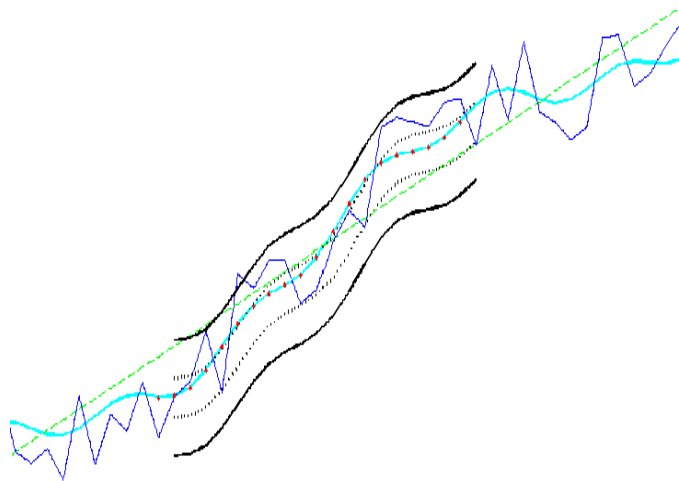


# Bachelor-Thesis 2011

## Zeitreihenanalyse von Geodaten



**Autor:** Carlos Pinto

**Examinator:** Prof. Dr. sc. math. Beat Fischer

**Experte:** Prof. Dr. Alain Geiger

# Zeitreihenanalyse von Geodaten

Um die typischen Eigenheiten und Probleme der Auswertung von Monitoring-Messungen am IVGI/FHNW kennen zu lernen, wurde mit der Implementation eines in MATLAB® selbst geschriebenen Auswerteprogramms im Jahr 2010 begonnen. Im Rahmen dieser Bachelor-Thesis (BTh2011/04) wurde das "Zeitreihenanalyse-Programm IVGI" verbessert und um Prognose und Kreuzkorrelation erweitert. Die neue Programmversion wurde anhand von echten und simulierten Daten getestet.

**Schlagworte:** Zeitreihenanalyse, Geomonitoring Systeme, Kreuzkorrelation, Prognose

## 1. Einleitung

Die meisten modernen Messinstrumente wie z.B. zielverfolgende Tachymeter oder Laserscanner verfügen mittlerweile über automatisierte Ablese- und Registrier-Einrichtungen, mit denen teilweise völlig autonom Messwerte gemessen werden können. Die zeitlich geordnete Folge solcher Messungen ist eine Zeitreihe. Zeitreihen sind in gleichen Zeitabständen erhobene Messwerte, die es zu analysieren und zu beurteilen gilt. Mit Hilfe von Auto- und Kreuzkorrelationsfunktionen wie auch mit Transformationen in den Spektral- oder Frequenzraum, kann man sich einen Überblick verschaffen, welche Informationen in den jeweiligen Zeitreihen enthalten sind.

## 2. Benutzeroberfläche

Das *Zeitreihenanalyse-Programm IVGI* ermöglicht es dem Anwender, Monitoring-Messungen (Zeitreihen) zu analysieren und typische Eigenheiten und Probleme der Auswertung solcher Messungen kennen zu lernen. Die weiterentwickelte Version dieses Programms wird neu über mehrere GUI-Fenster gesteuert.

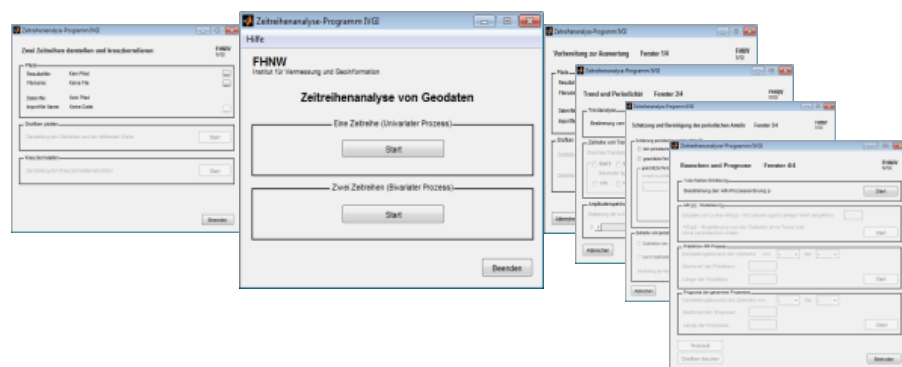


Abb. 1: *Zeitreihenanalyse-Programm IVGI*. Steuerung über mehrere aufeinanderfolgend erscheinende Fenster.

### 3. Simulationen

Simulierte Zeitreihe = Trend + Periodizität + simuliertes AR (7) Rauschen. Bei der Analyse werden die einzelnen Komponenten aus den Daten geschätzt.

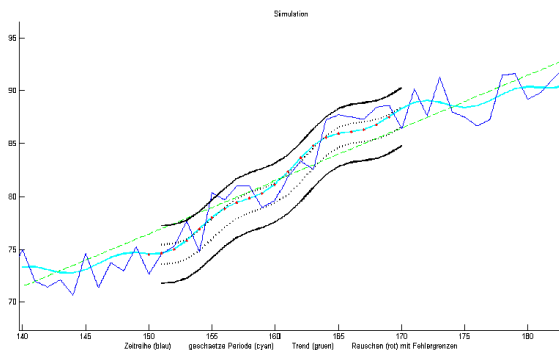


Abb. 2: Ausschnitt einer simulierten Zeitreihe, Trend und Periodizität geschätzt, und Prognose der Zeitreihe für  $t = 151...170$  mit 50%- und 95% Fehlergrenzen.

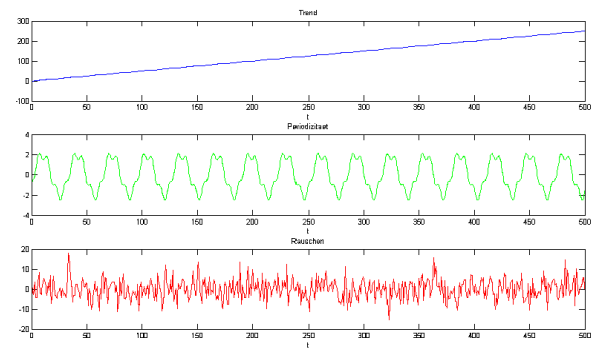


Abb. 3: Schätzungen von Trend (Polynom Grad 1), Periodizität und Rauschen für  $t = 0...500$  der Zeitreihe von Abb. 2.

Ein wichtiges Merkmal bei Zeitreihen ist, dass das Rauschen korreliert oder farbig ist.

### 4. Auswertung von echten Daten

Mit Hilfe der Kreuzkorrelationsfunktion können korrelierte Zeitreihen ausgewertet werden. Es wurde untersucht, wie die Zeitreihen von Temperatur und Höhe einer GNSS-Station korrelieren.

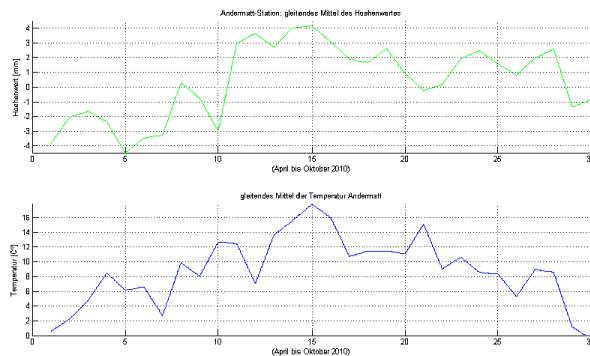


Abb. 4: Gleitende Mittel von Höhenwert (grün) und Temperatur (blau) von Andermatt.

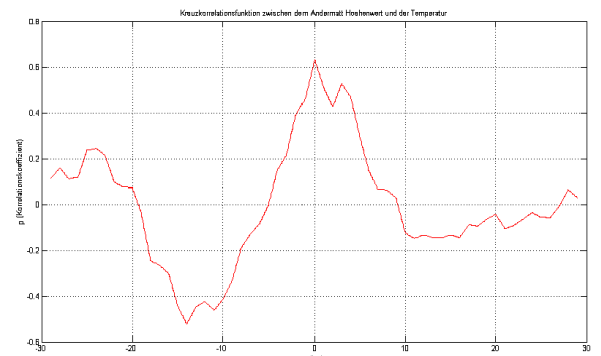


Abb. 5: Kreuzkorrelationsfunktion der Temperatur und Höhenwert Zeitreihen.

Die Kreuzkorrelation liefert als wertvolle Information die zeitliche Verschiebung beider Zeitreihen. Die maximale Korrelation bei einer Verschiebung von 0 Wochen (Abb.5) zeigt, dass die Höhe innerhalb einer Woche auf die Temperatur reagiert.

Autor:	Carlos Pinto	<a href="mailto:carlos.pinto@students.fhnw.ch">carlos.pinto@students.fhnw.ch</a>
Examinator:	Prof. Dr. sc. math. B. Fischer	<a href="mailto:beat.fischer@fhnw.ch">beat.fischer@fhnw.ch</a>
Experte:	Prof. Dr. A. Geiger	<a href="mailto:alain.geiger@geod.baug.ethz.ch">alain.geiger@geod.baug.ethz.ch</a>