RWE

Abweichung der Transferfunktion & Wiedereinschalthysterese – versteckte Verluste im WEA-Betrieb

Manuel Nitze – Senior Wind Analyst

Agenda

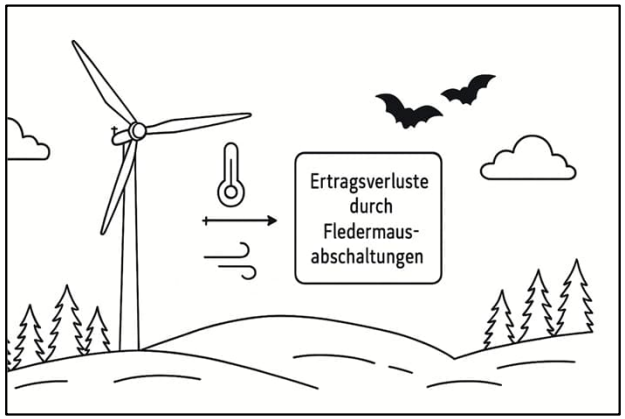
1 Abweichungen im Betrieb 3

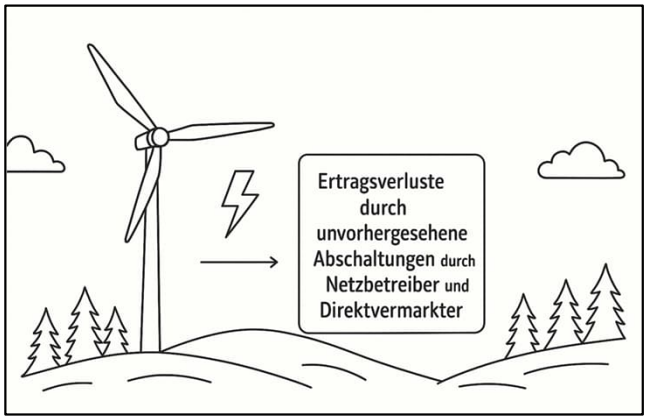
2 Abweichung der Transferfunktion 5
Vermessung vs. Site
Windgeschwindigkeits-Offset
Exemplarische Berechnung der Ertragsverluste

3 Systemtests vor Wiederanlauf 7
Übersicht
Faktoren und Dauer
Beispielhafte Verlustübersicht

4 Ausblick 10

Abweichungen im Betrieb
Abweichungen zur Vorhersage

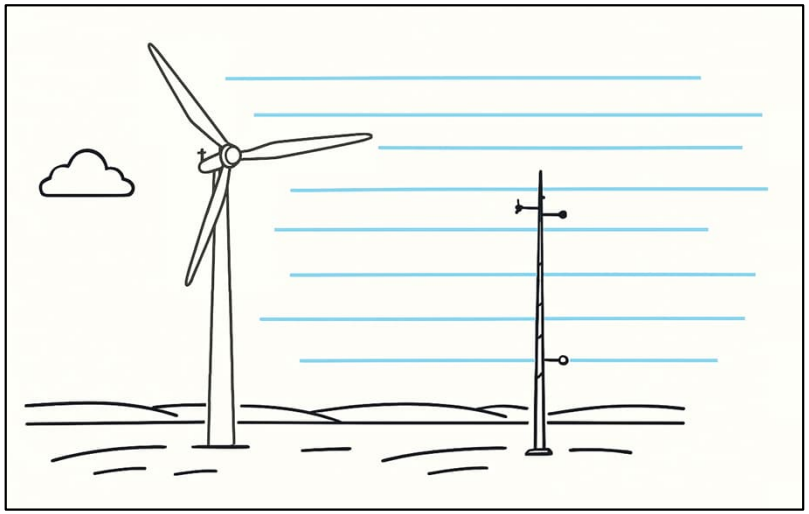




Quelle: Eigene Darstellung, erstellt mit ChatGPT (2025)

Abweichung der Transferfunktion
Vermessung vs. Site

Testfeldbedingungen

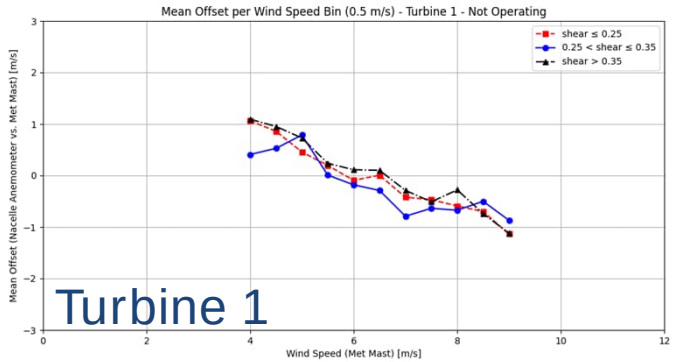


Feldbedingungen

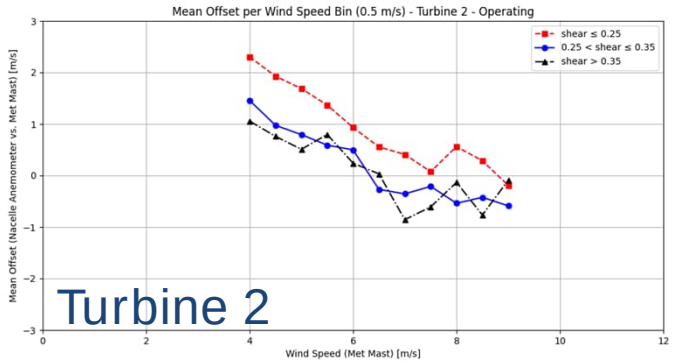
Quelle: Eigene Darstellung, erstellt mit ChatGPT (2025)

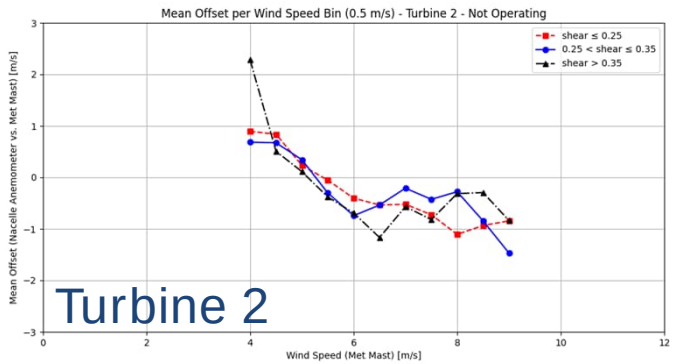
Abweichung der Transferfunktion
Nacelle transfer function

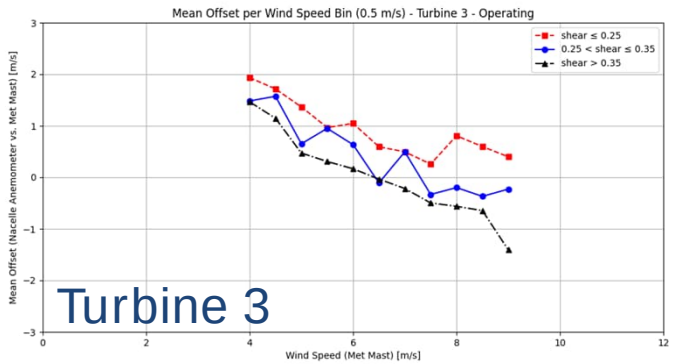
Turbine not operating



Turbine operating







Quelle: Eigene Darstellung / Eigene Daten

Abweichung der Transferfunktion
Exemplarische Berechnung der Ertragsverluste

Site 1

Standortbedingungen:	Windgeschwindigkeit= 6 m/s; Temperatur= 10°C
Abschaltbedingungen:	01. April bis 31. Oktober
	Windgeschwindigkeitsbereich 0 bis 6,5 m/s; Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang
Abschaltverluste:	3,3 %

Verluste bei einer Abweichung von 0,3 m/s im Abschaltwindgeschwindigkeitsbereich

Abschaltverluste durch Einbeziehung der Windgeschwindigkeitsabweichung liegen bei etwa 4,1 %.

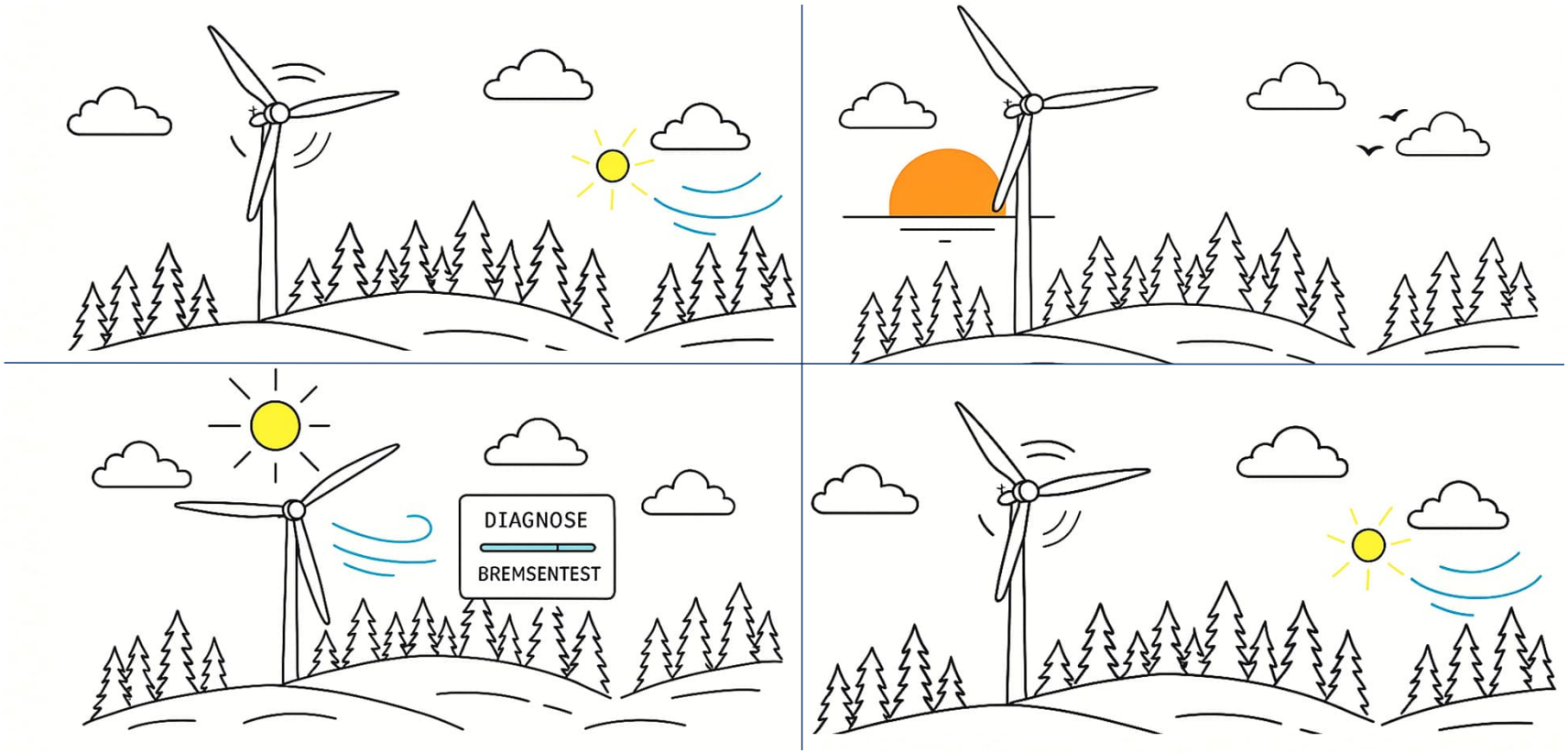
Site 2

Standortbedingungen:	Windgeschwindigkeit= 7,5 m/s; Temperatur= 9,3°C
Abschaltbedingungen:	01. April bis 31. Oktober
	Windgeschwindigkeitsbereich 0 bis 7,5 m/s; Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang
Abschaltverluste:	2,9 %

Verluste bei einer Abweichung von 0,4 m/s im Abschaltwindgeschwindigkeitsbereich

Abschaltverluste durch Einbeziehung der Windgeschwindigkeitsabweichung liegen bei etwa 3,7 %

Systemtests vor Wiederanlauf
Übersicht



Quelle: Eigene Darstellung, erstellt mit ChatGPT (2025)

Systemtests vor Wiederanlauf
Faktoren und Dauer

Anlagenstopp: Die Art der Abschaltung bzw. des Curtailments bestimmt, welche Bremsvorgänge verwendet werden.

Prüfungen: Jeder Bremsvorgang löst individuelle Sicherheits- und Funktionstests aus.

Automatische Prüfsequenzen vor dem Wiederanlauf unter anderen:

- Pitch-Test
- Bremstest
- Anemometer-Test

Erst nach erfolgreichem Abschluss aller Tests ⟶ Freigabe zum Wiederanlauf.

Dauer: Im Betrieb sehen wir in Abhängigkeit des Bremsvorgangs Prüfsequenzen mit einer Dauer von 1-3 Minuten.

Systemtests vor Wiederanlauf
Beispielhafte Verlustübersicht

Site 1

Standortbedingungen: Windgeschwindigkeit= 6 m/s Temperatur= 10°C

Abschaltbedingungen: Fledermaus, Schatten, Eis, Direktvermarkter, Netzbetreiber

Wiedereinschaltvorgänge: 950 pro Jahr

Der Verlust durch Wiedereinschaltvorgänge (1-3min) liegt bei etwa 1,0%.

Site 2

Standortbedingungen: Windgeschwindigkeit= 7,5 m/s Temperatur= 8,9°C

Abschaltbedingungen: Zugvögel, Eis, Direktvermarkter, Netzbetreiber

Wiedereinschaltvorgänge: 1.600 pro Jahr

Der Verlust durch Wiedereinschaltvorgänge (1-3min) liegt bei etwa 1,4%.

Ausblick

Site specific nacelle transfer function

Könnten standortspezifische Gondeltransferfunktionen und deren Implementierung den Windgeschwindigkeits-Offset reduzieren?

Fledermaus Monitoring

Würde ein Gondelmonitoring einen möglichen Offset teilweise oder vollständig ausgleichen?

Anlage läuft im Teillastbereich

Könnte anstatt einer Abschaltung der Anlage ein möglicher Teillastbetrieb die Anzahl der Stopps reduzieren?

Verlustberücksichtigung in der Ertragsprognose

Wie können zukünftig Systemtests bzw. Wiedereinschalt-Hysteresen berücksichtigt werden?

Kann anhand der Standortkomplexität auf mögliche Windgeschwindigkeits-Offsets geschlossen werden?

RWE

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.
Ich freue mich auf Ihre Fragen und die anschließende Diskussion.