„Nach 20 Jahren muss noch nicht Schluss sein“

Erfahrungen aus Weiterbetriebsprüfungen an über 400 WEA

Heiko Klawitter, windexperts Prüfgesellschaft mbH

Netzwerk windexperts – Das Team

- seit 2002 am Markt tätig
- 21 Sachverständige
- > 21.000 Prüfungen onshore / offshore
- Prüfungen Inbetriebnahme, Gewährleistung, Wiederkehrende Prüfungen etc.
- Rotorblattprüfung
- Videoendoskopie Getriebe, Hauptlager, Rotorblattlager etc.
- Schwingungsmessungen
- Weiterbetrieb
- Gerichtsgutachten
- einheitliches Berichtswesen
- Mängel in Excelliste → Weiterverarbeitung möglich

Standorte Netzwerk

windexperts Prüfgesellschaft

windexperts Zentrale – Bremen
Sascha Schnabel
Petra Bröking
angeschlossene Büros

Andreas Wieder (Leck)
Hanna Zerer (Dingen)
Heiko Klawitter (Bruchhausen-Vilsen)
Jens Kuhnt (Osnabrück)
Hilmar Poser (Kleve)
Mirko Hornke (Berlin)
Vjaceslav Hübner (Berlin)
Martin Winkler (Berlin)

TmZ Gerster
Ingenieurbüro für
Technik mit Zukunft

Josef Gerster

MARTIN VELTRUP
SACHVERSTÄNDIGENBÜRO

Martin Veltrup
Christoph Weiermann
Hans-Bernd Bloem

Sachverständigenbüro WINDENERGIE ARNDT

Daniel Schütze
Ulrich Arndt
Robert Wulff
Peter Roth

energie profile
Ingenieurbüro Glocker

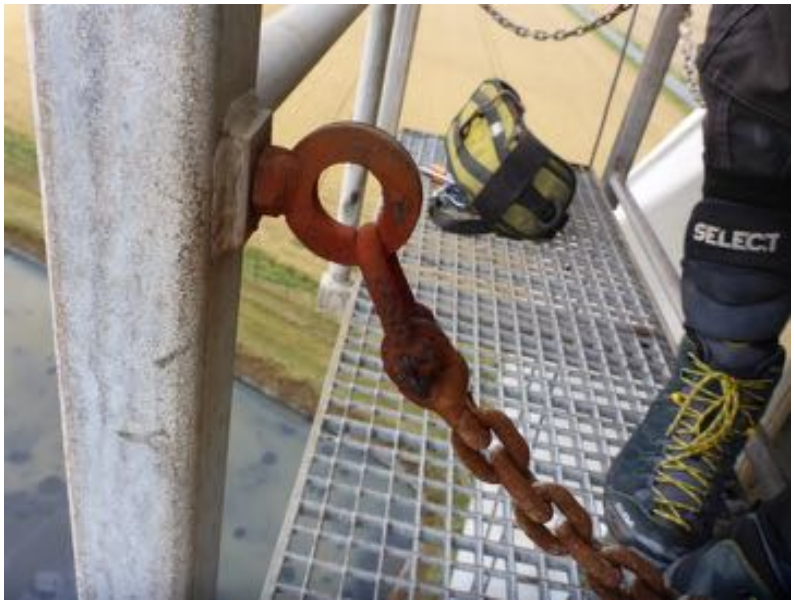
Stephan Glocker
Ulf Moritz
Philipp Miller
Manuel Geiger
Korbinian Langer

Heiko Klawitter, Jahrgang 1964

- Feinwerksmechanikmeister
- seit 1986 tätig in der Windenergie
- 1990 bis 2000 AN Windenergie GmbH (heute Siemens)
- 2000 bis 2006 Leiter der techn. Betriebsführung (windstream GmbH)
- 2002 Gründung des SV Büros SET
- 2004 öffentl. Bestellung u. Vereidigung als SV für Windenergieanlagen
- 2006 Sachverständiger bei den windexperts
- 2014 – 06/2017 Geschäftsführer windexperts

⇨ Seit 07/2017 Sascha Schnabel neuer Geschäftsführer der windexperts

BPW – worauf kommt es an?



Erfahrung Nr. 1:

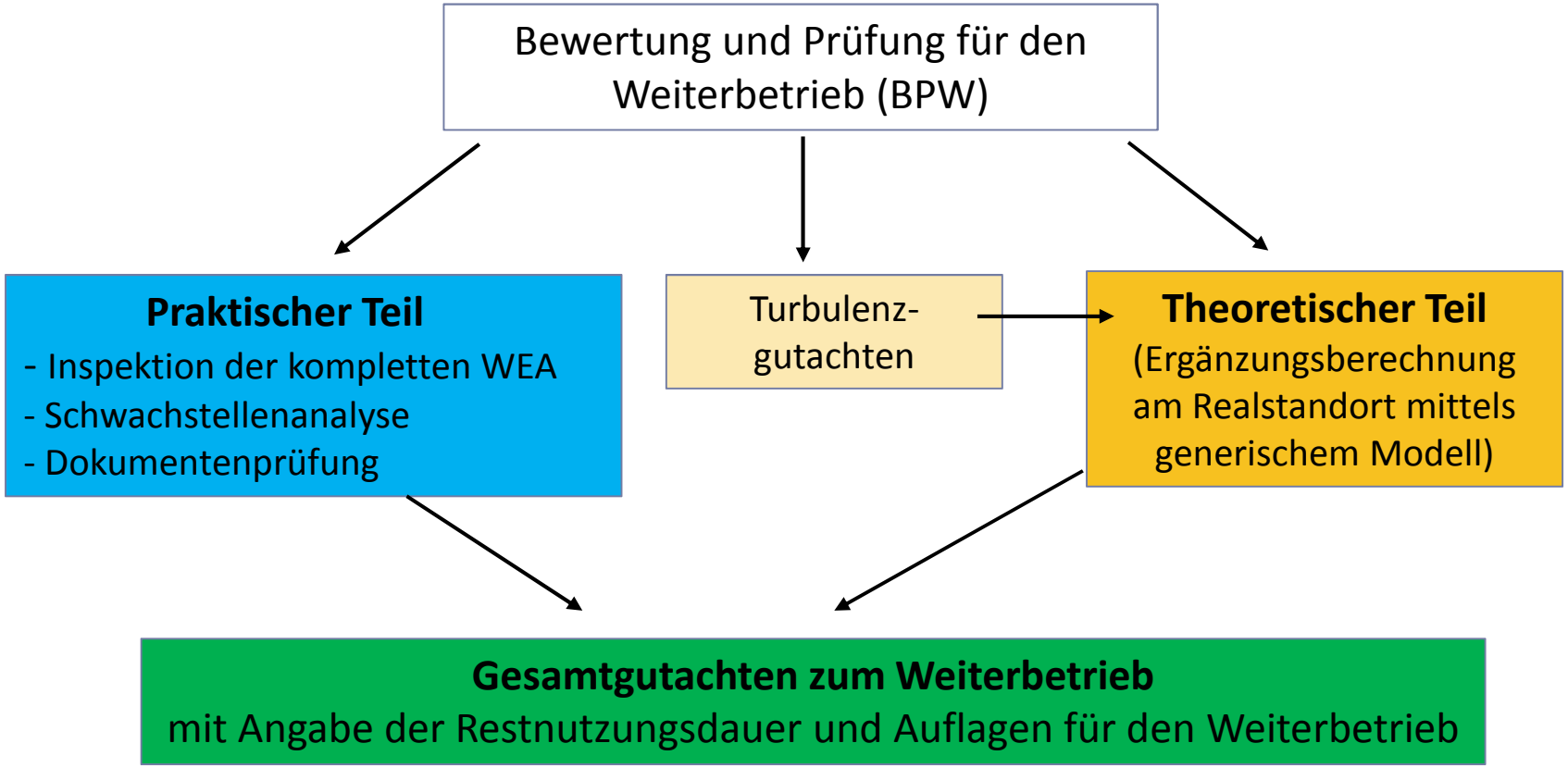
Die Spielregeln sind oft nicht bekannt

⇒ Regelwerke und Standards sind unbedingt einzuhalten!

Nach 20 Jahren muss noch nicht Schluss sein…

- Eine BPW hat nach den Regeln der aktuellen DIBT-Richtlinie und den BWE-Grundsätzen in ihrer neusten Fassung zu erfolgen.
- Kommt es hier zu Abstrichen, wird das entsprechende Gutachten anfechtbar und unter Umständen von den beteiligten Parteien (Behörden, Hersteller) nicht akzeptiert!

Weiterbetriebsprüfung (BPW) – ein zweigleisiges Verfahren



Der **analytische Teil** der BPW…

- muss **präzise, belastbare Aussagen** zur Restlebensdauer ausweisen
- **nachvollziehbare Ergebnisse** enthalten
- sollte das **„schwächste Glied der Kette“** ausweisen

Der **praktische Teil** der BPW fußt auf dem Prüfungsumfang der bekannten ‚Wiederkehrenden Prüfung' unter besonderer Berücksichtigung ermüdungsrelevanter Schwachstellen.

WKP + **Schwachstellenanalyse** = **Prakt. Teil BPW**

Die praktische Prüfung dient auch dazu, die Ergebnisse der Analytik zu verifizieren.

Erfahrung Nr. 2:

Im Vorfeld für Klarheit sorgen spart Zeit und Geld!

Der Grundstein für
das **Gelingen** der BPW
und deren **kostenoptimierte Umsetzung**
wird **vor der Durchführung** der Prüfung gelegt!

Die Kosten der BPW begrenzen:

⇒ **Was sind die Ziele des Betreibers?**

Wichtigste Frage lautet hier: Wie lange soll(en) die WEA betrieben werden?

Die mögliche Antwort…

⇒ Bis Ende 2020 (Ende der erhöhten Vergütung)
⇒ Anderer definierter Zeitraum (z.B. wg. beabsichtigtem Repowering)
⇒ Maximale Betriebsdauer

…entscheidet über den Aufwand und die Kosten der BPW (Analytik).

„eine für alle“ … exemplarische Restlebensdauerberechnung einer WEA

<u>Vorteil:</u> geringere Kosten für die Analytik

<u>Nachteil:</u> Einbußen an Restlebensdauer für Nachbaranlagen

Restlebensdauer in Jahren	
WEA 01	9,7
WEA 02	8,2
WEA 03	7,4
WEA 04	6,9
WP gesamt	6,9

„für immer und ewig“ … ausschließliche Betrachtung der aktuellen Parkkonstellation

<u>Vorteil:</u> deutlich geringere Kosten für die Analytik

<u>Nachteil:</u> z.T. erhebliche Einbußen an Restlebensdauer

Baustufe	Baujahr	WEA Hersteller / Typ
1	1999	Nordex / N60 – 1.300kW
2	2001	Südwind / S70 – 1.500kW
3	2004	Vestas / V80 – 2.000kW
4	2016	Enercon / E115 – 3.000kW

Restlebensdauersprünge in Jahren bei chronologischer Betrachtung der Zubaustufen am Beispiel einer Muster- WEA *	
Nur Baustufe 1	7,8
Baustufe 1 + 2	7,7
Baustufe 1-3	7,5
Baustufe 1 - 4	3,5

* Beispielhafte Konstellation und Werte

Erfahrung Nr. 3:

Fehlende Dokumente / widersprüchliche Aussagen sind die Haupthindernisse bei der Umsetzung einer BPW

⇒ die **Konformität**
der zu prüfenden WEA
muss zweifelsfrei feststehen

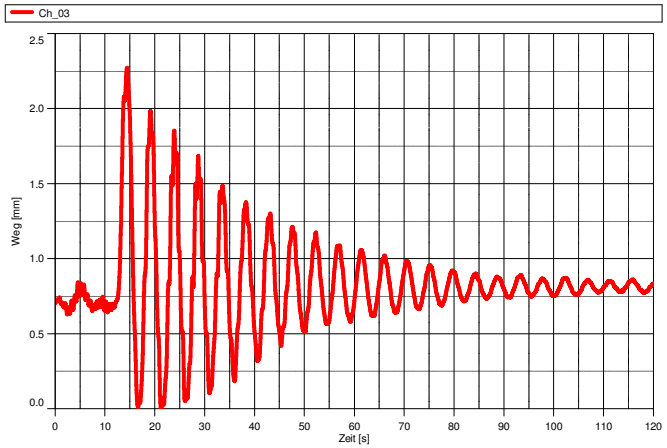
⇒ typisches Problem bei
Prototypen und „Exoten“

Erfahrung Nr. 4:

„Die Wahrheit liegt auf dem Platz.“ (Otto Rehagel)

…wenn Theorie und Praxis aufeinandertreffen…

Schäden am Fundament



Nach 20 Jahren muss noch nicht Schluss sein…

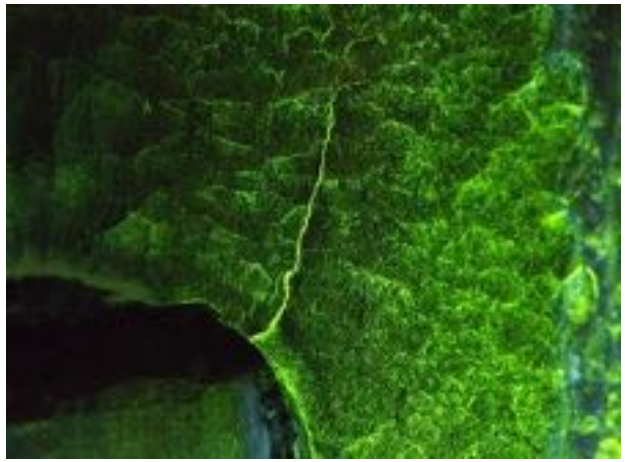
Schäden am Turm

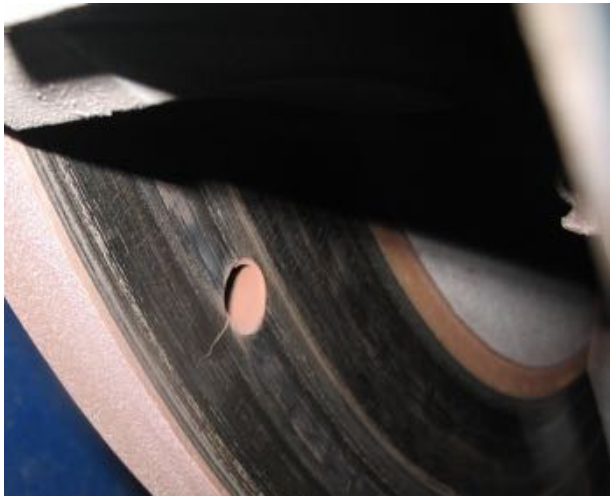
Nach 20 Jahren muss noch nicht Schluss sein…

Schäden an Maschinenkomponenten

Nach 20 Jahren muss noch nicht Schluss sein…

Schäden an Maschinenkomponenten



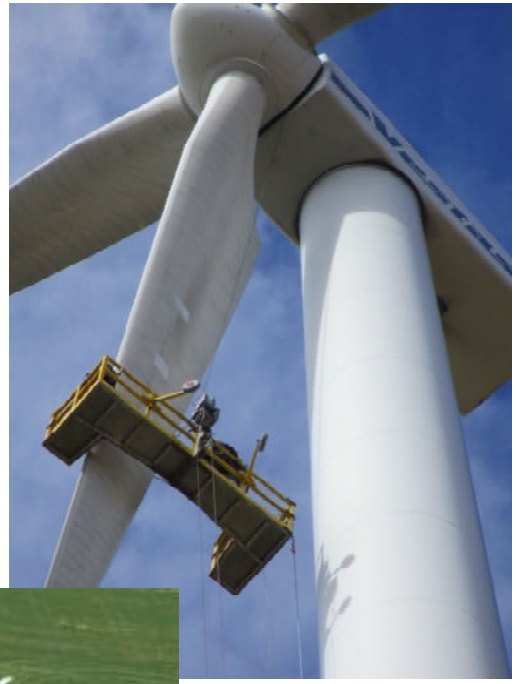


Nach 20 Jahren muss noch nicht Schluss sein…

Schäden an Nabe / Blattanschluss

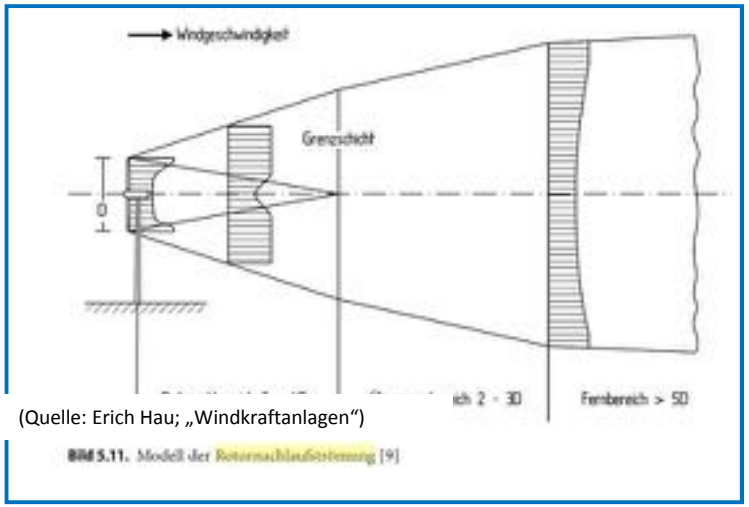
Nach 20 Jahren muss noch nicht Schluss sein…

Schäden an den Rotorblättern



Turbulenzen: Parkeffekte durch Rotornachlaufströmung

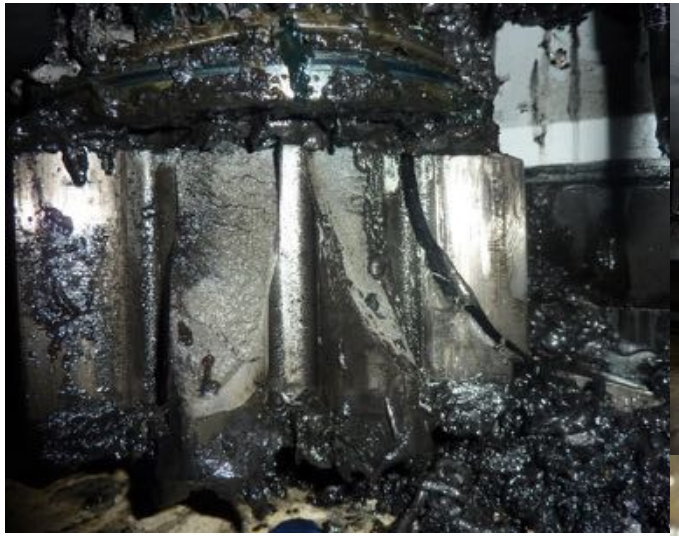
⇨ beschleunigte Ermüdung



(Quelle: Erich Hau; „Windkraftanlagen“)

BILD 5.11. Modell der Rotornachlaufströmung [9]

Nach 20 Jahren muss noch nicht Schluss sein…



Zahnbruch an YAW-Antrieben infolge starker Turbulenzen

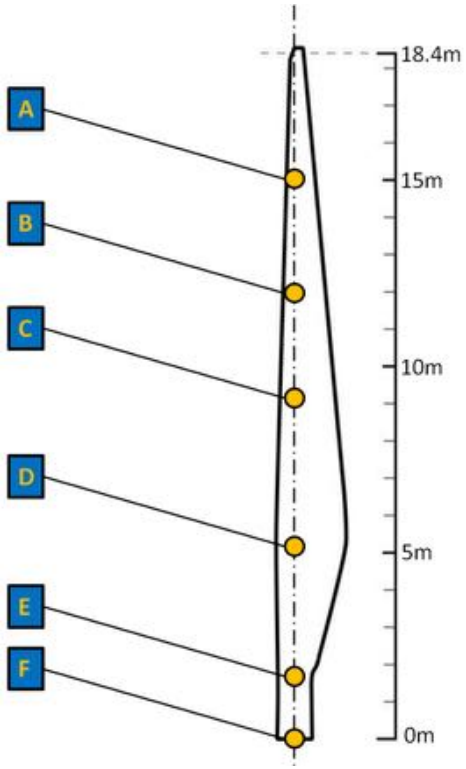
Zahnbruch an Yaw-Drehkränzen infolge Fehlausrichtung + Mangelschmierung

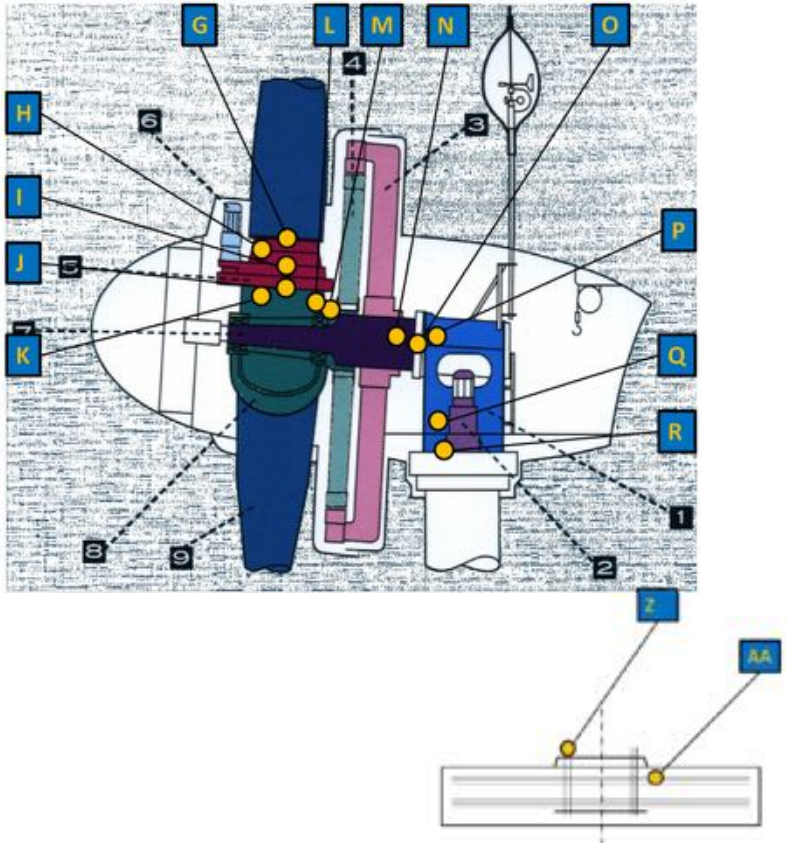
Erfahrung Nr. 5:

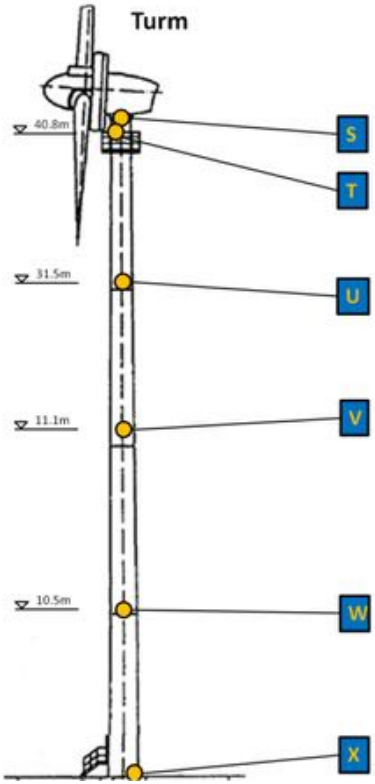
Gezielte Suche nach dem „schwächsten Glied der Kette“
– Schlüssel für den wirtschaftlichen Weiterbetrieb Ihrer WEA

Eine Analytik, die die rechnerische Weiterbetriebsdauer der lastabtragenden Einzelkomponenten nicht ausweist, kann dem Betreiber teuer zu stehen kommen.

Berechnung der theoretischen Weiterbetriebsdauer von WEA-Komponenten







(Quelle: Musterbericht Axel Andreä)

Nach 20 Jahren muss noch nicht Schluss sein…

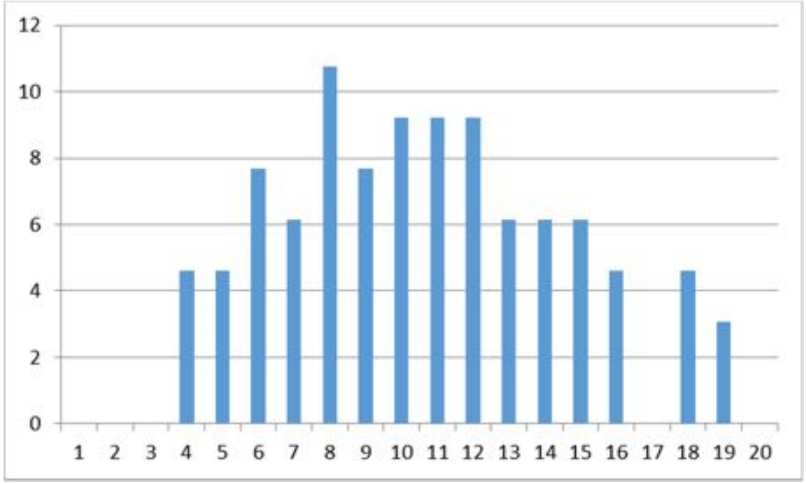
Berechnung der theoretischen Weiterbetriebsdauer der Einzelkomponenten

(Quelle: Musterbericht Axel Andreä)

ID	Komponente	m [-]	Weiterbetriebsdauer [a]
A	Rotorblatt, Radius r=16.58m	10	>30
B	Rotorblatt, Radius r=13.60m	10	>30
C	Rotorblatt, Radius r=10.0m	10	>30
D	Rotorblatt, Radius r=6.52m	10	>30
E	Rotorblatt, Radius r=1.04m	10	>30
F	Rotorblatt, Wurzel (GFK)	10	>30
G	Rotorblattschrauben	4	14.2
H	Blattadapter	7	>30
I	Schrauben Blattadapter-Pitchlager	4	14.2
J	Schrauben Pitchlager-Nabe	4	19.5
K	Nabe, Bereich Pitchlager	7	>30
L	Nabe, Bereich Welle, Torsion	7	19.5
L	Nabe, Bereich Welle, Biegung	7	>30
M	Welle, Torsion	7	19.5
M	Welle, Biegung	7	>30
M	Schrauben Welle-Nabe	4	>30
N	Achszapfen, Torsion	7	19.5
N	Achszapfen, Biegung	7	>30
O	Schrauben Achszapfen-Maschinenträger	4	>30
P	Maschinenträger vorn, Torsion	4	27.8
P	Maschinenträger vorn, Biegung	4	>30
Q	Maschinenträger Bereich Giersystem, Torsion	4	>30
Q	Maschinenträger Bereich Giersystem, Biegung	4	>30
R	Schrauben Maschinenträger-Giersystem	4	>30

Ergebnisvergleich drehzahlvariabler und drehzahlstarrer WEA

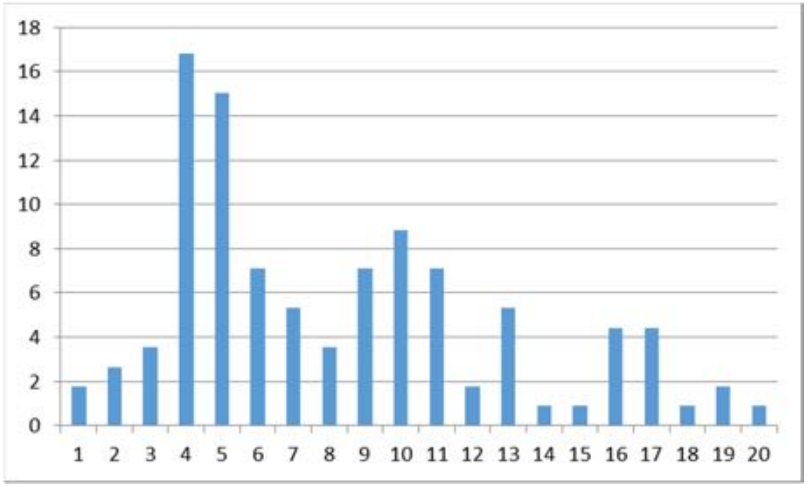
WEA-Typ drehzahlvariabel; Anzahl in %



Theoretische Weiterbetriebsdauer in Jahren

Datenbasis : ca. 70 WEA drehzahlvariabel
E-33, E-40, E-66, V80
Berechnungsgrundlagen:
Ergänzungsberechnungen nach BWE 2014
und Anwendung von generischen Modellen
nach BWE 2017

WEA-Typ drehzahlstarr; Anzahl in %

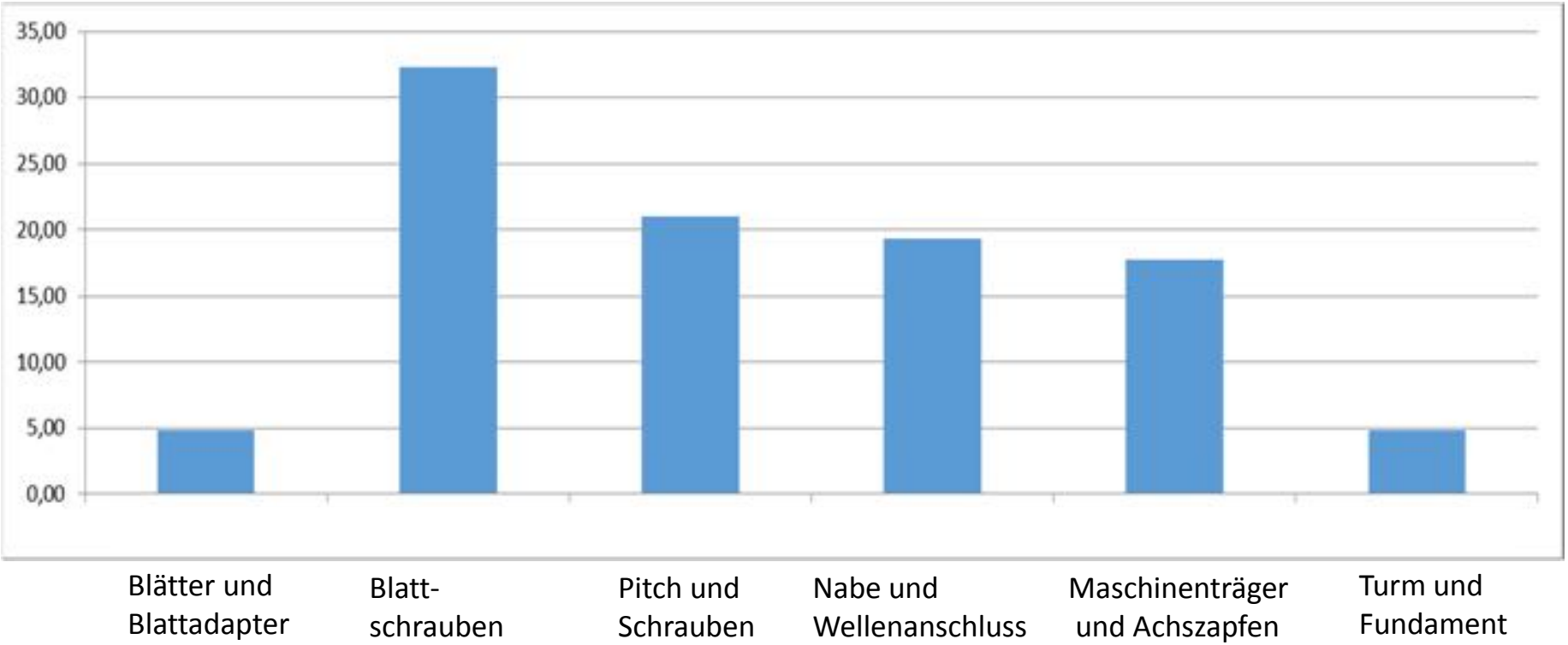


Theoretische Weiterbetriebsdauer in Jahren

Datenbasis : ca. 120 WEA
div. drehzahlstarre WEA-Typen
Berechnungsgrundlagen:
Ergänzungsberechnungen nach BWE 2014
und Anwendung von generischen Modellen
nach BWE 2017

Nach 20 Jahren muss noch nicht Schluss sein…

Auffällige Komponenten nach der Methode „der schwächsten Glieder“ [%]



Zusammenfassung:

- Die BPW ist eine bewährte Methode zur Bestimmung möglicher Weiterbetriebsreserven.
- Sie hat nach DIBT-Richtlinie und BWE-Grundsätzen zu erfolgen.
- Vor der Durchführung ist das Ziel zu klären und die Projektbedingungen sind zu bestimmen.
- Der Bericht muss präzise Aussagen über die verbleibende Weiterbetriebsdauer enthalten.
  Die Aussagen müssen nachvollziehbar und belastbar sein.
- Der Bericht sollte das „schwächste Glied der Kette“ benennen.

Die Erfahrung zeigt…

unter techn. Gesichtspunkten ist in der Regel der Weiterbetrieb möglich.

Nach 20 Jahren muss noch nicht Schluss sein…

Keep them alive!

Wir danken für
Ihre Aufmerksamkeit!

www.windexperts-netzwerk.de