

# ZfP an Windenergieanlagen (WEA) - Chancen in einem sich zunehmend regulierenden Markt

Enrico BUCHWALD<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zeppelin Aviation & Industrial Service GmbH, Friedrichshafen

Kontakt E-Mail: [enrico.buchwald@zeppelin.com](mailto:enrico.buchwald@zeppelin.com)

## Kurzfassung

WEA sind eine vergleichsweise junge Industrie innerhalb des Segments der Kraftwerksanlagen.

Während die letzten zehn Jahre noch massiv Zeichen des "Repowerings" standen, sind vielerorts die maximal zulässigen Größenordnungen der WEA erreicht mit der Konsequenz, dass die installierte Leistung nicht nur immer grösser, sondern nun auch älter wird.

Im Spannungsfeld zwischen WEA-Herstellern, Betreibern, Gemeinden und auch den Versicherern entsteht verstärkt Anforderung nach Zustandsbestimmung und Prüfung.

Was bedeutet das für (akkreditierte) Prüfdienstleister? Was gilt es schon heute bei Arbeiten an WEA zu beachten?

Ausblick für mögliche Prüfdienstleistungen in der Zukunft.



## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

- CHANCEN IN EINEM SICH ZUNEHMEND REGULIERENDEN MARKT -

Enrico Buchwald – Key Account Manager Energie, Bahn, Infrastruktur  
Zeppelin Aviation & Industrial Service GmbH



## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

KURZVORSTELLUNG DES UNTERNEHMENS



### Vorstellung – Zeppelin Aviation & Industrial Service GmbH



- 2020 hervorgegangen aus dem Zusammenschluss BIS Inspection Service GmbH und der Business Unit „Aviation & Industrial Service“ der Zeppelin Systems GmbH
- DIN EN ISO 17025:2018 akkreditiertes Prüf- und Kalibrierlabor
- Mehr als 30 eigene nach DIN EN ISO 9712 bzw. EN 4179 qualifizierte/ zertifizierte Prüfer
- Vom NANDTB Germany akkreditierte NDT-Ausbildungsstätte (EN 4179)
- Luftfahrttherstellungs- und Instandsetzungsbetrieb gemäß EASA Part 21 G und EASA Part 145



## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

LEISTUNGSÜBERSICHT ZEPPELIN AVIATION & INDUSTRIAL SERVICE GMBH

INDUSTRIE  
WERKSTOFFPRÜFUNG



LUFTFAHRT  
WERKSTOFFPRÜFUNG



HERSTELLUNG & OVERHAUL



MAINTENANCE



MESSTECHNIK



MESS- & PRÜFMITTEL-  
KALIBRIERUNG



CONSULTING & SAFETY



NDT-CAMPUS &  
SCHWEISSER-SCHULE



## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

ZEPPELIN AVIATION & INDUSTRIAL SERVICE: LOKAL SOWIE ÜBERREGIONAL

SANKT AUGUSTIN:

- Luftfahrt Maintenance
- Werkstoffprüfung Luftfahrt
- Consulting
- Safety - Arbeitsschutz
- NDT-Campus



HAMBURG:

- Werkstoffprüfung Industrie
- Consulting
- Safety - Arbeitsschutz

FRIEDRICHSHAFEN:

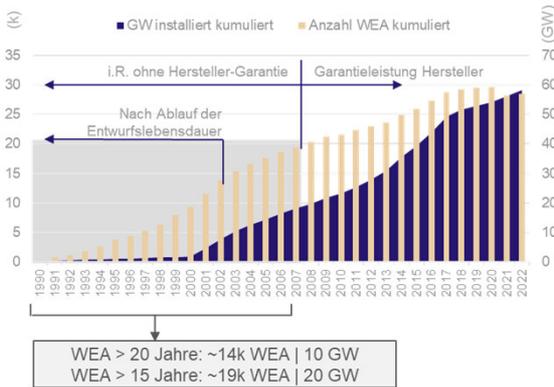
- Luftfahrtherstellung & Overhaul
- Luftfahrt Maintenance
- Werkstoffprüfung Luftfahrt & Industrie
- Messtechnik
- Kalibriertechnik
- Consulting
- Safety - Arbeitsschutz
- NDT-Campus
- Schweißer-Schule



## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

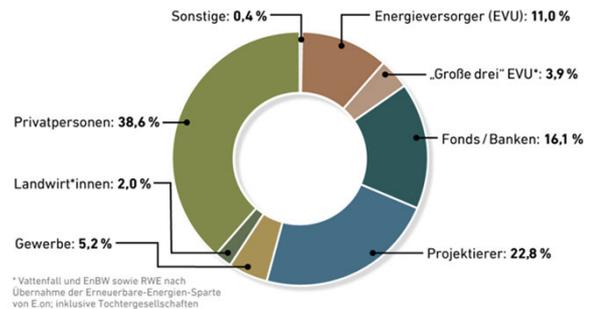
EIN ÄLTER WERDENDER ANLAGENBESTAND IN HAND KLEINTEILIGER EIGENTÜMER-STRUKTUREN

### DEUTSCHLAND WEA-BESTAND (2022)



Eigene Grafik. Datenquelle: Deutsches Windenergie-Institut (DEWI) Statista 2022

### EIGENTÜMERSTRUKTUR WINDENERGIEANLAGEN AN LAND (2020)



Die WEAs befinden sich zum größten Teil in der Hand von Privatpersonen

Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

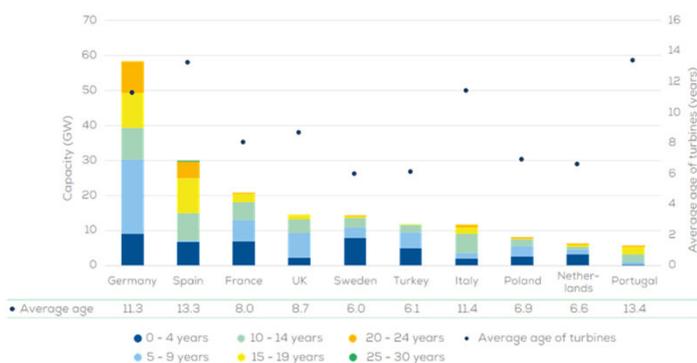
31.03.2023 ZEPPELIN AVIATION & INDUSTRIAL SERVICE GMBH

7



## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

WÄHREND NOCH DAS LETZTE JAHRZEHT STARK IM ZEICHEN DES „REPOWERINGS“ STAND, WERDEN DIE ANLAGEN NUN ÄLTER UND ÜBERSCHREITEN DIE „ENTWURFSLEBENSDAUER“



Quelle: WindEurope | 2022 Statistics and the outlook for 2023-2027

- Vier GW der Windparks in Europa sind bereits älter als 20 Jahre
- Bis 2030 werden in Europa 78 GW Leistung älter als 20 Jahre sein
- Die im Durchschnitt ältesten Anlagen stehen in Deutschland, Spanien, Italien und Portugal
- Von den 19 GW, die im Jahr 2022 installiert wurden, waren nur noch 591 MW Repowering-Projekte

31.03.2023 ZEPPELIN AVIATION & INDUSTRIAL SERVICE GMBH

8



## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

IMMER AMBITIONIERTERE AUSBAUZIELE TREFFEN AUF EINE STEIGENDE ANZAHL AN WEA-UNFÄLLEN DURCH ELEKTRISCHES ODER MECHANISCHES BAUTEILVERSAGEN



Windenergie Ziel Kapazität bis 2030: 115 GW (davor 100 GW)

Quelle: wind-energie.de | Status des Windenergieausbaus an Land Jahr 2022

31.03.2023 ZEPPELIN AVIATION & INDUSTRIAL SERVICE GMBH



Abgestürztes Rohrblatts einer Windkraftanlage in Stieglund im Kreis Schleswig-Flensburg. FOTO: ALEXANDER KUHN

Im Jahr mehr als 50 Unfälle und Havarien, Tendenz steigend\*

Quelle: Flensburger Tageblatt, 17.01.2023

\*Quelle: <https://www.vernunftkraft.de/unfallregister/>

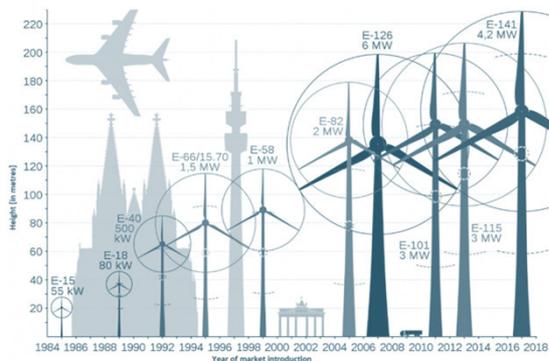


## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

TÜV PRÜFEMPFEHLUNGEN ANHAND LAUFZEIT UND LEISTUNG – SCHWERPUNKT ARBEITSSCHUTZ

### PRÜFEMPFEHLUNG ANHAND DER LEISTUNG

- WEA <300 kW: alle 4 Jahre
- WEA 300 <1500 kW: alle 2 Jahre
- WEA ab 1500 kW: jährlich



10 31.03.2023 ZEPPELIN AVIATION & INDUSTRIAL SERVICE GMBH

### PRÜFEMPFEHLUNGEN ANHAND LAUFZEIT

Laufzeit (in Jahren)	Rotorblatt	WEA-Inspektion, DGUV V3	Druckbehälter	Feuerlöscher	Serviceflift	Kran, Steigleiter/Steigschutz, PSAgA, Rettungsgerät
1	*	*	*	*	*	*
2	*	*	*	*	*	*
3	*	*	*	*	*	*
4	*	*	*	*	*	*
5	*	*	*	*	*	*
6	*	*	*	*	*	*
7	*	*	*	*	*	*
8	*	*	*	*	*	*
9	*	*	*	*	*	*
10	*	*	*	*	*	*
11	*	*	*	*	*	*
12	*	*	*	*	*	*
13	*	*	*	*	*	*
14	*	*	*	*	*	*
15	*	*	*	*	*	*
16	*	*	*	*	*	*
17	*	*	*	*	*	*
18	*	*	*	*	*	*
19	*	*	*	*	*	*
20	WEA Weiterbetriebsprüfung					

Zudem sind Auflagen (Genehmigungsauflagen, Versicherungsauflagen etc.) und ggf. weitere Güterachten zu berücksichtigen.

\* Prüfungen durch Sachkundige bzw. Elektrofachkräfte nach dem Verlangen des Wartungsfachbuches.

Quelle: [www.tuev-sued.de/wea-inspektion](http://www.tuev-sued.de/wea-inspektion), Stand 08/2022



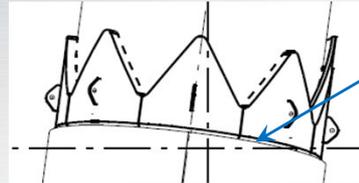
## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

### PRÜFBESPIELE AN OFFSHORE-WEA UND UMSPANNPLATTFORMEN



#### OFFSHORE-ANLAGEN

- RT-Prüfung: Rotorblatt-Stege
- Stellung Strahlenschutz für Röntgenprüfung

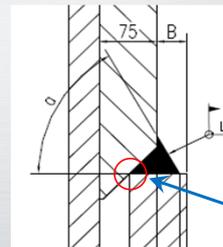


Rundnaht



#### UMSPANNPLATTFORMEN

- UT-Prüfung:
  - Prüfung an kritischen Rundnähten
  - Wanddickenmessung Kühlsystem
- VT-Prüfung: Untere Plattformstruktur



Prüfbereich UT



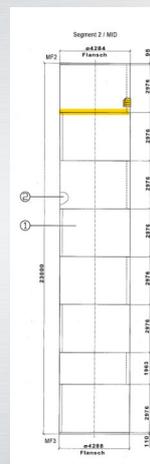
## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

### PRÜFBESPIELE AN ONSHORE-WEA



#### ONSHORE-ANLAGEN

- VT-Prüfung: Überprüfung Verdachtspunkte, meist in Kombination mit MT
- MT-Prüfung: allgemeine Porosität, Risse an Grundplatten, Turmlager, Zahnkränze
- Phased Array Prüfung: Nabenprüfung (Welle-Nabe-Verbindung)
- ZfP von nachträglichen Einbauten wie Personenanschlagspunkten, Erdungspunkten etc.





## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

WÄHREND DER DER BETRIEBSDAUERAUSLEGUNG WIRD DER PRÜFUNGSUMFANG DURCH DEN HERSTELLER FESTGELEGT, REGELINSPEKTIONEN SEHEN IN DER REGEL **KEINE** ZFP VOR

INSPEKTIONS-TÄTIGKEITEN	ANLAGEN INNERHALB DER HERSTELLERGARANTIE während der Betriebsdauerauslegung	ANLAGEN AUSSERHALB DER HERSTELLERGARANTIE während der Betriebsdauerauslegung
Regelinspektionen	Umfänge definiert durch den Hersteller durchgeführt von zugelassenen Dienstleistern (in der Regel keine ZfP – Ausnahme Sichtprüfung)	Umfänge definiert durch den Hersteller durchgeführt von zugelassenen Dienstleistern (in der Regel keine ZfP – Ausnahme Sichtprüfung)
Sonderinspektionen ZfP (z.B. nach Erkennen von systemischen (Fertigungs-) Fehlern oder WEA-Unfällen an vergleichbaren Typen)	Umfänge und Prüfverfahren werden durch den Hersteller definiert und ggf. durchgeführt von zugelassenen Dienstleistern beauftragt durch den Hersteller (Prüfverfahren Magnetpulverprüfung / Ultraschallprüfung inkl. Phased Array / Sichtprüfung & Wirbelstromprüfung)	Bei Havarie oder Bauteilversagen: Umfänge und Prüfverfahren ggf. definiert durch unabhängige Sachverständige. Beauftragt vom Betreiber oder der örtlichen Baubehörde.

13 31.03.2023 ZEPPELIN AVIATION & INDUSTRIAL SERVICE GMBH



## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

RECHTLICHE ANFORDERUNG AN DEN WEITERBETRIEB VON WEA NACH ENTWURFSLEBENSDAUER – DERZEIT SIEHT DIE ÜBERPRÜFUNG **KEINE** SYSTEMATISCHE ZFP VOR

### ENTWURFSLEBENSDAUER

- WEA werden **auf Basis der** jeweiligen **DIBt-RiLi** und der **Typenprüfungen** genehmigt
- DIBt-RiLi durch öffentliche Bekanntmachung der obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder als **technische Regelung eingeführt** und daher **gemäß LBauO beachtlich**
- DIBt-RL WEA 2012 f. sieht 20 Jahre als **Entwurfslebensdauer** vor
  - = planmäßige Nutzungsdauer = die der Auslegung der WEA zugrunde gelegte **rechnerische Zeitdauer** für den **Nachweis der Standsicherheit** von Turm, Gründung und den übrigen lastabtragenden Bauteilen (**Betriebsfestigkeit**)
  - Grund: Anlagen **verschleiben** und **ermüden** auf die Dauer, daher **technisch kein zeitlich unbegrenzter Betrieb** möglich

### ANFORDERUNG AN WEITERBETRIEB

- D.h. der Betreiber muss das Ende der Entwurfslebensdauer **weder anzeigen noch die WEA unmittelbar außer Betrieb nehmen**
- Aber er ist **aktiv** dazu **verpflichtet**, die Anlagen standsicher zu betreiben und hierüber einen **Nachweis des sicheren Weiterbetriebs** zu erbringen
- Durch Vorlage eines **Gutachtens** mit Angabe zur möglichen Restlaufzeit
  - Überprüfung nach **gründlicher Inspektion**, Neuberechnung zur Auslegung der Turbinen
  - Nach **aktuellem Standard** (DNVGL-ST-0262 „Lifetime extension of wind turbines“, März 2016; RiLi DIBt)
  - Durch **unabhängigen Sachverständigen**

Quelle: Vogt, Dr. M.: Rechtliche Anforderungen an den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen. Spreewindtage Warnemünde, 2017

14 31.03.2023 ZEPPELIN AVIATION & INDUSTRIAL SERVICE GMBH



## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

ZUGELASSENE ÜBERWACHUNGSSTELLEN FORDERN SEIT JAHREN ZUSÄTZLICHE PRÜFUNGEN – WAS VOM BWE UND DEN REGIERUNGSSTELLEN LAMENTIERT WIRD

### TÜV SPRICHT VON „TICKENDEN ZEITBOMBEN“

Von einer „tickenden Zeitbombe“ spricht TÜV-Experte Dieter Roas, der einem Arbeitskreis aller Zugelassenen Überwachungsstellen vorsteht. Viele Windräder näherten sich einer Betriebszeit von 20 oder gar 25 Jahren. Grundsätzlich sind die Anlagen auf 20 Jahre ausgelegt, für eine Verlängerung der Betriebslaubnis sind zusätzliche Prüfungen erforderlich.

„Aber was Strukturfestigkeit und Materialermüdung angeht, wissen wir nicht, woran wir sind“, warnt Roas. „Da schweben erhebliche Gefahren.“ Aufseiten der Betreiber wünsche er sich ein „ausgeprägteres Risikobewusstsein.“ Das könnte auch der Staat mit einer Prüfpflicht wecken.

Quelle: <https://www.welt.de/wirtschaft/article176699938/Windkraft-TUEV-sieht-in-den-Anlagen-tickende-Zeitbomben.html>

### BWE SPRICHT VON „PANIKMACHE“

„Windkraftanlagen werden in Deutschland auf Basis der Richtlinie des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) typengeprüft und genehmigt. Diese Typenprüfung bildet die Basis für Baugenehmigungen“, argumentiert der BWE weiter. Während der Aufstellung finde eine Bauüberwachung statt. Mit Inbetriebnahme würden alle Komponenten, die den Betrieb und die Sicherheit beeinflussen können, abgenommen. Alle zwei bis vier Jahre findet in der Betriebsphase die „wiederkehrende Prüfung“ statt. Dabei würden der Anlagenzustand durch anerkannte Sachverständige im Hinblick auf Sicherheit und ordnungsgemäße Wartung untersucht. Turnusmäßig würden zudem Steuerelemente, Rotorblätter, Triebstrang und alle weiteren sicherheitsrelevanten Verschleißteile geprüft.

<https://www.topagrar.com/energie/news/windkraftanlagen-sind-keine-tickenden-zeitbomben-9594330.html>



## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

ARBEITSSCHUTZVORGABEN SIND FÜR JEDEN, DER AN EINER WEA ARBEITET, STRENG GEREGLT: UMFASST MEHRERE GRUNDKURSE, DIE AUCH REGELMÄßIG ERNEUERT WERDEN MÜSSEN

### Arbeitssicherheit nach DGUV

- PSAgA
- Betrieblicher Ersthelfer WEA
- Betrieblicher Brandschutz

### Arbeitssicherheit nach GWO

- Working at Heights
- First Aid
- Fire Awareness
- Rettung und Evakuierung aus beengten WEA-Bereichen

### Arbeitssicherheit nach GWO (Offshore)

- Advanced Rescue Training
- HUET – Helicopter Underwater Training
- Sea Survival
- Capsize Training

### Technologietraining (meist herstellerepezifisch)

- Elektrotechnik, Hydraulik und Mechanik für WEA
- Elektrotechnisch unterwiesene Person
- Schaltbefähigung bis 52 KV
- Anschlagen von Lasten



## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

ERFAHRUNGEN AUS DEM EIGENEN MARKTEINTRITT



### Grundlegende Erfahrungen aus dem eigenen Markteintritt

1. Im Rahmen der Sonderinspektionen ein sehr spontanes Prüfgeschäft
2. Hoher Kostendruck durch internationalen Wettbewerb
3. Hoher zusätzlicher Schulungsbedarf aufgrund DGUV- bzw. GWO-Vorgaben
4. Zusätzlicher Schulungsbedarf, aufgrund besonderer Herstellerangaben
5. Kostendruck, aufgrund der wirtschaftlichen Zwänge der Hersteller und Betreiber
6. Eingeschränkte Reisebereitschaft oder Fitness der eigenen Mitarbeiter

17 31.03.2023 ZEPPELIN AVIATION & INDUSTRIAL SERVICE GMBH

## ZFP AN WINDENERGIEANLAGEN (WEA)

WAS KANN NOCH GESAGT WERDEN?



### FAZIT

1. Eine WEA ist eine dynamisch belastete Anlage. Es kann z.B. durch Alterung, durch höhere Belastung oder Materialfehler zu mechanischem Bauteilversagen kommen.
2. ZfP-Prüfumfänge werden primär vom Hersteller festgelegt.
3. Eine systematische ZfP-Prüfung an der WEA zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme oder vor Verlängerung der Laufzeit ist nicht vorgeschrieben. Eine umfassende Zustandsbestimmung ist aus Sicht von Experten jedoch Basis für eine Neuberechnung für einen Weiterbetrieb.
4. Solange der Gesetzgeber die WEA nicht als überwachungsbedürftige Industrieanlage einstuft, werden Betreiber keine verbindliche Regelungen haben, wie ein Standsicherheitsnachweis zu führen und damit der (Weiter)Betrieb der Anlagen zu gewährleisten ist.
5. Erst mit Implementierung gesetzlicher Vorgaben, wird das Umfeld für einen (akkreditierten) Prüfdienstleister geregelt. In der Zwischenzeit muss er sich das Marktumfeld mit vielen anderen Anbietern teilen.

18 31.03.2023 ZEPPELIN AVIATION & INDUSTRIAL SERVICE GMBH



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!  
Ihre Fragen bitte!

19 31.03.2023 ZEPPELIN AVIATION & INDUSTRIAL SERVICE GMBH



Fragen gern auch später an:

Enrico Buchwald  
Key Account Manager  
NDT Inspector Level 2/3 UT/ET/PT/MT (DIN EN 4179)

**Zeppelin Aviation & Industrial Service GmbH**  
Hermann-Blohm-Straße 5  
20457 Hamburg

Mobil: + 49 176 64 27 45 33  
E-Mail: [enrico.buchwald@zeppelin.com](mailto:enrico.buchwald@zeppelin.com)

20 31.03.2023 ZEPPELIN AVIATION & INDUSTRIAL SERVICE GMBH