



ENERTRAG BETRIEB

Blitzschutzmessung mit Drohnen

— Dr. Konrad Iffarth



1 Motivation

- 2 Stand der Technik – ein kurzer Rückblick
- 3 Elektrotechnische Grundlagen für ein neues Messverfahren
- 4 Nachweis der Funktion – Versuche
- 5 Implementierung in die Praxis
- 6 Vorteile Drohneninspektion aus Kundensicht

Überprüfung des Blitzschutzes mittels Seilzugangstechnik

→ Arbeitsschutz bei WEA mit Nabenhöhen >100m

Abbildung der realitätsnahen Bedingungen bei Blitzeinschlag

→ Anlegen einer Spannung im kV Bereich

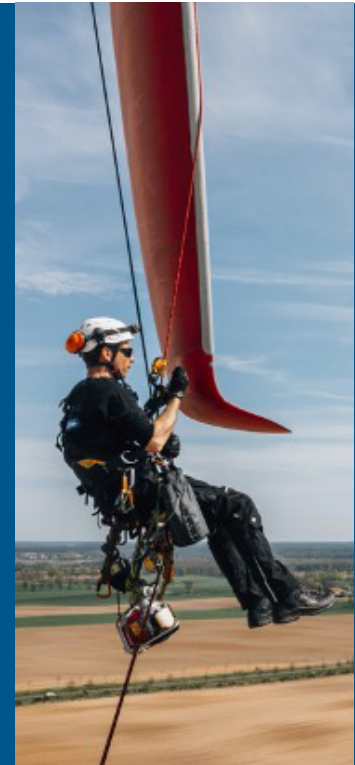
Steigerung der Effizienz

→ 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 Elektrotechnische Grundlagen für ein neues Messverfahren
- 4 Nachweis der Funktion – Versuche
- 5 Implementierung in die Praxis
- 6 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 Elektrotechnische Grundlagen für ein neues Messverfahren**
- 4 Nachweis der Funktion – Versuche
- 5 Implementierung in die Praxis
- 6 Vorteile Drohneninspektion aus Kundensicht

Blitzableiter = offener Hertzscher Dipol = Antenne

Jeder Leiter an dem eine Spannung anliegt, bildet ein elektrisches Feld aus

Bei Gleichspannung bildet sich ein Feld aus, das schnell zusammenbricht

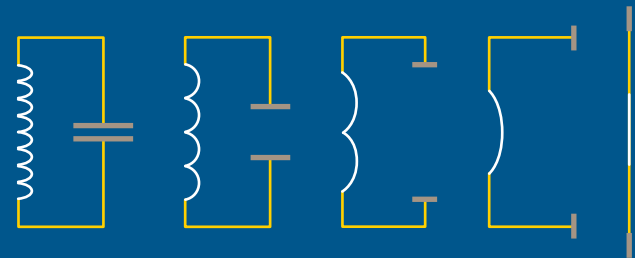
Wechselspannung erzeugt ein elektrisches Wechselfeld um den Blitzableiter

**Wechselspannungsgenerator sorgt für Elektronenüberschuss
bzw. -mangel im Blitzableiter im Bereich des Blattanschlusses**

→ Elektronenmangel bzw. -überschuss am Rezeptor

→ Ausbildung eines elektrischen Dipols

Detektion des elektrischen Wechselfeldes





- 1 Motivation
- 2 Stand der Technik – ein kurzer Rückblick
- 3 Elektrotechnische Grundlagen für ein neues Messverfahren
- 4 Nachweis der Funktion – Versuche**
- 5 Implementierung in die Praxis
- 6 Vorteile Drohneninspektion aus Kundensicht

Messung des elektrischen Wechselfeldes

→ WP 400 von Wavecontrol

Erzeugung des elektrischen Wechselfeldes

→ Schleich GLP 1

Messung des elektrischen Wechselfeldes

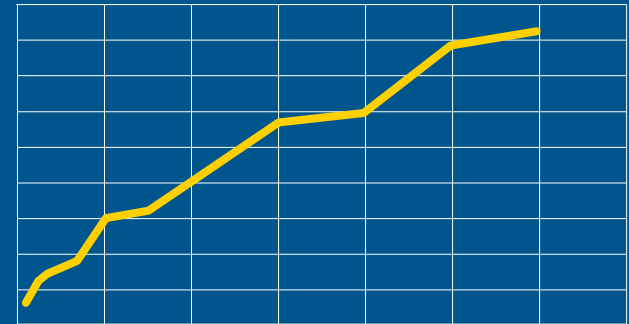
→ Spannung 6000 V



WP 400



Schleich GLP 1



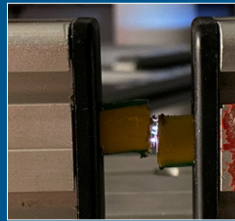
Messung > Abstand senkrecht zum Leiter

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

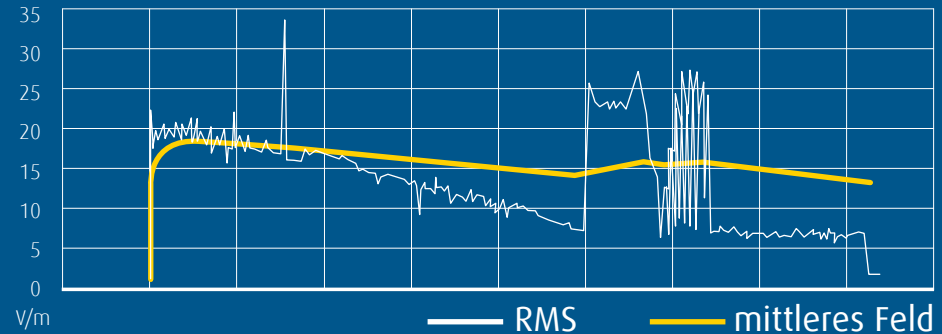
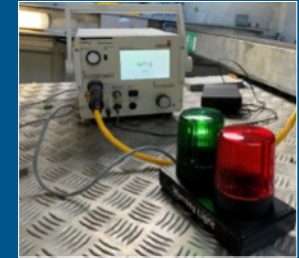
Fehlerdetektion an einem Rotorblatt bei Radius 10 m

- 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

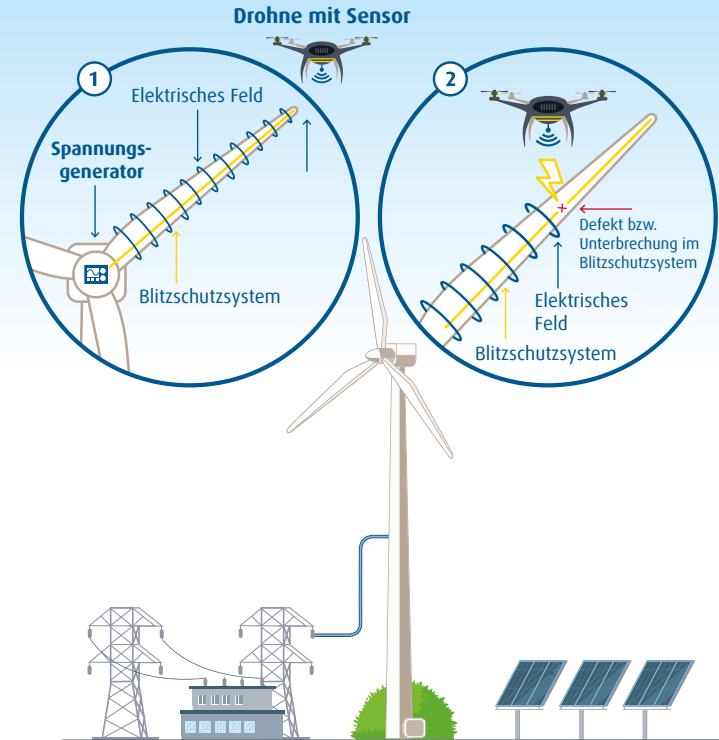




- 1 Motivation
- 2 Stand der Technik – ein kurzer Rückblick
- 3 Elektrotechnische Grundlagen für ein neues Messverfahren
- 4 Nachweis der Funktion – Versuche
- 5 Implementierung in die Praxis**
- 6 Vorteile Drohneninspektion aus Kundensicht

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





In Kooperation mit
SULZER  SCHMID





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



- 1 Motivation
- 2 Stand der Technik – ein kurzer Rückblick
- 3 Elektrotechnische Grundlagen für ein neues Messverfahren
- 4 Nachweis der Funktion – Versuche
- 5 Implementierung in die Praxis
- 6 Vorteile Drohneninspektion aus Kundensicht**

- 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





Dr. Konrad Iffarth

Strategischer Produktmanager, Prokurist
ENERTRAG Betrieb

konrad.iffarth@enertrag.com

T +49 (0) 39854 6459 – 665



Matthes Schachtner

Leiter Technische Dienste
ENERTRAG Betrieb

matthes.schachtner@enertrag.com

T +49 (0) 39854 6459 – 323