



## Nach der dena-Netzstudie: Windstrom-Integration im Übertragungsnetz

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Matthias Boxberger

Leiter Netzplanung

E.ON-Netz GmbH, Bayreuth

AK Energie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, 28.04.2005

**Ergebnisse der dena-Studie**

**Ausbauszenarien und ihre Tücken**

**Netzausbauplanung und ihre Hürden**

**Netzengpässe und Engpassmanagement**

**Anlagenverhalten und Netzsicherheit**

**Fazit und Ausblick**

# **Ergebnisse der dena-Studie**

**Ausbauszenarien und ihre Tücken**

**Netzausbauplanung und ihre Hürden**

**Netzengpässe und Engpassmanagement**

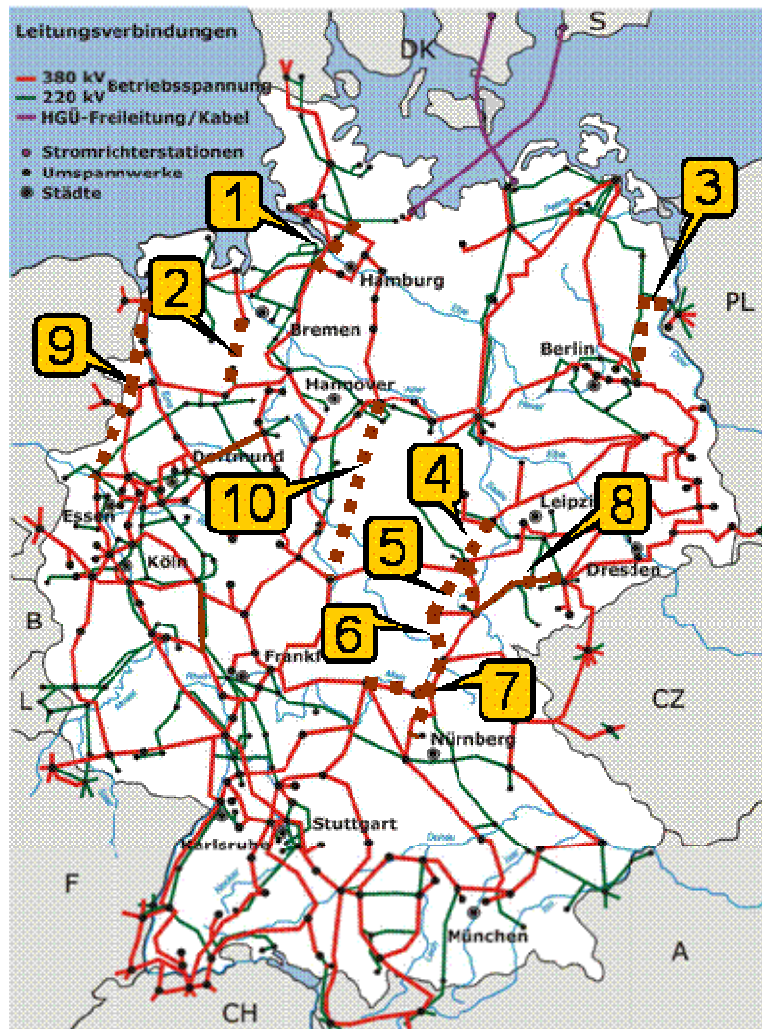
**Anlagenverhalten und Netzsicherheit**

**Fazit und Ausblick**

## Wesentliche Ergebnisse der dena-Netzstudie für das 380/220 kV-Höchstspannungsnetz

- Windenergie-Ausbau bis 2015 auf 36.000 MW<sub>inst</sub> erwartet
- Neubau von 850 Trassen-km im Höchstspannungsnetz erforderlich, Infrastrukturkosten gut 1 Mrd. €
- Bewältigung des Abtransports von Windstrom nur unter Inanspruchnahme europäischer Nachbarnetze
- Gefahr großräumiger Versorgungsausfälle aufgrund Verhalten von Windenergieanlagen bei Netzstörungen

# dena-Studie: 850 zusätzliche Trassen-km binnen 10 Jahren!



bis zum Jahr 2010: 460 km

- 1) Hamburg/Nord – Dollern 45 km
- 2) Ganderkesee – Wehrendorf 80 km
- 3) Neuenhagen – Bertikow/Vierraden 110 km
- 4) Lauchstädt – Vieselbach 80 km
- 5) Vieselbach – Altenfeld 80 km
- 6) Altenfeld – Redwitz 60 km
- 7) Netzverstärkung Franken
- 8) Netzverstärkung Thüringen

bis zum Jahr 2015: zusätzlich 390 km

- 9) Diele – Niederrhein 200 km
- 10) Wahle – Mecklar 190 km



Ergebnisse der dena-Studie

**Ausbauszenarien und ihre Tücken**

Netzausbauplanung und ihre Hürden

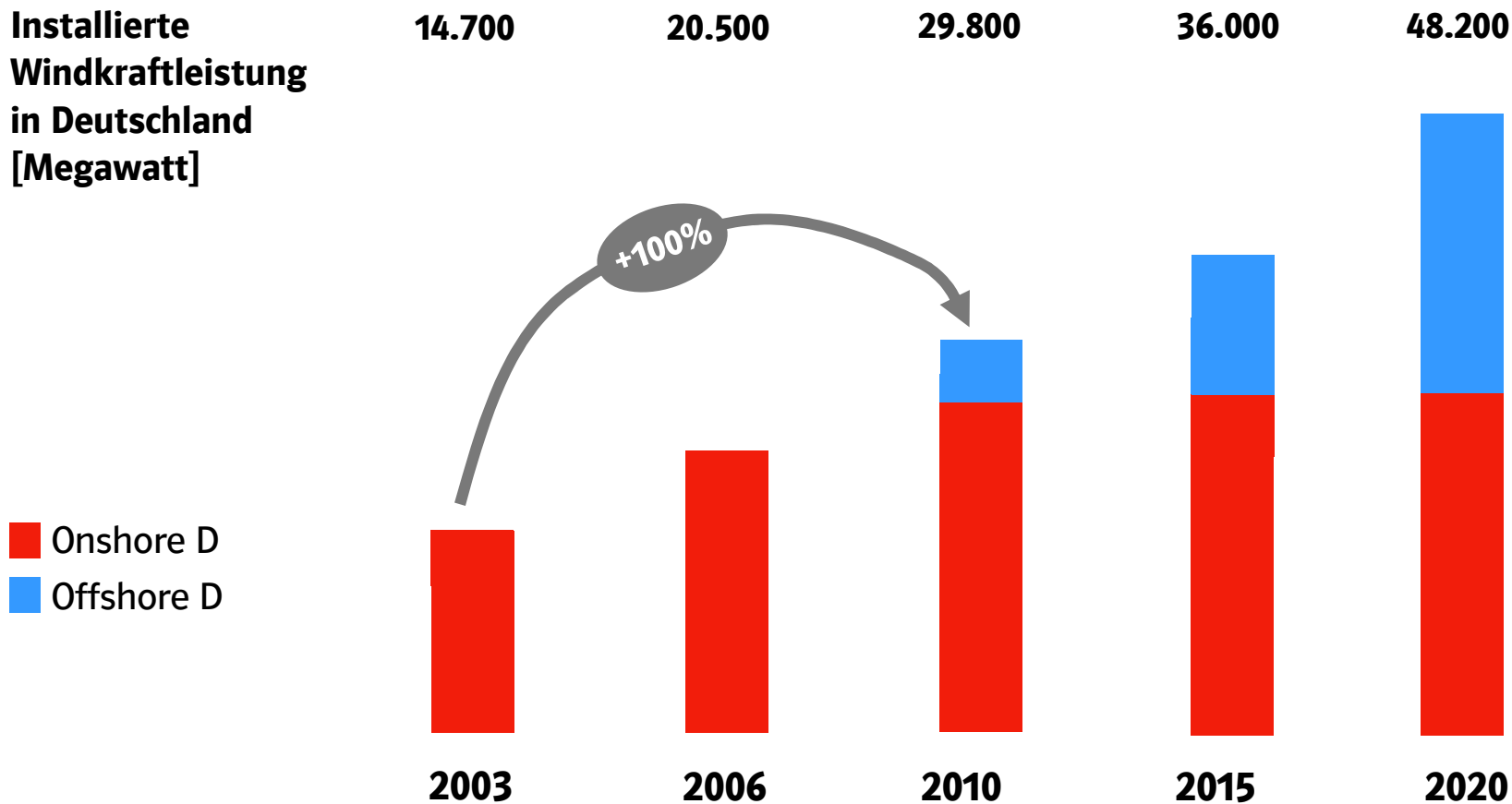
Netzengpässe und Engpassmanagement

Anlagenverhalten und Netzsicherheit

Fazit und Ausblick

# Windausbauprognose für Deutschland: dena-Langfristzenario

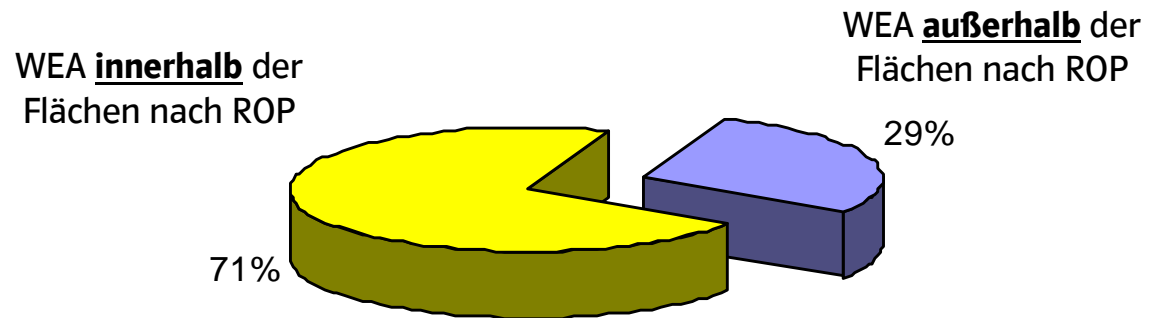
**Installierte  
Windkraftleistung  
in Deutschland  
[Megawatt]**



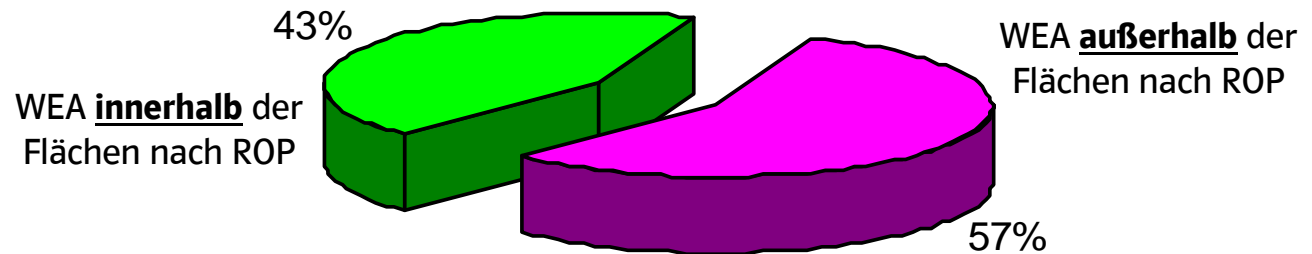
■ Onshore D  
■ Offshore D

# Östliches Niedersachsen: Vielzahl der WEA-Anlagen außerhalb Windvorrangflächen – keine Planungsgrundlage!

WEA in Betrieb:  
(Stand 08/2004)



WEA in Planung:  
(Stand 08/2004)



➔ **Fazit: Aus Windvorrangflächen ist keine belastbare Angabe über eine zukünftige Entwicklung der Einspeisung aus WEA abzuleiten!**



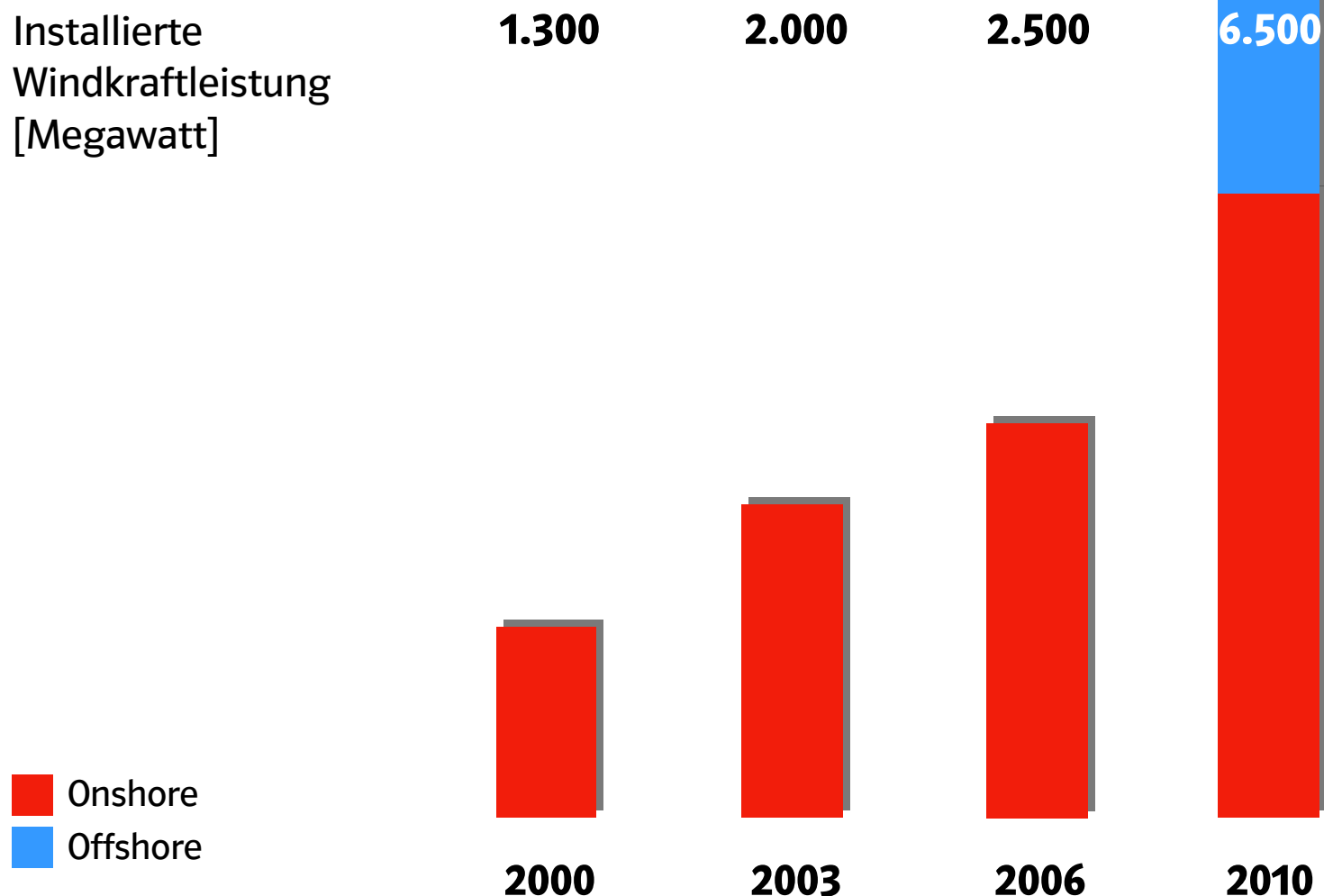
## Schleswig-Holstein: Belastbare Planungsgrundlagen

### für Ausbauprognose on-shore:

- Ausbau beschränkt auf ausgewiesene Windvorrangflächen („1 Prozent der Landesfläche“)
- Leistungsdichte durchschnittl.  $4 \text{ ha/MW}_{\text{inst}}$   
bzw. konkret bekannte Planungen
- inst. Leistungen außerhalb ausgewiesener Windvorrangflächen berücksichtigt, jedoch dort kein (wesentliches) Repowering

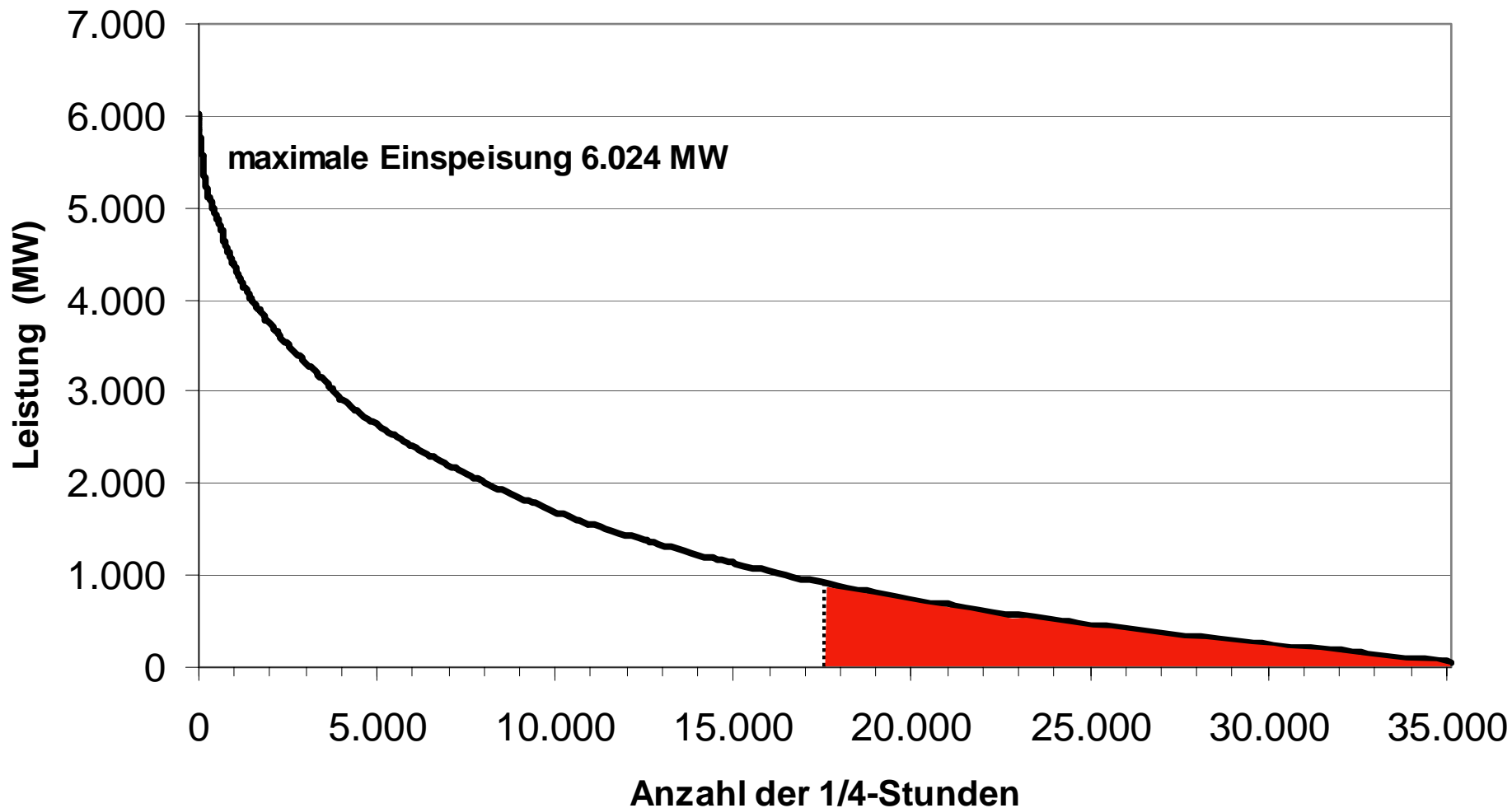
## Windkraft-Zubau in Schleswig-Holstein - Rück- und Ausblick

Installierte  
Windkraftleistung  
[Megawatt]



■ Onshore  
■ Offshore

# Jahresdauerlinie der Windstromeinspeisung 2004 im E.ON-Netzgebiet: 50% des Jahres produzieren weniger als 20% der Windleistung Strom



## Momentaufnahme: Offshore-Vorhaben Nordsee

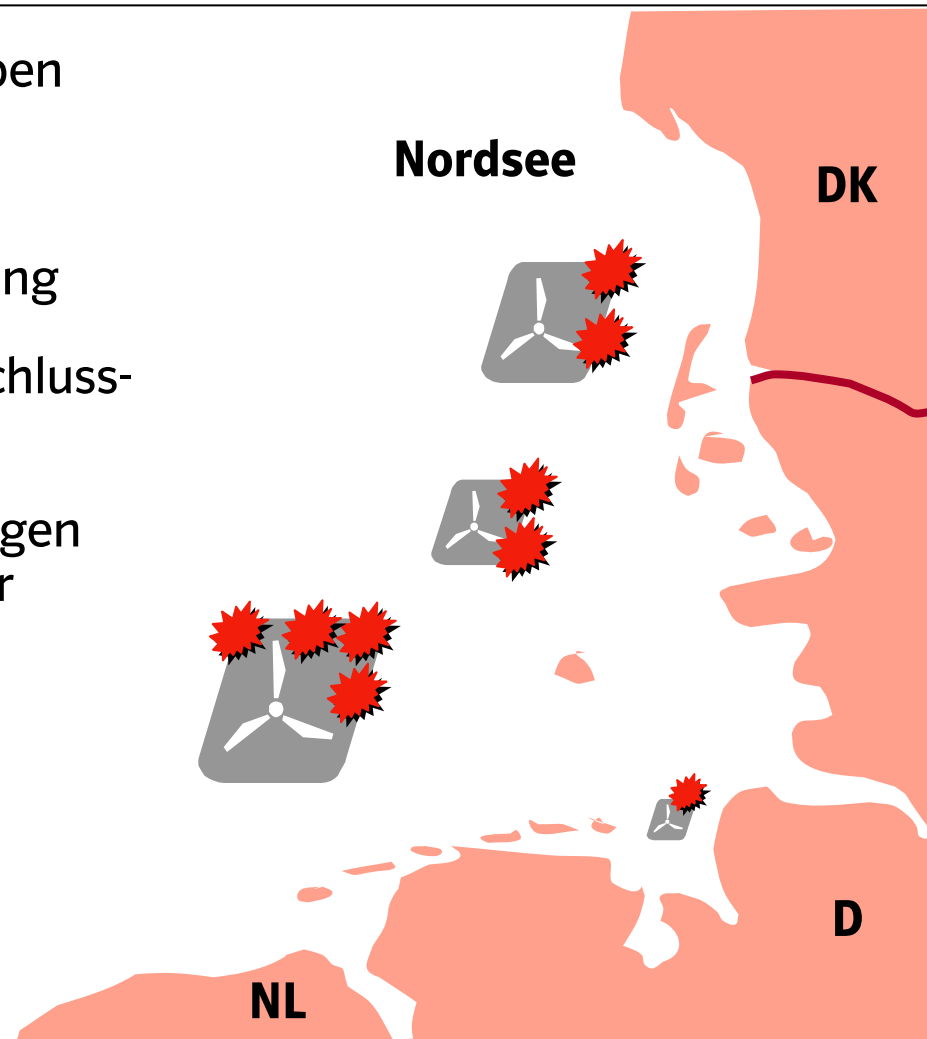
- ⇒ Mehrzahl Offshore-Vorhaben in Nordsee
- ⇒ Projekte mit 66.000 MW Windleistung in Bearbeitung
- ⇒ 6.700 MW belastbare Anschlussanfragen bei E.ON Netz
- ⇒ 8 Errichtungsgenehmigungen in der AWZ und eine in der 12-Seemeilen-Zone erteilt
- ⇒ Realisierungszeitpunkte?



Windausbaugebiet



*Einzelprojekt  
genehmigt*





**Ergebnisse der dena-Studie**  
**Ausbauszenarien und ihre Tücken**  
**Netzausbauplanung und ihre Hürden**  
**Netzengpässe und Engpassmanagement**  
**Anlagenverhalten und Netzsicherheit**  
**Fazit und Ausblick**

## Netzausbau in Schleswig-Holstein: Eine Chronologie ...

bis 1999	Zubau von Wind nutzt freie Netzkapazitäten
1999	Handschin-Gutachten: „1.400 MW dezentrale Erzeugung ohne Netzausbau möglich“
ab 2000	Windanschlusszusagen mit Erzeugungsmanagement
09/2001	1.400 MW-Grenze für dezentrale Erzeugung erreicht
11/2001	Gemeinsame Windausbauprognose: 2.500 MW bis 2006
02/2002	E.ON Netz beantragt Ausbaumaßnahmen im 110 kV-Netz
seit 02/2004	Einsätze des Erzeugungsmanagements sind notwendig
12/2004	Zubauprognose „4.000 MW onshore bis 2010/11“

## Netzausbau braucht langen Atem ...

- **Windbedingte 110 kV-Netzverstärkungen in Schleswig-Holstein**  
Länge insgesamt ca. 120 km, Verfahrensdauer bislang 3 Jahre
- **110 kV-Leitung Büdingen-Altenstadt (Hess.)**  
Länge 9 km, Verfahrensdauer bislang > 10 Jahre
- **Windbedingte 380 kV-Leitung Ganderkesee-St. Hülfe (NdS)**  
Länge 50 km, Verfahrensdauer bislang 2 Jahre
- **380 kV-Leitung Krümmel-Lübeck**  
Länge 80 km, Verfahren nach 10 Jahre aufgegeben



## Netzausbau im Gegenwind – zwei Kerndiskussionspunkte

- **Notwendigkeit wird angezweifelt und relativiert**
  - Energiewirtschaftliche Begründung (Windausbau) moniert
  - (n-1)-Kriterium der Netzauslegung in Frage gestellt
  - Höherauslastung der Betriebsmittel gefordert
  - Konkurrenz von Übertragungsaufgaben (Wind, Handel) ignoriert
- **Ausbau nur bei Verkabelung toleriert**
  - technische Machbarkeit weitgehend unstrittig
  - Auswirkungen auf Netzstrukturen und -betrieb ignoriert
  - Mehrkosten der Verkabelung und Ausstrahlwirkung strittig
  - Kernfrage: Wer trägt die erheblichen Mehrkosten?

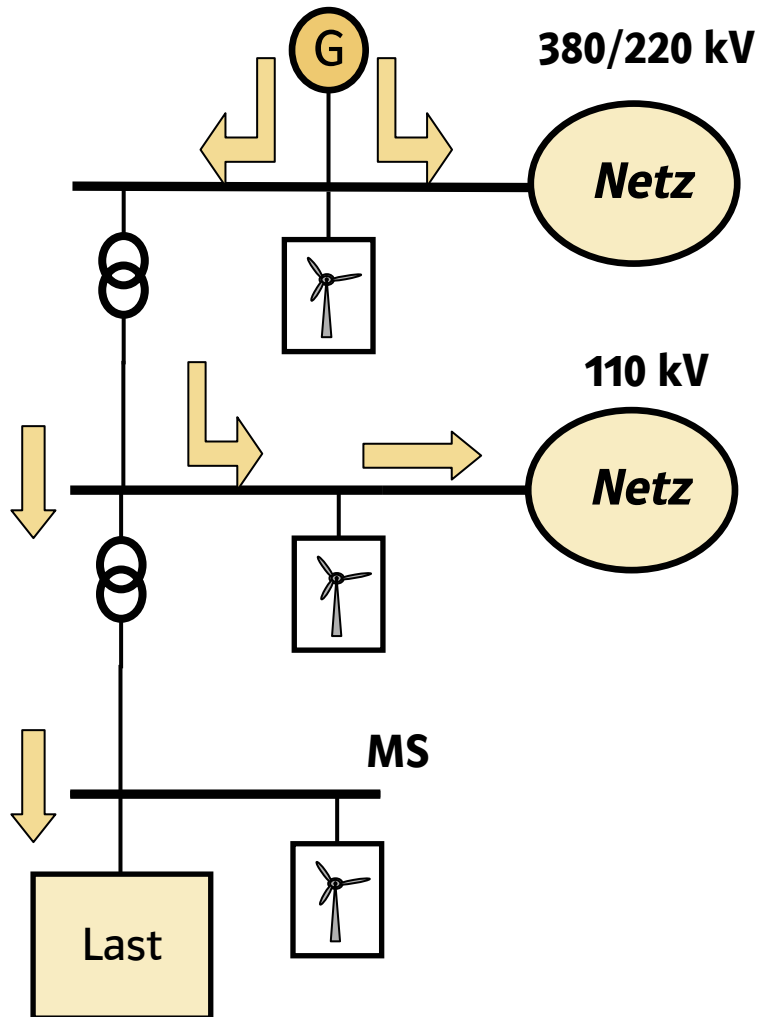


**Ergebnisse der dena-Studie**  
**Ausbauszenarien und ihre Tücken**  
**Netzausbauplanung und ihre Hürden**  
**Netzengpässe und Engpassmanagement**  
**Anlagenverhalten und Netzsicherheit**  
**Fazit und Ausblick**

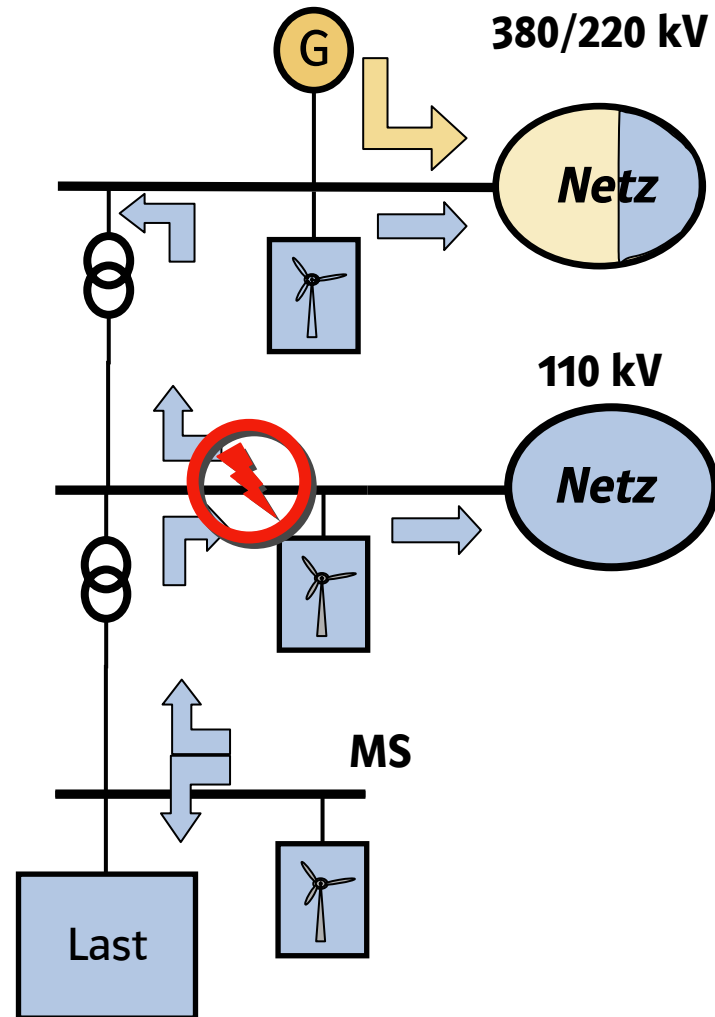
## Warum Erzeugungsmanagement? - 4 Herausforderungen

<p>Windenergieleistung heute z. T. deutlich über regionalem Verbrauch</p>	<p><math>P_{\text{Schwach}}</math> <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">40</span>      Bsp.: <i>NF</i>  <math>P_{\text{Wind}}</math> <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">530</span> <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">  </span></p>
<p>Installierte Windenergieleistung soll bis 2010 nahezu verdoppelt werden</p>	<p>2004 <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">16 GW</span>          2010 <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">30 GW</span></p>
<p>Anschluss- und Abnahmepflicht Verpflichtung zum Netzausbau</p>	<p style="text-align: center;"><b>EEG: unverzüglich vollständig</b></p>
<p>Verfahrensdauer Netzausbau</p>	<p style="text-align: center;"><b>5 bis 10 Jahre?</b></p>

## Windstrom führt zu zeitweiligen Netzeengpässen



**„Versorgungsfall“ (Flaute)**



**„Entsorgungsfall“ (Starkwind)**

## Grundzüge des Erzeugungsmanagements

- vorübergehende Maßnahme bis zur Fertigstellung windbedingten Netzausbaus
- temporäre Reduzierung der Einspeiseleistung von dez. Erzeugungsanlagen in engpassbehafteten Netzregionen
- Sollwert-Vorgabe des Netzbetreibers für max. Einspeiseleistung
- Einsatz bei drohendem Verlust der allgemeinen Versorgungssicherheit aufgrund unzulässiger Betriebsmittelüberlastungen:
  - EEG-Einspeisung überschreitet Übertragungsleistung des Netzes

# Einsatzverfahren Erzeugungsmanagement

(Ausschnitt 2004)

- Temporäre Einspeiseeinschränkungen von dez. Erzeugungsanlagen bis zur Behebung von Netzengpässen
- Schwerpunkte Einsätze bislang in Region Nordfriesland
- Mitverantwortung WEA-Betreiber an Funktionieren
- Beteiligung der betroffenen Windparkbetreiber unterschiedlich

Einsatzstatistik Erzeugungsmanagement			
Datum	Dauer*	Region	maximale Reduzierung auf
04.02.04	6 h	Raum Niebüll-Flensburg-Breklum	0%
02.03.04	4 h	Raum Heide-Husum-Breklum	60%
15.03.04	2 h	Raum Niebüll-Flensburg-Breklum	60%
19.03.04	10 h	Raum Niebüll-Flensburg-Breklum	60%
20.03.04	4 h	Raum Niebüll-Flensburg-Breklum	30%
22.05.04	6 h	Raum Niebüll-Flensburg-Breklum	0%
	6 h	Raum Breklum	60%
16.06.04	5 h	Raum Niebüll-Flensburg-Breklum	0%
24.06.04	5 h	Raum Niebüll-Flensburg-Breklum	0%
25.06.04	8 h	Raum Niebüll-Flensburg-Breklum	30%
12.09.04	12 h	Raum Niebüll-Flensburg-Breklum	30%
15.09.04	3,5 h	Raum Niebüll-Flensburg-Breklum	0%
20.09.04	8,5 h	Raum Dithmarschen-Marne/Meldorf	30%
21.10.04	5,5 h	Raum Dithmarschen-Dörpum, Husum, Breklum	60%

\* in Stunden gerundet

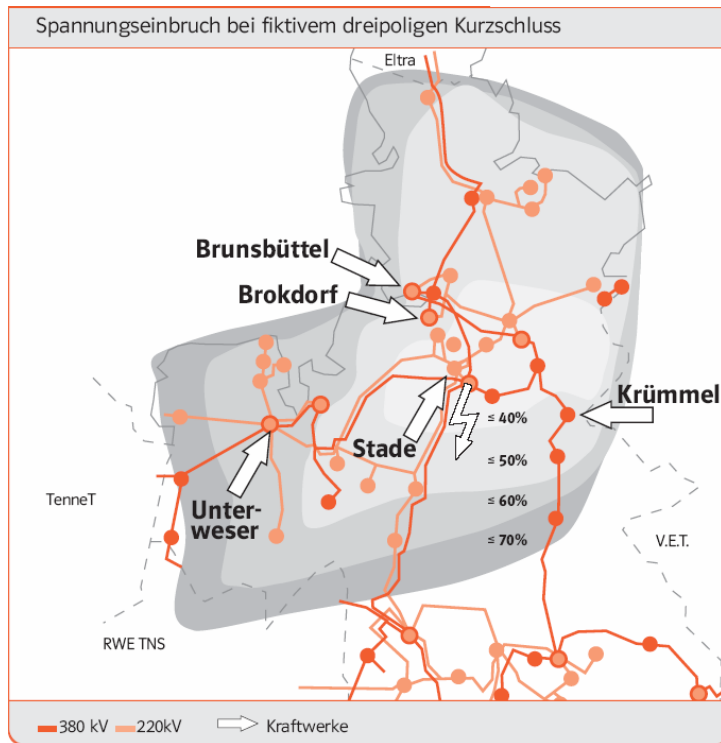




**Ergebnisse der dena-Studie**  
**Ausbauszenarien und ihre Tücken**  
**Netzausbauplanung und ihre Hürden**  
**Netzengpässe und Engpassmanagement**  
**Anlagenverhalten und Netzsicherheit**  
**Fazit und Ausblick**



## Verhalten des Verbundnetzes im Fehlerfall



Gefährdung der Systemsicherheit bei hohen Erzeugungsausfällen

Kurzschlüsse im Höchstspannungsnetz führen zu Spannungseinbrüchen, die einen großflächigen Ausfall von Windenergieanlagen verursachen können.

Bei einem fiktiven dreipoligen Kurzschluss nahe dem Umspannwerk Dollern würde die Netzspannung in diesem Fall kurzzeitig flächendeckend unter 80 % sinken. Das hätte den schlagartigen Ausfall fast der gesamten Windstrom einspeisung in diesem Gebiet zur Folge.



**Beeinträchtigung der Versorgungssicherheit im UCTE-Netz bei Erzeugungsausfällen größer 3.000 MW**

## Erkenntnisse aus der dena-Studie zur Systemsicherheit

**Bereits im nächsten Jahrzehnt zeichnet sich ab ...**



**Beeinträchtigung der Versorgungssicherheit im UCTE-Netz bei Erzeugungsausfällen größer 3000 MW für das Jahr 2015**


### **Notwendige Gegenmaßnahmen**

- Weitgehende Nachrüstung von Altanlagen
- Verstärktes Repowering (Ersatz von Altanlagen)

Dadurch wären die dynamischen Probleme für den Zeithorizont bis 2015 beherrschbar  
Aber: Technische Nachrüstfähigkeit und rechtliche Umsetzbarkeit nicht geprüft

**Trotz Gegenmaßnahmen zeigt sich ...**

**Versorgungssicherheitsniveau** durch die Integration der Windenergie bis 2015 bleibt negativ beeinflusst



**Ergebnisse der dena-Studie**  
**Ausbauszenarien und ihre Tücken**  
**Netzausbauplanung und ihre Hürden**  
**Netzengpässe und Engpassmanagement**  
**Anlagenverhalten und Netzsicherheit**  
**Fazit und Ausblick**

**Windenergie politische „Zielenergie“**

**Windenergie-Ausbau erfordert Infrastruktur-Ausbau**

**Aufgaben der Akteure sind identifiziert ...**

**... bislang keine belastbare Perspektiven  
für die Erledigung aller Aufgaben!**



**Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit!**

E.ON Netz GmbH Bernecker Straße 70 95448 Bayreuth  
[www.eon-netz.com](http://www.eon-netz.com)