

MEHRWERT DURCH LIDAR

MÖGLICHKEITEN HOCHQUALITATIVER MESSUNGEN BIS 200 M HÖHE

PAVANA GMBH – ANNIKA BALTZER

31. Windenergietage – Potsdam 2023

Mehrwert durch LiDAR

... erleben, auf einer Reise durch den „echten Norden“

Stationen unserer Reise

- > **Start: Husum** – kurze LiDAR-Geschichte
- > **Nordstrand** – sicher unterwegs
- > **Janneby** – Verifikationen, die Aussicht von 200 m
- > **Strand** – kleiner Abstecher
- > **Kreis Segeberg** – Gondel-LiDAR, der Blick nach vorn
- > **Nordsee** – Scanning-LiDAR, der Überblick
- > **Turbulenter** belastender Zwischenstopp

- > **Ziel: Potsdam** – 31. Windenergietage 2023



Mehrwert durch LiDAR

... erleben, auf einer Reise durch den „echten Norden“

Stationen unserer Reise

- → **Husum** – kurze LiDAR-Geschichte
- → **Nordstrand** – sicher unterwegs
- → **Janneby** – Verifikationen, die Aussicht von 200 m
- → **Strand** – kleiner Abstecher
- → **Kreis Segeberg** – Gondel-LiDAR, der Blick nach vorn
- → **Nordsee** – Scanning-LiDAR, der Überblick
- → **Turbulenter** belastender Zwischenstopp

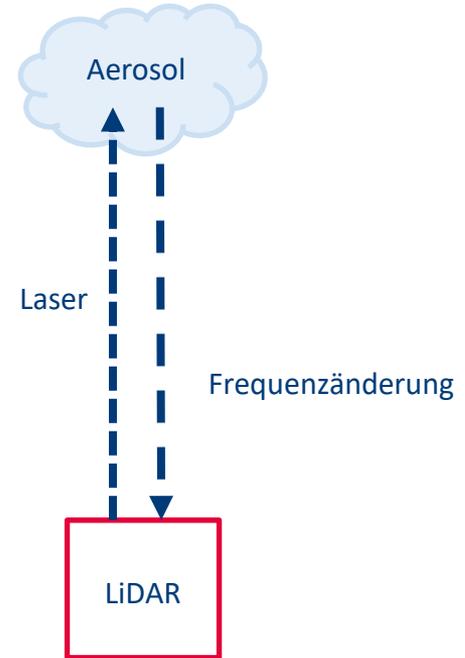
- → **Ziel: Potsdam, 31. Windenergietage 2023**



Mehrwert durch LiDAR

Husum – kurze LiDAR-Geschichte

- > **L**ight **D**etection **A**nd **R**anging
- > **Funktionsweise**
 - > Laser wird vom LiDAR ausgestrahlt
 - > Laser wird in Atmosphäre reflektiert und vom LiDAR wieder eingefangen
 - > reflektierter Laser enthält Information zur Windbedingung
- > Startpunkt nach Erfindung des Lasers in 1960ern
- > **LiDAR in der Windenergie**
 - > seit den 2000ern
 - > etabliert seit den 2010ern inkl. Richtlinien und Normen (TR6 Rev. 9, 2014)

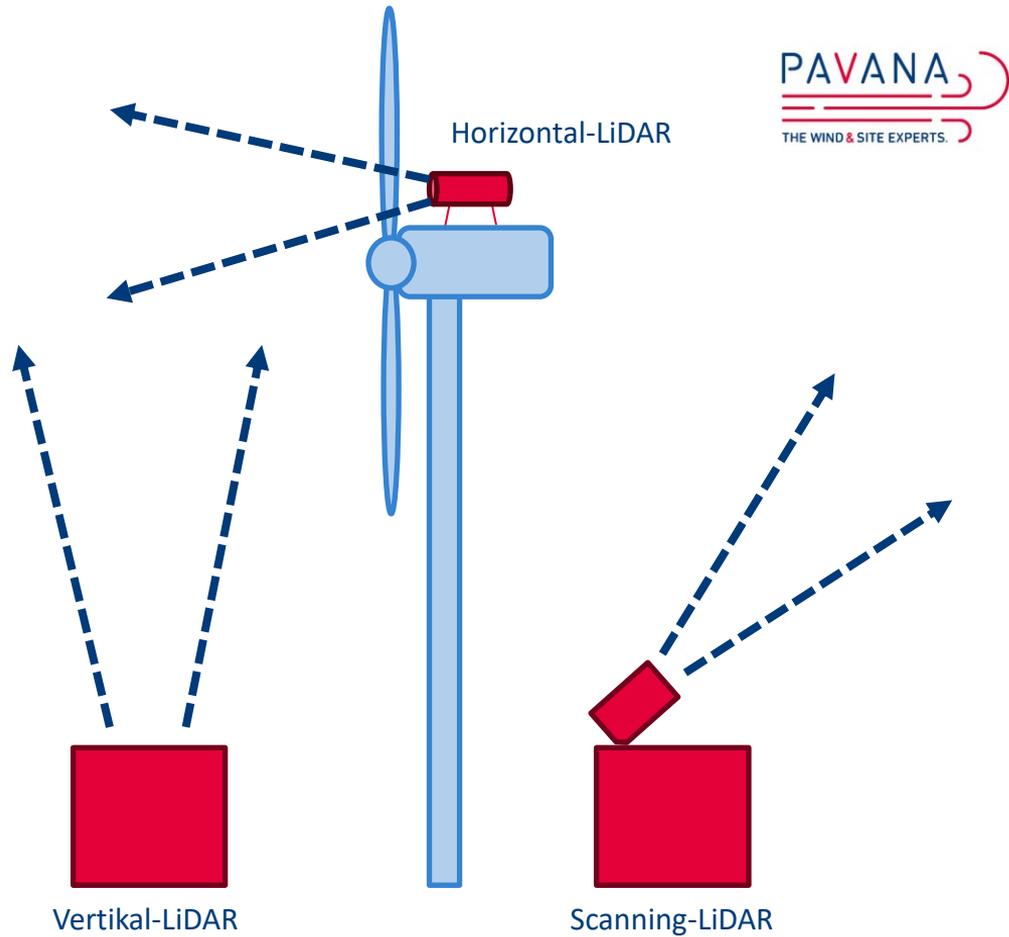


Mehrwert durch LiDAR

Husum – kurze LiDAR-Geschichte

-> Heute:

- > in Richtlinien und Normen beschrieben
 - akzeptiert...
 - ... als Grundlage für Ertragsgutachten anerkannt
 - Bankfähig in Deutschland
- > International wachsend
- > Verschiedene LiDAR Typen für unterschiedliche Einsatzgebiete



Mehrwert durch LiDAR

... erleben, auf einer Reise durch den „echten Norden“

Stationen unserer Reise

- > **Husum** – kurze LiDAR-Geschichte
- > **Nordstrand** – sicher unterwegs
- > **Janneby** – Verifikationen, die Aussicht von 200 m
- > **Strand** – kleiner Abstecher
- > **Kreis Segeberg** – Gondel-LiDAR, der Blick nach vorn
- > **Nordsee** – Scanning-LiDAR, der Überblick
- > **Turbulenter** belastender Zwischenstopp

- > **Ziel: Potsdam, 31. Windenergietage 2023**



Mehrwert durch LiDAR

Nordstrand - sicher unterwegs

- > **Ziel:** Ertragsgutachten für WEA auf Nordstrand 
- > **Ausgangssituation:**
 - > Vergleichs-WEA mit zu geringer Nabenhöhe 
 - > Messmast mit 10 km recht weit entfernt 
 - > Strömungskomplexität vorliegend
- > **Messstrategien**
 - > LiDAR stand-alone 
 - > LiDAR-Zusatzmessung zur Vertikalextrapolation
 - > LiDAR-Zusatzmessung zur horizontalen Extrapolation 
- > effiziente Möglichkeit für **Mehrwert** dank geringer Unsicherheiten



Mehrwert durch LiDAR

... erleben, auf einer Reise durch den „echten Norden“

Stationen unserer Reise

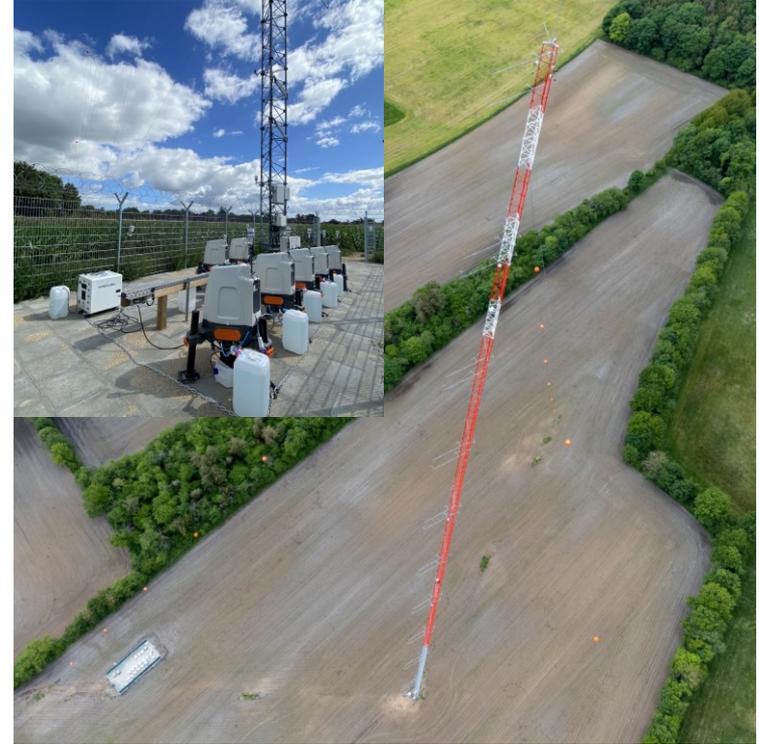
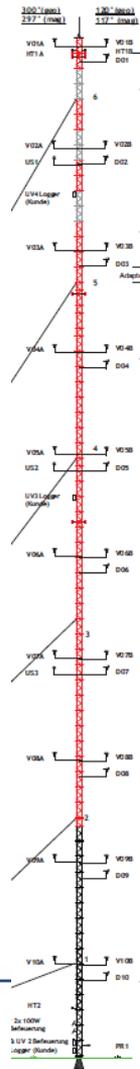
- > **Husum** – kurze LiDAR-Geschichte
- > **Nordstrand** – sicher unterwegs
- > **Janneby** – Verifikationen, die Aussicht von 200 m
- > **Strand** – kleiner Abstecher
- > **Kreis Segeberg** – Gondel-LiDAR, der Blick nach vorn
- > **Nordsee** – Scanning-LiDAR, der Überblick
- > **Turbulenter** belastender Zwischenstopp

- > **Ziel: Potsdam, 31. Windenergietage 2023**



Mehrwert durch LiDAR

Janneby - Verifikationen, die Aussicht von 200 m



-> Janneby – 200 m max.

-> 10 Messhöhen

- 200 m bis 20 m in 20 m-Schritten
- 2 Anemometer und 1 Windfahne pro Höhe
- 3 zusätzliche Ultra Sonics

-> Hauptwindrichtungen SSW – WNW

-> 2 LiDAR-Pads ca. 50 Plätze

Mehrwert durch LiDAR

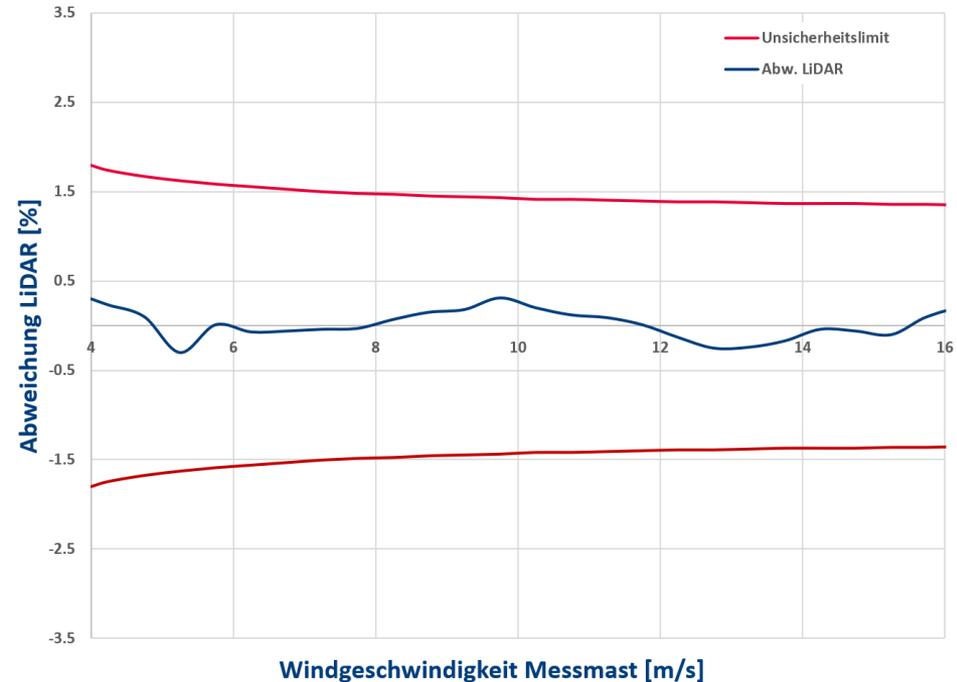
Janneby - Verifikationen, die Aussicht von 200 m

-> Innovative Verifikationen bis 200 m

- > Basis für Projekte mit modernen Nabenhöhen
- > Bereits ab 20 m Messhöhe – niedrige Höhen wichtig zum besseren Verständnis des Windfelds
- > Dient zur Sicherstellung der Messgenauigkeit des LiDARs

-> Großteil aller LiDAR-Messungen zeigt Konsistenz mit Messmastmessungen

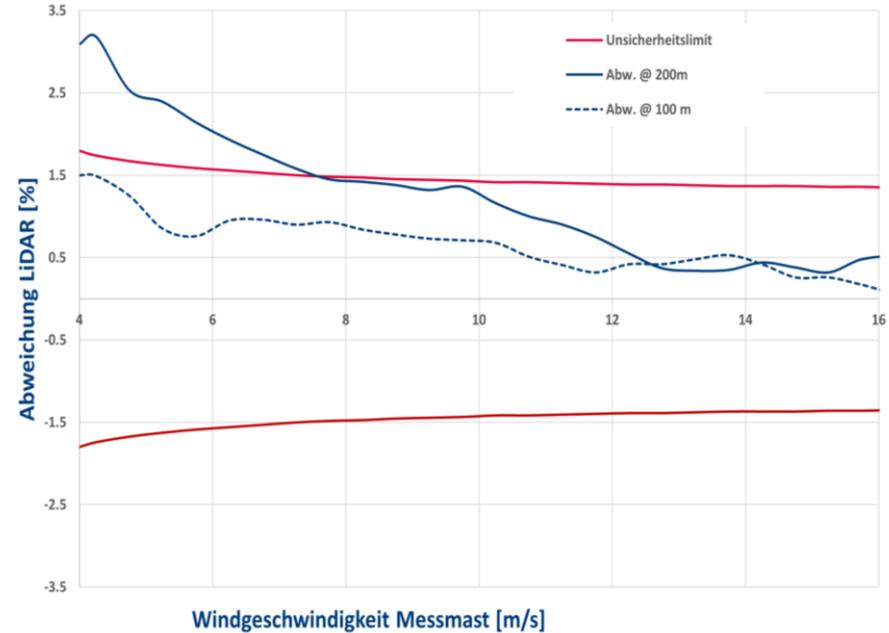
- > Unsicherheitsband gemäß
 - IEC 61400-12-1 Ed. 2.0, 2017, Annex G & L bzw.
 - IEC 61400-50-2, 2022
 - Reduziert um mittlere Abweichung
- > Verifikationskriterien erfüllt



Mehrwert durch LiDAR

Janneby - Verifikationen, die Aussicht von 200 m

- > **Hohe Messgenauigkeit der LiDAR-Geräte**
- > Geringer Anteil aller LiDAR-Messungen zeigt kritische Abweichungen zu Messmastmessungen
 - > Anwendung von Korrekturwerten erforderlich
 - > LiDAR mit Korrekturwerten einwandfrei verwendbar
 - > Korrekturwerte reproduzierbar
- > Mit verschiedenen Verifikationsmethoden lassen sich zum Teil Messperioden defekter Geräte nutzbar machen



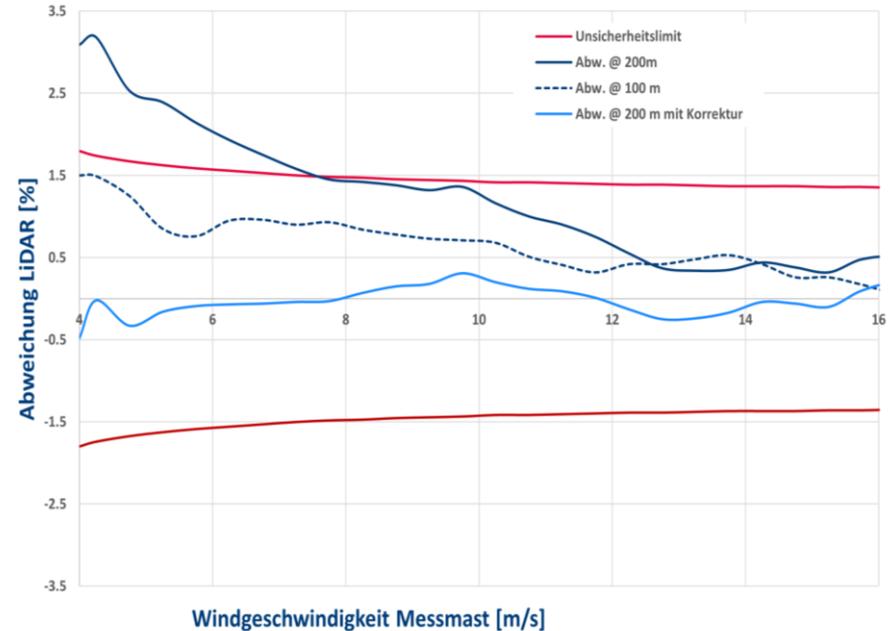
PO144: Evaluation of quality stamp filtering criteria of LiDARs - a critical view on typically applied standards, PAVANA GmbH, WindEurope Annual Event 2023

PO145: Height-dependent and temporal deviations of LiDARs compared to 200 m met mast measurements - a best verification practice, PAVANA GmbH, WindEurope Annual Event 2023

Mehrwert durch LiDAR

Janneby - Verifikationen, die Aussicht von 200 m

- > **Hohe Messgenauigkeit der LiDAR-Geräte**
- > Geringer Anteil aller LiDAR-Messungen zeigt kritische Abweichungen zu Messmastmessungen
 - > Anwendung von Korrekturwerten erforderlich
 - > LiDAR mit Korrekturwerten einwandfrei verwendbar
 - > Korrekturwerte reproduzierbar
- > Mit verschiedenen Verifikationsmethoden lassen sich zum Teil Messperioden defekter Geräte nutzbar machen



PO144: Evaluation of quality stamp filtering criteria of LiDARs - a critical view on typically applied standards, PAVANA GmbH, WindEurope Annual Event 2023

PO145: Height-dependent and temporal deviations of LiDARs compared to 200 m met mast measurements - a best verification practice, PAVANA GmbH, WindEurope Annual Event 2023

Mehrwert durch LiDAR

... erleben, auf einer Reise durch den „echten Norden“

Stationen unserer Reise

- > **Husum** – kurze LiDAR-Geschichte
- > **Nordstrand** – sicher unterwegs
- > **Janneby** – Verifikationen, die Aussicht von 200 m
- > **Strand** – kleiner Abstecher
- > **Kreis Segeberg** – Gondel-LiDAR, der Blick nach vorn
- > **Nordsee** – Scanning-LiDAR, der Überblick
- > **Turbulenter** belastender Zwischenstopp

- > **Ziel: Potsdam, 31. Windenergietage 2023**



Mehrwert durch LiDAR

Kleiner Auszeit am Strand



Mehrwert durch LiDAR

... erleben, auf einer Reise durch den „echten Norden“

Stationen unserer Reise

- > **Husum** – kurze LiDAR-Geschichte
- > **Nordstrand** – sicher unterwegs
- > **Janneby** – Verifikationen, die Aussicht von 200 m
- > **Strand** – kleiner Abstecher
- > **Segeberg** – **Gondel-LiDAR, der Blick nach vorn**
- > **Nordsee** – Scanning-LiDAR, der Überblick
- > **Turbulenter** belastender Zwischenstopp

- > **Ziel: Potsdam, 31. Windenergietage 2023**



Mehrwert durch LiDAR

Kreis Segeberg – Gondel-LiDAR, der Blick nach vorn

- → Gondel-LiDAR

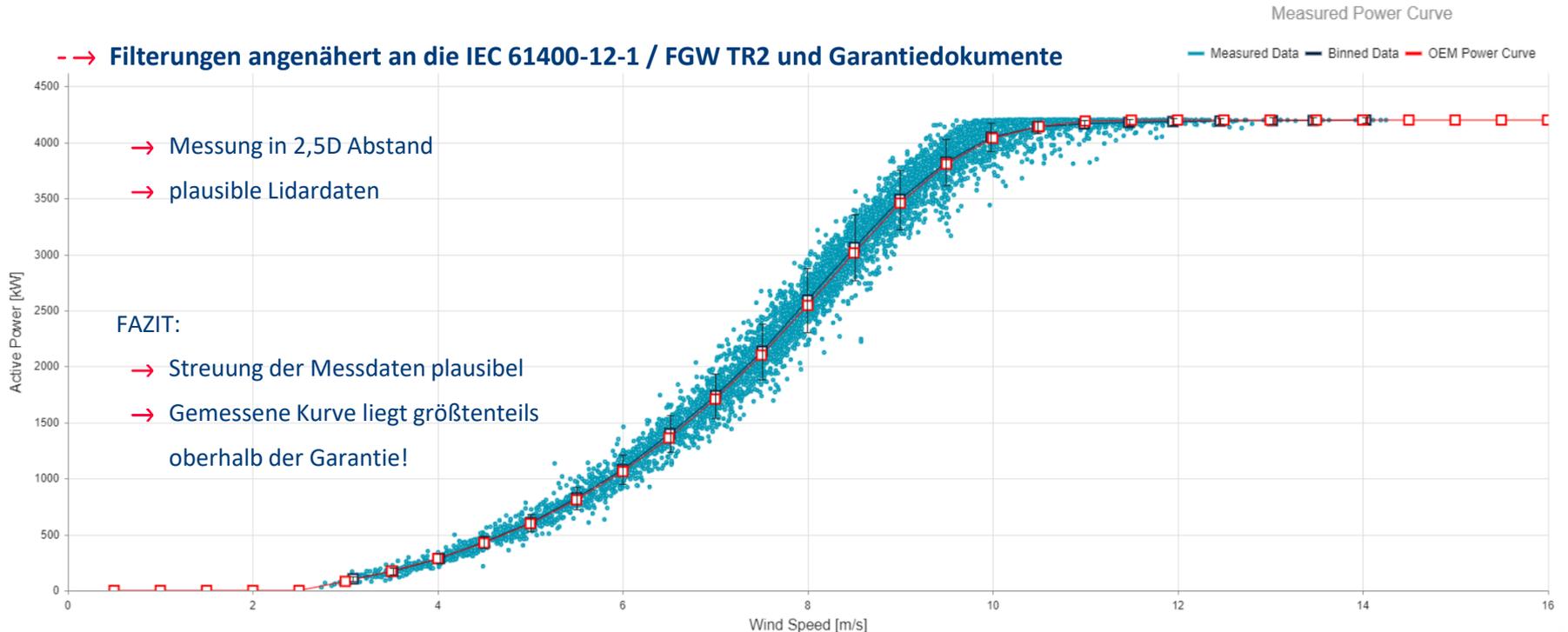
- LK-Vermessung und Performance-Analyse
- Einfache Installation
- Wertvolle Analyse zu Leistungsverhalten einer WEA bzw. eines Windparks möglich
 - LiDAR-Daten
 - SCADA-Daten
 - Herstellerdaten
- Hohe Datenverfügbarkeit
- Minimaler Eingriff an Gondel

- Optimierung von Windparks im Betrieb möglich!



Mehrwert durch LiDAR

Kreis Segeberg – Gondel-LiDAR, der Blick nach vorn



Mehrwert durch LiDAR

... erleben, auf einer Reise durch den „echten Norden“

Stationen unserer Reise

- > **Husum** – kurze LiDAR-Geschichte
- > **Nordstrand** – sicher unterwegs
- > **Janneby** – Verifikationen, die Aussicht von 200 m
- > **Strand** – kleiner Abstecher
- > **Kreis Segeberg** – Gondel-LiDAR, der Blick nach vorn
- > **Nordsee – Scanning-LiDAR, der Überblick**
- > **Turbulenter** belastender Zwischenstopp

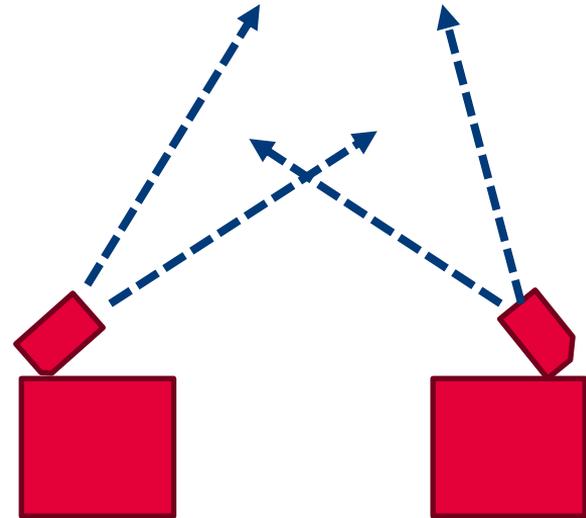
- > **Ziel: Potsdam, 31. Windenergietage 2023**



Mehrwert durch LiDAR

Nordsee – Scanning-LiDAR, der Überblick

- > Scanning-LiDARs
 - > basieren auf gleichem Ansatz wie Vertikal-LiDAR
 - > können jedoch Bereich von 360° bis 15 km abdecken
- > Einsatzgebiete
 - > Offshore
 - > Nearshore
- > Möglichkeiten:
 - > Optimierung des Windparkdesigns und Reduzierung von Unsicherheiten
 - Single Scanning-LiDARs
 - Dual Scanning-LiDARs



Mehrwert durch LiDAR

... erleben, auf einer Reise durch den „echten Norden“

Stationen unserer Reise

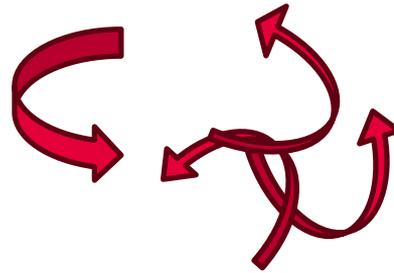
- > **Husum** – kurze LiDAR-Geschichte
- > **Nordstrand** – sicher unterwegs
- > **Janneby** – Verifikationen, die Aussicht von 200 m
- > **Strand** – kleiner Abstecher
- > **Kreis Segeberg** – Gondel-LiDAR, der Blick nach vorn
- > **Nordsee** – Scanning-LiDAR, der Überblick
- > **Turbulenter belastender Zwischenstopp**

- > **Ziel: Potsdam, 31. Windenergietage 2023**

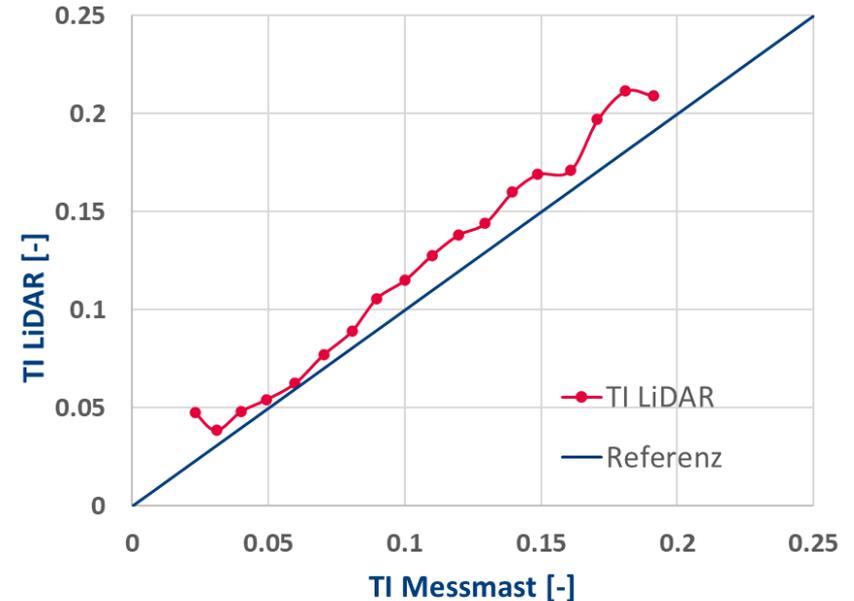


Mehrwert durch LiDAR

Turbulenter belastender Zwischenstopp



- > Was ist die TI?
 - > Schwankung der Windgeschwindigkeit in einem 10-Minutenintervall
 - > Eingangswert für Lastrechnungen zur Bestätigung der Standsicherheit
 - > gemessene TI zwischen Messmast und LiDAR unterscheiden sich
 - Punktmessung vs. Volumenmessung
- > Frage:
 - > Was fehlt, um vom LiDAR gemessene Turbulenzintensitäten (TI) für Lastrechnungen verwendbar zu machen?



Mehrwert durch LiDAR

... erleben, auf einer Reise durch den „echten Norden“

Stationen unserer Reise

- > **Husum** – kurze LiDAR-Geschichte
- > **Nordstrand** – sicher unterwegs
- > **Janneby** – Verifikationen, die Aussicht von 200 m
- > **Strand** – kleiner Abstecher
- > **Kreis Segeberg** – Gondel-LiDAR, der Blick nach vorn
- > **Nordsee** – Scanning-LiDAR, der Überblick
- > Turbulenter belastender Zwischenstopp



-> **Potsdam – 31. Windenergietage 2023**

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

Fragen & Ansprechpartnerin



Annika Baltzer

EXPERT WIND & SITE

✉ baltzer@pavana-wind.com

☎ +49 4841 8944 234