



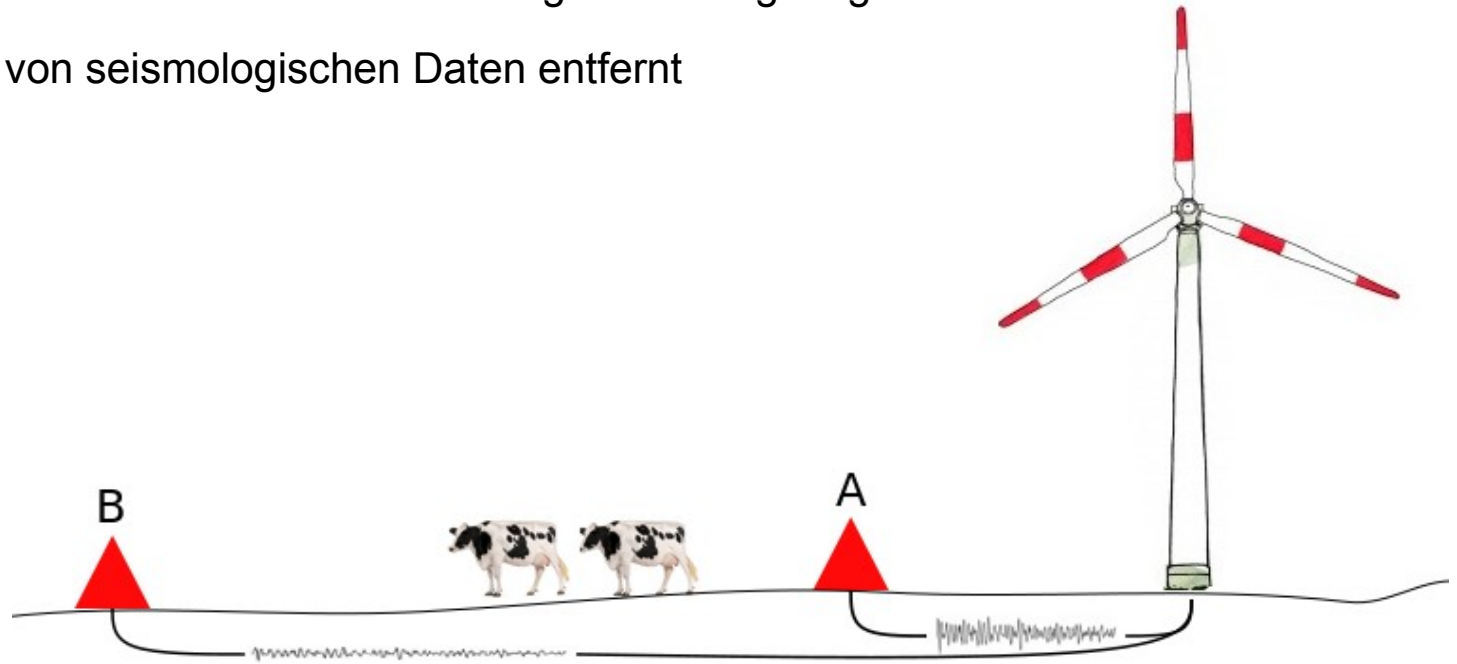
**RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM**

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

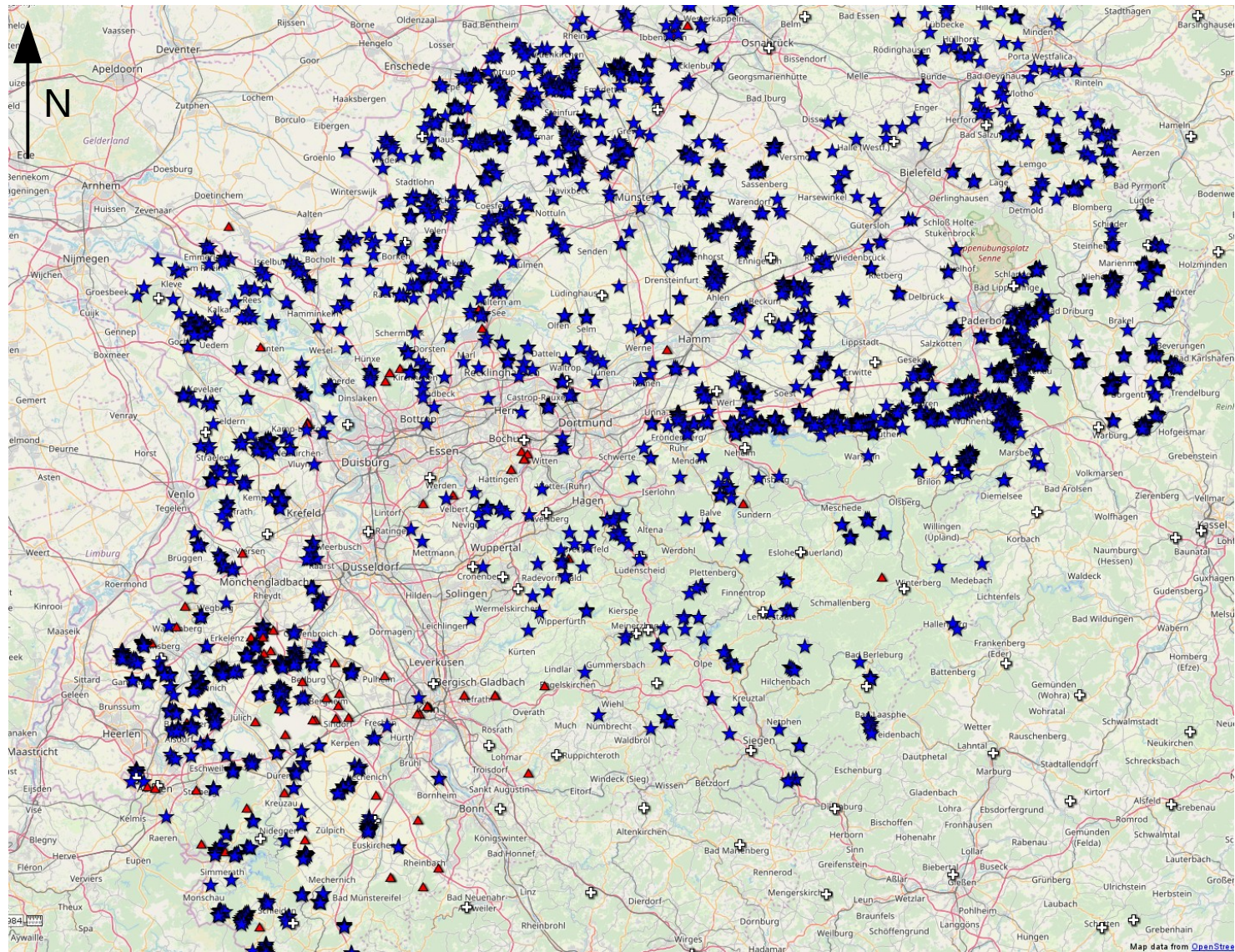
Janis Heuel, Wolfgang Friederich

# 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



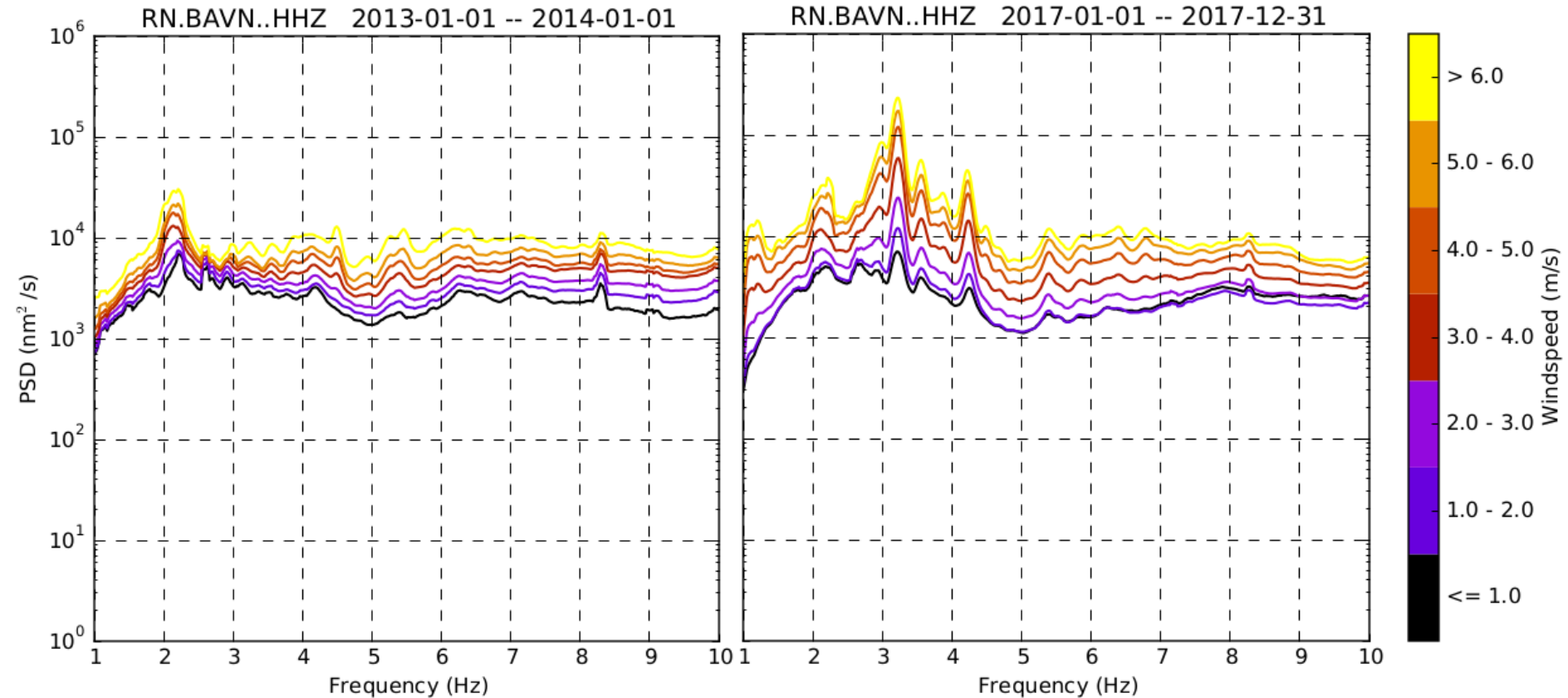
# Standort Auswahl



# Standort Auswahl

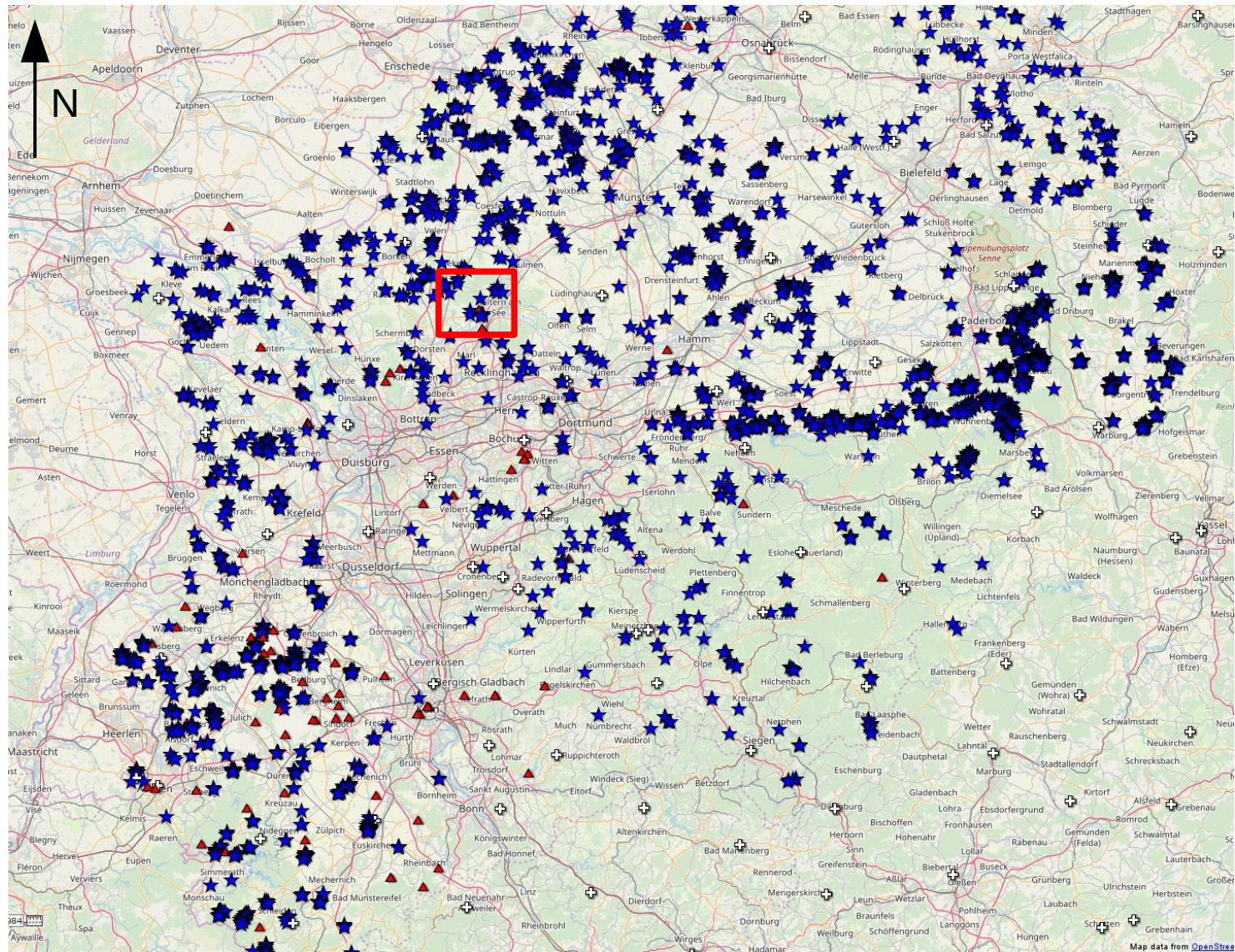
- Suche nach optimalen Standort
  - Ein Windrad in der Nähe einer bereits vorhanden seismologischen Station
  - Geringe weitere Noisequellen
- Berechnung von Spektren in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit an bereits vorhandenen seismologischen Stationen in der Nähe von WEA
  - GD NRW
  - Erdbebenstation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

# Standort Auswahl

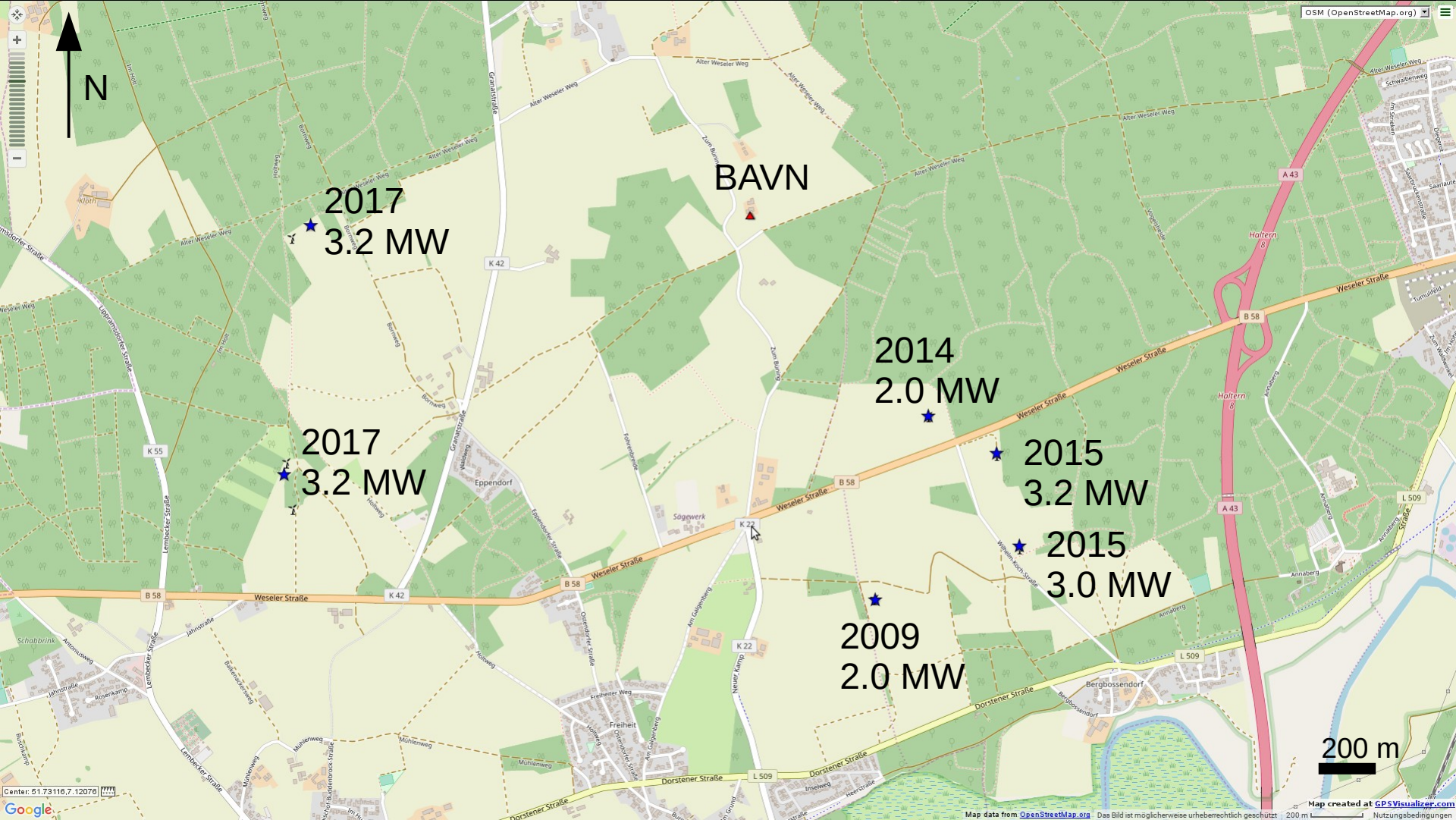


- Spektren in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit an existierenden Stationen berechnen
- Nach Errichtung aller WEA ist das Leistungsspektrum deutlich höher

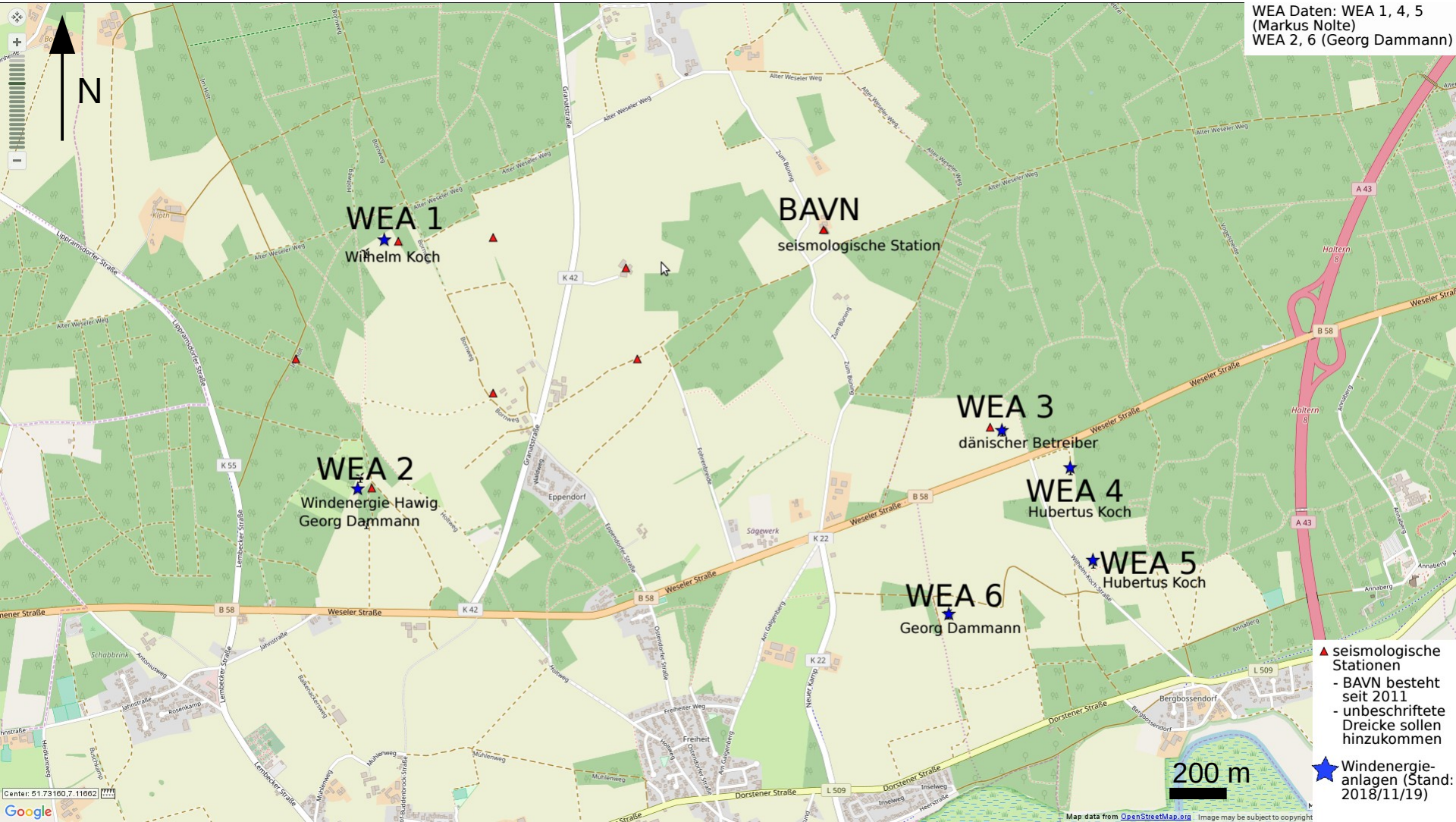
# Standort Auswahl



# Standort Auswahl



# Installation weiterer Stationen

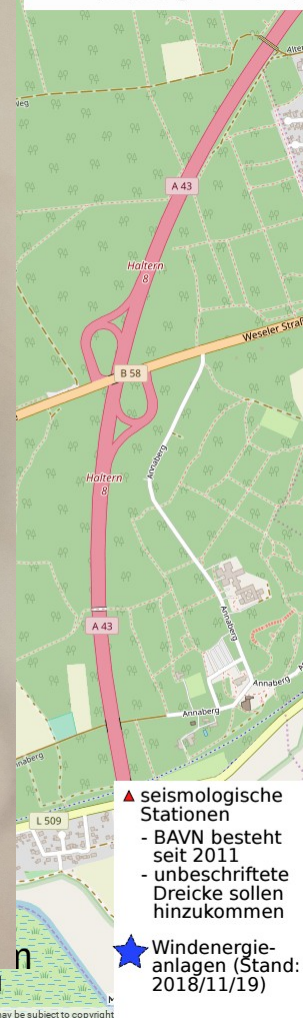




# Installation weiterer Stationen



WEA Daten: WEA 1, 4, 5  
(Markus Nolte)  
WEA 2, 6 (Georg Dammann)

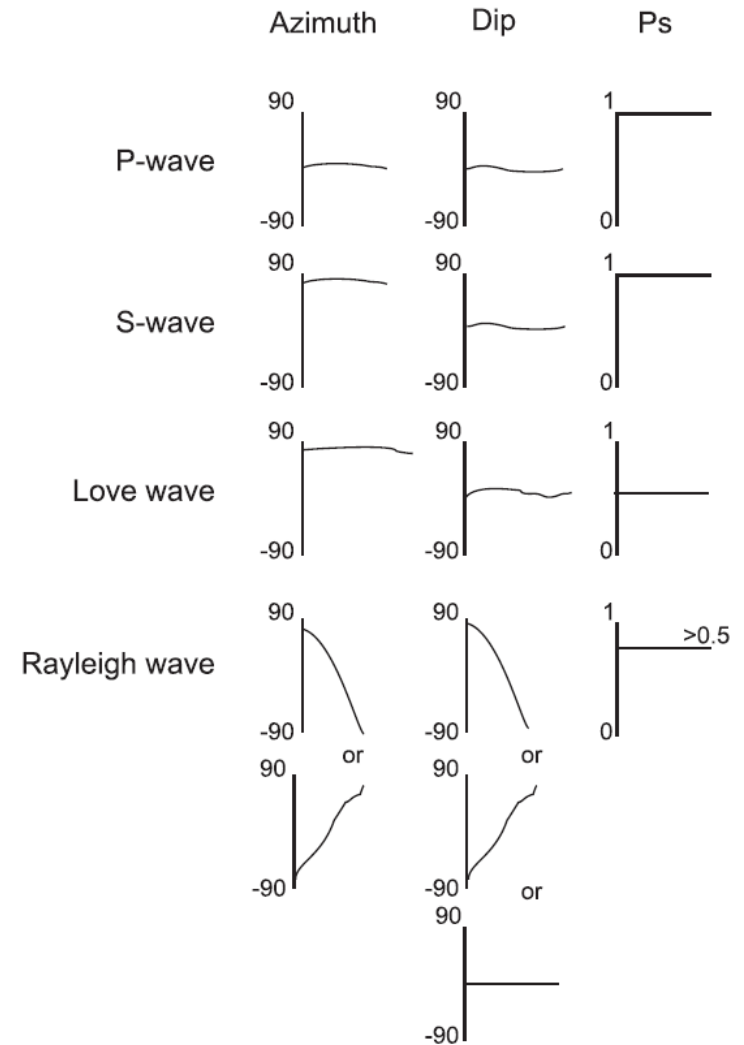


- ▲ seismologische Stationen
- BAVN besteht seit 2011
- unbeschriftete Dreiecke sollen hinzukommen

★ Windenergieanlagen (Stand: 2018/11/19)

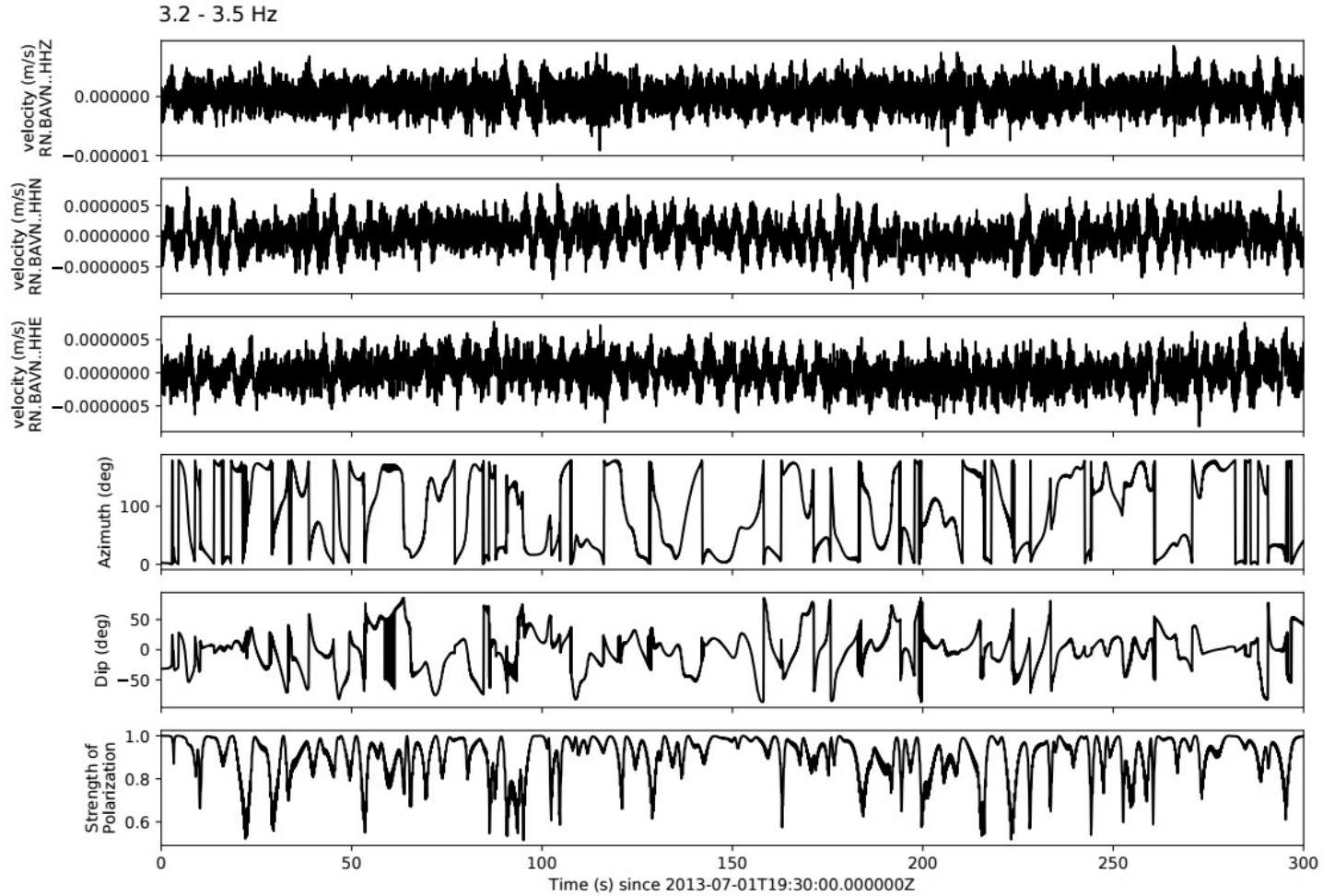
# Polarisations-Analyse

- 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



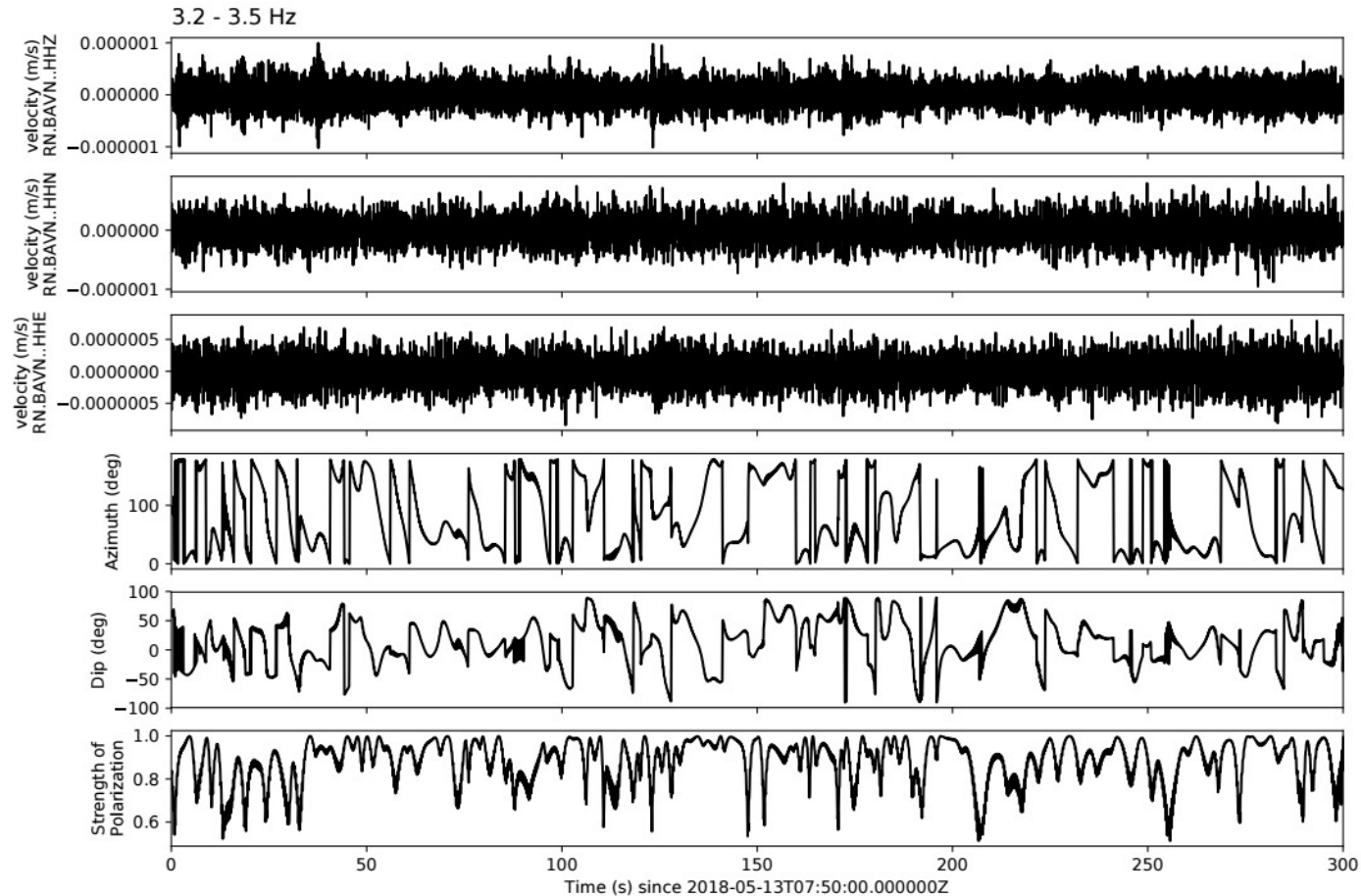
Westwood & Styles, Wind Energy, 2017

# Polarisations-Analyse



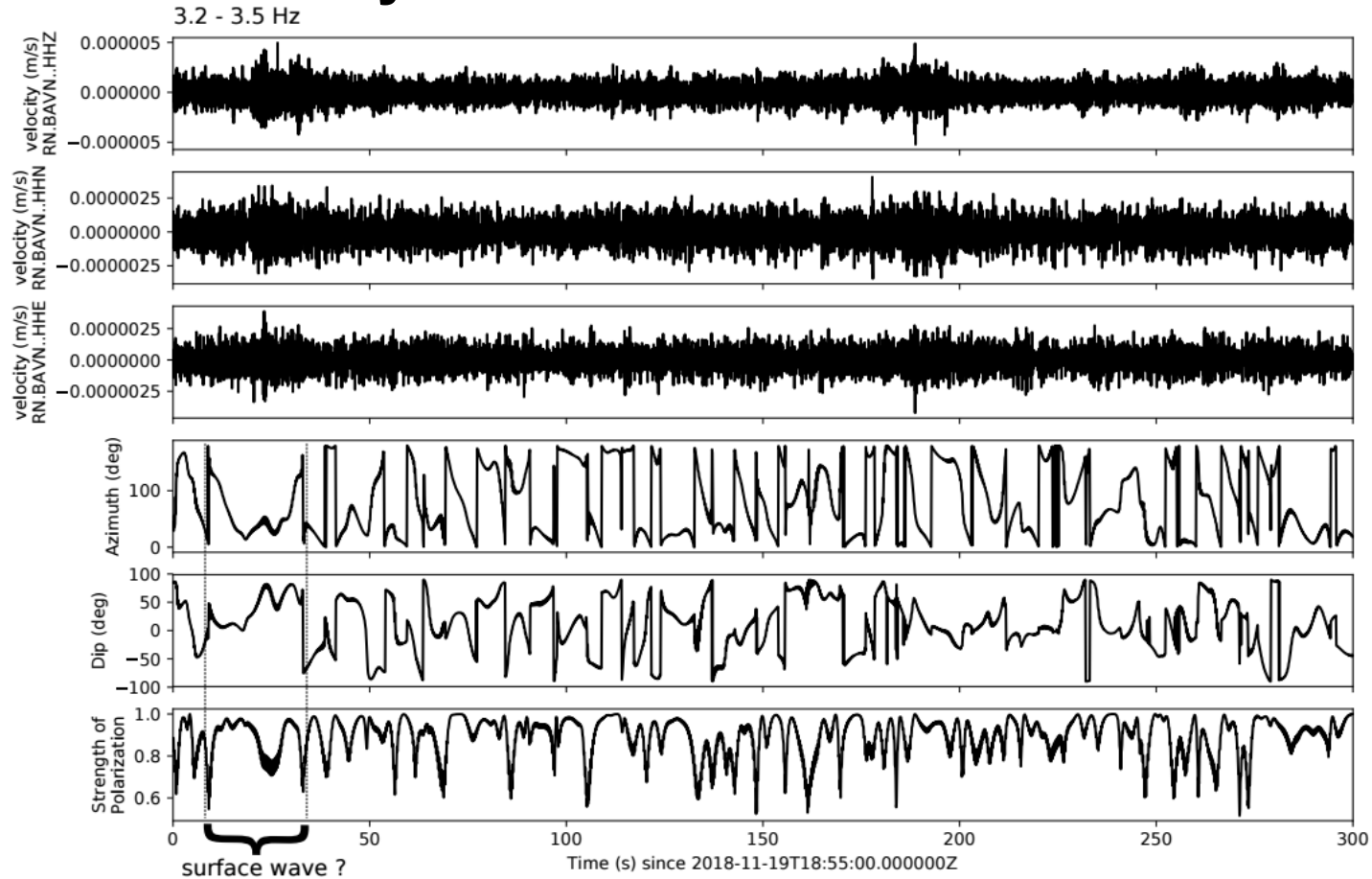
- Ein Windrad
- Windgeschwindigkeit ~ 1.4 m/s

# Polarisations-Analyse



- Alle Windräder installiert
- Windgeschwindigkeit  $\sim 2$  m/s
- Rotationsgeschwindigkeit  $\sim 0.22$  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 Eigentümern 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 Leistungsspektren

