



N117/2400



Brasov,  
Oktober 2011



## 1. Nordex 2.x MW Anlagen-Plattform

- 1.1 Historie & Referenzen Plattform
- 1.2 Generation GAMMA
- 1.3 Referenzen Generation GAMMA

## 2. Neue Schwachwind-Turbine N117/2400

- 2.1 Technische Beschreibung
- 2.2 Änderungsumfänge
  - 2.2.1 Nabe & Maschinenhaus
  - 2.2.2 Rotorblatt
  - 2.2.3 Türme
- 2.3 Verfügbare Service-Pakete
- 2.4 Versicherungen
- 2.5 Stärken der N117/2400



# 1.1 Historie & Referenzen der 2.x MW Plattform

Mehr als 4.100 MW Erfahrung in der 2.x MW Klasse

## Installierte Leistung [MW]<sup>1</sup>



<b>2000</b>	Einführung der <b>Generation ALPHA</b> Prototyp der N80/2500 installiert	<b>657.5</b>
2003	Erste Installation der N90/2300	<b>1,060.3</b>
2005	Erste Installation der N90/2500 LS	
<b>2007</b>	Markteinführung <b>Generation BETA</b> mit N90/2500	<b>2100,0</b>
2008	Erste Installation der N100/2500	
<b>2010</b>	Markteinführung <b>Generation GAMMA</b> mit Serienstart der N100/2500	<b>355,0</b>
		
<b>01/2011</b>	<b>Verkaufsstart N117/2400</b>	
12/2011	Erst-Errichtung der N117/2400 in Kundenprojekt	
<b>04/2012</b>	<b>Auslieferung N117/2400</b>	

<sup>1</sup> Stand: 09/2011

### Generation Gamma

- Dritte Generation als Ergebnis von **11 Jahren kontinuierlicher technischer Weiterentwicklung** der 2.x MW Plattform
- Plattform bildet die einheitliche Grundlage der Produkte **N80/2500**, **N90/2500**, und **N100/2500**
- **N117/2400 erweitert die Produktplattform** um eine maßgeschneiderte Turbine für Schwachwind-Standorte



# 1.2 Plattform Generation GAMMA

Systemupgrades der seit 2010 ausgelieferten Plattform Generation

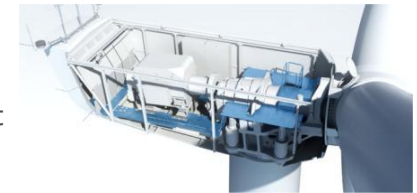
## Optimiertes Azimut System

- Verbesserte Fähigkeit zur zuverlässigen Windnachführung mit bis zu 4 Azimutantrieben
- Gleichmäßige Lastverteilung dank der geschützten NX "Torque Limited Yaw" Lösung



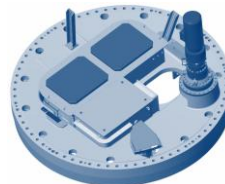
## Neues Maschinenhaus-Design

- Konsistente Arbeitsebenen mit großzügiger Ergonomie und angemessenen Lichtverhältnissen gewährleisten effizienten und sicheren Service



## Optimiertes Pitch System

- Einzelblatt-Verstell-System „Pitch 3“ setzt Maßnahmen aus langjähriger Feld-Erfahrung um
- Modulares Naben-Konzept mit Versteifungsringen schützt die Drehverbindungen bei N100/N117



## Neues Rotornaben-Design

- Schnellerer, sicherer Naben-Zugang und verbesserte Ergonomie in der Nabe führen zu erhöhter Service-Freundlichkeit und höheren Verfügbarkeiten



## Aktives Kühlungssystem

- Aktive, Drehzahl-variable Kühler sichern kontrollierte Wärmeabführung und maximale Erträge auch bei extremer Hitze



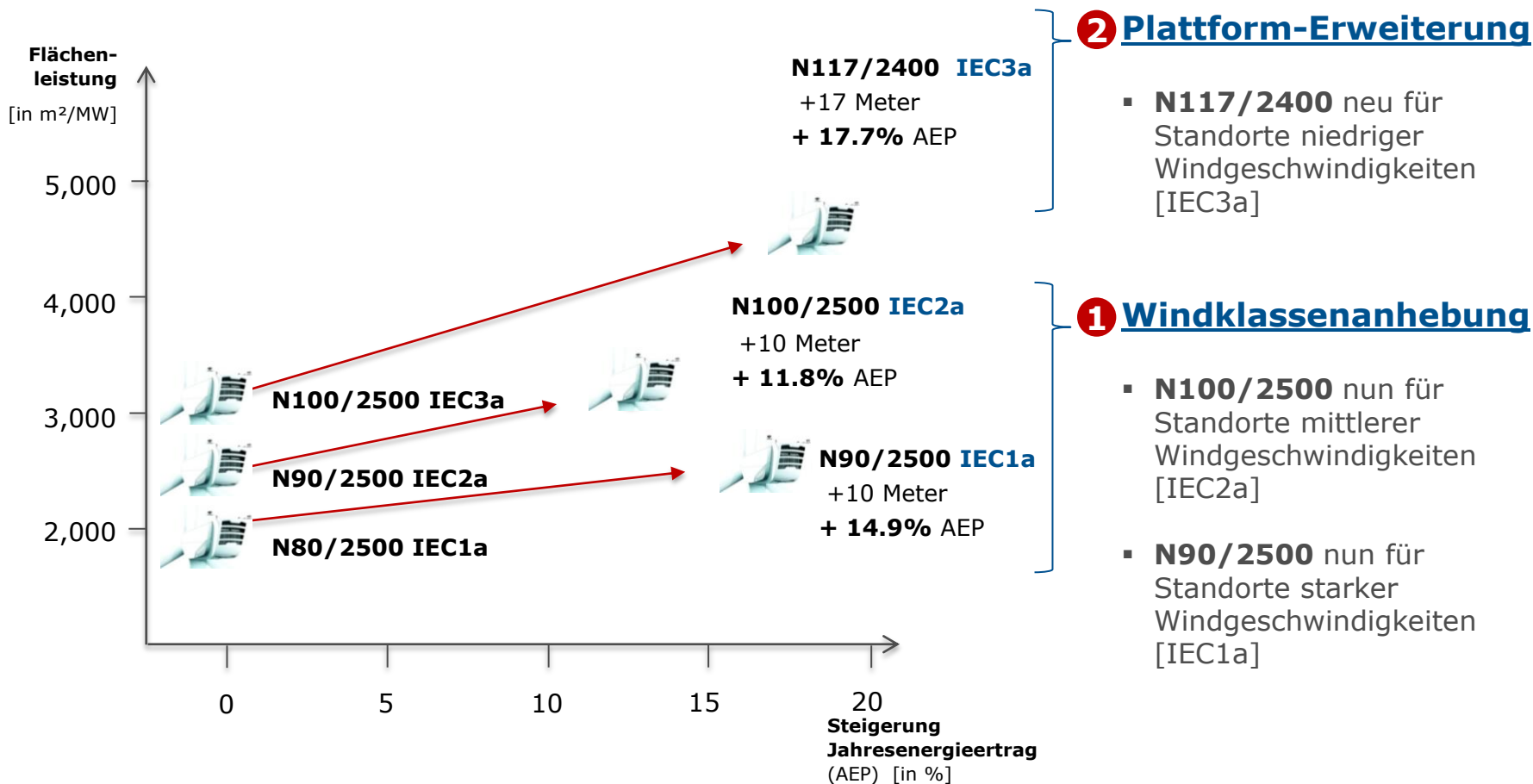
## Neuer Bord-Kran

- Komponenten im Maschinenhaus sind direkt zugänglich und können bis zu einem Gesamtgewicht von 1t kostensparend und schnell mit dem Bord-Kran ausgetauscht werden



# 1.2 Plattform Generation GAMMA

Systemupgrades als Basis für Windklassenanhebung & N117/2400



## 1. Nordex 2.x MW Anlagen-Plattform

- 1.1 Historie & Referenzen Plattform
- 1.2 Generation GAMMA
- 1.3 Referenzen Generation GAMMA

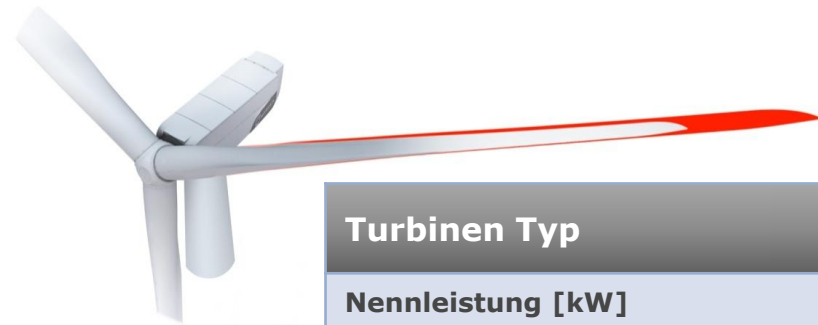
## 2. Neue Schwachwind-Turbine N117/2400 ◀

- 2.1 Technische Beschreibung
- 2.2 Änderungsumfänge
  - 2.2.1 Nabe & Maschinenhaus
  - 2.2.2 Rotorblatt
  - 2.2.3 Türme
- 2.3 Verfügbare Service-Pakete
- 2.4 Versicherungen
- 2.5 Stärken der N117/2400



# 2.1 Technische Beschreibung N117/2400

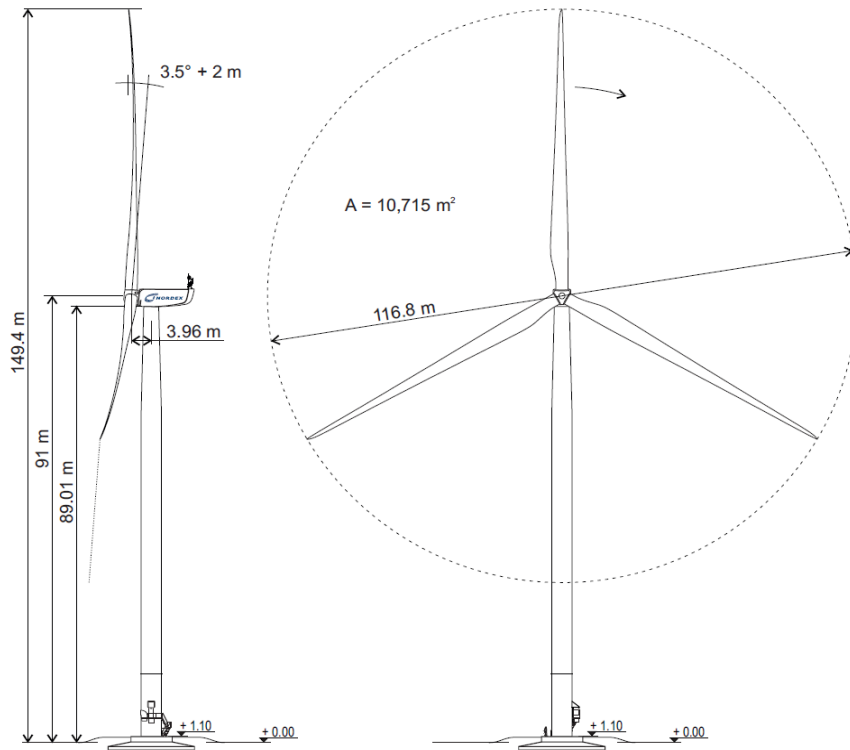
## Übersicht



Turbinen Typ		N117/2400		
Nennleistung [kW]		2.400		
Rotordurchmesser [m]		116,8		
Rotorfläche[m <sup>2</sup> ]		10.715		Größter Rotor im Onshore Markt
Einschaltwind/ Ausschaltwind [m/s]		3/20		
Windklasse		IEC 3a DIBt2		
Schalleistungspegel [dB(A)] gemäß IEC 61400-11/-14		105.0		Leiseste Anlage Ihrer Klasse
Umgebungs-Bedingungen		Standard (bis zu 40° C) und „Cold Climate“ (CCV)		
Netz-Kompatibilität		Erfüllt alle bekannten internationalen Netzanschlussbedingungen		
Rotorblatt		NR 58.5		
Türme		Stahlrohr-turm 91m	Stahlrohr-turm 120m	Hybridturm 140m

# 2.1 Technische Beschreibung N117/2400

## Übersichtszeichnung & Referenzenergieerträge



### Referenzenergieerträge Nordex N117/2400

gemäß FGW Technische Richtlinie für  
Windenergieanlagen Teil 5, Rev.04 [3]

Nabenhöhe [m]	Referenzenergieertrag [kWh]
91	43.382.894
120	46.050.220
140	47.476.185

Quelle: Nordex Dokument K0818\_030000\_DE  
Rev. 02

## 1. Nordex 2.x MW Anlagen-Plattform

- 1.1 Historie & Referenzen Plattform
- 1.2 Generation GAMMA
- 1.3 Referenzen Generation GAMMA

## 2. Neue Schwachwind-Turbine N117/2400

### 2.1 Technische Beschreibung

### 2.2 Änderungsumfänge



#### 2.2.1 Nabe & Maschinenhaus

#### 2.2.2 Rotorblatt

#### 2.2.3 Türme

### 2.3 Verfügbare Service-Pakete

### 2.4 Versicherungen

### 2.5 Stärken der N117/2400



### Erweiterung der 2.x MW Plattform...

- ... um eine Turbine mit **maximalem Jahresenergieertrag auf Schwachwindstandorten**  
[Durchschnitts-windgeschwindigkeiten <7,5m/s]  
angesichts der zunehmenden Projektierung entsprechender Standorte europaweit
- ...um eine Turbine mit einem **wettbewerbsfähigen Angebot an Nabenhöhen** zur optimalen Ausnutzung der größeren Windgeschwindigkeiten in größeren Höhen
- ...um eine Turbine mit **deutlich reduziertem Schalleistungspegel** für erhöhte Genehmigungsfähigkeit
- ...um eine Turbine mit **deutlich reduzierten Energie-Gestehungskosten** bei Schwachwindbedingungen

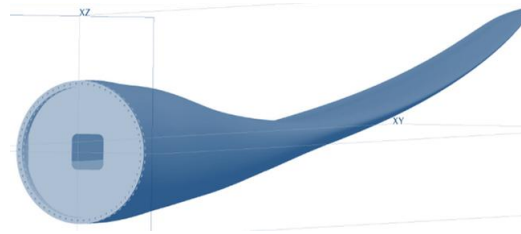


#### Nabe & Maschinenhaus



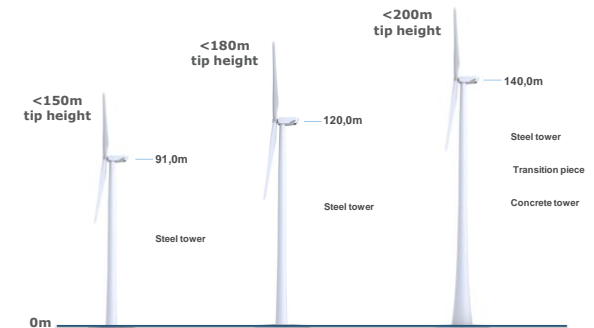
- **Einsatz größerer Getriebe** sowie **angepasster Pitch-Drehverbindungen** aus erprobten Baureihen etablierter Lieferanten
- Marginale Änderung anderer Maschinenbau-Komponenten

#### Rotorblatt



- **Einsatz von Karbonfasern** in den Gurten des **neu entwickelten Rotorblattes NR58,5** als Schlüssel zur Gewichtsreduzierung
- Strukturelle & aerodynamische Auslegung basierend auf den Erfahrungen aus den vollumfänglich zertifizierten Eigenentwicklungen NR45 und NR50

#### Türme



- Lastreduzierungen und **Fortschritte im Design von Stahlrohr-Türmen** ermöglichen R120, **neue Stahl/Beton-Hybrid-Lösung** ermöglicht PH140
- Wettbewerbsfähiges Turm-Portfolio im Einklang mit Gesamtbauwerks-Höhen von 150m, 180m und 200m

## 2.2.1 Änderungsumfänge N117/2400

Nabe & Maschinenhaus – Exkurs: Triebstrang Philosophie

- Bewährte Dreipunkt-Lagerung seit 1997
  - Sphärisches Rollenlager mit reduziertem Lagerspiel als Festlager
- Lastoptimierte Getriebe Konzepte (PPS/PPDS)
  - Zuverlässige Spritz-/Druckschmierung für alle Lager
  - Betriebstemperatur zwischen 58 und 63 °C
  - Einlaufprozedur bei neu installierte Anlagen
  - Materialschonende Aufwärmprozedur bei Ölsumpftemperaturen unter +10°C
  - Evolutionäre Getriebeentwicklung in enger Kooperation mit den Herstellern



➤ **Über 6.000 Betriebsjahre an Erfahrung mit diesen Getrieben bestätigen das erfolgreiche Konzept**

## 2.2.1 Änderungsumfänge N117/2400

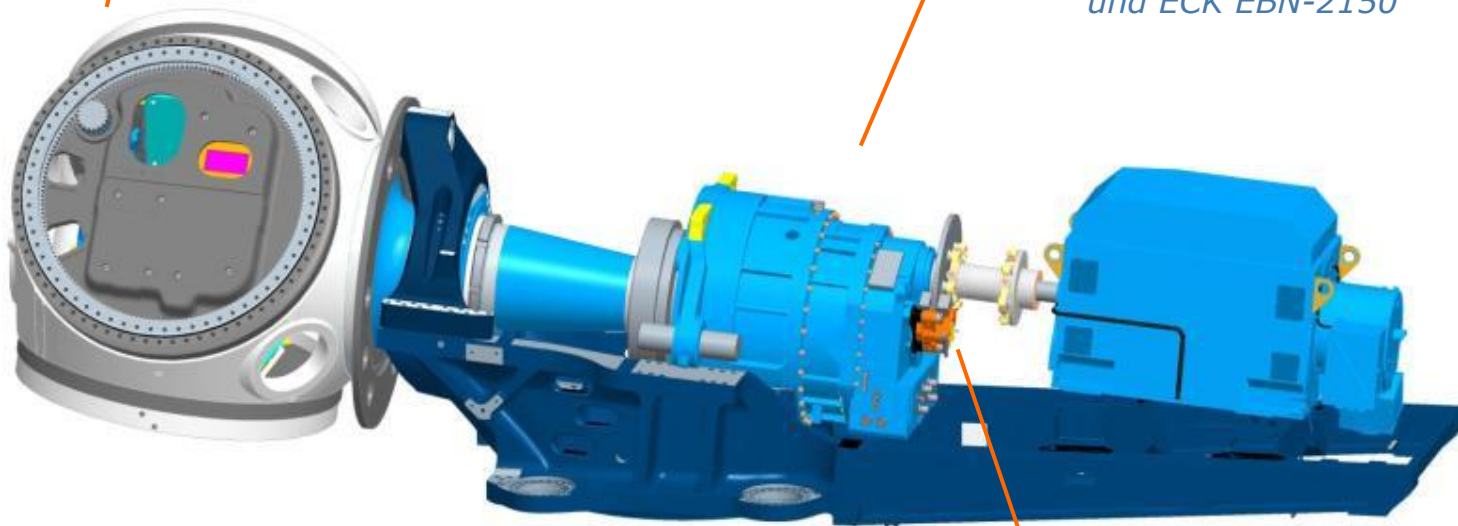
### Überschaubare Anpassungen in Nabe & Maschinenhaus

#### Drehverbindung Pitch

- Anstieg Lasten in Kugelbahn
- ⇒ *Einsatz Standard-Drehverbindung mit Kugeldurchmesser von 50mm anstatt 42mm*

#### Getriebe

- Anstieg Torsionsmoment
  - Anstieg Biegemoment
  - Minimale axiale Bauraumerweiterung
- ⇒ *Einsatz BR GPV535D und ECK EBN-2150*



#### Bremse

- Anstieg max. Haltemoment
- ⇒ *Einschränkung der Wartungswindgeschwindigkeit*

## 2.2.2 Änderungsumfänge N117/2400

Rotorblatt NR58.5 – Innovativer Schlüssel für Plattform-Erweiterung

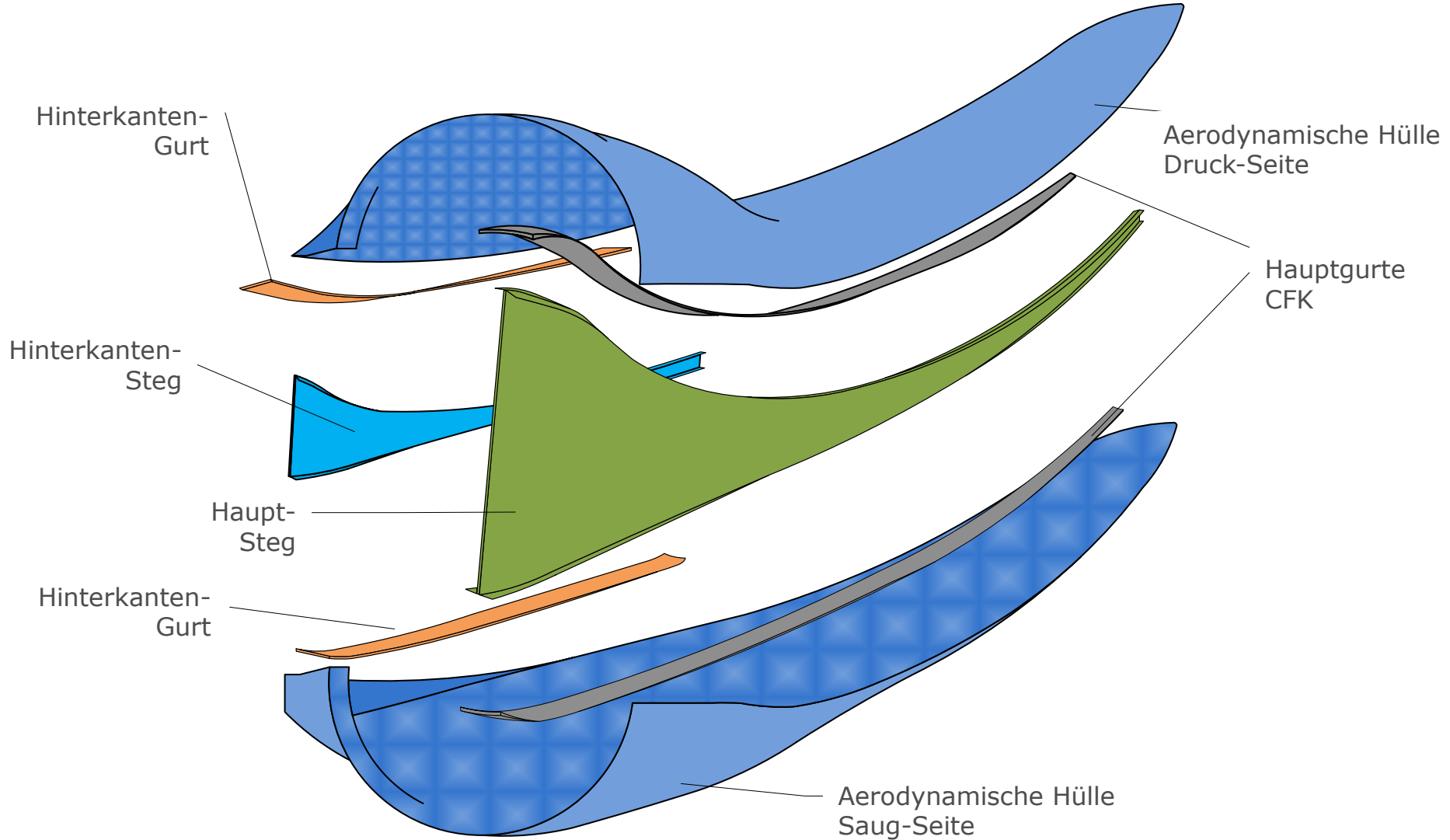
### Erfolgsfaktoren

- Strukturelle & aerodynamische Auslegung basierend auf den Erfahrungen aus den vollumfänglich zertifizierten Eigen-Entwicklungen NR45 und NR50
- **Einsatz von Karbonfasern (CFK)** in den Gurten des **neu entwickelten Rotorblattes NR58,5** als Schlüssel zur Gewichtsreduzierung
- **+17% Rotordurchmesser** bei gleichzeitiger **Reduktion der Rotormasse um 1500kg**
- Entwicklung des **Fertigungskonzeptes in Kooperation** mit Carbon-Spezialist **SGL Carbon**

	NR45	NR50	NR58.5
WEA Typ	N90	N100	N117
Länge	<b>43.8 m</b>	<b>48.8 m</b>	<b>57.3 m</b>
Masse	<b>10,300 kg</b>	<b>11,000 kg</b>	<b>10,500 kg</b>
Max. Chord	3220 mm	3700 mm	3496 mm
Vorbiegung	1500 mm	2000 mm	2000 mm
Projizierte Oberfläche	93 m <sup>2</sup>	116 m <sup>2</sup>	121 m <sup>2</sup>
Anzahl der Bolzen	<b>64 (M36)</b>	<b>64 (M36)</b>	<b>64 (M36)</b>
Bolzenkreis-Durchmesser	<b>2300 mm</b>	<b>2300 mm</b>	<b>2300 mm</b>
Materialien	GFK	GFK	<b>GFK und CFK</b>

## 2.2.2 Änderungsumfänge N117/2400

### Rotorblatt- Struktur mit CFK Gurten als Schlüsselinnovation



### Neuer Nordex Teststand seit 2010

- Kapazität: 2 Rotorblätter
- Max. Blattlänge: 65 m
- Max. Moment: 20,000 kNm
- Statische Tests
- Dynamische Tests
  - **HALT (Highly Accelerated Lifetime) Tests**
  - 5,000,000 Lastwechsel in Schlag- und Schwenk-Richtung
  - Dauer: rd. 210 Tage



### „Full scale tests“ gemäß IEC 61400-23

- NR45: Testsequenz abgeschlossen
- NR50: Testsequenz abgeschlossen
- NR50-Anti-Icing: Testsequenz gestartet
- NR58.5: Testprogramm ausgelegt

## 2.2.2 Änderungsumfänge N117/2400

Rotorblatt – Eigen-Entwicklungen NR45 & NR50 sind voll zertifiziert

**TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG**  
Energy and System technology  
Certification Body for Wind turbines



Hamburg, 2011-05-18

### Certification Report

on the assessment for the wind turbine

**NORDEX N90**  
**Rotor blade NR45-3**  
**Several configurations**

**- Full Scale Static and Dynamic Rotor blade test -  
acc. to IEC TS 61400-23 (2001-04)**

<b>TÜV NORD Report-No.:</b>	8000197156 - 3t E, Rev. 0
<b>Subject of review:</b>	Test specifications and test reports for dynamic and static blade test for the rotor blade NR45-3 based on loads from several configurations
<b>Manufacturer of the rotor blade</b>	Nordex Energy GmbH Langenhorner Chaussee 600 22419 Hamburg Germany
<b>Test Laboratory:</b>	Blade Test Centre A/S Landdybet 10, byg.87 9220 Aalborg Denmark

**TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG**  
Energy and System technology  
Certification Body for Wind turbines



Hamburg, 2011-04-05

### Certification Report

on the assessment for the wind turbine

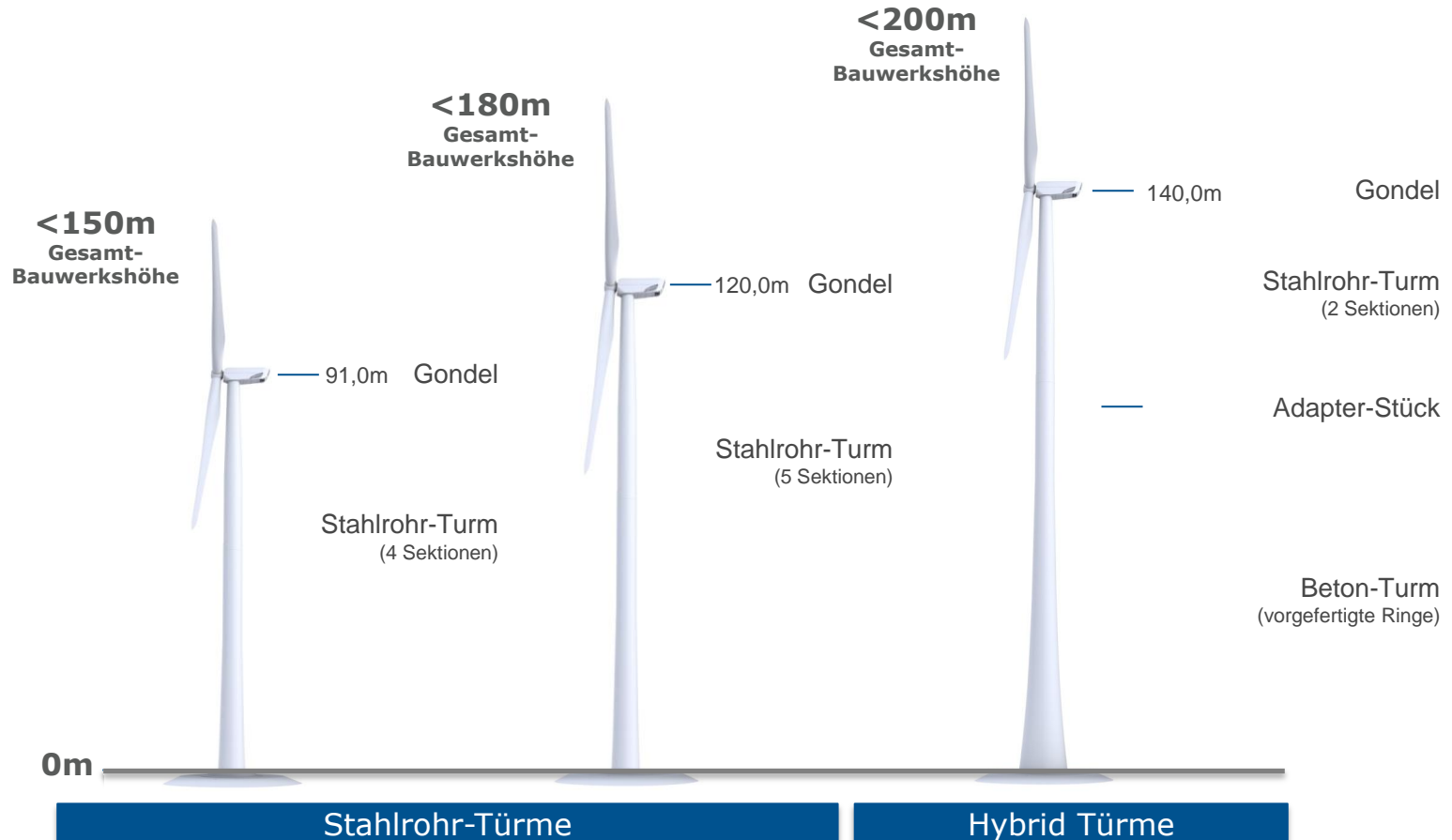
**NORDEX N100**  
**Rotor blade NR50**  
**Several configurations**

**- Full Scale Dynamic Rotor blade test -  
acc. to IEC TS 61400-23 (2001-04)**

<b>TÜV NORD Report-No.:</b>	8000196525 - 3t E, Rev. 0
<b>Subject of review:</b>	Test specification and test report for dynamic blade test for the rotor blade NR50 based on loads from several configurations
<b>Manufacturer of the rotor blade</b>	Nordex Energy GmbH Langenhorner Chaussee 600 22419 Hamburg Germany
<b>Test Stand:</b>	Nordex Energy GmbH Große Rampe 3 18146 Rostock Germany

## 2.2.3 Änderungsumfänge N117/2400

Turm - Vielseitiges Turmportfolio für maximale Windausbeute



Maximalgewicht einzelner Stahlsektionen < 74t

Zwei grundlegende Ausführungen:

- Transformator im Turm
- Transformator außerhalb des Turms

## 2.2.3 Änderungsumfänge N117/2400

### Turm - 140 Nabenhöhe mit Beton/Stahl Hybridturmkonzept

#### Hybridturm Konzept:

- Vorgefertigte Beton-Ringe aus kontrollierter Fertigung
- Flexible Transportmöglichkeiten
- Schnelle Errichtung unter ausweiteten Wetterbedingungen
- In Partnerschaft mit:

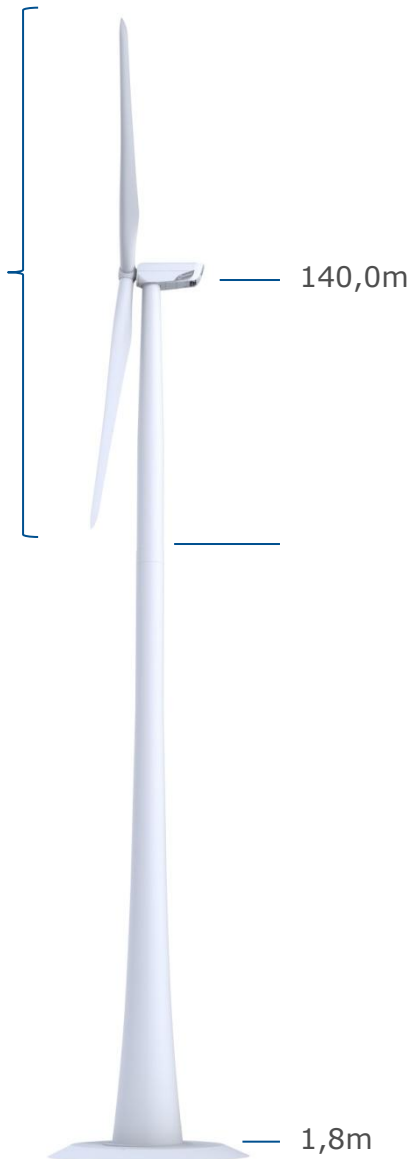


#### Inneneinbauten-Konzept: Zentrales Systemrohr innerhalb des Betonturms

- Aufgehängt an Adapter-Stück
- Befestigung aller Inneneinbauten am Systemrohr
- Kein Aufstieg mit negativer Steigung
- Konformität mit EN 50308



Rotor  $\varnothing$  117,0m



140,0m

1,8m

Gondel

Stahlrohr-Turm  
(2 Sektionen)

Adapter-Stück

Beton-Turm  
(vorgefertigte Ringe)

Fundament

## 1. Nordex 2.x MW Anlagen-Plattform

- 1.1 Historie & Referenzen Plattform
- 1.2 Generation GAMMA
- 1.3 Referenzen Generation GAMMA

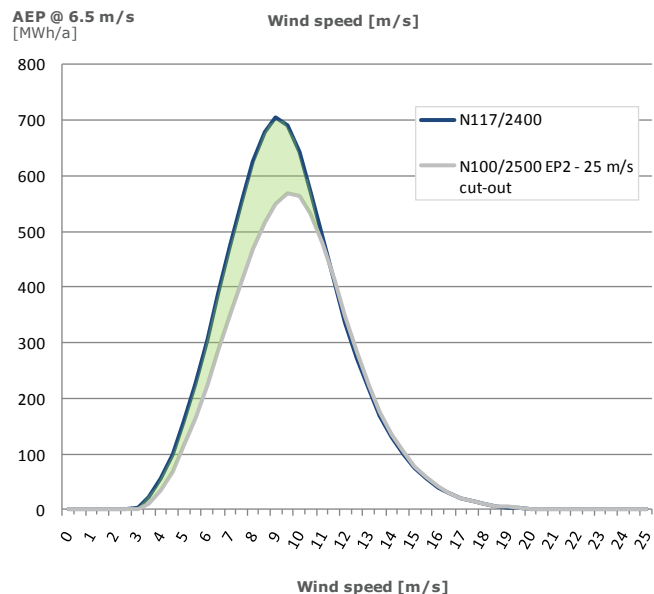
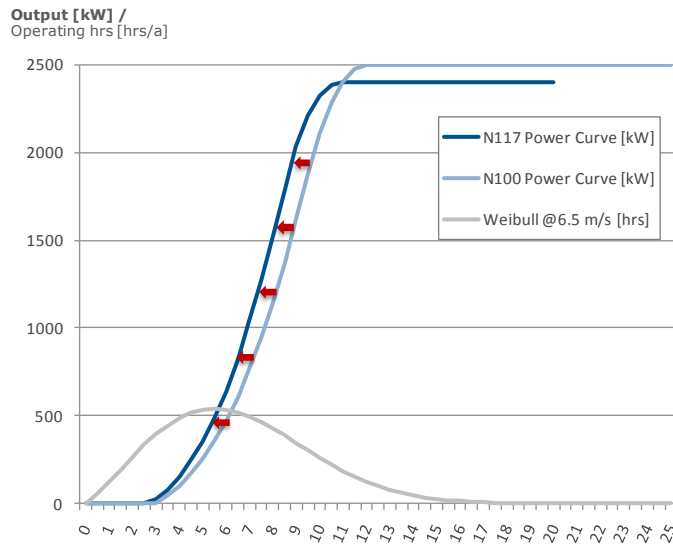
## 2. Neue Schwachwind-Turbine N117/2400

- 2.1 Technische Beschreibung
- 2.2 Änderungsumfänge
  - 2.2.1 Nabe & Maschinenhaus
  - 2.2.2 Rotorblatt
  - 2.2.3 Türme
- 2.3 Verfügbare Service-Pakete
- 2.4 Versicherungen
- 2.5 Stärken der N117/2400



## 2.5 Stärken der N117/2400

### Maximale Effizienz für Schwachwind-Standorte



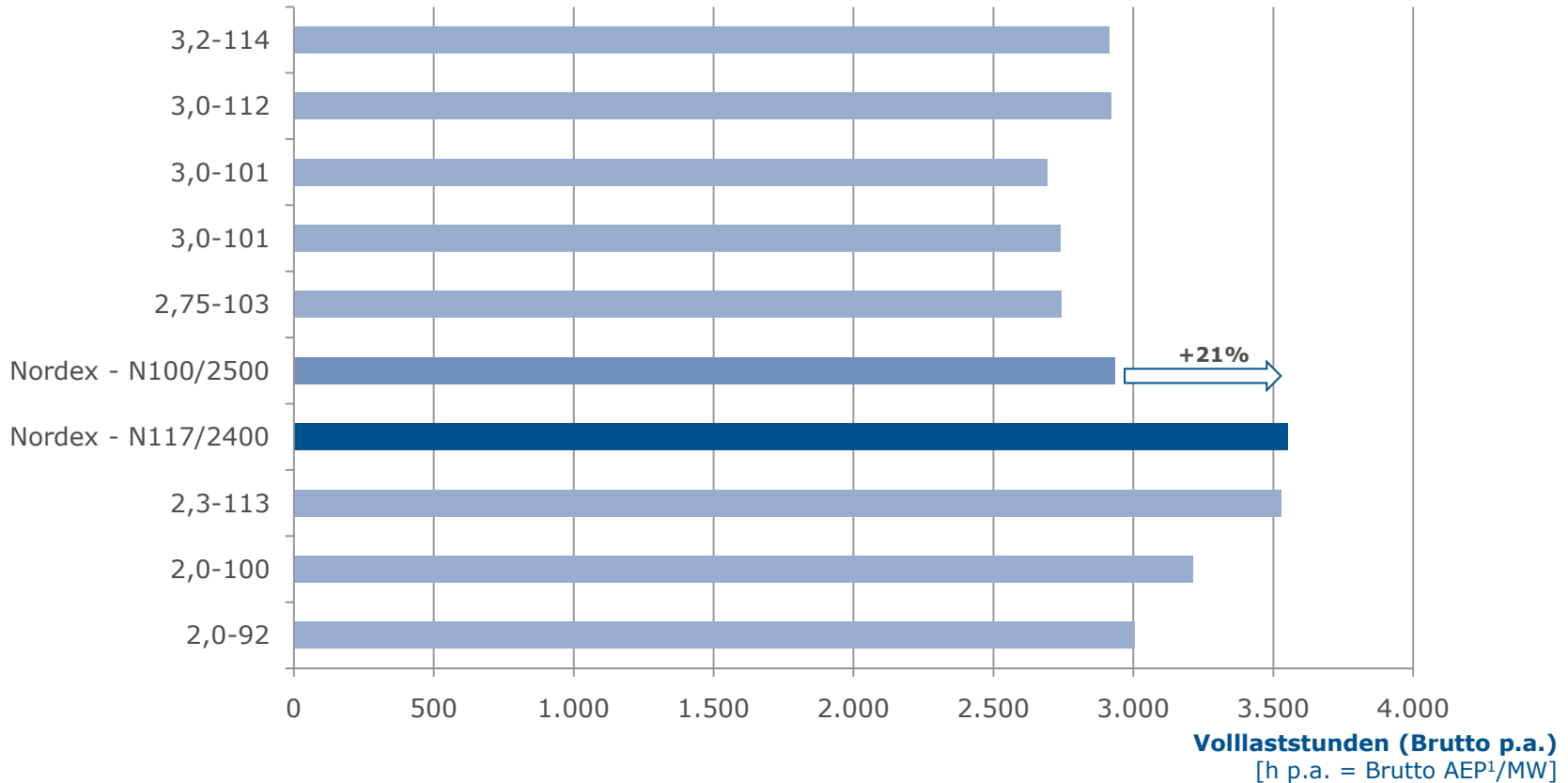
- Gezielt entwickelt für maximale Effizienz auf einem klassischen Schwachwindstandort mit 6,5 m/s auf Nabenhöhe
- Ideale Kombination von Rotordurchmesser & Nennleistung mit deutlicher Steigerung der Flächenleistung [ $\text{m}^2/\text{MW}$ ]
- Nennleistung und Abschaltwindgeschwindigkeit als nachrangige Größen gegenüber Rotorfläche
- **Massive Steigerung der Jahresenergieertrags auf Schwachwindstandorten**

## 2.5 Stärken der N117/2400

Effizienteste Multi-MW Windenergieanlage im Markt

### Wettbewerbsvergleich der N117/2400 bei Schwachwind-Bedingungen [6,5m/s auf Nabenhöhe]

Turbinen nach  
Nennleistung [MW]

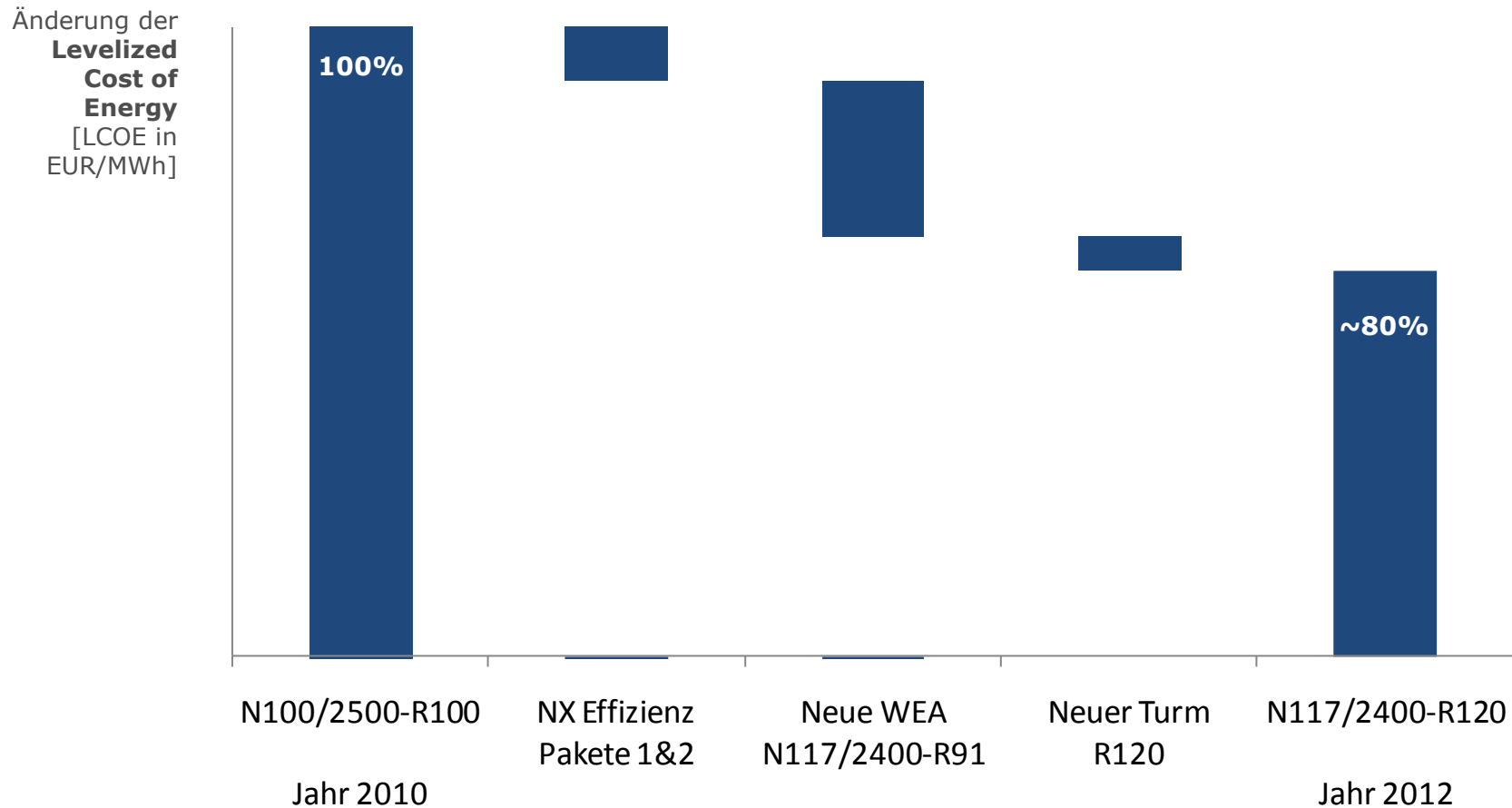


<sup>1</sup> Brutto Jahresenergieertrag (AEP) @ 6.5m/s, Luftdichte rho=1,225 kg/m<sup>3</sup>; k=2,0.

## 2.5 Stärken der N117/2400

Deutliche Reduktion der Energie-Gestehungskosten

Entwicklung der Energie-Gestehungskosten auf einem Schwachwind-Standort  
[konstanter Wind auf 100m Höhe]



- **Basiert auf der bewährten Nordex 2.x MW Plattform in Generation Gamma**
  - **Insgesamt mehr als 4.100 MW bzw. mehr als 1.600 Turbinen installiert**
  - **Erprobte Technologie - 11 Jahre kontinuierlicher Weiterentwicklung**
  
- **Realisiert durch überschaubare technische Anpassungen und Schlüsselinnovation Rotorblatt NR58.5**
  
- **Effizienteste Multi-Megawatt-Turbine für Schwachwindstandorte**
  - **Mehr als 3.580 Volllaststunden pro Jahr<sup>1</sup>**
  - **Kapazitätsfaktor von bis zu 40%<sup>1</sup>**
  - **Maximaler Schall-Emissions-Wert von 105,0 dB(A) setzt Maßstäbe**



<sup>1</sup> An Standorten mit einem durchschnittlichen Wind von 6,5m/s

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

**Kontakt:**

**Nordex SE**  
**Langenhorner Chaussee 600**  
**22419 Hamburg**  
**Deutschland**

**Tel.: +49 - (40) - 300 30 - 1000**  
**Fax: +49 - (40) - 300 30 - 1101**  
**E-Mail: [info\(at\)nordex-online.com](mailto:info@nordex-online.com)**

