



EUROPÄISCHE UNION  
Investition in unsere Zukunft  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung

2014

EFRE.NRW  
Investitionen in Wachstum  
und Beschäftigung

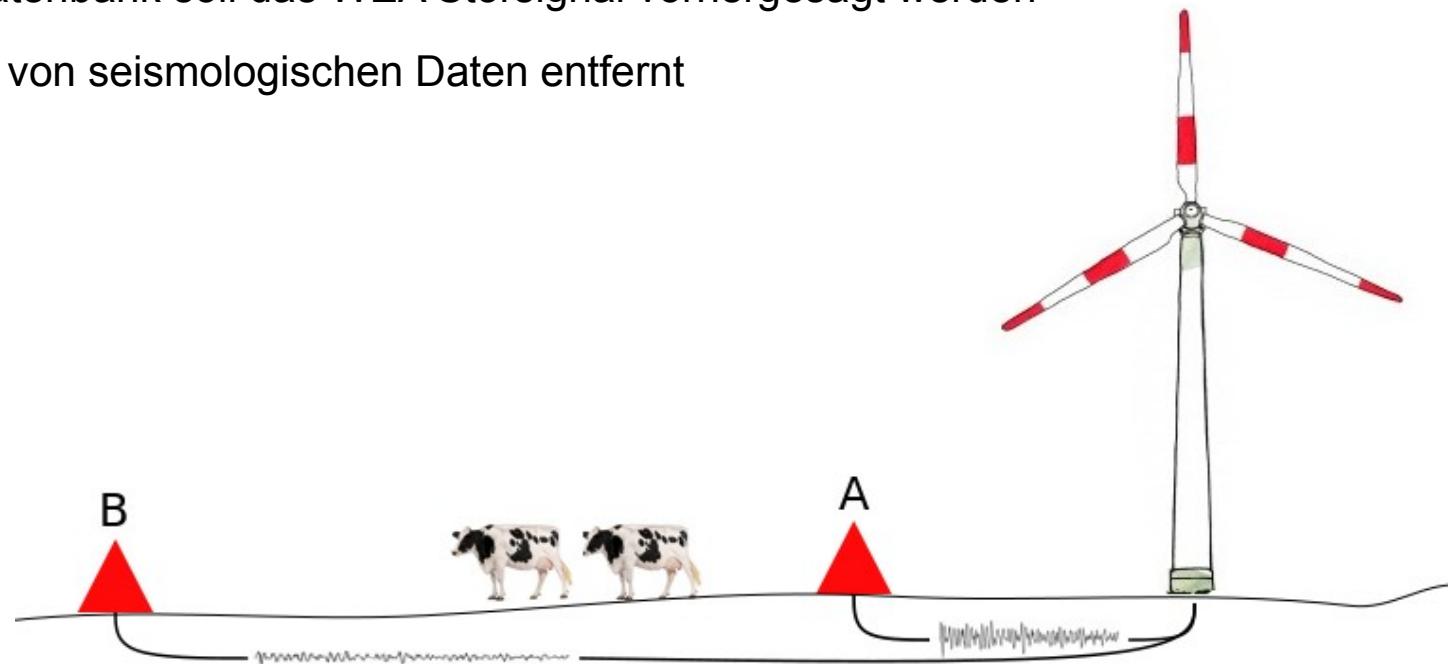
RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

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

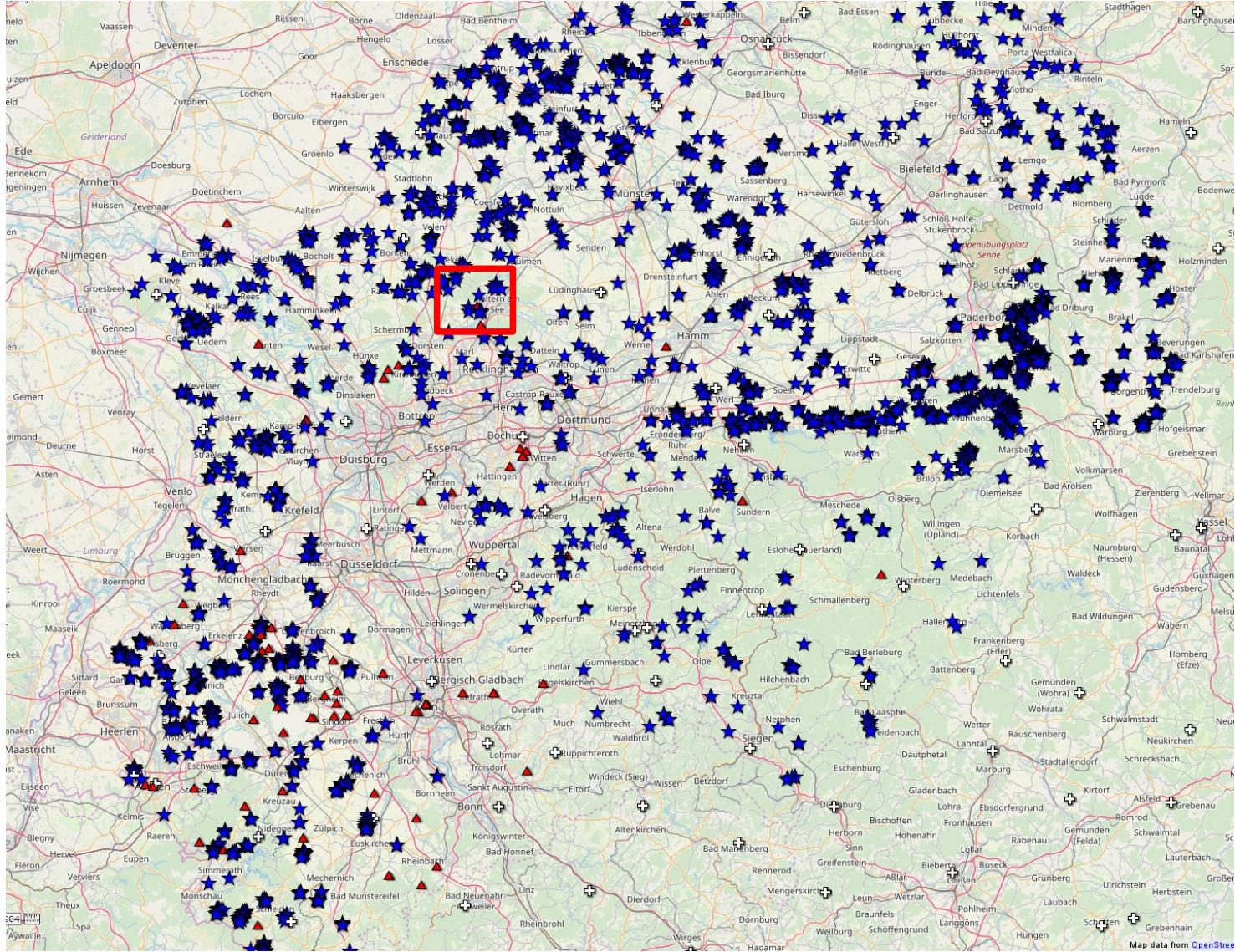
Janis Heuel, Wolfgang Friederich

# Zielsetzung

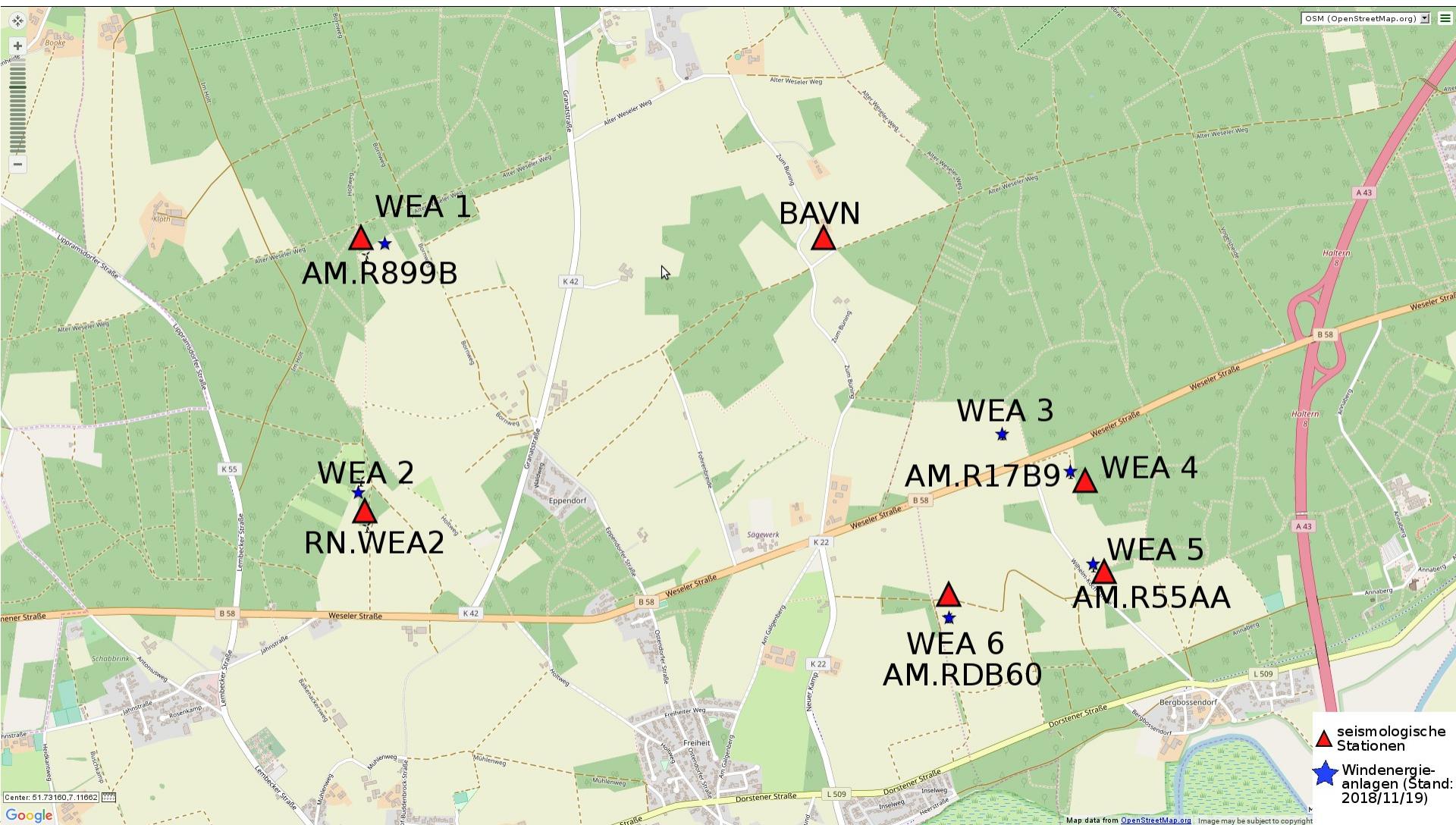
- Entwicklung eines deterministischen Prognoseverfahrens um Störsignale einer WEA an einer seismologischen Station zu entfernen
- Aufbau einer Emissions-Immissions Datenbank, in der Störsignale in der Nähe der WEA und das imitierte Signal in gewisser Entfernung zur WEA gespeichert werden
- Mit Hilfe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



# Standort Auswahl



# Standort Auswahl

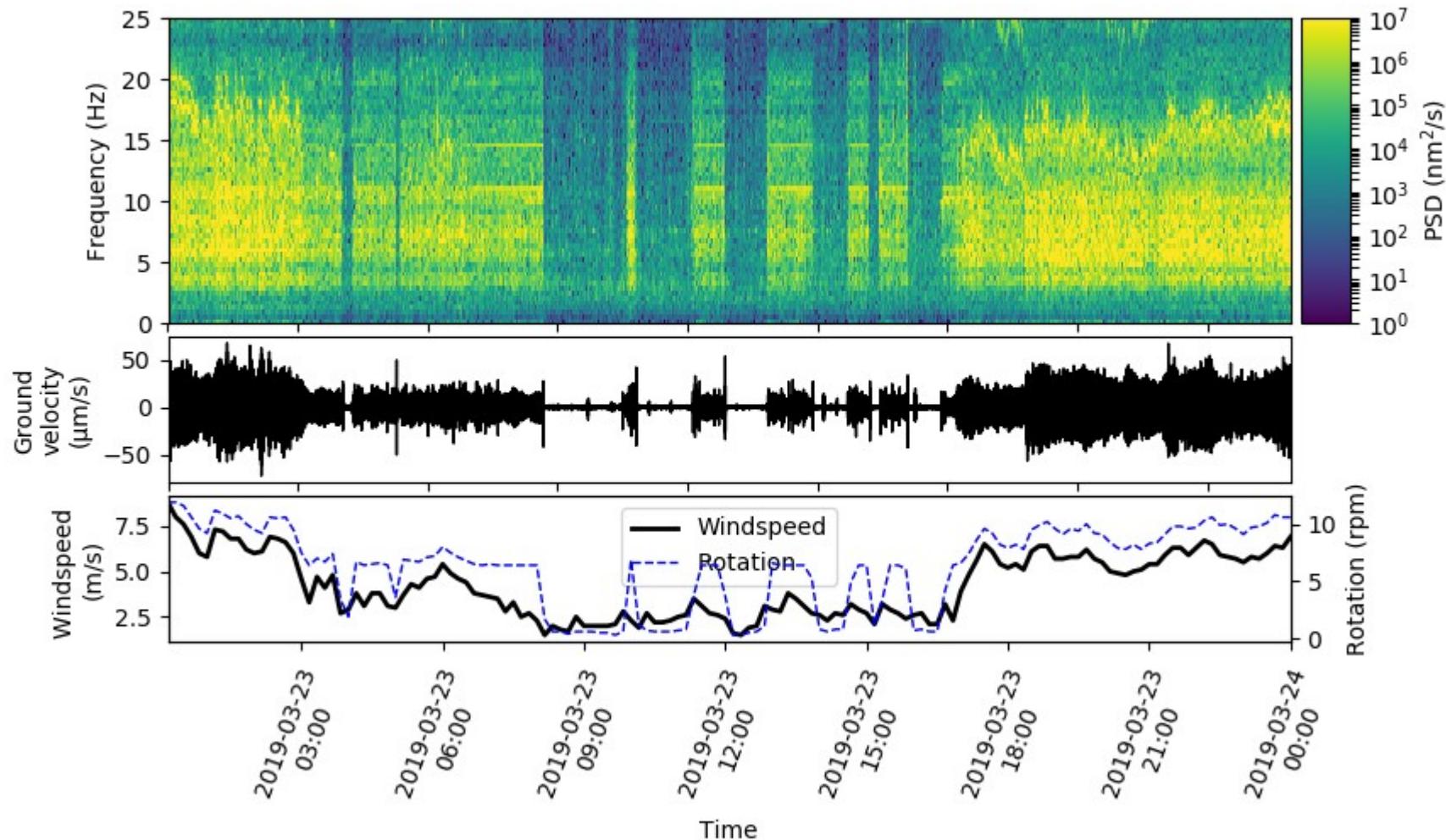




# Zeitreihenanalyse

AM.R899B.00.EHZ

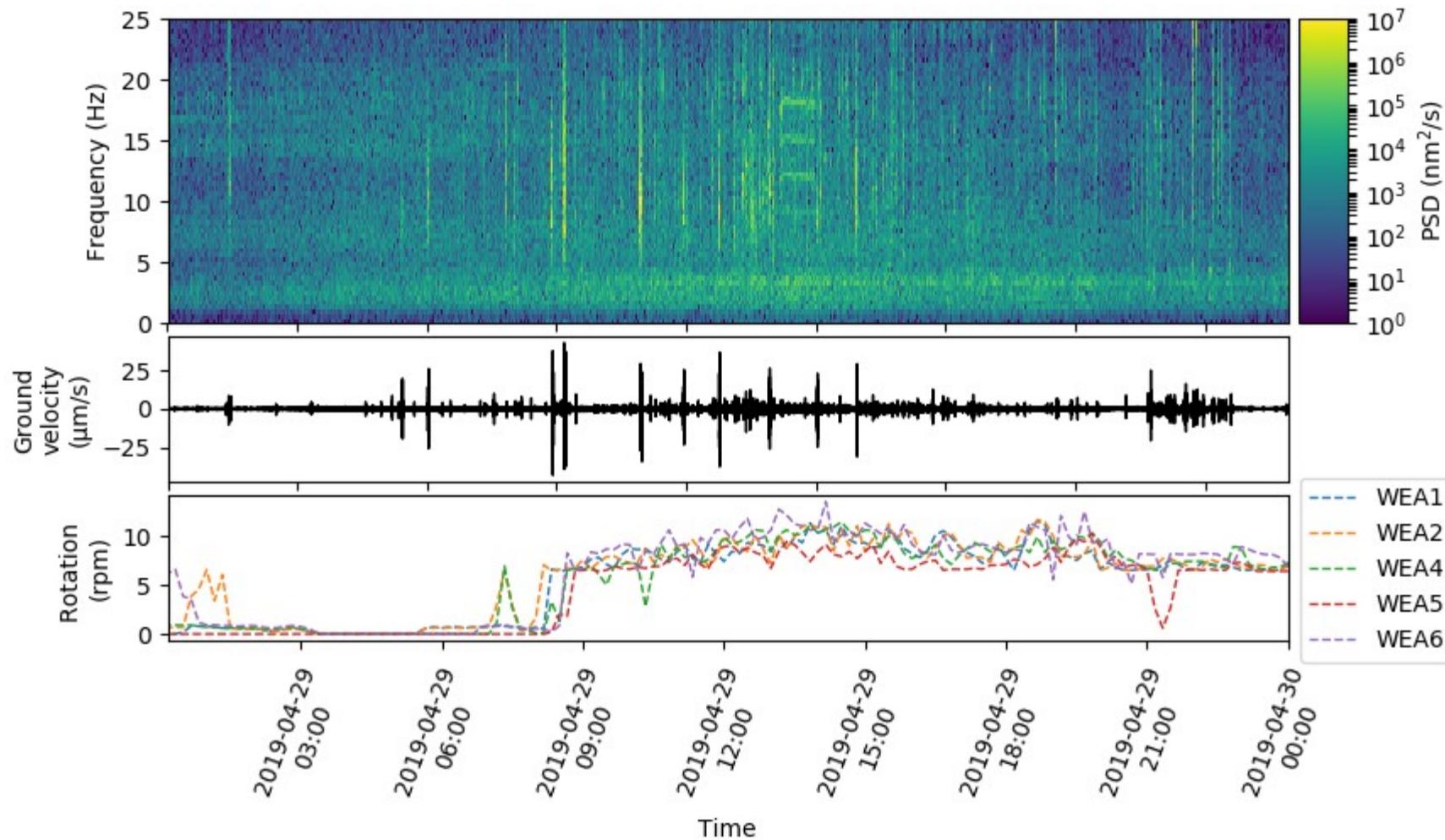
2019-03-23T00:00:01.413999Z--2019-03-24T00:00:00.833999Z



# Zeitreihenanalyse

RN.BAVN..EHZ

2019-04-29T00:00:02.700000Z--2019-04-30T00:00:03.830000Z



# Polarisation (Frequenzabhängig)

## Frequency Dependent Polarization Analysis of High-Frequency Seismograms

JEFFREY PARK<sup>1</sup>

*Geophysical Fluid Dynamics Program, Princeton University, Princeton, New Jersey*

FRANK L. VERNON III AND CRAIG R. LINDBERG

*Institute of Geophysics and Planetary Physics, Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, La Jolla*

## Frequency dependent polarization analysis of ambient seismic noise recorded at a broadband seismometer in the central United States\*

Keith D. Koper<sup>1,†</sup> and Veronica L. Hawley<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Department of Geology and Geophysics, University of Utah, Salt Lake City, Utah 84112, USA*

<sup>2</sup> *Department of Earth and Atmospheric Sciences, Saint Louis University, St. Louis, MO 63108, USA*

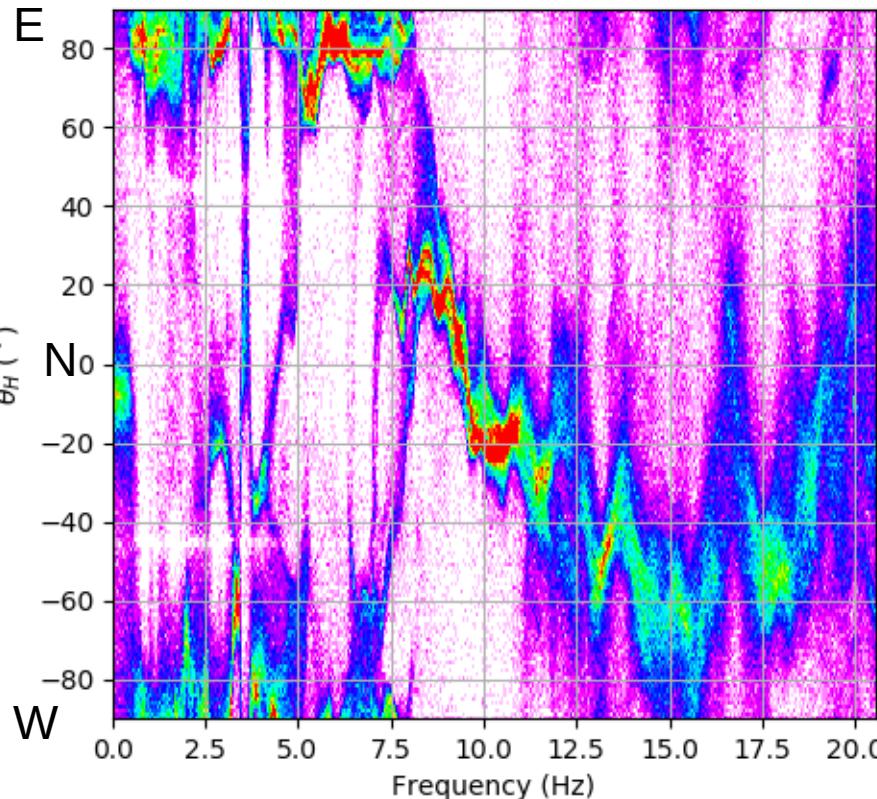
# Polarisation (Frequenzabhängig)

Parameter von frequenzabhängiger Polarisationsanalyse:

- Azimut
- Inklinationswinkel
- Phasenunterschied vertikal/horizontal
- Phasenunterschied horizontal/horizontal

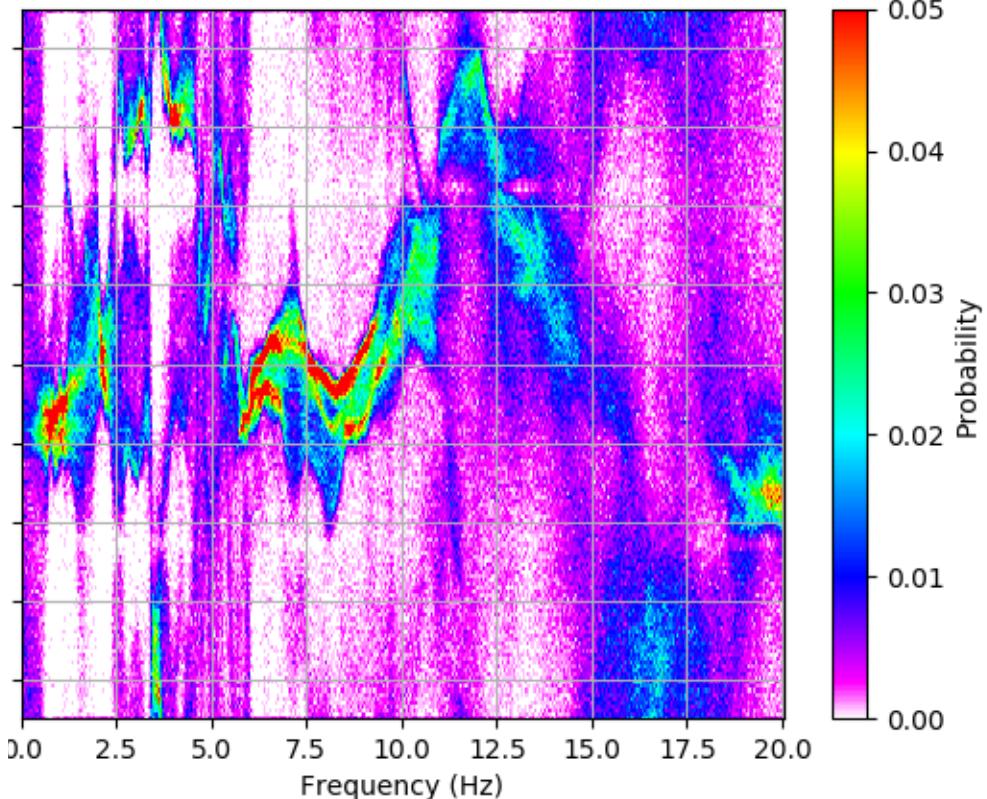
R899B

2019-03-21--2019-05-31



R55AA

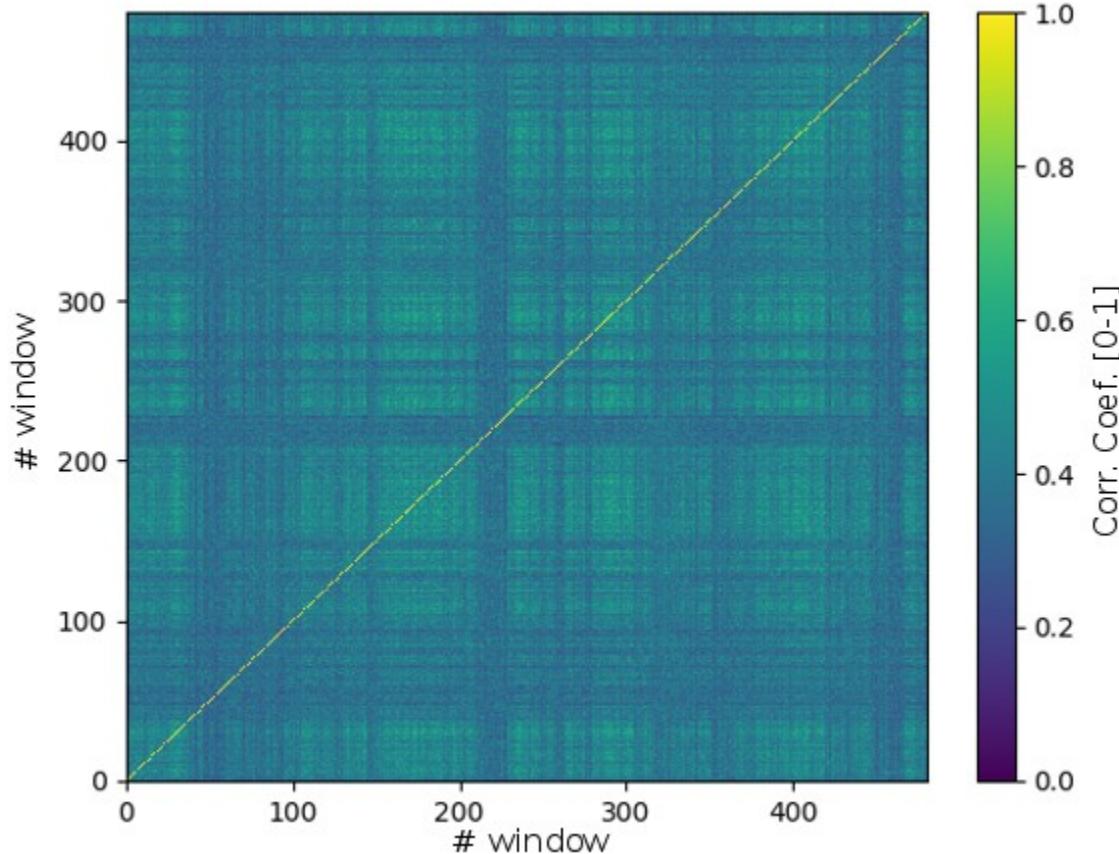
2019-03-21--2019-05-31



# Ähnlichkeitsanalyse (Zeitbereich)

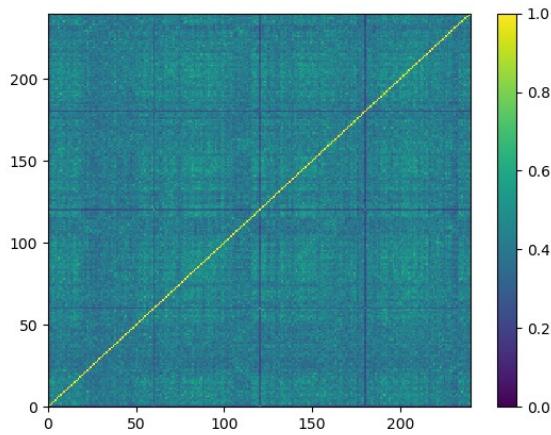
- Ziel: Finden von hochähnlichen Signalen an der seismologischen Station in der Nähe der WEA
- Korrelationsmatrix aus 5 s Zeitfenstern zeigt kaum ähnliche Signale  
→ vorige Sortierung nach Betriebsparametern der WEA

AM.R889B.00.EHZ  
Fensterlänge = 5 s

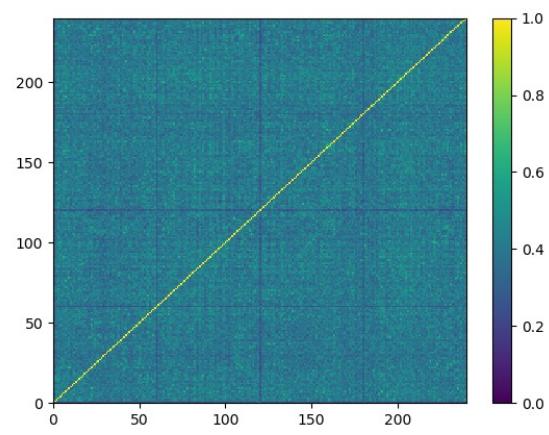


# Ähnlichkeitsanalyse (Zeitbereich)

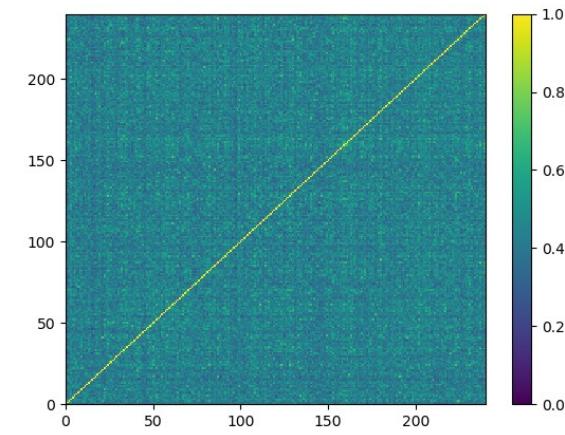
$f_{\min} = 1$   $f_{\max} = 3$



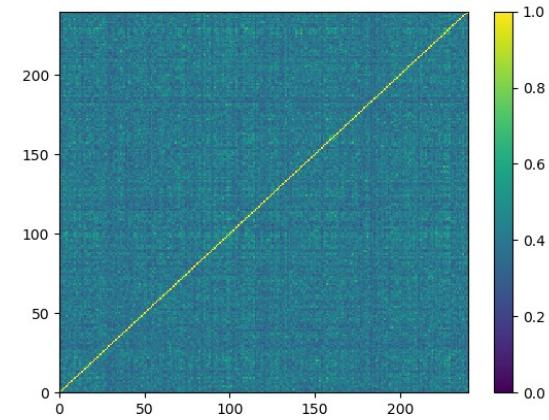
$f_{\min} = 3$   $f_{\max} = 5$



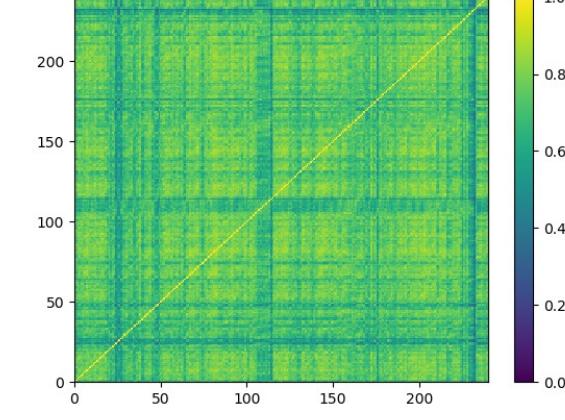
$f_{\min} = 5$   $f_{\max} = 7$



$f_{\min} = 7$   $f_{\max} = 9$



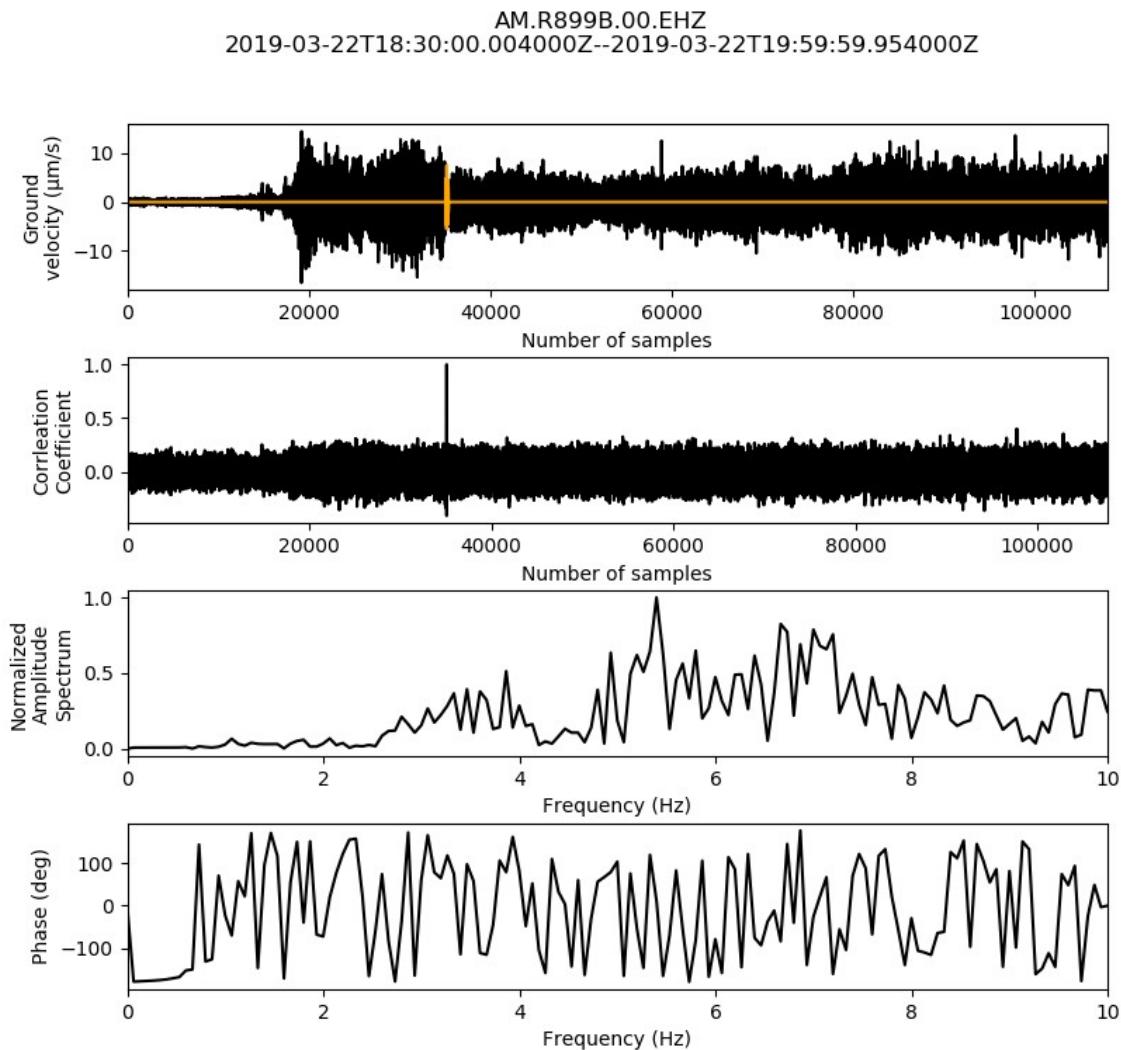
$f_{\min} = 9$   $f_{\max} = 11$



Ähnlichkeitsanalyse für  
verschiedene  
Frequenzbänder  
(Fensterlänge = 10 s)

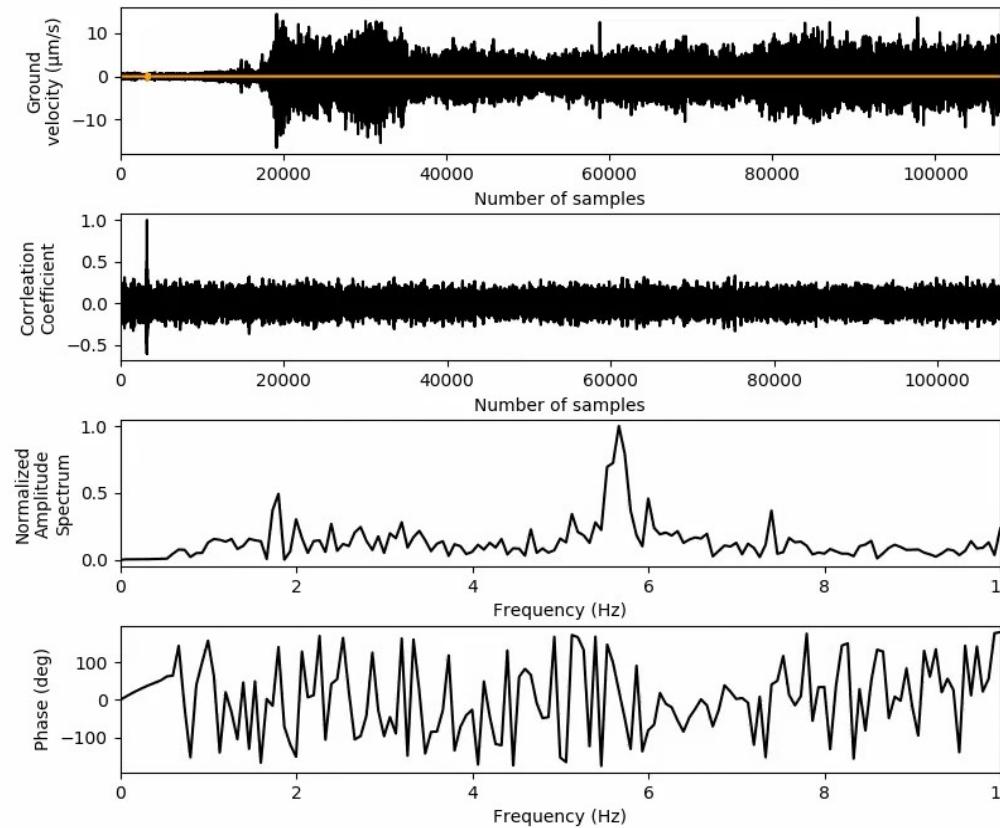
# Ähnlichkeitsanalyse (Zeitbereich)

- Kleines Zeitfenster (hier 15 s) aus einer Datenreihen nehmen und Zeitfenster über die gesamte Zeitreihe schieben  
→ Wiederholt sich das Signal?
- Zuvor: 10 Hz Tiefpassfilter und downsampling auf 20 Hz
- Amplituden- und Phasenspektrum des Zeitfensters



# Ähnlichkeitsanalyse (Zeitbereich)

AM.R899B.00.EHZ  
2019-03-22T18:30:00.004000Z--2019-03-22T19:59:59.954000Z



## Time domain classification and quantification of seismic noise in an urban environment

J. C. Groos and J. R. R. Ritter

Geophysical Institute, Universität Karlsruhe (TH), Hertzstrasse 16, 76187 Karlsruhe, Germany. E-mail: joern.groos@gpi.uni-karlsruhe.de

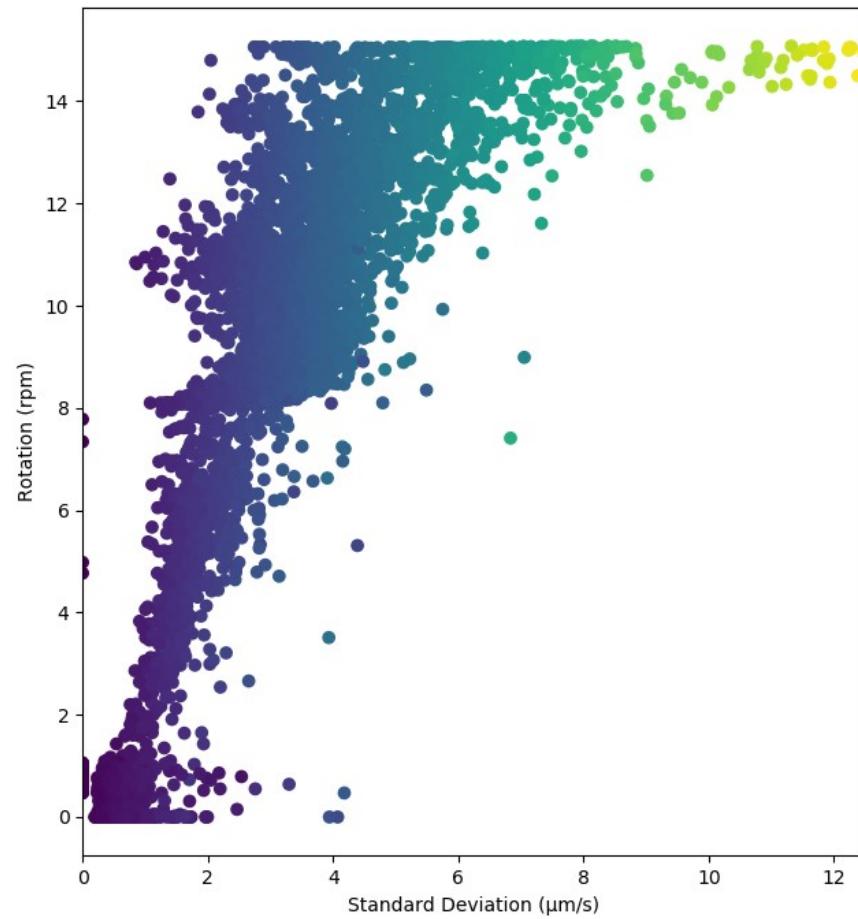
**Table 4.** The time-series parameters used for the classification are given with their abbreviations.

Parameter	Description	Gaussian
$\sigma_2$	I95.45/I68	Ratio between the range of the 95.45 per cent and the 68 per cent interval
$\sigma_3$	I99.73 /I68	Ratio between the range of the 99.73 per cent and the 68 per cent interval
Peak factor (pf)	I99.73/I95.45	Ratio between the range of the 99.73 per cent and the 95.45 per cent interval
P84STD	P84/ $\sigma$	Ratio between the 84-percentile and the standard deviation of the time-series
Symmetry of I68 (SI68)	P84/P16	Ratio between the upper and lower boundary of the 68 per cent interval
Symmetry of I95 (SI95)	P97.725/P2.275	Ratio between the upper and lower boundary of the 95.45 per cent interval

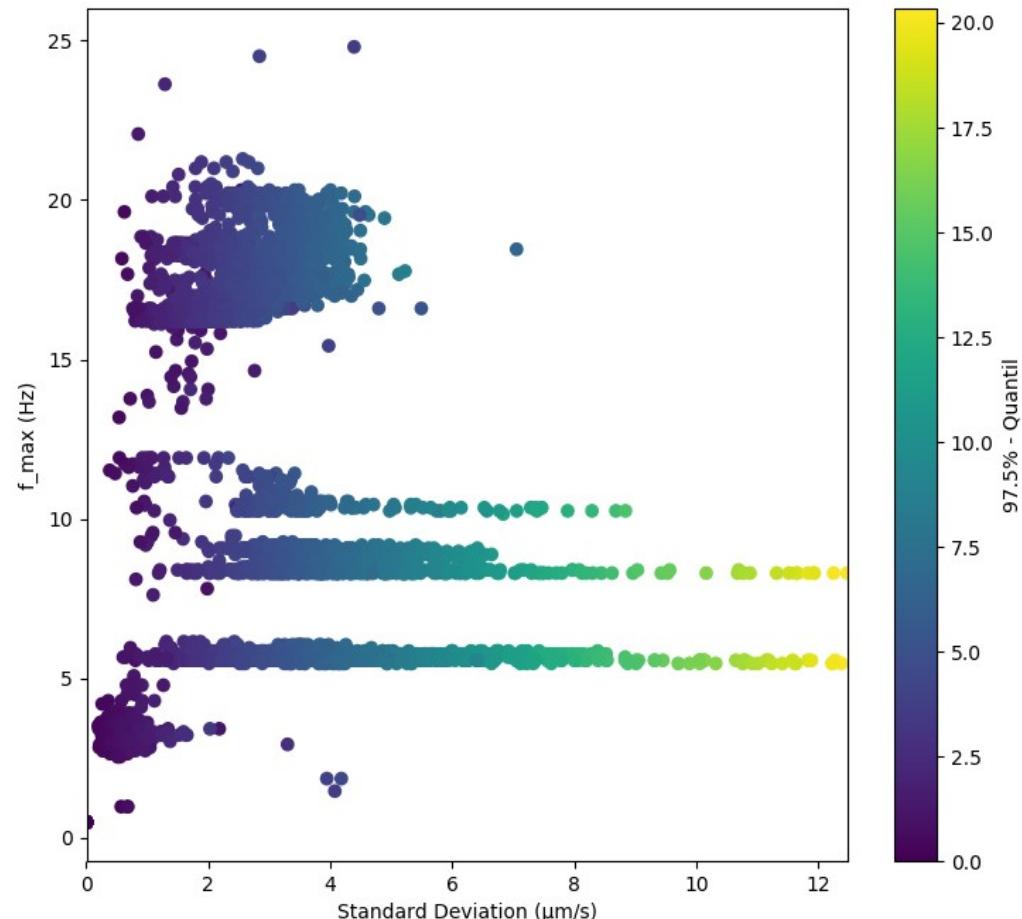
*Note:* The theoretical values of the parameters in the case of a Gaussian distribution are given in the right-hand column.

# Klassifizierung

WEA 6 | AM.RDB60.EHZ



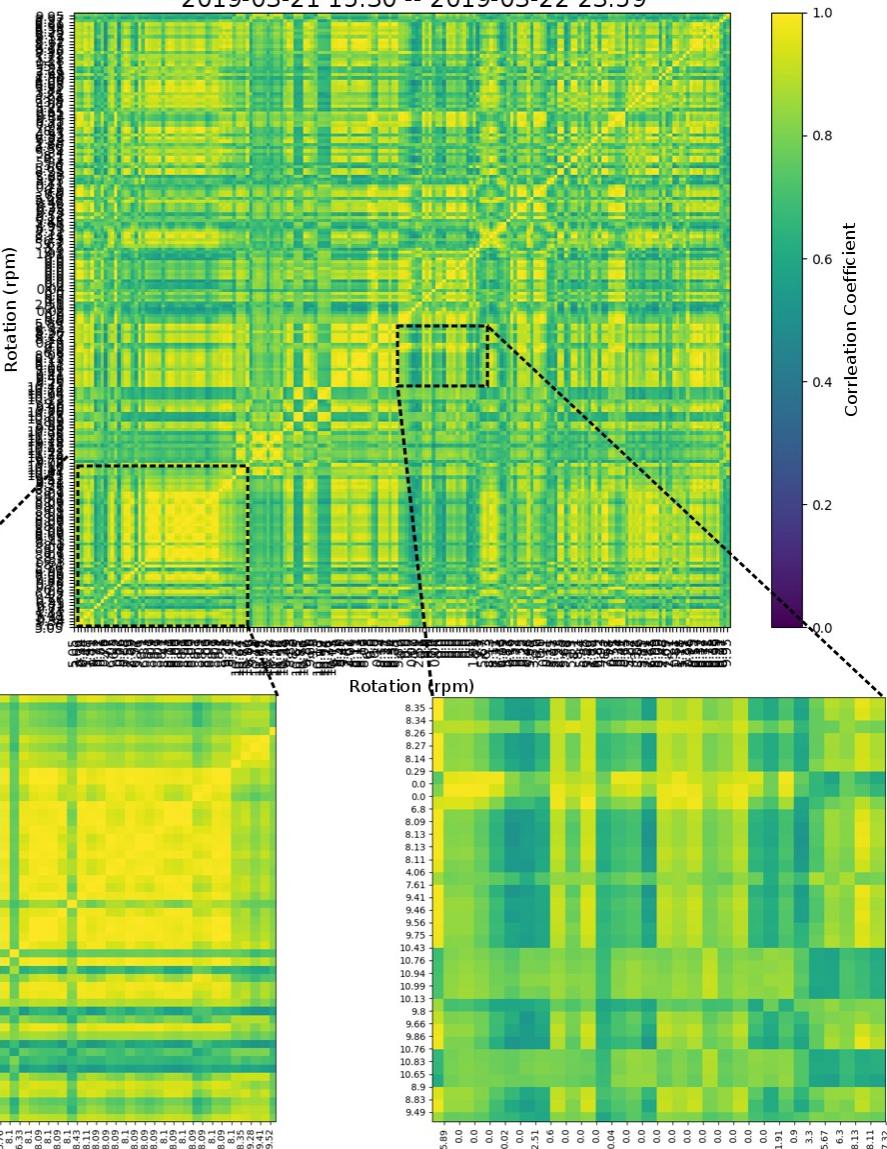
WEA 6 | AM.RDB60.EHZ



# Ähnlichkeitsanalyse (PSD)

AM.RDB60.00.EHZ

- Korrelation von 10-min PSD-Kurven
- Ähnliche Rotationsgeschwind. führen zu ähnlichen PSD-Kurven
- Unähnliche Rotationsgeschwind. führen zu unähnlichen PSD-Kurven



# Zusammenfassung

- Betriebszustand der WEA lässt sich einfach an Hand der seismologischen Aufzeichnung erkennen (keine detaillierte Information über Rotation, etc.)
- Ähnlichkeitsanalyse im Zeitbereich bisher schwierig
- Ähnlichkeitsanalyse im Frequenzbereich liefert bessere Ergebnisse

- Was hat die Phase für eine Bedeutung?
- Weitere Parameter zur Klassifizierung (instantane Frequenz, etc.)?

