



ENERTRAG
ENERGIE
DIALOG. >>



ENERTRAG BETRIEB

Blitzschutzmessung mit Drohnen

— Matthes Schachtner



1 Motivation

- 2 Stand der Technik – ein kurzer Rückblick
- 3 Verfahren Drohneninspektion
- 4 Nachweis der Funktion – Versuche
- 5 Vorteile Drohneninspektion aus Kundensicht

Überprüfung des Blitzschutzes mittels Seilzugangstechnik

→ Arbeitsschutz bei WEA mit Nabelhöhen >100m

Abbildung der realitätsnahen Bedingungen bei Blitzeinschlag

→ Anlegen einer Spannung im kV Bereich

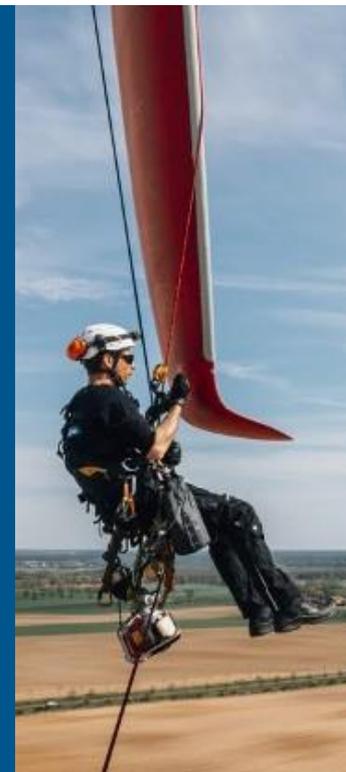
Steigerung der Effizienz

→ Kombination von Rotorblattinspektion mittels Drohne und Überprüfung des Blitzschutzsystems

Ersatz des bisherigen Verfahrens durch ein unbemanntes/autonomes Verfahren

Kooperation mit einem erfahrenen Partner

→ Erweiterung der Technologie mit Sulzer & Schmid Laboratories



- 
- 1 Motivation
 - 2 Stand der Technik - ein kurzer Rückblick**
 - 3 Verfahren Drohneninspektion
 - 4 Nachweis der Funktion – Versuche
 - 5 Vorteile Drohneninspektion aus Kundensicht

Überprüfung des Blitzschutzes mittels Seilzugangstechnik

Einsatz von speziell ausgebildetem Personal (FISAT Level 3)

Widerstandsmessung mit 24/48V Prüfspannung

Zeitaufwendige Rüstarbeiten

Gefährdungen des Personals bei WEA mit Nabenhöhen > 100m

→ Verfangen der Seile an der turmseitigen Nachtkennzeichnung

→ Zusätzlicher Einsatz von Personal, um Seile zu stabilisieren

Unterbrechungen im Blitzableiter

→ Unzulässige Widerstandswerte





- 1 Motivation
- 2 Stand der Technik – ein kurzer Rückblick
- 3 Verfahren Drohneninspektion**
- 4 Nachweis der Funktion – Versuche
- 5 Vorteile Drohneninspektion aus Kundensicht

Übergeordneter Arbeitsablauf:

→ **Transport und Anschluss Hochspannungsgenerator**

→ **Innenblattinspektion: Blatt horizontal stellen und begehen**

→ **Außenblattinspektion mit Drohne einschließlich Blitzschutzmessung durch Personal am Boden**

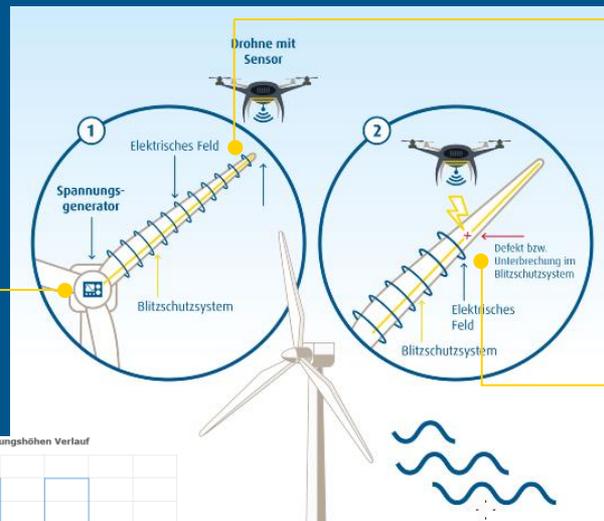
1

2

3



Ablauf der Blitzschutzmessung:



→ Hochspannungsgenerator:
6kV, 50Hz Wechselfeld im
Rechteckimpuls

→ Feldstärkenmessgerät
misst das Wechselfeld über
den gesamten Blattverlauf

→ Genaue Detektierung
einer Schadstelle im Falle
einer Blitzschutzleitungs-
unterbrechung

- 
- 1 Motivation
 - 2 Stand der Technik – ein kurzer Rückblick
 - 3 Verfahren Drohneninspektion
 - 4 Nachweis der Funktion – Versuche**
 - 5 Vorteile Drohneninspektion aus Kundensicht

Messung des elektrischen Wechselfeldes

→ WP 400 von Wavecontrol

Erzeugung des elektrischen Wechselfeldes

→ Schleich GLP 1

Messung des elektrischen Wechselfeldes

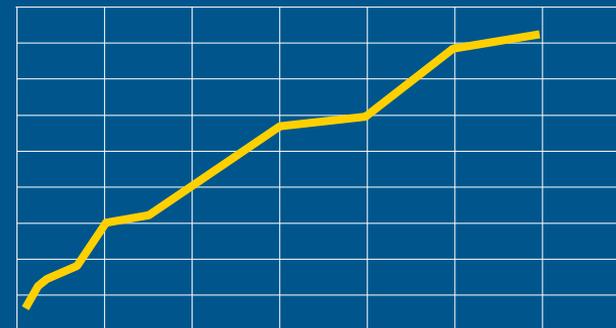
→ Spannung 6000 V



WP 400



Schleich GLP 1



Messung > Abstand senkrecht zum Leiter

Intermittierende Wechselspannung

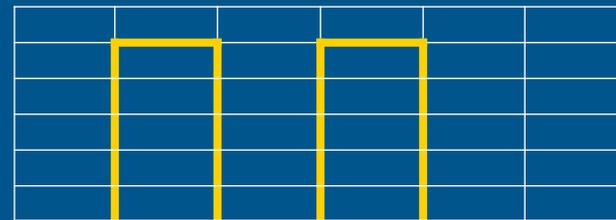
→ Rechteckimpuls zur Unterscheidung von elektrischen Feldern basierend auf 50 Hz Netzfrequenz

Simulation von Unterbrechungen im Blitzableiter Ausbildung

→ eines Lichtbogens über die Unterbrechung Unterbrechung bis 5
→ mm können überbrückt werden



Unterbrechung



Spannungshöhen Verlauf

Praxistest an Blättern einer E40

- 6000 V Wechselspannung
- Feldstärkeprobe auf Drohne
- Feldstärke bei 20 V/m

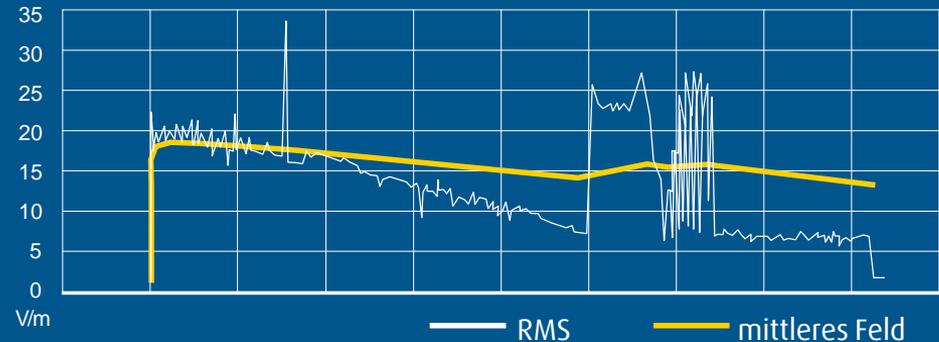
Fehlerdetektion an einem Rotorblatt bei Radius 10 m

- Abfall der Feldstärke auf 2 V/m
- Verifizierung durch Widerstandsmessung



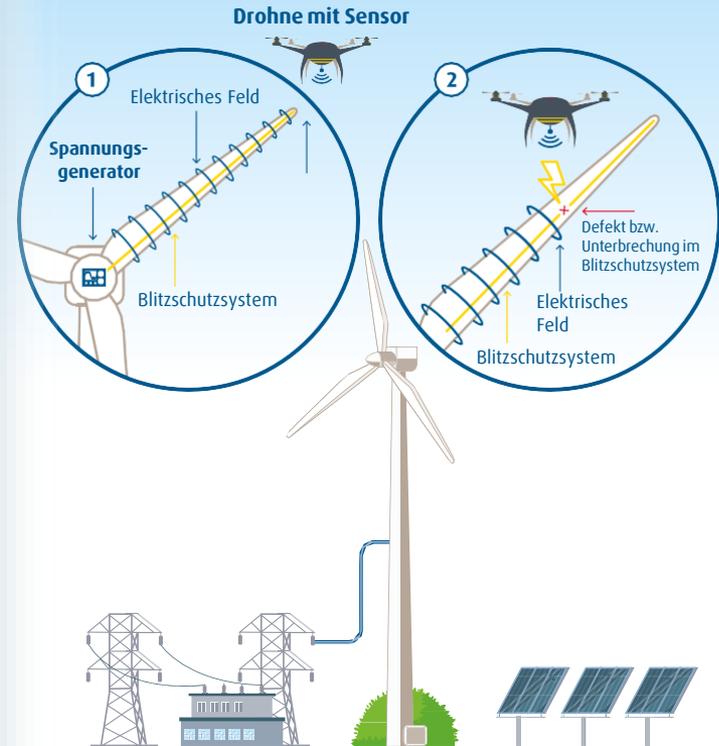
Praxistest einer Vestas V112 6000 V

- Wechselspannung
- Feldstärkeprobe auf Drohne
- Intermittierende Feldstärke 5 bis 27 V/m
- Messung der Feldstärke an Blattspitze
- Verifizierung durch Widerstandsmessung



Erfüllung der Kriterien der Versicherungsgesellschaften

- Evaluierung und Verifizierung durch anerkanntes Unternehmen
- Kombination mit Inspektion der Rotorblätter
- Erfassung von Zeitpunkt, Ort und Messgröße
- Kooperation mit einem erfahrenen Partner: Sulzer & Schmid Laboratories AG



- 
- 1 Motivation
 - 2 Stand der Technik – ein kurzer Rückblick
 - 3 Verfahren Drohneninspektion
 - 4 Nachweis der Funktion – Versuche
 - 5 Vorteile Drohneninspektion aus Kundensicht**



Autonomes Fliegen

→ Anhand der Anlagenparameter autonome und standardisierte Flugvektoren, Drohnenpilot überwacht den Vorgang



Erkennen von Schadstellen

→ Artificial Intelligence Funktion erkennt Blattanomalien und schlägt sie dem Inspekteur zur genauen Analyse vor



3DX Daten-Analyse

→ Setzt bestehende Daten in Relation zueinander, z. B. für Schadensfortschrittanalysen durch das Übereinanderlegen von Bildern eines Defekts über mehrere Inspektionszeiträume

- Einsatzfähigkeit auch bei Starkwind (bis zu 12m/s)
- 100 % Fotodokumentation, identische Bilder bei erneuten Inspektionen
- 50 – 80 % reduzierte Einsatzzeit vor Ort



- **Aufwandsreduktion:** gleichzeitige Umsetzbarkeit von Rotorblattinspektion, WKP und DGUV V3
- **Stillstandszeitreduktion:** 66 % weniger Stillstandszeiten durch wiederkehrende Inspektionen
- **Kostenreduktion:** mind. 20 % geringere Preise im Vergleich zu Marktteilnehmern





Matthes Schachtner
Leiter Technische Dienste
ENERTRAG Betrieb



David Müller

Leiter Vertrieb
ENERTRAG Betrieb

David.Mueller@enertrag.com

T +49 (0) 39854 6459 – 200