

A wide-angle photograph of a massive offshore wind farm at sunset. The sky is a vibrant orange and yellow, transitioning into a darker blue over the horizon. In the center foreground, a large, illuminated green and yellow steel platform or transformer station sits on stilts in the dark blue ocean. Numerous wind turbines with white blades and dark towers are scattered across the horizon, their lights reflecting on the water. The overall scene conveys a sense of industrial scale and renewable energy.

Offshore-Optimierung Flächen- und Netzausbau

Offshore-Optimierung

Agenda

- Ausgangslage und Herausforderungen
- Lösungsansätze
- Einsparpotential
- Weiteres Vorgehen

Offshore-Optimierung

Ausgangslage

- Die Ausbauziele für Offshore Wind sind mit **70 GW im Jahr 2045** sehr ambitioniert.
- Die für diesen Ausbau notwendigen Offshore-Netzanschluss-Systeme (ca. 30) kosten ca. 2,5 – 3 Mrd. Euro pro Gigawatt. Wir reden also von einer Gesamtsumme zwischen **150 bis 180 Mrd. Euro**, oder anders ausgedrückt von 7 bis 8 Mrd. Euro pro Jahr von jetzt an bis 2045.
- Weltweit steigen die Kosten für den Offshore Ausbau stetig an. Grund dafür sind beispielsweise steigende Rohstoffpreise oder der begrenzte Lieferantenmarkt.
 - Diese Systeme haben sich aufgrund der allgemeinen Marksituation, der Vielzahl von Projekten und des Ukrainekriegs deutlich verteuert.
 - Es wird eine Kostensteigerung von **ca. 2-3 Mrd / NAS** gegenüber der BNetzA Prognose erwartet.
 - Für das deutsche Gesamtprogramm würde das eine **Steigerung um ca. 60-90 Mrd €** ergeben.
- Diese Kosten werden über die Offshore-Umlage umgelegt und führen so zu höheren Preisen für den Stromkunden.
- **Prognose** Offshore-Umlage noch ohne Kostensteigerungen: 2024 – 0,66 ct/kWh -> 2030 – 1,20 ct/kWh -> 2045 – 2,05 ct/kWh

Offshore-Optimierung

Herausforderungen

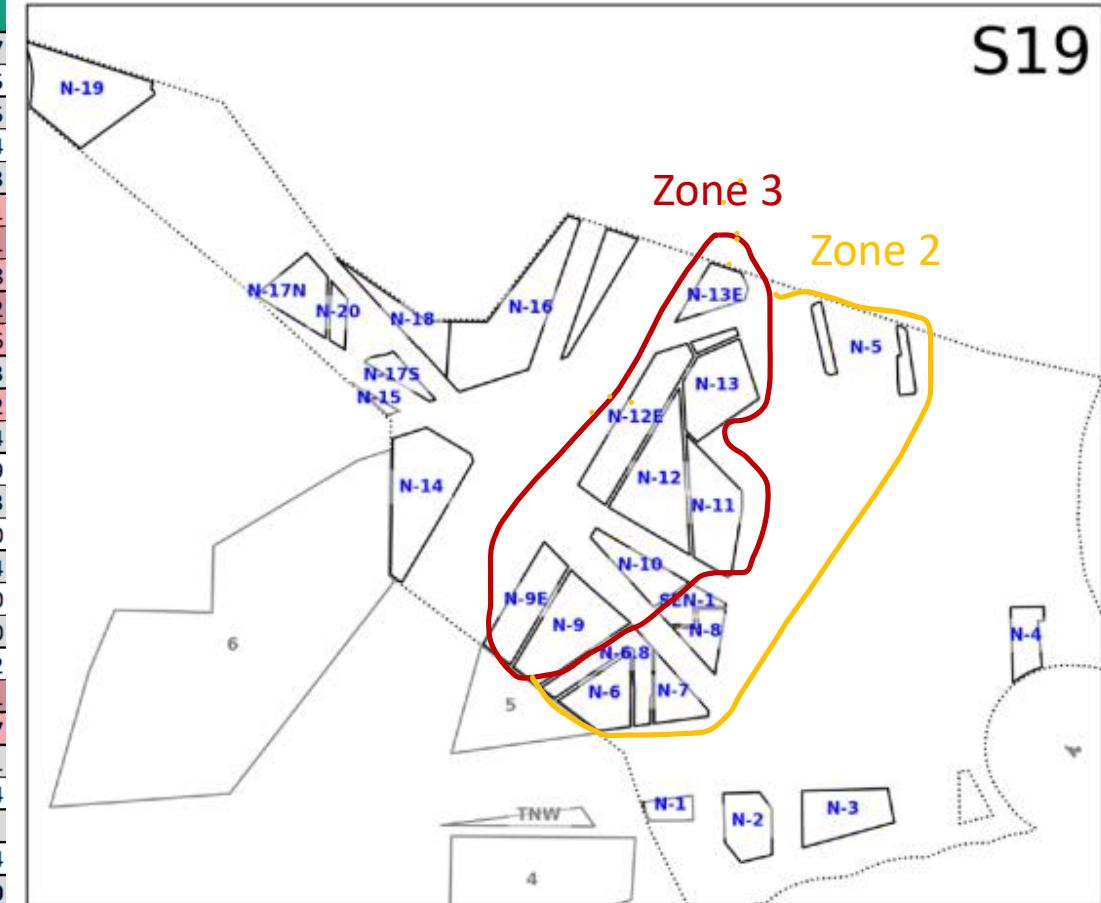
- Der Wind weht nicht konstant. Die **maximale installierte Leistung wird nur in einem Teil der Zeit ausgenutzt.**
- Die deutsche AWZ ist klein. Die enge Bebauung mit Windenergieanlagen führt zusätzlich zu Verschattungseffekten und reduziert die jährlichen Volllaststunden weiter. Statt 4000 VLL/J erzeugen die OWP in den neu-zugeschnittenen Flächen in den Zonen 2 und 3 nur 2200-2500 VLL/J. Der Offshore-Ausbau der Nachbarländer kann zusätzlich einen negativen Einfluss auf die Erträge der deutschen Offshore-Windparks haben.
- Netzanschlusspunkte an Land in Deutschland werden knapp (Flächenbedarf. Für die Gemeinden vor Ort ist die Anzahl der Offshore NAS mittlerweile ein großes Akzeptanzthema.)
- Die sinkenden Erträge in Verbindung mit den gestiegenen Kosten haben zunehmend einen negativen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der OWP. Die Gesamtsystemkosten steigen.

Offshore-Optimierung

Problem Volllaststunden

- Bei der Betrachtung der Volllaststunden fällt auf, dass niedrige Volllaststunden (unter 3000 h/a) in den Zonen 2 und 3 vorkommen
- Dafür gibt es 2 Gründe:
 - Randbebauung von 10 GW in der Schifffahrtsroute SN10 (N-9e, N-12e, N-13e)
 - Höherer grenznaher Ausbau in der niederländischen AWZ in Gebied 5 und Gebied 6

	S19
N-1	3137
N-2	3225
N-3	3405
N-4	3584
N-5	4483
N-6	2551
N-7	2931
N-8	2698
N-9	2262
N-10	2726
N-11	3013
N-12	2772
N-13	3024
N-14	3059
N-15	3913
N-16	3390
N-17	3664
N-18	3370
N-19	3880
N-20	3502
N-6.8	2921
N-9E	2847
N-12E	3261
N-13E	3754
Doggerbank	
SEN-1	3164
Gesamt	3160



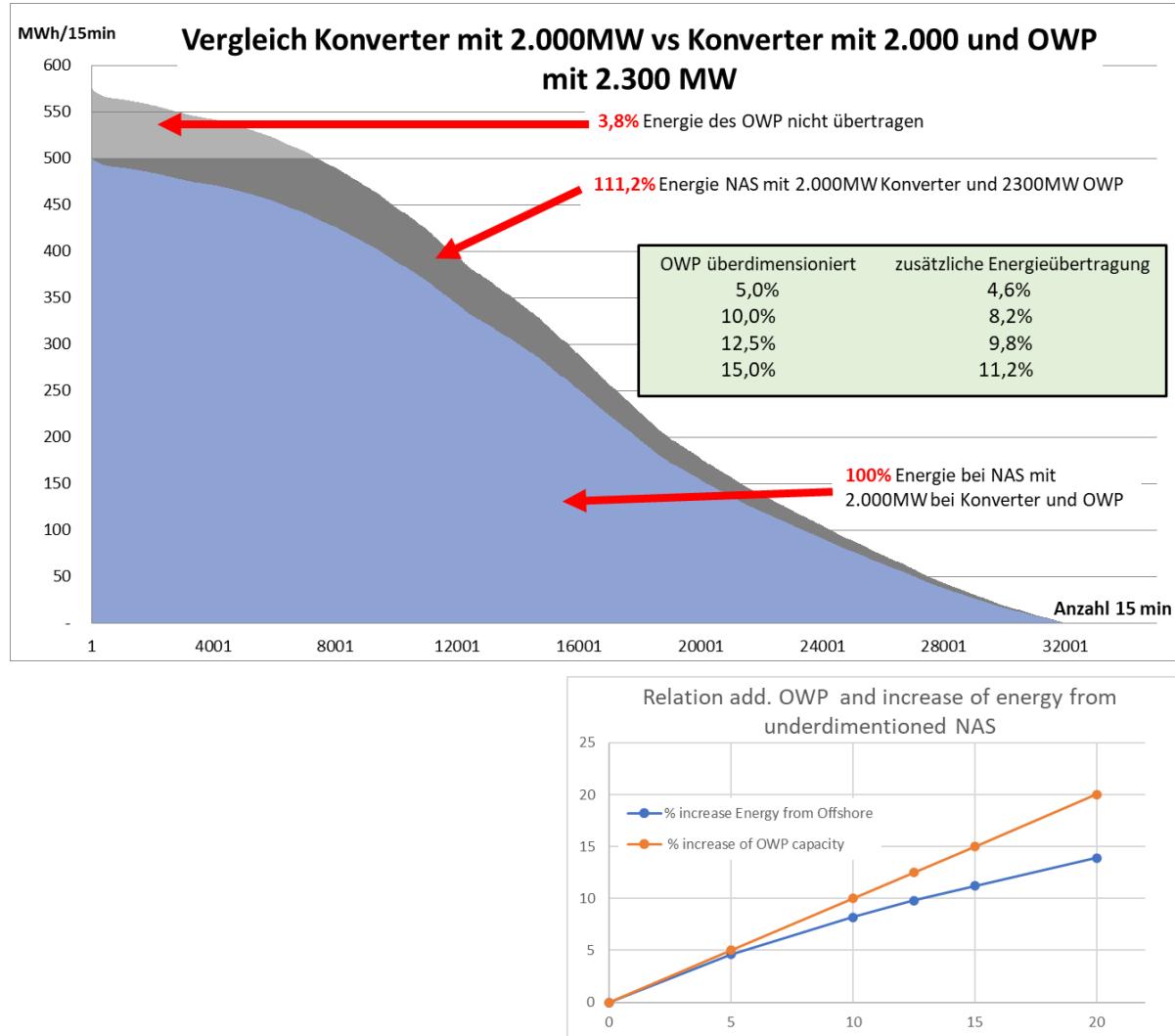
Offshore-Optimierung

Lösungsansätze

- Offshore-Spitzenkappung von y Prozent
 - Nicht jede potenziell erzeugbare kWh wird durch das Offshore-System übertragen.
 - Die Verluste an erneuerbarer Energie halten sich aber auf Grund der relativ wenigen Stunden mit maximaler Einspeisung in Grenzen (x % bei einer Überbauung von y %).
 - Die Investitionskosten für Netzausbau bis zur letzten kWh stehen in keinem Verhältnis zu den Verlusten durch Spitzenkappung.
 - Überbauung bzw. Spitzenkappung bei Wind- und PV-Onshore geübte Praxis.
 - Das 70 GW Ziel wird erfüllt, aber anhand der installierten WK-Leistung gemessen.
- Erhöhung der technischen Übertragungsleistung der geplanten 2GW Infrastruktur um x Prozent
 - Offshore-System des 2GW Standards könnten künftig ohne größere Anpassungen auch mehr als 2 GW übertragen, bei Beibehaltung der Spannungsebene von 525 kV.
 - An ein NAS können daher mehr Windanlagen angeschlossen werden.
 - Vergleichbar geringe Mehrkosten für Erhöhung der Übertragungsleistung um bis zu 10%.
- Reduktion der Offshore-Leistung in der erweiterten Zone 3 (N-9e, N-12e, N-13, N-13e) + Ausgleich in Gebiet N-5
 - Es werden nur die Flächenzuschnitte verändert, die erst in den kommenden Jahren in die Ausschreibung gehen. Damit wird der Offshore-Zubau nicht gestört oder abgewürgt.
 - Der Verschattungseffekt wird verringert und der energetische Ertrag der Offshore-Flächen in Zone 3 insgesamt erhöht.
 - Mehrere denkbare Szenarien, inklusive Möglichkeiten zum Ausgleich der reduzierten Leistung in Zone 3 in Gebiet N-5
- Zusammen = Optimierung Gesamtsystem (Windpark, NAS)

Offshore-Optimierung

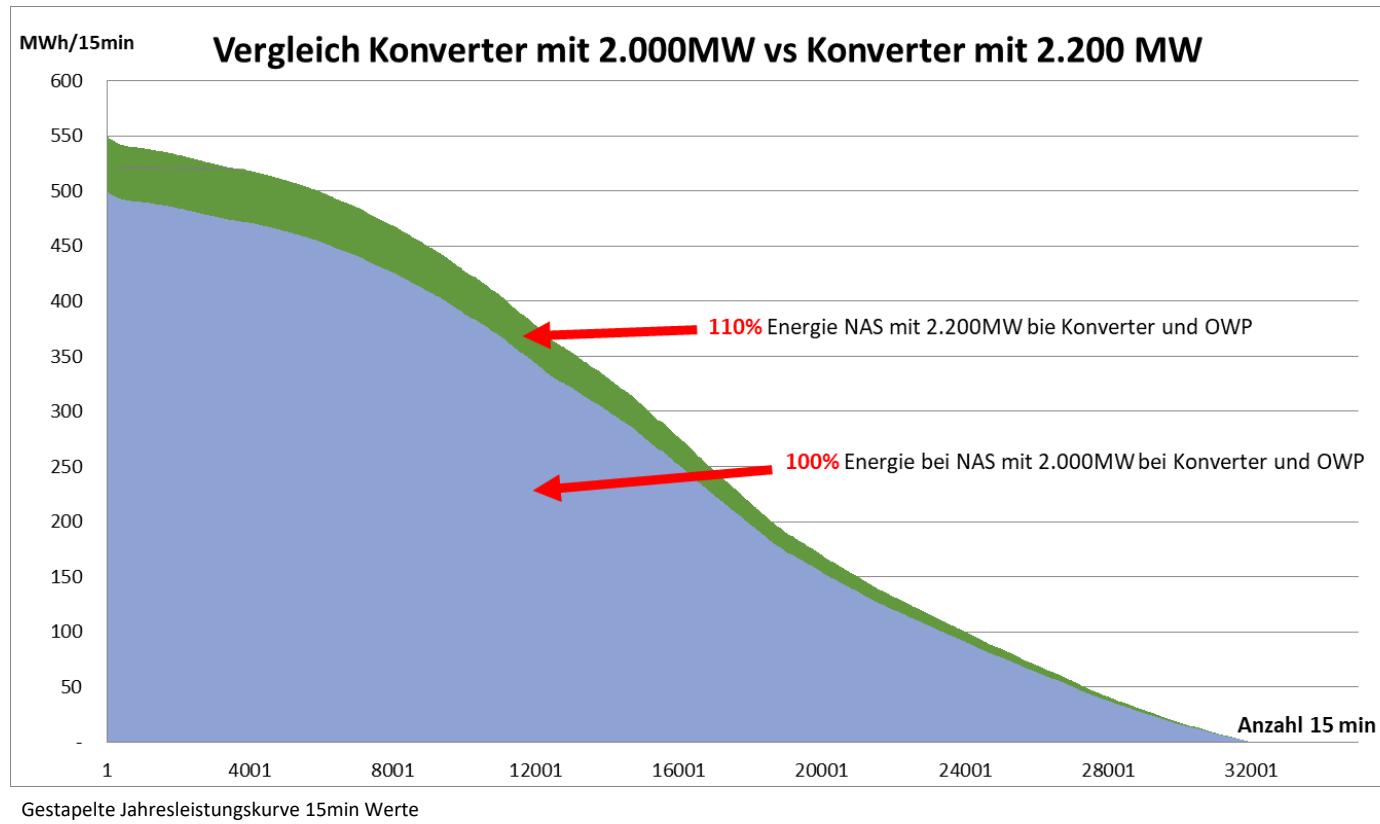
Lösungsansätze – Spitzenkappung



- Durch den Einsatz von 12,5 Prozent höhere Kapazität der OWP und Kappung der Einspeisespitzen erreichen wir das 70 GW Ziel ca. zwei Jahre früher und mit 3 (alle Offshore-Systeme ab 2032) bis 4 (alle Offshore-Systeme ab 2029) Systemen weniger.
- Dem OWP würde eine entsprechend auf bspw. 2,3 GW dimensionierte Offshore-Fläche zugewiesen werden, welche von einem 2GW ONAS angeschlossen wird
- Redispatch würde reduziert werden, wodurch auch die Netzentgelte sinken.
- Betriebskosten sinken linear zur Anzahl der ONAS.
- Einsparungen zwischen 15 und 20 Milliarden Euro erwartbar (bei pauschaler Annahme von 5 Mrd. € pro System, unabhängig der Trassenlänge)
- Die für den Transport der letzten 2,7 % der Energie erforderlichen Investitionen sind viermal so hoch wie die Kosten für den Transport der ersten 97,3 %.
- Aber! Geschäftsmodell der OWP würde beeinträchtigt; Kompensation für Spitzenkappung erforderlich?
- Aber! Anpassung OWP Flächen auf bspw. 2,3 GW

Offshore-Optimierung

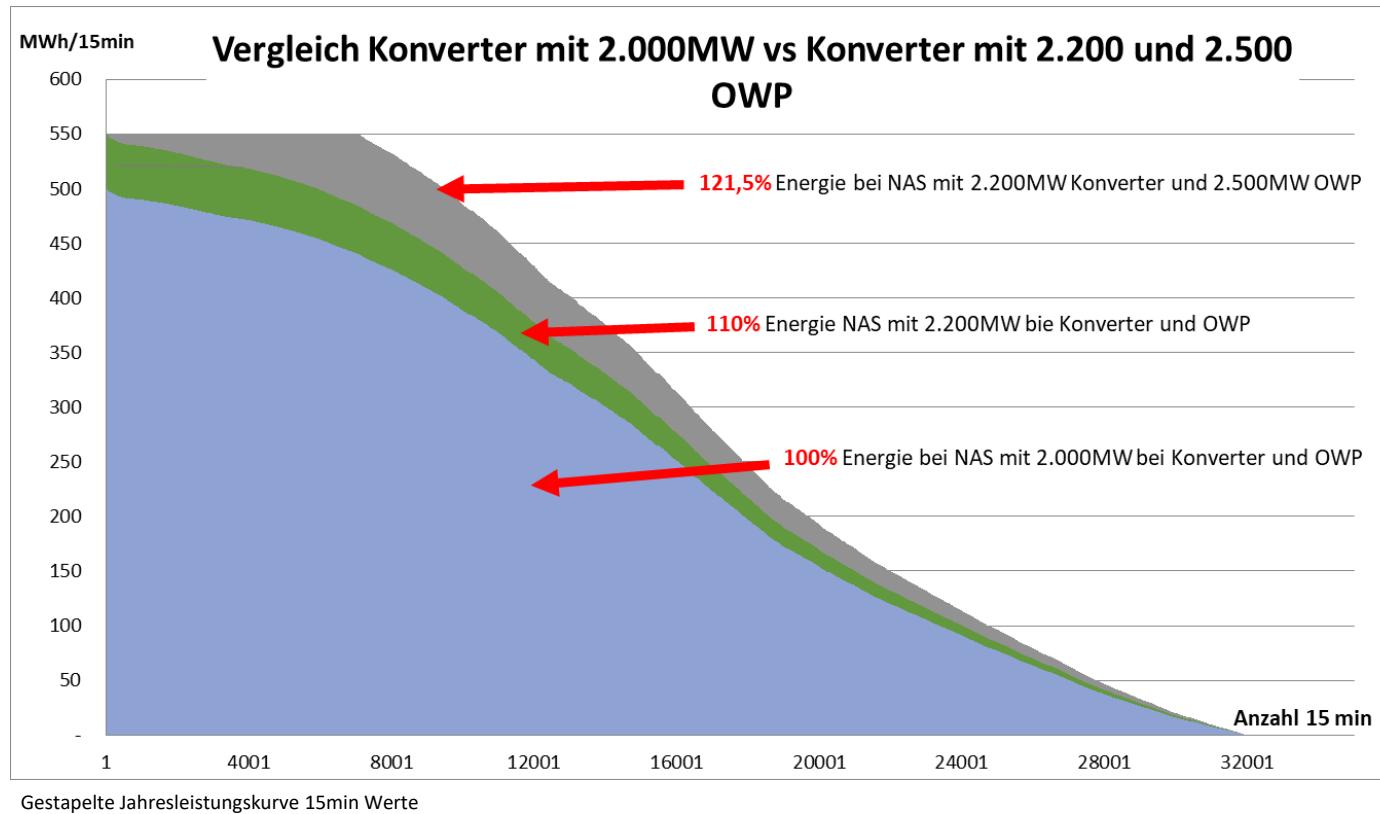
Lösungsansätze – Erhöhung Übertragungskapazität NAS



- Eine Kapazitätssteigerung von 10% auf 2.200MW erscheint möglich.
- Es würde 10% mehr Energie pro Anlage übertragen, wenn den OWP entsprechend mehr Fläche zugeteilt wird.
- 70 GW würden mit 2 (alle Offshore-Systeme ab 2032) bis 3 NAS (alle Offshore-Systeme ab 2029) weniger erreicht.
- Die einzelnen Anlagen / Kabel würden ca. 200m€/NAS teurer, da mehr HVDC-Technik eingebaut werden muss und die Kabel verstärkt werden müssten
- Einsparungen zwischen 6 und 9 Milliarden Euro erwartbar (bei pauschaler Annahme von 5 Mrd. € pro System, unabhängig der Trassenlänge).
- Der Netzausbau wird beschleunigt.
- Die Spitzenlast und Gesamterzeugung bleibt 240TWh
- Der Redispatch erhöht sich leicht 50 Mio. €/a (+/-100 Mio. €)
- Die Betriebskosten werden gesenkt.
- Aber! Anpassung OWP Flächen auf 2,2 GW

Offshore-Optimierung

Lösungsansätze – Erhöhung Übertragungskapazität NAS + Spitzenkappung



- An ein 2.200MW NAS könnten OWP mit b.pw. 2.500 MW angeschlossen werden
- Wenn den OWP entsprechend mehr Fläche (d.h. für 2,5 GW dimensioniert) zugeteilt wird, würde jedes NAS ca. 21,5% mehr Strom übertragen.
- Die einzelnen NAS werden entsprechend der Mehrleistung teurer (Annahme: 200 Mio. € pro System)
- Die 70GW OWP-Leistung würden mit 4 (alle Offshore-Systeme ab 2032) bis 6 NAS (alle Offshore-Systeme ab 2029) NAS weniger angeschlossen.
- Einsparung zwischen ca. 16 und ca. 24 Mrd. € erwartbar (bei pauschaler Annahme von 5 Mrd. € pro System, unabhängig der Trassenlänge).
- Der Netzausbau wird beschleunigt
- Die Prognose für die Gesamterzeugung von Offshore sinkt um ca. 3,8% (bei Anwendung auf alle Systeme ab 2029), d.h. 10TWh von 240 auf 230TWh die anderweitig erzeugt werden müssten (Systemkosten).
- Der Redispatch vermindert sich 125 Mio €/a (+/-100 Mio €)
- Die Betriebskosten werden gesenkt.
- Aber! Geschäftsmodell der OWP würde beeinträchtigt; Kompensation erforderlich?
- Aber! Anpassung OWP Flächen auf bspw. 2,5 GW

Zusammenfassung Optionen 1-3

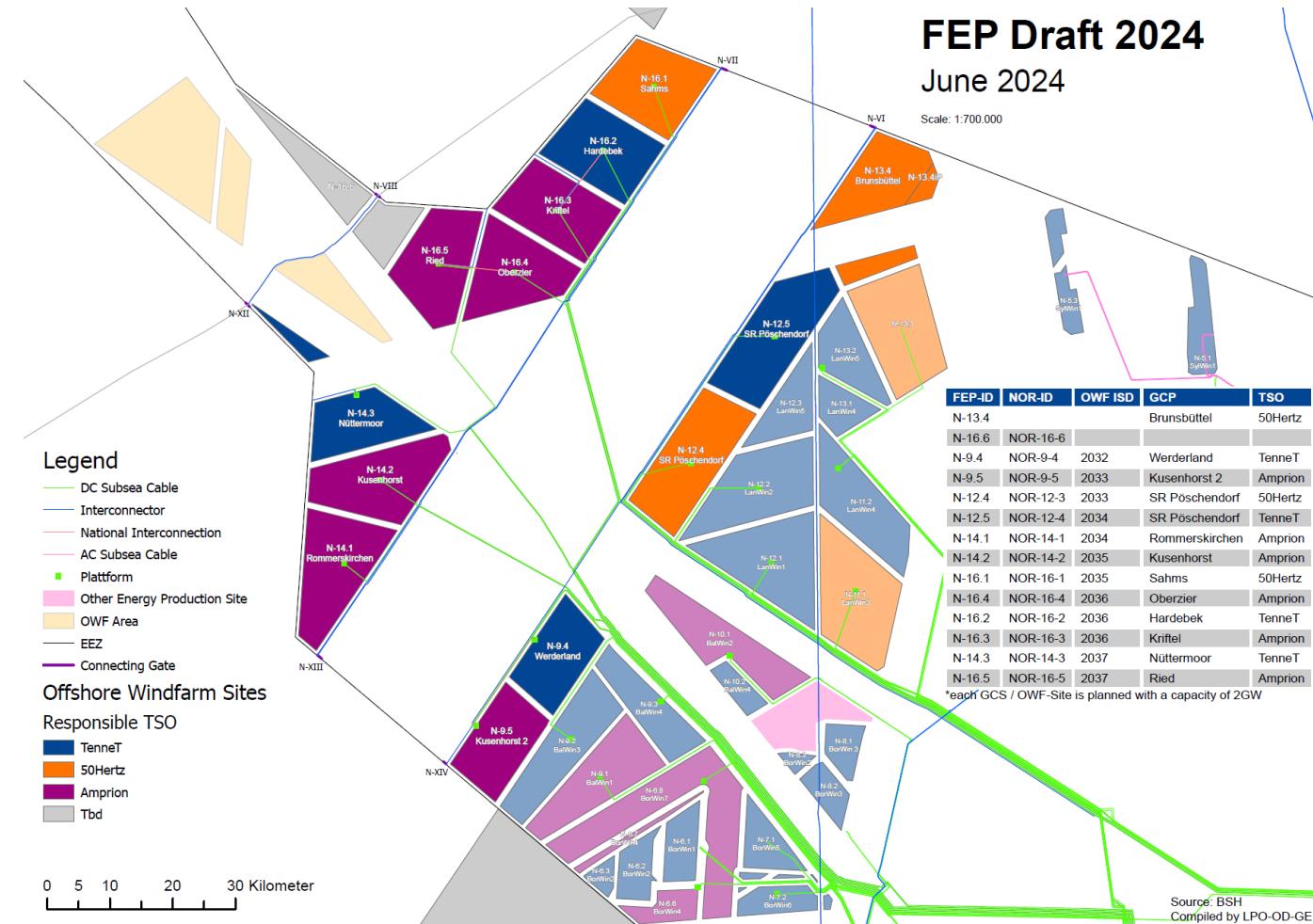
	Einsparung NAS Anzahl (bei Anwendung ab 2029)	Investition Reduzierung	Prognose der Erzeugung von Offshore	Abschluss Offshore Ausbau*	Redispatch	peak load	
1	Erhöhung der NAS Leistung um 10 % (70GW)	-3	- 10 Mrd.€	240 TWh +/- 0 %	2040	+ 50 Mio. €	70 GW
2	Auslegung des NAS auf 85% der OWP Leistung (70 GW)	-4	- 20 Mrd .€	230 TWh - 4 %	2039	- 170 Mio. €	64 GW
3	Kombination von 1 and 2 (70GW)	-6	- 25 Mrd.€	230 TWh - 4 %	2038	- 125 Mio. €	64 GW

*lineare Reduktion ohne Entzerrung Lieferketten

Offshore-Optimierung

Lösungsansätze – Flächenzuschnitt mit Höherauslastung & Spitzenkappung

- Anzahl an Offshore-Systemen direkt an Schifffahrtsroute 10: 6x 2,0 GW
 - Kein Eingriff in abgeschlossene/laufende Offshore-Ausschreibungen bzw. beauftragte 2GW Offshore-Systeme in Szenario 1 & 2
 - Zeitliche Reihenfolge FEP 2024
 - N-9.4: 2025 -> IBN QIII 2032
 - N-9.5: 2028 -> IBN QIII 2033
 - N-12.4: 2026 -> IBN QIII 2033
 - N-12.5: 2029 -> IBN QIII 2034
 - N-13.3: IBN nach 2037
 - N-13.4: IBN nach 2037

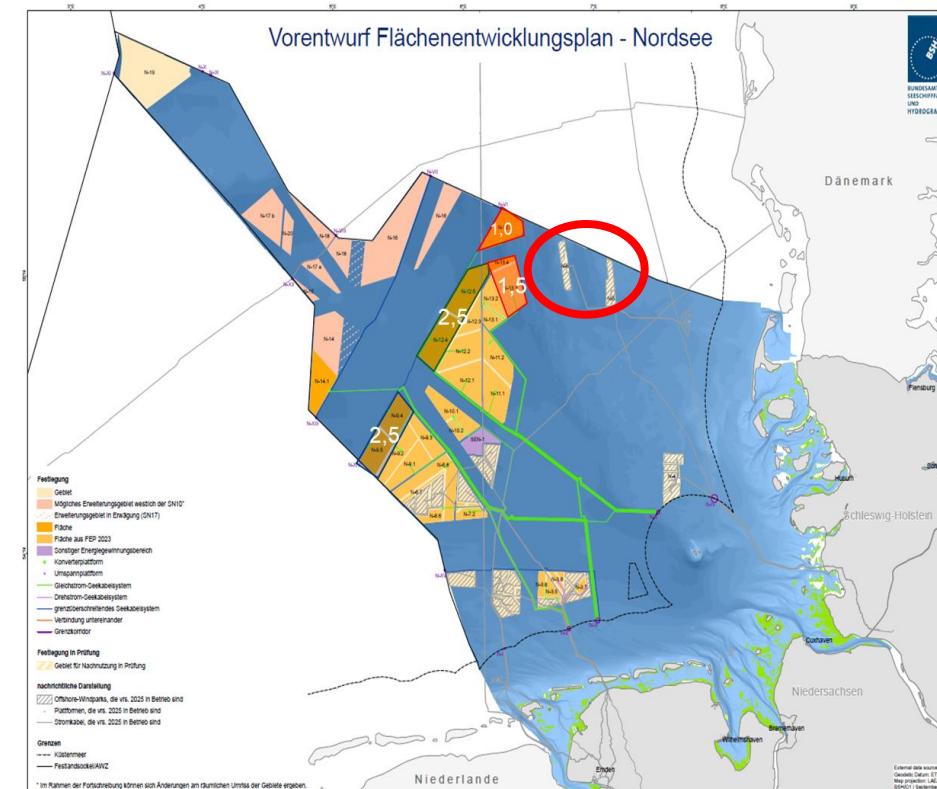


Offshore-Optimierung

Lösungsansätze – Flächenzuschnitt mit Höherauslastung & Überbauung

- Szenario 1: 7,5 GW statt 12 GW Offshore-Leistung in erweiterter Zone 3

- Anzahl an Offshore-Systemen: 3 x 2,5 GW (statt 6x 2,0 GW)
- Leistung je Offshore-System: 2,2 GW
- Leistung je Offshore-Windpark je Offshore-System: 2,5 GW (Spitzenkappung)
- Zeitliche Reihenfolge
 - N-9e: 2032
 - N-12e: 2033
 - N-13e: 2040
- 1-2 Neue Flächen könnten in N5 ausgewiesen werden die mit 4.400 Vollaststunden prognostiziert sind. 5 GW dort würden 20-22TWh erzeugen.
- Das ist der gleiche Ertrag, der aus 10 GW in der N9



Offshore-Optimierung

Lösungsansätze – Flächenzuschnitt mit Höherauslastung & Überbauung

- Szenario 2: 10 GW statt 12 GW Offshore-Leistung in erweiterter Zone 3

- Anzahl an Offshore-Systemen: 4 x 2,5 GW (statt 6x 2,0 GW)
- Leistung je Offshore-System: 2,2 GW
- Leistung je Offshore-Windpark je Offshore-System: 2,5 GW (Spitzenkappung)
 - N-9e: 2032
 - N-12e: 2033
 - N-12e/13e: 2040
 - N-13e: 2041
- Ausgleich neue Fläche(n) in N5

