

Rotor Verbesserungspaket für WEA Laufzeitverlängerung

08. November 2023

GE Lösungen für eine erfolgreiche Laufzeitverlängerung

Maximierung von **Mehrwerten** durch Verlängerung der Betriebslaufzeit

Numerische Analyse

Durchführung von **anlagespezifischen Analysen der Strukturteile** zur Risikoanalyse eines Betriebs über die spezifizierte Lebensdauer unter Berücksichtigung von:

- **Windpark spezifischen Windverhältnissen** und mechanischen Belastungen
- **WEA spezifischen Betriebsdaten**
- Zustand bzw. Austausch von Hauptkomponenten und Wartungshandbüchern



Physische Begutachtung

Durchführung von **physischen Begutachtungen der WEA** zur Überprüfung der Resultate der Risikoanalyse:

- Detaillierte Inspektion der Turbine **zur Festlegung zusätzlicher Risiken und Diskrepanzen** mit der numerischen Analyse
- **Ganzheitliche Betrachtung des Anlagezustands** mittels Zusammenführung der numerischen und physischen Analysen



Umsetzung

Anwendung bewährter GE Service Prozesse und breiter Betriebs- und Wartungserfahrung zur Feststellung von Verbesserungsmaßnahmen, einschliesslich:

- Nötigen Massnahmen um einen sicheren Weiterbetrieb zu ermöglichen
- Empfehlungen zur **Leistungssteigerung der WEA**
- Anwendung der Erfahrungen aus dem partial Repowering program in Nordamerika*



Maximierung

Partnerschaftliche Zusammenarbeit zur Erzielung von Kundenmehrwert – **Optimierte Leistung gekoppelt mit verlängerter Laufzeit**

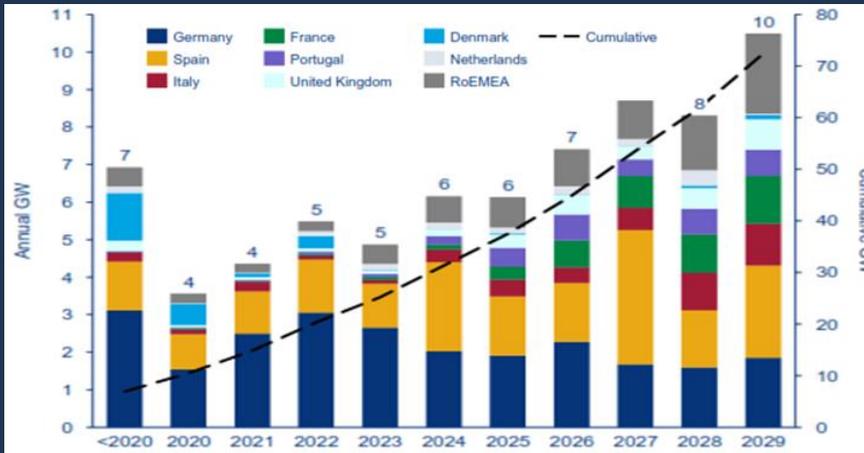
Unterstützung bei der Planung von Kundenszenarios einschliesslich:

- Verlängerung der Betriebslaufzeit
- Full RePowering
- Partial Repowering*

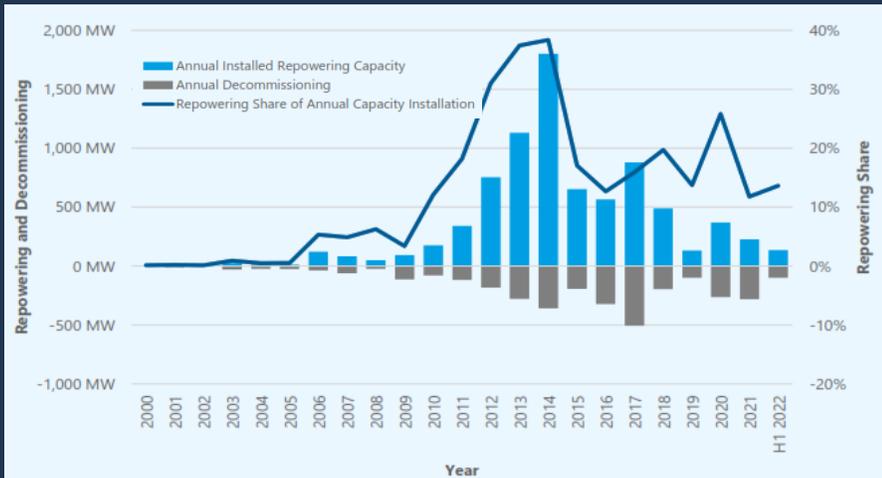


Aktuelles Marktumfeld

Capacity reaching 20y operation in Europe



Decommissioning, Repowering & Repowering Share in Germany



Source: Wood Mackenzie & Deutsche Windguard

HIGHLIGHTS

- **~36GW der in Europa installierten Kapazität** erreicht in den nächsten 5 Jahren das Ende ihrer technischen Laufzeit, wobei sich der Grossteil der betroffenen Anlagen in **Deutschland & Spanien** befinden.
- Betreiber stehen vor der Entscheidung folgender Szenarien:
 - ✓ **Weiterbetrieb** – Verlängerung der Laufzeit um 10-15 Jahre mittels Optimierung der Performance und Sicherstellung der strukturellen Integrität der WEA
 - ✓ **Repower** – Laufzeitverlängerung bis zum Zeitpunkt des Erhalts der Bewilligung für die Neuanlage
 - ✓ **Decommission** – Verkauf/Recycling der Komponenten gemäss EU-Standards
- **Langwierige Bewilligungsverfahren** (4-5+ Jahre) bilden weiterhin die grosse Hürde für Repowering
- **Abstandsregelungen und Höhenrestriktionen** resultieren in ca. 50% der alternden Flotte welche nicht für ein Repower in Frage kommt
- Aktuelle wholesale Energiepreise und die Möglichkeit auf post-EEG PPAs stellen für den **Weiterbetrieb eine attraktive Lösung** dar

GE 1.5 LTE Assessment Resultate für limitierende Komponenten



GE ERFAHRUNG

- 4+ Jahre Erfahrung
- 130+ GE 1.5 Turbinen, 25+ Deutsche WP wurden analysiert
- Verbesserte und realistische Simulationsresultate



PARTNER

- Zusammenarbeit mit zertifizierten Prüfern (TÜV Nord, UL)
- Berechnungen basierend auf OEM Modellen



METHODIK

- Einhaltung von BWE Richtlinien
- Ganzheitliche Analyse des Maschinenhauses, des Turms und der Fundamente



SCHLÜSSELBEFUNDE

- 20-30 Jahre (25.4 im Durchschnitt) Lebenszeit abhängig von Anlagenverhältnissen und Turbinenkonfiguration
- Lebenszeit limitierende Komponenten: Rotorblätter, Blattlager, Blattschrauben & Naben



GE Renewable Energy

Durchschnittlich berechnete Lebenszeit für GE 1.5S/SL:

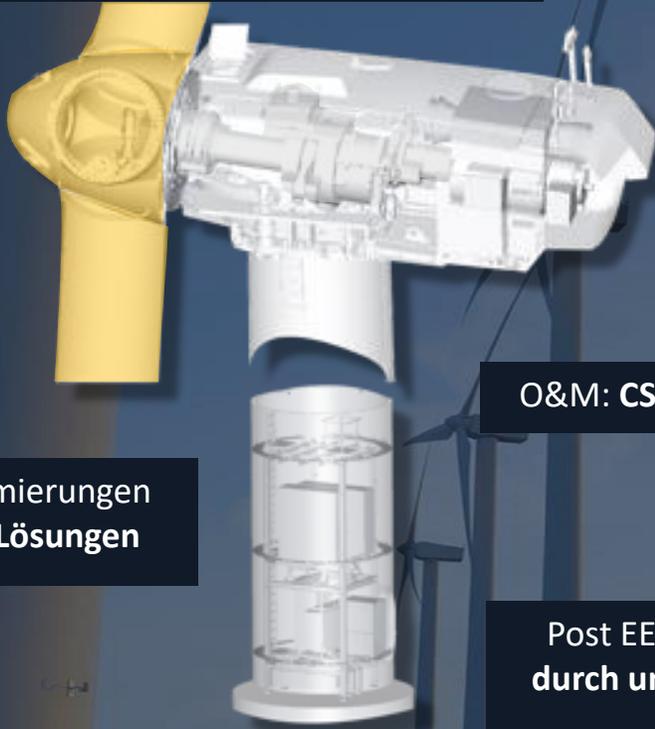
Nabenhöhe	Durchschnittliche Laufzeit*
65	32,61
80-85	26,67
96-100	24,74

Rotoren, Lager & Naben stellen grösstenteils die limitierenden Komponenten dar

**Basierend auf der Analyse von 98 WEA in Zusammenarbeit mit dem TÜV und UL*

GE's Rotor Verbesserungspaket

Massgeschneidertes Austausch- bzw. Inspektionsprogramm zur Erhaltung der strukturellen Integrität der Laufzeit limitierenden Komponenten: Blätter, Lager & Nabe



O&M: **CSA, MCE, GEAR Club**

Post EEG PPA Vermittlung
durch unseren Partner **PNE**

Performance Optimierungen
mittels **PowerUp Lösungen**

Was sind Ihre Mehrwerte?

- Laufzeitverlängerung von bis zu 15 Jahren durch Austausch / Inspektion der limitierenden Komponenten
- Laufzeitverlängerung basierend auf technischen Standards & Richtlinien des OEM
- Massgeschneiderte O&M Lösungen mit digital unterstützten Vertragsmodellen, Ersatzteil- und Reparaturvereinbarungen
- Mögliche Leistungsverbesserungen mit PowerUp Lösungen

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für das GE 1.5SL Rotor Verbesserungspaket

Annahmen zum WP:

1.5-77 @ 18.2% NCF
130€/MWh PPA für 5 Jahre *
Verzinsungsfaktor 8%

10-Jahre Laufzeitverlängerung
1,5% AEP Steigerung durch PowerUp

Drei Hauptfaktoren

Laufzeitverlängerung

~€230k/WTG/Jahr Basiseinnahmen für 10 Jahre

AEP Steigerung durch PowerUp

~€2.5k/WTG/Jahr Zusatzeinnahmen für 10 Jahre

PPA Vermittlung durch PNE

~\$315k/WTG/Jahr konstante Einnahmen für 5 Jahre*

* Totale Einnahmen unter Berücksichtigung der Basiseinnahmen und AEP Zusatzeinnahmen

Finanzierung von 60% des Kapitals

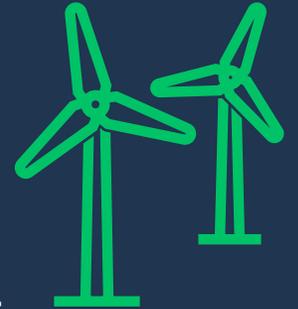
Sponsor IRR: 19.1%

NPV: 141k€

Ohne externe Finanzierung

Sponsor IRR: 10.1%

NPV: 58k€



BACKUP