

Räumliche Dekorrelation von Klimazeitreihen unterschiedlicher zeitlicher Auflösung und ihre Bedeutung für ihre Homogenisierbarkeit und die Repräsentativität von Ergebnissen

Helfried Scheifinger, Reinhard Böhm & Ingeborg Auer

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Hohe Warte 38, 1190 Wien
(helfried.scheifinger@zamg.ac.at)

Zusammenfassung

Relative Homogenisierungsmethoden setzen voraus, dass ein gewisses Mindestmaß an gemeinsamer Varianz (z. B. 0.5) zwischen benachbarten, zur Homogenisierung verwendeten Stationen, vorliegt. Auf Grundlage dieser Idee soll ein Kriterium der Homogenisierbarkeit entwickelt werden, das es ermöglicht, a priori die Homogenisierbarkeit von Datensätzen festzustellen. In dieser Arbeit werden erste Ansätze dazu vorgestellt. Das räumliche Verhalten der gemeinsamen Varianz von Zeitreihen zweier Temperaturdatensätze werden beleuchtet und gegenübergestellt.

Abstract

Relative methods for homogenisation of data sets assume that there exists a minimum of common variance, e.g. 0.5, between neighbouring stations. Based on this idea one might develop a criterion, which makes it possible to figure out a priori, whether a data set is suited for homogenisation at all or not. Here we present first results of an analysis of the spatial variability of the common variance between station pairs of two temperature data sets.

Einleitung und Aufgabenstellung

Die Klimaschwankungsgruppe an der ZAMG konnte während der letzten 10 Jahre eine wachsende Zahl von instrumentellen Klimazeitreihen sammeln, digitalisieren, testen, homogenisieren und analysieren. Der augenblickliche Stand des Untersuchungsgebietes, umfasst das GAR – Gebiet (GAR =

„Greater Alpine Region“, 4° - 18° E, 43° - 49° N) mit 97 Zeitreihen der Monatsmitteltemperatur und 192 Zeitreihen von Monatssummen des Niederschlages. Die Homogenisierung langer Zeitreihen, die mehrere Jahrhunderte umfassen können, hat sich zu einem Schwerpunkt an der ZAMG entwickelt, wobei sich die eingesetzten Verfahren auf relative Homogenitätstests und dem Ausschöpfen historischer Metadaten stützen. Die während der letzten Jahre gewonnene praktische Erfahrung bei der Homogenisierung soll durch die Erarbeitung eines Kriteriums ergänzt werden, das es erlaubt, einen Datensatz a priori auf seine Homogenisierbarkeit zu überprüfen. Grundlage der relativen Homogenisierung und damit zugleich des Kriteriums der Homogenisierbarkeit ist die Ähnlichkeit zweier Zeitreihen, ausgedrückt durch die Korrelation der Zeitreihen bzw. das Quadrat der Korrelation oder die gemeinsame Varianz zweier Zeitreihen. Man kann davon ausgehen, dass in Abhängigkeit von der atmosphärischen Größe und von geografischen Gegebenheiten die Ähnlichkeit zweier Zeitreihen mit zunehmender Distanz der Stationen und zunehmender zeitlicher Auflösung abnimmt. Relative Homogenitätstests, die auf dem Vergleich von Zeitreihen benachbarter Stationen beruhen, sollten nur dann angewendet werden, wenn die Korrelation der beiden Zeitreihen beispielsweise mindestens 0.7 beträgt. Ist die Stationsdichte nicht ausreichend und damit der mittlere Abstand zwischen den Stationen zu hoch, fällt der Korrelationskoeffizient

bei einem Großteil der Stationspaare unter diesen Wert und die Anwendung relativer Homogenitätstests wird fraglich. In den folgenden Abschnitten wird mit unterschiedlichen Ansätzen das räumliche Verhalten der gemeinsamen Varianz der Zeitreihen zwischen den Stationen beleuchtet, um Grundlagen zur Entwicklung eines verallgemeinerbaren Kriteriums der Homogenisierbarkeit zu erarbeiten.

Datensätze

Die bisherigen Untersuchungen beschränken sich auf die Temperatur als atmosphärische Variable. Derzeit lässt sich ein steigendes Interesse an der Verwendung langjähriger Tagesdatensätze beobachten. Daher wurde auf synoptische Beobachtungen aus 18 europäischen Ländern mit über 630 Stationen von 1999 - 2002 zurückgegriffen. Das Tagesmittel wurde aus den

Hauptbeobachtungsterminen 0, 6, 12 und 18 Uhr GMT berechnet. Die Zeitreihen der Monatsmittel der Temperatur entstammen dem ALPCLIM Datensatz mit 97 Stationen aus dem Alpenraum. Der Zeitraum umfasst 100 Jahre von 1896 - 1995.

Räumliches Verhalten der gemeinsamen Varianz der Temperaturzeitreihen

Um einen ersten Einblick in das räumliche Verhalten der Korrelation der Zeitreihen zwischen den Stationen zu gewinnen, wurde die gemeinsame Varianz der Zeitreihen zwischen einer ausgewählten Station mit denjenigen aller anderen Stationen dargestellt. Dafür wurde der ALPCLIM Datensatz herangezogen, wobei der langjährige mittlere Jahresgang subtrahiert wurde. In Fig. 1 sind 4 ausgewählte Beispiele zusammengestellt.

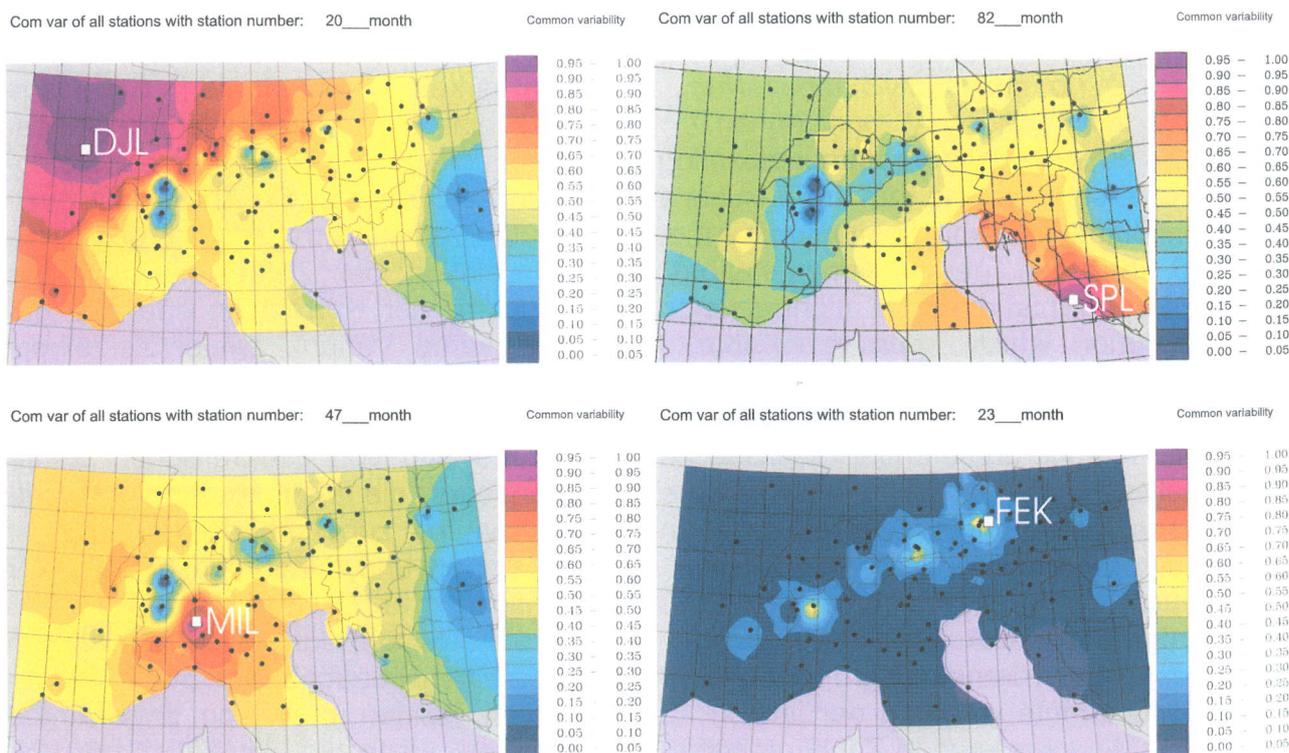


Fig. 1: Räumliche Darstellung der gemeinsamen Varianz der Zeitreihen einer ausgewählten Station mit denjenigen aller anderen Stationen: Dijon-Longvic (DJL, links oben), Split (SPL, rechts oben), Mailand (MIL, links unten) und Feuerkogel (FEK, rechts unten).

Das größte zusammenhängende Gebiet hoher Korrelationen zeigt die räumliche Verteilung der gemeinsamen Varianz mit der Station Dijon-Longvic. Die beiden mediterranen Beispiele, Split und Mailand, weisen schon eine deutlich kleinere Region auf, wobei die von Split nach Süden hin fortgesetzt gedacht werden kann. Überraschend ist, dass die Übergänge von Gebieten mit hohen zu geringen gemeinsamen Varianzen zum Teil recht scharf ausfallen. Bei der Berechnung einer Dekorrelationsdistanz muss daher darauf geachtet werden, dass Stationen aus verschiedenen, miteinander schwach korrelierten Unterregionen nicht miteinander in Beziehung gesetzt werden. Bergstationen sollten überhaupt gesondert behandelt werden, da, wie das Beispiel des Feuerkogel zeigt, sie höchstens untereinander schwach korreliert sind, kaum aber mit Tieflandstationen. Die durch die Darstellung der gemeinsamen Varianz der Einzelstationen angezeigten Untergebiete ähneln sehr den Ergebnissen der Hauptkomponentenanalyse und Clusterung in Böhm et al. (2001).

Räumliche Darstellung der mittleren Korrelationsdistanz

Als erster Versuch einer Verallgemeinerung der Darstellungen in Fig. 1 wur-

de für jede Station die mit der gemeinsamen Varianz gewichtete mittlere Distanz mit allen Stationen im Umkreis von 200 km berechnet und in Fig. 2 dargestellt. Falls die Beziehung zwischen gemeinsamer Varianz und Stationsdistanz linear ist, dann stellt die so berechnete Korrelationsdistanz ein Maß für die räumliche Korrelation dar. Eine erste vorsichtige Interpretation könnte die Gebiete mit geringen Korrelationsdistanzen südlich der Alpen mit hohen Inversionshäufigkeiten in Zusammenhang bringen, die eine sehr heterogene Verteilung der bodennahen Temperaturen verursacht. Im Sommer ist dieser Effekt geringer, daher sind die Korrelationsdistanzen im Juli in diesen Gebieten geringer. In den Gebieten mit hohen Korrelationsdistanzen scheinen sich die Werte mit der Jahreszeit wenig zu ändern.

Streudiagramme der gemeinsamen Varianz in Abhängigkeit von der Stationsdistanz

Trägt man die gemeinsame Varianz der Zeitreihen zwischen sämtlichen Stationspaaren eines Datensatzes in Abhängigkeit von der Entfernung der Stationspaare in ein Streudiagramm ein, so gewinnt man einen raschen qualitativen Überblick über das Dekorrelationsverhalten einschließlich seiner

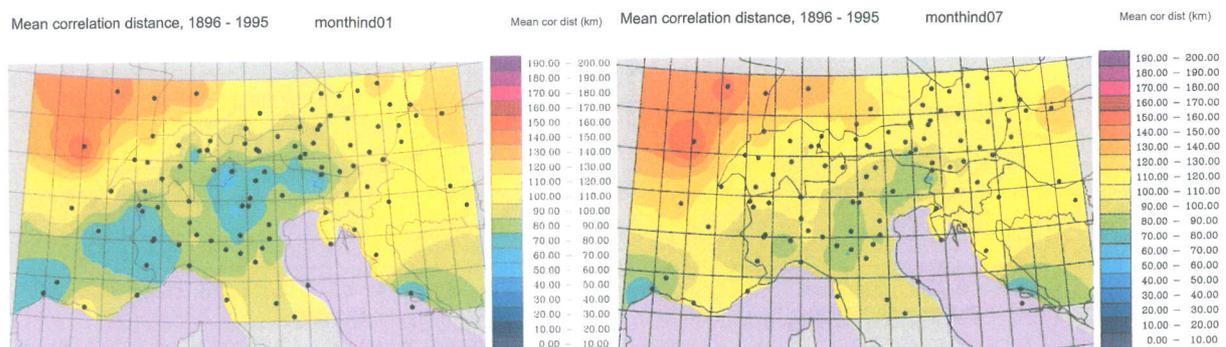


Fig. 2: Räumliche Darstellung der mit der gemeinsamen Varianz gewichteten mittleren Distanz zwischen einer Station und allen anderen Stationen im Umkreis von 200 km. In der linken Abbildung für die Zeitreihe des Jännermittels, in der rechten für die des Julimittels der Temperatur an den 97 ALPCLIM Stationen von 1886 – 1995.

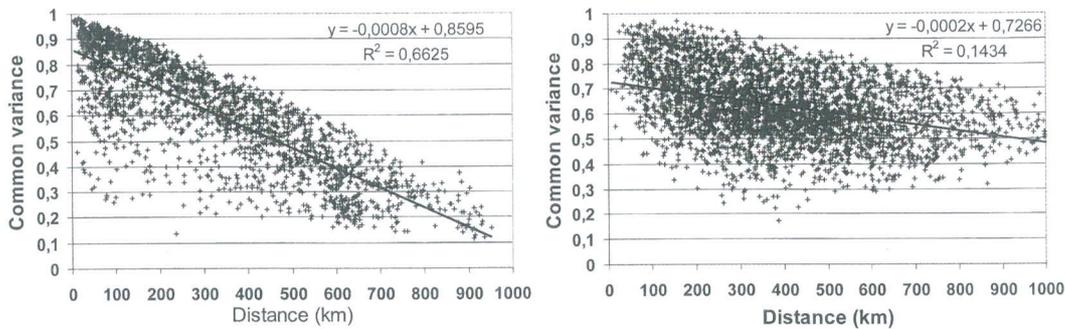


Fig. 3: Streudiagramme der gemeinsame Varianz der Zeitreihen der Stationspaare in Abhängigkeit von der Entfernung. Linke Grafik: Datensatz der europäischen Synopstationen mit Tagesmittel der Temperatur 1999 - 2002, Stationen am Gitterpunkt 13° E 47° N im Umkreis von 500 km, Höhendifferenz der Stationen < 1500 m, Dekorrelationsdistanz 492 km bei einer gemeinsamen Varianz von 0.5. Rechte Grafik: ALPCLIM Datensatz mit Jahresmittel der Temperatur 1896 - 1995, alle 97 Stationen, Höhendifferenz der Stationen < 1500 m, Dekorrelationsdistanz 926 km.

Qualität in Abhängigkeit von ihrer zeitlichen Auflösung (Fig. 3). Die Distanz zwischen den Stationspaaren erklärt in der Regel kaum mehr als 50 % der räumlichen Variabilität der gemeinsamen Varianz der Zeitreihen von den Stationspaaren. Die Streuung der Werte der gemeinsamen Varianz in einem Distanzintervall ist sehr groß. So können im Intervall von 0 - 100 km im Fall der Zeitreihen der Tageswerte der Synopstationen Werte der gemeinsamen Varianz von unter 0.3 bis über 0.9 vorkommen. Hält man hingegen ein Intervall für die gemeinsame Varianz fest, so findet man im Bereich geringer und mittlerer Distanzen eine große Streu-

ung, aber im Bereich der maximalen Distanzen eine recht klare Obergrenze. In Anbetracht der vorliegenden Streudiagramme erscheint der Begriff einer Dekorrelationsdistanz wenig sinnvoll. Es ist denkbar, dass eine Zusammenfassung der Stationen in Subregionen die Beziehung zwischen Distanz und gemeinsamer Varianz deutlicher werden lässt. So, wie die Streudiagramme jetzt vorliegen, geben sie wenig Auskunft über die Homogenisierbarkeit der Zeitreihen von einzelnen Stationspaaren. Die Dekorrelationsdistanz nimmt, wie zu erwarten, mit zunehmendem Mittelungsintervall zu (Fig. 4, links).

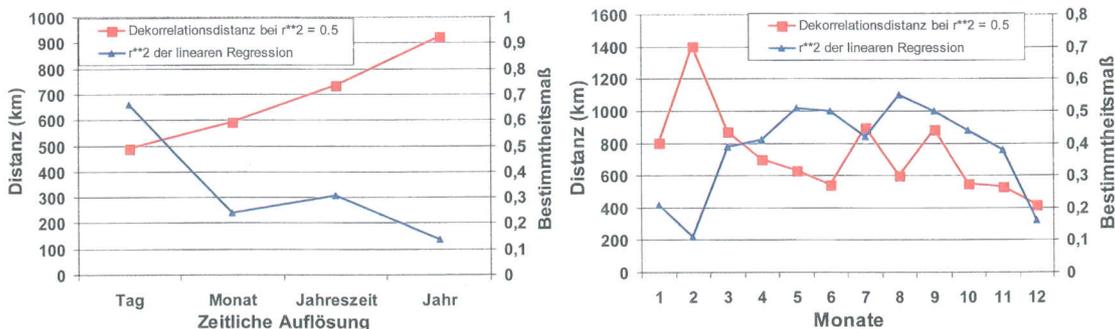


Fig. 4: Dekorrelationsdistanz bei einer gemeinsamen Varianz der Zeitreihen von 0.5 (linke vertikale Achse), die dazugehörige durch die Regression erklärte Varianz der Regression des Streudiagramms (rechte vertikale Achse). Unterschiedliche zeitliche Auflösungen werden im linken Diagramm betrachtet, wobei zu beachten ist, dass der Wert für die Dekorrelationsdistanz für Tagesmittel aus dem Synop - Datensatz stammt, alle anderen Werte aus dem ALPCLIM Datensatz. Das rechte Diagramm gibt eine Vorstellung von der jahreszeitlichen Abhängigkeit der Dekorrelationsdistanz und der durch die Regression erklärten Varianz der Streudiagramme.

Zugleich nimmt die gemeinsame Varianz der Regression der Streudiagramme ab. Der Jahresgang der Dekorrelationsdistanz ist in Fig. 4 rechts wenig eindeutig. Der hohe Februarwert ist eher als Ausreißer zu betrachten und wenig aussagekräftig, da der dazugehörige Wert der gemeinsamen Varianz sehr gering ist.

Schlussbemerkung

In dieser Arbeit wurde die Problematik eines a priori Kriteriums der Homogenisierbarkeit von Datensätzen an Hand einiger Untersuchungen beleuchtet. Neben der Temperatur werden in einem nächsten Schritt die Verhältnisse auch beim Niederschlag untersucht werden.

Literatur

Böhm, R., Auer, I., Brunetti, M., Mauder, M., Nanni, T., Schöner, W. (2001). Regional Temperature Variability in the European Alps: 1760 – 1998 from homogenized instrumental time series. *Int. J. Climatol.*, **21(14)**, 1779 - 1801.