

Wiesbaden, 23. Nov. 2010

## **Dena Netzstudie II: Annahmen rechtswidrig, Ergebnis sachwidrig**

### **Zusammenfassung**

Am Di, 23. Nov. 2010 wurde die Dena Netzstudie II veröffentlicht. Sie behauptet einen zusätzlichen Trassenbedarf von 3.600 km, bei Verwendung von Hochtemperaturleitern von 1.700 km bei allerdings dann doppelt so hohen Kosten.

Die Annahmen dieser dena Netzstudie II sind rechtswidrig, die Ergebnisse sachwidrig:

(1) Die Netzbetreiber sind gesetzlich zur unverzüglichen Erhöhung der Übertragungsleistung ('Netzausbau') für erneuerbare Energien verpflichtet, allerdings nur, soweit dies (volks)wirtschaftlich zumutbar ist.

(2) Die heute veröffentlichte dena-II-Netzstudie berechnet – wie auch schon die dena-I-Netzstudie aus 2005 – den erforderlichen Netzausbau für 90% der insgesamt installierten Nennleistung aller Windkraftwerke, was etwa einmal pro Jahr vorkommt. Ein Netzausbau für wenige Windspitzen widerspricht offensichtlich der gesetzlich gebotenen wirtschaftlichen Zumutbarkeit des Netzausbaus.

(3) Die dena-II-Netzstudie berücksichtigt zwar, im Gegensatz zur dena-Netzstudie-I aus 2005, Freileitungsmonitoring und Hochtemperaturseile, die gerade für die Übertragung von Windenergie besonders gut geeignet sind: Bei Starkwind in Norddeutschland können grundsätzlich die bestehenden Leitungen nach Süden mehr Leistung übertragen, da sie bei derartigen Wetterlagen häufig großräumig zusätzlich gekühlt werden.

(4) Für die Übertragung von erneuerbaren Energien ist kein durchgängiger Einsatz von Hochtemperaturleiterseilen erforderlich, sondern nur für besonders windgeschützte Leitungsabschnitte mit potentiell hoher Sonneneinstrahlung. Für diese meist kurzen Abschnitte ist ein Austausch der bestehenden Leiterseile in lastschwachen Zeiten leicht möglich, ähnlich wie bei Leiterseilreparaturen. "Zeit- und kostenintensive Provisorien" – wie in der dena-II-Netzstudie behauptet – sind deshalb nicht erforderlich. Bei Verwendung geeigneter Hochtemperaturleiterseile ist KEINE Erhöhung der bestehenden Maste – wie in der dena-II-Netzstudie behauptet – erforderlich. Unter Berücksichtigung dieser Fakten sind – im Gegensatz zu den Behauptungen der dena-Netzstudie-II – windenergiebedingte Netzverstärkungen durch Hochtemperaturleiterseile auf bestehenden Leitungen deutlich kostengünstiger als ein Netzneubau.

(5) Durch Messung der Leiterseiltemperatur ('Freileitungsmonitoring') kann eine potentielle Überschreitung der zulässigen Leiterseiltemperatur zuverlässig erfasst und durch vorübergehende Drosselung der Windenergieeinspeisung eine Überschreitung der Leiterseiltemperatur gesichert verhindert werden. Wenn aber nun – wie von der dena-II-Netzstudie rechtswidrig gefordert – jede erzeugbare kWh erneuerbare Energie übertragen werden müsste ("vollständige Integration erneuerbarer Energien"), müssten statt Drosselung der Windkraftwerke zusätzliche Leitungen gebaut werden. Der Nutzen von Temperaturmonitoring wird damit weitgehend wegdefiniert und die Kosten der Netzverstärkung lägen gemäß dena-II-Netzstudie über den Kosten des Leitungsneubaus: die absurde und rechtswidrige dena-II-Vorbedingung einer vollständigen Übertragung auch von seltenen Windenergiespitzen führt zum absurden Ergebnis, dass die kostengünstige Netzverstärkung mittels Freileitungsmonitoring und Hochtemperaturleiterseile scheinbar teurer ist als der kostenaufwändige Netzneubau.

(6) Ganz zum Schluß der Zusammenfassung argumentiert die dena-II-Netzstudie zu Recht: "... stellt die Drosselung von Windenergieanlagen in windstarken und lastschwachen Zeiten eine wichtige Möglichkeit der Gesamtsystemoptimierung dar und sollte vertieft untersucht werden." Warum hat die dena-Netzstudie-II dies nicht in ihren Berechnungen berücksichtigt? Zur Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen wirtschaftlichen Zumutbarkeit des Netzausbau ist eine Drosselung der Windergieeinspeisung v.a. bei drohenden Netzengpässen nämlich zwingend erforderlich.

(7) Werden nun ohne weitere Prüfung die in der dena-Netzstudie-II sowie die im Leitungsausbaugesetz (basierend auf der dena-Netzstudie-I aus 2005) vorgesehenen Leitungsneubauten realisiert, sind zu befürchten

- Fehlinvestitionen beim Netzausbau,
- überhöhte Netznutzungsentgelte bei den Netzbetreibern und
- unnötige Strompreiserhöhungen.

# Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Zusammenfassung .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>1 Wirtschaftliche Zumutbarkeit als Begrenzung für Netzausbau und Windenergieeinspeisung .....</b>                                     | <b>4</b>  |
| 1.1 Technische Optimierung der Erhöhung der Übertragungsleistung   | 4         |
| 1.2 Wirtschaftliche Zumutbarkeit als Verhältnismäßigkeit von volkswirtschaftlichen Nutzen und Kosten                                     | 4         |
| <b>2 Bestimmung des wirtschaftlich zumutbaren Netzausbaus.....</b>   | <b>6</b>  |
| 2.1 Faustregeln für wirtschaftliche Zumutbarkeit   | 6         |
| 2.2 Objektive Bestimmung des wirtschaftlich zumutbaren Netzausbaus   | 6         |
| <b>3 Fallbeispiele für die Netzanbindung von Windparks .....</b>   | <b>8</b>  |
| 3.1 Netzanbindung von Onshore-Windparks  | 8         |
| 3.2 Netzanbindung von Offshore-Windparks   | 9         |
| 3.3 Erhöhter Fernübertragungsbedarf  | 10        |
| 3.4 Ferntransport von Offshore-Windstrom besser durch Gleichstrom-Erdkabel statt, wie derzeit geplant, durch Wechselstrom-Freileitungen? | 11        |
| <b>4 Dena-Netzstudien und Energieleitungsausbaugesetz .....</b>  | <b>13</b> |
| 4.1 Dena-Netzstudien   | 13        |
| 4.2 Energieleitungsausbaugesetz  | 15        |
| 4.3 Leitlinien für transeuropäische Energienetze   | 15        |
| 4.4 Das Energieleitungsausbaugesetz fordert eine Erhöhung der Übertragungsleistung, aber nicht den Neubau von 380-kV-Freileitungen       | 15        |
| <b>Literaturverzeichnis.....</b>   | <b>17</b> |

## 1 Wirtschaftliche Zumutbarkeit als Begrenzung für Netzausbau und Windenergieeinspeisung

Seit Längerem gibt es nachhaltige Auseinandersetzungen bezüglich Umfang und Art der Erhöhung der Übertragungsleistung der Stromnetze [Jarass/Obermair/Voigt 2009, Kap. 10.1]:

- Betreiber von Windparks klagen gegen Regionalnetzbetreiber wegen unzureichender Einspeisemöglichkeiten und daraus resultierender zeitweiser Abschaltungen (‘Einspeisemanagement’).
- Gebietskörperschaften, wie Städte und Gemeinden, klagen gegen ihre Landesverwaltungen, sofern diese den Verbundnetzbetreibern landschaftsbeeinträchtigende Freileitungsneubaustrecken genehmigen wollen.
- Ein Teil der Leitungen wird als nicht zwingend erforderlich, jedenfalls aber nicht als windenergiebedingt angesehen, ihr Bau wird auch deshalb nur als Erdkabelauführung akzeptiert.

Deshalb ist ein transparentes, rationales Verfahren zur Bestimmung der angemessenen technischen Umsetzung der Erhöhung der Übertragungsleistung und zur Einengung des Bandes zwischen ‘zu viel’ und ‘zu wenig’ bei der windenergiebedingten Verstärkung des Stromnetzes auf der Grundlage einer volkswirtschaftlichen Optimierung anzustreben.

### 1.1 Technische Optimierung der Erhöhung der Übertragungsleistung

Eine Erhöhung der Übertragungsleistung im bestehenden Netz kann auf allen Spannungsebenen je nach Bedarf in drei aufeinander folgenden Stufen von jeweils höherem Kostenaufwand erreicht werden [Jarass/Obermair/Voigt 2009, Kap. 4]:

- Netzoptimierung des bestehenden Systems, z.B. durch Erhöhung der verwendeten Spannung, durch Regelung des Lastflusses mittels Querregler oder durch Nutzung vorübergehend vorhandener Netzreserven mittels Leitungsmonitoring.
- Netzverstärkung von bestehenden Leitungen, insbesondere von Freileitungen, indem z.B. herkömmliche Leiterseile durch Hochtemperaturleiterseile ersetzt werden, am besten in Kombination mit Leitungsmonitoring.

Schließlich, falls Netzoptimierung und Netzverstärkung nicht ausreichen:

- Neubau einer kompletten Stromleitung; auf 110-kV-Niveau im Regelfall als Erdkabel kostengünstig ausführbar zur Vermeidung langer Gerichtsverfahren mit den Anliegern von geplanten Freileitungstrassen; auch für den Neubau von 380-kV-Trassen gibt es ab 2009 Vorgaben zur Teilverkabelung [EnLAG 2009, § 2].

### 1.2 Wirtschaftliche Zumutbarkeit als Verhältnismäßigkeit von volkswirtschaftlichen Nutzen und Kosten

Es existiert sowohl im Erneuerbare-Energien-Gesetz als auch im Energiewirtschaftsgesetz die eindeutige Vorschrift, dass zur Übertragung erneuerbarer Energien der Netzbetreiber zum unverzüglichen Ausbau verpflichtet ist, soweit dieser Ausbau (volks)wirtschaftlich zu-

mutbar ist. Auch Offshore-Netzanbindungen stehen unter dem Vorbehalt der wirtschaftlichen Zumutbarkeit, da sie Teil des Energieversorgungsnetzes sind.

Diese Anweisung zu einer gewissen Beschränkung der Höhe des Netzausbaus drückt eigentlich nur die wirtschaftliche Selbstverständlichkeit aus, dass für sehr seltene kurze Spitzen der *Leistung* der möglichen Erzeugung, die selbst in Ihrer Summe nur äußerst wenig Energie (= Leistung mal Zeit) erbringen, keine zusätzliche Übertragungskapazität geschaffen werden muss. Entgegen einer weit verbreiteten EEG-Interpretation muss als unvermeidliche Folge dieses gesetzlichen Gebots der Wirtschaftlichkeit die Einspeisung bei solchen Spitzen kurzzeitig heruntergeregelt werden. Andernfalls würden die Stromverbraucher, die die Erhöhung der Übertragungskapazität letztlich bezahlen müssen, unnötig belastet.

Dies steht im Gegensatz zum Netzausbau für die Versorgung von Verbrauchern, wo auch sehr seltene Nachfragespitzen durch das Netz abgedeckt werden müssen, um Abschaltungen von Verbrauchern zu verhindern.

## 2 Bestimmung des wirtschaftlich zumutbaren Netzausbaus

Ob eine Maßnahme zur Netzanbindung wirtschaftlich zumutbar ist und insbesondere *wie weit*, d.h. bei welcher Höhe, bei welchen volkswirtschaftlichen Kosten und bei welchem finanziellen Risiko die wirtschaftliche Unzumutbarkeit einsetzt, kann allerdings nur beurteilt werden, wenn ein objektiver quantitativer Maßstab für die Beurteilung der wirtschaftlichen Zumutbarkeit nach den allgemeinen Regeln der Ökonomie angewandt wird.

### 2.1 Faustregeln für wirtschaftliche Zumutbarkeit

Der Gesetzgeber hat keine Regelungen zur operationalen Umsetzung des Begriffs der wirtschaftlichen Zumutbarkeit gemacht, weder im Erneuerbare-Energien-Gesetz noch im Energiewirtschaftsgesetz. Allerdings nennt die offizielle Gesetzesbegründung zum EEG 2004 zwei verschiedene Faustregeln, die der Beurteilung der wirtschaftlichen Zumutbarkeit von windenergiebedingten Netzausbaumaßnahmen dienen sollen.

#### **Faustregel 1: Vergütungssummen müssen deutlich größer sein als die Netzanbindungskosten**

Bei der Netzanbindung von Windkraftwerken sind – auch bei der kostenaufwändigen Netzanbindung von Offshore-Windkraftwerken – die Vergütungssummen für die eingespeiste Windenergie immer deutlich größer als die Netzanbindungskosten. Damit wird die durch Faustregel 1 definierte **Grenze für wirtschaftliche Unzumutbarkeit** sicher **nicht erreicht**. Aber: Müssten neben den Kosten für die Netzanbindung nicht auch die Kosten für die mittelfristig zusätzlich erforderlichen Fernleitungsverbindungen nach Süddeutschland und nach Norwegen mitberücksichtigt werden?

#### **Faustregel 2: Netzanbindungskosten dürfen 25% der Investitionskosten für Windkraftwerke nicht übersteigen**

Bei Onshore-Windkraftwerken wird Faustregel 2 erfüllt. Bei Offshore-Windkraftwerken allerdings betragen die Investitionskosten für die Netzanbindung bis zu 1.100 €/kW und damit bis etwa ein Drittel der geschätzten Investitionskosten der geplanten Offshore-Windkraftwerke, für die von etwa 3.000 €/kW ausgegangen wird. Damit liegen die Kosten der Netzanbindung höher als Faustregel 2 erlaubt. Der zuständige Netzbetreiber sollte deshalb vorab sicherstellen, dass die Bundesnetzagentur die Netzanbindungskosten akzeptiert.

### 2.2 Objektive Bestimmung des wirtschaftlich zumutbaren Netzausbaus

Bei den Faustregeln werden nur der **Gesamtnutzen** und die **Gesamtkosten** miteinander verglichen. Offen bleibt die Frage, bis zu welcher Grenzleistung in diesen Fällen das Netz ausgebaut werden soll, sodass das Kosten-Nutzen-Optimum erreicht wird. Diese Frage lässt sich nur anhand des Vergleichs von Grenznutzen und Grenzkosten beantworten. Das Optimum der Höhe einer Investition ergibt sich nämlich dort, wo der **Grenznutzen** einer Netzanbindung ihren **Grenzkosten** gleichkommt ('Pareto-Optimum'). Als Nebenbedin-

gung muss zugleich gelten, dass der volkswirtschaftliche Gesamtnutzen des Netzausbaus bis zu diesem Optimum größer ist als seine Gesamtkosten, da sonst ganz offensichtlich die Maßnahme für die Gesamtgesellschaft mehr Kosten als Nutzen brächte [Obermair/Voigt 2009, Kap. 10].

### **Grenznutzen und Grenzkosten**

Man geht gedanklich im ersten Schritt von einem Netzausbau in Höhe von 100% der installierten Leistung der Windkraftwerke aus, und überlegt dann, wie viel Windenergie und damit Vergütungssummen ausgesperrt werden durch eine Verringerung des Netzausbaus. Sind die ausgesperrten Vergütungssummen kleiner als die Verringerung der Netzausbaukosten, so verringert man den Netzausbau, weil so volkswirtschaftlich Kosten verringert werden und entsprechend ein größerer Netzausbau wirtschaftlich nicht zumutbar wäre.

Es ist für jeden Anwendungsfall das volkswirtschaftliche Optimum des Netzausbaus für die Gesamtheit der in ein bestimmtes Teilnetz einspeisenden bzw. geplanten und genehmigten Windparks abzuschätzen. Das Optimum ist erreicht, wenn der

- **Grenznutzen: zusätzlicher** volkswirtschaftlicher Nutzen der zusätzlich möglichen Windenergieeinspeisung

gleich ist den

- **Grenzkosten: zusätzliche** volkswirtschaftliche Kosten für die zusätzlich zu erstellende Übertragungsleistung des Netzes.

Wirtschaftlich zumutbar ist der Ausbau bis zu diesem Optimum aber nur, wenn der Gesamtnutzen der Windenergieeinspeisung deutlich größer ist als die Gesamtkosten für Netzausbau und Errichtung der Windkraftwerke.

### 3 Fallbeispiele für die Netzanbindung von Windparks

Die Netzanbindung von Windenergie kann in drei verschiedene Standardfälle unterschieden werden:

- (1) **Anbindung von Onshore-Windparks:** Zusätzliche Einspeisung durch neue sowie durch Repowering vergrößerte Onshore-Windparks. Anbindung meist durch 110-kV-Hochspannungsleitungen.
- (2) **Anbindung von Offshore-Windparks:** Unterseeische Übertragung und an Land möglichst küstennahe Einspeisung in das Höchstspannungsnetz. Anbindung im ersten Schritt durch 145-kV-Gleichstrom-Seekabel, später über 300 kV.
- (3) **Erhöhter Fernübertragungsbedarf:** Massiv erhöhter Fernübertragungsbedarf im Verbundnetz von den Schwerpunkten der Erzeugung, die an und vor den Küsten liegen, zu den Verbrauchsschwerpunkten vorwiegend im Westen und Süden Deutschlands und zu Speicherkraftwerken in den Mittelgebirgen und in den Alpen, sowie in Norwegen und Schweden. An Land meist durch 380-kV-Höchstspannungsleitungen oder als Gleichstromerdkabel, auf See als Gleichstromseekabel.

Zum einen sind die relevante Spannungsebene (zwischen 110 kV und 380 kV) und die verfügbare Leitungstechnik (Freileitung oder Erdkabel, Seekabel oder Rohrleitung, Drehstrom oder Gleichstrom) in jedem der drei Fälle unterschiedlich [Heuck/Dettmann/Schulz 2007, Kap. 4.14]. Zum anderen ist die zeitliche und statistische Charakteristik, also etwa die Dauer-Leistung-Kurve, der zu übertragenden Energie in jedem der drei Fälle verschieden.

Für die drei Fallbeispiele Onshore-Windpark, Offshore-Windpark, erhöhter Fernübertragungsbedarf wird nun der wirtschaftlich zumutbare Netzausbau dargestellt. Dabei spielen folgende drei Größen eine wesentliche Rolle:

- Dauer-Leistung-Kurve der Windenergieeinspeisung,
- EEG-Vergütung für Windenergie,
- Kosten der Netzverstärkung [Jarass/Obermair/Voigt 2009, Tab. 10.1].

#### 3.1 Netzanbindung von Onshore-Windparks

110-kV-Anbindung von Onshore-Windparks an einen starken Übergabepunkt (meist 380-kV-Höchstspannungsnetz): Als technische Alternative kommt je nach Bedarf eine Verstärkung bestehender regionaler Leitungen mit Hochtemperaturseilen und Leitungsmonitoring oder ein Neubau als Freileitung oder als Erdkabel in Frage; typische Leitungslängen sind 20 km bis 40 km.

Der wirtschaftlich zumutbare Netzausbau liegt wegen der hohen zeitlichen Korrelation der regionalen Windenergieproduktion im Bereich von 90% bis 95% der Nennleistung des anzuschließenden Windparks [Jarass/Obermair/Voigt 2009, Kap. 10.3.1]. Für windschwächere und topografisch stärker gegliederte Gebiete, z.B. weit südlich der Küste oder im Mittelgebirge,



resultiert ein Ausbaubedarf des Netzes von deutlich unter 90% der in der betrachteten Region insgesamt installierten Windleistung.

### 3.2 Netzanbindung von Offshore-Windparks

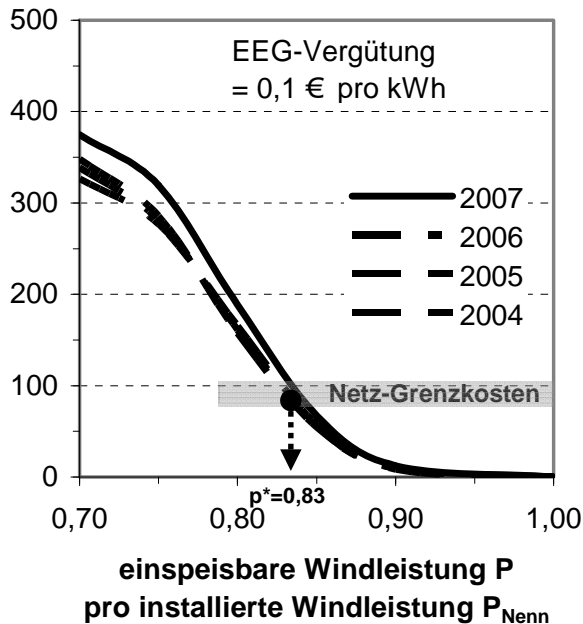
Anbindung der großen neuen Offshore-Windparks bis zur Küste und dann weiter bis zum 380-kV-Höchstspannungsnetz: Als technische Alternative kommt nur ein Neubau mit Seekabeln in Frage, für längere Strecken zwingend in Gleichstromausführung, ebenso die Fortführung an Land als Gleichstromerkabel; typische Leitungslängen sind 100 km bis 200 km. Es ist bei allen zukünftigen Offshore-Anbindungen zu prüfen, inwieweit nach einer geeigneten Bündelung die Weiterführung per Gleichstrom nach Süden sinnvoll erscheint.

Die Offshore-Netzanbindung besteht aus vom öffentlichen Netz vollständig getrennten reinen Windenergie-*Entsorgungsleitungen*. Sie werden deshalb nicht (n-1)-gesichert als Doppelleitungen, sondern nur als Einfachleitungen ausgeführt mit etwa den halben Kosten von zwei Systemen. Bei einem Kabelschaden sind zwar sehr lange Reparaturdauern zu erwarten, mittelfristig wird aber bei Annäherung an das Ausbauziel jeder Netzknoten im Meer ('Steckdose') mit mehreren Kabeln ans Festland angeschlossen und damit annähernd die Versorgungssicherheit eines vermaschten Systems aufweisen.

Abb. 3.1 zeigt die resultierende Grenznutzen-Leistung-Kurve für einen 400-MW-Windpark (40 Windenergieanlagen Repower-126m/5MW, Abstand 7 Rotordurchmesser) unter Berücksichtigung der technischen Verfügbarkeit für vier Jahre 2004 bis 2007. Zudem sind die jährlichen Netz-Grenzkosten als horizontales Band von rechts her im Bereich von 110 €/kW (zukünftig vielleicht 80 €/kW) eingezeichnet.

**Abbildung 3.1 : Wirtschaftlich zumutbare Netzanbindung  
für einen Windpark am Offshore-Standort FINO1 nördlich Borkum**

Jährlicher **Grenznutzen**: Vergütungssumme pro  
Erhöhung der einspeisbaren Windleistung P  
[€/kW]



Quelle: [Jarass/Obermair/Voigt 2009, Abb. 10.5].

Wie in Abb. 3.1 dargestellt, liegt unter den zugrunde gelegten Annahmen die wirtschaftlich zumutbare Grenzleistung der Netzanbindung im Bereich von 80% bis 85% der insgesamt installierten Generatorleistung der Offshore-Windkraftwerke. Nach einigen Jahren Betriebserfahrung mit den Anlagen wird man sehen, ob der Wert eher etwas größer oder etwas kleiner gewählt werden sollte.

Eine Bewertung der Windenergie nicht mit EEG-Einspeisetarifen, sondern zu Börsenpreisen würde den Wert der Windenergie gerade zu Starkwindzeiten deutlich verringern und damit auch den wirtschaftlich zumutbaren Netzausbau.

Die Offshore-Windenergie kann nicht in Norddeutschland verbraucht werden, sondern muss zukünftig zu den weit entfernt liegenden Verbrauchsschwerpunkten in West- und Süddeutschland sowie zu Speicherkraftwerken nach Norwegen oder in die Alpen übertragen werden. Bei anteiliger Berücksichtigung dieser Übertragungskosten, die im folgenden Fallbeispiel 3 dargestellt werden, sinkt der wirtschaftlich zumutbare Netzausbau auf weit unter 80% der insgesamt installierten Generatorleistung aller Offshore-Windparks.

### 3.3 Erhöhter Fernübertragungsbedarf

Verstärkungen oder Neubauten im Bereich der 380-kV-Höchstspannungsfernleitungen zur Übertragung von Windenergie aus den Küstenregionen zu den Verbrauchsschwerpunkten und Speicherkraftwerken im Westen und Süden Deutschlands. Typische Leitungslängen sind 200 km bis über 500 km.

Technische Alternativen sind je nach Bedarf

- Leitungsoptimierung,
- Verstärkung bestehender Leitungen mit Hochtemperaturseilen und Leitungsmonitoring,
- Leitungsneubau als Freileitung, ggf. bei Querung besonders sensibler Landschaft auch als Teilverkabelung,
- auf ganzer Länge Gleichstromerdkabel.

Wenn zukünftig über 20 GW Offshore-Windenergie alleine aus Deutschland über Hunderte von Kilometern bis weit nach Westen (Belgien, Frankreich) und Süden (Speicherkraftwerke in Österreich und Schweiz) sowie nach Nordosten (Speicherkraftwerke in Norwegen und Schweden) zu übertragen sind, erscheint ein zusätzliches nordwesteuropäisches Overlaynetz als geeignet und sinnvoll, so wie es die Europäische Kommission im Rahmen einer Projektplanungsgruppe derzeit vorantreibt.

Viele der derzeitigen Planungen im deutschen 380-kV-Höchstspannungsnetz würden damit ev. überflüssig.

Der wirtschaftlich zumutbare Netzausbau im Bereich der 380-kV-Höchstspannungsfernleitungen ist abhängig von der erforderlichen Leitungslänge und der verwendeten Leitungsort. Sie liegt z.B. für die Südthüringen-Leitung von Erfurt nach Redwitz bei weniger als 65% der maximal abzuführenden Windleistung [Jarass/Obermair/Voigt 2009, Kap. 10.3.3].

Die Begrenzung bedeutet nicht, dass jede einzelne Windenergieanlage auf z.B. 65% ihrer individuellen installierten Leistung reduziert wird. Nur bei momentan sehr hohem simultanen Windangebot in größeren Gebieten der Regelzone, was im Mittel sehr selten und nur für kurze Zeitabschnitte vorkommt, kann die zur 380-kV-Ebene durchgeleitete Windleistung die Grenzlast des Netzes von z.B. 65% der installierten Gesamtleistung der Windgeneratoren überschreiten. Während dieser seltenen und meist kurzen Perioden müssen die Windkraftwerke soweit heruntergeregelt werden, dass die momentan zulässige Belastbarkeit des Netzes nicht überschritten wird.

Wird diese Belastbarkeit durch Temperaturmonitoring der 380-kV-Leitungen gemessen und variabel geregelt, so treten solche Beschränkungen der Einspeisung ('Einspeisemanagement') noch seltener auf.

### **3.4 Ferntransport von Offshore-Windstrom besser durch Gleichstrom-Erdkabel statt, wie derzeit geplant, durch Wechselstrom-Freileitungen?**

Als pauschale Begründung für den geplanten massiven Ausbau des 380-kV-Wechselstromnetzes in Deutschland wird gerne der zukünftige massive Ausbau von Offshore-Windkraftwerken und ein über die bisherigen Planungen hinausgehender Ausbau von Onshore-Windkraftwerken genannt. Für die Netzeinbindung dieser zukünftigen Windenergiekapazitäten wird man aber ganz andere technische Lösungen benötigen, wie zusätzliche Speicher in Verbindung mit Hochspannungs-Gleichstrom-Overlaynetzen im internationalen Verbund. Dies wird auch durch die bisher vorliegenden Ergebnisse der dena-II-

Netzstudie bestätigt, die ca. Ende 2010 vorliegen wird. Die Regierungen der Nordseerainerrstaaten arbeiten bereits mit Unterstützung der EU an derartigen Lösungen.

Zudem stellt sich die Frage, ob ein stückweiser Ausbau des deutschen Höchstspannungs-Wechselstromnetzes wirklich zielführend ist. Ein Beispiel:

Die ersten deutschen Offshore-Windkraftwerke in der Nordsee nördlich von Borkum wurden mit 145-kV-PVC-Gleichstrom-Seekabeln an das norddeutsche Verbundsystem angebunden. Weitere Offshore-Windkraftwerke sollen zukünftig mit erheblich leistungsstärkeren 320-kV-PVC-Gleichstrom-Seekabeln an das Umspannwerk Diele (bei Emden) angebunden werden. Von dort ist eine neue 380-kV-Wechselstromleitung zum Umspannwerk Niederrhein (nördliches Ruhrgebiet) im Antragsverfahren, aus Umweltgründen mit einer Vielzahl von (teuren und störanfälligen) Teilverkabelungen. Es stellt sich die Frage, ob man nicht besser die Gleichstromkabel gleich bis zum Umspannwerk Niederrhein weiterführen sollte.

## 4 Dena-Netzstudien und Energieleitungsausbaugesetz

### 4.1 Dena-Netzstudien

Die dena-I-Netzstudie aus 2005 [dena 2005] hält den Neubau von 850 km 380-kV-Leitungen v.a. in Norddeutschland, aber auch in Zentral- und Süddeutschland für erforderlich.

Die dena-I-Netzstudie berechnet den erforderlichen Netzausbau für 90% der insgesamt installierten Nennleistung aller Windkraftwerke, was etwa einmal pro Jahr vorkommt. Ein Netzausbau für wenige Windspitzen widerspricht offensichtlich der gesetzlich gebotenen wirtschaftlichen Zumutbarkeit des Netzausbaus. Freileitungsmonitoring und Hochtemperaturseile blieben bei der dena-I-Netzstudie völlig unberücksichtigt. Es stellt sich die Frage, inwieweit ein Leitungsneubau gesetzlich zulässig ist ohne vorherige Netzoptimierung und Netzverstärkung bestehender Leitungen.

Zudem lassen die dena-I-Abschätzungen unberücksichtigt, dass die externen Kosten von Freileitungen (Landschaftsbelastung, Strahlung, langjährige Gerichtsverfahren wegen des Widerstands der Bevölkerung etc.) sehr hoch sind, die von Erdkabeln hingegen sehr niedrig. Die Einbeziehung dieser externen Kosten in die Kosten-Nutzen-Analyse lässt die Vorteile von Alternativen zu einer Freileitungsausführung deutlich hervortreten, wie auch die beiden studienbegleitenden Stellungnahmen feststellen.

Die Ende November 2010 fertiggestellte dena-II-Netzstudie geht aber weiterhin von einem Leitungsausbau in Höhe von 90% der installierten Windkraftwerke aus. Dies erfordert eine Erhöhung der Übertragungsleistung auch für eine nur einmalig auftretende Windspitze. Dies ist, wie vorher gezeigt, offensichtlich wirtschaftlich unzumutbar und steht damit im Widerspruch sowohl zum Energiewirtschaftsgesetz als auch zum Erneuerbare-Energien-Gesetz.

Am 23.11.2010 wurde die Dena Netzstudie II veröffentlicht. Sie behauptet einen zusätzlichen Trassenbedarf von 3.600 km, bei Verwendung von Hochtemperaturleitern von 1.700 km bei allerdings dann doppelt so hohen Kosten.

Die Annahmen dieser dena Netzstudie II sind rechtswidrig, die Ergebnisse sachwidrig:

(1) Die Netzbetreiber sind gesetzlich zur unverzüglichen Erhöhung der Übertragungsleistung ('Netzausbau') für erneuerbare Energien verpflichtet, allerdings nur, soweit dies (volks)wirtschaftlich zumutbar ist.

(2) Die heute veröffentlichte dena-II-Netzstudie berechnet – wie auch schon die dena-I-Netzstudie aus 2005 – den erforderlichen Netzausbau für 90% der insgesamt installierten Nennleistung aller Windkraftwerke, was etwa einmal pro Jahr vorkommt. Ein Netzausbau für wenige Windspitzen widerspricht offensichtlich der gesetzlich gebotenen wirtschaftlichen Zumutbarkeit des Netzausbaus.

(3) Die dena-II-Netzstudie berücksichtigt zwar, im Gegensatz zur dena-Netzstudie-I aus 2005, Freileitungsmonitoring und Hochtemperaturseile, die gerade für die Übertragung von

Windenergie besonders gut geeignet sind: Bei Starkwind in Norddeutschland können grundsätzlich die bestehenden Leitungen nach Süden mehr Leistung übertragen, da sie bei derartigen Wetterlagen häufig großräumig zusätzlich gekühlt werden.

(4) Für die Übertragung von erneuerbaren Energien ist kein durchgängiger Einsatz von Hochtemperaturleiterseilen erforderlich, sondern nur für besonders windgeschützte Leitungsabschnitte mit potentiell hoher Sonneneinstrahlung. Für diese meist kurzen Abschnitte ist ein Austausch der bestehenden Leiterseile in lastschwachen Zeiten leicht möglich, ähnlich wie bei Leiterseilreparaturen. "Zeit- und kostenintensive Provisorien" – wie in der dena-II-Netzstudie behauptet – sind deshalb nicht erforderlich. Bei Verwendung geeigneter Hochtemperaturleiterseile ist KEINE Erhöhung der bestehenden Maste – wie in der dena-II-Netzstudie behauptet – erforderlich. Unter Berücksichtigung dieser Fakten sind – im Gegensatz zu den Behauptungen der dena-Netzstudie-II – windenergiebedingte Netzverstärkungen durch Hochtemperaturleiterseile auf bestehenden Leitungen deutlich kostengünstiger als ein Netzneubau.

(5) Durch Messung der Leiterseiltemperatur ('Freileitungsmonitoring') kann eine potentielle Überschreitung der zulässigen Leiterseiltemperatur zuverlässig erfasst und durch vorübergehende Drosselung der Windenergieeinspeisung eine Überschreitung der Leiterseiltemperatur gesichert verhindert werden. Wenn aber nun – wie von der dena-II-Netzstudie rechtswidrig gefordert – jede erzeugbare kWh erneuerbare Energie übertragen werden müsste ("vollständige Integration erneuerbarer Energien"), müssten statt Drosselung der Windkraftwerke zusätzliche Leitungen gebaut werden. Der Nutzen von Temperaturmonitoring wird damit weitgehend wegdefiniert und die Kosten der Netzverstärkung lägen gemäß dena-II-Netzstudie über den Kosten des Leitungsneubaus: die absurde und rechtswidrige dena-II-Vorbedingung einer vollständigen Übertragung auch von seltenen Windenergiespitzen führt zum absurden Ergebnis, dass die kostengünstige Netzverstärkung mittels Freileitungsmonitoring und Hochtemperaturleiterseile scheinbar teurer ist als der kostenaufwändige Netzneubau.

(6) Ganz zum Schluß der Zusammenfassung argumentiert die dena-II-Netzstudie zu Recht: "... stellt die Drosselung von Windenergieanlagen in windstarken und lastschwachen Zeiten eine wichtige Möglichkeit der Gesamtsystemoptimierung dar und sollte vertieft untersucht werden." Warum hat die dena-Netzstudie-II dies nicht in ihren Berechnungen berücksichtigt? Zur Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen wirtschaftlichen Zumutbarkeit des Netzausbau ist eine Drosselung der Windenergieeinspeisung v.a. bei drohenden Netzengpässen nämlich zwingend erforderlich.

(7) Werden nun ohne weitere Prüfung die in der dena-Netzstudie-II sowie die im Leitungsausbaugesetz (basierend auf der dena-Netzstudie-I aus 2005) vorgesehenen Leitungsneubauten realisiert, sind zu befürchten

- Fehlinvestitionen beim Netzausbau,
- überhöhte Netznutzungsentgelte bei den Netzbetreibern und
- unnötige Strompreiserhöhungen.

## 4.2 Energieleitungsausbaugesetz

In den EnLAG-Bedarfsplan vom 21.08.2009 [EnLAG 2009] wurde eine Erhöhung der Übertragungsleistung im Bereich eines Großteils der in der dena-I-Netzstudie geforderten Räume aufgenommen und deren „energiewirtschaftliche Notwendigkeit und der vordringliche Bedarf“ gesetzlich festgelegt. In der Gesetzesbegründung wird im Wesentlichen auf die (fehlerhaften) Ergebnisse der dena-I-Netzstudie verwiesen sowie pauschal ein wachsender europäischer Stromhandel und zusätzliche Anschlußnotwendigkeiten für konventionelle Kraftwerke erwähnt.

Bei vier Leitungen können auf Antrag Teilverkabelungen erfolgen, deren Mehrkosten bundesweit umgelegt werden können. Mittlerweile gibt es bereits eine Reihe von Teilverkabelungsprojekten gemäß EnLAG [BDEW 2010]. Der wissenschaftliche Dienst des Deutschen Bundestags vertritt die Meinung, dass die im EnLAG enthaltenen detaillierten Angaben zu Ausführungsvarianten unzulässig sind und es z.B. Ländern wie Niedersachsen, Thüringen und Brandenburg weiterhin freisteht, Landesgesetze zur Erdverkabelung beizubehalten bzw. zu erlassen.

## 4.3 Leitlinien für transeuropäische Energienetze

Die in den Leitlinien für transeuropäische Energienetze enthaltenen Räume wurden in den EnLAG-Bedarfsplan aufgenommen [EP 2007, Artikel 6 (1)]. In den EU-Leitlinien für transeuropäische Energienetze wird allerdings u.a. eine Bewertung der wirtschaftlichen Tragfähigkeit gefordert, gestützt auf eine Kosten-Nutzen-Analyse. Bisher wurden für die in den EU-Leitlinien enthaltenen deutschen Neubauplanungen keine derartigen Kosten-Nutzen-Analysen vorgelegt. Zudem bleibt in den Leitlinien offen, in welcher technischen Ausführung diese Netzverstärkung durchgeführt werden soll: Netzoptimierung, Netzverstärkung, Netzneubau als Freileitung oder als Erdkabel.

## 4.4 Das Energieleitungsausbaugesetz fordert eine Erhöhung der Übertragungsleistung, aber nicht den Neubau von 380-kV-Freileitungen

Grundsätzlich gibt es also für die energiewirtschaftliche Notwendigkeit der im Energieleitungsausbaugesetz aufgelisteten Neubauvorhaben keine technisch unterlegten Begründungen in der für derartige kostspielige Investitionen üblichen und notwendigen Argumentationstiefe.

Nun könnte man einwenden: Mag ja alles so sein, aber in den EnLAG-Bedarfsplan wie auch in den EU-Leitlinien wurden nun einmal Erhöhungen der Übertragungsleistung für eine Reihe von Regionen aufgenommen und deren „energiewirtschaftliche Notwendigkeit und der vordringliche Bedarf“ gesetzlich festgelegt. Man sollte dabei aber nicht übersehen, dass dabei weder Umfang noch Art noch technische Ausführung der Erhöhung der Übertragungsleistung festgelegt wurde. Im EnLAG-Bedarfsplan steht zwar "Neubau", aber ganz offensichtlich ist eine Erhöhung der Übertragungsleistung in den jeweils benannten Gebieten gemeint (zudem wären Detailvorgaben dem Bundesgesetzgeber nach Auffassung des wiss. Dienstes des Deutschen Bundestages nicht erlaubt).

Es stellt sich deshalb die Frage, inwieweit ein Leitungsneubau gesetzlich zulässig ist ohne vorherige Netzoptimierung und Netzverstärkung bestehender Leitungen. Ein Leitungsneubau würde sonst zu unnötigen Strompreiserhöhungen insbesondere in Ostdeutschland führen, wo bereits derzeit die Strompreise deutlich höher liegen als in Westdeutschland.

Werden nun ohne weitere Prüfung die im Energieleitungsausbaugesetz und in der dena-II-Netzstudie vorgesehenen Erhöhungen der Übertragungsleistungen als Leitungsneubauten realisiert, sind Fehlinvestitionen beim Netzausbau, überhöhte Netznutzungsentgelte bei den Netzbetreibern und unnötige Strompreiserhöhungen zu befürchten.



## Literaturverzeichnis

[BDEW 2010]

Zum Stand der Kabelprojekte gemäß EnLAG, Sitzung des Steuerungskreises „Forum Netzintegration Erneuerbare Energien“ bei DUH – Deutsche Umwelthilfe am 10. März 2010 in Berlin, Mike Hermann, BDEW.

[dena 2005]

Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020. Durchgeführt im Auftrag der Deutschen Energieagentur – dena, Berlin, Februar 2005.

[EnLAG 2009]

Gesetz zur Beschleunigung des Ausbaus der Höchstspannungsnetze: Energieleitungsausbaugesetz – EnLAG.

<http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/gesetze,did=300658.html?view=renderPrint>

[Heuck/Dettmann/Schulz 2007]

Heuck K, Dettmann K-D, Schulz D: Elektrische Energieversorgung – Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie für Studium und Praxis. Vieweg Verlag, Wiesbaden, 7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, 2007.

[Jarass/Obermair/Voigt 2009]

Jarass L, Obermair G M, Voigt W: Windenergie – Zuverlässige Integration in die Energieversorgung. 2., vollständig neu bearbeitete Auflage, Springer-Verlag, Juni 2009.

<http://www.JARASS.com>, Energie, A. Bücher und umfangreiche Gutachten

[Jarass 2009]

Jarass L: Neuer EEG-Ausgleichsmechanismus kann den Ausbau der Erneuerbaren Energien gefährden! Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 2009.

<http://www.JARASS.com>, Energie, B. Aufsätze

[Jarass/Obermair 2010]

Jarass L, Obermair G M: Efficient Grid Extension for Strongly Fluctuating Energy Sources. Zeitschrift für Energiewirtschaft. Volume 34, Issue 3, 2010, pp. 223 - 233.

<http://www.JARASS.com>, Energie, B. Aufsätze

[Jarass 2010]

Jarass L: Windenergiebedingter Netzausbau – nicht zu viel und nicht zu wenig! Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Düsseldorf, Heft 10/2010, S. 22-27.

<http://www.JARASS.com>, Energie, B. Aufsätze