



MITTELSTAND
GLOBAL
MARKTERSCHLIESSUNGS-
PROGRAMM FÜR KMU

Wasserstoff in Schottland

Handout zur Zielmarktanalyse

Geschäftsanhahnungsreise vom 23.09 bis zum
27.09.2024



Durchführer



IMPRESSUM

Herausgeber

AHP International GmbH & Co. KG

Text und Redaktion

AHP International GmbH & Co. KG

Stand

September 2024

Gestaltung und Produktion

AHP International GmbH & Co. KG

Bildnachweis

iStock

Mit der Durchführung dieses Projekts im Rahmen des Bundesförderprogramms Mittelstand Global/ Markterschließungsprogramm beauftragt:



Das Markterschließungsprogramm für kleine und mittlere Unternehmen ist ein Förderprogramm des:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



MITTELSTAND
GLOBAL
MARKTERSCHLIESSUNGS-
PROGRAMM FÜR KMU

Die Studie wurde im Rahmen des Markterschließungsprogramms für das Projekt Geschäftsanbahnungsreise Schottland Wasserstoffindustrie im Juli 2024 erstellt.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt.

Die Zielmarktanalyse steht der Germany Trade & Invest GmbH sowie geeigneten Dritten zur unentgeltlichen Verwertung zur Verfügung.

Sämtliche Inhalte wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen. Für Schäden materieller oder immaterieller Art, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen unmittelbar oder mittelbar verursacht werden, haftet der Herausgeber nicht, sofern ihm nicht nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden zur Last gelegt werden kann.

Inhalt

Inhalt	1
Abbildungsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	2
Abkürzungsverzeichnis	2
1 Abstract	3
2 Wirtschaftsdaten kompakt	4
2.1 Informations- und Unterstützungsangebote	10
2.2 AHK-Grossbritannien	10
3 Branchenspezifische Informationen	11
3.1 Allgemeine Informationen:	11
3.1.1 Energieproduktion und Konsum in Schottland.....	11
3.1.2 Regulatorischer Rahmen	13
3.2 Marktpotenziale und -chancen	15
3.2.1 On- und Offshore-Windindustrie.....	15
3.2.2 Carbon Capture Use and Storage - CCUS	15
3.2.3 Wasserstoffspeichertechnologie	16
3.2.4 Pipelinebau	16
3.2.5 Export und Importterminals.....	17
3.2.6 Wachstumsszenarien der britischen Offshore-Energieindustrie	18
3.3 Künftige Entwicklungen in den relevanten Segmenten und Nachfragesektoren	19
3.4 Aktuelle Vorhaben, Projekte und Ziele.....	22
3.4.1 Maßnahmen der britischen Regierung:.....	22
3.4.2 Maßnahmen der schottischen Regierung:.....	22
3.4.3 ETZ-Energy Transition Zone	22
3.4.4 Projekt Hydrogen Turbine 1 (HT1) (Vattenfall).....	22
3.4.5 Übersicht zur geographischen Verteilung von erneuerbaren Energien und potenzieller Wasserstoff-Hubs	23
3.5 Stärken und Schwächen des schottischen Wasserstoffmarktes.....	27
4 Kontaktadressen	28
Quellenverzeichnis	29

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich der Entwicklung der Zusammensetzung der Stromproduktion zwischen Schottland und England/Wales.....	11
Abbildung 2: Zusammensetzung der Stromproduktion nach Herkunft Schottland, England und Wales. 2022.....	11
Abbildung 3: Durch erneuerbare Energien generierte Bruttowertschöpfung und Beschäftigung, Schottland, 2021	12
Abbildung 4: Entwicklung der energiebezogenen Treibhausgasemissionen seit 1990	13
Abbildung 5: Anteil von erneuerbaren Energien am gesamten Energieverbrauch (FEC) nach Sektor, Schottland, 2021	13
Abbildung 6: Wachstumsszenarien der britischen Offshore-Energieindustrie	18
Abbildung 7: Mögliche Struktur eines Wasserstoffenergiesystems	19
Abbildung 8: Anteil von Wasserstoff am finalen Energieverbrauch des Sektors in %, verschiedene Szenarien bis 2050	21
Abbildung 9: Übersicht zu Anlagen zur Nutzung von erneuerbaren Energien und möglicher Wasserstoff-Hubs	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: GTAI-Informationen.....	10
Tabelle 2: Übersicht Behörden im Vereinigten Königreich.....	14
Tabelle 3: Übersicht Wasserstoff Hubs und Projekte	24
Tabelle 4: SWOT-Analyse.....	27

Abkürzungsverzeichnis

AHK	Auslandshandelskammer
CCU	Carbon Capture Use and Storage
ETZ	Energy Transition Zone
EU	Europäische Union
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunde
HSE	Health and Safety Executive
Ofgem	Office of Gas and Electricity Markets
TWh	Terrawattstunde

1 Abstract

Dieses Handout bietet deutschen Unternehmen einen umfassenden Einblick in die Wasserstoffindustrie Schottlands. Durch die Analyse der Marktchancen, aktuellen Projekte und Ziele werden potenzielle Chancen und Risiken für deutsche Unternehmen auf dem schottischen identifiziert.

Sowohl für die britische als auch für die schottische Regierung stellt Wasserstoff einen essenziellen Bestandteil zur Erreichung der geplanten Klimaziele dar. Beide Regierungen stellten Pläne zum Ausbau und zur Stärkung der Wasserstoffindustrie vor. Besonders die umfassenden Ressourcen an erneuerbaren Energien, vor allem im On- und Offshore-Windbereich liefern ein solides Fundament zur Entwicklung einer grünen Wasserstoffindustrie. Ferner existiert durch jahrzehntelange Erfahrung in der Öl- und Gasindustrie, ein umfassendes technisches Know-how im Bereich Offshore-Anlagenbau und Pipelinebau. Schottland plant zudem verstärkt die ausländische Nachfrage nach Wasserstoff zu bedienen. Die EU und Deutschland zeigen sich besonders interessiert an schottischem Wasserstoff und planen bereits erste Schritte zur Vertiefung der Beziehungen.

Der Strukturwandel kann jedoch nur durch einen nachhaltigen Ausbau lokaler Lieferketten und solider staatlicher Unterstützung gelingen. In vielen Bereichen der Lieferkette besitzt Schottland noch nicht ausreichend Kapazitäten, die zum Aufbau einer Wasserstoffindustrie nötig wären. Bleibt es bei bloßen Bekenntnissen der Regierungen zum Wasserstoffsektor, besteht die Gefahr, Anschluss an den globalen Markt zu verlieren und seine Chancen durch die Kapazitäten an erneuerbaren Energien ungenutzt zu lassen. Die letzten politischen Regierungswechsel in Schottland und dem Vereinigten Königreich können sich zwar positiv auf die Entwicklung der Industrie auswirken, doch zeigt sich die nationale wie globale politische Landschaft zunehmend als instabiler, wodurch schwer kalkulierbare Risiken und Unsicherheitsfaktoren entstehen.

Im Allgemeinen sind der Ausbau und die Unterstützung des Wasserstoffsektors im Vereinigten Königreich, insbesondere Schottland, logische und notwendige Schritte für alle Beteiligten. Für Europa ist bei erwartbarem steigendem Bedarf nach Wasserstoff und ungenügender eigener Produktionskapazitäten die Annäherung zu Schottland logisch. Für Schottland stellt die Wasserstoffindustrie eine einmalige Chance da, sich von der lange wirtschaftlich dominierenden Öl- und Gasindustrie zu lösen und zu einem globalen Player im Bereich Wasserstoff und erneuerbare Energien zu werden.

2 Wirtschaftsdaten kompakt

WIRTSCHAFTSDATEN KOMPAKT		
<h1>Vereinigtes Königreich</h1>		
Mai 2024		
Basisdaten		
Fläche (km ²)		243.610
Einwohner (Mio.)		2023: 67,7; 2028: 68,8*
Bevölkerungswachstum (%)		2023: 0,3; 2028: 0,3*
Bevölkerungsdichte (Einwohner/km ²)		2023: 279,1
Fertilitätsrate (Geburten/Frau)		2023: 1,6
Geburtenrate (Geburten/1.000 Einwohner)		2023: 10,0
Altersstruktur		2023: 0-14 Jahre: 17,2%; 15-24 Jahre: 11,5%; 25-64 Jahre: 51,8%; 65 Jahre und darüber: 19,5%
<i>Geschäftssprache</i>		<i>Englisch</i>
Rohstoffe	agrarisch	Weizen, Milch, Gerste, Zuckerrüben, Kartoffeln, Raps, Geflügel, Hafer, Schweinefleisch, Rindfleisch
	mineralisch	Kohle, Erdöl, Erdgas, Eisenerz, Blei, Zink, Gold, Zinn, Kalkstein, Salz, Ton, Kalk, Gips, Pottasche, Quarzsand, Schiefer
Gas - Produktion (Mrd. cbm)		2020: 39,6; 2021: 32,8; 2022: 38,2
Erdöl - Produktion (Tsd. bpd)		2020: 1.049; 2021: 874,1; 2022: 777,6
Gas - Reserven (Billionen cbm)		2020: 0,2
Erdöl - Reserven (Mrd. Barrel)		2020: 2,5
Währung	Bezeichnung	Pfund Sterling (£); 1 £ = 100 Pence
	Kurs (März 2024)	1 Euro = 0,855 £; 1 US\$ = 0,792 £
	Jahresdurchschnitt	2023: 1 Euro = 0,868 £; 1 US\$ = 0,804 £ 2022: 1 Euro = 0,855 £; 1 US\$ = 0,809 £ 2021: 1 Euro = 0,858 £; 1 US\$ = 0,727 £
Wirtschaftslage		
Bruttoinlandsprodukt (BIP, nominal)		
- Mrd. £		2023: 2.690*; 2024: 2.749*; 2025: 2.846*
- Mrd. US\$		2023: 3.345*; 2024: 3.495*; 2025: 3.685*
BIP/Kopf (nominal)		
- £		2023: 39.487*; 2024: 40.174*; 2025: 41.414*
- US\$		2023: 49.099*; 2024: 51.075*; 2025: 53.627*
BIP-Entstehung (Anteil an nominaler Bruttowertschöpfung in %)		2022: Handel/Gaststätten/Hotels 13,4; Bergbau/Industrie 12,2; Transport/Logistik/Kommunikation 10,3; Bau 6,2; Land-/Forst-/Fischereiwirtschaft 0,9; Sonstige 57,1

* vorläufige Angabe, Schätzung bzw. Prognose

-1-

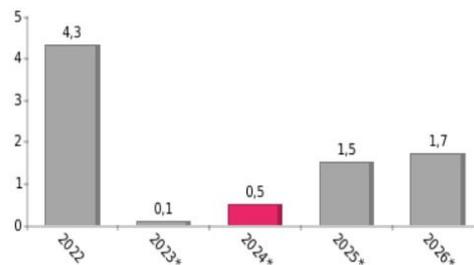
Handout Zielmarktanalyse Geschäftsanhaltungsreise Schottland Wasserstoff

BIP-Verwendung (Anteil an BIP in %) 2022: Privatverbrauch 61,9; Staatsverbrauch 21,0; Bruttoanlageinvestitionen 17,5; Bestandsveränderungen 1,0; Außenbeitrag -2,7

Wirtschaftswachstum

Bruttoinlandsprodukt

Veränderung in %, real



Wirtschaftswachstum nach Sektoren (% real)

2022: Transport/Logistik/Kommunikation 8,0; Bau 6,1; Handel/Gaststätten/Hotels 5,2; Land-/Forst-/Fischereiwirtschaft 1,1; Bergbau/Industrie -3,8

Inflationsrate (%)

2023: 7,3; 2024: 2,2*; 2025: 1,5*

Arbeitslosenquote (%)

2023: 4,0; 2024: 4,2*; 2025: 4,1*

Durchschnittslohn (£, brutto, Wochenlohn, Jahresdurchschnitt)

2021: 579; 2022: 615; 2023: 605

Haushaltssaldo (% des BIP)

2023: -6,0; 2024: -4,6*; 2025: -3,7*

Leistungsbilanzsaldo (% des BIP)

2023: -2,2*; 2024: -2,6*; 2025: -2,8*

Investitionen (% des BIP, brutto, öffentlich und privat)

2023: 18,4*; 2024: 16,8*; 2025: 17,2*

Ausgaben für F&E (% des BIP)

2019: 2,7; 2020: 2,9; 2021: 2,9

Staatsverschuldung (% des BIP, brutto)

2023: 101,1; 2024: 104,3*; 2025: 106,4*

Ausländische Direktinvestitionen

- Nettotransfer (Mio. US\$)

2020: 58.237; 2021: -71.174; 2022: 14.093

- Bestand (Mio. US\$)

2020: 2.656.647; 2021: 2.689.966; 2022: 2.698.563

- Hauptländer (Anteil in %, Bestand)

2021: USA 33,7; Niederlande 10,9; Luxemburg 6,1; Frankreich: 5,0; Japan 4,6; Sonstige 39,7

- Hauptbranchen (Anteil in %, Bestand)

2021: Finanzdienstl. 29,8; Wissenschaftliche und Technische Dienstleistungen 13,9; Handel u. Reparatur 8,5; Information und Kommunikation 6,8; Nahrungsmittel, Getränke u. Tabak 4,5; Logistik/Transport 4,4; Strom/Gas/Wasser 3,2; Metall/Maschinenbau 2,8; Erdöl/Chemie/Pharma 2,4; Sonstige 23,7

Währungsreserven (Mrd. US\$, zum 31.12.)

2021: 142,7; 2022: 125,7; 2023: 114,9

Auslandsverschuldung (zum 31.12.)

- Mrd. US\$

2021: 9.983; 2022: 9.006; 2023: 9.418

- Mrd. £

2021: 7.257; 2022: 7.286; 2023: 7.572

* vorläufige Angabe, Schätzung bzw. Prognose

-2-

Außenhandel

Warenhandel (Mrd. US\$, Veränderung zum Vorjahr in %, Abweichungen durch Rundungen)

	2021	%	2022	%	2023	%
Einfuhr	688,2	8,5	821,6	19,4	791,4	-3,7
Ausfuhr	470,5	18,9	535,1	13,7	520,8	-2,7
Saldo	-217,7		-286,5		-270,6	

Außenhandelsquote (Ex- + Importe/BIP in %)

2021: 36,9; 2022: 43,8; 2023: 39,2

Exportquote (Exporte/BIP in %)

2021: 15,0; 2022: 17,3; 2023: 15,6

Einfuhrgüter nach SITC (% der Gesamteinfuhr)

2023: Kfz und -Teile 11,2; Chem. Erzg. 10,2; Maschinen 10,1; Nahrungsmittel 8,0; Elektronik 7,0; Gold 6,1; Elektrotechnik 4,7; Erdöl 4,1; Textilien/Bekleidung 3,6; Petrochemie 3,4; Sonstige 31,6

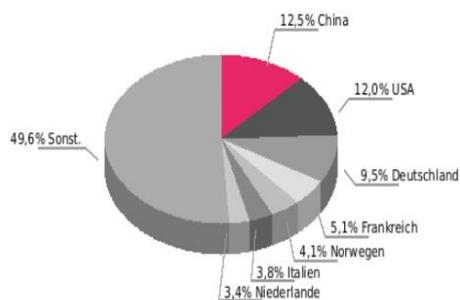
Ausfuhrgüter nach SITC (% der Gesamtausfuhr)

2023: Maschinen 16,2; Chem. Erzg. 13,6; Gold 12,7; Kfz und -Teile 9,2; Erdöl 4,0; Nahrungsmittel 3,8; Elektronik 3,2; Mess-/Regeltech. 3,1; Elektrotechnik 3,1; Sonstige Fahrzeuge 3,1; Sonstige 28,0

Hauptlieferländer

Hauptlieferländer

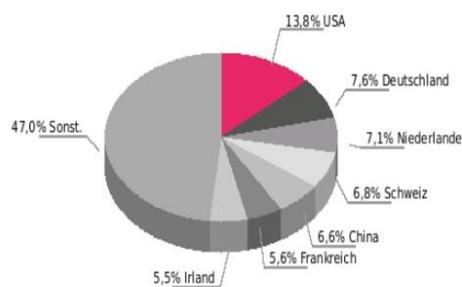
2023; Anteil in %



Hauptabnehmerländer

Hauptabnehmerländer

2023; Anteil in %



* vorläufige Angabe, Schätzung bzw. Prognose

-3-

Dienstleistungshandel (Mrd. US\$,
Veränderung zum Vorjahr in %,
Abweichungen durch Rundungen)

	2021	%	2022	%	2023*	%
Ausgaben	254,0	16,2	321,6	26,6	393,9	22,5
Einnahmen	473,9	18,9	506,6	6,9	584,2	15,3
Saldo	219,9		185,0		190,3	

WTO-Mitgliedschaft

ja, seit 01.01.1995

Freihandelsabkommen

Seit dem 01.01.2021 gilt das Handels- und Partnerschaftsabkommen mit der EU, zu weiteren bilateralen Abkommen siehe www.wto.org

Beziehung der EU zum Vereinigtes Königreich

Warenhandel EU-27 (Mrd. Euro,
Veränderung zum Vorjahr in %,
Abweichungen durch Rundungen)

	2021	%	2022	%	2023	%
Einfuhr der EU	147,6	-12,7	217,2	47,1	180,0	-17,1
Ausfuhr der EU	283,4	2,1	328,4	15,9	335,1	2,0
Saldo	135,7		111,2		155,1	

Dienstleistungshandel EU-27 (Mrd.
Euro, Veränderung zum Vorjahr in %,
Abweichungen durch Rundungen)

	2020	%	2021	%	2022	%
Ausgaben der EU	169,6	-5,7	175,7	3,6	210,6	19,9
Einnahmen der EU	187,3	-15,9	207,1	10,6	256,6	23,9
Saldo	17,7		31,4		46,0	

Einseitige EU-Zollpräferenzen

keine Präferenzregelungen

Beziehung Deutschlands zum Vereinigtes Königreich

Warenhandel (Mrd. Euro, Veränderung
zum Vorjahr in %, Abweichungen durch
Rundungen)

	2021	%	2022	%	2023*	%
dt. Einfuhr	32,2	-7,9	40,3	25,0	36,7	-9,0
dt. Ausfuhr	65,0	-3,1	73,8	13,5	78,5	6,4
Saldo	32,8		33,5		41,8	

Deutsche Einfuhrgüter nach SITC
(% der Gesamteinfuhr)

2023*: Maschinen 14,4; Kfz und -Teile 14,4; Chem. Erzeugnisse 13,9; Erdöl 12,6; Sonstige Fahrzeuge 8,6; Elektrotechnik 5,5; Mess-/Regeltechnik 3,1; NE-Metalle 3,1; Elektronik 2,9; Nahrungsmittel 2,0; Sonstige 19,5

* vorläufige Angabe, Schätzung bzw. Prognose

-4-

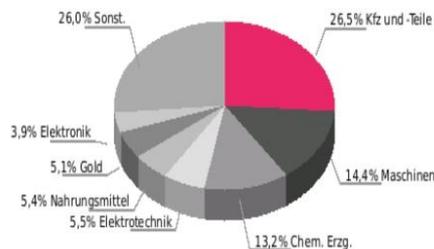
© Germany Trade & Invest 2024 - Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Handout Zielmarktanalyse Geschäftsanhaltungsreise Schottland Wasserstoff

Deutsche Ausfuhrgüter

Deutsche Ausfuhrgüter nach SITC

2023*; % der Gesamtausfuhr



Rangstelle bei deutschen Einfuhren

2023: 13 von 239 Handelspartnern*

Rangstelle bei deutschen Ausfuhren

2023: 8 von 239 Handelspartnern*

Dienstleistungshandel (ohne Reiseverkehr) (Mrd. Euro, Veränderung zum Vorjahr in %, Abweichungen durch Rundungen)

	2021	%	2022	%	2023	%
Ausgaben	30,1	18,5	33,5	11,2	35,9	7,2
Einnahmen	29,0	8,3	32,1	10,7	31,8	-0,9
Saldo	-1,1		-1,4		-4,1	

Deutsche Direktinvestitionen (Mio. Euro)

- Bestand

2020: 97.380; 2021: 108.123; 2022: 114.442

- Nettotransfer

2021: 30.045; 2022: 13.249; 2023: 19.195*

Direktinvestitionen des Vereinigten Königreichs in Deutschland (Mio. Euro)

- Bestand

2020: 36.933; 2021: 48.391; 2022: 55.814

- Nettotransfer

2021: 33.044; 2022: 1.397; 2023: 38.273*

Doppelbesteuerungsabkommen

Es gilt das mit dem Vereinigten Königreich geschlossene Abkommen vom 30.03.2010; in Kraft seit 30.12.2010; letzte Änderung vom 12.01.2021.

Anzahl wichtiger vom Bund geförderter Auslandsmessen

2024: 4

Weitere Informationen unter:

www.auma.de/de/ausstellen/messen-finden --> Erweiterte Suche

Auslandshandelskammer

London, <https://grossbritannien.ahk.de/>

Deutsche Auslandsvertretung

London, <https://uk.diplo.de/>

Auslandsvertretung des Vereinigten Königreichs in Deutschland

Berlin, www.gov.uk/world/germany

* vorläufige Angabe, Schätzung bzw. Prognose

-5-

Klimaindikatoren

Treibhausgasemissionen (tCO ₂ eq. pro Kopf)	2010: 9,7; 2020: 6,1
Treibhausgasemissionen (Anteil weltweit in %)	2010: 1,3; 2020: 0,9
Emissionsintensität (tCO ₂ eq. pro Mio. US\$ BIP)	2010: 243,8; 2020: 149,1
Erneuerbare Energien (Anteil am Primärenergieangebot in %)	2011: 4,0; 2021: 12,6
Emissionsstärkste Sektoren (2020, nur national, Anteil in %)	Transport: 24,4; Elektrizität/Wärme: 22,5; Gebäude: 21,2

Infrastruktur

Straßennetz (km, befestigt)	2022: 416.461
Schiennetz (km, alle Spurbreiten)	2020: 16.390
Mobiltelefonanschlüsse	2022: 1.208 pro 1.000 Einwohner
Internetnutzer	2021: 967 pro 1.000 Einwohner
Stromverbrauch/Kopf (kWh)	2022: 4.314

Einschätzung des Geschäftsumfeldes

Hermes Länderkategorie	keine Risikoeinstufung
Corruption Perceptions Index 2023	Rang 20 von 180 Ländern
Sustainable Development Goals Index 2023	Rang 11 von 193 Ländern

Weitere Informationen zu Wirtschaftslage, Branchen, Geschäftspraxis, Recht, Zoll, Ausschreibungen und Entwicklungsprojekten können Sie unter www.gtai.de/vk abrufen.

Für die Reihe Wirtschaftsdaten kompakt werden die folgenden Standardquellen verwendet: ADB, AUMA, BMF, BMWK, BMZ, BP, Bundesbank, CIA, Climatewatch, Destatis, Euler Hermes, Europäische Kommission, Eurostat, FAO, IEA, IWF, OECD, SDSN, United Nations, UN Comtrade, UNCTAD, UN-Stats, Transparency International, Weltbank. Zum Teil wird zudem auf nationale und weitere internationale Quellen zurückgegriffen.

Quellen: *Germany Trade & Invest* bemüht sich, in allen Datenblättern einheitliche Quellen zu nutzen, so dass die Daten für unterschiedliche Länder möglichst vergleichbar sind. Die **kursiv gedruckten Daten** stammen aus nationalen Quellen oder sind für das jeweilige Land in unserer Standardquelle nicht verfügbar. Dies ist bei einem Vergleich dieser Daten mit den Angaben in Datenblättern zu anderen Ländern zu berücksichtigen.

Germany Trade & Invest ist die Wirtschaftsförderungsgesellschaft der Bundesrepublik Deutschland. Die Gesellschaft sichert und schafft Arbeitsplätze und stärkt damit den Wirtschaftsstandort Deutschland. Mit über 50 Standorten weltweit und dem Partner Netzwerk unterstützt *Germany Trade & Invest* deutsche Unternehmen bei ihrem Weg ins Ausland, wirbt für den Standort Deutschland und begleitet ausländische Unternehmen bei der Ansiedlung in Deutschland.

Ihre Ansprechpartnerin bei Germany Trade & Invest:
Charlotte Hoffmann
 T +49 (0)228 249 93-259
charlotte.hoffmann@gtai.de

Germany Trade & Invest Standort Bonn
 Villemombler Straße 76
 53123 Bonn
 Deutschland
 T +49 (0)228 249 93-0
trade@gtai.de
www.gtai.de

Germany Trade & Invest Hauptsitz
 Friedrichstraße 60
 10117 Berlin
 Deutschland
 T +49 (0)30 200 099-0
invest@gtai.com
www.gtai.com

* vorläufige Angabe, Schätzung bzw. Prognose

-6-

© Germany Trade & Invest 2024 - Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

2.1 Informations- und Unterstützungsangebote

Tabelle 1: GTAI-Informationen

GTAI-Informationen zum Vereinigten Königreich	Link
Prognosen zu Investitionen, Konsum und Außenhandel	Wirtschaftsausblick von GTAI
Potenziale kennen, Risiken richtig einschätzen	Link zur SWOT-Analyse
Länderspezifische Basisinformationen zu relevanten Rechtsthemen im Vereinigten Königreich	Link zu Recht kompakt
Kompakter Überblick rund um die Wareneinfuhr in Vereinigten Königreich	Link zu Zoll und Einfuhr kompakt

2.2 AHK-Grossbritannien

Weitere Unterstützungsangebote erhalten Unternehmen bei dem Delegiertenbüro der deutschen Wirtschaft in Grossbritannien mit Sitz in London (AHK) unter <https://grossbritannien.ahk.de/>. Wenn es um Geschäftskontakte zwischen UK und Deutschland geht, ist die AHK mit einem starken Netzwerk ein idealer Partner. Die AHK unterstützt Unternehmen bei der Erschließung des Marktes und dem Aufbau von Geschäftskontakten mit potenziellen Kunden für ihre Produkte und Dienstleistungen.

3 Branchenspezifische Informationen

3.1 Allgemeine Informationen:

3.1.1 Energieproduktion und Konsum in Schottland

Um ein umfassenderes Bild der aktuellen Lage des schottischen Wasserstoffmarkts und seiner möglichen Entwicklungschancen zu zeichnen, soll zunächst ein kurzer Überblick über die Energie- und Elektrizitätsproduktion sowie ihr Konsum gegeben werden. Besonders im Bereich der Elektrizitätsproduktion durch Windkraft nimmt Schottland schon länger eine Vorreiterrolle auf dem globalen Markt ein. Seit 2010 wird die schottische Stromproduktion umstrukturiert. Im Jahr 2009 machten erneuerbare Energien nur knapp 20 % der Elektrizitätsproduktion aus, so sind es im Jahr 2022 bereits über 70 %, bei einem etwa gleich starken Elektrizitätsbedarf. Im Vergleich zum Rest des Vereinigten Königreiches aber auch zu vielen EU-Staaten werden damit Maßstäbe gesetzt. Hier entstammen nur 36 % bzw. 39 % des Stroms aus erneuerbaren Energien. Dabei konnte, neben einem vollständigen Verzicht auf Kohle, auch der Anteil an nuklearem Strom stark reduziert werden.

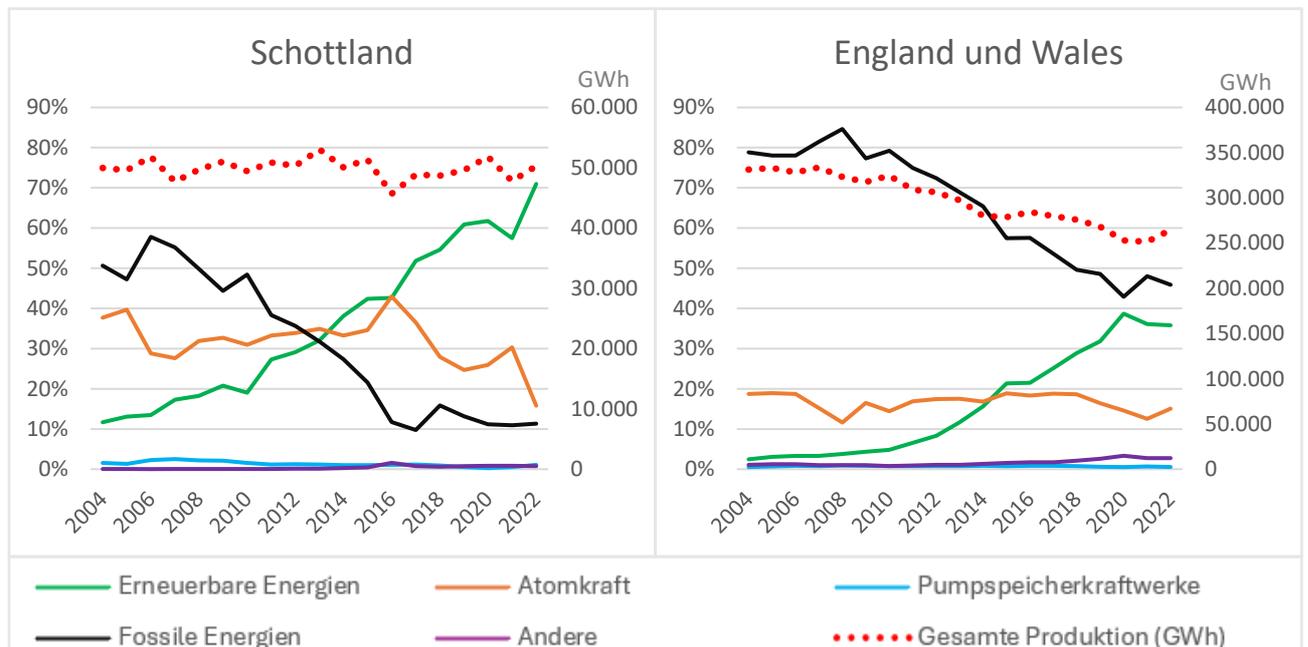


Abbildung 1: Vergleich der Entwicklung der Zusammensetzung der Stromproduktion zwischen Schottland und England/Wales

Quelle: Eigene Darstellung nach Scottish Energy Statistics Hub, 2024

Bei genauerer Betrachtung der Zusammensetzung der Stromproduktion, zeigt sich die Stärke der schottischen Windkraft. Über 50 % des Stroms werden durch sie produziert. In England und Wales machen sie keine 20 % der Produktion aus. Schottland nutzt seine vorhandenen Windressourcen daher deutlich effizienter als die anderen Teile des Vereinigten Königreiches (vgl. Abbildung 2).

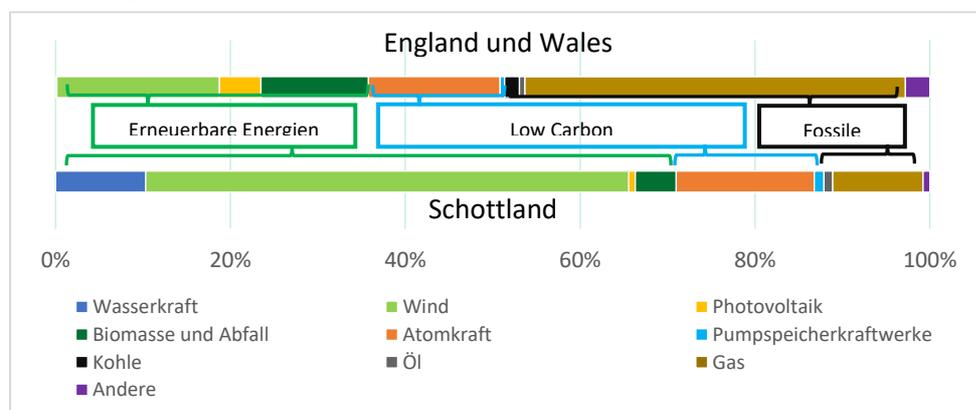


Abbildung 2: Zusammensetzung der Stromproduktion nach Herkunft Schottland, England und Wales. 2022

Quelle: Eigene Darstellung nach Scottish Energy Statistics Hub 2024

Im Bereich erneuerbare Energien sind 2021 über 30.000 Menschen direkt oder indirekt beschäftigt, über 8.000 davon in der on- und über 10.000 in der Offshore-Windenergie. Auch wirken sich diese Beschäftigungszahlen positiv auf die wirtschaftliche Entwicklung Schottlands aus. Durch den Sektor erneuerbare Energien wird, inklusive induziertem, ein Mehrwert von ca. 4,8 Milliarden Pfund generiert. Der mit Windkraft direkt und indirekt verbundene Mehrwert beträgt allein 2,9 Milliarden Pfund. Aufgrund begrenzter Datenverfügbarkeit sind diese Zahlen zwar mit Vorsicht zu genießen, doch liefern sie einen guten Eindruck für den Sektor erneuerbare Energien in Schottland und seine Auswirkungen auf die restliche Wirtschaft (vgl. Abbildung 3).¹

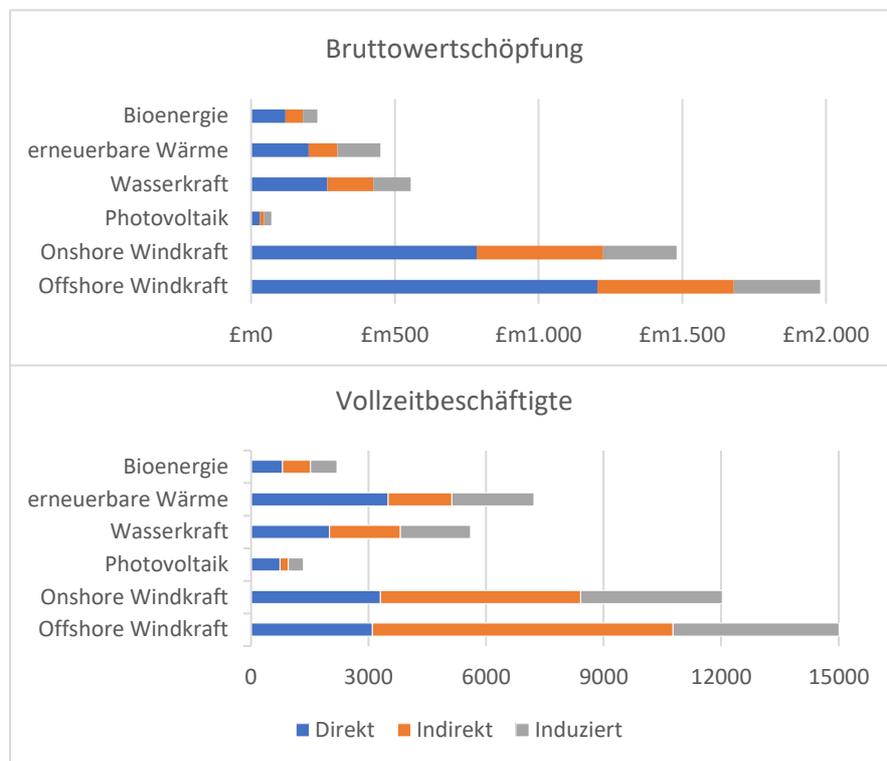


Abbildung 3: Durch erneuerbare Energien generierte Bruttowertschöpfung und Beschäftigung, Schottland, 2021

Quelle: eigene Darstellung nach Fraser of Allander Institute 2023

Die CO₂-Emissionen aus dem Bereich Elektrizität konnten konsequenterweise seit 1990 stark reduziert werden. Der Rückgang fällt jedoch nahezu ausschließlich auf Reduktionen im Ausstoß von Treibhausgasen in der Elektrizitätsproduktion. In den Bereichen Industrie, Heizen und Transport besteht noch Nachholbedarf (vgl. Abbildung 4). Der Energieendverbrauch des Landes, also die vom Endverbraucher genutzte Energie, zeigt die fehlende Dekarbonisierung in anderen energieintensiven Bereichen auf. 2021 lag der Anteil von grünem Strom am Energieendverbrauch bei 20 %, obwohl die Elektrizität zu 70 % durch erneuerbare produziert wird. Dieser relativ niedrige Anteil resultiert aus dem hohem, CO₂ intensiven Energieverbrauch des Heiz- und Transportsektors, der den Großteil der CO₂-Emissionen für Schottland ausmacht. Nur 3,9 % (Heizen) und 1,4 % (Transport) des Energieendverbrauchs der Sektoren stammt aus erneuerbaren Quellen. Mit einem gesamten Anteil von 25,4 % erneuerbarer Energien am Energieendverbrauch liegt man zwar über dem EU-Schnitt von 21,9 %, doch der Nachholbedarf in den Bereichen Heizen und Transport ist unbestreitbar (vgl. Abbildung 5).

¹ Fraser of Allander Institute (2023)

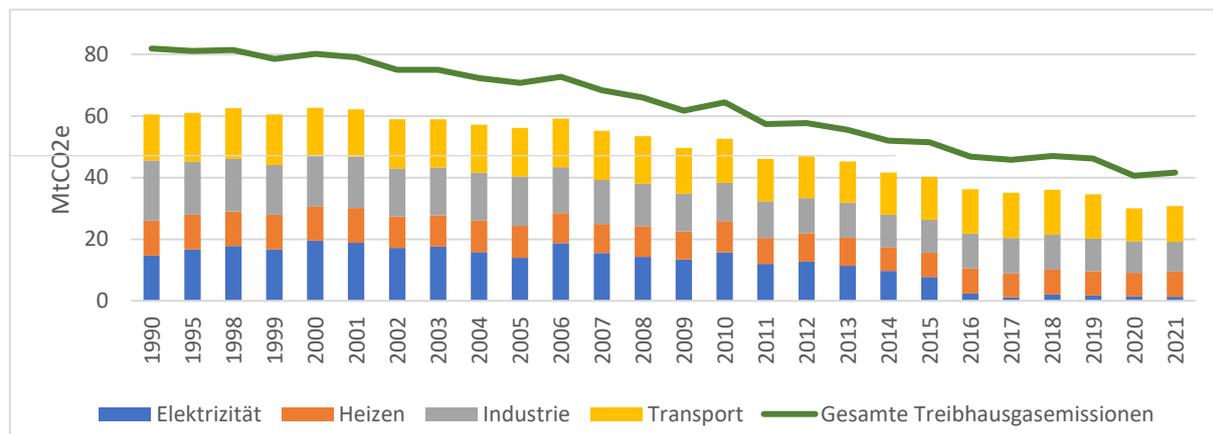


Abbildung 4: Entwicklung der energiebezogenen Treibhausgasemissionen seit 1990

Quelle: eigene Darstellung nach Scottish Energy Statistics Hub 2024

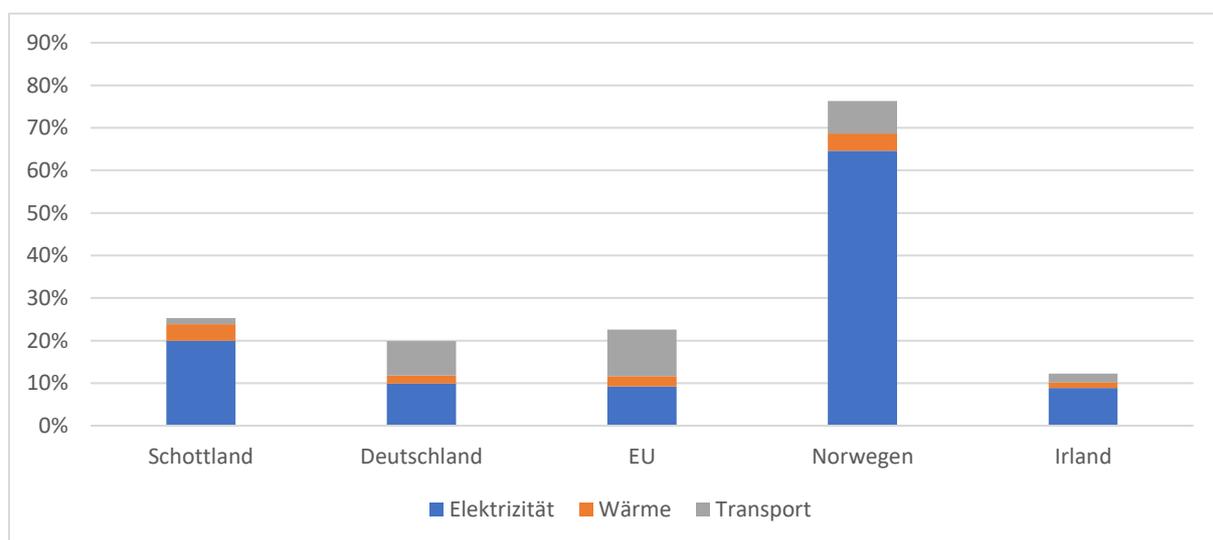


Abbildung 5: Anteil von erneuerbaren Energien am gesamten Energieverbrauch (FEC) nach Sektor, Schottland, 2021

Quelle: eigene Darstellung nach Scottish Energy Statistics Hub 2024; Eurostat 2024, Kelly et. al. 2024

3.1.2 Regulatorischer Rahmen

Allgemein

Im Vereinigten Königreich existieren bisher wenig bis keine spezifischen Gesetze bezüglich Wasserstoff. Stattdessen sind die gesetzlichen Vorgaben einzuhalten, die auf sonstige Gase zutreffen. Wasserstoff ist nach dem „[Gas Act](#)“ von 1986 als eines dieser Gase definiert. Der Markt wird von der „Ofgem“ (Office of Gas and Electricity Markets) reguliert. Laut dem „Gas Act“ benötigt jedes Unternehmen, welches in der Gasversorgung, dem Transport oder dem Pipelinebetrieb tätig ist oder Intelligente Messsysteme einsetzt eine Lizenz der Ofgem-Behörde. Im Rahmen dieser Lizenz ist ein Plan zur Aufnahme der lizenzierten Tätigkeiten vorzulegen sowie eine Risikobewertung durch die Ofgem-Behörde durchzuführen. Zudem beinhaltet der Lizenzierungsprozess auch die Einhaltung und Akzeptierung folgender Industriestandards:

1. [„The Uniform Network Code“](#): Reguliert die Vereinbarungen zwischen Gastransporteurern und Kunden.
2. [„Independent Gas Transporter Uniform Network Code“](#): Reguliert die unabhängigen Gastransporteurern um die Erweiterung des Netzes zu harmonisieren.
3. [„Supply Point Administration Agreement“](#): Dient der Vereinfachung der Verwaltung von Lieferpunkten,

insbesondere im Hinblick auf den Wechsel des Gaslieferanten.

4. [„Retail Energy Code“](#): Ermöglicht es Konsumenten, den Energielieferanten zu wechseln.

Infrastruktur

Da große Wasserstoffprojekte meist national bedeutsame Infrastrukturprojekte sind, ist eine Entwicklungsgenehmigung nach dem [„Planning Act“](#) von 2008 erforderlich. Bei kleineren Projekten oder Pipelines kann die Genehmigung auf lokaler Ebene durch den [„Town and Country Planning Act“](#) von 1990 geregelt werden. Vor der Errichtung von Speicheranlagen oder von Pipelines müssen diese nach der [„Town and Country Planning \(environmental Impact Assessment\) Regulations“](#) von 2017 auf potenzielle Umweltauswirkungen geprüft werden.

Gesundheit und Sicherheitsvorschriften

Als Gas ist Wasserstoff streng durch das HSE (Health and Safety Executive) reguliert. Nach den [„Gas Safety Management Regulations“](#) von 1996 muss jeder Gastransporteur der HSE ein Sicherheitsnachweis vorlegen, welcher mögliche Risiken identifiziert und Strategien zur Vermeidung und Kontrolle vorstellt. Vorschriften zum Pipelinebau sind durch die [„Pipeline Safety Regulations“](#) von 1996 festgeschrieben. Unter anderem beinhaltet diese vorgeschriebene Notabschaltventile und Zugänge zur Wartung. Die Speicherung von Wasserstoff ist in den [„Hazardous Substances Regulations“](#) von 2015 und den [„Control of Major Accident Hazards Regulations 2015“](#) geregelt. Durch sie sollen schwerwiegende Unfälle verhindert und potenzielle Folgen für Mensch und Umwelt limitiert werden. Bei der Speicherung von mehr als 2 Tonnen Wasserstoff ist eine behördliche Erlaubnis einzuholen, eine erneute Bestätigung ist ab einer Speichermenge von 5 Tonnen notwendig. Vorschriften zu Ausrüstung und Sicherheitssystemen sind in den [„Dangerous Substances and Explosive Atmosphere Regulations“](#) von 2002 enthalten.²

Tabelle 2: Übersicht Behörden im Vereinigten Königreich

Behörde	Funktion
Town and Country Planning Authority – Lokale Behörden	<ul style="list-style-type: none"> - Regelt die Landnutzung - Führt Umweltverträglichkeitsprüfungen durch - In der Regel Gefahrstoffbehörde für Lagerung
Health & Safety Executive – Behörde für Gesundheit und Sicherheit	<ul style="list-style-type: none"> - Bewertet die Entscheidungen der lokalen Behörden - Unterzeichnet die Fahrerausbildung
UK Vehicle Certification Agency – Fahrzeugzertifizierung	<ul style="list-style-type: none"> - Genehmigt Wasserstofffahrzeuge
North Sea Transition Authority (ehem. Oil and Gas Authority) – Öl und Gasbehörde	<ul style="list-style-type: none"> - Regelt den Bau neuer Pipelines und deren Stilllegung
Ofgem	<ul style="list-style-type: none"> - Reguliert das Gasnetzwerk

Quelle: eigene Darstellung nach Majumder-Russel und Rihoy 2021

² Majumder-Russel und Rihoy (2021)

3.2 Marktpotenziale und -chancen

Der schottische grüne Wasserstoffmarkt ist mit einem geplanten Produktionspotential von 126 Terrawattstunden (TWh) im Jahr 2045 einer der wichtigsten Treiber zu Dekarbonisierung der Energiewirtschaft. Das Vereinigte Königreich plant bis 2030 ihre momentanen Wasserstoffkapazitäten von 5 GW auf 10 GW zu verdoppeln. Die Hälfte dieser 10 GW soll grüner Wasserstoff sein. Die schottische Regierung sieht vor, bis 2030 5 GW an grünem und blauem Wasserstoff zu installieren und 25 GW bis zum Jahr 2045. 5 GW Produktionskapazität entsprechen einer jährlich verfügbaren Menge von 450.000 Tonnen Wasserstoff für nationalen und internationalen Gebrauch.

Im Jahr 2045 sollen 3,3 Millionen Tonnen Wasserstoff jährlich produziert werden können.³ Ein signifikanter Teil dieser Produktionskapazitäten, 2,5 Millionen Tonnen, stehen dem restlichem Vereinigten Königreich und anderen Ländern zur Verfügung. Allein Deutschlands Importbedarf könnte nach Schätzungen bei 45 bis 90 Terrawattstunden im Jahr 2030 liegen.⁴ Auch für die EU ist Wasserstoff ein essenzieller Bestandteil zur Erreichung der Klimaneutralität und zur Gestaltung einer Unabhängigeren Energieversorgung. Nach dem Projekt „REPowerEU“ sollen bis 2030 10 Millionen Tonnen grüner Wasserstoff in der EU produziert und weitere 10 Millionen Tonnen importiert werden. Das Vereinigte Königreich und Schottland sind dabei naheliegende Partner und somit für die EU und Deutschland ein wichtiger Bestandteil auf dem Weg zur Klimaneutralität. Erste Schritte zur engeren Kooperation wurden bereits auf der deutsch-britischen Wasserstoff-Konferenz im September 2023 durch gemeinsame Absichtserklärungen unternommen. Auch für die eigenen Klimaziele des Vereinigten Königreichs und Schottlands spielt Wasserstoff eine wichtige Rolle. Das Vereinigte Königreich strebt bis zum Jahr 2050 eine Klimaneutralität an und Schottland ambitioniert fünf Jahre früher klimaneutral zu werden. Bis 2030 will Schottland seine Treibhausgasemissionen um 75 % im Vergleich zu 1990 reduzieren. Besonders im Transportsektor könnte Wasserstoff eine wichtige Rolle einnehmen. Je nach Prognoseszenario wird ein Bedarf von 0,43 – 1,19 TWh im Jahr 2030 bzw. 4,45 – 14,83 TWh im Jahr 2045 erwartet.⁵ Je nach Produktionskapazitäten und internationaler Nachfrage beträgt die Bruttowertschöpfung zudem zwischen 5 Milliarden Pfund und 25 Milliarden Pfund. Zwischen 70.000 und 300.000 Vollzeitstellen könnten durch die Wasserstoffindustrie bis 2045 entstehen bzw. geschützt werden. Zudem werden nach Schätzungen bis zu 200 Milliarden Pfund für den britischen Offshore-Energiesektor nötig, um die Energiewende zu vollziehen.⁶ Es existiert daher eine von öffentlicher Seite gestützte Nachfrage nach einem Aufbau einer starken britischen Wasserstoffindustrie.

Des Weiteren stimuliert der geplante Ausbau der Wasserstoffindustrie auch andere, teils eng verknüpfte Branchen. Im Folgenden soll ein Überblick über relevante Sektoren gegeben werden, die essenziell zur Umsetzung der Ausweitungspläne sind.

3.2.1 On- und Offshore-Windindustrie

Der schottische Elektrizitätsbedarf könnte zudem zu genüge durch die Windressourcen gedeckt werden. Durch die geografische Lage hat das Land optimale Bedingungen für die Nutzung von Windenergie. Bis 2030 sollen die Kapazitäten entsprechend erweitert werden. Die Onshore-Windkapazitäten um weitere 12 GW erweitert werden, Offshore soll die Kapazität um 9 GW steigen. Das Vereinigte Königreich will seine Offshore-Kapazitäten auf 50 GW ausweiten. Schottland würde damit potenziell 22 % der Offshore-Windproduktion stellen. Dieses Ausbauprojekt generiert entsprechenden Bedarf in verschiedenen Bereichen. Neben einem notwendigen Ausbau des Stromnetzes ist auch die britische Versorgungskette nicht optimal für ein solches Vorhaben gerüstet. In Schottland sind zwar über 9.000 Unternehmen an der Lieferkette der Windenergie angesiedelt, doch fehlt es besonders an Turbinen- und Rotorblätterproduzenten.⁷

3.2.2 Carbon Capture Use and Storage - CCUS

CCUS-Technologie spielt eine zentrale Rolle in der Erreichung der angestrebten Wasserstoffproduktionskapazitäten. Im Ausbauprozess der Produktionskapazitäten wird blauer Wasserstoff eine zentrale Rolle einnehmen. Damit einhergehend besteht ein wachsender Bedarf nach entsprechenden Speichertechnologien für entstehendes CO₂. Bisher

³ The Scottish Government (2022)

⁴ Hoffmann (2023)

⁵ Ricardo (2023)

⁶ Energy Transition Institute (2023)

⁷ Scottish Development Agency (2024)

wurden in Schottland keine Gebiete von der britischen Regierung für CCUS freigegeben. Die schottische Regierung plant aber fest mit der Nutzung der Technologie und treibt entsprechende Maßnahmen zur Genehmigung und Clusterbildung voran. In der ersten Phase der Clusterbildung durch die britische Regierung bekam das schottische Acorn-Projekt im Nord-Osten jedoch nur einen Reservestatus. Eine Zuteilung eines Clusters für Schottland wird zwar in der zweiten Phase erhofft, doch wann diese durchgeführt wird, ist momentan unklar. Im schottischen Gebiet gibt es zahlreiche, gut kartografierte, ungenutzte Öl und Gasspeicher, welche sich zur CO₂-Speicherung eignen würden. Auch kann zum Transport zu den entsprechenden Speichern die alte Öl- und Gas Infrastruktur genutzt werden. Neben CO₂ steht auch die Speicherung anderer Treibhausgase im Raum. Die Industrie befindet sich jedoch noch in einer frühen Entwicklungsphase. Im Vereinigten Königreich gibt es kaum Fabriken, die die nötige Maschinerie zur Kompression von CO₂ herstellen. Dieser Bedarf wird größtenteils durch Importe gedeckt werden müssen.

3.2.3 Wasserstoffspeichertechnologie

Der Ausbau der Wasserstoffindustrie kreiert auch verstärkte Nachfrage zur Speicherung von Wasserstoff. Insbesondere durch den Fokus auf Wasserstoffexporte ist eine Erweiterung und Diversifizierung der Speicherkapazitäten unabdingbar. Die ausgebaute Infrastruktur muss dem Bedarf eines solchen Marktes gerecht werden. Prinzipiell kann hierbei in fünf verschiedene Speicherfunktionen unterschieden werden:

1. Speicher zur lokalen Verteilung und optimierten Betriebsablauf:
Um die ausgebauten Kapazitäten auch lokalen Nutzern zur Verfügung zu stellen, bedarf es der Errichtung entsprechender kleinerer Speicher, um dadurch z.B. Wasserstofftankstellen unabhängiger von der Produktion zu machen.
2. Pufferspeicher zur Optimierung der Auslastung von Wasserstoffproduktionsstellen:
Damit die Auslastung von Produktionsstellen (oder die Versorgung von Produktionsstellen die dauerhaft laufen müssen) gewährleistet werden kann, könnten Pufferspeicher, die zwischen einer Wasserstoffquelle und einem Produktionswerk geschaltet sind, Vorteile bringen. Das Speichervolumen ist in dem Fall abhängig von der Kapazität des Werkes.
3. Speicher zur Schnellbeladung von Schiffen:
Um einen effizienteren Export zu gewährleisten, muss die Verladung auf Transportschiffe entsprechend optimiert werden. Diese Speicher dienen zum Ausgleich signifikant unterschiedlicher Produktions- und Verladeraten. Die dauerhafte, aber niedrigere Produktionsrate muss an die zwar nur periodisch stattfindende, aber dafür deutlich höhere Verladerate angepasst werden. Speicher mit einem Mindestvolumen von einer Schiffsladung sind daher sinnvoll.
4. Pufferspeicher zum Ausgleich von Pipelinekapazitäten:
Pipelines unter höherer Kapazitätsauslastung zu betreiben ist wirtschaftlich sinnvoll. Durch entsprechende vorgelagerte Speichersysteme kann eine solche höhere Auslastung möglich werden.
5. Speicher zum Ausgleich von saisonalen Abweichungen in Angebot und Nachfrage:
Wasserstoffproduktion und Nachfrage können stark abhängig sein von saisonalen Faktoren. Damit sowohl eine dauerhafte Versorgung der Nachfrage bei niedriger Produktion, oder auch eine dauerhafte Produktion bei niedrigerer Nachfrage gewährleistet werden kann, sind Massenspeicher für Wasserstoff unabdingbar.

3.2.4 Pipelinebau

Da bis zu 60 % der angestrebten Wasserstoffproduktionskapazitäten ins Ausland exportiert werden soll, ist ein entsprechender Ausbau einer Transportinfrastruktur von Nöten. Neben der Erweiterung der Transportkapazitäten via Seeweg spielen Pipelines, insbesondere in Richtung Deutschland und Niederlande eine zentrale Rolle zur Erschließung des europäischen Absatzmarktes. Das bisherige Pipelinennetz in der Nordsee eignet sich nach der „Bacton Energy Hub, OGTC Re-Use of Offshore Pipelines for Hydrogen“ Studie nur bedingt zum Wasserstofftransport. Ein Neubau von Pipelines ist unabdingbar und wird von jeder Stelle als zwangsläufig angesehen. Einen Umbau der Gaspipelines zu Wasserstoffpipelines ist zwar technisch, jedoch im Zeitrahmen bis 2030/2040 kaum praktisch möglich. Auch wird angenommen, dass der Wasserstoffsektor deutlich langlebiger ist und die Lebenserwartungen der Gas- und Ölpipelines weit übertrifft. Ein Neubau wäre daher früher oder später zwangsläufig fällig. Die alten Pipelines könnten jedoch als Speicher infrage kommen. Nach Schätzungen könnten auf 100km Pipeline mit einem Durchmesser von 32 Zoll und einem Druck von 100 bar 16 GWh Brennwert gespeichert werden. Zudem ist die Nordsee durch die Öl- und Gaspipelines sehr gut vermessen. Das alte Netzwerk kann daher als Orientierung für neue Pipelines dienen. Als Einspeisungsorte könnten bereits existierende Gasterminals genutzt werden. Auch ein Bau neuer Einspeisungsstellen in unmittelbarer Nähe zu Wasserstoffproduktionsstellen wäre möglich. Neben Kompressionsanlagen zur Verdichtung

vom Wasserstoff bedarf es hier auch zusätzlicher Druckentlastungseinrichtungen zur schnellen, sicheren Entleerung der Pipelines bei potenziellen Lecks.

3.2.4.1 Wissenstransfer Öl- und Gasindustrie

Schottland erschloss in den 1970er nach und nach die Öl- und Gasvorkommen vor ihrer Küste. Der daraus resultierende Wirtschaftsschub prägte die Strukturen im Land nachhaltig. Öl und Gas wurden zu wichtigen Exportgütern. Aktuell exportiert das Land immer noch 71 % seiner Gas- und 82 % seiner Ölproduktion. Durch den Klimawandel und die notwendige Reduktion der Treibhausgasemissionen steht der Industrie jedoch ein Strukturwandel bevor. Jeder dreißigste erwerbstätige Schotte ist im Offshore-Energiebereich tätig, im Nord-Osten Schottlands sogar jeder fünfte.⁸ Der Ausbau der Wasserstoffproduktion birgt jedoch enorme Chancen für diese Industrie. Ein signifikanter Teil des technischen Know-hows ist, auch für mit der Wasserstoffindustrie verknüpfte, Industrien anwendbar. Besonders im Offshore-Anlagenbau, sowohl für Windräder als auch CO₂-Speicher und im Pipelinebau, weist der schottische Arbeitsmarkt eine durchaus nutzbare Grundlage auf. Schwimmende Windräder sind konzeptuell zum Beispiel sehr ähnlich zu in der Öl- und Gasindustrie verwendeten Designs. Die Bevölkerung Schottlands hat zudem die Wichtigkeit des Strukturwandels erkannt und steht ihm offen gegenüber. 38 % sehen die Wasserstoffindustrie als den wichtigsten schottischen Wirtschaftszweig der Zukunft.⁹ Die Wasserstoffindustrie könnte Schottland daher zum größten Wirtschaftsschub seit der Erschließung der schottischen Öl- und Gasvorhaben

3.2.5 Export und Importterminals

Der Transport von Wasserstoff via Schiff ist in den meisten Fällen teuer. Am kosteffektivsten ist kurzfristig wahrscheinlich der Transport von Ammoniak als Energieträger für Wasserstoff. Ammoniak wird global bereits gehandelt, die Transsport- und Verladeinfrastruktur ist entsprechend entwickelt. Die Produktion von grünem Ammoniak ist noch unausgereift, doch entwickelt sich das Feld schnell. Die meisten Ammoniakfrachtschiffe haben eine Kapazität von 22.500 bis 60.000 m³, größere mit Kapazitäten von bis zu 80.000m³ sind in Produktion. Mit letzteren wäre bei einer Transportstrecke von 1000km eine Exportrate von 1500 Tonnen Wasserstoff pro Tag möglich. In Schottland stehen einige Häfen mit nutzbarer Infrastruktur zur Verfügung. In diesen wird bisher meist Öl, flüssige Chemikalien oder Flüssiggas verladen. Am ehesten in Frage kommen würden Sullom Voe, Flotta und Grangemouth. Auch auf dem europäischen Festland wäre ein Aus- und Umbau der Häfen von Nöten. Neben Emden, besonders attraktiv durch seine kurze Distanz zu Schottland und daraus resultierenden Kostenvorteilen, kommen auch andere Häfen wie Rotterdam, Wilhelmshaven oder Hamburg in Frage. All diese Städte planen und fördern den Ausbau der lokalen Wasserstoffindustrie.

⁸ Energy Transition Institute (2024)

⁹ Scottish Renewables (2024)

3.2.6 Wachstumsszenarien der britischen Offshore-Energieindustrie

Die folgende Übersicht gewährleistet einen Überblick zu verschiedenen Wachstumsszenarien der britischen Offshore-Energieindustrie, die ein zentraler Bestandteil der Entwicklung der Wasserstoffindustrie ist. Damit die selbstgesteckten Ziele erfüllt werden, bedarf es konsequenter Unterstützung von öffentlicher Seite zur Transformation des Sektors. Besonders der Jobmarkt rückt hierbei in den Fokus. Verfehlt das Land seine Ziele zum Ausbau erneuerbarer Energien im Offshore-Bereich, könnte dies gleichbedeutend mit einer Stagnation bzw. Rückgang der verfügbaren Stellen auf dem Arbeitsmarkt sein.

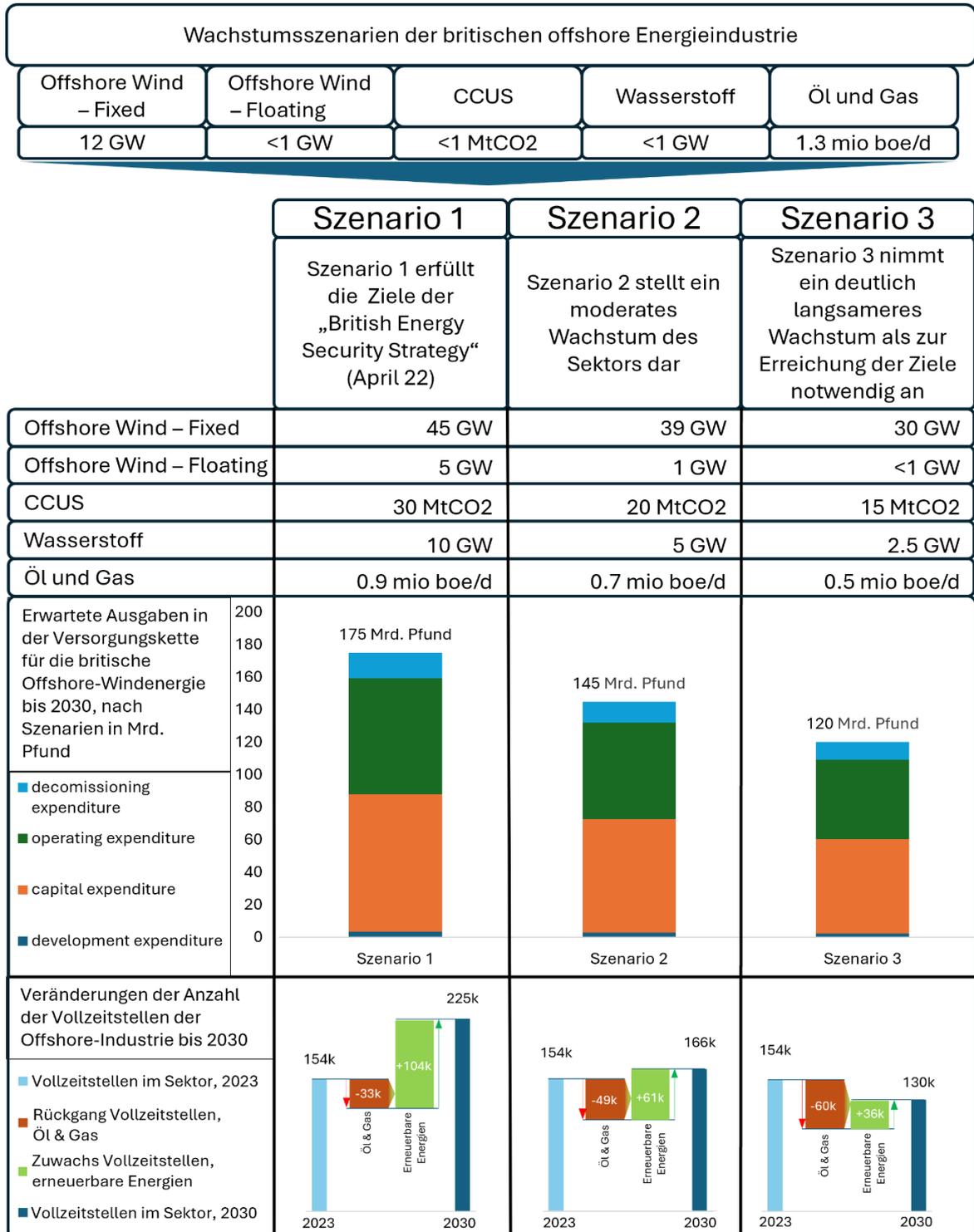


Abbildung 6: Wachstumsszenarien der britischen Offshore-Energieindustrie

Quelle: eigene Darstellung nach Energy Transition Institute 2023

3.3 Künftige Entwicklungen in den relevanten Segmenten und Nachfragesektoren

Sowohl Global als auch auf europäischer und britischer Ebene kann von einer steigenden Nachfrage von Wasserstoff ausgegangen werden. Je nach Penetrationsstärke der Wasserstofftechnologie kann Global bis 2050 von einem Bedarf von 2.400 – 27.500 TWh ausgegangen werden, für Europa zwischen 233 und 2.251 TWh und für das Vereinigte Königreich von 50 – 700 TWh. Besonders auf europäischer Ebene in der Industrie und im Transportbereich könnte Wasserstoff einen signifikanten Teil des Energieendverbrauchs stellen (vgl. Abbildung 8). Diese Nachfrage resultiert aus der Notwendigkeit der Dekarbonisierung und Elektrifizierung des Transports- und Heizsektors und der Industrie. Besonders bei letzterem ist Wasserstoff vielseitig einsetzbar. Momentan wird grauer Wasserstoff schon in großen Mengen genutzt, müsste aber durch grünen Wasserstoff ausgetauscht werden. Es ergeben sich aber auch in dem Sektor durchaus neue Möglichkeiten zur Verwendung von Wasserstoff. Unter anderem zur Hitzegenerierung, besonders im höheren Bereich, oder auch in der Stahlproduktion könnte Wasserstoff eingesetzt werden. Ein signifikanter Teil der Wasserstoffanwendungsfälle wird im Industriesektor als „no regret“ klassifiziert. Zur Anwendung von Wasserstoff in diesen Fällen gibt es kaum technisch anwendbare oder schlicht nicht verfügbare Alternativen. Durch den kompetitiven Markt müssen jedoch die grünen Wasserstoffalternativen auch finanzierbar sein, damit die Firmen auf dem globalen Markt nicht in einen Wettbewerbsnachteil geraten.

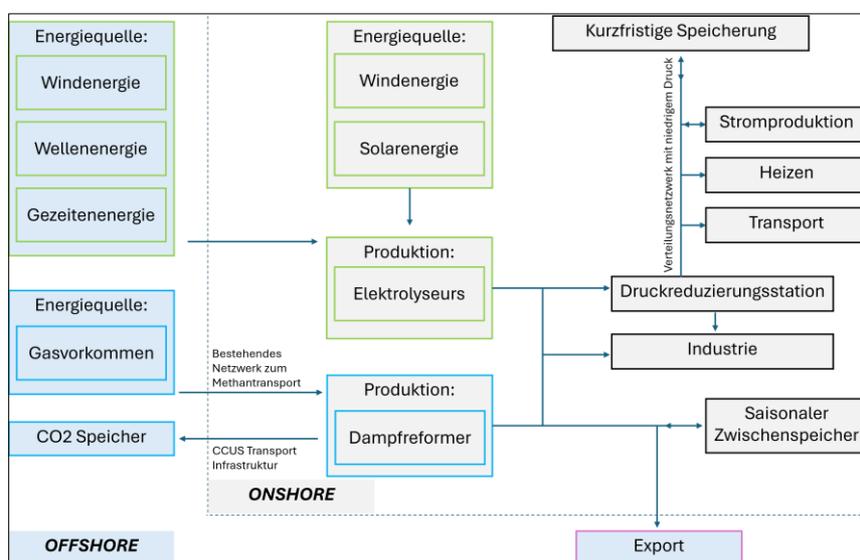


Abbildung 7: Mögliche Struktur eines Wasserstoffenergiesystems

Quelle: eigene Darstellung nach Scottish hydrogen assessment, 2020

Da der Investitionszyklus mit 30 – 40 Jahren aber vergleichsweise lang ist, ist der Druck auf die Industrie hoch, die Transition entsprechend früh zu vollziehen. Dies stimuliert die Nachfrage ungemein. Auch im Bereich Gebäude und Wohnen gibt es Potential für Wasserstoff. Für Länder ohne, oder mit nur schwach ausgebaute Wärmenetze könnte der Gebrauch von Wasserstoff zum Heizen anstelle von Öl oder Gas eine Alternative darstellen. Besonders bei älteren Gebäuden mit schlechter Isolierung könnte Wasserstoff zum Tragen kommen. Die Installation von Wärmepumpen gestaltet sich hier oftmals als schwierig. Auch belasteten Wärmepumpen aufgrund ihres Elektrizitätsbedarfs besonders in heizintensiven Monaten das Stromnetz stark. Ein umfassender Ausbau der Kapazitäten des Stromnetzes wäre daher von Nöten. Kombiniert mit der vergleichsweise teuren Installation von Wärmepumpen, könnte ein wasserstoffbasierter Ansatz kosteneffektiver sein.

Die genaue Berechnung solcher Szenarien gestaltet sich aber aufgrund von Kalkulationsunsicherheiten des Investitionsvolumen als problematisch. Eine Kombination beider Technologien erscheint als am effizientesten. Zumal Heizen mit Wasserstoff nicht lange so Energieeffizient ist wie das Heizen mit anderen Methoden. Wasserstoff kann beim Heizen von Gebäuden durchaus eine Rolle einnehmen, doch genaue Prognosen sind aufgrund der Komplexität des Sektors und der Varianz in Gebäudetypen und Ländern schwer zu treffen. Im Transportsektor spielt Wasserstoff eine entscheidende Rolle. Das Interesse an klimaneutralen Treibstoffen steigt seit längerem. Besonders attraktiv ist Wasserstoff als Treibstoff für schwerere Fahrzeuge und nicht elektrifizierte Züge und Schiffe. Im Vergleich zu Fahrzeugen mit Batterieantrieb bietet Wasserstoff vor allem Vorteile in Reichweite und Ladezeiten. Betrachtet man

jedoch die Energieeffizienz schneidet Wasserstoff deutlich schlechter ab, da in der Produktions- und Prozesskette mehr Schritte nötig sind. Batteriefahrzeuge haben eine Energieeffizienz von 77 %, Fahrzeuge mit Wasserstofftankzellen nur eine von 34 % und Fahrzeuge mit PtX Verbrennungsmotoren nur eine von 14 %. Im Bereich Passagiertransport sind daher Prognosen schwer zu treffen und die Zukunft der Wasserstoffnutzung nicht vorherzusehen. Schwerer Gütertransport über lange Distanzen könnte jedoch von Wasserstoff als Treibstoff profitieren. Die Batterien für größere Güterfahrzeuge wären deutlich größer und schwerer als wasserstoffbasierte Alternativen. Zudem verstärken sich die Vorteile in Ladezeit und Reichweite umso mehr, desto größer die Fahrzeuge werden. Für die Schiene wäre Wasserstoff eine mögliche Option für Strecken mit geringer Taktfrequenz. Hier könnte eine Ausweitung der Stromtrassen kostentechnisch über der Nutzung von Wasserstoff als Treibstoff liegen. Wasserstoff könnte zudem im Lufttransport genutzt werden, wobei die „International Air Transport Association“ die Möglichkeiten als eher gering einschätzt. Im maritimen Sektor besteht das größte Potential für die Nutzung von Wasserstoff im Gebrauch von Ammoniak als Treibstoff.¹⁰

¹⁰ Riemer et. al (2022)

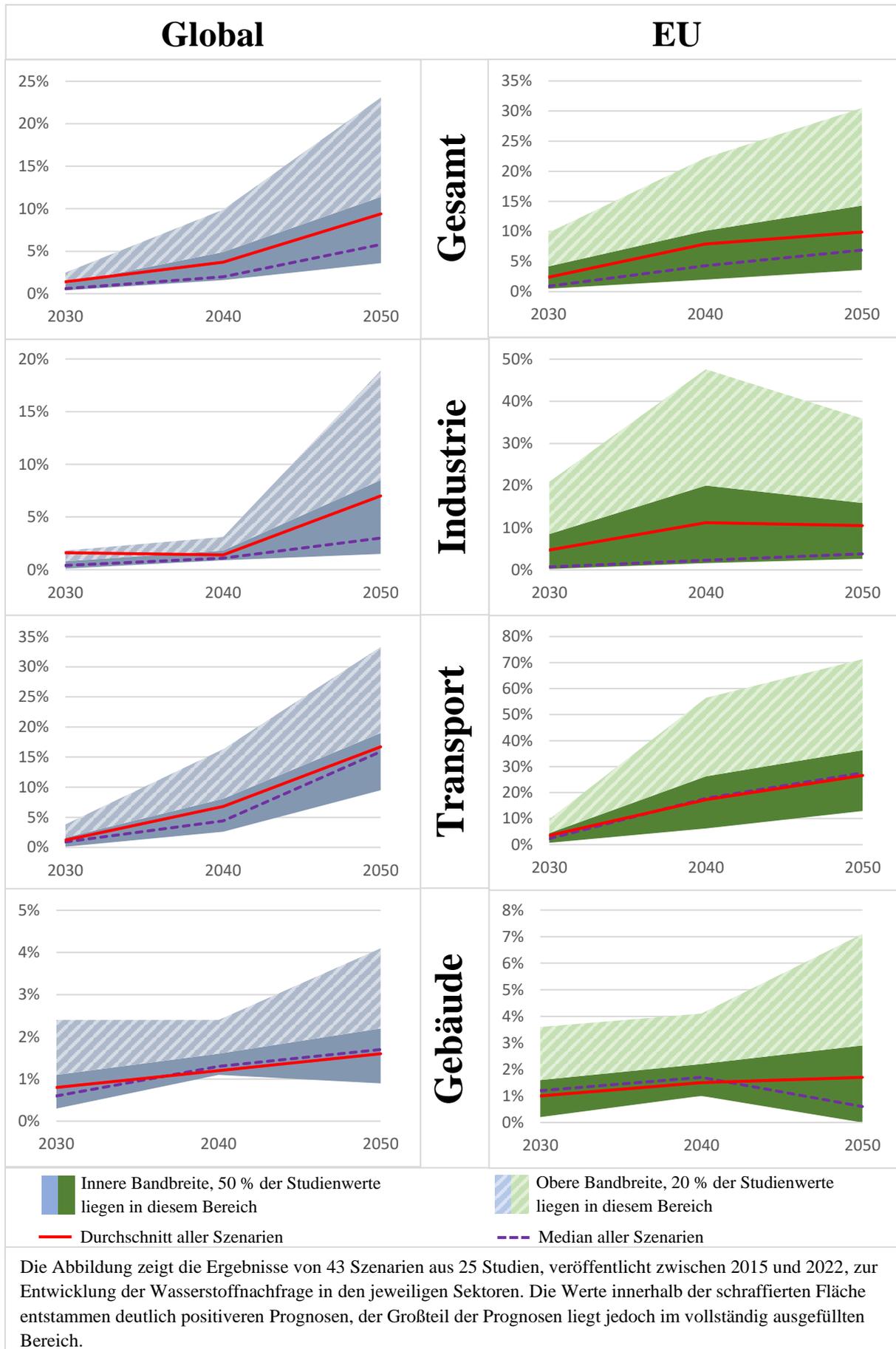


Abbildung 8: Anteil von Wasserstoff am finalen Energieverbrauch des Sektors in %, verschiedene Szenarien bis 2050

Quelle: eigene Darstellung nach Riemer, Matia, Zheng, Lin et al. 2022

3.4 Aktuelle Vorhaben, Projekte und Ziele

Durch das öffentliche Interesse an einem Ausbau der Wasserstoffindustrie existiert auch eine hohe Anzahl an öffentlichen und privaten Projekten, die im Folgenden kurz vorgestellt werden sollen.

3.4.1 Maßnahmen der britischen Regierung:

Die britische Regierung veröffentlichte 2021 ihre „Hydrogen Strategy“. Durch sie soll das Vereinigte Königreich zu einem globalen Führer in der Wasserstoffindustrie werden. Zu Beginn der 2020er sollen kleinere Produktionsstellen aufgebaut und Wasserstoff im kleinen Maße als Treibstoff für Busse und Züge genutzt werden. Ab 2025 soll eine erste Produktionsstelle mit hohen Produktionskapazitäten zur Verfügung stehen. Zudem soll Wasserstoff im Gütertransport genutzt und ein kleines Pipelinetzwerk aufgebaut werden. Bis 2030 sollen mehrere, große Produktionsstellen entstehen, welche auf ein großes Netzwerk an Pipelines zurückgreifen können. Wasserstoff soll zudem umfassend in der Industrie, Energieproduktion und dem Transport von Gütern genutzt werden. Ab 2030 ist die weitere Ausweitung der Produktion geplant, sowie die Nutzung von Wasserstoff von nahezu allen Endverbrauchern. Dafür wurde unter anderem im August 2021 ein Fond mit einem Volumen von 2 Milliarden Pfund aufgesetzt, um den sich, neben anderen emissionsarmen Technologien, auch Wasserstoffprojekte bewerben können. Weitere 100 Millionen Pfund stehen der Schwerindustrie als Unterstützung zur Verfügung, um auf Treibstoffe mit niedrigem Treibhausgasemissionsfaktor zu wechseln. Zur Entwicklung und Umsetzung von emissionsarmen Wasserstoffprojekten stehen 240 Millionen Pfund durch den „Net Zero Hydrogen Fund“ bereit. Für erste CO₂ neutrale Wasserstoffprojekte stehen 100 Millionen Pfund bereit. Die britische Infrastrukturbank stellt zudem 12 Milliarden Pfund für Infrastrukturprojekte zur Verfügung, wobei Wasserstoff hier eine Priorität darstellt.¹¹

3.4.2 Maßnahmen der schottischen Regierung:

Im schottischen „Hydrogen Action Plan“ werden die Ziele für den Ausbau der Wasserstoffproduktionskapazitäten festgelegt und mögliche Maßnahmen zur Erreichung dieser vorgeschlagen. Hierfür wurde der „Emerging Energy Technologies Fund“ aufgesetzt. Mit 180 Millionen Pfund sollen bis 2025/26 entsprechende Infrastrukturprojekte unterstützt und privates Kapital angesiedelt werden. Unter anderem wurden Anfang 2023 90 Millionen Pfund für potenzielle Wasserstoffprojekte zu Verfügung gestellt. Durch das „Hydrogen Innovation Scheme“ steht Projekten, die Technologien im Bereich grüner Wasserstoff entwickeln, ein Topf von 10 Millionen Pfund zur Verfügung. Des Weiteren soll der regulatorische Rahmen erneuert und die lokale Industrie in der Nutzung von Wasserstoff unterstützt werden. Zudem wird das „Hydrogen Backbone Link“-Projekt von der schottischen Regierung finanziert. Dieses untersucht die notwendige Infrastruktur für den kosteneffizienten Wasserstofftransport per Pipeline nach Europa und analysiert die Umstellung der bestehenden Öl- und Gasinfrastruktur. Im nächsten Schritt soll der Bau und der Betrieb evaluiert werden.

3.4.3 ETZ-Energy Transition Zone

Eine Gemeinnützige Organisation will den Nordosten Schottlands zum Vorreiter im Bereich Energiewende machen. Dafür soll in der Nähe von Aberdeen auf 15 ha Fläche ein Hydrogen Campus entstehen. Hier sollen Onshore-Anlagen vom Dolphyn Hydrogen Projekt genutzt werden, die weltweit erste Offshore-Wasserstoffproduktion, bei der schwimmende Offshore-Anlagen direkt mit dem Elektrolyseur verbunden werden. Bis Mitte des Jahrzehnts soll der erste 10 MW Commercial Scale Demonstrator installiert werden. Dieser dient als Basis, um bis 2028 die Produktion auf 100 bis 300 MW auszuweiten und kommerziell nutzbar zu machen. Ab 2030 sind Produktionsstellen im GW-Bereich in Großbritannien, Europa und der ganzen Welt geplant.

3.4.4 Projekt Hydrogen Turbine 1 (HT1) (Vattenfall)

In der Bucht von Aberdeen soll die weltweit erste Turbine entstehen, welche die Wasserstoffherzeugung vollständig in einer Offshore-Windkraftanlage integriert. Die notwendigen Anlagen werden auf den bereits existierenden Windturbinen installiert. Der vorhandene grüne Strom und das Salzwasser können dadurch direkt genutzt werden, um grünen Wasserstoff zu produzieren. Durch eine 12 km lange Pipeline wird der Wasserstoff an Land transportiert. Das Projekt soll die Offshore-Produktion und den Transport von Wasserstoff testen und marktfähig machen. Momentan befindet sich das Projekt in der Entwicklung, die Produktion soll 2025 starten.¹²

¹¹ Green Hydrogen Organisation (2022)

¹² Vattenfall (2022)

3.4.5 Übersicht zur geographischen Verteilung von erneuerbaren Energien und potenzieller Wasserstoff-Hubs

Die folgende Abbildung gewährt eine Übersicht zu erneuerbaren Energien in Schottland, bereits bestehenden und geplanten Anlagen sowie mögliche Wasserstoff-Hubs. In diesen Wasserstoff-Hubs soll die gesamte Wertschöpfungskette von Produktion und Speicherung über Verteilung und Endnutzung angesiedelt sein.

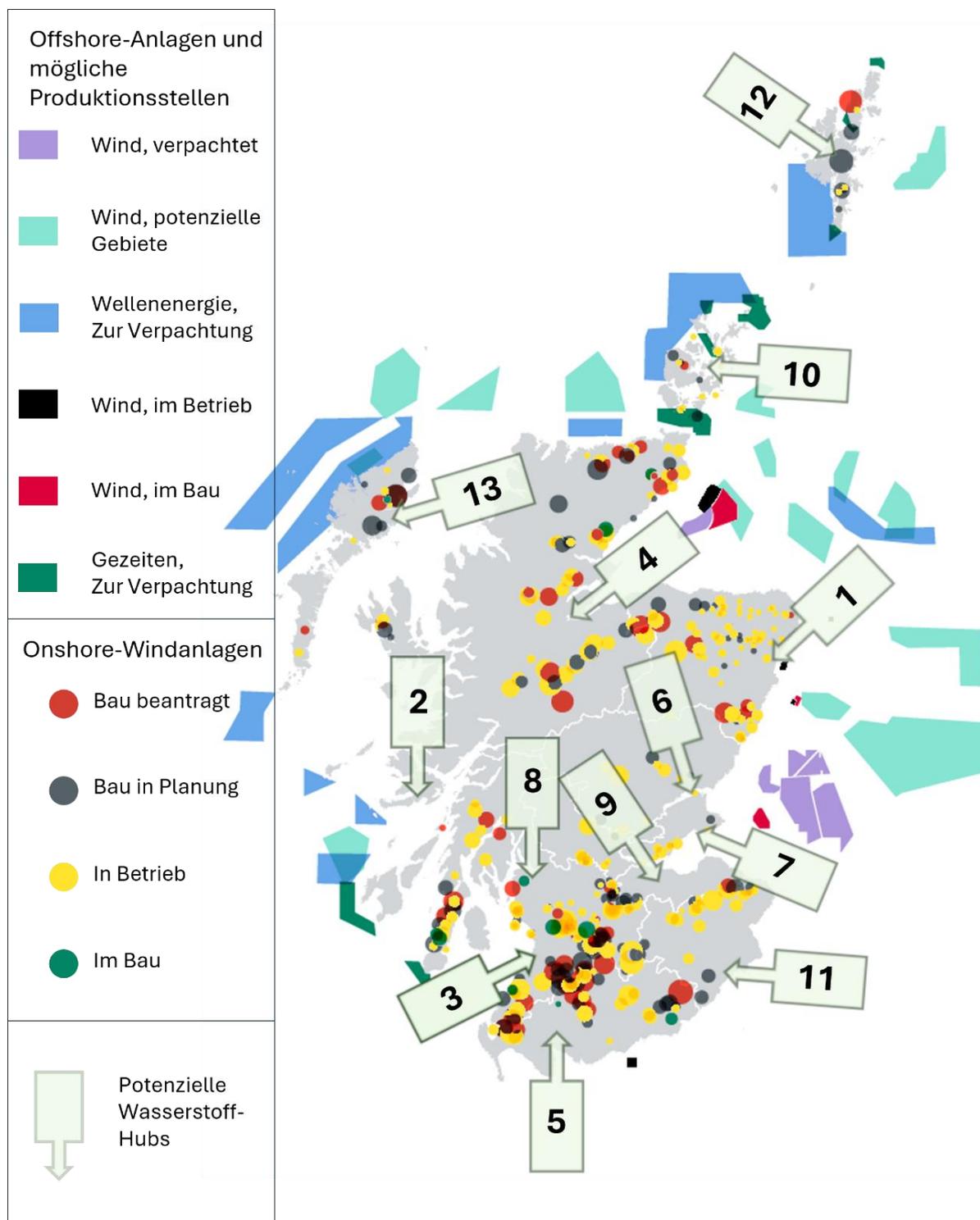


Abbildung 9: Übersicht zu Anlagen zur Nutzung von erneuerbaren Energien und möglicher Wasserstoff-Hubs

Quelle: eigene Darstellung nach (The Scottish Government 2020, 2022)

Tabelle 3: Übersicht Wasserstoff Hubs und Projekte

Nr.	Ort/Region	Beschreibung sowie bereits realisierte und geplante Projekte in der Region oder in unmittelbarer Nähe (Tabelle)																		
1	Aberdeen	<p>Aberdeen ist auf dem Weg zu einer der innovativsten Wasserstoffstädte Europas. Bisher sind 90 Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb im Betrieb, ebenso 25 Doppeldeckerbusse und andere, kleinere Fahrzeuge. Zudem wurden erste Testläufe mit wasserstoffbetriebenen Reinigungs- und Abfallfahrzeugen durchgeführt. 15 Millionen Pfund wurden von der schottischen Regierung in die Entwicklung des „Aberdeen Hydrogen Hubs“ investiert. Die Entwicklung und der Bau des neuen südlichen Hafens ist das größte maritime Infrastruktur Projekt des Vereinigten Königreiches. Zudem entsteht hier die Energy Transition Zone. Das Acorn-CCUS-Projekt und das Acorn Hydrogen Projekt sind etwas weiter nördlich bei St. Fergus angesiedelt.</p> <table border="1" data-bbox="480 568 1385 1240"> <thead> <tr> <th data-bbox="480 568 667 622">Endverbrauch</th> <th data-bbox="667 568 970 622">Multi-vector</th> <th data-bbox="970 568 1385 622">Produktion</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="480 622 667 882" rowspan="3">HECTOR project</td> <td data-bbox="667 622 970 707">Aberdeen Hydrogen Hub</td> <td data-bbox="970 622 1385 707">Arbikie Distillery</td> </tr> <tr> <td data-bbox="667 707 970 792">Aberdeen Vision</td> <td data-bbox="970 707 1385 792">Aberdeen City Hydrogen Energy Storage (ACHES)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="667 792 970 882">Holistic Low-Carbon Energy Facility</td> <td data-bbox="970 792 1385 882">Acorn CCUS</td> </tr> <tr> <td data-bbox="480 882 667 1240" rowspan="6">HyTransit Project</td> <td data-bbox="667 882 970 1240" rowspan="6">36 Inverurie Energy Hub</td> <td data-bbox="970 882 1385 936">Acorn Hydrogen</td> </tr> <tr> <td data-bbox="970 936 1385 990">Dolphyn Project</td> </tr> <tr> <td data-bbox="970 990 1385 1043">Kittybrewer Refuelling Station</td> </tr> <tr> <td data-bbox="970 1043 1385 1097">Hydrogen Turbine 1 (HT1)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="970 1097 1385 1151">ERM Dolphyn Commercial Scale</td> </tr> <tr> <td data-bbox="970 1151 1385 1240">Project Haldane</td> </tr> </tbody> </table>	Endverbrauch	Multi-vector	Produktion	HECTOR project	Aberdeen Hydrogen Hub	Arbikie Distillery	Aberdeen Vision	Aberdeen City Hydrogen Energy Storage (ACHES)	Holistic Low-Carbon Energy Facility	Acorn CCUS	HyTransit Project	36 Inverurie Energy Hub	Acorn Hydrogen	Dolphyn Project	Kittybrewer Refuelling Station	Hydrogen Turbine 1 (HT1)	ERM Dolphyn Commercial Scale	Project Haldane
Endverbrauch	Multi-vector	Produktion																		
HECTOR project	Aberdeen Hydrogen Hub	Arbikie Distillery																		
	Aberdeen Vision	Aberdeen City Hydrogen Energy Storage (ACHES)																		
	Holistic Low-Carbon Energy Facility	Acorn CCUS																		
HyTransit Project	36 Inverurie Energy Hub	Acorn Hydrogen																		
		Dolphyn Project																		
		Kittybrewer Refuelling Station																		
		Hydrogen Turbine 1 (HT1)																		
		ERM Dolphyn Commercial Scale																		
		Project Haldane																		
2	Argyll & Islands	<p>Im „Machrihanish Airbase Community Company“ (MACC) Business-Park soll eine Wasserstoffproduktions- und Verteilungsstelle entstehen. Auf dem ehemaligen Militärflughafen hat sich ein Industriepark auf über 400 ha angesiedelt, mit unter anderem einem eigenen Flughafen.</p> <table border="1" data-bbox="480 1397 1385 1496"> <thead> <tr> <th data-bbox="480 1397 852 1442">Endverbrauch</th> <th data-bbox="852 1397 1385 1442">Multi-vector</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="480 1442 852 1496">Project HyLaddie</td> <td data-bbox="852 1442 1385 1496">Argyll Hydrogen Hub</td> </tr> </tbody> </table>	Endverbrauch	Multi-vector	Project HyLaddie	Argyll Hydrogen Hub														
Endverbrauch	Multi-vector																			
Project HyLaddie	Argyll Hydrogen Hub																			
3	Ayrshire	<p>Das ehemalige Atomkraftwerk Hunterston könnte als ein idealer Anlaufpunkt für Energie aus den umliegenden Offshore-Windanlagen dienen. Zudem könnte sich hier Wasserstoffproduktion ansiedeln, da die gute Anbindung an das Stromnetz und vorhandene maritime Infrastruktur sich optimal für die Verteilung und den Export eignen. In unmittelbarer Nähe befindet sich außerdem Prestwick Aerospace, Schottlands größte Produktionsstelle für Luft- und Raumfahrt. Dieser Sektor könnte in Zukunft einen potenziellen Abnehmer für Wasserstoff darstellen.</p> <table border="1" data-bbox="480 1720 1385 1921"> <thead> <tr> <th data-bbox="480 1720 852 1765">Endverbrauch</th> <th data-bbox="852 1720 1385 1765">Multi-vector</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="480 1765 852 1921" rowspan="3">TimberLINK</td> <td data-bbox="852 1765 1385 1818">GreenNH3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="852 1818 1385 1872">Hy2Go</td> </tr> <tr> <td data-bbox="852 1872 1385 1921">Green Hydrogen for Glasgow</td> </tr> </tbody> </table>	Endverbrauch	Multi-vector	TimberLINK	GreenNH3	Hy2Go	Green Hydrogen for Glasgow												
Endverbrauch	Multi-vector																			
TimberLINK	GreenNH3																			
	Hy2Go																			
	Green Hydrogen for Glasgow																			

4	Cromarty	Durch die regionale Nähe zu potenziellen großen erneuerbaren Energiekapazitäten, eignet sich die Gegend zum Aufbau einer größeren Wasserstoffproduktion, die sowohl den lokalen Bedarf als auch die Nachfrage von Großbritannien und Europa bedienen könnte.														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Endverbrauch</th> <th>Multi-vector</th> <th>Produktion</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Hytrec and Hytrec 2</td> <td>North of Scotland Hydrogen Program</td> <td rowspan="2">Gordonbush Hydrogen Demonstrator Project</td> </tr> <tr> <td>Inverness hydrogen transport hub</td> </tr> </tbody> </table>	Endverbrauch	Multi-vector	Produktion	Hytrec and Hytrec 2	North of Scotland Hydrogen Program	Gordonbush Hydrogen Demonstrator Project	Inverness hydrogen transport hub							
Endverbrauch	Multi-vector	Produktion														
Hytrec and Hytrec 2	North of Scotland Hydrogen Program	Gordonbush Hydrogen Demonstrator Project														
	Inverness hydrogen transport hub															
5	Dumfries & Galloway	Die zentrale Lage in Großbritannien, der bestehende Anschluss an existierende Gaspipelines und Stromeinspeisungsstellen sowie der zukünftige Anschluss an größere Pipelineprojekte wie „Project Union“ oder „European Backbone“ führten bereits zur ersten Ansiedlung von Unternehmen, die Teil der Wasserstofflieferketten sind.														
6	Dundee	Da Dundee neben mehreren Offshore-Windanlagen liegt, sind die Ambitionen Wasserstoff zu produzieren und unter anderem eine Tankinfrastruktur sowie eine größere Fahrzeugflotte einzusetzen naheliegend. Der „Michelin Scotland Innovation Parc“ (MSIP) gilt hierfür als prädestiniert, da sich hier bereits eine hohe Innovationskompetenz zu nachhaltiger Mobilität und ähnlichem angesiedelt hat.														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Endverbrauch</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eden Mill distillery</td> <td>Scottish Hydrogen Train Project</td> </tr> </tbody> </table>			Endverbrauch		Eden Mill distillery	Scottish Hydrogen Train Project										
Endverbrauch																
Eden Mill distillery	Scottish Hydrogen Train Project															
7	Fife	Durch das H100-Wasserstoff-Netzwerk werden rund 300 Haushalte mit grünem Wasserstoff für ihren Heizbedarf versorgt. Dieses Pilotprojekt gilt als Vorreiter zum Heizen mit Wasserstoff.														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Verteilung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60 H100 Fife Project</td> </tr> </tbody> </table>			Verteilung	60 H100 Fife Project												
Verteilung																
60 H100 Fife Project																
8	Glasgow	Die „Sustainable Glasgow initiative“ will Glasgow zur größten klimaneutralen Stadt Schottlands bis 2030 machen. Auch Wasserstoff soll hierbei besonders für den städtischen Fuhrpark eine Rolle spielen. Der nahegelegene Whitelee-Windpark ist eine der größten Onshore-Windparks Europas. In ihm soll mit 20 MW der größte britische Elektrolyseur installiert werden. Das Hy2Go-Projekt schlägt unter anderem einen Industriepark zur Produktion von grünem Wasserstoff in der Region vor.														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Endverbrauch</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Glasgow Hydrogen Gritters</td> <td>HySeas III</td> </tr> </tbody> </table>			Endverbrauch		Glasgow Hydrogen Gritters	HySeas III										
Endverbrauch																
Glasgow Hydrogen Gritters	HySeas III															
9	Grangemouth	Als Schottlands größtes Industriegebiet bietet Grangemouth zahlreiche Möglichkeiten zur Dekarbonisierung durch Wasserstoff. Ein neu errichtetes Kraftwerk soll in Zukunft auf die Nutzung von Wasserstoff umgestellt werden können. Durch das Acorn-Projekt könnten neu errichtete Wasserstoffproduktionsstellen entstehendes CO ₂ in Offshore-Speichern lagern lassen. Zudem plant die Firma SGN existierende Gaspipelines zur Nutzung von Wasserstoff umzubauen und so den Transport zwischen Grangemouth und Edinburgh zu ermöglichen. Die Firma INEOS kündigte im September 2022 die Errichtung eines großen Wasserstoffwerkes bis 2030 an.														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Endverbrauch</th> <th>Multi-vector</th> <th>Produktion</th> <th>Speicher</th> <th>Verteilung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Liquid Organic Hydrogen Carriers for transportation</td> <td rowspan="3">INEOS Low-Carbon Hydrogen Plant</td> <td rowspan="3">Edinburgh International Festival decarbonization project</td> <td>HyStorPor Project</td> <td rowspan="3">Local Transmission System – Grangemouth to Granton</td> </tr> <tr> <td>HyProducer: Cascade Tan System</td> </tr> <tr> <td>Bulk scale storage and transportation</td> </tr> </tbody> </table>					Endverbrauch	Multi-vector	Produktion	Speicher	Verteilung	Liquid Organic Hydrogen Carriers for transportation	INEOS Low-Carbon Hydrogen Plant	Edinburgh International Festival decarbonization project	HyStorPor Project	Local Transmission System – Grangemouth to Granton	HyProducer: Cascade Tan System	Bulk scale storage and transportation
Endverbrauch	Multi-vector	Produktion	Speicher	Verteilung												
Liquid Organic Hydrogen Carriers for transportation	INEOS Low-Carbon Hydrogen Plant	Edinburgh International Festival decarbonization project	HyStorPor Project	Local Transmission System – Grangemouth to Granton												
			HyProducer: Cascade Tan System													
			Bulk scale storage and transportation													

10	Orkney	<p>In Orkney soll ein bestehender Ölhafen zu einer industriegroßen Wasserstoffproduktionsstelle im Rahmen des „Flotta Hydrogen Hubs“ umgebaut werden. Durch enorme Kapazitäten an Offshore-Windenergie könnte dieses Werk große Volumen an Wasserstoff nach Europa exportieren. Durch seine Lage könnte es zudem zu einer internationalen Tankstelle für die Schifffahrt werden. Die existierenden und sich stetig weiterentwickelnden Wasserstoffcluster auf Orkney und den umliegenden Inseln liefern dafür ebenfalls ein wichtiges Fundament.</p>																						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="480 383 754 421">Endverbrauch</th> <th data-bbox="754 383 1090 421">Multi-vector</th> <th data-bbox="1090 383 1246 421">Produktion</th> <th data-bbox="1246 383 1383 421">Speicher</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="480 421 754 472">HyDIME</td> <td data-bbox="754 421 1090 472">BIG HIT</td> <td data-bbox="1090 421 1246 640" rowspan="3">Hammars Hill Green Ammonia project</td> <td data-bbox="1246 421 1383 539">Eday Flow Cell</td> </tr> <tr> <td data-bbox="480 472 754 533">HyFlyer</td> <td data-bbox="754 472 1090 533">ITEG</td> <td data-bbox="1246 539 1383 640" rowspan="2">HyAI</td> </tr> <tr> <td data-bbox="480 533 754 593">HySpirits</td> <td data-bbox="754 533 1090 593">PITCHES</td> </tr> <tr> <td data-bbox="480 593 754 712" rowspan="2">Kirkwall Airport Decarbonisation</td> <td data-bbox="754 593 1090 640">ReFLEX Project</td> <td data-bbox="1090 640 1246 712" rowspan="2">Surf n Turf</td> <td data-bbox="1246 640 1383 712" rowspan="2">hyLO</td> </tr> <tr> <td data-bbox="754 640 1090 712">Flotta Hydrogen Hub</td> </tr> <tr> <td data-bbox="480 712 754 763">HIMET</td> <td data-bbox="754 712 1090 763"></td> <td data-bbox="1090 712 1246 763"></td> <td data-bbox="1246 712 1383 763"></td> </tr> </tbody> </table>	Endverbrauch	Multi-vector	Produktion	Speicher	HyDIME	BIG HIT	Hammars Hill Green Ammonia project	Eday Flow Cell	HyFlyer	ITEG	HyAI	HySpirits	PITCHES	Kirkwall Airport Decarbonisation	ReFLEX Project	Surf n Turf	hyLO	Flotta Hydrogen Hub	HIMET			
Endverbrauch	Multi-vector	Produktion	Speicher																					
HyDIME	BIG HIT	Hammars Hill Green Ammonia project	Eday Flow Cell																					
HyFlyer	ITEG		HyAI																					
HySpirits	PITCHES																							
Kirkwall Airport Decarbonisation	ReFLEX Project	Surf n Turf	hyLO																					
	Flotta Hydrogen Hub																							
HIMET																								
11	Scottish Borders	<p>Die schottische Grenze ist Teil der „European Hydrogen Backbone Initiative“ und der „Project Union“-Infrastruktur, wodurch sie hervorragend in das Transportnetzwerk integriert sein wird. Zudem sind hier bereits zahlreiche Onshore-Windanlagen angesiedelt, Offshore-Anlagen sind durch den Hafen in Eyemouth angebunden. Lokale Unternehmen weisen bereits ein hohes Potential auf, Teil einer starken Lieferkette für Elektrolyseuren zu werden.</p>																						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="480 1061 1383 1093">Produktion</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="480 1093 1383 1124">Chapelcross Initiative</td> </tr> </tbody> </table>	Produktion	Chapelcross Initiative																				
Produktion																								
Chapelcross Initiative																								
12	Shetland	<p>Das „ORION Clean Energy Project“ will Shetland zu einem der global führenden Zentren für erneuerbare Energien entwickeln. Die durch Wind, Wellen und Gezeiten umfassend verfügbaren Kapazitäten an erneuerbaren Energien sollen neben dem Bedarf von Haushalten, Industrie und Transport auch Öl und Gasstationen elektrifizieren und durch existierende Infrastruktur den ausländischen Bedarf bedienen. Besonders der Tiefwasserhafen und das Ölterminal liefern ein vielversprechendes Fundament.</p>																						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="480 1476 1230 1507">Multi-vector</th> <th data-bbox="1230 1476 1383 1507">Produktion</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="480 1507 1230 1561">Orion Project</td> <td data-bbox="1230 1507 1383 1561" rowspan="3">Northern Horizons</td> </tr> <tr> <td data-bbox="480 1561 1230 1615">GENCOMM – AD</td> </tr> <tr> <td data-bbox="480 1615 1230 1668">he PURE Project</td> </tr> </tbody> </table>	Multi-vector	Produktion	Orion Project	Northern Horizons	GENCOMM – AD	he PURE Project																
Multi-vector	Produktion																							
Orion Project	Northern Horizons																							
GENCOMM – AD																								
he PURE Project																								
13	Western Isles	<p>Das „Outer Hebrides Energy Hub“ (OHLEH) zielt auf eine umfassende Erschließung der On- und Offshore-Windressourcen in der Region ab, durch die genügend grüner Wasserstoff zur Bedienung der lokalen Nachfrage sowie zum Export nach Großbritannien und Europa produziert werden soll.</p>																						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="480 1778 780 1809">Endverbrauch</th> <th data-bbox="780 1778 1080 1809">Multi-vector</th> <th data-bbox="1080 1778 1383 1809">Produktion</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="480 1809 780 1883" rowspan="2">Uist Distilling Company</td> <td data-bbox="780 1809 1080 1841">OHLEH</td> <td data-bbox="1080 1809 1383 1883" rowspan="2">Comhairle nan Eilean Siar – Net Zero Hub</td> </tr> <tr> <td data-bbox="780 1841 1080 1883">SWIFTH2</td> </tr> </tbody> </table>	Endverbrauch	Multi-vector	Produktion	Uist Distilling Company	OHLEH	Comhairle nan Eilean Siar – Net Zero Hub	SWIFTH2															
Endverbrauch	Multi-vector	Produktion																						
Uist Distilling Company	OHLEH	Comhairle nan Eilean Siar – Net Zero Hub																						
	SWIFTH2																							

3.5 Stärken und Schwächen des schottischen Wasserstoffmarktes

Der schottische und britische Wasserstoffmarkt verfügt über eine Vielzahl von Stärken, steht jedoch auch vor einigen Herausforderungen. Hervorzuheben sind vor allem die potenziellen Kapazitäten von erneuerbaren Energien. In der nachfolgenden Tabelle werden die Stärken, Schwächen, Risiken und Chancen übersichtlich aufgelistet.

Tabelle 4: SWOT-Analyse

<p>Stärken</p> <ul style="list-style-type: none"> - Drittgrößter europäischer Absatzmarkt, gemessen an der Einwohnerzahl - Weltweit bedeutender Standort für Start-ups und große Energieunternehmen - Unternehmerfreundliches Geschäftsumfeld durch niedrige Bürokratie - Eine starke Basis an Windkraft, insbesondere Offshore-Windenergie, die ideal für die Produktion von grünem Wasserstoff ist. - Sowohl die schottische als auch die britische Regierung haben Strategien und Pläne zur Förderung des Wasserstoffmarktes entwickelt und stellen finanzielle Unterstützung und politische Maßnahmen bereit - Geringe Sprachbarriere durch Weltsprache Englisch - Starker Forschungsstandort und große Offenheit für neue Produkte 	<p>Schwächen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einführung vollständiger Zollbürokratie bei britischer Wareneinfuhr in 2022 verteuert und verlangsamt Marktzugang - Infrastrukturmängel (Schienennetz, Wasserleitungen) - Starke Abhängigkeit von Konsum und Importen - Die Produktionskosten für grünen Wasserstoff sind derzeit noch relativ hoch, wodurch die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber fossilen Brennstoffen beeinträchtigt wird - EU-Austritt und Zollgrenze erschweren Marktzugang, insbesondere für Mittelständler und Dienstleister
<p>Potenziale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Start-up-Weltmetropole London zieht internationale Talente und Kapital an - Staat investiert kräftig in Infrastrukturprojekte, Regionalförderung und Wasserstoffwirtschaft - Stärkere Regionalisierung im Welthandel und geographische Nähe bieten Anknüpfungspunkte für Kooperationen - Ambitionierte Energie- und Klimapolitik mit starken Marktchancen in der Offshore-Windenergie und bei Wasserstoff 	<p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geringer fiskalischer Spielraum wegen hoher Staatsverschuldung und steigenden Zinsen - Wirtschaftspolitische Ausrichtung im internationalen Standortwettbewerb unklar - Einwanderungsgesetz verschärft Fachkräftemangel - Einführung und Anpassung neuer technischer Standards (v.a. UK REACH, UKCA) verteuert Marktzugang auch in Zukunft

4 Kontaktadressen

Institution	Kurzbeschreibung
Germany Trade & Invest	Germany Trade & Invest (GTAI) ist die Außenwirtschaftsagentur der Bundesrepublik Deutschland. Mit 60 Standorten weltweit und dem Partnernetzwerk unterstützt Germany Trade & Invest deutsche Unternehmen bei ihrem Weg ins Ausland, wirbt für den Standort Deutschland und begleitet ausländische Unternehmen bei der Ansiedlung in Deutschland.
Scottish Development International	Unterstützen bei der Gründung, dem Kauf oder der Ansiedlung von Unternehmen in Schottland.
Hydrogen Scotland	Hydrogen Scotland stellt ein Netzwerk von Wasserstoffexperten, Energieunternehmen, Beratern für Wasserstoffdesign und -technik, Fachleuten für Unterstützung und Beratung, akademischen Einrichtungen, Forschungs- und Entwicklungsgremien, städtischen und lokalen Behörden sowie regionalen Unternehmensagenturen bereit, die am Ausbau der schottischen Wasserstoffwirtschaft beteiligt sind.
Scottish Enterprise	Schottlands nationale Entwicklungsagentur, Unterstützen Unternehmen bei der Erschließung neuer Marktchancen und der Projektentwicklung.
Energy Transition Institute	Forschung und Beratung zu energiebezogenen Themen, mit Fokus auf die Nordsee und die Offshore-Energie Industrie
Deutsche Auslandshandelskammer Großbritannien	Auslandshandelskammern fungieren als Bindeglied zwischen deutschen Unternehmen und Märkten im Ausland und bringen regionale Expertise und Vernetzungen mit.
Deutsches Generalkonsulat Edinburgh	Deutsche Auslandsvertretung in Schottland, Aufgaben umfassen vor allem das Recht- und Konsularwesen, die Außenwirtschaftsförderung, die kulturelle Zusammenarbeit und die Öffentlichkeitsarbeit.
Deutsche Botschaft im Vereinigte Königreich, London	Deutsche Botschaften im Ausland können für Informationen über rechtliche Situationen Rahmenbedingungen sowie bei Kontaktaufnahme mit Regierungsbehörden und anderen lokalen Partnern behilflich sein.
Hydrogen UK	Fachverband, der sich für die Entwicklung und den Einsatz von Wasserstofflösungen einsetzt.
Glasgow City Innovation District	Zusammenschluss vieler innovativer Unternehmen und Organisationen um ihr Wachstum zu fördern und zu beschleunigen, ihre Produktivität zu steigern und Zugang zu Forschung und Technologie von Weltrang der Universität zu erhalten.
Glasgow Chamber of Commerce	Unterstützen Unternehmen aus der Region Glasgow bei dem Wachstum, Networking und politischer Vertretung.
Edinburgh Chamber of Commerce	Unterstützt Unternehmen in der umliegenden Region bei der Interessenvertretung und Geschäftsentwicklung und stellt Informationen und Ressourcen zu relevanten Themen bereit.
Aberdeen & Grampian Chamber of Commerce	Unterstützen die lokale Wirtschaft durch Events, Interessenvertretung und Fortbildungsmodul

Quellenverzeichnis

- Benford, Jake; 2023: "Was der Wahlsieg der Labour-Partei in Großbritannien für die EU bedeutet" (<https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/themen/aktuelle-meldungen/2024/juli/was-der-wahlsieg-der-labour-partei-in-grossbritannien-fuer-die-eu-bedeutet>)
- Energy Transition Institute; 2023: "Powering up the Workforce"
- Energy Transition Institute; 2024: "Delivering our Energy Future"
- Fraser of Allander Institute; 2023: "The Economic Impact of Scotland's Renewable Energy Sector - 2023 Update"
- Great Britain; 2021: "UK Hydrogen Strategy"
- Green Hydrogen Organisation; 2022: "GH2 Country Portal – United Kingdom" (<https://gh2.org/countries/united-kingdom>)
- Hoffmann, Charlotte; 2023: "Annäherung durch deutsch-britische Wasserstoffkooperation" (<https://www.gtai.de/de/trade/vereinigtes-koenigreich/branchen/annaehrerung-durch-deutsch-britische-wasserstoffkooperation-1038626>)
- Ironside Farrar Ltd; 2023: "De-centralised Green Hydrogen Production Site Identification and Opportunities Study"
- Kelly, Michael, Martin Georgiev, und Calum Murray; 2022: "Expanding Scottish energy data – electricity demand"; hrsg.: Ricardo Energy & Environment
- Kerr, Niall; 2023: "Wind energy in Scotland: current position and future plans" (<https://spice-spotlight.scot/2023/04/26/wind-energy-in-scotland-current-position-and-future-plans/>)
- Labour Party; 2024: "Make Britain a clean energy superpower"
- Majumder-Russel, Dalia und Charlotte Rihoy; 2021: "Hydrogen Law, Regulations & Strategy in the United Kingdom" (<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/united-kingdom>)
- Ricardo Energy & Environment; 2023: "Hydrogen demand in Scotland: a mapping of industrial and transport applications"
- Riemer, Matia, Zheng, Lin, Johannes Eckstein, Martin Wietschel, Natalia Pieton, und Robert Kunze; 2022: "Future hydrogen demand: A cross-sectoral, global meta-analysis. HYPAT Working Paper 04/2022"
- Robert Gordon University Aberdeen; 2022: "Making the Switch"
- Scottish Development Agency; 2024: "Offshore wind energy companies in Scotland" (<https://www.sdi.co.uk/buy-from-scotland/energy-and-low-carbon-companies/offshore-wind-energy-companies>)
- Scottish Renewables; 2024: "Renewable Energy is the Most Important Sector in North East Scotland, New Poll Finds"
- Tagesschau; 2024a: "Labour gewinnt laut Prognose deutlich" (<https://www.tagesschau.de/eilmeldung/unterhauswahl-nachbefragung-bbc-102.html>)
- Tagesschau; 2024b: "Swinney zum neuen Regierungschef gewählt" (<https://www.tagesschau.de/ausland/europa/schottland-regierungschef-swinney-100.html>)
- The Scottish Government; 2023: "Energy System and Just Transition - Independent Analysis"
- The Scottish Government; 2020: "Scottish hydrogen assessment. Edinburgh: The Scottish Government"
- The Scottish Government; 2022: "Hydrogen Action Plan"

Handout Zielmarktanalyse Geschäftsanbahnungsreise Schottland Wasserstoff

The Scottish Government; 2023: "Update on Scotland's renewables and wind power potential"

The Scottish Government; 2024a: "Emerging Energy Technologies Fund - Hydrogen Innovation Scheme: successful projects"

The Scottish Government; 2024b: "Scottish Energy Statistics" (<https://scotland.shinyapps.io/sg-scottish-energy-statistics/?Section=WholeSystem&Chart=RenEnTgt>)

Vattenfall; 2022: „Hydrogen Turbine 1 – Aberdeen Offshore Wind Farm“

