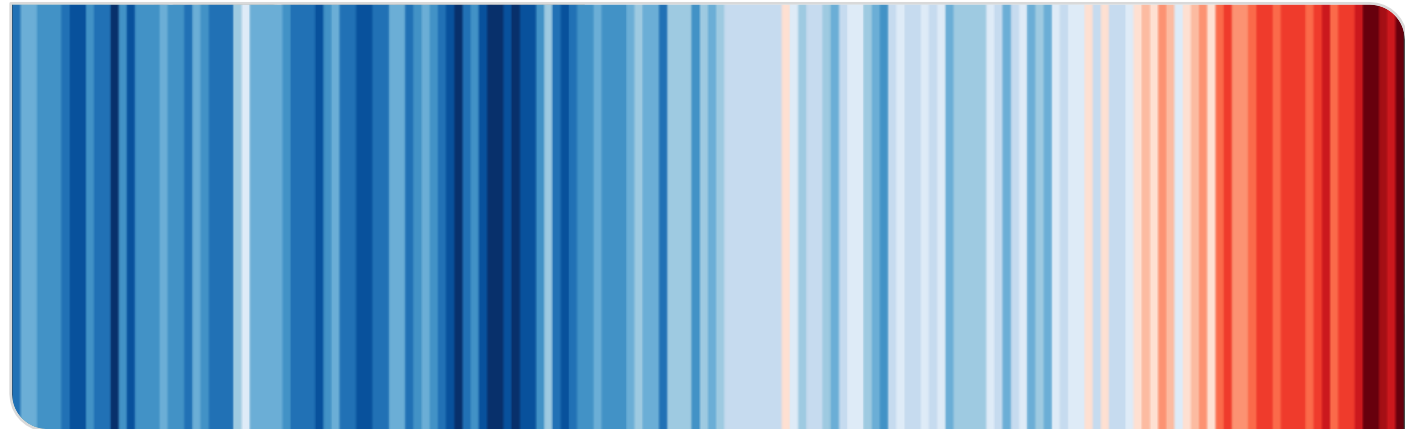


Geodatenanalyse I: Zeitreihenanalyse

Kathrin Menberg



Stundenplan

	08:30 – 12:30 Uhr	13:30 – 17:30 Uhr
Montag	Tag 1 / Block 1	Tag 1 / Block 2
Dienstag	Tag 2 / Block 1	Tag 2 / Block 2
Mittwoch	Tag 3 / Block 1	Tag 3 / Block 2
Donnerstag	Tag 4 / Block 1	Tag 4 / Block 2
Freitag	Tag 5 / Block 1	Tag 5 / Block 2

- ▶ 2.4 Bivariate Statistik
- ▶ 2.5 Multivariate Statistik
- ▶ **2.6 Zeitreihenanalyse**

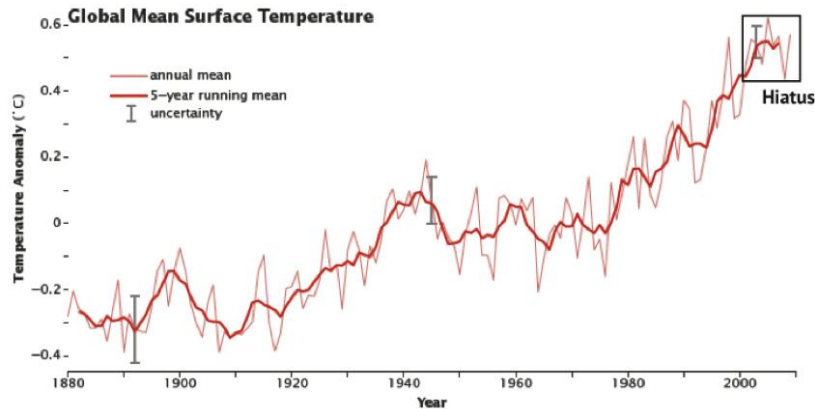
Lernziele Block 2.6

Am Ende der Stunde werden die Teilnehmer :

- ▶ ... mit den Konzepten von Autokorrelation und Autokovarianz vertraut sein.
- ▶ ... Zeitreihen auf grundlegende Eigenschaften hin analysieren und charakterisieren können.
- ▶ ... Zeitreihen auf abrupte Änderungen untersuchen können.

Die zeitliche Dimension

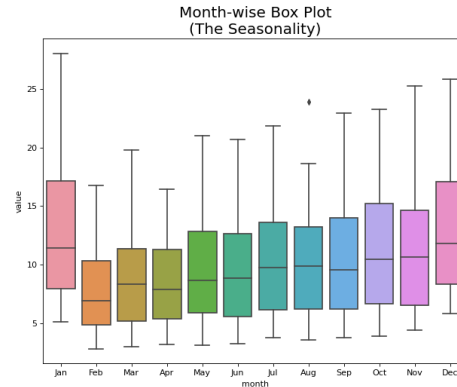
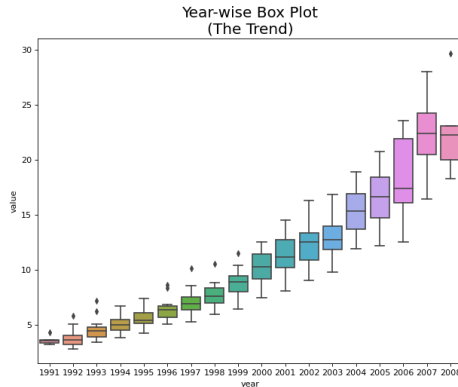
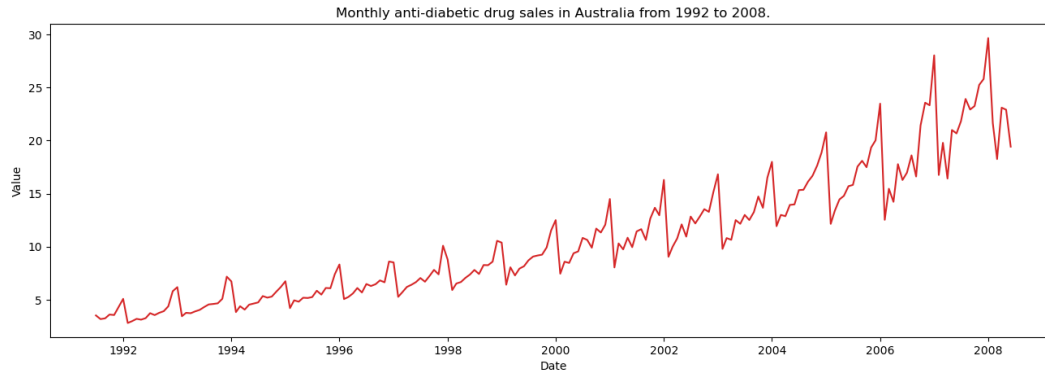
- ▶ Zeitreihe (time series): Sequenz von Messwerten zu bestimmten Zeitintervallen
- ▶ Zeitreihenanalyse: Verhalten einer Variablen über die Zeit: $x(t)$
 - ▶ zufällig, chaotisch, zyklisch, ansteigend, absteigend, ...



<http://isitn.hms.harvard.edu/>

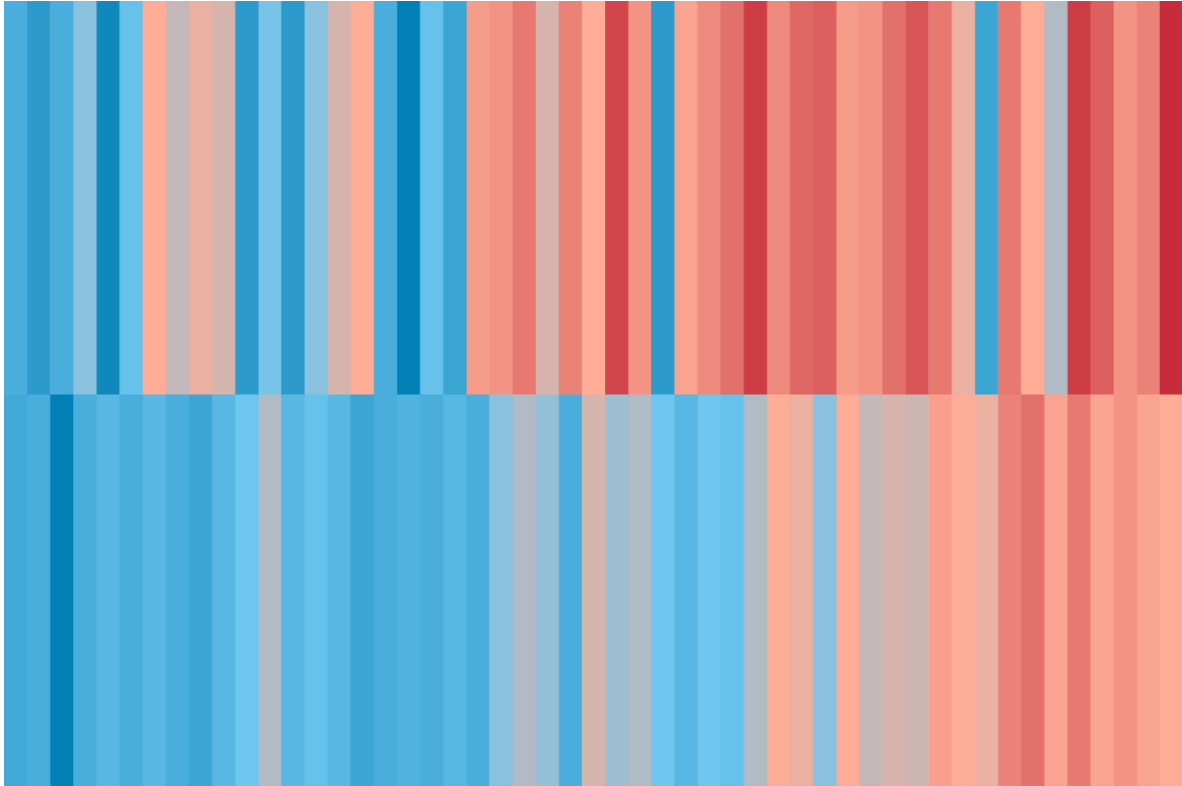
- ▶ Erfassen und Verständnis der Prozesse erlaubt Vorhersage

Visualisierung von Zeitreihen



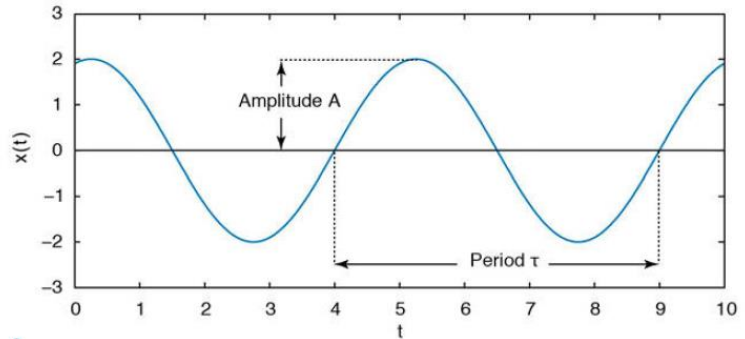
<https://www.machinelearningplus.com/>

Visualisierung von Zeitreihen

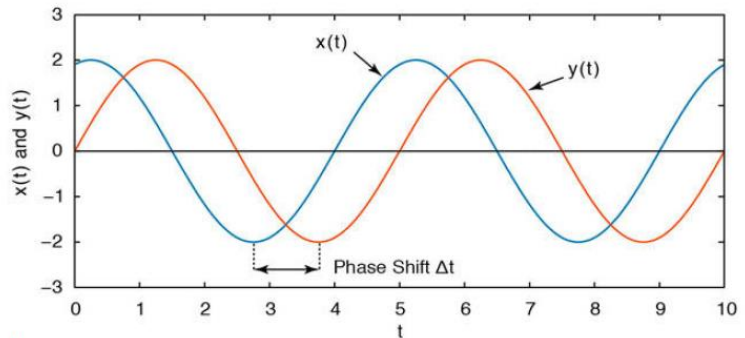


Beschreiben von Zeitreihen

- ▶ Amplitude A
- ▶ Periode τ
- ▶ Wellenlänge
(Signalanalyse)
- ▶ Frequenz $1/\tau$
- ▶ Phasenverschiebung Δt
- ▶ Time lag k



a

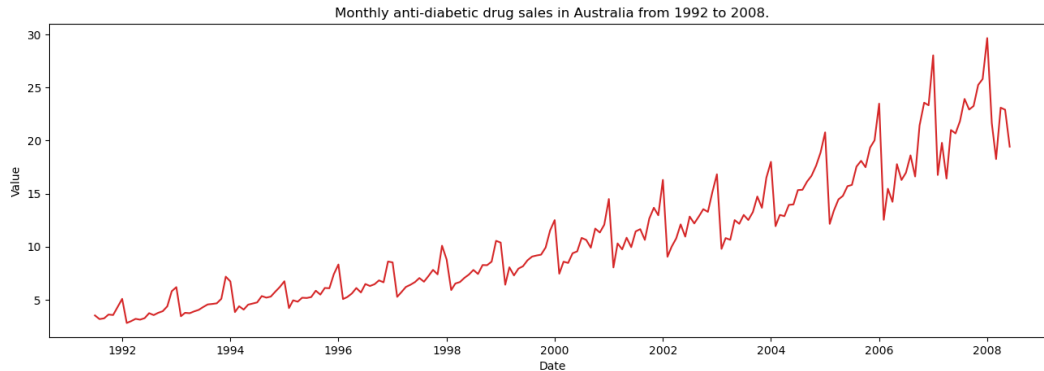


Trauth et al. 2015

Komponenten von Zeitreihen

- ▶ Trend: an- oder absteigende Neigung
- ▶ Saisonalität: periodische Signale (jährlich, monatlich, usw.)
- ▶ Residuen: Messfehler, störende Faktoren, usw.

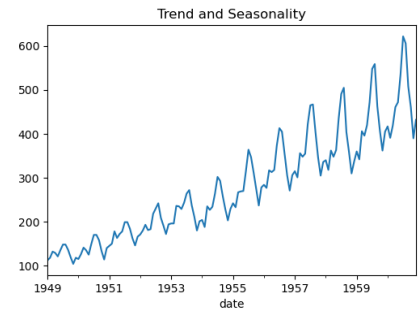
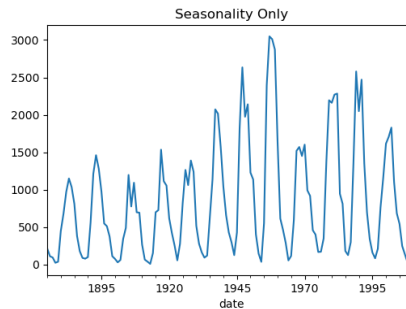
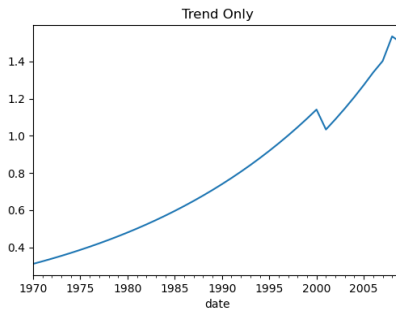
<https://www.machinelearningplus.com/>



Komponenten von Zeitreihen

- Trend: an- oder absteigende Neigung
- Saisonalität: periodische Signale (jährlich, monatlich, usw.)
- Residuen: Messfehler, störende Faktoren, usw.

<https://www.machinelearningplus.com/>



- Additive Zeitreihe: Grundwert + Trend + Saisonalität + Fehler
- Multiplikative Zeitreihe: Grundwert \times Trend \times Saisonalität \times Fehler

Auto-Spektral Analyse

- ▶ Beschreibung der Varianz σ^2 in $x(t)$ als Funktion der Frequenz
- ▶ Überführung der Daten aus der Zeit-Domäne in Frequenz-Domäne
- ▶ Autokovarianz: Varianz über Zeitintervall k
 - ▶ Abhängig von Amplitude

$$cov_{xx}(k) = \frac{1}{N - k - 1} \sum_{t=1}^{N-k} (x_t - \bar{x})(x_{t+k} - \bar{x})$$

- ▶ Autokorrelation: $corr_{xx}(k) = \frac{cov_{xx}(k)}{\sigma^2}$

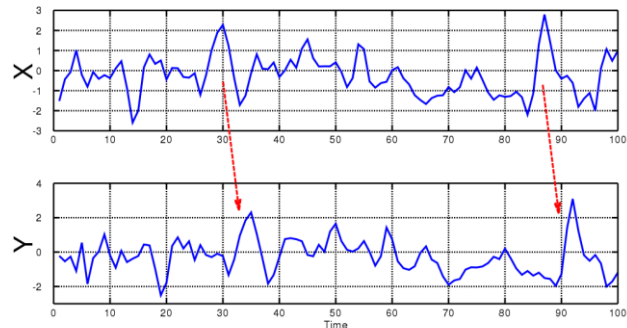
Kreuzspektral Analyse

- Varianz zwischen zwei Zeitreihen $x(t)$, $y(t)$ über Zeitintervall k

- Kreuzkovarianz
$$cov_{xy}(k) = \frac{1}{N-k-1} \sum_{t=1}^{N-k} (x_t - \bar{x})(y_{t+k} - \bar{y})$$

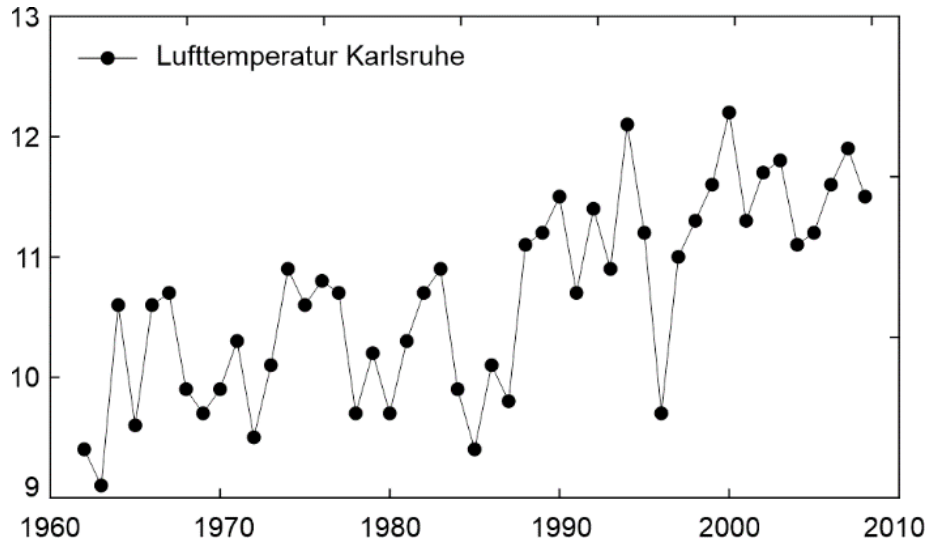
- Kreuzkorrelation
$$corr_{xy}(k) = \frac{cov_{xy}(k)}{\sigma_x \sigma_y}$$

- Zeitintervall (Time lag) k



Regime Shift Analysis

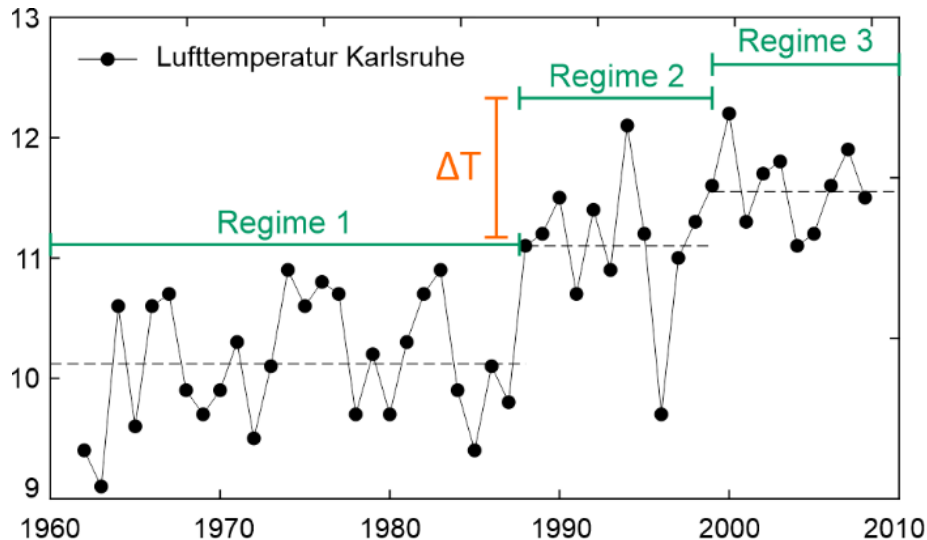
► Analyse von abrupten Veränderungen in Zeitreihen



Menberg et al. (2014)

Regime Shift Analysis

► Analyse von abrupten Veränderungen in Zeitreihen

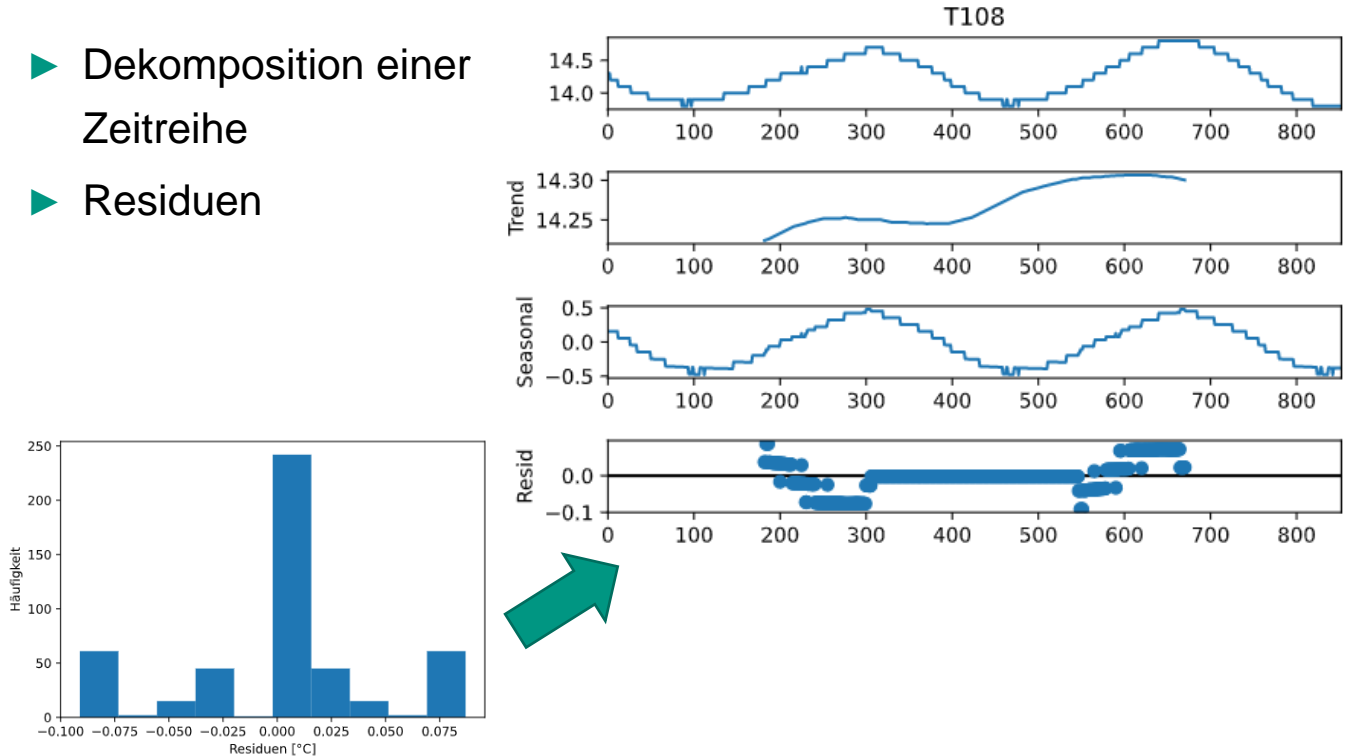


► Bestimmen von Regimen mit T_{mean} , T_{var} , ΔT , usw.

Menberg et al. (2014)

Aufgabenbesprechung

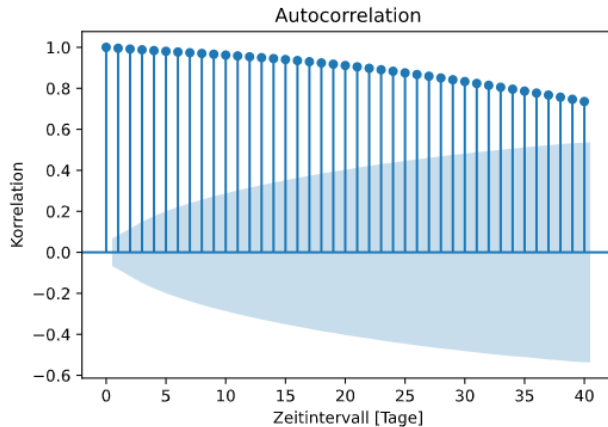
- Dekomposition einer Zeitreihe
- Residuen



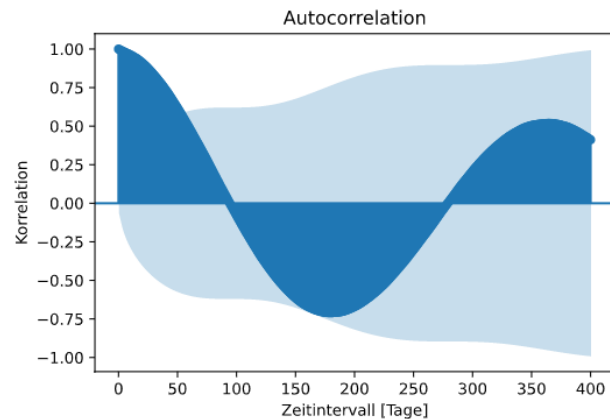
Aufgabenbesprechung

► Autokorrelation (T108)

lags = 40



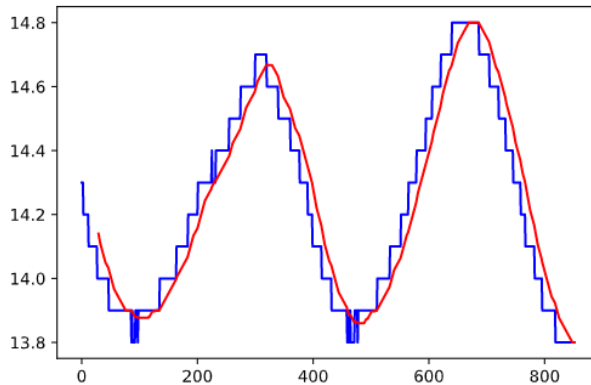
lags = 400



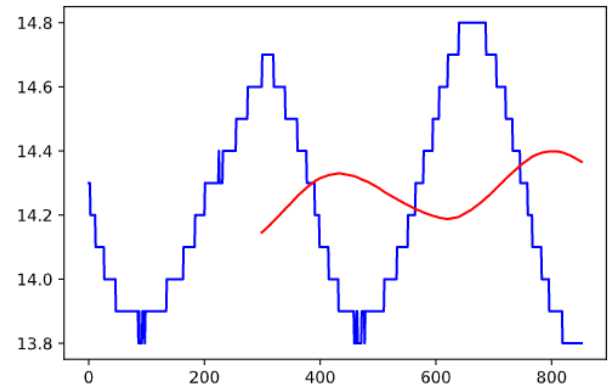
Aufgabenbesprechung

► Langfristiges Mittel (T108)

window = 30



window = 300



Literatur

- ▶ Trauth (2015) MATLAB Recipes for Earth Sciences (4th Ed.), Springer
- ▶ Menberg et al. (2014) Observed groundwater temperature response to recent climate change. Hydrology and Earth System Sciences, 18, 4453-4466

Nützliche Weblinks:

- ▶ <https://www.machinelearningplus.com/time-series/time-series-analysis-python/>

