



Schweizerische Meteorologische Anstalt
Institut suisse de météorologie
Istituto svizzero di meteorologia
Swiss Meteorological Institute

No. 181

KONZEPT NETZE 1993

Patrick Hächler, Daniel Wolf
Zürich

März 1995

Arbeitsberichte der SMA
Rapports de travail de l'ISM
Rapporti di lavoro dell'ISM
Working Reports of the SMI

© SMA, Publikationen, CH-8044 Zürich

Schweizerische Meteorologische Anstalt
Krähbühlstrasse 58, Postfach
CH-8044 Zürich

Tel. (01) 256 91 11, Fax (01) 256 92 78, Telex 81 73 73 met ch

Vorwort

Mit dem Aufbau von 115 automatischen Beobachtungsstationen im ANETZ und ENET erlebten die meteorologischen Messnetze der SMA Mitte siebziger bis neunziger Jahre einen einmaligen Entwicklungsschub. Konsolidierung, massvolle Ergänzung und benützergerechte Erschliessung dieser Messsysteme bilden nun die notwendigen Schwerpunkte im kommenden Jahrzehnt.

Die letzte umfassende Netzplanung SMA stammt aus dem Jahr 1980. Mit Planungshorizont Jahr 2000 leistete sie nach Inbetriebnahme ANETZ vor allem beim kompensierenden Abbau der konventionellen Netze gute Dienste, wurde aber mit Blick über die Jahrtausendwende hinweg erneuerungsbedürftig. Die Sektion Netze erhielt deshalb im Sommer 1990 von der Geschäftsleitung SMA den Auftrag, in Form eines neuen "Konzeptes Bodenbeobachtungsnetze" die Netzplanung an die heute erkennbaren Bedürfnisse und Möglichkeiten anzupassen.

Eines der wichtigen Ziele des "Konzept 1980" war die Reduktion der Beobachtungskosten. Die finanziellen Leitplanken für das vorliegende neue Konzept sind ungleich enger. Die Netze der SMA sind zu modernisieren und gleichzeitig die Entwicklung der realen Gesamtkosten - einschliesslich des personellen Eigenaufwandes SMA - zu stabilisieren. Diese Aufgabe war wegen den umfangreichen neuen Benützerbedürfnissen schwierig zu lösen. Sie ist aber in den Grundsätzen durch Einführung realistischer Zeitpläne und Fixierung vermehrt qualitativer Ziele gut gelungen. Detailanpassungen während der Bezugsperiode bleiben trotzdem möglich.

Das vorliegende Konzept wurde durch die Geschäftsleitung SMA am 15.11.93 genehmigt. Es dient nun als verbindliches Führungsinstrument bei der Tätigkeits- und Finanzplanung der SMA im Bereich Messsysteme und Daten.

Chef Abteilung Messsysteme und Daten

Gerhard Müller

Konzept Netze 93

Zusammenfassung

Das neue Konzept für die Bodenmessnetze der SMA (KN93) soll aufzeigen, nach welchen Kriterien die künftigen Messprogramme und -standorte zu planen sind. Gleichzeitig soll ein reales Nullwachstum als Randbedingung gesetzt werden und sind technische Neuerungen effizient miteinzubeziehen.

Aufgrund der durchgeführten Bedürfnisanalysen kann festgestellt werden, dass die vorhandenen Netze zwar unter manchen Gesichtspunkten immer noch voll genügen. Es ergeben sich aber doch klare Forderungen nach gezielten Verbesserungen:

- Straffung und Vereinheitlichung der Netze
- raschere Übermittlung der Daten der konventionellen Stationen
- automatische Datenerfassung
- mehr Flexibilität bei der Abgabe von Realtime-Daten

Das KN93 beinhaltet eine sparsame "schlanke" Grundvariante und eine massvolle optionale Variante. Die Realisierung der Grundvariante wird umgehend angegangen. Dabei ist bei jedem Planungsschritt zu beurteilen, ob nicht angepasste Teilbereiche der optionalen Variante gleichzeitig realisiert werden könnten. Der Massstab für den Entscheid wird nicht nur durch die Komplexität oder die Personalintensität des Projektes bestimmt, sondern z. B. auch durch die Chancen der zusätzlich verfügbaren Daten am Markt.

Neben vielen kleineren Schritten sind vier grössere Projekte geplant, welche die wichtigsten Zielsetzungen beinhalten:

- **Ferneingabesystem:**
Es soll eine Möglichkeit geschaffen werden, manuell ermittelte Daten unabhängig vom Stationstyp in einen zentralen Rechner einzuspeisen, wobei bereits vor der Eingabe grobe Tests durchgeführt werden sollen (93-96)
- **ENET 2:**
Das bestehende automatische Netz ENET soll durch zusätzliche Geber und neue Standorte gezielt erweitert werden, gleichzeitig ist die Informatik-Infrastruktur zu verbessern (94-97)
- **ANETZ 2:**
Das fünfzehnjährige ANETZ ist technologisch grundlegend zu erneuern, es soll durch automatisierte Klimastationen erweitert werden (97-05)
- **Aero-Automatisierung:**
Im Rahmen eines optionalen Projektes ist die automatische Erfassung von Wolken, Sicht und Wetter an 20-30 Standorten zu realisieren (01-06)

Damit werden die Hauptnetze der Zukunft ca. 150 automatische Stationen umfassen.

Andererseits werden zahlreiche konventionelle Wetterstationen mit zum Teil veralteter Ausrüstung aufgehoben. Gleichzeitig ist der Bedarf nach einem Stock (ein bis zwei Dutzend) von konventionellen Referenzstationen für die langfristige Klimaforschung sicherzustellen.

Das KN93 wurde durch die Geschäftsleitung der SMA am 15. November 1993 genehmigt und gilt ab sofort. Es stellt für die Sektion Netze das grundlegende Planungsinstrument für die nächsten Jahre dar. Seine Realisierbarkeit hängt wesentlich davon ab, wie sich die personelle und finanzielle Situation des Bundes entwickeln wird. Mitentscheidend dürfte aber auch sein, wie sich die Schweiz bzw. unser Wetterdienst ins europäische Umfeld integrieren wird.

Concept des réseaux 93

Résumé

Le nouveau concept des réseaux de mesures au sol de l'ISM (KN93) doit démontrer d'après quels critères les futurs programmes et emplacements de mesures sont à planifier. En même temps, une croissance réelle nulle doit être considérée comme condition limite et des innovations techniques sont à intégrer de manière efficiente.

Basé sur les analyses de besoin établies, on peut constater qu'à divers points de vue les réseaux actuels suffisent encore à notre entière satisfaction. Cependant, de nettes exigences d'améliorations sélectives en découlent:

- Rationalisation et unification des réseaux
- Transmission plus rapide des données par les stations conventionnelles
- Saisie automatique des données
- Plus grande flexibilité de sortie des données de temps réel

Le concept KN93 comprend une variante économique élançée et une option modérée. La réalisation de la variante de base est immédiatement entreprise. A chaque étape de planification, il faut juger si des domaines partiels de l'option seraient simultanément réalisables. Non seulement la complexité ou l'intensité en personnel de ce projet, mais aussi, par exemple, les chances de négociabilité de données supplémentaires dictent le barème de décision.

Outre de nombreux petits pas, quatre projets de plus grande envergure sont prévus. Leur buts principaux sont:

- **Système d'introduction des données à distance:**
Une possibilité d'entrer les données relevées manuellement, indépendamment du genre de station, dans un ordinateur central; toutefois des tests grossiers devront être effectués avant l'introduction des données (93-96)
- **ENET 2:**
Le réseau automatique existant devra être complété par de nouveaux capteurs et de nouveaux emplacements; en même temps, l'infrastructure informatique sera à améliorer (94-97)
- **ANETZ 2:**
La technologie du réseau ANETZ, en fonction depuis 15 ans, est à renouveler entièrement; des stations climatiques automatiques devront le compléter (97-05)
- **Aero-automatisation:**
Dans le cadre d'un projet en option, la détection automatique des nuages, de la visibilité et du temps à 20 - 30 emplacements est à réaliser (01-06)

Les futurs réseaux primaires comprendront donc environ 150 stations automatiques.

D'autre part, de nombreuses stations météorologiques conventionnelles disposant d'un équipement partiellement suranné seront mises hors de service. En même temps, l'approvisionnement d'un stock de stations conventionnelles de référence pour la recherche climatologique à long terme (une à deux douzaines) doit être assuré.

Le projet KN93 a été ratifié par la direction de l'ISM le 15 novembre 1993 et entre immédiatement en vigueur. Pour la section "réseaux", c'est l'instrument primordial de planification des prochaines années. Sa réalisation dépend principalement de l'évolution sur le plan personnel et financier de l'état. Cependant, le comportement de la Suisse, respectivement de notre service météorologique envers une intégration européenne pourrait également jouer un rôle décisif.

Concetto reti 93

Riassunto

Il nuovo concetto delle stazioni di misura al suolo dell'ISM (KN93) deve indicare con quali criteri pianificare i futuri programmi di misura e le ubicazioni delle stazioni. Contemporaneamente bisogna fissare dei limiti e, come condizione di base, una crescita zero; sono inoltre da includere in maniera efficiente le novità tecniche.

In base all'analisi effettuati sulle necessità, si può constatare che le reti esistenti, sotto certi aspetti, sono tuttora ampiamente sufficienti. Disponiamo tuttavia di chiare indicazioni per dei miglioramenti finalizzati:

- riduzione e standardizzazione delle reti
- trasmissione più rapida dei dati dalle stazioni convenzionali
- raccolta automatica dei dati
- maggiore flessibilità nella distribuzione di dati in tempo reale

Il KN93 contiene una variante di base molto economica e una variante opzionale più completa. La realizzazione della variante di base sarà effettuata senza indugi. Per contro, ad ogni passo di pianificazione, bisognerà valutare se non sia possibile realizzare contemporaneamente degli adattamenti parziali della variante opzionale. A determinare la decisione non sarà solo la complessità o l'incidenza a livello personale dell'intervento, ma anche per esempio la probabilità di mercato che avrebbero i dati ottenuti.

Oltre a molti piccoli passi, sono previsti quattro progetti maggiori che perseguono i seguenti importanti obiettivi:

- introduzione a distanza dei dati:
deve essere realizzata la possibilità di inserimento in un ordinatore centrale di dati manuali, indipendentemente dal tipo di stazione. Tuttavia, prima dell'inserimento, devono poter essere fatti dei test di plausibilità (93-96)
- ENET 2:
l'esistente rete automatica ENET deve essere ampliata con ulteriori sensori e nuovi posti di misura specifici.
Contemporaneamente è da migliorare l'infrastruttura informatica (94-97)
- ANETZ 2:
questa rete, che ha ormai 15 anni, è da rinnovare tecnologicamente e ampliata con nuove stazioni climatiche automatiche (97-05)
- Aero-automatizzazione:
nell'ambito di un progetto opzionale è previsto di rilevare automaticamente l'altezza delle nubi, la visibilità e il tempo in corso per circa 20-30 stazioni scelte (01-06)

Con ciò, in futuro le reti principali totalizzerebbero circa 150 stazioni automatiche.

D'altra parte, numerose stazioni convenzionali, con attrezzature in parte invecchiate, dovranno venir soppresse. Contemporaneamente vi è però l'esigenza di mantenere uno stock (una o due dozzine) di stazioni convenzionali quale referenza per garantire la ricerca climatica a lungo termine.

Il KN93 è stato approvato dalla direzione dell'ISM il 15 novembre 1993 e entra subito in vigore. Per la sezione reti, esso rappresenta l'istrumento pianificatorio di base per i prossimi anni. La sua realizzazione dipende però anche da come evolve la situazione del personale e finanziaria della Confederazione. Concorrerà alla decisione anche il modo con il quale la Svizzera, rispettivamente il nostro servizio previsioni, si integrerà nella Comunità europea.

Network Concept 93

Summary

The new concept for ground measuring networks of SMI (KN93) has to show the criterions, according to which future measuring programmes and stations must be planned. At the same time, a real zero growth should represent a boundary condition, and new technical aspects must be taken into account as well.

Based on analyses of requirements it can be stated that the existing networks can, indeed, as yet fully comply with the needs under several aspects. Nonetheless, it clearly results from these analyses that selective improvements are necessary:

- streamlining and homogenization of the networks
- more efficient data communication from conventional stations
- automatic data collection
- more flexibility concerning the delivery of real-time data

The KN93 concept includes an economic "light" basic variant as well as a moderate optional variant. The basic variant will immediately be carried out, whereby it has to be judged with each planning step whether a simultaneous implementation of non adapted sectors of the optional variant would be possible. The decision criterion is not only determined by the complexity of the project or its requiring of staff, but, for instance, equally by the chances of additional data in the market.

In addition to many smaller steps, four more important projects are scheduled, mainly aiming at:

- remote input system:
it should become possible to inject manually processed data into a central computer, independently from the station type, whereby rough tests should already be done before the input (93-96)
- ENET 2:
the existing automatic network ENET is scheduled to be selectively enlarged with further sensors and new stations (94-97); at the same time, the data processing infrastructure has to be improved
- ANETZ 2:
the technology of the fifteen years old ANETZ network must basically be renewed; it has to be amplified with automatic climatological stations (97-05)
- Aero-automatization: within the scope of an optional project automatic measuring of clouds, sight and weather have to be carried out at 20 to 30 sites (01-06)

Thus, future main networks will comprise about 150 automatic stations.

On the other hand, large numbers of conventional meteorological stations with partly obsolete equipment will be closed down. At the same time, the demand of a stock (one to two dozens) of conventional reference stations for long-range climatological research must be guaranteed.

The KN93 was adopted with prompt validity on November 15, 1993, by the direction of SMI. In respect of the network section it represents the basic planning instrument for the coming years. Its feasibility essentially depends on the development of the federal situation with regard to personnel and finances. On the other side, Switzerland's, respectively our meteorological service's kind of integration into the European framework might be decisive too.

| | | |
|--------|--|----|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 1.1 | Auftrag | 1 |
| 1.2 | Zielsetzung | 1 |
| 1.3 | Vorgehen | 2 |
| 1.4 | Frühere Konzepte..... | 3 |
| 2 | Die heutigen Netze | 4 |
| 2.1 | Ueberblick und Kurzbeschreibung..... | 4 |
| 2.1.1 | ANETZ..... | 4 |
| 2.1.2 | ENET | 4 |
| 2.1.3 | Konventionelles Klimanetz | 4 |
| 2.1.4 | Niederschlagsmessnetz | 4 |
| 2.1.5 | Totalisatoren..... | 4 |
| 2.1.6 | Stürmwarnnetz | 4 |
| 2.1.7 | AERO-Netz..... | 5 |
| 2.1.8 | METAR-Netz | 5 |
| 2.1.9 | Frostnetz..... | 5 |
| 2.1.10 | Allgemeine Phänologie..... | 5 |
| 2.1.11 | Spezielle Phänologie | 5 |
| 2.1.12 | Pollenmessnetz | 5 |
| 2.2 | Geographische Aspekte | 5 |
| 2.2.1 | Allgemeines | 5 |
| 2.2.2 | Ausgewählte Darstellungen zur dreidimensionalen Struktur der Netze | 6 |
| 2.3 | Betriebsaufwand | 6 |
| 2.4 | Probleme | 6 |
| 2.4.1 | Technik | 7 |
| 2.4.2 | Personelles..... | 7 |
| 2.4.3 | Finanzen..... | 8 |
| 3 | Forderungen der Datenbenützer | 9 |
| 3.1 | SMA-interne Bereiche | 9 |
| 3.1.1 | Wetterdienste (W)..... | 9 |
| 3.1.2 | Datenkontrolle und -auslieferung (DAT) | 10 |
| 3.1.3 | Agrarmeteorologie (AGB) | 10 |
| 3.1.4 | Umweltmeteorologie (ENV) | 11 |
| 3.1.5 | Klimaforschung (KLS)..... | 12 |
| 3.1.6 | Numerische Meteorologie (NUM) | 12 |
| 3.2 | Andere Bundesämter..... | 12 |
| 3.2.1 | Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) | 12 |
| 3.2.2 | Nationale Alarmzentrale (NAZ)..... | 12 |
| 3.2.3 | Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; Luftreinhaltung..... | 13 |
| 3.2.4 | Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; Landeshydrologie | 13 |
| 3.2.5 | Kommando Flieger- und Fliegerabwehrtruppen..... | 13 |
| 3.2.6 | Bundesamt für Landwirtschaft / Arbeitsgruppe Agrar- und Forstmeteorologie..... | 13 |
| 4 | Diskussion der Möglichkeiten | 14 |
| 4.1 | Randbedingungen zur Netzplanung | 14 |
| 4.1.1 | Personal | 14 |
| 4.1.2 | Finanzen..... | 14 |
| 4.1.3 | Kontinuität..... | 14 |
| 4.1.4 | Hoheitliche Verpflichtungen..... | 15 |
| 4.2 | Betrachtungen über Aufwand und Nutzen..... | 15 |
| 4.2.1 | Betriebs- und Betreuungsaufwand | 15 |
| 4.2.2 | Nutzen | 17 |
| 4.3 | Beziehungen zu andern Netzen auf nationaler Stufe | 18 |
| 4.3.1 | SLF-Netze | 18 |
| 4.3.2 | Militärflugplätze..... | 18 |
| 4.3.3 | NABEL..... | 18 |

| | | |
|---------|---|----|
| 5 | Das neue Netzkonzept | 19 |
| 5.1 | Allgemeines | 19 |
| 5.1.1 | Richtlinien | 19 |
| 5.1.2 | Variantenkonzept..... | 20 |
| 5.1.3 | Hauptprojekte | 20 |
| 5.1.4 | Entwicklung der einzelnen Netze..... | 21 |
| 5.1.4.1 | ANETZ..... | 21 |
| 5.1.4.2 | ENET | 22 |
| 5.1.4.3 | Konventionelles Klimanetz..... | 22 |
| 5.1.4.4 | Niederschlagsmessnetz..... | 23 |
| 5.1.4.5 | Totalisatoren | 24 |
| 5.1.4.6 | Frostnetz..... | 24 |
| 5.1.4.7 | AERO-Netz | 24 |
| 5.1.4.8 | Andere Bereiche | 25 |
| 5.2 | Hauptstationen..... | 25 |
| 5.2.1 | Referenzstationen..... | 25 |
| 5.2.2 | Synoptische Hauptstationen | 26 |
| 5.2.3 | Konventionelle Stationen | 26 |
| 5.3 | Darstellung nach Beobachtungs- bzw. Messgrößen..... | 27 |
| 5.3.1 | Augenbeobachtungen..... | 27 |
| 5.3.2 | Wind..... | 27 |
| 5.3.3 | Temperatur / Feuchte | 28 |
| 5.3.4 | Luftdruck | 28 |
| 5.3.5 | Niederschlag..... | 28 |
| 5.3.6 | Schnee..... | 28 |
| 5.3.7 | Grastemperatur..... | 28 |
| 5.3.8 | Globalstrahlung / Sonnenschein / Helligkeit | 28 |
| 5.3.9 | Blitze | 28 |
| 5.3.10 | Agrarmeteorologische Messungen | 29 |
| 5.3.11 | Radioaktivität | 29 |
| 5.4 | Weitere Aspekte | 29 |
| 5.4.1 | Redundante Messungen..... | 29 |
| 5.4.2 | Neue Messgrößen..... | 29 |
| 5.4.2.1 | Pyrgeometer | 29 |
| 5.4.2.2 | UV-B-Messung | 30 |
| 5.4.2.3 | Videokamera..... | 30 |
| 5.4.2.4 | Weitere Bereiche | 30 |
| 5.5 | Evaluation neuer Standorte | 31 |
| 5.5.1 | ENET 2 | 31 |
| 5.5.2 | Optionale Stationen | 31 |
| 5.6 | Aufzuhebende Standorte | 32 |
| 6 | Konsequenzen | 34 |
| 6.1 | Zusammenfassung nach Stationen | 34 |
| 6.2 | Einmalige Investitionen..... | 34 |
| 6.3 | Zusätzlicher Betriebsaufwand im Endausbau..... | 35 |
| 6.3.1 | Personelle Betreuung | 35 |
| 6.3.2 | Technische Betreuung..... | 35 |
| 6.3.3 | Finanzieller Bedarf..... | 36 |
| 7 | Schlussfolgerungen | 37 |
| 8 | Inhaltsverzeichnis des Anhangs: Karten und Listen | 39 |

1. Einleitung

1.1 Auftrag

Die Netzplanung braucht grundsätzlich Instrumente kurz-, mittel- und langfristiger Art. Mit dem "Konzept Netze 93" (KN 93) soll eine Arbeit vorgelegt werden, die festhält, wie Netze, Stationen und Messprogramme langfristig zu planen sind. Dies soll dann als Grundlage für die übliche Mittelfristplanung verwendet werden. Formell geht es darum, das „Konzept 1980“ von Gerhard Müller anzupassen, aufzudatieren und bis ca. ins Jahr 2005 weiterzuführen.

Es sind alle bestehenden Netze der SMA in die Analyse einzubeziehen. Die Bedürfnisse interner sowie externer Datenbenützer sind zu erfassen und nach Möglichkeit zu berücksichtigen. Internationale Verpflichtungen, z.B. im Rahmen der WMO oder ICAO setzen schliesslich Randbedingungen, die weitere Anforderungen zur Folge haben können.

Wichtige Ziele bestehen weiter darin, die aktuellen Netze an die technischen Gegebenheiten bezüglich Messgeräte, Übermittlung und Datenauswertung anzupassen. Eine sinnvolle Automatisierung ist anzustreben.

Die vorhandenen Mittel sind rationell einzusetzen, was eine weitergehende Standardisierung der Beobachtungs- und Messverfahren beinhaltet. Dabei ist den Randbedingungen personeller, finanzieller oder anderer Art Rechnung zu tragen.

Im Einzelnen sind u.a. Aspekte wie Bedarf an Augenbeobachtungen, zeitgemässe Besoldung der Beobachter, Datenübermittlung der konventionellen Stationen, Zukunft des ANETZ und des AERO-Netzes oder Eingliederung von Spezialmessungen in die offiziellen Netze zu bearbeiten.

1.2 Zielsetzung

Die laufende Tätigkeit der Sektion Netze wird nicht nur durch Planungsvorgaben, sondern auch durch die Vergangenheit mitbestimmt. Was trivial tönt, hat hier ein ganz besonderes Gewicht. Die Netze sind in jahrzehntelanger Aufbauarbeit entstanden, zahlreiche Leute haben mitgewirkt, und von Benutzerseite flossen unterschiedlichste, oft wechselnde Wünsche ein. Ausserdem setzte die Technik einerseits Grenzen der Machbarkeit, andererseits eröffnete sie Möglichkeiten, die nicht immer optimal genutzt werden konnten.

Es ist daher entscheidend, aufgrund des vorhandenen Potentials der Netze zu erkennen, was durch geschickte Nutzung der bereits erfassten Daten abgedeckt werden kann. Auch wenn grundlegend neue Bedürfnisse vorliegen, so muss versucht werden, mindestens teilweise innerhalb der bestehenden Strukturen Erweiterungen zu finden.

Ein Ziel des neuen Konzeptes ist es also auch, die bestehenden Netze so zu modifizieren, dass möglichst viele Anliegen realisiert werden können. Dies kommt zudem der Forderung entgegen, haushälterisch zu arbeiten.

Die Entwicklung des Stationsbestandes soll auf die längerfristigen Möglichkeiten der SMA abgestimmt werden. Insbesondere muss verhindert werden, dass neue Netze laufend mehr Personal erfordern. Es ist daher nützlich und für die Flexibilität förderlich, Prioritäten zu setzen. Das KN93 soll dies auf zwei Arten: einerseits durch die Erstellung eines groben Zeitplanes, andererseits durch die Festlegung von optionalen Zielen. Diese würden nur bei günstigen Randbedingungen oder durch Sachzwänge realisiert.

Eine Analyse der bisherigen Verwendung der Daten zeigt, dass gewisse Daten nur von einzelnen Benützern verwendet werden, obwohl mit wenig Aufwand der Komfort

für die Verwendung durch andere Benutzergruppen verbessert werden könnte. Es soll daher erleichtert werden, dass die Daten durch unterschiedlichste Anwender genutzt werden können.

Weil davon auszugehen ist, dass keineswegs alle Netze optimal bestückt sind, kann durch Erweiterungen des Messprogramms an bestehenden Stationen mit wenig Aufwand viel Ertrag geerntet werden. Durch die Neudefinition von Beobachtungs- und Messprogrammen ist gleichzeitig eine Annäherung an bestehende Programme anzustreben.

Die Entwicklung der Technik ermöglicht laufend neue Anwendungen oder schafft Wege, alte Anliegen endlich zu verwirklichen. Dies gilt nicht nur für Messverfahren, sondern auch für Übermittlung, Datenspeicherung und -bearbeitung. Die Automatisierung des konventionellen klimatologischen Netzes soll im Rahmen der Gesamtplanung hohe Priorität erhalten.

Generell hohes Gewicht muss das Anliegen der Rationalisierung haben. Wenn man davon ausgeht, dass bei gleichem Personalbestand und real stagnierenden Geldmitteln rasch zunehmende Daten umgesetzt werden sollen, so kann dies nur durch rationellere Abläufe und die Unterstützung durch die Informatik erreicht werden. Bei künftigen Projekten ist daher die Mitarbeit der Informatikabteilung bereits in der Frühphase zu sichern.

Die SMA als meteorologisches Bundesamt sollte zweifellos die Aufgabe übernehmen, Messbedürfnisse anderer Bundesämter im Bereich Meteorologie zu analysieren und laufend nach gemeinsamen Lösungen zu suchen. Ein Führungsanspruch, der erfahrungsgemäss nur schwer umgesetzt werden kann. Dadurch wären aber mit Sicherheit Synergie- und Spareffekte zu erreichen. Die Zusammenarbeit mit andern Körperschaften kann im Einzelfall Nutzen bringen. Sie überfordert uns aber, wenn sie auch auf der kommunalen Ebene erfolgen soll.

Was das KN93 nicht ist: eine Sammlung von Vorschriften, nach denen auf Jahre hinaus die Arbeit der betroffenen Bereiche im Detail geplant werden kann. Ausserdem sind zahlreiche Entscheide nicht unwiderruflich gefällt worden, sondern bedürfen zu gegebener Zeit einer detaillierten Überprüfung.

1.3 Vorgehen

Zuerst wurden grundsätzliche Fragen der Netzplanung formuliert und zusammen mit Vertretern wichtiger SMA-interner Bereiche diskutiert. So wurde beispielsweise erörtert, ob die Automatisierung grundsätzlich forciert werden soll, um die Augenbeobachtungen zu ersetzen. Es konnte in den meisten Punkten Konsens gefunden werden, sodass Richtlinien allgemeiner Art formuliert werden konnten.

In einer weiteren Phase wurden Wünsche und Vorstellungen nach Stationsstandorten und Messparametern der Zukunft zusammengetragen. Nach interner Diskussion wurde die gleiche Fragestellung auch an andere interessierte Bundesämter gerichtet.

Der Evaluation der Wünsche wurde sehr viel Zeit geopfert. In vielen Gesprächen, bilateral oder kollektiv, wurde versucht, die unterschiedlichen Wünsche zu kombinieren. Dabei zeigte sich, dass die Suche nach neuen interessanten Standorten recht schnell zu Erfolg und Konsens führt. Äusserst schwierig gestaltete sich die Suche nach Möglichkeiten, Stationen aufzuheben, Messverfahren anzupassen oder gar ganze Netze wegzurationalisieren. Dies behinderte die Suche nach Neuem beträchtlich, kann doch die Forderung nach Sparsamkeit mit dem überall feststellbaren Drang nach Expansion nur schlecht in Einklang gebracht werden. Dem Konsens wurde schliesslich grösseres Gewicht beigemessen als dem Wunsch nach Kreativität. Das hat nun aber zur Folge, dass der grosse Wurf ausgeblieben ist. Es handelt sich vielmehr um eine prag-

matistische Zusammenstellung der Hauptinteressen im Messbereich unter möglichst getreuer Wahrung des Bisherigen. Konservativität war Vater des KN93, nicht Genialität. Dies kann nun aber auch so interpretiert werden, dass die bisherigen Netze so schlecht nicht sind. Insgesamt kann sicher darauf hingewiesen werden, dass die Unzulänglichkeiten, deren es viele gibt, nicht durch die Netzstrukturen bedingt sind, sondern durch sehr viele spezielle Gegebenheiten. Es war daher das Ziel, gerade auch in diese Richtung Lösungsansätze aufzuzeigen.

Zum Schluss ging es darum, eine Fassung zu redigieren, die auch einem grösserem Interessentenkreis zugänglich gemacht werden kann. Aus praktischen Gründen wurde die nun vorliegende Form eines Arbeitsberichtes gewählt.

1.4 **Frühere Konzepte**

Ein erstes Konzept wurde 1861 erstellt. Damals ging es darum, Grundlagen für ein erstes gesamtschweizerisches Messnetz zu schaffen. Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft stellte es sich zur Aufgabe - auf Anregung des Eidgenössischen Statistischen Büros - , landesweit meteorologische Messungen aufzunehmen. Damit sollten die wenigen bereits vorhanden Wetterstationen durch ein Netz ergänzt werden, welches einen routinemässigen Betrieb gewährleisten sollte. Unter der Leitung von Prof. Mousson entstand innert weniger Monate eine Studie, die dieses erste Netz umfassend charakterisierte. Für die ganze Schweiz waren 80 Stationen geplant, in jedem Kanton mindestens eine, und immerhin 7 oberhalb von 2000 Metern Höhe. Täglich sollten 3 Beobachtungen gemacht werden (um 07, 13 und 21 Uhr Ortszeit), und bezüglich Mess- oder Beobachtungsgrössen einigte man sich auf Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeit, Windrichtung und -stärke, Regen- oder Schneemenge, Himmelsansicht, ausserordentliche Ereignisse und Vegetationsstadium. Die geschätzten Gesamtkosten für das Netz durch den Bund beliefen sich auf Fr. 14'000.-, dazu kamen aber noch beachtliche Leistungen durch die Kantone und die Naturforschende Gesellschaft.

Dieses Konzept wurde im Jahre 1863 mit geringen Aenderungen realisiert, das erste nationale Messnetz nahm seinen Betrieb auf.

Dieses Netz wurde im Laufe der Jahre stark erweitert. Bereits vor dem Ersten Weltkrieg versahen über 400 Stationen ihren Dienst. Zunehmend wurden auch unterschiedliche Stationstypen geschaffen, z. B. solche, die nur den Regen messen, oder Beobachtungsstationen für die Fliegerei.

Es ist dann über lange Zeit keine Arbeit bekannt, die sich grundlegend mit Fragen der Netzplanung befasste.

Ende 1980 wurde durch Gerhard Müller im Arbeitsbericht Nr. 93 der SMA ein später Nachfolger dieses ersten Konzeptes vorgelegt: "Die Beobachtungsnetze der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt, Konzept 1980". Aufgrund einer Analyse der Bedürfnisse der Datenbenützer wurden Zweck und Entwicklung jeder Station festgelegt. Als Perspektive erschien u.a. das jetzt in Realisierung stehende automatische Ergänzungsnetz "ENET". Damit sollten vor allem die konventionellen Klimastationen beträchtlich reduziert werden. Der zur Zeit sehr aktuelle Personalengpass im SMA-Bereich war damals kaum Gegenstand der Diskussion.

Heute kann gesagt werden, dass die kurzfristigen Ziele dieses Konzeptes erreicht worden sind. Bei den längerfristigen Planungszielen erfolgten die Realisierungsschritte teilweise langsamer als angenommen, zudem sind neue Aspekte dazugekommen. Aus diesem Grunde werden diverse Ueberlegungen des Konzeptes von 1980 auch jetzt wieder angestellt und die Folgerungen ins neue KN 93 eingebaut.

2. Die heutigen Netze

2.1 Ueberblick und Kurzbeschreibung

Es gibt nach wie vor zahlreiche Spezialstationen, die nicht in die üblichen nationalen Netze eingeordnet werden können (Radiosondenstation, Radarstationen, AMETIS-Netz usw.). Diese werden hier nicht vorgestellt.

Es gibt folgende operationellen Bodenmessnetze:

2.1.1 ANETZ

Das ANETZ ist das wichtigste Netz der SMA. An insgesamt 72 Standorten werden in allen Regionen und Höhenlagen der Schweiz bis zu 20 verschiedene Messgrössen pro Station generiert. Die Messungen werden alle 10 Minuten gespeichert und von der Zentrale abgefragt. An 51 Stationen werden an 3 - 8 Terminen pro Tag Augenbeobachtungen durchgeführt.

2.1.2 ENET

Das ENET ist das automatische Ergänzungsnetz zum ANETZ und wurde hauptsächlich als Sturmwarnnetz aufgebaut. Ein spezieller Stationstyp wurde in Zusammenarbeit mit dem SLF für das Gebirge entwickelt und erfasst spezifische Schneeparameter. An allen 43 Standorten werden Windmessungen durchgeführt, ein Teil der Stationen misst zusätzliche Parameter. An einer Station können maximal 10 verschiedene Geber angeschlossen werden. Gemessen wird wie im ANETZ im 10-Minuten-Rhythmus, die Daten werden aber nur einmal in der Stunde übermittelt. Bei Windstärken ab 25 und 40 Knoten werden ausserdem Alarme abgesetzt.

2.1.3 Konventionelles Klimanetz

An 54 Stationen werden die wichtigsten klimatologischen Grössen mit herkömmlichen Methoden, ergänzt durch Wetterbeobachtungen, an 3 Terminen pro Tag gemessen. Die meisten dieser Stationen befinden sich in erhöhter Lage oder in den Alpen. Teils werden die Meldungen sofort per Telefon oder Videotex an die SMA übermittelt, teils erst mit einigen Tagen Verzögerung.

2.1.4 Niederschlagsmessnetz

Das Niederschlagsmessnetz bildet das ausgedehnteste Netz mit regional zum Teil sehr hoher Stationsdichte. Täglich wird der Niederschlag (bzw. Wasserwert des Schnees) und vielerorts die Neu- und Gesamtschneemenge ermittelt. Am Ende des Monats werden die handschriftlichen Protokolle an die SMA geschickt.

2.1.5 Totalisatoren

Die Totalisatoren befinden sich fast ausschliesslich im Gebirge und schliessen die Lücken des Niederschlagsmessnetzes in kaum bewohnten Gebieten. Der Niederschlag wird über ein Jahr gesammelt. In der Regel im Spätsommer wird die Wassermenge gemessen und das Gerät entleert sowie neu beschickt.

2.1.6 Sturmwarnnetz

Das Sturmwarnnetz besteht aus veralteten automatische Stationen, die bei Windstärken ab 25 und 42 Knoten Alarme absetzen. Das Netz wird durch das ENET abgelöst und etwa Ende 1994 aufgehoben. Ausserdem bestehen noch ca. 20 Stationen, die den Wind mit konventionellen Schreibgeräten aufzeichnen. Sie dienen der nachträglichen Kontrolle des Windaufkommens.

2.1.7 AERO-Netz

Entlang der wichtigsten Sichtflugrouten werden fast ausschliesslich subjektiv bestimmbare Grössen (Wolken, Sicht, Wetter) an kritischen Standorten vom frühen Morgen bis am Nachmittag beobachtet.

2.1.8 METAR-Netz

Die grossen Flugplätze verlangen eine besonders intensive Wetterbeobachtung, zum Teil jede halbe Stunde. Der personelle und instrumentelle Aufwand richtet sich nach der Verordnung über die Zivilluftfahrt und ist nicht Gegenstand des KN 93. Es ergeben sich aber zahlreiche Berührungspunkte mit anderen Netzen.

2.1.9 Frostnetz

Die Messstellen des Frostwarnnetzes befinden sich in landwirtschaftlich wichtigen Gebieten. Die Parameter (Minimum-, Feuchttemperatur u.a.) werden während etwa zwei Monaten (ca. April - Mai) erfasst und helfen mit, Frostwarnungen zu erstellen und zu kontrollieren.

2.1.10 Allgemeine Phänologie

Das Phänologienetz dient der Beobachtung der Entwicklung verschiedener Pflanzenarten. Die verschiedenen Entwicklungsstadien der Vegetation werden festgehalten und zum Teil sofort, meist aber erst im Herbst gemeldet.

2.1.11 Spezielle Phänologie

In Zusammenarbeit mit den eidgenössischen Forschungsanstalten Wädenswil und Changins werden von den wichtigsten Obst- und Rebkulturen wöchentlich die detaillierten phänologischen Stadien erhoben. Diese Daten dienen zur Bestimmung der kritischen Temperaturen für die Frostwarnung sowie für den Pflanzenschutz.

2.1.12 Pollenmessnetz

Dieses jüngste Netz der SMA ist seit 1993 in Betrieb. Es liefert Information über den Pollenflug und bildet die Grundlage für den wöchentlichen Pollenbericht. Während der Monate Oktober bis Januar ist der Betrieb eingestellt.

2.2 Geographische Aspekte

2.2.1 Allgemeines

Betrachtet man die geographische Beschaffenheit der Schweiz, so ergeben sich für ein klimatologisch und meteorologisch optimal verteiltes Netz folgende Rahmenbedingungen:

- Horizontal sollten die Stationen möglichst regelmässig verteilt werden, und zwar so, dass jede der Klimahauptregionen (Anhang 1.1) repräsentativ vertreten ist.
- Die vertikale Ausdehnung der verschiedenen Regionen muss ebenfalls berücksichtigt werden, das heisst, die Höhenstufen in den verschiedenen Prognose- und Klimaregionen müssen möglichst repräsentativ vertreten sein.
- Die wirtschaftlich wichtigen Gebiete (Landwirtschaft, Industrie, Tourismus) sowie die Gebiete mit hoher Bevölkerungsdichte (Städte und ihre Agglomerationen) müssen speziell vertreten sein. Dabei sind generell Standorte mit hoher Repräsentativität vorzuziehen.
- Interessante Lokalklimate und Extremstandorte (Gipfellagen, Kaltluftseen, Windkanalisierung) sowie bedeutende Umweltbeobachtungsflächen sind ebenfalls zu berücksichtigen. Aus Kapazitätsgründen kann jedoch in unseren nationalen Netzen nicht jedes Lokalklima vertreten sein.

2.2.2 Ausgewählte Darstellungen zur dreidimensionalen Struktur der Netze

folgende Grafiken befinden sich im Anhang 2:

- Bevölkerungsverteilung der Schweiz in Funktion der Höhe
- Flächenverteilung in Funktion der Höhe
- ANETZ-Höhenverteilung
- Klimanetz-Höhenverteilung
- Niederschlagsmessnetz-Höhenverteilung
- Höhen-Längsschnitt durch die nördlichen Voralpen mit ANETZ-Stationen

2.3 Betriebsaufwand

Der gesamte Aufwand für den Netzbetrieb ist sehr schwer zu beurteilen. Er soll hier auch nicht umfassend und im Detail analysiert werden. Die ausgewählten Beispiele sollen jedoch Aufschluss über die wesentlichen Komponenten geben:

Beim **Personenaufwand** sind fast alle Bereiche der SMA beteiligt. Eine Abschätzung ergibt allein für das ANETZ folgende, nach Abteilungen gegliederte Stellenanteile:

| | |
|-----------|--------|
| Abt. E | 0,3 PE |
| Abt. I | 2,2 PE |
| Abt. M | 7,5 PE |
| Abt. W | 0,4 PE |
| Sektion S | 0,6 PE |

Total werden somit für die Betreuung des ANETZ 11 Personaleinheiten eingesetzt. Allenfalls könnten noch ca.4 Personaleinheiten dazugerechnet werden, welche für die Beobachtungen benötigt werden.

Von andern Bundesämtern (z.B. BAMF, BAGF, BLW) kommen mindestens 5 PE dazu, sodass sich der personelle Aufwand für das ANETZ ohne weiteres auf 20 PE veranschlagen lässt.

Der Betrieb der *konventionellen Netze* erfordert weit weniger Aufwand pro Station, dürfte aber auch etwa 10 PE erreichen.

Bei dieser Betrachtung wird nicht unterschieden, ob die Arbeit durch Etatpersonal der SMA oder über Dienstleistungskredite geleistet wird.

Der **finanzielle Aufwand** für alle Netze erreicht, soweit er nicht bereits über Personalkosten im obigen Abschnitt erfasst wurde, gemäss Rechnung 1992 etwa Fr. 1'500'000.- (z.B. Aufwand für Wartung, Ersatzmaterial, Infrastruktur, Übermittlung). Dazu sind schliesslich noch die Kosten für die Beobachtungen zu zählen, die insgesamt Fr. 1'400'000.- ausgemacht haben.

Für die Netzplanung wird es wichtig sein, sich Rechenschaft zu geben, in welchem Sinn und Ausmass sich alle diese Posten durch die vorgesehenen Änderungen entwickeln (s. 4.2).

Ausserhalb diese Betrachtungen gehören schliesslich auch noch die Aufwendungen für den Aufbau neuer Netze. Eine Grössenordnung liefert das in Realisierung stehende ENET, welches Gesamtkosten von rund Fr. 180'000.- pro Station auslöst.

2.4 Probleme

Zwar wird von den Benützern immer wieder bestätigt, dass unsere Netze ihren Dienst gut versehen: Die Hauptanforderungen gelten als erfüllt, der Komfort wird zum grossen Teil als hoch angesehen und die Betriebssicherheit ist hoch. Dennoch lassen sich unter verschiedensten Aspekten Schwachstellen orten.

2.4.1 Technik

In diversen Bereichen wirken sich technische Komponenten als Hindernis für eine rationelle Arbeit aus.

So ist festzustellen, dass zum Teil recht inhomogene Gerätesätze im Einsatz stehen. Dies erschwert nicht nur die Arbeit der technisch Beauftragten im Bereich Wartung und Reparatur, sondern auch der Beobachter, Instruktoren und Datenbearbeiter. Einzelne erstaunlich alte Systeme runden diesen Eindruck ab.

In einzelnen Bereichen werden bisherige Systeme durch neue Anforderungen zunehmend überflüssig gemacht. Beispielsweise waren Windregistrierungen bisher ein wesentliches Hilfsmittel, um Einzelaussagen über die Windspitzen aufgrund einer analogen Darstellung zu machen. Die Erfahrungen mit ANETZ und ENET zeigen, dass gerade für die Datenbearbeitung quasikontinuierliche digitale Werte eine Effizienzsteigerung bringen.

In den Netzen sind sehr unterschiedliche Mängel zu erwähnen, so etwa die mangelnde Flexibilität für eine Erweiterung des ANETZ, die sehr spezifische Programmierung der AZEN oder die bereits jetzt spürbare Beschränkung des ENET-Loggers.

Die Übermittlung muss ebenfalls angepasst werden. So ist etwa das bisherige Verfahren mit telefonischer Telegrammaufgabe nicht mehr optimal: Beobachter beklagen sich über lange Wartezeiten, und bezüglich Kosten gibt es wesentlich günstigere Möglichkeiten.

2.4.2 Personelles

Dass ein Betrieb mit weit über 1000 Mitarbeitern im Wetterbeobachtungsbereich viel Koordinationsarbeit erfordert, dürfte einleuchten. Wenn man sich überlegt, wieviele Mutationen bei durchschnittlich zwanzigjähriger Tätigkeit unserer Beobachter pro Zeiteinheit anfallen, so kommt man auf durchschnittlich einen Wechsel pro Woche. Dies löst verschiedene Arbeiten aus: Rekrutierung und administrative Erfassung eines neuen Beobachters sowie, je nach Situation, einen mehr oder weniger grossen Instruktionsaufwand.

Dabei zeigt sich, dass viele Kandidaten Bedenken haben, für uns zu arbeiten. Es werden sehr unterschiedliche Gründe angeführt:

- zu tiefe Entschädigung
- Unmöglichkeit der dauernden Präsenz
- nur kurze Arbeitsleistung
- unattraktive Arbeitszeit
- keine Aussicht auf Aushilfen
- Aufwand, um nur schon zur Beobachtung bereitzustehen (ohne Entschädigung)

Weitere Probleme, die sich vor allem aus unserer Sicht stellen:

- wenig Motivation, vor allem bei Leuten in grösseren Betrieben
- arbeitswillige Fans sind nur schwer zu finden
- grosse Gruppen sind unerwünscht, da der Einzelne zu wenig Übung erreicht
- in vielen Gruppen hat die Wetterbeobachtung einen geringen Stellenwert; man hat keine Zeit oder beauftragt den Tiefstqualifizierten
- wir haben zu wenig Personal, um die wünschbare Betreuung zu erbringen

Aus 2.4.1 und 2.4.2 ergibt sich ein beträchtlicher Druck in Richtung Automatisierung. Gewisse Daten sind einfacher zu verarbeiten, wenn sie kontinuierlich gemessen werden und schnell eintreffen. Ausserdem liefert der Automat auch dann Daten, wenn der Beobachter nicht verfügbar ist.

2.4.3 **Finanzen**

Der Finanzengpass des Bundes ist wohl hinreichend bekannt. Im Alltag der Netzbetreuung kann dies sehr verschiedene Auswirkungen haben:

- die Beobachterentschädigungen können nicht angemessen erhöht werden, obwohl die Minimalentschädigung, ein Stundenlohn entsprechend Lohnklasse 1, noch nicht überall erreicht wird.
- bei der Neurekrutierung von Beobachtern müssen sehr oft viel kostspieligere Verpflichtungen eingegangen werden, was die Budgetierung erschwert und den Spielraum für generelle Erhöhungen einengt.
- Geräte können nicht in optimaler Frist ersetzt werden.
- Lohnabgeltungen für einzelne Teilnehmer zentraler Kurse können zwar ausgerichtet werden, schaffen jedoch ein Konfliktpotential, da keinesfalls alle Beobachter davon profitieren können.
- die Automatisierung kann nur langsam vorwärts getrieben werden.

Diese Effekte gefährden natürlich den optimalen Betrieb der Netze. Daraus ergibt sich einmal mehr, dass die Langfristplanung einen Rahmen setzen muss, der die vorhandenen Mittel maximal zur Wirkung bringt.

3. Forderungen der Datenbenützer

3.1 SMA-interne Bereiche

3.1.1 Wetterdienste (W)

Aus Sicht W müssen die Netze sehr verschiedene Bedürfnisse abdecken.

Für den **allgemeinen Prognosedienst** gilt es, über den aktuellen Wetterzustand in den verschiedenen Regionen der Schweiz informiert zu sein. Das heisst, im Stundenraster - bei Gefahrensituationen wesentlich häufiger - müssen die wichtigsten Wetterelemente verfügbar sein. Dazu gehören auch Beobachtungen des Himmelzustandes. Die Daten werden ausserdem zur Kontrolle der Prognosen verwendet.

Beim **Flugwetterdienst** muss für die Zivilluftfahrt ein speziell diesen Bedürfnissen angepasstes Beobachtungsprogramm auf den Flugplätzen durchgeführt werden.

Für die allgemeine Fliegerei gilt es, auf den wichtigsten Flugrouten, speziell über den Alpen, Wolkenhöhe, Sichtverhältnisse, Wind und Wetter zu kennen. Für eine gute Abdeckung einer Flugroute sollte mindestens etwa alle 40 km eine Station plaziert werden, und die Beobachtung muss womöglich am neuralgischen Punkt erfolgen.

Daneben verlangen Wetterinformationen für **spezielle Benützer** spezifische Beobachtungen. So sind für den Sturmwarndienst kontinuierliche Windinformationen nötig. Im Vorfeld der Seen ist eine hohe Stationsdichte unumgänglich, damit die Warnungen eine genügende Sicherheit erreichen. Zum Schutz von Mensch und Gütern muss die Zugbahn von Gewittern mit den darin vorkommenden Winden, Hagel oder Starkniederschlägen bekannt sein.

Mit geringerer Auflösung werden die Luftdruckverhältnisse sowie die Temperatur und Feuchtigkeit (Kenntnis über die Stabilität der Luftmasse) verlangt.

Der Frostwarndienst verlangt spezielle Temperaturinformationen aus den wichtigen Landwirtschaftsgebieten.

Für die Beratung des Energiesektors (sowohl Energieproduktion wie -verbrauch) werden Daten über die Temperatur und den Wasserhaushalt benötigt.

Im Bereich des Verkehrs sind vor allem im Winter die Strassenunterhaltsdienste, aber auch die Strassenbenützer, auf Wetterinformationen angewiesen. Man denke besonders an die Sicherheit auf den zahlreichen höher gelegenen Verbindungsstrecken.

Die unter vielen Aspekten zunehmende Umweltbelastung erfordert vermehrt Beratung durch die Wetterdienste. Daher werden dringend Daten von Grundschichtstationen benötigt. Zudem sind laufend neue Bereiche zu erschliessen, z.B. die UV-Strahlung. In diese Gruppe gehört auch die Beratung der NAZ betreffend die Ausbreitung der Radioaktivität bei Störfällen.

Immer mehr werden zudem im Zusammenhang mit **Freizeitaktivitäten** meteorologische Daten verlangt: Der Tourismussektor wünscht hochaufgelöste regionale Informationen, darunter z.B. Angaben über Schnee- und Pistenzustand in den Wintersportorten. Sehr gross ist der Bedarf der Segler und Surfer betreffend Windinformationen auf den Seen, während die Ballonfahrer, Gleitschirm- und Deltapiloten den Wind in der Höhe kennen wollen.

Gerade in diesem letzten Bereich stecken vermutlich auch beträchtliche Möglichkeiten, zusätzliche Daten zu verkaufen.

3.1.2 Datenkontrolle und -auslieferung (DAT)

DAT hat folgende zwei Bedürfnisse an die Beobachtungsnetzplanung der Zukunft:

A. DAT ist verantwortlich, die für das laufende Monitoring der klimatologischen Verhältnisse notwendigen schweizerischen Informationen zu sammeln und aufzubereiten (für nationale und internationale Stellen). Dafür werden mindestens 20 qualitativ hochstehende Stationen benötigt.

Solche "klimatologische Referenzstationen" haben folgende Bedingungen zu erfüllen:

- die klimatologischen Regionen und die Höhenstufen der Schweiz abdecken
- während Jahrzehnten bis Jahrhunderten an unveränderter Lage beobachten und messen
- ausgezeichnete, langzeitstabile Messgeräte, wenn möglich redundant eingesetzt
- optimal durch die SMA betreut.

B. DAT hat für die verschiedensten Anwendungen in allen drei Wirtschaftssektoren und in allen Landesteilen Informationen über die Witterungs- und Klimaverhältnisse (aktuelle Messdaten, Klimareihen und Normalwerte) bereitzustellen. Für diesen Zweck werden Stationen in allen klimatologischen Subregionen und in allen Höhenstufen benötigt. Für die Messgrößen mit einer sehr grossen räumlichen Variabilität (Niederschlag und Wind) muss die Stationsdichte angepasst, d.h. vergrößert werden. Die Qualität solcher Stationen muss nicht ganz dem hohen Standard der klimatologischen Referenzstationen entsprechen.

Aus der Praxis kommen diverse weitere Forderungen:

- schnelle Übermittlung der Daten des konventionellen Netzes
- Stationen dürfen nur dann aufgehoben werden, wenn eine mindestens 30-jährige Messdauer erreicht wird, ausserdem sind kalendarische Jahrzehnte abzuschliessen (z.B. letztes Jahr = 1990)
- bei Verlegung oder Automatisierung einer Station ist eine angemessene Parallelmessung (bei Referenzstationen 3 Jahre) Bedingung
- etwa 5 Stationen, auf die Hauptregionen verteilt, sind konventionell weiterzubetreiben. Insbesondere gilt dies für die Messung der Sonnenscheindauer nach Campbell-Stokes
- infolge grosser Nachfrage im Auskunftsdienst ist in allen grösseren Agglomerationen eine automatische Station analog einer heutigen ASTA zu betreiben, ebenso in den wichtigsten Tourismusregionen sowie entlang der wichtigsten Verkehrsachsen.
- Augenbeobachtungen sind eventuell an weniger Orten als bisher, aber dafür mit guter Qualität zu erstellen Dies gilt an mindestens einer Station pro Klimaregion mit ausgedehntem Messprogramm und dazu an je einer Station pro Subregion mit kleinerem Programm.

3.1.3 Agrarmeteorologie (AGB)

Die AGB ist Netzbetreiber und -benützer gleichzeitig. Sie betont die Kontinuität im Bereich Netzbetrieb:

- möglichst wenig Wechsel infolge von Stationsverlegungen oder gar Aufhebungen
- die Betreuung des Phänologie-, Frost- und NAPOL-Netzes soll weiterhin durch Spezialisten der AGB erfolgen
- das Frostwarnnetz muss vorerst bestehen bleiben. Es kann erst dann automatisiert werden, wenn gewährleistet ist, dass die jetzigen Anwendungen ohne Qualitätseinbusse fortgesetzt werden können. Ausserdem braucht es unbedingt einige Stationen an extrem frostempfindliche Standorten

Allgemein ist eine optimale Betreuung der Stationen unerlässlich. Als wesentliche neue Forderung wird verlangt, dass die Daten der konventionellen Netze schneller verfügbar sein müssen, gibt es doch in der Landwirtschaft zunehmend direkte Verwendung von Meteodaten.

Weitere Forderungen:

- im Berner Seeland braucht es unbedingt eine agrarmeteorologische Station, ebenso im untersten Thurtal und wenn möglich im Wallis zwischen Sion und Martigny, bei Echallens, Muri (AG), Hinwil und im mittleren Thurtal
- die konventionellen agrarmeteorologischen Stationen sind zu automatisieren.
- im ENET sind an mehreren Standorten zusätzliche agrarmeteorologisch interessante Geber zu plazieren.

3.1.4 Umweltmeteorologie (ENV)

Zur Erfassung der Daten im oberen Bereich der Grundsicht wurde mit ENET ein neuer Stationstyp geschaffen: die Grundsichtstation / station de couche limite planétaire.

Ce nouveau type de station ENET a été introduit en premier lieu pour améliorer l'analyse en temps réel puis la prévision à très courte échéance des inversions de température et des écoulements des vents en relation avec la pollution de l'air à l'échelle régionale, en particulier le smog hivernal. Des améliorations des prestations de l'ISM sont aussi recherchées dans d'autres domaines pour lesquels la stratification des paramètres météorologiques dans la couche limite planétaire est déterminante: brouillards, écoulements et cisaillements du vent, etc. Ces stations doivent par ailleurs servir à des études spéciales de la couche limite planétaire.

Le sondage aérologique de Payerne, les stations ANETZ de versant et de montagne et celles des centrales nucléaires (mât de 70 à 110 m/sol), les stations AMETIS (autour de l'aéroport de Kloten) fournissent déjà différentes mesures indispensables, mais qui présentent des lacunes en terme de représentativité spatio-temporelle pour la couche limite planétaire (cadence de mesure, effet de sol, etc.). De manière idéale, les nouvelles mesures devraient être effectuées de manière continue à des altitudes comprises entre 800 et 1200 m/mer (sur le plateau), soit dans la couche des bas stratus hivernaux, à quelques centaines de mètres au-dessus des bas-fonds du bassin topographique concerné, ainsi qu'à plus de 100 mètres sur sol sur un sommet de colline dominante pour minimiser les effets locaux du relief. Elles doivent permettre de compléter le profil de température "pseudo-vertical" mesuré entre quelques stations proches situées à des altitudes différentes. Chacune de ces stations devrait servir de "référence" pour une grande région climatologique urbanisée et industrialisée. Il est clair que ces critères sont difficiles à satisfaire sans les nouvelles technologies de mesures à distance par "Wind and Temperature Profiler", qu'il est prévu d'introduire en Suisse dans les années 1996 à 2000.

Les très grandes antennes de transmission des PTT représentent déjà de nouvelles plates-formes de mesures intéressantes, puisqu'elles sont situées sur des promontoires et ont jusqu'à 250 mètres de hauteur, à des coûts raisonnables pour l'ISM puisque les PTT en assument la construction. En raison du petit nombre de ces antennes, des difficultés d'installation et des contraintes d'exploitation de capteurs météorologiques, seul un petit nombre de telles stations est envisageable.

Les paramètres mesurés en priorité sont le vent, la température et l'humidité au sommet de ces antennes, à l'extrémité d'une potence suffisamment longue pour obtenir des mesures représentatives en minimisant les effets perturbateurs des structures. Une station au sol à quelque distance du pied de l'antenne est prévue dans certains

cas, avec les mêmes paramètres qu'en son sommet. L'instrumentation de plusieurs niveaux intermédiaires n'est pas envisagée en raison des gros effets perturbateurs inévitables du corps de l'antenne.

Trois stations sont déjà en exploitation, et trois autres sont prévues ou réservées dans la planification du réseau ENET, sans qu'on ait déjà trouvé un site possible pour toutes. De manière générale, quatre stations sont prévues sur une transversale Lac Léman - Lac de Constance, dont 2 en service, une est en exploitation près de Bâle et une est prévue au Tessin. Ces stations seront à coordonner avec les futures stations de type "Profiler".

3.1.5 Klimaforschung (KLS)

Grundsätzlich verlangt KLS, dass das Stationsnetz alle Landesteile und Höhenlagen gleichmässig berücksichtigen muss. Bestehende Reihen sollten nicht gebrochen werden, auch nicht bezüglich der verwendeten Messmethoden. Dieses Gebot gilt insbesondere für Referenzstationen. Im Rahmen der aktuellen Forschung betreffend das Klima und dessen wahrscheinliche Änderung erhält diese Forderung zusätzliches Gewicht und wird auch durch die Empfehlungen der WMO unterstützt. Diverse Klimastationen sollten neu referenziert werden, um diesem Anliegen noch Gewicht zu verleihen. Alle Referenzstationen sind mit besonders grosser Sorgfalt zu pflegen.

Die allgemeine Forderung, konventionelle Stationen möglichst wenig zu automatisieren, bedeutet konkret, dass pro Klimaregion durchschnittlich etwa 2 Standorte im bisherigen Modus weiterbetrieben werden müssen, also total etwa 24. Falls jedoch Änderungen unumgänglich sind, so muss während 1-3 Jahren parallel gemessen werden.

Als neue Station wird Ilanz vorgeschlagen.

3.1.6 Numerische Meteorologie (NUM)

NUM braucht für die Initialisierung und Verifikation feinmaschiger Modelle sehr viele Druckmessungen. Dabei sind vertikale Profile über eine grosse Höhendifferenz bei möglichst geringer Entfernung von entscheidender Bedeutung (z.B. Interlaken-Männlichen-Jungfrauoch).

3.2 Andere Bundesämter

3.2.1 Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF)

Das SLF ist weiterhin auf die Daten der ANETZ-Höhenstationen GSB, JUN, MLS, GRH, GUE, PIL, SAE, COV und WFJ und natürlich auf die Gebirgsstationen des ENET angewiesen. Lücken sind für das SLF im mittleren Wallis, der Region SZ/GL und in Mittelbünden vorhanden. Wichtig sind vor allem Wind, Luftdruck, Neuschneemenge und Gesamtschneehöhe. Wünschenswert wäre auch die Einführung der Messung von Schneetemperaturen an den oben genannten Stationen.

3.2.2 Nationale Alarmzentrale (NAZ)

An 58 ANETZ-Standorten wird die Ortsdosisleistung mit den NADAM-Sonden gemessen. Zusätzliche Standorte sind nicht geplant. Mitte der 90er-Jahre soll die NADAM-Sonde abgelöst werden. Die neue Sonde benötigt vermutlich mehrere Parameter, was bei der Evaluation der neuen ASTA-Logger zu beachten ist. Für die Arbeit der NAZ wäre die Messung der Gesamtschneehöhe an allen mit einer NADAM-Sonde bestückten Stationen von Interesse.

3.2.3 Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: Luftreinhaltung

Das BUWAL ist - wie die SMA - daran interessiert, dass die NABEL-Stationen und die automatischen Netze der SMA näher zusammengeführt werden. Die NABEL-Stationen sind nach unseren Standards (mit Beratung der Sektion ENV) aufgestellt worden. Das BUWAL ist an der Messung der Strahlungsbilanz an allen ANETZ-Stationen sowie der Messung der UV-B-Strahlung an einigen ausgewählten Standorten interessiert.

3.2.4 Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: Landeshydrologie

Für die operationelle Abflussvorhersage hat die Landeshydrologie insbesondere an den Radardaten Interesse. Wünschbar wäre die automatische Messung des Wasseräquivalents der Schneedecke, der Schneehöhe, der Evapotranspiration von Lysimetern und der Evaporation von Verdunstungspfannen (Class-A-Pan). Aus hydrologischer Sicht kann auf die Messungen mit der Verdunstungswaage verzichtet werden. Ein wichtiges Anliegen der Landeshydrologie ist es, dass die langjährigen Reihen weitergeführt werden, insbesondere in den hydrologischen Untersuchungsgebieten.

3.2.5 Kommando Flieger- und Fliegerabwehrtruppen

Auf den Militärflugplätzen sollen ab 1995 automatische Stationen mit Bodensichtgeräten, Wolkenhöhenmessern, Anemometern sowie Baro-, Thermo- und Hygrometern aufgestellt werden. Im Moment ist geplant, die Stationen nur während der Betriebszeiten der Flugplätze laufen zu lassen. Der SMA sollten die Daten zur Verfügung stehen. Aus unserer Sicht wäre an einigen Standorten der Dauerbetrieb von Interesse. Mit den Daten könnten einige AERO-Stationen ersetzt werden.

3.2.6 Bundesamt für Landwirtschaft / Arbeitsgruppe Agrar- und Forstmeteorologie

Die Arbeitsgruppe Agrar- und Forstmeteorologie verlangt in einem im November 1991 an die SMA gerichteten Papier die Automatisierung der Stationen Fribourg-Posieux, Oeschberg, Langnau und Huttwil.

Zusätzlich sind an den bestehenden agrarmeteorologischen Stationen die Messung der 5cm- und der 50cm-Temperatur sowie neu der Bodenfeuchtigkeit und der Evapotranspiration gewünscht. Als unumgänglich wird die Verdichtung des bestehenden Niederschlagsmessnetzes mit automatischen Pluviometern bezeichnet.

In landwirtschaftlich wichtigen Regionen werden diverse neue Automaten gewünscht, die aber bereits unter AGB aufgeführt sind.

Als neuer Stationstyp wird eine forstmeteorologische Station gefordert. Diese sollte vor allem in mittleren Höhen- und Hanglagen plaziert werden. Dafür werden ca. 14 Standorte vorgeschlagen.

Sonst sind vom BLW keine Erweiterungswünsche formuliert worden. Die beim ANETZ bestehende Zusammenarbeit ist aber spätestens bei der ANETZ-Erneuerung neu zu definieren.

4. Diskussion der Möglichkeiten

Im vorigen Kapitel wird dargelegt, dass von seiten der Benutzer ausserordentlich zahlreiche und vielfältige Wünsche nach Stationen, Parametern, zeitlicher Auflösung und Komfort bestehen. Da unsere Möglichkeiten aber beschränkt sind, wird sofort klar, dass irgendwo auch Aufwand reduziert werden muss. Dies kann so geschehen, dass bestehende Stationen aufgehoben werden, bisherige Messprogramme reduziert oder auch Wünsche gestrichen werden. Im Folgenden soll aufgezeigt werden, wo der Planung Grenzen gesetzt sind, wie sich der Aufwand je nach Stationenanzahl in den verschiedenen Bereichen entwickelt und (ansatzweise), wie Nutzen erreicht oder vergrössert werden kann.

4.1 Randbedingungen zur Netzplanung

4.1.1 Personal

Der Bestand an Etatpersonal scheint auf Jahre hinaus blockiert zu sein oder droht gar zu schrumpfen. Eine allfällige Expansion ist somit nur über Dienstleistungsaufträge möglich. Solcherlei gibt es zur Zeit bereits, sei es durch eigens angestellte Leute oder durch Aufträge an andere Firmen, z.B. an Swisscontrol für die Wartung des Sturmwarnnetzes. Der Anspruch auf derartige Leistungen muss in Zukunft weiterhin vertreten oder gar verstärkt werden. Kaum Aussichten auf Mehrleistungen bestehen bei der Unterstützung durch das EMD, wir sind aber auf eine Fortdauer im jetzigen Umfang vital angewiesen. Der einzige Spielraum in Richtung grösserer Kapazitäten besteht bei der Wartung der Netze. Es ist sicher diskutabel, die Abstände des regelmässigen Unterhaltes beim ANETZ zu vergrössern oder grundsätzlich in Verbindung mit ohnehin fälligen Reparaturen durchzuführen. Im Vergleich zum Ausland könnte eine Reduktion dieses Aufwandes vertreten werden. Die hohe Betriebssicherheit des ANETZ darf aber keinesfalls aufs Spiel gesetzt werden.

Es wird angestrebt, in diesen Bereichen nach Möglichkeit Personal freizuspielen. Dies dürfte etwa im Umfang von knapp einer halben PE der Fall sein.

4.1.2 Finanzen

Die jetzigen Gegebenheiten erlauben im Bereich Investitionen wohl auch in Zukunft nicht nur eine laufende Anpassung, sondern auch eine langsame Umstrukturierung in Richtung Automatisierung. Dabei lohnt es sich zweifellos, mit andern Interessenten (wie etwa SLF beim ENET) zusammenzuspannen. Wachstum beinhaltet zu einem beträchtlichen Teil auch Expansion im qualitativen Bereich; es werden teurere Geräte eingesetzt, und auch die zentrale Infrastruktur in der Gestalt von Rechnern wird immer teurer.

Für den laufenden Unterhalt sind die Aufwendungen nahezu proportional zur Anzahl Stationen, wobei Automaten wesentlich höher ins Gewicht fallen als konventionelle Stationen. Dem steht aber ein zunehmendes Potential durch Datenverkauf entgegen. Ein reales Wachstum kann nur bei gleichzeitig stark benutzerorientierten Messprogrammen als realistisch angesehen werden.

4.1.3 Kontinuität

Was in über 100 Jahren gewachsen ist, darf nicht leichtfertig aufs Spiel gesetzt werden. Wir verfügen zum Teil über sehr lange und gute, homogene Messreihen. Bei diesen besteht ein Bedarf, die Kontinuität zu wahren und Änderungen nur in dringlichen Fällen durchzuführen. Aufgrund solcher Überlegungen wurden denn auch diverse Stationen referenziert. Für die weitere Planung bedeutet dies eine strenge Randbedingung, kann doch die Forderung nach weiterem konventionellem Betrieb am selben

Standort einem neueren Bedürfnis betreffend Standort und Messverfahren diametral entgegenstehen. Es muss daher versucht werden, beide Ansprüche zu gewichten und eine Optimierung anzustreben.

4.1.4 Hoheitliche Verpflichtungen

Die SMA hat als Bundesamt und nationaler Wetterdienst auch diverse Verpflichtungen gegenüber der WMO wahrzunehmen (SYNOP- und CLIMAT-Stationen). Für die Netze bedeutet dies im Bereich Standortevaluation kaum eine Einschränkung, da bereits mehr als genügend Stationen zur Verfügung stehen. Ein Beispiel: Synoptische Stationen mit vollem Messprogramm sollten nicht mehr als 250 km voneinander entfernt sein. Dies ergibt für die Schweiz eine einzige Station, wir haben aber zur Zeit deren 15. Dagegen kann die Erweiterung der Messprogramme zum Thema werden. Zurzeit werden Programme zur allgemeinen atmosphärischen Überwachung (GAW), für die Klimabeobachtung (GCOS), zur Ozonüberwachung (GO3OS), zur Strahlungsmessung (BSRN) und zur Beurteilung der Hintergrund-Luftverschmutzung (BAPMon) bearbeitet. Dies kann zur Folge haben, dass mindestens an einzelnen Standorten neue Parameter zu messen sind (z.B. BSRN: Payerne). Es ist aber kaum möglich, die Netzplanung auf diese Anforderungen abzustimmen.

Die SMA hat auch durch gesetzliche Verpflichtung den Auftrag, die meteorologischen Bereiche der ganzen Schweiz zu bearbeiten. Man könnte in Anlehnung zu andern Bereichen von gemeinwirtschaftlichen Leistungen sprechen. Dies kann zum Beispiel heissen, nicht nur in dicht besiedelten Gebieten, wo die Nachfrage nach Dienstleistungen gross ist, Wetterstationen zu betreiben. Auch in entlegenen Regionen muss ein Grundangebot geliefert werden, ohne dass der Nutzen allein als Begründung ausreicht. Beispiele lassen sich etwa im Bereich der Lawinenbeurteilung finden, die teurer Messinstallationen bedarf.

4.2 Betrachtungen über Aufwand und Nutzen

Hier soll spezifisch untersucht werden, welche Auswirkungen eine allfällige weitere Automatisierung auf den gesamten Betriebsaufwand nach sich zieht. Daher wird insbesondere der Personalaufwand für den Netzbetrieb detailliert und nach Netzen differenziert aufgeschlüsselt. Dies liefert die Grundlagen für eine Aufwandschätzung zum Betrieb künftiger Netze.

4.2.1 Betriebs- und Betreuungsaufwand

Die Kosten für den Betrieb unserer Stationen sind sehr verschieden. Die höchsten Werte werden im ANETZ erreicht, wo pro Station im Jahresdurchschnitt Fr. 25'000.- (inkl. Beobachterkosten) aufgewendet werden. Am günstigsten kommen Totalisatoren und Regenmessstationen, die pro Jahr ein paar hundert Franken kosten. Für einfachere Automaten vom Typ ESTA können etwa Fr. 6000.- bis 11'000.- eingesetzt werden.

Der personelle Aufwand für die technische Betreuung betrifft Leute aus den Sektionen INS, NET und WOL sowie vom BAMF Dübendorf und Emmen (in Zukunft auch Davos).

Es wird nun der Aufwand in Personaleinheiten (PE) für die ganzen Netzbereiche pro Jahr abgeschätzt (Unterhalt, Anpassungen, Reparaturen):

| | ANETZ | Konventionelle Netze | |
|--------------|------------|----------------------|----------------------------------|
| INS | 2,4 | 1,0 | |
| NET | 0,6 | 0,7 | |
| BAMF | 1,8 | 0,0 | |
| Total | 4,8 | 1,7 | davon: Niederschlagsmessnetz 0,4 |
| | | | Klimanetz 1,0 |
| | | | Totalisatoren 0,3 |

Der Personalaufwand für die technische Betreuung der übrigen Netze dürfte insgesamt weitere rund 0,5 PE erreichen, wird hier aber nicht im Einzelnen angeführt.

Dies ergibt in PE-% pro Station und Jahr:

| | |
|----------------|-----|
| ANETZ | 6,7 |
| Niederschlag | 0,1 |
| Klima | 2,0 |
| Totalisatoren | 0,4 |
| ENET geschätzt | 4,0 |

Ausserdem wird - wie erwähnt - durch Swisscontrol das Sturmwarnnetz betreut. Der entsprechende Aufwand dürfte bis und mit 1994 etwa in der Gegend von 1/4 PE liegen.

Der Aufwand für die personelle Betreuung betrifft Leute aus verschiedenen Sektionen der Abteilung W sowie aus der Sektion NET und AGB. Zur Zeit macht er für alle Netze etwa 3 PE aus, sollte aber zur besseren Betreuung der Beobachter bereits jetzt um etwa 1 PE aufgestockt werden. In der Annahme (s. Kapitel 5.3.1), dass der Aufwand nahezu unverändert bleibt, wird keine detaillierte Analyse angeführt. Bei allfälliger Aenderung von Beobachtungsprogrammen einzelner Stationsgruppen kann allerdings vorübergehend Mehraufwand entstehen, der nicht vernachlässigbar ist. So beanspruchen beispielsweise die Ausarbeitung einer neuen Beobachteranleitung, die Durchführung von entsprechenden Grundkursen und anfängliche Betreuung rund ein halbes Personaljahr.

Der Aufwand für die Datenbearbeitung wird fast ausschliesslich durch Sektion DAT getragen. Er erreicht nach Netzen etwa folgende Werte:

| | |
|-----------------|--|
| ANETZ | 2,5 PE% pro Station und Jahr |
| konv. Klimanetz | 1,9 |
| Niederschlag | 0,2 |
| Totalisatoren | 0,1 |
| ENET | 0,4 bis 1,4 je nach Grösse des Messprogramms |

Zusammen mit einzelnen weiteren Bereichen ergibt sich ein Jahresbedarf von nahezu 4 PE.

Der in Zukunft zu erwartende Aufwand richtet sich nach dem gewählten Szenario. Will man beispielsweise alle konventionellen Klimastationen durch Automaten vom Typ ESTA ersetzen, so ergibt sich folgende Aufwandbilanz:

Bereich Technik:

Netto werden rund 50 konventionelle Klimastationen durch 50 Automaten vom Typ ESTA ersetzt. Das verlangt 50x2% PE Mehraufwand, also +1PE

Bereich Personelle Betreuung

Die Augenbeobachtungen bleiben im wesentlichen erhalten. Der Aufwand nach der Umstellung ist etwa gleichbleibend

Bereich Datenbearbeitung

Selbst bei hoher Geberbestückung resultiert eine Reduktion um 50x0,6%, also -0,3 PE

Insgesamt bedeutet dies, dass z. B. bei einer Aufstockung um 6 Automaten sowie der vollständigen Automatisierung des konventionellen Klimanetzes eine PE zusätzlich benötigt wird. Dieser Mehrbedarf kann durch das Potential, das gemäss 4.1.1 voraussichtlich verfügbar wird, nicht abgedeckt werden.

4.2.2 Nutzen

Der Nutzen zusätzlicher Stationen oder Messgrössen ist äusserst schwierig abzuschätzen. Wenn man bedenkt, dass im ANETZ pro Jahr etwa 100 Millionen Einzeldaten ermittelt werden, so lässt sich leicht vermuten, dass zahlreiche davon kaum je angeschaut, geschweige denn einzeln verwendet werden. Andererseits werden grundsätzlich alle Zehnminutendaten zur Erzeugung abgeleiteter Grössen gebraucht. Diverse Anwendungen bedürfen eben stetiger Messung, um Nutzen zu bringen.

So ist z.B. eine erfolgreiche Sturmwarnung ohne laufende Messung des Windes nicht denkbar. Dies bedeutet nichts anderes, als dass zur Gewährleistung eines permanenten Sturmwarndienstes oft tagelang quasi nutzlos Daten produziert werden. Der allenfalls erfolgreiche Schutz von Leben oder Gütern kompensiert dies (volkswirtschaftlich betrachtet) mit bereits sehr wenigen Ereignissen. Eine kleine Rechnung soll aufzeigen, welche Auswirkungen das auf das Stationsnetz im Bereich Wind hat. Die typische Verlagerungsgeschwindigkeit einer Gewitterzelle oder einer Böenfront beträgt etwa 40km/Stunde. Eine gute Warnung sollte eine Stunde vor dem Ereignis ausgelöst werden. Dies erfordert für die laufende Windbeurteilung Stützpunkte, die mit hoher Sicherheit jede halbe Stunde Messwerte liefern. Bei einer Ausfallquote von durchschnittlich etwa 20%, bedingt durch meteorologische Besonderheiten und (seltenerweise) technische Pannen, verlangt dies ein Netz mit einer Maschenweite von 16 km. Bezogen auf die Nordhälfte der Schweiz, wo diese Warnungen verlangt werden, ergibt dies einen Bedarf von etwa 80 Stationen unterhalb von 800m. Es kommen nun aber noch Höhenstationen dazu sowie eine vielleicht etwas geringere Stationendichte in den Alpen. Daraus folgt, dass für die ganze Schweiz 150-200 Stationen nötig sind, um einen Betrieb von guter Standfestigkeit und entsprechendem Nutzen zu gewährleisten.

Ähnlich liegt es bei Lawinnenrisiken oder etwa beim Frostwarndienst. Auch in diesen Bereichen müssen seltene, aber oft grosse Schäden durch ein System im Dauerbetrieb vermindert werden.

Zunehmend werden auch Risiken beurteilt, die entweder langer oder hochaufgelöster Datenreihen bedürfen. Extremwerte müssen abgeschätzt werden, und dies bedingt ebenfalls quasikontinuierliche Aufzeichnungen.

Insgesamt lässt sich bereits heute aus dem vorhandenen Potential grosser Nutzen schöpfen, der den Aufwand mit Sicherheit übersteigt. Verfeinerte Anforderungen und das Potential in neuen Marktbereichen lassen für die Zukunft eine schrittweise Erweiterung und Automatisierung als richtig und vertretbar erscheinen.

4.3 Beziehungen zu andern Netzen auf nationaler Stufe

Es lassen sich lediglich drei Bereiche ausfindig machen, die über Netze oder netzähnliche Strukturen verfügen und die eine genügende Verwandtschaft zur Meteorologie aufweisen: das SLF mit dem Schnee- und Lawinenbeobachtungsnetz, das BAMF mit den Militärflugplätzen und das BUWAL mit dem NABEL. Generell wird anzustreben sein, bei neuen Projekten mit verwandten Bundesämtern Verbindung aufzunehmen, um allenfalls gleichartige Ziele gemeinsam zu erreichen. In Einzelfällen lohnt sich auch die Zusammenarbeit mit Kantonen oder andern Körperschaften, wie dies ja bereits jetzt teilweise der Fall ist.

4.3.1 SLF-Netze

Das SLF misst an 74 Vergleichsstationen täglich Lufttemperatur, Neu- und Gesamtschneehöhe sowie weitere Grössen. Die Daten stehen in der SMA bereits jetzt in Echtzeit zur Verfügung und werden auch genutzt. Für die Netzplanung ergibt sich die Möglichkeit, an einzelnen Standorten, an denen dies nicht ohnehin schon der Fall ist, mit dem SLF zusammenzuspannen. Auf die Standortoptimierung hat dies allerdings kaum Einfluss.

4.3.2 Militärflugplätze

Das BAMF verfügt an 14 Standorten über Flugplätze, die für den Trainings- und Einsatzfall vorgesehen sind. Sie werden durch ziviles Personal betrieben. Für Ernstfalleinsätze gelten spezielle Regelungen, die bei der Netzplanung nicht berücksichtigt werden können.

Für den Trainings- bzw. Normalfall ergeben sich einige Berührungspunkte. Zur Zeit werden an praktisch allen Standorten werktags während den üblichen Arbeitszeiten Wettermeldungen erstellt, die unseren METAR-Meldungen verwandt sind. Diese werden im Wetterdienst genutzt.

Für die Zukunft bestehen Pläne, auf den erwähnten Flugplätzen automatische Systeme einzuführen, die z. B. die Wolkenhöhe und Sicht bestimmen. Dies kommt in vielen Gebieten unserem Bestreben entgegen, Angaben für die Sichtfliegerei oder zusätzliche Wetterdaten in der Nacht zu erhalten. Diese Aktivitäten des BAMF werden durch den Beauftragten des Koordinierten Wetterdienstes beobachtet. Bei der Modernisierung des AERO-Netzes wird sich Gelegenheit bieten, die Nutzung dieses Potentials zu prüfen. Erschwerend dürfte sich jedoch auswirken, dass das Betriebskonzept auf die werktäglichen Arbeitszeiten ausgelegt wird.

4.3.3 NABEL

Das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL) weist die grösste Affinität zu unseren Netzen auf. Es dient zwar in erster Linie der Überwachung der Luftfremdstoffe, erfasst aber auch diverse Meteodaten. Die Standorte sind teilweise identisch mit denen des ANETZ, zum Teil sind sie ein paar Kilometer davon entfernt, sodass nur an wenigen Orten (z.B. Chaumont, Rigi) die Möglichkeit besteht, Messbedürfnisse unsererseits durch das NABEL abzudecken. Die Integration der NABEL-Daten in unsere Datenbank wird zur Zeit geprüft. Im Hinblick auf die Netzplanung wird sich wohl bei der ANETZ-Ablöseplanung die beste Gelegenheit bieten, die Zusammenarbeit enger zu gestalten.

5. Das neue Netzkonzept

5.1 Allgemeines

5.1.1 Richtlinien

1. Die Planung KN93 erstreckt sich bis etwa ins Jahr 2005. Sie ist Grundlage für die jährlich anzupassende Mittelfristplanung und muss jeweils nach Kriterien des Bedarfs und der Wirtschaftlichkeit angepasst werden.
2. Im Interesse der Rationalisierung müssen die Codes schrittweise vereinfacht und vereinheitlicht werden. Insbesondere muss eine Annäherung der Klimabeobachtung an die Synopbeobachtung angestrebt werden.
3. Die Gesamtzahl der Wetterstationen wird nur unwesentlich verändert.
4. Augenbeobachtungen bleiben eine wichtige Komponente der Wettererfassung. Sie können nur unter besonderen Bedingungen aufgegeben werden (z.B. AMETIS 2, Automatisierung AERO-NETZ, Einsatz einer Kamera).
5. Es werden Stationen hoher Wichtigkeit definiert: Referenzstationen, Synoptische Hauptstationen und permanente konventionelle Stationen.
6. Messbare Grössen werden nur noch instrumentell erfasst und in den Hauptnetzen sukzessive automatisiert (ausgenommen die permanenten konventionellen Stationen).
7. Alle gemessenen und beobachteten Grössen werden kontrolliert, dokumentiert und gespeichert; Ausnahmen sind zu vermeiden.
8. Spezialstationen werden überprüft und womöglich in andere Netze eingebaut oder aufgehoben.
9. Aufgrund des Messprogramms einer Station ergibt sich folgende Einteilung nach Komplexität:
 1. Wind, Regen, "kleine" Augenbeobachtung (z.B. AERO, Phäno)
können als Einzelparameter vorkommen
 2. T, P, U, Sonne, Globalstrahlung, Schnee (z.B. ESTAs)
kommen nur vor, wenn mindestens ein Element von 9.1 vorhanden ist
 3. übrige Parameter (Hauptsynopstationen, Referenzstationen)
falls die meisten Elemente von 9.1 und 9.2 vorhanden sind zusätzlich Augenbeobachtung nach Synop- oder Klimacode
10. Alle Regionen der Schweiz sind möglichst gleich zu berücksichtigen. Die Gewichtung richtet sich nach:
 - klimatologischen Regionen
 - Bevölkerungsverteilung
 - Flächenverteilung
 - Höhenstufen
 - Nachfrage nach Daten
 - landwirtschaftlicher Bedeutung
 - Tourismus-Frequenzen
 - grössere Flughäfen
 - Bedeutung als Extremstandort (nach verschiedenen Kriterien)

(Reihenfolge zufällig)

Als Entscheidungskriterium soll gelten, dass Messlücken aufgrund eines einzelnen Kriteriums dann gefüllt werden müssen, wenn sie mindestens eineinhalb mal so gross sind wie der Landesdurchschnitt der entsprechenden Stationsabstände.

So ergibt sich beispielsweise bei 100 automatischen Windmessungen in der Schweiz eine solche auf 68'000 Einwohner. Eine Agglomeration, die mindestens 102'000 Einwohner zählt und über keine Windmessung verfügt, muss also mit einem solchen Geber dotiert werden.

11. Alle Daten sollen nach Möglichkeit mehrfach genutzt werden. Insbesondere sind Doppelnutzungen durch Wetterdienst und Klimatologie anzustreben.
12. Der Wirkungsradius ist spezifisch für jede Messgrösse. Für den Wind ergab sich nach 4.2.2 eine anzustrebende Maschenweite von 16 km, für Luftdruck oder Temperatur genügen wegen der geringeren Variabilität 20-30 km.

5.1.2 Variantenkonzept

Das Dilemma zwischen beträchtlichem Bedarf nach technischer Aufrüstung und neuen Wetterstationen einerseits und den bekannten Randbedingungen finanzieller und personeller Art andererseits erscheint auf den ersten Blick unüberwindbar.

Es wurde daher eine Hauptvariante ausgearbeitet, die ein generelles Nullwachstum beinhaltet. Das wurde so gehandhabt, dass in keinem der Betreuungsbereiche der Netze eine Aufstockung im personellen Bereich nötig ist.

Am stärksten würde der technische Unterhalt der Netze von einer Erweiterung betroffen. Jede zusätzliche einfache automatische Station löst nämlich einen Mehraufwand von ca. 4 PE% aus. Dies bedeutet, dass das Automatisierungsvolumen entsprechend begrenzt werden muss. Für die Beobachterbetreuung und die Datenkontrolle ergibt sich dadurch ein leicht sinkender Aufwand. Unter diesen Bedingungen wird im Folgenden eine entsprechende schlanke Variante vorgestellt. Die optionale Variante mit einer umfangreicheren Automatisierung wird auch aus 5.5 ersichtlich. Sie enthält ausserdem eine Automatisierung des AERO-Netzes.

Über die Realisierung der optionalen Stationen beim ENET 2 ist bereits etwa 1995 zu befinden. Etwa im Jahre 1999 ist zu entscheiden, in welchem Ausmass die Klimastationen automatisiert werden und ausserdem, ob nun 14 oder 26 konventionelle Klimastationen erhalten bleiben sollen.

5.1.3 Hauptprojekte

Grobziele und Zeitablauf der grösseren Netz-Projekte 1993-2006:

Ferneingabe KLIMA-, AERO- und ENET-Stationen: Ziele: -> Einführung Realtime-Übermittlung von Wetterbeobachtungen (Netz- und loggerunabhängig)
-> Ablösung der Papierprotokolle durch digitalisierte Beobachtungseingaben
-> Teilweise Verlagerung der Plausibilitätskontrolle an die Stationen

Termine: Planung 1993 - 94, Realisierung 1994 - 96

ENET 2: Ziele: -> Leichter Stationsausbau ENET 1 (10-15 neue Stationen), auf der Basis der heutigen ENET-Technologie
-> Ergänzung der Messprogramme bestehender ENET-Stationen
-> Ablösung EZEN, Verbesserung EDV-Infrastruktur ENET

- > Verbesserung Übermittlungsverfahren (evtl. anderes System und 10'- Übermittlung)
- > Miteinbezug des NABELs

Termine: Planung 1994 - 95, Realisierung 1995 - 97

ANETZ 2:

- Ziele:
- > Technologische Erneuerung ANETZ
 - > Netzerweiterung: Miteinbezug der Klimastationen (20-30 Sta.)
 - > Anpassung der Messprogramme durch zusätzliche oder neue Fühler
 - > evtl. Miteinbezug anderer Messnetze

Termine: Planung 1997 - 2000, Realisierung 2001 - 2005

- AERO-Automatisierung:**Ziele:
- > optionales Projekt: automatische Erfassung von Wolken, Sicht und Wetter entlang der GAFOR-Routen
 - > schnelle Übermittlung

Termine: Planung 2001 - 03, Realisierung 2004 - 06

Auf der andern Seite werden einige Netze aufgehoben. Ihre Betriebsdauer erstreckt sich bis:

| | |
|---------------------|-----------|
| Gfeller-Sturmnetz | -----1994 |
| Windregistrierungen | -----1996 |
| Frostwarnnetz | -----1998 |

5.1.4 Entwicklung der einzelnen Netze

5.1.4.1 ANETZ

Das ANETZ bleibt das Hauptmessnetz der SMA.

Die bisherigen Hauptsynopstationen sollen so "umgebaut" werden, dass sie nicht nur den ausführlichen Wolkencode verwenden, sondern auch an mindestens 7 Terminen Augenbeobachtungen machen. Diese Stationen werden weitgehend referenziert. Nach Möglichkeit sollte jede Klimaregion vertreten sein. Diese Gruppe wird auch international am stärksten verbreitet.

Die Nebensynopstationen sollen sukzessive an die Klimastationen angeglichen werden:

- Beobachtungen nur noch 06, 12 und 18z
- gleicher Code: der zu schaffende "Neue Klimacode", der besser auf den Synopcode abgestimmt, aber bewusst einfach gestaltet sein muss, soll auch an den Nebensynopstationen angewendet werden. Es ist zu überlegen, ob generell für Wolken der C-Code eingeführt werden soll.

Auf die Wolkendichte kann wahrscheinlich verzichtet werden, da bereits die C-Beobachtung genügend Information dieser Art enthält. Im übrigen sollte das Beobachtungs- und Messprogramm inhaltlich unverändert beibehalten werden.

Die ANETZ-Klimastationen bilden die grösste Gruppe und sollen vom Wetter- und Datendienst gleichermassen genutzt werden.

Die Stationen mit agrarmeteorologischen Zusatzmessungen bleiben im wesentlichen unverändert.

In den Jahren 1997-2005 soll das ganze ANETZ einer gründlichen Erneuerung unterzogen werden. Die Standorte sind nur in ganz wenigen Fällen zu ändern (bisher festgelegt: Verlegung der Station Hinterrhein nach Savognin). Die Technologie ist aber grundlegend anzupassen. Auch sollen die Möglichkeiten, neuartige Geber anzuschliessen und direkt ab Station Daten an Kunden zu liefern, verbessert werden.

5.1.4.2 **ENET**

Nach dem ersten automatischen Ergänzungsnetz soll mit einem Projekt "ENET 2" eine zweite Phase realisiert werden. Dabei sind einzelne neue Standorte zu realisieren, um die vorhandenen empfindlichen Lücken zu schliessen. Aus praktischen Überlegungen ist der Sutron-Logger einzusetzen, denn eine Neuevaluation würde zuviel Umtriebe bringen und scheint nicht angemessen. Der Teilbereich Grundschichtstationen wird nur langsam expandieren: Mit erster Priorität ist eine Station im Lémanbeken zu realisieren, dann eine solche im Südtessin.

Gleichzeitig soll versucht werden, die NABEL-Daten analog der ANETZ-Daten in die DB SMA einzuspeisen. Die Ablösung der EZEN ist bereits jetzt in Diskussion, sie soll ebenfalls in den Jahren 1994-97 stattfinden. Dabei ist eine Konsolidierung des Betriebs von grösster Wichtigkeit.

5.1.4.3 **Konventionelles Klimanetz**

Mit erster Priorität sind umgehend bessere Übermittlungsverfahren einzuführen. Der Beobachter muss über ein Gerät verfügen, mit dem er komfortabel und ohne Zeitverzug die Daten sofort in unseren zentralen Rechner einspeisen kann. Bereits im Eingabegerät sind erste Plausibilitätstests durchzuführen. Dies erleichtert den Beobachtern selbst und der Sektion DAT die Arbeit, ausserdem sind die Daten auch für den Wetterdienst nutzbar.

Zur Entlastung der Netzbetreiber werden bereits im Laufe des Jahres 1995 mehrere Stationen ersatzlos aufgehoben. Dies bedeutet eine Bereinigung, die als Antwort auf den Automatisierungsschub von ENET 1 zu verstehen ist.

In einer weiteren Phase, vorzugsweise im Rahmen des Projektes ANETZ 2, sind sämtliche Stationen, die nicht innerhalb weniger Jahre aufgehoben werden, mindestens teilweise zu automatisieren: Es soll überall auf eine automatische Windermittlung umgestellt werden. Das bringt gegenüber dem bisherigen Verfahren kaum Nachteile, da die Terminwerte jederzeit rekonstruiert werden können. Die Vorteile sind jedoch zahlreich: Einheitliche Aufstellung der Geber mit besserer Sicherheit für die Unterhaltsequipen, kontinuierliche Datenverfügbarkeit für die Wetterdienste und eher einfachere Datenkontrolle. Wo immer agrarmeteorologische Zusatzmessungen erfolgen, sollen diese auch an die automatische Einheit angeschlossen werden.

An den unter 5.2.3 beschriebenen 14 Stationen (im Anhang 5.3, Typ R=Referenzstationen) wird bis auf weiteres ein konventioneller Betrieb aufrechterhalten. Damit wird der Forderung nach sehr langen konventionellen Reihen entsprochen. Im Interesse der Real-time - Datenbenützer wird jedoch in den Jahren 2001-05 der ganze Messbereich automatisiert. Der dadurch entstehende Parallelbetrieb bringt z.B. für die Datenbearbeitung grosse Vorteile und andererseits wesentlich weniger Aufwand als zwei verschiedene Standorte mit je konventionellem und automatischem Betrieb. Die Auswertung dieser Daten sollte zwischen DAT und KLS speziell geregelt werden.

Für weitere 12 Stationen ist im Jahre 1999 zu entscheiden, wie die Zukunft definitiv aussieht: Für die im Anhang 5.3 mit A bezeichneten 2 Stationen geht es um die er-

satzlose Aufhebung. Für die 10 Stationen des Typs K, bei denen die automatische Winderfassung definitiv geplant wird, ist festzulegen, ob die übrigen Parameter im manuellen oder automatischen Modus zu erfassen sind (optionale Automatisierung). Ein Doppelbetrieb (wie Typ R) ist hier nicht vorgesehen.

Das Beobachtungs- und Messprogramm in diesem Netz sollte nicht verändert werden, lediglich die Wolkendichte kann in Zukunft weggelassen werden. In Einzelfällen kann eventuell auf Augenbeobachtungen verzichtet werden.

Wie bereits unter ANETZ erwähnt, muss der Klimabeobachtungscode gründlich überarbeitet werden. Hauptziel muss eine Annäherung an die andern bestehenden Verfahren sein.

Besonderen Charakter hat die Station Andermatt. Sie verfügt noch über die einzige Hausaufstellung. Sie soll weiterhin geschützt werden.

Wie der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen ist, wird die Gesamtzahl der Klimastationen beträchtlich reduziert. Als Ersatz ist an allen bisherigen Standorten, die nun aufgehoben werden sollen, verzugslos eine Niederschlagsmessstation einzurichten.

Tab. 5.1 Zeitliches Realisierungsschema Modernisierung Klimastationen (*kursiv optionale Variante*):

| Klimastationen | 1993 | 1995 - 2000 | 2000 | | 2000 - 2006 | 2007 | |
|--|-----------|---|-----------|----|--|-----------|----|
| | | | | | | | |
| rein konventionell | 51 | - 1 konv. NABEL - 2 Automat. - 18 Aufhebungen | 30 | 30 | - 2 Aufhebungen - 2 (- 9) konv. Automat. - 10 (- 17) Vollautomat. - 14 (0) nur Wind | 1 | 1 |
| konventionell, Parallel zu vollautomatischer Station | 3 | + 1 NABEL | 4 | 4 | + 4 (+ 9) | 8 | 13 |
| Vollautomatische Station mit Augenbeobachtung | 0 | + 1 (+ 2) ENET | 1 | 2 | + 8 (+ 17) | 9 | 19 |
| konventionell, Wind automatisch | 0 | + 1 (0) ENET | 1 | 0 | + 14 (0) | 15 | 0 |
| Total Klimanetz | 54 | | 36 | | | 33 | |

5.1.4.4 Niederschlagsmessnetz

Dieses Netz erfährt recht wenig Änderungen. Hier besteht die Absicht, nach einer Kündigung des Beobachters bei genügender Stationsdichte in der Umgebung keine Ersatzstation zu suchen. Umgekehrt wurden einige Gebiete mit besonders grossen Lücken für zusätzliche Standorte vorgesehen.

Tab. 5.2 Zeitliches Realisierungsschema Niederschlagsmessnetz:

| Niederschlagsmessnetz | 1993 | 1995 - 2000 | 2000 | 2000 - 2005 | 2005 |
|-----------------------|------|---|------|--|------|
| Total | 348 | Neue Stationen -> + 10 Ersatz Klimastat. -> + 18 - 2 -> Aufhebung - 4 -> zu ENET | 370 | Neue Stationen -> + 10 Ersatz Klimastat. -> + 2 - 4 -> zu ENET | 378 |

Generell wird überall, wo eine Klimastation verschwindet, eine Niederschlagsmessung eingeführt.

Automatisierungsschritte sind in diesem Bereich noch nicht ins Auge gefasst worden. Es kann nämlich angenommen werden, dass durch die Netzverdichtung im Bereich ENET und auch durch die neue Radargeneration ausreichend on-line-Daten vorliegen.

5.1.4.5 Totalisatoren

Dieses Netz wird kaum tangiert, da die Bedürfnisse sehr oft durch auswärtige Partner mitgetragen werden. Diese übernehmen daher auch grössere Anteile bei der Betreuung.

Von den jetzt vorhandenen 74 Geräten unter SMA-Hoheit soll eines verschwinden, nämlich dasjenige von Zuoz. Es wird durch einen Niederschlagsmesser ersetzt.

5.1.4.6 Frostnetz

Die zur Zeit vorhandenen Messeinrichtungen sollen längerfristig verschwinden. Es sind konventionelle Geräte, die nur während etwa zwei Monaten im Jahr betrieben werden. Vergleiche zeigen, dass die Qualität nicht besonders hoch ist, allerdings ist auch der Betreuungsaufwand recht klein. Bei der geplanten Expansion mit den Automaten, die eine kontinuierliche Beurteilung der Verhältnisse erlauben, hat dieses Netz keine Berechtigung mehr. Zwar können nicht alle jetzigen Standorte real durch Automaten ersetzt werden, aber die Verteilung der bereits jetzt realisierten Stationen des ANETZ und ENET deckt praktisch alle wichtigen landwirtschaftlichen Regionen ab. Mit der Aufhebung des Frostnetzes wird jedoch zugewartet, bis genügend Parallelmessungen bestehen und Algorithmen bekannt sind, mit denen das bisherige Frostwarnverfahren ersetzt werden kann. Dies wird gegen das Jahr 2000 der Fall sein.

5.1.4.7 AERO-Netz

Als erste Massnahme soll auch in diesem Netz die neue Ferneingabe eingeführt werden. Dies bringt Vorteile für die Beobachter und für das RZ-Operating, das die AERO-Meldungen immer noch zum grossen Teil von Hand in den Rechner eingibt.

Die Bedürfnisabklärung zeigt, dass weiterhin eine Nachfrage nach solchen Meldungen besteht, ausserdem sind zur Zeit einige Lücken festzustellen. In einer ersten Phase soll versucht werden, diese Lücken womöglich zu schliessen. Später wird versucht, die Beobachtungen zu automatisieren. Ein solches Automatisierungsprojekt muss aber aus heutiger Sicht in den optionalen Bereich plaziert werden. Ausserdem erscheint das Abwarten des Erfolgs zweier Projekte sinnvoll: des AMETIS 2 und des Bodenwetterkonzepts des BAMF.

AMETIS 2 hat sich zum Ziel gesetzt, auf dem Flughafen Kloten (später auch in Genève) automatische METARs zu generieren. Dies beinhaltet die Bestimmung von u.a. der Sicht und der Bewölkung mit Menge und Höhe. Entsprechende Einrichtungen sollen ca. 1997 den Betrieb aufnehmen.

Tab. 5.3 Zeitliches Realisierungsschema:

| AERO-Netz | 1993 | 1995 - 2000 | 2000 | 2000 - 2005 | 2005 |
|-----------|------|--------------------------------------|------|---------------------------------------|------|
| Total | 22 | Neue Stationen -> + 2 Ferneingabe | 24 | automatisieren Neue Automaten> + 6 | 30 |

Die geplante Datenerfassung des BAMF auf den Militärflugplätzen sollte wenn möglich auch durch die SMA genutzt werden. Auf jeden Fall liefert dieses System wertvolle Aufschlüsse für ähnliche Projekte unsererseits.

Weitere Möglichkeiten könnte die Wettererfassung mit einer automatischen Kamera bieten. Hier liegen die Probleme bei der Allwettertauglichkeit und der Datenübertragung.

5.1.4.8 Andere Bereiche

Das Gföllernetz wird vollständig durch das ANETZ und ENET ersetzt. Die definitive Ausserbetriebnahme ist auf Ende 1994 vorgesehen

Die bestehenden konventionellen Windregistrierungen werden :

- demontiert, soweit der Bedarf anderweitig gedeckt wird
- interessierten bisherigen Partnern überlassen
- falls Dritten gehörend, aus dem Zuständigkeitsbereich der SMA entfernt

Die bestehenden Phänologie- und Pollenmessstationen werden (mit tiefer Priorität) mit andern Stationen kombiniert.

Schadstoffmessungen gehören (vorläufig) nicht ins Standardmessprogramm der SMA, hingegen sind Kombinationen mit den Meteomessungen an Schadstoffstationen des Bundes (NABEL), eventuell auch der Kantone anzustreben.

Die zur Zeit noch im Gebrauch stehenden Gewitterkarten können in absehbarer Zeit eliminiert werden. Bedingung ist jedoch, dass Informationen betreffend Nahgewitter / Ferngewitter / Hagel über andere Kanäle geliefert werden können (Radar, Gewitterortung).

5.2 Hauptstationen

Für die Benutzer steht im Vordergrund, gewisse Stationen grösserer Wichtigkeit zur Verfügung zu haben. Dies kann eine bessere Standorttreue, intensiveren Service o.ä. zur Folge haben. Es werden drei Typen von solchen Stationsgruppen unterschieden.

5.2.1 Referenzstationen

Dabei handelt es sich grundsätzlich um solche Stationen, die für die Langzeitklimatologie von grosser Bedeutung sind. Zunehmend sollen auch automatische Stationen referenziert werden. Sie verfügen über ein möglichst vollständiges Messprogramm, entsprechend dem Netztyp, dem sie angehören. Sie dürfen, wenn immer möglich, weder aufgehoben noch verlegt werden. Dabei ist ein strengerer Massstab für die Messgeräte als für die Augenbeobachtungen einzuhalten.

Spezielle Anforderungen für Auswahl und Betrieb von Referenzstationen:

- lange Reihe
- homogener Datensatz
- bei allfälliger Verlegung: nur kleinräumig, d.h. innerhalb desselben Lokalklimas
- möglichst geringer Wechsel bei den Instrumenten
- repräsentativ für grosses Gebiet
- bei wesentlichen Aenderungen: Parallelmessungen während 3 Jahren
- umfassendes Mess- und Beobachtungsprogramm
- pro Klimaregion gibt es etwa 2 Referenzstationen

Es ist schwierig, den Fortbestand einer Station mit konstanten Randbedingungen sicherzustellen. Dennoch gibt es eine Reihe von Massnahmen, die dieses Ziel eher erreichen lassen:

- Land gehört der SMA (z.B. an eigenen Standorten)
- langjährige Verträge
- stabile Beobachterequipe (Firma mit guten Zukunftsaussichten)

Die Auswirkungen der obigen Anforderungen sind nicht vernachlässigbar:

- höherer personeller Betreuungsaufwand (ohne entsprechenden kommerziellen Nutzen)
- grössere Investitionen

Dies ist natürlich nur auf dem Hintergrund einer Verpflichtung zu gewissen Grunddienstleistungen möglich. Die Gefahr ist gross, dass dieser Aspekt in den Hintergrund tritt, wenn ein direkter Nutzen nachgewiesen werden müsste. Für die SMA stellt sich aber die Aufgabe, im Sinne eines längerfristigen Denkens angesichts der drohenden Gefahren im Klima- und Umweltbereich, ein minimales Monitoring sicherzustellen. (Kommerzieller) Nutzen dürfte sich erst längerfristig einstellen.

Die Karte im Anhang 4.2 zeigt die vorhandenen Referenzstationen und deren Entwicklung auf.

5.2.2 Synoptische Hauptstationen

Diese Stationen liefern alle drei Stunden Wetterbeobachtungen, rund um die Uhr. Die Werte werden auf die internationale Datenleitung gegeben und rund um die Welt verbreitet. Es ist klar, dass diese Stationen besondere Betreuung verdienen.

Es sollen ähnliche, vielleicht etwas weniger strenge Bedingungen als bei den Referenzstationen eingehalten werden. Ausserdem wird versucht, die beiden Gruppen sukzessive zu stärkerer Überlappung zu bringen.

Im Bereich der synoptischen Hauptstationen soll zunehmend erreicht werden, dass das umfassende Beobachtungsprogramm gemäss WMO beachtet wird. Eine Karte mit der anzustrebenden Stationsverteilung findet sich im Anhang 3.6. Es wird dabei von mindestens einer solchen Station pro Klimaregion ausgegangen. Dazu kommen einzelne redundante Standorte.

5.2.3 Konventionelle Stationen

Es wurde bereits dargelegt, dass das Bedürfnis nach dem weiteren Betrieb von konventionellen Messgeräten ausgewiesen ist. Im Zusammen mit den Fragen nach der Klimaänderung und in Anbetracht des steten Wechsels auch bei den automatischen Gebern ist es von grosser Bedeutung, eine solche Kontinuität zu gewährleisten. Andererseits kann es nicht das Ziel sein, eine flächendeckende, differenzierte Klimatologie auf konventioneller Basis langfristig zu gewährleisten.

Wie in 5.1.4.3 dargestellt, wird eine sukzessive Automatisierung des jetzigen konventionellen Netzes angestrebt. Für mindestens 14 Stationen wird jedoch ein konventioneller Betrieb bis auf weiteres garantiert. Für weitere 12 Stationen ist 1999 zu entscheiden, wie es weitergehen soll.

Zunächst verfügen somit alle Klimaregionen über durchschnittlich zwei konventionelle Stationen, ab etwa 2001 könnte es je nach Entscheid eventuell nur noch eine sein. Die entsprechenden Karten finden sich im Anhang 3.3 und 3.4. Das konventionelle Messprogramm umfasst Temperatur, Feuchtigkeit, Luftdruck und Regen. Die Beobachtungszeiten sollten generell 06, 12, 18 UTC sein.

Die Sonnenscheinmessung nach Campbell-Stokes wird separat beurteilt. Hier verbleiben die folgenden Stationen: Montreux (evtl. Lausanne-Pierre-de-Plan), Zürich, Hallau, Wald, Arosa, Locarno und Lugano. Es drängt sich eine starke Reduktion auf, da der Auswertungsaufwand für diese Messungen sehr gross ist (Kartendarstellung im Anhang 3.13).

5.3 Darstellung nach Beobachtungs- bzw. Messgrößen

5.3.1 Augenbeobachtungen

Der Bedarf nach Wetterbeobachtungen, die von geschulten Leuten erstellt werden, ist auch in Zukunft ausgewiesen, auch wenn die automatische "present-weather" - Erfassung grosse Fortschritte macht. Vor allem der synoptische Bereich, aber auch die Anwendungen für die Sichtfliegerei oder den Tourismus sind an Angaben über Wolken, Sicht und Wetter sehr interessiert. Zudem ergeben sich unabhängige Kontrollmöglichkeiten für die automatisch gemessenen Werte.

Es steht also fest, dass dieser Bereich auch in Zukunft sehr wichtig bleiben wird. Der Umfang der Beobachtungen wird reduziert, da nicht alle jetzigen Klimastationen eine Nachfolgerstation haben werden, die über Augenbeobachtungen verfügt. Ausserdem sind noch kleinere Modifikationen geplant:

| | | |
|--|---|------------------------------|
| heute | KN93 | |
| Synop-Stationen: | | |
| Hauptsynop: 12 Stationen, 4-8 Beobachtungen | 15 Stationen, 7-8 Beob. (alle 3 Std.) | |
| Nebensynop: 17 Stationen, 2-8 Beob. | 13 Stationen, 3-5 Beob. | |
| ANETZ-Klimastationen | | |
| 21 Stationen, 3 Beob. | 21 Stationen, 3 Beob. (6,12,18 utc) | |
| Konv. Klimastationen | | |
| 54 Stationen, 3 Beob. teils sofort, teils per Brief | 14 evtl. 28 Stationen, 3 Beob. alle sofort übermitteln | |
| ENET | | |
| noch keine Beob. | Ferneingabe ca. 6 Stationen, 3 oder 5 Beob. | |
| Aeronetz: | | |
| 3-6 Beob. pro Tag | Beob. 03....15z | |
| 22 Stationen | 23 Stationen | später: evtl. keine mehr! |

Die sehr vereinfachten Beobachtungen des Niederschlagsmessnetzes werden unverändert beibehalten. Hingegen werden die Beobachtungen des Frostnetzes mit dessen Aufhebung verschwinden.

5.3.2 Wind

Das Netz soll im Flachland eine Maschenweite von 15-20 km erreichen, dazu kommt eine entsprechende Stationsdichte in den Alpentälern und im Gebirge. Infolge der starken Variabilität ist eine laufende und schnelle Übermittlung unerlässlich. Die 10-minütige Verfügbarkeit sollte in allen Netzen angestrebt werden.

Als Besonderheit ist in den grossen Föhntälern eine erhöhte Stationsdichte einzuplanen (Rheintal, Urnerland, Haslital, Rhonetal). Damit werden die Grundlagen zur besseren Erforschung und Prognose dieses speziellen alpinen Phänomens verbessert. Dies könnte ein Schweizer Beitrag an die europäische Tätigkeitsplanung werden.

5.3.3 Temperatur / Feuchte

Die angemessene Verteilung in den drei räumlichen Dimensionen erfordert weniger Stationen als beim Parameter Wind. Es müssen daher nicht alle Stationen mit einer automatischen Temperatur- und Feuchtemessung versehen werden.

5.3.4 Luftdruck

Der Luftdruck wird nicht nur für die Erkennung der Grosswetterlage, sondern auch für regionale Windprognosen und für die feinmaschige Modellierung verwendet. Dies verlangt eine rechte hohe Dichte der Messungen und zudem genügend Standorte in der Höhe. Falls die Messprobleme mit den automatischen Gebern nicht merklich reduziert werden können, so ist auch an den automatisierten Klimastationen mit dem Quecksilberbarometer weiterzumessen. Ausserdem sollten die Vergleichsmessungen an mehreren Stationen des ANETZ fortgesetzt werden.

5.3.5 Niederschlag

Der Abstand zwischen den Stationen darf in der Ebene höchstens 15 km betragen. Im Gebirge sollten Talkammern etwa von der Grösse des Turtmanntales oder Val Medel mit einem Gerät bestückt sein. Das Gros der Stationen werden weiterhin die konventionellen Niederschlagsmessstationen bilden. Eine Automatisierung wird noch nicht geplant, ausser dass evtl. einzelne interessante Orte mit einem Eingabegerät ausgerüstet werden. Auf die besondere Pflege von Niederschlagshauptstationen wird verzichtet, da mit den automatischen Netzen und beim verbleibenden konventionellen Netz genügend gesicherte Standorte gewährleistet sind.

Als wesentliche Ergänzung zum Bodenmessnetz wird das neue Radarnetz mit den drei Standorten Albis, La Dôle und Lema ab 1996 eine hervorragende Echtzeitinformation liefern.

5.3.6 Schnee

Das Rückgrat bilden die konventionellen Messungen an den bemannten Stationen des ANETZ sowie im Klimanetz. Diese werden durch die 10 Automaten des ENET (Typ SLF) wirksam ergänzt. Im Zusammenhang mit der Erneuerung des ANETZ ist eine allfällige Bestückung mit Schneemessautomaten zu prüfen (ein Testgeber läuft bereits auf dem Weissfluhjoch). Überdies wird an zahlreichen Niederschlagsmessstationen auch Schnee gemessen

5.3.7 Grastemperatur

Anlässlich der Neugestaltung des Frostwarnverfahrens wird abzuklären sein, in welchem Ausmass Stationen des ENET mit Thermometern auf 5cm oder 50cm über Boden auszurüsten sind. Dies dürfte dann allerdings eine Anpassung der Stationssoftware der ESTA verlangen.

5.3.8 Globalstrahlung / Sonnenschein / Helligkeit

Es zeigt sich, dass die vorhandenen Geräte des ANETZ und ENET den meisten Bedürfnissen gerecht werden. Einzelne ENET-Stationen können bei Bedarf ohne weiteres zusätzlich mit solchen Gebern bestückt werden.

5.3.9 Blitze

Die räumliche Verteilung der Blitzzähler des ANETZ ist nicht genügend, da keine eigentliche Blitzortung möglich ist. Zusatzinformation ist aber auch für diese Fragen vom Radar erhältlich. Für verschiedene Anwender sollten daher die modernen Blitz-

ortungssysteme erschlossen werden. Eine Bearbeitung dieser Fragestellung wird beim neu entstehenden "Fernerkundungskonzept" zu erwarten sein.

5.3.10 Agrarmeteorologische Messungen

Das bestehende Datenangebot erfährt eine leichte Aufstockung, indem einzelne ENET-Stationen mit entsprechenden Gebern ausgerüstet werden. Ausserdem werden die agrarmeteorologischen Daten der konventionellen Klimastationen mit dem neuen Übermittlungssystem schnell verfügbar gemacht. Die Forderung nach einer neuen Station im Grossen Moos (BE) kann nicht erfüllt werden, da wir in jenem Gebiet bereits eine hohe Dichte von Automaten im Betrieb haben. Ein Ausbau von Cressier ist aber durchaus möglich. Auch diese Erweiterung verlangt eine Anpassung der Stationssoftware. Für spezielle Fragestellungen sollten in Zukunft vermehrt temporäre Messungen ins Auge gefasst werden, z.B. durch die Aufstellung von autonomen Stationen. Der Wunsch nach etwa einem Dutzend zusätzlicher forstmeteorologischer Stationen kann aus Kapazitätsgründen nicht erfüllt werden.

5.3.11 Radioaktivität

Zur Zeit wird keine Erweiterung der Messungen geplant. Voraussichtlich kommen im Rahmen der ANETZ-Erneuerung weitere Aspekte zur Diskussion.

5.4 Weitere Aspekte

5.4.1 Redundante Messungen

Die Sektion DAT hat die Aufgabe, Lücken aufgrund von Pannen verschiedenster Art füllen zu können. Dies ist bei gewissen Parametern und bei Stationen, die besonders einseitig exponiert sind, oft recht schwierig. Der Wetterdienst seinerseits ist darauf angewiesen, dass die Hauptsysteme möglichst zuverlässig laufen, wobei das Messverfahren etwas geringere Priorität hat.

Es besteht daher die Absicht, vermehrt redundante Messungen durchzuführen. Für den Netunterhalt hat dies ausserdem die angenehme Nebenerscheinung, dass die Bereitschaft für Reparaturen etwas gesenkt werden kann.

Es kann vermerkt werden, dass im Bereich Temperatur, Feuchtigkeit und Strahlung beim ANETZ bereits weitgehende Doppelausrüstungen vorhanden sind (THYGAN / ANETZ-Hütte, sowie Solarimeter / Helligkeitsmessung / Globalstrahlung).

Für die beiden übrigen wichtigen Grössen wird vorgeschlagen, an mehreren wichtigen Stationen sukzessive Doppelbestückungen einzurichten:

- Wind
- Niederschlag

Es sollen diejenigen Stationen den Vorrang haben, die bereits als Referenz- oder SYNOP-Hauptstation eingestuft sind (Karte im Anhang 4.1)

5.4.2 Neue Messgrössen

5.4.2.1 Pyrgeometer

Das Pyrgeometer misst im wesentlichen die langwellige Rückstrahlung aus der Atmosphäre. Die Hauptkomponente bildet dabei die Temperatur der emittierenden Elemente, also der Luft bzw. Wolken. Bei klarem Himmel ist die eingestrahlte Energie deutlich kleiner als etwa bei dichter tiefer Bewölkung. Damit kann das Pyrgeometer für die nächtliche Bewölkungsabschätzung verwendet werden, in einem Bereich also, wo gute Beobachtungen nur schwer erhältlich sind. Bereits ab dem Jahr 1993 laufen Feldversuche im Rahmen von AMETIS 2 zur Erprobung solcher Geräte (vgl. auch AB

Nr. 168 von P. Ambrosetti). Aufgrund des Erfolgs dieser ersten Versuche sollten an ausgewählten Stationen weitere Geräte für Tests installiert werden. Ein betrieblicher Einsatz kommt wohl erst mit ANETZ 2 in Frage.

5.4.2.2 UV-B-Messung

Das Bedürfnis nach Messungen in einem Bereich, der für die Gesundheit von Mensch und Tier, aber auch für das Wachstum der Pflanzen wichtig ist, wird zur Zeit abgeklärt. Es ist durchaus denkbar, dass in wenigen Jahren entsprechende Geber in den Netzen verwendet werden. Dabei bietet sich vor allem die ANETZ-Erneuerung an, da erst dann genügend Kapazität für diese Daten bei den Stationen bereitgestellt wird.

5.4.2.3 Videokamera

Was schon seit einiger Zeit im Tourismusbereich operationell ist, sollte auch für unsere Netze thematisiert werden. Nutzen ist z.B. für die Flugwetterprognose / GAFOR zu erwarten. Daher sollte anlässlich der Neugestaltung des AERO-Netzes eine Variante "Kamera" studiert werden. Nach heutiger Auffassung ergeben sich Probleme im Bereich der Bilderfassung und realtime-tauglichen Bildübermittlung. Nicht trivial scheint auch die Betriebssicherheit bei turbulenten Wetterlagen. Gerade dies wäre jedoch eine zentrale Anforderung an ein solches System.

5.4.2.4 Weitere Bereiche

Zahlreiche weitere Parameter sind denkbar, die in künftigen Netzen gemessen werden könnten. Viele sind aber nur von wissenschaftlichem Interesse, oder dann ist ihre Messung wenig erprobt. Für die SMA stellt sich die Frage, inwieweit es sich um Grundaufgaben handelt, die wir angehen müssen. Was wir nicht selber betreiben, könnte auch so bewerkstelligt werden, dass externe Partner Mittel und die SMA die Infrastruktur zur Verfügung stellen, während das Know-how gemeinsam aufgebaut werden muss.

Es kommen etwa Aufgaben im Bereich der Siedlungshydrologie in Frage. Dabei geht es darum, die Niederschlagsmessungen zeitlich viel höher aufgelöst durchzuführen, bis hinunter zur Statistik und Verteilung der einzelnen Wippenausschläge. Unser Regenschlaggerät beim ANETZ könnte nach einer entsprechenden Weiterentwicklung auch für diese Aufgabe benützt werden.

Für die laufende Wetterbeurteilung wäre der Einsatz von Niederschlagsdetektoren von Nutzen: diese liefern die Antwort, ob es gerade regnet oder nicht (auch bei sehr kleinen Intensitäten).

Weiter könnte die Messung des Flüssigwassergehaltes der Luft zur Aufgabe gemacht werden. Auch hier sind wir bereits auf entsprechende Bedürfnisse vorbereitet, indem das Thygan vermutlich mit vertretbarem Aufwand auf eine solche Messung eingerichtet werden könnte.

Schliesslich sei noch auf die Messung der Konzentration von Aerosolen in der Luft hingewiesen. Abgesehen davon, dass es schon für die saubere Meteorologie Anwendungen in dieser Richtung gibt, könnte sich in Zukunft ein entsprechender Bedarf im Zusammenhang mit der verschmutzten Atmosphäre ergeben.

Es kann nicht die Aufgabe der jetzigen Netzplanung sein, für Bereiche, die zwar wissenschaftlich sehr interessant sind, für die aber die Nachfrage ungenügend ist, Realisierungsvorschläge zu machen. Die Entwicklung muss aber verfolgt werden, sodass zu gegebener Zeit mit einer gezielten Erprobung gestartet werden kann.

Nicht ins Tätigkeitsfeld der SMA gehören Messungen im Bereich der verschmutzten Atmosphäre, also etwa des bodennahen Ozons oder der Stickoxide usw.

5.5 Evaluation neuer Standorte

5.5.1 ENET 2

| | |
|----------------------|---|
| Appenzell: | Ersatz der Windregistrierung Appenzell. Diese Station ist besonders bei Föhn von Interesse. Ersetzt zum Teil auch die aufgehobene Klimastation Stein. Sie sollte aber etwas empfindlicher gelegen sein. |
| Braunwald: | In den östlichen Voralpen fehlt eine Station in der Höhenstufe 1000-1500m. |
| Champéry: | Grobe Erfassung des Lokalklimas im Südlichen Seitental des Unterwallis. Auskunftsstation für das CMG. |
| Echallens: | Die Station Echallens ist sowohl für den Sturmwarndienst als auch für die Agrarmeteorologie wichtig. |
| Braunwald: | Füllt in der mittleren Höhenlage dieser Region eine empfindliche Lücke. |
| Franches Montagnes: | Als Ersatz für Les Rangiers schliesst diese Station eine grosse Lücke in den Freibergen. |
| Hinwil: | Mit einer Station in der Hinwilerebene wird eine Lücke in einer stark besiedelten Region geschlossen und eine Fortsetzung der Windmessung ermöglicht. In Anbetracht der Aufhebung der Station Rapperswil wird damit eine bessere Stationsverteilung im Raum Zürcher Oberland/Linthgebiet erreicht. Ebenfalls bestehen agrarmeteorologische Bedürfnisse. |
| Rigi-Seeboden: | Mit der Integration der NABEL-Station Rigi-Seeboden kann eine Lücke in der Höhenstufen-Verteilung des Alpennordrandes geschlossen werden. |
| Savognin: | Die ANETZ-Station Hinterrhein liegt zu nahe bei der Station San Bernadino. Mit der Verlegung dieser Station in die Region Savognin/Bivio wird das Klima von Mittelbünden besser erfasst, und es können wichtige Daten für die Flugroute über den Julier gewonnen werden. |
| Stansstad: | Dient als Kontrollstation für Sturmwarnungen und liefert sehr wertvolle Angaben für Wassersportler. |
| Weinfelden: | Die Station Weinfelden liefert wertvolle Informationen über die obere Thurebene (Agrarmeteorologie) und ist für den Auskunftsdienst und die AERO-Beobachtungen von Bedeutung. |
| GrundschichtLéman: | Als Grundschichtstation für das Genferseebecken. |
| Grundschicht Ticino: | Als Grundschichtstation für das Tessin. |

5.5.2 Optionale Stationen

| | |
|------------------|--|
| * <i>Bismer:</i> | Als Grundschichtstation im St.Galler Rheintal würde sich dieser PTT-Sendeturm sehr gut eignen. Ist auch interessant für Föhnfragen. |
| * <i>Flums:</i> | Im Seeztal fehlt eine Station. Mit dieser Station können die Bedürfnisse für die Klimaauskunft und die AERO-Beobachtungen (Walensee) abgedeckt werden. |
| * <i>Ilanz:</i> | Die Station Ilanz schliesst eine grosse Lücke zwischen Disentis und Chur-Ems. Hier könnte keineswegs linear interpoliert werden, da Disentis praktisch am Alpenkamm liegt und Chur in einer nordalpinen Trockenzone. |

- * **Isleten:** Isleten ist eine weitere Station an der Innerschweizer Föhnstrasse. Sie dient auch als Sturm-Kontrollstation sowie als Basis für die Segel- und Surfprognose.
- * **Schiers:** Mit der damaligen Aufhebung der Station Schiers ist im Prättigau eine Lücke entstanden, die wieder geschlossen werden muss.
- * **Winterthur:** In der stark besiedelten Region Winterthur fehlt eine Wetterstation insbesondere für den Auskunftsdienst.

5.6 Aufzuhebende Standorte

- Alvaneu:** Die Station wird ersetzt durch die Station Savognin/Bivio.
- Bernina:** Im Bereich Oberengadin verfügen wir über weitere Stationen in ähnlicher Lage. Bernina könnte am ehesten gestrichen werden. Der Entscheid wird 1999 gefällt
- Biel:** Die Station Biel liegt in ähnlicher Lage und in derselben Ebene wie die ENET-Station Grenchen.
- Bosco-Gurin:** Ist als Messstandort nach Inbetriebnahme der ANETZ-Station Robiei nicht mehr so bedeutend.
- Broc (Usine):** Die Daten für dieser Region können durch Oron, Fribourg und Plaffeien interpoliert werden, die gewünschte AERO-Beobachtung kann kaum ersetzt werden.
- Gstaad Grund:** Auf eine der vier Stationen in diesem Bereich in ähnlicher Höhenlage muss verzichtet werden. Eine Interpolation vor allem zwischen Adelboden und Château d'Oex dürfte die wichtigsten Angaben ermöglichen.
- Heiden:** Interpolierbar durch St.Gallen und Altenrhein. Damit würde der Kanton Appenzell Ausserrhoden seine letzte grössere Station (nach der schon vorher vorgesehenen Aufhebung von Stein) verlieren. Der Entscheid wird 1999 gefällt.
- Hinterrhein:** Die ANETZ-Station Hinterrhein liefert Daten, die fast identisch mit denjenigen der Station San Bernadino sind. Diese Station soll in die Region Savognin/Bivio verlegt werden.
- Huttwil:** Die Station kann ersetzt werden durch die günstiger gelegene ENET-Station Egolzwil.
- Jona:** Das Klima des oberen Zürichseebeckens wird von der ANETZ-Station Wädenswil und der ENET-Station Schmerikon erfasst, für das Zürcher Oberland ist die neue Station Wetzikon/Hinwil repräsentativer.
- Les Rangiers:** Der Ersatz dieser Station wird weiter westlich in den Freibergen realisiert (z.B. Saignelégier).
- Mauvoisin:** In den südlichen Tälern des Wallis befinden sich 3 ANETZ-Stationen.
- Meiringen:** Für viele Aspekte Realersatz durch Brienz (Wind / Luftdruck). Meiringen ist bis jetzt noch Referenzstation, wurde aber mehrmals verlegt.
- Menzberg:** Wird höhenmässig durch Rigi-Seeboden ersetzt, etwas tiefer sind wir gut dotiert. Die Messung der Bodentemperatur wird in Langnau durchgeführt.
- Oberiberg:** In dieser Region befindet sich auf ähnlicher Höhe die Referenzstation Einsiedeln. Durch die neu entstehende Station Braunwald ist die Stationsdichte in diesem Gebiet zu gross.
- Rheinfelden:** Ist bis jetzt Referenzstation, allerdings mit gebrochener Reihe.

- Saas Almagell:** Die Station Saas Almagell liegt sehr ungünstig. Eine neue Station ist nicht vorgesehen, da sich in dieser Region die ANETZ-Station Zermatt und die Referenzstation Grächen befinden.
- Stein AR:** Mit den Messungen der ANETZ-Station St.Gallen und der Station Appenzell (Wind) kann das Klima dieser Region genügend gut beschrieben werden.
- Tierfehd:** Die Station wird nach Errichtung der Station Braunwald überflüssig. Ausserdem ist Tierfehd nur für ein sehr kleines Gebiet repräsentativ.
- Unterbözberg:** Das Netz in dieser Gegend ist relativ dicht, u.a. dank den KKW-Stationen.
- Vättis:** Die Netzdichte ist mit Chur-Bad Ragaz-Elm immer noch genügend.
- Zürich Uetliberg:** Ein Teil der Messungen kann von der Grundschichtstation Uetliberg übernommen werden, die Augenbeobachtungen für den Raum Zürich werden an der SMA durchgeführt.
- Zusammenlegungen:**
- Chaumont:** Zusammenlegung mit der NABEL-Station
- Delémont:** Die Station wird mit der ESTA Delémont zusammengelegt.
- La Brévine:** Zusammenlegung mit der ESTA La Brévine.

6. Konsequenzen

6.1 Zusammenfassung nach Stationen

Im Kapitel 5.1.4 wurde dargelegt, wie sich die verschiedenen Netze entwickeln sollen. Unter 4.2.1 wurde gezeigt, dass die grössten Konsequenzen für die längerfristige Betreuungstätigkeit der SMA das Ausmass der Automatisierung bewirkt. Änderungen in den übrigen Bereichen haben eher geringe Auswirkungen. Für die Entwicklung aller automatischen Netze (ohne das jetzige ANETZ) ergeben sich folgende Zahlen geplanter Stationen:

Tab. 6.1 Übersicht ENET1 + 2 sowie Modernisierung Klimanetz inkl. ANETZ 2 (*Kursiv: optionale Variante*)

| ENET gesamt + Klima aut. | 1993 | 1994-1999 | 2000 | | 2000 - 2005 | 2000 | |
|--------------------------|------|--------------------------------|------|----|-------------|------|----|
| nur Wind | 19 | - 9 ENET1-Ausbau +1 (+ 2) | 11 | 12 | + 15 (+ 0) | 26 | 12 |
| 2-8 Parameter | 11 | + 9 ENET1-Ausbau + 8 (+ 12) | 28 | 32 | + 17 (+32) | 45 | 64 |
| SLF-Stationen | 10 | | | 10 | | | 10 |
| Grundschriftstationen | 3 | + 2 (+ 3) | 5 | 6 | | 5 | 6 |
| Total | 43 | | 44 | 60 | | 76 | 92 |

Bemerkungen: Verlegung der ANETZ-Station HIR nach Savognin
Integration der Nabelstationen Rigi-Seeboden und Chaumont

Dies beinhaltet, dass zum aktuellen Stand noch 38 neue Automaten dazukommen (4 neue in obiger Tabelle existieren bereits), andererseits aber 20 konventionelle Klimastationen wegfallen. Bei der optionalen Variante beträgt der Zuwachs insgesamt 53 automatisierte Stationen.

Dazu werden sich bei Realisierung der optionalen Variante noch 30 automatische AERO-Stationen gesellen.

Im Folgenden soll versucht werden, mit groben Zahlen die Investitionen zu schätzen. Es sind Beträge, die in Konkurrenz zum übrigen Tätigkeitsprogramm der SMA stehen. Weiter ist auch der Aufwand für den Routinebetrieb zu beurteilen.

6.2 Einmalige Investitionen

Grundsätzlich ist Personal- und Finanzaufwand zu leisten. Der Personalaufwand ist sehr schwierig zu bestimmen. Ausserdem muss wahrscheinlich versucht werden, auswärtige Firmen mit der Realisierung zu beauftragen und soweit möglich fertige Produkte einzukaufen.

Zur Abschätzung des Finanzaufwandes werden vier Bereiche unterschieden:

- Ferneingabesystem
- Neuinstallation von Automaten für ENET 2 sowie zusätzliche Geber
- ANETZ-Erneuerung inkl. Automatisierung Klimanetz
- Automatisierung der AERO-Stationen

Die nachfolgenden Tabellen geben Aufschluss über die zu erwartenden Gesamtkosten auf der Basis von 1993. Diese vergrössern sich um die Teuerung.

Tab. 6.2 Zu erwartende Gesamtkosten bei optionaler Variante

| | Ferneingabe- system | ENET 2 | ANETZ 2 (Klimasta.) | ANETZ 2 (Revision) | AERO | Total |
|------------------------------|------------------------|--------|------------------------|-----------------------|------|---------|
| Anzahl Stationen | 60 | 16 | 32 | - | 30 | |
| Kosten pro Station (kFr.) | 7 | 180 | 200 | - | 150 | |
| Kostensumme | 420 | 2880 | 6400 | 8000 | 4500 | 22 MFr. |

Der Gesamtumfang von rund 22 Millionen Franken verteilt sich auf 12 Jahre und erreicht somit etwa 1,8 MFr. pro Jahr.

Tab. 6.3 Zu erwartende Gesamtkosten bei schlanker Variante

| | Ferneingabe- system | ENET 2 | ANETZ 2 (Klimasta.) | ANETZ 2 (Revision) | AERO | Total |
|------------------------------|------------------------|--------|------------------------|-----------------------|------|---------|
| Anzahl Stationen | 60 | 10 | 30 | - | 0 | |
| Kosten pro Station (kFr.) | 7 | 180 | 150 | - | 150 | |
| Kostensumme | 420 | 1800 | 4500 | 8000 | 0 | 15 MFr. |

Die gesamten Investitionen von etwa 15 MFr. verteilen sich auf 12 Jahre und erreichen somit 1,2 MFr. pro Jahr.

Ausserdem sind Zusatzanstrengungen im Bereich Informatik zu planen:

- um die Ferneingaben rationell verwerten zu können, sind entsprechende Systeme im Realtime-Bereich vorzusehen
- die Erweiterung und Festigung des ENET-Betriebes verlangt nach einem leistungsfähigeren Rechner usw.

Die dadurch erforderlichen finanziellen und personellen Mittel müssen rechtzeitig reserviert werden.

6.3 Zusätzlicher Betriebsaufwand im Endausbau

6.3.1 Personelle Betreuung

Wie in Kapitel 4.2.1 errechnet, fallen die Änderungen in diesem Bereich nicht ins Gewicht, da insgesamt etwas weniger Stationen mit Beobachtern geplant werden.

Von Bedeutung wäre der (einmalige) Aufwand für die Neuinstruktion im Falle der Einführung neuer Beobachtungsvorschriften.

6.3.2 Technische Betreuung

Der Mehraufwand wird im wesentlichen durch die zusätzlichen Automaten bestimmt. Im Kapitel 4.2.1 wurde das Szenario "Ersatz aller konventionellen Klimastationen durch Automaten" geschätzt. Die Veränderung gemäss Tabelle 6.1 beinhaltet nun ein etwas geringeres Volumen, sodass 0,5 bis 1 PE zusätzlich zu schaffen sind. Ausserdem beansprucht das automatisierte AERO-Netz neu mindestens etwa 1 PE. Die Ersparnis durch den Wegfall des bisherigen AERO-Netzes ist sehr klein, der Betreuungsaufwand im automatisierten Zustand pro Station vermutlich mit dem ENET vergleichbar.

Falls die unter "optional" vorgelegten Netze realisiert und betrieben werden sollen, so müssen also fast zwei ganze Stellen neu geschaffen werden.

Die schlanke Variante erfordert im Vergleich dazu weniger Aufwand: sie wurde ja gerade so definiert, dass die technische Betreuung über alle Bereiche etwa gleich aufwendig ist wie bisher.

6.3.3 Finanzieller Bedarf

Der Betrieb zusätzlicher Netze erfordert auch zunehmende Geldmittel (vgl. Kapitel 2).

Die Beobachterentschädigungen dürften in Anbetracht der nahezu gleichen Stationenzahl nur um die Beträge künftiger realer Steigerung der Ansätze zunehmen. Eine erste Komponente kommt daher, dass bestehende kostengünstige Vereinbarungen durch wesentlich teurere ersetzt werden müssen. Dies bewirkt pro Fall eine Kostensteigerung von 5000 bis 20000 Franken. Unter der Annahme, dass ein solcher Fall pro Jahr eintritt und im Mittel 10000 Franken verursacht, ergibt dies Mehrkosten von Fr. 100'000.-. Die zweite Komponente basiert darauf, dass die Beobachtertätigkeit mindestens gemäss Lohnklasse 1 abgegolten werden müsste. Dies bewirkt eine Steigerung des bisherigen Budgets um 10-20%. Damit sind insgesamt etwa Fr. 300'000.- Mehrkosten auf der Basis von 1992 zu erwarten. Auf der Minusseite stehen verminderte Kosten durch den Wegfall der AERO-Beobachtungen von knapp 100'000 Franken. Dies ergibt für die optionale Variante 1,6 im Vergleich zu 1,4 MFr. für die jetzigen Netze.

Der Material- und Übermittlungsaufwand liegt bei einem Automaten des Typs ESTA in der Gegend von knapp 10000 Franken. Bei einer automatisierten AERO-Station sind die Kosten vermutlich höher. Dies vor allem wegen der sehr hohen Datendichte, die bei einer Bildübertragung erreicht wird. Allerdings kann die Entwicklung der PTT-Tarife für die künftigen Übermittlungssysteme nicht beurteilt werden.

7. Schlussfolgerungen

Aufgrund der durchgeführten Bedürfnisanalysen kann festgestellt werden, dass die vorhandenen Bodenmessnetze der SMA nach manchen Gesichtspunkten immer noch voll genügen. Es ergeben sich aber doch klare Forderungen nach gezielten Verbesserungen:

- Straffung und Vereinheitlichung der Netze
- raschere Übermittlung der Daten der konventionellen Stationen
- automatische Datenerfassung
- mehr Flexibilität bei der Abgabe von Realtime-Daten

Diesen Forderungen widerspricht das zur Zeit steinige Umfeld mit drohendem Personalabbau und finanziellen Engpässen, aber auch die komplexen Anforderungen an die Betreuung moderner Erfassungs-, Übermittlungs und Verarbeitungssysteme.

Es wurde versucht, eine Optimierung zu finden, die erstere Aspekte möglichst gut berücksichtigt und zweitere möglichst wenig strapaziert. Dabei mussten in allen Bereichen Abstriche an den geäusserten Forderungen vorgenommen werden.

Es liegt nun ein Netzkonzept vor, das eine sparsame "schlanke" Grundvariante und eine massvolle optionale Variante beinhaltet. Die Realisierung der Grundvariante sollte umgehend angegangen werden. Dabei ist bei jedem Planungsschritt zu beurteilen, ob nicht angepasste Teilbereiche der optionalen Variante gleichzeitig realisiert werden könnten. Der Massstab für den Entscheid wird nicht nur durch die Komplexität oder die Personalintensität des Projektes bestimmt, sondern z. B. auch durch die Chancen der zusätzlich verfügbaren Daten am Markt. Für ein eventuell automatisiertes AERO-Netz könnte auch eine Finanzierung durch den Flugbetrieb und eine Betreuung durch eine auswärtige Firma ins Auge gefasst werden, wobei die SMA die fachliche Hoheit behalten müsste.

Für die kommenden Jahre wird das KN93 für die Sektion NET das wesentliche Rahmen-Planungsinstrument sein. Darauf basierend ist über grössere und kleinere Realisierungsschritte zu befinden. Und den diversen Folgearbeiten werden die Aussagen dieser Arbeit als Leitplanken dienen.

Natürlich kann im Moment nicht gesagt werden, wie lange diese Planung verbindlich sein wird. Eine Anpassung an neue Gegebenheiten sollte vorteilhafterweise bereits in weniger als zehn Jahren erfolgen. Dazu bietet sich das Jahr 1999 an, da ohnehin Entscheide betreffend das Ausmass der weiteren Automatisierung gefällt werden müssen. Mit einer gesamthaften Überarbeitung kann vermutlich 10-15 Jahre zugewartet werden. Mitentscheidend dürfte nicht zuletzt auch sein, wie sich die Schweiz bzw. unser Wetterdienst ins europäische Umfeld integrieren wird.

27.2.95

Patrick Hächler

Daniel Wolf

Adresse der Autoren:

Schweizerische Meteorologische Anstalt
Sektion Netze
Postfach 514
8044 Zürich

8. Inhaltsverzeichnis des Anhangs: Karten und Listen

1. Regionale Aufteilungen

- 1.1 Karte / Liste der klimatologischen Haupt- und Subregionen (2 Seiten)
- 1.2 Karte der OPKO-Regionen

2. Karten zu den heutigen Netzen

- 2.1 Bevölkerungsverteilung der Schweiz in Funktion der Höhe
- 2.2 Flächenverteilung in Funktion der Höhe
- 2.3 ANETZ-Höhenverteilung
Klimanetz-Höhenverteilung
Niederschlagsmessnetz-Höhenverteilung
- 2.4 Höhen-Längsschnitt durch die nördlichen Voralpen mit ANETZ-Stationen

3. Karten zu den Netzen der Zukunft

nach Netztypen:

- 3.1 ANETZ
- 3.2 ENET
- 3.3 Modernisierung Klimastationen
- 3.4 Konventionelle Klimamessungen
- 3.5 Konventionelle Niederschlagsmessung

nach Parametern:

- 3.6 Augenbeobachtungen Hauptsynop und Aero
- 3.7 Augenbeobachtungen Nebensynop und Klima
- 3.8 Automatische Windmessung
- 3.9 Automatische Lufttemperaturmessung
- 3.10 Automatische Luftfeuchtemessung
- 3.11 Automatische Luftdruckmessung
- 3.12 Automatische Niederschlagsmessung
- 3.13 Messungen Sonnenscheindauer
- 3.14 Automatische Globalstrahlungsmessung
- 3.15 Automatische Bodentemperaturmessungen

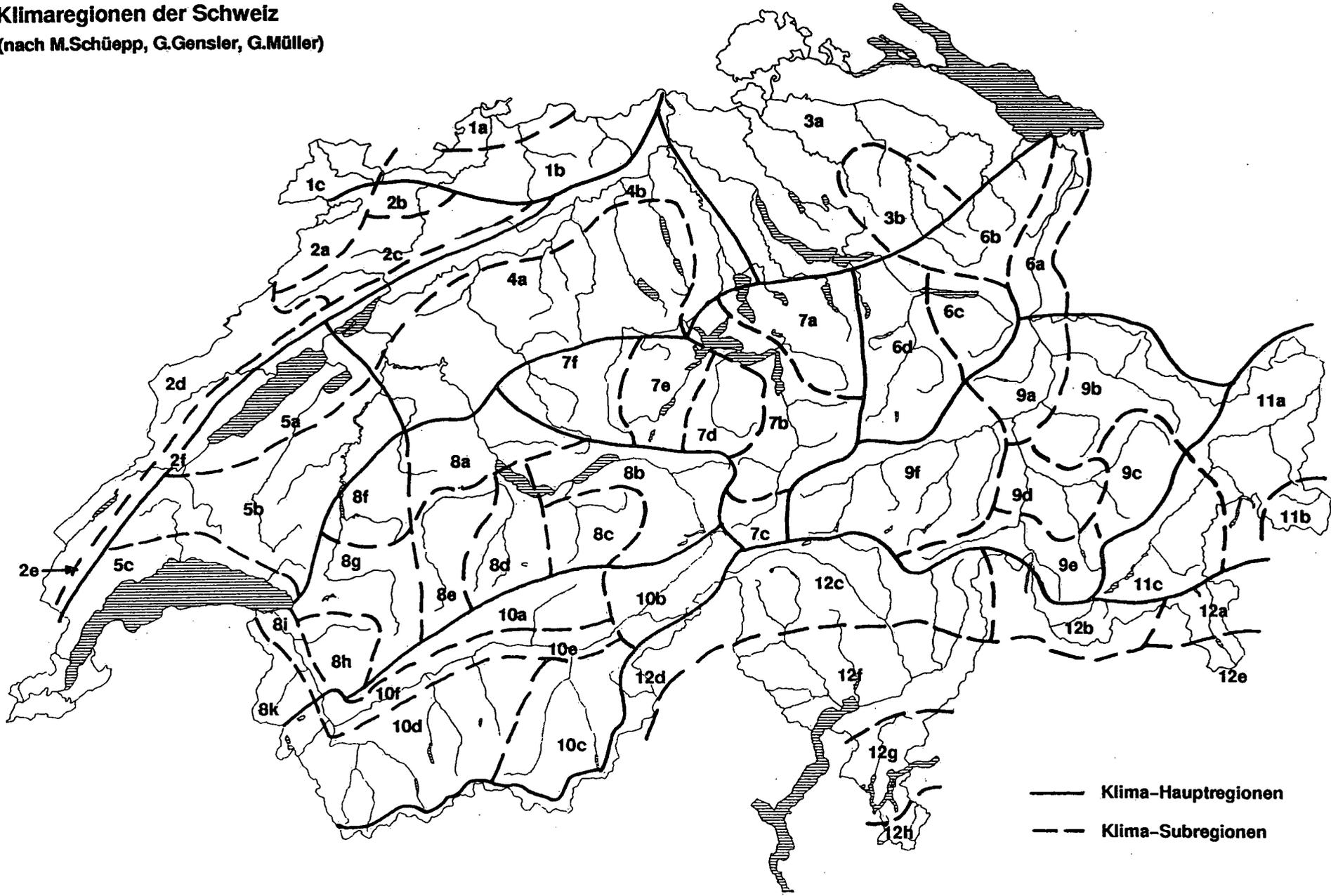
4. Spezielle Darstellungen

- 4.1 Redundante automatische Messungen (Wind und Niederschlag)
- 4.2 Referenzstationen

5. Entwicklung der einzelnen Stationen

- 5.1 Messprogramme der ENET2-Stationen
- 5.2 Modifizierte Messprogramme der bestehenden ENET-Stationen
- 5.3 Die jetzigen konventionellen Klimastationen und deren Entwicklung bis ca. 2006 (2 Seiten)

Klimaregionen der Schweiz
(nach M.Schüepp, G.Gensler, G.Müller)

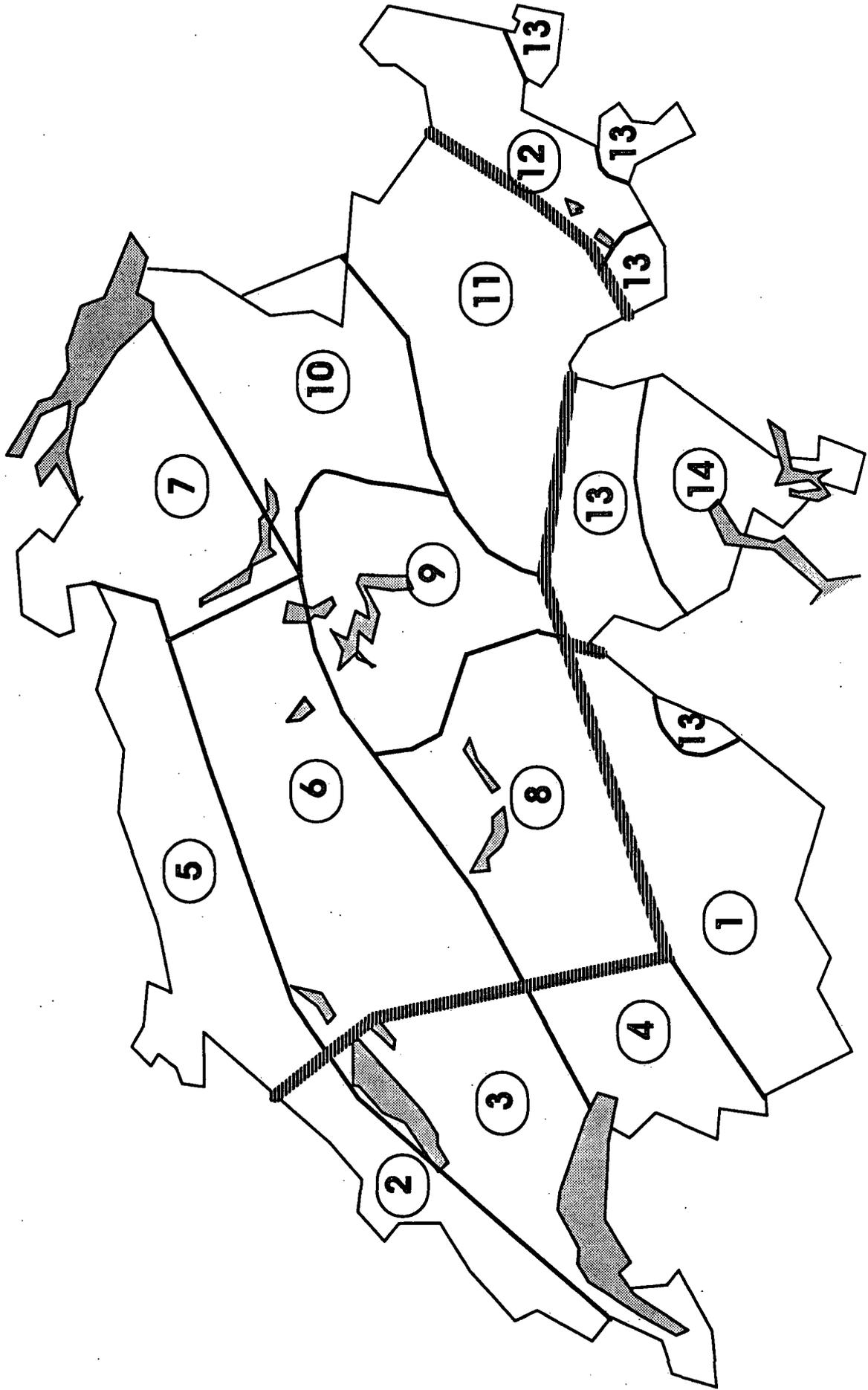


— Klima-Hauptregionen
- - - Klima-Subregionen

Klimaregionen der Schweiz (nach M. Schüepp, G.Gensler, G. Müller)

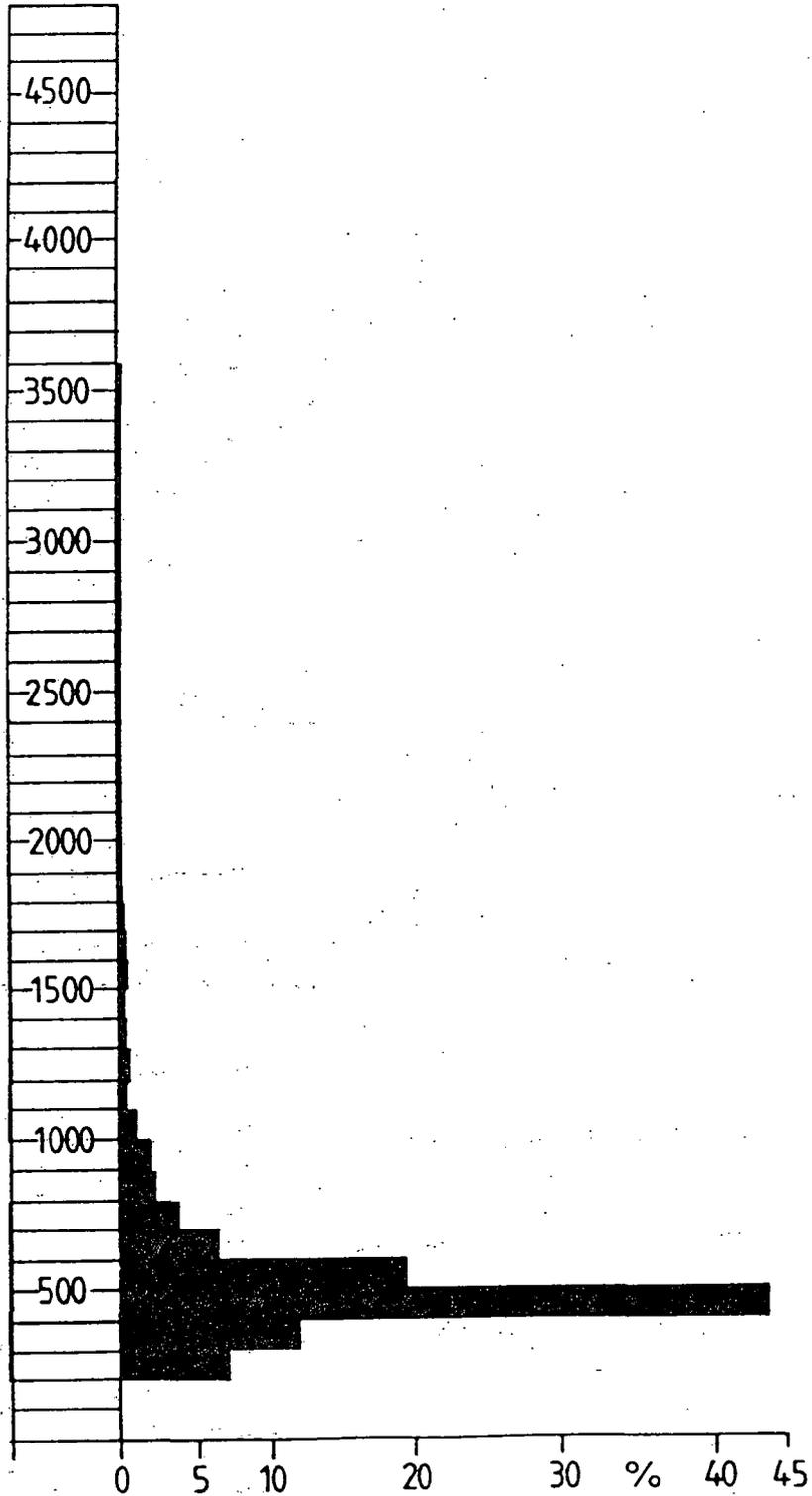
- 1 Oestlicher Jura**
 - a) Juranordfuss
 - b) Juranordhang
 - c) Ajoie
- 2 Westlicher Jura**
 - a) Franches Montagnes
 - b) Becken von Delémont
 - c) Zentraler Teil
 - d) Hochtäler
 - e) Kamm
 - f) Südhang
- 3 Nordöstliches Mittelland**
 - a) Nordöstliches Mittelland i.e.S.
 - b) Hörnligebiet
- 4 Zentrales Mittelland**
 - a) Zentrales Mittelland i.e.S.
 - b) Aare- / Reusstal
- 5 Westliches Mittelland**
 - a) Seen-Region
 - b) Waadtländer- und Fribourger-Plateau
 - c) Léman-Becken
- 6 Oestlicher Alpennordhang**
 - a) Unteres Rheintal
 - b) Toggenburg und Appenzellerland
 - c) Walenseegebiet
 - d) Linthtal
- 7 Zentraler Alpennordhang**
 - a) Region Schwyz
 - b) Reusstal
 - c) Urserental
 - d) Engelbergertal
 - e) Samertal
 - f) Napfgebiet
- 8 Westlicher Alpennordhang**
 - a) Voralpines Aaregebiet
 - b) Alpines Aaregebiet
 - c) Lüttschinental
 - d) Kandertal
 - e) Simmental
 - f) Gebiet von Bulle
 - g) Saanegebiet
 - h) Gebiet von Diablerets
 - i) Rhône-Ebene
 - k) Gebiet um Val d'Illeiz
- 9 Nord- und Mittelbünden**
 - a) Churer Rheintal
 - b) Prättigau und Schanfigg
 - c) Gebiet von Davos / Bergün
 - d) Gebiet von Thuisis
 - e) Kammnahes Gebiet Hinterrhein und Juller
 - f) Vorderrhein
- 10 Wallis**
 - a) Südhang
 - b) Goms
 - c) Matter- und Saasertal
 - d) Westlicher Nordhang
 - e) Obere Talsohle
 - f) Untere Talsohle
- 11 Engadin**
 - a) Unterengadin
 - b) Münstertal
 - c) Oberengadin
- 12 Alpensüdseite**
 - a) Oberes Puschlav
 - b) Bergell
 - c) Zentrales kammnahes Gebiet
 - d) Westliches kammnahes Gebiet
 - e) Unteres Puschlav
 - f) Sopraceneri
 - g) Sottoceneri
 - h) Mendrisiotto

Kontrollregionen OPKO



Bevölkerungsverteilung der Schweiz in Funktion der Höhe

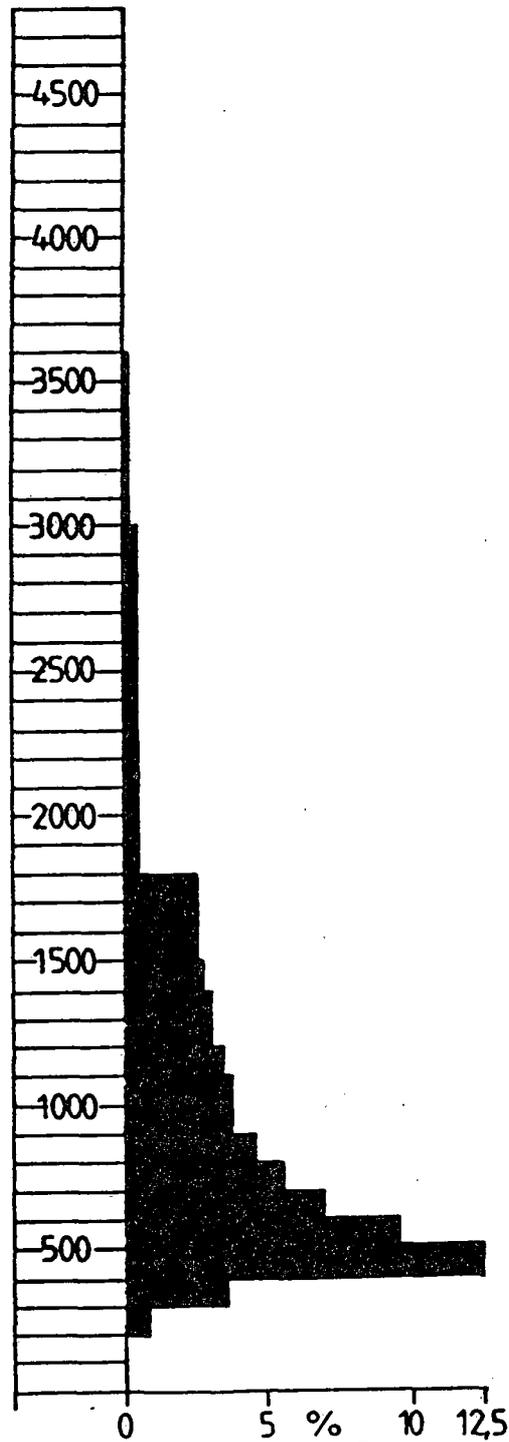
Höhe m ü. M.



Bevölkerung

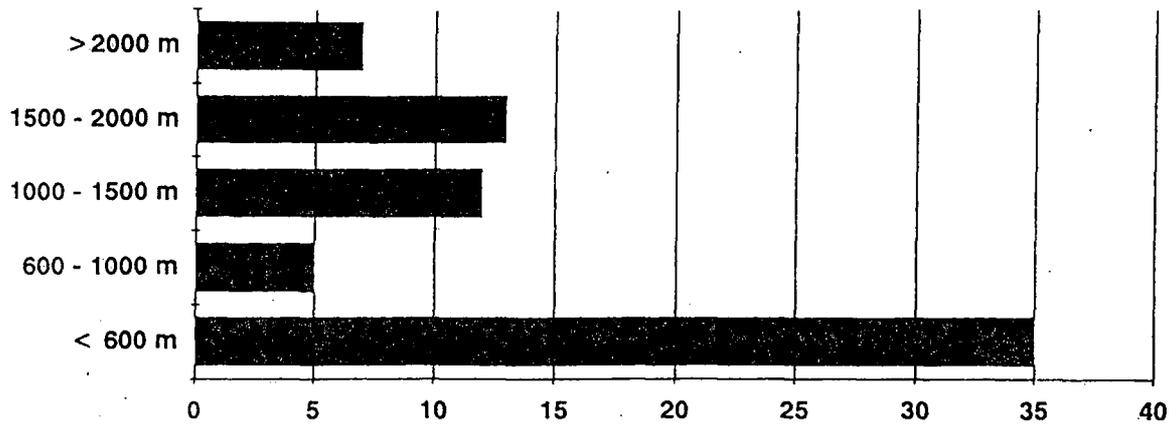
Flächenverteilung der Schweiz in Funktion der Höhe

Höhe m ü. M.

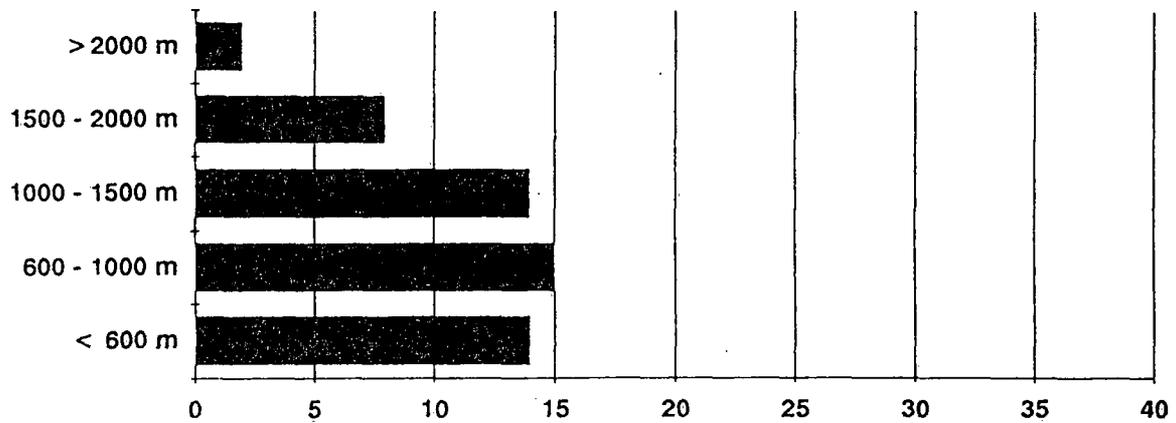


Fläche

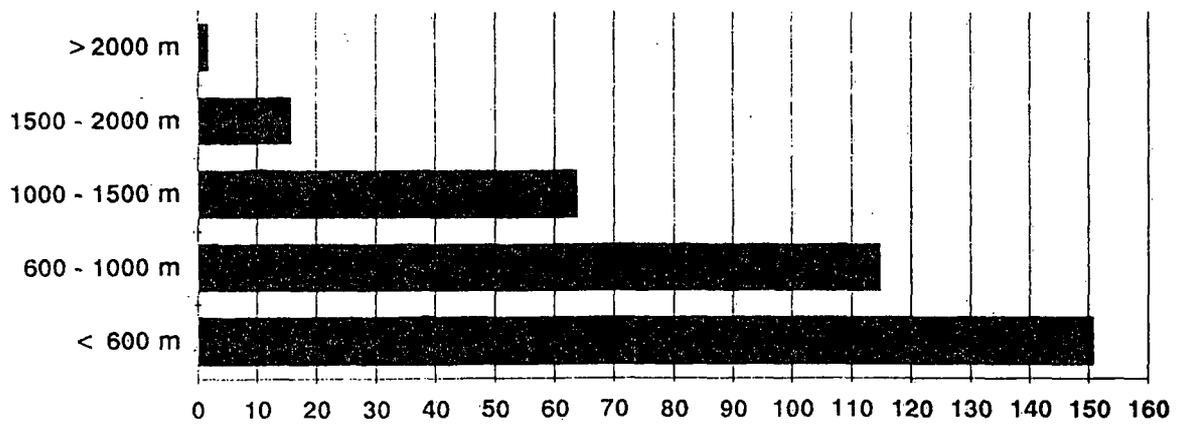
ANETZ-Stationen pro Höhenstufe



Klimastationen pro Höhenstufe



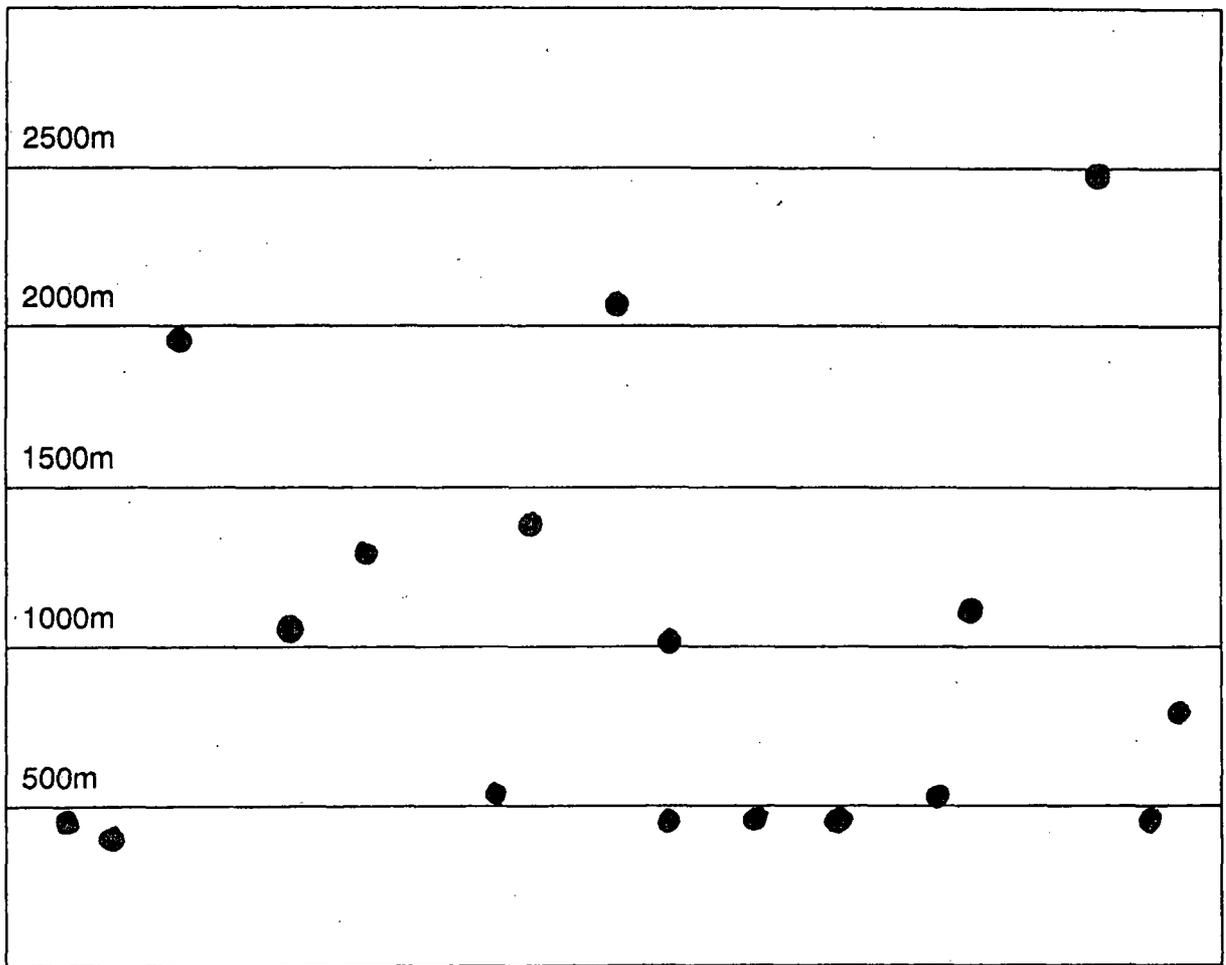
Niederschlags-Stationen pro Höhenstufe



Längsschnitt ANETZ-Stationen durch die nördlichen Voralpen

parallel zu dd=250°

Massstab 1: 1'500'000



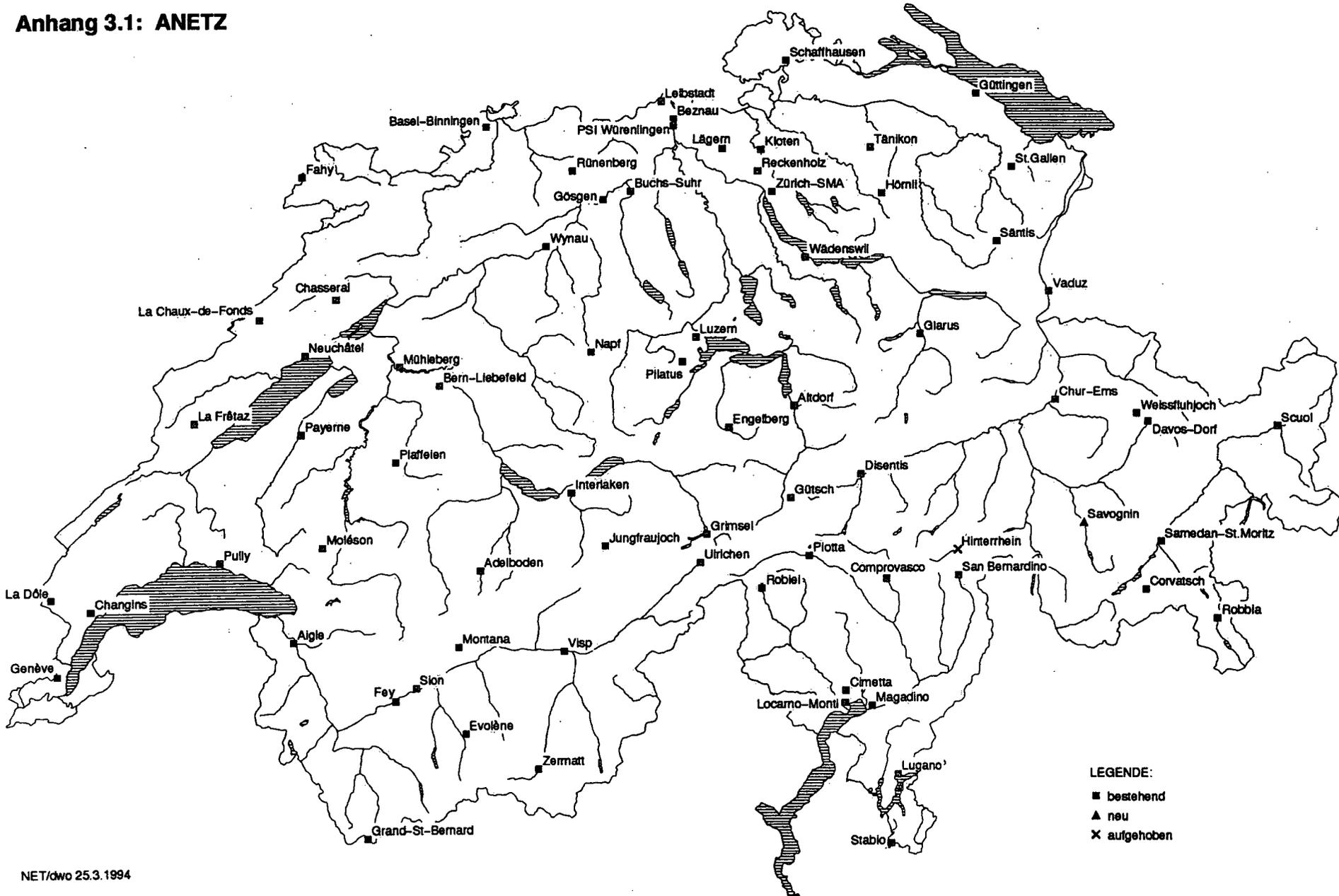
Léman

Thunersee

Vierw.see Zh.see

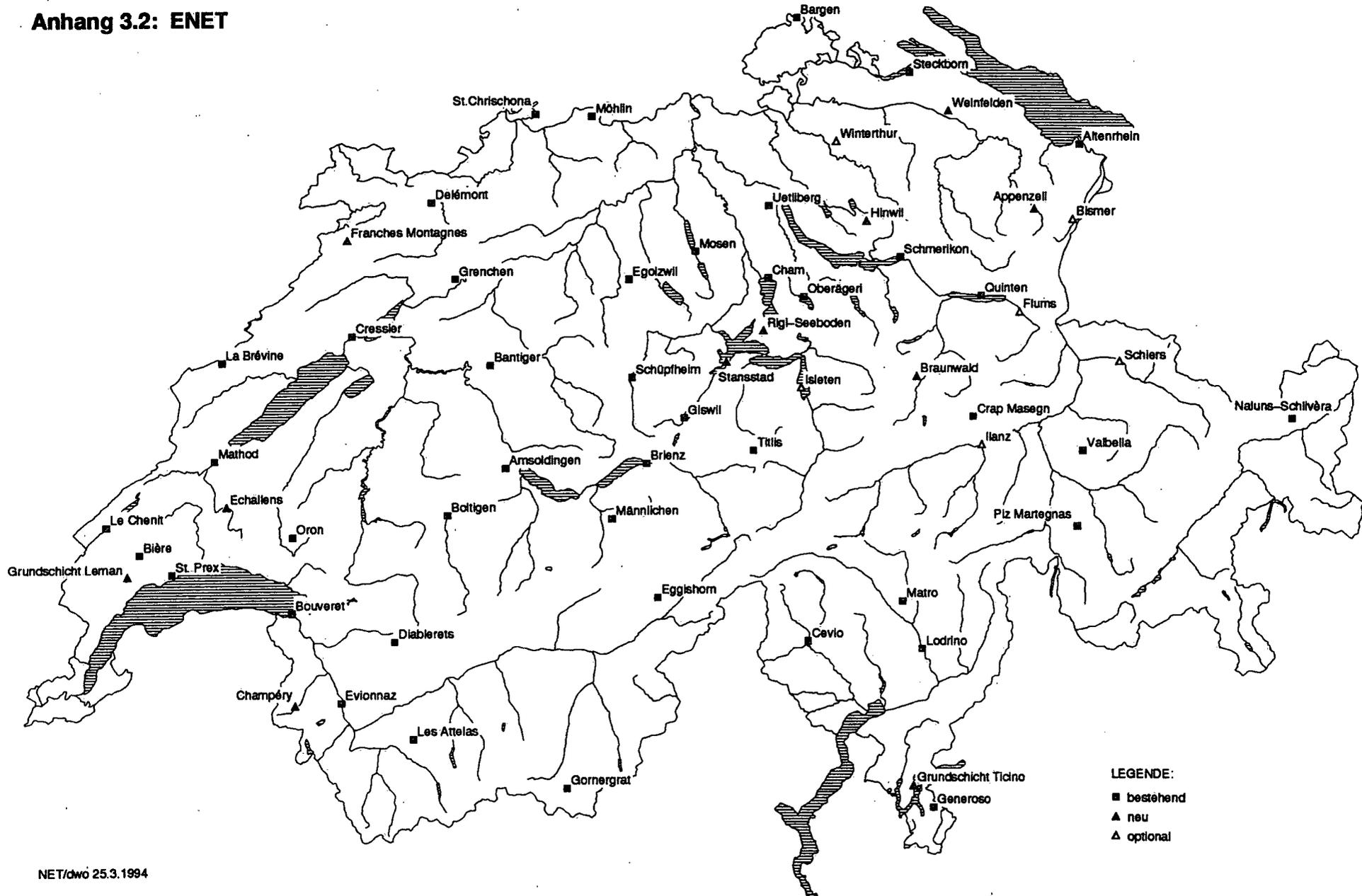
Bodensee

Anhang 3.1: ANETZ



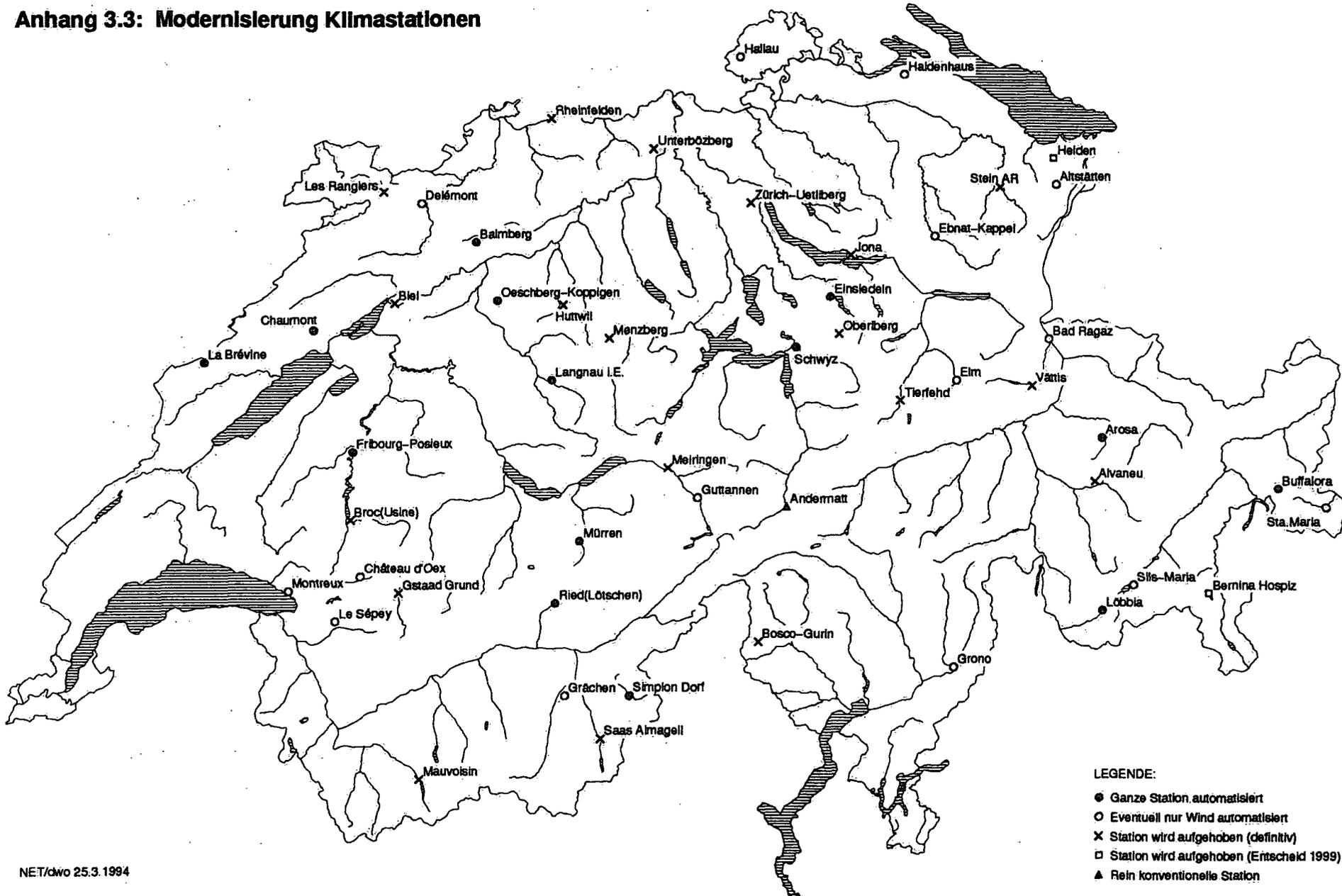
- LEGENDE:
- bestehend
 - ▲ neu
 - × aufgehoben

Anhang 3.2: ENET

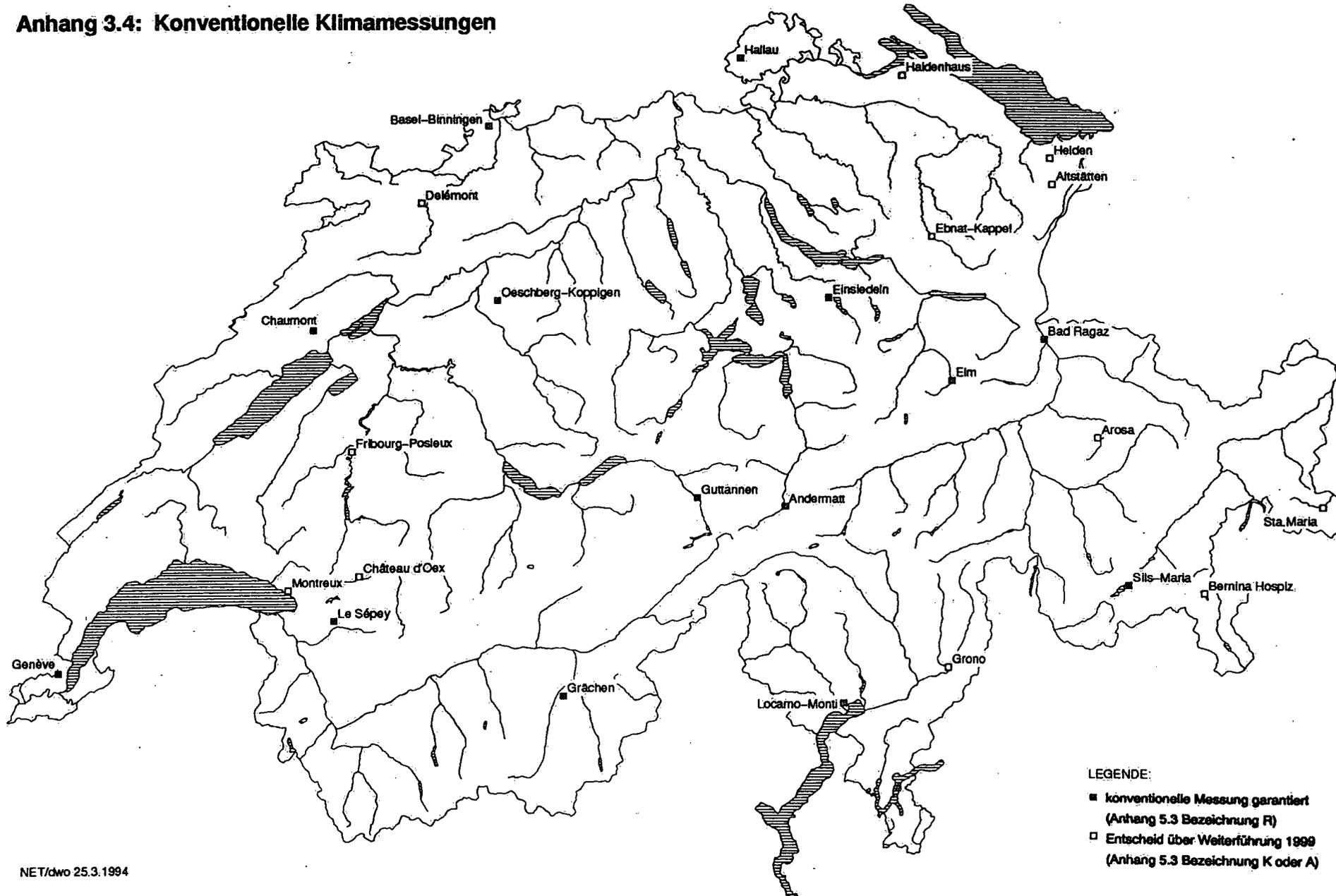


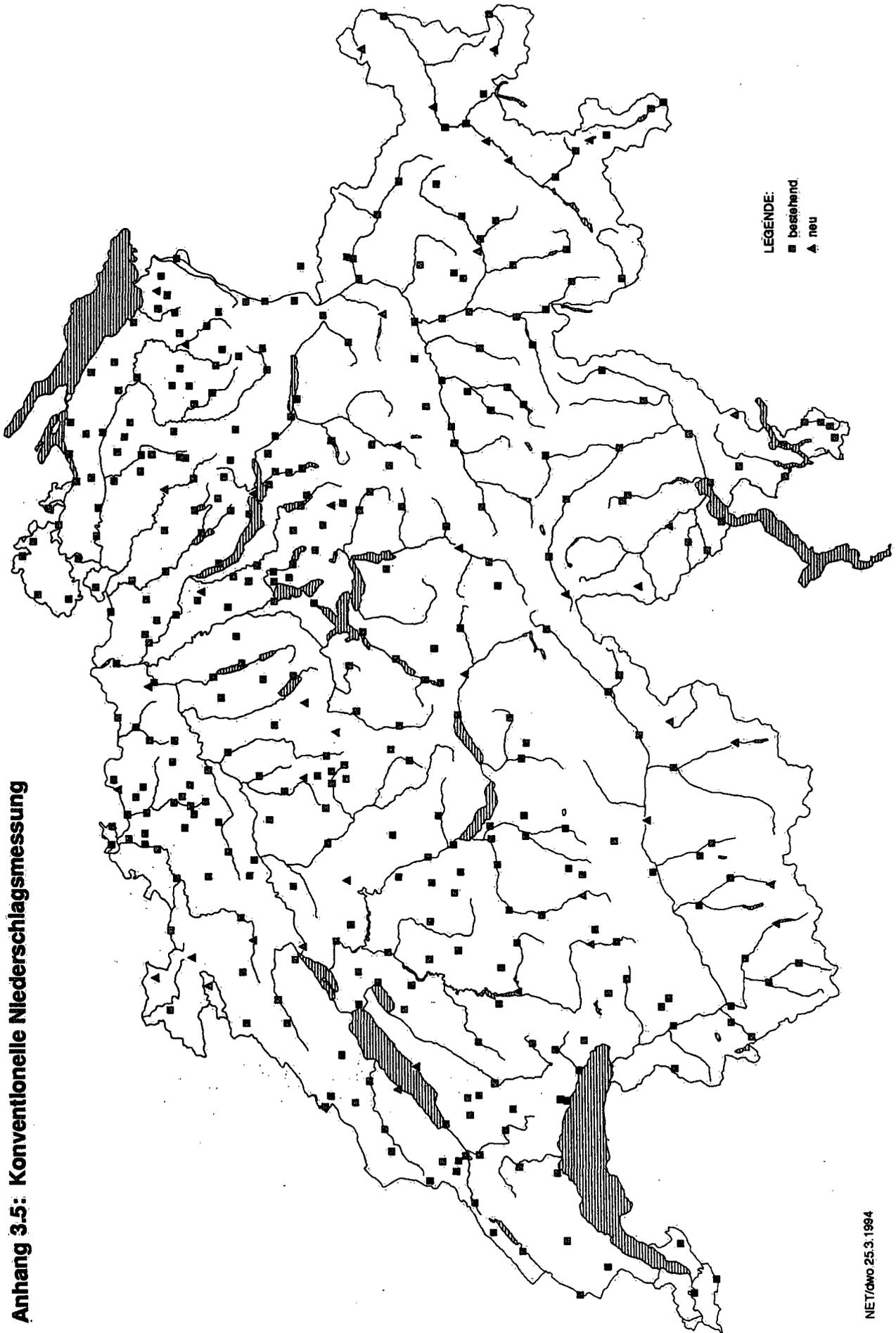
NET/dwó 25.3.1994

Anhang 3.3: Modernisierung Klimastationen



Anhang 3.4: Konventionelle Klimamessungen

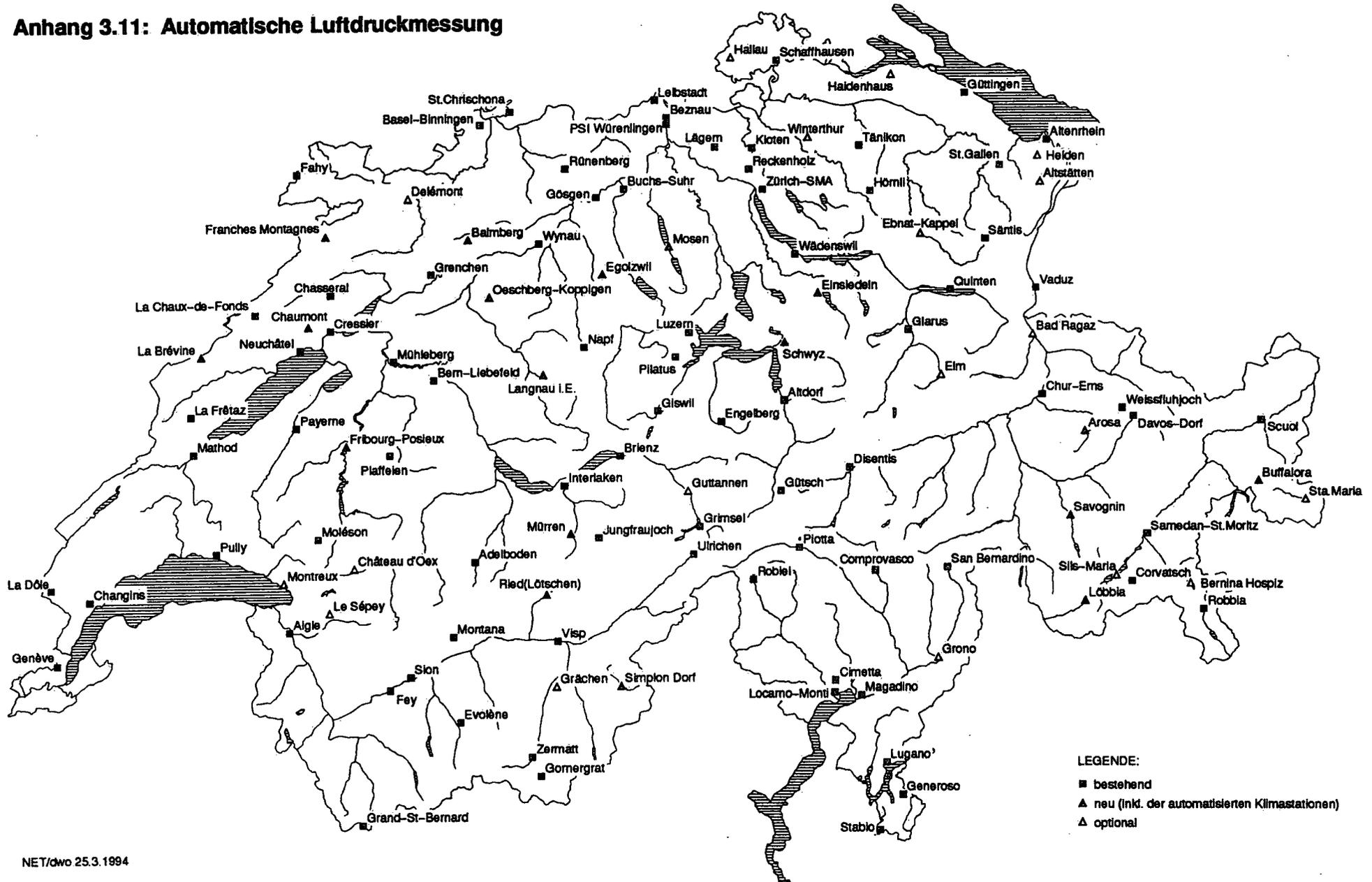




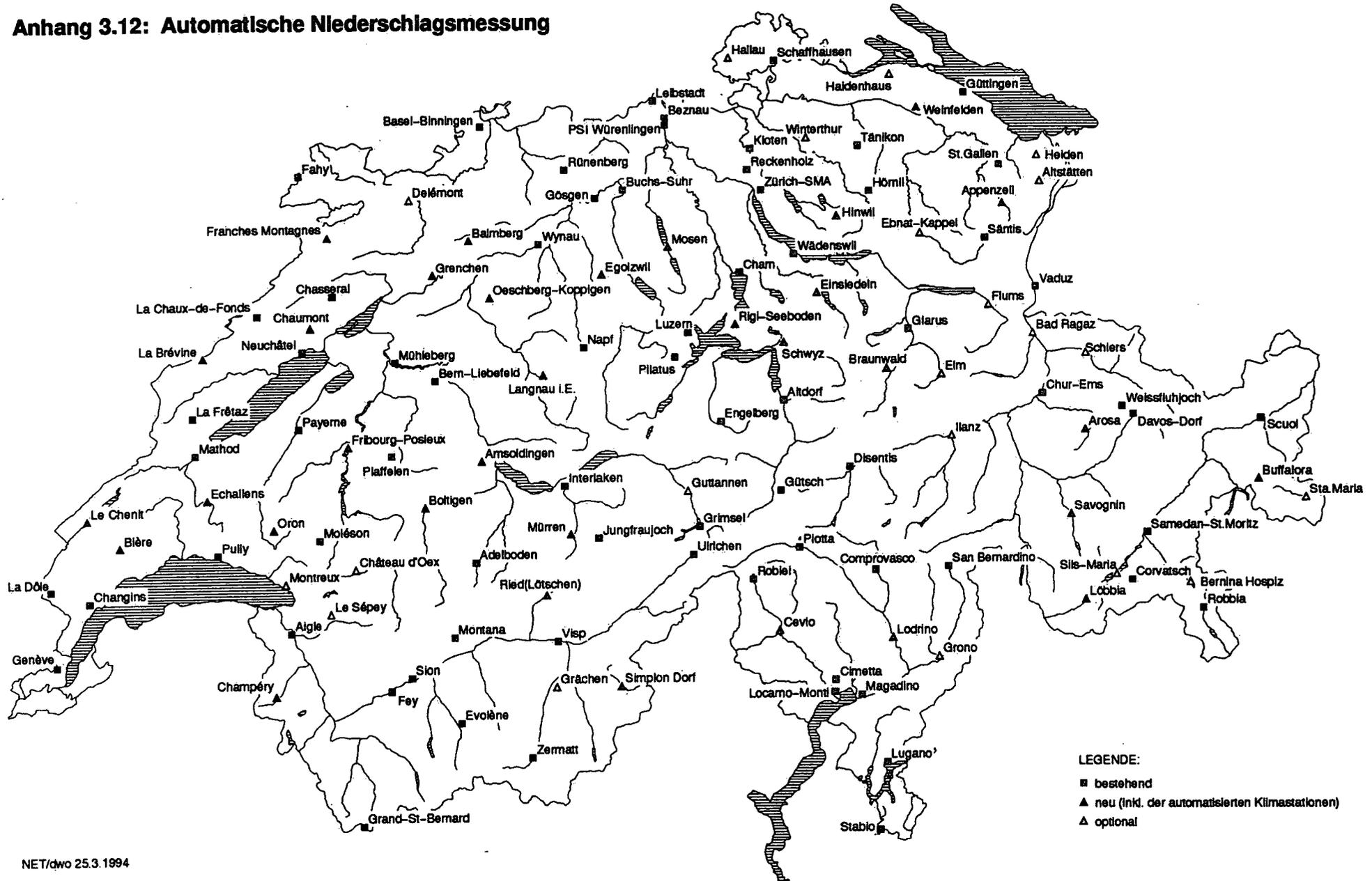
Anhang 3.8: Automatische Windmessung



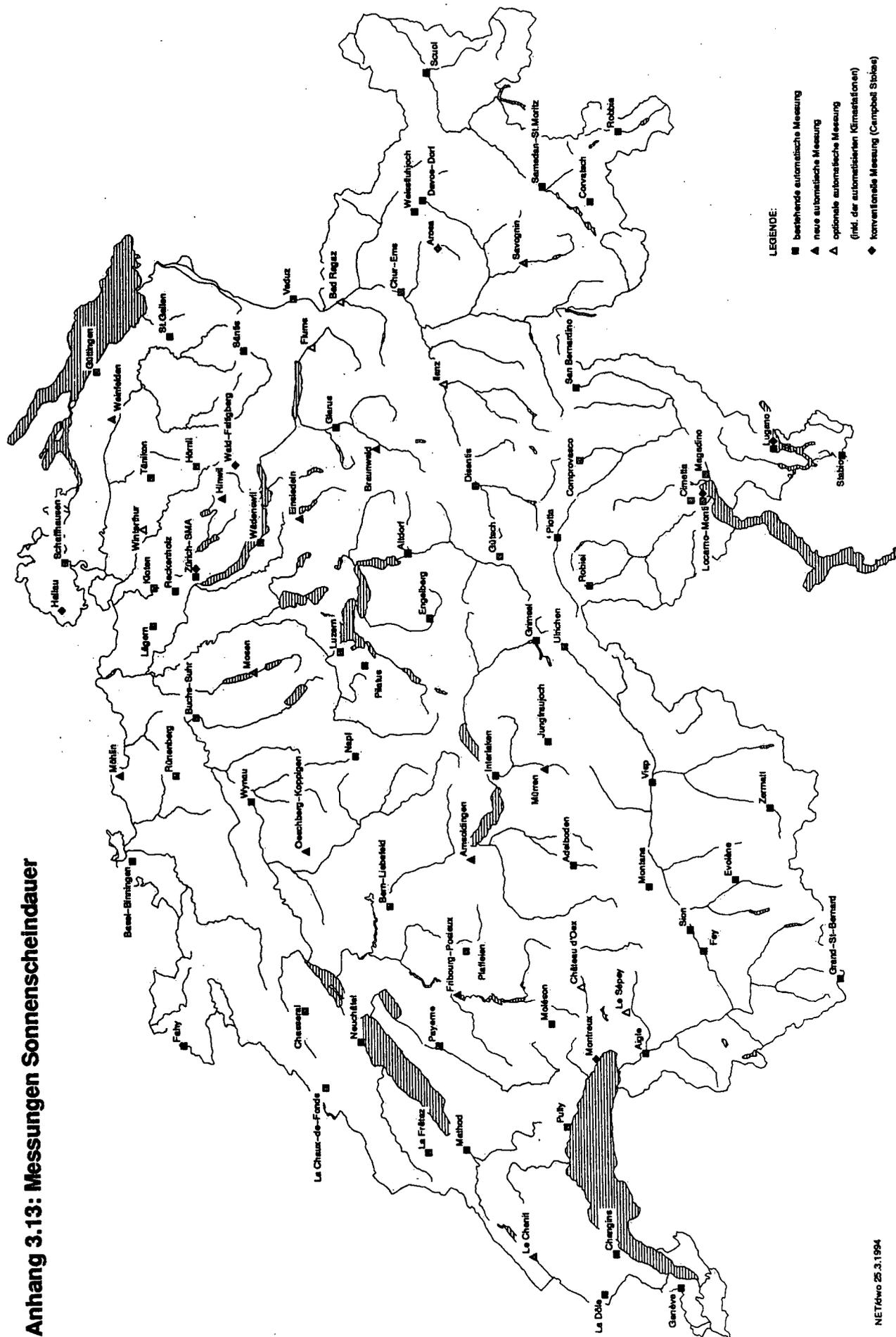
Anhang 3.11: Automatische Luftdruckmessung



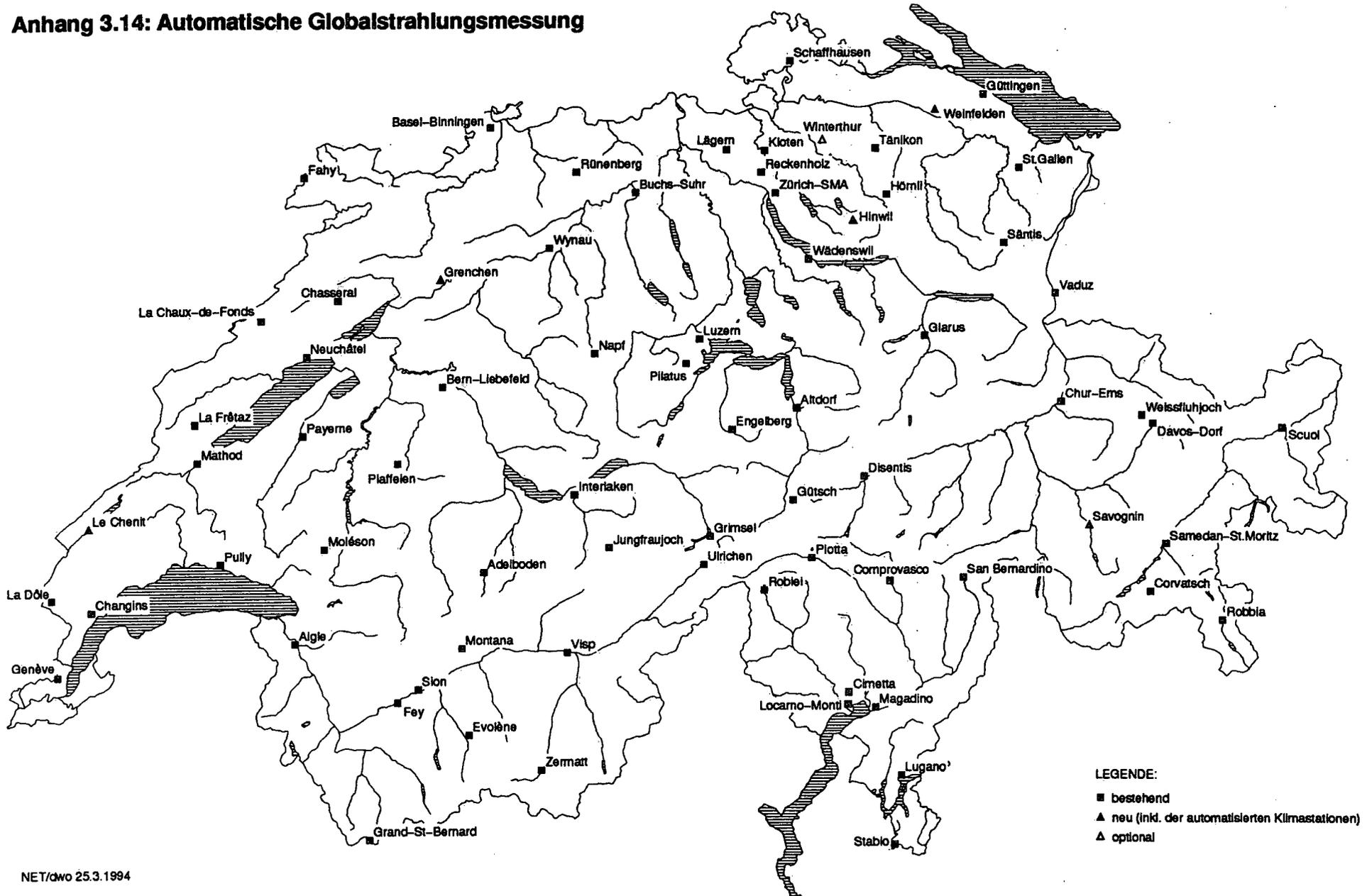
Anhang 3.12: Automatische Niederschlagsmessung



Anhang 3.13: Messungen Sonnenscheindauer

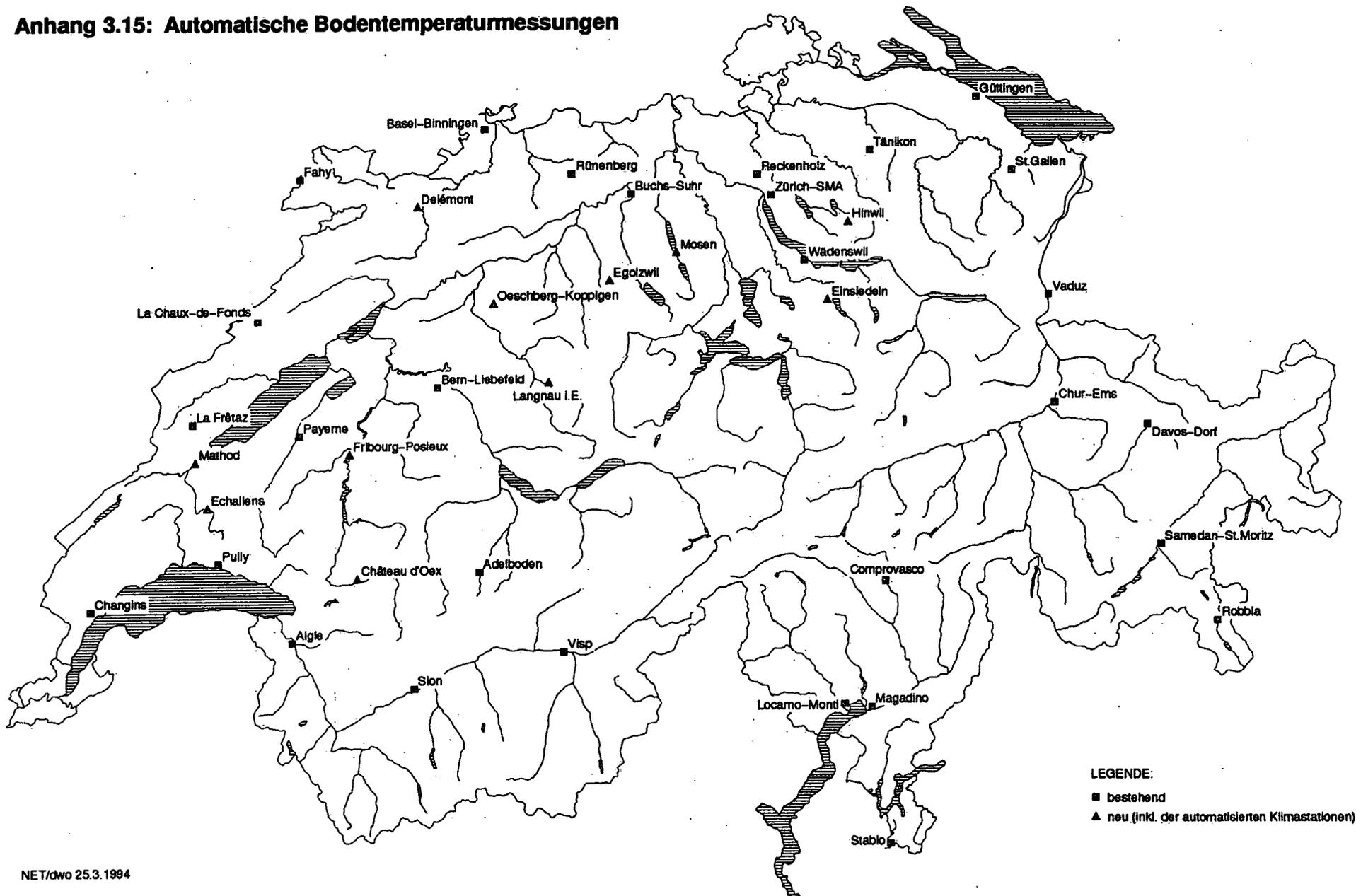


Anhang 3.14: Automatische Globalstrahlungsmessung

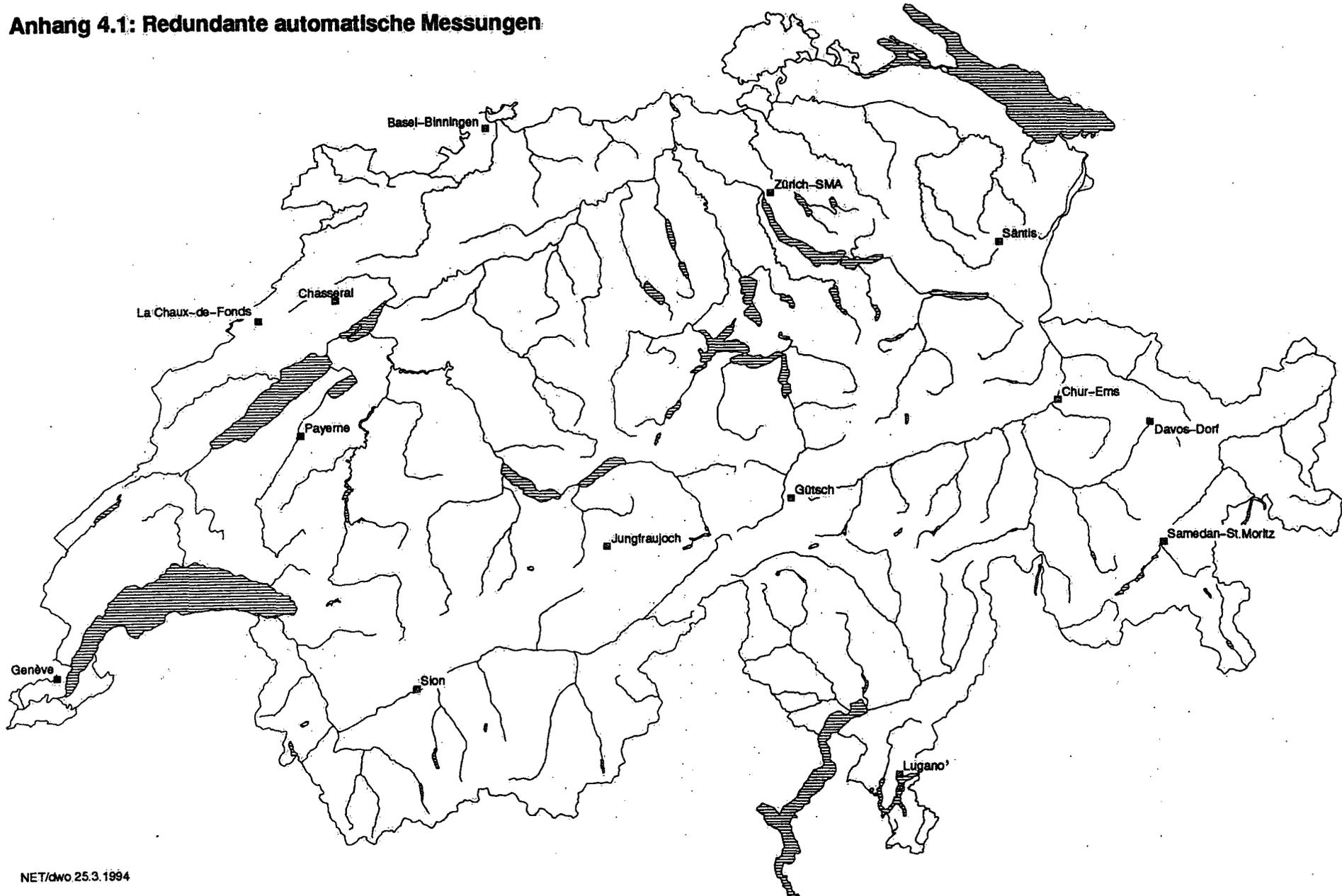


- LEGENDE:
- bestehend
 - ▲ neu (inkl. der automatisierten Klimastationen)
 - ▲ optional

Anhang 3.15: Automatische Bodentemperaturmessungen

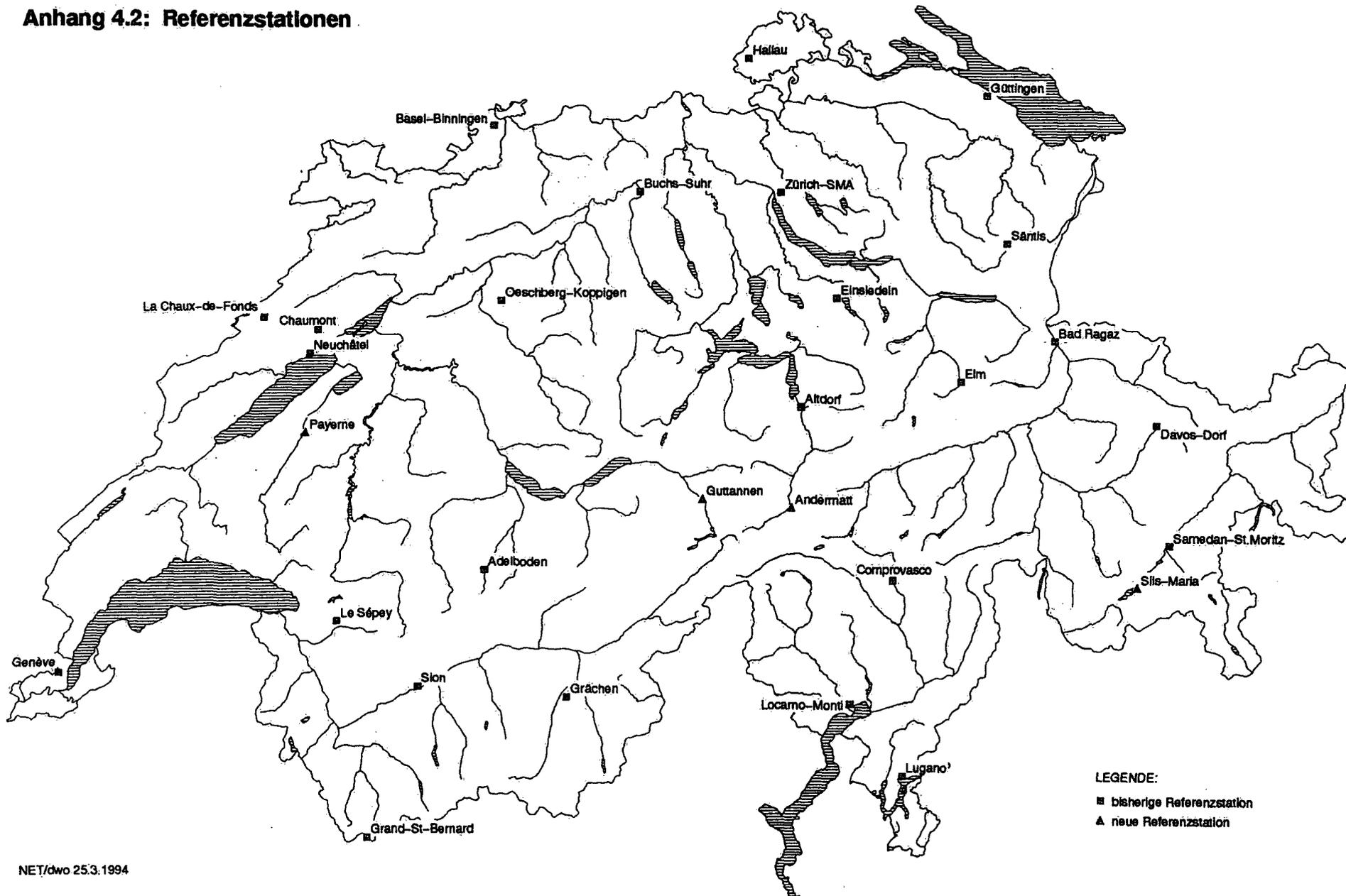


Anhang 4.1: Redundante automatische Messungen



NET/dwo.25.3.1994

Anhang 4.2: Referenzstationen



NET/dwo 25.3.1994

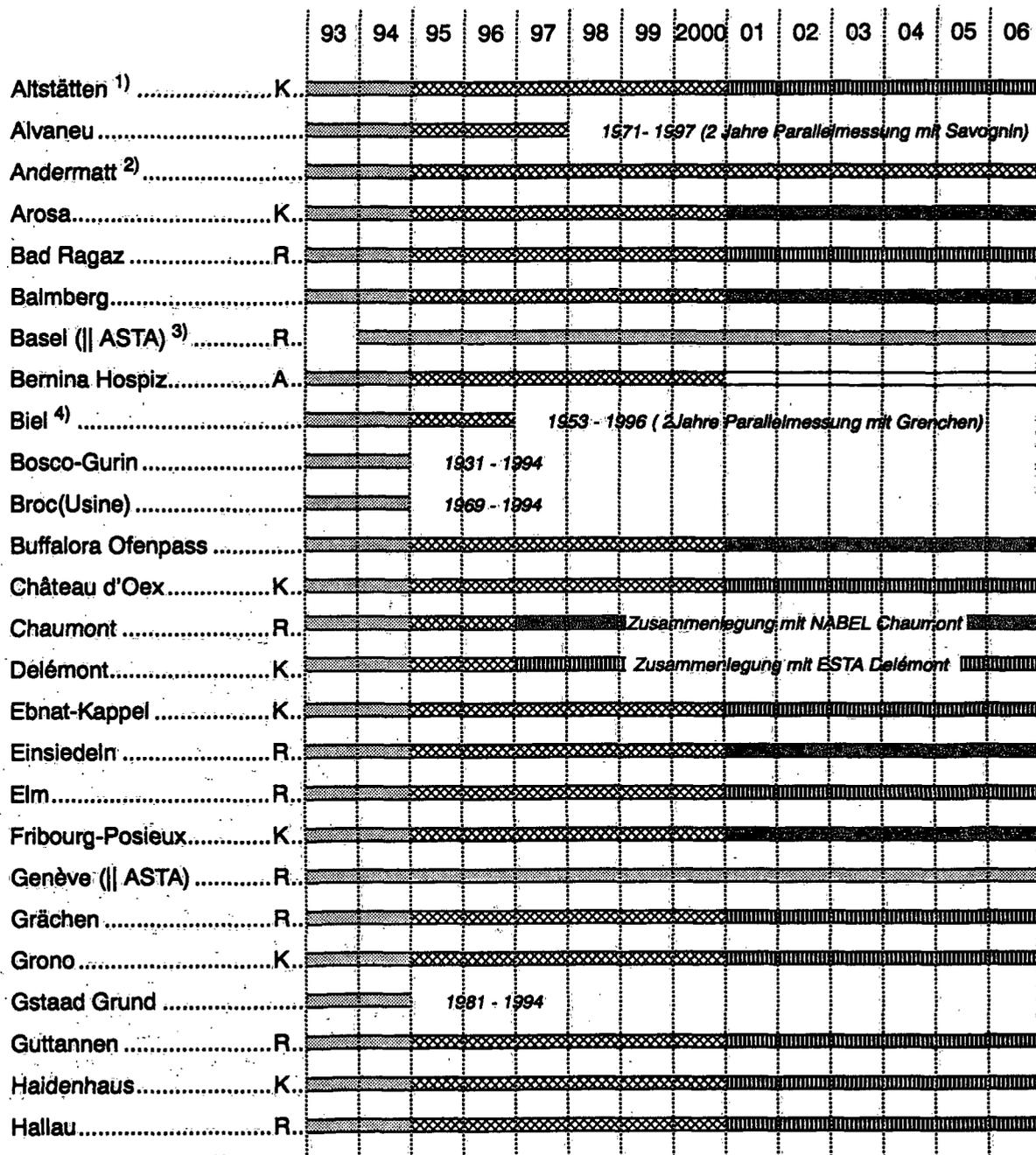
Messprogramme der ENET2 Stationen

| NEUE AUTOMATISCHE STATIONEN | | | | | | | | | | | |
|--|------|---------------|---------|-----------|--------------|--------------------|-----------|-------------------|----------------|--------------------|---------------------|
| ab 1997 | | | | | | | | | | | |
| <i>* -> optional</i> | Wind | Temperatur 2m | Feuchte | Luftdruck | Niederschlag | Sonneneinstrahlung | Strahlung | Bodentemperaturen | Radioaktivität | AERO-Beobachtungen | KLIMA-Beobachtungen |
| Appenzell | X | | | | X | | | | | | |
| Braunwald | X | X | X | | X | X | | | | | X |
| Champéry | X | X | X | | X | | | | | | |
| Echallens | X | X | X | | X | | | X | | | |
| Franches Montagnes | X | X | X | X | X | | | | | | X |
| Hirwil | X | X | X | | X | X | X | X | | | X |
| Rigi-Seeboden | X | X | X | | X | | | | | | |
| Savognin (ANETZ) | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | |
| Stansstad | X | | | | | | | | | | |
| Weinfeldern | X | X | X | | X | X | X | | | X | |
| Grundsicht Léman | X | X | X | | | | | | | | |
| Grundsicht Ticino | X | X | X | | | | | | | | |
| * Grundsicht Bismar | X | X | X | | | | | | | | |
| * Flums | X | X | X | | X | X | | | | X | |
| * Isleten | X | | | | | | | | | | |
| * Ilanz | X | X | X | | X | X | | | | | X |
| * Schlers | X | X | X | | X | | | | | | |
| * Winterthur | X | X | X | X | X | X | X | | X | | X |

Modifizierte Messprogramme der bestehenden ENET-Stationen

| AUSBAU ENET-STATIONEN | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------|---------------|---------|-----------|--------------|--------------|-----------|-------------------|----------------|--------------------|---------------------|
| ab 1995 | | | | | | | | | | | |
| O bestehend X NEU | Wind | Temperatur 2m | Feuchte | Luftdruck | Niederschlag | Sonnenschein | Strahlung | Bodentemperaturen | Radioaktivität | AERO-Beobachtungen | KLIMA-Beobachtungen |
| Amsoldingen | O | X | X | | X | X | | | | | |
| Bière | O | | | | X | | | | | | |
| Le Chenit | O | X | X | | X | X | X | | | | |
| Boltigen | O | X | X | | X | | | | | | |
| Cevio | O | | | | X | | | | | | |
| Egolzwil | O | X | X | X | X | | | X | | | |
| Grenchen | O | O | O | O | X | | | | | | |
| Lodrino | O | | | | X | | | | | | |
| Mosen | O | X | X | X | X | | | X | | | |
| Oron | O | X | X | | X | | | | | | |
| Method | O | O | O | O | O | O | O | X | | | |
| Uetliberg (TURMFUSS) | | X | X | | X | | | | | | |

Entwicklung Konventionelle Klimastationen



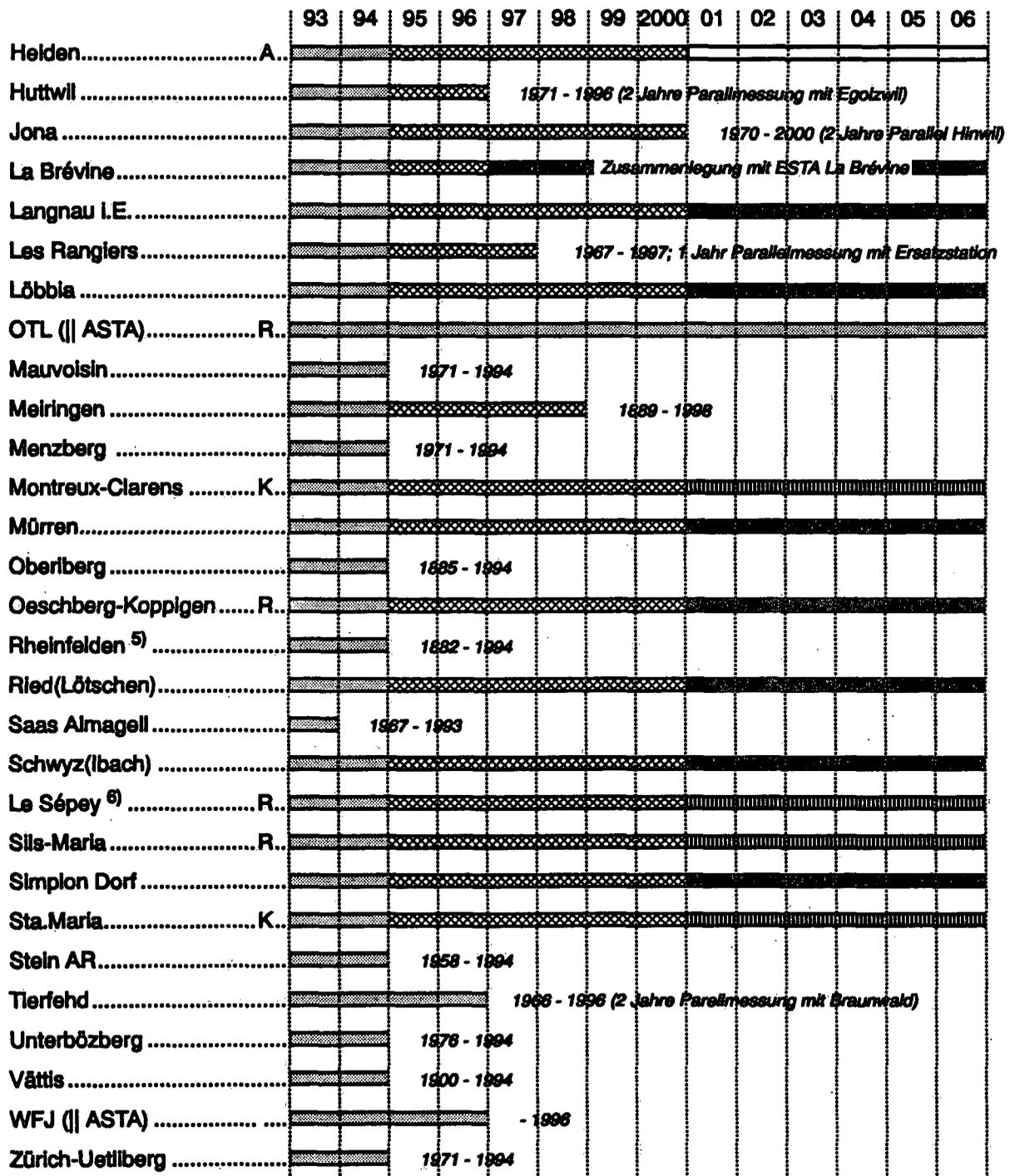
Legende

- konventionell, Handnotizen
- ab 1995 Modernisierung Uebermittlung
- ab 2001 Autom. Wind, optional ganze Station
- ab 2001 Automatisierung ganze Station

Bemerkungen

- Aufhebung im Folgejahr der eingetragenen Jahrzahl
- R: Referenzstation mit garantierter konventioneller Messung
- K: Konventionelle Messung ab 2002 optional, falls Automatisierung
- A: Antrag auf Aufhebung ab 2001

¹⁾ Altstätten: Verlegung der Windmessung Richtung Talmitte
²⁾ Andermatt: Hausaufstellung und konventionelle Aufstellung; keine Windmessung
³⁾ Basel: Als Ersatz von Rheinfelden
⁴⁾ Grenchen: Vollausbau



Legende

- konventionell, Handnotizen
- ab 1995 Modernisierung Uebermittlung
- ab 2001 Autom. Wind, optional ganze Station
- ab 2001 Automatisierung ganze Station

Bemerkungen

- Aufhebung im Folgejahr der eingetragenen Jahrzahl
- R: Referenzstation mit garantierter konventioneller Messung
- K: Konventionelle Messung ab 2002 optional, falls Automatisierung
- A: Antrag auf Aufhebung ab 2001

⁵⁾ Rheinfelden:

Weiterführen, falls konventionelle Messung in Basel nicht möglich

⁶⁾ Le Sépey:

Beim nächsten Beobachterwechsel nach Leysin zurückverschieben

