordinate, A bis H, nach SCHREIBER et alii 1977, siehe auch Tabelle 7) und des Niederschlagshaushaltes (Abszisse, 1 bis 6, siehe Tabelle 7 und Abschnitt 4.1)

Figure 15: Schéma de la répartition des zones d'aptitude (surfaces du triangle, A<sub>1</sub> à H) par rapport à la période de végétation (ordonnée, A à H, selon SCHREIBER et alii 1977, voir aussi le tableau 7) et au régime pluviométrique (abscisse, 1 à 6, voir tableau 7 et alinéa 4.1)

Klimaeignung (Dreiecksflächen)  
Aptitudes climatiques (surfaces du triangle)

Futterbau / Herbages

- 1 sehr günstig (Flachland)  
très favorable (plaine)
- 2 günstig (Flachland)  
favorable (plaine)
- 3 geeignet (Flachland)  
moyen à médiocre (plaine)
- 4 geeignet, aber beschränkte Vegetationsperiode  
bon, mais période de végétation restreinte
- 5 geeignet für Wiesen und Weiden  
bon pour pâturages et prairies
- 6 geeignet für Alpweiden  
bon pour alpages

Getreidebau und Kartoffeln / Céréales et pommes de terre

- 1 sehr günstig / très favorable
- 2 günstig / favorable
- 3 geeignet / moyen
- 4 wenig geeignet / peu favorable
- 5 begrenzt / marginal à mauvais

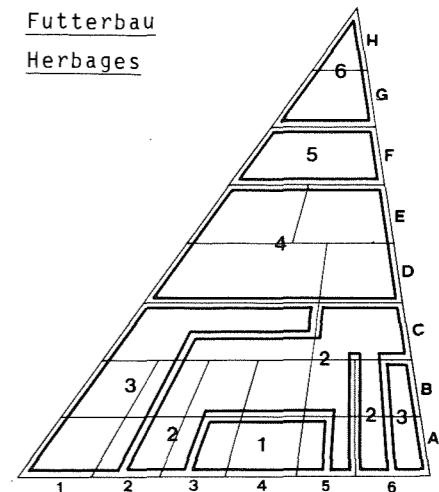
Länge der Vegetationsperiode (Ordinate)  
Longueur de la période de végétation (ordonnée)

- A > 210 Tage / jours
- B 190 - 210 Tage / jours
- C 180 - 190 Tage / jours
- D 170 - 180 Tage / jours
- E 150 - 170 Tage / jours
- F 100 - 150 Tage / jours
- G < 100 Tage / jours
- (H) unproduktiv / non productif

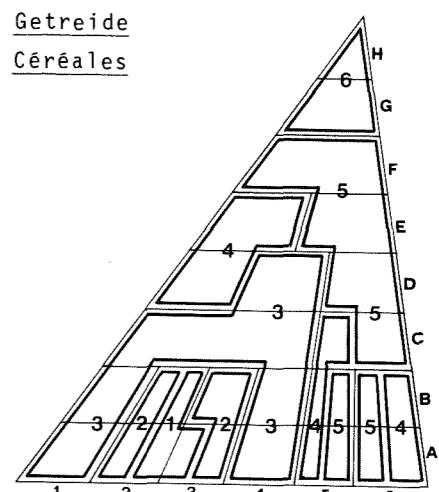
Niederschlagshaushalt (Abszisse)  
Régime pluviométrique (abscisse)

- 1 sehr trocken / très sec
- 2 mässig trocken / modérément sec
- 3 ausgeglichen / équilibré
- 4 mässig feucht / modérément humide
- 5 sehr feucht / très humide
- 6 unausgeglichen (südalpiner Typus)  
déséquilibré (type sud des Alpes)

Futterbau  
Herbages



Getreide  
Céréales



Kartoffeln  
Pommes de terre

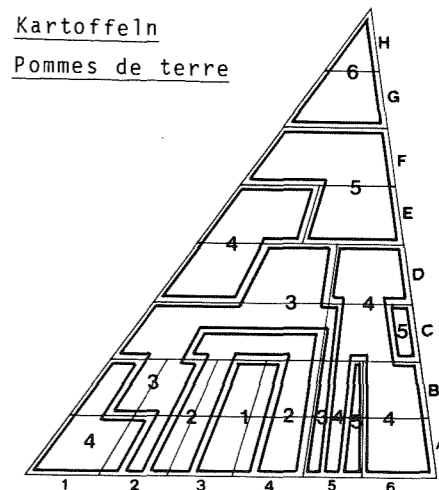


Abbildung 16: Verteilungsschema der Klimaeignung für die Hauptkulturen (siehe Abbildung 15 und Text)

Figure 16: Schéma de la répartition des aptitudes climatiques pour les cultures principales (voir figure 15 et texte)

Klimaeignung (Dreiecksflächen)  
Aptitudes climatiques (surfaces du triangle)

Körnermais und Zwischenfruchtbau / Mais-grain et dérobées d'été

- a günstig / favorable
- b geeignet / moyen
- c schlecht geeignet / mauvais

Spezialkulturen / Cultures spéciales

- I günstig / favorable
- II geeignet / moyen
- III wenig geeignet / peu favorable
- IV begrenzt und ungeeignet / marginal et inapte

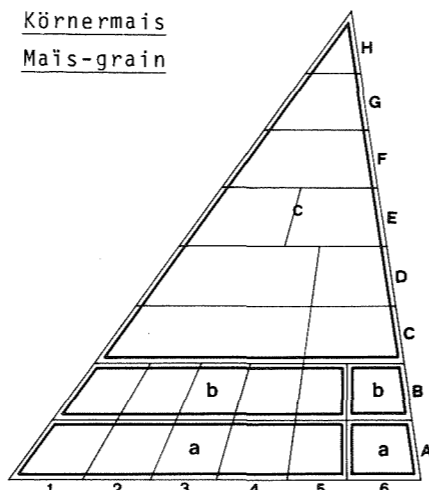
Länge der Vegetationsperiode (Ordinate)  
Longueur de la période de végétation (ordonnée)

- A > 210 Tage / jours
- B 190 - 210 Tage / jours
- C 180 - 190 Tage / jours
- D 170 - 180 Tage / jours
- E 150 - 170 Tage / jours
- F 100 - 150 Tage / jours
- G < 100 Tage / jours
- (H) unproduktiv / non productif

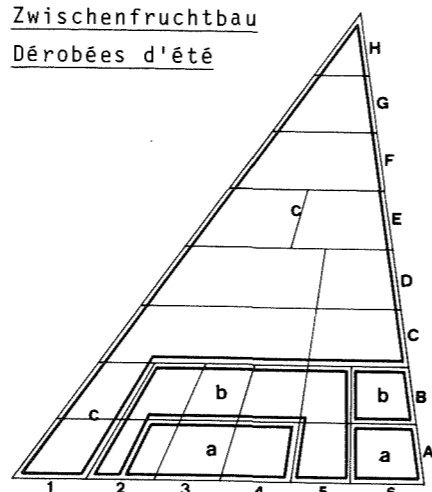
Niederschlagshaushalt (Abszisse)  
Régime pluviométrique (abscisse)

- 1 sehr trocken / très sec
- 2 mässig trocken / modérément sec
- 3 ausgeglichen / équilibré
- 4 mässig feucht / modérément humide
- 5 sehr feucht / très humide
- 6 unausgeglichen (südalpiner Typus) déséquilibré (type sud des Alpes)

Körnermais  
Maïs-grain



Zwischenfruchtbau  
Dérobées d'été



Spezialkulturen  
Cultures spéciales

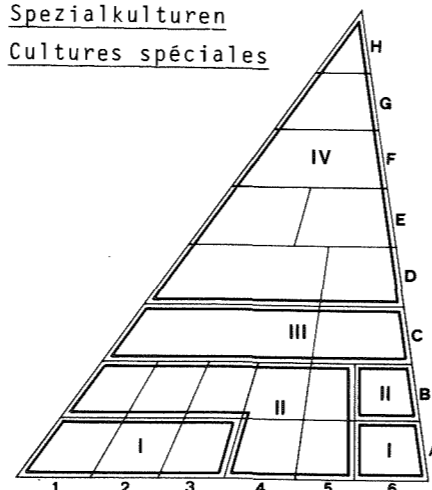


Abbildung 17: Verteilungsmuster der Klimaeignung für die ergänzenden Kulturen (siehe Abbildung 15 und Text)

Figure 17: Schéma de la répartition des aptitudes climatiques pour les cultures auxiliaires (voir figure 15 et texte)

### 3.4.4 Fehlerquellen und Genauigkeit

Eine eigentliche Fehlerrechnung lässt sich für die vorliegende Untersuchung kaum bewerkstelligen, da das Ausmass möglicher Fehler nicht festgelegt werden kann. Es soll jedoch versucht werden, eine Liste möglicher Fehlerquellen zu erstellen. Fehlermöglichkeiten müssen grundsätzlich bei den agronomischen und den klimatologischen Grundlagen sowie bei der Verarbeitung gesucht werden.

Agronomische Grundlagen:

- Erhebung der Ernteerträge  
Die genauesten Hektarerträge sind für Getreide zu erwarten (Kontrolle durch die Eidgenössische Getreideverwaltung), während bei Kartoffeln infolge des Eigenverbrauches bereits weniger Sicherheit besteht (Stichprobenerhebung durch die Eidgenössische Alkoholverwaltung). Für Futterbau sind Ertragserhebungen selten, da Grünfutter, Heu und Silage wenig vermarktet werden.
- Agroklimatische Schwellenwerte  
Schwellenwerte wurden empirisch vorwiegend aufgrund 13-jähriger Erhebungen an landwirtschaftlichen Schulen ermittelt (siehe Kapitel 2). Das sind kurze Reihen, zudem fanden sich nicht immer geeignete meteorologische Beobachtungsstationen in der Nähe.

Klimatologische Grundlagen:

- Meteorologische Beobachtungen  
Beobachtungsfehler und irrtümliche Beobachtungen sind nicht auszuschliessen. Die Beobachtungsdaten werden jedoch von der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt soweit möglich überprüft.
- Stationsaufstellung  
Ungenauere Angaben über Stationsstandorte und Verlegungen innerhalb von Ortschaften beeinträchtigen die Vergleichbarkeit der Beobachtungen verschiedener Stationen (siehe Abschnitt 3.2.4).
- Lochungen  
So wie bei der Uebertragung von Beobachtungsergebnissen von einem Formular auf das andere sich Fehler einschleichen können, ist dies beim Ablochen auch nicht auszuschliessen. Das Datenmaterial des von der Meteorologischen Zentralanstalt bezogenen Magnetbandes ist besser kontrolliert als dasjenige der Nachlochungen (siehe Abschnitt 3.2.4).

Verarbeitung:

- VOCLIM-Untersuchung  
Bei der Auszählung der Perioden durch den Computer sollten keine Fehler unterlaufen sein.
- Beurteilung der Landwirtschaftsjahre  
Gestörte Perioden, die sich rittlings über zwei Kalendermonate erstrecken, widerspiegeln sich in den MonatsmitteIn zu wenig und können so der Berücksichtigung entgehen.
- Beurteilung der Station  
Die Fehlerwahrscheinlichkeit nimmt zu, wenn ein oder sogar zwei Klimaelemente fehlen oder eine Beobachtungsperiode wesentlich kürzer ist als 60 Jahre.
- Kartierung  
Fehler können beim Interpolieren und Extrapolieren entstehen (siehe Abschnitt 4.4).

Diese Liste der Fehlerquellen deutet auf die unterschiedliche Genauigkeit der Ergebnisse hin (Beurteilung der Stationen und ihre Kartierung): sie variiert lokal je nach Informations- und Datendichte, nach der Qualität der agronomischen und klimatologischen Grundlagen sowie nach zufallsbedingten Veränderungen (wie zum Beispiel statistisch nicht erfasste Witterungen, Vor- oder Abhandensein von Spezialuntersuchungen).

Nach der Zuverlässigkeit der Beobachtungsergebnisse lassen sich die Stationen folgendermassen einteilen: am zuverlässigsten liess sich die Klimateignung für die vollständigen Stationen mit Beobachtungsdaten der drei Klimaelemente über je mindestens 60 Jahre bestimmen (77 Stationen, das heisst 24 %). Für Regenmess-Stationen und meteorologischen Stationen mit höchstens zwei Klimaelementen können bereits gewisse Schwierigkeiten auftreten (233 Stationen, 72 %). Die Ergebnisse für die Stationen, bei welchen wesentliche Vorbehalte angebracht werden (siehe Anhang 2), sind mit Vorsicht zu interpretieren (12 Stationen, 4 %). Allerdings handelt es sich bereits um eine gewisse Auswahl (siehe Abschnitt 3.2.2), denn allzu unsichere Beobachtungsergebnisse sind von der Meteorologischen Zentralanstalt gar nicht abgelocht worden.

#### 4. ENTWURF DER KLIMAEIGNUNGSKARTE - METHODIK REALISATION DES CARTES - METHODOLOGIE

##### 4.1 CARTE DES REGIMES PLUVIOMETRIQUES

###### 4.1.1 Généralités

Un régime pluviométrique se caractérise par le bilan de synthèse que l'on peut tirer des particularités suivantes:

- la somme des précipitations (mm/an, mm/mois, etc) et leur répartition au courant de l'année, suivant les saisons
- éventuellement la densité des précipitations (mm/jour de pluie)
- l'amplitude et la fréquence des variations de ces caractéristiques d'une année à l'autre

Ce bilan de synthèse peut s'établir en fonction de critères différents suivant les points de vue. La même importance ne sera par exemple pas attribuée aux différences caractéristiques s'il s'agit d'établir un bilan pour le tourisme, l'habitat ou l'agriculture exclusivement, comme c'est le cas dans la présente étude.

Des études spécifiquement climatiques portant sur chacune des composantes du régime pluviométrique ont été effectuées par différents auteurs (voir alinéa 3.1) et ont souvent abouti à la publication de cartes spéciales. L'interprétation de

ces données présentées séparément et d'un point de vue purement *descriptif* pose parfois certains problèmes, entr'autres lorsqu'il s'agit d'en tirer des conclusions sur les aptitudes pour l'agriculture. Les données descriptives du climat "moyen" ne sont en effet pas étudiées ou présentées en fonction d'une culture plutôt que d'une autre, ce qui rend difficile l'estimation des conséquences pour une culture spécifique.

Pour illustrer ce point, nous prendrons l'exemple suivant: sur la carte pluviométrique de la Suisse d'UTTINGER (1948) se basant sur les moyennes annuelles des précipitations, Thoune et Genève ont des données équivalentes; Thoune reçoit 96 cm par an en moyenne et Genève-Observatoire 92 cm. Thoune compte en moyenne 124 et Genève-Observatoire 107 jours de pluie par an (avec plus d'un mm).

Avec des chiffres tels que ceux-ci, il est difficile de se rendre compte de l'incidence sur les cultures de ces différences, minimes dans le cas des précipitations et relativement peu importantes dans le cas des jours de pluie. La répartition des précipitations ainsi que des jours de pluie en cours de végétation pourrait en effet se faire de telle sorte que Thoune souffre de la sécheresse certains mois d'été, et d'excès d'humidité en hiver par exemple. De même qu'à Genève, l'été pourrait être souvent trop pluvieux et l'hiver trop sec. Pour remédier à ces inconvénients certains auteurs (par exemple MAEDER 1970 a et b, PRIMAULT 1972, CALAME 1977) ont réduit la période d'observation d'une année à quelques mois d'été ou de printemps, été et automne, etc. (période de végétation longue et courte). Les moyennes des précipitations et du nombre des jours de pluie durant la période de végétation correspondent déjà mieux aux besoins de l'interprétation agronomique, mais certains défauts subsistent, car la période de croissance des plantes et les stades de développement sensibles diffèrent d'une espèce à l'autre par exemple, et les variations d'une année à l'autre ne sont pas considérées.

Les besoins des différentes espèces peuvent même se révéler être contraires à un certain moment; les herbages ont par exemple besoin d'eau et d'humidité en juin - juillet pour que la repousse des plantes après la coupe soit assurée, alors que, à la même époque, les céréales préfèrent un régime plutôt sec, surtout pour la phase de maturation et pour les récoltes.

###### 4.1.2 Le régime pluviométrique

Ces considérations nous ont incités à concevoir un système d'analyse des données à disposition différent de ceux adoptés jusqu'ici (alinéa 2.2. et 2.3). Pour les trois types de cultures étudiés spécifiquement, nous avons considéré une période de croissance différente et établi pour les mois et groupements de mois concernés des seuils de tolérance différents, pour les quantités de précipitations et leur fréquence (alinéa 2.2). Nous avons ensuite étudié non pas les moyennes sur plusieurs années des valeurs propres à ces périodes, mais la fréquence à laquelle se reproduisaient des situations critiques (seuils dépassés), en considérant chaque année agricole pour soi.

Exemple: Données du mois de juillet obtenues pour les herbages:

- 13 % des mois de juillet analysés à Thoune ont reçu des précipitations inférieures au seuil minimum (70 mm), contre 52 % à Genève
- 7 % des mois de juillet analysés à Thoune ont reçu des précipitations supérieures au seuil maximum (200 mm) contre 2 % à Genève



- 12 % des mois de juillet analysés à Thoune comptent un nombre de jours de pluie inférieur au minimum fixé (7 jours), contre 48 % à Genève
- 32 % des mois de juillet analysés à Thoune comptent un nombre de jours de pluie supérieur au maximum fixé (15 jours), contre 5 % à Genève.

En continuant ce petit jeu pour d'autres mois, périodes et cultures, on se rend mieux compte alors des différences significatives pour l'agriculture des régimes de précipitation régnant à Thoune et à Genève. Les chiffres globaux du tableau 8 en donneront une bonne image.

**Tabelle 8:** Prozentualer Anteil der Perioden mit Beobachtungswerten ausserhalb der Schwellenwerte für die Hauptkulturen, anhand zweier Beispiele

**Tableau 8:** Pourcentage des périodes avec des valeurs en dehors des seuils pour les trois cultures principales et deux exemples

	Futterbau Herbages	Getreide céréales	Kartoffeln pommes de t.	Futterbau Herbages	Getreide céréales	Kartoffeln pommes de t.
	Perioden mit Niederschlags- mengen unter dem unteren Schwellenwert (%) / périodes avec quantités de précipi- tations au-dessous du seuil inférieur (%)			Perioden mit Niederschlags- frequenz unter dem unteren Schwellenwert (%) / périodes avec fréquences de précipi- tations au-dessous du seuil inférieur (%)		
Thun	12	7	20	11	4	7
Genève	39	14	48	36	9	26
	Perioden mit Niederschlags- mengen über dem oberen Schwellenwert (%) / périodes avec quantités de précipi- tations en dessus du seuil supérieur (%)			Perioden mit Niederschlags- frequenz über dem oberen Schwellenwert (%) / périodes avec fréquences des précipi- tations en dessus du seuil supérieur (%)		
Thun	5	15	9	30	53	16
Genève	2	5	2	9	27	2

**Tabelle 9:** Extreme Beispiele von Stationen mit Beobachtungswerten ausserhalb der Schwellenwerte für die Hauptkulturen (prozentuale Anteile)

**Tableau 9:** Exemples extrêmes de stations avec des valeurs en-dehors des seuils pour les cultures principales (pourcentages)

	Beobachtungswerte unter den unteren Schwellenwerten (%) valeurs en dessous des seuils inférieurs (%)						Beobachtungswerte über den oberen Schwellenwerten (%) valeurs en dessus des seuils supérieurs (%)					
	Niederschlags- mengen / quanti- tés de précipi- tations			Niederschlags- frequenz / fré- quence des pré- cipitations			Niederschlags- mengen / quanti- tés de précipi- tations			Niederschlags- frequenz / fré- quence des pré- cipitations		
	F/H	G/C	K/P	F/H	G/C	K/P	F/H	G/C	K/P	F/H	G/C	K/P
Sion 549 m	80	42	81	52	20	40	0	1	0	3	9	1
Schwyz 520 m	1	1	2	4	2	2	52	56	58	53	68	36
Hallau 450 m	38	14	36	20	6	14	1	4	2	21	42	10
Luzern 498 m	5	4	9	7	2	3	17	29	26	46	62	28

F/H = Futterbau/herbages    G/C = Getreide/céréales    K/P = Kartoffeln/  
pommes de terre

On peut se rendre compte ainsi par exemple des risques de sécheresse très faibles à Thoune pour les herbages par rapport à ceux rencontrés à Genève. De même on peut mieux se faire une idée des risques d'excès d'eau et surtout de jours de pluie à Thoune par rapport à Genève.

Si l'on considère ensuite les données de l'ensemble des stations du réseau de l'Institut Suisse de Météorologie selon ce système d'analyse, on peut assez bien évaluer l'importance effective des particularités de ces composantes du régime pluviométrique pour certains aspects pratiques en agriculture.

Malgré la faible étendue du territoire, on trouve en Suisse des conditions pluviométriques extrêmement différentes selon les régions. Les quelques chiffres suivants donnent un aperçu des variations possibles pour chaque facteur, dans le cadre de notre analyse. Nous prendrons pour exemple les chiffres d'une station pour laquelle les risques de déficit en eau et en jours de pluie sont extrêmement élevés, Sion (549 m), ainsi que d'une station pour laquelle les risques d'excès d'eau et de jours de pluie sont extrêmement élevés aussi, Schwyz (520 m). Dans le choix de ces exemples nous avons intentionnellement tenu compte des altitudes très proches afin de montrer à quel point, même à cette condition, les variations peuvent être extrêmes. Certaines stations en Suisse présentent des conditions encore plus extrêmes dans un sens ou dans l'autre, mais ne sont pas si représentatives de régions agricoles.

Les deux autres stations pour lesquelles nous donnons les chiffres (tableau 9) montrent deux situations intermédiaires entre ces extrêmes relatifs, et représentatives elles aussi de régions agricoles importantes. La liste de toutes les stations analysées avec toutes ces valeurs se trouve dans les annexes.

#### 4.1.3 Classement des stations

La représentation cartographique d'une synthèse de ces observations rendant compte des particularités fondamentales et importantes pour l'agriculture des différents régimes pluviométriques rencontrés en Suisse ne pouvait se faire de manière simple en considérant tous les détails fournis par l'analyse ainsi effectuée. Notre but n'étant pas de représenter de manière purement descriptive toutes les différences locales détaillées constatées lors de l'analyse (dont les combinaisons sont presque infinies) mais plutôt d'en dégager les points importants dans la mesure où ils peuvent conditionner plus ou moins fortement l'organisation de la production agricole d'une région à l'autre.

Cette synthèse s'est effectuée en deux temps: Tout d'abord nous avons donné pour chaque genre de risque des notes de 1 à 10, en tenant compte des données pour les trois cultures (1 = risque insignifiant, 10 = risque très élevé).

A Sion par exemple, les risques de manque d'eau et de jours de pluie pour les trois cultures sont - dans le cadre des conditions en Suisse - parmi les plus élevés, surtout en regard de la longue période de végétation. Par contre les risques d'excès d'eau et de jours de pluie sont quasi négligeables pour chacune des trois cultures (voir le tableau 8).

A Oberiberg, pour citer un autre exemple très différent, les risques de manque d'eau sont négligeables, ainsi que les risques d'avoir peu de jours de pluie. Les probabilités d'excès d'eau et de jours de pluie sont par contre parmi les plus élevés dans le cadre suisse à nouveau.

Pour ces deux stations, représentatives pour chaque facteur des extrêmes rencontrés en Suisse, nous avons donné les notes suivantes (Tableau 10).

Table 10: Bewertungsnoten der Trockenheits- und Nässe-Risiken an zwei extremen Beispielen (Note 1 = unbedeutendes Risiko, Note 10 = sehr hohes Risiko)

Tableau 10: Notes de risques de sécheresse et d'excès d'eau pour deux exemples extrêmes (note 1 = risque insignifiant, note 10 = risque très élevé)

	Trockenheitsrisiken Risques de sécheresse infolge ungenügender Nieder- schlags- mengen / à cause de quantités d'eau		Nässe-Risiken Risques d'excès d'eau infolge übermässiger Nieder- schlags- mengen / à cause d'excès de quantités d'eau	
	Nieder- schlags- frequenz / manque de fréquence d'eau	Nieder- schlags- frequenz / manque de fréquence d'eau	Nieder- schlags- frequenz / excès de fréquence d'eau	Nieder- schlags- frequenz / excès de fréquence d'eau
Sion 549 m	10	10	1	1
Oberiberg 1090 m	1	1	10	10

A partir de cette base, nous avons donné des notes pour chaque station, par facteur. A chaque note correspondent donc certains chiffres (en %) de risques pour chaque culture. Les tableaux 1 à 4 chez JEANNERET et VAUTIER (1977b) en donnent le résumé.

Le deuxième pas que nous avons franchi en vue de la synthèse a été de classer les stations observées selon un système exprimant l'essentiel de ces considérations. Au vu des notes établies nous aurions pu faire un grand nombre de classes descriptives avec toutes les combinaisons possibles. Tel n'a pas été le cas. Au contraire, il s'agissait de faire ressortir les particularités significatives seulement, qui peuvent avoir une forte incidence sur l'organisation de la production agricole.

Pour ce faire nous avons rassemblé dans la même classe les stations dont l'ensemble des notes peuvent être considérées comme équivalentes d'un point de vue pratique en agriculture. Les stations d'observation qui y sont classées sont donc représentatives d'un régime pluviométrique caractéristique, conditionnant dans une mesure certaine et analogue, en relation avec les autres facteurs de production l'organisation de la production agricole.

Pour qualifier ces régimes nous avons utilisé des termes courants, exprimant le caractère dominant des contraintes dues aux précipitations auxquelles l'organisation de la production agricole dans son ensemble est soumise à l'intérieur des différentes zones délimitées.

Le tableau 6 chez JEANNERET et VAUTIER (1977b) montre comment nous avons fait la synthèse en six régimes pluviométriques distincts, du plus sec au plus humide, d'après les notes relatives à chaque facteur considéré.

Les stations pluviométriques classées dans les six différents régimes nous ont ensuite servi de base pour la représentation cartographique des six zones.

## 4.2. CARTE DES APTITUDES CLIMATIQUES POUR LES CEREALES

### 4.2.1 Conception

Les aptitudes pour les cultures céréalières concernent l'ensemble de ce genre de cultures, sauf le maïs-grain. L'étude ayant essentiellement porté sur les conditions requises pour le blé et les "qualités" des années étant principalement fonction de cette même espèce, qu'il s'agisse de variétés d'automne ou de printemps, on peut se demander si le terme "cultures céréalières" n'est pas trop général.

Le blé est la céréale la plus cultivée en Suisse et de loin la plus importante comme base alimentaire pour l'homme, ce qui a conditionné pour notre étude le choix de cette espèce a priori. Le blé a de grandes facultés d'adaptation, ce qui lui permet de donner satisfaction aussi bien dans des régions séchardes que dans des régions modérément pluvieuses, malgré la préférence marquée pour les zones modérément séchardes à équilibrées. Comme c'est la céréale la mieux payée et la plus importante, l'agriculteur n'y renoncera pas pour une autre espèce tant que les conditions sont encore satisfaisantes. Lorsque dans une région donnée on cultive une autre céréale que le blé de préférence, par exemple le seigle en Valais central, c'est que cette culture remplace avantageusement le blé qui n'y donne pas régulièrement satisfaction. Ce n'est donc pas parce que les conditions sont particulièrement favorables au seigle qu'on l'y cultive, mais parce qu'il assure une plus grande sécurité dans les rendements, grâce à sa rusticité qui lui permet de moins souffrir de la sécheresse que le blé. De même en altitude, on cultive l'orge d'été pour sa précocité, faute d'avoir une période de croissance suffisamment longue pour le blé, et dans les régions trop pluvieuses, l'épautre peut prendre la place du blé, car elle supporte mieux les excès d'eau. Mais toutes ces cultures de substitution donnent aussi plus de satisfaction dans les bonnes zones à blé que dans ces cas particuliers.

On peut donc estimer qu'en Suisse, les aptitudes pour les céréales se jugent selon une échelle de valeur essentiellement fonction de la culture du blé. Les bonnes régions à blé se prêtent également le mieux à d'autres cultures céréalières, et plus on se tourne vers des zones peu favorables au blé, plus le choix des autres espèces s'amenuise aussi. C'est ce point de vue que nous avons adopté, sans pour cela perdre de vue que, malgré les contraintes assez communes à toutes les cultures céréalières (préparation du sol, semis, récoltes), des différences de sensibilité à d'autres contraintes d'une espèce à l'autre peuvent avoir une importance relativement grande de cas en cas (KOBLET 1965: chapitre 2.5.2).

La conception de l'étude consacrée aux aptitudes pour les céréales est basée essentiellement sur le niveau moyen, la sécurité et la qualité des rendements de blé possibles, en regard de la fréquence de certains événements climatiques favorables ou défavorables à leur culture. Mais le rendement potentiel n'est pas le seul critère entrant en ligne de compte dans le jugement des aptitudes pour une culture, loin de là. Si par exemple le rendement ou la qualité souhaités ne sont atteints qu'au prix d'efforts démesurés, de difficultés incessantes à la récolte ou lors des semis, la culture sera bien vite partiellement ou totalement abandonnée lorsqu'elle n'est pas d'importance vitale, au profit d'autres cultures pour lesquelles, dans la même situation, le bilan des facteurs positifs en regard des aspects négatifs est plus favorable.

C'est ainsi que, si de rendements très flatteurs peuvent être obtenus sur de petites surfaces auxquelles tous les soins intenses sont consacrés, même dans des

zones climatiques peu propices, il ne faut pas oublier que l'extrapolation de tels chiffres à de grandes surfaces peut donner des résultats souvent bien éloignés de ceux réellement atteignables dans la pratique.

Nous n'avons donc pas uniquement tenu compte des rendements possibles, mais aussi de ces problèmes liés à la pratique de la culture. Ces deux aspects vont souvent de pair, c'est évident, et nous avons tenté d'évaluer l'importance de leur conjugaison.

Nous avons ainsi analysé les conditions atmosphériques de l'automne déjà, afin de pouvoir nous rendre compte dans la mesure du possible des conditions de labour et de semis d'automne rencontrées d'une année à l'autre dans les différentes régions. Un nombre excessif de jours de pluie, accompagné de précipitations elles aussi trop abondantes sont une entrave sérieuse, même parfois insurmontable suivant les moyens mécaniques utilisés et les sols concernés, surtout lorsque cette situation se maintient longtemps. Même si les semis effectués envers et contre tout dans ces conditions donnent parfois des résultats encore acceptables lorsque le reste de la période de croissance est favorable, de tels automnes sont en fait très peu propices à la pratique de la culture céréalière, car une grande partie des semis ne peuvent être effectués comme prévus.

Les conditions pour l'hivernage peuvent être importantes, et nous en avons aussi tenu compte dans la mesure où les données disponibles le permettaient.

Dès la fin de l'hiver, ainsi qu'au premier printemps, les mêmes réflexions que pour l'automne peuvent être faites concernant la préparation des sols et les conditions de semis printaniers.

Nous avons ensuite aussi étudié pour chaque année et station analysée en détail, les conditions de croissance proprement dites, jusqu'à la maturité et la récolte. La période d'observation va donc de septembre à fin août. Les régions où les récoltes ne s'effectuent en général pas avant septembre ne sont pas négligées pour autant, mais nous devons nous en tenir à une période type pour chaque station, pour ne pas trop compliquer les choses.

L'étude complète consacrée à l'évaluation des aptitudes pour les céréales et plus spécifiquement pour les blés est présentée au chapitre 2.

#### 4.2.2 Commentaires

Considérons sur la carte l'étendue du territoire classé dans les zones 1, 2 et 3 (très favorable, favorable, moyen). On constatera que notre pays offre des conditions relativement favorables à la culture des céréales, surtout en regard des rendements indicatifs obtenus dans la pratique qui se situent tout-de-même à un haut niveau. Les chiffres indicatifs de rendements moyens indiqués pour chaque zone sont basés sur les données de l'Administration fédérale des blés de 1960 à 1972.

A l'avenir, on estimera peut-être que ces données indicatives sont un peu basses. Dans la zone 1 par exemple, des récoltes de 50 à 60 q/ha sont de plus en plus fréquentes avec des variétés de haute productivité. Une succession d'années favorables et moyennes peuvent aussi donner l'impression que les rendements augmentent encore. Dans notre étude, nous nous en sommes tenu essentiellement aux années 1960 à 1972 (jusqu'à 1974 aussi) époque où certaines variétés à hauts rendements étaient moins répandues qu'actuellement. Les techniques culturales ont aussi évolué. Nous avons donc préféré nous en tenir à des chiffres effectivement

atteints durant plus de 10 ans plutôt que de nous hasarder dans des chiffres surfaits, une mauvaise année pouvant tout bouleverser d'un coup. De plus, un certain plafond dans l'évolution des rendements est perceptible, en regard de la qualité surtout.

La zone 1 se distingue surtout de la zone 2 par sa précocité et les conditions de travail (semis, récolte) spécialement peu perturbées en général. Les rendements sont bons et le travail aisé, ce qui justifie la grande place prise par les céréales dans l'assolement pour ces zones.

Les zones 4 et 5 (peu favorable et marginal à mauvais) englobent aussi bien des régions de basse, moyenne et assez haute altitude. Les régions de basse altitude classées dans ces zones, bien que présentant des conditions de température largement satisfaisantes pour la culture des céréales, subissent de fortes et fréquentes contraintes dues au régime pluviométrique trop humide. Nous prendrons comme exemple la comparaison entre Genève (zone 1, 405 m d'altitude) et Glaris (zone 5, 503 m d'altitude) pour le mois de juillet au point de vue pluviométrique. A Genève, sur 66 ans d'observation, 2 fois seulement (soit 3 %), le mois de juillet accuse des précipitations supérieures à la limite supérieure fixée (150 mm), avec un maximum absolu de 203 mm. A Glaris par contre, sur 70 années d'observation, 47 fois le mois de juillet accuse des précipitations supérieures à la limite supérieure fixée pour le blé (soit 67 %), avec un maximum absolu de 345 mm. La différence est encore plus marquée si on considère les mois de juin, juillet et août dans leur ensemble, puisqu'à Genève, 2 fois seulement (soit 3 %), le seuil supérieur a été dépassé (400 mm pour les trois mois), avec un maximum absolu de 439 mm, alors qu'à Glaris, cette situation s'est présentée 64 fois (soit 91 %), avec un maximum absolu de 717 mm!

Pour les mêmes stations, en ce qui concerne les jours de pluie cette fois, les différences sont elles aussi énormes. Sur 60 mois de juillet analysés à Genève, 8 seulement accusent plus que 12 jours de pluie et le maximum se situe à 15 jours de pluie. A Glaris, sur 60 mois de juillet analysés aussi, 48 accusent plus que 12 jours de pluie, et le maximum se situe à 23 jours!

On peut dès lors se faire une idée des difficultés qui peuvent se présenter dans la région de Glaris pour les récoltes par exemple (la situation au mois d'août est comparable). La formation des rendements aussi y est entravée, l'humidité favorisant les maladies cryptogamiques, la verse, l'asphyxie du système racinaire, etc. Pour qu'une bonne maturation soit assurée, le blé demande de l'air sec et craint l'humidité. De plus, la récolte ne pouvant se faire en général en temps voulu à cause des périodes de pluie, les risques de germination sur pied, de diminution de la qualité et la nécessité du séchage des grains sont évidents. Tous ces inconvénients sont si extrêmes à Glaris que la culture céréalière n'y joue aucun rôle, même si les conditions de température ne sont en aucun cas un élément restrictif. Nous ne prétendons pas que la culture de certaines variétés robustes y soit impossible. Nous constatons simplement par contre que d'autres possibilités de culture du sol s'offrent (herbages permanents, éventuellement cultures fourragères), pour lesquelles le bilan des avantages et des inconvénients est moins défavorable dans la pratique. A ces conditions, la culture céréalière ne s'y justifie pas.

Dans les régions d'altitude moyenne ou assez élevée (700 - 1400 m), et classées en zones 4 et 5, ce sont soit les températures, soit les précipitations qui jouent

un rôle plus ou moins important suivant les cas, et très souvent, c'est la combinaison des deux facteurs qui conditionne les aptitudes. En Valais et en Engadine par exemple, seule la dégradation des conditions de température limitant la période de végétation et n'assurant pas la maturation impose des limites de plus en plus absolues à la culture des céréales en altitude, le régime des pluies étant en soi favorable aux céréales dans ces régions. C'est une des raisons qui explique que la limite supérieure de la classe 5 est passablement plus élevée dans ces régions que dans d'autres. Pour le Jura par contre et les Préalpes surtout, le régime des précipitations devient toujours plus humide avec l'altitude, et c'est alors la combinaison des deux facteurs qui pose des limites. Comme nous l'avons déjà vu, c'est parfois aussi le régime des précipitations qui est déterminant à lui tout seul (Meiringen, Schwyz).

Les régions absolument inaptées à la production céréalières ont surtout été délimitées en fonction de la période de végétation et des conditions de température ne permettant pas la croissance des céréales la plupart des années. Lorsque la période de végétation descend en dessous de 150 à 160 jours, même dans les régions qui sont favorisées du point de vue pluviométrique pour les céréales, le développement jusqu'à maturité de la plupart des espèces n'est pas assuré. Des variétés très précoces de céréales rustiques pourraient trouver parfois des conditions de croissance acceptables dans des situations particulières, mais les rendements ne justifieraient pas la culture dans le cadre d'une économie d'échanges. Dans un régime autarcique en revanche, ces quelques maigres possibilités peuvent être exploitées sur de petites surfaces, là où le régime pluviométrique n'entrave en rien la pratique des cultures (Valais central, vallées latérales surtout et Engadine). Nous ne pouvons malheureusement pas tenir compte de ces surfaces à l'échelle de notre carte et dans le cadre des objectifs fixés qui se limitent à l'étude des particularités du méso-climat et non du micro-climat.

#### 4.3. CARTE DES APTITUDES CLIMATIQUES POUR L'AGRICULTURE

##### 4.3.1 Conception

Afin de bien mettre en évidence les variations d'aptitudes d'une région à l'autre, plusieurs genres de cultures différents ont été considérés dans la partie analytique de l'étude (voir chapitres 2 et 3). Pour chaque station météorologique ou pluviométrique le classement pour les six genres de cultures a été établi, chacun réagissant à sa manière face aux caractéristiques météorologiques.

C'est finalement en considérant la classification pour les six cultures ensemble que l'on peut mettre en évidence les différences d'aptitudes ainsi que les divers modes d'utilisation du sol rencontrés dans notre pays pour la production végétale.

Une synthèse de toutes les données ponctuelles (stations du réseau météorologique) a été réalisée afin d'obtenir des zones d'aptitudes en nombre raisonnable pour permettre une cartographie illustrant les différences fondamentales.

Vingt zones ont été distinguées sur la carte en fonction des combinaisons d'aptitudes pour les six genres de culture (voir chapitre 3.4.3). Les stations et surfaces faisant partie d'une même zone ont des caractéristiques climatiques considérées comme analogues en regard des possibilités de production. Les différences d'aptitudes à l'intérieur d'une même zone ne sont plus dues au méso-climat mais bien plus au micro-climat, aux sols, à l'exposition des parcelles.

La distinction des aptitudes entre les zones résulte du classement pour les différentes cultures, conditionnant en grande partie l'orientation de la production. Par exemple dans la zone A 1, la plupart des surfaces sont consacrées aux cultures spéciales adaptées au climat sec et chaud, mettant bien en valeur l'eau d'arrosage. Le classement pour les cultures destinées à produire de grandes quantités de matière sèche (herbages, céréales, pommes de terre) indique bien qu'elle ne sont pas à leur place puisque de meilleures possibilités sont offertes pour les fruits, légumes et autres cultures spéciales.

Dans la zone A 2, tous les genres de culture sont représentés, avec malgré tout une majorité des surfaces consacrées aux cultures favorisées (céréales, maïs-grain, colza, cultures spéciales). Les herbages, pommes de terre et dérobées d'été sont par contre moins favorisés mais sont compris dans les assolements.

En passant d'un "étage" à l'autre (de A 2 à B 2 par exemple), la période de végétation seule varie. Cette diminution du nombre de jours de croissance se répercute surtout sur les aptitudes des cultures nécessitant une longue période de végétation. Les cultures spéciales, le maïs-grain, les dérobées d'été occupent logiquement moins de surfaces (proportionnellement) que dans la zone A 2, et les rendements sont inférieurs.

Chaque zone est donc caractérisée par les possibilités de production offertes jugées en fonction des rendements ou des succès que l'on peut obtenir avec les différents genres de cultures. Dans chaque cas, nous avons mis en évidence les modes d'utilisation du sol qui conviennent le mieux aux aptitudes de la zone (voir Légende de synthèse sur la carte, annexe à JEANNERET et VAUTIER 1977b).

##### 4.3.2 Légende de synthèse

Pour les vingt zones d'aptitudes délimitées sur l'étendue de notre territoire, nous avons résumé verbalement les avantages et les possibilités offerts dans chaque cas. Le ou les modes de culture permettant le mieux d'exploiter le potentiel naturel mis à disposition par les conditions climatiques ont été mis en évidence.

Au bas de cette légende, un petit texte résume la manière dont le travail a été fait pour aboutir à la carte des aptitudes. Les sources principales de documentation y sont citées.

##### 4.3.3 Légende détaillée

Dans cette grande légende (au dos des cartes), tout le travail effectué pour l'élaboration de la carte de synthèse est résumé schématiquement en détail. Le texte explicatif qui figure sur la légende donne le mode d'emploi et permet de comprendre les tableaux qui y figurent (voir aussi chapitres 2 et 3).

#### 4.4 METHODIK DER KARTENERSTELLUNG

##### 4.4.1 Allgemeines

Die Ergebnisse der klimatischen Eignungsbeurteilung mussten in ihrer räumlichen Verteilung dargestellt werden. Dies bedeutet, dass die an einzelnen Punkten (meteorologischen Beobachtungsstationen) erfasste und bearbeitete Klimateignung auf einen bestimmten Ausschnitt der Landschaft übertragen werden sollte.

Mit dieser Aufgabe ist eine sehr wesentliche Problematik verbunden. Es geht nämlich darum, das Gebiet abzugrenzen, für das eine Beobachtungsstation repräsentativ ist. Ausserdem gilt es, die Klimaeignung für Gebiete zu ermitteln, die keine Beobachtungsstation enthalten.

Die Abschätzung von Werten zwischen zwei Beobachtungspunkten wird als Interpolation, über zwei Punkte hinaus als Extrapolation bezeichnet.

Gleichzeitig musste im Rahmen der Kartierung die Kombination der Klimaeignung für verschiedene Kulturen vorgenommen werden. Da die Grenzen der Zonen gleicher Klimaeignung für verschiedene Kulturen nicht immer zusammenfallen, wird die kartographische Darstellung zuweilen recht kompliziert. Gerade in dieser Frage musste der Vorgang des Generalisierens zu einer klaren Uebersicht verhelfen.

Im Folgenden sollen die angewandten kartographischen Methoden und die damit verbundene Problematik im Zusammenhang mit den einzelnen erstellten Karten erläutert werden. Jedes Thema stellt wieder eigene spezifische Anforderungen an die kartographischen Methoden.

#### 4.4.2 Interpolations- und Extrapolations-Kriterien

Zunächst soll die Frage nach den Kriterien gestellt werden, nach welchen Werte zwischen oder ausserhalb von Beobachtungspunkten bestimmt werden. Da zunächst vor allem Isolinien gleicher Klimaeigenschaften oder -Eignung darzustellen sind, erhalten bestimmte Grenzwerte eine besondere Bedeutung. Interpolations- und Extrapolations-Kriterien sind in diesen Fällen grundsätzlich Klimafaktoren.

Im Rahmen der kleinen, aber von bedeutenden topographischen Differenzen geprägten Schweiz ist die Meereshöhe ein dominanter Faktor, der für klimatische Interpolationen und Extrapolationen herangezogen werden muss. Daneben sind auch die topographischen Elemente der Hangeignung und Exposition ausschlaggebend.

Schliesslich sind eine ganze Reihe weiterer Elemente der Landschaft zu berücksichtigen, deren Einfluss auf das Klima nicht zu bestreiten, jedoch schwer zu bestimmen ist:

- Höhe über Talboden
- Tiefe unter Gipfeln und Gräten
- Entfernung von Wasserscheiden
- Richtung der Talachse
- Entfernung von stehenden Gewässern sowie deren Fläche und Inhalt
- Vegetationsbeschaffenheit und -Verteilung (insbesondere bei Wald)
- Ueberbaute Fläche von Siedlungen

Diese Liste umfasst einige der wichtigsten Elemente, erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Das Ausmass der Beeinflussung des Klimas durch diese Landschaftselemente muss von Fall zu Fall ermittelt werden; selten lässt es sich genau messen oder berechnen. Leider fehlen auch im Allgemeinen grundsätzliche Untersuchungen, aus denen sich Richtwerte ableiten liessen.

#### 4.4.3 Frostschadenkartierung

Je dichter die Beobachtungspunkte, desto einfacher und genauer wird die Kartierung des darzustellenden Klimaelementes. In der Klimatologie ist eine kontinuierliche Erfassung von Elementen kaum möglich (siehe Abschnitt 5.1). Meteorologische

Beobachtungsstationen liegen meistens relativ weit auseinander. Pflanzenphänologische Beobachtungen können bedeutend dichter aufgenommen werden, da Pflanzen in grosser Individuenzahl in der Landschaft vorkommen. Theoretisch stellen zwar phänologische Beobachtungen keine kontinuierliche Erfassung des Klimageschehens dar, aber IMHOF (1972) bezeichnet phänologische Karten praktisch als echte Kontinuumskarten.

Die Beobachtung von Frostschäden an Nussbäumen kann in diesem Sinn als phänologische Aufnahme betrachtet werden. Während die Ergebnisse an anderer Stelle diskutiert werden (Kapitel 2 in JEANNERET und VAUTIER 1977b und in JEANNERET 1975a), sollen hier die Probleme der kartographischen Darstellung erörtert werden.

Die Beobachtungen an den Nussbäumen im Frühjahr 1974 wurden im Feld direkt in Karten im Massstab 1 : 50'000 oder 1 : 100'000 eingetragen. Diese Aufnahmen wurden kartiert und in den Massstab 1 : 500'000 übertragen (siehe Beilage zu JEANNERET 1975a). An einem Ausschnitt sollen die angewandten Methoden gezeigt werden. Es handelt sich um das Gebiet Seeland - St. Immer-Tal, das demonstrationshalber im Massstab 1 : 100'000 dargestellt wird (Abbildung 18). Dieser Raum ist deshalb gut geeignet, weil er verschiedene Landschaftstypen umfasst, nämlich Ebenen und Hügel des tieferen Mittellandes sowie Höhenzüge und Täler des südlichen Juras. Er enthält neben beachtlichen Höhenunterschieden von 430 m bis 1572 m einen Teil der im Abschnitt 4.4.2 erwähnten Landschaftselemente.

Die Frostschädigung an Nussbäumen im Frühjahr 1974 ist in diesem Gebiet gut belegt. Im Kartenausschnitt wurden 178 Bäume erfasst. Durchschnittlich kommt somit auf 2,7 km<sup>2</sup> ein Nussbaum, während bei dieser Aufnahme im schweizerischen Mittel ein Nussbaum auf 9 km<sup>2</sup> beobachtet wurde. Aus den Signaturen für beobachtete Nussbäume zeigt sich, dass die Beobachtungen nicht gleichmässig verteilt sind, sondern sich natürlich an den Routen der Beobachter häufen.

Zuerst mussten die Ergebnisse auf ihre Aussagekraft hin geprüft werden. Bäume in Siedlungen oder in unmittelbarer Nähe von Bauernhäusern befinden sich in einer Gunstlage, die für das umliegende Gelände nicht typisch ist. Das sind mikroklimatische Details, die nicht zum Charakter einer mesoklimatischen Karte passen. Hier muss bereits ein Generalisierungsprozess einsetzen.

Grössere Siedlungen erzeugen allerdings unter Umständen beachtliche Gunstlagen, die als solche kartiert werden müssen. Bei der Karte im Massstab 1 : 500'000 (JEANNERET 1975a) wurde dieses Problem so gelöst, dass Städte generell ausgelassen wurden, da sie in dieser Beziehung mit dem Land kaum vergleichbar sind.

Gunstlagen an Hängen sind oft sehr schmal, so dass in steilen Lagen (zum Beispiel am Jura-Südfuss) nicht die ganze Abfolge der vier Schadenstufen gezeigt werden kann (siehe auch Abschnitt 4.4.4).

Die Grenzen zwischen den einzelnen Schadenstufen wurden grundsätzlich an Beobachter-Routen bestimmt, die über verschiedene Höhenstufen führen (beispielsweise Aarberg - Seedorf - Frienisberg, Twann - Gaicht - Lamboing). Da die Frostschädigung von Kaltluft verursacht wurde, ist die Höhenlage für die Kartierung das dominante Landschaftselement, während Exposition und Hangneigung hier kaum eine Rolle spielen. Wesentlich ist dagegen die Kanalisierung der Kaltluft als begünstigender Vorgang (möglicherweise am Südausgang der Taubenlochschlucht wirksam, vielleicht in Kombination mit der Gunstlage des Stadtklimas) sowie der Einfluss stehender Gewässer (Bielersee). Nussbäume in Ebenen werden durch Kaltluftseen ge-

schädigt. Die Mächtigkeit dieser Luftschichten kann an den umliegenden Höhen abgelesen werden. Im Grossen Moos betrug diese Mächtigkeit nur wenige Meter. Nach MATHYS (1975: 25 ff.) sind ferner eine Reihe weiterer Lagekriterien zu berücksichtigen: Mulden-, Tal- und Gipfellagen als gefährdete Baumstandorte, Plateaux und Hänge als Gunstlagen.

So müssen alle Indizien herangezogen werden, um den Verlauf der Isolinien zu bestimmen. Dank der grossen Dichte der Beobachtungen ist dies im vorliegenden Fall mit relativ grosser Genauigkeit möglich.

#### 4.4.4 Karten einzelner Kulturen

Die Kartenausschnitte der Abbildungen 19 und 20 sollen nicht zusätzliche lokal-klimatische Informationen für das dargestellte Gebiet vermitteln, da sich aufgrund der Stationsdichte eine so detaillierte Kartierung kaum verantworten lässt. Wie bei Abbildung 18 soll der Kartierungsvorgang in diesem dafür gut geeigneten Raum veranschaulicht werden.

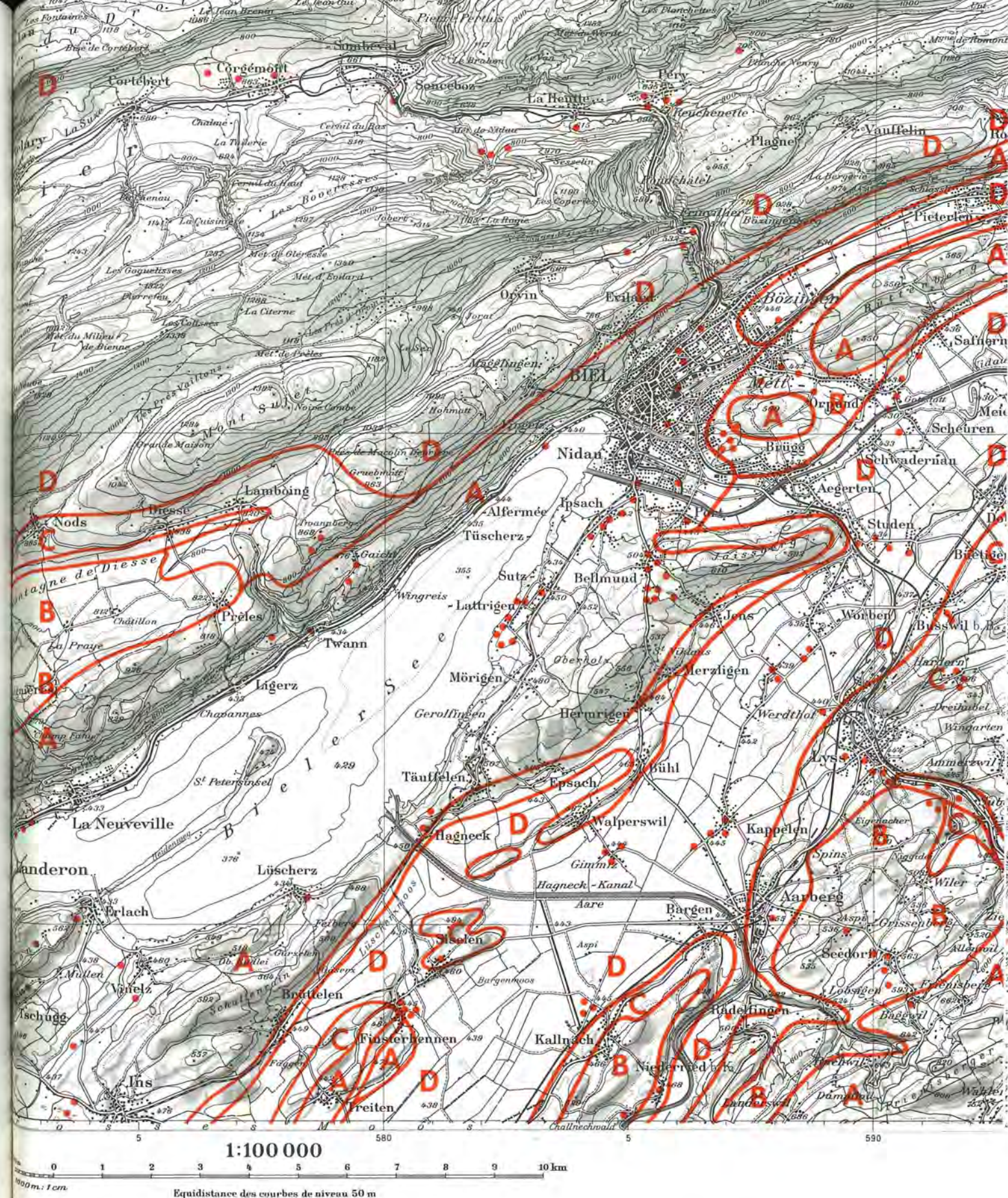
Die Klimaeignung für die einzelnen Kulturen wurde an den Beobachtungsstationen der Meteorologischen Zentralanstalt bestimmt. Im Gebiet des Kartenausschnittes Seeland - St. Immer-Tal standen die Daten von fünf Regenmess-Stationen zur Verfügung. Dies entspricht einer Station auf 97 km<sup>2</sup>, im Vergleich zum schweizerischen Mittel von einer Station auf etwa 130 km<sup>2</sup> (bei 322 zur Verfügung stehenden Stationen) ein etwas überdurchschnittlicher Wert.

Für die Kartierung standen im angrenzenden Gebiet sechs Stationen (davon vier meteorologische Stationen) sowie in der weiteren Umgebung zusätzlich sechs Stationen (wovon zwei meteorologische Stationen) zur Verfügung. Die Tabelle 11 fasst die Lagebeschreibung und die Klimaeignungen dieser Stationen zusammen.

Die Kartierung der Klimaeignung für einzelne Kulturen ist infolge der weit geringeren Dichte der Beobachtungspunkte wesentlich heikler als für die Frostschäden (Abschnitt 4.4.3). Zwischen den einzelnen Stationen werden viele Klimafaktoren wirksam, die schwer abzuschätzen sind.

Die Wirkung der Meereshöhe auf das Klima lässt sich nicht mehr einfach an einem beobachteten Geländeprofil entnehmen, wie dies für die Kartierung der Frostschäden möglich war. Es muss versucht werden, die Höhengradienten für die Klimaeignung einzelner Kulturen zu bestimmen. Dabei muss angenommen werden, dass die zwei folgenden Voraussetzungen einigermaßen erfüllt sind: Erstens müssen zwischen den einzelnen Stufen der Klimaeignung vergleichbare Differenzen bestehen. Das würde heissen, dass beispielsweise die durchschnittlichen Getreideerträge beim Uebergang von Eignungsklasse 1 zu 2 in ähnlichem Rahmen reduziert werden wie beim Uebergang von 2 zu 3. Zweitens sollte innerhalb einer Region die Meereshöhe als wichtigster Klimafaktor betrachtet werden können. Dies gestattet es, zwischen Meereshöhe und Klimaeignung eine lineare Abhängigkeit anzunehmen.

Unter der vereinfachten Annahme, dass diese Voraussetzungen erfüllt sind, können graphisch regionale Höhengradienten abgeleitet werden (Abbildung 22). Die Klimaeignung für die einzelnen Kulturen liegt dabei als ganzzahliger Wert vor, welcher mit einer Tendenz ergänzt werden kann (siehe Tabelle 11 und Anhang von JEANNERET und VAUTIER 1977b). In der graphischen Darstellung (Abbildung 22) wurden diese Tendenzen berücksichtigt: zum Beispiel die Klimaeignung 1 (-2) als Abszissenwert 1,3 und 2 (-1) als Wert 1,7.



Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 15. 9. 1977  
Reproduit avec l'autorisation du Service topographique fédéral du 15-9-1977

- beobachteter Nussbaum / noyer observé
- A keine Schäden / aucun dégât
- B schwach geschädigt / dégâts faibles
- C mittelmässig geschädigt / dégâts moyens
- D stark geschädigt / dégâts forts

Abbildung 18: Karte der Spätfrostschäden im Frühling 1974 (beobachtet an Nussbäumen) in der Umgebung des Bielensees  
Figure 18: Carte des dégâts de gel tardifs au printemps 1974 (observés sur noyers) dans les environs du lac de Bielle

Tabelle 11: Verwendete Daten für die Beispielskartierungen (Abbildungen 19 - 21)

Tableau 11: Données utilisées pour la représentation cartographique des exemples (figures 19 à 21)

Sta.Nr. No.Station	Stationsname Nom de la station	Meereshöhe (m) Altitude (m)	meteor. Beob. observ. météo.	Klimaeignung/apptitude cli- matique		
				F/H	G/C	K/P
<u>Stationen im Kartengebiet / Stations dans la région cartographiée</u>						
25000	Biel - Bienne	436	NM, NT	2	1	2
25330	Evilard	724	NM, NT	2(-4)	3	3
26081	Courtelary	692	NM	2(-4)	2	3
30461	Wahlendorf	755	NM	2(-4)	2(3)	2
32700	Aarberg	450	NM, NT	2	1	2
<u>Stationen im angrenzenden Gebiet / stations dans une région limitrophe</u>						
20000	Neuchâtel	487	TM, NM, NT	3(-2)	1	3
20531	Cernier	800	NM	4(-2)	3(-4)	3
20670	Chaumont	1141	TM, NM, NT	5	5	5
23000	La Chaux-de-Fonds	984	TM, NM, NT	4	5	4(-5)
26100	Mt. Soleil	1183	TM, NM, NT	5	5	5
27130	Bellelay	930	NM, NT	4	4(-5)	5(-4)
<u>Stationen in weiterer Umgebung / stations dans les environs</u>						
15800	Avanches	474	NM	3	1	3
17000	Fribourg	677	TM, NM, NT	2	2	2
30120	Bern	572	TM, NM, NT	2(-1)	2	1(-2)
34000	Burgdorf	525	NM, NT	2	2	1
45000	Solothurn	470	NM, NT	1	3	1
45631	Gerlafingen	451	NM	2	2	2

Legende / Légende

meteor. Beob.	verfügbare meteorologische Beobachtungen (nach Anhang 2) als Monatsmittel
observ. météo.	observations météorologiques disponibles (selon l'appendice 2) comme moyennes mensuelles
TM	Temperaturen / températures
NM	Niederschlagsmengen / quantités de précipitations
NT	Niederschlagstage (N $\geq$ 1,0 mm) / jours de précipitations (N $\geq$ 1,0 mm)
Klimaeignung / aptitudes climatiques	F/H Futterbau / herbages
	1 sehr günstig (Flachland) / très favorable (plaine) 2 günstig (Flachland) / favorable (plaine) 3 geeignet (Flachland) / moyen à médiocre (plaine) 4 geeignet, aber beschränkte Vegetationsperiode / bon, mais période de végétation restreinte 5 geeignet für Weiden und Wiesen / bon pour pâturages et prairies
	G/C Getreide / céréales und / et
	K/P Kartoffeln / pommes de terre
	1 sehr günstig / très favorable 2 günstig / favorable 3 geeignet / moyen 4 wenig geeignet / peu favorable 5 begrenzt / marginal à mauvais

Die Höhengradienten müssen für jede Kultur und jede Region neu bestimmt werden, unter Umständen sogar für einzelne Höhenstufen separat. Im Gebiet des vorliegenden Kartenausschnittes wurde das mittlere St. Immer-Tal, der Jura-Südfuss und das Seeland nordöstlich des Grossen Mooses als Region betrachtet. Aus diesen Darstellungen (Abbildung 22) können die Höhen der Grenzen der einzelnen Klimaeignungsklassen ermittelt werden. So liegt beispielsweise die Grenze zwischen sehr geeignetem und geeignetem Klima (Stufen 1 und 2) für Getreide am Jura-Südfuss bei 500 m.

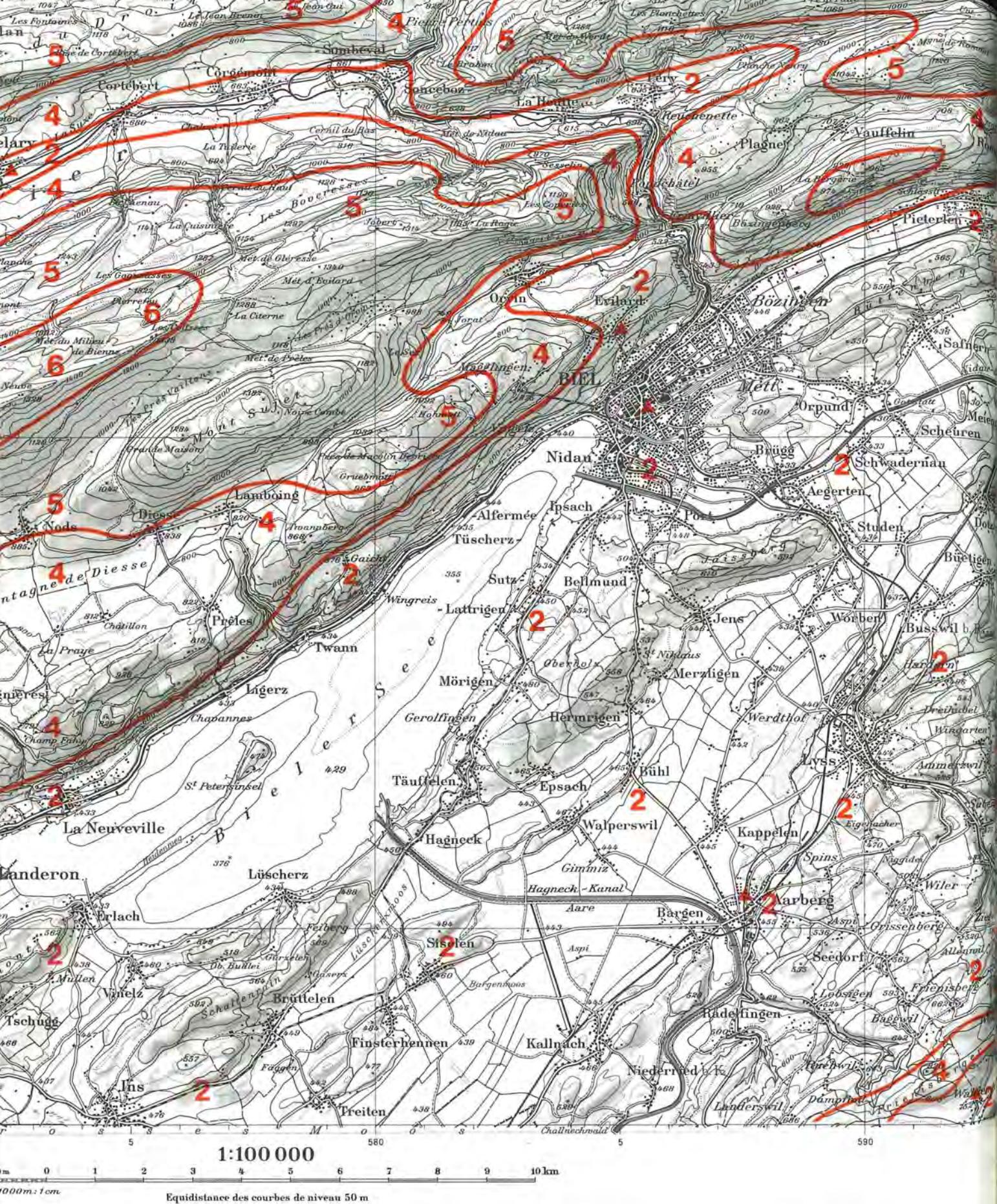
Beim Futterbau (Abbildungen 22 links und Abbildung 19) muss berücksichtigt werden, dass die Klassen 3 und 4 dieselbe Klimaeignung darstellen (geeignet), sich aber in Bezug auf die Ursache der Beeinträchtigung unterscheiden: bei Klasse 3 infolge Tendenz zu Trockenheit im Talgebiet und bei Klasse 4 wegen der reduzierten Vegetationsperiode im Berggebiet.

Die Höhengradienten vermitteln ein Bild der von der Meereshöhe abhängigen Variation der Klimaeignung. Diese Variation wird noch durch die Einflüsse weiterer Landschaftselemente überlagert. Bei den vorliegenden Landschaften sind vor allem Exposition und Hangneigung sowie der Einfluss des Sees wesentlich. Das Ausmass der Beeinflussung muss dabei von Fall zu Fall laufend ermittelt werden. Beispielsweise wurden die Expositions-differenzen zwischen Nord- und Südhängen im St. Immer-Tal auf 50 bis 150 m geschätzt.

Auch hier kann in Hanglagen nicht immer die gesamte Abfolge sämtlicher Klassen in den Karten gezeigt werden, weil die einzelnen Klassen an steilen Stellen zu schmal werden. IMHOF (1972) schlägt für solche Fälle die Vereinigung mehrerer Isolinien zu einer einzigen Linie vor, was an der Kontinuität der dargestellten Wertflächen (hier der Klimaeignung) nichts ändert. Diese Lösung musste für die Klimaeignung für Getreide (Abbildung 20) im St. Immer-Tal und an den Hängen über dem Bielersee angestrebt werden.

Die Karten der Klimaeignung für die zwei Hauptkulturen zeigen einige Aehnlichkeiten. Die Höhen über 1000 m lassen sich jedoch nur mit der Klimaeignung für Futterbau gliedern, während sich die Ebenen und Hügel südlich und östlich des Bielersees nur bei der Klimaeignung für Getreide unterscheiden.

Die Klimaeignung für Getreide wurde für die ganze Schweiz im Massstab 1 : 100'000 (Arbeitskarte) kartiert. Eine Zusammenfassung dieser Karte im Massstab 1 : 500'000 findet sich als Beilage zu JEANNERET und VAUTIER 1977b. Anhand dieser Kartierung konnten die methodischen Probleme erkannt werden. Dank diesen Erfahrungen konnte die kombinierte Karte der Klimaeignung im Massstab 1 : 100'000 (Arbeitskarte) direkt aufgenommen werden. Aus dieser in den Massstab 1 : 200'000 reduzierten Karte kann die Klimaeignung für die weiteren Kulturen herausgelesen werden. In der Beilage finden sich acht typische Ausschnitte aus dieser Karte sowie die Kurz-Legende. Der vollständige Satz der vier Kartenblätter samt der ausführlichen Legende auf der Kartenrückseite findet sich als Beilage zu JEANNERET und VAUTIER 1977b.

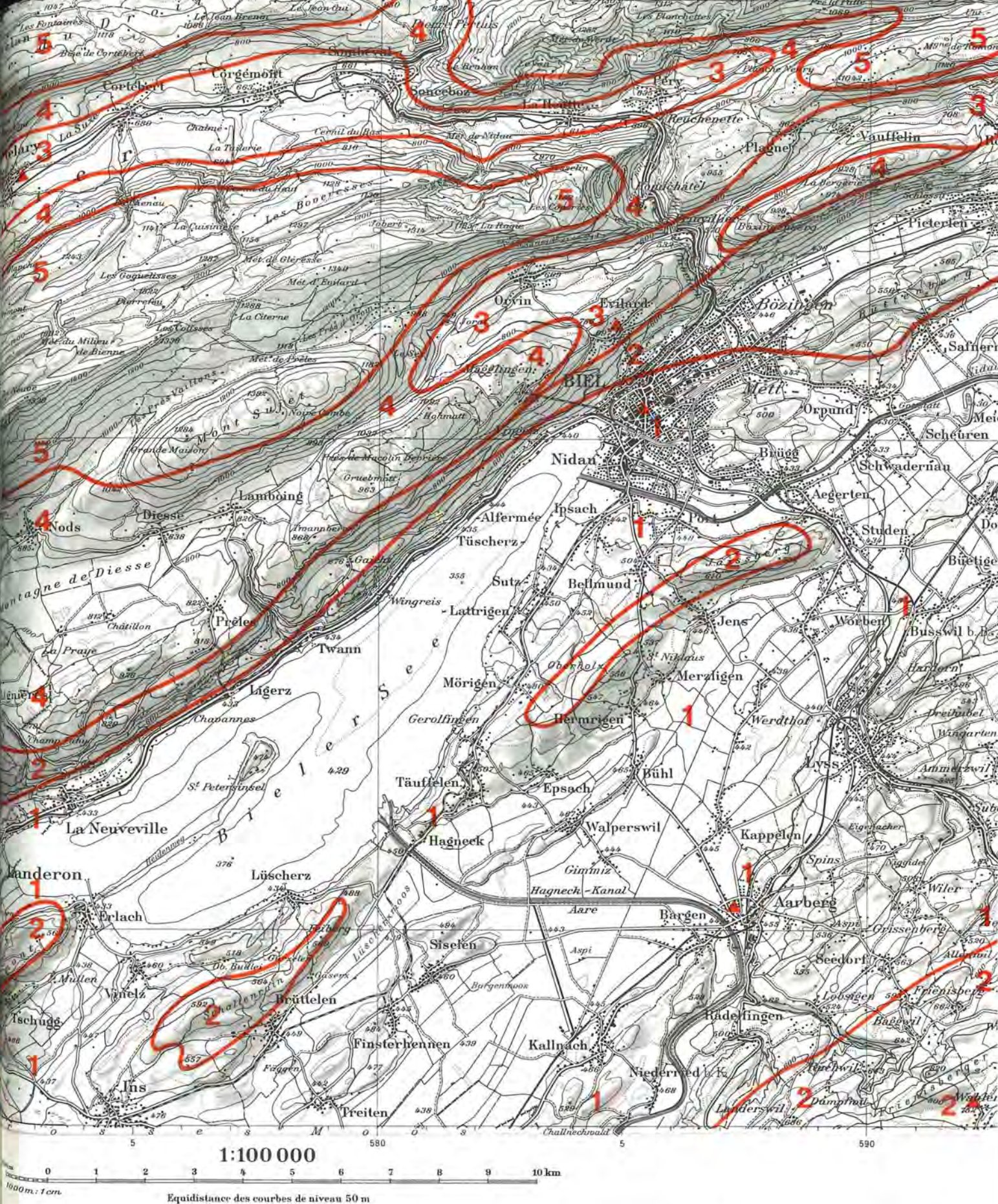


Diese Kartenskizze dient der Demonstration der Methoden und Probleme der kartographischen Darstellung. Sie enthält nicht mehr gesicherte Details als die Karte der Klimateignung für die Landwirtschaft im Massstab 1 : 200'000. — Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 15. 9. 1977.

Cette carte sert à la démonstration des méthodes et des problèmes de la représentation cartographique. Elle ne contient pas plus de détails garantis que la carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture au 200'000<sup>e</sup>. — Reproduit avec l'autorisation du service topographique fédéral du 15-9-1977.

Abbildung 19: Karte der Klimateignung für Futterbau in der Umgebung des Bielersees  
 Figure 19: Carte des aptitudes climatiques pour les herbages dans les environs du lac de Bienne

- 2 günstig (Flachland) favorable (plaine)
- 4 geeignet, aber beschränkte Vegetationsperiode / bon, mais période de végétation restreinte
- 5 geeignet für Wiesen und Weiden bon pour pâturages et prairies
- 6 geeignet für Alpwiesen bon pour alpages



Diese Kartenskizze dient der Demonstration der Methoden und Probleme der kartographischen Darstellung. Sie enthält nicht mehr gesicherte Details als die Karte der Klimateignung für die Landwirtschaft im Massstab 1 : 200'000. — Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 15. 9. 1977.

Cette carte sert à la démonstration des méthodes et des problèmes de la représentation cartographique. Elle ne contient pas plus de détails garantis que la carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture au 200'000<sup>e</sup>. — Reproduit avec l'autorisation du service topographique fédéral du 15-9-1977.

Abbildung 20: Karte der Klimateignung für Getreide in der Umgebung des Bielersees  
 Figure 20: Carte des aptitudes climatiques pour les céréales dans les environs du lac de Bienne

- 1 sehr günstig / très favorable
- 2 günstig / favorable
- 3 geeignet / moyen
- 4 wenig geeignet / peu favorable
- 5 begrenzt / marginal à mauvais



#### 4.4.5 Karte des Niederschlagshaushaltes

Bei dieser Karte handelt es sich um die Darstellung einer klimatischen, aber auf landwirtschaftliche Bedürfnisse zugeschnittenen Grösse, nämlich des Niederschlagshaushaltes in seiner Wirksamkeit für den Pflanzenbau. Ueber Entstehung und Aussage dieser im Massstab 1 : 500'000 gehaltenen Karte orientiert Kapitel 3 in JEANNERET und VAUTIER 1977b (Karte als Beilage).

Das topographische Kleinrelief beeinflusst die Niederschläge nicht in gleichem Mass wie etwa die Klimaeignung für eine bestimmte landwirtschaftliche Kultur. Der Einfluss von Landschaftselementen auf die Niederschlagsverteilung wurde zwar verschiedentlich untersucht (beispielsweise von UTTINGER 1949, 1950, 1951), ist aber doch zu wenig bekannt, als dass eine detaillierte Kartierung für den Raum der ganzen Schweiz möglich wäre. Deshalb ist der Verlauf der Begrenzungslinien zwischen Zonen gleichen Niederschlagshaushaltes stärker generalisiert als die Begrenzungslinien der Frostschäden- und Klimaeignungskarte im gleichen Massstab. Mit den zur Vergütung stehenden Daten und Erfahrungen liesse sich eine Darstellung in einem grösseren Massstab kaum verantworten.

#### 4.4.6 Kombinierte Klimaeignungskarte

Der Kartenausschnitt der Abbildung 21 soll wie die vorangehenden der Abbildungen 19 und 20 nicht zusätzliche Informationen für das dargestellte Gebiet zeigen, sondern lediglich den Kartierungsvorgang veranschaulichen.

Beim vorliegenden Beispiel werden die Eignungen für die drei Hauptkulturen kombiniert. Das Ergebnis ist nicht genau dasselbe wie für die Klimaeignungskarte der Schweiz im Massstab 1 : 200'000 (Beilage), weil dort die Klimaeignung für sechs Kulturen kombiniert wird (die drei Hauptkulturen Futterbau, Getreide und Kartoffeln und dazu die drei ergänzenden Kulturen Körnermais, Zwischenfruchtbau und Spezialkulturen). Das vorliegende Kartenbeispiel (Abbildung 21) zeigt lediglich die Ueberlagerung der Klimaeignung für die drei Hauptkulturen.

Auf der Klimaeignungskarte der Schweiz im Massstab 1 : 200'000 (Beilagen)

kommen nicht mehr wie bei der Kartenskizze der Abbildung 21 die Einzelkombinationen zur Darstellung, sondern die zusammengefassten Eignungsklassen (siehe die Legende in der Beilage sowie Abschnitte 3.4 und 4.3). Damit liegt zwischen diesen beiden Karten ein wesentlicher Verarbeitungsschritt, nämlich die Zusammenfassung der Kombination zu Eignungsklassen.

Vergleicht man die Karte der Abbildung 21 mit den drei vorangehenden (Abbildungen 19 und 20), so fällt vor allem die detaillierte Gliederung des Gebietes auf. Im Kartenausschnitt treten 14 Kombinationen von Klimaeignungen der drei Hauptkulturen auf. Nur vier dieser Kombinationen sind mit einer Station vertreten, die übrigen ergeben sich durch die Ueberlagerung der drei vorangehenden Karten.

Die Begrenzungslinien auf der Karte der kombinierten Klimaeignung für die drei Hauptkulturen (Abbildung 21) sind gegenüber denjenigen der Karten der Klimaeignung für einzelne Kulturen (Abbildungen 19 und 20) leicht generalisiert. An den Steilhängen mussten wiederum Begrenzungslinien vereinfacht werden, wobei auf die Darstellung von schmalen, in der Praxis unwesentlichen Zonen verzichtet wurde. Dies fällt wiederum besonders an den Hängen des St. Immer-Tales und am Jura-Südfuss auf.

Bei allen diesen Klimaeignungskarten wurde versucht, die Begrenzung von Zonen verschiedener Klimaeignung in funktionale Landschaftsscheiden zu verlegen. Steil-

stufen, Wälder, Flussläufe, Siedlungen und weitere Landschaftselemente sind sehr oft wirksame geländeklimatische Scheiden.

Die kombinierte Klimaeignungskarte der Schweiz wurde zuerst im Massstab 1 : 100'000 entworfen, dann vereinfacht und in den Massstab 1 : 200'000 reduziert (Beilagen).

Bei der Festlegung von Zonengrenzen sowie in allen zweifelhaften Fällen wurden zahlreiche vorhandene regionale und lokale Klimaarbeiten herangezogen. Sie können hier nicht alle aufgezählt werden, finden sich jedoch in der Bibliographie zur "Klimatologie der Schweiz" (JEANNERET 1975b). Nur die Karte der Wärmestufen im Massstab 1 : 200'000 von SCHREIBER et alii (1977) soll hier speziell erwähnt werden, weil es sich um die detaillierteste klimatische Aufnahme handelt, die für das ganze Gebiet der Schweiz vorliegt.

#### 4.4.7 Landschaftsprofile

Durch das in den Kartenskizzen (Abbildungen 19 und 20) dargestellte Gebiet sowie durch weitere besonders interessante Landschaften wurden Profile gezeichnet, die die Variationen der Klimaeignung in verschiedenen Landesteilen veranschaulichen (in JEANNERET und VAUTIER 1977b Abbildung 3 für Landschaften im Jura und im Mittelland, Abbildung 4 für Alpen-Landschaften). Die Profile sind im horizontalen Massstab 1 : 100'000 gehalten und vierfach überhöht.

Für eine Auswahl ähnlicher Landschaften liegen auch Profile der Spätfrostschäden im Frühjahr 1974 vor (Abbildung 2 in JEANNERET und VAUTIER 1977b). Obwohl es sich um eine einzelne Aufnahme handelt und nicht um eine allgemeine Frostgefährdung, ist ein Vergleich mit der Klimaeignung interessant.

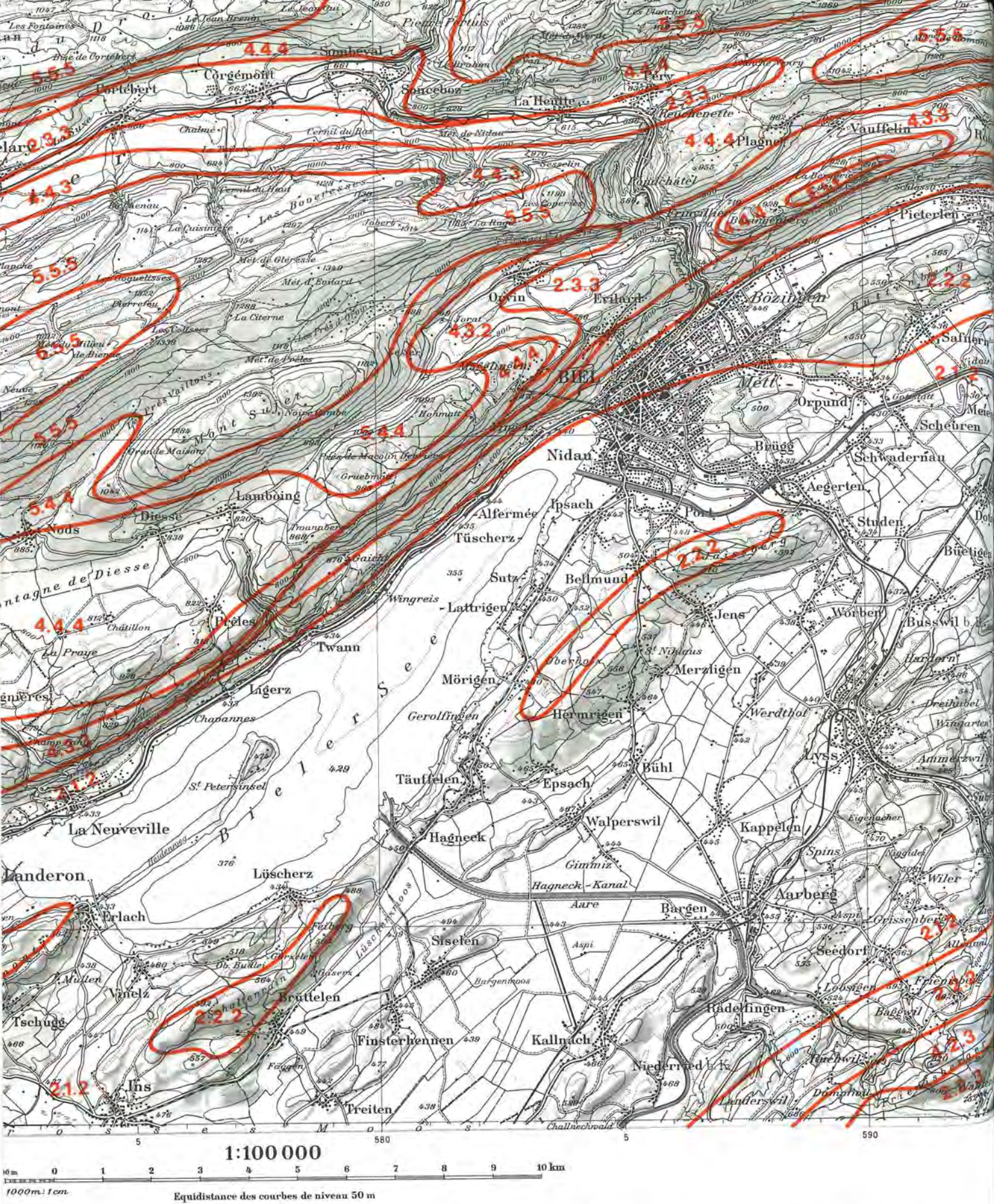


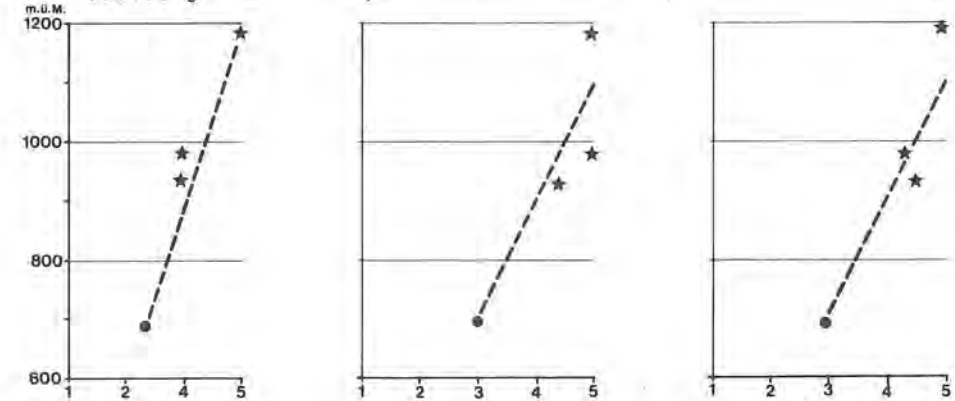
Abbildung 21: Karte der Klimaeignung für die Hauptkulturen in der Umgebung des Bielersees  
 Figure 21: Carte des aptitudes climatiques pour les cultures principales dans les environs du lac de Biene

Diese Kartenskizze dient der Demonstration der Methoden und Probleme der kartographischen Darstellung. Sie enthält nicht mehr gesicherte Details als die Karte der Klimaeignung für die Landwirtschaft im Massstab 1 : 200'000. — Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 15. 9. 1977.

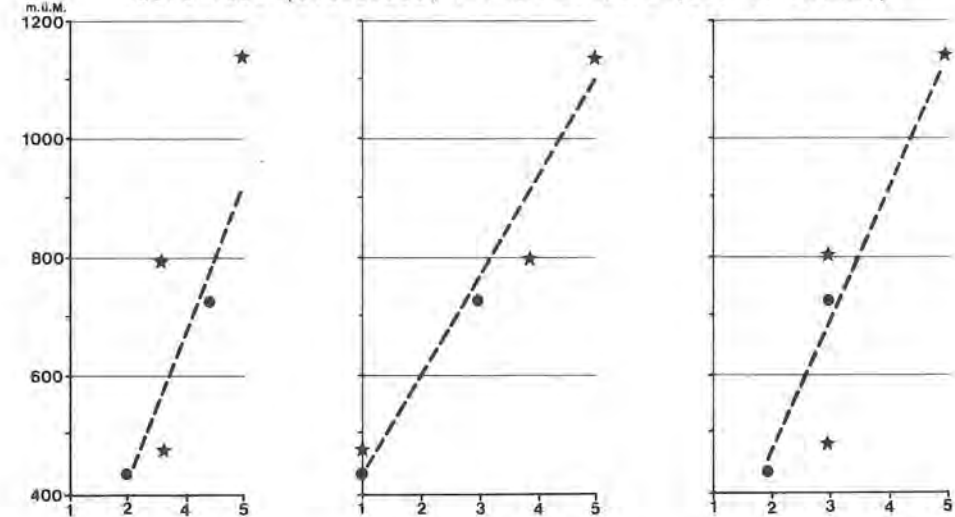
Cette carte sert à la démonstration des méthodes et des problèmes de la représentation cartographique. Elle ne contient pas plus de détails garantis que la carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture au 200'000<sup>e</sup>. — Reproduit avec l'autorisation du service topographique fédéral du 15-9-1977.

- 1.2.3 Klimaeignung für Futterbau (wie Abbildung 19), Getreide und Kartoffeln (wie Abbildung 20)  
 Aptitudes climatiques pour les herbages (comme figure 19), céréales et pommes-de-terre (comme figure 20)

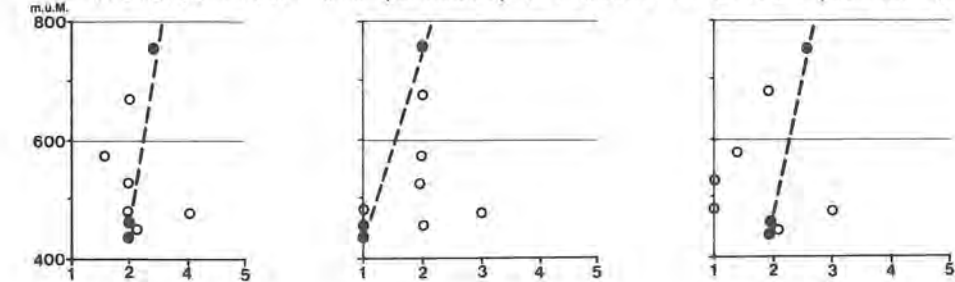
Jura-Tal (St. Immer-Tal bei Courtelary)  
 Vallée jurassienne (Vallon de St. Imier près de Courtelary)



Jura-Fuss (Bielersee) / Pied du Jura (Lac de Biene)



Tieferes Mittelland (Seeland) / Plateau inférieur (Seeland)



● im Kartengebiet / dans la région cartographiée  
 ★ in angrenzendem Gebiet / dans une région limitrophe  
 ○ in der Umgebung / dans les environs

Abbildung 22: Regionale Höhengradienten der Hauptkulturen in der Umgebung des Bielersees (Abszisse = Eignungsklasse, Ordinate = Meereshöhe)

Figure 22: Gradients altitudinaux régionaux des cultures principales dans les environs du lac de Biene (abscisse = classe d'aptitude, ordonnée = altitude)

## 5. SCHLUSSWORT / EPILOGUE

### 5.1 KUENFTIGE ARBEITEN

Hauptsächliche Aufgabe der Klimatologie im Hinblick auf künftige Eignungsuntersuchungen liegen wohl in einer geeigneten Bereitstellung der benötigten Daten. Insbesondere sind auch zeitlich und räumlich Verdichtungen des meteorologischen Datenmaterials erwünscht: mehr Stationen - insbesondere mehr Klimastationen mit Temperaturmessungen -, Bereitstellung von Tageswerten für die elektronische Datenverarbeitung. Dies dürfte zusammen mit einem Ausbau des Systems der Perioden und Schwellenwerte zu einer wesentlichen Steigerung der Aussagekraft der Klimaeignungs-Untersuchungen führen.

Zahlreiche dieser Aufgaben (insbesondere die räumliche Verdichtung der Beobachtungsnetze) dürften jedoch nicht auf nationaler Ebene lösbar sein. Kantonale und regionale Institutionen müssen auf dieser Ebene einspringen.

Die klimatologische Auswertung von Beobachtungsmaterial zu agroklimatischen Zwecken muss sich immer mehr auf die Dynamik des Witterungsgeschehens ausrichten. Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Wetterlagen, Witterungsgeschehen und einzelnen Klimaelementen sowie spezifischer Klimaeignung sind deshalb besonders wertvoll.

Schliesslich sind auch neben punkthaften meteorologischen Beobachtungen Methoden der flächenhaften Erfassung des Klimas wünschenswert. Neben einer fast kontinuierlichen Beobachtung des Klimas durch phänologische Zustandskartierungen (zum Beispiel nach SCHREIBER et alii 1977 und phänologischen Netzbeobachtungen (zum Beispiel nach JEANNERET 1971) sind auch Fernerkundungsmethoden zu erproben. Vielleicht lassen sich Thermal-Aufnahmen in Zukunft wirtschaftlicher und systematischer einbauen, und vielleicht eröffnen Fortschritte der Remote-sensing-Technologie in Zukunft weitere Möglichkeiten.

Für eine noch zuverlässigere Kartierung von Klimaelementen oder von angewandten klimatischen Aussagen müssen noch weitere Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Landschaftsformen und klimatischer Variabilität vorliegen. Dabei wird man sich nicht nur mit den Beziehungen zwischen Klima und absoluten Angaben über Landschaftselemente (wie Meereshöhe, Hangneigung) begnügen können, sondern möglicherweise müssen Modelle erarbeitet werden, die topographische Strukturen umschreiben. Beziehungen zwischen verschiedenen geländeklimatischen Faktoren (wie Höhe über Talboden, Richtung der Talachse und so weiter, siehe Abschnitt 4.4.2 in JEANNERET und VAUTIER 1977a) müssten in diesem Modell aufgedeckt werden.

Besondere Möglichkeiten der Untersuchungen solcher Beziehungen gestatten digitalisierte Informationen über das Gelände, wie beispielsweise Höhenquoten in einem Hektarraster (HIDBER et alii 1972). WILLIAMS und SHARP (1972) demonstrieren eine ganze Auswahl von Möglichkeiten der Computerkartographie für agrometeorologische Zwecke.

Damit würden sich zahlreiche Probleme der Interpolation und der Extrapolation lösen lassen. Es könnten Klimaerscheinungen direkt kartiert werden (nach dem Vorschlag für phänologische Beobachtungen von JEANNERET 1974). Dem Computer könnte auch die Kombination verschiedener Klimaelemente überlassen werden, so dass nur noch die Interpretation der Klimaeignung dem Spezialisten obliegen würde. Ergebnisse von Aufnahmen durch Fernerkundungs-Apparate liessen sich direkt in das

System eingliedern. Damit wäre eine wesentliche Steigerung der Klimaeignungskarten erzielbar.

Eine digitalisierte Kartierung würde die Ausarbeitung von verschiedenen Alternativen gestatten, die für Entscheidungen höchst wertvoll wären. Der Computer könnte Kartierungsgrundlagen liefern, mit welchen eine zielgerichtete konventionelle Kartierung von Klimaeignungen mit geringem Aufwand ermöglicht würde.

Die Planung benötigt aber auch kombinierte Unterlagen, die das Klima mit den Böden und anderen Faktoren verknüpfen (vielleicht nach dem Beispiel des natürlichen Potentials der Landwirtschaftsflächen von HAEBERLI 1971b, der oekologischen Standortseignungskarten von HUMMEL et alii 1974 oder der kombinierten Klassen der Landnutzungs-Kapazität des GOVERNO DO ESTADO DE SAO PAULO 1974).

Schliesslich wird es darum gehen, die für naturwissenschaftliche, für geographische und nicht zuletzt für planerische Zwecke notwendige Raumgliederung - wie sie beispielsweise von GUTERSOHN (1973) und vor allem von GROSJEAN (1973 und 1975) unternommen wurde - klimatisch besser zu untermauern.

### 5.2 AUSBLICK

Das in dieser Studie für die Schweiz vorgeschlagene System liesse sich vielleicht auch in einem weiteren Rahmen verwenden. Die hier aufgeworfenen Probleme sind in anderen Räumen grundsätzlich ähnlich. Vielleicht lassen sich mit einem an anderen Klimaverhältnissen und anderen Landwirtschaftsprodukten angepassten System von Perioden und Schwellenwerten agroklimatische Fragen in andern Gebieten oder auch weltweit behandeln. Das Problem des Ernährungspotentials wird bekanntlich auf nationaler und globaler Ebene immer wichtiger.

Die vorliegende Untersuchung betrifft einen langjährigen Beobachtungszeitraum, nämlich die Jahre 1901 bis 1960 bzw. 1972. Es stellt sich nun die Frage, ob diese Methode für die klimahistorische Untersuchung vergangener Jahrhunderte tauglich wäre. Die Betrachtung geschichtlicher Vorgänge zeigt, wie wichtig der Verlauf der Klimaschwankungen für die landwirtschaftliche, die wirtschaftliche und die politische Entwicklung der Vergangenheit war (siehe zum Beispiel PFISTER 1975).

Schliesslich dürfte das Konzept der Schwellenwerte - möglicherweise in verfeinerter Ausführung - sich auch im Hinblick auf die Zukunft verwenden lassen. Vielleicht lässt es sich nämlich auch für eine Prognose von Ernteerträgen heranziehen, wenn es gelingt, eine sinnvolle Kombination weiterer Wetterelemente heranzuziehen: neben Temperatur und Niederschlag auch etwa Sonnenscheindauer, Luftfeuchtigkeit, Schnee, Hagel, Bewölkung und Wind. Durch Einspeisung der jeweils neusten Beobachtungen liesse sich eine Prognose im Verlaufe des Jahres ständig verbessern. Die klimatischen Verhältnisse werden zwar im Zentrum Europas nie so leicht erfassbar sein wie in kontinentalen Räumen, so dass einfache Prognosenmodelle - wie sie beispielsweise WILLIAMS (1972) sowie BAIER und WILLIAMS (1974) für Kanada erarbeiteten - in Mitteleuropa kaum denkbar sind. Die vorliegende Untersuchung hat die Möglichkeiten der angewandten Methoden durchaus nicht ausgeschöpft. Bei der Anwendung neuer Beziehungen zwischen Klima und Erträgen, bei der Verwendung weiterer Beobachtungsdaten (etwa von Tageswerten) und mittels Einsatz neuer Kartierungsverfahren (digitalisierte Landschaftselemente) bleibt das vorgeschlagene System auch künftighin ausbaubar.

B I B L I O G R A P H I E

Zu Beginn der Arbeiten zu der vorliegenden Studie stand ein intensives Literaturstudium. Auf klimatologischer Seite entstand in dieser Phase eine Bibliographie (Kapitel 3.1), die auf Literatur der Periode 1921 bis 1973 Bezug nimmt (JEANNERET 1975b). Die folgende Liste umfasst hauptsächlich die benutzten klimatologischen, agroklimatischen und agronomischen Publikationen. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit in Bezug auf vorhandene Studien aus diesen Fachbereichen, sie mag jedoch den Interessenten auf wichtige wissenschaftliche Grundlagen aus dem In- und Ausland hinweisen.

Au début des travaux pour la présente étude, une recherche intensive de la littérature fut effectuée. Du côté climatologique, cette phase déboucha sur une bibliographie (chapitre 3.1) des bases climatiques en Suisse publiées durant la période 1921 à 1973 (JEANNERET 1975b). La liste qui suit comporte principalement les publications climatologiques, agroklimatiques et agronomiques utilisées pour la présente étude. Elle n'a pas la prétention d'être complète par rapport aux publications existantes, mais elle peut renvoyer le lecteur intéressé à quelques bases scientifiques importantes suisses et étrangères.

Abkürzungen / Abréviations

Ann.	Annalen / Annales	ISM	Institut Suisse de Météorologie, Zurich = MZA
Bay.ldw.Jb	Bayerisches landwirtschaftliches Jahrbuch	J.	Journal
Beih.	Beiheft	Jb.	Jahrbuch
Beitr.	Beiträge	Mitt.	Mitteilungen
Beitr.klim. Bern	Beiträge zum Klima der Region Bern, Geographisches Institut der Universität Bern	MZA	Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, Zürich = ISM
Beitr.klim. Gdf.	Beiträge zur klimatologischen Grundlagenforschung, Geographisches Institut der Universität Bern	Naturf.Ges.	Naturforschende Gesellschaft
Ber.	Berichte	Rech.agr.S.	La Recherche agronomique en Suisse = Schw. ldw. For.
Cah.am.rég.	Cahier de l'aménagement régional, Office (Service) cantonal vaudois d'urbanisme	Rev.S.Agr.	Revue Suisse d'Agriculture
Diss.	Dissertation	Rdsch.	Rundschau
EPF-Z	Ecole polytechnique fédérale, Zurich = ETH-Z	Schw.ldw.For.	Schweizerische landwirtschaftliche Forschung = Rech.agr. S.
ETH-Z	Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich = EPF-Z	Uni.	Universität = Université = University
Inf.Beitr. Kli.f.	Informationen und Beiträge zur Klimaforschung, Geographisches Institut der Universität Bern	Verh.	Verhandlungen
Inst.	Institut	Z.	Zeitschrift
Int.	international	Z. A. Pfl. bau	Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau

AGENA, M.U.; BAETJER, D.; WESSELS, D., 1968: Wieviel Einfuhrtage stehen im norddeutschen Raum für die Bergung von Winterfutter zur Verfügung? Meteorologische Rdsch. 21: 169 - 175

ALTHER, E., 1969: Optimale Produktionsstandorte, landwirtschaftliche Bodennutzung und Raumplanung. Verh. Schweiz. Naturf. Ges.: 182 - 186

ANASTASIN, N., 1957: Zur Frage der künstlichen Beregnung in Beziehung zum Klima. Z. A. Pfl.bau 104: 137 - 144

AUFHAMMER, G.; FISCHBECK, G., 1971: Standortunterschiede im Kornertrag, Ertragsstruktur und Kornbeschaffenheit von zwei- und vierzeiligen Winter- und Sommergersten. Z. A. Pfl.bau 133: 169 - 181

ASSOCIATION SUISSE POUR L'ESSAI ET L'APPROVISIONNEMENT EN SEMENCEAUX DE POMMES DE TERRE (A.S.E.A.S.): Rapports annuels.

BACHTHALER, G., 1971: Der Einfluss von Drillweite und Saatsstärke auf Ertrag und Qualität von Winterweizen unter verschiedenen ökologischen Bedingungen. Z. A. Pfl. bau 134: 25 - 41

BAIER, W.; DAVIDSON, H.; DESJARDINS, R.L.; QUELLET, C.E.; WILLIAMS, G.D.V., 1976: Recent Biometeorological Applications to Crops. Int. J. of Biometeorology 20 (2): 108 - 127

BAUMANN, H., 1949: Wetter und Ernteertrag. Deutscher Bauernverlag, Berlin, 19

BAUMANN, H., 1957: Beregnungszeitpunktversuche mit Hafer- und Winterweizensorten. Z. A. Pfl. bau 103: 308 - 396

BAUMANN, H., 1961: Witterungslehre für die Landwirtschaft. Berlin und Hamburg

BAUMANN, H., 1962: Die Erträge von Wintergerste, Hafer und Zuckerrüben im Dikopshofer Dauerdüngungsversuch und in der Kölner Bucht in Beziehung zur Witterung. Z. A. Pfl. bau 114: 281 - 294

BAUMANN, L., 1957: Ueber die Beziehungen zwischen Hydratur und Ertrag. Ber. Deutschen Botanischen Gesellschaft 70: 67 - 78

BERÉNYI, D., 1954: Die Ergebnisse der Forschung des Zusammenhangs zwischen den klimatischen Faktoren und dem Ernteertrag. Acta univ. Debreceniensis 1: 193 - 204

BILLWILLER, R., 1927: Klimatologie. Bibliographie der Schweizerischen Landeskunde, Fasz. IV 4: 140 p.

BOGUSLAWSKI, E. VON, 1954: Das Zusammenwirken der Wachstumsfaktoren bei der Ertragsbildung. Z. A. Pfl. bau 98: 145 - 186

BOGUSLAWSKI, E. VON, 1959: Zur Problematik der Pflanzenbauwissenschaft. Z. A. Pfl. bau 108: 321 - 338

BOGUSLAWSKI, E. VON; SCHNEIDER, B., 1962 - 1964: "Die dritte Annäherung des Ertragsgesetzes"  
 I. Mitteilung. Z.A. Pfl. bau 114: 221 - 236  
 II. Mitteilung Z.A. Pfl. bau 116: 113 - 128  
 III. Mitteilung Z.A. Pfl. bau 119: 1 - 28

BOGUSLAWSKI, E. VON, 1968a: Zweck der Internationalen Dauerversuche und einige Teilergebnisse. II. Mitteilung Z.A. Pfl. bau 127: 20 - 39

BOGUSLAWSKI, E. VON, 1973: Entwicklung und Problematik der Standortforschung im Pflanzenbau. Berlin 55 p

BRETSCHNEIDER-HERMANN, B., 1971: Zusammengefasste Ergebnisse der Internationalen ökologischen Dauer-Düngungsversuche (IDV). Z. A. Pfl. bau 133: 13 - 35

BROUWER, W., 1926: Die Beziehungen zwischen Ernte und Witterung in der Landwirtschaft. Landwirtschaftliches Jb. Göttingen 63: 1 - 81

BROUWER, W.; MARTIN, K.H., 1955: Ein Beitrag zur Frage Beregnung und Düngung. Z.A. Pfl. bau 101 (1/2): 79 - 94

BRUENNER, F.; KRAUSE, W., 1968: Ueber den Einfluss der natürlichen Nährstoffvorräte und der Befeuchtung auf den Ertrag von Dauerwiesen, dargestellt an Wechselfelddüngungsversuchen in Südwestdeutschland. Z. A. Pfl. bau 128: 151 - 173

BURTON, W. G., 1966: The Potato. Veenman & Zonen N.V., Wageningen

CALAME, F., 1977: Le bilan hydrique en agriculture. Statistique pour Genève de 1901 à 1970. Rev. S. Agr. 9 (3): 103 - 109

CAPUTA, J., 1966: Contribution à l'étude de la croissance du gazon des pâturages naturels à différentes altitudes. Rech. agr. S. 5 (3/4): 393 - 426

CAPUTA, J.; SCHECHTNER, G., 1970: Wachstumsrhythmus und Stickstoffwirkung auf natürlichen Beständen der Bergweiden. Wirtschaftseigene Fütter, 16 (3): 165 - 182

- CAPUTA, J.; SUSTAR, F., 1975: Beobachtungen über Wachstumsstadien der Wiesenpflanzen auf verschiedenen Höhen über Meer. Schw. ldw. For. 14 (1): 15 - 33
- CAPUTA, J.; QUINCHE, J.-P.; RYSER, J.-P., 1972: Développement d'une prairie ensencée sous l'influence de différentes formules de fumure. Rev. S. agr. 4 (4): 144 - 147
- CAVAZZA, S.; VANNELLA, S., 1968: Evaluation of drought periods by computer analysis. An application in Southern Italy. Tucson symposium on use of computer analysis in hydrology: 598 - 603
- CONRAD, C., 1958: Ueber Schwankungen in der Vegetationsperiode und über Variationen ausgewählter phänologischer Phasen von Kulturpflanzen. Angewandte Meteorologie: 193 - 205
- COURVOISIER, H.W., 1975: Ergänzungsverzeichnis über Synoptik, Wettersvorhersage und Flugmeteorologie. In JEANNERET 1975b: 106 - 113
- DEMAY, J., 1965: Quelques inconvénients d'un hiver trop humide. Union-Agriculture 257. 5p
- DIETL, W.; JAEGLI, F.J., 1972: Die Kartierung von Vegetation und Boden als Planungsgrundlage für eine umfassende Alpaufbesserung. Schw. ldw. For. 11 (4)
- DUTHILL, J., 1971: Elements d'écologie et d'agronomie. Tome 1. Editions Baillière
- EIMREN, VAN, J., 1956: Zur Witterung während der Heuernte an der Küste und im Binnenland in den vergangenen 9 Jahren. Das Grünland 6: 10
- EIMREN, VAN, J.; SPATZ, G., 1968: Das Problem der verfügbaren Tage für den Wilsenschnitt. Bay. ldw. Jb. 45: 350 - 363
- ELLENBERG, H., 1954: Naturgemässe Anbauplanung. Melioration und Landespflege. In: Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie, Band III. Verlag Ulmer Stuttgart
- ELLENBERG, H.; SCHREIBER, K.-F.; SILBEREISEN, R.; WELLER, F.; WINTER, F., 1956: Grundlagen und Methoden der Obstbau-Standortkartierung. Der Obstbau 75 (5, 6, 7)
- EUGSTER, C., 1964: Landarbeitszeitspannen und Verfahrenstage innerhalb der einzelnen Zeitspannen in verschiedenen Regionen der Schweiz. Diss. Nr. 3440 ETH-Z: 102 Seiten und 8 Karten
- FIGULA, F., 1964: Untersuchungen über die Wasser- und Wärmebilanz des Hanges. Wissenschaftl. Z. der Karl Marx-Uni. Leipzig, 13: 783 - 788
- FISCHBECK, G., 1968: Ertrags- und Qualitätsprobleme im Getreidebau in der Bundesrepublik Deutschland. Z. A. Pfl. bau 127: 180 - 206
- FISCHNICH, O., 1959: Folgen der Witterung 1959 für die Ernte und Lagerung. Der Kartoffelbau 10: 207 - 209
- FISHER, R.A., 1921: Studies in Crop Variation. I. An Examination of the Yield of Dressed Grain from Broadbalk. J. of Agricultural Science 11: 107 - 135
- FISHER, R.A., 1925: III The Influence of Rainfall on the Yield of Wheat at Rothamsted. Phil. Transactions of the Royal Society London B, 213: 89 - 142
- GENSLER, G.A., 1946: Der Begriff der Vegetationszeit. Kritische Beitr. zum Begr. der Vegetationszeit in der geographischen, klimatologischen und phänologischen Literatur. Diss. phil. II Uni. Zürich: 143 p.
- GERTH, A., 1962: Jahreszeitliche Untersuchungen über den Wasserhaushalt in einer Braunerde und in einer Schwarzerde. Z. A. Pfl. bau 114: 183 - 198
- GILMORE, E.C.; ROGERS, J.S., 1958: Heat Units as a Method of Measuring Maturity in Corn. Agronomy J. 50 (10): 611 - 615
- GODARD, M., 1937: Influence des facteurs climatiques sur la croissance de la betterave sucrière. Ann. agronomiques 5: 696
- GODARD, M., 1938: La température du sol et le développement automnal de la betterave sucrière. Imprimerie Alençonnaise, Alençon: 8 pages
- GODARD, M., 1939: Le climat solaire et la croissance de la betterave sucrière. Gauthier Villars, Paris 112705 - 39: 1929 - 1931
- GODARD, M., 1944: Densité du peuplement et radiation solaire dans la culture de la betterave sucrière. Imprimerie Alençonnaise, Alençon. Aut. Pa: 651 - 310640 COAICL - 4 - 44: 155 - 159
- GODARD, M., 1961: L'approvisionnement en eau du sol, les facteurs climatiques et la végétation du maïs dans le Languedoc méditerranéen. Ann. agr., 12 (1): 127 - 134
- GODARD, M., 1963: Transpiration et maturation du blé dans le Languedoc méditerranéen. Ann. agr. 14 (5): 835 - 848
- GOESELE, L., 1929: Untersuchungen über Beziehungen zwischen Witterung und Ernteertrag in der Landwirtschaft. Landwirtschaftliches Jb. 68: 253 - 320
- GOESELE, L., 1930: Die Abhängigkeit der Ernteerträge von den Niederschlagsmengen während der Hauptwachstumszeit, untersucht an Ernteergebnissen aus Württemberg. Archiv für Pflanzenbau, 4. Band: 271 - 292
- GOVERNO DO ESTADO DE SAO PAULO, SECRETARIA DA AGRICULTURA, 1974: Zoneamento agrícola do Estado de Sao Paulo, Volume 1. Sao Paulo: 166 p und Karten
- GRANZ, E., 1955: Das Wetter während der Heuernte. Das Grünland 4: 26 - 29
- GROSJEAN, G., 1973: Kanton Bern - Historische Planungsgrundlagen / Canton de Berne - Bases historiques de l'aménagement. Planungsatlas Kanton Bern, dritte Lieferung Atlas de l'aménagement, troisième livraison: 328 S. und 8 Karten
- GROSJEAN, G., 1975: Die Schweiz - Landwirtschaft. Geographica bernensia, Band U2: 86 S.
- GUTERSOHN, H., 1973: Naturräumliche Gliederung / Régions naturelles, Atlas der Schweiz Atlas de la Suisse 78: 4 S.
- HAEBERLI, R., 1971a: Carte des dangers de gel tardif pritanier dans le canton de Vaud. Cah. am. rég. 11, 23 p. et 1 carte
- HAEBERLI, R., 1971b: Carte du potentiel naturel des surfaces agricoles du canton de Vaud. Cah. am. rég. 13: 35 p. et 1 carte
- HAEBERLI, R., 1975: Verlust an landwirtschaftlicher Kulturfläche, Informationshefte des Delegierten für Raumplanung 1975 (2): 15 p.
- HAEBERLI, R.; SCHREIBER, K.F., 1968: Répartition des dégâts de gels tardifs dans le canton de Vaud au printemps 1967. Agriculture romande A, 7 (1): 13 - 16
- HANKE, E.; KAISER, H., 1957: Untersuchungen über die Auswirkungen von Windschutzstreifen auf den Ertrag von Hafer, Hafer-Gerste-Gemisch und Zuckerrüben im Jahre 1955. Z. A. Pfl. bau 103: 90 - 110
- HANSSON, N., 1936: Versuche in Schweden über die günstigste Zeit für den Heuschnitt. Bied. Zentralblatt 8: 499
- HENTGEN, A.; JEANNIN, B., 1968: Incidence du climat et du végétal produit sur les conditions de séchage des fourrages. M3-Fourr.-64: 13 - 16
- HIDBER, C. et alii, 1972: Die landesplanerische Datenbank. (Sonderheft Informationsregister). Dokumentations- und Informationsstelle für Planungsfragen, Zürich: 25 p.
- HILL, D.E.; THOMAS, H.F., 1972: Use of Natural Resource Data in Land and Water Planning. Bulletin 733, The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven: 47 p.
- HOHMANN, W., 1955: Untersuchungen über den Einfluss der Beregnung auf die Menge und Güte von Grünlanderträgen. Z. A. Pfl. bau 99 (2): 207 - 287
- HOFFMANN, E.; BAHN, E., 1964 - 1965: Die Auswertung langjähriger Reihen von Feldversuchserträgen in Verbindung mit agrarmeteorologischen Daten.  
1. Mitteilung: Z. des landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungswesen 10 (3): 207 - 232  
2. Mitteilung: Z. des landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungswesen 10 (4): 283 - 309  
3. Mitteilung: Z. Albrecht-Thaer-Archiv 9 (5): 465 - 494  
4. Mitteilung: Z. Albrecht-Thaer-Archiv 9 (7): 677 - 701
- HOENE, E., 1932: Einfluss der Witterung auf den Heuertrag und auf den Gehalt des Heues an Rohprotein. Arch. Pflanzenbau 8: 345 - 370
- HOOGGERKAMP, M.; WOLDRING, J.J., 1968: Der Einfluss des Grundwasserstandes auf den Ertrag von Ackerfrüchten und Grünland auf Marschboden. Z. A. Pfl. bau 127: 1 - 19
- HUMMEL, P.; MUELLER, S.; SCHIEFER, J.; VOGELSANG, W.; WELLER, F.; ZWOELFER, F. et alii, 1974: Musterkarten - Oekologische Standorteignungskarten als Beispiele der natürlichen Eignung für die Flächennutzung, Baden-Württemberg. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt, Stuttgart: 24 p.
- IMHOF, E., 1972: Thematische Kartographie. Lehrbuch der Allgemeinen Geographie X, Berlin: 360 p und Tafeln
- JEANNERET, F., 1970a: Anleitung für phänologische Beobachtungen / Instructions pour observations phénologiques / Spiegazioni per osservazioni fenologiche. Uni. Bern, Geographisches Inst.: 27 p. - 2. Auflage 1971
- JEANNERET, F., 1970b: Anleitung für klimatologische Beobachtungen im Winter / Instructions pour observations climatologiques en hiver / Istruzioni per osservazione climatologiche in inverno. Uni. Bern, Geographisches Inst.: 15 p
- JEANNERET, F., 1970c: Klimatologische Grundlagenforschung: Jura, Mittelland, Alpen. Konzeption eines Forschungsprogrammes. Beitr. zur klim. Gdf. Bern 2: 47 p
- JEANNERET, F., 1971: Die Weizenernte 1970. Eine methodische Auswertung phänologischer Beobachtungen im Querschnitt durch die Schweiz. Beitr. zur klim. Gdf. Bern 4: 32 p

- JEANNERET, F., 1973: Methods and Problems of Mesoclimatic Surveys in a Mountainous Country: a Research Programme in the Canton of Berne, Switzerland. Proc. 7th New Zealand Geography Conference, Hamilton: 187 - 191
- JEANNERET, F., 1974: Statistische und kartographische Bearbeitung phänologischer Beobachtungen. Am Beispiel der Weizenernte 1970. Inf. Beitr. zur Kli.f. Bern 11: 32 p und Karten
- JEANNERET, F., 1975a: Die Verteilung der Spätfrostschäden in der Schweiz im Frühling 1974. Schw. ldw. For. 15 (1): 1 - 14 und Karte - Inf. Beitr. Kli.f. Bern 13: 15 p und Karte
- JEANNERET, F., 1975b: Grundlagen zum Klima der Schweiz: Klimatologische Bibliographie 1921 - 1973. Klimatologie der Schweiz N, Beiheft zu den Ann. MZA - Geographica bernensia, Band G 3 - Jb der Geogr. Gesellschaft von Bern, Beiheft 4, 1975: 124 p und 4 Karten
- JEANNERET, F., 1975 c: Geländeklimatologie in aller Welt (Erfahrungen - Ideen - Projekte). Inf. Beitr. Kli.f. 14: 5 - 14
- JEANNERET, F.; VAUTIER, Ph., 1977b: Klimaeignungskarten für die Landwirtschaft in der Schweiz / Cartes des aptitudes climatiques pour l'agriculture en Suisse. Grundlagen für die Raumplanung / Bases pour l'aménagement du territoire. Der Delegierte für Raumplanung - Abteilung für Landwirtschaft / Le Délégué à l'aménagement du territoire - Division de l'agriculture, Bern: 46 Seiten - Anhang - 6 Karten
- JUDEL, G.K.; KUERTEN, P.W., 1968: Einfluss der Winter- und Frühjahrsniederschläge auf die Stickstoffversorgung und den Ertrag von Winterroggen, Z. A. Pfl. bau 127: 303 - 316
- JUNG, L., 1957: Ertragssicherheit in erosionsgefährdeten Hanglagen. Z. A. Pfl. bau 104: 181 - 188
- KNAPP, R., 1970: Einführung in die Pflanzensoziologie. Pflanzengesellschaften, Vegetationskunde und deren Anwendung in Land- und Forstwirtschaft, Landschaftspflege, Natur- und Umweltschutz. Stuttgart (3. Auflage): 388 Seiten
- KOBLET, R., 1965: Der landwirtschaftliche Pflanzenbau unter besonderer Berücksichtigung der schweizerischen Verhältnisse. Reihe der experimentellen Biologie 16, Basel: 829 p.
- KOBLET, R.; BRUGGER, H., 1965: Pflanzenbau II / Production végétale II. Atlas der Schweiz / Atlas de la Suisse 50, Wabern-Bern: 4 p
- KOBLET, R.; ROTH KIM, J., 1965: Pflanzenbau I / Production végétale I. Atlas der Schweiz / Atlas de la Suisse 49, Wabern-Bern: 4 p
- KOEHNLEIN, J.; WEICHBRODT, H.H., 1971: Die Nährstoffauswaschung aus der Ackerkrume in den Unterboden und ihr Einfluss auf die Nährstoffbilanz. Z. A. Pfl. bau 134: 50 - 82
- KREUTZ, E., 1962: Untersuchungen über Einfluss von Witterung und Boden auf Ertrag und Qualität der Braugerste. Z. A. Pfl. bau 114 (4): 341 - 374
- KREUTZ, E., 1964: Wasserhaushalt und Wasserregulierung auf dem Grünland in ihrer Wirkung auf Boden und Pflanze. Inst. für Grünland und Feldfutterbau der Karl-Marx-Uni. Leipzig: 15 Seiten
- KRUMBIEGL, D., 1972: Einfluss der Witterung auf Ertragshöhe und -Stabilität der Pflanzenproduktion. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde 16 (10): 771 - 777
- KUHN, N., 1973: Frequenzen von Trockenperioden und ihre ökologische Bedeutung. Vierteljahresschrift der Naturf. Ges. Zürich 118 (3): 257 - 298
- LANGELET, A., 1971: Essai de prévision de l'orientation de la production agricole dans diverses régions naturelles, en fonction des facteurs écologiques. Ann. agronomiques 22 (4): 425 - 449
- LASHIN, M.; SCHRIMPF, K., 1961: Analyse der Ertragsstruktur von Winterweizensorten mit besonderer Berücksichtigung der ertragsbestimmenden Faktoren. Z. A. Pfl. bau 114: 253 - 280
- LESS, E., 1926: Die Abhängigkeit der Ernteerträge in Preussen von Niederschlägen und Temperatur. Landwirtschaftliches Jb. 64: 241 - 295
- LUISIER, M., 1968: La plante et l'eau. Cours sur l'irrigation 1968 à l'A.I.A.S.R., Station fédérale d'essais agricoles, Lausanne: 19 pages
- MAEDER, F., 1970a: Hinweise und Quellenangaben zu den Klimaeignungskarten. Inst. für Orts-, Regional- und Landesplanung der ETH-Z: 23 p und 2 Karten
- MAEDER, F., 1970b: Indications générales et ouvrages de référence relatifs aux "cartes climatiques à but déterminé". Inst. pour l'aménagement local, régional et national de l'EPF-Z: 25 p. et 2 cartes
- MAEDER, F.; SCHÜEPP, M., 1970: Klima und Wetter IV / Climat et temps IV. Atlas der Schweiz / Atlas de la Suisse 13a. Wabern-Bern: 4 p.
- MAGNOLLAY, F.; CALAME, F., 1972 - 1975: Arrosage. Service Romand de Vulgarisation Agricole, Lausanne (périodique)
- MATHYS, H., 1975: Spätfrostschäden in der Region Bern. Untersuchung des Schadenereignisses vom April 1974. Beitr. Kli. Bern 6: 74 p. und Karte
- MATHYS, H., 1976: Die Temperaturverhältnisse in der Region Bern. Beitr. Kli. Bern 3: 136 p
- MATHYS, H.; MAURER, R., 1974: Der Aaregraben nördlich von Bern. Beitr. Kli. Bern 8: 99 p
- MATHYS, H.; WANNER, H., 1975: Sonnenscheindauer, Bewölkung und Nebel. Beitr. Kli. Bern 5: 117 p und 1 Karte
- MAUNDER, W. J., 1965: Climatic variation and agricultural production in New Zealand. New Zealand Geographer 22 (1): 55 - 69
- MAUNDER, W. J., 1970: The Value of the Weather. London: 388 p.
- MAUNDER, W. J., 1976: Der Wert des Wetters: Nationale und Internationale Tragweite. Inf. Beitr. Kli. 15: 16 - 23
- MAURER, J.; BILLWILLER, R.; HESS, C., 1909/1910: Das Klima der Schweiz. Auf Grundlage der 37-jährigen Beobachtungsperiode 1864 - 1900: 2 Bände
- MAURER, J.; BRUECKMANN, W.; UTTINGER, H., 1932: Klimakarten der Schweiz. Ann. MZA 1931: 2 p und 5 Karten
- MAURER, R.; KUNZ, St.; WITMER, U., 1975: Niederschlag, Hagel, Schnee - Die Niederschlagsverhältnisse in der Region Bern. Beitr. Kli. Bern 4: 155 p und 1 Karte
- MESSERLI, B.; KRUMMEN, A.; MATHYS, H.; MESSERLI, P.; WANNER, H.; WINIGER, M., 1973: Beitr. Kli. Bern. Ausgewählte Probleme und vorläufige Ergebnisse. Jahresber. der Geographischen Gesellschaft Bern 50: 45 - 78 - Inf. Beitr. Kli. Bern 9: 45 - 78
- MOULE, C., 1971: La Maison Rustique. Tome 2, Paris 235 p.
- MOTT, N., 1961: Die Beziehungen zwischen Sommerniederschlägen und Heuertrag auf Wiesen. Jb.: 86 - 97. Bericht über die 1. Alpenländische Grünlandtagung 30.5. - 2.6. 1960 Gumpenstein (Oesterreich)
- NICOLAS-OBADIA, G., 1974: Atlas statistique agricole vaudois. Cah. am. rég. 16: 192 p et annexes et cartes
- NIQUEUX, M.; ARNAUD, R., 1967: Recherche d'une relation entre précocité d'épiaison et températures pour quelques variétés de graminées fourragères observées en France. Ann. physiologie végétale 9 (1): 29 - 64
- NUTTONSON, M.Y., 1955: Wheat-Climate Relationships and the Use of Phenology in Ascertaining the Thermal and Photo-Thermal Requirements of Wheat. American Inst. of Crop Ecology, Washington D.C.: 388 p
- PAHL, E.; EIMERN VAN J., 1969: Zur Abhängigkeit jahreszeitlicher Schwankungen der Futterproduktion einiger Weiden von der Witterung insbesondere von Evatranspiration. Z. A. Pfl. bau 130: 323 - 348
- PFAU, R., 1964: Ein Beitrag zur Wetterertragsstatistik von Haalm und Hackfrucht. Ber. des Deutschen Wetterdienstes 13 (94)
- PFISTER, C., 1975: Agrarkonjunktur und Witterungsverlauf im westlichen Schweizer Mittelland 1755 - 1797. Geographica bernensia G 2: 229 p und Anhang
- POLLMER, W.G., 1961: Ertragsstrukturen von Winter- und Sommerweizensorten. Z. A. Pfl. bau 113: 361 - 370
- PRIMAULT, B., 1968: Application des indices biométéorologiques. Proc. regional training seminar on agrometeorology Wageningen 1968: 351 - 359
- PRIMAULT, B., 1968: Der Einfluss des Klimas auf die Entwicklung einer Kultur. Dargestellt am Beispiel von vier Körnermaissorten. Die Grüne 1968 (29): 1065 - 1068
- PRIMAULT, B., 1969a: D'une application pratique des indices biométéorologiques. Agricultural Meteorology 1969 (6): 71 - 96
- PRIMAULT, B., 1969b: Essai de développement d'une méthode mathématique pour la détermination des indices bio-météorologiques. Schw. ldw. For. 8 (3/4): 380 - 398
- PRIMAULT, B., 1971: Das Klima, eine Grundlage der Landesplanung / Le climat, une des bases de l'aménagement du territoire. Veröffentlichung MZA 24: 27 p
- PRIMAULT, B., 1972a: Ausreifwahrscheinlichkeit von Körnermais bis 15. Oktober. Agrarmeteorologische Blätter der Schweiz. Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik Tänikon: 2 Karten

- PRIMAULT, B., 1972b: Etude mésoclimatique du Canton de Vaud. Cah. am. rég. 14: 186 p
- RAPIN, J., 1954: La culture de la betterave à sucre en altitude. Revue romande 10 (2): 11 - 12
- REINHARDT, H., 1971: Einfluss von Boden und Klima auf Ertragssicherheit und Ertrags-  
höhe bei Mais. Bay. ldw. Jb. 48 (3): 306 - 327
- SCHREIBER, D., 1973: Entwurf einer Klimaeinteilung für landwirtschaftliche Belange.  
Bochumer Geographische Arbeiten, Sonderreihe 3, Paderborn: 103 p und Beilagen
- SCHREIBER, K.F., 1968a: Les conditions thermiques du canton de Vaud. Matériaux pour le  
levé géobotanique de la Suisse 49: 31 p et 1 carte
- SCHREIBER, K.F., 1968b: Ecologie appliquée à l'agriculture dans le nord vaudois. Maté-  
riaux pour le levé géobotanique de la Suisse 50: 151 p. et 5 cartes
- SCHREIBER, K.F.; KUHN, W.; HAEBERLI, R.; SCHREIBER, C., 1977: Wärmegliederung der  
Schweiz. Grundlagen für die Raumplanung, Der Delegierte für Raumplanung: Text  
und 5 Karten
- SCHREIBER, K.F.; SILBEREISEN, R.; WELLER, F., 1968: Naturbedingte Entwicklungsmöglich-  
keiten für den Erwerbsobstbau im Rahmen einer landwirtschaftlichen Gesamtpla-  
nung in Baden-Württemberg. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Weinbau  
und Forsten, Stuttgart
- SCHÜEPP, M., 1960: Lufttemperatur. Klimatologie der Schweiz I C, Beih. Ann. MZA: 14 p
- SCHÜEPP, M., 1964: 100 Jahre schweizerisches Beobachtungsnetz 1864 - 1963. 100 Jahre  
Meteorologie in der Schweiz, MZA: 15 - 31
- SCHÜEPP, M., 1969: Lufttemperatur. Klimatologie der Schweiz C 9 - 12. Beih. Ann. MZA  
1968: 155 - 250
- SCHÜEPP, M.; BOUËT, M.; PRIMAULT, B.; PINI, E.; ESCHER, H., 1970: Klima und Wetter III  
Climat et temps III, Atlas der Schweiz / Atlas de la Suisse 13, Wabern-Bern:  
4 p
- SCHÜEPP, M.; ZINGG, Th., 1965: Klima und Wetter I / Climat et temps I, Atlas der  
Schweiz / Atlas de la Suisse 11, Wabern-Bern: 4 p
- SCHUSTER, W., 1968: Ueber die Variabilität von Einzelpflanzenmerkmalen im Bestand bei  
Weizen und Roggen unter verschiedenen Wachstumsbedingungen. Z. A. Pfl. bau 127:  
131 - 148
- SCHUETZOLD, G.; KIESSLING, B.; BECKHOFF, J., 1960: Die Auswirkung der künstlichen Be-  
regnung auf Dauerwiesen am Niederrhein. Z. A. Pfl. bau 112 (2): 197 - 221
- SCHWEIZERISCHE HAGELVERSICHERUNGS-GESELLSCHAFT / SOCIÉTÉ SUISSE D'ASSURANCE CONTRE LA  
GRELE 1975: Hagelgefahr in der Schweiz - Hagelhäufigkeit 1941 - 1974 / Risque  
de grêle en Suisse - Fréquence des chutes de grêle 1941 - 1974: 1 Karte / 1  
carte
- SCHWEIZERISCHE METEOROLOGISCHE ZENTRALANSTALT seit 1959: Klimatologie der Schweiz.  
Beih. Ann. MZA. Bereits erschienen: I C Lufttemperatur 1 - 12 (SCHÜEPP), I D Luft-  
feuchtigkeit (SCHÜEPP und URFER), I E Niederschlag 1 - 8 (UTTINGER), I G Wind  
1 - 6 (SCHÜEPP und GENSLER), I H Bewölkung und Nebel (SCHÜEPP), I I Sonnen-  
scheindauer und Strahlung 1 (SCHÜEPP), I M Jahresgang der Elemente, Föhn und  
Wetterfühligkeit 1 - 2 (SCHÜEPP und GENSLER), I N Bibliographie (JEANNERET  
und COURVOISIER)
- SCHWEIZERISCHE VEREINIGUNG FÜR FÖRDERUNG DER BETRIEBSBERATUNG IN DER LANDWIRTSCHAFT,  
1971: Rechthalten FR. Analyse und Entwicklungskonzept der Gemeinde. Küssnacht:  
77 Seiten
- SEEMANN, J.; BRANDTNER, E., 1976: Carte de la durée de la période de végétation dans  
les États membres des Communautés européennes. Commission des Communautés  
européennes. Information sur l'agriculture 5: 17 p. et 2 cartes
- SERVICE ROMAND DE VULGARISATION AGRICOLE, 1971 - 1974: Rapport sur la zone-témoin  
d'Ormont-Dessus VD 1958 - 1970. 1971: 81 pages. Etude régionale. Commune  
d'Ormont-Dessus VD 1968 - 1969. 1971 (tomes I et II): 69 et 21 pages  
Rapport agricole. Château d'Oex 1971. 1972 42 pages et 6 cartes  
Rapport agricole. Région des Monts Chevreuils 1973. 1974: 64 pages et 8 cartes
- SPATZ, G.; EIMREN VAN, J.; LAWRYNOWICZ, R., 1970: Der Trocknungsverlauf von Heu im  
Freiland. Bay. ldw. Jb. 47<sup>e</sup> Jahrgang Heft 4: 446 - 464.
- SPATZ, G.; VOIGTLAENDER, G., 1971: Leistungen und Leistungsreserven von Allgäuer Alp-  
weiden. Z.A. Pfl. bau 133: 233 - 259
- SPATZ, G.; ZELLER, W., 1968: Entwicklung und Leistung der Allgäuer Alpwirtschaft im  
Nagelfluhgebiet, in Abhängigkeit von Höhenlage und Exposition in den Jahren 1950  
bis 1966. Bay. ldw. JB 45 (1): 16 - 36
- SPIELHAUS, G., 1968: Die Beziehungen zwischen den Bodenreaktionen und den Ernteerträ-  
gen auf Ackerböden. Z.A. Pfl. bau 128: 71 - 89
- STAPLE, W.J.; LEHANE, J.J., 1954: Weather Conditions Influencing Wheat Yields in Tanks  
and Field Plots. Canadian J. of Agricultural Sciences 34: 552 - 564
- TAMM, E., 1950 - 1952: Ueber die Beziehungen zwischen Witterungsverlauf und Ertrags-  
leistung bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen im Land Brandenburg  
2. Beitrag: Sommer- und Wintergetreide Z.A. Pfl. bau 92: 100 - 124  
3. Beitrag: Hackfrüchte. Z.A. Pfl. bau 92: 450 - 465  
4. Beitrag: Körnerleguminosen. Z.A. Pfl. bau 94: 166 - 189
- TAMM, E., 1953: Ueber den Einfluss der Bodenart auf die Beziehungen zwischen Witte-  
rungsgang und Ertragsleistung bei Sommerweizen und Spätkartoffeln. Z.A. Pfl. bau  
97: 35 - 70
- TAMM, E., 1961: Ueber die Ausbildung pflanzenklimatischer Bodentemperaturen unter Be-  
ständen landwirtschaftlicher Nutzpflanzen in den Jahren 1953 bis 1958. Z.A.  
Pfl. bau 113: 288 - 320
- TORSSELL, B.; ÅBERG, E.; ÅKERBERG, E., 1959: The Possibility of Cultivating Maize in  
Regions with Low Temperatures. Field Crop Abstracts 12 (3): 169 - 175
- TREIDL, R.A., 1976: Zonation for Maize (Corn) Growing in Canada. Proceedings of the  
WMO Symposium on the Corn Crop at Ames, Iowa: 9 Seiten und 5 Figuren
- UFERMANN, S., 1966: Wetterrisiko und Futterernte. Die Landarbeit 17: 36 - 38
- UHLIG, S., 1957: Klimatisch-phänologische Voraussetzungen für den Zwischenfruchtbau  
im Weser-Ems-Gebiet, Z.A. Pfl. bau 103: 113 - 127
- UHLIG, S., 1959: Wasserhaushaltsbetrachtungen nach Thornthwaite. Z.A. Pfl. bau 109:  
384 - 407
- UTTINGER, H., 1949: Die Niederschlagsmengen in der Schweiz 1901 - 1940. Führer durch  
die schweizerische Wasser- und Energiewirtschaft 2 (3): 27 p und 1 Karte
- UTTINGER, H., 1950: Statistische Untersuchungen über den Einfluss der Orographie auf  
die Niederschlagsverteilung. Verh. Schw. Naturf. Ges. 1950: 134 - 135
- UTTINGER, H., 1951: Zur Höhenabhängigkeit der Niederschlagsmenge in den Alpen. Archiv  
für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serie A 2 (4)
- UTTINGER, H., 1967: Klima und Wetter II / Climat et temps II, Atlas der Schweiz /  
Atlas de la Suisse 12, Wabern-Bern: 4 p
- UTTINGER, H.; SCHÜEPP, M., 1951: Zur Reduktion klimatischer Mittelwerte von Zürich auf  
die neue Beobachtungsstation Krähbühlstrasse der Schweizerischen Meteorologi-  
schen Zentralanstalt. Ann. MZA 1950
- VEZ, A., 1974: Influence de la période de semis en automne sur le développement et le  
rendement du blé. Rev. S. agr. 6 (6): 177 - 180
- VOIGTLAENDER, G., 1963: Einflüsse der Witterung und des Bodens auf die Ernteerträge in  
einem Standortsvergleich. Z.A. Pfl. bau 118 (3): 215 - 250
- VOIGTLAENDER, G., 1964: Ueber die Abhängigkeit der Ertragsbildung und der Ertrags-  
höhe bei einigen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen von Boden und Klima in  
zwei verschiedenen Höhenlagen. Arbeiten der landwirtschaftlichen Hochschule  
Hohenheim 27: 182 p
- VOIGTLAENDER, G., 1968: Einflüsse der Witterung und des Bodens auf die Ernteerträge  
in einem Standortsvergleich.  
2. Mitteilung. Versuchsjahre 1962 - 1964. Z.A. Pfl. bau 127: 207 - 242
- VUILLOUD, P.; CALAME, F.; MAGNOLLAY, F., 1977: L'irrigation en grandes cultures. Résul-  
tats des essais effectués de 1969 à 1976 sur pomme de terre, betterave sucrière  
et maïs. Rev. S. Agr. 9 (3): 110 - 121
- WACKER, F., 1961: Die Verwendung der Bodenschätzungs-Karte im landwirtschaftlichen  
Pflanzenbau. Z.A. Pfl. bau 114: 248 - 252
- WALDVOGEL, G.; HURNI, A., 1965: Witterung und Heuernte. 50 Jahre Verband Schweizeri-  
scher Heuhandelsfirmen, Neukirch 1: 1 - 54
- WANNER, H., 1971: Die Nebelverhältnisse im Winter 1970/71 (Oktober bis März). Versuch  
einer Auswertung von Beobachtungsergebnissen. Beitr. kli. Gdf. Bern 5: 16 - 19
- WANNER, H., 1973: Eine Karte der Vegetationszeit im Kanton Bern, Geographica helvetica  
28 (3): 152 - 158 und 1 Karte
- WARBOYS, J.B., 1967: Climatic Factors in the Development of Local Grass Conservation  
Techniques. In: TAYLOR, J.A.: Weather and Agriculture. Uni. College of Wales,  
Aberystwyth: 157 - 162

- WEBER, E.E.; BAROCKA, K.H.; HAUFE, W.; OLTMANN, W., 1966: Die Beziehungen zwischen Witterungsfaktoren und Ertragsmerkmalen bei der Zuckerrübe. Z.A. Pfl.bau 124: 134 - 164
- WELLER, M.F.; MUELLER, S.; SCHIEFER, J.; VOGELSANG, W., 1975: Oekologische Standortseignungskarten des ehemaligen Landkreises Aalen, Baden-Württemberg, Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt. Stuttgart: 55 S. und 1 Karte
- WERMKE, M., 1971: Der Einfluss von Klima, Nährstoffaufnahme und Nährstoffverhältnis auf den Ertrag und die wertbildenden Inhaltsstoffe bei Wiesenschwingel und Deutschen Weidegras. Teil 1: Erster Aufwuchs. Z.A. Pfl.bau 133: 98 - 111
- WILLIAMS, G.D.V., 1969: Weather and Prairie Wheat Production. Canadian Journal of Agricultural Economics 17 (1): 99 - 109
- WILLIAMS, G.D.V., 1972: Geographical Variations in Yield-Weather Relationship over a Large Wheat Growing Region. Agricultural Meteorology 1971/1972 (9): 265 - 283
- WILLIAMS, G.D.V., 1973a: Estimates of Prairie Provincial Wheat Yields Based on Precipitation and Potential Evapotranspiration. Canadian J. of Plant Sciences 53: 17 - 30
- WILLIAMS, G.D.V., 1973b: Urban Expansion and the Canadian Agröclimatic Resource Problem. Greenhouse-Garden-Grass 12 (1): 15 - 26
- WILLIAMS, G.D.V.; JOYNT, M.I.; MCCORMICK, P.A., 1975: Regression Analyses of Canadian Prairie Crop-District Cereal Yields 1961 - 1972, in Relation to Weather, Soil and Trend. Canadian J. of Soil Sciences 55: 43 - 53
- WILLIAMS, G.D.V.; SHARP, W.R., 1972: Computer Mapping in Agrometeorology. Technical Bull., Agrometeorology Section, Canada Departement of Agriculture, Ottawa: 40 p
- WININGER, F.A., 1968: Studien über den Ertragsaufbau einer Naturwiese in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen. Diss. Nr. 4266 ETH-Z: 88 Seiten
- WISHART, J.; MACKENZIE, W.A., 1930: Studies in Crop Variation. VII The Influence of Rainfall on the Yield of Barley at Rothamsted. J. Agricultural Sciences 20: 417 - 439
- ZILLMANN, K.H., 1957: Ueber den Wasserverbrauch einiger Kulturpflanzen am Standort in Abhängigkeit von den meteorologischen Faktoren und von der Bodenfeuchtigkeit. Z.A. Pfl.bau 104: 257 - 274

A N H A N G / A P P E N D I C E S

Anhang 1:

Computerprogramm VOCLIM  
Flussdiagramm und Source Listing (von St. KUNZ)

Appendice 1:

Programme d'ordinateur VOCLIM  
Schéma et programme formulé (par St. KUNZ)





```

C   TABE   = STATICNSNUMMER DFR LETZTEN ZU DRUCKENDEN TABELLE
C   TEXT   = (20,400) - ARRAY FUER TABELLEN-TITEL-BESCHRIFTUNG
C   T16    = STATICNSNUMMER IN TAB.TITEL
C   T17    = STATICNSNUMMER IN TAB.TITEL
C   WE     = ARRAY MIT 10 ELEMENTEN ( WETTERELEMENT IN TITEL)
C   ZJ     = JAHRE-ZAEHLER PRO TABELLE
C   ZPI    = %-WERTE DER SPI
C   ZPS    = %-WERTE DER SPS
C   ZTI    = %-WERTE DER STI
C   ZTS    = %-WERTE DER STS
C
C *****
C   INTEGER KA1,KA2,JZ1,JZ2,SNR1,SNR2,BECB(24),SCHWEL(4,23),PA,
XBEORS,PWT(23),SPI(23),SPS(23),STR/1H-/ ,STV/1H|/ ,PERA,PERE,
XRLANC/'  ' /,FMT(6,31)/186*1H /,FMI/1HI/,FMK/1H/,/ ,FMI/1HI/,
XFMX/1HX/,FMA/1HA/,FM4/1H4/,SI,SS,STI,STS,
XTEXT(20,400)/8000*4H /,WE(10),TABA,TABE,FMZ(7)/7*4H /,
XT16,T17
C   REAL ZPI(23),ZPS(23)
C   DATA FMT(1,1),FMT(2,1),FMT(3,1),FMT(4,1),FMT(5,1),FMT(6,1),
X   FMT(1,2),FMT(2,2),FMT(3,2),FMT(4,2),FMT(5,2),FMT(6,2),
X   FMT(1,3),FMT(2,3),FMT(3,3),FMT(4,3),FMT(5,3),FMT(6,3),
X   FMT(1,4),FMT(2,4),FMT(3,4),FMT(4,4),FMT(5,4),FMT(6,4),
X   FMT(1,5),FMT(2,5),FMT(3,5),FMT(4,5),FMT(5,5),FMT(6,5),
X   FMT(1,6),FMT(2,6),FMT(3,6),FMT(4,6),FMT(5,6),FMT(6,6),
X   FMT(1,7),FMT(2,7),FMT(3,7),FMT(4,7),FMT(5,7),FMT(6,7)
X/1H(.1H1,1HX,1H.,1HA,1H1,1H.,1HI,1H5,1H.,1H1,1HX,1H.,1HA,1H1,
X1H.,1H1,1H1,1H4,1HX,1H.,1HA,1H1,1H.,1HI,1H3,1H.,1H1,1HX,1H.,
X1HI,1H3,1H.,1H1,1HX,1H.,1HA,1H1,1H.,1HT,1H1,1HC/
C   DATA FMT(1,31),FMT(2,31),FMT(3,31),FMT(4,31),FMT(5,31),FMT(6,31)
X/1H),5*1H /
C   LTF=0
C
C   LESEN DER STEUERKARTEN UND DES TITELFILES
C *****
C   READ (5,501) (WE(LR),LR=1,10),PA,NI,TABA,TABE,(FMZ(LR),LR=1,7)
501 FORMAT (10A4,2I2,2I3,7A4)
C   DO 100 L100=1,PA
100 READ (5,500) (SCHWEL(LR,L100),LR=1,4)
500 FORMAT (2I3,2I5)
C   DO 170 L7=1,400
170 READ (1,151,END=152) (TEXT(LR,L7),LR=1,20)
151 FORMAT (15A4,3I4,2A4)
152 CCNTINUE
C
C   LESEN DES 1. UND 2. RECORDS AUF FILE 8, SOWIE TESTEN
C *****
C 11 CCNTINUE
C   READ (8,FMZ) KA1,SNR1,JZ1,(BECB(LR),LR=1,12)
C   IF (SNR1.LT.TABA) GOTO 11
C   READ (8,FMZ) KA2,SNR2,JZ2,(BECB(LR),LR=13,24)
C   IF ((KA1.NE.KA2).OR.(SNR1.NE.SNR2).OR.(JZ1.NE.JZ2-1)) GOTO 998
C
C   SCHREIBEN TABELLENTITEL
C *****
C 10 CCNTINUE
C   DO 153 L6=1,400
C   IF (TEXT(NI,L6).EQ.SNR1*10) GOTO 154
153 CONTINUE
C   WRITE (6,650) SNR1
650 FORMAT ('1 STATION NO. : ',I4/)
C   GOTO 155
154 CONTINUE
C   WRITE (6,651) (TEXT(LW,L6),LW=1,11),TEXT(14,L6),TEXT(15,L6)
651 FORMAT ('1',10A4,2X,'CANTON : ',A4,' NO.POSTAL : ',2A4/)

```

```

T16=TEXT(16,L6)/10
T17=TEXT(17,L6)/10
WRITE (6,652) TEXT(12,L6),TEXT(13,L6),T16,T17
652 FORMAT (1X,'SITUATION : ',A4,' ALTITUDE : ',A4,
X' STA.CLIMAT.NO. : ',I4,' STA.PLUVICM.NO. : ',I4/)
155 CONTINUE
WRITE (6,653) (WE(LW),LW=1,10)
653 FORMAT (1X,10A4/)
C
C   SCHREIBEN TABELLENKOPF
C *****
C   LZZ=0
C   ZJ=0.
C   DO 131 I=1,23
C   SPS(I)=0
131 SPI(I)=0
C   WRITE (6,600) (STR,LW=1,132)
600 FORMAT (1X,132A1/)
C   WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
601 FORMAT ('+',A1,6X,A1,114X,A1,8X,A1)
C   WRITE (6,602) (LW,LW=1,PA)
602 FORMAT (3X,'PER ',23I5)
C   WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
C   WRITE (6,603)
603 FORMAT (1X)
C   WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
C   WRITE (6,604) (SCHWEL(1,LH),LW=1,PA)
604 FORMAT (3X,'COM ',23I5)
C   WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
C   WRITE (6,605) (SCHWEL(2,LW),LW=1,PA)
605 FORMAT (3X,'FIN ',23I5)
C   WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
C   WRITE (6,603)
C   WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
C   WRITE (6,606) (SCHWEL(3,LW),LW=1,PA)
606 FORMAT (3X,'MIN ',23I5)
C   WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
C   WRITE (6,607) (SCHWEL(4,LW),LW=1,PA)
607 FORMAT (3X,'MAX ',23I5)
C   WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
C   WRITE (6,603)
C   WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
C   WRITE (6,600) (STR,LW=1,132)
C   WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
C   WRITE (6,612)
612 FORMAT (4X,'AN',119X,'SI SS')
C   WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
C   WRITE (6,603)
C   WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
C
C   ERSTELLEN EINER TABELLENZEILE
C *****
C
C   INITIALISIERUNG VON FORMAT FMT UND VARIABLE PWT
C
C 20 CCNTINUE
C   DO 108 I=1,23
108 PWT(I)=BLANC
C   DO 150 L5=8,30
C   FMT(1,L5)=FMK
C   FMT(2,L5)=FMI
C   FMT(3,L5)=FMX
C   FMT(4,L5)=FMK
C   FMT(5,L5)=FMA
150 FMT(6,L5)=FM4

```

```

SI=0
SS=0
DO 102 L=1,PA
C
C RILDEN BEOB. SUMME WAEHREND PERIODE L
C *****
PERA=Schwel(1,L)+8
PERE=Schwel(2,L)+8
REOBS=0
DO 110 L1=PERA,PERE
110 BFORS=BEOBS+BEOB(L1)
C
C VERGLEICH MIT SCHWELLENWERTEN
C *****
IF (REOBS.LE.Schwel(3,L)) GOTO 1012
IF (REOBS.GE.Schwel(4,L)) GOTO 1011
C BEOBS INNERHALB SCHRANKEN
GOTO 102
C BEOBS AUSSERHALB SCHRANKEN
1012 SI=SI+1
SPI(L)=SPI(L)+1
GOTO 101
1011 SS=SS+1
SPS(L)=SPS(L)+1
101 CCNTINUE
PWT(L)=BEOBS
FMT(5,L+7)=FMI
102 CCNTINUE
C
C ZEILE SCHREIBEN
C *****
LZZ=LZZ+1
ZJ=ZJ+1
WRITE (6,FMT) STV,JZ2,STV,STV,SI,SS,STV,(PWT(L),L=1,PA)
IF (LZZ.LT.5) GOTO 132
WRITE (6,603)
WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
LZZ=0
132 CCNTINUE
C
C 2. GESPEICHERTEN RECORD NACH VORNE NEHMEN
C *****
KAI=KA2
SNR1=SNR2
JZ1=JZ2
DO 120 L=1,12
120 REOR(L)=BEOB(L+12)
C
C NEUEN RECORD LESEN UND TESTEN
C *****
READ (8,FMZ,END=201) KA2,SNR2,JZ2,(BEOB(LR),LR=13,24)
IF (KAI.NE.KA2) GOTO 998
IF (SNR1.NE.SNR2) GOTO 200
C DER NEUE RECORD IST NACHFOLGEKARTE
GOTO 20
201 CONTINUE
LTE=1
200 CONTINUE
C
C ABSCHLUSS DER TABELLE
C *****
WRITE (6,600) (STR,LW=1,132)
WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
STI=0
STS=0

```

```

DO 140 L4=1,PA
STI=STI+SPI(L4)
STS=STS+SPS(L4)
140 CCNTINUE
DO 800 L8=1,PA
ZP(L8)=(SPI(L8)/ZJ)*100.
800 ZPS(L8)=(SPS(L8)/ZJ)*100.
ZTI=(STI*100.)/(ZJ*PA)
ZTS=(STS*100.)/(ZJ*PA)
GS=100.-(ZTS+ZTI)
WRITE (6,609) (SPI(LW),LW=1,PA)
609 FORMAT (3X,'SPI ',23I5)
WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
WRITE (6,610) STI
610 FORMAT ('+',126X,I4)
WRITE (6,613) (SPS(LW),LW=1,PA)
613 FORMAT (3X,'SPS ',23I5)
WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
WRITE (6,610) STS
WRITE (6,603)
WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
WRITE (6,600) (STR,LW=1,132)
WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
WRITE (6,614) (ZPI(LW),LW=1,PA)
614 FORMAT (3X,'SPI%',23F5.1)
WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
WRITE (6,615) ZTI
615 FORMAT ('+',126X,F4.1)
WRITE (6,616) (ZPS(LW),LW=1,PA)
616 FORMAT (3X,'SPS%',23F5.1)
WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
WRITE (6,615) ZTS
WRITE (6,603)
WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
WRITE (6,617) GS
617 FORMAT (3X,'SES% POURCENT DES PERIODES SANS RESTRICTIONS',
X' (VALEURS ENTRE SEUILS MIN ET MAX)',
XT128,F4.1)
WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
WRITE (6,603)
WRITE (6,601) (STV,LW=1,4)
WRITE (6,600) (STR,LW=1,132)
WRITE (6,603)
WRITE (6,618)
618 FORMAT (1X, 'OBSERVATIONS: INSTITUT SUISSE DE METEOROLOGIE ZURICH'
X,T60,'SEUILS AGROCLIMATIQUES: STATION FEDERALE DE RECHERCHES',
X' AGRONOMIQUES NYCN'/'/' ANALYSE: INSTITUT DE GEOGRAPHIE,',
X' UNIVERSITE DE BERNE',T60,'SUR MANDAT DU DELEGUE A L''AMENA',
X'GEMENT DU TERRITOIRE, BERNE')
C
C KARTENOUTPUT FUER ZUSAMMENFASSENDE TABELLE
C *****
WRITE (7,700) TEXT(14,L6),TEXT(15,L6),ZTI,ZTS,GS,KA2
700 FORMAT (2A4,3F5.1,6X,I4)
IF (LTE.NE.0) GOTO 999
C
C NEUE TABELLE VORBEREITEN
C *****
C 2.RECORD NACH VORNE
C
KAI=KA2
SNR1=SNR2
JZ1=JZ2
DO 130 L=1,12
130 REOR(L)=BEOB(L+12)

```

```

C      NEUEN RECORD LESEN UND TESTEN
C      *****
READ (8,FMZ,END=999) KA2,SNR2,JZ2,(BEOR(LR),LR=13,24)
IF (SNR2.GT.TABE) GOTO 999
IF ((KAL.NE.KA2).OR.(SNR1.NE.SNR2)) GOTO 998
GOTO 10
998 CONTINUE
WRITE (6,698)
698 FORMAT ('1',15(7HFEHLER ))
999 CONTINUE
WRITE (6,699)
699 FORMAT ('1')
RETURN
END
    
```

A N H A N G 2:

Liste der benutzten Klimastationen der  
SCHWEIZERISCHEN METEOROLOGISCHEN ZENTRALANSTALT

Nach Postleitzahlen geordnet (Kolonne 5)

- Kolonne 1: Stationsname, zum Beispiel  
Bülach (Kläranlage)    nähere Bezeichnung  
Scul - Schuls        Verschiedensprachige Namen  
Aesch / Hitzkirch    Stationen mit zwei Aufstellungen  
Bourg - St. Pierre    zusammengesetzter Name
- Kolonne 2: Kanton
- Kolonne 3: Stationslage nach SCHÜEPP 1960:  
A erhöhte Lage, 30 bis 100 m über Talboden  
F Ebene, flaches Tal  
G Gipfellaage, Grat  
H Hanglage, mehr als 100 m über Talboden mit Hangrichtung (N, E, S, W)  
M Muldenlage (enger Talabschluss)  
P Passlage (Sattel)  
T geneigtes Tal  
U Seeufer  
\* Stadtstation
- Kolonne 4: Höhe über Meer
- Kolonne 5: Postleitzahl (ergänzt auf 5 Stellen)
- Kolonne 6: Stationsnummer meteorologische Station
- Kolonne 7: Stationsnummer Regenmess-Station
- Kolonne 8: neue Stationsnummer MZA
- Kolonne 9: Verfügbare Beobachtungsjahre für Temperaturmittel
- Kolonne 10: Verfügbare Beobachtungsjahre für Niederschlagsmengen (in Klammer: Anzahl fehlender Einzeljahre)
- Kolonne 11: Verfügbare Beobachtungsjahre für Niederschlagstage
- Kolonne 12: Kritische Bemerkungen zu den Beobachtungsreihen  
Temperaturen (nach SCHÜEPP 1960)  
11 Stationsverlegung  
12 Wechsel des Wetterhütten-Typs  
13 Schattenlage  
Niederschlagsmengen (nach UTTINGER 1965)  
21 Stationsverlegung  
22 ergänzte oder korrigierte Reihe  
23 unsichere Ergebnisse (infolge Inhomogenitäten, Lücken, schlechte Vergleichsbasis, anderwertige Unvollkommenheiten)  
24 homogenisierte Reihe  
25 Inhomogene Reihe  
26 Niederschlagsmengen zu tief  
27 Schneefälle wurden ungenügend erfasst, Niederschlagsmengen nur für schneefreie Monate zuverlässig

Weitere Bemerkungen  
31 Zusammengesetzte Reihe zweier Stationen  
32 Nachholung der Niederschlagsmengen  
33 kurze Reihe (weniger als 30 Jahre) der Niederschlagsmengen

A P P E N D I C E 2:

Liste des stations climatiques utilisées de  
L'INSTITUT SUISSE DE METEOROLOGIE

Groupées selon les numéros postaux (colonne 5)

- Colonne 1: nom de la station, par exemple  
Bülach (Kläranlage)    désignation exacte  
Scul - Schuls        noms en différentes langues  
Aesch / Hitzkirch    station avec deux emplacements  
Bourg - St. Pierre    nom composé
- Colonne 2: canton
- Colonne 3: emplacement de la station selon SCHÜEPP 1960:  
A emplacement surélevé, 30 à 100 m au-dessus du fond de la vallée  
F plaine, vallée plate  
G sommet, crête  
H pente, plus de 100 m au-dessus du fond de la vallée avec orientation (N, E, S, W)  
M cuvette (fermeture de la vallée étroite)  
P col  
T vallée inclinée  
U rive d'un lac  
\* Station citadine
- Colonne 4: altitude
- Colonne 5: numéro d'acheminement postal (5 chiffres)
- Colonne 6: numéro de la station météorologique
- Colonne 7: numéro de la station pluviométrique
- Colonne 8: nouveau numéro de la station ISM
- Colonne 9: nombre d'années disponibles pour les températures moyennes
- Colonne 10: nombre d'années disponibles pour les quantités de précipitation (entre parenthèses: nombre d'années manquantes)
- Colonne 11: nombre d'années disponibles pour les jours de précipitations
- Colonne 12: Remarques critiques aux séries d'observations  
Températures (selon SCHÜEPP 1960)  
11 déplacement de la station  
12 changement du type de station  
13 station ombragée  
Quantités de précipitations (selon UTTINGER 1965)  
21 déplacement de la station  
22 série complétée ou corrigée  
23 résultats incertains (à cause d'inhomogénéités, lacunes, mauvaise possibilité de comparaison, autres imperfections)  
24 série homogénéisée  
25 série inhomogène  
26 quantités de précipitation trop basses  
27 neige pas assez mesurée, les quantités de précipitations ne sont sûres que pour les mois sans neige

Autres remarques  
31 série composée d'observations de deux stations  
32 cartes perforées ajoutées pour les quantités de précipitations  
33 série courte (moins de 30 années) pour les quantités de précipitations

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
LAUSANNE	VD HS	558	10000	010	543	8130	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960	11	12
ECHALENS	VD	618	10400		454	6100	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
RIEX	VD	445	10970		542	8080	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		33
MORGES	VD U	390	11100		545	8210	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
GENÈVE (VILLE)	GE A*	405	12000	009	553	8410	1901 - 1960	1901 - 1967	1901 - 1960		
JUSSY	GE	465	12540		554	8350	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
COMPESIÈRES	GE	474	12580		555	8380	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
NYON	VD	390	12600		551	8320	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
GENÈVE (CCINTRIN)	GE F	430	12160		556	8440	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
LONGIRARD	VD	483	12610		550	8260	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
LA CURF	VC	1170	12650		450	6010	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
CELIGNY	GE	432	12580		552		1901 - 1960	1901 - 1965	1901 - 1960		
COSSONAY	VD	565	13040		544	8180	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
VALLORRE - REPOSOIR	VD	520	13370		452	6050	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
LE SENTIER	VD F	1020	13470		451	6030	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
VALEYPRES SOUS RANCES	VC A	505	13511		453	6080	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
COCCHELLES SUR CHAVORNAY	VD	560	13990		456	6120	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
VVERDON	VD	433	14000		455	6130	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
RAULMES	VC	660	14460		457	6180	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
MOUDON	VD	515	15100		445	5870	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
PAYERNE	VC	450	15300		446	5900	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
AVENCHES	VD	474	15800		447	5920	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
JAUN	FR T	1020	16311		433	5630	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
LA VALSEINTE	FR T	1015	16312	033	434	5680	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
MARSENS	FR F	721	16330		435	5680	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
LA ROCHE	FR A	750	16340		436		1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
ROMONT	FR A	764	16800	092	440	5720	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
FRIHOUREG	FR A	677	17000	059	441	5740	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
GAUGLERA HFI PLAFFELEN	FR A	921	17160		442	5760	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
VEVEY	VD	386	18000		541	8040	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
MONTREUX - CLARENS	VD A	408	18200	011	540	8020	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
CHATEAU D'ORÈX	FR HS	994	18370	034	432	5610	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
GHESEL	VD	380	18460		535	7980	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
LEYSIN	VD HS	1350	18540		533	7960	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
LES DIARLERETS	VC	1180	18650		532	7940	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
REX	VC T	427	18800		531	7860	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
GRYON	VS	1140	18820		530	7800	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
MARTIGNY (VILLE)	VS F	471	19200		524	7700	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
LFS MAREGGITES	VS	1040	19230		525	7770	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
LE GRAND-ST-BERNARD	VS P	2479	19311	052	521	7620	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
BOURG-ST-PIERRE	VS	1620	19312		522	7640	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
ORSTÈRES	VS	840	19340		520	7590	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
SION	VS A	885	19370		523	7670	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
HFFEMENCE	VS	549	19500	012	515	7500	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
NEUCHÂTEL	VS	1205	19610		514	7470	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
CERNIER	NE A	487	20000	008	464	6340	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
CHAUMONT	NE G	800	20531		907		1901 - 1960	1901 - 1964 (13)	1901 - 1960		
COUVET	NE	1141	20670	058	465	6350	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
ST. SULPICE	NE	750	21080		461	6230	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
LA BREVINE	NE M	1077	21250	090	462	6300	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
LFS PUNTS-DE-FONDS	NE M*	584	23000	002	561	8540	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
LES BRFNETS	NE	1500	23160		463	6320	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
PIE = RIENNE	NE F*	375	24160		560	8520	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
EVILLARD	RE	436	25000		468	6370	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
COURTELARY	RE	724	25330		467		1901 - 1960	1901 - 1964 (6)	1901 - 1960		
MONT-SOLEIL SUR ST. IMIER	RE HS	1183	26100	026	466	6390	1901 - 1960	1914 - 1971	1901 - 1960		
PELLELAY	RE	930	27130		090	1760	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
GELFOMT	RE	418	28000		091	1800	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
PERVEILLIFR	RE	370	28010		099	1720	1901 - 1960	1901 - 1968	1901 - 1960		
MORMONT	RE	548	29220		562	8670	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
PERN	RE A*	572	30120	007	425	5520	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1960		
MAHLENDRE	RE	755	30461		905	5800	1901 - 1960	1938 - 1971	1901 - 1960		

	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RELP	520	31230	424	5510	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
SCHWARZENBURG	795	31500	443	5780	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
AARBURG	450	32700	444	5810	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
HERZOGENBUCHSEE	464	33600	480	6590	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
RURGDORF	525	34000	479	6530	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	22
AFFOLTERN IM EMMENTAL	796	34160	481	6520	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
RIEDBACH (SUMISWALD)	913	34541	470	6490	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
RADSCHWENDI (SUMISWALD)	1685	34542	471		1901 - 1960	1901 - 1960	1901 - 1960	1901 - 1960	
KUEHBISEGG (SUMISWALD)	1135	34543	472		1901 - 1960	1901 - 1960	1901 - 1960	1901 - 1960	
KUTTELHARD BEI SUMISWALD	1055	34544	478	6510	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
WASEN IM EMMENTAL	755	34571	477	6500	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
KURZENIALP BEI SUMISWALD	894	34572	473	6490	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
GRÜSSHOECHSTETTEN	743	35060	423	5490	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
LANGNAU IM EMMENTAL	692	35500	031	475 6480	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
SCHWARZENEGG	920	36160	422	5470	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
HEILIGENSCHWENDI	1126	36250	420	5440	1901 - 1971	1901 - 1971	1901 - 1971	1901 - 1960	
KIENTAL	960	37110	413	5310	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
FRUTIGEN	890	37140	412	5290	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
ADELBODEN	1340	37150	411	5270	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
KANDERSTEG	1176	37180	410	5230	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
WIMMIS	635	37520	416	5430	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
RÜLTIGEN	855	37660	415	5370	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
ZWEI STIMMEN	555	37700	414	5350	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
LAUENEN BEI GSTAAD	1200	37811	430	5560	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
GSTEIG BEI GSTAAD	1188	37812	431	5570	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
INTERLAKEN (UNTERSEEN)	568	38000	039	406 5190	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	11, 12
BEATENBERG	1183	38030	055	407 5210	1901 - 1964	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
GRINDELWALD	1640	38180	404	5110	1901 - 1964	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	21, 22
LAUTERBRUNNEN	790	38220	405	5170	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
RIEZENZ (KIENHOLZ)	575	38550	403	5090	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
METRINGEN	604	38600	040	402 5070	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
GUTTANNEN	1058	38611	074	400 5030	1901 - 1964	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
GADMEN	1210	38612	401	5050	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
KIPPEL	1376	39030	510	7280	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
SAAS-FEE	1785	39060	115	503	1901 - 1964	1901 - 1968	1901 - 1972	1901 - 1960	
ZERMATT	1610	39200	036	504 7190	1901 - 1964	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
GRAECHEN	1617	39250	114	7220	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
VISP	650	39300	506	7260	1901 - 1971	1901 - 1971	1901 - 1971	1901 - 1960	22
VAREN	750	39410	512	7320	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
LEUKERRAD	1391	39540	113	511 7300	1901 - 1964	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
STIERRE	565	39600	513	7360	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
RECKINGEN	1332	39811	076	500 7050	1901 - 1964	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	22
RINN	1415	39812	502	7100	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
OBERWALD	1370	39813	505	7020	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
FIESCH	1060	39840	501	7070	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
HASFL (ERLENPUMPERK)	255	40580	098	1970	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	21
HASFL - RINNINGEN	317	41020	001	096 1940	1901 - 1970	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
THERWIL	309	41060	095	1920	1901 - 1961	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
KIEHEN	282	41250	097		1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
HETTINGEN / WENKENHOF	360	41260	089	1960	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	25, 31
NEUWELT	276	41420	054	1910	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
GRELLINGEN	330	42030	093	1850	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
SEWEN	544	42060	092	1830	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
AUGST	265	43020	086	1700	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
RHEINFELDEN	287	43100	086	073 1560	1901 - 1964	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	11
MÜHLIN	310	43130	071	1520	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
LAUFENBURG	315	43350	077	1460	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
LIFSTAL	311	44100	084	1670	1901 - 1970	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
ARISDURF (EGGHOF)	430	44110	115	1680	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
REIGOLDSWIL	526	44180	083	1660	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
RENNWIL	520	44311	080	1620	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
LAMPENBERG	540	44312	082	1650	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
WALDENBURG	522	44370	081	1640	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
LANGENBRUCK	740	44380	027	485 6710	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	

	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BL T	420	44510	072	1550	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
BL T	559	44581	078	1600	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	31
BL	385	44610	075	1590	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
BL	585	44560	074	1580	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
SC A	470	45000	060	469 6430	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	22
SO	451	45631	099	6550	1922 - 1971	1922 - 1971	1922 - 1971	1901 - 1960	32
SC F	391	46000	030	487 6750	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	11, 21, 22
SC	497	47100	486	6730	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
SC	524	47110	484	6690	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
AG	435	48000	483	6670	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
AG	454	49150	482	6610	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
LU	408	50000	061	488 6780	1901 - 1964	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
AG F	514	52241	912	6940	1912 - 1971	1971 (1)	1912 - 1971	1901 - 1960	11, 32
AG	404	52650	070	1480	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
AG F	327	53120	029	495 6970	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
AG F	381	54000	062	226 3960	1901 - 1964	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	11, 21, 22
AG T	480	56300	093	911 6920	1901 - 1964	1901 - 1971	1901 - 1971	1901 - 1960	11, 21, 32
AG	470	57260	492	6860	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
AG	430	57420	490	6820	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
LU	762	61560	485	6630	1901 - 1968	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	25
LU	725	61620	320	4650	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	24
LU	885	61730	322	4620	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	21
LU	910	61820	474	6470	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
LU	875	61960	473	6450	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
LU	640	62150	491	6840	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
LU	484	62870	493	6880	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	31
ZG U	415	63000	332	4830	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
ZG	742	63140	330	4740	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	22
ZG	449	63180	099	331 4800	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	11, 12
ZG	440	63530	100	310 4340	1901 - 1964	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	11, 21, 24
NW F	455	63700	315	4440	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
CW T	1018	63900	014	312 4410	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	21
SZ	436	64030	316	4380	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	22, 25
SZ G	1760	64110	017	311 4310	1901 - 1964	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
SZ	785	64170	306	4290	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
SZ	520	64300	305	4260	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	
UR F	451	64600	023	303 4140	1901 - 1960	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1960	11, 21
UR	778	64610	304	4170	1901 - 1972	1901 - 1972	1901 - 1972		



A N H A N G 3:

Zusammenfassung der Ergebnisse der VOCLIM-Untersuchung

Ergebnisse nach Stationen für je drei Klimaelemente für die drei Hauptkulturen - nach Postleitzahlen geordnet

- Kolonne 1: Stationsname  
Kolonne 2: Kanton  
Kolonne 3: Stationslage (siehe Erläuterung zu Anhang 2)  
Kolonne 4: Höhe über Meer (in Meter)  
Kolonne 5: Postleitzahl (ergänzt auf 5 Stellen)

Kolonnen 6 bis 8: Ergebnisse der VOCLIM-Untersuchung in Prozent aller Perioden über sämtliche Landwirtschaftsjahre (Beobachtungsperioden gemäss Anhang 2)

6. Futterbau  
6.1 unter dem unteren Schwellenwert }  
6.2 über dem oberen Schwellenwert } der Temperaturmittel  
6.3 zwischen beiden Schwellenwerten }  
6.4 unter dem unteren Schwellenwert }  
6.5 über dem oberen Schwellenwert } der Niederschlagsmengen  
6.6 zwischen beiden Schwellenwerten }  
6.7 unter dem unteren Schwellenwert }  
6.8 über dem oberen Schwellenwert } der Niederschlagsstage  
6.9 zwischen beiden Schwellenwerten }  
7. Getreide  
7.1 unter dem unteren Schwellenwert }  
7.2 über dem oberen Schwellenwert } der Temperaturmittel  
7.3 zwischen beiden Schwellenwerten }  
7.4 unter dem unteren Schwellenwert }  
7.5 über dem oberen Schwellenwert } der Niederschlagsmengen  
7.6 zwischen beiden Schwellenwerten }  
7.7 unter dem unteren Schwellenwert }  
7.8 über dem oberen Schwellenwert } der Niederschlagsstage  
7.9 zwischen beiden Schwellenwerten }  
8. Kartoffeln  
8.1 unter dem unteren Schwellenwert }  
8.2 über dem oberen Schwellenwert } der Temperaturmittel  
8.3 zwischen beiden Schwellenwerten }  
8.4 unter dem unteren Schwellenwert }  
8.5 über dem oberen Schwellenwert } der Niederschlagsmengen  
8.6 zwischen beiden Schwellenwerten }  
8.7 unter dem unteren Schwellenwert }  
8.8 über dem oberen Schwellenwert } der Niederschlagsstage  
8.9 zwischen beiden Schwellenwerten }

A P P E N D I C E 3:

Résumé des résultats de l'analyse VOCLIM

Résultats par stations pour les trois éléments climatiques et les trois cultures principales - groupés selon les numéros postaux

- Colonne 1: nom de la station  
Colonne 2: canton  
Colonne 3: emplacement de la station (explications voir appendice 2)  
Colonne 4: altitude (mètres)  
Colonne 5: numéro d'acheminement postal (5 chiffres)

Colonne 6 à 8: résultats de l'analyse VOCLIM, en pourcents de toutes les périodes de l'ensemble des années d'observation (période d'observation selon l'appendice 2)

6. herbage  
6.1 en dessous du seuil inférieur }  
6.2 en dessus du seuil supérieur } des températures moyennes  
6.3 entre les deux seuils }  
6.4 en dessous du seuil inférieur }  
6.5 en dessus du seuil supérieur } des quantités de précipitations  
6.6 entre les deux seuils }  
6.7 en dessous du seuil inférieur }  
6.8 en dessus du seuil supérieur } des jours de précipitations  
6.9 entre les deux seuils }  
7. céréales  
7.1 en dessous du seuil inférieur }  
7.2 en dessus du seuil supérieur } des températures moyennes  
7.3 entre les deux seuils }  
7.4 en dessous du seuil inférieur }  
7.5 en dessus du seuil supérieur } des quantités de précipitations  
7.6 entre les deux seuils }  
7.7 en dessous du seuil inférieur }  
7.8 en dessus du seuil supérieur } des jours de précipitations  
7.9 entre les deux seuils }  
8. pommes de terre  
8.1 en dessous du seuil inférieur }  
8.2 en dessus du seuil supérieur } des températures moyennes  
8.3 entre les deux seuils }  
8.4 en dessous du seuil inférieur }  
8.5 en dessus du seuil supérieur } des quantités de précipitations  
8.6 entre les deux seuils }  
8.7 en dessous du seuil inférieur }  
8.8 en dessus du seuil supérieur } des jours de précipitations  
8.9 entre les deux seuils }









Table with 9 columns (1-9) and rows for various locations including PONTE TRESA, CHUR, FLIMS, AROSA, TSCIERTSCHEN, SAFIEN - PLATZ, ILANZ, VRIN, VALS, PLATTA (MEDELS), SEDRUN (TAVETSCH), SURREHEIN, PIGNIU = PANIX, SCHIERS, ST. ANTCFNLEN - RUETI, KLOSTERS (AEUJA), DAVOS - PLATZ, SEEWIS IM PRAETTIGAU, PLANTAHOF BEI LANDQUART, VAETTIS, SARGANS, WEISSSTANNEN, THUSIS, SPLUEGEN - DORF, ANDEER, RIVIO, SAVOGNIN, NISCHELLAS (ALVASCHWEIN), FILLISUR, TUMEGL = TOMILS, ST. MORITZ, BEVER, STILS-MARIA, SANTA MARIA IM MUENSTERTAL, SANTSCH, SCUOL = SCHULS / REMUES, MARTINA, VICOSOPRANO, SOGLIO, BRUSIO (PIAZZO), ZUERICH (ANSTALT FUER EPILEPTISCHE), ZUERICH (KRAEBUEHLSTRASSE), HOPPELSEN / OTELFFINGEN, PFANNENSTIEL, SIHLWALD, CERWENIGFN / SCHOEFFLINSDOORF, HUELACH (KLAERANLAGE), MIL BEI PAFZ, SCHAFFHAUSEN, LOHN, HALLAU, WILCHINGFN, SCHLEITFIIM, CLESSEN-OFEN, F-SCHENZ, STECKBORN, HAIDENHALS, KREUZLINGEN, KLOTEN (ZUERICH FLUGHAFEN), EFFRETIKON / FEHRALDORF, PFAEFFIKCN, FINWIL / WERNETSHAUSEN, AADORF, ESCHLIKCN, DUSSNANG - TANNEGG

Table with 9 columns (1-9) and rows for various locations including PONTE TRESA, CHUR, FLIMS, AROSA, TSCIERTSCHEN, SAFIEN - PLATZ, ILANZ, VRIN, VALS, PLATTA (MEDELS), SEDRUN (TAVETSCH), SURREHEIN, PIGNIU = PANIX, SCHIERS, ST. ANTCFNLEN - RUETI, KLOSTERS (AEUJA), DAVOS - PLATZ, SEEWIS IM PRAETTIGAU, PLANTAHOF BEI LANDQUART, SARGANS, WEISSSTANNEN, THUSIS, SPLUEGEN - DORF, ANDEER, RIVIO, SAVOGNIN, NISCHELLAS (ALVASCHWEIN), FILLISUR, TUMEGL = TOMILS, ST. MORITZ, BEVER, STILS-MARIA, SANTA MARIA IM MUENSTERTAL, SANTSCH, SCUOL = SCHULS / REMUES, MARTINA, VICOSOPRANO, SOGLIO, BRUSIO (PIAZZO), ZUERICH (ANSTALT FUER EPILEPTISCHE), ZUERICH (KRAEBUEHLSTRASSE), HOPPELSEN / OTELFFINGEN, PFANNENSTIEL, SIHLWALD, CERWENIGFN / SCHOEFFLINSDOORF, HUELACH (KLAERANLAGE), MIL BEI PAFZ, SCHAFFHAUSEN, LOHN, HALLAU, WILCHINGFN, SCHLEITFIIM, CLESSEN-OFEN, F-SCHENZ, STECKBORN, HAIDENHALS, KREUZLINGEN, KLOTEN (ZUFUEHR FLUGHAFEN), EFFRETIKON / FEHRALDORF, PFAEFFIKCN, FINWIL / WERNETSHAUSEN, AADORF, ESCHLIKCN, DUSSNANG - TANNEGG

Table with 9 columns (1-9) and rows for various locations including PONTE TRESA, CHUR, FLIMS, AROSA, TSCIERTSCHEN, SAFIEN - PLATZ, ILANZ, VRIN, VALS, PLATTA (MEDELS), SEDRUN (TAVETSCH), SURREHEIN, PIGNIU = PANIX, SCHIERS, ST. ANTCFNLEN - RUETI, KLOSTERS (AEUJA), DAVOS - PLATZ, SEEWIS IM PRAETTIGAU, PLANTAHOF BEI LANDQUART, SARGANS, WEISSSTANNEN, THUSIS, SPLUEGEN - DORF, ANDEER, RIVIO, SAVOGNIN, NISCHELLAS (ALVASCHWEIN), FILLISUR, TUMEGL = TOMILS, ST. MORITZ, BEVER, STILS-MARIA, SANTA MARIA IM MUENSTERTAL, SANTSCH, SCUOL = SCHULS / REMUES, MARTINA, VICOSOPRANO, SOGLIO, BRUSIO (PIAZZO), ZUERICH (ANSTALT FUER EPILEPTISCHE), ZUERICH (KRAEBUEHLSTRASSE), HOPPELSEN / OTELFFINGEN, PFANNENSTIEL, SIHLWALD, CERWENIGFN / SCHOEFFLINSDOORF, HUELACH (KLAERANLAGE), MIL BEI PAFZ, SCHAFFHAUSEN, LOHN, HALLAU, WILCHINGFN, SCHLEITFIIM, CLESSEN-OFEN, F-SCHENZ, STECKBORN, HAIDENHALS, KREUZLINGEN, KLOTEN (ZUFUEHR FLUGHAFEN), EFFRETIKON / FEHRALDORF, PFAEFFIKCN, FINWIL / WERNETSHAUSEN, AADORF, ESCHLIKCN, DUSSNANG - TANNEGG



**BEILAGEN / ANNEXES**

- Zusammenfassende Legende
- Légende de synthèse
- Leggenda da sintesi
- 8 Kartenausschnitte
- 8 extraits de cartes

**Aus / Extraits de:**

“Klimaeignungskarten für die Landwirtschaft”  
(Zone H nicht ausgeschieden), Grundlagen für  
die Raumplanung / “Cartes des aptitudes cli-  
matiques pour l’agriculture” (zone H non dé-  
limitée), Bases pour l’aménagement du terri-  
toire

**Massstab / Echelle:** 1 : 200'000

**Stand / Etat:** 1976

**Bearbeitung / Elaboration:**

*F. JEANNERET* und/et *Ph. VAUTIER*  
unter Mitwirkung von / avec la collaboration de  
*Dr J. CAPUTA, Dr R. HAEBERLI, Prof. Dr B.*  
*MESSERLI* und andere / et autres

**Herausgeber / Edité par:**

Eidg. Justiz- und Polizeidepartement, Der  
Delegierte für Raumplanung; Eidg. Volkswirt-  
schaftsdepartement, Abteilung für Landwirt-  
schaft / Le Département fédéral de justice et  
police, La délégué à l’aménagement du terri-  
toire; Le Département fédéral de l’économie  
publique, Division de l’agriculture

**Topographische Grundlagen /****Base topographiques:**

Landeskarte der Schweiz / Carte nationale de la  
Suisse 1 : 200'000

**Kartographie und Druck /****Cartographie et impression:**

Eidg. Landestopographie / Service topogra-  
phique fédéral  
3084 Wabern, 1977

## Publikationsreihe GEOGRAPHICA BERNENSIA

Die Arbeitsgemeinschaft GEOGRAPHICA BERNENSIA, bestehend aus Dozenten des Geographischen Institutes der Universität sowie der Geographischen Gesellschaft von Bern und der Fachschaft der Geographiestudenten der Universität Bern (Kollektivmitglieder), setzt sich das Ziel, die Veröffentlichung von Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität Bern zu fördern. Es werden folgende Reihen herausgegeben:

Reihe G	=	Grundlagenforschung
Reihe P	=	Geographie für die Praxis
Reihe S	=	Geographie für die Schule
Reihe U	=	Skripten für den Universitätsunterricht

Herausgabe und Verlag: Arbeitsgemeinschaft Geographica Bernensia  
Hallerstrasse 12, CH 3012 Bern

### Bisher sind erschienen:

G 1	WINIGER Matthias: Bewölkungsuntersuchungen über der Sahara mit Wettersatellitenbildern, 1975	Fr. 30.–
G 2	PFISTER Christian: Agrarkonjunktur und Witterungsverlauf im westlichen Schweizer Mittelland 1755–1797, 1975	Fr. 48.–
G 3	JEANNERET François: Klima der Schweiz: Bibliographie 1921–1973; mit einem Ergänzungsverzeichnis von H. W. Courvoisier, 1975	Fr. 26.–
G 4	KIENHOLZ Hans: Kombinierte geomorphologische Gefahrenkarte 1 : 10'000 von Grindelwald, mit einem Beitrag von Walter Schwarz, 1977	Fr. 48.–
G 5	BUCHMÜLLER P., EGLI H. R., PESTALOZZI P., WIESMANN U.: Dorf und Flur der Gemeinde Lohn (SH), 1977	Fr. 10.–
P 1	GROSJEAN Georges: Raumtypisierung nach geographischen Gesichtspunkten als Grundlage der Raumplanung auf höherer Stufe, 1975 (2. Aufl.)	Fr. 35.–
P 2	ÜHLINGER Heiner: Räumliche Aspekte der Schulplanung in ländlichen Siedlungsgebieten. Eine kulturgeographische Untersuchung in sechs Planungsregionen des Kantons Bern, 1975	Fr. 25.–
S 1	AERNI K., AFFOLTER R., WENGER F., WÜTHRICH U.: Die Schweiz und die Welt im Wandel, 1975	Fr. 7.–
S 2	PFISTER Christian: Autobahnen verändern eine Landschaft, 1978 1 Klassensatz des Schülerteils (8 Blätter in je 25 Expl.)	Fr. 15.– Fr. 17.–
S 3	BICHSEL Ulrich, KUNZ Rudolf: Indien – Entwicklungsland zwischen Tradition und Fortschritt, 1978	Fr. 16.–
	Schülerpreis ab 15 Exemplaren	Fr. 6.–
U 1	GROSJEAN Georges: Die Schweiz. Der Naturraum in seiner Funktion für Kultur und Wirtschaft, 1975	Fr. 8.–
U 2	GROSJEAN Georges: Die Schweiz. Landwirtschaft, 1975	Fr. 15.–
U 4	GROSJEAN Georges: Die Schweiz. Industrie, 1975	Fr. 12.–
U 9	GROSJEAN Georges: Kartographie für Geographen I. Allgemeine Kartographie, 1974	Fr. 17.–
U 10	GROSJEAN Georges: Kartographie für Geographen II. Thematische Kartographie, 1975	Fr. 13.–
U 12	AERNI Klaus: Kartenzeichnen und Arbeitstechnik. Skriptum und Unterlagen zum prop.-geogr. Praktikum, 1976	Fr. 20.–
U 13	MESSERLI Bruno, WINIGER Matthias (Leitung): Probleme der Entwicklungsländer (Seminararbeit), 1977	Fr. nn.–

## Zusammenfassende Legende

(ausführliche Legende siehe auf der Blattrückseite)

Zone	Bezeichnung	Eignung für die landwirtschaftliche Nutzung, beurteilt ausschliesslich aufgrund der mesoklimatischen Gegebenheiten, und Bemerkungen
A1	<b>Spezialkulturen bevorzugt oder begünstigt</b>	Bei ausschliesslicher Wasserversorgung durch Niederschläge (ohne Bewässerung oder Grundwasser) Erträge der meisten Kulturen normalerweise durch Trockenheit beeinträchtigt. Mit zusätzlicher Wasserversorgung können alle Kulturen befriedigt. Die Spezialkulturen sind dann aber bevorzugt, vor allem in den wenig frostgefährdeten Gebieten: bessere Verwertung des Wassers und der Wärme.
A2	<b>Ackerbau und Spezialkulturen begünstigt</b>	Ackerbau bevorzugt, vor allem Getreidebau und Kulturen mit ähnlichen Ansprüchen (Raps). Spezialkulturen in den dafür geeigneten Böden und Lagen sehr begünstigt. Kunstfutterbau mit hohen Erträgen und Zwischenfruchtbau manchmal durch Trockenheit beeinträchtigt. Naturwiesen häufig durch Sommer- und Herbsttrockenheit beeinträchtigt.
A3	<b>Ackerbau und Futterbau begünstigt</b>	Ackerbau und Kunstfutterbau mit hohen Erträgen begünstigt. Vielfältiger Zwischenfruchtbau. Naturwiesen. Ausgedehnte Möglichkeiten für Spezialkulturen, in den dafür geeigneten Böden und Lagen.
A4	<b>Futterbau begünstigt</b>	Futterbau mit hohen Erträgen und Naturwiesen begünstigt. Zwischenfruchtbau. Ackerbau, vor allem Getreidebau, häufig durch übermässige Niederschläge und Regentage beeinträchtigt. Spezialkulturen in den dafür geeigneten Böden und Lagen.
A5	<b>Dauergrünland bevorzugt oder begünstigt</b>	Futterbau auf der Basis von Naturwiesen mit hohen Erträgen bevorzugt. Kunstfutterbau häufig beeinträchtigt (Bodenbearbeitung, Saat usw.). Ackerbau stark beeinträchtigt, vor allem der Getreidebau. Zwischenfruchtbau. Einzelne Spezialkulturen in den geeigneten Böden und Lagen (Grenzstandorte).
A6	<b>Spezialkulturen sehr begünstigt Ackerbau Wiesland</b>	Weinbau, Obstbau und (Früh-)Gemüsebau sehr begünstigt. Zwischenfruchtbau. Ackerkulturen mit hohen Wärmeansprüchen begünstigt (Körnermais). Kunstfutterbau und Naturwiesen mit Einschränkungen. Ackerbau häufig wenig begünstigt durch den Wechsel «warm und trocken – Wasserüberfluss». Spezielle Gefährdung: Hagel.
B1	<b>Ackerbau und Spezialkulturen</b>	Bei ausschliesslicher Wasserversorgung durch Niederschläge Erträge der Kulturen häufig durch Trockenheit beeinträchtigt. Mit Zusatzbewässerung gute Bedingungen für Ackerkulturen, Futterbau und gewisse Spezialkulturen in den dafür geeigneten Böden und Lagen. Geringere Ertragshöhe und -sicherheit, beschränkere Arten- und Sortenwahl als in A <sub>1</sub> .
B2	<b>Ackerbau und Futterbau</b>	Sehr gute Bedingungen für den Ackerbau. Getreide bevorzugt. Gelegentliche Sommertrockenheit, vor allem bei Dauerwiesen. Nicht zu wärmeanspruchsvolle Spezialkulturen möglich. Zwischenfruchtbau nach frühen Ernten möglich. Geringere Ertragshöhe und -sicherheit, beschränkere Arten- und Sortenwahl als in A <sub>2</sub> .
B3	<b>Futterbau und Ackerbau</b>	Gute Bedingungen für den Ackerbau. Kartoffel bevorzugt, und Wiesland. Häufig etwas feucht (Regentage und -menge) für Getreidebau (Ernte). Nicht zu wärmeanspruchsvolle Spezialkulturen möglich. Zwischenfruchtbau nach frühen Ernten möglich. Geringere Ertragshöhe und -sicherheit, beschränkere Arten- und Sortenwahl als in A <sub>3</sub> .
B4	<b>Futterbau</b>	Gute Bedingungen für den Futterbau. Häufig Ernteschwierigkeiten (Trocknung usw.). Häufig wenig günstige Bedingungen für den Ackerbau, insbesondere Getreide (Regentage). Nicht zu wärmeanspruchsvolle Spezialkulturen möglich. Zwischenfruchtbau nach frühen Ernten möglich. Geringere Ertragshöhe und -sicherheit, beschränkere Arten- und Sortenwahl als in A <sub>4</sub> .
B5	<b>Dauergrünland</b>	Futterbau auf der Basis von Naturwiesen bevorzugt. Sehr häufige Ernteschwierigkeiten. Ungünstige Bedingungen für den Ackerbau (Niederschläge, Regentage). Nicht zu wärmeanspruchsvolle Spezialkulturen möglich. Zwischenfruchtbau nach frühen Ernten möglich. Geringere Ertragshöhe und -sicherheit, beschränkere Arten- und Sortenwahl als in A <sub>5</sub> .
B6	<b>Dauergrünland und Spezialkulturen</b>	Gute Bedingungen für Futterbau, auf der Basis von Naturwiesen. Ackerbau häufig wenig begünstigt durch übermässige Regenfälle (Erosionsgefahr). Nicht zu wärmeanspruchsvolle Spezialkulturen möglich. Zwischenfruchtbau nach frühen Ernten möglich. Geringere Ertragshöhe und -sicherheit, beschränkere Arten- und Sortenwahl als in A <sub>6</sub> .
C1-4	<b>Futterbau und Ackerbau, mit Einschränkungen</b>	Gute Bedingungen für den Kunstfutterbau und den Ackerbau, sofern die Arten und Sorten der Vegetationsperiode angepasst sind. Grosse Bedeutung der Naturwiesen. Winter-Zwischenfruchtbau noch möglich. Spezialkulturen wenig begünstigt: sehr beschränkte Möglichkeiten auf bevorzugten Flächen.
C5-6	<b>Dauergrünland, mit Einschränkungen</b>	Futterbau, basierend ausschliesslich auf Naturwiesen. Beeinträchtigungen bei den Ernten. Kunstfutterbau wenig begünstigt; Beeinträchtigungen durch übermässige Niederschläge und Regentage. Ackerbau ungünstig, insbesondere Getreidebau. Winter-Zwischenfruchtbau noch möglich. Spezialkulturen wenig begünstigt: sehr beschränkte Möglichkeiten auf bevorzugten Flächen.
D1-4	<b>Dauergrünland und Ackerkulturen, mit Einschränkungen</b>	Naturwiesen vorherrschend. Ackerbau und Kunstfutterbau (beschränkte Auswahl) auf begrenzten Flächen, da häufig wenig günstige Voraussetzungen für Feldarbeit (Bodenbearbeitung, Saat, Ernte). Weiden.
D5-6	<b>Dauergrünland, mit starken Einschränkungen</b>	Naturwiesen stark vorherrschend und Weiden; häufige Beeinträchtigungen bei den Ernten, infolge Niederschlags-haushalt. Ackerbau ungünstig, insbesondere Getreidebau.
E1-3	<b>Dauergrünland und einige Ackerkulturen</b>	Naturwiesen stark vorherrschend. Gute Bedingungen für den Ackerbau, dank günstigen Niederschlagsverhältnissen; aber sehr beschränkte Arten- und Sortenwahl sowie begrenzte Erträge, aufgrund der Wärmebedingungen. Ackerbau auf beschränkten, bevorzugten Flächen (Boden, Geländeform, Exposition).
E4-6	<b>Dauergrünland bevorzugt, mit starken Einschränkungen</b>	Fast ausschliesslich Naturwiesen und Weiden, mit starken Einschränkungen infolge Niederschlagsverhältnissen während den Ernten. Ackerbau stark beeinträchtigt (übermässige Niederschläge, ungenügende Wärme).
F	<b>Weiden und Wiesen</b>	Dauergrünland (Naturrasen) stark vorherrschend. Für den grössten Teil der Flächen ausschliessliche Weidenutzung. Ausnahmsweise (Boden, Lage und Exposition, Niederschläge) sehr begrenzte Möglichkeiten für Ackerkulturen mit geringen Wärmeansprüchen.
G	<b>Alpweiden</b>	Fast ausschliesslich Dauergrünland (Naturrasen). Weidenutzung. Kurze Weidedauer.
	<b>Ausserhalb Klassierung</b>	Ungeeignet für landwirtschaftliche Nutzung (Gletscher, Felsen und Steilabbrüche).

Die vorliegende Karte enthält Zonen, welche bezüglich ihrer mesoklimatischen Voraussetzungen für die Landwirtschaft als gleichwertig beurteilt werden. Innerhalb den ausgeschiedenen Zonen sind die Unterschiede in der natürlichen Eignung also im wesentlichen nicht mehr den mesoklimatischen Besonderheiten zuzuschreiben, sondern sind vielmehr auf besondere Bedingungen des Bodens, des Reliefs, des Mikroklimas, der Exposition und anderer Faktoren zurückzuführen, welche im Rahmen dieser Studie nicht näher untersucht worden sind.

Die Eignungen sind vor allem für drei Kulturarten mit unterschiedlichen Ansprüchen untersucht worden. 1) Futterbau, vor allem Dauergrünland. 2) Getreidebau, insbesondere Weizen. 3) Eine Hackfrucht: die Speisekartoffel.

Die zusammenfassende Beurteilung basiert auf den folgenden Grundlagen: 1) Umfrage bei den kantonalen Landwirtschaftsschulen. 2) Angaben von eidgenössischen Stellen (Eidg. Getreideverwaltung, Eidg. Alkoholverwaltung, Landwirtschaftliche Forschungsanstalten). 3) Spezifische Untersuchung der Unterlagen der M.Z.A. für das nationale Beobachternetz, aufgrund von besonderen landwirtschaftlichen Kriterien für jede Kulturart. 4) Literaturangaben und frühere agro-klimatische und phänologische Studien.

Daneben wurden ebenfalls, allerdings in allgemeinerer Form, die Möglichkeiten für den Anbau von Körnermais, Zwischenfruchtbau und Spezialkulturen berücksichtigt, dies auf der Grundlage von früheren Arbeiten anderer Autoren, von gewissen Ergebnissen bei der Analyse der drei Hauptkulturen oder auch von Angaben, Kenntnissen und Erfahrungen aus der Praxis in den verschiedenen Landesgegenden.



## Légende de synthèse

(pour la légende détaillée, voir au dos de la feuille)

Zones	Appellation	Modes de culture du sol se prêtant le mieux à la production agricole, en fonction des particularités méso-climatiques principales exclusivement, et remarques diverses
A1	<b>Cultures spéciales préférentielles ou favorisées</b>	Sans autre apport d'eau que les précipitations (irrigation ou nappe phréatique) les rendements de la plupart des cultures sont habituellement affectés par la sécheresse. Avec d'autres apports d'eau, toutes les cultures peuvent donner satisfaction. Les cultures spéciales sont alors préférentielles, surtout dans les zones peu gélives: meilleure valorisation de l'eau et de la chaleur.
A2	<b>Grandes cultures et cultures spéciales favorisées</b>	Grandes cultures favorisées, surtout les céréales et espèces à exigences comparables (colza). Cultures spéciales très favorisées dans les sols et expositions s'y prêtant. Cultures fourragères assolées de haut rendement et dérobées d'été parfois peu favorisées (sec). Prairies permanentes fréquemment défavorisées par la sécheresse estivale et automnale.
A3	<b>Grandes cultures et cultures fourragères favorisées</b>	Grandes cultures et cultures fourragères assolées de haut rendement favorisées. Larges possibilités pour les dérobées d'été. Prairies permanentes. Larges possibilités pour les cultures spéciales dans les sols et expositions s'y prêtant.
A4	<b>Cultures fourragères favorisées</b>	Cultures fourragères assolées de haut rendement et prairies permanentes favorisées. Dérobées d'été. Grandes cultures, surtout céréalières souvent défavorisées par des excès d'eau et de jours de pluie. Cultures spéciales dans les sols et expositions favorables.
A5	<b>Herbages permanents préférentiels ou favorisés</b>	Production fourragère à base de prairies permanentes à haut rendement préférentielle. Cultures fourragères assolées fréquemment soumises à des contraintes (labours, semis, etc.). Grandes cultures fortement défavorisées, surtout les céréales. Dérobées d'été. Quelques cultures spéciales possibles dans les sols et expositions favorables (surfaces limitées).
A6	<b>Cultures spéciales très favorisées grandes cultures herbages</b>	Viticulture, arboriculture, cultures maraichères (primeur) très favorisées. Dérobées d'été. Grandes cultures exigeant de fortes sommes de température favorisées (maïs-grain). Cultures fourragères assolées et prairies permanentes avec contraintes. Grandes cultures souvent peu favorisées par l'alternance «chaud et sec – excès d'eau». Danger particulier: grêle.
B1	<b>Grandes cultures et cultures spéciales</b>	Sans autre apport d'eau que les précipitations, rendements des cultures affectés par la sécheresse. Avec d'autres apports d'eau, bonnes conditions pour les cultures en terre ouverte, les herbages assolés et certaines cultures spéciales dans les sols et expositions s'y prêtant. Niveau et sécurité des rendements moins élevés, choix des espèces et variétés plus restreint qu'en A1.
B2	<b>Grandes cultures et cultures fourragères</b>	Très bonnes conditions pour la culture en terre ouverte. Céréales favorisées. Sécheresse estivale occasionnelle, surtout sur les herbages permanents. Cultures spéciales pas trop exigeantes en chaleur pratiquables. Dérobées d'été possibles après récoltes précoces. Niveau et sécurité des rendements moins élevés, choix des espèces et variétés plus restreint qu'en A2.
B3	<b>Cultures fourragères et grandes cultures</b>	Bonnes conditions pour la culture en terre ouverte. Pommes de terre favorisées et herbages. Assez souvent un peu humide (jours de pluie et précipitations) pour les céréales (récolte). Cultures spéciales pas trop exigeantes en chaleur pratiquables. Dérobées d'été possibles après récoltes précoces. Niveau et sécurité des rendements moins élevés, choix des espèces et variétés plus restreint qu'en A3.
B4	<b>Cultures fourragères</b>	Bonnes conditions pour la production fourragère. Difficultés pour les récoltes fréquentes (séchage, etc.). Conditions souvent peu favorables aux grandes cultures, surtout céréalières (jours de pluie). Cultures spéciales pas trop exigeantes en chaleur pratiquables. Dérobées d'été possibles après récoltes précoces. Niveau et sécurité des rendements moins élevés, choix des espèces et variétés plus restreint qu'en A4.
B5	<b>Herbages permanents</b>	Production fourragère à base de prairies permanentes préférentielle. Difficultés de récolte très fréquentes. Conditions défavorables aux cultures en terre ouverte (précipitations, jours de pluie). Cultures spéciales pas trop exigeantes en chaleur pratiquables. Dérobées d'été possibles après récoltes précoces. Niveau et sécurité des rendements moins élevés, choix des espèces et variétés plus restreint qu'en A5.
B6	<b>Herbages permanents et cultures spéciales</b>	Bonnes conditions pour la production fourragère basée sur les herbages permanents. Excès de densité des précipitations souvent peu favorables aux cultures en terre ouverte (érosion). Cultures spéciales pas trop exigeantes en chaleur pratiquables. Dérobées d'été possibles après récoltes précoces. Niveau et sécurité des rendements moins élevés, choix des espèces et variétés plus restreint qu'en A6.
C1-4	<b>Cultures fourragères et grandes cultures avec restrictions</b>	Bonnes conditions pour les cultures fourragères assolées et les grandes cultures, pour autant que le choix des espèces et variétés soit adapté à la période de végétation. Herbages permanents importants. Dérobées d'hiver encore possibles. Cultures spéciales peu favorisées: possibilités très marginales limitées aux surfaces privilégiées.
C5-6	<b>Herbages permanents avec contraintes</b>	Production fourragère basée essentiellement sur les prairies permanentes. Contraintes aux récoltes. Cultures fourragères assolées peu favorisées; contraintes dues aux excès d'eau et de jours de pluie. Grandes cultures défavorisées, surtout les céréales. Dérobées d'hiver encore possibles. Cultures spéciales peu favorisées: possibilités très marginales limitées aux surfaces privilégiées.
D1-4	<b>Herbages permanents et cultures avec restrictions</b>	Prairies permanentes prédominantes. Cultures en terre ouverte et fourragères assolées (choix restreint) sur des surfaces limitées, à cause des possibilités de travail aux champs souvent peu favorables (labours, semis, récoltes). Herbages naturels.
D5-6	<b>Herbages permanents avec fortes contraintes</b>	Prairies permanentes fortement prédominantes et herbages naturels, avec contraintes fréquentes lors des récoltes, à cause du régime pluviométrique. Cultures en terre ouverte défavorisées, surtout les céréales.
E1-3	<b>Herbages permanents et quelques cultures</b>	Prairies permanentes fortement prédominantes. Bonnes conditions pour les cultures en terre ouverte, grâce au régime pluviométrique, mais choix des espèces et variétés très restreint et rendements limités, à cause des conditions thermiques. Cultures assolées sur des surfaces limitées privilégiées (sol, topographie, exposition).
E4-6	<b>Herbages naturels préférentiels avec fortes contraintes</b>	Prairies permanentes et herbages naturels pratiquement exclusifs, avec fortes contraintes dues au régime pluviométrique lors des récoltes. Cultures en terre ouverte très défavorisées par le régime pluviométrique et les températures.
F	<b>Paturages et prairies</b>	Herbages naturels fortement prédominants. Exploitation pastorale exclusivement pour la plus grande partie des surfaces. Exceptionnellement (sol, situation, exposition, régime pluviométrique), possibilités très marginales pour les cultures peu exigeantes du point de vue températures.
G	<b>Alpages</b>	Herbages naturels pratiquement exclusifs. Exploitation pastorale. Courte durée de pâture.
	<b>Hors classement</b>	Inapte à la production agricole (glaciers, rochers, falaises).

Des zones à aptitudes méso-climatiques jugées équivalentes pour l'agriculture sont représentées sur cette carte. Au sein des zones, les différences d'aptitude ne sont donc plus dues aux particularités du méso-climat essentiellement, mais bien d'avantage aux particularités des sols, du relief, du micro-climat, de l'exposition et autres éléments, qui n'ont pas fait l'objet de cette étude. Les aptitudes ont été étudiées plus particulièrement pour trois genres de cultures d'exigences dissemblables. 1) Les cultures herbagères, plus spécifiquement les herbages permanents. 2) Les cultures céréalières; le blé plus spécifiquement. 3) Une culture sarclée: la pomme de terre de consommation.

Ces résultats de synthèse ont été obtenus sur la base des éléments principaux suivants: 1) Enquête auprès les écoles cantonales d'agriculture. 2) Données de Services fédéraux (Administration fédérale des blés-Régie féd. des Alcools-Stations de Recherches Agronomiques). 3) Etudes spécifique des données météorologiques de l'I.S.M. pour la réseau d'observation national, en fonction de critères spécifiquement agricoles, par culture. 4) Données de la littérature, études agro-climatiques et phénologiques antérieures. On a tenu compte également, mais de manière plus générale, des possibilités offertes pour la culture du maïs-grain, les dérobées d'été et les cultures spéciales, sur la base de travaux effectués antérieurement par d'autres auteurs, de certains résultats des analyses consacrées aux trois cultures principales ou encore de données, connaissances et enseignements fournis par la pratique suivant les régions.

## Leggenda di sintesi

(leggenda dettagliata vedi a tergo)

Zone	Denominazione generale	Metodi di coltura che meglio si prestano alla produzione agricola, in funzione esclusivamente delle particolarità mesoclimatiche principali; osservazioni diverse
A1	<b>Colture speciali preferenziali o favorite</b>	Con unicamente le precipitazioni e senza alcun altro apporto d'acqua (irrigazione o falda freatica) i rendimenti della più parte delle colture sono abitualmente compromesse dalla siccità. Con l'apporto supplementare d'acqua, tutte le colture possono esse soddisfacenti. Le colture speciali sono allora preferenziali, soprattutto in zone poco soggette al gelo: migliore valorizzazione dell'acqua e del calore.
A2	<b>Grandi colture e colture speciali favorite</b>	Le grandi colture sono favorite, in particolare i cereali e le specie a esigenze similari (colza). Le colture speciali sono molto favorite se i terreni e le esposizioni sono adeguate. Sono poco favorite (secco) le colture foraggere temporanee ad alto rendimento e le colture intercalari estive. I prati permanenti sono frequentemente sfavorite dalla siccità estiva o autunnale.
A3	<b>Grandi colture e colture foraggere favorite</b>	Le grandi colture e le colture foraggere temporanee ad alto rendimento sono favorite. Possibilità estese per le colture intercalari estive. Prati permanenti. Buone possibilità per le colture speciali con esposizioni e in terreni favorevoli.
A4	<b>Colture foraggere favorite</b>	Le colture foraggere temporanee ad alto rendimento e i prati permanenti sono favorite. Colture intercalari estive. Le grandi colture, in particolare i cereali, danno sovente cattivi rendimenti causa l'eccesso d'acqua e di giorni piovosi. Le colture speciali sono unicamente praticabili con esposizione e in terreni adeguati.
A5	<b>Erbai permanenti preferenziali o favorite</b>	La produzione foraggera è basata di preferenza su prati permanenti ad alto rendimento. Le colture foraggere temporanee sono dipendenti da fattori limitanti (preparazione del terreno, semina, ecc.). Le grandi colture non sono adatte, in modo particolare i cereali. Colture intercalari estive. È possibile l'impianto di alcune colture speciali in terreni adeguati con esposizione (superficie limitata).
A6	<b>Colture speciali favorite. Grandi colture. Erbai.</b>	Viticultura, arboricoltura, orticoltura (primizie) sono molto favorite. Colture intercalari estive. Le grandi colture a esigenze termiche elevate sono particolarmente adatte (mais da granella). Le colture foraggere temporanee e i prati permanenti sono legati a fattori limitanti. L'alternanza di caldo, secco e grandi piogge influenzano negativamente le grandi colture. Particolare pericolo di grandine.
B1	<b>Grandi colture e colture speciali</b>	Con le sole precipitazioni e senza alcun altro apporto d'acqua i rendimenti sono diminuiti dalla siccità. Con altri apporti d'acqua esistono buone condizioni per la campicoltura e per certe colture speciali (condizioni di terreno ed esposizione permettendolo). Il livello e la stabilità dei rendimenti sono meno elevati e la gamma delle specie o varietà più ristretta che non i A <sub>1</sub> .
B2	<b>Grandi colture e colture foraggere</b>	Ottime condizioni per le colture in terreno aperto. I cereali sono favorite. La siccità estiva è occasionale soprattutto per i prati permanenti. Le colture speciali non troppo termo-esigenti sono praticabili. Le colture intercalari estive sono praticabili dopo mietiture precoci. Il livello e la stabilità dei rendimenti sono meno elevati e la gamma delle specie o varietà più ristretta che non in A <sub>2</sub> .
B3	<b>Colture foraggere e grandi colture</b>	Buone condizioni per la campicoltura. Le patate e gli erbai sono favorite. Di sovente le condizioni umide (precipitazioni e giorni di pioggia) compromettono la raccolta dei cereali. Le colture speciali non troppo termo-esigenti sono praticabili. Le colture intercalari estive sono pure praticabili dopo mietiture precoci. Il livello e la stabilità dei rendimenti sono meno elevati, e la gamma delle specie o varietà più ristretta che non in A <sub>3</sub> .
B4	<b>Colture foraggere</b>	Buone condizioni per la coltura foraggera, ma esistono difficoltà per frequenti sfalci (essiccazione). Le condizioni sono sovente poco favorevoli per le grandi colture, soprattutto cerealiere (giorni piovosi). Le colture speciali non troppo termo-esigenti sono praticabili. Le colture intercalari estive sono pure praticabili dopo raccolti precoci. Il livello e la stabilità dei rendimenti sono meno elevati e la gamma delle specie o varietà più ristretta che non in A <sub>4</sub> .
B5	<b>Erbai permanenti</b>	La produzione foraggera è basata di preferenza su prati permanenti. Le difficoltà di raccolta sono molto frequenti. Le condizioni sono sfavorevoli per le grandi colture (precipitazioni, giorni di pioggia). Le colture speciali non troppo termo-esigenti sono praticabili. Le colture intercalari estive sono pure praticabili dopo raccolti precoci. Il livello e la stabilità dei rendimenti sono meno elevati e la gamma delle specie o varietà più ristretta che non in A <sub>5</sub> .
B6	<b>Erbai permanenti e colture speciali</b>	Le condizioni sono buone per la produzione foraggera basata su erbai permanenti. Gli eccessi di precipitazione sovente sono nefasti nelle colture in terreno aperto (erosione). Le colture speciali non troppo termo-esigenti sono praticabili. Le colture intercalari estive sono pure praticabili dopo raccolti precoci. Il livello e la stabilità dei rendimenti sono meno elevati e la gamma delle specie o varietà più ristretta che non in A <sub>6</sub> .
C1-4	<b>Colture foraggere e grandi colture con restrizione</b>	Per le colture foraggere temporanee e le grandi colture esistono buone condizioni, ma con delle specie o varietà adatte al periodo di vegetazione. Gli erbai permanenti sono importanti. Le colture intercalari vernine sono ancora possibili. Le colture speciali sono poco favorite: possibilità d'installazione limitata alle superfici privilegiate.
C5-6	<b>Erbai permanenti con restrizioni</b>	La produzione foraggera è basata essenzialmente su prati permanenti. Limitazioni per la raccolta. Le colture foraggere temporanee sono poco favorite causa gli eccedenti in acqua e in giorni piovosi. Le grandi colture sono sfavorite, soprattutto i cereali. Le colture intercalari vernine sono ancora possibili. Le colture speciali sono poco favorite: possibilità d'installazione limitata alle superfici privilegiate.
D1-4	<b>Erbai permanenti con restrizioni</b>	I prati permanenti sono predominanti. Le possibilità di lavoro in campo (aratura, semina, raccolte) sono sovente intralciati, ciò limita a superfici relativamente ridotte la campicoltura. Pure limitata è la scelta di colture foraggere temporanee adatte. Erbai naturali.
D5-6	<b>Erbai permanenti con forti restrizioni</b>	Prati permanenti predominanti. Erbai naturali. Il regime pluviometrico intralcia sovente i lavori di raccolta. La campicoltura è sfavorizzata, in particolar modo i cereali.
E1-3	<b>Erbai permanenti e alcune colture</b>	Prati permanenti fortemente predominanti. Grazie al regime pluviometrico le condizioni sono adatte per la campicoltura, ma a causa delle condizioni termiche la scelta delle specie o varietà è molto ristretta e i rendimenti sono deboli. La rotazione delle colture è praticabile su superfici relativamente ridotte e privilegiate (suolo, topografia, esposizione).
E4-6	<b>Erbai naturali preferenziali con forti restrizioni</b>	Le colture sono praticamente costituite solo da erbai permanenti. Il regime pluviometrico intralcia fortemente gli sfalci. Le condizioni pluviometriche e termiche sfavorizzano la campicoltura.
F	<b>Pascoli e prati</b>	Erbai naturali fortemente predominanti. La pastorizia è praticata sulla quasi totalità delle superfici. In casi eccezionali (terreno, esposizione, regime pluviometrico) le colture a debole esigenza termica possono essere praticate.
G	<b>Alpeggi</b>	Erbai naturali e pastorizia di corta durata sono l'essenziale dell'attività agricola.
	<b>Non classificato</b>	Produzione agricola esclusa (ghiacciai, rocce, precipizi).

Le zone meso-climatiche giudicate equivalenti per l'agricoltura sono rappresentate su questa carte. All'interno di ogni zona le differenze non sono più legate alle particolarità meso-climatiche, ma bensì alle particolarità del terreno, del rilievo, del microclima e altri elementi che non sono stati presi in considerazione. Lo studio delle attitudini è basato principalmente su tre colture: 1) la foraggicoltura è più specificatamente gli erbai permanenti, 2) la cerealicoltura in particolare il frumento, 3) una coltura sacchiata, la patata da consumo.

I risultati di sintesi sono stati principalmente basati su i seguenti elementi: 1) inchieste presso le scuole d'agricoltura, 2) dati dei servizi federali (Amministrazione federale dei cereali, Regia degli alcool, Stazioni di ricerca), studi dei dati nazionali di meteorologia del I.S.M. con riferimento a criteri agricoli specifici a ogni coltura, 4) dati di bibliografia, studi anteriori di agroclimatologia e fenologia. Sono stati inoltre considerati, ma in modo più generale, le possibilità offerte dal mais da granella, delle colture intercalari d'estate e speciali. Per queste tre colture ci siamo basati su risultati d'altri autori, d'analisi personali e inoltre su conoscenze regionali fornite dalla pratica.

