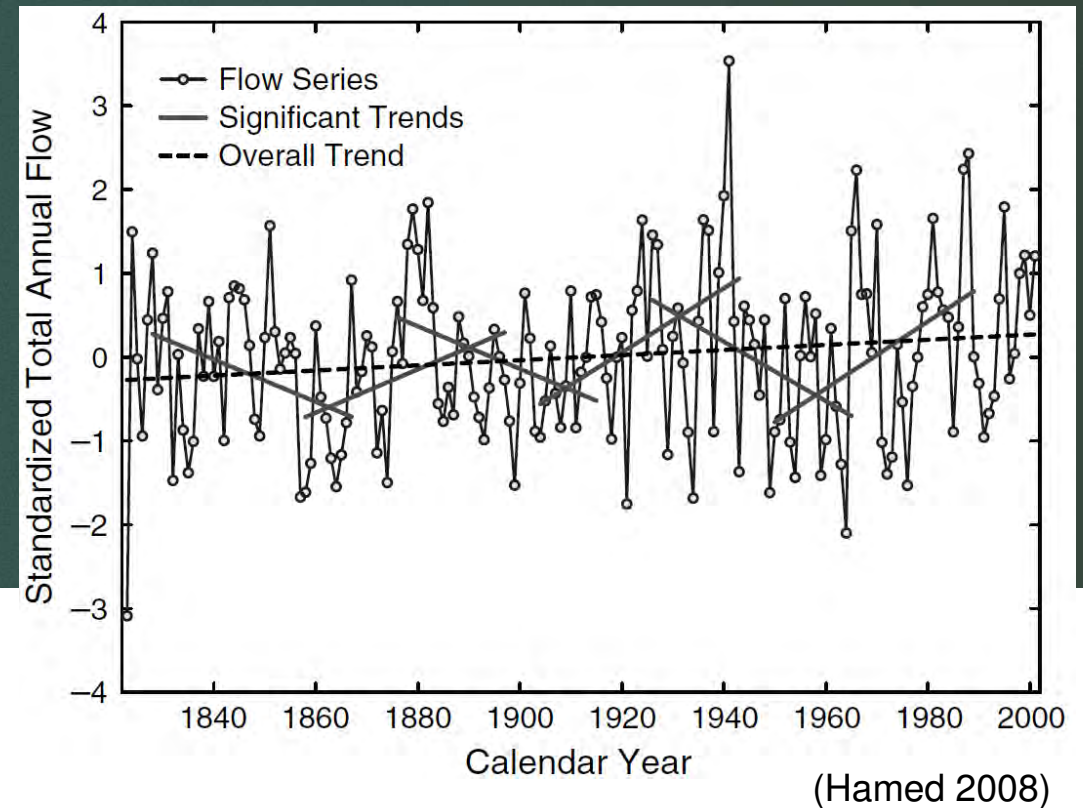


Warum Trends selten halten, was man sich von ihnen verspricht

Gunnar Lischeid



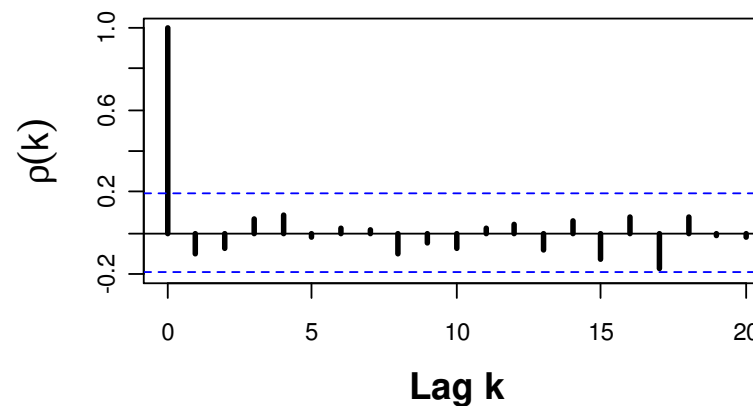
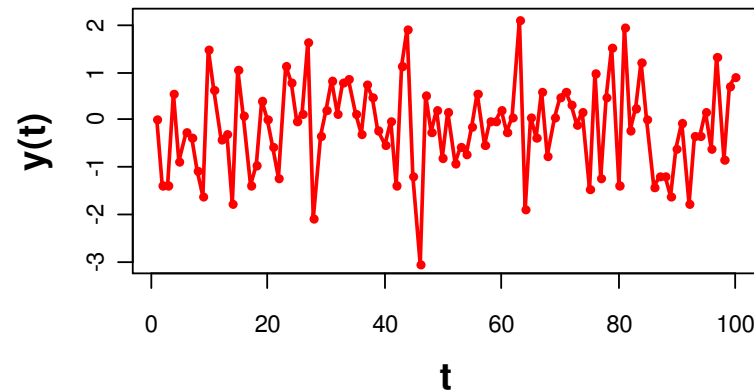
Datum: 18.03.2021

Ein kleines Problem

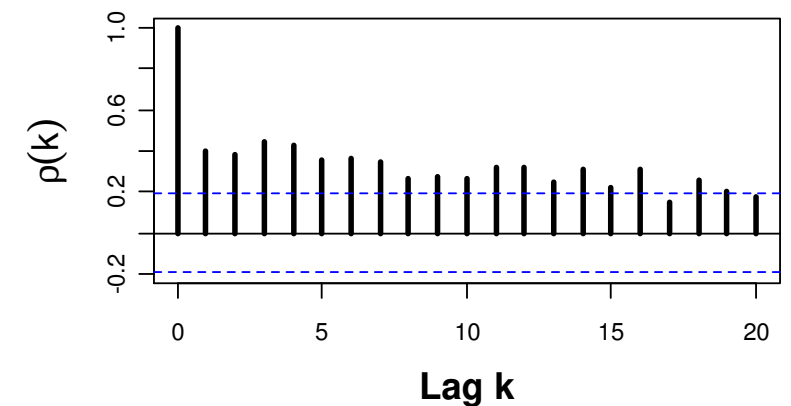
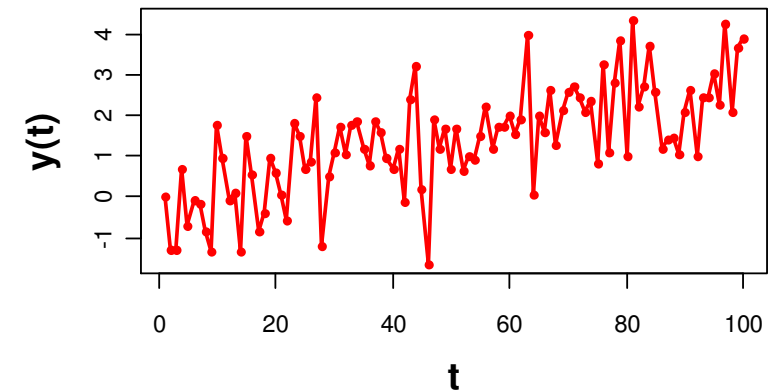
Autokorrelation und Trend sind nicht unabhängig voneinander:

- Autokorrelation führt zur Überschätzung der Signifikanz eines Trends.
- Ein Trend erhöht die Autokorrelation.

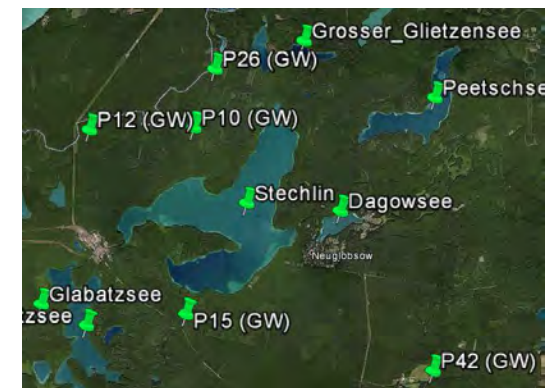
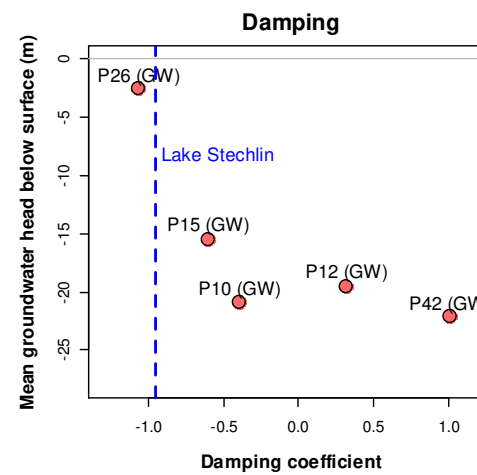
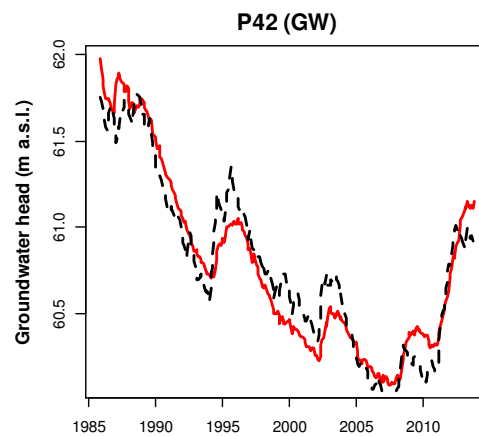
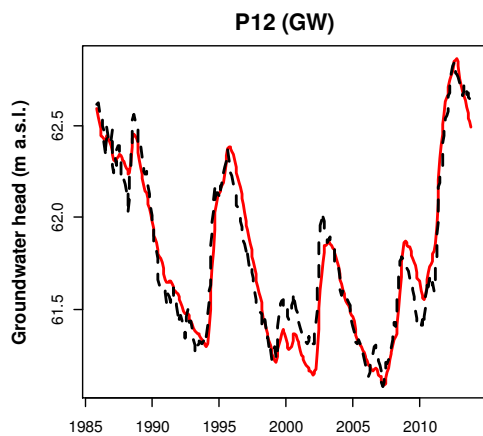
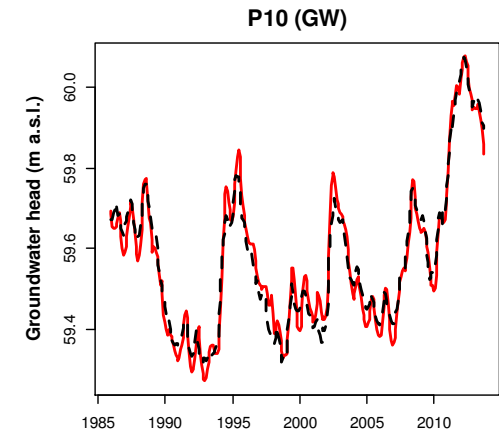
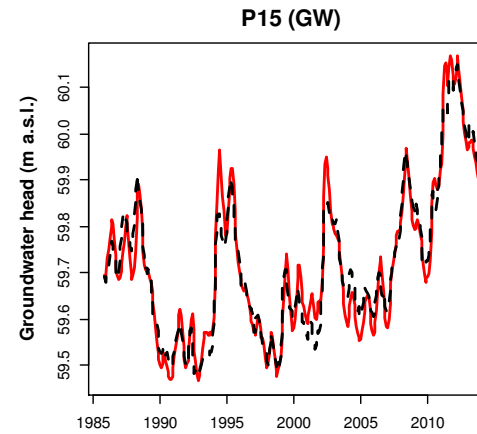
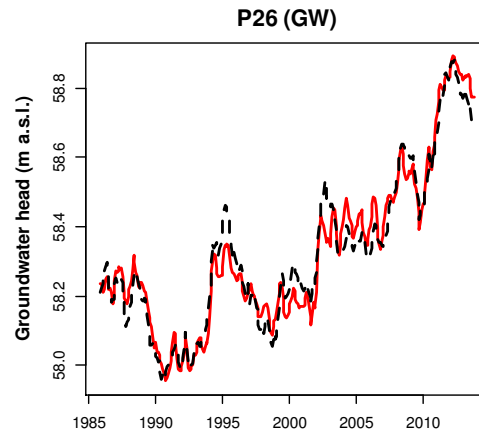
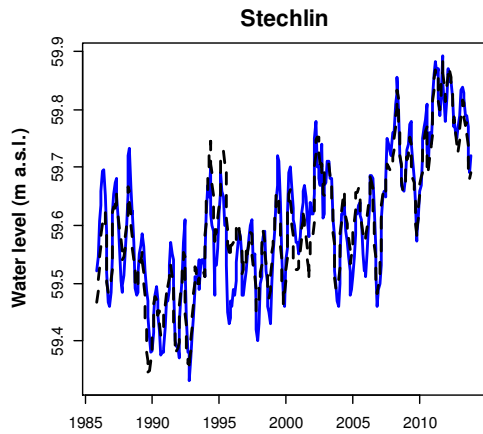
Ohne Trend



Mit Trend

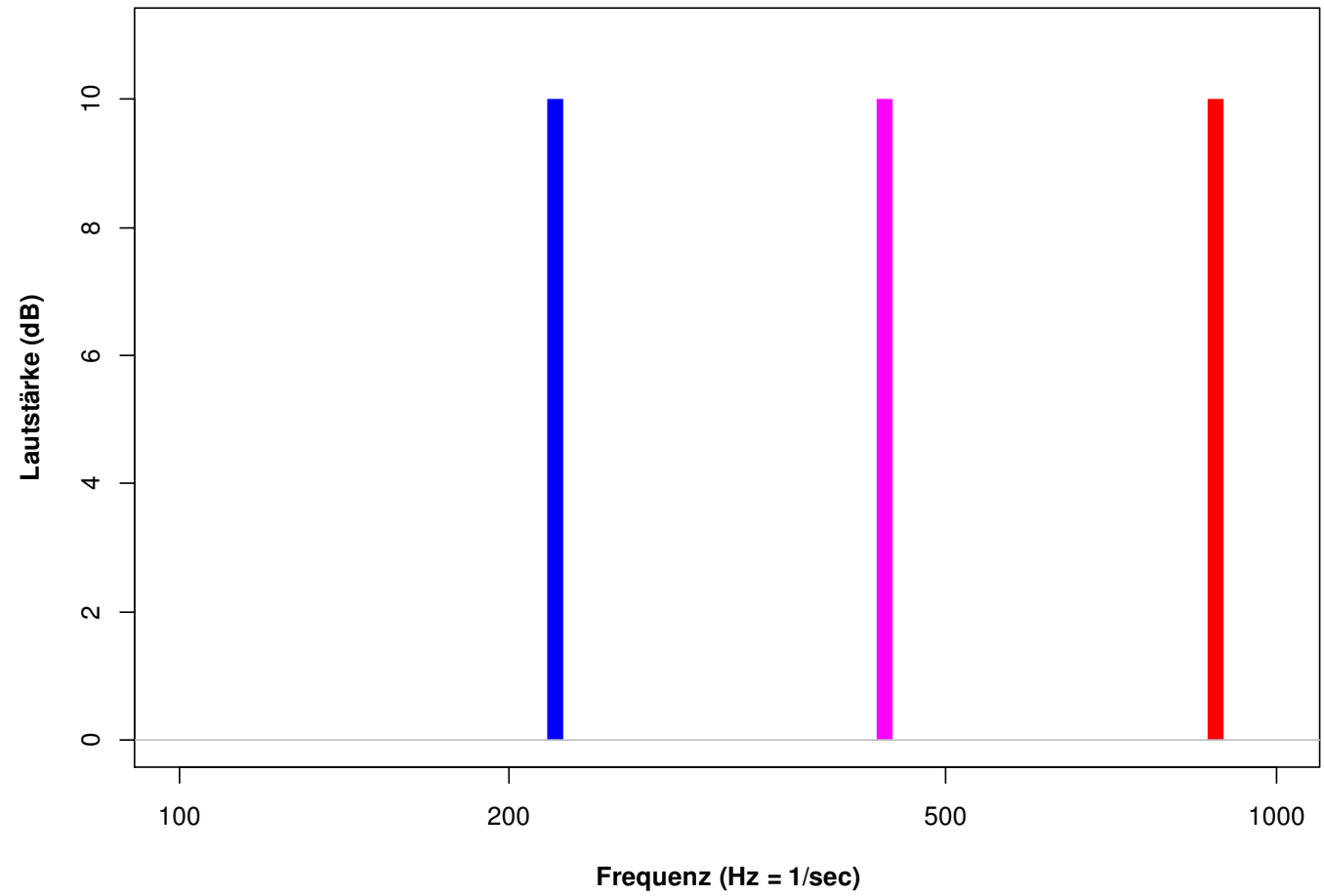
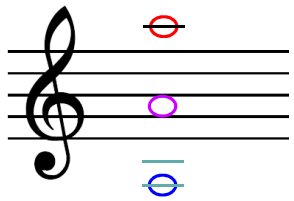


Ein großes Problem

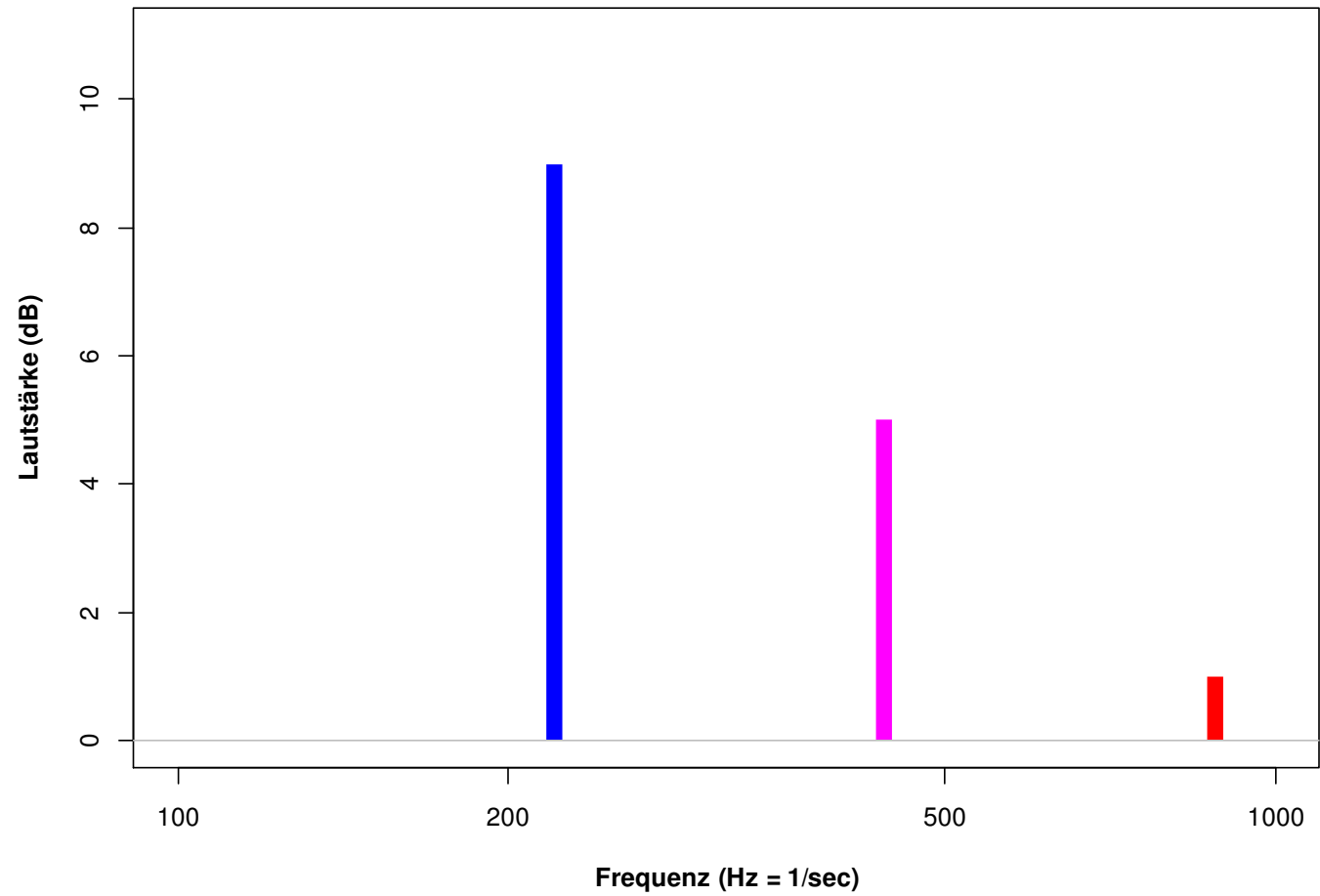
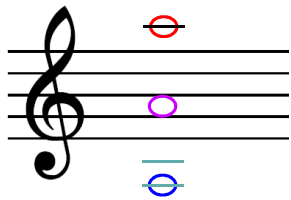


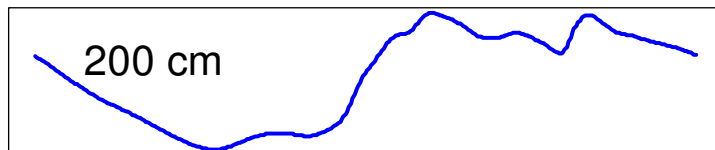
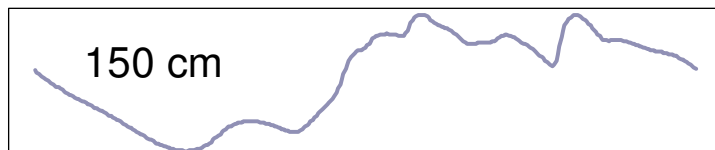
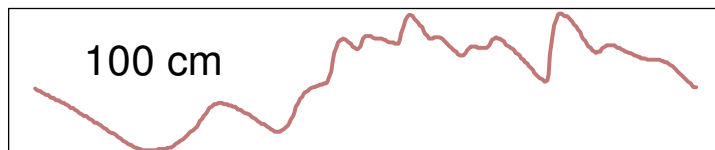
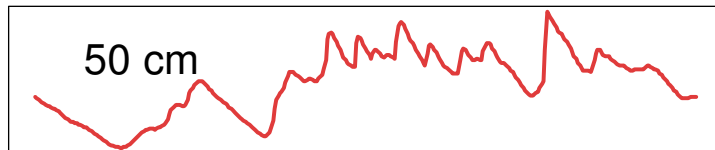
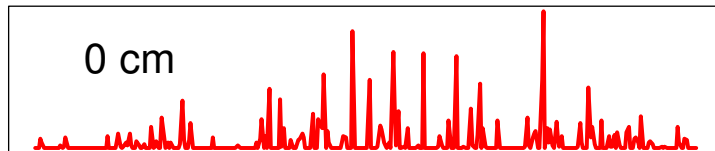
(Lischeid et al. 2021) ³

Beispiel Musik



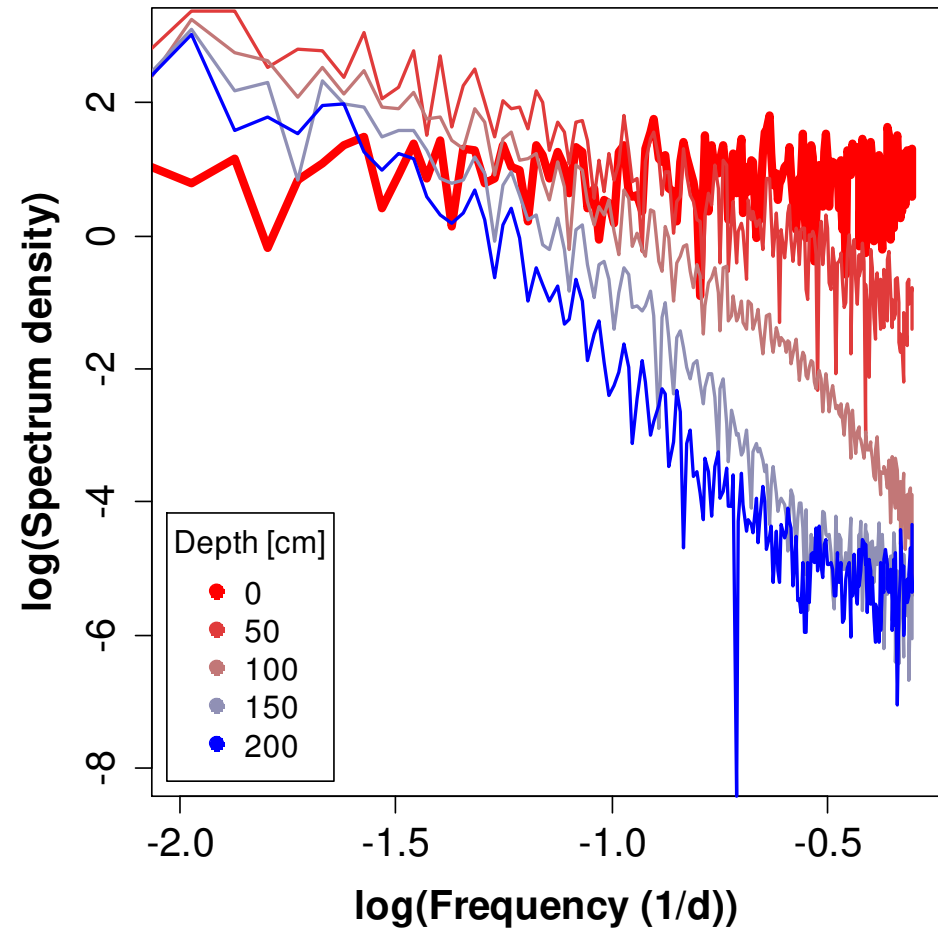
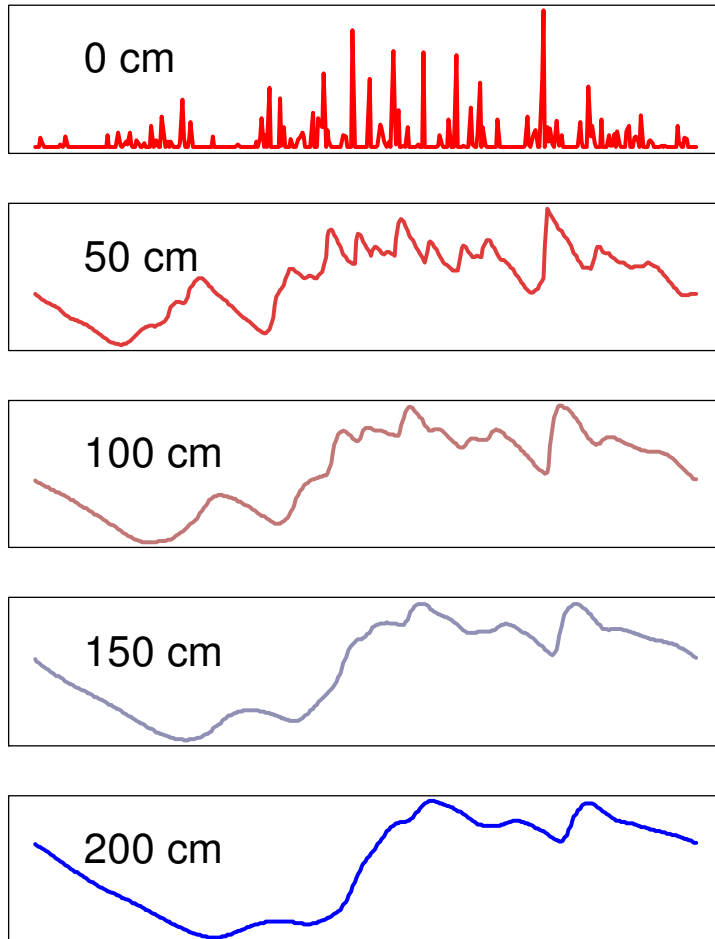
Hinter der Wand:
Stark gedämpft





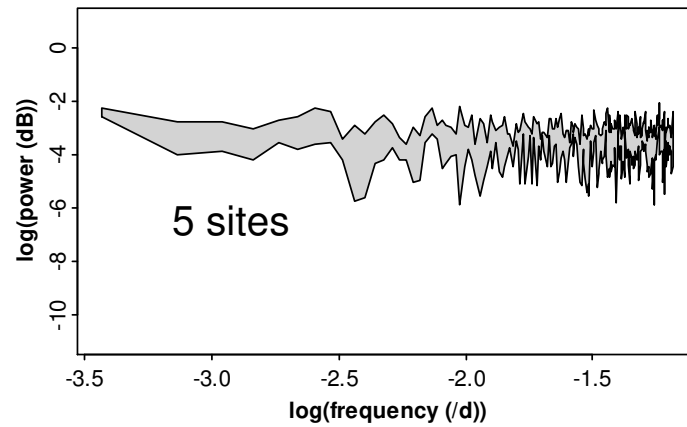
Simulierte Daten des Bodenmatrixpotentials (T. Hohenbrink):

- 1D Modell, Richards-Gleichung (Hydrus-1D)
- Homogener Boden, 5 m tief
- Van Genuchten-Mualem-Parameterisierung

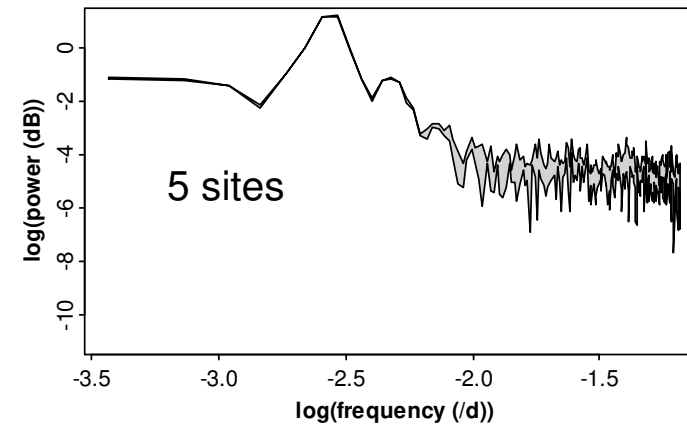


Dissipation des Inputs-Signals

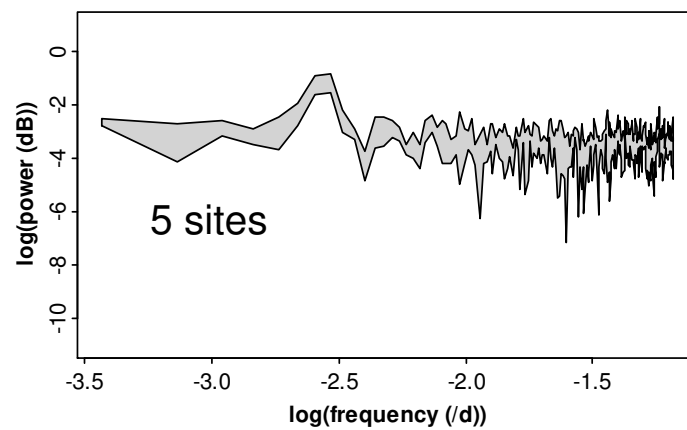
Precipitation



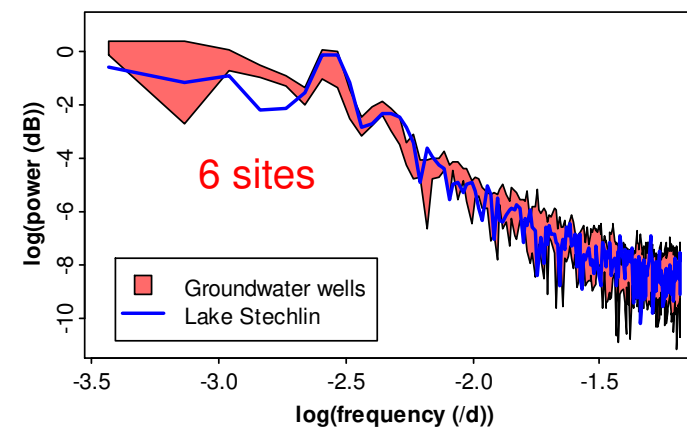
Potential evapotranspiration



Climatic water balance

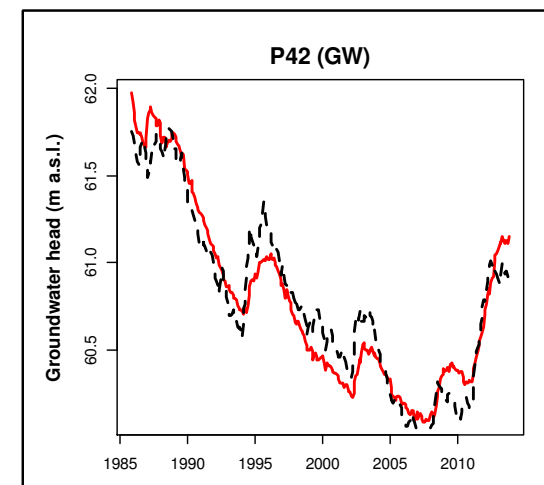
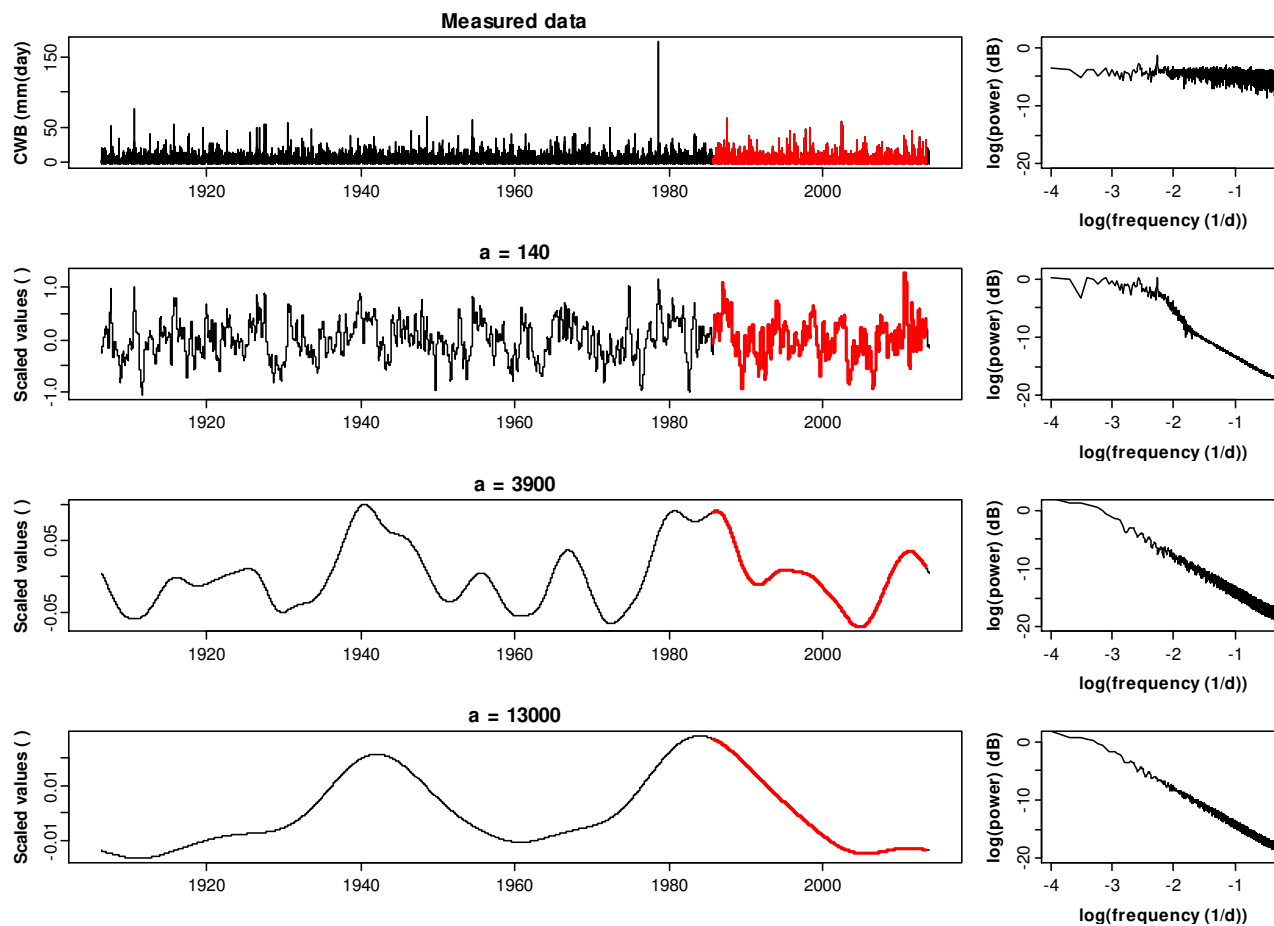


Lake water level and groundwater head



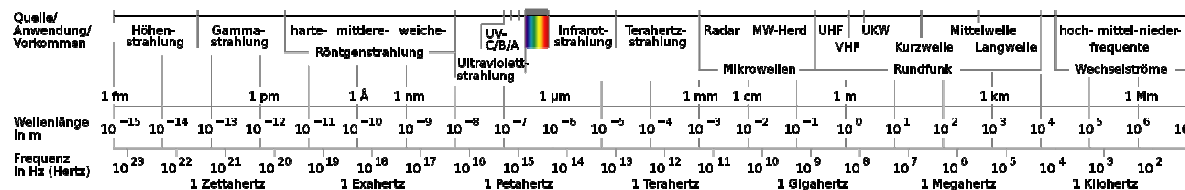
(Lischeid et al. 2021)

Klimatische Wasser-Bilanz Lindenberg, 01.04.1906 – 31.10.2013



1) Je höher die Frequenz, desto energiereicher:

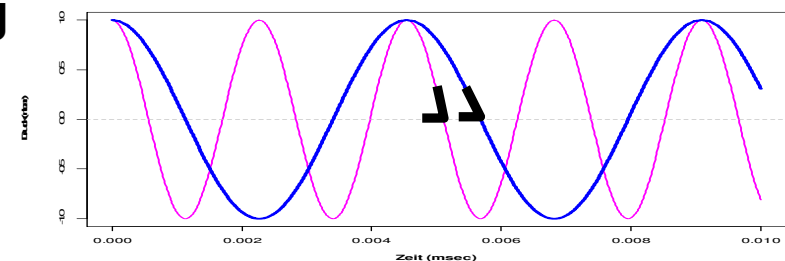
- Pendel, Schaukel
- Druckschwankungen (z.B. Töne)
- Elektromagnetische Wellen



(www.wikipedia.org)

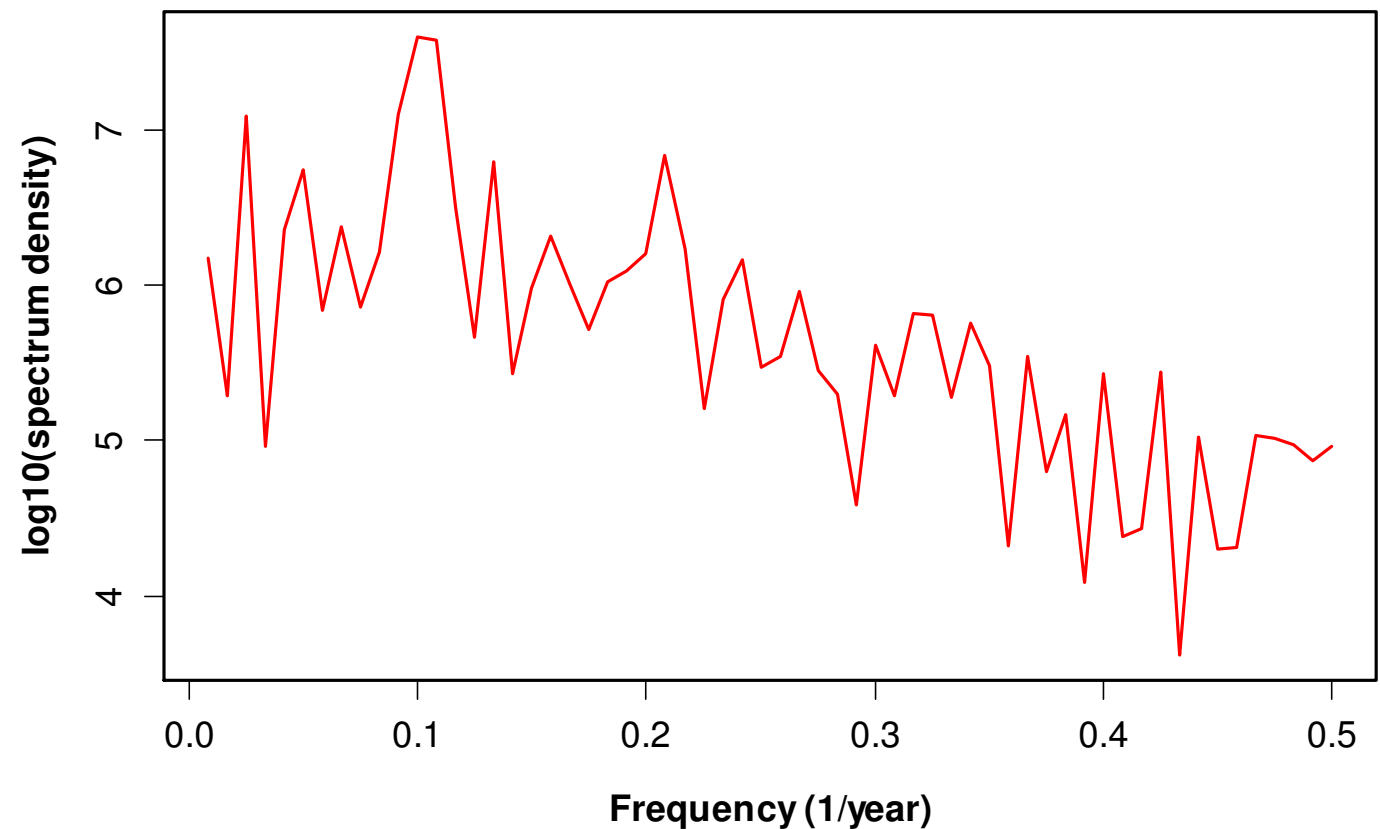
• ...

2) Je höher die Frequenz, desto steiler die Gradienten => desto stärker die Dissipation => desto schneller die Dämpfung



Daten: Canadian lynx data.
Encyclopedia of Mathematics.
http://encyclopediaofmath.org/index.php?title=Canadian_lynx_data&oldid=46191

Canadian lynx trapped in the Mckenzie River District 1821-1934



Dissipation durch die Nahrungskette hindurch

Di Lorenzo & Ohman (2013);
off the coast of California:

Air pressure signal

Low-pass filtering (damping)

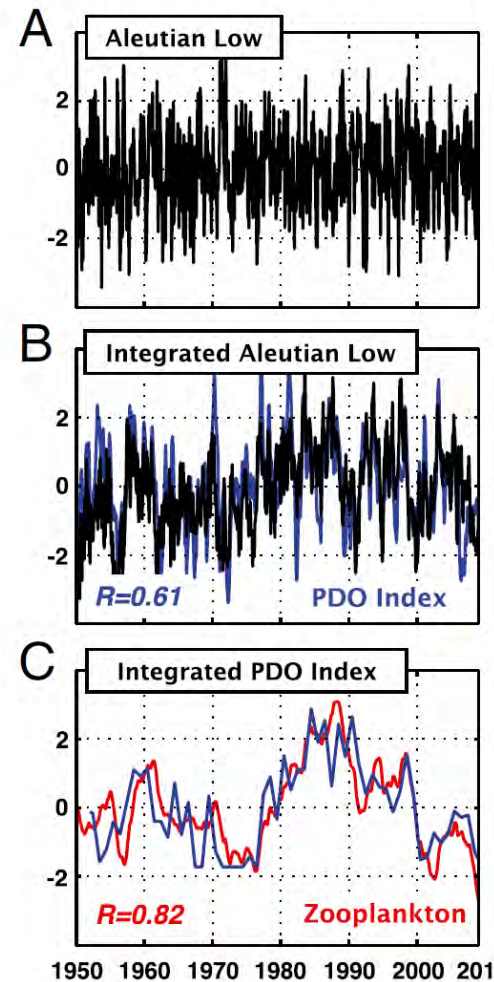
Sea surface temperature =>
affecting upwelling of deep,
nutrient-rich ocean water

Low-pass filtering (damping)

Phytoplankton population
dynamics

Low-pass filtering (damping)

Zooplankton population dynamics



Atmospheric (Air pressure)
Forcing
Aleutian Low

1 x
INTEGRATION

Ocean Transport (Sea surface
temperature)
Pacific Decadal Oscillation

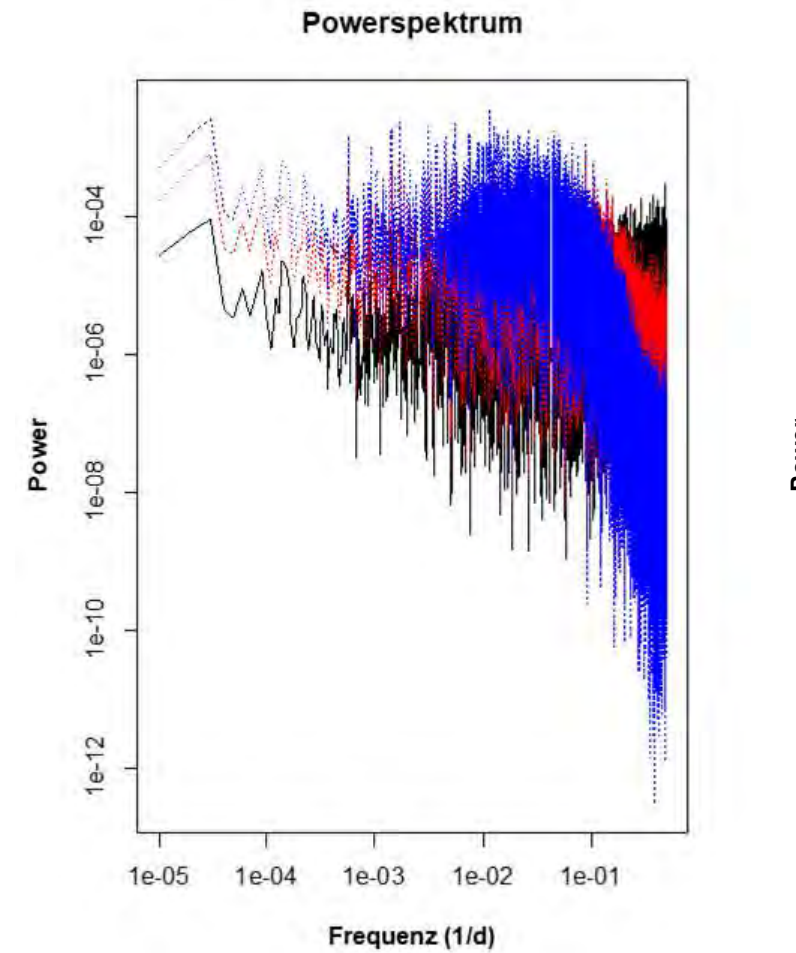
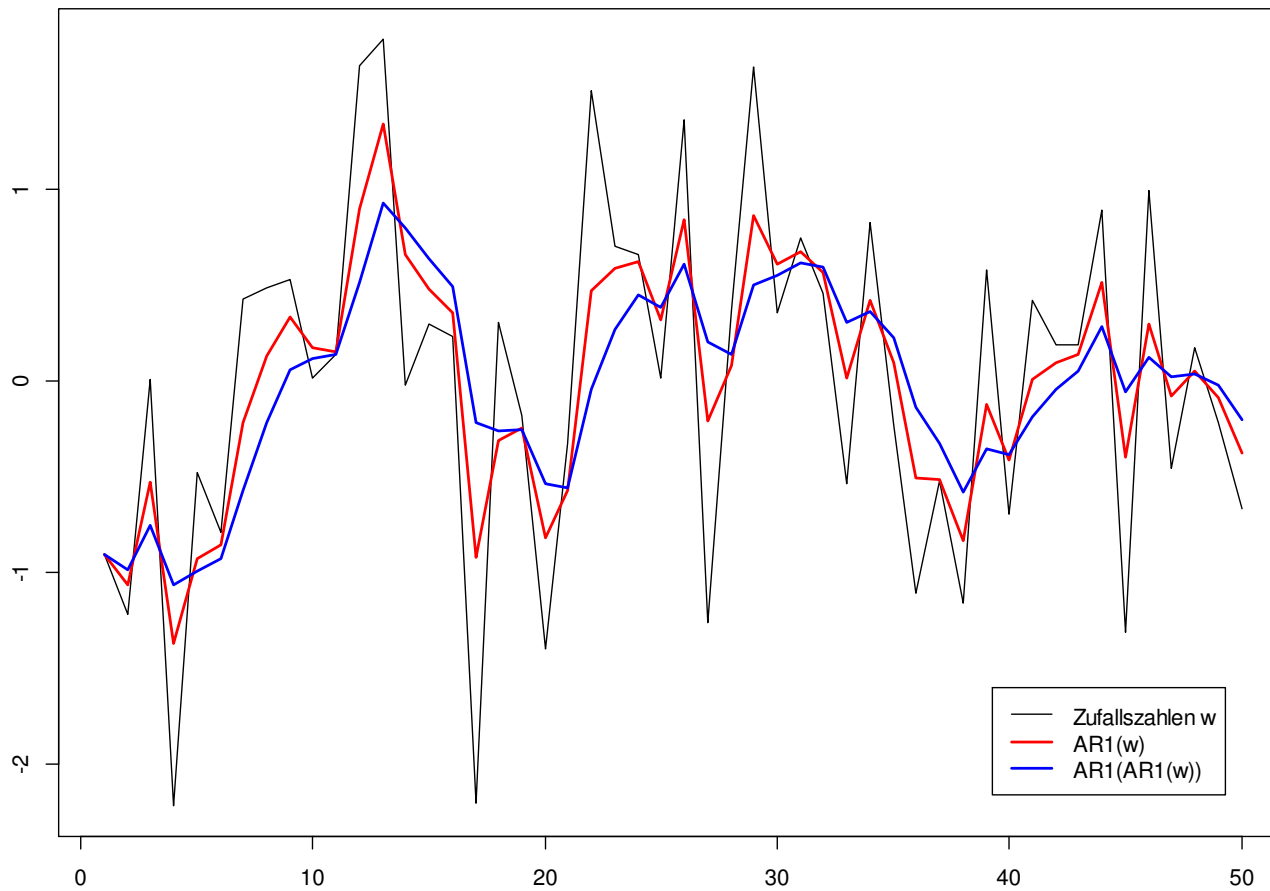
2 x
INTEGRATION

Ecosystem Timeseries
Zooplankton *Nyctiphanes simplex*

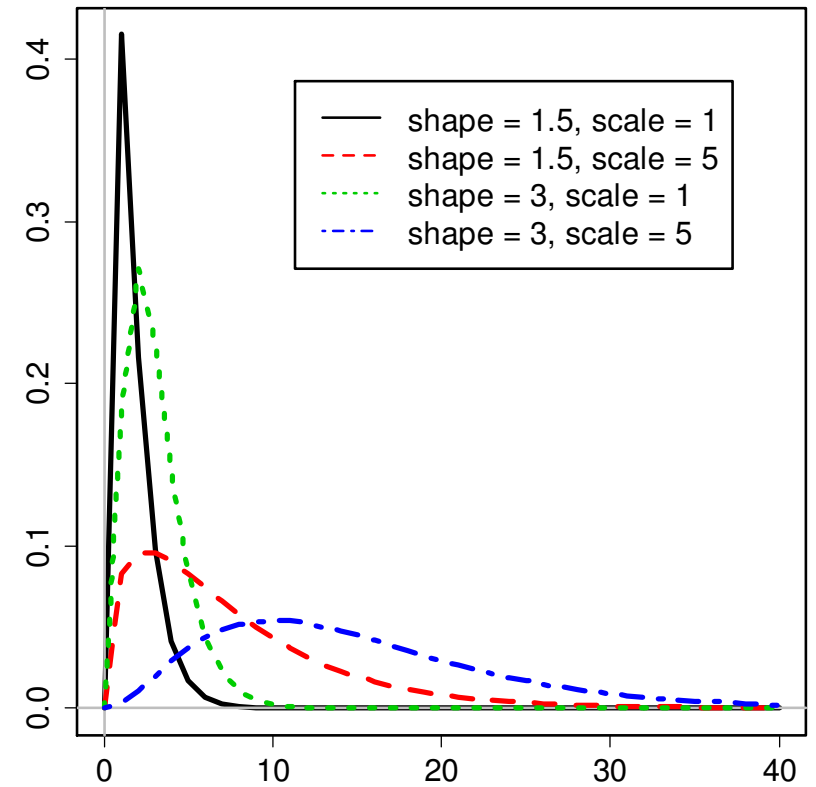
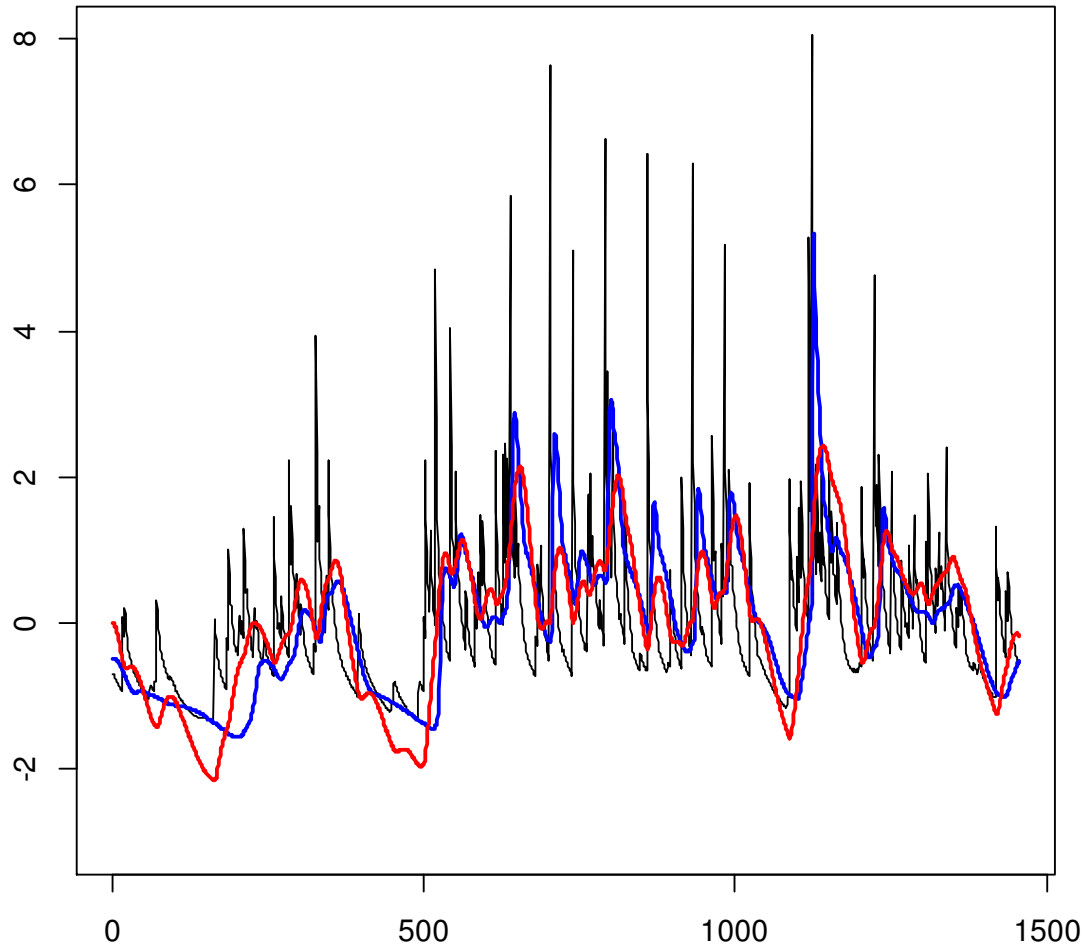
(Population density)

- Explizite Simulation der Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge, z.B.
 - Niederschlags-Abfluss-Modell
 - Lotka-Volterra-Modellierung von Räuber-Beute-Beziehungen
 - ...
- Statistische Analyse, z.B.
 - Autoregressive Modellierung („AR1-Modell“; z.B. Di Lorenzo & Ohman 2013)
 - Simulation der Dissipation mittels Faltungsintegralen
 - Hauptkomponentenanalyse von Zeitreihen

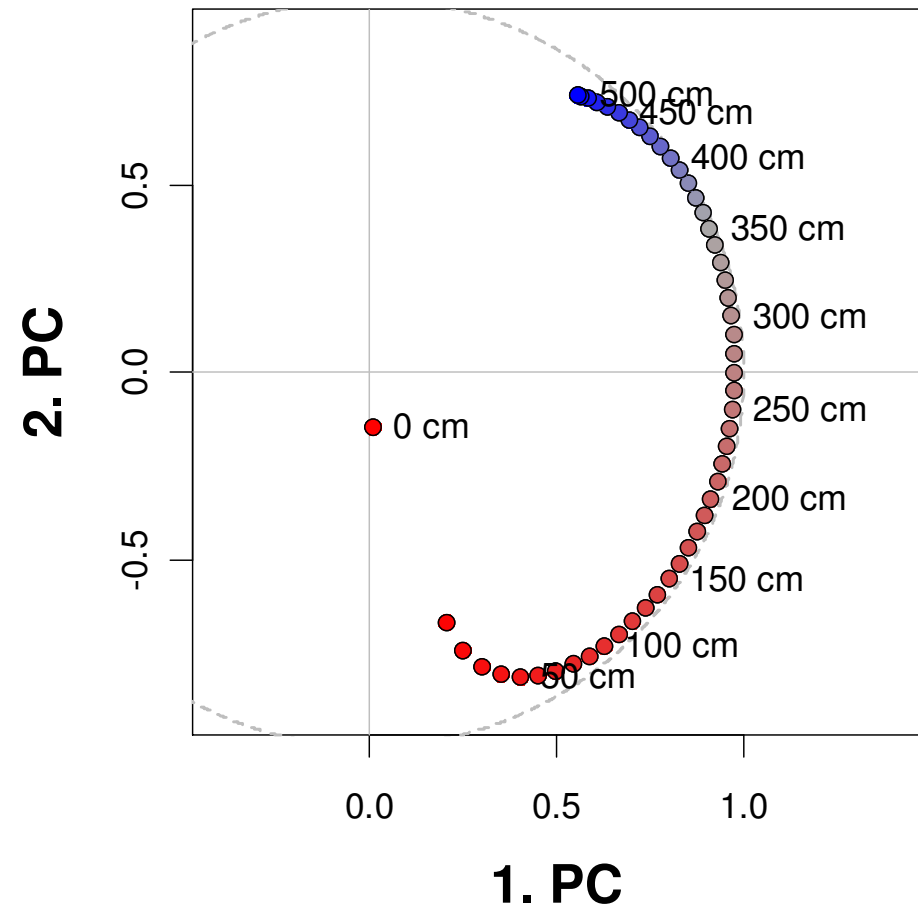
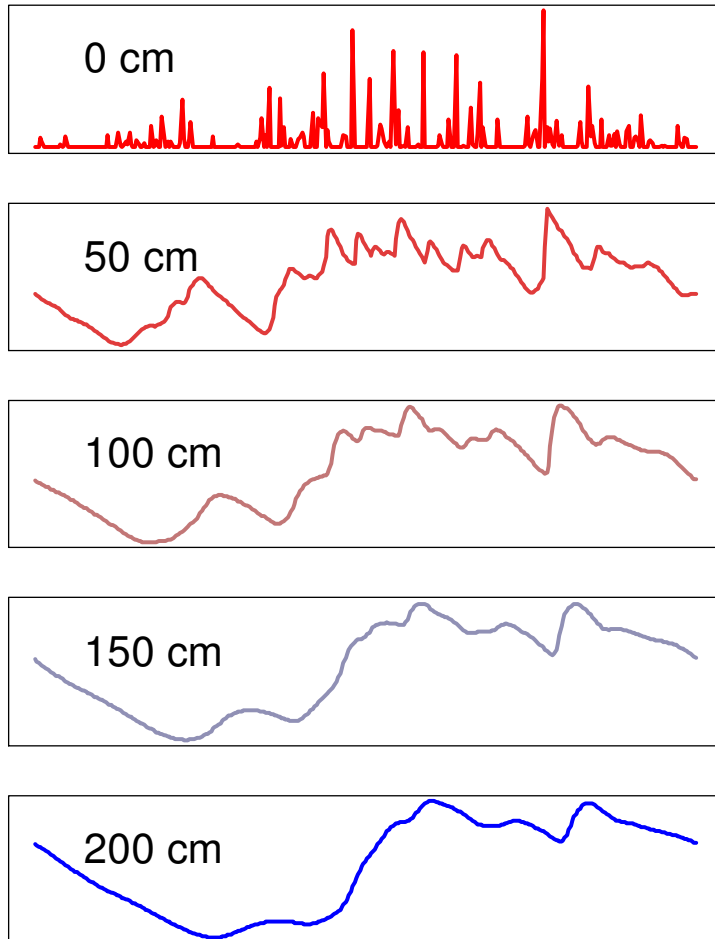
Autoregressive Modellierung



Modellierung der Dissipation mittels Faltungsintegralen



Hauptkomponentenanalyse von Zeitreihen



- Trendanalysen sind scheinbar leicht durchzuführen, leicht zu interpretieren und zu kommunizieren.
- Leider stimmt jedoch die Grundannahme von Stationarität als dem Normalfall nicht,
 - auch nicht für eine Welt ohne menschliche Einflussnahme,
 - und auch nicht auf einer Zeitskala von Jahrzehnten, Jahrhunderten oder Jahrtausenden.
- Jede „Dämpfung“ bzw. „Dissipation“ von Eingangssignalen führt unweigerlich zu einer Tiefpassfilterung, d.h., zu einer zunehmenden Betonung niederfrequenter Schwingungen.
- Diese Frequenz-Abhängigkeit der Dissipation gilt für rein physikalische Systeme ebenso wie für Ökosysteme.
- Mögliche Alternativen zur Trendanalyse:
 - Autoregressive Modellierung,
 - Simulation der Dissipation mittels Faltungsintegralen,
 - Hauptkomponentenanalyse von Zeitreihen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.



Leibniz-Zentrum für
Agrarlandschaftsforschung
(ZALF) e.V.

Fragen, Kommentare? lischeid@zalf.de