



# MISS

Minderung der Störwirkung von Windenergieanlagen auf  
seismologische Stationen

Zwischenbericht AP 1.1 - Teilprojekt BHM

13.12.2018

Dr.-Ing. Michael Mistler  
Dipl.-Ing. Philipp Meckbach



### AP 1.1

Ermittlung der Schwingungs-eigenschaften einer WEA im Hinblick auf die Schwingungs-emission

### AP 1.2

Prognose der Schwingungs-emissionen am Turmfuß

### AP 3.1

Minderung der Störwirkung an der Quelle

# Ursache

# Prognose

# Minderung

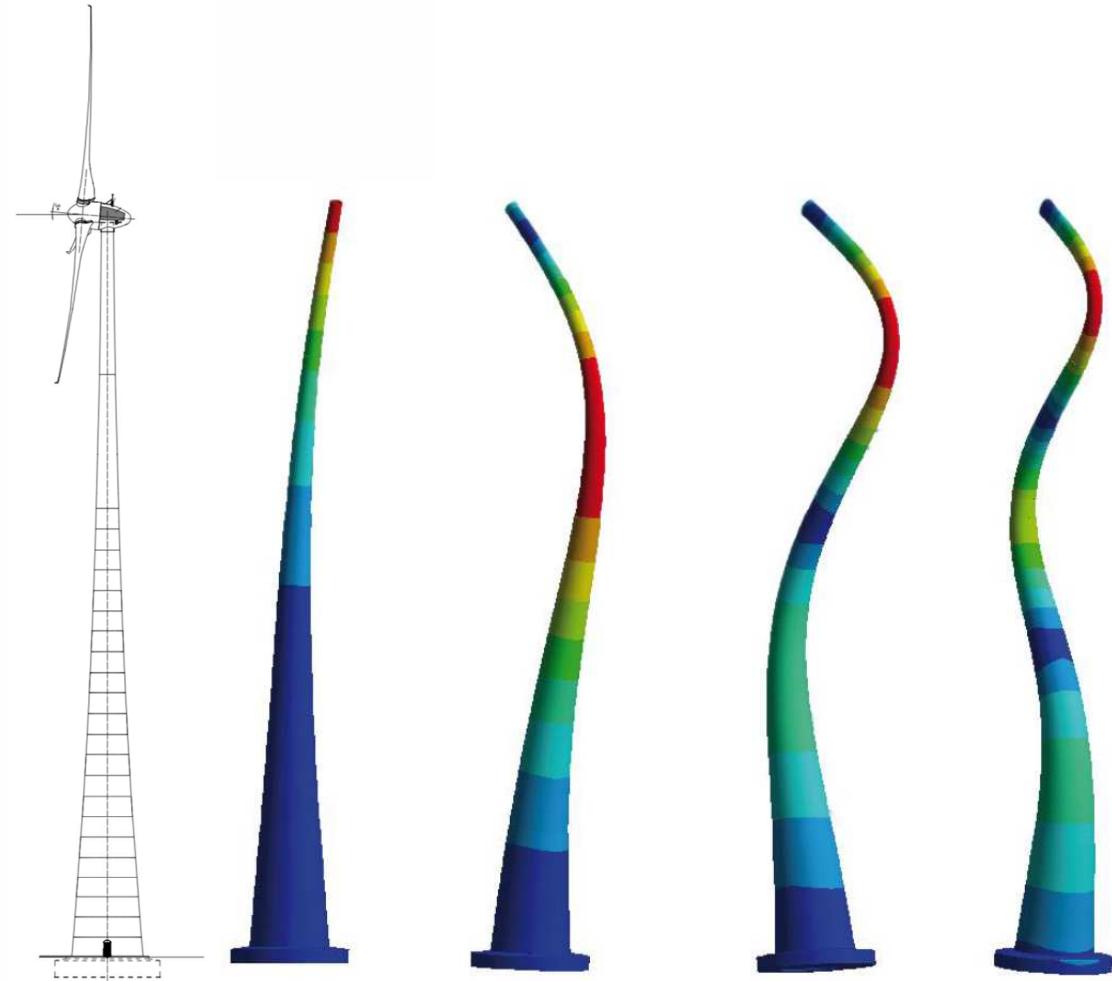


# Inhaltliche Bearbeitung

BAUDYNAMIK  
HEILAND & MISTLER  
GmbH

## AP 1.1

Ermittlung der Schwingungs-eigenschaften einer WEA im Hinblick auf die Schwingungsemission



## AP 1.2

Prognose der Schwingungsemissionen am Turmfuß

## AP 3.1

Minderung der Störwirkung an der Quelle



EFRE.NRW  
Investitionen in Wachstum und Beschäftigung

MISS – Teilprojekt BHM - Folie 3



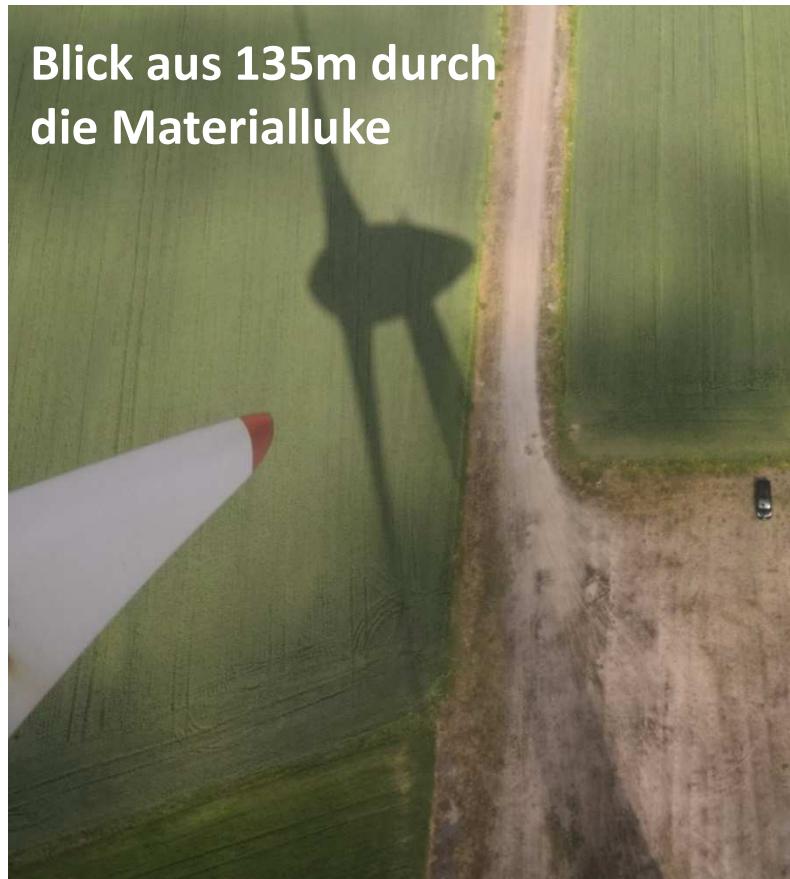
EUROPAISCHE UNION  
Investition in unsere Zukunft  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung



## Bearbeitung AP 1.1

BAUDYNAMIK  
HEILAND & MISTLER  
GmbH

### Auswahl geeigneter WEA – Start bei Enercon in Aurich



EFRE.NRW  
Investitionen in Wachstum  
und Beschäftigung



EUROPÄISCHE UNION  
Investition in unsere Zukunft  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung



## Bearbeitung AP 1.1

BAUDYNAMIK  
HEILAND & MISTLER  
GmbH

### Kooperationsbereite Betreiber



Anton Wissing  
**Bürgerenergie A31 Hohe Mark**  
**Projekt GmbH & Co.KG**  
Leblicher Str. 25  
D-46359 Heiden



Guido Beckers  
**BMR energy solutions GmbH**  
Berliner Ring 11  
52511 Geilenkirchen



Klaus Schulze Langenhorst  
**SL Naturenergie GmbH**  
Voßbrinkstr. 67  
45966 Gladbeck



Bert Dreßen  
**Energiekontor AG**  
Löwenstraße 11a  
44135 Dortmund



Johannes Lackmann  
**WestfalenWIND GmbH**  
Vattmannstr. 6  
33100 Paderborn



EFRE.NRW  
Investitionen in Wachstum  
und Beschäftigung

MISS – Teilprojekt BHM - Folie 5



EUROPAISCHE UNION  
Investition in unsere Zukunft  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung



## Bearbeitung AP 1.1

BAUDYNAMIK  
HEILAND & MISTLER  
GmbH

### Turmmessung an einer E115



**Typ:** Enercon E 115

**Sr. Nr.:** 1150865

**Baujahr:** 2017

**Leistung:** 3 MW

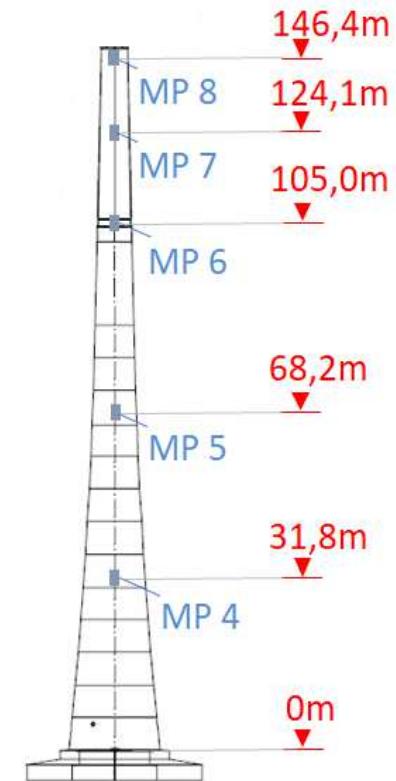
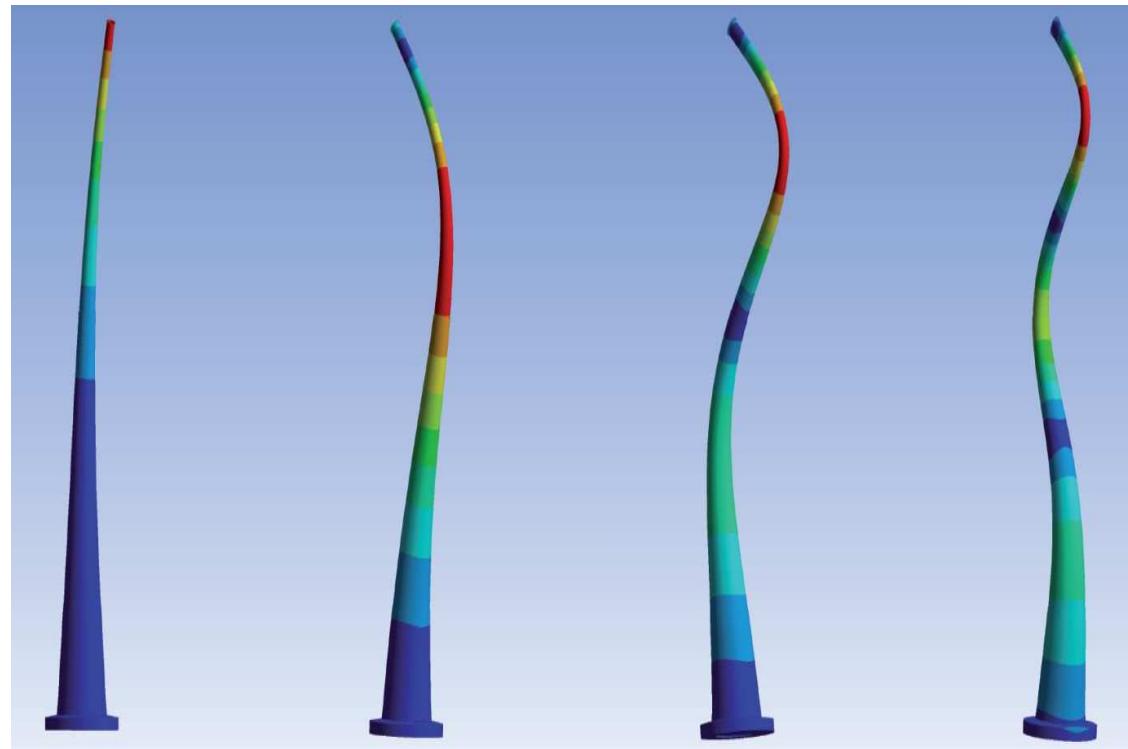
**Narbenhöhe:** 146,7 m

**Standort:** Heiden

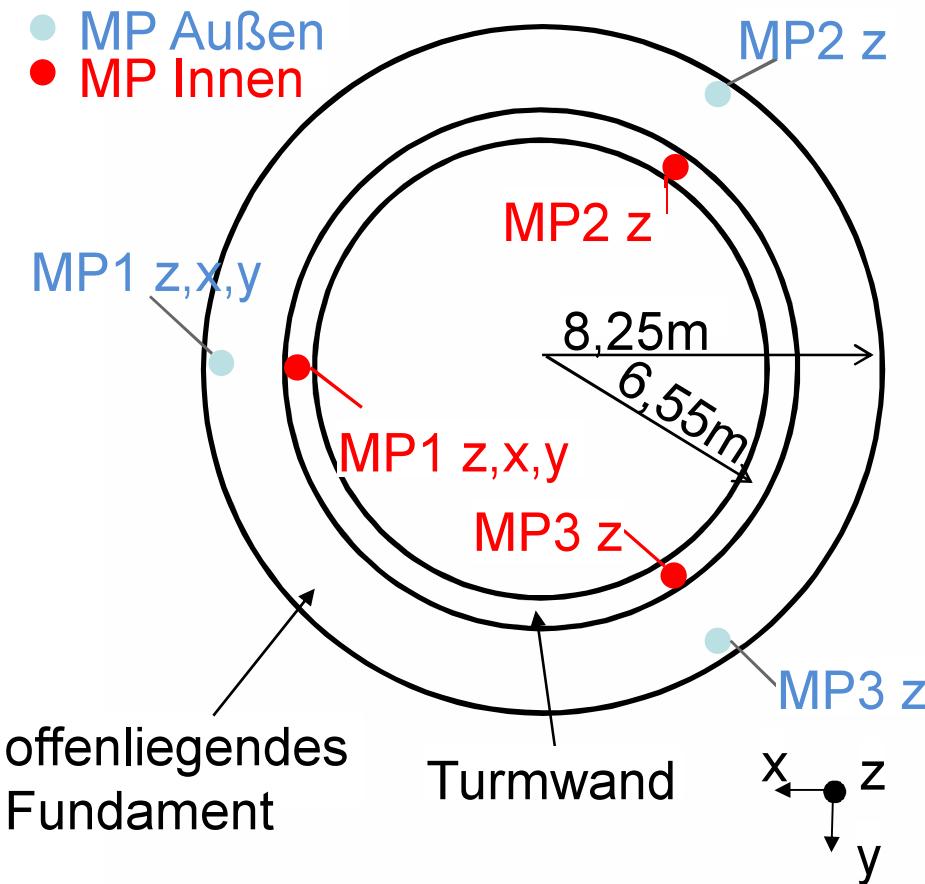
**Betreiber:** Bürgerwindpark A31  
Hohe Mark



## Turmmessung an einer E115 – Sensorpositionen im Turm



## Turmmessung an einer E115 – Sensorpositionen Fundament



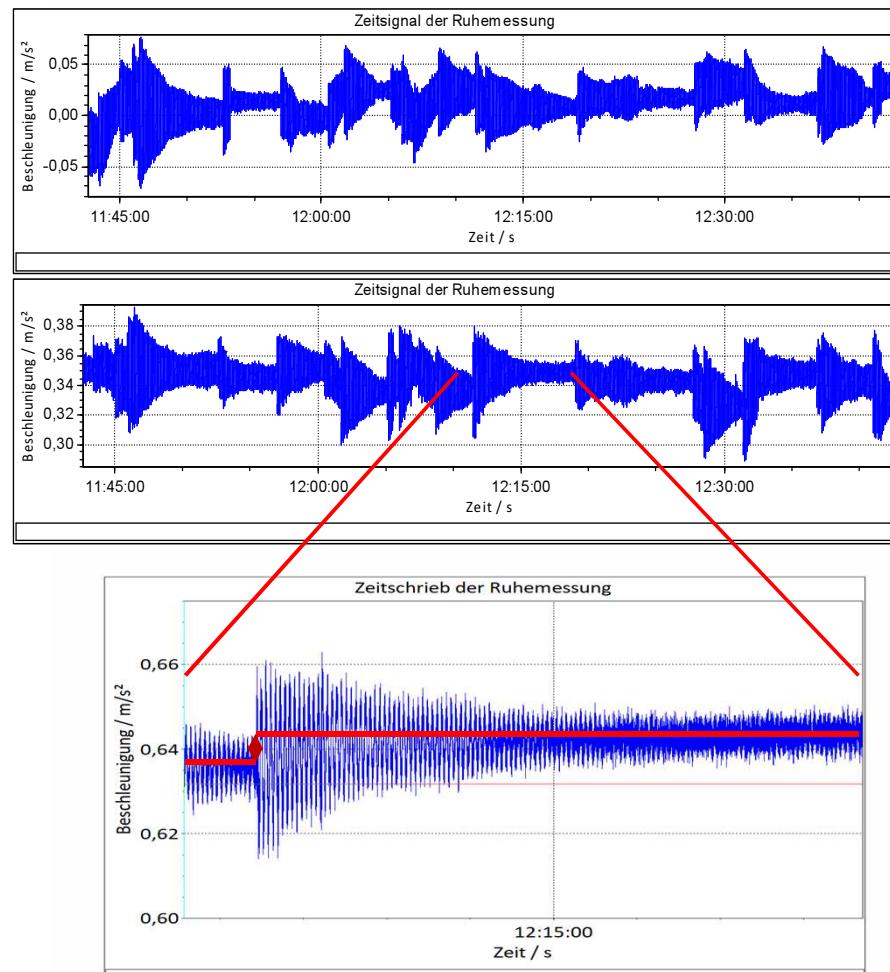
## Turmmessung an einer E115 – Durchführung der Messung



Betriebszustände während der Messung:

**2h ohne WEA Betrieb  
46h unter WEA Betrieb**

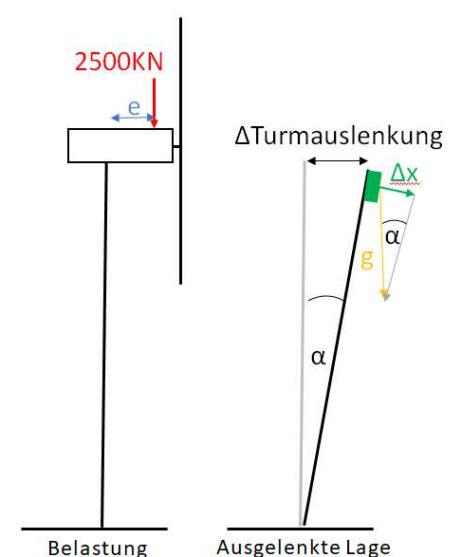
## Turmmessung an einer E115 – Ergebnisse MP unter Gondel



## Offset

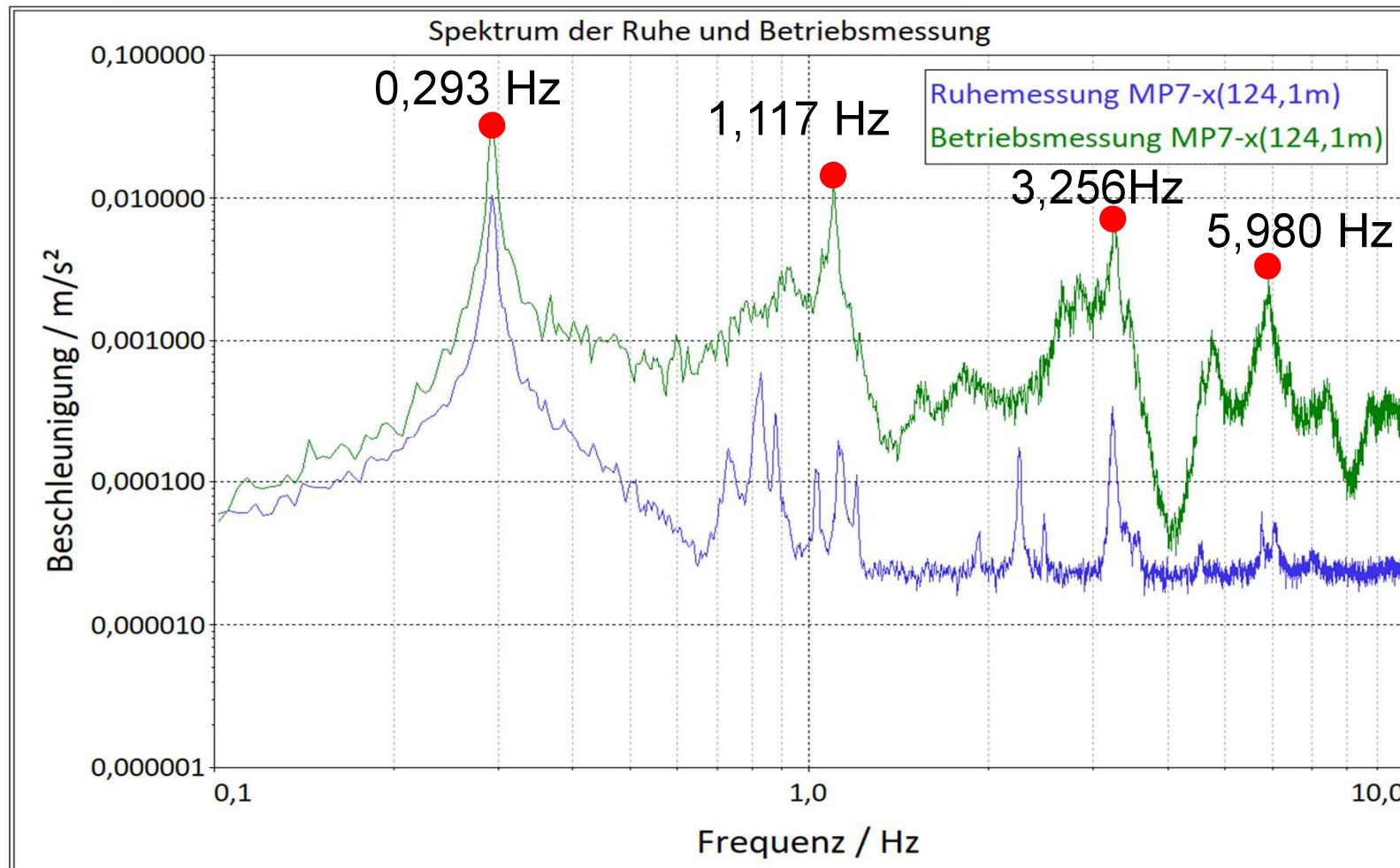


Sensoreinheit an Turmwand

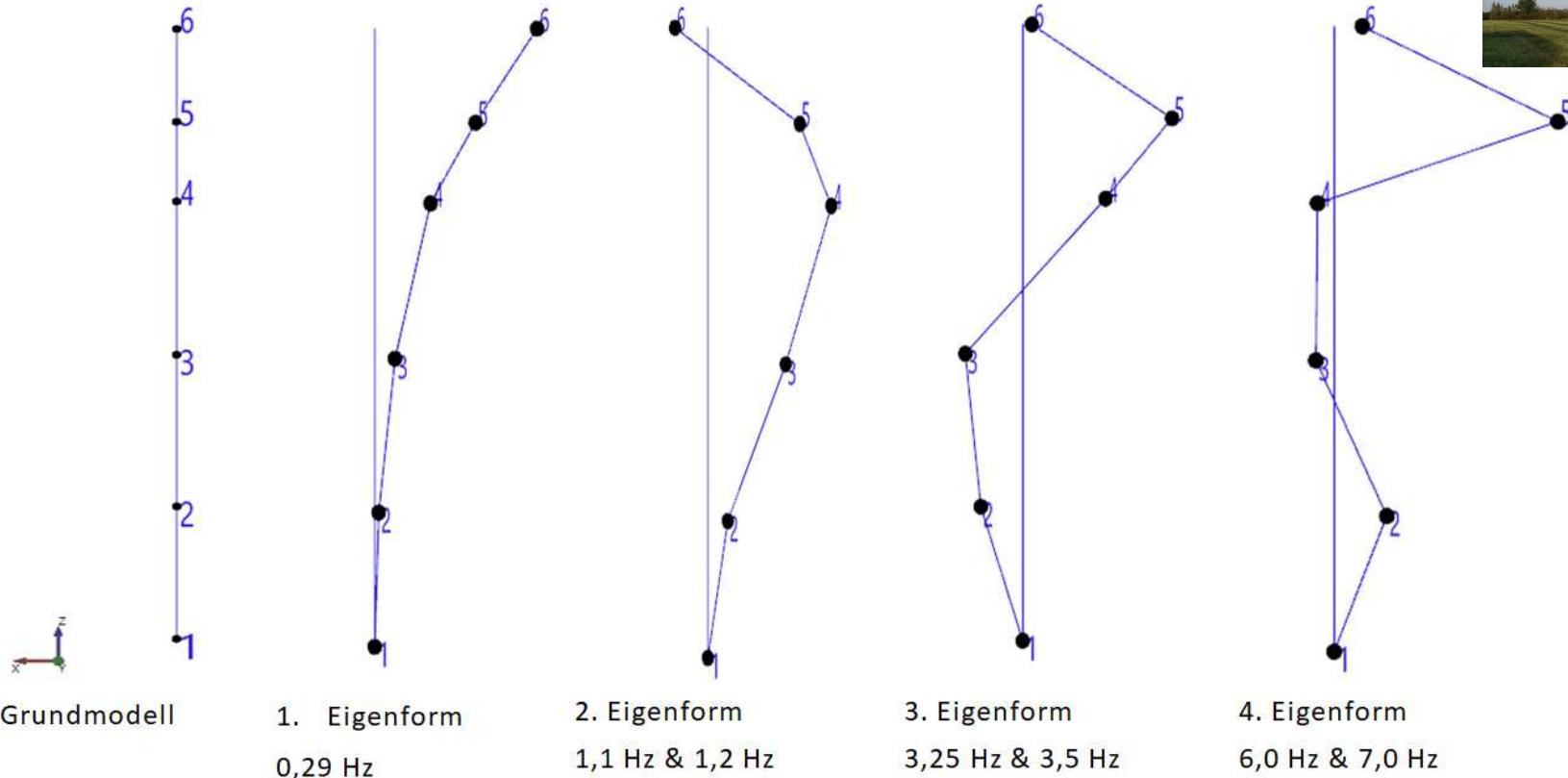




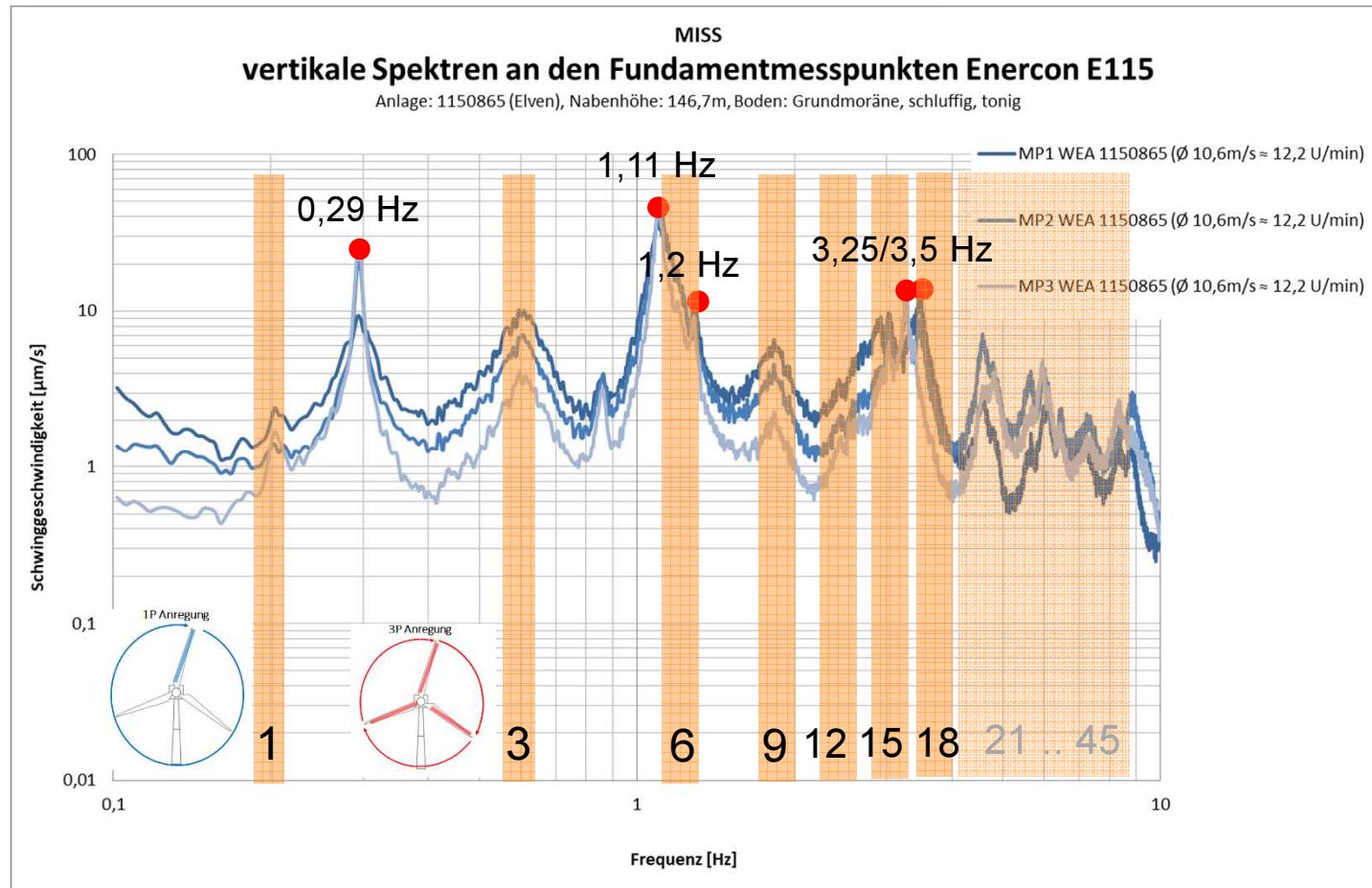
## Turmmessung an einer E115 – Ergebnisse Turm



## Turmmessung an einer E115 – Ergebnisse Turm



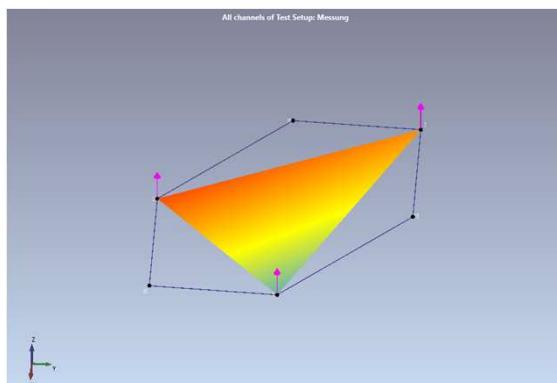
## Turmmessung an einer E115 – Ergebnisse Fundament



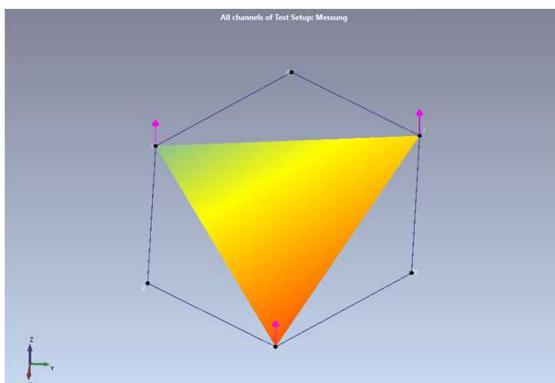


## Turmmessung an einer E115 – Ergebnisse Fundament

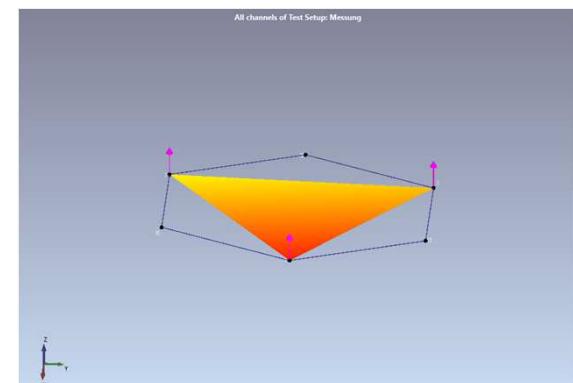
Visualisierung der Fundamentbewegung



0,29 Hz (Mode 1)



0,58 Hz (3P)

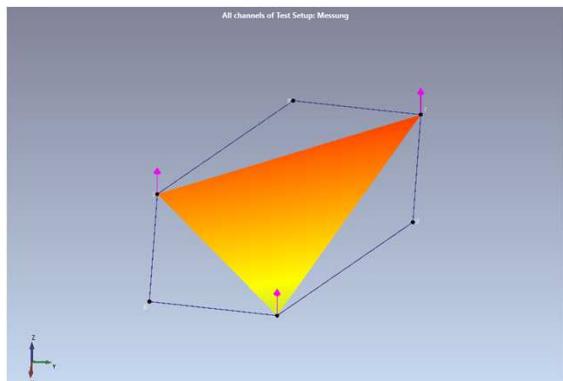


1,1 / 1,2 Hz (Mode 2)

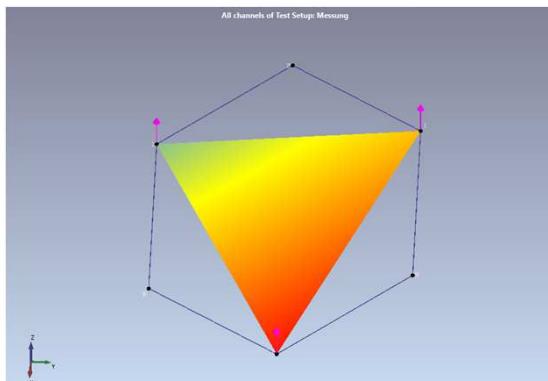


## Turmmessung an einer E115 – Ergebnisse Fundament

Visualisierung der Fundamentbewegung



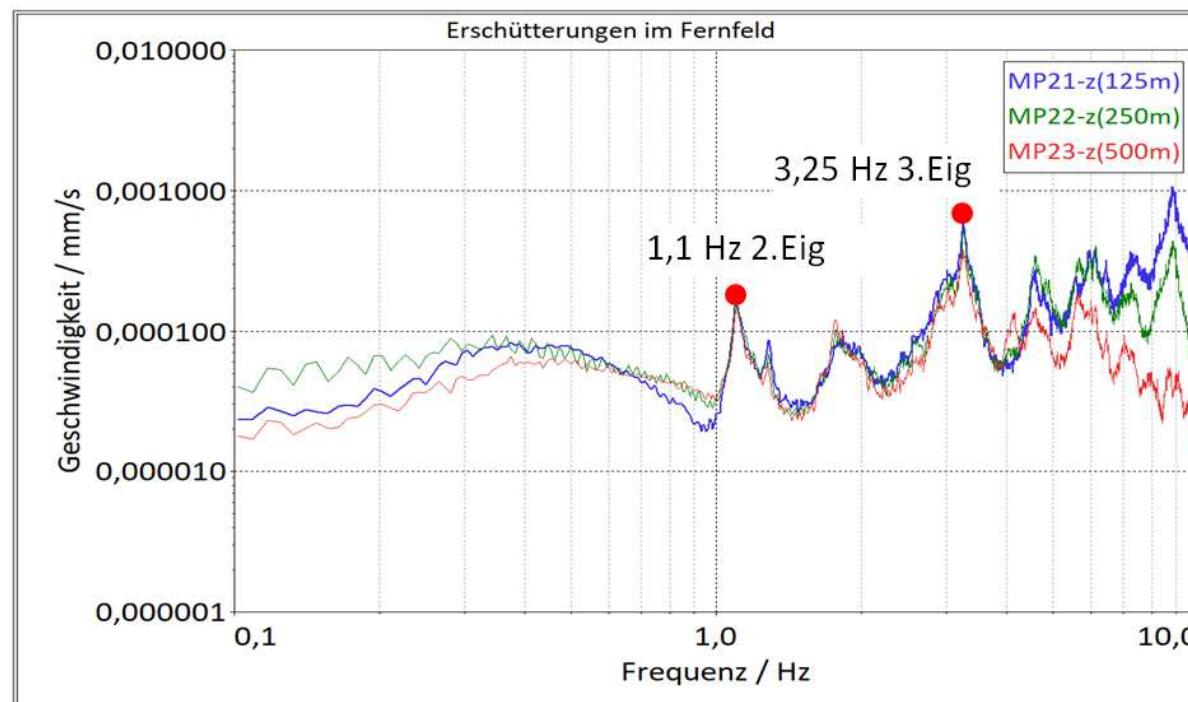
3,25 Hz (Mode 3)



3,48Hz (Mode 3)



## Turmmessung an einer E115 – Ergebnisse Nahfeld



Vergleich der Spektren in unterschiedlichen Entfernungen





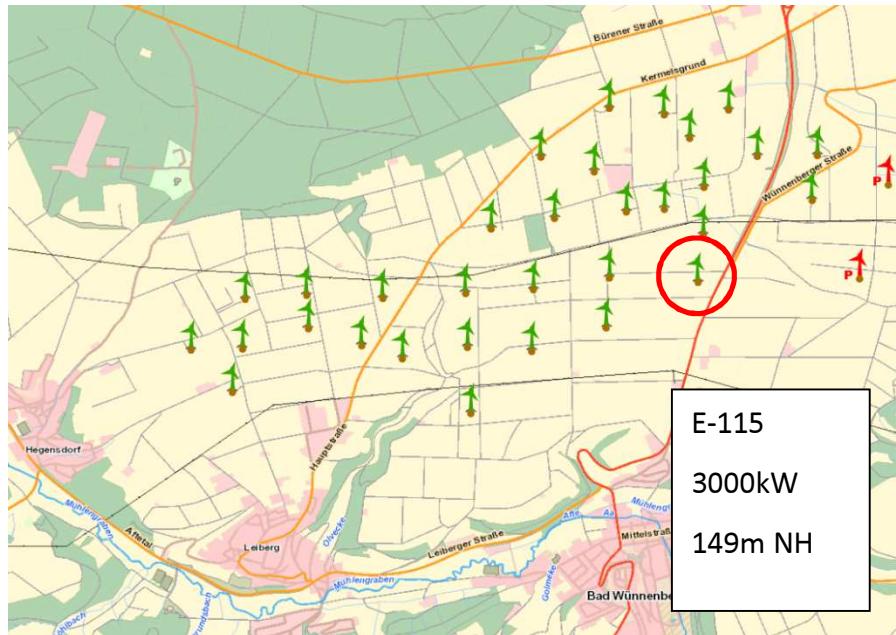
## Fundamentmessung an verschiedenen E115



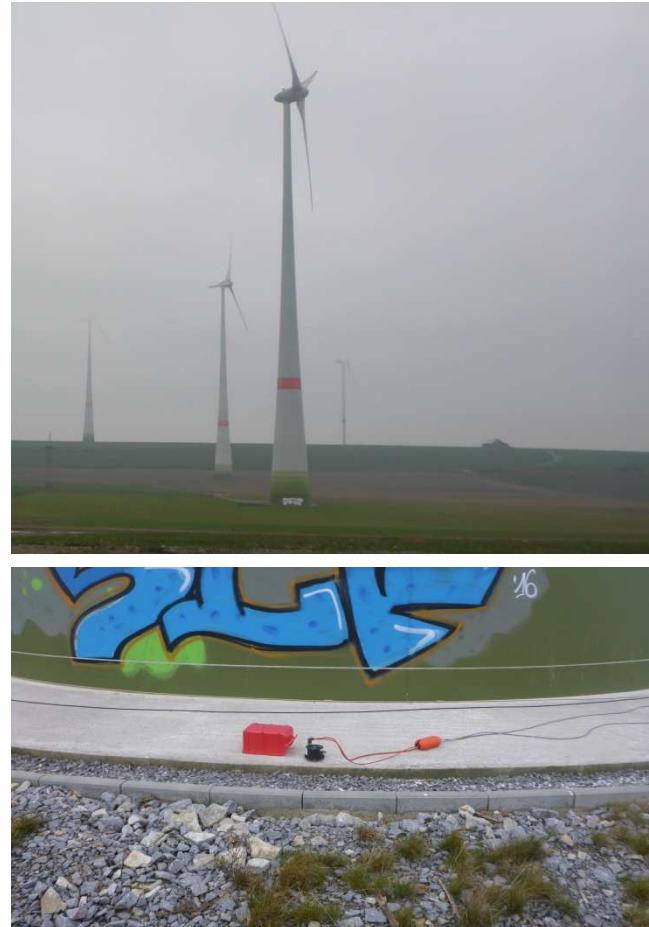
Mit Unterstützung von:



## Fundamentmessungen an verschiedenen E115



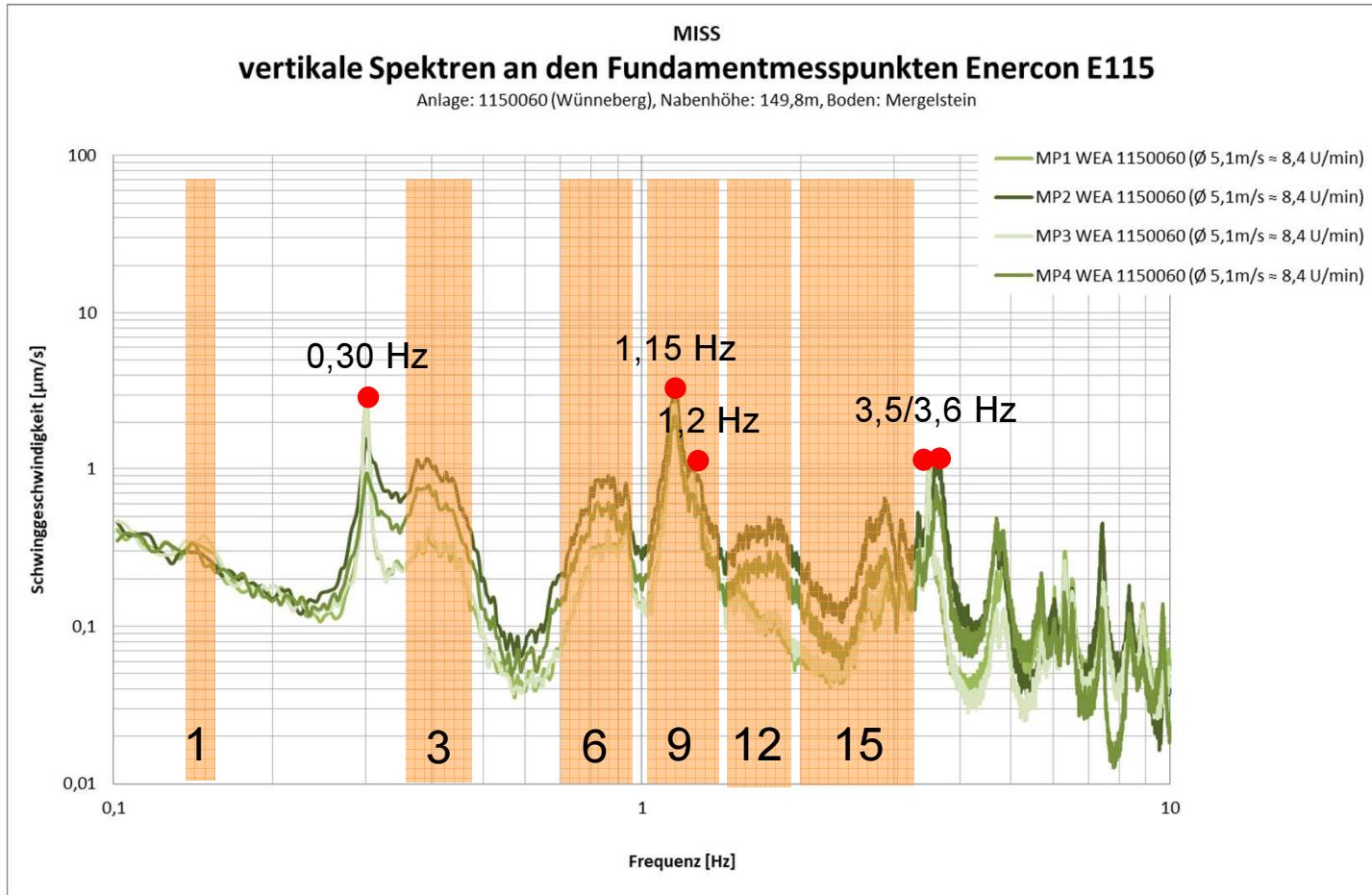
Standort Wünneberg / Leiberg  
Nr. 1150060  
Boden: Mergelstein





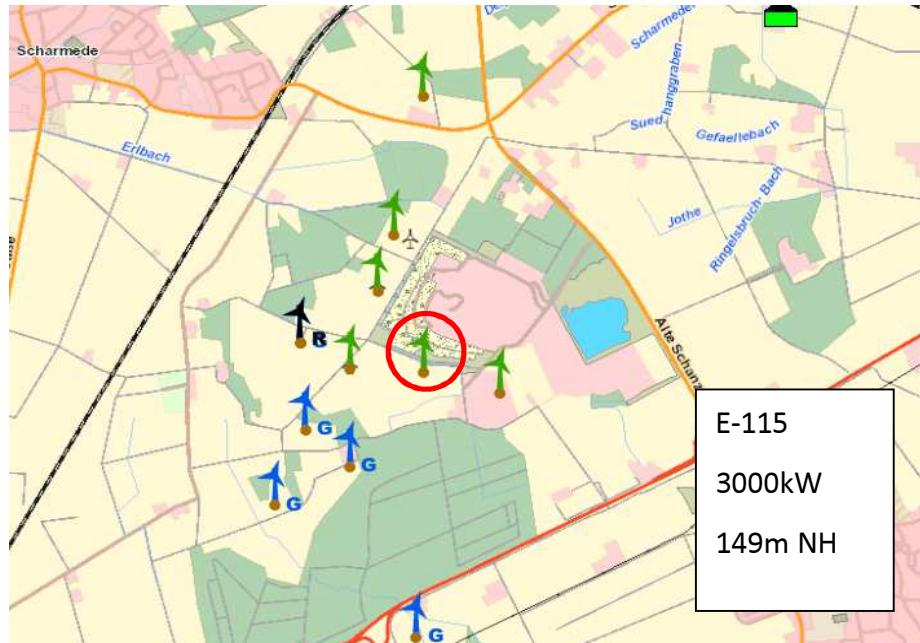
## Fundamentmessungen an verschiedenen E115

Standort Wünneberg/Leiberg, Nr. 1150060





## Fundamentmessungen an verschiedenen E115

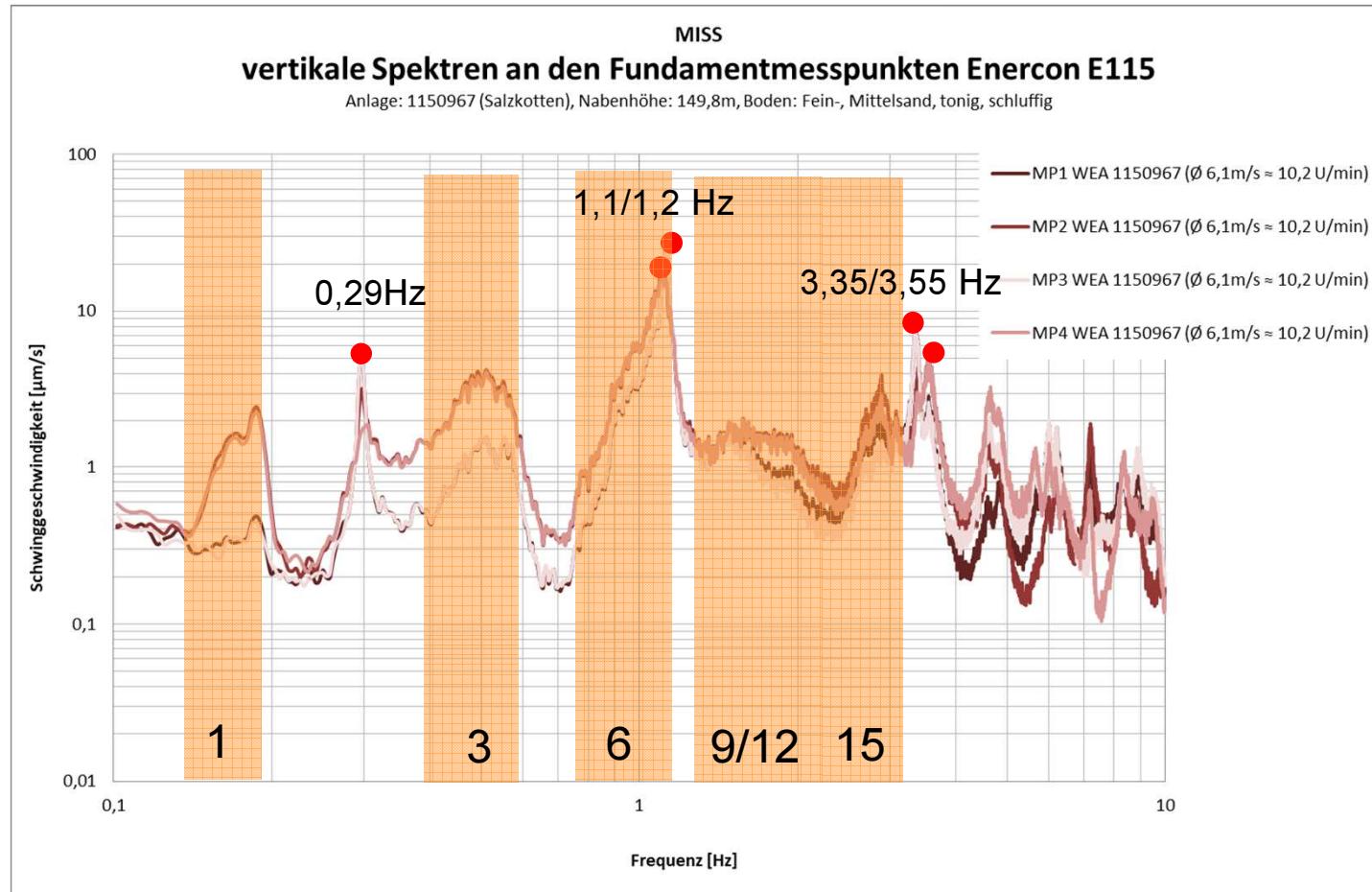


Standort Salzkotten  
Nr. 1150967  
Boden: Fein- / Mittelsand



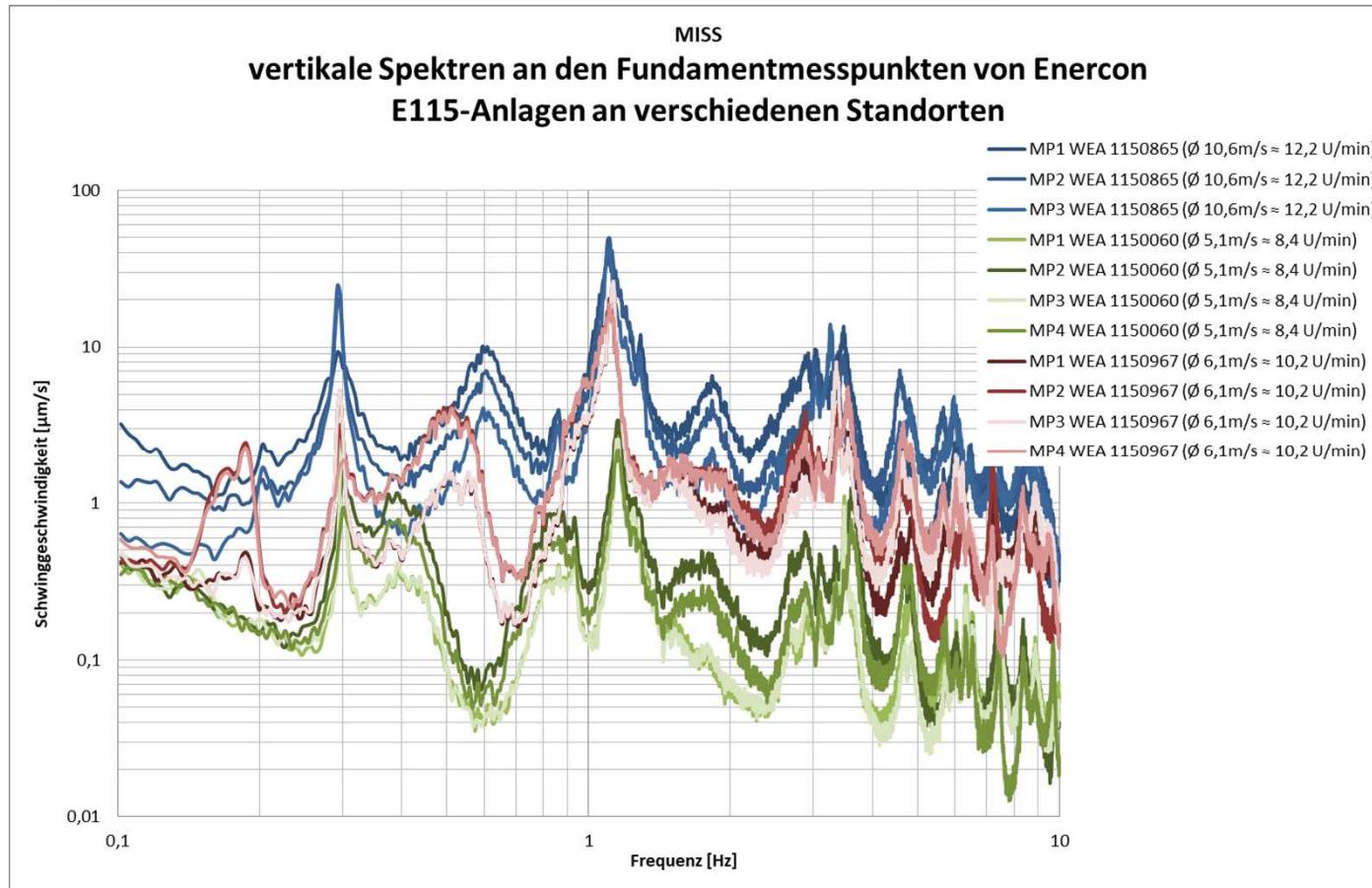
## Fundamentmessungen an verschiedenen E115

Standort Salzkotten, Nr. 1150967



## Fundamentmessungen an verschiedenen E115

Vergleich aller Standorte





### Zwischenstand Erkenntnisse

- Der Baugrund hat auf die Eigenfrequenzen gleicher Anlagen an verschiedenen Standorten nur eine untergeordnete Rolle.  
In den Enercon Typenstatiken wird Mindestdrehfedersteifigkeit gefordert, daher wird die Fundamentierung je nach Baugrund angepasst (Pfahlgründung, Flachgründung, etc.) so dass die Fundamentsteifigkeiten verschiedener Anlagen - baugrundunabhängig - relativ homogen sind.
- Die am Fundament maßgebenden Frequenzen sind die Resonanzen, bei denen ein Vielfaches der 3P-Anregung mit einer Eigenfrequenz des Turms zusammenfällt.  
Die Anregung an der WEA erfolgt durch den Impuls, wenn ein Rotorblatt am Turm vorbei streicht.
- Frequenzen  $f > 6\text{Hz}$  werden vom Baugrund stark bedämpft



### Planung für die nächsten 6 Monate

- **Durchführung einer Turmmessung an einer Getriebebeanlage**  
Kontakt mit Herrn Füller Betreiber einer Vestas wurde aufgenommen
- **Auswertung Langzeitmessungen Fundament**  
Auswertung einer 96h Messung am Fundament inkl. Starkwindereignisse
- **Durchführung weiterer Fundamentmessungen**  
Messungen an WEA Fundamenten kooperierender Anlagenbetreiber  
(Abstimmungen laufen bereits)
- **Start des AP 1.2**  
Entwicklung eines Prognosemodells parallel zu weiteren Fundamentmessungen

