

Videobasierte Messungen -

Erhöhte Schwingungen mit einfachen Mitteln erkennen und
frühzeitig handeln



greenwind

Mit der Kraft des Windes

Green Wind Engineering GmbH

Martin Peters

31. Windenergietage 2023 „Brot und Spiele“,

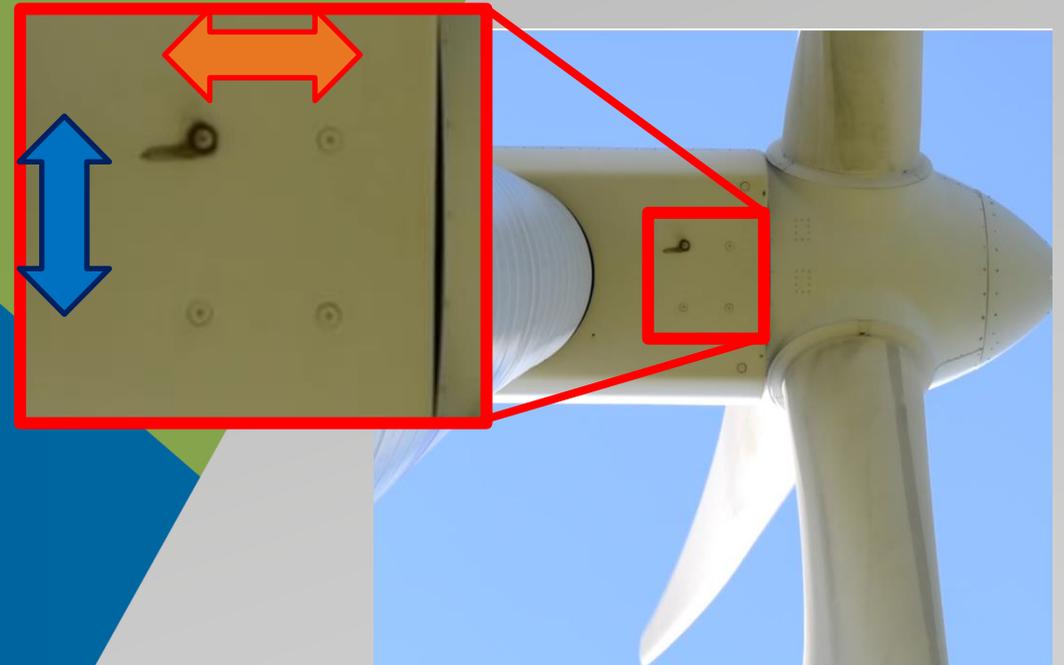
Potsdam, 9.11.2023, Forum 12 B:

Mehr-Wert mit der Kraft des Windes



Inhalt

1. Problemstellung: Rotorunwucht
2. Bisheriges Messverfahren
3. Videobasierte Schwingungsmessung
 - 3.1 Messaufbau
 - 3.2 Auswertung
 - 3.3 Herausforderungen
 - 3.4 Vorteile
4. Fazit
5. Ausblick

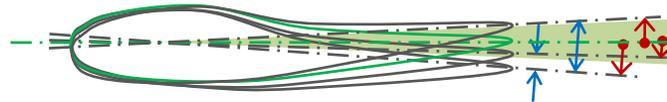


Rotorunwucht

Massen-
unwucht



Aerody-
namische
Unwucht

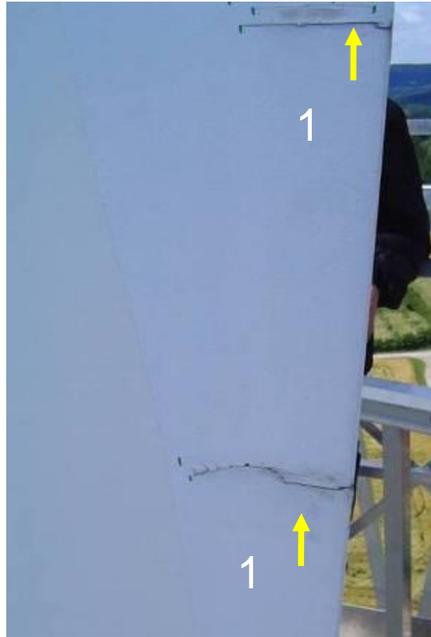


Definition Blattwinkelabweichung

- absolut (zum Designwinkel)
- ↔ relativ (Blätter zueinander)



Schädliche Auswirkungen von Rotorunwucht

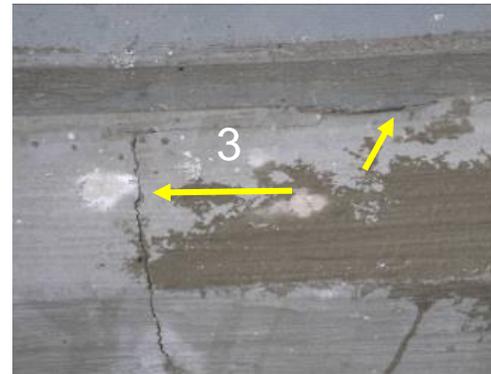
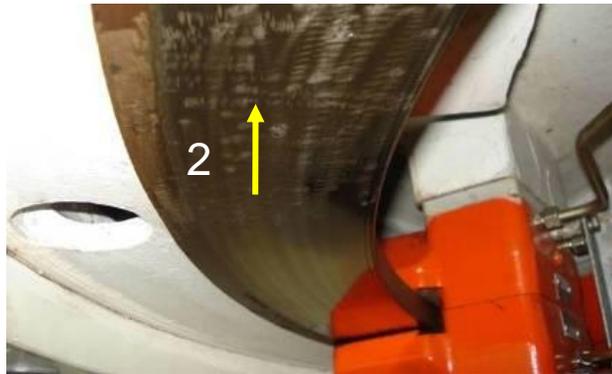


1) Risse an Blatthinterkante

2) Verschleiß an Azimut-Bremsen und Yaw-Motor-Schäden

3) Fundamentrisse im 1. Betriebsjahr

4) Strukturrisse im 1. Betriebsjahr



Häufigkeit von Rotorunwucht

Rotorunwucht-Statistik 2018

Methode:

Kombination von

- der Unwucht-Statistik 2013 für 240 verdachtslos geprüfte Serien-WEA: Massenunwucht und relative Blattwinkelfehler
- Blattwinkel-Statistik 2018 für 500 WEA-Rotoren (relative UND absolute Blattwinkelfehler)

Quelle 1: C. Heilmann, M. Melsheimer :

WID-FACHARTIKEL :

Auswuchten von WEA-Rotoren:

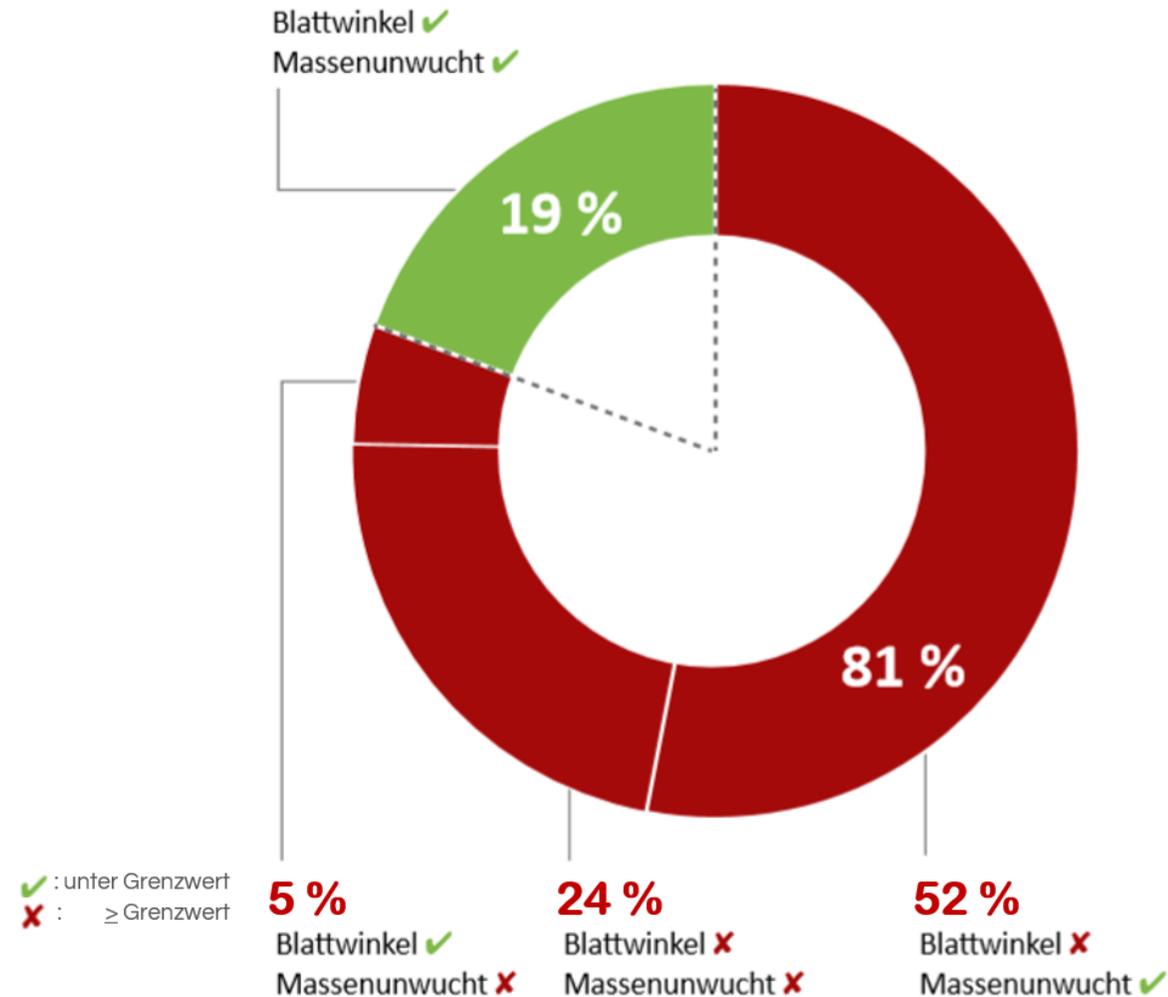
Wirtschaftliche Vorteile und technische Umsetzung, 2020/2022

<https://www.windindustrie-in-deutschland.de>

31. Windenergietage 2023, Potsdam, 9.11.2023, Forum 12

Videobasierte Messungen – Erhöhte Schwingungen einfach erkennen und handeln

Green Wind Engineering GmbH



Bisheriges Verfahren:

Schwingungsmessung mit Beschleunigungssensoren im Maschinenhaus

- bewährtes Verfahren
- über 2000 WEA vermessen
- seit 2000

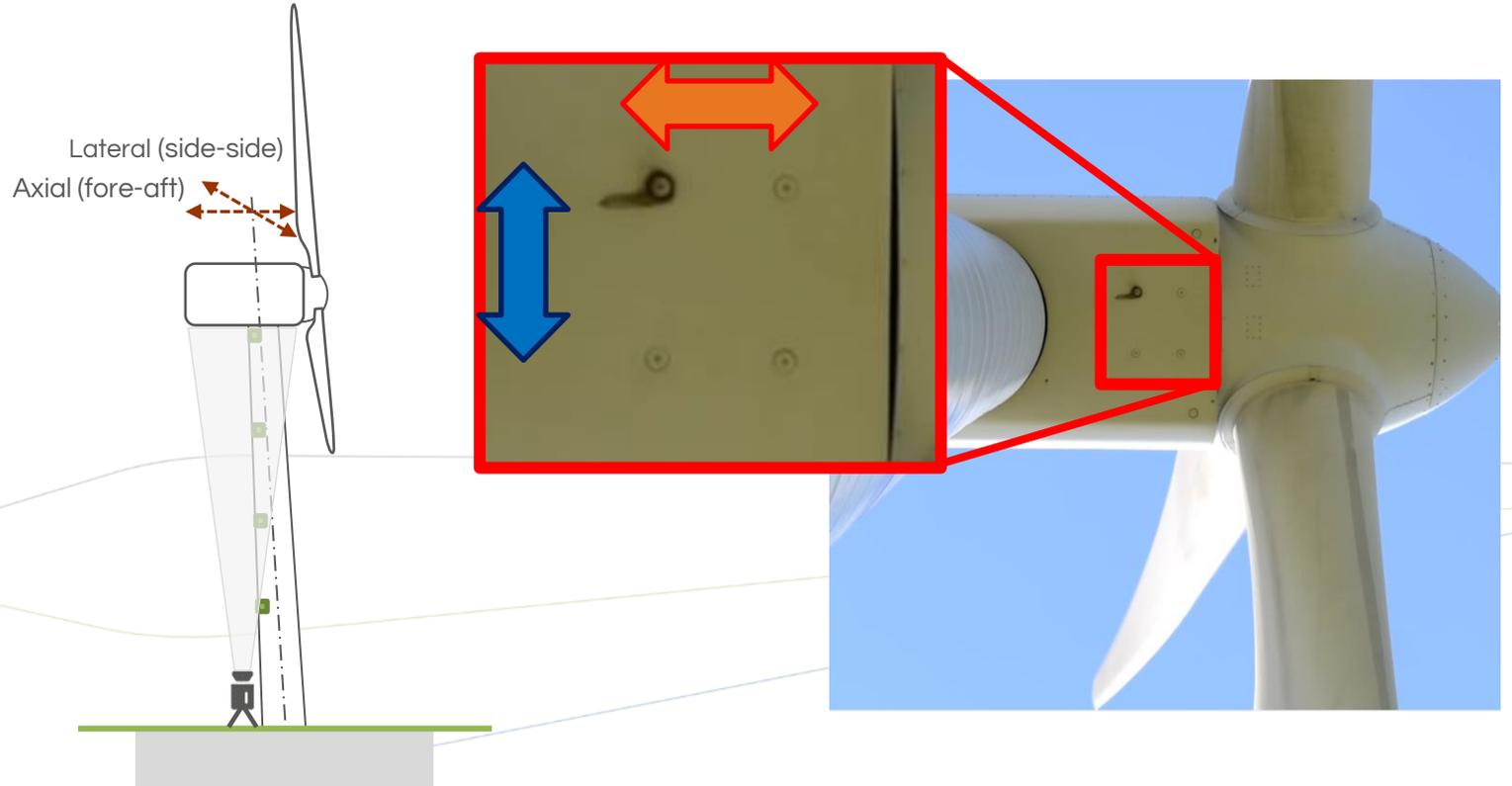


dennoch neues Verfahren? Ja, schlankes und schnelles Verfahren gebraucht, um WEA mit erhöhten Schwingungen zu identifizieren

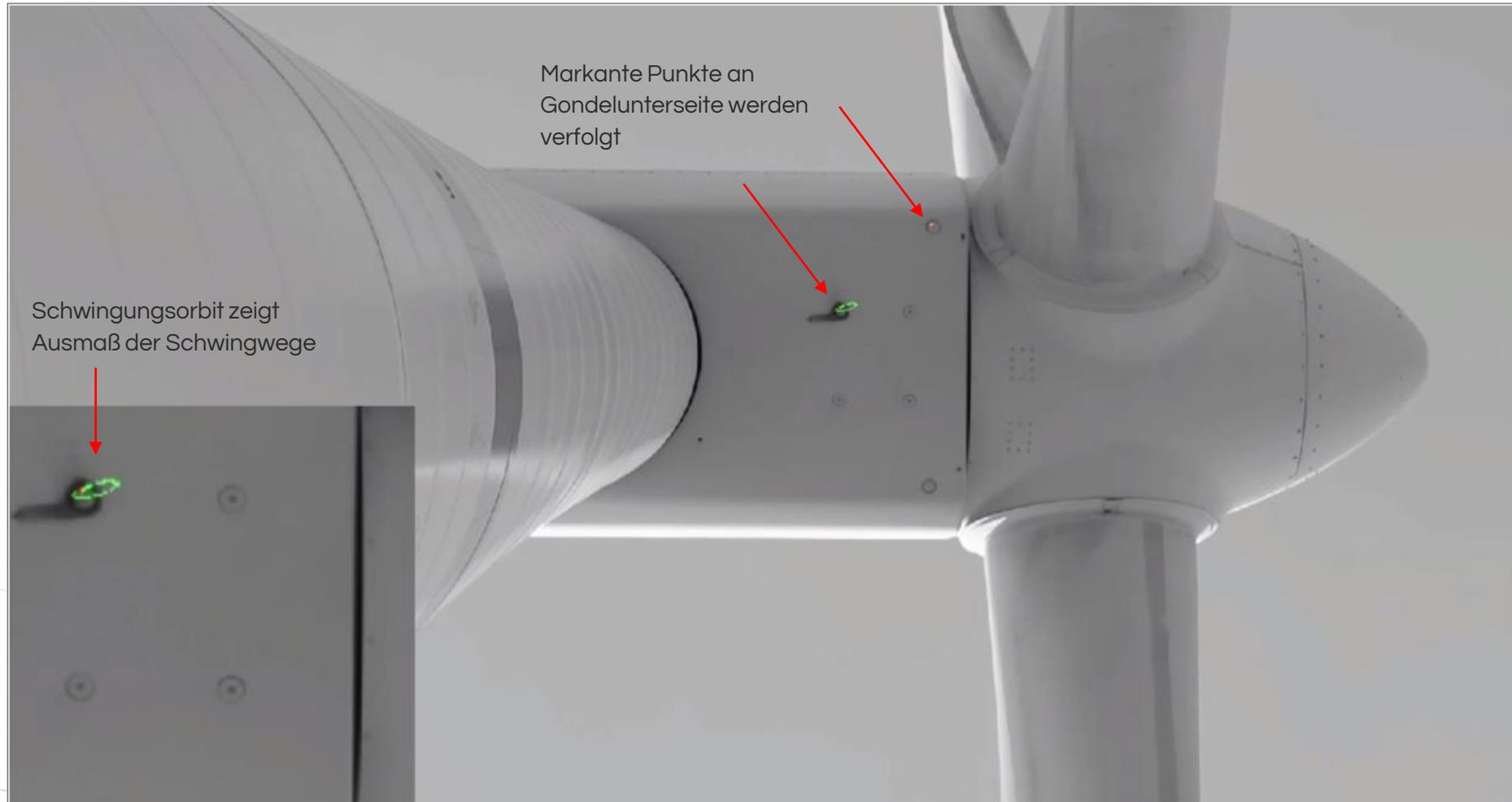


Videobasierte Schwingungsmessung

Idee der Videobasierten Messung:
Kamera am Turmfuß zeichnet
Bewegungen der Gondelunterseite
auf, Tracking Software trackt
markante Punkte im Video und
leitet axiale und laterale
Schwingwege ab.



Tracking-Software verfolgt die Position mehrerer markanter Punkte im Video und zeichnet das Schwingungsortbit (hier in grün) auf. Die hier gemessenen erhöhten Schwingungen haben einen Blattwinkelfehler in Höhe von knapp 4° aufgedeckt. Schwingungen in der Regel niedriger



Auswertung

- Schwingwege in axialer (rot) und lateraler (blau) Richtung



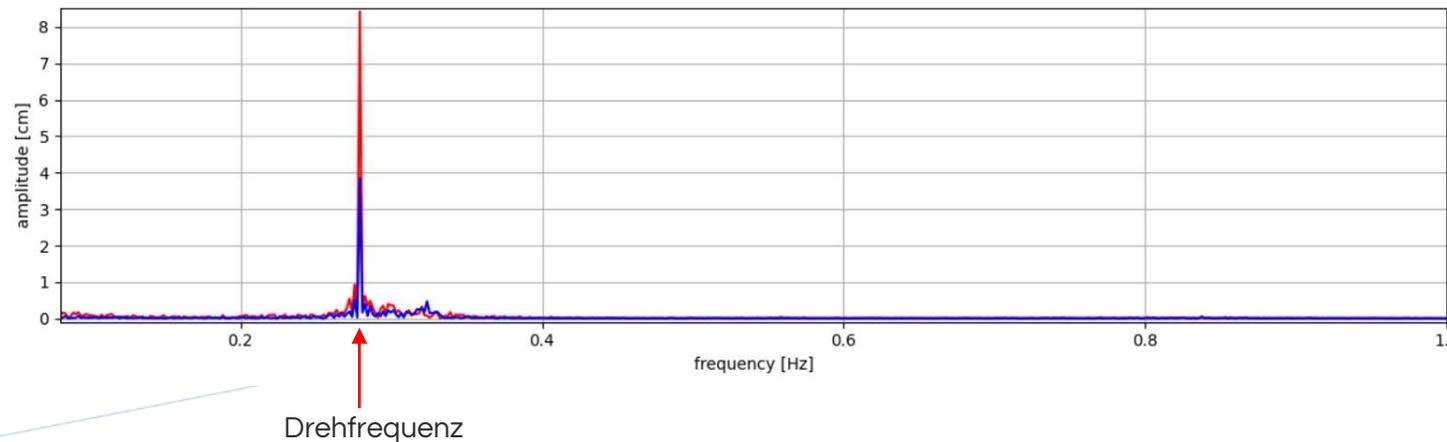
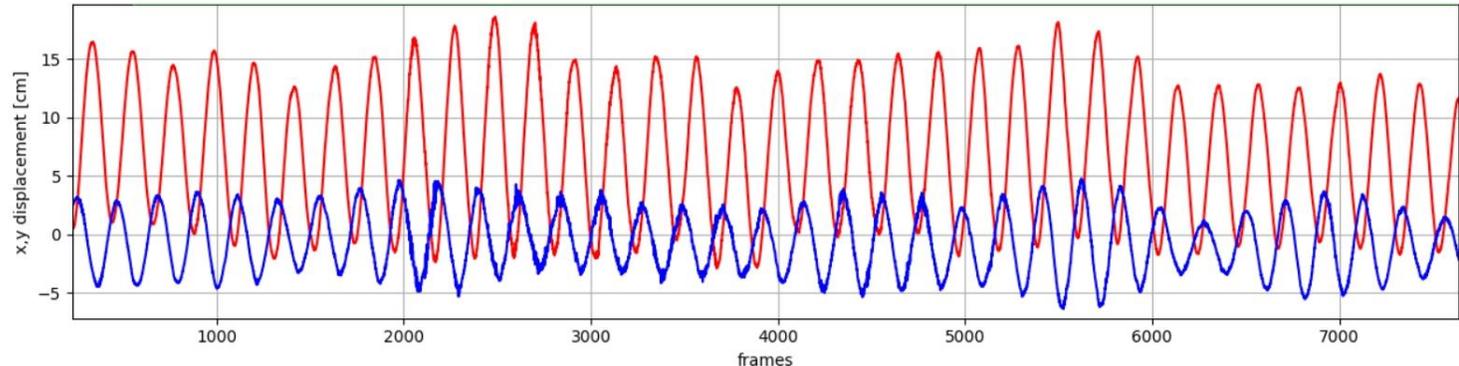
- Frequenzspektrum (FFT)



- Drehfrequenten Amplituden



- Bewertung der WEA anhand Referenzmessungen + Grenzwert



Herausforderungen

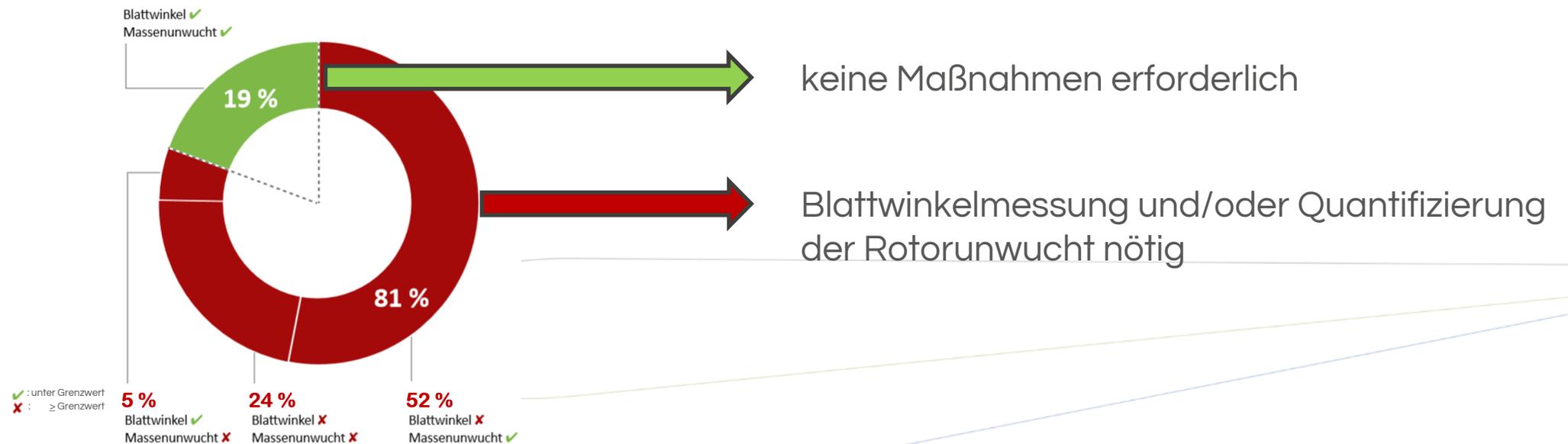
- Witterung, Lichtverhältnisse
- Windbedingungen
- wind- und anwenderbedingte Kameravibration
- Videoauflösung
- Datenmenge
- Yawing

Vorteile der Videobasierten Schwingungsmessung

- Messgerät: herkömmliche Kamera
- Aufbau des Messsystems: am Turmfuß
- Durchführung der Messung: leicht erlernbar
- Personalaufwand: gering
- Zeitaufwand: gering
- Überwachungsaufwand der Messung: gering

Fazit

Schnelles + günstiges Messverfahren um Schwingungsprobleme zu identifizieren



Ausblick

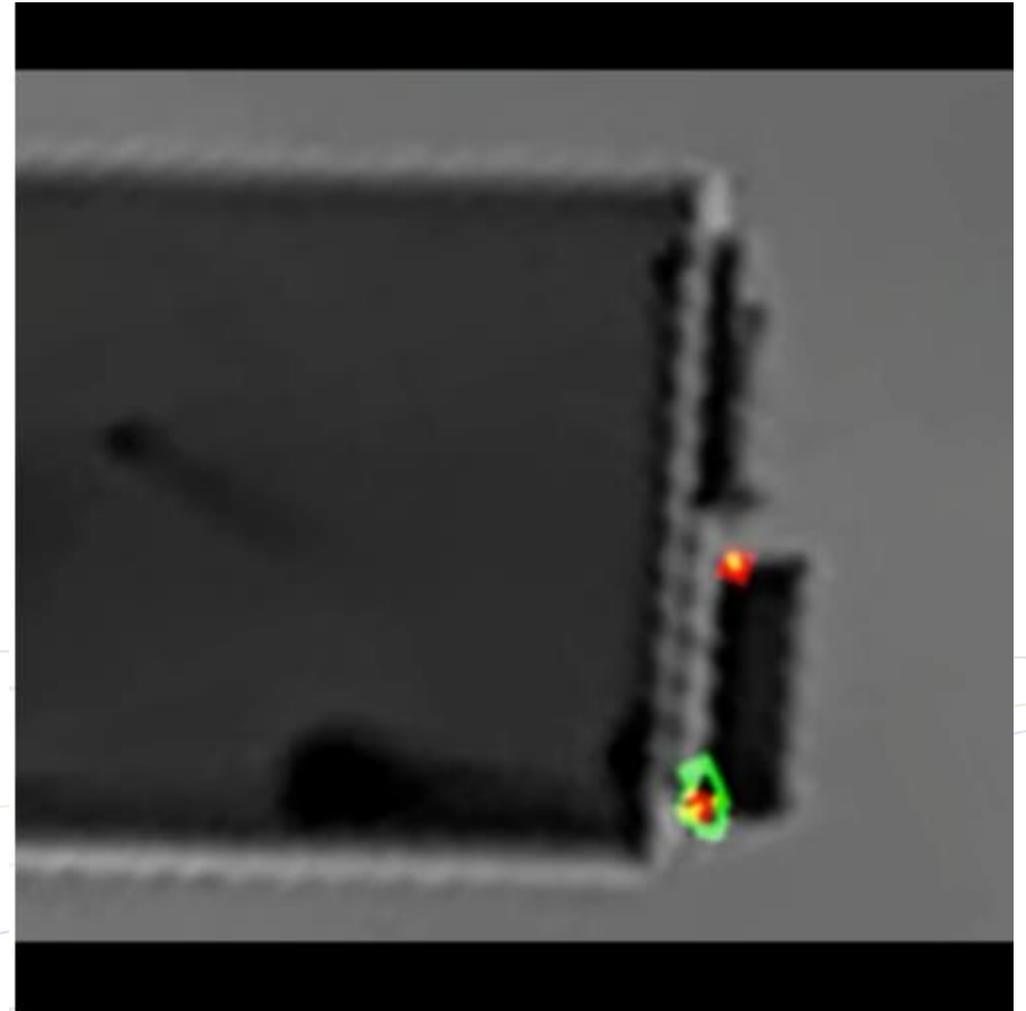
Beispielhaft Handyvideo ausgewertet:

- deutlich schlechtere Auflösung
- Kamerawackeln
- dennoch klarer Schwingungsort sichtbar

Auswertung (nächste Seite) zeigt:

- Kamerawackeln in Wegsignal sichtbar, aber durch Frequenzanalyse filterbar
- Frequenzauflösung hier schlechter als bei vorherigem Video (Grund auch, dass nur 30 s ausgewertet wurden!)

Handyvideo



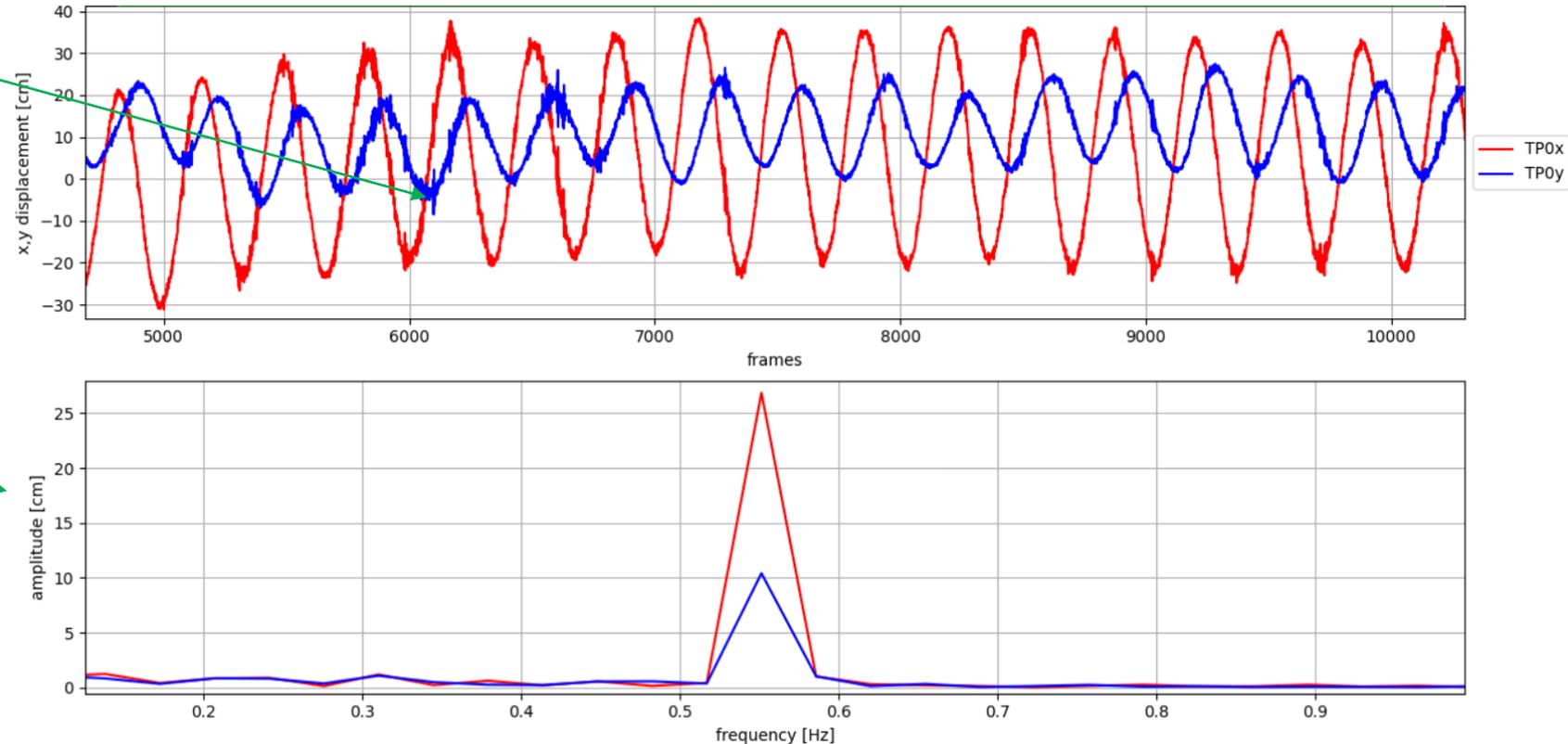
Auswertung Handyvideo

- Kamerawackeln in Wegsignal sichtbar, aber durch Frequenzanalyse filterbar

- Frequenzauflösung hier schlechter als bei vorherigem Video (Grund auch, dass nur 30 s ausgewertet wurden!)

- immer noch klarer Peak erkennbar

Fazit: Handyvideos unter bestimmten Voraussetzungen ebenfalls auswertbar



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt:

Martin Peters

Entwicklungsingenieur | Development Engineer

M.Eng.

Martin.Peters@greenwindgroup.de

www.greenwindengineering.de



Green Wind Group
Alt-Moabit 60a
10555 Berlin
www.greenwindgroup.de

Tel.: +49 30-351 2886 58
berlin@greenwindgroup.de

Green Wind Denmark ApS
Egå Havvej 21
DK-8250 Egå
www.greenwindgroup.dk

Tel.: +45 86 22 62 00
info@greenwindgroup.dk