



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz

Arbeitsbericht MeteoSchweiz Nr. 236

Digitalisieren und Homogenisieren von historischen Klimadaten des Swiss NBCN – Resultate aus DigiHom

C. Füllemann, M. Begert, M. Croci-Maspoli, S. Brönnimann (UniBe)



Arbeitsbericht MeteoSchweiz Nr. 236

Digitalisieren und Homogenisieren von historischen Klimadaten des Swiss NBCN – Resultate aus DigiHom

C. Fülleemann, M. Begert, M. Croci-Maspoli, S. Brönnimann (UniBe)

Bitte zitieren Sie diesen Arbeitsbericht folgendermassen

Fülleemann, C., Begert, M., Croci-Maspoli, M., S. Brönnimann: 2011, Digitalisieren und Homogenisieren von historischen Klimadaten des Swiss NBCN – Resultate aus DigiHom, *Arbeitsberichte der MeteoSchweiz*, **236**, 48 pp.

Herausgeber

Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, MeteoSchweiz, © 2011

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 Vorhaben **DigiHom** umfasste die Digitalisierung und Homogenisierung einer Auswahl von wichtigen historischen Klimadaten der MeteoSchweiz. Die Arbeiten wurden vom Prozess Klimadienste von Ende 2007 bis Mai 2011 durchgeführt.

Ein grosser Teil der historischen Klimadaten des MeteoSchweiz-Datenarchivs ist nicht digital verfügbar und steht deshalb für das Klimamonitoring und Klimaanalysen nicht zur Verfügung. DigiHom hatte zum Ziel, die wichtigsten Messgrössen der Swiss NBCN-Stationen (Swiss National Basic Climatological Network) digital bereitzustellen und homogen verfügbar zu machen. Der **Datenumfang** beinhaltete:

- Temperatur (Mittel, Minimum, Maximum), Niederschlag und Sonnenscheindauer des Swiss NBCN (29 Klima- und 46 Niederschlagsstationen)
- zusätzliche 75 Niederschlagsstationen (z.B. für historische Niederschlagsgitterung, Extremwertanalysen)
- drei sehr lange Klimareihen vor 1864 (gehören zu den weltweit längsten Klimareihen für Klimaänderungsfragen)

Mit dem Vorhaben DigiHom wurden die folgenden **drei Ziele** verfolgt. Ab dem Jahr 2011:

- stehen die Klimareihen der wichtigsten Messgrössen des Swiss NBCN zurück bis an deren Messbeginn (meist 1864) elektronisch und möglichst homogen für interne und externe Kunden zu Verfügung
- sind 75 weitere Niederschlagsmessreihen qualitätsgeprüft und digital zurück bis 1901 vorhanden
- sind drei sehr lange Klimareihen (beginnend vor 1864) digital verfügbar

Das Vorhaben DigiHom hat folgende Ziele erreicht:

- 3 Millionen Datenwerte von klimatologischen Messungen stehen neu elektronisch zur Verfügung und können somit für das Klimamonitoring und Klimaanalysen verwendet werden.
- Die Daten von 28 der 29 Swiss NBCN Stationen sind qualitätsgeprüft im DWH verfügbar. Für die Station Chaumont fehlen die Parameter Minimum- und Maximum-Temperatur.
- 28 Reihen der maximalen Temperatur, 29 Reihen der mittleren Temperatur, zehn ausgewählte Messreihen des Niederschlags und eine Reihe der Sonnenscheindauer sind homogenisiert. Die restlichen digitalisierten Messreihen (v.a. Sonnenscheindauer und Minimum-Temperatur) konnten aus Zeitgründen noch nicht homogenisiert werden.
- Die drei lange Klimareihen mit Beginn vor 1864 liegen zu einem grossen Teil digital vor. Die Aufnahme ins MeteoSchweiz DWH steht noch aus.
- Die Fotos aller im Rahmen des Vorhabens digitalisierten Originalquellen wurden an der MeteoSchweiz archiviert (Online Data Repository).
- Das FactSheet über „Historische Klimamessreihen von MeteoSchweiz“ wurde Anfang 2009 publiziert.
- Die Internetbeiträge zu DigiHom, Homogenisierung und Swiss NBCN wurden Anfang 2009 im MeteoSchweiz Internet aufgeschaltet.
- Ein Beitrag im Jahresbericht 2009 der MeteoSchweiz mit dem Titel „Klimaänderung: Aus der Vergangenheit für die Zukunft lernen“ wurde Anfang 2010 publiziert.
- Ein Beitrag im *Geosciences ACTUEL* 02/2011 mit dem Titel „Aus der Vergangenheit für die Zukunft lernen. Historische Klimamessreihen von MeteoSchweiz“ wird Mitte 2011 publiziert.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	5
1 Einleitung	6
1.1 Ausgangssituation	6
1.2 Ziele.....	7
1.3 Datengrundlage.....	7
1.4 Phasen von DigiHom	9
1.5 Grössere Digitalisierungsprojekte seit 1990 an der MeteoSchweiz.....	9
2 Vorgehen	11
2.1 Digitalisierung der Klimadaten	11
2.2 Qualitätskontrolle der Klimadaten	12
2.2.1 Qualitätskontrolle Phase I (IACETH)	12
Qualitätskontrolle der Temperatur	12
Qualitätskontrolle des Niederschlags.....	14
2.2.2 Qualitätskontrolle Phase II (MeteoSchweiz)	14
Qualitätskontrolle der Temperatur	14
Qualitätskontrolle des Niederschlags.....	14
Qualitätskontrolle der Sonnenscheindauer	15
2.3 Interpolation von Lücken	17
2.4 Homogenisierung der Messreihen	17
2.5 Priorisierung der Homogenisierungsarbeiten.....	18
3 Resultate und Anwendungen	19
3.1 Temperatur.....	19
Trendanalyse der Maximum-Temperaturen.....	19
Zeitlicher Verlauf von Maximum vs. Mittel-Temperaturen	20
Paradoxon Eistage	21
Längste Schweizer Temperaturmessreihen	22
3.2 Niederschlag	26
3.3 Sonnenscheindauer	26
4 Ausblick	28
5 Referenzen	29
Anhang A	31
Anhang B	39
Anhang C	47
Anhang D	48

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Seit rund 130 Jahren stellt das Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz die landesweite und systematische Messung von bodennahen Klimamessgrössen sicher. Vereinzelt Schweizer Klimamessreihen gehen sogar bis ins 18. Jahrhundert zurück. Ein wichtiger Teil dieser historischen Klimadaten befindet sich nach wie vor auf Papier in den Archiven und ist nicht in der Datenbank der MeteoSchweiz (Data Warehouse, DWH) vorhanden und für den Kunden abrufbar. Eine quantitative Übersicht über die gesamte Menge der nicht digital vorhandenen Klimadaten ist nicht vorhanden. Anhaltspunkte für eine gesamtschweizerische Abschätzung kann aber die verfügbare Analyse für den Kt. Zürich liefern (vgl. Abbildung 1). Vor allem die Lücken vor 1960 sind demnach relativ gross. Zwischen 1900-1960 sind über 30%, vor 1900 sogar teilweise über 80% der Klimadaten nicht elektronisch verfügbar.

Entsprechend sind auch viele historische Klimadaten des Swiss National Basic Climatological Network (Swiss NBCN) noch nicht digital verfügbar. Das Swiss NBCN wurde im Jahre 2007 von MeteoSchweiz definiert (Begert et al., 2007) und fasst die längsten und repräsentativsten Klimamessreihen der Schweiz zusammen. Aktuell beinhaltet das Messnetz 29 Klimastationen mit verschiedenen Parametern (z.B. Temperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer) und zusätzlich 46 ergänzende Niederschlagsstationen (Begert, 2008). Das Swiss NBCN soll als einheitliche Grundlage für die Interpretation der Klimaänderung dienen. Für diese Aufgabe sind homogene Klimareihen notwendig, denn nur homogene Reihen zeigen in den verschiedenen Regionen der Schweiz die örtliche Klimaentwicklung in der Vergangenheit und unterstützen Aussagen über den Klimaverlauf in der Zukunft. Beim Homogenisieren werden nicht-klimatologische Einflüsse, die im Laufe der Jahrzehnte durch Veränderungen in den Messbedingungen (z.B. Standortverschiebung, Instrumentenwechsel) entstanden sind, in den Datenreihen lokalisiert und bereinigt.

DigiHom leistet einen wesentlichen Beitrag historische Klimadaten des Swiss NBCN zu digitalisieren und zu homogenisieren. Die MeteoSchweiz erfüllt damit auch ihren Auftrag die Klimaänderung in der Schweiz zu dokumentieren und analysieren und die Resultate der Bevölkerung, den Behörden, der Politik, der Wissenschaft und der Wirtschaft zugänglich zu machen.

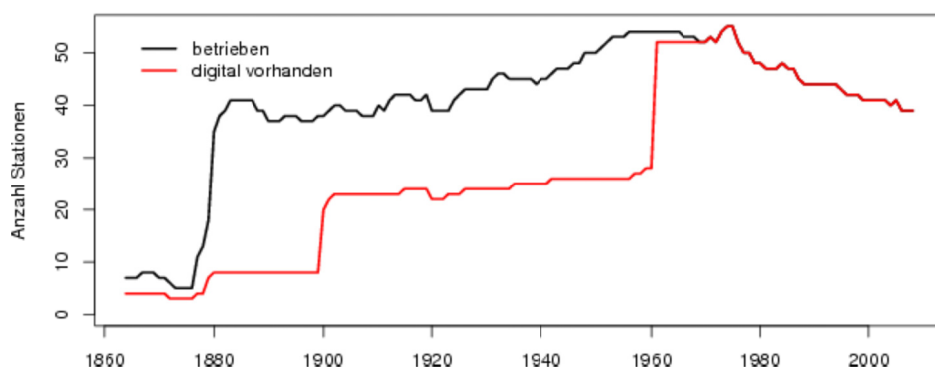


Abbildung 1: Das Beispiel von Niederschlagsdaten aus dem Kanton Zürich. Es sind die betriebenen Stationen (schwarz) und die davon digital vorhandenen Daten des Niederschlags-Messnetzes im Kanton Zürich (rot).

1.2 Ziele

Im Rahmen von DigiHom werden folgende Ziele verfolgt:

- Die wichtigsten Messgrössen (mittlere, maximale und minimale Temperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer) der 29 Swiss NBCN Klimastationen stehen zurück bis an deren Messbeginn elektronisch und homogen für Forschung, Wirtschaft und Öffentlichkeit zur Verfügung.
- Die 46 als Ergänzung zum Swiss NBCN definierten Niederschlagsstationen (NBCN-P) sind ebenfalls ab deren Messbeginn digital und homogen verfügbar.
- 75 zusätzliche Niederschlagsmessreihen sind ab 1901 digital verfügbar, diese werden für Starkniederschlagsanalysen, Extremwertstatistiken und für die Gitterung von Datensätzen benötigt.
- Bei 3 Swiss NBCN Klimastationen – Basel, Genf und Col du Grand St-Bernard – sind die wichtigsten Parameter bis zurück bis ins 18. Jahrhundert digital verfügbar.

1.3 Datengrundlage

Im Rahmen von DigiHom werden die wichtigsten Messgrössen des Swiss NBCN zurück bis an deren Messbeginn (meist 1864) digitalisiert und homogenisiert. Digitalisiert werden dabei folgende Einzelmessungen:

- 3 Messwerte (Morgen, Mittag, Abend) pro Tag für die Temperatur
- 1 Messwert pro Tag für die Minimum- und Maximum-Temperatur (Tages-Maximum bzw. -Minimum) sowie für den Niederschlag und die Sonnenscheindauer (Tagessummen)

Bei den drei Klimastationen Basel, Genève und Grand-St-Bernard werden die Daten auch vor 1864 digital erfasst. Weiter werden im Vorhaben 75 zusätzliche Niederschlagsstationen für verschiedene Anwendungen digitalisiert (Abb. 2). Die Tabellen 1 und 2 geben eine Übersicht über die Anzahl digitalisierter und homogenisierter Stationsjahre sowie dem daraus ableitbaren Umfang an Messwerten. Die tatsächliche Menge an digitalisierten Messwerten ist etwas kleiner, da Messlücken in der Auswertung nicht berücksichtigt sind. Im Vorhaben DigiHom wurden insgesamt über 3 Millionen Datenwerte elektronisch neu verfügbar gemacht.

Das Swiss NBCN deckt die Schweiz für Aussagen zur Klimaentwicklung vollständig ab. Nicht berücksichtigt sind jedoch die Stationen, welche relevant sind für klimatologische Aussagen zu Extremwerten, zur Berechnung von klimatologischen Gitterkarten für die Schweiz und zur Beschreibung des regionalen Klimas. Im Vorhaben sind auch nicht alle verfügbaren Parameter berücksichtigt. Es werden aus Kosten/Nutzen-Sicht nur die momentan wichtigsten Klimagrössen wie mittlere, maximale und minimale Temperatur, Niederschlag sowie Sonnenscheindauer behandelt. Weitere Parameter, welche lange Reihen aufweisen und als wichtig gelten, sind Bewölkung, Feuchtigkeit, Druck und Schnee. Zum Thema Schnee wurde im Jahr 2010 der MeteoSchweiz Arbeitsbericht „Die langen Schneemessreihen der Schweiz - Eine basisklimatologische Netzanalyse und Bestimmung besonders wertvoller Stationen mit Messbeginn vor 1961“ publiziert (Wüthrich et al., 2010).

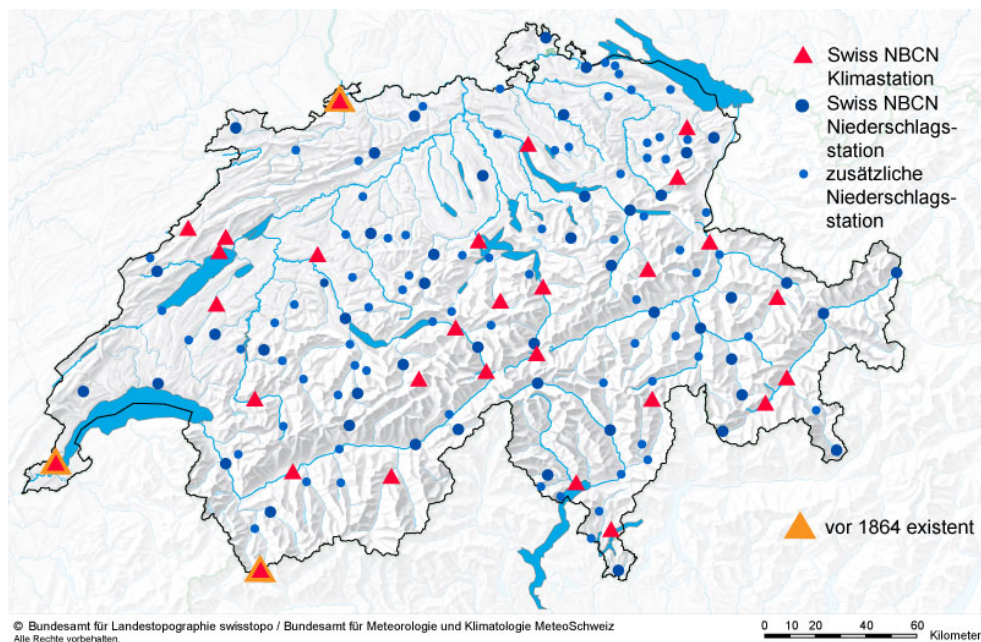


Abbildung 2: Die 29 Swiss NBCN Klimastationen, die 46 ergänzenden Swiss NBCN Niederschlagsstationen sowie weitere 75 Niederschlagsstationen. Basel, Genf und der Col du Grand St-Bernard werden auch vor 1864 digitalisiert.

Tabelle 1: Übersicht über die Anzahl in DigiHom digitalisierter Jahre pro Parameter und Stationsgruppe sowie deren Umrechnung in neu verfügbare Messwerte. Bei der Umrechnung sind allfällige Messlücken nicht berücksichtigt.

	Tmean	Tmax	Tmin	Niederschlag	Sonnenschein	Total
29 Swiss NBCN Klimastationen	948	177	282	565	55	2027
46 Swiss NBCN Niederschlagsstationen	-	-	-	1'431	-	1'431
75 zusätzliche Niederschlagsstationen	-	-	-	4'315	-	4'315
3 lange Reihen vor 1864	207	-	-	207	-	414
Total Jahre	1155	177	282	6'518	55	8'187
Total Messwerte	1.26 Mio	0.06 Mio	0.10 Mio	2.38 Mio	0.02 Mio	3.82 Mio

Tabelle 2: Übersicht über die Anzahl homogenisierter Jahre pro Parameter in DigiHom. Die Anzahl einzelner Parameter kann deutlich höher sein als die Anzahl der zu digitalisierenden Parameter, da einige schon vor DigiHom digital vorhanden waren.

	Tmean	Tmax	Tmin	Niederschlag	Sonnenschein	Total
29 Swiss NBCN Klimastationen	1'322	1'393	1'647	1'331	1'158	6'851
46 Swiss NBCN Niederschlagsstationen	-	-	-	3'755	-	3'755
75 zusätzliche Niederschlagsstationen	-	-	-	-	-	0
3 lange Reihen vor 1864	-	-	-	-	-	0
Total Jahre	1'322	1'393	1'647	5'086	1'158	10'606

1.4 Phasen von DigiHom

Das Vorhaben DigiHom wurde inhaltlich und zeitlich in drei Phasen unterteilt:

1. Phase

Digitalisierung und Homogenisierung der wichtigsten Datenreihen aus dem Swiss NBCN (vgl. Anhang A). Dieser wird in externe und interne Arbeiten aufgeteilt:

- **Externer Teil:** Digitalisierung und erste Qualitätstests der Klimadaten an der ETH Zürich (Institut für Atmosphäre und Klima, IACETH) unter der Leitung von Prof. Dr. S. Brönnimann (heute Universität Bern).
Die Gruppe von Prof. Stefan Brönnimann hat grosse Erfahrung und ein internationales Ansehen bei der Digitalisierung von historischen Klimadaten (Brönnimann et al., 2006; Brönnimann et al., 2008; Brönnimann, 2009; Ewen et al., 2008; Grant et al., 2009; Staehlin et al. 2009; Vogler et al., 2007).
- **Interner Teil:** Datenqualitätskontrolle und Homogenisierung an der MeteoSchweiz im Prozess Klimadienste.

2. Phase

Digitalisierung zusätzlicher Niederschlagsreihen (vgl. Anhang B). Ein Teil dieser Niederschlagsreihen (46 Swiss NBCN Niederschlagsstationen) wird homogenisiert. Die Digitalisierungsarbeiten erfolgen wie in der 1. Phase am IACETH, während die Homogenisierungsarbeiten an der MeteoSchweiz durchgeführt werden.

3. Phase

Aufgrund der einmaligen Datengrundlage der Stationen Basel, Genf und Col du Grand St-Bernard werden diese Messdaten bis Messbeginn (vor 1864) digitalisiert (vgl. Anhang C).

1.5 Grössere Digitalisierungsprojekte seit 1990 an der MeteoSchweiz

Seit Inbetriebnahme der ersten Klimadatenbank von MeteoSchweiz in den 1970er Jahren an der ETH Zürich wurden immer wieder grössere und kleinere Anstrengungen unternommen, Messdaten zu digitalisieren und in der Datenbank zur Verfügung zu stellen. Im Fokus standen in dieser ersten Zeit Datenreihen aus dem 20. Jhd. Ab 1990 wurde in verschiedenen Projekten auch Messdaten vor 1900 systematisch erfasst. Im Folgenden sind die drei wichtigsten Digitalisierungsarbeiten dieser Zeit kurz vorgestellt:

- **Klima90:** Im Rahmen des MeteoSchweiz Projekts Klima90 zur Homogenisierung und Normwertberechnung in der Periode 1961 bis 1990 wurden fehlende Messdaten zurück bis 1959 digitalisiert (Aschwanden et al., 1996). Die dabei entwickelte Software zur Datenerfassung wurde

ebenfalls im Projekt NFP31 verwendet (vgl. nächsten Punkt). In Klima90 wurden alle verfügbaren Messgrößen von total 1500 Monaten und 25 verschiedenen Klimastationen rückerfasst. Die Daten gelangten bereits während des Projekts in die Datenbank der MeteoSchweiz.

- **NFP31:** Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms „Klimaänderung und Naturkatastrophen“ (NFP 31; 1991-1998) wurden Messwerte von 12 Klimastationen bis 1864 zurück digitalisiert. Dabei wurden alle verfügbaren Messgrößen von rund 6900 Monaten rückerfasst (Doctor, 1995). Die Daten gelangten während des Projekts NORM90 in die Datenbank der MeteoSchweiz.
- **Scanner:** Im Rahmen des MeteoSchweiz Projekts „Scanner“ wurden zwischen 1993 und 1997 Klimadaten der Periode 1864 bis 1960 aus verschiedenen Publikationen (Maurer et al. (1909), Schüepp (1961, 1962), Uttinger (1965)) der MeteoSchweiz mit Scanner und Texterkennungsprogramm digitalisiert. Dabei konnten für 50 Stationen die verfügbaren Monatswerte der Temperatur (Mittel, abs. Extrema), des Niederschlags (Summe, Tage mit Niederschlag, Tage mit Schnee), der Bewölkung, des Luftdrucks (Mittel, abs. Extrema) und der Sonnenscheindauer erfasst werden. Zusätzlich wurden von 33 Stationen Termin- und Tageswerte verschiedener Parameter (v.a. Niederschlag) der Periode 1864 bis 1900 aus Annalen und Originalaufzeichnungen (Schwarze Bände, Witterungstabellen) digitalisiert. Ein Teil der Daten gelangte während des Projekts NORM90 in die Datenbank der MeteoSchweiz, ein zweiter Teil wurde im Rahmen des Vorhabens DigiHom dort abgelegt.

2 Vorgehen

2.1 Digitalisierung der Klimadaten

Die Digitalisierungsarbeiten wurden an der ETH Zürich durchgeführt. Als Vorbereitung für die eigentliche Digitalisierung wurden alle nötigen Bücher (Schwarze Bände) und Dokumente zuerst fotografiert (Abb. 3) oder gescannt. Von den am Bundesarchiv verfügbaren Mikrofichen der historischen Klimadaten (Schwarze Bände) wurde im Vorhaben kein Gebrauch gemacht.

Das Fotografieren und Scannen der Dokumente hat zwei Vorteile:

- Einfache Sicherung der historischen Dokumente (ausgewählte Parameter) in einem digitalen Format. Obwohl diese Fotos nicht als Ersatz für die Schwarzen Bände angesehen werden können, dienen sie während des Vorhabens als Arbeitsmittel.
 - Im Vorhaben wurde der Fokus auf die Parameter Temperatur (Termine, Minimum, Maximum) und den Niederschlag gelegt. Die Fotos wurden hauptsächlich für diese Parameter erstellt. Zusätzlich Parameter können fehlen.
 - In den Schwarzen Bänden sind sowohl die so genannten Originaltabellen als auch die reduzierten Tabellen vorhanden. Im Vorhaben wurden nur die einen oder die anderen dieser Tabelle digitalisiert und fotografiert.
 - Es hat sich herausgestellt, dass sich wichtige/interessante und relevante Informationen zur Stationsgeschichte auf der Vorderseite der in den Schwarzen Bänden gebundenen Tabellen befinden. Diese Seiten wurden nicht fotografiert.
- Schonung der Bücher, da für die Digitalisierung nur Kopien der fotografierten Versionen verwendet wurden.

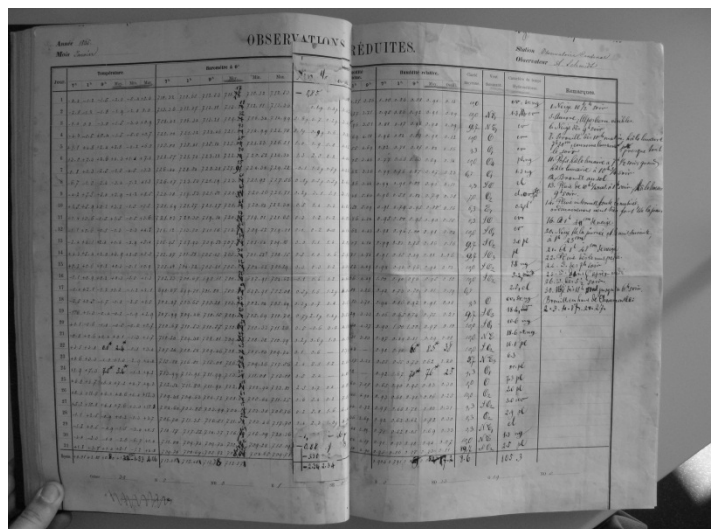
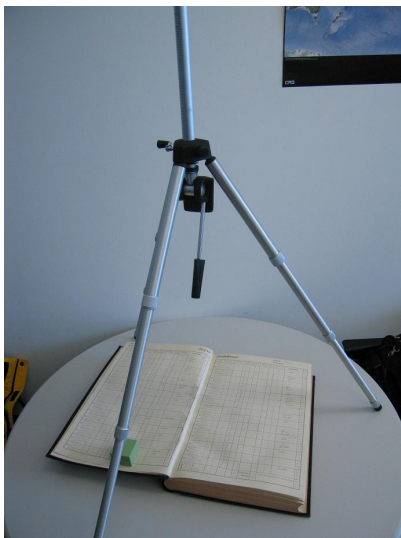


Abbildung 3: Apparatur der ETH Zürich für die Fotoaufnahmen der historischen Aufzeichnungen von MeteoSchweiz (links) und typisches Beispiel einer zu digitalisierenden Seite aus einem Archivband (rechts). Die historische Schrift, die vielen Kommentare und die vielen Korrekturen machen die Digitalisierung sehr aufwändig.

Für die Digitalisierung waren rund 25 Studierende beschäftigt, bei denen die meisten über einen längeren Zeitraum digitalisiert haben. Es wurden systematisch ca. 3 Millionen Werte aus den historischen Aufzeichnungen von MeteoSchweiz digitalisiert. Die Studierenden haben 10 Jahresblöcke erhalten, bei denen sie jeweils alle erforderlichen Parameter in eine vorgegebene Maske abtippen mussten. Trotz standardisiertem Ablauf, war es

nicht zu vermeiden, dass einzelne Schwierigkeiten bei der Digitalisierung aufgetreten sind. Eine Auswahl ist nachfolgend aufgelistet:

- falsche Kolonne digitalisiert (z.B. minimale Temperatur anstatt die Morgentemperatur)
- zweimal den gleichen Monat hintereinander abgetippt
- das Minuszeichen vergessen
- Ziffern falsch gelesen (z.B. 3 und 9 verwechselt)
- Ziffern vergessen (z.B. 11 anstatt 110)
- Komma vergessen (z.B. 27 anstatt 2.7)
- die mit Bleistift geschriebenen Werte nicht digitalisiert
- beim Niederschlag den letzten Wert des Monats, der z.T. unten separiert steht, nicht abgetippt
- Niederschlagstage vergessen zu digitalisieren (z.B. halbe Monate, einzelne Tage)
- beim Abtippen um einen Tag verrutscht
- willkürlich Niederschlagstage zusammengezählt und eine Sammelmessung daraus gemacht
- wenn die Niederschlagsmenge nicht brauchbar war, 0 anstatt nichts bzw. NA digitalisiert
- reduzierte anstatt originale Werte aus den Archivbüchern abgetippt
- schwarz-weiss Aufnahmen waren z.T. nicht gut leserlich oder verfälschten die Werte (z.B. waren bei Bad Ragaz negative Temperaturen in rot und ohne Minuszeichen dargestellt, was nicht sichtbar war)

2.2 Qualitätskontrolle der Klimadaten

Die Qualitätskontrolle der digitalisierten Messwerte war in zwei Phasen mit unterschiedlicher Verantwortung unterteilt. In einer ersten Phase wurden die Daten der NBCN Klimastationen nach der Digitalisierung ein erstes Mal am IACETH grob und nicht-systematisch auf Plausibilität getestet. Dabei sollte eine Fehlerrate von 2% nicht überschritten werden. Bei den 46 Swiss NBCN Niederschlagsstationen und den 75 zusätzlichen Niederschlagsstationen war eine detaillierte Qualitätskontrolle seitens des IACETH vertraglich nicht vorgesehen. Diese Datenqualitätskontrolle wurde von MeteoSchweiz übernommen.

2.2.1 Qualitätskontrolle Phase I (IACETH)

Bei der Plausibilitätskontrolle der 29 Swiss NBCN Klimastationen wurden die Parameter mittlere Temperatur und Niederschlag kontrolliert. Die beiden Parameter wurden nicht systematisch und abschliessend betrachtet. Es wurden keine Plausibilitätskontrollen für Sonnenscheindauer, Maximum- und Minimum-Temperatur gemacht. Aufgrund der Tatsache, dass es sich um eine historische Datenquelle handelt, war die Datenqualitätskontrolle entsprechend schwierig. Mit dieser Gegebenheit ist es nicht möglich, bei sinnvoller Kosten/Nutzen-Abschätzung eine total fehlerfreie Datenqualität zu erhalten. Konkret wurden folgende Kontrollen für die mittlere Temperatur und den Niederschlag angewendet:

Qualitätskontrolle der Temperatur

Plausible Maximalwerte: Die höchsten Temperaturwerte der digitalisierten Periode einer Station wurden automatisch detektiert. Anschliessend wurden diese Werte manuell auf Plausibilität getestet und nötigenfalls mit den Fotoaufnahmen richtig digitalisiert.

Wiederholungen von Monaten: Doppelt digitalisierte Monate wurden automatisch detektiert. Es kam vor, dass zum Beispiel die Werte vom Januar 1867 auch in die Maske des Februars 1867 abgetippt wurden. Mit einer Nachdigitalisierung konnten diese Digitalisierungsfehler behoben werden.

Tageszeitdifferenzen: Anhand von Zeitreihengraphiken, welche die Differenz zweier zu verschiedenen Tageszeiten gemessenen Temperaturen der gleichen Station darstellt, wurden einzelne Ausreisser detektiert. Als Beispiel zeigt Abbildung 4 die Station Chaumont im Januar, bei welcher die Differenz zwischen der Abend- und der Mittagstemperatur dargestellt wird und dabei einen typischen Digitalisierungsfehler bei 30°C aufweist.

Vergleich mit Referenzstationen: Die Temperatur einer Station wurde gegen die Temperatur einer Referenzstation aufgezeichnet. In Tabelle 6 (im Anhang D) ist ersichtlich, welche Station mit welcher Referenzstation verglichen wurde. Als anschauliches Beispiel dazu dient die Abbildung 5, bei der die Mittagstemperatur vom Juli in Luzern mit der Mittagstemperatur der Station Engelberg aufgezeichnet wurde. Dabei ist ein Ausreisser zu erkennen, der manuell korrigiert wurde.

Residuen: Ein Residuum ist die Abweichung von einem Wert im Vergleich zu einem bestimmten Referenzwert. Als unplausibel wurden grosse Abweichungen definiert und dementsprechend auch korrigiert. Als Beispiel sind in Abbildung 6 die Residuen der Morgentemperatur von Altdorf dargestellt. Als Referenz dient in diesem Fall das Mittel zwischen der Morgen- und der Abendtemperatur von Altdorf. Es sind zwei Ausreisser zu erkennen, die manuell korrigiert werden mussten.

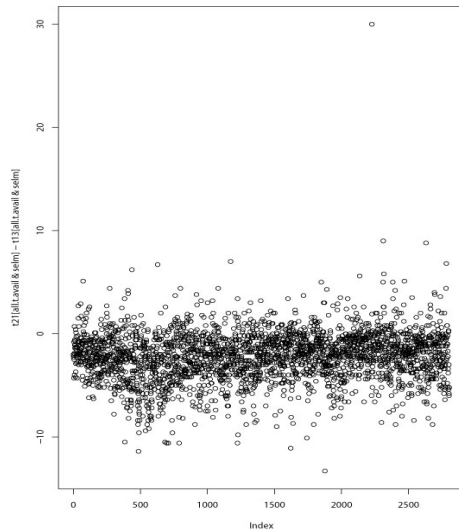


Abbildung 4: Zeitreihengraphik der Station Chaumont, bei der die Abendtemperatur von der Mittagtemperatur im Januar abgezogen wurde. Der Ausreisser bei ca. 30°C zeigt einen typischen Digitalisierungsfehler (Quelle: IACETH).

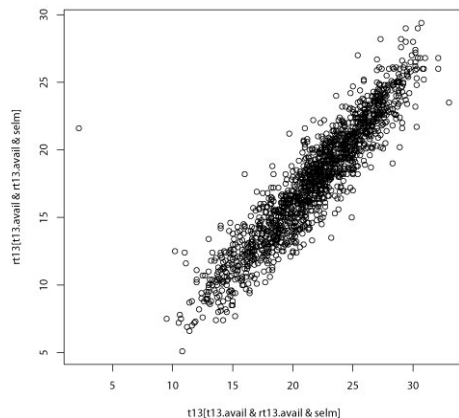


Abbildung 5: Mittagstemperatur im Juli von Luzern verglichen mit der Mittagtemperatur im Juli von Engelberg. Der Ausreisser ist ein Digitalisierungsfehler, bei dem eine Ziffer vergessen oder das Komma eine Stelle zu weit vorne gesetzt wurde (Quelle: IACETH).

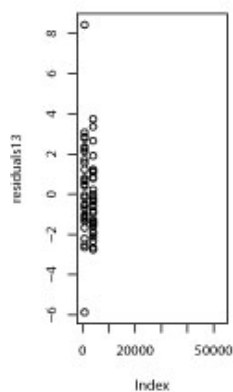


Abbildung 6: Residuen der Morgentemperatur von Altdorf. Es sind zwei Ausreisser zu erkennen, welche unplausible Abweichungen von -6°C und 8°C zwischen der Mittagtemperatur und dem Mittel von Morgen- und Abendtemperatur aufweisen (Quelle: IACETH).

Moving Window Statistik: Dieser Test zeigt an, ob räumliche Abhängigkeiten vorhanden sind. Dabei wurde ein Fenster definierter Grösse und Form um je eine Fensterbreite über die Daten hinweg bewegt. Alle Daten, die sich

unter dem Fensterausschnitt befanden, wurden statistisch zusammengefasst. Waren einzelne Ausreisser zu erkennen, wurde diese manuell korrigiert.

Qualitätskontrolle des Niederschlags

Plausible Maximalwerte: Werte beim Niederschlag über 200 mm pro Tag wurden automatisch detektiert. Die detektierten Werte wurden manuell auf Plausibilität getestet und nötigenfalls mit den Fotoaufnahmen richtig digitalisiert.

2.2.2 Qualitätskontrolle Phase II (MeteoSchweiz)

Es hat sich herausgestellt, dass trotz der ersten Datenqualitätskontrolle noch etliche Fehler in den Daten festzustellen waren. Aufgrund der Tatsache, dass diese Daten an der MeteoSchweiz zum Beispiel für Rekordwerte, Klimaauskünfte und weitere Anwendungen verwendet werden, wurde beschlossen die Daten einer zusätzlichen, ausführlichen Qualitätsprüfung zu unterziehen.

Qualitätskontrolle der Temperatur

Verteilungsfunktion: Mit einer Verteilungsfunktion konnten die letzten unplausiblen Ausreisser bei den Terminwerten detektiert und manuell korrigiert werden. Mit dieser Qualitätsprüfung konnten aber zum Beispiel vergessene Minuszeichen nicht auffindig gemacht werden. In Abbildung 8 ist als Beispiel die Verteilung der Morgentemperatur von Davos zwischen 1867 – 1900 sichtbar. Für die Qualitätskontrolle der Minimum- und Maximum-Tagestemperatur wurde ebenfalls die Verteilung der Werte angeschaut.

Terminwertverletzung: Es wurde kontrolliert, ob der maximale Temperaturwert eines Tages höher lag als die vier während 24 Stunden gemessenen Terminwerte bzw. das Tagesminimum tiefer lag (Anhang D, Tab. 7). Anschliessend wurde jeder einzelnen Terminwertverletzung (rund 4000) nachgegangen, wobei sich herausstellte, dass eine Nachdigitalisierung bei St. Gallen und Locarno-Muralto aufgrund vieler Digitalisierungsfehler unumgänglich war. Die Station Chaumont, welche die meisten Terminwertverletzungen hatte, wurde zurückgestellt. Bei dieser Station waren die Terminwertverletzungen grösstenteils nicht durch Digitalisierungsfehler bedingt, sondern mit stationsinternen Problemen behaftet.

Vergleich mit Monatswerten: Eine weitere wertvolle Quelle für Qualitätskontrollen waren die bereits zum Teil in der Datenbank (DWH) verfügbaren Monatswerte der mittleren Temperatur (Anhang D, Tab. 8). Die digitalisierten Terminwerte wurden zu Monatswerten aggregiert. Anschliessend wurde die Differenz der beiden Monatswerte (DWH Werte und neu digitalisierte Werte) berechnet. Alle Differenzen, welche grösser als 0.5°C (11.7 % oder 694 Fälle) wurden angeschaut. Zum Teil wurden auch Differenzen, die kleiner gleich 0.5°C angesehen und bereinigt. In den meisten Fällen waren es Digitalisierungsfehler, welche zu einem Unterschied führten. Einzelne Ungereimtheiten stammten auch aus den fehlerhaften DWH-Monatswerten, welche zu einem früheren Zeitpunkt aus den *Annalen der MeteoSchweiz* digitalisiert worden waren. Es scheint in früheren Jahren vorgekommen zu sein, dass beim Übertrag von den Schwarzen Bänden in die Annalen die Monatswerte falsch berechnet worden sind. Der Vergleich zeigte auch systematische Differenzen von einigen Zehntelgraden, die damit zusammenhängen, dass an den bereits im DWH vorhandenen Monatswerten Korrekturen angebracht sind, die durch periodische Nullpunktüberprüfungen der Quecksilberthermometer ermittelt worden waren. Diese Differenzen bleiben bestehen, bzw. die neu im DWH verfügbaren originalen Monatswerte der Temperatur können leicht von den bisherigen Monatswerten abweichen. Bei den bereits homogenisierten Messreihen (Château-d'Oex, Chaumont, Davos, Engelberg) muss die Homogenisierung entsprechend angepasst werden.

Qualitätskontrolle des Niederschlags

Vergleich mit Referenzreihe: Für die Plausibilität des Niederschlags wurden Referenzreihen gewählt. Es war dabei wichtig zu kontrollieren, ob es eine Verschiebung in der Grösse eines Tages zwischen den beiden Reihen gab. Das konnte vorkommen, da die Beobachter früher den Niederschlag verschieden notiert hatten. Die einen hatten es nach heutigem System gemacht, d.h. sie hatten die Menge am Vortag eingeschrieben, die anderen hatten den am Morgen gemessenen Niederschlag gleichentags eingetragen. Mit einem Algorithmus, welche in

den beiden Reihen die Perioden ohne Niederschlag verglichen, konnte ein solcher Versatz ersichtlich gemacht werden. Das Beispiel in Abbildung 9 zeigt Davos, welche unter anderem mit der Reihe von Zürich / Fluntern verglichen wurde und keinen Versatz in den Jahren 1867 bis 1900 aufzeigt.

Auch die absoluten täglichen Unterschiede zwischen der ausgewählten Station und den Referenzreihen wurden analysiert. Dabei wurden alle täglichen Differenzen von mehr als 20 mm betrachtet. Die meisten Unterschiede befanden sich im normalen Bereich. Pro Station wurde immer mit mehreren Referenzreihen gearbeitet, um eine möglichst gute Qualität sicherzustellen. Bei der Analyse und Auswertung der Resultate galt es zu bedenken, dass es im 19. Jahrhundert schwierig war, in unmittelbarer Nähe Referenzreihen zu finden. Dies erklärt zum Teil die vielen Differenzen über 20 mm. In Abbildung 7 ist das Beispiel Davos verglichen mit der Referenzreihe Zürich / Fluntern in der Periode 1867 bis 1900 zu sehen. Es gibt 628 Tage, bei denen die Differenz grösser als 20mm ist.

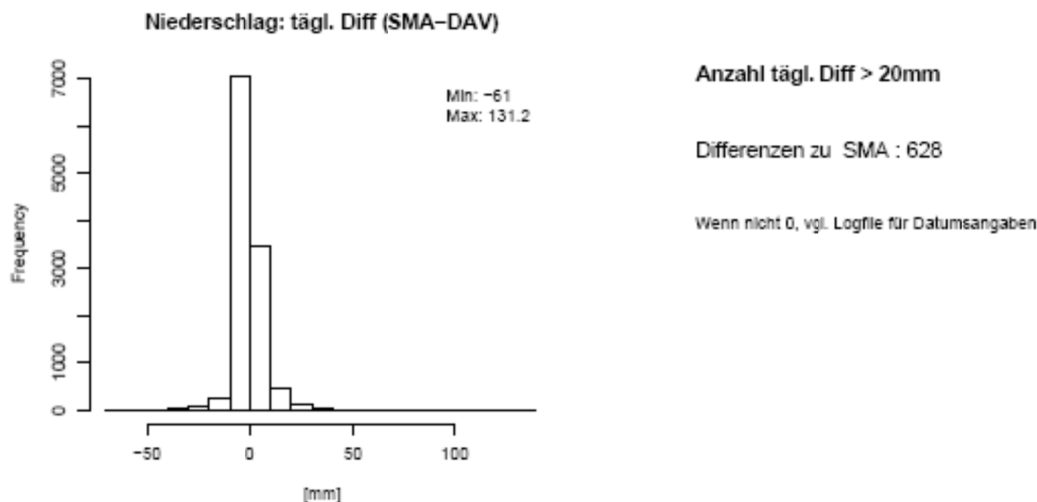


Abbildung 7: Die Verteilung der absoluten Niederschlagsdifferenzen zwischen Davos und der Referenzstation Zürich / Fluntern in der Periode 1867 bis 1900.

Vergleich mit Monatswerten: Die digitalisierten Tageswerte wurden zu Monatswerten aggregiert. Anschliessend wurde die Differenz der beiden Monatswerte (DWH Werte und neu digitalisierte Werte) gerechnet. Alle Differenzen, welche beim Niederschlag grösser als 10 mm (8% oder 227 Fälle) waren, wurden angeschaut. Zum Teil wurden auch kleinere Differenzen als 10 mm bereinigt. In den meisten Fällen waren es Digitalisierungsfehler, welche zu einem Unterschied führten. Einzelne Fehler stammten auch aus den fehlerhaften DWH-Monatswerten, welche zu einem früheren Zeitpunkt aus den Annalen digitalisiert worden waren. Es scheint in früheren Jahren vorgekommen zu sein, dass beim Übertrag von den Schwarzen Bänden in die Annalen die Monatswerte falsch zusammengezählt worden sind.

Automatische räumliche Datenqualitätskontrolle: Eine systemmatische, räumliche Plausibilitätsprüfung aller in DigiHom digitalisierten Niederschlagsdaten wurde noch nicht durchgeführt. Diese Arbeiten sind ausserhalb DigiHom geplant.

Qualitätskontrolle der Sonnenscheindauer

Verteilungsfunktion: Mit einer Verteilungsfunktion wurden bei der Sonnenscheindauer unplausible Ausreisser detektiert und manuell korrigiert. Dabei wurde darauf geachtet, dass keine Werte über 15 Stunden in den Daten vorhanden waren. In Abbildung 10 ist das Beispiel einer Verteilung der Station Davos zwischen 1884 und 1900 ersichtlich.

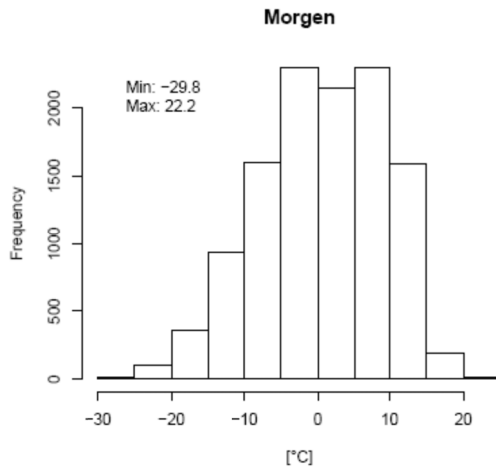


Abbildung 8: Verteilung der Morgentemperatur-Terminwerte von Davos zwischen 1867 und 1900. Es sind keine Ausreisser zu erkennen.

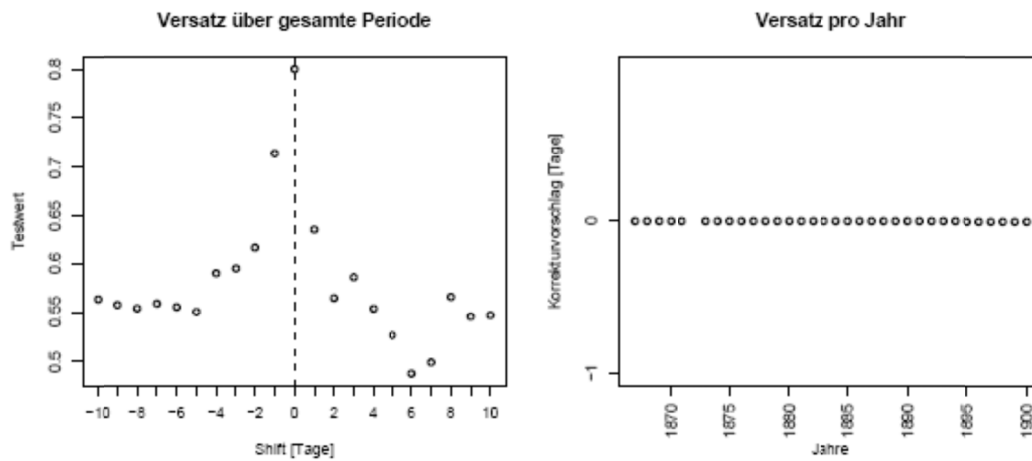


Abbildung 9: Der Versatz der Niederschlagstage über die ganze gewählte Periode (links) und der Versatz für jedes einzelne Jahr (rechts) beim Beispiel Davos von 1867 bis 1900. Es ist zu sehen, dass es keine Verschiebung um einen oder mehrere Tage gibt.

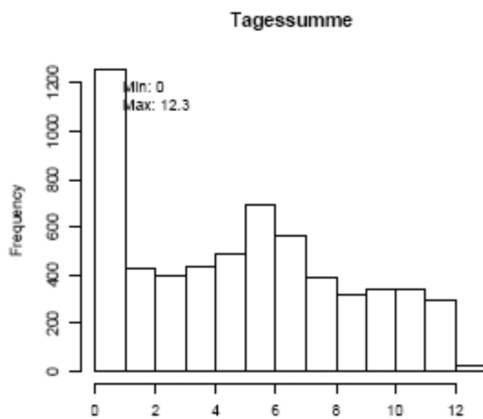


Abbildung 10: Verteilung der absoluten Sonnenscheindauer (in h) der Station Davos zwischen 1884 und 1900. Es sind keine unplausiblen Werte zu erkennen.

2.3 Interpolation von Lücken

Das Datenbearbeitungskonzept von MeteoSchweiz sieht vor, dass Lücken in den Messreihen durch Interpolationen gefüllt werden. Je nach Länge der Lücken geschieht dies auf einer anderen Aggregierungsstufe (Bsp. eine Lücke von 1-10 Tagen wird auf Tagesstufe interpoliert; ab einer Lücke von 11 Tagen wird nur der Monatswert interpoliert).

Die Lücken in den digitalisierten Messreihen wurden gemäss diesen geltenden Regeln gefüllt. Methodisch wurden Regressionsansätze und räumliche Überlegungen verwendet. Bei den Temperaturparametern wurden fehlende Werte zudem via Höhengradient bestimmt, sofern genügend geeignete Nachbarstationen verfügbar waren. Beim Niederschlag wurden neben der Interpolation von fehlenden Tagessummen auch die Sammelmessungen auf die entsprechenden Tage verteilt. Die verwendete Methode bedient sich der gut korrelierenden Nachbarstationen und verteilt die Sammelmessungen im Verhältnis der dort gefallenen Niederschlagsmengen. Die angewandten Methoden werden auch im operationellen Betrieb von MeteoSchweiz verwendet.

Im Rahmen der Homogenisierung wurden und werden historisch Lücken bis zu einem Jahr auf Monatsstufe interpoliert. Das primäre Ziel dabei ist, den Benutzern der langen, homogenen Reihen möglichst vollständige Messreihen zur Verfügung stellen zu können. Zudem vereinfachen vollständige Datenreihen die Homogenisierungsarbeit, weil einige Tests darauf angewiesen sind und weniger Arbeitsschritte notwendig sind.

2.4 Homogenisierung der Messreihen

Für die Homogenisierung wird das Softwarepaket THOMAS (Tool for Homogenization of Monthly Data Series) verwendet. Die Software wurde im Rahmen des Projekts NORM90 entwickelt, ist direkt ans Data Warehouse System von MeteoSchweiz angebunden und vereinigt alle Schritte, die zur Homogenisierung von Messreihen auf Monatsstufe nötig sind (Begert et al., 2003).

Das Vorgehen der Homogenisierung von Klimareihen kann in mehrere Stufen unterteilt werden (Abb. 11). In einem ersten Schritt erfolgt das Bilden von geeigneten Referenzreihen, mit denen die Kandidatenreihe auf Inhomogenitäten statistisch getestet werden kann. Für das Auffinden von Inhomogenitäten spielt neben den Tests auch die Stationsgeschichte eine wichtige Rolle. Alle gefundenen Inhomogenitäten werden anschliessend einzeln beurteilt und nötigenfalls bereinigt. Die neue homogene Messreihe kann später als Referenzreihe für die Homogenisierung weiterer Kandidatenreihen beigezogen werden.

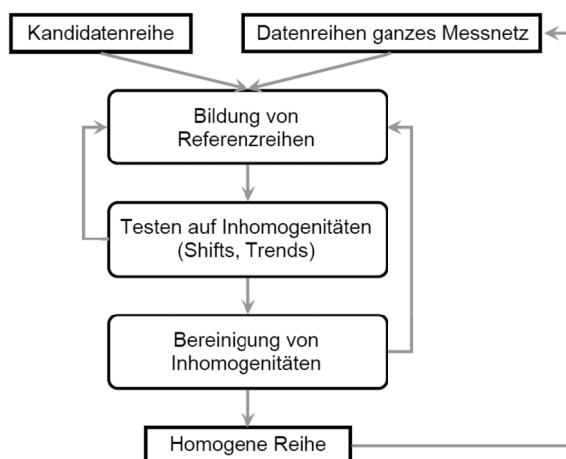


Abbildung 11: Schema des Homogenisierungsablaufs in THOMAS (Begert et al., 2003)

Die homogenen Messreihen wurden nach Abschluss der Homogenisierungsarbeit in den entsprechenden THOMAS-Tabellen des DWH abgelegt und auf Beginn eines neuen Jahres offiziellisiert. Ab diesem Zeitpunkt standen sie für alle Auszugstools zur Verfügung. Die zeitliche Verzögerung hat folgende Gründe:

- Nach Abschluss der Homogenisierungsarbeiten an einem Parameter wurden die resultierenden, homogenen Reihen auf räumliche Konsistenz geprüft und problematische Punkte der einzelnen Bearbeitungen allenfalls überarbeitet. Diese Schlusstests waren erst möglich, nachdem alle Reihen eines Parameters bearbeitet waren.
- Durch die Offizialisierung neuer homogener Reihen unter dem Jahr würden u.U. Inkonsistenzen zwischen Monats- und Jahresnormwerten eingeführt.

2.5 Priorisierung der Homogenisierungsarbeiten

Bei der Homogenisierung der 29 Swiss NBCN Stationen wurde die Maximum-Temperatur prioritär behandelt, um bei allfälligen Sommer-Rekordwerten die Grundlagen für Analysen und Auskünfte zur Verfügung zu haben. Ebenfalls wurde den Stationen des RBCN (Regional Basic Climate Network) hohe Priorität eingeräumt. Für Aussagen und Analysen über die nationale und globale Klimaentwicklung ist es wichtig, homogene Reihen der mittleren Temperatur als auch der minimalen und maximalen Temperatur zu Verfügung zu stellen (Tab. 3).

Zu Beginn der Homogenisierungsarbeiten konnte nicht nach der Prioritätenliste (vgl. Tab. 3) gearbeitet werden, da die maximale sowie die mittlere Temperatur noch nicht vollständig qualitätsgeprüft im DWH waren. Aus diesem Grunde wurden zuerst einzelne Swiss NBCN Niederschlagsstationen homogenisiert, weil diese früher qualitätsgeprüft im DWH vorhanden waren.

Tabelle 3: Prioritätenliste bei der Homogenisierung

Priorität	Parameter	Stationen	Zentral für...
1.	Maximum-Temperatur	Swiss NBCN	die Analyse und Auskunft von möglichen Temperaturrekorden im Sommer, Berechnung von Klimaindikatoren
2.	Mittlere Temperatur	Swiss NBCN	die Analyse der nationalen wie auch der globalen Klimaentwicklung.
3.	Niederschlag	Swiss NBCN	die Analyse der nationalen wie auch der globalen Klimaentwicklung.
4.	Minimum-Temperatur	Swiss NBCN	die Analyse der nationalen wie auch der globalen Klimaentwicklung (Veränderung Extremtemperaturen), Berechnung von Klimaindikatoren
5.	Sonnenscheindauer	Swiss NBCN	die Analyse der Entwicklung der Sonnenscheindauer.

3 Resultate und Anwendungen

Mit dem Vorhaben DigiHom wurde die Vielfalt der Klimaprojekte der MeteoSchweiz erweitert. Nachfolgend sind ausgewählte Beispiele einzelner Parameter dargestellt. Sie sollen als Grundlage dienen für weiterführende Arbeiten.

3.1 Temperatur

Die homogenen Reihen der Maximum-Temperatur waren vor DigiHom erst ab 1959 vorhanden. Neu werden diese – sofern gemessen – schon ab 1864 bereitgestellt. Zu beachten ist, dass Stationen wie zum Beispiel Segl-Maria oder der Col du Grand St-Bernard für längere Zeit keine Maximum-Temperatur gemessen haben (Abb. 12).

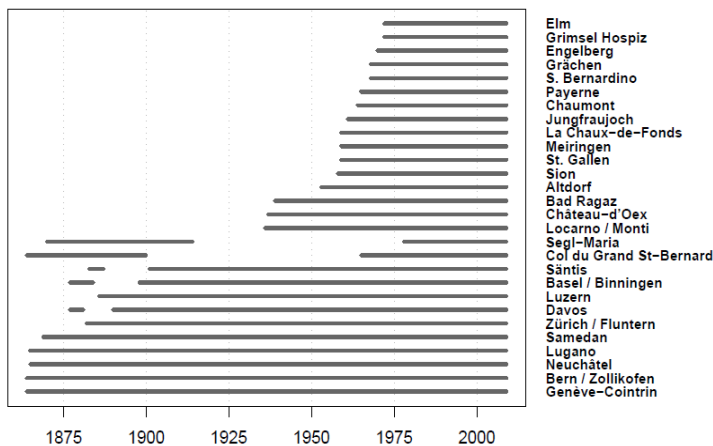


Abbildung 12: Die homogenen Swiss NBCN-Reihen der Maximum-Temperatur seit 1864.

Trendanalyse der Maximum-Temperaturen

Mit den Arbeiten in DigiHom ist es erstmals möglich, die Entwicklung der maximalen Temperaturen von 29 Schweizer Klimastationen seit Messbeginn zu analysieren. Am Beispiel der 10 Stationen mit Messreihen ab 1901 wurde eine Trendanalyse, aufgeteilt in die verschiedenen Saisons, erstellt (Abb. 13). Es zeigen sich bei allen Stationen signifikant positive Trends bei den Jahreswerten. Die Maximum-Temperaturen haben sich im Jahresmittel während den letzten 100 Jahren um ca. $1^{\circ}\text{C}/100$ Jahre erhöht. Die Zunahme scheint in höheren Lagen (Bsp. Säntis) eher stärker und auf der Alpensüdseite (Bsp. Lugano) eher schwächer zu sein. Die saisonalen Trends der Maximum-Temperaturen zeigen regional relativ starke Unterschiede. Auffällig ist das Fehlen von signifikanten sommerlichen Trends im östlichen Mittelland und die eher stärkere Zunahme in höheren Lagen in dieser Jahreszeit.

Abbildung 14 zeigt für die gleiche Stationsauswahl die Trends der mittleren jährlichen und saisonalen Temperatur seit 1901. Der Vergleich mit Abbildung 13 macht deutlich, dass die meisten jährlichen und saisonalen Trends der Mittel-Temperatur deutlich grösser sind als beim Maximum. Ausgeprägt ist dies im Mittelland, wo die mittleren jährlichen Temperaturen rund $0.5^{\circ}/100$ Jahre stärker angestiegen sind als die Maximum-Temperaturen. Zu einem sehr ähnlichen Resultat kam Rebetez (2008) in einer Analyse der Temperaturmessreihen von Neuchâtel. Das Resultat bestätigt sich nun für das gesamte Mittelland. In höheren Lagen und auf der Alpensüdseite ist der Vergleich nicht mehr so eindeutig und in Einzelfällen sind die Trends der Maximum-Temperaturen auch grösser (Bsp. Frühling in Lugano und auf dem Säntis).

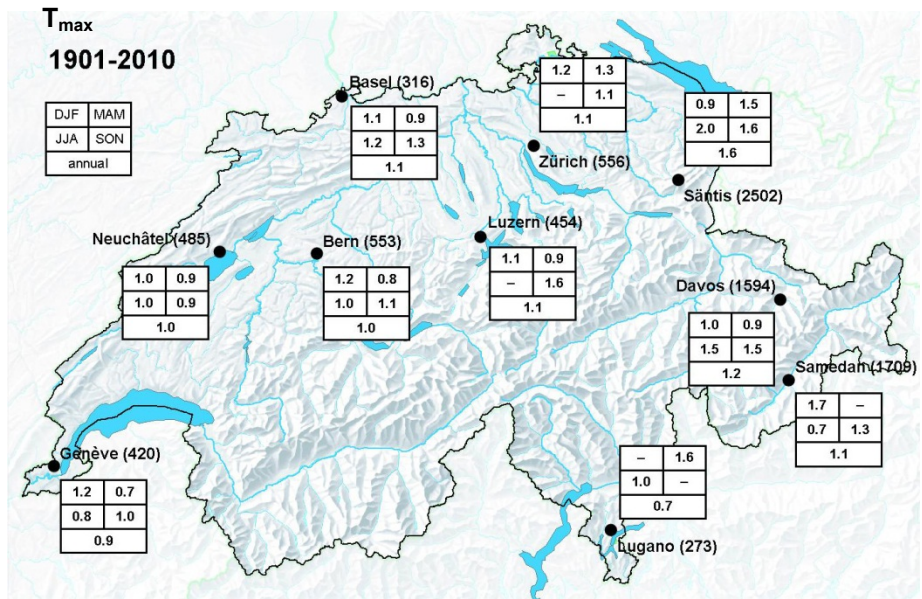


Abbildung 13: Die jährlichen und saisonalen Trends der Maximum-Temperatur an zehn Swiss NBCN Stationen von 1901 bis 2010. Die linearen Trends sind in °C/100 Jahre angegeben. Leere Kästchen zeigen keine Signifikanz auf dem 95% Level an. In Klammern sind die Stationshöhen in m.ü.M. beschriftet.

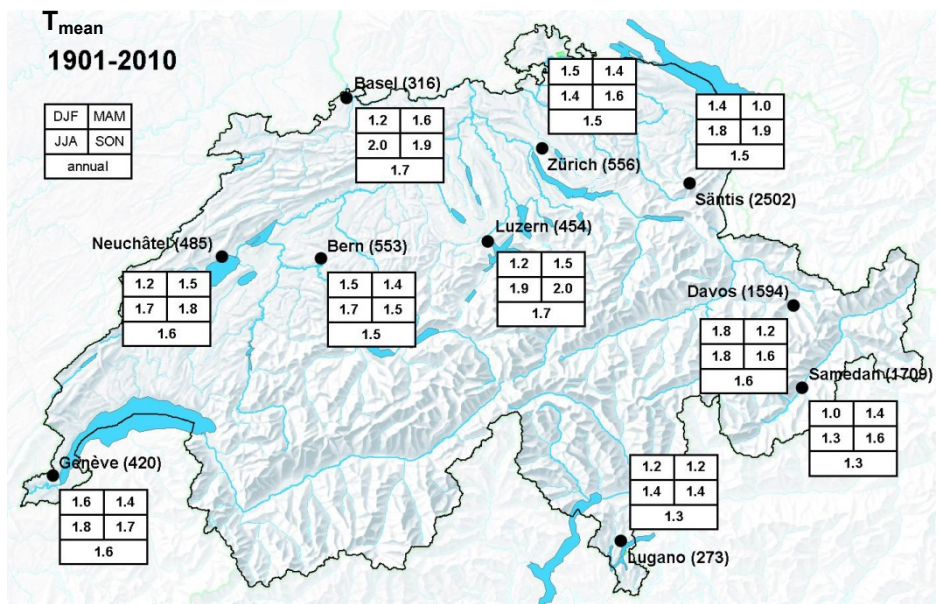


Abbildung 14: Die jährlichen und saisonalen Trends der Mittel-Temperatur an zehn Swiss NBCN Stationen von 1901 bis 2010. Die linearen Trends sind in °C/100 Jahre angegeben. Leere Kästchen zeigen keine Signifikanz auf dem 95% Level an. In Klammern sind die Stationshöhen in m.ü.M. beschriftet.

Zeitlicher Verlauf von Maximum vs. Mittel-Temperaturen

Der zeitliche Verlauf der Differenzen zwischen Maximum- und Mittel-Temperatur ist am Beispiel der Station Genf in Abbildung 15 illustriert. Die mittleren, jährlichen Differenzen zeigen einen signifikanten Trend hin zu kleineren Unterschieden mit einer Abnahme von rund 0.5°C pro 100 Jahre. Ein ähnliches Bild zeigt sich auch an anderen Stationen beidseits der Alpen. Rebetez et al. (2008) zeigen anhand der Temperaturmessungen von Neuchâtel, dass diese Entwicklung im 20. Jhd. lange von einem signifikanten, positiven Trend in der Minimumtemperatur dominiert wird. Eine vergleichbare Zunahme der Maximum-Temperatur zeigt sich erst gegen Ende des Jahrhunderts. Ein ähnliches Verhalten kann aus Abbildung 15 auch für Genève abgeleitet werden. Zur schweizweiten Bestätigung des Resultats fehlen jedoch noch die homogenisierten Minimum-Temperaturreihen.

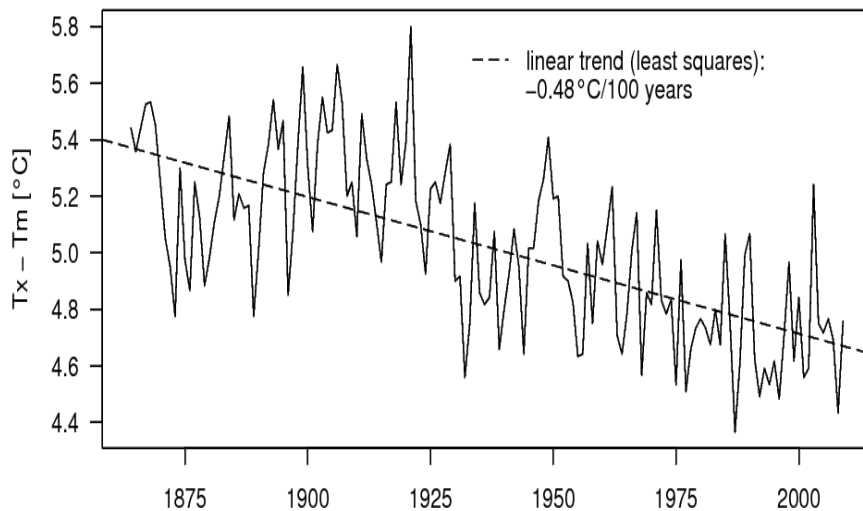


Abbildung 15: Differenz der mittleren, jährlichen Maximum- und Mittel-Temperatur von Genf (1864-2010). Es ist ein Trend von $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{Jahre}$ hin zu einem kleineren Unterschied der beiden Messgrößen erkennbar.

Paradoxon Eistage

Am Beispiel der Entwicklung der Anzahl Eistage in Zürich seit 1901, lässt sich die Notwendigkeit der Homogenisierung eindrücklich darstellen. Als Eistage werden Tage bezeichnet, an denen die Maximum-Temperatur nicht über 0°C steigt. In Abbildung 16 ist die Entwicklung der Anzahl Eistage einmal anhand der homogenen und einmal anhand der originalen Klimareihe dargestellt. Man stellt fest, dass für die originale Klimareihe die Anzahl Eistage zunehmen, für die homogene Klimareihe nimmt die Anzahl Eistage ab.

Dieser Unterschied ergibt sich dadurch, dass die Messstation in Zürich im Jahre 1949 verschoben worden war. Damals wurde die Station von der ehemaligen Sternwarte (bei der ETH/Universitätsspital im Zentrum) an den heutigen Standort der MeteoSchweiz am Zürichberg verlegt. Der neue Standort ist 57 Meter höher gelegen als der alte. Da mit zunehmender Höhe die Temperatur im Mittel abnimmt, konnte im Jahr 1949 eine abrupte Temperaturänderung in der Messreihe festgestellt werden. Die Änderung entspricht jedoch in keiner Art und Weise der tatsächlichen Klimaentwicklung. Durch die Homogenisierung konnte dieser Bruch korrigiert werden, mit dem Resultat einer Abnahme der Anzahl Eistage. Diese Abnahme lässt sich auch gut erklären mit der deutlichen Zunahme der Schweizer Temperaturen während den letzten Jahrzehnten (Bader und Bantle, 2004; Begert et al., 2005).

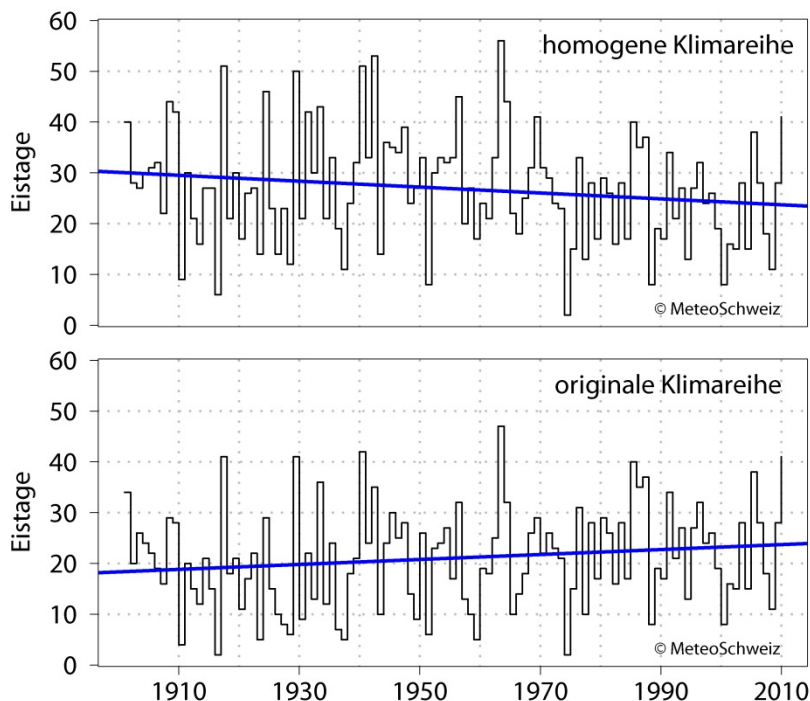


Abbildung 16: Der Vergleich zwischen der homogenen und der originalen Klimareihe der Anzahl Eistage pro Jahr von Zürich (1901-2010). Eistage sind Tage, bei denen die maximale Lufttemperatur unter 0°C bleibt.

Längste Schweizer Temperaturmessreihen

Die längsten Temperaturmessreihen der Schweiz von Basel, Genève und dem Grand-St-Bernard wurden von M. Schüepp bereits 1961 auf Monatsbasis publiziert. Unter Einbezug der Arbeiten anderer Autoren und verschiedener, zusätzlich verfügbarer Messreihen (Parallelmessungen, Nachbarstationen) wurden dabei die längstmöglichen, homogenen Temperaturreihen bereitgestellt. Die Aufarbeitung der Messreihen ist in Bider et al. (1959) und Schüepp (1957) ausführlich dokumentiert. Diese Monatsdaten wurden an der MeteoSchweiz bereits früher digitalisiert und im Rahmen von DigiHom ins MeteoSchweiz DWH geladen. Mit der umfangreichen Digitalisierungsarbeit in DigiHom stehen diese Datenreihen nun zu einem grossen Teil auch hochaufgelöst zur Verfügung (Terminwertablesungen). Tabelle 4 gibt einen Überblick zur Datenverfügbarkeit (vgl. auch Anhang C).

Tabelle 4: Verfügbarkeit der Temperaturdaten mit Messbeginn vor 1864

Messstation	Verfügbarkeit von Monatswerten (Schüepp, 1961)	Verfügbarkeit von Terminwerten (DigiHom)
Basel	1755 - heute	1755 – heute
Genf	1753 - heute	1796 – heute
Col du Grand St-Bernard	1818 - heute	1819 – heute

Zusätzlich zur Digitalisierung der Terminwerte konnten im Rahmen von DigiHom die offiziellen, homogenen Klimareihen der drei Stationen (Begert et al., 2003) mit den Schüepp'schen Monatswerten vor 1864 ergänzt werden. Somit stehen nun die längsten Temperaturmessreihen der Schweiz in ihrer ganzen Länge auf Monatsbasis homogenisiert zur Verfügung und können auch in wissenschaftlichen Arbeiten verwendet werden. Die Abbildungen 17 bis 19 zeigen die jährlichen und saisonalen Messreihen der drei Stationen als Abweichungen der Mittel-Temperatur vom Normwert 1961-1990. Eindrücklich zeigt sich die signifikante Erwärmung der letzten Jahrzehnte.

Temperaturanomalien Basel 1755 – 2010

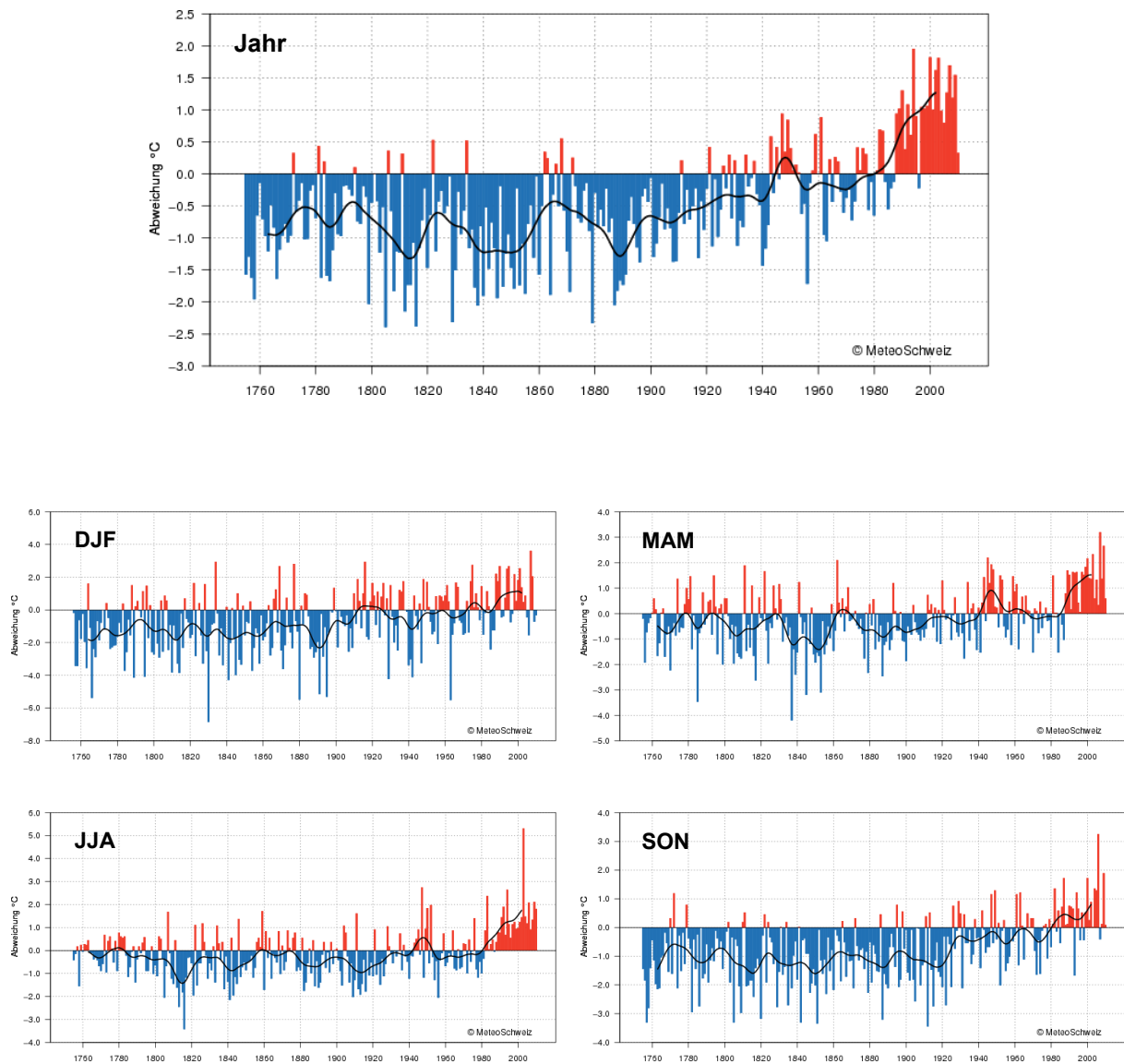


Abbildung 17: Jährliche und saisonale Abweichungen der Temperatur von der Norm 1961-90 an der Station Basel von 1755 bis 2010. Warme Jahre sind in rot, kalte in blau dargestellt. Die schwarze Linie zeigt das 20-jährige, gewichtete Mittel.

Temperaturanomalien Genève 1753 – 2010

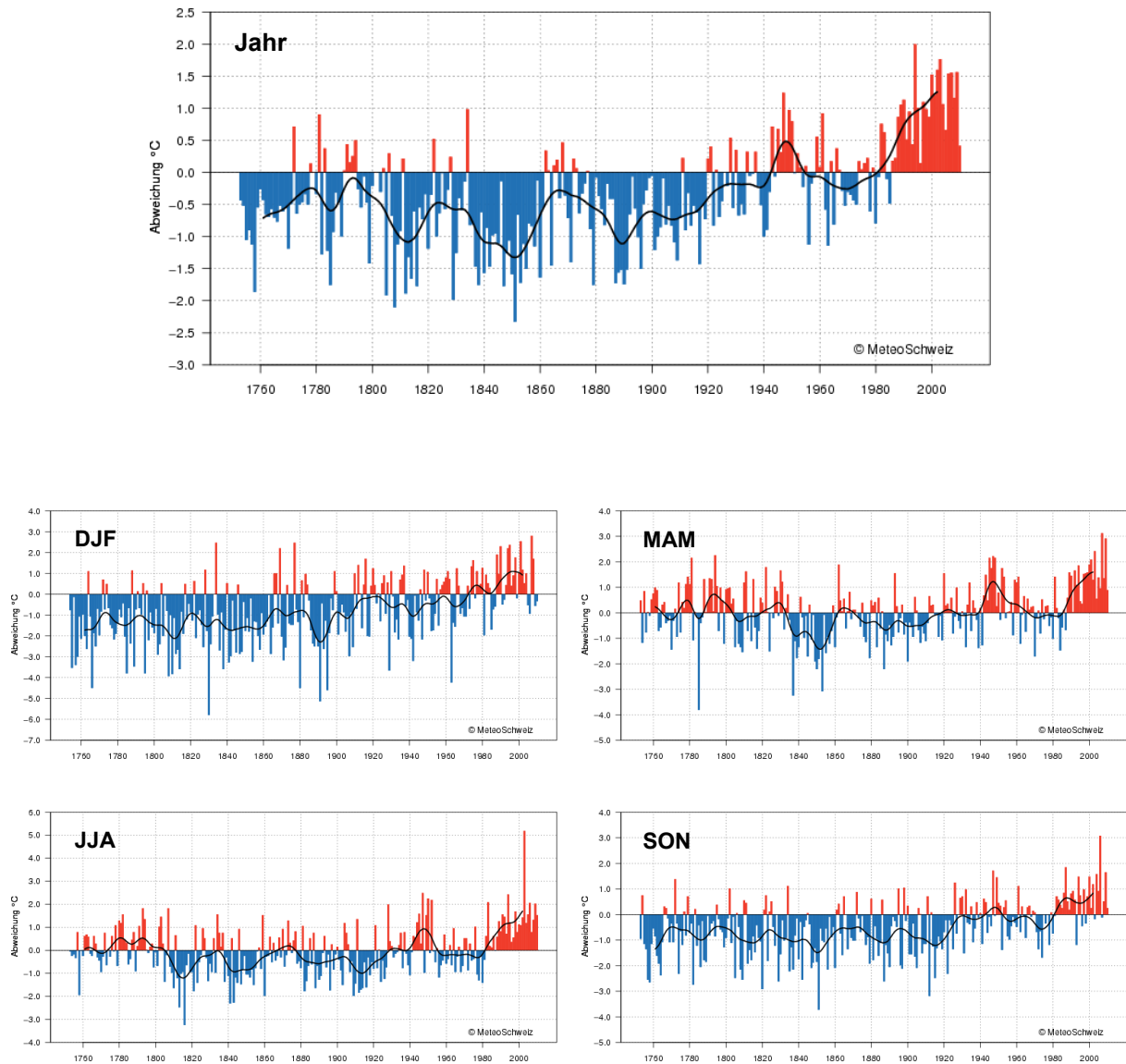


Abbildung 18: Jährliche und saisonale Abweichungen der Temperatur von der Norm 1961-90 an der Station Genève von 1753 bis 2010. Warme Jahre sind in rot, kalte in blau dargestellt. Die schwarze Linie zeigt das 20-jährige, gewichtete Mittel.

Temperaturanomalien Grand-St-Bernard 1818 – 2010

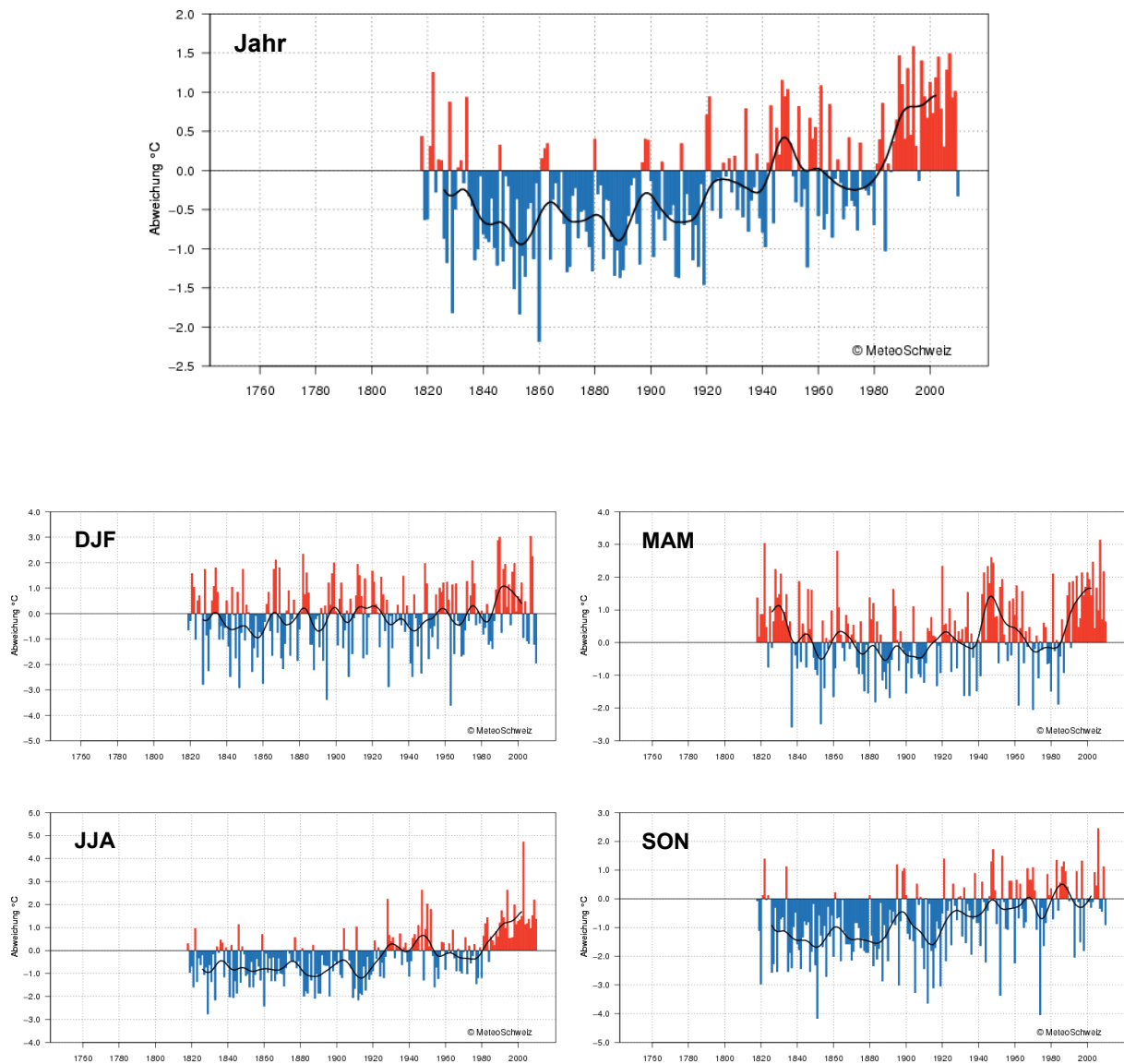


Abbildung 19: Jährliche und saisonale Abweichungen der Temperatur von der Norm 1961-90 an der Station Grand-St-Bernard von 1818 bis 2010. Warme Jahre sind in rot, kalte in blau dargestellt. Die schwarze Linie zeigt das 20-jährige, gewichtete Mittel.

3.2 Niederschlag

Durch DigiHom sind die elektronisch verfügbaren Niederschlagsmessdaten vor und nach 1901 deutlich dichter geworden. Am Beispiel des Jahres 1905 zeigt Abbildung 20 in schwarz die vor DigiHom bestandenen digitalen Niederschlagsstationen und die dazugekommenen Stationen in rot an. In Schaffhausen und im Thurgau war die Dichte der digitalisierten Daten davor bereits hoch, wohingegen im Wallis und in Bern durch das Digitalisieren eine klar bessere Datengrundlage nach dem Vorhaben gewonnen werden konnte. Vor allem im Hinblick auf die Gitterung von historischen Niederschlagsdaten sind diese zusätzlichen Messwerte von grossem Nutzen. Theoretisch lassen sich nun tägliche räumliche Niederschlagsverteilungen des gesamten 20. Jahrhunderts darstellen und allenfalls mit den Resultaten der Witterungsberichte verifizieren.

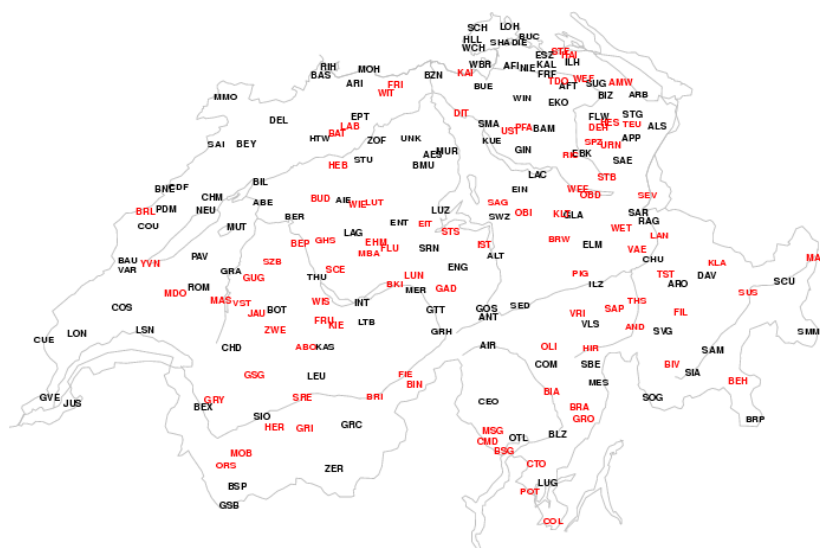


Abbildung 20: Niederschlagsstationen mit ihrer Abkürzung im Jahr 1905 in der Schweiz. In schwarz sind die vor DigiHom bereits digital vorhandenen Stationen sichtbar. In rot, diejenigen Stationen, die nach DigiHom zusätzlich vorhanden sind.

3.3 Sonnenscheindauer

Wie bei der Temperatur wurden auch langjährige Sonnenscheindauerreihen an der MeteoSchweiz bereits vor DigiHom aufgearbeitet, homogenisiert und publiziert (e.g. Schüepp, 1962; Schüepp und Urfer, 1994). Mit DigiHom stehen diese Reihen nun aber erstmals digital in voller Länge und täglicher Auflösung zur Verfügung und die Reihe von Zürich konnte mit den heute zur Verfügung stehenden Tools (THOMAS) auf Inhomogenitäten überprüft werden. Zürich bietet Daten bis 1884 zurück und darf als eine der wertvollsten Reihen in der Schweiz bezeichnet werden, da sie fast keine Unstetigkeiten enthält. Abbildung 21 (oben) zeigt das Verhältnis der jährlichen Sonnenscheindauer zum langjährigen Mittel 1961-90 von Zürich in der Periode 1884 bis 2010. Der Verlauf der Jahressummen, von den Sommermonaten massgeblich geprägt, zeigt ein sehr sonnenreiches 19. Jhd und eine anschliessende langsame Abnahme bis Ende der 1970er Jahre. Ab diesem Zeitpunkt nimmt die Sonnenscheindauer wieder zu, ohne aber die anfänglichen Summen (mit Ausnahme des Jahres 2003) wieder zu erreichen.

Zur Verifikation der Homogenität der Sonnenscheindauerreihe können die vollständig unabhängigen Beobachtungen der Gesamtbewölkung von Zürich herangezogen werden (Abb. 21, unten). Diese haben seit dem 19. Jahrhundert bis zu den 1960er Jahren stetig zugenommen und nehmen ab diesem Zeitpunkt wieder ab. Sie bestätigen den Verlauf der Sonnenscheindauer und somit auch die Homogenität der Reihe. Detailanalysen sind allerdings noch nicht möglich, da mit Inhomogenitäten in der Bewölkungsreihe gerechnet werden muss.

Diese neu digitalisierten Klimadaten sind eine wichtige Grundlage für wissenschaftliche Analysen zum Thema der Klimaänderung. Zum einen können die langen Klimareihen der Sonnenscheindauer und Bewölkung neue Erkenntnisse in die Diskussion des „Global Dimming (z.B. Ohmura and Lang, 1989) and Global Brightening (z.B. Wild et al., 2005)“ bringen. Mehrere Studien führen die Abnahme der Globalstrahlung bis ca. 1980 und die anschliessende Zunahme auf Veränderungen der Aerosolkonzentration (Ruckstuhl et al., 2008) und der Änderung in der Bewölkung zurück (Lohmann and Feichter, 2005). Des Weiteren können die Häufigkeit von

Wetterlagen – welche ab 2011 an der MeteoSchweiz durch neue objektive Methoden berechnet werden (Weusthoff, 2011, Schiemann and Frei, 2010) – Rückschlüsse auf die langen Klimareihen der Sonnenscheindauer und Bewölkung liefern.

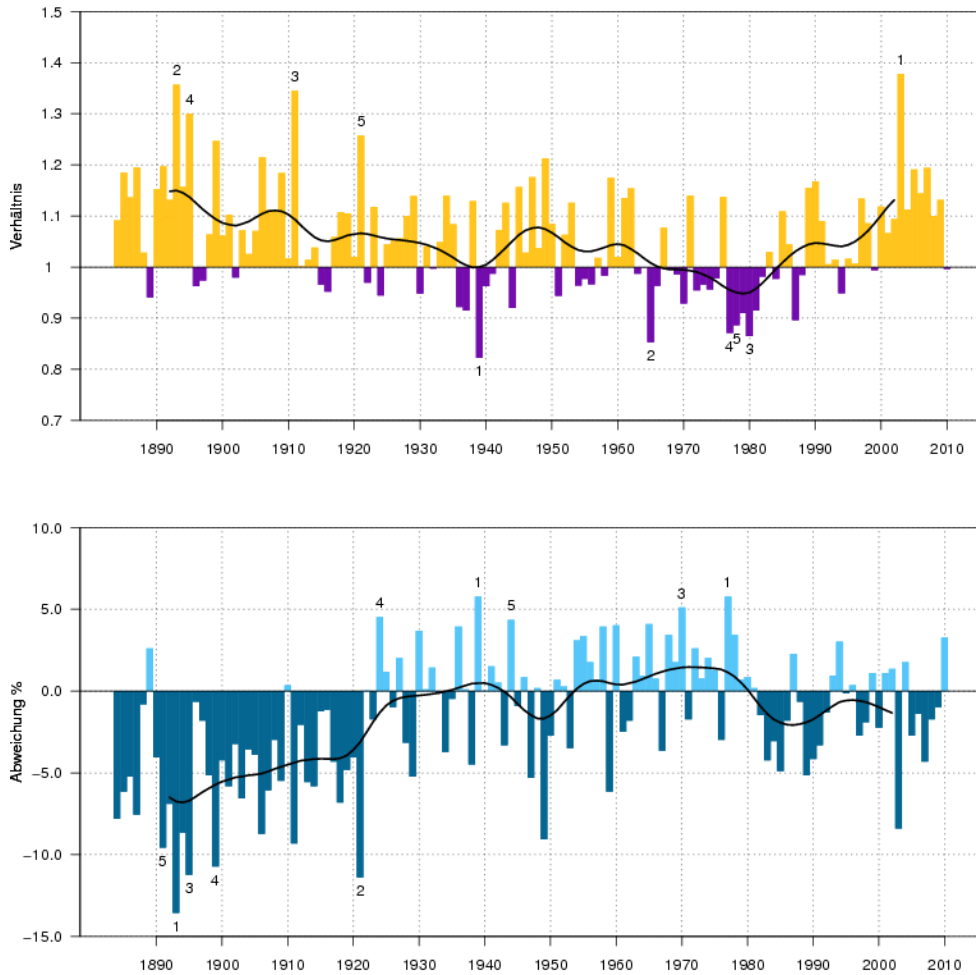


Abbildung 21: Verhältnis der jährlichen Sonnenscheindauer zur Normwertperiode 1961-1990 (oben) und Abweichung der Gesamtbewölkung zur Normwertperiode 1961-1990 (unten) in Zürich von 1884 bis 2010. Schwarz eingezeichnet ist das 20-jährige laufende Mittel. Bei der Sonnenscheindauer wurden homogene, bei der Bewölkung originale Messwerte für die Darstellung verwendet.

4 Ausblick

Die in DigiHom vorgesehenen, aber nicht realisierten Punkte bei der Plausibilitätsprüfung und der Homogenisierung sollten soweit nachgeholt werden, dass den Anwendern eine verlässliche Grundlage an historischen Klimadaten zur Verfügung steht. Es handelt sich zusammenfassend um folgende Punkte:

- Aggregation der Niederschlags-Tagessummen im DWH zu Monats- und Jahreswerten sowie allen abgeleiteten Parametern (Bsp. Tage mit Niederschlag, Extrema, usw).
- Homogenisierung der Minimum-Temperatur
- Homogenisierung der noch fehlenden Messreihen des Niederschlags und der Sonnenscheindauer (vgl. Anhang B, C, D). Aufarbeitung von Tmin/Tmax der Station Chaumont.
- Publikation der Resultate
- Plausibilitätsprüfung der Niederschlags-Tagessummen mit der räumlichen regionalen NIME-Plaus von MeteoSchweiz. Dabei sollen v.a. noch vorhandene Sammelmessungen vor 1901 möglichst objektiv verteilt werden.
- Wiederholung des Vergleichs der Maximum-Temperaturen der Swiss NBCN-Stationen mit ihren Terminwerten vor 1971. Beim Vergleich wurden fälschlicherweise die Termine Morgen bis Morgen Folgetag anstelle von Vorabend bis Abend für den Abgleich verwendet.
- Ablage der Terminwerte der langen Reihen vor 1864 im Datawarehouse der MeteoSchweiz. Vorgängig sind die Voraussetzungen im DWH zu schaffen, um mit nur einem oder zwei Terminwerten pro Tag (anstelle von drei) umgehen zu können.

5 Referenzen

- Aschwanden, A., Beck, M., Häberli, C., Haller, G., Keine, M., Roesch, A., Sie, R., Stutz, M. 1996: Bereinigte Zeitreihen. Die Ergebnisse des Projekts KLIMA90. Klimatologie 1961-1990. 4 Bände. Hg. Schweiz. Met. Anstalt.
- Bader S, Bantle H. 2004. Das Schweizer Klima im Trend. Temperatur- und Niederschlagsentwicklung 1864-2001. Veröffentlichung der MeteoSchweiz, Nr. 68. MeteoSchweiz, Zürich.
- 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 Projektes NORM90. Veröffentlichung der MeteoSchweiz, Nr. 67. 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., Foppa, N., Schlegel, T., Appenzeller, C., Müller, G. 2007: Die Überführung der klimatologischen Referenzstationen der Schweiz in das Swiss National Climatological Network (Swiss NBCN). *Arbeitsberichte der MeteoSchweiz*, 215, 43p.
- Begert, M. 2008: Die Repräsentivität der Stationen im Swiss National Basic Climatological Network Swiss NBCN). *Arbeitsberichte der MeteoSchweiz*, 217, 40p.
- Bider, M., Schüepp, M., Rudloff, H. 1959. Die Reduktion der 200-jährigen Basler Temperaturreihe. *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serie B, Band 9, Heft 3/4*, S. 360-412. Springer-Verlag, Wien.
- Brönnimann, S., Annis, J., Dann, W., Ewen, T., Grant, A. N., Griesser, T., Krähenmann, S., Mohr, C., Scherer M., Vogler C. 2006: A guide for digitising manuscript climate data. *Climate of the Past*, 2, 137-144.
- Brönnimann, S., Vogler, C., Staehlin, J., Stolarski, R., Hansen, G. 2008: Total ozone observations during the past 80 years. In: Brönnimann, Luterbacher, Ewen, Diaz, Stolarski, Neu; *Climate Variability and extremes during the past 100 years*, 129 – 140.
- Brönnimann, S. 2009: Early twentieth-century warming. *Nature Geoscience* 2, 735 – 736.
- Doctor, M. 1995: Aquisition, documentation et correction des données. Arbeitsdokumentation über NFP 31 Datenerfassung. Schweizerische Meteorologische Anstalt, Sektion KLS. Unveröffentlicht.
- Ewen, T. Grant, A., Brönnimann, S., 2008: A monthly upper-air dataset for North America back to 1922 from the Monthly Weather Review. *Monthly Weather Review* 136, 1792 – 1805.
- Grant A., Brönnimann S., Ewen T., Nagurny A. 2009: A New Look at Radiosonde Data prior to 1958. *Journal of Climate* 22, 3232 -3247.
- Lohmann, U., Feichter, J., 2005: Global indirect aerosol effects: a review, *Atmos. Chem. Phys.*, 5, 715-737
- Maurer, J., Billwiller, R., Hess, C., 1909: Das Klima der Schweiz. Preisschrift herausgegeben durch die Stiftung von Schnyder von Wartensee. Kommissionsverlag von Huber und Co., Frauenfeld.
- Rebetez, M., Reinhard, M. 2008. Monthly air temperature trends in Switzerland 1901-2000 and 1975-2004. *Theor. Appl. Climatol.* 91, 27-34.
- Ruckstuhl, C., Philipona, R., Behrens, K., Collaud Coen, M., Dürr, B., Heimo, A., Mätzler, C., Nyeki, S., Ohmura, A., Vuilleumier, L., Weller, M., Wehrli, C. Zelenka, A., 2008: Aerosol and cloud effects on solar brightening and recent rapid warming, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L12708
- Schiemann, R. and C. Frei, 2010: How to quantify the resolution of surface climate by circulation types: An example for Alpine precipitation, *Physics and Chemistry of the Earth*, 35, 403-410, doi:10.1016/j.pce.2009.09.005
- Schüepp, M. 1957. Der Temperaturverlauf in der Schweiz seit dem Beginn der meteorologischen Beobachtungen. *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt* 1957, Anhang Nr. 11, Zürich,
- Schüepp, M., 1961: *Klimatologie der Schweiz, Heft C/2 (Lufttemperatur)*. Beiheft zu den *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (Jahrgang 1960)*, Zürich.
- Schüepp, M., 1962: *Klimatologie der Schweiz, Heft I/1 (Sonnenscheindauer)*. Beiheft zu den *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (Jahrgang 1961)*, Zürich.

- Schüepp, M., Urfer-Henneberger, C. 1994. Die Sonnenscheindauer in Basel 1886 bis 1990. Arbeitsberichte der SMA, 179, 50p.
- Staehlin J., Vogler C., Brönnimann S. 2009: The Long History of Ozone Measurements: Climatological Information Derived from Long Ozone Records. In Zeferos, Contopoulos, Skalkeas; Twenty Years of Ozone Decline, 119 – 131.
- Uttinger, H., 1965: Klimatologie der Schweiz, Heft E/1-3 (Niederschlag). Beiheft zu den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (Jahrgang 1964), Zürich.
- Vogler C., Brönnimann S., Staehlin J., Griffin R.E.M 2007: Dobson total ozone series of Oxford: reevaluation and applications. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres* 112.
- Weusthoff, T, 2011: Weather Type Classification at MeteoSwiss – Introduction of new automatic classifications schemes, *Arbeitsberichte der MeteoSchweiz*, 235, 46pp
- Wild, M., Gilgen, H., Roesch, A., Ohmura, A., Long, C.N., Dutton, E.G., Forgan, B., Kallis, A. Russak, V., Tsvetkov, A., 2005: From Dimming to Brightening: Decadal Changes in Solar Radiation at Earth's Surface, *Science*, 308, 847-850

Anhang A

	Stationsname	Abk.	Parameter	wird im Vorhaben		NACH dem Vorhaben		VOR dem Vorhaben		NACH dem Vorhaben		
				digitalisiert		digital vorhanden		homogen vorhanden	homogen vorhanden	homogen vorhanden		
1	Altdorf	ALT	mittlere Temperatur	1864	1900	1864	heute	1959	1997	1864	2009	
			minimale Temperatur	-	-	1909	heute	1959	1997	1959	1997	
			maximale Temperatur	-	-	1909	heute	1959	1997	1953	2009	
			Niederschlag	1864	1899	1864	heute	1959	1997	1959	1997	
			Sonnenscheindauer	-	-	1956	heute	1959	1997	1959	1997	
2	Andermatt	ANT	mittlere Temperatur	1864	1958 (L)	1864	heute (L)	1959	1997	1864	2009	
			minimale Temperatur	-	-	1971	heute	1971	1997	1971	1997	
			maximale Temperatur	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Niederschlag	1881	1958 (L)	1881	heute (L)	1959	1997	1881	2009	
			Sonnenscheindauer	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Bad Ragaz	RAG	mittlere Temperatur	1870	1890	1870 1939	1890 heute	1959	2007	1870	2009	
			minimale Temperatur	-	-	1939	heute	1959	1997	1959	1997	
			maximale Temperatur	-	-	1939	heute	1959	1997	1939	2009	
			Niederschlag	1870	1890	1870 1939	1890 heute	1959	2007	1959	2007	
			Sonnenscheindauer	-	-	1959	1995	-	-	-	-	-
	Chur (ergänzt RAG zwischen 1890 bis 1930)	CHU	mittlere Temperatur	1887	1930	1887	heute	1887	2007	1887	2009	
			minimale Temperatur	-	-	1958	heute	-	-	-	-	
			maximale Temperatur	-	-	1958	heute	-	-	-	-	
			Niederschlag	1887	1930	1887	heute	1887	2007	1887	2007	
			Sonnenscheindauer	1909	1930	1909	heute	-	-	-	-	
4	Basel	BAS	mittlere Temperatur	-	-	1864	heute	1864	2007	1864	2009	

			minimale Temperatur	-	-	1866 1877 1898	1873 1884 heute	1959	1997	1959	1997
			maximale Temperatur	-	-	1877 1898	1884 heute	1959	1997	1877 1898	1884 2009
			Niederschlag	-	-	1864	heute	1864	2007	1864	2009
			Sonnenscheindauer	-	-	1886	heute	1959	1997	1959	1997
5	Bern	BER	mittlere Temperatur	-	-	1864	heute	1864	2007	1864	2009
			minimale Temperatur	-	-	1864	heute	1959	1997	1959	1997
			maximale Temperatur	-	-	1864	heute	1959	1997	1864	2009
			Niederschlag	-	-	1864	heute	1864	2007	1864	2009
			Sonnenscheindauer	-	-	1887	heute	1959	1997	1959	1997
6	Château-d'Oex (vor 1931 (Tm) bzw. 1900 (Ns) bislang auf Monatsstufe homogenisiert)	CHD	mittlere Temperatur	1879 1905	1887 1930	1879 1905	1887 heute	1879 1901	1887 2007	1879 1901	1887 2009
			minimale Temperatur	-	-	1931	heute	1959	1997	1959	1997
			maximale Temperatur	-	-	1937	heute	1959	1997	1937	2009
			Niederschlag	1879	1886	1879 1900	1886 heute	1879 1897	1886 2007	1879 1897	1886 2009
			Sonnenscheindauer	-	-	1948	1995	-	-	-	-
7	Chaumont (vor 1959 (Tm) bislang nur auf Monatsstufe homogenisiert)	CHM	mittlere Temperatur	1864	1958	1864	heute	1864	2007	1864	2009
			minimale Temperatur	1865	1924	1964	heute	1964	1997	1964	1997
			maximale Temperatur	1869	1898	1964	heute	1964	1997	1964	1997
			Niederschlag	-	-	1864	heute	1864	2007	1864	2009
			Sonnenscheindauer	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Col du Grand St. Bernard	GSB	mittlere Temperatur	-	-	1864	heute	1959	1997	1864	2009
			minimale Temperatur	-	-	1864 1960	1900 heute	1960	1997	1960	1997
			maximale Temperatur	-	-	1864 1965	1900 heute	1965	1997	1864 1965	1900 2009
			Niederschlag	-	-	1865	heute	1959	1997	1959	1997
			Sonnenscheindauer	-	-	1982	heute	1982	1997	1982	1997

9	Davos (vor 1901 (Tm & Ns) bislang nur auf Monatsstufe homogenisiert)	DAV	mittlere Temperatur	1867 1873	1871 1900	1867 1873	1871 heute	1867 1873	1871 2007	1867 1873	1871 2009
			minimale Temperatur	1877 1890	1881 1900	1877 1890	1881 heute	-	-	-	-
			maximale Temperatur	1877 1890	1881 1900	1877 1890	1881 heute	-	-	1877 1890	1881 2009
			Niederschlag	1867 1874	1871 1900	1867 1874	1871 heute	1867 1874	1871 2007	1867 1874	1871 2009
			Sonnenscheindauer	1885	1900	1885	heute	-	-	-	-
10	Elm	ELM	mittlere Temperatur	1878	1958	1878	heute	1959	1997	1878	2009
			minimale Temperatur	-	-	1971	heute	1971	1997	1971	1997
			maximale Temperatur	-	-	1972	heute	1972	1997	1972	2009
			Niederschlag	1878	1881	1878	heute	1959	1997	1959	1997
			Sonnenscheindauer	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Engelberg (vor 1931 (Tm) bzw. vor 1900 (Ns) bislang nur auf Monatsstufe homogenisiert)	ENG	mittlere Temperatur	1864	1930	1864	heute	1864	2007	1864	2009
			minimale Temperatur	-	-	1970	heute	1970	1997	1970	1997
			maximale Temperatur	-	-	1970	heute	1970	1997	1970	2009
			Niederschlag	1864	1899	1864	heute	1864	2007	1864	2009
			Sonnenscheindauer	-	-	1970	heute	1970	1997	1970	1997
12	Genève-Cointrin	GVE	mittlere Temperatur	-	-	1954	heute	1864	2007	1864	2009
			minimale Temperatur	-	-	1954	heute	1959	1997	1959	1997
			maximale Temperatur	-	-	1954	heute	1959	1997	1864	2009
			Niederschlag	-	-	1950	heute	1864	2007	1864	2009
			Sonnenscheindauer	-	-	1958	heute	1959	1997	1959	1997
	Genève-Observatoire (ergänzt GVE vor 1962)	GEO	mittlere Temperatur	-	-	1864	1966	-	-	-	-
			minimale Temperatur	-	-	1864	1966	-	-	-	-
			maximale Temperatur	-	-	1864	1966	-	-	-	-
			Niederschlag	-	-	1864	1966	-	-	-	-
			Sonnenscheindauer	-	-	1897	1966	-	-	-	-

13	Grächen	GRC	mittlere Temperatur	1864	1958	1864	heute	1959	2004	1864	2009
			minimale Temperatur	-	-	1968	heute	1968	1997	1968	1997
			maximale Temperatur	-	-	1968	heute	1968	1997	1968	2009
			Niederschlag	1864	1958	1864	heute	1959	1997	1959	1997
			Sonnenscheindauer	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Grimsel Hospiz	GRH	mittlere Temperatur	1932	1958	1932	heute	1959	1997	1932	2009
			minimale Temperatur	-	-	1971	heute	1971	1997	1971	1997
			maximale Temperatur	-	-	1972	heute	1972	1997	1972	2009
			Niederschlag	1932	1958	1932	heute	1959	1997	1932	2009
			Sonnenscheindauer	-	-	1986	heute	1986	1997	1986	1997
15	Jungfrauoch	JUN	mittlere Temperatur	-	-	1933	heute	1959	1997	1933	2009
			minimale Temperatur	-	-	1961	heute	1961	1997	1961	1997
			maximale Temperatur	-	-	1961	heute	1961	1997	1961	2009
			Niederschlag	-	-	-	-	-	-	-	-
			Sonnenscheindauer	-	-	1938 1960	1956 heute	1960	1997	1960	1997
16	La Chaux-de-Fonds	CDF	mittlere Temperatur	-	-	1901	heute	1959	2007	1901	2009
			minimale Temperatur	-	-	1901	heute	1959	1997	1959	1997
			maximale Temperatur	-	-	1959	heute	1959	1997	1959	2009
			Niederschlag	-	-	1900	heute	1959	1997	1959	1997
			Sonnenscheindauer	-	-	1902	heute	1959	1997	1959	1997
17	Locarno-Monti	OTL	mittlere Temperatur	-	-	1936	heute	1959	1997	1883	2009
			minimale Temperatur	-	-	1936	heute	1959	1997	1959	1997
			maximale Temperatur	-	-	1936	heute	1959	1997	1936	2009
			Niederschlag	-	-	1936	heute	1959	1997	1959	1997

21	Neuchâtel	NEU	mittlere Temperatur	1864	1900	1864	heute	1959	1997	1864	2009
			minimale Temperatur	1865	1900	1865	heute	1959	1997	1959	1997
			maximale Temperatur	1865	1900	1865	heute	1959	1997	1865	2009
			Niederschlag	1864	1899	1864	heute	1959	1997	1864	2010
			Sonnenscheindauer	-	-	1902	heute	1959	1997	1959	1997
22	Payerne	PAY	mittlere Temperatur	-	-	1965	heute	1965	2007	1965	2009
			minimale Temperatur	-	-	1965	heute	1965	1997	1965	1997
			maximale Temperatur	-	-	1965	heute	1965	1997	1965	2009
			Niederschlag	-	-	1965	heute	1965	2007	1965	2007
			Sonnenscheindauer	-	-	1965	heute	1965	1997	1965	1997
23	S. Bernardino	SBE	mittlere Temperatur	1864	1941	1968	heute	1968	2007	1864 1968	1941 2009
			minimale Temperatur	-	-	1968	heute	1968	1997	1968	1997
			maximale Temperatur	-	-	1968	heute	1968	1997	1968	2009
			Niederschlag	-	-	1968	heute	1961	1997	1961	1997
			Sonnenscheindauer	-	-	1970	heute	1970	1997	1970	1997
	San Bernardino Villaggio (erg. SBE)	SBV	mittlere Temperatur	-	-	-	-	-	-	-	-
minimale Temperatur			-	-	-	-	-	-	-	-	
maximale Temperatur			-	-	-	-	-	-	-	-	
Niederschlag			-	-	1961	1974	-	-	-	-	
Sonnenscheindauer			-	-	-	-	-	-	-	-	
24	Samedan	SAM	mittlere Temperatur	-	-	1980	heute	1959	2004	1864	2009
			minimale Temperatur	-	-	1980	heute	1959	1997	1959	1997
			maximale Temperatur	-	-	1980	heute	1959	1997	1869	2009
			Niederschlag	-	-	1980	heute	1959	1997	1959	1997
			Sonnenscheindauer	-	-	1980	heute	1959	1997	1959 St.Moritz	1997
	Bever (ergänzt SAM vor)	BEV	mittlere Temperatur	1864	1900	1864	1982	-	-	-	-

	1980)		minimale Temperatur	1869	1900	1869	1982	-	-	-	-
			maximale Temperatur	1869	1900	1869	1982	-	-	-	-
			Niederschlag	1864	1899	1864	1982	-	-	-	-
			Sonnenscheindauer	-	-	-	-	-	-	-	-
25	Säntis	SAE	mittlere Temperatur	-	-	1883	heute	1864	2007	1864	2009
			minimale Temperatur	-	-	1883 1892	1887 heute	1959	1997	1959	1997
			maximale Temperatur	-	-	1883 1901	1887 heute	1959	1997	1883 1901	1887 2009
			Niederschlag	-	-	1883	heute	1883	2007	1883	2009
			Sonnenscheindauer	-	-	1888	heute	1959	1997	1959	1997
	Rigi (ergänzt SAE vor 1882 mit Monatswerten!)	RKU	mittlere Temperatur	-	-	1864	1882	-	-	-	-
			minimale Temperatur	-	-	-	-	-	-	-	-
			maximale Temperatur	-	-	-	-	-	-	-	-
			Niederschlag	-	-	-	-	-	-	-	-
			Sonnenscheindauer	-	-	-	-	-	-	-	-
	Segl Maria	SIA	mittlere Temperatur	-	-	1864	heute	1864	2007	1864	2009
			minimale Temperatur	1864	1881	1864 1971	1942 heute	1971	1997	1971	1997
			maximale Temperatur	1864	1881	1864 1978	1912 heute	1978	1997	1864 1978	1912 2009
			Niederschlag	-	-	1864	heute	1864	2007	1864	2009
			Sonnenscheindauer	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sion	SIO	mittlere Temperatur	-	-	1958	heute	1864	2007	1864	2009
			minimale Temperatur	-	-	1958	heute	1959	1997	1959	1997
			maximale Temperatur	-	-	1958	heute	1959	1997	1958	2009
			Niederschlag	-	-	1958	heute	1864	2007	1864	2009
			Sonnenscheindauer	-	-	1978	heute	1959	1997	1959	1997
	Sion Lentine (ergänzt Sion vor 1978)		mittlere Temperatur	-	-	1864	1977	-	-	-	-
			minimale Temperatur	-	-	1965	1977	-	-	-	-

			maximale Temperatur	-	-	1965	1977	-	-	-	-
			Niederschlag	-	-	1865	1977	-	-	-	-
			Sonnenscheindauer	-	-	1907 1931	1923 1977	-	-	-	-
28	St. Gallen	STG	mittlere Temperatur	1864	1930	1864	heute	1959	1997	1864	2009
			minimale Temperatur	1892	1930	1892	heute	1959	1997	1959	1997
			maximale Temperatur	-	-	1959	heute	1959	1997	1959	2009
			Niederschlag	1864	1930	1864	heute	1959	1997	1959	1997
			Sonnenscheindauer	-	-	1959	heute	1959	2007	1959	2007
29	Zürich	SMA	mittlere Temperatur	-	-	1864	heute	1864	2007	1864	2009
			minimale Temperatur	-	-	1882	heute	1959	1997	1959	1997
			maximale Temperatur	-	-	1882	heute	1959	1997	1882	2009
			Niederschlag	-	-	1864	heute	1864	2007	1864	2009
			Sonnenscheindauer	-	-	1884	heute	1959	1997	1884	2009

Anhang B

	Stationsname	Abk.	Parameter	wird im digitalisiert	Vorhaben	VOR dem Vorhaben digital vorhanden	VOR dem Vorhaben homogen vorhanden	NACH dem Vorhaben homogen vorhanden			
46 Niederschlagsstationen des Swiss NBCN											
1	Affoltern i. E.	AIE	Niederschlag	-	-	1865	heute	1959	1997	1959	1997
2	Airolo	AIR	Niederschlag	1891	1900	1901	heute	1959	1997	1959	1997
3	Altstätten	ALS	Niederschlag	-	-	1864	heute	1959	1997	1959	1997
4	Appenzell	APP	Niederschlag	1891	1900	1901	heute	1959	1997	1959	1997
5	Bex	BEX	Niederschlag	1864 1895	1873 1898	1901	heute	1959	1997	1959	1997
6	Biasca	BIA	Niederschlag	1900	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
7	Binn	BIN	Niederschlag	1899	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
8	Bivio	BIV	Niederschlag	1892	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
9	Braunwald	BRW	Niederschlag	1919	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
10	Brig	BRG	Niederschlag	1895	1906	1961	heute	1961	1997	1961	1997
11	Brusio-Piazzo	BRP	Niederschlag	1864	1872	1901	heute	1959	1997	1959	1997
12	Coldrerio	COL	Niederschlag	1918	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
13	Couvet	COU	Niederschlag	1897	1900	1901	heute	1959	1997	1959	1997
14	Entlebuch	ENT	Niederschlag	1882	1900	1901	heute	1959	1997	1959	1997

15	Eschenz	ESZ	Niederschlag	-	-	1880	heute	1959	1997	1959	1997
16	Flühli, LU	FLU	Niederschlag	1882	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
17	Göschenen	GOS	Niederschlag	1883	1894	1895	heute	1959	1997	1959	2010
18	Guttannen	GTT	Niederschlag	-	-	1877	heute	1959	1997	1959	1997
19	Ilanz	ILZ	Niederschlag	-	-	1892	heute	1959	1997	1959	1997
20	Kandersteg	KAS	Niederschlag	1899	1900	1900	heute	1961	1997	1961	1997
21	Klosters-Aueja	KLA	Niederschlag	1864 1886 1898	1877 1890 1960	1961	heute	1959	1997	1959	1997
22	La Valsainte	VST	Niederschlag	1883	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
23	Lachen	LAC	Niederschlag	1883	1900	1900	heute	1959	1997	1959	1997
24	Langenbruck	LAB	Niederschlag	1882	1930	1931	heute	1959	1997	1959	1997
25	Lausanne	LSN	Niederschlag	1874	1899	1900	heute	1959	1997	1959	1997
26	Lauterbrunnen	LTB	Niederschlag	1899	1900	1900	heute	1959	1997	1959	1997
27	Leukerbad	LEU	Niederschlag	-	-	1885	heute	1961	1997	1961	1997
28	Lohn, SH	LOH	Niederschlag	-	-	1864	heute	1959	1997	1959	1997
29	Longirod	LON	Niederschlag	1886	1900	1900	heute	1959	1997	1959	1997
30	Martina	MAT	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
31	Montagnier, Bagnes	MOB	Niederschlag	1957	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
32	Mormont	MMO	Niederschlag	1889	1900	1900	heute	1959	1997	1959	1997

33	Mosogno	MSG	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
34	Muri, AG	MUR	Niederschlag	-	-	1864	heute	1959	1997	1959	1997
35	Oberiberg	OBI	Niederschlag	1884	1958	1959	heute	1959	1997	1959	1997
36	Romont	ROM	Niederschlag	1883	1900	1900	heute	1959	1997	1959	1997
37	Savognin	SVG	Niederschlag	-	-	1893	heute	1959	1997	1959	1997
38	Soglio	SOG	Niederschlag	1884	1900	1900	heute	1959	1997	1959	1997
39	Starkenbach	STB	Niederschlag	1899	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
40	Susch	SUS	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
41	Thun	THU	Niederschlag	-	-	1876	heute	1959	1997	1959	1997
42	Thusis	THS	Niederschlag	1892	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
43	Tschierschen	TST	Niederschlag	1897	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
44	Weesen	WEE	Niederschlag	1888	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
45	Winterthur-Seen	WIN	Niederschlag	1864	1877	1878	heute	1959	1997	1959	1997
46	Wittnau	WIT	Niederschlag	1883	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997

75 zusätzliche Niederschlagsstationen											
1	Adelboden	ABO	Niederschlag	1901	1958	1959	heute	1959	1997	1959	1997
2	Amriswil	AMW	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
3	Andeer	AND	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
4	Balsthal	BAT	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
5	Bellinzona	BLZ	Niederschlag	1864 1888	1873 1898	1899	heute	1959	1997	1959	1997
6	Belp	BEP	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
7	Bernina Ospizio	BEH	Niederschlag	1909	1960	1961	heute	1972	1997	1972	1997
8	Braggio	BRA	Niederschlag	1901	1963	1964 1970	1968 heute	1970	1997	1970	1997
9	Brienz Kienholz	BKI	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1959	1997	1959	1997
10	Brissago	BSG	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	2007	1961	2007
11	Burgdorf	BUD	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
12	Camedo	CMD	Niederschlag	1915	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
13	Crana Torricella	CTO	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
14	Degersheim	DEH	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
15	Délémont	DEL	Niederschlag	1893	1899	1900	heute	1959	1997	1959	1997
16	Dietikon	DIT	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
17	Eigenthal	EIT	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997

18	Escholzmatt	EHM	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1959	2007	1959	2007
19	Fiesch / Fieschtal/ Ernen	FIT	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1967	1997	1967	1997
20	Filisur	FIL	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
21	Frick	FRI	Niederschlag	-	-	1938	heute	1959	1997	1959	1997
22	Frutigen	FRU	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1959	1997	1959	1997
23	Gadmen	GAD	Niederschlag	1918 1923	1920 1960	1961	heute	1959	1997	1959	1997
24	Guglera / Plaffeien	PLF	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
25	Grimenz	GRI	Niederschlag	1928	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
26	Grono	GRO	Niederschlag	1901	1958	1959	heute	1959	1997	1959	1997
27	Grosshöchstetten	GHS	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
28	Gryon	GRY	Niederschlag	1902	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
29	Gsteig / Gstaad	GSG	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1959	1997	1959	1997
30	Héréence	HER	Niederschlag	1906	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
31	Herisau	HES	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
32	Herzogenbuchsee	HEB	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
33	Hinterrhein	HIR	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
34	Illhart	ILH	Niederschlag	-	-	1900	heute	1959	1997	1959	1997
35	Isenthal	IST	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997

36	Jaun	JAU	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1959	1997	1959	1997
37	Kaiserstuhl AG	KAI	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	2007	1961	2007
38	Kiental	KIE	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1959	1997	1959	1997
39	Klöntal	KLT	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
40	La Brévine	BRL	Niederschlag	1901	1958	1959	heute	1959	1997	1959	1997
41	Landquart	LAN	Niederschlag	1909	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
42	Lungern	LUN	Niederschlag	1904	1960	1961	heute	1959	1997	1959	1997
43	Luthern	LUT	Niederschlag	1910	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
44	Marbach LU	MBA	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1959	1997	1959	1997
45	Marsens	MAS	Niederschlag	1901	1930	1931	heute	1959	1997	1959	1997
46	Moudon-Origine	MDO	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
47	Obstalden	OBD	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
48	Olivone	OLI	Niederschlag	1901	1915	1961	heute	1961	1997	1961	1997
49	Orsières	ORS	Niederschlag	1901	1933	1969	heute	1969	1997	1969	1997
50	Pfäffikon ZH	PFA	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
51	Pigniu	PIG	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
52	Ponte Tresa	POT	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1959	1997	1959	1997
53	Ricken	RIC	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997

54	Safien Platz	SAP	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
55	Salen Reutenen / Haidenhaus	HAI	Niederschlag	1901	1958	1959	heute	1959	1997	1959	1997
56	Sattel-Aegeri	SAG	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1959	1997	1959	1997
57	Schwarzenburg	SZB	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
58	Schwarzenegg	SCE	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1959	1997	1959	1997
59	Sevelen	SEV	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	2007	1961	2007
60	Sierre /Siders	SRE	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1959	1997	1959	1997
61	St. Peterzell	SPZ	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
62	Stans	SNS	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
63	Steckborn	STE	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
64	Teufen	TEU	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
65	Thundorf	TDO	Niederschlag	1901	1960	1961	2005	1961	1997	1961	1997
66	Urnäsch	URN	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
67	Uster	UST	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
68	Vättis	VAE	Niederschlag	1901	1958	1959	heute	1959	1997	1959	1997
69	Vrin	VRI	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
70	Wasen i. E.	WIE	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
71	Weinfelden	WEF	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997

72	Weisstannen	WET	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
73	Wimmis	WIS	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1959	1997	1959	1997
74	Yverdon-les-Bains	YVN	Niederschlag	1902	1960	1961	heute	1961	1997	1961	1997
75	Zweisimmen	ZWE	Niederschlag	1901	1960	1961	heute	1959	1997	1959	1997

Anhang C

Stand der Arbeiten am Ende des Vorhabens im Mai 2011 der pre-1864 Messreihen

Es werden von den drei untenstehenden Stationen verschiedene Parameter zu Verfügung stehen. Die Temperatur wird durchgehend und es werden pro Tag 1-3 Messwerte vorhanden sein.

	Stationsname	Abk.	Parameter	wird im Vorhaben digitalisiert		VOR dem Vorhaben digital vorhanden		VOR dem Vorhaben homogen vorhanden		NACH Diss von R. Kocen vorhanden	
1	Basel	BAS	Temperatur	1755	1863	1755	2010	1864	2010	1770	2010
			diverse	divers	divers	divers	divers	divers	divers	divers	divers
2	Col du Grand St.Bernard	GSB	Temperatur	1819	1863	1864	1924	1959	1997	1863	1924
			diverse	divers	divers	divers	divers	divers	divers	divers	divers
3	Genève	GVE	Temperatur	1796	1863	1864	2010	1864	2010	1796	2010
			diverse	divers	divers	divers	divers	divers	divers	divers	divers

Anhang D

Datenqualitätskontrolle

Tabelle 6: Welche Stationen wurden mit welchen Referenzstationen gegeneinander (Quelle: IACETH)

Station	Referenzstationen
Altdorf	Andermatt, Bad Ragaz, Chur, Engelberg, Grimsel Hospiz, Meiringen
Andermatt	Engelberg, Grimsel Hospiz, Meiringen
Bad Ragaz	Davos, Samedan
Château-d'Oex	Lausanne
Chaumont	Château-d'Oex, Neuchâtel
Davos	Chur, Samedan, Segl Maria
Elm	Altdorf, Andermatt, Engelberg, Grimsel Hospiz, Meiringen
Engelberg	Grimsel Hospiz, Meiringen
Grimsel Hospiz	Meiringen
Luzern	Altdorf, Andermatt, Elm, Engelberg, Grimsel Hospiz, Meiringen
Luzern Sonnenberg	Engelberg
Neuchâtel	Château-d'Oex, Lausanne
Samedan (Bever)	Chur, Segl Maria
St. Gallen	Bad Ragaz, Chur, Elm, Davos

Tabelle 7: Welche Stationen bei den Parametern Temperatur und Niederschlag bereits im DWH vorhandene Monatswerte hatten und durch einen Vergleich qualitätsgeprüft werden konnten (- bedeutet, dass bei DigiHom dort nichts eingespielen wurde)

Station	Bereits im DWH vorhandene Monatswerte?	
	Temperatur	Niederschlag
Altdorf	ja überall (1864 – 1900)	ja (10.1900 – 12.1900)
Andermatt	ja überall (1864 – 1958)	nein
Bad Ragaz	nein	nein
Bellinzona	-	ja (01.1898 – 12.1900)
Bever	ja überall (1864 – 1900)	ja überall (1864 – 1900)
Château-d'Oex	ja überall (1864 – 1930)	ja überall (1879 – 1887)
Chaumont	ja überall (1864 – 1958)	-
Chur	nein	nein
Davos	ja überall (1867 – 1900)	ja überall (1867 – 1900)
Délémont	-	ja (10.1900 – 12.1900)
Elm	nein	nein
Engelberg	ja überall (1864 – 1930)	ja überall (1864 – 1900)
Grimsel Hospiz	nein	ja (1932-1958)
Grächen	nein	nein
Lausanne	-	ja (1900)
Locarno-Muralto	ja überall (1883 – 1935)	ja überall (1883 - 1900)
Luzern	ja überall (1881 – 1930)	ja (10.1900 – 12.1900)
Luzern Sonnenberg	nein	nein
Meiringen	ja überall (1890 – 1958)	-
Neuchâtel	ja überall (1864 – 1900)	ja überall (1864 – 1899)
Segl Maria	-	-
St. Gallen	ja überall (1864 – 1930)	ja überall (1864 – 1930)

Arbeitsberichte der MeteoSchweiz

- 235** Weusthoff T: 2011, Weather Type Classification at MeteoSwiss - Introduction of new automatic classification schemes, 38pp, CHF 66.-
- 234** Hächler P, Burri K, Dürr B, Gutermann T, Neururer A, Richner H, Werner R: 2011, Der Föhnfall vom 8. Dezember 2006 – Eine Fallstudie, 47pp, CHF 68.-
- 233** Wüthrich C, Scherrer S, Begert M, Croci-Maspoli M, Marty C, Seiz G, Foppa N, Konzelmann T, Appenzeller C: 2010, Die langen Schneemessreihen der Schweiz - Eine basisklimatologische Netzanalyse und Bestimmung besonders wertvoller Stationen mit Messbeginn vor 1961, 33pp, CHF 64.-
- 232** Willi, M: 2010, Gridding of Daily Sunshine Duration by Combination of Station and Satellite Data, 92pp, CHF 78.-
- 231** Scherrer, S: 2010, Die Niederschlagstotalisatoren der Schweiz –Eine basisklimatologische Netzanalyse und Bestimmung besonders wertvoller Stationen, 32pp, CHF 64.-
- 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, 135pp, CHF 88.-
- 225** MeteoSchweiz: 2009, Basisanalysen ausgewählter klimatologischer Parameter am Standort KKW-Gösgen, 135pp, 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.-

Veröffentlichungen der MeteoSchweiz

- 87** Bischof, M: 2011, Ensemble Simulations of Convective Storms, 87pp, CHF 84.-
- 86** Walker, D: 2010, Cloud effects on erythemal 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, Sääntti 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.-