

Besichtigung der Betriebsführungszentrale der JUWI Operations- & Maintenance GmbH am 23.07.2015

Fakten:

Aktuell 412 WEA in Europa (1x Polen, 1x Südfrankreich), größtenteils in BRD mit einer installierten Leistungssumme von knapp 8.000 MW

Parallel dazu ca. 100 PV-Großanlagen:

Fast alle PV-Anlagen mit Web-Cam, Wetterstation, Zugangsschutz / -alarm

Management-Anbindung bei größeren Anlagen / Windparks immer redundant und über verschiedenen Medien.

Das Management ist hierarchisch nach Ländern, Windparks je Land, WEA je Windpark strukturiert. Parallel dazu erfolgt eine Strukturierung nach Anlagentyp (Hersteller/Management) und Anlagengröße (Cluster).

Genutzte Medien für die Datenübertragung: DSL, Sky-DSL, GPS-Log, Mobilfunk (SIM-Logger), Modem (Wähl- oder Festverbindung), Letzteres eher seltener, da teuer.

Proprietäres (Hersteller spezifisches) Management, überlagert durch Umbrella-Management für alle WEA (Eigenentwicklung JUWI); der Datenabgriff erfolgt an standardisierten Bussen / Telegrammen der Techniken vor Ort (WEA, Umformer, Sensoren) und wird bereits dort mit einer Rechner-Einheit für die Meldungen des Umbrella-Managements aufbereitet.

Teilweise erfolgt die Visualisierung der Meldungen HTML-basiert grafisch aufbereitet.

Führung eines Fehler-, Betriebsereignis- und Wartungs-Logbuches (ggf. auch Sondermeldungen).

Schedule-Dateien mit sich überlagernden Werten für Zeit, Wetter und Betriebszustand der WEA für bestimmte Abschaltzenarien bei Betriebsbeschränkungen wegen Lärm, Schattenwurf, Vogel- und Fledermaus-Flug (Grundlage sind die für den Standort laut Gutachten einzuhaltenden Einschränkungen).

Fernwirken (Kommandos) nur soweit dies vom Hersteller möglich ist und durch Wartungskräfte vor Ort angefordert wird (z.B. bei VESTAS). Ansonsten erfolgen die elektronischen Kommandobefehle immer durch lokale Anschaltungen vor Ort. Ausnahme sind Reset-Befehle um die Elektronik der Anlage neu zu starten (Reboot).

Alle Anlagen-spezifische Daten (Hersteller, Gutachten, beteiligte Wartungsfirmen, Meldewege für Störungsbeseitigung, Havariefälle, ...) sind für jedes Management-Objekt (WEA, PV-Anlage) im System hinterlegt.

WEA-Hersteller (typische Merkmale):

Enercon (getriebelos, hat höchste Verfügbarkeit aller WEA-Hersteller, "Mercedes unter den WEA")

VENSYS Energy AG (getriebelos, Permanentmagnet-Technik)

VESTAS (Trafo sitzt mit in der Gondel)

AREVA Wind GmbH, AVANTIS Energy, DeWind Europe GmbH, e.n.o. energy GmbH, Fuhrländer, Nordex SE, Procon, Senvion SE, Siemens Windpower GmbH

KenerSys (Indien/Deutschland, Fernwirken möglich)

GE Renewable Energy [General Electric] - (neu im Markt, tritt massiv auf)

Weitere Details siehe Tabelle Seite 3-4.

Betreuer Anlagen-Mix bei WEA von < 1 MW bis max. 7,5 MW

Durchschnittliche (optimale) Baugröße der WEA 2,5 - 3,5 MW

Bezeichnung der WEA-Anlagen (Typ-Bezeichnung, welche sich marktüblich durchgesetzt hat):

Z.B. E126 = Enercon mit 126 m Flügelrad-Durchmesser (keine Bez. nach Leistung, oft gibt es unter einem gleichem WEA-Typ verschiedene Leistungsstufen).

Die Auswahl der Anlagengröße ist wesentlich vom Faktor der möglichen Volllaststunden abhängig. Onshore sind heute bei windhöffigen Standorten (Jahresdurchschnittswert > 5 m/s) marktübliche Baugrößen von 3 - 3,5 MW als optimal anzusehen.

Besichtigung der Betriebsführungszentrale der JUWI Operations- & Maintenance GmbH am 23.07.2015

Eigenschaften von WEA - Konstruktionsmerkmale

Die physikalisch maximal erreichbare mechanische Leistung aus Wind beträgt 59,26% (max. Leistungsbeiwert $16/27$) der anstehenden Windenergie [siehe Betzsches Gesetz, Betzscher Leistungsbeiwert - Youtube-Filmbeitrag dazu unter <https://www.youtube.com/watch?v=Kn6EGdB4Isg>].
Heutige neue Anlagen haben einen Wirkungsgrad von 48 - 50%, kommen also dem physikalischen Maximalwert bereits recht nahe [siehe auch Navier-Stokes-Gleichungen für kompressible Fluide].
Die Anlagenteile, mit denen die kinetische Windenergie in elektrischen Strom umgewandelt wird, führen dann weiter zu Effizienzverlusten. Das beginnt mit dem Verlust durch den Drall der Luft in der Rotorschleppel, mit der Steuerung der Ausrichtung des Rotors nach Windrichtung und -stärke und setzt sich fort über das Getriebe, mit dem die Windflügel den elektrischen Generator antreiben und deren beider Wirkungsgrade, bis hin zum Transformator, der die Verbindung zum Netz herstellt. Die Verluste aller Einzelkomponenten sind miteinander zu multiplizieren. In der Praxis führt dies zu Gesamtwerten im Wirkungsgrad von etwas über 30% der primär anstehenden Windenergie. Die Ausrichtung der WEA zum Wind erfolgt mit 4-6 Azimutmotoren über einen kreisförmig rundum laufenden Zahnradkranz.

An guten Onshore-Standorten werden ca. 1700 bis deutlich über 2000 Volllaststunden pro Jahr erzielt, unter Umständen sogar bis zu ca. 3000 Stunden (häufig an Meeresküsten).
(Zum Vergleich: Ein Jahr hat 8760 Stunden [$365 \text{ d} * 24 \text{ h/d} = 8760 \text{ h}$].)

Rotoren:

Rotordrehgeschwindigkeit bei kleineren Anlagen $\leq 1\text{MW}$ ca. 15 - 25 U_{min} .

Bei großen Anlagen $\geq 3\text{MW}$ ca. 10 - 16 U_{min} . - alle anderen Anlagen liegen dazwischen
Höhere Drehzahlen machen keinen Sinn, da sonst die Machzahl [$> 340 \text{ m/s} = \text{Objektgeschwindigkeit} > \text{als Schallausbreitungsgeschwindigkeit in Luft}$] an den Flügelspitzen erreicht würde, welche in der Folge hohen Lärm verursacht [vgl. Lärm von Hubschrauber-Rotoren].

Bei Getriebeanlagen wird die Drehzahl des Rotors (10 - 30 U_{min} .) auf ca. 1.500 U_{min} hochgesetzt, um optimale Bedingungen für den Generator zu erreichen [siehe Youtube-Filmbeitrag <https://www.youtube.com/watch?v=l662VbfkHDI>]. Es gibt aber auch nur geringfügig übersetzende Drehzahl ausregelnde Getriebe zur Erzeugung einer relativ konstanten Drehzahl für den Generator. Hierfür werden hauptsächlich 2-3 stufige Planetengetriebe verwendet.

Heute gibt es generell nur noch 3-Blatt-Rotoren; mit ihnen wird ein optimaler Wirkungsgrad erreicht. Heute gibt es Rotordurchmesser bis zu 145m [je Flügel knapp 70m]; für eine Vergrößerung der Leistung muss die Anströmfläche des Windes proportional vergrößert werden. Z.B. +10% Leistung erfordert auch 10% mehr Windangriffsfläche, was für das Beispiel rund 5% mehr Durchmesser des Rotors der WEA [$d_{\text{neu}} = d_{\text{alt}} * (1,1)^{1/2}$] also ca. 2,5% längere Flügel bedeutet.

So ergibt sich eine 10% ige Leistungserhöhung am konkreten Beispiel [Annahme: Nabendurchmesser mit Flansch der Rotorblätter 6m konstant, Werte im Ergebnis nach oben gerundet]:
 $d_{\text{alt}} = 96 \text{ m} / \text{Flügel } 45 \text{ m}$ ergibt $d_{\text{neu}} = 100,5 \text{ m} / \text{Flügel } 47,50 \text{ m}$. Durch eine Verlängerung der Rotorblätter um 2,50 m wird im konkreten Beispiel bereits eine Leistungserhöhung um 10% erreicht. Bei 30% Leistungssteigerung wäre laut Beispiel eine Verlängerung der Rotorblätter um 7 m erforderlich.

[siehe auch Youtube-Filmbeitrag: <https://www.youtube.com/watch?v=2Cilyb0NWTc>]

Als Anlaufgeschwindigkeit sind 2,5 - 5 m/s (2 - 3 bft) Wind erforderlich.

Die maximale Leistung für Volllast wird ab 12 - 14,5 m/s (6 - 7 bft) Wind erreicht.

Die Sicherheitsabschaltung der WEA erfolgt bei 25 - 29 m/s (10 - 11 bft) Windgeschwindigkeit.

[10 - 11 bft = Schwerer Sturm - Orkanartiger Sturm! (bft = Beaufort, Beaufortskala 13-teilig: 0 - 12)].

Alle Rotorblätter sind einzeln Pitch-gesteuert (je Flügel 1-2 Pitch-Motoren in Nabenkopf)

Leistungsrosselung / Starkwindabschaltung durch Pitch-Steuerung

Stehen/Auslaufen des Rades durch Pitchstellung = 90°

Bei Sturm wird der Rotor ggf. zum Stillstand abgebremst oder im Freilauf (zur Schonung der Lager) betrieben.

Besichtigung der Betriebsführungszentrale der JUWI Operations- & Maintenance GmbH am 23.07.2015

Eine Notabschaltung / Feststellung des Flügelrades durch eine mechanische Bremse ist zusätzlich (z.B. bei Gefahr von Eisabfall) möglich.

Für Service-Zwecke können die Rotorflügel einzeln unabhängig voneinander in bestimmte Pitch-Stellungen gebracht werden (kein Betriebszustand).

Über die Azimut-Steuerung kann der Rotor aber auch bewusst aus dem Wind gedreht werden (z.B. Stellung des Rotors 90° zum Wind)

Infos unter Youtube-Film "Kurze Geschichte der Windenergienutzung"

<https://www.youtube.com/watch?v=GPTXorkfBmo>

Technische Konzepte der Hersteller

In der folgenden Tabelle werden die technischen Konzepte der aktiven Hersteller dargestellt. Dabei werden nur Anlagen mit einer Leistung von mindestens 1 MW berücksichtigt (Stand 2007).

| Hersteller | Blattzahl | Rotor-drehzahl | Leistungs-begrenzung | Getriebe | Generator | Umrichter | Anmerkungen / Besonderheiten |
|--------------------------------------|-----------|----------------|----------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------|---|
| Acciona | 3 | variabel | Pitch | ja | asynchron (doppelt gespeist) | Teilumrichter | |
| Bard Holding | 3 | variabel | Pitch | ja | asynchron (doppelt gespeist) | Teilumrichter | |
| Clipper Windpower | 3 | variabel | Pitch | ja | synchron (permanent erregt) | Vollumrichter | 4 Generatoren |
| DeWind | 3 | variabel | Pitch | ja | asynchron (doppelt gespeist) | Teilumrichter | |
| | 3 | variabel | Pitch | ja (mit Drehmomentwandler) | synchron | kein Umrichter | |
| Ecotècnia | 3 | variabel | Pitch | ja | asynchron (doppelt gespeist) | Teilumrichter | |
| | 3 | fest | Stall | ja | asynchron | kein Umrichter | |
| Enercon | 3 | variabel | Pitch | nein | synchron | Vollumrichter | |
| Eozen | 3 | variabel | Pitch | nein | synchron (permanent erregt) | Vollumrichter | Stellt von Vensys entwickelte Anlagen her |
| FWT energy | 3 | variabel | Pitch | ja | asynchron (doppelt gespeist) | Vollumrichter | |
| Fuji Heavy Industries ^[3] | 3 | variabel | Pitch | ja | asynchron (doppelt gespeist) | Teilumrichter | Leeläufer |
| Gamesa | 3 | variabel | Pitch | ja | asynchron (doppelt gespeist) | Teilumrichter | |
| General Electric [GE] | 3 | variabel | Pitch | ja | asynchron (doppelt gespeist) | Teilumrichter | |
| | 3 | variabel | Pitch | ja | synchron (permanent erregt) | Vollumrichter | |
| Goldwind | 3 | variabel | Pitch | nein | synchron (permanent erregt) | Vollumrichter | Stellt von Vensys entwickelte Anlagen her |
| Harakosan | 3 | variabel | Pitch | nein | synchron (permanent erregt) | Vollumrichter | |
| Leitwind | 3 | variabel | Pitch | nein | synchron (permanent erregt) | Vollumrichter | |
| Mitsubishi Heavy Industries | 3 | fest | Pitch | ja | asynchron | kein Umrichter | |
| | 3 | variabel | Pitch | ? | ? | ? | MWT92/2.4, MWT95/2.4 |
| MTorres | 3 | variabel | Pitch | nein | synchron | Vollumrichter | |
| Multibrid | 3 | variabel | Pitch | ja (geringe Übersetzung) | synchron (permanent erregt) | Vollumrichter | |
| Nordex | 3 | variabel | Pitch | ja | asynchron (doppelt gespeist) | Teilumrichter | |
| REpower | 3 | variabel | Pitch | ja | asynchron (doppelt gespeist) | Teilumrichter | |
| Scanwind ^[4] | 3 | variabel | Pitch | nein | synchron (permanent erregt) | Vollumrichter | |
| | 3 | variabel | Pich | ja (variable Übersetzung) | asynchron | kein Umrichter (?) | |

Besichtigung der Betriebsführungszentrale der JUWI Operations- & Maintenance GmbH am 23.07.2015

| Hersteller | Blattzahl | Rotor-drehzahl | Leistungs- begrenzung | Getriebe | Generator | Umrichter | Anmerkungen / Besonderheiten |
|----------------------|-----------|--------------------|--------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|---|
| Siemens | 3 | variabel | Pitch | ja | asynchron | Vollumrichter | |
| | 3 | fest | aktives Stall | ja | asynchron | kein Umrichter | |
| Suzlon | 3 | gering variabel | Pitch | ja | asynchron (regelbarer Schlupf) | kein Umrichter | |
| | 3 | fest | Pitch | ja | asynchron | kein Umrichter | |
| Vensys | 3 | variabel | Pitch | nein | synchron (permanent erregt) | Vollumrichter | |
| Vestas | 3 | variabel | Pitch | ja | wahlweise: asynchron (doppelt gespeist) oder synchron permanent erregt | Teil- oder Vollumrichter | |
| | 3 | fest | aktives Stall | ja | asynchron | kein Umrichter | |
| WinWinD | 3 | variabel | Pitch | ja (geringe Übersetzung) | synchron (permanent erregt) | Vollumrichter | |
| AREVA | 3 | variabel | Pitch | ja (geringe Übersetzung) | synchron (permanent erregt) | | WEA 5MW für Offshore |
| Avantis | 3 | | | | | | |
| e.n.o. energy | 3 | variabel | Pitch | ja | synchron (fremd erregt, Schleifringlos) | Vollumrichter | Stahlmast (Offshore) 2,05 - 3,5 MW-WEA |
| Procon (insolent) | 3 | | | | | | |
| Senvion | 3 | variabel | Pitch | Planetengetriebe | | | |
| | | | | | | | |

News 07/2015

EnBW kauft 45 Großturbinen für deutsche Binnenland-Windparks

Karlsruhe:

Die EnBW Energie Baden-Württemberg AG hat beim dänischen Windkraftanlagenhersteller Vestas groß eingekauft. Es geht um insgesamt 45 Windturbinen für Projekte in Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Brandenburg.

Die 45 Anlagen des Typs Vestas V 126 der Größenklasse 3,3 Megawatt (MW) ergeben ein Gesamtvolumen von insgesamt 148,5 MW. Mit diesem Großauftrag wird EnBW einen Teil ihrer Ausbauprogramme in den Jahren 2016 und 2017 in den genannten Bundesländern realisieren.

Nordex auch als Windenergie-Entwickler tätig

Wie Nordex mitteilt, hat das Unternehmen damit wieder die Marktführerschaft in Frankreich erreicht. Von den im ersten Halbjahr 2015 neu angeschlossenen Anlagen stammen nach Angaben des Unternehmens 28 % von Nordex. Davon war Nordex im Jahr 2014 weit entfernt. Von den insgesamt im vergangenen Jahr in Frankreich installierten gut 1.000 MW Windenergie-Leistung kamen lediglich vier Prozent von Nordex-Anlagen. Führend waren im Jahr 2014 nach Angaben des französischen Windenergieverbandes Vestas (37 %), Enercon (22 %) und Senvion (19 %). Auch in der Betrachtung der insgesamt installierten Anlagen in Frankreich haben diese Hersteller einen größeren Marktanteil als Nordex. Bezogen auf dem kumulierten Ausbau in Frankreich lag Nordex Stand Mitte 2014 hinter Enercon (1), Vestas (2) und Senvion (3) auf Rang vier. Bei dem neuen Projekt ist Nordex bereits in einem frühen Stadium der Projektentwicklung mit dabei gewesen. Ein regionaler Partner wie der Windenergie-Projektierer Saméole bilde dabei eine gute Ergänzung als Familienunternehmen mit starker lokaler Präsenz. In Frankreich verfügt Nordex über mehr als zehn Jahre Praxis in der Entwicklung von Windparkprojekten. Als Neukunde ist Saméole eine Erweiterung des Nordex-Kundenstamms.

Quelle: IWR Online
© IWR, 2015

e.n.o. energy stellt schwedischen Windpark fertig



Rostock/Berlin:

In Südschweden ist ein Windpark mit Anlagen des nordostdeutschen Windenergieanlagen-Herstellers e.n.o. energy an den Start gegangen. Im laufenden Jahr wird der Marktanteil in Schweden nach Angaben des Unternehmens voraussichtlich auf zwei bis drei Prozent ansteigen.

e.n.o. energy hat insgesamt vier Windenergieanlagen des Typs *eno 100* mit je 2,2 Megawatt (MW) Leistung und einer Nabenhöhe von 99 Metern geliefert, die nun in Betrieb gegangen sind. Sie sind Teil des Windparks *Sunhultsbrunn*, welcher in 2016 noch um zwei weitere Anlagen erweitert werden soll.

Windpark-Betreiber entscheiden sich für "soliden Maschinenbau und erhöhte Ertragsstärke"

Der Windpark liegt in einem für die Region typischen Waldstandort rund 50 Kilometer westlich der Stadt Jönköping. Die Anlagen wurden von einer Betreibergesellschaft geordert. Ausschlaggebend für die Wahl der *eno 100* war nach Angaben des Herstellers für den Kunden die Kombination aus Kompaktheit, solidem Maschinenbau und erhöhter Ertragsstärke. Der Rotordurchmesser von 100,5 Metern sorgt demnach für eine maximale Energieausbeute an windschwachen Standorten wie im Windpark *Sunhultsbrunn*.

e.n.o. energy erreicht 2014 Umsatzrekord – Ebit leicht gesunken

Mit der Fertigstellung der Anlagen in *Sunhultsbrunn* stärkt eno energy seine Position im schwedischen Markt weiter. Die Errichtung von drei zusätzlichen eno 100 an anderen südschwedischen Standorten im Laufe des zweiten Halbjahres 2015 werde den Marktanteil des Unternehmens auf zwei bis drei Prozent vergrößern. Das Unternehmen mit Hauptsitz an den beiden Ostsee-Standorten Rerik und Rostock setzt damit den Erfolg des Jahres 2014 weiter fort. eno energy hat 2014 beim konsolidierten Gruppenumsatz in Höhe von 102,5 Mio. Euro einen Höchstwert erreicht. Mit 60,3 Megawatt (MW) und 24 in Betrieb genommenen Anlagen sei auch der Zubau auf einen neuen Bestwert geklettert. Allerdings reduzierten sich 2014 das Ebit auf 7,34 Mio. Euro (2013: 8,65 Mio. Euro) und der Jahresüberschuss auf 2,42 Mio. Euro (2013: 2,47 Mio. Euro).

Quelle: IWR Online
© IWR, 2015

Weitere lesenswerte News unter den Links (⇧ STRG + Klicken um Link zu folgen):

- [Windenergie-Weltmarkt 2014: Vestas Nummer eins - Siemens verdrängt Enercon](#)
- [Nähere Informationen zur Nordex N100 / 2,5 MW](#)
- [Gamesa geht nach Thailand](#)
- [Windenergie-Geschäft floriert bei eno energy: Umsatz- und Zubaurekord 2014](#)
- [Schlüsselfertige Windparks von eno energy](#)
- [Info-Tag: Netzanschlüsse-Recht und Kalkulation \(Veranstaltungshinweis des BDEW\)](#)