

# StartClim.1

**Qualitätskontrolle und statistische  
Eigenschaften ausgewählter  
Klimaparameter auf Tageswertbasis  
im Hinblick auf Extremwertanalysen**

**Zentralanstalt für Meteorologie  
und Geodynamik**



## **Projektmitarbeiter und Autoren des Berichts:**

**Wolfgang Schöner, Ingeborg Auer,  
Reinhard Böhm, Sabina Thaler**

Wien, November 2003

Teilprojekt von StartClim  
"Startprojekt Klimaschutz: Erste Analysen extremer Wetterereignisse  
und ihrer Auswirkungen in Österreich"

Projektleitung: Institut für Meteorologie und Physik  
der Universität für Bodenkultur Wien  
Türkenschanzstr. 18, 1180 Wien  
URL: <http://www.austroclim.at/startclim/>

## Inhaltsverzeichnis

<i>Kurzfassung / Abstract</i> -----	4
<b>1-1 Einleitung</b> -----	<b>5</b>
<b>1-1.1 Ausgangssituation</b> -----	<b>5</b>
<b>1-1.2 Vorgangsweise</b> -----	<b>5</b>
<b>1-2 Datenqualitätskontrolle und Datenqualitätsverbesserung</b> -----	<b>7</b>
<b>1-2.1 Stationsauswahl</b> -----	<b>7</b>
<b>1-2.2 Methoden der Datenqualitätskontrolle auf Tageswertbasis</b> -----	<b>10</b>
1-2.2.1 <i>Lufttemperatur</i> -----	10
1-2.2.2 <i>Niederschlag</i> -----	12
1-2.2.3 <i>Schneehöhe</i> -----	14
<b>1-2.3 Abschließende Qualitäts- und Homogenitätsprüfung</b> -----	<b>15</b>
1-2.3.1 <i>Lufttemperatur</i> -----	16
1-2.3.2 <i>Niederschlag</i> -----	20
1-2.3.3 <i>Schneehöhe</i> -----	22
<b>1-3 Extremwertstatistik</b> -----	<b>24</b>
<b>1-3.1 Quantile und Perzentile</b> -----	<b>24</b>
<b>1-3.2 Peak-Over-Threshold (POT) Methode</b> -----	<b>28</b>
1-3.2.1 <i>Lufttemperaturmaximum</i> -----	29
1-3.2.2 <i>Lufttemperaturminimum</i> -----	31
1-3.2.3 <i>Niederschlag</i> -----	33
<b>1-4 Schlussfolgerung</b> -----	<b>35</b>
<b>1-5 Literaturverzeichnis</b> -----	<b>36</b>
<b>1-6 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b> -----	<b>37</b>

*Kurzfassung / Abstract*

Mittels verschiedener Methoden der Qualitätsprüfung konnte StartClim1 einen qualitätsverbesserten Datensatz der Klimaelemente Lufttemperatur (Mittel und Extreme), Niederschlagssumme und Schneehöhe auf Tageswertbasis bereitstellen. Der Datensatz beinhaltet 71 österreichische Stationen für die Periode 1948 bis 2002. Eine Homogenitätsprüfung der Stationen zeigt, dass keine der Stationen als homogen zu bezeichnen ist. Zu den Stationen mit besserer Homogenität zählen Wien Hohe Warte und Sonnblick. Von vielen Stationen können nur homogene Subperioden verwendet werden. Eine Extremwertstatistik der Station Wien Hohe Warte zeigt einen markanten Anstieg der extremen Sommertemperaturen sowohl in den letzten 50 Jahren als auch im Vergleich der Periode 1901 bis 50 mit 1951 bis 2000. Für die Temperaturminima im Winter konnte nur eine wesentlich geringere Veränderung (geringfügige Abschwächung der Extreme) gefunden werden.

Within StartClim1 different methods of data quality controll were used to compile an improved data set of air temperature (mean and extremes), precipitation sum and snow height on a daily base. The new data set covers the period 1948 to 2002 for 71 Austrian stations. Though the homogeneity check of stations showed that all series are inhomogeneous homogeneous subperiods of series can be used for statistical evaluations (Sonnblick and Wien Hohe Warte belong to the set of station with highest level of homogeneity). From extremal statistics of Wien Hohe Warte a significant increase of extreme summer temperature were derived within the last 50 years as well as for period 1951-2000 compared to 1901-50. For the winter minimum temperatures much weaker changes (slight decrease of extremes) were detected.

## 1-1 Einleitung

### 1-1.1 Ausgangssituation

Häufigkeitsverteilungen von Klimaparametern auf Tageswertbasis und deren zeitliche Änderung sind für die Diskussion über gegenwärtige und prognostizierte Klimaänderungen besonders im Hinblick auf Änderungen von Extremwertereignissen von großer Bedeutung. Änderungen der Extremwerte können 3 Ursachen haben:

- eine Verschiebung des Mittelwertes,
- eine Änderung der Varianz und
- eine Veränderung der Form der Häufigkeitsverteilung.

Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die oben aufgezählten Änderungen auch kombiniert auftreten können oder sich gegenseitig verstärkend oder aufhebend auf die Extremwerte auswirken können.

Klimaänderungen und besonders Änderungen von Extremwerten können jedoch erst nach einer eingehenden Prüfung der Datenqualität und der Datenhomogenität abgeleitet werden, da Datenfehler und Inhomogenitäten das Klimaänderungssignal teilweise oder sogar vollständig maskieren können. Es war daher Aufgabe von StartClim1 eine eingehende Qualitätsprüfung und Qualitätsverbesserung (inklusive der Versuch einer Homogenitätsprüfung) der Klimareihen von 71 österreichischen Stationen für die Klimaelemente Lufttemperatur (Mittel und Extreme), Niederschlagssumme und Schneehöhe durchzuführen sowie Grundlagen einer deskriptiven Extremwertstatistik zu liefern. Im Rahmen dieses Kurzprojektes kann keine umfangreiche Qualitätskontrolle, Datenkorrektur und Datenhomogenisierung erfolgen. Exemplarisch sollten jedoch für Tageswerte ausgewählter Klimaelemente und Stationen eine deutliche Verbesserung mittels neu zu entwickelnder Methoden erreicht werden. Auf Grund der Themenstellung war eine enge Zusammenarbeit mit dem Projekt StartClim2 vorgegeben.

### 1-1.2 Vorgangsweise

Grundlage für die Auswahl der StartClim Stationen waren die für die Klimanormalperiode 1961-90 qualitätsverbesserten Stationen aus dem Projekt ÖKLIM (Auer u.a. 2001). Diese Stationsauswahl deckt Österreich mit 69 Stationen ab, von denen eine bessere Datenqualität der Tageswerte bekannt ist. Zusätzlich wurden 2 weitere Stationen in die Auswahl aufgenommen die im Projekt StartClim2 analysiert wurden. Für diese Stationen sind alle an der ZAMG digital vorliegenden Tageswerte ab 1945 verwendet worden. Längere Zeitreihen liegen nur von 6 Stationen (Wien Hohe Warte, Sonnblick, Innsbruck, Salzburg, Graz und Kremsmünster) vor.

Für die Datenprüfung wurden einfache Tools entwickelt, die im Wesentlichen auf verschiedenen Methoden der Berechnung und Darstellung auffälliger Werte (Ausreißer) beruhen (diese Methoden werden im Kapitel 1-2.2 beschrieben). Diese auffälligen Werte mussten dann einzeln überprüft werden, wobei der erste Schritt ein Vergleich mit den Originalklimabögen war. Eine weitere Möglichkeit war ein Vergleich mit benachbarten Stationen. Die Fehler wurden entweder durch die richtigen Werte in den Klimabögen ersetzt oder mittels der Nachbarstationen ergänzt. Letzter Schritt der Datenprüfung war eine Homogenitätsprüfung der Reihen für die Elemente Lufttemperatur und Schneehöhe. Zusätzliche Informationen über die Datenhomogenität konnten aus vorliegenden Metadaten

und den Testergebnissen der ALOCLIM Homogenisierung (Auer u.a. 2001) abgeleitet werden.

Im zweiten Teil des Projektes wurden die grundlegenden statistischen Eigenschaften der ausgewählten Klimaelemente mit Hilfe deskriptiver Methoden aufgezeigt. Die verwendete Methoden basieren auf einer detaillierten Quantilsuntersuchung und einer POT (Peak over Threshold) Analyse. Zur Verbesserung der statistischen Anpassungen wurde für einzelne Klimaparameter eine Trennung nach Jahreszeiten vorgenommen.

## 1-2 Datenqualitätskontrolle und Datenqualitätsverbesserung

Dieses Kapitel soll einen Überblick der einzelnen Methoden der Datenqualitätskontrolle für die Klimaelemente Lufttemperatur, Niederschlag und Schneehöhe geben sowie die neu entwickelte Methode der Homogenitätsprüfung vorstellen. Fehler in Rohdaten sind prinzipiell auf Mess-, Übertragungs- oder Digitalisierungsfehler zurückzuführen. Einleitend sind kurz die ausgewählten Klimastationen beschrieben.

### 1-2.1 Stationsauswahl

Insgesamt wurden 71 Klimastationen für dieses Projekt ausgewählt, die Gesamtösterreich in seiner vertikalen und horizontalen Struktur beschreiben sollen (s. Abb. 1-1):

Vorarlberg:	Bregenz, Feldkirch, Schopfernau, Schröcken
Tirol:	Galtür, Holzgau, Innsbruck-Flughafen, Innsbruck-Universität, Jenbach, Kufstein, Landeck, Mayrhofen, Obergurgl, Patscherkofel, Reutte, Lienz, St.Jakob in Defreggen
Salzburg:	Badgastein, Mooserboden, Rauris, Salzburg-Flughafen, Sonnblick, Tamsweg, Zell am See
Oberösterreich:	Bad Ischl, Feuerkogel, Freistadt, Grossraming, Hörsching, Kollerschlag, Krippenstein, Kremsmünster, Mondsee, Pabneukirchen, Reichersberg
Niederösterreich:	Hohenau an der March, Krems, Laa an der Thaya, Oberleis, Reichenau/Rax, Retz, Schwechat, St. Pölten, Stift Zwettl
Wien:	Hohe Warte, Mariabrunn
Burgenland:	Eisenstadt, Wörterberg
Steiermark:	Bad Aussee, Bad Gleichenberg, Bruck an der Mur, Gleisdorf, Graz-Flughafen, Graz-Universität, Hieflau, Irdning-Gumpenstein, Lobming, Mariazell/St.Sebastian, Mürzzuschlag, Seckau, Schöckl, Stolzalpe, Zeltweg
Kärnten:	St.Michael ob Bleiburg, Kanzelhöhe, Klagenfurt, Kolbnitz, Loibl-Tunnel, Preitenegg, Reisach, Villacher Alpe

Die Untersuchungsperiode reicht von 1948 bis 2002: 45 Klimastationen weisen die vollständige Zeitperiode auf, während die restlichen 26 Datenreihen später beginnen und/oder früher enden. Von den ausgewählten Messstationen haben 40 Fehlwerte innerhalb ihrer Datenreihe – teilweise bei allen drei untersuchten Klimaelementen (s. Tab. im Anhang).



Abb. 1-1: Stationsauswahl StartClim 1

Innerhalb der Zeitreihen kam es in vielen Fällen zu Stationsverlegungen, die z.T. mit einer neuen Stationsnummer vermerkt wurden. Nur für einzelne Verlegungen liegen jedoch Überschneidungsperioden mit den entsprechenden Parallelmessungen vor, die jedoch für eine Kombination der Reihen notwendig sind. So weist z.B. die Messstation St. Pölten in ihrer Datenreihe fünf verschiedene Stationsstandorte bzw. -nummern auf, allerdings kam es nur in der Zeitperiode von 1.1.1948 bis 30.4.1949 zu parallelen Messungen zwischen den zwei räumlich getrennten Standorten.

Um die Auswirkungen der Verlegung der Station für die Datenreihen der Klimaelemente Lufttemperaturmaximum (Tmax) und -minimum (Tmin) zu erfassen, erfolgte eine Überprüfung der Datensätze im Überschneidungszeitraum mittels Korrelationsanalyse (s. Tab. 1-1). Die meist geringeren Korrelationskoeffizienten des Lufttemperaturminimums (in 12 von 19 Fällen) weisen darauf hin, dass diese auf eine Stationsverlegung stärker reagieren.

Tab. 1-1: Korrelationskoeffizienten des Lufttemperaturmaximums (Tmax) und -minimums (Tmin) für den Überschneidungszeitraum innerhalb einer Zeitreihe

Station	Stationsnr. 1	Stationsnr. 2	Überschneidungszeitraum		Korrelationskoeffizient	
			von	bis	Tmax	Tmin
Bregenz	11100	11102	01.04.1984	31.12.1985	0.997	0.995
Feldkirch	11110	11115	01.10.1993	31.12.1994	0.997	0.997
Freistadt	1600	1601	02.12.1991	31.12.1991	0.968	0.971
Galtür	17001	17002	01.11.1996	30.11.1996	0.987	0.995
Innsbruck Universität	11801	11803	01.09.1986	31.12.1986	0.997	1.000
Irdning Gumpenstein	9810	9811	01.01.1990	31.01.1993	0.997	0.993
Krems	3801	3805	01.02.1996	31.03.1996	0.994	0.992
Landeck	14400	14401	01.01.1986	30.04.1986	0.994	0.998
Mariazell/St. Sebastian	7200	7220	01.01.1987	31.12.1987	0.995	0.996
Mariazell/St. Sebastian	7220	7221	01.08.2000	31.12.2000	0.996	0.996
Mayrhofen	15000	15001	01.09.1992	27.09.1992	0.928	0.970
Preitenegg	18800	18805	01.06.1993	31.12.1993	0.999	0.997
Rauris	15401	15402	01.12.1992	01.12.1993	0.985	0.974
Reichenau	10510	10511	16.9.1982	31.12.1982	0.989	0.982
Reutte	11500	11505	01.07.1994	31.07.1994	0.986	0.778
Schöckl	16420	16421	01.12.1992	27.02.1992	0.973	0.991
St. Pölten	5601	5608	01.01.1948	30.04.1949	0.993	0.982
Wien Hohe Warte	5901	5904	01.04.1991	31.12.1992	0.963	0.941
Zeltweg	16100	16101	01.04.1992	31.05.1992	0.998	0.879

## 1-2.2 Methoden der Datenqualitätskontrolle auf Tageswertbasis

### 1-2.2.1 Lufttemperatur

Die Lufttemperatur wird zum einen an den drei vorgegebenen Messterminen 7, 14 und 19 Uhr (bis 31.12.1970 21 Uhr) gemessen, zum anderen wird mit Hilfe eines Maximum- und Minimumthermometers der höchste bzw. der niedrigste Wert während eines Tages aufgezeichnet. Es handelt sich hierbei um unabhängige Messungen mit drei verschiedenen Instrumenten. Das Lufttemperaturmittel wird für die gesamte Untersuchungsreihe aus

$$T_{\text{mit}} = (T_{\text{min}} + T_{\text{max}})/2$$

berechnet, jenes Rechenverfahren, dass seit 1971 an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik verwendet wird.

Bis Ende der 1970er Jahre wurden an der ZAMG Lochkarten zur Aufzeichnung der Messwerte verwendet. Die Übertragung der Lochkarten auf Magnetbänder und später auf Festplattenspeicher hatte viele Übertragungsfehler zur Folge. Weiters wurden sowohl das Lufttemperaturmaximum als auch das Minimum als ganzzahlige Werte gelocht, die Temperaturen zu den Terminbeobachtungen jedoch in Zehntelgrad. Dadurch kam es sowohl zu Rundungsfehler als auch zu einem wesentlichen Informationsverlust.

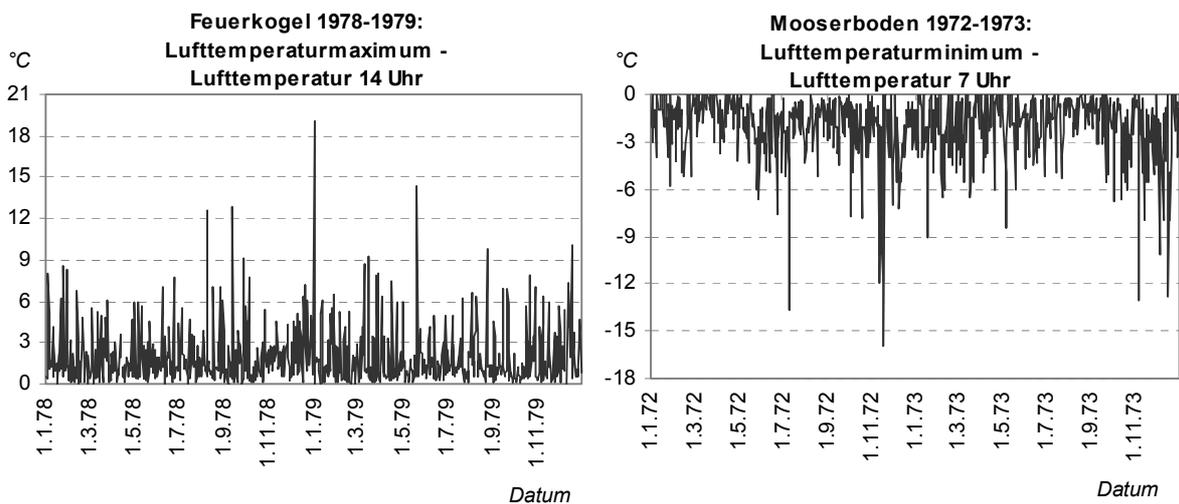


Abb. 1-2: Beispiele der Datenqualitätskontrolle: Lufttemperaturmaximum – Lufttemperatur 14 Uhr: Tamsweg 1978-79 bzw. Lufttemperaturminimum – Lufttemperatur 7 Uhr: Mooserboden 1972-73

Die erste Methode der Datenqualitätskontrolle vergleicht die täglichen Temperaturmessungen miteinander und überprüft ob das Maximum auch den tatsächlich höchsten bzw. das Lufttemperaturminimum den geringsten Tageswert aufweist. Auffällige Werte wurden gekennzeichnet, mit den Originalwerten in den Klimabögen überprüft, wenn notwendig und möglich ausgebessert oder ergänzt.

Die zweite Methode der Qualitätskontrolle bezieht sich darauf, dass bei einem typischen Verlauf eines weitgehend wolkenlosen Strahlungstages das Lufttemperaturminimum etwas vor Sonnenaufgang, das Maximum kurz nach Sonnenhöchststand um ca. 14 Uhr liegt. Einzelne Wetterlagen können natürlich zu beträchtlichen Abweichungen führen. Aufgrund dieser Eigenschaft wurde einerseits das Lufttemperaturmaximum mit der Temperatur um 14 Uhr, andererseits das Minimum mit der Lufttemperatur um 7 Uhr verglichen. Größere Abweichungen wurden wieder gekennzeichnet, mit den Originalwerten in den Klimabögen

überprüft, wenn notwendig und möglich ausgebessert oder ergänzt. In den Abb. 1-2 sind Beispiele dieser Methode dargestellt.

Die dritte Methode der Qualitätskontrolle nutzt die Persistenz (zeitliche Autokorrelation) der Lufttemperatur aus. Das arithmetische Mittel der Lufttemperaturen des Vor- und Folgetages wird mit dem entsprechenden Messwert des untersuchten Tages verglichen (s. Beispiele aus Abb.1-3). Jene Tage, die größere Abweichungen zwischen den zwei Variablen aufzeigen, wurden gekennzeichnet und anschließend mit den Klimabögen überprüft, wenn notwendig und möglich ausgebessert oder ergänzt.

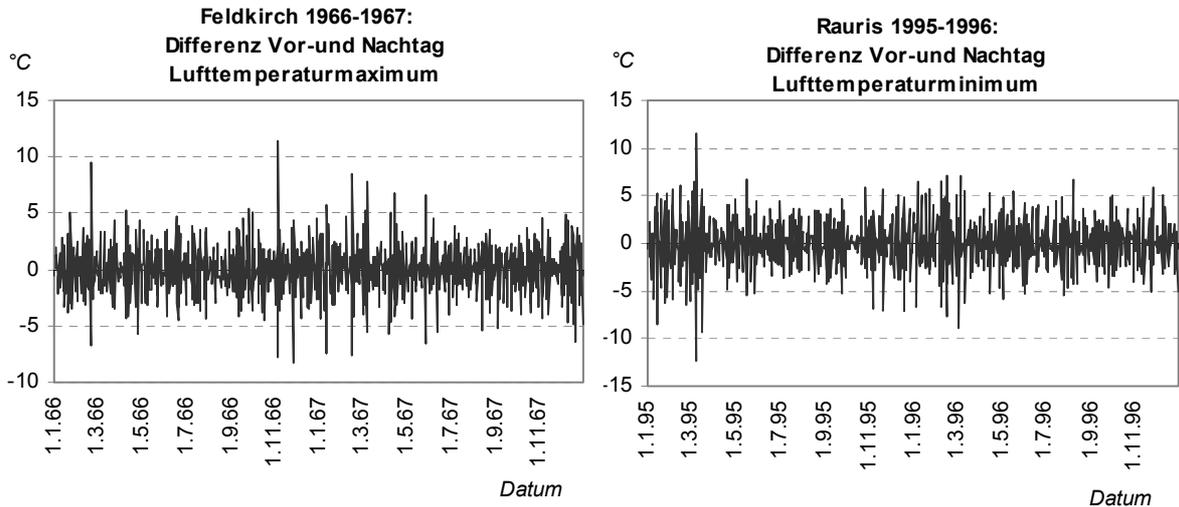


Abb. 1-3: Beispiel der Datenqualitätskontrolle: Differenz des Vor- und Nachtages mit Lufttemperaturminimum: Rauris 1995-1996

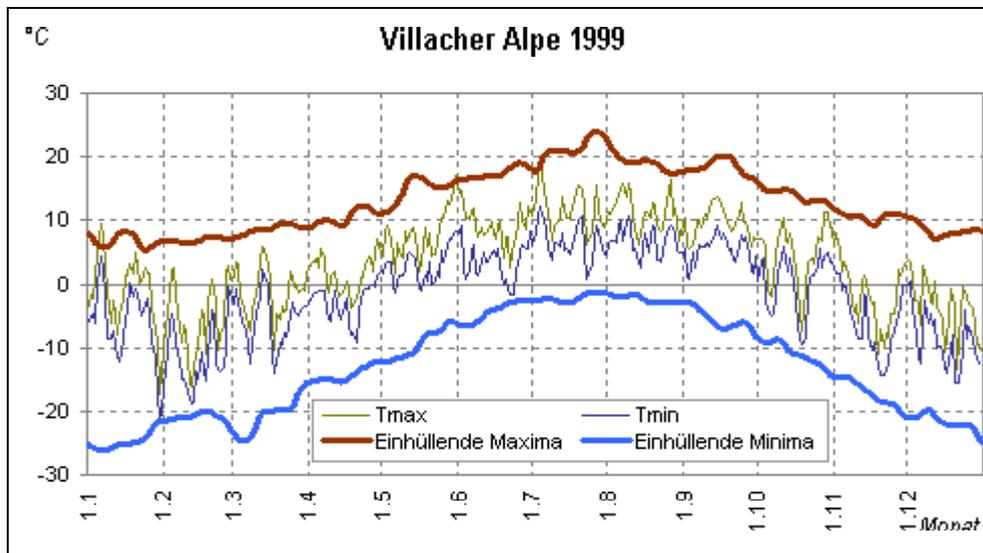


Abb. 1-4: Beispiel der Datenqualitätskontrolle: „Einhüllende Maxima und Minima“ Villacher Alpe 1999

Als viertes Qualitätsprüfungsverfahren wurden ein einhüllendes Maximum und einhüllendes Minimum herangezogen. Bei den einhüllenden Kurven handelt es sich um Gauss'sche Tiefpassfilter der klimatologischen Mittel für die Periode 1961-90 für die Lufttemperaturmaxima und -minima. Die Methode der Qualitätskontrolle überprüft die Über- bzw. Unterschreitung einzelner Tagesmesswerte zu diesen zwei Kurven (s. Beispiel aus

Abb.1-4). Analog wie bei den anderen Methoden wurden wieder größere Abweichungen gekennzeichnet und anschließend mit den Klimabögen überprüft, wenn notwendig und möglich ausge bessert oder ergänzt.

In Summe konnte mit diesen vier Kontrollmethoden rund 1,1% Fehler in den Datenreihen verbessert werden, d.h. nahezu 16.000 Werte (s. Abb. 1-5). Besonders in den ersten Jahren der Messreihen zwischen 1948 bis 1960 konnte eine hohe Fehlerkonzentration festgestellt werden. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass bei der Stationsauswahl jene des ÖKLIM-Projektes verwendet wurden, die bereits eine verhältnismäßig gute Datenqualität während des Zeitraums 1961 bis 1990 aufwiesen.

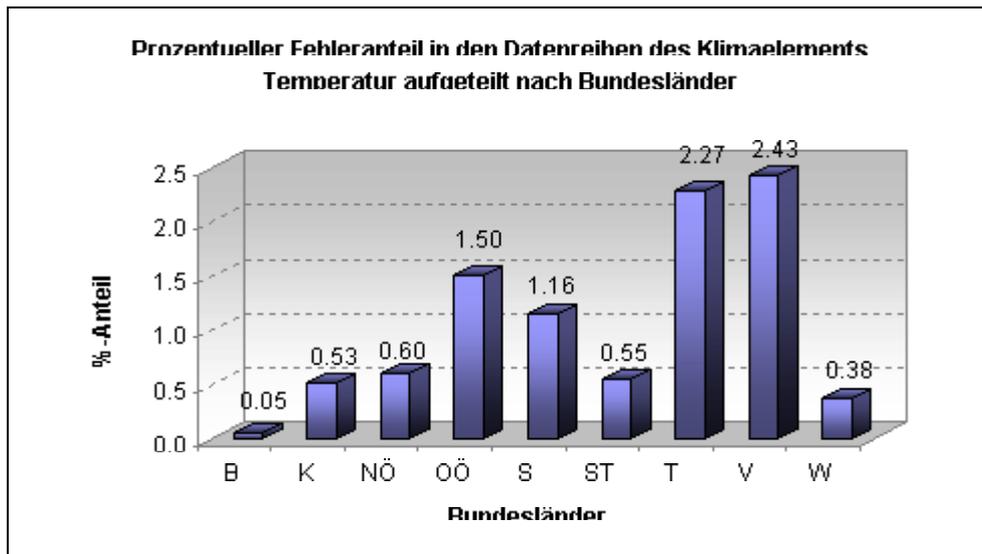


Abb. 1-5: Prozentueller Anteil der korrigierten Werte in den Gesamtdatenreihen des Klimaelements Temperatur – aufgeteilt nach Bundesländer

### 1-2.2.2 Niederschlag

Eine Qualitätskontrolle des Klimaelements Niederschlag ist um einiges schwieriger als die der Lufttemperatur. Zum einen sind die systematischen Messfehler größer, die im Wesentlichen auf die Winddeformation über dem Kollektor, Benetzungsfehler, Verdunstung, Spritzwasser und Schneesverfrachtung zurückzuführen sind (Auer u.a. 2000). Zum anderen ist angesichts der viel stärkeren räumlichen Variabilität dieses Klimaelementes ein Vergleich mit Nachbarstationen nur bedingt möglich.

Niederschlagsmessungen werden an der ZAMG um 7 und 19 Uhr MOZ durchgeführt; als Grundlage für Auswertungen wird die Tagessumme herangezogen, die sich aus der Summe der beiden Messwerte ergibt.

Als Qualitätsprüfungsverfahren wurden die einzelnen Tagessummen der StatClim1 Stationen mit der Summe der zwei Messtermine überprüft sowie in einem zweiten Schritt mit den Werten der Nachbarstationen (Stationen des Hydrographischen Zentralbüros - HZB) verglichen. Abbildung 1-6 gibt einen Überblick der Stationsverteilung in Österreich für die ZAMG-StartClim1 und die HZB Stationen. Da bei dem letzt genannten Prüfungsverfahren z.T. unterschiedliche Messzeitpunkte und somit eine andere Tageszuordnung der Daten zu berücksichtigen waren, war diese Art der Qualitätskontrolle mit großer Vorsicht durchzuführen und entsprechend arbeitsintensiv (s. Beispiel aus Abb. 1-7).



Abb. 1-6: StartClim Stationen und das hydrographische Messnetz – Übersichtsdarstellung

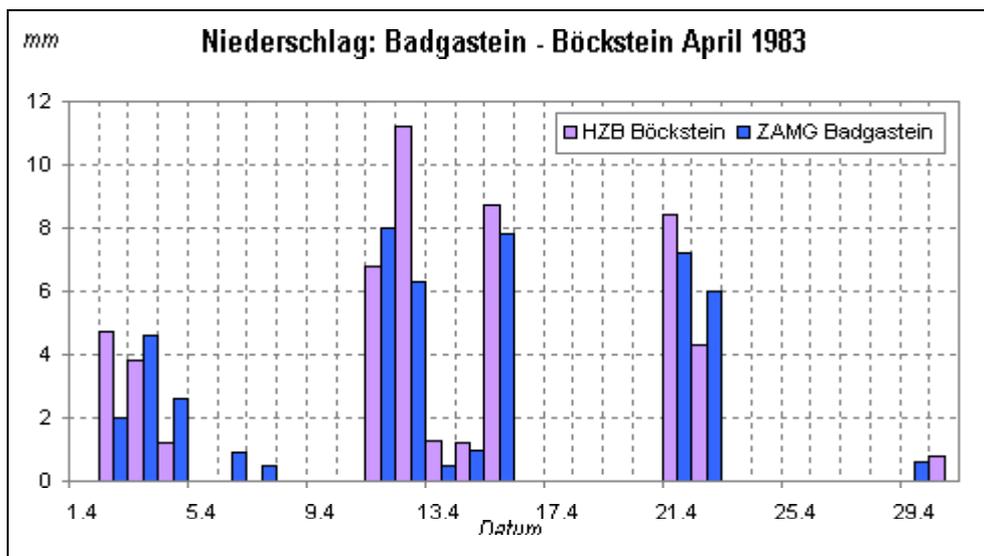


Abb. 1-7: Vergleich der Tagesniederschläge: HZB Bockstein – ZAMG Badgastein, April 1983

Insgesamt konnten mehr als 5,5% der Werte in den Zeitreihen korrigiert werden (s. Abb. 1-8), wobei die zwei Messstationen Schoppernau und Schröcken mit über 40% verbesserte Niederschlagswerte die fehlerhaftesten Daten hatten.

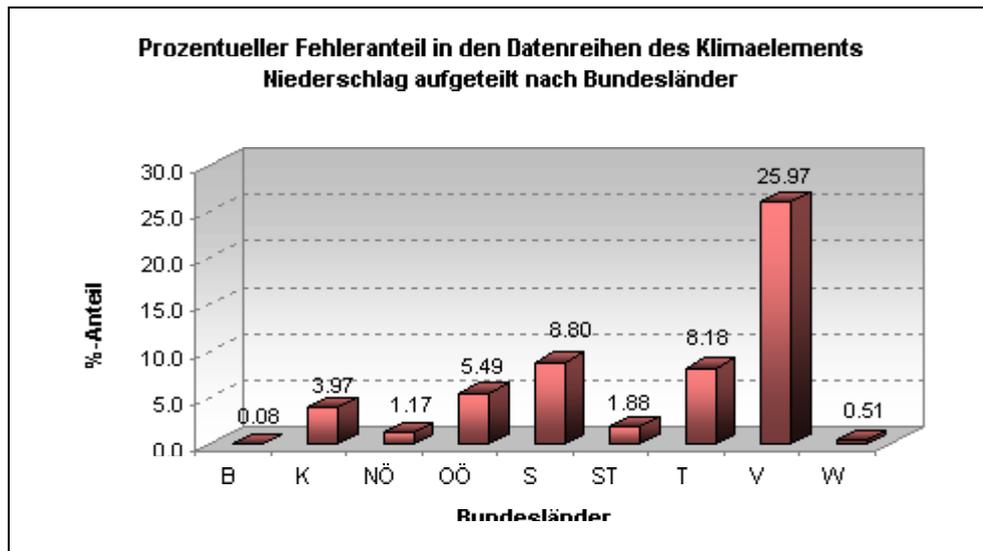


Abb. 1-8: Prozentueller Anteil der korrigierten Werte in den Gesamtdatenreihen des Klimaelements Niederschlag – aufgeteilt nach Bundesländer

### 1-2.2.3 Schneehöhe

Die Höhe der Schneedecke, die sich in der unmittelbaren Umgebung einer Klimastation befindet, wird um 7 Uhr MOZ in cm gemessen.

Ähnlich wie beim Niederschlag wurden auch hier zur Qualitätskontrolle die Messstationen des Hydrographischen Zentralbüros verwendet und deren Werte mit jenen der StartClim Stationen verglichen (s. Abb. 1-6). Es traten hier die selben Schwierigkeiten bei der Zeitzuordnung der Messwerte auf wie bei der Überprüfung des Klimaelements Niederschlag.

Als weiteres Prüfungskriterium wurde berücksichtigt, ob bei einem Anstieg der Schneehöhe am selben Tag auch ein Niederschlag aufgezeichnet wurde. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass je nach Lage und Höhe einer Station Schneeverfrachtung die Schneehöhe wesentlich beeinflussen und für eine Zunahme dieser verantwortlich sein kann. Das bedeutet, dass die Schneehöhe ansteigen kann, obwohl kein Niederschlag fiel. Es musste auch berücksichtigt werden, dass der Niederschlag, der zwischen 19 bis 7 Uhr auftritt, bei der Niederschlagstagesumme dem Vortag zugeschrieben wird. Folglich konnte die Schneedecke um 7 Uhr aufgrund des Niederschlages in der Nacht angestiegen sein, obwohl am selben Tag aufgrund der Zeitzuordnung der Messwerte kein Niederschlag aufgezeichnet wurde.

Als letzte Kontrollmethode wurde die Kontinuität der Schneedecke und somit auffällige Sprünge in den Datenreihen mit jenen Werten in den Klimabögen überprüft (s. Beispiel aus Abb. 1-9).

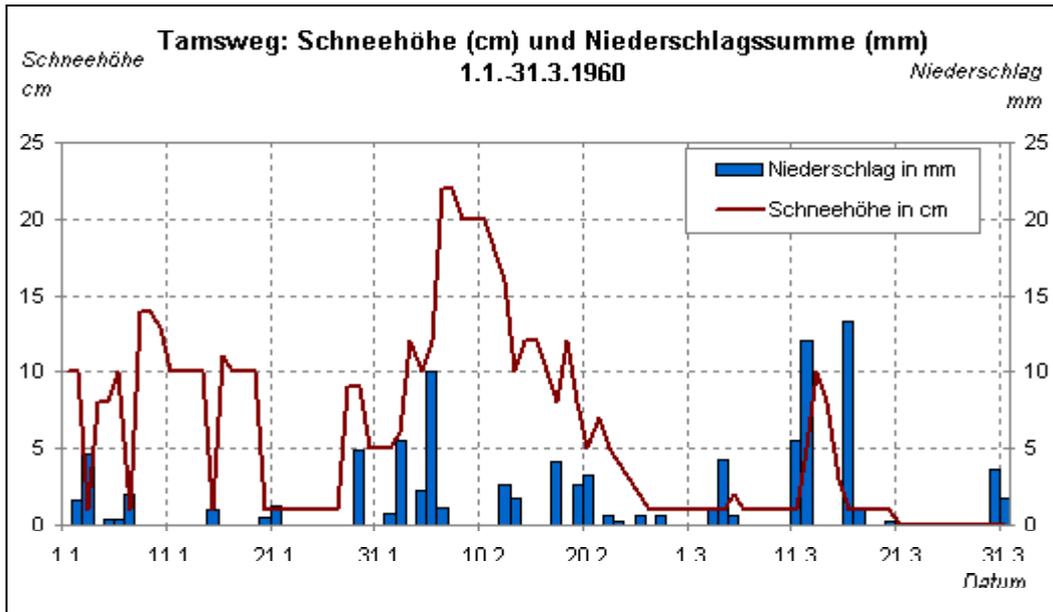


Abb. 1-9: Beispiel der Datenqualitätskontrolle: Kontinuität der Schneedecke sowie Relation Anstieg Schneedecke und Niederschlag; Tamsweg 1.1.-31.3.1960

Mit Hilfe dieser drei Methoden der Datenqualitätskontrolle konnten rund 0,7% der Werte der Datenreihen verbessert werden (s. Abbildung 1-10). Die höchste Fehleranzahl mit rund 10% inkorrekten Werten innerhalb der Datenreihe wurde bei der Station Seckau gefunden.

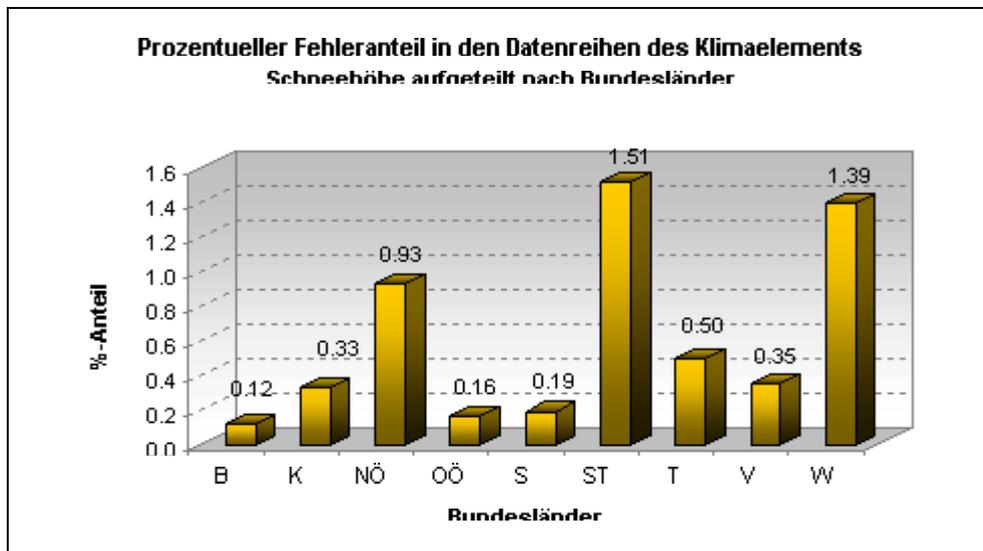


Abb. 1-10: Prozentueller Anteil der korrigierten Werte in den Gesamtdatenreihen des Klimaelements Niederschlag – aufgeteilt nach Bundesländer

### 1-2.3 Abschließende Qualitäts- und Homogenitätsprüfung

Mit „homogenisieren“ wird hier das Anpassen der früheren Abschnitte von Klimazeitreihen an den aktuellen Zustand der Messstation bezeichnet. Es müssen dazu Sprungstellen in den Reihen entfernt werden, die beispielsweise durch Instrumentenwechsel oder Stationsverlegung zustande gekommen sind (Auer u.a. 2001). Eine Homogenisierung von Tageswerten ist jedoch bis dato nicht möglich da noch keine einwandfreien Methoden

gefunden werden konnten. Mit den im Rahmen von StartClim1 verwendeten Zeitreihen kumulierter Residuen vom Regressionsmodell der Stationen wurde jedoch eine Methode entwickelt, um die Homogenität der Zeitreihen qualitativ beurteilen zu können. Zusätzlich ermöglichen die Zeitreihen der Residuen vom Regressionsmodell einer Station eine abschließende Qualitätsüberprüfung.

### 1-2.3.1 Lufttemperatur

Sowohl in den Arbeiten „Lufttemperaturschwankungen in Österreich seit 1775“ (Böhm 1992) als auch in „ALOCCLIM – Austrian Long-Term Climate 1767-2000“ (Auer u.a. 2001) erfolgte u.a. die Homogenisierung des Klimaelements Lufttemperatur in Österreich auf Monatsbasis. Inhomogene Reihen wurden unter Verwendung homogener Subperioden von Nachbarstationen oder Umgebungsgebietsmitteln mittels Differenzmethode reduziert (Böhm 1992). Nachstehende Tabelle (Tab. 1-2) enthält die Abweichungen des Rohdatenmaterials vom homogenisierten Zustand nach der Reduktion für die Jahresmittel ausgewählter StartClim Stationen, wobei nur für StartClim1 relevante Zeiträume entnommen wurden.

Tab. 1-2: Abweichungen der Originaldaten von den reduzierten Daten für die Jahresmittel der Lufttemperatur (in °C) (Böhm 1992)

Bad Gleichenberg	1928-1960: 0,4/1961-1989:0,0
Bad Ischl	1942-1989:0,0
Badgastein	1932-1965: 0,8/1966-1989:0,0
Bregenz	1943-1951: 0,2/1952-1989:0,0
Feldkirch	1947-1965: -0,5/1973-1989:0,0
Feuerkogel	1930-1989:0,0
Freistadt	1941-1949: 0,5/1950-1968:0,3/1969-1989:0,0
Galtür	1896-1951:1,2/1952-1973:0,3/1974-1989:0,0
Graz Universität	1942-1954:-0,2/1955-1964:0,1/1965-1989:0,0
Innsbruck Universität	1892-1948:0,0/1949-1971:-0,1/1972-1989:0,0
Klagenfurt	1880-1950:0,7/1951-1989:0,0
Kollerschlag	1930-1989:0,0
Kremsmünster	1939-1989:0,0
Kufstein	1937-1989:0,0
Mooserboden	1915-1951:0,0/1952-1975:-0,4/1976-1989:0,0
Patscherkofel	1940-1955:1,9/1956-1957:2,7/1958-1966:1,7/1967-1989:0,0
Rauris	1905-1960:0,4/1961-1989:0,0
Reichenau	1942-1989:0,0
Retz	1947-1989:0,0
Salzburg	1939-1973:-0,5/1974-1989:0,0
Schöckl	1901-1989:0,0
Sonnblick	1887-1989:0,0
St. Pölten	1947-1978:-0,2/1979-1989:0,0
Stift Zwettl	1938-1979:0,3/1980-1989:0,0
Tamsweg	1919-1989:0,0
Villacher Alpe	1941-1969:0,3/1970-1989:0,0
Wien Hohe Warte	1775-1989:0,0
Zell am See	1938-1979:0,3/1974-1989:0,0

Zusätzliche Informationen über die Datenqualität können aus den Metadaten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik abgeleitet werden. Metadaten sind Beschreibungen der Messung selbst. Angaben wie die Art der Messinstrumente und deren

Aufstellung, die Umgebung des Messplatzes, die Seehöhe, die Höhe über Grund, die Beobachtungstermine, der Beobachter u.Ä. (Auer u.a. 2000) können diesen Aufzeichnungen entnommen werden.

In nachfolgenden Abbildungen (Abb. 1-11 bis 1-16) sind Zeitreihen der Residuen vom Höhenregressionsmodell (tägliche Regression der Lufttemperatur aller 70 Stationen ohne der zu untersuchenden Station selbst mit der Seehöhe) für ausgewählte Messstationen dargestellt. Einzelnen Ausreißer wurden dabei nochmals einer Prüfung unterzogen. Dabei war auch der Vergleich mit den Residuenzeitreihen von Nachbarstationen ein Prüfkriterium. So konnte z.B. der Outlier der Station Wien Hohe Warte im Jänner 1992 durch Vergleich mit den Stationen Mariabrunn und Schwechat als richtig eingestuft werden.

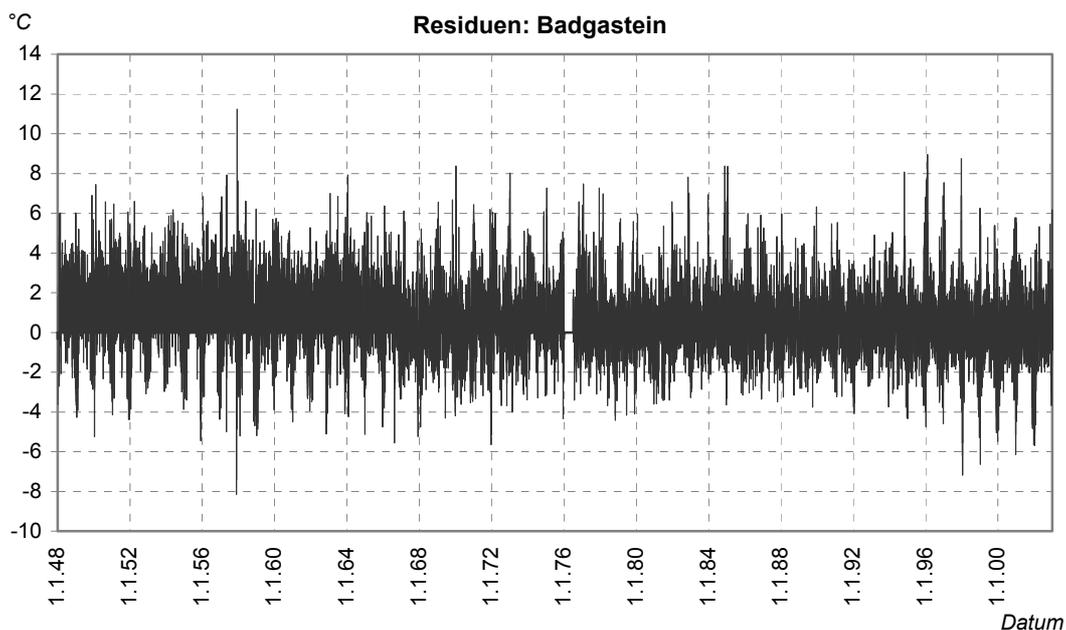


Abb. 1-11: Darstellung der Residuen des Höhenregressionsmodells am Beispiel Badgastein

Badgastein weist bei der Darstellung der Residuen einige markante Ausreißern auf, die vermehrt in den Wintermonaten auftreten (s. Abb. 1-11). Die größeren Residuen des Abschnitts der Zeitreihe nach 1995 zeigen auch eine Stationsverlegung mit Veränderung des Lokalklimas an.

Für eine abschließende Homogenitätsprüfung wurden kumulierte Werte der Residuen berechnet. Diese Zeitreihen zeigen durch Änderung der Steigung der Kurve sehr deutlich Sprünge in den Temperaturreihen an, wobei ein Knickpunkt eine Sprungstelle (Inhomogenität) und eine gekrümmte Kurve einen Inhomogenitätstrend (z.B. wachsender Baum, zunehmende Verbauung) bedeutet. Eine derartige Homogenitätsprüfung ist rein qualitativ, kann also keine statistische Signifikanz der Sprünge angeben. Ein Homogenitätstest (mit Angabe einer Signifikanz) konnte im zeitlichen begrenzten Rahmen von StatClim1 nicht entwickelt werden.

Bei Betrachtung der kumulierten Residuen der Station Badgastein (s. Abb. 1-12) ist zu Beginn ein Sprungbereich um 1966 erkennbar (markanter Knick der Kurve). Wie auch aus Tabelle 1-2 ersichtlich, wurde in dieser Zeitperiode eine Reduktion bei der Homogenisierung der Monatsdaten durchgeführt. Auch kam es im Oktober 1966 zu einer Verlegung der Messstation, die bis 1972 geführt wurde (Auer u.a. 2001). Ein weiterer Sprung ist Ende 1995 erkennbar, der ebenfalls auf eine Stationsverlegung (Verlegung nach Böckstein mit der weiter oben erwähnten Veränderung des Lokalklimas) zurückzuführen ist.

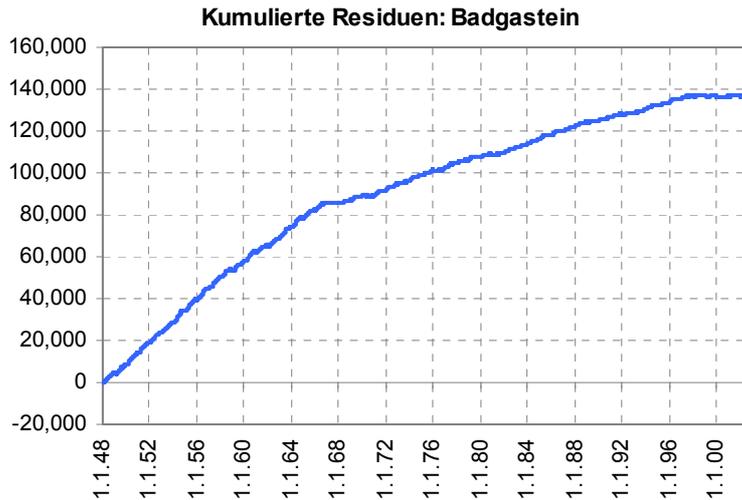


Abb. 1-12: Darstellung der kumulierten Residuen der Station Badgastein

Sehr markant sind die Änderungen der Residuen der Messstation Obergurgl (vgl. Abb. 1-11 mit 1-13). Insbesondere zu Beginn der Messreihe bis 1970 zeigt das Lufttemperaturmittel große Abweichungen, die verstärkt in den Monaten Februar bis April auftreten. Laut Stationsaufzeichnungen wurden in den Wintermonaten zwischen 1961 und 1969 die Innenräume der Klimahütte mit Stoff verkleidet, um das Eindringen von Schnee bei windigem Wetter zu verhindern. Die Folge waren ungewöhnliche Lufttemperaturen, insbesondere im Spätwinterabschnitt

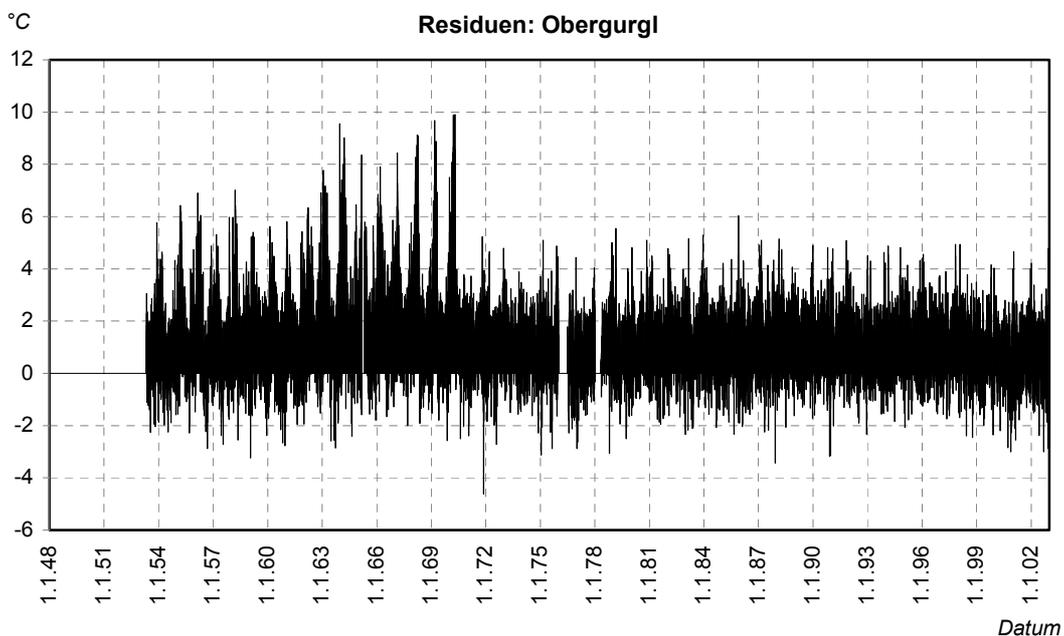


Abb. 1-13: Darstellung der Residuen des Höhenregressionsmodells am Beispiel Obergurgl

Bei der Messstation Obergurgl können ebenfalls drei auffällige Sprungstellen aus der Zeitreihe der kumulierten Residuen abgeleitet werden (s. Abb. 1-13). Die erste im Jahr 1961, die zweite im Jahr 1969 (beide Sprünge auf die oben erwähnte Verkleidung der Wetterhütte zurückzuführen) und die dritte im Jahr 1999 (weniger markant, Umstellung auf TAWES).

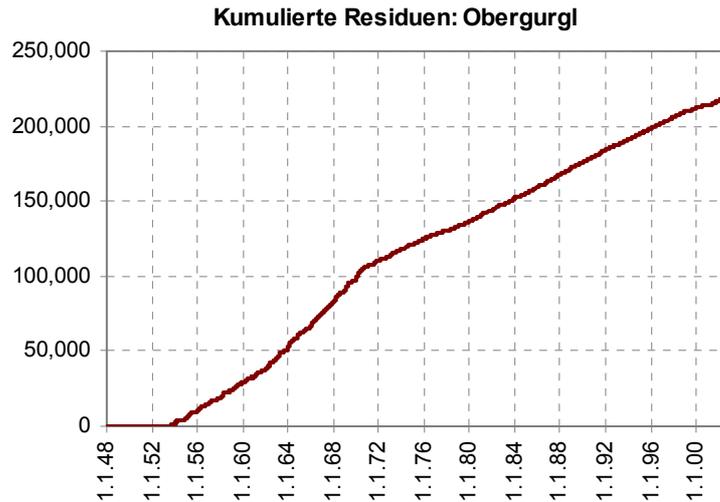


Abb. 1-14: Darstellung der kumulierten Residuen der StartClim Station Obergurgl

Als drittes Beispiel soll die Station Wien Hohe Warte gezeigt werden. Die Zeitreihe ist im Vergleich zu den anderen zwei Beispielen relativ homogen (s. Abb. 1-16), wobei dennoch die Stationsverlegung im Jahre 1992/93 (Umstellung auf TAWES) einen Einfluss auf die Zeitreihe hat und zu einem Sprung führte.

Zur quantitativen Veranschaulichung des Sprungs der Reihe von Wien Hohe Warte im Jahr 1992/93 sind in Tabelle 1-3 die Ergebnisse der Parallelmessungen an den zwei Stationen 5901 und 5904 (TAWES) dargestellt. Es zeigt sich deutlich, dass es durch die Umstellung auf die TAWES zu einer Abschwächung der Extremwerte sowohl für das Maximum als auch für das Minimum kam. Das Maximum wurde dadurch stärker verändert als das Minimum.

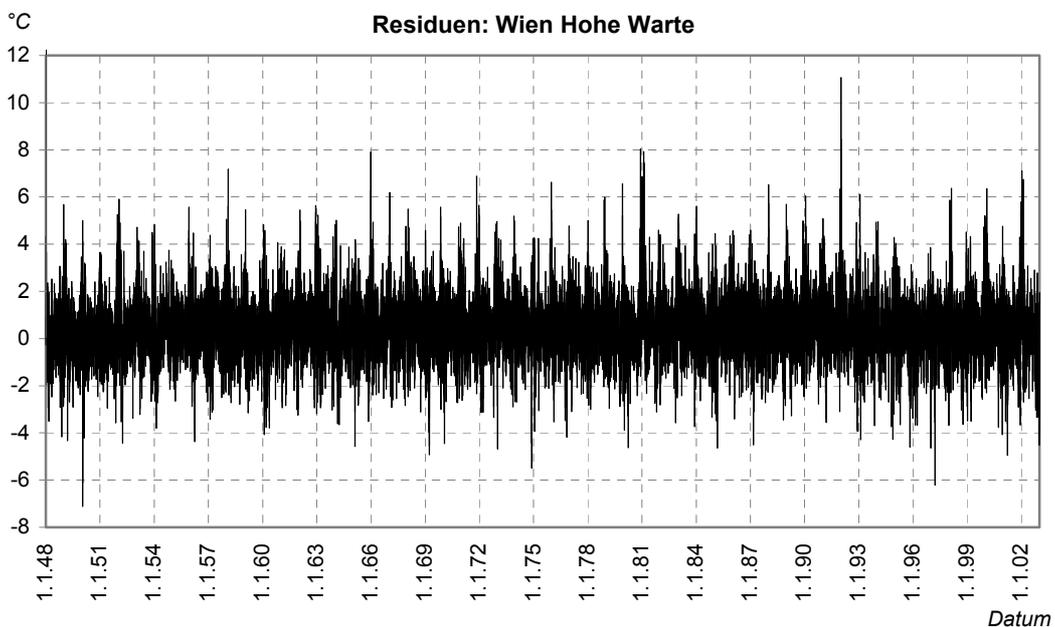


Abb. 1-15: Darstellung der Residuen des Höhenregressionsmodells am Beispiel Wien Hohe Warte

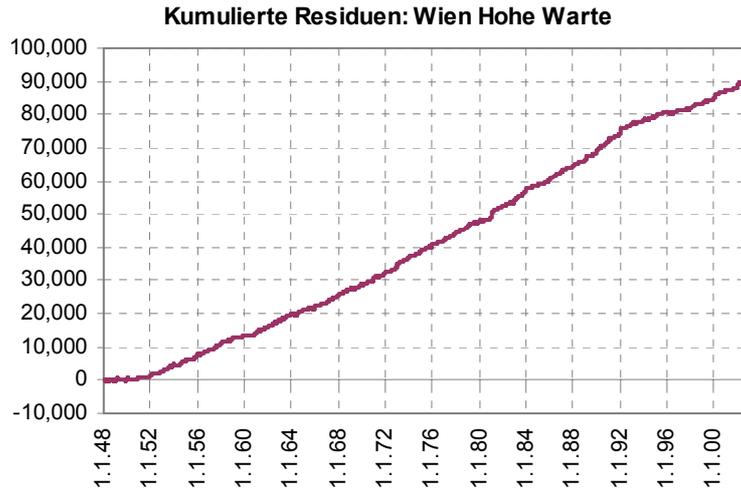


Abb. 1-16: Darstellung der kumulierten Residuen der StartClim Station Wien Hohe Warte

Tab. 1-3: Regressionsanalyse für Lufttemperaturmaximum und -minimum für die Parallelmessungen der Stationen 5901 und 5904 von Wien Hohe Warte im Zuge der Umstellung auf TAWES (Werte in 1/10°C)

Tmax (R <sup>2</sup> =0.9992)			Tmin (R <sup>2</sup> =0.9994)		
5901	5904	Diff	5901	5904	Diff
-200.0	-198.0	-2.0	-300.0	-298.7	-1.3
-150.0	-148.4	-1.6	-250.0	-249.0	-1.0
-100.0	-98.8	-1.2	-200.0	-199.3	-0.7
-50.0	-49.2	-0.8	-150.0	-149.6	-0.4
0.0	0.3	-0.3	-100.0	-99.9	-0.1
50.0	49.9	0.1	-50.0	-50.2	0.2
100.0	99.5	0.5	0.0	-0.5	0.5
150.0	149.0	1.0	50.0	49.2	0.8
200.0	198.6	1.4	100.0	98.9	1.1
250.0	248.2	1.8	150.0	148.6	1.4
300.0	297.7	2.3	200.0	198.2	1.8
350.0	347.3	2.7	250.0	247.9	2.1

Eine Darstellung der kumulierten Residuen, ermittelt aus dem Höhenregressionsmodell, aller StartClim Stationen sind im Anhang abgebildet, wobei man deutlich erkennen kann, dass keine Klimastation als homogen bezeichnet werden kann.

### 1-2.3.2 Niederschlag

In der Arbeit „Niederschlagsschwankungen in Österreich seit Beginn der instrumentellen Beobachtungen durch die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik“ (Auer 1993) wurde eine Homogenisierung der Niederschlagsdaten auf Monatsbasis für 62 Stationen in Österreich geschaffen. Zusammenfassend findet man in Tabelle 1-4 jene homogenisierten Klimastationen, die für StartClim1 relevant sind, sowie die Anzahl der Reduktionen, die erforderlich zur Bereinigung von Inhomogenitäten waren.

Tab. 1-4: Stationsliste der homogenen Niederschlagsstationen von Österreich (Auer 1993)

<b>Station</b>	<b>ab</b>	<b>Reduktion</b>
Bad Gleichenberg	1879	3
Bad Ischl	1858	3
Badgastein	1858	3
Bregenz	1874	6
Bruck an der Mur	1876	1
Eisenstadt	1923	1
Feldkirch	1876	2
Freistadt	1878	4
Gleisdorf	1888	2
Graz Universität	1864	3
Hieflau	1896	3
Hohe Warte	1845	1
Innsbruck Universität	1866	3
Klagenfurt	1851	1
Kollerschlag	1887	5
Krems	1867	5
Kremsmünster	1851	3
Kufstein	1905	1
Landeck	1887	1
Mondsee	1892	4
Mürzzuschlag	1893	5
Rauris	1876	3
Reichersberg	1881	1
Retz	1895	2
Salzburg Flughafen	1864	3
Seckau	1891	3
Sonnblick	1927	0
St. Pölten	1894	0
St. Sebastian	1884	4
Stift Zwettl	1883	5
Tamsweg	1893	2
Wörterberg	1901	1
Zell am See	1875	8

Eine Homogenitätsprüfung auf Tagesbasis für das Klimaelement Niederschlag konnte im Rahmen von StartClim1 nicht durchgeführt werden, da die für die Temperatur entwickelte Methode mittels Höhenregressionen nicht übertragbar war.

### 1-2.3.3 Schneehöhe

Mit dem selben Verfahren, das bereits für das Klimaelement Lufttemperatur vorgestellt wurde, wurde ein tägliches Höhenregressionsmodell, basierend auf die 71 StartClim Stationen, für das Klimaelement Schneehöhe berechnet. Durch die Darstellungen der Residuen sollten nochmals auffällige Werte erkannt und entsprechend kontrolliert werden. Das Höhenregressionsmodell bildet eine gute Methode die relativ schwere Qualitätskontrolle dieses Klimaelementes durchzuführen. Ebenfalls können mittels dieser Analyse Inhomogenitäten in den Zeitreihen festgestellt werden.

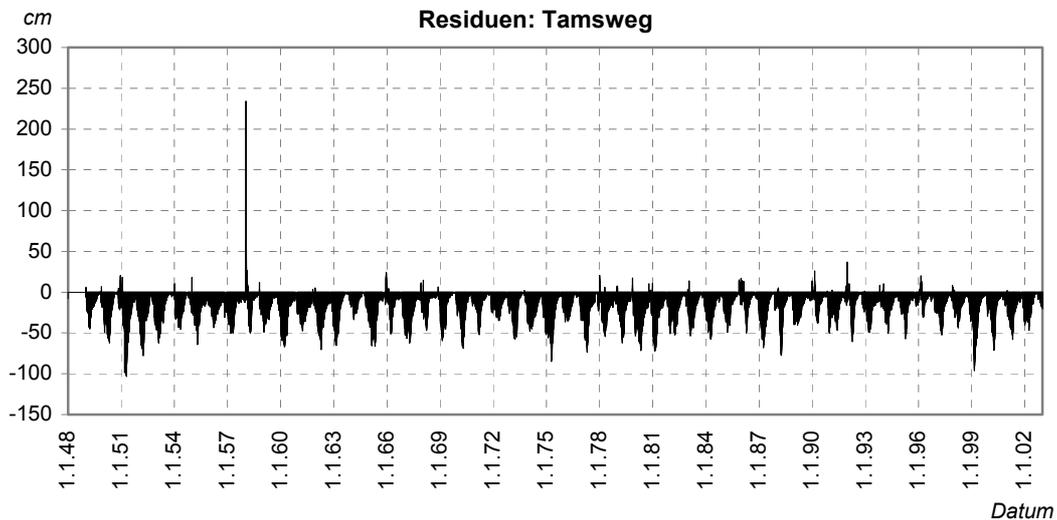


Abb. 1-17: Darstellung der Residuen des Höhenregressionsmodells Schneehöhe am Beispiel Tamsweg

Sehr klar erkennt man bei der Klimastation Tamsweg den Ausreißer bei der Darstellung der Residuen des Höhenregressionsmodells (s. Abb. 1-17) am 9.1.1958, der auf einen eindeutigen Fehler in der Datenreihe zurückzuführen ist.

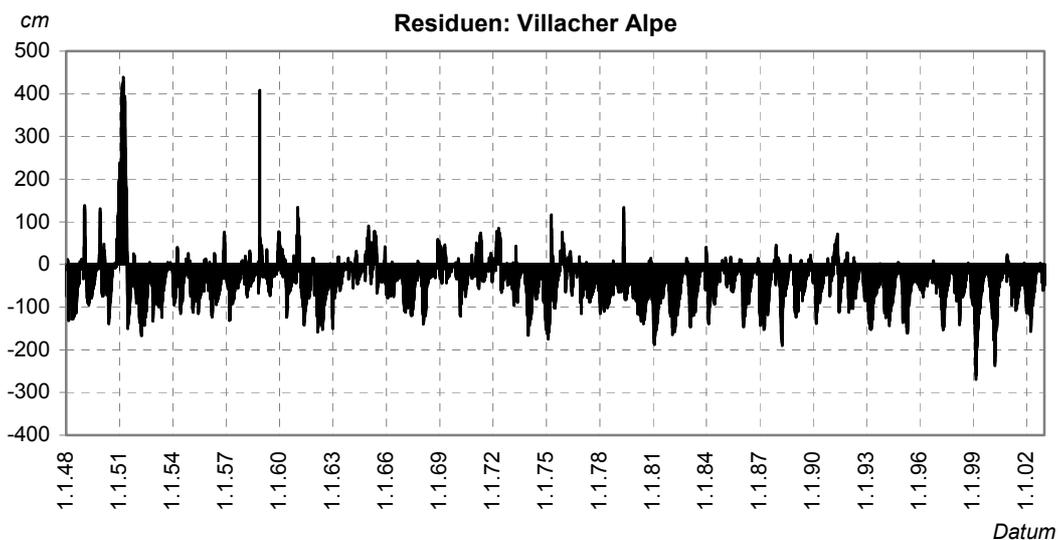


Abb. 1-18: Darstellung der Residuen des Höhenregressionsmodells Schneehöhe am Beispiel Villacher Alpe

Bei der Klimastation Villacher Alpe sind zwei markante Zeitbereich bei den Residuen (s. Abb. 1-18) erkennbar: Zum einen beinhaltet es die Monate Januar bis April im Jahre 1951, die sehr stark von dem Modell abweichen und einen Differenzbetrag von bis zu 4 m aufweisen; zum anderen kann der Outlier am 16.11.1968 ebenfalls in der Datenreihe als fehlerhaft interpretiert werden.

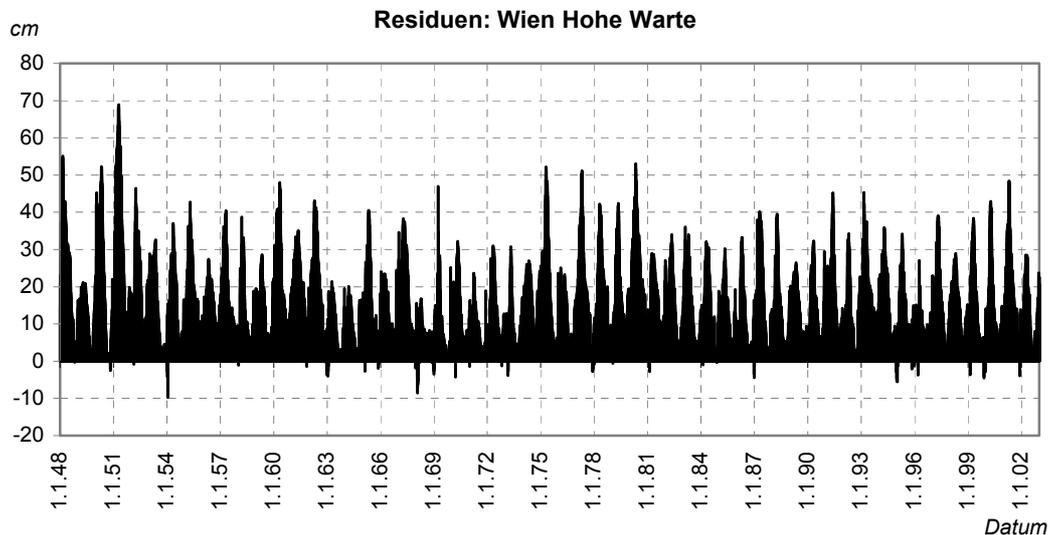


Abb. 1-19: Darstellung der Residuen des Höhenregressionsmodells Schneehöhe am Beispiel Wien Hohe Warte

Wien Hohe Warte weist eine relativ ruhigen Verlauf der Residuenreihe für die Schneehöhe auf (s. Abb. 1-19). Die Reihe zeigt keine hervorstechende Outliers und der gleichmäßige Verlauf der Residuenreihe spricht für eine gute Homogenität.

## 1-3 Extremwertstatistik

### 1-3.1 Quantile und Perzentile

Ausgehend von den qualitätsverbesserten Tageswerten wurden die Häufigkeitsverteilungen des Lufttemperaturmaximums und -minimums untersucht. Dazu wurde die Station Wien Hohe Warte wegen ihrer guten Datenqualität ausgewählt. Im ersten Schritt wurden die 0,1 bzw. 0,9 Perzentile in 5jährigen moving windows in ihrem zeitlichen Verlauf berechnet. Trends bei den sehr hohen sowie sehr niedrigen Perzentilen geben Hinweise auf Veränderungen in der Häufigkeit extremer Ereignisse.

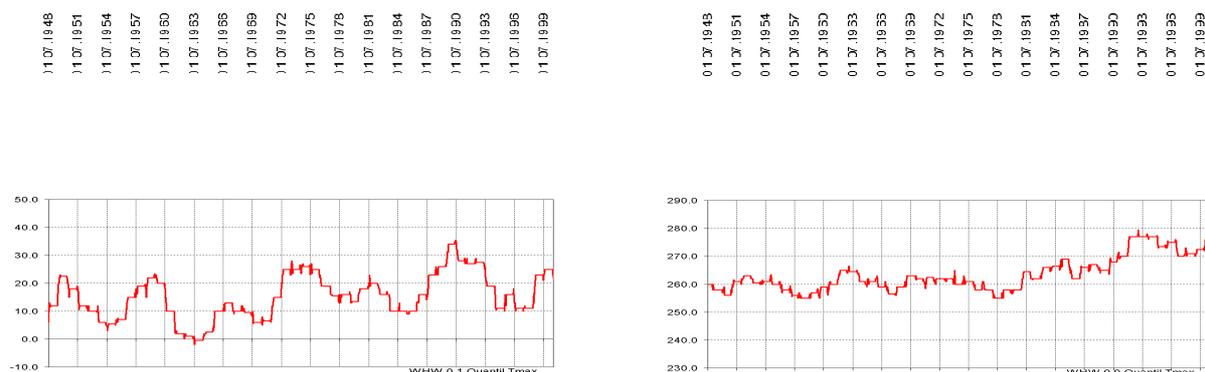


Abb. 1-20: 0,1 und 0,9 Perzentile für Lufttemperaturmaximum der Station Wien Hohe Warte (in  $1/10^{\circ}\text{C}$ )

Die Werte des 0,1 Perzentils für die Lufttemperaturmaxima in Wien Hohe Warte liegen zwischen 0 und  $3,5^{\circ}\text{C}$  und zeigen während der gesamten Untersuchungsperiode größere Schwankungen auf (Abb. 1-20). Beim 0,9 Perzentil kann man einen deutlicheren Trend erkennen: In den letzten Jahren lag es nahezu bei  $28^{\circ}\text{C}$  und war somit um fast  $2^{\circ}\text{C}$  höher als zu Beginn der Messreihe. Die Trendumkehr bzw. das erneute Absinken der Perzentile ab 1993 kann wahrscheinlich durch die Automatisierung der Station (Umstellung auf TAWES) erklärt werden (s. Tab. 1-3).

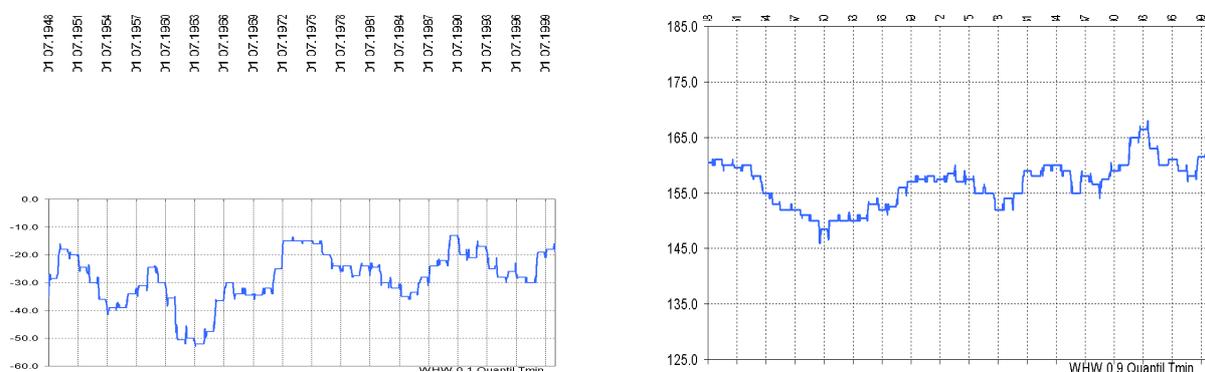


Abb. 1-21: 0,1 und 0,9 Perzentile für Lufttemperaturminimum der Station Wien Hohe Warte (in  $1/10^{\circ}\text{C}$ )

Bei Betrachtung der Lufttemperaturminima zeigt das 0,1 Perzentil - ähnlich wie beim Maxima - größere Schwankungen auf und ein konkreter Trend kann nicht abgelesen werden (s. Abb. 1-21). Beim 0,9 Perzentil sind die Fluktuationen nicht so stark ausgeprägt und eine schwache Tendenz der Erhöhung der Temperaturminima kann abgelesen werden (um etwa  $+1^{\circ}\text{C}$ ), die jedoch nicht so stark ausgeprägt ist wie beim Maximum. Die Automatisierung und deren Auswirkung im Jahre 1993 sind ebenfalls beim 90% Perzentil des Minimums ersichtlich.

Anschließend wurde ein Vergleich zwischen älteren Temperaturdaten der Klimastation Wien Hohe Warte und jenen die StartClim1 zugrunde liegen durchgeführt (s. auch StartClim 2). Eine Gegenüberstellung der Zeitabschnitte 1901 bis 1950 und 1951 bis 2000 wurde für alle Werte eines Jahres für das Temperaturmaximum und das Temperaturminimum mit Hilfe von Quantilen in 1%Schritten ausgeführt, die in nachstehender Abbildung (s. Abb. 1-22) ersichtlich sind.

Die zwei Kurven der Temperaturmaxima verlaufen parallel, wobei die jüngere Zeitperiode leicht nach oben verschoben ist. Einen Unterschied zwischen den zwei Quantilslinien erkennt man deutlicher bei der Differenz beider Werte: die 0,01 und 0,02 Quantile weisen eine Differenz von fast  $1,5^{\circ}\text{C}$  auf, d.h. das Quantil der jüngeren Zeitperiode ist in diesem Abschnitt um fast  $1,5^{\circ}\text{C}$  höher als jenes zwischen 1901 und 1950. Danach fällt es ab und im Bereich zwischen 25 und 75% ist der Differenzbetrag nahezu konstant bei  $1^{\circ}\text{C}$ . Ab den 0,75 Quantil steigt die Abweichung beider Werte und erreicht ein Maximum von über  $2^{\circ}\text{C}$ .

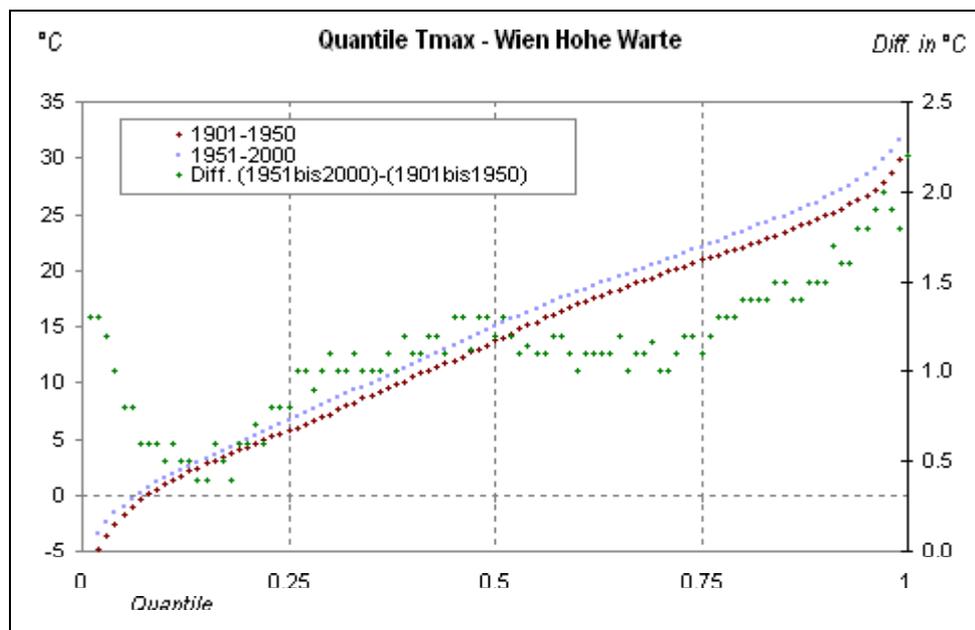


Abb. 1-22: Vergleich der Zeitreihen Wien Hohe Warte 1901-1950 und 1951-2000: Quantile in 0,01 Schritten sowie deren Differenz - Lufttemperaturmaximum

Das Lufttemperaturminimum weist indessen bei der Station Wien Hohe Warte keine so starke Differenzen wie das Maximum auf (s. Abb. 1.23). Die größten Abweichungen zwischen den zwei untersuchten Perioden konnten bei den Quantilen kleiner 10% beobachtet werden. Hier liegt der Differenzbereich bei 1 bis  $1,5^{\circ}\text{C}$ .

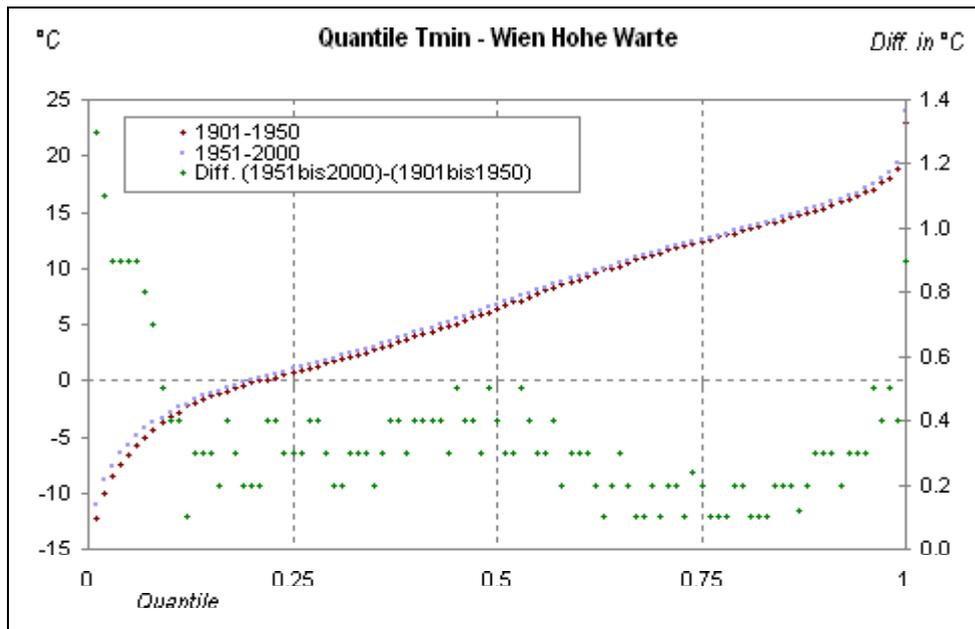
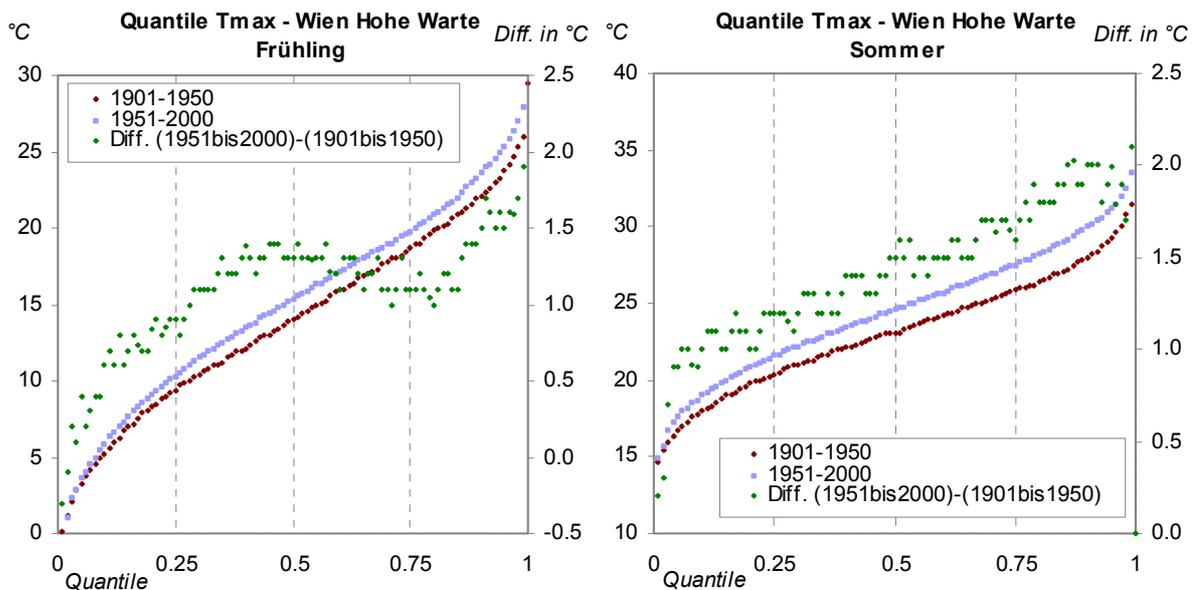


Abb. 1-23: Vergleich der Zeitreihen Wien Hohe Warte 1901-1950 und 1951-2000: Quantile in 0,01 Schritten sowie deren Differenz - Lufttemperaturminimum

Ein wenig differenzierter ist das Bild, wenn man die einzelnen Jahreszeiten gesondert betrachtet (s. Abb. 1-24): im Frühling und Sommer vergrößern sich die Abstände für das Lufttemperaturmaximum zu den höheren Quantilen hin und erreichen Differenzbeträge von über 2°C. Im Herbst sind die Unterschiede zwischen den 0,1 und 0,9 Perzentil weitgehend gleich bei 1°C. Der Winter zeigt insgesamt bei sehr niedrigen bzw. hohen Quantilen Differenzbeträge von mehr als 1,5°C; im Medianbereich sind die geringsten Abweichungen. Insgesamt zeigt jedoch jede Jahreszeit einen Anstieg des Differenzbetrages bei höheren Quantilen.



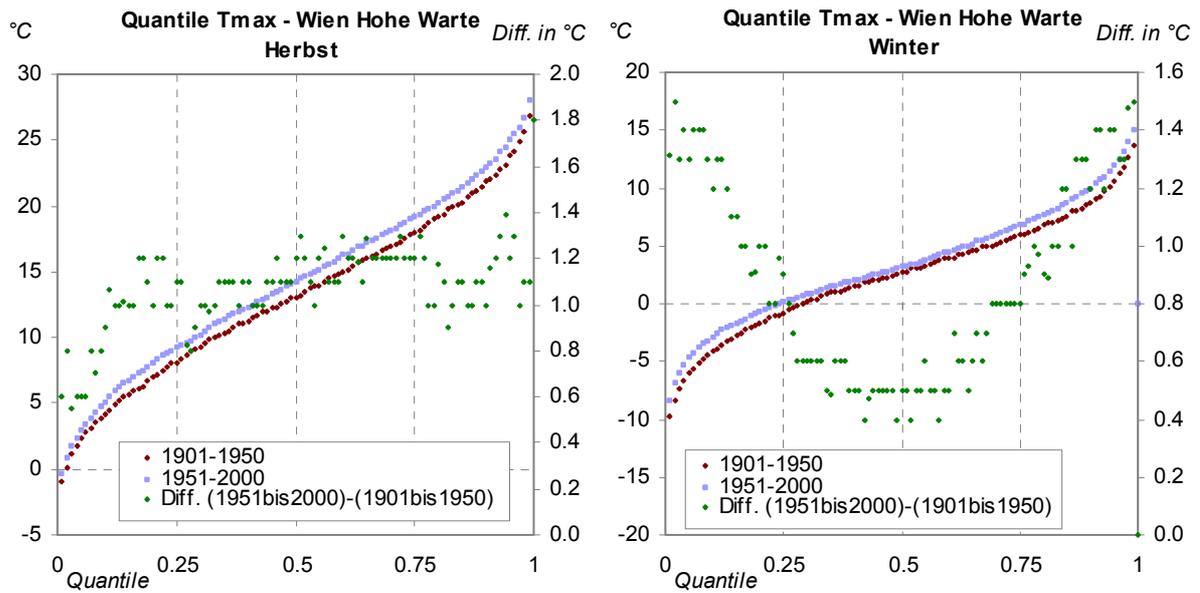
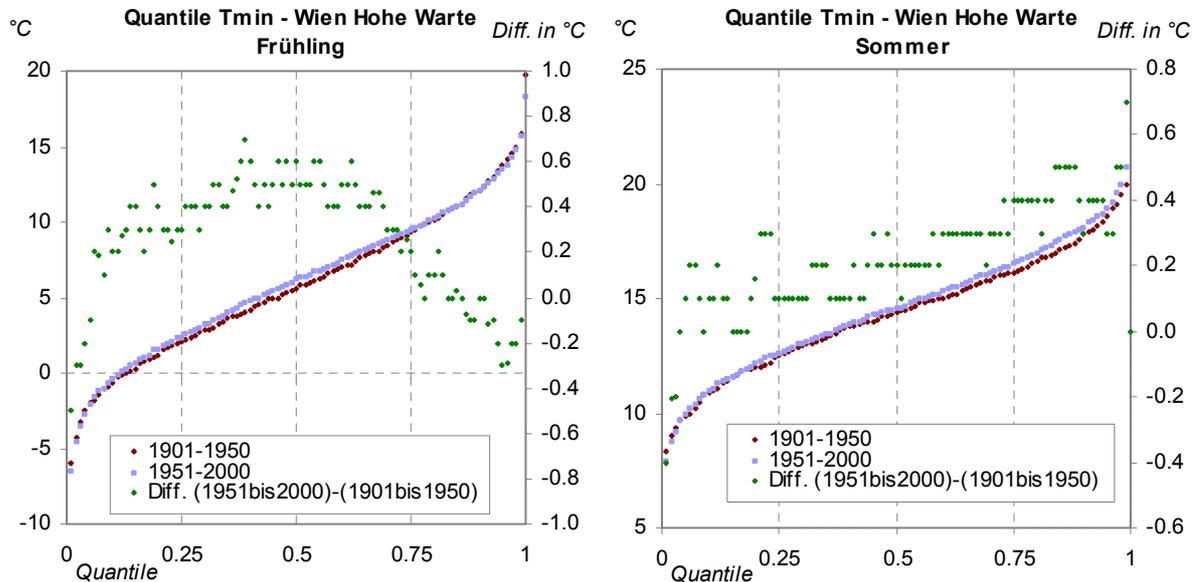


Abb. 1-24: Vergleich der Zeitreihen Wien Hohe Warte 1901-1950 und 1951-2000: Quantile in 0,01 Schritten sowie deren Differenz – Lufttemperaturmaximum aufgeteilt nach Jahreszeiten

Bei Betrachtung der Lufttemperaturminima nach Jahreszeiten der Station Wien Hohe Warte sind die Quantilsdifferenzen nicht so stark ausgeprägt wie bei den Maxima (s. Abb. 1-25). Die größten Veränderungen können in den Wintermonaten beobachtet werden, wobei bis zum 25% Quantil Abweichungen von über 1°C zwischen den zwei untersuchten Perioden gefunden wurden.



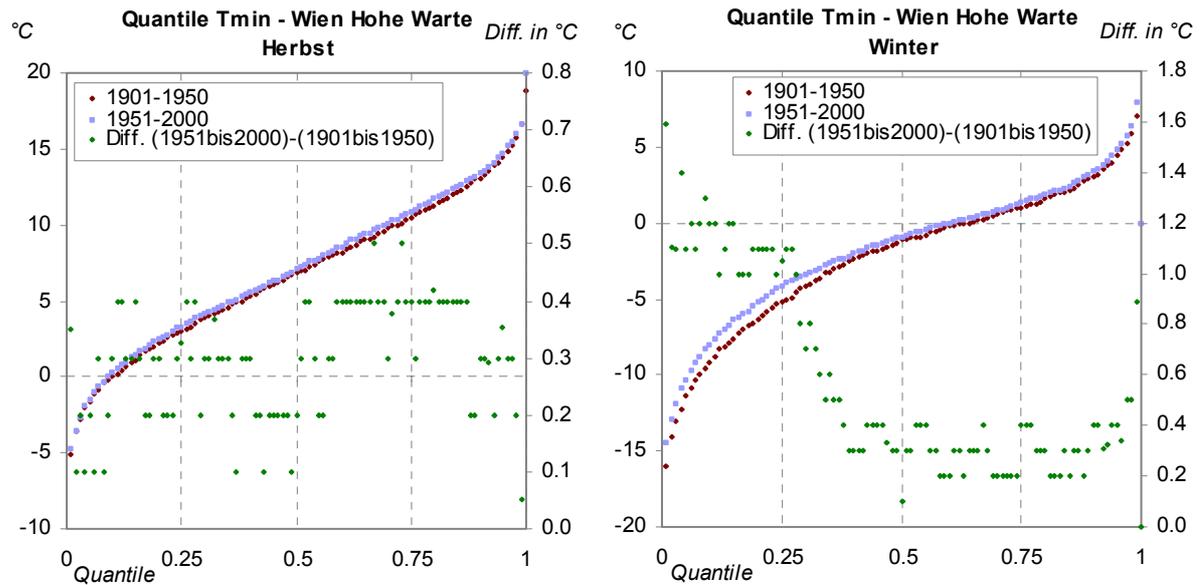


Abb. 1-25: Vergleich der Zeitreihen Wien Hohe Warte 1901-1950 und 1951-2000: Quantile in 0.01 Schritten sowie deren Differenz – Lufttemperaturminimum aufgeteilt nach Jahreszeiten

### 1-3.2 Peak-Over-Threshold (POT) Methode

Mit der Peak-Over-Threshold Methode (POT) werden mittels verschiedener Schwellenwerte Extremwerte in einem Datensatz bestimmt. Die POT Methode untersucht dann jene Daten die die vordefinierte Schwelle über- bzw. unterschreiten. Dabei werden alle Fälle die den Schwellwert überschreiten in die Untersuchung eingeschlossen und nicht - wie es bei der klassischen Extremwertstatistik (z.B. annual maximum series – AMS) üblich ist - nur jährliche extreme Werte verwendet (Pandey et al. 2003). Somit ist die Zahl der zur Verfügung stehenden Fälle für eine statistische Auswertung beträchtlich höher. Eine asymptotische Verteilung, die Generalized Pareto Distribution (GPD) wird zur Anpassung einer Häufigkeitsverteilung der Fälle über (unter) dem Schwellenwert verwendet.

Die folgendenden für StartClim1 berechneten Kenngrößen können in Stephenson (2002) nachgelesen werden. Die *Rate of exceedance* beschreibt die Anzahl der Werte, die über einen bestimmten Schwellenwert liegen und wird mit

$$R = \Pr\{X > u\}$$

X = Schwellenwerte

u = Messwerte

ermittelt. Die einzelnen Grenzwerte wurden für die Lufttemperatur in 1°C bzw. für den Niederschlag in 1mm Schritten definiert.

Der *Mean excess* berechnet sich aus:

$$M = E(X - u | X > u)$$

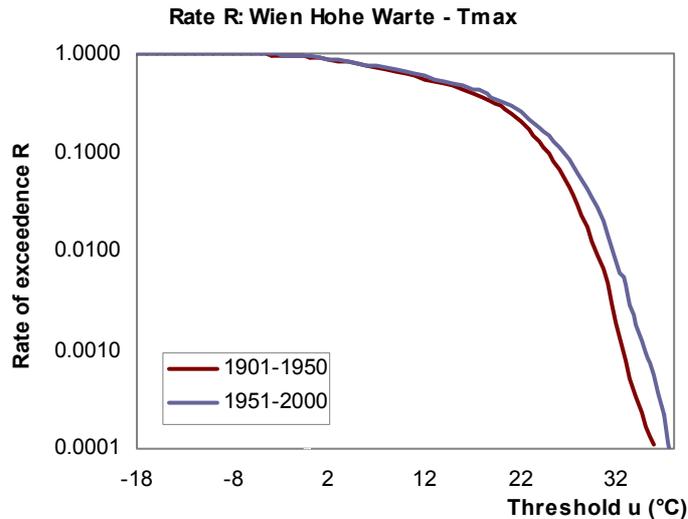
Es handelt sich hierbei um den Mittelwert der Differenzen zwischen Schwellenwert und Messwert, wenn letzterer größer ist wie der Grenzwert.

Die *Volatility*, eine weitere Kennzahl, die ermittelt wurde, ist folgendermaßen definiert:

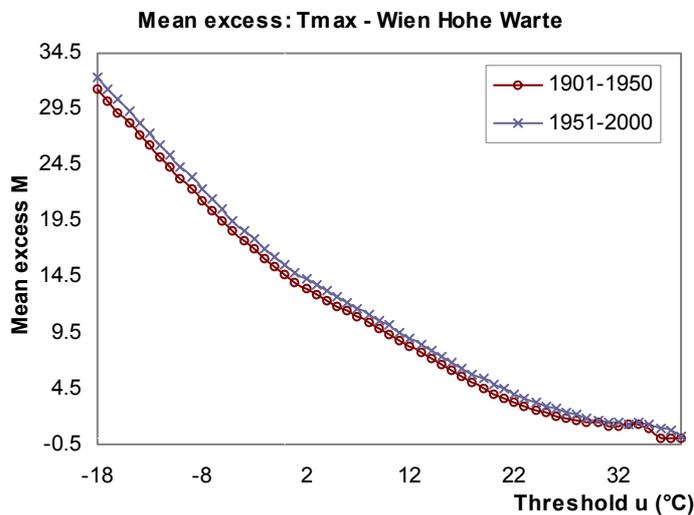
$$V = \text{Stdev}(X - u | X > u) / M$$

und bildet den Koeffizienten der Variabilität des Exzesses [= Standardabweichung (Exzess) / arithmetisches Mittel (Exzess)] (Stephenson 2002).

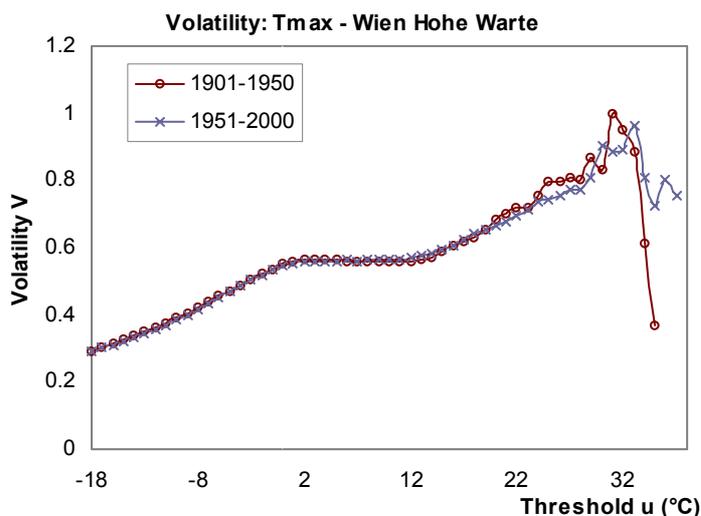
1-3.2.1 Lufttemperaturmaximum



Mit Hilfe der *Rate of exceedance* ist eine Verschiebung der Häufigkeit bestimmter Schwellenwertüberschreitungen für die zwei ausgewählten Zeitperioden feststellbar. Für das Lufttemperaturmaximum der Station Wien Hohe Warte ist ersichtlich, dass sich die Häufigkeit der Schwellenwertüberschreitungen zu einer höheren Häufigkeit der hohen Schwellenwerte verschoben hat (s. Abb. 1-26a)..

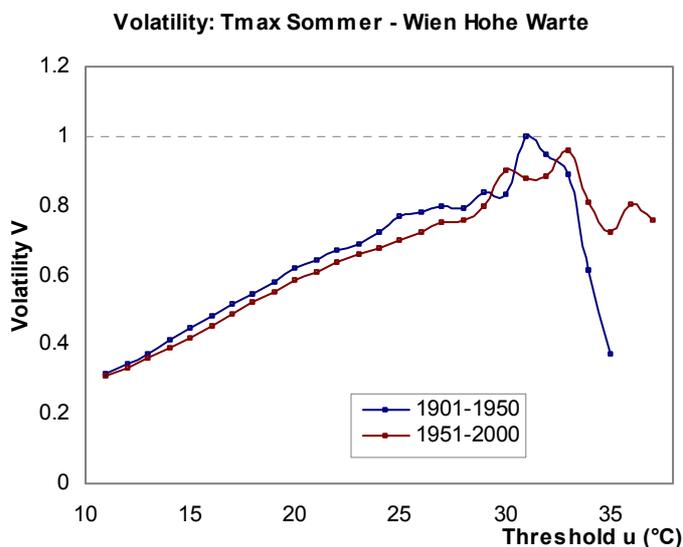
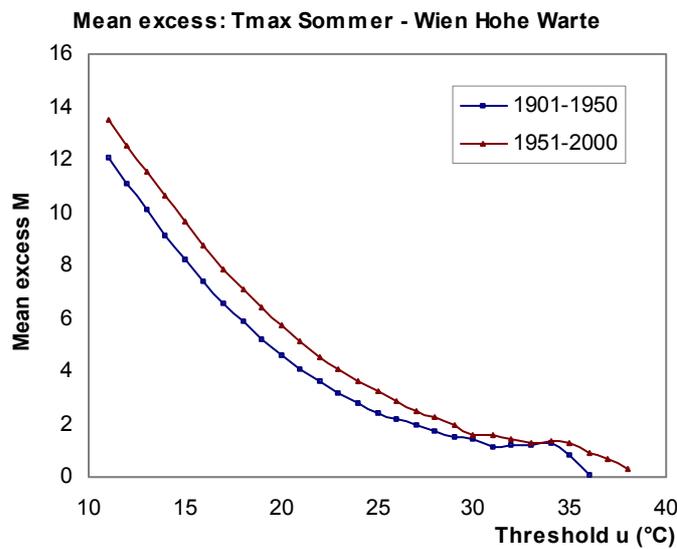
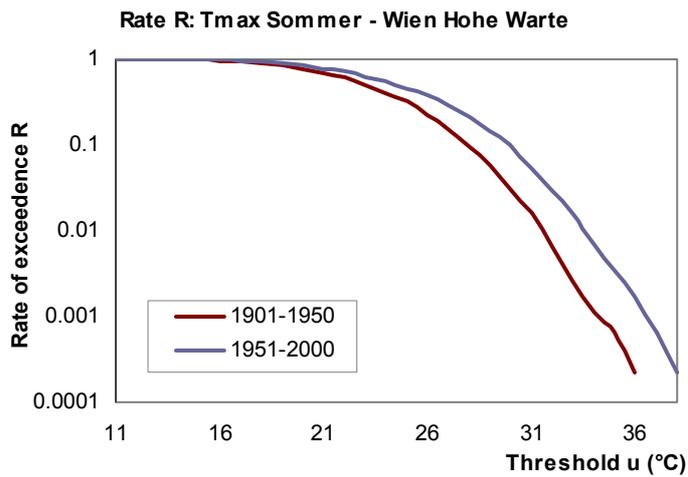


Der Mean excess kann als ein Maß für die mittlere Intensität der Extreme verwendet werden. Die Gegenüberstellung des *Mean excess* (s. Abb. 1-26b) für das Lufttemperaturmaximum der beiden Perioden zeigt zwei parallel verlaufende Kurven. Aus den 2 Kurven kann keine deutliche Veränderung der Intensität der Extreme abgeleitet werden



Bei der Darstellung der Volatility (s. Abb. 1-26c) erkennt man bis zum 20°C Schwellenwert kaum Verschiebungen zwischen den zwei Untersuchungsperioden. Ab dem vorhin genannten Temperaturwert teilen sich die Kurven auf und bei den hohen Grenzwerten liegen die Werte der jüngeren Periode höher (was auf eine größere Streuung durch die geringer Anzahl der Extremwerte zurückzuführen ist). Auch für die Volatility kann also keine klare Veränderung abgeleitet werden.

Abb. 1-26: Rate of exceedance (a), mean excess (b) und volatility (c) Lufttemperaturmaximum Wien Hohe Warte: 1901-1950 und 1951-2000



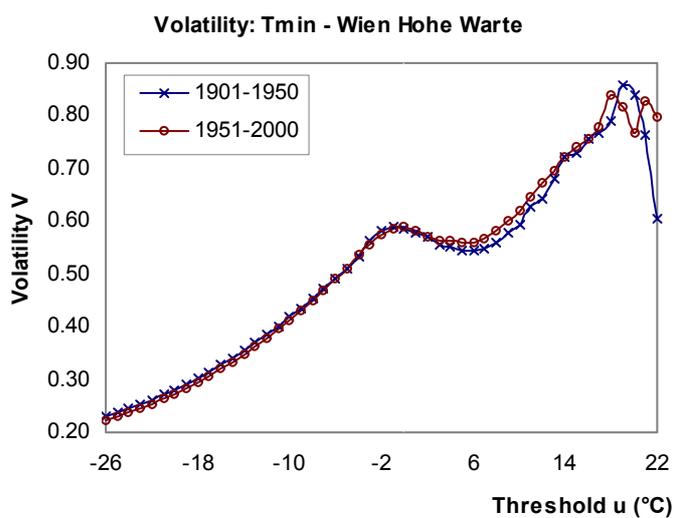
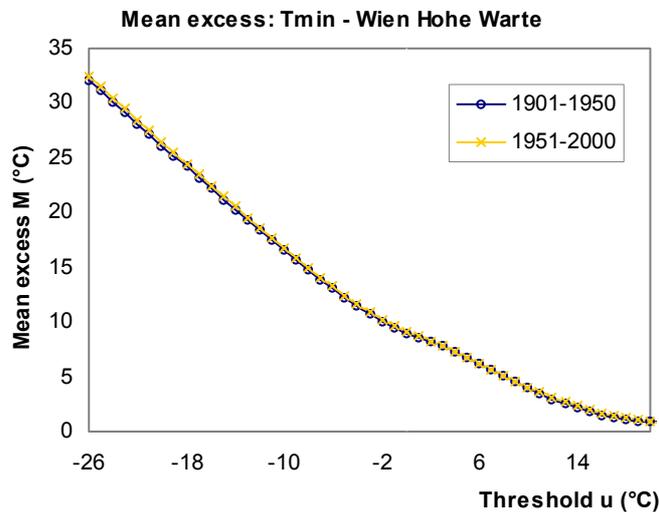
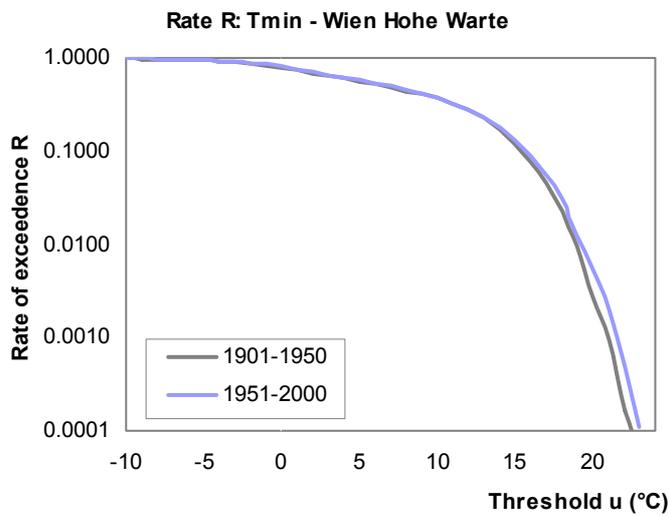
Deutlichere Änderungen der POT Kenngrößen können beim Lufttemperaturmaximum der Klimastation Wien Hohe Warte gefunden werden, wenn nur die drei Sommermonate (Juni, Juli und August) analysiert werden.

Die *Rate of exceedence* (s. Abb. 1-27a) zeigt nun noch deutlicher die Verschiebung in der Häufigkeit der Schwellwertüberschreitungen. Umgekehrt kann auch für die selbe Wahrscheinlichkeit in beiden Perioden die Verschiebung des entsprechenden Schwellwertes abgelesen werden.

Der *Mean excess* (s. Abb. 27b) weist bei den niedrigen und hohen Schwellenwerten eine Differenz von rund 2°C auf. Ab einen Schwellenwert von 27°C verkleinert sich der Abstand der beiden Kurven und erreicht bei etwa 34°C ein Minimum

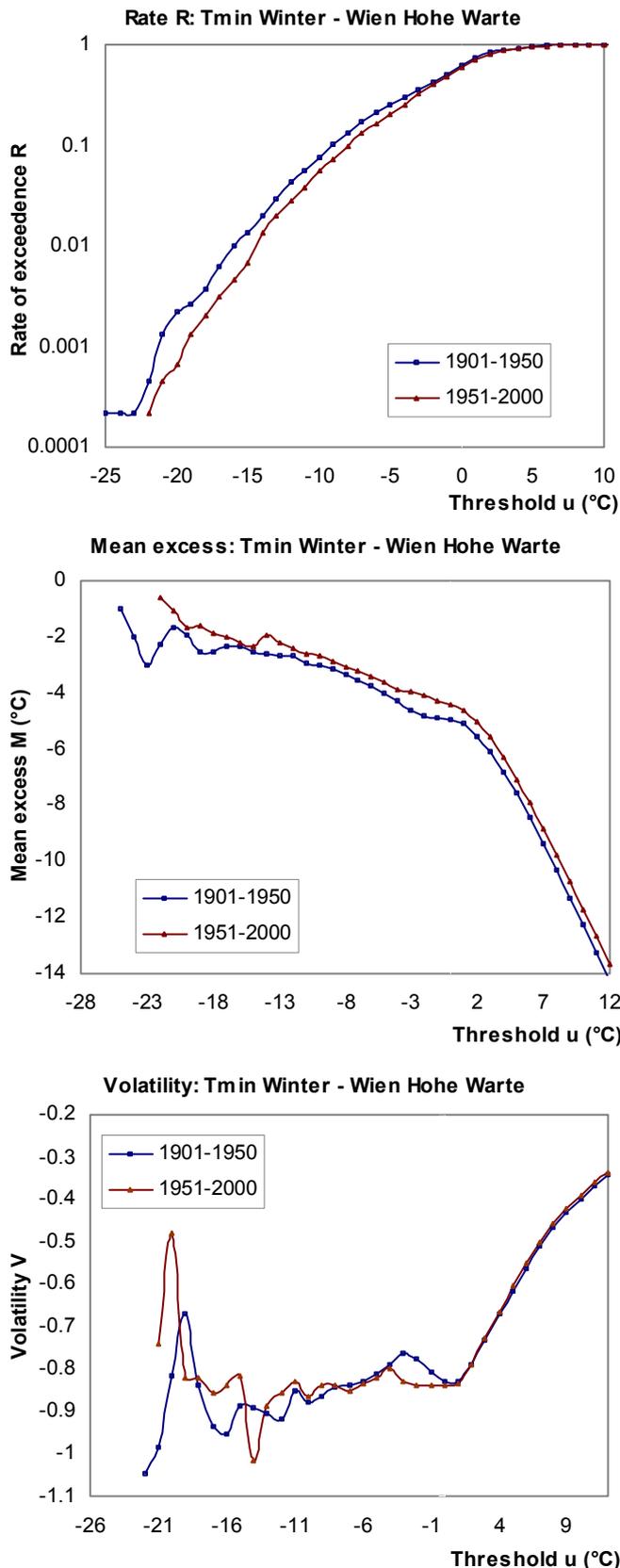
Abb. 1-27: Rate of exceedence (a), mean excess (b) und volatility (c) Lufttemperaturmaximum Sommer - Wien Hohe Warte: 1901-1950 und 1951-2000

### 1-3.2.2 Lufttemperaturminimum



Im nächsten Schritt wurde die Änderung der POT-Kennzahlen für das Lufttemperaturminimum zwischen den Zeiträumen 1901 und 1950 sowie 1951 und 2000 der Klimastation Wien Hohe Warte untersucht. Wie von den Untersuchungen der Zeitreihen der Quantile zu erwarten (Abb 1-21) sind die Änderungen für das Temperaturminimum nur sehr schwach ausgeprägt. Sowohl der *Mean excess* (s. Abb. 1-28b) als auch die *Volatility* (s. Abb. 1-28c) zeigen kaum Veränderungen für die zwei Perioden.

Abb. 1-28: Rate of exceedence (a), mean excess (b) und volatility (c) Lufttemperaturminimum - Wien Hohe Warte: 1901-1950 und 1951-2000



Die größten Veränderungen der Quantile zwischen den zwei untersuchten Zeitperioden konnten für das Temperaturminimum im Winter festgestellt werden (die Quantile kleiner 25% zeigten die größten Quantildifferenzen mit über 1°C auf, s. Abb. 1-25). Daher wurden bei der POT-Methode die Temperaturminima in den meteorologischen Wintermonaten (Dezember, Januar, Februar) für die Klimastation Wien Hohe Warte genauer betrachtet.

Der Vergleich der Kurven der Rate of Exceedence für die zwei Perioden zeigt eine abnehmende Intensität der extrem kalten Temperaturen in der Periode 1951-2000. (s. Abb. 1-29a).

Bei Betrachtung der Darstellung des *Mean excess* (s. Abb. 1-29b) ist eine leichte Abschwächung der Intensität der Winterminima der Lufttemperatur ist erkennbar.

Die *Volatility* (s. Abb. 1-29c) zeigt bis einen Grenzwert von 0°C starke Schwankungen auf. Die Unterschiede können nicht eindeutig interpretiert werden.

Abb. 1-29: Rate of exceedence (a), mean excess (b) und volatility (c) Lufttemperaturminimum Winter - Wien Hohe Warte: 1901-1950 und 1951-2000

### 1-3.2.3 Niederschlag

Für das Klimaelement Niederschlag wurden - wie bei der Lufttemperatur - die Quantile und die Abweichungen der Tagessummen zwischen den Zeitperioden 1901 bis 1950 sowie 1951 bis 2000 der Klimastation Wien Hohe Warte betrachtet. Wie aus Abb. 1-30 ersichtlich, sind kaum Änderungen zwischen den zwei Untersuchungszeiträumen feststellbar, wobei hier nur jene Tage in die Auswertung einfließen, die mindestens 1mm Tagesniederschlag aufwiesen.

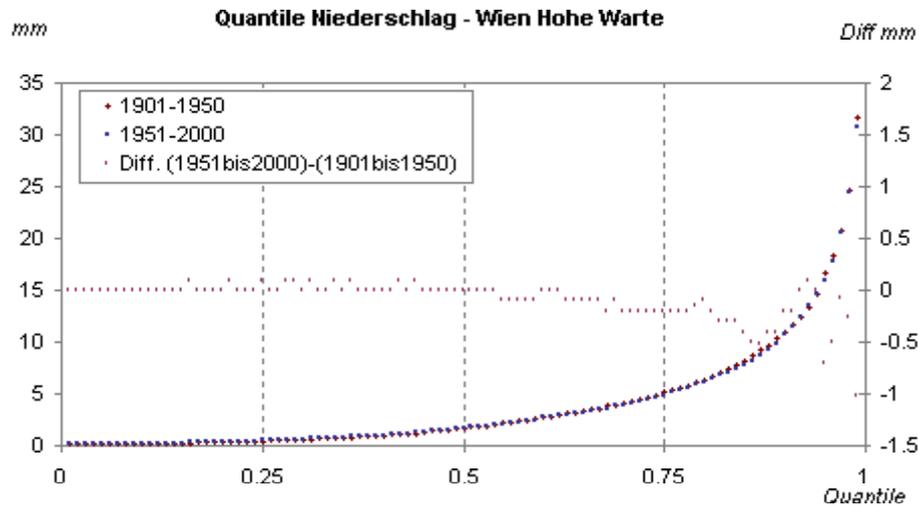


Abb. 1-30: Vergleich der Zeitreihen Wien Hohe Warte 1901-1950 und 1951-2000: Quantile in 0,01 Schritten sowie deren Differenz – Tagesniederschlag mit mindestens 1mm Niederschlag

Kleinere Abweichungen können erst ab den 75% Quantil beobachtet werden (s. Abb. 1-31).

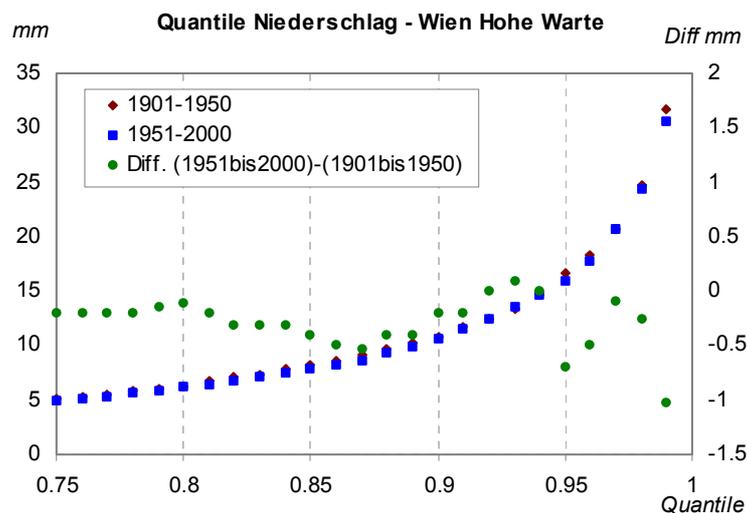
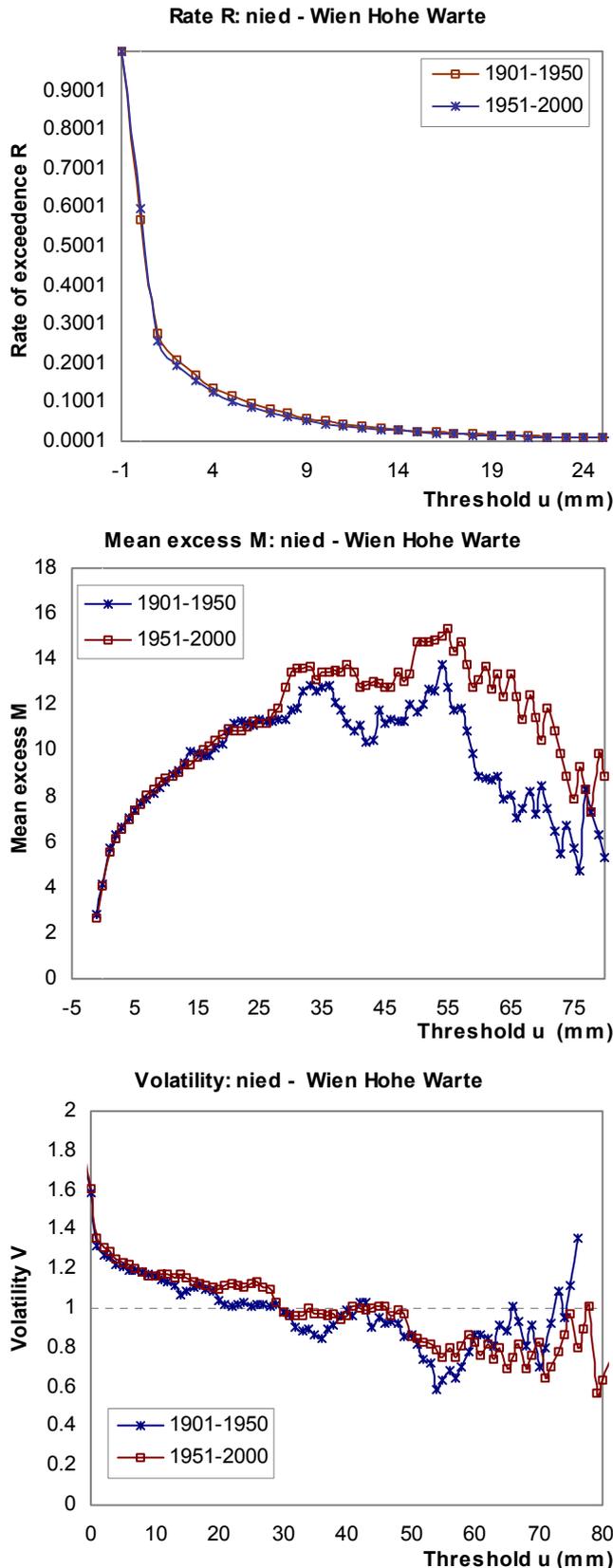


Abb. 1-31: Vergleich der Zeitreihen Wien Hohe Warte 1901-1950 und 1951-2000: Quantile ab 75% sowie deren Differenz – Tagesniederschlag mit mindestens 1mm Niederschlag



Die weiter oben beschriebene POT-Methode wurde auch auf den Niederschlag (Vergleich 1901-1950 mit 1951-2000) der Station Wien Hohe Warte angewandt. Die Schwellenwerte für den Niederschlag wurden in 1 mm Schritten festgelegt. Werte mit -1 gelten als niederschlagsfreie Tage, 0 Messwerte als Tage, in denen weniger als 0,1 mm Niederschlag fiel.

Wie bereits bei den Quantilen ersichtlich zeigt ebenso die *Rate of exceedence* kaum Abweichungen zwischen den zwei Untersuchungsperioden (s. Abb. 1-32a). Der *Mean excess* zeigt ab 30 mm große Schwankungen auf, die auf die geringere Anzahl der Extremwerte und größere Streuung zurückzuführen sind (s. Abb. 1-32b).

Auch bei der *Volatility* erkennt man ab 10 mm Änderungen, die aber auf Grund der geringen Unterschiede und großen Schwankungen schwer interpretierbar sind (s. Abb. 1-32c).

Abb. 1-32: Rate of exceedence (a), mean excess (b) und volatility (c) Tagesniederschlagssumme – Wien Hohe Warte: 1901-1950 und 1951-2000

## 1-4 Schlussfolgerung

StartClim1 konnte einen qualitätsverbesserten Datensatz der Klimaelemente Lufttemperatur, Niederschlag und Schneehöhe auf Tageswertebasis für die Periode 1948-2002 erarbeiten. Dieser Datensatz steht für zukünftige Klimaforschungsprojekte als wichtige Datenbasis zur Verfügung. Der eingeschränkte Zeitrahmen des Projektes StartClim ließ jedoch keine umfangreiche Prüfung und vor allem keine Homogenisierung der Zeitreihen zu. Die im Rahmen von StartClim1 durchgeführten Homogenitätsprüfungen zeigten deutlich, dass keine der Klimareihen als homogen zu bezeichnen ist. So konnte zum Beispiel für die als hochqualitativ bekannte Reihe Wien Hohe Warte gezeigt werden, dass die Umstellung der Station auf eine TAWES zu einer Abschwächung der Temperaturextremwerte seit den frühen 1990er Jahren führte. Gerade für die von der Datenqualität besonders abhängigen Untersuchungen über Änderungen der Temperaturextremwerte ist die Berücksichtigung derartiger Inhomogenitäten besonders wichtig.

Erste extremwertstatistische Auswertungen im Rahmen von StartClim1 zeigen, dass Änderungen vorwiegend für die Temperaturmaxima festzustellen sind. Im Falle der Station Wien Hohe Warte hat sich das 0.9 Perzentil in der StartClim1 Periode 1948-2000 um ca. 2°C erhöht (bei Berücksichtigung der Inhomogenität 1992/93 noch etwas mehr). Überraschenderweise zeigt sich kein klares Änderungssignal für die Temperaturminima. Für den Niederschlag konnte keine Homogenitätsprüfung durchgeführt werden. Die verwendeten statistischen Kennzahlen lassen zwischen den Perioden 1901-50 und 1951-2000 kaum Veränderungen erkennen.

Für die Zukunft besteht ein sehr großer Forschungsbedarf für die Homogenisierung der Klimadaten auf Tageswertebasis. Da die derzeit verwendeten Methoden (meist Übertragung der monatlichen Korrekturfaktoren) als nicht hinreichend zu bezeichnen sind, ist dafür ein neues Methodenwerkzeug zu entwickeln. Nur wenn homogenisierte Klimazeitreihen auf Tageswertebasis vorliegen, ist eine Untersuchung über Änderungen in den Extremwerten möglich. Die in StartClim1 exemplarisch durchgeführten Untersuchungen der Extremwerte lassen für Folgeuntersuchungen wichtige Ergebnisse für die Wissenschaft aber auch für die Wirtschaft erwarten.

## 1-5 Literaturverzeichnis

- Auer, I., 1993: Niederschlagsschwankungen in Österreich seit Beginn der instrumentellen Beobachtungen durch die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. *Österreichische Beiträge Zu Meteorologie und Geophysik*, **7**, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
- Auer, I., R. Böhm, H. Mohnl, R. Potzmann, and W. Schöner, 2000: ÖKLIM - a digital climatology of austria 1961-90. 3rd European Conference on applied Climatology, 16.-20. Okt. 2000, Pisa, Italy. CD-ROM.
- Auer, I., R. Böhm, and W. Schöner, 2001: Austrian Long-Term Climate 1767-2000. Multiple Instrumental Climate Time Series from Central Europe. *Österreichische Beiträge Zu Meteorologie und Geophysik*, **25**, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
- Böhm, R., 1992: Lufttemperaturschwankungen in Österreich seit 1775. *Österreichische Beiträge Zu Meteorologie und Geophysik*, **5**, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
- Naess, A., M. Asce and P. H. Clausen, 2000: The Peaks Over Threshold Method and bootstrapping for estimating long return period design values. 8th ASCE Specialty Conference on Probabilistic Mechanics and Structural Reliability, Indiana, July 24-26.2000. Available from: [http://www.usc.edu/dept/civil\\_eng/johnsone/pmc2000/sessions/papers/p151.pdf](http://www.usc.edu/dept/civil_eng/johnsone/pmc2000/sessions/papers/p151.pdf), accessed 14.11.2003.
- Pandey; M.D.; P.H.A.J.M. van Gelder and J.K. Vrijling, 2003: The Use of L-Moments in the Peak Over Threshold Approach for Estimating Extreme Quantiles of Wind Velocity. European Safety and Reliability Conference 2003 - ESREL 2003, June 15 – 18.2003, Maastricht. Available from: <http://www.waterbouw.tudelft.nl/public/gelder/paper74.pdf>, accessed 14.11.2003.
- Palutikof, J.P., T. Holt, B.B. Brabson and D.H. Lister, 2002: Methods to calculate extremes in climate change studies. Available from: [http://www.cru.uea.ac.uk/cru/projects/mice/extremes\\_description.pdf](http://www.cru.uea.ac.uk/cru/projects/mice/extremes_description.pdf), accessed 14.11.2003.
- Schönwiese, C.D., 1985: Praktische Statistik Für Meteorologen und Geowissenschaftler. Gebrüder Bornträger, Berlin / Stuttgart.
- Stephenson, D.B., 2002: Estimation and attribution of changes in extreme weather and climate events. IPCC workshop on extreme weather and climate events, 11-13 June 2002, Beijing. Available from: <http://www.met.rdg.ac.uk/~han/Extremes/extreme1.pdf>, accessed 14.11.2003
- Von Storch, H., and F.W. Zwiers, 1999: Statistical Analysis in Climate Research. The press syndicate of the University of Cambridge.

## 1-6 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

### Abbildungen

Abb. 1-1: Stationsauswahl StartClim 1 .....	8
Abb. 1-2: Beispiele der Datenqualitätskontrolle: Lufttemperaturmaximum – Lufttemperatur 14 Uhr: Tamsweg 1978-79 bzw. Lufttemperaturminimum – Lufttemperatur 7 Uhr: Mooserboden 1972-73 .....	10
Abb. 1-3: Beispiel der Datenqualitätskontrolle: Differenz des Vor- und Nachtages mit Lufttemperaturminimum: Rauris 1995-1996	11
Abb. 1-4: Beispiel der Datenqualitätskontrolle: „Einhüllende Maxima und Minima“ Villacher Alpe 1999	11
Abb. 1-5: Prozentueller Anteil der korrigierten Werte in den Gesamtdatenreihen des Klimaelements Temperatur – aufgeteilt nach Bundesländer .....	12
Abb. 1-6: StartClim Stationen und das hydrographische Messnetz – Übersichtsdarstellung	13
Abb. 1-7: Vergleich der Tagesniederschläge: HZB Böckstein – ZAMG Badgastein, April 1983	13
Abb. 1-8: Prozentueller Anteil der korrigierten Werte in den Gesamtdatenreihen des Klimaelements Niederschlag – aufgeteilt nach Bundesländer .....	14
Abb. 1-9: Beispiel der Datenqualitätskontrolle: Kontinuität der Schneedecke sowie Relation Anstieg Schneedecke und Niederschlag; Tamsweg 1.1.-31.3.1960.....	15
Abb. 1-10: Prozentueller Anteil der korrigierten Werte in den Gesamtdatenreihen des Klimaelements Niederschlag – aufgeteilt nach Bundesländer .....	15
Abb. 1-11: Darstellung der Residuen des Höhenregressionsmodells am Beispiel Badgastein	17
Abb. 1-12: Darstellung der kumulierten Residuen der Station Badgastein .....	18
Abb. 1-13: Darstellung der Residuen des Höhenregressionsmodells am Beispiel Obergurgl	18
Abb. 1-14: Darstellung der kumulierten Residuen der StartClim Station Obergurgl .....	19
Abb. 1-15: Darstellung der Residuen des Höhenregressionsmodells am Beispiel Wien Hohe Warte	19
Abb. 1-16: Darstellung der kumulierten Residuen der StartClim Station Wien Hohe Warte ..	20
Abb. 1-17: Darstellung der Residuen des Höhenregressionsmodells Schneehöhe am Beispiel Tamsweg	22

Abb. 1-18: Darstellung der Residuen des Höhenregressionsmodells Schneehöhe am Beispiel Villacher Alpe	22
Abb. 1-19: Darstellung der Residuen des Höhenregressionsmodells Schneehöhe am Beispiel Wien Hohe Warte	23
Abb. 1-20: 0,1 und 0,9 Perzentile für Lufttemperaturmaximum der Station Wien Hohe Warte (in 1/10°C)	24
Abb. 1-21: 0,1 und 0,9 Perzentile für Lufttemperaturminimum der Station Wien Hohe Warte (in 1/10°C)	24
Abb. 1-22: Vergleich der Zeitreihen Wien Hohe Warte 1901-1950 und 1951-2000: Quantile in 0,01 Schritten sowie deren Differenz - Lufttemperaturmaximum	25
Abb. 1-23: Vergleich der Zeitreihen Wien Hohe Warte 1901-1950 und 1951-2000: Quantile in 0,01 Schritten sowie deren Differenz - Lufttemperaturminimum	26
Abb. 1-24: Vergleich der Zeitreihen Wien Hohe Warte 1901-1950 und 1951-2000: Quantile in 0,01 Schritten sowie deren Differenz – Lufttemperaturmaximum aufgeteilt nach Jahreszeiten	27
Abb. 1-25: Vergleich der Zeitreihen Wien Hohe Warte 1901-1950 und 1951-2000: Quantile in 0,01 Schritten sowie deren Differenz – Lufttemperaturminimum aufgeteilt nach Jahreszeiten	28
Abb. 1-26: Rate of exceedence (a), mean excess (b) und volatility (c) Lufttemperaturmaximum Wien Hohe Warte: 1901-1950 und 1951-2000	29
Abb. 1-27: Rate of exceedence (a), mean excess (b) und volatility (c) Lufttemperaturmaximum Sommer - Wien Hohe Warte: 1901-1950 und 1951-2000	30
Abb. 1-28: Rate of exceedence (a), mean excess (b) und volatility (c) Lufttemperaturminimum - Wien Hohe Warte: 1901-1950 und 1951-2000	31
Abb. 1-29: Rate of exceedence (a), mean excess (b) und volatility (c) Lufttemperaturminimum Winter - Wien Hohe Warte: 1901-1950 und 1951-2000	32
Abb. 1-30: Vergleich der Zeitreihen Wien Hohe Warte 1901-1950 und 1951-2000: Quantile in 0,01 Schritten sowie deren Differenz – Tagesniederschlag mit mindestens 1mm Niederschlag	33
Abb. 1-31: Vergleich der Zeitreihen Wien Hohe Warte 1901-1950 und 1951-2000: Quantile ab 75% sowie deren Differenz – Tagesniederschlag mit mindestens 1mm Niederschlag	33
Abb. 1-32: Rate of exceedence (a), mean excess (b) und volatility (c) Tagesniederschlagssumme – Wien Hohe Warte: 1901-1950 und 1951-2000	34



**Tabellen**

Tab. 1-1: Korrelationskoeffizienten des Lufttemperaturmaximums (Tmax) und -minimums (Tmin) für den Überschneidungszeitraum innerhalb einer  
Zeitreihe.....9

Tab. 1-2: Abweichungen der Originaldaten von den reduzierten Daten für die Jahresmittel der Lufttemperatur (in °C) (Böhm 1992) 16

Tab. 1-3: Regressionsanalyse für Lufttemperaturmaximum und -minimum für die Parallelmessungen der Stationen 5901 und 5904 von Wien Hohe  
Warte im Zuge der Umstellung auf TAWES (Werte in 1/10°C).....20

Tab. 1-4: Stationsliste der homogenen Niederschlagsstationen von Österreich (Auer 1993)21

## Anhang

Tab. 1-5: StartClim Stationen

Istnr	Messstation	Höhe der Station über NN (m)	geogr. Länge (°O)	geogr. Breite (°N)	Beginn der Zeitreihe	Ende der Zeitreihe	Fehlwerte Temperatur	Fehlwerte Niederschlag	Fehlwerte Schneehöhe
9641	Bad Aussee	675	13 47	47 37	01.05.1957	30.09.1983	1.-31.5.1962; 11.-31.3.1993; 1.-30.11.1995	1.-31.5.1957; 1.-31.5.1962; 1.-30.11.1995	1-31.5.1957; 1-31.5.1962
9640		665	13 47	47 36	01.10.1983	31.12.2002			
19200	Bad Gleichenberg	303	15 54	46 52	01.01.1948	31.03.1985	1.1.-31.7.1976; 1.9.-31.12.1976	1.1.-31.7.1976; 1.9.-31.12.1976	1.1.-31.7.1976; 1.9.-31.12.1976
19201		303	15 54	46 52	01.04.1985	16.01.2000			
9610	Bad Ischl	469	13 38	47 43	01.01.1948	31.12.2002	1.1.-4.11.1968	1.1.-31.10.1968	1.1.-31.10.1968
15500	Badgastein	1.100	13 08	47 07	01.01.1948	30.11.1995	1.-31.1.1970; 1.1.-30.6.1976; 19.-31.4.1993	1.1.-30.6.1976	1.1.-30.6.1976; 17.-31.3.2002
15515		1.100	13 07	47 05	01.12.1995	31.12.2002			
11100	Bregenz	436	9 45	47 30	01.01.1948	31.12.1985	-	-	-
11102		424	9 44	47 30	01.01.1986	31.12.2002			
13300	Bruck an der Mur	489	15 16	47 25	01.01.1948	31.12.1984	1.7.-31.8.1976; 1.-30.11.1981; 1.-30.11.1983	1.7.-31.8.1976; 1.-30.11.1981; 1.-30.11.1983	1.7.-31.8.1976; 1.-30.11.1981; 1.-30.11.1983
13301		482	15 15	47 24	01.01.1985	31.12.2002			
7700	Eisenstadt	159	16 33	47 51	01.01.1948	31.12.1988	-	1.-31.1.1978	1.-31.1.1978
7704		184	16 32	47 51	01.01.1989	31.12.2002			
11110	Feldkirch	439	9 36	47 16	01.01.1948	31.12.1994	10.-28.12.1954	-	-
11115		440	9 36	47 16	01.01.1995	31.12.2002			
6610	Feuerkogel	1.618	13 44	47 49	01.01.1948	31.12.2002	-	-	-
1600	Freistadt	548	14 30	48 31	01.01.1948	31.12.1991	-	-	31.12.1999
1601		548	14 30	48 30	01.01.1992	31.12.2002			
17000	Galtür	1.583	10 11	46 58	01.01.1948	31.03.1989	1.1.1948-29.2.1956	1.-31.10.1952	1.-31.10.1952
17001		1.648	10 11	46 58	01.04.1989	30.11.1996			

17002		1.587	10 11	46 58	01.12.1996	31.12.2002			
16500	Gleisdorf	375	15 42	47 06	01.01.1961	31.12.2002	-	-	-
16400	Graz Flughafen	340	15 26	46 59	01.01.1950	31.12.2002	-	-	-
16402	Graz Uni	366	15 27	47 04	01.01.1948	31.05.1988	-	-	1.-2.1.1961; 2.-3.1.1965; 17,23,24.1.1965; 13.-15.1.1966
16412		366	15 27	47 04	01.06.1988	31.12.2002			
6910	Grossraming	379	14 31	47 53	01.06.1952	31.12.2000	-	-	-
10000	Hieflau	492	14 45	47 36	01.01.1948	30.09.1997	1.1.1948-7.10.1956; 1.5.-31.12.1997; 5.9.1998	1.5.-31.12.1997	1.5-30.6.1997; 1.10-31.12.1997
10002		555	14 45	47 36	01.01.1998	31.12.2002			
2600	Hohenau	155	16 54	48 37	01.01.1948	31.12.2002	-	-	-
11400	Holzgau	1.100	10 21	47 15	01.01.1948	31.12.2002	-	-	-

# Qualitätskontrolle und statistische Eigenschaften ausgewählter Klimaparameter

Istnr	Messstation	Höhe der Station über NN (m)	geogr. Länge (°O)	geogr. Breite (°N)	Beginn der Zeitreihe	Ende der Zeitreihe	Fehlerte Temperatur	Fehlerte Niederschlag	Fehlerte Schneehöhe
5000	Hörsching	298	14 11	48 14	01.01.1948	31.12.2002	-	-	-
11800	Innsbruck Flugplatz	579	11 21	47 15	01.01.1952	31.12.2002	-	-	-
11801	Innsbruck Universität	577	11 23	47 15	01.01.1948	31.12.1986	-	-	-
11803		578	11 23	47 15	01.01.1987	31.12.2002			
9810	Irdning	710	14 06	47 30	01.12.1953	31.01.1993	-	-	-
9811		702	14 06	47 29	01.02.1993	31.12.2002			
11900	Jenbach	530	11 45	47 23	01.01.1961	30.06.1994	-	-	1.1.1961-31.12.1970
11901		530	11 45	47 23	01.07.1994	31.12.2002			
20100	Kanzelhöhe	1.526	13 54	46 40	01.01.1948	31.12.2001	1.1.-31.3.1953; 1.-31.7.1961; 1.-5.11.1961; 20.-22.10.2002	1.1.-31.3.1953	1.1.-31.3.1953; 1.3.-30.4.1962; 1.11.1962-31.1.1963
20101		1.526	13 54	46 40	01.01.2002	31.12.2002			
20210	Klagenfurt	447	14 20	46 39	01.01.1948	31.03.1991	-	-	-
20211		447	14 20	46 39	01.04.1991	31.08.1996			
20212		450	14 19	46 39	01.09.1996	31.12.2002			
18100	Kolbnitz	603	13 18	46 52	01.03.1961	31.12.2001	5.-30.4.1962; 1.7.-31.10.1962; 1.4.-30.6.1963	1.-31.10.1965	1.1.-29.2.1964; 31.12.1964-17.1.1965; 1.-31.3.1965
1400	Kollerschlag	725	13 50	48 36	01.01.1948	31.12.2002	17.10.-30.11.2000; 17.4.-31.10.2002	17.10.-30.11.2000; 17.4.-31.10.2002	17.10.-30.11.2000; 17.4.-31.10.2002
3807	Krems	223	15 36	48 25	01.01.1948	31.05.1977	-	-	16.1.1954; 1.-30.4.1982
3800		200	15 37	48 25	01.06.1977	30.09.1982			
3801		207	15 37	48 25	01.10.1982	31.03.1996			
3805		204	15 37	48 25	01.04.1996	31.12.2002			
5010	Kremsmünster	383	14 08	48 03	01.01.1948	31.12.2002	-	-	-
9620	Krippenstein	2.050	13 42	47 31	01.01.1957	31.12.2002	-	1.7.1981-31.12.1982	1.7.1981-31.12.1982
9010	Kufstein	492	12 10	47 34	01.01.1948	31.12.2002	-	-	-

StartClim.1

2400	Laa Thaya	187	16 23	48 43	01.01.1952	31.12.2002	-	-	-
14400		818	10 34	47 08	01.01.1948	30.04.1986			
14401		785	10 34	47 08	01.05.1986	30.06.1993			
14403	Landeck	798	10 34	47 08	01.07.1993	31.12.2002	-	-	-
17900		668	12 47	46 49	01.01.1948	30.11.1985			
17901	Lienz	659	12 48	46 49	01.12.1985	31.12.2002	-	16.-19.01.1970	20.12.1969-20.1.1970
16300	Lobming	400	15 11	47 03	01.01.1961	31.12.2002	-	-	-
21100	Loibl	1.098	14 15	46 27	01.01.1961	31.12.2002	-	-	-

Qualitätskontrolle und statistische Eigenschaften ausgewählter Klimaparameter

Istnr	Messstation	Höhe der Station über NN (m)	geogr. Länge (°O)	geogr. Breite (°N)	Beginn der Zeitreihe	Ende der Zeitreihe	Fehlerte Temperatur	Fehlerte Niederschlag	Fehlerte Schneehöhe
7200	Mariazell/ St. Sebastian	875	15 19	47 46	01.01.1948	31.12.1986	3-19.10.1948;		
7220		872	15 18	47 47	01.01.1987	31.12.2000	1.7.11.1949-31.1.1950;		
7221		866	15 18	47 47	01.01.2001	31.12.2002	1.1.-31.3.1951; 17.7.-31.8.1956; 11.-27.4.1969	1.8.-31.12.1949; 12.-27.4.1969	1.8-31.12.1949; 28.2.1962
15000	Mayrhofen	643	11 51	47 09	01.01.1948	30.09.1992			
15001		643	11 51	47 09	01.10.1992	31.12.2002	-	-	-
6510	Mondsee	491	13 22	47 51	01.01.1956	31.12.2002	-	1.12.1967-31.1.1968	1.12.1967-31.1.1968
15310	Mooserboden	2.036	12 43	47 09	01.01.1949	31.12.2002	23.10.-30.11.1950; 1.7.- 8.8.1952; 22.8.1952; 1.-10., 17., 19-21., 29.11.1952	1.-30.11.1950; 1.-31.12.1976; 1.-24.12.1978	1.-31.11.1950; 1.-26.12.1978; 1.-15.12.1987
10400	Mürzzuschlag	700	15 41	47 36	01.01.1948	31.12.2002	-	1.,7.1., 17.2.,29.3., 14.6.,26.7.,22.9., 9.10.1971; 3.4.1976	-
17300	Obergurgl	1.938	11 01	46 52	01.01.1953	31.12.1998	1.1.-30.4.1953; 1.3.-30.4.1965;		11.-19.10.1975; 3.11.1977;
17301		1.938	11 01	46 52	01.01.1999	31.12.2002	1.1.-30.4.1978	1.1.-30.4.1978	1.12.1977-30.4.1978
2410	Oberleis	420	16 22	48 33	01.01.1948	31.08.1997	-	-	-
3410	Pabneukirchen	595	14 49	48 19	01.01.1948	31.12.2002	-	-	-
14810	Patscherkofel	2.247	11 27	47 12	01.01.1948	31.12.2002	30.-31. 12.1954	-	17.-31.8.1957; 1-31.5.1973
18800	Preitenegg	1.055	14 55	46 56	01.01.1961	31.12.1993			
18805		1.035	14 55	46 56	01.01.1994	31.12.2002	-	-	-
15400	Rauris	945	13 00	47 13	01.01.1948	30.06.1989			
15401		916	12 50	47 15	01.07.1989	31.05.1993			
15402		931	12 59	47 13	01.06.1993	31.12.2002	1.1.-30.4.1949	1.1.-30.4.1949	1.1.-30.4.1949
10511	Reichenau	485	15 51	47 42	01.01.1948	31.12.1982			
10510		486	15 50	47 42	01.01.1983	31.12.2002	-	1.1.-31.12.1976	-

2900	Reichersberg	350	13 22	48 20	01.10.1948	31.12.2002	1.-27.7.1951; 20.-30.7.1954; 23.3.-30.4.1971	23.3.-30.4.1971	1.-30.4.1971
19800	Reisach	646	13 09	46 38	01.01.1961	31.12.2002	-	-	-
900	Retz	242	15 57	48 46	01.01.1948	31.10.1983	-	-	1.-30.11.2001
901		256	15 57	48 45	01.11.1983	31.05.1995			
905		320	15 56	48 45	01.06.1995	31.12.2002			
11500	Reutte	870	10 45	47 30	01.01.1961	31.07.1994	-	-	-
11505		850	10 43	47 29	01.08.1994	31.12.2002			

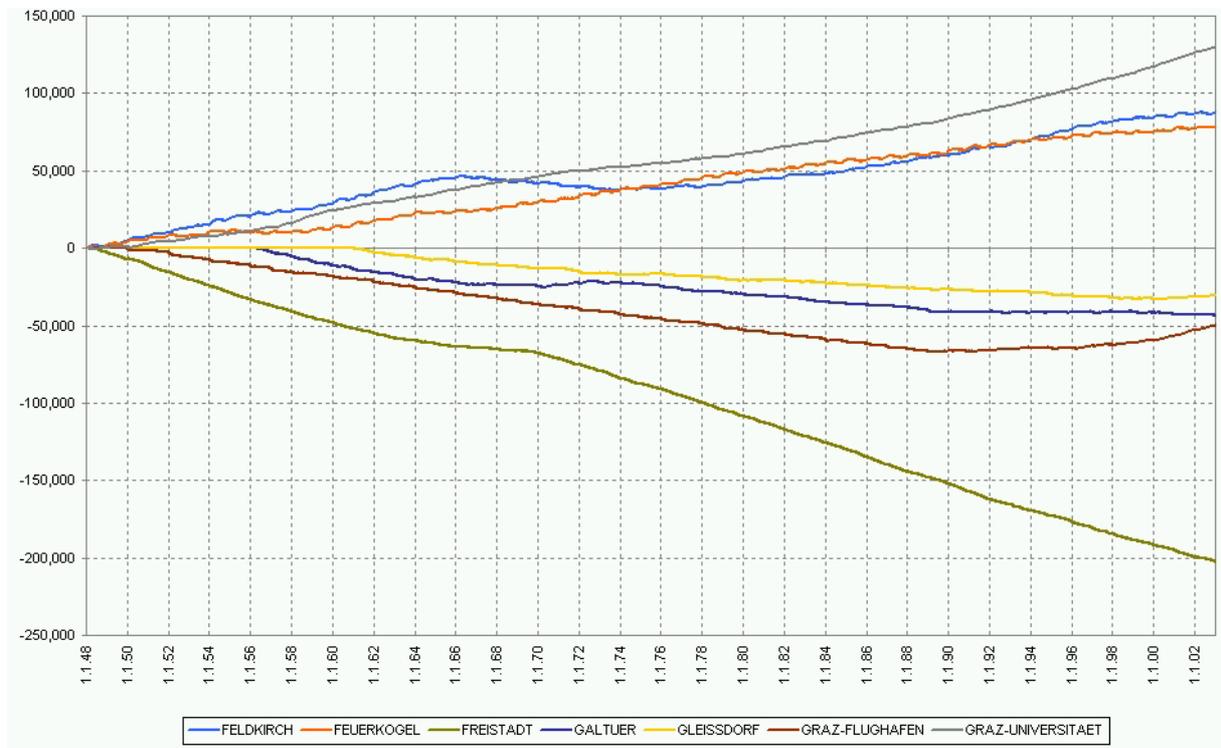
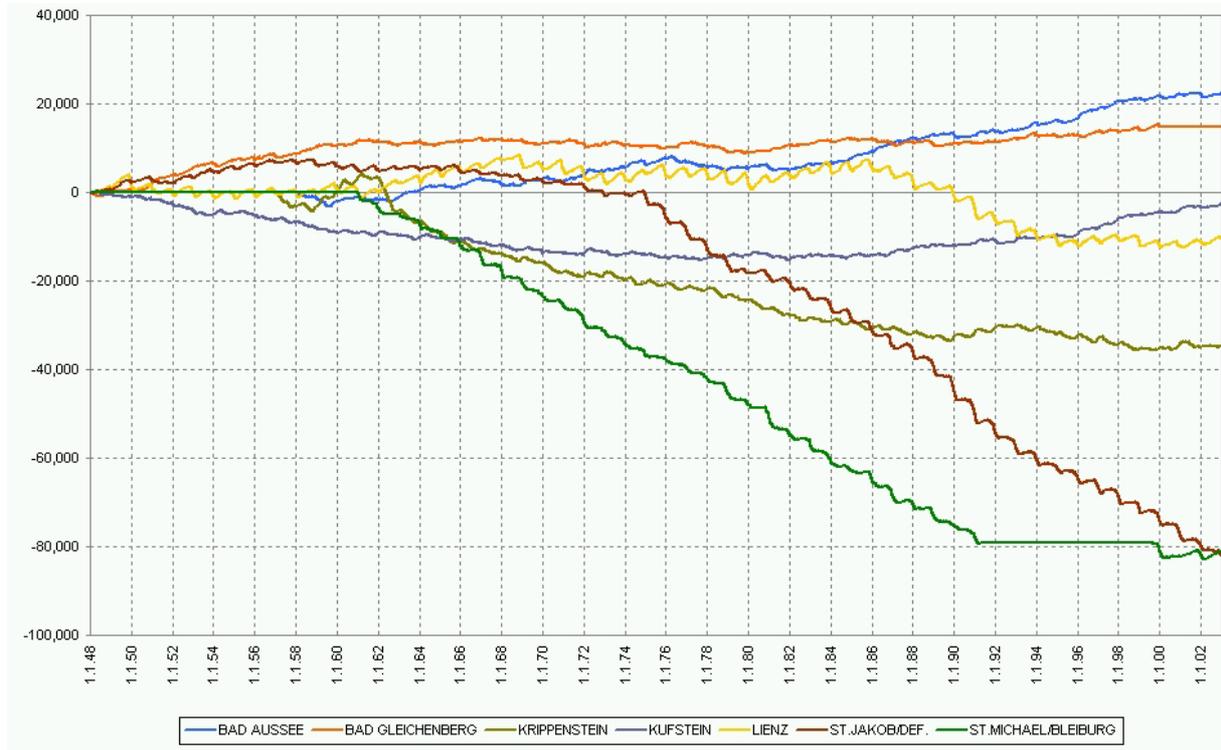
Qualitätskontrolle und statistische Eigenschaften ausgewählter Klimaparameter

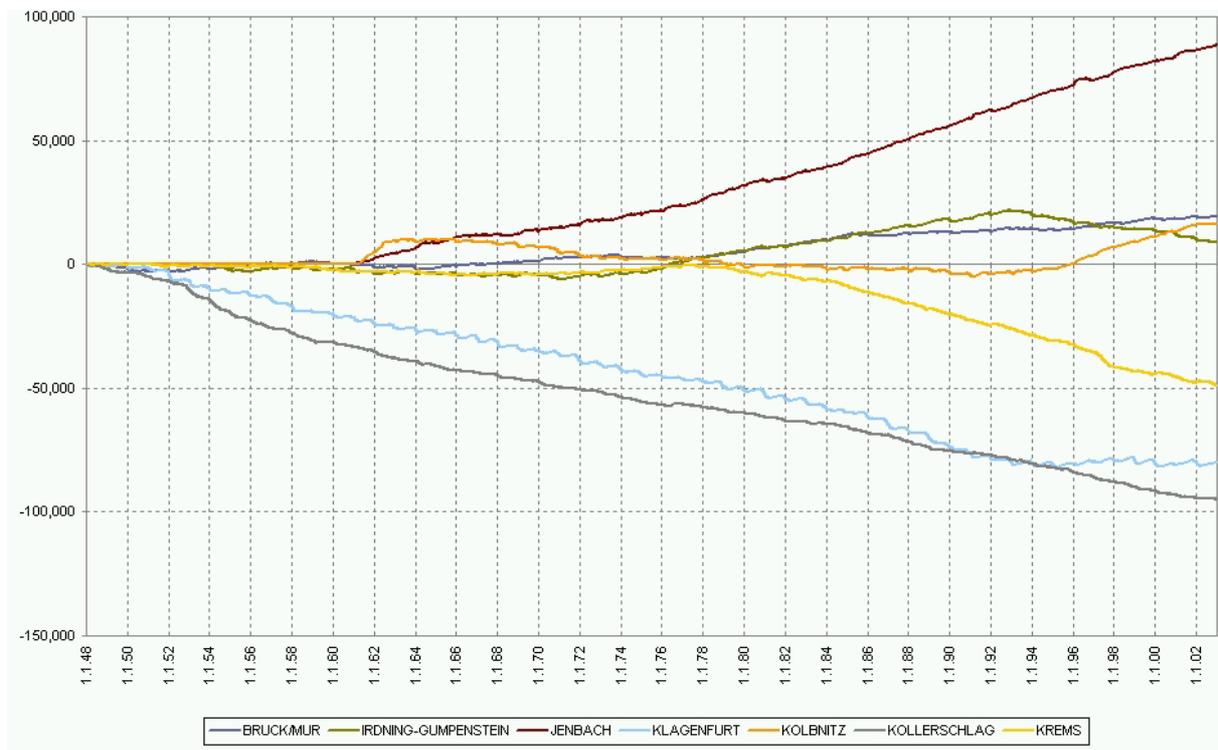
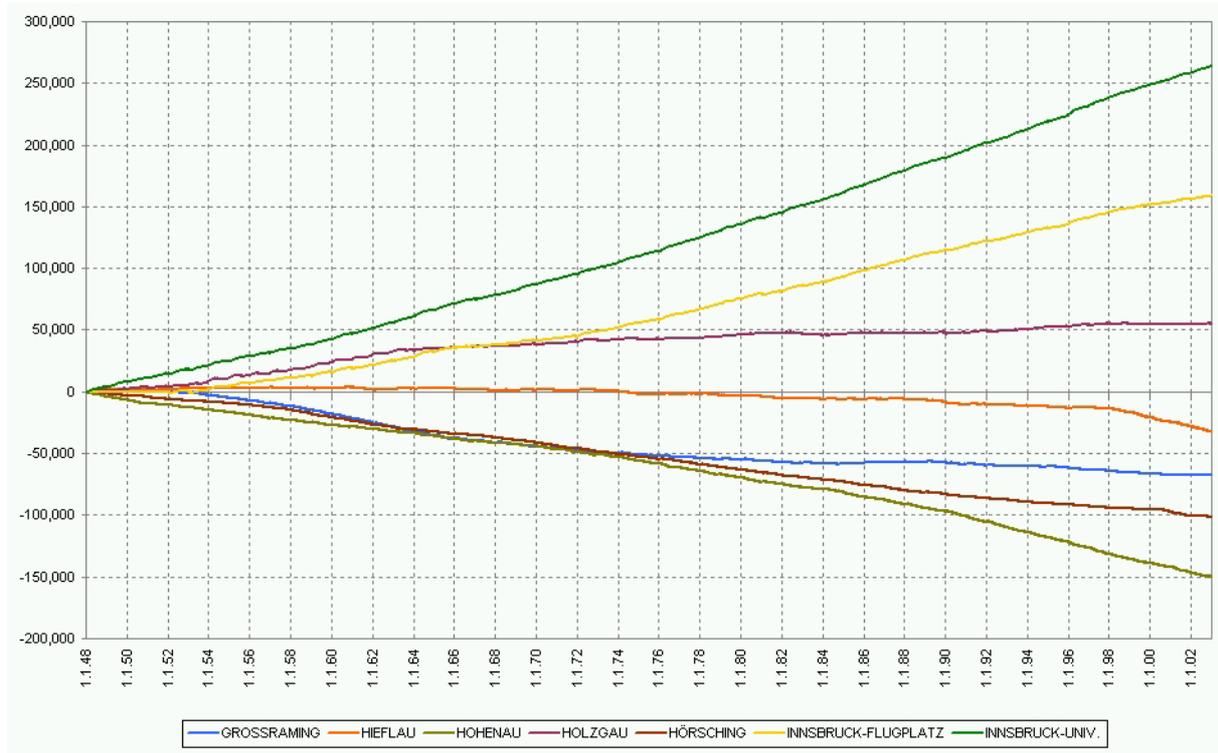
Istnr	Messstation	Höhe der Station über NN (m)	geogr. Länge (°O)	geogr. Breite (°N)	Beginn der Zeitreihe	Ende der Zeitreihe	Fehlwerte Temperatur	Fehlwerte Niederschlag	Fehlwerte Schneehöhe
6300	Salzburg Flugplatz	430	13 00	47 48	01.01.1948	31.12.2002	-	-	-
16420	Schöckl	1.436	15 28	47 12	01.01.1948	31.12.1992	15.-31.12.1948; 1.1.50-31.12.55; 5.5.1960	1.-31.7.1964; 1.-30.11.1986; 1.-30.11.1991; 1.-15.4.1992; 31.5.-30.6.1998; 1.-31.1.2002	1.-31.7.1964; 1.-23.11.1986; 1.-16.4.1992; 1.11-31.12.1994; 1.12.1995-31.12.2002
16421		1.445	15 28	47 12	01.01.1993	31.12.2002			
11200	Schoppernau	835	10 01	47 18	01.01.1948	31.12.2002	1.-31.12.1948; 13.-20.2.1960	-	-
11300	Schröcken	1.263	10 05	47 15	01.01.1948	31.12.2002	15.-31.12.1948, 7.-9.1.1950; 27.1.1950-31.12.1955; 5.5.1960	1.-28.2.1970	31.3.1960
5990	Schwechat	184	16 34	48 06	01.01.1948	31.12.2002	-	-	-
13110	Seckau	874	14 47	47 17	01.01.1948	30.06.1996	1.3.-31.5.1951;	1.3.31.5.1951;	1.3-31.5.1951;
13115		855	14 46	47 16	01.06.1999	31.01.2002	1.1.1977-30.6.1983; 1.-30.4.1993;1.6.-31.8.1994;	1.1.1977-30.6.1983; 1.-30.4.1993; 1.6.-31.8.1994;	1.6.1978-30.6.1979; 1.-29.02.1980;
13116		855	14 46	47 16	01.02.2002	31.12.2002	1.7.1996-31.5.1999	1.7.1996-31.5.1999	1.7.1996-31.5.1999
15410	Sonnblick	3.105	12 57	47 03	01.01.1948	31.12.2002	-	wird nicht verwendet	
17700	St. Jakob Def.	1.400	12 21	46 55	01.01.1948	31.12.2002	1.12.1979-30.4.1980	01.01.31.03.1980	23.12.1979-31.3.1980
20400	St. Michael Bleiburg	500	14 45	46 35	01.01.1961	31.03.1991	1.4.1991-31.8.1999;		1.7.-30.9.1962; 1.-5.12.1962;
20402		490	14 46	46 34	01.09.1999	30.09.2000	17.-31.10.2000;	1.7.-31.12.1962;	1.4.1991-31.8.1999;
20403		500	14 45	46 34	01.10.2000	31.12.2002	1.-16.5.2002	1.4.1991-31.8.1999; 30.9.1999	17.-31.10.2000
5608	St. Pölten	273	15 38	48 12	01.01.1948	30.04.1949			
5601		274	15 37	48 13	01.05.1949	31.08.1955			
5607		277	15 37	48 11	01.09.1955	31.03.1979			
5600		272	15 37	48 12	01.04.1979	31.12.1993			
5604		285	15 36	48 10	01.01.1994	31.12.2002	-	-	-
1910	Stift Zwettl	506	15 12	48 37	01.01.1948	31.07.1994			1.-31.1.1970; 1.2-31.12.2000;
1920		505	15 12	48 37	01.08.1994	31.12.2002	1.-31.1.1970	1.-31.1.1970	1.-31.3.2001

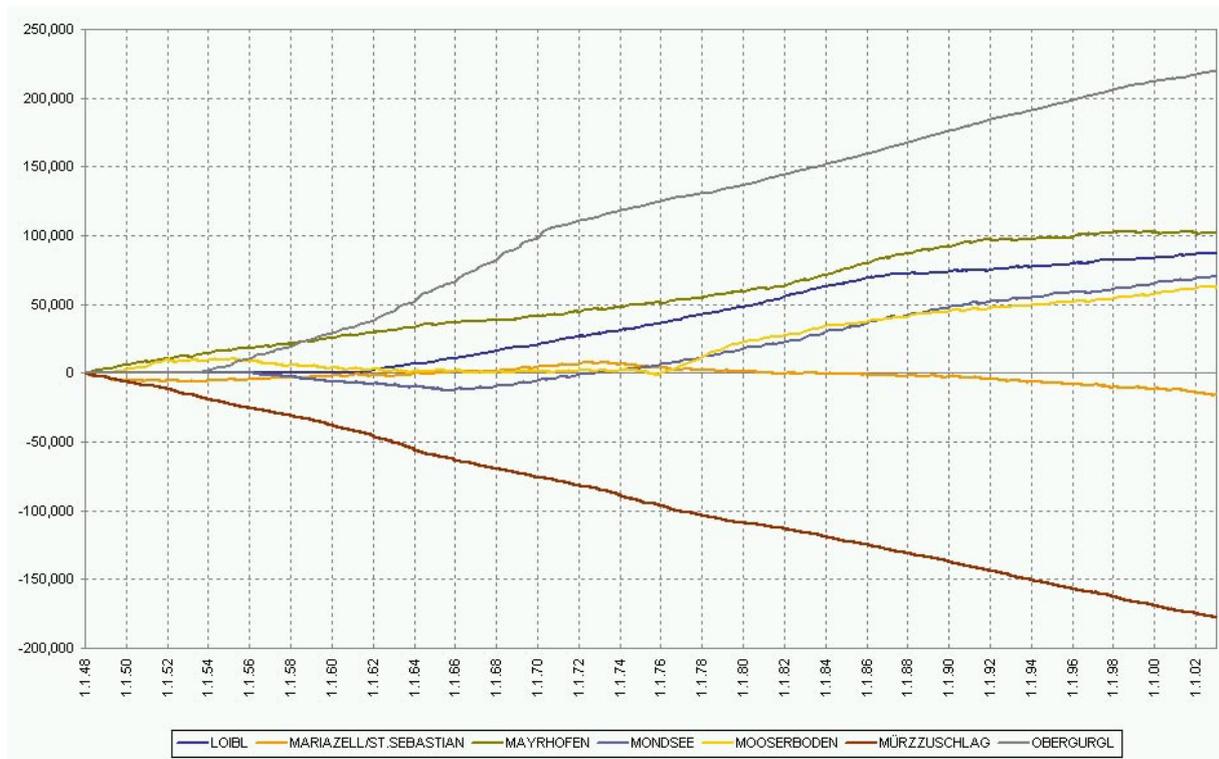
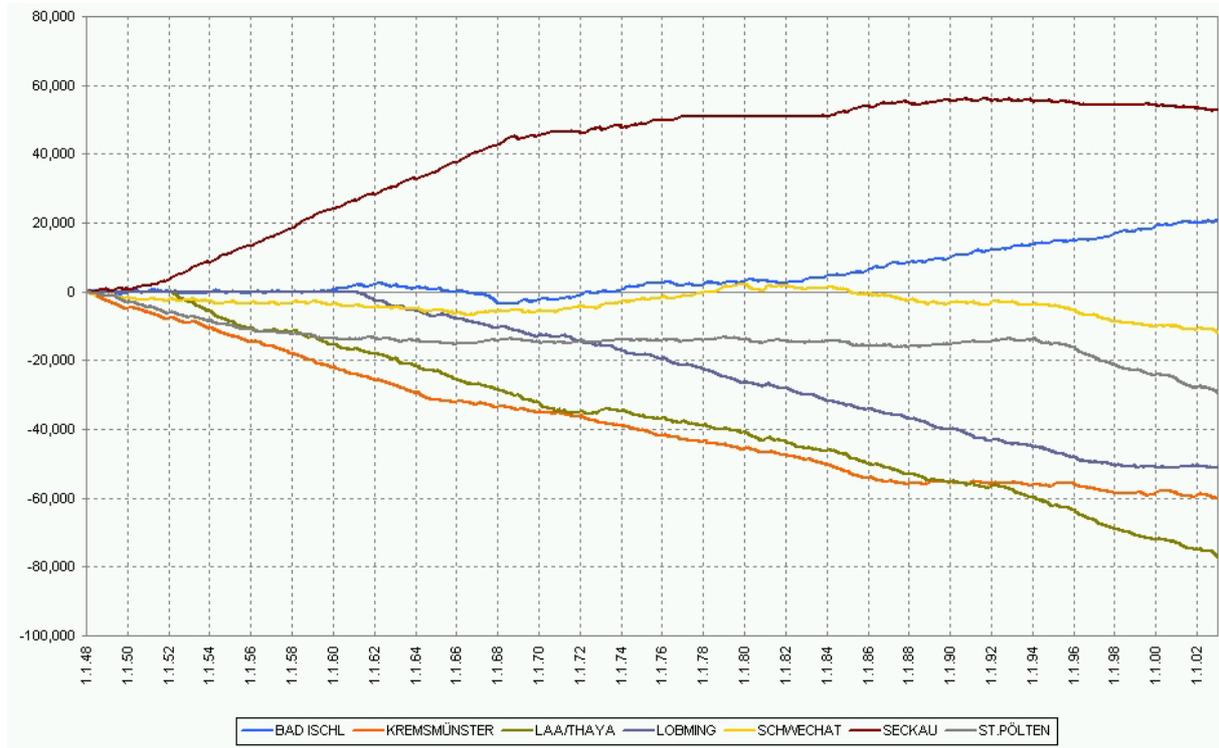
15910		1.305	14 12	47 07	01.01.1951	31.10.1999			1.-11.1.1951; 20.3-16.4.1993;
15911	Stolzalpe	1.215	14 11	47 07	01.05.2000	31.12.2002	1.-12.,17,1.1951; 1.11.1999-30.4.2000;	1.-11.1.1951; 16.3.-15.4.1993; 1.11.1999-30.4.2000	10.11.1999-30.4.2000; 1.-30.9.2000
15710		1.012	13 48	47 07	01.01.1949	31.05.1998	21.10.-5.12.1956; 1.-17.4.1958;		
15711	Tamsweg	1.025	13 48	47 07	01.06.1998	31.12.2002	16.-20.6.1958; 1.-30.11.1960; 1.-31.3.1983	21.10.-2.12.1956; 1.-30.11.1960; 1.-31.3.1983	1.-30.11.1956; 1.-30.11.1960; 1.-31.3.1983
20020	Villacher Alpe	2.140	13 40	46 36	01.01.1948	31.12.2002	-	-	-

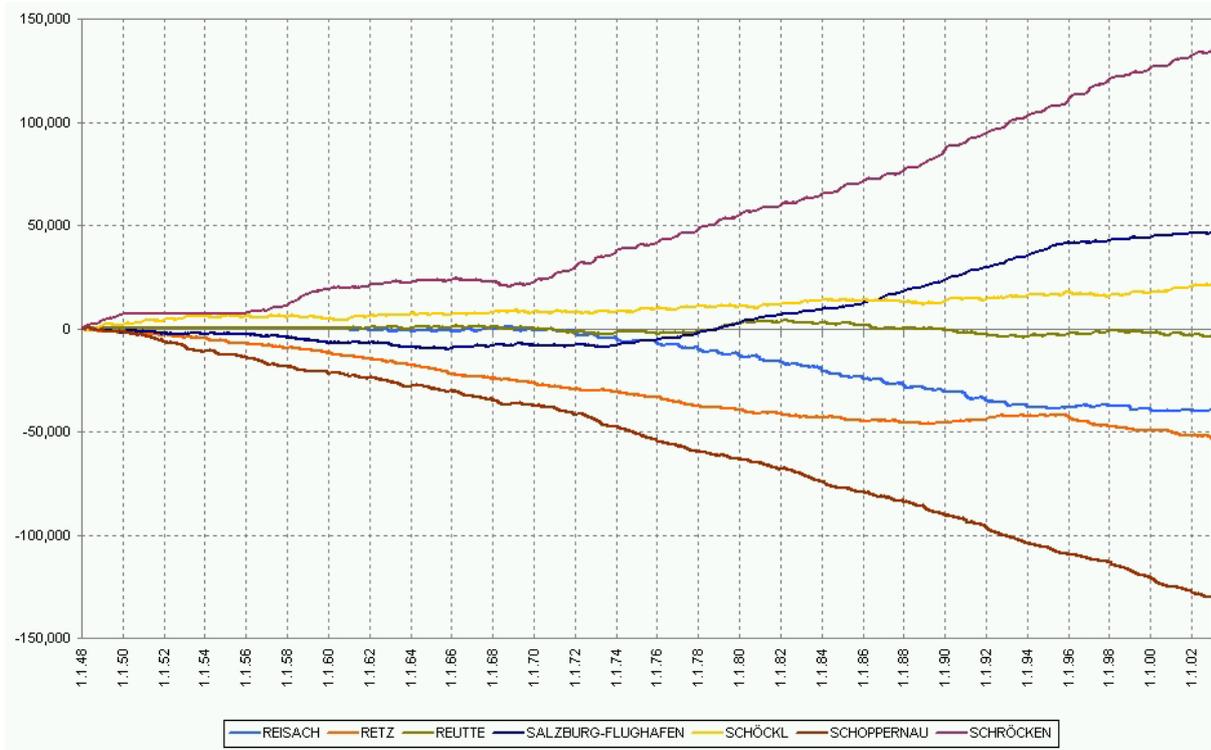
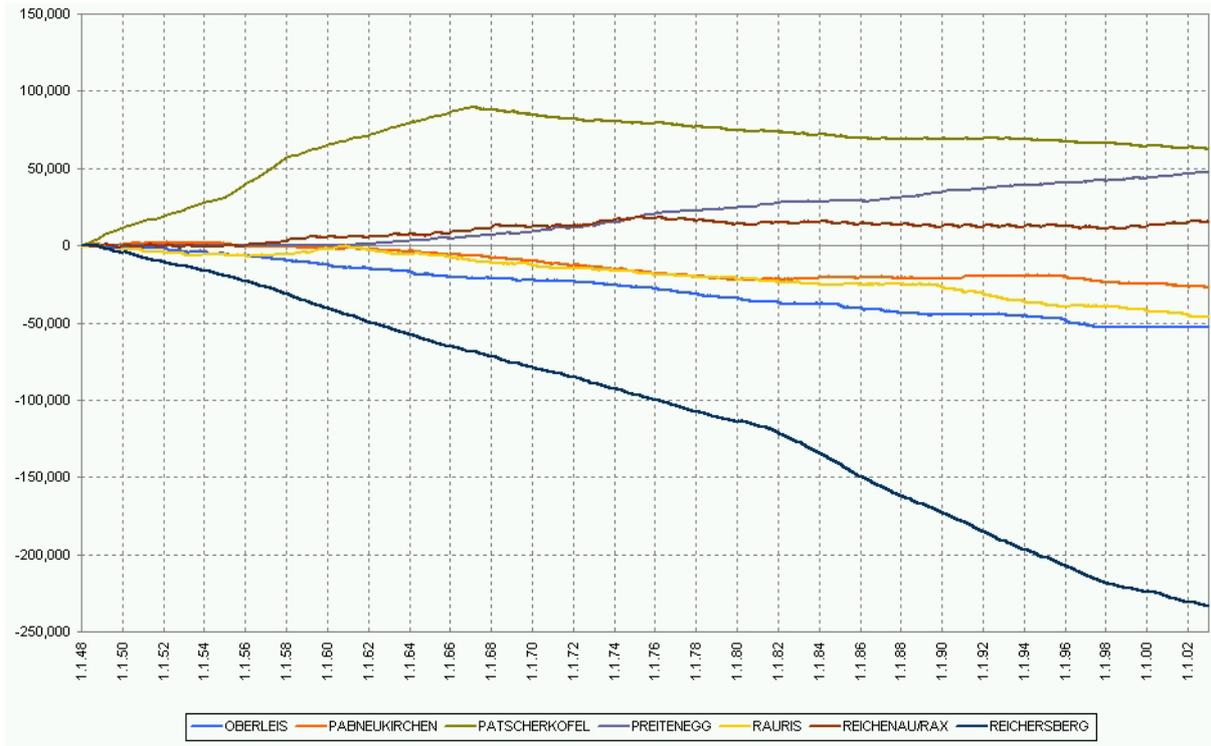
## Qualitätskontrolle und statistische Eigenschaften ausgewählter Klimaparameter

Istnr	Messstation	Höhe der Station über NN (m)	geogr. Länge (°O)	geogr. Breite (°N)	Beginn der Zeitreihe	Ende der Zeitreihe	Fehlerte Temperatur	Fehlerte Niederschlag	Fehlerte Schneehöhe
5901	Wien - Hohe Warte	203	16 21	48 15	01.01.1948	31.12.1992	-	-	-
5904		203	16 21	48 15	01.01.1993	31.12.2002			
5804	Wien - Mariabrunn	226	16 14	48 12	01.01.1951	30.09.1994	1.6.1990-31.1.1991; 1.-31.12.1991;	31.12.1951; 31.12.1954; 31.12.1957; 31.1.1960; 1.6.1990-31.1.1991;	1.6.1990-31.1.1991;
5805		227	16 14	48 12	16.01.1997	31.12.2002	1.2.-31.12.1992; 1.6.1993-15.1.1997	1.-31.12.1991; 1.2.-31.12.1992; 1.6.1993-31.1.1997	1.-31.12.1991; ab 1.2.1992
16710	Wörterberg	400	16 06	47 13	01.01.1948	31.12.2002	17.-31.12.2001	16.12.2001-31.1.2002	17.12.2001-31.1.2002
12320	Zell am See	753	12 47	47 18	01.01.1948	31.12.1983	1.1.-12.7.1984; 1.-16.8.1986	1.1.-11.7.1984; 1.-16.8.1986	1.1.-11.7.1984
12322		766	12 47	47 19	12.07.1984	31.12.2002			
16100	Zeltweg	669	14 47	47 12	01.10.1962	31.05.1992	-	-	-
16101		669	14 45	47 12	01.06.1992	31.12.2002			









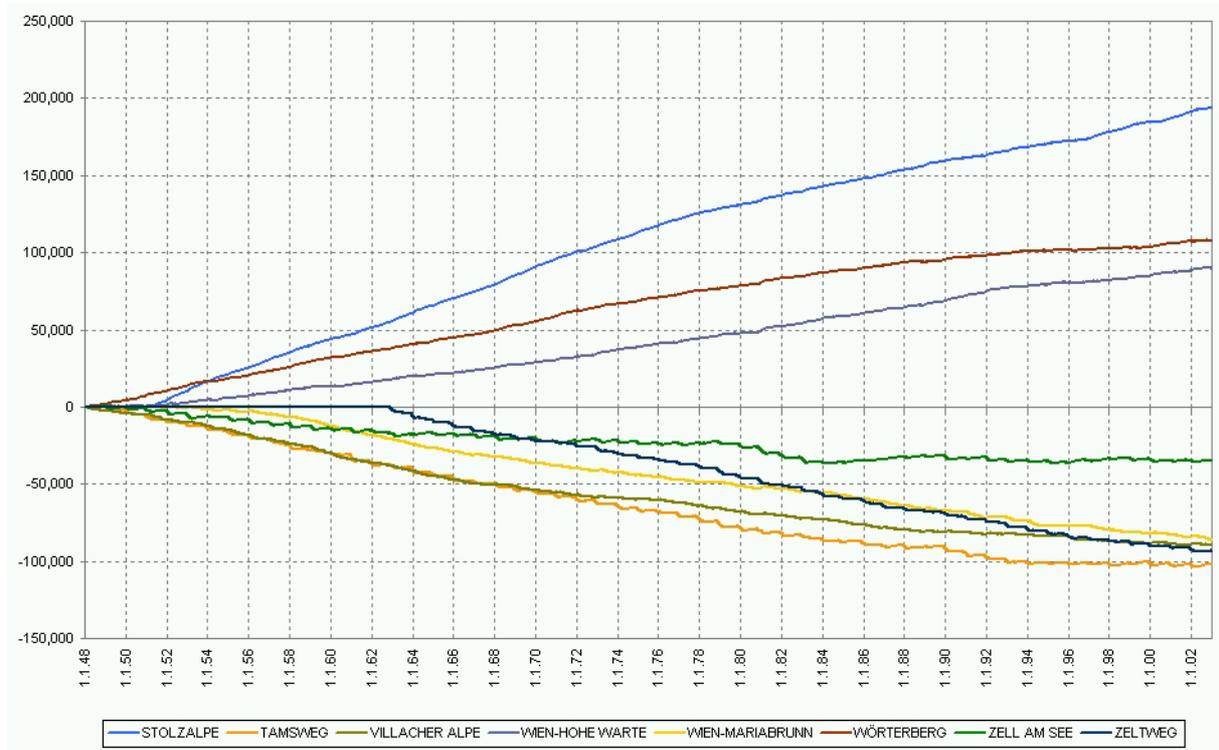
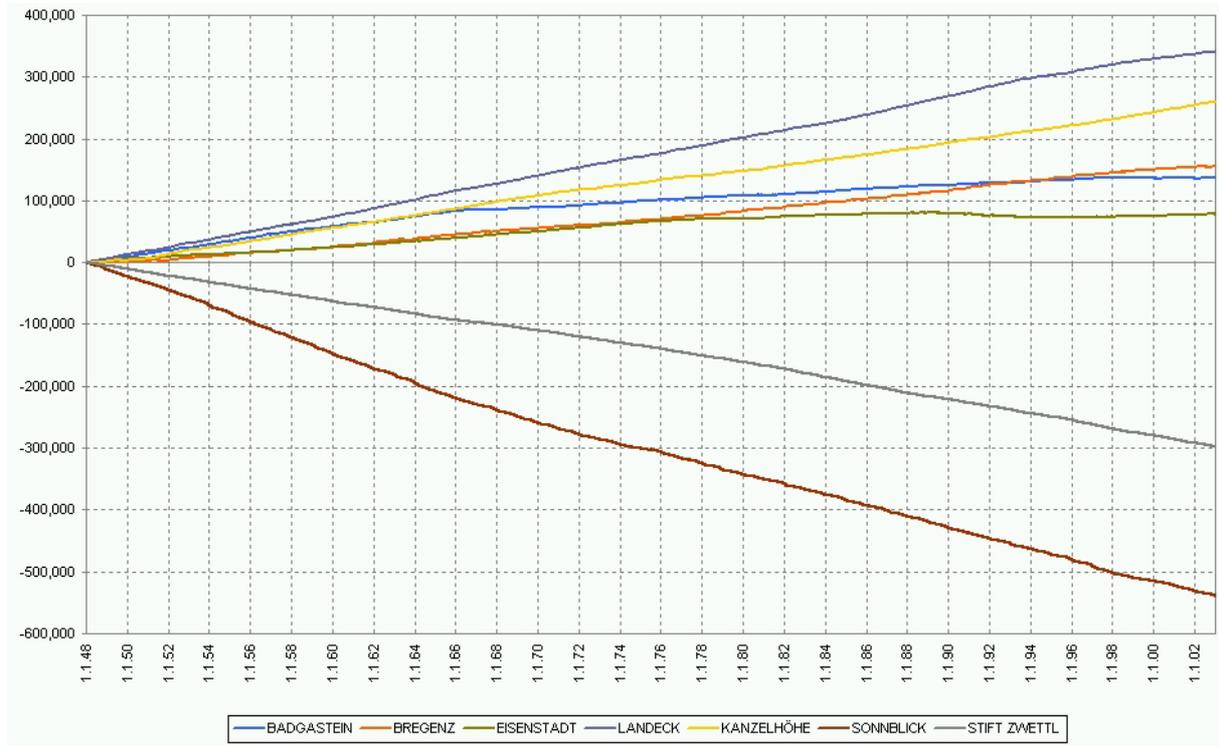


Abb. 1-33: Kumulierte Residuen des Höhenregressionsmodells für das Klimaelement Temperatur der 71 StartClim Stationen