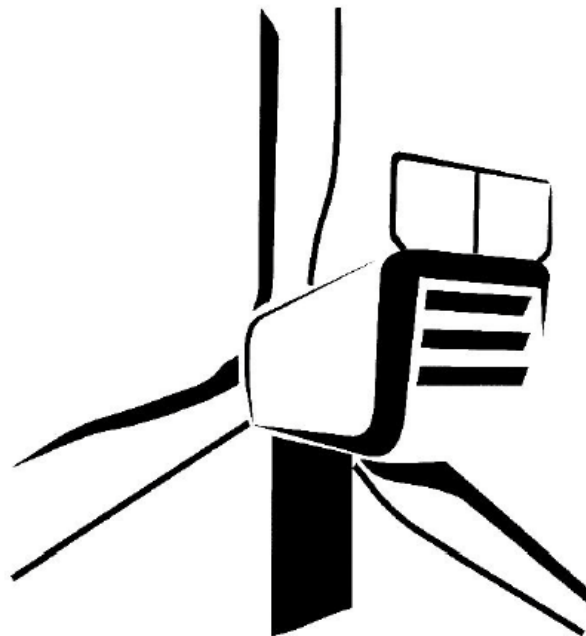




	ALLGEMEINE DOKUMENTATION	Dok.: <b>NALL01_008 514_DE</b>
		Rev.: <b>13</b>
<b>UMWELTEINWIRKUNGEN EINER WINDENERGIEANLAGE</b>		Seite: <b>1 / 10</b>
Produktreihe K08 Gamma, K08 Delta, Delta4000		



- Übersetzung des Originaldokuments (NALL01\_008514\_EN, Revision 11) -  
Dies ist eine Übersetzung aus dem Englischen. Im Zweifelsfall ist der englische Text maßgebend.

Sprache: DE – Deutsch  
Abteilung: Engineering / CPS / Processes & Documents

<p>Autor</p>  <p>31-01-2025</p>	<p>Prüfer</p>  <p>18-02-2025</p>	<p>Freigeber</p>  <p>19-02-2025</p>
--	---	--

	ALLGEMEINE DOKUMENTATION	Dok.: <b>NALL01_008 514_DE</b>
		Rev.: <b>13</b>
UMWELTEINWIRKUNGEN EINER WINDENERGIEANLAGE		Seite: <b>2 / 10</b>

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung seines Inhalts, vollständig oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Nordex-Mitarbeiter und Mitarbeiter von vertrauenswürdigen Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG und Nordex SE und deren verbundenen Unternehmen im Sinne der §§ 15ff. des Aktiengesetzes (AktG) bestimmt und dürfen keinesfalls (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

© 2025 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg, Deutschland

Dieses Dokument enthält Informationen, deren Eigentumsrechte bei der Nordex Group liegen und die ohne die vorherige schriftliche Genehmigung durch autorisiertes Personal der Nordex Group nicht kopiert, verwendet, veröffentlicht oder in irgendeiner Form an Dritte weitergegeben werden dürfen. Alle hierin enthaltenen Informationen sind vertraulich zu behandeln und ausschließlich zum Nutzen der Nordex Group zu verwenden.

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie

Nordex Energy SE & Co. KG.

Langenhorner Chaussee 600

22419 Hamburg



Deutschland

Tel.: +49 (0)40 300 30 -1000

Fax: +49 (0)40 300 30 -1101



info@nordex-online.com

<http://www.nordex-online.com>

 	ALLGEMEINE DOKUMENTATION	Dok.: <b>NALL01_008 514_DE</b>
		Rev.: <b>13</b>
UMWELTEINWIRKUNGEN EINER WINDENERGIEANLAGE		Seite: <b>3 / 10</b>



## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Gamma	K08 Gamma	N90/2500 N100/2500 N117/2400
Delta	K08 Delta	N100/3300 N117/3000 N117/3000 controlled N117/3600 N131/3000 N131/3000 controlled N131/3300 N131/3600 N131/3900
Delta	Delta4000	N133/4.X N149/4.X N149/5.X N163/5.X N163/5.X ESH N163/6.X N169/5.X N175/6.X

 	ALLGEMEINE DOKUMENTATION	Dok.: <b>NALL01_008 514_DE</b>
		Rev.: <b>13</b>
UMWELTEINWIRKUNGEN EINER WINDENERGIEANLAGE		Seite: <b>4 / 10</b>

## Inhaltsverzeichnis


<b>1</b>	<b>Warum brauchen wir Windenergie?</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Treibhausgasbilanzen für Stromerzeugung</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Sonstige Umwelteinwirkungen</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Umweltkosten der Stromerzeugung</b>	<b>10</b>

 	ALLGEMEINE DOKUMENTATION	Dok.: <b>NALL01_008 514_DE</b>
		Rev.: <b>13</b>
UMWELTEINWIRKUNGEN EINER WINDENERGIEANLAGE		Seite: <b>5 / 10</b>

## 1 Warum brauchen wir Windenergie?

Eine Windenergieanlage (WEA) wandelt die Bewegungsenergie des Windes in elektrischen Strom um. Dieser Strom wird somit gewonnen, ohne das Treibhausgas Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) zu erzeugen. Ein großer Vorteil für unsere Umwelt gegenüber Kohle-, Öl- oder Gaskraftwerken. Dadurch wird ein wichtiger Beitrag zur Reduzierung der Kohlendioxid-Emission und zur Verringerung des Treibhauseffektes geleistet.

Eine WEA erzeugt während ihrer Lebensdauer ein Vielfaches der Energie, die für ihren Bau, ihren Betrieb und ihre Entsorgung erforderlich ist. Bei konventionellen Kraftwerken beträgt dieser Wert (Erntefaktor) weit unter 1, weil ständig Rohstoffe als Energieträger zugeführt werden. Eine WEA kann innerhalb weniger Monate die Energie produzieren, die für Herstellung, Betrieb, Auf-/Abbau und Entsorgung benötigt wird.

Classification: Internal Purpose		
	ALLGEMEINE DOKUMENTATION	Dok.: <b>NALL01_008 514_DE</b>
		Rev.: <b>13</b>
UMWELTEINWIRKUNGEN EINER WINDENERGIEANLAGE		Seite: <b>6 / 10</b>


## 2 Treibhausgasbilanzen für Stromerzeugung

Die Tabelle unten zeigt einen Vergleich der spezifischen Emissionen je kWh der unterschiedlichen Erzeugungssysteme mit fossilen und erneuerbaren Energien. Ein direkter Vergleich ist nur bei Berücksichtigung der Kosten für Bau, Betrieb, Wartung, Reparatur sowie Entsorgung der Anlagen möglich. Weiterhin sind starke Schwankungen durch Ort der Anlage, Güte des Energieträgers, Lebensdauer und Größe der Anlage möglich. Berücksichtigt sind ebenfalls die Emissionen, die durch die Bereitstellung von Notstrom für Solar- und Windenergieanlagen entstehen.

Strom aus	Spezifische äquivalente CO <sub>2</sub> -Emissionen in g/kWh
Kernenergie	10–30
Steinkohle	750–1100
Braunkohle	980–1230
Erdöl	890
Gas	400–640
Photovoltaik	50–100
Solarthermie	50–100
Biomasse	–580–156*
Windpark onshore	23
Windpark offshore	10–40
Wasserkraftwerk	10–40

\* exakter Vergleich nicht möglich aufgrund unterschiedlicher Nutzungsvarianten (reine Stromerzeugung, Kraft-Wärme-Kopplung) und Techniken (Dampfturbine, Heizkraftwerk, Holzvergasung etc.)

Quelle: „CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung – Ein ganzheitlicher Vergleich verschiedener Techniken“, BWK Das Energie-Fachmagazin Bd. 59 (2007) Nr. 10

Classification: Internal Purpose		
	ALLGEMEINE DOKUMENTATION	Dok.: <b>NALL01_008 514_DE</b>
		Rev.: <b>13</b>
UMWELTEINWIRKUNGEN EINER WINDENERGIEANLAGE		Seite: <b>7 / 10</b>

### 3 Sonstige Umwelteinwirkungen

#### Abfall

Der Betrieb von WEA erzeugt kaum Abfälle, da keine Roh- oder Recyclingstoffe verarbeitet werden. Wichtigster Abfall sind die Schmierstoffe (Altöle). Diese fallen jedoch nicht regelmäßig, sondern nur nach Erfordernis an (Qualitätskontrolle im Labor). Sollte ein Ölwechsel notwendig sein, werden die dabei anfallenden Altöle über einen hierfür zugelassenen Entsorgungsbetrieb aus der Region entsorgt.

#### Abwasser

Auf der Baustelle und im Betrieb der WEA fällt kein Abwasser an. Regenwasser versickert, sodass auch kein gefasstes Niederschlagswasser abzuleiten ist.

#### Blitzschlag


WEA wirken in ihrer direkten Umgebung wie ein Blitzfänger. Daher besitzen sie ein spezielles Blitzschutzsystem, das die Blitze sicher ins Erdreich ableitet. Es gibt keine negativen Auswirkungen auf das öffentliche Stromnetz oder die Umgebung der WEA.

#### Boden

Durch das Fundament, die Montagefläche und die Zuwegung wird in das Gefüge des Bodens und seine Funktionen eingegriffen. Eine wichtige Funktion – die der Versickerung und Grundwasserneubildung – wird nur vernachlässigbar gering beeinträchtigt, da sämtliche Platz- und Wegeflächen in der Regel in wasserdurchlässiger Schotterbauweise ausgeführt sind. Niederschlagswasser wird weder gefasst noch abgeleitet.

#### Eisansatz

Die WEA sollte stillgesetzt werden, wenn eine Vereisung der Rotorblätter auftritt. Das Eiserkennungssystem für Nordex-WEA erkennt anhand auffälliger Vibrationen oder Abweichungen zwischen theoretischer und tatsächlicher Leistung, ob Eisansatz auf dem Rotorblatt vorhanden ist. In diesem Fall erfolgt eine Alarmmeldung und mögliche Abschaltung der WEA.

Classification: Internal Purpose		
	ALLGEMEINE DOKUMENTATION	Dok.: <b>NALL01_008 514_DE</b>
		Rev.: <b>13</b>
UMWELTEINWIRKUNGEN EINER WINDENERGIEANLAGE		Seite: <b>8 / 10</b>

## Elektromagnetische Wellen

Auch von einer WEA gehen – wie von jedem elektrischen Gerät – elektromagnetische Wellen aus. Der Aufenthalt in der Anlage oder in der Nähe der Anlage ist ungefährlich, Trägern eines Herzschrittmachers wird jedoch generell empfohlen, WEA nicht zu betreten.

Da WEA im Allgemeinen mehrere hundert Meter von jedem Haus entfernt stehen und das elektrische Feld exponentiell mit dem Abstand abnimmt, sind keine Auswirkungen im Umfeld zu erwarten.

## Energiebedarf

Die verschiedenen Hilfssysteme einer WEA verbrauchen Strom, z. B. für die Steuerung, die Windnachführung, Hydraulikpumpe usw. Bei sehr kleinen Windgeschwindigkeiten (keine Stromproduktion) wird dieser Strom aus dem öffentlichen Netz bezogen. Der durchschnittliche Jahresenergiebedarf einer WEA beträgt etwa ein Tausendstel bis maximal ein halbes Hundertstel (1...5 Promille) ihrer Jahresproduktion. Der Energiebedarf ist stark von den klimatischen Verhältnissen des Standortes abhängig.

## Klima

Für das örtliche Kleinklima sind keine Veränderungen durch eine WEA zu erwarten. Allgemein wird jedoch die weltklimatisch bedeutende CO<sub>2</sub>-Bilanz entlastet, was zur Verringerung des Treibhauseffekts wichtig ist.

## Geräusche


WEA verursachen Geräusche, insbesondere durch die Bewegung der Rotorblätter im Wind. In den meisten Fällen sind jedoch die Umgebungsgeräusche in der Nähe des Ohrs weitaus lauter als das Geräusch der entfernten WEA. Dies hängt vor allem von der Windgeschwindigkeit und der Umgebungsstruktur ab (z. B. Bäume).

Die Schallemissionen werden gemäß internationaler Normen gemessen und werden in der Planung von Windparks berücksichtigt. Gesetzlich vorgeschriebene Mindestabstände zu schallsensitiven Punkten, z. B. Gebäuden, werden eingehalten.

## Schattenwurf

Wie jedes Bauwerk werfen auch WEA Schatten. Bei WEA wird besonders der bewegte Schatten der Rotorblätter betrachtet. Zum Schutz der umliegenden Wohnbebauung sind bezüglich des Schattenwurfs Grenzwerte einzuhalten. Bei langer Schattenwurfdauer besteht die Möglichkeit, ein Zusatzgerät zu installieren, das die betreffende WEA ein- und ausschalten kann. Das Gerät



	ALLGEMEINE DOKUMENTATION	Dok.: <b>NALL01_008 514_DE</b>
		Rev.: <b>13</b>
UMWELTEINWIRKUNGEN EINER WINDENERGIEANLAGE		Seite: <b>9 / 10</b>

wird so programmiert, dass die betroffenen Häuser der Umgebung nicht unzulässig beeinträchtigt werden.

### **Luftfahrthinderniskennzeichnungen**

Hinderniskennzeichnungen für die Luftfahrt, die sich auf die Umwelt auswirken könnten, müssen den Vorschriften der örtlichen Luftfahrtbehörden entsprechen.

### **Luft**

Hinsichtlich der Luftqualität treten ausschließlich positive Effekte auf. Im Gegensatz zu herkömmlicher Stromproduktion entsteht keine Abluft, es wird sogar der Ausstoß von Treibhausgasen (Kohlendioxid) vermieden.

### **Rohstoffbedarf**

Zur Stromproduktion werden nahezu keine Roh- oder Recyclingstoffe eingesetzt. Lediglich die Schmierstoffe sind mehr oder weniger regelmäßig zu erneuern. Dies ist im Verhältnis zur produzierten Strommenge jedoch unerheblich.


### **Wasser**

Es wird in keiner Weise Wasser eingesetzt oder verbraucht.

Hinsichtlich eines möglichen Ölaustritts aus Maschinen sind mehrfach Sicherheitssysteme und Auffangwannen in der WEA vorhanden. Ein Ölaustritt aus der WEA wird damit sicher unterbunden, sodass keine Gefährdung für Oberflächen- oder Grundwasser besteht.

### **Natur und Landschaft**

Eine WEA ist wie jedes menschliche Bauwerk ein Eingriff in Natur und Landschaft. Bei gesetzlich vorgeschriebenen Auflagen sind Eingriffe auszugleichen. Zur Bestimmung des notwendigen Ausgleichs wird ein Gutachten erstellt.

Classification: Internal Purpose		
	ALLGEMEINE DOKUMENTATION	Dok.: <b>NALL01_008 514_DE</b>
		Rev.: <b>13</b>
UMWELTEINWIRKUNGEN EINER WINDENERGIEANLAGE		Seite: <b>10 / 10</b>

## 4 Umweltkosten der Stromerzeugung

Bei der Stromerzeugung entstehen vor allem durch die Emission von Luftschadstoffen und Treibhausgasen Kosten, die abhängig vom eingesetzten Energieträger sind. Bei Beurteilung dieser Kosten gibt es verschiedene Ansätze, die direkte und indirekte Einwirkungen, aber auch gesamtgesellschaftliche Auswirkungen berücksichtigen. Gemäß der Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten des Umweltbundesamtes ergeben sich die folgenden Kosten für die Stromerzeugung durch den Einsatz verschiedener Energieträger:

Stromerzeugung durch	Luftschadstoffe	Treibhausgase (195 €/t CO <sub>2</sub> Äq)	Umweltkosten gesamt
	in Eurocent <sub>2010</sub> pro kWh		
Braunkohle	2,07	20,65	22,70
Steinkohle	1,68	18,82	20,50
Erdgas	0,87	8,51	9,38
Öl	5,18	16,56	21,74
Windenergie*	0,11	0,20	0,30

Quelle: Umweltbundesamt, Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten), 12/2020

\* Nach Erzeugungsanteilen gewichteter Durchschnittswert aus onshore und offshore Windenergie

### Vermiedene Umweltkosten durch den Einsatz von WEA

Daraus ergeben sich für eine WEA Nordex Delta4000 und einen Standort mit einer mittleren Jahreswindgeschwindigkeit von 7,0 m/s (ca. 16,3 Mio. kWh) vermiedene Umweltkosten in Höhe von ca. 3,65 Mio € gegenüber dem Einsatz von Braunkohle zur Erzeugung der gleichen Strommenge.