



**Arbeitsberichte der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt**  
**Rapports de travail de l'Institut Suisse de Météorologie**  
**Rapporti di lavoro dell'Istituto Svizzero di Meteorologia**  
**Working Reports of the Swiss Meteorological Institute**

**Zürich**

No. 93

DIE BEOBACHTUNGSNETZE DER  
SCHWEIZERISCHEN METEOROLOGISCHEN ANSTALT  
KONZEPT 1980

von

G. Müller, Zürich

November 1980

Meteorologische Stationen

551.501.9

Zusammenfassung

Basierend auf den Bedürfnissen der Datenbenützer wurden Zweck und zukünftige Entwicklung jeder Station der einzelnen Beobachtungsnetze festgelegt.

Der ersten, Ende 1981 abgeschlossenen Automatisierungsphase muss Ende der Achtzigerjahre eine zweite mit ca. 25 - 30 Stationen folgen. Damit verbunden ist eine Reduktion der konventionellen Stationen, speziell des klimatologischen Netzes, welches bis zur Jahrhundertwende auf ca. einen Drittel des heutigen Bestandes schrumpfen wird. Neben den kontinuierlichen Beobachtungsnetzen müssen vermehrt temporäre Stationen zur Erweiterung der Kenntnisse über die systematischen Unterschiede zwischen verschiedenen Messbedingungen eingesetzt werden.

Die Netzkosten erreichten 1977/78 Spitzenwerte, die sich in den nächsten Jahren weiter abbauen werden und deshalb als obere Richtwerte Gültigkeit haben können.

Résumé

Partant des besoins des utilisateurs, on a établi les fonctions et le développement futurs de chacune des stations des divers réseaux d'observation. La première phase d'automatisation qui sera achevée à fin 1981 devra être suivie, vers la fin de la décennie 80, d'une seconde comprenant 25 à 30 stations. Une réduction du nombre des stations conventionnelles leur est liée. Cette réduction touche principalement le réseau climatologique dont le nombre de stations de type ancien ne devrait plus atteindre, à la fin du siècle, que le tiers environ du nombre actuel. A côté des réseaux stables d'observation, il faut installer des stations temporaires afin d'élargir nos connaissances des différences systématiques existant entre les diverses conditions de mesure.

Les frais occasionnés par les réseaux d'observation ont atteint leur maximum en 1977/78. Ils iront en diminuant ces prochaines années, si bien que les chiffres de 1977/78 peuvent être considérés comme les plus hautes valeurs de référence.

#### Riassunto

Sulla base dei fabbisogni degli utilizzatori di dati, si è fissato lo scopo e il futuro sviluppo di ogni stazione delle singole reti di osservazione.

Alla prima fase di automazione, che terminerà alla fine del 1981, ne seguirà una seconda per la fine degli anni ottanta, con circa 25 - 30 stazioni. Ciò comporterà una riduzione delle stazioni convenzionali, specialmente di quelle della rete climatologica, che per la fine del secolo verranno ridotte ad un terzo dell'odierno effettivo. Accanto alle reti di osservazioni continue, dovranno venir ulteriormente introdotte stazioni temporanee per l'allargamento delle conoscenze sulle differenze sistematiche tra le diverse condizioni di misurazione.

I costi delle reti, che hanno raggiunto il loro apice nel 1977/78, subiranno nei prossimi anni ulteriori riduzioni, per cui i loro valori sono da considerarsi come massimi indicativi.

#### Summary

For each observing station of the meteorological and climatological networks, its present usefulness and its future have been assessed in the light of the requirements of the users.

The first phase of the automation of the networks will end in 1981. It must be followed by a second for the setting up of about 25 - 30 additional stations. This will allow a drastic reduction of stations of the traditional type, first of all for the climatological network, which could effect, by the end of this century, two third of the presently existing stations. Besides the fixed networks, a continuously increasing number of stations are requested for limited periods of time at locations where systematical differences between various conditions of measurements have to be studied.

Because of the automation, the costs of the networks peaked in the years 1977/78 but are since steadily diminishing. This peak in the costs ought to be regarded as an upper limit for future developments.

## V O R W O R T

Drei Gründe veranlassten mich 1978, unsere Beobachtungsnetze einer Neuüberprüfung unterziehen zu lassen:

- Die Inbetriebnahme eines aufwendigen Netzes automatischer Wetterstationen
- Die Finanzklemme des Bundes mit dem Zwang zum Sparen
- Die durch den Personalstopp in der Bundesverwaltung ausgelösten personellen Engpässe

Der Chef unserer Sektion Beobachtungsnetze, Dipl. Natw. ETH Gerhard Müller, erhielt den Auftrag, die künftige Entwicklung der Beobachtungsnetze in einem Beobachtungskonzept für die Schweiz abzustecken.

In jeder einzelnen Station stecken zuviel Aufbauarbeit, Informationswert, Instruktions- und Unterhaltsaufwand, als dass man auch nur eine davon leichthin aufheben könnte. Für jede Station gibt es Interessenten und Argumente, welche gegen Aenderungen sprechen. Und doch werden wir nicht um eine nüchterne Beurteilung von Nutzen und Aufwand unserer Wetterbeobachtungen herumkommen.

Ich unterstütze daher alle Massnahmen zur planmässigen Rationalisierung unseres Beobachtungssystems, insbesondere der herkömmlichen Netze. Das vorliegende Konzept soll hierzu Entscheidungsgrundlagen liefern.

SCHWEIZERISCHE METEOROLOGISCHE ANSTALT  
Der Direktor

Gerhard Simmen

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. <u>EINLEITUNG</u>	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Allgemeine Kriterien zur Bestimmung der Stationsverteilung	2
1.3 Das Beobachtungsnetz von 1863	3
2. <u>BEDUERFNISSE DER DATENBENUETZER</u>	5
2.1 Synoptisches Netz	5
2.2 Aero-Netz	8
2.3 Klimatologisches Netz	10
2.3.1 Permanent betriebene Stationen	10
2.3.1.1 Klimatologische Referenz-Stationen	10
2.3.1.2 Wirtschaftlich interessante Stationen	15
2.3.1.3 Für den Auskunftsdienst wichtige Stationen	16
2.3.1.4 Messung einzelner meteorologischer Elemente	17
2.3.2 Nicht permanent betriebene Stationen	19
2.3.2.1 Aufhebung bestehender Stationen	19
2.3.2.2 Bedürfnisse für neue Stationen	20
2.4 Agrarmeteorologisches Netz	24
2.5 Niederschlagsmessnetz	28
2.6 Sturmwarnnetz	31
2.6.1 Aufhebung bestehender Stationen	32
2.6.2 Bedürfnisse für neue Stationen	32
3. <u>ABSTIMMUNG DER BEDUERFNISSE</u>	34
3.1 Allgemeine Richtlinien	34
3.2 ANETZ	36
3.3 Synoptisches Netz	39
3.4 Aero-Netz	39
3.5 Klimatologisches Netz	39
3.6 Agrarmeteorologisches Netz	44
3.7 Niederschlagsmessnetz	46
3.8 Sturmwarnnetz	46

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

	Seite
4. <u>KONSEQUENZEN DES KONZEPTES</u>	49
4.1 Stationszahl	49
4.2 Beobachterentschädigungen	49
4.3 Uebriger Aufwand	52
5. <u>KRITISCHE ANMERKUNGEN</u>	54
6. <u>ZUKUNFTSPERSPEKTIVEN</u>	60
7. <u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	61
ANHANG: I Klimaregionen der Schweiz	
II Flächenverteilungen nach Höhenstufen	
III Eignungsbewertung für klimatologische Referenz-Stationen	

## 1. EINLEITUNG

### 1.1 Problemstellung

Der Aufbau von zehn Beobachtungsnetzen seit der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts war verbunden mit einer ständig wachsenden Zahl von Beobachtungsstationen. Als letztes Beobachtungsnetz kam ab 1978 das automatische Messnetz (ANETZ) dazu. Mit der Realisierung des ANETZes ohne gleichzeitigen gezielten Abbau bei den konventionellen Netzen traten zwei unerwünschte Konsequenzen in Erscheinung:

- Stark wachsende Netzkosten, deutlich vor allem spürbar bei den Beobachterentschädigungen
- Zunehmende personelle Engpässe bei der Verarbeitung des wachsenden Datenberges

Die vorliegende Arbeit soll eine Handhabe bieten, diese Entwicklung zu kontrollieren. Sie basiert auf folgenden Zielvorstellungen:

- Abklärung der aktuellen und zukünftigen Bedürfnisse der Datenbenützer betr. Datenerhebung in der Schweiz
- Festlegung des Zwecks und der zukünftigen Entwicklung jeder einzelnen Station der Netze
- Planung der Entwicklung der Stationszahlen in den einzelnen Netzen als Grundlage zur Beurteilung von Kosten- und Verarbeitungsproblemen.

Als Mittel dazu dient die gegenseitige Abstimmung folgender Netze:

- ANETZ
- Synoptisches Netz
- Aero-Netz
- Klimatologisches Netz
- Agrarmeteorologisches Netz
- Niederschlagsmessnetz (inkl. Totalisatoren)
- Sturmwarnnetz

Die gemeinsame Behandlung dieser sieben Messnetze ist erforderlich, da zwischen ihnen ein enger Zusammenhang besteht. Eine Station eines bestimmten Netzes kann gleichzeitig einem oder mehreren anderen Netzen angehören. Einzelne automatisierte Synopstationen sind beispielsweise auch Bestandteil aller übrigen aufgeführten Netze.

Das Frost- und das Phänologie-Beobachtungsnetz umfassen Stationen ohne zeitlich kontinuierlichen und regelmässigen Beobachtungsdienst. Sie dienen Spezialzwecken im Bereich der Agrarmeteorologie und werden im Konzept nicht berücksichtigt. Keine weitere Behandlung findet auch das aerologische "Netz", welches nur aus einer Station (Payerne) besteht. Als Quelle vertikaler meteorologischer Information nimmt sie für den Wetterdienst eine wichtige Stellung ein. Die Planung eines aerologischen Messnetzes hat aber auf internationaler Ebene zu geschehen.

Der Entwurf für ein "Konzept Beobachtungsnetze" ging im Juni 1979 zur Stellungnahme an die verschiedenen betroffenen Dienststellen der SMA. Die vorliegende Arbeit schliesst die eingegangenen Anregungen und Ergänzungen mit ein.

## 1.2 Allgemeine Kriterien zur Bestimmung der Stationsverteilung

### a) Variabilität der Messgrössen

Wie aus Untersuchungen der statistischen Struktur meteorologischer Felder hervorgeht, unterscheiden sich die zu messenden meteorologischen Elemente in ihrer räumlichen und zeitlichen Variabilität. Elemente mit grösserer Variabilität erfordern ein dichteres Messnetz (siehe S. 55). Leider fehlen für die einzelnen Messgrössen qualitative Angaben über die notwendige Stationsdichte (oder die maximal zulässige Distanz zwischen den Stationen) für die Schweiz.

### b) Gleichmässige Erfassung der verschiedenen Landesteile

Die Gliederung der Schweiz in einzelne Messregionen ist für jedes Netz andersartig (siehe Kap. 2).

### c) Angemessene Berücksichtigung der Höhenstufen nach Flächenanteil und Expositionen (siehe Kap. 2).

### d) Spezielle Bedürfnisse der Datenbenützer

Sie sind einem zeitlichen Wandel unterworfen, der nicht immer voraussehbar ist,

z.B. Niederschlagsmessungen: besonders aktuell zur Zeit des Kraftwerkbaus in der Schweiz. Heute vor allem wichtig für Wasserversorgung und Kanalisation.  
Messung von Temperatur, Wind, Sonne: heute besonders aktuell für Fragen der Energieversorgung (Suche nach Alternativ-Energien).

Für die Kriterien b) und c) spielt der Begriff "Repräsentativität" eine grosse Rolle. Er besitzt für die einzelnen Beobachtungsnetze unterschiedliche Bedeutung:

#### - Synoptische Stationen:

möglichst offene Lage gegenüber den das Wetter bringenden Winden; freier Horizont. Kleinräumige Effekte für grossräumige Prognosenbearbeitung störend.

#### - Klimatologische, Niederschlagsmess- und agrarmeteorologische

Stationen: möglichst aussagekräftig für kleinräumigere Regionen; offene Lage ist nicht Bedingung. Regionale, z.B. durch spezielle topographische Gliederung verursachte klimatologische Besonderheiten bis in den Mesoscale hinunter sind sogar erwünscht.

#### - Aero- und Sturmwarnstationen:

möglichst aussagekräftig für noch stärker begrenzte Räume, z.B. Seen oder Pässe.

Aehnliche Kriterien fanden schon 1860/61 bei der Konzipierung des ersten gesamtschweizerischen Beobachtungsnetzes Verwendung.



### 1.3 Das Beobachtungsnetz von 1863

Die Konzipierung eines Beobachtungsnetzes war damals ungleich schwieriger als heute. Klimaregionen, Prognosenregionen und repräsentative Standorte waren in Ermangelung systematisch durchgeführter Messungen weitgehend unbekannt. Das Konzept stützt sich denn auch mehr auf die einigermaßen vertrauten Wetterabläufe in der Schweiz und ist deshalb eher synoptischer Art.

Startschuss für die Projektierung eines gesamtschweizerischen Beobachtungsnetzes war die Erklärung von Bundesrat Pioda, Chef EDI, vor der Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (SNG) 1860, der Bund könne ein solches Netz subventionieren. Das Projekt wurde 1861 veröffentlicht, die Beobachtungen am 1.12.1863 mit vorerst 80 Stationen aufgenommen (siehe Abb. 1, S. 4). Der 1864 von der meteorologischen Kommission der SNG publizierte "Bericht über die Organisation meteorologischer Beobachtungen in der Schweiz" definiert folgende Zielvorstellungen:

- Untersuchung des Höheneinflusses auf die meteorologischen Elemente. Schaffung einer grösseren Zahl höher gelegener Stationen.
- Berücksichtigung der "grossen Linien ähnlichen climaterischen Charakters, welche von SW nach NE dem Verlaufe von Jura und Alpen folgen". Denn "in dieser Richtung ungefähr bewegen sich über das mittlere Europa weg die beiden Hauptströmungen der unteren Luftschicht, der über Frankreich kommende, warme und feuchte atlantische Wind und der von Deutschland nach dem südlichen Frankreich sich ergiesende kalte und trockene Nordost". Es wurden 10 Längsmesslinien festgelegt (Transjurassische Linie, hohe Juratäler, Jurakämme, Jurafuss, niedere Schweiz, subalpine Linie, nordalpines Tallabyrinth, alpinische Kammlinien, südlicher Alpenfuss).
- Untersuchung der Wirkung der Alpenkette als Wetterscheide mittels Stationen, die auf zwei Linien quer zu den Alpen liegen (Reusstal-Leventina, Rheintal, Oberhalbstein-Puschlav).
- Untersuchung des Föhns.

Das Messprogramm umfasste die Bestimmung von "Temperatur, Feuchtigkeit, Druck, Windrichtung und -stärke, Wolkenzug, Bewölkungsgrad, allg. Witterungscharakter, Natur der Hydrometeore, Niederschlagshöhe, ungewöhnliche Wettererscheinungen, periodische Haupterscheinungen der organischen Natur" (eine Art von Phänologie-Beobachtungen). Beobachtet wurde um 7, 13 und 21 Uhr mit folgenden Instrumenten: Barometer, Psychrometer oder Trockenthermometer, Ombrometer, Windfahne, Sonnenuhr (wo keine andere Zeitangabe zugänglich war).

Die Stationsauswahl beruhte schon damals "auf einem Compromiss zwischen wissenschaftlichen und der Wissenschaft fremden Motiven". Zu den letzteren wurden beispielsweise der Wohnort des Beobachters und die Rücksichtnahme auf den Sitz der unterstützenden Regierungen gezählt.

Neben dem klimatologischen Grundnetz entstanden im Laufe der Jahrzehnte die übrigen Netztypen. Eine Gesamtkonzeption für alle Netze wurde aber seither nicht durchgeführt.

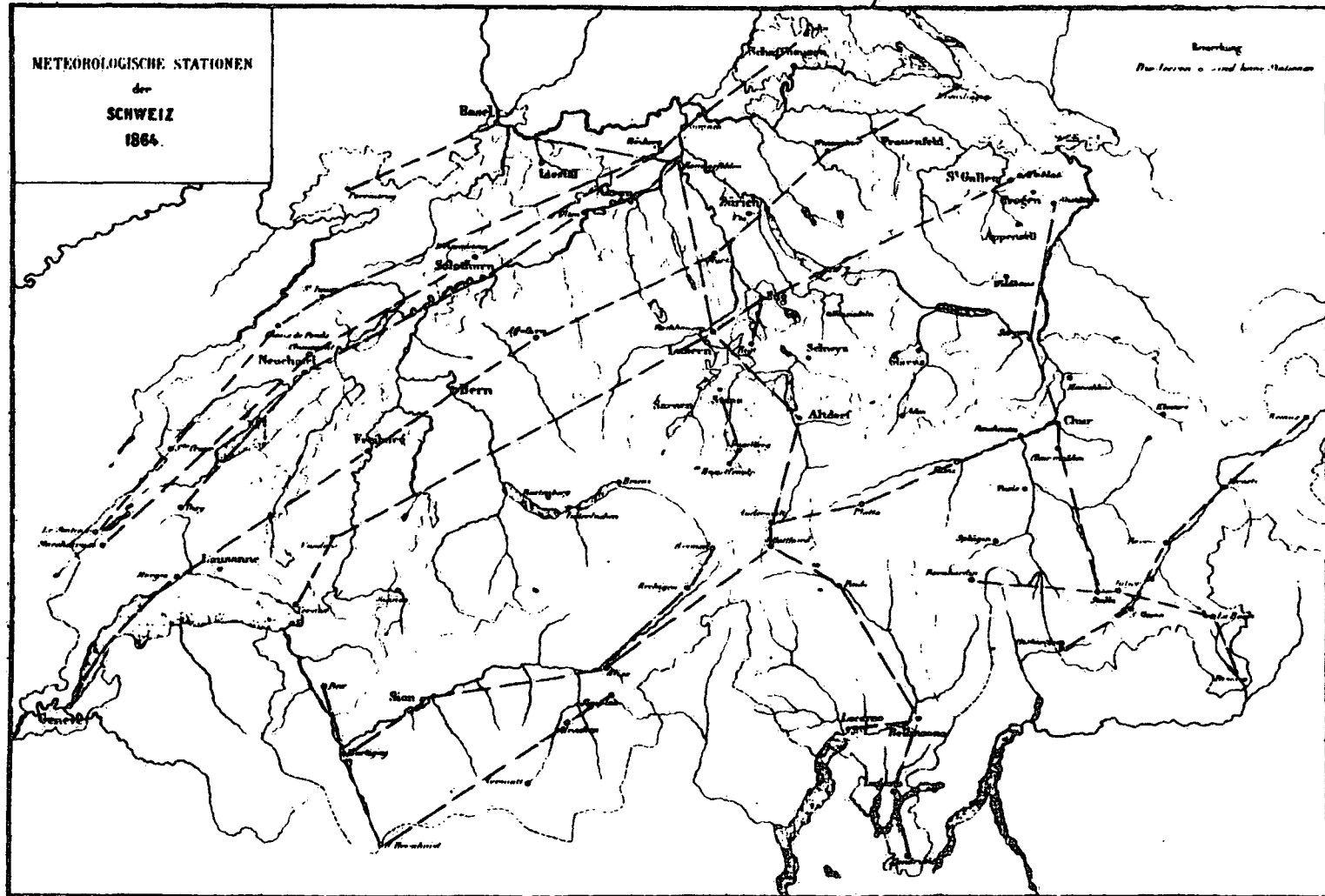


Abb. 1: Beobachtungsnetz 1864

## 2. BEDUERFNISSE DER DATENBENUETZER

Für jedes Messnetz wurden von den zuständigen Stellen der SMA Beiträge zur Bedarfsanalyse ausgearbeitet, welche die kommenden 10 bis 20 Jahre miteinschliessen:

- Synoptisches und Aero-Netz: Schönbächler, Roesli
- Klimatologisches Netz: G. Müller
- Agrarmeteorologisches Netz: Primault
- Niederschlagsmessnetz: G. Müller, Mäder
- Sturmwarnnetz: H.P. Müller

Die Voraussage zukünftiger Bedürfnisse ist mit Unsicherheiten behaftet. Es ist deshalb grundsätzlich wichtig, ein ausreichendes permanentes Basismessnetz mit ausgewogener Stationsverteilung in Betrieb zu halten, sodass durch zusätzlichen Einsatz temporärer Stationen auch zukünftige, heute aber noch unbekannte Wünsche befriedigt werden können.

### 2.1 Synoptisches Netz

Zur Ermittlung der Prognoseregionen kann auf langjährige Erfahrung mit den Wetterabläufen in der Schweiz zurückgegriffen werden. Je nach Wetterlage wird die Schweiz in andere Prognoseregionen aufgeteilt. Nach (1) werden nachstehende räumliche Gliederungen für die Prognose verwendet:

Westschweiz und Wallis	
Deutsche Schweiz und Graubünden	Regionaleinteilung
Alpensüdseite	
Alpennordseite	
Alpensüdseite	
Wallis	Klassische Einteilung
Graubünden	
Juranordfuss	
Jura	
Mittelland	
Alpennordhang	
Nord- und Mittelbünden	Längsgliederung
Wallis	
Alpensüdseite	
Engadin	
Alpennordseite und Alpen	
Mittel- und Südtessin	Nord-/Süd-Einteilung

Durch Ueberlagerung der vier Gliederungsmöglichkeiten erhält man die für die Netzstudie benötigten einzelnen Prognoseregionen (siehe Abb. 2, S. 7). Hinweise für die Zuordnung von synoptischen Stationen in die Prognoseregionen liefert das Règlement Technique der OMM (2):

- "Chaque station synoptique devrait être située de manière à fournir des données météorologiques représentatives de la région dans laquelle elle se trouve". (Paragraph (A.1.1) 4.2.1)
- "L'intervalle entre les stations terrestres principales ne devrait pas dépasser 150 km". (Paragraph (A.1.1) 3.1.2)

Umgerechnet auf die Fläche der Schweiz ergibt sich daraus die Forderung nach mindestens zwei synoptischen Stationen. Diese Stationszahl reicht aber in Anbetracht der starken topographischen Gliederung unseres Landes für eine genügend präzise Prognose bei weitem nicht aus.

Der Festlegung der Stationsverteilung wurden drei Kriterien zugrunde gelegt:

- In jeder der 13 Prognoseregionen sollte mindestens eine synoptische Station vorhanden sein (Haupt- oder Nebenstation).
- Jede der grösseren und/oder stark besiedelten Regionen muss mindestens eine Hauptstation aufweisen.
- Ausreichende Dotierung der verschiedenen Höhenlagen gesamtschweizerisch und, soweit möglich, auch innerhalb der einzelnen Prognoseregionen.

Die Stationsstandorte innerhalb der Regionen müssen den auf S. 2 diskutierten Repräsentativitätskriterien entsprechen, sind aber teilweise auch Relikte der geschichtlichen Entwicklung des schweizerischen Synop-Netzes, welche auf den Flughäfen Zürich-Kloten, Genève-Cointrin, Bâle-Mulhouse ihren Anfang nahm.

Nach (2), Paragraph (A.1.1) 2.2, sind zwei Stationskategorien zu unterscheiden:

- Synoptische Hauptstationen mit vollständigem Beobachtungsprogramm. Beobachtete Elemente gemäss (2), Paragraph (A.1.2) 1.1.1. Zu den Hauptstationen gehören die in den Serien 21 und 22 ausgesteuerten Stationen (Genève-Cointrin, Güttsch, Locarno-Magadino, Payerne, Sion, Vaduz, Zürich-Kloten) sowie jene Stationen aus der Serie 23, die ein vollständiges Messprogramm aufweisen, aber nicht durchgehend Meldungen absetzen (La Dôle, Jungfrauoch, Locarno-Monti, Lugano, Säntis, Zürich-SMA).
- Synoptische Nebenstationen mit reduziertem Beobachtungsprogramm (nach (2), Paragraph (A.1.1) 2.2.2: "Stations complémentaires"). Diese Stationen melden Angaben über die Wolkenschichten nur mittels 8-er Gruppen. Auf die Angabe der Gruppe  $N, C, hC, C_h$  und der 9-er Gruppen durch den Beobachter kann verzichtet werden (nur automatisch generierte 9-er Gruppen). Um 21z und teilweise auch um 00z sind bei Nebenstationen keine Beobachtungen notwendig, denn diese Nachtbeobachtungen bringen für Prognosezwecke keinen grossen Nutzen und sind erfahrungsgemäss bei nicht professionellen Beobachtern mit grosser Unsicherheit behaftet. Der Verzicht auf Nachtbeobachtungen erleichtert auch die Suche nach geeigneten Beobachtern.

Im Hinblick auf die in Realisierung stehende Automatisierung wird für synoptische Stationen die Erhebung von maximal drei 8-er Gruppen und einer MONT-Gruppe als ausreichend erachtet.

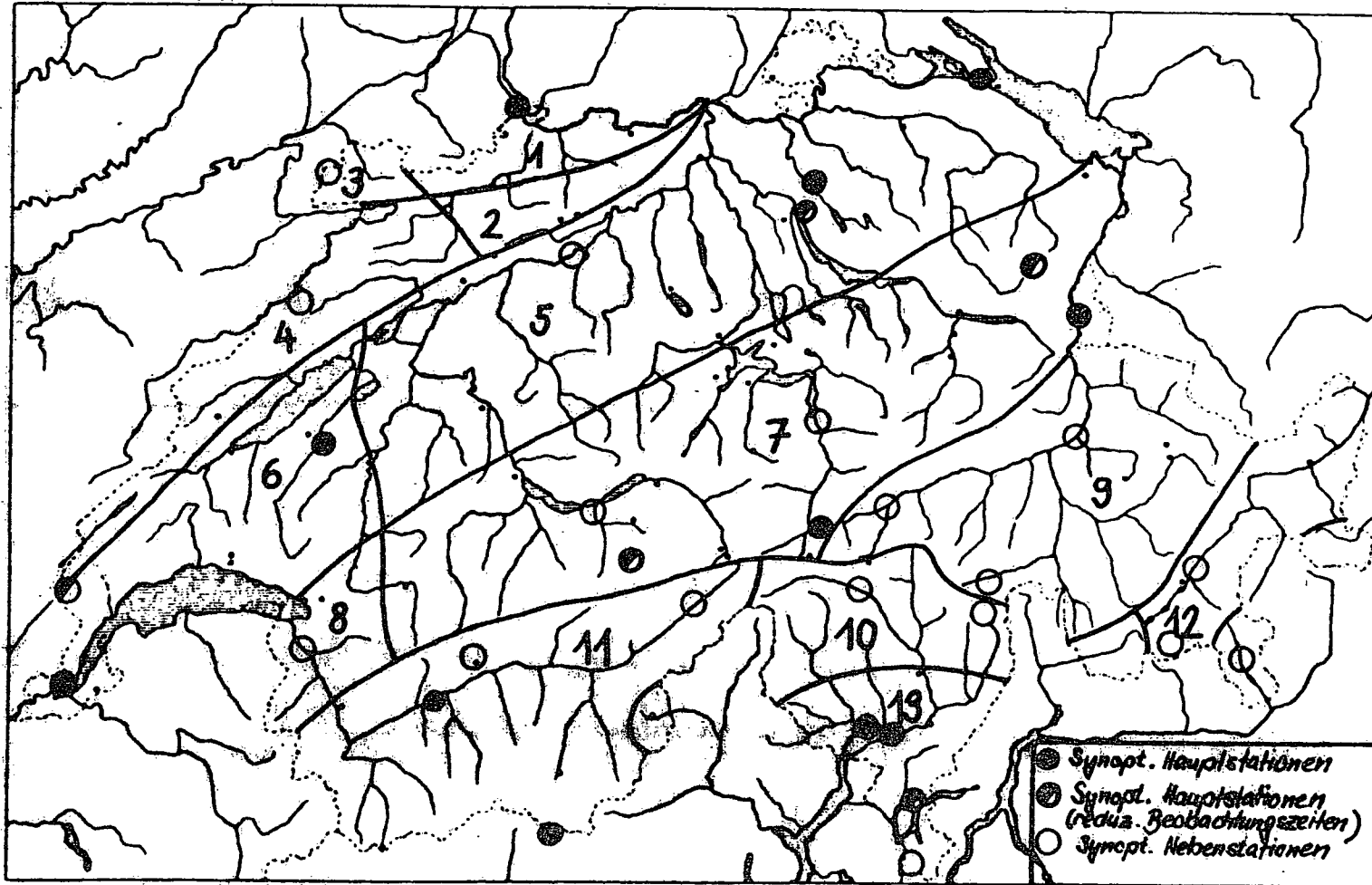


Abb. 2: Bedürfnisse synoptisches Netz

Der Vorschlag für das zukünftige Synop-Netz ist in Abb. 2 auf S. 7 zusammengefasst. Drei Lücken fallen auf:

- Region 2 Keine Station.  
Wegen der geringen horizontalen und vertikalen Dimension der Region vertretbar.
- Region 5 Fehlen einer Station auf ca. 1000 m Höhe im westlichen Mittelland zur besseren Erstellung von Nebel- und Hochnebelprognosen.  
Vorschlag Gensler: Einrichtung einer Station auf dem Bantiger. Die Daten dieser Station könnten auch zur Berechnung thermischer und dynamischer Grundsichtmodelle dienen (Luftverschmutzungsprobleme).
- Region 13 Fehlen einer Höhenstation zur Bestimmung des Luftdruckgradienten zur Alpennordseite und der Schneefallgrenze.  
Vorschlag Roesli: Einrichtung einer Station auf dem Gesero (6 km südlich von Roveredo, Höhe 2200 m).

Die drei ausländischen Synop-Stationen Bâle-Mulhouse, Konstanz und Testa Grigia sind für die Prognostiker ebenfalls von grossem Wert und bilden deshalb Bestandteil des vorgeschlagenen Synop-Netzes.

## 2.2 Aero-Netz

Das Aero-Netz deckt die Bedürfnisse der General Aviation (Flugwetterprognose, Pilotenberatung, Flugunfalluntersuchung). Die Aero-Stationen liegen längs den gängigen Flugrouten, insbesondere den GAFOR-Routen (siehe Abb. 3, S. 9).

Nach den bisherigen Erfahrungen ist das bestehende Netz für die fliegerischen Bedürfnisse praktisch "massgeschneidert". Bestehende Aero-Stationen können darum generell nur aufgehoben werden, wenn gleichwertiger Ersatz möglich ist (insbesondere zu den benötigten Zeiten und Tagen). Buochs wird 1979 aufgehoben, da von Giswil und Altdorf ausreichende Wetterinformationen zur Verfügung stehen. Auch auf Disentis-Caischedra kann ab Ende 1979 verzichtet werden, da von dort die Aeromeldungen für den Routinegebrauch zu wenig regelmässig geliefert werden können. Zudem sind die Meldungen von Disentis-Mustér und Olivone für die Beurteilung der Lukmanier-Route ausreichend. Lücken im Netz bestehen lediglich an folgenden Stellen: Raum Brig (für Uebergang Simplon), Uebergang Morges-Yverdon.

Augenbeobachtungen (Sicht, Wolken, Wetter) besitzen im Aero-Netz grössere Bedeutung als instrumentelle Messungen. Die Daten langjähriger Aero-Stationen wurden bisher mit Ausnahme von Genève-Cointrin und Zürich-Kloten kaum intensiv kontrolliert oder klimatologisch bearbeitet. Bei Aufnahmen von Aero-Stationen in das ANETZ ist deshalb die bei Klimastationen übliche Parallelmessphase nicht notwendig. Auf die Beobachtungen um 21z und 00z kann im allgemeinen verzichtet werden, nicht aber auf die 03z-Beobachtung, welche für die Prognose wichtig ist.

Die Ansprüche an Aero-Stationen des ANETZes decken sich bezüglich Beobachtungsprogramm und Beobachtungszeiten mit jenen der automatisierten synoptischen Nebenstationen (vgl. S. 6).

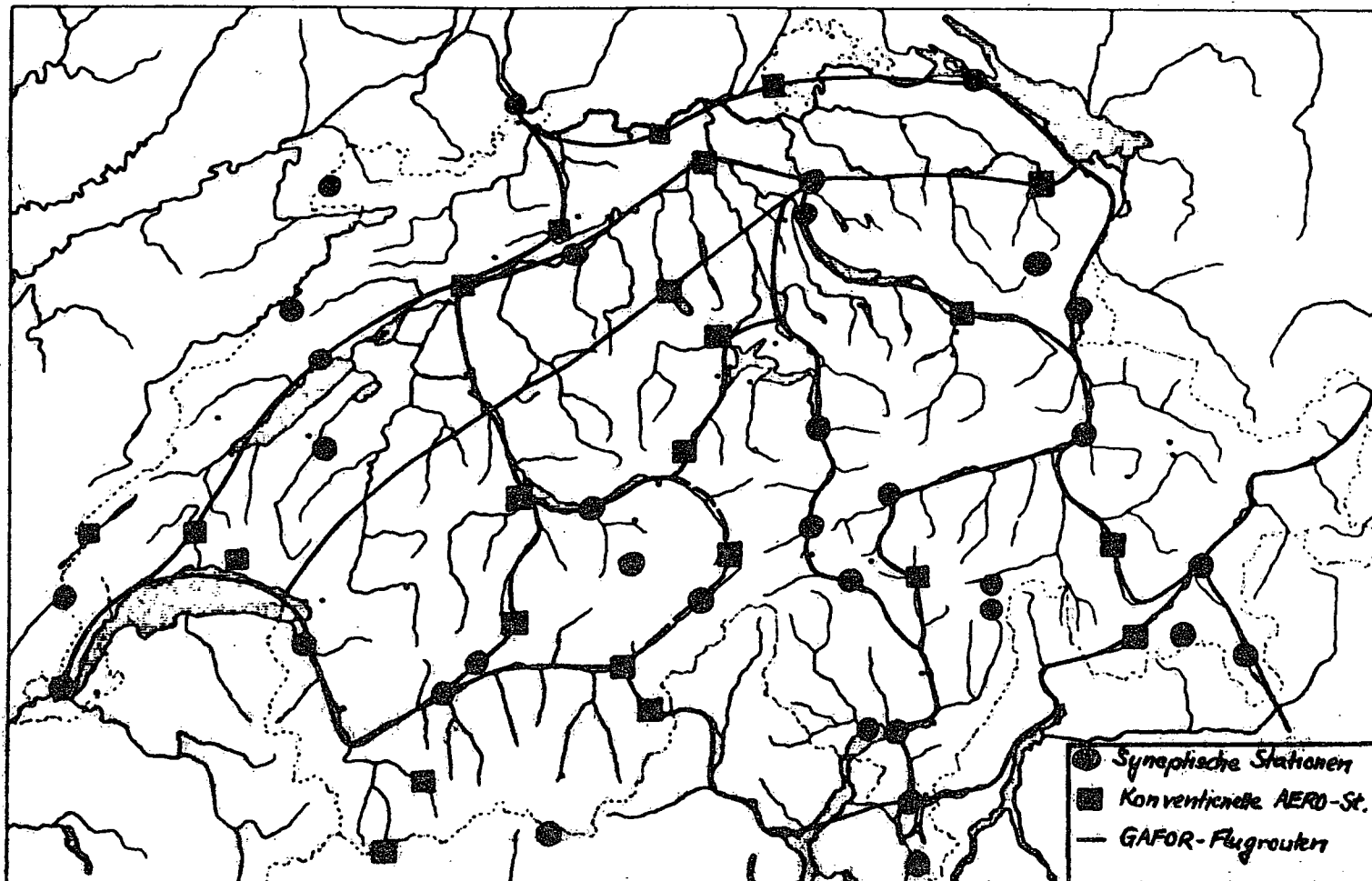


Abb. 3: Bedürfnisse Aero-Netz

## 2.3 Klimatologisches Netz

In (2), Paragraph (A.1.1) 3.2.1, wird verlangt: "Le réseau de stations climatologiques devrait bien représenter les caractéristiques climatologiques de tous les types de terrain du territoire...."

Grundlage zur Ermittlung der Bedürfnisse des klimatologischen Netzes bildet die Gliederung der Schweiz in 12 klimatische Gross- und 59 Kleinregionen (nach M. Schüepp, siehe Anhang I). Die Klimaregionen stellen Räume mehr oder weniger einheitlichen, von Nachbarregionen aber unterscheidbaren Klimas dar. Die Gliederung in solche Regionen ist stark von der Grösse des angelegten Massstabes abhängig. Sie kann nicht allen Lokalklimaten gerecht werden. Lokalklimate wie beispielsweise jene um Montreux oder Gersau/Weggis (geschützte Lagen) können wegen der notwendigen Generalisierung auf Grund ihrer geringen Ausdehnung nicht als separate Regionen zur Darstellung kommen.

Im folgenden wird zwischen permanent und nicht permanent betriebenen Stationen unterschieden.

### 2.3.1 Permanent betriebene Stationen

#### 2.3.1.1 Klimatologische Referenz-Stationen

Nach (2), Paragraph (A.1.1) 4.3.2, muss eine klimatologische Referenz-Station im wesentlichen zwei Eigenarten aufweisen:

- zeitlich und räumlich konstante Messbedingungen  
(Homogenität der Daten)
- grosse Repräsentativität

Die langjährig und mit besonderer Sorgfalt erhobenen Daten einer Referenz-Station bilden die Voraussetzung zur Untersuchung von Klimaänderungen und zur Bereinigung von unvollständigen oder falschen Datenreihen anderer Stationen. Referenz-Stationen müssen ein möglichst umfassendes Beobachtungsprogramm aufweisen, welches den in (2), Paragraph (A.1.2) 1.2.1, und (3), Kapitel 3.3, definierten Bedingungen für eine klimatologische Hauptstation entspricht:

- "Les observations faites par une station climatologique principale portent sur tous les éléments suivants ou sur la plupart d'entre eux: temps, vent, quantité de nuages, identification des nuages, hauteur de la base des nuages, visibilité, température, humidité, pression atmosphérique, précipitations, enneigement, insolation, température du sol".
- "Station climatologique où l'on procède à des relevés horaires, ou à laquelle des observations sont faites au moins trois fois par jour, en plus des relevés horaires établis à partir de données enregistrées automatiquement".

Einmal ausgewählte Referenz-Stationen müssen auf alle Fälle erhalten werden. Finanzielle Aspekte treten dabei in den Hintergrund. Bei unumgänglichen Änderungen sind Parallelmessungen von mindestens drei Jahren wünschenswert.



Um aus dem bestehenden Stationsnetz der SMA geeignete klimatologische Referenz-Stationen auszuwählen, wurde angesichts der Komplexität der Beurteilung ein Scoring-Verfahren angewandt. Dabei fanden vier Beurteilungskriterien Verwendung:

a) Länge der Datenreihe (Gewichtsfaktor 3)

Beginn der Messungen	zugeordneter Wert
später als 1930	0
vor/gleich 1930, aber später als 1900	1
vor/gleich 1900, aber später als 1870	2
vor/gleich 1870	3

b) Repräsentativität für klimatologische Grossregion

Summe von drei Merkmalen

- klimatologische Aussagekraft (Beurteilung nach M Schüepp)

Station selbst für entspr. Kleinregion nicht repräsentativ	0
Station wenigstens für entspr. Kleinregion repräsentativ	1
Station für mehr als die Hälfte aller Kleinregionen einer Grossregion repräsentativ	2

- Übereinstimmung der Stationslage mit der Expositions-/  
Höhen-/Flächenverteilung in der Grossregion  
(vgl. Anhang II)

keine Übereinstimmung (weder bez. Höhenlage noch Exposition) oder Übereinstimmung nur bez. Exposition	0
Übereinstimmung nur bez. Höhenlage	1
Übereinstimmung bez. Höhenlage und Exposition	2

- Lage der Station bezüglich Bevölkerungsdichte

Dichte in näherer Umgebung der Station	
- kleiner als Durchschnitt der Grossregion	0
- ungefähr gleich " " "	1
- grösser als " " "	2

Als Grundlage diente die im Atlas der Schweiz, Blatt Nr.24, dargestellte Bevölkerungsdichte 1960.

c) Homogenität der Datenreihe (Gewichtsfaktor 3)

Beurteilt wurden die Anzahl Standortverschiebungen und Beobachterwechsel sowie Anzahl und Dauer von Messlücken. Da zur Zeit für die wenigsten Stationen quantitative Angaben dieser Art vorliegen, wurde die Auswertung mehr qualitativ - gestützt auf die Zusammenstellung von F. Mäder (Originalbeobachtungen der Klimastationen) und auf Angaben von M. Schüepp, Beiheft zu den Annalen "Lufttemperaturen 1. Teil" - vorgenommen. Einen weiteren Anhaltspunkt ergab eine empirische Beurteilung der Datenqualität durch M. Schüepp:

	zugeordneter Wert
Homogenität schlecht	0
" mässig	1
" mittel	2
" gut	3

Stationen mit kurzen Beobachtungsreihen (Beobachtungsbeginn nach 1930) wurde höchstens Wert 1 zugewiesen.

d) Zukunftsansichten der Station (Gewichtsfaktor 2)

unsicher (Betreuung der Station durch Einzelperson)	0
sicher (Betreuung der Station durch Kollektiv, z.B. Amtstelle)	1

Die Beurteilung der Zukunftsansichten einer Station ist mit grossen Unsicherheiten behaftet. Dementsprechend schien ein kleinerer Gewichtsfaktor angebracht.

Das Scoring erbrachte die im Anhang III dargestellten Resultate. Stationen in Grenzgebieten zwischen den Grossregionen wurden nicht in das Bewertungsverfahren miteinbezogen.

Wegen der starken orographischen Gliederung der Schweiz scheint es sinnvoll, jeder Grossregion mindestens eine Referenz-Station zuzuweisen. ANETZ-Stationen mit komplettestem Messprogramm, zeitlich grösster Auflösung der Messungen sowie objektiverem Messverfahren bilden die geeignetsten Referenz-Stationen. Das ANETZ ist aber in seiner Funktion stark abhängig vom Zustand der Uebermittlungsleitungen. Bei Ausfall einzelner Leistungsäste (Extremfall kriegerische Ereignisse) können mehrere benachbarte Stationen betroffen sein. Dies kann einen sinnvollen Quervergleich von Daten verunmöglichen und zu empfindlichen Unsicherheiten in den Datenreihen führen. Bis weitere Erfahrungen über die Störungsanfälligkeit des ANETZes sowie gesichere Informationen über die Unterschiede zu den konventionellen Messungen vorliegen, scheint es deshalb angebracht, in jeder Grossregion neben mindestens einer automatisierten eine konventionelle Referenz-Station in Betrieb zu halten. So kann der kontinuierliche Messbetrieb besser abgesichert werden. Eine eventuelle Automatisierung der konventionellen Referenz-Stationen muss im Rahmen einer 2. Automatisierungsphase erwogen werden, wenn die technischen Möglichkeiten dazu vorhanden sind.

Die vorgeschlagenen Referenz-Stationen sind in Tab. 1 zusammengestellt (siehe S. 13). Ständen pro Region mehrere mögliche Standorte zur Auswahl, wurde als Entscheidungshilfe die Forderung nach bestmöglicher gegenseitiger Ergänzung der Stationen berücksichtigt. In einigen Fällen reduzierte sich das Auswahlverfahren auf die Frage: Welches ist die am wenigsten schlechte Station?

Die Variabilität der meisten meteorologischen Elemente ist in den Alpen grösser als im Mittelland. Trotzdem wurden auch den Regionen im Mittelland mindestens zwei Referenz-Stationen zugewiesen.

Das Mittelland ist dichter besiedelt, zudem werden dort grössere Genauigkeitsansprüche an die Daten gestellt.

Eine einzigartige Stellung im klimatologischen Netz nimmt die Station Andermatt ein. Seit 1864 wird in praktisch unveränderter Lage mit unverändertem Instrumentarium (Hausaufstellung) gemessen. Es ist wünschenswert, diese Station mit den gleichen Messbedingungen so lange als möglich zu erhalten und auf diese Art und Weise eine "museale" Reihe auch zu instrumentellen Vergleichen zur Verfügung zu halten.

Die Verteilung der Referenz-Stationen nach Höhenstufen zeigt, dass die Stufe 1000 - 1500 m ohne die zusätzliche Ausscheidung von Le Sépey als dritte Referenz-Station in Region 3 stark untervertreten wäre:

Höhenstufen (hm)	Fläche (km <sup>2</sup> )	Referenz-Stationen Anzahl
< 6	11'100	10
6 - 10	8'500	7
10 - 15	6'600	3
15 - 20	5'600	4
> 20	8'800	1

Tab. 1: Klimatologische Referenz-Stationen

Gross-Region	ANETZ-Station	Konventionelle Station	Bemerkungen
1	Basel-Binningen	Rheinfelden <sup>1)</sup>	1) Rheinfelden liefert nur wenig Zusatzinformationen zur Station Basel-Binningen. Von Langenbruck als einziger Alternative sind aber keine aussagekräftigen und homogenen Messwerte zu erwarten
2	Chaux-de-Fonds <sup>2)</sup>	Chaumont <sup>3)</sup>	2) repräsentativ für tiefe Lagen 3) repräsentativ für höhere und mittlere Lagen
3	Kreuzlingen/ <sup>4)</sup> Güttingen  Zürich-SMA <sup>6)</sup>	Hallau <sup>5)</sup>	4) wertvolle Ergänzung durch synoptische Station Konstanz 5) vor allem wegen Homogenität der Reihe wertvoll 6) nur mit Hallau und Kreuzlingen/Güttingen Lücke im SW-Teil der Region
4	Aarau <sup>7)</sup>	Oeschberg	7) ist Bern vorzuziehen: kleinerer Stadteinfluss. Oeschberg in Kleinregion 4a, Aarau in Reg. 4b (bessere räumliche Verteilung)
5	Neuchâtel  Genève/ Cointrin <sup>8)</sup>	Bourguillon/ <sup>9)</sup> Fribourg	8) nur mit Neuchâtel und Bourguillon wäre Genferseegebiet nicht vertreten 9) weniger spezielle Lage als gleichwertiges Montreux
6	Säntis	Elm <sup>10)</sup>	10) ist Altstätten zwecks besserer räumlicher Verteilung vorzuziehen
7	Altdorf	Einsiedeln <sup>11)</sup>	11) ist Engelberg zwecks besserer räumlicher Verteilung und wegen der längeren Reihe vorzuziehen
8	Adelboden <sup>12)</sup>	Meiringen <sup>13)</sup>  Leysin/ Le Sépey <sup>14)</sup>	12) repräsentativ für höhere und mittlere Lagen 13) ähnlich Interlaken, weniger spezielle Lage als Beatenberg 14) nur mit Adelboden und Meiringen Lücke im W-Teil der Region
9	Davos	Bad Ragaz <sup>15)</sup>	15) bessere räumliche und höhenmässige Verteilung als mit Arosa
10	Sion	Grächen	
11	Samedan- St-Moritz	Sils	
12	Lugano <sup>16)</sup>  Grd.St.Bernard	Comprovasco/ <sup>16)</sup> Olivone  Bernina-Hospiz	16) 2 ANETZ- und konventionelle Stationen notwendig, da Reg. 12 eine grosse E-W Ausdehnung besitzt

### 2.3.1.2 Wirtschaftlich interessante Stationen

Die SMA verteilt periodisch aktuelle Messdaten von Stationen aus allen Regionen der Schweiz an die Oeffentlichkeit (z.B. Grünes Bulletin, Witterungsbericht, Radio-Wetter). Die Einstellung diesbezüglich wichtiger Stationen wäre ein schlecher Dienst am Kunden. Besonders wichtig sind Stationen in bedeutenden Städten sowie touristischen Regionen.

Eine geeignete Hilfe, touristisch wichtige Regionen zu erkennen, bildet das Blatt Nr.64, Fremdenverkehr, aus dem Atlas der Schweiz. Auf den entsprechenden Karten sind für alle Regionen der Schweiz Anzahl Logiernächte und Unterkunftspotential mit Stand 1966 dargestellt. Die touristisch wichtigen Regionen können daraus in einer Näherung mit folgenden quantitativen Kriterien ermittelt werden:

- Anzahl Logiernächte in Hotels, Pensionen, Motels und  
Kuranstalten > ca. 400'000-500'000
- Unterkunftspotential (Anzahl Fremdenbetten, inkl.  
Ferienwohnungen) > ca: 5'000
- Verhältnis Fremdenbetten/Einwohner (Offizielles Mass  
zur Abschätzung der Bedeutung des  
Tourismus) > 5/100

Die folgenden Stationen sollten deshalb unbefristet weiterbetrieben werden:

#### - in grösseren Städten

Aarau, Altdorf, Basel-Binningen, Bern-Liebefeld, Biel, Chaux-de-Fonds, Chur, Fribourg, Genève-Cointrin, Glarus, Neuchâtel, Pully (Lausanne), Locarno-Monti, Lugano, Luzern, St.Gallen, Schaffhausen, Sion, Zürich-SMA

#### - in touristischen Regionen

Wallis:	Montana, Grand St.Bernard, Ulrichen, Zermatt
Tessin/Graubünden:	San Bernardino, Locarno-Monti, Lugano, Olivone, Arosa, Corvatsch, Davos, Disentis, Samedan-St.Moritz, Schuls
Innerschweiz:	Engelberg, Luzern, Pilatus
Berner-, Freiburger- und Waadtländer-Alpen:	Adelboden, Interlaken, Jungfrauoch, Moléson, Napf, Le Sépey
Jura / Westschweiz:	Chasseral, Chaux-de-Fonds, Montreux
Nord- u. Ostschweiz	Glarus, Säntis

Die Regionen Flims und Grindelwald/Wengen müssen nach den verwendeten Kriterien ebenfalls als touristisch wichtig eingestuft werden. Weniger stark tritt bezüglich Tourismus das Gebiet Bodensee/Appenzellerland in Erscheinung. In Flims ist langfristig eine Nachfolgestation für die nicht permanente Station Vättis vorzusehen. Die Weiterführung von Grindelwald nach 1990 ist in Anbetracht der Repräsentativität von Adelboden für das Berner Oberland nicht notwendig. Grindelwald liegt in einem der für das Berner Oberland selteneren Ost-/West-Täler, während

Adelboden wegen seiner zentralen Lage auch Informationen über die ebenfalls bedeutendere Touristenregion von Saanen/Gstaad liefern kann. Grindelwald nimmt klimatisch ohnehin eine Sonderstellung ein, da selbst innerhalb des Ortes als Folge der drastisch variierenden Besonnungsverhältnisse grosse klimatologische Unterschiede auftreten.

Touristisch wichtige Stationen sollten Augenbeobachtungen liefern. Besonderes Gewicht fällt dabei den Schneebeobachtungen zu.

Von wasserwirtschaftlich-wissenschaftlicher Bedeutung sind in der Schweiz die Höhenstationen über ca. 2000 m. In Ermangelung zuverlässiger langer Reihen konnten bisher die Zusammenhänge zwischen Gebirgsklima und Vergletscherungsphänomenen (Massenhaushalt, insbesondere Vorstösse der Gletscher) als Indizien für Klimaveränderungen nur ungenügend geklärt werden. Die wenigen bestehenden Stationen über ca. 2000 m sollten deshalb unbefristet weitergeführt werden: Bernina-Hospiz, Corvatsch, Grand St. Bernanrd, Grande Dixence, Grimsel, Gütsch, Jungfrauojoch, Moléson, Säntis, Weissfluhjoch.

Die Station Buffalora am Ofenpass ist als Bezugsstation für wissenschaftliche Arbeiten im Nationalpark von ständigem Interesse und ist deshalb unbefristet weiterzuführen.

#### 2.3.1.3 Für den Auskunftsdienst wichtige Stationen

Die in Abb. 4, S. 18, als am häufigsten gefragten Gebiete ausgedehnten Flächen decken sich ungefähr mit den Gebieten grosser Bevölkerungsdichte (zahlreiche Gebäude, dichtes Verkehrsnetz). In den übrigen Gebieten sind die Anfragen bedeutend weniger zahlreich.

Von den gefragten Klimaelementen steht der Wind (Richtung und Spitzen) mit 58 % an erster Stelle (Jahresbericht der SMA 1978). Besonders wichtig ist dabei für Versicherungen der Windgeschwindigkeitsschwellwert von 75 km/h. Bei Ueberschreiten des Schwellwertes ist bei Schadenfällen die Elementarschadenversicherung zuständig. 16 % sind Wetterauskünfte, welche sich stark auf die Augenbeobachtungen abstützen. Augenbeobachtungen sind deshalb notwendig. Für den Auskunftsdienst deutlich weniger bedeutsam sind Niederschlagsmengen und -intensitäten (12 %) sowie die übrigen Elemente (Temperatur, Sonnenschein, Gewitter, Vereisung, usw.: weniger als 10 %).

Die Auskunftstatistik kann über die Benutzerbedürfnisse nur in beschränktem Masse informieren, denn die Kundschaft weiss in vielen Fällen zum voraus, dass die SMA für gewisse meteorologische Erscheinungen (z.B. Niederschlagsintensität, Vereisungsgefahr) kaum zuverlässige Auskünfte erteilen kann. In solchen Fällen wird nicht gefragt, obschon eine entsprechende Auskunft einem starken Bedürfnis entspricht.

Die unter 2.3.1.1 und 2.3.1.2 aufgeführten Stationen decken die Bedürfnisse des Auskunftsdienstes weitgehend. Zusätzliche Windregistrierungen mit zumindest wöchentlichem Einsenden der Aufzeichnungen an die SMA sind aber in folgenden Gebieten notwendig:

Gebiet 1	Delémont* Fahy Chaux-de-Fonds* Chasseral* La Dôle*	*) Windregistrierungen bereits in Betrieb
Gebiet 2 (Joran)	La Frêtaz* Bochuz	
Gebiet 3	Heitenried* Payerne* Fribourg-Posieux*	
Gebiet 4 (Föhn)	Interlaken* Guttannen	
Gebiet 5	Schenkon	
Gebiet 6 (Föhn)	Vaduz* Chur* Station im Appenzellerland	
Gebiet 7 (Föhn)	Orsières	
Gebiet 8 (Föhn)	Ulrichen* Visp*	
Gebiet 9	Schaffhausen	

Bei Aufhebung von Frauenfeld als Klimastation muss eine Windregistrierung weitergeführt werden. Im Tessin ist die Aufstellung für die Registrierung Lodrino nicht ideal. Eine bessere Aufstellung muss unterhalb der Täler Riviera und Mesolcina im Raume Arbedo-Bellinzona gefunden werden.

Registrierungen auf Monatsstreifen sind für den Auskunftsdienst nur wenig geeignet (z.B. bei Lambrecht-Geräten). Besser brauchbar sind Geräte mit Wochenstreifen.

#### 2.3.1.4 Messung einzelner meteorologischer Elemente

Langjährige Registrierungen von Wind und Sonnenscheindauer sind nur für wenige Stationen vorhanden. Sie gilt es zu erhalten, auch wenn eine Station als ganze nicht mehr weitergeführt werden soll.

Mehr als zehnjährige Windregistrierungen weisen die Stationen Altdorf, Genève-Cointrin, Lausanne, Lugano, Neuchâtel, Payerne, St.Gallen, Säntis und Zürich-SMA auf.

Permanent weitergeführt werden muss auch die Messung der Sonnenscheindauer an folgenden Stationen (in Klammern Beginn der Messreihe): Arosa(1890), Basel (1885), Bern (1886), Chaux-de-Fonds (1901), Davos (1884), Hallau (1886), Lausanne/Pully (1886), Leysin/Le Sépey (1899), Lugano (1885), Montreux (1893), Neuchâtel (1902), Plantahof/Chur (1908), St.Moritz (1900), Säntis (1887), Wald (1898), Zürich-SMA (1884).

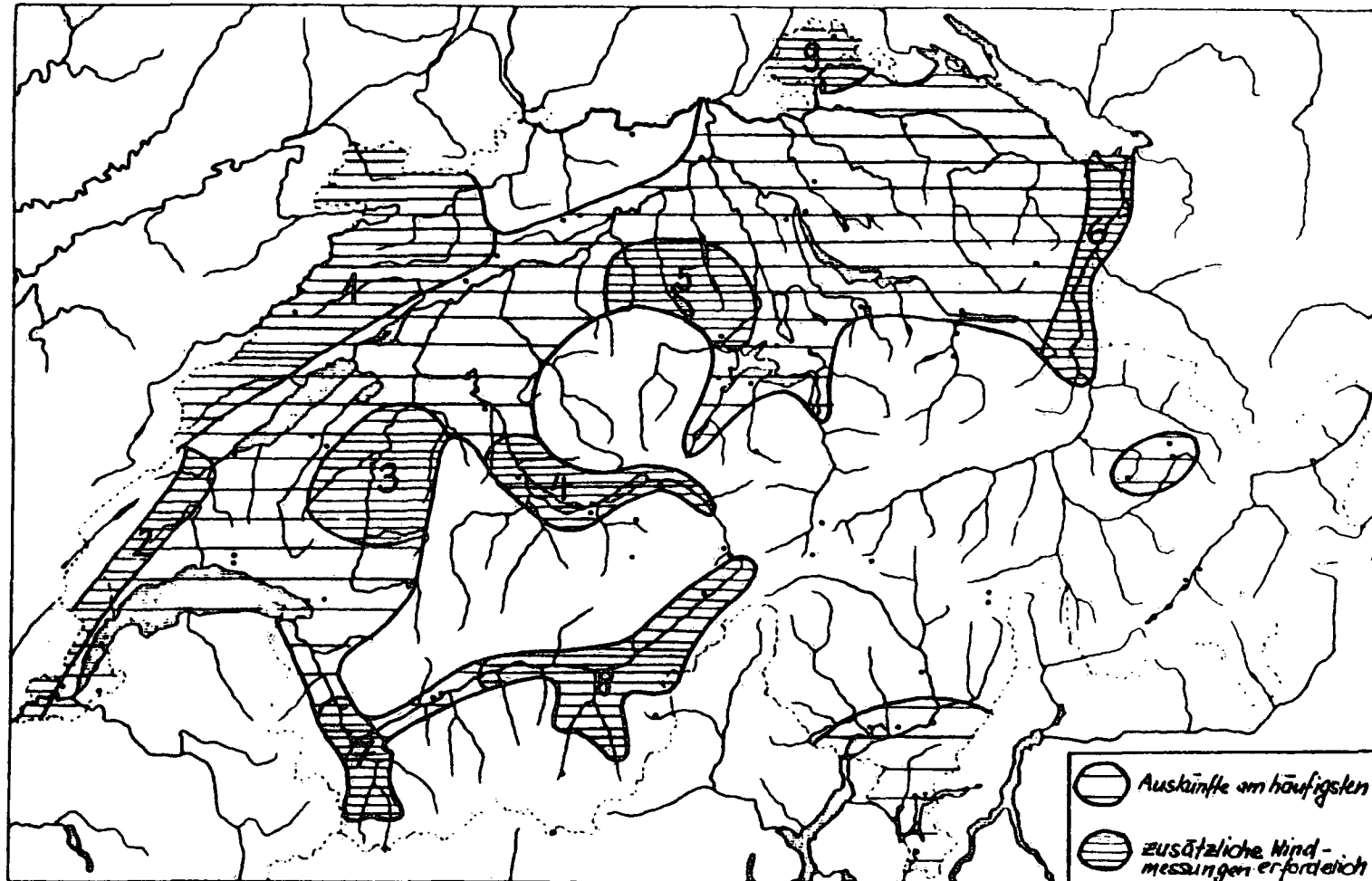


Abb. 4: Bedürfnisse Auskunftsdienst



### 2.3.2 Nicht permanent betriebene Stationen

#### 2.3.2.1 Aufhebung bestehender Stationen

Nicht nur die Lage einer Station ist für ihre Repräsentativität wichtig (räumliche Repräsentativität), sondern auch die Zahl der Beobachtungsjahre bzw. der jeweilige Ausschnitt aus der Jahresfolge (zeitliche Repräsentativität).

Eine Zusammenfassung über zeitlich repräsentative Normalwerte wird in (4) gegeben: Normalwerte sollen die Gesamtpopulation, aus welcher sie stammen, repräsentieren. Normalwerte können z.B. in Form von Mittelwerten, Standardabweichungen und Häufigkeitsverteilungen dargestellt werden. Die Stabilität der Normalwerte ist beurteilbar nach den enthaltenen Zufalls- und systematischen Fehlern. Der Einfluss von Zufallsfehlern ist bei kürzeren Beobachtungsperioden grösser als bei längeren. Wenn dagegen in den Normalwerten systematische Fehler enthalten sind, wächst deren Einfluss mit der Länge der Beobachtungsreihe. Je länger eine Reihe, umso schwerer ist ihre Homogenität zu wahren (Wechsel von Beobachter, Instrumentarium, Messort). Wie verschiedene Untersuchungen zeigten, weist der kombinierte Effekt von Zufalls- und systematischen Fehlern bei Beobachtungsreihen von ca. 20-30 Jahren ein Minimum auf. Häufigkeitscharakteristika wie Mittelwert und Standardabweichung, erreichen ungefähr in dieser Zeitperiode eine befriedigende Stabilität und werden auch bei Weiterführung von Messungen nicht mehr wesentlich verändert.

In (5) wird die minimale Länge der Beobachtungsreihen für einzelne klimatologische Elemente in Abhängigkeit von der Lage des Messortes dargestellt. Für aussertropische Gebiete beträgt sie (Angabe in Jahren):

	Inseln	Küste	<u>Ebenen</u>	<u>Gebirge</u>
Temperatur	10	15	15	25
Feuchtigkeit	3	6	5	10
Bewölkungsgrad	4	4	8	12
Sichtweite	5	5	5	8
Niederschlag	25	30	40	50

Für Vergleiche von Normalwerten verschiedener Stationen in einem stark eingeschränkten Gebiet werden für die meisten Klimaelemente Messreihen von zehn Jahren als ausreichend erachtet ((2), Paragraph (A.1.1) 4.3.1: "Chaque station climatologique devrait être située... dans des conditions assurant l'exploitation régulière de la station durant une période d'au moins dix ans ..."). Für grossräumige Vergleiche auf internationaler Ebene scheint zur Eliminierung kurzzeitiger lokaler Variationen eine dreissigjährige Messdauer notwendig ((3), Kap. 5.2.5).

Eine Messperiode, welche für grosse Teile der Erde vergleichbare statistische Grössen liefern kann, wird als Referenz-Periode bezeichnet. Die Internationale Meteorologische Konferenz in Warschau, 1935,

schlug für die meisten Elemente die Zeitspanne 1901-1930, für den Niederschlag 1891-1930 vor. Eine weitere Referenz-Periode 1931-1960 wurde von der Internationalen Meteorologischen Konferenz 1957 in Washington beschlossen.

Diese Referenz-Perioden sind aber nicht unbestritten. Für die Festlegung der Betriebsdauer der schweizerischen klimatologischen Stationen wurde darauf keine Rücksicht genommen, sondern lediglich darauf geachtet, ganze Dekaden zu vervollständigen. Das in Abb. 5 (siehe S. 21) dargestellte Entscheidungsverfahren fand für alle noch in Betrieb stehenden nicht permanenten Stationen Anwendung. Für die Aufhebung müssen zwei Bedingungen erfüllt sein:

- Betriebsdauer insgesamt 30 Jahre
- sinnvolle Messdauer mit englischer Hütte  
(15 Jahre für flache Gebiete, 20 Jahre für Jura und Voralpen,  
25 Jahre für Alpen)

Die klimatologische Ergiebigkeit der Stationen (Qualität der Betreuung und der lokalen Messbedingungen) wurde nicht berücksichtigt. Das Resultat dieses Selektionsverfahren findet sich in Tab. 8, S. 42/43.

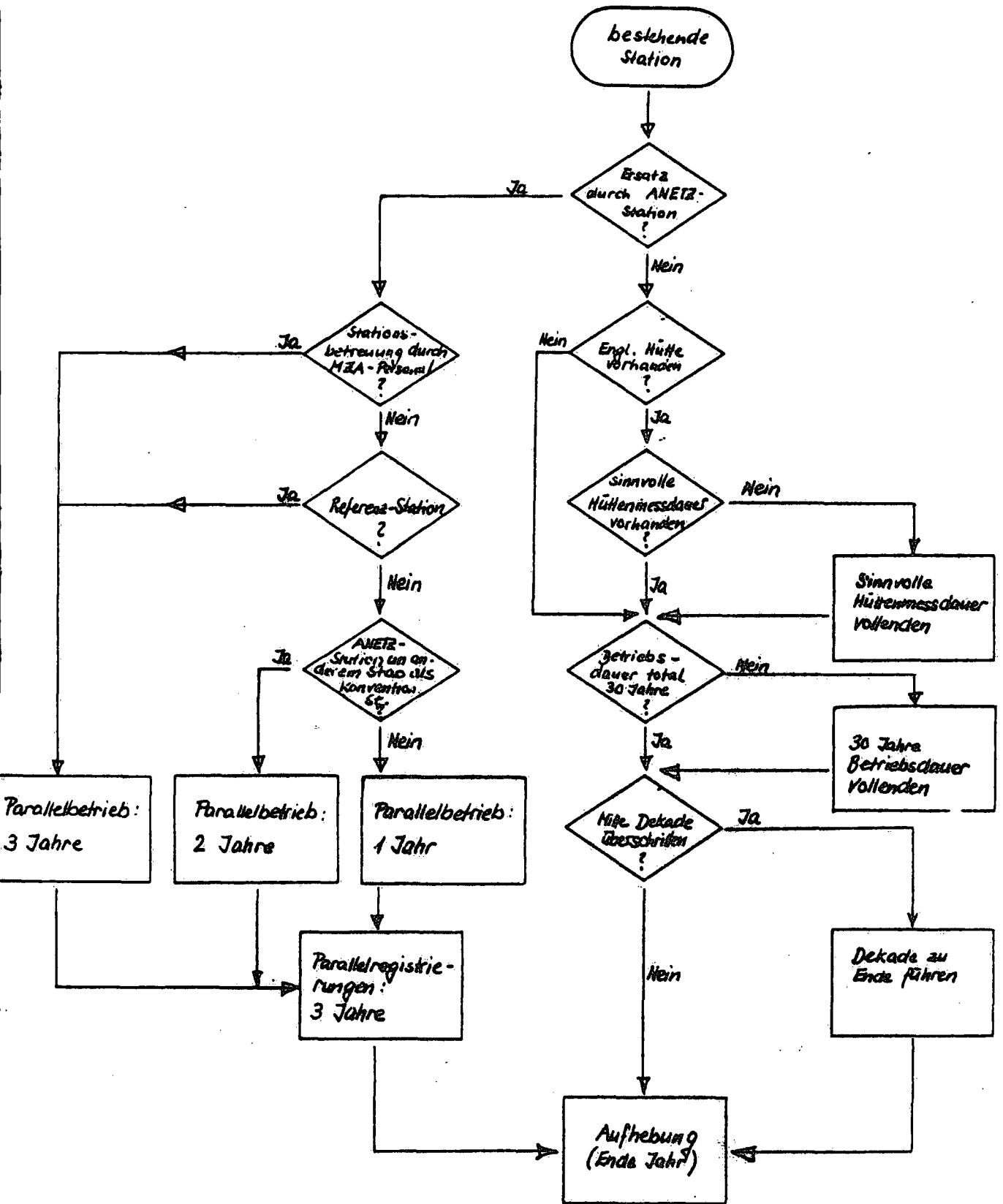
#### 2.3.2.2 Bedürfnisse für neue Stationen

Um gegenwärtige klimatologische Informationslücken aufzufinden, wurden alle seit 1863 während mindestens 10 Jahren in Betrieb stehenden klimatologischen Stationen zusammengestellt. Für noch nicht aufgehobene Stationen wurde die sinnvolle Weiterführung gemäss Abschnitt 2.3.2.1 vorausgesetzt.

##### a) Kleinregion (Anhang I) ohne ausreichende Klimamessungen

- 2a Ersatzstation: Chaux-de-Fonds, Lücke nicht bedeutend
- 2c Information knapp; spürbare Lücke
- 5c Ersatzstation: Lausanne, Lücke nicht bedeutend
- 8e keine Ersatzstation; wesentliche Lücke
- 12e ) kleinere Gebiete, Lücke nicht schwerwiegend
- 8k )
- 6c Ersatzstation: Walenstadtberg, Lücke nicht schwerwiegend
- 9f Ersatzstationen: Disentis " " "  
Platta-Medels " " "
- 10d Informationen knapp; spürbare Lücke

Abb. 5: Entscheidungsverfahren für die Aufhebung nicht permanenter klimatologischer Stationen



b) Fläche (F) pro Klimastation in einzelnen Grossregionen  
vgl. Anhang II

Region	Fläche (km <sup>2</sup> )	Anzahl Stat.	F (km <sup>2</sup> )/Stat.
1	1341	12	<u>112</u>
2	2742	16	<u>171</u>
3	4090	23	<u>177</u>
4	4271	14	<u>305</u>
5	3234	13	<u>248</u>
6	2412	18	<u>134</u>
7	3852	19	<u>202</u>
8	5047	23	<u>219</u>
9	4194	20	<u>209</u>
10	4170	16	<u>260</u>
11	1945	11	<u>177</u>
12	4665	26	<u>179</u>
Schweiz	41'965	211	<u><u>199</u></u>

Für die Regionen 1 und 6 sind überdurchschnittlich dichte klimatologische Informationen vorhanden (Gebiete um Basel und Säntis). Unterdurchschnittliche Information liegt für die Regionen 4 und 10 vor. Region 4 gehört dem Mittelland an. Deshalb fällt die geringe Stationsdichte weniger ins Gewicht. Die Lücke in Region 10 trat schon bei a) zutage.

c) Fläche pro Klimastation in einzelnen Höhenstufen  
(ganze Schweiz), vgl. Anhang II

Höhenstufen (hm)	Fläche (km <sup>2</sup> )	Anzahl Stat.	F (km <sup>2</sup> )/Stat.	
0- 6	11'137	77	145	überdurchschn. Information
6-10	8'595	47	183	
10-15	6'636	47	141	
15-20	5'626	27	208	unterdurchschn. Information
20-30	8'897	11	<u>809</u>	
>30	1'073	2	<u>536</u>	

Die klimatologische Information für die Höhenstufe 1000-1500 m ist erstaunlicherweise die beste und jener der Niederungen (<600 m) gleichwertig. Die flächenmässig wichtige Höhenstufe 2000-3000m ist bezüglich Stationen stark unterbesetzt (ganz extrem in den Regionen 10 und 11 (Wallis und Engadin)). Selbst die Höhenstufe >3000 m weist - auch ohne Berücksichtigung von Testa Grigia - eine bessere Stationsdichte auf.

d) Fläche pro Klimastation für einzelne Expositionen  
(ganze Schweiz), vgl. Anhang II

Exposition	Fläche (km <sup>2</sup> )	Anzahl Stat.	F (km <sup>2</sup> )/Stat.	
F	7505	168	45*	*) Stationslagen
N	9490	6	1582	vom Typ
E	8102	13	623	F, T, M, P, G
S	9022	20	451	(z.T. A)
W	7846	4	1962	

Abkürzungen für Stationslagen:

F = Ebene, T = starkgeneigtes Tal, M = Muldenlage, P = Passlage,  
G = Gipfelloge, A = Anhöhe (30-100 m über der Talsohle).

Alle Hanglagen weisen eine unterdurchschnittliche Stationsdichte auf, am deutlichsten aber Nord- und Westlagen. Der gesamte Alpen-nordhang (Regionen 6, 7, 8) weist keine einzige Station mit Nordexposition auf. Gleiches gilt für den Alpensüdhang, obwohl die nordexponierte Fläche der südexponierten in der Grösse fast gleichkommt. Auch die Information von Gipfel- und Passlagen (18, bzw. 16 Stationen) ist grösser als diejenige der Hanglagen. Typische Muldenlagen sind ebenfalls selten (4 Stationen).

Schlussfolgerungen

- Aus der geographischen Verteilung der Stationen sind nur wenige Lücken erkennbar (Juralängstäler; Simmental; Südtäler Wallis; Höhe 2000-3000 m).
- Die Höhen- und Expositionsverteilung zeigt, dass Stationen dort in Betrieb stehen, wo auch die Bevölkerungsdichte grösser ist. Deshalb schneiden grössere Höhenlagen und Nordhänge schlechter ab. Nach wirtschaftlichen Aspekten erscheint diese Stationsverteilung durchaus sinnvoll. Wissenschaftlich interessant bleibt aber das Schliessen dieser Lücken. Automatische Stationen könnten hier sinnvoll eingesetzt werden.
- Der weiteren Vermehrung regionaler klimatologischer Information muss in Zukunft eine untergeordnete Bedeutung zukommen. Wichtiger scheint, mit temporären Stationen (nach (2), Paragraph (A.1.1) 2.4, "stations climatologiques destinées à des fins particulières", Messung nur ausgewählter meteorologischer Elemente) die systematischen Unterschiede von Messbedingungen (verschiedene Stationslagen oder Höhenstufen) in den verschiedenen Klimaregionen aufzufinden. Dadurch könnte das umfangreiche Informationsmaterial über das Klima in unserem Land aufgewertet und seine Verwendbarkeit in der Praxis erheblich mehr gesteigert werden als durch eine weitere Verdichtung des Messnetzes nach nur geographischen Aspekten. Der Routineaufwand der Datenbearbeiter liess sich zudem zugunsten wissenschaftlich-systematischer Arbeiten reduzieren. Für solche regionale- oder Mesostudien mit Messungen von ca. 5-10 Jahren müsste vermehrt mit Hochschulen zusammengearbeitet werden.

## 2.4 Agrarmeteorologisches Netz

Die Bedürfniserhebung der Agrarmeteorologie stützt sich auf eine Gliederung der Schweiz in 25 Regionen (siehe Abb. 6, S. 25). Für die Regionenabgrenzung sind zwei Kriterien massgebend (siehe Tab. 2, S. 26):

- Bodenart und -qualität, Topographie
- Wirtschaftsform und deren geschichtliche Entwicklung

Auch die regionalen klimatologischen Eigenheiten wurden in ihrem Bezug auf landwirtschaftliche Problemkreise mitberücksichtigt.

Für jede der 25 Regionen werden zwei Arten von Stationen benötigt:

- a) je eine agrarmeteorologische Hauptstation in repräsentativer Lage bezüglich Klima und Bodenbeschaffenheit (nicht unbedingt bezüglich Wirtschaftsform) mit folgenden Messgrössen:

Lufttemperatur (inkl. Min.- und Max.Temp.)	}	3 Terminbeobachtungen mit monatlicher Auswertung ausreichend, Registrierung aber er- wünscht
Luftfeuchtigkeit		
Sonnenscheindauer		
(Circum-)Globalstrahlung		
Verdunstung		
Bodentemperaturen		
Windrichtung und -geschwindigkeit		
Niederschlag		

- b) zusätzliche klimatologische Stationen mit folgenden Messgrössen:

Lufttemperatur (inkl. Min.- und Max.Temp.)	}	3 Terminbeobachtungen mit monatlicher Auswertung ausreichend, Registrierung nicht not- wendig
Luftfeuchtigkeit		
Sonnenscheindauer/Bewölkung		
Niederschlag		

Eine agrarmeteorologische Hauptstation unterscheidet sich von einer gewöhnlichen Klimastation durch die zusätzliche Messung der für die Landwirtschaft wichtigen Elemente Bodentemperaturen, Verdunstung und (Circum-)Globalstrahlung. Zudem soll sie nicht höher als 2000 m ü.M. liegen.

Die agrarmeteorologischen Bedürfnisse können durch rein instrumentelle Messungen, aber ohne Augenbeobachtungen, abgedeckt werden. Alle agrarmeteorologischen Stationen müssen permanent in Betrieb stehen.

Die für die einzelnen Regionen vorgeschlagenen Stationen sind in Tab. 3, S. 27, zusammengestellt. Ein Querstrich (/) bedeutet entweder/oder.

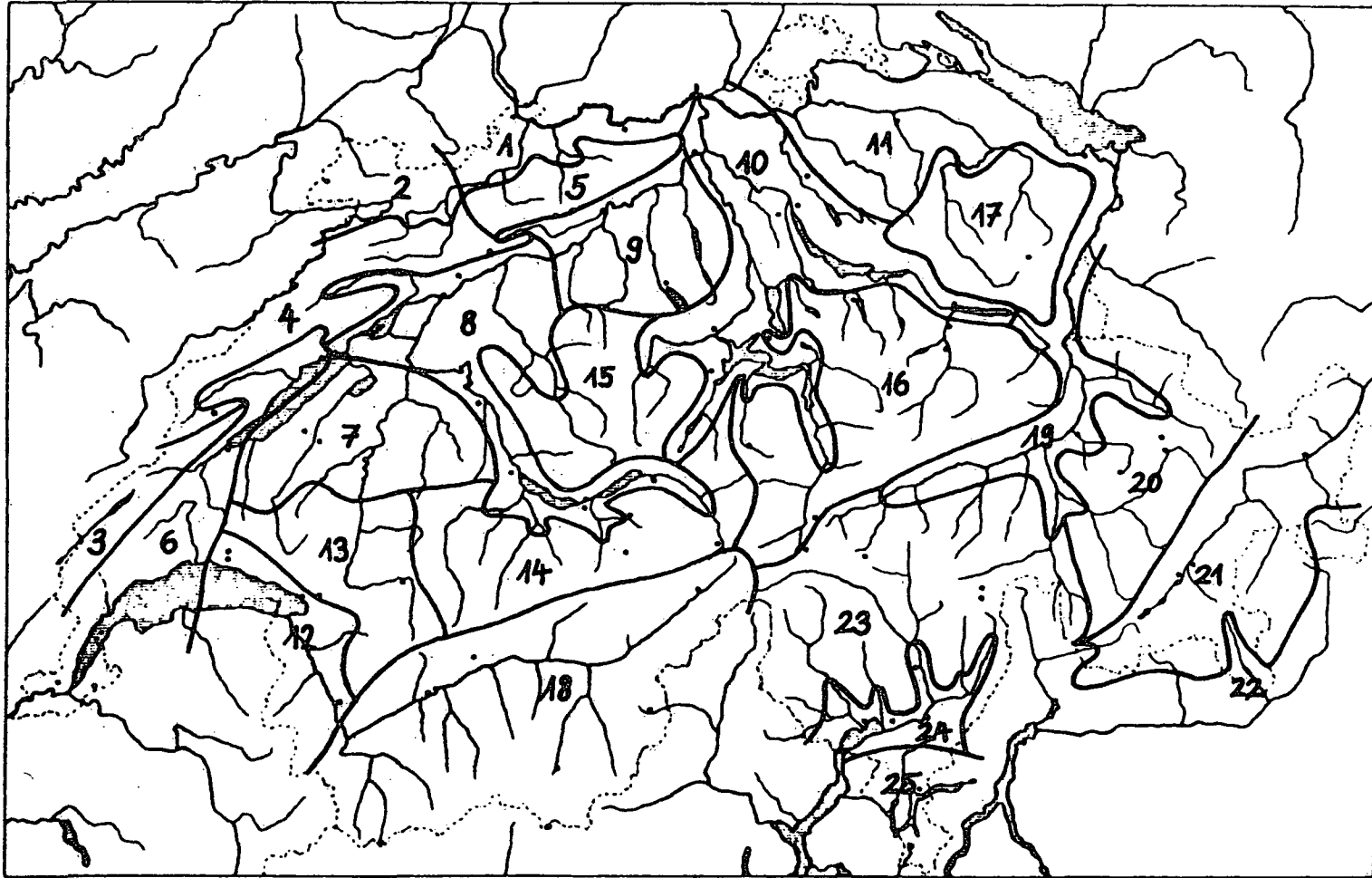


Abb. 6: Agrarmeteorologische Regionen der Schweiz

Tab. 2: Bodenart und Wirtschaftsform in den agrarmeteorologischen Regionen der Schweiz (vgl. Abb. 6, S. 25)

Region	Boden	Wirtschaftsform
1	kalkig, tiefgründig/hügelig	Obst- und Gemüsebau
2	kalkig, mitteltiefgründig/flach	Getreide, Kartoffeln (Grosskulturen)
3		Käseproduktion (Einfluss der Berner)
4	kalkig, sehr flachgründig	Milchwirtschaft, Pferde- u. Viehzucht
5		Milchwirtschaft
6	kalkig, tiefgründig/flach	
7	kalkig, weniger tiefgründig/hügelig	
8	vorwiegend kalkig, sehr tiefgründig/ vorwiegend flach	Getreide, Kartoffeln (Grosskulturen)
9	feinerdig, flachgründig/hügelig	
10	skelettreich (viel Nagelfluh), tiefgründig/hügelig	
11	tonig, flachgründig/hügelig	
12	steinig/steil (Hänge sehr flach- gründig), Rhonetal: kiesig	Obst- und Weinbau
13	skelettreich, rel. flachgründig	
14	sehr steinreich, feines Skelett, tiefgründig	Alpwirtschaft
15		
16	skelettreich, rel. flachgründig	
17		
18	wie 12	Obst- und Weinbau, in der Höhe Alpwirtschaft
19	sandig	Obst- und Weinbau
20	skelettarm, flachgründig/hügelig	Alpwirtschaft
21	kiesig, sehr flachgründig	Alpwirtschaft (Trockengebiet)
22		Alpwirtschaft
23	wie 20	Alpwirtschaft (Trockengebiet)
24	skelettreich (grob), sehr tief- gründig	Obst-, Gemüse- und Tabakanbau
25	sehr unterschiedlich (flach- bis tiefgründig), skelettreich	Niederungen: Mais- und Weinbau Höhere Regionen: Alpwirtschaft (Trockengebiet)



Tab. 3: Agrarmeteorologische Stationen in den einzelnen Regionen

Region	Agrarmet. Hauptstation	Zusätzliche Klimastation(en)	Bemerkungen
1	Basel-Binningen	Breitenhof (besser:Liestal)	
2	Fahy	Chasseral	
3	Le Brassus	--	
4	La Chaux-de-Fonds	Chasseral	
5	Unterbözberg	--	
6	Changins	Orbe-Bochuz, Neuchâtel	
7	Payerne	Fribourg-Posieux	
8	Oeschberg	Bern-Liebefeld, Interlaken, Biel	Regenmessung im Raume Olten
9	Aarau	Wynau, Huttwil	
10	Zürich-SMA	Kloten <sup>1)</sup> /Reckenholz, Aarau, Luzern <sup>1)</sup> /Sarnen, Altdorf	
11	Tänikon	Hallau, Schaffhausen <sup>1)</sup> /Lohn, Heidenhaus, Güttingen <sup>1)</sup> /Frauenfeld	
12	Pully/Aigle	Montreux/Pully/Aigle <sup>1)</sup>	
13	Château d'Oex	Valsainte/Broc <sup>1)</sup>	
14	Adelboden	Zweisimmen/Boltigen <sup>1)</sup>	
15	Menzberg	Langnau/Huttwil <sup>1)</sup>	
16	Einsiedeln	Engelberg, Glarus	
17	St. Gallen	Ebnat	
18	Sion	Visp, Ulrichen, Zermatt <sup>1)</sup> /Saas-Almagell, Montana <sup>1)</sup> /Ried, Fey	
19	Chur-Ems	Altstätten/Vaduz <sup>1)</sup>	
20	Davos	Arosa	
21	Samedan-St.Moritz	Schuls	
22	Robbia	--	
23	Olivone	Piotta, Hinterrhein	Regenmessung im Raume Bosco-Gurin/Fusio/Frasco
24	Locarno-Magadino	--	Regenmessstat. im Raume Bosco-Gurin/Grono
25	Stabio	Lugano	

1) wird in Kap. 3.6 als Zusatzstation ausgewählt

## 2.5 Niederschlagsmessnetz

Eine Detailanalyse, wie z.B. für das klimatologische Netz, konnte für das Niederschlagsmessnetz wegen der grossen Stationszahl und mangels vollständiger Stationsgeschichten nicht durchgeführt werden. Deshalb wurde wenigstens versucht, allgemeine Steuerungskriterien für die zukünftige Entwicklung dieses Netzes zu definieren.

Nach (2), Paragraph (A.1.1) 2.4, stellen Niederschlagsmessstationen eine Unterart von klimatologischen Stationen dar. Ihre Standorte sollen so gewählt werden, dass die Messungen für ein möglichst grosses Gebiet der Umgebung repräsentativ sind. Wegen der starken orographischen Gliederung des Geländes in unserem Land ist aber diese Bedingung in vielen Fällen kaum zu erfüllen.

Es wird zwischen Niederschlagshauptstationen (vgl. (6), Kapitel 3.3.1: "Benchmark Stations") und gewöhnlichen Niederschlagsstationen unterschieden. Hauptstationen unterscheiden sich im schweizerischen Rahmen von den gewöhnlichen Stationen weniger bezüglich Repräsentativität, sondern vielmehr bezüglich Länge und Homogenität der Messreihen. In erster Näherung können als Hauptstationen die noch in Betrieb stehenden Stationen mit Rückwärtslochungen bis 1900 bezeichnet werden (siehe Abb. 7, S. 29). Die Qualität dieser Datenreihen wurde vor der Rückwärtslochung und der Ablage auf Magnetband überprüft und positiv beurteilt. Als Niederschlagshauptstationen fungieren auch die Referenz-Stationen des klimatologischen Netzes. Im Gegensatz zu gewöhnlichen Stationen sollen Hauptstationen weder aufgehoben noch wesentlich verlegt werden.

Bei den Niederschlagsauskünften sind keine bevorzugten Regionen zu erkennen. Oft steht die Erfassung seltener Ereignisse im Vordergrund. Alle Stationen sollten deshalb unbefristet weitergeführt werden.

Auf der Suche nach Kriterien für eine optimale Stationsverteilung lassen sich nach den Erfahrungen, welche bei der Bestimmung von Gebietsniederschlägen für die Landeshydrologie (Bundesamt für Umweltschutz, BUS) gewonnen wurden, zwei Gebiete ausscheiden (siehe Abb. 7, S. 29):

- Gebiet A umfasst die Klimaregionen 1, 3, 4, 5  
Wesentliches Kriterium für Stationsverteilung: gleichmässige Ueberdeckung bezüglich Fläche
- Gebiet B umfasst die übrigen Klimaregionen  
Wesentliches Kriterium für Stationsverteilung: gleichmässige Ueberdeckung bezüglich Fläche und Höhenstufen

Als Richtlinien für eine minimale Dichte des Niederschlagsnetzes in Gebieten mit gemässigtem Klima dienen die Empfehlungen in (6), Abschnitt 3.2.2.1.1:

Flache Gebiete: Fläche/Station: 600-900 km<sup>2</sup>  
Stationsabstand: 25-30 km  
Gebirge: Fläche/Station: 100-250 km<sup>2</sup>  
Stationsabstand: 10-15 km

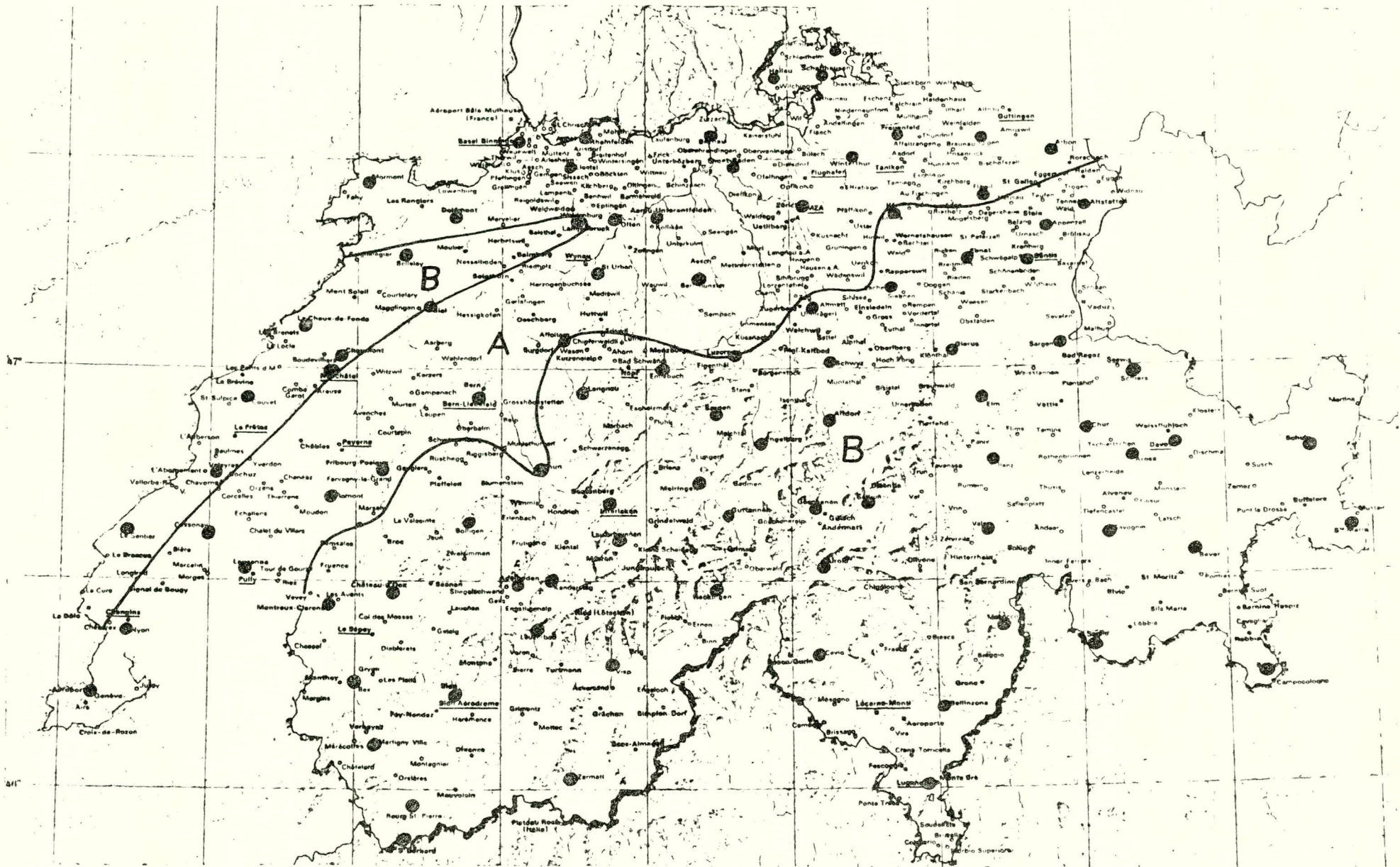


Abb. 7: Hauptstationen des Niederschlagsmessnetzes

Tab. 4: Verteilung der Niederschlagsmessstationen nach Höhenstufen und Klimaregionen

Höhen- stufe Region	0- 600 m		600-1000 m		1000-1500 m		1500-2000 m		2000-3000 m		>3000 m		Total	
	S	T	F	F/S	S	T	F	F/S	S	T	F	F/S	S	T
1	60	/	1	/	1	/	/	/	/	/	/	/	45	
	1163	29	178	59	/	/	/	/	/	/	/	/	1341	30
2	6	/	13	/	12	2	2	/	/	/	/	/	33	2
	283	47	1135	87	1306	99	17	9	/	/	/	/	2741	78
3	67	1	17	1	1	/	/	/	/	/	/	/	85	2
	3049	45	1003	56	38	38	/	/	/	/	/	/	4090	47
4	34	/	11	/	1	/	/	/	/	/	/	/	46	/
	2806	83	1450	132	15	15	/	/	/	/	/	/	4271	93
5	30	/	13	/	/	/	/	/	/	/	/	/	43	/
	1934	64	1231	95	/	/	/	/	/	/	/	/	3165	74
6	10	/	21	/	5	/	1	5	1	3	/	/	18	8
	430	43	634	30	631	126	419	70	296	74	1	/	2411	52
7	8	/	24	/	10	2	1	/	1	1	/	/	44	3
	425	54	940	39	1085	90	659	659	703	352	4	/	3816	81
8	6	/	19	/	17	4	4	3	/	11	/	2	46	20
	297	50	947	50	1390	66	1315	188	961	87	136	68	5046	76
9	4	/	10	/	17	1	8	2	1	17	/	/	40	20
	88	22	321	32	715	40	1151	115	1899	106	21	/	4195	70
10	4	/	8	/	11	/	7	1	1	28	/	5	31	34
	151	38	286	36	539	49	738	92	1894	65	562	112	4170	64
11	/	/	/	/	6	/	6	6	1	7	1	/	14	13
	/	/	/	/	83	14	380	32	1421	178	61	61	1945	72
12	12	/	11	3	7	5	4	13	2	4	1	2	37	27
	510	43	469	34	764	64	948	56	1723	287	254	85	4668	73
Total	221	1	150	4	88	14	33	30	7	71	2	9	501	129
	11136	50	8594	56	6566	64	5627	89	8897	114	1039	94	41859	66

Legende:

S	T
F	F/S

S : Anzahl Niederschlagsmessstationen (ohne Totalisatoren)/Höhenstufe/Region

T : Anzahl Totalisatoren/Höhenstufe/Region

F : Fläche (km<sup>2</sup>)

F/S : Fläche pro Station

Gemäss Erfahrungen des Klimadienstes kann in der Schweiz mit einer durchschnittlichen Stationsdichte von höchstens 100 km<sup>2</sup>/Station (Stationsabstand  $\leq$  10 km) vernünftig gearbeitet werden.

Unter Einbezug aller Totalisatoren ergibt sich beim bestehenden Niederschlagsmessnetz die in Tab. 4 ( S. 30) dargestellte Stationsverteilung. Die durchschnittliche Dichte bleibt mit 1 Station/66 km<sup>2</sup> (mittlerer Stationsabstand ca. 8 km) im geforderten Rahmen.

Ein in Anbetracht des flachen Geländes zu dichtes Netz besteht vor allem in den Regionen 1 und 3 (kantonale Messnetze). In den Klimaregionen des Gebietes B schwankt die Stationsdichte zwischen 52 und 81 km<sup>2</sup>/Station und scheint vernünftig. In der Verteilung nach Höhenstufen treten aber in den einzelnen Regionen im Gebiet B Lücken zu Tage, welchen bei der zukünftigen Netzentwicklung Rechnung zu tragen ist:

Region 7	Höhenstufe	1500 - 2000 m	Dichte:	1 Station/659 km <sup>2</sup>
Region 8	"	"	"	1 Station/188 km <sup>2</sup>
Region 9	"	2000 - 3000 m	Dichte:	1 Station/106 km <sup>2</sup>
Region 11	"	"	"	1 Station/178 km <sup>2</sup>
Region 12	"	"	"	1 Station/287 km <sup>2</sup>

Diese Regionen sind flächenmässig wichtig. Zudem wird der Niederschlag vorwiegend mit Totalisatoren gemessen.

Die von Seiten des Bundesamtes für Wasserwirtschaft mögliche Aufhebung der Stationen Seewis, Geils, Stiegelschwand, Col des Mosses sowie aller Totalisatoren wird nur bei entsprechendem Ersatz durchgeführt. Aufgehoben werden Ende 1979 hingegen die Stationen Rieden, Breitmoos, Gempnach, Oberbalm, Rüeschagg und Schönenboden, da sie von der Landeshydrologie (BUS) auch nicht mehr benötigt werden.

## 2.6 Sturmwarnnetz

Anfangs 1979 standen insgesamt 34 Sturmwarnstationen in Betrieb. 28 sind vollautomatisch und verfügen über ein Sturmwindalarmgerät vom Typ Gfeller. Diese Stationen verteilen sich gleichmässig über Mittelland und Jura. Der Stationsabstand im Gfeller-Netz beträgt im Mittel 28 km. Zusätzlich sind gegenwärtig an 12 Standorten halbautomatische Windalarmgeräte DAV im Einsatz (6 mit gleichem Standort wie Automaten Gfeller).

Für in ausgesprochenen Föhngebieten liegende Seen sowie für die Tessiner Seen wurden bisher aus meteorologischen Gründen keine Sturmwarnungen ausgegeben. Unwetter mit stürmischen Winden entstehen dort vielfach völlig unberechenbar. Die Errichtung spezieller Sturmwarnstationen ist deshalb in diesen Gebieten vorläufig nur versuchsweise vorgesehen.

### 2.6.1 Aufhebung bestehender Stationen

Das Sturmwarnnetz hat mit der Einführung des ANETZes eine wesentliche Verbesserung erfahren. Zum Teil ergeben sich aber aus der Plazierung der ANETZ-Stationen an einigen Standorten Doppelbelegungen mit bisherigen Sturmwarnstationen (siehe Abb. 8, S. 33). An solchen Standorten können die bisherigen Sturmwarngeräte entfernt werden.

Nachdem seit 1978 auch der Regionalwetterzentrale Genf die Sturmwindmeldungen des Gfeller-Netzes innert zweckdienlicher Zeit zur Verfügung stehen, können 1980 die DAV-Geräte an zusätzlich mit Gfeller-Windmessern bestückten Stationen demontiert werden (Le Cerneux-Péquignot, Les Charbonnières, Cressier, La Cure, Les Verrières, Vouvry).

### 2.6.2 Bedürfnisse für neue Stationen

Das Sturmwarnnetz weist auch nach Vollausbau des ANETZes einige Lücken auf. Das Schliessen dieser Lücken würde zur Sicherung der Seen und Flugplätze einen wesentlichen Beitrag leisten. Lücken bestehen an folgenden Orten: Andelfingen\*), Boltigen\*), Brünig\*), Bulle-Broc\*), Einsiedeln\*), Emmenmatt-Zollbrück, Kirchberg BE, Orsières\*), Schänis. Die mit \*) bezeichneten Stationen haben erste Priorität und entsprechen zum Teil langjährigen Forderungen des Sturmwarndienstes.

Um die Sturmwarnungen für den Genfersee zu verbessern, ist die Einrichtung von ca. 6 Sturmwarnstationen im Raume Genf - Lyon notwendig (Details siehe Kap. 3.8).

Mit der Einführung der zusätzlichen Sturmwarnungen aus dem ANETZ muss auch eine Harmonisierung der Datendarstellung der Meldesysteme angestrebt werden, welche ergonomische Aspekte berücksichtigt. Die Planung der Datenpräsentation in Zusammenarbeit mit der Radio-Schweiz AG ist Aufgabe des Wetterdienstes.

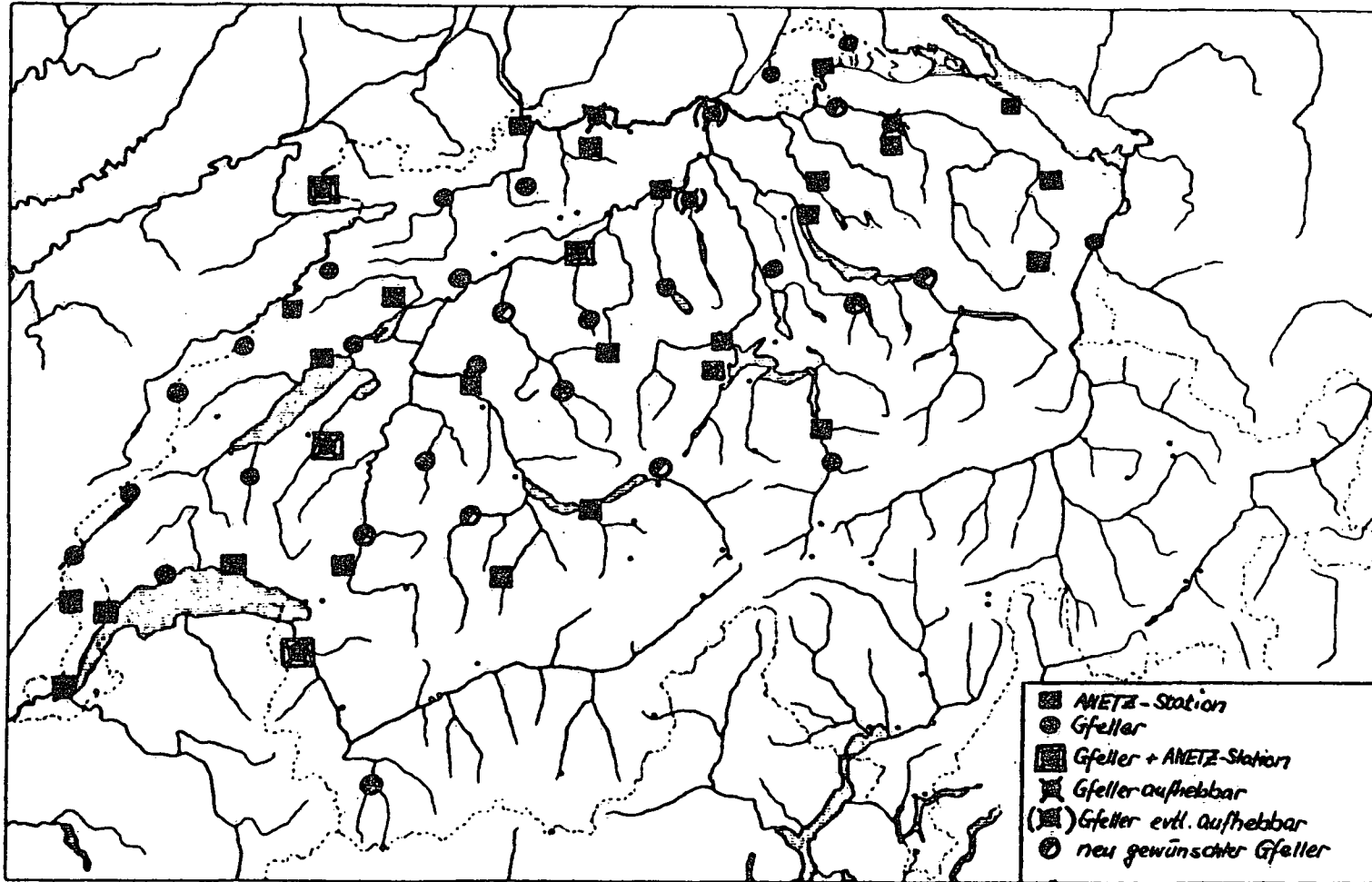


Abb. 8: Bedürfnisse Sturmwarnnetz

### 3. ABSTIMMUNG DER BEDUERFNISSE

#### 3.1 Allgemeine Richtlinien

Um den mit dem Betrieb der verschiedenen Beobachtungsnetze verbundenen Arbeitsaufwand auf ein Minimum zu reduzieren und um die Vorteile des ANETZes optimal auszunützen, müssen bei der Abstimmung der verschiedenen Benutzerbedürfnisse vier wesentliche Kriterien Anwendung finden:

- a) Kombination des Stationsbedarfes für die einzelnen Beobachtungsnetze: Wenn in derselben Region mehrere Typen von Beobachtungen notwendig sind, sollen diese - wenn immer möglich - am gleichen Standort und vom selben Beobachter ausgeführt werden.
- b) Vereinheitlichung und Reduktion der in den verschiedenen Netzen eingesetzten Instrumententypen zur Homogenisierung der Daten und zur Vereinfachung des Unterhaltes.
- c) Einsatz von ANETZ-Stationen nur an Standorten, wo Realtime-Daten notwendig sind für Prognosen, öffentliche Bulletins (z.B. Grünes Bulletin, Radio- und Telefonwetter, Witterungsbericht) und laufende Auskünfte.
- d) In Anbetracht der grossen Installationskosten, fixe ANETZ-Stationen nur dort einsetzen, wo permanenter Stationsbetrieb erforderlich ist.

Für c) und d) wäre auch eine Umkehrung der Formulierungen längerfristig sinnvoll: Eingliederung aller Stationen im Realtime-Betrieb und mit permanenten Messungen in das ANETZ.

Das ANETZ stellt nicht nur für synoptische, Aero- und klimatologische Beobachtungen, sondern - wegen seiner gleichmässigen Stationsverteilung und der mindestens stündlichen Registrierung der Messresultate - auch für Agrarmeteorologie, Niederschlags- und Sturmwindmessungen das Basisnetz dar.



Die auf die verschiedenen Benutzerbedürfnisse abgestimmten Vorschläge für die zukünftige Entwicklung der einzelnen Stationen sind in den folgenden Abschnitten in Tabellenform zusammengefasst. Für die Angaben über Betriebsdauer, Aufhebungszeitpunkt, Bedeutung, etc. finden Symbole Verwendung:

AH	= Agrarmeteorologische Hauptstation	}	- permanenter Betrieb
R	= Klimatologische Referenz-Station		- Aenderungen (Beobachter, Standort, z.T. Instrumentierung) unbedingt vermeiden
F	= für Forschung wichtige Station	}	- permanenter Betrieb
H	= Höhenstation		- Aenderungen können akzeptiert werden. Eine aufgehobene Station muss aber durch eine gleichwertige andere in derselben Region ersetzt werden
SN	= Synoptische Nebenstation		
SH	= Synoptische Hauptstation		
W	= Wirtschaftlich oder für Auskunftsdienst SMA wichtige Station		
AZ	= Agrarmeteorologische Zusatzstation		
K	= Gewöhnliche klimatologische Station	}	- befristeter Betrieb
			- bei nicht vermeidbarer Aenderung ist Fortführung der Station nur sinnvoll, wenn die bestehende Messreihe am neuen Standort ohne wesentlichen Bruch zu Ende geführt werden kann.
N	= Niederschlagshauptstation		- permanenter Betrieb
Re	= Parallelregistrierungen an automatisierten Stationen	}	- befristeter Betrieb
			- Registrierung von Sonnenscheindauer, Wind und Niederschlag. Thermohygrographenregistrierung nur sinnvoll, wenn tägliche Vergleichsmessungen erfolgen und Zeitmarken auf Streifen eingetragen werden können
n	= Niederschlagsmessung	}	- permanenter Betrieb
so	= Registrierung der Sonnenscheindauer		
wi	= Registrierung des Windes		
X	= Aufhebung der Station im betreffenden Jahr		Ist immer auf Ende des angegebenen Jahres vorzunehmen

### 3.2 ANETZ

Im Gegensatz zu den Augenbeobachtungen ist das instrumentelle Messprogramm bis auf einige Zusatzmessungen für alle Stationen ähnlich. Nur agrarmeteorologische, Luftdruck-, NABEL- und Radioaktivitätsmessungen werden nicht auf allen Stationen durchgeführt (s. Tab. 5, S.37). Die Standorte von Radioaktivitätsfühlern und NABEL-Messeinrichtungen gehen auf die Wünsche der Eidg. Kommission für die Ueberwachung der Radioaktivität (KUER) bzw. des Bundesamtes für Umweltschutz (BUS) zurück. Die NABEL-Messungen sind nicht automatisiert. Ihre direkte Eingliederung ins ANETZ ist nicht vorgesehen.

Als Folge der geringen räumlichen Variabilität des Luftdruckes werden nicht alle ANETZ-Stationen mit Luftdruckgebern ausgerüstet. Für die Auswahl von Luftdruckmessorten sind zwei Gesichtspunkte massgebend:

- möglichst gleichmässige räumliche Verteilung innerhalb der Höhenstufen (Möglichkeit zu Kontrollen):
  - <1000 m
  - 1000 - 2000 m (≈850 mbar-Fläche)
  - >2000 m (≈700 mbar-Fläche)
- Gewährleistung von Druckprofilen für Föhnuntersuchungen (3 Nord-Süd Profile, 1 West-Ost Profil durch das Mittelland)

Die Synop -Station La Dôle wird 1980 mit Beobachtungskosten von ca. Fr. 80'000/Jahr für 4 tägliche Augenbeobachtungen (04, 06, 12, 18z) im gesamten Netz das weitaus ungünstigste Kosten-/Nutzenverhältnis aufweisen. Die Verhandlungen mit der Radio-Schweiz AG im Frühjahr 79 erbrachten keine Kostenreduktion. Für die Prognostiker und den Klimadienst ist bei den Augenbeobachtungen die Bestimmung der Nebelobergrenze von grösster Wichtigkeit. Sollte es im Rahmen des Projektes WOLOB gelingen, ein ANETZ-kompatibles Gerät zur kontinuierlichen Bestimmung der Nebelobergrenze zu entwickeln und z.B. in Genf in Betrieb zu nehmen, könnte auf die Augenbeobachtungen auf La Dôle verzichtet werden. Zudem könnte die für die Hochnebel-/Nebelprognose gewünschte ANETZ-Station Bantiger durch Einsatz eines solchen Gerätes im zentralen Mittelland (z.B. Bern) sinnvoll ersetzt werden.

Bereits vor Ende des ANETZ-Aufbaus wurde deutlich, dass bei Vollausbau das Zehnminutenintervall für das Einholen der Daten aller Stationen durch die AZEN zu den Spitzenzeiten nur ausreichen wird, wenn der Gesamtmeldungstermin zeitlich etwas verschoben wird; denn es ist noch mit Ergänzungen in den Messprogrammen einiger ANETZ-Stationen durch neuentwickelte Geber zu rechnen (z.B. Pyrheliometer und andere Strahlungsmessgeräte).

Das ANETZ wurde ursprünglich zur Deckung von SMA-Bedürfnissen geplant. Von auswärtigen Benützern nachträglich angeregte Messungen müssen deshalb für eine kurz- und mittelfristige Lösung geringere Priorität besitzen.

Tab. 5: ANETZ  
Stationen der 1. Phase der Automatisierung

Station	Bedeutung	Augenbeob- achtungen	Druck- messung	Agrarm. Messung	Radio- aktiv.	NABEL- Messung	Bemerkungen
1 La Dôle	SH,wi	-XX-X-X-	X		X		Augenbeob.nach Entwicklung Gerät WOLOB fallenlassen
2 Payerne	SH,AH,wi	XXXXXXXX	X	X	X	X	
3 Jungfraujoch	SH,W,H	--XXXX-	X		X		
4 Wynau	SN,AZ	XXXXXXXX	X		X		vollständige Synop-Beobacht.
5 Säntis	SH,R,W,H,N,wi,so	-XXXXXX	X		X		
6 Vaduz	SH,AZ,wi	XXXXXXXX	X		X		
7 Aigle	SN,AH	-XXXXX-		X	X		
8 Moléson	W,H	-----			X		
9 Fahy	SN,AH,wi	XXXXXXXX	X	X	X		
10 Montana	SN,W,Az	--XXXX-	X				Ferneingabe
11 Zermatt	W,AZ,N	--X-X-X-			X		
12 Chasseral	W,AZ	-----			X		
13 Pilatus	W,H	--X-X-X-					Ferneingabe
14 Altdorf	SN,R,W,AZ,N,wi	-XXXXX-	X		X		reduz.Synop-Beob.möglich
15 Ulrichen	W,AZ,N	-----			X		
16 Piotta	SN,AZ,N	XXXXXXXX	X		X		
17 Lugano	SH,R,W,AZ,N,wi,so	--X-X-X-	X		X		
18 Samedan-St.Moritz	SN,R,W,AH,N	-XXXXX-	X	X	X		Ferneingabe
19 Chur-Ems	SN,W,AH,N	XXXXXXXX	X	X	X		Ferneingabe
20 Napf	W	-----	X				
21 Sion	SH,R,W,AH,N	XXXXXXXX	X	X	X	X	
22 Locarno-Magadino	SH,AH	XXXXXXXX	X	X	X	X	
23 Neuchâtel	SN,R,AZ,N,W,wi,so	--X-X-X-	X				reduz.Synop-Beob.erwünscht
24 Stabio	SN,AH	XXXXXXXX		X			Ferneingabe
25 Interlaken	SN,W,AZ,N	--X-X-X-	X		X		reduz.Synop-Beob.erwünscht
26 Disentis	SN,W	-XXXXX-	X		X		
27 Hinterrhein	SN,AZ	--X-X-X-					reduz.Synop-Beob.erwünscht
28 Davos	R,W,AH,N,so	--X-X-X-	X	X	X		
29 St. Gallen	SN,W,AH,wi	--XXXX-		X	X		
30 Glarus	W,AZ,N	--X-X-X-	X		X		Ferneingabe
31 Genève-Cointrin	SH,W,N,R,wi	XXXXXXXX	X		X		Ferneingabe
32 Zürich-Kloten	SH,AZ	XXXXXXXX	X		X		Ferneingabe
33 Gütisch	SH,H	XXXXXXXX	X				
34 Pully	W,AZ	--X-X-X-	X	X	X		
35 Grand St.Bernard	R,W,H,N	--X-X-X-	X		X		
36 Adelboden	R,W,AH	--X-X-X-		X	X		
37 Visp	AZ,N,wi	--X-X-X-		X	X		
38 La Chaux-de-Fonds	SN,R,W,AH,N,so	--XXXX-	X	X	X		Ferneingabe
39							
40 Aarau	R,W,AH,N	--X-X-X-		X	X		
41 Luzern	W,AZ,N	--X-X-X-			X		
42 Engelberg	W,AZ,N	--X-X-X-			X		
43 Schaffhausen	W,AZ,N	--X-X-X-			X		
44 Zürich-SMA	SH,W,AH,N,R,wi,so	--XXXX-	X	X	X		
45 San Bernardino	SN,W	XXXXXXXX					
46 Weissfluhjoch	H	--X-X-X-					Ferneingabe für Militär
47 Corvatsch	SN,W,H	---X-X--	X				
48 Basel-Binningen	R,W,AH,N,so	--X-X-X-	X	X	X	X	
49 Robbia	SN,AH	XXXXXXXX	X	X	X		reduz.Synop-Beob. möglich Agrarmet.Messungen ab 1.8.81
50 Scuol	W,AZ,N	--X-X-X-			X		
51 Changins	AH	-----		X			
52 La Frêtaz	wi	-----		X	X		
53 Bern-Liebefeld	W,AZ,N,so	--X-X-X-	X	X	X		
54 Güttingen	R,AZ,N	--X-X-X-	X	X	X		
55 Gösgen	KKW	-----			X		
56 Wädenswil		-----		X	X		
57 Tänikon	AH	--X-X-X-	X	X	X	X	
58 Reckenholz		-----		X			
59 Locarno-Monti	SH,W	--XXXX-	X	X	X		
60 Beznau	KKW	-----			X		
61 Mühleberg	KKW	-----			X		
62 Leibstadt	KKW	-----			X		
63 Versuchsstation	F	-----					
64 Versuchsstation	Instrumententests	-----					

Legende: vgl. S. 35

Vor Abschluss des ANETZ-Ausbaus 1981 nach den ursprünglichen Plänen können neuere Bedürfnisse von SMA Dienststellen nicht mehr berücksichtigt werden (z.B. Stationen Gesero und Bantiger). Zuerst muss die Datenbearbeitung konsolidiert und ein entsprechender Abbau der konventionellen Netze durchgeführt werden.

Längerfristig scheint die Erweiterung des Bestandes an automatischen Stationen notwendig. Die in Betrieb stehenden ANETZ-Zentralen sind ca. 1987 zu ersetzen. Auf diesen Zeitpunkt hin könnte eine zweite Phase der Automatisierung geplant werden. Weitere Bedürfnisse zur Automatisierung, welche u.a. auch dem Wunsch nach Vereinheitlichung des Instrumentariums im gesamten Beobachtungsnetz entsprechen, sind bereits erkennbar:

- 10 der heutigen konventionellen klimatologischen Stationen werden nach 1990 nur noch zu agrarmeteorologischen Zwecken weitergeführt. Da agrarmeteorologische Stationen keine Augenbeobachtungen mehr durchzuführen haben, wäre ihre Automatisierung besonders nutzbringend.
- Mit Arosa, Biel, Buffalora, Grimsel, Montreux und Olivone verbleiben 6 weitere klimatologische Stationen, für welche permanenter Betrieb erforderlich ist.
- Aus der 1. Phase der Automatisierung (bis 1981) gehen nur 2 Stationen hervor, die nicht ortsgebunden im Routinebetrieb stehen (gegenwärtige Teststationen Payerne und Locarno-Monti). Die erste muss für Geberentwicklungen und Tests dem Instrumentendienst zur Verfügung gehalten werden, die zweite wird für Forschungszwecke temporär eingesetzt werden. Für die auf S. 24 vorgeschlagenen Standort-Untersuchungen sind aber mindestens 3 weitere mobile Stationen für zeitlich befristete Einsätze notwendig. Für weitere Forschungsaufgaben (SMA - Abt. Forschung, landwirtschaftliche Forschungsanstalten, Hochschulen) werden noch mindestens 2-4 zusätzliche Stationen für temporären Betrieb im Netz benötigt.
- Andere Stationsbedürfnisse: Boltigen (siehe S. 21/27), Höhenstation Wallis (siehe S. 44), Gesero (OTL), Station über 4000 m (TEM).

Der beste Betriebsmodus für die Stationen der 2. Automatisierungsphase muss noch abgeklärt werden. Denkbar sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt der Betrieb autonomer Stationen, Erweiterung des ANETZes (verbunden mit Massnahmen zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der AZEN oder zur Erhöhung der Datenübertragungsgeschwindigkeit) oder der Aufbau eines zweiten unabhängigen ANETZes. Je nach Betriebsmodus kann auch die Automatisierung der vorläufig für konventionellen Messbetrieb bestimmten klimatologischen Referenz-Stationen erwogen werden.

Für die Planung der 2. Automatisierungsphase ist eine Koordination mit dem Armeewetterdienst erforderlich, welcher seine Bedürfnisse ab 1.1.82 durch die Stationen des ANETZes und weitere automatisierte Stationen auf Militärflugplätzen zu decken sucht. Diese 2. Automatisierungsphase muss baldmöglichst konkretisiert und ein erstes Konzept bis Ende 1983 erarbeitet werden.

### 3.3 Synoptisches Netz

Um die Vorteile des ANETZes voll zu nutzen, sollen alle schweizerischen synoptischen Stationen bis Ende 1981 automatisiert werden. Da der Klimadienst die ausländischen Stationen Bâle-Mulhouse und Testa Grigia nicht mehr bearbeiten wird, kann so die Verarbeitung aller Stationen einheitlich durch VAMP erfolgen.

Für den Parallelbetrieb beim Uebergang von der konventionellen zur automatisierten Station gelten dieselben Regeln wie für klimatologische Stationen (siehe Abb. 5, S. 21). Die Auswirkungen der Automatisierung auf das konventionelle Netz sind in Tab. 6, S. 40, dargestellt.

Auf die Installation der Stationen Gesero und Bantiger wird vorerst verzichtet (vgl. Kapitel 3.2). Dafür kann die ebenfalls nachträglich geforderte ANETZ-Station Stabio verwirklicht werden. Die Realisierung einer Station Stabio entspricht auch einem Bedürfnis der Agrarmeteorologie (agrarmeteorologische Hauptstation, Ersatz für Coldrerio). Zudem lässt sich die synoptische Station mit der Aero-Station Stabio-Confine zusammenlegen.

### 3.4 Aero-Netz

Die SMA unterhielt bisher an vielen Orten in engster Nachbarschaft gleichzeitig eine klimatologische und eine Aero-Station. Mit der Automatisierung wird nun versucht, die beiden Stationstypen in einer einzigen ANETZ-Station zu vereinen (La Chaux-de-Fonds, Disentis, Chur-Ems, Gossau-St.Gallen, Interlaken, Montana, Neuchâtel, San Bernardino, Samedan-St. Moritz). Mit dem Einsatz eines Gerätes zur Bestimmung der Wolkenuntergrenze in Payerne (Projekt WOLOB) könnte die Station Romont aufgehoben werden. Nach Abschluss der 1. Phase der Netzautomatisierung wird die Einrichtung einer zusätzlichen konventionellen Aero-Station im Raume Morges/Yverdon angestrebt (ca. 1982). Im konventionellen Aero-Netz verbleiben bis Mitte achtziger Jahre ca. 20-25 Stationen (siehe Tab. 7, S. 41).

### 3.5 Klimatologisches Netz

Vorschläge für die zukünftige Entwicklung der einzelnen konventionellen klimatologischen Stationen finden sich in Tab. 8, S. 42/43. Der Abbau konventioneller Stationen mit permanentem Betrieb erfolgt in zwei Schüben:

#### - 1. Phase der Automatisierung (bis 1981)

Vollständiger Parallelbetrieb einzelner Stationen (konventionell/automatisch) bis Ende 1984. Letzte Parallelregistrierungen (v.a. Sonnenscheindauer, Wind, Niederschlag) enden 1984. Für einzelne Stationen erscheint die bereits abgeschlossene Parallelmessphase gemäss den in Abb. 5, S. 21, festgehaltenen Gesichtspunkten eher zu kurz. In der Mehrzahl der Fälle könnten aber bei Bedarf Parallelmessungen nachgeholt werden, da sich die ANETZ-Station am selben Standort befindet, wie die frühere konventionelle Station (Ausnahmen: Bern, Davos, Interlaken, Luzern).

Tab. 6: Konventionelles synoptisches Netz,  
Zukunftsperspektiven

Station	79	80	81	82	83	84	85	Bemerkungen
La Dôle	x	Re	Re					Automatisierung 1978
Genève-Cointrin			2)	x	Re		4)	Automatisierung 1979
Gütsch				x	Re			Automatisierung 1979
Jungfrauoch				x	Re	Re		Automatisierung 1981
Locarno-Magadino	x	Re	Re					Automatisierung 1978
Locarno-Monti		x	Re			4)		Automatisierung 1977
Lugano		x						Automatisierung 1977
Payerne		x <sup>5)</sup>	Re			4)		Automatisierung 1977
Säntis		x <sup>5)</sup>				5)		Automatisierung 1977
Sion	Re	Re						Automatisierung 1977
Vaduz	x	Re <sup>3)</sup>	Re <sup>3)</sup>					Automatisierung 1978
Zürich-Kloten		x <sup>5)</sup>	Re		4)			Automatisierung 1977
Cimetta	1)							Eingliederung ins ANETZ wenn Anlagen ersetzt werden müssen, aber nach ca. 1990.
Lägern	1)							
Bâle-Mulhouse Konstanz Testa-Grigia	ausländische Stationen							

Legende: vgl. S.35

- 1) Fernmessanlage
- 2) nur noch klimatologische Beobachtungen
- 3) nur Wind
- 4) unbefristete Fortführung zu Vergleichszwecken
- 5) Parallelmessung vorzeitig abgebrochen

Tab. 7: Konventionelles Aero-Netz, Zukunftsperspektive

Station	79	80	81	82	83	84	85		
Le Brassus							→		
Brugg							→		
Buochs	x	Ersatz durch Giswil und Altdorf (ANETZ)							
La Chaux-de-Fonds	x	Automatisierung							
Corvatsch	x	Automatisierung							
Disentis-Caischavedra	x								
Disentis-Müstair	x	Automatisierung							
Ems	x	Automatisierung (Chur-Ems)							
Ernen							→		
Fahy		x	Automatisierung						
Fionnay							→		
Gemmi							→		
Giswil							→		
Gossau		x	Automatisierung (St.Gallen)						
Gr.St.Bernard							→		
Grenchen							→		
Grimsel							→		
Gütsch		x	Automatisierung						
Interlaken		x	Automatisierung						
Langenbruck							→		
Laufenburg							→		
Lausanne							→		
Loebbia							→		
Mettlen							→		
Morges/Yverdon							→		
Montana	x		Automatisierung						
Neuchâtel		x	Automatisierung						
Olivone							→		
Piotta	x	Automatisierung							
Rennaz		x	Automatisierung (Aigle)						
Romont						x <sup>1)</sup>	n		
San Bernadino			x	Automatisierung					
St.Moritz	x	Automatisierung							
Savatan							→		
Schenkon							→		
Simplon							→		
Spiez							→		
Stabio		x	Automatisierung						
Tavanasa							→		
Tiengen							→		
Trasadingen							→		
Weesen							→		

Legende: vgl. S.35

1) Aufhebung nur möglich, falls Payerne mit einem Gerät zur Höhenbestimmung der Wolkenuntergrenze ausgerüstet wird.





Tab. 8: Konventionelles klimatologisches Netz, Zukunftsperspektiven (Fortsetzung)

Station	Bedeut.	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	2000	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10				
Langnau	K,N												X n																								
Lausanne	N,wi,so		X	n	wi/so																																
Loebbia	K																																		X		
Lohn	K,N						X n																														
Luzern			X																																		
Mauvoisin	H																																				
Meiringen	R,N																																				
Menzberg	AH																																				
Montana			X	Re																																	
Mont-Soleil	K		X																																		
Monte-Brè	K																																				
Monthey	wi						X	Re	wi																												
Montreux	K,so,N,W																																				
Muerren	K																																				
Muri	K		X																																		
Neuchâtel			X																																		
Oberiberg	K																																				
Oeschberg	R,AH,N																																				
Olivone	R,W,AH,N																																				
Olten	N						X	n																													
Plaffeien	K																																				
Les Rangiers	K																																				
Rapperswil	K																																				
Reckingen																																					
Rheinfelden	R,N																																				
Ried	K																																				
Rigi	K																																				
Robbia			X	Re	Re																																
Rorschach	K		X																																		
S. Bernardino							X	Re	Re																												
St. Gallen							X	Re																													
Sta. Maria	R,N																																				
St. Moritz	so						X	so																													
Saanen	K																																				
Saas Alm.	K																																				
Sarnen	K,N																																				
Schaffhausen																																					
Schiers	R,N																																				
Schwyz	K,N																																				
Scuol																																					
Le Sépey	R,W,N,so																																				
Signal-de-B.			X																																		
Sils-Maria	R,N																																				
Simplon-Dorf	K																																				
Stein	K																																				
Tänikon																																					
Thun	K,N																																				
Tierfehd	K																																				
Turtmann																																					
Unterbözüberg	AH																																				
Vättis	K																																				
Vernayaz	K																																				
Walchwil	K																																				
Weissfluhjoch																																					
Wernetshausen	K																																				
Winterthur	K,N																																				
Zch-Uetliberg	K																																				
Zch-SMA	wi,so																																				
Zugerberg	K																																				

Legende: vgl. S. 35

- 2. Phase der Automatisierung (ca. 1988-1990)

Vollständiger Parallelbetrieb einzelner Stationen bis ca. Ende 1991. Betroffen sind v.a. die für agrarmeteorologische Zwecke wichtigen klimatologischen Stationen.

Die Reduktion der Stationen mit befristetem Betrieb vollzieht sich kontinuierlich, vorwiegend innerhalb der zwei nächsten Dekaden.

Das Bedürfnis nach neuen zusätzlichen Stationen ist gering (vgl. Kapitel 2.3). Eine Gelegenheit, in einem der Juralängstäler (Region 2c, siehe S. 22) oder Region 10d (Val d'Hérens oder Val d'Anniviers, in grösserer Höhe, aber nicht im Talboden und zudem nicht zu nahe am Alpenkamm) eine klimatologische Station einzurichten, sollte jedoch ergriffen werden. Die Behebung der Informationslücken in den Regionen 5e, 8k, 12e scheint wegen der geringen Ausdehnung der Gebiete weniger dringlich.

Nach 2000 wird das konventionelle klimatologische Netz praktisch nur noch aus ca. 20-25 Stationen bestehen. Falls es gelingt, auch die konventionellen Referenz-Stationen unabhängig von den andern bereits im ANETZ eingegliederten klimatologischen Referenz-Stationen zu automatisieren, wird die Zahl der konventionellen Stationen noch wesentlich geringer sein.

Für die Aufzeichnung einzelner meteorologischer Elemente wie Wind, Sonnenscheindauer (vgl. Kapitel 2.3.1.4, S. 17) oder Temperatur, Feuchtigkeit und Niederschlag müssen für die Zukunft instrumentelle Alternativen gefunden werden zur Registrierung auf Papierstreifen und ihrer zeitraubender Handauswertung. Diese Alternativen sollten die folgenden Bedingungen erfüllen:

- Vergleichbarkeit der Messmethoden mit ANETZ-Messungen (wenn möglich gleiche Fühler benutzen)
- Ablage der Ergebnisse auf Medien, welche direkt mit EDV-Methoden verarbeitbar sind (z.B. Ablage auf Lochstreifen oder Magnetband).
- Direkte Registrierung der Resultate in konventioneller Form (z.B. auf Drucker), damit der Beobachter die korrekte Funktion des Instrumentes überprüfen kann und zudem erste Daten für die Realtime-Meldungen sofort zur Verfügung hat.

Solche Registriergeräte nähern sich in ihrem Wesen schon stark den automatischen Stationen. Der für 1983 notwendige erste Entwurf für die 2. Automatisierungsphase muss deshalb die Planung derartiger Registrierungsmethoden beinhalten.

### 3.6 Agrarmeteorologisches Netz

Mit Ausnahme von Le Brassus, Château d'Oex, Einsiedeln, Menzberg, Oeschberg, Olivone, Stein, Unterbözberg gehören Ende 1981 alle in Tab. 3 (siehe S. 27) aufgeführten agrarmeteorologischen Hauptstationen dem ANETZ an. Ende 1983 gibt es keine separaten agrarmeteorologischen Stationen mehr. Agrarmeteorologische Messungen werden an klimatologischen oder synoptischen Stationen ausgeführt.

Das bestehende konventionelle Netz erfährt folgende Änderungen:

Station	Stationstyp		Bemerkungen
	alt	neu	
Bever	AH	-	Ersatz durch ANETZ-Station Nr. 18 Aufhebung Ende 1982
Le Brassus	AH	AH	Automatisierung ca. 1990
Château d'Oex	AZ	AH	Installation agrarmet. Instrumente 1980, Automatisierung ca. 1990
Coldrerio	AH	-	Ersatz durch ANETZ-Station Nr. 24 Aufhebung Ende 1983
Delémont	AH	-	Ersatz durch ANETZ-Station Nr. 9 Aufhebung Ende 1990
Einsiedeln	AH	AH	
Fribourg-Posieux	AH	AZ	Ersatz als Hauptstation durch ANETZ- Station Nr.2 1982 (Ende agrarmet. Messungen)
Menzberg	AH	AH	Automatisierung ca. 1990
Plantahof	AH	-	Ersatz durch ANETZ-Station Nr.19 Aufhebung 1981. Fortführung Regi- strierung Sonnenscheindauer
Stein	AH	-	Ersatz durch ANETZ-Station Nr. 29 Aufhebung der agrarmet. Messungen 1981
Turtmann	AH	-	Aufhebung Ende 1982
Unterbözberg	AH	AH	Automatisierung ca. 1990
Vernayaz	AH	-	Aufhebung 1990

Legende: vgl. S. 35

Die in den verschiedenen Regionen als agrarmeteorologische Zusatz-Stationen ausgeschiedenen Stationen sind in Tab. 3, S. 27, bezeichnet.

Eine Automatisierung aller nur für agrarmeteorologische Zwecke unterhaltenen Stationen könnte ca. 1990 mit besonderem Gewinn durchgeführt werden. Da keine Augenbeobachtungen notwendig sind, würde dadurch eine echte Unabhängigkeit vom Beobachter erreicht.

Im Vergleich zu den übrigen Messnetzen sind im agrarmeteorologischen Netz Abweichungen gegenüber den vorliegenden Vorschlägen mit grösserer Wahrscheinlichkeit zu erwarten. Die Zusammenhänge zwischen Klima und Landwirtschaft müssen teilweise erst aufgezeigt werden. Die Ermittlung der besten Standorte ist verknüpft mit den dabei gewonnenen Erfahrungen.

### 3.7 Niederschlagsmessnetz

Im Rahmen dieses Konzept-Vorschlages werden nur generelle Richtlinien für die zukünftige Entwicklung des Netzes aufgezeigt. Die Darstellung der Zukunftsperspektiven der einzelnen Stationen ist dadurch unmöglich. Zusammenfassend müssen aber nachstehende Forderungen berücksichtigt werden (vgl. Kap. 2.5):

- Aufhebungen und Verlegungen von Hauptstationen vermeiden.
- Stationsvermehrung in Gegenden mit Lücken.
- keine Dezimierung der Stationszahl in Region B (siehe Abb. 7, S. 29): Aufgehobene Stationen müssen ersetzt werden. Aufzuhebene Klimastationen sind in Niederschlagsmessstationen umzuwandeln.
- Möglichkeiten für Aufhebungen nicht SMA-eigener Stationen im Gebiet A wahrnehmen.

### 3.8 Sturmwarnnetz

Die vorgesehenen Mutationen finden sich in Tab. 9, S.48. Folgende Richtlinien sind massgebend (Numerierung bezieht sich auf Tabelle):

- (1) An 6 mit DAV- und Gfeller-Apparaten doppelt bestückten Stationen ist 1979/80 die Demontage der DAV-Windmesser durchzuführen.
- (2) Bis zur Automatisierung des französischen Telefonnetzes in der Region Lyon - Genf muss der Messbetrieb ab ca. 1980 mit DAV-Geräten aufgenommen werden. Ein späterer Ersatz durch Gfeller-Warneinrichtungen ist vorzusehen.
- (3) Durch Aufbau von ANETZ-Stationen in nächster Umgebung von Sturmwindmessern werden 5 Gfeller-Anlagen am bisherigen Standort überflüssig und können in Gegenden mit Netzlücken neu aufgestellt werden. Mit der Verschiebung dieser Apparate können alle mit erster Priorität gewünschten Stationen eingerichtet werden.
- (4) Längerfristig (zweite Hälfte achtziger Jahre) ist zwecks Vereinheitlichung des Netzes ebenfalls der Ersatz der im schweizerischen Netz verbleibenden 6 DAV-Geräte durch Gfeller-Apparate zu realisieren.
- (5) Die Einrichtung von Stationen zweiter Priorität sollte zusammen mit den unter (4) vorgeschlagenen Massnahmen erfolgen (günstigere Beschaffungsbedingungen).
- (6) An verschiedenen für die Sturmwarnungen wichtigen Messstandorten

(Boltigen, Brugg, Bulle-Broc, Delémont, Einsiedeln, Fionnay, Frauenfeld, Grenchen, Heitenried, Orsières, Rennaz, Schenkon, Trasadingen) sind auch für andere prognostische Zwecke und für die Klimatologie Windmessungen (z.T. mit Registrierungen) in Betrieb oder erwünscht. Mit der vorliegenden Version der Gfeller-Apparate können diese Bedürfnisse nicht gleichzeitig befriedigt werden. Es war bisher notwendig, am selben Standort neben dem Gfeller-Apparat einen Windmesser anderen Typs aufzustellen. Vor der unter (4) und (5) begründeten Beschaffung neuer Gfeller-Windmesser ist deshalb abzuklären, ob mit einer Instrumentenmodifikation neben dem Sturmalarm nicht auch eine Anzeige und kontinuierliche Registrierung von Windstärke und Windrichtung an Ort und Stelle mit demselben Gerät erreicht werden könnte.

Tab. 9: Konventionelles Sturmwindnetz, Zukunftsperspektiven

Station	79	80	81	82	83	später	Bemerkungen
Andelfingen							(3) Einsatz Gfeller Lenzhard
Basel-Mülhausen	---	---	---	---	---	---	(4)
Bercher							
Bern							
Boltigen							(3) Einsatz Gfeller Wynau
Brugg	---	---	---	---	---	---	(4)
Brunnen	----	----	----	----	----	----	Kontrollstation
Brünig							(3) Einsatz Gfeller Payerne
Bulle-Broc							(3) Einsatz Gfeller Vouvry
Champagnole (Frankreich)	---	---	---	---	---	---	(2)
Cerneux-Péquignots							(1)
Cerneux-Veusil							
Les Charbonnières	---	---	---	---	---	---	(1)
Clarens	----	----	----	----	----	----	Kontrollstation
Col de l'Echaux (Frankreich)	---	---	---	---	---	---	(2)
Cressier	---	---	---	---	---	---	(1)
Crissier	---	---	---	---	---	---	(4)
La Cure	---	---	---	---	---	---	(1)
Delémont							
Einsiedeln							(3) Einsatz Gfeller Frauenfeld
Emmenmatt-Zollbrück							(5)
Fahy		X					(3) Aufnahme in ANETZ
Fionnay							(4)
Frauenfeld		X	wi				(3) Ersatz durch Ténikon (ANETZ)
Ganzenberg							
Grenchen							
Heitenried							
Kirchberg							(5)
Klingnau							
Knonau							
Lausanne-Ouchy							Kontrollstation
Lenzhard			X				(3) Ersatz durch Aarau (ANETZ)
Luzern							Kontrollstation
Möhlis							
Neuchâtel							Kontrollstation, Ersatz durch Auvergnier
Le Noirmont	X						
Nunningen							
Oberriet							
Oyonnax (Frankreich)							(2)
Orsières							(3) Einsatz Gfeller Fahy
Payerne		X					(3) Ersatz durch ANETZ-Station
Rengg							(4)
La Roche-sur-Foron (Frankreich)							(2)
Romanshorn							Kontrollstation
Schänis							(5)
Schenkon							
Seysell (Frankreich)							(2)
Silenen							
Sottens							(4)
St. Prex							
Stansstad							Kontrollstation
Thayngen							
La Tour-de-Pin (Frankreich)							(2)
Trasadingen							
Les Verrières							(1)
Vouvry		X					(1) (3) Ers. durch Aigle (ANETZ)
Yverdon							Kontrollstation
Zug							Kontrollstation

Legende: (vgl. auch S. 35): ——— Gfeller  
 --- DAV  
 ---- Kontrollstation  
 ( ) Bemerkungen: vgl. Text S. 46

#### 4. KONSEQUENZEN DES KONZEPTES

Sowohl für die Stationszahlen wie auch für die Beobachterkosten ergeben sich langfristig günstige Perspektiven (Reduktionen), obwohl bei der Bedarfsfestlegung keine finanziellen oder personellen Kriterien Anwendung fanden. Die Datenbenützer waren angewiesen, alle momentan und für die nähere Zukunft erkennbaren Bedürfnisse ohne Berücksichtigung weiterer Randbedingungen zu formulieren.

##### 4.1 Stationszahl (vgl. Abb. 9, S.50)

Gesamtzahl der Stationen (ohne Niederschlagsmessstationen)

Reduktion zwischen 1980 und 2010 um ca. 25 %.

Reduktion Anfang und Mitte neunziger Jahre vorübergehend unterbrochen wegen Aufbau von Stationen der 2. Automatisierungsphase.

Automatisierte Stationen:

Deutliche Zunahme bis 1981 (Aufbau ANETZ) und wiederum ca. 1990 (Beginn 2. Phase der Automatisierung) sowie Mitte und Ende neunziger Jahre (gestaffelte Inbetriebnahme von temporären Stationen für Standort-Untersuchungen).

Konventionelles klimatologisches Netz:

Grösste Reduktion jeweils nach Ende von Dekaden als Folge der kombinierten Wirkung von zwei Massnahmen:

- Ersatz konventioneller Stationen durch automatisierte Stationen (1. und 2. Ausbauphase)
- Stationen, welchen zum möglichen Aufhebungszeitpunkt weniger als fünf Jahre zur Vollendung einer Dekade fehlen, werden erst Ende der Dekade aufgehoben.

Konventionelles synoptisches, Aero- und Sturmwarn-Netz:

Nach Ausbau ANETZ (anfangs achtziger Jahre) Stationszahl stabil. Bestehende Bedürfnisse sind befriedigt, neue sind nur in geringer Zahl zu erwarten: Beim Aero-Netz liegt das Schwergewicht auf den Augenbeobachtungen. Im synoptischen Netz setzen internationale Normen den Rahmen für die Augenbeobachtungen. Eine weiterführende Automatisierung der Augenbeobachtungen scheint deshalb für diese Netze zur Zeit nur in beschränkter Masse möglich.

Niederschlagsmessnetz (inkl. Totalisatoren):

Stationszahl ohne bedeutende zeitliche Änderungen (ca. 400-450). Abgänge werden durch Neuaufstellungen in Gebieten mit Informationslücken kompensiert.

Die agrarmeteorologischen Stationen sind in den Zahlen der übrigen Netze enthalten.

##### 4.2 Beobachterentschädigungen (vgl. Abb. 10, S. 51)

Bei der Abschätzung der zukünftigen Beobachterentschädigungen fanden die Lohnansätze von 1979 Verwendung. Teuerungen und Reallohnerhöhungen wurden nicht berücksichtigt.

Abb. 9: Entwicklung der Stationszahlen in den einzelnen Netzen

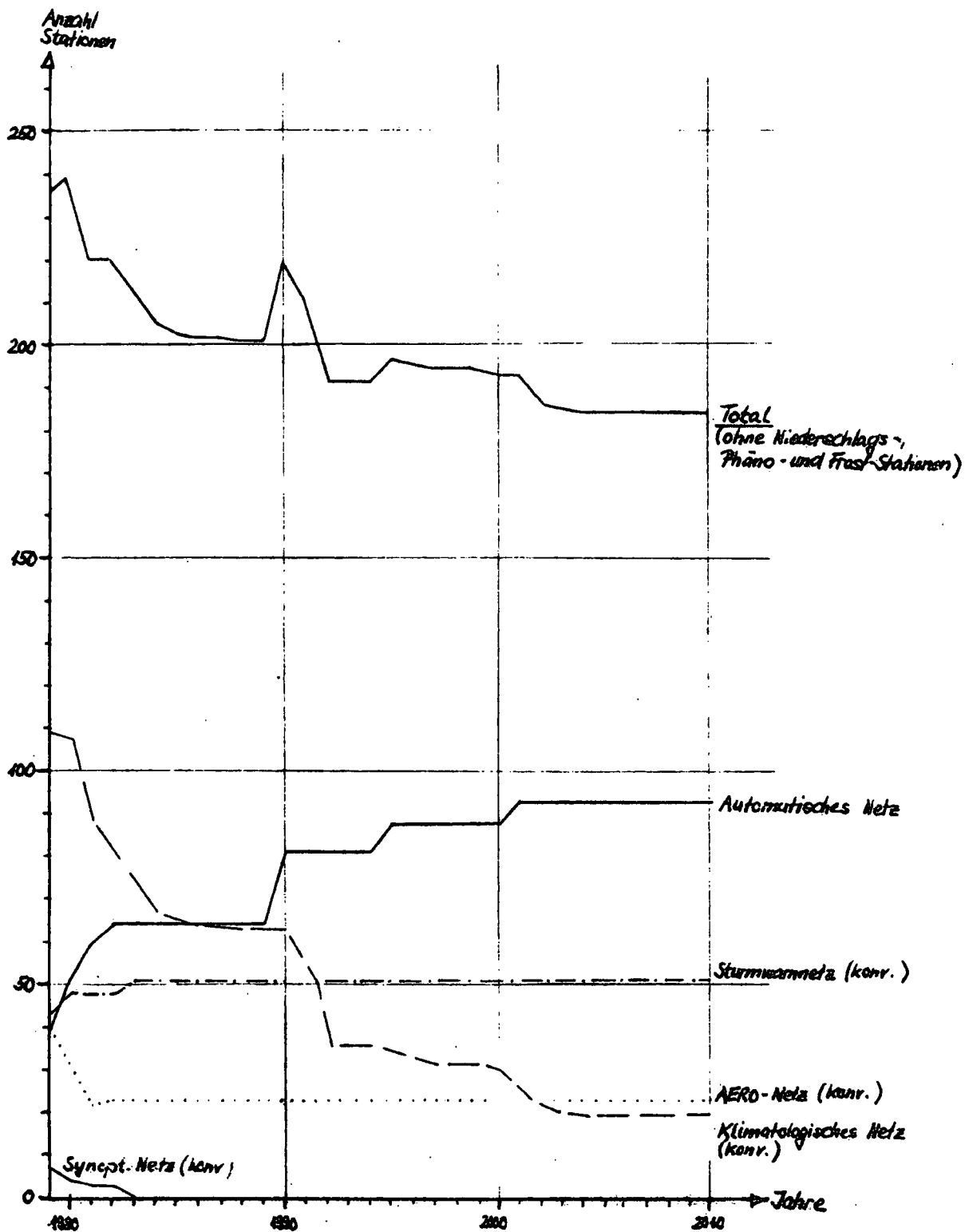
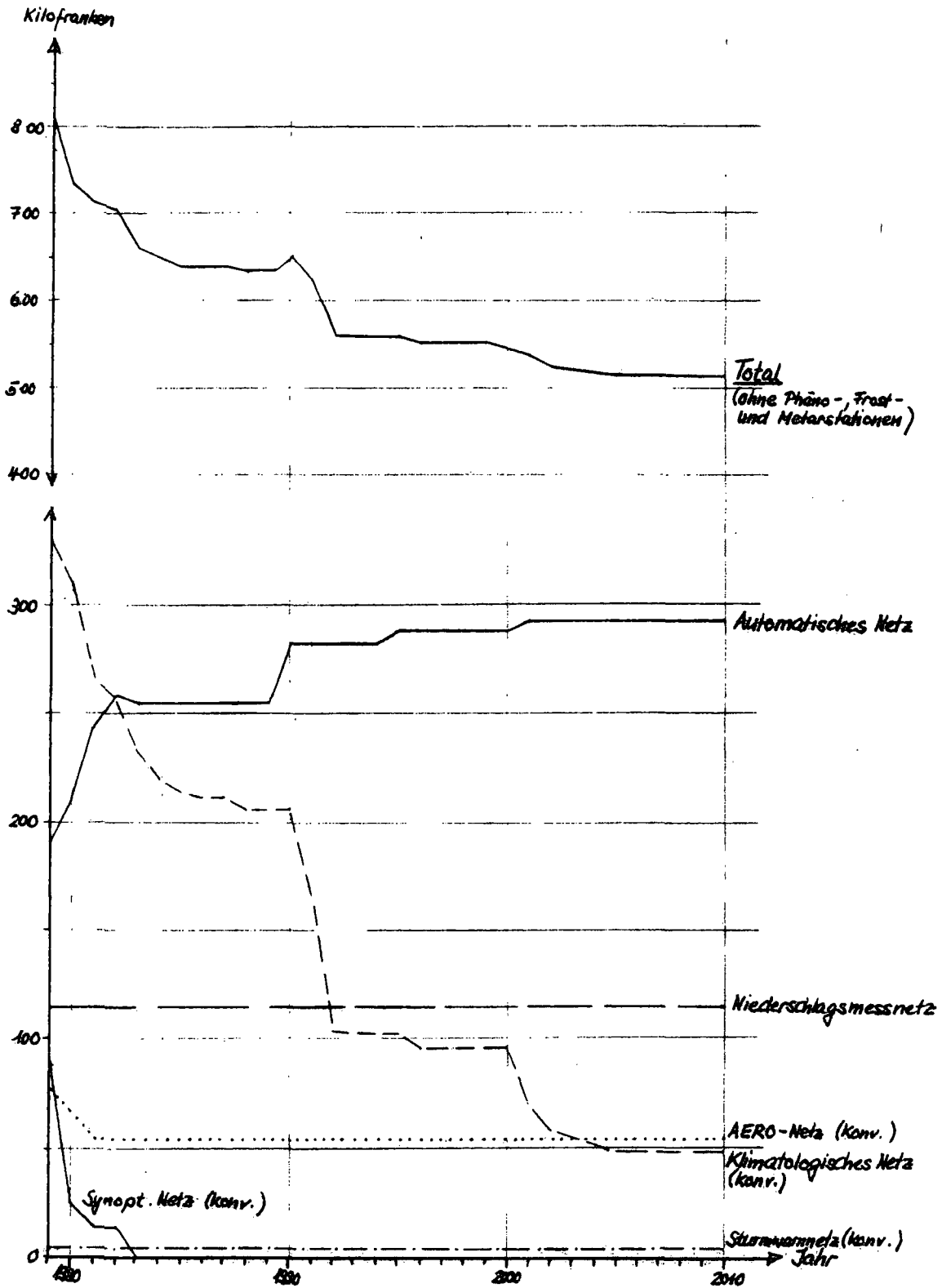




Abb. 10: Entwicklung der Beobachterentschädigungen in den einzelnen Netzen



In den gesamten Beobachterkosten sind die Beobachterentschädigungen für phänologische, Frost- und Spezial-Stationen (ca. Fr. 25'000/Jahr, ohne wesentliche zeitliche Aenderungen) und für die Metar-Station Bern-Belpmoos (Fr. 58'000/Jahr) nicht miteingeschlossen.

Im allgemeinen entspricht bei den einzelnen Netzen der Verlauf der Beobachterkosten der Entwicklung der Stationszahl (vgl. Abb. 9, S.50). Gesamthaft kann bei optimistischer Beurteilung mit einer Kostenreduktion von ca. 25-30 % zwischen 1979 und 2010 gerechnet werden. In der Gesamtkurve macht sich die vorübergehende Erhöhung der Stationszahl anfangs der neunziger Jahre bemerkbar, da die Kostenabnahme für das konventionelle klimatologische Netz gegenüber der Kostenzunahme für die automatisierten Stationen verspätet eintritt. Es wurde mit durchschnittlich zwei Jahren Parallelbetrieb gerechnet.

Die Entschädigung für die ANETZ-Station La Dôle beträgt 1980 ca. Fr. 80'000 pro Jahr. Falls mit WOLOB bis Mitte achtziger Jahre ein Gerät zur Bestimmung der Wolkenobergrenze entwickelt wird, kann in La Dôle wahrscheinlich auf die teuren Augenbeobachtungen verzichtet werden.

Eine weitere wesentliche Reduktion der Beobachterkosten könnte vor allem für das ANETZ in touristisch orientierten Regionen durch finanzielle Engagements von Verkehrsvereinen und Gemeinden erreicht werden. Als Gegenleistung müssten die entsprechenden Stationen in Bulletins, Telefon- und Radiowetter soweit möglich berücksichtigt werden. Natürlich ist dabei auch auf eine gleichmässige räumliche Verteilung der Stationen zu achten. Nach den bisherigen Erfahrungen bei der Einrichtung neuer ANETZ-Stationen ist von Seiten der einzelnen Gemeinden das Interesse an finanzieller Mitbeteiligung am Beobachtungsbetrieb wegen des verschärften Kampfes um die Gunst des Touristen durchaus vorhanden.

#### 4.3 Uebrigter Aufwand

Der Aufwand der SMA für Unterhaltsarbeiten, Beobachterbetreuung und administrative Arbeiten ist ebenfalls eng mit den Stationszahlen verknüpft.

Die Finanzplanzahlen für die kommenden Jahre, welche auf den im vorliegenden Konzept festgelegten Netzentwicklungen basieren, zeigen, dass sich die Spitzenwerte in den Netzgesamtkosten von 1977/78 weiter abbauen werden. Auf eine detaillierte Abschätzung der Betriebskosten der einzelnen Netze wird deshalb verzichtet. Sie müssten sich ohnehin an einer Beurteilung des Nutzeffektes der meteorologischen Endprodukte der SMA (z.B. Meldungen, Bulletins, Prognosen) orientieren. In die Kostenberechnung würden dabei in sehr komplexer Art nicht nur Vorstellen wie Beobachtungsnetze oder Instrumentendienst eingehen, sondern auch die verarbeitenden Dienste. Schwierig wäre auch die Beurteilung des Nutzeffektes.

In der Schweiz stehen heute meteorologische Daten in einer räumlichen und zeitlichen Auflösung zu Verfügung, wie kaum in einem anderen Gebiet vergleichbarer Grösse. Auch anspruchsvollste Datenbenutzer müssen

sich an dieser Tatsache orientieren. Es scheint deshalb angebracht, den Höchststand der Netzbetriebskosten 77/78 auch für die Zukunft als oberen Grenzwert (indexiert) zu betrachten, es sei denn, dass neue, heute noch unbekannte Bedürfnisse massgebend werden, die eine Neuüberprüfung dieses Richtwertes notwendig machen.

Trotz Einführung des ANETZes sollte sich mit dem vorgesehenen Abbau des gesamten Stationsbestandes auch der Aufwand für die Routine-Datenbearbeitung längerfristig vermindern. Die Anzahl der vom Klimadienst bearbeiteten Messgrössen ist im Mittel bei einer ANETZ-Station von ähnlicher Grössenordnung wie bei einer konventionellen klimatologischen Station. Die zeitliche Auflösung der Daten und damit der Datenumfang ist bei ANETZ-Stationen zwar grösser, doch ergibt sich gerade daraus eine bessere Möglichkeit, Datentests und Mutationen weiter zu automatisieren (VAMP) und den Bearbeiter zu entlasten. Ausserdem sind Methoden zu finden, um die Daten entsprechend ihrer Wichtigkeit und Anwendungen unterschiedlich detailliert zu behandeln. Weniger die Datenerhebung als vielmehr die Datenbearbeitung muss dabei im Rahmen gehalten werden.

## 5. KRITISCHE ANMERKUNGEN

### Bedürfnisanalyse qualitativ-subjektiv

Der vorliegende Konzept-Vorschlag stützt sich auf Benutzerbedürfnisse, die sich aus Erfahrungen im täglichen Umgang mit Daten entwickelten. Deshalb sind qualitative und subjektive Einflüsse miteingeschlossen.

Die Festlegung der Stationsverteilung basiert z.B. beim klimatologischen oder synoptischen Netz auf einer Gliederung der Schweiz in Regionen mit Hilfe von Daten bereits bestehender Stationen. Bei der Beurteilung der repräsentativen Standorte in den einzelnen Regionen besteht die Tendenz, dass man wieder jene Messorte als repräsentativ auswählt, von welchen man bei der Betrachtung ausgegangen ist. Diese Abhängigkeit bei der Wahl kann nur mittels fundierter Kenntnisse über die systematischen Unterschiede zwischen verschiedenen Messbedingungen (z.B. Stationslage oder Exposition) gemässigt werden.

Die Benutzerbedürfnisse entwickeln sich ständig weiter. Auf vertraute Stationen und Messprogramme, welche zur Deckung früherer Bedürfnisse in Betrieb genommen wurden, wird aber später nur ungerne verzichtet. So werden beispielsweise für den Auskunftsdienst nach wie vor vollständige klimatologische Stationen in allen grösseren Städten gewünscht. Ein Journalist verlangt eben Luftdruckwerte aus seiner Stadt, ebenso brauchbare Werte aus der Umgebung interessieren ihn wenig. Auf diese Art und Weise werden Messnetze mit der Zeit dichter als notwendig; Daten könnten aber von weniger dichten Messnetzen mit gleicher Genauigkeit gewonnen werden.

### Einführung quantitativer Methoden

Es scheint deshalb interessant, das vorliegende Konzept zusätzlich durch Anwendung qualitativer Methoden zu ergänzen und damit nicht nur Stationen als ganze zu planen, sondern entsprechend der notwendigen Messdichte für einzelne meteorologische Elemente auch die Messprogramme zu überprüfen.

Solche Methoden fanden bisher vorwiegend im osteuropäischen Raum Verwendung (7). Entsprechend schwierig ist sprachlich ihre Erschliessung. Mit diesen Methoden wird die statistische Struktur der verschiedenen meteorologischen Felder und daraus die zulässige Distanz zwischen Messorten ermittelt. Grundlegend ist dabei die Forderung, dass der Fehler bei der Interpolation zwischen Punktwerten einen gewissen vorgegebenen und tolerierbaren Fehler nicht überschreiten soll.

Nach bereits vorliegenden Resultaten aus der Anwendung quantitativer Methoden lassen sich nach (8) bezüglich Stationsdichte drei Gruppen von Elementen unterscheiden:

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| a) Luftdruck (Terminwerte)       | } geeigneter mittlerer<br>Stationsabstand 150-200 km |
| Bodentemperaturen (Monatsmittel) |  |
| Sonnenscheindauer (Monatsmittel) |  |

- |   |   |  |
|---|---|--|
| b) Lufttemperaturen<br>(Terminwerte oder Tagesmittel)<br>Luftfeuchtigkeit<br>(Terminwerte oder Tagesmittel)<br>Windgeschwindigkeit<br>(Terminwerte oder Tagesmittel)<br>Gesamtbewölkung<br>(Terminwerte oder Tagesmittel) | } | geeigneter mittlerer<br>Stationsabstand 50-60 km |
| c) Niederschlag (Monatstotal)<br>Meteorolog. Phänomene<br>- z.B. Nebel, Gewitter -<br>(Monatstotal)   | } | geeigneter mittlerer<br>Stationsabstand 25-30 km |

Die angegebenen Stationsabstände gelten für flache Gebiete in Osteuropa und im asiatischen Raum unter der Voraussetzung, dass der mittlere Interpolationsfehler den mittleren Beobachtungsfehler (inkl. Einflüsse unterschiedlicher Topographie und verschiedenartigen Mikroklimas) nicht überschreitet.

Für das Gebirge und bei feinerer zeitlicher Auflösung der interpolierten Werte muss die Netzdichte grösser als angegeben sein. Die Anforderungen an die Netzdichte ändern zudem von einer geographischen Region zur andern. Die Zahlen sind deshalb nicht unbesehen auf schweizer Verhältnisse anwendbar.

Um wenigstens eine grobe Vorstellung über den Zusammenhang zwischen Stationsabstand und Interpolationsfehler in der Schweiz zu erhalten, wurde die in (8) beschriebene und in (9) benützte Methode auf die in der ETH-Datenbank abgelegten Daten von Stationen des Mittellandes angewandt. Aus den Elementengruppen a) bis c) wurde je ein Element untersucht.

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| a) Luftdruck<br>(Terminwert 0730h) | Monate Januar, April, Juli, Oktober<br>15 Stationen, Jahre 1961-1970   |
| b) Lufttemperatur<br>(Tagesmittel) | Auswahl des 3., 8., 13., 18., 23., 28. Tages<br>der entsprechenden Monate, 16 Stationen,<br>1961-1970                |
| c) Niederschlag<br>(Monatssumme)   | Winter (Dez.-Feb.), Frühling (März-Mai),<br>Sommer (Juni-Aug.), Herbst (Sept.-Nov.)<br>17 Stationen, Jahre 1961-1970 |

Die ermittelten Zusammenhänge zwischen Stationsabstand  $\ell$  und mittlerem Interpolationsfehler  $\sqrt{E}$  sind in Abb. 11-13, S. 56/57, dargestellt.

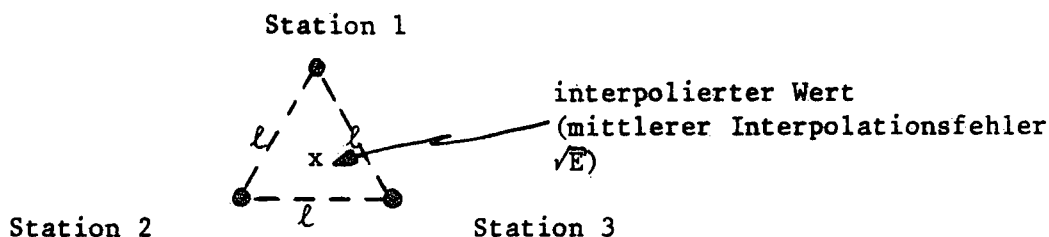


Abb. 11: Zusammenhang zwischen Stationsabstand  $l$  und mittlerem Interpolationsfehler  $\sqrt{E}$  für Luftdruck (Terminwert 7 h)

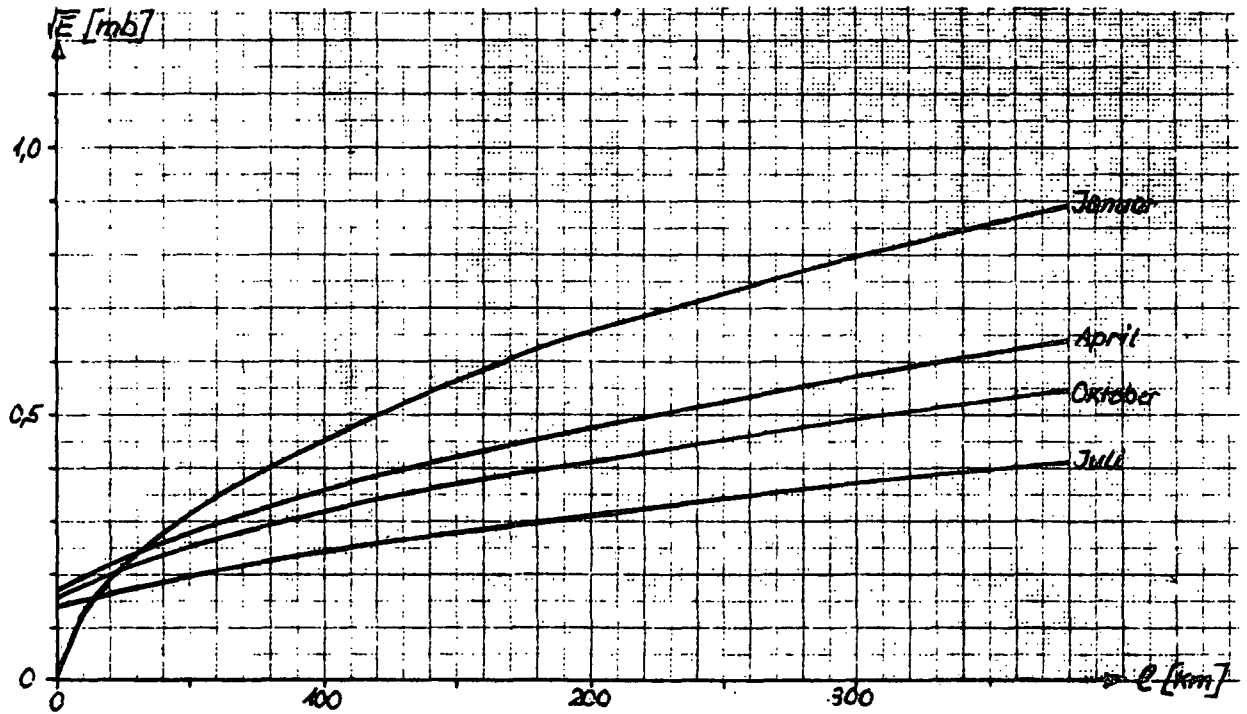


Abb. 12: Zusammenhang zwischen Stationsabstand  $l$  und mittlerem Interpolationsfehler  $\sqrt{E}$  für Lufttemperatur (Tagesmittel)

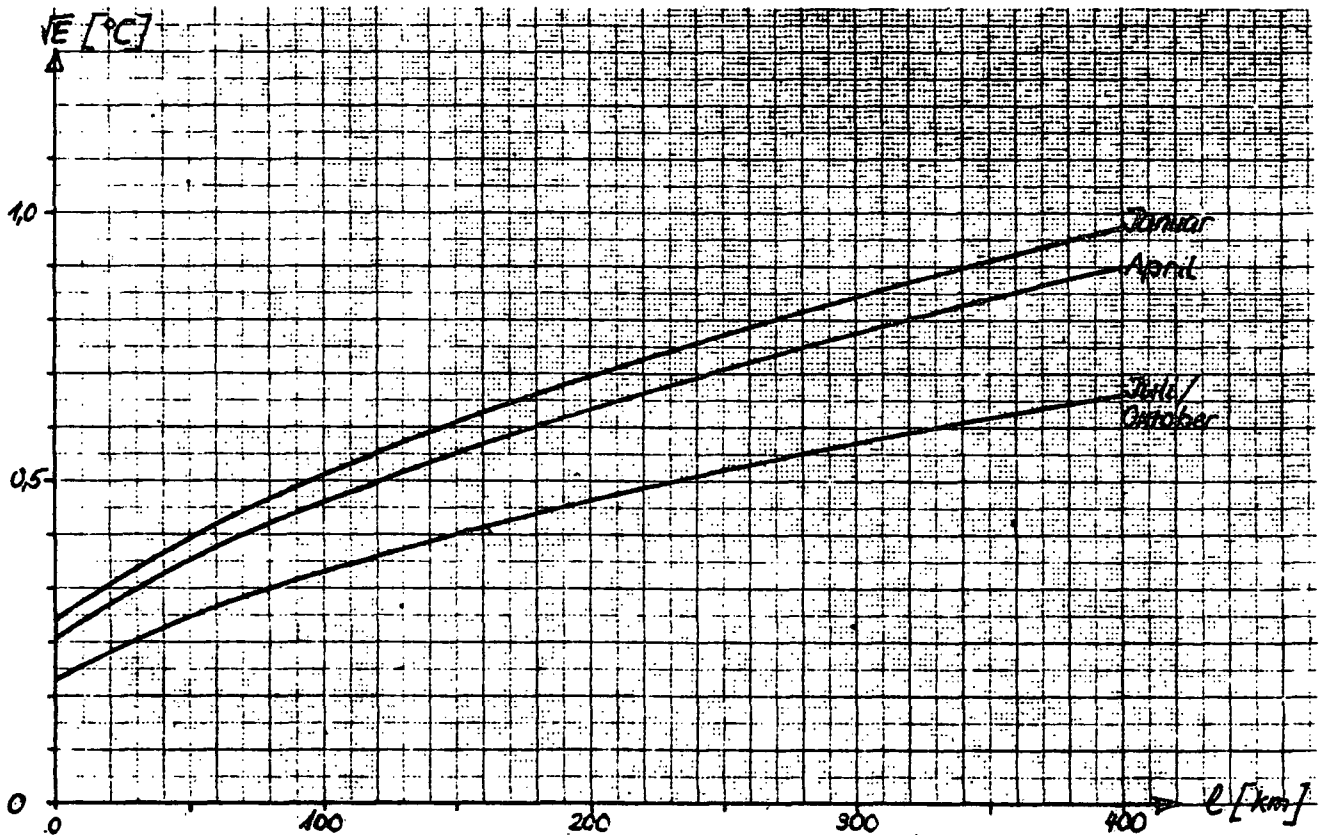
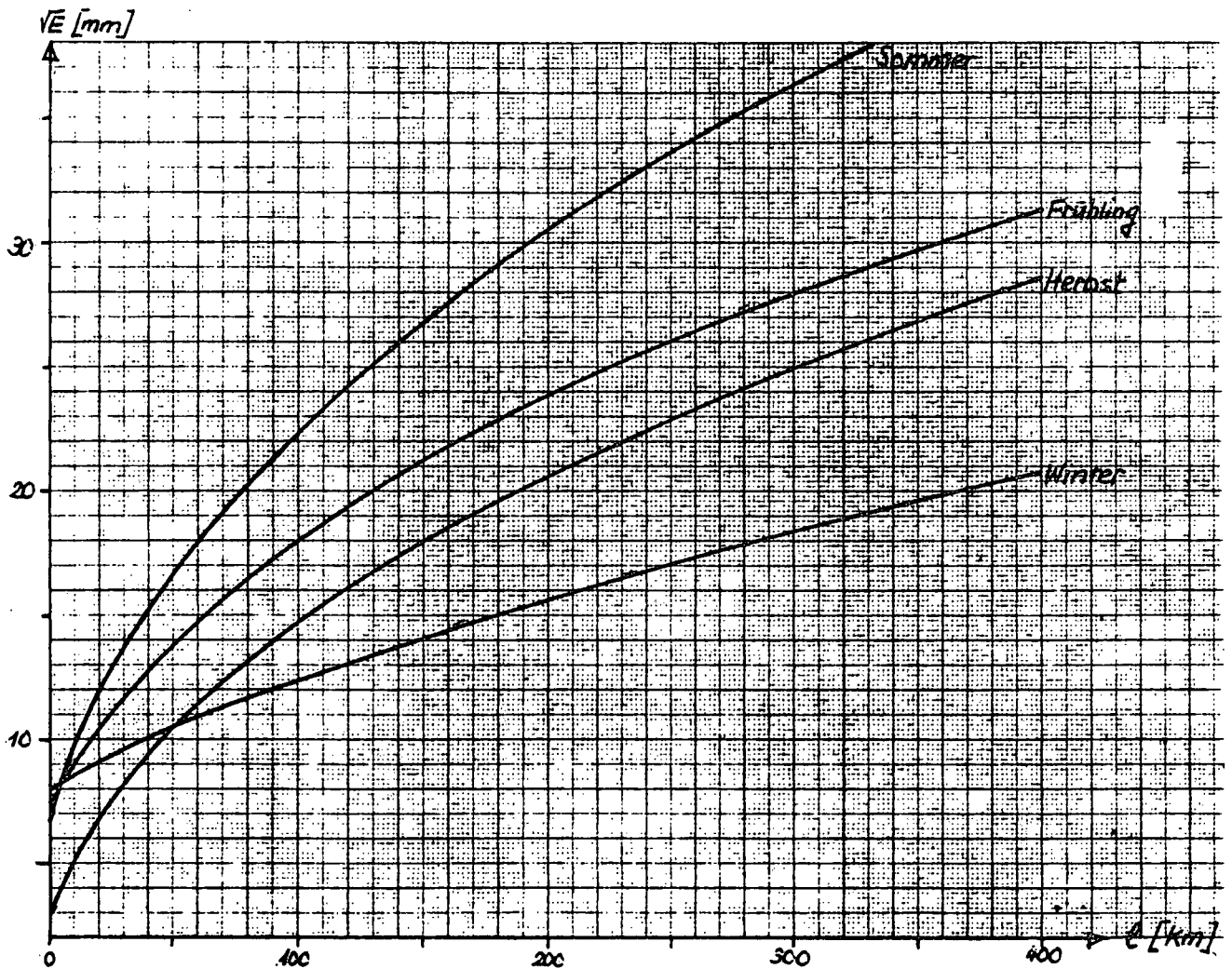


Abb. 13: Zusammenhang zwischen Stationsabstand  $l$  und mittlerem Interpolationsfehler  $\sqrt{E}$  für Niederschlag (Monatssumme)



Wie erwartet, nimmt die Interpolationsgenauigkeit mit zunehmendem Stationsabstand ab; jahreszeitlich sind aber teilweise deutliche Unterschiede feststellbar. Für die Netzplanung müssen die Resultate für die Jahreszeit mit grössten Anforderungen an die Netzdichte massgebend sein. Mit Hilfe der Abweichung des mittleren Interpolationsfehlers von 0 bei sehr geringem Stationsabstand kann der in der Daten enthaltene mittlere Beobachtungsfehler beurteilt werden. Während Interpolations- und Beobachtungsfehler bei den Uebergangsjahreszeiten eher eine Mittelstellung einnehmen, zeigen sie starke Unterschiede zwischen Sommer und Winter:

Niederschlag - Im Sommer stärkere Zunahme des Interpolationsfehlers mit der Distanz auf höhere Werte als im Winter. Ursache ist wahrscheinlich die grössere Häufigkeit lokaler Schauer im Sommer. Der Beobachtungsfehler ist jedoch im Winter eher grösser (ev. Messfehler bei Schneefall).

Lufttemperatur - Im Januar ist zur Erreichung einer bestimmten Interpolationsgenauigkeit ein dichteres Netz erforderlich als im Sommer.  
Beispiel: erwünschte Interpolationsgenauigkeit =  $0,5^{\circ}\text{C}$   
erforderlicher Stationsabstand, Januar 100 km  
Juli 230 km

Interpolations- und Beobachtungsfehler sind im Januar am grössten. Diese Tatsache ist vermutlich auf die starken Unterschiede der Standortklimate der einzelnen Stationen zurückzuführen (Inversionen). In den Tagesmitteltemperaturen der klimatologischen Stationen steckt offensichtlich ein Beobachtungsfehler von über  $0,3^{\circ}\text{C}$ . Eine grössere Genauigkeit kann deshalb auch bei Interpolationen nicht erwartet werden.

Luftdruck - Im April, Juli und Oktober ist der Interpolationsfehler nur in geringfügigem Masse abhängig von der Stationsdistanz.

Bei Elementen wie Niederschlag oder Verdunstung interessieren häufig nicht Werte an bestimmten Punkten, sondern Mittelwerte für ganze Gebiete. Der dargestellte Interpolationsfehler bezieht sich auf Punktwerte und nicht auf Gebietsmittelwerte. Um bei der Interpolation von Gebietsmittelwerten eine bestimmte Fehlergrösse nicht zu überschreiten, ist ein weniger dichtes Messnetz notwendig als bei der Interpolation von Punktwerten.

Für die Bedingung, dass der mittlere Interpolationsfehler den mittleren Beobachtungsfehler nicht überschreitet, erhält man - unter Berücksichtigung der Jahreszeit mit den grössten Anforderungen an die Netzdichte - folgende maximale Stationsabstände für Mittelland-Stationen:

Luftdruck (Terminwerte)*	ca. 90 km
Lufttemperatur (Tagesmittel)	ca. 110 km
Niederschlag (Monatssumme)	ca. 10 km

\*) Vernachlässigung des Januars, da nur ein sehr geringer Beobachtungsfehler erkennbar ist.

Die für das Mittelland ermittelten Stationsabstände stellen verglichen mit den Verhältnissen in Jura, Alpen und Alpensüdseite einen oberen Grenzwert dar. Die Stationsdistanzen müssen in topographisch



stärker gegliedertem Gelände geringer sein. Eine ähnliche Untersuchung der statistischen Struktur meteorologischer Felder ist aber z.B. für die Alpen wesentlich komplexer und kaum brauchbar, da die für das Mittelland vorausgesetzte Homogenität und Isotropie der Felder nicht erwartet werden kann.

Es wäre interessant, für alle meteorologischen Elemente die für den Datenbenützer erforderliche zeitliche Auflösung und Genauigkeit bei der Interpolation festzulegen. Zumindest für das Mittelland könnten mit der verwendeten Methode die entsprechen notwendigen Stationsdistanzen bestimmt und damit die Messprogramme der einzelnen Stationen angepasst werden.

Qualitative und subjektive Kriterien zur Beurteilung einer sinnvollen Stationsverteilung brauchen wegen dem komplexen Relief der Schweiz nicht schlechter zu sein als quantitative Aussagen. Die alleinige Anwendung von statistischen Methoden könnte sich sogar nachteilig auswirken auf die Verbesserung des Verständnisses der atmosphärischen Vorgänge und ihrer physikalischen Gesetze.

6. ZUKUNFTSPERSPEKTIVEN

Leitgedanke: Bis zu einer nächsten Neukonzeption der Beobachtungsnetze sollte keine weiteren 120 Jahre mehr zugewartet werden.

Der vorliegende Konzept-Vorschlag enthält eine Feinplanung bis Ende der achtziger Jahre. Einzelne notwendige Anpassungen sind laufend vorzunehmen. Die für die darauf folgenden Jahrzehnte skizzierte Netzentwicklung ist im Sinne einer Grobplanung zu verstehen.

Ein auf das vorliegende Grundkonzept abgestimmter erster Konzept-Entwurf für die 2. Automatisierungsphase sollte bis Ende 1983 vorliegen.

Eine erste grundlegende Revision des Konzeptes muss im Zusammenhang mit der Planung der AZEN-Erneuerung und einer eventuellen zweiten Phase der Netzautomatisierung ca. 1985/86 angestrebt werden.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- (1) Rauh, P., Die Wetterberichte der MZA, Arbeitsbericht MZA  
Nr. 52, 1975
- (2) OMM-No.49, Règlement Technique, 1975; Revision 1978
- (3) OMM-No.100, TP.44, Guide des pratiques climatologiques, 1960;  
Revision 1967
- (4) WMO-No.208, TP.108, Technical Note No.84, A Note on Climatolo-  
gical Normals, 1967
- (5) Landsberg, H.E. and Jacobs, W.C., Applied Climatology.  
Compendium of Meteorology, Ed. Thomas Malone, 1951.  
American Meteorological Society, pp. 976
- (6) WMO-No.168, Guide to Hydrological Practices, 1974<sup>3</sup>
- (7) Czelnai, R., Gandin, L.S., Zachariew, W.I., Statistische Struk-  
tur der meteorologischen Felder. Offizielle Veröffentlichungen des  
nationalen meteorologischen Dienstes, Bd XXL, Budapest 1976
- (8) Gandin, L.S., The Planning of Meteorological Station Networks.  
WMO-No.265, TP.149, Technical Note No.111, 1970
- (9) Gandin, L.S., Kagan, R.L., Tarakanova, V.P., Zur Frage der  
rationalen Planung des Beobachtungsnetzes der Lufttemperatur,  
Időjárás 72, 1968, S.269-278.

Anschrift des Autors

Gerhard Müller  
Schweizerische Meteorologische Anstalt  
Postfach  
CH-8044 Zürich

## Klimaregionen der Schweiz

- 1 OESTLICHER JURA
  - a) Juranordfuss
  - b) Juranordhang
  - c) Ajoie
- 2 WESTLICHER JURA
  - a) Freiberge
  - b) Becken von Delémont
  - c) Zentraler Teil
  - d) Hochtäler
  - e) Kamm
  - f) Südhang
- 3 NORDOESTLICHES MITTELLAND
  - a) Nordöstliches Mittelland i.e.S.
  - b) Töss-Bergland
- 4 ZENTRALES MITTELLAND
  - a) Zentrales Mittelland i.e.S.
  - b) Aare-/Reusstal
- 5 WESTLICHES MITTELLAND
  - a) Seen-Region
  - b) Waadtländer u. Freiburger Plateau
  - c) Jorat
  - d) Léman-Becken
- 6 OESTLICHER ALPENNORDHANG
  - a) Unteres Theintal
  - b) Toggenburg u. Appenzellerland
  - c) Walenseegebiet
  - d) Linthtal
- 7 ZENTRALER ALPENNORDHANG
  - a) Region Schwyz
  - b) Reusstal
  - c) Urserental
  - d) Engelbergertal
  - e) Sarnental
  - f) Napfgebiet
- 8 WESTLICHER ALPENNORDHANG
  - a) Voralpines Aaregebiet
  - b) Alpines Aaregebiet
  - c) Lüttschental
  - d) Kandertal
  - e) Simmental
  - f) Gebiet von Bulle
  - g) Saanegebiet
  - h) Gebiet von Diablerets
  - i) Rhoneebene
  - k) Gebiet um Val d'Illicz
- 9 NORD- UND MITTELLBUENDEN
  - a) Churer Rheintal
  - b) Prättigau u. Schanfigg
  - c) Gebiet von Davos/Bergün
  - d) Gebiet von Thusis
  - e) Kammmahes Gebiet Hinterrhein u. Gelgia
  - f) Vorderrhein
- 10 WALLIS
  - a) Südhang
  - b) Goms
  - c) Matter- u. Saasertal
  - d) Westlicher Nordhang
  - e) Obere Talsohle
  - f) Untere Talsohle
- 11 ENGADIN
  - a) Unterengadin
  - b) Münstertal
  - c) Oberengadin
- 12 ALPENSUEDSEITE
  - a) Oberes Puschlav
  - b) Bergell
  - c) Zentrales kammmahes Gebiet
  - d) Westliches kammmahes Gebiet
  - e) Unteres Puschlav
  - f) Sopraceneri
  - g) Sottoceneri
  - h) Mendrisiotto

## Prozentuale Flächenanteile für ganze Schweiz

Höhen- stufe \ Expos.	F	N	E	S	W	Tot.
0- 6	14	3	3	3	3	26
6-10	3	5	4	5	4	21
10-15	1	5	3	4	3	16
15-20	-	4	3	3	3	13
20-30	-	5	6	5	5	21
>30	-	1	1	-	1	3
Tot.	18	23	20	20	19	100

Legende

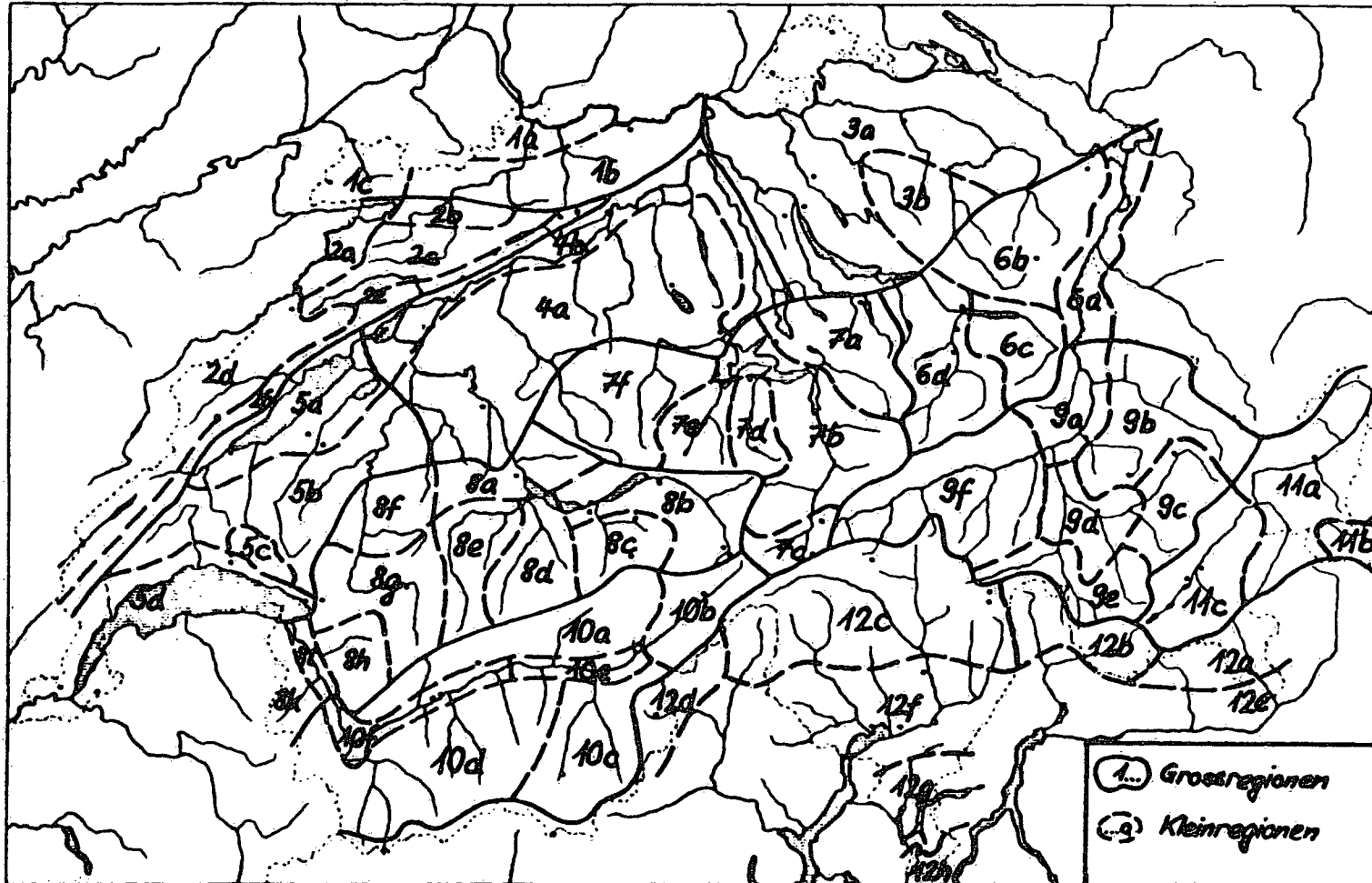
Geländeneigung:  $\leq 5\%$  flach F  
 $> 5\%$  Expos.NW/N N  
 Expos.NE/E E  
 Expos.SE/S S  
 Expos.SW/W W

Höhenstufe: Angabe in Hunderten  
 (Meter)

Quelle: Die Flächenangaben stammen aus dem Informationsraster des Bundesamtes für Statistik (BFS) (früher ORL-Hektarenraster). Sie wurden freundlicherweise von Herrn Grandjean vom BFS zur Verfügung gestellt. Die klimatologischen Grossregionen mussten aus Rechtecksflächen zusammengestellt werden. Entsprechend ergaben sich für die Höhen-/Expositions-/Flächenverteilungen der einzelnen Regionen nur Näherungswerte. Die Höhenstufen-Einteilung musste sich in höheren Bereichen nach der recht groben Klassenbreite der Flächendatei richten (z.B. nur Klassen 2000-3000 m ü.M. und >3000 m ü.M.)

Aus den Höhen-/Expositions-/Flächenverteilungen ergeben sich für die einzelnen Regionen folgende repräsentative Stationslagen:

<u>Region</u>	<u>Höhenlage</u>	<u>Exposition</u>
1	bis 600 m	flach, oder N bis NE
2	600-1500 m	N oder S
3	bis 600 m	flach
4	bis 600 m	"
5	bis 600 m	"
6	600-1500 m	Expos.- u. Höhenunterschiede wenig deutlich, am ehesten N
7	600-1500 m	" " " " " " " " "
8	1000-2000 m	" " " " " " " " "
9	1500-3000 m	keine Expos.Unterschiede, flache Gebiete kaum vertreten
10	2000-3000 m	" " " " " " " "
11	2000-3000 m	" " " " " " " "
12	1500-3000 m	" " " " " " " "



Klimaregionen der Schweiz (nach M. Schüepp und G. Gensler)

Flächenanteile (%) der Höhenstufen und Expositionen innerhalb der einzelnen Klimaregionen

1	F	N	E	S	W	Tot
0-6	27	20	15	12	13	87
6-10	2	4	2	4	1	13
10-15	/	/	/	/	/	/
15-20	/	/	/	/	/	/
20-30	/	/	/	/	/	/
> 30	/	/	/	/	/	/
Tot	29	24	17	16	14	100 (3%)

2	F	N	E	S	W	Tot
0-6	3	2	1	3	1	10
6-10	4	12	5	16	4	41
10-15	7	15	5	16	5	48
15-20	/	/	/	1	/	1
20-30	/	/	/	/	/	/
> 30	/	/	/	/	/	/
Tot	14	29	11	36	10	100 (7%)

3	F	N	E	S	W	Tot
0-6	41	9	8	8	9	75
6-10	3	7	5	5	5	25
10-15	/	/	/	/	/	/
15-20	/	/	/	/	/	/
20-30	/	/	/	/	/	/
> 30	/	/	/	/	/	/
Tot	44	16	13	13	14	100 (10%)

4	F	N	E	S	W	Tot
0-6	36	8	7	8	7	66
6-10	5	8	7	7	7	34
10-15	/	/	/	/	/	/
15-20	/	/	/	/	/	/
20-30	/	/	/	/	/	/
> 30	/	/	/	/	/	/
Tot	41	16	14	15	14	100 (10%)

5	F	N	E	S	W	Tot
0-6	41	5	4	6	4	60
6-10	13	7	5	7	6	38
10-15	/	/	1	1	/	2
15-20	/	/	/	/	/	/
20-30	/	/	/	/	/	/
> 30	/	/	/	/	/	/
Tot	54	12	10	14	10	100 (8%)

6	F	N	E	S	W	Tot
0-6	11	2	2	2	1	18
6-10	1	8	6	6	5	26
10-15	/	8	6	7	5	26
15-20	/	6	4	5	3	18
20-30	/	3	3	3	3	12
> 30	/	/	/	/	/	/
Tot	12	27	21	23	17	100 (6%)

7	F	N	E	S	W	Tot
0-6	6	2	1	1	1	11
6-10	2	7	5	5	6	25
10-15	1	9	6	6	6	28
15-20	/	6	3	5	3	17
20-30	/	3	4	5	6	18
> 30	/	/	/	/	1	1
Tot	9	27	19	22	23	100 (9%)

8	F	N	E	S	W	Tot
0-6	4	/	1	/	1	6
6-10	3	5	4	4	3	19
10-15	/	8	6	7	6	27
15-20	/	8	6	6	6	26
20-30	/	6	4	5	4	19
> 30	/	1	1	1	/	3
Tot	7	28	22	23	20	100 (12%)

9	F	N	E	S	W	Tot
0-6	2	/	/	/	/	2
6-10	/	2	2	2	2	8
10-15	/	4	4	5	4	17
15-20	/	7	7	7	7	28
20-30	/	11	12	11	11	45
> 30	/	/	/	/	/	/
Tot	2	24	25	25	24	100 (9%)

10	F	N	E	S	W	Tot
0-6	2	1	/	1	/	4
6-10	1	2	1	2	1	7
10-15	/	3	3	4	3	13
15-20	/	4	5	4	5	18
20-30	1	10	12	10	12	45
> 30	/	3	3	3	4	13
Tot	4	23	24	24	25	100 (10%)

11	F	N	E	S	W	Tot
0-6	/	/	/	/	/	/
6-10	/	/	/	/	/	/
10-15	/	1	1	2	0	4
15-20	1	5	4	6	4	20
20-30	/	17	20	17	19	73
> 30	/	1	1	/	1	3
Tot	1	24	26	25	24	100 (5%)

12	F	N	E	S	W	Tot
0-6	3	2	2	2	2	11
6-10	/	2	2	3	3	10
10-15	/	4	4	4	4	16
15-20	/	5	5	5	5	20
20-30	/	9	10	10	8	37
> 30	/	2	1	1	2	6
Tot	3	24	24	25	24	100 (10%)

In den Feldern unten rechts in den Tabellen sind in Klammern die gesamtschweizerischen Flächenanteile der einzelnen Regionen angegeben.

## Eignungsbewertung für klimatologische Referenzstationen

Region	Station	Sc	LÄ	Re	Ho	Zu	
1	Basel	18	9	6	3	0	
	Langenbruck	11	6	2	3	0	
	Rheinfelden	16	6	4	6	0	
2	Le Brassus	13	0	5	6	2	
	La Brévine	8	6	2	0	0	
	Chasseron/La Dôle	6	0	1	3	2	
	Chaumont	19	9	4	6	0	
	La Chaux-de-Fonds	25	9	5	9	2	
	Delémont	9	0	3	6	0	
	La Frétaz	7	0	2	3	2	
	Mont Soleil	14	3	5	6	0	
	3	Ennetbaden	10	6	4	0	0
Frauenfeld		16	9	5	0	2	
Hallau		20	9	2	9	0	
Heidenhaus		10	6	1	3	0	
Kreuzlingen/Güttingen		20	9	3	6	2	
Lohn		15	9	0	6	0	
Rapperswil		9	0	4	3	2	
Rorschach		12	6	3	3	0	
St. Gallen		11	9	2	0	0	
Schaffhausen		15	9	4	0	2	
Tänikon		9	0	4	3	2	
Uetliberg		5	0	2	3	0	
Wald/Wernetshausen		11	6	2	3	0	
Winterthur		15	9	4	0	2	
Zürich-Kloten		8	0	3	3	2	
Zürich-SMA		17	9	3	3	2	
4		Aarau	15	9	6	0	0
	Bern	19	9	5	3	2	
	Biel	8	0	5	3	0	
	Huttwil	6	0	1	3	2	
	Muri	12	9	1	0	2	
	Oeschberg	16	0	5	9	2	
	Olten	16	9	5	3	0	
	Wynau	8	0	3	3	2	
	5	Bourguillon/Fribourg	15	6	4	3	2
Châbles		6	0	3	3	0	
Changins		8	0	3	3	2	
Genève		18	9	4	3	2	
Lausanne/Pully		15	6	4	3	2	
Montreux		15	6	3	6	0	
Neuchâtel		24	9	4	9	2	
Orbe-Bochuz		5	0	2	3	0	
Payerne		9	0	4	3	2	
Signal de Bougy		6	0	1	3	2	
6	Altstätten	12	9	3	0	0	
	Ebnat	9	6	3	0	0	
	Elm	13	6	1	6	0	
	Glarus	14	9	3	0	2	
	Heiden	10	6	4	0	0	
	Säntis	14	6	0	6	2	
	Stein	7	0	4	3	0	
	Tiefeld	6	0	1	3	2	
	Vaduz	4	0	2	0	2	
	7	Altdorf	22	9	2	9	2
Andermatt		20	9	2	9	0	
Einsiedeln		23	9	3	9	2	
Engelberg		22	9	2	9	2	
Göschenen		9	6	1	0	2	
Gütsch		2	0	0	0	2	
Langnau		12	3	3	6	0	
Napf		3	0	3	0	0	
Oberiberg		14	6	2	6	0	
Rigi/Pilatus		13	9	2	0	2	
Sarnen		16	6	2	6	2	
Schwyz		14	9	3	0	2	
Waldwil		11	3	2	6	0	
8		Adelboden	12	3	6	3	0
	Beatenberg	21	9	3	9	0	
	Broc	3	0	1	0	2	
	Château d'Oex	4	3	1	0	0	
	Grimsel	12	9	1	0	2	
	Grindelwald	2	0	2	0	0	
	Guttamen	13	6	1	6	0	
	Interlaken	14	9	3	0	2	
	Jungfraujoch	5	0	0	3	2	
	Meiringen	20	6	3	9	2	
	Moléson	3	0	1	0	2	
	Monthey	5	0	3	0	2	
	Mürren	4	0	4	0	0	
	Plaffeien	2	0	2	0	0	
	Saanen	2	0	2	0	0	
Le Sépey/Leysin	14	6	5	0	0		
Thun	9	6	3	0	0		
9	Alvaneu	0	0	0	0	0	
	Arosa	12	6	3	1	2	
	Bad Ragaz	14	9	2	3	0	
	Bivio	1	0	1	0	0	
	Chur	14	9	3	0	2	
	Davos	18	9	5	2	2	
	Disentis	5	0	2	1	2	
	Schiers	6	3	1	0	2	
	Splügen/Hinterrhein	12	9	1	0	2	
	Vättis	7	6	1	0	0	
	Weissfluhjoch	5	0	2	1	2	
	10	Fey	1	0	1	0	0
		Grächen	15	9	3	3	0
		Grande Dixence	5	0	3	0	2
Mauvoisin		5	0	3	0	2	
Montana		8	3	5	0	0	
Reckingen/Ulrichen		13	9	2	0	2	
Ried		1	0	1	0	0	
Sion		23	9	3	9	2	
Turtmann		4	0	2	0	2	
Vernayaz		3	0	1	0	2	
Visp		5	0	3	0	2	
Saas/Zermatt		12	9	3	0	0	
11		Bever/St.Moritz/Samedan	24	9	4	9	2
	Buffalora	10	3	1	6	0	
	Sta Maria	8	3	2	3	0	
	Schuls	14	9	3	0	2	
	Sils	18	9	3	6	0	
12	Airolo/Piotta	13	9	2	0	2	
	Bellinzona	11	9	2	0	0	
	Bernina Hospis	13	6	2	3	2	
	Bosco Gurin	8	0	2	6	0	
	Comprovasco-Olivone	14	6	2	6	0	
	Gr. St. Bernard	20	9	2	9	0	
	Grono	7	6	1	0	0	
	Locarno-Magadino	7	0	2	3	2	
	Locarno-Muralto/Monti	14	6	3	3	2	
	Lugano	18	9	3	6	0	
	Monte Brè	10	3	2	3	2	
	Robbia	4	0	2	0	2	
	S. Bernadino	13	9	2	0	2	
Simplon	1	0	1	0	0		
Vicosoprano/Leobbia	5	3	0	0	2		

Legende: Sc Ergebnis Scoring  
LÄ Länge der Datenreihe  
Re Repräsentativität  
Ho Homogenität  
Zu Zukunftsaussichten



