



Tobias Neuffer
27. Oktober 2020

1. Organisatorische Maßnahmen: Netzwerkoptimierung

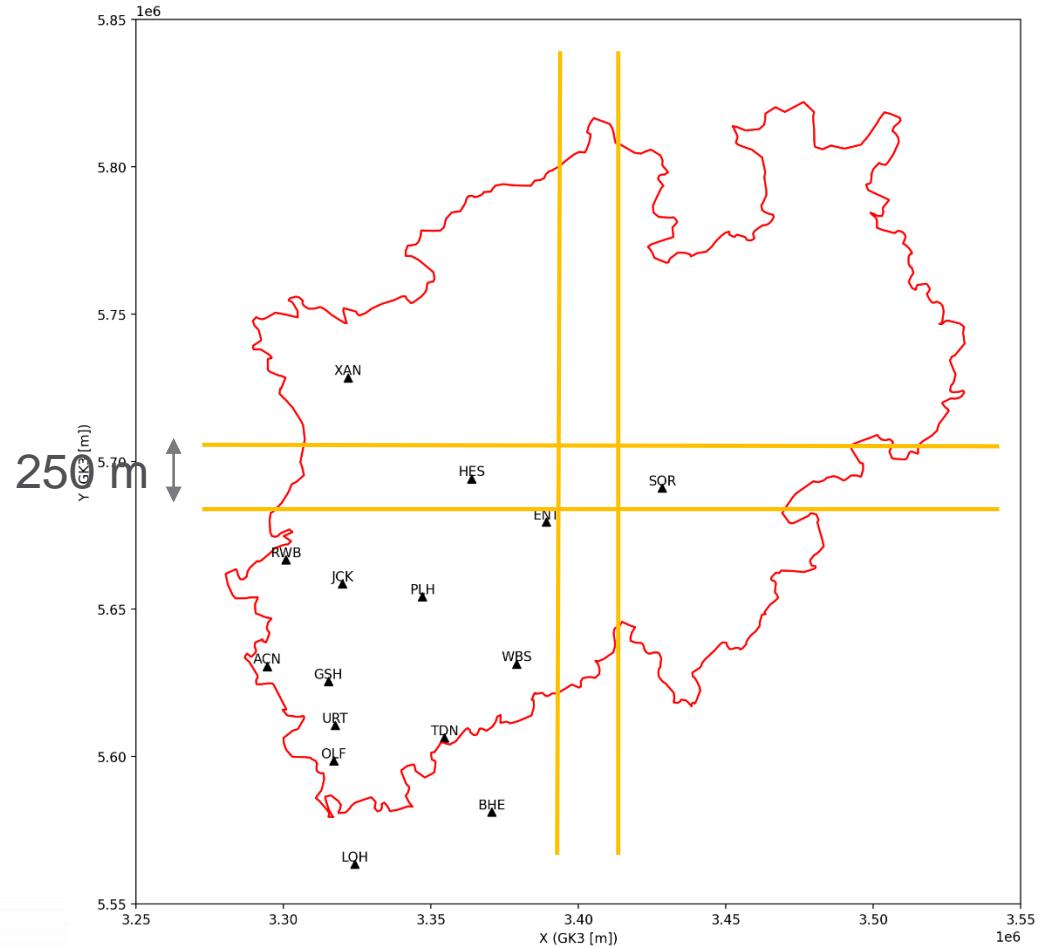
- Aufgaben („Erdbebenalarmsystem“, „Erdbeben Zonierung“, ...) sind immer einem gesamten Netzwerk zuzuordnen
- Einzelstationen alleine haben grundsätzlich **keine** zugewiesene Aufgabe
- Untersuchung, ob und wie ein existierendes Messnetz umgebaut/erweitert werden kann, damit (zumindest) dieselbe Performance wie das bestehende Netz erreicht wird und/oder zukunftssicher WEA-kompatibel ist

2. Filtermethoden

- Linear prediction error filter
- Inpainting

Netzwerkoptimierung

- Modell zur Beurteilung der Netzwerkperformance in NRW (virtuelles Messnetz)



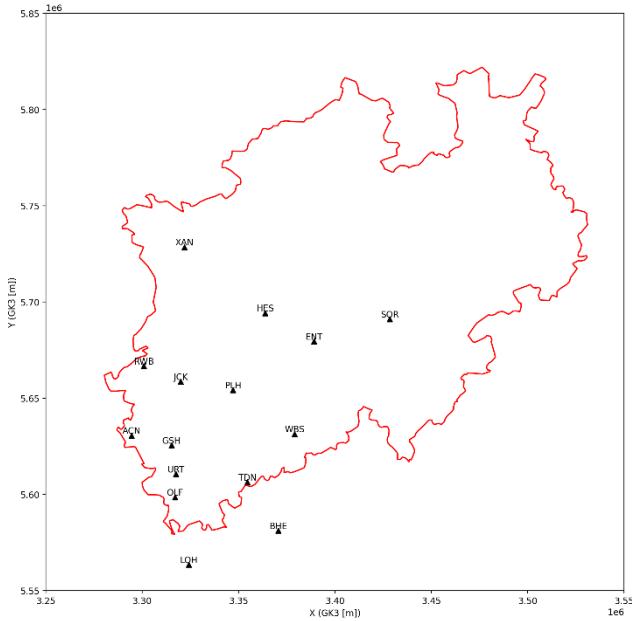
Netzwerkoptimierung

- Rauschniveau an jeder Station als I95
- Berechnung der der erwarteten Amplitude an jeder Station mit:

$$M_L = \log_{10}(A) + 1.11 \log_{10}(R) + 0.00189 R - 2.09,$$

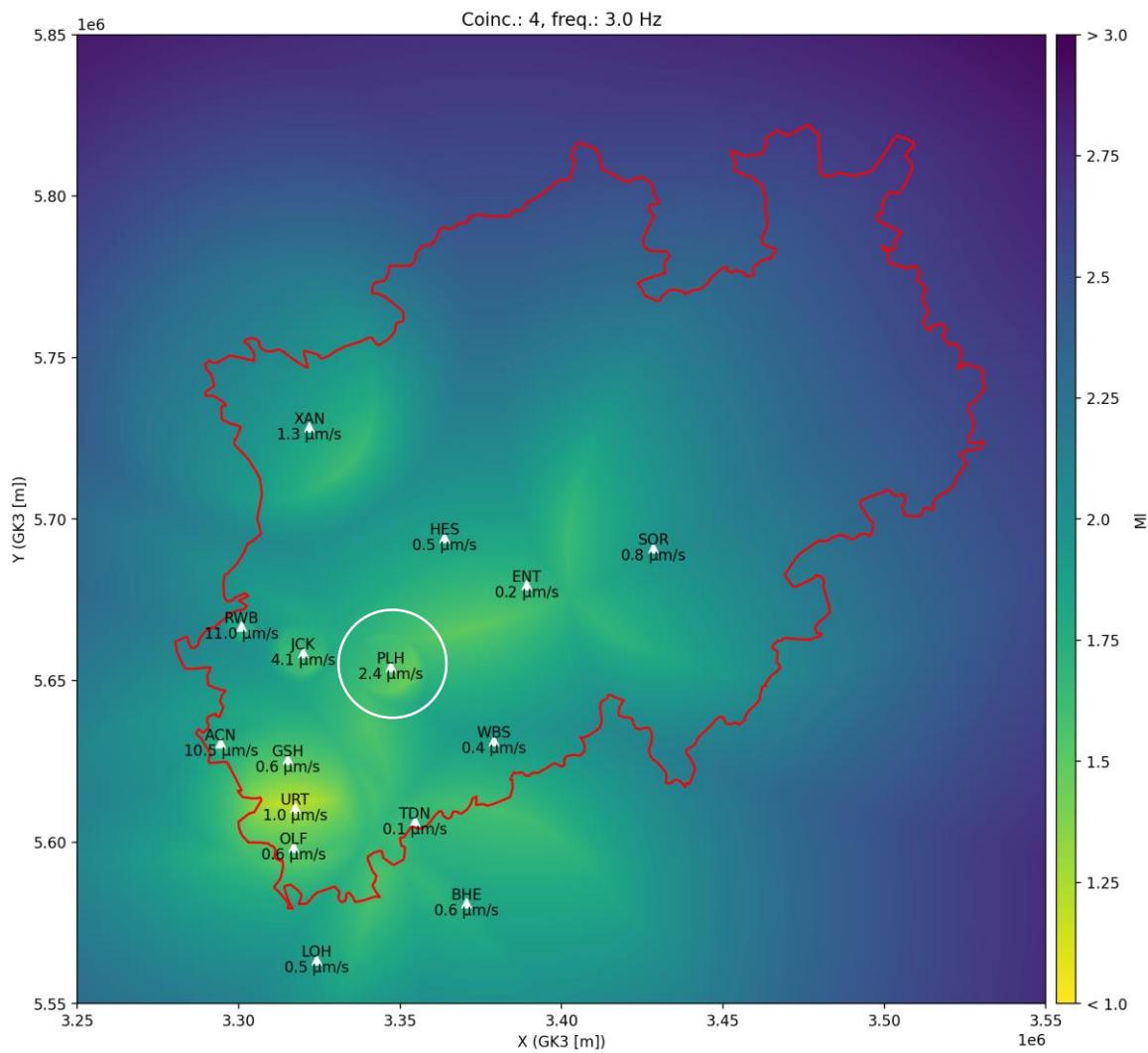
nach Richter [Bormann et al. 2014]

- Bestimmung der Minimalmagnitude mit Detektion an mindestens 4 Stationen
- Erfolgreiche Detektion, wenn Signal-Rauch-Verhältnis > 3



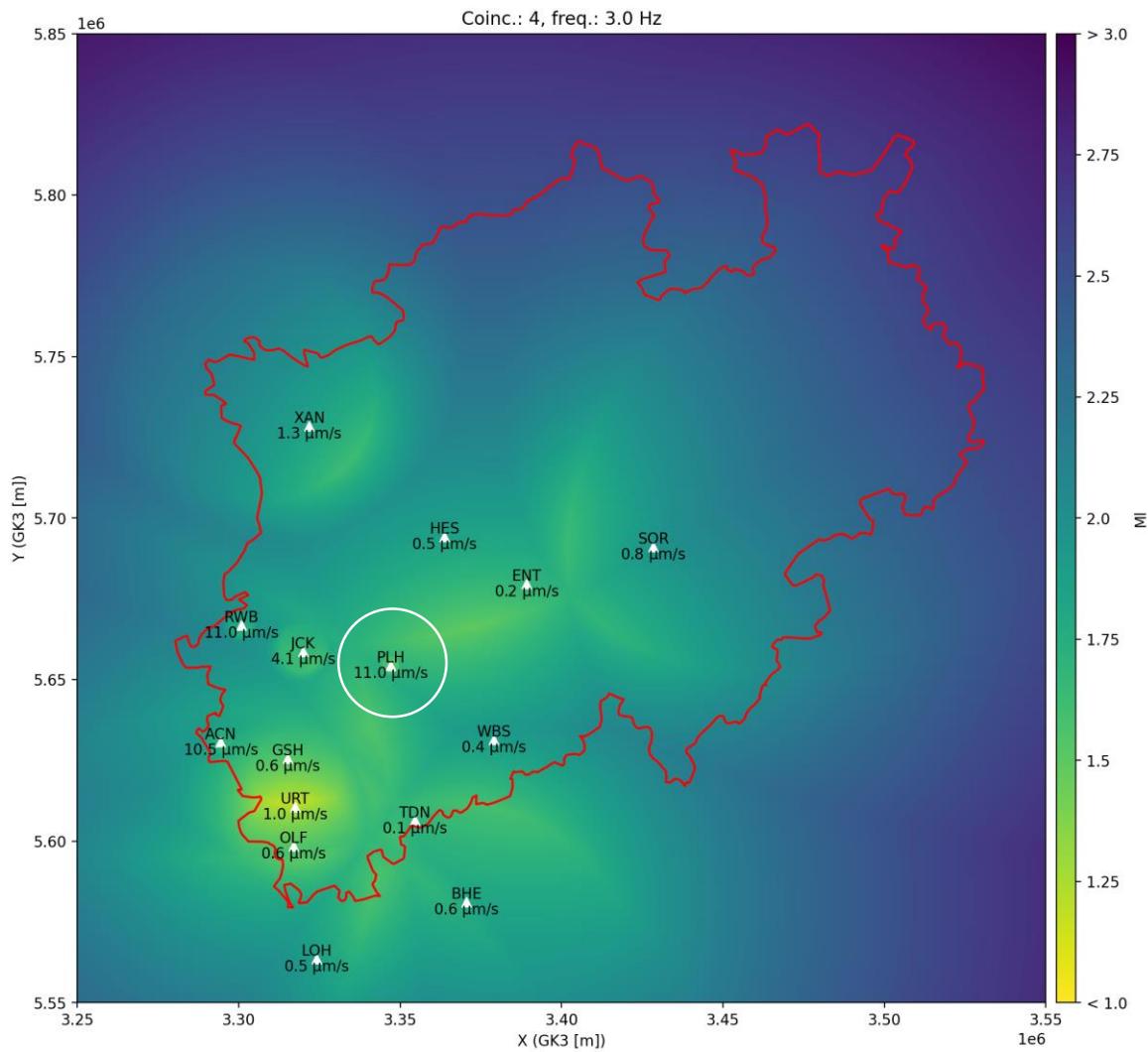
Netzwerkoptimierung

- „erwartetes“ Rauschniveau
- 0.1 – 11 $\mu\text{m/s}$



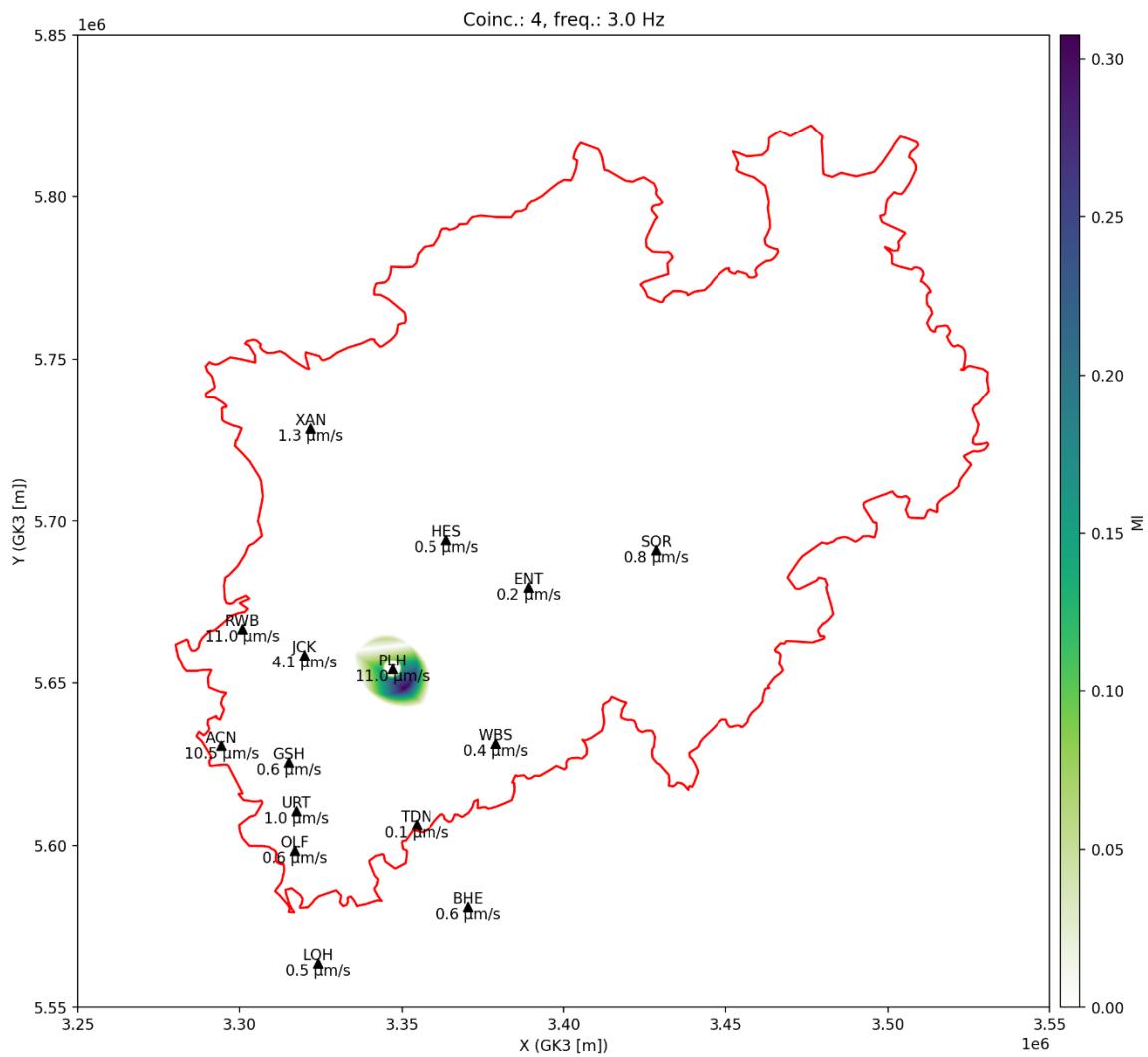
Netzwerkoptimierung

- Verschlechterung des Rauschniveaus
- 0.1 – 11 $\mu\text{m/s}$



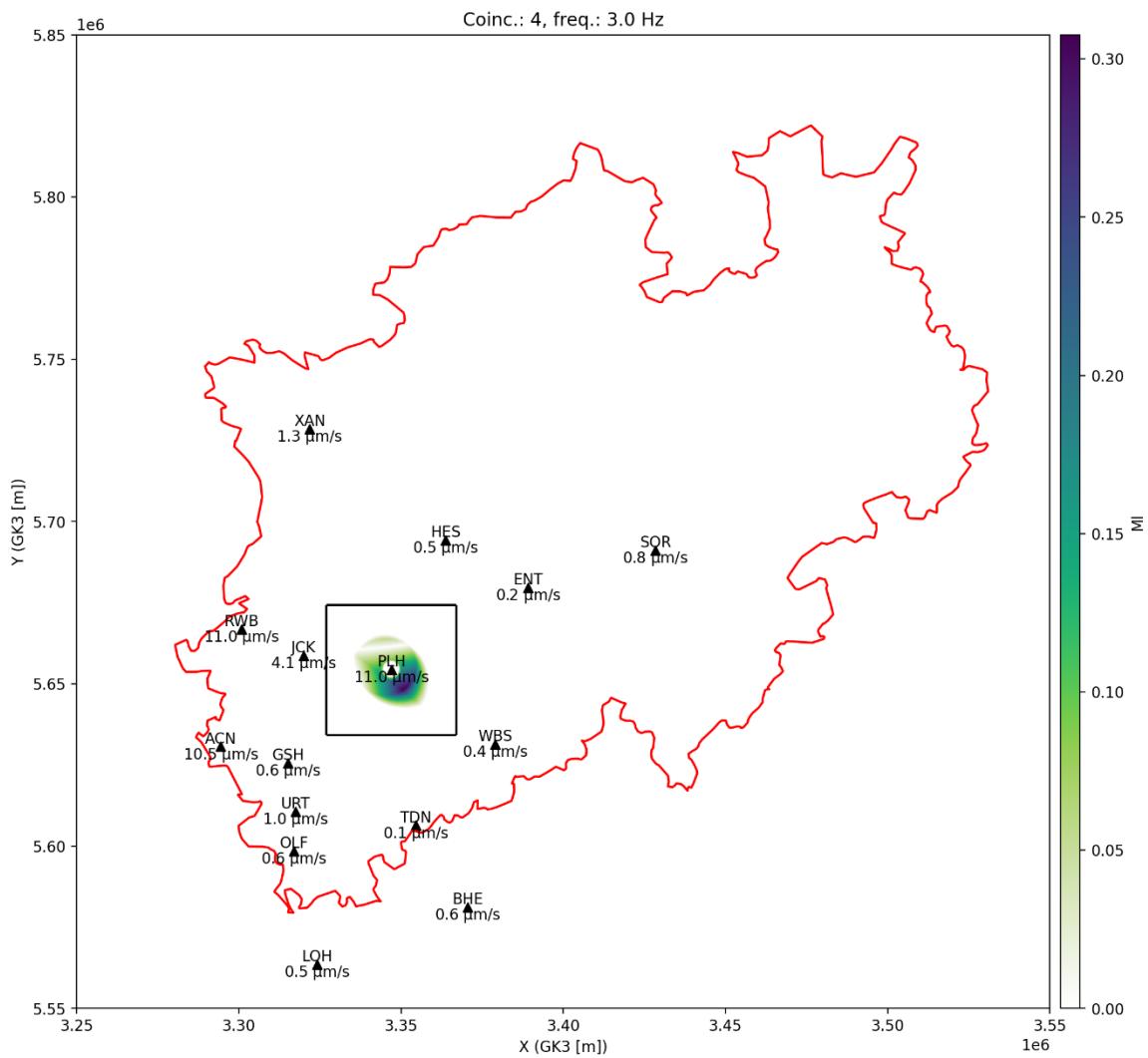
Netzwerkoptimierung

- Änderung der Detektierbarkeit



Netzwerkoptimierung

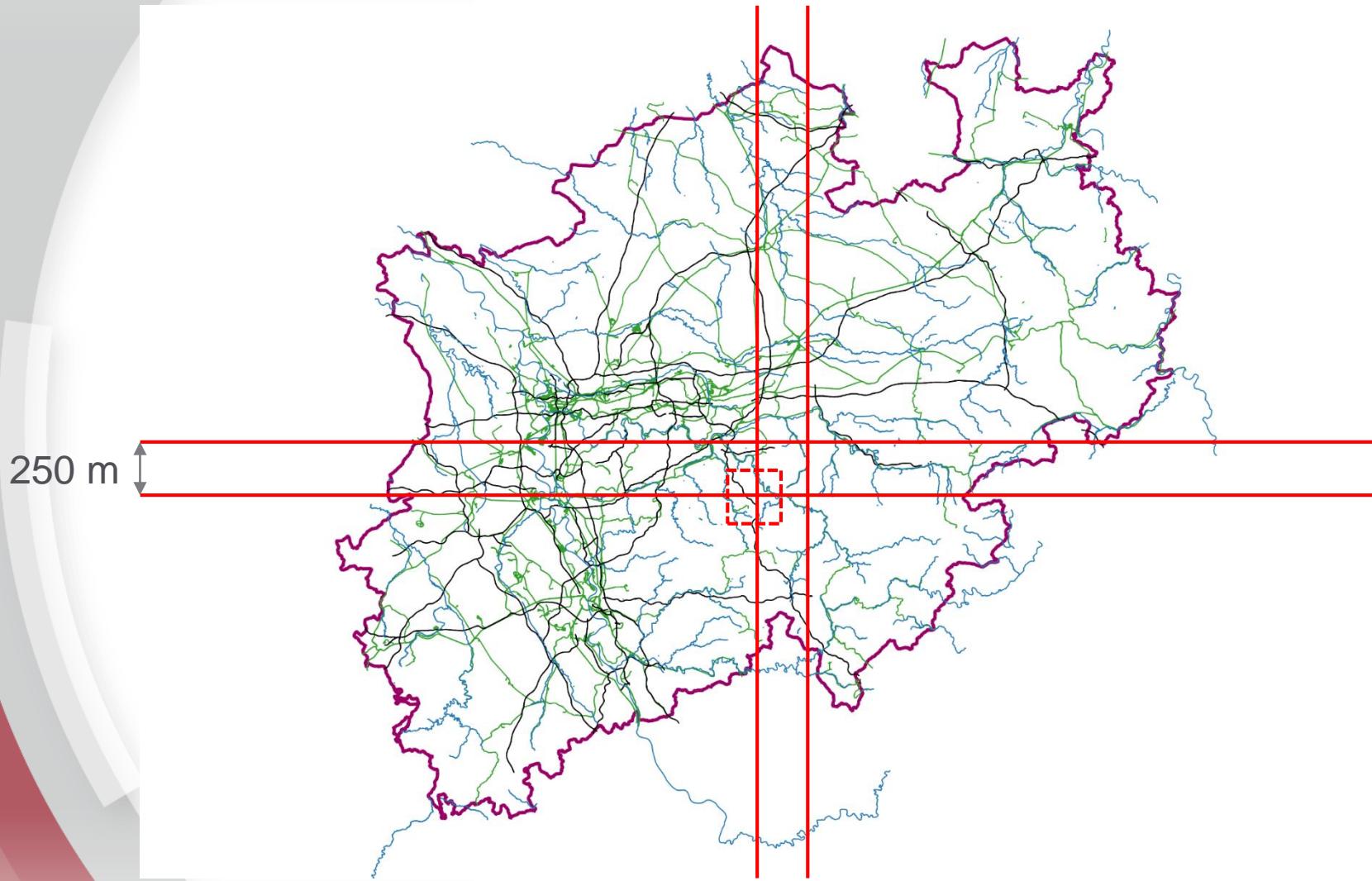
- Bereich 20 km um betroffene Station
- Verbesserung der Detektionsgrenze
- Standort für zusätzliche Station



Netzwerkoptimierung

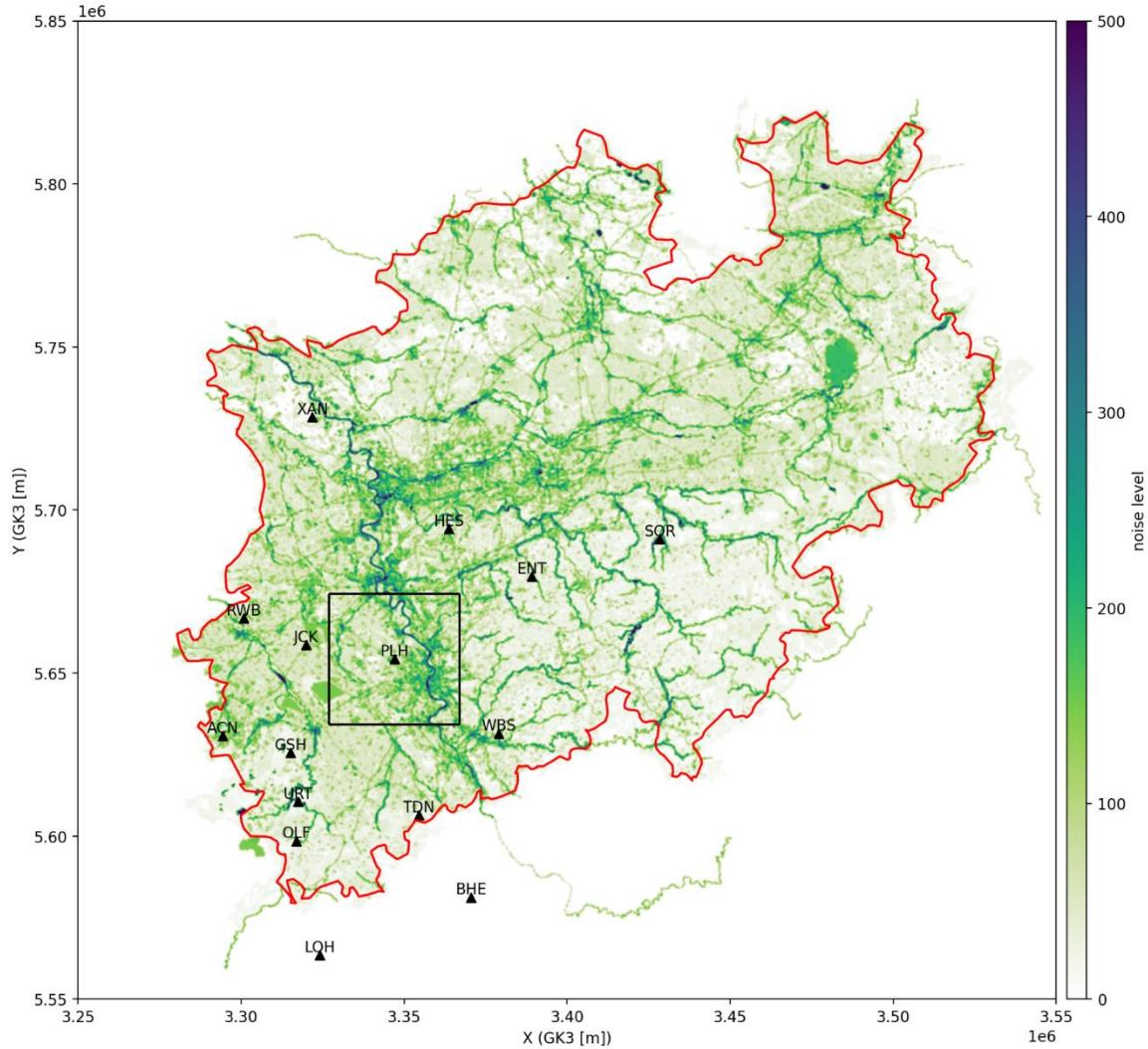
- Open street map shapefiles zur Landnutzung, Infrastruktur (Straßen, Bahnlinien, ...), Flüsse und Wasserflächen (Seen, ...), WEA
- Kategorisierung mit Gewichtungsfakoren
- Landuse:
 - commercial, industrial, residential, retail, military, quarry
→ 150
 - Allotments, cemetery, park, farm, recreation ground
→ 50
 - Forest, nature reserve, scrub, orchard, vineyard, grass, heath, meadow
→ 20
- Infrastruktur:
 - Autobahn, Bundesstraße
→ 150
 - Bahnlinie
→ 130
 - Gewässer
→ 255
 - WEA
→ 150

Netzwerkoptimierung



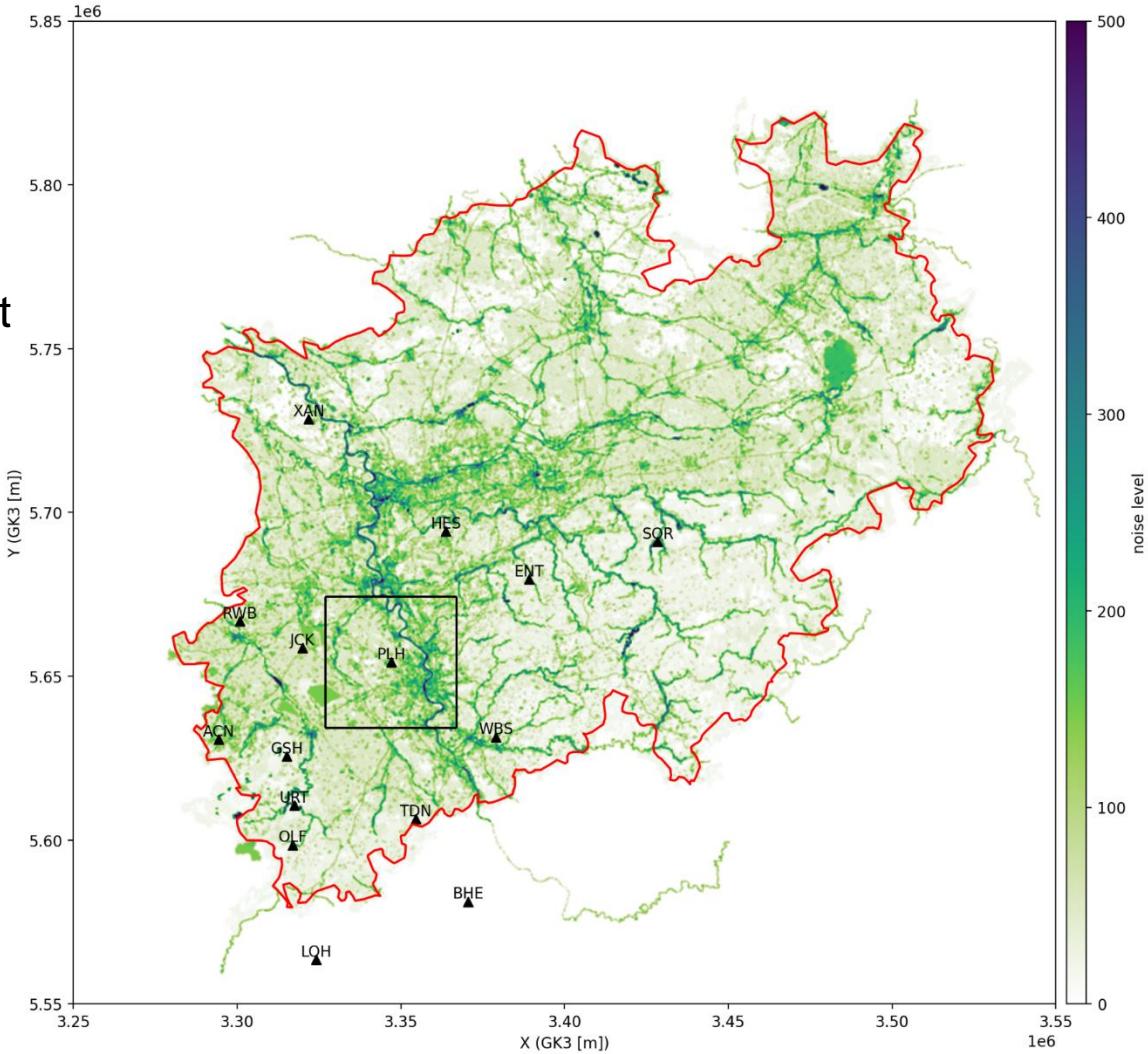
Netzwerkoptimierung

- Noise level
- Gewichtungsfaktoren
 - I95:
 - $< 50 \rightarrow 0.5 \mu\text{m/s}$
 - $< 100 \rightarrow 1.0 \mu\text{m/s}$
 - $< 150 \rightarrow 2.0 \mu\text{m/s}$
 - $> 150 \rightarrow 100 \mu\text{m/s}$



Netzwerkoptimierung

- Ziel: Finden eines optimalen zusätzlichen Standortes
- Kriterium: mittlere Magnitude im Suchbereich soll minimiert werden
- Simulated Annealing (vgl. Kraft et al., 2013)
- Heuristisches Approximationsverfahren
- Vorteile: gesamte Lösungsraum muss nicht abgesucht werden, im Gegensatz zur lokalen Suche können lokale Minima verlassen werden



Netzwerkoptimierung

- Simulated Annealing (nach Kraft et al., 2013)

- Annealing schedule:

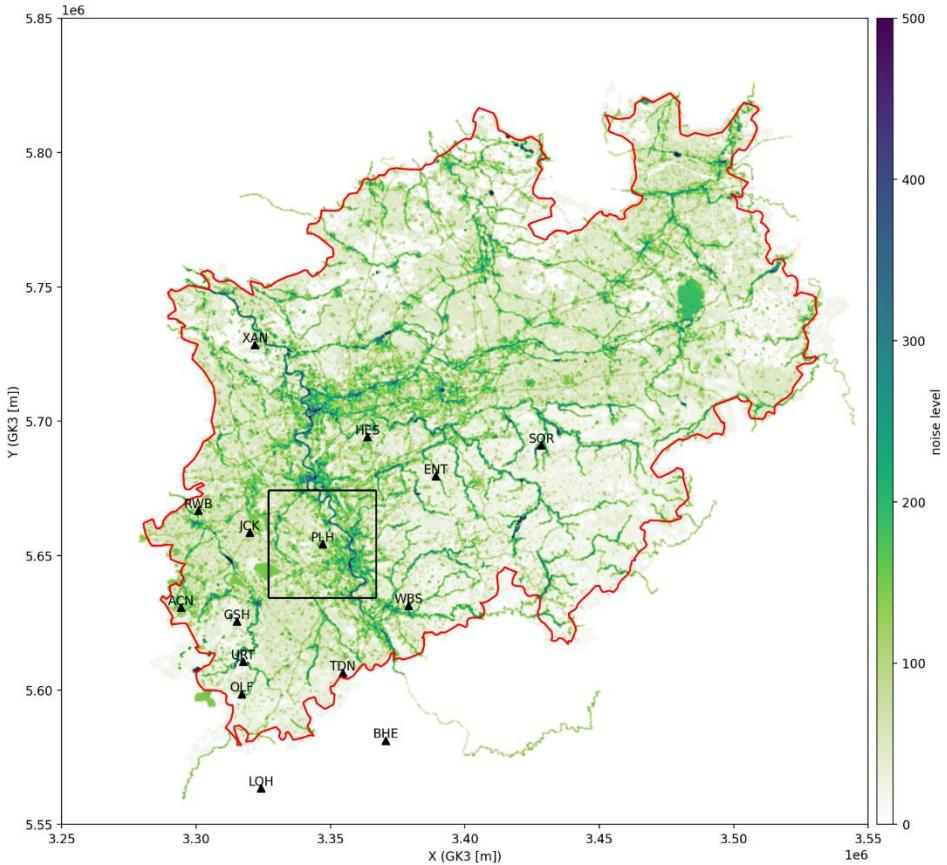
$$T_n = T_0(1 - \frac{n}{N})^6, N = 50$$

- Cost function:

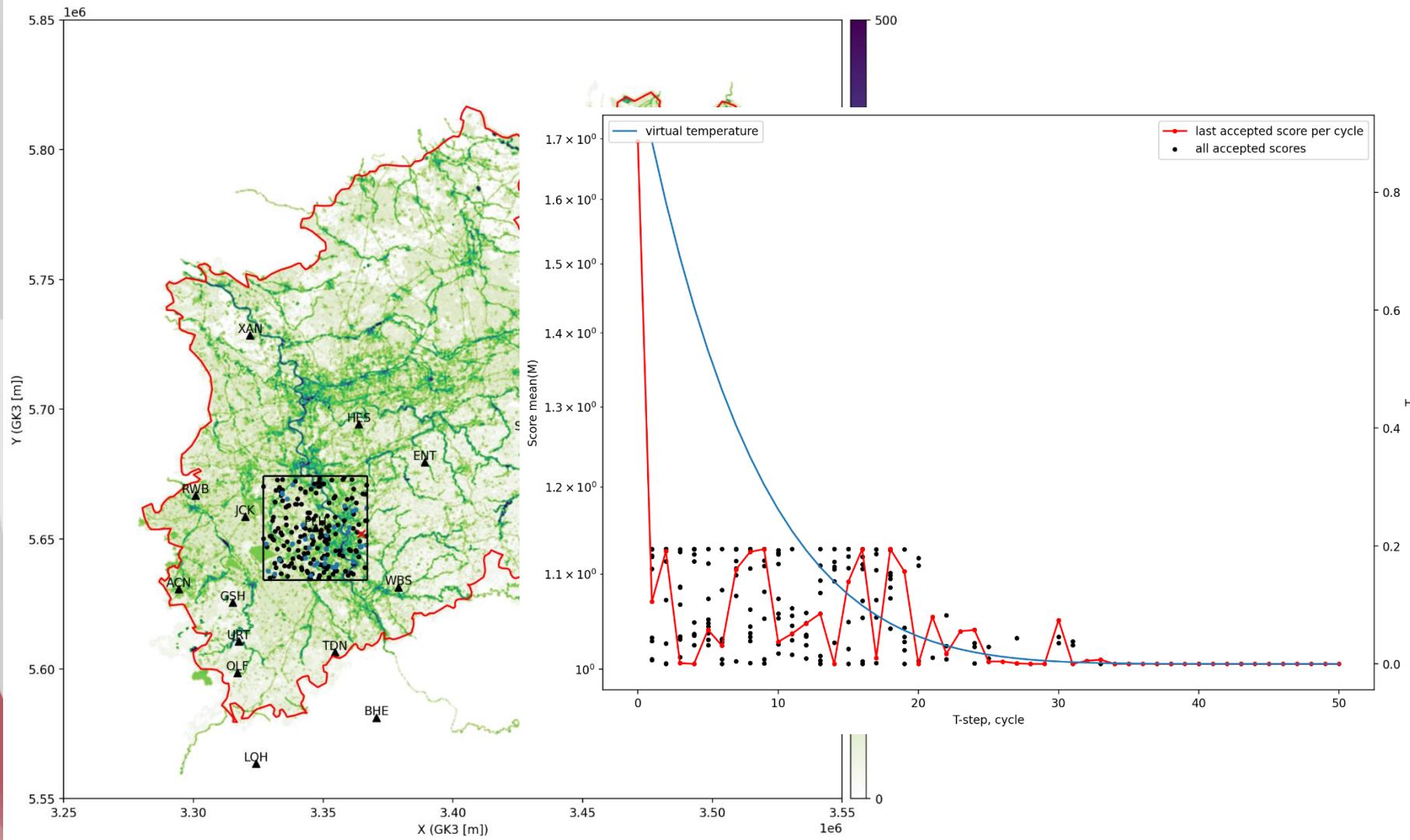
$$C = \text{mean}(M)$$

- Acceptation criterion:

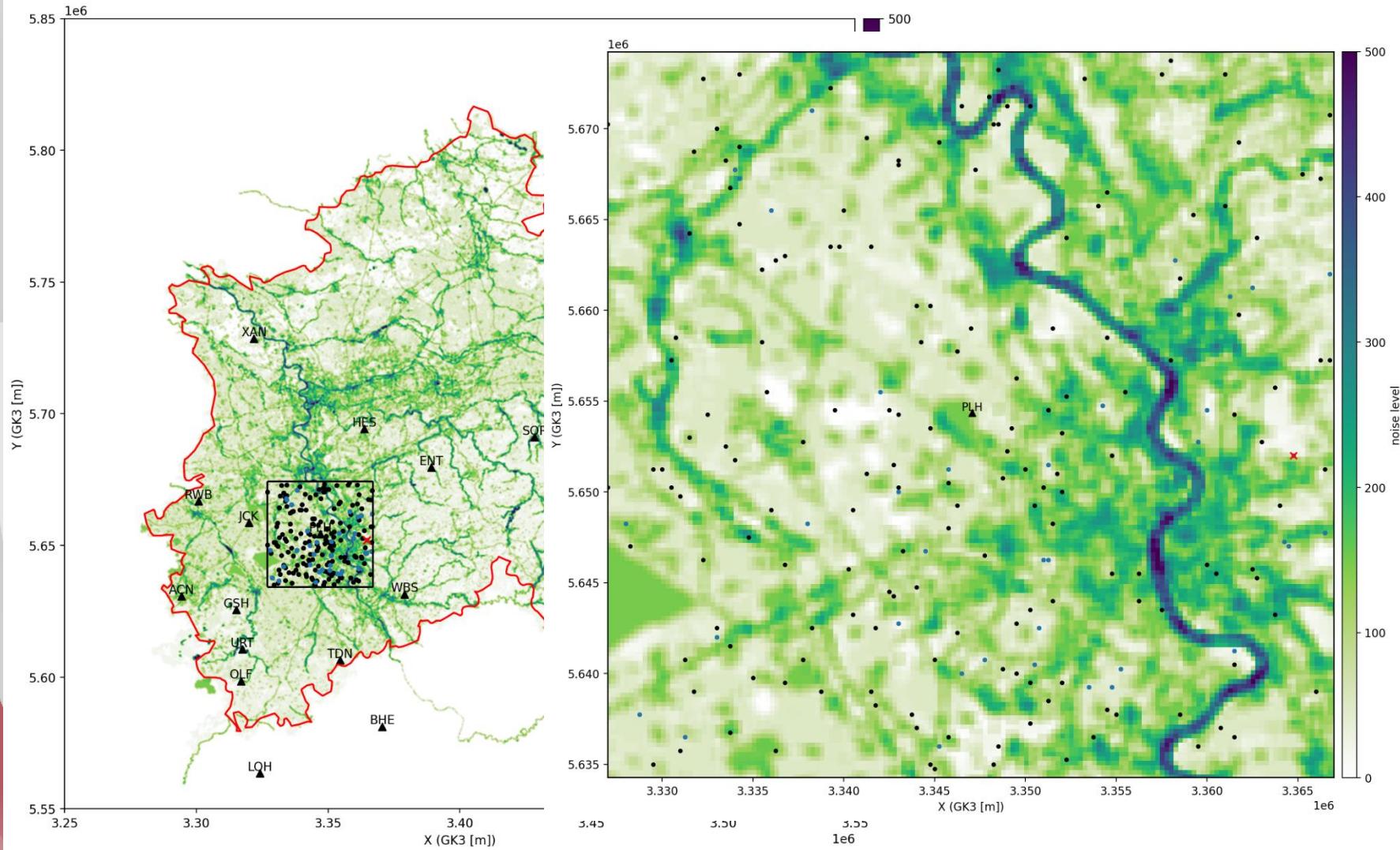
$$\exp\left(-\frac{\Delta C}{T}\right) > \text{random}(0,1)$$



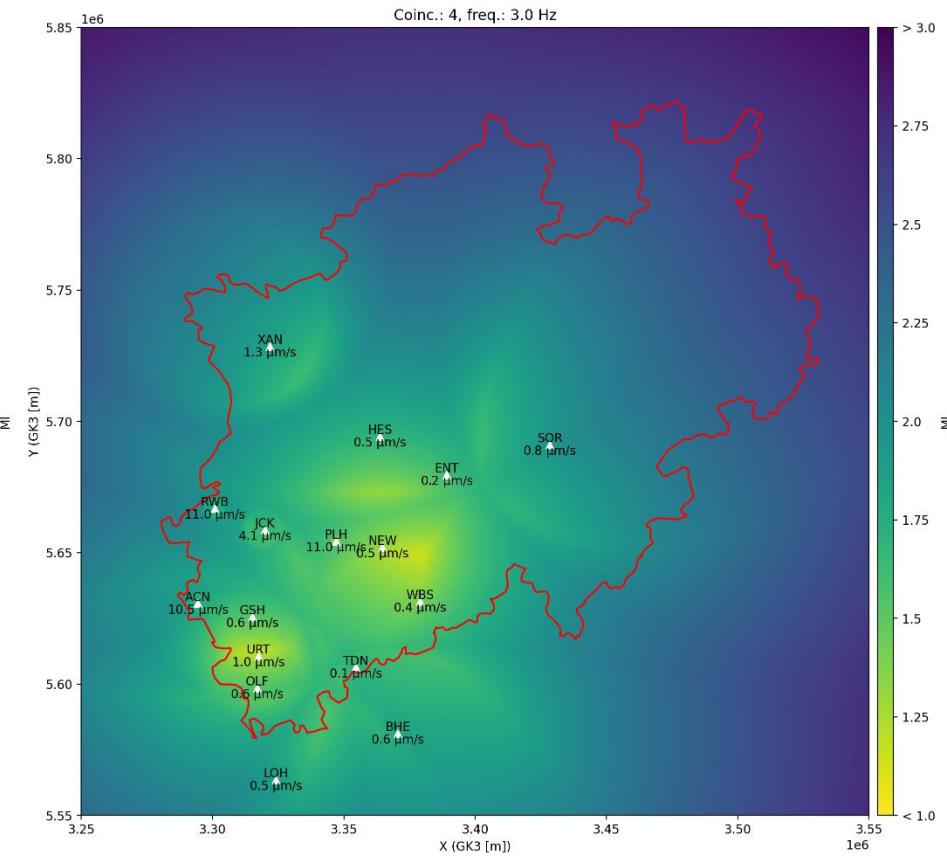
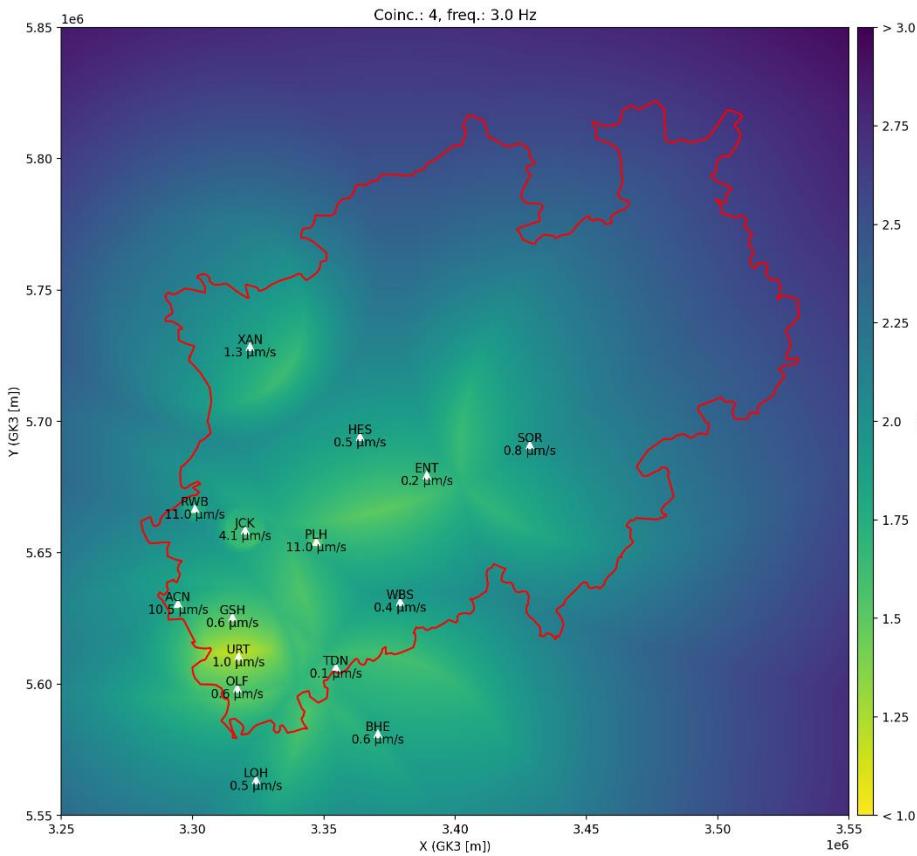
Netzwerkoptimierung



Netzwerkoptimierung



Netzwerkoptimierung



Filtermethoden

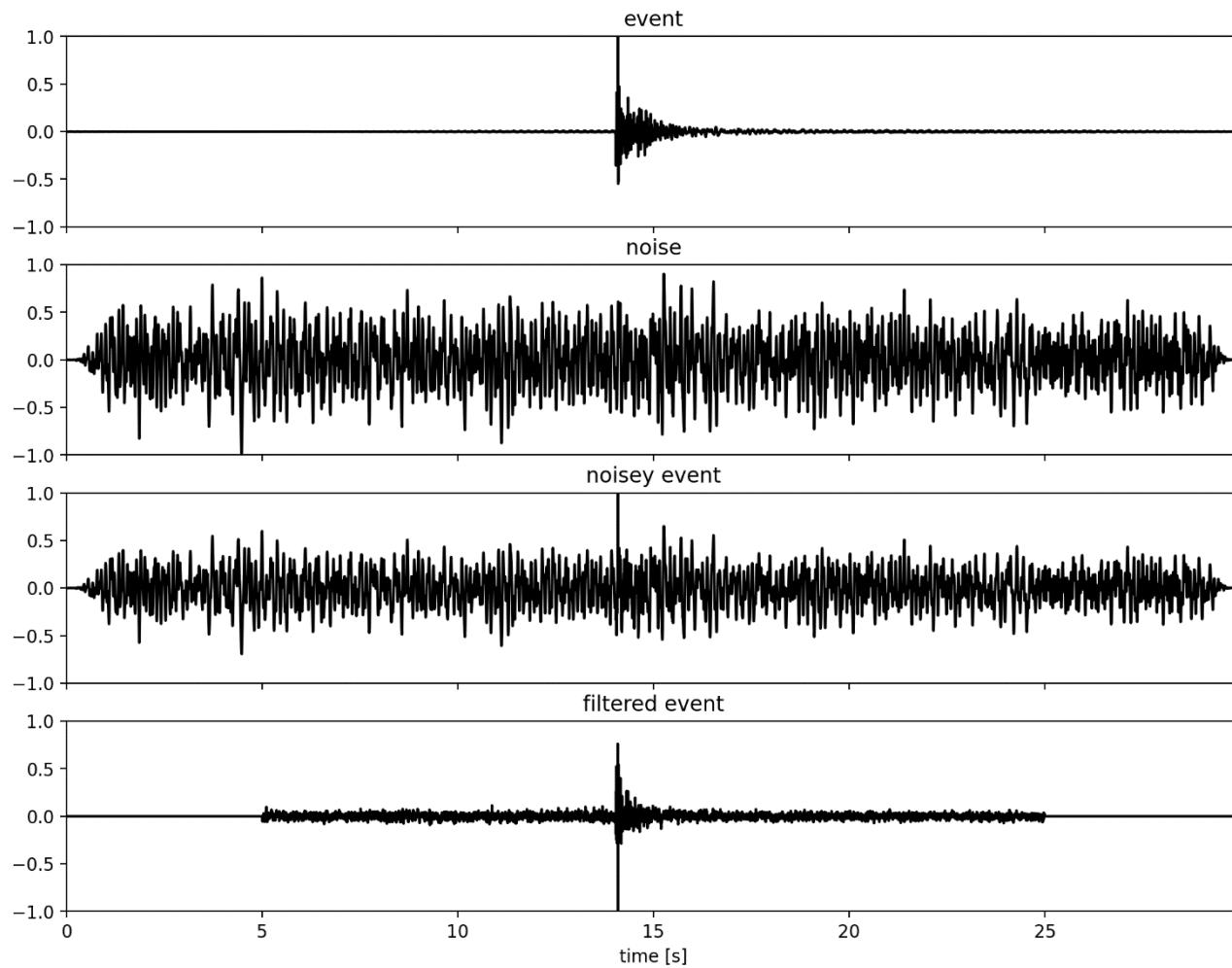
- Linear prediction coding (LPC)

$$\hat{x}(n) = \sum_{i=1}^p a_i x(n-i)$$

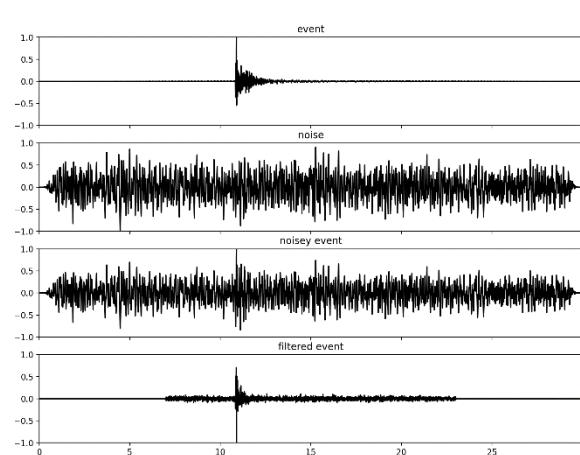
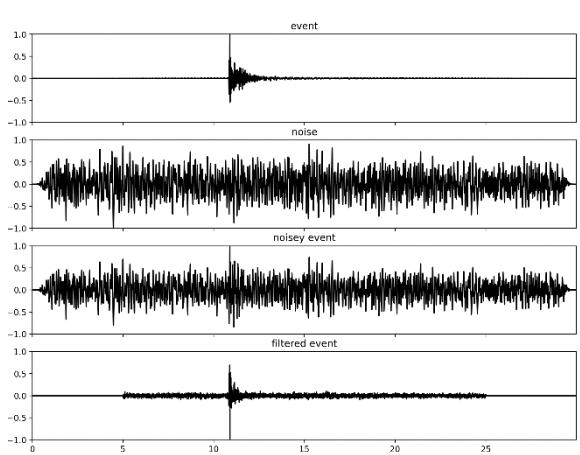
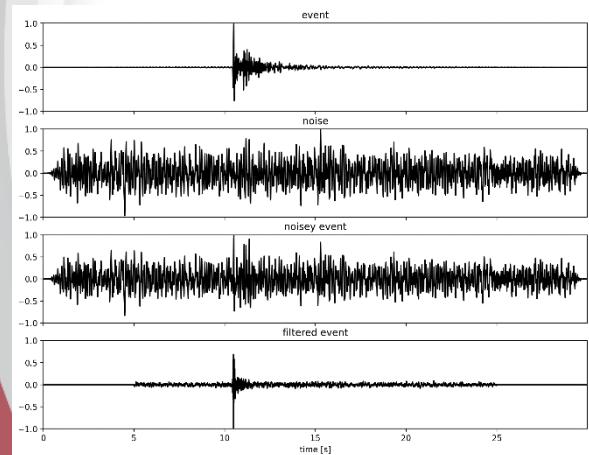
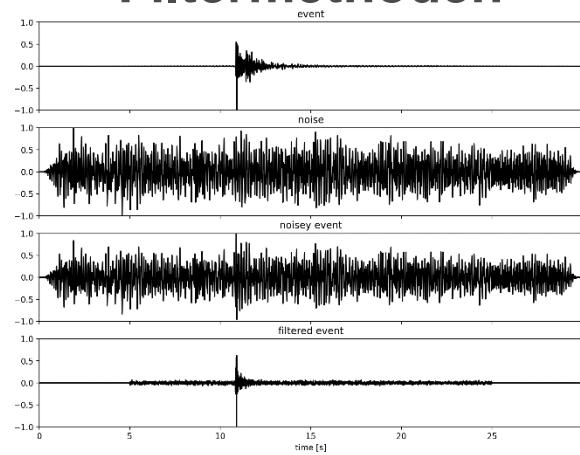
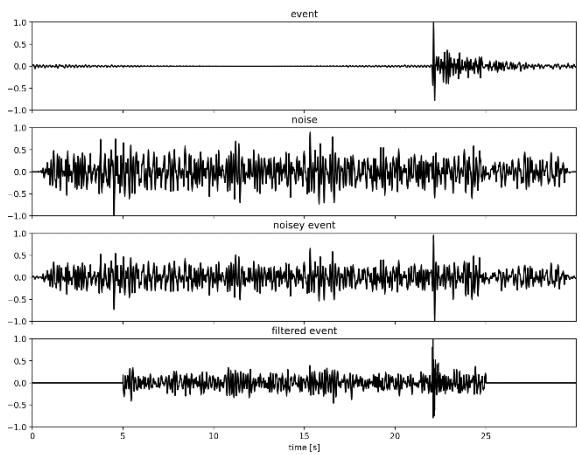
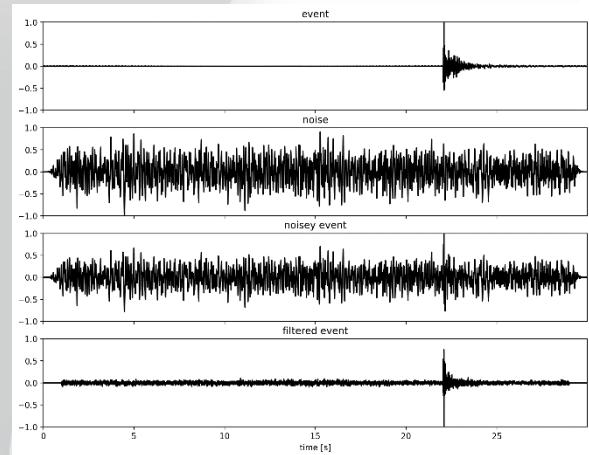
$$e(n) = x(n) - \hat{x}(n)$$

- Zukünftige Werte eines Signals werden mit Hilfe einer linearen Funktion der Werte der Vergangenheit geschätzt
- Schätzungscoeiffizienten a_i werden durch Fehlerminimierung bestimmt

Filtermethoden



Filtermethoden



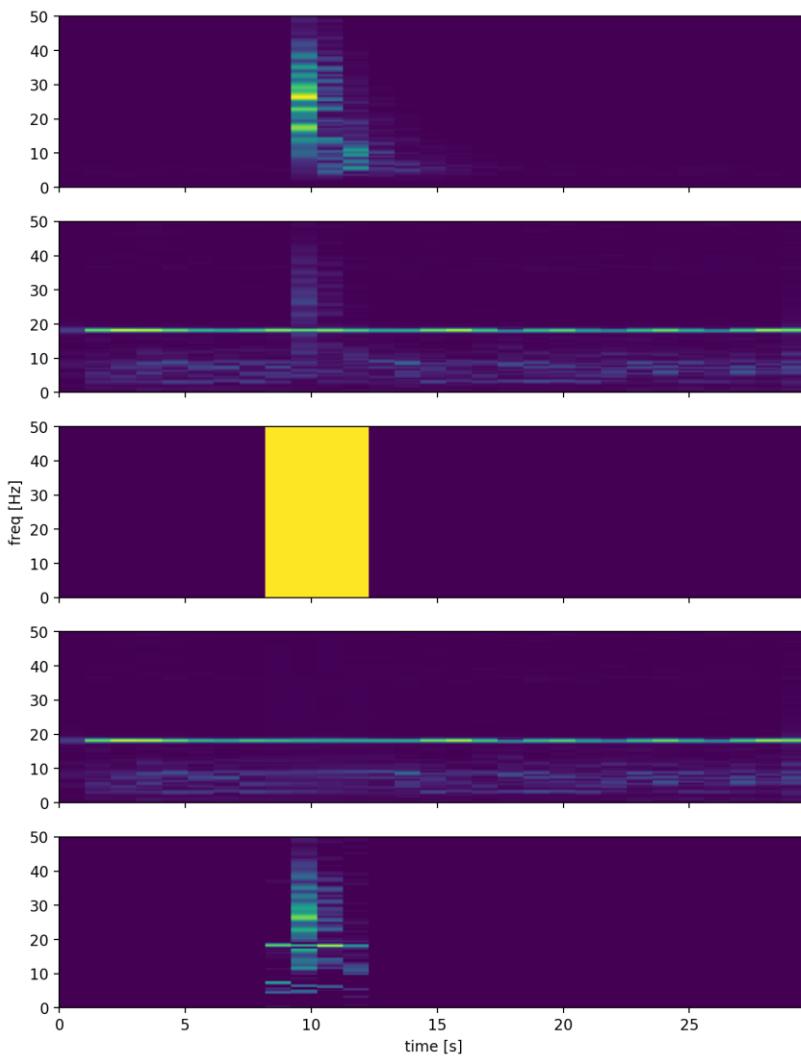
Filtermethoden

- Inpainting
 - Ursprung: Bild-Rekonstruktion



Quelle: OpenCV

Filtermethoden



(1) Event

(2) Event + Noise

(3) Maske

(4) Rekonstruktion

(5) 2 - 4

Ausblick

- Netzwerkoptimierung: Simulated Annealing verbessern
- Filtermethoden: LPC verbessern, Inpainting
- Messung am Windpark
 - Einfluss mehrerer WEA
 - Array-Messung: Beamformingfilter