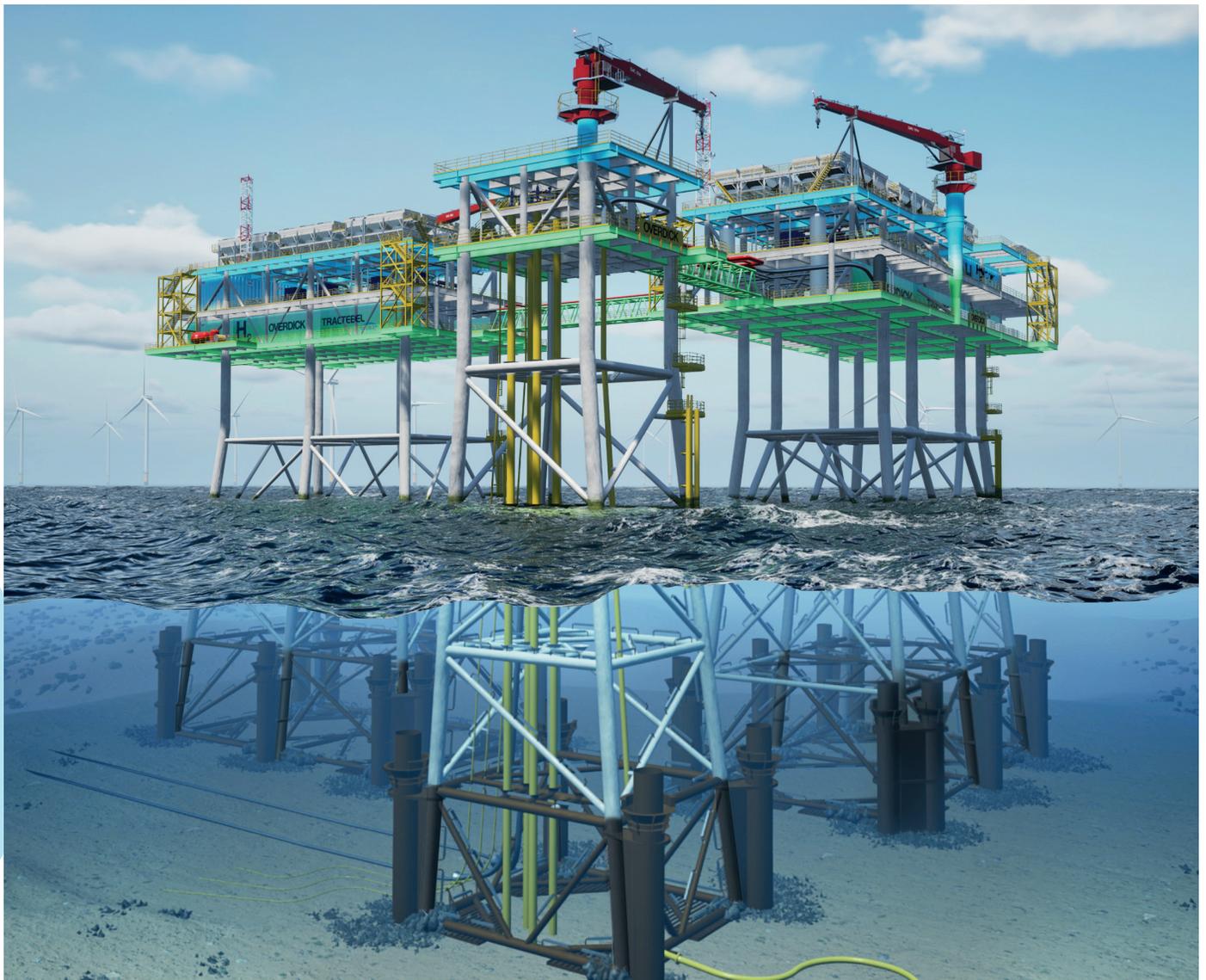


Wertschöpfungspotenziale Wasserstoffproduktion und Offshore Windenergie in Norddeutschland

Beschäftigung, Marktteilnehmer und Umsätze - Status Quo und Prognose
- Aktivitäten der Wasserstoffbranche -



Impressum

© Copyright 2023, trend:research, Bremen – Alle Rechte vorbehalten.

Erstellt von trend:research GmbH, Institut für Trend und Marktforschung.

Diese Broschüre einschließlich aller ihrer Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne schriftliche Zustimmung unzulässig und strafbar. Die Daten, Informationen und Inhalte in der Studie und dieser Broschüre wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und Aktualität ermittelt, aufbereitet und dargestellt. Trotz dieser Vorkehrungen kann die trend:research GmbH die Vollständigkeit und Richtigkeit der Inhalte der Studie oder dieser Broschüre nicht garantieren.

Bildnachweise:

Titel: Tractebel Overdick, Seite 5: FRS Windcat Offshore Logistic GmbH, Seite 6: DIN,
Seite 7: Eigene Darstellung auf Basis von BMDV

Die Studie entstand unter Mitwirkung/Unterstützung von:



Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	4
Einleitung.....	5
Ausgangssituation.....	5
Zielsetzung.....	5
Rahmenbedingungen.....	6
Status Quo: Windenergie- und Wasserstoffwirtschaft.....	8
Wertschöpfung Wasserstoff.....	10
Marktteilnehmer der Wasserstoffbranche.....	12
Unterteilung der Marktteilnehmer in Wertschöpfungsstufen.....	13
Marktentwicklung.....	14
Zusammenfassung.....	19



Methodik zur Studie

Diese Studie basiert auf folgenden Grundlagen:

Desk und Field Research

Zeitraum: 2021 bis 06/2022

Über 20 Studien, Gutachten u. ä. ausgewertet

Online-Befragung wesentlicher Marktteilnehmer

Recherche Marktteilnehmer und Projekte

Über 700 Marktteilnehmer

Davon umfangreich analysiert: ca. 600

Davon ausgewählt: ca. 500

Über 300 Projekte

Marktmodell für die Prognose

Insgesamt ca. 100 Prämissen im Modell, vereinfacht angewendet

Schwerpunkt der Prognose ist das Ausbauziel, dazu drei Szenarien modelliert

(unter Berücksichtigung der Ausbauziele der Bundesregierung)

Vorwort

WAB e.V.

Grüner Wasserstoff und die Windenergie auf See sind bereits heute eine vielversprechende Kombination für die Energiewende an Land und auf See. Die Offshore Windindustrie schafft in Verbindung mit der maritimen Industrie, der Onshore-Windindustrie und der aufstrebenden Wasserstoffwirtschaft ein bedeutendes Beschäftigungs- und Exportpotenzial bundesweit. Wir sehen große Chancen mit der Offshore Elektrolyse insbesondere für Norddeutschland. Hierfür müssen die Weichen politisch richtig gestellt werden, um Geschäftsmodelle zu ermöglichen. Für das Entstehen einer grünen Wasserstoffwirtschaft ist ein Innovationscluster wie WAB e.V. mit seinen 250 kompetenten und innovativen Mitgliedern unerlässlich, damit sich die Marktteilnehmer, insbesondere erfahrene kleine und mittelständische Unternehmen, mit ihren Potenzialen und ihrer Expertise voll einbringen können.

PwC Deutschland

Auch wenn die Energiewende längst beschlossen ist, entscheidend vorangekommen ist der Ausbau der Erneuerbare Energien insbesondere im Bereich der Offshore Windenergie in Deutschland in den letzten Jahren leider nicht. Der Ausbau der Erneuerbaren Energien ging insgesamt eher schleppend voran. In den letzten Monaten hat sich die Ausbauperspektive jedoch gravierend geändert. Russland hat sich als Energielieferant selbst diskreditiert und damit die heimische Energieerzeugung stärker in den Fokus gerückt. Auch sind die Folgen des Klimawandels in Deutschland inzwischen für jeden greifbar. Wir merken, dass wir unseren Lebensstil und unsere Energienutzung ändern müssen. Beides erhöht die Akzeptanz für den Ausbau der Erneuerbaren Energien, bei dem der Offshore Windenergie aufgrund ihres vergleichsweise großen Potenzials wohl die vielleicht wichtigste Bedeutung zukommt.

Zugleich ist mit einer immer breiteren Wahrnehmung von Wasserstoff als zentrales Puzzleteil der Energiewende etwas Bemerkenswertes passiert: Hinter der Pflicht und Notwendigkeit zu dekarbonisieren tun sich inzwischen immer mehr Chancen für den Aufbau einer klimaneutralen Wasserstoffwirtschaft auf. Gerade aus der sich anbietenden Verknüpfung von Offshore Windenergie und Wasserstoff ergeben sich enorme Wertschöpfungspotenziale – im ersten Schritt für den Norden und mittelfristig für ganz Deutschland. Denn Investitionen in die Energiewende sind Investitionen in typische deutsche Schlüsseltechnologien wie den Maschinen- und Anlagenbau, die Elektrotechnik und natürlich das Handwerk.

Mit der Unterstützung dieser Studie möchten wir die volkswirtschaftliche Bedeutung der sinnvollen Verknüpfung der Offshore Wind- und Wasserstoff-Branche herausstreichen und deren gemeinsame Potenziale anhand von Szenarien aufzeigen. Für die Zukunft gilt es, die Rahmenbedingungen für beide Branchen bestmöglich aufeinander abzustimmen.

Wir möchten deutlich machen, dass wir mit der Energiewende den Wohlstand, die Unabhängigkeit und die Technologieführerschaft Deutschlands sichern können, wenn wir diese Chance jetzt ergreifen.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen.

Einleitung



Die Industrialisierung des Wasserstoffs in Europa kann in 2050 bis zu 5,4 Mio. Arbeitsplätze und einen jährlichen Umsatz von 820 Mrd. EUR aus der direkten Wertschöpfung generieren. (Quelle: ZSW 2020)

Norddeutschland hat eine besonders begünstigte Ausnahmestellung für die Wasserstoffproduktion aufgrund der Erzeugungskapazitäten für On- und Offshore Windstrom, unterirdischen Speicherkapazitäten und Seehäfen für Transport und Logistik sowie bestehender Expertise von maritimen Unternehmen, Industriezweigen und Forschungszentren.

Vor diesem Hintergrund erstellt trend:research eine detaillierte Analyse der aktuellen Wertschöpfungspotenziale aus der Wasserstoffproduktion und der Offshore Windenergie für Norddeutschland.

Ausgangssituation

Wasserstoff wird zunehmend national und international als wesentlicher Treiber und Erfolgsfaktor für die Umsetzung der nachhaltigen Transformation der Wirtschaft (green restructuring) angesehen. Dabei sind Transform-, Transport- und Speicherfähigkeiten und damit vielseitige und -fältige Anwendungs- und Einsatzmöglichkeiten wesentliche Vorteile gegenüber (regenerativ erzeugtem) Strom.

Die Wertschöpfung spielt eine wesentliche Rolle:

- Bereits heute sind erste Marktstrukturen mit entsprechender Wertschöpfung entlang der Wertschöpfungskette zu erkennen.
- Neue Potenziale entstehen durch den Ausbau der bestehenden Strukturen sowie durch die Implementierung weiterer Wertschöpfungsstufen.
- Forschung und Entwicklung können zu gänzlich neuen Anwendungen, Strukturen und Geschäftsbereichen führen.

Zielsetzung

Die von trend:research erstellte Studie soll die volkswirtschaftliche Bedeutung der Wasserstoff- und der Offshore Windenergiebranche anhand einer Analyse der Arbeitsplätze, Marktteilnehmer und insgesamt der Wertschöpfungskette in Norddeutschland bis hin zur Länderebene verdeutlichen. Hierbei werden auch die Rahmenbedingungen sowie die Einflussfaktoren, die die weitere Entwicklung der Wasserstoffindustrie (inkl. Offshore Windenergie) positiv wie negativ beeinflussen, betrachtet.

Norddeutschland hat aufgrund regionaler Alleinstellungsmerkmale, im Zuge der wachsenden Bedeutung von Wasserstoff für die Sektorenkopplung und Erreichung der Klimaziele, eine ausgezeichnete Chance, Vorreiter bei der Industrialisierung des Wasserstoffs in Deutschland zu sein und damit Wertschöpfung und Beschäftigung für den Norden zu sichern.



Rahmenbedingungen

Wasserstoffstrategie der EU

Ziel der Strategie ist es, die Wasserstoffherzeugung zu dekarbonisieren. Nach Auffassung der Kommission ist dies aufgrund des raschen Rückgangs der Kosten erneuerbarer Energien und der Beschleunigung der technologischen Entwicklung möglich. Außerdem soll Wasserstoff auch in Sektoren genutzt werden, in denen er fossile Brennstoffe ersetzen kann.



Am 8. Juli 2020 hat die EU-Kommission im Rahmen des Green Deal die EU-Wasserstoffstrategie vorgestellt.

Schritte des Fahrplans für ein europäisches Wasserstoff-Ökosystem:



Nationale Wasserstoffstrategie

Grüner Wasserstoff ist der dringend benötigte Baustein für die sogenannte Sektorenkopplung und den Aufbau eines nachhaltigen, globalen Energiesystems auf Grundlage der erneuerbaren Energien.



Die Nationale Wasserstoffstrategie schafft den Rahmen für die zukünftige Erzeugung und Verwendung von Wasserstoff und damit für entsprechende Innovationen und Investitionen. Sie definiert die Schritte, die notwendig sind, um die Vorreiterrolle deutscher Unternehmen im Bereich der Wasserstofftechnologien auszubauen, neue Wertschöpfungsketten für die deutsche Wirtschaft zu schaffen und zur Erreichung der Klimaziele beizutragen.

Norddeutsche Wasserstoffstrategie

Aufgrund der Alleinstellungsmerkmale der norddeutschen Region ist die Norddeutsche Wasserstoffstrategie das Ergebnis einer intensiven länderübergreifenden Zusammenarbeit und einer umfangreichen und konstruktiven Beteiligung tatkräftiger Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung.



Bis zum Jahre 2025 sollen in Norddeutschland mindestens 500 Megawatt und bis zum Jahre 2030 mindestens fünf Gigawatt Elektrolyseleistung zur Erzeugung von grünem Wasserstoff installiert sein. So wird schrittweise eine regionale Grundversorgung mit grünem Wasserstoff ermöglicht, die mittelfristig über die gesamte Region ausgeweitet werden kann.

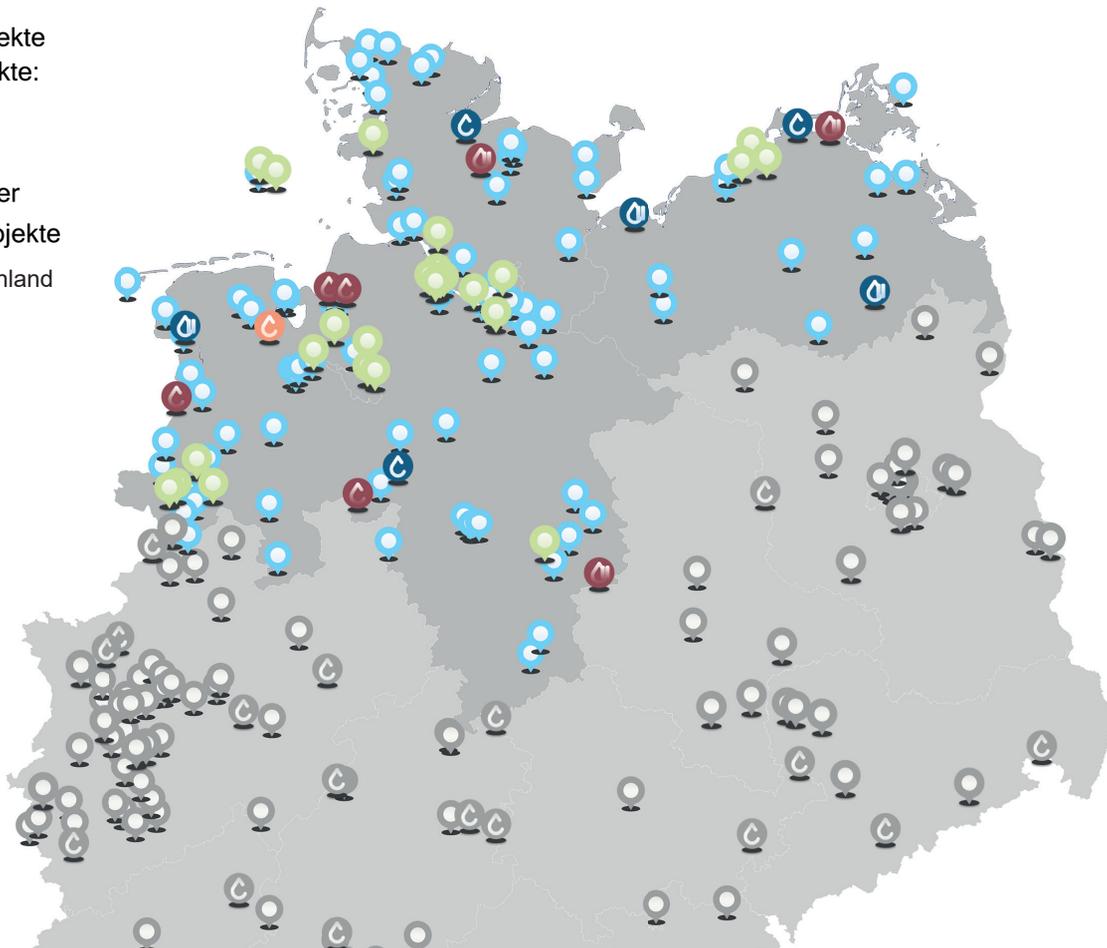
Für eine in Zukunft ausreichende Versorgung mit grünem Wasserstoff für Mobilität und Industrie werden die norddeutschen Potenziale erneuerbarer Energien allein nicht ausreichen. Importe von grünem Wasserstoff und anderer synthetischer Energieträger werden daher erforderlich sein.

Status Quo: Windenergie- und Wasserstoffwirtschaft

In Reaktion auf die fortschreitende Klimakrise und den Energieengpass durch große einseitige Abhängigkeit hat die Bundesregierung ihre Ausbaubemühungen intensiviert. Mit dem Energiesofortmaßnahmenpaket ergänzt die Bundesregierung den bestehenden Koalitionsvertrag mit dem Ziel, mehr Strom aus Wind und Sonne zu erzeugen.

Ausgewählte Wasserstoffprojekte in Norddeutschland

- IPCEI-Projekte
- HyLand-Projekte:
 - HyExperts
 - HyStarter
 - HyPerformer
- weitere Projekte
- Norddeutschland



EU-Kommission billigt milliardenschwere Wasserstoff-Förderung

Das Vorhaben „IPCEI Hy2Tech“ zieht aktuell die Aufmerksamkeit in der Wasserstoffwirtschaft auf sich. Dabei hat die EU für zahlreiche Einzelprojekte in 15 Mitgliedsstaaten Fördermittel von 5,4 Milliarden Euro erlaubt, die weitere 8,8 Milliarden Euro an privaten Fördermitteln generieren sollen. Diese Projekte befassen sich mit dem Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft in all ihren Aspekten, d.h. von der Erzeugung bis zur Anwendung.



Windenergie auf See

Flaute beim Ausbau der Windenergie auf See

Leistung von neu installierten Windenergieanlagen in Deutschland (in Megawatt)



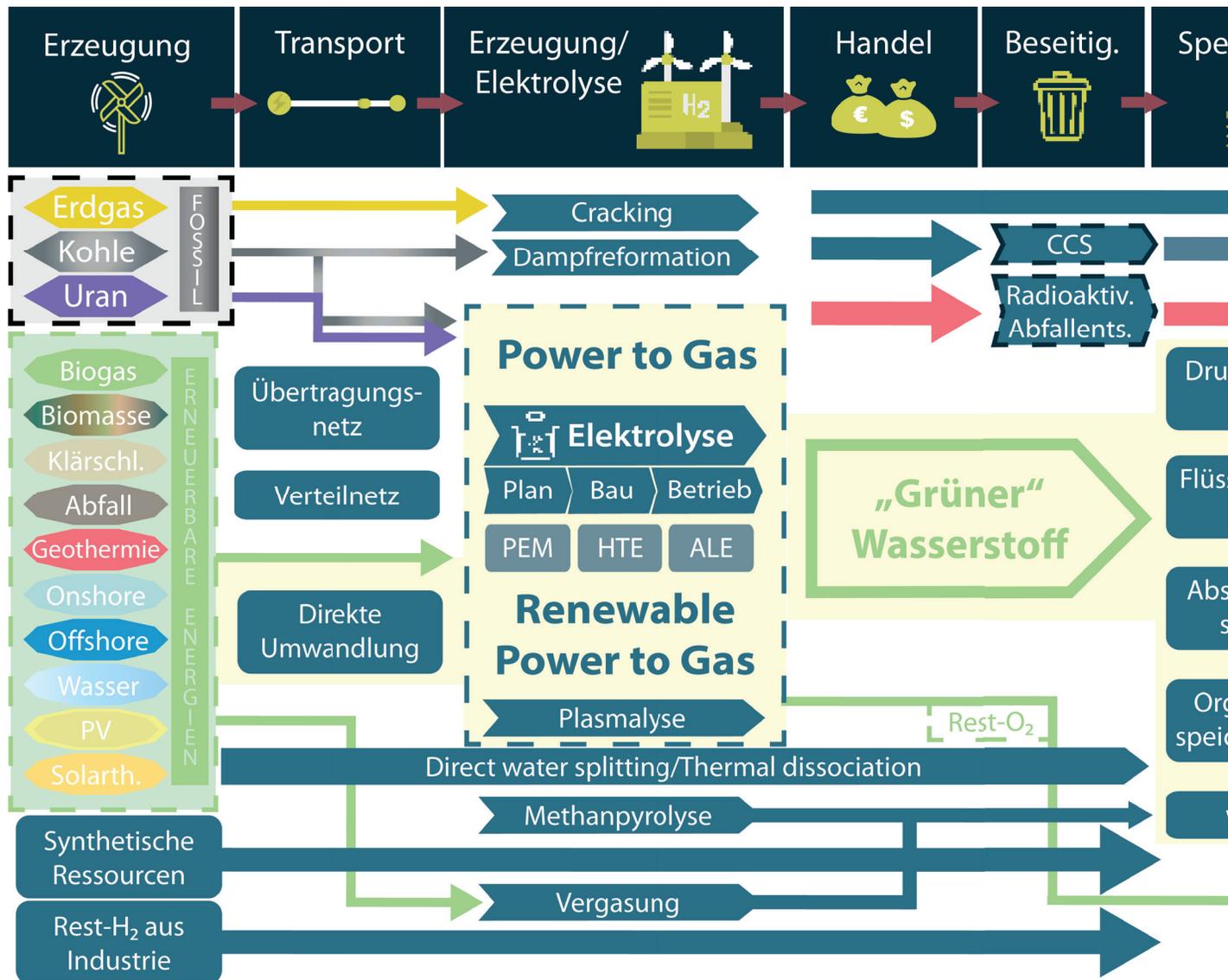
Neues Ziel bis 2035

Das neue WindSeeG sieht seit seiner Verabschiedung im Juli 2022 vor, bis 2030 „mindestens 30 Gigawatt“, bis 2035 „mindestens 40 Gigawatt“ und bis 2045 „mindestens 70 Gigawatt“ Offshore Windstrom-Erzeugungskapazität installiert zu haben. Die jüngste, nicht gesetzlich bindende Vereinbarung der Nordbundesländer mit dem Bundeswirtschaftsministerium und den Netzbetreibern sieht einen Zubau von 32 Gigawatt statt ursprünglich 22 Gigawatt bis 2035 vor.



Wertschöpfung Wasserstoff

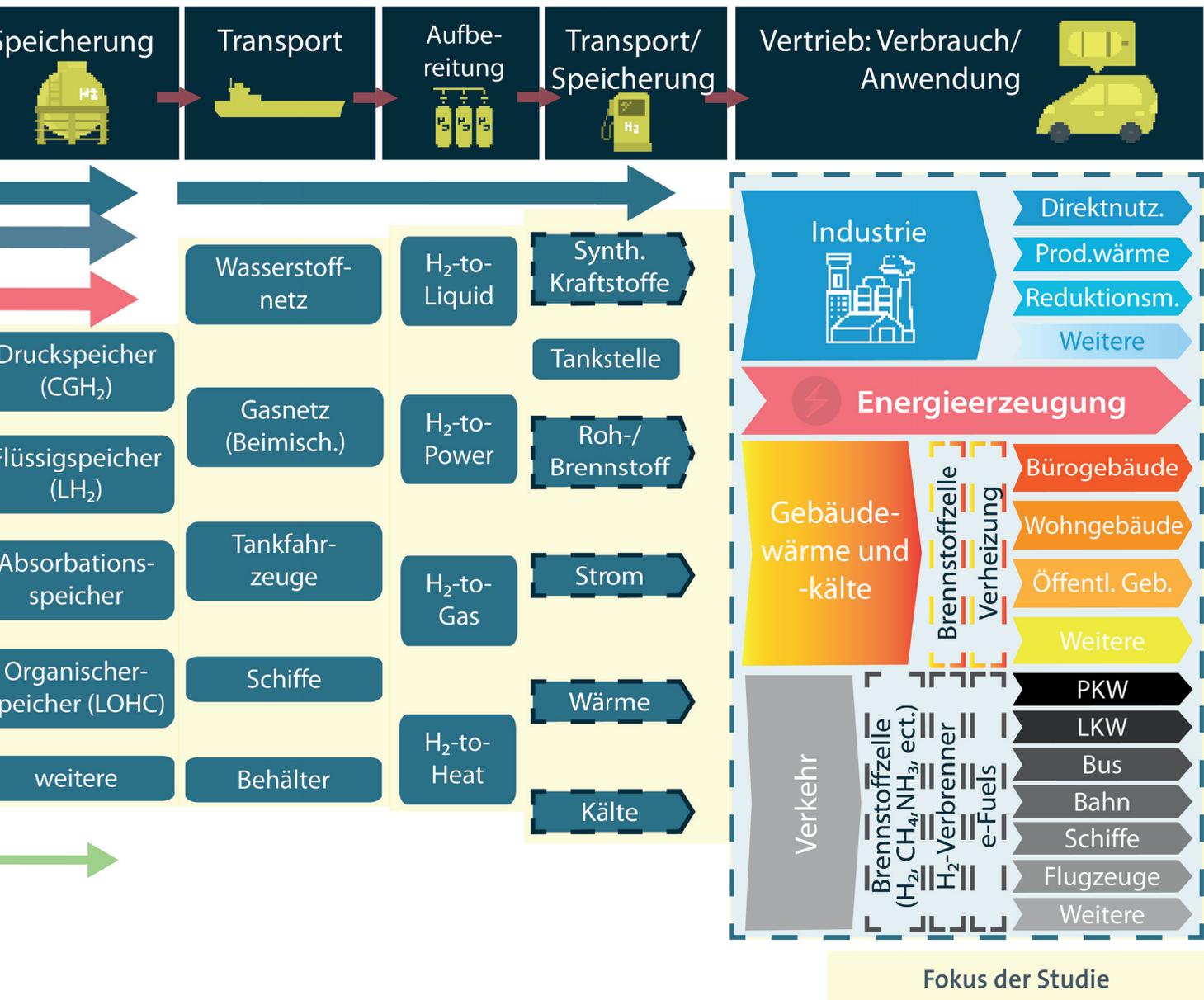
Vereinfachte Wertschöpfungskette von Wasserstoff



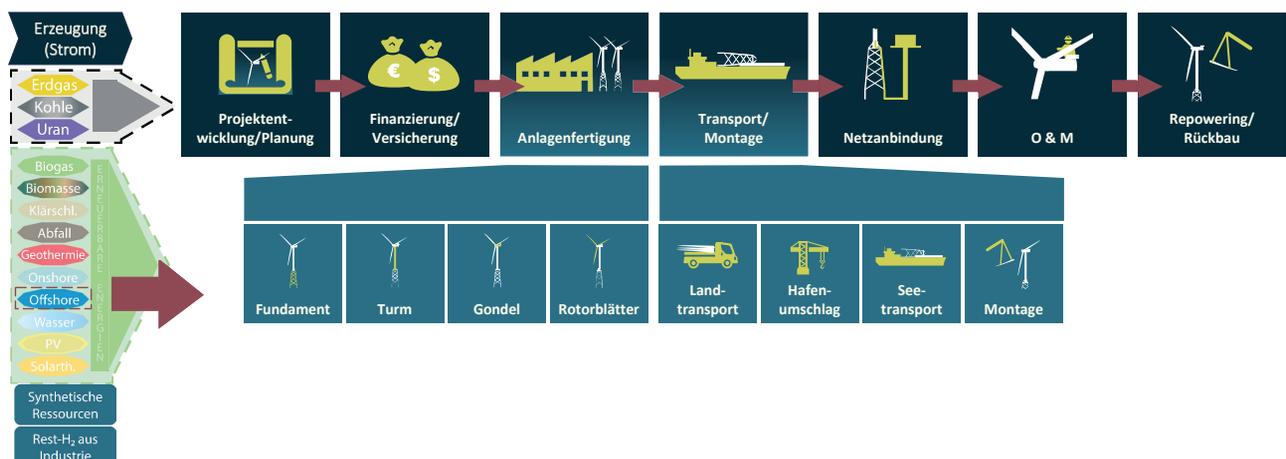
Obere Wertschöpfungskette



Jede Stufe der oben dargestellten Wertschöpfungskette Wasserstoff kann durch eine oder mehrere der folgenden Wertschöpfungsstufen erweitert und ausgebaut werden. Als Beispiel gibt es im Abschnitt Erzeugung sowohl separat den Bereich Forschung und Entwicklung wie auch Aus- und Weiterbildung.



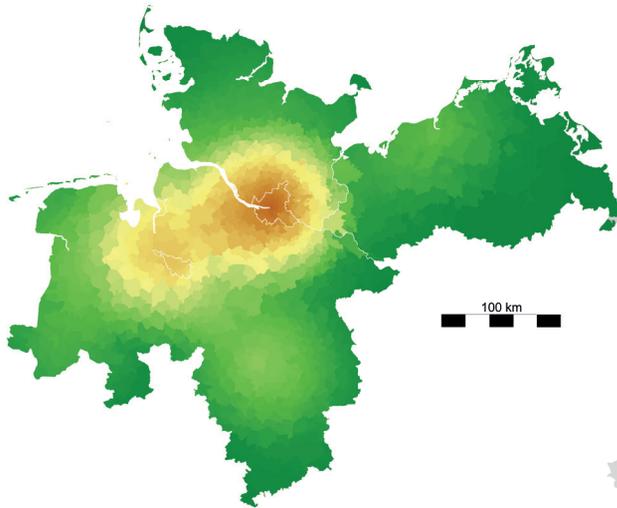
Ausschnitt „grüner Wasserstoff - Offshore Windenergie“



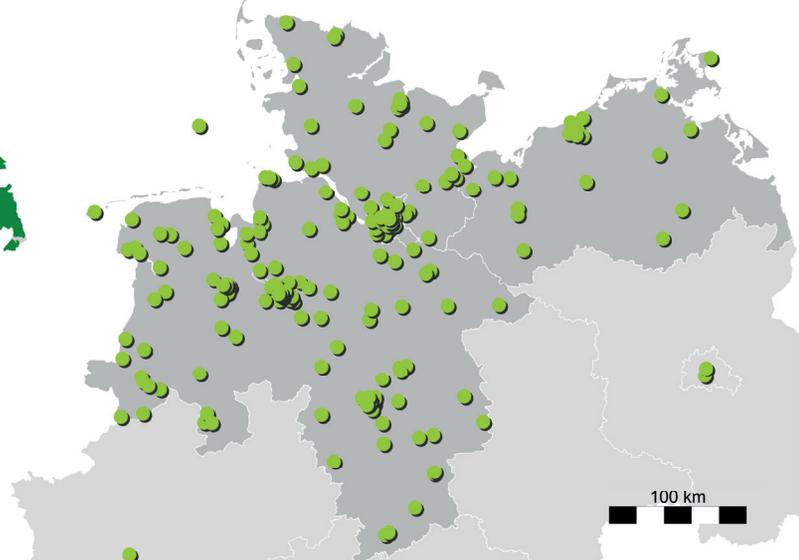
Marktteilnehmer der Wasserstoffbranche

Die Marktteilnehmer aus der Wasserstoffbranche kommen aus den unterschiedlichen Bereichen der Wertschöpfungskette und umfassen sowohl bekannte als auch weniger bekannte Beteiligte.

Häufigkeit der Marktteilnehmer



Standorte der Marktteilnehmer



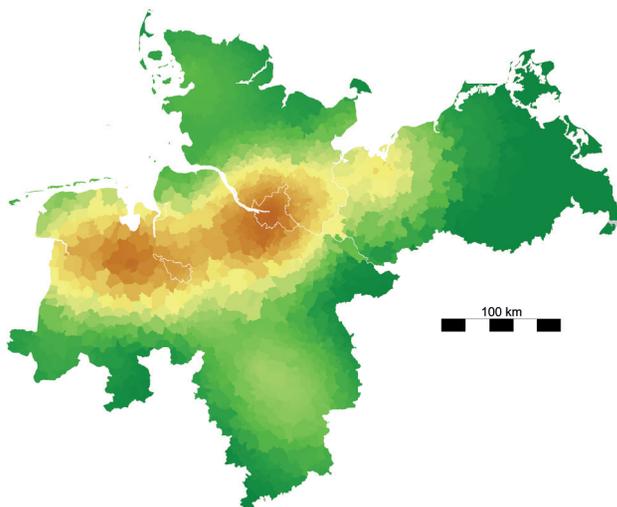
Durch Daten zur regionalen Verteilung der jeweiligen Marktteilnehmer (Standorte inkl. Postleitzahl) werden mit Hilfe geoinformationssystemer Software automatisiert die jeweiligen Standortflächen ermittelt, durch Punkte dargestellt und auf die Deutschlandkarte übertragen.

Wird nun ein definierter Radius um diese Standorte gelegt, können sogenannte „Heatmaps“ die räumliche Verteilung noch deutlicher kenntlich machen. In dieser Studie wurde ein Radius von 75 km gewählt. (Ballungsgebiete sind rötlicher eingefärbt).

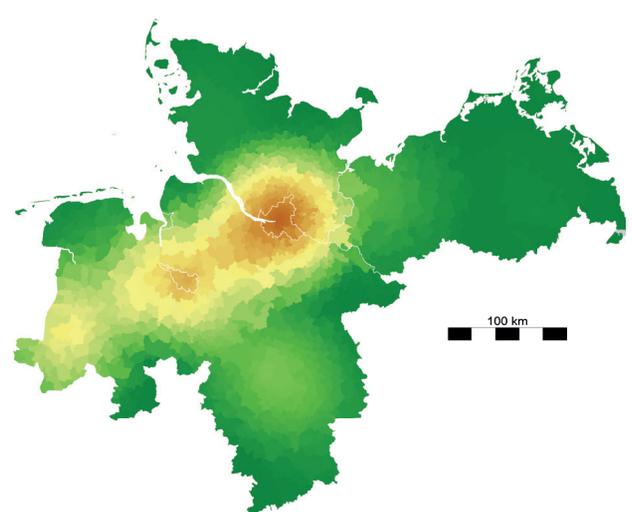


Der erwirtschaftete Umsatz der Wasserstoffbranche konzentriert sich deutlich in Hamburg. Die Beschäftigung verteilt sich dagegen auch auf Bremen und große Teile Niedersachsens.

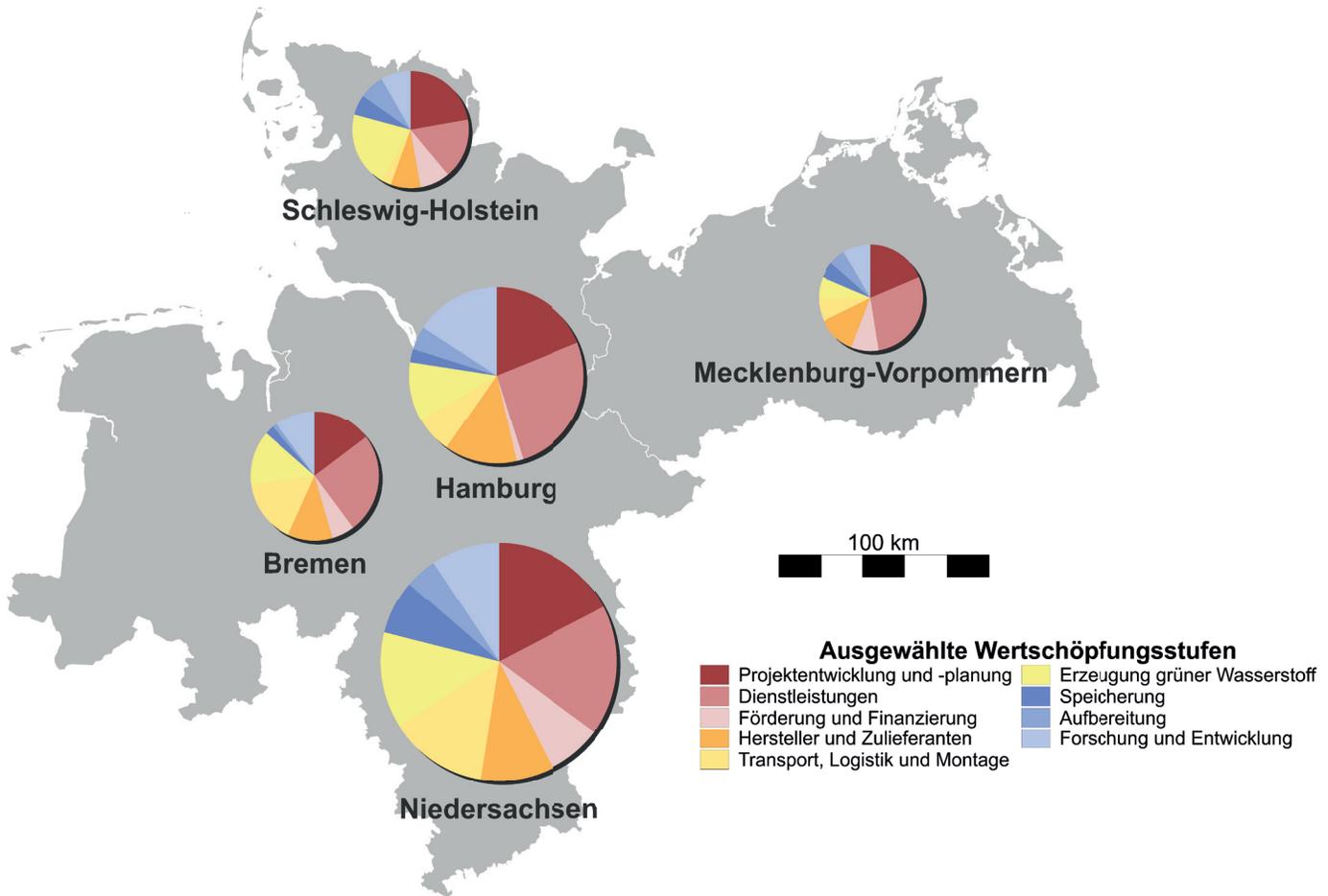
Marktteilnehmer nach Beschäftigung in Vollzeitäquivalente für das Jahr 2021



Marktteilnehmer nach Umsatz für das Jahr 2021



Unterteilung der Marktteilnehmer in Wertschöpfungsstufen



Die Verteilung der Marktteilnehmer auf Wertschöpfungsstufen innerhalb der Bundesländer ähnelt sich deutlich. Das deutet darauf hin, dass sich noch keine „Arbeitsteilung“ eingestellt hat.

	Anzahl Marktteilnehmer	Umsatz in Mio. EUR**	%-Anteil des Umsatzes im Bereich Wasserstoff	Beschäftigung ** ,***	%-Anteil der Beschäftigten im Bereich Wasserstoff	Umsatz pro Marktteilnehmer in EUR	Umsatz pro Mitarbeiter in EUR
Projektentwicklung/-planung	66	80	7 %	306	8 %	~1.200.000	~260.000
Dienstleistung	79	257	22 %	963	24 %	~3.250.000	~265.000
Finanzierung /Förderung	42	66	6 %	84	2 %	~1.570.000	~785.000
Hersteller und Zulieferanten	54	134	11 %	524	13 %	~2.500.000	~255.000
Transport, Montage und Logistik	35	37	3 %	189	5 %	~1.050.000	~195.000
Erzeugung "grüner" Wasserstoff	37	96	8 %	253	6 %	~2.595.000	~380.000
Speicherung und Aufbereitung	35	106	9 %	304	7 %	~3.030.000	~350.000
Forschung und Entwicklung	57	222	19 %	825	20 %	~3.895.000	~260.000
Restliche Marktteilnehmer*	85	190	16 %	626	16 %	~4.500.000	~425.000
Summe	ca. 500	ca. 1.200		ca. 4.100		~2.565.000	~295.000

* Weitere Bereiche der Wertschöpfung, darunter auch Behörden und Verbände (der Umsatz und die Anzahl der Beschäftigten sind in diesen Kategorien nicht zuweisbar).

** Ausnahme Verbrauch und Anwendung (Betrieb).

*** In den meisten Unternehmen gibt es keine reinen „Wasserstoff-Arbeitsplätze“, da die Mitarbeiter nur zu einem bestimmten Anteil in diesem Bereich tätig sind.

Marktentwicklung

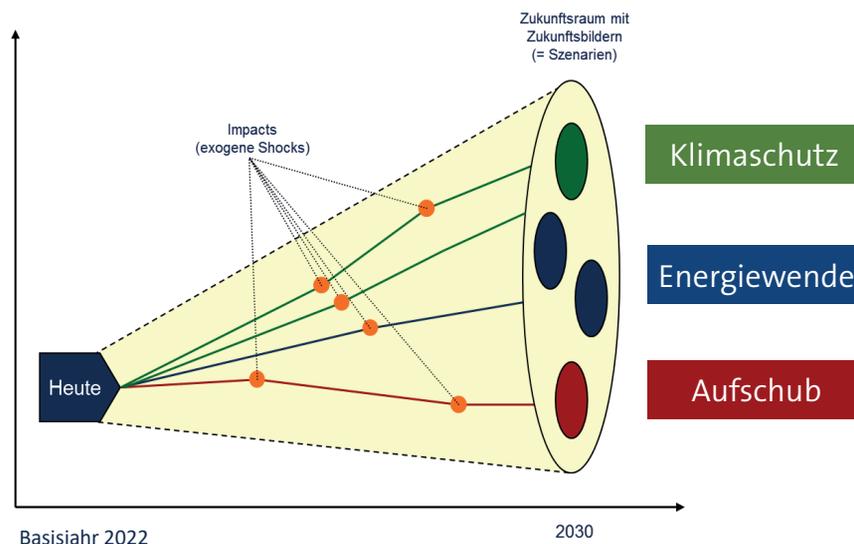
Prämissen zur Entwicklung der Szenarien und Methodik

Für die Prognose des Marktes für Wasserstoff wurden in fünf Kategorien über 100 Prämissen identifiziert, die direkten oder indirekten Einfluss auf die bisherige und zukünftige Entwicklung nehmen.

Prämissen / Rahmenbedingungen		
Politische und rechtliche Rahmenbedingungen	Gesellschaftliche Rahmenbedingungen	Ökonomische Rahmenbedingungen
Internationale Regelungen	Verhalten	Konjunktur
Kyoto-Protokoll, Pariser Abkommen	Umweltbewusstsein, Mobilitätsverhalten	Rezession/Abschwung, Ukrainekrieg, Corona-Krise
Europäische Regelungen	Konsumverhalten, Individual, ÖPNV	Reaktion der Wirtschaft, Politische Maßnahmen, Ggf. weitere Maßnahmen
EU-Klima- und Energierahmen 2030, RED II	Energieverbrauch, Anzahl Tankstellen	Entlastungspakete, Unternehmensunterstützung, Nachwirkungen
European Climate Law, Fit for 55-Paket	Image Wasserstoff	Produktionsdrosselung, Gasnotfallmaßnahmen
REPowerEU – delegierter Rechtsakt, Green Deal	Nutzwert, Nutzungsdiskussion	Home-Office, Wohlstandsminderungen
Verbrennerverbot, Energy Efficiency Directive	Umweltfreundlichkeit, Ökobilanz	Digitalisierung
Nationale Regelungen	Demographie	Wirtschaftliche Entwicklung
Gesetze, Verordnungen	Bevölkerungszahl, Zusammensetzung	Konjunktur, Insolvenz, Arbeitsmarkt
Regelungen Energiewirtschaft und Energiewende	Wärmebereitstellung	Energiewirtschaftliche Entwicklung
Oster- und Sommerpaket	Brennstoffzellenheizungen, H2-Beimischung	Branchen
EnWG, EEG, Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende	Akzeptanz	Industrien, Logistik/Transport
Stromsteuergesetz, Mess- und Eichgesetz, Energieeinsparungsgesetz	Bürgerinitiativen	Stahlindustrie, Luftverkehr, Schifffahrt
Stromsteuer-VO, Messstellenbetriebsgesetz	Ausbau Stromnetz, Wasseranbindung	Glasindustrie, Leichte/schwere Nutzfahrzeuge
Bundesimmissionsschutzgesetz	Flächenverbrauch	Weitere energieintensive Industrien, Güterverkehr
Weitere Regelungen in Bezug auf Wasserstoff	Ausbau der Erneuerbaren Energien	Energiekosten
Netzentwicklungsplan Gas, Gasnetz Zugangsverordnung	Alternativen und Konzepte	Strom, Kraftstoff, Wasserstoff, CO ₂ -Kosten
Geplante Verordnung vom BMWi zur Definition von „grünem Wasserstoff“	Bund, Länder, Regionen, Kommunen	Wasserstoffbranche
Brennstoffemissionshandelsgesetz, Clean Vehicles Directive	Fachkräftemangel	Rohstoffpreise, Herstellungskapazitäten, Lieferbarkeit
Förderprogramme/-richtlinien	Anzahl der verfügbaren Fachkräfte	Rohstoffverfügbarkeit, Betriebskosten, Innovationen
EU-Ebene, Bundesebene, Nachbarländer	Anzahl offener Stellen	Fahrzeugpreise, Importe und Exporte
Länderebene (Norddeutsche), Länderebene (Weitere)	Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten	Wettbewerb
Rahmenbedingungen der Erzeugung	Technische Rahmenbedingungen	
Wasserstoffherstellung	Speicherung und Transport	(Strom-)Netzausbau
Elektrolyse, Plasmalyse, Vergasung	Gasförmige Speicherung, H2-Leitungen, LKW	Neubau, Ausbau
Fossiler Strom, Organisch	Flüssige Speicherung, Neubau, Schienenverkehr	Umrüstung, Rückbau
Grüner Strom, Anorganisch	Chemische Speicherung, Umwidmung, Schiffe	Erweiterung/Repowering
Offshore Wind, PV, Erdgascracking	Wasserstoff-Backbone	Ländlich, Städtisch
Onshore Wind, Abfall, Biogascracking	Deutsche Projekte, Europaweite Projekte	Netzauslastung
Wasserkraft, Biomasse, Weitere Verfahren	Aufbereitung/Power-to-X	Netzebene, Grund/Verbraucher
Offshore-Windenergie „grüner Wasserstoff“	Power-to-Liquid, Power-to-Gas	Leistungsgang
Turbinenleistung, Nabenhöhe, Rotordurchmesser	Kerosin, Ammoniak, Reines H2	Gleichzeitigkeit
Volllaststunden, Schallschutzsysteme, Sektorkopplung	Benzin, Methanol, Methan	Temperatur
Repowering, Betriebsdauer, Speicher, Innovationen	(Schiffs-) Diesel, Weitere, Biogas	Innovationen und Trends (Bsp.)
Bedingungen	Verbraucher	Kombinationen
Rotor, Turmhöhe, Zuliefertchnik	Skaleneffekte, Fördermittel	Tankstellen und Elektrolyseure
Forschung und Entwicklung/Engineering	Ausbau der Infrastruktur, H2-Kosten und -Preise	Offshore Wind und Elektrolyseure, Speicher
Energiespeicher, Power-to-X/Wasserstoff	Fahrzeuge, Gebäudewärme/-kälte, Energieerzeugung	H2 als Puffer für Erneuerbare
Rahmenbedingungen	Alternative Antriebe, Gewerblich, Ready for H2	Neue Verbraucher
Ausbauziele Offshore-Windenergie	Nachfrage, Privat, H2-Kraftwerke	Drohnen, Lastenräder
Genehmigungen Offshore-Projekte		
Geschwindigkeit, Konditionen, Umfang		

Legende:

Hauptkategorie	Unterkategorie	Prämisse
Basis-/Hauptprämissen	Szenariospezifische Prämissen	



Der szenariobasierten **Trend-Impact-Analyse™** liegen im Allgemeinen subjektive Einschätzungen über die Entwicklung von Prämissen zugrunde, wo keine objektive Bewertung möglich ist. Daher ist es erforderlich, die Einschätzungen möglichst argumentativ, transparent und nachvollziehbar zu machen.

Szenarien

Szenario „Aufschub“

Politik, Wirtschaft und Gesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> » Aufgrund politischer Machtwechsel und einer Verlagerung der Prioritäten werden die Ausbauziele und Klimagesetze gelockert, jedoch wird die Klimaneutralität ähnlich intensiv wie vor der Energie-/Ukraine Krise weiterverfolgt. » Fördergelder werden nach dem Auslaufen der aktuellen Programme deutlich zurückgefahren (um die Mittel für andere Zwecke zu nutzen). » Die aktuellen Krisen treffen Deutschland fast so schlimm, wie teilweise erwartet. Trotz deutlicher Auswirkungen ist die Situation jedoch nicht von Dauer. » Es stellt sich heraus, dass eine nachhaltige Gesellschaft sich nicht mittelfristig etablieren wird, u.a. da andere Herausforderungen (Sicherheit, Inflation) in den Fokus rücken.
Erneuerbare	<ul style="list-style-type: none"> » Der Ausbau der Erneuerbaren nimmt nicht spürbar an Fahrt auf, sodass bis 2030 nur etwa zwei Drittel der Ziele erreicht werden können. Dies gilt in besonderem Maße für die Offshore Windenergie. » Aufgrund der Verlagerung der politischen/gesellschaftlichen Interessen wird der Stromnetzausbau ungenügend vorangetrieben. Daneben wird Deutschland in technologischer Hinsicht vom Ausland abgehängt, was einen weiteren lähmenden Einfluss nimmt.
Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> » Wasserstoff schafft es nur langsam, etablierte fossile Anwendungen zu ersetzen, da die benötigten Marktstrukturen nur verzögert entstehen. Anwendungen ergeben sich ähnlich wie im Szenario „Energiewende“, nur viel vereinzelter. Recht schnell etablieren sich wasserstoffverträgliche Gaskraftwerke. » Viele der aktuellen Wasserstoffprojekte werden nicht umgesetzt aufgrund schlechter werdender Bedingungen. Der deutliche Anstieg der Elektrolysekapazitäten verzögert sich und läuft dann eher linear ab. Ein „Tipping Point“ wie in den anderen Szenarien kommt erst sehr viel später.

Szenario „Energiewende“

Politik, Wirtschaft und Gesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> » Die aktuellen politischen Ausbauziele bleiben beim Status quo und werden entsprechend mit Gesetzesanpassungen unterstützt – jedoch nicht ohne einen gewissen Dissens. » Die Intensität der staatlichen Förderung wird auf gleichem Level beibehalten. Nachdem sich konkrete Marktstrukturen gebildet haben, wird die Förderung zurückgefahren. » Zwar bleibt die befürchtete Rezession in Deutschland aus, aber dennoch wird die inländische Wirtschaft gebremst. Mittelfristig ist jedoch eine gute Erholung zu erwarten. » Wie bisher nimmt das Nachhaltigkeitsbewusstsein zu, bleibt aber „Geschmackssache“ – viele Gesellschaftsschichten legen weiterhin keinen großen Wert darauf.
Erneuerbare	<ul style="list-style-type: none"> » Die Offshore Windenergie-Ziele werden deutlich verfehlt – es fehlt bis 2030 etwa ein fünftel der Leistung. Langfristigere Ziele können aber erfüllt werden. Ähnlich verhält es sich für andere Erneuerbare – dort weicht die Entwicklung aber weniger stark von den Zielen ab. » Der Stromnetzausbau wird zwar weiter verfolgt, kann jedoch mit dem Ausbau der Erneuerbaren nicht ganz Schritt halten. Deutschland bleibt ein forschungintensiver Standort, aber andere Länder stellen – v.a. langfristig – eine ernstzunehmende Konkurrenz dar.
Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> » Wasserstoff wird als zentrales Element der Sektorenkopplung genutzt. Anwendungen ergeben sich in großem Maße in der Industrie, wo Prozesse zunehmend umgestellt werden und in der Rückverstromung. Schnell etabliert sich Wasserstoff auch für den Schwerlastverkehr, später auch für die Schifffahrt und den Flugverkehr. » Die Elektrolysekapazität nimmt erst nahezu linear zu, bis sich sichere Marktstrukturen entwickelt haben. Erst dann beschleunigt sich das Wachstum spürbar.

Szenario „Klimaschutz“

Politik, Wirtschaft und Gesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> » Die politische Führung auf allen Ebenen verfolgt strikt das Ziel der Klimaneutralität, wofür entsprechende Ausbauziele und Gesetzesgrundlagen schnell geschaffen werden. » Fördermittel werden noch großzügiger als bisher verteilt, insbesondere für den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft und die Erforschung neuer Technologien. » Die Folgen der aktuellen nationalen/internationalen Krisen fallen weitaus weniger dramatisch als erwartet aus. Statt einer Rezession wächst die Wirtschaft spürbar. » Die bereits zu beobachtenden klimafreundlichen Strömungen nehmen an Fahrt auf und führen zu einer Gesellschaft, für die Nachhaltigkeit selbstverständlich ist.
Erneuerbare	<ul style="list-style-type: none"> » Die Ausbauziele für die Offshore Windenergie bis 2030 werden knapp verfehlt, danach kann dieser Rückstand jedoch mehr als wett gemacht werden. Für andere Erneuerbare Energien werden die Ziele von Anfang an übertroffen. » Durch den langfristig entstehenden Überschuss an EE-Energie wird es sehr attraktiv, Elektrolyseure (gekoppelt) zu betreiben.
Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> » Wasserstoff findet nahezu allumfassend Verwendung: selbst für die Gebäudewärme und den Individualverkehr gibt es viele Abnehmer. » Durch eine starke Förderung des Markthochlaufes steigen die Elektrolysekapazitäten bald schon schnell und stark an, sobald Skaleneffekte zum tragen kommen. » Der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft wird unterstützt vom ambitionierten Ausbau der Stromnetze sowie von regelmäßigen technologischen Innovationen, die am Forschungsstandort Deutschland durch ausgiebige Förderung und Bildung schnell verfügbar werden.

i Abgrenzung

Für die Prognose der Wertschöpfung werden die bereits in der Statuserhebung vorgenommenen Abgrenzungen fortgeführt. Zusätzlich werden einige der für die Prognose bzw. Szenarien betrachteten Variablen bzw. Prämissen abgegrenzt. Durch die – teilweise zunehmende – „Kopplung“ von Offshore Windenergie und Wasserstoffherzeugung gibt es potenziell eine Überschneidung bei Umsatz- und Beschäftigungszahlen. Anhand der recherchierten Marktteilnehmerliste wird ermittelt, welchen Umfang diese Überschneidung annimmt. Durch die Ermittlung dieses Werts kann angegeben werden, welche Wertschöpfung insgesamt – also in der Offshore Windenergie und der Offshore Wind-gekoppelten Wasserstoffwirtschaft – erzielt wird.

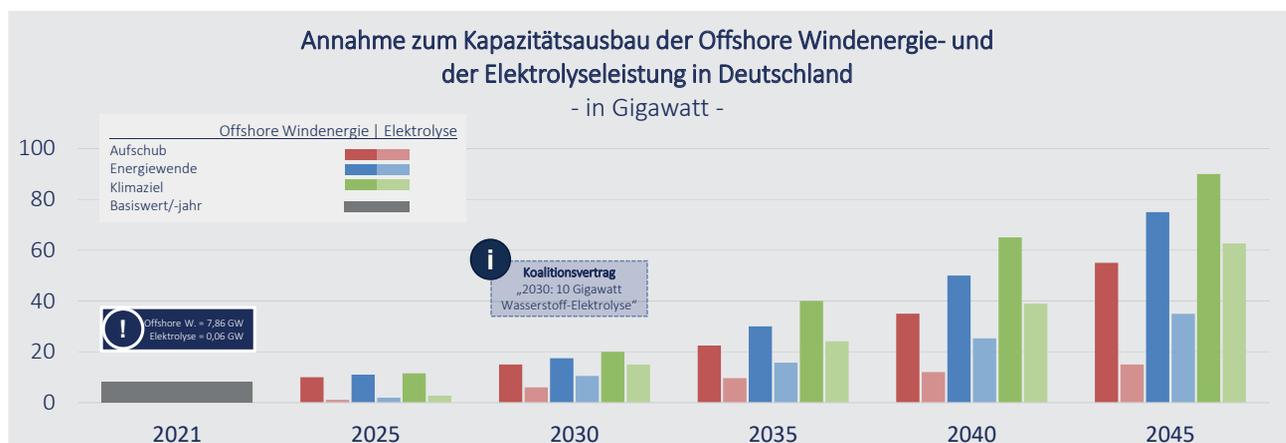
In der Betrachtung der Wertschöpfungskennzahlen der Wasserstoffwirtschaft werden, soweit eine Trennung sinnvoll möglich ist, insbesondere die Marktteilnehmer betrachtet, die Wasserstoffprodukte bzw. -dienstleistungen anbieten, die in

Zusammenhang mit Offshore Windenergie stehen. Dies betrifft insbesondere die Wasserstoffherzeugung, aber auch weitere Wertschöpfungsstufen, etwa die Anlagenplanung. Zusätzlich zur Wertschöpfung im Bereich Offshore Wind wird angegeben, welcher Teil dieser Wertschöpfung auf die Kopplung mit der Wasserstoffwirtschaft zurückzuführen ist, etwa durch Anlagen, deren erzeugter Strom ausschließlich für die Wasserstoffherstellung verwendet wird.

Eine räumliche Abgrenzung für Marktteilnehmer (zumeist Unternehmen), die nicht ausschließlich in Norddeutschland aktiv, dort aber ansässig sind, wird vereinfachend nicht vorgenommen. Wir gehen – auch auf der Basis der Erfahrungen vergleichbarer Studien – davon aus, dass die Umsatz- und Beschäftigungszahlen der Unternehmen innerhalb und außerhalb des Untersuchungsraums anteilmäßig grob ausgleichen. Dies soll in der – bereits geplanten – deutschlandweiten Analyse aber noch verifiziert werden.

Prognose der Marktentwicklung

Für die Prognose der Wertschöpfung wurden drei Szenarien modelliert, die das Ausbauziel bis 2045 definieren.



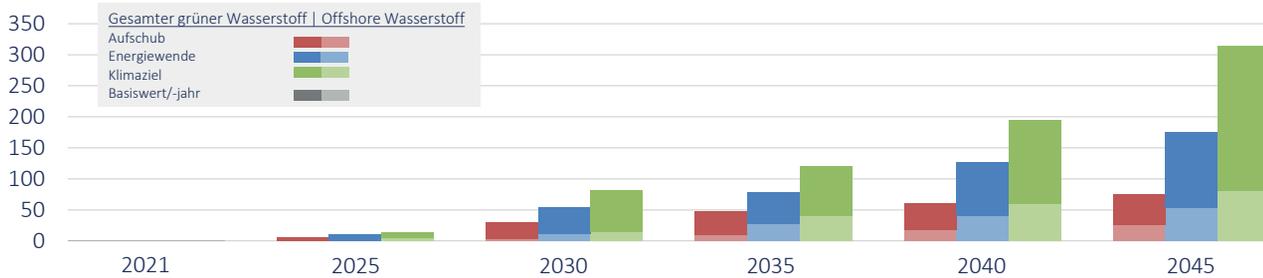
Die Prognose basiert auf den entsprechenden Zielen der Bundesregierung, bis 2045 wird ein Ausbau der Offshore Windenergie von 70 Gigawatt geplant. Aber auch in der Elektrolyse hat der Bund Ziele gesetzt: im ersten Schritt sollen zehn Gigawatt an Leistung bis 2030 erreicht werden.

Bis 2045 soll eine Elektrolysekapazität von maximal circa 62,5 Gigawatt im „optimistischen“ Szenario erreicht werden. Im Referenzszenario „Energiewende“ werden jedoch nur 35 Gigawatt bis 2045 möglich sein.

Der wichtige Unterschied für die starke Unterscheidung der Szenarien ist die (Offshore) Windenergie.

Produktion von grünem Wasserstoff in Deutschland

- in TWh -



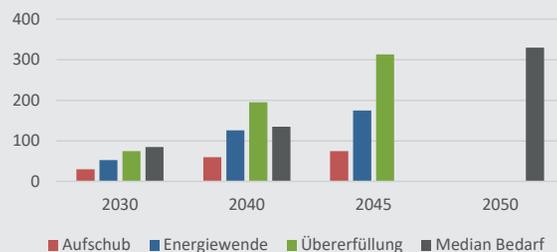
Bis 2045 könnten mehr als 300 TWh Wasserstoff pro Jahr inländisch mit der Elektrolyse aus grünem Strom erzeugt werden. Davon werden – abhängig vom Szenario – etwa ein Viertel bis ein Drittel aus der Offshore Produktion kommen.

- » Die Ermittlung der zukünftigen in Deutschland produzierten Wasserstoffmengen basiert auf der Prognose der installierten Leistung. Da ausschließlich die Elektrolyseleistung prognostiziert wird, kann auch nur die Menge des grünen Wasserstoffs angegeben werden. Dementsprechend werden andere „Farben“ – sollten sie noch in nennenswertem Umfang produziert werden – nicht berücksichtigt.
- » Weiterhin basiert die Einschätzung auf durchschnittlich 5.000 Volllaststunden in der Elektrolyse.
- » Nebenstehend werden die prognostizierten inländischen Erzeugungsmengen mit dem Median des Bedarfs (aus verschiedenen Studien) verglichen. Dabei fällt auf, dass der Bedarf i.d.R. nur im optimistischsten Szenario von der inländischen Produktion gedeckt werden kann.

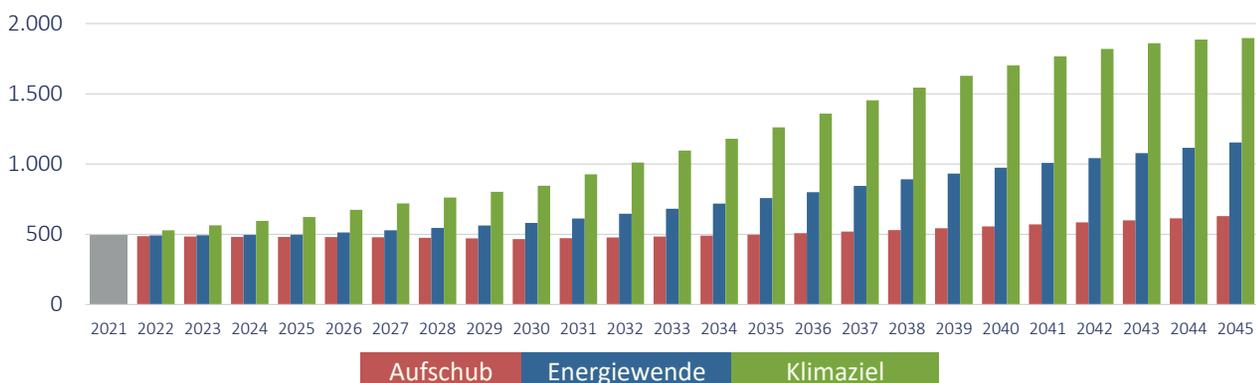
Prognose der erzeugten Wasserstoffmenge in 2045 - in verschiedenen Einheiten

	TWh	PJ	Mio. t	Mrd. Nm ³
Aufschub	75	270	2,25	25
Energiewende	175	630	5,25	58
Klimaziel	313	1.125	9,40	104

Vergleich von prognostizierter Wasserstoffherzeugung und Bedarf - in TWh -



Marktteilnehmer in der norddeutschen Wasserstoffwirtschaft



Die Anzahl der Marktteilnehmer wird sich höchstwahrscheinlich erhöhen; bei einem deutlich beschleunigten Hochlauf sogar um ein Vielfaches. Die höchsten Schätzungen gehen davon aus, dass Norddeutschland das nationale Zentrum der Wasserstoffwirtschaft wird.

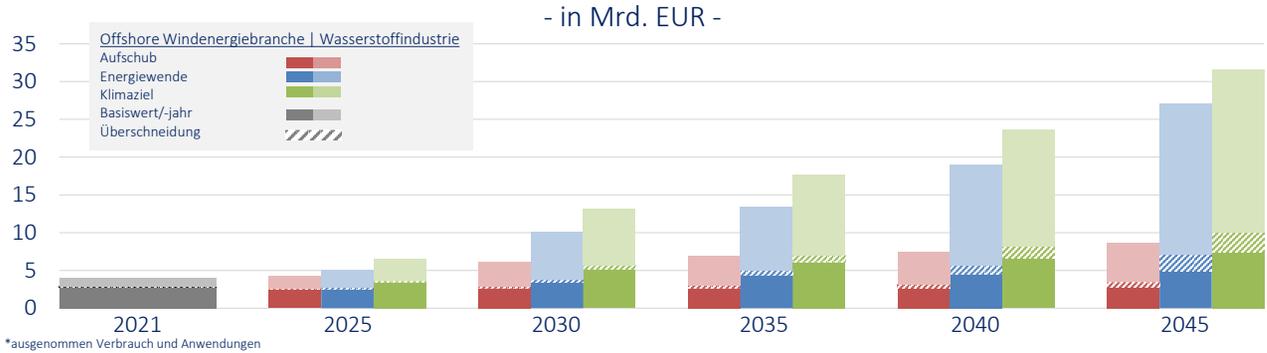
Beschäftigung, Umsatz und Gesteungskosten

Entwicklung der Beschäftigtenzahlen in der norddeutschen Offshore Windenergiebranche und der Wasserstoffindustrie*



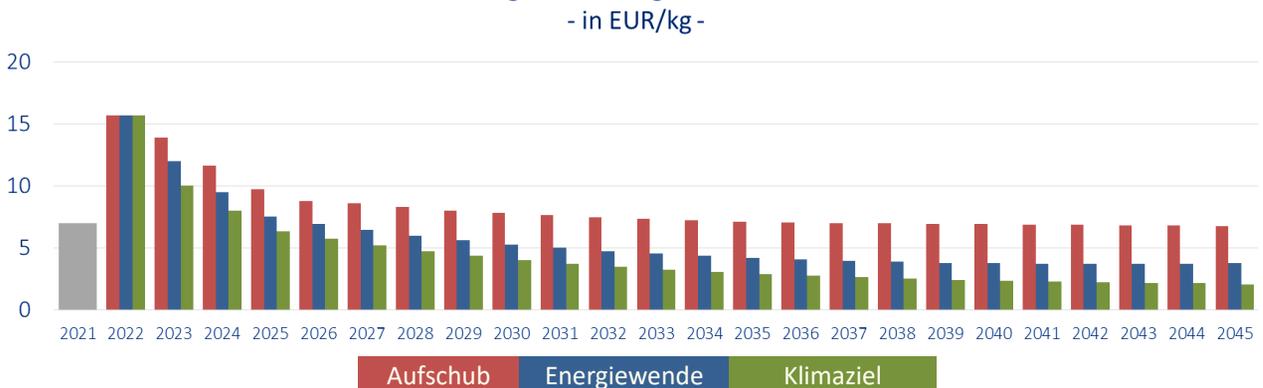
Aufgrund der Flaute beim Ausbau der Offshore Windenergie sinken die Beschäftigtenzahlen anfangs leicht – eine Ausnahme davon bildet das Szenario „Klimaschutz“. Für die Wasserstoffwirtschaft ist mit einer auch im „pessimistischen“ Fall mindestens stagnierenden Beschäftigtenzahl zu rechnen; wahrscheinlicher ist jedoch ein sehr deutliches Wachstum, das sich überproportional zur Entwicklung der Marktteilnehmerzahl verhält.

Umsatzentwicklung in der norddeutschen Offshore Windenergiebranche und der Wasserstoffindustrie*



Auch die Entwicklung des Umsatzes verhält sich in der Offshore Windbranche verhaltener als in der Wasserstoffwirtschaft, wobei beachtet werden muss, dass in ersterer bereits umfangreichere Strukturen bestehen. Im Szenario „Aufschub“ wird der Wasserstoffmarkt kaum wachsen; in den anderen beiden Szenarien ist jedoch mit dem Aufbau eines beachtlichen Marktvolumens zu rechnen.

Gesteungskosten für grünen Wasserstoff



Gegenwärtig liegen die Preise für grünen Wasserstoff – bedingt durch die Energiekrise – auf einem außergewöhnlich hohen Niveau. Besonders in den optimistischeren Szenarien ist aber mit rasch sinkenden Preisen zu rechnen. Bei einem optimalen Ausbau der erneuerbaren Energien und der Wasserstoffwirtschaft kann mit Preisen von 2 EUR/kg gerechnet werden.

Zusammenfassung

Die nachfolgend dargestellten Kernergebnisse der Studie basieren auf der vorliegenden Analyse. Sie stellen keine politischen Forderungen dar.

1

Auch zwei Jahre nach der Veröffentlichung der Nationalen Wasserstoffstrategie sind bislang nur rudimentäre Marktstrukturen vorhanden.

2

Wenn die Bedingungen stimmen (s.u.), kann sich die Wasserstoffwirtschaft in Norddeutschland zu einem bedeutenden Sektor entwickeln und

- zahlreiche Arbeitsplätze sowie eine signifikante Wertschöpfung generieren,
- langfristig zur Wirtschaftsleistung beitragen,
- einen fundamentalen Teil zum Gelingen der Energiewende leisten sowie
- (Nord-) Deutschland eine Vorreiterrolle in der Entwicklung und Herstellung von Wasserstofftechnologien garantieren.

3

Um den raschen und erfolgreichen Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft zu gewährleisten, müssen u.a. folgende Bedingungen vorhanden sein:

- Die rechtlichen Rahmenbedingungen müssen dem Markt einen hindernisfreien Hochlauf gewähren.
- Bis signifikante Markt- und Infrastrukturen existieren, müssen Förderprogramme Anreize für potenzielle Marktteilnehmer schaffen.
- Die Wasserstoffwirtschaft erfordert – gerade in der Anfangsphase – große personelle Ressourcen, die in der (recht) neuen Technologie geschult sein müssen. Dafür müssen neben der Bereitstellung von Fachkräften auch entsprechende Bildungsmöglichkeiten geschaffen werden.
- Auch die Gesellschaft und Anwohner im Besonderen müssen einen Teil beitragen, indem sie sich aufgeschlossen gegenüber Wasserstofftechnologien zeigen.
- Die Industrie muss politische Anreize annehmen und möglichst früh mit Projekten, Initiativen und Zusammenschlüssen den Willen zum Ausbau der Wasserstoffwirtschaft verdeutlichen. Dabei können v.a. „Leuchtturmprojekte“ eine beschleunigende Wirkung haben.

4

Weitere Entwicklungen ergeben sich aus der Betrachtung des Status quo und der Abschätzung des zukünftigen Marktes:

- Trotz der geplanten Etablierung umfangreicher inländischer Erzeugungskapazitäten müssen Importmöglichkeiten frühzeitig ausgelotet und mit entsprechenden Verträgen abgesichert werden.
- Neben dem Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft ist der Ausbau Deutschlands zu einem führenden Forschungs- und Entwicklungsstandort wichtig, um eine nachhaltig erfolgreiche Rolle in der internationalen Wasserstoffwirtschaft einzunehmen.
- Die bereits angestrebte Kopplung von Offshore Windenergie und Wasserstoffproduktion sollte weiter vorangetrieben werden, um die Potenziale, die in dieser gemeinsamen Technologie stecken, zu heben – insbesondere gilt dies für mögliche Kostensenkungen. Auch bei keiner direkten Kopplung ist die räumlich nahe Etablierung beider Strukturen sinnvoll, um Übertragungsverluste zu minimieren.
- Neue Technologien, insbesondere netzentlastende Lösungen/Speichertechnologien und leistungsstärkere Anlagen, sind auszubauen und zu stärken. Sie helfen bei der Wirtschaftlichkeit, der Netzverträglichkeit und der Sektorkopplung und tragen darüber hinaus selbst zur Wertschöpfung bei.



trend:research

trend:research GmbH
Parkstraße 123
28209 Bremen
Deutschland

Tel.: +49 (0)421 . 43 73 0-0
Fax: +49 (0)421 . 43 73 0-11
info@trendresearch.de
www.trendresearch.de

