



Schneller mehr Erneuerbare

Das Windstrom-Booster-Konzept

Ein klimaneutrales Deutschland bis 2045 – um dieses Ziel zu erreichen, muss der Ausbau Erneuerbarer Energie noch schneller und umfassender voranschreiten als bisher. Eine entscheidende Rolle kommt dabei der Offshore-Windenergie zu. Insbesondere die Windkraftpotenziale in der Nordsee müssen zügig gehoben werden, auch mit dem Blick auf die nationale und internationale Vernetzung. Damit dies gelingen kann, braucht es eine langfristige und schrittweise Vermaschung der Gleichstromverbindungen auf See und an Land. Diese Vermaschung steigert die Versorgungssicherheit, flexibilisiert die Lastflüsse, senkt die Redispatch- und Investitionskosten, schafft internationale Handelskapazitäten und reduziert die Rauminanspruchnahme auf See und in den küstennahen Bundesländern.

Ein vermaschtes Netz auf See und an Land

TenneT schlägt vor, drei Offshore-Netzanschlussysteme mit einer gemeinsamen Leistung von **6 GW** um drei Jahre vorzuziehen, diese **bis 2032** umzusetzen und erstmalig auf See – im LanWin-Hub – und an Land mit weiteren Gleichstromverbindungen zu vernetzen. Durch die modulare Erweiterung des LanWin-Hubs können zudem zusätzliche Offshore-Systeme im Zeitraum 2032 bis 2035 schneller integriert werden. Eine Vernetzung auf See muss im Einklang mit einer Vernetzung an Land erfolgen. Nur durch ein **integriertes Vorgehen**, können die großen Mengen Windenergie auch dorthin gelangen, wo sie letztlich benötigt werden: Somit sieht das Konzept starke Netzverknüpfungspunkte an Land in Schleswig-Holstein und Niedersachsen vor – in Heide, im Raum Bremen und im nördlichen Niedersachsen – zur Versorgung der Industrie und dortiger geplanter Elektrolyse-Erzeugungskapazitäten.

Das Netz der Zukunft heute planen

Um Sicherzustellen, dass das Übertragungsnetz den Herausforderungen der kommenden Jahre begegnen kann, muss schon heute mit Blick auf die Zukunft geplant werden – nur so erhalten private Verbraucher und Industrie die Planungssicherheit, die sie benötigen, um zu investieren. Die zügige Umsetzung von sogenannten „No-Regret-Maßnahmen“ dient somit insgesamt einer Beschleunigung der Energiewende.

Diese „No-Regret-Maßnahmen“ betreffen beispielsweise Netzverknüpfungspunkte, die schon heute als Hub- bzw. Multiterminal-Standort vorgesehen werden können oder auch die anzuschließenden landseitigen Gleichstromverbindungen, die schon jetzt mit metallischem Rückleiter geplant werden könnten. Zur zeitgerechten Umsetzung des Windstrom-Booster-Konzeptes bis zum Jahr 2032 ist eine Bestätigung der beschleunigten Reihenfolge der genannten Netzverknüpfungspunkte im aktuellen NEP 2035 (2021) seitens der Bundesnetzagentur erforderlich.

Vorteile auf einen Blick

- Beschleunigung der Energiewende durch schnellere Integration von mehr Offshore-Wind
- Konkretes Potenzial für den Ausbau internationaler Verbindungen
- Sektorkopplung: Integrierte Planung von Anfang an
- Geringere Investitionskosten durch modularen Aufbau von Gleichstrom-Hubs und Multi-Terminal-Systemen
- Planungssicherheit und kosteneffiziente Dekarbonisierung für die Industrie
- Langfristig potenziell weniger Netzanbindungen durch Vernetzung
- Geringerer Flächenverbrauch, weniger Umwelteingriffe
- Beschleunigung der Markteinführung von Gleichstrom-Leistungsschaltern (525 kV)
- Erhöhung der Versorgungssicherheit

Fazit

Ein vermaschtes Gleichstromnetz (HGÜ-Overlay-Netz) an Land und auf See sichert die Versorgungssicherheit und senkt die volkswirtschaftlichen Kosten der Integration von Erneuerbaren Energien zur Umsetzung der Klimaziele. Daher sollen alle neuen und künftigen Gleichstromverbindungen, die noch nicht die Bundesfachplanung durchlaufen haben, im Sinne der Zukunftsfähigkeit modular erweiterbar geplant und umgesetzt werden („Multi-Terminal-Readiness“), so dass eine Vermaschung mit späteren Projekten vorgenommen werden kann. Bei Gleichstromleitungen an Land soll außerdem mehr Platz für künftige Übertragungsbedarfe vorgehalten werden, damit die modulare Erweiterung an sinnhaften Standorten nicht eingeschränkt wird.

Das Konzept im Detail

Beschleunigter Ausbau der Offshore-Windenergie

Die im Raumordnungsplan für Offshore-Windenergie definierten Gebiete N-11 bis N-13 verfügen über ein Offshore-Potenzial von rund 10 GW, welches nach aktuellen Planungen nach 2030 erschlossen werden soll. Die Anbindung an das landseitige Übertragungsnetz wird bisher mittels Punkt-zu-Punkt-Systemen mit einer Übertragungsleistung von jeweils 2 GW geplant. Als zukunftsweisende alternative Netzanbindung schlägt TenneT die Realisierung des Hub-&-Spokes-Konzeptes in Form eines „LanWin-Hubs“ für die effiziente Integration von 6 GW Offshore-Windenergie bis zum Jahr 2032 vor. Der LanWin-Hub ermöglicht eine um drei Jahre beschleunigte Erreichung des in Szenario C 2035 des NEP 2035 (2021) abgebildeten ambitionierten Ausbaupfads für Offshore-Windenergie.

Intelligente Verzahnung

Netzverknüpfungspunkte - Sektorkopplungsprojekte - Lastzentren

Um den offshore erzeugten Strom volkswirtschaftlich vorteilhaft und zukunftsgerichtet in das landseitige Netz zu integrieren, sind drei geeignete landseitige Netzverknüpfungspunkte für den LanWin-Hub erforderlich, die sicherstellen, dass der Offshore Strom zum Zeitpunkt der Fertigstellung der Windparks vor Ort verbraucht oder weiter in die Verbrauchsschwerpunkte transportiert werden kann. Der LanWin-Hub sieht eine beschleunigte Netzanbindung an die folgenden Netzverknüpfungspunkte vor:

- Heide/West bereits im Jahr 2030 (statt erst 2032 gemäß 2. Entwurf des NEP 2035 (2021))
- Region nördliches Bremen in 2031 (als Tausch einer Netzanbindung aus der Zone 4 gemäß 2. Entwurf des NEP2035 (2021))
- Wilhelmshaven 2¹ im Jahr 2032

Der erste Netzverknüpfungspunkt Heide/West in Schleswig-Holstein ist durch den bereits im Jahr 2019 in Betrieb gegangenen zweiten Abschnitt des Netzausbauprojekts „Westküstenleitung“ der TenneT bereits bestens in das vorhandene Übertragungsnetz eingebunden. Bis 2030 soll in Heide/West der Korridor B (DC25) realisiert werden, der die Offshore-Windenergie teilweise zur Industrie nach Nordrhein-Westfalen bringen kann. Ferner müssen für eine weitere Integration der Windenergie aus Schleswig-Holstein die beiden Vorhaben DC31 (Heide/West - Klein Rogahn) und P227 Lübeck/West - Krümmel vordringlich bestätigt und prioritär umgesetzt werden. Darüber hinaus soll ab dem Jahr 2025 eine 700-MW-Elektrolyse-Anlage in Heide installiert werden. Entsprechende Planungen basieren auf dem Projekt „Westküste 100“, eines von 20 Reallaboren der Energiewende der Bundesregierung, an dem u.a. die Raffinerie Heide und der Offshore-Windparkentwickler Ørsted Deutschland beteiligt sind. Perspektivisch sind nach Aussage des Landes Schleswig-Holstein bis zu 2 GW Elektrolyse-Leistung in der Region Heide und Brunsbüttel geplant. Dadurch leistet der

¹ alternativ Suchraum Rastede (statt erst 2034 gemäß 2. Entwurf des NEP2035 (2021))

vorgezogene Anschluss von Offshore-Windkraft am Standort Heide einen direkten Beitrag auf dem Weg zur systematischen Sektorenkopplung und stärkt die Schleswig-Holsteinische Industrie.

Als weiterer Netzverknüpfungspunkt ab dem Jahr 2031 bietet sich ein Anschluss der Offshore-Windenergie in der Region nördlich der Großstadt Bremen an. Die Last in dieser Region wird sich um bis zu 1 GW in den kommenden Jahren mehr als verdoppeln. Hauptgrund ist die Dekarbonisierung der dort vorhandenen Industrie, insbesondere der Stahlherstellung. Hierfür müsste die Zuordnung der Offshore-Systeme im Netzentwicklungsplan angepasst werden.

Als dritter Netzverknüpfungspunkt bietet sich ab 2032 eine Anbindung im nördlichen Niedersachsen an. Als möglicher Netzverknüpfungspunkt kommt das geplante Umspannwerk Wilhelmshaven 2 in Betracht an welchem im Rahmen einer strategischen Partnerschaft zwischen Uniper, Ørsted und TenneT eine systemdienliche und direkte Integration von Wasserstoffproduktion aus Offshore-Windstrom zur Dekarbonisierung des Industriesektors verfolgt wird. Alternativ würde sich auch der Suchraum Rastede eignen: Die Anbindung an das landseitige AC-Übertragungsnetz wird über das bis 2030 / 2031 fertigzustellende Netzausbauvorhaben Conneforde – Suchraum Rastede – Elsfleth/West – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG Nr. 56) gewährleistet. Zu einem späteren Zeitpunkt kann der in der Region Rastede anlandende Offshore-Windstrom über einen Gleichstrom-Hub in den zukünftigen Gleichstrom-Korridor (DC34) in Richtung der Lastzentren im Rhein-Main-Gebiet transportiert werden.

Zukunftssicherheit durch schrittweise Vernetzung des LanWin-Hubs

Die Konfiguration des LanWin-Hubs wird aus drei Modulen mit jeweils 2 GW installierter Offshore-Leistung bestehen. Diese Module werden nach dem „Hub-and-Spoke“-Prinzip verschaltet. Das heißt von jedem Hub-Modul wird weiterhin eine direkte Anbindung (2 GW, 525 kV) zu geeigneten Netzverknüpfungspunkten an Land geführt. Darüber hinaus ist jedes Modul so konzipiert, dass Verbindungen zu anderen Plattformen, Hubs oder landseitigen Netzverknüpfungspunkten geschaffen werden können. Durch die Verschaltung der Gleichstrom-Systeme miteinander an Land und auf See kann eine höherer Redundanz sichergestellt werden, die die Versorgungssicherheit für die Kunden erhöht und zugleich die Kosten senkt, die durch den Ausfall eines Systems entstehenden würden.

Die Module werden mit Gleichstrom-Leistungsschaltern geplant, um perspektivisch die modulare Erweiterung zum Gleichstromnetz zu ermöglichen. So kann eine Verknüpfung, im Gegensatz zu heutigen Projekten, über 4 GW hinaus erhöht werden. Durch den Einsatz von Gleichstrom-Leistungsschaltern kann zudem das Multi-Terminal-System, analog zum heutigen n-1 Drehstromnetz, in mehrere Schutzzonen unterteilt werden, um beim Eintritt von Fehlern den fehlerbehafteten Teil des Gleichstrom-Systems selektiv vom Gesamtsystem zu trennen. Dies steigert die Verfügbarkeit der Gleichstromverbindungen und erhöht die Versorgungssicherheit für die privaten Verbraucher und die Industrie.

Europäische Offshore-Vernetzung in der Nordsee

Der modulare Aufbau des LanWin-Hubs ist ein erster Schritt hin zu einer europäischen Offshore-Vernetzung in der Nordsee. Eine erste Möglichkeit zur europäischen Vernetzung bietet die dänische "Energy Island" in der Nordsee. Die Inbetriebnahme der ersten 3-GW-Stufe der "Energy Island" in Dänemark ist aktuell für das Jahr 2032 geplant – und damit synchron zur anvisierten vollständigen Inbetriebnahme des LanWin-Hubs in 2032. Perspektivisch sollen auch niederländische Offshore-Windprojekte an den LanWin-Hub angeschlossen werden. Perspektivisch eröffnet der LanWin-Hub eine kosteneffiziente Möglichkeit über Hybrid-Interkonnektoren zukünftige Offshore-Windparks und Wasserkraftwerke in Norwegen oder in Großbritannien in den deutschen Energiemix zu integrieren.

Im Einklang mit dem Flächen- und Netzentwicklungsplan

Die für den LanWin-Hub vorgesehen Offshore-Gebiete N-11 bis N-13 sind Bestandteil der Festlegungen der kommenden Fortschreibung des FEP. **Eine Umsetzung des LanWin-Hubs würde den aktuellen Festlegungen des FEP2020 somit nicht widersprechen und müsste nur in der kommenden Fortschreibung des FEP als alternatives Anbindungskonzept berücksichtigt und bestätigt werden.**

Zudem wurde im Rahmen des NEP 2035 (2021) bereits eine Sensitivität des Szenarios C 2035 unter Berücksichtigung eines „North Sea Wind Power Hubs (NSWPH)“ mit einer angeschlossenen Leistung aus Offshore-Windenergie von 3x 2 GW (zzgl. 6 GW Offshore-Windenergie aus benachbarten Ländern) untersucht. Der Netzverknüpfungspunkt Heide/West wurde von den Übertragungsnetzbetreibern bereits im 2. Entwurf des NEP2035 (2021) für den Anschluss von Offshore-Windenergie vorgeschlagen. Der Netzverknüpfungspunkt im Raum Bremen wird durch den seitens TenneT im Rahmen der Konsultation zum NEP2035 (2021) angepassten Projektstreckbrief der Maßnahme P119 ermöglicht. Das Offshore-Netzanbindungssystem NOR-9-2 (BalWin3) wird von TenneT bis zum Jahr 2030 an dem Netzverknüpfungspunkt Wilhelmshaven 2 angeschlossen und eine direkte Kopplung mit dem B-Korridor zum Aufbau eines Multiterminal-Systems von TenneT vorgeschlagen. Der alternative Netzverknüpfungspunkt Suchraum Rastede ist ebenfalls bereits Bestandteil des NEP2035 (2021). **Zur zeitgerechten Umsetzung eines LanWin-Hubs bis zum Jahr 2032 ist somit nur eine Bestätigung der beschleunigten Reihenfolge der oben genannten Netzverknüpfungspunkte im aktuellen NEP 2035 (2021) sowie der dazugehörigen Onshore-Projekte (DC31 und DC34) seitens der Bundesnetzagentur erforderlich.**