



Bodenbewegungen durch Windenergieanlagen
Ergebnisse des TremAc Projektes


Prof. Dr. Joachim Ritter & Dr. Toni Zieger

Geophysikalisches Institut (GPI), KIT-Fakultät für Physik joachim.ritter@kit.edu



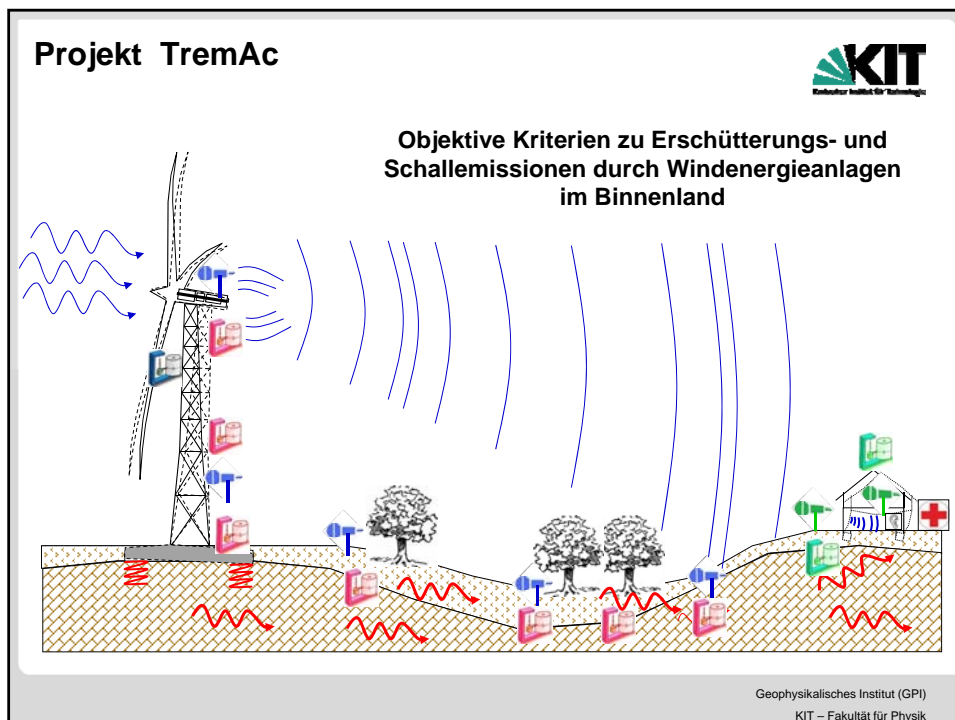
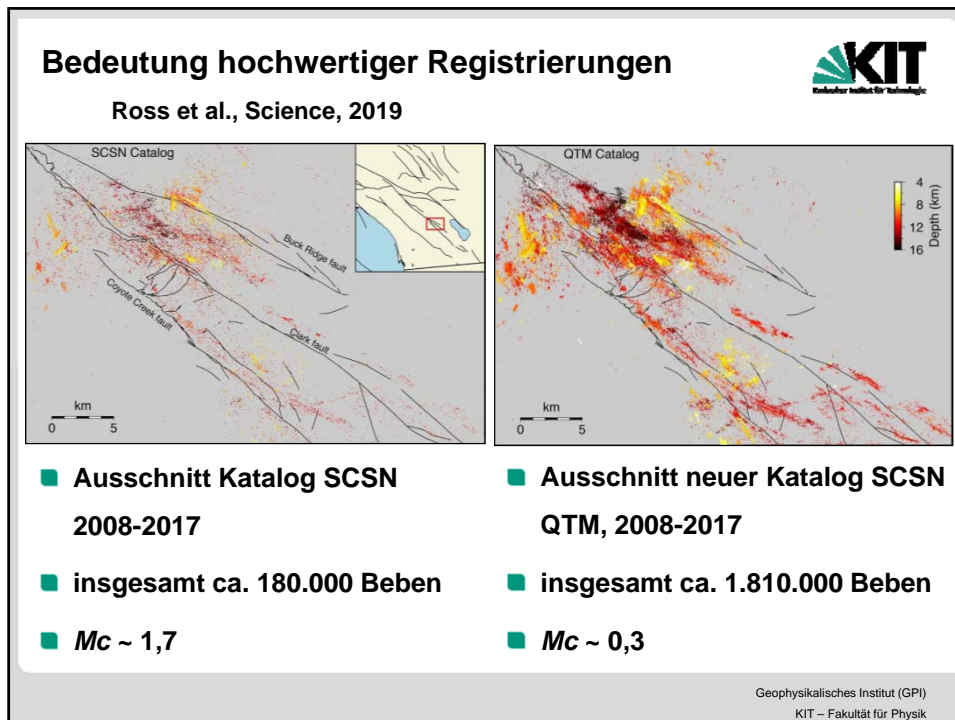
KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft  www.kit.edu

Überblick



- Motivation
- TremAc et al.
- Experimente und Ergebnisse
- Dämpfungskurven und Schutzradien
- Varia

Geophysikalisches Institut (GPI)
KIT – Fakultät für Physik



Projekt TremAc

The diagram illustrates the TremAc project. On the left, a wind turbine is shown with several sensors (blue and red) mounted on its tower. Blue wavy lines represent seismic waves emanating from the turbine. These waves travel through the ground, which is depicted with a cross-hatched pattern. Red wavy lines represent seismic waves traveling through the ground towards a building on the right. The building has a red cross symbol, indicating it is a hospital. The ground surface is uneven, with trees and a road. The diagram is surrounded by logos of partner institutions: Universität Bielefeld, MARTIN-LUTHER-UNIVERSITÄT HALLE-WITTENBERG, Universität Stuttgart, MESH ENGINEERING TEAM, ENERCON, and TUM. The KIT logo is also present.

Geophysikalisches Institut (GPI)
KIT – Fakultät für Physik

Projekt TremAc und KIT-GPI

KIT-GPI: Messung und Analyse von seismischen Emissionen, Transmissionen und Immissionen


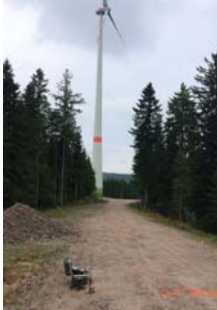
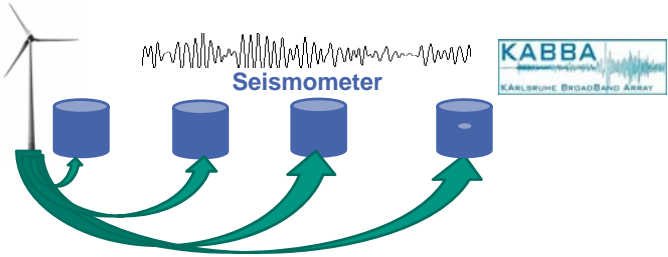
Verschiedene geologische Untergrundarten, vers. WEA

The photograph shows a collection of approximately 12 green, rectangular sensor units arranged in three rows. Each unit has a white label and a small red and white sensor on top. They are placed on a light-colored floor.

Sensoren: 0,05 – 50 Hz

Geophysikalisches Institut (GPI)
KIT – Fakultät für Physik


Projekt TremAc und KIT-GPI

- Messung der Bodenbewegung (Emission, Transmission & Immission)
- Analyse der Signale von WEA, Bestimmung der Welleneigenschaften
- Einfluss des geologischen Untergrunds
- Beurteilung der Auswirkung auf Menschen und Infrastruktur

Geophysikalisches Institut (GPI)
KIT – Fakultät für Physik

Projekt TremAc




Problem: Geldgeber zwingt zu Kooperation mit Industrie

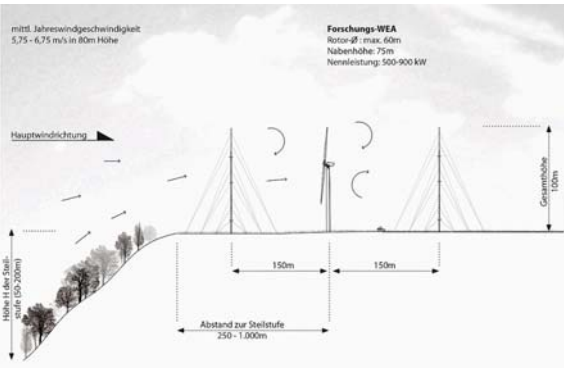
- Industrie und WEA-Betreiber zeigen kein Interesse
- Verhandlungen führen zu Stillstand und Verzögerungen
- Modifikation der Projektdurchführung
- GPI: meist rein seismische Messungen
- 2 Standorte für kombinierte Messungen:
Bodenbewegungen – (Infra-) Schall – Bürgerbefragungen
plus numerische Simulationen

Geophysikalisches Institut (GPI)
KIT – Fakultät für Physik

Projekt TremAc und andere ...



- Do it yourself !
- Forschungswindräder:
 - FH-ICT Pfinztal
 - WINSENT Stötten



mittl. Jahreswindgeschwindigkeit
5,75 - 6,75 m/s in 80m Höhe

Forschungs-WEA
Rotor-Ø max. 60m
Nabenhöhe: 75m
Nennleistung: 500-900 kW

Hauptwindrichtung


Höhe (1 der Steil-
schneife (50-200m)

Abstand zur Steilstufe
250 - 1.000m

Gesamthöhe
100m

150m


150m



Wind Science & Engineering
Best Site in Complex Terrain

Geophysikalisches Institut (GPI)
KIT – Fakultät für Physik

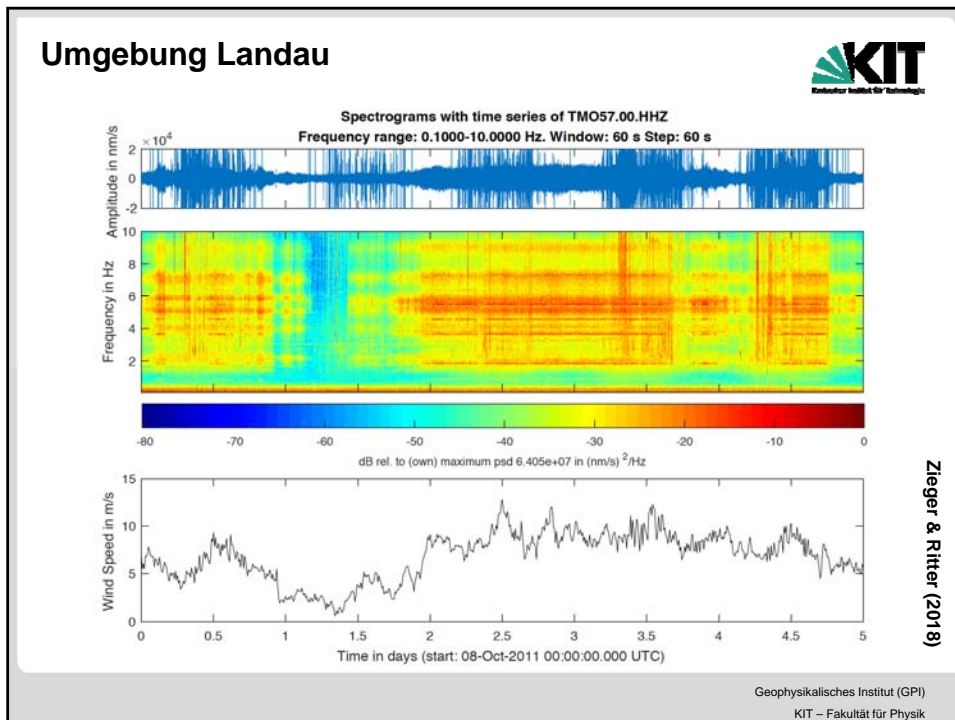
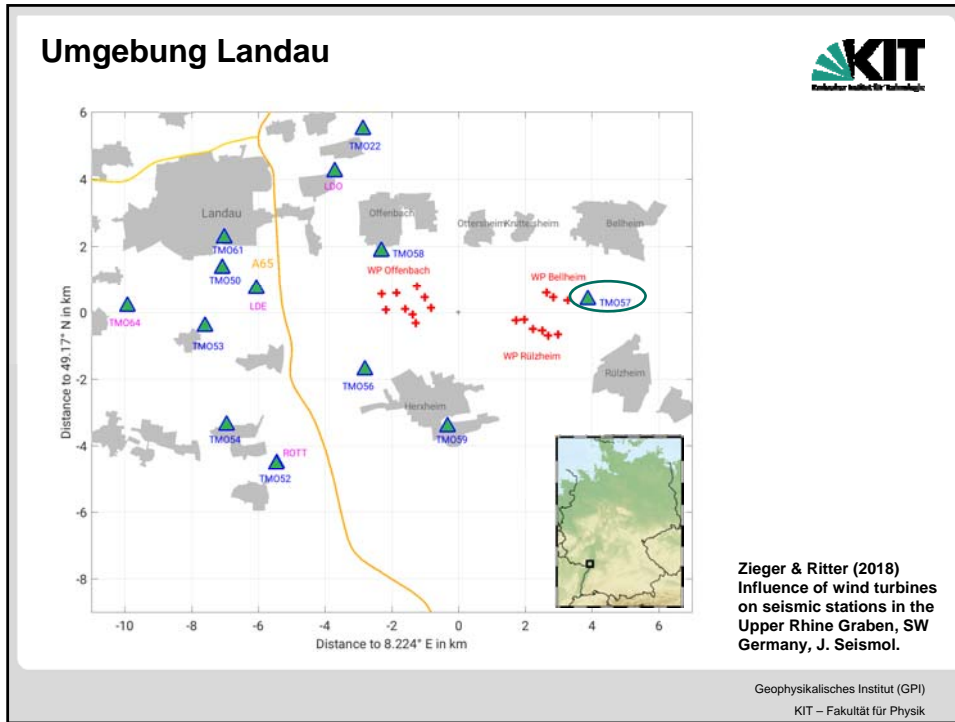
Projekt TremAc

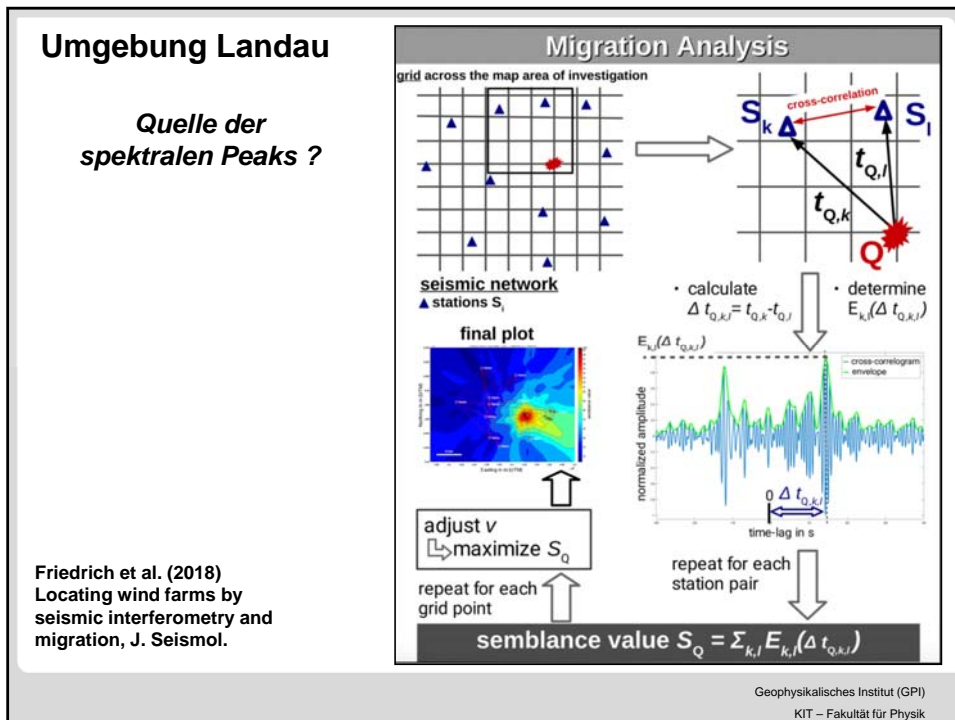
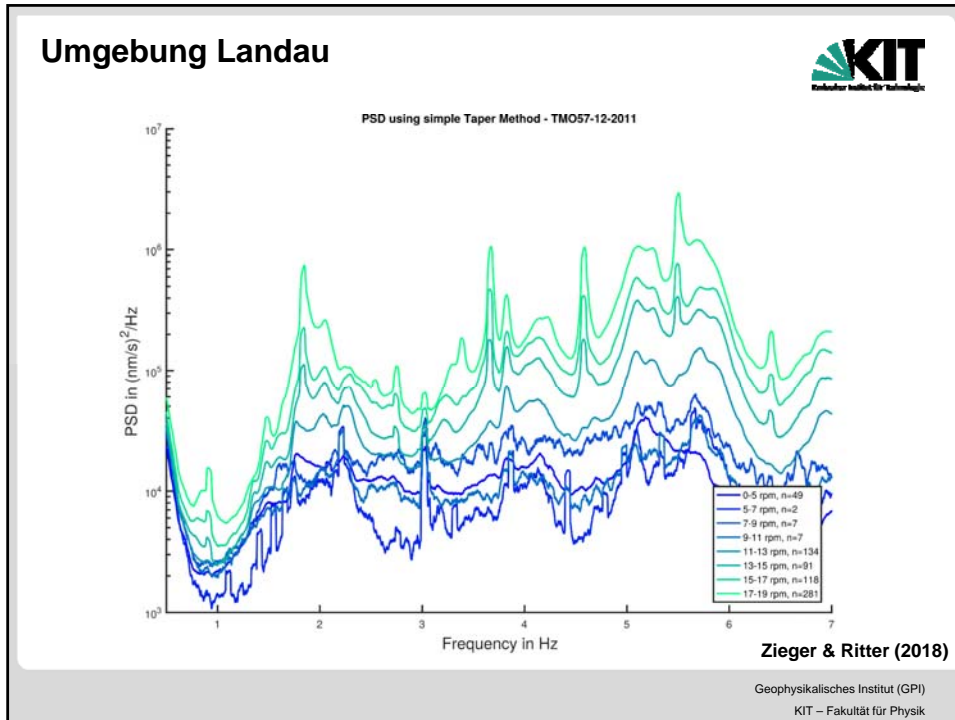


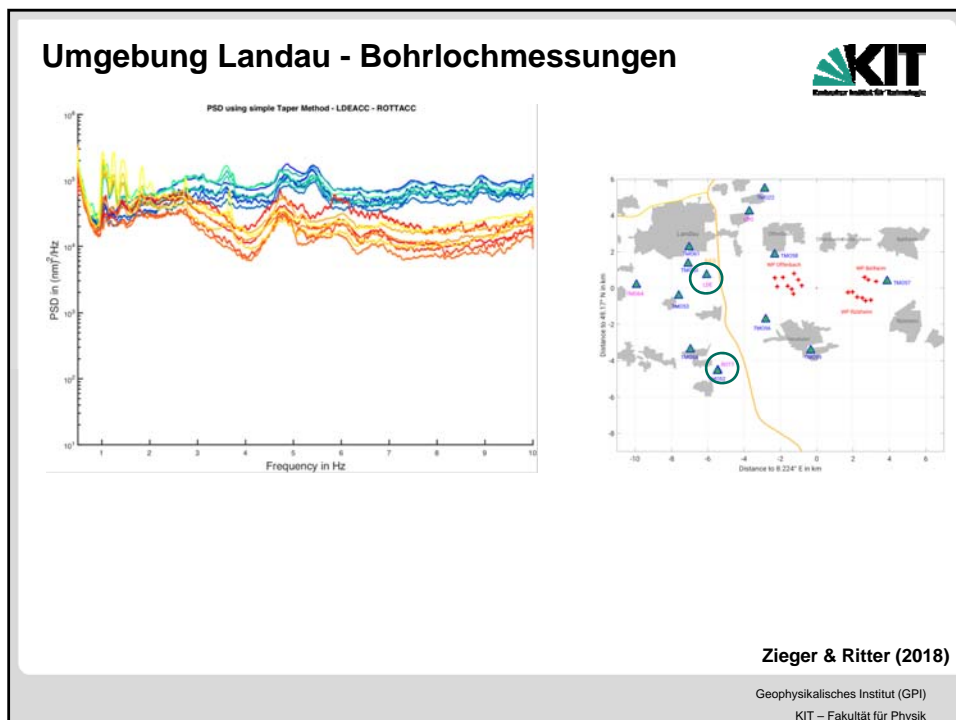
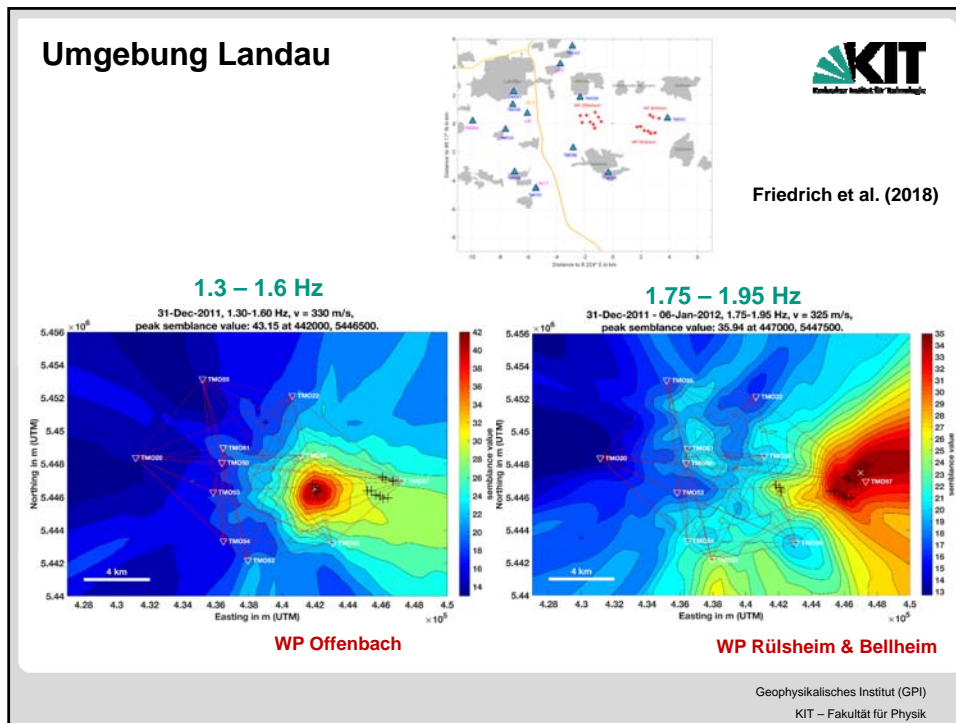
Messstandorte:

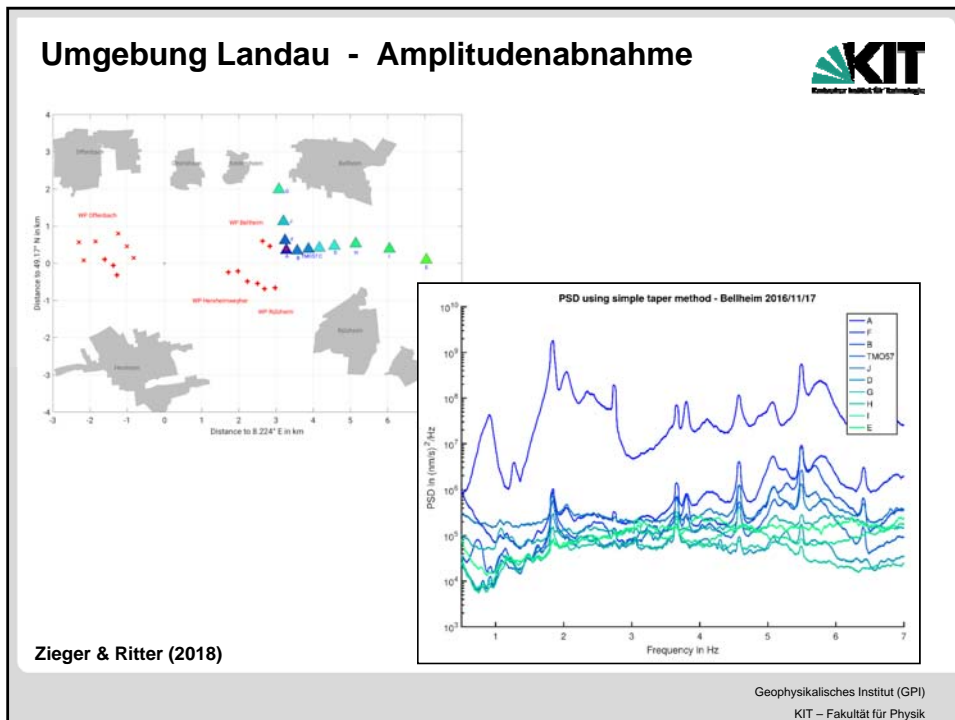
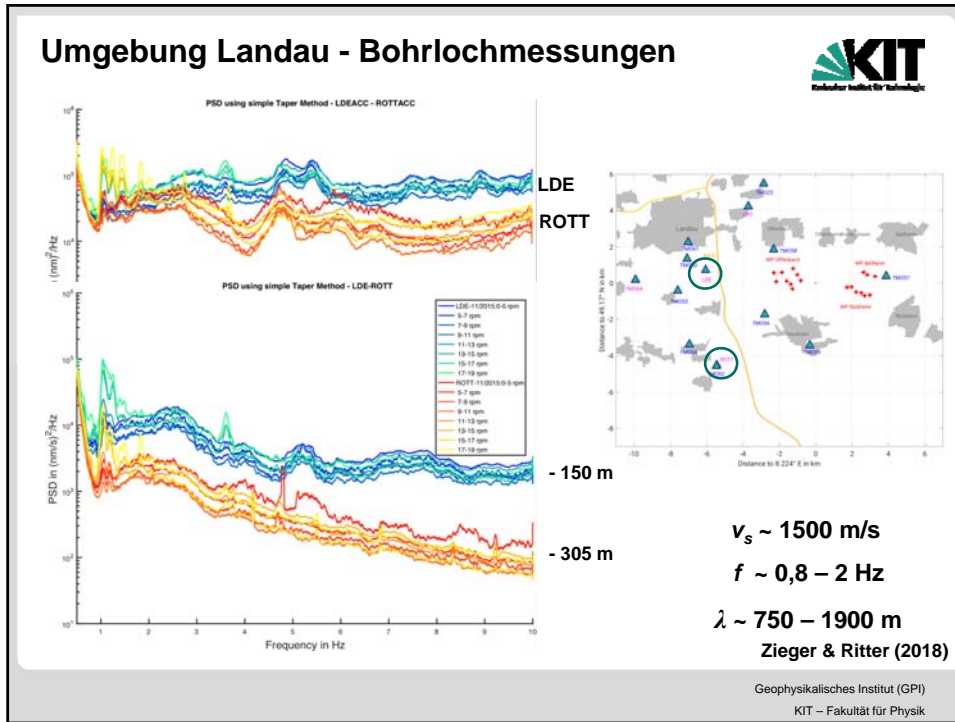
Ort	WEA	Untergrund	Messgeometrie
Landau	2-3 WP	Sedimente	Linien, Bohrloch
Karlsruhe	3 WEA	Müll, Sedimente	Linie
Schwarzwald	3 WEA	Buntsandstein	Linie
Pfinztal	1 (F)WEA	Löß / Kalkstein	Dauermessung, Linien, Kreise, LD
X-heim	1 WEA	Löß / Kalkstein	Linie
X-stedt	WP	Torf	Linie, Halbkreis

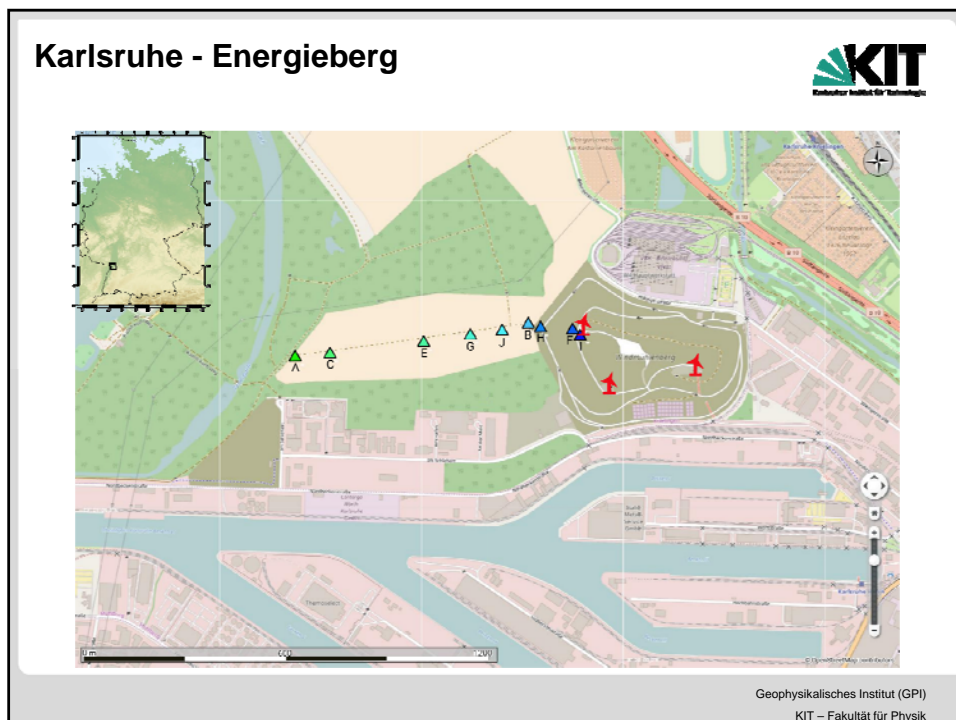
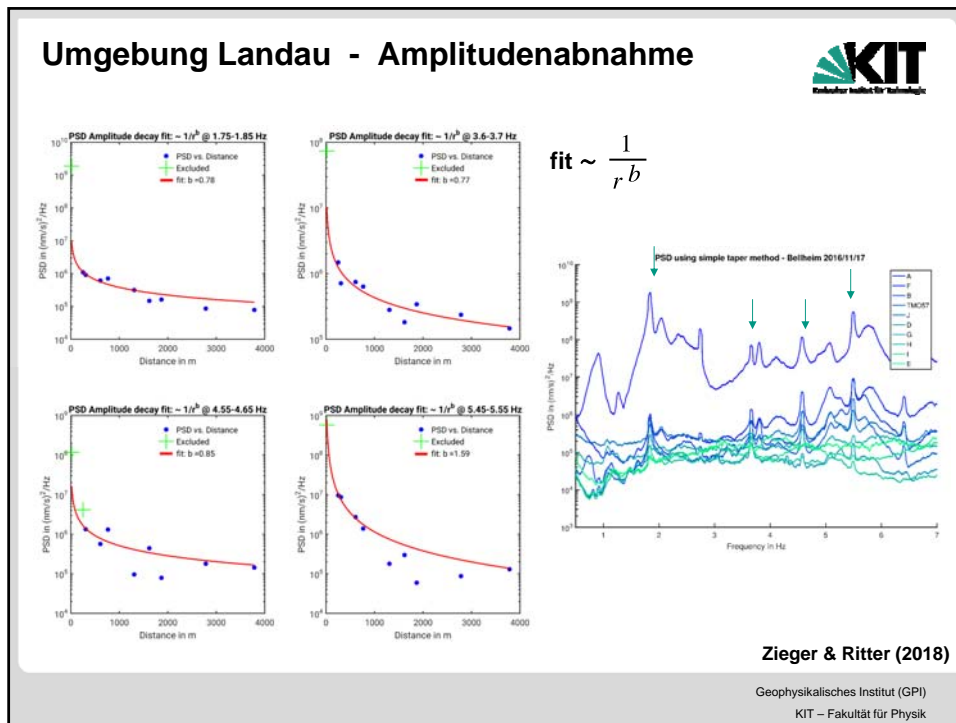
Geophysikalisches Institut (GPI)
KIT – Fakultät für Physik

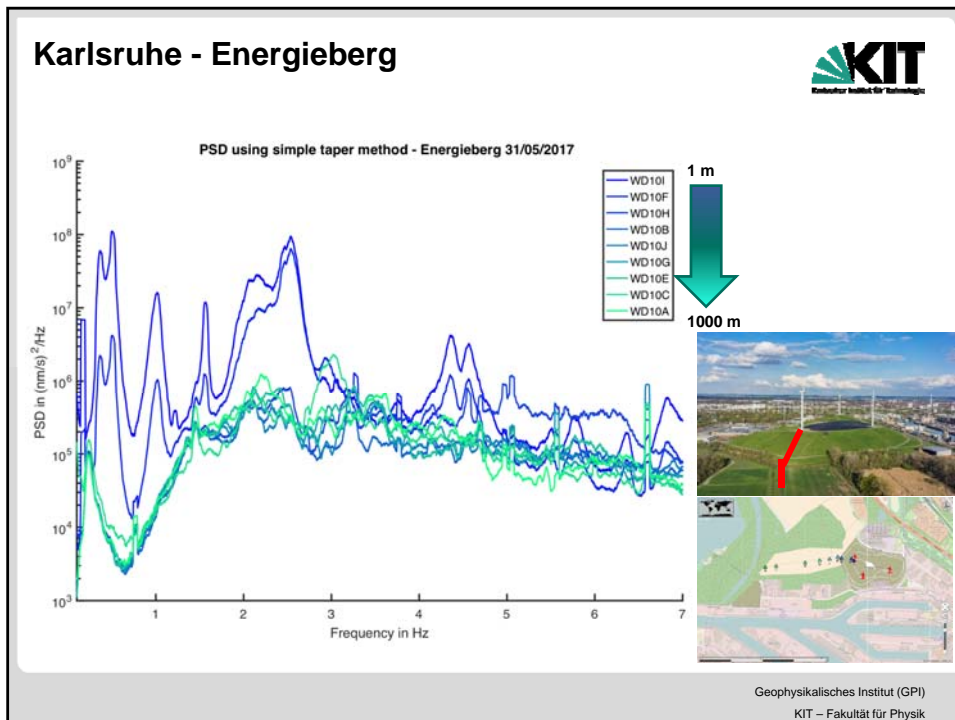
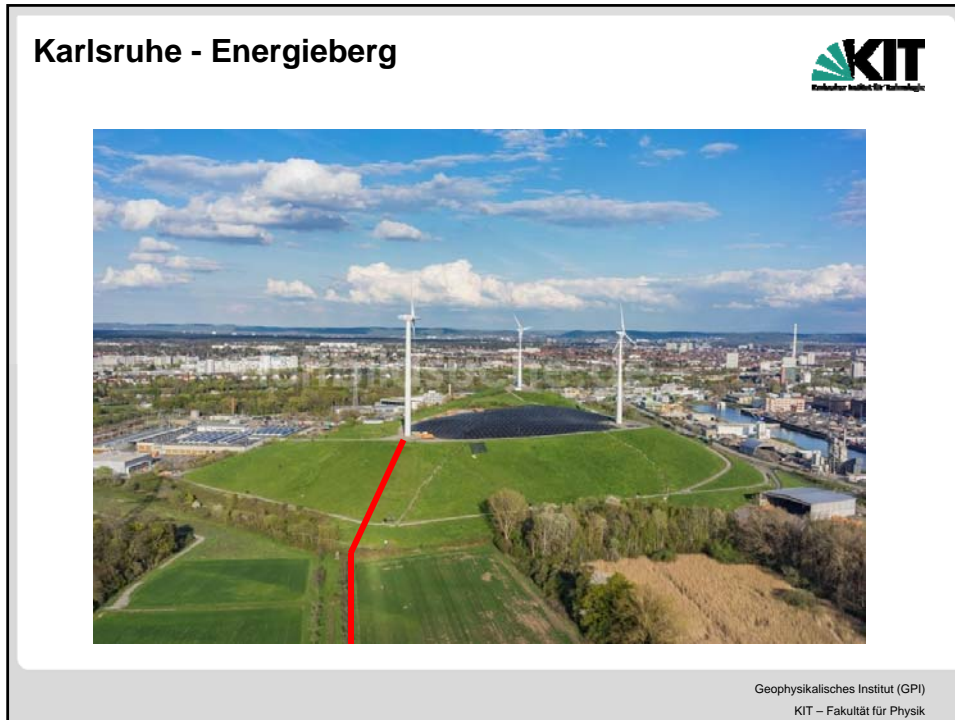


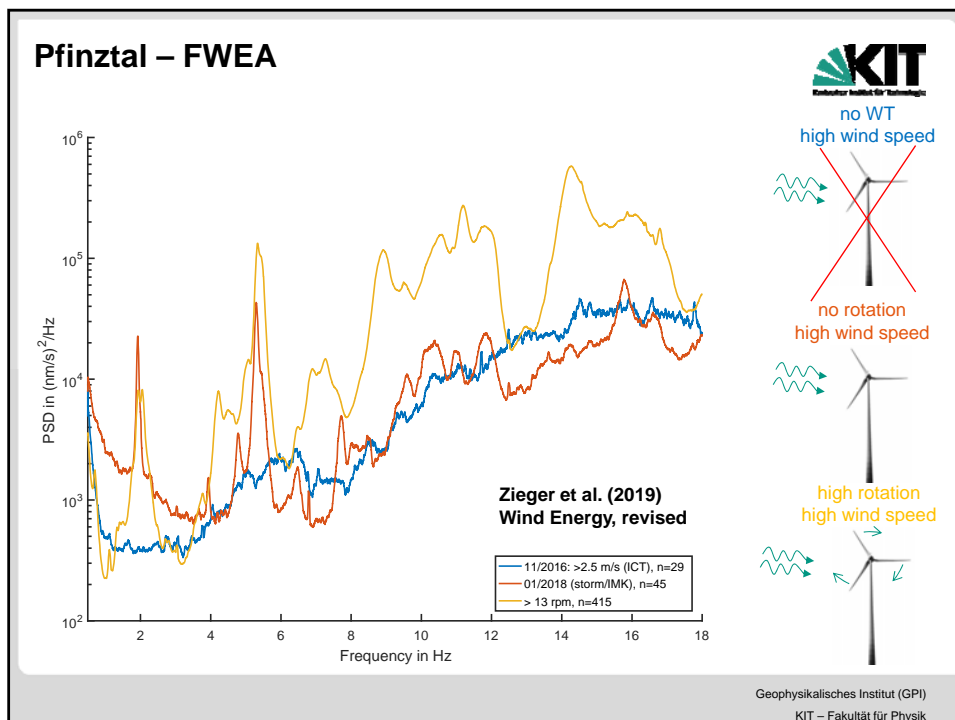
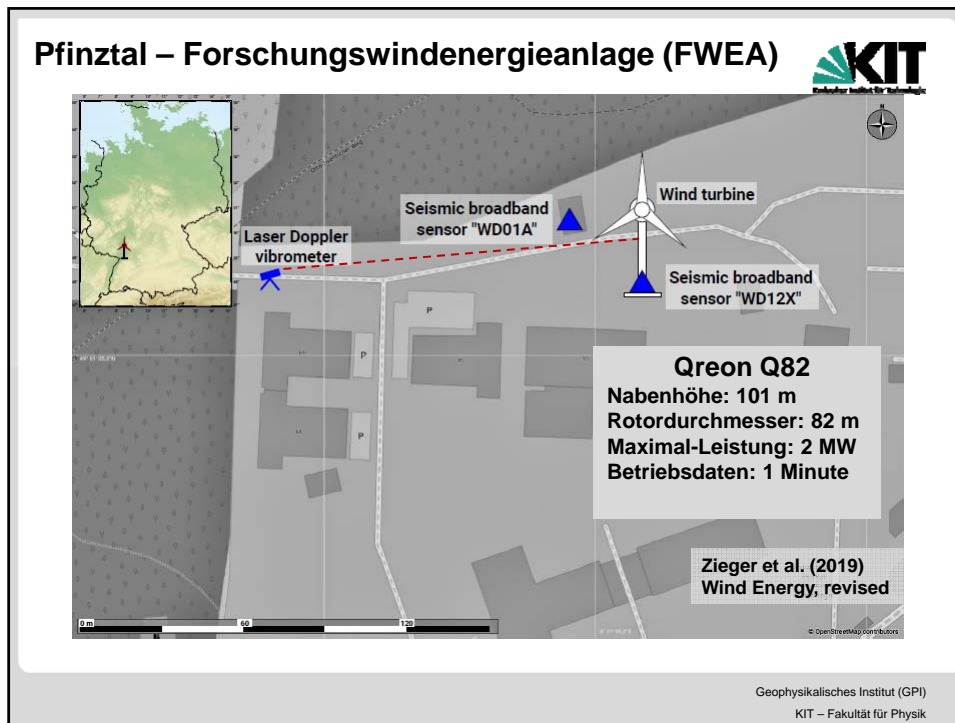


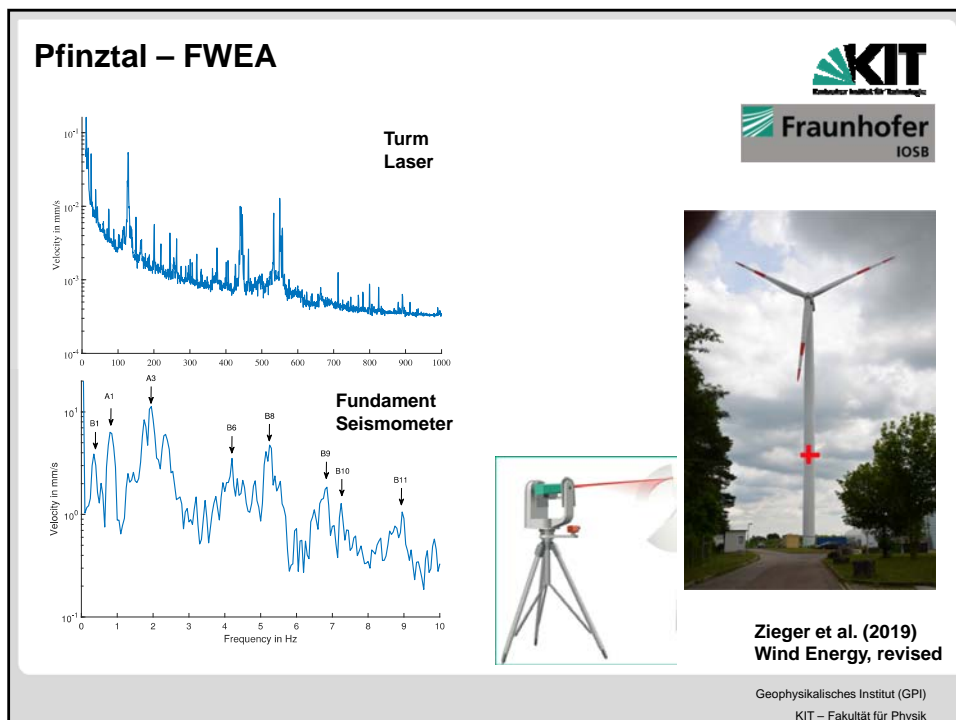
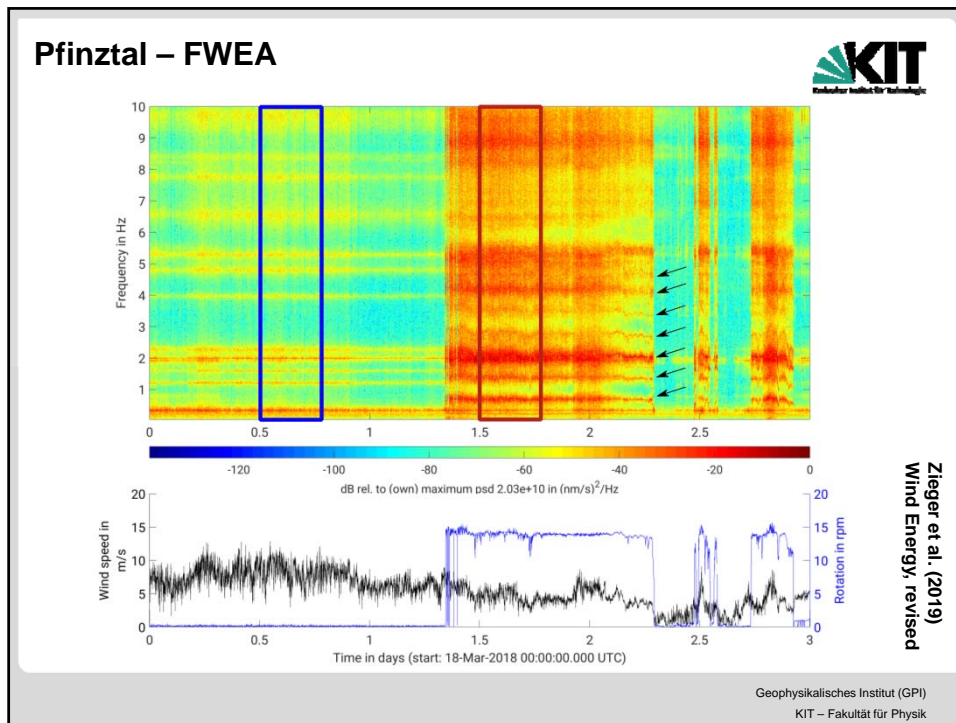


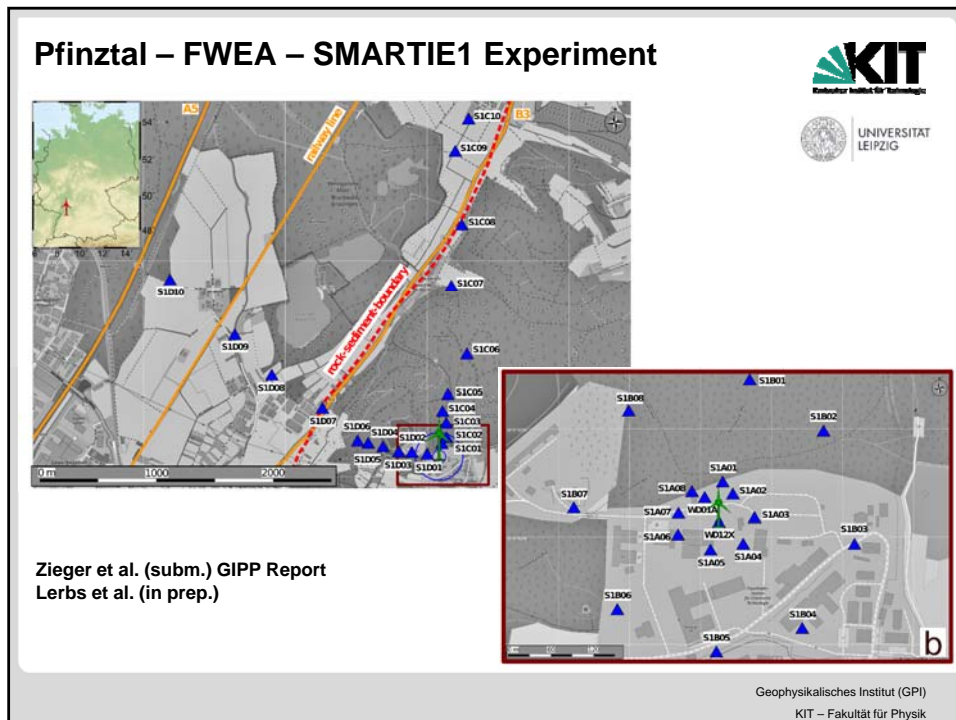
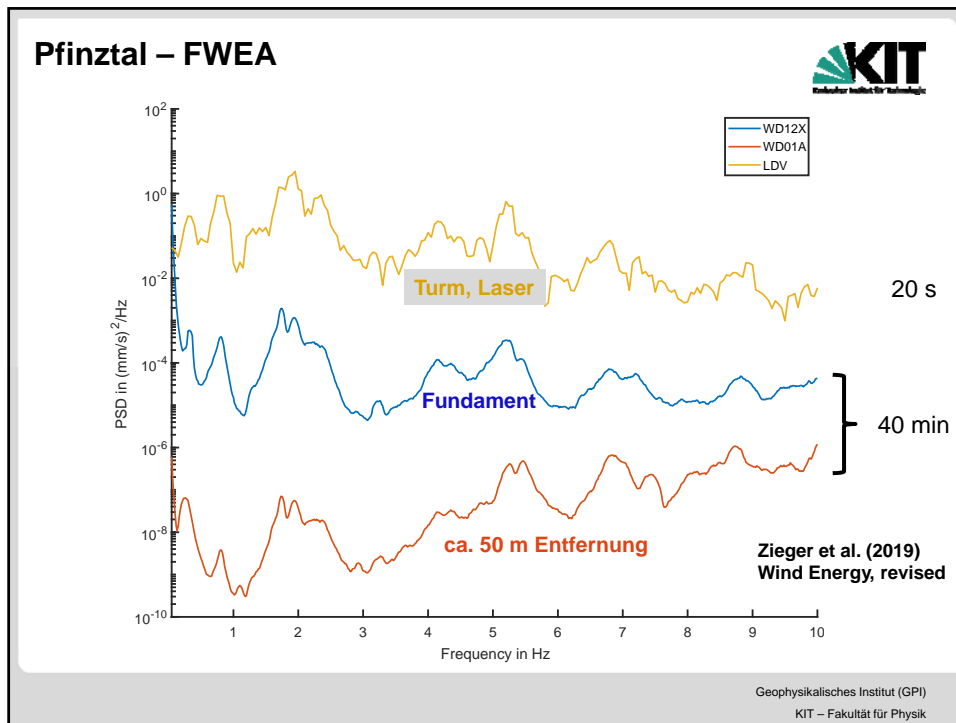


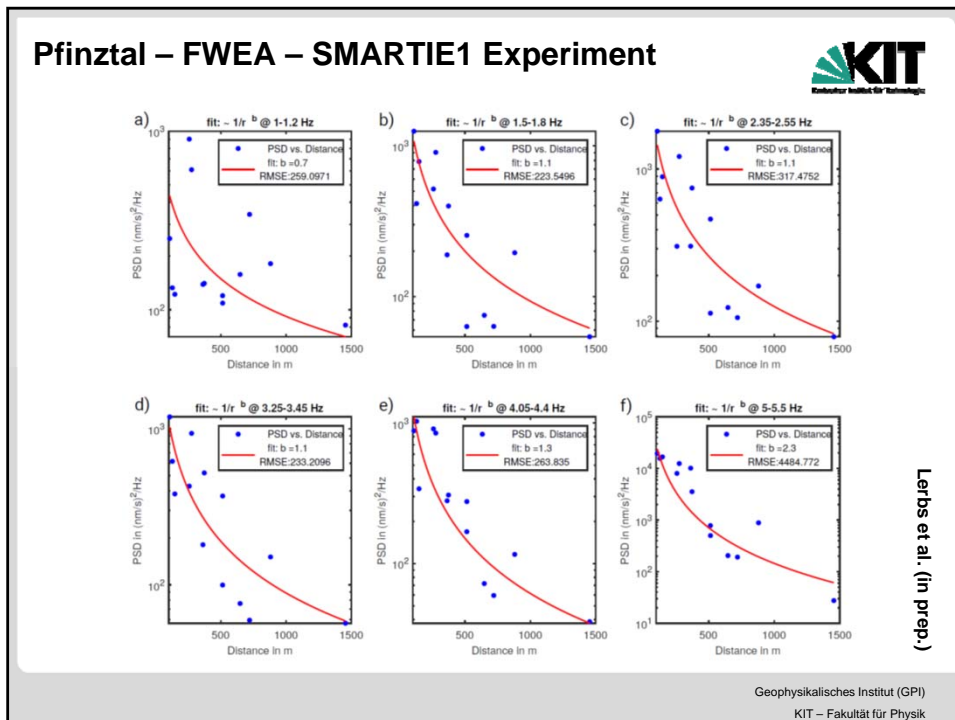
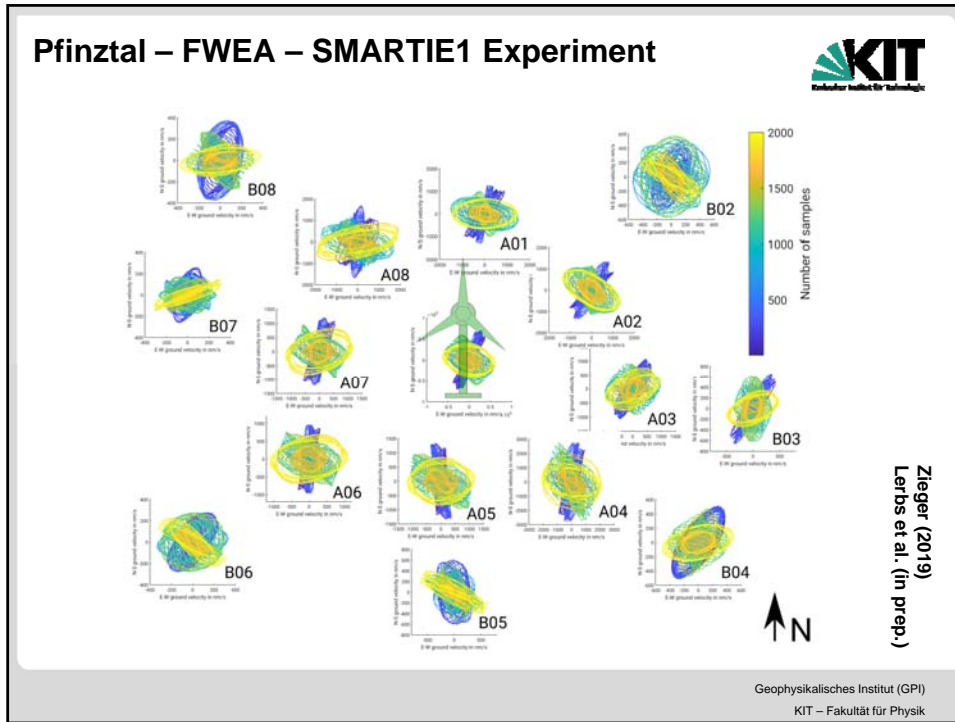


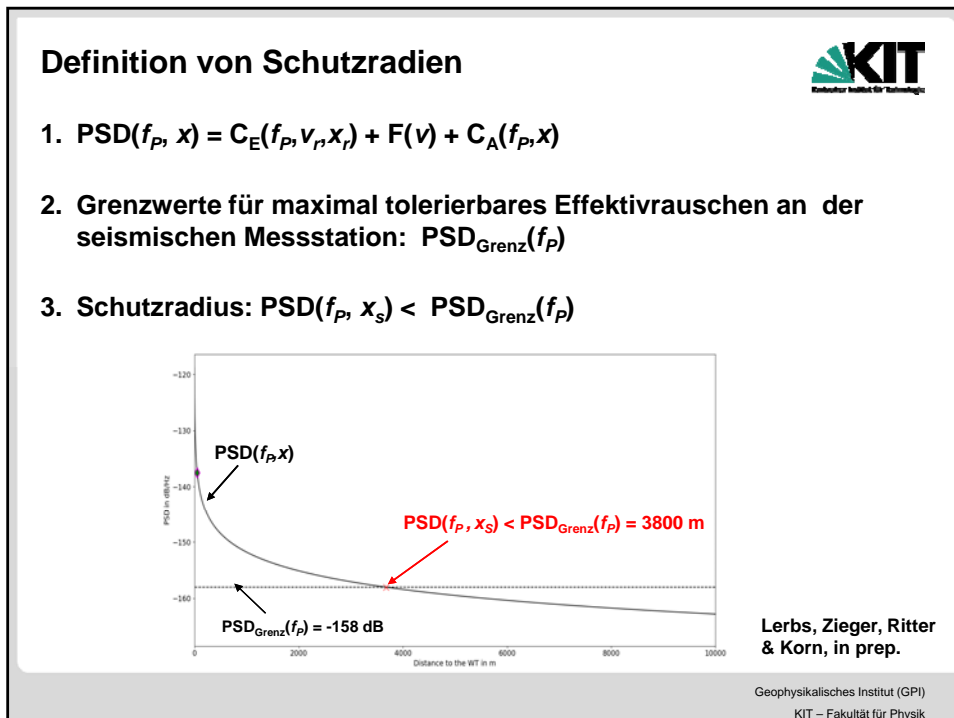
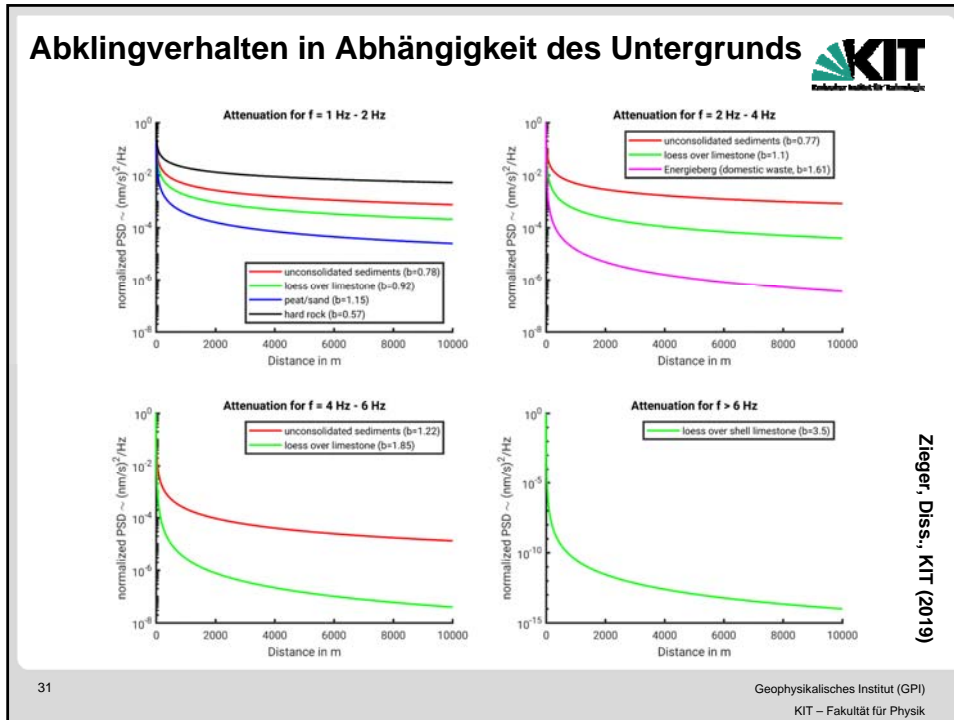


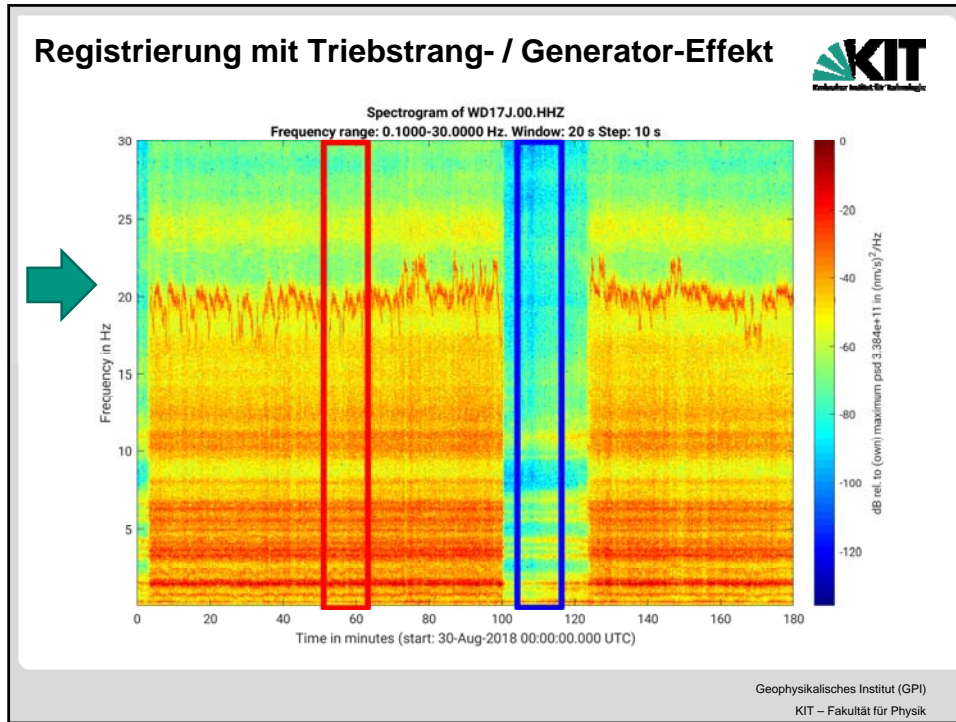












Werbung

DOI: 10.1002/stab.201900039

Sven Nagel*, Toni Zieger, Birger Luhmann, Peter Knödel, Joachim Ritter, Thomas Ummerhofer

AUFSATZ

FACHTHEMEN

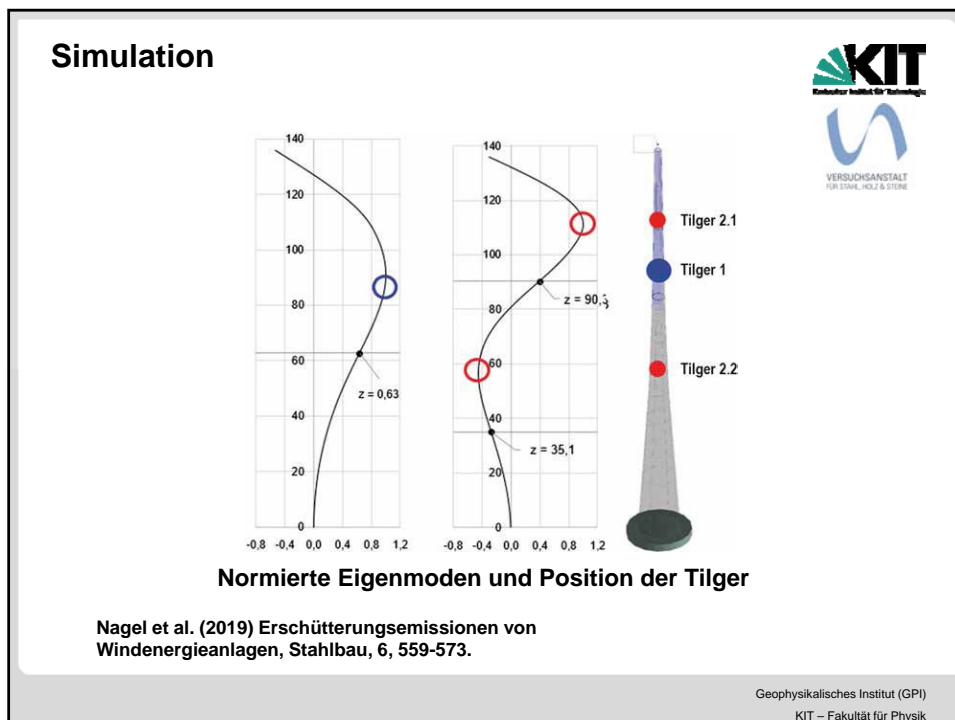
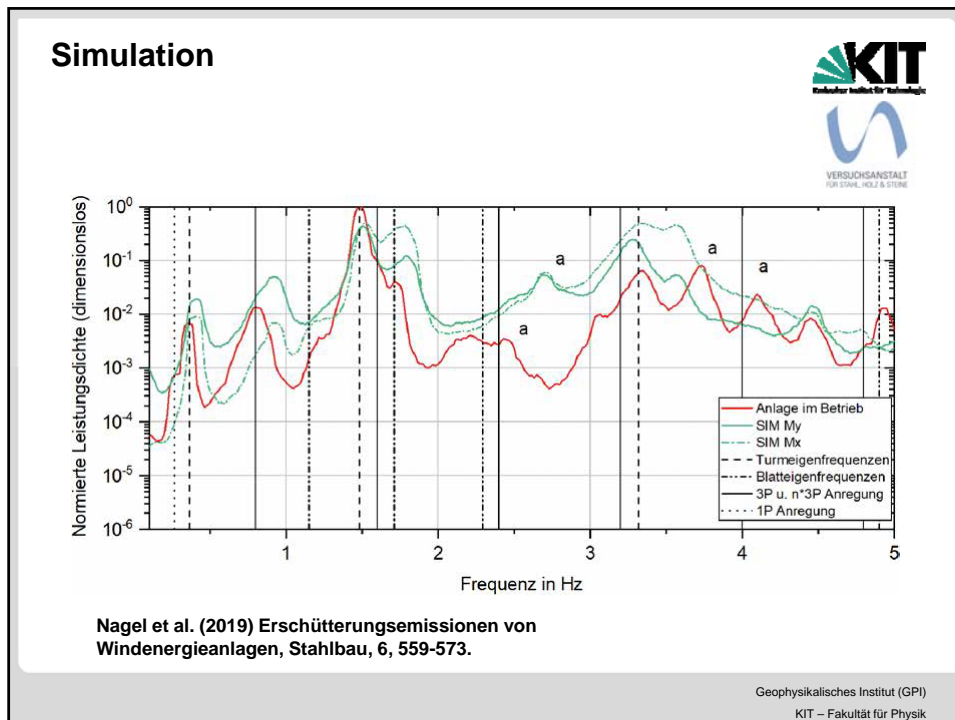
Erschütterungsemissionen von Windenergieanlagen

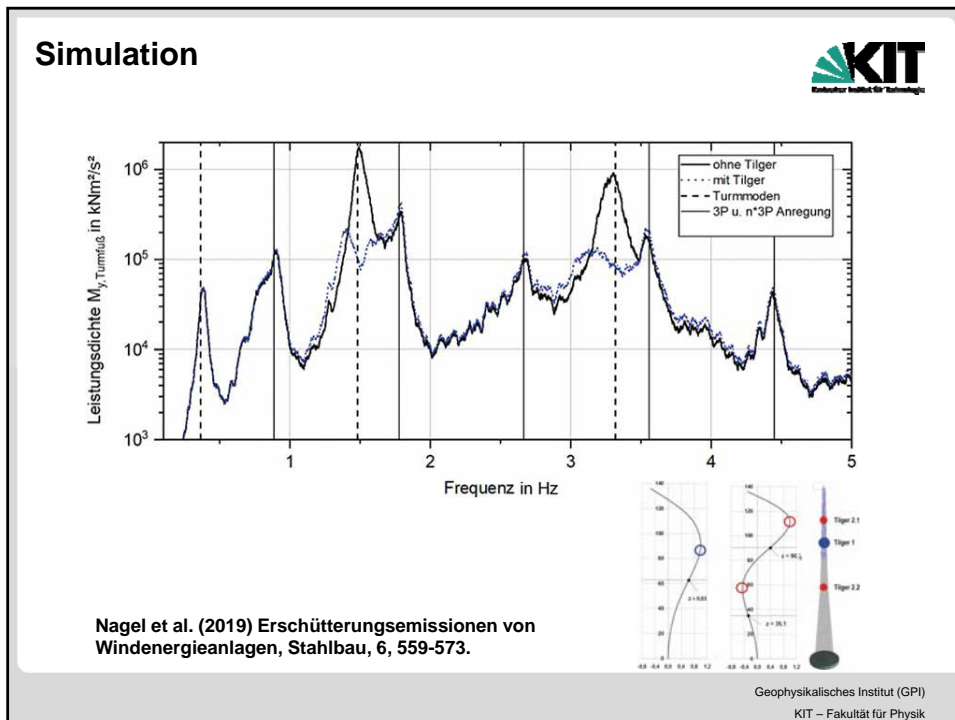
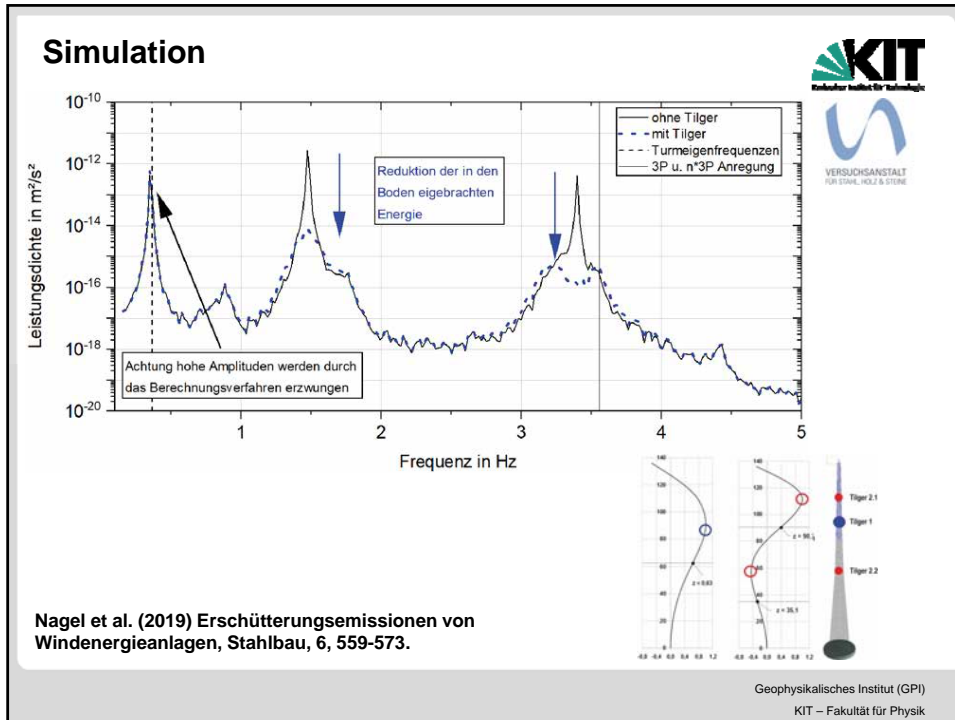
2 MW mit Hybridturm
Generisches
Simulationsmodell

Nagel et al. (2019)
Erschütterungsemissionen
von Windenergieanlagen,
Stahlbau, 6, 559-573.

	Kopfmasse	144 t			
	Stahl	220 t			
	Beton	1450 t			
	Fundament	2000 t			
45 m					
90 m					
	Struktureller Aufbau		Balkenmodell	Schalenmodell	Schalenmoden im Stahlrohrturm
			300 Elemente (2 Knoten Balken)	5600 Elemente (8 Knoten Schalen)	

Geophysikalisches Institut (GPI)
KIT – Fakultät für Physik





Zusammenfassung



- Seismische Registrierungen sind schützenswert
- Experimente für Einflussbereiche
- Schutzradien basierend auf Anregungen, Dämpfungskurven und Stationseffekten
- Mehr Synergie zwischen verschiedenen Projekten !

Geophysikalisches Institut (GPI)
KIT – Fakultät für Physik

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

40

Geophysikalisches Institut (GPI)
KIT – Fakultät für Physik