



2014

RUB

EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

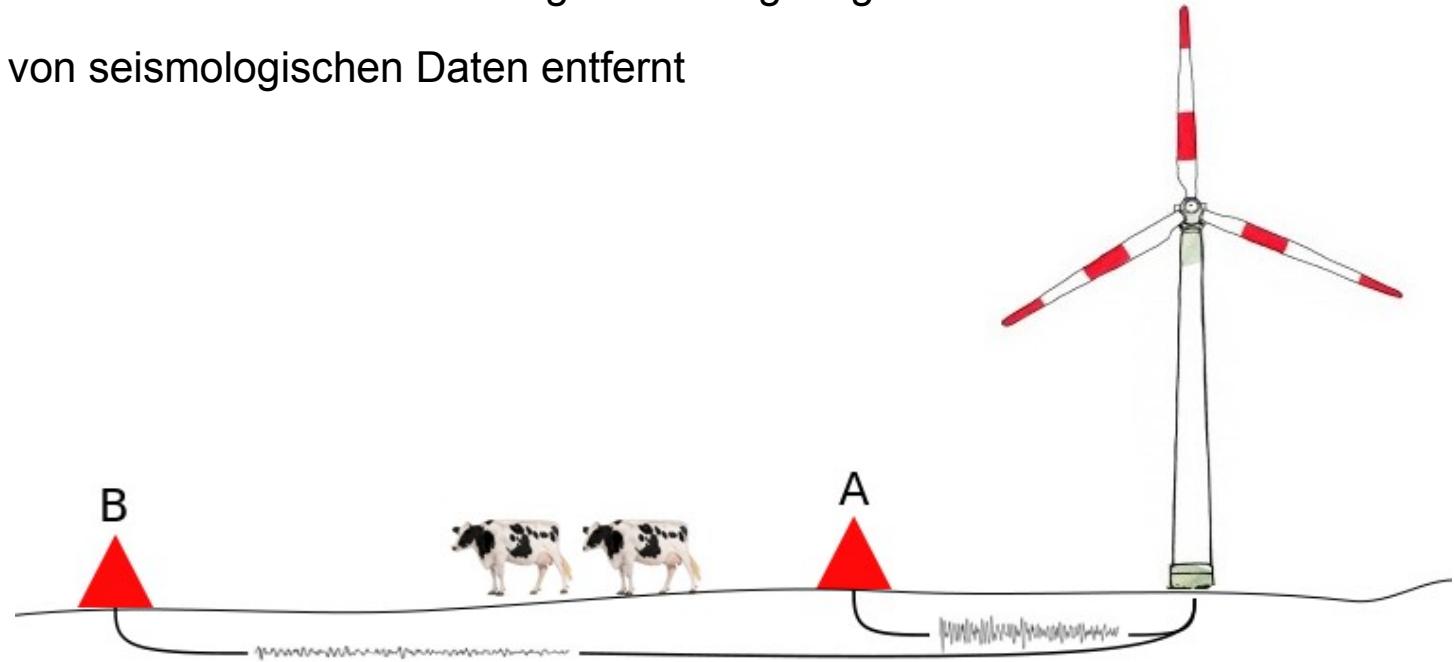
RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

Deterministische Prognoseverfahren für die an einer seismologischen Station imitierten Störsignale einer Windenergieanlage

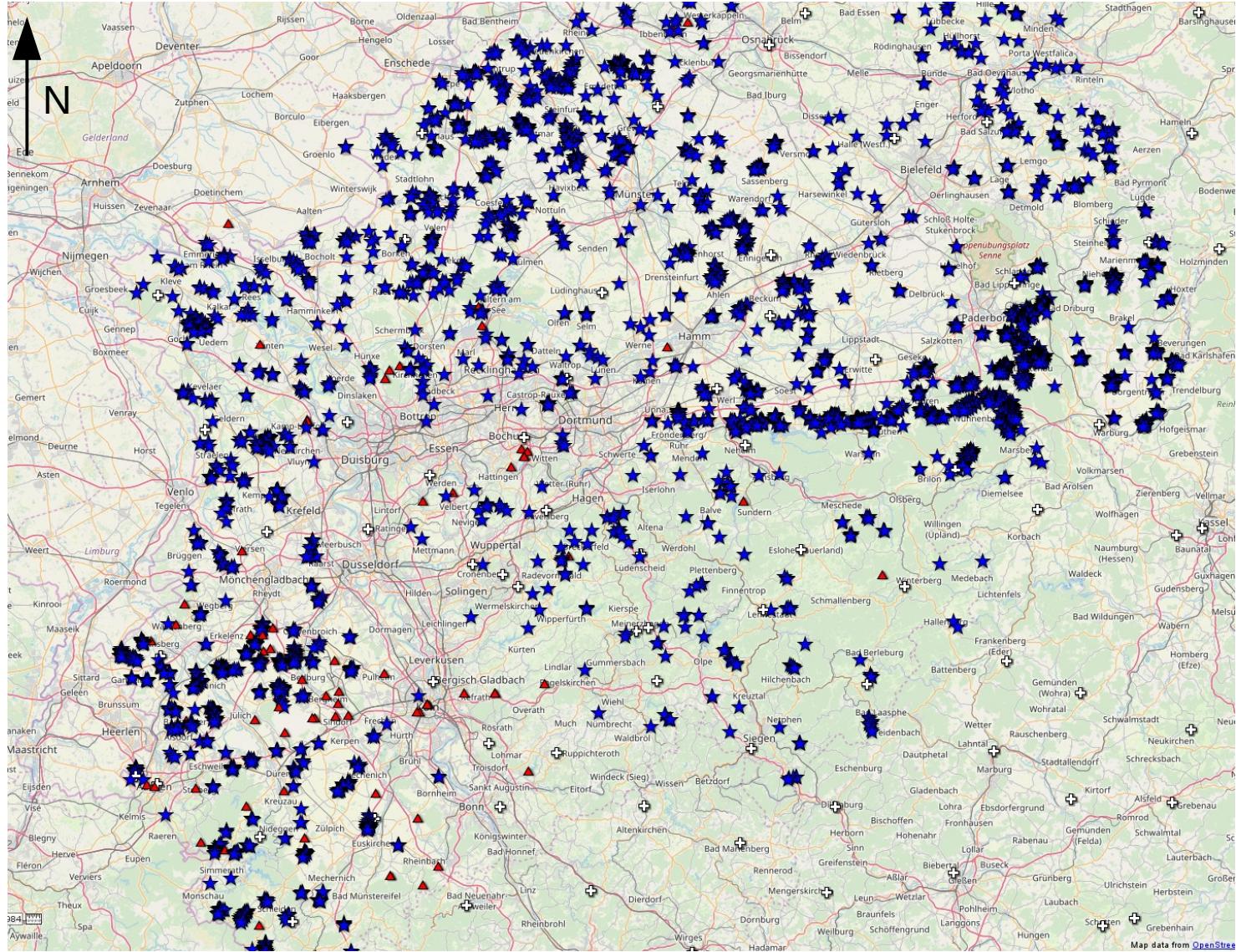
Janis Heuel, Wolfgang Friederich

Zielsetzung

- Entwicklung eines deterministischen Prognoseverfahrens um Störsignale einer WEA an einer seismologischen Station zu entfernen
- Aufbau einer Datenbank Emissions-Immissions Datenbank, in der Störsignale in der Nähe der WEA und das imitierte Signal in gewisser Entfernung zur WEA gespeichert werden
- Mit Hilfe der Datenbank soll das WEA Störsignal vorhergesagt werden
- Störsignal wird von seismologischen Daten entfernt



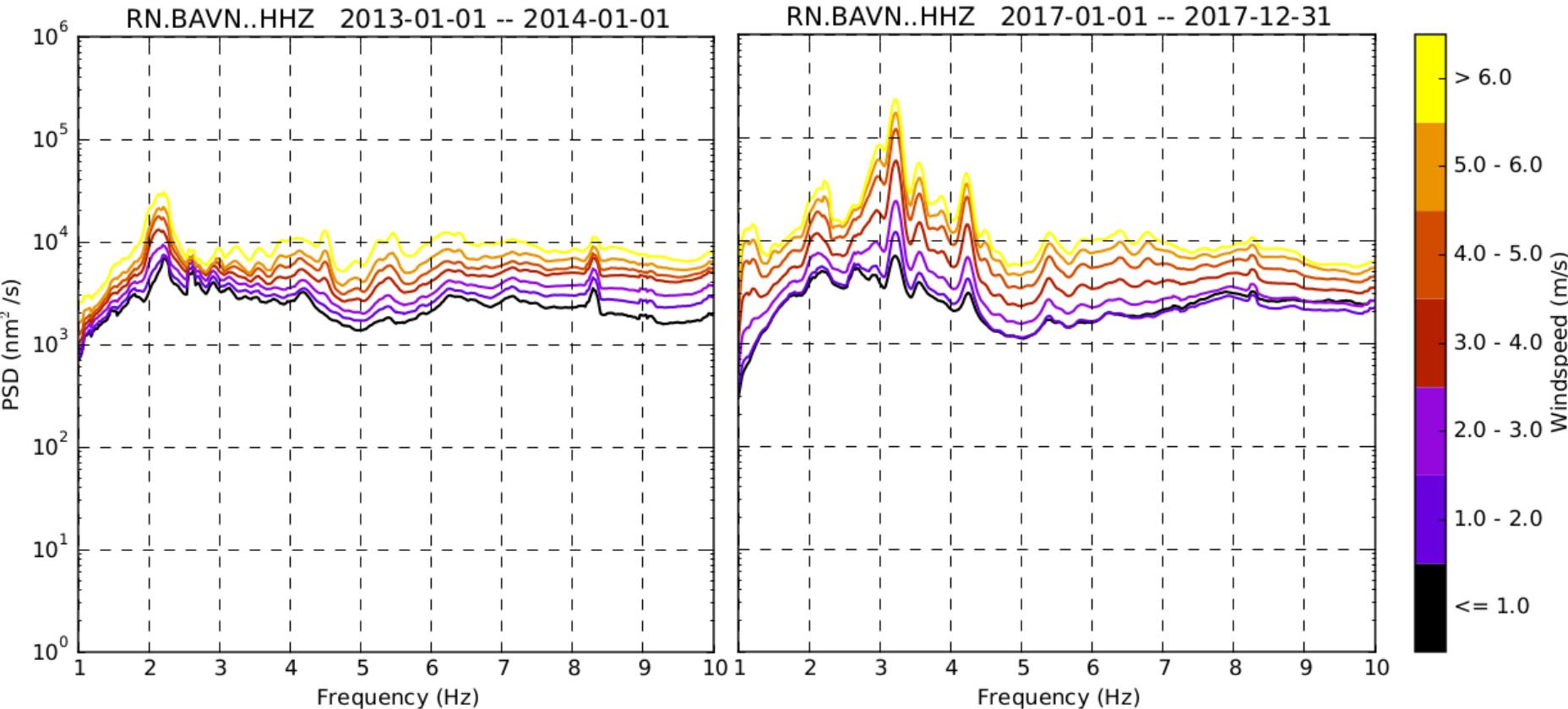
Standort Auswahl



Standort Auswahl

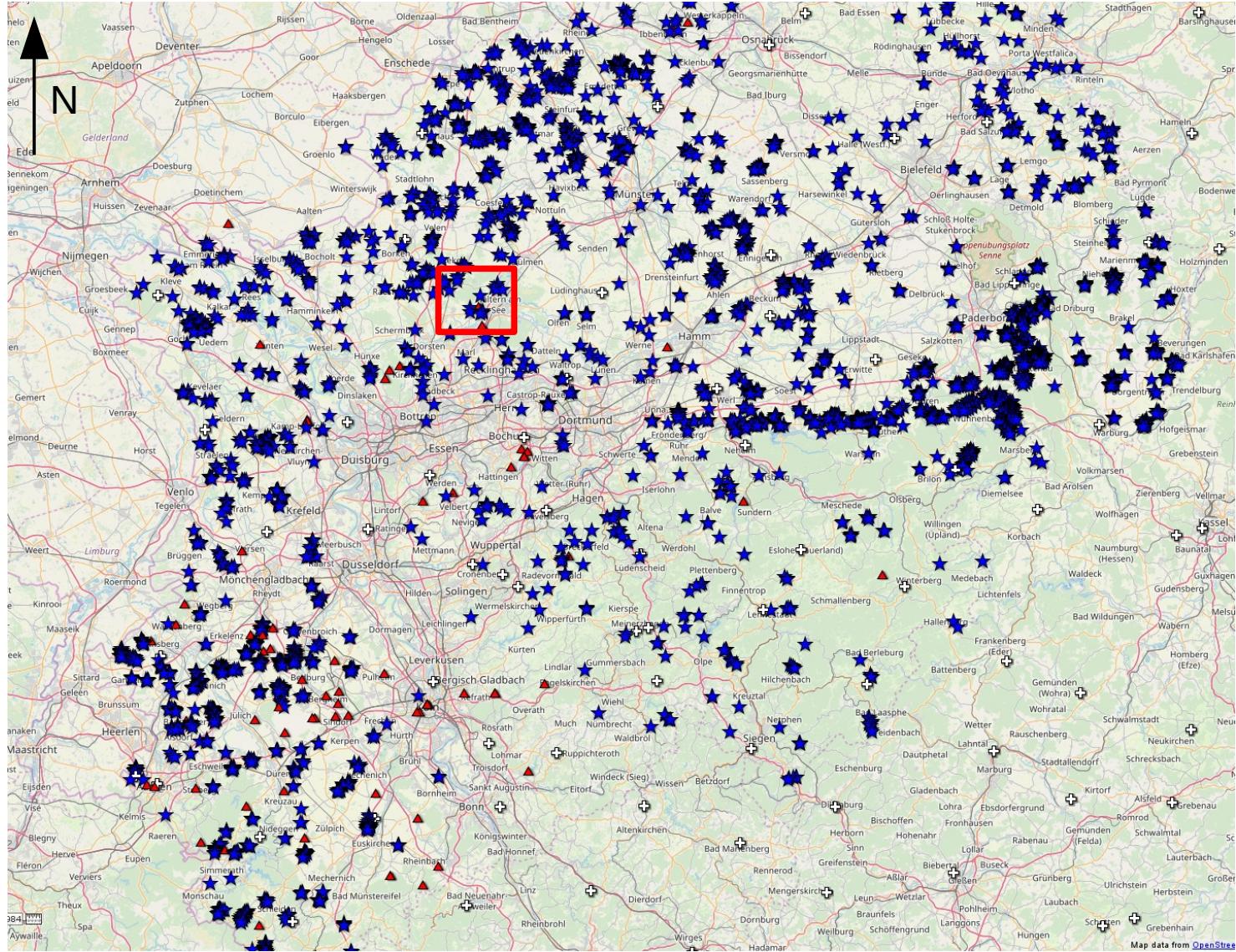
- Suche nach optimalen Standort
 - Ein Windrad in der Nähe einer bereits vorhanden seismologischen Station
 - Geringe weitere Noisequellen
- Berechnung von Spektren in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit an bereits vorhandenen seismologischen Stationen in der Nähe von WEA
 - GD NRW
 - Erdbebenstation Bensberg
 - Netzwerk der Ruhr-Universität

Standort Auswahl

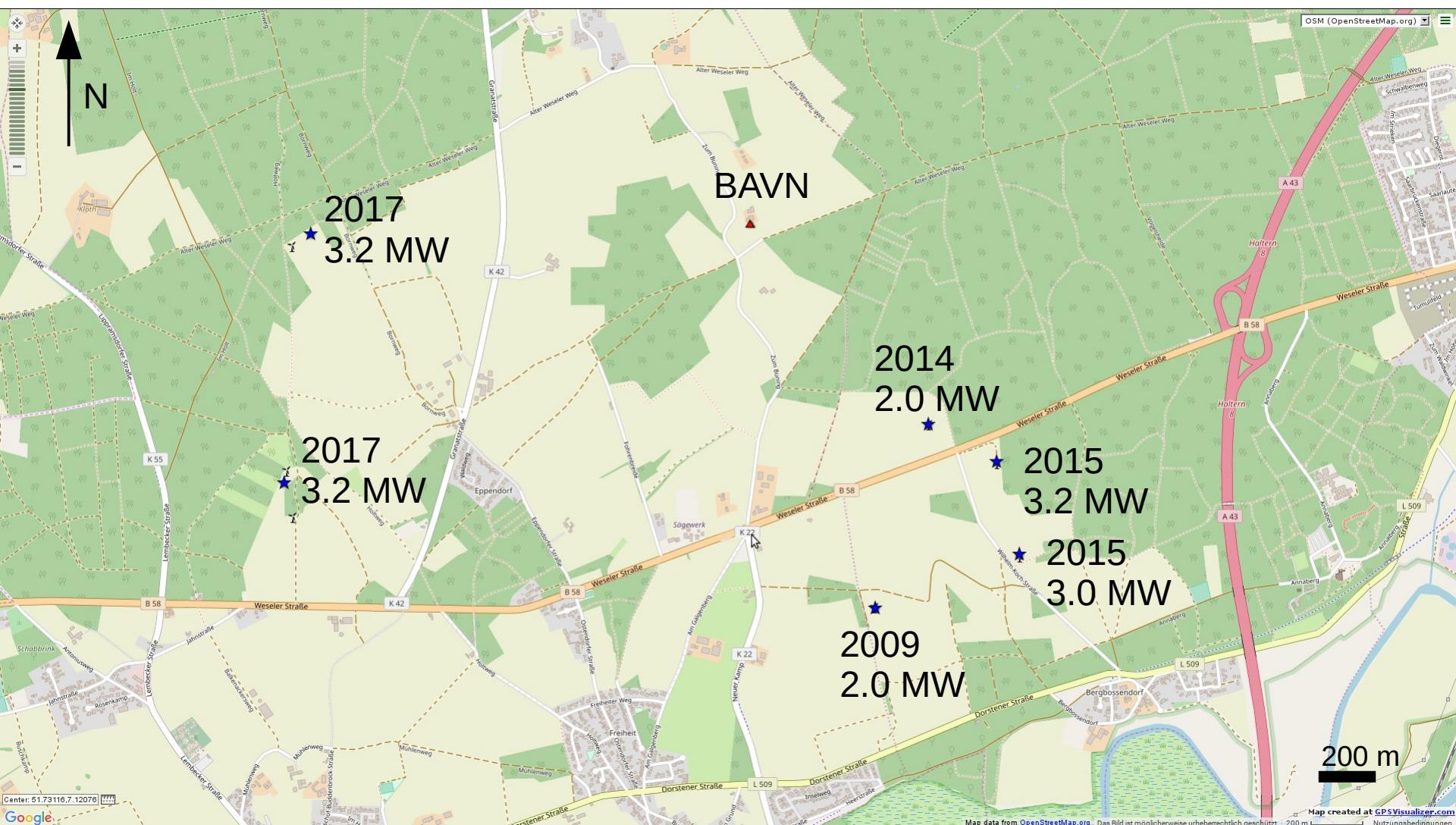


- Spektren in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit an existierenden Stationen berechnen
- Nach Errichtung aller WEA ist das Leistungsspektrum deutlich höher

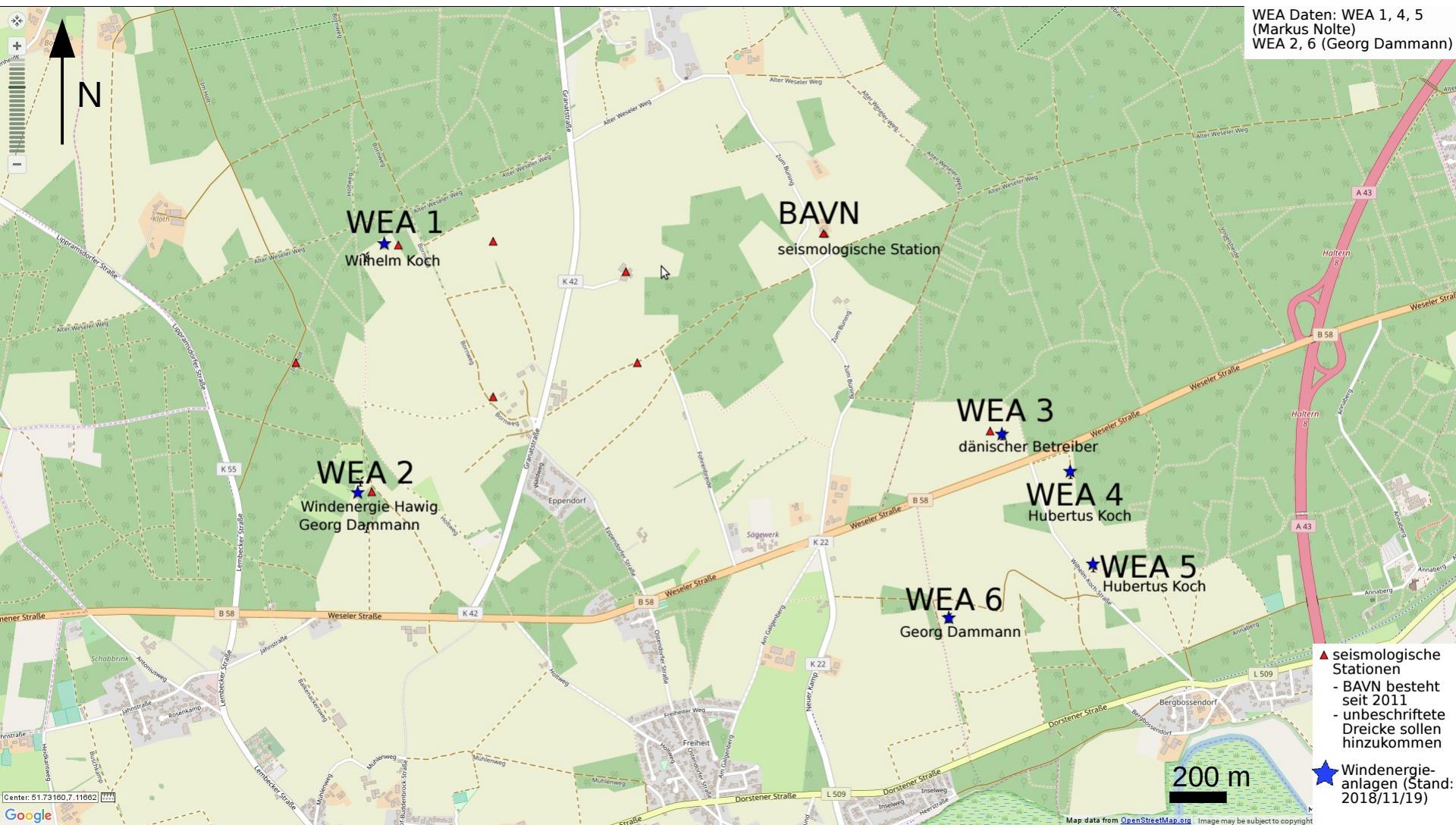
Standort Auswahl



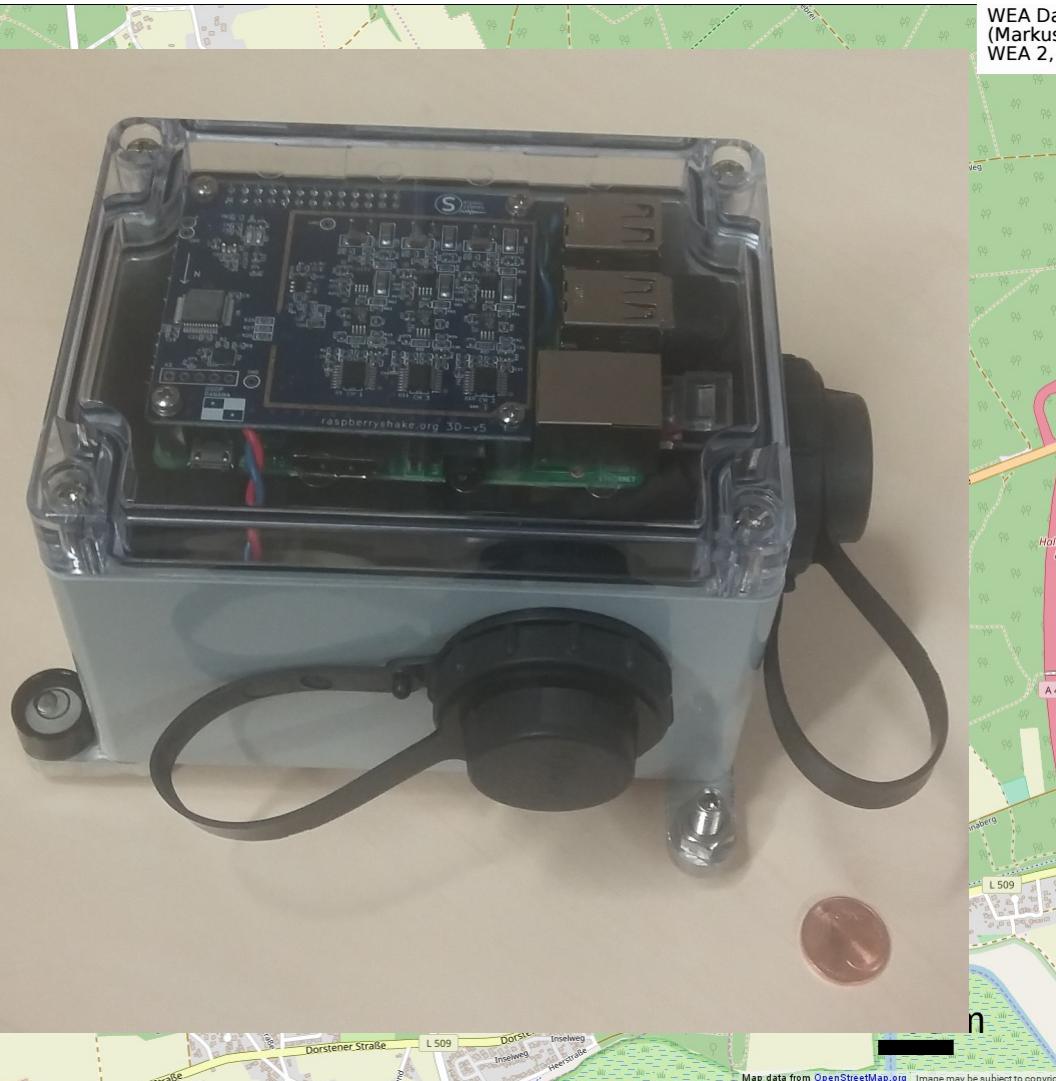
Standort Auswahl



Installation weiterer Stationen

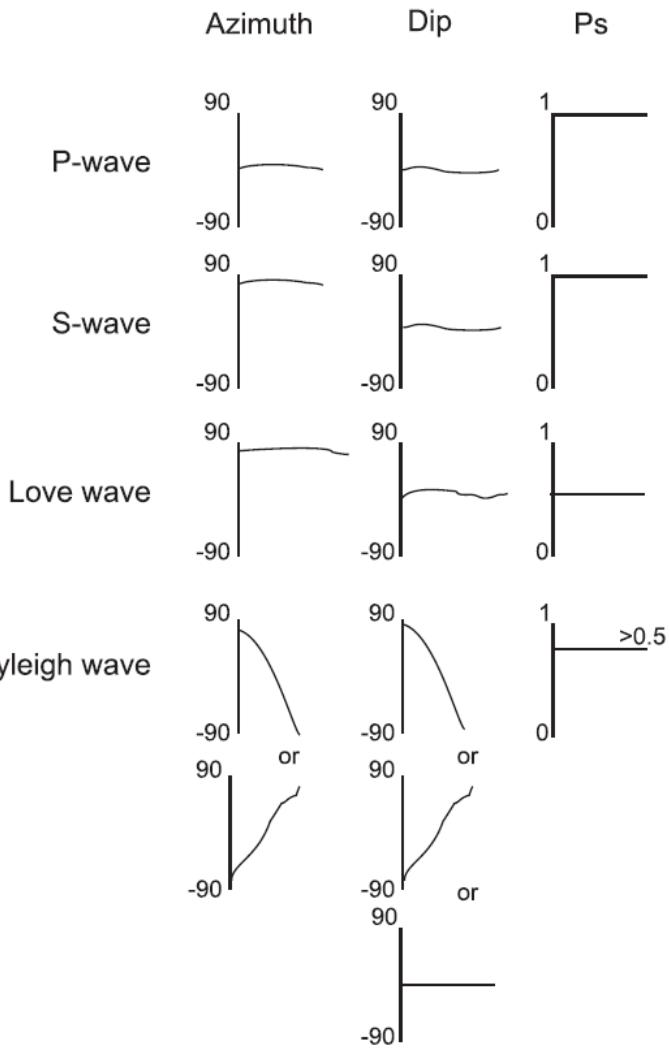


Installation weiterer Stationen



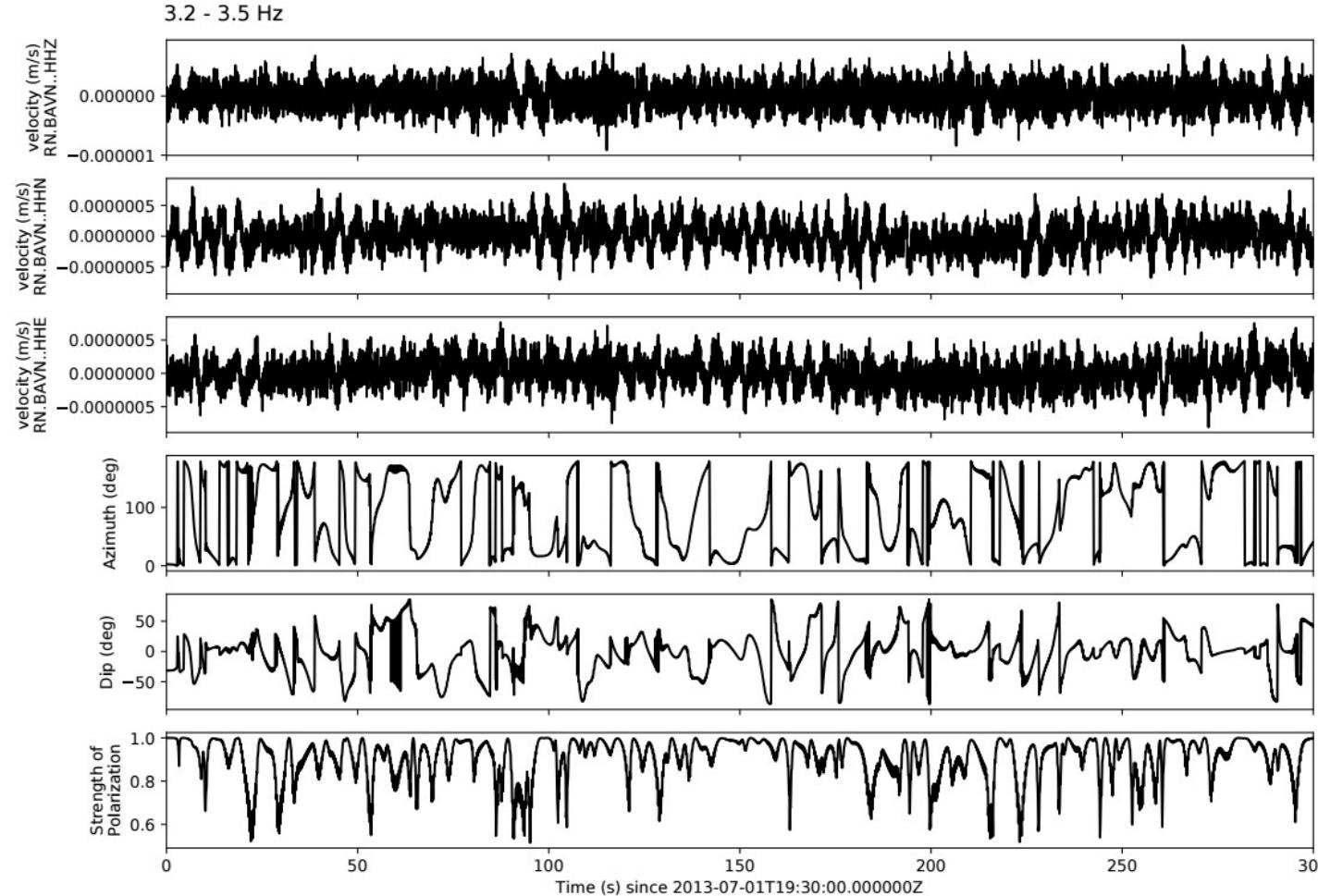
Polarisations-Analyse

- Polarisations-Analyse nach Jurkevics (1988)
- Beschreibung des Wellenfeldes an der seismologischen Station in bestimmten Frequenzbändern
 - Azimuth
 - Dip
 - Rectilinearity / Stärke des ankommenden Signals
- Untersuchung der Polarisation
 - ohne Erdbebensignal
 - Raumwellen eines Erdbebens
 - vor Errichtung der WEA
 - nach Errichtung der WEA
 - starker Wind
 - schwacher Wind



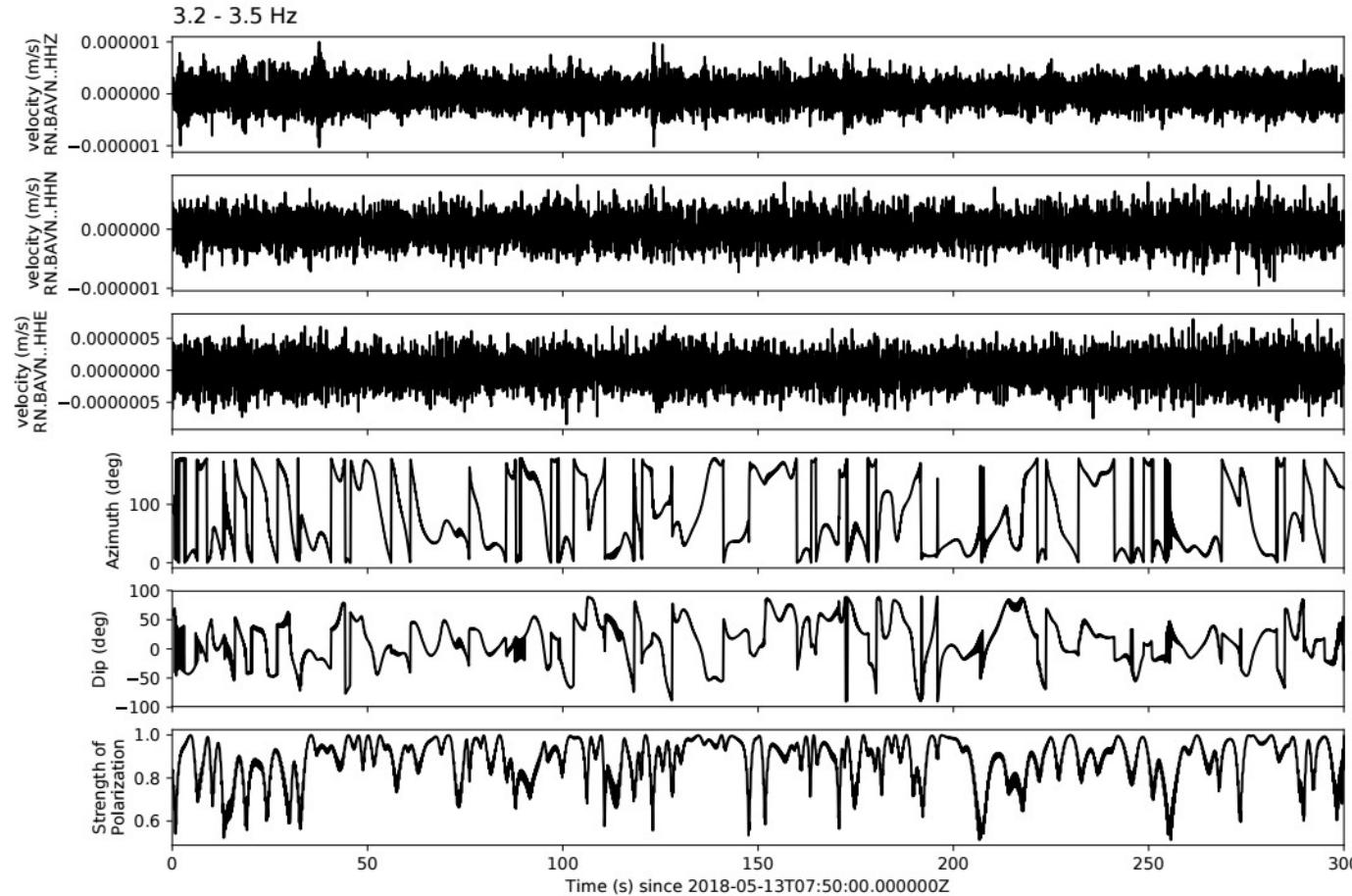
Westwood & Styles, Wind Energy, 2017

Polarisations-Analyse



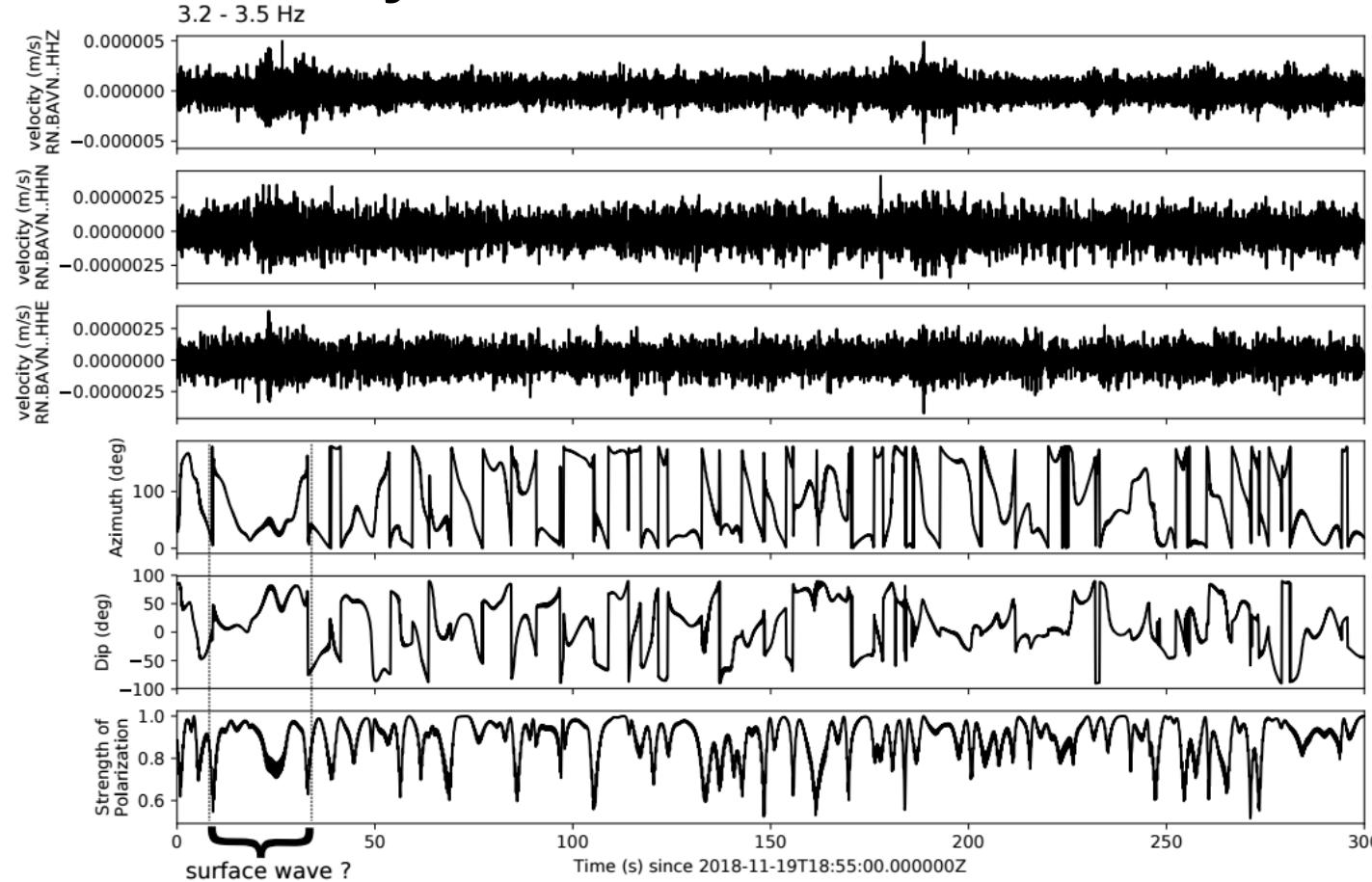
- Ein Windrad
- Windgeschwindigkeit ~ 1.4 m/s

Polarisations-Analyse



- Alle Windräder installiert
- Windgeschwindigkeit ~ 2 m/s
- Rotationsgeschwindigkeit ~ 0.22 rpm

Polarisations-Analyse



- Alle Windräder installiert
- Windgeschwindigkeit ~ 9 m/s
- Rotationsgeschwindigkeit ~ 12 rpm
- Eindeutige Wellentypen in den gezeigten Beispielen nur schwierig erkennbar

Zusammenfassung

- Standort Haltern am See
 - → Kontakt zu Eigentürmern der WEA besteht
- Weiterer Standort: Gräfenberg (1 WEA und Station GRA1)
- Wellenfeld ist komplex und dominierende Wellentypen und Richtungen sind schwierig erkennbar

Nächsten Schritte

- Weitere Analyse der Wellenfeldes (Polarisations-Analyse) im Zeit- und Frequenzbereich
- Installation von Seismometern in Haltern am See
- Implementierung einer Ähnlichkeitsanalyse zum Aufbau der Emissions-Immissions-Datenbank und Clusterung der Störsignale
 - Machine Learning

Zusatzmaterial

Korrelation von Rotationsgeschwindigkeit einer WEA in Haltern am See und Leistungsspektrien

