Dahin wo der Wind weht

Die Zukunft des Stromnetzes im Meer, erzählt mit Karten

12.12.2024 Felix Jakob Fliegner, 50Hertz

elia group

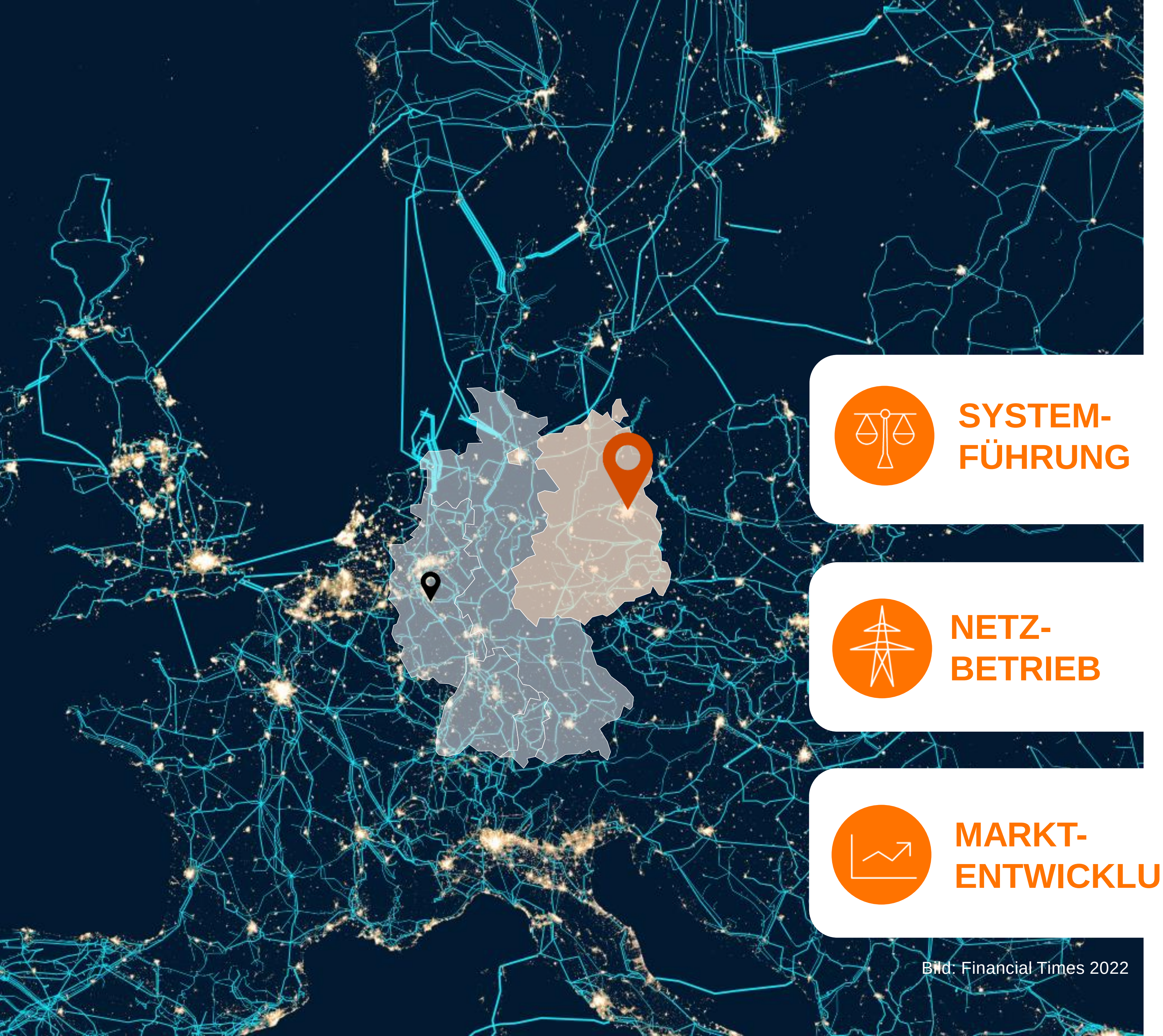


Bild: Financial Times 2022

Das Netz betreiben

Unsere Aufgabe bei 50Hertz

SYSTEM-FÜHRUNG

Ein sicheres, zuverlässiges und effizientes Stromnetz
In jeder Sekunde. In ganz Europa.

NETZ-BETRIEB

Betrieb, Instandhaltung und Ausbau
der Höchst- und Hochspannungsleitungen.

MARKT-ENTWICKLUNG

Weiterentwicklung des Energiesystems
Mit Europäischen Partnern

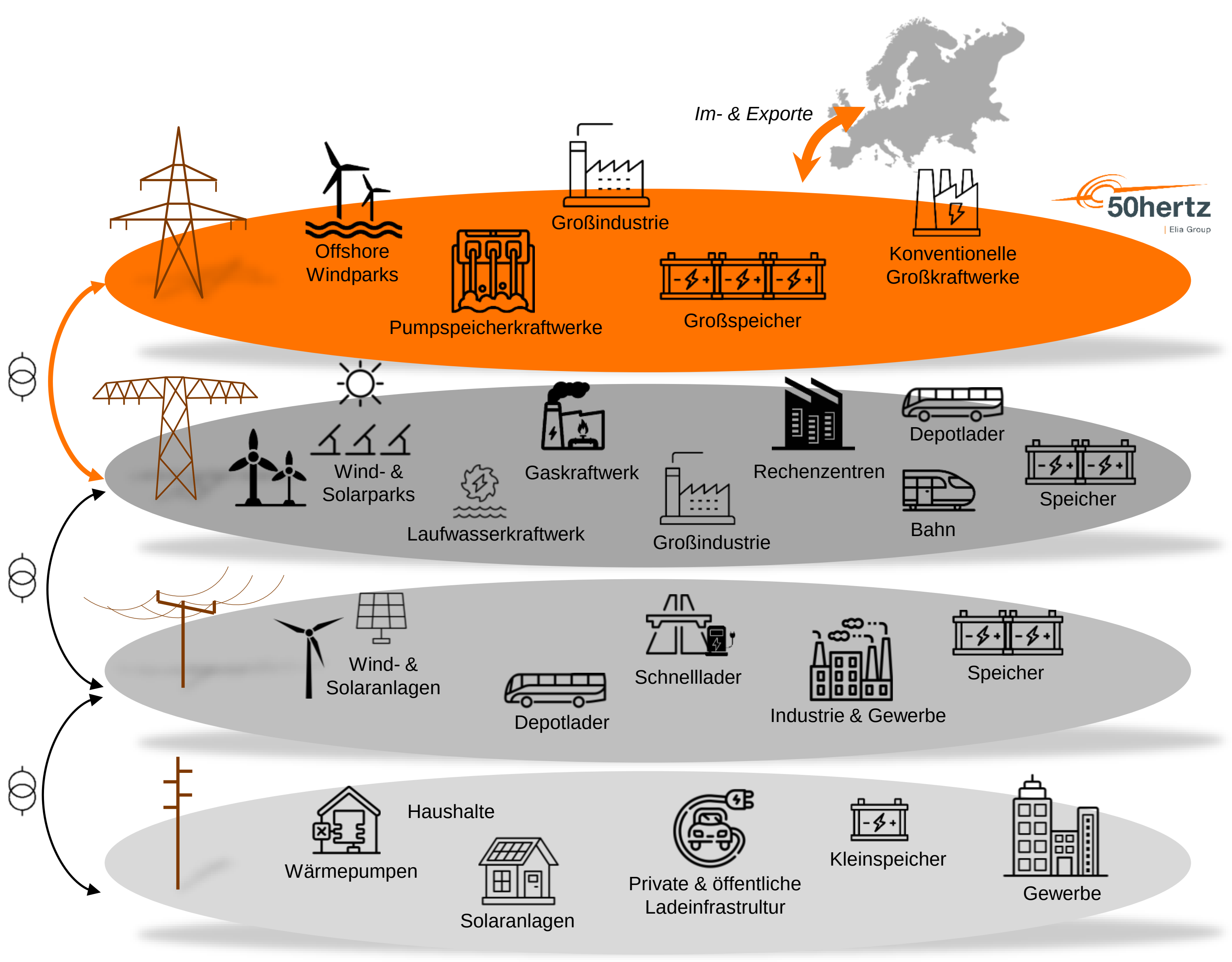
Netzstruktur

Übertragungsnetz
Höchstspannung
380 kV, 220 kV

Überregionale
Verteilnetze
Hochspannung
110 kV

Regionale
Verteilnetze
Mittelspannung
30 kV, 20 kV, 10kV

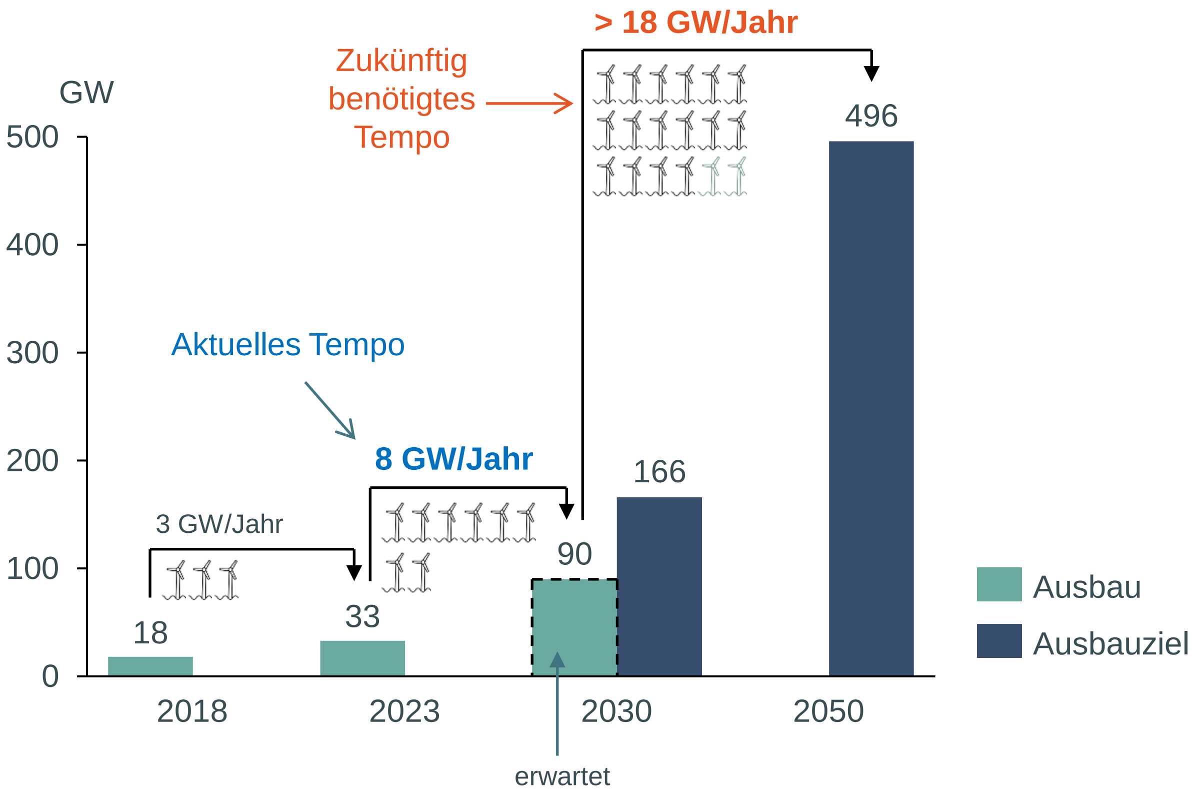
Lokale
Verteilnetze
Niederspannung
230-400 V



Warum diese Studie – jetzt?

Ausbauziele für Offshore Windenergie in Europa

Für EU27, UK und Norwegen



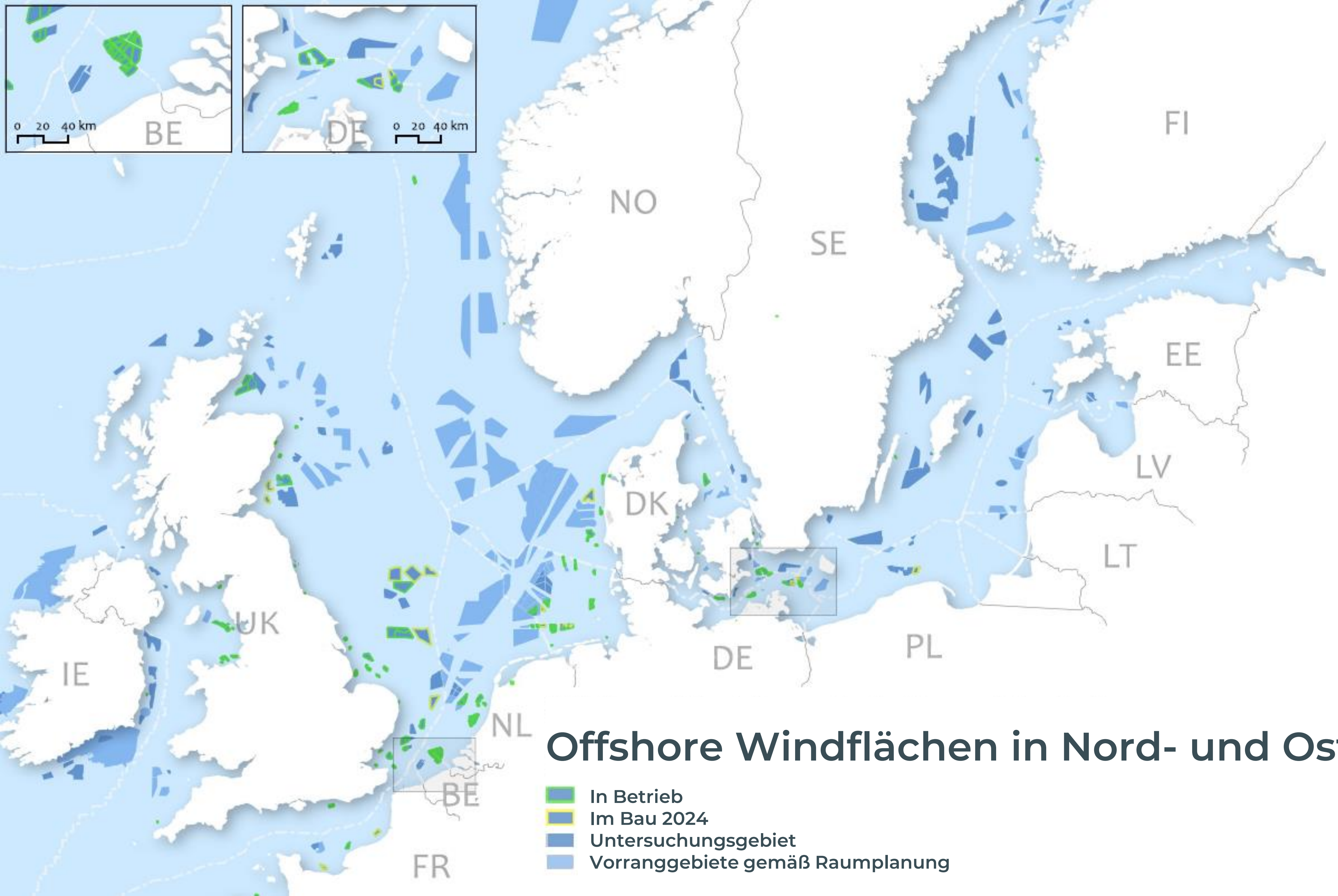
Windpark

Plattform

Seekabel

Umspannwerk

Daten: WindEurope annual statistics, BNEF Wind Market Outlook 1H 2024, ONDP 2024
Netto-Kapazitätserweiterungen, Repowering nicht berücksichtigt



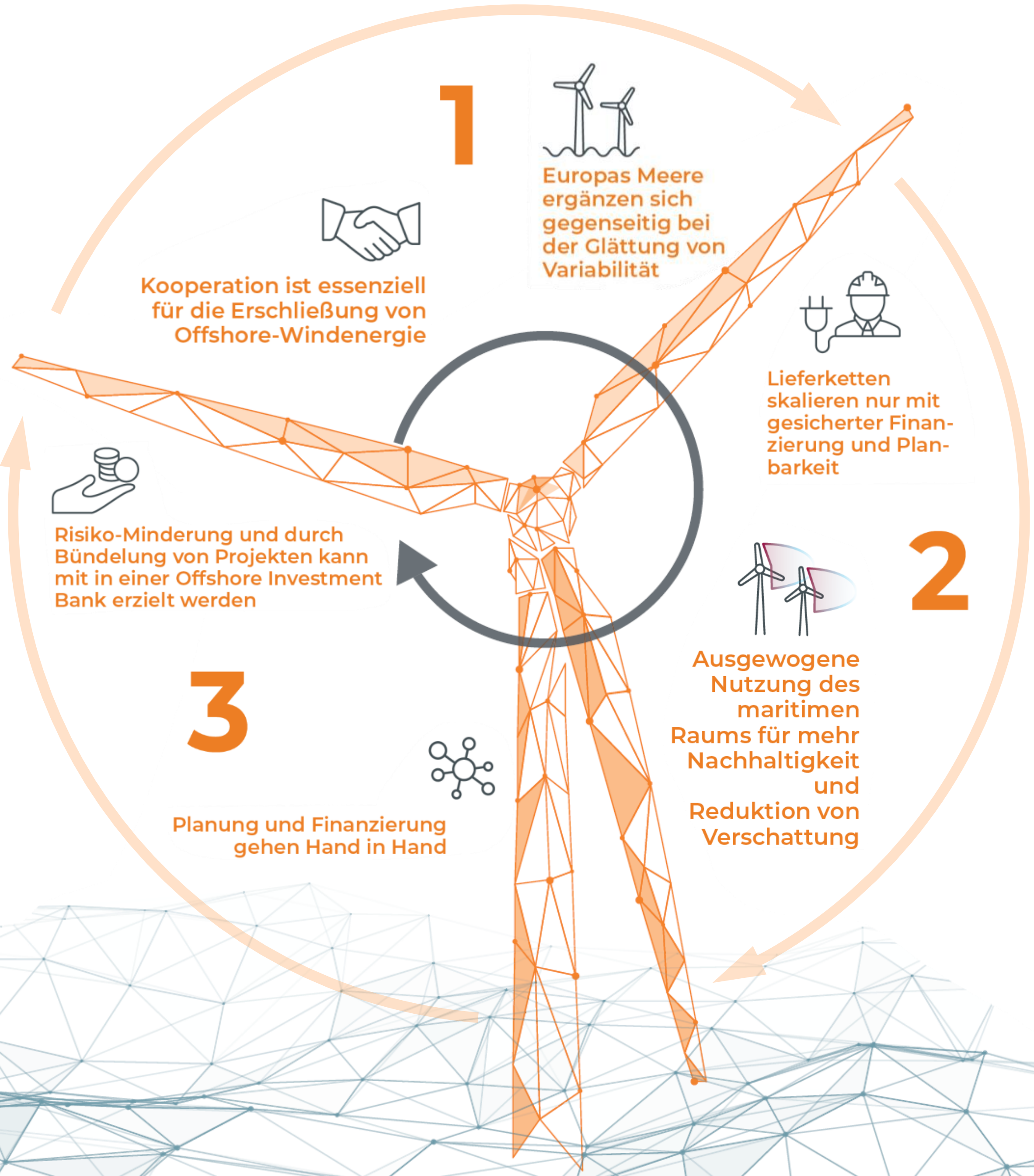
50hertz
Elia Group

Offshore Windflächen in Nord- und Ostsee

- In Betrieb
- Im Bau 2024
- Untersuchungsgebiet
- Vorranggebiete gemäß Raumplanung

Existierende und mögliche zukünftige Interkonnektoren

50hertz | Elia Group


1
Europas Meere ergänzen sich gegenseitig bei der Glättung von Variabilität
Kooperation ist essenziell für die Erschließung von Offshore-Windenergie
Lieferketten skalieren nur mit gesicherter Finan-zierung und Plan-barkeit
2
Ausgewogene Nutzung des maritimen Raums für mehr Nachhaltigkeit und Reduktion von Verschattung
Risiko-Minderung und durch Bündelung von Projekten kann mit in einer Offshore Investment Bank erzielt werden
3
Planung und Finanzierung gehen Hand in Hand

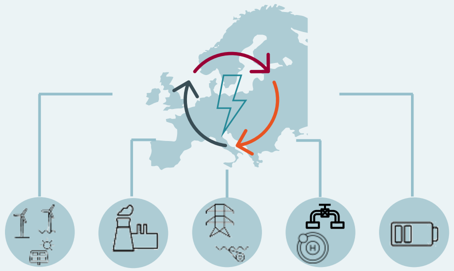

THE VIRTUOUS CIRCLE OF OFFSHORE WIND BENEFITS IN EUROPE
elia group
GOING LIKE THE WIND
The virtuous circle of offshore wind benefits in Europe

Mehr als 50 Stakeholder haben uns bei dieser Studie unterstützt

Herzlichen Dank!

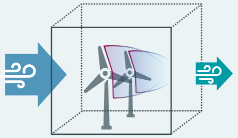
‘Going like the Wind’ ist unser Debattenbeitrag zur Vorbereitung des Nordsee-Gipfels 2025 in Hamburg

Overview of the analyses carried out for this study



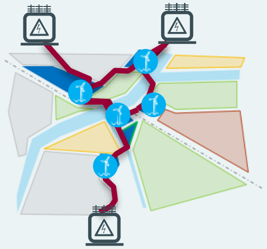
Europe's energy system in 2050

2023 power market simulation



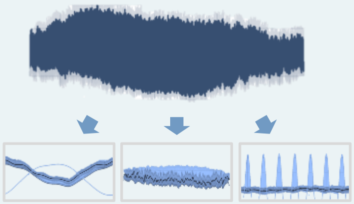
Wake loss analysis

In collaboration with MAX PLANCK INSTITUTE FOR BIOGEOCHEMISTRY



Spatial planning and supply chain analysis

In collaboration with FfE Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.



Fourier analysis

Scenarios	Europe's energy system in 2050	2023 power market simulation	Wake loss analysis	Spatial planning and supply chain analysis	Fourier analysis
No more offshore development after 2030	●				
Limited offshore collaboration	●	●	●		
Strong offshore collaboration	●	●	●	●	●

Minimising the **system cost**, i.e. the total cost of investments in generation and transmission, operations, fuel and imports…

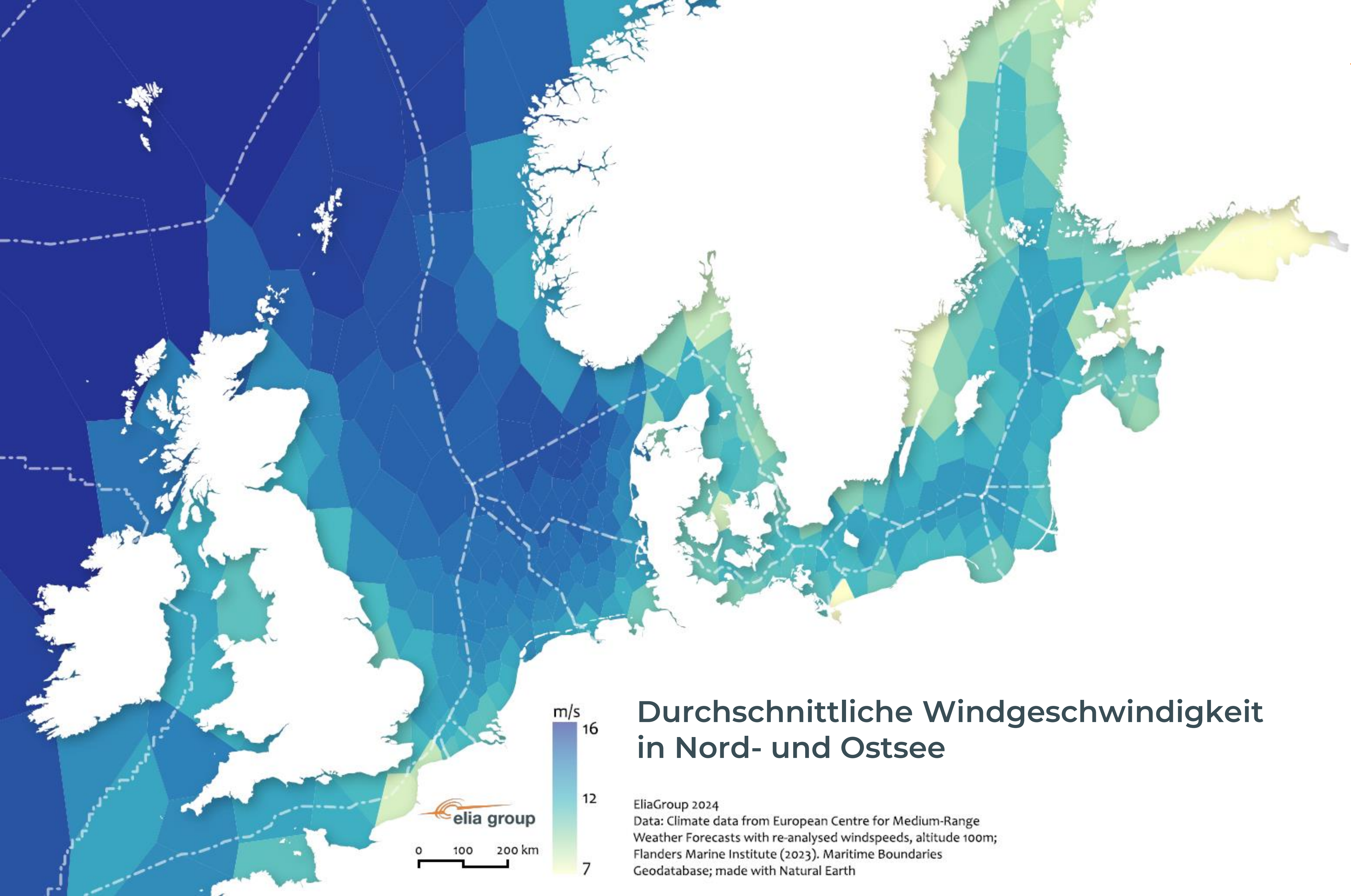
A **simulation facility** replicated the historical market and system conditions to assess the effect of an additional offshore hub

Wake effects are caused by wind turbines; they reduce wind speeds and cause turbulence, which impacts the efficiency of neighbouring turbines

A **Fourier analysis** can be used to better understand the variability of renewable energy sources across different time horizons

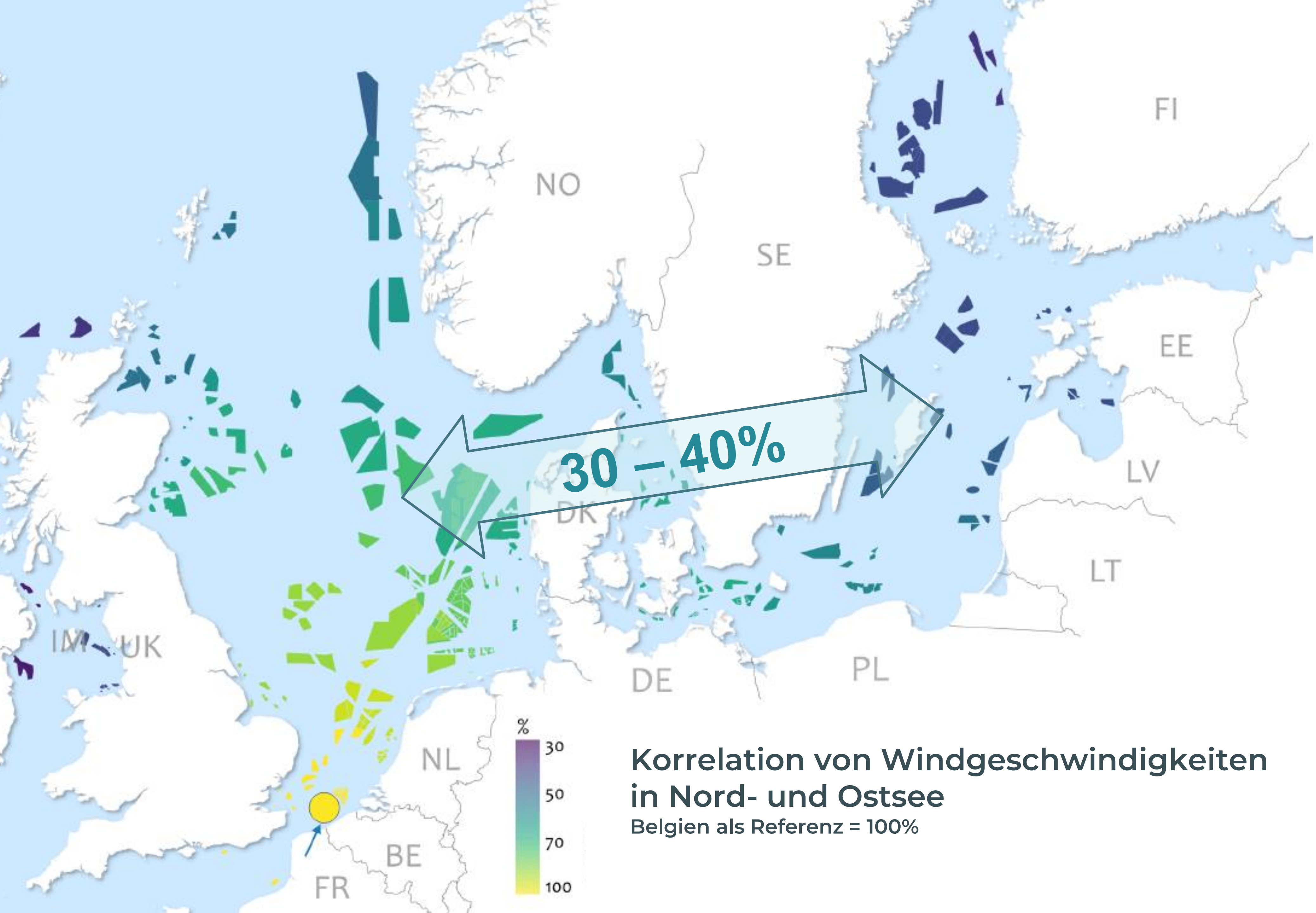
1.

Offshore-Windenergie ist eine wertvolle Ressource für den zukünftigen Energiemix. Ihre effiziente Integration in das Stromnetz entfaltet einen Nutzen, der die Kosten bei Weitem übersteigt.



Durchschnittliche Windgeschwindigkeit in Nord- und Ostsee

EliaGroup 2024
Data: Climate data from European Centre for Medium-Range Weather Forecasts with re-analysed windspeeds, altitude 100m; Flanders Marine Institute (2023). Maritime Boundaries Geodatabase; made with Natural Earth

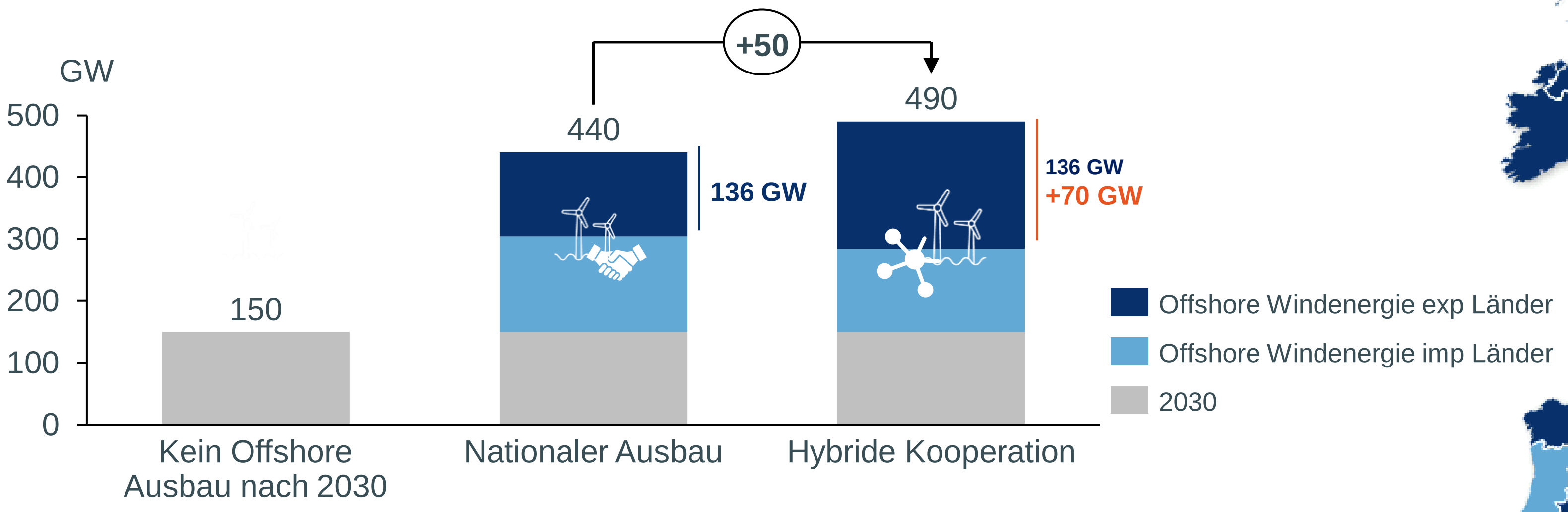


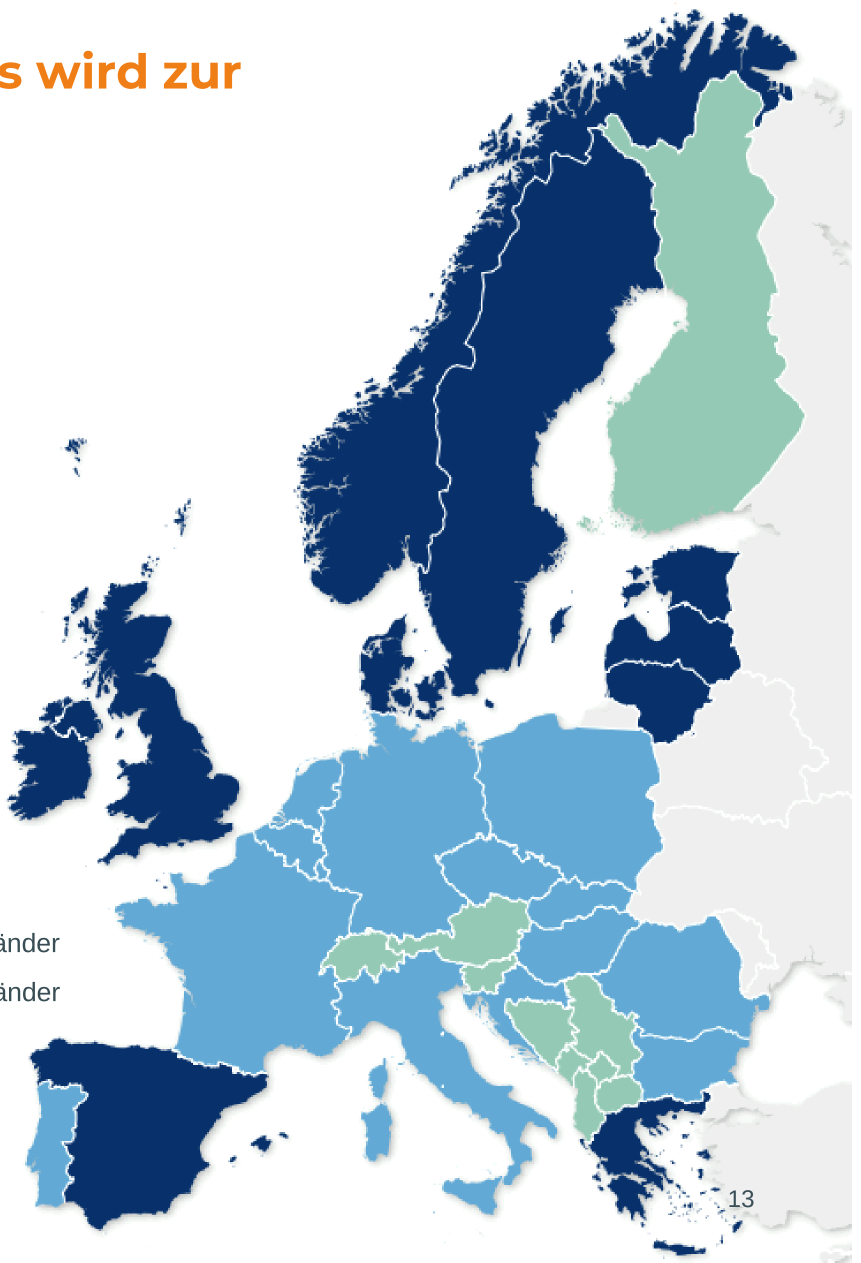
Korrelation von Windgeschwindigkeiten in Nord- und Ostsee

Belgien als Referenz = 100%

Das Potential der Länder mit Offshore-Dargebotsüberschuss wird zur Zielerreichung gebraucht. Dafür ist grenzüberschreitende Kooperation erforderlich.

Simulationsergebnisse für den Ausbau von Offshore Wind in Export- und Importländern für das Jahr 2050 im Szenariovergleich



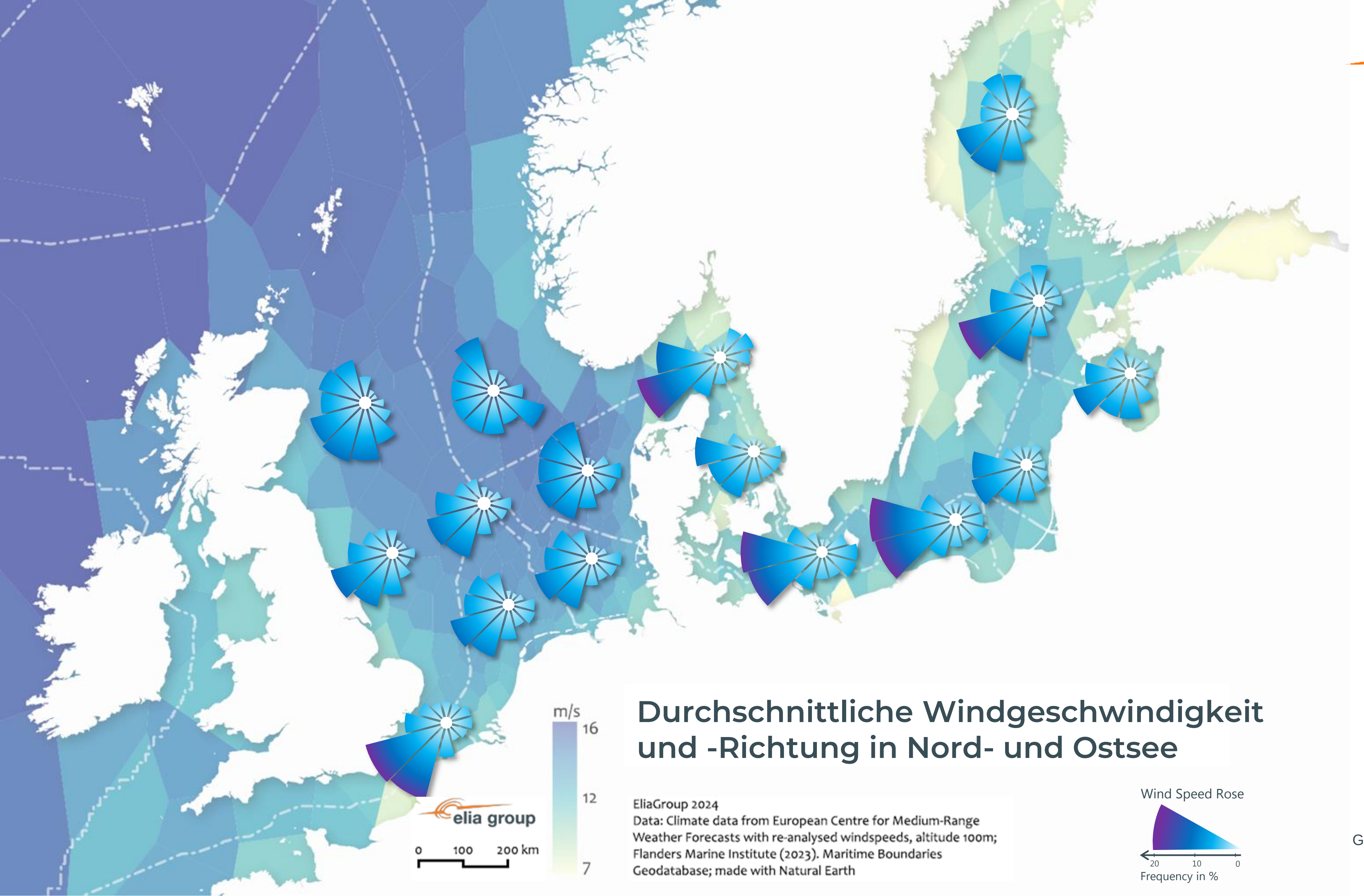


50hertz
| Elia Group

2.

Offshore-Windenergie muss grenzüberschreitend entwickelt werden. Nur so können die Ausbauziele erreicht und die effizientesten Standorte erschlossen werden.

Durchschnittliche Windgeschwindigkeit und -Richtung in Nord- und Ostsee

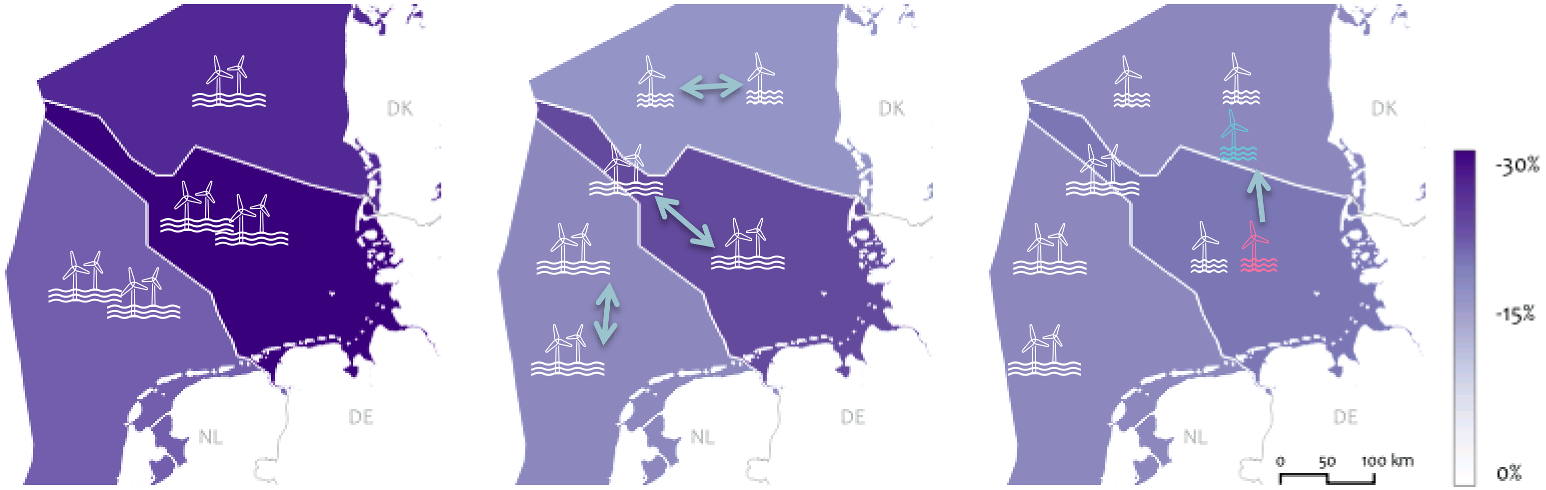


EliaGroup 2024
Data: Climate data from European Centre for Medium-Range Weather Forecasts with re-analysed windspeeds, altitude 100m; Flanders Marine Institute (2023). Maritime Boundaries Geodatabase; made with Natural Earth

Produktionseffizienz und Raumplanung müssen verzahnt werden

Verschattungsverluste (Wake) in der Deutschen Bucht in drei verschiedenen Szenarien

Bei Betrachtung der Volllaststunden (FLH) mittels der KEBA*-Methode



1

- ► 35 GW
- ► 66 GW
- ► 72 GW

Base case (business as usual)
Leistungsdichte:
Between 5 and 12 MW/km²

2

- ► 35 GW
- ► 66 GW
- ► 72 GW

Mehr Raum für Windparks
Leistungsdichte:
1-3 MW/km²

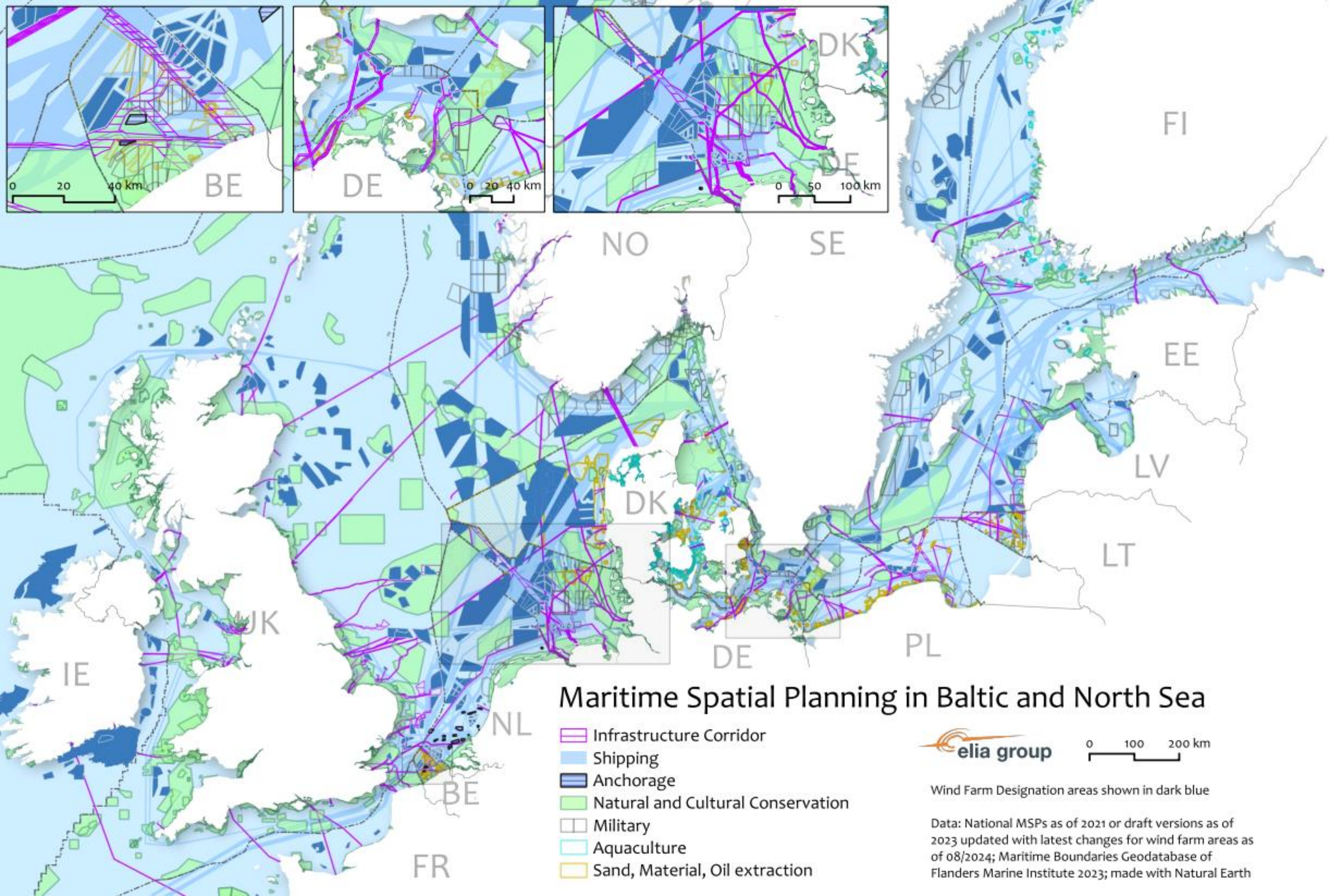
3

- ► 50 GW
- ► 51 GW
- ► 72 GW

Grenzüberschreitende Kooperation
15 GW von DE nach DK verschoben

- Verlust von 30 TWh (8-9 GW) Offshore-Windenergie kann vermieden werden in diesem Beispiel
- Das entspricht 20 Mrd € CAPEX Einsparungen

*Kinetic Energy Budget in the Atmosphere



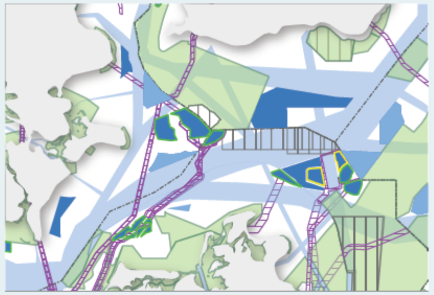
BE
0 20 40 km
DE
0 20 40 km
DK
DE
0 50 100 km
NO
SE
FI
EE
LV
LT
DK
UK
IE
NL
BE
FR
DE
PL
Maritime Spatial Planning in Baltic and North Sea
Infrastructure Corridor
Shipping
Anchorage
Natural and Cultural Conservation
Military
Aquaculture
Sand, Material, Oil extraction
elia group
0 100 200 km
Wind Farm Designation areas shown in dark blue
Data: National MSPs as of 2021 or draft versions as of 2023 updated with latest changes for wind farm areas as of 08/2024; Maritime Boundaries Geodatabase of Flanders Marine Institute 2023; made with Natural Earth

GIS ANALYSIS FOR THE CONNECTION OF WIND FARMS UNDER TWO DIFFERENT SPATIAL PLANNING PRIORITIES

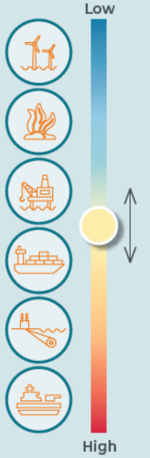
In cooperation with: FfE Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

Key inputs

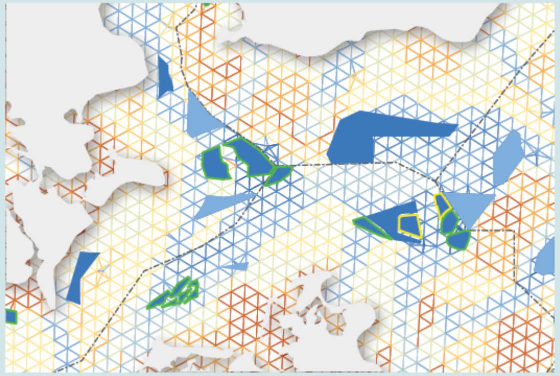
- Updated MSPs including data on nature, military, sand excavation, infrastructure corridors and more
- Existing wind farms and cables
- Geographical base information such as landcover and bathymetry (depth of the sea)
- Offshore wind expansion target for each country (in some countries higher offshore potential than expansion target)
- Minimum hosting target for each onshore point of connection to ensure a balanced landfall of cables



Penalty costs for both scenarios



Penalty costs represent a hypothetical markup for crossing an otherwise dedicated area. They are unitless and only carry relative meaning, e.g. “How much more effort does it take to cross a protected area compared with crossing the open sea?”

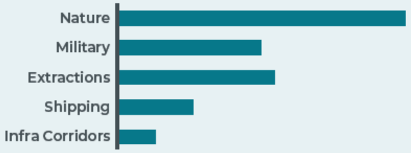


1 Business as usual

- Flat penalty cost structure with small differences between uses. Infrastructure corridors are preferred. Military areas with high penalty costs.

2 Nature first

- Nature conservation areas are protected twice as much as military areas



Main outputs

- Cost minimal connection of as many wind farms as needed to satisfy the expansion targets of all countries as well as a minimum hosting target of all onshore points of connection. Costs include:
  - investments for assets this analysis assumes standard 2 GW HVDC transmission systems
  - penalties for crossing protected or otherwise dedicated areas
- Total length of resulting cable corridors (measured in kilometres)
- Spatial footprint of cable corridors in otherwise designated areas (measured in crossing instances and kilometres)

Constraints for the model

- Satisfy the expansion target for each country
- Satisfy the hosting target for each onshore point of connection (POC)
- Prioritise cuts at the edge of designated areas and avoid them through the middle
- Bundle cable paths, where this does not deviate routes too much

(1). Fliegner, Möst (2023). High-resolution scenario building support for offshore grid development studies in a geographical information system. Energy Strategy Reviews, https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101110 (last accessed on 18/09/24)

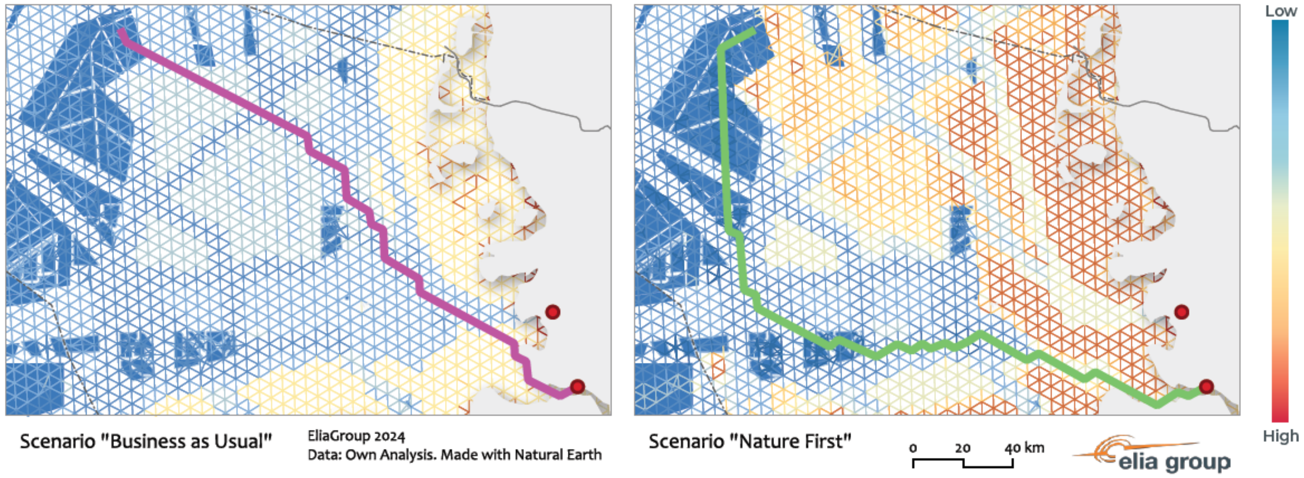
(2). Saaty (1990). 'How to make a decision: The analytic hierarchy process, https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I (last accessed on 18/09/24)

Vorrausschauende Raumplanung kann dabei helfen, Nachhaltigkeitsziele im Meer zu erreichen

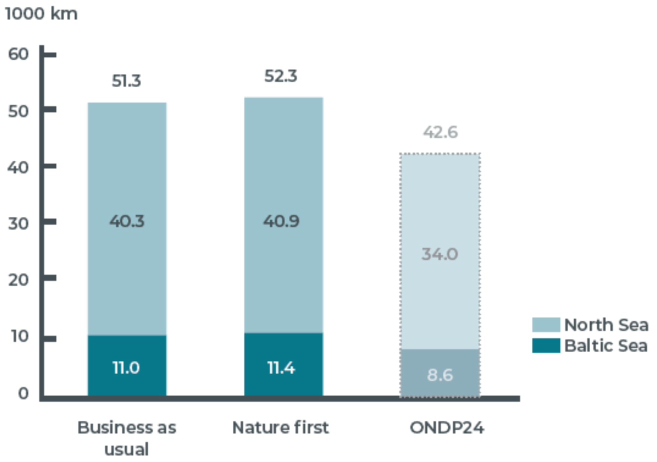
Beispiel für eine optimale Kabeltrasse in zwei Szenarien mit unterschiedlichen Prioritäten bei der Raumplanung

Business as usual
250 km

Nature first
300 km



Summe der Trassenkilometer je Szenario



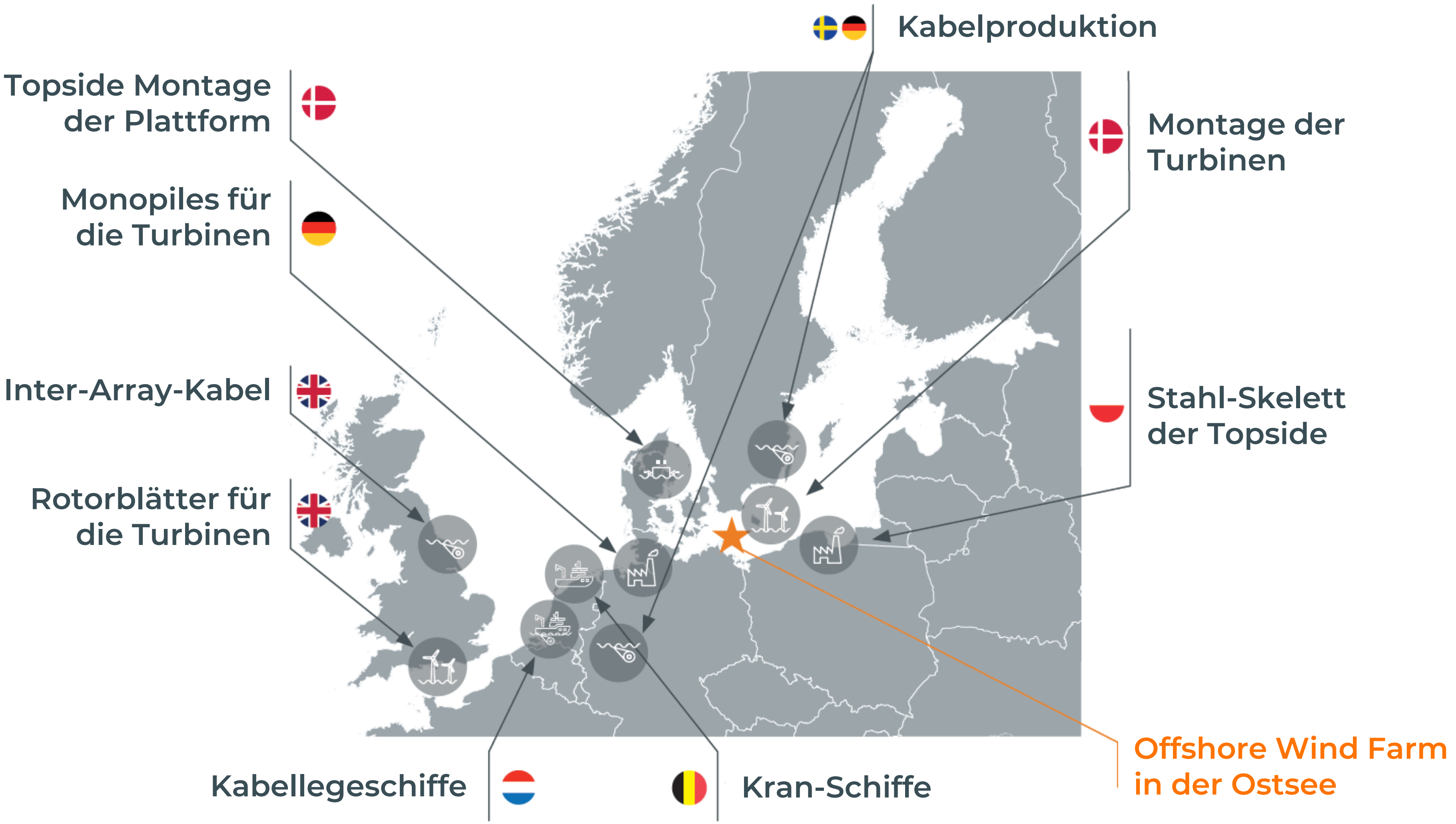
3.

Finanzierung und Planung gehen Hand in Hand. Das ermöglicht die Bündelung öffentlicher und privater finanzieller Mittel und schafft Sicherheit für die Lieferkette zu skalieren.

Planung und Finanzierung über ganze Meeresbecken hinaus zusammen denken

1. Einbeziehung des gesamten Meeresbeckens auch über EU-Grenzen hinaus (z.B. Nordsee oder Ostsee).
2. Gemeinsame, koordinierte Planung unterstützt durch ÜNB-Expertise zur Ermittlung des Bedarfs, Identifikation konkreter Projekte und Einbringung in einen EU-weiten Planungsprozess.
3. Politische Unterstützung von Regierungen, um Sichtbarkeit, Transparenz und Vertrauen zu stärken.
4. Offshore Investment Bank als Intermediär zur Bündelung von öffentlichen und privaten Finanzströmen sowie zur Aufsicht über den Kosten-Nutzen-Teilungsrahmen.
5. Projektentwicklung und Umsetzung durch ÜNBs oder kommerzielle Akteure unter Berücksichtigung des regulatorischen Rahmens der Länder.

Offshore-Lieferkette ist bereits heute stark international aufgebaut



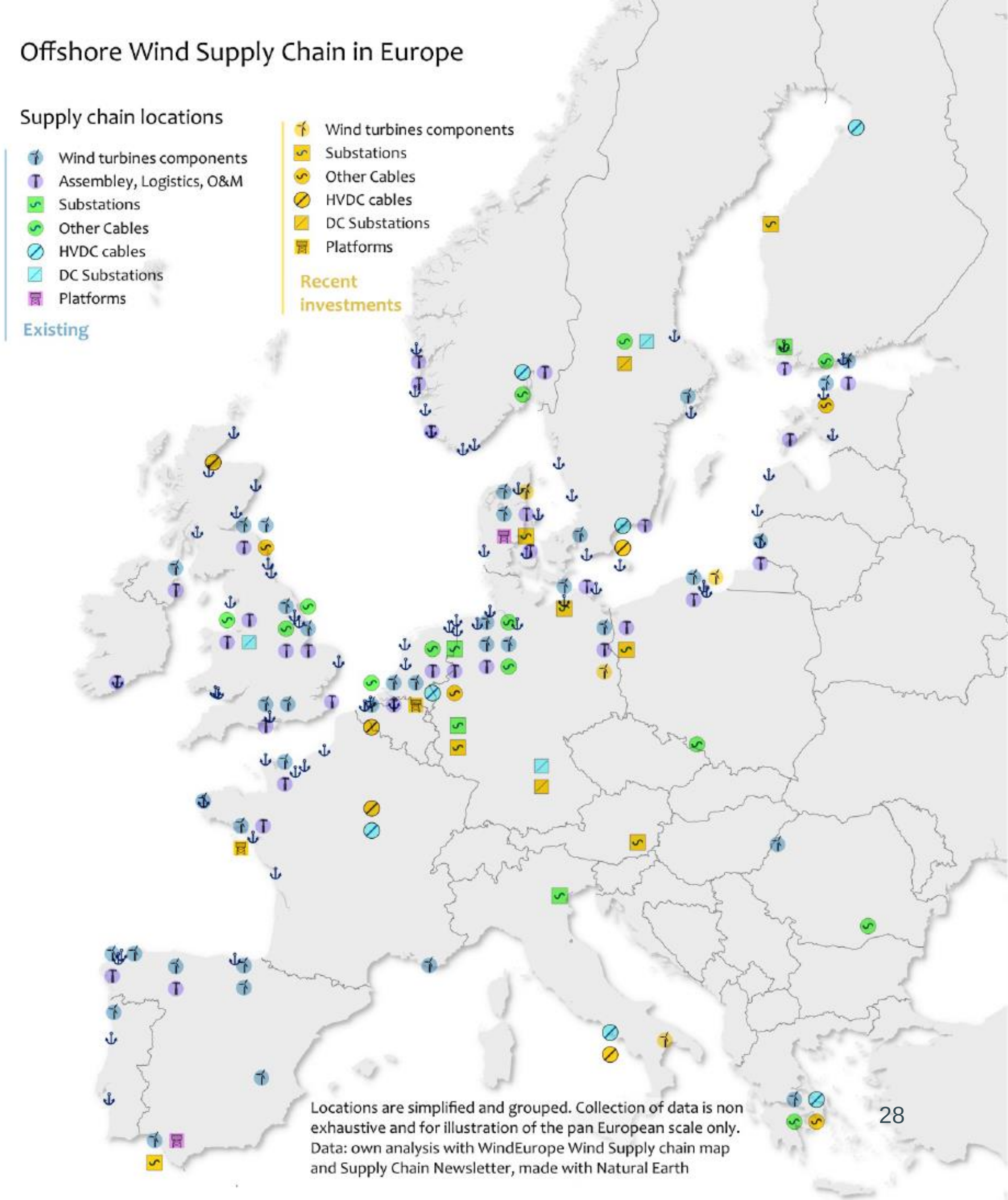
Illustrative Darstellung

Offshore-Lieferkette: Lokale Spezialisierung und Internationale Kooperation

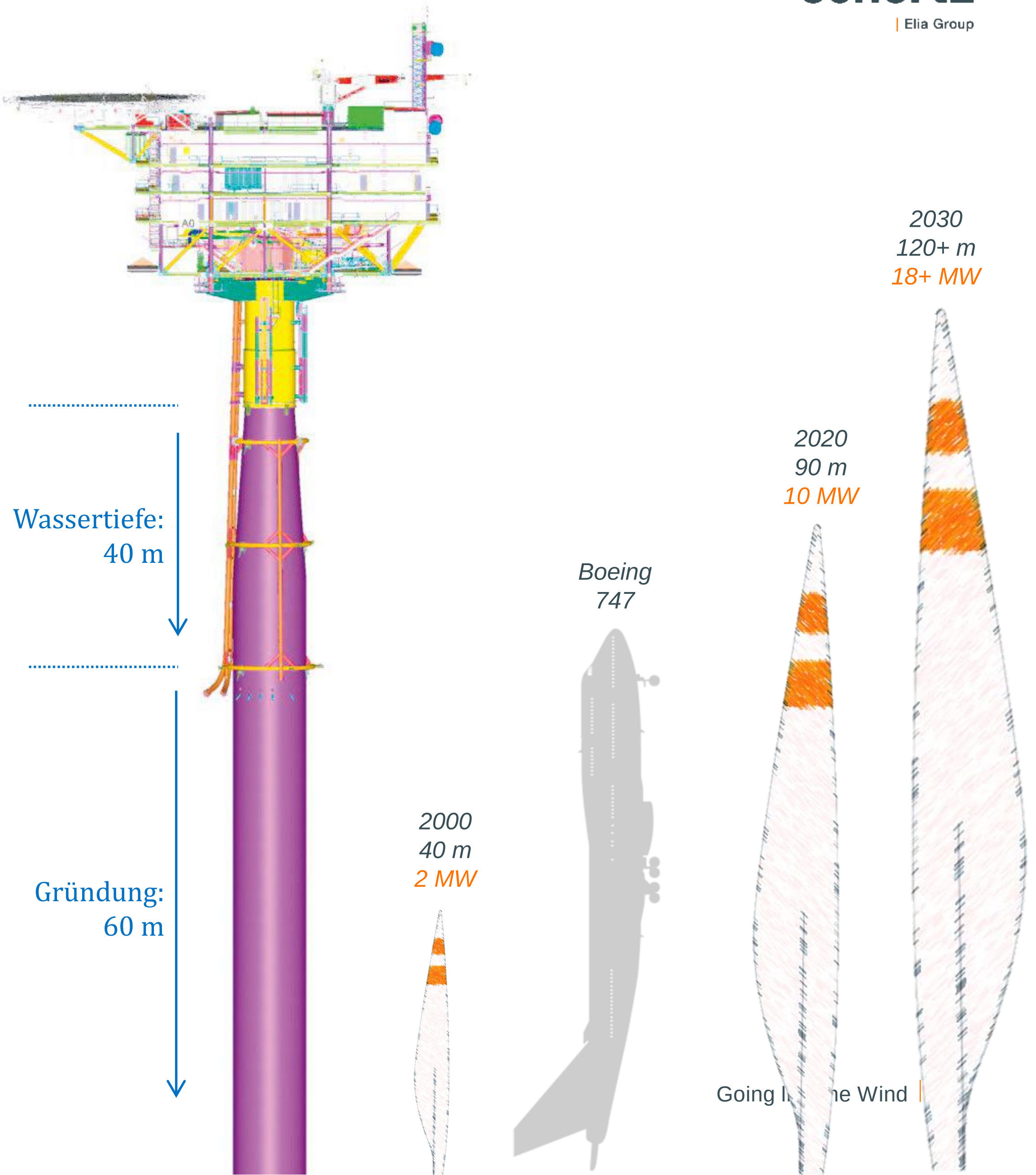
BEDARF IN DER OFFSHORE-LIEFERKETTE

Anlagentyp	Gegenwärtige Kapazitäten pro Jahr		Jährlicher Bedarf in Europa 2030 bis 2050
Offshore-Windturbinen (je 10-20 MW)	8-9 GW	2x ↗	Mindestens 18 GW[(2)]
Kabel (HVDC 525 kV)	4000 km	2x ↗	5000-7000 km[(3)] mit Bedarfsspitzen bereits in den nächsten Jahren
Konverter (HVDC on- & offshore)	6-8 GW[(1)]	3x ↗	20 GW

Daten: WindEurope und eigene Berechnungen
(1) Für eine Punkt-zu-Punkt-HVDC-Anbindung eines Windparks werden zwei Konverter benötigt. Hinzu kommt: Bei Offshore-Konvertern ist die Errichtungskapazität der Plattformen in den Werften ein weiterer Engpass.
(2) Abhängig von der installierten Leistung bis 2030 kann der Bedarf auf mehr als 20 GW jährlich steigen.
(3) abhängig von der technischen Ausführung (metallischer Rückleiter oder nicht)



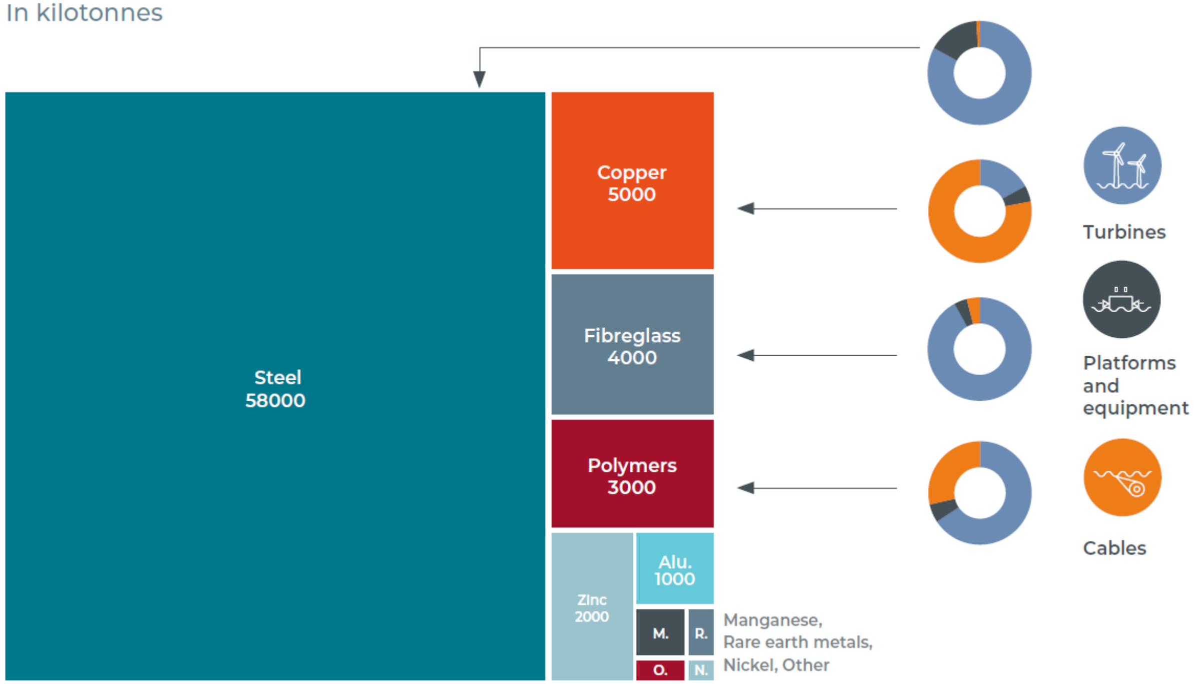
Hauptherausforderung neben der Skalierung: Die Größe der Assets wächst



Verfügbarkeit der benötigten Materialien und Rohstoffe ist angespannt

MATERIAL TONNAGE NEEDS AND MAIN ASSET TYPES THAT DRIVE IT

In kilotonnes



For scale: the total amount of steel for North Sea and Baltic Sea oil and gas pipelines and platforms amounts to about 60,000 kt with this infrastructure being erected over over a period of 30 years.

FUTURE RAW MATERIAL DEMAND INCREASE IN EUROPE

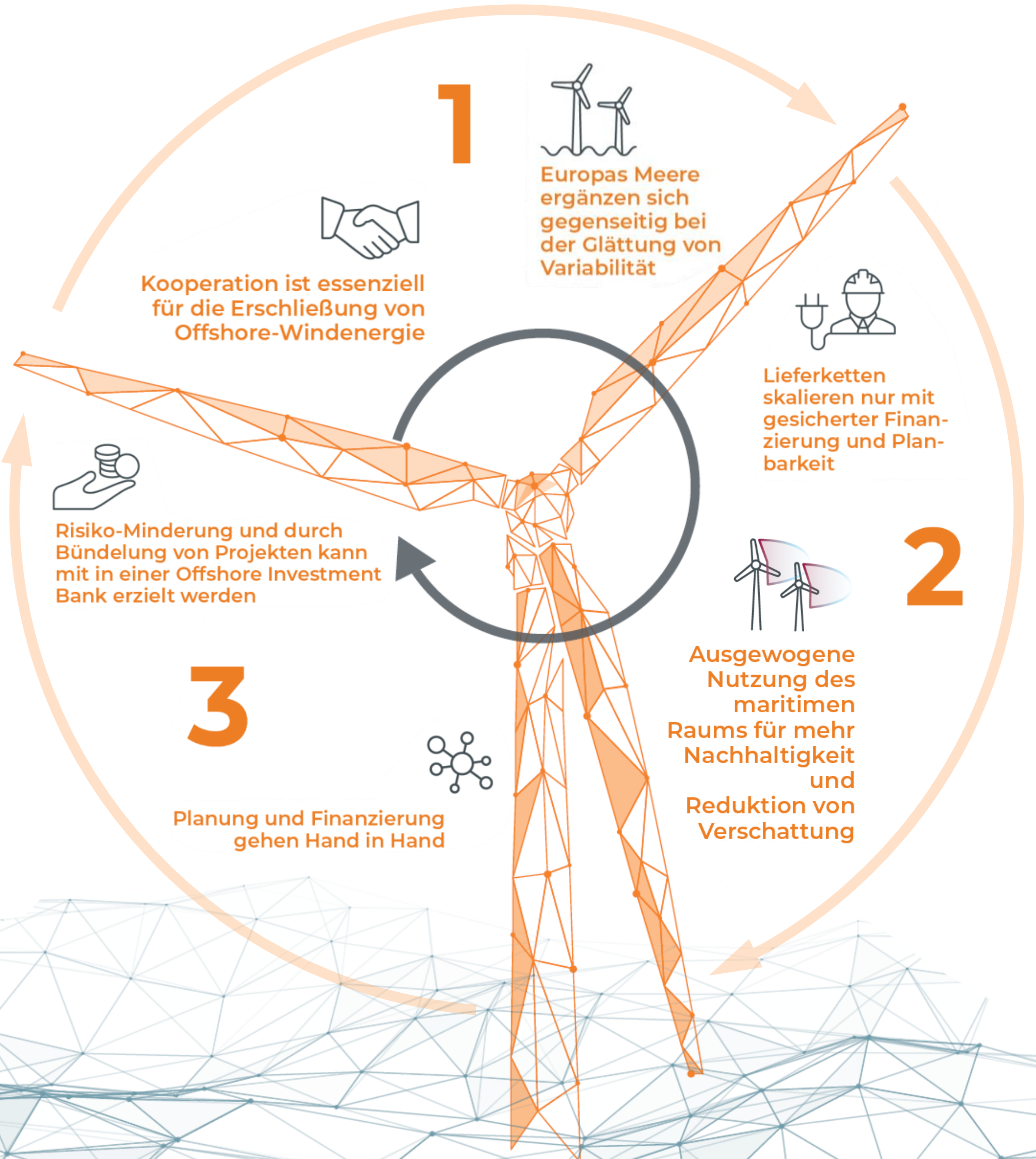
Not significant | Medium | Substantial

Raw material	Demand increase in the lead-up to 2050 (compared with 2022)	Criticality ranking[7]
Steel and Iron	8x	Not significant
Copper	8x	Substantial
Fibreglass	7x	Medium
Polymers	3x	Not significant
Zinc	2x	Not significant
Aluminium	6x	Medium
Manganese	5x	Not significant
Nickel	5x	Substantial
Rare earth metals[8]	8x	Substantial

Risk mitigation strategies include...
material substitution, increased recycling quotas, decreasing material intensity per capacity, standardisation of assets

6. Based on an assessment of reliability of supply (diversity of suppliers, origin of materials, resilience of Europe against disruptions), affordability (price, fluctuations and diversity of offers) and overall importance for the sector relative to the demand increase.
7. In particular Neodymium, Molybdenum and Prasedymium.

50hertz | Elia Group



Hier geht’s zur Studie

GOING LIKE THE WIND – THE VIRTUOUS CIRCLE OF OFFSHORE WIND BENEFITS IN EUROPE

Contact

Felix Jakob Fliegner
felixjakob.fliegner@50Hertz.com

Concept and editorial staff

Communication & Reputation
Elia Grid International
European Affairs
Grid Planning & Development
Innovation
Market Grid & Offshore concepts
Offshore
Procurement
Regulatory Affairs
Strategy & Corporate Development
System management concepts & analyses
System of the Future
WindGrid

An online version of this study, alongside an interactive map, can be accessed here:
https://www.eliagroup.eu/goinglikethewind

Elia Group

Boulevard de l'Empereur 20,
B-1000 Bruxelles

Heidestr 2,
10557 Berlin

Graphic Design

www.chriscom.be

Editors

Catherine Vandenborre

Frédéric Dunon

Stefan Kapferer