BayWa r.e.

r.e.think energy

Next-Level WEA-Performance:

Optimierung und KI-gestützte Überwachung durch Ihre TBF mit InSite Pro

Wofür wir stehen

- Wir übernehmen gerne **Verantwortung** für Ihre Anlagen und sind dabei stets **transparent**.
- Wir haben genügend Ressourcen zur Verfügung, um **Ihre Wünsche proaktiv** anzugehen.
- **Intelligente Tools** halten uns den Rücken frei und unterstützen uns dabei, rasch die besten Entscheidungen für Sie zu treffen.
- Wir managen **Ihre Assets** als wäre es **unsere eigenen**.

Mehr als nur technische Betriebsführung

Technische Betriebsführung

- KRITIS
- Anlagen- und Betreiberverantwortung nach TR7
- Gefährdungsbeurteilung
- Leitungsauskunft

InSite Lite

Automatisierte Überwachung von Genehmigungsauflagen

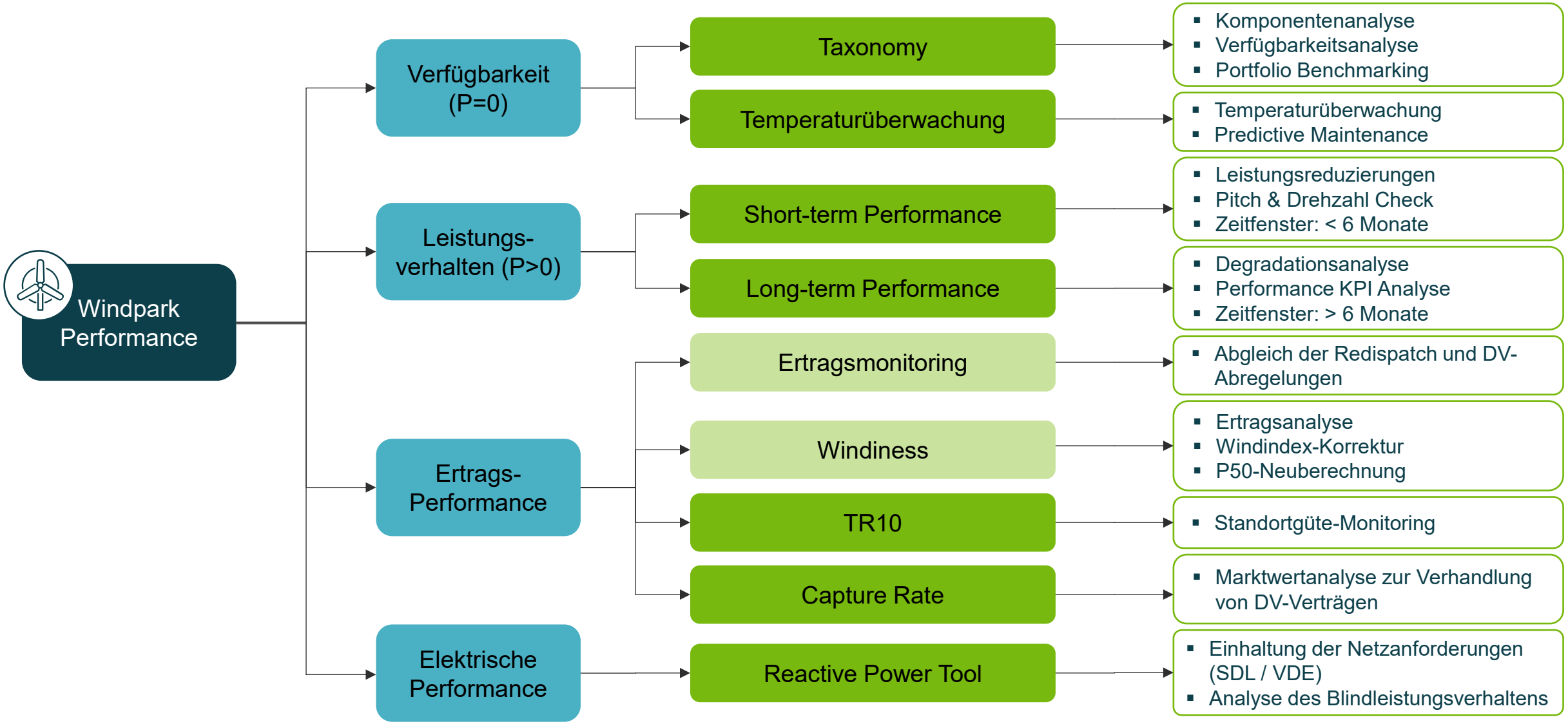
InSite Pro

Fortgeschrittene Technische Analyse

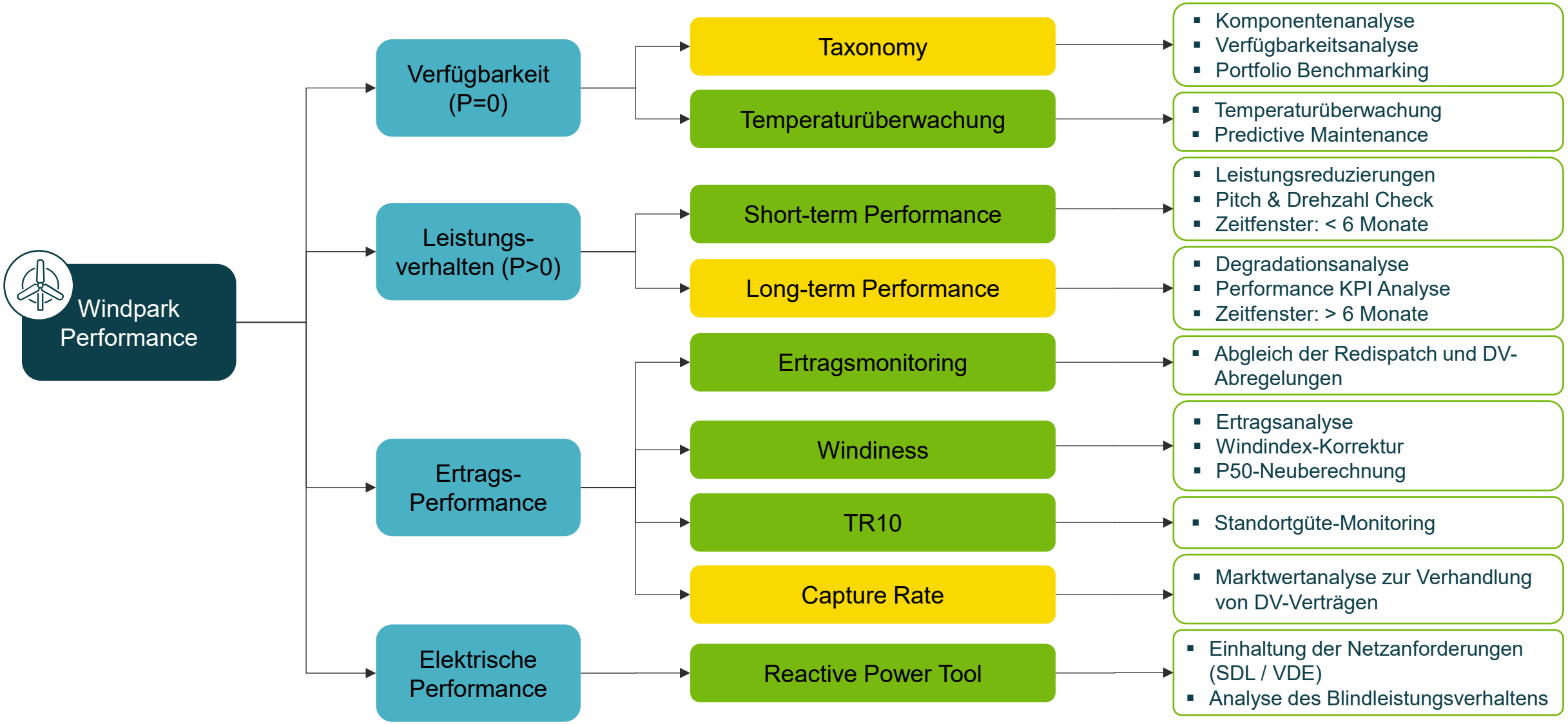
Technische Beratung

Fachkundige Problemlösung

Übersicht der InSite Pro Tools



Übersicht der InSite Pro Tools



Langfristige Leistungsanalyse (Long-term Performance)

Features

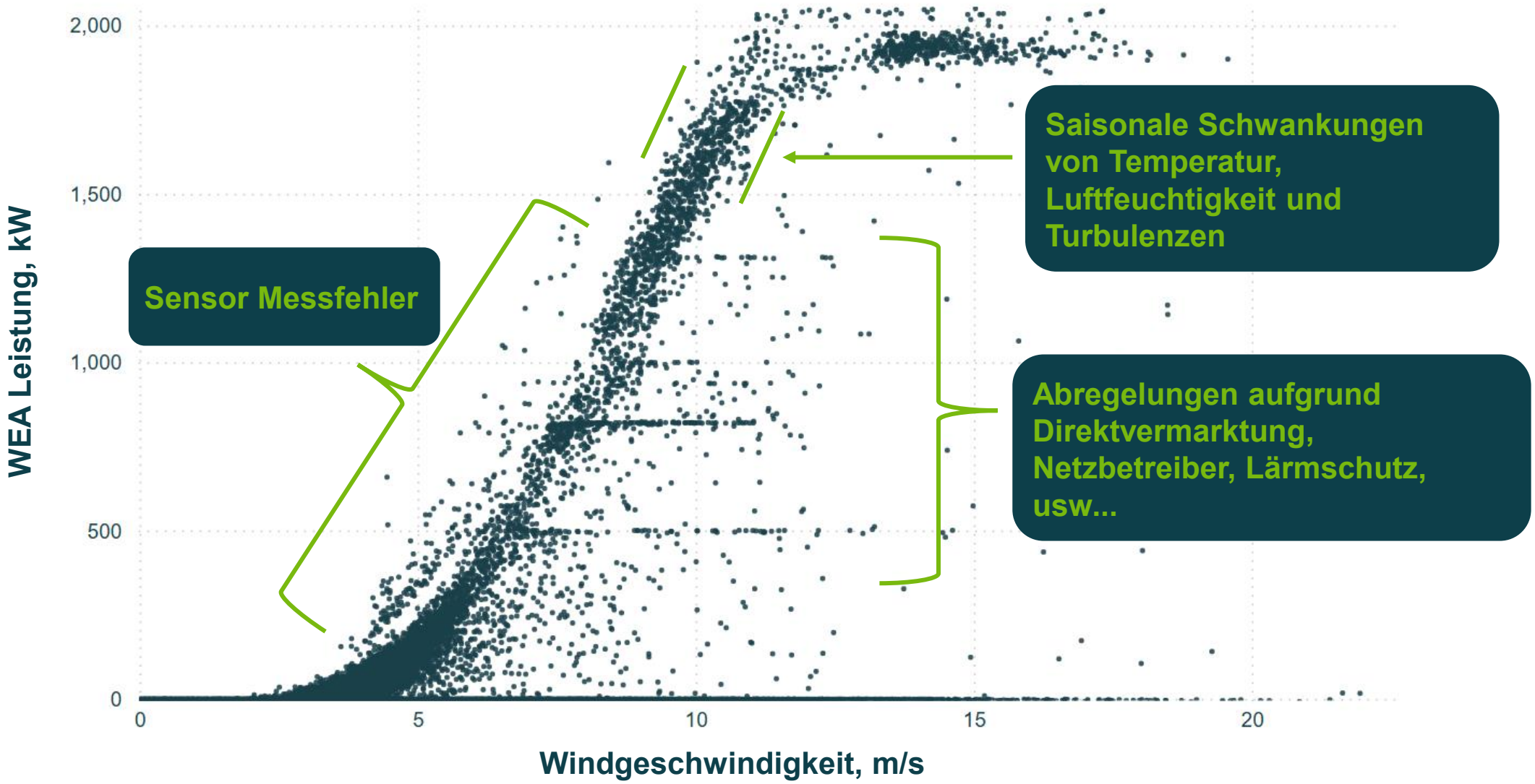
- Detaillierte Analyse von einzelnen Windenergieanlagen oder gesamten Windparks
- Vergleichen zwischen Turbinentypen/Herstellern/Zeiträumen
- Umfangreiche Möglichkeiten von Analysen anhand von Diagrammen
- Korrektur der Luftdichte (Windgeschwindigkeit) nach IEC
- Korrektur der Turbulenz Intensität nach IEC
- Modellierung und Unterdrückung seasonale Verhalten für klarer Analyse

Benefit

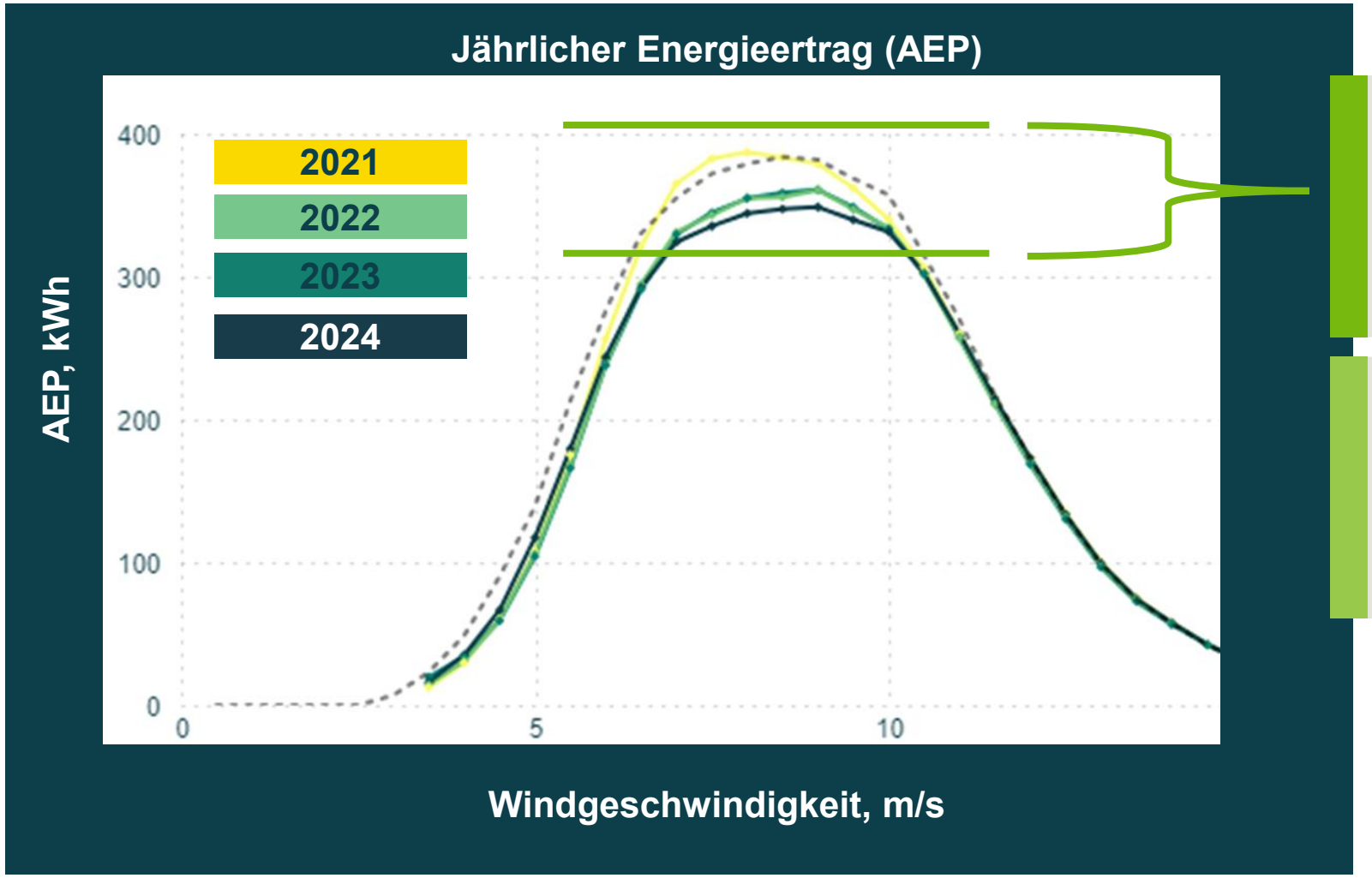
- Frühzeitige Erkennung und Intervention Degradationen in Windenergieanlagen
- Nachträgliche Evaluierung von Optimierungsmaßnahmen
- Detaillierter Analyse von Leistungsverhalten gegenüber Hersteller Leistungskurven

Identifizierung von Minderleistung durch Betriebsdatenanalyse

Analyse der Betriebsdaten: viele Einflussfaktoren



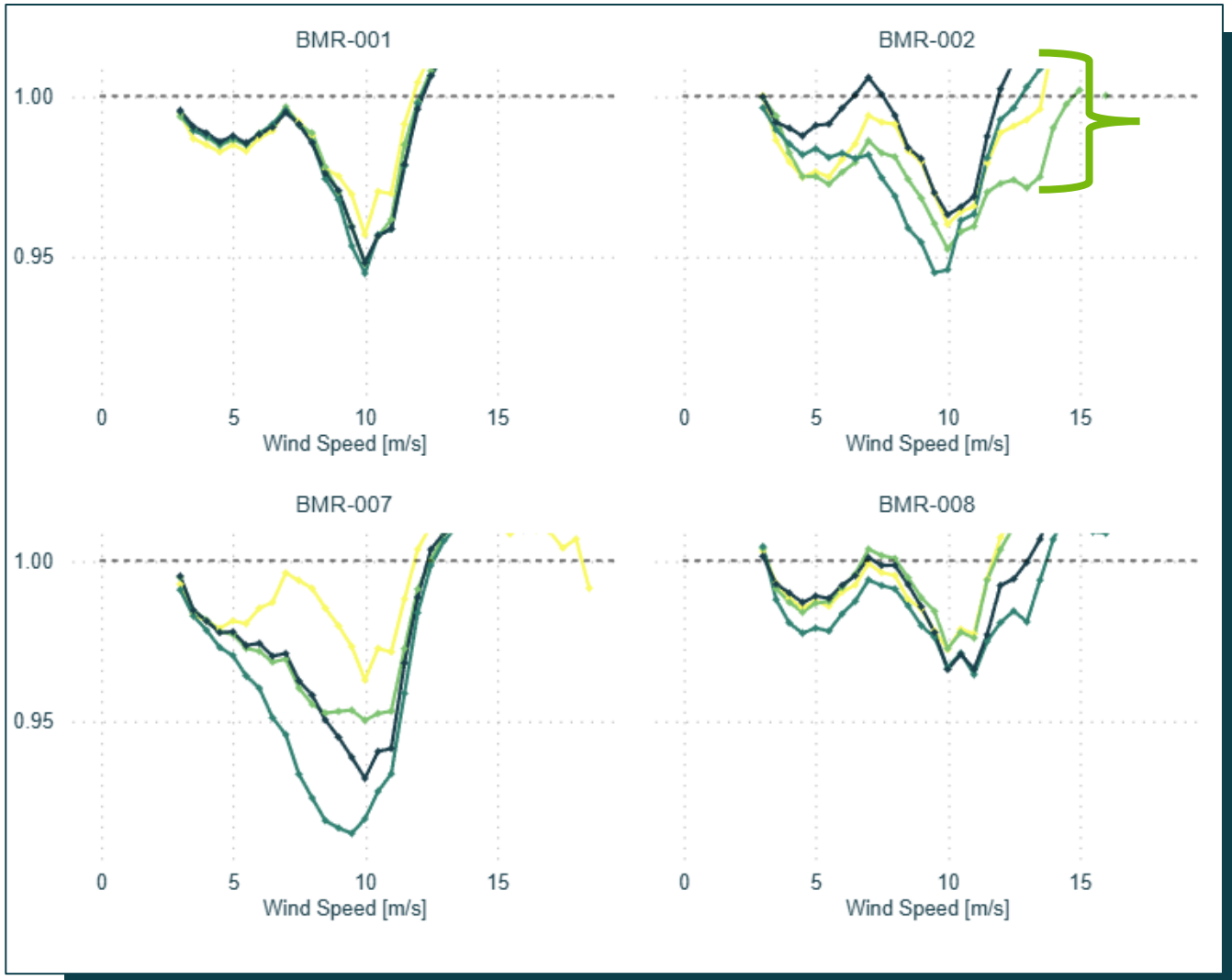
Beispiel: Erkennung und Intervention bei Degradation des Energieertrags



Die Energieproduktion wird über Leistungskurve sowie die Windverteilung gem. Gondelanemometer berechnet.

Die jährliche Energieproduktion des Windparks weist im Zeitraum 2021 bis 2024 einen allmählichen Rückgang auf.

Beispiel: Erkennung und Intervention bei Degradation des Energieertrags



Analyse der einzelnen Windenergieanlagen im Windpark weist eine Reduzierung der Performance im Bereich von 5 bis 10 m/s auf

WEA 2 und 7 scheinen am stärksten betroffen zu sein, mit 3-4% Reduktion der Leistung

Manche Anlagen scheinen jedoch eher normal zu laufen

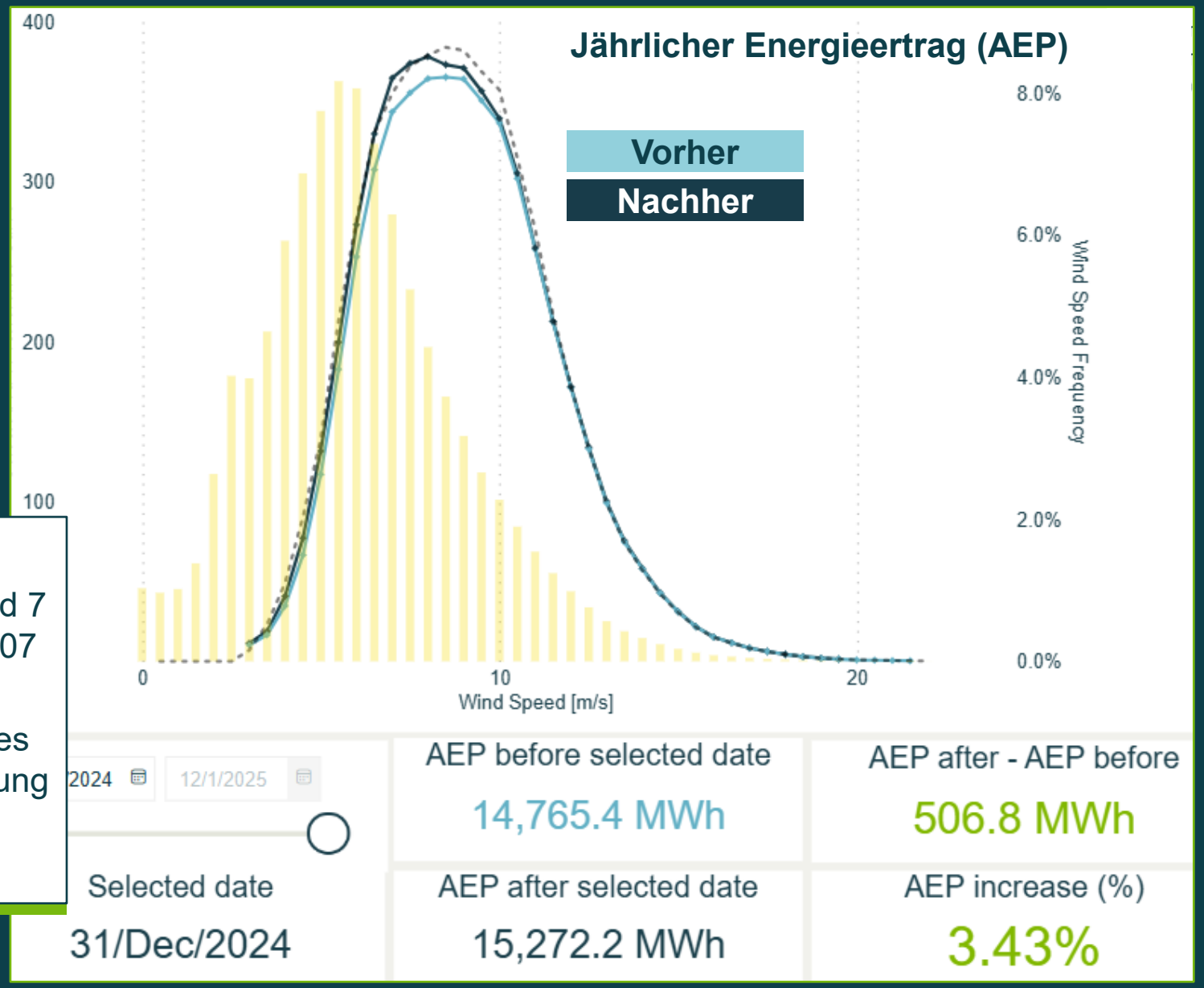
Die Auffälligkeit wurde dem Wartungsunternehmen gemeldet

Beispiel: Erkennung und Intervention bei Degradation des Energieertrags

- Im Rahmen der planmäßigen jährlichen Wartung im Januar 2025 wurde eine Untersuchung des Wartungsunternehmers durchgeführt
- Windfahnen, Windgeschwindigkeitssensoren und Turbinenparameter wurden überprüft und korrigiert

Resultat:

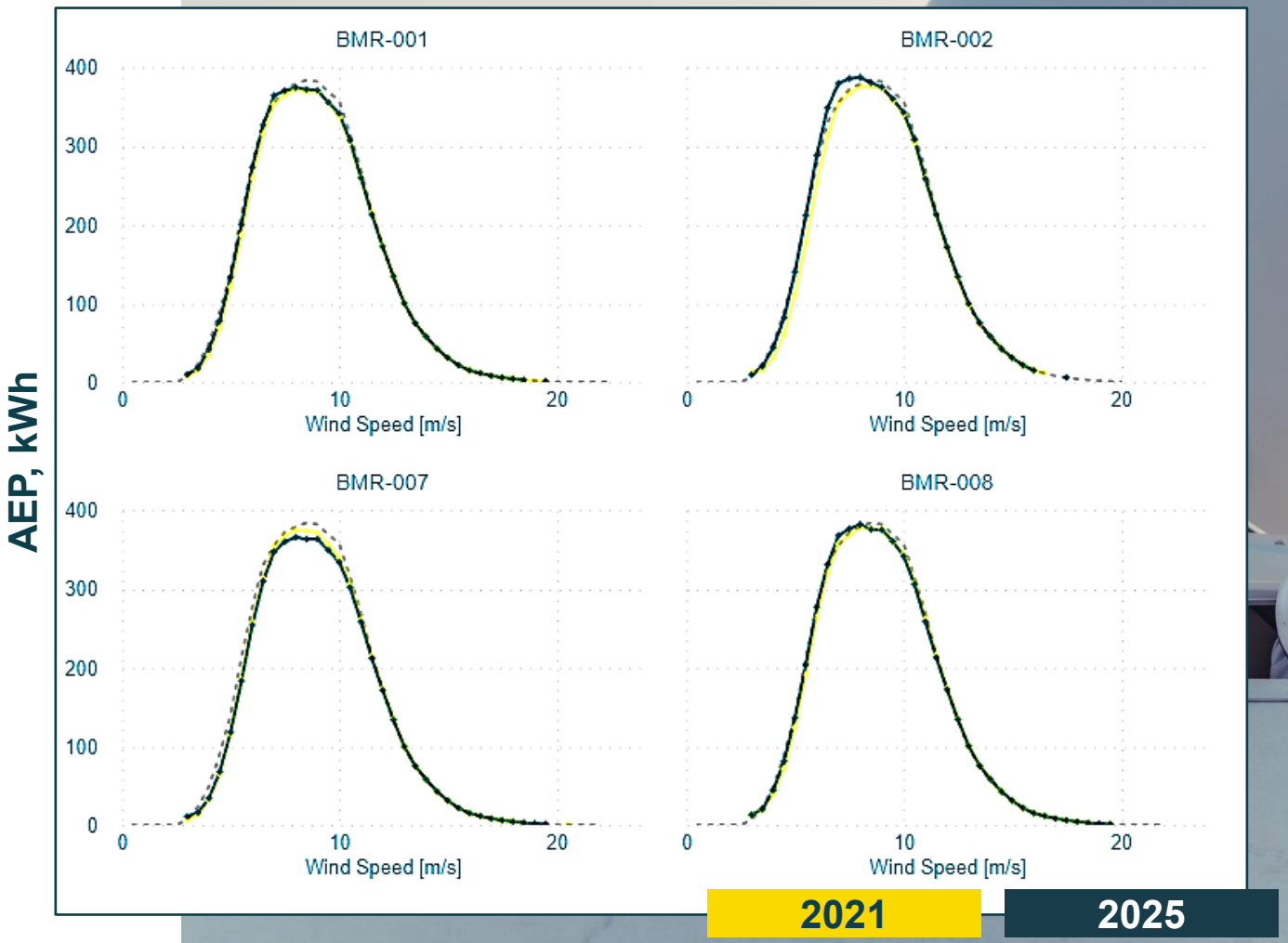
- **ein Anstieg des AEP um 3,4 %** für WEA 2 und 7 bis 2025, was einer zusätzlichen Menge von 507 MWh entspricht
- Ähnliche Korrekturen bei den weiteren WEA des Windparks führten insgesamt zu einer Steigerung der AEP um 1,6 %; das sind **zusätzliche 640 MWh**



Beispiel: Erkennung und Intervention bei Degradation des Energieertrags

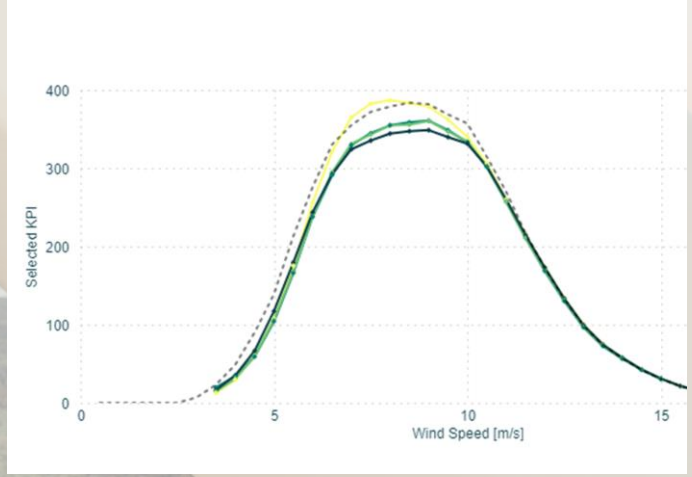
Die weitergehende Analyse im Jahr 2025 zeigte, dass die WEA-Leistung im gesamten Windpark nun mit der Leistungskurve des OEM übereinstimmt.

Jährlicher Energieertrag (AEP)



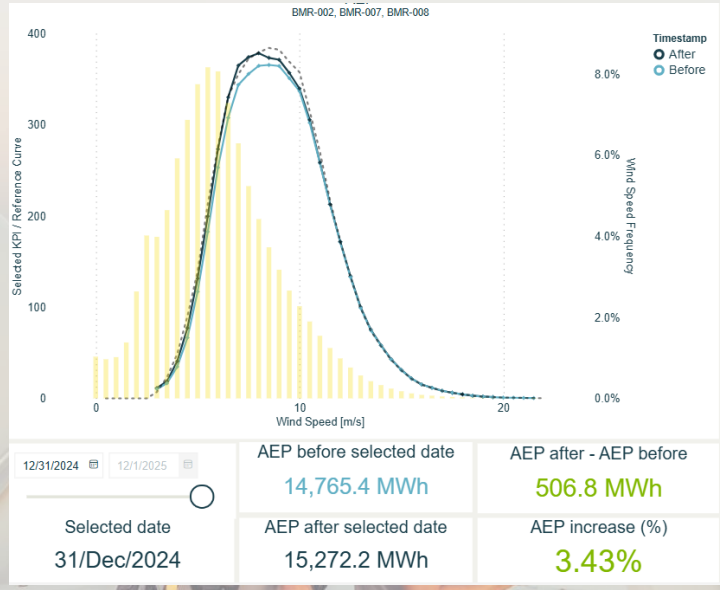
Long-term Performance Analysis: Vorteile

Analyse und Intervention bei Windpark-Degradation



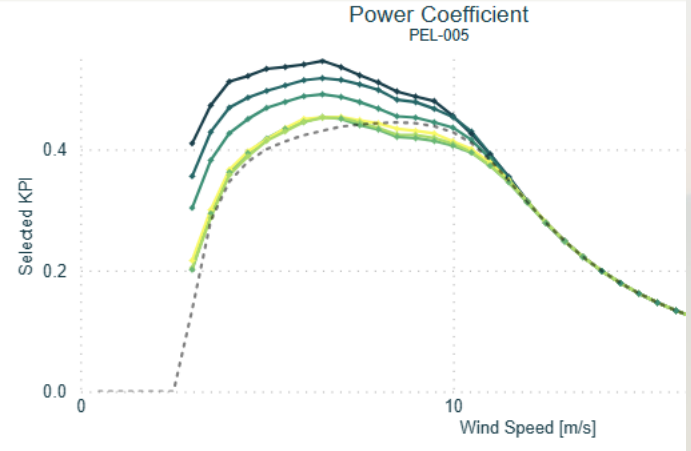
Steigerung des Energieertrags

Performance Analyse für Windpark-Optimierungen und Upgrades



Überprüfung der Auswirkungen von Optimierungsmaßnahmen

Früherkennung von Fehlern und frühzeitige Interventionen



Automatische Erkennung von fehlerhaftem Verhalten

InSite Pro

Live Demo

Fehleranalyse auf Komponentenebene und Benchmarking (Taxonomy)

Features

- Fehler-/Ausfallstatistik pro Komponente
- Vergleichbarkeit von unterschiedlichen WEA-Herstellern, -Turbinentypen und Leistungsklassen
- Zuverlässigkeits- und Verfügbarkeitsanalyse über die Lebensdauer der WEA für Verhandlungen mit OEMs und Serviceanbietern

Benefit

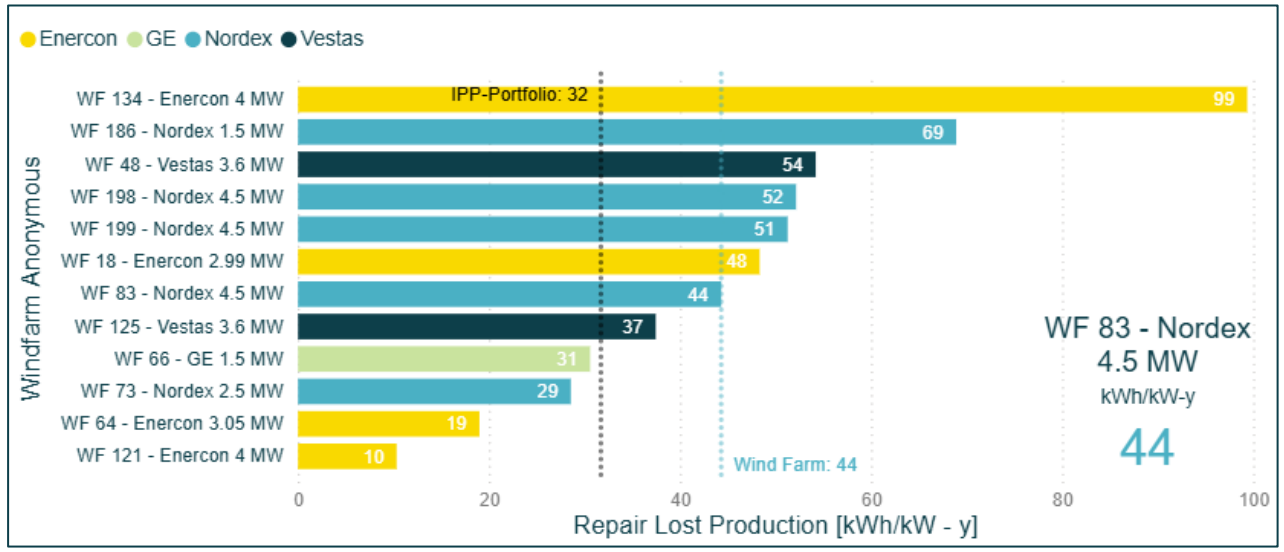
- Benchmarking Ihres Projekts gegenüber dem ganzen BayWa r.e. Portfolio
- Komponentenspezifische Auswertungen von Ertragsverlusten, Ausfallzeiten und weiteren KPIs
- Datenbasierte Entscheidungshilfe und Argumentationsstütze gegenüber Herstellern und Wartungsunternehmen

Benchmarking von WEA-Komponenten

Taxonomy
Portfolio- und Komponentenanalyse

Daten

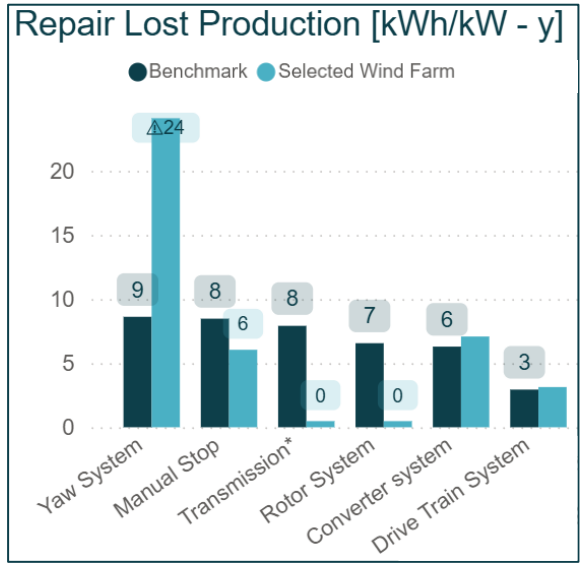
- Fehler-Kategorisierung nach Industriestandard für Vergleichbarkeit
- 1000+ WEA, 7 Hersteller, 79 Typen
- 20+ Betriebsjahre



Portfolioanalyse

IPP-Portfolio	Avg. Portfolio
kWh/kW-y	kWh/kW-y
32	39

- IPP-Portfolio geringere Lost Production als Durchschnitt des BayWa r.e. Portfolios
- Aufzeigen der Low-Performer
  → Worauf sollte der Fokus in nächster Zeit liegen?



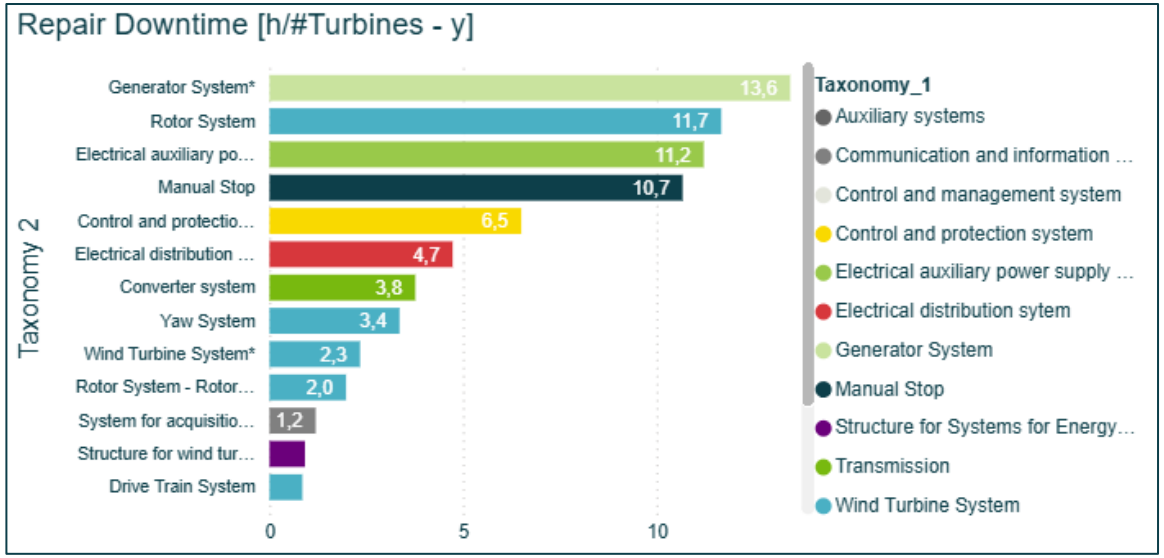
Komponentenanalyse

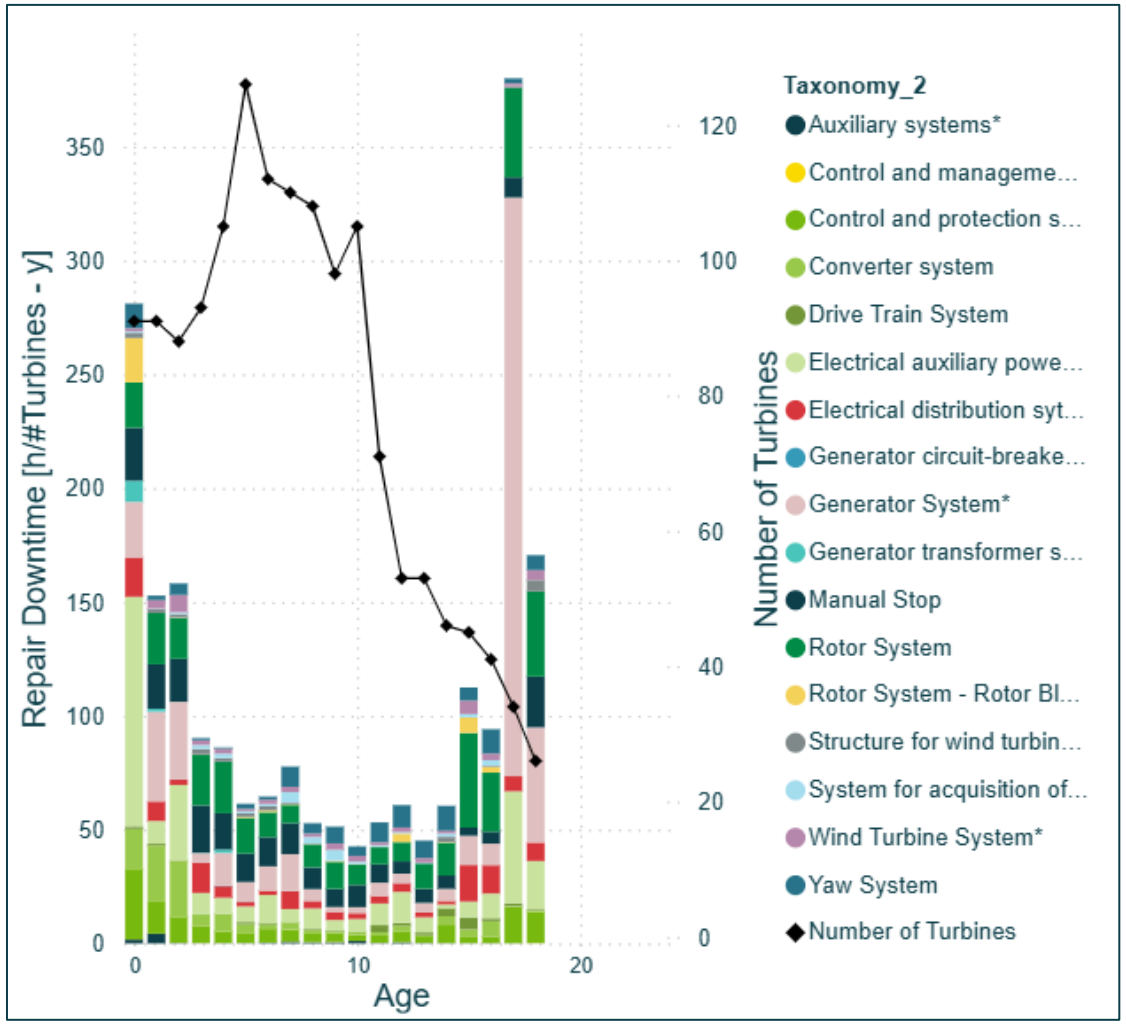
- Auffälligkeit im Azimutsystem
  → Defekter Azimutmotor
- 140% mehr Ausfallzeit im Azimutsystem als vergleichbare WEA
- Datenbasierte Diskussionsgrundlage mit O&M

Taxonomy
Trendanalyse der Lebensdauer und Stillstandsstatistik

Beispiel Enercon

- Wie verändern sich die Ausfallzeiten über die Lebensdauer einer WEA? →Einschätzungen zu Wartungsverträgen und möglichem Wechsel
- Welche Komponenten verursachen die größte Stillstandzeit? →Typisches Verhalten erkennen und Ausreißer detektieren





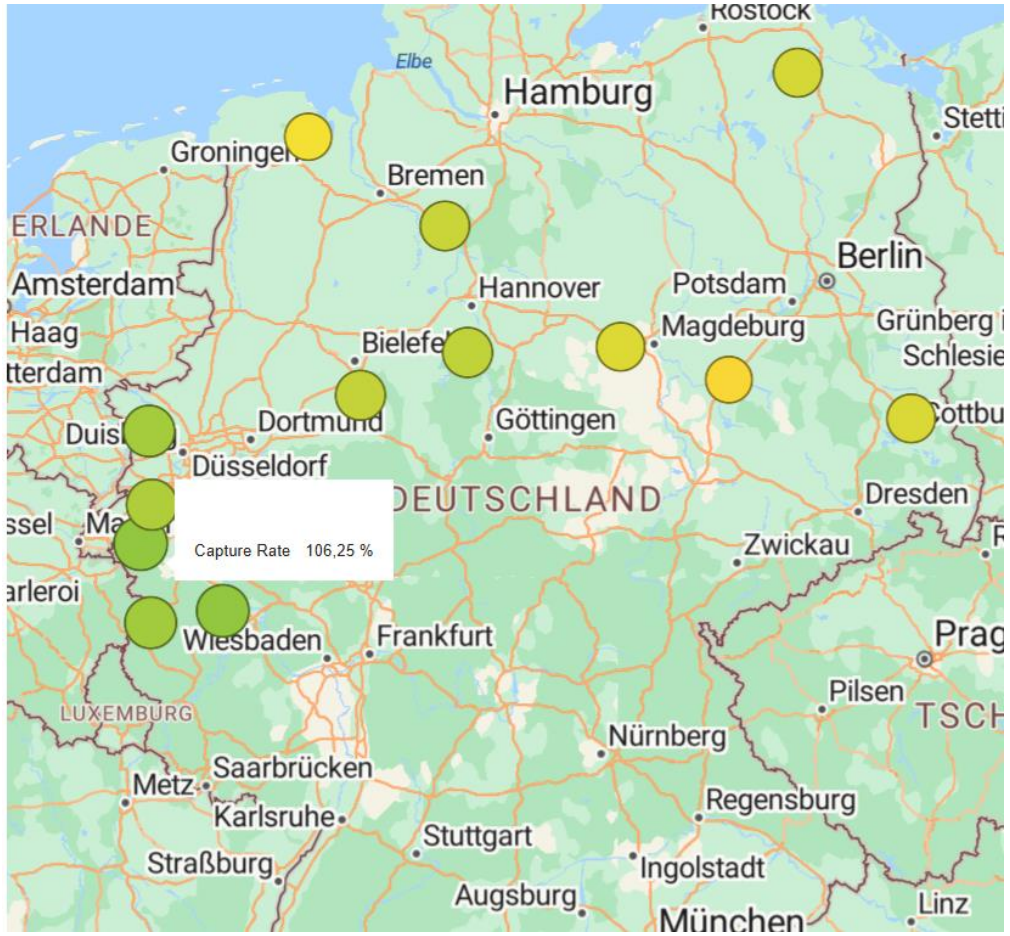
Capture Rate

Features

- Bewertung der Wirtschaftlichkeit eines Windparks in dem Strommarkt
- Analyse der Marktintegration: Niedrige Capture Rate kann auf Überproduktion zu Niedrigpreiszeiten hinweisen

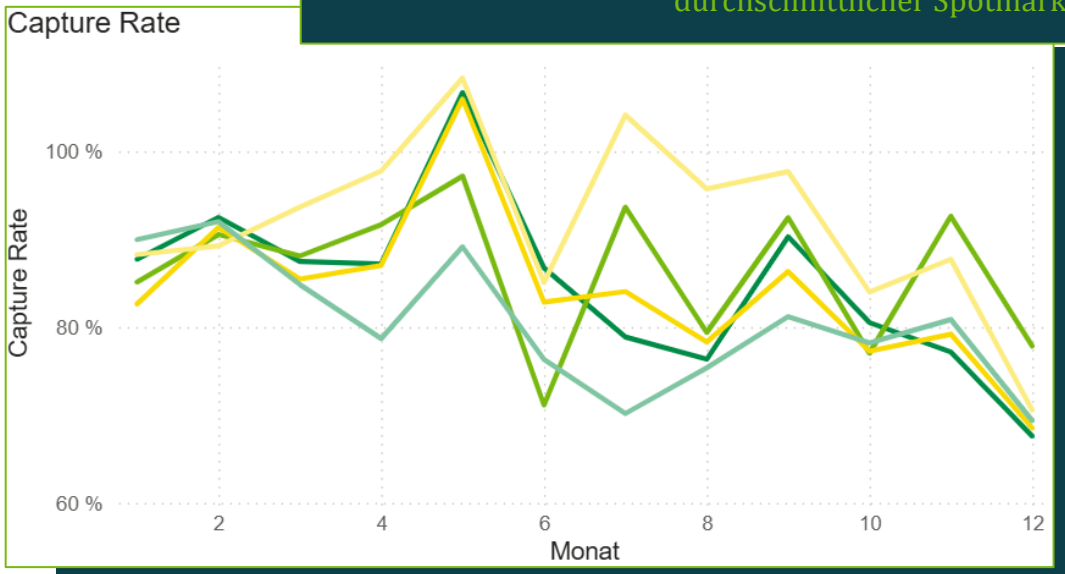
$$\text{Capture Rate}_{\text{windpark}} = \frac{\text{gewichteter Duchschnittspreis Windpark}}{\text{durchschnittlicher Spotmarktpreis}}$$

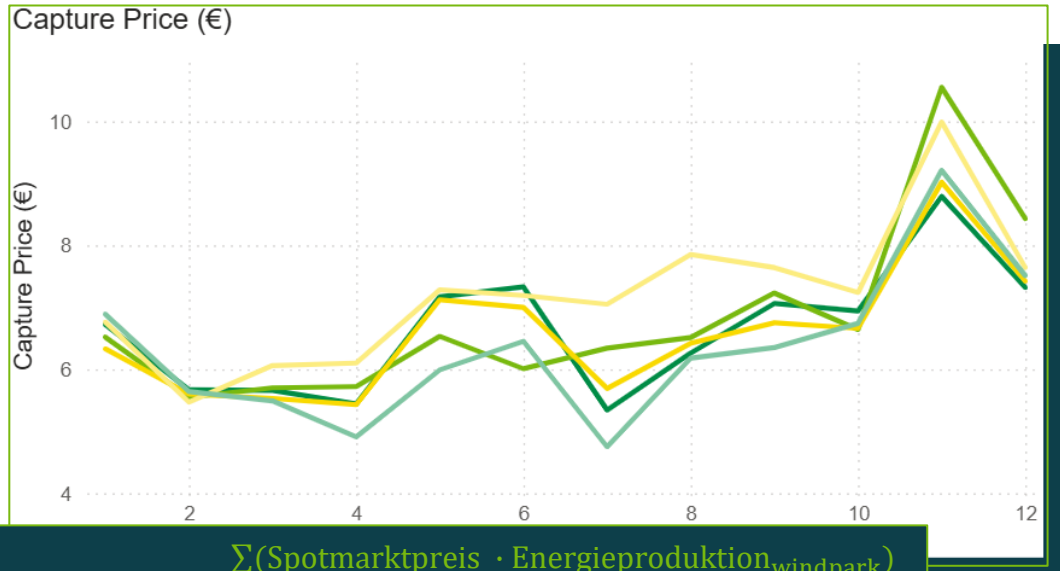
Benefit
Hilfe bei Investitionsentscheidungen:
Höhere Capture Rate = attraktiveres Projekt



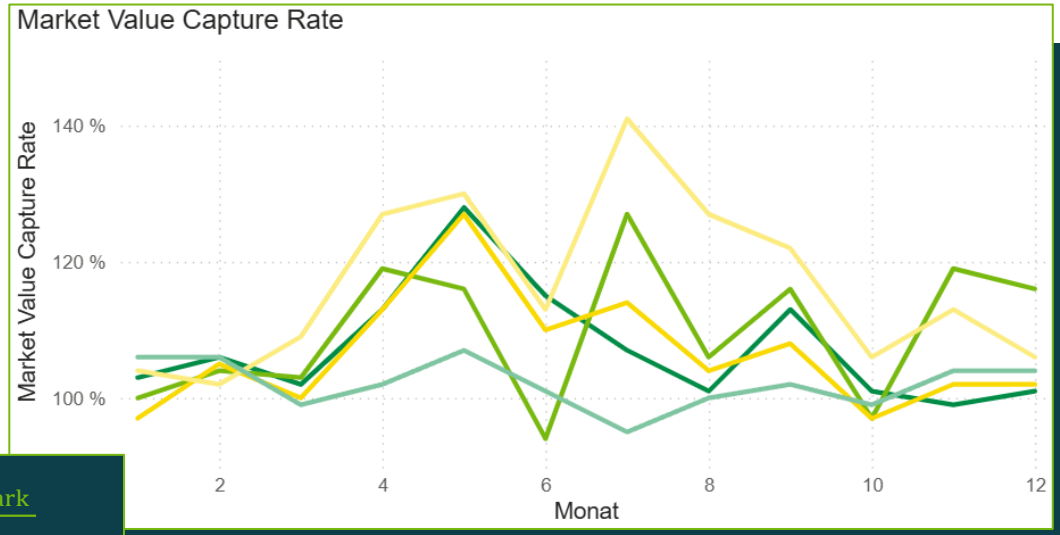
Capture Rate

$$\text{Capture Rate}_{\text{wind}} = \frac{\text{Capture Price}_{\text{windpark}}}{\text{durchschnittlicher Spotmarktpreis}}$$





$$\text{Capture Price}_{\text{windpark}} = \frac{\sum(\text{Spotmarktpreis} \cdot \text{Energieproduktion}_{\text{windpark}})}{\sum(\text{Energieproduktion}_{\text{windpark}})}$$



$$\text{Market value Capture Rate}_{\text{wind}} = \frac{\text{Capture Price}_{\text{windpark}}}{\text{Monatsmarktwert}_{\text{wind}}}$$

Technical Excellence durch Performance Unit

- Analyse durch unseren internen Fachexperten und Ingenieuren
- Gesamte Wertschöpfungskette: von der Detektion der Minderperformances bis hin zur Auseinandersetzung mit dem Hersteller und Wartungsunternehmer

- Lückenlose Performanceanalyse, ganzheitlich und 5-Jahre rückwirkend
- Ein umfangreiches InSite Pro-Reporting
- Quartalsmeetings mit unserer Performance Unit zur Durchsicht aller Findings

Datenbasierte Analysen ausgewertet durch erfahrene Ingenieure

Beispiele aus unsere Performance Unit

OEM: Enercon
Analyse: Performance (PC, PI, Cp)
Finding: Nennleistung wird temporär nicht erreicht

Bei einem Enercon Windpark mit E-101 wurde festgestellt, dass einige WEA eine geringere Nennleistung erreichen (2,99 MW statt 3,07 MW), was mit der Warnmeldung “230:107 – Power limitation (10h): Farm control (relative) zusammenzuhängen scheint. Trotz der relativ geringen Leistungsabweichung besteht ein

jährliches Einsparpotential: **10.000 €/a**

OEM: Nordex
Analyse: Blindleistung
Finding: Erhöhter Strombezug

In einem Windpark mit 5x Nordex N149 / 5,7 MW wurde seit April 2025 ein deutlich erhöhter Strombezug festgestellt. Eine Analyse der Blindleistungsfahrweise ergab, dass über den gesamten Betriebsbereich eine induktive Blindleistung von ca. 8,5 MVA bereitgestellt wurde. Im Leerlauf-/Strombezugsfall entspricht dies etwa dem **sechsfachen** der gem. SDL-Zertifikat maximal erforderlichen **Blindleistung**. Insbesondere aufgrund des Dauerbetriebs der vorhandenen Kompensationsanlage resultierte dies in einem erhöhten Strombezugs von etwa 45.000 kWh pro Monat bzw. **540.000 kWh pro Jahr.** Bei einem mittleren Strombezugspreis von ca. 30 ct/kWh entspricht dies einem möglichen

finanziellen Schaden von **>160.000 €/a**

OEM: Enercon
Analyse: Performance (PC, PI, Cp)
Finding: Versteckter Schallmode

Zum Abstellen einer Tonhaltigkeit wurden zwei WEA durch Enercon in einen speziellen Mode „BM0 Rev 1.1“ versetzt, bei dem ein geringfügig angepasster Pitchwinkel und rpm-Kennlinie gefahren werden. Da die WEA abweichend zum optimalen Betriebspunkt betrieben werden, ist dies nachweislich mit Ertragseinbußen von ca. 335.000 kWh/a verbunden. Das entspricht

Ertragsausfällen von ca. **27.000 €/a**

Ihr Beitrag, unser Auftrag

InSite Pro

InSite Lite

- Tools zur Auflagenüberwachung
- Tools zur Leistungsüberwachung
- Unterstützende Tools

Ihre Ansprechpartner

Lachlan Gosper
Project Manager Wind National
+49 89 3839321136
lachlan.gosper@baywa-re.com

Kenneth Laureys
Project Manager Wind National
+49 89 3839325035
kenneth.laureys@baywa-re.com

Adolpho Heidenreich
Head of Technical Operation Wind
+49 89 383932 5029
adolpho.heidenreich@baywa-re.com

Copyright

© Copyright BayWa r.e. AG, 2025

The content of this presentation (including text, graphics, photos, tables, logos, etc.) and the presentation itself are protected by copyright.
They were created by BayWa r.e. AG independently.

Any dissemination of the presentation and/or content or parts thereof is only permitted with written permission by BayWa r.e. Without written permission of BayWa r.e., this document and/or parts of it must not be passed on, modified, published, translated or reproduced, either by photocopies, or by others – in particular by electronic procedures. This reservation also extends to inclusion in or evaluation by databases. Infringements will be prosecuted.