



North Sea **Wind Power Hub**

1

DIE HERAUSFORDERUNG

Um den Wandel hin zu einer kohlenstoffarmen Gesellschaft noch rechtzeitig umzusetzen, muss dringend gehandelt werden

Das Konsortium

Das Konsortium für das Windenergie-Verteilkreuz in der Nordsee hat sich zusammengeschlossen, um die Klimaziele zu erfüllen. Die Arbeit des Konsortiums basiert auf Forschung, Stakeholder-Interaktion und Erfahrungen aus früheren Projekten.



Port of
Rotterdam

Der größte europäische Hafen, der es sich zum Ziel gesetzt hat, der nachhaltigste Hafen der Welt zu werden

ENERGINET

Ein dänischer Übertragungsnetzbetreiber, der sich für die umweltfreundliche, zuverlässige und nachhaltige Energieversorgung von morgen einsetzt

gasunie

Das größte europäische Unternehmen für Energieinfrastruktur, das dem öffentlichen Interesse dient und die Energiewende durch integrierte Infrastrukturleistungen fördert



TenneT ist ein niederländisch-deutscher Übertragungsnetzbetreiber und einer der führenden europäischen Investoren in nationale und grenzüberschreitende Onshore- und Offshore-Netzanschlüsse zur Unterstützung der Energiewende.

Zusammenfassung

Der Wandel der Nordseeanrainerstaaten zu einer kohlenstoffarmen Gesellschaft erfordert schnelle und massive Veränderungen im Energiesystem. Die Dekarbonisierung des Energiesystems erfordert einen umfassenden und beschleunigten Zubau der Offshore-Windenergie in der Nordsee, um das Pariser Abkommen zu erfüllen. Hiermit verbunden sind zahlreiche Herausforderungen, wie zum Beispiel:

- Die Umstellung von einer kurzfristigen und fragmentierten auf eine langfristige und ganzheitliche Energiesystemplanung
- Der groß angelegte, küstenferne Ausbau der Offshore-Windkraft innerhalb des begrenzten verfügbaren Gebietes in der Nordsee
- Die Entwicklung einer kostengünstigen integrierten Energieinfrastruktur, um die Versorgung der Energiemärkte mit Offshore-Windenergie von der Nordsee zu maximieren
- Die Einbindung von Offshore-Windenergie in ein jetzt schon überlastetes Onshore-Stromnetz
- Die Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit über unterschiedliche Zeitschienen hinweg, geografische Standorte, Sektoren und Märkte sowie die Entwicklung umfangreicher Flexibilitätsoptionen über Zeitschienen hinweg, um den stark wachsenden Anteilen verschiedener erneuerbarer Energien im Energiesystem gerecht zu werden
- Die Gestaltung geeigneter regulatorischer Rahmenbedingungen und Märkte, die vorausschauende Investments in die benötigte Energieinfrastruktur erlauben, Vorteile über Einzelprojektgrenzen hinaus generieren und tragfähige Anreize während der Energiewende schaffen

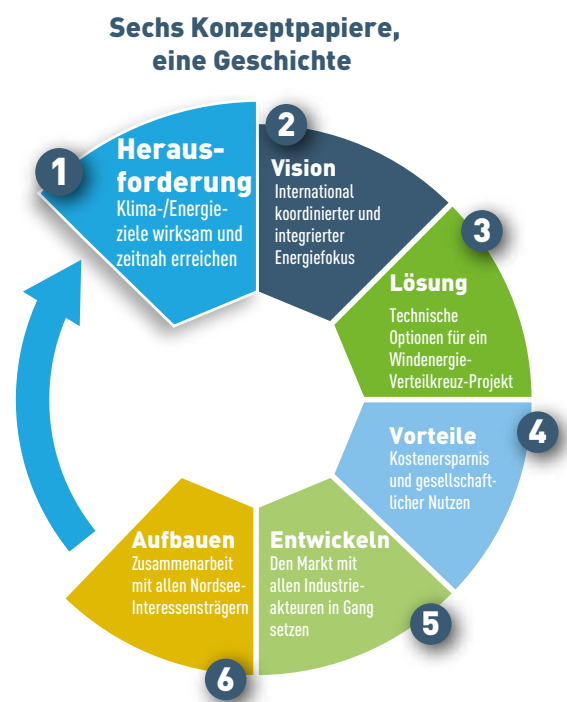
Eine leistungsfähige inländische und grenzüberschreitende Übertragungsinfrastruktur sowie umfangreiche Flexibilitätsoptionen über Zeitschienen hinweg (einschließlich Sektorenkopplung und Speicherung) sind erforderlich, um große Offshore-Windenergieka-

pazitäten erfolgreich in das Energiesystem zu integrieren. Um den Schritt in eine postfossile Gesellschaft zu verwirklichen, sind dringendes Handeln und internationale Zusammenarbeit geboten.

Sechs Konzeptpapiere, eine Geschichte

Ziel der Konzeptpapiere ist es, die Nordsee-Interessensträger (Stakeholder) und die Öffentlichkeit über die Ergebnisse zu informieren, die das Konsortium mit seiner Arbeit an dem Konzept der modularen Windenergie-Verteilkreuze in den letzten beiden Jahren erzielt hat.

Die sechs Konzeptpapiere erzählen eine Geschichte: von der Herausforderung, das Pariser Klimaabkommen zu erfüllen, über die Lösung, die auf dem Konzept der modularen Windenergie-Verteilkreuze aufbaut, bis zu den erforderlichen nächsten Schritten, um das Pariser Klimaabkommen zeitnah und kostengünstig umzusetzen.



Die Herausforderung ist enorm, da die heutige Energienutzung weitgehend auf fossilen Brennstoffen basiert und mit signifikanten Kohlenstoffemissionen einhergeht.

Der Wandel der Nordseeanrainerstaaten zu einer kohlenstoffarmen Gesellschaft erfordert schnelle und massive Veränderungen im Energiesystem

Bei der COP 21 wurde im Dezember 2015 ein rechtlich bindendes Klimaabkommen verabschiedet. Dieses Pariser Abkommen beinhaltet einen globalen Maßnahmenplan, um die nationalen und internationalen Klimaschutzbestrebungen wieder in die richtige Richtung zu lenken. Dabei soll die globale Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C – möglichst auf unter 1,5 °C – begrenzt werden. Die EU hat dieses am 4. November 2016 in Kraft getretene Abkommen formell ratifiziert. Die EU vereint den politischen Willen und das Mandat zum Handeln und konzentriert sich entschlossen auf die Umsetzung dieses Abkommens.

Damit der Anstieg der Erdtemperatur überhaupt auf deutlich unter zwei Grad gesenkt werden kann, muss die Bilanz für den Ausstoß von Treibhausgasen bis 2050 neutral gestaltet werden. Die Herausforderung für das Energiesystem ist enorm, da die heutige Energienutzung weitgehend auf fossilen Brennstoffen basiert, mit signifikanten Kohlenstoffemissionen einhergeht und der Anteil erneuerbarer Energien (Strom, Brennstoffe, Gase und Wärme aus erneuerbaren Energien) in der EU immer noch unter 20 %ⁱ liegt. Mehrere Energieszenarien^{ii, iii, iv} gehen von einer Verdoppelung der Elektrifizierungsniveaus von derzeit 23 %^v auf ca. die Hälfte des Endenergiebedarfs im Jahr 2050 aus. Das impliziert eine Deckung der anderen Hälfte des Endenergiebedarfs in Form von kohlenstoffarmen oder erneuerbaren Brennstoffen, Gasen bzw. Wärme. Wasserstoff wird in zahlreichen Szenarien

des zukünftigen Energiesystems sowohl global^{vi} und insbesondere für die EU^{ii, vii} als wichtiger Energieträger betrachtet. Dass dafür zunächst die Stromerzeugung von fossilen Energieträgern auf regenerative Technologien umgestellt werden muss, liegt auf der Hand.ⁱⁱ Schließlich ist dieser Transformationsprozess wirtschaftlich realisierbar, kann einen erheblichen Beitrag zur Senkung der CO₂-Emissionen leisten und wird deutlich vor 2050 als realistisch betrachtet. Erfolgsentscheidend für die sogenannte Dekarbonisierung des Energiesektors ist ein verstärkter und effizienter Zubau der erneuerbaren Energien, die Einrichtung ausreichender grenzüberschreitende Übertragungskapazitäten und die Entwicklung flexibler Optionen (zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage), sowie eine intelligente Ausgestaltung der Märkte, sodass grenzüberschreitend und marktunabhängig ein freier Energiefluss erreicht werden kann. Parallel müssen Optionen entwickelt werden, um den nichtelektrischen Endenergiebedarf – beispielsweise für Industrie und Mobilität – auf regenerative Technologien umzustellen. Das kann durch Sektorenkopplung und gewinnbringende Nutzung der komplementären Rolle von Gasen und Elektrizität im Energiesystem erreicht werden^{viii}. Hierzu ist eine Ausweitung der Power-to-X (P2X)ⁱ-Umwandlungstechnologien, eine Wiederverwendung der bestehenden Gasinfrastruktur und die Auslastung von Speicheranlagen erforderlich. Es ist darauf hinzuweisen, dass Energieimporte wahrscheinlich zukünftig eine signifikante Energiequelle bleiben werden, auch wenn ein Rückgang von heute 55 % auf 20-38 % in 2050 erwartet wirdⁱⁱ. Das zeigt auf, dass die inländische Produktion von (erneuerbaren) Energien in der EU bis zum Jahr 2050 zunehmend an Bedeutung gewinnen wird.

Durch den Zubau der nicht regelbaren Erneuerbaren (z. B. Solar- und Windenergie) wird die Stromerzeugung zunehmend variabel. Parallel dazu werden regelbare Energiequellen (wie z. B. fossil befeuerte Kraftwerke) durch eine Kombination aus politischen Maßnahmen, Kosten der CO₂-Emission und Verfügbarkeit günstigerer erneuerbarer Energien verdrängt. Infolgedessen muss das Energiesystem flexibler

¹ P2X beinhaltet Power-to-Gas (insbes. H₂ und Methan) und andere Alternativen (Treibstoffe, Biomasse, Lebensmittel, Sauerstoff, Abwärme etc.)

Der gegenwärtige jährliche Zubau der Offshore-Windenergie reicht eindeutig nicht aus, um die Ziele des Pariser Abkommens zu erreichen.

werden, um zu gewährleisten, dass der Strombedarf über unterschiedliche Zeitschienen, geografische Regionen, Sektoren und Märkte gedeckt wird. Es kommt eine Welle technischer, marktkonzeptbezogener und organisatorischer Herausforderungen auf uns zu.

Das beträchtliche Potenzial der Offshore-Windenergie zeigt sich an den zuletzt stark gesunkenen Kosten und den kürzlich entwickelten Offshore-Windparks, die bereits heute teilweise ohne Förderung auskommen. Dennoch muss die Zubaugeschwindigkeit erheblich gesteigert werden, was ein stabiles Marktumfeld und umfassende Anstrengungen seitens der Zulieferer, Projektentwickler und Netzbetreiber erfordert. Darüber hinaus sind auch die Behörden angehalten, in Bezug auf die Koordinierung von Raumplanung und die Vergabe von Offshore-Konzessionen überregional und vorausschauend zusammenzuarbeiten.

In der Vergangenheit konnten kleinere Anteile variabler erneuerbare Energiequellen und sich schrittweise verlagernde Bedarfsmuster in die vorhandene Stromübertragungsinfrastruktur eingebunden werden. Infolge des veränderten Bedarfs- und Erzeugungsverhaltens muss die Stromübertragungsinfrastruktur an Land jedoch radikal überholt werden. Dabei kommt es schon jetzt aufgrund von Genehmigungsproblemen zu Schwierigkeiten bei der Ausweitung und Verstärkung der Leitungskorridore. Die bestehende Gasinfrastruktur ist ausgereift und verfügt über eine signifikante Energieübertragungskapazität; gleichwohl sollten innovative Technologien wie z. B. die P2X-Umwandlung weiter entwickelt werden, um ihr Potenzial freizusetzen. Aktuell in der Umsetzung befindliche

Hybridprojekte (Kombinationen aus Verbindungsleitungen und Windparkanbindung) stehen schon jetzt unter dem Druck der Ungewissheit, die einer eher kurzfristig und unkoordiniert ablaufenden Optimierung der Infrastruktur zugunsten volkswirtschaftlicher Kriterien geschuldet ist. Neben der Offshore-Windenergie werden auch andere dezentrale Anlagen zur regenerativen Stromerzeugung, wie Windparks an Land oder Solarstromanlagen, einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Klimaziele des Pariser Abkommens leisten. Ihr Potenzial reicht aufgrund der erheblichen Landnutzungskonflikte und der damit verbundenen Akzeptanzprobleme jedoch nicht aus, um das Energiesystem der Nordseeränderstaaten² vollständig zu dekarbonisieren^{ix}.

Die Dekarbonisierung des Energiesystems erfordert einen umfassenden und beschleunigten Zubau von Offshore-Windenergie in der Nordsee, um das Pariser Abkommen zu erfüllen

Verschiedene Langzeitszenarien (z. B. Europäische Kommission, Fraunhofer, PRIMES, Greenpeace, WindEurope, ENTSO-E, IEA) belegen einheitlich den maßgeblichen Beitrag, den die Windenergie im Allgemeinen – und die Offshore Windenergie in der Nordsee im Besonderen – an der Erzeugung erneuerbarer Energie in den Nordseestaaten leistet. Die Langzeitszenarien gehen davon aus, dass der zukünftige Ausbau der Offshore-Windenergie in der Nordsee bereits 2040 einer Leistungsspanne zwischen 70 GW und 150 GW entspricht. Die jüngsten Szenarien der Europäischen Kommission^x gehen davon aus, dass die installierte Offshore-Windenergieleistung in der EU bis zum Jahr 2050 zwischen 140 GW und 450 GW betragen wird.

Unabhängig von dem zugrunde gelegten Szenario wird durchweg eindeutig von einem erheblichen Zubau der Offshore-Windenergie in den nächsten Jahrzehnten ausgegangen. Gegen Ende des Jahres 2018 betrug die in der Nordsee installierte Offshore-Windenergieleistung ca. 13 GW; Stand 2018 belief sich der Zubau durch Neuanlagen auf ca. 2 GW/Jahr^{xi}. Der gegenwärtige jährliche Zubau der Offshore-Windenergie ist dementsprechend eindeutig unzureichend, um die

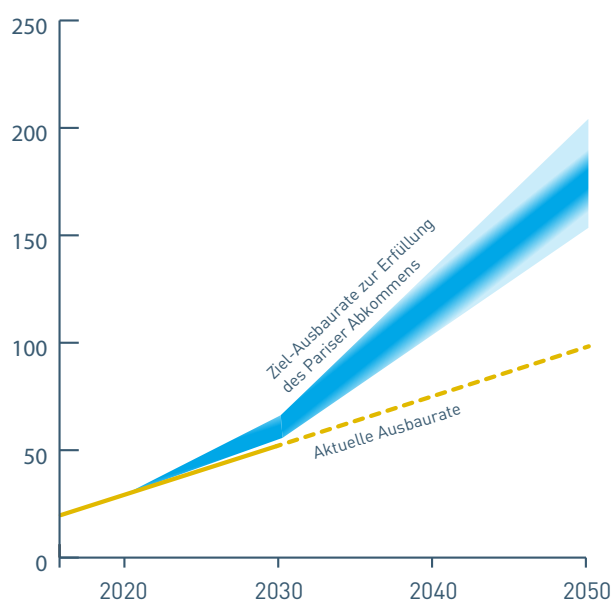
² Die Nordseeränderstaaten bestehen aus Belgien, Dänemark, Frankreich, Deutschland, Irland, Luxemburg, den Niederlanden, Norwegen, Schweden und dem Vereinigten Königreich. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/infrastructure/high-level-groups/north-seas-energy-cooperation>

Das Energiesystem der Zukunft sollte schon heute unter internationaler Koordinierung entwickelt werden

Ziele des Pariser Abkommens zu erreichen. Der Zubau der Offshore-Windenergie muss daher sprunghaft ansteigen. Um beispielsweise im Jahr 2040 auf eine im Nordseeraum installierte Offshore-Windenergieleistung von 70 – 150 GW zurückgreifen zu können, müssten im Zeitraum zwischen 2023 und 2040 jährlich durchschnittlich bis zu 7 GW zugebaut werden. Ein zeitlich wohlkoordinierter Ausbau der Offshore-Windenergie ist ausschlaggebend dafür, dass die Branche vorbereitet ist und Strom aus Offshore-Windparks zu den volkswirtschaftlich günstigsten Kosten ans Netz bringen kann.

Die derzeitige Ausbaurrate von Offshore-Windenergieanlagen reicht nicht aus, um die Ziele des Pariser Abkommens zu erreichen.

Prognostizierte installierte Offshore-Windkapazität in der Nordsee [GW]



Eine leistungsfähige inländische und grenzüberschreitende Übertragungsinfrastruktur sowie umfangreiche Flexibilitätsoptionen über Zeitschienen hinweg (einschließlich Sektorkopplung und Speicherung) sind erforderlich, um die großen Erzeugungskapazitäten von Offshore-Windparks erfolgreich in das Energiesystem zu integrieren

Ein höherer Anteil an variablen Quellen im Energiesystem (z. B. Offshore-Windenergie, Wasserstoffproduktion aus erneuerbaren Energien, erneuerbare Heizkraft) bei gleichzeitig stark sinkenden Anteilen an regelbaren Kraftwerken und steigenden Anteilen an nichtregelbarer Erzeugungskapazität stellen neue Herausforderungen für das Energiesystem dar. In der Vergangenheit stellte zusätzliche Übertragungskapazität die alternativlose Lösung für die Einbindung zusätzlicher Erzeugungskapazität in das Netz dar. Auch wenn dies weiterhin ein wichtiger Teil der notwendigen Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Versorgungszuverlässigkeit bleibt, werden weitere Flexibilitätsoptionen und Maßnahmen zur Integration variabler erneuerbarer Energiequellen, wie Laststeuerung, kleine oder große Speicherlösungen und P2X für das zukünftige Energiesystem unverzichtbar sein. Die Notwendigkeit einer Kombination all dieser Integrationsmaßnahmen ist am wahrscheinlichsten.

Um den massiven Zubau der Offshore-Windenergie zu stützen und zu beschleunigen, sind sowohl auf See als auch an Land, im Inland und grenzüberschreitend große Strom- und Gasinfrastruktur-Vorhaben zu realisieren. Vorhaben dieser Art (z. B. kombinierte Netzanbindungsanlagen und Interkonnektoren oder der Zubau großmaßstäblicher P2X-Umwandlungskapazität) haben typischerweise eine Vorlaufzeit von mehr als 10 Jahren. Dabei ist der vollständige Umbau des Energiesystems innerhalb von 30 Jahren zu bewerkstelligen. Um diese Größenordnungen für den Zubau der Offshore-Windenergieleistung zu verwirklichen, sollten mehrere solcher Vorhaben gleichzeitig entwickelt werden. Das Energiesystem der Zukunft sollte daher schon heute unter internationaler Koordination entwickelt werden.

Märkte und regulatorische Rahmenbedingungen müssen auf eindeutige langfristige Bedürfnisse abgestimmt werden, ohne die Dringlichkeit aus den Augen zu verlieren. Die Rahmenbedingungen müssen auch im Post-EEG-Zeitalter die geeigneten Anreize für Offshore-Projektentwickler schaffen, um entsprechende Offshore-Windparkentwicklungen zu ermöglichen. Ein stabiler Marktausblick für Offshore-Windenergieentwicklungen ist unverzichtbar für den Aufbau einer leistungsstarken Lieferkette in der Branche. Dasselbe gilt für den Ausbau der Sektorenkopplung und Flexibilitätsoptionen, die Umwandlung, Transport und Speicherung von Molekülen wie Wasserstoff oder Derivaten beinhalten. Die regulatorischen Rahmenbedingungen sollten es den Parteien ermöglichen, diese Anlagen zu entwickeln, auszubauen und zu betreiben. Gleichzeitig sollte die Marktstruktur geeignete Anreize für die Entwicklung tragfähiger Business Cases gewährleisten. Entscheidend ist hierbei auch die Gewährleistung eines rechtzeitigen und ausreichenden Ausbaus dieser Technologien.

Durch die marine Raumplanung der Nordseeanrainerstaaten lassen sich die angestrebten Offshore-Windenergieleistungen noch nicht darstellen, hauptsächlich da es für den Zeitraum nach 2030 an ausgewiesenen Eignungsgebieten auf See mangelt. Die verfügbare Offshore-Windeignungsfläche im südlichen Teil der Nordsee ist begrenzt (14.000 km²), bietet abhängig von der Leistungsdichte^{xii} Raum für bis zu 50-90 GW und ist aufgrund der bestehenden Vorrangflächen für anderweitige Nutzungen relativ verstreut. Ein alternativer Ansatz ist erforderlich, um das zukünftige Energiesystem unter Ausschöpfung der möglichen Offshore-Windenergieleistung, umweltfreundlichen Wasserstofftechnologien, Verteilkreuzen und Netzanschlüssen vollständig aufbauen zu können. Dieser Ansatz muss eine verträgliche Co-Nutzung, z. B. mit

Naturschutz, Seeverkehr und Fischerei anstreben und eine langfristige Perspektive aus ganzheitlicher Sicht der verschiedenen Interessenträger einnehmen (z. B. Nutzung von Flächen nach dem Rückbau von Öl- und Gasbohrtürmen).

Um den Schritt in eine postfossile Gesellschaft zu verwirklichen, sind dringendes Handeln und internationale Zusammenarbeit geboten

Das Energiesystem ist einem schnellen und erheblichen Umbau unterworfen, um die Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erfüllen. Die oben aufgezeigten Entwicklungen und Anforderungen verdeutlichen die Notwendigkeit eines international koordinierten Ansatzes zur Realisierung eines erheblichen Ausbaus der Offshore-Windenergieleistung und deren Integration in das Energiesystem.

Daher ist jetzt der Zeitpunkt für ein konzertiertes und kooperatives Handeln aller Nordsee-Stakeholder gekommen³,

um eine international koordinierte Wende und Integration von Offshore-Windenergie auf den Weg zu bringen, die für die Umsetzung des Pariser Abkommens entscheidend ist. Die Diskussion sollte ferner das Ziel einer detaillierten P2X-Implementierungsstrategie (einschließlich der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit) unter besonderer Berücksichtigung der entsprechenden Auswirkungen auf Strom- und Gasnetze umfassen.

Das Konsortium steht zur Verfügung, um den erforderlichen Austausch zwischen den politischen Entscheidungsträgern und den Interessenträgern im Nordseegebiet zu initiieren und zu fördern. Das Konsortium kann diesen Gesprächen zur Identifikation von seitens der Politik und der übrigen Interessenträger zu erwägenden Maßnahmen die technische und wirtschaftliche Perspektive in Bezug auf die Netzentwicklung und die Systemauswirkungen beisteuern.

³ Einschließlich z. B. politischer Entscheidungsträger, Raumplaner, ÜNB, Offshore-Windentwickler, Umwelt-NGOs etc.

Quellen

- ⁱ EC, 2019. Anteil erneuerbarer Energien in der EU bis zu 17,5 % in 2017. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/9571695/8-12022019-AP-EN.pdf/b7d237c1-ccea-4adc-a0ba-45e13602b428>
- ⁱⁱ EC, 2018. AUSFÜHRliche UNTERSUCHUNG ZUR UNTERSTÜTZUNG DER MITTEILUNG DER EUROPÄISCHEN KOMMISSION COM(2018) 773. Geht von Elektrifizierungsraten von 40 % (Ausgangswert) bis 53 % (1,5TECH) in 2050 aus, Wasserstoff im endgültigen Energiebedarf reicht von 1 % (Ausgangswert) bis 16 % (H2) in 2050. https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/com_2018_733_analysis_in_support_en_0.pdf
- ⁱⁱⁱ Eurelectric, 2018. Die Ziele des Pariser Abkommens erfordern eine Elektrifizierung der EU-Wirtschaft von mindestens 60 %. <https://cdn.eurelectric.org/media/3176/decarbonisation-pathways-electrification-part-press-statement-h-8E892267.pdf>
- ^{iv} WindEurope, 2018. Breaking new ground Wind Energy and the Electrification of Europe's Energy System (Bahnbrechende Windenergie und die Elektrifizierung des europäischen Energiesystems). Geht von einer Elektrifizierung von bis zu 62 % in Europa für 2050 aus. <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/WindEurope-breaking-new-ground.pdf>
- ^v EC, 2019. Eurostat Endenergieverbrauch nach Produkt für 2017 <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=ten00123&language=en>
- ^{vi} Hydrogen Council, 2017. Hydrogen scaling up (Wasserstoffausbau). Geht von einem durch Wasserstoff zu deckenden globalen Endenergiebedarf von 18 % in 2050 aus <http://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2017/11/Hydrogen-scaling-up-Hydrogen-Council.pdf>
- ^{vii} Gas for climate, 2019. The optimal role for gas in a net-zero emissions energy system (Die optimale Rolle von Gas in einem Nullemissions-Energiesystem). Geht von mehr als 1700 TWh Wasserstoff für Endnutzungssektoren aus. https://gasforclimate2050.eu/files/files/Navigant_Gas_for_Climate_The_optimal_role_for_gas_in_a_net_zero_emissions_energy_system_March_2019.pdf
- ^{viii} Europäische Kommission 2012. Studie zu den Synergien zwischen den Strom- und Gasmärkten (EGEBS) https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20121220_ebegs_final_report.pdf
- ^{ix} Ecofys, 2017. Übersetzung COP21. <https://northseawindpowerhub.eu/wp-content/uploads/2017/10/Translate-COP21-Public-report-July2017-final.pdf>
- ^x "Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung wird in allen Szenarien sehr ähnlich beurteilt und liegt für das Jahr 2050 zwischen 81% und 85%. (...) Unter den Erneuerbaren wird die Windenergie mit einem Anteil von 51 – 56 % an der Stromerzeugung 2050 die Technologie sein, die den größten Beitrag zur Dekarbonisierung zu leisten vermag." Dies entspricht einer installierten Windenergieleistung zwischen 700 und 1.200 GW – davon ein Drittel Offshore. (Quelle: EC, 2018. Ausführliche Untersuchung zur Unterstützung der Mitteilung der Europäischen Kommission Com(2018) 773)
- ^{xi} WindEurope, 2019. Offshore Wind in Europe - Key trends and statistics 2018 (Offshore-Windenergie in Europa – Wesentliche Entwicklungen und Statistiken 2018). <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Offshore-Statistics-2018.pdf>
- ^{xii} Witteveen + Bos & ECN/TNO, 2018. Cost Evaluation of North Sea Offshore Wind Post 2030 (Kostenanalyse für Offshore-Wind in der Nordsee nach 2030). <https://northseawindpowerhub.eu/wp-content/uploads/2019/02/112522-19-001.830-rapd-report-Cost-Evaluation-of-North-Sea-Offshore-Wind....pdf>



UNTERSTÜTZT DURCH  **Tennet**

ENERGINET



gasunie