8.2 | The Experts in Renewable Energy

Windturbinen der ersten Stunde und ihre weitere Verwendung

Spreewindtage in Potsdam 11. November, 2021

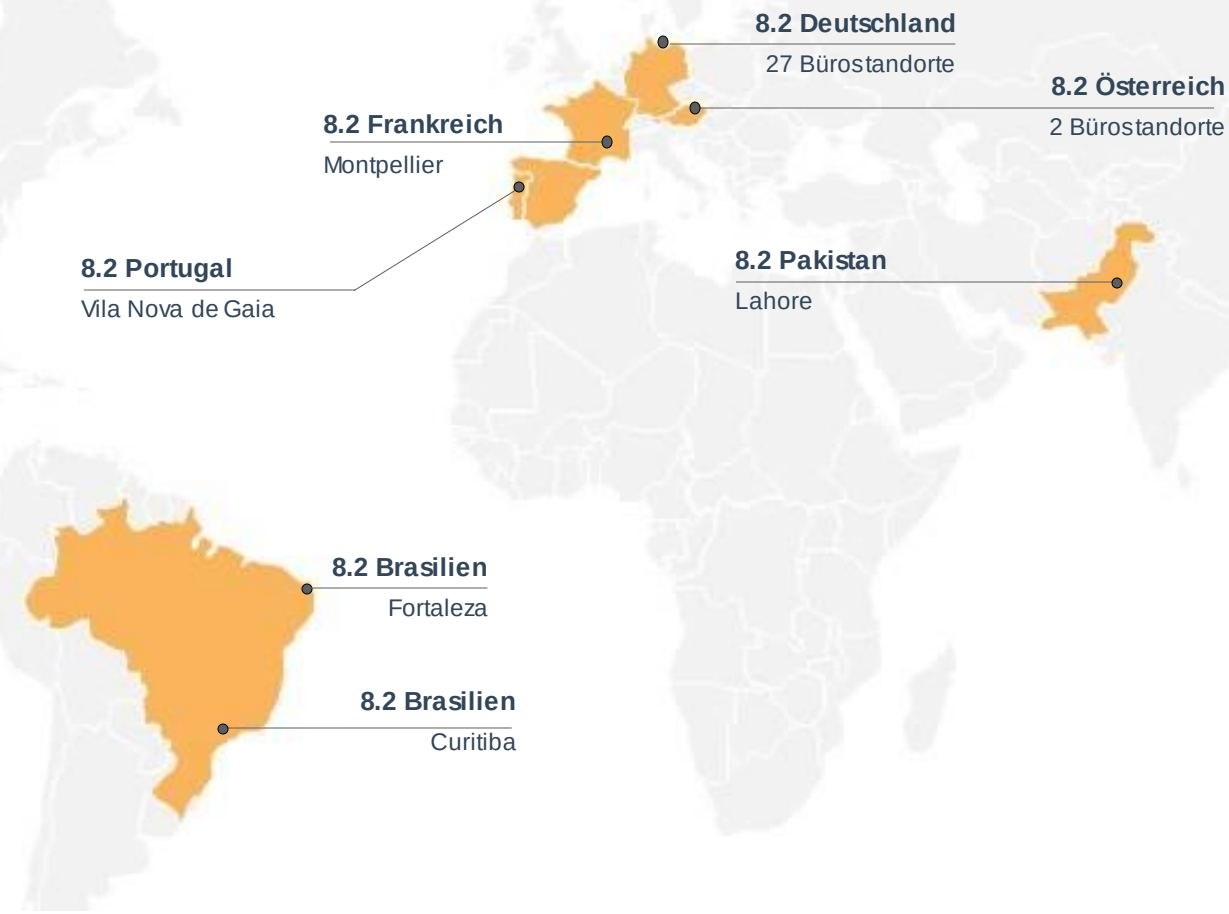
Philipp Stukenbrock (8.2 Consulting AG) und Gerd Töpken ENGIE Wind 2nd Life GmbH

Inhalt | Agenda

1. Vorstellung 8.2 und Engie
2. Meine Anlage wird alt – was nun?
3. Weiterbetriebsgutachten
4. Lassen Sie Ihren Windpark weiterleben!
5. Zusammenfassung und Fragen

Vorstellung 8.2 und Engie

8.2 Group als weltweites Expertennetzwerk



- Wind Onshore
- Wind Offshore
- Photovoltaik
- Biogas / Biomasse
- Netzintegration
- Condition Monitoring

1995 gegründet – heute 34 internationale Standorte und über 25 Jahre Erfahrung

8.2 Group Expertise – eine Auswahl

Fundierte Kenntnisse aller Turbinentypen
> 65.000 geprüfte Turbinen

Mehr als 25 Jahre Erfahrung im Bereich der BHKW-Technik mit Biomasse und Biogas

Mehr als 4 GWp PV Projekte

Due Diligence für über 20 GW On- und Offshore weltweit

Risikoorientierte Design Reviews für diverse Turbinentypen (On-/ Offshore)

Weiterbetrieb von Windenergieanlagen
> 1.000 Gutachten erstellt

Technische Leistungen

- Inspektionen entlang des gesamten Lebenszyklus
- Audits & Fertigungsüberwachung
- Bauüberwachung
- Condition Monitoring (Online/Offline)

Beratungsleistungen

- Technische Due Diligence
- Schadens- und Wertgutachten
- Betriebsoptimierung
- Netzintegration
- **Gutachten zum Weiterbetrieb**

ENGIE Weltweit

ENGIE weltweit (2020)

170.000
Angestellte weltweit

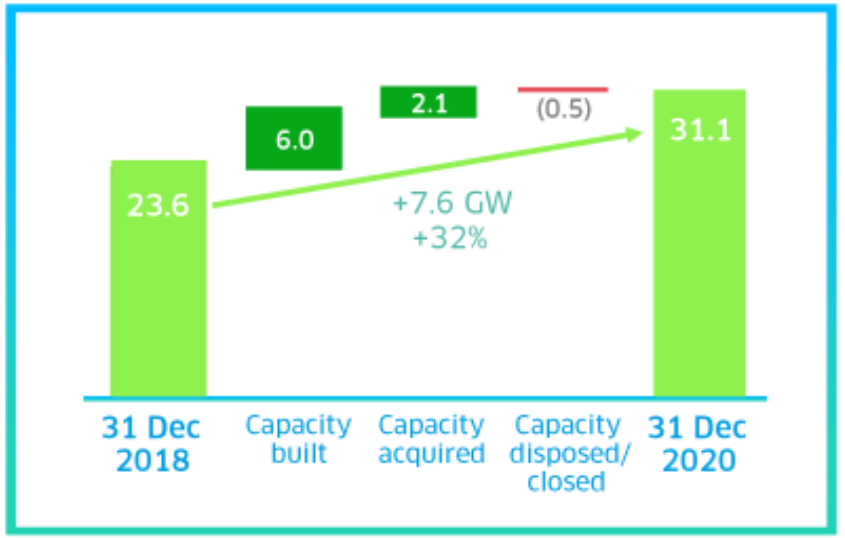
55,8 Mrd. €
Umsatz

Aktiv in über **70** Ländern

1,5 Mrd. €
Capex-Entwicklung für Renewables

ENGIE Renewables weltweit

Leistungswachstum in den letzten 2 Jahren (GW @100 %)



Hydro
17,8 GW

Wind onshore
9,8 GW

Solar
3,1 GW

ENGIE Erneuerbare in Deutschland

ENGIE Windparks in Deutschland

ENGIE Windpark Portfolio 1 GmbH

PECKELSHEIM
8 x Lagerwey LW750 - 6 MW
since 2000

LÖVENICH
8 x Siemens AN1.3 - 10 MW
since 2001

KÄRSTADT/BLÜTHEN
32 x Nordex N60 - 42 MW
since 2001/02

MOLAU/LEISLAU
16 x Vestas V66 - 26 MW
since 2002

QUERSTEDT
21 x Vestas V47 - 14 MW
since 2002

ENGIE Windpark Portfolio 2 GmbH

KARSTÄDT II
10 x Vestas V90 - 20 MW
since 2007

HORN
4 x Vestas V90 - 8 MW
since 2008

ALTERKÜLZ-SPESENROTH
7 x Vestas V90 - 14 MW
since 2008

RÖMERBERG II
2 x Vestas V90 - 4 MW
since 2008

BISTERSBERG
4 x Enercon E82 - 8 MW
since 2009

KARSTÄDT III
1 x Vestas V90 - 2 MW
since 2009

HARTENFELSER KOPF 13
1 x Enercon E82 - 2 MW
since 2009

ENGIE Windpark Schkortleben GmbH & Co. KG

SCHKORTLEBEN
12 x Siemens SWT 93 VS
28 MW | since 2006/07

HELMSTADT
5 x Nordex N100 - 13 MW
since 2012

In Betrieb seit

2000 | 2001 | 2002 | 2007 | 2008 | 2009 | 2012

Stromspeicher

Kapazität

137 MW Pumpspeicherkraftwerk
5 MW Laufwasserkraftwerk

Speichermenge

600 MWh

Batteriespeicher

13 MWh

Meine Anlage wird alt – was nun?

Meine Anlage wird alt – was nun?

- WEA Generation der frühen 2000er Jahre erreichen ihr 20. Betriebsjahr!
- Auslaufende EEG Förderung!

- Was muss ich bei meiner Anlage beachten?
- Welche Lebensdauer hat meine Anlage?
- Wie will ich meinen Strom vermarkten?
- Passen die bestehende Verträge noch?
- Was steht in meiner Genehmigung?
- Welche Risiken oder Chancen habe ich?
- Möchte ich weiter in der Windkraft engagiert sein?

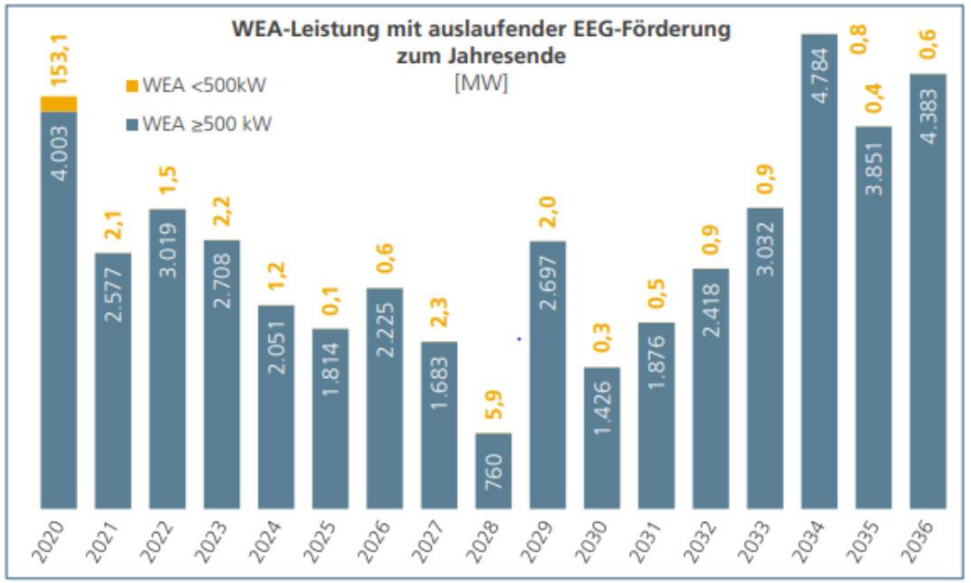


Abbildung 6: Windenergieleistung mit auslaufender EEG-Förderung zwischen Ende 2020 und 2036; Quelle: ÜNB, Auswertung & Grafik: FA Wind

Meine Anlage wird alt – was nun?

Welche Lebensdauer hat meine Anlage?

- Technisch → Weiterbetriebsgutachten
- Wirtschaftlich → Erlöse und Kosten

- Welche Kosten für die Ertüchtigung ergeben sich für meine Anlage?
- Wie sieht meine Betriebs- und Instandhaltungsstrategie aus?

Wie will ich meinen Strom vermarkten?

- Windkraftanlage geht nach 20 Jahren aus dem EEG raus!
- PPA
- Marktzugang
- sonstiges

Meine Anlage wird alt – was nun?

Passen die bestehende Verträge noch und wie sind die Laufzeiten?

- Flächennutzungsverträge
  - Sind die Laufzeiten ausreichend?
  - Wie sind die zukünftigen Preisanpassungen?
  - Sind die Flächen bereits verplant?
- Betriebsführungsvertrag
  - Am Ende der Bath Tube Curve
- Anlagen-Serviceverträge - was macht Sinn?
  - WEA-Vollwartungsvertrag
  - WEA-Basiswartung
  - Parkinfrastruktur
  - Wiederkehrende Prüfungen
- Versicherungen
  - Rund-um-Sorglospaket
  - Betriebs- und Umwelthaftpflichtversicherung

Meine Anlage wird alt – was nun?

Rechtzeitig die Überlegungen starten!

Was steht in meiner Genehmigung?

§§§

- Zeitliche Begrenzung?
- Rückbauverpflichtung?
- Ist am Standort ein Repowering möglich?

Welche Risiken oder Chancen habe ich?

- Zunehmende Alterung der Anlage
- Entwicklung der Strompreise
- Rückbauauflagen und-kosten
- Das „Goldene Ende“ einer abgeschriebenen Anlage
- Betreiberpflichten und -verantwortung

Möchte ich weiter im Windpark engagiert sein?

- Passt das Chancen- und Risiko-Profil zu meiner Lebensplanung
  - Selber weitermachen
  - Verkauf der Anlage um sie lange weiterleben zu lassen

?

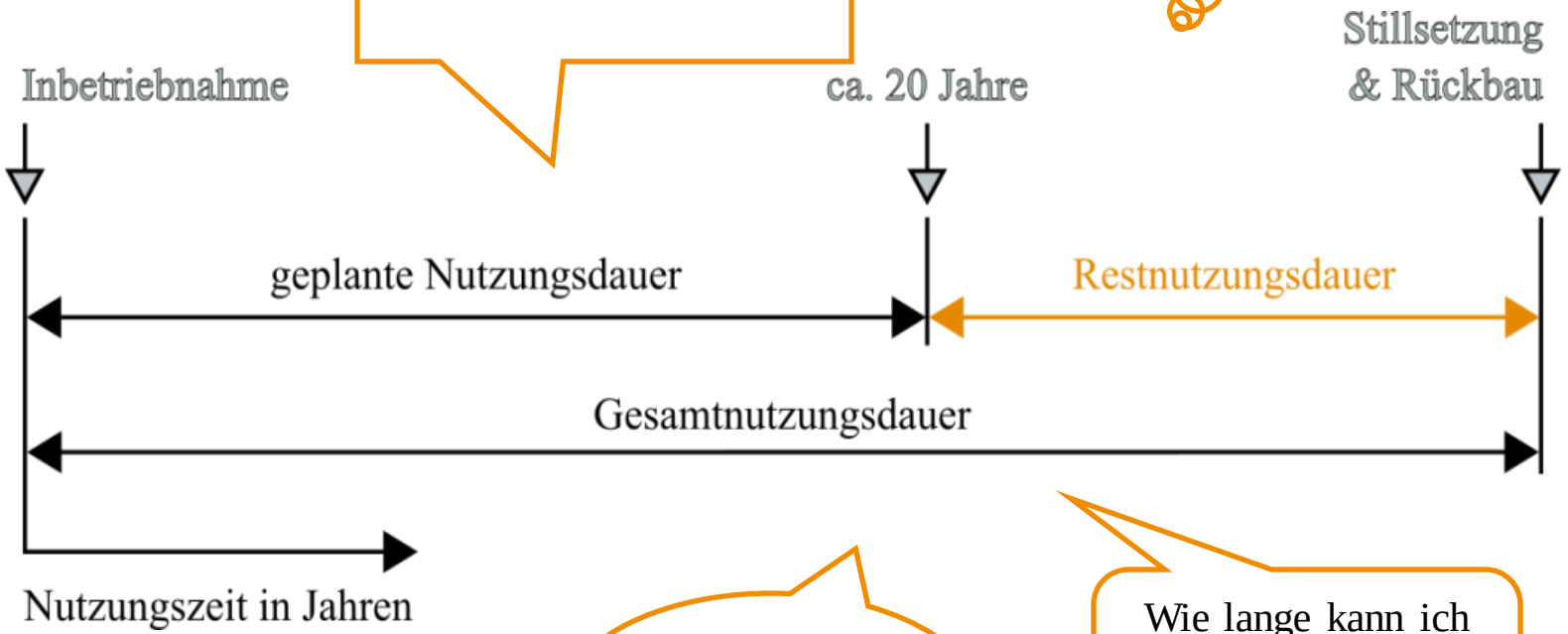
Weiterbetriebsgutachten

Weiterbetrieb @ 8.2

Was kostet mich das alles?

Wann muss ich mit Ausfällen rechnen?

Welche Ausfälle habe ich zu befürchten?



Was ist mein Asset wert?

Wie lange kann ich meine Anlagen weiter betreiben?

Weitere Leistungen rund um den Weiterbetrieb:

- Zuverlässigkeitsanalyse
- FMEA
- Betriebskosten von Anlagen Post EGG (MCS)
- Trendanalyse
- Studien zum Weiterbetrieb
- Leitfaden zum Kauf von Alt-Anlagen
- Kurzanalyse

Das Gutachten (BPW) 8.2

Inhaltsverzeichnis

0. Bewertungsergebnis 2
1. Allgemeiner Teil 4
   1.1 Aufgabenstellung 4
   1.2 Daten der Windenergieanlage 4
   1.3 Informationen und Richtlinien 5
   1.4 Daten des Standortes 6
   1.5 Panoramaübersicht 7
2. Verfahren zur Bestimmung der Gesamtnutzungsdauer 8
   2.1 Definition Nutzungsdauer 8
   2.2 Analytische und praktische Methode 9
   2.3 Prüfkriterien – BPW 10
3. Bewertung der Anlage mit der analytischen Methode 11
   3.1 Erläuterung analytischer Nachweis der Gesamtnutzungsdauer 11
   3.2 Würdigung analytischer Nachweis 12
   3.3 Ergebnis analytischer Nachweis 15
4. Prüfung der Anlage – praktischer Teil 16
   4.1 Risiko- bzw. Fehleranalyse 16
   4.2 Konformität zur Baugenehmigung 16
   4.3 Informationen zur Instandhaltung 16
   4.4 Prüfung bzw. Inspektion der Anlage 17
   4.5 Ergebnis der praktischen Prüfung 18
5. Auflagen für den Weiterbetrieb 19

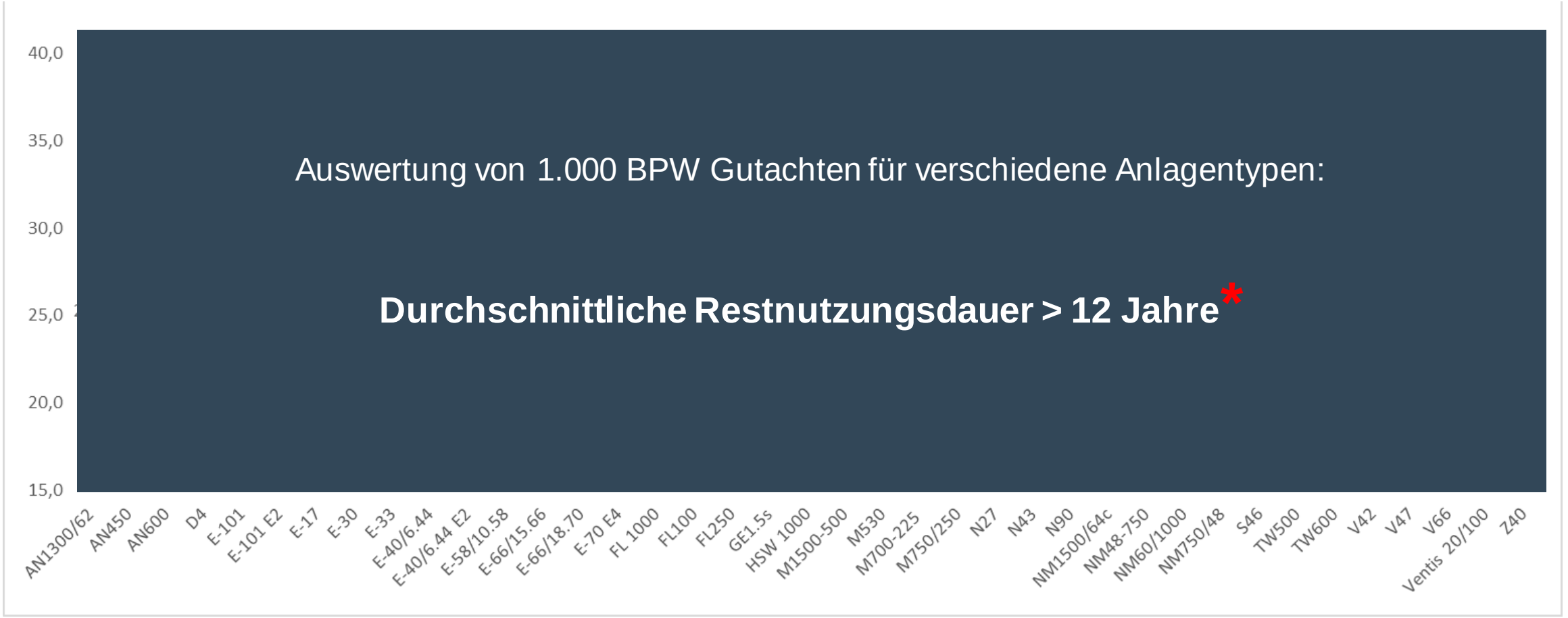
A. Anhang: Analytischer Teil
   A.1 Ermittlung Nutzungsdauer/Simulationsergebnisse
   A.2 Windverhältnisse am Standort
B. Anhang: Praktische Prüfung
   B.1 Prüfbericht zur technischen Prüfung der Anlage

Herausforderungen

- Datenbeschaffung
- Preisdruck vs. Qualität vs. Marktpreise
- Weniger ist mehr…?
  Anerkennung von Prüfberichten…
- Erklärungsbedürftige Dienstleistungen
  → Black Box
- Vielfalt der Akteure und fehlende Standards
- Behörden
- Nicht alles kann bei einer Sichtprüfungen entdeckt werden → Unsicherheit

Ermüdungsdefekt der Rotorwelle

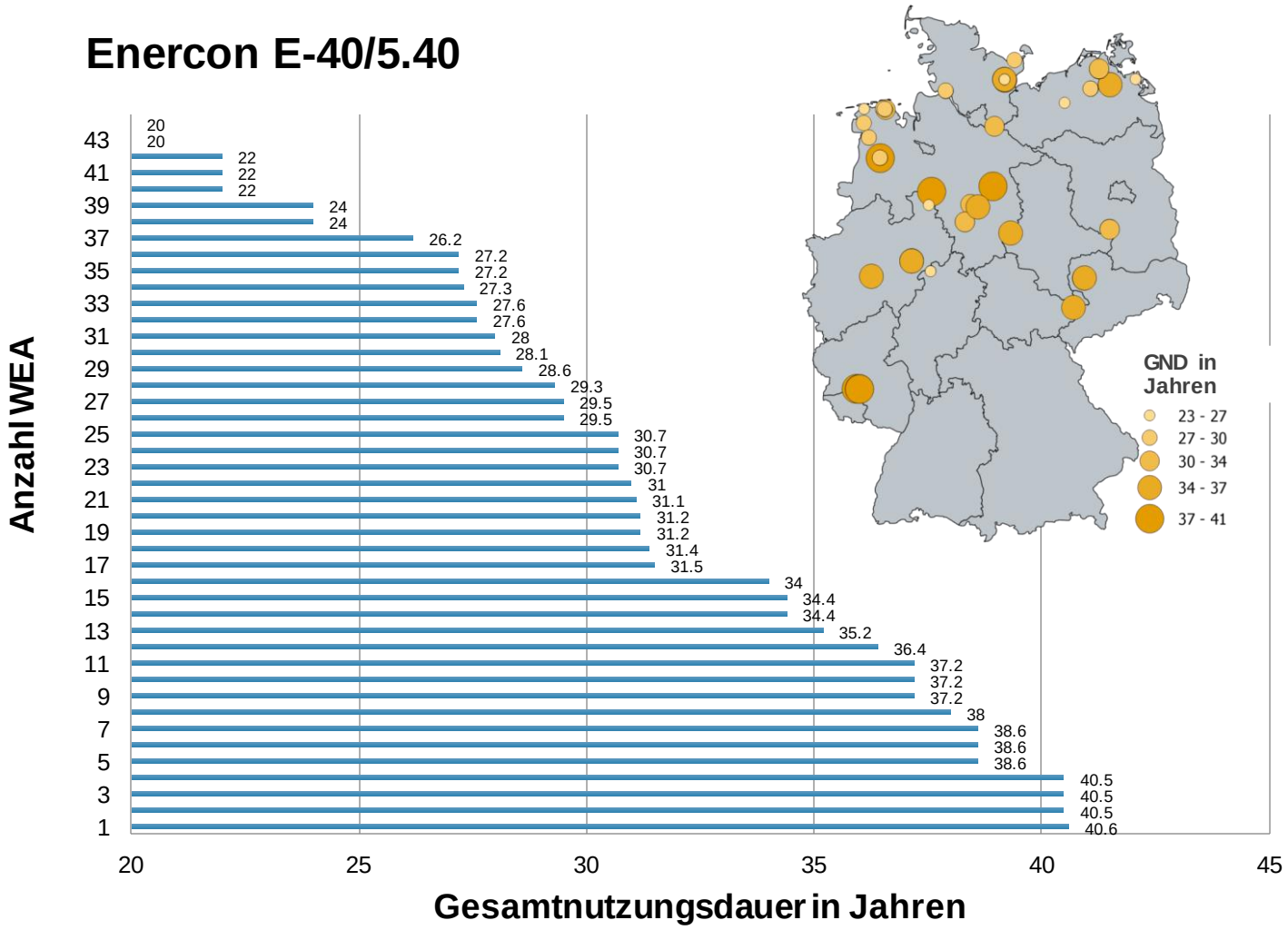
Unsere Expertise: Individuelle Betrachtung @ 8.2



* Jede Gutachtliche Stellungnahme ist individuell!

- Einflussfaktoren auf die Restnutzungsdauer
  - Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit auf Nabenhöhe
  - Windprofil
  - Windrichtungsverteilung beim Tragwerk
  - Natürliche und effektive Turbulenzen
  - Temporäre Abschaltungen
  - Instandhaltung (Erneuerung von Hauptkomponenten)
  - Änderung der Betriebsbedingungen der Anlage
  - Änderung der Belastungssituation in der Umgebung (Zu- oder Rückbau)

Bericht aus der Praxis – Ergebnisse



- Jede Anlage hat eine **individuelle** Gesamtnutzungsdauer (GND)
- **Analytische Methoden** zur Berechnung der GND stehen zur Verfügung
- Simulation und Berechnung der Nutzungsdauer – **Exakt und komponentenspezifisch**
- **Praktische Prüfungen** und **Schwachstellanalyse** sichern das analytische Ergebnis ab
- **Richtlinien, Normen und Grundsätze** zum Thema „Weiterbetrieb“ liegen vor

Beispielresultate für verschiedene Projekte

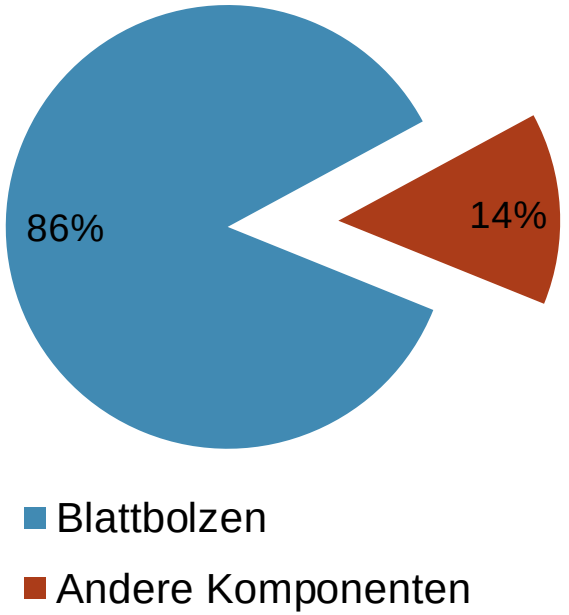
Beispiele für die Gesamtnutzungsdauer in Jahren pro Komponente für verschiedene WEA-Typen

	Hersteller	Vestas	NEG Micon	NEG Micon	Enercon	Enercon	Enercon	Enercon
	WEA-Typ	V39	NM48-750	NM1000/60	E-40/5.40	E-66/18.70	E-70 E4	WE-82 E2
	Anzahl	3	>100	2	3	2	1	4
	Standort	Deutschland	Spanien	Deutschland	Deutschland	Litauen	Niederlande	Deutschland
Komponente	Rotorblätter	>50	47,7	22,4	>50	28,1	48,4	31,7
	Blattbolzen Verbindung	30,3	27,8	22,9	30,7	24	28,3	23,2
	Nabe	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
	Achsbolzen / Hauptwelle	29	>50	23	>50	>50	>50	>50
	Hauptrahmen	29	>50	23	42,6	30,7	>50	>50
	Turm	29,8	>50	23,3	46,4	30,8	>50	43
	Verbindung Fundament - Turm	28,4	38,4	22,7	46,5	30,8	49,2	39,2

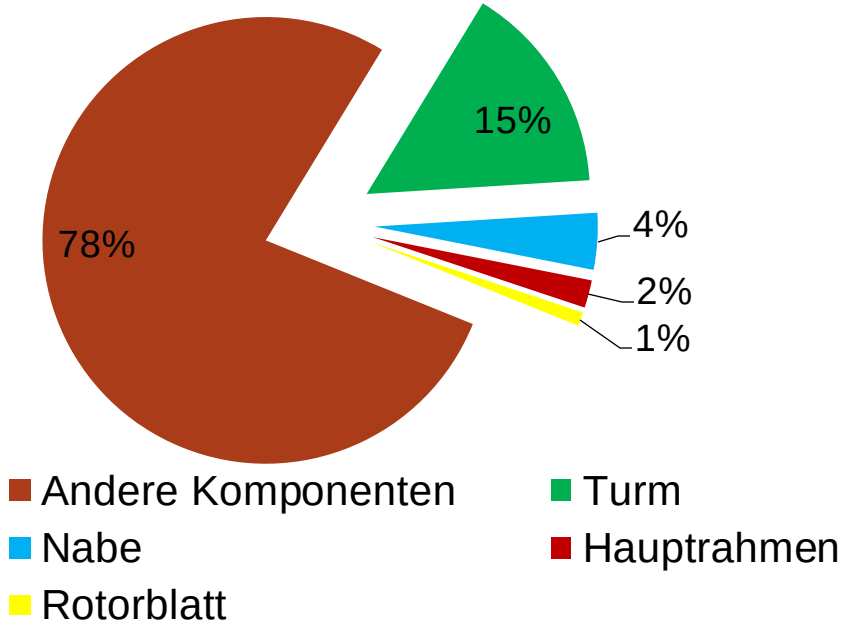
- Verschiedene Komponenten definieren die minimale Lebensdauer einer WEA
- Wichtige Abwägung nach Reparaturen / Retrofits
- Die Kenntnis der “schwächsten” Komponente ist notwendiger Teil eines nachhaltigen Asset Managements

Analyse der Schwachstellen je Komponente

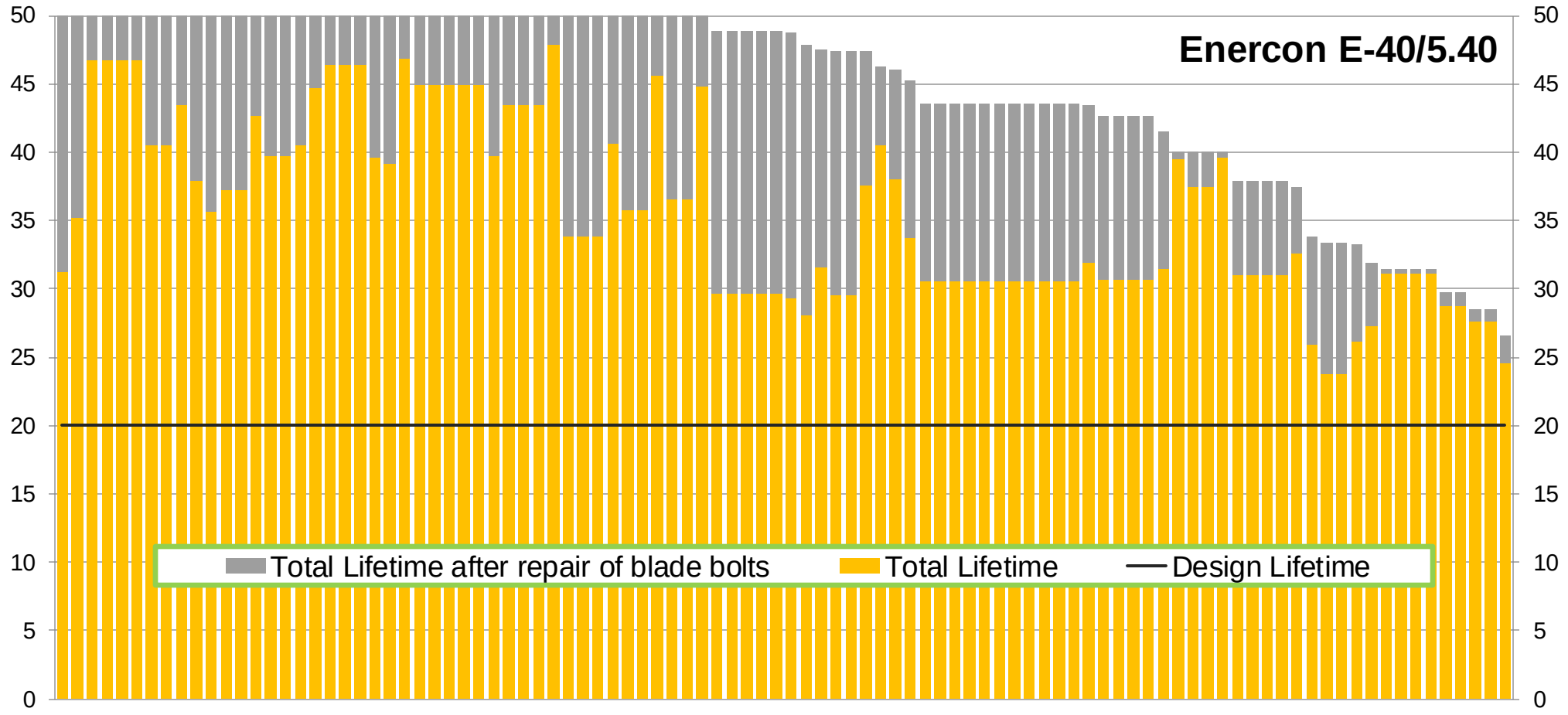
Schwächste Komponente
(Auswertung von 200 BPW-Berichten, versch. WEA-Typen)



Zweitschwächste Komponente
(WEA-Typ E-40)



Lebensdauer nach Reparatur der Blattbolzen



Ergebniss Praxisbeispiel GE 1,5s, Nabenhöhe 65m

Komponente	Material	Steigung Wöhlerkennlinie	Angenommene Lebensdauer Standort	Gesamtnutzungs-dauer GE1.5s am Standort XXX
Blattwurzel	GFK (Polyester)	10	20a	> 40 Jahre
Verschraubungen Blattlager	Stahl	4	20a	32,5 Jahre
Nabe	Guss	8	20a	37,8 Jahre
Rotorwelle	Stahl	4	20a	> 40 Jahre
Grundrahmen	Stahl	4	20a	> 40 Jahre
Grundrahmen (optional)	Guss	8	20a	> 40 Jahre
Stahlrohrturm	Stahl	4	20a	> 40 Jahre
Verbindung Turm-Fundament	Stahl	4	20a	> 40 Jahre
Fundament	Stahl	4	20a	> 40 Jahre

Variationen durch lastarme Betriebsweise

- Windpark mit GE1.5s auf 65m Stahlrohrturm
- Abschalten der Anlage ab Windgeschwindigkeiten >10m/s

Komponente	Material	Steigung Wöhler-kennlinie	Gesamtnutzungs-dauer GE1.5s am Standort XXX	Faktor bei 10m/s Abschalt-Windgeschwindig-keit	Erweiterte Gesamtnutzungs-dauer GE1.5s
Verschraubungen Blattlager	Stahl	4	32,5 Jahre	1,25	40,6 Jahre
Nabe	Guss	8	37,8 Jahre	2,24	84,6 Jahre

- Entwicklung Strompreise & Onshore Marktwerte

Prognose Ausfallwahrscheinlichkeit post EEG

WEA Z2		Likelihood of event resp. Failure (P50)									
Critical Component	Component data	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Rotor blades	LA31	3,1%	4,2%	5,3%	6,4%	7,5%	8,6%	9,7%	10,8%	11,9%	13,0%
Rotor blades	ML35	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%	4,0%	4,5%	5,0%	5,5%
Pitch system (Hydraulic)	Version without Update	20,0%	25,0%	30,0%	35,0%	40,0%	45,0%	50,0%	55,0%	60,0%	65,0%
Pitch system (Hydraulic)	Version with Update	1,0%	2,0%	3,0%	4,0%	5,0%	6,0%	7,0%	8,0%	9,0%	10,0%
Main bearing	all types	2,5%	3,5%	4,5%	5,5%	6,5%	7,5%	8,5%	9,5%	10,5%	11,5%
Gearbox	PEAY 43xx,y	8,6%	9,5%	10,5%	11,4%	12,4%	13,3%	14,3%	15,2%	16,2%	17,1%
Gearbox	PEAY 43xx,z	7,0%	7,8%	8,6%	9,4%	10,2%	11,0%	11,8%	12,6%	13,4%	14,2%
Gearbox	all other types	3,2%	3,8%	4,4%	5,0%	5,6%	6,2%	6,8%	7,4%	8,0%	8,6%
Generator winding failure	all types	4,0%	5,0%	6,0%	7,0%	8,0%	9,0%	10,0%	11,0%	12,0%	13,0%

- Bestimmung der kritischen Komponenten
- Bessere Risikoabwägung bei der Erstellung von PPA
- Monetäre Bewertung der Ausfälle

Das Weiterbetriebsgutachten – und jetzt?

Weiterbetriebsgutachten ist erst ein Teil der Entscheidungsfindung, ob ein Weiterbetrieb angestrebt wird.

Nach Erhalt der Weiterbetriebsgenehmigung stellen sich weitere Fragen:

- Kann ich weiterbetreiben und können meine **Risiken abgesichert** werden?
- Soll ich für **zusätzliche Messverfahren** Geld bezahlen?
- Wer versichert mir **kritische Komponenten** zu relativ geringen Kosten?
- Kann ich bei den **Marktpreisen** auch in den nächsten Jahren mithalten?

Lassen Sie Ihren Windpark weiterleben!

Lassen Sie Ihren Windpark weiterleben!

Verkauf der Windkraftanlage?

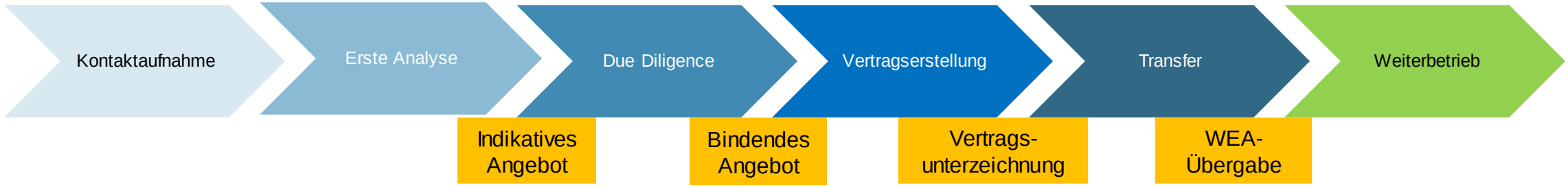
- Wie sieht möglicher Verkaufsprozess aus
  - Strukturierter Verkaufsprozess
  - Individueller Verkauf
- Optionsvereinbarungen im Rahmen eines Verkauf
  - z.B. Repowering

Verkaufsprozess mit ENGIE

- Anlagenbetreiber mit Synergieeffekten
- Betriebsführungskompetenz
- Eigene Stromvermarktung
- Deutschlandweit aktiv

Lassen sie ihren Windpark weiterleben!

Verkaufsprozess



Erste Analyse

- BWA
- Einspeisemengen
- WKP-Berichte
- Genehmigung
- Weiterbetriebsgutachten

Due Diligence

- Wartungsverträge
- Flächennutzungsverträge
- Inst.- und Wartungsberichte
- Weitere Verträge
- Anlagenbegehung

Vertragserstellung

- Erstellung Vertrag
- Vertragsabstimmung
- Zusammenstellung der Vertragsanlagen

Transfer

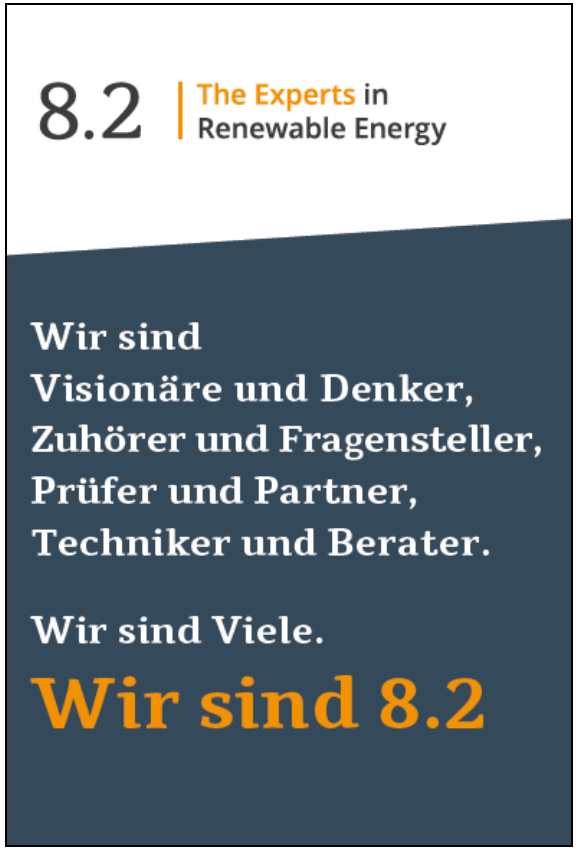
- Vorbereitung Eigentumwechsel
- Information Behörden usw.
- Übernahme bestehender Verträge

3-6 Monate

Zusammenfassung und Fragen

Zusammenfassung und Fragen

- Starten sie frühzeitig mit ihren Überlegungen
- Jede WEA hat eine individuelle Lebensdauer
- Zur Berechnung der Lebensdauer von Komponenten stehen analytische Methoden zur Verfügung
- Verwenden Sie eine Trendanalyse, um die richtigen Entscheidungen zu treffen
- Prüfen Sie Ihr Chancen/Risiko Appetit
- Geben sie Ihrem Windpark ein zweites Leben!



Vielen Dank!