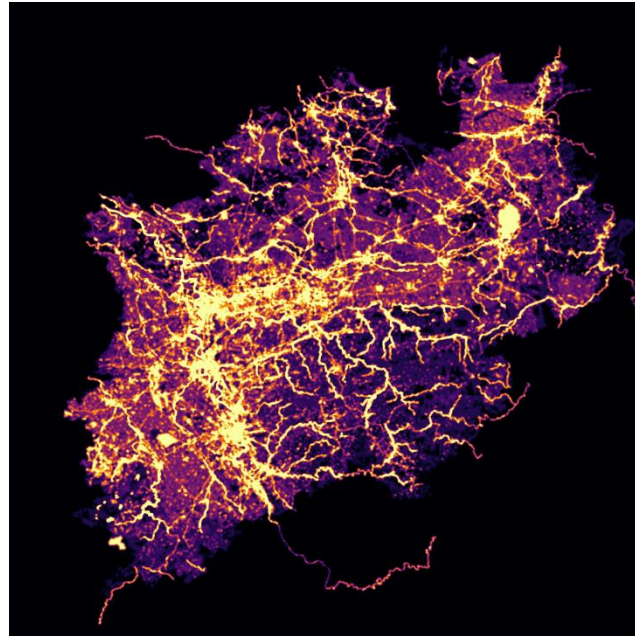


Methoden zur Kompensation der Störwirkung auf Seiten der seismologischen Stationen



Tobias Neuffer
01. Oktober 2019

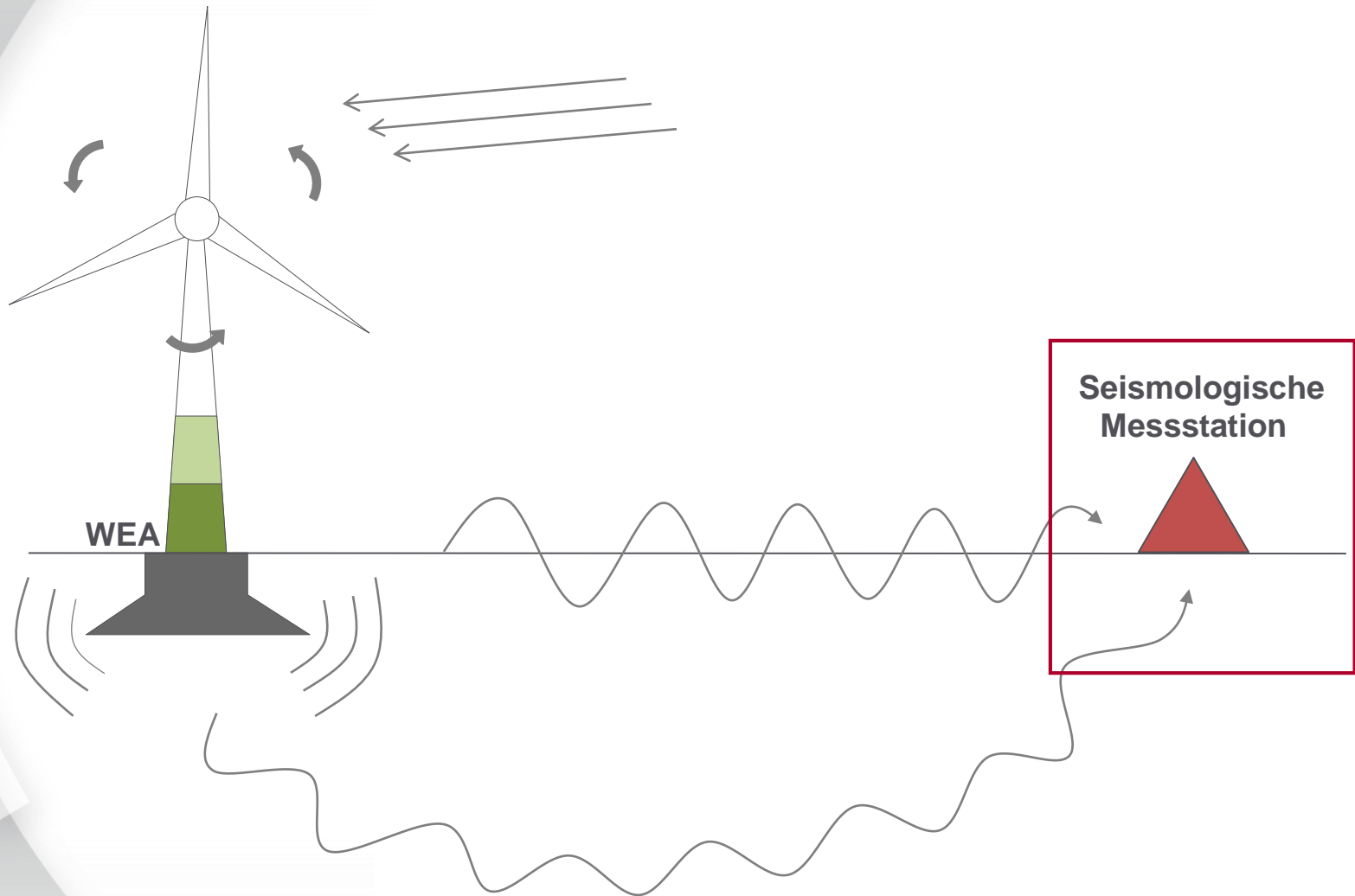
1. Organisatorische Maßnahmen: Netzwerkoptimierung

- 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

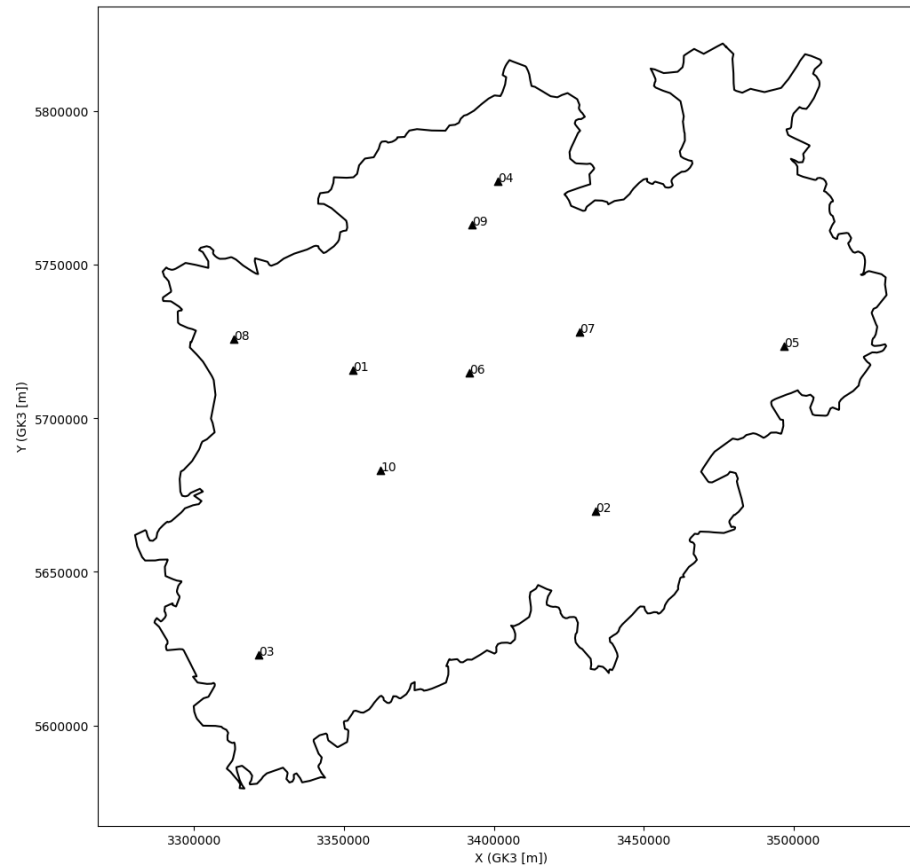
- Stark harmonische Anteile der WEA-Signale
- Möglichkeit zur Mustererkennung
- Stichwort: Deep learning

Aufgabenstellung



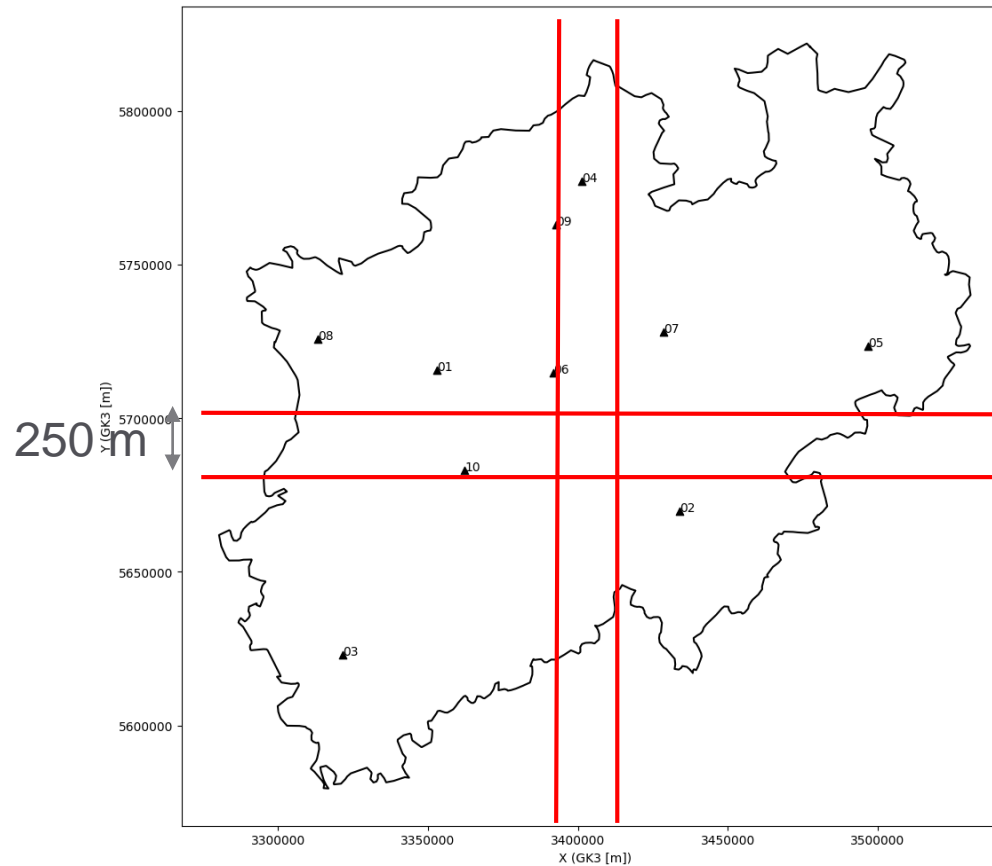
Netzwerkoptimierung

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



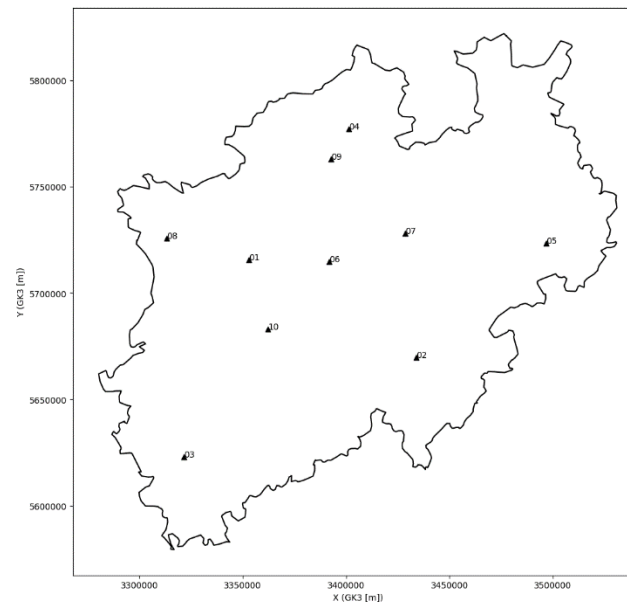
Netzwerkoptimierung

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



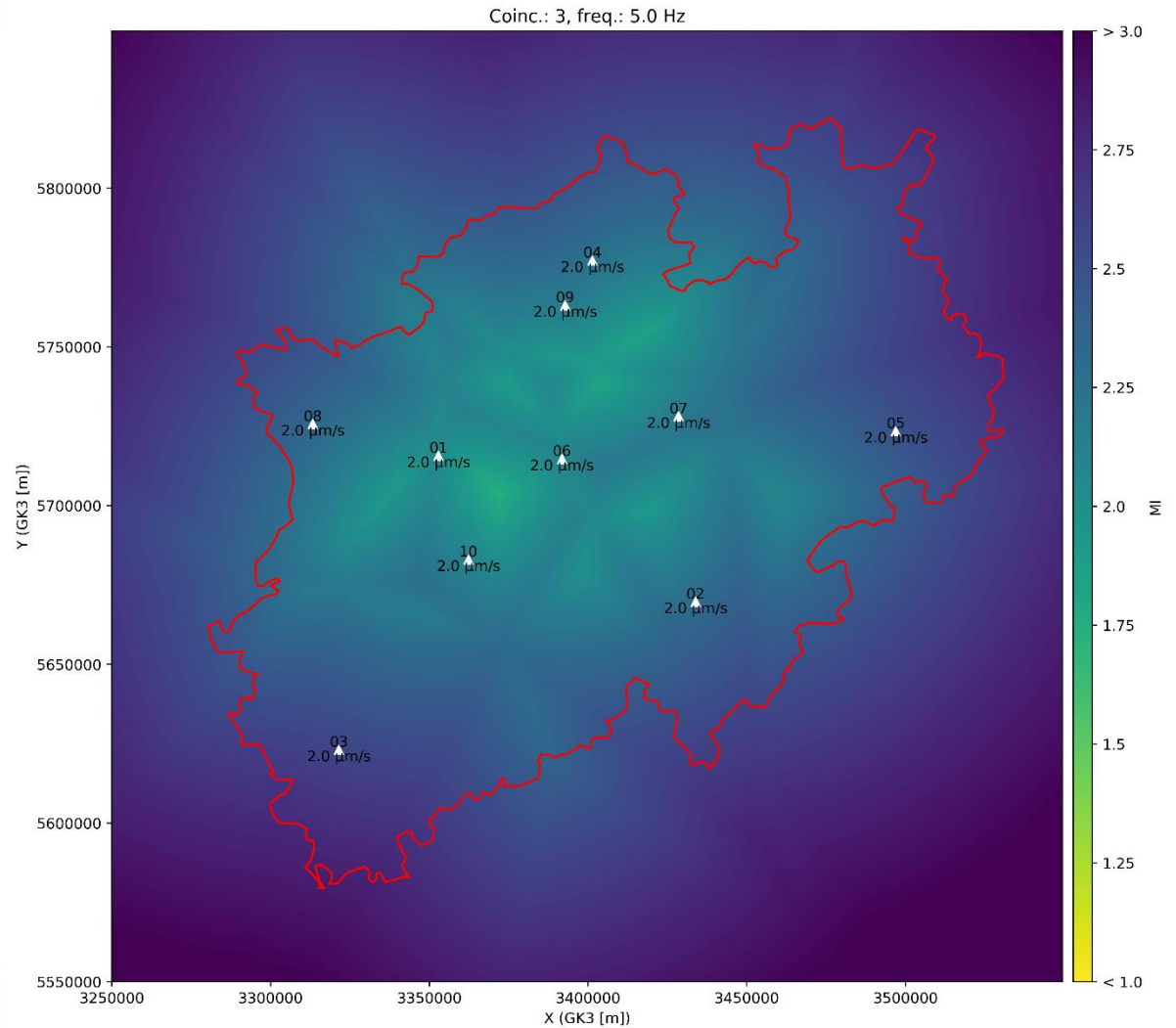
Netzwerkoptimierung

- 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 3 Stationen
- Erfolgreiche Detektion, wenn Signal-Rausch-Verhältnis > 3



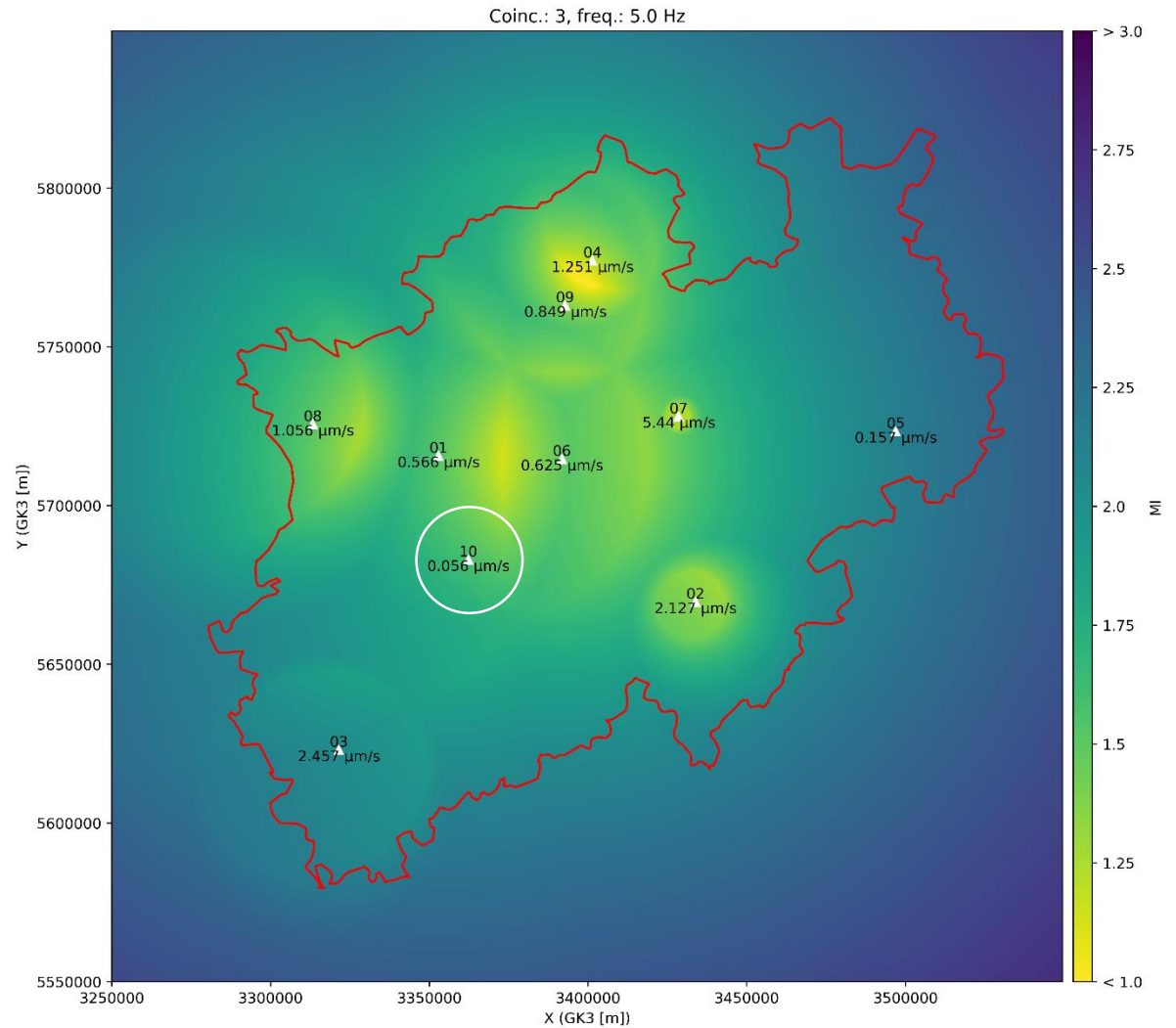
Netzwerkoptimierung

- „Default“
Rauschniveau nach
FKPE
- 2 $\mu\text{m/s}$



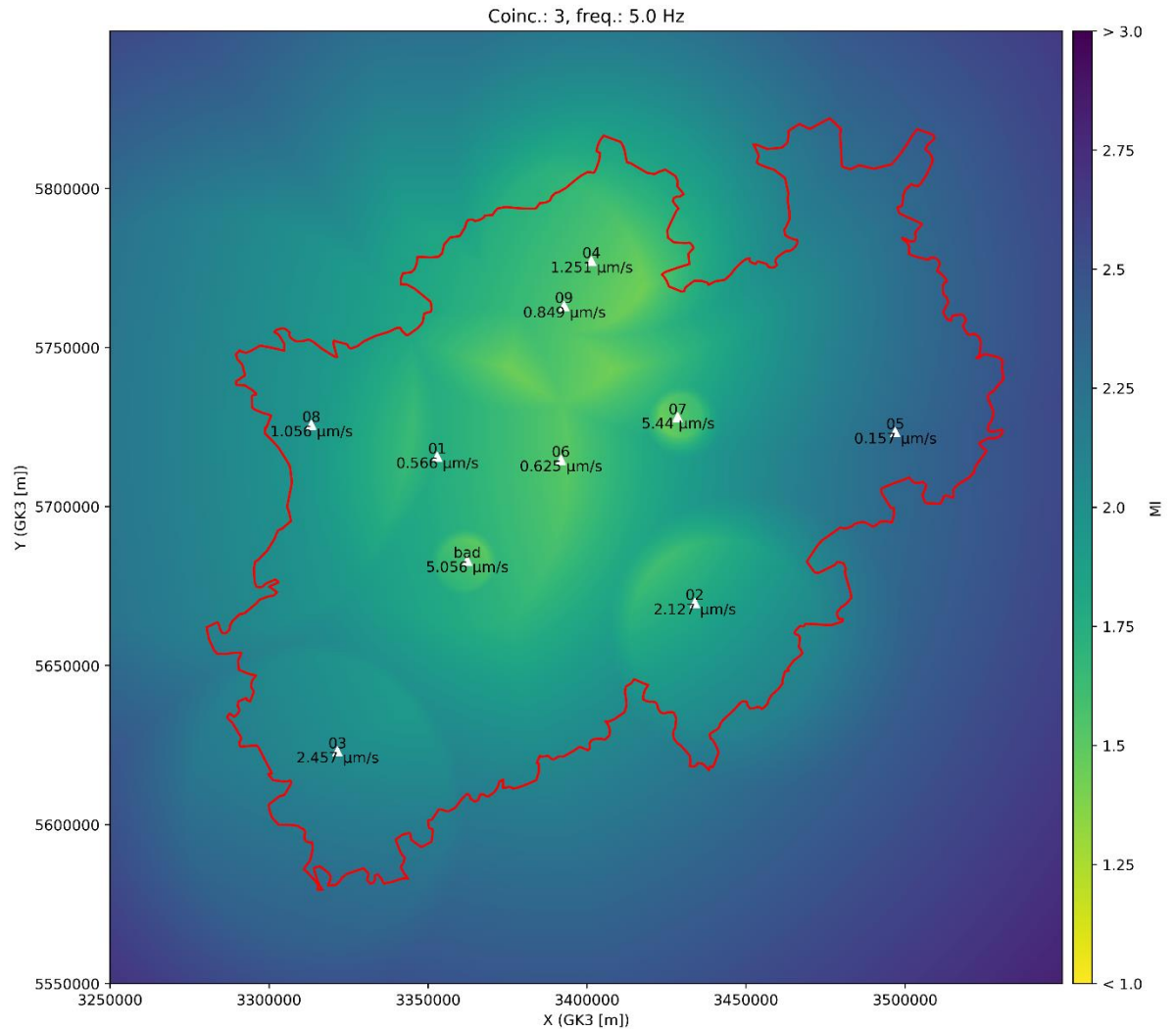
Netzwerkoptimierung

- „Random“ Rauschniveau
- 0.056 – 5.44 $\mu\text{m/s}$



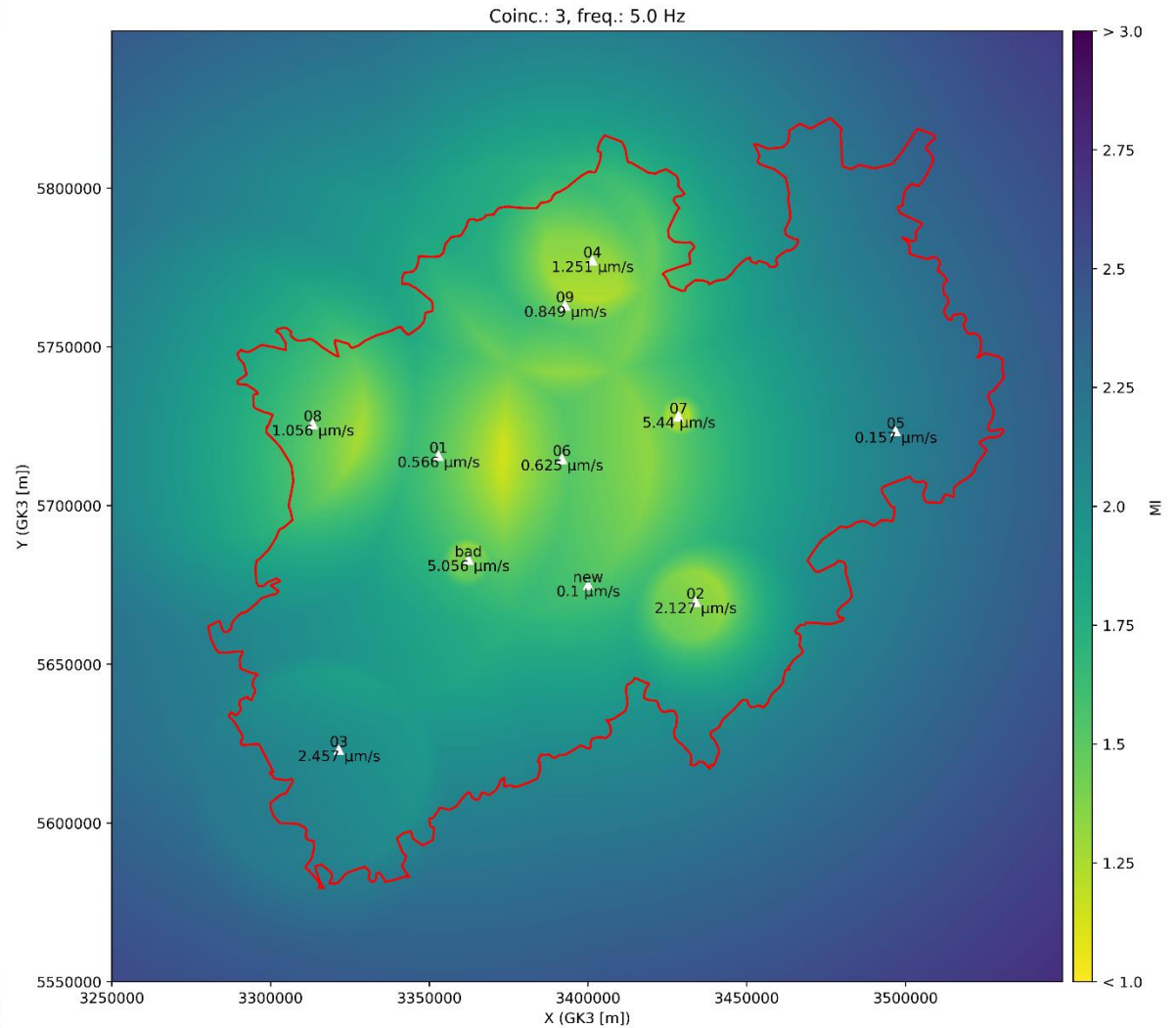
Netzwerkoptimierung

- Verschlechterung des Rauchniveaus um Faktor 100
- Von 0.056 $\mu\text{m/s}$ auf 5.056 m/s

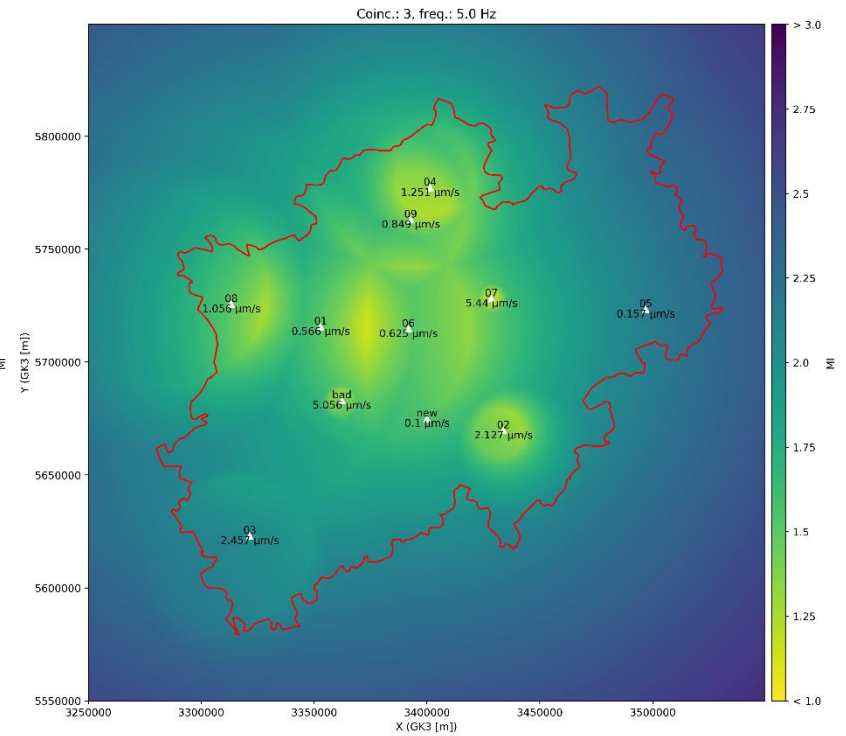
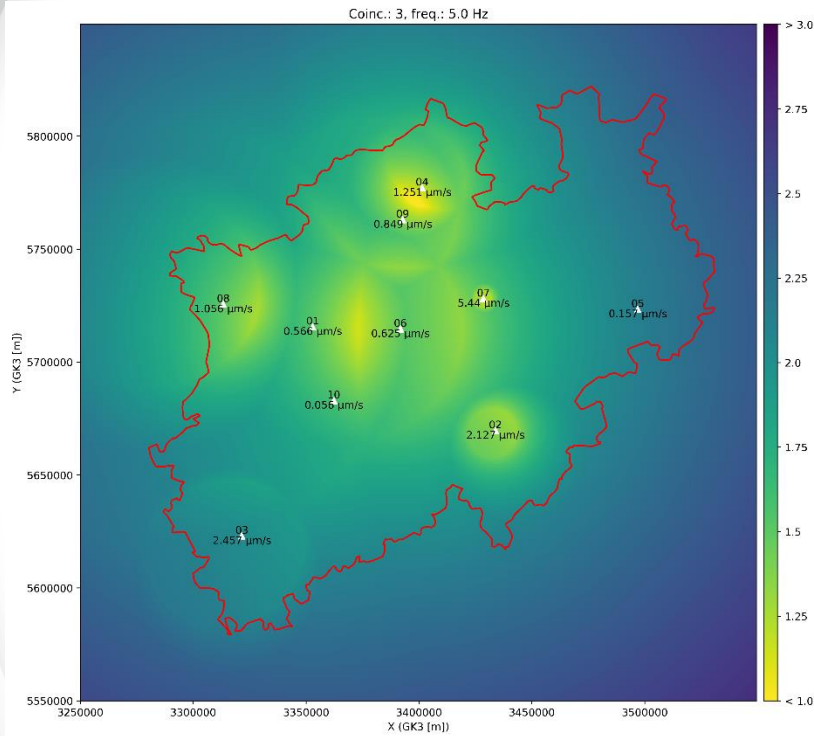


Netzwerkoptimierung

- Zubau einer neuen Station



Netzwerkoptimierung



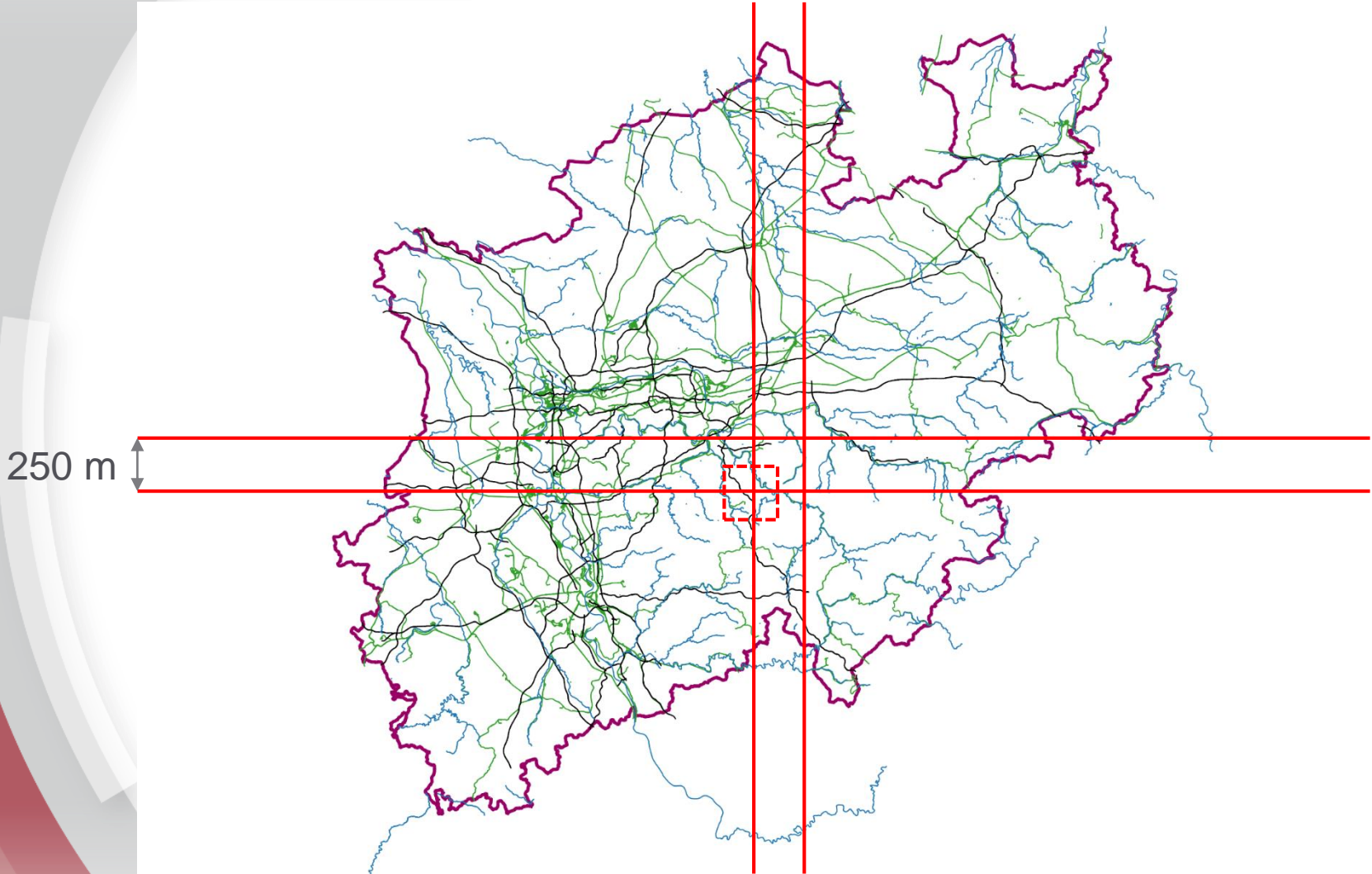
Netzwerkoptimierung

- Mögliche Standorte für Um-/Zubau von Messstationen
- Seismic-Noise-Map (Kraft et al. 2013): Vorbelastung möglicher Stationsstandorte

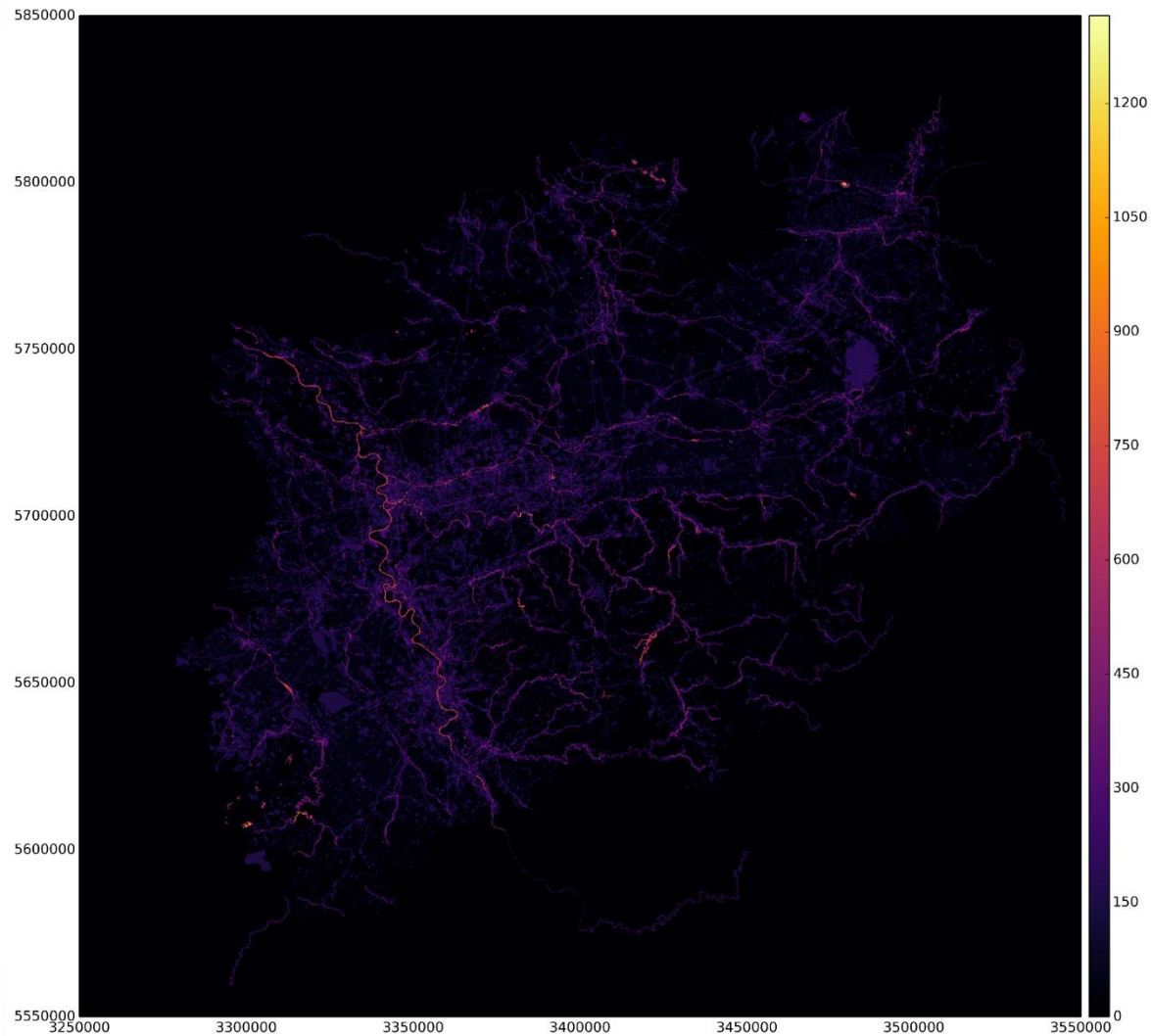
Netzwerkoptimierung

- Open street map shapefiles zur Landnutzung, Infrastruktur (Straßen, Bahnlinien, ...), Flüsse und Wasserflächen (Seen, ...), WEA
- Kategorisierung mit Gewichtungsfaktoren
- 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

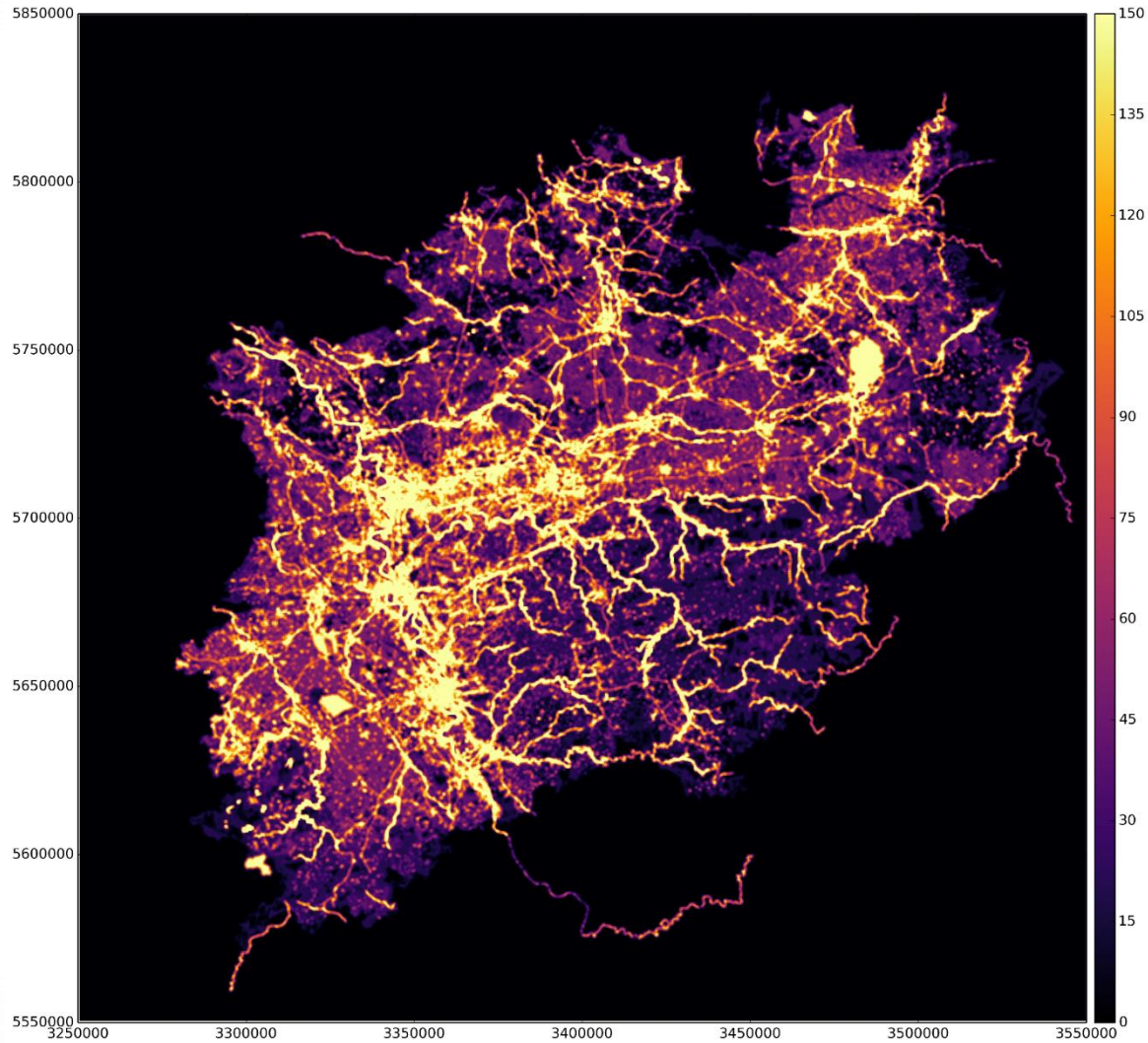
Netzwerkoptimierung



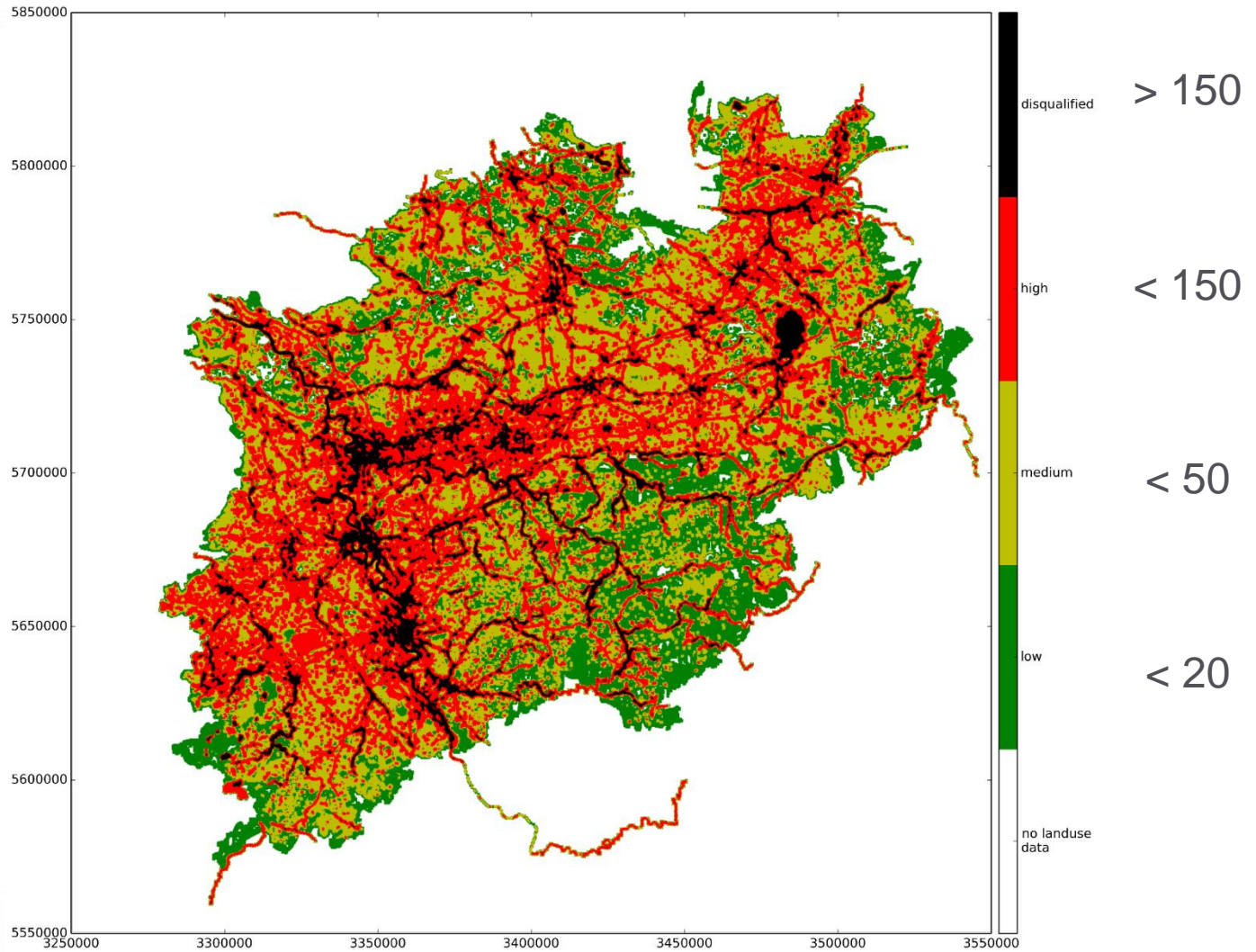
Netzwerkoptimierung



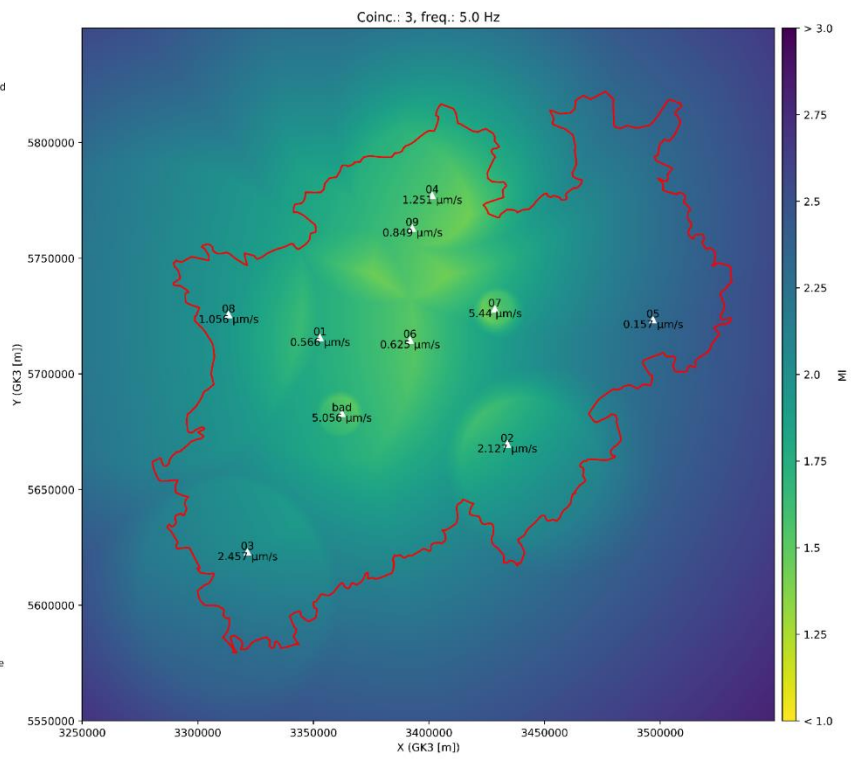
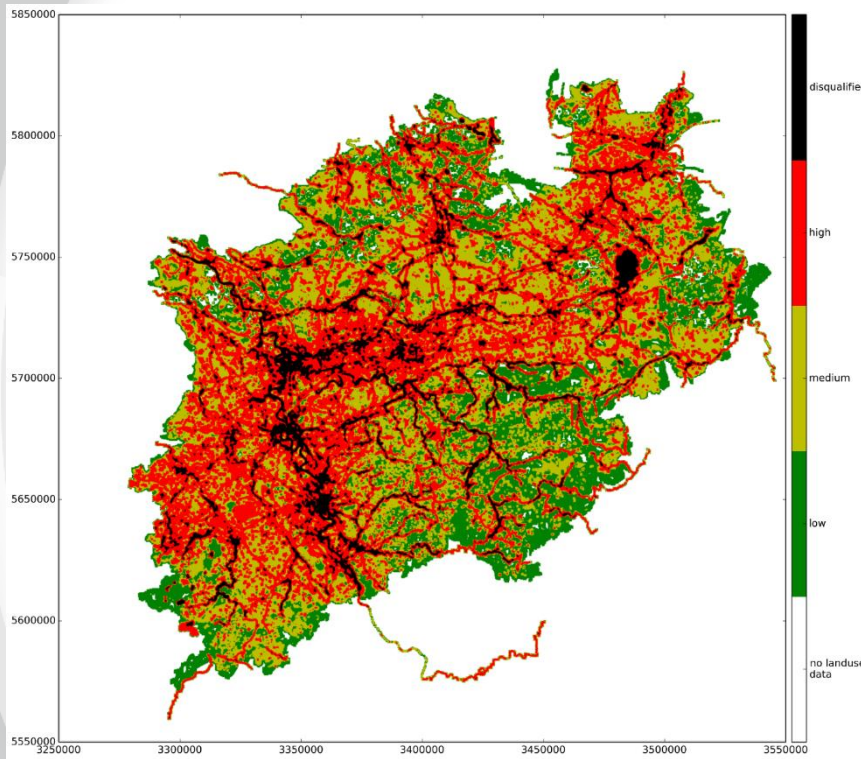
Netzwerkoptimierung



Netzwerkoptimierung

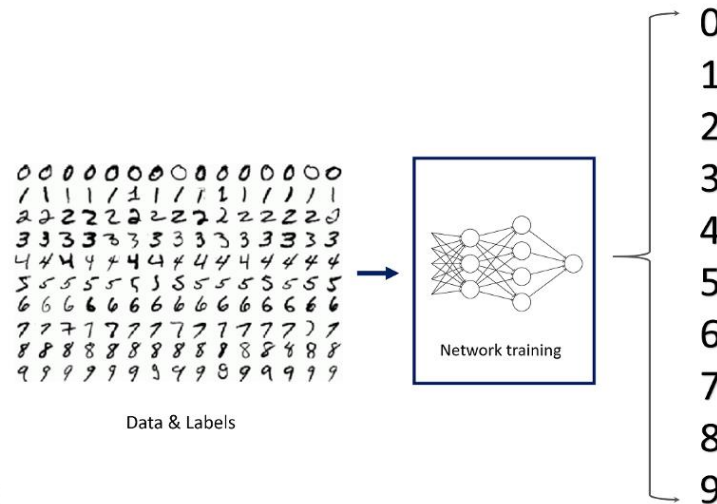


Netzwerkoptimierung



Filtermethoden

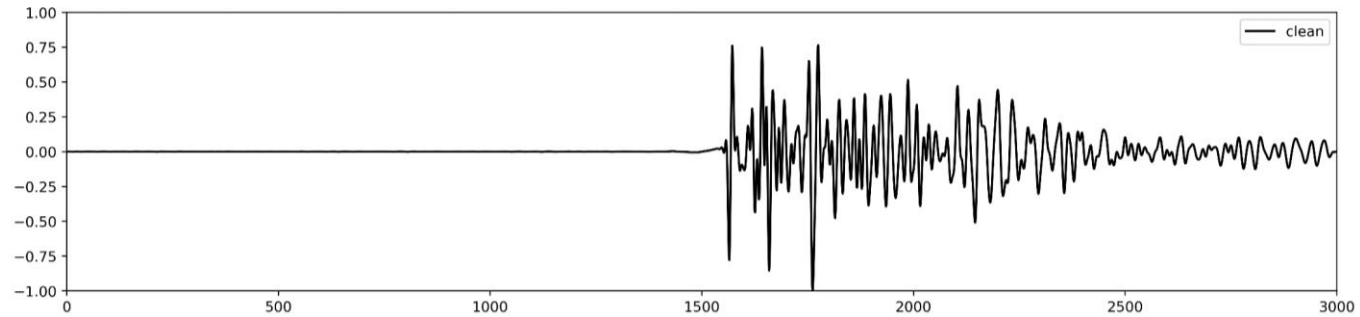
- „Seismic Signal Denoising and Decomposition Using Deep Neural Networks“
Zhu et al. 2018
- Training mit Nutzsignalen (hohes SNR) und Noise
- NN Architektur nutzt 2D „Bilder“ der Zeit-Frequenz Darstellung eines Signals
- Unterscheidung zwischen Noise und Nutzsignal
- Prinzip ähnlich der Handschrifterkennung



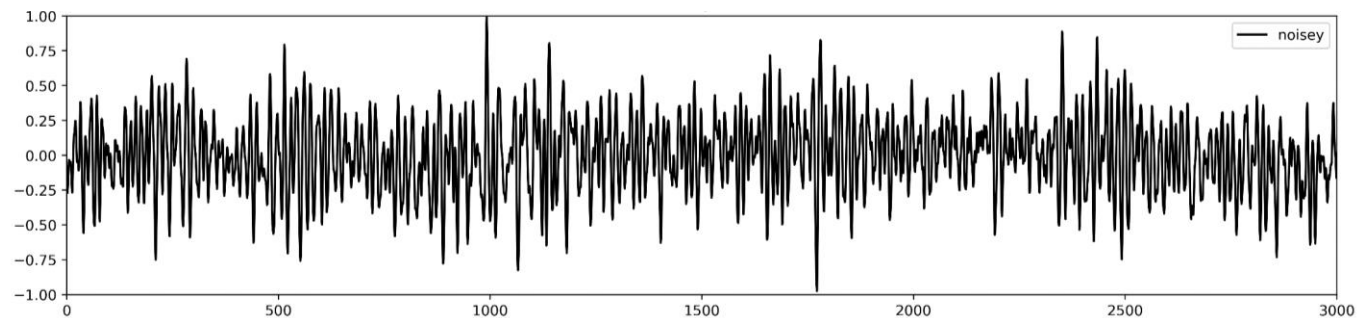
Filtermethoden

- Trainingsdaten:
- Nutzsignale: 1275 Aufzeichnungen
 - $M > 0.5$, hohe P Pick-Qualität
 - Verschiedene Netzwerke und Stationen
 - Gasförderung (N'-Deutschland)
 - Gasspeicherung (EPE)
 - Steinkohlebergbau (Saarland)
 - Geothermie (Mol, Landau, ...)
 - Keine Unterscheidung zwischen den Komponenten (N, E, Z)
- Noisesignale: 1000 Aufzeichnungen
 - Gemessen an verschiedenen Standorten mit unterschiedlichen Distanzen zu WEA und zu unterschiedlichen Zeiten
 - Zufällige Auswahl der Aufzeichnungen
 - WEA-Noise Katalog

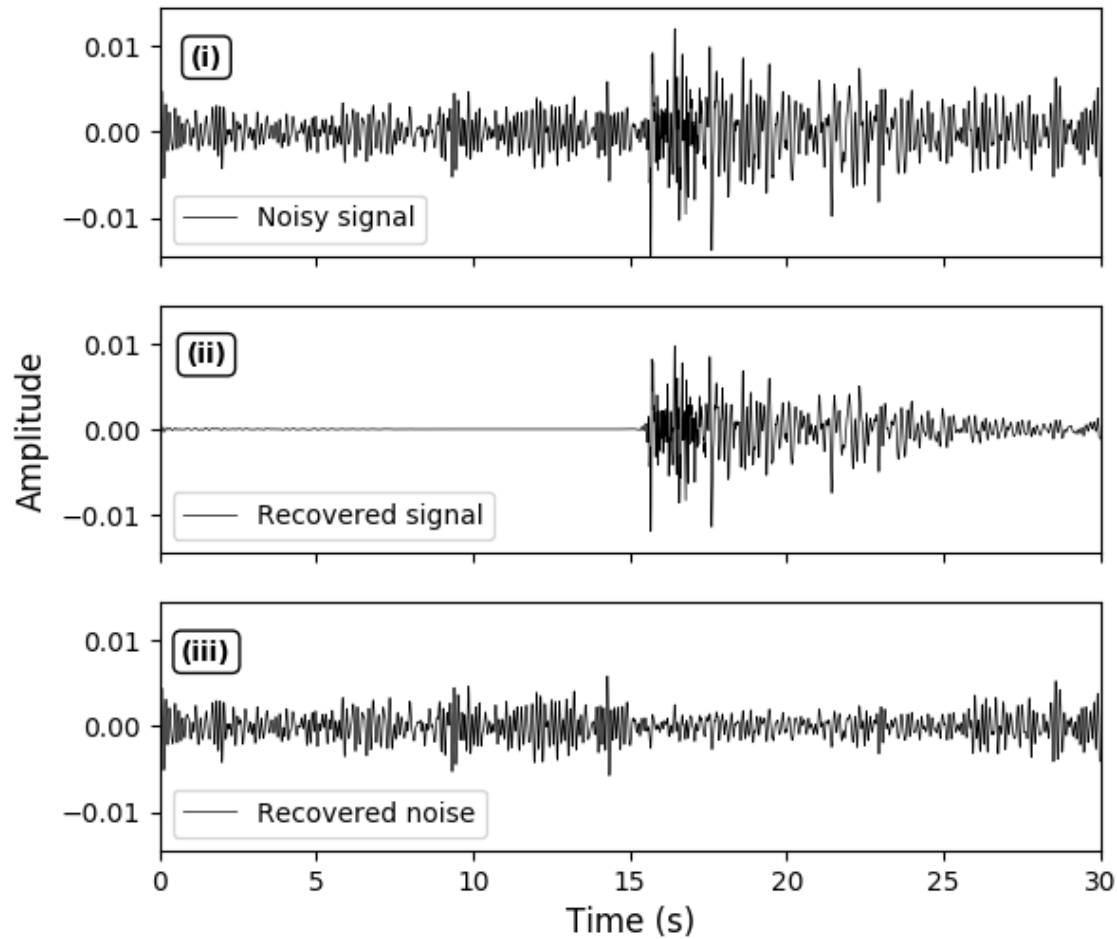
- Testsignal:



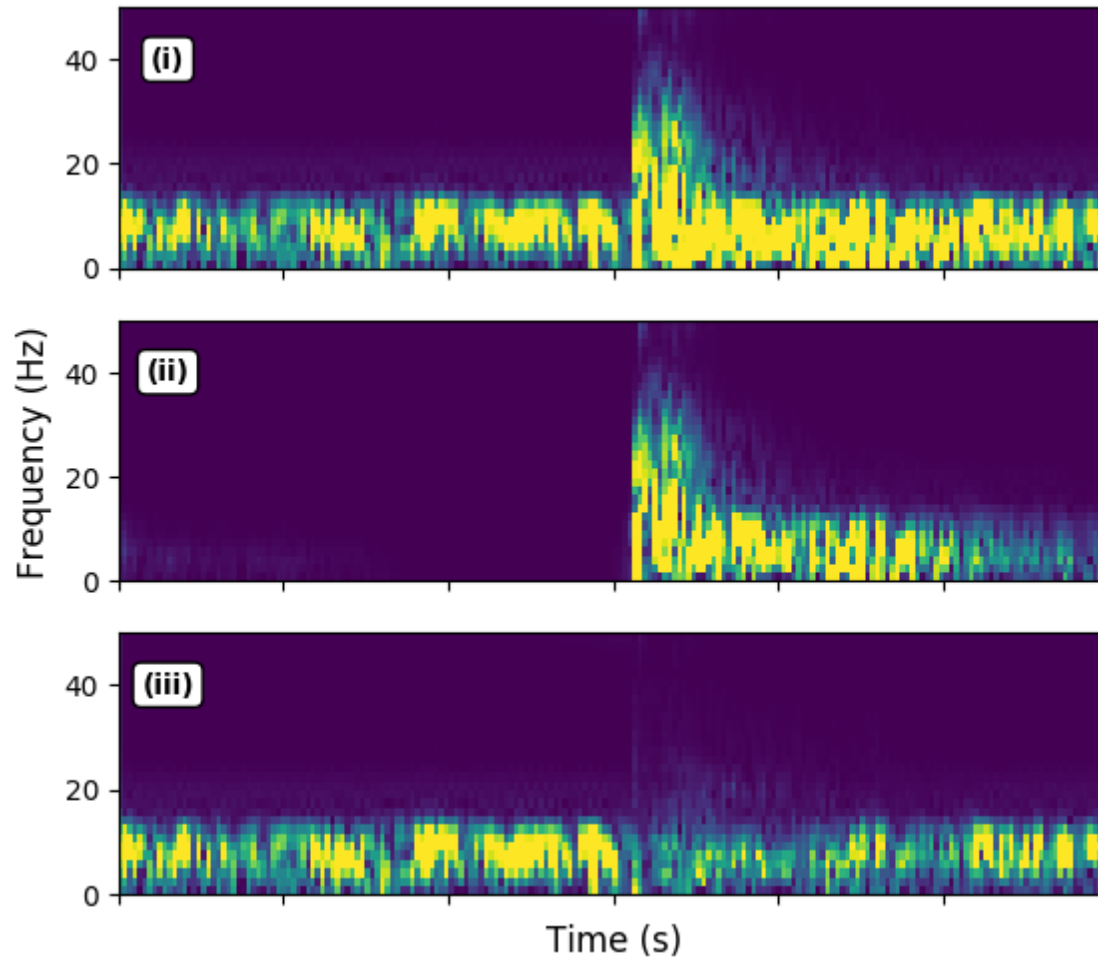
- Noise:



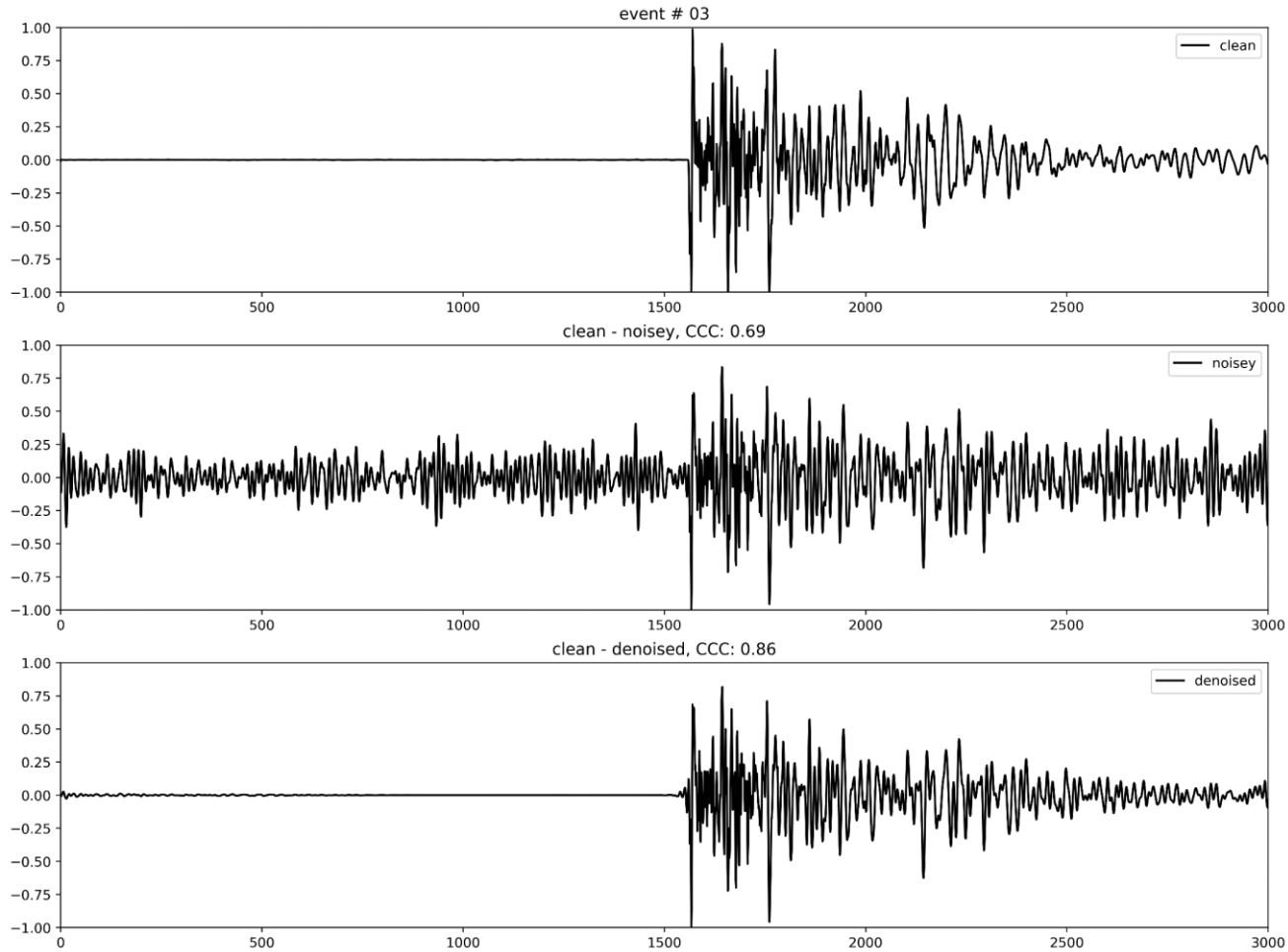
Filtermethoden



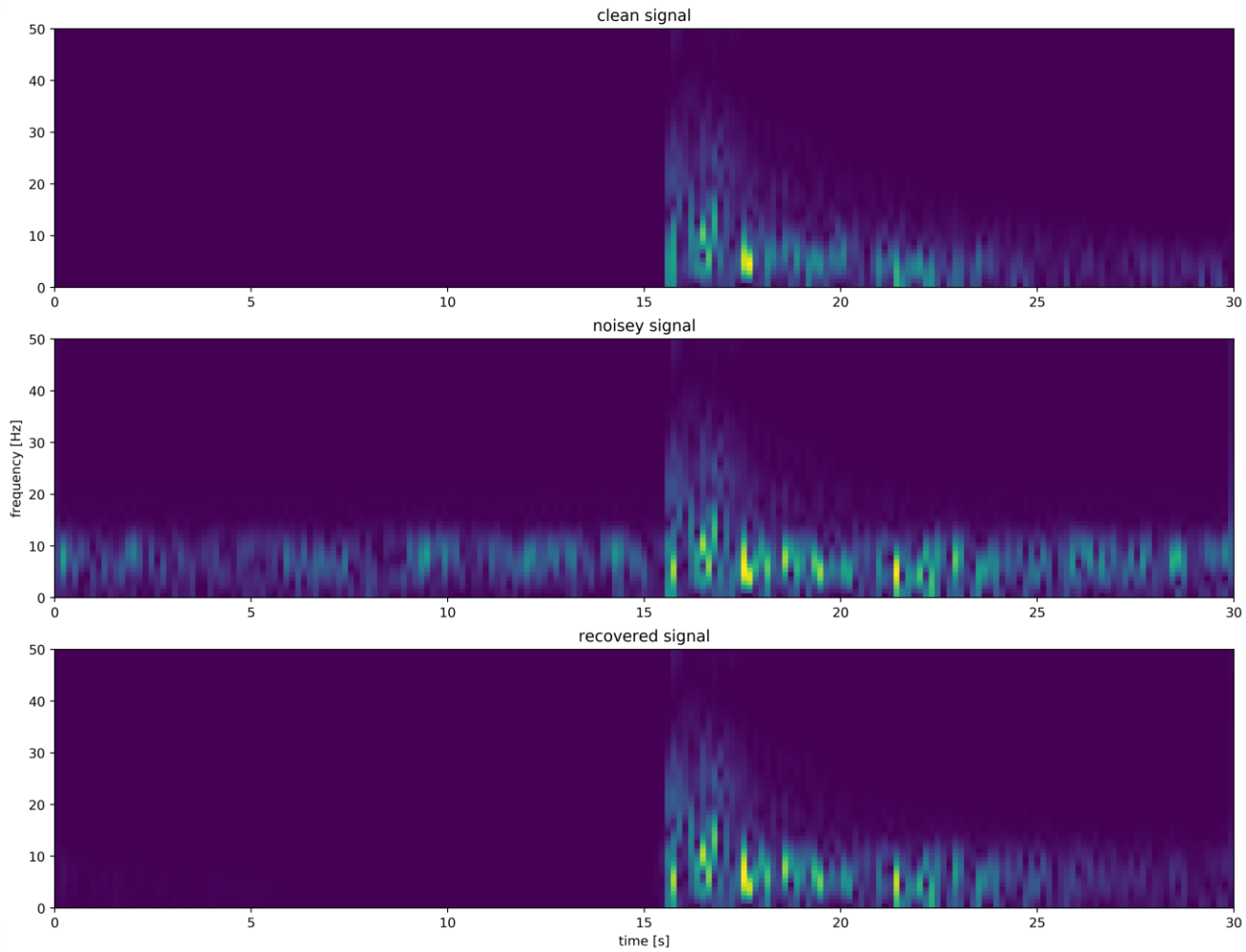
Filtermethoden



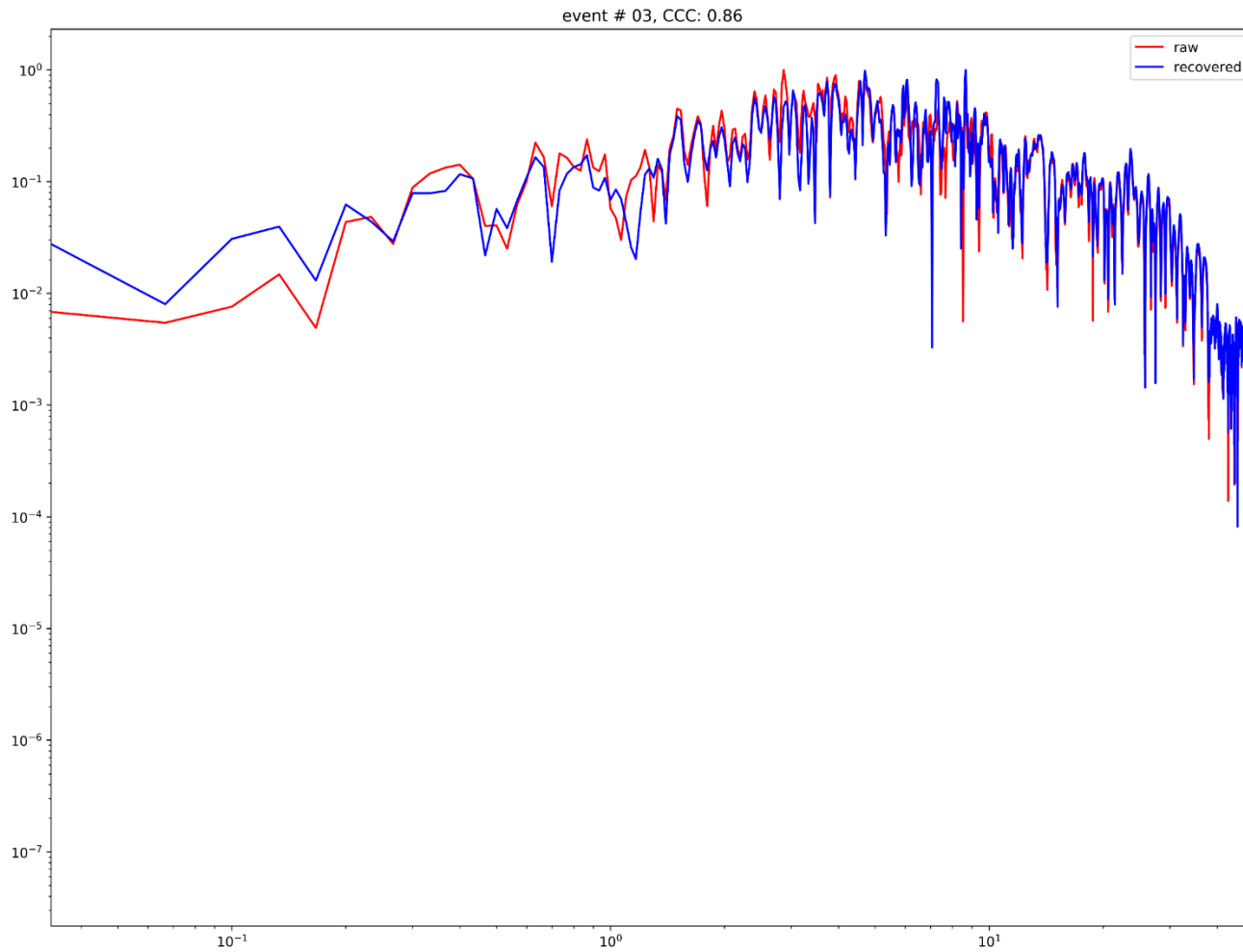
Filtermethoden



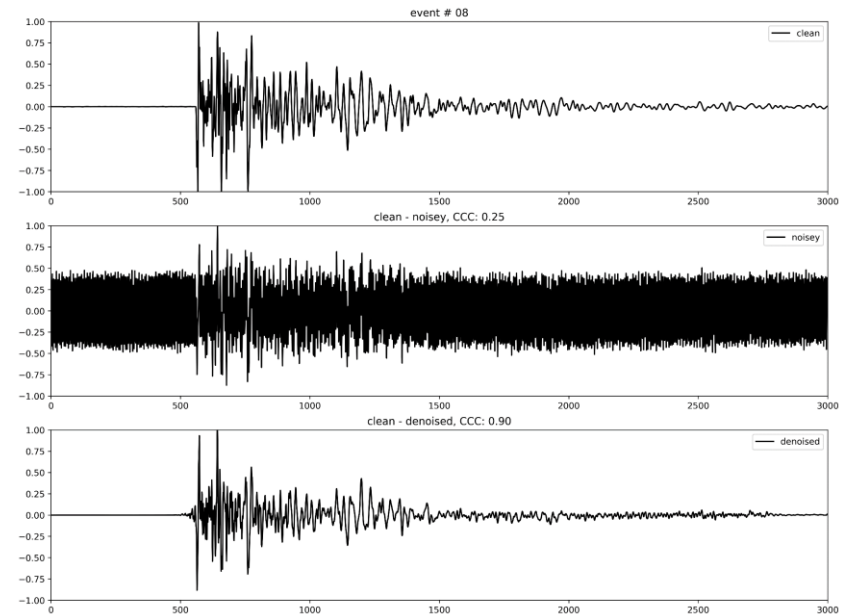
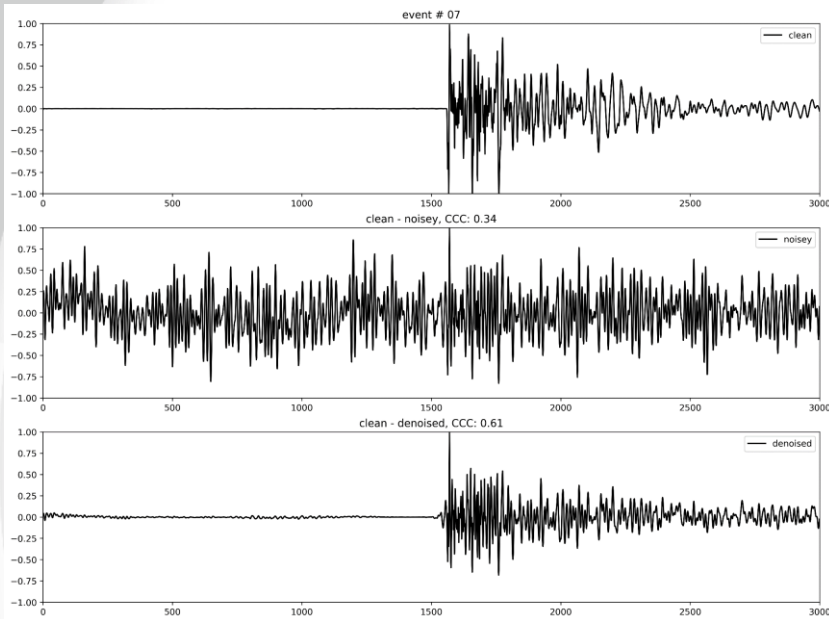
Filtermethoden



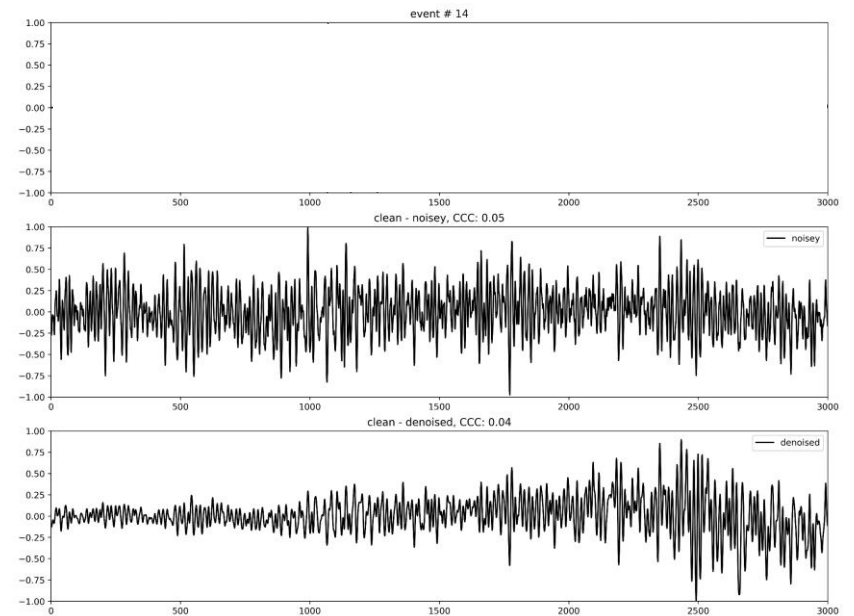
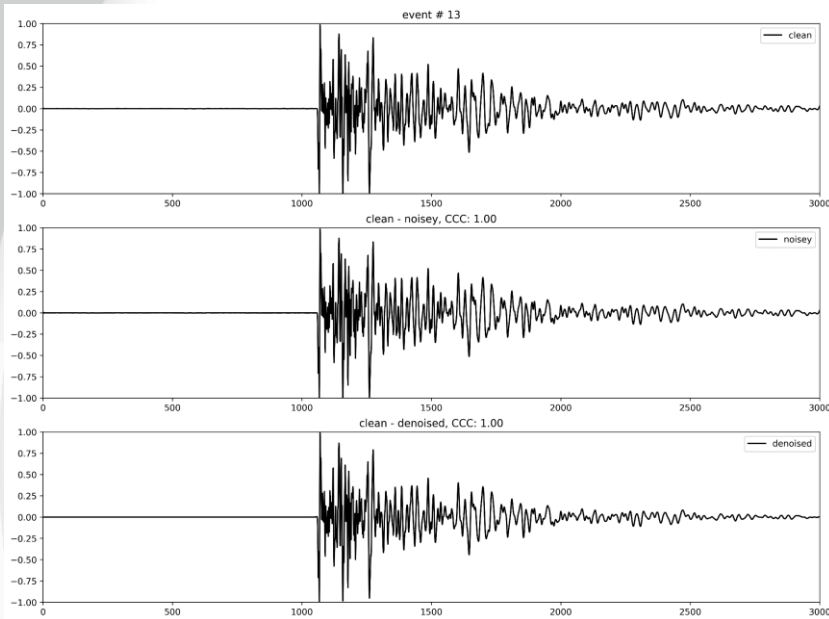
Filtermethoden



Filtermethoden



Filtermethoden



- Evaluierungsmodell und Noise Map verschneiden
- Noise Map mit Messdaten kalibrieren für reale Netzwerke
- Filteralgorithmus weiter verbessern, testen und trainieren
- Klassische Filtermethoden testen
- („Hot Word“-Erkennung)

Ach



Vielen Dank!