



RUB



EUROPÄISCHE UNION  
Investition in unsere Zukunft  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung

2050

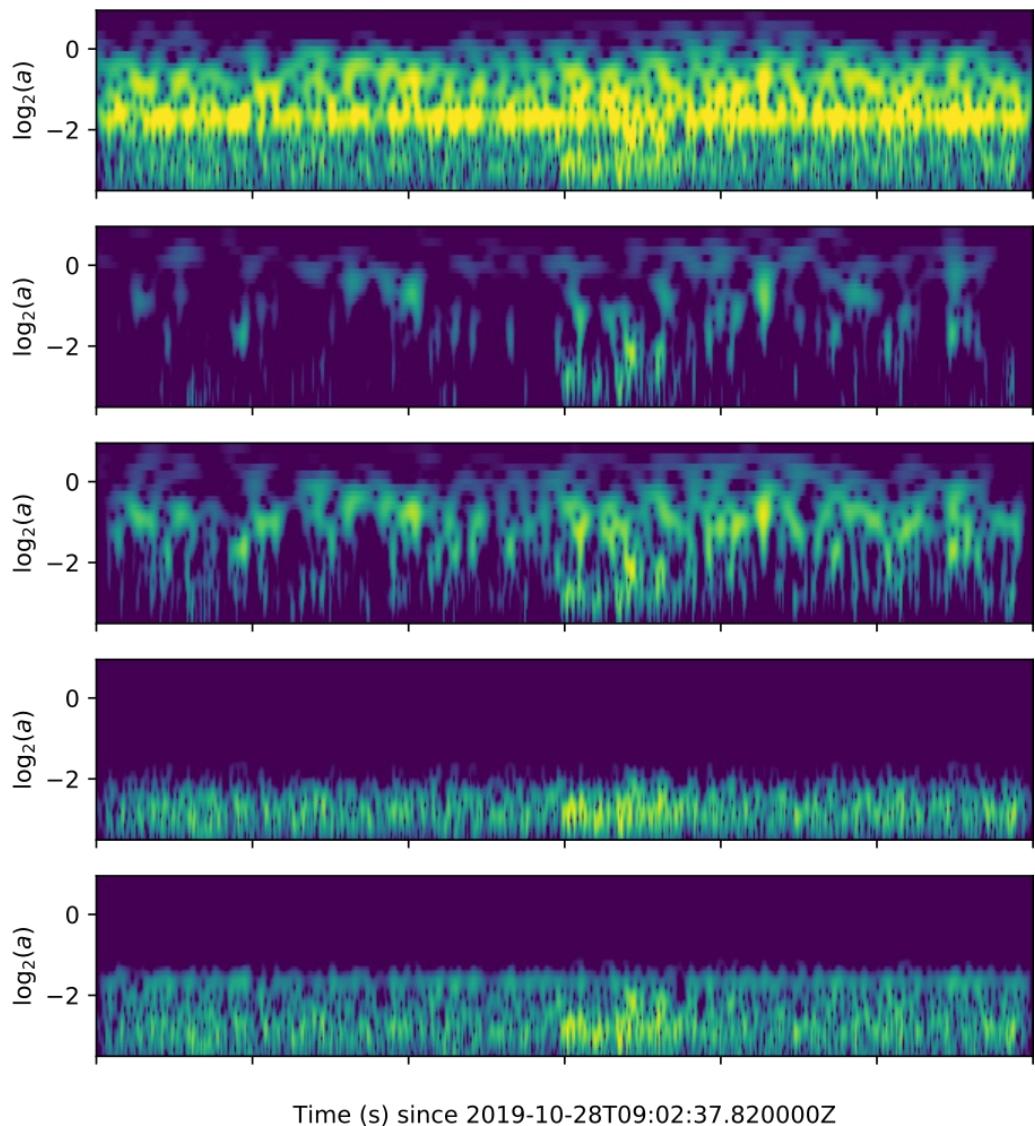
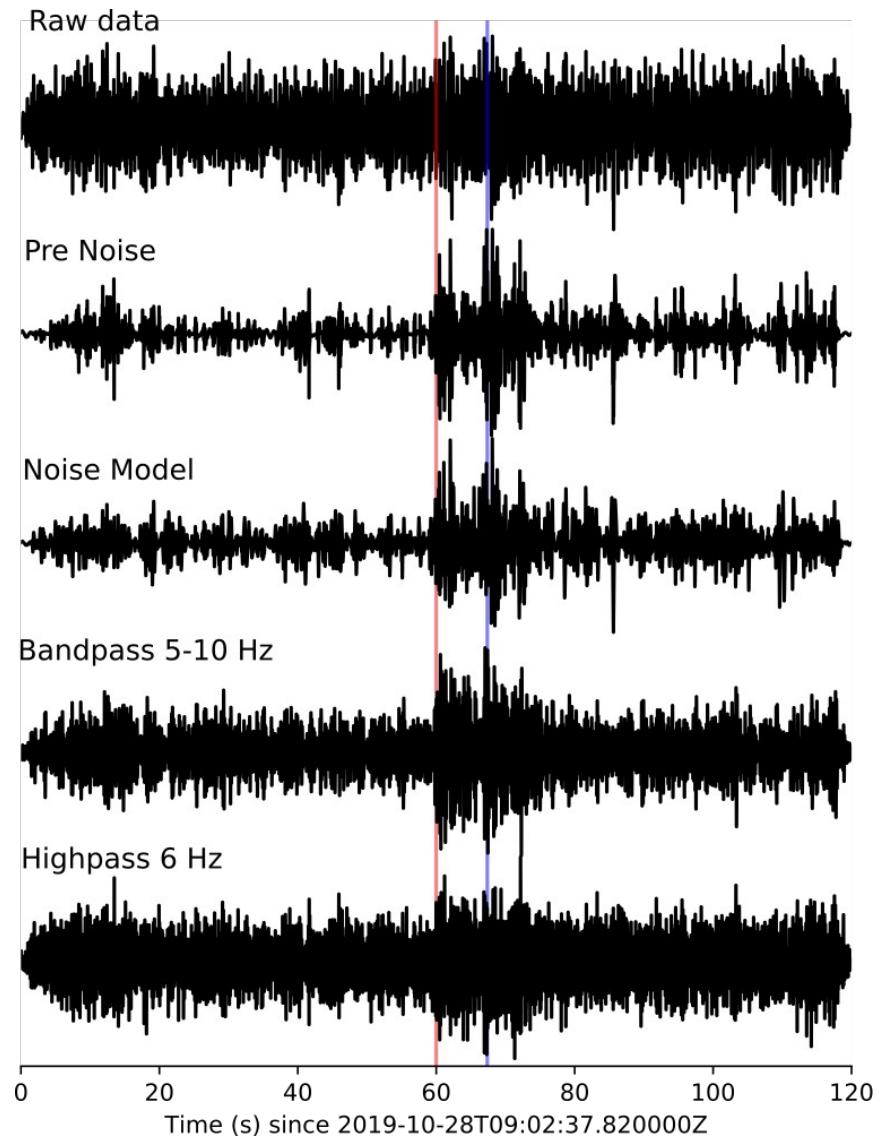
EFRE.NRW  
Investitionen in Wachstum  
und Beschäftigung

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

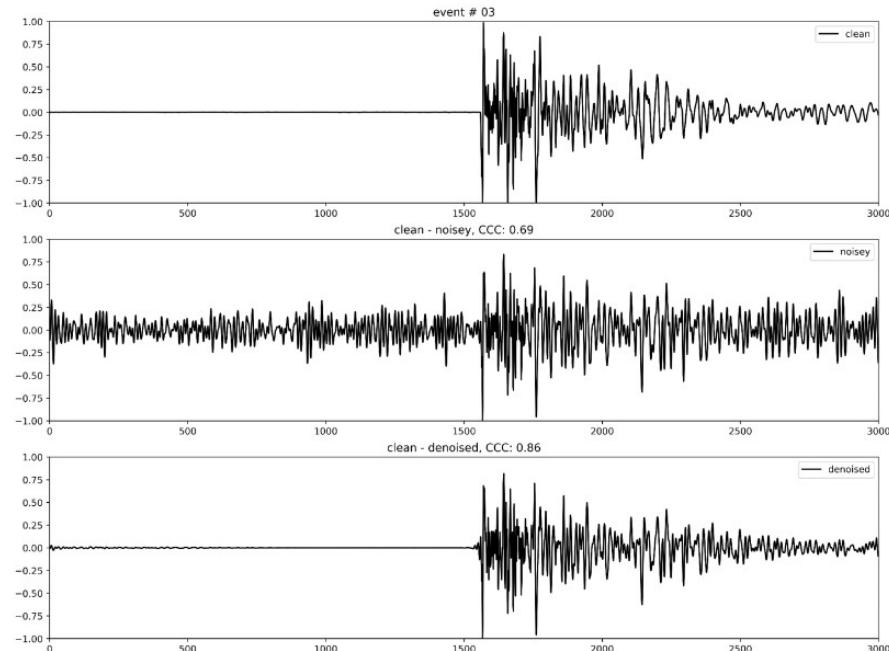
## Denosing Autoencoder

Janis Heuel, Wolfgang Friederich

# Letztes Meeting am 27.10.2020

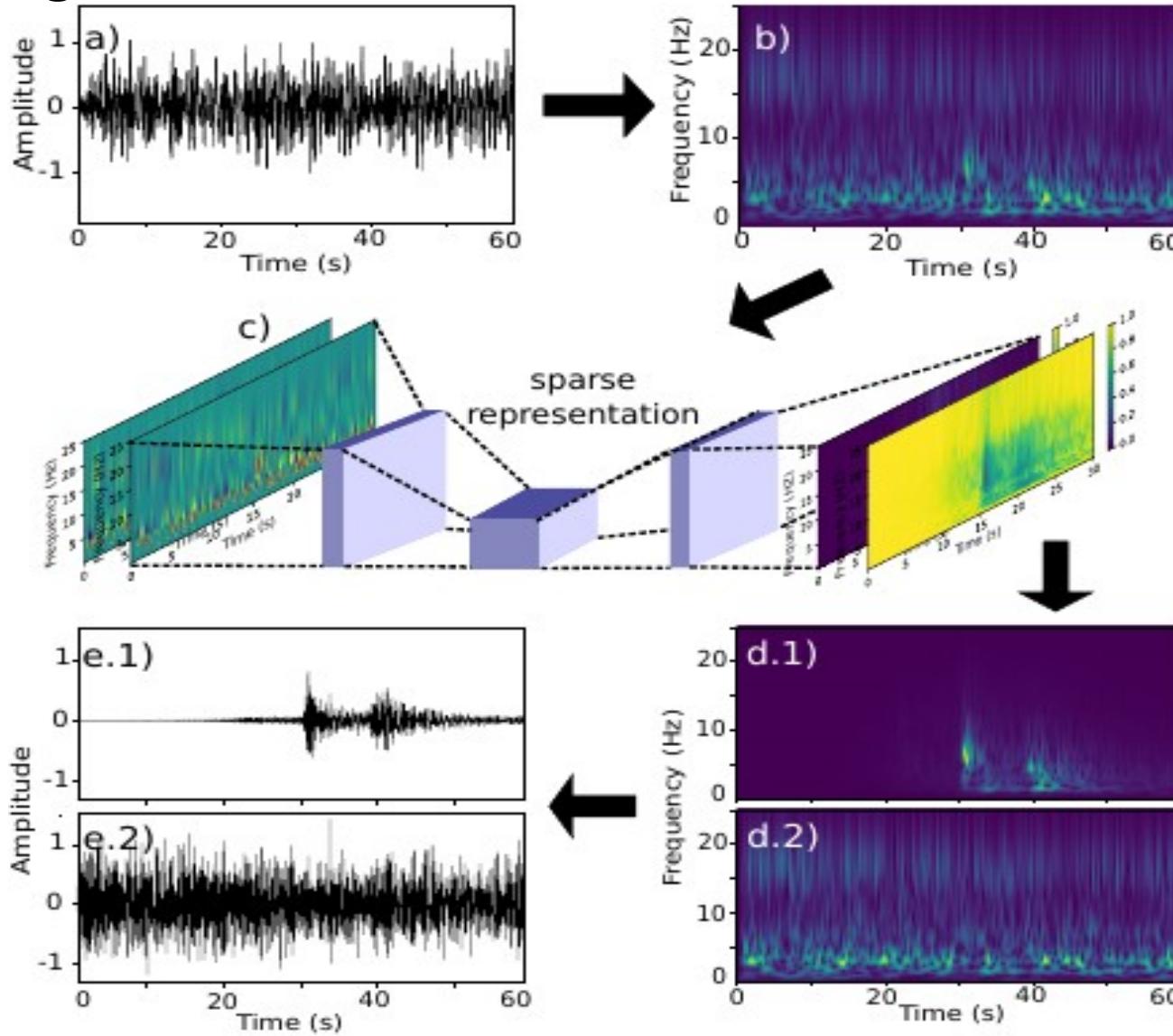


## Filtermethoden



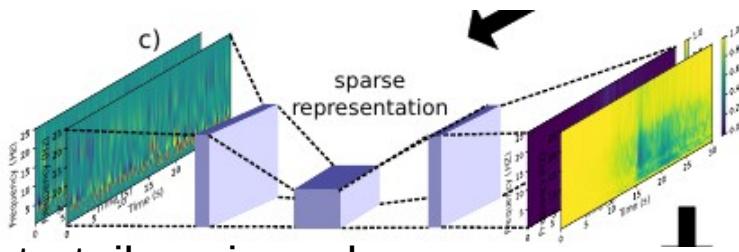
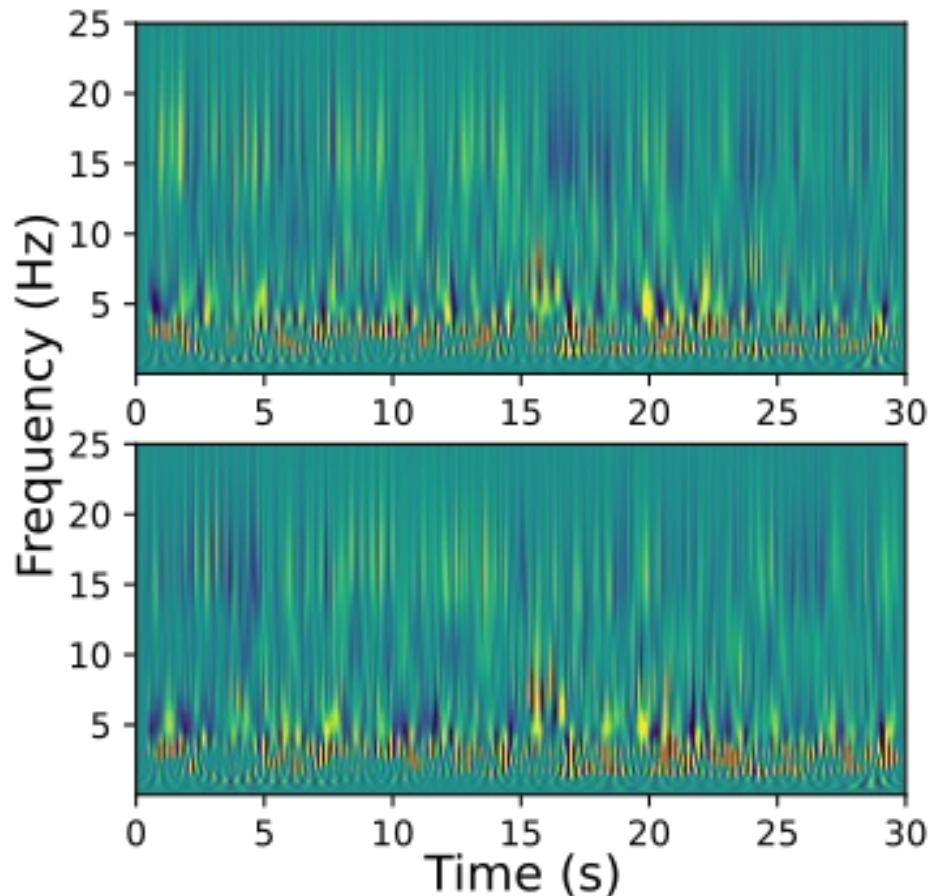
- Test mit DeepDenoiser von Zhu et al. (2019) funktionierte bei Tobi schon gut
- Erste Anwendung im Dez. 2020 zeigte solide Ergebnisse  
→ bessere Ergebnisse als CWT Thresholding
- Vielleicht funktioniert der DeepDenoiser mit der CWT besser als mit der STFT?

# Denoising Autoencoder



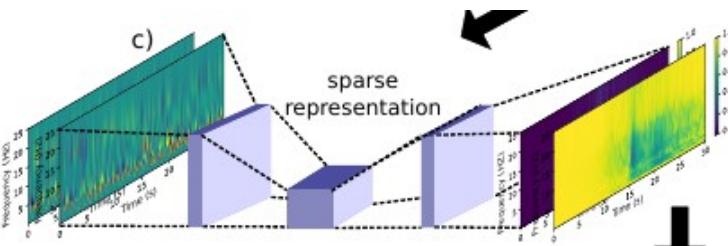
# Funktionsweise eines DAE

0. Zeit-Frequenz Darstellung des Zeitfenster und Unterteilung in real und imaginär Teil



# Funktionsweise eines DAE

## 1. 2D Convolution



→ Dimensionsreduktion  
des Eingabebildes

→ Kernel / Filter wird  
trainiert und dient als  
Neuron

[https://d2l.ai/chapter\\_convolutional-neural-networks/padding-and-strides.html](https://d2l.ai/chapter_convolutional-neural-networks/padding-and-strides.html)

## 2. Batch Normalization

Normierung der tieferen Schichten (hidden layers) mit Hilfe des Mittelwerts und Standardabweichung → schnelleres Training eines neuronalen Netzwerks

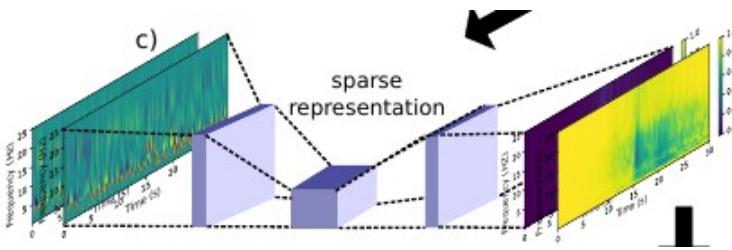
## 3. Aktivierungsfunktion (ReLU)

Wenn Eingabewert nicht stimmt (hier  $\leq 0$ ), dann löst das Neuron nicht aus

# Funktionsweise eines DAE

## 4. Wiederholen von Schritt 1-3

→ starke Dimensionsreduktion, aber Erzeugung zahlreicher Kernel / Filter

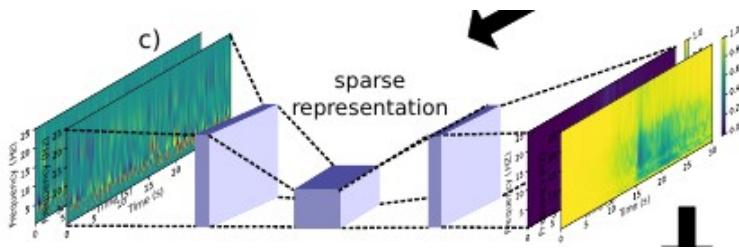


## 5. Transpose 2D Convolution + Schritte 1 – 3, aber Conv2D ohne Dimensionsreduktion (zero padding)



<https://medium.com/apache-mxnet/transposed-convolutions-explained-with-ms-excel-52d13030c7e8>

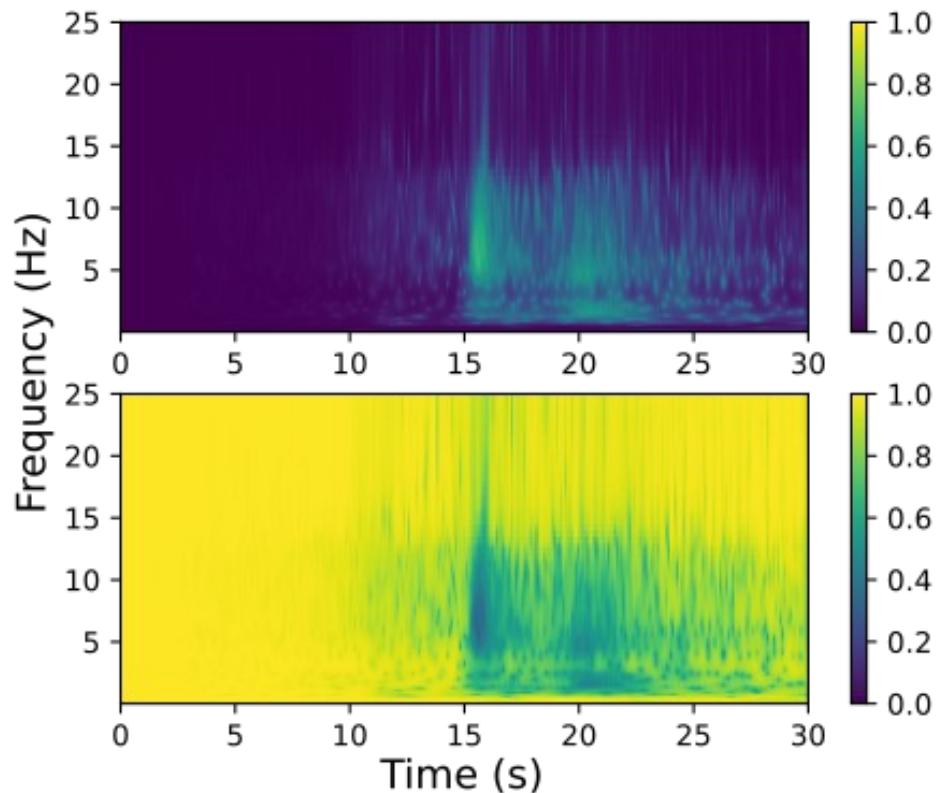
# Funktionsweise eines DAE



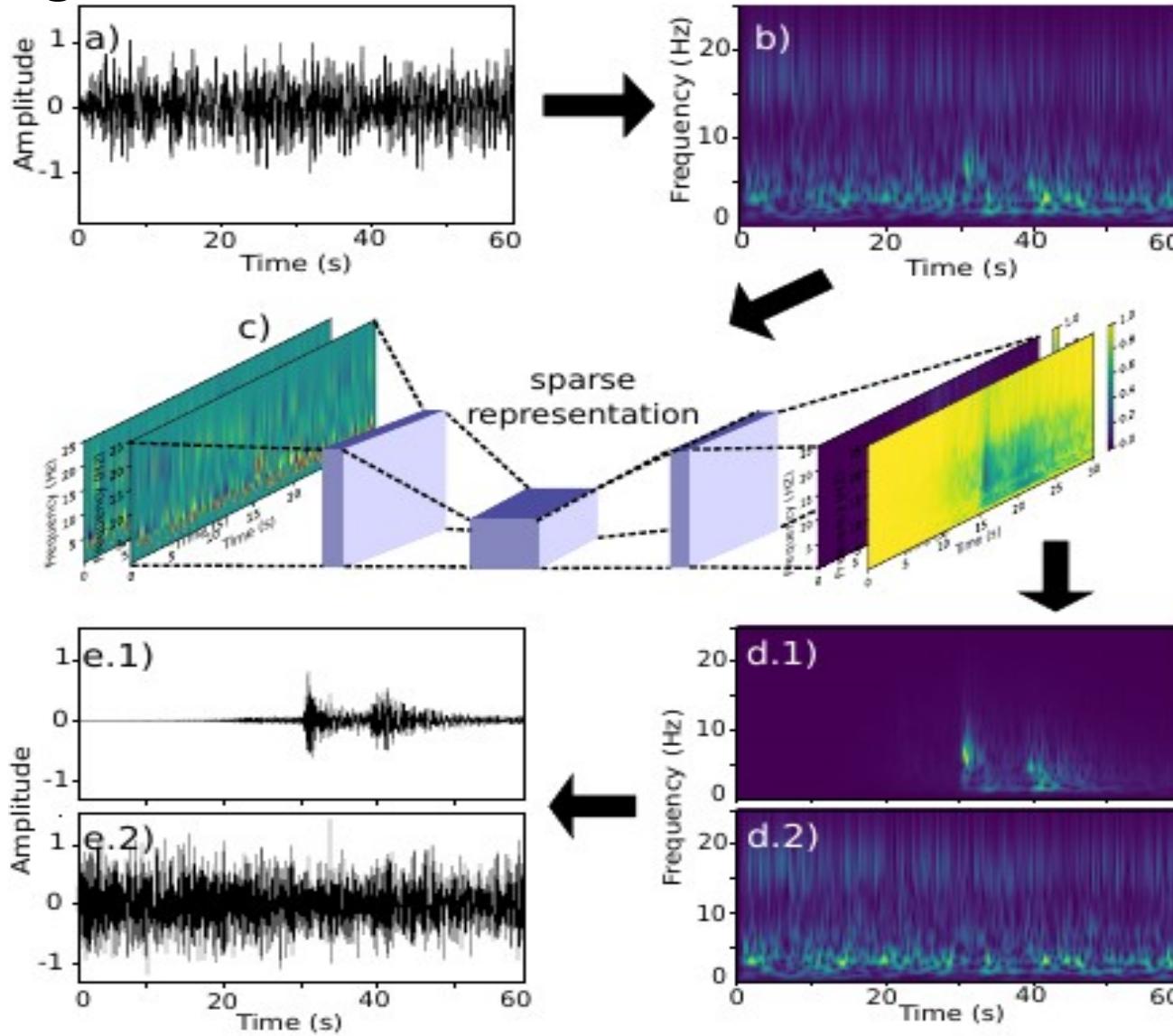
6. 2D Convolution, so dass Eingangsdimension wieder erreicht wird

7. Softmax Layer

→ So haben Output Layer nur Zahlen im Bereich [0, 1]

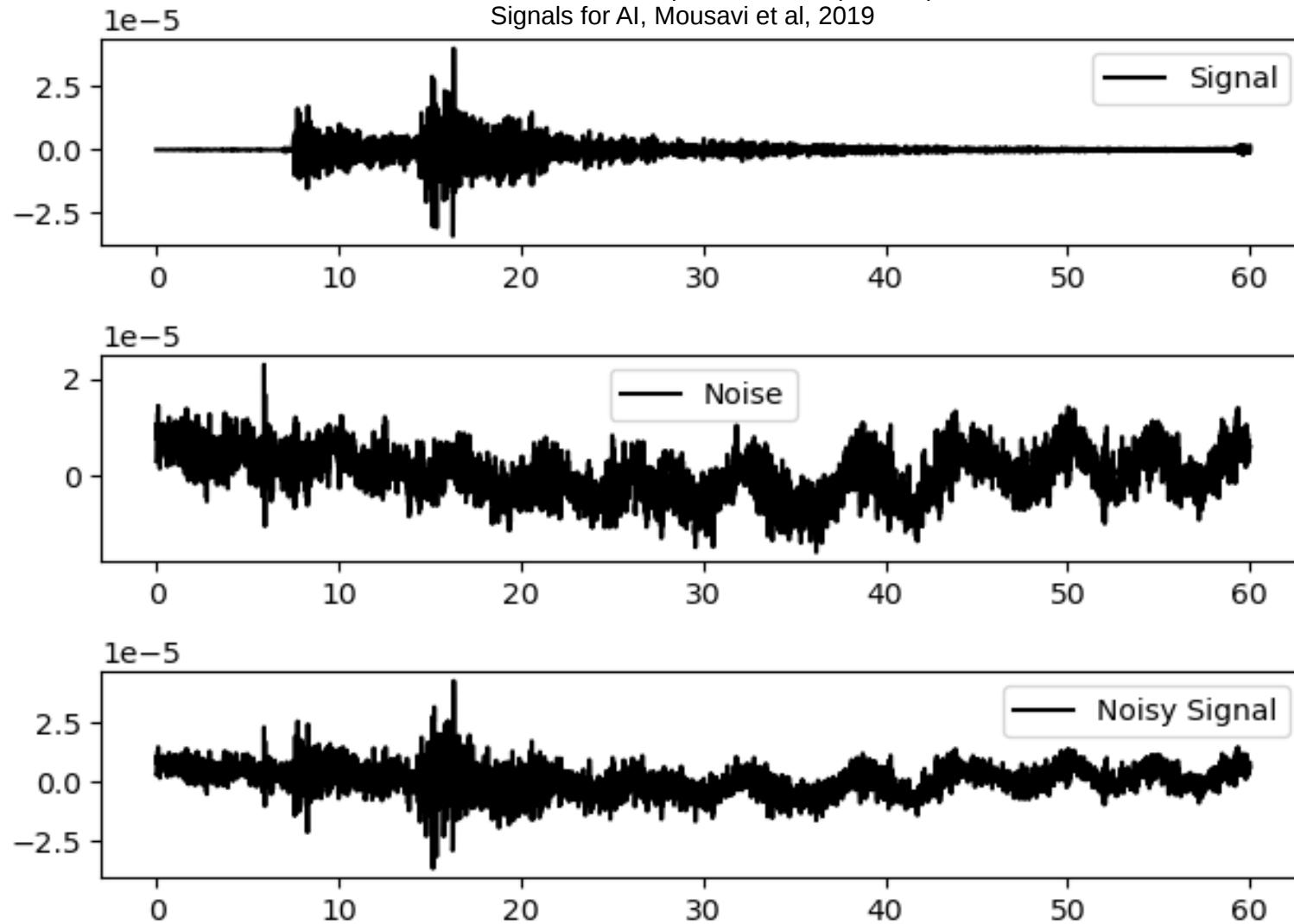


# Denoising Autoencoder



# Training eines DAE

Stanford EArthquake Dataset (STEAD): A Global Data Set of Seismic Signals for AI, Mousavi et al, 2019



# Training eines DAE

1. Zeit-Frequenz Darstellung vom Signal, Rauschen und verausachten Signal
2. Berechnung der Masking Functions für Signal und Rauschen:

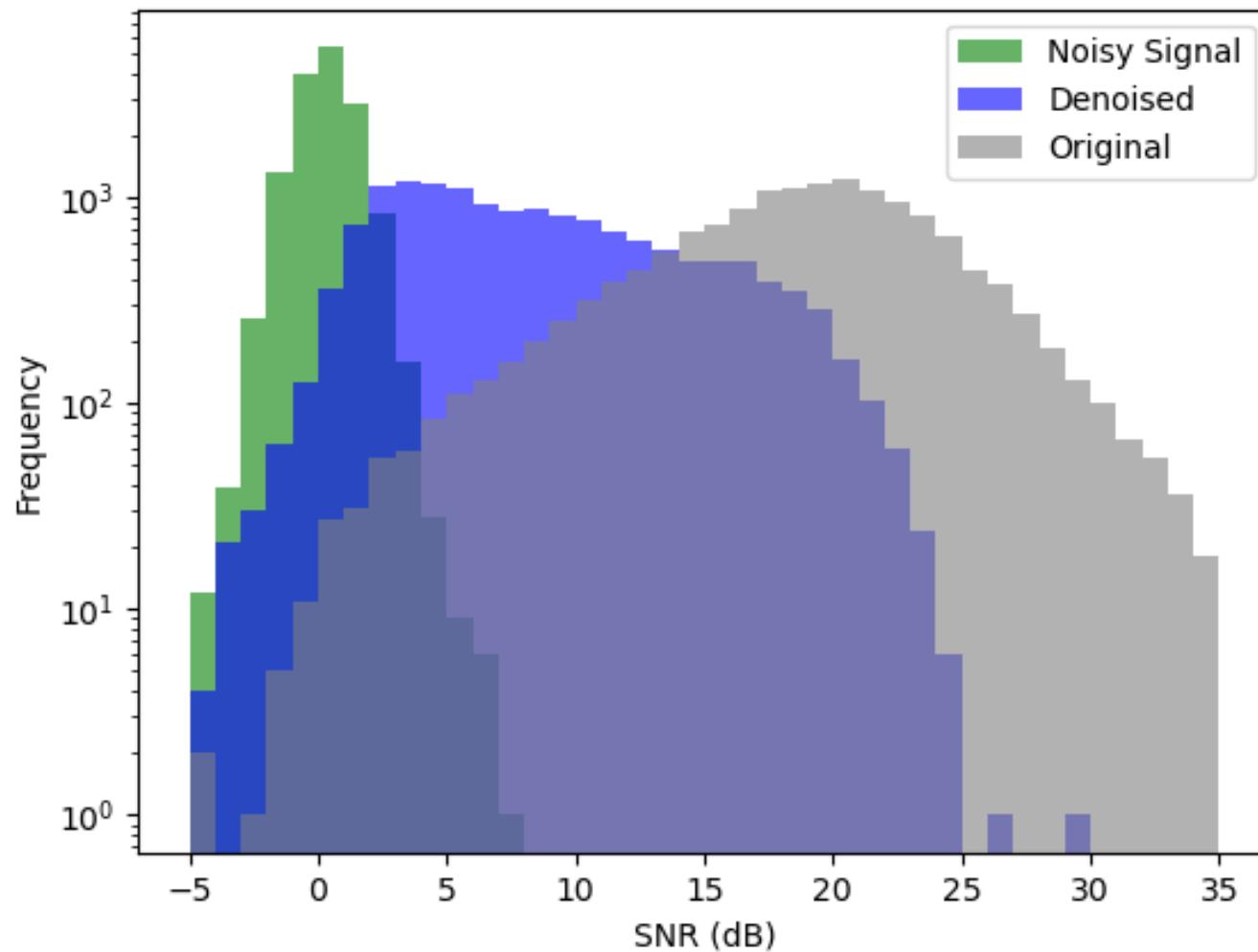
$$M_S(t, f) = \frac{1}{1 + \frac{|N(t, f)|}{|S(t, f)|}}$$
$$M_N(t, f) = \frac{\frac{|N(t, f)|}{|S(t, f)|}}{1 + \frac{|N(t, f)|}{|S(t, f)|}}.$$

(Zhu et al, 2019)

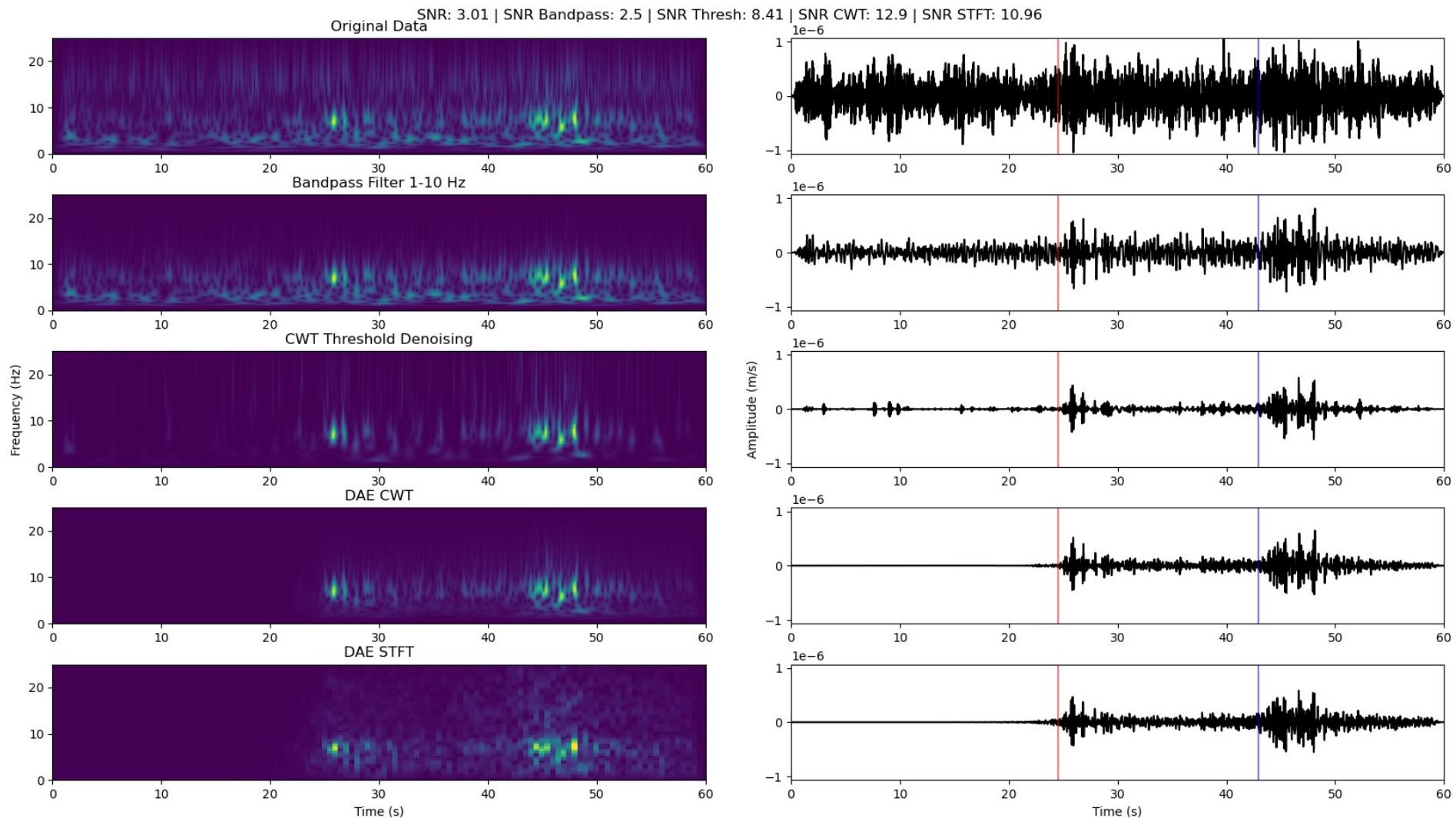
3. Eingabe ins neuronale Netzwerk, das dadurch die einzelnen Neuronen / Kernels / Filter anpasst

# Ergebnisse

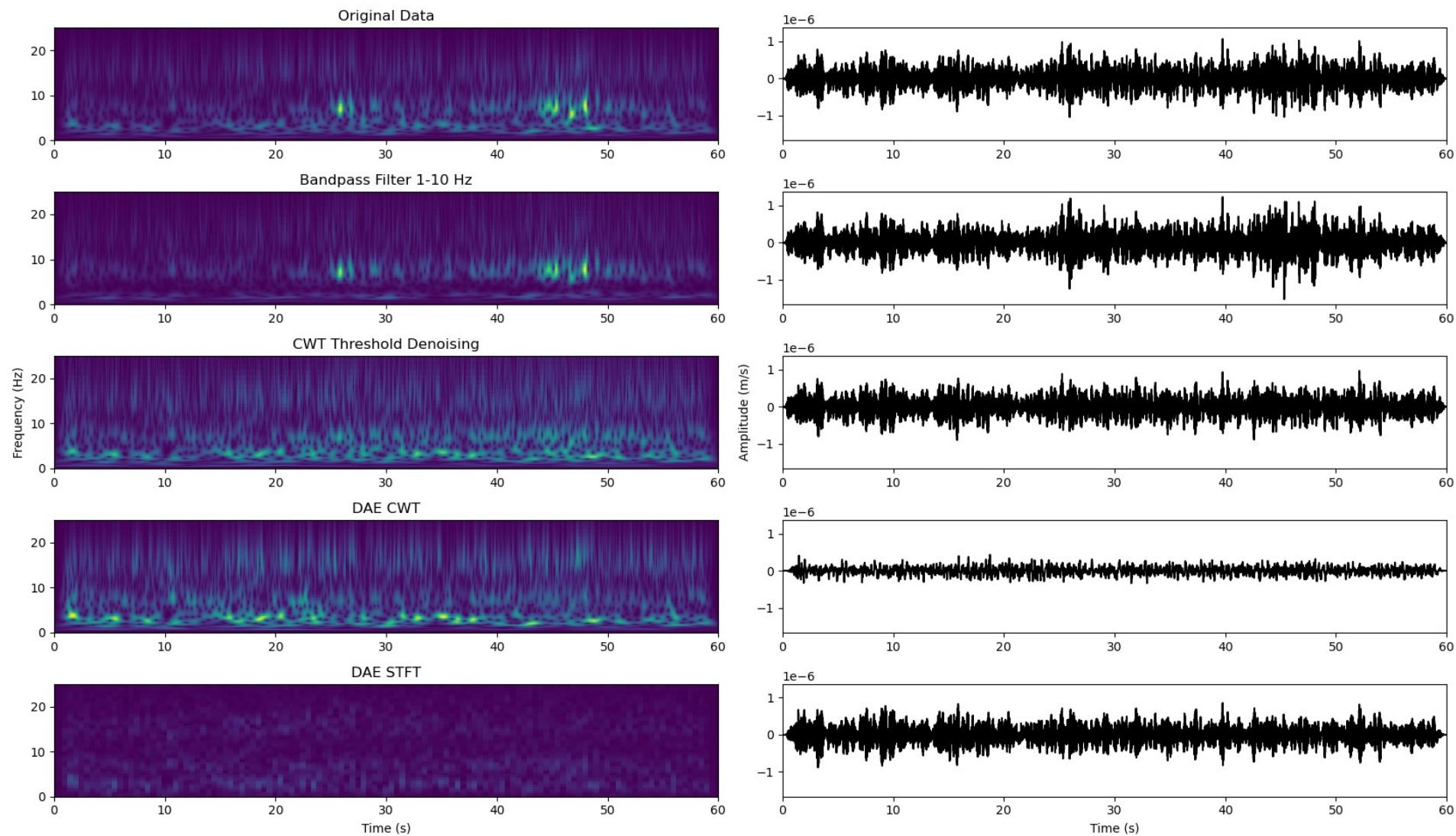
DAE CWT DGG (Noisy Testset)



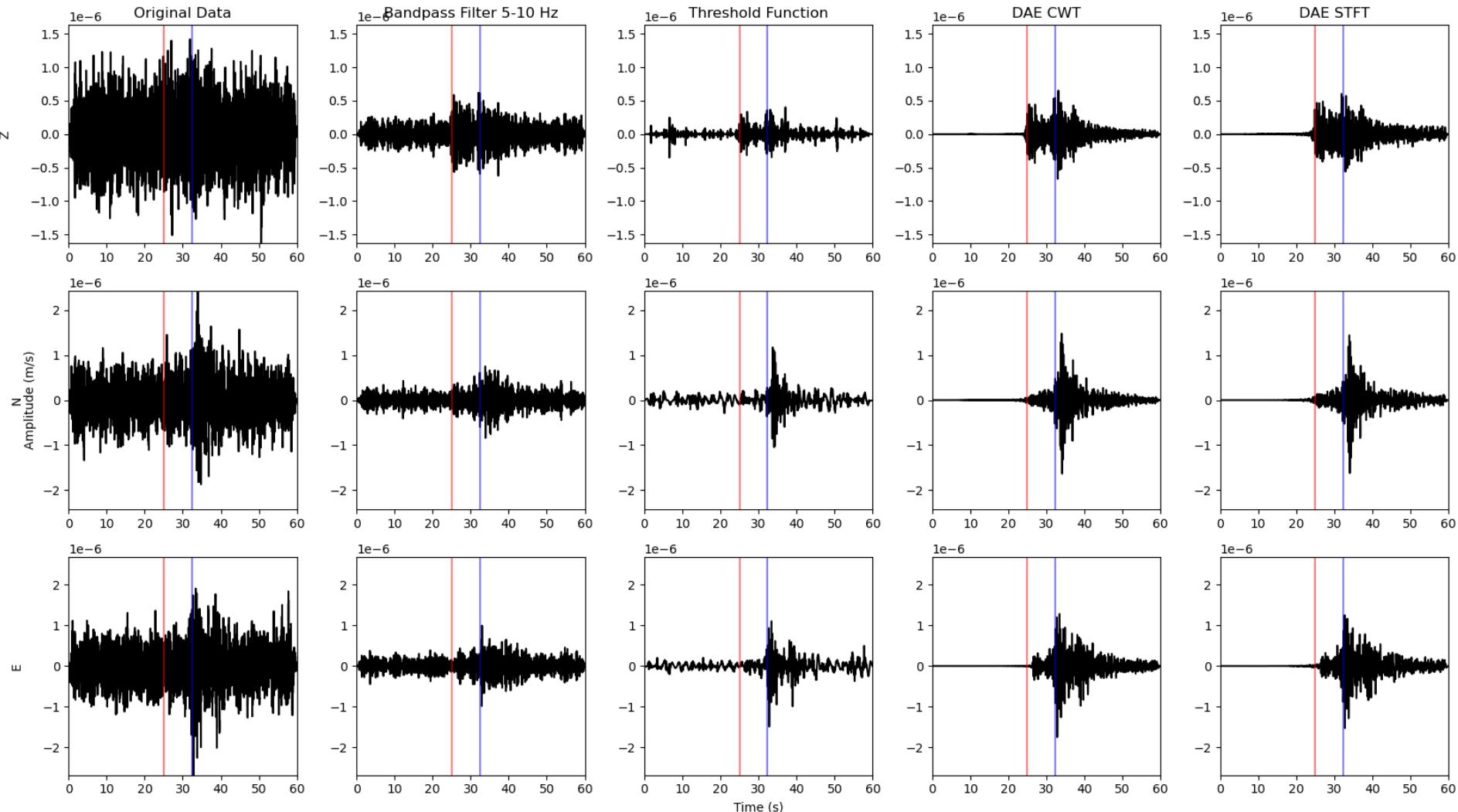
# Ergebnisse BAVN | Haltern am See



# Ergebnisse BAVN | Haltern am See

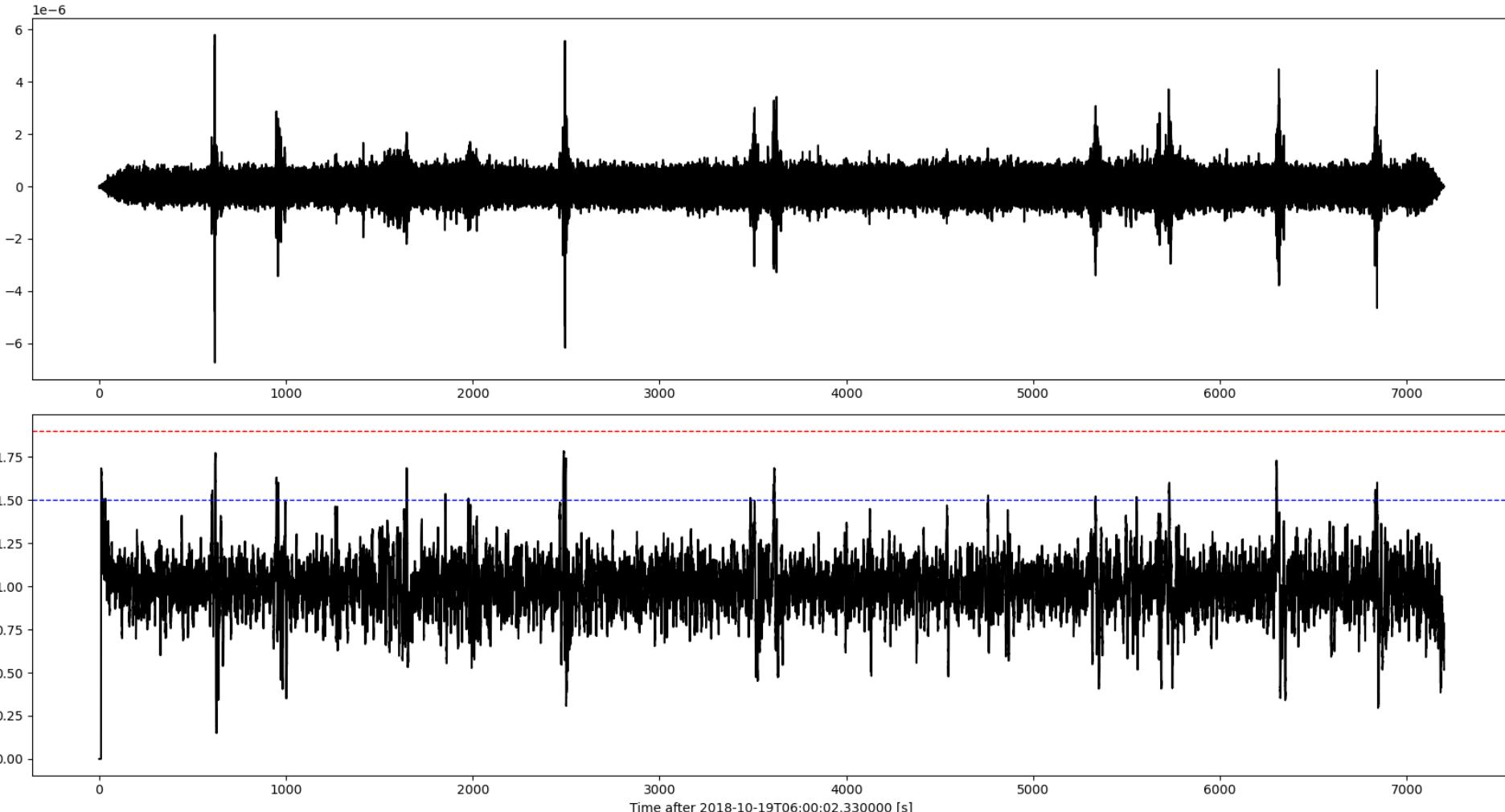


# Ergebnisse BAVN | Haltern am See



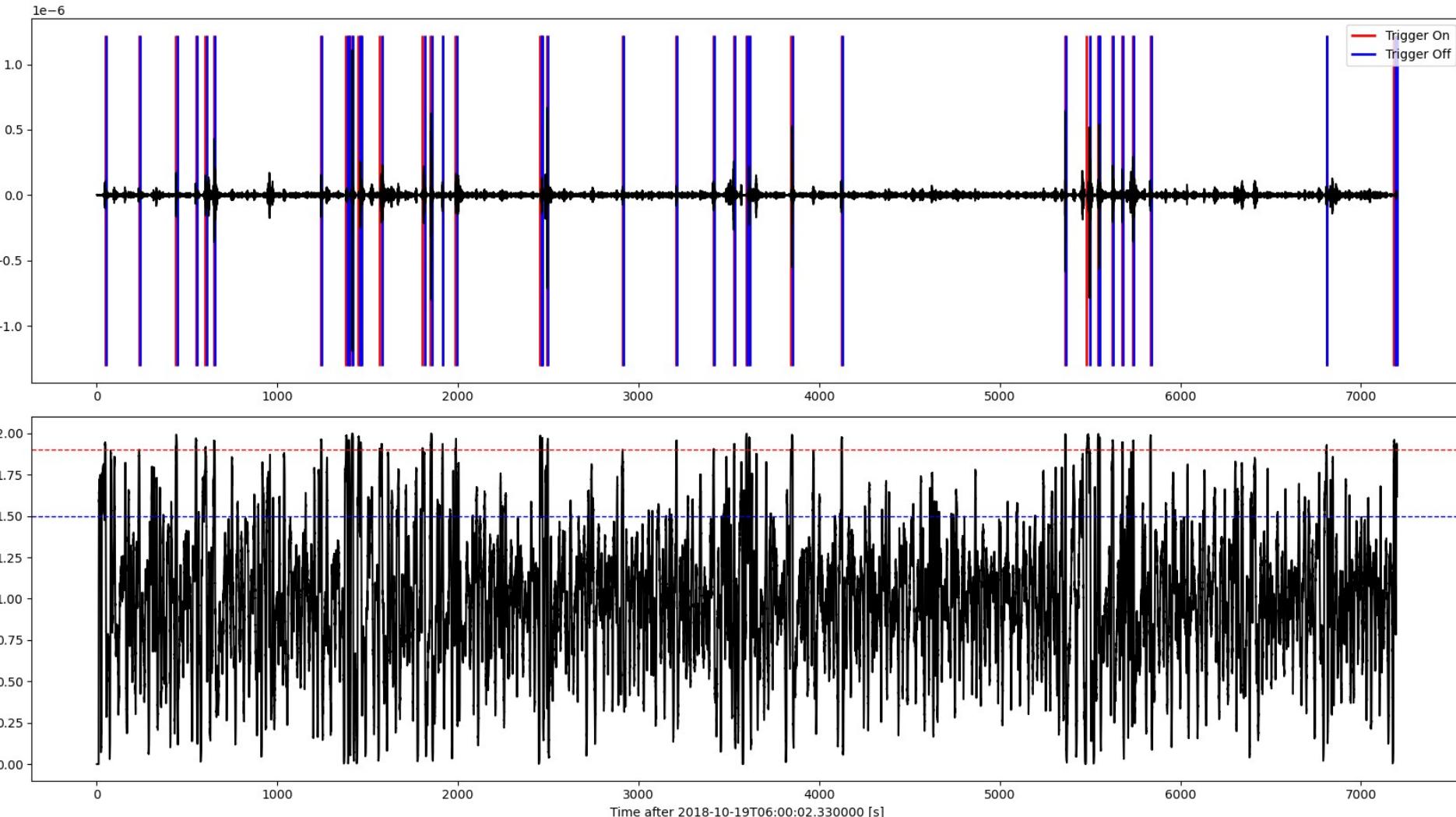
# Ergebnisse BAVN | Haltern am See

RN.BAVN..EHZ

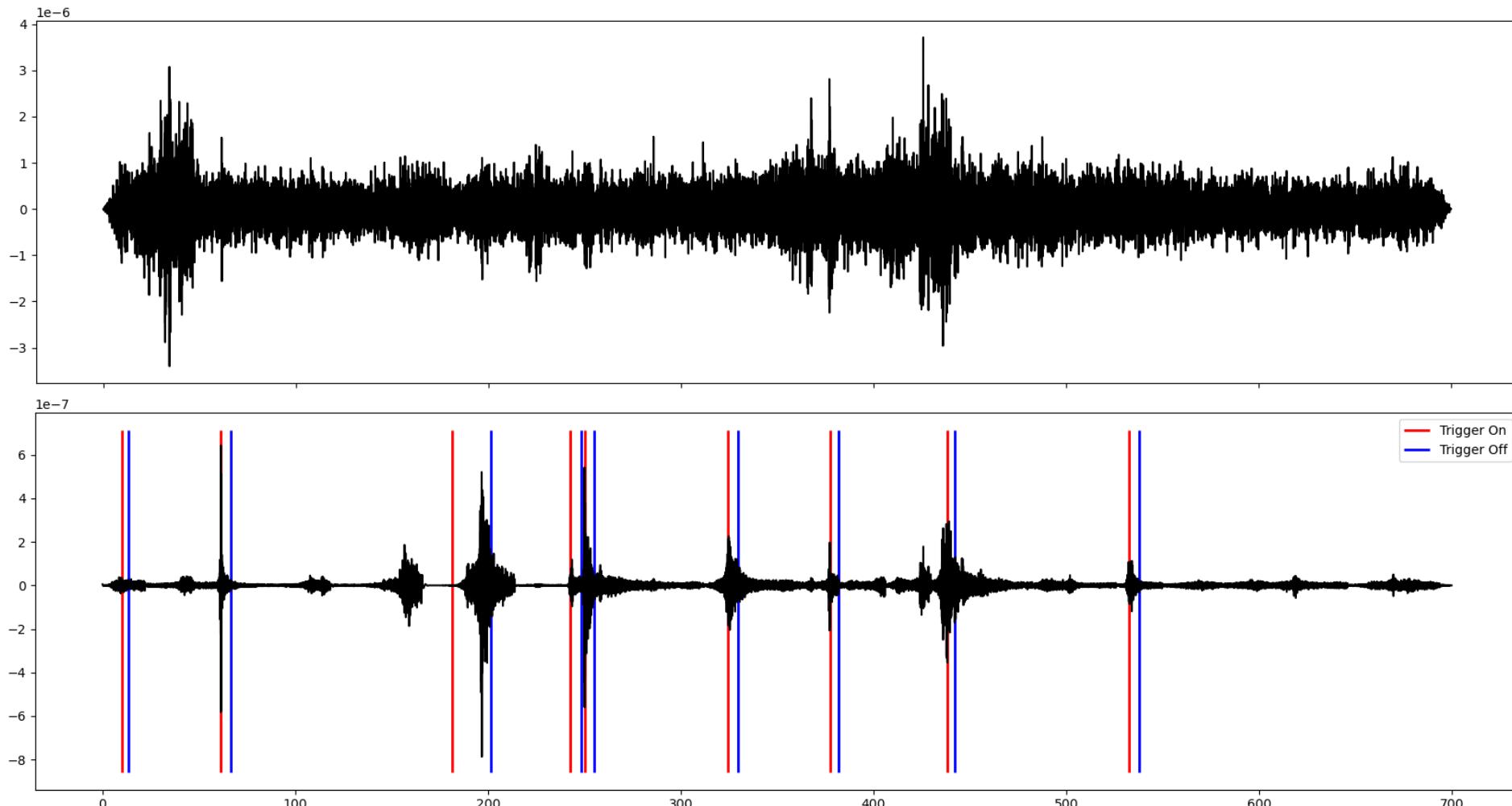


# Ergebnisse BAVN | Haltern am See

RN.BAVN..EHZ

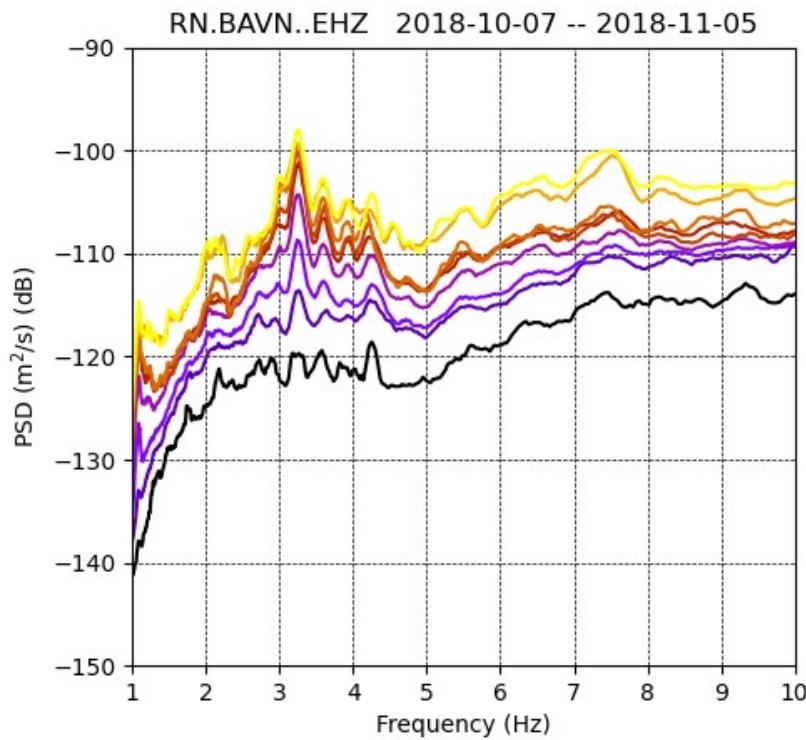


# Ergebnisse BAVN | Haltern am See

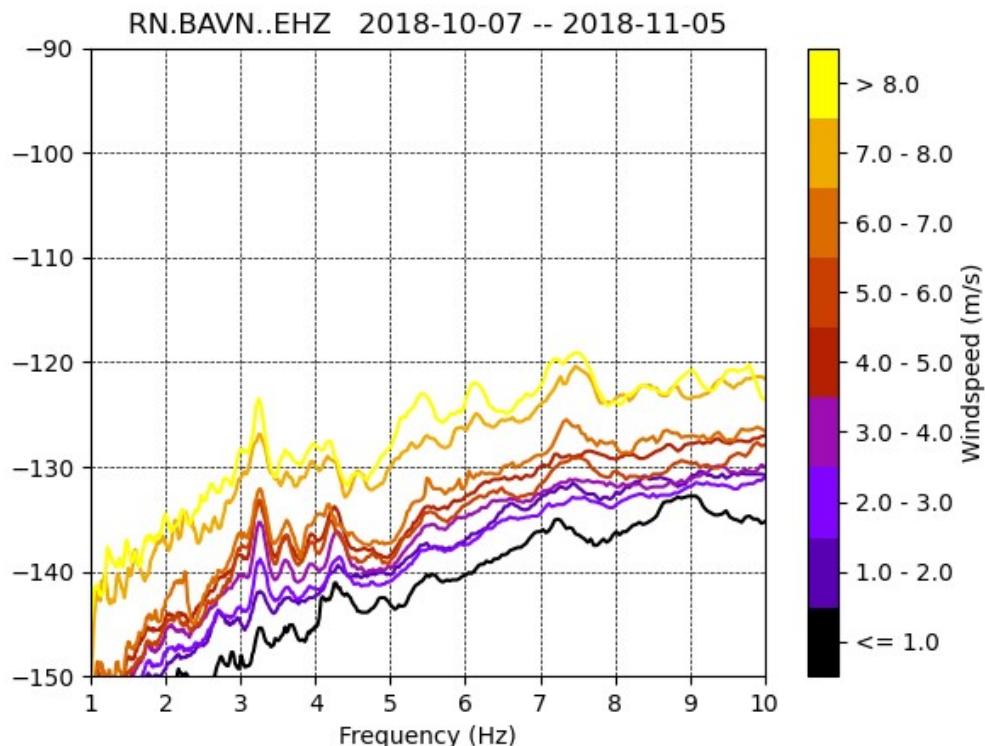


# Ergebnisse BAVN | Haltern am See

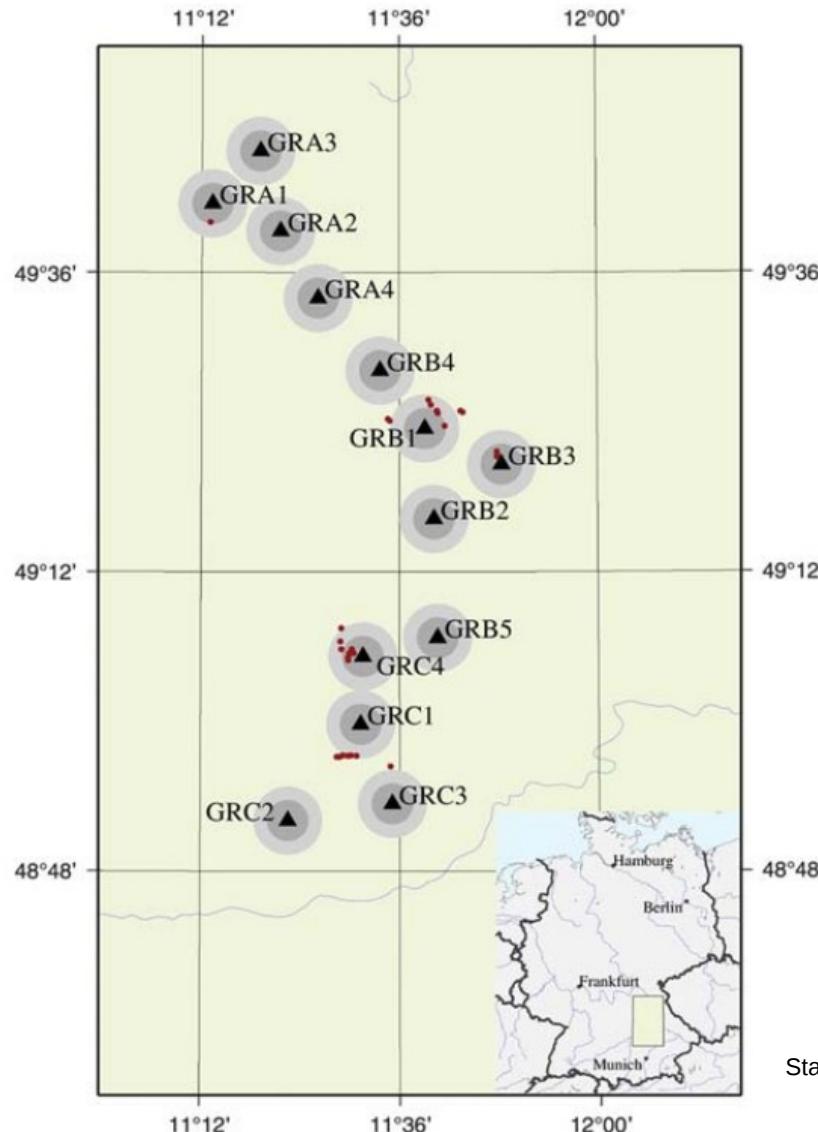
Recovered Noise



Recovered Signal



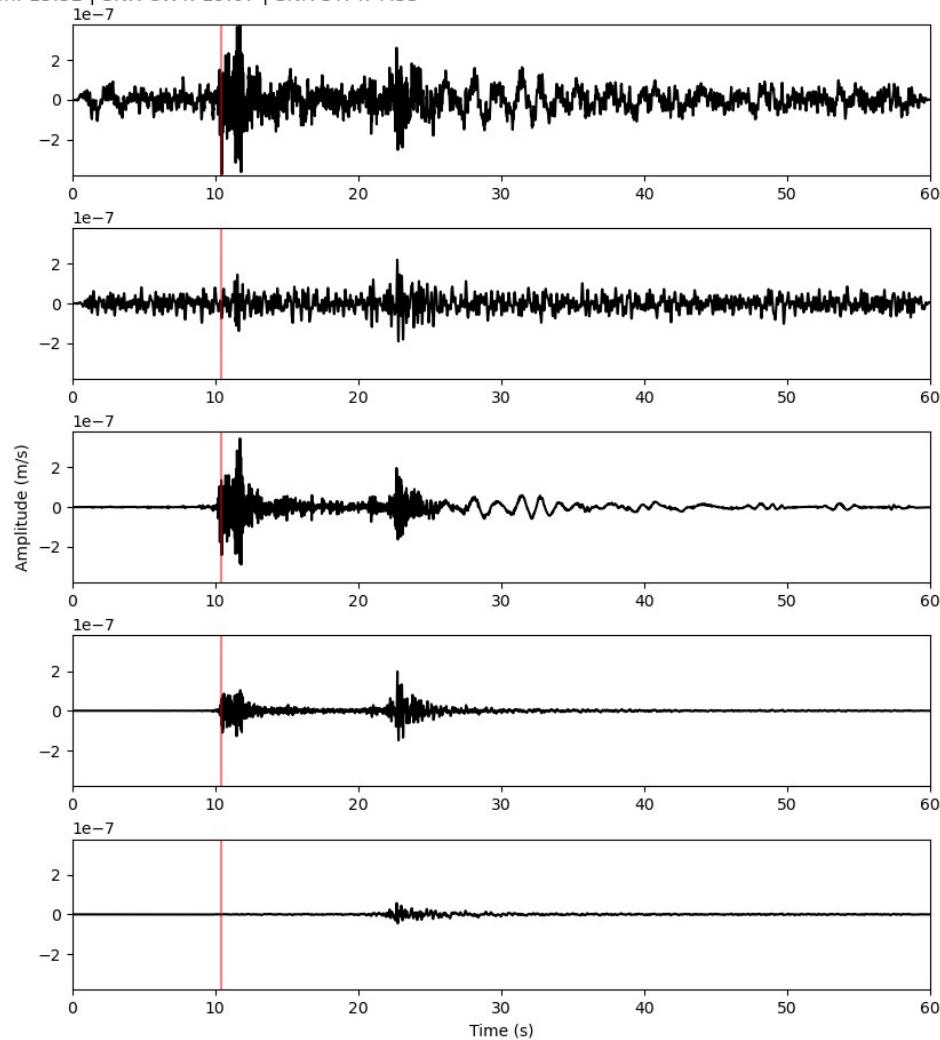
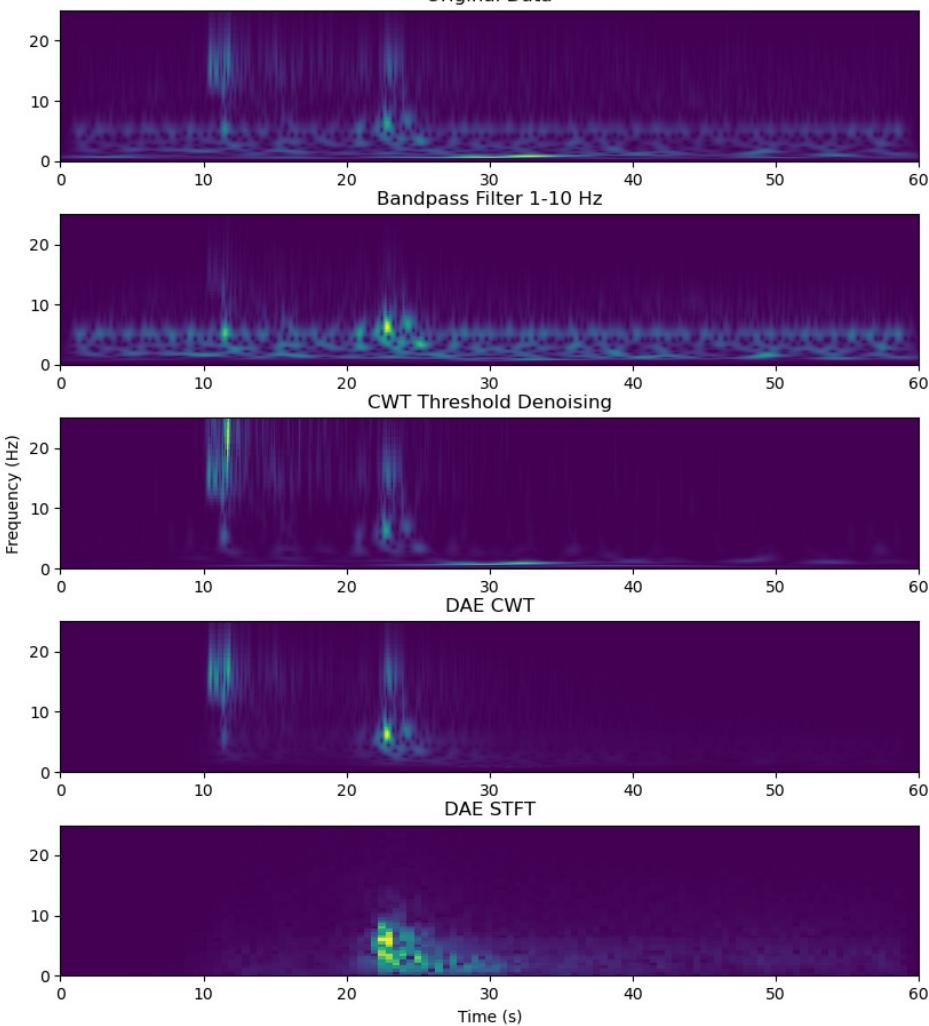
# Ergebnisse Gräfenberg Array



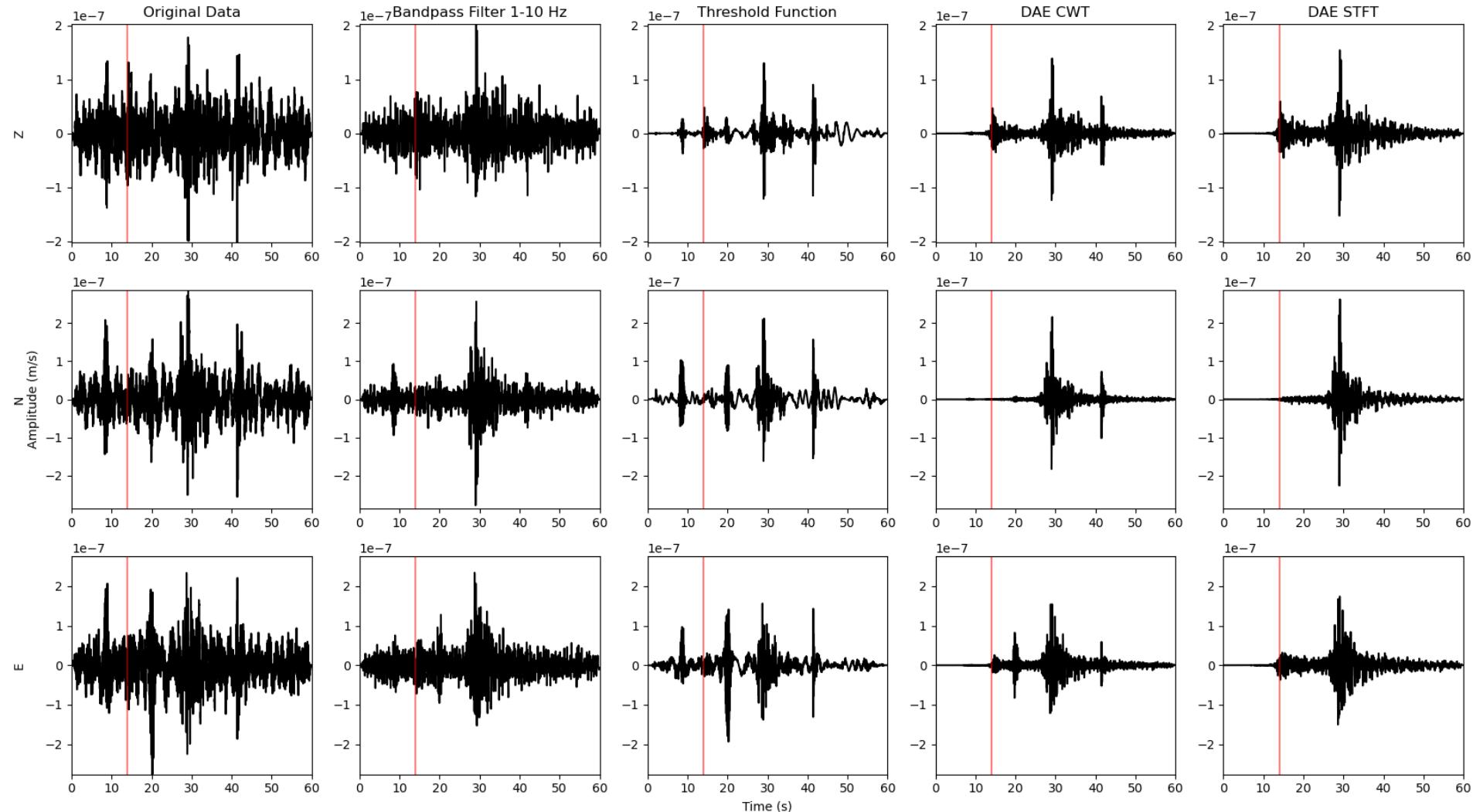
Stammler & Ceranna, 2016

# Ergebnisse Gräfenberg Array

SNR: 5.01 | SNR Bandpass: 1.57 | SNR Thresh: 15.32 | SNR CWT: 19.67 | SNR STFT: 7.55



# Ergebnisse Gräfenberg Array



# Zusammenfassung

- DAE ist etwas Zauberei, aber führt zu den besten Ergebnissen aller getesteten Filtermethoden
- Falls es zu destruktiver Interferenz zwischen WEA und seismischen Signal kommt, kann der DAE das Signal nicht rekonstruieren
- Einfach und schnell anwendbar für Endverbraucher, wenn man ein trainiertes Modell besitzt

## Ursprünglicher Arbeitsplan MISS

- Deterministische Vorhersagemethode war nicht realisierbar, da usprüngliche Hypothese, dass ähnliche Signale an einer WEA zu ähnlichen Signalen an einer entfernten seism. Station führen, nicht bestätigt werden konnte  
→ ggf. liegt das auch an der ausgewählten Station?
- Offene Frage: Lassen sich die Signale an einer WEA clustern?  
→ Self Organizing Maps (Masterarbeit?)