



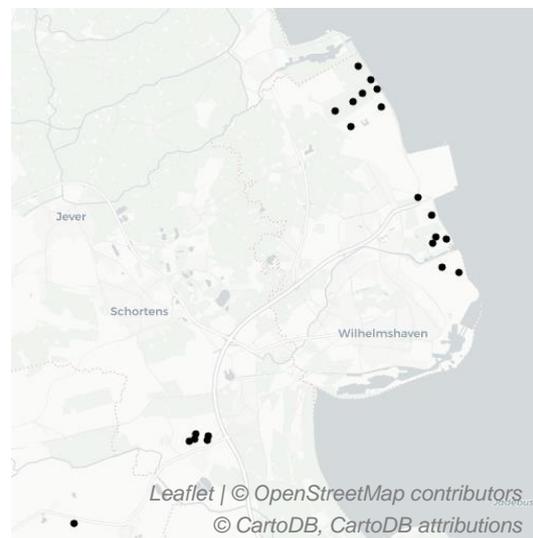
ANALYSE

ENERGY HUB Port of Wilhelmshaven

Infrastrukturbedarf für die Transformation der Region Wilhelmshaven in Richtung Klimaneutralität

Der ENERGY HUB Port of Wilhelmshaven ist ein Verbund aus über 30 Unternehmen, die die Transformation der Wirtschaft in der Region Wilhelmshaven in Richtung Klimaneutralität vorantreiben. Mit ambitionierten Projekten im Bereich der Wasserstoffwirtschaft, der erneuerbaren Energien und klimaneutraler Industrie wird das Fundament für diese Entwicklung gelegt. Die Projekte haben das Potenzial, einen großen Teil des deutschen Bedarfs an Wasserstoff und zukünftigen Energieträgern zu decken. Voraussetzung dafür ist unter anderem eine adäquate Infrastruktur vor Ort, die erneuerbaren Strom für die Industrieprojekte zur Verfügung stellt und den erzeugten wie auch den importierten Wasserstoff von Wilhelmshaven zu den industriellen Zentren Deutschlands transportiert.

Gemeinsam mit den Mitgliedern des ENERGY HUB hat die Deutsche Energie-Agentur (dena) den Infrastrukturbedarf für 21 Teilprojekte in der Region Wilhelmshaven in den Bereichen Wasserstoff, Elektrizität, Kohlenstoffdioxid, Betriebswasser und Abwärme sowie weiterer Nebenprodukte in einer Projektanfrage untersucht.

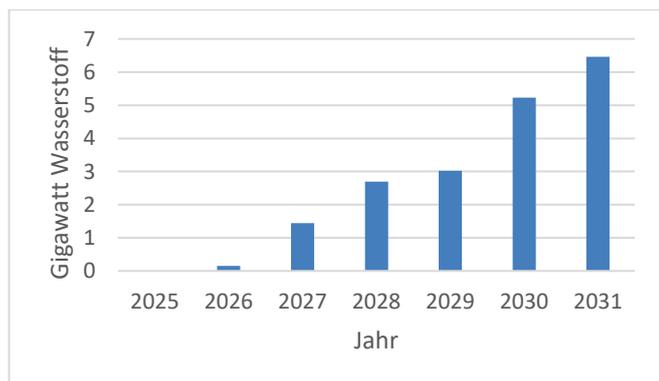


1 Untersuchte Projektstandorte in der Region.

Erneuerbarer Strom und Wasserstoff sind die wichtigsten Zutaten für die Transformation

Wasserstoffleitung mit einer Transportleistung von 6,5¹ Gigawatt notwendig

Wasserstoff soll im ENERGY HUB künftig mittels Elektrolyse, der Dampfreformierung von importiertem Erdgas und synthetischem Methan sowie Cracking von ebenfalls importiertem Ammoniak erzeugt werden. Als Wasserstoff-Großverbraucher ist eine Eisenerz-Direktreduktionsanlage (DRI-Anlage) geplant. Werden sämtliche geplanten Wasserstoff-Produktionsanlagen bei maximaler Kapazität betrieben, würden im Jahr 2031 insgesamt 194 Tonne Wasserstoff pro Stunde erzeugt. Legt man den Heizwert von Wasserstoff zugrunde, entspricht dies einer Leistung von ungefähr 6,5¹ Gigawatt (GW). Eine Wasserstoffleitung für den Transport dieser Produktionsleistung würde in einem Zeitraum benötigt, in dem voraussichtlich auch der Transport großer Mengen an Methan aus norwegischen Fernleitungen und aus Hafenterminals in der Region Wilhelmshaven stattfindet. Zusätzlich ist die Anlandung einer Wasserstoffleitung aus Norwegen in der Region zu diesem Zeitraum ebenfalls denkbar. Unter projektinternen Annahmen zu den Volllaststunden-Äquivalenten der Anlagen ergeben sich ungefähr 34,4 Terawattstunden (TWh) Wasserstoffproduktion pro Jahr. Diese Energiemenge an Wasserstoff könnte der ENERGY HUB demnach für Deutschland im Jahr 2031 bereitstellen. Aufgrund der vorhandenen unterirdischen Kavernenspeicher könnte die Versorgung mit Wasserstoff zudem strukturiert über das ganze Jahr erfolgen. Der Speicherausbau folgt der Wasserstoffproduktion. Für das Jahr 2031 ist eine Speicherkapazität von ungefähr 0,7 TWh vorgesehen.



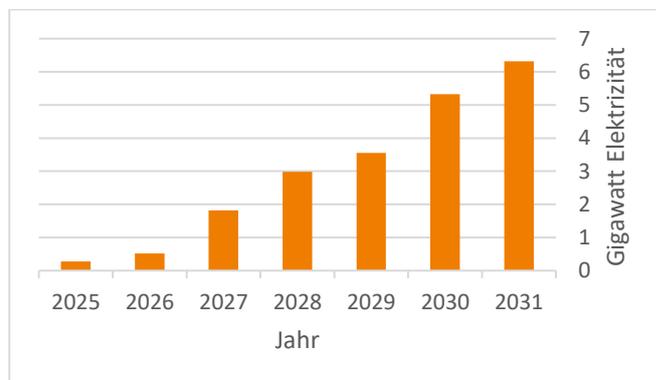
2 Die installierte Produktionsleistung für Wasserstoff basiert auf Energieimporten und der Elektrolyse vor Ort.

Der Nationale Wasserstoffrat (NWR) rechnet für das Jahr 2030 mit einem Bedarf an klimaneutralem bzw. weitgehend klimaneutralem Wasserstoff von 56 bis 93 TWh (Nationaler Wasserstoffrat (NWR) 2023). Wenn die notwendige Infrastruktur ausgebaut wird, die Unternehmen ihre Projekte wie in der Projektabfrage ange-

geben umsetzen und der Wasserstoff als weitgehend klimaneutral angerechnet werden kann, so könnte der ENERGY HUB im Jahr 2031 die Nachfrage zu 37 bis 61 Prozent decken. Die Unternehmen im ENERGY HUB sehen auch über das Jahr 2031 hinaus Wachstumspotenziale für die Produktion und den Import von Wasserstoff. Wesentliche Erfolgsfaktoren dafür sind ausreichend verfügbare Flächen, ein adäquater Ausbau des Hafens und der Stromnetzanbindung sowie die notwendige Infrastruktur, um Wasserstoff zu transportieren. Die durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz beauftragten Langfristszenarien zeigen für den Markthochlauf der Nachfrage nach klimaneutralem Wasserstoff in Deutschland eine Bandbreite von minimal 24 TWh (T45-RedEff) im Jahr 2030 bis zu maximal 694 TWh (T45-H2) im Jahr 2045 (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI et al. 2022). Die Projekte im ENERGY HUB verfügen grundsätzlich über das Potenzial, wesentlich zum Markthochlauf von Wasserstoff in diesem Rahmen beizutragen.

Entwicklung der Region zum wichtigen Netzknotenpunkt im europäischen Stromsystem

Der Bedarf an elektrischer Energie wird im ENERGY HUB von den Elektrolyse-Projekten dominiert. Zu den knapp 6 GW an geplanter Leistungsaufnahme durch Elektrolyse-Projekte im Jahr 2031 gehört nicht nur der Verbrauch durch die Elektrolyse an sich, sondern auch die benötigte Leistung zum Betrieb der Wasserstoffaufbereitung sowie für Pumpen und Verdichter. Die geplante Wasserstoff-Erzeugungskapazität im ENERGY HUB könnte über 50 Prozent der für das Jahr 2030 als Ziel vorgegebenen 10 GW Elektrolyse-Leistung bereitstellen (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz 2022).



3 Aufgrund der acht Elektrolyse-Projekte steigt die benötigte Netzanschlussleistung in der Region Wilhelmshaven stark an.

Zusammen mit weiteren Industrieprojekten addiert sich die Stromnachfrage zu Spitzenlastzeiten auf über 6,3 GW im Jahr 2031. Auf der Angebotsseite ist ein Oxyfuel-Kraftwerk mit einer

¹ Basierend auf Planungsstand 02/2023.

Einspeiseleistung von 350 Megawatt (MW) geplant. Dieses Kraftwerk wird jedoch voraussichtlich keinen Strom für die Elektrolyseure produzieren.

Aufgrund von zwei Kohlekraftwerken mit je ungefähr 700 Megawatt Leistung wurde die Region Wilhelmshaven ein wichtiger Knotenpunkt im europäischen Stromsystem. Die Planung von fast 6 GW an Elektrolyse-Leistung, einer 1,4 GW starken Stromverbindung nach Großbritannien über den Interkonnektor NeuConnect im Jahr 2028 (NeuConnect Deutschland GmbH & Co. KG) und die Netzanbindung von zwei Offshore-Windparks mit insgesamt 4 GW Leistung (TenneT TSO GmbH 2023) können diese Entwicklung fortsetzen. Dabei ist der Anschluss mit zweimal 2 GW Übertragungskapazität an die Offshore-Windparks BalWin3 (2029) und LanWin4 (2031) eine große Chance für den Grünstrombezug der Elektrolyse-Projekte im ENERGY HUB. Die lokale Errichtung von Umspannwerken und weitere Anschlüsse an Offshore-Windparks sind von großer Bedeutung für die Realisierung und Erweiterung der geplanten Projekte.



4 Der Netzverknüpfungspunkt Wilhelmshaven2 macht die Region als Standort für Elektrolyse-Projekte attraktiv. (Grafik: TenneT TSO GmbH 2023)

Wilhelmshaven als Umschlagplatz für verflüssigtes Kohlenstoffdioxid

Zwei Industrieprojekte planen ausgehend vom Tiefwasserhafen Wilhelmshaven den Export von Kohlenstoffdioxid (CO₂) per Schiff. Der CO₂-Export ist zum einen notwendig, um das entstehende CO₂ aus der geplanten Methan- und Erdgasreformierung aufzunehmen; zum anderen und wesentlich größeren Teil sind CO₂-Exportterminals eine Option, mit der CO₂ aus ganz Deutschland zu unterirdischen Lagerstätten im Sinne von Carbon Capture and Storage (CCS) verbracht werden könnte. Wie die Rahmenbedingungen für derartige Geschäftsfelder aussehen werden, ist Gegenstand der Carbon-Management-Strategie der Bundesregierung, die derzeit ausgearbeitet wird (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)). Damit CO₂ aus ganz Deutschland über den ENERGY HUB exportiert werden könnte, wäre eine leistungsfähige Hinterlandanbindung für den CO₂-Transport eine wichtige Voraussetzung. In einem ersten Schritt könnte CO₂ per Kesselwagen auf der Schiene nach Wilhelmshaven gebracht werden. Eine Anbindung

an eine zukünftige europäische CO₂-Leitungsinfrastruktur würde die Exportkapazität deutlich erhöhen. Die Inbetriebnahme eines ersten Netzabschnitts dieser CO₂-Infrastruktur ist bereits für das Jahr 2028 vorgesehen (Open Grid Europe GmbH 04.04.2022).

Die Versorgung mit ausreichend Betriebswasser ist essenziell für den Erfolg vieler Projekte

Wird Wasserstoff, wie im ENERGY HUB geplant, mittels Elektrolyse produziert, werden je Kilogramm (kg) Wasserstoff ungefähr 10 kg Reinstwasser benötigt. Die Wasseraufbereitung zur Bereitstellung von Reinstwasser wiederum benötigt ungefähr 120 bis 300 Prozent der Reinstwassermenge als Rohwasser, wie zum Beispiel Oberflächenwasser oder Meerwasser (DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. 2023).

Auch die geplanten Anlagen zur Reformierung von Methan für die Wasserstoffproduktion wären unter anderem auf Wasser als Ausgangsstoff angewiesen. Weiterhin wird Wasser in vielen Projekten als Kühlmedium eingeplant.

Insgesamt addiert sich die benötigte Wassermenge in Zeiten des maximalen Verbrauchs aller geplanten Anlagen auf mindestens 4.861 Tonnen pro Stunde im Jahr 2031. Ein integriertes Konzept zur Betriebswasserversorgung könnte die Versorgung der Projekte mit Betriebswasser sicherstellen und gleichzeitig die Trinkwasserressourcen in der Region schonen.

Prozessintegration im ENERGY HUB steigert die Ressourcen- und Energieeffizienz

Neben dem Ausbau der überregionalen Infrastruktur ist auch der Aufbau einer lokalen Infrastruktur zur Prozessintegration zwischen den Projekten der Unternehmen ein Faktor für den Erfolg. Beispielsweise erzeugen die geplanten Elektrolyse-Projekte Sauerstoff und Abwärme im Gigawatt-Maßstab als Nebenprodukte. Der Sauerstoff könnte die Energieeffizienz der beiden Dampfreformer zur Wasserstoffproduktion deutlich erhöhen sowie in einer geplanten Fischzucht und im Oxyfuel-Kraftwerk eingesetzt werden.

Die Abwärme der geplanten Industrieprojekte liegt in den meisten Fällen bei ungefähr 50 °C und würde sich grundsätzlich als Wärmequelle zur Gebäudebeheizung per Wärmenetz sowie für die Wärmerückgewinnung per Wärmepumpe eignen. Damit bestände ein großes Potenzial für die klimaneutrale Wärmeversorgung insbesondere im Gebäudebereich.

Infrastrukturausbau ist Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Transformation

Damit die schnelle und notwendige Transformation des deutschen Energiesystems gelingt, werden große Mengen an erneuerbaren Energieträgern notwendig. Der ENERGY HUB besitzt gute Voraussetzungen, um einen substanziellen Teil dieser Mengen durch die Erzeugung von Wasserstoff und den Import von Wasserstoff-Folgeprodukten bereitzustellen und damit einen wichtigen Beitrag zu den Klimaschutzzielen der Bundesregierung zu leisten. Damit die geplanten Wasserstoffmengen auch rechtzeitig zur Verfügung stehen, ist der vorausschauende und zügige Infrastrukturausbau bei Strom und Wasserstoff wie auch bei der Wasserversorgung unabdingbar.

Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Hg.) (2022):
Eröffnungsbilanz Klimaschutz.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)
(Hg.): CCU/CCS: Baustein für eine klimaneutrale und
wettbewerbsfähige Industrie. Artikel Industriepolitik.

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (Hg.)
(2023): Genügend Wasser für die Elektrolyse. Wieviel Wasser wird
für die Erzeugung von grünem Wasserstoff benötigt und gibt es
ausreichend Ressourcen?

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI;
Consentec GmbH; ifeu – Institut für Energie- und
Umweltforschung Heidelberg gGmbH; Technische Universität
Berlin Lehrstuhl für Energie- und Ressourcenmanagement (Hg.)
(2022): Langfristszenarien für die Transformation des
Energiesystems in Deutschland. Treibhausgasneutrale Szenarien
T45. Webinar zum Energieangebot.

Nationaler Wasserstoffrat (NWR) (Hg.) (2023):
Treibhausgaseinsparungen und der damit verbundene
Wasserstoffbedarf in Deutschland. Grundlagenpapier.

NeuConnect Deutschland GmbH & Co. KG (Hg.): NeuConnect
Interkonnektor. Eine sichere Verbindung für die
Stromversorgung der Zukunft.

Open Grid Europe GmbH (04.04.2022): OGE und TES entwickeln
gemeinsam ein 1.000 km langes CO₂-Transportnetz.
Pressemitteilung.

TenneT TSO GmbH (Hg.) (2023): BalWin3 & LanWin4.
Netzverknüpfungspunkt Wilhelmshaven2.

Bei Interesse wenden Sie sich bitte an:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Marius Hörschemeyer
Zukunft der Energieversorgung
Chausseestraße 128 a
10115 Berlin
Tel.: +49 (0)30 66 777-445
Fax: +49 (0)30 66 777-699
E-Mail: marius.hoerschemeyer@dena.de
Internet: www.dena.de

Stand: 2/2023
Alle Rechte sind vorbehalten.
Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena.