

Berührende Inspektionen mittels Drohnen im maritimen Sektor

Tim Strohbach

Fraunhofer IFAM - Offshore Drone Campus Cuxhaven ODCC

dgzfp 



**Drohnen in der
Zerstörungsfreien Prüfung**

26./27. November 2025, Magdeburg

Fraunhofer IFAM: Das Institut

Standorte, Kernkompetenzen, Geschäftsfelder

- Materialwissenschaftlicher Schwerpunkt bei **metallischen und polymeren Werkstoffen** sowie **Fertigungstechnologien**
- Über **730 Mitarbeitende** an sieben Standorten: Bremen, Dresden, Stade, Wolfsburg, Braunschweig, Helgoland und Cuxhaven
- ODCC - Offshore Drone Campus Cuxhaven als Teil der Abteilung Qualitätssicherung und Cyber-Physische Systeme



Fraunhofer IFA: Kernkompetenzen & Zielbranchen

Technologisch exzellent & Branchen fokussiert



METALLISCHE WERKSTOFFE



POLYMERE WERKSTOFFE



OBERFLÄCHENTECHNIK



KLEBEN



AUTOMATISIERUNG UND
ROBOTIK



FORMGEBUNG UND
KOMPONENTENFERTIGUNG



ENERGIESPEICHER UND
-WANDLER



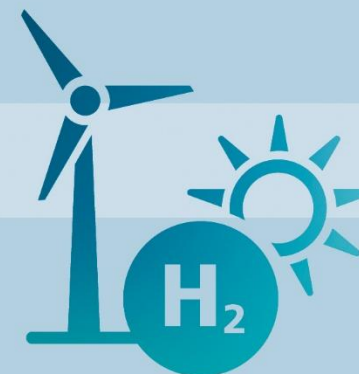
MOBILITÄT



MARITIME
TECHNOLOGIEN



MEDIZIN-
TECHNIK UND
LIFE SCIENCES



ENERGIE

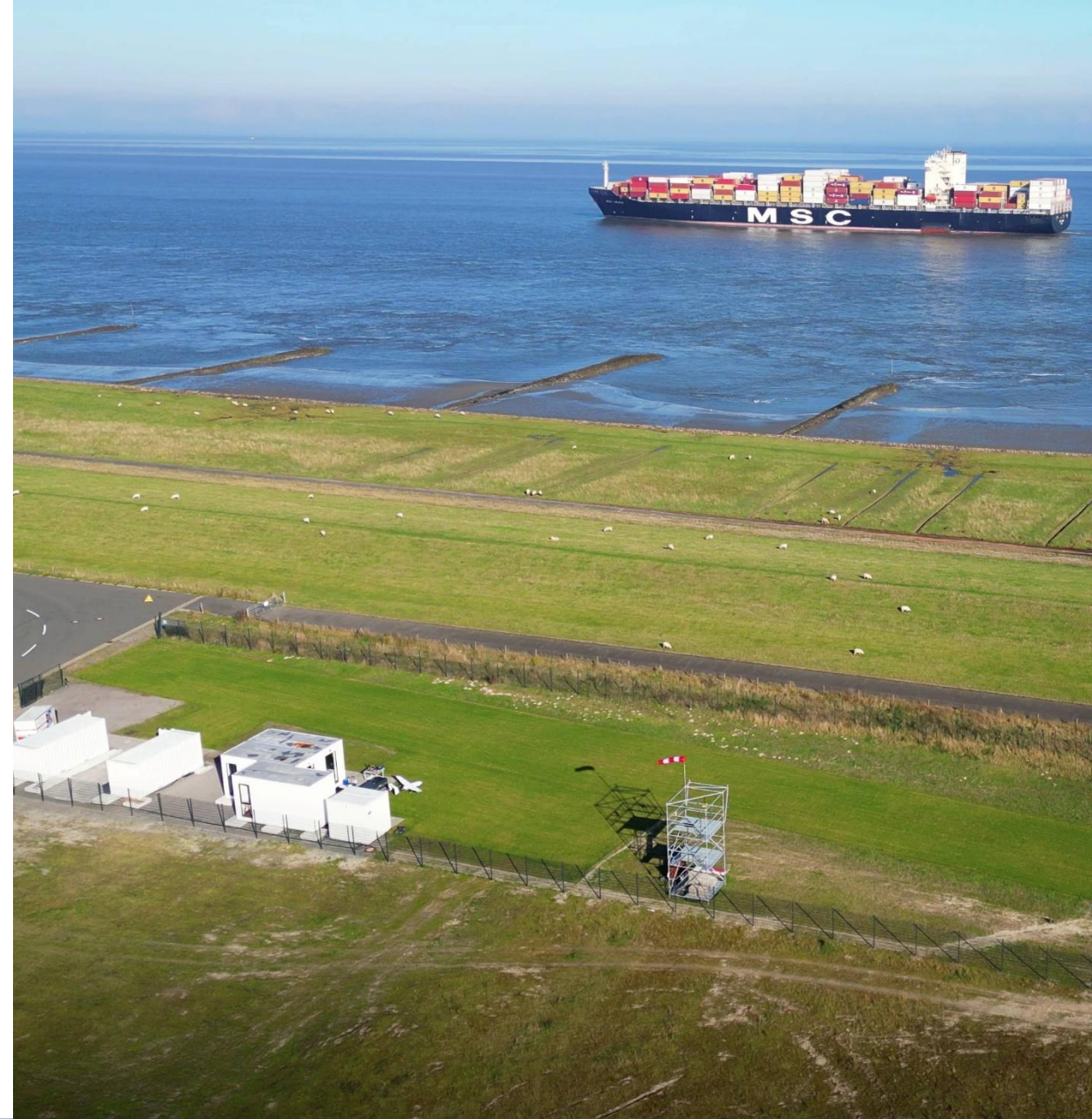
LUFTFAHRT



Offshore Drone Campus Cuxhaven

Infrastruktur

- Drohnen Entwicklungs- und Versuchsumgebung für Offshore-Einsätze
- Start und Landebahn für VTOL sowie Fixed Wing Systeme
- Aufbau von Teststrukturen zur Abbildung von Wartungs- und Inspektionskampagnen
- Realitätsnahe Umgebung mit direktem Zugang zur Deutschen Bucht
- Koordinierung mit der bemannten Luftfahrt, dem Seeverkehr, Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben sowie dem Naturschutz



Eröffnung des ODCC am 17. September 2024



**Interreg
North Sea**



Co-funded by
the European Union

DIOL

<https://www.youtube.com/watch?v=cqSCLYMaRsU>
<https://www.youtube.com/watch?v=7bOkHHT-51Y>



ODCC

ODCC – Ausstattung



Offshore Drone Campus Cuxhaven des Fraunhofer IFAM

Aktivitäten



Erprobung von Start- und Landeprozessen



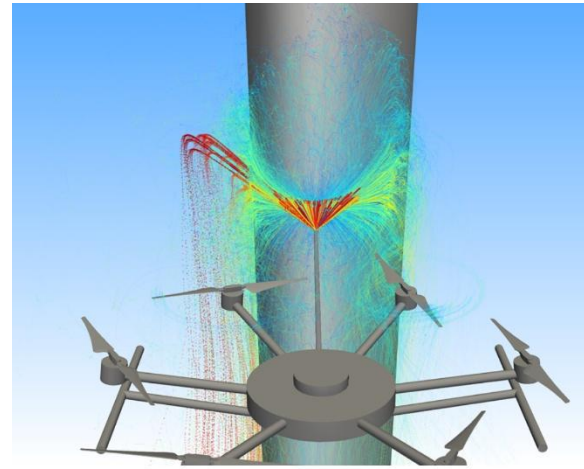
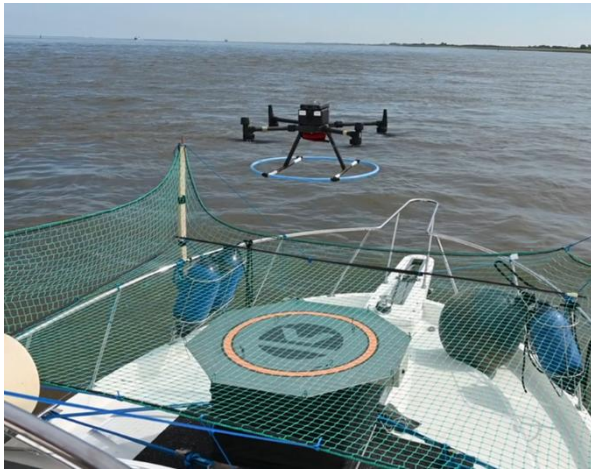
Entwicklung von berührenden Verfahren



Erforschung von Applikationstechnologien



BVLOS Missionen über der deutschen Bucht



Offshore Drone Campus Cuxhaven des Fraunhofer IFAM

Aktivitäten



Erprobung von Start- und Landeprozessen



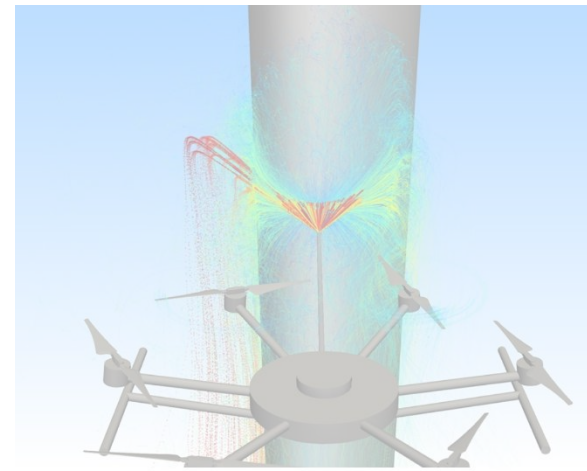
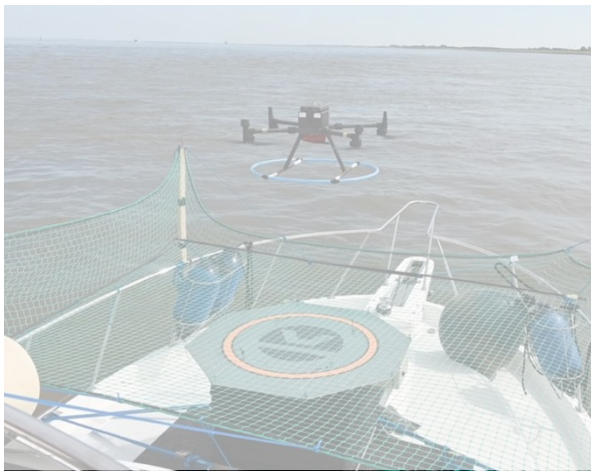
Entwicklung von berührenden Verfahren



Erforschung von Applikationstechnologien



BVLOS Missionen über der deutschen Bucht



Historie: Schichtdickenmessung per "UAS"

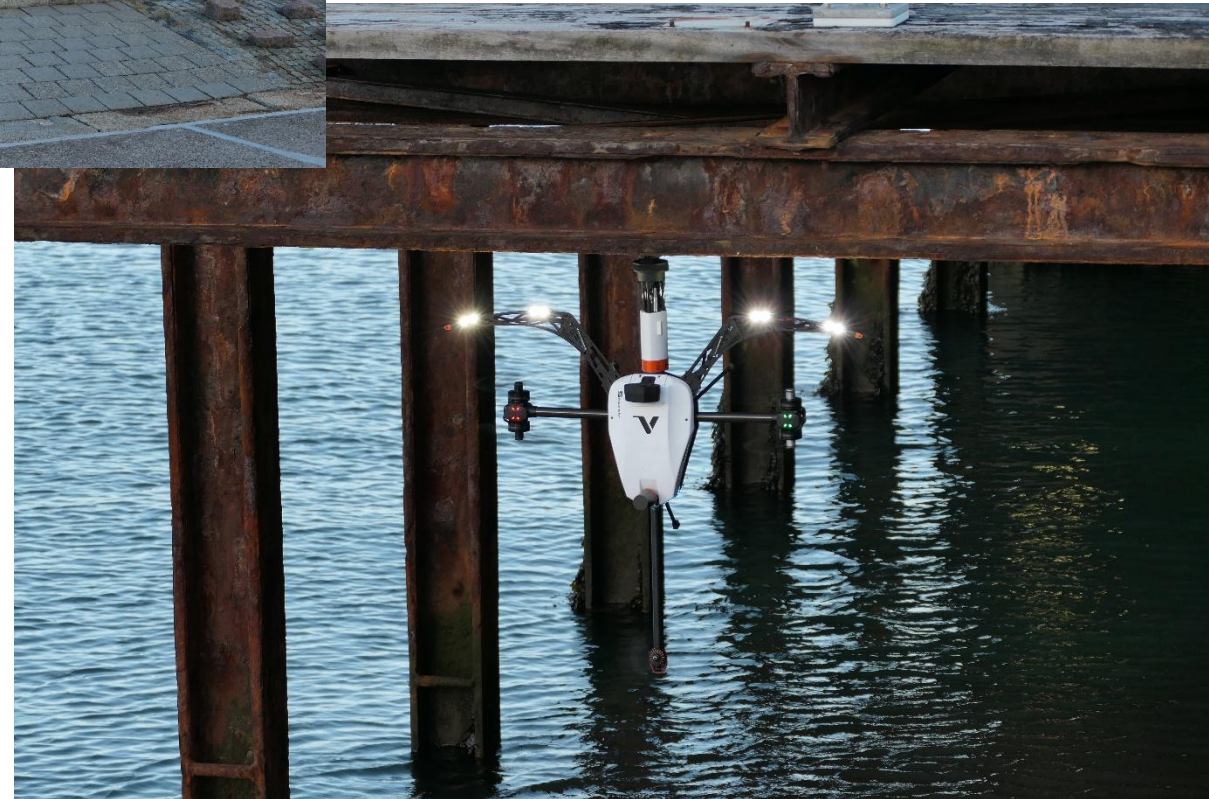
Anfänge am IFAM

- Erste Masterarbeiten am IFAM im Jahr 2019
- Nutzung eines einfachen Fluggerätes "Yuneec TH"
- Iterative Entwicklung eines Endeffektors
- Nutzung von kleinen Elektromagneten zur zur mehrfachen Schichtdickenmessung
- Anflug kompliziert und bedarf viel Übung
- "Fixierung" an Oberfläche ohne Eingriff in den Flightcontroller ist als kritisch anzusehen



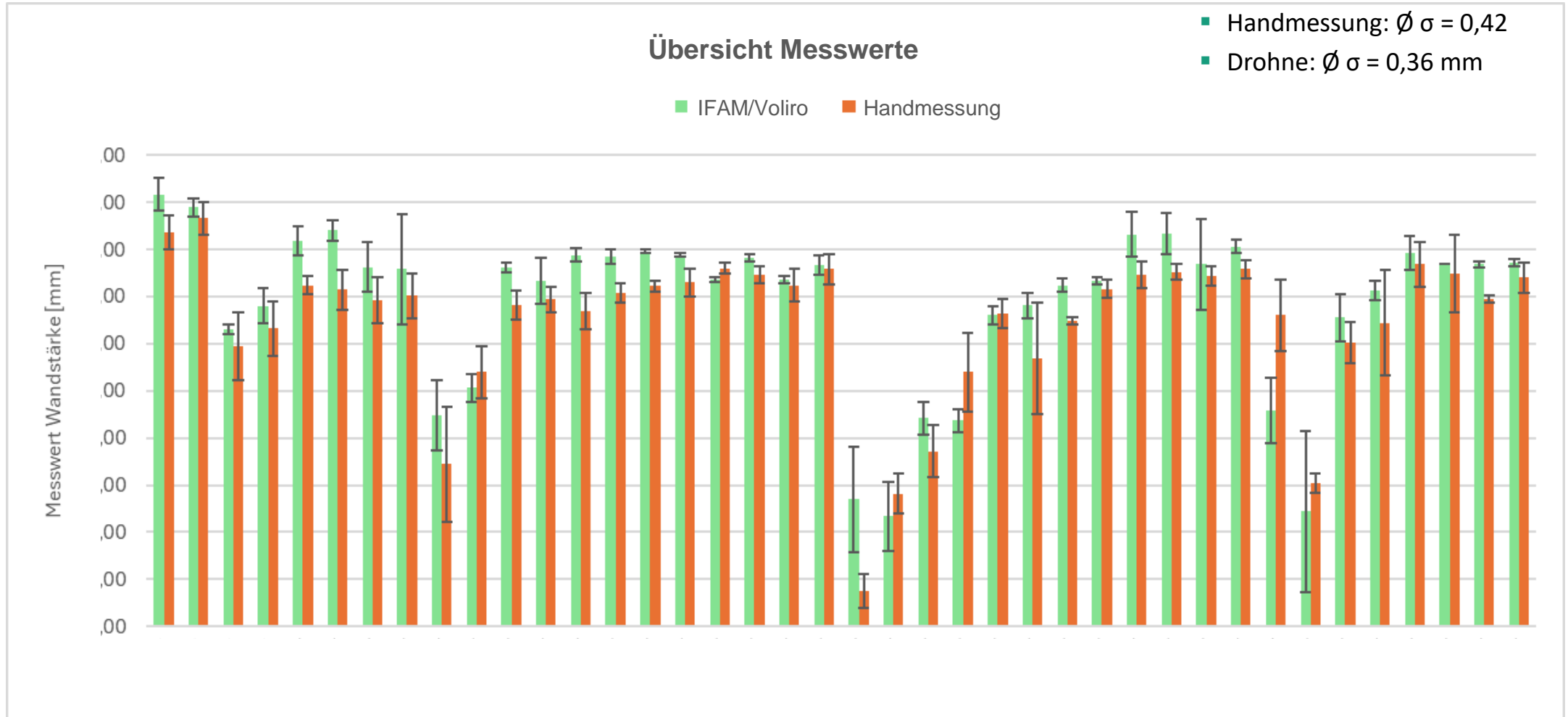
Ultraschall per UAS - Spundwandinspektion Helgoland

Berührende Restwanddickenmessung



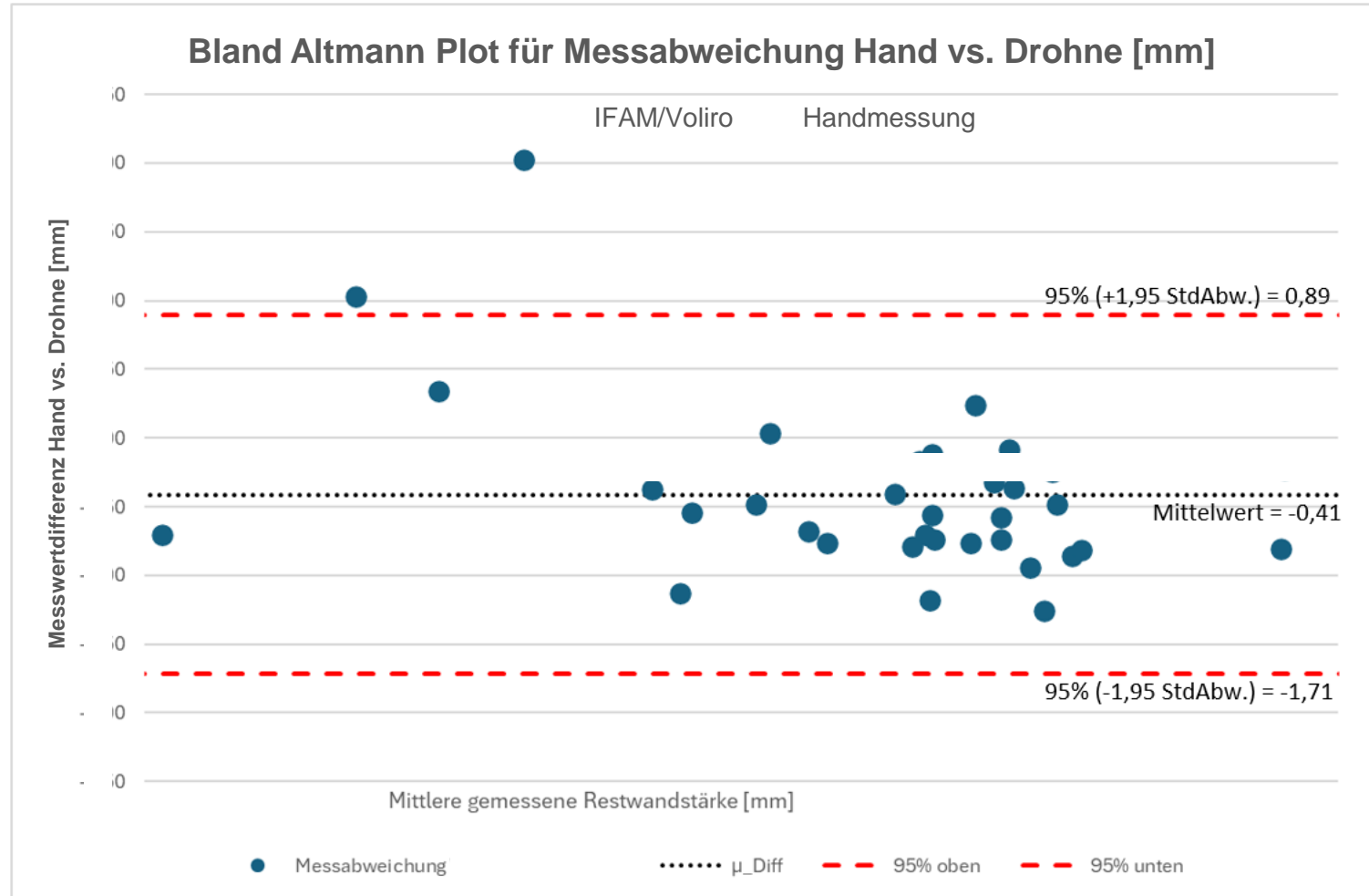
Beispiel Messung Drohne vs. Handmessung (Ultraschall)

Berührende Restwanddickenmessung



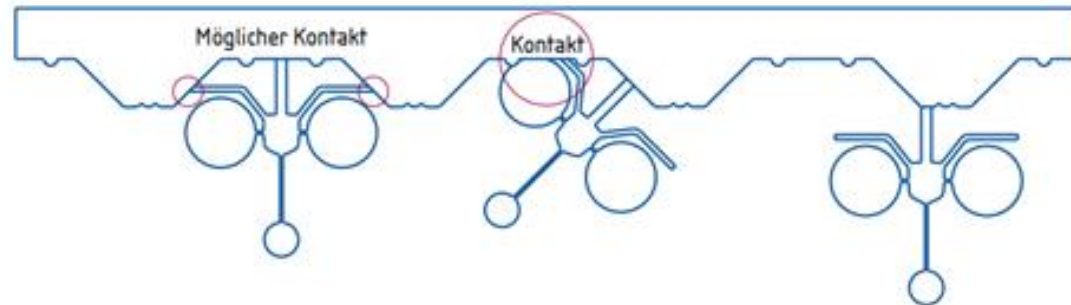
Beispiel Messung Drohne vs. Handmessung (Ultraschall)

Berührende Restwanddickenmessung



Möglichkeiten & Grenzen

- Interessant vor allem wenn Spundwand sehr schwer zugänglich (z.B. hohe Messpunkte)
- Zugang nicht zu allen Messstellen (nur über Wasser, kein Zugang zu Flanken der Spundwand)
- Korrosionsfortschritt noch nicht zu stark, sodass keine Vorbereitung der Oberfläche notwendig ist
- Säubern der Oberfläche vor Messung aktuell bedingt möglich (Forschungsbereich?!)
- EMAT vs. UT je nach Korrosionszustand



Gleichwertigkeitsbetrachtung: Blitzschutzmessung per Drohne (LPS)

Whitepaper

Fraunhofer
IFAM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR FERTIGUNGSTECHNIK UND ANGEWANDTE MATERIALFORSCHUNG IFAM

WHITEPAPER

Gleichwertigkeitsbetrachtung von Seilzugangstechnik und „Voliro-T“-Drohne bei der Durchgangswiderstandsmessung des Blitzschutzsystems an Windenergieanlagen

Sven Kardatzke, Sven Scharf, Maik Bleckmann, Tim Strohbach

Kurzversion – ausführlicher Report auf Anfrage

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM
Offshore Drone Campus Cuxhaven
Albert-Ballin-Platz 1
27472 Cuxhaven

Datum: 12.09.2025

	 Handmessung per Seilkletterer	 Voliro „Drohnenmessung“
Ergebnistyp	?	?
Messgenauigkeit	?	?
Zuverlässigkeit	?	?
Handling	?	?
...	?	?

Vergleich

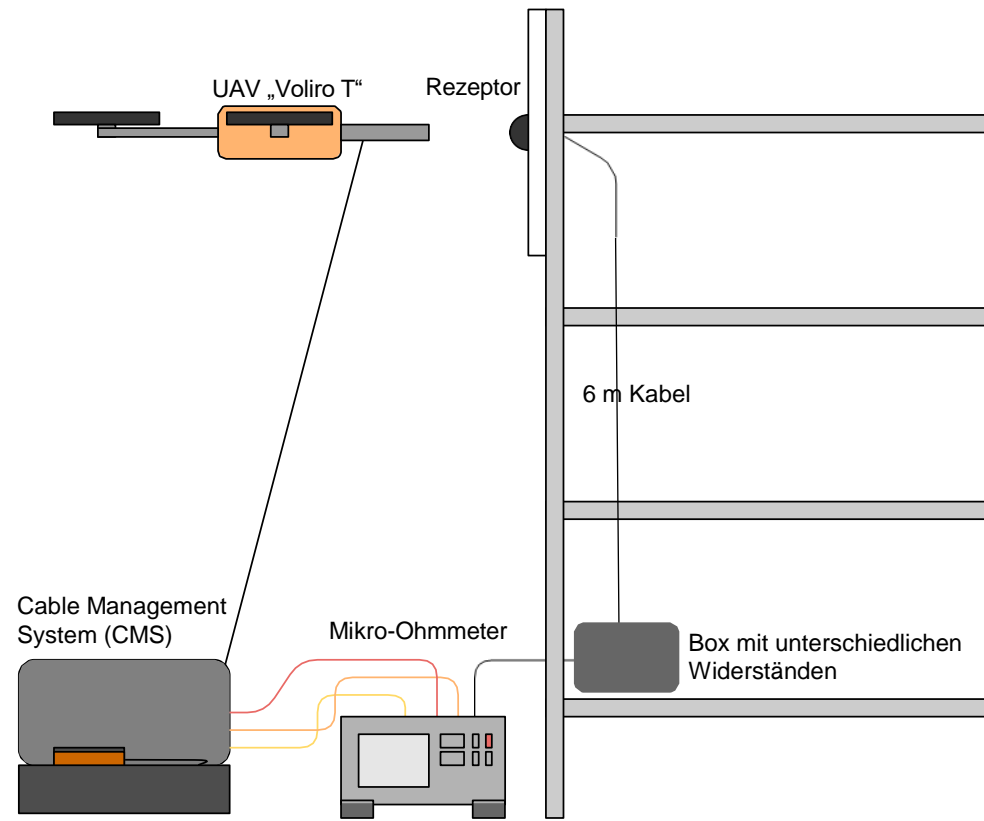
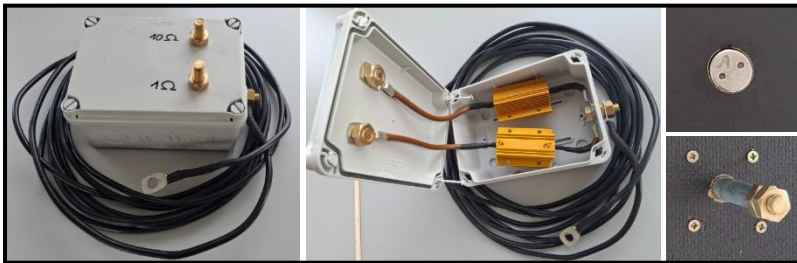
Abgleich

Norm

Vorgehen: Gleichwertigkeit der LPS-Prüfung mittels Voliro UAS

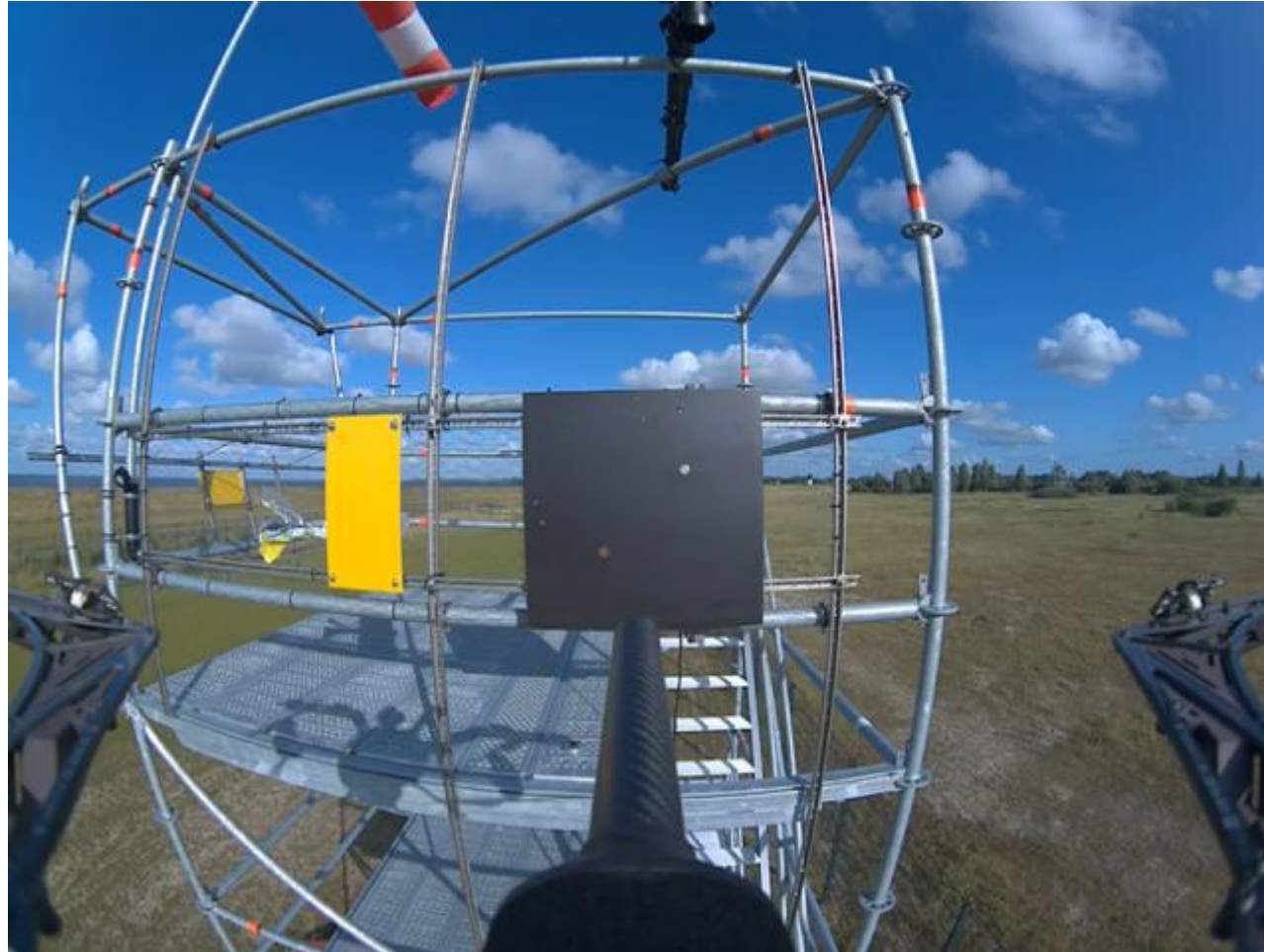
Messaufbau am Teststand am Offshore Drone Campus Cuxhaven (ODCC)

- Blitzschutzrezeptor (Typ Siemens für bspw. B45 WEA-Rotorblätter) zur realitätsnahen Erprobung
- Schaltbare Widerstände (0, 1 & 10 Ohm) um über einen größeren Messbereich zu testen
- Gerüst um kontrolliert in geringer Höhe zu testen und variabel in der Testgestaltung zu sein (bspw. Anbringung von externer Kamera)



Vorgehen: Gleichwertigkeit der LPS-Prüfung mittels Voliro UAS

Messaufbau am Teststand am Offshore Drone Campus Cuxhaven (ODCC)



Vorgehen: Gleichwertigkeit der LPS-Prüfung mittels Voliro UAS

Aufbau Studie



1 Referenz-
charakterisierung
LPS-Teststand



2 Voliro
Mikro-Ohmmeter



3 Voliro
Gesamtsystem



4 Voliro
Flug



5 Voliro vs.
Handmessung an
Anlage

Ziel	Feststellung Erwartungswerte	Kontrolle des Voliro Messgerätes	Überprüfung Gesamtsystem / Payload	Überprüfung Einflüsse im Flug
Messgerät	Sourcemeater	Mikro-Ohmmeter	Mikro-Ohmmeter	Mikro-Ohmmeter
LPS-Payload	-	ohne Payload	Payload am Fluggerät	Payload am Fluggerät
Fluggerät	-	-	Mit Fluggerät	Mit Fluggerät
Am Boden/Flug	-	-	Am Boden - Motoren aus	Im Flug - Realumgebung

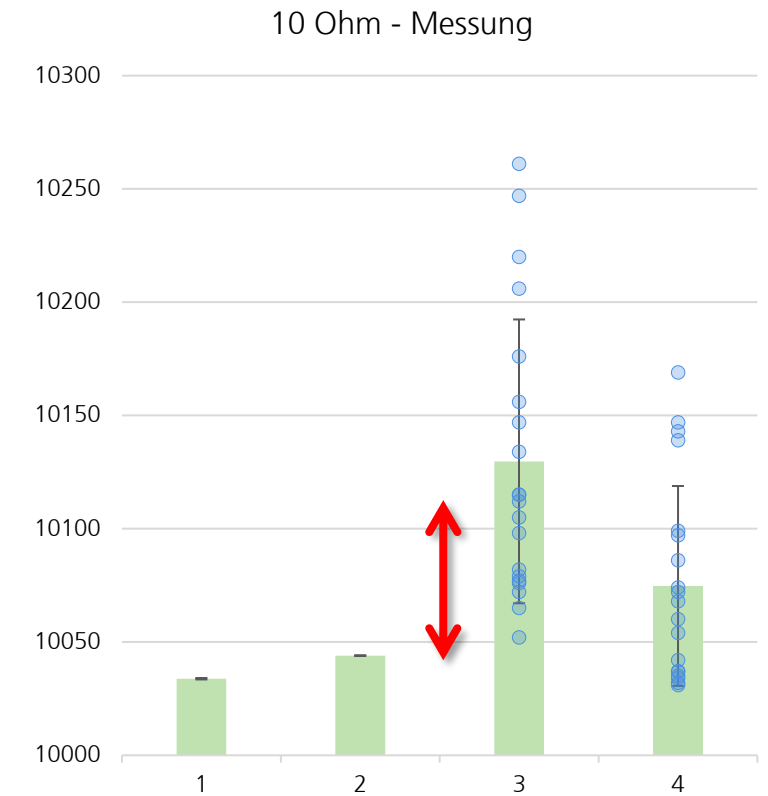
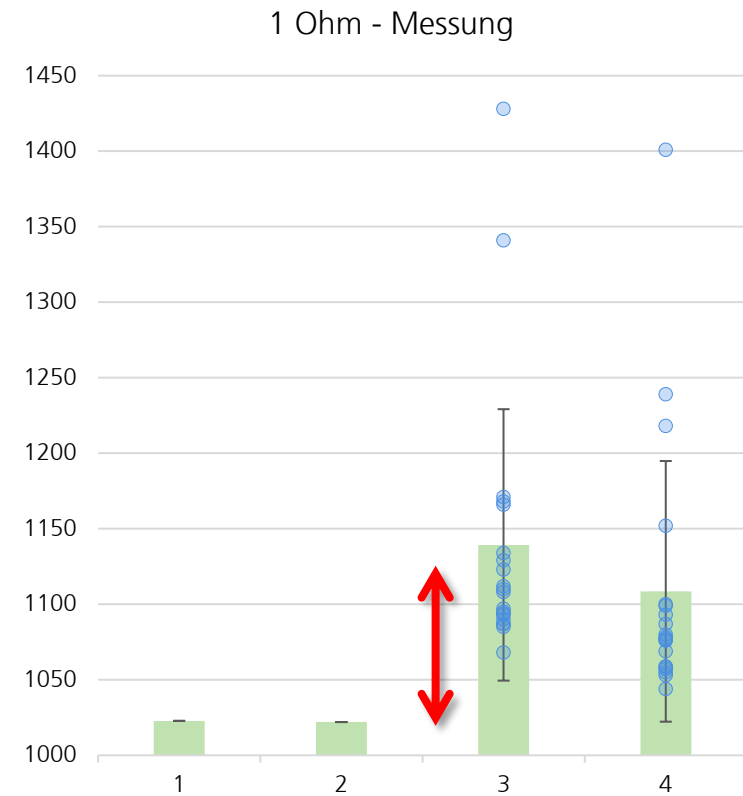
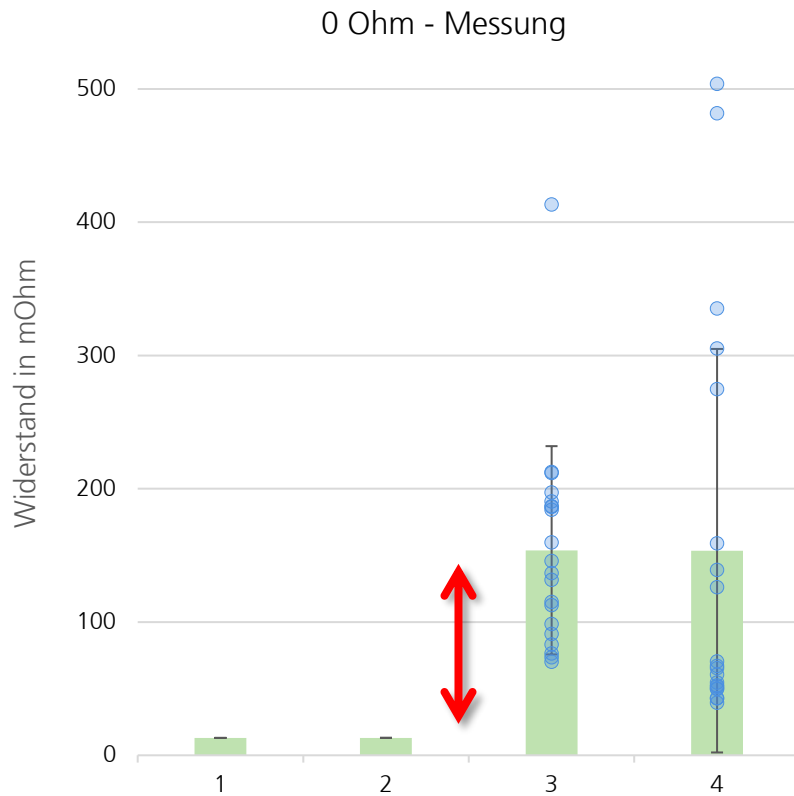
Vergleich mit Ergebnissen eines Seilzugangstechniker an einer realen Anlage (Messgerät Schleich-Handheld)

← "Kontrollierte" Bedingungen mit aufsteigender Komplexität →

← Realtest →

Gleichwertigkeit der LPS-Prüfung mittels Voliro UAS

Messwerte der Versuche unter kontrollierten Bedingungen – Messreihen 1-4

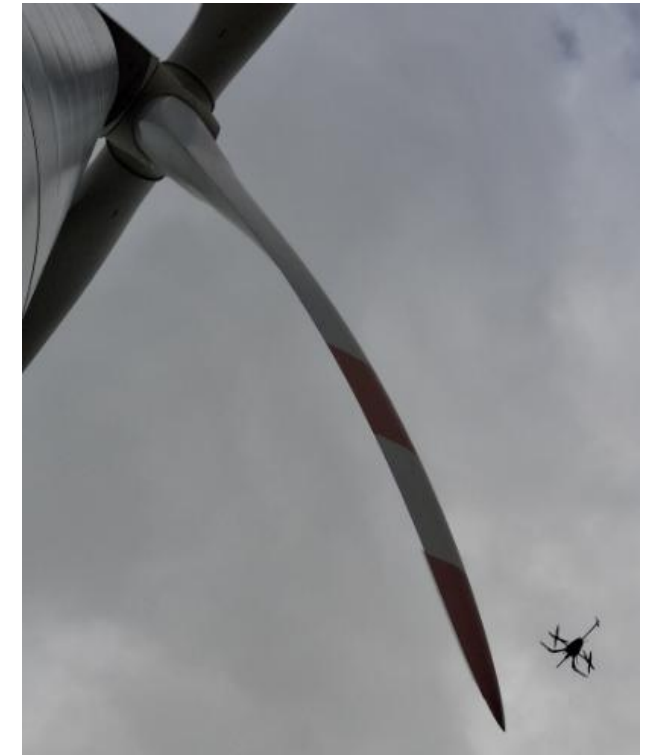
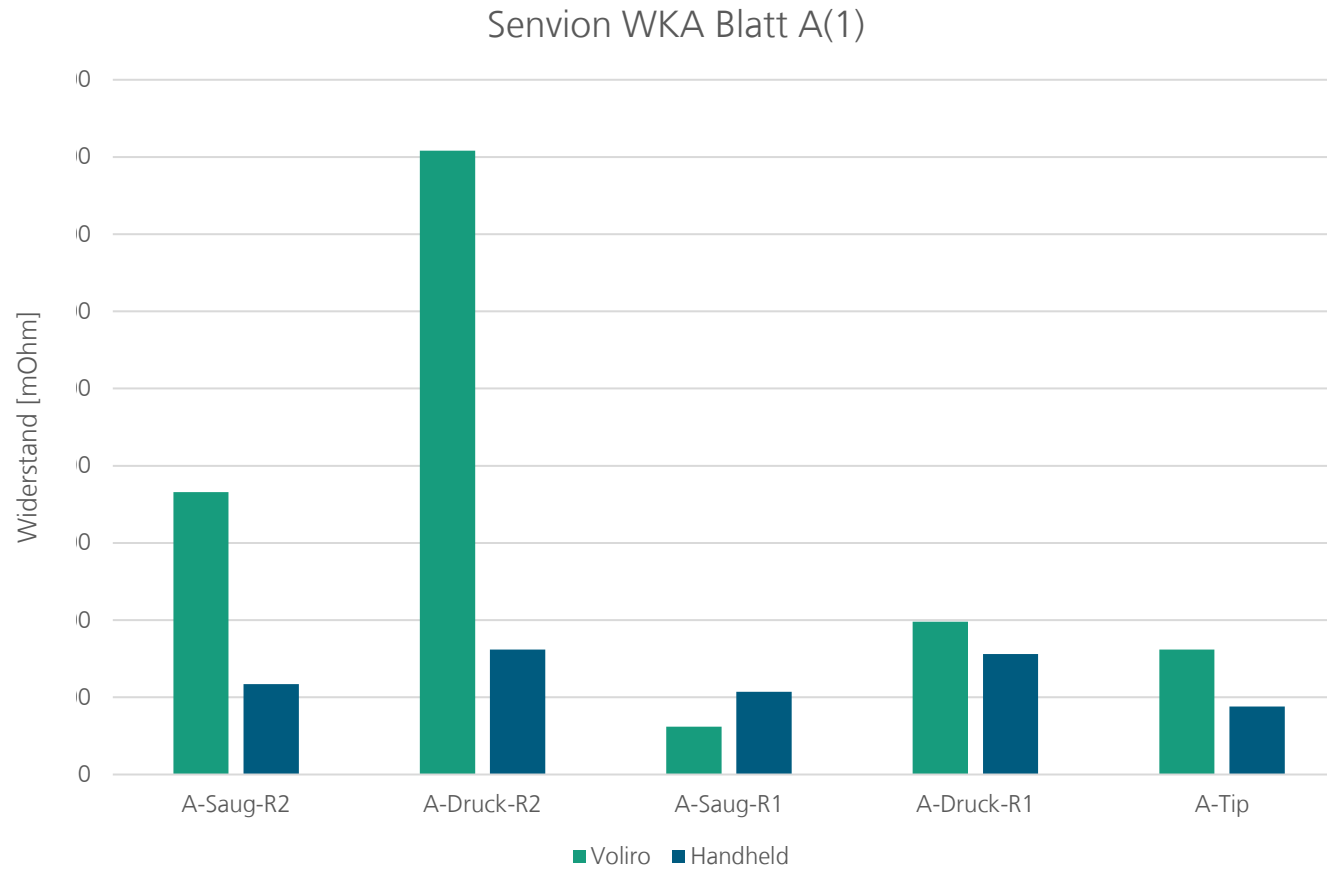


*Einzelmesswerte (blaue Punkte) in Messreihe 1 & 2 nicht dargestellt

- 1: Referenzmessung mit Labormessgerät
- 2: Direkte Messung mit LPS-Mikro-Ohmmeter
- 3: Bodenmessung mit montierter Drohne und LPS-Payload
- 4: Flugmessung mit Drohne und LPS-Payload

Gleichwertigkeit der LPS-Prüfung mittels Voliro UAS

Erkenntnisse aus der Messung an der Realanlage – Messreihe 5



Gleichwertigkeit der LPS-Prüfung mittels Voliro UAS

Gegenüberstellung technische Unterschiede



Handmessung per Seilkletterer



Voliro „Drohnenmessung“

Messprinzip	4 Leiter Messung	4 Leiter Messung
Stromstärke	Bis zu 10 A	300 mA
Andruckkraft	Abhängig vom Seilzugangstechniker	2-3 kg (≈ 25 N)
Messstrecke	Meist Blattwurzel bis Rezeptor → Gesamtmessung aus Teilabschnitten	Erdungspunkt am Turmfuß bis Rezeptor
Kontaktierung	Sehr sicher / Sichergestellt <ul style="list-style-type: none">• Korrosion• Verschmutzung• Lack	Unterschiedlich/Abhängig von <ul style="list-style-type: none">• Umgebungsbedingungen (Wind)• Oberfläche (Kontaktverbesserung durch Spitzen)• Reinigung ist nicht möglich

Gleichwertigkeit der LPS-Prüfung mittels Voliro UAS

Limits der Technologie

Wiederholbarkeit über mehrere Messungen ist eingeschränkt(er)

- Messwerterhöhung um ca. 100-120 mOhm hat nicht signifikanten Einfluss auf die Prüfung (konservativer Ansatz)
- Mögliche Kontaktverluste liefern deutlich erhöhte Werte (typ. +0,5 Ohm bis zu > +60 Ohm)

Ursachen

- Kontaktierung
- Lange Messdauer mit dem Messgerät (3 Sekunden) in Zusammenhang mit Windböen

Erkennung

- Größere Messfehler werden erkannt → Ausgabe an Piloten
- Bei sehr kurzen Kontaktverlusten kein Erkennen



Gleichwertigkeit der LPS-Prüfung mittels Voliro UAS

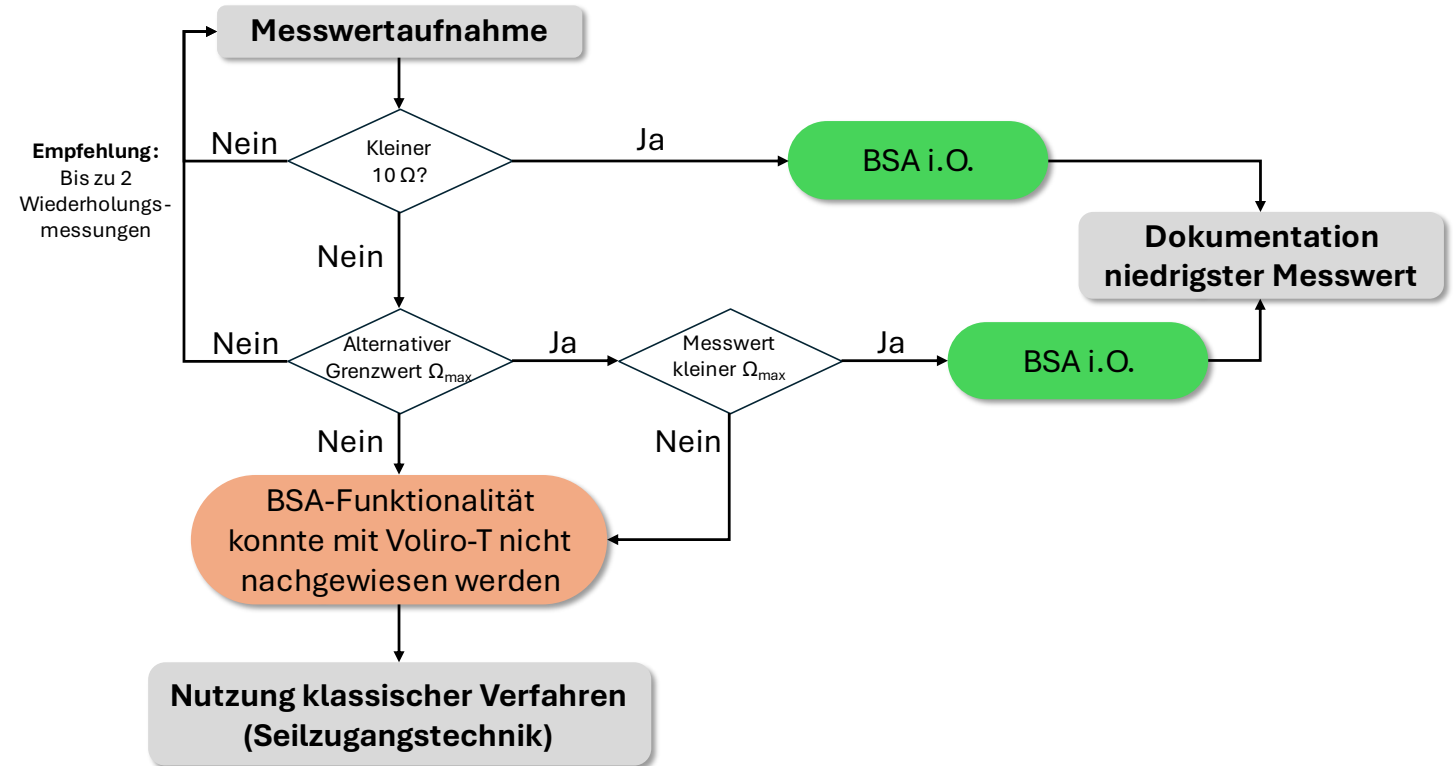
Ergebnis & Handlungsempfehlung

Ergebnis:

- Gleiches Messverfahren (Durchgangswiderstandsmessung) entsprechend der Norm
- Gleichwertiges Messergebnis, aber mit (für die Messung nicht signifikantem) Offset
- Kontaktverluste → Handlungsempfehlung

Handlungsempfehlung:

- Messwert $< 10 \text{ Ohm}$ → BSA i.O.
- Messwert $> \text{Erwartungswert/Grenzwert}$ → Messung bis zu 2-mal erneut durchführen, um möglichen Kontaktverlust auszuschließen



Wollen Sie noch mehr wissen?

Symposium on Innovations in Drones and Autonomous Systems for Wind Park Operations

Feb 25-26, 2026 Register now!

Symposium
Februar 2026

DTU

<https://www.ifam.fraunhofer.de/en/Events/symposium-drones-and-autonomous-systems-for-wind-park-operations.html>



Fraunhofer-Institut für Fertigungs-
technik und Angewandte
Materialforschung IFAM

Kontakt

Kai Brune
Abteilungsleiter
Qualitätssicherung und Cyber-Physische Systeme
Tel. +49 151 65613481
kai.brune@ifam.fraunhofer.de

Kontakt

Tim Strohbach
Gruppenleiter
Maritime Drohnenanwendungen
Tel. +49 160 94944216
tim.strohbach@ifam.fraunhofer.de