

# AUSWIRKUNGEN DER ENERGIEWENDE AUF DEN AUSBAU DES DEUTSCHEN ÜBERTRAGUNGSNETZES

Bernd KLÖCKL<sup>1</sup>

## Randbedingungen

Mit dem im Jahre 2011 beschlossenen Ausstieg aus der friedlichen Nutzung der Kernkraft hat die deutsche Bundesregierung den kurzfristigen Abschied von einer der Grundsäulen des Elektrizitäts-Systems innerhalb von 10 Jahren und die langfristige Auslegung des Systems auf eine weitgehende Versorgung aus erneuerbaren Quellen angestoßen. So sollen im Jahr 2022 nicht nur alle Kernkraftwerke vom Netz gegangen sein, sondern auch ein erheblich beschleunigtes Ausbauszenario im Bereich der erneuerbaren Quellen eingesetzt haben. Eine bedeutende und zentrale Rolle in dieser als „Energiewende“ bezeichneten Entwicklung kommt dabei den vier deutschen Übertragungsnetzbetreibern (ÜNB) zu. Sowohl in ihrer Verantwortung als Transportnetzbetreiber als auch als systemverantwortliche Regelzonenführer liefern sie die technischen und organisatorischen Grundlagen für die Umsetzung der Energiewende.

## Netzausbau für die Energiewende

Mit der Veröffentlichung des ersten gemeinsamen Netzentwicklungsplans (NEP) der vier deutschen ÜNB im Jahre 2012 wurde das technische Grundgerüst für die Erfüllung des erforderlichen Transportbedarfs für die Energiewende gelegt [1]. Vor allem die geografische Verschiebung der Erzeugungsschwerpunkte sowie die markante Veränderung des Erzeugungsportfolios bewirken neue und vor allem deutlich komplexere Anforderungen an die Ausbauplanung des stark vermaschten deutschen 380-kV-Systems. Der NEP stellt auf Basis von ausgedehnten Markt- und Netzsimulationen für ganz Europa die erforderlichen Transportquerschnitte sowie effiziente Impedanzverhältnisse im deutschen 380-kV Netz basierend auf dem sogenannten NOVA-Prinzip dar, das die bestmögliche Nutzung der bestehenden Infrastruktur zur Planungsprämisse hat [2]. Außerdem werden innovative Overlay-Übertragungsstrukturen in VSC-HGÜ-Technik festgelegt, die in Verbindung mit dem Drehstromsystem das weltweit das erste hybride Transportsystem bilden werden. Im Ergebnis wurden für Deutschland über 8000 Trassenkilometer an neuen und bestehenden zu verstärkenden Leitungen identifiziert und in großen Teilen bereits von der Bundesnetzagentur bestätigt. Seit 2012 wird der NEP von den Planungsabteilungen der deutschen ÜNB jedes Jahr in vielen Szenarien und Sensitivitätsrechnungen für ein rollierendes 10- bis 20-Jahres-Zeitfenster neu errechnet und bewertet.

## Energiewirtschaftliche Bedeutung des Netzausbaus in Deutschland

Den im Zuge der Energiewende rasch steigenden Anforderungen an das Übertragungsnetz wird seitens der ÜNB bereits mit vielen flankierenden Maßnahmen begegnet, einerseits mit hohen Investitionen beispielsweise in neue Offshore-Netzanbindungssysteme, neue 380-kV Leitungsverbindungen, Um- oder Zubeseilungen, Neu- und Ersatzneubauten von Umspannwerken und die Vorbereitung des Baus der erwähnten Overlay-HGÜ-Verbindungen, andererseits über die Beschaffung von Netzreserve und die Abwicklung von stetig steigenden Mengen an Redispatch im laufenden Betrieb. Das Netzgebiet von TenneT TSO überspannt das gesamte Bundesgebiet von Dänemark bis Österreich, umfasst dabei den windreichen Norden und die PV-reichen Industrieschwerpunkte des Südens und verbindet somit wichtige Teile des Gesamtsystems - einige der wichtigsten Maßnahmen der Energiewende liegen daher im TenneT-Netzgebiet. Der Bau jeder neuen Leitungsverbindung ist ein Schritt zur engpassfreien Integration der zukünftigen Erzeugungslandschaft und damit zu einer den Zielen der Bundesregierung entsprechenden Umsetzung der Energiewende. Die Berechnung der durch Leitungsneubauten oder -verstärkungen im System integrierbaren Erzeugungsarten und -mengen ist ein wichtiger Bestandteil moderner Netzplanungsmethoden und wird bei TenneT mittels neuer Algorithmen und hohem Rechenaufwand ständig weiterentwickelt.

---

<sup>1</sup> TenneT TSO GmbH, Bernecker Str. 70, 95448 Bayreuth, Tel.: +49 921 50740 4610, [bernd.kloeckl@tennet.eu](mailto:bernd.kloeckl@tennet.eu), [www.tennet.eu](http://www.tennet.eu)

## Technische Auswirkungen und Lösungen im Übertragungsnetz

Als Folge der oben beschriebenen energiewirtschaftlichen Notwendigkeiten tragen mehrere Faktoren zu einer deutlich erhöhten Komplexität im technischen Planungsprozess eines von der Energiewende betroffenen Übertragungsnetzes bei. Im Wesentlichen sind sie alle auf die zunehmende stochastische Bereitstellung der Primärenergie aus erneuerbaren Quellen sowie die tendenziell lastfernere Verortung der neuen Erzeugungsschwerpunkte zurückzuführen. Diese Faktoren sind unter anderem:

- Erhöhung des durchschnittlichen Transportmoments, damit „Entleerung“ des Netzes entlang der Transportachsen, dadurch große Leitungswinkel und Annäherung des Gesamtsystems an stabilitäts-relevante Kennwerte.
- Hohe Volatilität der über die Querschnitte zu transportierenden Wirkleistung, dadurch volatilerer Blindleistungsbedarf und Bedarf an Spannung stabilisierenden Maßnahmen.
- Durch den EE-getriebenen Kraftwerkseinsatz zeitweise starker Rückgang der System-Inertia sowie steigende Volatilität der lokal anstehenden Kurzschlussleistung, dadurch höhere Anforderungen an Schutzeinstellungen und Komplexität von Systemautomatiken.

Die technische Umsetzung manifestiert sich in zahlreichen neu eingesetzten Primär- und Sekundärtechnologien. Dazu zählen z.B. der großflächige Einsatz von Freileitungsmonitoring, ein ausgedehntes Blindleistungsprogramm auf Basis wahrscheinlichkeitstheoretischer Ansätze sowie die Planung und teilweise bereits erfolgte Errichtung von Anlagen zur dynamischen Spannungsstützung im 380-kV-Netz. Die bedeutendste Maßnahme jedoch ist der Bau von VSC-basierten HGÜ-Übertragungsleitungen zum Transport der Offshore erzeugten Windenergie an Land und von Nord nach Süd sowie deren nahtlose Integration in das 380-kV Drehstromsystem.

## Schlussfolgerungen

Die Energiewende als Treiber für den Um- und Ausbau des deutschen Übertragungssystems ist dem Grunde nach eine Änderung des energiewirtschaftlichen Rahmens und als solche geeignet in den Netzentwicklungsprozess einzubeziehen. Die konkrete Planung und Umsetzung der Maßnahmen erfordert jedoch auch eine Fülle neuer, aufwändiger Analysemethoden und letztlich den Einsatz innovativer Technologien im Übertragungsnetz.

## Referenzen

- [1] Netzentwicklungspläne der deutschen Übertragungsnetzbetreiber: [www.netzentwicklungsplan.de](http://www.netzentwicklungsplan.de)
- [2] Grundsätze für die Planung des deutschen Übertragungsnetzes: <https://www.tennetso.de/site/Transparenz/veroeffentlichungen/planungsgrundsätze>