



EIFER

EUROPÄISCHES INSTITUT FÜR ENERGIEFORSCHUNG
INSTITUT EUROPEEN DE RECHERCHE SUR L'ENERGIE
EUROPEAN INSTITUTE FOR ENERGY RESEARCH

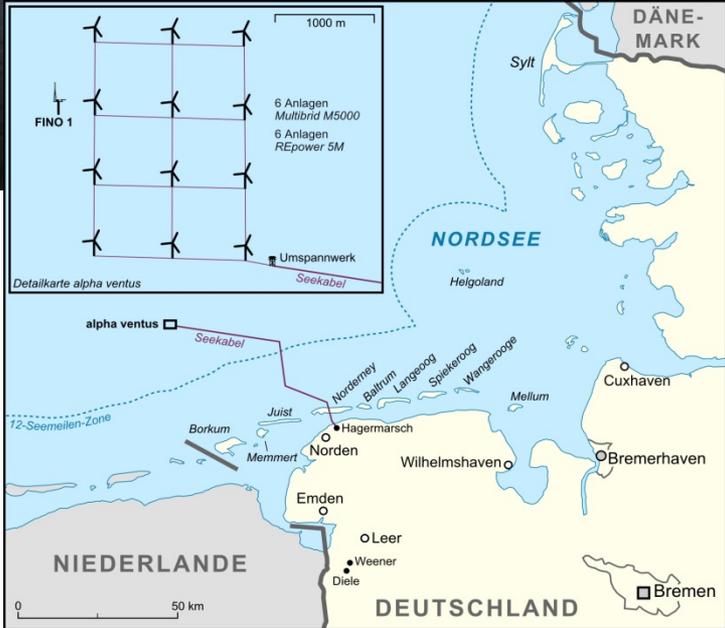
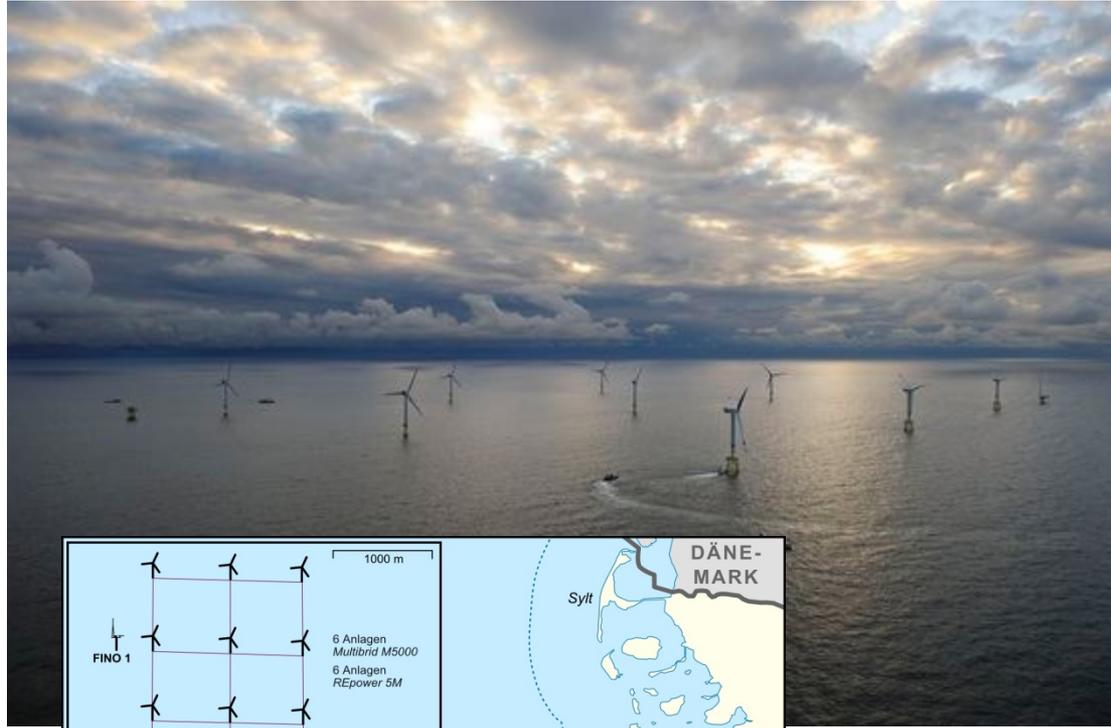
Wind Offshore

KIT

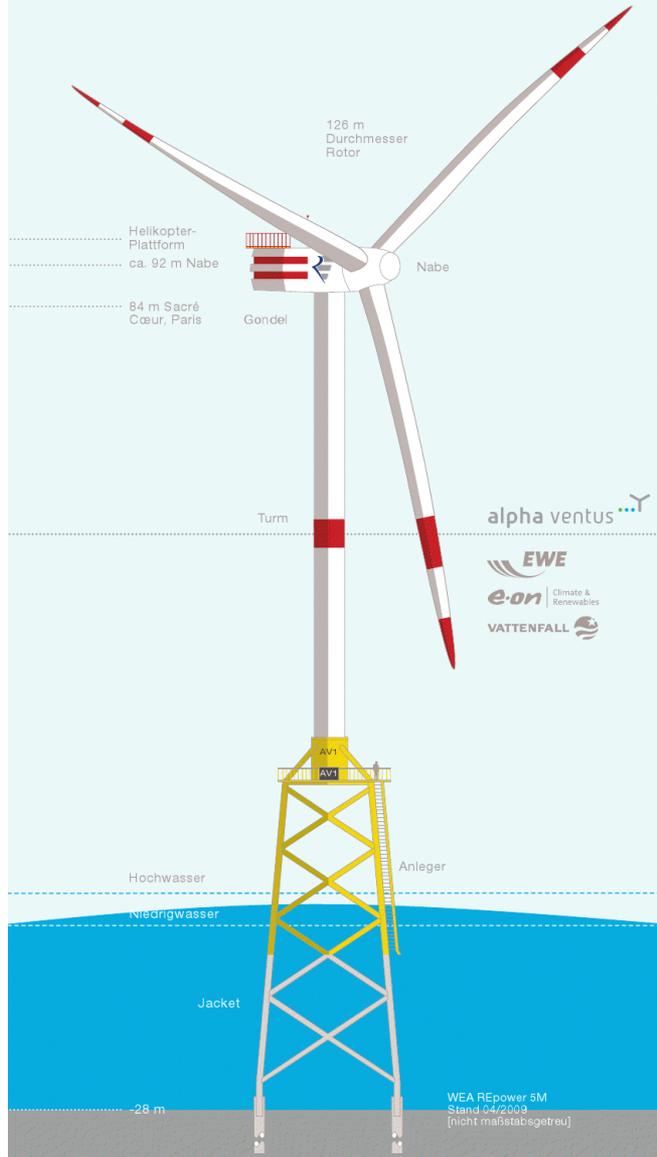


Offshore

Alpha Ventus 2010

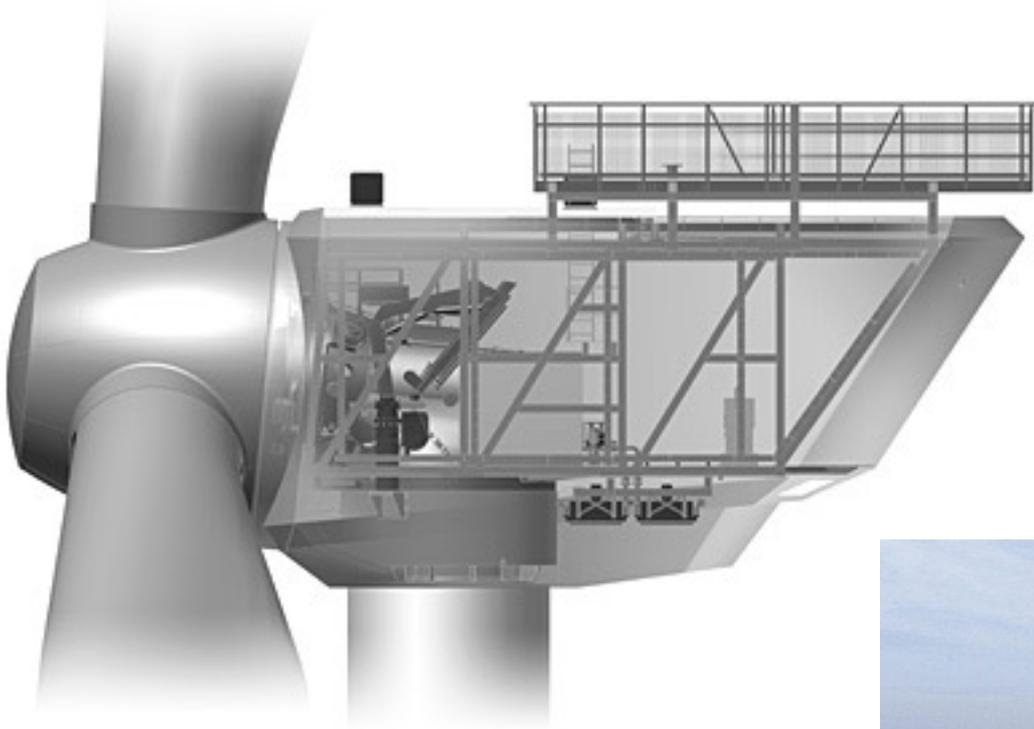


..... 157 m Kölner Dom
..... 155 m Blattspitze



Offshore

Areva (Multibrid) M5000



309 t Gondel + Rotor



Offshore Deutschlandspezifisch



- 45-60 km vor der Küste
- 30-40 m Wassertiefe
- 5 MW Klasse als Einstieg
- 60 km 100 kV Seekabel
- Je 3 Maschinen an 30 kV



Offshore Alpha Ventus





Offshore Bard 1



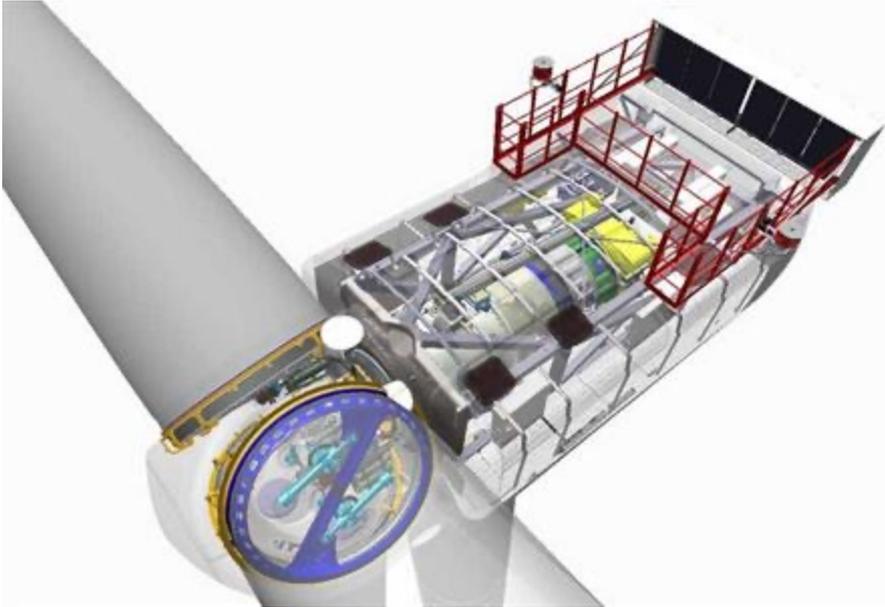




*Die neue Vestas 10-MW-Anlage ist ein Upgrade der V164-8.0.
Upgrades verursachen für den Hersteller niedrigere Entwicklungskosten als völlige Neulinge.*

Offshore

Vestas 10 MW Offshore



© windpowermonthly.com

Technische Daten	V164
Nennleistung	8.000, 9.000 bzw. 9.500 ^[1] Kilowatt
Einschaltwindgeschwindigkeit	4 m/s
Rotordurchmesser	164 m
überstrichene Fläche	21.124 m ²
Fläche pro Leistung	2640 m ² pro MW
Drehzahl	4,8–12,1/min
Leistungsregelung	Pitch
Getriebe	ja
Generator	Permanentmagnet-Synchrongenerator
Netzfrequenz	50 Hertz

Offshore

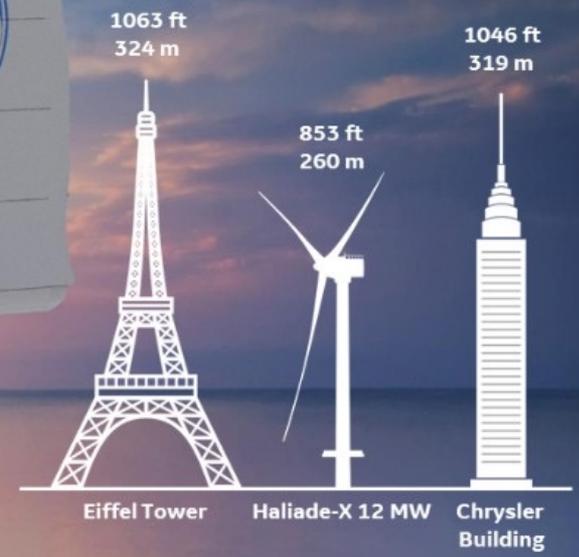
GE Haliade 12 MW



HALIADÉ-X 12 MW

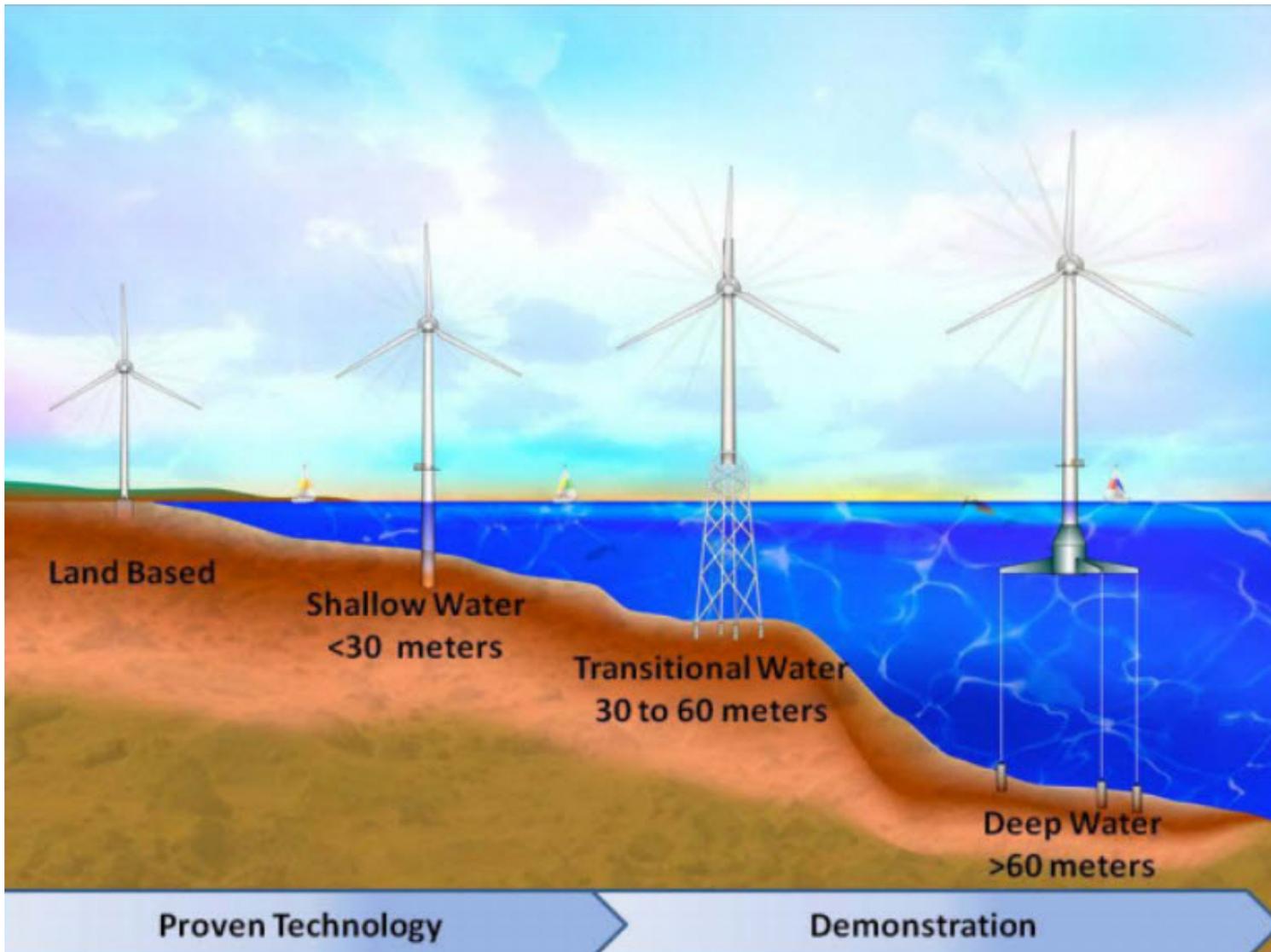
GE Renewable Energy is developing **Haliade-X 12 MW**, the biggest offshore wind turbine in the world, with **220-meter rotor**, **107-meter blade**, leading capacity factor (**63%**), and **digital capabilities**, that will help our customers find success in an increasingly competitive environment.

- 12 MW capacity
- 220-meter rotor
- 107-meter long blades
- 260 meters high
- 67 GWh gross AEP
- 63% capacity factor
- 38,000 m² swept area
- Wind Class IEC: IB
- Generates **double the energy** as previous GE Haliade model
- Generates almost **45% more energy** than most powerful wind turbine available on the market today
- Will generate enough clean power for up to **16,000** European households per turbine, and up to **1 million** European households in a 750 MW configuration windfarm

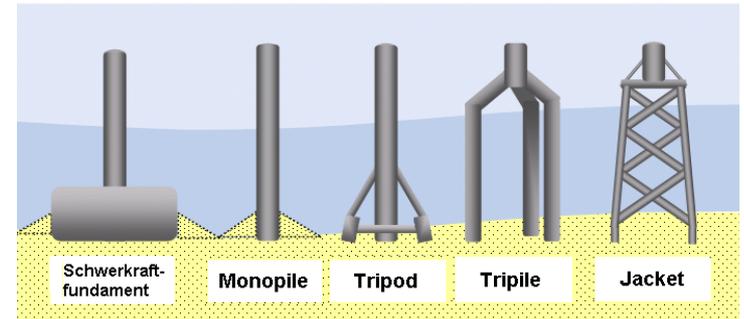
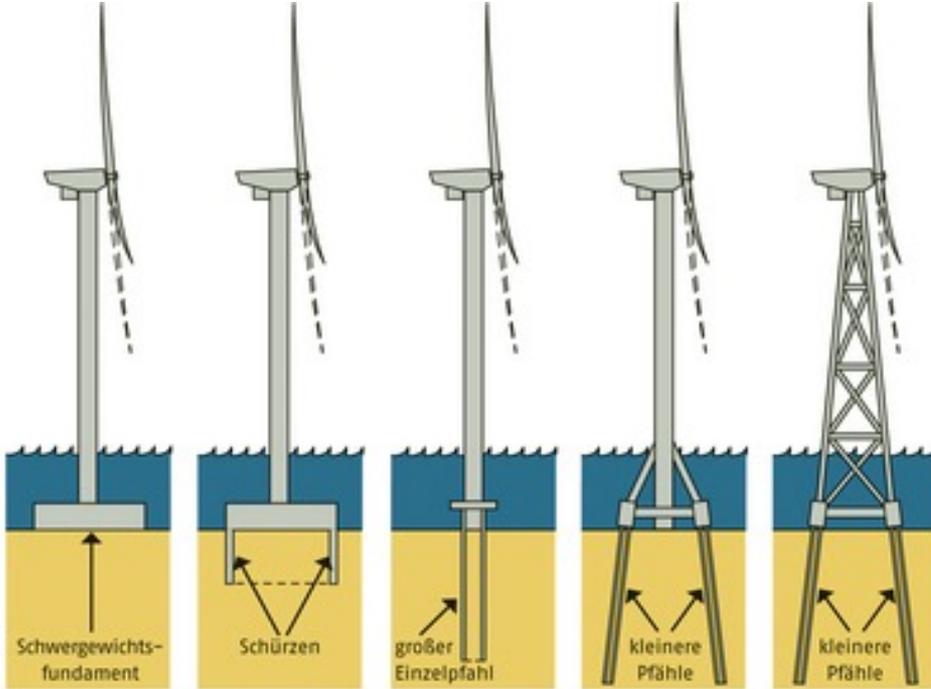
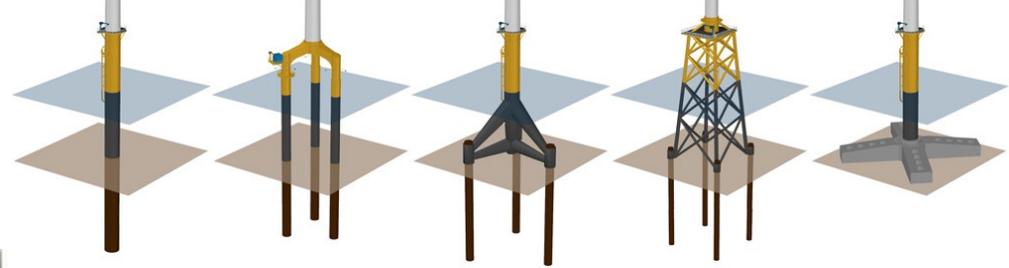


Offshore

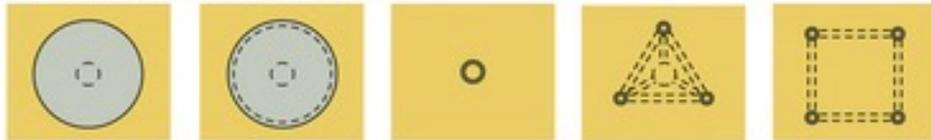
Fundamente / Gründungen



Offshore Gründungen



Draufsicht in Höhe des Meeresbodens:



a Flachgründung ohne Schürzen

b Flachgründung mit Schürzen

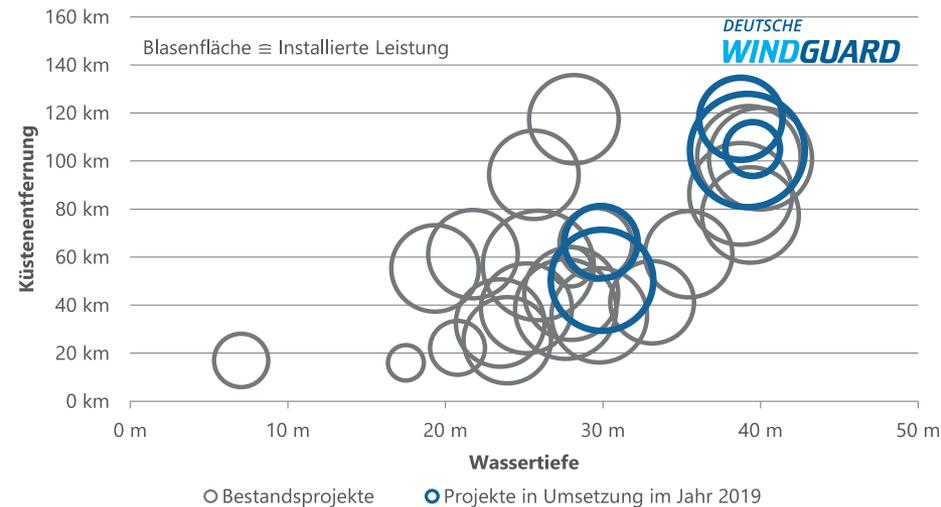
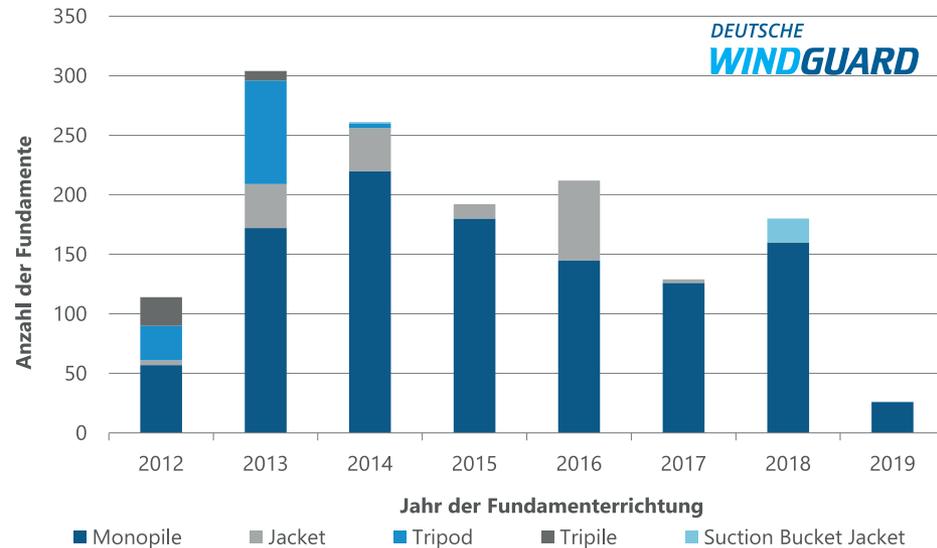
c Monopile-gründung

d Tripod-gründung

e Jacket-gründung

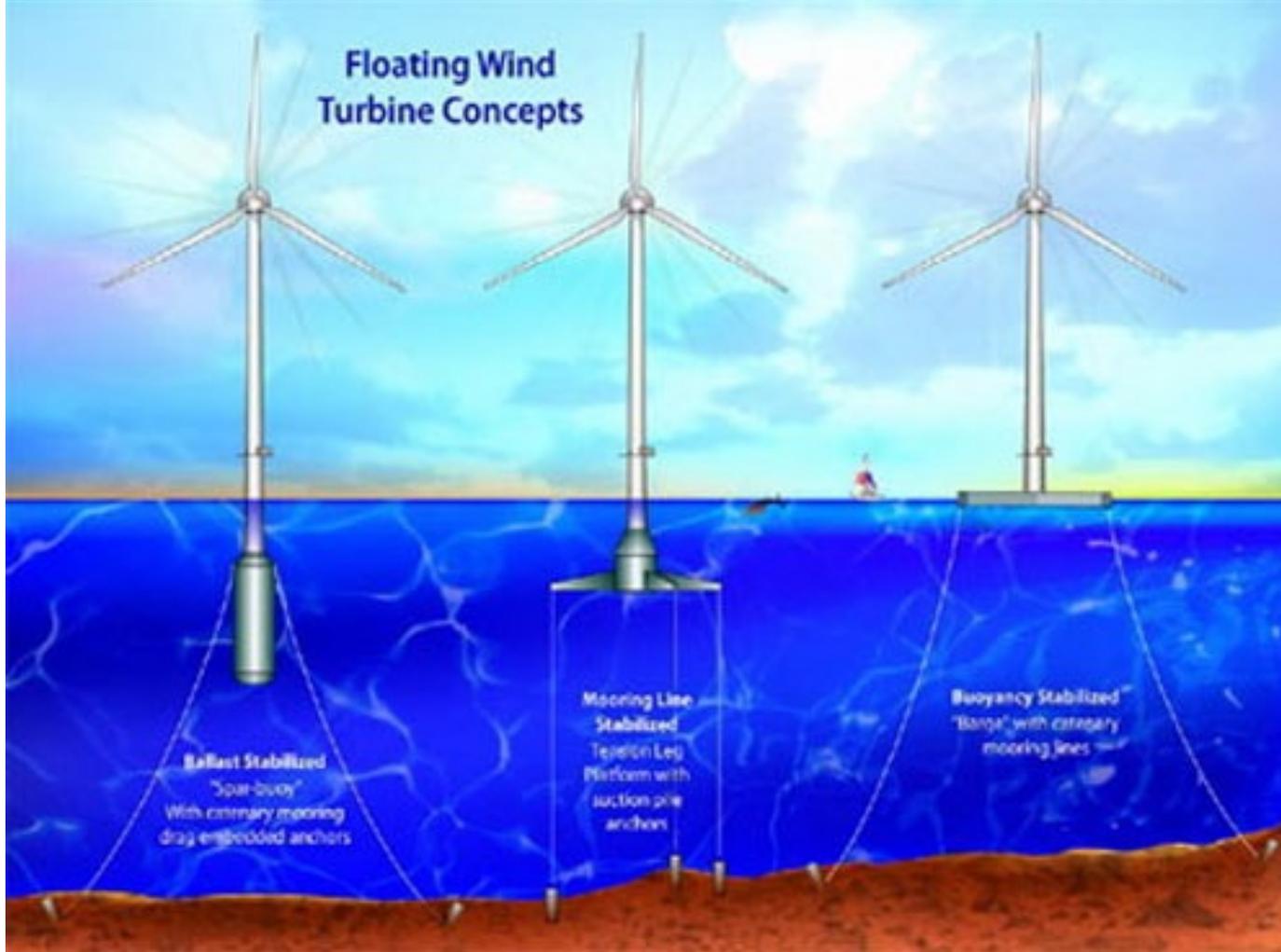
Offshore Gründungen – Übersicht

Fundamenttyp	Wassertiefe in Meter	Beispiele für die Anwendung	Vorteile	Nachteile
Monopile	bis 20	Horns Rev	gute Kolkssicherung	große Rammhammer
Jacket	20 – 50	alpha ventus	Erfahrungen aus der Ölbranche	hoher Stahlverbrauch
Tripod	20 – 50	alpha ventus	kleiner Durchmesser der Pfähle	nicht einsetzbar bei Steinhindernissen im Grund
Tripile	25 – 40	BARD I	Leichtbauweise	bisher nur eine Testanlage
Schwerkraftfundament	bis 10	Nysted, Lillgrund	geringer Stahlverbrauch, keine Rammung	hohe Kosten bei Anwendung in großen Tiefen
Bucket	bis 30	Testphase	keine Rammung	wenig Erfahrung
Schwimmendes Fundament	80 – 700	Testphase, Hywind	für große Wassertiefe geeignet	wenig Erfahrung



Wassertiefe und Küstenentfernung von Bestandsprojekten und Projekten in der Umsetzung

Offshore Floating



Erste schwimmende Turbine
2009 Norwegen (Hywind)



Zweite schwimmende Turbine
2011 Portugal (WindFloat)



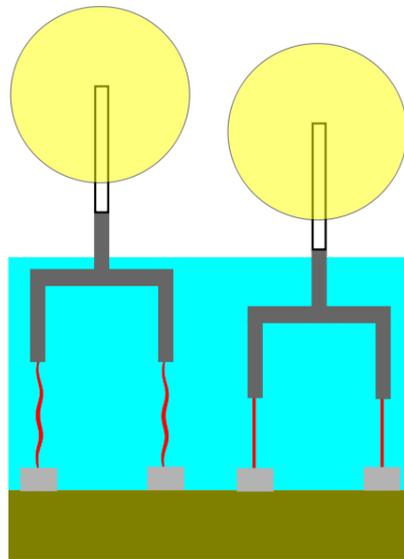
EIFER

Offshore

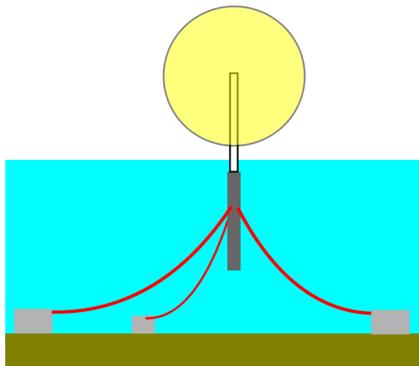
Floating - Hywind



Offshore Floating



Blue H - Spannung

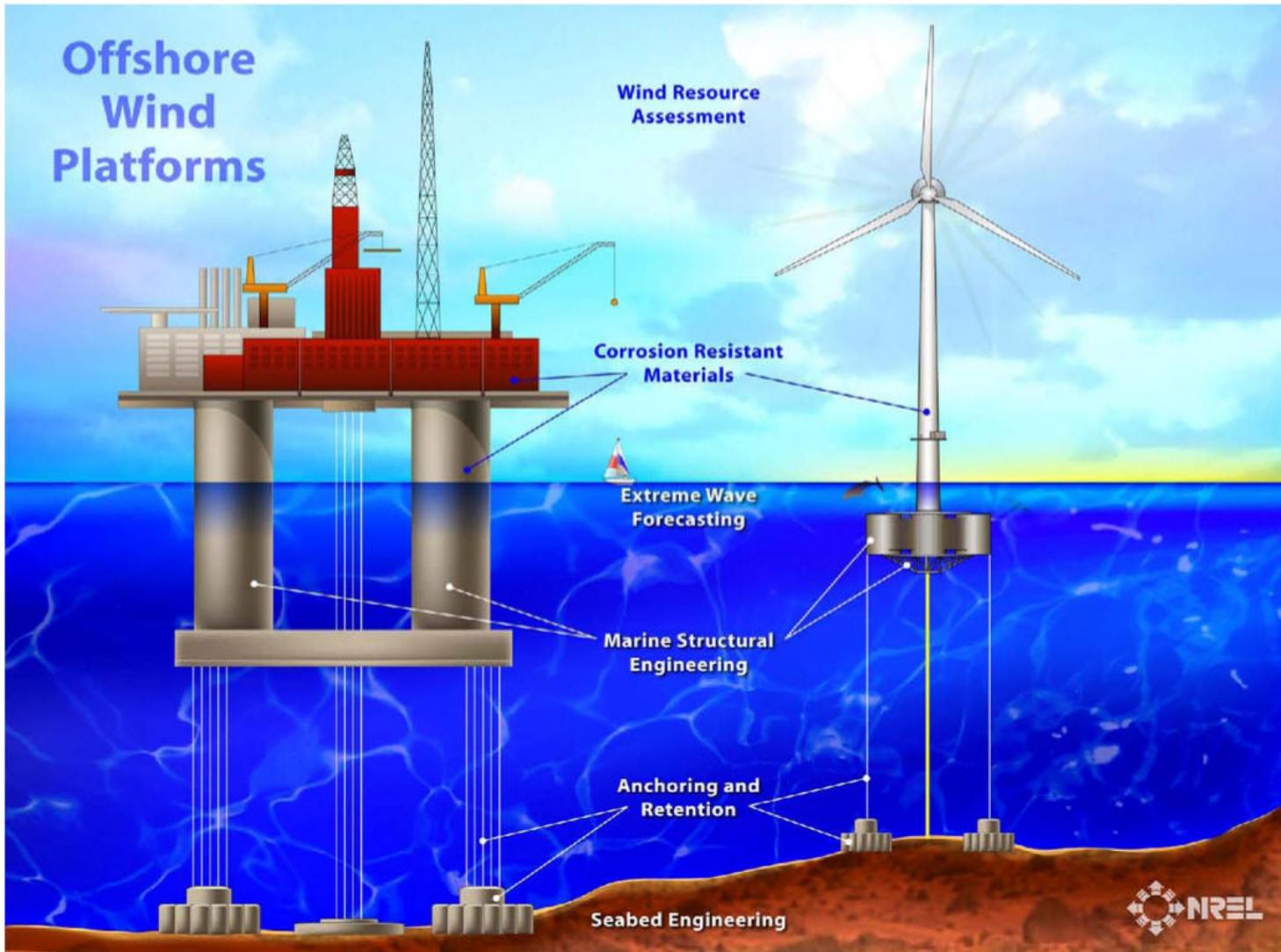


Hywind - Durchhang
60t zusätzlicher Ballast



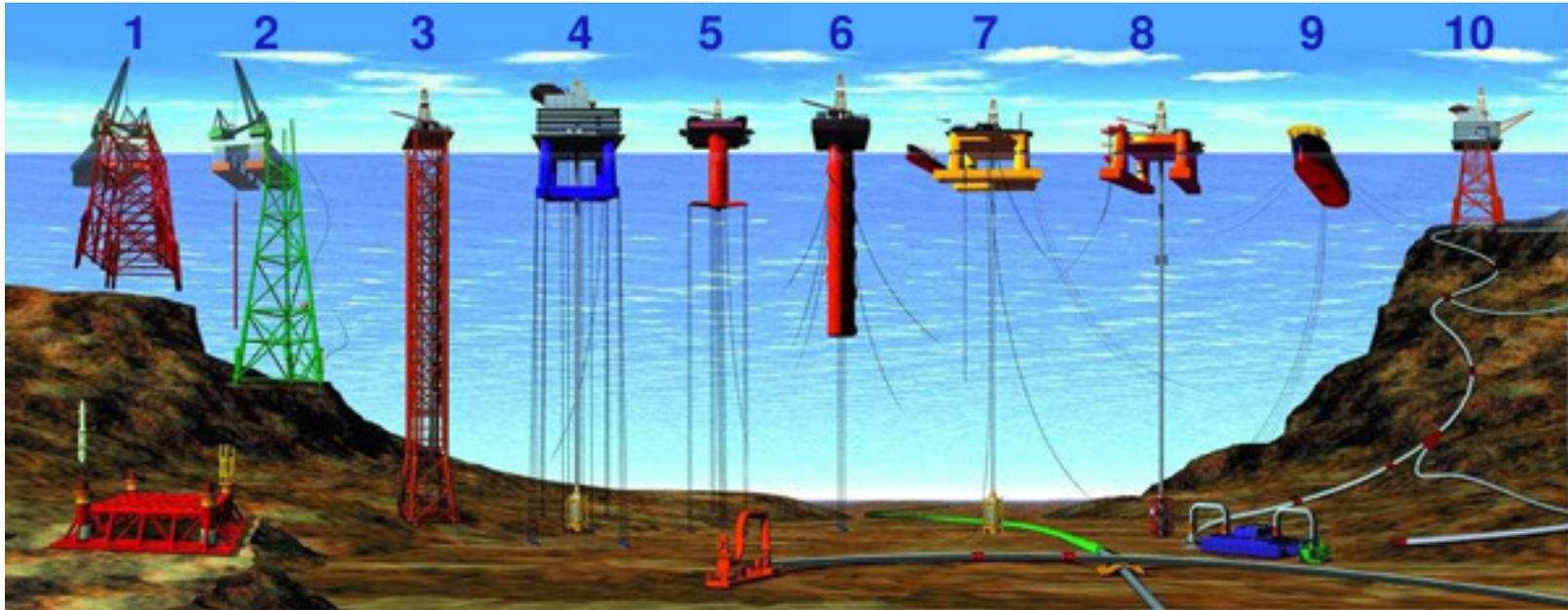
WindFloat

Offshore Floating



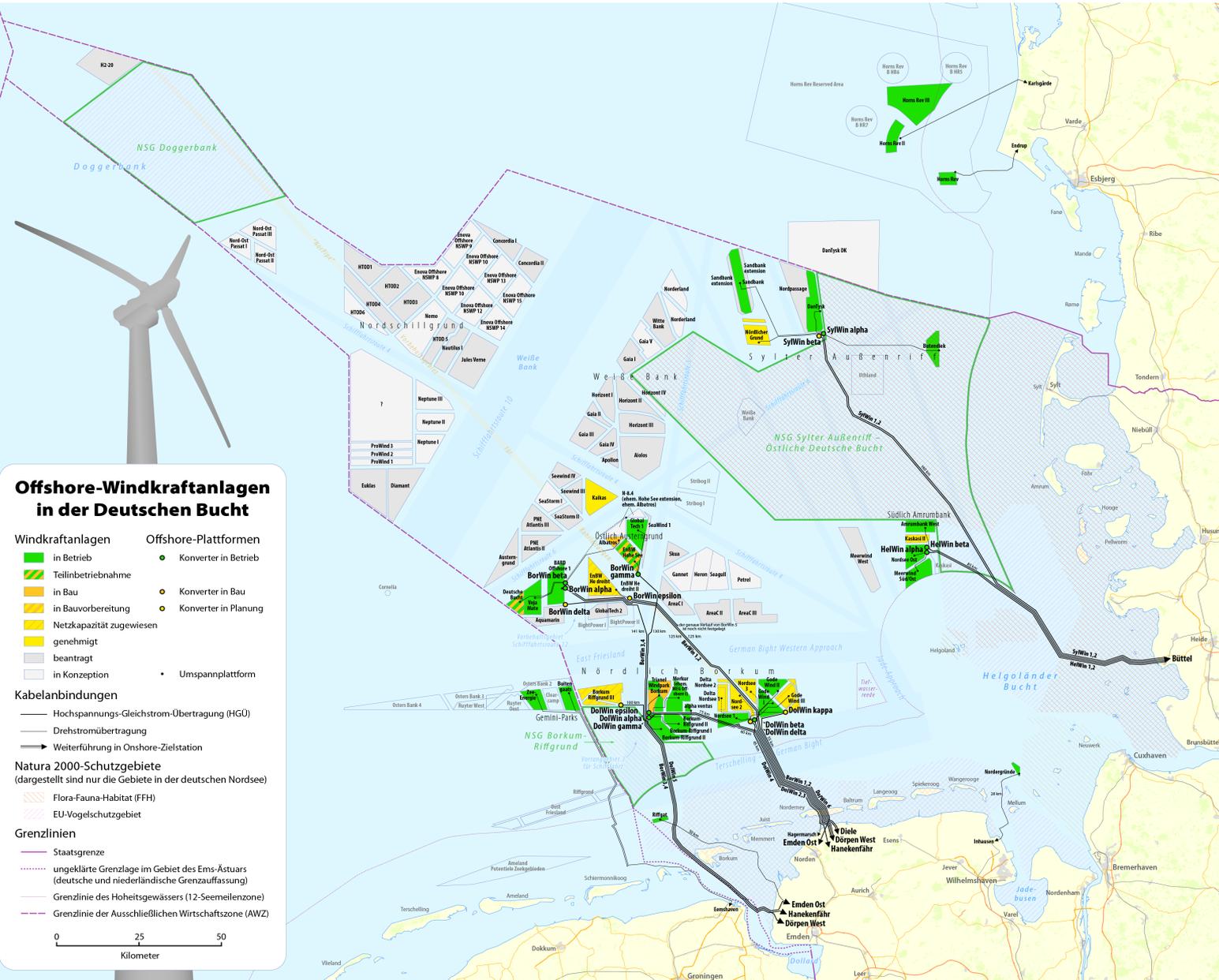
Offshore

Floating Offshore Industry



Offshore Deutschland - Nordsee

Von Maximilian Dörbecker (Chumwa) - Eigenes Werk, using data and information from these web sites
:Global Offshore Wind Farms Database Bundesamt für Naturschutz OpenSeaMap TenNet
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie Noordzeeloke European Offshore Renewable Energy Roadmap (ORECCA)
OpenStreetMap File: Windmill.svg, CC BY-SA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=34011412>



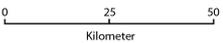
Offshore-Windkraftanlagen in der Deutschen Bucht

- | Windkraftanlagen | Offshore-Plattformen |
|--|---|
| in Betrieb | ● Konverter in Betrieb |
| Teilbetriebnahme | ● Konverter in Bau |
| in Bau | ● Konverter in Planung |
| in Bauvorbereitung | ● Umspannplattform |
| Netzkapazität zugewiesen | |
| genehmigt | |
| beantragt | |
| in Konzeption | |

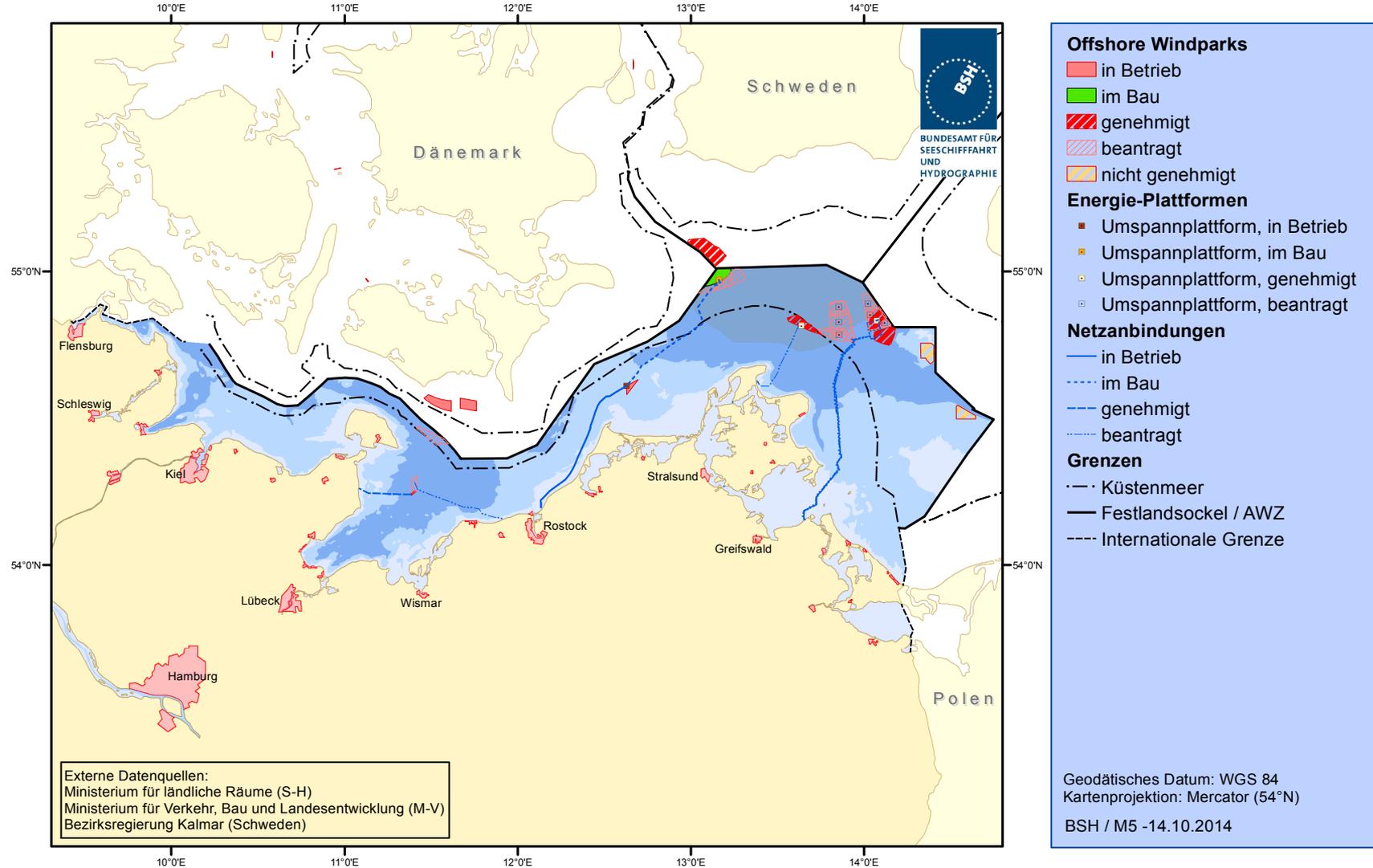
- ### Kabelanbindungen
- Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ)
 - Drehstromübertragung
 - Weiterführung in Onshore-Zielstation

- ### Natura 2000-Schutzgebiete (dargestellt sind nur die Gebiete in der deutschen Nordsee)
- Flora-Fauna-Habitat (FFH)
 - EU-Vogelschutzgebiet

- ### Grenzlinien
- Staatsgrenze
 - ungeklärte Grenzlage im Gebiet des Ems-Ästuars (deutsche und niederländische Grenzauflassung)
 - Grenzlinie des Hoheitsgewässers (12-Seemeilenzone)
 - Grenzlinie der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ)



Ostsee: Offshore Windparks



Bundesfachplan Offshore (2016/2017)



Bundesfachplan Offshore Nordsee und Ostsee 2016/2017 für die ausschließliche Wirtschaftszone



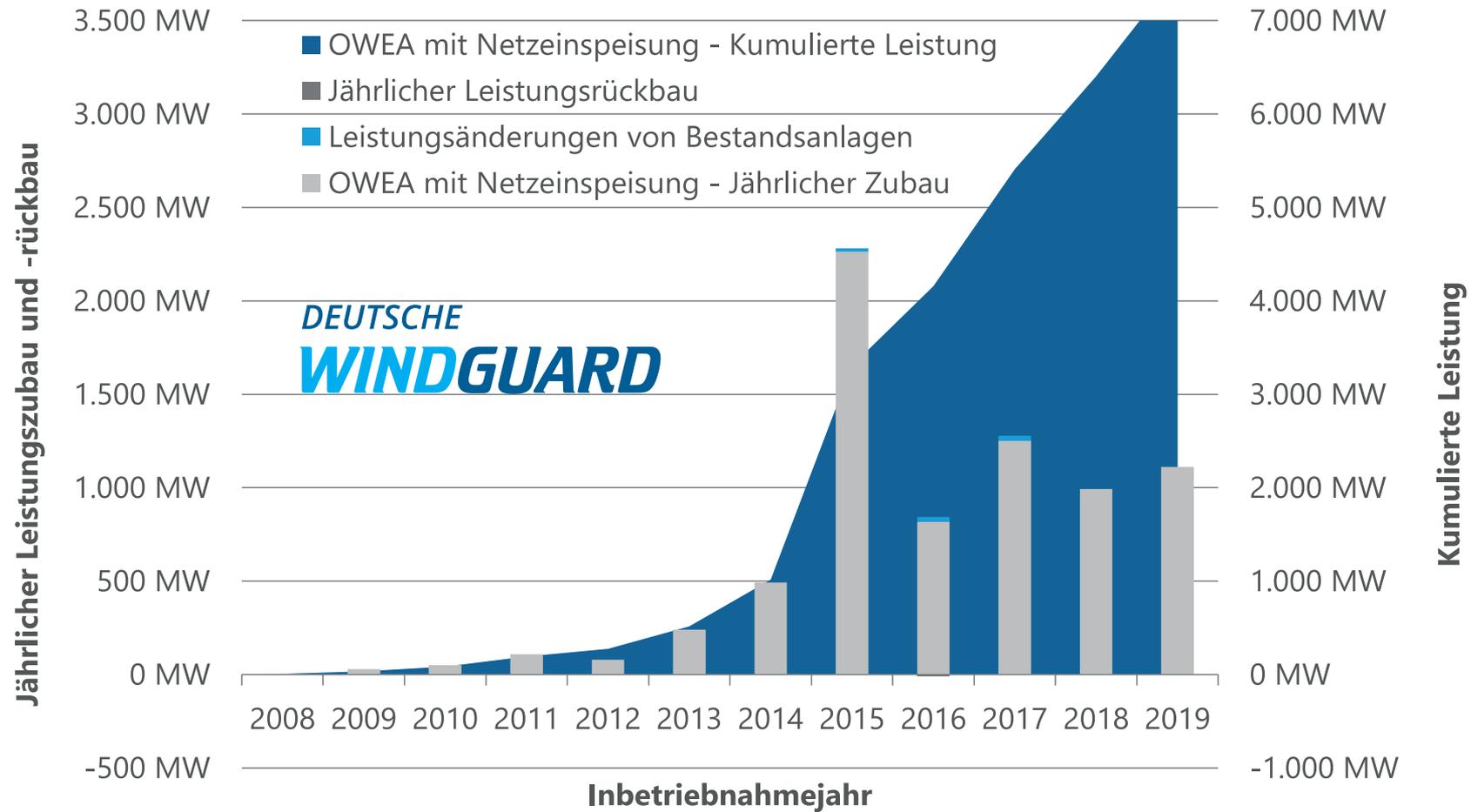
* Dieser Bereich ist vom Bundesfachplan Offshore wegen widersprechender Rechtsauffassungen nicht erfasst. Nach deutscher Ansicht handelt es sich um einen Teil der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone, wobei hieraus im Verhältnis zu Polen keine Rechte und Pflichten geltend gemacht werden. Nach polnischer Ansicht ist dieser Bereich Teil des polnischen Küstenmeeres.
** Darstellung Küstenmeer nachrichtlich



LEISTUNG DER OFFSHORE-WINDENERGIEANLAGEN NORD-/OSTSEE



Offshore Leistung



Entwicklung der Offshore-Windenergie in Deutschland (Kapazität der OWEA mit Netzeinspeisung)

- Geringe Rauigkeit bei schwachem (und konstantem) Wind
- Sehr schwache Windscherung
 - » Turmhöhe mit 3/4 des Rotordurchmessers ausreichend
- Weniger Turbulenzen
 - » Höhere Lebensdauer der Anlagen ?
- > 50% höhere Energieausbeute als an Land

Dimensionierungsgrundlagen:

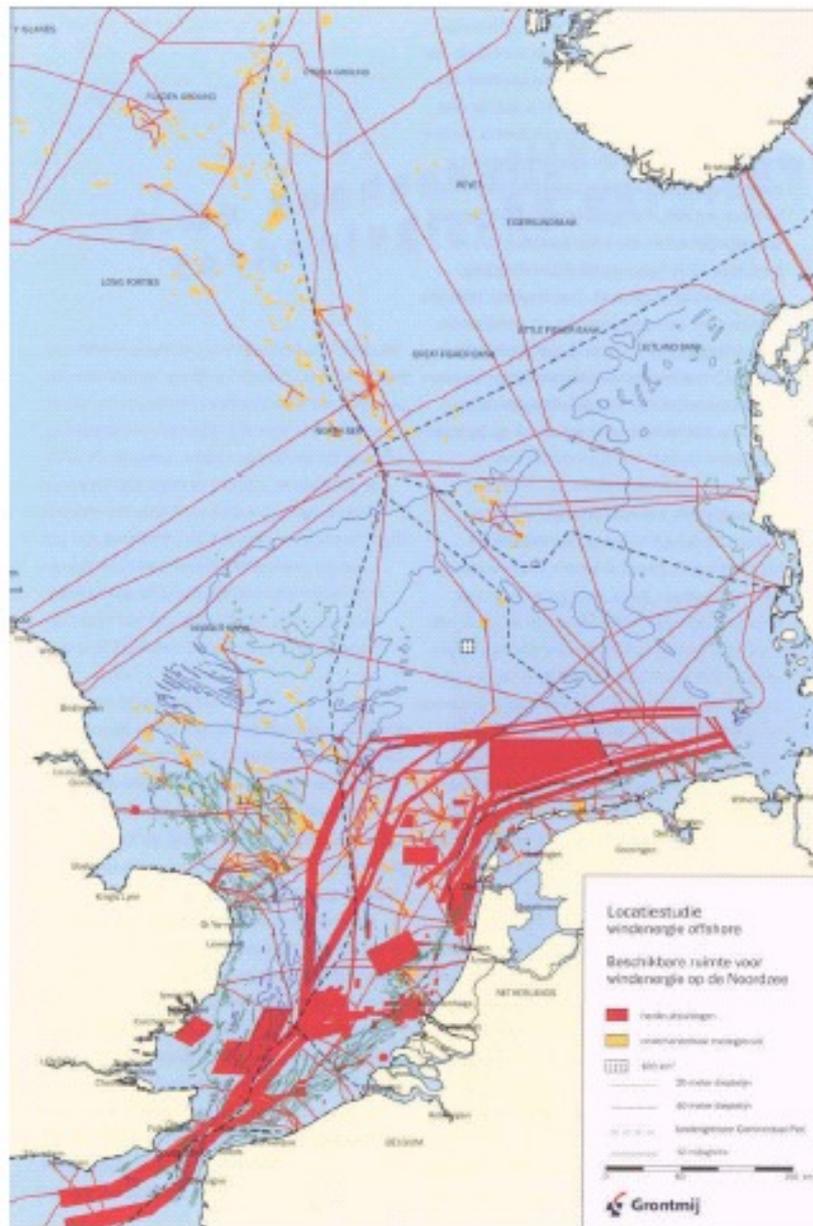
- Packeisdruck
- Wellenhöhe
- Beschaffenheit des Seebettes
- Die Größe der Windkraftanlage selbst ist nur bedingt ausschlaggebend
 - Transport !

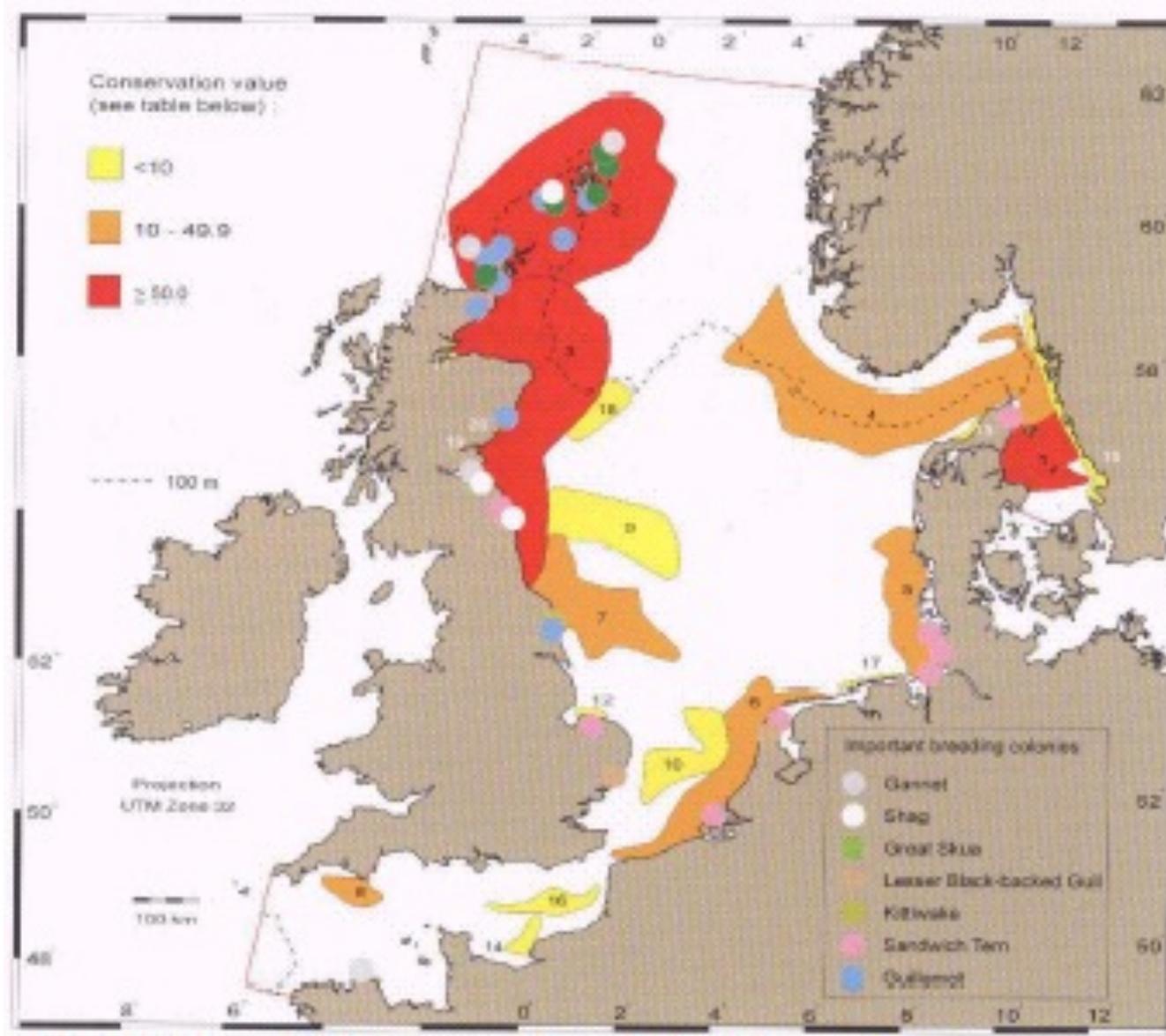
Eingrabung im Seebett

- » Schutz vor Beschädigungen durch Fischereigerät und Anker
- Bei leichtem Untergrund mittels Hochdruck-Wasserstrahltechnik
- Bei schwerem Untergrund eingraben oder einpflügen

Offshore

Verkehrsproblematik







Entwicklung der Offshore-Windenergie in Deutschland (Kapazität der OWEA mit Netzeinspeisung)

Status des Offshore-Windenergieausbaus

DEUTSCHE WINDGUARD		Leistung	Anzahl
Zubau	Jahr 2019	OWEA mit erster Netzeinspeisung	1.111 MW 160 OWEA
	Installierte OWEA ohne Netzeinspeisung	112 MW	16 OWEA
	Fundamente ohne OWEA	Keine Fundamente	
Kumuliert	31.12.2019	OWEA mit Netzeinspeisung	7.516 MW 1.469 OWEA
	Installierte OWEA ohne Netzeinspeisung	112 MW	16 OWEA
	Fundamente ohne OWEA	16 Fundamente	

Offshore

Utgrunden - Schweden

