Vestas®

Wind. It means the world to us.™

VALIDIERUNG VON POWERPLUS® MEHRERTRÄGEN

Arne Baron

Technical Account Management

Vestas Northern & Central Europe

Public

GLIEDERUNG

Was ist Vestas Fleet Optimisation?

PowerPlus® Produkte

Power-to-Power Validierung

Toggle Validierung

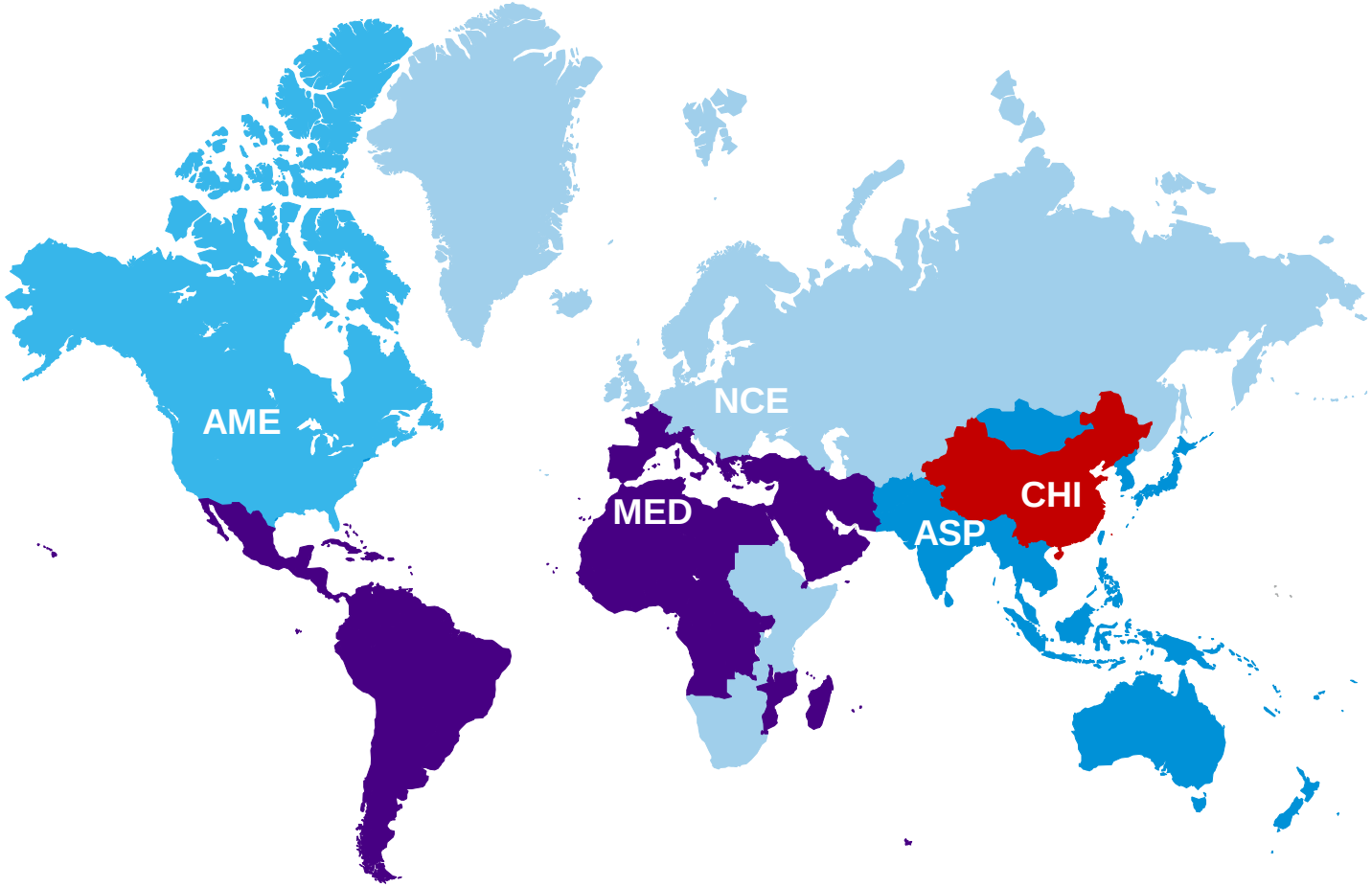
AEP Counter Validierung

Track Record

INSTALLIERTE POWERPLUS® PRODUKTE WELTWEIT

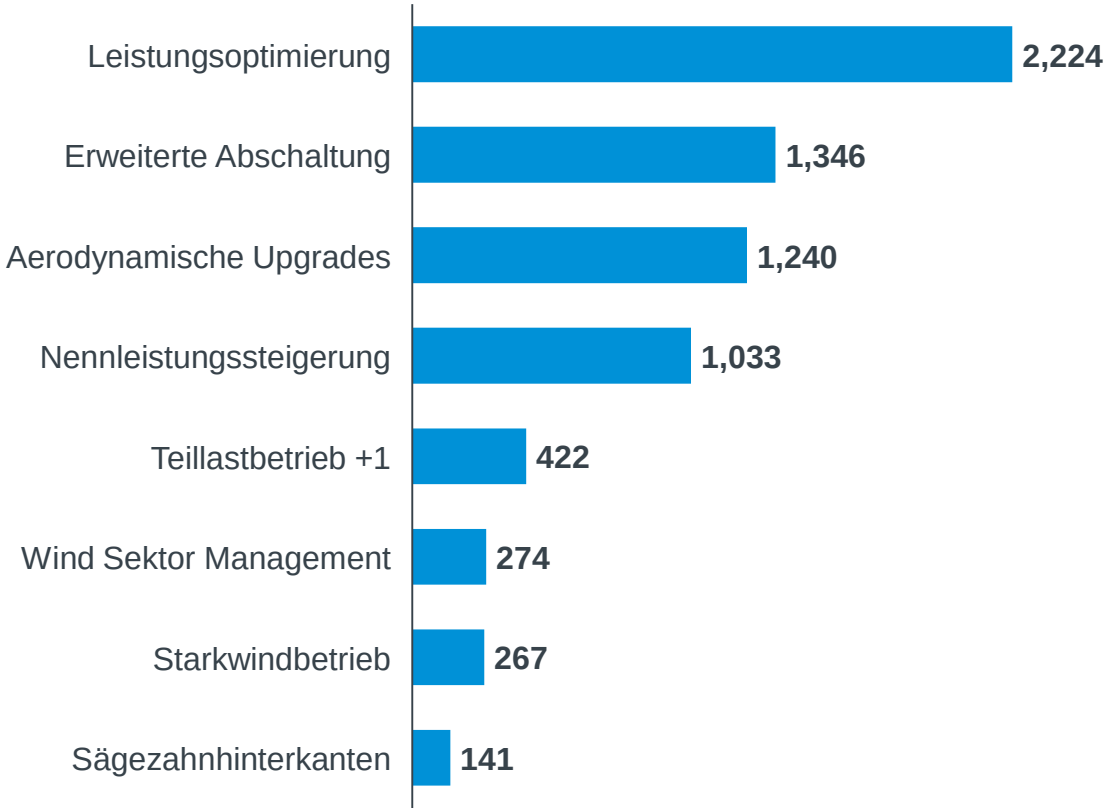
Anzahl an WEA mit PowerPlus® Upgrades
als Standard und Nachrüstung

	[# an WEA]
NCE	1630
AME	3500
ASP	640
CHI	4
MED	1100



NACHGERÜSTETE POWERPLUS® PRODUKTE WELTWEIT

WEA Anzahl mit den unterschiedlichen PowerPlus® Upgrades

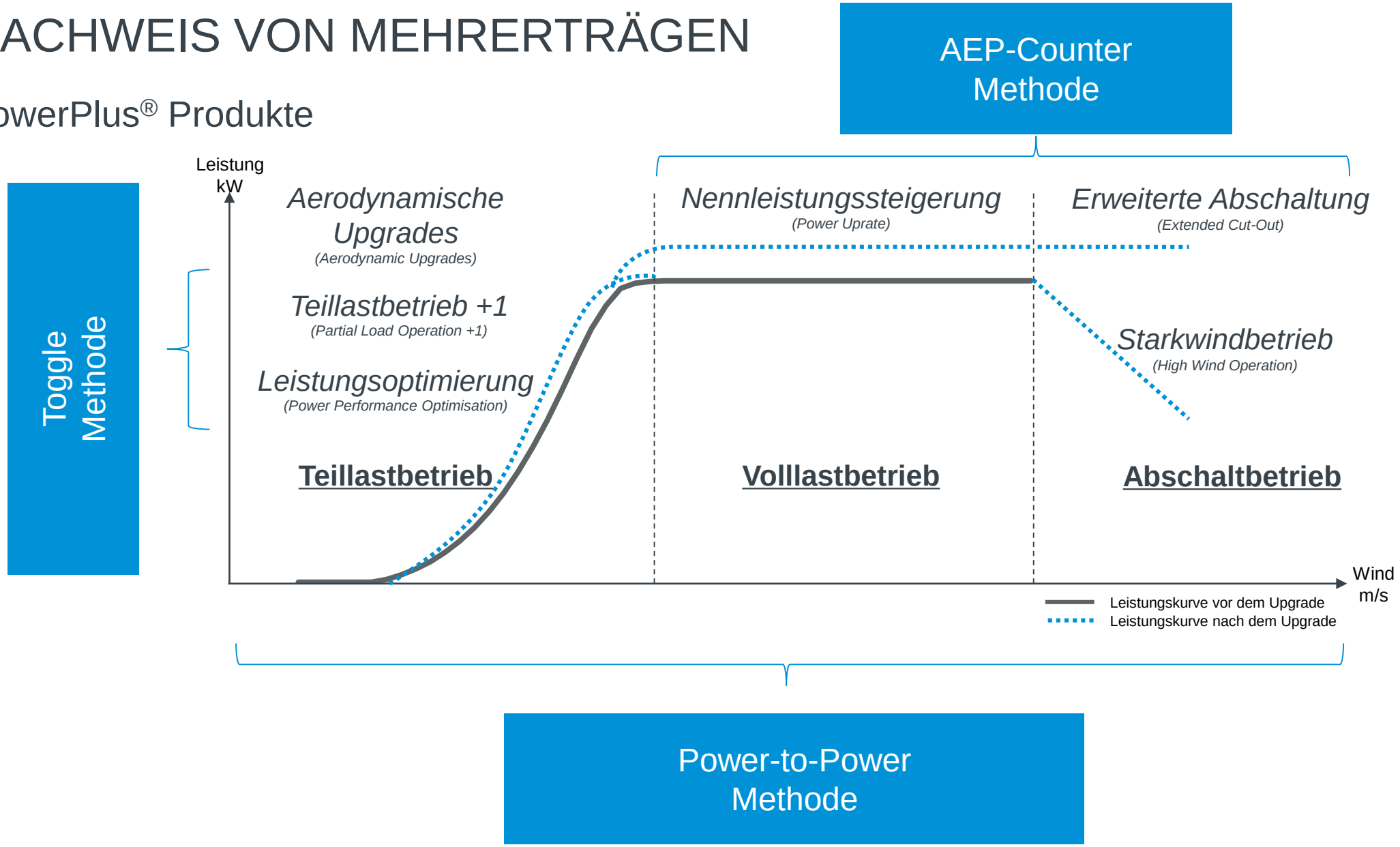


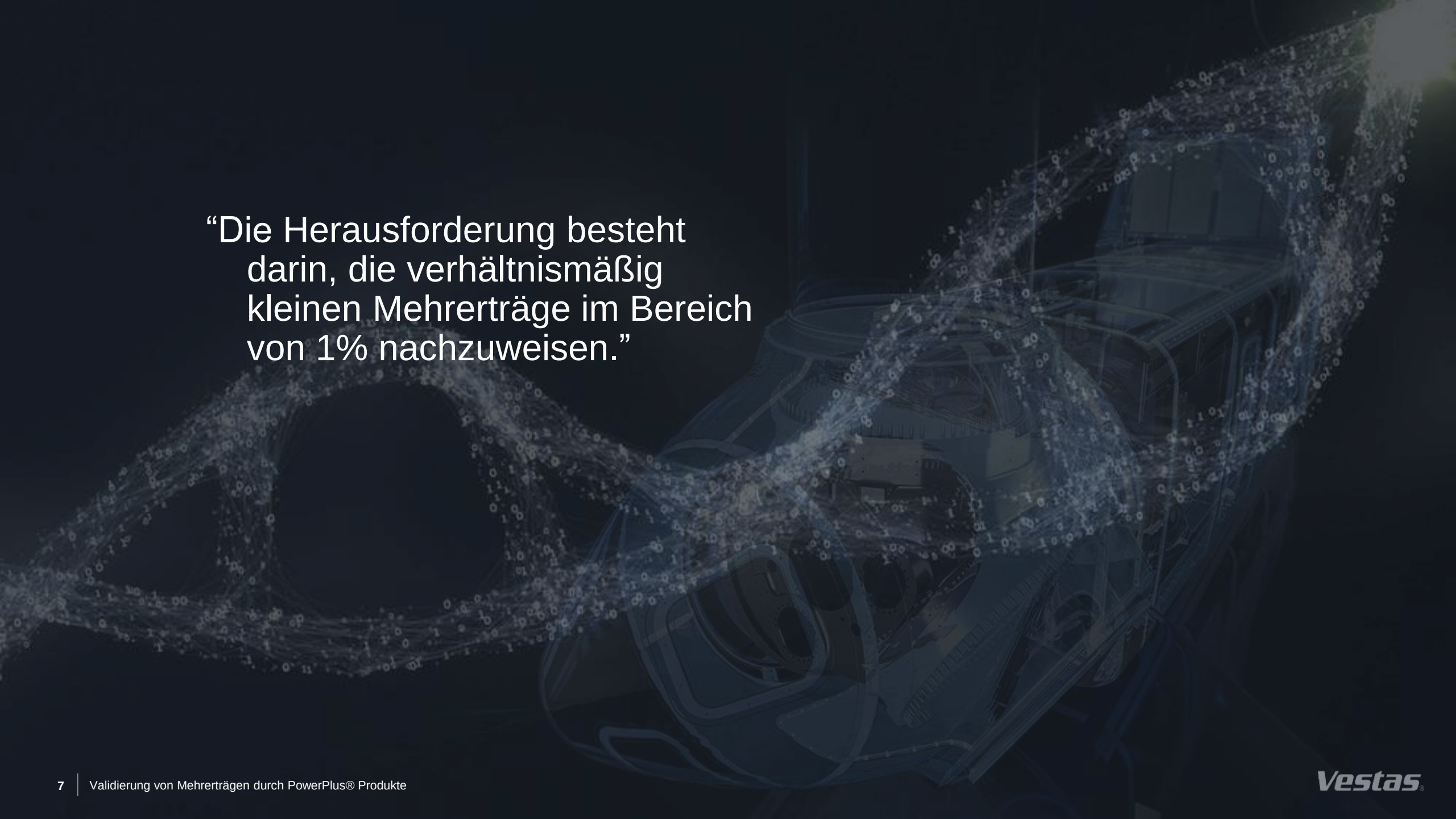
POWERPLUS® PRODUKTE

Vestas

NACHWEIS VON MEHRERTRÄGEN

PowerPlus® Produkte





“Die Herausforderung besteht darin, die verhältnismäßig kleinen Mehrerträge im Bereich von 1% nachzuweisen.”

Vestas

POWER-TO-POWER VALIDIERUNG

Vestas

NACHWEIS VON MEHRERTRÄGEN

Power-to-Power Methode

1. Lernphase

Transfer-Funktionen für die Projektion der Leistung auf die Ziel-WEA

- Windgeschwindigkeitsintervalle (200 kW Intervalle)
- Windrichtungssektoren (8 Sektoren)
- WEA-Paar (Ziel-Referenz)

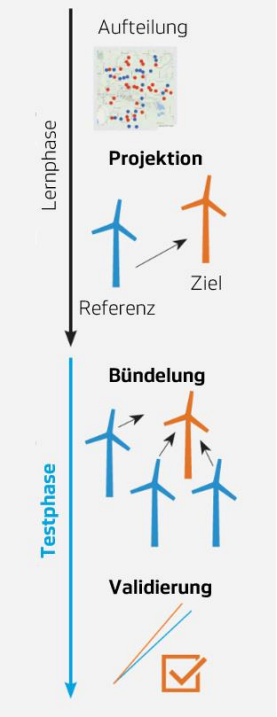
Erzeugung eines gewichteten Durchschnittswertes.

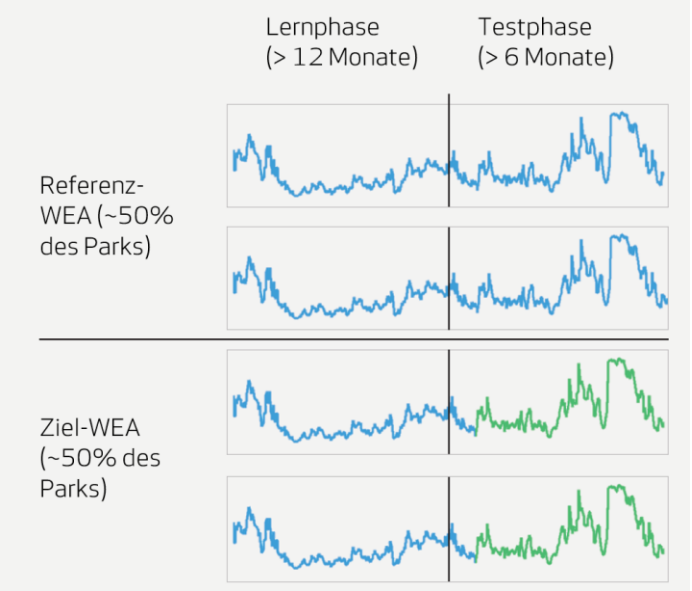
2. Testphase

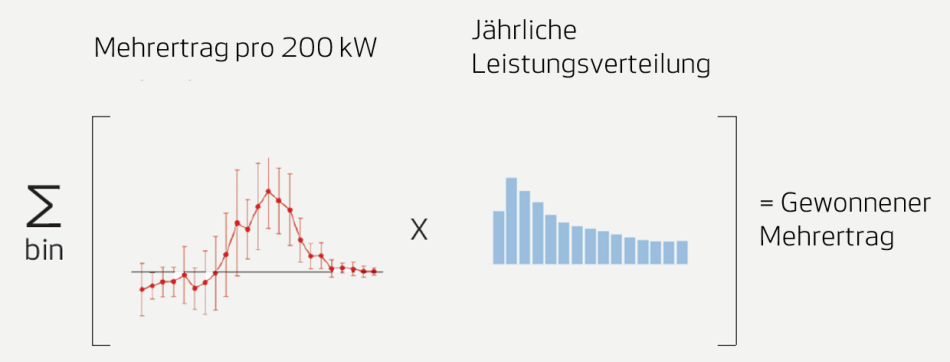
Vergleich tatsächliche Leistung **vs.** „Leistungsprojektion“

Leistungsdifferenzen werden in Intervalle gruppiert

Die Mehrerträge pro Leistungsintervall werden mit den Stunden pro Intervall multipliziert







NACHWEIS VON MEHRERTRÄGEN

Power-to-Power Methode: Unsicherheiten

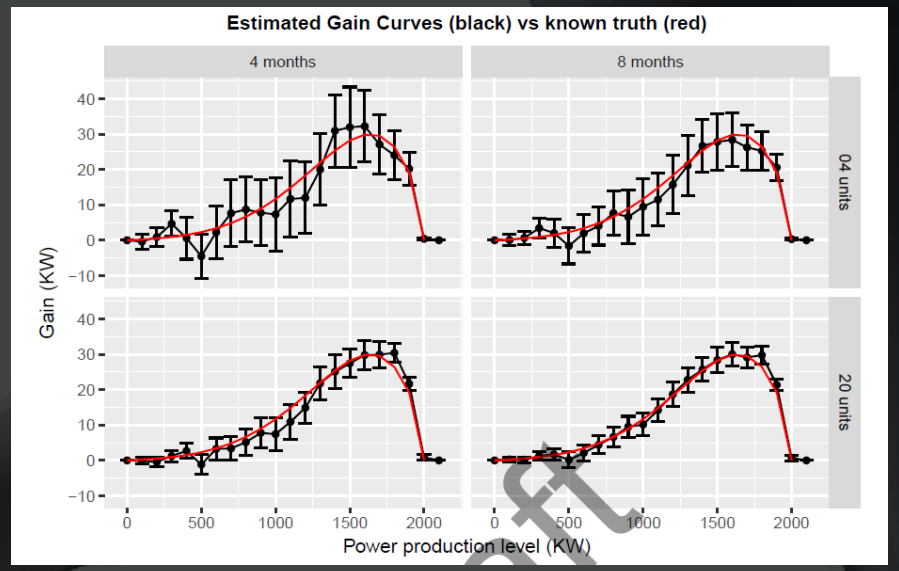
Unterschiedlich lange Testphasen bei einer 1-jährigen Anlernphase

Validierungsphase (Testphase)	2	3	4	5	10	30
3 Monate	>2,0	1,5	0,9	0,8	0,5	0,3
5 Monate	>2,0	1,3	0,7	0,6	0,3	0,3
8 Monate	>2,0	1,4	1,0	0,7	0,3	0,3
12 Monate	>2,0	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3

Ziel WEA

Unsicherheit in %

Berechnung der Unsicherheiten über die Zero-Gain-Methode



Vestas

TOGGLE VALIDIERUNG

NACHWEIS VON MEHRERTRÄGEN

Toggle Methode

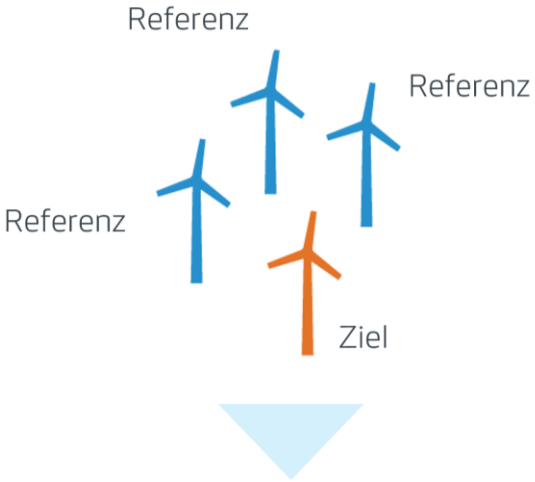
1. **WEA-Individuelle Validierung**

2. **Anwendbar für „Toggle-bare“ Upgrades**
   a) Leistungsoptimierung
      - Windgeschwindigkeitsberechnung
      - Adaptive Windnachführung
      - Variable Schubbegrenzung
      - Erweiterte Leistungserhöhung

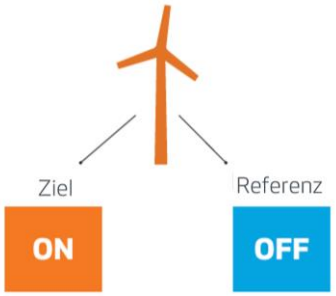
   b) Teillastbetrieb +1

3. **Vorteile**
   - Alle Anlagen können Upgrades erhalten
   - Kurze Validierungszeiträume von ca. 6 Monaten
   - Historische Daten werden nicht / kaum benötigt

Klassisches Ziel-Referenz Szenario

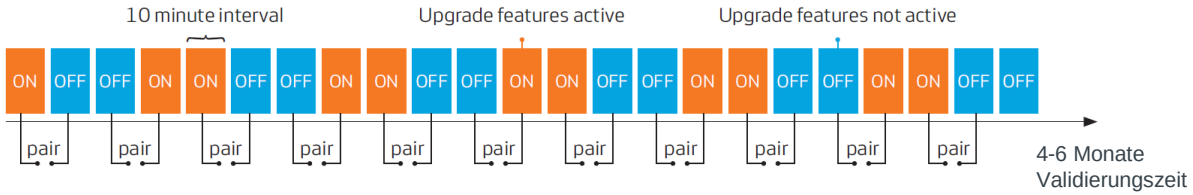


Toggle Validierungs Szenario

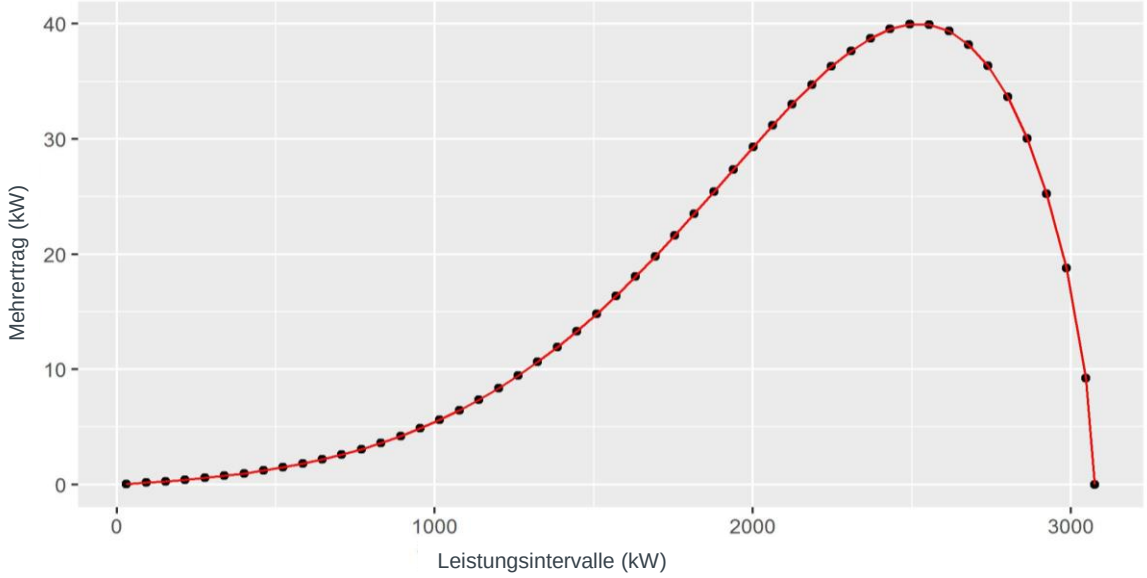


NACHWEIS VON MEHRERTRÄGEN

Toggle Methode



Mehrertragstabelle



- Upgrade wird alle 20 Minuten an- und ausgeschaltet
- Die aufeinander folgenden “An”- und “Aus”-Perioden werden gepaart
- Der Produktionsunterschied eines Paares stellt den Mehrertrag dieser Periode dar
- Einteilung in Leistungsintervalle zur Erzeugung der Mehrertragstabelle
- Unterschiedliche Windkonditionen innerhalb der Datenpaare löschen sich über die akkumulierte Datenmenge aus

Vestas

NACHWEIS VON MEHRERTRÄGEN

Toggle Methode

Toggle Validierung Quantilen-Unsicherheitsbänder

Validierungs-Zeitraum (Monate) \ Ziel WEA	3	5	10	25	50
3	0,32	0,25	0,17	0,13	0,12
4	0,26	0,20	0,14	0,12	0,10
6	0,21	0,17	0,12	0,09	0,09
8	0,19	0,14	0,10	0,08	0,07
10	0,16	0,12	0,09	0,08	0,07
12	0,14	0,12	0,08	0,06	0,06

Unsicherheit in %

Unsicherheitsbänder

- **Die Validierungsdaten werden mit historischen Daten des Parks abgeglichen**
- **4-6 Monate ergeben eine ausreichend geringe Unsicherheit**
- **Die Unsicherheit nimmt ab diesem Zeitpunkt nur unwesentlich ab**
- **Unsicherheit ist entweder:**
  - Abweichung der WEA-Mehrerträge Durchschnitt
  - Abstand der 0,975 Quantile zum Durchschnitt

Vestas

AEP-COUNTER METHODE

Vestas

NACHWEIS VON MEHRERTRÄGEN

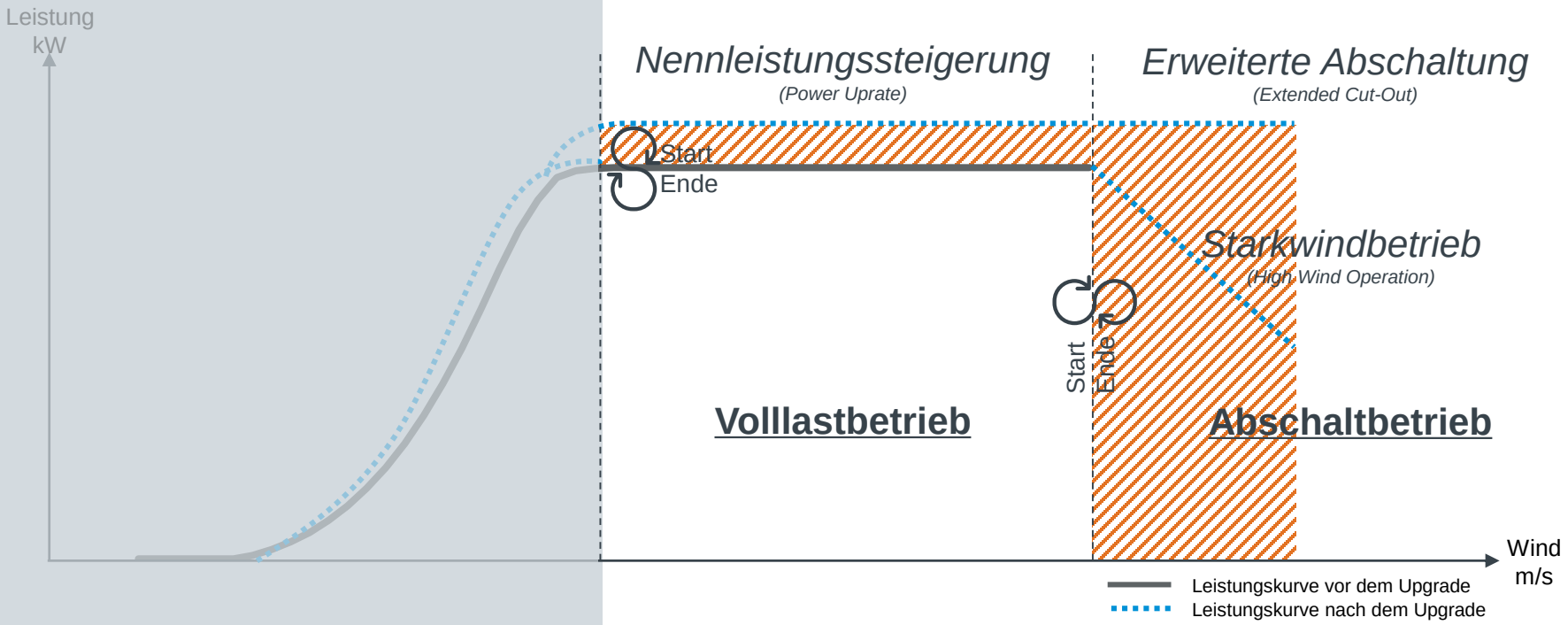
AEP-Counter Methode

1. **WEA-Individuelle Validierung**

2. **Anwendbar für Upgrades mit neuen Nennwerten**
   - Nennleistungssteigerung
   - Starkwindbetrieb

3. **Hysteresis bei Nennwert-Überschreitung**

4. **Vorteile**
   - Daten auf Sekundenbasis
   - Mehrerträge in 10min. Daten



TRACK RECORD

Vestas

AERODYNAMISCHE UPGRADES

Power-to-Power Methode

validierter Windenergieanlagen

63

Durchschnittlicher Mehrertrag %

1,37%

LEISTUNGS-OPTIMIERUNG

Toggle Methode

validierter Windenergieanlagen

44

Durchschnittlicher Mehrertrag %

0,7%

Vestas

NENNLEISTUNGS-STEIGERUNG

AEP Counter Methode

validierter Windenergieanlagen

225

Durchschnittlicher Mehrertrag %

1,93%

ERWEITERTE ABSCHALTUNG

AEP Counter Methode

validierter Windenergieanlagen

366

Durchschnittlicher Mehrertrag %

2,0%

Vestas

Vestas®

Wind. It means the world to us.™

VIELEN DANK FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT
Q&A

Arne Baron
Technical Account Management
Vestas Northern & Central Europe

Copyright Notice
The documents are created by Vestas Wind Systems A/S and contain copyrighted material, trademarks, and other proprietary information. All rights reserved. No part of the documents may be reproduced or copied in any form or by any means - such as graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, taping, or information storage and retrieval systems without the prior written permission of Vestas Wind Systems A/S. The use of these documents by you, or anyone else authorized by you, is prohibited unless specifically permitted by Vestas Wind Systems A/S. You may not alter or remove any trademark, copyright or other notice from the documents. The documents are provided “as is" and Vestas Wind Systems A/S shall not have any responsibility or liability whatsoever for the results of use of the documents by you.