



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI  
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz

Arbeitsbericht MeteoSchweiz Nr. 231

# Die Niederschlagstotalisatoren der Schweiz

Eine basisklimatologische Netzanalyse und Bestimmung  
besonders wertvoller Stationen

Simon Scherrer





**Arbeitsbericht MeteoSchweiz Nr. 231**

# Die Niederschlagstotalisatoren der Schweiz

Eine basisklimatologische Netzanalyse und Bestimmung  
besonders wertvoller Stationen

*Simon Scherrer*

## **Begutachtung und fachliche Abstützung:**

Klimadienste (KD) MeteoSchweiz:

*MISCHA CROCI-MASPOLI, THOMAS KONZELMANN, CLAUDINE HOTZ, CHRISTOF APPENZELLER*

GCOS Office Schweiz:

*GABRIELA SEIZ, NANDO FOPPA*

Téchnique de Mésure (TM) MétéoSuisse:

*BERTRAND CALPINI*

Externer Fachreviewer (*Gruppe für Hydrologie, Geographisches Institut, Universität Bern*):

*BRUNO SCHÄDLER*

## **Bitte zitieren Sie diesen Arbeitsbericht folgendermassen**

Scherrer, S: 2010, Die Niederschlagstotalisatoren der Schweiz – Eine basisklimatologische Netzanalyse und Bestimmung besonders wertvoller Stationen, *Arbeitsberichte der MeteoSchweiz*, **231**, 35 pp.

## **Herausgeber**

Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, MeteoSchweiz, © 2010

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

MeteoSchweiz publiziert jährlich die Messwerte aller Schweizer Niederschlagstotalisatoren. Die Zusammenstellung umfasst derzeit 139 Stationen (Stand hydrologisches Jahr 2008/2009) wobei 72 Stationen MeteoSchweiz und die restlichen 67 Stationen anderen Institutionen gehören.

Der Niederschlag auf 30% der Fläche der Schweiz (Höhenlage über 1800 m) wird fast nur durch Totalisatorenmessungen abgedeckt. Deshalb liefern Totalisatoren einen wichtigen Beitrag zur Ergänzung der zeitlich höher aufgelösten Niederschlagsmessnetze im hochalpinen Raum sowie Antworten auf viele technische und hydrologische Fragestellungen.

2007 wurden im Rahmen des Berichts „Nationales Klima-Beobachtungssystem (GCOS Schweiz)“ 35 Totalisatoren (8 mit Priorität 1 und 27 mit Priorität 2) als klimatologisch wertvoll innerhalb des globalen Klima-Beobachtungssystems GCOS definiert. Der vorliegende Bericht geht einen Schritt weiter und bestimmt die klimatologisch besonders wertvollen Stationen auf nationaler Ebene. Der Fortbestand der hier als klimatologisch wertvoll erachteten Totalisatoren ist essentiell um die Abdeckung der Niederschlagsmessung in grosser Höhe sicherzustellen und eine ideale Ergänzung des National Basic Climatological Network NBCN. Die netzinterne Auswahl der klimatologisch wichtigsten Reihen wird aufgrund mehrerer objektiv klimatologischen Kriterien bestimmt.

Von den 139 Totalisatoren werden 52 (~37% aller Stationen) aufgrund netzinterner Kriterien als klimatologisch besonders wertvoll erachtet. Dabei handelt es sich um 34 Stationen von MeteoSchweiz und 18 Stationen von anderen Institutionen. Mit der langfristigen Sicherung dieser Stationen könnte ein wichtiger Beitrag zur Beobachtung der Niederschlagssummen im hochalpinen Raum geleistet werden.

Die Auswahl umfasst alle schützenswerten Totalisatoren der Priorität 1 sowie 23 der 27 Totalisatoren mit Priorität 2 des Nationalen Klima-Beobachtungssystem (GCOS Schweiz). 4 Totalisatoren der 2. Priorität werden aufgrund ihrer spezifischen Bedeutung für die Klimabeobachtung anderer essentieller Klimavariablen zur Liste hinzugefügt. Somit ergeben sich total 56 besonders wertvolle Stationen.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>5</b>
<b>1 Zweck des Berichts .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Ausgangssituation, Daten und Methoden .....</b>	<b>7</b>
2.1 Bisherige Arbeiten.....	7
2.2 Datengrundlage.....	9
2.2.1 Räumliche Abdeckung .....	9
2.2.2 Höhenverteilung.....	9
2.2.3 Zeitliche Abdeckung.....	10
2.2.4 Datenqualität.....	10
2.3 Methoden .....	10
2.3.1 Ansatz .....	10
2.3.2 Analyseperiode und Datenvollständigkeit .....	12
2.3.3 Lage.....	12
2.3.4 Höhenlage (Vertikalverteilung) der Totalisatoren .....	13
2.3.5 Länge der Messreihen .....	14
2.3.6 Qualität der Messreihen .....	15
2.3.7 Messintervall.....	15
2.3.8 Kombination der Kriterien und Gewichtung.....	15
2.3.9 Definition Masterindex MI.....	16
<b>3 Resultate .....</b>	<b>16</b>
3.1 Clusteranalyse .....	16
3.2 Korrelationsanalyse.....	18
3.3 Höhenlage der Totalisatoren.....	19
3.4 Länge der Messreihen .....	19
3.5 Qualität der Messreihen.....	19
3.6 Messintervall .....	19
3.7 Kombination der Kriterien und Auswahl.....	19
3.8 Überprüfung der Auswahl und Nachnominierung, bzw. Aberkennung.....	19
<b>4 Nominierung der wichtigsten Totalisatoren .....</b>	<b>23</b>
4.1 Vergleich mit den GCOS Stationen von 2007 .....	25
<b>5 Referenzen .....</b>	<b>26</b>
<b>6 Anhang.....</b>	<b>27</b>
6.1 Basisdaten der Totalisatormessreihen.....	27
6.2 Zeitreihendarstellung der Totalisatormessreihen.....	30
6.3 Bewertungsübersicht der Totalisatormessreihen.....	32





## 1 Zweck des Berichts

In diesem Bericht werden die Daten des Schweizer Niederschlagstotalisatorenmessnetzes von MeteoSchweiz plus 10 weiteren Institutionen seit Messbeginn aus basisklimatologischer Sicht ausgewertet und in Ergänzung zu den Auswertungen des National Basic Climatological Network NBCN (siehe Begert, 2007) eingeordnet. Das Ziel ist es mit der Identifizierung von klimatologisch besonders wertvollen Totalisatoren die Grundlage zu liefern um die Abdeckung der Niederschlagsmessung über allen Höhenbereichen der Schweiz national sicherzustellen. Aufgrund einer möglichst objektiven Einordnung der Totalisatorenmessungen mittels Kenngrössen wie Lage/Exposition (Clusteranalyse, Korrelationsanalyse), Höhe der Stationen, Länge der Messreihen, der Datenqualität der Reihe sowie der Ablesefrequenz plus weiterer rein klimatologischen Zusatzkriterien zur kompletten Abdeckung, werden besonders wertvolle Totalisatoren bestimmt.

Dieser Bericht berücksichtigt nur basisklimatologische Kriterien des Niederschlags. Kriterien, die über den Parameter hinausgehen, werden grösstenteils durch die zusätzliche Auflistung der auch auf netzübergreifenden Kriterien beruhenden Resultaten von GCOS Schweiz (Seiz und Foppa, 2007), abgedeckt. Es wird ganz bewusst auf Fragestellungen finanzieller Art sowie Besitz der Station verzichtet. Die Analyse und Bestimmung von wertvollen Totalisatoren geschieht in Ergänzung zum Seiz und Foppa (2007) Bericht wo GCOS relevante Totalisatoren aus globaler und weniger nationaler Sicht (wie in diesem Bericht) bestimmt wurden. Damit können die Resultate dieses Berichts als Grundlage für das Niederschlags-Messkonzept (MK) 2010 betrachtet werden (Häberli et al., 2009). An wertvollen Standorten wäre eine Erhöhung der Messfrequenz aus Anwendersicht sicher angebracht.

Es ist wichtig festzuhalten, dass die Daten der hier als besonders wertvoll bestimmten Stationen nicht bis zum Messbeginn rigoros qualitätsgeprüft und schon gar nicht homogenisiert sind. Es sei deshalb darauf hingewiesen, dass klimatologische Auswertungen (z.B. Trendanalysen) mit diesen Daten mit grösster Vorsicht zu interpretieren sind.

## 2 Ausgangssituation, Daten und Methoden

### 2.1 Bisherige Arbeiten

Das ab 1914 entstandene Totalisatorenmessnetz diente vorerst hauptsächlich zur Planung der Wasserkraftnutzung und war deshalb ursprünglich ganz auf die Bedürfnisse der Kraftwerksgesellschaften ausgerichtet (meteodat, 2001). Die Daten und das Produkt „*Totalisatorenbulletin*“ des ab 1914 entstandenen Totalisatorenmessnetzes werden kaum mehr genutzt oder angefordert (Häberli et al., 2009). Andererseits ist die Niederschlagsmessung in grossen Höhen, wenig erschlossenen und unzugänglichen Gebieten durch andere Messnetze sehr lückenhaft. Dadurch leistet das Totalisatorenmessnetz einen äusserst wichtigen Beitrag zur Klimabeobachtung in diesem Raum (vgl. auch Seiz und Foppa, 2007). Klimatologisch wichtige Fragestellungen, wie das Ausmass der Niederschlagstrends im hochalpinen Raum oder die Abschätzung von absoluten Niederschlagsmengen können ohne die Resultate des Totalisatorenmessnetzes nur unzureichend beantwortet werden (Schüepp et al. 1978; Müller und Joss, 1985; Kirchhofer und Sevruck, 1992; Schwarb, 2000; Schwarb et al., 2001, meteodat, 2001). Insbesondere werden die Totalisatorwerte auch vom Klimadienst der MeteoSchweiz für die Erstellung der räumlichen Gitterung der monatlichen und täglichen Niederschläge der Schweiz genutzt.

Die inhomogene räumliche Verteilung sowie die unterschiedlich starke Nutzung der Daten durch Kunden wirft die Frage einer massvollen Umstrukturierung des Totalisatorenmessnetzes auf. Dies hat allerdings unter der strikten Voraussetzung zu geschehen, dass der wichtige Beitrag zur Klimabeobachtung in grossen Höhen, eine Kernaufgabe des Bundes und von MeteoSchweiz, gewährleistet bleibt.

Das Globale Klima-Beobachtungssystem GCOS (Global Climate Observing System) koordiniert international die Beobachtung des gesamten Klimasystem und seiner über 40 sogenannten essentiellen Klimavariablen, zu denen auch der Niederschlag gehört (WMO, 2004). Die nationale Fachstelle zur Klimabeobachtung bei MeteoSchweiz (Swiss GCOS Office) hat 2007 in Zusammenarbeit mit verschiedenen Institutionen den Bericht „Nationales Klima-Beobachtungssystem GCOS Schweiz“ (Seiz und Foppa, 2007) publiziert. Darin wird die Bedeutung langer Totalisatormessreihen für das Verständnis der Niederschlagsverhältnisse im Hochgebirge beschrieben und eine Auswahl von Totalisatoren aus globaler Sicht definiert. Totalisatoren, welche mindestens zwei der Kriterien a) bis d) erfüllen, sollten aus globaler Sicht geschützt werden, wobei Kriterium e) als zusätzliche Entscheidungsgrundlage berücksichtigt wurde:

- a) Totalisatoren weisen eine lange Messreihe auf (Messbeginn 1929 oder früher).
- b) Totalisatoren, deren Messungen nicht sinnvoll durch andere Stationen abgeschätzt werden können.
- c) Totalisatoren, an welchen mindestens eine Zwischenablesung im Frühling stattfindet (erlaubt beispielsweise separate Niederschlagstrends für das Sommer- und Winterhalbjahr).
- d) Totalisatoren, die über 2500 m ü. M. liegen.
- e) Totalisatoren, welche klimatologische Auswertungen mit anderen essentiellen Klimavariablen im Hochgebirge ermöglichen (u.a. Gletscher, Permafrost)

Mit diesem Auswahlverfahren wurden schliesslich 35 Totalisatoren im Rahmen des Nationalen Klima-Beobachtungssystem (GCOS Schweiz) als besonders wertvoll definiert. Die Auswahl der 35 Totalisatoren wurde aufgeteilt in 8 Totalisatoren mit Priorität 1 und 27 Totalisatoren mit Priorität 2.

Eine weitere Grundlage mit klimatologischen Überlegungen zur Redimensionierung des Totalisatorenmessnetzes liefert der Bericht „Analyse des Totalisatorenmessnetzes der MeteoSchweiz“ aus dem Jahr 2001 (meteodat 2001). Im Auftrag von MeteoSchweiz wurde in diesem Bericht das bestehende Messnetz analysiert und auch dessen „Wert“ betont. Es wurde einerseits auf die Gefahren einer ersatzlosen Streichung, andererseits auch auf die Schwierigkeiten der Substituierbarkeit von Totalisatoren durch konventionelle Stationen hingewiesen. Eine „Ausdünnung“ des Netzes wird für gewisse Stationen als denkbar erachtet (z.B. über einen Korrelationsansatz), der Bericht liefert aber keine konkrete Liste mit möglichen aufzuhebenden Stationen.

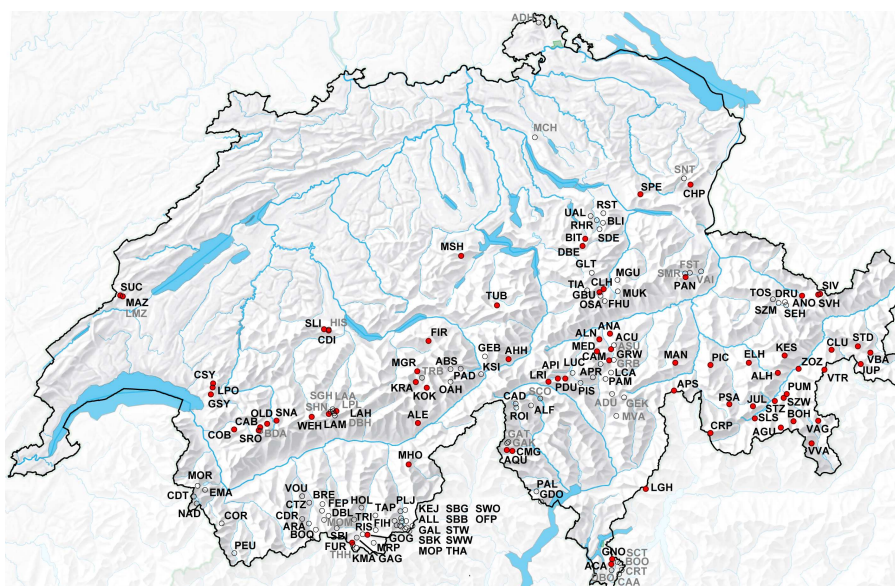


Abbildung 1: Standorte von 169 Schweizer Totalisatoren inkl. deren nationale Abkürzung (nat\_abbr). Die aktiven 139 Standorte sind schwarz, die 30 inzwischen aufgehobenen aber im DWH vorhandenen grau geschrieben. Die 72 aktiven Stationen der MeteoSchweiz sind mit einem roten Kreis gezeichnet.

## 2.2 Datengrundlage

### 2.2.1 Räumliche Abdeckung

Für die Analysen werden insgesamt 169 historische Totalisatormessreihen der MeteoSchweiz und 10 weiterer Institutionen verwendet, deren Daten auf der Datenbank der MeteoSchweiz (DWH) verfügbar sind (siehe Tab. 3 im Anhang für Abkürzungen etc.). Davon messen noch 139 Stationen (Stand Hydrologisches Jahr 2008/2009). An 30 Standorten wurden die Messungen inzwischen eingestellt. Die aufgehobenen Reihen wurden falls möglich für das räumliche Clustering mitberücksichtigt. Die geografische Verteilung ist in Abb. 1 dargestellt. Die meisten Totalisatoren befinden sich im Alpenraum. Der einzige sich noch in Betrieb befindliche Totalisator ausserhalb der Alpen ist Suchet (SUC) im Jura. Abb. 1 zeigt deutlich die gehäufte Anordnung der Stationen im Zusammenhang mit dem ursprünglichen Hauptinteresse, der Wasserkraft (z.B. im Wallis). Die räumliche Verteilung der MeteoSchweiz Stationen ist deutlich weniger gehäuft als diejenige der Kraftwerkstationen. Weiter werden für die Analyse alle verfügbaren Niederschlagsstationen mit mindestens täglicher Auflösung benutzt. Es handelt sich um 327 Stationen der Netze SMN (SwissMetNet), ENET, Klima konventionell und NIME.

### 2.2.2 Höhenverteilung

Das Totalisatormessnetz liefert vorwiegend Daten aus wenig erschlossenen und unzugänglichen Gebieten des höherliegenden Alpenraums. Abb. 2 rechts zeigt in rot die Höhenverteilung der Totalisatoren. Der Höhenbereich zwischen 1500 und 3000 m ist sehr gut abgedeckt. Die mittlere Höhe liegt bei 2167 m gegenüber 1307 m mittlerer Höhe der gesamten Landoberfläche der Schweiz. Damit deckt das Totalisatormessnetz den Höhenbereich ab, den die anderen Niederschlagsmessnetze der MeteoSchweiz nicht abdecken. Die anderen MeteoSchweiz Niederschlagsmessnetze (Abb. 1 links) repräsentieren die tieferen Lagen sehr gut (mittlere Höhe 844 m). Die Höhenlagen über 1800 m sind aber schlecht abgedeckt, obgleich doch rund 30% der Fläche hier zu finden sind. Dieser Punkt muss (und wird, siehe unten) ein wichtiges Kriterium für die Auswahl wichtiger Totalisatoren sein.

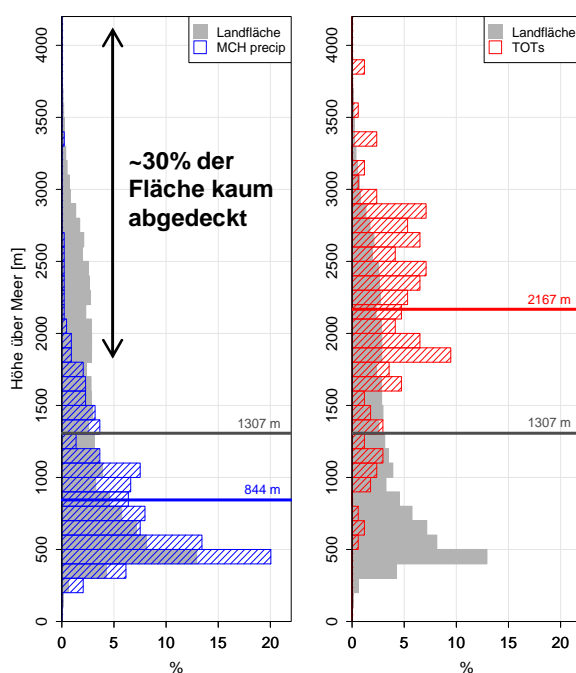


Abbildung 2: Anteile der geografischen Fläche der Schweiz (grau), der 327 Niederschlagsmesser der MeteoSchweiz Messnetze SMN, ENET, Klima konventionell und NIME (links in blau) sowie der 139 aktiven Totalisatoren (rechts in rot) gegenüber der Höhe über Meer. Gezeigt sind prozentuale Anteile in Schritten von 100 m. Die Topographie wurde mit einem 100 m x 100 m Datensatz angenähert.

### 2.2.3 Zeitliche Abdeckung

Abb. 3 zeigt die zur Verfügung stehenden Längen der Totalisatorzeitreihen (Stand 2007/2008). Auch hier tritt eine räumliche Gruppierung, welche auf den Zeitpunkt der Planungs- und Bauphasen von Wasserkraftwerken zurückzuführen ist. Somit liegen nicht für alle Regionen sehr lange Reihen vor. Als wertvoll werden besonders lange Reihen (z.B. >80 Jahre in rot) erachtet. Für die Auswertungen wurden Daten seit Messbeginn bis und mit hydrologischem Jahr 2007/2008 verwendet.

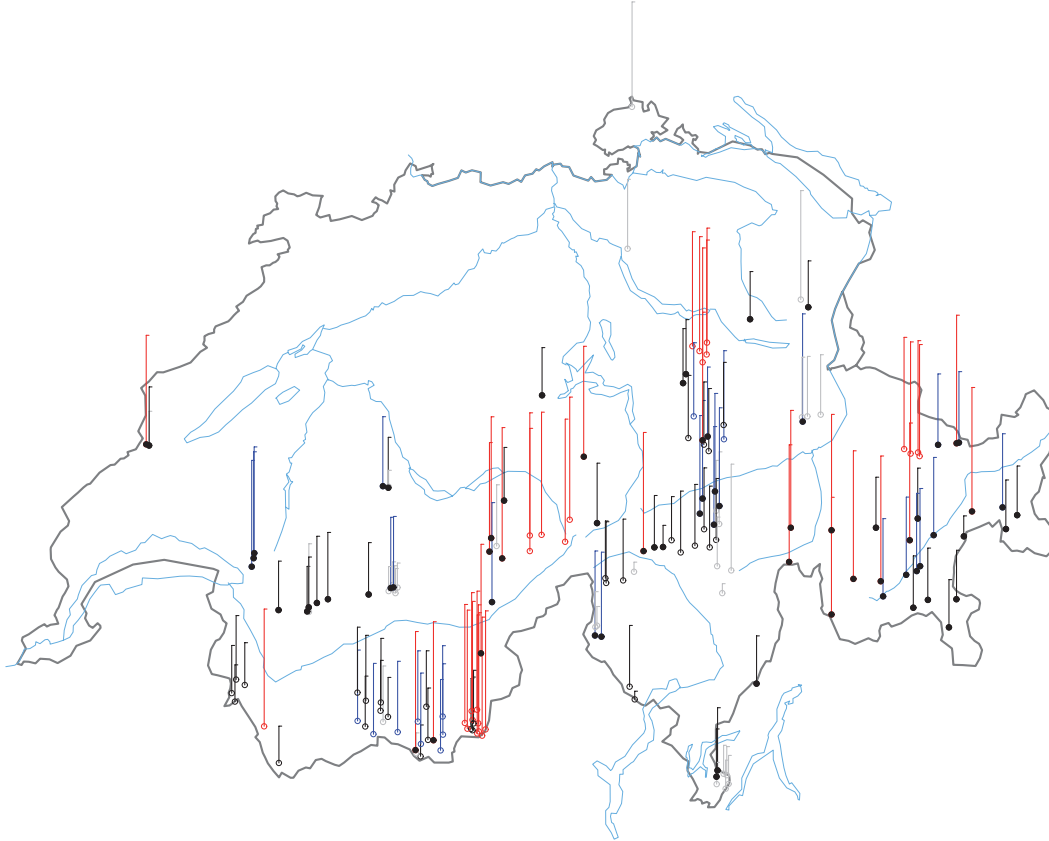


Abbildung 3: Länge der Messreihen aller Totalisatoren, die in die Analysen einbezogen wurden (Stand 2007/2008). Die aufgehobenen Stationen sind in grau dargestellt, Messreihen mit weniger als 50 Jahren Daten in schwarz, Messreihen mit 50-80 Jahren Daten in blau, Messreihen mit länger als 80 Jahren Daten in rot. Die Länge der Messreihe ist mit einer Geraden linear proportional zur Länge der Messreihe dargestellt. Die 72 Stationen von MeteoSchweiz sind mit einem gefüllten Kreis gezeigt, die 67 Stationen von anderen Institutionen sowie aufgehobene Station mit einem offenen Kreis.

### 2.2.4 Datenqualität

Die Datenqualität der Reihen ist von zentraler Bedeutung für die untenstehende Analyse. Ihr Einbezug in die Analyse wird in Kapitel 2.4.6 erläutert, die Resultate und Originalreihen werden in Abb. 14 gezeigt und deren Einfluss in Tab. 4 gegeben.

## 2.3 Methoden

### 2.3.1 Ansatz

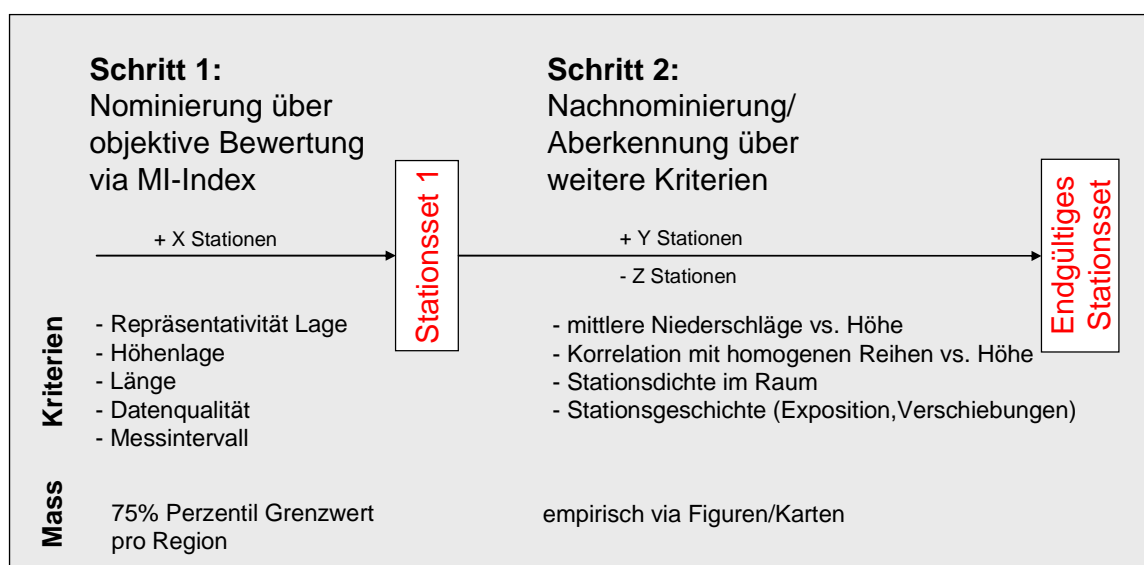
Die Bestimmung von besonders wertvollen Stationen ist ein vielschichtiges Unterfangen und muss zwingend verschiedenste Aspekte berücksichtigen. So müssen beispielsweise der Messstandort, die Vollständigkeit und Länge der Messreihen, die Güte der Datenreihe (Wolfensberger, 1994) sowie die Vergleichbarkeit mit umgebenden Stationen im Detail beurteilt werden.

Aufgrund bisheriger Arbeiten und der Literatur (Begert, 2008; Seiz und Foppa, 2007; meteodat, 2001; Wolfensberger, 1994) werden folgende Kriterien mittels Indices berücksichtigt:

- Die **Repräsentativität der Lage/Exposition** des Totalisators in Bezug auf das vorhandene Niederschlagsmessnetz von MeteoSchweiz bzw. der Totalisatoren untereinander. Hier werden zwei Masse kombiniert:
  - Clusteranalyse der Totalisatordaten sowie des gesamten Niederschlagsdatensatzes
  - Korrelationsanalyse eines jeden Totalisators mit allen homogenen Niederschlagsreihen von MeteoSchweiz
- Die **Höhenlage** des Totalisators
- Die **Länge** der Messreihe
- Die **Datenqualität** der Messreihe
- Das **Messintervall** (ein oder mehrere Male pro Jahr gemessen)

Die einzelnen Kriterien sind unvollständig und können gar ungewollte Auswirkungen auf die Auswahl von Stationen haben. So wäre es z.B. mit der reinen Analyse der Repräsentativität via Clusteranalyse nicht möglich absolute Mengen zu berücksichtigen aber auch verschiedene Trendverhalten gingen verloren. Deshalb definieren wir einen Masterindex MI (siehe unten), der alle obengenannten Kriterien zu einem Index kombiniert. Details zu den verschiedenen Kriterien werden in den folgenden Unterkapiteln weiter unten kurz besprochen. Man beachte, dass unser Indexmass nur Kriterien enthält, die den Messparameter Niederschlag selber betreffen (d.h. das Kriterium e) von GCOS Schweiz (siehe Seite 5) kann in der objektiven Analyse nicht berücksichtigt werden).

Die Auswahl wichtiger Reihen geschieht in zwei Schritten (vgl. Schema 1): In Schritt 1 wird ein erstes Set von Stationen über die objektive Bewertung eines Masterindex MI bestimmt (75% Perzentil Grenzwert pro Region). In einem zweiten Schritt werden gewisse Stationen im Falle von schlechter „Abdeckung“ gewisser weiterer Faktoren nachnominiert bzw. aberkannt. Dazu werden vorwiegend empirische Methoden eingesetzt (u.a. die Stationsgeschichte, Details weiter unten).



Schema 1: Schema zur Nominierung von wichtigen Totalisatoren.

### 2.3.2 Analyseperiode und Datenvollständigkeit

Die Auswertung basiert für die Cluster- und Korrelationsanalyse auf der Periode 1962-2008, also 47 Messwerten. Für diese Analyse sind max. 5 fehlende Jahreswerte zugelassen, anderenfalls wird die Station nicht berücksichtigt. Dies verhindert Probleme mit ungleich langen und unvollständigen Reihen. Mittelwerte werden für die Periode 1971-2000 bestimmt. Für diese Analyse werden Stationen mit mehr als 15 fehlenden Jahreswerten nicht berücksichtigt da die Mittelwertbildung in diesem Fall nur wenig Sinn macht.

### 2.3.3 Lage

#### Clusteranalyse

Klimaregionen werden mittels hierarchischem Clusterverfahren mit „complete linkage“ („agnes“ in R – für Details siehe Begert, 2008) gebildet. Die hierarchischen Verfahren versuchen eine flexible Antwort auf die Frage der Klassifikation zu geben, ohne dass zu Beginn eine feste Anzahl von Gruppen vorgegeben werden muss. Die resultierenden Stationsgruppen definieren plausible Regionen mit ähnlicher Entwicklung der Messgrösse über einen bestimmten Zeitraum.

Als Distanzmass zwischen den Variablen wird die Korrelation verwendet. Datenreihen, die eine hohe Korrelation aufweisen, sollen in Gruppen zusammengefasst werden. Damit grössere Distanzen auch grössere Werte aufweisen, wird der Abstand  $d$  zwischen zwei Niederschlagsreihen  $P$  zweier Stationen  $i$  und  $k$  wie folgt definiert:

$$d(P_i, P_k) = 1 - \text{corr}(P_i, P_k)$$

Als Korrelationsmass wird die Rangkorrelation nach Spearman (Wilks, 2006) berechnet, um den Einfluss von möglichen Ausreissern zu minimieren.

Es werden 3 Clusteranalysen durchgeführt:

- eine mit den 327 vorläufig homogenen Reihen aller anderen MeteoSchweiz Netze
- eine mit den 99 Totalisatorreihen die max. 5 Fehlwerte aufweisen
- und eine mit dem kombinierten Set der homogenen Reihen plus Totalisatoren

Für die Analysen in die Totalisatorreihen eingehen, werden vor der Korrelations- und Distanzberechnung aus den Daten Differenzenreihen mit sich selbst gebildet (d.h. der Wert  $x_{t+1}$  wird jeweils von  $x_t$  subtrahiert für alle  $t$  von 1 bis Länge der Reihe, `diff` Funktion in R). Es hat sich gezeigt, dass sich so der schlechte Einfluss möglicher Inhomogenitäten (z.B. Brüche) in den Reihen minimieren lässt.

Aus einer grafischen Darstellung aller Distanzen wird deutlich, wie viele Cluster gebildet werden müssen, um eine bestimmte Korrelation zu erreichen. Sprünge von der einen Clusteranzahl zur nächsten liefern weitere Indizien für sinnvolle Clustergrössen.

Wir definieren für jede Reihe einen Clusterindex CLI (Wertebereich 0-1, je grösser desto besser), der aufzeigen soll, wie speziell der Totalisator im Zusammenhang mit dem Clustering ist, wie folgt:

**CLI = 1** falls die Station in einem Cluster liegt, das vorwiegend durch Totalisatoren gebildet wird

**CLI = 0.5** falls die Station in einem datenarmen Cluster liegt

**CLI = 0** falls die Station in einem datenreichen Cluster liegt

## Korrelationsanalyse

Um noch konkreter darauf einzugehen, wie gut ein Totalisator mit der besten homogenen Niederschlagsreihe einhergeht, wird die maximale Spearman-Korrelation  $\text{corr}$  zwischen der entsprechenden Totalisatorreihe und allen 327 homogenen Niederschlagsreihen der anderen Netze berechnet. Um wie bei den anderen Indices grössere Werte als wertvoller zu definieren und den maximalen Wert auf 1 zu beschränken, normieren wir den Index zudem. Der Korrelationsindex COI wird definiert als:

$$\text{COI} = (1 - \text{corr}) / (1 - \text{corr}_{\min})$$

wo  $\text{corr}_{\min}$  der kleinste  $\text{corr}$ -Wert eines Totalisators mit den 327 homogenen Reihen darstellt und der Wertebereich zwischen 0 und 1 liegt. Bei unserem Datensatz ist  $\text{corr}_{\min} = 0.343$  der Station COR. Sie erhält damit den maximalen Wert  $\text{COI} = 1$  und wird somit in dieser Analyse als wertvollste Station angesehen, da sie nicht gut durch Stationen anderer Niederschlagsmessnetze beschrieben werden kann. Eine Station, die perfekt mit einer Station übereinstimmt ( $\text{corr} = 1$ ), ergäbe ein COI von 0. Der niedrigste COI Wert im Datensatz ist 0.08 für die Station LCA.

### 2.3.4 Höhenlage (Vertikalverteilung) der Totalisatoren

Abb. 2 zeigt, dass die Totalisatoren die hohen Lagen gut abdecken. Ein ähnliches Bild ergibt sich, wenn man die mittleren Niederschläge an den Stationen gegenüber der Höhe aufträgt (Abb. 4). Die eingekreisten Regionen zeigen deutlich, wo im „Mittelwert-Höhe“ Raum die Totalisatoren Lücken füllen. Zu erwähnen ist, dass Abb. 4 keine generelle Höhenabhängigkeit des Gesamtniederschlags erkennen lässt. Werte zwischen 500 und gut 2500 mm treten in fast allen Höhenlagen auf.

Dass die Höhenabhängigkeit von Niederschlag ein komplexes Thema ist, zeigt auch Abb. 5 wo für gewisse kleinräumige Regionen Mittelwert-Höhendiagramme gezeigt werden. So gibt es Fälle, wo sich der Niederschlag mit zunehmender Höhe kaum ändert (z.B. Val d'Hérens, oberes Mattertal) oder gar eher abnimmt (Wägital), bei anderen nimmt der Niederschlag mit der Höhe klar zu (z.B. Piz Medel Region). Auf jeden Fall sind lokale (kleinräumige) Abschattungseffekte bzw. Anströmungsregimes sehr wichtig (vgl. oberes Saastal, Piz Medel Region).

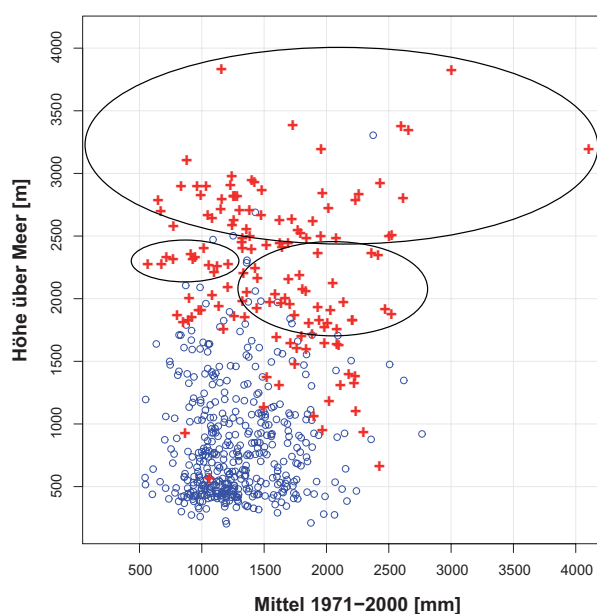


Abbildung 4: Mittelwerte des Gesamtniederschlags 1971-2000 in mm gegenüber der Stationshöhe für die 327 homogenen Niederschlagsreihen (blaue Kreise) sowie aller Totalisatoren (rote Kreuze). Die schwarz umrandeten Gebiete kennzeichnen Gebiete im „Mittel-Höhen“ Raum, die fast ausschliesslich durch die Totalisatoren abgedeckt werden.

Da diese komplexen Abhängigkeiten nicht einfach dargestellt werden können, wird ein sehr einfacher Höhenindex HI (theoretischer Wertebereich 0-1), der mit zunehmender Höhe linear zunimmt (je grösser die Höhe, je grösser der Index) definiert:

$$HI = H/H_{\max}$$

wo H die Stationshöhe bezeichnet und  $H_{\max}$  die Höhe der höchsten Station im Netzwerk ist (hier KMA, 3815 m). Den maximalen Wert erhält KMA mit  $HI=1$ , den kleinsten Wert die Station PAL mit  $HI = 0.17$ .

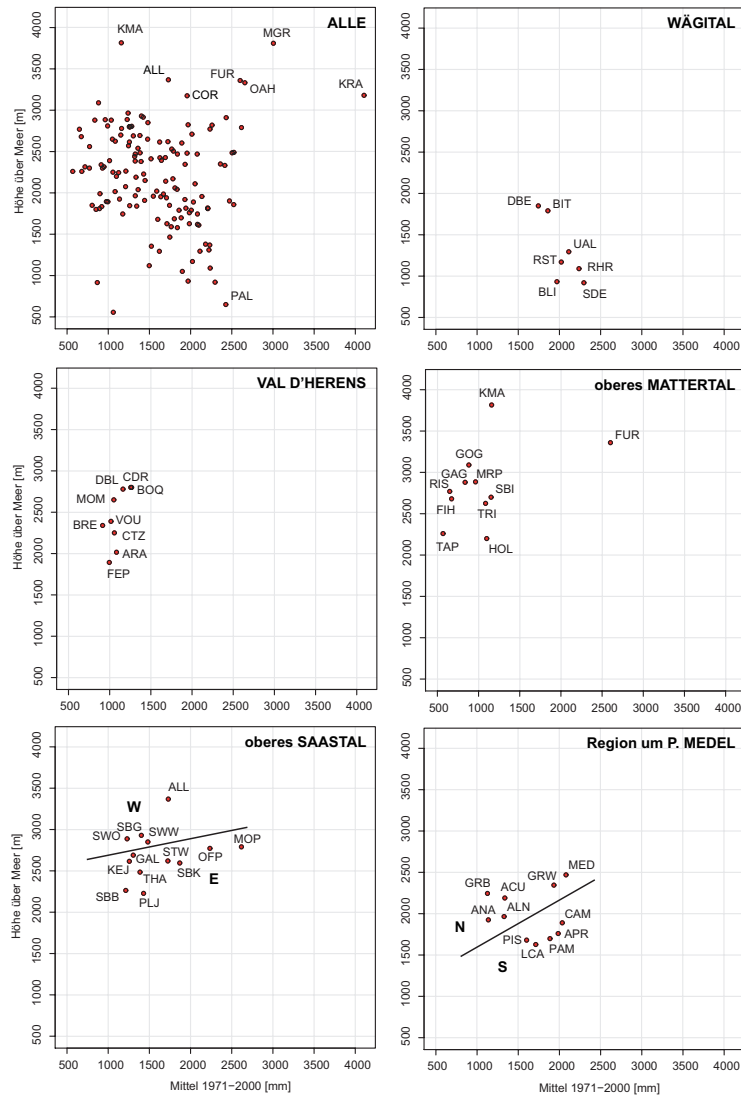


Abbildung 5: Wie Abb. 4, aber nur für Totalisatoren und für verschiedene Regionen: Alle, Wägital, Val d'Hérens, oberes Mattertal, oberes Saastal sowie Piz Medel. Für die letzteren zwei Regionen trennt eine schwarze Linie den Bereich von West (W)- und Osthang (E), bzw. Nord (N)- und Südseite (S) ab.

### 2.3.5 Länge der Messreihen

Eine vor allem für den Klimabeobachtungs-Gedanke sehr zentrale Grösse ist die Länge der Totalisatorenreihe. Je länger eine Reihe, desto wertvoller ist sie potentiell. Potentiell deshalb, weil lange Reihen oft auch mehr Probleme mit der Datenqualität oder Homogenität aufweisen (Stationsverschiebungen, Brüche, versch. Beobachter etc.). Die Länge der Reihe wird im Längenindex LI (theoretischer Wertebereich: 0-1) linear bewertet:

$$LI = L/L_{\max}$$



L ist die Länge der Reihe in Jahren,  $L_{\max}$  die Länge der längsten Reihe in Jahren (bis zum hydrologischen Jahr 2007/2008 sind das 96 Jahre).

### 2.3.6 Qualität der Messreihen

Eine oft vernachlässigte Quantität in der Bewertung einer Messreihe ist deren Datenqualität. Die Anzahl interpolierte Werte, Brüche, Stationsverschiebungen, Beobachterwechsel etc. können die Datenreihen unter Umständen so gut wie unbrauchbar machen. Zudem ist leider die Datenqualität von langen Reihen deutlich schlechter als die von kurzen.

Um die Datenqualität in die Bewertung mit einzubeziehen wird ein einfacher Datenqualitätsindex DQI, wie folgt definiert:

**DQI = 1** falls keine Auffälligkeiten bzw. Klassifikation 1 oder 1.5 in Wolfensberger (1994)

**DQI = 0.5** falls mässige Qualität (optisch ersichtlich, z.B. Bruch), 2 oder 2.5 in Wolfensberger (1994)

**DQI = 0** falls die Daten von minderer Güte sind (mehrere Brüche, viele Lücken, starke Variabilitätsschwankungen), 3 in Wolfensberger (1994) oder „häufig unbrauchbar“ in meteodat (2001)

Die Abschätzung der Qualität erfolgt optisch mittels Durchsicht der Datenreihen (Abb. 14 im Anhang) und z.T. unter Einbezug der Stationsgeschichte und der Qualitätsgüte aus Wolfensberger (1994).

### 2.3.7 Messintervall

An gewissen Standorten werden neben der standardmässigen Herbstablesung (Stichtag 1. Oktober) zusätzliche Ablesungen durchgeführt. In der Regel erfolgt eine Zusatzablesung im Frühling, damit am Standort der Anteil des Winter- resp. Sommerniederschlags am Gesamtniederschlag bestimmt werden kann. Bisher jedoch sind diese Daten an der MeteoSchweiz nicht digital erfasst und ausgewertet worden. Trotzdem sollen Stationen mit Zusatzablesungen ein etwas höheres Gewicht bekommen. Der Messintervallindex (MII) wird definiert als:

**MII = 1** falls 2 oder mehr Messungen pro Jahr erfolgen und

**MII = 0.5** falls nur eine Messung erfolgt.

### 2.3.8 Kombination der Kriterien und Gewichtung

Um einen aussagekräftigen Masterindex MI zu bekommen, werden die oben definierten Indices verschieden gewichtet kombiniert. Die Gewichtung ist subjektiv und könnte variiert werden, um den Einfluss der Gewichtungsfaktoren zu untersuchen. Bei nicht allzu grossen Veränderungen der Gewichte, ist der Einfluss aber beschränkt. Wir verwenden folgende Gewichtung:

Clustering	Korrelation	Höhe	Länge	Qualität	Messintervall
0.75	0.75	1.5	1.5	1	0.5

Zusätzlich zu den vier Kriterien gemäss GCOS Bericht (Seiz und Foppa, 2007) wird hier explizit die Qualität als weiterer Faktor hervorgehoben (siehe S. 4 Kriterien a) bis d)). Dafür wird das Kriterium e) von GCOS hier nicht berücksichtigt.

Höhe und Länge sind am stärksten gewichtet, da sie uns sehr zentral erscheinen. Das Clustering und die Korrelation sind zusammen so stark gewichtet wie einer der Faktoren Höhe und Länge.

### 2.3.9 Definition Masterindex MI

Das Messintervall erhält das kleinste Gewicht. Somit ergibt sich der Masterindex MI wie folgt:

$$MI = 0.75 * CLI + 0.75 * COI + 1.5 * HI + 1.5 * LI + 1 * DQI + 0.5 * MII$$

Das Maximum von MI ist 6. Je höher der Wert, umso wertvoller und spezieller ist die Reihe. Für die Auswahl von wertvollen Stationen wird statt einem einzigen Grenzwert das 75% Perzentil der jeweiligen Region verwendet um eine gute räumliche Abdeckung zu garantieren (vgl. Kapitel 3.7).

## 3 Resultate

### 3.1 Clusteranalyse

Die Abb. 6 zeigt die sogenannte „tiefste gruppeninterne Korrelation“ in Abhängigkeit der Anzahl Cluster bei Benutzung des „agnes“ Clusteringverfahrens. Links ist das Resultat für die homogenen Daten der SMN, ENET, Klima und NIME Netze dargestellt. Die Darstellung zeigt mit zunehmender Anzahl Cluster zuerst einen starken Anstieg der Korrelation und dann ein Abflachen der Kurve wo die gruppeninterne Korrelation nur noch langsam zunimmt. Für die SMN, ENET, Klima und NIME Daten ist im Bereich der gruppeninternen Korrelation von 0.6 bei 18 Clustern ein klarer Sprung zu erkennen, was für eine Gliederung in 18 Cluster spricht.

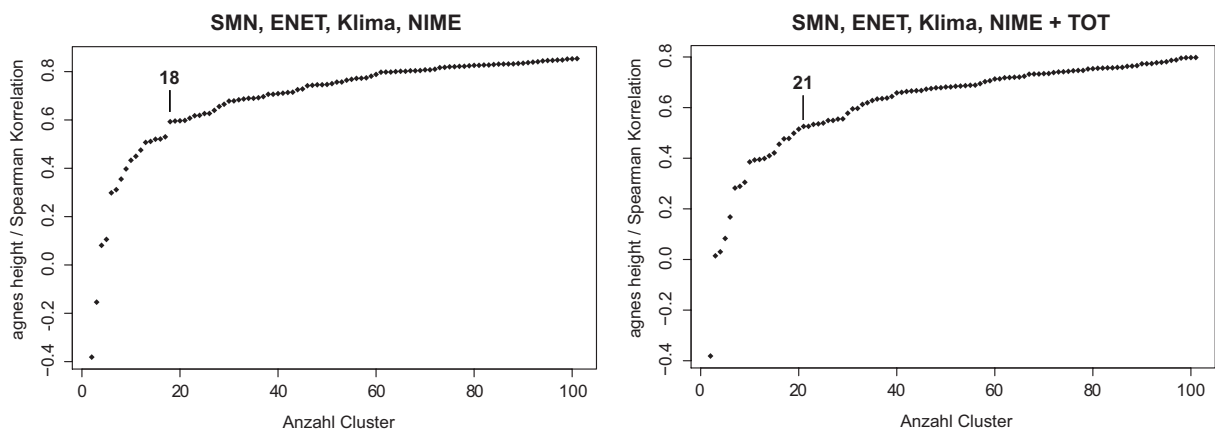


Abbildung 6: Die „tiefste gruppeninterne Korrelation“ in Abhängigkeit der Anzahl Cluster bei der hierarchischen Clusteranalyse („agnes“) der Daten von SMN, ENET, Klima und NIME (327 Reihen), links und des kombinierten Niederschlagsdatensatzes inkl. Totalisatoren (327 + 99 Totalisatoren).

Abb. 7 zeigt eine Karte mit den Stationen der „Standardnetze“ und deren Einteilung in die 18 verschiedenen Cluster. Die Gliederung macht klimatologisch Sinn (vgl. Begert et al., 2008 für monatliche Niederschlagsfelder). Auf eine detaillierte Diskussion wird verzichtet, da der Fokus hier auf den Totalisatoren liegen soll.

In einem zweiten Schritt wird nun eine Clusteranalyse auf Basis „hydrologisches Jahr“ mit dem kombinierten Datensatz inkl. Totalisatoren durchgeführt. Wie in Kap. 2.3.3 erklärt wird die Analyse mit den Differenzenreihen durchgeführt. Abb. 6 rechts zeigt das kombinierte Resultat der tiefsten gruppeninternen Korrelation. Es lässt sich kein so deutlicher Sprung wie in der Analyse mit den „Standardnetzen“ erkennen. Die Bestimmung einer sinnvollen Clusteranzahl gestaltet sich somit schwieriger. Da intuitiv die Clusteranzahl eher grösser als 18 sein sollte (es sind weitere bisher nicht durch das Messnetz abgedeckte Regionen dazugekommen), zeigen wir in Abb. 8 das Resultat mit 21 Clustern (eine plausible Clusteranzahl). Die Clusterzusammensetzung verändert sich leicht, und häufig (wenn auch nicht immer) befinden sich umliegende Totalisatoren in einem ähnlichen Cluster.

Von den 21 Clustern sind 4 reine Totalisatorencluster, nämlich der Cluster mit PAD, BOQ, ABS, OAH und MGR, der Cluster mit ADH, CCR, KOK und COR, der Cluster mit THA, KEJ, FIH, GAL, SBI, GAG und SBG sowie der Cluster mit MED. Der Cluster mit PLJ, MHO, SBK, STW, OFP, MOP und ALL enthält daneben nur noch eine Standardstation, nämlich Simplon-Dorf. Diese Stationen unterscheiden sich scheinbar stark vom Rest und erhalten deshalb ein CLI von 1. Totalisatoren, die in einem Cluster liegen, wo nur wenige Standardstationen Mitglied sind, wird ein CLI von 0.5 zugewiesen. Die restlichen Totalisatoren bekommen einen CLI von 0.



Abbildung 7: Gruppierung der 327 Standorte (nationale Abkürzung) mit homogenen Niederschlagsmessungen in 18 Cluster (verschiedene Farben). Die ausgewertete Grösse ist Gesamtniederschlag für das hydrologische Jahr (1.10.-30.9) im Zeitraum von 1962 bis 2008.

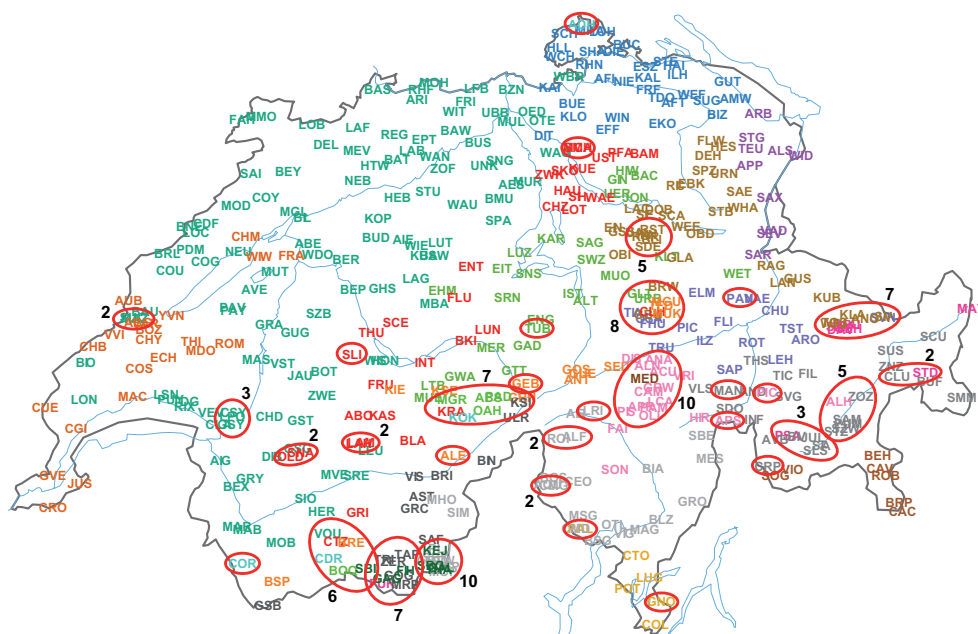


Abbildung 8: Wie Abb. 7 aber mit dem kombinierten Datensatz von 327 Stationen plus 99 Totalisatoren (rot umrandet). Die Zahl daneben zeigt an, wie viele Totalisatoren der Kreis umfasst.

Im Allgemeinen kann gesagt werden, dass sich die Clusteranalyse als nur bedingt aufschlussreich erweist. Im Gegensatz zu den Cluster-Auswertungen für das NBCN (Begert, 2008) sind die Cluster im Datensatz wo Totalisatoren miteinbezogen wurden z.T. schwierig zu interpretieren, z.B. „Wie sinnvoll ist ein reiner Totalisatorencluster, dessen Stationen über die ganze Schweiz verstreut liegen?“ oder „Wie sinnvoll sind Cluster mit nur einem Mitglied?“ Es ist zu vermuten, dass hier die mindere Datenqualität der Totalisatoren eine grosse Rolle spielt und die gekoppelte Analyse zusammen mit den hochwertigen Daten der anderen Netze gewisse Probleme bereiten. Bei diesen ist abzuklären, ob die Daten einfach zu schlecht sind um sich sinnvoll zu verhalten. Deshalb wird in Kapitel 3.5 „Qualität der Messreihen“ ein weiteres Kriterium zur Datenqualität eingeführt.

### 3.2 Korrelationsanalyse

Abb. 9 zeigt die maximale Korrelation jedes Totalisators mit den 327 Niederschlagsreihen der SMN, ENET, Klima und NIME Daten aufgetragen gegen die Höhe über Meer. Dabei ergeben sich mehrere interessante Resultate. Erstens zeigen einige Stationen sehr niedrige Korrelationswerte z.B. COR, ALH), was auf Datenprobleme oder spezielles Verhalten z.B. eine extreme Lage bzw. Exposition oder stark inhomogene Daten (Verschiebungen, Brüche) schliessen lässt. Die extremste Station COR hatte drei verschiedene Standorte, zudem ist die Datenqualität für gewisse Perioden sehr schlecht. ALH liegt sehr isoliert, sonst ist nur wenig zu beanstanden. Zweitens nimmt die max. Korrelation erwartungsgemäss mit zunehmender Höhe ab. Das dürfte neben der möglichen klimatologischen Andersartigkeit der Reihen in grosser Höhe auch mit der zunehmenden Messunsicherheit zusammenhängen. Drittens gibt die Grafik einen guten Überblick, welche Stationen nur sehr schlecht mit Standardmessstationen ersetzt werden können und deshalb besonders wichtig sind. Die Werte fliessen wie im Methodenkapitel beschrieben in den Masterindex ein.

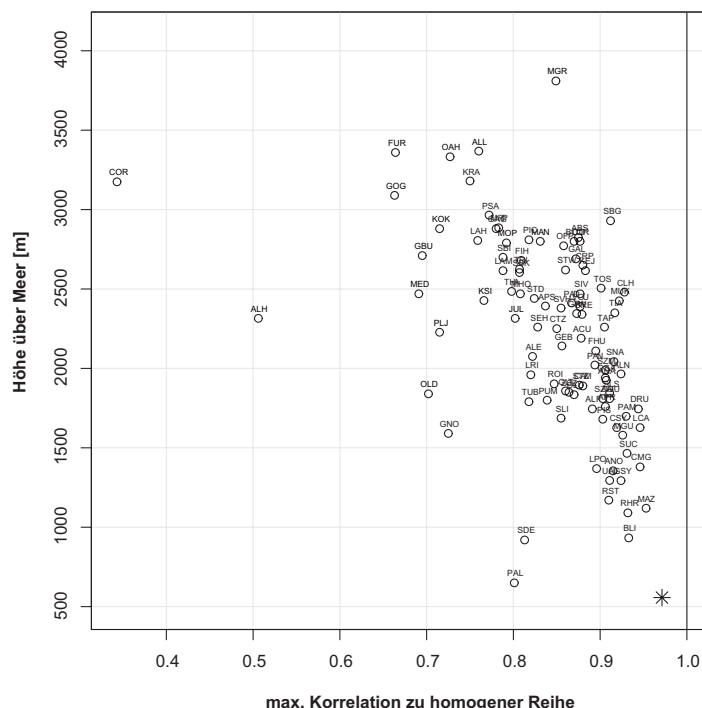


Abbildung 9: Maximale Korrelation der Totalisatorreihen mit einer der 327 homogenen Niederschlagsreihen aufgetragen gegen die Höhe über Meer. Der Stern zeigt die Korrelation des Niederschlagsmessers der Station Zürich SMA mit dem Totalisator am Standort Zürich SMA (corr ~0.97) und gibt somit eine Art „perfekte“ mögliche Korrelation.

### 3.3 Höhenlage der Totalisatoren

Die Höhenlage der Messreihen geht wie im Methodenkapitel beschreiben in den Masterindex ein.

### 3.4 Länge der Messreihen

Die Länge der Messreihen geht wie im Methodenkapitel beschreiben in den Masterindex ein.

### 3.5 Qualität der Messreihen

Um einer Totalisatorreihe einen Qualitätsindex zuzuweisen, ist es unumgänglich, sich die Originaldaten anzuschauen. Abb. 14 im Anhang zeigt alle verfügbaren Totalisatorreihen. Es zeigen sich deutliche Qualitätsunterschiede. Als qualitativ speziell schlecht stellen sich folgende Reihen heraus: CAB, COR, KMA und bedingt auch KRA (vgl. auch meteodat, 2001). Diesen Reihen wird ein DQI von 0 zugewiesen. Weitere Reihen zeigen rein optisch gewisse Auffälligkeiten (z.B. Brüche). Ihnen wird ein DQI von 0.5 zugewiesen. Die restlichen Stationen erhalten einen DQI von 1 (vgl. Tabelle 2 im Anhang).

### 3.6 Messintervall

Das Messintervall der Messreihen geht wie im Methodenkapitel beschreiben in den Masterindex ein.

### 3.7 Kombination der Kriterien und Auswahl

Alle Indices werden nach Kapitel 2.3.8 gewichtet aufbereitet und zum Masterindex MI verrechnet. Alle Details dazu sind in Tabelle 3 im Anhang geben. Die Werte des Masterindex liegen zwischen 1.81 und 4.69 mit einem Mittel von 3.4, allerdings gibt es grosse räumliche Unterschiede: So ist das Mittel z.B. im Greinagebiet mit 4.15 sehr hoch, während es im Diableretsgebiet mit 2.34 sehr niedrig ist. Da wir eine möglichst grosse Abdeckung des Totalisatorennetzwerks anstreben führen wir gebietsspezifische Grenzwerte für die Aufnahme in die Liste besonders wertvoller Reihen ein. Der jeweils angewandte Grenzwert wird über das 75% Perzentil festgelegt. Alle Stationen mit einem MI Wert über dem Grenzwert werden vorerst nominiert. Das 75% Perzentil ist in Tab. 4 mit „Limite“ aufgeführt. Sie schwankt zwischen 2.38 und 4.55.

Achtung: Es ist zu beachten, dass für 42 Stationen aufgrund zu grosser Messlücken kein Wert für CLI (Clustering) und COI (Korrelation) bestimmt werden konnte. Diese MI Werte sind kleiner als sie sein müssten und in Tabelle 2 mit einem Stern (\*) gekennzeichnet. Dieser Punkt wird bei der Auswahl der Stationen „qualitativ“ mitberücksichtigt, indem abgeschätzt wird, wie hoch der „komplette“ MI Wert in etwa sein könnte (siehe Bemerkungen im Text). Da es sich aber meist um kurze Reihen handelt, kommen diese Stationen nur sehr selten in Frage.

Es ergeben sich folgende 50 direkt nominierte Stationen (39 rot, 11 grau dargestellt in Tab. 4):

SUC, CSY, COB, SNA, COR, MOR, CDR, BOQ, MOP, GAL, OFP, SBG, SBK, PLJ, FUR, GOG, MHO, SLI, LAH, MGR, KOK, ABS, OAH, MSH, TUB, GLT, LRI, PIS, APR, CAM, LUC, GRW, MED, LGH, GNO, PIC, PSA, ALH, ZOZ, CLU, STD, VBA, SVH, SEH, PAN, GBU, CLH, SDE, UAL und SPE.

### 3.8 Überprüfung der Auswahl und Nachnominierung, bzw. Aberkennung

Die oben bestimmten 50 Direktominierungen müssen möglicherweise noch ergänzt bzw. aberkannt werden, da ein Gebiet/Höhenlage stark unter- bzw. überrepräsentiert ist, bzw. der Totalisator durch

andere Messnetze schon mit abgedeckt wird. Ein weiterer Grund ist die Nachnominierung von Stationen mit inkompletten MI Werten. Um dies zu überprüfen, schauen wir uns drei Nachnominierungs- bzw. Aberkennungsgründe an:

- 1) die Abdeckung der mittleren Niederschläge mit der Höhe (Abb. 10) um die klimatologische Mittelabdeckung nicht zu gefährden → **Nachnominierungen**
- 2) die maximale Korrelation der Totalisatorreihen mit einer der 327 homogenen Niederschlagsreihen gegenüber der Höhe (Abb. 11) um sicherzustellen, dass die speziellsten Reihen in Bezug auf deren Zeitreihenverhalten nicht verloren gehen → **Nachnominierungen**
- 3) die Stationsdichte im Raum, um Unter- bzw. Überrepräsentierungen zu verhindern sowie die Verfügbarkeit von Messstationen anderer Netze in der Umgebung → **Nachnominierungen** sowie **Aberkennungen**

Zu Punkt 1:

Abb. 10 zeigt, dass die Abdeckung der mittleren Niederschläge mit der Höhe durch die direkt nominierten Stationen für die Höhenlage über 1500 m recht gut gegeben ist. Allerdings gibt es auch grössere Lücken für:

- Mittelwerte zwischen **1000 und 1500 mm** und Höhen zwischen **1700 und 2000 m**. Diese Lücke enthält vorwiegend Stationen aus den Tallagen des Engadins, welche bereits gut über die weiteren Messnetze der MeteoSchweiz (u.a. NIME) abgedeckt ist.  
→ Hier besteht also **kein Bedarf zur Nachnominierung**.
- Mittelwerte zwischen **750 und 1300 mm** und Höhen zwischen **2200 und 2400 m**. Es geht um Stationen aus dem Bündnerland und dem Oberwallis.  
→ Das Saastal ist schon sehr gut abgedeckt und die MI Werte der betreffenden Station sind eher tief, deshalb gibt es hier keine Nachnominierung.  
→ Im Aletschgebiet wird **ALE** mit recht hohem MI nachnominiert.  
→ Im Bündnerland kommen ELH und JUL in Frage. **JUL** schneidet MI besser ab als ELH und wird nachnominiert.
- Mittelwerte zwischen **1500 und 1900 mm** und Höhen zwischen **2100 und 2700 m**.  
→ Hier kommen im Grimsel- und Gelmergebiet PAD und KSI in Frage. **PAD** wird nachnominiert, da ein deutlich höherer MI Wert vorliegt.  
→ Im Tödigebiet wird **MUK** nachnominiert, da auch hier ein recht hoher MI Wert vorliegt.
- Mittelwert **>2300 mm** und Höhen zwischen **2300 und 2500 m**.  
→ Hier wird **CAD** aus dem Maggia- und Bleniogebiet nachnominiert.
- Mittelwerte zwischen **1300 und 1700 mm** und Höhen zwischen **2500 und 2900 m**.  
→ Hier wird die Station **CRP** aufgrund des hohen MI Werts nachnominiert.

Zudem wird die Station **KRA** nachnominiert, da diese Reihe sehr lang ist und in sehr grosser Höhe liegt sowie einen recht hohen MI-Wert aufweist. Diese Punkte überwiegen gegenüber der zweifelhaften Qualität und der geschützten Lage, die zu den mit Abstand höchsten Jahreswerten im Totalisatormessnetz führt.

Zu Punkt 2:

Abb. 11 ist identisch zu Abb. 9, nur dass die schon durch den MI direkt nominierten Stationen rot eingezeichnet sind. Um sicherzustellen, dass wir nicht wertvolle Stationen verlieren, werden alle Stationen mit  $\text{corr} < 0.85$  (links der grau gestrichelten Linie in Abb. 11) überprüft und nötigenfalls nachnominiert. Dies trifft auf insgesamt 41 Stationen zu. Davon sind 25 schon direkt nominiert oder über Punkt 1 nachnominiert worden. Für 16 Stationen liefert Tab. 1 die Antwort, ob nachnominiert wird oder nicht und warum.

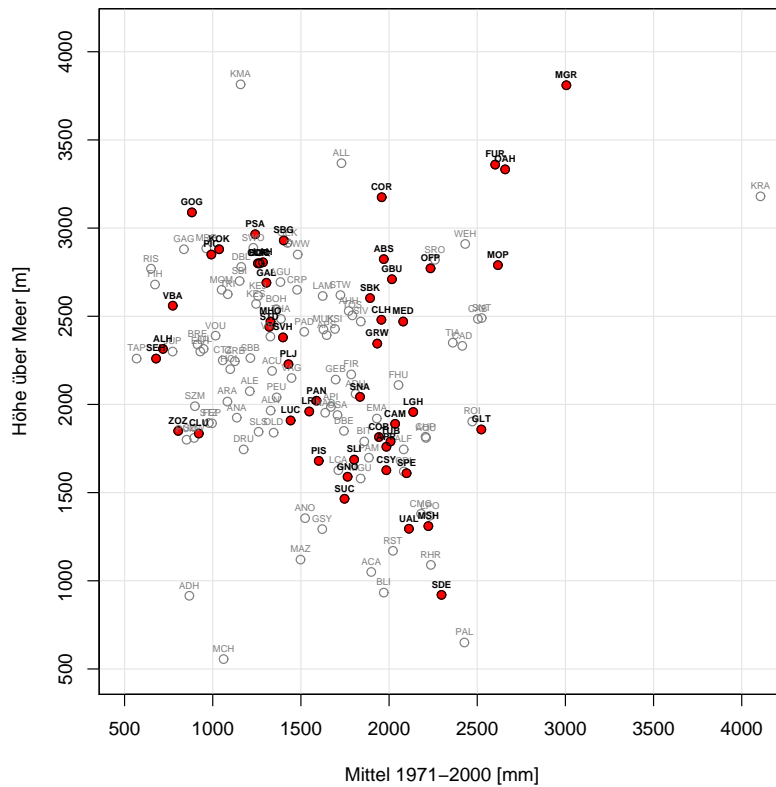


Abbildung 10: Mittelwerte des Gesamtniederschlags 1971-2000 [mm] gegen Stationshöhe aller Totalisatoren. Die rot gekennzeichneten Totalisatoren wurden über den Masterindex direkt bestimmt.

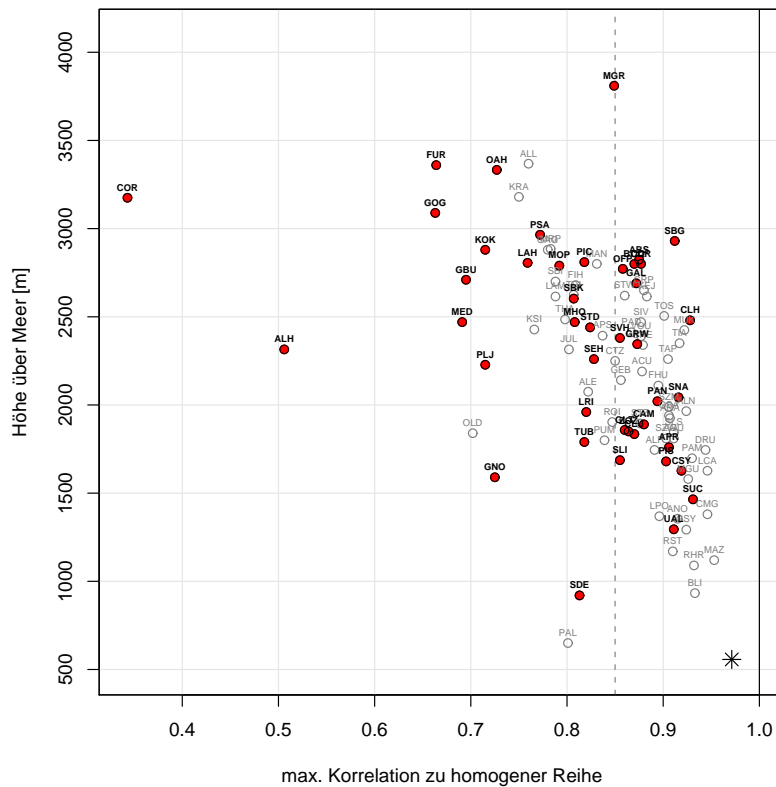


Abbildung 11: Maximale Korrelation der Totalisatorreihen mit einer der 327 homogenen Niederschlagsreihen aufgetragen gegen die Höhe über Meer. Die rot gekennzeichneten Totalisatoren wurden über den Masterindex direkt bestimmt. Die vertikal gestrichelte Linie bezeichnet  $\text{corr}=0.85$ .

Tabelle 1: Aufgrund der maximalen Korrelation 16 potentiell nachzunominierende Stationen mit  $corr \leq 0.85$ . Ob eine Nachnominierung erfolgt (fett gedruckt) inkl. Begründung ist aufgelistet.

Station	Region	nachnominiert?	Begründung
<b>ALL</b>	<b>Monte Rosa Gebiet</b>	<b>ja</b>	<b>ausserordentlich hoch liegend + hoher MI Wert</b>
<b>APS</b>	<b>Rhätisches Alpengebiet</b>	<b>ja</b>	<b>Lage, Höhenlage interessant + hoher MI Wert</b>
<b>MAN</b>	<b>Rhätisches Alpengebiet</b>	<b>ja</b>	<b>Lage, Höhenlage interessant + hoher MI Wert</b>
GAG	Monte Rosa Gebiet	nein	durch GOG & FUR abgedeckt
MRP	Monte Rosa Gebiet	nein	durch GOG & FUR abgedeckt
LAM	Wildstrubelgebiet	nein	durch LAH abgedeckt
SBI	Monte Rosa Gebiet	nein	durch GOG & FUR abgedeckt
THA	Monte Rosa Gebiet	nein	durch MHO abgedeckt, Saastal überrepräsentiert
PAL	Maggia- und Bleniogebiet	nein	Höhenlage nicht sinnvoll für TOT
TRI	Monte Rosa Gebiet	nein	Höhenlage durch GAL abgedeckt
FIH	Monte Rosa Gebiet	nein	durch GAL abgedeckt, Daten etwas unrepräsentativ
PUM	Engadin	nein	durch andere Messnetze abgedeckt
ROI	Maggia- und Bleniogebiet	nein	Höhenlage wird z.B. durch AQU abgedeckt
CTZ	Monte Rosa Gebiet	nein	kurze nicht allzu spezielle Reihe
OLD	Diableretsgebiet	nein	Reihe ist zu schlecht (DQ)
KSI	Grimsel- und Gelmergebiet	nein	PAD ist besser (DQ)

Zu Punkt 3:

Sieht man sich die geografische Verteilung der bisher bestimmten 60 Stationen an, sind noch ein paar Anpassungen notwendig. Zum einen sind einige Regionen unter- oder gar nicht repräsentiert, andere Regionen stark überrepräsentiert. Weiter gibt es nominierte Stationen, die durch eine Station von anderen Netzen abgedeckt werden und/oder in einer Höhenlage liegen, wo nicht mit Totalisatoren gemessen werden muss.

Unterrepräsentiert ist

- das westliche Tessin. Folgende Station wird **nachnominiert: AQU**, Begründung: AQU besitzt einen recht hohen MI Wert.
- die Südflanken des Engadin und Bündner Südtäler. Folgende Station wird **nachnominiert: AGU**, Begründung: einzige Reihe, die diesen Teil nahe der Grenze abdeckt
- die Gotthardregion. Folgende Station wird **nachnominiert: AHH**, Begründung: einzige Station in diesem Gebiet auf dieser Höhe

Überrepräsentiert ist

- das Monte Rosa Gebiet. Folgende Stationen werden **aberkannt: OFP, SBK, und PLJ**, Begründung: Ähnliche Lage wird durch andere Stationen abgedeckt
- die Maggia- und Blenioregion. Folgende Station wird **aberkannt: PIS** Begründung: Höhenlage überrepräsentiert zudem recht niedriger MI-Wert

Stationen, die durch andere Netze oder Regionen abgedeckt werden, wo nicht mit Totalisator gemessen werden muss (z.B. niedrige Höhenlage) oder die Reihe nicht lang ist und somit Stationen aberkannt werden können (inkl. Begründung und Zusatzbemerkungen):

**COB:** Station misst erst seit 1974. Zudem die Region durch SNA abgedeckt.

**MSH:** Höhenlage von 1300 m ist tief, MI klein (2.56) und die NIME Station EIT nah.

**LUC:** Station liegt in totalisatorreichem Gebiet (Greina- und Blenioregion),



**GNO:** durch zukünftige SMN Station GEN abgedeckt → diese müsste allenfalls geschützt und ein Parallelbetrieb sichergestellt werden

**ZOZ:** liegt im eher datenreichen Engadin (SAM und SUS sind im NBCN schon geschützt)

**UAL:** Höhenlage von knapp 1300 m ist tief, Wägital schon gut repräsentiert (SDE, NIME INN)

**SPE:** Station misst erst seit 1975, MI klein (2.43) und Höhenlage mit 1600 m eher niedrig

→ Die obige Analyse liefert 52 Stationen, nämlich **50 Direktnominierungen**, **13 Nachnominierungen** (blau in Tab. 4) sowie **11 Aberkennungen** von direkt nominierten Stationen (grau in Tab. 4).

## 4 Nominierung der wichtigsten Totalisatoren

Den obigen Ausführungen folgend werden 52 bzw. rund 37% der momentan 139 im Betrieb befindlichen Totalisatoren als besonders wertvoll erachtet. Sie sind in Tab. 2 und in Fig. 13 dargestellt. Dabei handelt es sich um 34 Totalisatoren im Besitz von MeteoSchweiz und 16 die von anderen Institutionen betrieben werden.

Abb. 12 zeigt analog zu Abb. 2 die Verteilung der Messstationen mit der Höhe, allerdings hier für die Stationen der 76 NBCN Stationen (links), der ausgewählten 52 Totalisatoren (mitte) und dem kombinierten Set mit 128 Stationen (rechts). Für das kombinierte Set zeigt sich schön die bessere Abdeckung aller Höhenbereiche. Die 30% Landfläche über 1800 m sind nun gut vertreten.

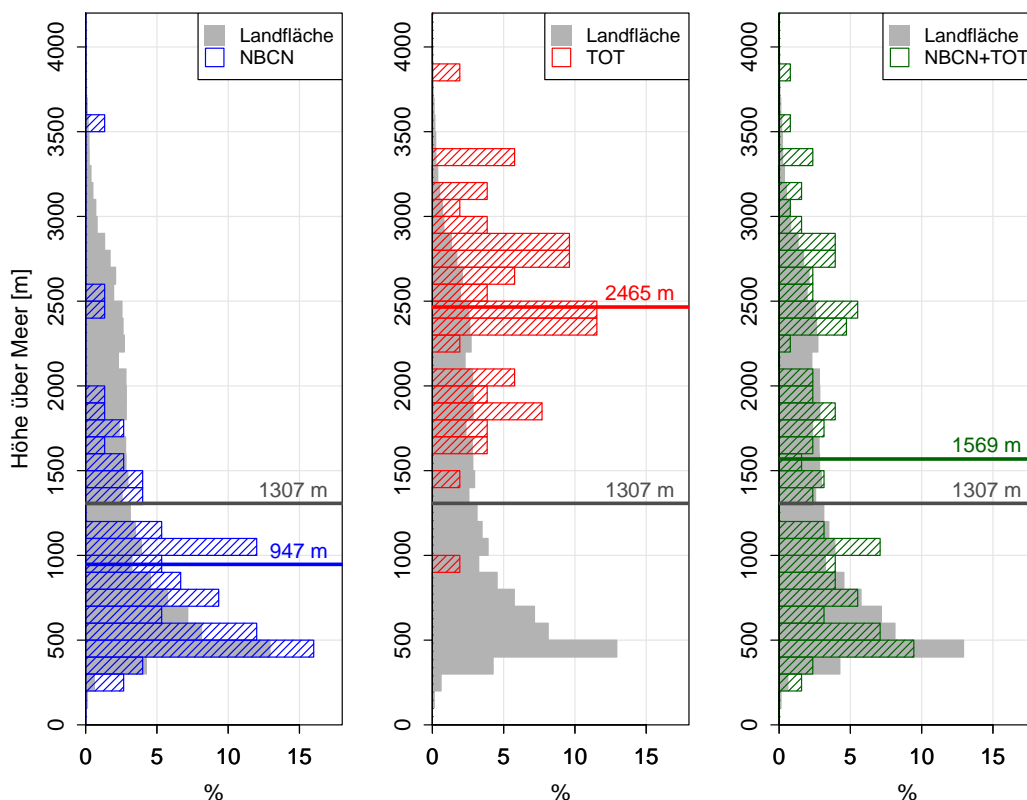


Abbildung 12: Anteile der geografischen Fläche der Schweiz (grau) der 76 NBCN Stationen (links, blau), der 52 netzintern gewählten Totalisatoren (mitte, rot) sowie des kombinierten Sets (rechts, grün) mit der Höhe über Meer. Gezeigt sind prozentuale Anteile in Schritten von 100m. Die Topographie wurde mit einem 100m x 100m Datensatz angenähert. Die mittlere Stationshöhe der jeweilig gezeigten Stationen ist auch angegeben.

*Tabelle 2: Liste der Standorte mit wichtigen Totalisatormessreihen. Gezeigt wird der Name der Station, die nationale Abkürzung, die Höhe über Meer in Meter, das Jahr des Messbeginns, der Besitzer der Station, die Region des Totalisators und die Priorität (1. oder 2.) im GCOS Bericht 2007. 52 Stationen wurden als messnetz-intern wichtig bestimmt. 4 GCOS Stationen der 2. Priorität ergänzen die Liste aufgrund GCOS Kriterium e (siehe S. 5).*

#	Name der Station	Abbr	Höhe	Messbeginn	Besitzer	Region	GCOS
1	Abschwung	ABS	2824	1919	Kraftwerke Oberhasli AG	Grimsel- und Gelmergebiet	1
2	Aguagliouls	AGU	2694	1971	MeteoSchweiz	Engadin	-
3	Albert Heim Hütte SAC	AHH	2530	1942-51, 74-	MeteoSchweiz	Gotthardgebiet	2
4	Aletschwald	ALE	2075	1936	MeteoSchweiz	Jungfraugebiet	-
5	Albula Hospiz	ALH	2315	1923	MeteoSchweiz	Rhätisches Alpengebiet	-
6	Allalingletscher	ALL	3368	1922	VAW ETH Zürich	Monte Rosa Gebiet	1
7	Alpe Predasca	APR	1760	1964	Maggia- & Blenio Kraftwerke AG	Maggia- und Bleniogebiet	-
8	Älpetlistock	APS	2393	1923	MeteoSchweiz	Rhätisches Alpengebiet	2
9	Alpe Quadrella	AQU	1810	1947	MeteoSchweiz	Maggia- und Bleniogebiet	2
10	Bouquetins	BOQ	2800	1957	Hydro Exploitation SA	Grand Combin Gebiet	-
11	Cavagnoli Diga	CAD	2332	1965	Maggia- & Blenio Kraftwerke AG	Maggia- und Bleniogebiet	2
12	Camadra di Dentro	CAM	1890	1964	Maggia- & Blenio Kraftwerke AG	Maggia- und Bleniogebiet	2
13	Col de Rietmatten	CDR	2800	1957	Hydro Exploitation SA	Grand Combin Gebiet	-
14	Claridenhütte SAC	CLH	2475	1958	MeteoSchweiz	Tödigebiet	2
15	Cloozza Blockhaus	CLU	1835	1918	MeteoSchweiz	Engadin	-
16	Col d'Orny	COR	3175	1914	Électricité d'Émosson SA	Mont Blanc- und Emossongebiet	2
17	Crapet Prassignola	CRP	2650	1923	MeteoSchweiz	Rhätisches Alpengebiet	2
18	Chessy	CSY	1627	1931	MeteoSchweiz	Bay de Montreux	2
19	Furgghorn	FUR	3360	1922	MeteoSchweiz	Monte Rosa Gebiet	2
20	Galmen	GAL	2690	1922	VAW ETH Zürich	Monte Rosa Gebiet	2
21	Geissbüztistock	GBU	2710	1915	MeteoSchweiz	Tödigebiet	1
22	Glattalp	GLT	1858	1955	EW des Bezirks Schwyz	Druesberggebiet	-
23	Gornergrat	GOG	3089	1922	MeteoSchweiz	Monte Rosa Gebiet	2
24	Greinaboden West	GRW	2345	1937	MeteoSchweiz	Greinagebiet	-
25	Julier Hospiz	JUL	2315	1916	MeteoSchweiz	Rhätisches Alpengebiet	-
26	Konkordia	KOK	2880	1913	MeteoSchweiz	Jungfraugebiet	2
27	Kranzberg	KRA	3180	1929	MeteoSchweiz	Jungfraugebiet	-
28	Lämmerhorn	LAH	2806	1956	MeteoSchweiz	Wildstrubelgebiet	-
29	Lagheti Boga	LGH	1957	1974	MeteoSchweiz	Valle di Roggiasca	2
30	Lago Ritom	LRI	1960	1914	MeteoSchweiz	Gotthardgebiet	-
31	Mountaulta Annarosa	MAN	2800	1923	MeteoSchweiz	Rhätisches Alpengebiet	2
32	Medelserhütte SAC	MED	2470	1937	MeteoSchweiz	Greinagebiet	-
33	Mönchsgrat	MGR	3810	1920	MeteoSchweiz	Jungfraugebiet	1
34	Magenhorn	MHO	2470	1929	MeteoSchweiz	Simplongebiet	-
35	Mondellipass	MOP	2790	1922	VAW ETH Zürich	Monte Rosa Gebiet	2
36	Mont Ruan	MOR	2876	1926-50, 85-	Électricité d'Émosson SA	Mont Blanc- und Emossongebiet	1
37	Muttenkopf	MUK	2425	1944	Meteodat GmbH	Tödigebiet	2
38	Oberaarjoch	OAH	3333	1919	Kraftwerke Oberhasli AG	Grimsel- und Gelmergebiet	2
39	Pavillon Dollfus	PAD	2412	1919	Kraftwerke Oberhasli AG	Grimsel- und Gelmergebiet	-
40	Panäraalp	PAN	2021	1930	MeteoSchweiz	Taminagebiet	2
41	Piz Curver	PIC	2810	1923	MeteoSchweiz	Rhätisches Alpengebiet	2
42	Piz Scalotta	PSA	2965	1915	MeteoSchweiz	Rhätisches Alpengebiet	1
43	Schwarzberggletscher	SBG	2930	1922	VAW ETH Zürich	Monte Rosa Gebiet	2
44	Seeende	SDE	920	1925	Meteodat GmbH	Wägital	1
45	Seehorn-Hürel	SEH	2260	1927	Rätia Energie AG	Silvretta- und Davosergebiet	-
46	Spätberglisee	SLI	1687	1958	MeteoSchweiz	Stockhorngebiet	2
47	Sanetschalp	SNA	2043	1960	MeteoSchweiz	Diableretsgebiet	-
48	Stabelchod	STD	2440	1955	MeteoSchweiz	Engadin	-
49	Suchet (Châlet)	SUC	1465	1929	MeteoSchweiz	Suchetgebiet	-
50	Silvrettahütte	SVH	2380	1914	MeteoSchweiz	Silvretta- und Davosergebiet	1
51	Trübsee-Jochpass	TUB	1790	1928	MeteoSchweiz	Tittlisgebiet	-
52	Valbella (Ofenpass)	VBA	2560	1973	MeteoSchweiz	Engadin	2
<b>zusätzliche GCOS Stationen (gemäss GCOS Kriterium e):</b>							
53	Fridolinshütten	FHU	2110	1963	Meteodat GmbH	Tödigebiet	2
54	Keschhütte	KES	2570	1972	MeteoSchweiz	Rhätisches Alpengebiet	2
55	Tierälpli	TIA	2350	1963	Meteodat GmbH	Tödigebiet	2
56	Totalpseeli	TOS	2505	1927	Rätia Energie AG	Silvretta- und Davosergebiet	2

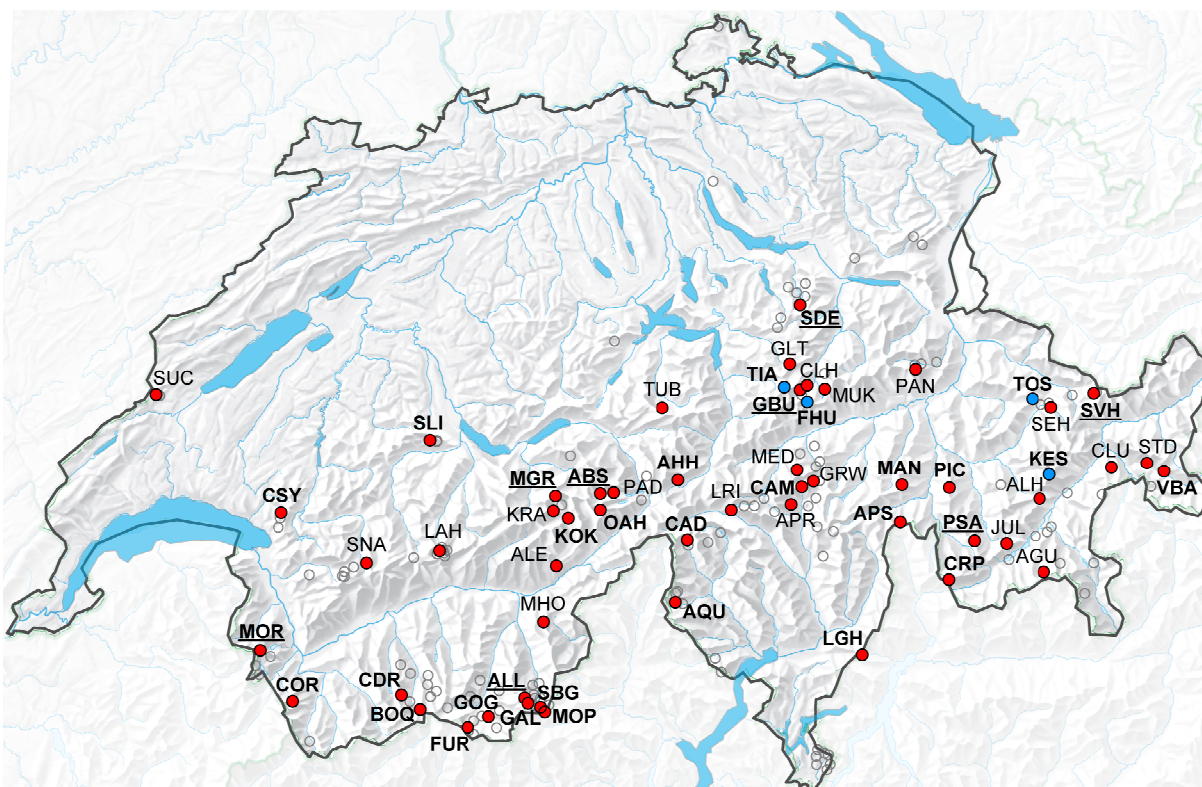


Abbildung 13: Standorte mit besonders wertvollen Totalisatormessreihen. Die 52 bestimmten Standorte sind rot gekennzeichnet. Die 35 GCOS Stationen (1. und 2. Priorität) sind fett geschrieben. Die 8 GCOS Stationen 1. Priorität sind zusätzlich unterstrichen. 31 GCOS Stationen sind Teil der 52 in diesem Bericht als besonders wertvoll bezeichneten Stationen. 4 GCOS Stationen 2. Priorität (blau) ergänzen die 52 bestimmten Station aufgrund weiterer Kriterien (z.B. Gletscher, Permafrost).

#### 4.1 Vergleich mit den GCOS Stationen von 2007

Die Analyse hat die meisten im Bericht „Nationales Klima-Beobachtungssystem (GCOS Schweiz)“ definierten 35 Totalisatoren bestätigt. Alle 8 GCOS Totalisatoren mit Priorität 1 wurden direkt ausgewählt, wie auch 23 der 27 GCOS Totalisatoren mit Priorität 2. 4 Totalisatoren mit Priorität 2 sind nicht in unserem Set enthalten und können nicht über obenstehende Kriterien nominiert werden.

Station	Region	Begründung
Keschhütte (KES)	Rhätisches Alpengebiet	MI Wert mit 3.09 zu klein. Auch mit Berücksichtigung, dass für CLI und COI keine Werte vorliegen, wird kein MI Wert von 3.97 (der nächsten nominierten Station) erreicht. Zudem misst die Station erst seit 1972 und ist somit ausgesprochen kurz.
Totalpseeli (TOS)	Silvretta- und Davosergebiet	MI Wert mit 4.00 klein für diese Region. Falls eine weitere Station nachnominiert werden sollte, dann zuerst SZM (MI=4.17). Zudem sind in der Nähe (Station WFJ) viel höher aufgelöste Niederschlagsmessungen verfügbar.
Fridolinshütten (FHU)	Tödigebiet	MI Wert mit 3.29 nicht ausreichend, in einem schon überrepräsentierten Gebiet. Zudem ist die Reihe mit Messungen seit 1963 relativ kurz.
Tierälpli (TIA)	Tödigebiet	MI Wert mit 3.36 nicht ausreichend, in einem schon überrepräsentierten Gebiet. Zudem ist die Reihe mit Messungen seit 1963 relativ kurz.

Diese 4 Stationen erfüllen GCOS Kriterium e) Totalisatoren, welche klimatologische Auswertungen mit anderen essentiellen Klimavariablen im Hochgebirge ermöglichen (u.a. Gletscher, Permafrost) und

ergänzen entsprechend die Liste der 52 Stationen (siehe Tab. 2 unten „zusätzliche GCOS Stationen (gemäss GCOS Kriterium e)“. Somit ergeben sich insgesamt 56 besonders wertvolle Totalisatoren für die Niederschlagsklimatologie der Schweiz.

## 5 Referenzen

- 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).
- Begert M., 2008: Die Repräsentativität der Stationen im Swiss National Basic Climatological Network (Swiss NBCN). Arbeitsberichte der MeteoSchweiz, 217, 40pp.
- Häberli C., Stocker C., Frei C., Germann U., 2009: Das Niederschlagsmesskonzept, Messkonzept 2010.
- Kirchhofer, W. und Sevruc, B., 1992: Mittlere jährliche korrigierte Niederschlagshöhen 1951-1980, in: Hydrologischer Atlas der Schweiz, Kartenblatt 2.2, Bern.
- meteodat GmbH, 2001: Analyse des Totalisatorenmessnetzes der MeteoSchweiz. Im Auftrag von MeteoSchweiz. 25pp.
- Müller, G. und Joss, J., 1985: Messnetze und Instrumente. In: Der Niederschlag in der Schweiz. Beiträge zur Geologie der Schweiz – Hydrologie Nr. 31, pp. 20-29.
- R Development Core Team, 2007: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Schüepp, M.; Bouët, M.; Bider, M. und Urfer, C., 1978: Regionale Klimabeschreibungen, 1. Teil. Beiheft zu den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt Nr. 18, 244 S.
- Schwarb, M., Daly, Chr., Frei, Chr. und Schär, Chr., 2001: Mittlere Jährliche Niederschlagshöhen im europäischen Alpenraum 1971–1990. In: Hydrologischer Atlas der Schweiz, Kartenblatt 2.6, Bern.
- Schwarb, M., 2000: The Alpine Precipitation Climate. Evaluation of a high-resolution analysis scheme using comprehensive rain-gauge data. Dissertation Nr. 13911 der ETH Zürich, 131p.
- Seiz, G. und Foppa, N., 2007: Nationales Klima-Beobachtungssystem (GCOS Schweiz). Publikation von MeteoSchweiz und ProClim, 92 S.
- Wilks, D.S., 2006: Statistical Methods in the Atmospheric Sciences, 2nd Ed. International Geophysics Series, Vol. 59, Academic Press, 627 pp.
- WMO, 2004: Implementation Plan for the Global Observing System for Climate in Support of the UNFCCC, GCOS-92, WMO/TD 1219.
- Wolfensberger, H., 1994: Chronik der Totalisatoren, Veröffentlichungen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt Nr. 55, 390 p.

## 6 Anhang

### 6.1 Basisdaten der Totalisatormessreihen

*Tabelle 3: Tabellarische Übersicht über die 169 historische Totalisatormessreihen deren Daten auf der Datenbank der MeteoSchweiz (DWH) verfügbar sind. Gezeigt sind der 4-stellige nationale Indikativ (Ind), die 3-stellige nationale Abkürzung (Abbr), die Namensbezeichnung, die Position in CH-Koordinaten (x-koord\_CH und y-koord\_CH), die Position in geographischen Koordinaten Grad und Minuten (lon (Ost) und lat (Nord)) sowie die Höhe über Meer in Meter.*

Ind	Abbr	Bezeichnung	x-koord_CH	y-koord_CH	lon (Ost)	lat (Nord)	Höhe (m)
5004	ABS	Abschwung	656186	157609	8°10′	46°34′	2824
9071	ADU	Adula	719699	150918	8°59′	46°29′	2060
9843	AGU	Aguagiouls	786230	141000	9°51′	46°23′	2694
4006	AHH	Albert Heim Hütte SAC	678675	162460	8°27′	46°36′	2530
9854	ALH	Albula Hospiz	784080	161880	9°50′	46°34′	2315
7124	ALE	Aletschwald	644380	136350	8°00′	46°22′	2075
7155	ALL	Allalingsletscher	636940	98380	7°54′	46°02′	3368
0074	ACU	Alp Cugn	719580	169650	9°00′	46°40′	2190
9443	ACA	Alpe di Castello	722375	85575	9°00′	45°54′	1050
9032	API	Alpe di Piora	698275	155825	8°43′	46°32′	1986
9303	ALF	Alpe Froda	688230	145060	8°35′	46°27′	1745
9064	APR	Alpe Predasca	711900	156920	8°53′	46°33′	1760
9328	AQU	Alpe Quadrella	679550	127550	8°28′	46°17′	1810
0292	APS	Älpetlistock	743850	153295	9°18′	46°30′	2393
0076	ANA	Alp Nadels	717880	174040	8°58′	46°42′	1925
0077	ALN	Alp Naustgel	713810	171655	8°55′	46°41′	1965
0656	ANO	Alp Novai	792250	191900	9°57′	46°51′	1355
0072	ASU	Alp Sutgletscher	718540	168080	8°59′	46°39′	1420
7456	ARA	Arolla	603457	95774	7°28′	46°00′	2016
1405	ADH	Auf dem Hagen	684675	292250	8°34′	47°46′	915
7935	BDA	Becca d'Audon	582850	130525	7°12′	46°19′	2870
3764	BIT	Biet	706525	210050	8°50′	47°01′	1790
3338	BLI	Blattli/Oberhof	713200	216460	8°55′	47°05′	933
9431	BOO	Bonello	725850	86175	9°03′	45°54′	1110
7450	BOQ	Bouquetins	606350	93500	7°31′	45°59′	2800
9842	BOH	Bovalhütte SAC	791000	143650	9°55′	46°25′	2540
7459	BRE	Breona	608420	103500	7°32′	46°04′	2340
7936	CAB	Cabane des Diablerets	582750	131910	7°12′	46°20′	2485
9066	CAM	Camadra di Dentro	714740	162190	8°56′	46°36′	1890
9326	CMG	Campo Maggia	681710	127275	8°29′	46°17′	1380
9297	CAD	Cavagnoli Diga	682219	145480	8°30′	46°27′	2332
9433	CAA	Cavazza	725660	81945	9°03′	45°52′	1170
8007	CSY	Chessy	563600	147940	6°57′	46°28′	1627
3308	SPE	Chli Speer	727338	228050	9°07′	47°11′	1610
0877	CHP	Chreialp	746725	232650	9°22′	47°13′	1817
5383	CDI	Chrindi	607850	170300	7°32′	46°41′	1620
3091	CLH	Claridenhütte SAC	714625	191000	8°56′	46°51′	2480
9885	CLU	Cluozza Blockhaus	804610	171725	10°06′	46°39′	1835
7920	COB	Col de Bretaye	572625	130600	7°04′	46°19′	1815
7455	CDR	Col de Riedmatten	600800	97400	7°26′	46°01′	2800
7723	CDT	Col de Tenneverge	558020	104110	6°53′	46°05′	2501
7652	COR	Col d'Orny	569420	94320	7°02′	45°59′	3175
0310	CRP	Crapet Prassignola	758800	137650	9°30′	46°22′	2650
7458	CTZ	Crettaz	603300	103800	7°28′	46°05′	2250
9432	CRT	Crotta	726575	83470	9°04′	45°53′	650
5221	DBH	Dauberhorn	611775	137700	7°35′	46°23′	2600
9430	DBO	Dosso Bello	722575	83250	9°01′	45°53′	1100
3763	DBE	Drusberg (Chalbergrat)	705630	207225	8°49′	47°00′	1850
0651	DRU	Drussetscha	785660	189250	9°52′	46°49′	1745
7461	DBL	Dt.Blanche (Bricola)	611020	99100	7°34′	46°02′	2780
0505	ELH	Elahütte SAC	772550	165275	9°41′	46°36′	2300

7763	<b>EMA</b>	Emaney	562300	106860	6°57′	46°06′	1920
7457	<b>FEP</b>	Ferpecle	608395	100900	7°32′	46°03′	1893
7189	<b>FIH</b>	Findelen Haupt	629720	94440	7°49′	46°00′	2680
5105	<b>FIR</b>	First (Grindelwald)	647050	168060	8°03′	46°39′	2170
0752	<b>FST</b>	First (Wasserburg)	747960	198770	9°22′	46°55′	2203
3095	<b>FHU</b>	Fridolinshütten	715240	186470	8°56′	46°49′	2110
7172	<b>FUR</b>	Furgghorn	620725	89225	7°42′	45°57′	3360
7147	<b>GAL</b>	Galmen	641750	96015	7°58′	46°00′	2690
7176	<b>GAG</b>	Gandegg	622420	91225	7°43′	45°58′	2880
3090	<b>GBU</b>	Geissbützistock	713025	189775	8°55′	46°50′	2710
5020	<b>GEB</b>	Gelmerbergli	669400	163100	8°20′	46°36′	2141
0278	<b>GEK</b>	Gemskanzeln	724450	149800	9°03′	46°29′	2916
9428	<b>GNO</b>	Genoroso	722680	87530	9°01′	45°55′	1590
4190	<b>GLT</b>	Glattalp	709700	197070	8°52′	46°54′	1858
7178	<b>GOG</b>	Gornergrat	626625	92540	7°46′	45°59′	3089
0071	<b>GRB</b>	Greinaboden Ost	719770	164010	9°00′	46°36′	2245
0070	<b>GRW</b>	Greinaboden West	718000	163740	8°58′	46°36′	2345
8009	<b>GSY</b>	Grésalloy	562960	143720	6°57′	46°26′	1293
9385	<b>GDO</b>	Gridone	693800	108310	8°39′	46°07′	2147
9336	<b>GAK</b>	Grossalp Klubhütte	679550	130150	8°28′	46°19′	1900
9338	<b>GAT</b>	Grossalp Teil	680050	130650	8°28′	46°19′	1870
5388	<b>HIS</b>	Hinterstockensee	607950	170650	7°32′	46°41′	1620
7195	<b>HOL</b>	Hohlicht	623750	102875	7°44′	46°04′	2200
9864	<b>JUP</b>	Juf Plaun (Ofenpass)	816250	166800	10°15′	46°37′	2300
0370	<b>JUL</b>	Julier Hospiz	774950	148675	9°42′	46°27′	2315
0485	<b>KES</b>	Keschhütte SAC	786475	168725	9°52′	46°38′	2570
7156	<b>KEJ</b>	Kessjen	639070	102160	7°56′	46°04′	2615
7170	<b>KMA</b>	Klein Matterhorn	622515	87365	7°43′	45°56′	3815
7015	<b>KSI</b>	Klein Siedelenhorn	668190	156190	8°19′	46°33′	2428
7123	<b>KOK</b>	Konkordia	647200	150075	8°03′	46°30′	2880
7122	<b>KRA</b>	Kranzberg	642825	152000	7°59′	46°31′	3180
9206	<b>LGH</b>	Laghetti Boga	734575	115075	9°10′	46°10′	1957
9034	<b>LRI</b>	Lago Ritom	694650	154500	8°40′	46°32′	1960
6077	<b>MAZ</b>	La Mathoulaz	526725	179825	6°28′	46°45′	1120
6076	<b>LMZ</b>	La Mathoulaz I	526675	179875	6°28′	46°45′	1137
5223	<b>LAM</b>	Lämmerengrat	611025	139450	7°34′	46°24′	2615
5224	<b>LAH</b>	Lämmerenhorn	610100	139150	7°34′	46°24′	2806
5227	<b>LAA</b>	Lämmernalp	611450	138550	7°35′	46°23′	2325
5225	<b>LPL</b>	Lämmernplatten	612325	139425	7°35′	46°24′	2468
7667	<b>PEU</b>	La Peule (Val Ferret)	574900	83150	7°06′	45°53′	2040
8008	<b>LPO</b>	Les Pontets	563490	146410	6°57′	46°28′	1369
0030	<b>LUC</b>	Lucomagno	703950	158275	8°47′	46°34′	1909
9067	<b>LCA</b>	Luzzone Carsotto	718958	159071	8°59′	46°34′	1627
7135	<b>MHO</b>	Magenhorn	641425	120275	7°58′	46°13′	2470
9073	<b>MVA</b>	Malvaglia Presa	721792	142599	9°01′	46°25′	1016
4570	<b>MSH</b>	Märenschnag / Chli Schl.	658350	201325	8°12′	46°57′	1310
0073	<b>MED</b>	Medelserhütte SAC	713130	166950	8°54′	46°38′	2470
3104	<b>MGU</b>	Mittlerer Guetbächi	719850	194810	9°00′	46°53′	1580
7120	<b>MGR</b>	Mönchsgrat	643225	156225	8°00′	46°33′	3810
7145	<b>MOP</b>	Mondellipass	642950	94710	7°59′	46°00′	2790
7169	<b>MRP</b>	Monte Rosa-Plattje	629149	89520	7°48′	45°57′	2885
7453	<b>MOM</b>	Mont Miné	609400	97500	7°33′	46°01′	2650
7720	<b>MOR</b>	Mont Ruan	559300	108380	6°54′	46°07′	2876
0355	<b>MAN</b>	Mountaulta Annarosa	743900	164000	9°19′	46°36′	2800
3099	<b>MUK</b>	Muttenkopf	720155	190400	9°00′	46°51′	2425
7727	<b>NAD</b>	Nante de Drance (d'Émosson S.A.)	559224	101520	6°54′	46°03′	1953
5008	<b>OAH</b>	Oberaarjoch	656425	152790	8°10′	46°31′	3333
3094	<b>OSA</b>	Ober Sand	713500	188440	8°55′	46°50′	1940
7150	<b>OFF</b>	Ofentalpass	644020	96705	8°00′	46°01′	2772
5565	<b>OLD</b>	Oldenalp	585440	133410	7°14′	46°21′	1840
9383	<b>PAL</b>	Palgnera Paese	691890	112150	8°37′	46°09′	650
0750	<b>PAN</b>	Panäraalp	746395	197095	9°21′	46°54′	2021
9037	<b>PDU</b>	Passo dell'uomo / Segna	701200	156000	8°45′	46°32′	2200
9068	<b>PAM</b>	Passo Muaz	716859	156610	8°57′	46°33′	1698

5006	<b>PAD</b>	Pavillon Dollfus	660120	157990	8°13′	46°34′	2412
9063	<b>PIS</b>	Pian Segno	707190	154630	8°50′	46°32′	1680
0350	<b>PIC</b>	Piz Curver	757675	163840	9°29′	46°36′	2850
0385	<b>PSA</b>	Piz Scalotta	765675	149020	9°35′	46°28′	2965
7157	<b>PLJ</b>	Plattjen	640880	102710	7°58′	46°04′	2228
9847	<b>PUM</b>	Punt Muragl	787900	153975	9°53′	46°30′	1800
7179	<b>RIS</b>	Riffelsee	624750	92610	7°45′	45°59′	2770
9296	<b>ROI</b>	Robiei	682540	143984	8°30′	46°26′	1903
3339	<b>RHR</b>	Rohr	710775	217400	8°53′	47°05′	1090
3382	<b>RST</b>	Rötstock	713150	220175	8°55′	47°07′	1170
0436	<b>SZM</b>	Salezzer Meder	783160	188740	9°50′	46°49′	1990
9298	<b>SCO</b>	Sambucco-Cortino	691760	147945	8°38′	46°28′	1500
5568	<b>SNA</b>	Sanetschalp	589067	134759	7°17′	46°21′	2043
2219	<b>SNT</b>	Säntis	744100	234900	9°20′	47°14′	2490
5226	<b>SHN</b>	Schneehorn	609415	138200	7°33′	46°23′	2708
7186	<b>SBI</b>	Schönbiel	614450	94520	7°37′	46°00′	2700
7154	<b>SBB</b>	Schwarzbergbach	639870	98380	7°57′	46°02′	2263
7152	<b>SBG</b>	Schwarzberggletscher	637860	96660	7°55′	46°01′	2930
7153	<b>SBK</b>	Schwarzbergkopf	639475	99455	7°56′	46°02′	2603
9429	<b>SCT</b>	Scudellate	724770	86540	9°02′	45°55′	735
3336	<b>SDE</b>	Seeende	711950	213950	8°54′	47°04′	920
0438	<b>SEH</b>	Seehorn-Hürel	786220	188060	9°52′	46°49′	2260
7149	<b>SWO</b>	Seewinen Ost	639640	96265	7°57′	46°01′	2888
7148	<b>SWW</b>	Seewinen West	639122	96646	7°56′	46°01′	2850
7934	<b>SRO</b>	Sex Rouge	582250	130675	7°12′	46°19′	2820
9805	<b>SLS</b>	Sils	775880	144070	9°43′	46°25′	1845
0654	<b>SIV</b>	Silvretta Gletschervorf.	799275	192925	10°03′	46°51′	2470
0655	<b>SVH</b>	Silvrettahütte	798500	192650	10°02′	46°51′	2380
5385	<b>SLI</b>	Spätberglisee	606000	170700	7°31′	46°41′	1687
9866	<b>STD</b>	Stabelchod	814850	173475	10°14′	46°40′	2440
9828	<b>SZW</b>	Stazerwald	786825	152425	9°52′	46°29′	1810
5222	<b>SGH</b>	Steghorn	610750	140150	7°34′	46°24′	2889
7151	<b>STW</b>	Stelli Weistal	641495	98470	7°58′	46°02′	2620
0751	<b>SMR</b>	St. Martin	746155	198445	9°21′	46°55′	1380
9826	<b>STZ</b>	St. Moritz	783400	151100	9°49′	46°29′	1895
6075	<b>SUC</b>	Suchet (Châlet)	525700	180150	6°27′	46°46′	1465
7193	<b>TAP</b>	Täschalp	629390	100050	7°49′	46°03′	2260
7146	<b>THA</b>	Thäliboden	641265	95325	7°58′	46°00′	2485
7171	<b>THH</b>	Theodulhütte	621000	88225	7°42′	45°56′	3327
3135	<b>TIA</b>	Tierälpli	708160	190240	8°51′	46°51′	2350
0648	<b>TOS</b>	Totalpsee	780910	190060	9°48′	46°50′	2505
7192	<b>TRI</b>	Trift	621100	98080	7°42′	46°02′	2625
4415	<b>TUB</b>	Trübsee-Jochpass	673225	182900	8°23′	46°47′	1790
7121	<b>TRB</b>	Trugberg	645175	153800	8°01′	46°32′	3530
3352	<b>UAL</b>	Unter Alten	708300	218830	8°51′	47°06′	1295
9615	<b>VAG</b>	Val Agone	800650	144250	10°02′	46°25′	2150
9863	<b>VBA</b>	Valbella (Ofenpass)	819860	171300	10°18′	46°39′	2560
9862	<b>VTR</b>	Val Trupchun	802200	163900	10°04′	46°35′	2050
9635	<b>VVA</b>	Val Varuna	798500	135450	10°01′	46°20′	2385
0762	<b>VAI</b>	Vättnerälpli	752375	199480	9°26′	46°55′	1880
7460	<b>VOU</b>	Vouasson	600350	106200	7°26′	46°06′	2390
5332	<b>WEH</b>	Weisshorn	602710	136870	7°28′	46°22′	2910
9860	<b>ZOZ</b>	Zuoz	792075	163825	9°56′	46°35′	1850
3699	<b>MCH</b>	Zürich-MeteoSchweiz	685125	248090	8°33′	47°22′	556

## 6.2 Zeitreihendarstellung der Totalisatormessreihen

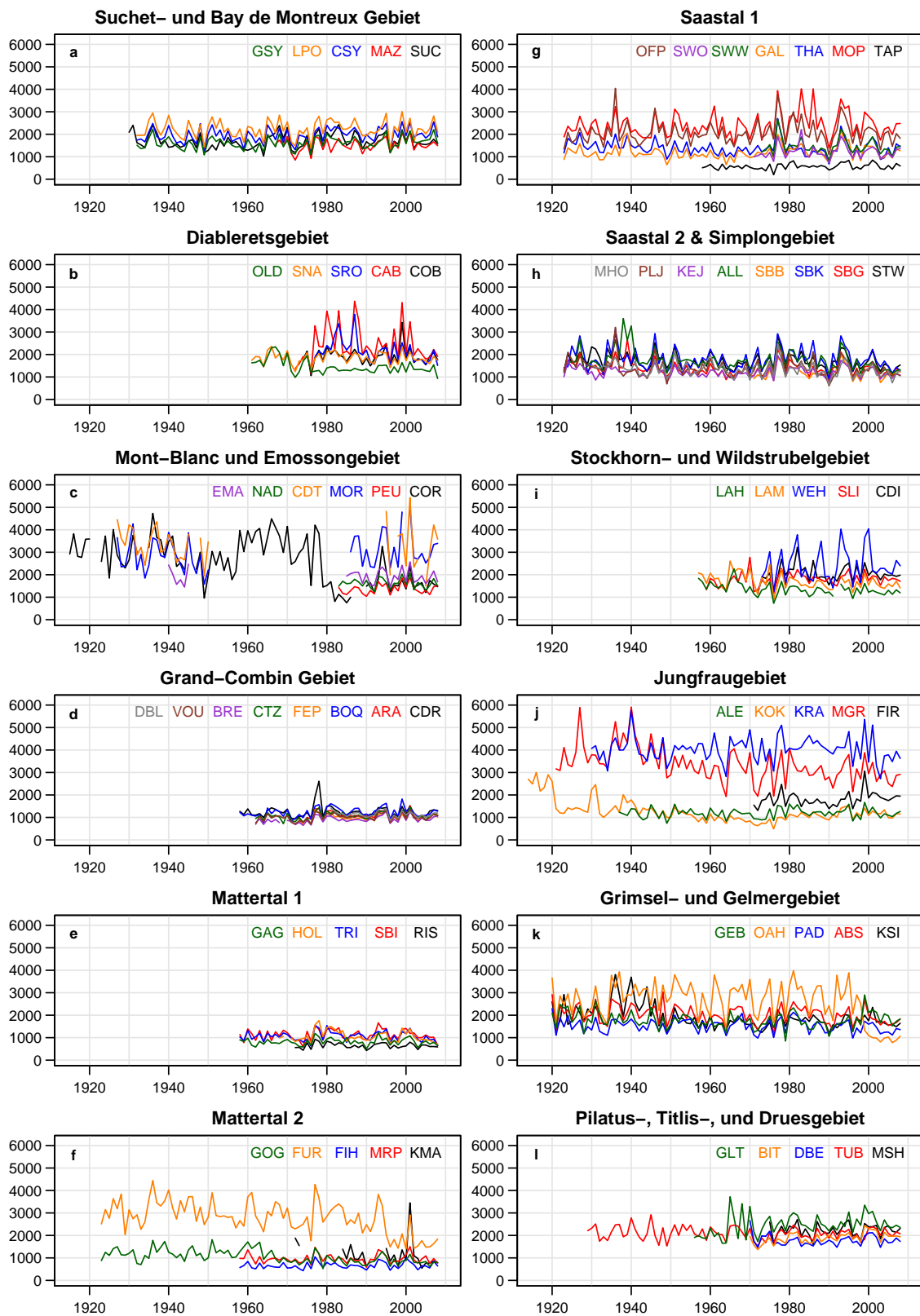


Abbildung 14: Gesamt-niederschlagsreihen für die Totalisatoren im Schweizer Alpenraum nach Regionen (siehe Panelüberschrift). Zeitachse 1914-2008 von links nach rechts, Gesamtniederschlag des hydrologischen Jahres (1.10.-30.9) in mm auf der Ordinate. Fortsetzung der Figur auf der nächsten Seite (Panels m-x).



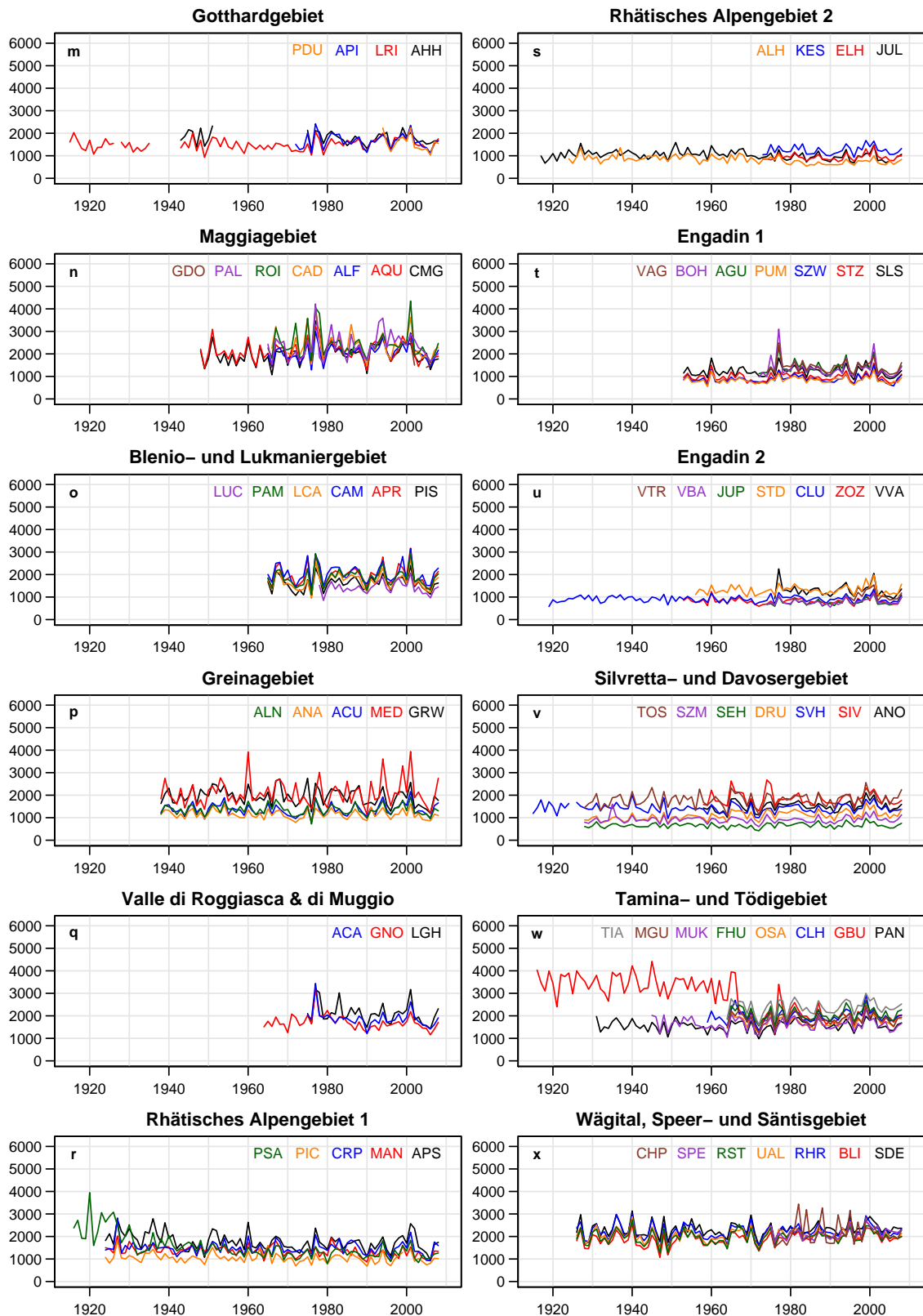


Abbildung 14: Fortsetzung von vorheriger Seite.

### 6.3 Bewertungsübersicht der Totalisatormessreihen

Tabelle 4: Tabellarische Auswertung der 139 untersuchten Totalisatormessreihen anhand eines objektiven Bewertungssystems. So wird die Lage mit den 3 Punkten Cluster, Cor und Höhe bewertet. Die Länge der Reihe geht ebenfalls schwergewichtig in die Bewertung ein. Die Datenqualität wird miteinbezogen, ebenso wie die Anzahl Messungen. Details zu den Kennzahlen und deren Gewichtungen entnehme man dem Text. Totalwerte für die kein kompletter MI Index berechnet werden konnte sind mit \* gekennzeichnet. 52 Standorte (rot oder blau, 34 vom MeteoSchweiz – MCH sowie 18 von anderen Institutionen) werden aufgrund der Gesamtpunktzahl bzw. weiterer Daten (siehe Text) als besonders wertvoll erachtet. Stationen in rot wurden aufgrund des MI direkt nominiert (Limite=75% Perzentil), blaue wurden durch Zusatzkriterien nachnominiert (siehe Kapitel 3.8). Direktnominierte Stationen, die durch Zusatzkriterien gestrichen wurden, sind grau geschrieben. Die letzte Spalte gibt an, ob die Station die GCOS Schweiz Liste schützenswerter Totalisatoren aufgenommen wurde. Stationen 1. Priorität (8 Stationen) sind mit „1.Prio“ gekennzeichnet, Stationen 2. Priorität (27 Stationen) mit „2. Prio“. Die Stationen sind nach Gebieten von West nach Ost geordnet.

Abbr	Höhe	Owner	Bewertungsmasse							Total	Wahl	MCH	andere	GCOS
			Cluster	Cor	Höhe	Länge	DQ	Mess						
<b>Suchetgebiet</b>									Geb.mittel:	2.79	<b>Limite: 2.97</b>			
SUC	1465	MCH	0.00	0.08	0.58	1.25	1.00	0.25	<b>3.15</b>	1	1			
MAZ	1120	MCH	0.00	0.05	0.44	0.67	1.00	0.25	<b>2.42</b>					
<b>Bay de Montreux</b>									Geb.mittel:	3.38	<b>Limite: 3.41</b>			
CSY	1627	MCH	0.00	0.09	0.64	1.22	1.00	0.50	<b>3.45</b>	1	1		2.Prio	
LPO	1369	MCH	0.00	0.12	0.54	1.22	1.00	0.50	<b>3.38</b>					
GSY	1293	MCH	0.00	0.09	0.51	1.22	1.00	0.50	<b>3.31</b>					
<b>Diableretsgebiet</b>									Geb.mittel:	2.34	<b>Limite: 2.53</b>			
COB	1815	MCH			0.71	0.56	1.00	0.25	2.53*					
CAB	2485	MCH			0.98	0.58	0.00	0.25	<b>1.81*</b>					
SRO	2820	MCH			1.11	0.52	0.50	0.25	<b>2.37*</b>					
SNA	2043	MCH	0.00	0.10	0.80	0.77	1.00	0.25	<b>2.91</b>	1	1			
OLD	1840	MCH	0.00	0.34	0.72	0.77	0.00	0.25	<b>2.08</b>					
<b>Mont Blanc- und Emossongebiet</b>									Geb.mittel:	3.02	<b>Limite: 2.83</b>			
COR	3175		0.75	0.75	1.25	1.34	0.00	0.50	<b>4.59</b>	1		1	2.Prio	
PEU	2040				0.80	0.42	1.00	0.50	<b>2.72*</b>					
MOR	2876				1.13	0.73	0.50	0.50	<b>2.87*</b>	1		1	1.Prio	
CDT	2501				0.98	0.55	0.50	0.50	<b>2.53*</b>					
NAD	1953				0.77	0.42	1.00	0.50	<b>2.69*</b>					
EMA	1920				0.75	0.48	1.00	0.50	<b>2.74*</b>					
<b>Grand Combin Gebiet</b>									Geb.mittel:	3.35	<b>Limite: 3.7</b>			
CDR	2800		0.75	0.14	1.10	0.81	0.50	0.50	<b>3.8</b>	1		1		
ARA	2016				0.79	0.58	1.00	0.50	<b>2.87*</b>					
BOQ	2800		0.38	0.15	1.10	0.81	1.00	0.50	<b>3.94</b>	1		1		
VOU	2390		0.00	0.14	0.94	0.75	1.00	0.50	<b>3.33</b>					
BRE	2340		0.38	0.14	0.92	0.73	1.00	0.50	<b>3.67</b>					
CTZ	2250		0.00	0.17	0.88	0.75	1.00	0.50	<b>3.31</b>					
FEP	1893				0.74	0.58	1.00	0.50	<b>2.82*</b>					
DBL	2780				1.09	0.45	1.00	0.50	<b>3.05*</b>					
<b>Monte Rosa Gebiet</b>									Geb.mittel:	4	<b>Limite: 4.56</b>			
RIS	2770				1.09	0.59	1.00	0.50	<b>3.18*</b>					

SBI	2700		0.75	0.24	1.06	0.81	1.00	0.50	<b>4.37</b>			
TRI	2625		0.38	0.22	1.03	0.81	1.00	0.50	<b>3.94</b>			
HOL	2200				0.87	0.64	0.50	0.50	<b>2.51*</b>			
GAG	2880		0.75	0.25	1.13	0.81	1.00	0.50	<b>4.45</b>			
KMA	3815				1.50	0.36	0.00	0.50	<b>2.36*</b>			
MRP	2885		0.38	0.25	1.13	0.81	1.00	0.50	<b>4.07</b>			
FIH	2680		0.75	0.22	1.05	0.81	1.00	0.50	<b>4.33</b>			
TAP	2260		0.38	0.11	0.89	0.81	1.00	0.50	<b>3.68</b>			
MOP	2790		0.75	0.24	1.10	1.36	1.00	0.25	<b>4.69</b>	1	1	2.Prio
THA	2485		0.75	0.23	0.98	1.36	0.50	0.25	<b>4.07</b>			
GAL	2690		0.75	0.15	1.06	1.36	1.00	0.25	<b>4.56</b>	1	1	2.Prio
SWW	2850				1.12	0.58	1.00	0.25	<b>2.95*</b>			
SWO	2888				1.14	0.61	1.00	0.25	<b>2.99*</b>			
OFF	2772		0.75	0.16	1.09	1.36	1.00	0.25	<b>4.61</b>			
STW	2620		0.75	0.16	1.03	1.36	1.00	0.25	<b>4.55</b>			
SBG	2930		0.75	0.10	1.15	1.36	1.00	0.25	<b>4.61</b>	1	1	2.Prio
SBK	2603		0.75	0.22	1.02	1.36	1.00	0.25	<b>4.60</b>			
SBB	2263				0.89	0.61	1.00	0.25	<b>2.75*</b>			
ALL	3368		0.75	0.27	1.32	1.36	0.50	0.25	<b>4.46</b>	1	1	1.Prio
KEJ	2615		0.75	0.13	1.03	1.36	1.00	0.25	<b>4.52</b>			
PLJ	2228		0.75	0.33	0.88	1.36	1.00	0.25	<b>4.56</b>			
FUR	3360	MCH	0.75	0.38	1.32	1.36	0.50	0.25	<b>4.56</b>	1	1	2.Prio
GOG	3089	MCH	0.38	0.38	1.21	1.36	1.00	0.25	<b>4.58</b>	1	1	2.Prio
<b>Simplongebiet</b>									Geb.mittel:	3.94	<b>Limite: 3.94</b>	
MHO	2470	MCH	0.75	0.22	0.97	1.25	0.50	0.25	<b>3.94</b>	1	1	
<b>Stockhorngebiet</b>									Geb.mittel:	2.92	<b>Limite: 3.02</b>	
CDI	1620	MCH			0.64	0.58	1.00	0.50	<b>2.72*</b>			
SLI	1687	MCH	0.00	0.17	0.66	0.80	1.00	0.50	<b>3.13</b>	1	1	2.Prio
<b>Wildstrubelgebiet</b>									Geb.mittel:	3.34	<b>Limite: 3.76</b>	
WEH	2910	MCH			1.14	0.59	0.50	0.25	<b>2.49*</b>			
LAM	2615	MCH	0.38	0.24	1.03	0.81	1.00	0.25	<b>3.71</b>			
LAH	2806	MCH	0.38	0.28	1.10	0.81	1.00	0.25	<b>3.82</b>	1	1	
<b>Jungfraugebiet</b>									Geb.mittel:	3.81	<b>Limite: 4.44</b>	
FIR	2170	MCH			0.85	0.61	1.00	0.25	<b>2.71*</b>			
MGR	3810	MCH	0.38	0.17	1.50	1.39	0.50	0.50	<b>4.44</b>	1	1	1.Prio
KRA	3180	MCH	0.38	0.29	1.25	1.25	0.00	0.50	<b>3.66</b>	1	1	
KOK	2880	MCH	0.75	0.33	1.13	1.50	0.50	0.25	<b>4.46</b>	1	1	2.Prio
ALE	2075	MCH	0.38	0.20	0.82	1.14	1.00	0.25	<b>3.78</b>	1	1	
<b>Grimsel- und Gelmergebiet</b>									Geb.mittel:	4.07	<b>Limite: 4.15</b>	
KSI	2428		0.38	0.27	0.95	1.41	0.50	0.25	<b>3.75</b>			
ABS	2824		0.38	0.14	1.11	1.41	1.00	0.25	<b>4.28</b>	1	1	1.Prio
PAD	2412		0.38	0.15	0.95	1.41	1.00	0.25	<b>4.13</b>	1	1	
OAH	3333		0.38	0.31	1.31	1.41	0.50	0.25	<b>4.15</b>	1	1	2.Prio
GEB	2141		0.38	0.16	0.84	1.41	1.00	0.25	<b>4.04</b>			
<b>Pilatusgebiet</b>									Geb.mittel:	2.56	<b>Limite: 2.56</b>	
MSH	1310	MCH			0.52	0.55	1.00	0.50	<b>2.56*</b>			
<b>Titlisgebiet</b>									Geb.mittel:	3.43	<b>Limite: 3.43</b>	
TUB	1790	MCH	0.00	0.21	0.70	1.27	1.00	0.25	<b>3.43</b>	1	1	

<b>Druesberggebiet</b>										Geb.mittel: 2.56		<b>Limite: 2.79</b>	
DBE	1850	MCH			0.73	0.63	1.00	0.25	<b>2.6*</b>				
BIT	1790	MCH			0.70	0.63	0.50	0.25	<b>2.08*</b>				
GLT	1858		0.00	0.16	0.73	0.84	1.00	0.25	<b>2.98</b>	1			1
<b>Gotthardgebiet</b>										Geb.mittel: 2.97		<b>Limite: 3.19</b>	
AHH	2530	MCH			0.99	0.69	1.00	0.25	<b>2.93*</b>	1	1		2.Prio
LRI	1960	MCH	0.38	0.21	0.77	1.36	1.00	0.25	<b>3.96</b>	1	1		
API	1986	MCH			0.78	0.59	1.00	0.25	<b>2.62*</b>				
PDU	2200	MCH			0.87	0.25	1.00	0.25	<b>2.37*</b>				
<b>Maggia- und Bleniogebiet</b>										Geb.mittel: 3.14		<b>Limite: 3.46</b>	
CMG	1380	MCH	0.38	0.06	0.54	0.97	1.00	0.25	<b>3.2</b>				
AQU	1810	MCH	0.38	0.10	0.71	0.97	1.00	0.25	<b>3.41</b>	1	1		2.Prio
ALF	1745		0.38	0.12	0.69	0.70	1.00	0.25	<b>3.14</b>				
CAD	2332				0.92	0.66	1.00	0.25	<b>2.82*</b>	1		1	2.Prio
ROI	1903		0.38	0.17	0.75	0.70	1.00	0.25	<b>3.25</b>				
PAL	650		0.38	0.23	0.26	0.70	0.50	0.25	<b>2.31</b>				
GDO	2147				0.84	0.09	1.00	0.25	<b>2.19*</b>				
PIS	1680		0.75	0.11	0.66	0.70	1.00	0.25	<b>3.47</b>				
APR	1760		0.75	0.11	0.69	0.70	1.00	0.25	<b>3.5</b>	1			1
CAM	1890		0.75	0.14	0.74	0.70	1.00	0.25	<b>3.58</b>	1		1	2.Prio
LCA	1627		0.75	0.06	0.64	0.70	1.00	0.25	<b>3.4</b>				
PAM	1698		0.75	0.08	0.67	0.70	1.00	0.25	<b>3.45</b>				
<b>Lukmaniergebiet</b>										Geb.mittel: 2.75		<b>Limite: 2.75</b>	
LUC	1909				0.75	0.50	1.00	0.50	<b>2.75*</b>				
<b>Greinagebiet</b>										Geb.mittel: 4.15		<b>Limite: 4.19</b>	
GRW	2345	MCH	0.75	0.14	0.92	1.13	1.00	0.25	<b>4.19</b>	1	1		
MED	2470	MCH	0.75	0.35	0.97	1.13	1.00	0.25	<b>4.45</b>	1	1		
ACU	2190	MCH	0.75	0.14	0.86	1.13	1.00	0.25	<b>4.13</b>				
ANA	1925	MCH	0.75	0.11	0.76	1.13	1.00	0.25	<b>3.99</b>				
ALN	1965	MCH	0.75	0.09	0.77	1.13	1.00	0.25	<b>3.98</b>				
<b>Valle di Roggiasca</b>										Geb.mittel: 2.82		<b>Limite: 2.82</b>	
LGH	1957	MCH			0.77	0.55	1.00	0.50	<b>2.82*</b>	1	1		2.Prio
<b>Valle di Muggio</b>										Geb.mittel: 2.75		<b>Limite: 3.01</b>	
GNO	1590	MCH	0.38	0.31	0.63	0.72	1.00	0.25	<b>3.28</b>				
ACA	1050	MCH			0.41	0.55	1.00	0.25	<b>2.21*</b>				
<b>Rhätisches Alpengebiet</b>										Geb.mittel: 4		<b>Limite: 4.32</b>	
APS	2393	MCH	0.75	0.19	0.94	1.34	0.50	0.25	<b>3.97</b>	1	1		2.Prio
MAN	2800	MCH	0.38	0.19	1.10	1.34	1.00	0.25	<b>4.26</b>	1	1		2.Prio
CRP	2650	MCH	0.38	0.14	1.04	1.34	1.00	0.25	<b>4.15</b>	1	1		2.Prio
PIC	2810	MCH	0.75	0.21	1.10	1.33	1.00	0.25	<b>4.64</b>	1	1		2.Prio
PSA	2965	MCH	0.75	0.26	1.17	1.47	0.50	0.25	<b>4.39</b>	1	1		1.Prio
JUL	2315	MCH	0.38	0.23	0.91	1.44	1.00	0.25	<b>4.2</b>	1	1		
ELH	2300	MCH			0.90	0.58	1.00	0.50	<b>2.98*</b>				
KES	2570	MCH			1.01	0.58	1.00	0.50	<b>3.09*</b>				2.Prio
ALH	2315	MCH	0.75	0.56	0.91	1.34	0.50	0.25	<b>4.32</b>	1	1		
<b>Engadin</b>										Geb.mittel: 3.06		<b>Limite: 3.06</b>	
SLS	1845	MCH	0.00	0.10	0.73	0.89	1.00	0.25	<b>2.97</b>				
STZ	1895	MCH	0.00	0.14	0.75	0.89	1.00	0.25	<b>3.03</b>				

SZW	1810	MCH	0.00	0.11	0.71	0.89	1.00	0.25	<b>2.96</b>				
PUM	1800	MCH	0.00	0.18	0.71	0.89	1.00	0.25	<b>3.03</b>				
AGU	2694	MCH			1.06	0.59	1.00	0.25	<b>2.9*</b>	1	1		
BOH	2540	MCH			1.00	0.59	1.00	0.25	<b>2.84*</b>				
VAG	2150	MCH			0.85	0.56	1.00	0.25	<b>2.66*</b>				
VVA	2385	MCH			0.94	0.55	1.00	0.25	<b>2.73*</b>				
ZOZ	1850	MCH	0.38	0.16	0.73	0.89	1.00	0.25	3.4				
CLU	1835	MCH	0.38	0.15	0.72	1.42	1.00	0.25	<b>3.92</b>	1	1		
STD	2440	MCH	0.75	0.20	0.96	0.84	1.00	0.25	<b>4</b>	1	1		
JUP	2300	MCH			0.90	0.56	1.00	0.50	<b>2.97*</b>				
VBA	2560	MCH			1.01	0.56	1.00	0.50	<b>3.07*</b>	1	1	2.Prio	
VTR	2050	MCH			0.81	0.23	1.00	0.25	<b>2.29*</b>				
<b>Silvretta- und Davosergebiet</b>									Geb.mittel:	3.84	<b>Limite: 4.18</b>		
ANO	1355	MCH	0.38	0.10	0.53	0.81	1.00	0.25	<b>3.07</b>				
SIV	2470	MCH	0.38	0.14	0.97	0.81	1.00	0.25	<b>3.55</b>				
SVH	2380	MCH	0.38	0.17	0.94	1.47	1.00	0.25	<b>4.2</b>	1	1	1.Prio	
DRU	1745		0.75	0.06	0.69	1.28	0.50	0.25	<b>3.53</b>				
SEH	2260		0.75	0.20	0.89	1.28	1.00	0.25	<b>4.37</b>	1		1	
SZM	1990		0.75	0.11	0.78	1.28	1.00	0.25	<b>4.17</b>				
TOS	2505		0.38	0.11	0.98	1.28	1.00	0.25	<b>4</b>			2.Prio	
<b>Taminagebiet</b>									Geb.mittel:	4.03	<b>Limite: 4.03</b>		
PAN	2021	MCH	0.38	0.12	0.79	1.23	1.00	0.50	<b>4.03</b>	1	1	G	
<b>Tödigebiet</b>									Geb.mittel:	3.51	<b>Limite: 3.71</b>		
GBU	2710	MCH	0.38	0.35	1.07	1.47	0.50	0.50	<b>4.26</b>	1	1	1.Prio	
CLH	2480	MCH	0.38	0.08	0.98	0.80	1.00	0.50	<b>3.73</b>	1	1	2.Prio	
OSA	1940		0.38	0.11	0.76	0.72	1.00	0.25	<b>3.21</b>				
FHU	2110		0.38	0.12	0.83	0.72	1.00	0.25	<b>3.29</b>			2.Prio	
MUK	2425		0.38	0.09	0.95	1.02	1.00	0.25	<b>3.68</b>	1		1 2.Prio	
MGU	1580		0.38	0.08	0.62	0.72	1.00	0.25	<b>3.05</b>				
TIA	2350		0.38	0.09	0.92	0.72	1.00	0.25	<b>3.36</b>			2.Prio	
<b>Wägital</b>									Geb.mittel:	3.1	<b>Limite: 3.14</b>		
SDE	920		0.00	0.21	0.36	1.31	1.00	0.25	<b>3.14</b>	1		1 1.Prio	
BLI	933		0.00	0.08	0.37	1.31	1.00	0.25	<b>3.01</b>				
RHR	1090		0.00	0.08	0.43	1.31	1.00	0.25	<b>3.07</b>				
UAL	1295		0.00	0.10	0.51	1.31	1.00	0.25	<b>3.17</b>				
RST	1170		0.00	0.10	0.46	1.31	1.00	0.25	<b>3.13</b>				
<b>Speer- und Säntisgebiet</b>									Geb.mittel:	2.34	<b>Limite: 2.38</b>		
SPE	1610	MCH			0.63	0.55	1.00	0.25	<b>2.43*</b>				
CHP	1817	MCH			0.71	0.53	0.50	0.50	<b>2.25*</b>				
										<b>52</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>35</b>
										Total	MCH	andere	GCOS (8+27)

### Arbeitsberichte der MeteoSchweiz

- 230** Michel, D, MW Rotach, R Gehrig, R Vogt: 2010, Experimental investigation of micrometeorological influences on birch pollen emission, 37 pp, CHF 56.-
- 229** Philipona R, Levrat G, Romanens G, Jeannet P, Ruffieux D and Calpini B, 2009: Transition from VIZ / Sippicanto ROTRONIC - A new humidity sensor for the SWISS SRS 400 Radiosonde, 37pp, CHF 66.-
- 228** MeteoSchweiz: 2009, Klimabericht Kanton Graubünden, 40pp, nur als .pdf erhältlich
- 227** MeteoSchweiz, 2009, Basisanalysen ausgewählter klimatologischer Parameter am Standort KKWLeibstadt, 135pp, CHF 88.-
- 226** MeteoSchweiz, 2009, Basisanalysen ausgewählter klimatologischer Parameter am Standort KKW Mühleberg, 136pp, CHF 88.-
- 225** MeteoSchweiz, 2009, Basisanalysen ausgewählter klimatologischer Parameter am Standort KKW Gösgen, 136 pp, CHF 88.-
- 224** MeteoSchweiz, 2009, Basisanalysen ausgewählter klimatologischer Parameter am Standort KKW Beznau, 135pp, CHF 88.-
- 223** Dürr B: 2008, Automatisiertes Verfahren zur Bestimmung von Föhn in den Alpentälern, 22pp, CHF 62.-
- 222** Schmutz C, Arpagaus M, Clementi L, Frei C, Fukutome S, Germann U, Liniger M und Schacher F: 2008, Meteorologische Ereignisanalyse des Hochwassers 8. bis 9. August 2007, 29pp, CHF 64.-
- 221** Frei C, Germann U, Fukutome S und Liniger M: 2008, Möglichkeiten und Grenzen der Niederschlagsanalysen zum Hochwasser 2005, 19pp, CHF 62.-
- 220** Ambühl J: 2008, Optimization of Warning Systems based on Economic Criteria, 79pp, CHF 75.-
- 219** Ceppi P, Della-Marta PM and Appenzeller C: 2008, Extreme Value Analysis of Wind Observations over Switzerland, 43pp, CHF 67.-
- 218** MeteoSchweiz (Hrsg): 2008, Klimaszenarien für die Schweiz – Ein Statusbericht, 50pp, CHF 69.-
- 217** Begert M: 2008, Die Repräsentativität der Stationen im Swiss National Basic Climatological Network (Swiss NBCN), 40pp, CHF 66.-
- 216** Della-Marta PM, Mathis H, Frei C, Liniger MA and Appenzeller C: 2007, Extreme wind storms over Europe: Statistical Analyses of ERA-40, 80pp, CHF 75.-
- 215** Begert M, Seiz G, Foppa N, Schlegel T, Appenzeller C und Müller G: 2007, Die Überführung der klimatologischen Referenzstationen der Schweiz in das Swiss National Climatological Network (Swiss NBCN), 47pp, CHF 68.-
- 214** Schmucki D und Weigel A: 2006, Saisonale Vorhersage in Tradition und Moderne: Vergleich der "Sommerprognose" des Zürcher Bööggs mit einem dynamischen Klimamodell, 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.-

### Veröffentlichungen der MeteoSchweiz

- 86** Walker, D: 2010, 2010, Cloud effects on erythral UV radiation in a complex topography, 106 pp, CHF 81.-
- 85** Ambühl, J: 2010, Neural interpretation of ECMWF ensemble predictions, 48pp, CHF 68.-
- 84** Ambühl, J: 2010, Customer oriented warning systems, 91pp, CHF 78.-
- 83** Ceppi, P: 2010, Spatial characteristics of gridded Swiss temperature trends: local and large-scale influences, 82pp, CHF 76.-
- 82** Blanc, P: 2009, Ensemble-based uncertainty prediction for deterministic 2 m temperature forecasts, 90pp, CHF 78.-
- 81** Erdin R: 2009, Combining rain gauge and radar measurements of a heavy precipitation event over Switzerland: Comparison of geostatistical methods and investigation of important influencing factors, 109pp, CHF 81.-
- 80** Buzzi M: 2008, Challenges in Operational Numerical Weather Prediction at High Resolution in Complex Terrain, 186pp, CHF 103.-
- 79** Nowak D: 2008, Radiation and clouds: observations and model calculations for Payerne BSRN site, 101 pp, CHF 80.-
- 78** Arpagaus M, Rotach M, Ambrosetti P, Ament F, Appenzeller C, Bauer H-S, Bouttier F, Buzzi A, Corazza M, Davolio S, Denhard M, Doringner M, Fontannaz L, Frick J, Fundel F, Germann U, Gorgas T, Grossi G, Hegg C, Hering A, Jaun S, Keil C, Liniger M, Marsigli C, McTaggart-Cowan R, Montani A, Mylne K, Ranzi R, Richard E, Rossa A, Santos-Muñoz D, Schär C, Seity Y, Staudinger M, Stoll M, Vogt S, Volkert H, Walser A, Wang Y, Werhahn J, Wulfmeyer V, Wunram C and Zappa M: 2009, MAP D-PHASE: Demonstrating forecast capabilities for flood events in the Alpine region. Report of the WWRP Forecast Demonstration Project D-PHASE submitted to the WWRP Scientific Steering Committee, 65pp, CHF 73.-
- 77** Rossa AM: 2007, MAP-NWS – an Optional EUMETNET Programme in Support of an Optimal Research Programme, 67pp, CHF 73.-
- 76** Baggenstos D: 2007, Probabilistic verification of operational monthly temperature forecasts, 52pp, 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, Säntti K and 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 und 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.-