



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



1.1 Historie & Referenzen der 2.x MW Plattform

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

Installierte Leistung [MW]¹



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

¹ 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



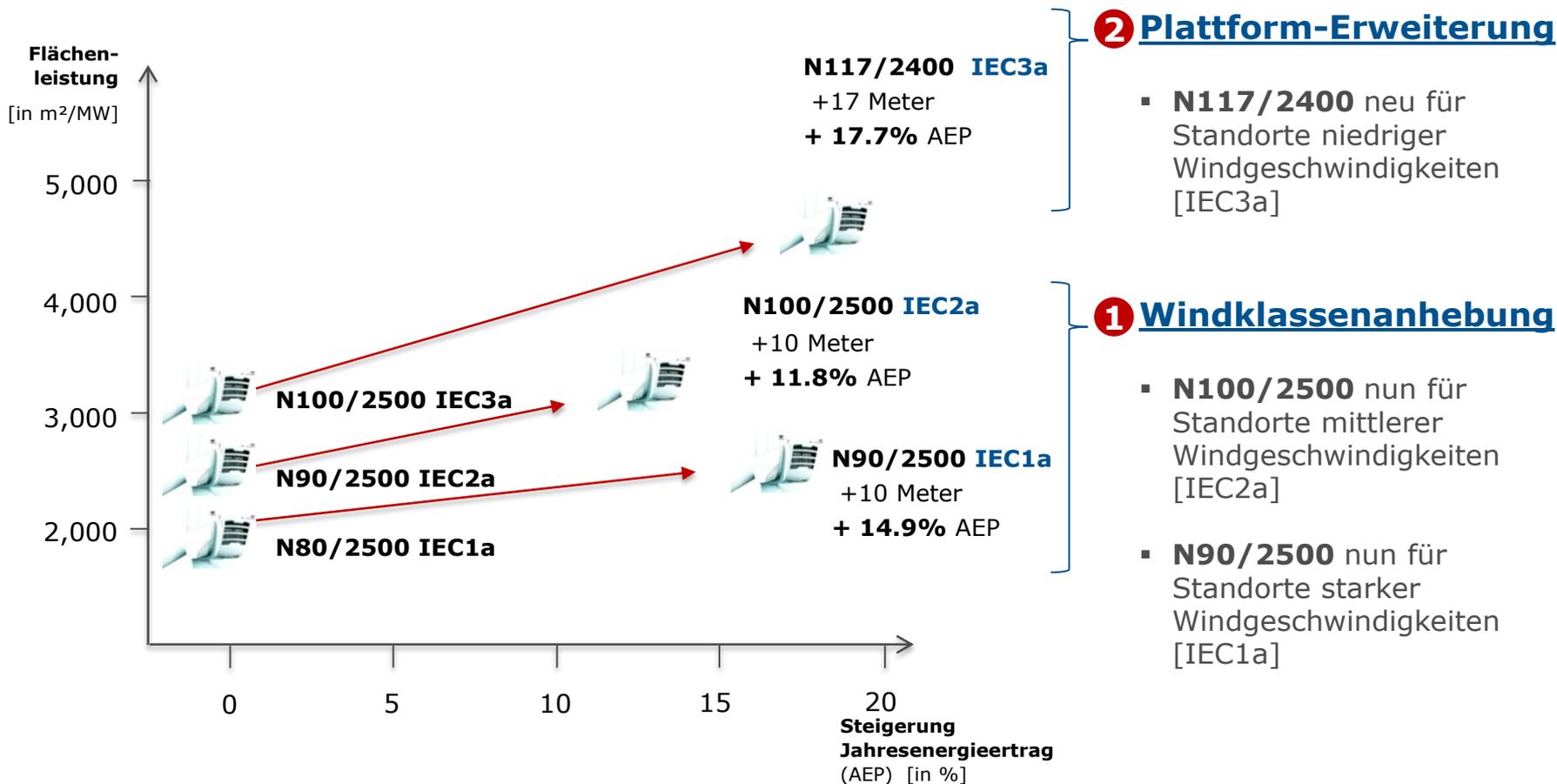
Neuer Bord-Kran

- 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

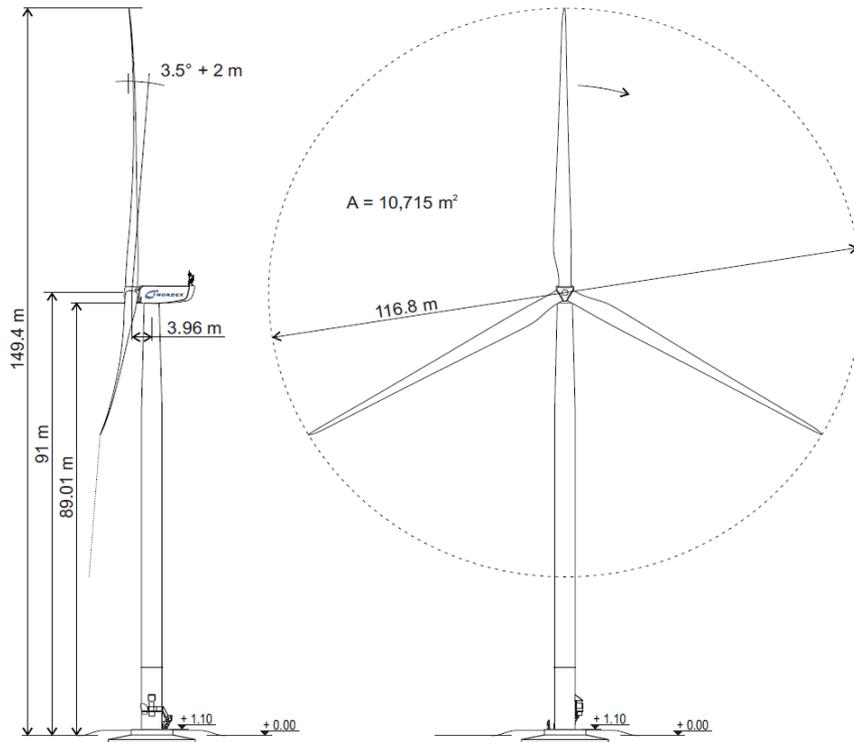
Übersicht



Turbinen Typ		N117/2400		
Nennleistung [kW]		2.400		
Rotordurchmesser [m]		116,8		
Rotorfläche[m ²]		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 $< 7,5\text{m/s}$]
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

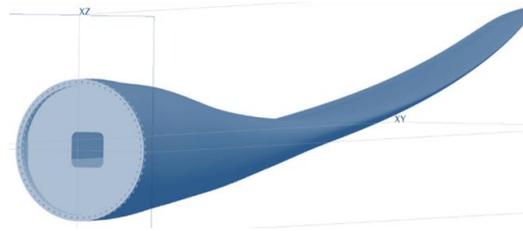


Nabe & Maschinenhaus



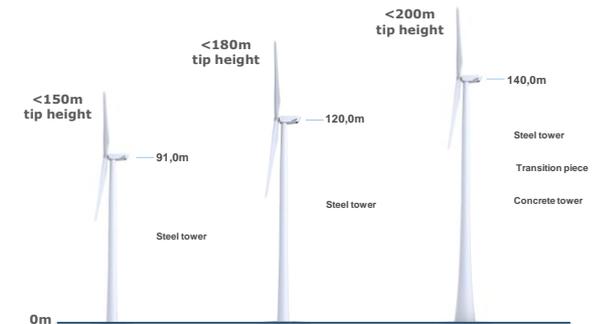
- **Einsatz größerer Getriebe** sowie **angepasster Pitch-Drehverbindungen** aus erprobten Baureihen etablierter Lieferanten
- Marginale Änderung anderer Maschinenbau-Komponenten

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

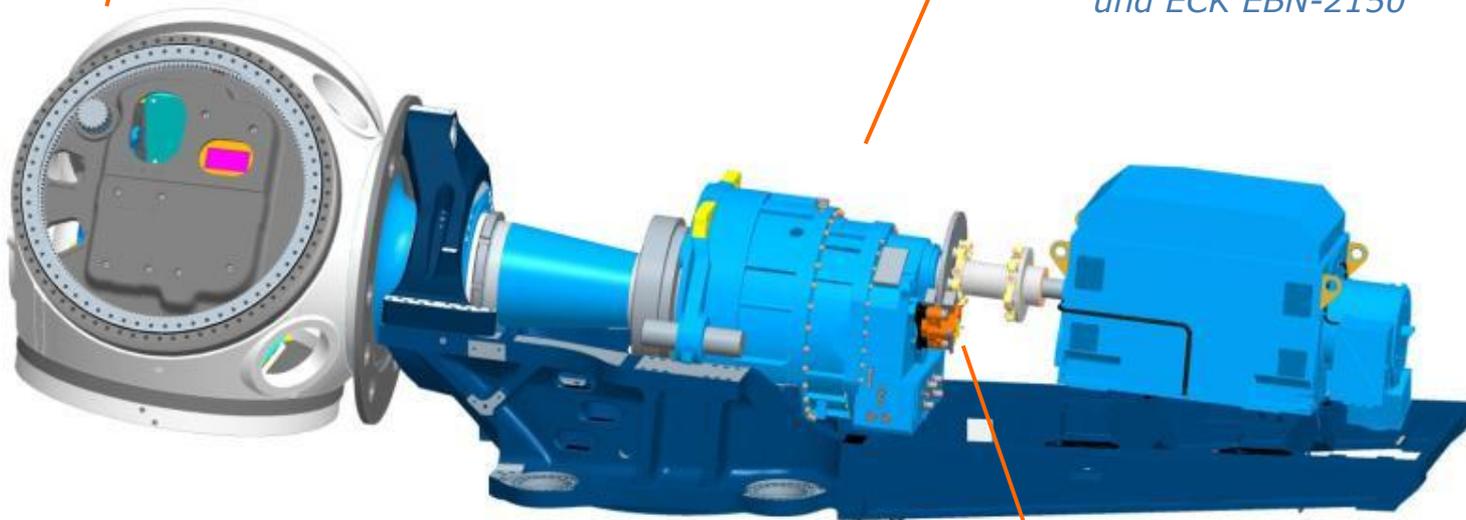
Überschaubare Anpassungen in Nabe & Maschinenhaus

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



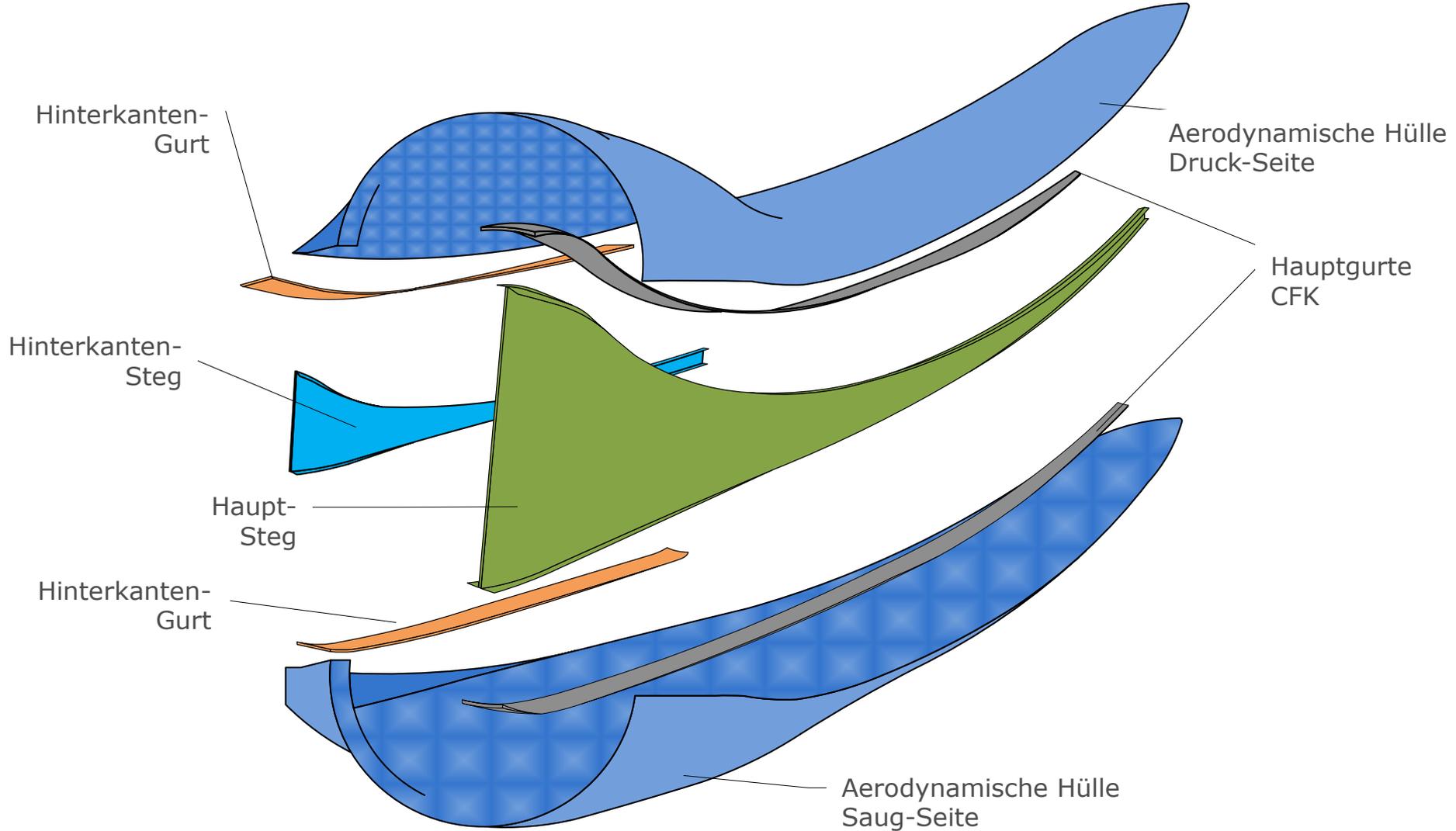
Erfolgsfaktoren

- 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	43.8 m	48.8 m	57.3 m
Masse	10,300 kg	11,000 kg	10,500 kg
Max. Chord	3220 mm	3700 mm	3496 mm
Vorbiegung	1500 mm	2000 mm	2000 mm
Projizierte Oberfläche	93 m ²	116 m ²	121 m ²
Anzahl der Bolzen	64 (M36)	64 (M36)	64 (M36)
Bolzenkreis-Durchmesser	2300 mm	2300 mm	2300 mm
Materialien	GFK	GFK	GFK und CFK

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)**

TÜV NORD Report-No.:	8000197156 - 3t E, Rev. 0
Subject of review:	Test specifications and test reports for dynamic and static blade test for the rotor blade NR45-3 based on loads from several configurations
Manufacturer of the rotor blade	Nordex Energy GmbH Langenhorner Chaussee 600 22419 Hamburg Germany
Test Laboratory:	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

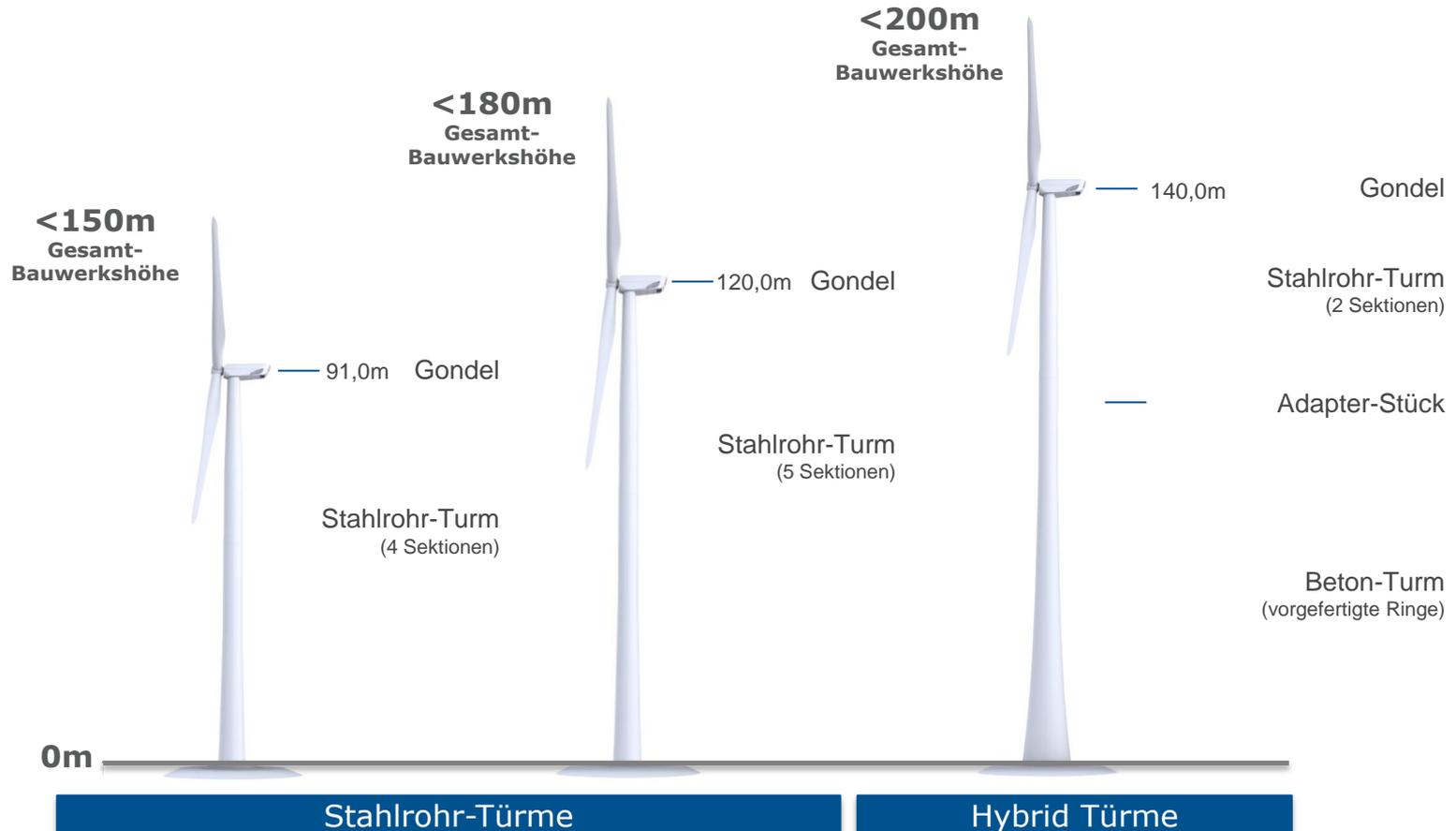
NORDEX N100
Rotor blade NR50
Several configurations

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

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

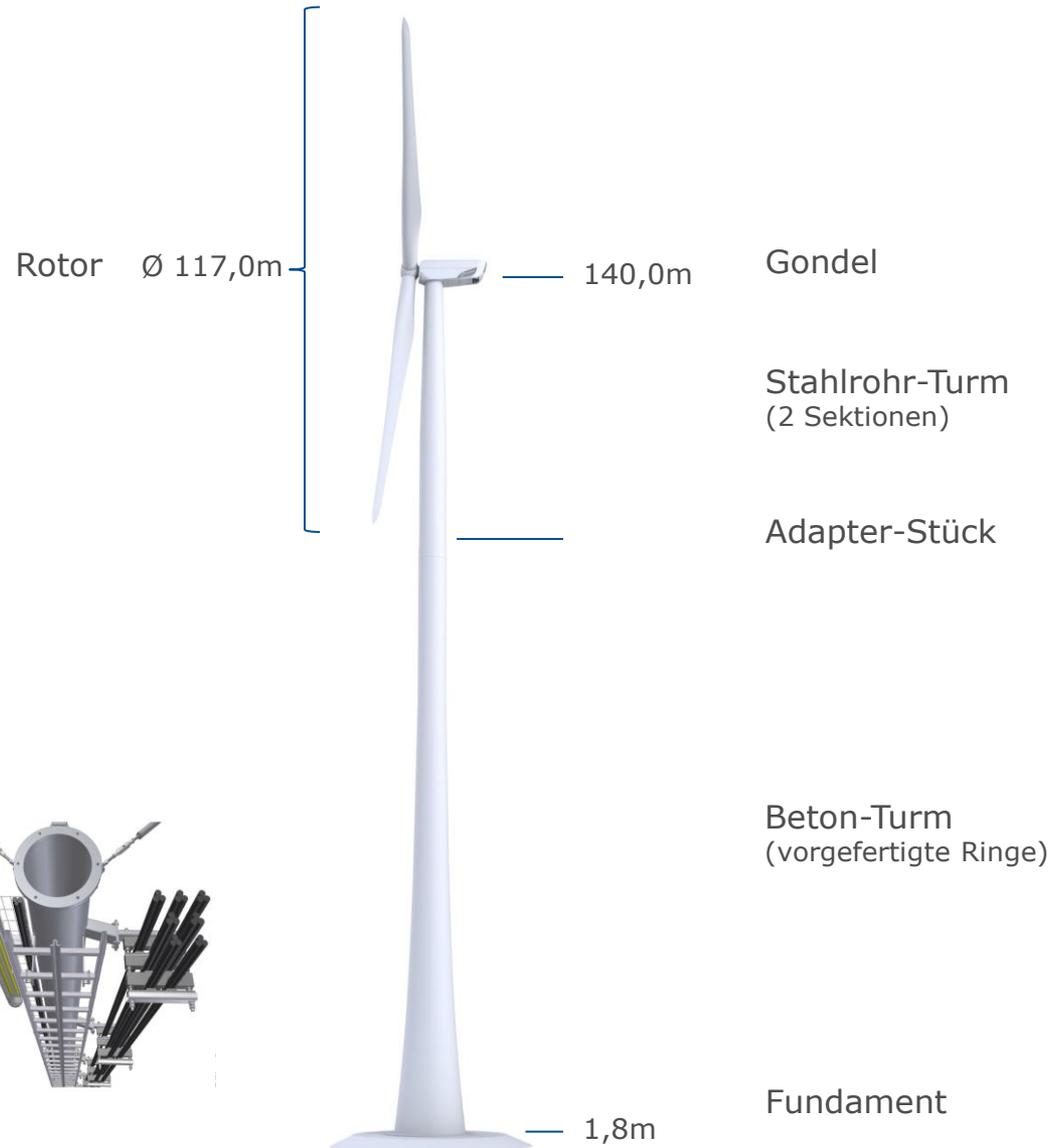
Hybridturm Konzept:

- 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



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

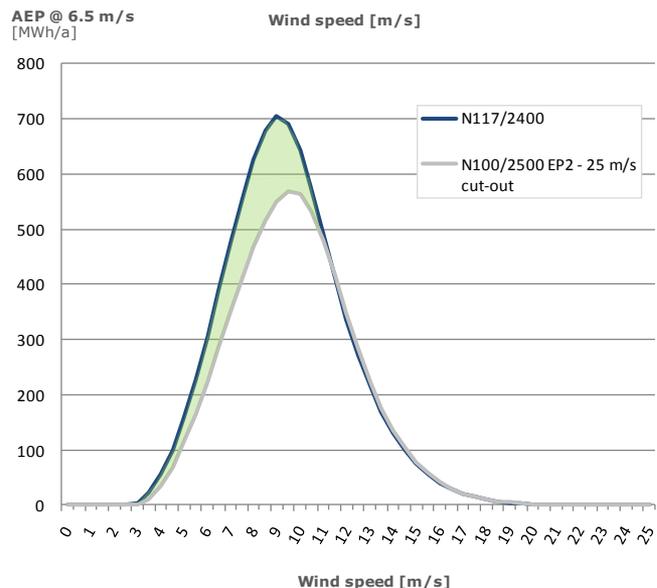
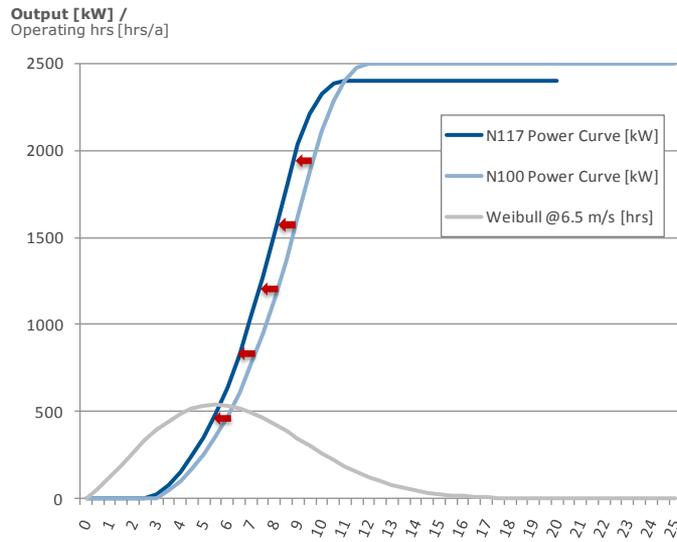
2.4 Versicherungen

2.5 Stärken der N117/2400



2.5 Stärken der N117/2400

Maximale Effizienz für Schwachwind-Standorte



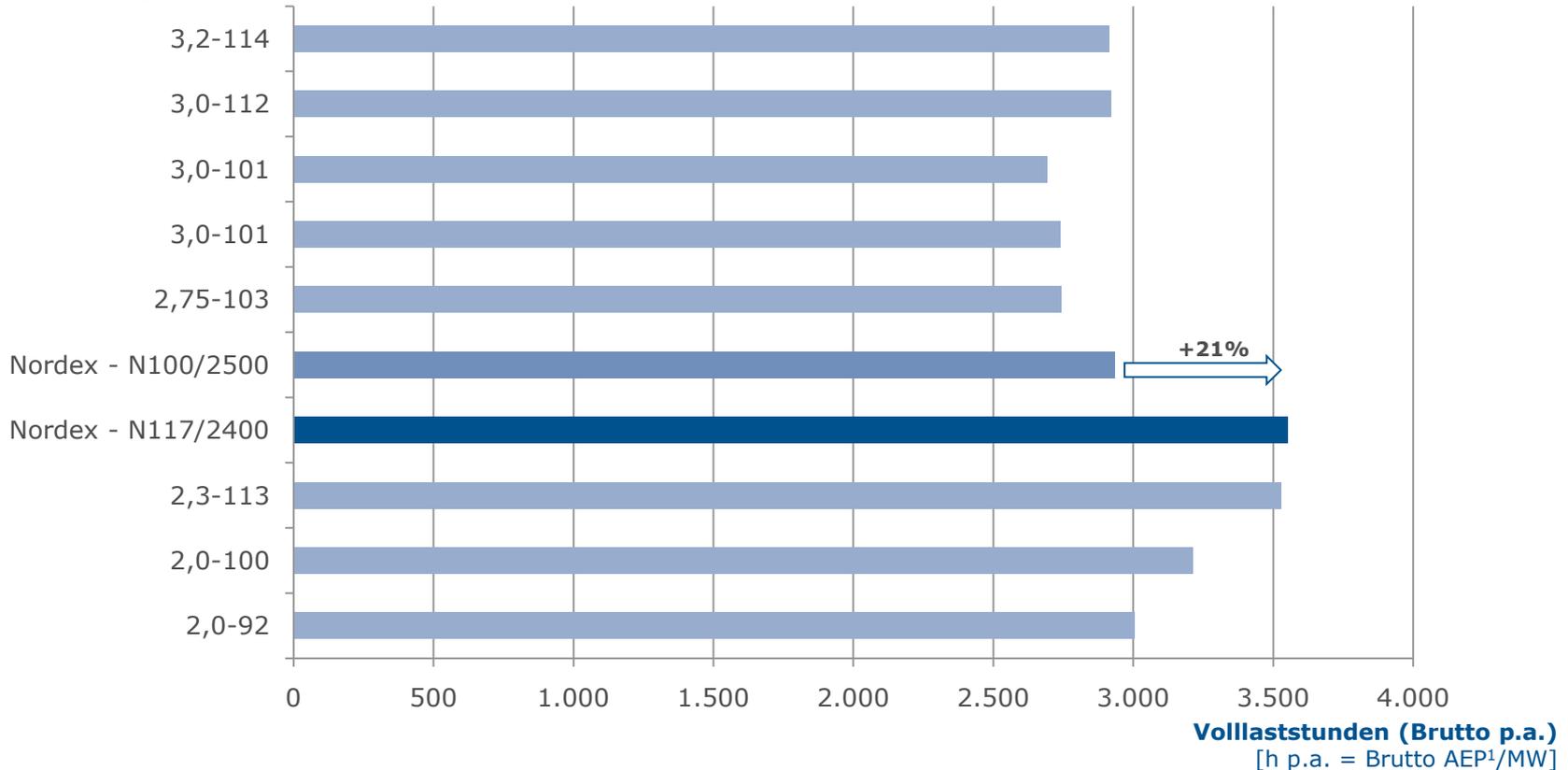
- Gezielt entwickelt für maximale Effizienz auf einem klassischen Schwachwindstandort mit 6,5 m/s auf Nabenhöhe
- Ideale Kombination von Rotordurchmesser & Nennleistung mit deutlicher Steigerung der Flächenleistung [m^2/MW]
- Nennleistung und Abschaltwindgeschwindigkeit als nachrangige Größen gegenüber 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]

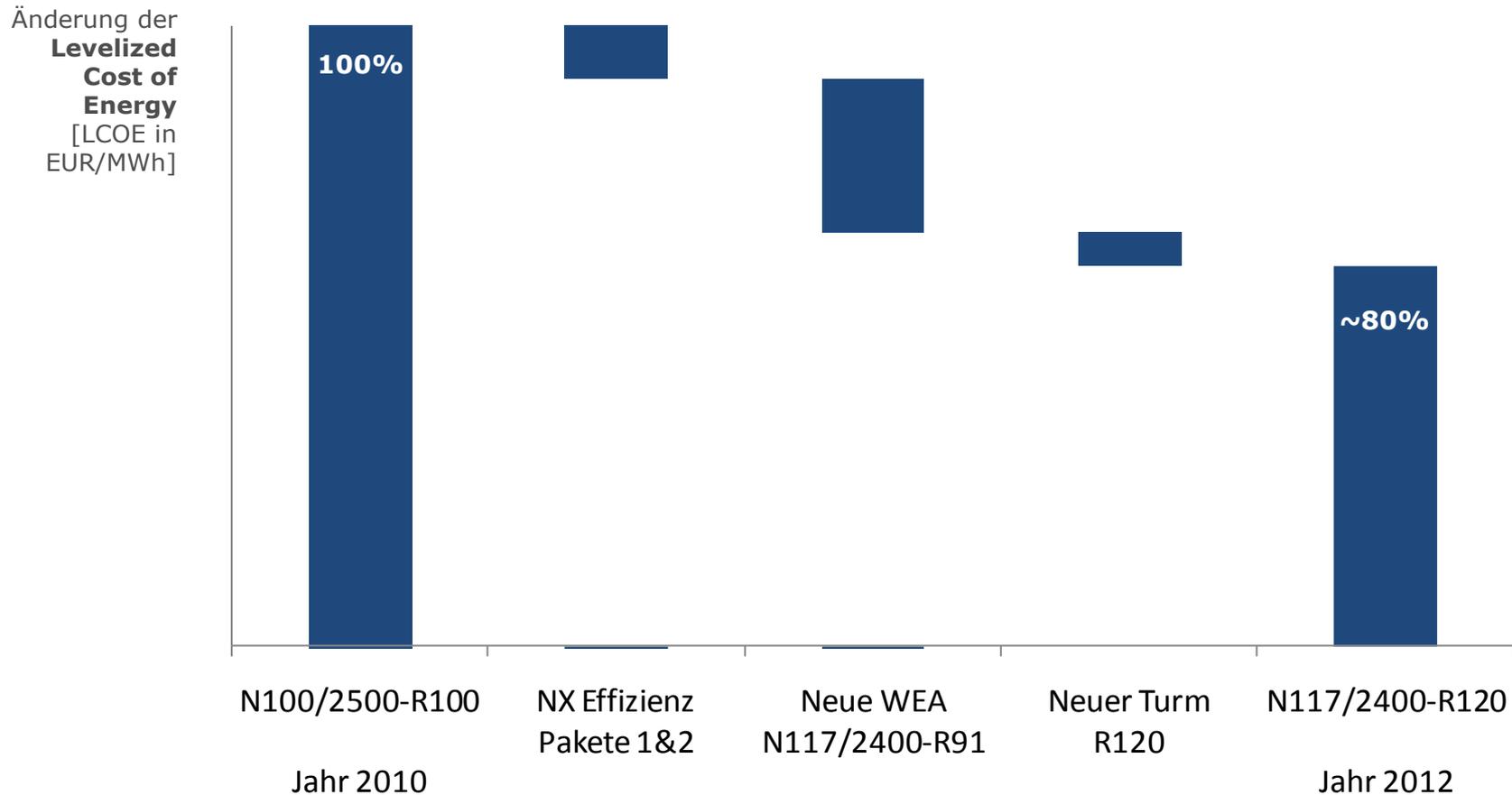


¹ Brutto Jahresenergieertrag (AEP) @ 6.5m/s, Luftdichte rho=1,225 kg/m³; k=2,0.

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 Jahr¹**
 - **Kapazitätsfaktor von bis zu 40%¹**
 - **Maximaler Schall-Emissions-Wert von 105,0 dB(A) setzt Maßstäbe**



¹ 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)

