

A photograph of an offshore wind farm at sunset. The sky is a mix of orange, pink, and blue. In the foreground, a large, rectangular service platform is illuminated with yellow and green lights. It is surrounded by numerous wind turbines extending into the distance. The water is dark blue with some ripples.

# 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 Marktsituation, 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

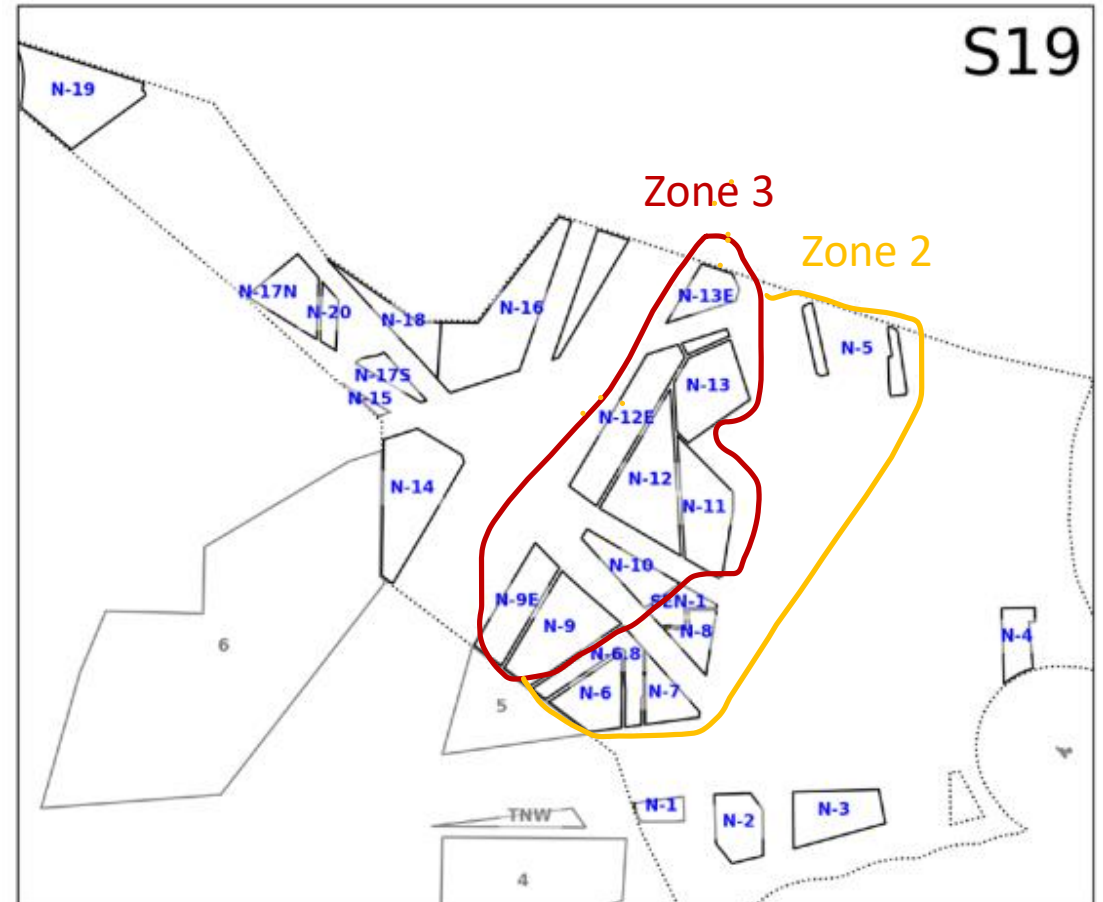
- Der Wind weht nicht konstant. Die **maximale installierte Leistung wird nur in einem Teil der Zeit ausgenutzt.**
- Die deutsche AWZ ist klein. Die enge Bebauung mit Windenergieanlagen führt zusätzlich zu Verschattungseffekten und reduziert die jährlichen Volllaststunden weiter. Statt 4000 VLL/J erzeugen 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:
  1. Randbebauung von 10 GW in der Schifffahrtsroute SN10 (N-9e, N-12e, N-13e)
  2. Höherer grenznaher Ausbau in der niederländischen AWZ in Gebiet 5 und Gebiet 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
<b>Doggerbank</b>	
SEN-1	3164
<b>Gesamt</b>	<b>3160</b>



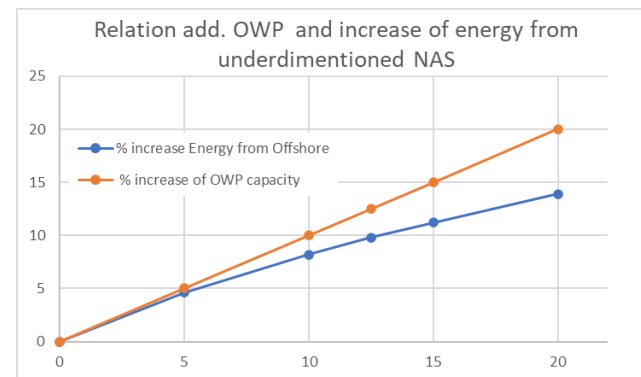
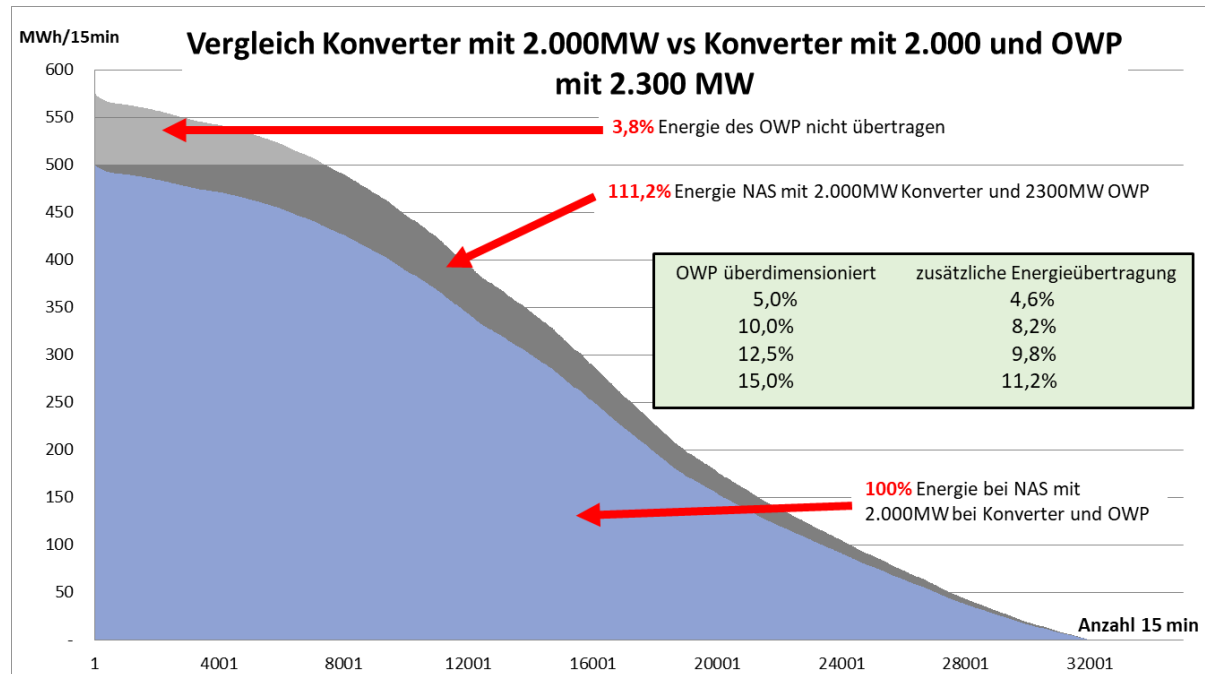
# Offshore-Optimierung

## 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

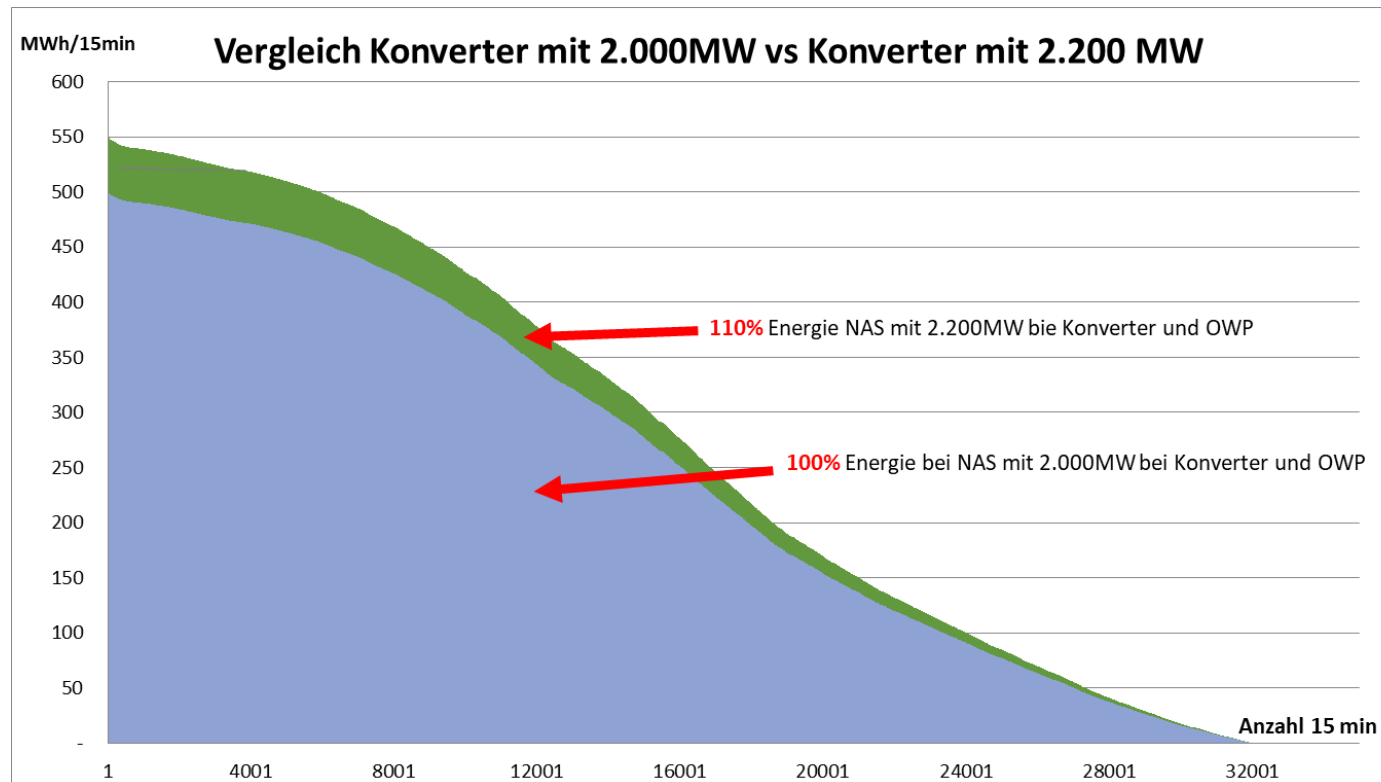
## Lösungsansätze – Spitzenkappung



- 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



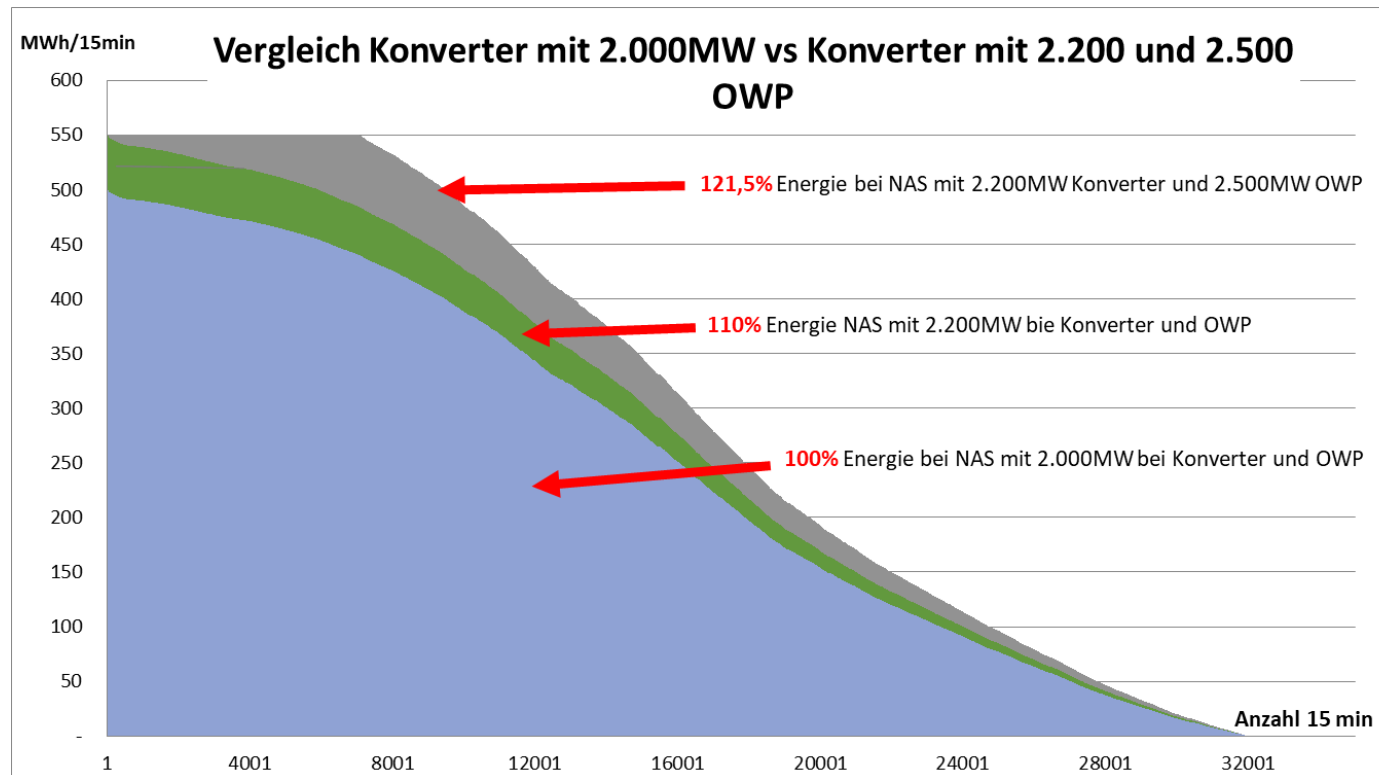
Gestapelte Jahresleistungskurve 15min Werte

- 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



Gestapelte Jahresleistungskurve 15min Werte

- An ein 2.200MW NAS könnten OWP mit bpw. 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

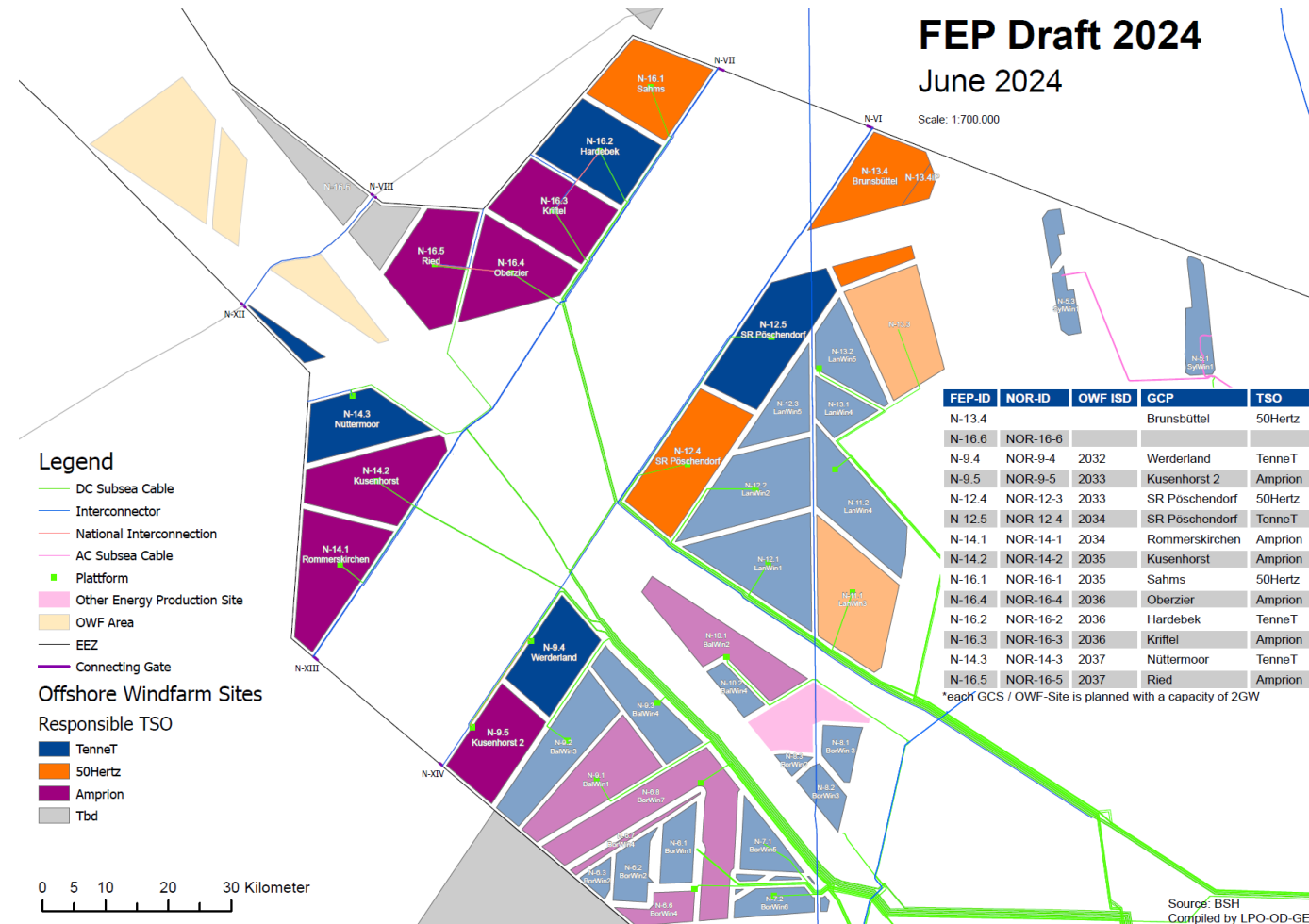
		Einsparung NAS Anzahl (bei Anwendung ab 2029)	Investition Reduzierung	Prognose der Erzeugung von Offshore	Abschluss Offshore Ausbau*	Redispatch	peak load
1	Erhöhung der NAS Leistung um 10 % (70GW)	-3	- 10 Mrd.€	240 TWh +/- 0 %	2040	+ 50 Mio. €	70 GW
2	Auslegung des NAS auf 85% der OWP Leistung (70 GW)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

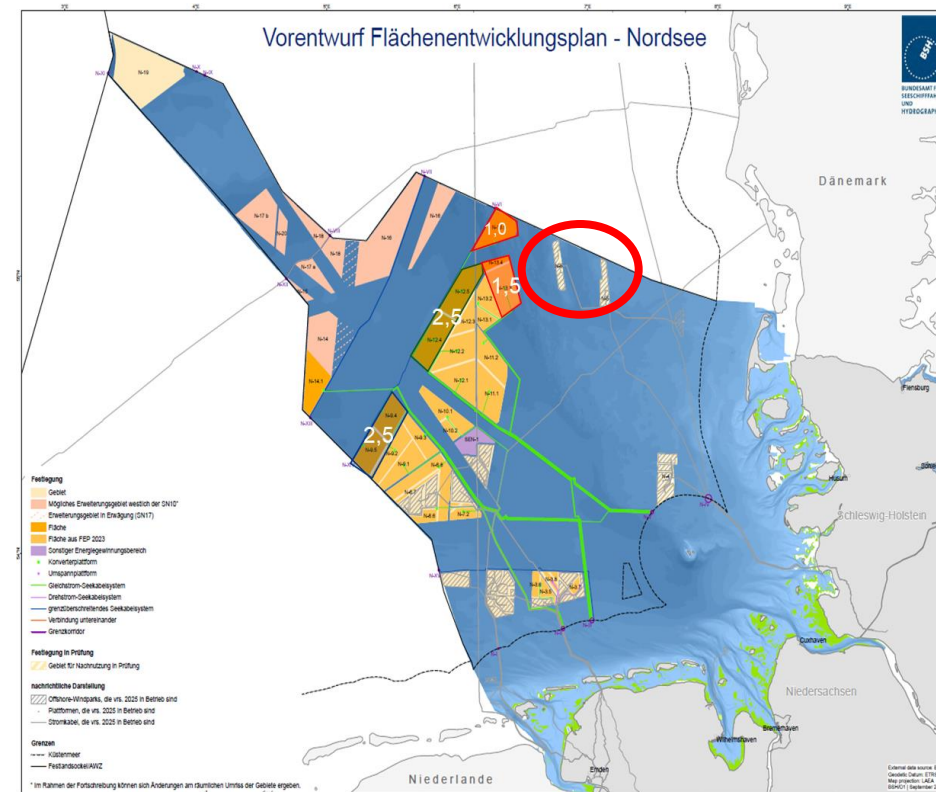


# Offshore-Optimierung

## 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

