



Mehrertrag durch optimierte Windnachführung

ein Erfahrungsbericht

Dieter Frey

***Ingenieurbüro Frey
Bürgermeister Kröger Str. 17
21244 Buchholz-Sprötze
Tel: 04186 / 5551 Fax: 5044
www.ing-buero-frey.de***

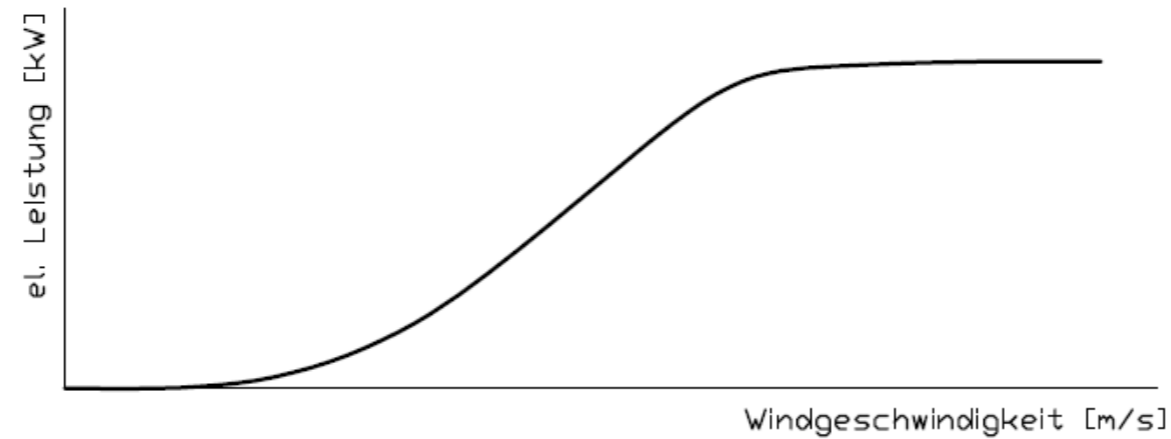
Last- und Leistungsmessungen, Bauteildetailuntersuchungen

- > seit 20 Jahren Last- und Leistungsmessungen (IEC 61400-13 und IEC 61400-12-1)
- > seit drei Jahren Messungen der el. Eigenschaften (IEC 61400-21)
- > messtechnische Bauteildetailuntersuchungen an Komponenten von Windenergieanlagen
- > Einen Großteil der Messgeräte, Messwerterfassungssoftware und Auswertungssoftware bauen und programmieren wir selbst.
- > Für individuelle Anfragen sind wir mit Begeisterung offen.

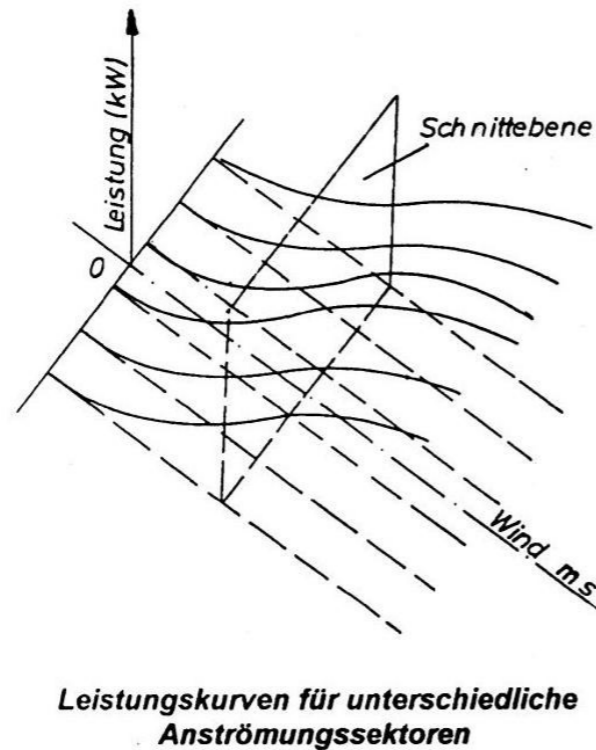
- > Verfahrensidee
- > Leistungskennlinie
- > Ausgerüstete / untersuchte Anlagen
- > Notwendige Voraussetzungen
- > Sicherheitsaspekt
- > Ausrüstung für optimierte Windnachführung
- > Lernphase / optimierter Betrieb
- > Erfolgsnachweis
- > Erzielte Erfolge / Erfahrungen
- > Geschäftliches
- > Risiken und Nebenwirkungen

- > Der drehende Rotor verändert vor und hinter der Rotorebene das Windfeld.
- > Bei der Mehrzahl aller Windenergieanlagen wird die Windrichtung und Windgeschwindigkeit hinter dem Rotor gemessen, wo die Veränderungen durch die Nachstromwirbel der Blätter am stärksten sind.
- > Dennoch ist auch in diesem Windfeld eine Systematik, in der es lohnt, nach optimalen Betriebspunkten zu suchen.
- > Mit einem zweidimensionalen Suchverfahren, in dem Windrichtung und Windgeschwindigkeit die unabhängigen Parameter sind und die el. Leistung die Zielfunktion ist, kann diese Aufgabe gelöst werden.

> Die Leistungskennlinie einer Windenergieanlage sieht wie folgt aus:



> Das zweidimensionale Suchverfahren ergibt in der dritten Ebene mehrere windrichtungsabhängige Leistungskennlinien:



> Ausgerüstete Anlagen:

Derzeit sind etwa 80 Anlagen mit dem System ausgerüstet.

- > Repower MD - und MM - Serie
- > Fuhrländer MD - Serie
- > GE 1.5 MW - Serie
- > AN - Bonus 1300 kW

> Untersuchte Anlagen:

- > Vestas V40
- > D6

Nach einer Lernphase greift das System aktiv in die Windnachführung der Windenergieanlage ein. Damit es zu keinen „Missverständnissen“ zwischen der eigentlichen Windenergieanlagensteuerung und der **optimierten Windnachführung** (OWNF) kommt, ist folgendes notwendig:

> Die Windenergieanlagen-Steuerung muss über einen Anschluss verfügen, mit dem extern eine Windnachführung ausgelöst werden kann.

oder

> Die Windenergieanlagen-Steuerung muss die Verdrillung der Leistungskabel im Turm absolut messen.

> Die Windenergieanlage darf keine Störmeldung erzeugen, wenn der Azimutwinkel geändert wird, ohne dass dies von der originalen Steuerung veranlasst wurde.

- > Die optimierte Windnachführung ordnet sich der windenergieanlageeigenen Windnachführung zu 100% unter.
- > Führt die Anlage dem Wind selbst nach, so hat dies zu jedem Zeitpunkt Vorrang. Dieser Vorrang ist schaltungstechnisch und durch das Programm sichergestellt.

- > Computergestütztes Messsystem, autobootfähig, mit GMS-Modem erreichbar.
 - > Das System hat vom Windenergieanlagen-Typ abhängige/notwendige Schaltausgänge.
 - > Das anlageneigene Anemometer wird genutzt.
 - > Zusätzliche Windfahne wird auf dem Gondeldach montiert 1).
 - > El. Leistung wird durch zusätzlichen Leistungsmessumformer gemessen 1).
 - > In der Gondel wird ein kleiner Schaltschrank montiert.
 - > Im aktiven Zustand steuert das System die Windnachführungsmotoren aktiv an.
- 1) Es ist einfacher zusätzlich Windfahne und Leistungsmessumformer einzubauen als die vorhandenen Signale „anzuzapfen“.

Lernphase

- > Nach dem Einbau der Messgeräte ist von der Jahreszeit abhängig ein etwa dreimonatiger Lernbetrieb notwendig, in dem das Rechenprogramm die Informationen für eine optimale Ausrichtung des Rotors zum Wind zusammenträgt.

optimierter Betrieb

- > In dem anschließenden optimierten Betrieb werden die Informationen für eine optimale Ausrichtung des Rotors weiter ermittelt und durch eine höhere Messwertanzahl gefestigt. Das lernen hört nicht auf.

- > In der passiven Lernphase wird eine erste Leistungskennlinie ermittelt.
- > In der darauf folgenden aktiven optimierten Betriebsphase wird eine neue Leistungskennlinie ermittelt.
- > Mit der zur Nabenhöhe gehörenden Referenzwindgeschwindigkeit nach dem EEG wird der theoretische Jahresenergieertrag für beide Leistungskennlinien bzw. beide Zeiträume berechnet und gegenübergestellt.
- > Da die Leistungskennlinie einer Windenergieanlage jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt, die deutlich größer sind als der Betrieb mit oder ohne optimierte Windnachführung, wird mindestens eine weitere Windenergieanlage als Referenz verwendet. Bei dieser Referenzanlage werden für die gleichen Zeiträume Leistungskennlinien und Jahreserträge errechnet.

- > Der Jahresertrag der Anlage mit aktiver Windnachführung wird sich gegenüber dem Jahresertrag der passiven Anlage positiv ändern.
- > In der Referenzanlage wird nach dem ersten Nachweiszeitraum ebenfalls der optimierte Betrieb aktiviert und jetzt die zuerst aktivierte Anlage als Referenz verwendet.
- > Jetzt wird sich der Jahresertrag der als zweites aktivierten Anlage gegenüber der zuerst aktivierten Anlage positiv ändern.
- > Der Vorgang dauert erfahrungsgemäß 3 x 3 Monate:
 - 1. - 3. Monat: Lernphase
 - 4. - 6. Monat: Anlage 1 aktiv mit Anlage 2 als Referenz
 - 7. - 9. Monat: jetzt auch Anlage 2 aktiv, mit Anlage 1 als Referenz
- > Sind mehr als zwei Anlagen ausgestattet, kann der Vorgang sinngemäß mit mehreren Anlagen gleichzeitig durchgeführt werden.

- > Alle untersuchten und ausgestatteten Anlagen haben ein positives Ergebnis.
- > Mit der gewonnenen Erfahrung kann schon sehr frühzeitig am Verlauf der Kennlinien (Folie 5) ein Erfolg oder Misserfolg ohne weitere Auswertungen erkannt werden.
- > In sehr hügeligem Gelände ist eine deutlich längere Lernphase notwendig als im Flachland.
- > Die Erfolge streuen stark zwischen ~2% und ~7%.
Erklärungen für die großen Streuungen sind nicht vorhanden bzw. nicht befriedigend.
- > Die für eine Anlagentype ermittelten optimalen Betriebspunkte können nur eingeschränkt für eine Neuausstattung an anderen Standorten als Startwert genutzt werden, sind jedoch hilfreich.
- > Der Erfolgsnachweis kann auch mit den Messdaten der Windenergieanlage geführt werden. Jedoch nur dann, wenn sichergestellt ist, dass die Parameter von Windgeschwindigkeits- und Leistungsmessung unverändert bleiben.

- > Können nach dem beschriebenen Verfahren nicht min. 2% Mehrertrag nachgewiesen werden, nehmen wir das Messgerät zurück und erstatten den vollen Preis.
Die 2% verstehen sich als Mittelwert aus allen Anlagen.
Nicht 1,8% geht zurück und 5,5% bleibt drin.
- > Die mit dem Einbau verbundenen Arbeits- und Reisekosten werden nicht rückerstattet.
Der Ausbau ist kostenlos.
- > Alle mit den Arbeiten auf der Anlage und dem Betrieb der OWNF verbundenen Ertragsausfälle (vermeintliche und reale) werden nicht erstattet.
- > An einer Einzelanlage wird kein Erfolgsnachweis geführt. Sehr wohl ist es möglich, die optimale Ausrichtung zum Wind zu bestimmen und auch aktiv nach zu führen.
Ein möglicher Nachweis kann sein, dass Ergebnisse von baugleichen Anlagen an anderen Standorten herangezogen werden.
- > Die Kosten für das System sind in der Regel nach wenigen Monaten durch den Mehrertrag wieder erwirtschaftet.

- > Der Betrieb des Systems führt dazu, dass die Windnachführungsantriebe häufiger in Betrieb sind. Bis heute ist noch nicht der Vorwurf erhoben worden, dass deswegen Windnachführungsantriebe frühzeitig ausgefallen sind.
- > Es gibt Anlagentypen, bei denen im aktiven Betrieb des OWNF-Systems die Anzahl der Windnachführungen abnimmt.
- > An N60 Anlagen ist es nach Aussage des Anlageneigentümers sofort, nachdem der aktive Betrieb begonnen hatte, zu einem erhöhten Ausfall der Schütze für die Windnachführungsmotoren gekommen und in Folge davon zu Ertragsausfällen. Wir wurden gebeten, die Systeme auszubauen.

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**