



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz

Arbeitsbericht MeteoSchweiz Nr. 215

Die Überführung der klimatologischen Referenzstationen der Schweiz in das Swiss National Basic Climatological Network (Swiss NBCN)

Begert, M., Seiz, G., Foppa, N., Schlegel, T., Appenzeller, C., Müller, G.



Arbeitsbericht MeteoSchweiz Nr. 215

Die Überführung der klimatologischen Referenzstationen der Schweiz in das Swiss National Basic Climatological Network (Swiss NBCN)

Begert, M., Seiz, G., Foppa, N., Schlegel, T., Appenzeller, C., Müller, G.

Bitte zitieren Sie diesen Arbeitsbericht folgendermassen

Begert, M., Seiz, G., Foppa, N., Schlegel, T., Appenzeller, C., Müller, G.: 2007, Die Überführung der klimatologischen Referenzstationen der Schweiz in das Swiss National Basic Climatological Network (Swiss NBCN), *Arbeitsberichte der MeteoSchweiz*, **215**, 43 p.

Herausgeber

Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, MeteoSchweiz, © 2007

MeteoSchweiz
Krähbühlstrasse 58
CH-8044 Zürich
T +41 44 256 91 11
www.meteoschweiz.ch

Weitere Standorte
CH-8058 Zürich-Flughafen
CH-6605 Locarno Monti
CH-1211 Genève 2
CH-1530 Payerne

Zusammenfassung

Das Klimamonitoring wird in der Schweiz durch das Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz sichergestellt. Zu diesem Zweck werden seit 1864 in allen Landesteilen systematisch bodennahe Klimaparameter gemessen. Ausgewählte klimatologische Messstationen aus diesem Netz werden mit besonderer Sorgfalt betrieben und dienen als Grundlage zur Untersuchung von Klimaveränderungen. Der vorliegende Bericht nimmt im Zusammenhang mit der Überarbeitung des Messkonzepts MK2010 und dessen Umsetzung im Projekt SwissMetNet eine Neubeurteilung der klimatologisch bedeutendsten Bodenmessstationen der MeteoSchweiz vor und führt diese im „Swiss National Basic Climatological Network“ (Swiss NBCN) zusammen. Insbesondere werden die Stationen mit langen homogenen Messreihen aus dem Projekt NORM90 und das Netz der klimatologischen Referenzstationen aus dem Messkonzept 1980 zusammengelegt und konzeptionell verankert. Internationale Verpflichtungen wie der Betrieb von Stationen im Rahmen des GCOS Surface Network (GSN) und des Regional Basic Climatological Network (RBCN) wurden bei der Auswahl ebenso berücksichtigt wie die räumliche Repräsentativität der Stationen, die Länge der Messreihen und die Vielzahl erhobener Messgrößen an einer Station. Zudem wurde im Sinne der CC Alp Met-Strategie eine höhere Stationsdichte im Alpenraum als im Mittelland gewählt. Das neu definierte National Basic Climatological Network besteht aus 28 Stationen verteilt auf alle Klimaregionen und Höhenlagen der Schweiz. Multivariate Stationen sind mit wenigen Ausnahmen auf tiefere Lagen nördlich und südlich der Alpen beschränkt, während Stationen im Alpenraum mehrheitlich nur Temperaturmittel- und Niederschlagsreihen aufweisen. Abgeleitet aus den GCOS-Prinzipien und WMO-Richtlinien wurden Betriebsrichtlinien für die NBCN-Stationen definiert. Diese stellen die Basis für lange, kontinuierliche und qualitativ hochwertige Klimamessreihen dar. Damit leistet MeteoSchweiz einen wichtigen Beitrag zur Erfüllung der und nationalen, kontinentalen und globalen Zielvorgaben der systematischen Klimabeobachtung.

Résumé

Le monitoring climatique est assuré en Suisse par l'Office fédéral de météorologie et climatologie MétéoSuisse. Pour ce faire, des paramètres climatiques au niveau du sol sont systématiquement mesurés dans toutes les parties du pays depuis 1864. Des stations de mesure sélectionnées au sein de ce réseau sont exploitées avec un soin particulier et servent de base pour l'étude des changements climatiques. Le présent rapport procède, dans le cadre de la révision du concept de mesure MK2010 et de son application dans le projet SwissMetNet, à un réexamen des stations de mesure au sol les plus importantes du point de vue climatique et les réunit dans le „Swiss National Basic Climatological Network“ (Swiss NBCN). Plus particulièrement, les stations du projet NORM90 possédant de longues séries de données homogènes ainsi que les stations climatologiques du réseau de référence selon le concept de mesure 1980 sont regroupées et déterminées conceptionnellement. Les engagements internationaux comme l'exploitation de stations dans le cadre du GCOS Surface Network (GSN) et le Regional Basic Climatological Network (RBCN) ont autant été pris en compte lors de la sélection que la représentativité géographique des stations, la longueur de la série de mesure et le nombre de paramètres mesurés à une station. En outre, une densité en stations plus importante dans l'arc alpin que sur le Plateau a été choisie conformément à la stratégie CC Alp Met. Le National Basic Climatological Network nouvellement défini se compose de 28 stations réparties dans toutes les régions climatiques et altitudes de la Suisse. Les stations mesurant de nombreux paramètres se situent presque exclusivement à des altitudes moindres au nord et au sud des Alpes, alors que la majorité des stations de la région alpine n'offrent que des séries de température moyenne et de précipitations. Des directives pour l'exploitation des stations NBCN ont été définies à partir des principes du GCOS et des directives de l'OMM. Celles-ci représentent la base pour des séries de mesure climatiques longues, continues et de haute qualité. Ainsi, MétéoSuisse contribue de manière importante à la réalisation des objectifs nationaux, continentaux et globaux de l'observation systématique du climat.

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	3
RÉSUMÉ	5
INHALTSVERZEICHNIS	7
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	9
1 EINLEITUNG	11
1.1 AUSGANGSLAGE	11
1.2 ZIELSETZUNG	12
1.3 AUFBAU DES BERICHTS.....	13
2 INTERNATIONALE KLIMA-REFERENZMESSNETZE	14
2.1 GCOS SURFACE NETWORK (GSN).....	14
2.2 REGIONAL BASIC CLIMATOLOGICAL NETWORK (RBCN)	18
3 SCHWEIZERISCHE KLIMA-REFERENZMESSNETZ	20
3.1 SWISS NATIONAL BASIC CLIMATOLOGICAL NETWORK (SWISS NBCN)	20
3.2 KRITERIEN ZUR AUSWAHL VON SWISS NBCN-STATIONEN	21
3.3 DIE SWISS NBCN-STATIONEN.....	23
3.4 BETRIEB DER SWISS NBCN-STATIONEN	26
4 SCHLUSSFOLGERUNGEN	28
5 REFERENZEN	30
ANHANG I	32
ANHANG II	33
ANHANG III	34
ANHANG IV	36

Abkürzungsverzeichnis

ANETZ	Automatisches Messnetz
CC AlpMet	Kompetenzzentrum für alpine Meteorologie und Klimatologie
DWD	Deutscher Wetterdienst
ENET	Ergänzungsnetz
GAW	Global Atmosphere Watch
GCOS	Global Climate Observing System
GSN	GCOS Surface Network
GUAN	GCOS Upper Air Network
ICSU	International Council for Science
IOC	Intergovernmental Oceanographic Commission
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JMA	Japanese Meteorological Agency
KR	Klimaregion
MetG	Bundesgesetz über die Meteorologie und Klimatologie
MK1980	Messkonzept 1980
MK2010	Messkonzept 2010
NORM90	Projekt der MeteoSchweiz zur Homogenisierung von Datenreihen 1997-2003
NBCN	National Basic Climatological Network
NCDC	National Climate Data Center
RBCN	Regional Basic Climatological Network
RBSN	Reference Basic Synoptic Network
SMN	SwissMetNet
UNEP	United Nations Environment Programme
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
WMO	World Meteorological Organization

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Zur Charakterisierung der Klimatologie der Schweiz ist eine Auswahl von räumlich gut verteilten und repräsentativen klimatologischen Messstationen notwendig, welche kontinuierlich und mit möglichst konstanten Messbedingungen betrieben werden.

Mit der Problematik der globalen Erwärmung hat das Klima-Monitoring zusätzlich an Bedeutung gewonnen und zieht entsprechend ein grosses Interesse seitens Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit mit sich. Die verlässliche Quantifizierung der effektiven Klimaänderung und derer Auswirkungen auf globaler und regionaler Skala sind nur möglich mit Hilfe einer ausreichenden klimatologischen Datenbasis mit langen kontinuierlichen Klimamessreihen (Appenzeller et al. 2007; Bader et al., 2004; IPCC, 2007; Schär et al., 2004). Die systematische Klimabeobachtung ist somit ein wichtiger Bestandteil der Rahmenkonvention der Vereinten Nationen über Klimaänderung UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) und wird durch das Global Climate Observing System (GCOS), einem gemeinsamen Programm der World Meteorological Organization (WMO), der Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC), dem United Nations Environment Programme (UNEP) und dem International Council for Science (ICSU), umgesetzt.

In der Schweiz stellt das Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz gemäss Leistungsauftrag das Klimamonitoring sicher. Es hat die gesetzliche Pflicht, unter anderem (a) meteorologische und klimatologische Daten auf dem Gebiet der Schweiz dauernd und flächendeckend zu erfassen sowie (b) sich an der Erfassung, dem Austausch und der Auswertung von internationalen meteorologischen und klimatologischen Daten zu beteiligen (MetG 1999, SR: 429.1, Art. 1). Zudem kommt der MeteoSchweiz, als Vorsitzende der Regionalvereinigung Europa der WMO (RA VI) und als nationale GCOS-Stelle, eine tragende Rolle in der Umsetzung der WMO Programme in Europa und der systematischen Klimabeobachtung in der Schweiz zu. Um diesen nationalen und internationalen Verpflichtungen nachzukommen, betreibt die MeteoSchweiz unter anderem ein Messnetz zur Gewinnung bodennaher Klimaparameter.

Seit der Inbetriebnahme des ersten Beobachtungsnetzes im Jahre 1863 ist das Bodenmessnetz in der Schweiz stetig gewachsen und musste laufend den neuen Bedürfnissen und Rahmenbedingungen angepasst werden. Das Netz der wichtigsten Stationen zur Klimabeobachtung (Referenzstationen) wurde dabei letztmals mit der Ausarbeitung des Messkonzeptes MK1980 (Müller, 1980) umfassend analysiert, um die Sicherung der langen Datenreihen im Rahmen der ersten Automatisierungsphase (ANETZ) zu gewährleisten.

Das aktuelle Messkonzept MK2010 (Frei et al., 2002; Häberli et al., 2007) und dessen Realisierung durch das Projekt SwissMetNet (SMN) verfolgt eine Zusammenführung und Vereinheitlichung bisher selbständig betriebener Bodenmessnetze. In der Erarbeitung des MK2010 wurde bei der Festlegung der klimatologisch bedeutendsten Stationen auf die Auswahl im Projekt NORM90 zurückgegriffen. Im Rahmen von NORM90 waren für 12 ausgewählte Messstationen lange Temperatur- und Niederschlagsreihen homogenisiert und klimatologisch analysiert worden (Begert et al., 2003, 2005). Die frühere Ausarbeitung und Definition der Referenzstationen im MK1980 wurde bei der Bestimmung der klimatologisch bedeutendsten Stationen im MK2010 nicht berücksichtigt.

1.2 Zielsetzung

Der vorliegende Bericht hat zum Ziel, im Zusammenhang mit der Überarbeitung des Messkonzept MK2010 und dessen Umsetzung im Rahmen des SwissMetNet eine Neubeurteilung der klimatologisch bedeutendsten Bodenmessstationen (Referenzstationen) der MeteoSchweiz vorzunehmen und diese im „Swiss National Basic Climatological Network“ (Swiss NBCN) zusammenzuführen. Das Niederschlagsmessnetz (NIME) als Teil des Bodenmessnetzes wird dabei nicht einbezogen. Wichtige Niederschlagsstationen sind zu einem späteren Zeitpunkt im Niederschlags-Messkonzept zu definieren.

Die Überarbeitung hat zum Ziel, unter Einbezug nationaler und internationaler Verpflichtungen, eine Auswahl klimatologischer Referenzstationen der Schweiz festzulegen. Die Auswahl der Referenzstationen des MK1980, und die in NORM90 homogenisierten langen Reihen dienen als Grundlage zur Bestimmung des Netzes. Das Swiss NBCN soll die unterschiedlichen klimatologischen Regionen der Schweiz abdecken, was gemäss MK1980 mit rund 30 Stationen erreicht werden kann. Bei der räumlichen Verteilung der Referenzstationen soll zudem der grossen topographischen Variabilität des Alpenraumes Rechnung getragen werden. Diese Zielsetzung entspricht der Vision von MeteoSchweiz als Kompetenzzentrum für Alpine Meteorologie und Klimatologie, CC AlpMet (Leistungsauftrag 2004-2007 und 2008-2011). Die Stationszugehörigkeiten zu internationalen Messprogrammen werden bei der Bestimmung des NBCN ebenfalls berücksichtigt.

1.3 Aufbau des Berichts

Kapitel 2 beschreibt die Ziele und Richtlinien seitens internationaler Messnetze für eine global (GCOS Surface Network) und europaweit (Regional Basic Climatological Network) koordinierte Klimabeobachtung. Kapitel 3 erläutert die Auswahl der Stationen für das „Swiss National Basic Climatological Network“ basierend auf einem umfassenden Kriterienkatalog. In Kapitel 4 werden die wichtigsten Erkenntnisse des Berichts zusammengefasst dargestellt. Die Anhänge I-III enthalten die diversen internationalen Empfehlungen und Beschlüsse der WMO betreffend Klimastationen. Anhang IV zeigt eine Karte mit den kleinen und grossen Klimaregionen der Schweiz sowie handschriftliche Notizen über die kleinen Klimaregionen, welche im Rahmen der Erarbeitung des MK1980 entstanden sind, aber nie veröffentlicht wurden.

2 Internationale Klima-Referenzmessnetze

Um die Benutzeranforderungen auf globaler, kontinentaler und nationaler Ebene zu erfüllen, sind entsprechend globale, kontinentale und nationale Beobachtungssysteme zu betreiben (WMO-544, Absatz 2.1.1.1). Betreffend Erfassung der Entwicklung und Variabilität des Klimas sind dies das GCOS Surface Network (GSN) auf globaler Ebene, das Regional Basic Climatological Network (RBCN) auf Ebene WMO Region VI und das in diesem Bericht neu definierte Swiss National Basic Climatological Network (Swiss NBCN) auf nationaler Ebene.

Der Begriff der „Klimatologischen Referenzstation“ (reference climatological station) wird nach dem WMO Reglement (WMO-No. 49) wie folgt definiert:

„A climatological station, the data of which are intended for the purpose of determining climatic trends. This requires long periods (not less than thirty years) of homogeneous records, where man-made environmental changes have been and/or are expected to remain at a minimum. Ideally the records should be of sufficient length to enable the identification of secular changes of climate.“

2.1 GCOS Surface Network (GSN)

Die Stationen des GSN wurden 1997 von der WMO erstmals definiert (WMO, 1997). Dabei wurden (1) die Länge der Datenreihe, (2) die Homogenität der Daten, (3) die Bevölkerungsdichte, und (4) die Zugehörigkeit zu anderen Netzen (z.B. RBSN, GAW, GUAN) als Kriterien verwendet. Um auch die topographischen Einflüsse entsprechend zu berücksichtigen, wurden soweit möglich Stationen auf allen Höhenstufen ausgewählt. Dies führte dazu, dass in Mitgliedsstaaten mit grossen topographischen Unterschieden mehrheitlich höher gelegene Stationen vorgeschlagen wurden.

Die Vorauswahl der Stationen pro Land – im Fall der Schweiz Säntis und Gd-St-Bernard – wurde von den einzelnen Mitgliedsstaaten begutachtet und bestätigt. Diese Stationsauswahl sollte wenn immer möglich nicht mehr geändert werden.

Zum GSN gehören heute weltweit 980 Stationen mit einem horizontalen Abstand von etwa 250 km, was als adäquat für das Monitoring des Klimas auf globaler Skala bezeichnet werden kann (Abbildung 1).

Die Ziele des GCOS Surface Network umfassen (WMO, 2002): (a) die Etablierung nationaler Mechanismen zur Erhaltung eines Sets der wertvollsten Klimastationen in absehbarer Zukunft, (b) das Sammeln und zentrale Archivieren der validierten Daten dieser Stationen in standardisierter Form, (c) das Bereitstellen dieser Daten an die globale Klima-Gemeinschaft, und (d) den Aufbau eines Basis- und Referenz-Netzes für weitere regional und subregional verdichtete klimatologische Netze, sowie für neue Beobachtungssysteme, u.a. Fernerkundungssysteme.

Die Messungen an den GSN Stationen sollten entsprechend den GCOS Prinzipien (Box 1; GCOS Climate Monitoring Principles in Anhang I) durchgeführt werden. Die WMO-Richtlinien für GSN-Stationen sind in WMO-544, Abschnitt 2.9 (Anhang II), festgehalten und entsprechen im Wesentlichen den GCOS-Prinzipien. Betreffend Parameter sollte an einer GSN Station gemäss den Minimalanforderungen mindestens das Temperaturmittel, -minimum und -maximum und die Niederschlagssumme auf Monatsstufe gemessen werden (WMO, 2002). Zudem sollte die tägliche Messung dieser 4 Parameter und zusätzlich des Luftdrucks angestrebt werden.

Die Daten werden als so genannte CLIMAT Meldungen (WMO TD-1188) an die GSN Monitoring Zentren bei der Japanese Meteorological Agency (JMA) in Tokio, Japan (Temperatur) und beim Deutschen Wetterdienst (DWD) in Offenbach, Deutschland (Niederschlag) übermittelt. Die CLIMAT Meldungen sollten bis zum fünften Tag des Monats, spätestens aber bis zum achten Tag des Monats übermittelt werden (siehe Anhang II). Die GSN Daten werden zudem am National Climatic Data Center (NCDC) in Asheville NC, USA, archiviert.

Das GSN stellt eine angemessene Dichte und einigermaßen gleichmässige Verteilung von Messstationen für globale Anwendungen dar. Für regionale Fragestellungen ist entsprechend eine Verdichtung der Messstationen nötig.

GCOS-Prinzipien zur Klimaüberwachung

1. Die Auswirkungen einer Einführung neuer Systeme oder einer Veränderung bestehender Systeme sind vor der Umsetzung abzuschätzen.
2. Für den Übergang zwischen alten und neuen Beobachtungssystemen ist ein ausreichend langer Überlappungszeitraum zu gewährleisten.
3. Detaillierte Informationen über den Standort, seine Entwicklungsgeschichte, die Instrumente, Betriebsweisen, Datenverarbeitungsalgorithmen und sonstige für die Datenauswertung relevanten Fakten (d.h. Metadaten) sind mit gleicher Sorgfalt zu behandeln und dokumentieren, wie die erhobenen Daten selbst.
4. Die Qualität und Homogenität der Daten ist im Routinebetrieb regelmäßig zu überprüfen.
5. Die Anforderungen an Umwelt- und Klimaüberwachungsprodukte und Bewertungen, wie z.B. die IPCC-Bewertungen, sind bei der Prioritätenfindung für die nationalen, regionalen und globalen Beobachtungsaktivitäten zu berücksichtigen.
6. Stationen und Beobachtungssysteme mit historisch ununterbrochenen Beobachtungsreihen sollten fortgeführt werden.
7. Datenarmen Gebiete, weniger häufig beobachtete Parameter, Regionen mit besonderer Empfindlichkeit für Veränderung und Messungen von Schlüsselparametern mit unzureichender zeitlicher Auflösung sind bei der Konzeption zusätzlicher Beobachtungsmassnahmen vorrangig zu behandeln.
8. Für die Konzeption und Implementierung von Systemen müssen die Langzeit-Anforderungen, einschliesslich der entsprechenden Beobachtungshäufigkeiten, den Netzwerkdesignern und -betreibern sowie Messgerätespezialisten von vornherein bekannt sein.
9. Die sorgfältig geplante Überführung von Beobachtungssystemen zu Forschungszwecken in langfristige Beobachtungsprogramme ist zu fördern.
10. Datenmanagementsysteme zur Erleichterung des Zugangs sowie der Nutzung und Auswertung von Daten und Produkten sollten grundsätzlich in Klimaüberwachungssystemen enthalten sein.

Box 1: GCOS-Prinzipien zur Klimaüberwachung.

Die 10 Prinzipien sind von den Vertragsstaaten (COP) des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) an der 5. Vertragsstaatenkonferenz (COP 5) mit dem Entscheid 5/CP.5 im November 1999 genehmigt worden. Die umfassenden Prinzipien wurden durch den WMO Kongress mit Resolution 9 (Cg-XIV) im Mai 2003 angenommen.

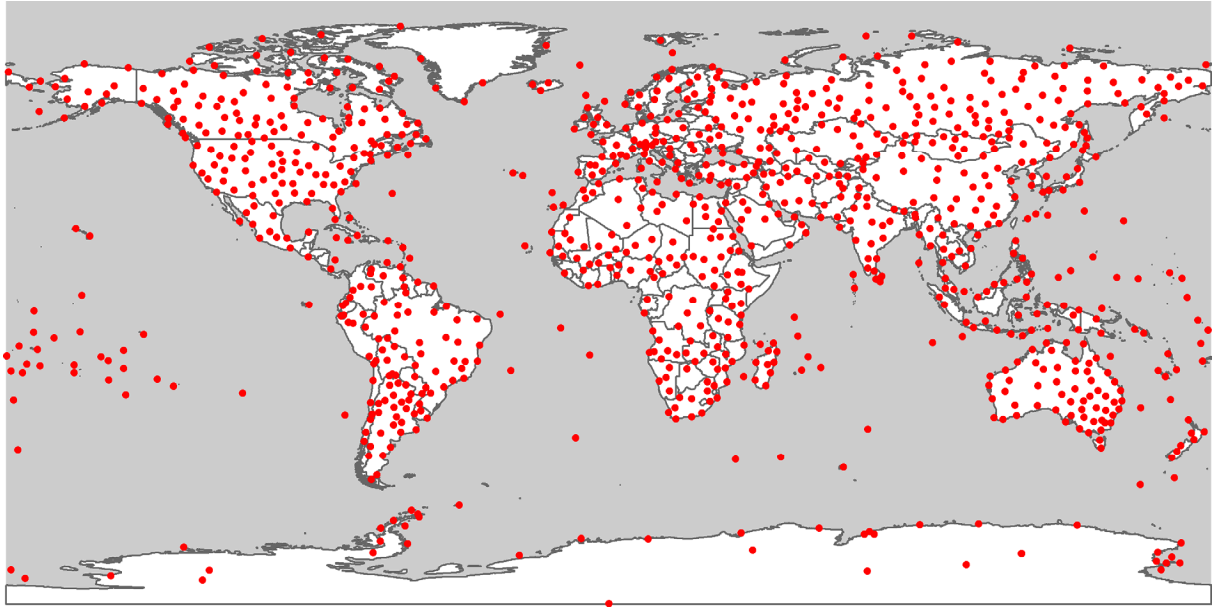


Abb. 2: Stationen des GCOS Surface Network (GSN).

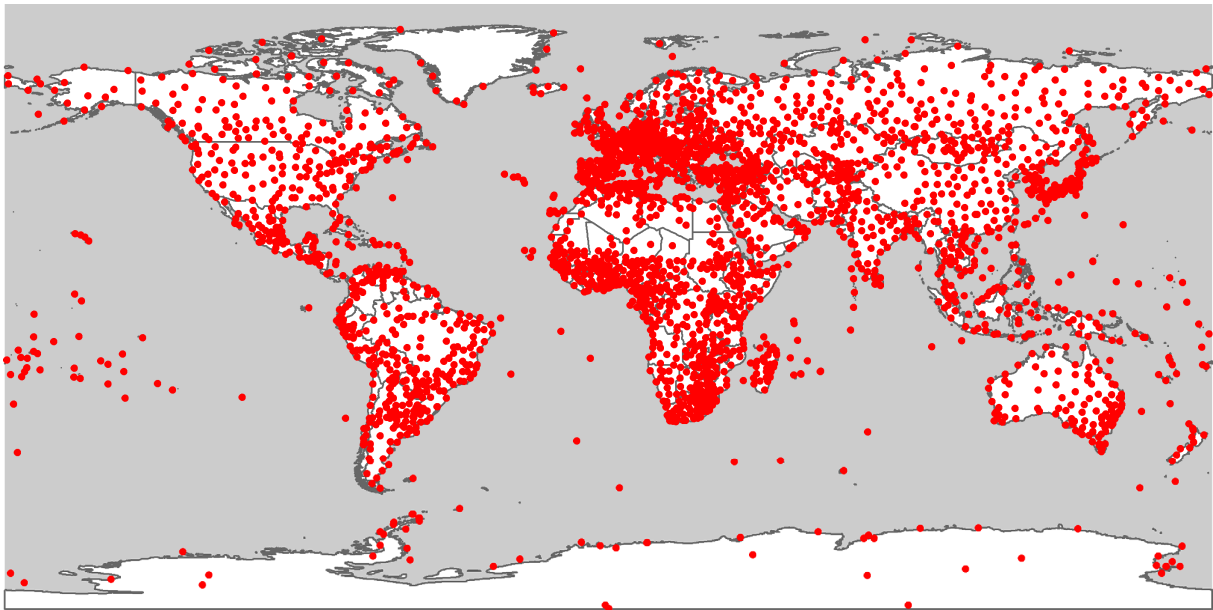


Abb.3: Stationen des Regional Basic Climatological Network (RBCN).

2.2 Regional Basic Climatological Network (RBCN)

Die Mitgliedsstaaten der 6 WMO Regional Associations haben sich dazu verpflichtet, je ein Regional Basic Climatological Network (RBCN) zu betreiben (WMO, 2001, Abschnitt 6.1.65 - 6.1.71). Heute gehören weltweit rund 2'600 Bodenstationen zu den 6 RBCNs und zum Antarctic Basic Climatological Network (Abbildung 2). Die Auswahlkriterien und Richtlinien der WMO für eine „climatological station“ sind in WMO-544, Abschnitt 2.8 festgehalten (siehe Anhang III). Jedes Land sollte dabei „mindestens eine klimatologische Referenzstation betreiben“.

Die übermittelten Monatsmittel-Daten der wichtigsten meteorologischen Parameter nach Dokument WMO-544, Abschnitt 2.8.8 (siehe Anhang III) werden an den zwei WMO Weltdatenzentren (WMO World Data Centers in Asheville NC, USA, und Obninsk, Russian Federation) archiviert und allen Benutzern zur Verfügung gestellt (WMO Resolution 40 Cg-XIII).

Per Definition sind alle GSN-Stationen auch Stationen des RBCN. Ansonsten kann jeder Mitgliedsstaat die Stationsauswahl selbst definieren. Es sollte dabei auf den räumlichen Abstand zwischen den Stationen („mindestens 60 km“) geachtet werden, ausser die Höhendifferenz betrage „mehr als 1'000 m“. Im September 2006 wurde die Auswahl der MeteoSchweiz Stationen, welche zum Reference Basic Synoptic Network (RBSN) und zum RBCN gehören, neu definiert.

Bisher wurden die zwei GSN-Stationen Säntis und Gd-St-Bernard, sowie Zürich-MeteoSchweiz, Lugano und Genève-Cointrin als RBCN-Stationen geführt; neu dazugekommen sind die Stationen Basel-Binningen und Sion (Entscheid GL 18.9.2006). Die Schweizer Stationen, welche zum GSN und RBCN gehören, sind in Abbildung 3 dargestellt. Die Richtlinien für die korrekte Übermittlung der Daten im CLIMAT-Format sind in (WMO TD-1188) zusammengefasst.

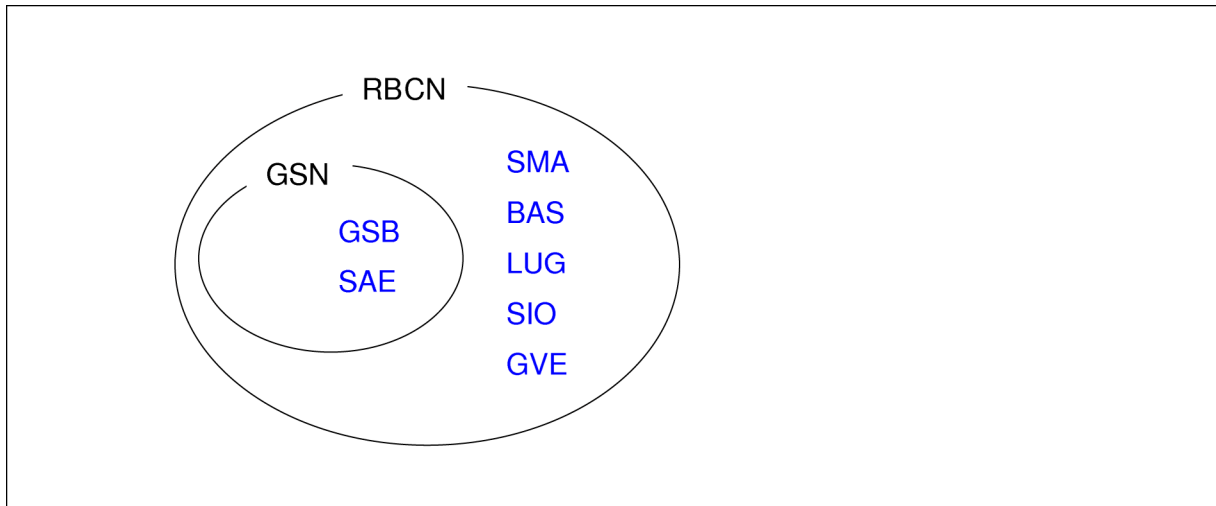


Abb. 1: Zugehörigkeit der MeteoSchweiz Stationen¹ zu den Internationalen Netzen des GCOS Surface Network (GSN) und des Regional Basic Climatological Network (RBCN).

¹ Basel-Binningen (BAS), Zürich-MeteoSchweiz (SMA), Genève-Cointrin (GVE), Säntis (SAE), Sion (SIO), Gd-St-Bernard (GSB), Lugano (LUG)

3 Schweizerische Klima-Referenzmessnetz

3.1 Swiss National Basic Climatological Network (Swiss NBCN)

Für regionale klimatologische Fragestellung insbesondere im Alpenraum reichen die 7 GSN/RBCN-Stationen, die MeteoSchweiz an das GSN Monitoring Zentrum bzw. an die WMO liefert, nicht aus. Für ein flächendeckendes Monitoring des Klimas in der Schweiz wird deshalb - als Erweiterung des RBCN - ein nationales Messnetz mit den wichtigsten Referenzstationen definiert. Dieses wird als „Swiss National Basic Climatological Network“ (Swiss NBCN) bezeichnet. Das Netz soll die klimatologischen Charakteristiken aller Regionen der Schweiz repräsentieren und einen möglichst weiten Blick in die Vergangenheit erlauben, um die aktuellen Messungen im Kontext der langjährigen Entwicklung einordnen zu können. Zur Zielerreichung wird aus dem bestehenden Netz der MeteoSchweiz ein Subset von Stationen ausgewählt, welches seit mindestens 1900 möglichst lückenlose Datenreihen von möglichst vielen Messgrössen aufweist. Diese langen Reihen sollen zumindest auf Monatsstufe vollständig digitalisiert und homogenisiert werden, um für Klimaauswertungen zur Verfügung zu stehen.

Die Bedürfnisse des NBCN betreffend Stationsdichte können aus der Gliederung der Schweiz in die 12 grossen Klimaregionen (nach Schüepp und Gensler, 1980, siehe Abbildung 4) abgeleitet werden. Die Klimaregionen stellen Räume mit mehr oder weniger einheitlichen, von Nachbarregionen aber unterscheidbaren Klimate dar. Jede der 12 Grossregionen soll durch mindestens eine, bei starker topographischer Gliederung durch zwei oder mehr Messstationen im NBCN vertreten sein. Zur Kontrolle der NBCN-Stationen und der Bereinigung von allfälligen Problemen (Messlücken, Inhomogenitäten) dient das noch im Detail zu definierende „Erweiterte Klimamessnetz“. Diesen Stationen kommt insbesondere in Klimaregionen mit nur einer NBCN-Station die Funktion von Backup-Stationen zu.

3.2 Kriterien zur Auswahl von Swiss NBCN-Stationen

Bei der Auswahl der Swiss NBCN-Stationen aus dem bestehenden Stationsnetz der MeteoSchweiz sind Kriterien wie möglichst langjährige Datenreihen, zeitlich und räumlich konstante Messbedingungen und eine grosse Repräsentativität wesentlich. Einmal ausgewählte Stationen des NBCN müssen wenn immer möglich erhalten bleiben und setzen deshalb eine langfristige Planung voraus. Eine solche Planung wurde letztmals mit der Auswahl von 30 Stationen (29 Referenz-Stationen und historische Reihe von Andermatt) im Rahmen der ersten Automatisierungsphase (ANETZ) mit dem Messkonzept 1980 (Müller, 1980) ganzheitlich vorgenommen. Die Auswahl im MK1980 soll als Grundlage zur Bestimmung der NBCN-Stationen dienen. Seit 1980 haben sich jedoch einige Randbedingungen verändert, die eine Anpassung der Auswahl erfordern. Folgende Auswahlkriterien wurden bei der Überarbeitung der Stationsliste verwendet:

- Internationale Messnetze: Zugehörigkeit von Stationen zu den internationalen Messnetzen GSN und RBCN. Diese 7 Stationen sind für das NBCN gesetzt, unabhängig von den anderen Kriterien.
- Bearbeitung im Projekt NORM90: Aus jeder der 12 grossen Klimaregionen wurde im Rahmen des Projekts NORM90 eine Station ausgewählt und die langjährigen Temperatur- und Niederschlagsreihen zurück bis 1864 auf Monatsbasis homogenisiert. Diese 12 Stationen sind für das NBCN gesetzt, unabhängig von den anderen Kriterien.
- Länge der Datenreihe: Zentrales Kriterium, da lange Datenreihen die Grundlage für Analysen von Klimavariabilität und Klimaveränderung darstellen. Durch die Kombination von aktuellen Standorten mit historischen Messreihen früherer Standorte (z.B. Genève-Observatoire/ Genève-Cointrin, Samedan_Bever) konnte die Anzahl in Frage kommender Stationen erweitert werden.
- Gute räumliche Abdeckung der Schweiz mit Fokus auf CC AlpMet: Aufgrund der starken topographischen Gliederung der Schweiz ist es sinnvoll, jeder grossen Klimaregion mindestens eine, den alpinen Gebieten hingegen mindestens zwei Stationen zuzuordnen, um die Variabilität der verschiedenen meteorologischen Elemente zu erfassen. Stationen an der Grenze zweier Klimaregionen können für Teilgebiete beider Regionen repräsentativ sein.

- Station mit multivariaten Datenreihen: Die gleichzeitige Auswertung verschiedener Parameter einer Station kann zusätzliche Erkenntnisse in der Klimaanalyse bringen (z.B. vergleichende Entwicklung von Minimum- und Maximumtemperaturen). Aus diesem Grund sind Stationen mit langjährigen Datenreihen verschiedener Messgrößen besonders wertvoll. Berücksichtigt für die Auswahl der NBCN-Stationen wurden die Parameter Temperatur (Mittel, Extrema), Niederschlag, Sonnenscheindauer, Luftdruck, Feuchtigkeit und Bewölkung. Diese Parameter weisen die längsten Datenreihen im Messnetz der MeteoSchweiz auf.
- Zukunftsaussichten der Station: Eine Station muss aktuell noch in Betrieb und nicht unmittelbar gefährdet sein, um als NBCN-Station in Frage zu kommen. Ansonsten dürfen Zukunftsaussichten keine zentrale Rolle spielen, da Standorte mit langen multivariaten Datenreihen nicht allzu häufig sind und der Erhalt solcher Standorte somit Priorität hat. Bei unumgänglichen Veränderungen müssen die ausgewählten Standorte früh in die Planung einbezogen werden (z.B. Einführung SMN), um möglichst keine Standortverschiebungen vornehmen zu müssen oder mehrjährige Parallelmessungen einzuplanen. Zudem sind an diesen Standorten langjährige Dienstbarkeitsverträge anzustreben.
- Datenqualität: Grundsätzlich ein wichtiges Auswahlkriterium, aber insbesondere für Perioden, die noch nicht digitalisiert sind, schwierig abzuschätzen. Bei einer ersten Sichtung des Datenmaterials wurde als Qualitätsmerkmal auf möglichst lückenlose Messreihen geachtet.

Der Status als bisherige Referenzstation war kein zentrales Kriterium bei der Auswahl der NBCN-Stationen. Einerseits sind seit 1980 einige als Referenzstationen definierte Standorte aufgehoben worden und andererseits verfügen einige der Stationen nicht über langjährige Messreihen zurück bis mindestens 1900. Die im NBCN nicht berücksichtigten Referenzstationen, welche noch in Betrieb sind, bleiben wichtige Stationen in einem noch im Detail zu definierenden „Erweiterten Klimanetz“.

Ebenfalls nicht verwendet bei der Auswahl der NBCN-Stationen wurden die kleinen Klimaregionen nach Müller (1980), welche für die Auswahl im Messkonzept 1980 noch im Detail analysiert wurden (vgl. Anhang IV). Die Abdeckung dieser kleinen Regionen wird mit der Verteilung der Stationen in einem noch genau festzulegenden „Erweiterten Klimanetz“ angestrebt. Hingegen wäre das Unterhalten dieser Stationen als NBCN-Stationen zu aufwändig und ressourcenmässig nicht tragbar.

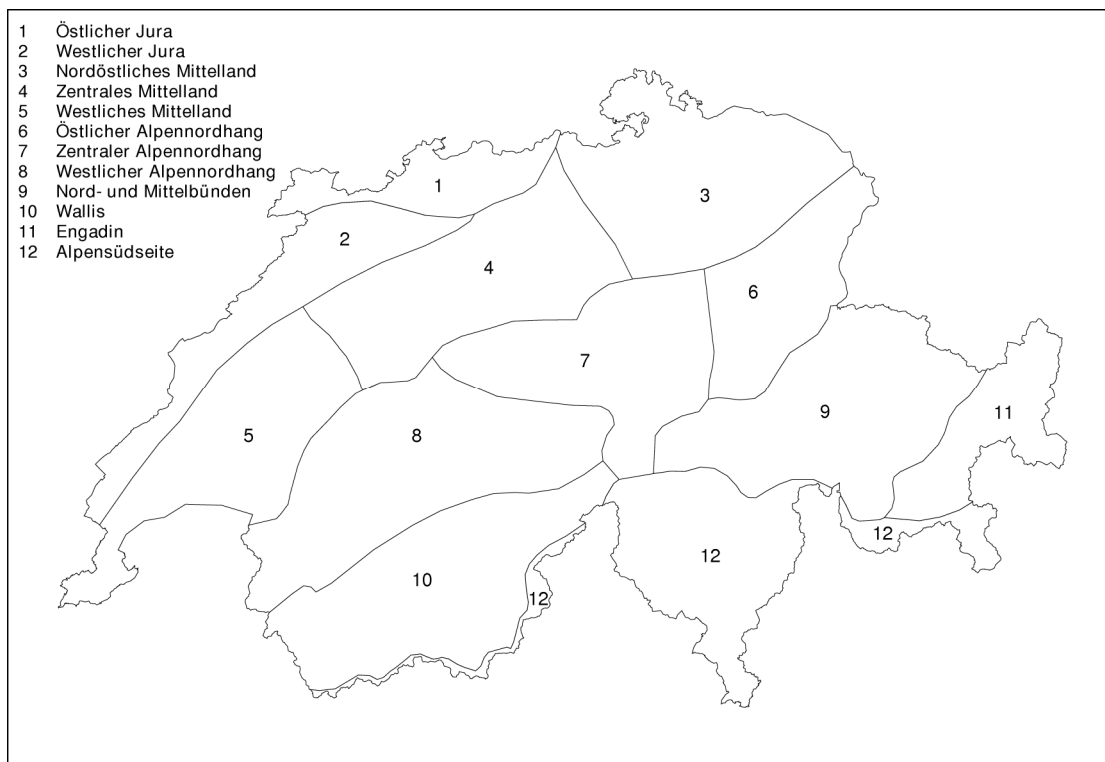


Abb. 4: Grosse Klimaregionen der Schweiz nach Schüepp und Gensler (1980).

3.3 Die Swiss NBCN-Stationen

Tabelle 1 enthält die ausgewählten NBCN-Stationen. Sie sind durch fette Schrift hervorgehoben. Zusätzlich sind alle im MK1980 definierten Referenzstationen aufgeführt. In kursiver Schrift sind die ehemaligen Referenzstationen hervorgehoben, die zwischen 1980 und heute aufgehoben wurden. Für jede alte und neue Referenzstation ist angegeben, warum sie für das NBCN berücksichtigt wurde oder nicht. Abbildung 5 zeigt die räumliche Verteilung der NBCN-Stationen in der Schweiz, Abbildung 6 die vertikale Verteilung entlang eines N-S-Querschnitts durch die Schweiz. Die Stationen sind farblich in zwei Gruppen aufgeteilt, die Bezug nehmen auf die Anzahl vorhandener Parameter. Unterschieden werden Stationen, die von den meisten wichtigen Parametern lange Datenreihen aufweisen (in Rot), und Stationen, die zumindest für die Parameter Temperaturmittel und Niederschlag lange Reihen besitzen (in Grün).

Tab. 1: Ausgewählte NBCN-Stationen

Station ¹	Klimaregion (KR)	Höhe (m ü.M.)	Messbeginn ²	Referenzstation MIK1980	NORM90 ³	Bemerkungen ⁴
Basel-Binningen	1	316	(1781) 1864	✓	✓	Neben Basel-Binningen steht in Klimaregion 1 (KR1) einzig Rheinfelden als zusätzliche Station zur Verfügung, wobei sie wenig Zusatzinformationen liefert, keinen vollständigen Datensatz hat und im Rahmen Umsetzung SMN auf Ende 2005 aufgehoben wurde. Aus KR1 wird deshalb aus Mangel an Alternativen und wegen der Konzentration auf CC AlpMet nur Basel-Binningen gewählt. Die Station deckt alle Parameter ab.
<i>Rheinfelden</i>	1	300	1882	✓		
Chaumont	2	1073	1864	✓	✓	Chaumont ist durch NORM90 in KR 2 gesetzt und repräsentativ für Kammlagen in dieser Region. Zur Abdeckung der unterschiedlichen Topographie wird zusätzlich La Chaux-de-Fonds gewählt. Die Station repräsentiert die Muldenlagen in KR2 und stellt im Gegensatz zum Chaumont auch eine lange Sonnenscheindauer-Reihe zur Verfügung.
La Chaux-de-Fonds	2	1019	1864	✓		
Güttingen_Kreuzlingen	3	440	1864	✓		Durch NORM90 ist Zürich-MeteoSchweiz in KR3 gesetzt und deckt alle Parameter ab. Die Station St. Gallen wird wegen ihrer Lage und ihrer diversen langen Datenreihen als zweite Station gewählt. Schaffhausen (mit ebenfalls mehreren langen Reihen), Güttingen_Kreuzlingen und Hallau fallen wegen Konzentration auf CC AlpMet überzählig weg.
Hallau	3	435	1886	✓		
St. Gallen	3	779	1864			
Zürich-MeteoSchweiz	3	556	1864	✓	✓	
Bern-Zollikofen	4	553	1864		✓	Bern-Zollikofen ist durch NORM90 in KR4 gesetzt und deckt alle Parameter ab. Wegen den vielen langen Reihen und der Grenzlage zu KR7 wird zusätzlich Luzern nominiert. Die anderen Stationen fallen wegen Konzentration auf CC AlpMet, Oeschberg-Koppigen zusätzlich wegen spätem Messbeginn weg.
Buchs-Aarau	4	387	1864	✓		
Luzern	4	456	1871			
Oeschberg-Koppigen	4	483	1961	✓		
Fribourg-Posieux	5	634	1864	✓		Neben dem gesetzten Genève-Cointrin wird in KR5 trotz Konzentration auf CC AlpMet mit Neuchâtel eine zweite Station gewählt. Neuchâtel weist eine ausserordentlich gute Datenqualität und insbesondere seltene, lange Temperaturextrema-Reihen auf. Fribourg-Posieux fällt überzählig weg.
Genève-Cointrin	5	420	(1753) 1864	✓	✓	
Neuchâtel	5	485	1864	✓		
Elm	6	965	1878	✓		Neben dem gesetzten Säntis kommen Elm oder Glarus als zweite Station in Frage, wobei an beiden Stationen wichtige Parameter erst spät oder gar nicht gemessen wurden. Als ehemalige Referenzstation wurde Elm gewählt, um die mittlere Höhenlage dieser KR abzudecken. Als dritte Station zur Abdeckung tieferer Lagen in KR6 kann die Station St. Gallen betrachtet werden, die auf der Grenze zur KR3 liegt.
Säntis	6	2502	1882	✓	✓	
Altdorf	7	449	1864	✓		Aufgrund NORM90 ist Engelberg in KR7 gesetzt, obwohl an dieser Station weder Temperaturextrema noch Sonnenscheindauer lange zur Verfügung stehen. Deshalb wird zusätzlich Altdorf einbezogen. Da sich die KR7 im Süden bis zum Alpenhauptkamm erstreckt, wird zudem Andermatt, das seit längerem speziell für die Klimatologie weiterbetrieben wird, nominiert. Einsiedeln fällt überzählig weg.
Andermatt	7	1442	1864	(✓) ⁵		
Einsiedeln	7	910	1864	✓		
Engelberg	7	1035	1864		✓	

Station ¹	Klimaregion (KR)	Höhe (m ü.M.)	Messbeginn ²	Referenzstation MK1980	NORM90 ³	Bemerkungen ⁴
Adelboden	8	1320	1928	✓		In KR8 sind keine vollständigen Stationen vorhanden, Temperaturextrema und Sonnenscheindauer fehlen. Château-d'Oex wurde in NORM90 wegen dem früheren Messbeginn anstelle von Adelboden gewählt und ist gesetzt. Daneben wird Grimsel-Hospiz wegen Konzentration auf CC AlpMet und Meiringen zur Abdeckung der tieferen Regionen gewählt. Das Jungfraujoch kommt als globale GAW-Station zum NBCN hinzu, obwohl erst seit 1932 in Betrieb. Adelboden fällt mit spätem Messbeginn weg und Le Sépey_Leysin wurde Ende 1996 aufgehoben.
Château-d'Oex	8	985	1879 L: 1888-1900		✓	
Grimsel-Hospiz	8	1980	1864			
Jungfraujoch	8	3580	1932			
<i>Le Sépey_Leysin</i>	8	1267	1891	✓		
Meiringen	8	595	1889	✓		
Bad Ragaz	9	496	1870	✓		Neben dem gesetzten Davos-Dorf steht in der topographisch stark gegliederten KR9 die Station Bad Ragaz mit einem fast vollständigen Datensatz zur Verfügung. Mit Bad Ragaz stehen längere Datenreihen und eine bessere räumliche Verteilung zur Verfügung als mit Arosa, das in KR9 ebenfalls in Frage käme.
Davos-Dorf	9	1590	1867 L: 1872-1873, 1875	✓	✓	
Grächen	10	1550	1864	✓		In KR10 sind keine vollständigen Stationen vorhanden, Temperaturextrema fehlen. Neben der gesetzten Station Sion steht die Station Grächen zur Repräsentation der mittleren Höhenlagen zur Verfügung. Neben den Extrema fehlt hier aber auch die Sonnenscheindauer. Als weitere Station im Wallis steht der Gd-St-Bernard zur Verfügung, der jedoch der KR12 zugerechnet wird.
Sion	10	482	1864	✓	✓	
Samedan_Bever	11	1705	1864	✓		Segl-Maria ist in KR11 aufgrund NORM90 gesetzt, aber nicht vollständig. Mit Samedan_Bever kommt eine vollständige Station hinzu, wobei die Sonnenscheindauer vor 1981 von St.Moritz stammt.
Segl-Maria	11	1798	1864	✓	✓	
Bernina-Hospiz	12	2307	1864 L: 1881-1905	✓		Die KR12 ist stark gegliedert, umfasst grosse Höhenunterschiede und weist eine grosse E-W Ausdehnung auf. Es werden deswegen mehr als 2 Stationen nominiert. Neben dem gesetzten Lugano wird für die tiefen Regionen zusätzlich das fast vollständige Locarno-Monti_Muralto gewählt. Zur Abdeckung der höheren Regionen kommt zudem San Bernardino (bessere Qualität der Messreihen als Bernina-Hospiz) und Gd-St-Bernard hinzu. Beide Stationen sind jedoch nicht vollständig. Comprovasco_Olivone fällt überzählig weg.
Comprovasco_Olivone	12	575	1892	✓		
Gd-St-Bernard	12	2472	(1818) 1864 L: 1925-1933	✓		
Locarno-Monti_Muralto	12	366	1864			
Lugano	12	273	1864	✓	✓	
San Bernardino	12	1639	1864 L: 1951-1967			

¹ Fette Schrift bezeichnet NBCN-Stationen, normale Schrift ausgeschiedene ehemalige Referenzstationen und kursive Schrift ehemalige Referenzstationen, die zwischen 1980 und heute aufgehoben wurden.

² Inbetriebnahme der Station bzw. Daten sind für die ersten Parameter ab dem angegebenen Jahr auf Papier vorhanden. Der Beginn der digitalen Verfügbarkeit kann später sein. Jahreszahlen in Klammern weisen auf frühere Aufzeichnungen vor der Inbetriebnahme des offiziellen Messnetzes hin. Mit L sind Unterbrüche im Betrieb der Station angegeben.

³ Stationen mit homogenen langen Reihen, welche im Projekt NORM90 erstellt wurden.

⁴ Eine Station wird dann als vollständig bezeichnet, wenn sie für alle untersuchten Parameter (Temperatur (Mittel, Extrema), Niederschlag, Sonnenscheindauer, Druck, Feuchtigkeit und Bewölkung) Datenreihen mit Messbeginn um 1900 aufweist.

⁵ Wird im MK1980 speziell als erhaltenswerte Klimastation aufgeführt, obwohl nicht als Referenzreihe nominiert.

Erste Wahl für eine Erweiterung der NBCN-Liste sind in absteigender Priorität: Schaffhausen in KR3, Scuol in KR11 und Piotta/Airolo in KR12. Zur Verdichtung des Netzes im Mittelland wären zusätzlich Pully/Lausanne in KR5 und Buchs-Aarau (KR4) zu wählen. Montreux als beste zusätzliche Station mit langen Reihen in KR5 wurde mit der Umsetzung des MK2010 aufgehoben.

3.4 Betrieb der Swiss NBCN-Stationen

Beim Betrieb der NBCN-Stationen ist die Einhaltung der GCOS-Prinzipien und der WMO-Richtlinien gemäss Kapitel 2 zu beachten. Folgende Punkte, abgeleitet aus den GCOS- und WMO-Vorgaben sowie aus der Erfahrung aus dem Projekt NORM90, sollen für NBCN-Stationen aus Sicht Klimatologie im Besonderen beachtet werden:

- Standorte sind langjährig gesichert.
- An den Stationen sollen wenn möglich die Parameter einer RBCN-Station (vgl. Anhang III), bzw. die bisher gemessenen Parameter erhoben werden.
- An den Stationen kommen für die Messung dieser Parameter die qualitativ besten Instrumente zum Einsatz.
- Veränderungen der Messbedingungen sollen möglichst vermieden werden, und Auswirkungen neuer oder Veränderungen bestehender Systeme sind vorher abzuschätzen
- Bei unumgänglichen Veränderungen bezüglich Standort oder Instrumentierung ist wenn immer möglich ein Parallelbetrieb von 3 Jahren einzuhalten.
- Der Unterhalt der Station und der Messgeräte ist so zu regeln, dass die Kontinuität der Messungen nicht beeinträchtigt wird. Störungen müssen möglichst rasch behoben werden.
- Die Qualität der Daten wird laufend geprüft, unplausible Daten automatisch und manuell bearbeitet und Lücken auf geeigneter Aggregierungsstufe interpoliert (höchste Bearbeitungsstufe gemäss Datenbearbeitungskonzept 2005, Version 3.1)
- Die langen Datenreihen der wichtigsten Parameter werden bis Messbeginn zurück homogenisiert und ihre Homogenität alle 2-3 Jahre oder bei Verdacht auf Inhomogenitäten überprüft.
- Für die folgenden Parameter werden Normwerte berechnet (analog zu NORM90): Luftdruck, Temperatur (Mittel, Extrema), Niederschlag (Summe), Wind (Geschwindigkeit, Richtung), Sonnenscheindauer (absolut), Globalstrahlung, Feuchte (Dampfdruck), Bewölkung. Bei Verdacht auf neue Inhomogenitäten werden die Datenreihen überprüft und falls nötig homogenisiert, sowie die Normwerte aktualisiert.

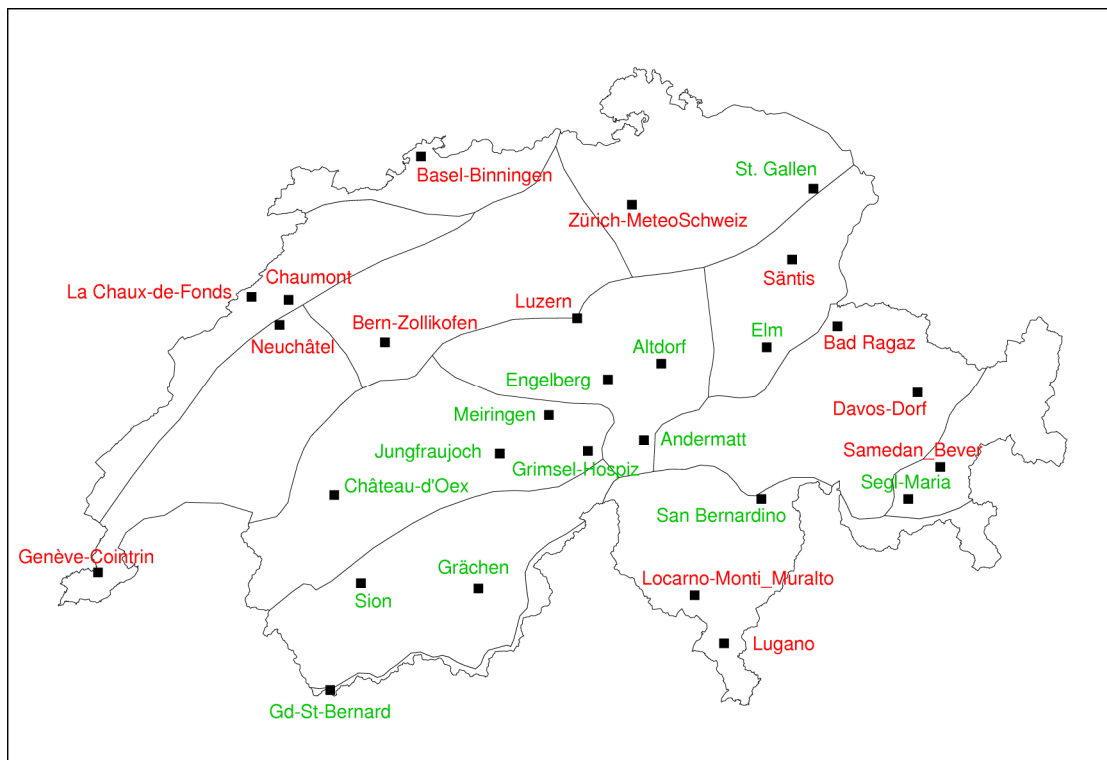


Abb. 5: Räumliche Verteilung der Swiss NBCN Stationen. Rot: Stationen, an welchen lange Datenreihen von allen Messgrößen zurück bis 1900 vorhanden sind. Grün: Stationen, an welchen lange Datenreihen zumindest von Temperaturmittel und Niederschlag vorhanden sind.

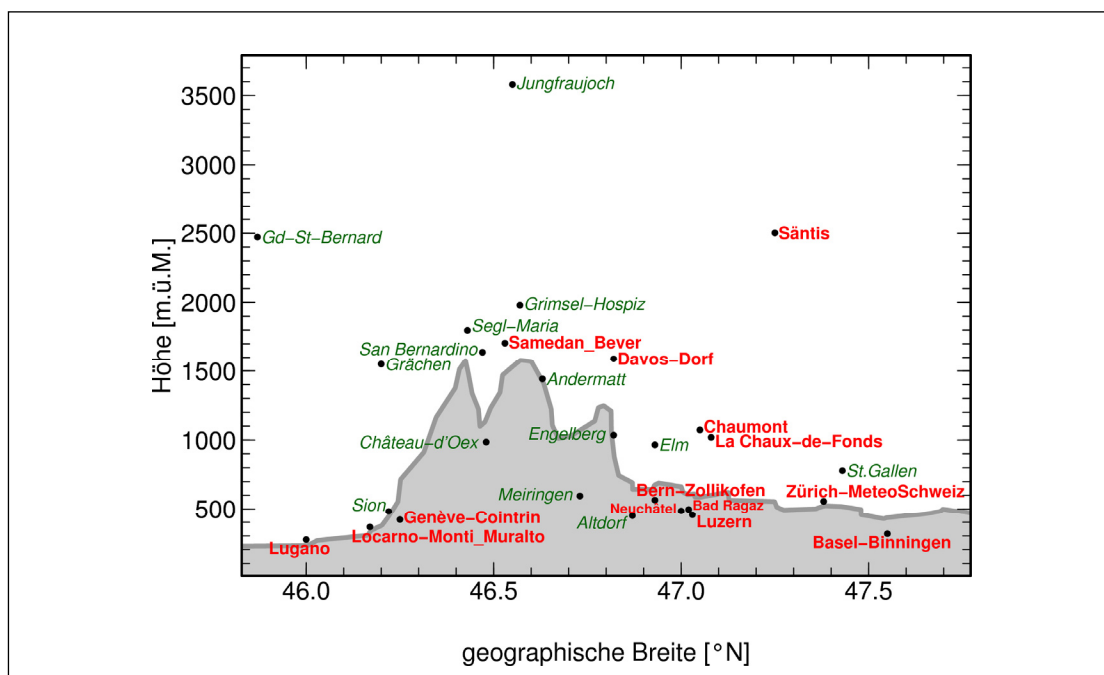


Abb. 6: Höhenverteilung der Swiss NBCN Stationen entlang eines N-S-Querschnitts durch die Schweiz. Farbcode analog zu Abbildung 5.

4 Schlussfolgerungen

Unter Einbezug nationaler und internationaler Verpflichtungen wurden die im MK1980 definierten klimatologischen Referenzstationen ins „Swiss National Basic Climatological Network“ (Swiss NBCN) überführt. Diese Stationen dienen mit ihren langjährigen, stabilen und qualitativ hochwertigen Messungen der Sicherstellung des Klima-Monitorings in der Schweiz. Bei der Analyse der Unterschiede zwischen Referenzstationen nach MK1980 und den neu definierten NBCN-Stationen wurde festgestellt, dass insgesamt eine grosse Übereinstimmung resultierte (19 der 28 NBCN-Stationen gehören zu den 30 Referenzstationen nach MK1980). Die Differenzen sind auf (a) aufgehobene Stationen (-2), (b) neue Stationen in NORM90 (+3), (c) die Verdichtung im Alpenraum im Rahmen von CC AlpMet (+6; -7) und (d) andere Kriterien betreffend Datengrundlage (Länge Datenreihe, Datenqualität; -2) zurückzuführen.

Für das Klima-Monitoring der Schweiz sind drei Kategorien von klimatologischen Stationen zu unterscheiden (Abbildung 7):

- (a) Stationen für die globale Klimabeobachtung im Rahmen von GCOS. Dazu gehören die Stationen Gd-St-Bernard und Säntis als GSN-Stationen.
- (b) Stationen für das grossräumig regionale Klima-Monitoring der WMO Region VI. Dazu gehören die RBCN-Stationen Basel-Binningen, Zürich-MeteoSchweiz, Genève-Cointrin, Sion, Lugano, Säntis und Gd-St-Bernard.
- (c) Stationen für die nationale Klimabeobachtung der Schweiz: NBCN.

Mit der Festlegung und kontinuierlichen Weiterführung dieser klimatologischen Referenzstationen leistet MeteoSchweiz einen wichtigen Beitrag zur Erfüllung der globalen, kontinentalen und nationalen Zielvorgaben der systematischen Klimabeobachtung.

Die festgelegten NBCN-Stationen sollen in zukünftigen Messkonzepten entsprechend berücksichtigt werden. Dies ist in der aktuellen Überarbeitung des MK2010 (Häberli et al., 2007) bereits geschehen.

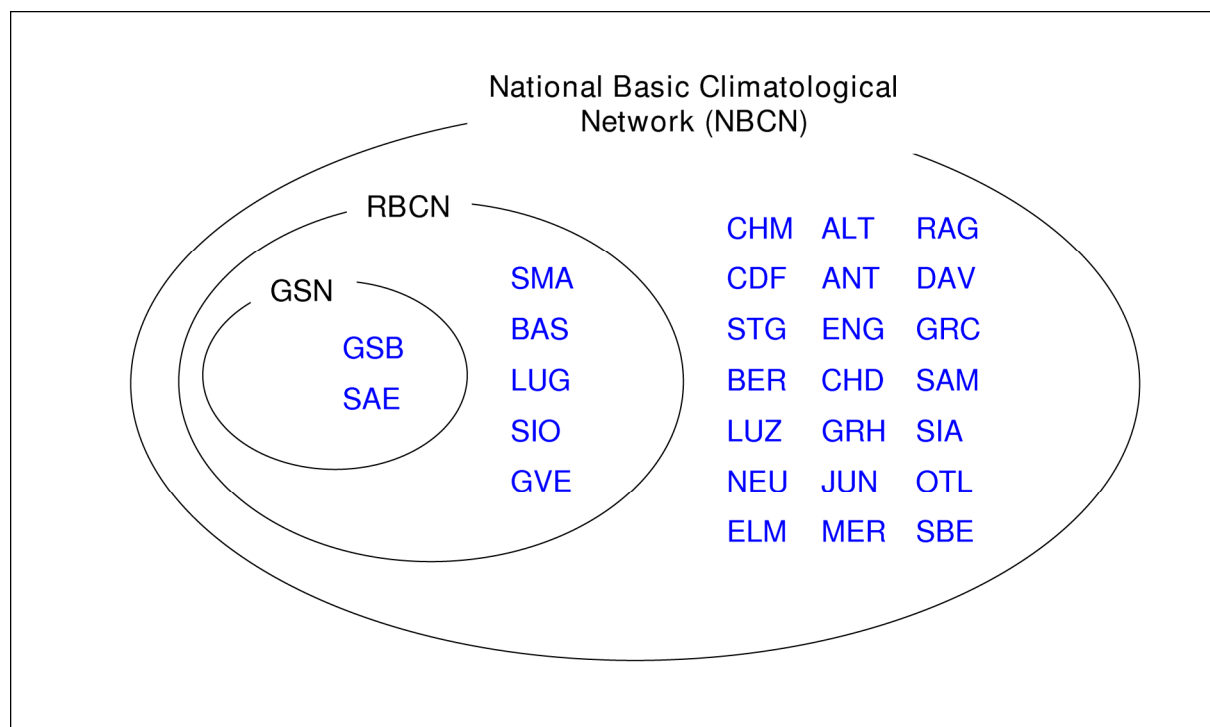


Abb.7: Zugehörigkeit der MeteoSchweiz Stationen⁸ zum GCOS Surface Network (GSN), Regional Basic Climatological Network (RBCN) und Swiss National Basic Climatological Network (NBCN).

⁸ Basel-Binningen (BAS), Chaumont (CHM), La Chaux-de-Fonds (CDF), St. Gallen (STG), Zürich-MeteoSchweiz (SMA), Bern-Zollikofen (BER), Luzern (LUZ), Genève-Cointrin (GVE), Neuchâtel (NEU), Elm (ELM), Säntis (SAE), Altdorf (ALT), Andermatt (ANT), Engelberg (ENG), Château-d'Oex (CHD), Grimsel-Hospiz (GRH), Jungfrauoch (JUN), Meiringen (MER), Bad Ragaz (RAG), Davos-Dorf (DAV), Grächen (GRC), Sion (SIO), Samedan_Bever (SAM), Segl-Maria (SIA), Gd-St-Bernard (GSB), Locarno-Monti_Muralto (OTL), Lugano (LUG), San Bernardino (SBE)

5 Referenzen

Appenzeller C., Begert M., Zenklusen E., Scherrer SC., 2007. Monitoring climate at Jungfrauojoch in the high Swiss Alpine region. *Science of the total Environment* (in press).

Bader S., Bantle H., 2004. Das Schweizer Klima im Trend. Veröffentlichung der MeteoSchweiz, Nr. 68. MeteoSchweiz, Zürich.

Begert M., Schlegel T., Kirchhofer W., 2005. Homogeneous temperature and precipitation series of Switzerland from 1864 to 2000. *Int. J. Climatol.* 25: 65-80.

Begert M., Seiz G., Schlegel T., Musa M., Baudraz G., Moesch M., 2003. Homogenisierung von Klimamessreihen der Schweiz und Bestimmung der Normwerte 1961-1990. Schlussbericht des Projekts NORM90. Veröffentlichung der MeteoSchweiz, Nr. 67. MeteoSchweiz, Zürich.

Frei T., Dössegger R., Galli G., Ruffieux D., 2002. Konzept Messsysteme 2010 von MeteoSchweiz. Arbeitsbericht MeteoSchweiz Nr. 199, Zürich.

Häberli C., Stocker C., Konzelmann T., 2007. Überarbeitung des Messkonzepts 2010. Optimierung des automatischen Bodenmessnetzes. Interner Bericht, Version 1.5, Zürich.

IPCC, 2007. *Climate Change 2007 – The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC.* Cambridge University Press, ISBN 978 0521 88009-1.

Müller G., 1980. Die Beobachtungsnetze der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt. Konzept 1980. Arbeitsbericht der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt Nr. 93, Zürich.

Schär C., Vidale PL., Lüthi D., Frei C., Häberli C., Liniger MA., Appenzeller C., 2004. The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature* 427: 332-336.

Schüepp, M., G. Gensler, 1980. Klimaregionen der Schweiz. In: Müller G., 1980. Die Beobachtungsnetze der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt. Konzept 1980. Arbeitsberichte der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt, Nr. 93, Anhang Ib. Zürich.

WMO, 1997. Initial Selection of a GCOS Surface Network. WMO TD 799. GCOS-34.

WMO, 2002. Guide to the GCOS Surface and Upper-Air Networks GSN and GUAN. WMO TD 1106. GCOS-73.

WMO, 2001. Commission for Basic Systems (CBS), twelfth session, Geneva, 29 November – 8 December 2000. Abridged final report with resolutions and recommendations. WMO-No. 923.

WMO, 2003. Manual on the Global Observing System. WMO-No. 544.

WMO, 2004. Handbook on CLIMAT and CLIMAT TEMP reporting. WMO/ TD-1188.

Anhang I

GCOS Climate Monitoring Principles

Effective monitoring systems for climate should adhere to the following principles⁹

1. The impact of new systems or changes to existing systems should be assessed prior to implementation.
2. A suitable period of overlap for new and old observing systems should be required.
3. The results of calibration, validation and data homogeneity assessments, and assessments of algorithm changes, should be treated with the same care as data.
4. A capacity to routinely assess the quality and homogeneity of data on extreme events, including high-resolution data and related descriptive information, should be ensured.
5. Consideration of environmental climate-monitoring products and assessments, such as IPCC assessments, should be integrated into national, regional and global observing priorities.
6. Uninterrupted station operations and observing systems should be maintained.
7. A high priority should be given to additional observations in data-poor regions and regions sensitive to change.
8. Long-term requirements should be specified to network designers, operators and instrument engineers at the outset of new system design and implementation.
9. The carefully-planned conversion of research observing systems to long-term operations should be promoted.
10. Data management systems that facilitate access, use and interpretation should be included as essential elements of climate monitoring systems.

⁹ *The ten basic principles were adopted by the Conference of the Parties (COP) to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) through decision 5/CP.5 at COP-5 in November 1999. (source: WMO/TD 1219: Implementation Plan for the Global Observing System for Climate in Support of the UNFCCC, GCOS-92, 2004)*

Anhang II

Global Climate Observing System Surface Network (GSN) stations¹⁰

In implementing the observing programme at GCOS Surface Network (GSN) stations, Members should comply with the following best practices:

(a) Long-term continuity should be provided for each GSN station: this requires the provision of the necessary resources, including well-trained staff, and keeping changes of location to a minimum. In the case of significant changes in sensor-devices or station location, Members should provide for a sufficiently long period of overlap (at least one but preferably two years) with dual operation of old and new systems to enable comparisons to be made and the identification of inhomogeneities and other measurement characteristics;

(b) CLIMAT data should be provided in an accurate and timely manner: CLIMAT reports should be transmitted by the fifth day of the month but not later than the eighth day of the month;

(c) Rigorous quality control should be exercised on the measurements and their message encoding: CLIMAT reports require quality control of the measurements themselves and their message encoding to ensure their accurate transmission to national, regional and world centres for their use. Quality-control checks should be made on site and at a central location designed to detect equipment faults at the earliest stage possible. The *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation* (WMO-No. 8) provides the appropriate recommendations;

(d) The site layout should follow the recommended form: the layout of the site should follow the recommendations in the *Guide on the Global Observing System* (WMO-No. 488);

(e) The site and instruments should be inspected regularly and maintained according to WMO recommended practices: to obtain homogeneous datasets, maintenance should be carried out as is documented in the *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation* (WMO-No. 8). The quality of the measured variables should be guaranteed by appropriate inspection of sites, instruments and exposure to be based on the procedures given in the Guide. As part of the maintenance, the necessary calibration practices should be traceable to the standards provided by the Guide;

(f) A national plan should be developed to archive daily data from GSN stations for climate and climate research purposes: the archive should include both observational data and metadata pertaining to each climate station. Metadata should include data concerning a station's establishment, subsequent maintenance and changes in exposure, instrumentation and staff. The data and metadata should be in its original form as well as in digital format;

(g) Detailed metadata and historical climate data for each GSN station should be provided: a GSN Data Centre should have an up-to-date digital copy of the historical climate data and all types of metadata for GSN stations. A current copy of the long-term series of data and metadata from GSN stations should be made available.

¹⁰ WMO, 2003. *MANUAL on the Global Observing System*. WMO-No. 544, 2.9.

Anhang III

RBCN: Climatological Stations¹¹

General

2.8.1 Each Member shall establish in its territory a network of climatological stations.

2.8.2 The network of climatological stations should give a satisfactory representation of the climate characteristics of all types of terrain in the territory of the Member concerned (e.g. plains, mountainous regions, plateaux, coasts, islands, etc.).

2.8.3 Each Member shall establish and maintain at least one reference climatological station.

2.8.4 Each Member shall establish and maintain an up-to-date directory of the climatological stations in its territory, giving the following information, often referred to as metadata, for each station:

- (a) Name and geographical coordinates;
- (b) Elevation of station;
- (c) A brief description of the local topography;
- (d) Category of station and details of observing programmes;
- (e) Exposure of instruments, including height above ground of thermometers, raingauges and anemometers;
- (f) A station history (date of beginning of records, changes of site, closure or interruption of records, changes in the name of the station and important changes in the observing programme);
- (g) The name of the supervising organization or institution;
- (h) The datum level to which atmospheric pressure data of the station refer.

Location and composition

2.8.5 Each climatological station should be located at a place and under an arrangement that will provide for the continued operation of the station for at least ten years, and for the exposure to remain unchanged over a long

period, unless it serves a special purpose that justifies its functioning for a shorter period.

2.8.6 Each reference climatological station should be sited with an adequate and unchanged exposure where the observations can be made in representative conditions. The surroundings of the station should not alter in time to such an extent as to affect the homogeneity of the series of observations.

2.8.7 The data relating to the elevation of a climatological station should be specified at least to the nearest five metres, except that for a station with a barometer the elevation should be specified to the nearest metre.

2.8.8 At a principal climatological station, observations shall be made of all or most of the following elements:

- (a) Weather;
- (b) Wind;
- (c) Cloud amount;
- (d) Type of cloud;
- (e) Height of cloud base;
- (f) Visibility;
- (g) Air temperature (including extreme temperatures);
- (h) Humidity;
- (i) Atmospheric pressure;
- (j) Precipitation;
- (k) Snow cover;
- (l) Sunshine duration and/or solar radiation;
- (m) Soil temperature.

2.8.9 At a principal climatological station, soil temperature should be measured at some or all of the following depths: 5, 10, 20, 50, 100, 150 and 300 cm.

2.8.10 At an ordinary climatological station, observations shall be made of extreme temperatures and amount of precipitation and, if possible, of some of the other elements listed in 2.8.8 above.

2.8.11 At an automatic climatological station, records should be made of elements selected from those in 2.8.8 above.

Frequency and timing of observations

2.8.12 Each Member should arrange that observations at any climatological station are made at fixed hours, according to either UTC or Local Mean Time, which remain unchanged throughout the year.

2.8.13 When two or more observations are made at a climatological station, they should be arranged at times that reflect the significant diurnal variations of the climatic elements.

2.8.14 When changes are made in a network of the times of climatological

observations, simultaneous observations should be carried out at a skeleton network of representative stations for a period covering the major climatic seasons of the area at the old times of observation and at the new ones.

¹¹ WMO, 2003. *MANUAL on the Global Observing System*. WMO-No. 544, 2.8.

Anhang IV

Ergänzungen MK1980 G. Müller

Die Planung der klimatologischen Messungen stützt sich auf die 12 klimatischen Gross- und 60 Kleinregionen der Schweiz. Diese Klimaregionen wurden für das Messkonzept MK1980 erarbeitet, zusammen mit einer klimatischen Charakterisierung der Regionen und der Stationsstandorte. Der Anhang gibt die originalen Handnotizen wieder.

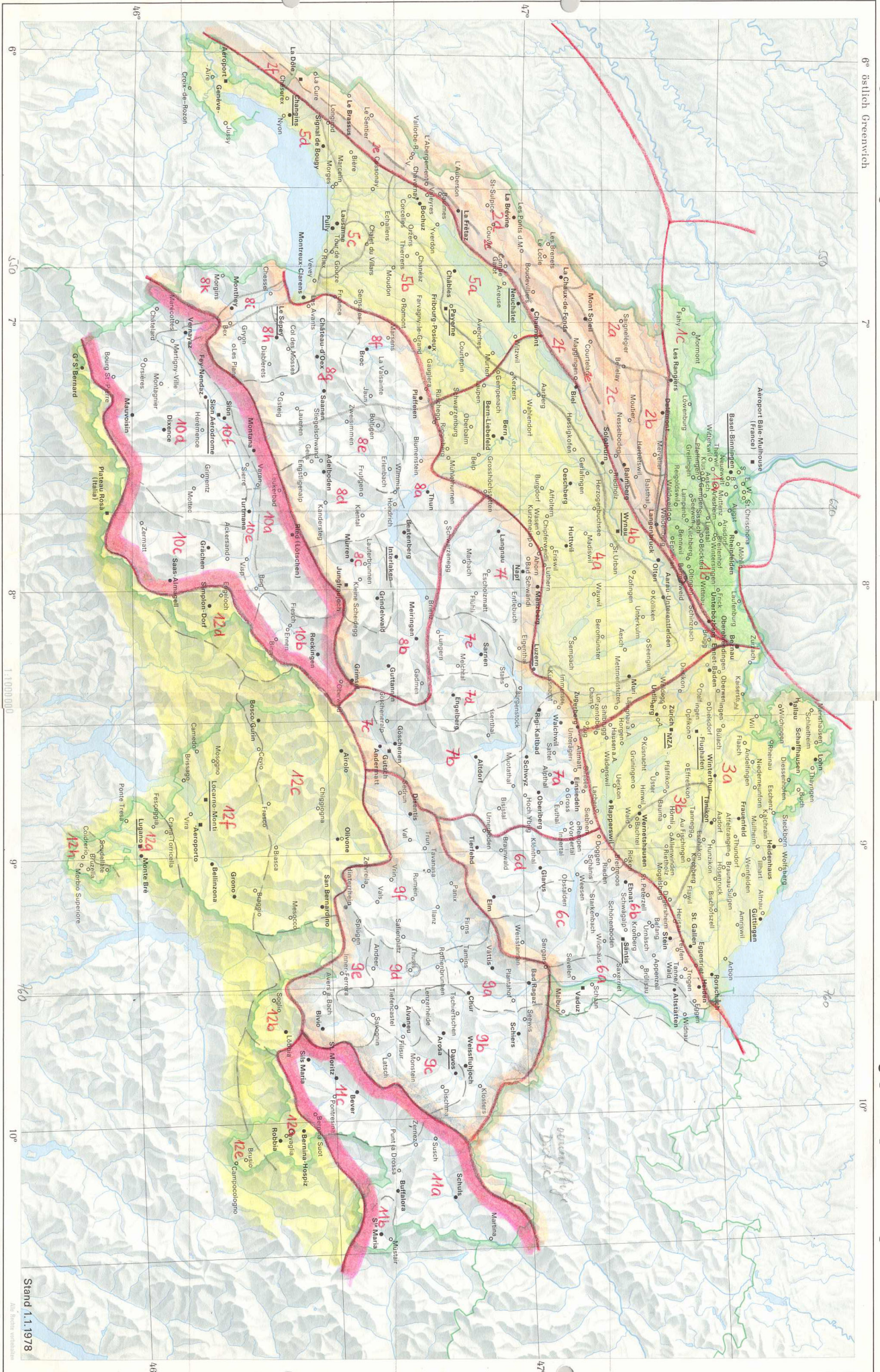
Die Klimaregionen der Schweiz nach G. Müller (1980)

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

Klimat. Regionen (Kulke/Schupp 85: 7, 38) (f. GR nach Ge. Schupp)
 Meteorologische und Regenmess - Stationen der Schweiz

Fortsetzung von "Meteorologische und Regenmess - Stationen der Schweiz"
 in "Anhangsbogen" "Kulke/Schupp, 1. Teil" 1968

Stations météorologiques et pluviométriques de la Suisse



Stand 1.1.1978

Edg. Landestopographische Bern
Service topographique fédéral, Bern

Meteorologische Station
 Klimatologisches Netz
 Station météorologique
 Réseau climatologique

Automatische Wetterstationen: unterstrichen
 Stations météorologiques automatiques: soulignées

Meteorologische Station
 Synoptisches Netz
 Station météorologique
 Réseau synoptique

Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt
Institut Suisse de Méteorologie

Klimat. Charakterisierung der einzelnen Regionen u. Standorte

1a - Wegen Höhenlage kühleres Gebiet des Schwyz; Zugehörigkeit zur oberrheinischen Tiefebene → kontinentales Klima; oft starke Gewitter, infolge Berg/Talwind-Luftfluss von 1b aber milder als Mittelland.
 - Basel-Züringer repräsentative Stao. Jank-Mühlhausen nebelreich (typ. f. Kongebiete des oberrhein. Tiefebene). In Rheinfelden anal. wie in Feininger (→ nicht unbet. notwendige)

1b - Starke Höhenabhängigkeit; typ. Berg- u. Talwind; wenig Nebel
 - repräsentative Lage im Raum Sissach/Jeltchinden/rote. Hütel
 interessant wäre Station im nebelreichen Becken von Kempten

1c - in tiefen Lagen im Wi nebelreich, in höheren Lagen windreich wegen frei exponierter Lage in Zugendepforte (gegenüber Störungen). Starke lokale klimat. Unterschiede. infolge Nebelbildung/-auflösung starke Temp. schwankungen (größer als im Mittelland)
 - Falz u. Prunkut in Extremlagen: Falz auf freiem Plateau
 Prunkut in nebelreicher Mulde

2a - Windexponiertes Plateau, vorwiegend W-Winde, Jise gewichtbetend
 - Repräsentat. Stao: Sainguelégis (Mt. Soleil nicht repräsentativ)

2b - große Nebelhäufigkeit im Wi
 - Repräsentat. Stao: Dellefont

2c - Einzelne Talschaften mit Lokalklimas wegen Abschattung durch Klusen
 - Repräsentat. Stao: Jaltthal/Tavannes / St. Gnuis: Kaugenbruch weder für 2c noch 2b noch 2e repräsentativ; Zwitterstellung

2d - Täle ohne Kaltluftfluss, abgeschlossen; Kaltluftseen
 - Repräsentat. Stao: de Craxi-de-Fonds
 Ettemes " : de Prévine

2e - frei exponiert
 - Repräsentat. Stao: de Dole/Chammont/Chamval/Unterbörsberg

2f - Repräsentat. Stao: de Frélay (schwach besiedeltes Gebiet)

(3,4,5 allg. Ausbreiten trockener Alpenluft über feuchte Kaltluft in Niederungen führt zu Nebeldecke. Berg-/Talwinde spielen prat. keine Rolle mehr. Niederschläge im zentralen Mittelland alle höchsten, nehmen gegen E u. W ab. Temp. vom westlich zum östl. Mittelland abnehmend. Im Gegensatz zu 3 u. 4 (W-Winde) in 5 E-Winde typisch (Jise)

3a - g.T. nördlich: v.a. Thustal: Frauenfeld } extreme Lage
 Glattal: Kloten }
 repräsentativ: Täschli → Frauenfeld
 Hallau f. Klettgau repräsentativ
 Dolin u. od. Heidenhaus könnten fallengelassen werden

3b - repräsentativ: Sterrenberg (nur f. Station) Nicht repräsentativ (SW-Hanglage) Wetzhausen
 F. Zwi-Oberland Wetzhausen repräsentativ

4a - repräsentativ: Oeschberg (wurde als Säkularstation langfristig eingerichtet)

4b - typ. große Nebelhäufigkeit; wirtschaftliches Kleingebiet
 - repräsentative Lage: Zill/Solothurn bis Aarau/Ober (Muri, auf Anhöhe, wenige
 extreme Lage: Großes Moos nördl. Zill- u. Neuenburgersee (eine der größten Nebel-
 Häufigkeiten der Schweiz; Flachmulde)

5a - Niederschläge rel. gering (Effekt Föhn-Fallwinde), typ. Winternebel (weniger häufig
 als in 4b), Sand- u. Seewind in Gewässer gut ausgebildet
 - repräsentativ: Châbles, Neuenberg; Châbles könnte wegen enger Nachbarschaft zu
 Payerne aufgehoben werden.

5b - Lokalklima wegen stark wechselnder Lokaltopographie ausgeprägt
 - repräsentativ: Fribourg-Posieux

5c - tiefe Tälerstäben führen im Winter zu Kaltluftansammlungen ("raubes" Klima)
 typ. Schlechtwetternebel
 - repräsentativ: ± Lausanne (Stad alte Station)

5d - allg. "mildes" Klima (Seeinfluss, günstige Besonnungslage) fühl. u. jährl. Temp. schwach
 Klima als im VS
 - extreme dagegen: - Montreux-Clarens (gehört zum Haut lac: gegen Föhn geschützt), nebelarm, typ. vom
 - Genf-Cointrin (gehört zum Petit lac: überdurchschnittl. großer Föhn-
 Schwindigkeit u. Nebelhäufigkeit als Lausanne)
 repräsentativ: Pully Lausanne = Stadt mit einer d. größten klimatischen Streu-
 breiten d. CH (Pully, windarm, aber Stad wind-
 reich)
 Signal de Jougge ähnelt aber Stad Lausanne → könnte fallen
 gelassen werden
 allg. ist diese Region mit 5 Stationen überdotiert

6a - unterhalb Feldkirch rel. nördlich (Kaltluftsee) g.g. Altstätten; im oberen Teil
 Föhn häufig, im Gegensatz zum Oberrhein abt. auch Nebel unterworfen: z.B. Vaduz
 - repräsentativ: Vaduz

(6,7,8) allg. Klimaschlechte südliche Alpenkamm; da bei Südstan Einfluss auf nördl. Seite
 des Alpenkamms gering. Zusammen der Niederschläge von W nach E mit zunehmender
 Höhe im Säugetiergebiet. Repräsentativität f. ganze Regionen gering, da starke Höhen-
 abhängigkeit der einzelnen Elemente

6b - windexponiert, Gewitterhäufigkeit gross; starkes Niederschlagsgradient
 - repräsentativ: Ebnat f. Toggenburg
 Heiden / Stein / Hügelrand um 800m. Heiden gute Föhnstation
 Heiden u. dt. Stein könnten fallengelassen werden, wenn ASTA in St. Gallen
 S. gehen in Kessel → Heiden besser

6c - gegenüber 6d offener, mit geringeren Niederschlägen u. grösser Föhnwind
 - repräsentative Lage: Wälenstadt (≠ Wälen: zu viel Niederschlag; keine Station orth)

6d - Föhn best. Höhenzonen höchste Niederschlagsmengen. Starke Föhnwind (≠ Fa).
 Glarusföhn im Nestal abgehoben. Föhnwindfluss in die Ebene durch Wälenföhn
 - repräsentativ: Glarus

7a - gegen W/NW offen; rel. viel Niederschlag
 - repräsentativ: Oberiberg
 extrem: Einsiedeln (in Kältauftrieb)
 Walchwil: geschützte Lage; mit genau vgl. Klima von Schwyz ähnlich
 Altdorf; könnte fallengelassen werden

7b - trocken, Föhnwind
 - repräsentativ: Altdorf

7c - infolge Abschleifens des Tales durch Schöllenenfelsen Kältauftrieb häufig; sowohl bei N- u. S-Regen im Niederschlagsbereich
 - repräsentativ: Andematt (Gütecht weniger, gibt allg. Windverhältnisse schlecht wieder; Scopi wäre z.B. überflüssig überaus)

7d - Kältauftrieb, Sommerwind
 - repräsentativ: Engelberg

7e - rel. "mildes" Klima, Föhnwindfluss
 - repräsentativ: Sion

7f - windexponiert, Gewitterhäufigkeit gross, hohe Niederschläge
 - repräsentativ: Napf (Kaugnan, Meyberg weniger typ., könnten fallengelassen werden)
 Rigi f. Augstent. günstiger als Pilatus, da weniger in Wolken

8 allg. starker Föhnwindfluss, grössere Niederschläge u. stärkere vertikale Gliederung (= lokalklimatische grössere Unterschiede) in a-e (Aaretal) als in f-h (Saamtal)

8a - unbedeutendste. Hochsee; Fluss durch Föhn in der Regel nicht erreicht (abgehoben)
 - repräsentativ: Fluss (f. Aaregebiet jedoch wegen Fröhenheit Bäume)

8b - überdurchschnittl. Niederschläge im oberen Talabschnitt (oberer Föhnwind), Föhnwindfluss im unteren (unterhalb Föhnwind)

- repräsentativ: Kriegen
 Föhnwind in kaltem Harztafeln, während wärmer Luftschichten darüber hinweg
 gleitet
 Bestenfalls: wenig charakteristisch (S-Abtattung, Neustalern). Allg. eher grobe Stationen, z.B.
 Guttaunen könnte wegfallen

8c - wenig Föhnung wegen starker Horizontalablenkung. Infolge grossen Talgefalle Kaltluftseebildung nicht stark ausgeprägt.
 - repräsentativ: Kriegen (ähnlich Adelsboden)
 extreme: Föhnwindwald: in Kältezone, typ. f. besonnungsreiches Gebiet

8d - repräsentativ: Adelsboden (repräsentativ auch f. mittlere Höhe d. Aaregebietes 8a-8e)

8e - enger Talabschluss führt unterhalb-Föhnwind häufig zur Bildung von Kaltluftseen
 - repräsentativ: Föhnwind

8f - Übergangsbereich Mittelland / alpines Gebiet: unökologischer Hochnebel dringt noch ein, starke
 lokal-klimat. Unterschiede
 - repräsentativ: Föhnwind; Pfaffen f. kein Gebiet richtig charakteristisch, könnte aufge-
 hoben werden

8g - starke lokal-klimatische Unterschiede
 - Saanen repräsentativ (v.a. f. Kette) Château d'Oex " (v.a. als S-Kanal)

8h - repräsentativ: de Sépey

8i - repräsentativ: Montrey (Aigle etwas zu stark windgeschützt)

9a - Föhnwindbedingt hohe Frühlings- u. Herbsttemperaturen, Nebelwund im Winter, Berg- u. Talwind stark ausgeprägt.
 - repräsentativ: Chuv; Jod Ragay etc. abföhnig

9b - Stauschwingungen stark ausgeprägt; rel. niederschlagsreich (v.a. Jod Ragay v. Aosa); windarm; allg. "maritimes" Klima
 - repräsentativ: Küblis
 Schiers extreme: in Kaltluftsee, kein Föhnwindfluss
 Klosters " : maritim, viel Niederschlag

- 9c - repräsentativ: Davos

- 9d - Trockeninsel Mittelbündens; rel. wolkenarm u. warm; insbesondere Doubschlag
Klimat. Oase mit kontinentalen Klima
- repräsentativ: Thun

- 9f - stark exponiert gegenüber Schlechtwetterwinden aus S, N und W, Hochnebelfelder sehr.
- repräsentativ: Ilanz → Disentis besser ~~Disentis in Randlage u. stark von S beeinflusst~~

- 9e - Wetter noch stark von S her beeinflusst
- repräsentativ: Splügen Hinterheim: Niederschläge (v.a. Schnee) extrem hoch

- 10a - eine der höchsten Jersommungen des Schweiz; starkes Niederschlagsgradient
- repräsentativ: Montana extreme Lage: Ried (Notochental) reduzierte Jersommung wegen vermind. Jersommung

- 10b - Gegenüber Rest des Haupttals rel. niederschlagsreich, sonnigwarm u. bewölkungsreicher.
keine See-Effekte, da Tal oberhalb Zug zu wenig breit
- repräsentativ: Rekingen od. Ulrichen

- 10c - rel. niederschlagsarm; größtes vertikales Niederschlagsgradient
- repräsentativ: Jomatt f. Talrohe (Guosionen) extrem: Grächen mit Niederschlagsminimum CH
Plateau Kors f. Gipfellaagen
Saas-Almagell könnte fallengelassen werden

- 10d - Niederschläge etwas höher als im Nahr- u. Saartal * weniger in Talboden
- repräsentativ: Val d'Hérens, Val d'Aoste (etwas weniger Dixerce*)
Maurisier* bereits zu nahe am Alpenkamm, Jersommung etwas zu groß
→ ost Grächen

- 10e,f - Trockengebiet, hohe Jersommung, große Wärme
oberhalb Pfywald: Tal enges, Jersommung größer, Föhn häufiger
- repräsentativ: Visp, Sion Tödiemann nicht repräsentativ (Jersommung zu gering)
Venayaz u. ⁷⁹Wenday könnten fallengelassen werden

- (11) Hauptniederschläge durch S-lagen, Föhn-Schnee Stürme

- 11a,b tiefe Staubeiwölung, Hochnebel, Gewitter sehr selten, Föhn-/Talwind ausgeprägt
- repräsentativ 11a: Schuls Buffalora in Speziallage (ausgeprägte Inversionen) u. könnte fallengelassen werden (Oberpart wäre interessantes)
11b: Sta. Maria

11c - Tagesperiodische Kältewind charakteristisch
 - typ Suedlau ; Jenes u. St. Moritz könnten fallengelassen werden

12a-c Wegen Alpennähe grössere Föhnwindung; zeitweise Nordföhn-Einfluss (v.a. Gebiet Tessin)

12a - repräsentativ: Ponciaas, Robbia

12b - Niederschläge v.a. von S/SW; höherer Niederschlag als im oberen Fuddeau

- repräsentativ: Vicosoprano - Castagnua Robbia nicht charakteristisch (zu hoch gelegen, zu nahe an Alpenkamm, durch Talwind von eigenlichem Tal getrennt)

12c - geringer vertikaler Niederschlagsgradient (außer Misox)

- repräsentativ: Potta, S. Bernardino
 interessant wäre eine Gipfelstation (keine Parastation)

12d - niederschlagsarm

- repräsentativ: Simplon-Dorf
 Gt. St. Joubard, Plateau Rom f. Gipfellaage

12e - geringere Besonnung da Horizont stark eingesenkt, klimatisch wie 12f

- repräsentativ: Brusio

12f - sonnenreich, niederschlagsarm; typ. Hochwindsystem, welches Gebiet auch im Winter überdeckt hält

- repräsentativ: Locarno-Monti Bellinzona u. Grono könnten fallengelassen werden
 interessant: Vertikalprofil Magadino - Cinetta

12g - im Winter gegenüber 12f vermehrt Nebel- u. Hochnebelbildung; Hochwinde weniger ausgeprägt.

- repräsentativ: Lugano
 Mte Zù nur für Nebelbegrenze von Bedeutung
 (evtl. fallengelassen: Eratz Schnep-Station Mte Ziborio, Italien)

12h - Einfluss Poebene: sehr heiße Sommer. Keine Föhnwindung mehr durch Föhn- u. Talwinde: nebelreicher als 12g

- repräsentativ: Mendicino

Arbeitsberichte der MeteoSchweiz

- 214** Schmucki D., Weigel A., 2006, Saisonale Vorhersage in Tradition und Moderne: Vergleich der "Sommerprognose" des Zürcher Böögg mit einem dynamischen Klimamodell, 214, 46pp, CHF 68.-
- 213** Frei C: 2006, Eine Länder übergreifende Niederschlagsanalyse zum August Hochwasser 2005. Ergänzung zu Arbeitsbericht 211, 10pp, CHF 59.-
- 212** Z'graggen, L: 2006, Die Maximaltemperaturen im Hitzesommer 2003 und Vergleich zu früheren Extremtemperaturen, 74pp, CHF 75.-
- 211** MeteoSchweiz: 2006, Starkniederschlagsereignis August 2005, 63pp., CHF 72.-
- 210** Buss S, Jäger E and Schmutz C: 2005: Evaluation of turbulence forecasts with the aLMo, 58pp, CHF 70.-
- 209** Schmutz C, Schmuki D, Duding O, Rohling S: 2004, Aeronautical Climatological Information Sion LSGS, 77pp, CHF 25.-
- 208** Schmuki D, Schmutz C, Rohling S: 2004, Aeronautical Climatological Information Grenchen LSZG, 73pp, CHF 24.-
- 207** Moesch M, Zelenka A: 2004, Globalstrahlungsmessungen 1981-2000 im ANETZ, 83pp, CHF 26.-
- 206** Schmutz C, Schmuki D, Rohling S: 2004, Aeronautical Climatological Information St.Gallen LSZR, 78pp, CHF 25.-
- 205** Schmutz C, Schmuki D, Ambrosetti P, Gaia M, Rohling S: 2004, Aeronautical Climatological Information Lugano LSZA, 81pp, CHF 26.-
- 204** Schmuki D, Schmutz C, Rohling S: 2004, Aeronautical Climatological Information Bern LSZB, 80pp, CHF 25.-
- 203** Duding O, Schmuki D, Schmutz C, Rohling S: 2004, Aeronautical Climatological Information Geneva LSGG, 104pp, CHF 31.-
- 202** Bader S: 2004, Tropische Wirbelstürme – Hurricanes –Typhoons – Cyclones, 40pp, CHF 16.-
- 201** Schmutz C, Schmuki D, Rohling S: 2004, Aeronautical Climatological Information Zurich LSZH, 110pp, CHF 34.-
- 200** Bader S: 2004, Die extreme Sommerhitze im aussergewöhnlichen Witterungsjahr 2003, 25pp, CHF 14.-
- 199** Frei T, Dössegger R, Galli G, Ruffieux D: 2002, Konzept Messsysteme 2010 von MeteoSchweiz, 100pp, CHF 32.-
- 198** Kaufmann P: 2002, Swiss Model Simulations for Extreme Rainfall Events on the South Side of the Alps, 40pp, CHF 20.-
- 197** WRC Davos (Ed): 2001, IPC - IX, 25.9. - 13.10.2000, Davos, Switzerland, 100pp, CHF 32.-
- 196** Hächler P et al.: 1999, Der Föhnfall vom April 1993, 139pp, CHF 40.-
- 195** Urfer Ch, Vogt R, 1999, Die Niederschlagsverhältnisse in Basel 1964-1998, 43pp, CHF 40.-
- 194** Courvoisier HW: 1998, Statistik der 24-stündigen Starkniederschläge in der Schweiz 1901-1996, 20pp, CHF 11.-
- 193** Defila C, Vonderach G: 1998, Todesfälle und Wetterlagen in Schaffhausen, 72pp, CHF 25.-

Frühere Veröffentlichungen und Arbeitsberichte finden sich unter
www.meteoschweiz.ch » Forschung » Publikationen

Veröffentlichungen der MeteoSchweiz

- 76 Baggenstos D: 2007, Probabilistic verification of operational monthly temperature forecasts, *Veröffentlichung MeteoSchweiz*, **76**, 52 pp., CHF 69.-
- 75 Fikke S, Ronsten G, Heimo A, Kunz S, Ostrozlik M, Persson PE, Sabata J, Wareing B, Wichura B, Chum J, Laakso T, Sântti K, Makkonen L: 2007, COST 727: Atmospheric Icing on Structures Measurements and data collection on icing: State of the Art, 110pp, CHF 83.-
- 74 Schmutz C, Müller P, Barodte B: 2006, Potenzialabklärung für Public Private Partnership (PPP) bei MeteoSchweiz und armasuisse Immobilien, 82pp, CHF 76.-
- 73 Scherrer SC: 2006, Interannual climate variability in the European and Alpine region, 132pp, CHF 86.-
- 72 Mathis H: 2005, Impact of Realistic Greenhouse Gas Forcing on Seasonal Forecast Performance, 80pp, CHF 75.
- 71 Leuenberger D: 2005, High-Resolution Radar Rainfall Assimilation: Exploratory Studies with Latent Heat Nudging, 103pp, CHF 81.-
- 70 Müller G und Viatte P: 2005, The Swiss Contribution to the Global Atmosphere Watch Programme – Achievements of the First Decade and Future Prospects, 112pp, CHF 83.-
- 69 Müller WA: 2004, Analysis and Prediction of the European Winter Climate, 115pp, CHF 34.
- 68 Bader S: 2004, Das Schweizer Klima im Trend: Temperatur- und Niederschlagsentwicklung seit 1864, 48pp, CHF 18.-
- 67 Begert M, Seiz G, Schlegel T, Musa M, Baudraz G und Moesch M: 2003, Homogenisierung von Klimamessreihen der Schweiz und Bestimmung der Normwerte 1961-1990, Schluss-bericht des Projektes NORM90, 170pp, CHF 40.-
- 66 Schär Christoph, Binder Peter, Richner Hans (Eds.): 2003, International Conference on Alpine Meteorology and MAP Meeting 2003, Extended Abstracts volumes A and B, 580pp, CHF 100.
- 65 Stübi R: 2002, SONDEX / OZEX campaigns of dual ozone sondes flights: Report on the data analysis, 78pp, CHF 27.-
- 64 Bolliger M: 2002, On the characteristics of heavy precipitation systems observed by Meteosat-6 during the MAP-SOP, 116pp, CHF 36.-
- 63 Favaro G, Jeannet P, Stübi R: 2002, Re-evaluation and trend analysis of the Payerne ozone sounding, 99pp, CHF 33.-
- 62 Bettems JM: 2001, EUCOS impact study using the limited-area non-hydrostatic NWP model in operational use at MeteoSwiss, 17pp, CHF 12.-
- 61 Richner H, et al.: 1999, Grundlagen aerologischer Messungen speziell mittels der Schweizer Sonde SRS 400, 140pp, CHF 42.-
- 60 Gisler O: 1999, Zur Methodik einer Beschreibung der Entwicklung des linearen Trends der Lufttemperatur über der Schweiz im Zeitabschnitt von 1864 bis 1990, 125pp, CHF 36.-
- 59 Bettems J-M: 1999, The impact of hypothetical wind profiler networks on numerical weather prediction in the Alpine region, 65pp, CHF 25.-
- 58 Baudenbacher, M: 1997, Homogenisierung langer Klimareihen, dargelegt am Beispiel der Lufttemperatur, 181pp, CHF 50.-
- 57 Bosshard, W: 1996, Homogenisierung klimatologischer Zeitreihen, dargelegt am Beispiel der relativen Sonnenscheindauer, 136pp, CHF 38.-

Frühere Veröffentlichungen und Arbeitsberichte finden sich unter
www.meteoschweiz.ch » Forschung » Publikationen