

Gefördert  
durch



Baden-Württemberg  
Ministerium für Verkehr



# SICHERUNG DER ERNEUER- BAREN KRAFTSTOFFVERSOR- GUNG IN BADEN-WÜRTTEM- BERG

Eine Studie für das Ministerium für Verkehr  
Baden-Württemberg

15 JULI 2025

# Inhaltsverzeichnis

Kernergebnisse der Studie „auf einen Blick“	4
Key Findings of the Study „At a Glance“	5
Zusammenfassung	6
Summary	10
<b>1 Hintergrund, Zielsetzung und Aufbau der Studie</b>	<b>14</b>
1.1 Hintergrund und Zielsetzung der Studie	14
1.2 Aufbau des Berichts	14
<b>2 Regulatorischer Rahmen für die Anrechenbarkeit von reFuels</b>	<b>15</b>
2.1 Vorgaben aus den delegierten Rechtsakten zur RED II	15
2.1.1 Grünstromkriterien	16
2.1.2 Anrechenbare Kohlenstoffquellen	18
2.2 Einordnung der regulatorischen Vorgaben in Hinblick auf reFuel-Importe	19
2.2.1 Grünstromkriterien	19
2.2.2 Anrechenbare Kohlenstoffquellen	21
<b>3 Potenzielle reFuel-Lieferländer</b>	<b>32</b>
3.1 Long-List potenzieller Lieferländer auf Basis einer Metastudie	32
3.2 Vertiefte Analyse der Länder der Long-List	34
3.2.1 Standortqualität für die Grünstrom-Erzeugung	34
3.2.2 Nutzbare Kohlenstoffquellen	38
3.2.3 Wasserverfügbarkeit	40
3.2.4 Politische Stabilität	41
3.2.5 Zusammenfassende Bewertung der Länder der Long-List	42
<b>4 Potenzielle Investitionen in den Bau industrieller Produktionsanlagen im Ausland</b>	<b>48</b>

4.1	Exportmöglichkeiten von reFuels-Anlagen(komponenten) für Unternehmen in Baden-Württemberg im globalen reFuels-Markt	48
4.2	Exportmöglichkeiten für Unternehmen in Baden-Württemberg in den zuvor identifizierten potenziellen reFuel-Lieferländern	52
<b>5</b>	<b>Flankierende Maßnahmen, um den Import von reFuels nach Baden-Württemberg zu ermöglichen</b>	<b>55</b>
5.1	Existierende Strategien und Maßnahmen zur Unterstützung von reFuel-Importen seitens der einzelnen Bundesländer	55
5.2	Existierende Maßnahmen zur Unterstützung von reFuel-Importen seitens des Bundes bzw. bundesländerübergreifender Institutionen	65
5.2.1	Bereitstellung von Informationen über potenzielle Lieferländer	66
5.2.2	Maßnahmen zur Vernetzung von internationalen Akteuren der reFuels-Wirtschaft	67
5.2.3	Unterstützung bei der Finanzierung bzw. dem De-Risking von reFuel-Investitionen im Ausland bzw. beim reFuel-Import	68
5.3	Implikationen für Baden-Württemberg	70
<b>6</b>	<b>Zusammenfassende Schlussfolgerungen und Strategische Implikationen</b>	<b>72</b>
	<b>Anhang A – Literatur</b>	<b>76</b>
	<b>Anhang B – Hintergrundinformationen zur Metastudie</b>	<b>93</b>
	<b>Anhang C Länderprofile der potenziellen Lieferländer der „Short-list“</b>	<b>95</b>
C.1	Australien	95
C.2	Brasilien	102
C.3	Chile	105
C.4	Finnland	110
C.5	Kanada	113
C.6	Norwegen	118
C.7	Schottland	122
C.8	Spanien	126
C.9	Uruguay	129

## KERNERGEBNISSE DER STUDIE „AUF EINEN BLICK“

Baden-Württemberg hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2040 klimaneutral zu werden. Hierfür ist der Einsatz von mit erneuerbaren Energien erzeugten synthetischen Kraft- und Rohstoffen (reFuels) im Verkehrs-, Industrie- und Raffineriebereich ein essentieller Baustein. Baden-Württemberg als Energieimportland ist hierfür auf den Import von reFuels angewiesen. Gleichzeitig können Unternehmen aus Baden-Württemberg eine wichtige Rolle beim Export der erforderlichen Technologien spielen.

Vor diesem Hintergrund hat das Verkehrsministerium Baden-Württemberg Frontier beauftragt, mit dieser Studie eine Grundlage für gezielte Maßnahmen zur Sicherung der reFuels-Versorgung zu schaffen. Kernergebnisse der Studie sind:

- **Der regulatorische Rahmen auf EU-Ebene stellt ein Importhemmnis für reFuels dar und erfordert eine Überarbeitung.** Dies gilt insbesondere für die Vorgaben zu den für die reFuels-Herstellung zulässigen Kohlenstoffquellen, die für den Markthochlauf von reFuels sehr restriktiv sind und ein hohes Hemmnis für Importe von reFuels aus nicht-EU-Ländern darstellen. Deshalb hat die baden-württembergische Landesregierung auf Basis dieser Studie gemeinsam mit Wissenschaft, Industrie, Wirtschaft und Verbänden den Aktionsplan reFuels als Forderungskatalog an die EU-Kommission formuliert.
- **Die Voraussetzungen für reFuels-Importe sind grundsätzlich aus einer Vielzahl von Ländern gegeben. Der derzeitige regulatorische Rahmen reduziert jedoch den möglichen Kreis an Exportländern kurz- bis mittelfristig** auf verschiedene europäische Länder (z.B. in Skandinavien und im Mittelmeerraum), die nordamerikanischen Staaten, einzelne südamerikanische Länder und Australien.
- **Baden-Württemberg ist aufgrund der Industriestruktur (Stärke im Maschinen- und Anlagenbau), der Exportorientierung und der Vorreiterrolle in der reFuels-Forschung in einer guten Ausgangslage, um weltweit als Anbieter von Schlüsseltechnologien für die reFuels-Produktion aufzutreten.**
- Um den Aufbau internationaler reFuels-Lieferbeziehungen – sowohl im Hinblick auf den Import von reFuels als auch auf den Export entsprechender Technologien – zu unterstützen, kann das Land Baden-Württemberg **flankierende Maßnahmen** ergreifen, u.a.:
  - **die Vernetzung von Produzenten, Kraftstofflieferanten und potentiellen Abnehmern weiter vorantreiben**, damit konkrete, privatwirtschaftliche Liefervereinbarungen getroffen werden;
  - **Kooperationsmöglichkeiten mit anderen Bundesländern prüfen und nutzen**;
  - **Informationen über potenzielle reFuels-Lieferländer sowie verfügbare Unterstützungsmaßnahmen gebündelt und leicht zugänglich bereitstellen** – beispielsweise über die Einrichtung einer zentralen reFuels-Geschäftsstelle.

## KEY FINDINGS OF THE STUDY „AT A GLANCE“

Baden-Württemberg has set itself the goal of achieving climate neutrality by 2040. The use of synthetic fuels and feedstocks produced from renewable energy sources (reFuels) is a key element in this transformation – particularly in the transport, industrial, and refinery sectors. As an energy-importing region, Baden-Württemberg is dependent on reFuels imports to meet this goal. At the same time, companies based in Baden-Württemberg are well positioned to play an important role in exporting the technologies required for reFuels production.

Against this background, the Ministry of Transport of Baden-Württemberg commissioned Frontier to conduct this study as a basis for developing targeted measures to ensure the supply of reFuels. The key findings of the study are as follows:

- **The EU's regulatory framework presents a barrier to reFuels imports and requires revision.** This is particularly true of the provisions regarding eligible carbon sources for reFuels production, which are highly restrictive and represent a significant obstacle to importing reFuels from non-EU countries. Against this background and based on this study, the state government of Baden-Württemberg together with science, industry, business and associations, formulated the reFuels Action Plan, a catalogue of demands addressing the European Commission.
- **Many countries around the globe in principle have favorable conditions for producing reFuels. However, in the short to medium term, the current regulatory framework limits the pool of potential exporting countries** to various European nations (e.g. those in Scandinavia and the Mediterranean region), the United States and Canada, some South American countries, and Australia.
- **Thanks to its industrial structure – particularly its strength in mechanical engineering – its export orientation, and its pioneering role in reFuels research, Baden-Württemberg is well positioned to emerge as a global provider of key technologies for reFuels production,** even though the federal state will remain dependent on imports to meet its own reFuels supply needs.
- To support the development of international reFuels supply relationships – both with regard to the import of reFuels and the export of related technologies – the state of Baden-Württemberg can implement **accompanying measures**, including the following:
  - **Continue to promote the networking of producers, fuel suppliers, and potential buyers** to facilitate the conclusion of private-sector supply agreements;
  - **Explore and leverage opportunities for cooperation with other federal states;**
  - **Provide bundled and easily accessible information on potential reFuels supplier countries and available support instruments** – for example by establishing of a central reFuels coordination office.

## ZUSAMMENFASSUNG

Baden-Württemberg hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2040 klimaneutral zu werden. Der Einsatz von mit erneuerbaren Energien erzeugten synthetischen Kraft- und Rohstoffen (im Folgenden reFuels<sup>1</sup>) ist dabei ein essentieller Baustein, um die Transformation im Verkehrssektor sowie im Raffineriebereich und der industriellen Produktion voranzutreiben. **Baden-Württemberg als Energieimportland ist hierfür auf den Import von reFuels und Derivaten wie Methanol zur Weiterverarbeitung angewiesen. Gleichzeitig können Unternehmen aus Baden-Württemberg eine wichtige Rolle beim Export der erforderlichen Technologien spielen.**

Vor diesem Hintergrund hat das Verkehrsministerium Baden-Württemberg Frontier Economics beauftragt, mit dieser Studie eine Grundlage für gezielte Maßnahmen zur Sicherung der Versorgung von Baden-Württemberg mit erneuerbaren Kraftstoffen, mit Fokus auf deren Importe, zu schaffen.

### Regulatorischer Rahmen auf EU-Ebene stellt Importhemmnis für reFuels dar und erfordert Überarbeitung

Damit erneuerbare Kraftstoffe auf die europäischen Erneuerbare-Energien-Ziele angerechnet werden können, müssen sie bestimmte Anforderungen erfüllen. Diese Anforderungen gelten sowohl für innerhalb der EU produzierte, als auch für aus dem nicht-EU-Ausland importierte erneuerbare Kraftstoffe:

- Bei der Produktion des grünen Wasserstoffs, auf dessen Basis die erneuerbaren Kraftstoffe hergestellt werden, müssen die sogenannten „Grünstromkriterien“ gemäß delegiertem Rechtsakt zu Art. 27 der RED II erfüllt sein;
- Zudem müssen die erneuerbaren Kraftstoffe eine Treibhausgas-Einsparung von mindestens 70% gegenüber einem fossilen Referenzkraftstoff aufweisen und auf Basis von im delegierten Rechtsakt zu Art. 28 der RED II definierten Kohlenstoffquellen hergestellt werden.

Die Grünstromkriterien (Zusätzlichkeit der Grünstromerzeugung für die Wasserstoffproduktion sowie geographische und zeitliche Korrelation von Grünstrom- und Wasserstofferzeugung) erhöhen grundsätzlich die Kosten der reFuel-Erzeugung gegenüber einem Fall, in dem es diese Kriterien nicht gäbe oder diese weniger restriktiv ausgelegt wären. Zudem führen sie zu erheblichen regulatorischen Unsicherheiten, die sich negativ auf die Investitionstätigkeit auswirken können. **Insofern resultieren aus den Grünstromkriterien relativ hohe Hürden für die Herstellung von reFuels innerhalb und außerhalb Europas.**

---

<sup>1</sup> In dieser Studie liegt der Fokus auf strombasierten reFuels, also Kraftstoffen, die auf Basis von grünem Wasserstoff (produziert mit Hilfe von Elektrolyse aus erneuerbarem Strom) hergestellt werden. Unter den Begriff reFuels fallen zudem biogene Kraftstoffe, die nicht im Fokus dieser Studie stehen.

**Die Vorgaben zu den für die reFuel-Herstellung zulässigen Kohlenstoffquellen sind für den Markthochlauf von reFuels zu restriktiv und stellen ein hohes spezifisches Hemmnis für Importe von reFuels aus nicht-EU-Ländern dar:** In der kurzen bis mittleren Frist – solange die Direct-Air-Capture-Technologie noch nicht im industriellen Maßstab und zu moderaten Kosten verfügbar ist – wird die Produktion von auf die Erneuerbaren-Energien-Ziele der EU anrechenbaren reFuels effektiv auf Länder begrenzt, die entweder über ausreichende biogene Kohlenstoffquellen verfügen oder über industrielle Kohlenstoffquellen und ein „effektives CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem“. Bislang hat die europäische Kommission allerdings lediglich das EU-ETS, das UK-ETS und das schweizerische ETS als effektive CO<sub>2</sub>-Bepreisungssysteme klassifiziert.<sup>2</sup> **Folglich kann eine Vielzahl von Ländern, die aufgrund ihrer Standortbedingungen für die Grünstromerzeugung gut als reFuel-Lieferland geeignet wären, aus derzeitiger Sicht für Exporte in die EU keine industriellen Kohlenstoffquellen für die reFuels-Produktion verwenden.**<sup>3</sup> Sofern diese Länder nicht über ausreichende anrechenbare biogene Kohlenstoffquellen verfügen, scheiden diese Länder – trotz sehr guter Bedingungen für die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien – derzeit als reFuel-Lieferländer für die EU aus.

Die strengen regulatorischen Vorgaben zu den Grünstromkriterien und insbesondere den anrechenbaren Kohlenstoffquellen erschweren es dadurch Baden-Württemberg und anderen Bundesländern erheblich, reFuels rechtzeitig und zu bezahlbaren Preisen zu beziehen – was wiederum die fristgerechte Erfüllung der schrittweise ansteigenden Quoten, etwa im Luftverkehr, gefährdet. Vor diesem Hintergrund hat die baden-württembergische Landesregierung auf Basis dieser Studie gemeinsam mit Wissenschaft, Industrie, Wirtschaft und Verbänden den Aktionsplan reFuels als Forderungskatalog an die EU-Kommission formuliert.

**Unter Beachtung des derzeitigen regulatorischen Rahmens kommen kurz- und mittelfristig vor allem reFuel-Importe aus Nord- und Südeuropa, Nordamerika, einzelnen südamerikanischen Staaten und Australien in Frage**

Auf Basis der Standortbedingungen für die Grünstromerzeugung (die ein zentraler Kostentreiber für die reFuel-Produktionskosten sind) wären eine Vielzahl von Ländern auf allen fünf Kontinenten als potenzielle reFuel-Lieferländer für Baden-Württemberg geeignet. Unter Beachtung des derzeitigen regulatorischen Rahmens reduziert sich der mögliche Kreis an Exportländern allerdings kurz- bis mittelfristig auf verschiedene europäische Länder (z.B. in Skandinavien und im Mittelmeerraum), die nordamerikanischen Staaten, einzelne südamerikanischen Länder und Australien. Langfristig, wenn die Direct-Air-Technologie groß-skalig einsetzbar ist, könnten weitere Länder attraktive reFuel-Lieferländer werden.

---

<sup>2</sup> Diese Klassifizierung erfolgte zudem lediglich in einem rechtlich nicht bindenden Q&A-Dokument („Q&A implementation of hydrogen delegated acts. Version of 14/03/2024“). Derzeit existiert also keine rechtlich bindende Festlegung dazu, welche Länder/Regionen das Kriterium eines effektiven CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystems letztendlich erfüllen.

<sup>3</sup> Dies gilt sofern die in die EU exportierten reFuels auch als Erneuerbare Kraftstoffe nicht biogenen Ursprungs (Renewable fuel of non-biological origin, RFNBO) nach der Erneuerbare-Energien Richtlinie (RED) anerkannt und auf die Erneuerbare-Energien-Ziele der EU angerechnet werden können sollen.

Auf Basis einer kriteriengestützten Auswahl haben wir die vertiefte Analyse der Rahmenbedingungen für die Produktion und den Export von reFuels in den einzelnen Ländern auf folgende Beispiele fokussiert: Australien, Brasilien, Chile, Finnland, Kanada, Norwegen, Schottland, Spanien, Uruguay.

Die analysierten Länder bringen alle sehr gute Voraussetzungen für reFuel-Exporte nach Baden-Württemberg mit sich. Die vorzufindenden Rahmenbedingungen und Ausgangslagen für eine Partnerschaft sind jedoch von Land zu Land unterschiedlich. Dies gilt insbesondere in Bezug auf länderspezifische Investitionsrisiken, den primären Fokus der einzelnen Länder auf einerseits die Produktion von grünem Wasserstoff oder andererseits von reFuels und die Verfügbarkeit von nach EU-Kriterien für die RFNBO-Produktion anrechenbare Kohlenstoffquellen. **Insgesamt zeigt die Analyse jedoch, dass die Voraussetzungen für reFuels-Importe aus einer Vielzahl von Ländern in unterschiedlichen Regionen prinzipiell gegeben sind. Eine Diversifikation beim Aufbau von internationalen reFuel-Kooperationen ist daher möglich und könnte sich auch angesichts der großen Unsicherheiten beim reFuel-Markthochlauf als vorteilhaft erweisen.** Ein Blick auf die bereits bestehenden Aktivitäten der verschiedenen deutschen Bundesländer zeigt auch, dass viele Bundesländer – wie auch Baden-Württemberg selbst – nicht nur mit einem einzelnen potenziellen reFuel-Lieferland eine internationale Zusammenarbeit anstreben, sondern mehrere Optionen gleichzeitig verfolgen.

### Unternehmen in Baden-Württemberg können bedeutsame Rolle beim Export von Anlagen in einem globalen reFuels-Markt spielen

Während Baden-Württemberg in Hinblick auf die Versorgung mit reFuels auf Importe angewiesen ist, **befindet sich die Industrie in Baden-Württemberg sowohl aufgrund ihrer Struktur (Stärke im Maschinen- und Anlagenbau), ihrer Exportorientierung und ihre Vorreiterrolle in der reFuels-Forschung in einer guten Ausgangslage, um weltweit als Anbieter von Schlüsseltechnologien für die reFuels-Produktion aufzutreten.** Das erzielbare Umsatzpotenzial der baden-württembergischen Unternehmen hängt dabei stark von einerseits der Entwicklung des globalen reFuel-Marktes und andererseits von dem von Baden-Württemberg erzielbaren Weltmarktanteils im relevanten Maschinen- und Anlagenbau ab. Für den Zeitraum bis 2030 liegt dieses Umsatzpotenzial laut einer Einschätzung des ZSW in der Größenordnung von 0,5-4,5 Mrd. € pro Jahr und könnte bis auf 1,9-11,2 Mrd. € pro Jahr im Zeitraum 2041-2050 ansteigen. In dieser Bandbreite für das langfristige Umsatzpotenzial liegt auch eine Abschätzung auf Basis einer Frontier/IW Studie für das Jahr 2050, die zu einem deutschlandweiten PtX-Exportpotenzial von ca. 39 Mrd. € kommt. Daraus lässt sich anhand von historischen Exportanteilen Baden-Württembergs an den deutschen Ausfuhren im Maschinenbausektor ein Exportpotenzial für Unternehmen in Baden-Württemberg von ca. 8,5-9 Mrd. € herleiten.

Zur Erschließung des Exportpotenzials könnten Partnerschaften mit den zuvor identifizierten reFuels-Lieferländern beitragen, die nicht nur für den Import von reFuels, sondern auch für den Export von Anlagen bzw. Anlagenkomponenten für die reFuels-Produktion den geeigneten Rahmen setzen.

### Baden-Württemberg kann flankierende Maßnahmen ergreifen, um den Aufbau internationaler reFuel-Lieferbeziehungen zu unterstützen

Damit reFuel-Importe nach Baden-Württemberg in der Praxis realisiert werden, bedarf es Lieferverträgen, die letztendlich zwischen privaten Akteuren geschlossen werden müssen. Das Land Baden-Württemberg kann diesen Prozess auf zwei Wegen unterstützen:

- durch die **Fortführung der politischen Arbeit auf Bundes- und EU-Ebene** zur Schaffung von regulatorischen Rahmenbedingungen, die einen Markthochlauf von reFuels – inklusive reFuel-Importen – effektiv fördern, und zudem
- durch **flankierende Maßnahmen**, die den Aufbau von internationalen reFuel-Lieferbeziehungen unterstützen:
  - **Vernetzung von relevanten Akteuren weiter vorantreiben** – Baden-Württemberg hat bereits in der Vergangenheit die Vernetzung von internationalen Akteuren zum Aufbau von reFuel-Lieferbeziehungen aktiv gefördert, z.B. durch Delegationsreisen und Partnerschaftsabkommen. Der nächste notwendige Schritt zur Realisierung von reFuel-Importen ist der Abschluss von konkreten Lieferverträgen zwischen privaten Akteuren. Um den hierfür erforderlichen Rahmen zu schaffen, sollte Baden-Württemberg die Vernetzung relevanter Akteure weiter vorantreiben und bei zukünftigen Delegationsreisen oder anderen Netzwerkveranstaltungen insbesondere potenzielle reFuels-Abnehmer aus Baden-Württemberg aktiv miteinbeziehen.
  - **Kooperationsmöglichkeiten mit anderen Bundesländern prüfen und nutzen** – Viele deutsche Bundesländer verfolgen in Bezug auf reFuels im Grundsatz ähnliche Interessen wie das Land Baden-Württemberg und haben zumindest teilweise auch die gleichen Regionen im Ausland als potenzielle Handelspartner im Blick (z.B. Schottland). Kooperationen mit anderen Bundesländern, z.B. die gemeinsame Durchführung von Veranstaltungen oder Delegationsreisen, könnten daher Synergien schaffen.
  - **Baden-Württemberg könnte – z.B. durch die Schaffung einer zentralen reFuels-Geschäftsstelle – Marktakteure dabei unterstützen, indem es Informationen über potenzielle Lieferländer sowie über verfügbare Unterstützungsmaßnahmen gebündelt und leicht zugänglich zur Verfügung stellt** – Viele Informationen, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen zum Aufbau von internationalen reFuel-Lieferbeziehungen bestehen bereits und werden von verschiedenen Akteuren bzw. Institutionen auf EU- oder Bundesebene angeboten. Gerade für kleinere Unternehmen kann es jedoch schwierig sein, den Überblick über die Unterstützungsmaßnahmen und Informationen zu behalten. Das Land Baden-Württemberg könnte daher eine beratende Anlaufstelle für den Aufbau von internationalen reFuel-Beziehungen schaffen und die relevanten Informationen zentral auf einer Plattform bündeln.

## SUMMARY

Baden-Württemberg has set itself the goal of achieving climate neutrality by 2040. The use of synthetic fuels and feedstocks produced from renewable energy sources (hereinafter referred to as reFuels) is a key element in advancing the transformation of the transport sector, the refinery industry, and industrial production. **As an energy-importing region, Baden-Württemberg is dependent on the import of reFuels and derivatives such as e-methanol for further processing. At the same time, companies based in Baden-Württemberg are well-positioned to play a significant role in exporting the technologies required for reFuels production.**

Against this background, the Ministry of Transport of Baden-Württemberg commissioned Frontier Economics to conduct this study with the aim of establishing a foundation for targeted measures to secure the federal state's supply of renewable fuels – with a particular focus on imports.

### Regulatory framework on the EU-level represents a barrier to reFuels imports and requires revision

In order to count toward European renewable energy targets, renewable fuels of non-biological origin (RFNBO) must meet specific regulatory requirements. These requirements apply both to renewable fuels produced within the EU and to those imported from non-EU countries:

- The production of green hydrogen – the basis for renewable fuel production – must comply with the "green electricity criteria" set out in the delegated act pursuant to Article 27 of RED II;
- In addition, renewable fuels must achieve a greenhouse gas (GHG) reduction of at least 70% compared to a fossil reference fuel and must be produced using carbon sources defined in the delegated act pursuant to Article 28 of RED II.

The green electricity criteria – including the additionality of renewable electricity generation for hydrogen production, as well as the geographic and temporal correlation between electricity generation and hydrogen production – generally increase the cost of reFuels production compared to a scenario in which such criteria do not exist or are interpreted less restrictively. In addition, they create significant regulatory uncertainty, which may negatively impact investment activity. **As such, the green electricity criteria pose relatively high barriers to the production of reFuels, both within and outside Europe.**

**The provisions governing eligible carbon sources for reFuels production are overly restrictive and represent a significant specific barrier to the import of reFuels from non-EU countries.** In the short to medium-term – while direct air capture (DAC) technology is not yet available at industrial scale and at moderate cost – the production of reFuels that qualify to count toward the EU's renewable energy targets is effectively limited to countries that either have sufficient biogenic carbon sources or possess industrial carbon sources combined with

an "effective" carbon pricing system. To date, however, the European Commission has classified only the EU ETS, the UK ETS, and the Swiss ETS as effective carbon pricing systems.<sup>4</sup>

**As a result, many countries that are otherwise well-suited to serve as reFuels suppliers due to favourable conditions for renewable electricity generation are currently unable to use industrial carbon sources for reFuels production intended for export to the EU.<sup>5</sup>**

Unless these countries have adequate eligible biogenic carbon sources, they are, despite their excellent renewable electricity generation potential, presently excluded as reFuels suppliers for the EU market.

The restrictive regulatory requirements concerning the green electricity criteria – and in particular the eligible carbon sources – make it significantly more difficult for Baden-Württemberg and other federal states to procure reFuels in a timely and cost-effective manner. This, in turn, jeopardizes the timely fulfilment of gradually increasing quotas, such as those mandated in the aviation sector. Against this background and based on this study, the state government of Baden-Württemberg together with science, industry, business and associations, formulated the reFuels Action Plan, a catalogue of demands addressing the European Commission.

**Given the current regulatory framework, refuels can, in the short to medium-term, primarily be imported from Northern and Southern Europe, North America, selected South American countries, and Australia.**

Given favourable site conditions for renewable electricity generation – a key cost driver in reFuels production – a wide range of countries across all five continents could, in principle, serve as potential reFuels suppliers for Baden-Württemberg. However, under the current regulatory framework, the pool of potential export countries is, in the short to medium-term, effectively limited to various European nations (e.g., in Scandinavia and the Mediterranean region), North America, selected South American countries, and Australia. In the longer-term, once direct air capture (DAC) technology becomes scalable, additional countries may emerge as attractive reFuels suppliers.

Using a criteria-based selection approach, we have focused our in-depth analysis of the production and export conditions on the following countries: Australia, Brazil, Chile, Finland, Canada, Norway, Scotland, Spain, and Uruguay.

All of the countries analysed are characterized by favourable conditions for exporting reFuels to Baden-Württemberg. However, the specific framework conditions and starting points for potential partnerships vary from country to country. This applies in particular to country-specific investment risks, the national focus on either green hydrogen or reFuels production, and

---

<sup>4</sup> Moreover, this classification was made solely within a legally non-binding Q&A document ("Q&A Implementation of Hydrogen Delegated Acts, version dated 14/03/2024"). As such, there is currently no legally binding declaration as to which countries or regions ultimately meet the criterion of an effective carbon pricing system.

<sup>5</sup> This applies insofar as the reFuels exported to the EU are intended to be recognized as renewable fuels of non-biological origin (RFNBOs) under the Renewable Energy Directive (RED) and counted toward the EU's renewable energy targets..

the availability of carbon sources eligible for RFNBO production according to EU criteria. **Overall, the analysis shows that the fundamental conditions for reFuels imports from a wide range of countries across different regions are, in principle, in place. Diversifying international reFuels cooperation efforts is therefore feasible – and may be beneficial in light of the considerable uncertainties surrounding the ramp-up of the reFuels market.** An examination of ongoing activities across various German federal states further shows that many federal states – including Baden-Württemberg – are pursuing international partnerships with multiple potential supplier countries, rather than focusing on a single option.

### Companies in Baden-Württemberg can play a significant role in exporting technologies to a global reFuels market

While Baden-Württemberg is reliant on imports to meet its reFuels supply needs, **the state's industrial base – characterized by its strength in mechanical engineering, its export orientation, and its pioneering role in reFuels research – places it in a strong position to emerge as a global provider of key technologies for reFuels production.** The revenue potential for companies in Baden-Württemberg depends largely on two factors: the development of the global reFuels market, and the share of the international market that Baden-Württemberg can capture in the relevant mechanical and plant engineering sectors.

According to estimates by ZSW, this annual revenue potential could range from €0.5 billion to €4.5 billion leading up to 2030, and could rise up to between €1.9 billion and €11.2 billion per year in the period from 2041 to 2050. These projections are broadly consistent with estimates from a Frontier/IW study, which forecasts a Germany-wide export potential for Power-to-X (PtX) technologies of approximately €39 billion by 2050. Based on historical export shares of Baden-Württemberg in Germany's mechanical engineering exports, this would translate into an export potential of approximately €8.5 to €9 billion for companies based in Baden-Württemberg.

Establishing partnerships with the previously identified reFuels supplier countries could support the realization of this export potential by creating a framework not only for reFuels imports, but also for the export of plants and plant components for reFuels production.

### Baden-Württemberg can implement accompanying measures to support the development of international reFuels supply relationships

In order for reFuels imports to Baden-Württemberg to be realized in practice, supply agreements must be concluded between private-sector actors. The state of Baden-Württemberg can support this process in two ways:

- By **continuing its political engagement at the federal and EU levels** to help establish a regulatory framework that effectively promotes the market ramp-up of reFuels – including imports; and
- through **accompanying measures** that support the development of international reFuels supply relationships.

- **Continue to promote the networking of relevant stakeholders** – Baden-Württemberg has already actively supported the networking of international stakeholders for the development of reFuels supply relationships, for example through delegation trips and partnership agreements. The next step required to realize reFuels imports is the conclusion of concrete supply contracts between private-sector actors. To help create the conditions for this, Baden-Württemberg should continue to strengthen the networking of relevant stakeholders and actively involve potential reFuels buyers from Baden-Württemberg in future delegation trips or other networking events.
- **Explore and leverage opportunities for cooperation with other federal states** – Many German federal states share broadly similar interests with Baden-Württemberg when it comes to reFuels and are, at least in part, considering the same international regions as potential trading partners (e.g., Scotland). Cooperation with other federal states – for example, through jointly organized events or delegation trips – could therefore create valuable synergies.
- **Baden-Württemberg could support market actors – for example, by establishing a central reFuels coordination office – by providing bundled and easily accessible information on potential supplier countries and available support measures** – A wide range of information, funding opportunities, and support instruments for establishing international reFuels supply relationships already exists and is offered by various actors and institutions at the EU and federal levels. However, especially for smaller companies, it can be challenging to navigate this landscape. The state of Baden-Württemberg could therefore create a dedicated advisory body to support the development of international reFuels partnerships and consolidate relevant information on a central platform.

# 1 Hintergrund, Zielsetzung und Aufbau der Studie

Im Auftrag des Ministeriums für Verkehr in Baden-Württemberg haben wir (Frontier Economics) eine Studie durchgeführt, die als Basis gezielter Aktivitäten zur Sicherstellung der erneuerbaren Kraftstoffversorgung in Baden-Württemberg dienen soll. Im Folgenden beschreiben wir Hintergrund und Zielsetzung der Studie, sowie den weiteren Aufbau des Berichts.

## 1.1 Hintergrund und Zielsetzung der Studie

Baden-Württemberg hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2040 klimaneutral zu werden. Der Einsatz von mit erneuerbaren Energien erzeugten synthetischen Kraftstoffen (im Folgenden *reFuels*) ist dabei ein essentieller Baustein, um die Transformation im Verkehrssektor sowie im Raffineriebereich und der industriellen Produktion voranzutreiben. Baden-Württemberg als Energieimportland ist hierfür auf den Import von reFuels angewiesen.<sup>6</sup>

Die Sicherstellung der Versorgung mit den für die Transformation benötigten erneuerbaren Rohstoffen, Treibstoffen und Brennstoffen erfordert daher gezielte Strategien und Bemühungen. Vor diesem Hintergrund hat das Verkehrsministerium Baden-Württemberg eine Studie in Auftrag gegeben, um eine Grundlage für gezielte Maßnahmen zur Sicherung der Versorgung mit erneuerbaren Kraftstoffen zu schaffen. In dieser Studie liegt der Fokus auf strombasierten reFuels, also Kraftstoffen, die auf Basis von grünem Wasserstoff hergestellt werden (im EU-Kontext auch RFNBO<sup>7</sup> genannt).

## 1.2 Aufbau des Berichts

Der weitere Bericht gliedert sich wie folgt:

- zunächst beschreiben wir den regulatorischen Rahmen für die Anrechenbarkeit von reFuels auf die europäischen erneuerbare-Energien-Ziele (Abschnitt 2);
- anschließend stellen wir Vorgehen und Ergebnisse unserer Analyse von potenziellen reFuel-Lieferländern vor (Abschnitt 3);
- wir beschreiben, welche Rolle Unternehmen in Baden-Württemberg als Exporteure von reFuels-Anlagen bzw. Anlagenkomponenten in einem internationalen reFuels-Markt spielen könnten (Abschnitt 4);
- wir diskutieren Maßnahmen, die das Land Baden-Württemberg ergreifen könnte, um den Import von reFuels zu beschleunigen (Abschnitt 5); und
- wir ziehen Schlussfolgerungen und identifizieren strategische Implikationen für den Aufbau von internationalen Länderbeziehungen für den erneuerbaren Kraftstoffbezug (Abschnitt 6).

<sup>6</sup> Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (2022): Roadmap reFuels für Baden-Württemberg.

<sup>7</sup> Renewable Fuels of Non-Biological Origin.

## 2 Regulatorischer Rahmen für die Anrechenbarkeit von reFuels

Damit erneuerbare Kraftstoffe auf die europäischen Erneuerbare-Energien-Ziele angerechnet werden können, müssen sie bestimmte Anforderungen erfüllen. Diese Anforderungen gelten sowohl für innerhalb der EU produzierte, als auch für aus dem nicht-EU-Ausland importierte erneuerbare Kraftstoffe. Die wesentlichen Anforderungen werden dabei durch zwei delegierte Rechtsakte zur zweiten europäischen Erneuerbare-Energien-Richtlinie (engl. Renewable Energy Directive II, kurz RED II) gesetzt. Im Folgenden

- beschreiben wir zunächst die Vorgaben der delegierten Rechtsakte zur RED II (Abschnitt 2.1); und
- ordnen diese regulatorischen Vorgaben in Hinblick auf reFuel-Importe aus dem nicht-EU-Ausland ein (Abschnitt 2.2).

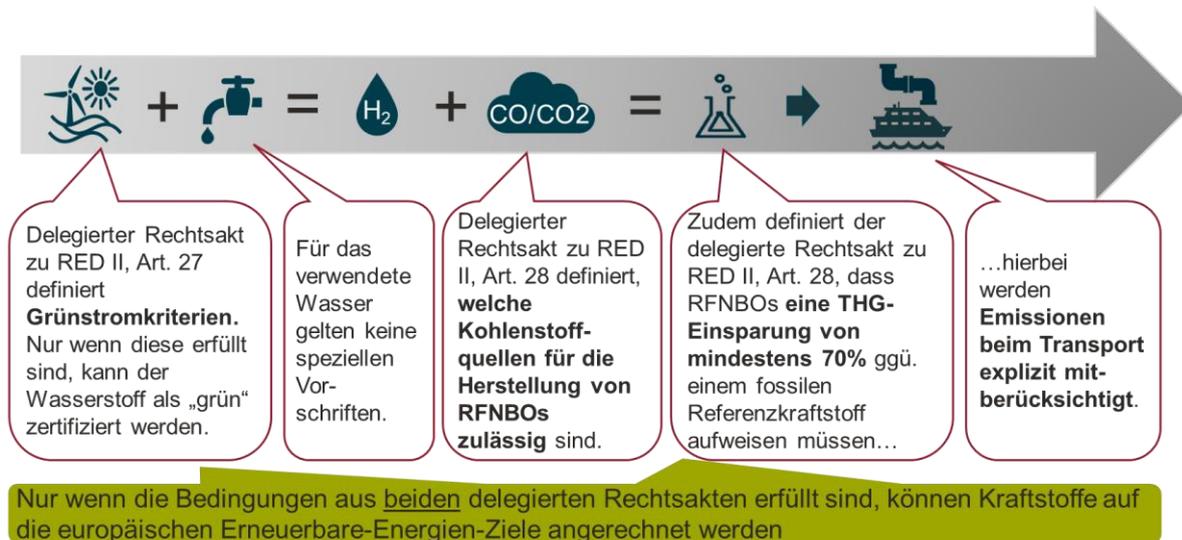
### 2.1 Vorgaben aus den delegierten Rechtsakten zur RED II

Die delegierten Rechtsakte zu den Artikeln 27 und 28 der RED II definieren Anforderungen an die Produktion von erneuerbaren Kraftstoffen (RFNBOs), die erfüllt werden müssen, damit deren Nutzung auf die Erneuerbare-Energien-Ziele der Richtlinie angerechnet werden kann:

- Der delegierte Rechtsakt zu Art. 27 der RED II definiert die sogenannten „Grünstromkriterien“, also Kriterien, die bei der Produktion des erneuerbaren Stroms erfüllt sein müssen, auf deren Basis die erneuerbaren Kraftstoffe produziert werden (siehe Abschnitt 2.1.1);
- Der delegierte Rechtsakt zu Art. 28 der RED II definiert, welche Kohlenstoffquellen für die Herstellung von RFNBOs zulässig sind (siehe Abschnitt 2.1.2). Zudem definiert der delegierte Rechtsakt zu RED II, Art. 28, dass RFNBOs eine Treibhausgas-Einsparung von mindestens 70% gegenüber einem fossilen Referenzkraftstoff aufweisen müssen, wobei auch Emissionen beim Transport der Kraftstoffe berücksichtigt werden müssen.

Abbildung 1 gibt einen Überblick darüber, welche regulatorischen Anforderungen an welche Elemente der Wertschöpfungskette von reFuels gestellt werden.

Abbildung 1 Übersicht der regulatorischen Anforderungen entlang der reFuels-Wertschöpfungskette



Quelle: Frontier Economics.

## 2.1.1 Grünstromkriterien

Die in dem delegierten Rechtsakt zu Art. 27 der RED II definierten Grünstromkriterien unterscheiden, ob es eine Direktanbindung des Elektrolyseurs an die (Grün-)Stromerzeugungsanlagen gibt oder ob der Elektrolyseur mit Netzstrom gespeist wird:

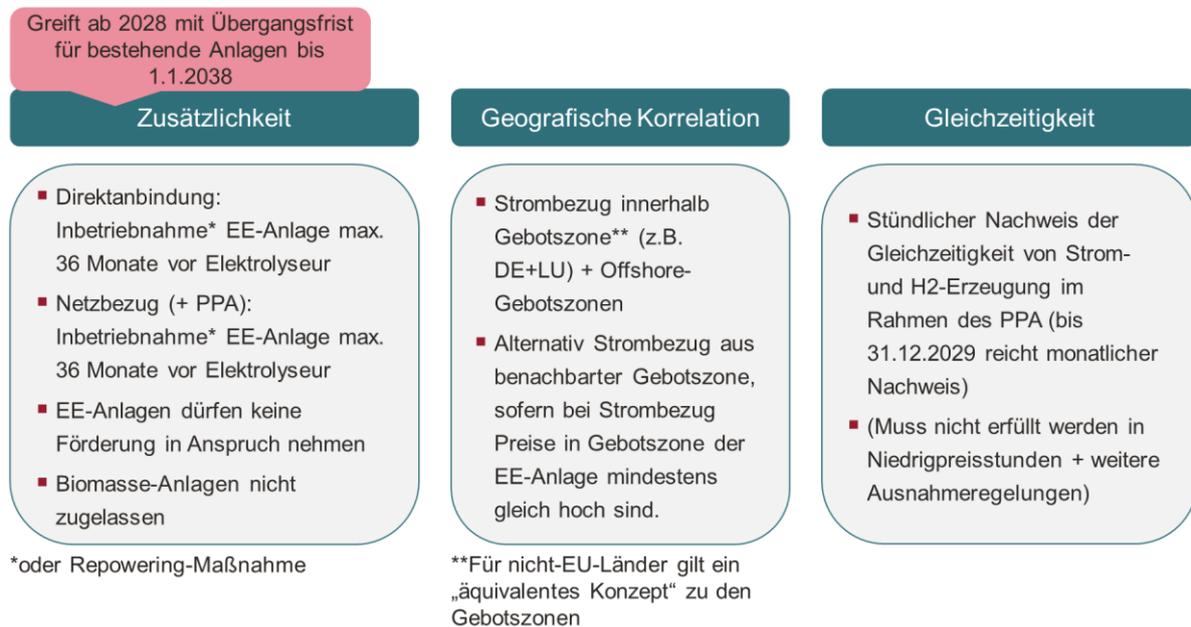
- Im Fall einer **Direktanbindung**<sup>8</sup> ist lediglich das erste der drei in Abbildung 2 dargestellten Grünstromkriterien nachzuweisen, nämlich das Kriterium der Zusätzlichkeit.
- Bei **Netzbezug** sind alle drei Kriterien (Zusätzlichkeit, geografische Korrelation und Gleichzeitigkeit) nachzuweisen.<sup>9</sup>

In beiden Fällen muss zudem nachgewiesen werden, dass die Wasserstoffproduktion zu 100% auf Basis von grünem Strom erfolgt. Im Falle des Netzbezugs erfolgt dieser Nachweis auf Basis von PPAs (Power-Purchase-Agreements; d.h. Stromlieferverträgen).

<sup>8</sup> Im Fall der Direktanbindung darf entweder kein Anschluss ans Stromnetz bestehen, oder es muss ein intelligentes Messsystem installiert sein, mit Hilfe dessen dokumentiert wird, dass kein Strom aus dem Netz für die Herstellung des grünen Wasserstoffs genutzt wird.

<sup>9</sup> Eine Ausnahme gilt für den Netzbezug in Gebotszonen mit einem sehr hohen Grünstromanteil am Strommix: Sofern der durchschnittliche Grünstromanteil am Strommix in der Gebotszone in einem der letzten vorangegangenen fünf Jahre höher als 90% war, müssen diese drei Kriterien nicht nachgewiesen werden. Ebenso müssen diese Kriterien nicht nachgewiesen werden für grünen Strom, der während eines Bilanzabrechnungszeitintervalls verbraucht wird, in dem mit erneuerbarer Energie betriebene Stromerzeugungsanlagen abgeregelt werden und die Nutzung des Stroms für die Elektrolyse die Redispatch-Mengen reduziert.

## Abbildung 2 Grünstromkriterien gemäß delegiertem Rechtsakt zu Art. 27 der RED II



Quelle: Frontier Economics.

Hinweis: PPA = Power-Purchase-Agreement. EE-Anlage = Erneuerbare-Energien-Anlage (=Grünstromerzeugungsanlage). DE=Deutschland. LU=Luxemburg.

Eine Gebotszone ist ein geografisches Gebiet, innerhalb dessen ohne Beachtung von Transportrestriktionen Strom gehandelt werden kann und per Definition der gleiche Großhandelspreis für Strom gilt.

Die einzelnen Grünstromkriterien sind gemäß dem delegierten Rechtsakt wie folgt definiert:

- **Zusätzlichkeit:** Das Kriterium der Zusätzlichkeit muss ab dem Jahr 2028 nachgewiesen werden, wobei für Elektrolyseure, die vor 2028 in Betrieb gehen, eine Übergangsfrist bis zum 1.1.2038 besteht (d.h. bis dahin müssen diese Anlagen das Kriterium der Zusätzlichkeit nicht nachweisen). Das Kriterium der Zusätzlichkeit gilt als erfüllt, sofern
  - die Stromerzeugungsanlagen maximal 36 Monate vor dem Elektrolyseur in Betrieb genommen wurden, beziehungsweise einer Repowering-Maßnahme unterzogen wurden;
  - der Grünstrom nicht auf Basis von Biomasse produziert wird; und
  - die Grünstromerzeugungsanlagen keine Förderung in Anspruch nehmen.

Das Kriterium der Zusätzlichkeit muss nicht nachgewiesen werden, sofern sich der Elektrolyseur in einer Gebotszone mit einer Strom-Emissionsintensität unter 18 g/CO<sub>2</sub>-Äq./MJ befindet.

- **Geografische Korrelation:** Das Kriterium der geografischen Korrelation gilt als erfüllt, sofern der Strom aus der gleichen Gebotszone<sup>10</sup> (oder angrenzenden Offshore-Gebotszonen) bezogen wird, in der auch der Elektrolyseur steht. Alternativ gilt das Kriterium auch als erfüllt, wenn der Strombezug aus einer benachbarten Gebotszone erfolgt, sofern die Preise in der Gebotszone, in der der Grünstrom erzeugt wird, mindestens gleich hoch sind wie in der Gebotszone, in der der Elektrolyseur steht.
- **Gleichzeitigkeit:** Bis zum 31.12.2029 muss das Kriterium der Gleichzeitigkeit von Grünstromerzeugung und Wasserstofferzeugung auf monatlicher Ebene nachgewiesen werden, ab dem Jahr 2030 auf stündlicher Basis. Das Kriterium der Gleichzeitigkeit gilt zudem stets als erfüllt, sofern Strom während Stunden genutzt wird, in denen der Day-Ahead-Preis höchstens 20 €/MWh beträgt oder weniger als das 0,36-fache des CO<sub>2</sub>-Preises.

Die Zertifizierung der Einhaltung der Grünstromkriterien soll durch freiwillige und nationale Zertifizierungssysteme erfolgen, erste Zertifizierungssysteme für RFNBOs wurden bereits durch die Europäische Kommission anerkannt.<sup>11</sup>

### 2.1.2 Anrechenbare Kohlenstoffquellen

Der delegierte Rechtsakt zu RED II, Art. 28, definiert die Methode zur Bestimmung der Treibhausgas (THG)-Emissionsminderung durch RFNBOs („Delegated Methodology Act“). RFNBOs müssen hiernach eine THG-Einsparung von mindestens 70% aufweisen. Als Vergleich dient ein fossiler Kraftstoff mit 94 gCO<sub>2</sub>eq/MJ. Die THG-Einsparung wird auf Basis einer politisch definierten, vereinfachten Erfassung der Lebenszyklusemissionen berechnet. Emissionen, die beim Transport der erneuerbaren Kraftstoffe entstehen, sind explizit miteinzubeziehen.

Zudem definiert der delegierte Rechtsakt, welche Kohlenstoffquellen für die Herstellung von RFNBOs zulässig sind. Insgesamt werden fünf verschiedene Arten von Kohlenstoffquellen als zulässig definiert:

- **Kohlenstoff aus der Luft** (Direct-Air-Capture, „DAC“);
- **Kohlenstoff aus biogenen Quellen** (abgeschiedenes CO<sub>2</sub> aus der Erzeugung oder Verbrennung von Biokraftstoffen, flüssigen Biobrennstoffen oder Biomasse-Brennstoffen) - Für die Nutzung von Kohlenstoff aus biogenen Quellen gilt, dass die biogenen Quellen die RED II Nachhaltigkeitskriterien und Vorgaben zur Treibhausgaseinsparung erfüllen müssen und für die CO<sub>2</sub>-Abscheidung keine Gutschrift für eingesparte Emissionen in Anspruch genommen wurde;

---

<sup>10</sup> Eine Gebotszone ist ein geografisches Gebiet, innerhalb dessen ohne Beachtung von Transportrestriktionen Strom gehandelt werden kann und per Definition der gleiche Großhandelspreis für Strom gilt. Beispielsweise gehört Deutschland zu einer Gebotszone mit Luxemburg, d.h. sowohl an unterschiedlichen Standorten innerhalb Deutschlands, als auch in Luxemburg, ist der Großhandelspreis für Strom identisch.

<sup>11</sup> Siehe [https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/bioenergy/voluntary-schemes\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/bioenergy/voluntary-schemes_en)

- **Kohlenstoff aus geologischen Quellen** (sofern das CO<sub>2</sub> zuvor auf natürliche Weise freigesetzt wurde);
- **abgeschiedenes CO<sub>2</sub> aus Verbrennung flüssiger oder gasförmiger RFNBOs+ RCFs<sup>12</sup>**; und
- **Kohlenstoff aus Industriequellen**, sofern:
  - das CO<sub>2</sub> „*bei einer in Anhang I der Richtlinie 2003/87/EG aufgeführten Tätigkeit abgeschlossen<sup>13</sup> und in einem vorgelagerten Schritt in einem wirksamen CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem<sup>14</sup>*“ berücksichtigt wurde; dabei gilt, dass
    - Kohlenstoff-Emissionen aus der Verbrennung von Brennstoffen zur Stromerzeugung nur bis zum Jahr 2035 als vermiedene Emissionen angerechnet werden können; während
    - andere Kohlenstoff-Emissionen aus industriellen Quellen bei Nutzung zur Herstellung von RFNBOs bis zum Jahr 2040 als vermiedene Emissionen angerechnet werden können.

Der Begriff der „wirksamen CO<sub>2</sub>-Bepreisung“ („effective carbon pricing“) wurde bislang durch die Europäische Kommission nicht eindeutig definiert (siehe hierzu auch Abschnitt 2.2.2).

## 2.2 Einordnung der regulatorischen Vorgaben in Hinblick auf reFuel-Importe

Im Folgenden beschreiben wir die Auswirkungen der zuvor beschriebenen regulatorischen Vorgaben der delegierten Rechtsakte auf reFuel-Importe und diskutieren ob, bzw. welche der Vorgaben spezifische Hemmnisse für reFuels darstellen könnten.

### 2.2.1 Grünstromkriterien

Die Grünstromkriterien erhöhen grundsätzlich die Kosten der reFuels-Erzeugung gegenüber einem Fall, in dem es diese Kriterien nicht gäbe oder diese weniger restriktiv ausgelegt wären. Zudem führen sie zu erheblichen regulatorischen Unsicherheiten, die sich negativ auf die Investitionstätigkeit auswirken können. Insofern resultieren aus den Grünstromkriterien relativ hohe Hürden für die Herstellung von reFuels, die in der EU in Verkehr gebracht werden sollen. So sind derzeit praktisch keine reFuels Projekte bekannt, die ohne eine explizite finanzielle Förderung von staatlicher Seite auskommen würden, u.a. auch als Folge der hohen Anforderungen an die Herstellung der Produkte. Die Grünstromkriterien stellen sowohl für die reFuels-Produktion innerhalb als auch außerhalb der EU ein Hemmnis dar:

---

<sup>12</sup> RCF = Recycled Carbon Fuels (wiederverwertete kohlenstoffhaltige Kraftstoffe).

<sup>13</sup> Bei der Richtlinie 2003/87/EG handelt es sich um die Emissionshandelsrichtlinie. Anhang 1 der Richtlinie nennt die Tätigkeiten, die unter das EU ETS fallen.

<sup>14</sup> Delegierte Verordnung (EU) 2023/1185 der Kommission vom 10. Februar 2023, Anhang A 10 a).

- **Grünstromkriterien erhöhen Kosten der reFuel-Erzeugung** – Die Vorgaben der Grünstromkriterien können eine starke Auswirkung auf die Höhe der Wasserstoffgestehungskosten und damit der reFuel-Erzeugungskosten haben. So steigen die Kosten beispielsweise deutlich, je kürzer der vorgegebene Bilanzierungszeitraum für den Nachweis der Gleichzeitigkeit ist (vgl. Frontier Economics, 2021a). Dies gilt jedoch sowohl für innerhalb der EU produzierte reFuels, als auch für aus dem nicht-EU-Ausland importierte reFuels und stellt aus unserer Sicht kein spezifisches Importheimnis für reFuels dar.
- **Komplexes Regelwerk kann zu regulatorischer Unsicherheit führen** – Den regulatorischen Rahmen zu verstehen, einzuordnen, und auf die Situation in potenziellen reFuel-Lieferländern außerhalb der EU zu übertragen, kann insbesondere in Hinblick auf reFuel-Importe herausfordernd sein und zu regulatorischer Unsicherheit führen. Dies zeigt beispielsweise eine Liste mit häufig gestellten Fragen zu den europäischen Vorgaben für erneuerbaren Wasserstoff und dessen Derivate, die der International PtX Hub zusammengestellt hat.<sup>15</sup> Diese Fragen umfassen neben grundsätzlichen Verständnisfragen zu der Auslegung der Kriterien auch spezielle Fragen zu nicht-EU-Ländern, wie beispielsweise rund um die Anwendung des Gebotszonenkonzepts im nicht-europäischen Ausland oder dem Hinweis, dass das Konzept von PPAs in manchen Ländern erst kürzlich eingeführt wurde oder PPAs bislang noch gar nicht existieren.<sup>16</sup> Zur Anwendung des Gebotszonenkonzepts im nicht-europäischen Ausland gibt es zwar Vorgaben der Europäischen Kommission,<sup>17</sup> im Einzelfall kann es dennoch Unsicherheiten geben, wie das Konzept anzuwenden wäre.<sup>18</sup>
- **Grünstromkriterien aber kein spezifisches Hemmnis für reFuel-Importe** – Die Herausforderungen, die in der Praxis durch die Vorgaben der Grünstromkriterien entstehen, sind genereller Natur und stellen kein spezifisches Hemmnis für den Import von reFuels aus dem nicht-EU-Ausland dar. Zu diesem Schluss kommt auch eine Analyse von PtX Hub, Hincio und Dii Desert Energy. Auf Basis von Interviews mit Projektentwicklern und anderen Marktakteuren kommen sie zu dem Schluss, dass es eine Reihe von Unsicherheiten bei der konkreten Umsetzung der Kriterien im nicht-EU-Kontext gibt, aber keines der Kriterien grundsätzlich für den Import von reFuels herausfordernder ist als für die Herstellung innerhalb der EU.<sup>19</sup> So zeigte sich bei der H2Global Pilotauktion für grünes Ammoniak, dass es Bieter aus verschiedenen Kontinenten gab, die die Qualifizierungs-

---

<sup>15</sup> International PtX Hub, 2023.

<sup>16</sup> International PtX Hub, 2023.

<sup>17</sup> Siehe hierzu EC (2024). In dem (rechtlich nicht bindenden) Q&A-Dokument der Europäischen Kommission zur Umsetzung der delegierten Rechtsakte gibt die Europäische Kommission auch Hinweise zur Anwendung des Gebotszonenkonzepts in Drittstaaten.

<sup>18</sup> Siehe hierzu Indo-German Energy Forum (2023). In der Studie wird die Frage diskutiert, ob Indien im Kontext der Grünstromkriterien als eine oder mehrere Gebotszonen angesehen wird, da Indien formal mehrere Gebotszonen hat, es bis auch wenige Ausnahmen jedoch keine Netzengpässe zwischen den Zonen gibt. Die Autoren weisen darauf hin, dass die Definition der Gebotszonen in Indien einen starken Einfluss auf die Höhe von Wasserstoffherstellungskosten hätte.

<sup>19</sup> International PtX Hub: <https://ptx-hub.org/delegated-acts-on-art-27-and-28-explained/>

bedingungen (inklusive der Erfüllung der Grünstromkriterien) erfüllen konnten. Es ist allerdings davon auszugehen, dass sich die Kostenwirkung der Grünstromkriterien auf die erforderlichen Förderbeträge auswirkt.<sup>20</sup>

### 2.2.2 Anrechenbare Kohlenstoffquellen

Im Gegensatz zu den Grünstromkriterien stellen die Vorgaben zu anrechenbaren Kohlenstoffquellen mindestens für einen Teil der nicht-EU-Länder ein effektives zusätzliches Hemmnis für den Export von reFuels in die EU dar. Da die Direct-Air-Capture-Technologie, mittels derer anrechenbarer Kohlenstoff in allen Ländern gewonnen werden könnte, noch nicht im industriellen Maßstab verfügbar ist, sind kurz- und mittelfristig die in der Praxis relevanten Optionen zur Gewinnung von anrechenbarem Kohlenstoff die Abscheidung von CO<sub>2</sub> aus biogenen Quellen oder aus Industrieprozessen.<sup>21</sup>

#### Kohlenstoff aus biogenen Quellen

Kohlenstoff aus biogenen Quellen, der nach EU-Kriterien für die reFuels-Produktion anrechenbar ist, umfasst abgeschiedenes CO<sub>2</sub> aus der Erzeugung oder Verbrennung von

- Biokraftstoffen,
- flüssigen Biobrennstoffen, oder
- Biomasse-Brennstoffen.

Bei der Nutzung von Kohlenstoff aus biogenen Quellen müssen die Nachhaltigkeitskriterien und Treibhausgasminde rungsvorgaben der RED II eingehalten werden (siehe Abschnitt 2.1.2).

Gut für die reFuel-Produktion nutzbar ist beispielsweise Kohlenstoff, der bei der Bioethanolproduktion oder in Biogasanlagen abgeschieden wird:

- **Biogener Kohlenstoff aus der Ethanolproduktion:** Bei der (Bio-)Ethanolproduktion werden große Mengen hochkonzentriertes biogenes CO<sub>2</sub> freigesetzt, wodurch es für eine Abscheidung und Nutzung sehr gut geeignet ist.<sup>22</sup> Einzelne Anlagen mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung sind bereits in Betrieb.<sup>23</sup> Wesentliche Ethanolproduktionsanlagen befinden sich in

---

<sup>20</sup> Bei der H2Global-Pilotauktion für eSAF, für dessen Herstellung im Gegensatz zu grünem Ammoniak neben Grünstrom auch Kohlenstoff erforderlich ist, gab es deutlich weniger Bieter, die die Qualifikationsbedingungen erfüllen konnten und letztendlich keinen Bieter, der ein Angebot abgegeben hat – siehe dazu auch den folgenden Abschnitt; Hintco: H2Global Pilot Auction Results.

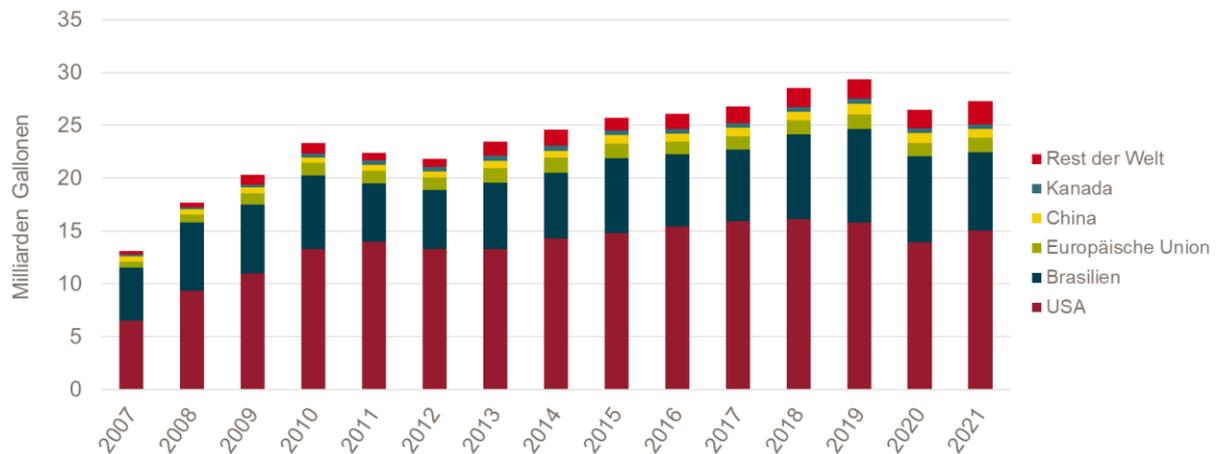
<sup>21</sup> Direct Air Capture (DAC) - Verfahren befinden sich derzeit auf Stufe 6 der "Technologiebereitschaft" (Technology Readiness Level - TRL) (auf einer Skala von 1 bis 9). Das bedeutet, dass sich die Verfahren noch in der Phase der groß angelegten Prototypen befinden und noch nicht für eine vollständige kommerzielle Umsetzung bereit sind (WRI (2022), siehe auch IEA (2022)).

<sup>22</sup> CaptureMap: <https://www.capturemap.no/the-biogenic-co2-breakdown/>

<sup>23</sup> IEA: Bioenergy with Carbon Capture and Storage: <https://www.iea.org/energy-system/carbon-capture-utilisation-and-storage/bioenergy-with-carbon-capture-and-storage>

den USA und in Brasilien (zusammen 80% der weltweiten Produktion) sowie in der EU, China und Kanada (Abbildung 3).

**Abbildung 3 Weltweite Ethanolproduktion nach Ländern bzw. Regionen 2007-2022**



Quelle: US Department of Energy – Alternative Fuels Data Center.

Hinweis: In den USA wird Ethanol i.W. auf Basis von Mais hergestellt, in Brasilien i.W. auf Basis von Zuckerrohr.

- Biogener Kohlenstoff aus Biogasanlagen:** Biogas wird derzeit vor allem in Europa, China und den USA produziert (Abbildung 4). Innerhalb Europas befinden sich die meisten Biogasanlagen in Deutschland.<sup>24</sup> Laut Einschätzung der IEA besteht das größte Potenzial zur Biogas- und Biomethan-Erzeugung in Asien, gefolgt von Nord- und Südamerika (Abbildung 5). Ob, bzw. in welchem Ausmaß von diesem Potenzial zukünftig Gebrauch gemacht wird, hängt wesentlich vom regulatorischen Rahmen für Biogas-/Biomechan in den jeweiligen Ländern ab (z.B. ob es entsprechende Förderprogramme gibt).<sup>25,26</sup> Für die Abscheidung und Nutzung des Kohlenstoffs aus der Biogas-Produktion ist zudem entscheidend, in welchen Anlagentypen die Produktion erfolgt. So lohnt sich die Installation einer Abscheidungsanlage eher bei großen Produktionsanlagen. Bei sehr kleinen Anlagen (wie sie z.B. zum nachhaltigen Kochen („clean cooking“) in Entwicklungsländern eine Rolle spielen könnten<sup>27</sup>) dürfte die Abscheidung dagegen kaum sinnvoll sein.

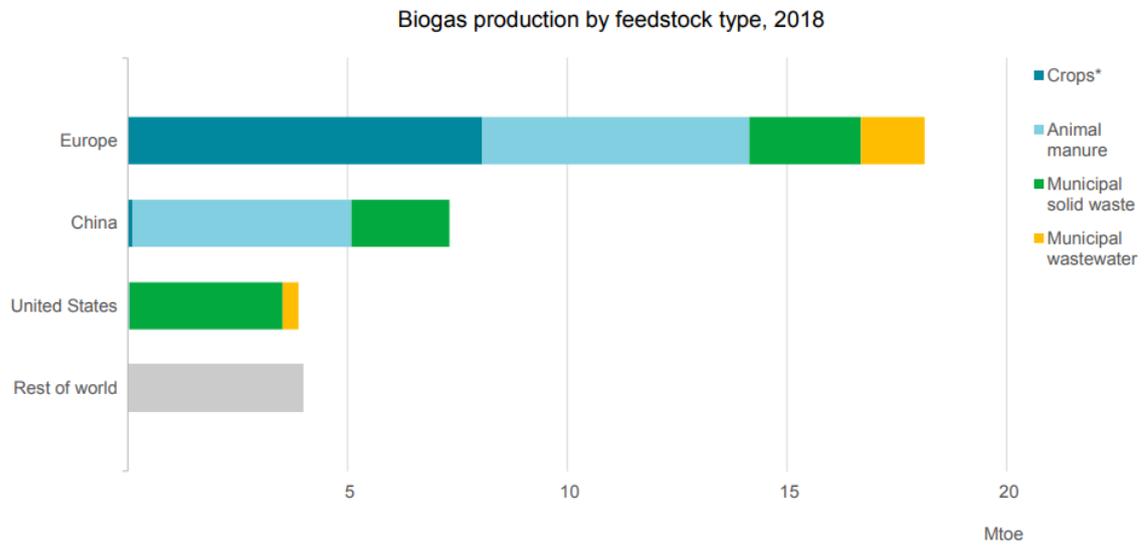
<sup>24</sup> IEA (2020), S.17.

<sup>25</sup> In vielen Fällen ist die Nutzung von biogener Energie mit höheren Kosten verbunden, als die Nutzung von fossilen Energieträgern (IRENA (2020), S. 50). Ohne regulatorische Maßnahmen, die den Einsatz von biogenen Energieträgern fördern oder die Nutzung von fossilen Energieträgern pönalisieren, ist daher nicht davon auszugehen, dass das biogene Potenzial auch ausgeschöpft wird. Siehe auch IEA (2020), S. 17, für eine Beschreibung dazu, wie regulatorische Maßnahmen die Biogas-Entwicklung in unterschiedlichen Regionen vorangetrieben haben.

<sup>26</sup> Wie in Abschnitt 2.2.1 beschreiben, darf die biogene Energie selbst nicht für die RFNBO-Produktion verwendet werden. Folglich müsste die biogene Energie anderweitig verwendet werden, auch wenn der Kohlenstoff für RFNBOs verwendet wird.

<sup>27</sup> IEA (2020), S.48ff.

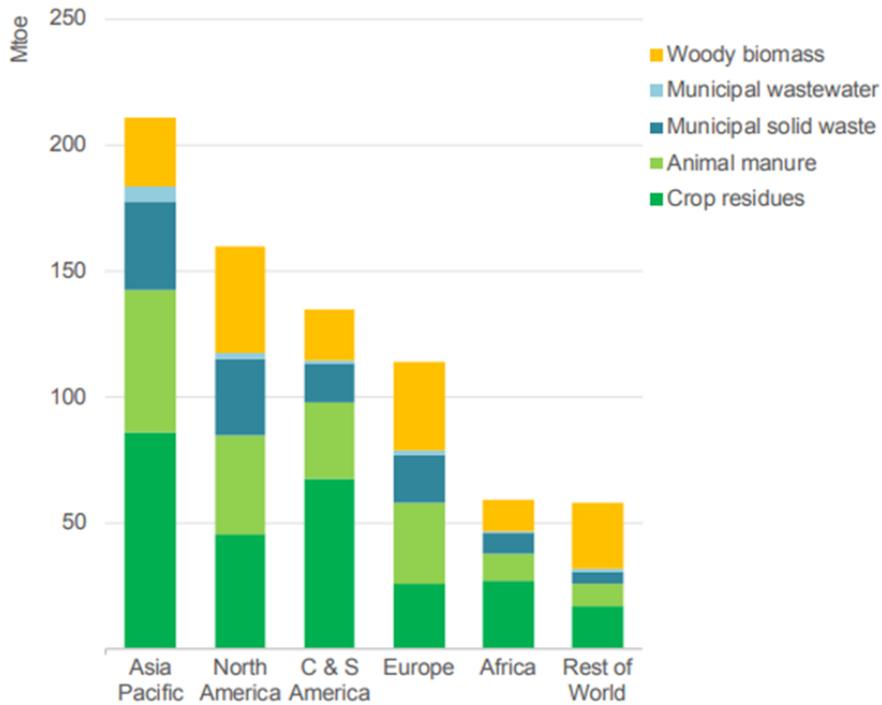
Abbildung 4 Biogas-Produktion nach Regionen und Biomasse-Art (Stand 2018)



\* Crops include energy crops, crop residues and sequential crops.  
 Note: 1 Mtoe = 11.63 terawatt-hours (TWh) = 41.9 petajoules (PJ).

Quelle: IEA (2020), S.16.

Abbildung 5 Biogas- bzw. Biomethanerzeugungspotential nach Region und Biomasseart (2018)



Notes: C&S America = Central and South America. Woody biomass feedstocks are available only for biomethane production.

Quelle: IEA (2020), S. 7.

In der Gesamtschau ist die Nutzung von biogenem Kohlenstoff für die reFuels-Herstellung aus derzeitiger Perspektive vor allem in den USA, Brasilien, China und der EU eine Option.

## Kohlenstoff aus industriellen Quellen

Die Möglichkeit der Nutzung von Kohlenstoff aus industriellen Quellen hängt einerseits davon ab, ob in dem jeweiligen Land entsprechende industrielle Punktquellen verfügbar sind, und andererseits, ob „ein wirksames Bepreisungssystem“ für den Kohlenstoff besteht, so dass der Kohlenstoff auch bei der reFuel-Produktion anrechenbar ist (vergleiche Abschnitt 2.1.2).

Industrielle Punktquellen sind in den meisten Ländern vorhanden, wie Abbildung 6 am Beispiel von Punktquellen aus der Zementindustrie zeigt. Neben Punktquellen aus der Zementindustrie eignen sich beispielsweise Punktquellen aus der Eisen- und Stahlerzeugung sowie der Ammoniakherstellung besonders gut zur Kohlenstoff-Gewinnung.<sup>28</sup>

## Abbildung 6 Punktquellen Zementindustrie weltweit



Quelle: CaptureMap (<https://www.capturemap.no/carbon-capture-cement-industry/>).

Die Vorgaben zur Anrechenbarkeit von Kohlenstoff aus industriellen Quellen sind dagegen in einem Großteil der Länder außerhalb der EU nach derzeitigem Stand voraussichtlich nicht erfüllbar, weil die Länder entweder über kein CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem verfügen oder das System ggf. nicht als „wirksames Bepreisungssystem“ klassifiziert werden könnte.

Wie in Abschnitt 2.1.2 beschrieben, wurde der Begriff des „wirksamen Bepreisungssystems“ nicht eindeutig von der Europäischen Kommission spezifiziert, so dass Unsicherheit darüber

<sup>28</sup> Ifeu (2019).

besteht, welche Anforderungen in der Praxis erfüllt sein müssen. In dem (rechtlich nicht bindenden) Q&A-Dokument vom 14.03.2024 nennt die Europäische Kommission einige Mindestanforderungen für entsprechende Bepreisungssysteme wie beispielsweise Stabilität, rechtliche Bindung für die Teilnehmenden und die Implementierung eines robusten Überwachungs-, Berichterstattungs- und Verifizierungsprozesses. Das System soll sicherstellen, dass jede Tonne emittiertes CO<sub>2</sub> auch tatsächlich bespreist wird und so ausgestaltet sein, dass die Emissionen im Einklang mit den jeweiligen länderspezifischen Beiträgen zum Pariser Klimaabkommen (den sogenannten NDCs – Nationally Determined Contributions) reduziert werden.

Laut Einschätzung der Europäischen Kommission werden die erforderlichen Kriterien für ein wirksames Bepreisungssystem vom EU ETS, dem schweizerischen ETS und dem UK ETS erfüllt.<sup>29</sup> Welche weiteren Länder über ein wirksames Bepreisungssystem in diesem Sinne verfügen, ist derzeit unklar. Zudem ist unklar, ob einmal als wirksam eingestufte Bepreisungssysteme zu einem späteren Zeitpunkt diese Beurteilung wieder verlieren könnten, wenn sich die Rahmenbedingungen ändern. Diese zeitliche Komponente kreiert weitere Unsicherheiten für potenzielle Investoren.

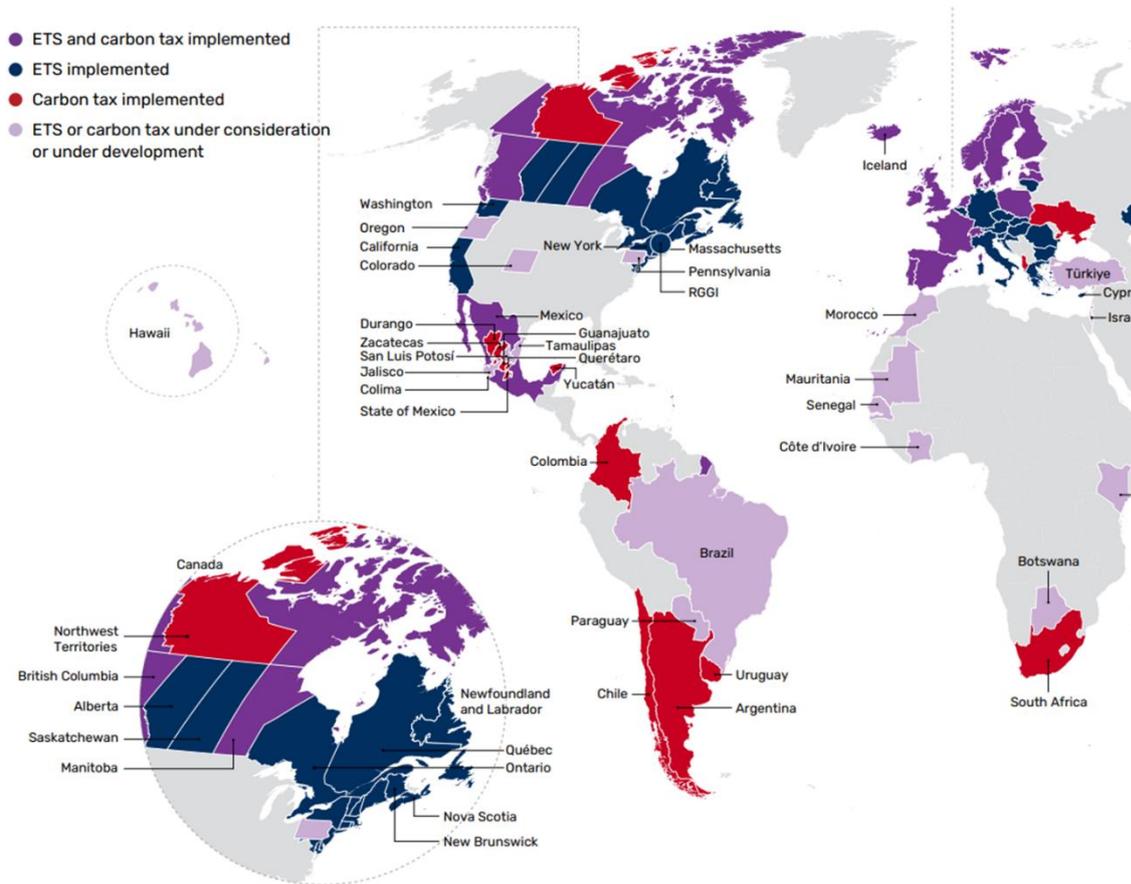
Im Folgenden stellen wir dar, welche Länder überhaupt über ein Kohlenstoffbepreisungssystem verfügen und wie dieses grundlegend ausgestaltet ist.

Abbildung 7 und Abbildung 8 geben einen globalen Überblick über implementierte CO<sub>2</sub>-Bepreisungssysteme sowie Überlegungen zur Einführung von CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystemen („under consideration or under development“) (Stand 2024). Hierbei sind sowohl Emissionshandelssysteme, als auch CO<sub>2</sub>-Steuern erfasst. Insgesamt gibt es derzeit 75 Länder, in denen ein CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem in Kraft ist. Der Anteil beläuft sich auf 36 Emissionshandelssysteme und 39 CO<sub>2</sub>-Steuern. In vielen Ländern, insbesondere im afrikanischen Raum und im mittleren Osten, sowie in Teilen Asiens und Südamerikas, gibt es dagegen derzeit kein Bepreisungssystem. Auch in den USA gibt es nicht in allen Bundesstaaten eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung.

---

<sup>29</sup> EC (2024), S.23.

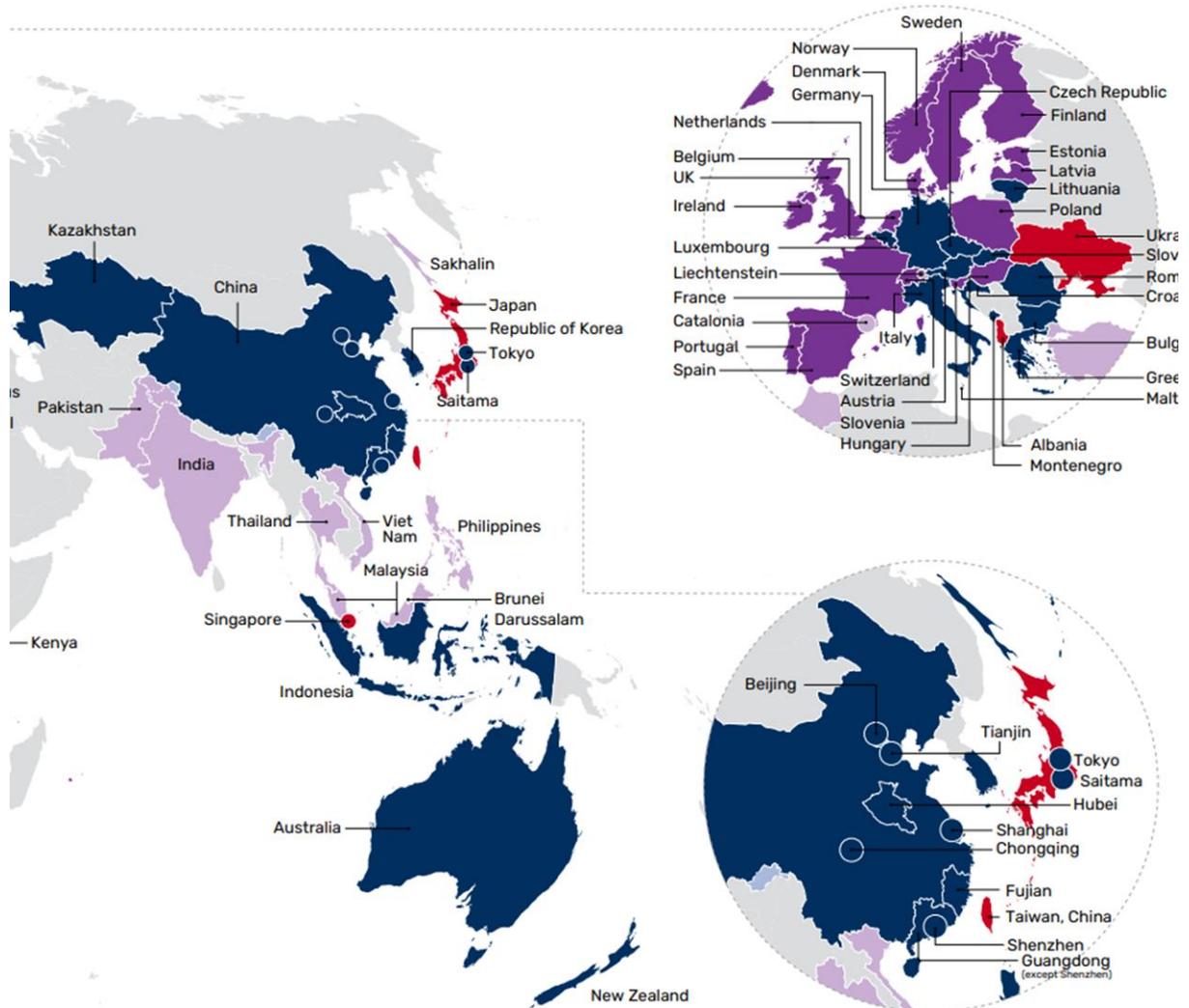
Abbildung 7 CO<sub>2</sub>-Bepreisungssysteme weltweit (Teil 1)



Quelle: Weltbank (2024), Ausschnitt aus Abbildung 4 ("Map of Carbon Taxes and ETFs").

Hinweis: Einige Länder haben sowohl ein Emissionshandelssystem, als auch eine CO<sub>2</sub>-Steuer implementiert oder konkrete Planungen, dies zu implementieren (dunkel-lila Farbcodierung in der Abbildung; z.B. Frankreich, Spanien, Skandinavische Länder). Andere Länder haben entweder ein Emissionshandelssystem oder eine CO<sub>2</sub>-Steuer implementiert (oder konkrete Planungen hierzu) (blaue bzw. rote Farbcodierung in der Abbildung). In einer weiteren Gruppe von Ländern gibt es zwar keine konkreten Überlegungen, aber immerhin generelle Überlegungen zur Einführung eines Emissionshandelssystems oder einer CO<sub>2</sub>-Steuer (z.B. in Brasilien oder Marokko; hell-lila Farbcodierung in der Abbildung).

Abbildung 8 CO<sub>2</sub>-Bepreisungssysteme weltweit (Teil 2)



Quelle: Weltbank (2024), Ausschnitt aus Abbildung 4 ("Map of Carbon Taxes and ETFs").

Hinweis: Siehe Hinweis zu Abbildung 7.

In den meisten Ländern, in denen ein CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem implementiert ist, ist der CO<sub>2</sub>-Preis zudem – in vielen Fällen deutlich – geringer als im EU-ETS (siehe Abbildung 9). Während der EU-ETS Preis 2023 im Schnitt bei ca. 84 €/t CO<sub>2</sub><sup>30</sup> (bzw. ca. 91 \$/t CO<sub>2</sub><sup>31</sup>) lag, lag er in einer Vielzahl von Ländern deutlich unterhalb von 20 \$/t CO<sub>2</sub> (z.B. Ukraine, Kasachstan, Japan, Argentinien, Singapur, Mexiko)<sup>32</sup>. Wenn man die Skala der nominalen CO<sub>2</sub>-Bepreisungsniveaus in Abbildung 8 betrachtet, zeigt sich, dass am Stichtag 1. April 2024 nur in wenigen Ländern ein höherer Preis als im EU-ETS galt. Diese Länder umfassen die Niederlande,

<sup>30</sup> Siehe auch DEHst (2024).

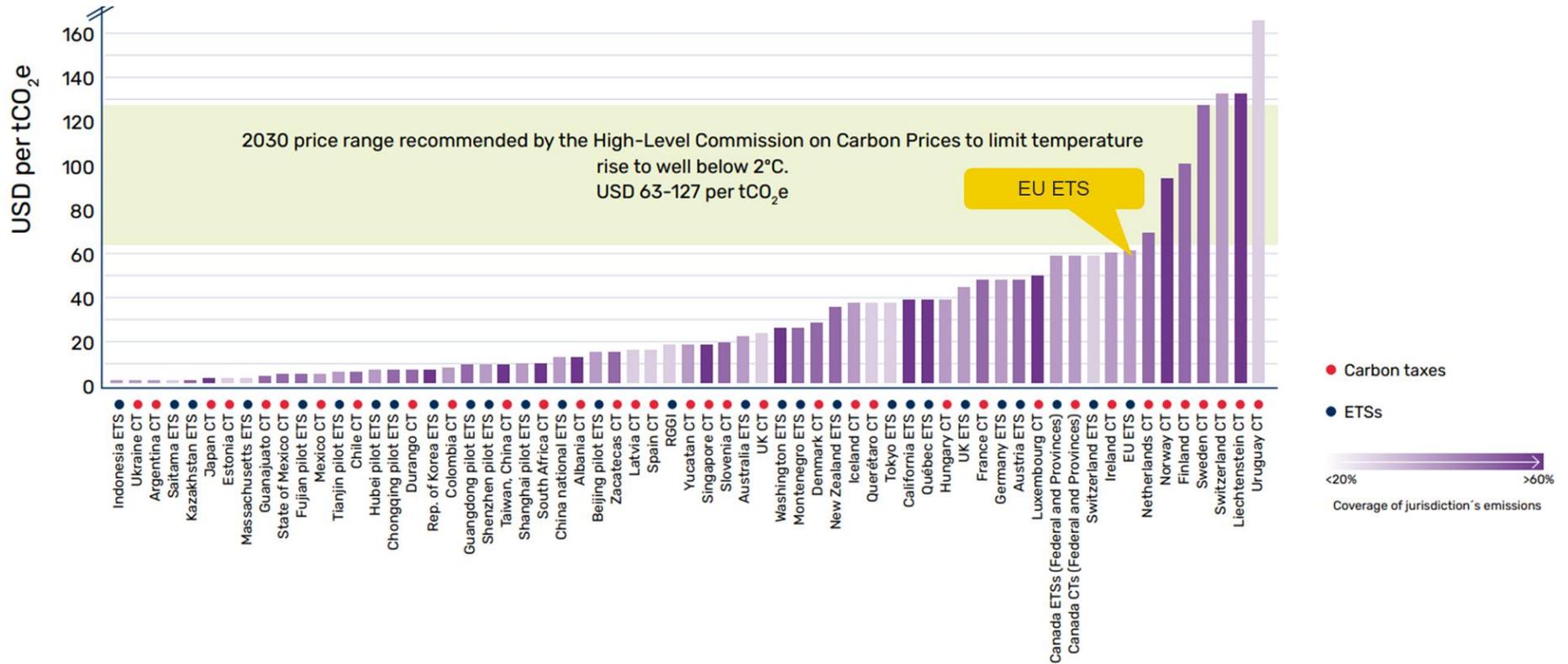
<sup>31</sup> Umgerechnet mit dem durchschnittlichen Wechselkurs für das Jahr 2023: 1 \$ = 0,9248 € (Siehe BMZ: <https://www.bmz.de/de/ministerium/zahlen-fakten/oda-zahlen/hintergrund/dac-umrechnungkurs-35300>)

<sup>32</sup> Vgl. Weltbank 2023a, Abbildung 3, und Weltbank 2024, Abbildung 7.

Norwegen, Finnland, Schweden, die Schweiz, Liechtenstein (dort in Bezug auf die zum EU-ETS zusätzlich erhobene Kohlenstoffsteuer) und Uruguay. Ebenso ist der Geltungsbereich in einigen CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystemen weniger umfassend als im EU-ETS, wie in Abbildung 9 anhand der Farbschattierung der einzelnen Balken illustriert. Während das EU-ETS 20-40 % der Emissionen im EU-ETS-Geltungsbereich umfasst, sind es in anderen Ländern (wie zum Beispiel Uruguay) teils weniger als 20 % der Emissionen. (In einigen Ländern umfasst das CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem allerdings auch mehr als 60 % der Emissionen – beispielsweise die Kohlenstoffsteuern in Norwegen oder Südafrika).

In vielen Ländern, die sich aufgrund ihrer Standortbedingungen für die Grünstromerzeugung gut für die Produktion von reFuels eignen würden (siehe hierzu Abschnitt 3), ist die Nutzung von Kohlenstoff aus industriellen Quellen für die Herstellung von reFuels, die die europäischen RFNBO-Kriterien erfüllen, voraussichtlich also keine Option. Auch wenn nach aktuellem Stand noch unklar ist, welche Länder die Voraussetzungen an ein „wirksames Bepreisungssystem“ erfüllen werden, zeigt sich, dass viele Länder entweder überhaupt nicht über ein solches System verfügen, oder dass der Preis und/oder die sektorale Abdeckung des Systems sehr gering sind.

Abbildung 9 CO2-Preise in verschiedenen CO2-Bepreisungssystemen (2024)



Quelle: Weltbank (2024). Ausschnitt aus Abbildung 7 ("Prices and coverage across ETSs and carbon taxes, as of April 1, 2024").

Hinweis: Kennzeichnung des Preises des EU-ETS von Frontier hinzugefügt; Platzierung der Legende von Frontier verändert. Die Preise basieren auf börsengehandelten oder Auktionspreisen vom 1. April 2024 oder den zuletzt verfügbaren Daten.

Zusammenfassend stellen die Vorgaben zu den für die reFuel-Produktion verwendbaren Kohlenstoffquellen für den Import aus einigen Ländern ein sehr relevantes Importhemmnis dar. Dies gilt vor allem für Länder, die weder auf Kohlenstoff aus biogenen Quellen zurückgreifen können, noch über ein CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem verfügen, oder deren CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem die Anforderungen an ein „wirksames Bepreisungssystem“ voraussichtlich nicht erfüllen wird.

Die Existenz eines relevanten Importhemmnisses zeigt sich beispielhaft auch daran, dass bei der H2Global-Pilotauktion für eSAF kein Bieter gefunden werden konnte: Während sich mehr als 300 Akteure für die Auktion interessiert haben, konnten nur drei Unternehmen die Qualifizierungsbedingungen für die Auktion (welche u.a. die Vorgaben aus den delegierten Rechtsakten der RED II umfassten) erfüllen. Von diesen drei Unternehmen haben zwei Unternehmen noch nicht einmal ein indikatives Gebot abgegeben – zum einen, da ihnen die Unsicherheiten rund um den regulatorischen Rahmen zur THG-Bilanzierung des zur SAF-Produktion verwendeten Kohlenstoffs zu groß waren und zum anderen aufgrund des relativ kleinen Volumens und der kurzen Laufzeit des Vertrags, was aus Sicht der Bieter nicht mit den praktischen Erfordernissen für den Neubau einer eSAF-Anlage kompatibel ist. Der dritte Anbieter hat zunächst zwar ein indikatives Gebot gemacht, allerdings kein finales Gebot abgegeben. Als Grund hat er angegeben, dass die Vorgaben zur Anrechnung der THG-Minderung auf die verschiedenen Endprodukte der geplanten Fischer-Tropsch-Anlage (statt einer alleinigen Anrechnung auf den SAF-Anteil) den Wirtschaftlichkeitsanforderungen für die Anlage nicht gerecht würden.<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup> Hintco: H2Global pilot auction results.

### 3 Potenzielle reFuel-Lieferländer

Im Folgenden stellen wir unsere Analyse von Lieferländern vor, die für den Import von reFuels nach Baden-Württemberg besonders geeignet sind. Da in den letzten Jahren bereits eine Vielzahl von Studien veröffentlicht wurde, die Länder mit für die Produktion von reFuels vorteilhaften Standortbedingungen untersucht haben, setzt unsere Analyse auf diesen bestehenden Studien auf.

Erster Schritt unserer Analyse ist daher eine Metastudie, auf deren Basis wir eine „Long-list“ potenzieller Lieferländer identifiziert haben (Abschnitt 3.1). In einem zweiten Schritt haben wir die Länder der Long-list anhand von ökonomischen und sozio-politischen Kriterien näher analysiert (Abschnitt 3.2). Für die Länder, die wir auf Basis dieser zweistufigen Analyse als besonders geeignete reFuel-Lieferländer für Baden-Württemberg einstufen, stellen wir in Anhang C detaillierte Länderprofile vor.

#### 3.1 Long-List potenzieller Lieferländer auf Basis einer Metastudie

Im Rahmen der Metastudie haben wir insgesamt 10 Studien ausgewertet, die im Zeitraum 2018 bis 2023 veröffentlicht wurden (für Details siehe Tabelle 1 in Anhang B). Acht der Studien sind dabei länderübergreifende Studien, während in zwei der Studien nur ein Lieferland (in beiden Fällen Marokko) untersucht wurde. Abbildung 10 gibt einen Überblick darüber, welche Lieferländer in den Studien genannt wurden und in wie vielen Studien die jeweiligen Länder als potentielles reFuel-Lieferland betrachtet wurden. „Spitzenreiter“ ist hierbei Marokko, was jedoch auch durch die zwei länderspezifischen Studien begründet ist. In 4-5 Studien wurden jeweils Australien, Norwegen und Spanien als reFuel-Lieferländer untersucht, gefolgt von Chile, Namibia, Russland und Saudi-Arabien mit jeweiliger Untersuchung in drei Studien.

**Abbildung 10 Häufigkeit der Nennung von Ländern als reFuel-Lieferländer in den untersuchten Studien**



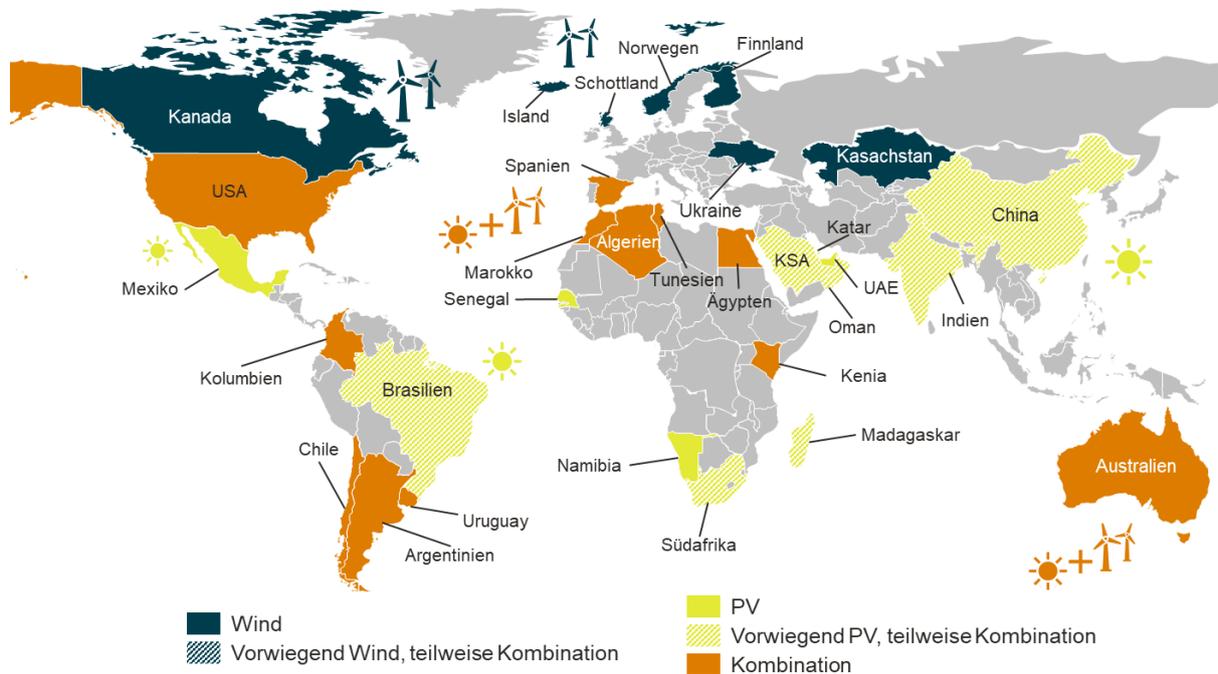
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Studien der Meta-Analyse entsprechend Tabelle 1 in Anhang B.

Methodik und Herangehensweise der einzelnen Studien variieren teilweise deutlich: Während in manchen Studien (z.B. Oxford Institute for Energy Studies, 2022) schon vorab eine Vorauswahl von (einer relativ geringen Anzahl von) potenziellen Lieferländern getroffen wurde, die dann in der Studie näher untersucht wurden, wurde in anderen Studien ein offener(er) Ansatz verfolgt, bei dem auf Basis aller oder einer Vielzahl von Ländern/Regionen diejenigen Länder mit besonders guten Standortbedingungen für grünen Wasserstoff bzw. reFuels identifiziert wurden (z.B. Frontier Economics, 2018).

Diese unterschiedlichen Herangehensweisen sowie die unterschiedlichen Veröffentlichungszeitpunkte der Studien, die u.a. einen Einfluss auf die Einschätzung von sozio-politischen Bedingungen in den Ländern sowie den Fortschritt bei Wasserstoff-/reFuels-Projekten, -Strategien und -Partnerschaften haben können, limitieren die direkte Vergleichbarkeit der Studienergebnisse. Wir nutzen die Meta-Studie daher im Wesentlichen zur Generierung einer Long-List von potenziellen Lieferländern als Startpunkt für eine weitere Analyse.

Abbildung 11 gibt eine Übersicht der auf Basis der Meta-Studie generierten Long-List. Zusätzlich zu den in der Meta-Studie genannten Ländern sind durch den Austausch im Projektarbeitskreis Uruguay, Finnland und Schottland für die weitere Analyse mit aufgenommen worden. Russland wird dagegen aufgrund der aktuellen geopolitischen Lage in der Long-list nicht weiter berücksichtigt. Die Farb-Codierung der Länder gibt an, auf Basis welcher Grünstromquelle(n) die reFuel-Erzeugung in den jeweiligen Ländern primär erfolgen würde.

Abbildung 11 Long-List von potentiellen reFuel-Lieferländern für Baden-Württemberg



Quelle: Eigene Darstellung nach Fraunhofer IEE (2024), DECHEMA (2024); Sahara Wind (2024); MWIDE NRW (2021); JRC (2019); Frontier Economics (2018); Mondal et al. (2016); University of Iceland (2014).

### 3.2 Vertiefte Analyse der Länder der Long-List

Im Folgenden analysieren wir die Länder der Long-List in Hinblick auf ihre Eignung als reFuel-Lieferländer näher. Wir ziehen hierfür folgende Kriterien heran:

- Standortqualität für die Erzeugung von Grünstrom;
- Verfügbarkeit von anrechenbaren Kohlenstoffquellen;
- Wasserverfügbarkeit; und
- Politische Stabilität.

#### 3.2.1 Standortqualität für die Grünstrom-Erzeugung

Die Standortqualität eines reFuel-Lieferlandes hängt zunächst von den Standortbedingungen für die Grünstromerzeugung ab. Relevant sind hierbei insbesondere die Volllaststunden und Flächenpotenziale für die Wind- und Photovoltaik(PV)-Erzeugung, da Kraftstoffe auf Basis von Strom aus biogenen Brennstoffen nicht als RFNBO gelten und die Wasserkrafterzeugungspotenziale in der Regel schon weitgehend ausgeschöpft sind, so dass das Kriterium der Zusatzlichkeit (vergl. Abschnitt 2.2.1) in diesem Fall nicht erfüllt wäre.

Abbildung 12 und Abbildung 13 stellen die Volllaststunden für PV- bzw. Wind-Erzeugungsanlagen in den Ländern der Long-list dar. Zusätzlich ist das jährliche reFuel-Erzeugungspotential auf Basis von PV- und Hybrid (PV- und Wind)-Strom, bzw. auf Basis von Wind- und Hybrid-Strom angegeben.<sup>34</sup> Hierbei ist zu berücksichtigen, dass alle Länder auf unserer Long-List grundsätzlich über gute Standortbedingungen für die Grünstrom-Erzeugung verfügen. Unter den Ländern der Long-List zeichnen sich Chile, die USA und Mexiko durch besonders hohe Volllaststunden für PV aus. Über ein besonders hohes reFuel-Erzeugungspotenzial auf Basis von PV- und Hybrid-Energie verfügen die USA, Australien und Argentinien. Im Bereich der Windkraft weisen Chile und Argentinien die höchsten Volllaststunden auf, während das reFuel-Erzeugungspotenzial auf Basis von Wind- und Hybrid-Energie in den USA und Argentinien besonders hoch ist.

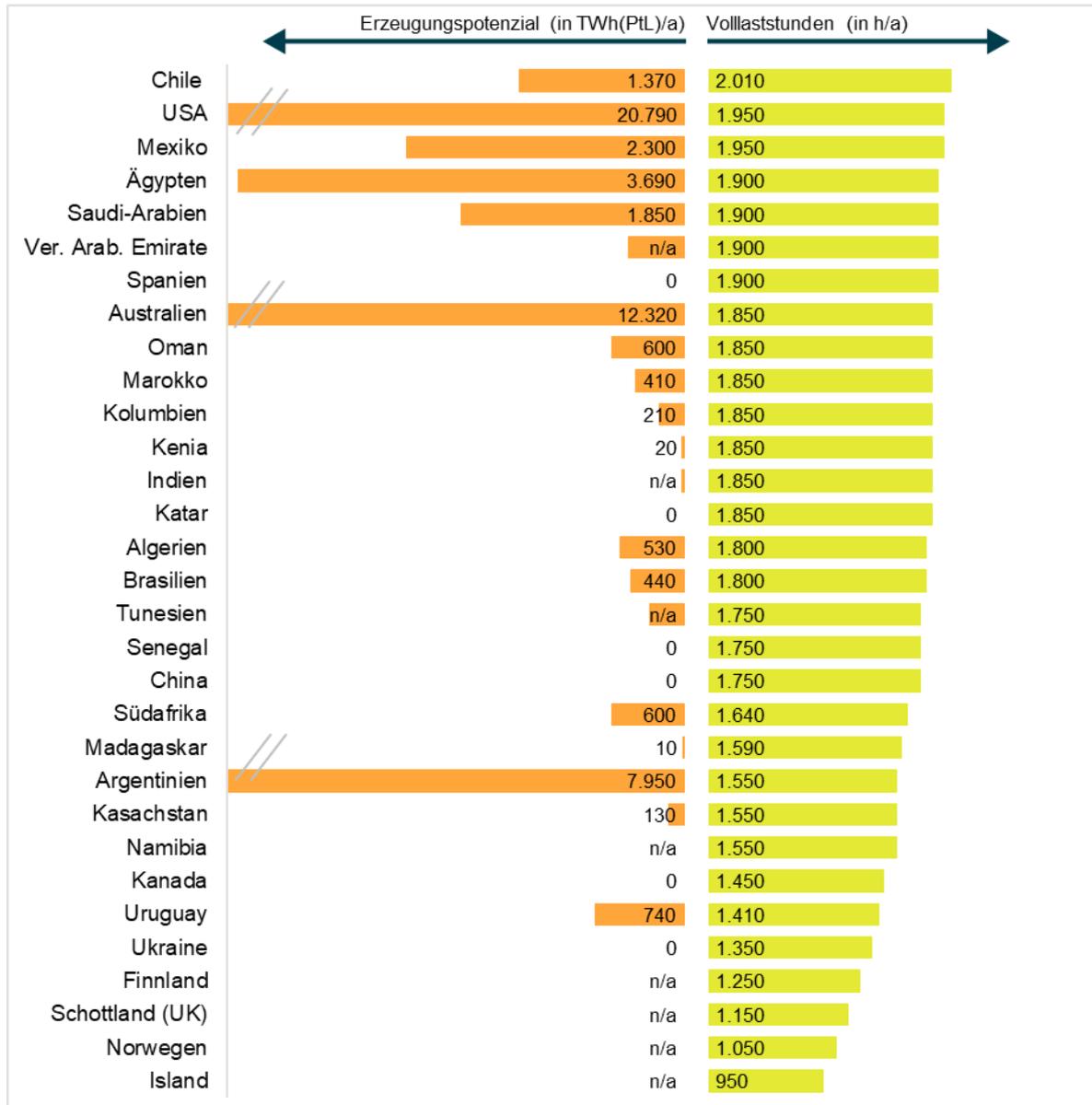
In Bezug auf die Interpretation des reFuel-Erzeugungspotentials (gemäß PtX-Atlas (Fraunhofer IEE, 2024)) ist zu beachten, dass die Potenzialabschätzung auf einer langfristigen Perspektive (2050) beruht und die Nutzung von Direct-Air-Capture unterstellt – die Verfügbarkeit von biogenen und/oder industriellen Kohlenstoffquellen hat also keinen Einfluss auf die Höhe des angegebenen Potenzials. Zusätzlich ist zu beachten, dass das Erzeugungspotenzial im PtX-Atlas mittels einer Vielzahl von technischen, ökonomischen und sozioökonomischen Faktoren determiniert wurde. Das Potenzial berücksichtigt u.a. Flächenverfügbarkeiten (wobei u.a. Waldflächen und Siedlungsgebiete ausgeschlossen wurden), Wetterbedingungen, Wasserverfügbarkeiten, politische Stabilität und Investitionssicherheit).<sup>35</sup>

---

<sup>34</sup> Die Potenzialangaben in Abbildung 12 und Abbildung 13 sind also nicht additiv zu verstehen, da das PtL-Erzeugungspotential auf Basis von Hybrid-Energie in beiden Abbildungen jeweils enthalten ist.

<sup>35</sup> Fraunhofer IEE (2021).

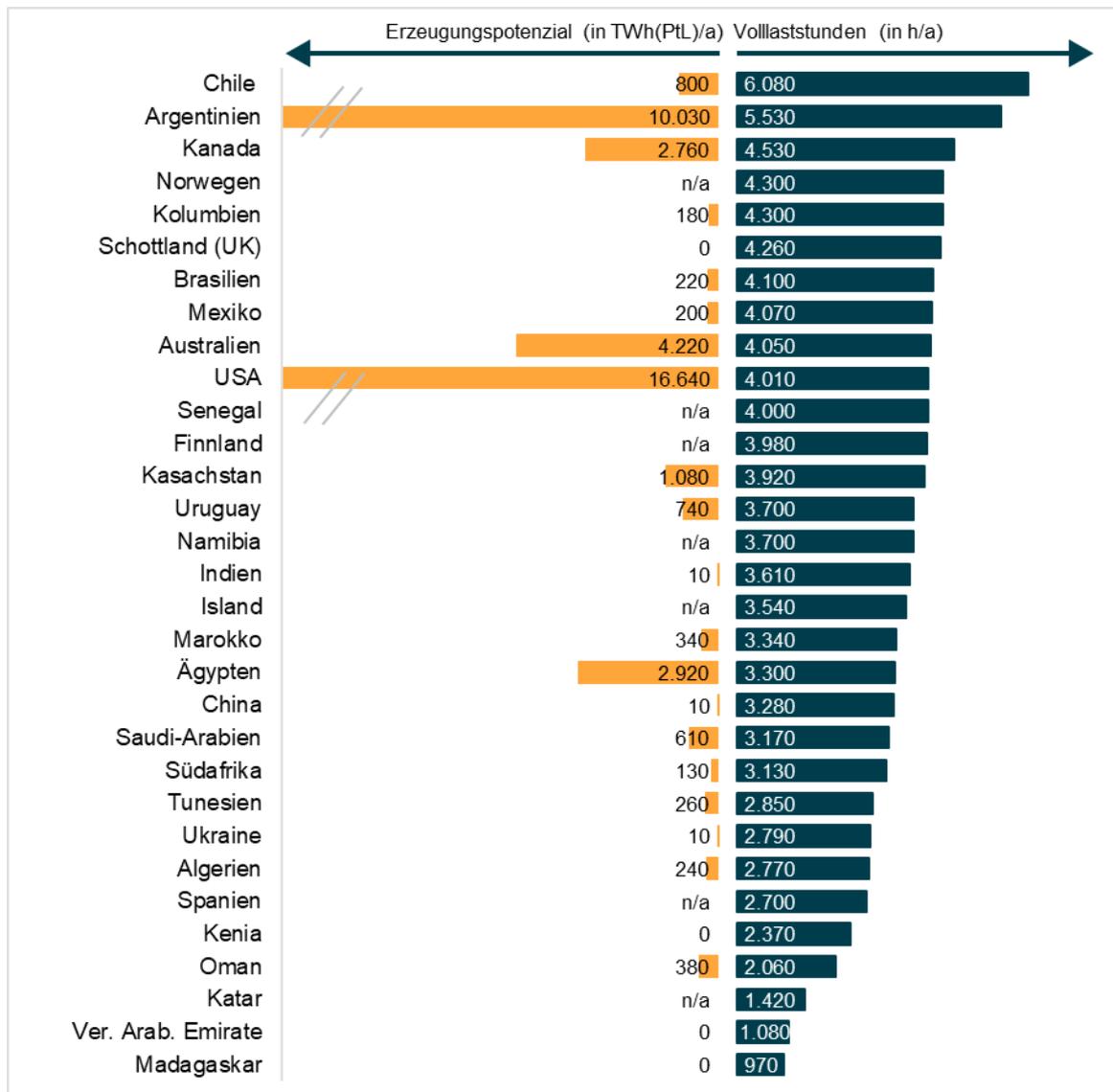
Abbildung 12 Volllaststunden PV und PtL-Erzeugungspotenzial auf Basis von PV- und Hybrid (Wind/PV)-Strom



Quelle: Eigene Darstellung nach Fraunhofer IEE (2024), Frontier Economics (2018).

Hinweis: Volllaststunden entsprechen dem Maximalwert der in Fraunhofer IEE (2024) und Frontier Economics (2018) angegebenen Volllaststunden für PV. Bei den Daten von Fraunhofer IEE (2024) haben wir dabei sowohl Angaben für Binnen- als auch für Küstenstandorte berücksichtigt. Das Erzeugungspotenzial in TWh (PtL) entspricht der Summe des im PtX-Atlas (Fraunhofer IEE, 2024) angegebenen Potenzials für Fischer-Tropsch-Kraftstoff (Diesel/Kerosin), der auf Basis von PV- und Hybrid- (PV und Wind) Strom erzeugt wird. Das angegebene Erzeugungspotenzial unterstellt die Nutzung von Direct-Air-Capture für die Kohlenstoff-Gewinnung und die Nutzung von Hochtemperatur-Elektrolyse zur Wasserstoffproduktion.

Abbildung 13 Volllaststunden Wind und PtL-Erzeugungspotenzial auf Basis von Wind- und Hybrid (Wind/PV)-Strom



Quelle: Eigene Darstellung nach Fraunhofer IEE (2024); DECHEMA (2024); Sahara Wind (2024); MWIDE NRW (2021); JRC (2019); Mondal et al. (2016); University of Iceland (2014).

Hinweis: Volllaststunden entsprechen dem Maximalwert der in Fraunhofer IEE (2024) angegebenen Volllaststunden für Wind. Bei den Daten von Fraunhofer IEE (2024) haben wir dabei sowohl Angaben für Binnen- als auch für Küstenstandorte berücksichtigt. Ergänzend haben wir fehlende Angaben aus Quellen der Europäischen Union und nationalen Studien herangezogen. Das Erzeugungspotenzial in TWh (PtL) entspricht der Summe des im PtX-Atlas (Fraunhofer IEE, 2024) angegebenen Potenzials für Fischer-Tropsch-Kraftstoff (Diesel/Kerosin), der auf Basis von Wind- und Hybrid-(PV und Wind) Strom erzeugt wird. Das angegebene Erzeugungspotenzial unterstellt die Nutzung von Direct-Air-Capture für die Kohlenstoff-Gewinnung und die Nutzung von Hochtemperatur-Elektrolyse zur Wasserstoffproduktion.

### 3.2.2 Nutzbare Kohlenstoffquellen

Wie in Abschnitt 2.2.2 erläutert, sind für die Herstellung von reFuels, die mit den EU-Vorgaben für RFNBOs übereinstimmen, kurz- und mittelfristig vor allem biogener Kohlenstoff oder Kohlenstoff aus Industriequellen als Kohlenstoffquellen relevant. Kohlenstoff aus Industriequellen ist jedoch nur dann zulässig, wenn im Produktionsland ein „wirksames“ Kohlenstoffbepreisungssystem existiert. Im Folgenden gehen wir darauf ein, in welchen Ländern der Long-List industrielle Kohlenstoffquellen bzw. biogene Kohlenstoffquellen genutzt werden könnten.

#### Nutzbarkeit von industriellen Kohlenstoffquellen

Wie ebenfalls bereits in Abschnitt 2.2.2 dargestellt, ist die Verfügbarkeit von industriellen Punktquellen in den meisten Ländern grundsätzlich gegeben (siehe Abbildung 6 zu Punktquellen aus der Zementindustrie). Zwar konzentriert sich die Verfügbarkeit von industriellen Punktquellen in manchen Ländern stark auf einzelne Regionen innerhalb der Länder (wie beispielsweise in Australien, wo große Teile des Landes unbewohnt und industriell ungenutzt sind), die meisten Länder der Long-List verfügen jedoch grundsätzlich über industrielle Punktquellen.<sup>36</sup> Die entscheidende Frage ist daher weniger, ob in den jeweiligen Ländern der Long-List industrielle Punktquellen verfügbar sind, sondern eher, ob es in den einzelnen Ländern ein CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem gibt, was zudem von der EU als „wirksam“ eingestuft werden könnte.

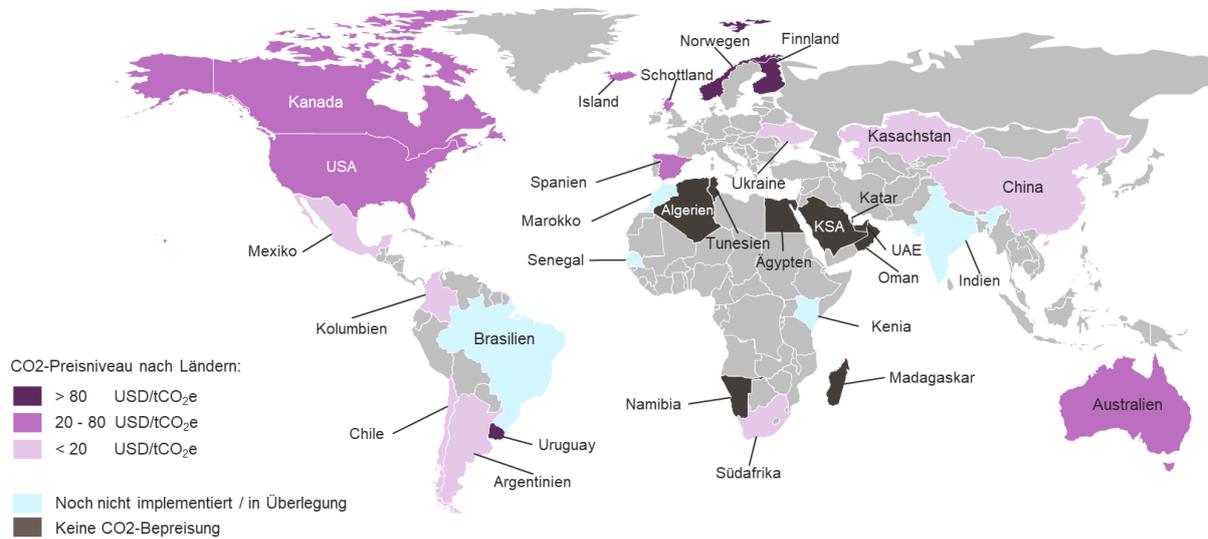
Wie Abbildung 14 zeigt, haben 15 Länder der 31 Länder der „Long-list“ kein CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem, weitere 8 Länder besitzen zwar ein Bepreisungssystem, allerdings mit einem CO<sub>2</sub>-Preis von unter 20 USD/tCO<sub>2</sub>e. Ein CO<sub>2</sub>-Preis von über 80 USD/tCO<sub>2</sub>e fällt in den europäischen Ländern der Long-List (Finnland, Island, Norwegen, Schottland und Spanien), aber auch in Uruguay an. In Nordamerika liegt das Preisniveau mit 20-80 USD/tCO<sub>2</sub>e im weltweiten Mittelfeld.

Wie in Abschnitt 2.1.2 beschrieben, wurde der Begriff „wirksames Bepreisungssystem“ von der Europäischen Kommission jedoch bislang nicht eindeutig definiert, so dass Unsicherheit darüber besteht, welche Anforderungen in der Praxis zu erfüllen sind. Bislang wurden nur die Länder, in denen das EU ETS, das UK ETS oder das Schweizer ETS gelten, als Länder mit effektivem Bepreisungssystem eingestuft.<sup>37</sup> Im Großteil der Länder der Long-List wären industrielle Punktquellen daher voraussichtlich nicht für die reFuel-Produktion nach EU-Kriterien nutzbar.

<sup>36</sup> Gemäß Abbildung 6 gibt es in allen Ländern der Long-list, außer in Island und Madagaskar, Punktquellen aus der Zementindustrie. Zudem eignen sich nicht nur Punktquellen aus der Zementindustrie zur Kohlenstoffgewinnung, sondern allgemein industrielle Punktquellen. Größere Punktquellen sind dabei neben der Zementindustrie beispielsweise Anlagen zur Eisen- und Stahlerzeugung, Raffinerien und Anlagen zur Ammoniakherstellung (ifeu, 2019).

<sup>37</sup> Vgl. EC, 2024.

Abbildung 14 CO<sub>2</sub>-Bepreisung in den Ländern der Long-List



Quelle: Eigene Darstellung nach Weltbank (2024), Abbildungen 4 und 7.

Hinweis: Bepreisungssysteme nach Stand 1. April 2024.

### Nutzbarkeit von biogenen Kohlenstoffquellen

Wie in Abschnitt 2.2.2 beschrieben, ist nach EU-Vorgaben abgeschiedenes CO<sub>2</sub> aus der Erzeugung oder Verbrennung von Biokraftstoffen, flüssigen Biobrennstoffen und Biomasse-Brennstoffen für die Erzeugung von RFNBOs anrechenbar.<sup>38</sup> Wie ebenfalls in Abschnitt 2.2.2 bereits thematisiert, ist beispielsweise das bei der Erzeugung von Bioethanol und Biogas anfallende CO<sub>2</sub> gut abscheidbar und für die reFuel-Produktion nutzbar, so dass Länder mit einer bedeutenden Bioethanol- und/oder Biogasproduktion über ein hohes Potenzial an biogenen Kohlenstoffquellen verfügen. Darüber hinaus verfügen allgemein Länder mit bedeutender Agrar- und/oder Forstwirtschaft über ein hohes Potenzial zur Herstellung von Biokraftstoffen und Biobrennstoffen und damit auch über ein hohes Potenzial an biogenen Kohlenstoffquellen.

Für die Einordnung der Nutzbarkeit von biogenen Kohlenstoffquellen in den Ländern der Long-List haben wir i.W. Informationen aus den Studien der Meta-Studie sowie aus den in Abschnitt 2.2.2 genannten Quellen zu Bioethanol- und Biogas-Erzeugern verwendet. Länder der Long-List mit einem hohen Potenzial zur Nutzung von biogenen Kohlenstoffquellen sind demnach:

- Länder/Regionen mit einer bedeutenden Bioethanol-Produktion, wie z.B. die USA, Brasilien, China, Kanada und die EU (vergleiche Abschnitt 2.2.2);

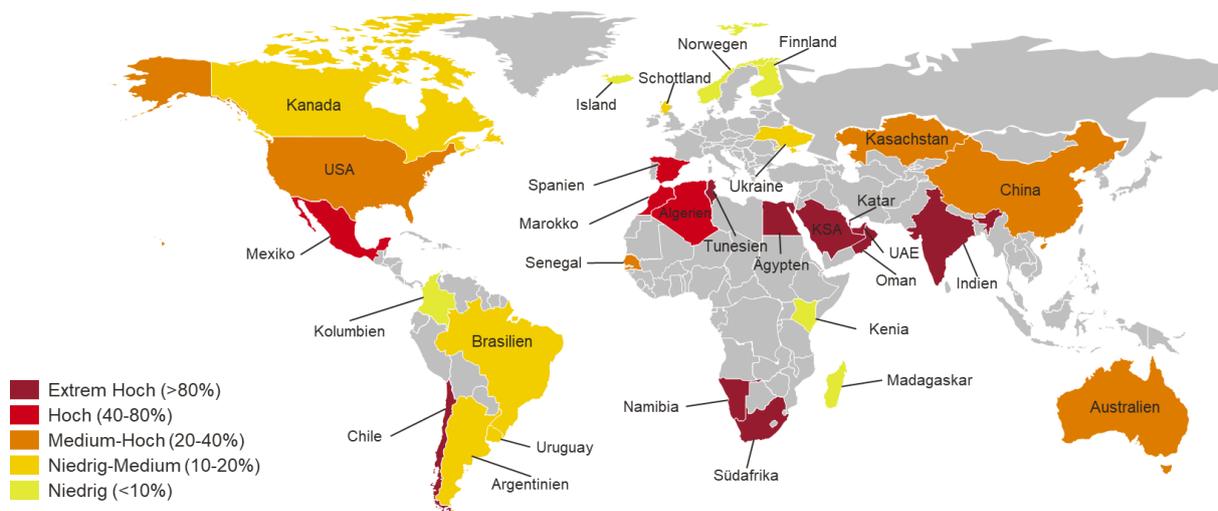
<sup>38</sup> Sofern zusätzlich die RED II Nachhaltigkeitskriterien und Vorgaben zur Treibhausgaseinsparung erfüllt sind und für die CO<sub>2</sub>-Abscheidung keine Gutschrift für eingesparte Emissionen in Anspruch genommen wurde (siehe Abschnitt 2.1.2).

- Länder/Regionen mit einer bedeutenden Biogas-Produktion, wie die USA, China und verschiedene europäische Länder (vergleiche ebenfalls Abschnitt 2.2.2);
- Länder mit bedeutender Agrarwirtschaft und/oder Forstwirtschaft wie zum Beispiel die Ukraine, Finnland, Norwegen und Kanada.

### 3.2.3 Wasserverfügbarkeit

Wasser ist ein weiterer essenzieller Inputfaktor für die Herstellung von reFuels. In Abbildung 15 sind die Länder der Long-List farblich codiert nach ihrem Wasserstressniveau (basierend auf dem Wasserstress-Ranking des World Resources Institute (WRI)). Dabei sind die Länder, die weltweit zu den obersten 20 % mit dem höchsten Wasserstress gehören, dunkelrot markiert, während die Länder, die zu den untersten 10 % mit dem geringsten Wasserstress gehören, in hellgelb-grün dargestellt sind. Als besonders kritisch erweisen sich trockene Regionen in Mittel- und Südamerika, Afrika, der Nahe Osten, aber auch Teile Australiens. Trotz dieser Herausforderung verfügen die Länder der Long-List in diesen Regionen über Küstenzugang, so dass die Möglichkeit der Meerwasserentsalzung besteht, um den Wasserbedarf für die Kraftstoffproduktion zu decken.

Abbildung 15 Nationales Wasserstress-Ranking 2019



Quelle: Eigene Darstellung nach WRI (2023).

### 3.2.4 Politische Stabilität

Politische Stabilität ermöglicht Planbarkeit von Projekten und hat einen wichtigen Einfluss auf die Investitionssicherheit. Zur Bewertung der gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Stabilität haben wir eine Reihe von Indikatoren untersucht.<sup>39</sup> Wir zeigen im Folgenden exemplarisch eine Einschätzung der politischen Stabilität der Long-List Länder anhand der Governance-Indikatoren der Weltbank („World Governance Indicators“, WGI). Diese Indikatoren decken sechs verschiedene Dimensionen der jeweiligen Regierungsführung ab und sind daher vielschichtiger als andere Indikatoren, die sich nur auf eine Dimension (wie z.B. Korruption, Wirtschaftsumfeld) fokussieren. In den Länderprofilen der potenziellen Lieferländer (Anhang C) haben wir nachfolgend auch alle weiteren Ergebnisse anderer relevanter Indikatoren aufbereitet.

Die WGI der Weltbank umfassen die Dimensionen 1) ‘Mitspracherecht und Verantwortlichkeit’, 2) ‘politische Stabilität und Abwesenheit von Gewalt’, 3) ‘Leistungsfähigkeit der Regierung’, 4) ‘staatliche Ordnungspolitik’, 5) ‘Rechtsstaatlichkeit’, und 6) ‘Korruptionskontrolle’.<sup>40</sup> Die Schätzwerte zur Bewertung der Governance-Situation in einem Land schwanken ungefähr zwischen -2,5 (schwache Governance) und 2,5 (starke Governance). Abbildung 16 zeigt den Mittelwert dieser sechs Indikatoren pro Land, die die Qualität der Regierungsführung der Long-List-Länder im Jahr 2022 wiedergibt.<sup>41</sup> Demnach können Nordamerika, einige Länder in Südamerika, Europa und Australien als politisch stabil bezeichnet werden. Weniger gut schneiden die asiatischen und nordafrikanischen Länder der Long-List ab.

<sup>39</sup> A) Der *Demokratieindex 2023* des Economist Intelligence Unit (EIU). Siehe hierzu auch Abbildung 23 im Anhang.

B) Die Governance-Indikatoren der Weltbank (Stand 2022).

C) Der *Korruptionswahrnehmungsindex 2023* von Transparency International.

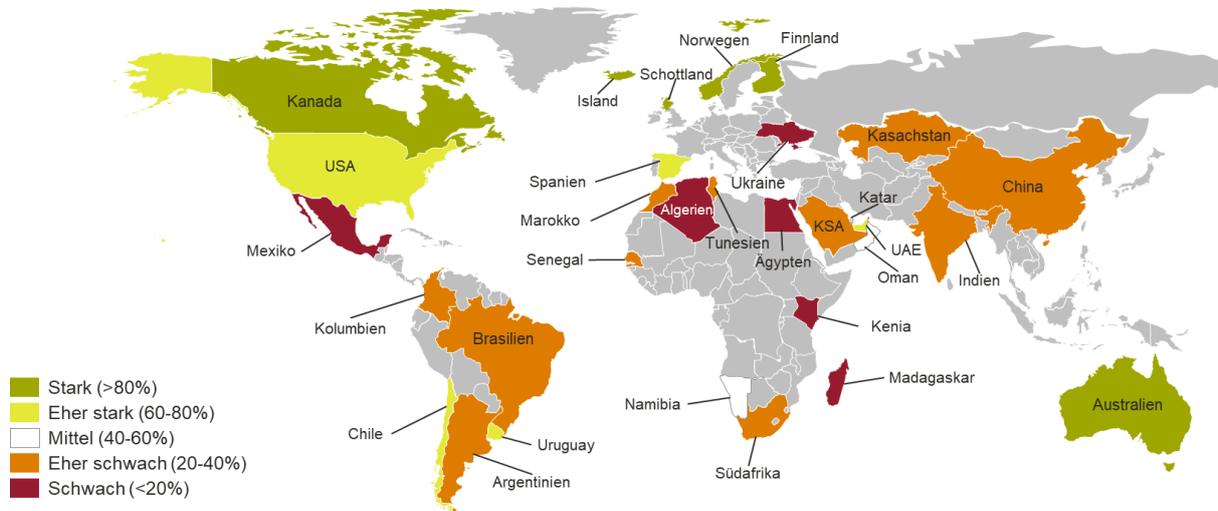
D) Die *Länderrisikoprämie* der New York University (NYU) (Stand 2024).

E) Die Rangliste der Weltbank zur *Geschäftsfreundlichkeit* im Jahr 2019.

<sup>40</sup> Die Bezeichnungen der Indikatoren wurden übersetzt nach BMZ, 2024.

<sup>41</sup> Siehe auch Abbildung 23 für eine grafische Darstellung des Demokratieindex 2023.

Abbildung 16 Governance Performance im Jahr 2022



Quelle: Eigene Darstellung nach Weltbank (2023b).

Hinweis: Die World Governance Indicators (WGI) umfassen die sechs Indikatoren 1) 'Mitspracherecht und Verantwortlichkeit', 2) 'politische Stabilität und Abwesenheit von Gewalt', 3) 'Leistungsfähigkeit der Regierung', 4) 'Rechtsstaatlichkeit', 5) 'Rechtsstaatlichkeit', und 6) 'Korruptionskontrolle'. Die Abbildung zeigt den Mittelwert der sechs Indikatoren für jedes Land im Jahr 2022.

### 3.2.5 Zusammenfassende Bewertung der Länder der Long-List

Alle Länder der Long-List zeichnen sich durch gute Standortbedingungen für die Grünstromerzeugung aus. Einige Länder stechen hierbei durch besonders hohe Volllaststunden (z.B. Chile und Argentinien) und/oder Erzeugungspotenziale (z.B. Australien, Argentinien, USA) hervor. Die Wasserverfügbarkeit variiert zwar deutlich zwischen den einzelnen Ländern der Long-List, die für die reFuel-Produktion erforderliche Wasserbereitstellung könnte jedoch auch in Ländern mit Wasserknappheit grundsätzlich durch die Nutzung von Meerwasserentsalzungsanlagen gelöst werden.

Erhebliche Unterschiede weisen die Länder dagegen hinsichtlich der Verfügbarkeit von (nach EU-Kriterien anrechenbaren und kurz- bis mittelfristig nutzbaren) Kohlenstoffquellen und der politischen Stabilität auf. Beide Kriterien sind essenziell, da ein stabiles politisches Umfeld Voraussetzung für die praktische Durchführung von Investitionen ist und die Verfügbarkeit einer anrechenbaren Kohlenstoffquelle notwendig ist, um kurz- bis mittelfristig den Export von reFuels unter Erfüllung der EU-Kriterien für RFNBOs zu ermöglichen. Langfristig, sobald die Technologie im industriellen Maßstab ausgereift ist, könnten auch Länder interessant werden, in denen Direct Air Capture (DAC) die einzige Option zur Kohlenstoffbereitstellung ist.

In Abbildung 17 ist die Bewertung aller Länder der Long-list anhand der zuvor diskutierten Kriterien zusammenfassend dargestellt. Da, wie zuvor erläutert, die Verfügbarkeit von nach EU-Kriterien anrechenbaren Kohlenstoffquellen und die politische Stabilität der Länder besonders bedeutend für die Entscheidung dafür ist, ob sich ein Land der Long-list als potenzielles

reFuel-Lieferland in der kurzen bis mittleren Frist eignet, sind diese beiden Kriterien in der Tabelle zuerst aufgeführt. Die engere Auswahl potenzieller reFuel-Lieferländer („Short-list“) umfasst daher auch lediglich Länder, die a) über biogene Kohlenstoffquellen und/oder über industrielle Punktquellen in Kombination mit einem effektiven Bepreisungssystem (EU-ETS, UK-ETS) verfügen und b) eine hohe politische Stabilität aufweisen. Für die Länder, die diese beiden Kriterien erfüllen, haben wir weiter geprüft, welche Länder besonders gute Grünstromerzeugungsbedingungen haben. Gleichzeitig haben wir bei der Auswahl unserer Short-list-Länder darauf geachtet, dass die Liste eine gewisse regionale Diversität aufweist. Die ausgewählten Länder können daher z.T. auch repräsentativ für andere Länder mit ähnlichem Profil in den gleichen Regionen angesehen werden. Dies gilt z.B. für Argentinien, welches ein ähnliches Profil aufweist wie Chile (abgesehen von einer geringeren politischen Stabilität im Vergleich zu Chile, weswegen Chile in die Short-list aufgenommen wurde) oder für die USA, die ein ähnliches Profil wie Kanada aufweisen. In Bezug auf solche Länder mit ähnlichen Profilen haben wir eine Auswahl getroffen, für welches Land eine detaillierte Beschreibung im Rahmen eines Länderprofils erstellt wurde. Diese Überlegungen sind jeweils in der letzten Spalte der Tabelle („Kommentare“) nachzuvollziehen. Die Länder der Short-list sind in Abbildung 17 dunkelblau hervorgehoben und umfassen:

- **Australien** – Australien zeichnet sich durch ein sehr großes Potenzial an guten Standorten für die Grünstromerzeugung, die Verfügbarkeit von biogenen Kohlenstoffquellen, sowie stabile politische Rahmenbedingungen als potentielles reFuel-Lieferland für Baden-Württemberg aus. Hierüber hinaus verfolgt Australien das Ziel, globaler Spieler im Markt für grünen Wasserstoff und reFuels zu werden und unterhält bereits eine Energiepartnerschaft mit Deutschland. Im Jahr 2025 soll eine deutsch-australische H2Global Auktion für grünen Wasserstoff und dessen Derivate durchgeführt werden. Insgesamt ist Australien damit trotz der weiten geografischen Entfernung ein Land, das auch kurz- bis mittelfristig gut als reFuel-Lieferland geeignet wäre (siehe Anhang C.1).
- **Brasilien** – Brasilien zeichnet sich im internationalen Vergleich u.a. durch eine hohe Verfügbarkeit von biogenem Kohlenstoff (auf Basis der Ethanolproduktion) als potentielles reFuel-Lieferland aus. Auch die Tatsache, dass Brasilien bereits eine Wasserstoffstrategie entwickelt hat und im Bereich der Energie- und Wasserstoffwirtschaft bereits mit Deutschland kooperiert, sind in Bezug auf eine mögliche reFuel-Lieferbeziehung als vorteilhaft zu bewerten. Positiv hervorzuheben ist hierbei insbesondere, dass der Fokus bestehender Kooperationen nicht ausschließlich auf Wasserstoff, sondern auch explizit auf synthetischen Kraftstoffen liegt. Mögliche Hindernisse für den Aufbau einer effektiven reFuel-Handelsbeziehung könnten das relativ hohe länderspezifische Investitionsrisiko (das sogenannte „Country Risk Premium“) und der relativ hohe Wert des Korruptionswahrnehmungsindex sein (siehe Anhang C.2).
- **Chile** – Chile zeichnet sich durch außergewöhnlich gute Standortbedingungen für die Grünstromerzeugung (insbesondere auf Basis von Windenergie) und durch ein relativ stabiles Investitionsumfeld aus. Zudem verfolgt Chile eine ambitionierte Wasserstoffstrategie mit dem Ziel, globaler Vorreiter in der Wasserstoffwirtschaft zu werden. Erste reFuel-Projekte laufen bereits. Bestehende Kooperationen mit Deutschland könnten den Aufbau

von weiteren reFuels-Handelsbeziehungen erleichtern. Herausforderung für einen großskaligen Import von chilenischen reFuels in der kurzen und mittleren Frist könnte dagegen sein, dass die biogenen CO<sub>2</sub>-Quellen hauptsächlich im Zentrum des Landes konzentriert sind, während die Regionen mit den besonders guten Standortbedingungen für die Grünstromerzeugung im Süden und Norden des Landes mit wenig biogenen CO<sub>2</sub>-Quellen liegen (siehe Anhang C.3).

- **Finnland** – Finnland zeichnet sich durch gute Windstandorte, eine gute Verfügbarkeit von anrechenbaren Kohlenstoffquellen und stabile politische Rahmenbedingungen sowie ein investitionsfreundliches Geschäftsumfeld als potenzielles reFuel-Lieferland aus. Finnland verfolgt mit seiner Wasserstoffstrategie das Ziel, die Produktion von grünem Wasserstoff und reFuels zu fördern und ein bedeutender Exporteur von grünem Wasserstoff innerhalb der EU zu werden (siehe Anhang C.4).
- **Kanada** – Kanada verfügt über sehr gute Windstandorte und könnte für die Herstellung von reFuels sowohl auf biogene Kohlenstoffquellen sowie potenziell auf industrielle Kohlenstoffquellen zurückgreifen. Zudem weist Kanada stabile politische Rahmenbedingungen und ein stabiles Geschäftsumfeld auf. Kanada verfolgt ambitionierte Ziele im Bereich der Produktion von kohlenstoffarmen Wasserstoff und hat mit Deutschland bereits ein Wasserstoffabkommen über den zukünftigen Import von grünem Wasserstoff geschlossen. Der Fokus der Wasserstoffstrategie liegt dabei jedoch klar auf grünem Wasserstoff und nicht auf kohlenstoffbasierten reFuels (siehe Anhang C.5).
- **Norwegen** – Norwegen zeichnet sich durch eine bereits heute nahezu vollständig auf erneuerbaren Energien beruhende Stromerzeugung, gute Standortbedingungen für die Grünstromerzeugung auf Basis von Offshore-Wind, Verfügbarkeit sowohl von biogenen als auch nach EU-Vorgaben anrechenbare industriellen Kohlenstoffquellen und ein stabiles politisches Umfeld aus. Zudem verfolgt Norwegen ambitionierte Pläne im Bereich der Wasserstoff- und reFuels-Produktion. Norwegen und Deutschland sind bereits langjährige Handelspartner in Bezug auf fossile Energieträger. In Bezug auf Wasserstoff besteht eine deutsch-norwegische Zusammenarbeit (siehe Anhang C.6).
- **Schottland** – Schottland zeichnet sich durch gute Standortbedingungen für die Windenergieerzeugung und die Verfügbarkeit von sowohl biogenen als auch nach EU-Kriterien anrechenbaren industriellen Kohlenstoffquellen aus. Schottland verfolgt ambitionierte Ziele zum Ausbau der Wasserstoffwirtschaft und hat bereits mit der Stadt Hamburg und dem Land Bayern Kooperationsvereinbarungen im Bereich Wasserstoff abgeschlossen (siehe Anhang C.7).
- **Spanien** – Spanien zeichnet sich durch gute Standortbedingungen für die Grünstromerzeugung auf Basis von Wind- und Solarenergie, sowie die Verfügbarkeit von sowohl biogenen Kohlenstoffquellen als auch von nach EU-Vorgaben für die RFNBO-Produktion anrechenbare industrielle Kohlenstoffquellen, aus. Im Oktober 2023 hat das Land Baden-Württemberg mit der spanischen Region Andalusien bereits eine Absichtserklärung für eine Klima- und Energiepartnerschaft unterzeichnet (siehe Anhang C.8).

- **Uruguay** – Uruguay zeichnet sich durch eine nahezu vollständig erneuerbare Stromerzeugung sowie Potenzial zum weiteren Ausbau der Stromerzeugung auf Basis von Solar- und Windenergie aus. Zudem verfügt Uruguay über biogene Kohlenstoffquellen, die zur reFuels-Produktion eingesetzt werden können. Das Land verfolgt ehrgeizige Ziele in Bezug auf die Produktion und den Export von reFuels. Nicht zuletzt ist Uruguay ein politisch stabiles Land mit einem für internationale Investoren attraktiven Investitionsumfeld (siehe Anhang C.9.).

Abbildung 17 Übersicht der Kriterienauswertung

Kriterien:						
	Anrechenbare Kohlenstoffquellen	Politische Stabilität	Wasserverfügbarkeit	Grünstrombedingungen Potenzial	VLS	
Ägypten						Top Grünstrombedingungen, aber geringe pol. Stabilität
Algerien						Geringe politische Stabilität
Argentinien						Vergleichbar mit Chile, aber geringere pol. Stabilität
Australien						Gute Ergebnisse in allen relevanten Kategorien
Brasilien						Hohe Ethanolproduktion, aber Korruptionsprobleme
Chile						reFuels-Vorreiterprojekte existieren bereits, Top VLS
China						Energieerzeugung eher für den Eigenbedarf
Finnland						EU-Mitglied: effektive CO2-Bepreisung; gute Standortkriterien
Indien						Mäßiges Gesamtbild bzgl. CO2-Bepreisung, Wasser, Stabilität
Island						Ähnliches Profil wie ausgewählte europäische Länder
Kanada						Gute Ergebnisse in allen relevanten Kategorien
Kasachstan						Mäßiges Bild, ungünstige Lage, schwache DE-Beziehungen
Katar						Mäßiges Gesamtbild bzgl. CO2-Bepreisung, Wasser, Stabilität
Kenia						Geringe politische Stabilität
Kolumbien						Ähnliches Profil wie ausgewählte südamerikanische Länder
Madagaskar						Geringe politische Stabilität
Marokko						Mäßiges Gesamtbild, Ähnlichkeit zu Saudi-Arabien
Mexiko						Top Grünstrombedingungen, aber geringe pol. Stabilität
Namibia						Mäßiges Gesamtbild bzgl. CO2-Bepreisung, Wasser, Stabilität
Norwegen						Effektive CO2-Bepreisung; herausragende VLS
Oman						Mäßiges Gesamtbild bzgl. CO2-Bepreisung, Wasser, Stabilität
Saudi-Arabien						Top Grünstrombedingungen, aber ansonsten mäßig
Schottland (UK)						Effektive CO2-Bepreisung; gute Standortkriterien
Senegal						Mäßiges Gesamtbild bzgl. CO2-Bepreisung, Wasser, Stabilität
Spanien						EU-Mitglied: effektive CO2-Bepreisung; herausragende VLS
Südafrika						Mäßiges Gesamtbild bzgl. CO2-Bepreisung, Wasser, Stabilität
Tunesien						Mäßiges Gesamtbild bzgl. CO2-Bepreisung, Wasser, Stabilität
Ukraine						Biogene Kohlenstoffquellen, aber geringe politische Stabilität
Uruguay						Gute Ergebnisse in den relevanten Kategorien
USA						Ähnliches Profil wie Kanada
Vereingte Arab. Emirate						Keine effektive CO2-Bepreisung

# SICHERUNG DER ERNEUERBAREN KRAFTSTOFFVERSORGUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Abschnitt 3 und Anhang C.

Hinweis: Legende auf der folgenden Seite. \*) Bei der Kategorie „Anrechenbare Kohlenstoffquellen“ ist die Verfügbarkeit von biogenen Kohlenstoffquellen bei denjenigen Ländern markiert, die sich aufgrund hoher Bioethanol- oder Biogas-Erzeugung und/oder einem besonders bedeutenden Agrar- und/oder Forstwirtschaftssektor besonders durch die Verfügbarkeit von biogenem Kraftstoff auszeichnen. Länder für die keine anrechenbare Kohlenstoffquelle angegeben ist, verfügen möglicherweise dennoch (mindestens potenziell) über biogene Kohlenstoffquellen, allerdings entweder nicht in besonders hohem Maß oder entsprechende Informationen lagen nicht vor.

**Legende**

 <b>Kohlenstoff bereits verfügbar</b>	 <b>Gute Verfügbarkeit von biogenen Kohlenstoffquellen*</b> (z.B. Ethanolproduktion)	 <b>Hohe Wasserverfügbarkeit</b> (Wasserstress-Score 0-1)
 <b>Kohlenstoff perspektivisch verfügbar</b>	 <b>Hohe politische Stabilität</b> (Ø World Governance Indikator-Wert, obere 100%-60% der "Long list"-Länder)	 <b>Mittlere Wasserverfügbarkeit</b> (Wasserstress-Score 1-3)
 <b>Industrielle Quellen nutzbar</b> , da CO <sub>2</sub> -Bepreisung im Sinne der EU effektiv	 <b>Mittlere politische Stabilität</b> (Ø World Governance Indikator-Wert, mittlere 60%-20% der "Long list"-Länder)	 <b>Wasserknappheit</b> (Wasserstress-Score 3-5), daher Notwendigkeit von Meerwasserentsalzung
 <b>Industrielle Quellen perspektivisch</b> möglicherweise nutzbar, da CO <sub>2</sub> -Bepreisung vorhanden, aber noch nicht von der EU als effektiv anerkannt	 <b>Geringe politische Stabilität</b> (Ø World Governance Indikator-Wert, untere 20%-0% der "Long list"-Länder)	 In Bezug auf das jeweilige <b>Grünstrom</b> -Kriterium besonders herausragend (Top 20%)

## 4 Potenzielle Investitionen in den Bau industrieller Produktionsanlagen im Ausland

Während Baden-Württemberg bei der Versorgung mit reFuels von Importen aus Regionen mit guten Standortbedingungen profitieren kann, könnten Unternehmen in Baden-Württemberg als Exporteure von reFuels-Anlagen oder -Anlagenkomponenten in einer internationalen reFuels-Wirtschaft agieren. Manche Abkommen zwischen einzelnen deutschen Bundesländern und möglichen reFuels-Produktionsregionen sehen auch eine ebensolche Kooperation von einerseits Importen der erneuerbaren Kraftstoffe und andererseits dem Export der hierfür notwendigen Technologie vor (siehe hierzu Abschnitt 5.1).

Vor diesem Hintergrund untersuchen wir in diesem Abschnitt

- welche Exportmöglichkeiten im Bereich reFuels-Anlagen bzw. -Anlagenkomponenten für Unternehmen in Baden-Württemberg in einem internationalen reFuels-Markt insgesamt entstehen könnten (Abschnitt 4.1); und
- welche Exportmöglichkeiten speziell in Hinblick auf in Abschnitt 3 identifizierte potenzielle reFuel-Lieferländer für Baden-Württemberg entstehen können (Abschnitt 4.2).

### 4.1 Exportmöglichkeiten von reFuels-Anlagen(komponenten) für Unternehmen in Baden-Württemberg im globalen reFuels-Markt

Die Exportmöglichkeiten in Bezug auf reFuels-Anlagen bzw. entsprechende Anlagenkomponenten für Unternehmen in Baden-Württemberg hängen einerseits davon ab, wie sich die weltweite Nachfrage nach reFuels entwickelt (und wie hoch entsprechend der weltweite Anlagenbedarf ist) und andererseits davon, welche Rolle Unternehmen aus Baden-Württemberg in diesem globalen Markt einnehmen könnten. Beide Fragestellungen wurden bereits in anderen Studien untersucht, deren Ergebnisse wir im Folgenden zusammenfassen.

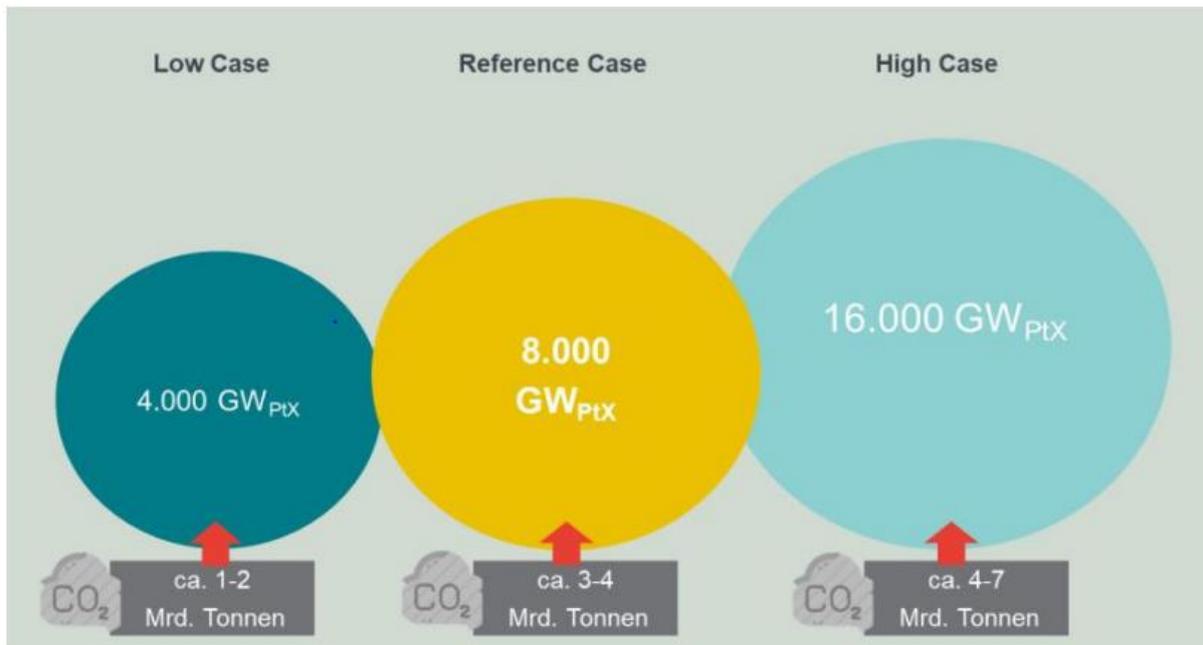
#### Entwicklung der weltweiten reFuels-Nachfrage und des entsprechenden Anlagenbedarfs

Frontier/IW haben in einer Studie aus dem Jahr 2018 geschätzt, dass die weltweite Nachfrage von synthetischen Brenn- und Kraftstoffen bis 2050 auf ca. 20.000 TWh (Referenzfall) ansteigen könnte.<sup>42</sup> Hieraus ergäbe sich ein Bedarf von ca. 8.000 GW an Umwandlungsanlagen (Abbildung 18). Der Großteil von ca. 6.000 GW entfiel auf Elektrolyseure, ca. 2.000 GW auf

<sup>42</sup> Frontier Economics/IW (2018). Im „Low case“ läge die weltweite Nachfrage bei ca. 10.000 TWh, im „High case“ bei über 40.000 TWh.

Anlagen für nachgelagerte Prozesse wie Methanisierung, Methanolherstellung oder Fischer-Tropsch Synthese.<sup>43</sup>

**Abbildung 18** Notwendige PtX Anlagenkapazitäten und Tonnen CO<sub>2</sub> bis 2050



Quelle: Frontier Economics/IW (2018), S.35.

Hinweis: Berechnung auf Basis von Volllaststunden eines kombinierten Wind-PV-Parks in Nordafrika.

Während in Frontier Economics/IW der Bedarf für alle Sektoren (Verkehr, Industrie, Haushalte, GHD) abgeschätzt wurde, und sowohl flüssige, als auch gasförmige erneuerbare Brennstoffe umfasst, fokussiert eine Abschätzung des ZSW auf den globalen PtL-Bedarf (also ausschließlich Flüssigkraftstoffe) speziell im Verkehrsbereich. Dieser globale PtL-Bedarf im Verkehrsbereich liegt laut der ZSW-Abschätzung im Jahr 2030 bei 200-1850 TWh und steigt bis zum Jahr 2050 auf 3600-8000 TWh an. Im Jahr 2050 würde zur Produktion dieser Mengen 1480-3290 GW Elektrolysekapazität und 910-2030 GW Synthesekapazität benötigt.<sup>44</sup>

### Mögliche Rolle von Unternehmen aus Baden-Württemberg im weltweiten reFuels-Markt

Die mögliche Rolle von Unternehmen aus Baden-Württemberg im weltweiten reFuels-Markt hängt davon ab, welchen Weltmarktanteil sie beim Export von Elektrolyse- und Syntheseanlagen (bzw. entsprechenden Komponenten) zukünftig erzielen können. Der zukünftige Weltmarktanteil hängt stark von der Entwicklung der relevanten Industrien in Baden-Württemberg im Vergleich zu anderen Produktionsstandorten ab und ist naturgemäß sehr schwierig zu prognostizieren. Eine indikative Abschätzung des zukünftigen Weltmarktanteils von Baden-

<sup>43</sup> Frontier Economics/IW (2018), S.35.

<sup>44</sup> ZSW (2020b), S.7.

Württemberg kann aber z.B. auf Basis historischer Weltmarktanteile abgeleitet werden. Frontier Economics/IW (2018) haben eine solche Abschätzung für Deutschland durchgeführt, ZSW (2020b) speziell für Baden-Württemberg:

Laut Frontier Economics/IW (2018) lag der Weltmarktanteil für Elektrolyseure aus Deutschland im Jahr 2016 bei 19%. Da es für Syntheseanlagen keine eindeutige Klassifizierung in der Handelsstatistik gibt, wurde der Weltmarktanteil für Syntheseanlagen über die Exportkennzahlen von Investitionsgütern des Anlagenbaus abgeschätzt. Hier lag der Anteil von Deutschland im Jahr 2016 bei 16%. Insgesamt könnte Deutschland gemäß Frontier Economics/IW (2018) unter Annahme eines gleichbleibenden Weltmarktanteil im Jahr 2050 PtX-Anlagen im Wert von 39,1 Mrd. € herstellen und exportieren.<sup>45</sup> Unter Anwendung des historischen Anteils der Ausfuhren aus Baden-Württemberg im Bereich Maschinenbau an den deutschlandweiten Ausfuhren von ca. 22-23%<sup>46</sup> ergäbe sich für 2050 ein indikatives Exportpotenzial für Baden-Württemberg von ca. 8,5-9 Mrd. €.

Die Studie des ZSW (2020b) untersucht, welchen Wirtschaftszweigen die Investitionskosten einer PtL-Anlage (berücksichtigt sind Elektrolyse, CO<sub>2</sub>-Gewinnung, Fischer-Tropsch-Synthese und Produktaufbereitung) zuzuordnen sind und stellen dies der Struktur des Verarbeitenden Gewerbes in Baden-Württemberg gegenüber (Abbildung 19). Sie kommen zu dem Schluss, dass 90% der Investitionskosten der Anlage in Wirtschaftszweigen anfallen, die in Baden-Württemberg stark vertreten sind. Besonders hervorzuheben ist hierbei der Maschinen- und Anlagenbau-Sektor.<sup>47</sup> Darüber hinaus bietet die bereits bestehende Exportstärke von Baden-Württemberg eine günstige Ausgangsposition für den internationalen Vertrieb von PtL-Technologien.<sup>48</sup>

---

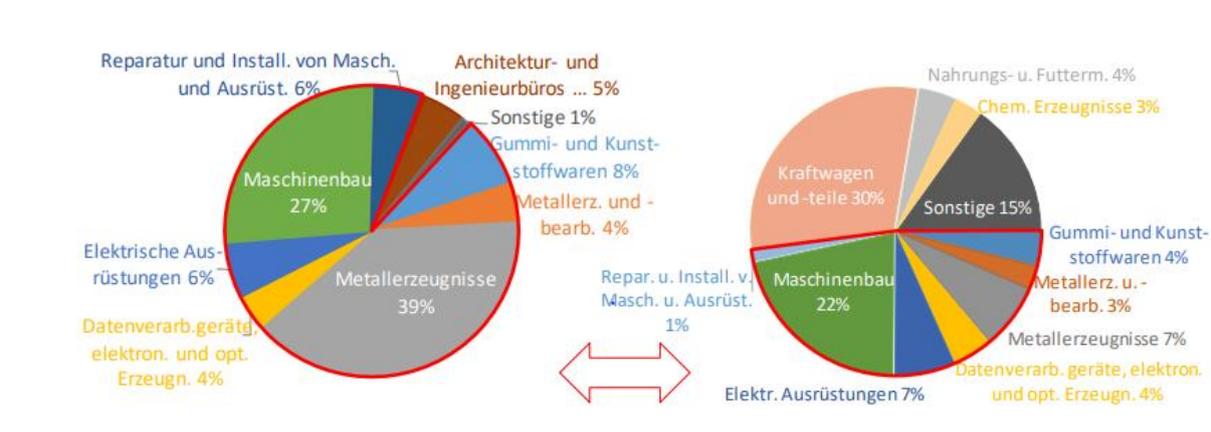
<sup>45</sup> Frontier Economics/IW (2018), S.41.

<sup>46</sup> Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg: Wirtschaftsdaten Baden-Württemberg 2023.

<sup>47</sup> Vgl. ZSW, 2020b.

<sup>48</sup> Vgl. ebd., 2020b.

**Abbildung 19** Gegenüberstellung der Wirtschaftszweig-Profile der betrachteten PtL-Anlage (links) und des Verarbeitenden Gewerbes in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (rechts)



Quelle: ZSW (2020b), S.6, Abbildung 4.

Zudem schätzt die ZSW-Studie ab, welche Weltmarktanteile Baden-Württemberg bei der Produktion von PtL-Anlagen(komponenten) erzielen könnte. Dafür werden zwei mögliche Exportentwicklungen betrachtet: eine verhaltene und eine ambitionierte Entwicklung. In Abhängigkeit von der globalen Nachfrage nach synthetischen Kraftstoffen könnte das jährliche Umsatzpotenzial baden-württembergischer Unternehmen in den Jahren 2021 bis 2030 bei bis zu 0,5 bis 4,5 Milliarden Euro liegen. Für den Zeitraum 2031 bis 2040 könnte es auf bis zu 1,2 bis 4,9 Milliarden Euro steigen, während für 2041 bis 2050 ein Potenzial von bis zu 1,9 bis 11,2 Milliarden Euro prognostiziert wird. Zum Vergleich: Die baden-württembergische Metallerzeugung erzielte 2019 Auslandsumsätze von 9,1 Milliarden Euro, der Maschinenbau von 50,2 Milliarden Euro.<sup>49</sup>

Insgesamt zeigt sich, dass sich die Industrie in Baden-Württemberg sowohl aufgrund ihrer Struktur (Stärke im Maschinen- und Anlagenbau) und ihrer Exportorientierung in einer guten Ausgangslage befindet, um weltweit als Anbieter von Schlüsseltechnologien für die reFuels-Produktion aufzutreten. Darüber hinaus hat Baden-Württemberg eine Vorreiterrolle in der reFuels-Forschung inne, wodurch eine gute Startposition für die Entwicklung und Weiterentwicklung von neuen Technologien im reFuels-Bereich besteht.<sup>50</sup>

<sup>49</sup> ZSW (2020b), S. 9.

<sup>50</sup> Im Bereich der reFuels-Forschung ist z.B. die Initiative „reFuels – Kraftstoffe neu denken“ (<https://www.refuels.de/>) zu nennen, sowie die maßgebliche Beteiligung an der bundesweiten Plattform InnoFuels (<https://www.innofuels.de/index.php>), die Forschung zur grünen Raffinerie der Zukunft REF4FU (<https://ref4fu.de/>) und e-Fuels-fürs-Länd (<https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/e-fuels-fuers-laend.html>) zusammen mit der MiRO (<https://www.miro-ka.de/verantwortung#zukunft>). Des Weiteren wird in Baden-Württemberg zu Direct-Air-Capture geforscht, z.B. am Fraunhofer ISE (<https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/systemintegration/energiekonzepte-fuer-die-industrie/negative-emission-technologies.html>) und am ZSW (Industriedialog DAC-BW: [frontier economics | Vertraulich](https://www.dac-</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

## 4.2 Exportmöglichkeiten für Unternehmen in Baden-Württemberg in den zuvor identifizierten potenziellen reFuel-Lieferländern

Während der Fokus im vorherigen Abschnitt auf der möglichen Rolle von Unternehmen aus Baden-Württemberg in einem globalen reFuels-Markt insgesamt lag, stellen wir im Folgenden dar, welche Exportchancen sich speziell in Bezug auf in Abschnitt 3 identifizierte potenzielle reFuel-Lieferländer ergeben könnten.

Von den Ländern der Short-List (siehe Abschnitt 3.2.5) sind für Australien, Brasilien, Chile, Kanada und Uruguay (also den außereuropäischen Länder der Short-List) PtL-Erzeugungspotenziale im Fraunhofer PtX-Atlas verfügbar (vergleiche Abbildung 12 und Abbildung 13 in Abschnitt 3.2.1). Auf dieser Basis nehmen wir für diese Länder zur Illustration möglicher Exportchancen die folgenden Abschätzungen vor.

Basierend auf den PtL-Erzeugungspotenzialen (und unter Annahme von länderspezifischen Volllaststunden für die Grünstromerzeugung<sup>51</sup>) haben wir abgeschätzt, welche Kapazitäten an Elektrolyse- und Syntheseanlagen in den Ländern erforderlich wären, um die jeweiligen länderspezifischen PtL-Erzeugungspotenziale vollständig auszuschöpfen (Abbildung 20). Die potenzielle Elektrolysekapazität in Brasilien, Chile, Kanada und Uruguay liegt der Abschätzung zufolge jeweils bei ca. 500 – 1.000 GW und in Summe über die vier Länder bei ca. 3.000 GW. Da das Erzeugungspotenzial in Australien noch einmal deutlich höher ist als in den anderen betrachteten Ländern, ist auch der potenzielle Elektrolyseur-Bedarf in Australien mit ca. 12.000 GW sehr hoch. Zudem verfügt Australien vor allem über PtL-Erzeugungspotenzial auf Basis von Solarenergie und weist damit im Durchschnitt niedrigere Volllaststunden auf, als Länder mit sehr guten Windstandorten – auch hierdurch ergibt sich ein vergleichsweise hoher Elektrolyseurbedarf.

Die Dimension der potenziellen Elektrolysekapazität in den exemplarisch betrachteten reFuel-Lieferländern kann z.B. anhand eines Vergleich zum Elektrolyse-Ausbauziel von Deutschland verdeutlicht werden: Bis 2030 sollen in Deutschland gemäß der Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie 10 GW inländische Kapazität installiert sein – dies entspricht ca. 2 % der

---

[bw.de/index.html](https://www.bw.de/index.html)). Am DLR wird zu den Themen Kraftstoffanalyse und -design (<https://www.dlr.de/de/vt/forschung-transfer/themen/software-entwicklung/simfuel-plattform>) geforscht.

<sup>51</sup> Fraunhofer IEE (2024); Frontier Economics (2018). Weitere Informationen zu Volllaststunden finden sich im Hinweis zu Abbildung 12 und Abbildung 13. Wir gehen hierbei vereinfachend davon aus, dass die Betriebsstunden des Elektrolyseurs den Volllaststunden der in den Ländern primär verfügbaren Grünstromquelle entsprechen. In der Praxis kann es jedoch sinnvoll sein, die Stromerzeugung in Bezug auf die Elektrolysekapazität zu überdimensionieren, um so die Auslastung des Elektrolyseurs zu erhöhen. In Bezug auf die Syntheseanlage unterstellen wir Betriebsstunden von 8000 h/a, was in der Praxis bedeuten würde, dass Wasserstoffspeicher eingesetzt werden müssten.

potenziellen Anlagenkapazität in Brasilien oder ca. 1% der potenziellen Anlagenkapazität in Uruguay.<sup>52</sup>

Auch ein Vergleich der potenziellen Elektrolysekapazität mit dem in Frontier/IW (2018) abgeschätzten Anlagenbedarf zur Deckung der globalen PtX-Nachfrage in 2050 (siehe Abschnitt 4.1) zeigt: Die potenzielle Anlagenkapazität in den vier Ländern ohne Australien liegt bereits in einer ähnlichen Größenordnung wie die Kapazität, die zur Deckung der globalen PtX-Nachfrage im „low case“ erforderlich wäre. Mit Australien wäre die potenzielle Anlagenkapazität in den fünf betrachteten Ländern bereits höher als die abgeschätzte global benötigte Anlagenkapazität im „medium case“.

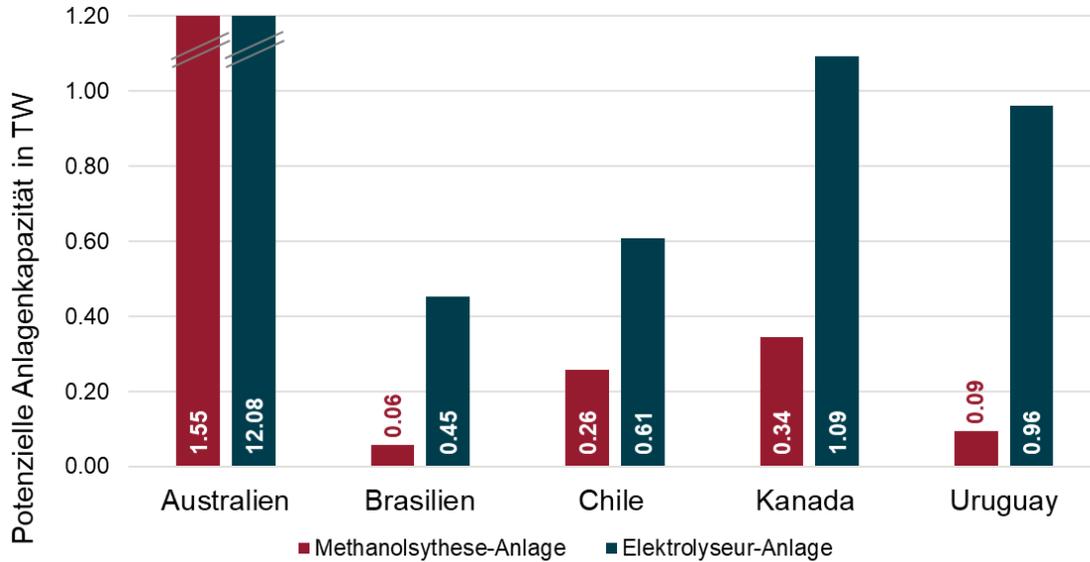
Auch wenn die Zahlen aus der Abschätzung in diesem Abschnitt und in Frontier/IW (2018) nicht direkt vergleichbar sind, weil unterschiedliche Annahmen in Bezug auf die Volllaststunden an den Erzeugungsstandorten getroffen wurden, illustriert auch dieser Vergleich: Die Länder, die als potenzielle reFuel-Lieferländer für Baden-Württemberg identifiziert wurden, könnten auch große globale Player im internationalen reFuels-Markt werden und daher in Bezug auf den Export von Anlagen oder Anlagenkomponenten interessante Exportmärkte für Unternehmen in Baden-Württemberg werden. Dies zeigt sich auch anhand der Investitionsvolumina, die sich bei Bau der potenziellen Anlagen ergeben könnten (Abbildung 21).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich für Unternehmen in Baden-Württemberg in einem globalen reFuels-Markt bedeutsame Exportchancen ergeben könnten. Ein Weg zur Erschließung dieser Exportpotenziale können Partnerschaften sein, die nicht nur für den Import von reFuels, sondern auch für den Anlagenexport den entsprechenden Rahmen setzen. Zudem gibt es gerade für kleine und mittlere Unternehmen Fördermaßnahmen seitens des Bundes, die den Aufbau von Exportbeziehungen unterstützen sollen (vergleiche Abschnitt 5.2) und auch für Unternehmen in Baden-Württemberg bei der Erschließung von Exportpotenzialen im internationalen reFuels-Markt hilfreich sein könnten.

---

<sup>52</sup> Ausbauziele sind dabei selbstverständlich nicht nur von Potenzialen abhängig, sondern auch von zeitlichen Restriktionen im Anlagenbau und bei der Anpassung der erforderlichen Infrastruktur sowie von kostenseitigen Überlegungen. Der Vergleich soll lediglich die Dimension der potenziellen Elektrolysekapazitäten in den betrachteten reFuel-Lieferländern illustrieren.

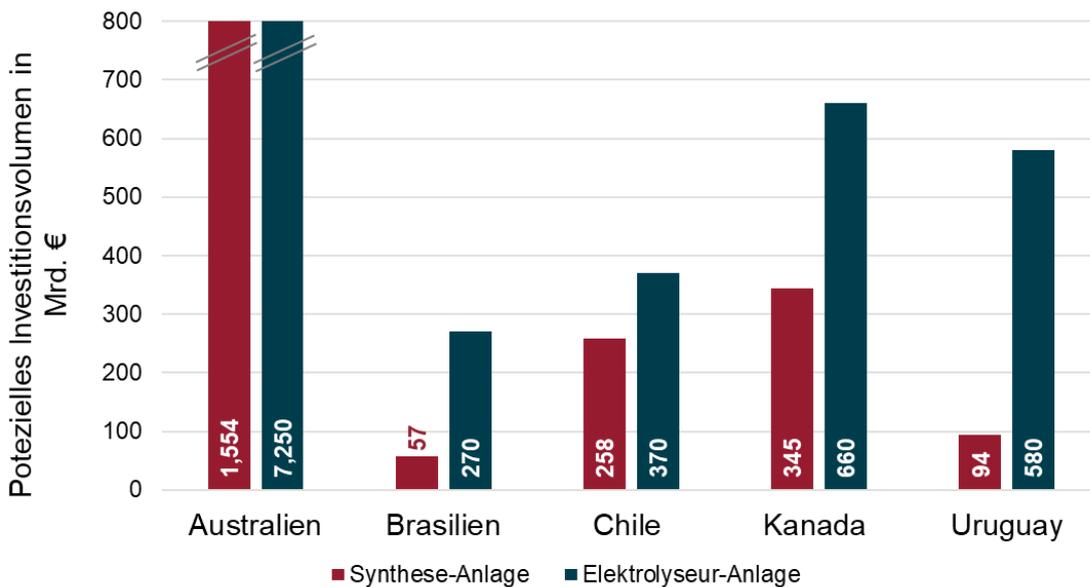
**Abbildung 20** Potenzielle Anlagenkapazität in ausgewählten potenziellen reFuel-Lieferländern außerhalb der EU



Quelle: Frontier Economics auf Basis von TÜV Nord (2025); Fraunhofer IEE (2024); Linde Gas (2022); IRENA (2021); Frontier Economics (2021b); Frontier Economics (2018); Bauforumstahl (2002).

Hinweis: Für die Syntheseanlage werden 8.000 Betriebsstunden pro Jahr angesetzt, was den Einsatz von Wasserstoffspeichern voraussetzt. Die Elektrolyseur-Betriebsstunden richten sich nach den Volllaststunden der primären Grünstromquelle im jeweiligen Land: PV in Australien, Brasilien und Uruguay, Wind in Chile und Kanada.

**Abbildung 21** Potenzielles Investitionsvolumen in ausgewählten potenziellen reFuel-Lieferländern außerhalb der EU



Quelle: Frontier Economics auf Basis von TÜV Nord (2025); Fraunhofer IEE (2024); Linde Gas (2022); IRENA (2021); Frontier Economics (2021b); Frontier Economics (2018); Bauforumstahl (2002).

Hinweis: Investitionskosten gemäß Frontier Economics (2021b): Methanolsynthese 1.000 €/kW(PtL) (2025/2030), Elektrolyse 775 €/kW(eL) (2025), 600 €/kW(eL) (2030).

## 5 Flankierende Maßnahmen, um den Import von reFuels nach Baden-Württemberg zu ermöglichen

In Abschnitt 3 wurden Länder identifiziert, die sich besonders gut als reFuels-Produktions- und Exportländer eignen würden. Hierauf aufbauend beschäftigt sich dieser Abschnitt mit der Frage, wie das Land Baden-Württemberg dazu beitragen kann, dass es in der Praxis auch zu reFuels-Importen aus solchen Ländern nach Baden-Württemberg kommt. Konkret haben wir untersucht, in welchen Bereichen flankierende Maßnahmen seitens des Landes hilfreich sein könnten, um den Aufbau von internationalen reFuel-Lieferbeziehungen zu unterstützen.

Hierbei ist zu beachten, dass der – maßgeblich durch die EU gesetzte – regulatorische Rahmen für den Import von reFuels sowie der Förderrahmen für reFuels innerhalb der EU insgesamt, einen sehr bedeutenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit und Machbarkeit von reFuels-Importen hat (siehe Abschnitt 2). Eine wichtige Maßnahme des Landes Baden-Württemberg zur Unterstützung des Imports von reFuels ist daher die Fortführung der politischen Arbeit auf Bundes- und EU-Ebene zur Schaffung von Rahmenbedingungen, die einen Markthochlauf von reFuels (inklusive reFuel-Importen) effektiv fördern (siehe hierzu auch Abschnitt 6). Im Folgenden soll es jedoch primär um die Frage gehen, welche flankierenden Maßnahmen das Land Baden-Württemberg ergänzend zu dieser politischen Arbeit zur Ausgestaltung des regulatorischen Rahmens ergreifen könnte, um den Import von reFuels nach Baden-Württemberg zu unterstützen. Um solche Maßnahmen zu identifizieren haben wir

- untersucht, welche Strategien und Maßnahmen andere Bundesländer verfolgen, um internationale reFuel-Lieferbeziehungen aufzubauen (Abschnitt 5.1);
- geprüft, welche flankierenden Maßnahmen zur Unterstützung von internationalen reFuel-Lieferbeziehungen bundesländerübergreifend (z.B. seitens des Bundes) bereits angeboten werden (Abschnitt 5.2); und
- anschließend zusammengefasst, welche Implikationen sich hieraus für mögliche Maßnahmen des Landes Baden-Württemberg ergeben können (Abschnitt 5.3).

### 5.1 Existierende Strategien und Maßnahmen zur Unterstützung von reFuel-Importen seitens der einzelnen Bundesländer

Als ersten Schritt zur Identifikation von möglichen Maßnahmen des Landes Baden-Württemberg zur Unterstützung von reFuel-Importen haben wir untersucht, welche Strategien und Maßnahmen andere deutschen Bundesländer diesbezüglich verfolgen. Ziel dieser Untersuchung ist zu prüfen, ob

- es Beispiele für Maßnahmen aus anderen Bundesländern gibt, die das Land Baden-Württemberg bislang noch nicht ergriffen hat und die sich auch für Baden-Württemberg eignen würden; und ob

- sich Kooperationsmöglichkeiten zum Aufbau von reFuel-Importbeziehungen mit anderen Bundesländern anbieten würden.

Bei der Untersuchung der Strategien und Maßnahmen der anderen Bundesländer haben wir sowohl Aktivitäten in Bezug auf den Import von grünem Wasserstoff als auch in Bezug auf deren kohlenstoffhaltige Derivate (also reFuels im Sinne der Definition in diesem Bericht) berücksichtigt. Grund hierfür ist zum einen, dass Aktivitäten in Hinblick auf Wasserstoff häufig weiter fortgeschritten sind als Aktivitäten in Bezug auf reFuels, sich hieraus aber ggf. interessante Schlussfolgerungen auch für reFuels ziehen lassen können. Zum anderen sind Strategien und Maßnahmen für grünen Wasserstoff und reFuels häufig eng miteinander verbunden. Z.B. werden Strategien für reFuels häufig als Teil einer allgemeineren Wasserstoff-Strategie aufgestellt.

Ein Überblick über Strategien und Maßnahmen zur Unterstützung von reFuel-Importen in den einzelnen Bundesländern kann Abbildung 22 entnommen werden. Die Strategien und Maßnahmen sind dabei in folgenden Kategorien zusammengefasst:

- *Strategie*: Diese Kategorie erfasst, ob die Bundesländer bereits eine Wasserstoffstrategie und/oder eine Strategie für synthetische Kraftstoffe entwickelt und verabschiedet haben;
- *Internationale Zusammenarbeit*: Hier wird geprüft, ob zwischen dem jeweiligen Bundesland und anderen Ländern oder Regionen im Ausland Vereinbarungen zur Zusammenarbeit im Bereich Wasserstoff oder reFuels bestehen. Während es keine strikte Rangordnung zwischen den verschiedenen Formen und Dokumenten der Zusammenarbeit gibt, lässt sich dennoch eine Hierarchie der Verbindlichkeit und Formalität darstellen:
  - Partnerschaftsabkommen: Formelle und in der Regel verbindliche Art der Zusammenarbeit, oft Teil eines umfassenden strategischen Plans, der langfristige Ziele der Partner definiert<sup>53</sup>;
  - Kooperationsvereinbarung: Ebenfalls formell und in der Regel verbindlich, jedoch inhaltlich meist weniger umfassend und konzentriert sich auf spezifische Projekte oder den Austausch von praktischem Know-how<sup>54</sup>;
  - Vorvertragliche Regelungen (Absichtserklärungen)<sup>55</sup>:
    - Letter of Intent (LoI): Grundsätzlich unverbindlich, jedoch unter bestimmten Rechtsordnungen potenziell bindend. Es handelt sich um eine einseitige Erklärung, die jeder Projektpartner gegenüber einer Koordinationsstelle des Projekts abgibt;

---

<sup>53</sup> Vgl. bpb, 2024.

<sup>54</sup> Vgl. ebd., 2024.

<sup>55</sup> Vgl. BMBF, 2024.

- Memorandum of Understanding (MoU): Ebenfalls grundsätzlich unverbindlich, jedoch abhängig vom anwendbaren Recht möglicherweise bindend. Diese Erklärung wird in der Regel von allen Beteiligten gemeinsam unterzeichnet;
- Gemeinsame Initiativen: Nicht bindende Formen der Zusammenarbeit, die keine rechtlichen Verpflichtungen beinhalten.
- *Delegationsreisen*: Diese Kategorie erfasst, ob seitens der einzelnen Bundesländer bzw. Institutionen innerhalb dieser Bundesländer, Delegationsreisen mit dem Schwerpunkt auf Wasserstoff und reFuels ins Ausland organisiert werden, um den internationalen Austausch und die Zusammenarbeit zu fördern;
- *Veranstaltungen*: Hier wird festgehalten, ob die Bundesländer internationale Informationsveranstaltungen rund um die Themen Wasserstoff und reFuels organisieren, um den Wissensaustausch und die Vernetzung von internationalen Akteuren zu fördern. Berücksichtigt werden Workshops, Seminare, Messen und Inbound-Delegationsveranstaltungen.

Abbildung 22 Übersicht über Strategien und Maßnahmen zur Unterstützung von reFuel-Importen der einzelnen Bundesländer

	Fokus	Strategie	Internat. Zusammenarbeit	Delegationsreisen	Veranstaltungen
Baden-Württemberg		✓	✓	✓	✓
Wasserstoffallianz BY & BW		✓	✓	✓	✓
Bayern		✓	✓	✓	✓
Berlin		✓			✓
Brandenburg		✓			✓
Bremen		✓	✓	✓	✓
Wasserstoffnetzwerk HY-5 + gemeinsame Strategie		✓	✓	✓	✓
Hamburg		✓	✓	✓	✓
Hessen		✓			✓
Mecklenburg-Vorpommern		✓	✓	✓	
Niedersachsen		✓	✓	✓	
Nordrhein-Westfalen		✓	✓	✓	✓
Rheinland-Pfalz				✓	
Saarland		✓			✓
Sachsen		✓		✓	✓
Sachsen-Anhalt		✓			
Schleswig-Holstein		✓	✓	✓	
Thüringen		✓		✓	

Legende:

- Bundesland fokussiert sich primär auf Wasserstoff
- Bundesland fokussiert sich primär auf reFuels
- Sowohl Wasserstoff als auch reFuels

Quelle: Frontier Economics.

Hinweis: Diese Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern dient als indikative Zusammenstellung.

In Abbildung 22 ist zudem dargestellt, ob der Fokus der einzelnen Bundesländer eher auf Maßnahmen und Strategien zum Import von Wasserstoff oder auch gezielt zum Import von reFuels liegt: 7 der 16 Bundesländer fokussieren sich maßgeblich auf Wasserstoff, während die 9 anderen Bundesländer sowohl Wasserstoff als auch reFuels verstärkt im Blick haben.

Im Folgenden fassen wir die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchung nach Kategorien jeweils kurz zusammen:

- **Neben Baden-Württemberg hat nur Nordrhein-Westfalen (NRW) eine eigenständige reFuels-Strategie** – Nahezu alle deutschen Bundesländer haben eine Wasserstoffstrategie veröffentlicht, die in unterschiedlichem Maße auch auf synthetische Kraftstoffe Bezug nimmt. Rheinland-Pfalz bildet hier die einzige Ausnahme, da die Strategie dort noch nicht offiziell verabschiedet wurde. Allerdings liegt auch in Rheinland-Pfalz bereits eine Wasserstoffstudie vor, auf deren Basis die Strategie in naher Zukunft beschlossen werden soll.<sup>56</sup> Baden-Württemberg und NRW haben über eine Wasserstoffstrategie hinaus jeweils Strategien speziell für reFuels entwickelt – Baden-Württemberg die „Roadmap reFuels“<sup>57</sup>, und NRW das „Handlungskonzept für Synthetische Kraftstoffe“<sup>58</sup>. Beide Programme definieren konkrete Maßnahmenpläne für das jeweilige Bundesland, um den Einsatz von reFuels für die Erreichung der auf allen Ebenen formulierten ambitionierteren Klimaschutzziele zu fördern.

Erwähnenswert ist zudem, dass die fünf norddeutschen Bundesländer – Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein – bereits 2019 eine gemeinsame Wasserstoffstrategie veröffentlichten, die sie später individuell durch länderspezifische Strategien ergänzten.<sup>59</sup> Darüber hinaus haben Bayern und Baden-Württemberg 2022 eine Wasserstoffallianz ins Leben gerufen, um ihre Zusammenarbeit im Bereich Wasserstoff zu stärken und gemeinsam voranzutreiben.<sup>60</sup>

- Die Schwerpunkte der Strategien unterscheiden sich je nach geografischen Gegebenheiten. In Norddeutschland spielen beispielsweise die Nähe zur Küste und die Existenz großer Häfen eine zentrale Rolle. Hier liegt der Fokus auf dem Import von grünem Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen, unterstützt durch den Aufbau von Terminals für die Anlieferung sowie einem umfassenden Logistiknetzwerk für Weitertransport und Verteilung.<sup>61</sup> Bremen plant zudem lokale Produktionsanlagen für synthetische Kraftstoffe, die auf importiertem Wasserstoff und im Aufbau befindlichen CO<sub>2</sub>-Transportketten basieren,

---

<sup>56</sup> Vgl. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz, 2024.

<sup>57</sup> Vgl. Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 2022.

<sup>58</sup> Vgl. MWIDE NRW, 2021.

<sup>59</sup> Vgl. Wirtschafts- und Verkehrsministerien der norddeutschen Küstenländer, 2019; Senat der Freien Hansestadt Bremen, 2021; Behörde für Wirtschaft und Innovation Hamburg, 2022; Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur Schleswig-Holstein, 2020 & 2023.

<sup>60</sup> Vgl. Bayerische Staatsregierung, 2022.

<sup>61</sup> Vgl. Wirtschafts- und Verkehrsministerien der norddeutschen Küstenländer, 2019.

die ebenfalls über die Häfen abgewickelt werden<sup>62</sup>, während die ersten reFuels für Hamburg aus dem internationalen Projekt Haru Oni stammen sollen<sup>63</sup>. Im Gegensatz dazu ist in Hessen der Luftverkehr eine Schlüsselbranche, insbesondere durch die zentrale Rolle des Frankfurter Flughafens. Hier gibt es eine Pilotanlage zur Herstellung von synthetischem Kerosin, und die Plattform Centre of Competence for Climate, Environment and Noise Protection in Aviation (CENA) fördert die Vernetzung von relevanten Akteuren und die Weiterentwicklung von Projekten im Bereich nachhaltiger Luftfahrt.<sup>64</sup> Die reFuels Roadmap des Landes Baden-Württemberg legt den Schwerpunkt auf schwer zu dekarbonisierende Verkehrssektoren – etwa den klimaneutralen Luftverkehr am Flughafen Stuttgart. Zudem befindet sich in Baden-Württemberg mit der MiRO die größte Mineralölraffinerie Deutschlands, deren Transformation zu einer klimaneutralen Raffinerie angestrebt wird.<sup>65</sup>

- **Internationale Zusammenarbeit häufig mit Regionen im Ausland** – Die deutschen Bundesländer fokussieren sich bei der internationalen Zusammenarbeit im Bereich reFuels und Wasserstoff vorwiegend auf kleinere Länder oder Regionen innerhalb anderer Staaten. Diese Zusammenarbeit ist vielfältig und umfasst Themen wie Importambitionen, strategische Vereinbarungen sowie die gemeinsame Technologieentwicklung. Folgt man der zuvor skizzierten Rangordnung hinsichtlich der Verbindlichkeits- und Formalitätsniveaus dieser Zusammenarbeit, lassen sich in den verschiedenen Kategorien folgende Beispiele aufzeigen:
  - Aufbauend auf ihrer seit 2015 bestehenden Energiekooperation haben Nordrhein-Westfalen und Dänemark ihre Zusammenarbeit im Jahr 2021 zu einer formalen **Partnerschaft** vertieft: NRW.Energy4Climate und die Dänische Energieagentur beschlossen eine „Joint Declaration of Interest“. Die Partnerschaft konzentriert sich auf die Themen Fernwärme, Energieeffizienz, Wasserstoff und Carbon Management. Aus Sicht Nordrhein-Westfalens ist das Ziel dieser Partnerschaft vor allem, dass Dänemark als europäischer Vorreiter im Ausbau Erneuerbarer Energien das Bundesland durch die Lieferung von Wasserstoff und Ammoniak beim Übergang zur Klimaneutralität unterstützt.<sup>66</sup>
  - Auf einer Delegationsreise in 2022 unter Leitung des bayerischen Wirtschaftsministers Aiwanger nach Schottland und Norwegen unterzeichnete das Zentrum Wasserstoff.Bayern (H2.B) jeweils mit dem Scottish Hydrogen and Fuel Cell Association (SHFCA) und dem Norwegen Hydrogen Forum (NHF) eine „Joint Declaration on Strategic Cooperation“. Die **Kooperationsvereinbarungen** sollen die Zusammenarbeit

---

<sup>62</sup> Vgl. Senat der Freien Hansestadt Bremen, 2021.

<sup>63</sup> Vgl. eFuel GmbH, 2023; Der Neuschleswiger, 2023.

<sup>64</sup> Vgl. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, 2021.

<sup>65</sup> Vgl. Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 2022.

<sup>66</sup> Vgl. Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen, 2023.

dieser Clusterregionen im Bereich Wasserstoff durch Informations- und Erfahrungsaustausch stärken.<sup>67</sup>

- **Vorvertragliche Absichtserklärungen** wurden von mehreren Bundesländern beschlossen:
  - So unterzeichneten der baden-württembergische Ministerpräsident Kretschmann und der andalusische Regionalpräsident Moreno in 2023 einen „Letter of Intent“ zum zügigen Aufbau eines europäischen Wasserstoffnetzes. Weitere Themenfelder der Zusammenarbeit sind Klimaschutz, klimaneutrale Kraftstoffe und die Nutzung erneuerbarer Energien.<sup>68</sup> Darüber hinaus hat Baden-Württemberg einen weiteren „Letter of Intent“ für die Zusammenarbeit bei der Herstellung klimaneutraler Kraftstoffe mit Schottland unterschrieben.<sup>69</sup>
  - Auch Bayern und Schottland haben 2022 einen „Letter of Intent“ zum Ausbau der bayerisch-schottischen Zusammenarbeit von Wirtschaft und Wissenschaft im Bereich grüner Wasserstoff unterzeichnet. Im Rahmen dieser Vereinbarung plant Bayern den Import von grünem Wasserstoff aus Schottland und im Gegenzug die Bereitstellung der notwendigen Technologie. Zur Förderung dieser Zusammenarbeit hat der bayerische Wirtschaftsminister einen schottischen Wasserstoff-Ansprechpartner mit Sitz in Bayern benannt, der bayerische Unternehmen, die in Schottland tätig werden wollen, unterstützt.<sup>70</sup> Zudem hat Bayern 2024 einen „Letter of Intent“ mit dem benachbarten Tschechien unterzeichnet, um die Zusammenarbeit bei der Förderung von Wasserstoff als Energieträger der Zukunft zu stärken.<sup>71</sup>
  - Die Stadt Hamburg 2023 gab auf dem Event „WindEnergy Hamburg“ eine Absichtserklärung mit Schottland zur gemeinsamen Entwicklung von grünem Wasserstoff und den dazugehörigen Technologien bekannt.<sup>72</sup> Mit der kanadischen Provinz Neufundland und Labrador hat Hamburg 2022 eine Absichtserklärung unterzeichnet, die ebenfalls die technologische Zusammenarbeit im Bereich des grünen Wasserstoffs zum Ziel hat.<sup>73</sup> Außerdem unterzeichneten die Stadt Hamburg, der Hamburger Hafen und das chilenische Energieministerium ein „Memorandum of Understanding“ über die Zusammenarbeit im Bereich des Exports und

---

<sup>67</sup> Vgl. H2.B, 2024.

<sup>68</sup> Vgl. Landtag von Baden-Württemberg, 2023.

<sup>69</sup> To check: <https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/internationale-zusammenarbeit-bei-klimaneutralen-kraftstoffen>

<sup>70</sup> Vgl. H2.B, 2022b; Scottish Development International, 2023.

<sup>71</sup> Vgl. Bayerische Staatsregierung, 2024.

<sup>72</sup> Vgl. Scottish Development International, 2023.

<sup>73</sup> Vgl. Hamburg News, 2022a.

Imports von grünem Wasserstoff und seinen Derivaten. Nach Deckung des nationalen Bedarfs nach grünem Wasserstoff in Chile sind Exportmöglichkeiten geplant, bei denen der Hamburger Hafen zu einem zentralen Versorgungszentrum für Europa werden soll – gemeinsam mit den Häfen von Rotterdam und Antwerpen, mit denen Chile bereits Versorgungsabkommen geschlossen hat.<sup>74</sup>

- Unter die Kategorie der **gemeinsamen Initiativen** fällt schließlich ein Wasserstoffdialog, den die norddeutschen Bundesländer (Bremen, Hamburg, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein) im Jahr 2022 unter dem Titel „North Meets North“ zwischen Nordengland und Norddeutschland ins Leben gerufen haben.<sup>75</sup>

Insgesamt lässt sich festhalten, dass viele Absichtserklärungen und Partnerschaften erst seit relativ kurzer Zeit bestehen und in vielen Fällen auch nicht rechtlich bindend sind. Inwieweit diese Vereinbarungen tatsächlich zu einer Umsetzung von reFuels-Importen in der Praxis führen, kann daher nach derzeitigem Stand noch nicht beurteilt werden.

- **Delegationsreisen als bewährtes Mittel zum Netzwerken sowohl innerhalb als auch außerhalb Europas** – Reisen mit regionalen Wirtschaftsdelegationen der Bundesländer finden zahlreich statt und dienen sowohl der Vernetzung zwischen Unternehmen, als auch der Stärkung bestehender und dem Aufbau neuer politischer Partnerschaften.

Beispiele<sup>76</sup> für *innereuropäische Delegationsreisen* aus Baden-Württemberg sind die Reise unter Ministerpräsident Kretschmann im Oktober 2023 nach Andalusien und Katalonien, aus der die Unterzeichnung der oben erwähnten Absichtserklärung für eine Klima- und Energiepartnerschaft mit Andalusien hervorging.<sup>77</sup> Eine weitere Delegation, organisiert vom baden-württembergischen Wirtschaftsministerium, reiste im November 2023 nach Finnland, um sich mit Themen der autonomen, vernetzten und nachhaltigen Mobilität zu beschäftigen.<sup>78</sup> Die praktische Relevanz von Delegationsreisen für Unternehmen wird deutlich an der Kooperation von INERATEC, einem führenden Anbieter nachhaltiger E-Fuel-Lösungen, mit Zenith Energy Terminals, einem Betreiber von Energie- und Chemielagern. Im Rahmen einer Delegationsreise 2023 in die Niederlande, organisiert vom baden-württembergischen Wirtschaftsministerium, unterzeichneten die beiden Unternehmen eine Absichtserklärung für den Bau einer PtL-Anlage im Hafen von Amsterdam.

---

<sup>74</sup> Vgl. AHK Chile, 2022.

<sup>75</sup> Vgl. Hamburg News, 2020 & 2022b.

<sup>76</sup> Alle in Abbildung 22 markierten, jedoch im Folgenden nicht einzeln behandelten Beispiele für Delegationsreisen sind hier aufgeführt:

- Bayern: *Delegationsreise nach Spanien und Frankreich*. Bayern International, 2024.
- Rheinland-Pfalz: *Delegationsreise nach Schottland*. Landesregierung Rheinland-Pfalz, 2023.
- Sachsen: *Delegationsreise nach Südkorea*. AMZ Sachsen, 2024.
- Schleswig-Holstein: *Delegationsreise nach Dänemark*. Erneuerbare Energien Hamburg, 2021.

<sup>77</sup> Vgl. Landesregierung Baden-Württemberg, 2023a.

<sup>78</sup> Vgl. ebd., 2023b.

Diese Anlage soll jährlich bis zu 35.000 Tonnen reFuels produzieren – hergestellt aus lokal erzeugtem und importiertem grünem Wasserstoff sowie aus bis zu 100.000 Tonnen CO<sub>2</sub> aus der niederländischen Industrie.<sup>79</sup>

Auch andere Bundesländer nutzen innereuropäische Delegationsreisen zur internationalen Vernetzung. So reiste die Hamburger Energiewirtschaft im Juni 2023 nach Oslo und Kopenhagen, um den Import von Wasserstoff aus diesen Ländern zu fördern.<sup>80</sup> Ein weiteres Beispiel ist die Delegationsreise aus Sachsen nach Andalusien im Februar 2024, bei der Vertreterinnen und Vertreter aus Forschung und Wirtschaft, insbesondere der Solar- und Wasserstoffindustrie, zusammenkamen.<sup>81</sup> Im Juni 2024 fand zudem eine Delegationsreise aus Niedersachsen nach Irland statt, die das Potenzial zur Wasserstoffherzeugung sowie den Export in andere EU-Länder thematisierte, insbesondere im Hinblick auf die hohen Windenergiekapazitäten in diesem Land.<sup>82</sup>

Die deutschen Bundesländer führen darüber hinaus zahlreiche Delegationsreisen ins *außereuropäische Ausland* durch, um die nachhaltige Entwicklung von grünem Wasserstoff und seinen Derivaten wie reFuels voranzutreiben. So reiste die NRW HYway2Brasil-Delegation im Dezember 2023 mit dem Ziel nach Brasilien, Kooperationen für die Entwicklung von grünem Wasserstoff in Brasilien zu stärken und sich mit der Logistik für den Import und Export von Wasserstoff vertraut zu machen.<sup>83</sup> Im Juni 2023 erkundete eine Delegation aus Mecklenburg-Vorpommern in Halifax, Nova Scotia, Möglichkeiten im Bereich erneuerbare Energien und Wasserstoff in Kanada.<sup>84</sup> Im Oktober 2023 unterstützte eine Wirtschaftsdelegation aus Thüringen geplante Wasserstoff- und Bauprojekte in Namibia und Südafrika.<sup>85</sup> Ein weiteres Beispiel für Delegationsreisen mit Wasserstofffokus ist die bayerische Delegation, die im November 2022 eine Reise in den Oman unternahm. Diese Reise umfasste Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, die die wirtschaftlichen und energiepolitischen Beziehungen mit dem Oman stärken und insbesondere im Bereich grüner Wasserstoff eng zusammenarbeiten wollten. Dabei wurden Exportpotenziale für Hochtechnologieprodukte aus Bayern und Importmöglichkeiten für Wasserstoff diskutiert. Zudem pflegt Bayern bereits Verbindungen in den Nahen Osten, insbesondere nach Saudi-Arabien und in die Vereinigten Arabischen Emirate, sodass

---

<sup>79</sup> Vgl. INTERATEC, 2023.

<sup>80</sup> Vgl. Erneuerbare Energien Hamburg, 2023.

<sup>81</sup> Vgl. Sächsische Staatskanzlei, 2024.

<sup>82</sup> Vgl. Invest in Niedersachsen, 2024.

<sup>83</sup> Vgl. AHK Brasilien, 2023.

<sup>84</sup> Vgl. IHK Rostock, 2023.

<sup>85</sup> Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft Thüringen, 2023.

sich diese Delegationsreise in die strategische Besuchsreihe und den allgemeinen Wasserstofffokus<sup>86</sup> des Bundeslandes einfügt.<sup>87</sup>

Grüne Kraftstoffe lagen bei einer Delegationsreise aus Hamburg nach Südamerika im August 2022 im Fokus, die unter anderem Stationen in Chile und Uruguay umfasste. Im chilenischen Außenministerium wurde während dieser Reise das bereits erwähnte „Memorandum of Understanding“ über die Aus- und Einfuhr von grünem Wasserstoff und seinen Derivaten wie reFuels beschlossen. Zudem resultierte aus einer binationalen Round-Table-Veranstaltung der AHK Chile die Allianz zwischen HIF Global, der Lother Gruppe und eFuel GmbH in Form einer Absichtserklärung zur Entwicklung grüner Kraftstoffe.<sup>88</sup> Diese Vereinbarung sieht vor, dass jährlich bis zu 75 Millionen Liter von in Haru Oni produzierten reFuels, aufgenommen und verteilt werden. <sup>89</sup>

Delegationsreisen stellen demnach eine Vernetzungs-Möglichkeit dar, die in der Praxis aktiv genutzt wird. Sie ermöglichen es nicht nur den Bundesländern sowie entsprechenden Institutionen und Plattformen, sondern auch den Unternehmen selbst, eigenständig Absichtserklärungen zu schließen und Kooperationen einzugehen.

- **Informations- und Matchmaking-Veranstaltungen zur Unterstützung von Unternehmen bei der Erschließung von Potenzialmärkten** – Nicht nur Delegationsreisen in andere Länder unterstützen Unternehmen dabei, sich mit potenziellen Geschäftspartnern zu vernetzen. Besonders für kleine und mittlere Unternehmen sind auch internationale Veranstaltungen innerhalb Deutschlands wertvoll. Hierzu zählen sowohl Informationsveranstaltungen als auch Networking-Events, bei denen internationale Unternehmen in die jeweiligen Bundesländer eingeladen werden und ein persönlicher Austausch in Deutschland stattfinden kann.

Beispiele<sup>90</sup> für Inbound-Delegationsreisen sind unter anderem der Besuch südafrikanischer und namibischer Unternehmen in Berlin/Brandenburg zum Austausch über grünen Wasserstoff und Power-to-X im August 2022<sup>91</sup>, die Delegation aus Belgien und Frankreich

---

<sup>86</sup> Siehe Bayerische Wasserstoffstrategie 2.0 des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024.

<sup>87</sup> Vgl. H2.B, 2022a.

<sup>88</sup> Vgl. AHK Chile, 2024.

<sup>89</sup> Vgl. Hafen Hamburg, 2023.

<sup>90</sup> Alle in Abbildung 22 markierten, jedoch im Folgenden nicht einzeln behandelten Beispiele für Veranstaltungen sind hier aufgeführt:

- Baden-Württemberg: *Veranstaltungen zu reFuels der e-mobil* (Innovationsagentur und Kompetenzstelle des Landes Baden-Württemberg), 2022.
- Bayern: *Veranstaltungen zu Wasserstoff des Zentrum Wasserstoff.Bayern*, H2.B, 2024; *Veranstaltung zu synthetischen Kraftstoffen der IHK Nürnberg*, 2024.
- Bremen: *Delegationsbesuch aus Japan*, Pressestelle des Senats der Freien Hansestadt Bremen, 2022.
- Nordrhein-Westfalen: *Delegationsbesuch aus Brasilien*, AHK Brasilien, 2024.
- Saarland: *Veranstaltung zu reFuels der IHK Saarland*, 2023; *Delegationsbesuch aus Italien*, ITKAM, 2023.

<sup>91</sup> Vgl. Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg, 2022.

nach Mittelhessen zum Thema grüner Wasserstoff und nachhaltige Mobilitätslösungen im Dezember 2022<sup>92</sup>, sowie die skandinavische Delegation zu Wasserstoff- und Smart-Energy-Lösungen in Sachsen und Sachsen-Anhalt im September 2023.<sup>93</sup>

Weitere Vernetzungsveranstaltungen der Bundesländer sind beispielsweise die „Hydrogen Technology Expo“, die bis 2023 in Bremen und ab 2024 in Hamburg stattfindet und als internationale Austauschplattform für die Wasserstoffbranche gilt.<sup>94</sup> Darüber hinaus veranstaltete Sachsen im November 2022 den ersten „Green Hydrogen Innovation Congress“. Hier kamen Delegationen aus der belgischen Region Flandern, der niederländischen Provinz Nordbrabant, dem Nachbarland Tschechien sowie aus Sachsen zusammen, um über den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft und neue Chancen der regionalen Zusammenarbeit zu diskutieren.<sup>95</sup>

Insgesamt zeigt der Vergleich der Aktivitäten im Bereich reFuels und Wasserstoff in den einzelnen deutschen Bundesländern, dass Baden-Württemberg eine Vorreiterstellung im Bereich reFuels innehat. Neben Nordrhein-Westfalen ist Baden-Württemberg das einzige Bundesland mit einer eigenständigen reFuels-Strategie. Wie auch einige andere Bundesländer hat Baden-Württemberg bereits verschiedene Delegationsreisen durchgeführt und Absichtserklärungen zum Import von reFuels unterzeichnet. Der Fokus der geplanten internationalen Zusammenarbeit liegt dabei – ebenfalls wie in einigen der anderen Bundesländer – auf internationaler Zusammenarbeit mit Regionen innerhalb anderer Staaten (z.B. Schottland und Andalusien). Baden-Württemberg könnte darüber hinaus prüfen, ob mögliche Kooperationen mit anderen deutschen Bundesländern mit ähnlichen Interessen intensiviert oder aufgebaut werden könnten, um den Import von reFuels „mit vereinten Kräften“ weiter voranzutreiben. Ansatzpunkte könnten hier ggf. die bestehende Wasserstoffkooperation mit Bayern oder die bestehende Kooperation mit Hessen im Rahmen der Innovationsplattform „InnoFuels“ sein.<sup>96</sup>

## 5.2 Existierende Maßnahmen zur Unterstützung von reFuel-Importen seitens des Bundes bzw. bundesländerübergreifender Institutionen

Im Folgenden zeigen wir auf, welche unterstützenden Maßnahmen auf Bundesebene bzw. von bundesländerübergreifenden Institutionen angeboten werden. Dies umfasst die folgenden Bereiche:

- Bereitstellung von Informationen über potenzielle Lieferländer (Abschnitt 5.2.1);

---

<sup>92</sup> Vgl. Stadt Gießen, 2022.

<sup>93</sup> Vgl. Wirtschaftsförderung Sachsen, 2023.

<sup>94</sup> Vgl. AUMA, 2024.

<sup>95</sup> Vgl. Sächsische Staatskanzlei, 2022.

<sup>96</sup> Siehe <https://www.innofuels.de/>

- Maßnahmen zur Vernetzung von internationalen Akteuren der reFuels-Wirtschaft (Abschnitt 5.2.2); und
- Unterstützung bei Finanzierung bzw. De-Risking von reFuel-Investitionen im Ausland bzw. beim reFuel-Import (Abschnitt 5.2.3).

### 5.2.1 Bereitstellung von Informationen über potenzielle Lieferländer

Sowohl für potenzielle Importeure von reFuels in Deutschland als auch für Technologieexporteure, die Anlagen zur Herstellung synthetischer Kraftstoffe ins Ausland exportieren möchten, ist der Zugang zu möglichst umfassenden Informationen über die relevanten Rahmenbedingungen im Zielmarkt von entscheidender Bedeutung. Derzeit stehen erste Factsheets und detaillierte Zielmarktanalysen speziell zu den Themen grüner Wasserstoff und reFuels zur Verfügung, die von den deutschen Außenhandelskammern (AHKs) in Kooperation mit der vom BMWK geförderten Initiative „Mittelstand Global – Exportinitiative Energie“ bereitgestellt werden. Diese Analysen bieten umfassende Informationen zu rechtlichen Rahmenbedingungen, Fördermitteln, wirtschaftlichen Gegebenheiten, potenziellen Partnern, dem Wettbewerbsumfeld sowie technischen Lösungsansätzen. Zu den in der Shortlist potenzieller Lieferländer (Abschnitt 3.2.5 bzw. Anhang C) genannten Ländern, für die solche Zielmarktanalysen für grünen Wasserstoff bzw. reFuels bereits veröffentlicht sind, gehören beispielsweise Kanada, Finnland und Uruguay.<sup>97</sup>

Zudem werden durch das „Markterschließungsprogramm für kleine und mittlere Unternehmen (KMU)“ sowie die „Exportinitiative Energie“ des BMWK z.B. Informationsveranstaltungen oder Markterkundungsreisen zu bestimmten Zielmärkten (für exportorientierte KMU) angeboten.<sup>98</sup> Die Programme bieten KMU mit Sitz in Deutschland Unterstützung bei der Sammlung marktrelevanter Daten und Fakten, sowie bei der Knüpfung von Kontakten (siehe hierzu auch Abschnitt 5.2.2), um den Markteintritt im Ausland zu erleichtern. Die Informationsveranstaltungen sollen dazu beitragen, Marktchancen, Absatzvolumina und Marktrisiken zu sondieren und von Erfahrungen deutscher Unternehmen, die bereits im Zielmarkt aktiv sind, zu profitieren.<sup>99</sup> Zu beachten ist hierbei jedoch, dass die beiden genannten Programme nicht alleine auf grünen Wasserstoff oder reFuels fokussieren, sondern eine Vielzahl von Branchen (Markterschlie-

---

<sup>97</sup> Siehe [https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/DE/Publikationen/Marktanalysen/2022/zma-kanada.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/DE/Publikationen/Marktanalysen/2022/zma-kanada.pdf?__blob=publicationFile&v=1); [https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/DE/Publikationen/Marktanalysen/2024/zma-uruquay.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/DE/Publikationen/Marktanalysen/2024/zma-uruquay.pdf?__blob=publicationFile&v=2); [https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/DE/Publikationen/Marktanalysen/2023/zma-finnland.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/DE/Publikationen/Marktanalysen/2023/zma-finnland.pdf?__blob=publicationFile&v=6).

<sup>98</sup> Siehe [https://www.bafa.de/DE/Wirtschaft/Auslandsmarkterschliessung/Markterschliessungsprogramm\\_KMU/markterschliessungsprogramm\\_kmu\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Wirtschaft/Auslandsmarkterschliessung/Markterschliessungsprogramm_KMU/markterschliessungsprogramm_kmu_node.html); [https://www.bafa.de/DE/Wirtschaft/Auslandsmarkterschliessung/Exportinitiative\\_Energie/exportinitiative\\_energie\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Wirtschaft/Auslandsmarkterschliessung/Exportinitiative_Energie/exportinitiative_energie_node.html).

<sup>99</sup> Siehe [https://www.bafa.de/DE/Wirtschaft/Auslandsmarkterschliessung/Exportinitiative\\_Energie/exportinitiative\\_energie\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Wirtschaft/Auslandsmarkterschliessung/Exportinitiative_Energie/exportinitiative_energie_node.html)

ßungsprogramm KMU) bzw. mindestens den Energiesektor insgesamt (Exportinitiative Energie) im Blick haben. Viele der angebotenen Veranstaltungen zielen daher auf den Markteintritt in anderen Bereichen ab.<sup>100</sup>

## 5.2.2 Maßnahmen zur Vernetzung von internationalen Akteuren der reFuels-Wirtschaft

Bestehende Angebote, um die Vernetzung von internationalen Akteuren der reFuels-Wirtschaft zu fördern, umfassen Delegationsreisen, Hilfestellungen bei der Geschäftspartnersuche bzw. Geschäftsanbahnung im Ausland und internationale Messen und Konferenzen:

- **Delegationsreisen** – Im Rahmen der Exportinitiative Energie werden sogenannte „Energie-Geschäftsreisen“ in ausgewählte Zielländer veranstaltet. Im Jahr 2024 wurden auch einzelne solcher Energie-Geschäftsreisen mit Fokus auf grünen Wasserstoff oder grünen Ammoniak durchgeführt. Kohlenstoffhaltige reFuels standen dagegen nicht explizit im Fokus.
- **Hilfestellungen bei der Geschäftspartnersuche und Geschäftsanbahnung** – Die einzelnen AHKs sowie das Markterschließungsprogramm KMU bieten verschiedene Hilfestellungen bei der Geschäftspartnersuche und Geschäftsanbahnung im Ausland an, z.B.
  - unterstützen AHKs einzelne Unternehmen direkt durch die Erstellung von Listen mit potenziellen Geschäftspartnern und der Ansprache von Unternehmen sowie der Organisation von Geschäftsterminen;<sup>101</sup>
  - gibt es im Rahmen des Markterschließungsprogramm KMU sogenannte Geschäftsanbahnungsveranstaltungen, bei denen deutsche Unternehmen sich einem ausländischen Fachpublikum (jeweils in einem bestimmten Zielland und einer bestimmten Zielbranche) präsentieren können und individuelle Kontaktgespräche stattfinden.<sup>102</sup> Allerdings sind sowohl die meisten der in der Vergangenheit durchgeführten als auch der aktuellen Veranstaltungen auf andere Branchen zugeschnitten und stehen nicht im Zusammenhang mit reFuels oder grünem Wasserstoff.<sup>103</sup>

<sup>100</sup> Eine Übersicht der im Rahmen der Exportinitiative Energie im Jahr 2024 angebotenen Veranstaltungen findet sich beispielsweise hier: [https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/DE/Publikationen/Zur\\_Exportinitiative/veranstaltungskalender.html](https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/DE/Publikationen/Zur_Exportinitiative/veranstaltungskalender.html)

<sup>101</sup> Siehe z.B. [https://kanada.ahk.de/de/dienstleistungen/geschaeftsentwicklung-delegationsreisen#Busines\\_Partner\\_Search](https://kanada.ahk.de/de/dienstleistungen/geschaeftsentwicklung-delegationsreisen#Busines_Partner_Search) oder <https://ahkfinland.de/markteinstieg/geschaeftspartnervermittlung>

<sup>102</sup> Siehe: [https://www.bafa.de/DE/Wirtschaft/Auslandsmarkterschliessung/Markterschliessungsprogramm\\_KMU/markterschliessungsprogramm\\_kmu\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Wirtschaft/Auslandsmarkterschliessung/Markterschliessungsprogramm_KMU/markterschliessungsprogramm_kmu_node.html)

<sup>103</sup> Siehe <https://www.gtai-exportguide.de/de/auslandsmaerkte/markterschliessungsprogramm/projekte>. Ein Beispiel für eine Geschäftsanbahnungsveranstaltung im Bereich Wasserstoff war eine Veranstaltung in Saudi-Arabien im Jahr 2022 ([https://www.gtai-exportguide.de/resource/blob/930302/228dee7ae1d5f437701722b13dba2741/EB\\_GA\\_Saudi-Arabien\\_Wasserstoff\\_2022.pdf](https://www.gtai-exportguide.de/resource/blob/930302/228dee7ae1d5f437701722b13dba2741/EB_GA_Saudi-Arabien_Wasserstoff_2022.pdf)).

- **Internationale Messen und Konferenzen** – Internationale Messen und Konferenzen, bei denen Akteure aus der reFuels-Branche zusammenkommen, werden sowohl in Deutschland, als auch in manchen Zielmärkten von unterschiedlichen Akteuren organisiert. Beispiele hierfür sind
  - eine vom BMDV organisierte internationale E-Fuels Konferenz 2023;<sup>104</sup>
  - der durch das BMDV organisierte internationale E-Fuels Dialog 2024;<sup>105</sup>
  - ein von der deutsch-australischen Industrie- und Handelskammer im August 2024 organisierter Workshop zum Thema „e-Fuels – Australia's Winning Ticket for Export and Fuel Independence“ in Sydney.<sup>106</sup>

### 5.2.3 Unterstützung bei der Finanzierung bzw. dem De-Risking von reFuel-Investitionen im Ausland bzw. beim reFuel-Import

Neben der Bereitstellung von Informationen und der Vernetzung mit den relevanten Marktakteuren ist die konkrete Finanzierung von reFuel-Investitionen im Ausland bzw. von reFuel-Importen entscheidend für die Realisierung von internationalen reFuel-Handelsbeziehungen.

Für die Wirtschaftlichkeit von reFuels-Anlagen (ob im In- oder Ausland) ist der gesamte regulatorische (Förder-)Rahmen für reFuels, der maßgeblich durch die EU gesetzt wird, relevant. Dieser umfasst beispielsweise nachfrageseitige regulatorische Maßnahmen zur Förderung von reFuels, wie nachfrageseitige Quotenanforderungen, oder angebotsseitige Maßnahmen, wie z.B. Förderungen für IPCEI-Projekte.<sup>107</sup> Auch Ausschreibungen für langfristige Abnahmeverträge für Wasserstoff und reFuels, wie sie von Hintco/H2Global bzw. der European Hydrogen Bank durchgeführt werden, sind ein wichtiger Ansatz, um den Import von grünem Wasserstoff und dessen Derivaten voranzutreiben.<sup>108</sup>

Zusätzlich zu diesem grundlegenden regulatorischen (Förder-)Rahmen können bei der Realisierung von internationalen reFuel-Projekten bzw. reFuel-Handelsbeziehungen Angebote der KfW sowie De-Risking-Instrumente der Bundesregierung einen Beitrag leisten.

---

<sup>104</sup> Siehe <https://efuel-today.com/e-fuels-konferenz-in-muenchen-2023/>

<sup>105</sup> Siehe <https://www.e-fuels-dialogue.de/>

<sup>106</sup> Siehe <https://australien.ahk.de/veranstaltungen/event-details/syd-e-fuels-australias-winning-ticket-for-export-and-fuel-independence>

<sup>107</sup> Eine Übersicht über den regulatorischen Rahmen für reFuels in der EU und Deutschland findet sich beispielsweise in Frontier Economics (2022): „Regulatorischer Rahmen und Business Modelle für reFuels“.

<sup>108</sup> Siehe [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/hydrogen/european-hydrogen-bank\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/hydrogen/european-hydrogen-bank_en); <https://www.h2-global.org/>

Die KfW hat auf ihrer PtX-Plattform Förder- und Finanzierungsinstrumente der Bundesregierung und der KfW gebündelt. Diese umfassen Zuschüsse (aus dem PtX-Entwicklungsfond des BMZ) und Darlehen für PtX-Investitionen in Entwicklungs- und Schwellenländern.<sup>109</sup>

Der Bund bietet verschiedene Garantien für Exporte und Importe an, die zwar nicht speziell auf Wasserstoff oder reFuels ausgerichtet sind, aber sowohl für den reFuels-Anlagenbau im Ausland durch deutsche Unternehmen, als auch für den reFuels-Import nach Deutschland Risiken für die Investoren bzw. Importeure senken können:

- **Exportkreditgarantien:** Exportkreditgarantien des Bundes sichern deutsche Exporteure gegen Forderungsausfälle bei Exportgeschäften ab. Durch eine Exportkreditgarantie wird gegen Zahlung einer Prämie ein Großteil des Risikos eines Zahlungsausfalls auf den Bund übertragen. Im Fall eines Zahlungsausfalls entschädigt der Bund den Exporteur für den eingetretenen Schaden (abzüglich eines Selbstbehalts). Durch die Exportkreditgarantie sinkt das Kreditrisiko, was sich positiv auf die Kreditvergabe durch Finanzinstitute und die Finanzierungsbedingungen des Kredits auswirkt. Exportkreditgarantien werden unabhängig von der Größe des Unternehmens vergeben. Der Fokus der Garantien liegt auf Exporten in Entwicklungs- und Schwellenländern.<sup>110</sup>
- **Garantien für ungebundene Finanzkredite:** Das Ziel der Garantien für ungebundene Finanzkredite des Bundes ist es, den Zugang zu Rohstoffen im Ausland zu erleichtern. Gefördert wird der Rohstoffbezug, der durch einen langfristigen Abnahmevertrag zwischen ausländischen Produzenten oder Händlern mit einem deutschen Abnehmer gesichert wird. Durch die Garantie erfolgt eine Absicherung gegen wirtschaftliche und politische Kreditausfallrisiken. Die Garantie ist nicht an deutsche Leistungen oder Lieferungen gebunden.<sup>111</sup>
- **Investitionsgarantien:** Die Investitionsgarantien des Bundes sollen Schutz vor politischen Risiken bei Direktinvestitionen im Ausland gewähren. Ziel der Investitionsgarantien ist es, Unternehmen gegen politische Risiken, die für sie nicht kalkulierbar sind (wie z.B. Krieg oder Enteignung), abzusichern. Tritt ein entsprechender Schadensfall ein, entschädigt der Bund das Unternehmen für die erlittenen Vermögensverluste. Wirtschaftliche Risiken werden durch Investitionsgarantien nicht abgedeckt, Investitionsgarantien können jedoch mit Exportkreditgarantien und Garantien für ungebundene Finanzkredite kombiniert werden.<sup>112</sup>

Im Rahmen der Exportinitiative Energie werden Online-Finanzierungssprechstunden angeboten, in denen zu Finanzierungsfragen zu Wasserstoffprojekten, den Möglichkeiten

---

<sup>109</sup> Siehe <https://www.kfw-entwicklungsbank.de/Unsere-Themen/PtX/PtX-Plattform/>

<sup>110</sup> Siehe <https://www.exportkreditgarantien.de/de>

<sup>111</sup> Siehe <https://www.ufk-garantien.de/de>

<sup>112</sup> Siehe <https://www.investitionsgarantien.de/> und <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderung/Bund/BMWi/bundesgarantien-investitionsgarantien.html>

einer Zusammenarbeit mit der KfW und zu De-Risking-Instrumenten des Bundes, beraten wird.<sup>113</sup>

### 5.3 Implikationen für Baden-Württemberg

Die Untersuchung von unterstützenden Maßnahmen zum Aufbau von internationalen Handelsbeziehungen für grünen Wasserstoff und reFuels in den einzelnen Bundesländern bzw. seitens des Bundes (oder bundesweiten Institutionen) hat gezeigt, dass

- die **Sammlung und Bereitstellung von Informationen zu den relevanten Rahmenbedingungen** mindestens für einige **der potenziellen reFuels-Lieferländer** von den AHKs bzw. der Initiative Mittelstand Global **bereits vorangetrieben wurde** (und Analysen für weitere Länder folgen könnten). Wie in Abschnitt 3.1 erläutert, gibt es darüber hinaus eine Vielzahl von weiteren Studien, die Informationen zu reFuels-Importländern beinhalten (wenn auch nicht in dem gleichen Detailgrad wie die Zielmarktanalysen der AHKs/Initiative Mittelstand Global). Damit Akteure in Baden-Württemberg diese bestehenden Informationen zu den Rahmenbedingungen in potenziellen reFuels-Lieferländern auch effektiv nutzen können, könnte eine flankierende Maßnahme des Landes Baden-Württemberg darin bestehen, die **bereits existierenden Informationen an zentraler Stelle zu bündeln** und den Akteuren somit einfacher zugänglich zu machen.<sup>114</sup> Zu diesem Zweck käme beispielsweise die **Einrichtung einer zentralen Ansprechstelle** – etwa bei einer Landesagentur oder einer vergleichbaren Einrichtung – infrage. Diese zentrale Ansprechstelle könnte zudem den Austausch und die Netzworkebildung zwischen verschiedenen Akteuren der reFuels-Wertschöpfungskette (Abnehmer, Produzenten/Raffinerien, Produzenten von Anlagen oder Anlagenkomponenten, Forschungseinrichtungen) innerhalb von Baden-Württemberg forcieren. Hierfür könnte neben dem Angebot von Netzwerkveranstaltungen auch der Aufbau einer Datenbank mit den relevanten Ansprechpartnern hilfreich sein.
- es im Bereich der **Finanzierung bzw. des De-riskings von Auslandsinvestitionen in reFuels-Anlagen sowie von reFuels-Importen** Finanzierungs- und Garantie-Angebote seitens des Bundes bzw. der KfW gibt. Auch hier könnte die Einrichtung einer zentralen Ansprechstelle dazu beitragen, **die Informationen zu den bestehenden Finanzierungs- und De-risking-Angeboten an einer zentralen Stelle zu bündeln und im Idealfall auch eine Beratung zu Fördermöglichkeiten für Unternehmen anzubieten.**

---

<sup>113</sup> Siehe [https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/DE/Publikationen/Zur\\_Exportinitiative/veranstaltungskaender.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=17](https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/DE/Publikationen/Zur_Exportinitiative/veranstaltungskaender.pdf?__blob=publicationFile&v=17)

<sup>114</sup> Dies könnte in ähnlicher Art und Weise erfolgen wie z.B. die Bündelung von Links zu efuel-Studien durch die efuel Alliance (<https://www.efuel-alliance.eu/de/media/studien>).

- einige bundesländerübergreifende **Angebote zur Knüpfung von Kontakten mit internationalen Akteuren der reFuels-Wirtschaft bestehen**, z.B. in Form von Delegationsreisen oder Unterstützungen bei der Geschäftsanbahnung durch die AHKs bzw. die Initiative Mittelstand Global. Zu beachten ist allerdings, dass der Fokus der Angebote der Initiative Mittelstand Global auf der Förderung von exportorientierten KMU liegt und daher für größere Firmen sowie Firmen, die zwar reFuels nach Deutschland importieren wollen, aber nicht mit eigenen Produkten oder Dienstleistungen ins Ausland expandieren wollen, weniger relevant sind. Zudem ist das reFuel-spezifische Angebot momentan nicht besonders groß, da sich viele Angebote auf andere Branchen bzw. Aktivitätsbereiche innerhalb der Energiebranche beziehen. Vor diesem Hintergrund besteht eine wichtige flankierende Maßnahme des Landes Baden-Württemberg zur Sicherstellung der erneuerbaren Kraftstoffversorgung auch zukünftig darin, **Aktivitäten zur internationalen Vernetzung, speziell für Akteure der reFuels-Wertschöpfungskette (Abnehmer und Produzenten von Anlagen- bzw. Anlagenkomponenten), anzubieten**.
- verschiedene deutsche Bundesländer bei ihren Aktivitäten zum Aufbau von internationalen reFuel-Lieferbeziehungen die gleichen potenziellen Lieferländer oder -regionen im Blick haben wie Baden-Württemberg und auch ähnliche Aktivitäten (z.B. Delegationsreisen) durchführen. Das Land Baden-Württemberg könnte folglich prüfen, ob **stärkere Kooperationen mit anderen Bundesländern zur Forcierung des Markthochlaufs von reFuels und des Imports von reFuels sinnvoll** wären.

Insgesamt hängt die Umsetzung des Markthochlaufs von reFuels, inklusive der reFuel-Importe, im Wesentlichen davon ab, wie der regulatorische Rahmen für reFuels auf Bundes- und EU-Ebene ausgestaltet ist. **Die politische Arbeit des Landes Baden-Württemberg auf EU- und Bundesebene zur Ausgestaltung des regulatorischen Rahmens bleibt daher weiterhin von großer Bedeutung** (siehe auch Abschnitt 6).

## 6 Zusammenfassende Schlussfolgerungen und Strategische Implikationen

Der Einsatz von reFuels ist ein essentieller Baustein, um die Transformation im Verkehrssektor sowie im Raffineriebereich und der industriellen Produktion in Richtung Erneuerbare Energien voranzutreiben. Baden-Württemberg als Energieimportland ist hierfür auf den Import von reFuels angewiesen. Gleichzeitig könnten Unternehmen aus Baden-Württemberg eine wichtige Rolle beim Export der erforderlichen Technologien spielen.

Im Folgenden fassen wir die wichtigsten Maßnahmen zusammen, die das Land Baden-Württemberg ergreifen kann, um diese Importe auch in der Praxis zu ermöglichen bzw. zu fördern. Konkrete Lieferverträge müssen am Ende zwar von privaten Akteuren abgeschlossen werden, das Land kann jedoch dazu beitragen einen Rahmen zu schaffen, der die Anbahnung und letztlich den Abschluss solcher Verträge fördert bzw. überhaupt erst möglich macht.

### Regulatorischer Rahmen auf EU-Ebene stellt Importheimnis für reFuels dar und erfordert Überarbeitung

Der auf EU-Ebene gesetzte regulatorische Rahmen für reFuels hat einen wesentlichen Einfluss darauf, ob Investitionen in reFuels-Anlagen getätigt und konkrete Lieferverträge für reFuels abgeschlossen werden oder nicht. Insbesondere die Vorgaben zu den für die reFuels-Produktion anrechenbaren Kohlenstoffquellen gemäß des delegierten Rechtsakts zu RED II, Art. 28, sind für den Markthochlauf von reFuels sehr restriktiv und stellen ein effektives Importheimnis dar. Da die Direct-Air-Capture-Technologie, die prinzipiell in allen Regionen der Welt einsetzbar wäre, noch nicht im industriellen Maßstab verfügbar ist, werden reFuels-Importe durch die Regulierung derzeit effektiv auf Länder begrenzt, die entweder über ausreichende biogene Kohlenstoffquellen verfügen oder über industrielle Kohlenstoffquellen und ein „effektives CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem“. Bislang hat die europäische Kommission allerdings lediglich das EU-ETS, das UK-ETS und das schweizerische ETS als effektive CO<sub>2</sub>-Bepreisungssysteme klassifiziert – und dies zudem lediglich im Rahmen eines rechtlich nicht bindenden Q&A-Dokuments. In der Folge können eine Vielzahl von Ländern, die aufgrund ihrer Standortbedingungen für die Grünstromerzeugung eigentlich gut als reFuel-Lieferland geeignet wären, aus derzeitiger Sicht für Exporte in die EU keine industriellen Kohlenstoffquellen für die reFuels-Produktion verwenden.<sup>115</sup> Sofern diese Länder nicht über ausreichende anrechenbare biogene Kohlenstoffquellen (z.B. aus der Erzeugung von Biobrenn- und -kraftstoffen) verfügen, scheiden diese Länder (z.B. Länder der arabischen Halbinsel und mindestens einzelne nordafrikanische Länder) – trotz sehr guter Grünstrombedingungen – derzeit als reFuel-Lieferländer für die EU aus. Auch die – nicht erfolgreiche – H2Global Pilotauktion für eSAF im Jahr 2024 hat gezeigt, dass die regulatorischen Vorgaben für reFuels, insbesondere die Vorgaben zur THG-Bilanzierung des eingesetzten Kohlenstoffs, aber ggf. auch die relativ

<sup>115</sup> Dies gilt sofern die in die EU exportierten reFuels auch als RFNBO anerkannt und auf die Erneuerbare-Energien-Ziele der EU angerechnet werden können sollen.

restriktiven Anforderungen an den Grünstrom zur Herstellung der reFuels, ein Importheimnis darstellen.

Das Land Baden-Württemberg hat sich bereits in der Vergangenheit, sowohl auf EU- als auch auf Bundesebene, für einen dem Markthochlauf von reFuels dienlichen regulatorischen Rahmen eingesetzt. Dieser Einsatz des Landes Baden-Württembergs ist weiterhin zentral, um einen Rahmen zu schaffen, innerhalb dessen reFuel-Investitionen allgemein und reFuel-Importe im Speziellen, überhaupt erst ermöglicht werden.

**ReFuel-Importe grundsätzlich aus einer Vielzahl von Ländern und Regionen möglich – Diversifikation beim Aufbau internationaler Lieferbeziehungen und schwerpunktmäßige Zusammenarbeit auf regionaler Ebene kann vorteilhaft sein**

Auf Basis der Standortbedingungen für die Grünstromerzeugung (die ein zentraler Kostentreiber für die reFuels-Produktionskosten sind) wären eine Vielzahl von Ländern auf allen fünf Kontinenten als potenzielle reFuel-Lieferländer geeignet. Unter Beachtung des derzeitigen regulatorischen Rahmens der EU in Bezug auf anrechenbare Kohlenstoffquellen und derzeit in den einzelnen potenziellen reFuel-Lieferländern vorherrschenden politischen Rahmenbedingungen zeichnen sich in der kurzen bis mittleren Frist verschiedene europäische Länder (z.B. im skandinavischen Raum und im Mittelmeerraum), die nordamerikanischen Staaten (USA, Kanada), einzelne südamerikanische Länder und Australien als besonders geeignete reFuel-Lieferländer aus. Langfristig, wenn die Direct-Air-Technologie großskalig einsetzbar ist, könnten weitere Länder attraktive reFuels-Lieferländer werden.

Die in dieser Studie näher analysierten Länder bringen alle sehr gute Voraussetzungen für reFuel-Exporte nach Baden-Württemberg mit sich, die vorzufindenden Rahmenbedingungen und Ausgangslagen für eine Partnerschaft sind jedoch von Land zu Land unterschiedlich. Dies gilt insbesondere in Bezug auf länderspezifische Investitionsrisiken, den primären Fokus der einzelnen Länder auf einerseits die Produktion von grünem Wasserstoff oder andererseits reFuels, und die Verfügbarkeit von nach EU-Kriterien für die RFNBO-Produktion anrechenbare Kohlenstoffquellen. Insgesamt zeigt die Analyse jedoch, dass die Voraussetzungen für reFuels-Importe aus einer Vielzahl von Ländern in unterschiedlichen Regionen prinzipiell gegeben sind. Eine Diversifikation beim Aufbau von internationalen reFuel-Kooperationen ist daher möglich und könnte sich auch angesichts der großen Unsicherheiten beim reFuel-Markthochlauf als vorteilhaft erweisen. Ein Blick auf die bereits bestehenden Aktivitäten der verschiedenen deutschen Bundesländer zeigt, dass viele Bundesländer – wie auch Baden-Württemberg selbst - nicht nur mit einem einzelnen potenziellen reFuel-Lieferland eine internationale Zusammenarbeit anstreben, sondern mehrere Optionen verfolgen. Häufig erfolgt die Zusammenarbeit dabei auf regionaler Ebene, also mit einer Region innerhalb des potenziellen reFuel-Lieferlandes (z.B. Andalusien, Schottland).

**Industrie in Baden-Württemberg kann wichtige Rolle beim Technologieexport spielen**

Während Baden-Württemberg in Hinblick auf die Versorgung mit reFuels auf Importe angewiesen ist, befindet sich die Industrie in Baden-Württemberg sowohl aufgrund ihrer Struktur

(Stärke im Maschinen- und Anlagenbau), als auch in Bezug auf ihre Export-Orientierung in einer guten Ausgangslage, um eine Exportrolle bei den für die reFuel-Produktion notwendigen Technologien einzunehmen. Das erzielbare Umsatzpotenzial der baden-württembergischen Unternehmen hängt dabei stark von einerseits der Entwicklung des globalen reFuel-Marktes und andererseits von dem von Baden-Württemberg erzielbaren Weltmarktanteils im relevanten Maschinen- und Anlagenbau ab. Langfristig (nach 2040) beläuft sich das Umsatzpotenzial auf ca. 1,9-11,2 Mrd. € pro Jahr.<sup>116</sup> Zur Erschließung des Exportpotenzials könnten Partnerschaften mit den zuvor identifizierten reFuels-Lieferländern beitragen, die nicht nur für den Import von reFuels, sondern auch für den Export von Anlagen bzw. Anlagenkomponenten für die reFuels-Produktion den geeigneten Rahmen setzen.

### Baden-Württemberg kann flankierende Maßnahmen ergreifen, um den Aufbau internationaler reFuel-Lieferbeziehungen zu unterstützen

Lieferverträge müssen letztendlich zwischen privaten Akteuren geschlossen werden. Das Land Baden-Württemberg kann jedoch verschiedene flankierende Maßnahmen ergreifen, um den Aufbau von internationalen reFuel-Lieferbeziehungen zu unterstützen:

- **Vernetzung von relevanten Akteuren (weiter) vorantreiben** – Die Vernetzung internationaler Akteure zum Aufbau von reFuel-Lieferbeziehungen kann u.a. durch formelle oder informelle Rahmenvereinbarungen zur internationalen Zusammenarbeit (z.B. Partnerschaftsabkommen, Kooperationsvereinbarungen, gemeinsamen Initiativen), die Durchführung von Delegationsreisen in potenzielle reFuel-Lieferländer und die Durchführung von internationalen reFuel-Veranstaltungen innerhalb von Deutschland, gefördert werden. In all diesen Bereichen ist Baden-Württemberg – so wie einige andere deutsche Bundesländer – bereits aktiv. Der nächste notwendige Schritt zur Realisierung von reFuel-Importen ist der Abschluss von konkreten Lieferverträgen. Hierfür sollten zwischen Baden-Württemberg und möglichen Import-Regionen möglichst konkrete und zielgerichtete Vereinbarungen getroffen werden und bei Delegationsreisen oder anderen Netzwerkveranstaltungen potentielle reFuels-Abnehmer aktiv einbezogen werden.
- **Kooperationsmöglichkeiten mit anderen Bundesländern prüfen und nutzen** – Viele deutsche Bundesländer verfolgen in Bezug auf reFuels im Grundsatz ähnliche Interessen wie das Land Baden-Württemberg: Technologien zur reFuel-Produktion sollen entwickelt und ins Ausland exportiert werden; die an weltweit hierfür vorteilhaften Standorten produzierten reFuels sollen nach Deutschland importiert werden. Zudem haben die verschiedenen Bundesländer zumindest teilweise auch die gleichen Regionen im Ausland als po-

---

<sup>116</sup> Abschätzung des ZSW (siehe Abschnitt 4.2). In dieser Bandbreite für das langfristige Umsatzpotenzial liegt auch eine Abschätzung auf Basis einer Frontier/IW Studie für das Jahr 2050, die zu einem deutschlandweiten PtX-Exportpotenzial von ca. 39 Mrd. € kommt, woraus sich anhand von historischen Exportanteilen Baden-Württembergs an den deutschen Ausfuhren im Maschinensektor ein Exportpotenzial für Unternehmen in Baden-Württemberg von ca. 8,5-9 Mrd. € herleiten lässt (siehe ebenfalls Abschnitt 4.2).

tenzielle Handelspartner im Blick (z.B. Schottland). Kooperationen mit anderen Bundesländern, z.B. die gemeinsame Durchführung von Veranstaltungen oder Delegationsreisen, könnten daher Synergien schaffen.

- **Synergien mit bundesweiten Vernetzungsangebote prüfen und nutzen** – Zur internationalen Vernetzung von Unternehmen, insbesondere für exportorientierte KMU, bestehen bereits verschiedene bundesweite Angebote (z.B. Delegationsreisen, Hilfestellungen bei der Geschäftspartnersuche und Geschäftsanbahnung) durch die deutschen Außenhandelskammern, das Markterschließungsprogramm KMU und die Exportinitiative Energie. Bislang lag der Fokus der Aktivitäten zwar selten explizit auf reFuels, angesichts der jüngsten Aktivitäten der Exportinitiative Energie bei der Erstellung von Zielmarktanalysen mit dem Fokus grüner Wasserstoff und reFuels, könnte sich dies jedoch zukünftig ändern. Zudem organisiert z.B. das BMDV internationale reFuel-Veranstaltungen in Deutschland. Diese Angebote können auch von Unternehmen in Baden-Württemberg genutzt werden. Es wäre zu prüfen, inwieweit diese Angebote auch bei den Akteuren in Baden-Württemberg bekannt sind und wie ggf. eine Erhöhung des Bekanntheitsgrads erreicht werden kann. Darüber hinaus könnte auch die für 2025 geplante deutsch-australische H2Global Auktion eine Möglichkeit darstellen, dass reFuels zeitnah nach Baden-Württemberg importiert werden. Hierfür müssten sich reFuels-Abnehmer aus Baden-Württemberg auf der Abnahmeseite bei H2Global bewerben.
- **Baden-Württemberg könnte – z.B. durch die Schaffung einer zentralen reFuels-Geschäftsstelle – Marktakteure unterstützen, indem es die relevanten Informationen über potenzielle reFuel-Lieferländer sowie verfügbare Unterstützungsmaßnahmen gebündelt und leicht zugängliche zur Verfügung stellt** – Viele Informationen, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen zum Aufbau von internationalen reFuel-Lieferbeziehungen bestehen bereits und werden von verschiedenen Akteuren bzw. Institutionen auf EU- und Bundesebene angeboten. Einen Überblick über diese verfügbaren Hilfestellungen einerseits und die jeweils relevanten regulatorischen Rahmenbedingungen andererseits, zu gewinnen, kann gerade für kleinere Unternehmen schwierig sein. Das Land Baden-Württemberg könnte daher eine beratende Anlaufstelle für den Aufbau von internationalen reFuel-Beziehungen schaffen und die relevanten Informationen zentral auf einer Plattform bündeln.

## Anhang A – Literatur

AMZ Sachsen. (2024). *Dirk Vogel begleitet Delegationsreise nach Südkorea*. Verfügbar unter: <https://www.amz-sachsen.de/news/delegationsreise-suedkorea/>. [Zuletzt abgerufen am 18.11.2024].

AUMA. (2024). *Messe Hamburg: Hydrogen Technology Expo kommt*. Verfügbar unter: [https://www.auma.de/de/medien/newsletter/messe-hamburg-hydrogen-technology-expo-kommt#:~:text=Ab%202024%20wird%20die%20bisher,i%C3%A4hrlich%20rund%20500%20ausstellende%20Unternehmen](https://www.auma.de/de/medien/newsletter/messe-hamburg-hydrogen-technology-expo-kommt#:~:text=Ab%202024%20wird%20die%20bisher,i%C3%A4hrlich%20rund%20500%20ausstellende%20Unternehmen.). [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

Australian Renewable Energy Agency (ARENA). (2024). *Six shortlisted for \$2 billion Hydrogen Headstart funding*. Verfügbar unter: <https://arena.gov.au/news/six-shortlisted-for-2-billion-hydrogen-headstart-funding/>. [Zuletzt abgerufen am 02.05.2024].

Australian Government, Department of Agriculture, Fisheries and Forestry (DAFF). (2023). *Key maps from Australia's State of the Forests Report – 2023 update*. Verfügbar unter: <https://www.agriculture.gov.au/abares/forestsaustralia/forest-data-maps-and-tools/forest-maps> [Zuletzt abgerufen am 27.08.2024].

Australian Government, Department of Agriculture, Fisheries and Forestry (DAFF). (2023). *Snapshot of Australian Agriculture – 2024 Update*. Verfügbar unter: <https://www.agriculture.gov.au/abares/data/infographics-and-maps#snapshot-of-australian-agriculture--2024-update>. [Zuletzt abgerufen am 27.08.2024].

Australian Government, Department of Climate Change Energy, the Environment and Water (DCCEEW). (2019). *Australia's National Hydrogen Strategy*. Verfügbar unter: <https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/documents/australias-national-hydrogen-strategy.pdf>. [Zuletzt abgerufen am 02.05.2024].

Australian Government, Department of Climate Change Energy, the Environment and Water (DCCEEW). (2021). *Australia State of the Environment 2021*. Verfügbar unter: <https://soe.dcceew.gov.au/air-quality/pressures/industry>. [Zuletzt abgerufen am 02.05.2024].

Australian Government, Department of Climate Change Energy, the Environment and Water (DCCEEW). (2024a). *Australian Energy Statistics – Renewables*. Verfügbar unter: [https://www.energy.gov.au/energy-data/australian-energy-statistics/renewables#:~:text=In%202022%2C%2032%25%20of%20Australia's,earlier%202021%2D22%20financial%20year](https://www.energy.gov.au/energy-data/australian-energy-statistics/renewables#:~:text=In%202022%2C%2032%25%20of%20Australia's,earlier%202021%2D22%20financial%20year.). [Zuletzt abgerufen am 30.04.2024].

Australian Government, Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water (DCCEEW). (2024b). *Safeguard Mechanism*. Verfügbar unter: <https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/documents/safeguard-mechanism-reforms-factsheet.pdf>. [Zuletzt abgerufen am 27.08.2024].

Bauforumstahl. (2002). *Heizwerte*. Verfügbar unter: <https://bauforumstahl.de/wp-content/uploads/2024/02/Heizwertalpha.pdf>. [Zuletzt abgerufen am 25.02.2025].

## SICHERUNG DER ERNEUERBAREN KRAFTSTOFFVERSORGUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. (2024). *Bayerische Wasserstoffstrategie 2.0*. Verfügbar unter: [https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user\\_upload/stmwi/publikationen/pdf/2024-07-26\\_Umsetzung\\_Energieplan\\_Bayern\\_2040\\_Wasserstoffstrategie.pdf](https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwi/publikationen/pdf/2024-07-26_Umsetzung_Energieplan_Bayern_2040_Wasserstoffstrategie.pdf). [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

Bayerische Staatsregierung. (2022). *Bayern und Baden-Württemberg gründen Wasserstoffallianz*. Verfügbar unter: <https://www.bayern.de/bayern-und-baden-wuerttemberg-gruenden-wasserstoffallianz/>. [Zuletzt abgerufen am 31.10.2024].

Bayerische Staatsregierung. (2024). *Bayerns Wirtschaftsminister unterzeichnet Wasserstoff-Vereinbarung in Tschechien*. Verfügbar unter: <https://www.bayern.de/bayerns-wirtschaftsminister-unterzeichnet-wasserstoff-vereinbarung-in-tschechien/>. [Zuletzt abgerufen am 04.11.2024].

Bayern International. (2024). *Delegationsreise nach Spanien & Frankreich zum Thema Wasserstoff: „Building Corridors for Green Hydrogen“*. Verfügbar unter: <https://www.bayern-international.de/news-room/news/neu-im-programm-delegationsreise-nach-spanien-frankreich-zum-thema-wasserstoff-building-corridors-for-green-hydrogen>. [Zuletzt abgerufen am 18.11.2024].

Behörde für Wirtschaft und Innovation Hamburg. (2022). *Green Hydrogen Hub Europe – Hamburg as a hub for hydrogen imports to Germany and Europe*. Verfügbar unter: <https://www.hamburg.de/resource/blob/202900/b3788ac06769c6cf1508f560bd46550f/wasserstoff-importstrategie-engl-data.pdf>. [Zuletzt aufgerufen am 31.10.2024].

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). (2023). *Nationale Wasserstoffstrategie – Welche Projekte für die international Wasserstoff-Kooperation fördert das BMBF?* Verfügbar unter: <https://www.bmbf.de/bmbf/shreddocs/kurzmeldungen/de/woher-soll-der-gruene-wasserstoff-kommen.html>. [Zuletzt abgerufen am 26.04.2024].

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). (2024). *Vorvertragliche Regelungen*. Verfügbar unter: <https://www.horizont-europa.de/de/Vorvertragliche-Regelungen-1755.html>. [Zuletzt abgerufen am 31.10.2024].

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). (2024a). *Internationale Wasserstoffzusammenarbeit*. Verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Navigation/DE/Wasserstoff/Internationale-Wasserstoffzusammenarbeit/internationale-wasserstoffzusammenarbeit.html>. [Zuletzt abgerufen am 27.08.2024].

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). (2024b). *Power-to-MEDME*. Verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Wasserstoff/Praxisbeispiele/power-to-medme.html>. [Zuletzt abgerufen am 27.08.2024].

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). (2024c). *HaruOni*. Verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Wasserstoff/Praxisbeispiele/projekt-haru-oni.html>. [Zuletzt abgerufen am 27.08.2024].

Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ). (2024). *Wie misst man Good Governance?* Verfügbar unter: <https://www.bmz.de/de/themen/gute-regierungsfuehrung/hintergrund/regierungsfuehrung-bewerten-20138#:~:text=Worldwide%20Governance%20Indicators%20der%20Weltbank&text=Zu%20den%20Indikatoren%20z%C3%A4hlen%3A%20Mitsprache-recht,staatliche%20Ordnungspolitik%2C>. [Zuletzt aufgerufen am 27.08.2024].

Bundesregierung Deutschland. (2021). *PtL-Roadmap*. Verfügbar unter: [https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/LF/ptl-roadmap.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/LF/ptl-roadmap.pdf?__blob=publicationFile). [Zuletzt aufgerufen am 21.02.2025].

Bundesverband der Luftsicherheitsunternehmen (BDLS). (2024). *Beitrag zum Klimaschutz: Kerosinverbrauch der deutschen Fluggesellschaften sinkt auf durchschnittlich 3,44 Liter pro Passagier und 100 Kilometer*. Verfügbar unter: <https://www.bdls.aero/presse/externe-meldungen/beitrag-zum-klimaschutz-kerosinverbrauch-der-deutschen-fluggesellschaften-sinkt-auf-durchschnittlich-3-44-liter-pro-passagier-und-100-kilometer>. [Zuletzt abgerufen am 27.11.2024].

Bundeszentrale für politische Bildung (bpb). (2024). *Das Politiklexikon – Kooperation*. Verfügbar unter: <https://www.bpb.de/kurz-knapp/lexika/politiklexikon/17749/kooperation/>. [Zuletzt abgerufen am 31.10.2024].

Business Finland. (2020). *National Hydrogen Roadmap for Finland*. Verfügbar unter: [https://www.businessfinland.fi/4abb35/globalassets/finnish-customers/02-build-your-network/bioeconomy--clean-tech/alykas-energia/bf\\_national\\_hydrogen\\_roadmap\\_2020.pdf](https://www.businessfinland.fi/4abb35/globalassets/finnish-customers/02-build-your-network/bioeconomy--clean-tech/alykas-energia/bf_national_hydrogen_roadmap_2020.pdf). [Zuletzt aufgerufen am 30.08.2024].

CaptureMap. (2023). *The Biogenic CO2 breakdown: Which 6 Sectors have the most emissions?* Verfügbar unter: <https://www.capturemap.no/the-biogenic-co2-breakdown/>. [Zuletzt abgerufen am 03.04.2024].

CaptureMap. (2022). *The Cement Industry needs Carbon Capture for Reducing Emissions*. Verfügbar unter: <https://www.capturemap.no/carbon-capture-cement-industry/>. [Zuletzt abgerufen am 03.04.2024].

Climate Change Laws of the world. (2021). *Decree No. 441/021 (establishing a carbon tax)*. Verfügbar unter: [https://climate-laws.org/document/decree-no-441-021-establishing-a-carbon-tax\\_675f](https://climate-laws.org/document/decree-no-441-021-establishing-a-carbon-tax_675f). [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg. (2022). *Grüner Wasserstoff und Power-to-X in Südafrika und Namibia*. Verfügbar unter: <https://energietechnik-bb.de/de/kalender/gruener-wasserstoff-und-power-x-suedafrika-und-namibia>. [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

Concawe. (2021). *E-Fuels: A techno-economic assessment of European domestic production and imports towards 2050*.

Delegation der Europäischen Union in Chile. (2022). *Team Europe Initiative for the development of Green Hydrogen*. Verfügbar unter: [https://www.eeas.europa.eu/eeas/team-europe-initiative-development-green-hydrogen\\_en?s=192](https://www.eeas.europa.eu/eeas/team-europe-initiative-development-green-hydrogen_en?s=192). [Zuletzt abgerufen am 30.08.2024].

Der Neuschleswiger. (2023). *Hamburg will synthetische Treibstoffe importieren*. <https://www.nordschleswiger.dk/de/schleswig-holstein-hamburg/hamburg-will-synthetische-treibstoffe-importieren>. [Zuletzt abgerufen am 31.10.2024].

de Souza Abud, A. K., & de Farias Silva, C. E. (2019). *Bioethanol in Brazil: status, challenges and perspectives to improve the production*. Bioethanol production from food crops, 417-443.

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHst). (2024). *Neue Rekordeinnahmen im Emissionshandel*. Verfügbar unter: <https://www.dehst.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2024-001-jahresabschluss-2023-euets-nehs.html>. [Zuletzt abgerufen am 03.05.2024].

## SICHERUNG DER ERNEUERBAREN KRAFTSTOFFVERSORGUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Deutsch-Brasilianische Industrie- und Handelskammer (AHK Brasilien). (2023). *NRW HYway2Brasil-Delegation stärkt strategische Kooperationen für die nachhaltige Entwicklung von grünem Wasserstoff in Brasilien*. Verfügbar unter: <https://brasilien.rio.ahk.de/news-2/news-details/nrw-hyway2brasil-delegation-staerkt-strategische-kooperationen-fuer-die-nachhaltige-entwicklung-von-gruenem-wasserstoff-in-brasilien>. [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

Deutsch-Brasilianische Industrie- und Handelskammer (AHK Brasilien). (2024). *Delegationsreisen*. Verfügbar unter: <https://brasilien.rio.ahk.de/services/delegationsreisen>. [Zuletzt abgerufen am 18.11.2024].

Deutsch-Chilenische Industrie- und Handelskammer (AHK Chile). (2024). *Hamburg vertieft Beziehungen zu Chile mit öffentlich-privater Delegation*. Verfügbar unter: <https://chile.ahk.de/infocenter/news/news-details/hamburg-vertieft-beziehungen-zu-chile-mit-oeffentlich-privater-delegation>. [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

Deutsch-Uruguayische Industrie- und Handelskammer (AHK Uruguay). (2023). *Deutschland und Uruguay vereinbaren eine gemeinsame Energiepartnerschaft*. Verfügbar unter: <https://uruguay.ahk.de/de/news/news-details/deutschland-und-uruguay-vereinbaren-eine-gemeinsame-energiepartnerschaft>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen. (2023). *Nordrhein-Westfalen und Dänemark stärken ihre Partnerschaft in den Bereichen Wasserstoff, Wärmewende und CO2-Management*. Verfügbar unter: <https://www.land.nrw/pressemitteilung/nordrhein-westfalen-und-daenemark-staerken-ihre-partnerschaft-den-bereichen>. [Zuletzt abgerufen am 04.11.2024].

Dolphyn Hydrogen. (2024). *Innovative Technology*. Verfügbar unter: <https://www.dolphynhydrogen.com/our-dolphyn-process>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Economist Intelligence Unit (EIU). (2024). *Democracy Index 2023: Age of conflict*. Verfügbar unter: <https://www.eiu.com/n/campaigns/democracy-index-2023/>. [Zuletzt abgerufen am 22.03.2024].

eFuel GmbH. (2023). *eFuel GmbH beteiligt sich am "Hamburg Blue Hub"*. Verfügbar unter: <https://www.efuel-gmbh.de/efuel-gmbh-beteiligt-sich-an-hamburg-blue-hub>. [Zuletzt abgerufen am 31.10.2024].

e-mobil. (2022). *Abschluss reFuels-Projekt im Strategiedialog Automobilwirtschaft BW*. Verfügbar unter: <https://www.e-mobilbw.de/service/meldungen-detail/abschluss-refuels-projekt-im-strategiedialog-automobilwirtschaft-bw>. [Zuletzt abgerufen am 18.11.2024].

Energía Estratégica. (2023). *Carta Abierta: "Enfrentando el Desafío Energético: Saturación de las Líneas de Transmisión en Chile"*. Verfügbar unter: <https://www.energiaestrategica.com/carta-abierta-enfrentando-el-desafio-energetico-saturacion-de-las-lineas-de-transmision-en-chile/>. [Zuletzt abgerufen am 30.08.2024].

Energy and Climate Partnership of the Americas (ECPA). (2023). *Uruguay's Transition to Renewable Electricity*. Verfügbar unter: <https://ecpamericas.org/newsletters/uruguays-transition-to-renewable-electricity/>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Energy Partnership Chile-Alemania. (2024). *Chilean-German Energy Partnership*. Verfügbar unter: <https://energypartnership.cl/>. [Zuletzt abgerufen am 27.08.2024].

ENERTRAG. (2024). *Tambor: E-Methanol aus grünem Wasserstoff – Uruguay*. Verfügbar unter: <https://enertrag.com/de/projekte-show-cases/wasserstoff-projekte/tambor-e-methanol-aus-gruenem-wasserstoff>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

ENTSO-E & ENTSOG (2024). *TYNDP 2024 Scenarios Report*. Verfügbar unter: <https://2024.entsos-tyndp-scenarios.eu/download/> [Zuletzt abgerufen am 26.06.2024].

Environmental Resources Management (ERM). (2021). *Opportunity for the world's first combined floating wind and green hydrogen project off the east coast of Scotland*. Verfügbar unter: <https://www.erm.com/about/news/opportunity-for-the-worlds-first-combined-floating-wind-and-green-hydrogen-project-off-the-east-coast-of-scotland/>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

ERM. (2022). „Assessment of European biogenic CO<sub>2</sub> balance for SAF production.“ <https://www.schwenk.de/wp-content/uploads/2022/12/Assessment-of-European-biogenic-CO2-balance-for-SAF-production-v3.0.pdf> [Zuletzt abgerufen am 27.11.2024]

Erneuerbare Energien Hamburg (2021). „It's a Match“ zwischen Dänemark, Hamburg und Schleswig-Holstein – Hamburger Wasserstoffdelegation zu Besuch in Dänemark. Verfügbar unter: <https://www.erneuerbare-energien-hamburg.de/de/blog/details/its-a-match-zwischen-d%C3%A4nemark-hamburg-und-schleswig-holstein.html>. [Zuletzt abgerufen am 18.11.2024].

Erneuerbare Energien Hamburg. (2023). *Hamburg stärkt Partnerschaften für Wasserstoffimport aus Nordeuropa*. Verfügbar unter: <https://www.erneuerbare-energien-hamburg.de/de/blog/details/hamburg-st%C3%A4rkt-partnerschaften-f%C3%BCr-wasserstoffimport-aus-nordeuropa.html>. [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

European Commission (EC). (2024). *Q&A implementation of hydrogen delegated acts*. Verfügbar unter: [https://energy.ec.europa.eu/document/download/21fb4725-7b32-4264-9f36-96cd54cff148\\_en?file-name=2024%2003%2014%20Document%20on%20Certification.pdf](https://energy.ec.europa.eu/document/download/21fb4725-7b32-4264-9f36-96cd54cff148_en?file-name=2024%2003%2014%20Document%20on%20Certification.pdf) [Zuletzt abgerufen am 03.05.2024].

European Renewable Ethanol (ePURE). (2022). *Renewable ethanol market at a glance – 2022*. Verfügbar unter: [https://www.epure.org/wp-content/uploads/2023/09/Key-figures-2022\\_EU27UK-renewable-ethanol-installed-production-capacity\\_with-title.jpg](https://www.epure.org/wp-content/uploads/2023/09/Key-figures-2022_EU27UK-renewable-ethanol-installed-production-capacity_with-title.jpg). [Zuletzt abgerufen am 30.08.2024].

Finnish Environment Institute (SYKE). (2018). *Air pollution emissions in Finland in years 2015 and 2030*. Verfügbar unter: <https://syke.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=18c966dd0e1c4456acc4f0753974b76f>. [Zuletzt abgerufen am 30.08.2024].

Finnish Government, Ministry of Economic Affairs and Employment. (2022). *Carbon neutral Finland 2035 – national climate and energy strategy*. Verfügbar unter: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-843-1>. [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Finnish Government, Ministry of Economic Affairs and Employment. (2023a). *Government adopts resolution on hydrogen – Finland could produce 10% of EU's green hydrogen in 2030*. Verfügbar unter: <https://tem.fi/en/-/government-adopts-resolution-on-hydrogen-finland-could-produce-10-of-eu-s-green-hydrogen-in-2030>. [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Finnish Government, Ministry of Economic Affairs and Employment. (2023b). *Government resolution on hydrogen*. Verfügbar unter: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164746/VN\\_2023\\_19.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164746/VN_2023_19.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Fortum. (2024). *Forum to pilot hydrogen production in Loviisa*. Verfügbar unter: <https://www.fortum.com/media/2024/05/fortum-pilot-hydrogen-production-loviisa>. [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE). (2021). *PTX-ATLAS: Weltweite Potenziale für die Erzeugung von grünem Wasserstoff und klimaneutralen synthetischen Kraft- und Brennstoffen – Teilbericht im Rahmen des Projektes: DeV-KopSys*. Verfügbar unter: <https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/8b9c5afd-4c6b-4b35-b588-dfc3e477b5b8>. [Zuletzt abgerufen am 27.11.2024].

Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE). (2024). *Global PtX Atlas*. Verfügbar unter: <https://maps.iee.fraunhofer.de/ptx-atlas/>. [Zuletzt abgerufen am 19.03.2024].

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE). (2023). *Site-specific, comparative analysis for suitable Power-to-X pathways and products in developing and emerging countries*. Verfügbar unter: [https://files.h2-global.de/H2G\\_Fraunhofer-ISE\\_Site-specific-comparative-analysis-for-suitable-Power-to-X-pathways-and-products-in-developing-and-emerging-countries.pdf](https://files.h2-global.de/H2G_Fraunhofer-ISE_Site-specific-comparative-analysis-for-suitable-Power-to-X-pathways-and-products-in-developing-and-emerging-countries.pdf). [Zuletzt abgerufen am 15.03.2024].

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI). (2019). *Study on the opportunities of 'Power-to-X' in Morocco*.

Frontier Economics. (2018). *International aspects of a power-to-X roadmap*.

Frontier Economics/IW (2018). *Synthetische Energieträger – Perspektiven für die deutsche Wirtschaft und den internationalen Handel. Eine Untersuchung der Marktpotentiale, Investitions- und Beschäftigungseffekte. Studie im Auftrag von iwo, MEW, Uniti*.

Frontier Economics. (2020). *PtX Roadmap for Morocco – Study prepared for the Moroccan Ministry of Energy, Mines & Environment*.

Frontier Economics. (2021a). *Grünstromkriterien der RED II. Auswirkungen auf Kosten und Verfügbarkeit grünen Wasserstoffs in Deutschland. Kurzstudie für die RWE AG*.

Frontier Economics. (2021b). *Wirtschaftlichkeit von PtX-Produkten aus Nordafrika – Business Case Analysen*.

Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (DECHEMA) (2024). *Green-H2 Namibia – Green Hydrogen Production in Namibia*. Verfügbar unter: [https://dechema.de/green\\_hydrogen\\_namibia\\_report/\\_/H2-Report\\_GreeN-H2\\_digital.pdf](https://dechema.de/green_hydrogen_namibia_report/_/H2-Report_GreeN-H2_digital.pdf). [Zuletzt abgerufen am 19.08.2024].

Global Cement. (2020). *Cement in Northern Europe - Global Cement kicks off 2021 with a look at the cement sectors of Denmark, Estonia, Finland Latvia, Lithuania, Norway and Sweden*. Verfügbar unter: <https://www.globalcement.com/magazine/articles/1199-cement-in-northern-europe>. [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Global Cement. (2023). *Update on Uruguay, January 2023*. Verfügbar unter: <https://www.globalcement.com/news/item/15230-update-on-uruguay-january-2023>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Global Hydrogen Review. (2022). *ENERTRAG plans green hydrogen project in Uruguay*. Verfügbar unter: <https://www.globalhydrogenreview.com/hydrogen/10052022/enertrag-plans-green-hydrogen-project-in-uruguay/>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Gobierno de Chile, Ministerio de Energía. (2020). *Estrategia nacional de hidrógeno verde – Chile, fuente energética para un planeta cero emisiones*. Verfügbar unter: [https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia\\_nacional\\_de\\_hidrogeno\\_verde\\_-\\_chile.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_nacional_de_hidrogeno_verde_-_chile.pdf). [Zuletzt abgerufen am 27.08.2024].

Gobierno de Chile, Ministerio de Energía. (2023). *Documento de trabajo del comité estratégico para el plan de acción de hidrógeno verde 2023-2030*. Verfügbar unter: <https://www.planhidrogenoverde.cl/wp-content/uploads/2023/12/comite-estrategico-h2v.pdf>. [Zuletzt abgerufen am 27.08.2024].

Gobierno de España, Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (2020). *Hoja de Ruta del Hidrógeno: una apuesta por el hidrógeno renovable*. Verfügbar unter: [https://www.mit-eco.gob.es/content/dam/mit-eco/es/ministerio/planes-estrategias/hidrogeno/h2executivesummary\\_tcm30-513831.pdf](https://www.mit-eco.gob.es/content/dam/mit-eco/es/ministerio/planes-estrategias/hidrogeno/h2executivesummary_tcm30-513831.pdf). [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Gobierno de Uruguay, Ministerio de Industria, Energía y Minería. (2022). *Green Hydrogen – Roadmap in Uruguay*. Verfügbar unter: [https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/noticias/Green%20Hydrogen%20Roadmap%20in%20Uruguay\\_0.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/noticias/Green%20Hydrogen%20Roadmap%20in%20Uruguay_0.pdf). [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Gobierno de Uruguay, Ministerio de Industria, Energía y Minería. (2023). *Balance Energético Nacional Uruguay logra más de 90% de energías renovables en la matriz eléctrica en un contexto de más de tres años de sequía*. Verfügbar unter: <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/comunicacion/noticias/uruguay-logra-90-energias-renovables-matriz-electrica-contexto-tres-anos>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Government of Canada, Natural Resources Canada (NRC). (2020). *Hydrogen Strategy for Canada*. Verfügbar unter: [https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/environment/hydrogen/NRCAN\\_Hydrogen%20Strategy%20for%20Canada%20Dec%202015%202200%20clean\\_low\\_accessible.pdf](https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/environment/hydrogen/NRCAN_Hydrogen%20Strategy%20for%20Canada%20Dec%202015%202200%20clean_low_accessible.pdf). [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Government of Canada, Natural Resources Canada (NRC). (2021). *Forest Maps*. Verfügbar unter: <https://natural-resources.canada.ca/earth-sciences/geography/atlas-canada/explore-our-maps/selected-thematic-maps/forest-maps/16874>. [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Government of Canada, Natural Resources Canada (NRC). (2023). *The State of Canada's Forests*. Verfügbar unter: [https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/forest/sof2023/NRCAN\\_SofForest\\_Annual\\_2023\\_EN\\_accessible-vf\(1\).pdf](https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/forest/sof2023/NRCAN_SofForest_Annual_2023_EN_accessible-vf(1).pdf). [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Government of Canada, Environment and Climate Change Canada (ECCC). (2024). *Carbon pollution pricing systems across Canada*. Verfügbar unter: <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/climate-change/pricing-pollution-how-it-will-work.html>. [Zuletzt abgerufen am 30.08.2023].

Government of Canada, Natural Resources Canada (NRC). (2024a). *Hydrogen Strategy for Canada: Progress Report*. Verfügbar unter: <https://natural-resources.canada.ca/climate-change/canadas-green-future/the-hydrogen-strategy/hydrogen-strategy-for-canada-progress-report/25678>. [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Government of Canada, Natural Resources Canada (NRC). (2024b). *Interactive indicator maps*. Verfügbar unter: [https://indicators-map.canada.ca/App/CESI\\_ICDE?keys=AirEmissions\\_GHG&GoC-TemplateCulture=en-CA,%202024-04-11](https://indicators-map.canada.ca/App/CESI_ICDE?keys=AirEmissions_GHG&GoC-TemplateCulture=en-CA,%202024-04-11). [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Government of Canada, Natural Resources Canada (NRC). (2024c). *Ethanol*. Verfügbar unter: <https://natural-resources.canada.ca/energy-efficiency/transportation-alternative-fuels/alternative-fuels/biofuels/ethanol/3493>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Government of Norway, Ministry of Trade, Industry and Fisheries. (2001). *Business and industry in Norway – The metals industry*. Verfügbar unter: <https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/Business-and-industry-in-Norway---The-metals-industry/id419341/>. [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Government of Norway, Ministry of Climate and Environment & Ministry of Energy. (2020). *The Norwegian Government's hydrogen strategy – Towards a low emission society*. Verfügbar unter: <https://www.regjeringen.no/contentassets/40026db2148e41eda8e3792d259efb6b/y-0127e.pdf>. [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Government of Norway, Ministry of Petroleum and Energy. (2021a). *Hydrogen roadmap: hubs and research*. <https://www.regjeringen.no/en/historical-archive/solbergs-government/Ministries/oed/press-releases/2021/vegkart-for-hydrogen-knutepunkt-og-forsking/id2860353/>. [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Government of Norway, Ministry of Climate and Environment. (2021b). *Roadmap for green competitiveness*. Verfügbar unter: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/veikart-for-gronn-konkurranseskraft/id2604070/>. *Branchenbericht: Veikart for grønn konkurransekraft for skog- og trenæringen (übersetzt „Roadmap für grüne Wettbewerbsfähigkeit für die Forst- und Holzindustrie“)*. Verfügbar unter: <https://www.treindustrien.no/resources/filer/Veikart-for-Gronn-Konkurranseskraft-i-skog-og-treneringen-compressed.pdf>. [Beide zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Government of Norway, Ministry of Energy. (2024). *German-Norwegian cooperation on hydrogen*. Verfügbar unter: <https://www.regjeringen.no/en/aktuelt/german-norwegian-cooperation-on-hydrogen/id3035764/>. [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Greenalia. (2023). *Greenalia and P2X-Europe request that their Breogan project, to produce eFuels in Galicia, be classified as a Priority Business Initiative*. Verfügbar unter: <https://greenalia.es/en/articles/greenalia-and-p2x-europe-request-that-their-breogan-project-to-produce-co2-neutral-efuels-and-green-hydrogen-in-galicia-be-classified-as-a-priority-business-initiative/>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Green Hydrogen Organisation. (2024). *GH2 Country Portal – Spain*. Verfügbar unter: <https://gh2.org/countries/spain#:~:text=With%20the%20green%20hydrogen%20strategy,4.6%20million%20tonnes%20by%202030>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Guidehouse. (2022). *Facilitating hydrogen imports from non-EU countries*.

H2 Cluster Finland. (2023). *Clean hydrogen economy strategy for Finland*. Verfügbar unter: <https://h2cluster.fi/wp-content/uploads/2023/06/H2C-H2-Strategy-for-Finland.pdf>. [Zuletzt abgerufen am 30.08.2024].

H2 Cluster Finland. (2024). *The realization of the possibilities for carbon dioxide capture requires co-operation*. Verfügbar unter: <https://h2cluster.fi/co2-capture-requires-cooperation/#:~:text=In%20Finland%2C%20approximately%2028%20Mt,to%20implement%20carbon%20dioxide%20capture>. [Zuletzt abgerufen am 26.06.2024].

H2Global Stiftung. (2024a). *Australia and Germany commit EUR 400 million to joint H2Global auction*. Verfügbar unter: <https://www.h2-global.org/news/australia-and-germany-commit-eur-400-million-to-joint-h2global-auction>. [Zuletzt abgerufen am 19.11.2024].

H2Global Stiftung. (2024b). *Canada announces CAD 300 million for H2Global initial auction*. Verfügbar unter: <https://www.h2-global.org/news/canada-announces-cad-300-million-for-h2global-initial-auction>. [Zuletzt abgerufen am 19.11.2024].

Hafen Hamburg. (2023). *HAMBURG BLUE HUB – CO<sub>2</sub>-neutrale Lagerung von CO<sub>2</sub>-neutralen Kraftstoffen wie Wasserstoff, e-Methanol, e-Fuels und e-Kerosin*. Verfügbar unter: <https://www.hafen-hamburg.de/de/presse/news/hamburg-blue-hub-co2-neutrale-lagerung-von-co2-neutralen-kraftstoffen-wie-wasserstoff-e-methanol-e-fuels-und-e-kerosin/>. [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

Hamburg News. (2020). *HY-5: Auf dem Weg zu Europas führender Wasserstoffregion*. Verfügbar unter: <https://hamburg-business.com/de/news/hy-5-auf-dem-weg-zu-europas-fuehrender-wasserstoffregion>. [Zuletzt abgerufen am 04.11.2024].

Hamburg News. (2022a). *Hamburg baut regionale und internationale Wasserstoffkooperationen aus*. Verfügbar unter: <https://hamburg-business.com/de/news/hamburg-baut-regionale-und-internationale-wasserstoffkooperationen-aus>. [Zuletzt abgerufen am 04.11.2024].

Hamburg News. (2022b). *HY-5: Norddeutschland und Nordengland starten Wasserstoffdialog*. Verfügbar unter: <https://hamburg-business.com/de/news/hy-5-norddeutschland-und-nordengland-starten-wasserstoffdialog>. [Zuletzt abgerufen am: 04.11.2024].

Handelsblatt. (2024). *Gaskonzern exportiert nun doch keinen „blauen“ Wasserstoff nach Deutschland*. Verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/equinor-exportiert-nun-doch-keinen-blauenwasserstoff-nach-deutschland-01/100071670.html> [Zuletzt abgerufen am 25.11.2024]

Heidelberg Materials. (2020). *HeidelbergCement baut weltweit erste CO<sub>2</sub>-Abscheideanlage im industriellen Maßstab in einem Zementwerk*. Verfügbar unter: <https://www.heidelbergmaterials.com/de/pi-15-12-2020>. [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Heidelberg Materials. (2024). *Brevik CCS – World's first CO<sub>2</sub>-capture facility in the cement industry*. Verfügbar unter: <https://www.brevikccs.com/en>. [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Herrera-León, S., Cruz, C., Negrete, M., Chacana, J., Cisternas, L. A., & Kraslawski, A. (2022). *Impact of seawater desalination and wastewater treatment on water stress levels and greenhouse gas emissions: The case of Chile*. *Science of The Total Environment*, 818, 151853.

## SICHERUNG DER ERNEUERBAREN KRAFTSTOFFVERSORGUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen. (2021). *Die Potenziale des Wasserstoffs für Wirtschaft und Klimaschutz erschließen – Eine Strategie für Hessen*. Verfügbar unter: [https://wirtschaft.hessen.de/sites/wirtschaft.hessen.de/files/2021-10/211025\\_Wasserstoffstrategie\\_Einzelseiten\\_kl.pdf](https://wirtschaft.hessen.de/sites/wirtschaft.hessen.de/files/2021-10/211025_Wasserstoffstrategie_Einzelseiten_kl.pdf). [Zuletzt aufgerufen am 31.10.2024].

Highly Innovative Fuels Global (HIF). (2024a). *HIF Asia Pacific*. Verfügbar unter: <https://hifglobal.com/region/hif-asia-pacific>. [Zuletzt abgerufen am 02.05.2024].

Highly Innovative Fuels Global (HIF). (2024b). *HIF Haru Oni*. Verfügbar unter: <https://hifglobal.com/haru-oni>. [Zuletzt abgerufen am 27.08.2024].

Hinicio. (2024). *RFNBO compliance analysis of products produced from renewable hydrogen and different sources of CO2 in Uruguay and Chile with the EU's Renewable Energy Directive*. Verfügbar unter: [https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2024/06/27/studie-rfnbo-compliance-van-waterstof-en-waterstofderivaten-in-uruguay-en-chili/2024\\_07\\_30-Final+Report+with+Executive+Summary+-+RFNBO+compliance+analysis.pdf](https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2024/06/27/studie-rfnbo-compliance-van-waterstof-en-waterstofderivaten-in-uruguay-en-chili/2024_07_30-Final+Report+with+Executive+Summary+-+RFNBO+compliance+analysis.pdf). [Zuletzt abgerufen am 19.11.2024].

Hintco. *H2 Global Pilot Auction Results*. Verfügbar unter: <https://cdn.sanity.io/files/u4w9plcz/production/8df5b11af3214c47b1d8ffd8fccc63ad81985b6b.pdf>. [Zuletzt abgerufen am 24.05.2025]

Hydrogen Insight. (2023). *Green hydrogen roadmap finalised | Uruguay plans to produce 1GW of H2 by 2030 for as little as \$1.20/kg*. Verfügbar unter: <https://www.hydrogeninsight.com/policy/green-hydrogen-roadmap-finalised-uruguay-plans-to-produce-1gw-of-h2-by-2030-for-as-little-as-1-20-kg/2-1-1551394>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

IDOM. (2024). *SolWinHy Cadiz – more than just a green methanol project*. Verfügbar unter: <https://www.idom.com/en/project/solwinhy-cadiz-more-than-just-a-green-methanol-project/>. [Zuletzt abgerufen am 04.11.2024].

Ifeu. (2019). *CO2-Quellen für die PtX-Herstellung in Deutschland – Technologien, Umweltwirkung, Verfügbarkeit*. Ifeu paper 03/2019.

IMPO, Centro de Información Oficial. (2021). *Decreto N° 441/021*. Verfügbar unter: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/441-2021>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

IMPO, Centro de Información Oficial. (2023). *Decreto N° 435/022*. Verfügbar unter: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-originales/435-2022?tipoServicio=11>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Indo-German Energy Forum. (2023). *Green Hydrogen Certification for export to Europe. Compatibility Gap Analysis of European Sustainability Criteria for Renewable Hydrogen Production with the Indian Electricity System*.

Industrie- und Handelskammer (IHK) Nürnberg. (2024). *Alternative klimaverträglichere Kraftstoffe | E-Fuels - als Baustein der Energiewende*. Verfügbar unter: <https://www.ihk-nuernberg.de/meldungen/de-tails/alternative-klimavertraeglichere-kraftstoffe-e-fuels-als-baustein-der-energiewende?>. Zuletzt abgerufen am 18.11.2024].

Industrie- und Handelskammer (IHK) Rostock. (2023). *Wirtschaftsdelegation des Landes Mecklenburg-Vorpommern nach Kanada/nova Scotia/Halifax vom 10. Bis 14. Juni 2023*. Verfügbar unter: <https://www.ihk.de/blueprint/servlet/resource/blob/5779234/21fed8eadbc18920177384cc6f78d65b/programm-stand-14-04-2023-data.pdf>. [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

Industrie- und Handelskammer (IHK) Saarland. (2023). *E-fuels – Wohin geht die Reise*. Verfügbar unter: [https://www.saarland.ihk.de/p/EFuels\\_wohin\\_geht\\_die\\_Reise-15-17698.html](https://www.saarland.ihk.de/p/EFuels_wohin_geht_die_Reise-15-17698.html). [Zuletzt abgerufen am: 18.11.2024].

Instituto Geográfico Nacional. (2024). *Producción de CO2*. Verfügbar unter: [https://www.ign.es/esp-map/mapas\\_conta\\_bach/Contam\\_Mapas\\_04.htm](https://www.ign.es/esp-map/mapas_conta_bach/Contam_Mapas_04.htm). [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Instituto Nacional del Carbón en Oviedo (CSIC). (2018). *Report on the availability of Biomass Sources in Spain: vineyards and olive groves*.

INERATEC. (2023). *INERATEC und Zenith Energy Terminals arbeiten an einer kommerziellen PtL-Anlage im Hafen von Amsterdam*. Verfügbar unter: <https://www.ineratec.de/de/news/ineratec-und-zenith-arbeiten-einer-kommerziellen-ptl-anlage-im-hafen-von-amsterdam>. [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

International Carbon Action Partnership (ICAP). (2023). *Brazil introduces draft law for cap-and-trade system*. Verfügbar unter: <https://icapcarbonaction.com/en/news/brazil-introduces-draft-law-cap-and-trade-system>. [Zuletzt abgerufen am 27.08.2024].

International Energy Agency (IEA). (2024). *Countries and regions*. Verfügbar unter: <https://www.iea.org/countries>. [Zuletzt abgerufen am 26.06.2024].

International Energy Agency (IEA). *Bioenergy with Carbon Capture and Storage*. Verfügbar unter: <https://www.iea.org/energy-system/carbon-capture-utilisation-and-storage/bioenergy-with-carbon-capture-and-storage>. [Zuletzt abgerufen am 03.04.2024].

International Energy Agency (IEA). (2020). *Outlook for biogas and biomethane. Prospects for Organic Growth*. World Energy Outlook Special Report.

International Energy Agency (IEA). (2022). *Direct Air Capture. A key technology for net zero*.

International PtX Hub. (2023). *Frequently asked questions on EU requirements for renewable hydrogen and its derivatives. FAQs on the delegated acts CDR 2023/11 & CDR 2023/1185 supplementing the Renewable Energy Directive*.

International PtX Hub. <https://ptx-hub.org/delegated-acts-on-art-27-and-28-explained/>. [Zuletzt abgerufen am 22.03.2024].

International PtX Hub. (2024a). *ProQR - Climate Neutral Alternative Fuels*. Verfügbar unter: <https://ptx-hub.org/proqr/>. [Zuletzt abgerufen am 27.08.2024].

International PtX Hub. (2024b). *PtX Hub in Uruguay*. Verfügbar unter: <https://ptx-hub.org/uruguay/>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2020). *Circular Carbon Economy. 05 Recycle: Bio-energy*.

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2021). *Innovation Outlook – Renewable Methanol*. [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jan/IRENA\\_Innovation\\_Renewable\\_Methanol\\_2021.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jan/IRENA_Innovation_Renewable_Methanol_2021.pdf). [Zuletzt abgerufen am 25.02.2025].

International Trade Administration. (2024). *Uruguay – Country Commercial Guide*. Verfügbar unter: <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/uruguay-market-overview>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Invest in Niedersachsen. (2024). *Delegationsreisen*. Verfügbar unter: <https://www.nds.de/fuer-niedersaechsische-unternehmen/delegationsreisen/#:~:text=Delegationsreise%20nach%20Irland%20vom%2003.&text=Vom%2003.06.,%2C%20Wind%2C%20Wasserstoff%E2%80%9C%20be-suchen>. [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

Italienische Handelskammer für Deutschland (ITKAM). (2023). *Delegationsreise in Germany's Saarland*. Verfügbar unter: <https://itkam.org/de/events/inbound-delegationsreise-in-germanys-saarland/>. [Zuletzt abgerufen am 18.11.2024].

Joint Research Centre (JRC) – European Commission (2019). *ENSPRESO - an open, EU-28 wide, transparent and coherent database of wind, solar and biomass energy potentials*. Verfügbar unter: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC112858> [Zuletzt abgerufen am 19.08.2024].

Klimaschutz Portal. (2024). *Wie viel Kerosin verbrauchen deutsche Fluggesellschaften in einem Jahr?* Verfügbar unter: <https://www.klimaschutz-portal.aero/faq/wie-viel-kerosin-verbrauchen-deutsche-fluggesellschaften-in-einem-jahr/>. [Zuletzt abgerufen am 27.11.2024].

Klimpo (2024). *Norsk e-Fuel and Carbon Centric sign Supply and Distribution Agreement for biogenic CO2 balance for SAF production*. Verfügbar unter: <https://www.klimpo.se/norsk-e-fuel-and-carbon-centric-sign-supply-and-distribution-agreement-for-biogenic-and-liquid-co2> [Zuletzt abgerufen am 27.11.2024]

Landesregierung Baden-Württemberg. (2023a). *Kretschmann auf Delegationsreise nach Spanien*. Verfügbar unter: <https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/kretschmann-auf-delegationsreise-in-spanien-1>. [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

Landesregierung Baden-Württemberg. (2023b). *Wirtschaftsministerin auf Delegationsreise in Finnland*. Verfügbar unter: <https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/wirtschaftsministerin-auf-delegationsreise-in-finnland-1>. [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

Landesregierung Rheinland-Pfalz. (2023). *Wir wollen Zusammenarbeit in wichtigen Zukunftsfeldern trotz Brexit sichern*. Verfügbar unter: <https://www.rlp.de/service/pressemitteilungen/detail/wir-wollen-zusammenarbeit-in-wichtigen-zukunftsfeldern-trotz-brexit-sichern>. [Zuletzt abgerufen am 18.11.2024].

Landtag von Baden-Württemberg (2023). *Baden-Württemberg und Andalusien wollen kooperieren*. Verfügbar unter: [https://www.landtag-bw.de/home/aktuelles/dpa-nachrichten/2023/Oktober/KW40/Mittwoch/434205f3-0807-48fd-8e13-3c7d0ee2.html](https://www.landtag-bw.de/home/aktuelles/dpa-nachrichten/2023/Okttober/KW40/Mittwoch/434205f3-0807-48fd-8e13-3c7d0ee2.html). [Zuletzt abgerufen am 04.11.2024].

Linde Gas. (2022). *Rechnen Sie mit Wasserstoff. Die Datentabelle*. Verfügbar unter: [https://www.linde-gas.at/de/images/1007\\_rechnen\\_sie\\_mit\\_wasserstoff\\_v110\\_tcm550-169419.pdf](https://www.linde-gas.at/de/images/1007_rechnen_sie_mit_wasserstoff_v110_tcm550-169419.pdf). [Zuletzt abgerufen am 15.12.2024].

Metsähallitus (2024). *Forestry in Finland*. Verfügbar unter: <https://www.metsa.fi/en/responsible-business/metsahallitus-forestry/forestry-in-finland/> [Zuletzt abgerufen am 26.06.2024].

Ministério de Minas e Energia (MME). (2023). *Programa Nacional do Hidrogênio – Plano de Trabalho Trienal 2023 - 2025*. Verfügbar unter: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/PlanodeTrabalhoTrienalPNH2.pdf>. [Zuletzt abgerufen am 04.06.2024].

Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur Schleswig-Holstein. (2020). *Wasserstoffstrategie.SH*. Verfügbar unter: <https://wasserstoffwirtschaft.sh/de/gutachten#:~:text=Die%20Wasserstoffstrategie%20Schleswig%2DHolsteins%202023,von%20gr%C3%BCnem%20Wasserstoff%20zu%20machen>. [Zuletzt abgerufen am 31.10.2024].

Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur Schleswig-Holstein. (2023). *Fortschreibung der Wasserstoffstrategie.SH*. Verfügbar unter: <https://wasserstoffwirtschaft.sh/de/gutachten#:~:text=Die%20Wasserstoffstrategie%20Schleswig%2DHolsteins%202023,von%20gr%C3%BCnem%20Wasserstoff%20zu%20machen>. [Zuletzt abgerufen am 31.10.2024].

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz (2024). *Wasserstoffstudie mit Roadmap für Rheinland-Pfalz*. Verfügbar unter: <https://mkuem.rlp.de/themen/energie-und-klimaschutz/gruener-wasserstoff-neu/wasserstoffstudie-mit-roadmap-fuer-rheinland-pfalz>. [Zuletzt abgerufen am: 31.10.2024].

Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg. (2022). *Roadmap reFuels für Baden-Württemberg*. Verfügbar unter: [https://vm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Datien/PDF/221215\\_ReFuels\\_BW\\_Broschuere\\_web.pdf](https://vm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Datien/PDF/221215_ReFuels_BW_Broschuere_web.pdf). [Zuletzt abgerufen am 31.10.2024.]

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg: *Wirtschaftsdaten Baden-Württemberg 2023*. Verfügbar unter: [https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-wm/intern/Publikationen/Wirtschaftsstandort/Wirtschaftsdaten2023\\_deutsch.pdf](https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-wm/intern/Publikationen/Wirtschaftsstandort/Wirtschaftsdaten2023_deutsch.pdf) [Zuletzt abgerufen am 22.05.2025]

Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes NRW (MWIDE NRW). (2021). *Handlungskonzept Synthetische Kraftstoffe – Nordrhein-Westfalen*. Verfügbar unter: [https://www.klimaschutz.nrw.de/fileadmin/Dateien/Download-Dokumente/Broschueren/211210\\_Handlungskonzept\\_Synfuels.pdf](https://www.klimaschutz.nrw.de/fileadmin/Dateien/Download-Dokumente/Broschueren/211210_Handlungskonzept_Synfuels.pdf). [Zuletzt abgerufen am: 18.11.2024].

Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft Thüringen. (2023). *Thüringer Wirtschaftsdelegation in Namibia und Südafrika*. Verfügbar unter: <https://wirtschaft.thueringen.de/ministerium/presseservice/detailseite-1/thueringer-wirtschaftsdelegation-in-namibia-und-suedafrika>. [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

Mondal, M. A. H., Hawila, D., Kennedy, S., & Mezher, T. (2016). *The GCC countries RE-readiness: strengths and gaps for development of renewable energy technologies*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 54, 1114-1128.

New York University (NYU). (2024). *Equity Risk Premiums (ERP): Determinants, Estimation and Implications - The 2023 Edition*. Verfügbar unter: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4398884](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4398884). Dazugehörige Daten abzurufen unter: [https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/ctryprem.html](https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html). [Zuletzt abgerufen am 25.04.2024].

Nordic Electrofuel. (2024). *E-fuel Pilot*. Verfügbar unter: [https://nordicelectrofuel.no/e-fuel\\_pilot/?open=2](https://nordicelectrofuel.no/e-fuel_pilot/?open=2). [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Norwegian Hydrogen Forum. (2024). *The Norwegian Hydrogen Landscape*. Verfügbar unter: <https://www.hydrogen.no/faktabank/det-norske-hydrogenlandskapet>. [Zuletzt abgerufen am 02.09.2024].

Oxford Institute for Energy Studies. (2022). *Potential development of renewable hydrogen imports to European markets until 2030*.

Perspectives Climate Research. (2023). *Assessment of Emission Rights of Green PtX Products*.

Pressestelle des Senats der Freien Hansestadt Bremen. (2022). *Japanische Wirtschaftsdelegation besucht Bremen und Bremerhaven*. Verfügbar unter: <https://www.senatspressestelle.bremen.de/pressemitteilungen/japanische-wirtschaftsdelegation-besucht-bremen-und-bremerhaven-402034?asl=bremen02.c.732.de>. [Zuletzt abgerufen am 18.11.2024].

Ramírez Hernández, K. V., & Briones Padró, Á. (2020). *Industria del cemento en Chile: Cbb y su mirada al futuro*.

Recharge. (2022). *Dolphyn floating wind-powered 'hydrogen from seawater' pilot leaps ahead with key deal*. Verfügbar unter: <https://www.rechargenews.com/wind/dolphyn-floating-wind-powered-hydrogen-from-seawater-pilot-leaps-ahead-with-key-deal/2-1-1332252>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Regionalregierung Andalusien & Regierung des Landes Baden-Württemberg. (2023). *Gemeinsame Absichtserklärung zwischen der Regionalregierung Andalusiens (Königreich Spanien) und der Regierung des Landes Baden-Württemberg (Bundesrepublik Deutschland) zur Programmplanung für gemeinsame Aktivitäten*. Verfügbar unter: [https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/dateien/PDF/Anlagen\\_PMs\\_2023/231004\\_PM\\_Delegationsreise\\_Spanien\\_Absichtserklaerung\\_Andalusien\\_Klima\\_Energiepartnerschaft.pdf](https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/dateien/PDF/Anlagen_PMs_2023/231004_PM_Delegationsreise_Spanien_Absichtserklaerung_Andalusien_Klima_Energiepartnerschaft.pdf). [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Renewables Now. (2024). *Greenalia, P2X-Europe to develop synthetic fuels project in Spain*. Verfügbar unter: <https://renewablesnow.com/news/greenalia-p2x-europe-to-develop-synthetic-fuels-project-in-spain-823952/>. [Zuletzt aufgerufen am 03.09.2024].

RWE. (2024). *Hydrogen pipeline in the North Sea*. Verfügbar unter: <https://www.rwe.com/en/research-and-development/project-plans/hydrogen-pipeline-in-the-north-sea/>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Sächsische Staatskanzlei. (2022). *Sachsen vernetzt sich im Rahmen des ersten Green Hydrogen Innovation Congress mit drei der führenden Wasserstoffregionen Europas*. Verfügbar unter: <https://www.medienservice.sachsen.de/medien/news/1056618>. [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

## SICHERUNG DER ERNEUERBAREN KRAFTSTOFFVERSORGUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Sächsische Staatskanzlei. (2024). *Sachsens Energie- und Klimaschutzminister Günther auf Delegationsreise in Andalusien*. Verfügbar unter: <https://www.medienservice.sachsen.de/medien/news/1072984>. [Zuletzt abgerufen am 05.02.2024].

Sahara Wind (2024). *Background on the Sahara Wind Project*. Verfügbar unter: <https://sahara-wind.com/en/sahara-wind-project-background>. [Zuletzt abgerufen am 19.08.2024].

Scottish Carbon Capture & Storage (SCCS), Edinburgh Centre for Carbon Innovation. (2019). *Scope for negative emissions in Scotland through capture and storage of biogenic CO2 emissions*. Verfügbar unter: [https://www.ukccsrc.ac.uk/wp-content/uploads/2020/06/40-Peter-Brownsort-SCCS\\_Biogenic\\_CO2\\_emissions\\_in\\_Scotland.pdf](https://www.ukccsrc.ac.uk/wp-content/uploads/2020/06/40-Peter-Brownsort-SCCS_Biogenic_CO2_emissions_in_Scotland.pdf). [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Scottish Development International. (2023). *Green hydrogen: assessing the fuel economics and Scotland's advantages*. Verfügbar unter: <https://www.sdi.co.uk/news/green-hydrogen-assessing-the-fuel-economics-and-scotlands-advantages>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Scottish Government. (2022). *Hydrogen action plan*. Verfügbar unter: <https://www.gov.scot/publications/hydrogen-action-plan/pages/3/>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Scottish Government. (2023). *Update on Scotland's renewables and wind power potential*. Verfügbar unter: <https://www.gov.scot/publications/renewables-and-wind-power-update-to-scottish-affairs-committee/>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Scottish Government. (2024a). *Record renewable energy output*. Verfügbar unter: <https://www.gov.scot/news/record-renewable-energy-output/#:~:text=Green%20sector%20delivered%20more%20electricity,point%20increase%20compared%20to%202021>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Scottish Government. (2024b). *Renewable electricity growth*. Verfügbar unter: <https://www.gov.scot/news/renewable-electricity-growth/>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Scottish Net Zero Roadmap (SNZR). (2024). *Scotland's Industrial CO2 Emissions*. Verfügbar unter: <https://snzr.co.uk/>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Senat der Freien Hansestadt Bremen (2021). *Wasserstoffstrategie Land Bremen*. Verfügbar unter: [https://www.bremen-innovativ.de/wp-content/uploads/2023/03/Wasserstoffstrategie\\_Bremen\\_Broschuere.pdf](https://www.bremen-innovativ.de/wp-content/uploads/2023/03/Wasserstoffstrategie_Bremen_Broschuere.pdf). [Zuletzt abgerufen am 31.10.2024].

Stadt Gießen. (2022). *Delegation erkundete das Potenzial für grünen Wasserstoff in Mittelhessen*. Verfügbar unter: [https://www.giessen.de/Rathaus/Delegation-erkundete-das-Potenzial-f%C3%BCr-gr%C3%BCnen-Wasserstoff-in-Mittelhessen.php?object=tx\\_2253.1.1&ModuleID=7&FID=2874.39685.1&sNavID=2253.3&mNavID=1894.6&NavID=1894.6&La=1](https://www.giessen.de/Rathaus/Delegation-erkundete-das-Potenzial-f%C3%BCr-gr%C3%BCnen-Wasserstoff-in-Mittelhessen.php?object=tx_2253.1.1&ModuleID=7&FID=2874.39685.1&sNavID=2253.3&mNavID=1894.6&NavID=1894.6&La=1). [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

Transparency International (2024). *Corruption Perceptions Index 2023*. Verfügbar unter: <https://www.transparency.org/en/cpi/2023>. [Zuletzt abgerufen am 25.04.2024].

TÜV Nord. (2023). *Gutachtliche Stellungnahme "Zertifizierung und Herkunftsnachweise von importiertem grünem Wasserstoff und PtX-Produkten"*.

TÜV Nord. (2025). *Elektrolyse von Wasser zur Herstellung von Wasserstoff*. Verfügbar unter: <https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff/herstellung/elektrolyse-von-wasser/>. [Zuletzt abgerufen am 25.02.2025].

United Kingdom Government Digital Service (GDS). (2024). Accredited official statistics – Energy Trends: UK renewables. Dataset: “Renewable electricity capacity and generation (ET 6.1 - quarterly)”. Verfügbar unter: <https://www.gov.uk/government/statistics/energy-trends-section-6-renewables>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

University of Iceland (2014). *Wind energy potential assessment & cost analysis of a wind power generation system at Búrfell*. Verfügbar unter: [https://skemman.is/bitstream/1946/18651/1/Birgir\\_Freyr\\_Ragnarsson\\_MSc\\_2014.pdf](https://skemman.is/bitstream/1946/18651/1/Birgir_Freyr_Ragnarsson_MSc_2014.pdf). [Zuletzt abgerufen am 19.08.2024].

Uruguay XXI. (2023a). *Chilean company to invest millions in Uruguay to produce eFuels from green hydrogen*. Verfügbar unter: <https://www.uruguayxxi.gub.uy/en/news/article/compania-chilena-concretara-millonaria-inversion-en-uruguay-para-producir-ecombustibles-a-partir-de-hidrogeno-verde/>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Uruguay XXI. (2023b). *Renewable Energies in Uruguay*. Verfügbar unter: <https://www.uruguayxxi.gub.uy/uploads/informacion/03e26f104f52751bf58f236ba49624eab3ebb5d7.pdf>. [Zuletzt abgerufen am 03.09.2024].

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA). (2023). *Factsheet: EU RFNBO regulation and the use of industrial CO<sub>2</sub>*.

Wahabzada, Farhanja; Duhr; Sarah; Klöcker, Paula; Raisch, Veit-Clemens; Ksissou, Hatim et al. (2022). *Hydrogen Business Guide. Bilateral energy partnerships in developing countries and emerging economies*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Weltbank (2019). *Ease of doing Business rank*. Verfügbar unter: <https://data.worldbank.org/indicator/IC.BUS.EASE.XQ?end=2019&start=2019&view=map>. [Zuletzt geprüft am 25.04.2024].

Weltbank. (2023a). *State and Trends of Carbon Pricing 2023*. Verfügbar unter: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/58f2a409-9bb7-4ee6-899d-be47835c838f>. [Zuletzt abgerufen am 06.11.2024].

Weltbank. (2023b). *Worldwide Governance Indicators, 2023 Update*. Verfügbar unter: <https://www.worldbank.org/en/publication/worldwide-governance-indicators>. [Zuletzt abgerufen am 22.03.2024].

Weltbank. (2024). *State and Trends of Carbon Pricing 2024*. Verfügbar unter: <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/253e6cdd-9631-4db2-8cc5-1d013956de15/content>. [Zuletzt abgerufen am 12.07.2024].

Wirtschaftsförderung Sachsen. (2023). *Skandinavische Delegation zeigt großes Interesse an Wasserstoffstandort Sachsen*. Verfügbar unter: <https://standort-sachsen.de/de/aktuelles/news/detail/n1422-skandinavische-delegation-zeigt-grosses-interesse-an-wasserstoffstandort-sachsen>. [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

Wirtschafts- und Verkehrsministerien der norddeutschen Küstenländer. (2019). *Norddeutsche Wasserstoff-Strategie*. Verfügbar unter: <https://norddeutschewasserstoffstrategie.de/wp-content/uploads/2020/11/norddt-H2-Strategie-final.pdf>. [Zuletzt abgerufen am 31.10.2024].

World Resources Institute (WRI). (2022). *6 Things to know about Direct Air Capture*. Verfügbar unter: <https://www.wri.org/insights/direct-air-capture-resource-considerations-and-costs-carbon-removal#:~:text=DAC%20is%20currently%20categorized%20as,ready%20for%20full%20commercial%20deployment>. [Zuletzt abgerufen am 27.03.2024].

World Resources Institute (WRI). (2023). *Water stress ranking 2019*. Verfügbar unter: <https://www.wri.org/insights/highest-water-stressed-countries> & <https://www.wri.org/applications/aqueduct/country-rankings/?indicator=bws>. [Zuletzt abgerufen am 21.05.2024].

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW). (2020a). *Länderanalyse im Rahmen des Projekts „Begleitstudie zu reFuels“ – Übersicht und Bewertung möglicher Partnerländer für Baden-Württemberg*.

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW). (2020b). *Umsatz- und Beschäftigungspotenziale durch Anlagen zur Produktion von reFuels*. Erhältlich auf Anfrage unter [info@zsw-bw.de](mailto:info@zsw-bw.de).

Zentrum Wasserstoff. Bayern (H2.B). (2022a). *Bayerische Delegationsreise in den Oman: Enge Zusammenarbeit im Bereich grüner Wasserstoff geplant*. Verfügbar unter: <https://h2.bayern/2022/11/15/delegationsreise-oman-enge-zusammenarbeit-im-bereich-gruener-wasserstoff/>. [Zuletzt abgerufen am 05.11.2024].

Zentrum Wasserstoff. Bayern (H2.B). (2022b). *Delegationsreise nach Schottland und Norwegen: H2.B vereinbart Kooperation mit schottischem und norwegischem Wasserstoffcluster*. Verfügbar unter: <https://h2.bayern/2022/06/21/delegationsreise-nach-schottland-mit-schwerpunkt-wasserstoff-bayerischer-wirtschaftsminister-begrundet-energiepartnerschaft-mit-schottland/>. [Zuletzt abgerufen am 04.11.2024].

Zentrum Wasserstoff. Bayern (H2.B). (2024). Verfügbar unter: <https://h2.bayern/>. Zuletzt abgerufen am: 18.11.2024.

## Anhang B – Hintergrundinformationen zur Metastudie

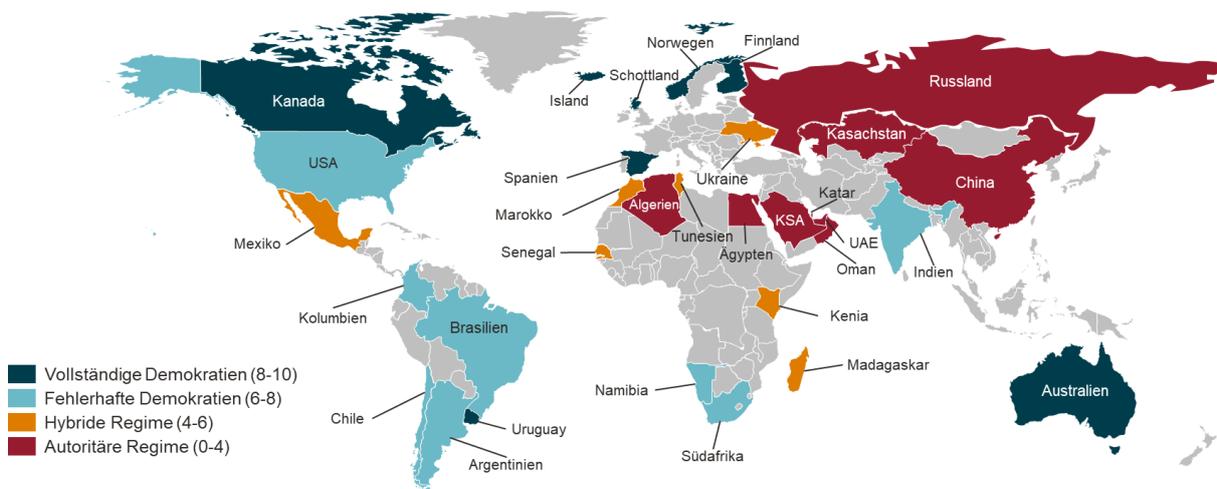
Tabelle 1 Studien der Meta-Analyse im Überblick

Titel	Autor und Erscheinungsjahr	Länder
<i>Site-specific, comparative analysis for suitable Power-to-X pathways and products in developing and emerging countries</i>	Fraunhofer ISE, 2023	Algerien, Australien, Brasilien, Indien, Kolumbien, Marokko, Mexiko, Namibia, Spanien, Südafrika, Tunesien, Ukraine,
<i>Assessment of Emission Rights of Green PtX Products</i>	Perspectives Climate Research, 2023	Keine spezifische Lieferländer-Auswahl
<i>Gutachtliche Stellungnahme "Zertifizierung und Herkunftsnachweise von importiertem grünem Wasserstoff und PtX-Produkten"</i>	TÜV Nord, 2023	Ägypten, Australien, Kolumbien, Namibia, Tunesien
<i>E-Fuels: A techno-economic assessment of European domestic production and imports towards 2050</i>	Concawe, 2021	Australien, Chile, Deutschland, Marokko, Norwegen, Saudi-Arabien, Spanien
<i>Facilitating hydrogen imports from non-EU countries</i>	Guidehouse, 2022	Keine spezifische Lieferländer-Auswahl
<i>Potential development of renewable hydrogen imports to European markets until 2030</i>	Oxford Institute for Energy Studies, 2022	Marokko, Norwegen, Russland, Ukraine,
<i>Länderanalyse im Rahmen des Projekts „Begleitstudie zu reFuels“ – Übersicht und Bewertung möglicher Partnerländer für Baden-Württemberg</i>	ZSW, 2020a	Australien, Chile, China, Marokko, Norwegen, Russland, Saudi-Arabien, Senegal, Spanien, USA

Titel	Autor und Erscheinungsjahr	Länder
<i>PtX Roadmap for Morocco – Study prepared for the Moroccan Ministry of Energy, Mines &amp; Environment</i>	Frontier Economics, 2020	Marokko
<i>Study on the opportunities of ‘Power-to-X’ in Morocco</i>	Fraunhofer ISI, 2019	Marokko
<i>International aspects of a power-to-X roadmap</i>	Frontier Economics, 2018	Algerien, Argentinien, Australien, Brasilien, Chile, Island, Kanada, Katar, Kasachstan, Kenia, Madagaskar, Marokko, Mexiko, Namibia, Norwegen, Oman, Russland, Saudi-Arabien, Spanien, Südafrika, USA, Vereinigte Arabische Emirate

Quelle: Frontier Economics.

Abbildung 23 Demokratieindex 2023



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von EIU (2024).

## Anhang C Länderprofile der potenziellen Lieferländer der „Short-list“

Im Folgenden beschreiben wir die für die reFuel-Produktion und den Aufbau von internationalen reFuel-Lieferbeziehungen relevanten Rahmenbedingungen in den Lieferländern der „Short-list“ (siehe Abschnitt 3.2.5) im Detail. Für jedes Land gehen wir dabei auf die folgenden Faktoren ein

- die Standortqualität für die Erzeugung von Grünstrom;
- die Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Kohlenstoffquellen;
- die Verfügbarkeit von Wasser;
- die politische Stabilität und länderspezifische Investitionsrisiken; und
- den Entwicklungsstand der reFuel- bzw. H2-Wirtschaft (Strategien, bestehende Projekte, internationale Kooperationen).

Die Reihenfolge der Lieferländer ist dabei alphabetisch gewählt und stellt kein Ranking bezüglich der Eignung des jeweiligen Landes als reFuel-Lieferland dar.

### C.1 Australien

Australien zeichnet sich durch ein sehr großes Potenzial an guten Standorten für die Grünstromerzeugung, die Verfügbarkeit von biogenen Kohlenstoffquellen, sowie stabile politische Rahmenbedingungen als potentiell reFuel-Lieferland für Baden-Württemberg aus. Hierüber hinaus verfolgt Australien das Ziel, globaler Spieler im Markt für grünen Wasserstoff und reFuels zu werden und unterhält bereits eine Energiepartnerschaft mit Deutschland. Im Jahr 2025 soll sogar eine deutsch-australische H2Global Auktion für grünen Wasserstoff und dessen Derivate durchgeführt werden. Insgesamt ist Australien damit trotz der weiten Entfernung ein Land, das auch kurz- bis mittelfristig gut als reFuel-Lieferland geeignet wäre.

**Standortqualität für die Erzeugung von Grünstrom.** Im Jahr 2022 stammten 32 % des in Australien erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien. Solarenergie dominiert mit einem Anteil von 14 % an der Gesamterzeugung die erneuerbare Energieerzeugung, gefolgt von Windenergie mit 11 % und Wasserkraft mit 6 %. In den letzten zehn Jahren ist die Erzeugung von Strom in Solar- und Windenergieanlagen deutlich angestiegen: Die Windenergieerzeugung stieg jährlich um ca. 15 %, die Solarenergieerzeugung sogar um knapp 30 % p.a. Der starke Anstieg der solarbasierten Energieerzeugung ist dabei insbesondere auf den Ausbau von Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen innerhalb der letzten fünf Jahre zurückzuführen.<sup>117</sup>

---

<sup>117</sup> Vgl. DCCEEW, 2024a.

Volllaststunden für Photovoltaik-Anlagen liegen in Australien je nach Standort bei bis zu etwa 1.8500 h/a, für Windenergie-Anlagen an Küstenstandorten bei bis zu etwa 4.050 h/a. Das langfristige PtX-Erzeugungspotenzial für reFuels<sup>118</sup> liegt gemäß Schätzungen des Global PtX-Atlas insgesamt bei etwa 12.440 TWh/a (ca. 4.100 TWh/a für hybride Erzeugung auf Basis sowohl von Wind und PV, ca. 120 TWh/a rein basierend auf Windenergie und ca. 8.220 TWh/a basierend auf Solarenergie).<sup>119</sup> Dies entspricht einem Erzeugungspotenzial von etwa 1.340 Milliarden Liter synthetischem Kraftstoff pro Jahr<sup>120</sup> – ein Volumen, das mehr als das 130-fache des Kerosinverbrauchs deutscher Fluggesellschaften<sup>121</sup> für Passagierflüge im Jahr 2023 (ca. 9,7 Milliarden Liter<sup>122</sup>) ausmacht.

**Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Kohlenstoffquellen.** Australien verfügt sowohl über biogene Kohlenstoffquellen, als auch über industrielle Punktquellen. Darüber hinaus besteht prinzipiell – wie in allen Ländern – die Möglichkeit, Kohlenstoff über das DAC-Verfahren zu gewinnen (was allerdings, wie in Abschnitt 2.2.2 beschrieben, erst mittel- bis längerfristig eine kostenseitig wettbewerbsfähige Option für die Kohlenstoffgewinnung werden wird, wenn die Technologie weiter ausgereift ist).

In Bezug auf die biogenen Kohlenstoffquellen ist zu beachten, dass Australien flächenmäßig sehr groß und Biomasse nur in einzelnen Teilen des Landes verfügbar ist. Wälder und damit die australische Forstwirtschaft konzentrieren sich, wie in Abbildung 24 dargestellt, vor allem auf Bundesstaaten wie Victoria, New South Wales und Queensland im Osten des Landes. Landwirtschaftliche Regionen erstrecken sich vor allem über die südöstlichen und südwestlichen Regionen, wo Klima und Bodenverhältnisse für landwirtschaftliche Aktivitäten günstig sind. Wichtige landwirtschaftliche Regionen sind unter anderem South East Queensland, New South Wales, Victoria, South Australia (in den Regionen um Adelaide und im Murray-Darling-Becken) sowie Western Australia (insbesondere die Regionen South West und Wheatbelt), wie in Abbildung 25 ersichtlich ist.

---

<sup>118</sup> Hier: Fischer-Tropsch-Kraftstoff (Diesel, Kerosin). Die potenziellen Erzeugungsmengen für andere PtX-Produkte befinden sich auf einem vergleichbaren Niveau. Für weitere Informationen siehe Fraunhofer IEE, 2024.

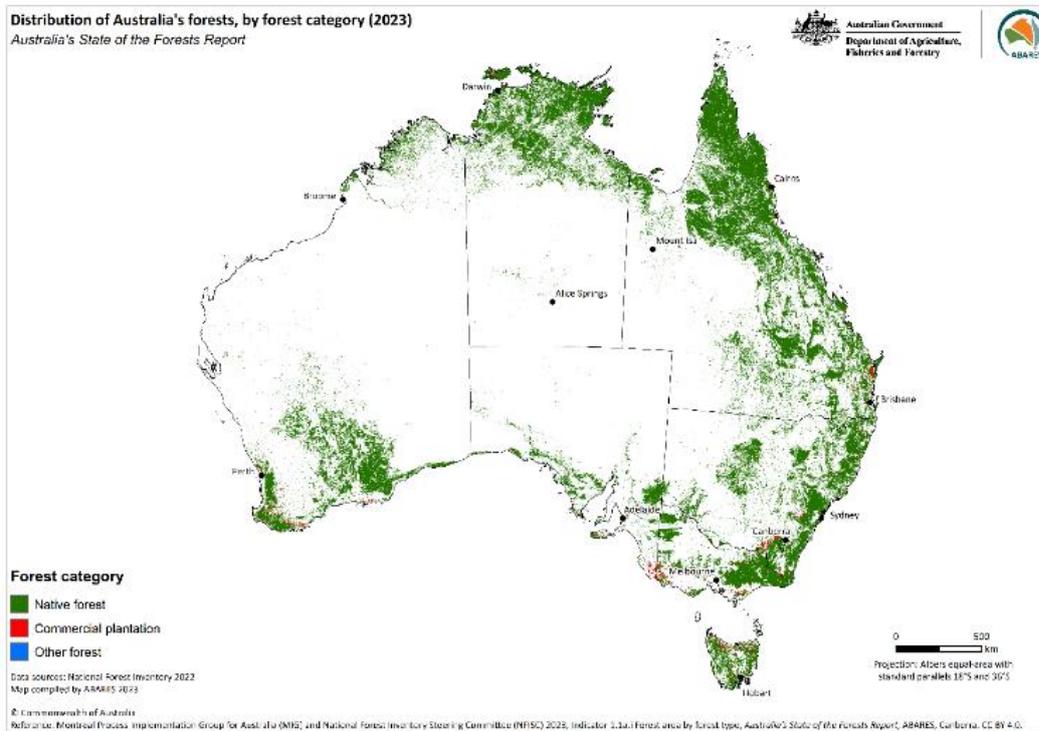
<sup>119</sup> Vgl. Fraunhofer IEE, 2024. Zu beachten ist, dass es sich bei den Potenzialangaben im PtX-Atlas um eine langfristige Potenzialabschätzung für das Zieljahr 2050 handelt, bei der die Nutzung von Direct-Air-Capture zur Kohlenstoffgewinnung unterstellt wird (vergleiche Abschnitt 3.2.1).

<sup>120</sup> Das Erzeugungspotenzial für reFuels in TWh(PtL) wurde für Hybrid-, Wind- und PV-Erzeugung aggregiert und unter Verwendung eines Heizwerts für Kerosin von 9,28 kWh/l umgerechnet. Kerosin-Heizwert nach

<sup>121</sup> Die Fluggesellschaften, die im Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft (BDL) organisiert sind.

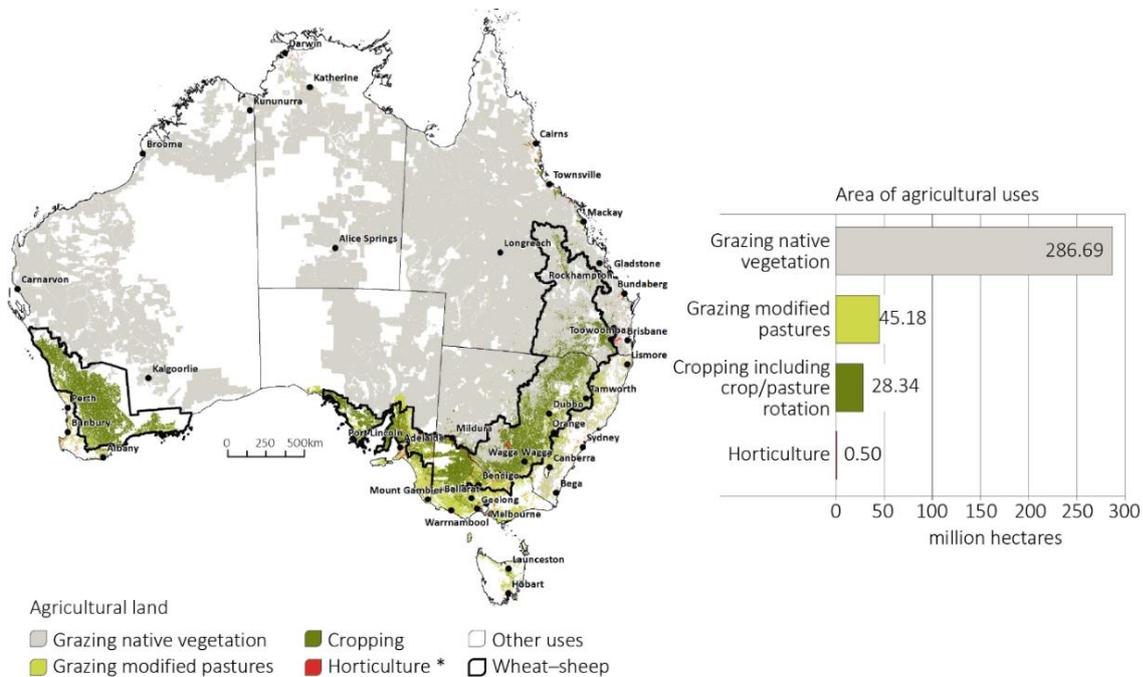
<sup>122</sup> Vgl. Klimaschutz Portal, 2024; BDLS, 2024.

Abbildung 24 Verbreitung der australischen Wälder nach Waldkategorien (2023)



Quelle: DAFF, 2023.

Abbildung 25 Landwirtschaftliche Produktionszonen in Australien

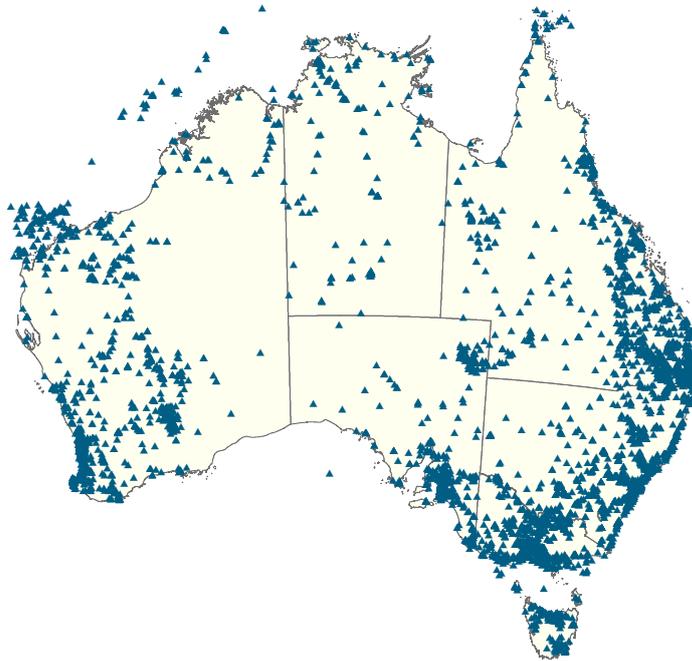


Quelle: DAFF, 2024.

Hinweis: Die Abbildung basierend auf Daten von 2016 - 2023.

Industrielle Punktquellen sind in Australien verteilt, mit besonders dichter Konzentration im Osten und Südosten des Landes, sowie entlang der Küste im Westen (Abbildung 26). Insgesamt sind in Australien über 4.000 Industrieanlagen beim National Pollutant Inventory (NPI) registriert, wobei Branchen wie Bergbau, Stahlproduktion, Metallverarbeitung, Energieerzeugung und Erdölverarbeitung die größten CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen.

**Abbildung 26 Standorte von Industrien in Australien, die an das National Pollutant Inventory berichten**



Quelle: DCCEEW, 2021.

Ob der Kohlenstoff für reFuels verwendet werden könnte, die den EU-Kriterien für RFNBOs entsprechen, hängt davon ab, ob diese Emissionen einer „wirksamen Emissionsbepreisung“ unterliegen (siehe Abschnitt 2.1.2). In Australien besteht zwar prinzipiell eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung, ob diese den Anforderungen der Europäischen Kommission entspricht, ist derzeit aber ungeklärt. Im März 2023 wurde eine Reform des sogenannten „Schutzmechanismus“ (*Safeguard Mechanism*) verabschiedet, die am 1. Juli 2023 in Kraft trat. Dieser Mechanismus dient der Regulierung der Treibhausgasemissionen großer Industrieanlagen in Australien und wurde 2016 eingeführt. Er legt gesetzliche Grenzwerte – sogenannte Baselines – für die Treibhausgasemissionen dieser Anlagen fest. Anlagen, die ihre Baseline überschreiten, müssen überschüssige Emissionen ausgleichen. Die Reform von 2023 zielte darauf ab, den Schutzmechanismus in ein preisbasiertes Handelssystem mit Zertifikaten umzuwandeln. Die Emissionsgrenzen sollen schrittweise gesenkt werden, um die australischen Reduktionsziele von 43 % unter dem Niveau von 2005 bis 2030 und Netto-Null bis 2050 zu erreichen.<sup>123</sup>

<sup>123</sup> Vgl. Weltbank, 2023 & 2024; DCCEEW, 2024b.

**Wasserverfügbarkeit.** Australien ist ein Land mit begrenzten Wasserressourcen, könnte den Wasserbedarf für die Herstellung von reFuels jedoch durch Wasseraufbereitungs- oder Meerwasserentsalzungsanlagen decken.<sup>124</sup> Im Nationalen Wasserstressranking 2019 des WRI wird der Baseline-Wasserstress – also der durchschnittliche Wasserstress unter normalen Bedingungen ohne Berücksichtigung von extremen Situationen wie Dürren oder Überschwemmungen – im Landesdurchschnitt als mittelhoch eingestuft.<sup>125</sup>

**Politische Stabilität und Geschäftsfreundlichkeit.** Australien kann auf Basis von verschiedenen Indikatoren als ein demokratisches Land mit stabilen politischen Rahmenbedingungen bewertet werden:

- Der Demokratieindex 2023 des Economist Intelligence Unit (EIU) stuft Australien als vollständige Demokratie ein, was der höchstmöglichen Kategorie des Index entspricht.<sup>126</sup>
- Die Governance-Indikatoren der Weltbank (Stand 2022) für Australien zeigen insgesamt positive Ergebnisse. Besonders positiv fällt die Kategorie „staatliche Ordnungspolitik“ aus. Sie zeigt die Fähigkeit der Regierung Australiens, robuste Politiken und Regulierungen zu formulieren und umzusetzen, um die Entwicklung des Privatsektors zu fördern.<sup>127</sup>
- Auch andere Indikatoren unterstreichen die politische Stabilität des Landes, wie der Korruptionswahrnehmungsindex 2023 von Transparency International, der Australien mit 75 von 100 Punkten als weitgehend frei von Korruption einstuft.<sup>128</sup>
- Im Januar 2024 betrug die Länderrisikoprämie („Country Risk Premium“) für Australien laut der New York University (NYU) 0 %. Dies bedeutet, dass die Differenz zwischen den Marktzinsen eines Referenzlandes (in diesem Fall die USA) und denen von Australien gering bis nicht existent ist. Es besteht also kein zusätzliches Risiko für Investitionen in Australien im Vergleich zu Investitionen in die USA, die als entwickelter Referenzmarkt („mature market“) angesehen werden.<sup>129</sup>
- Australiens 14. Platz in der Rangliste der Weltbank zur Geschäftsfreundlichkeit im Jahr 2019 unterstreicht die Attraktivität Australiens als Wirtschaftsstandort.<sup>130</sup>

---

<sup>124</sup> Vgl. Concawe, 2021; TÜV Nord, 2023.

<sup>125</sup> Vgl. WRI, 2022.

<sup>126</sup> Vgl. EIU, 2024.

<sup>127</sup> Vgl. Weltbank, 2023b.

<sup>128</sup> Vgl. Transparency International, 2024.

<sup>129</sup> Vgl. NYU, 2024.

<sup>130</sup> Vgl. Weltbank, 2019.

**Entwicklungsstand der H<sub>2</sub>-Wirtschaft.** Australien verfolgt mit seiner nationalen Wasserstoffstrategie das Ziel, bis 2030 zu einem führenden globalen Akteur in der Wasserstoffwirtschaft zu werden. Die Strategie konzentriert sich hauptsächlich darauf, die Produktion von sowohl grünem Wasserstoff als auch von blauem Wasserstoff<sup>131</sup> zu fördern.<sup>132</sup>

Derzeit entstehen erste Wasserstoff-Pilotprojekte. HIF Tasmania soll Australiens erste kommerzielle eFuels-Anlage werden (derzeit befindet sich das Projekt in der Genehmigungs- und Designphase). Geplant ist die Nutzung von erneuerbarer Energie aus dem lokalen Netz, um grünen Wasserstoff zu produzieren, der mit biogenem CO<sub>2</sub> synthetisiert wird. Die jährliche Produktion soll etwa 20 Millionen Gallonen pro Jahr (~75 Millionen Liter pro Jahr) betragen.<sup>133</sup> Außerdem hat die Australian Renewable Energy Agency (ARENA) im Rahmen eines 2-Milliarden-Dollar-Förderprogramms für erneuerbaren Wasserstoff sechs Unternehmen eingeladen, einen vollständigen Förderantrag einzureichen. Diese Unternehmen planen Projekte mit Elektrolyseuren von jeweils mindestens 50 MW in den Regionen Queensland, New South Wales, Tasmanien und Western Australia.<sup>134</sup>

Seit 2017 besteht zudem eine enge Energiepartnerschaft zwischen Deutschland und Australien mit Fokus auf Wasserstoff und Energieeffizienz. Beide Länder streben auch eine vertiefte Wasserstoffpartnerschaft an. In der deutsch-australischen Machbarkeitsstudie HySupply werden seit November 2020 technische, ökonomische und rechtliche Aspekte der Wertschöpfungskette für grünen Wasserstoff untersucht. Im Februar 2022 starteten das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und die ARENA die Fördermaßnahme HyGATE zur Entwicklung innovativer grüner Wasserstofftechnologien. Diese zielt auf den Import nachhaltiger Energieträger und den Export deutscher Klimaschutztechnologien.<sup>135</sup> Zuletzt unterzeichneten Deutschland und Australien im September 2024 eine gemeinsame Absichtserklärung, um ihre bilaterale Zusammenarbeit im Energiebereich auszubauen. Beide Länder einigten sich darauf, jeweils 200 Millionen Euro in eine gemeinsame H<sub>2</sub>Global-Ausschreibung zu investieren. Die Auktion soll im Jahr 2025 durchgeführt werden und grünen Wasserstoff und dessen Derivate, die in Australien hergestellt und nach Europa verkauft werden, umfassen.<sup>136</sup>

Nicht zuletzt gestaltet sich der Aufbau von Produktionsanlagen für synthetische Kraftstoffe und die Etablierung von Partnerbeziehungen einfacher, wenn auf gut ausgebaute Infrastrukturen zurückgegriffen werden kann. In Australien ist die Infrastruktur relativ gut entwickelt, was es zu einem vielversprechenden Standort für die Herstellung von reFuels macht.<sup>137</sup>

---

<sup>131</sup> Wasserstoff, der auf Basis von fossilen Brennstoffen durch Steam Methane Reforming (SMR) mit Carbon Capture and Storage (CCS) hergestellt wird.

<sup>132</sup> Vgl. DCCEEW, 2019.

<sup>133</sup> Vgl. HIF, 2024a.

<sup>134</sup> Vgl. ARENA, 2024.

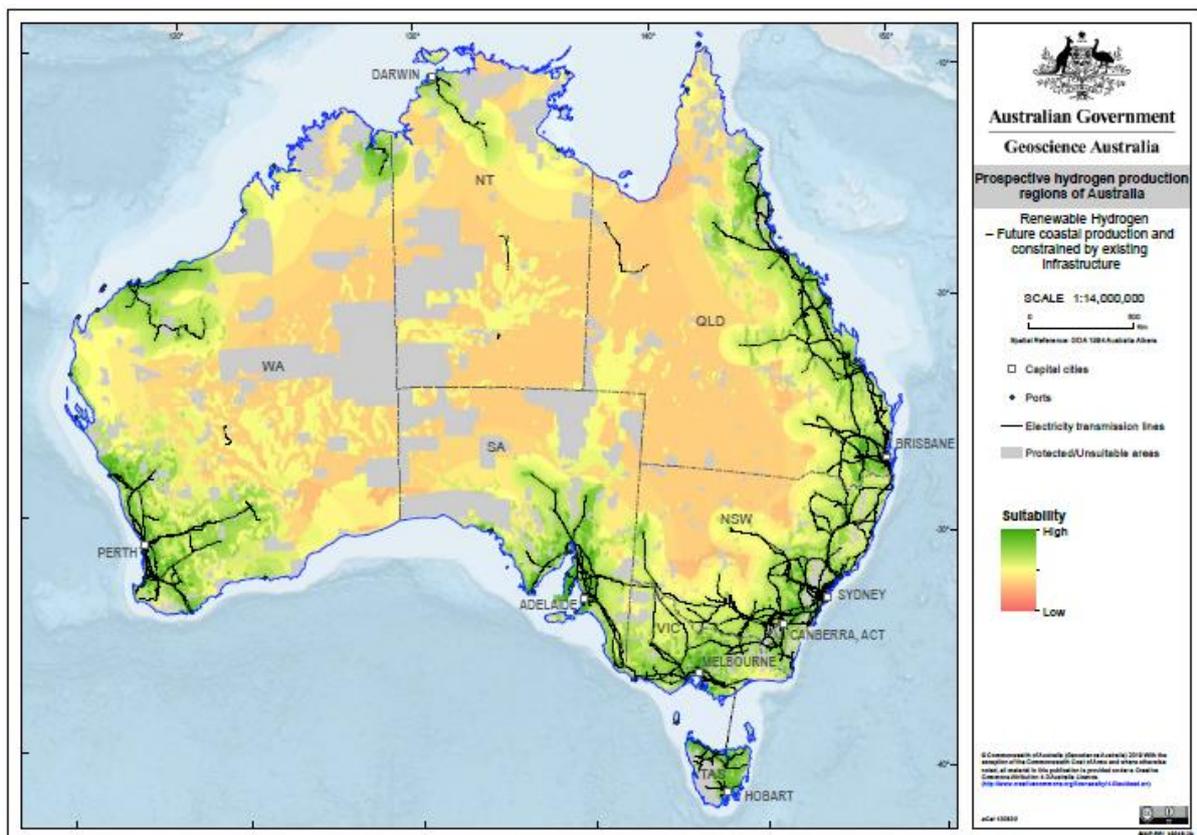
<sup>135</sup> Vgl. BMBF, 2023 und BMWK, 2024a.

<sup>136</sup> Vgl. H<sub>2</sub>Global Stiftung, 2024a.

<sup>137</sup> Vgl. ZSW, 2020a.

Abbildung 27 zeigt Standorte, die im Bericht der Nationalen Wasserstoffstrategie Australiens als besonders geeignet für die Wasserstoffproduktion charakterisiert werden. Diese Standorte verfügen über qualitativ hochwertige Wind-, Solar- und Wasserkraftressourcen sowie über die notwendige Infrastruktur, einschließlich Zugang zu Wasser, Häfen, Fernleitungen und Strominfrastruktur. Insbesondere die Küstenregionen werden als besonders geeignet betrachtet und decken etwa 3 % der Landfläche Australiens ab (262.000 Quadratkilometer). Es ist zu beachten, dass der Zugang zu Binnengewässern die Fläche Australiens erhöhen würde, die für die Wasserstoffproduktion aus erneuerbarem Strom geeignet ist.<sup>138</sup>

**Abbildung 27 Erneuerbares Wasserstoffpotenzial, einschließlich Zugang zu Wasser, Häfen, Fernleitungen und Strominfrastruktur**



Quelle: ARENA, 2024, Figure 1.6.

Australien strebt explizit an, bis 2030 einer der drei größten Wasserstoffexporteure für den asiatischen Markt zu werden.<sup>139</sup> Gleichzeitig verfolgt Australien aber, wie oben beschrieben,

<sup>138</sup> Vgl. ARENA, 2024.

<sup>139</sup> Vgl. ARENA, 2024.

auch Bestrebungen, grünen Wasserstoff und dessen Derivate nach Europa zu exportieren. Angesichts des großen Erzeugungspotentials Australiens stehen Exporten in verschiedene Länder und Regionen auch nichts im Wege. Insgesamt zeigt sich an den geplanten Kooperationen ein großes Interesse Australiens am Aufbau von internationalen Handelsbeziehungen für grünen Wasserstoff und dessen Derivate.

### C.2 Brasilien

Brasilien zeichnet sich im internationalen Vergleich u.a. durch eine hohe Verfügbarkeit von biogenem Kohlenstoff (auf Basis der Ethanolproduktion) als potentiell reFuel-Lieferland aus. Auch die Tatsache, dass Brasilien bereits eine Wasserstoffstrategie entwickelt hat und im Bereich der Energie- und Wasserstoffwirtschaft bereits mit Deutschland kooperiert, sind in Bezug auf eine mögliche reFuel-Lieferbeziehung als vorteilhaft zu bewerten. Positiv hervorzuheben ist hierbei insbesondere, dass der Fokus bestehender Kooperationen nicht ausschließlich auf Wasserstoff, sondern auch explizit auf synthetischen Kraftstoffen liegt.

Mögliche Hindernisse für den Aufbau einer effektiven reFuel-Handelsbeziehung könnten das relativ hohe länderspezifische Investitionsrisiko (das sogenannte „Country Risk Premium“) und der relativ hohe Wert des Korruptionswahrnehmungsindex sein.

**Standortqualität für die Erzeugung von Grünstrom.** Im Jahr 2022 stammten 88 % des in Brasilien erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien. Dabei dominiert Energie aus Wasserkraft mit einem Anteil von 63 % an der Gesamtstromerzeugung die erneuerbare Energieerzeugung, gefolgt von Windenergie mit 12 %, Bioenergie mit 8 % und Solarenergie mit 4 %. In den kommenden Jahren wird sowohl im Bereich der Photovoltaik als auch im Bereich der Offshore-Windenergie ein erheblicher Zubau erwartet.<sup>140</sup>

Volllaststunden für Photovoltaik-Anlagen liegen in Brasilien je nach Standort bei bis zu etwa 1.800 h/a, für Windenergie-Anlagen an Küstenstandorten bei bis zu etwa 4.100 h/a. Das langfristige PtX-Erzeugungspotenzial für reFuels<sup>141</sup> liegt gemäß Schätzungen des Global PtX-Atlas insgesamt bei etwa 460 TWh/a (ca. 200 TWh/a für hybride Erzeugung auf Basis sowohl von Wind und PV, ca. 20 TWh/a rein basierend auf Windenergie und ca. 240 TWh/a basierend auf Solarenergie).<sup>142</sup> Dies entspricht einem langfristigen Erzeugungspotenzial von etwa 50 Milliarden Liter synthetischen Kraftstoffen pro Jahr.<sup>143</sup>

---

<sup>140</sup> Vgl. IEA, 2024 und Abbildung 28.

<sup>141</sup> Hier: Fischer-Tropsch-Kraftstoff (Diesel, Kerosin). Die potenziellen Erzeugungsmengen für andere PtX-Produkte befinden sich auf einem vergleichbaren Niveau. Für weitere Informationen siehe Fraunhofer IEE, 2024.

<sup>142</sup> Vgl. Fraunhofer IEE, 2024. Zu beachten ist, dass es sich bei den Potenzialangaben im PtX-Atlas um eine langfristige Potenzialabschätzung für das Zieljahr 2050 handelt, bei der die Nutzung von Direct-Air-Capture zur Kohlenstoffgewinnung unterstellt wird (vergleiche Abschnitt 3.2.1).

<sup>143</sup> Das Erzeugungspotenzial für reFuels in TWh(PtL) wurde für Hybrid-, Wind- und PV-Erzeugung aggregiert und unter Verwendung eines Heizwerts für Kerosin von 9,28 kWh/l umgerechnet.

**Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Kohlenstoffquellen.** Brasilien ist weltweit zweitgrößter Produzent von Ethanol<sup>144</sup> (primär auf Basis von Zuckerrohr<sup>145</sup>) und könnte den bei der Bioethanolproduktion entstehenden Kohlenstoff für die reFuel-Produktion abscheiden und entsprechend nutzen.

Die Nutzung von industriellen Punktquellen ist dagegen derzeit keine Option für die Herstellung von nach EU-Kriterien als RFNBO anrechenbaren reFuels, da es bislang in Brasilien noch kein CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem gibt. Brasilien hat jedoch im Februar 2024 einen Gesetzesentwurf zur Einführung eines verpflichtenden ETS vorgelegt, der derzeit im Nationalkongress beraten wird. Das System würde Unternehmen mit einem Ausstoß von mehr als 25.000 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Jahr verpflichten, wobei die vollständige Umsetzung in vier bis fünf Jahren erwartet wird.<sup>146</sup>

**Wasserverfügbarkeit.** Brasilien leidet im Allgemeinen nicht unter Wasserknappheit, was im Ländervergleich ein Standortvorteil bei der Produktion von synthetischen Kraftstoffen ist. Laut dem Nationalen Wasserstressranking 2019 des WRI hat Brasilien normalerweise kein Problem mit Wasserknappheit. Das Land gehört weltweit zur zweitniedrigsten Kategorie in Bezug auf Wasserstress und wird somit als Gebiet mit niedrigem bis mittlerem Wasserstress eingestuft.<sup>147</sup>

**Politische Stabilität und Geschäftsfreundlichkeit.** Brasilien kann auf Basis von verschiedenen Indikatoren als unvollständige Demokratie bewertet werden, da trotz demokratischer Elemente Probleme im politischen System, wie beispielsweise im Bereich der Korruption, bestehen:

- Der Demokratieindex 2023 des EIU stuft Brasilien als unvollständige Demokratie ein, was bedeutet, dass das brasilianische politische System einige demokratische Merkmale aufweist, aber nicht alle Kriterien erfüllt, um als vollständig eingestuft zu werden. Während der Wahlprozess und der Pluralismus im Wahlsystem besonders positiv bewertet werden, bleiben vor allem die politische Kultur und die Funktionsweise der Regierung hinter den demokratischen Ansprüchen zurück.<sup>148</sup>
- Die Governance-Indikatoren der Weltbank für Brasilien (Stand 2022) zeigen, dass nur die Kategorie „Mitspracherecht und Verantwortlichkeit“ – also die wahrgenommene Teilhabe der Bevölkerung an der Auswahl der Regierung und den Grundfreiheiten – positiv bewertet wird. Alle anderen Indikatoren weisen leichte negative Bewertungen auf.<sup>149</sup>
- Der Korruptionswahrnehmungsindex 2023 von Transparency International, stuft Brasilien mit 36 von 100 Punkten ein, also unter dem weltweiten Durchschnittswert von 43. Dies

<sup>144</sup> Siehe Abbildung 3 in Abschnitt 2.2.2.

<sup>145</sup> Vgl. de Souza Abud & de Farias Silva, 2019.

<sup>146</sup> Vgl. Weltbank, 2024; ICAP, 2023.

<sup>147</sup> Vgl. WRI, 2022.

<sup>148</sup> Vgl. EIU, 2024.

<sup>149</sup> Vgl. Weltbank, 2023b.

zeigt, dass Brasilien erheblichen Herausforderungen in Bezug auf Korruption gegenübersteht.<sup>150</sup>

- Im Januar 2024 betrug die Länderrisikoprämie für Brasilien laut der NYU 4,4 %. Dies deutet darauf hin, dass Investitionen in Brasilien im Vergleich z.B. zu Investitionen in die USA (als entwickeltes Referenzland) mit einem zusätzlichen Risiko von 4,4 % verbunden sind.<sup>151</sup>
- Brasiliens 124. Platz in der Rangliste der Weltbank zur Geschäftsfreundlichkeit im Jahr 2019 zeigt, dass das Land im weltweiten Vergleich in der unteren Hälfte liegt und das Geschäftsumfeld über Verbesserungspotenzial verfügt.<sup>152</sup>

**Entwicklungsstand der H2-Wirtschaft.** Das Nationale Wasserstoffprogramm (PNH2) Brasiliens wurde im April 2021 mit dem Ziel eingeführt, die Entwicklung eines umfassenden und wettbewerbsfähigen Wasserstoffmarktes zu beschleunigen. Im Jahr 2023 veröffentlichte das brasilianische Ministerium für Bergbau und Energie (MME) den dreijährigen Aktionsplan des PNH2, der darauf abzielt, Brasilien als führenden Produzenten von kohlenstoffarmem Wasserstoff (in erster Linie grüner Wasserstoff, aber nicht nur, wie aus Abbildung 28 ersichtlich) zu etablieren. Der Plan legt ehrgeizige Ziele fest, darunter die Errichtung von Pilotanlagen bis 2025 und die Etablierung Brasiliens als globaler Marktführer bis 2030, gefolgt von der Schaffung von Wasserstoffhubs bis 2035. Laut Schätzungen des Ministeriums könnte Brasilien jährlich bis zu 1,8 Gigatonnen Wasserstoff produzieren, wobei hierfür noch die Entwicklung und Skalierung neuer Technologien erforderlich ist. Unter reiner Berücksichtigung von bestehenden Technologien sowie solchen, die in anderen Ländern bereits technisch und wirtschaftlich umsetzbar sind, wird das technische Potenzial für die Wasserstoffproduktion auf insgesamt mehr als 480 Megatonnen pro Jahr geschätzt. Wenn jedoch ausschließlich Wasserstoff auf Basis von erneuerbaren Energiequellen nicht-biogenen Ursprungs, also grüner Wasserstoff, berücksichtigt wird, ergibt sich ein durch das Ministerium geschätztes Erzeugungspotenzial von etwa 370 Millionen Tonnen Wasserstoff pro Jahr.<sup>153</sup>

Im Jahr 2023 verzeichnete Brasilien bereits angekündigte kohlenstoffarme Wasserstoffprojekte mit einem Gesamtvolumen von 30 Milliarden USD, die sich in verschiedenen Umsetzungsstadien befinden. Abbildung 28 zeigt, dass insbesondere in den an der brasilianischen Küste gelegenen Bundesstaaten im (Süd-)Osten, häufig in bestehenden Hafenanlagen, Wasserstoff-Pilotprojekte geplant sind. Darüber hinaus ist in Brasilien auch die internationale Wissens- und Austauschplattform „International Power-to-X Hub“ aktiv, die unter dem Projektnamen ProQR die Marktentwicklung von nachhaltigen Flugtreibstoffen (sustainable aviation fuels, SAF) vorantreibt. ProQR unterstützt den Bau der ersten Demonstrationsanlage, berät

---

<sup>150</sup> Vgl. Transparency International, 2024.

<sup>151</sup> Vgl. NYU, 2024.

<sup>152</sup> Vgl. Weltbank, 2019.

<sup>153</sup> Vgl. MME, 2023.

brasilianische Ministerien und Regulierungsinstitutionen bei der Schaffung der Rahmenbedingungen für PtL-SAF und arbeitet eng mit Universitäten zusammen.<sup>154</sup>

**Abbildung 28** Brasilianische Bundesstaaten mit angekündigten kohlenstoffarmen Wasserstoffprojekten



Quelle: MME, 2023.

Hinweis: Übersetzung: 30 Milliarden US-Dollar an Wasserstoffprojekten für Brasilien angekündigt; Brasilien verfügt über das technische Potenzial, 1,8 Gigatonnen Wasserstoff pro Jahr zu produzieren; Offshore-Windkraft, fossile Quellen, Biomasse, Kernenergie, Onshore-Windenergie + Solarenergie + Wasserkraft.

Die bilateralen Beziehungen zwischen Deutschland und Brasilien auf dem Gebiet der Energiezusammenarbeit haben sich in den letzten Jahren vertieft. Seit 2017 besteht eine Energiepartnerschaft zwischen den beiden Ländern, die sich neben der Systemintegration erneuerbarer Energien auch auf Themen wie Energieeffizienz, Digitalisierung und insbesondere die Förderung von grünem Wasserstoff konzentriert. Zusätzlich zur Energiepartnerschaft besteht seit 2019 die Deutsch-Brasilianische Technologiepartnerschaft für Energiespeicherung (DKTI). Im Rahmen des „H2Brasil“-Teils dieser Partnerschaft werden verschiedene Aspekte wie Rahmenbedingungen, Verbreitung, Capacity Building, Innovationen und Markthochlauf für Wasserstoff behandelt.<sup>155</sup>

### C.3 Chile

Chile zeichnet sich durch außergewöhnlich gute Standortbedingungen für die Grünstromerzeugung (insbesondere auf Basis von Windenergie) und durch ein relativ stabiles Investition-

<sup>154</sup> Vgl. International PtX Hub, 2024a.

<sup>155</sup> Vgl. BMWK, 2024a.

sumfeld aus. Zudem verfolgt Chile eine ambitionierte Wasserstoffstrategie mit dem Ziel, globaler Vorreiter in der Wasserstoffwirtschaft zu werden. Erste reFuel-Projekte laufen bereits. Bestehende Kooperationen mit Deutschland könnten den Aufbau von weiteren reFuels-Handelsbeziehungen erleichtern. Herausforderung für einen großskaligen Import von chilenischen reFuels in der kurzen und mittleren Frist könnte sein, dass die biogenen CO<sub>2</sub>-Quellen hauptsächlich im Zentrum des Landes konzentriert sind, während die Regionen mit den besonders guten Standortbedingungen für die Grünstromerzeugung im Süden und Norden des Landes liegen.

**Standortqualität für die Erzeugung von Grünstrom.** Im Jahr 2022 stammten 55 % des in Chile erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien. Dabei dominiert Energie aus Wasserkraft mit einem Anteil von 23 % an der Gesamtstromerzeugung die erneuerbare Energieerzeugung, gefolgt von Windenergie mit 10 % und Solarenergie mit 16 %.<sup>156</sup>

Volllaststunden für Photovoltaik-Anlagen liegen in Chile je nach Standort bei bis zu etwa 2.010 h/a, für Windenergie-Anlagen an Küstenstandorten bei bis zu etwa 6.080 h/a. Das langfristige PtX-Erzeugungspotenzial für reFuels<sup>157</sup> liegt gemäß Schätzungen des Global PtX-Atlas insgesamt bei etwa 2.060 TWh/a (ca. 110 TWh/a für hybride Erzeugung auf Basis sowohl von Wind und PV, ca. 690 TWh/a rein basierend auf Windenergie und ca. 1.260 TWh/a basierend auf Solarenergie).<sup>158</sup> Dies entspricht einem Erzeugungspotenzial von etwa 220 Milliarden Liter synthetischen Kraftstoffen pro Jahr.<sup>159</sup>

**Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Kohlenstoffquellen.** Chile verfügt sowohl über biogene als auch über industrielle Kohlenstoffquellen, allerdings in begrenztem Umfang. Die industriellen Kohlenstoffquellen können derzeit ggf. nicht für die Produktion von reFuels verwendet werden, da die EU-Kriterien für RFNBOs zu einer effektiven CO<sub>2</sub>-Bepreisung ggf. nicht erfüllt sind.

Darüber hinaus befinden sich sowohl biogene als auch industrielle Kohlenstoffquellen primär im Zentrum des Landes: Biogene Kohlenstoffquellen befinden sich vor allem in der Biobío-Region. Im Jahr 2022 wurden mehr als 7 Millionen biogenes CO<sub>2</sub> in dieser Region registriert,

---

<sup>156</sup> Vgl. IEA, 2024.

<sup>157</sup> Hier: Fischer-Tropsch-Kraftstoff (Diesel, Kerosin). Die potenziellen Erzeugungsmengen für andere PtX-Produkte befinden sich auf einem vergleichbaren Niveau. Für weitere Informationen siehe Fraunhofer IEE, 2024.

<sup>158</sup> Vgl. Fraunhofer IEE, 2024. Zu beachten ist, dass es sich bei den Potenzialangaben im PtX-Atlas um eine langfristige Potenzialabschätzung für das Zieljahr 2050 handelt, bei der die Nutzung von Direct-Air-Capture zur Kohlenstoffgewinnung unterstellt wird (vergleiche Abschnitt 3.2.1).

<sup>159</sup> Das Erzeugungspotenzial für reFuels in TWh(PtL) wurde für Hybrid-, Wind- und PV-Erzeugung aggregiert und unter Verwendung eines Heizwerts für Kerosin von 9,28 kWh/l umgerechnet.

hauptsächlich aus der Zellstoffindustrie.<sup>160</sup> Die Standorte mit besonders guten Grünstrombedingungen befinden sich dagegen im Süden (Patagonien als Windstandort) und Norden (Atacama-Wüste als PV-Standort) des Landes.<sup>161</sup>

## Abbildung 29 Verfügbarkeit von biogenem und nicht-biogenem CO<sub>2</sub> in Chile



Quelle: Hincio, 2024.

Auch die industriellen Kohlenstoffquellen liegen hauptsächlich im Zentrum des Landes, sind jedoch auch vereinzelt im Norden und Süden Chiles anzutreffen.<sup>162</sup> Ein Beispiel für diese industriellen Aktivitäten ist die chilenische Zementindustrie. In Chile gibt es etwa sechs bedeutende Zementunternehmen, darunter Cemento Melón S.A., Cemento Polpaico S.A. und Cementos Bío Bío S.A., die zu den größten der Branche zählen.<sup>163</sup> Diese industriellen Punktquellen bieten grundsätzlich Potenzial für die Abtrennung von CO<sub>2</sub>. Es ist jedoch noch unklar, ob die chilenische CO<sub>2</sub>-Bepreisung den Anforderungen der EU an eine effektive CO<sub>2</sub>-Bepreisung entsprechen wird, und die Quellen daher für die Produktion von reFuels, die den EU-Kriterien für RFNBOs entsprechend genutzt werden können. In Chile existiert zwar seit 2017 eine Kohlenstoffsteuer, der Preis liegt aktuell jedoch unter 10 USD/tCO<sub>2</sub>e, was im Vergleich zu anderen Ländern niedrig ist. Die Regierung evaluiert derzeit die Möglichkeit einer Erhöhung des Steuersatzes. Des Weiteren ist in der chilenischen Energieagenda 2022-2026 die Entwicklung eines Pilotprojekts für ein Emissionshandelssystem im Energiesektor vorgesehen und in Arbeit.<sup>164</sup>

Für eine großskalige reFuel-Produktion in Chile wäre mittel- bis langfristig voraussichtlich der Einsatz von Direct-Air-Capture-Anlagen erforderlich.<sup>165</sup>

<sup>160</sup> Vgl. Hincio, 2024.

<sup>161</sup> GIZ, 2021 ([https://4echile.cl/wp-content/uploads/2021/08/20210818\\_Carbon-Capture\\_ExecSummary.pdf](https://4echile.cl/wp-content/uploads/2021/08/20210818_Carbon-Capture_ExecSummary.pdf)).

<sup>162</sup> Vgl. ebd., 2024.

<sup>163</sup> Vgl. Ramírez Hernández & Briones Padró, 2020.

<sup>164</sup> Vgl. Weltbank 2023a & 2024.

<sup>165</sup> Vgl. ZSW, 2020a und GIZ, 2021 ([https://4echile.cl/wp-content/uploads/2021/08/20210818\\_Carbon-Capture\\_ExecSummary.pdf](https://4echile.cl/wp-content/uploads/2021/08/20210818_Carbon-Capture_ExecSummary.pdf)).

**Wasserverfügbarkeit.** Chile ist ein trockenes Land, in dem Wasserressourcen knapp sind. Im Nationalen Wasserstressranking 2019 des WRI wird der Baseline-Wasserstress im Landesdurchschnitt als extrem hoch eingestuft.<sup>166</sup> Chile könnte den Wasserbedarf für die Herstellung von reFuels jedoch durch Wasseraufbereitungs- oder Meerwasserentsalzungsanlagen decken.<sup>167</sup> Das Land verfügt bereits über 83 Entsalzungsanlagen, und 30 weitere sind im Bau. Derzeit dienen diese Anlagen sowohl Bergbauunternehmen als auch der Süßwasserversorgung der Bevölkerung.<sup>168</sup>

**Politische Stabilität und Geschäftsfreundlichkeit.** Chile kann auf Basis von verschiedenen Indikatoren zwar als unvollständige Demokratie eingestuft werden, insbesondere im Vergleich mit anderen südamerikanischen Ländern sind die politischen Rahmenbedingungen jedoch als relativ stabil und investitionsfreundlich zu bewerten:

- Der Demokratieindex 2023 des EIU stuft Chile als unvollständige Demokratie ein. Politische Partizipation und politische Kultur bleiben hinter demokratischen Ansprüchen zurück, bei allen anderen Indikatoren schneidet Chile jedoch so gut ab, dass Chile als das demokratischste Land unter den „unvollständigen Demokratien“ bewertet wird und sich damit an der Schwelle zu einer vollständigen Demokratie befindet.<sup>169</sup>
- Die Governance-Indikatoren der Weltbank (Stand 2022) zeigen für Chile ein positives Gesamtbild, das vor allem im südamerikanischen Vergleich heraussticht. Obwohl die Kategorie „politische Stabilität und Abwesenheit von Gewalt“ nur schwach positiv bewertet sind, wird die Governance-Situation in Chile insgesamt positiv wahrgenommen.<sup>170</sup>
- Der Korruptionswahrnehmungsindex 2023 von Transparency International bewertet Chile mit 66 von 100 Punkten. Damit liegt Chile weltweit auf Platz 29 und unter den korruptionsfreiesten 20 Prozent der Länder der Welt.<sup>171</sup>
- Im Januar 2024 betrug die Länderrisikoprämie für Chile laut der NYU 1,2 %. Dies deutet darauf hin, dass Investitionen in Chile im Vergleich zu Investitionen in die USA (als entwickeltes Referenzland) mit einem zusätzlichen Risiko von 1,2 % verbunden sind.<sup>172</sup>
- Chiles 59. Platz in der Rangliste der Weltbank zur Geschäftsfreundlichkeit im Jahr 2019 zeigt, dass es sich im weltweiten Vergleich im oberen Drittel befindet.<sup>173</sup>

**Entwicklungsstand der H2-Wirtschaft.** Die nationale Wasserstoffstrategie Chiles, die im November 2020 veröffentlicht wurde, zielt auf den Aufbau einer umfassenden Wasserstoffwirtschaft ab. Hauptziele sind die Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen,

---

<sup>166</sup> Vgl. WRI, 2022.

<sup>167</sup> Vgl. Concauwe, 2021; TÜV Nord, 2023.

<sup>168</sup> Vgl. Herrera-León et al. 2019; Wahabzada et al. 2022.

<sup>169</sup> Vgl. EIU, 2024.

<sup>170</sup> Vgl. Weltbank, 2023b.

<sup>171</sup> Vgl. Transparency International, 2024.

<sup>172</sup> Vgl. NYU, 2024.

<sup>173</sup> Vgl. Weltbank, 2019.

die Förderung erneuerbarer Energien und die Schaffung neuer wirtschaftlicher Möglichkeiten. Die Strategie soll Chile als Vorreiter in der globalen Wasserstoffwirtschaft positionieren und das Land auf eine emissionsarme Zukunft ausrichten.<sup>174</sup> Zur Umsetzung der nationalen Strategie hat die chilenische Regierung im Dezember 2023 einen Aktionsplan für grünen Wasserstoff 2023-2030 veröffentlicht, der Arbeitslinien mit kurz- und mittelfristigen Meilensteinen und klaren Verantwortlichkeiten vorgibt, die den Aufbau der grünen Wasserstoffindustrie und ihrer Derivate im Land ermöglichen.<sup>175</sup>

Um das Potenzial erneuerbarer Energien, Energieeffizienz und grünen Wasserstoffs zu fördern, hat Chile gemeinsam mit Deutschland in 2019 eine Energiepartnerschaft geschlossen.<sup>176</sup> Aus dieser Partnerschaft heraus haben sich die gemeinsamen Projekte *Power-to-MEDME* und *Haru Oni* entwickelt. Im Rahmen des Projekts Power-to-MEDME errichtet die Firma Linde in der Atacama-Wüste in Chile eine Power-to-X-Anlage zur Produktion von grünem Wasserstoff, Methanol und Dimethylether (DME).<sup>177</sup> Haru Oni ist die weltweit erste kommerziell integrierte Anlage zur Herstellung von klimaneutralem Kraftstoff. Die von Siemens Energy und HIF im chilenischen Teil Patagoniens errichtete Power-to-Methanol-Anlage erzeugt mit Strom aus Windkraftanlagen grünen Wasserstoff. Dieser wird in weiteren Prozessschritten zur Herstellung von synthetischem Kraftstoff verwendet.<sup>178,179</sup>

Die bereits bestehenden Beziehungen zwischen Deutschland und Chile könnten für den Aufbau einer Partnerschaft hinsichtlich des Exports von synthetischen Kraftstoffen von Vorteil sein.<sup>180</sup> Darüber hinaus unterhält Chile auch Beziehungen zur EU, beispielsweise im Rahmen der Partnerschaft „Team Europe Initiative for the development of Green Hydrogen“ (GH2 TEI), einem gemeinsamen Projekt der EU und ihrer Mitgliedstaaten zur Förderung der Zusammenarbeit mit Chile im Hinblick auf die Entwicklung einer grünen Wasserstoffwirtschaft.<sup>181</sup>

Des Weiteren wird die Energieinfrastruktur und -logistik als mit jener in Australien vergleichbar erachtet und gilt damit als relativ gut ausgebaut.<sup>182</sup> Allerdings stellt die aktuelle Auslastung der Stromübertragungsleitungen in Chile eine Herausforderung für die Energieversorgung dar. Das rapide Wachstum und der Ausbau regenerativer Energieprojekte haben die Kapazität bestehender Übertragungsleitungen überstiegen, was zu Überlastungsproblemen und Einschränkungen bei der Einspeisung dieser Energie in das Stromnetz geführt hat.<sup>183</sup> Dies ist

---

<sup>174</sup> Vgl. Gobierno de Chile, Ministerio de Energía, 2020.

<sup>175</sup> Vgl. Gobierno de Chile, Ministerio de Energía, 2023.

<sup>176</sup> Vgl. Energy Partnership Chile-Alemania, 2024; BMWK, 2024a.

<sup>177</sup> Vgl. BMWK, 2024b.

<sup>178</sup> Vgl. BMWK, 2024c.

<sup>179</sup> Vgl. HIF 2024b.

<sup>180</sup> Vgl. ZSW, 2020a.

<sup>181</sup> Vgl. Delegation der Europäischen Union in Chile, 2022.

<sup>182</sup> Vgl. ZSW, 2020a.

<sup>183</sup> Vgl. Energía Estratégica, 2023.

allerdings dann von untergeordneter Bedeutung für die reFuels Produktion, wenn die Elektrolyseure in räumlicher Nähe zu den Stromerzeugungsanlagen (Wind, Sonne) stehen.

### C.4 Finnland

Finnland zeichnet sich durch gute Windstandorte, eine gute Verfügbarkeit von anrechenbaren Kohlenstoffquellen und stabile politische Rahmenbedingungen sowie ein investitionsfreundliches Geschäftsumfeld als potenzielles reFuel-Lieferland aus. Finnland verfolgt mit seiner Wasserstoffstrategie das Ziel, die Produktion von grünem Wasserstoff und reFuels zu fördern und ein bedeutender Exporteur von grünem Wasserstoff innerhalb der EU zu werden.

**Standortqualität für die Erzeugung von Grünstrom.** Im Jahr 2022 stammten 53 % des in Finnland erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien. Dabei dominiert Energie aus Wasserkraft mit einem Anteil von 19 % an der Gesamtstromerzeugung die erneuerbare Energieerzeugung, gefolgt von Windenergie mit 17 % und Bioenergie mit ebenfalls 17 %.<sup>184</sup>

Die Volllaststunden von Windenergieanlagen liegen in Finnland bei bis zu etwa 2.340 h/a (Onshore) bzw. bis zu 3.980 h/a (Offshore).<sup>185</sup>

**Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Kohlenstoffquellen.** Finnland verfügt sowohl über biogene Kohlenstoffquellen (u.a. aus der Produktion von erneuerbarem Ethanol<sup>186</sup>) als auch über industrielle Punktquellen.

Als das am dichtesten bewaldete Land Europas bedecken Wälder mehr als 70 Prozent der Landfläche Finnlands, wobei insgesamt 20,3 Millionen Hektar für die Holzproduktion genutzt werden.<sup>187</sup> Finnland hat die Abscheidung, Nutzung und Speicherung von Kohlendioxid zu einer zentralen Säule seiner nationalen Klimapolitik gemacht. Jährlich fallen rund 28 Millionen Tonnen biogenes Kohlendioxid als Nebenprodukt der industriellen Holzverarbeitung und Energieerzeugung an. Derzeit sind etwa 15 Projekte geplant, um dieses biogene Kohlendioxid abzutrennen, vor allem für die Herstellung synthetischer Kraftstoffe. Das angestrebte Nutzungsvolumen für biogenes Kohlendioxid aus diesen Projekten wird auf ca. 1,1 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr geschätzt.<sup>188</sup>

Außerdem können in Finnland industrielle Punktquellen (entsprechend Abbildung 30) als Kohlenstoffquelle genutzt werden, da Finnland Teil des EU-ETS ist und somit das Kriterium eines

---

<sup>184</sup> Vgl. IEA, 2024.

<sup>185</sup> Vgl. ENTSO-E & ENTSOG, 2024.

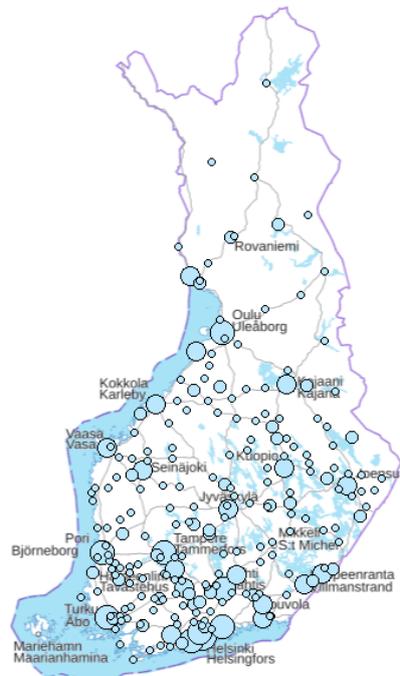
<sup>186</sup> Finnland verfügt über eine installierte Produktionskapazität von 81 Millionen Litern für erneuerbares Ethanol. Siehe: e-PURE, 2022.

<sup>187</sup> Vgl. Metsähallitus, 2024.

<sup>188</sup> Vgl. H2 Cluster Finland, 2024.

„effektiven CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem“ erfüllt ist.<sup>189</sup> Darüber hinaus erhebt Finnland eine CO<sub>2</sub>-Steuer, deren Preisniveau mit etwa 100 USD/tCO<sub>2</sub>e im weltweiten Vergleich sehr hoch ist.<sup>190</sup>

**Abbildung 30 Punktquellenemissionen in Finnland 2015**



Quelle: SYKE, 2018

Hinweis: Punktquellenemissionen beziehen sich auf Emissionen aus großen Energieerzeugungs- und Industrieanlagen. Sie werden mit dem Finnischen Regionalen Emissionsszenario-Modell (Finnish Regional Emission Scenario (FRES) model) des Finnischen Umweltinstituts berechnet und sind keine offiziell gemeldeten Emissionen.

**Wasserverfügbarkeit.** Finnland leidet im Allgemeinen nicht unter Wasserknappheit, was im Ländervergleich ein Standortvorteil bei der Produktion von synthetischen Kraftstoffen ist. Laut dem Nationalen Wasserstressranking 2019 des WRI wird der Baseline-Wasserstress im Landesdurchschnitt als niedrig eingestuft, da Finnland weltweit zu den 10 % Ländern mit der geringsten Wasserknappheit zählt.<sup>191</sup>

**Politische Stabilität und Geschäftsfreundlichkeit.** Finnland kann anhand verschiedener Indikatoren als vollständige Demokratie bewertet werden, die besonders resistent gegen Korruption ist:

- Der Demokratieindex 2023 des EIU stuft Finnland als vollständige Demokratie ein, was der höchstmöglichen Kategorie des Index entspricht.<sup>192</sup>

<sup>189</sup> Vgl. EC, 2024.

<sup>190</sup> Vgl. Weltbank, 2024 (Figure 7).

<sup>191</sup> Vgl. WRI, 2022.

<sup>192</sup> Vgl. EIU, 2024.

- Die Governance-Indikatoren der Weltbank (Stand 2022) für Finnland zeigen ein besonders positives Gesamtbild. Besonders herausragend ist der Wert für den Indikator „Korruptionskontrolle“, der nahe am Maximalwert für eine starke Governance-Leistung des Landes liegt.<sup>193</sup>
- Der Korruptionswahrnehmungsindex 2023 von Transparency International stuft Finnland mit 87 von 100 Punkten ein, was Finnland den 2. Rang im weltweiten Vergleich einbringt. Diese Einschätzung harmoniert mit der Bewertung der Governance-Indikatoren zur Qualität der Korruptionskontrolle.<sup>194</sup>
- Im Januar 2024 betrug die Länderrisikoprämie für Finnland laut der NYU 0,6 %. Dies deutet darauf hin, dass Investitionen in Finnland im Vergleich zu Investitionen in die USA (als entwickeltes Referenzland) mit einem zusätzlichen Risiko von 0,6 % verbunden sind.<sup>195</sup>
- Finnlands 20. Platz in der Rangliste der Weltbank zur Geschäftsfreundlichkeit im Jahr 2019 zeigt, dass das Land ein stabiles Geschäftsumfeld bietet.<sup>196</sup>

### **Entwicklungsstand der H2-Wirtschaft.**

Im Jahr 2022 wurde die nationale Klima- und Energiestrategie veröffentlicht, welche einen Unterabschnitt zu Wasserstoff und E-Kraftstoffen enthält. Dieser Abschnitt fungiert als nationale Wasserstoffstrategie. Die Strategie zielt darauf ab, die Förderung der Wasserstoffwirtschaft und von E-Kraftstoffen sowie die Festlegung quantitativer Ziele für die Wasserstoff-Elektrolysekapazität zu gewährleisten.<sup>197</sup> Konkretere Wasserstoffziele werden in der „Resolution on Hydrogen“ vom Februar 2023 definiert. Finnland strebt danach an, europäischer Spitzenreiter in der Wasserstoffwirtschaft zu werden, und möchte bis 2030 in der Lage sein, 10 % des emissionsfreien Wasserstoffs der EU zu produzieren. Des Weiteren ist vorgesehen, dass der Anteil von aus grünem Wasserstoff hergestellten E-Kraftstoffen bis 2030 3 % der im Transport eingesetzten Kraftstoffe des Landes ausmacht.<sup>198</sup>

Abbildung 31 zeigt eine Auswahl von 38 geplanten Projekten für „grünen“ Wasserstoff in Finnland. Die Elektrolysekapazität der Projekte beläuft sich insgesamt auf 9.000 MW, ihre Initiierung ist zwischen 2024 und 2025 vorgesehen. Darüber hinaus wurde im Mai 2024 der Bau einer neuen Pilotanlage zur Wasserstoffproduktion in der Region Källa östlich von Helsinki angekündigt.<sup>199</sup>

---

<sup>193</sup> Vgl. Weltbank, 2023b.

<sup>194</sup> Vgl. Transparency International, 2024.

<sup>195</sup> Vgl. NYU, 2024.

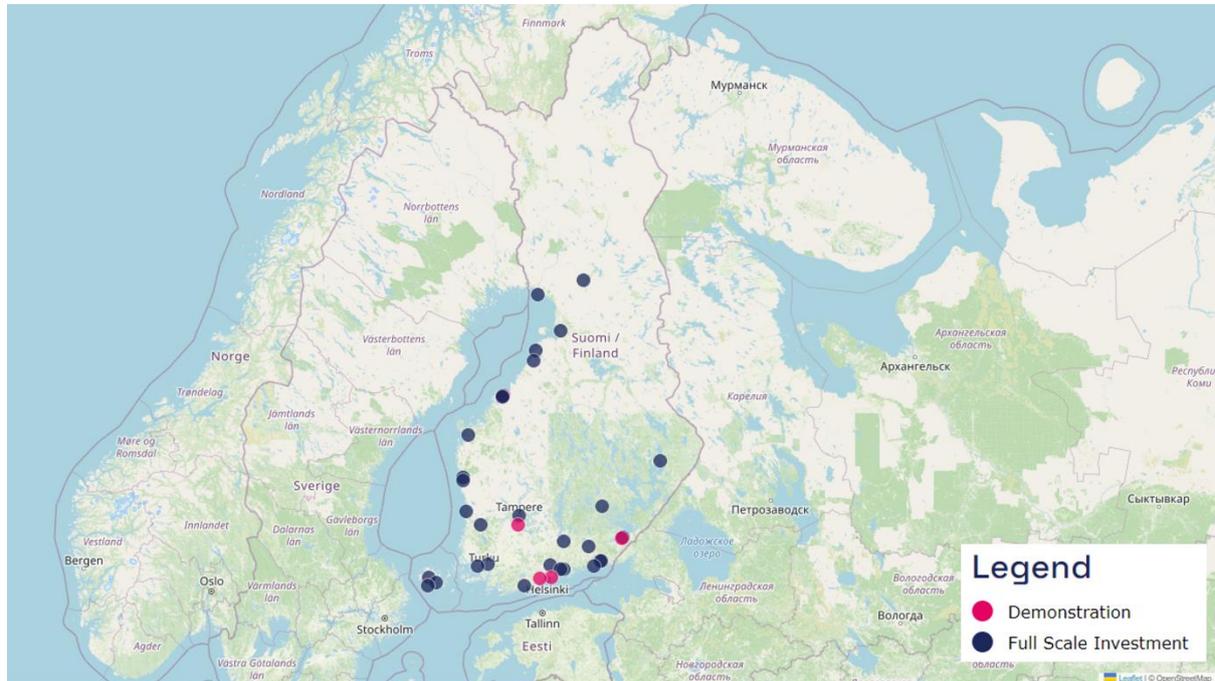
<sup>196</sup> Vgl. Weltbank, 2019.

<sup>197</sup> Finnish government, 2022.

<sup>198</sup> Finnish Government, 2023a & 2023b.

<sup>199</sup> Fortum, 2024.

Abbildung 31 Ausgewählte Projekte für sauberen Wasserstoff in Finnland



Quelle: Hydrogen Cluster Finland, <https://h2cluster.fi/projects/>

## C.5 Kanada

Kanada verfügt über sehr gute Windstandorte und könnte für die Herstellung von reFuels sowohl auf biogene Kohlenstoffquellen sowie potenziell auf industrielle Kohlenstoffquellen zurückgreifen. Zudem weist Kanada stabile politische Rahmenbedingungen und ein stabiles Geschäftsumfeld auf. Kanada verfolgt ambitionierte Ziele im Bereich der Produktion von kohlenstoffarmem Wasserstoff und hat mit Deutschland bereits ein Wasserstoffabkommen über den zukünftigen Import von grünem Wasserstoff geschlossen. Der Fokus der Wasserstoffstrategie liegt dabei jedoch klar auf grünem Wasserstoff und nicht auf kohlenstoffbasierten reFuels.

**Standortqualität für die Erzeugung von Grünstrom.** Im Jahr 2022 stammten 69 % des in Kanada erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien. Dabei dominiert Energie aus Wasserkraft mit einem Anteil von 61 % an der Gesamtstromerzeugung die erneuerbare Energieerzeugung, gefolgt von Windenergie mit 6 %.<sup>200</sup>

Volllaststunden für Windenergie-Anlagen liegen an Küstenstandorten bei bis zu etwa 4.530 h/a. Das langfristige PtX-Erzeugungspotenzial für reFuels<sup>201</sup> liegt gemäß Schätzungen des

<sup>200</sup> Vgl. IEA, 2024.

<sup>201</sup> Hier: Fischer-Tropsch-Kraftstoff (Diesel, Kerosin). Die potenziellen Erzeugungsmengen für andere PtX-Produkte befinden sich auf einem vergleichbaren Niveau. Für weitere Informationen siehe Fraunhofer IEE, 2024.

Global PtX-Atlas insgesamt bei etwa 2.760 TWh/a (rein basierend auf Windenergie).<sup>202</sup> Dies entspricht einem Erzeugungspotenzial von etwa 300 Milliarden Liter synthetischen Kraftstoff pro Jahr.<sup>203</sup>

**Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Kohlenstoffquellen.** Kanada verfügt sowohl über biogene Kohlenstoffquellen als auch über industrielle Punktquellen.

Biogene Kohlenstoffquellen könnten in Kanada zum einen aus den Umwandlungsprozessen von Biomasse in Bioethanol in der Bioethanolproduktion stammen. Das Land rangiert hinter den USA, Brasilien, der EU und China an fünfter Stelle bei der Ethanolproduktion und verzeichnete im Jahr 2021 eine Produktion von 434 Millionen Gallonen Ethanol, wie in Abbildung 3 in Abschnitt 2.2.2 dargestellt. Die Ethanolproduktion in Kanada erfolgt primär auf Basis von Mais und Weizen.<sup>204</sup>

Zudem könnte Kanada, das über eine umfangreiche Forstwirtschaft verfügt, biogene Kohlenstoffemissionen aus der Holzverarbeitungsindustrie nutzen. Bei der Holzverarbeitung werden biogene Kohlenstoffemissionen insbesondere durch die Verbrennung von Holzresten freigesetzt, die beispielsweise direkt zur Erzeugung von Wärme für die Trocknung von Holzprodukten eingesetzt werden. So verfügt Kanada mit einer Waldfläche von 367 Millionen Hektar über große forstwirtschaftliche Flächen, die etwa 37% des Landes bedecken (Stand 2022). Die Wälder erstrecken sich diese Wälder von den Atlantik- bis zu den Pazifikküsten und bis zur arktischen Baumgrenze. Etwa 45% der Wälder auf öffentlichem Land dienen kommerziellen Zwecken. Die Gebiete zur Holzproduktion befinden sich hauptsächlich in den sog. „Ökoregionen“ Boreal Shield, Atlantische Maritimzone, Montane Cordillera und Pazifische Maritimzone.<sup>205</sup>

In Bezug auf industrielle Punktquellen sind insbesondere die Regionen in und um Alberta sowie im Süden von Ontario und Quebec relevant, wo industrielle Sektoren angesiedelt sind (Abbildung 32). In diesen Regionen sind die Treibhausgasemissionen am höchsten.

---

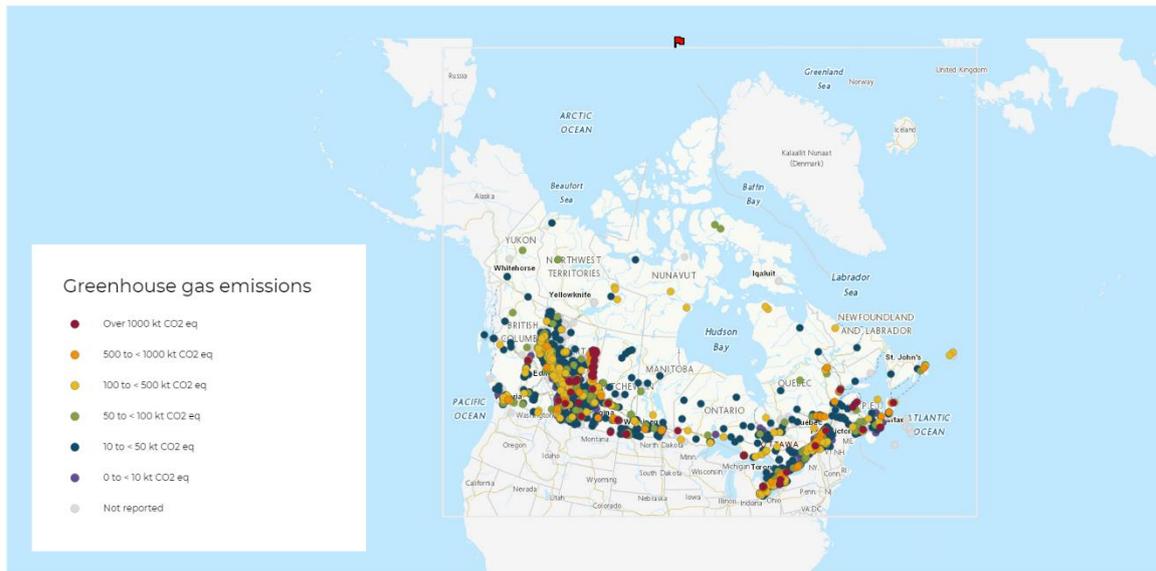
<sup>202</sup> Vgl. Fraunhofer IEE, 2024. Zu beachten ist, dass es sich bei den Potenzialangaben im PtX-Atlas um eine langfristige Potenzialabschätzung für das Zieljahr 2050 handelt, bei der die Nutzung von Direct-Air-Capture zur Kohlenstoffgewinnung unterstellt wird (vergleiche Abschnitt 3.2.1).

<sup>203</sup> Das Erzeugungspotenzial für reFuels in TWh(PtL) wurde für Hybrid-, Wind- und PV-Erzeugung aggregiert und unter Verwendung eines Heizwerts für Kerosin von 9,28 kWh/l umgerechnet.

<sup>204</sup> Vgl. NRC, 2024c.

<sup>205</sup> Vgl. NRC, 2021 & 2023.

Abbildung 32 Treibhausgasemissionen von Großanlagen in Kanada 2014



Quelle: NRC, 2024b.

Seit 2019 gilt in jeder Provinz und Territorium in Kanada eine Kohlenstoffpreisregelung, die jedoch in den jeweiligen lokalen Ausgestaltungen variieren kann. Kanadas Ansatz ist hierbei flexibel: Jede Region kann ihr eigenes Preissystem gemäß den lokalen Anforderungen gestalten oder sich für das föderale Preissystem entscheiden. Die kanadische Bundesregierung hat Mindeststandards festgelegt, die alle Systeme erfüllen müssen, um sicherzustellen, dass sie vergleichbar und effektiv zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen beitragen. Sollte eine Region keine Bepreisung einführen oder ein System vorschlagen, das diesen Standards nicht entspricht, greift das föderale System.<sup>206</sup> Insgesamt ist das Preisniveau und der Grad der Emissionsabdeckung der CO<sub>2</sub>-Bepreisung niedriger als in der EU.<sup>207</sup> Derzeit sind weder das föderale System, noch die regionalen Systeme zur CO<sub>2</sub>-Bepreisung durch die Europäische Kommission als effektives CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem eingestuft, so dass eine Anrechnung von industriellen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der reFuel-Produktion gemäß Vorgaben der EU derzeit nicht möglich wäre.

**Wasserverfügbarkeit.** Kanada leidet im Allgemeinen nicht unter Wasserknappheit, was im Ländervergleich ein Standortvorteil bei der Produktion von synthetischen Kraftstoffen ist. Laut dem Nationalen Wasserstressranking 2019 des WRI gehört das Land weltweit zur zweitniedrigsten Kategorie in Bezug auf Wasserstress und wird als Region mit niedrigem bis mittlerem Wasserstress eingestuft.<sup>208</sup>

<sup>206</sup> Vgl. ECCC, 2024.

<sup>207</sup> Vgl. Weltbank, 2023a (Figure 10).

<sup>208</sup> Vgl. WRI, 2022.

**Politische Stabilität und Geschäftsfreundlichkeit.** Kanada kann auf Basis von verschiedenen Indikatoren als ein demokratisches Land mit stabilen politischen Rahmenbedingungen bewertet werden:

- Der Demokratieindex 2023 des EIU stuft Kanada als vollständige Demokratie ein, was der höchstmöglichen Kategorie des Index entspricht.<sup>209</sup>
- Die Governance-Indikatoren der Weltbank (Stand 2022) für Kanada zeigen insgesamt positive Ergebnisse. Die Kategorie „politische Stabilität und Abwesenheit von Gewalt“ ist etwas schwächer positiv bewertet, während alle anderen Kategorien sehr deutlich auf eine sehr positiv wahrgenommene Governance in Kanada hinweisen.<sup>210</sup>
- Der Korruptionswahrnehmungsindex 2023 von Transparency International zählt Kanada mit 76 von 100 Punkten zu den 10% korruptionsfreiesten Ländern der Welt.<sup>211</sup>
- Im Januar 2024 betrug die Länderrisikoprämie für Kanada laut der NYU 0 %. Dies zeigt, dass die Differenz zwischen den Marktzinsen eines Referenzlandes (in diesem Fall die USA) und denen von Kanada gering bis nicht existent ist. Es besteht also kein zusätzliches Risiko für Investitionen in Kanada im Vergleich zu Investitionen in die USA, die als entwickelter Referenzmarkt („mature market“) angesehen werden.<sup>212</sup>
- Kanadas 23. Platz in der Rangliste der Weltbank zur Geschäftsfreundlichkeit im Jahr 2019 zeigt, dass das Land ein stabiles Geschäftsumfeld bietet.<sup>213</sup>

**Entwicklungsstand der H2-Wirtschaft.** Kanada hat im Dezember 2020 eine nationale Wasserstoffstrategie veröffentlicht. Diese zielt darauf ab, dass sich Kanada zu einem weltweit führenden Produzenten, Anwender und Exporteur von kohlenstoffarmem Wasserstoff und den dazugehörigen Technologien entwickelt.<sup>214</sup> Auch wenn der Fokus der Strategie auf Wasserstoff als Endprodukt liegt, wird die Weiterverarbeitung des Wasserstoffs zu reFuels (u.a. für industrielle Anwendungen sowie Anwendungen im Luft- und Schiffsverkehr) sowohl für den kanadischen Markt, als auch für Exporte, anvisiert.<sup>215</sup>

Im Jahr 2024 wurde ein Fortschrittsbericht veröffentlicht, der den Stand der Umsetzung der Wasserstoffstrategie und den Aufbau einer kohlenstoffarmen Wasserstoffwirtschaft dokumentiert.<sup>216</sup> Die Entwicklungen im Bereich Wasserstoff, die seit 2020 entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette in Kanada gemäß dem Fortschrittsbericht 2024 stattgefunden haben, sind in Abbildung 33 dargestellt. Daraus geht hervor, dass die Provinzen British Co-

---

<sup>209</sup> Vgl. EIU, 2024.

<sup>210</sup> Vgl. Weltbank, 2023b.

<sup>211</sup> Vgl. Transparency International, 2024.

<sup>212</sup> Vgl. NYU, 2024.

<sup>213</sup> Vgl. Weltbank, 2019.

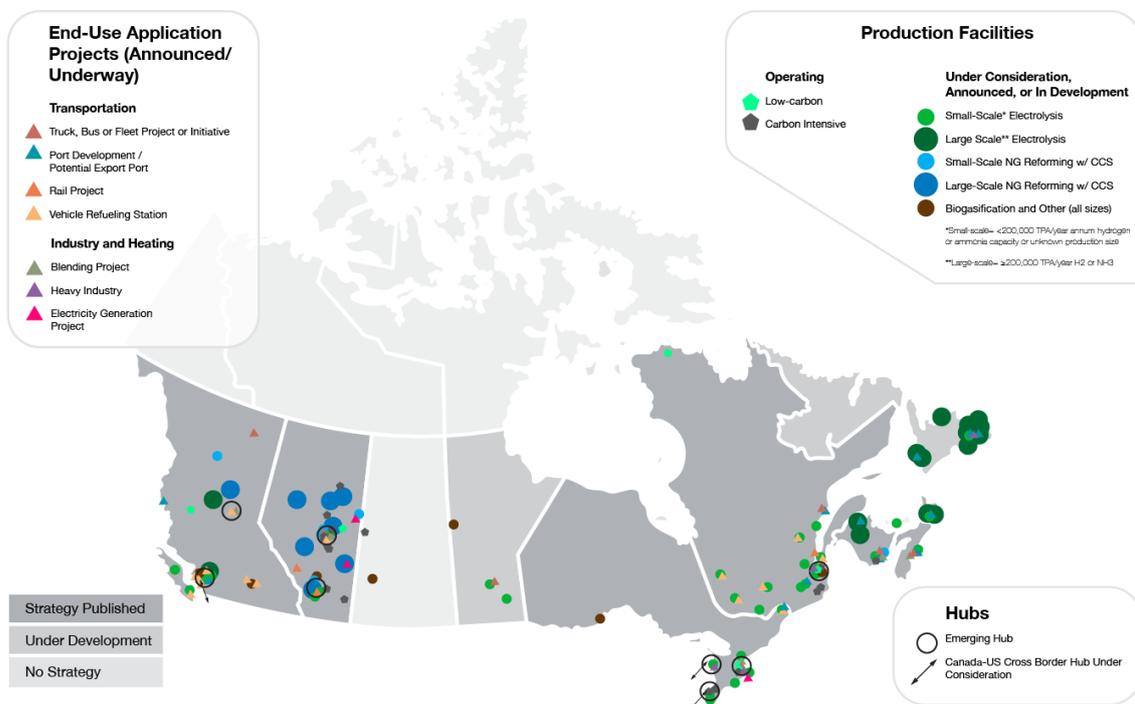
<sup>214</sup> Vgl. NRC, 2020.

<sup>215</sup> Vgl. ebd., Executive Summary – S. XV; S.37 & S.73.

<sup>216</sup> Vgl. NRC, 2024a.

lumbia, Alberta, Ontario, Quebec, New Brunswick und Nova Scotia die nationale Wasserstoffstrategie durch ihre eigenen Provinzstrategien ergänzen; Manitoba und Neufundland und Labrador haben Strategien in Entwicklung; Saskatchewan, Prince Edward Island und die Territorien besitzen keine Strategien. Die Karte zeigt auch, dass Cluster für Wasserstoffproduktion sowie Endverbrauchsprojekte in British Columbia (Vancouver, Prince George), Alberta (Edmonton, Calgary und Alberta Industrial Heartland), Ontario (Toronto, Sarnia und Bruce County), Quebec (Montreal bis Quebec City) und an einigen Küsten von New Brunswick, Nova Scotia und Neufundland und Labrador zu finden sind.

**Abbildung 33 Wasserstoffentwicklungen in Kanada seit 2020 – Produktion, Endverbrauch, Hubs und Strategien**



Quelle: NRC, 2024a.

Hinweis: Karte auf Stand Dezember 2023.

Die Beziehungen zwischen Kanada und Deutschland zeichnen sich durch eine enge Zusammenarbeit in der Wasserstoffforschung und -entwicklung aus. Seit 2020 fördern das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und der kanadische Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC) gemeinsam zehn Projekte zur Stärkung des deutsch-kanadischen Netzwerks in der Wasserstoffforschung. Die Kooperation basiert auf den nationalen Wasserstoffstrategien beider Länder und den gemeinsamen politischen Prioritäten in der Energie- und Klimapolitik.<sup>217</sup> Seit 2021 besteht eine intensive Energiepartnerschaft zwischen Deutschland und Kanada, die sich insbesondere auf das Thema Wasserstoff

<sup>217</sup> Vgl. BMBF, 2023.

konzentriert.<sup>218</sup> Um den weltweiten Ausbau von grünem Wasserstoff zu beschleunigen, hat die Bundesregierung im August 2022 zudem ein Wasserstoffabkommen mit Kanada unterzeichnet. Ziel des Abkommens ist unter anderem der Aufbau einer transatlantischen Lieferkette für grünen Wasserstoff. Ab 2025 sollen erste Lieferungen aus Kanada nach Deutschland erfolgen.

Die gemeinsame Absichtserklärung vom August 2022 zur Gründung einer deutsch-kanadischen Wasserstoffallianz verfolgt das Ziel, bis 2030 eine transatlantische Wasserstoffversorgungskette aufzubauen. Seit der Gründung der Partnerschaft wurden bereits eine Arbeitsgruppe eingerichtet, Lieferkettenanalysen durchgeführt und gemeinsame Finanzierungsmöglichkeiten geprüft, darunter ein Memorandum of Understanding, das im März 2024 unterzeichnet wurde.<sup>219</sup> Im Rahmen der deutsch-kanadischen Wasserstoffallianz ist in naher Zukunft eine deutsch-kanadische H2Global-Auktion für sauberen Wasserstoff und grünen Ammoniak geplant. Hierfür haben Kanada und Deutschland im August 2024 zugesagt, jeweils 200 Millionen Euro bereitzustellen.<sup>220</sup>

Zuletzt fördern Deutschland und Kanada seit Oktober 2022 vier gemeinsame Projekte, an denen kleine und mittlere Unternehmen (KMU) beteiligt sind. Das Bundesforschungsministerium stellt dafür insgesamt 2,5 Millionen Euro zur Verfügung. Im Fokus der ausgewählten Projekte stehen die Kostenminimierung bei der Wasserstoffproduktion, die Integration von Wasserstoff in industrielle Wertschöpfungsketten sowie fortschrittliche Verfahren zur Wasserstoffherstellung.<sup>221</sup>

### C.6 Norwegen

Norwegen zeichnet sich durch eine bereits heute nahezu vollständig auf erneuerbaren Energien beruhende Stromerzeugung, gute Standortbedingungen für die Grünstromerzeugung auf Basis von Offshore-Wind, Verfügbarkeit sowohl von biogenen als auch nach EU-Vorgaben anrechenbare industriellen Kohlenstoffquellen und ein stabiles politisches Umfeld aus. Zudem verfolgt Norwegen ambitionierte Pläne im Bereich der Wasserstoff- und reFuels-Produktion. Norwegen und Deutschland sind bereits langjährige Handelspartner in Bezug auf fossile Energieträger, und auch in Bezug auf Wasserstoff besteht eine deutsch-norwegische Zusammenarbeit.

#### ***Standortqualität für die Erzeugung von Grünstrom.***

---

<sup>218</sup> Vgl. BMWK, 2024a.

<sup>219</sup> Vgl. NRC, 2024a; BMBF, 2023.

<sup>220</sup> Vgl. H2Global Stiftung, 2024b.

<sup>221</sup> Vgl. BMBF, 2023.

Im Jahr 2022 stammten 99 % des in Norwegen erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien. Dabei dominiert Energie aus Wasserkraft mit einem Anteil von 88 % an der Gesamtstromerzeugung die erneuerbare Stromerzeugung, gefolgt von Windenergie mit 10 %.<sup>222</sup> Durch den hohen Anteil der Grünstromerzeugung müssen für in Norwegen erzeugten grünen Wasserstoff die Grünstromkriterien der RED II nicht nachgewiesen werden (vergleiche Abschnitt 2.2.1). Dies bedeutet, dass in Norwegen prinzipiell auch Bestandsanlagen für die Produktion von reFuels genutzt werden können.

Die Volllaststunden für Windenergieanlagen erreichen in Norwegen bis zu etwa 4.000 h/a (Onshore) bzw. bis zu 4.300 h/a (Offshore).<sup>223</sup>

**Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Kohlenstoffquellen.** In Norwegen sind sowohl biogene Kohlenstoffquellen als auch industrielle Punktquellen für die reFuels-Produktion nutzbar:

- Norwegen verfügt über große Waldflächen – insgesamt beläuft sich die Waldfläche Norwegens auf etwa 12 Million Hektar, wovon ca. die Hälfte wirtschaftlich genutzt wird (Stand 2016).<sup>224</sup> Biogene Kohlenstoffemissionen entstehen in Norwegen maßgeblich in Prozessen der Zellstoff- und Papierindustrie, bei der Holzverarbeitung und der Abfallwirtschaft durch Verbrennung von Reststoffen. Insgesamt belaufen sich die biogenen Kohlenstoffemissionen derzeit auf ca. 1,3 Mio. t. pro Jahr, was allerdings deutlich unter dem Niveau von anderen skandinavischen Ländern wie Finnland (27,6 Mio. t pro Jahr) oder Schweden (33,4 Mio. t pro Jahr) liegt.<sup>225</sup> Für eine geplante efuels-Anlage von Norsk e-fuel in Nord-Norwegen ist der Einsatz von biogenem CO<sub>2</sub> geplant.<sup>226</sup>
- In Bezug auf industrielle Kohlenstoffquellen ist in Norwegen u.a. die Öl- und Gasindustrie<sup>227</sup>, die Metallindustrie (hier insbesondere die Herstellung von Primäraluminium)<sup>228</sup>, und die Zementindustrie relevant. Die reFuel-Produktion in einem geplanten Pilotprojekt von Nordic Electrofuel soll auf Basis von Kohlenstoff eines Eisen/Siliziummangan-Werks erfolgen.<sup>229</sup> Kohlenstoffemissionen aus dem Zementwerk in Brevik sollen über das Longship CCS-Projekt abgeschieden und abtransportiert werden.<sup>230</sup>

Norwegen ist nicht Mitglied der EU, ist aber Teil des Europäischen Wirtschaftsraums und nimmt am EU ETS teil, wodurch industrielle Punktquellen für die Herstellung synthetischer Kraftstoffe nach EU-Vorgaben anrechenbar sind. Darüber hinaus erhebt Norwegen eine nationale CO<sub>2</sub>-Steuer, welche mehr als 60 % aller Emissionen in Norwegen abdeckt und

---

<sup>222</sup> Vgl. IEA, 2024.

<sup>223</sup> Vgl. ENTSO-E & ENTSO-G, 2024.

<sup>224</sup> Vgl. Government of Norway, 2021b.

<sup>225</sup> Vgl. ERM, 2022.

<sup>226</sup> Vgl. Klimpo, 2024.

<sup>227</sup> Vgl. IEA, 2024.

<sup>228</sup> Vgl. Government of Norway, 2001.

<sup>229</sup> Vgl. Nordic Electrofuel, 2024.

<sup>230</sup> Vgl. Heidelberg Materials, 2020 & 2024; Global Cement, 2020.

mit ca. 95 USD/tCO<sub>2</sub>/e im weltweiten Vergleich eine hohe Steuerbelastung darstellt.<sup>231</sup> Click or tap here to enter text.

**Wasserverfügbarkeit.** Norwegen verfügt im Allgemeinen über reichlich Süßwasserressourcen, was dem Land einen Standortvorteil bei der Produktion von synthetischen Kraftstoffen verschafft. Laut dem Nationalen Wasserstressranking 2019 des WRI wird der Baseline-Wasserstress im Landesdurchschnitt als niedrig eingestuft, da Norwegen weltweit zu den 10 % Ländern mit der geringsten Wasserknappheit zählt.<sup>232</sup>

**Politische Stabilität und Geschäftsfreundlichkeit.** Norwegen kann anhand verschiedener Indikatoren als vollständige Demokratie bewertet werden, die besonders resistent gegen Korruption ist:

- Der Demokratieindex 2023 des EIU stuft Norwegen als vollständige Demokratie ein, was der höchstmöglichen Kategorie des Index entspricht.<sup>233</sup>
- Die Governance-Indikatoren der Weltbank (Stand 2022) für Norwegen zeigen ein positives Gesamtbild. Norwegen schneidet besonders stark in der Kategorie „Korruptionskontrolle“ ab, etwas schwächer in der Kategorie „politische Stabilität und Abwesenheit von Gewalt“.<sup>234</sup>
- Der Korruptionswahrnehmungsindex 2023 von Transparency International stuft Norwegen mit 84 von 100 Punkten ein, was Norwegen den 4. Rang im weltweiten Vergleich einbringt. Diese Einschätzung harmoniert mit der Bewertung der Governance-Indikatoren zur Qualität der Korruptionskontrolle.<sup>235</sup>
- Im Januar 2024 betrug die Länderrisikoprämie für Norwegen laut der NYU 0 %. Dies zeigt, dass die Differenz zwischen den Marktzinsen eines Referenzlandes (in diesem Fall die USA) und denen von Norwegen gering bis nicht existent ist. Es besteht also kein zusätzliches Risiko für Investitionen in Norwegen im Vergleich zu Investitionen in die USA, die als entwickelter Referenzmarkt („mature market“) angesehen werden.<sup>236</sup>
- Norwegen belegte den 9. Platz in der Rangliste der Weltbank zur Geschäftsfreundlichkeit im Jahr 2019. Norwegen zeichnet sich damit als ein Land mit einem sehr stabilen und günstigen Geschäftsumfeld aus.<sup>237</sup>

**Entwicklungsstand der H<sub>2</sub>-Wirtschaft.** Bereits 2005 legten die Ministerien für Erdöl und Energie sowie für Verkehr und Kommunikation mit der ersten nationalen Wasserstoffstrategie den Grundstein für Norwegens Wasserstoffzukunft. Im Juni 2020 stellte die Regierung eine

---

<sup>231</sup> Vgl. Weltbank, 2024 (Figure 7).

<sup>232</sup> Vgl. WRI, 2022.

<sup>233</sup> Vgl. EIU, 2024.

<sup>234</sup> Vgl. Weltbank, 2023b.

<sup>235</sup> Vgl. Transparency International, 2024.

<sup>236</sup> Vgl. NYU, 2024.

<sup>237</sup> Vgl. Weltbank, 2019.

neue norwegische Wasserstoffstrategie vor, die zur Entwicklung neuer emissionsarmer Technologien und Lösungen im Rahmen der Transformation des Energiesystems beitragen soll.<sup>238</sup>

Die Strategie wurde im Juni 2021 durch eine detaillierte Roadmap ergänzt, die konkrete Ziele definiert. Bis 2025 sollen in Zusammenarbeit mit dem privaten Sektor fünf Wasserstoff-Hubs im maritimen Transportbereich, sowie ein bis zwei Industrieprojekte mit Produktionsanlagen, entstehen. Zudem sind fünf bis zehn Pilotprojekte geplant, um neue, kosteneffiziente Wasserstofflösungen und -technologien zu entwickeln und zu demonstrieren. Außerdem wird eine verstärkte Finanzierung für die Entwicklung von Infrastruktur und Märkten für Wasserstoff vorgesehen, einschließlich der Einrichtung eines Forschungszentrums für umweltfreundliche Energie mit Fokus auf Wasserstoff und Ammoniak. Mittelfristig, bis 2030, soll Wasserstoff als realistische Alternative im maritimen Sektor etabliert werden, mit Aussicht auf marktbasierendes Wachstum. Bis 2050 soll sich in Norwegen ein Markt für die Produktion und Nutzung von Wasserstoff etabliert haben.<sup>239</sup>

Abbildung 34 bietet einen Überblick über die derzeit geplanten und bereits laufenden Projekte für erneuerbaren und kohlenstoffarmen Wasserstoff. Diese Projekte umfassen die Produktion von Wasserstoff und Wasserstoff-Derivaten, den Verbrauch, Forschung und Entwicklung sowie die Technologieskalierung. Im reFuel-Bereich sind Beispiele für geplante Projekte die bereits zuvor genannten Projekte von Nordic Electrofuel in Herøya<sup>240</sup> und von Norsk e-fuel in Møsjen.<sup>241</sup>

---

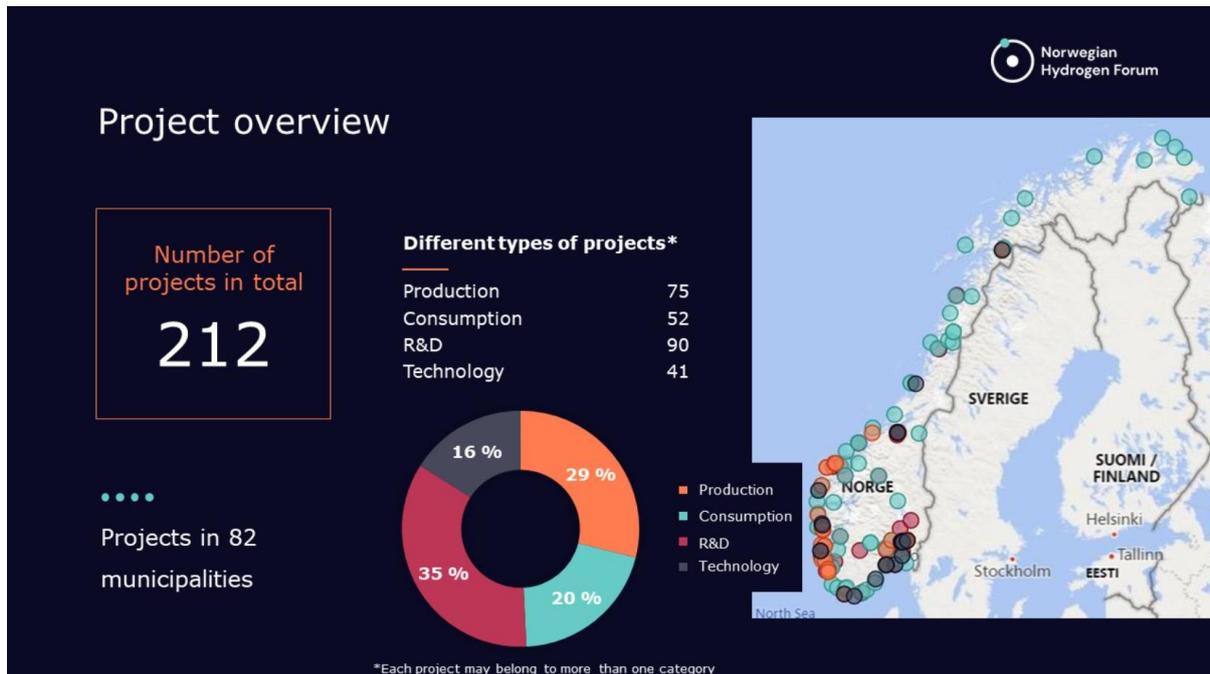
<sup>238</sup> Vgl. Government of Norway, 2020.

<sup>239</sup> Vgl. Government of Norway, 2021a.

<sup>240</sup> Vgl. Nordic Electrofuel, 2024.

<sup>241</sup> Vgl. Norsk e-fuel, 2024.

Abbildung 34 Geplante und existierende Wasserstoff Projekte in Norwegen 2024



Quelle: Norwegian Hydrogen Forum, 2024.

Hinweis: Stand 06.06.2024

Es besteht eine enge deutsch-norwegische Zusammenarbeit im Bereich Wasserstoff. Im August 2023 wurde eine gemeinsame Task Force der deutschen und norwegischen Behörden gegründet, um mögliche Hemmnisse für den Aufbau einer kommerziellen Wasserstoffwerterschöpfungskette zwischen Norwegen und Deutschland zu identifizieren und zu adressieren.<sup>242</sup> Die Planung einer Wasserstoffpipeline zum Export von blauem Wasserstoff nach Deutschland, deren Inbetriebnahme für das Jahr 2030 vorgesehen war, wurde im September 2024 allerdings auf Eis gelegt.<sup>243</sup>

## C.7 Schottland

Schottland zeichnet sich durch gute Standortbedingungen für die Windenergieerzeugung und eine Verfügbarkeit von sowohl biogenen als auch nach EU-Kriterien anrechenbaren industriellen Kohlenstoffquellen aus. Schottland verfolgt ambitionierte Ziele zum Ausbau der Wasserstoffwirtschaft und hat bereits mit der Stadt Hamburg und dem Land Bayern Kooperationsvereinbarungen im Bereich Wasserstoff abgeschlossen.

Sofern spezifische Daten für Schottland nicht verfügbar sind, verwenden wir im Folgenden Daten für das Vereinigte Königreich insgesamt.

<sup>242</sup> Vgl. Government of Norway, 2024.

<sup>243</sup> Vgl. RWE, 2024; Handelsblatt, 2024.

**Standortqualität für die Erzeugung von Grünstrom.** Im Jahr 2022 entsprach der in Schottland erzeugte Grünstrom 113 % des gesamten schottischen Stromverbrauchs. Mehr als drei Viertel (78 %) des in Schottland erzeugten erneuerbaren Stroms kam aus Windenergieanlagen, der zweitgrößte Teil entfiel auf Strom aus Wasserkraft (15 %). Für die Zukunft ist weiterhin von einer hohen Grünstromerzeugung auszugehen: Im Jahr 2023 erhöhte sich die Grünstromerzeugungs-Kapazität Schottlands innerhalb eines Jahres um 10 %, wobei das größte Wachstum bei Offshore- und Onshore-Windanlagen zu verzeichnen war.<sup>244</sup> Zudem ist auch für die nächsten Jahre ein weiterer Ausbau von Windenergieanlagen geplant.<sup>245</sup>

Die Volllaststunden für Windenergieanlage erreichen im Vereinigten Königreich einen Wert von bis zu etwa 3.250 h/a für Onshore- und bis zu 4.260 h/a für Offshore-Anlagen.<sup>246</sup>

**Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Kohlenstoffquellen.** Schottland verfügt sowohl über biogene Kohlenstoffquellen als auch über industrielle Punktquellen.

Biogener Kohlenstoff könnte in Schottland beispielsweise aus Bioenergieanlagen oder Fermentationsanlagen abgeschieden werden.<sup>247</sup>

Zusätzlich könnte Kohlenstoff aus industriellen Punktquellen genutzt werden. Da Schottland Teil des UK ETS ist, das von der EU als effektives CO<sub>2</sub>-Bepreisungssystem eingestuft wird<sup>248</sup>, wären in Schottland auf Basis von Kohlenstoff aus industriellen Punktquellen produzierte reFuels auf die RFNBO-Ziele der EU anrechenbar. So existiert in Schottland ein industrielles Cluster, das sich von Dunbar und der Südküste des Firth of Forth über 160 Meilen entlang der Ostküste bis nach St Fergus, Aberdeenshire, erstreckt (Abbildung 35). Dieses geografische Gebiet umfasst 80% der industriellen Emissionen Schottlands (11,9 Megatonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent im gesamten Cluster). Innerhalb dieses Gebiets befinden sich 28 der größten Emittenten industrieller Anlagen Schottlands, vor allem in den Sektoren Chemie und Düngemittel sowie Raffinerien.

---

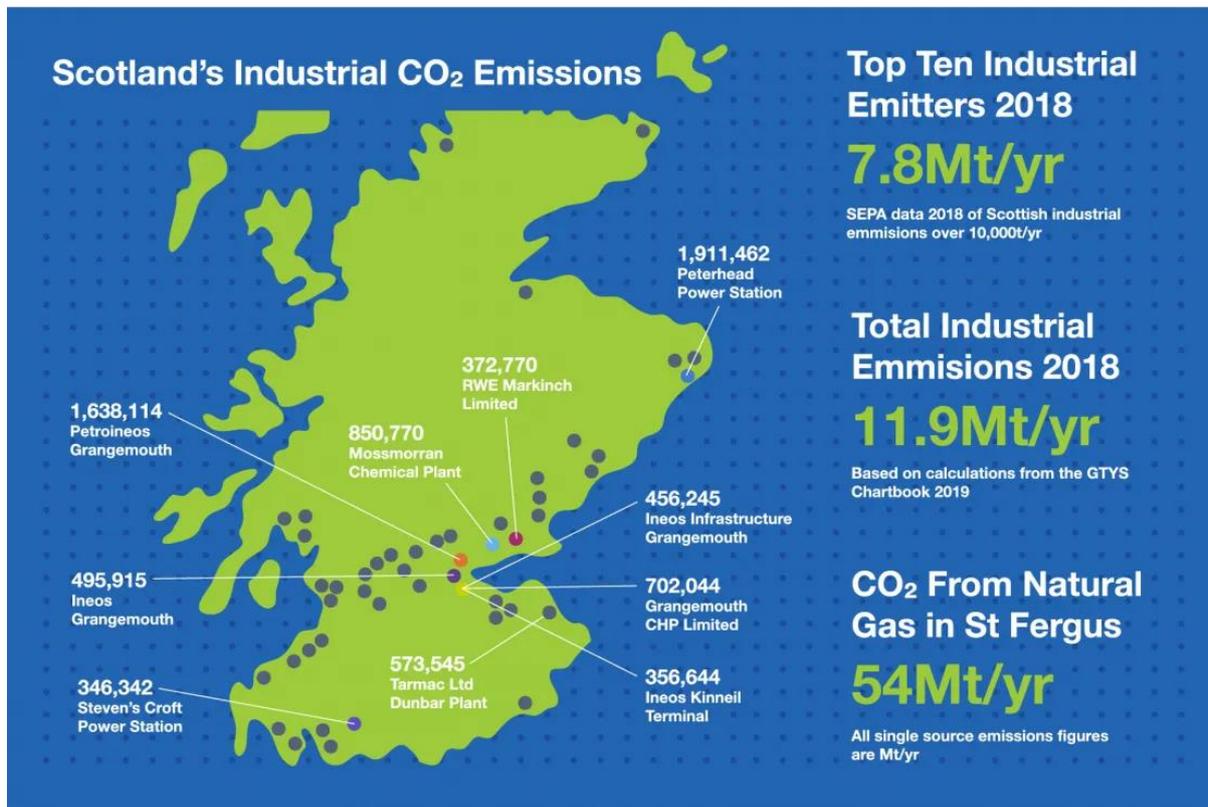
<sup>244</sup> Vgl. Scottish Government, 2024a & 2024b; GDS, 2024.

<sup>245</sup> Vgl. Scottish Government, 2023.

<sup>246</sup> Vgl. ENTSO-E & ENTSOG, 2024.

<sup>247</sup> Vgl. SCCS, 2019.

<sup>248</sup> Vgl. EC, 2024.

Abbildung 35 Größte industrielle CO<sub>2</sub>-Emittenten Schottlands 2023

Quelle: SNZR, 2024.

**Wasserverfügbarkeit.** Das Vereinigte Königreich leidet im Allgemeinen nicht unter Wasserknappheit. Laut dem Nationalen Wasserstressranking 2019 des WRI wird der Baseline-Wasserstress im Landesdurchschnitt als mittel-niedrig eingestuft.<sup>249</sup>

**Politische Stabilität und Geschäftsfreundlichkeit.** Das Vereinigte Königreich kann auf Basis verschiedener Indikatoren als ein demokratisches Land mit stabilen politischen Rahmenbedingungen bewertet werden:

- Der Demokratieindex 2023 des EIU stuft das Vereinigte Königreich als vollständige Demokratie ein, was der höchstmöglichen Kategorie des Index entspricht.<sup>250</sup>
- Die Governance-Indikatoren der Weltbank (Stand 2022) für das Vereinigte Königreich zeigen ein positives Gesamtbild. Ähnlich wie in den beiden skandinavischen Ländern Norwegen und Finnland, erzielt das Vereinigte Königreich die besten Ergebnisse in der Kategorie „Korruptionskontrolle“, während es in der Kategorie „politische Stabilität und Ab-

<sup>249</sup> Vgl. WRI, 2022.

<sup>250</sup> Vgl. EIU, 2024.

wesenheit von Gewalt“ etwas schwächer abschneidet. Allerdings liegen die Werte im Vereinigten Königreich insgesamt auf einem niedrigeren Niveau im Vergleich zu Norwegen und Finnland.<sup>251</sup>

- Der Korruptionswahrnehmungsindex 2023 von Transparency International stuft das Vereinigte Königreich mit 71 von 100 Punkten unter den korruptionsfreiesten 15 Prozent der Länder der Welt ein.<sup>252</sup>
- Im Januar 2024 betrug die Länderrisikoprämie für das Vereinigte Königreich laut der NYU 0,9 %. Dies deutet darauf hin, dass Investitionen in das Vereinigte Königreich im Vergleich zu Investitionen in die USA (als entwickeltes Referenzland) mit einem zusätzlichen Risiko von 0,9 % verbunden sind.<sup>253</sup>
- Das Vereinigte Königreich belegte im Jahr 2019 den 8. Platz der Rangliste der Weltbank zur Geschäftsfreundlichkeit und zeichnet sich demnach als Land mit einem stabilen und günstigen Geschäftsumfeld aus.<sup>254</sup>

**Entwicklungsstand der H2-Wirtschaft.** Am 14. Dezember 2022 wurde der Hydrogen Action Plan für Schottland veröffentlicht. Dieser Plan enthält Maßnahmen, die in den folgenden fünf Jahren ergriffen werden sollen, um die Entwicklung einer Wasserstoffwirtschaft zu unterstützen und die Bemühungen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen des schottischen Energiesystems voranzutreiben. Ein zentrales Ziel des Plans ist die Produktion von erneuerbarem Wasserstoff bis 2030 mit einer Elektrolyseurkapazität von 5 GW. Langfristig strebt Schottland die Produktion erneuerbarem Wasserstoff mit einer Elektrolyseurkapazität von 25 GW bis 2045 an.<sup>255</sup>

Der Wasserstoff-Aktionsplan der schottischen Regierung sieht außerdem vor, in den nächsten fünf Jahren 100 Millionen Pfund bereitzustellen, um die Technologie und Infrastruktur für eine nachhaltige Wasserstoffwirtschaft zu fördern. Ein Beispiel für ein Pilotprojekt in diesem Bereich ist das Dolphyn-Projekt, das in der Nordsee vor der Küste Schottlands entwickelt wird. Dabei soll groß angelegte Wasserelektrolyse in der Nähe der Offshore-Windparks durchgeführt werden, um Wasserstoff zu erzeugen. Anschließend wird dieser Wasserstoff über eine Pipeline an die Küste transportiert. Das Dolphyn-Projekt zielt darauf ab, bis zum Jahr 2025 die erste Produktion von Wasserstoff aus Offshore-Windenergie zu realisieren.<sup>256</sup>

Schottland hat eine Absichtserklärung mit der Stadt Hamburg zur gemeinsamen Entwicklung von grünem Wasserstoff und verwandten Technologien geschlossen. Zudem gibt es eine Absichtserklärung zwischen Schottland und Bayern: Unter dem Abkommen würde Bayern grünen Wasserstoff aus Schottland importieren und im Gegenzug die notwendigen Technologien

---

<sup>251</sup> Vgl. Weltbank, 2023b.

<sup>252</sup> Vgl. Transparency International, 2024.

<sup>253</sup> Vgl. NYU, 2024.

<sup>254</sup> Vgl. Weltbank, 2019.

<sup>255</sup> Vgl. Scottish Government, 2022.

<sup>256</sup> Vgl. Dolphyn Hydrogen, 2024; Recharge 2024; Concawe 2022; ERM, 2021.

bereitstellen.<sup>257</sup> Diese bestehenden Absichtserklärungen signalisieren ein grundsätzliches Interesse Schottlands an internationalen Kooperationen im Bereich von grünem Wasserstoff.

### C.8 Spanien

Spanien zeichnet sich durch gute Standortbedingungen für die Grünstromerzeugung auf Basis von Wind- und Solarenergie aus. Zudem ist die Verfügbarkeit von sowohl biogenen Kohlenstoffquellen als auch von nach EU-Vorgaben für die RFNBO-Produktion anrechenbare industrielle Kohlenstoffquellen hoch. Im Oktober 2023 hat das Land Baden-Württemberg mit der spanischen Region Andalusien bereits eine Absichtserklärung für eine Klima- und Energiepartnerschaft unterzeichnet.

**Standortqualität für die Erzeugung von Grünstrom.** Im Jahr 2022 stammten 43 % des in Spanien erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien. Dabei dominiert Windenergie mit einem Anteil von 22 % an der Gesamtstromerzeugung die erneuerbare Energieerzeugung, gefolgt von Solarenergie mit 10 % und Energie aus Wasserkraft mit 8 %.<sup>258</sup>

Die Volllaststunden für Photovoltaikanlagen erreichen in Spanien einen Wert von bis zu etwa 1.900 h/a, während Windenergieanlagen bis zu etwa 2.200 h/a (Onshore) bzw. bis zu 2.700 h/a (Offshore) erreichen.<sup>259</sup>

#### **Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Kohlenstoffquellen.**

Spanien verfügt sowohl über biogene Kohlenstoffquellen als auch über industrielle Punktquellen.

Biogener Kohlenstoff kann beispielsweise aus Bioenergie-Erzeugungsanlagen abgeschieden werden. So soll in Galizien ein reFuels-Projekt basierend auf Kohlenstoff aus einer Biomasse-betriebenen Erzeugungsanlage hergestellt werden.<sup>260</sup> Zudem ist Spanien ein bedeutender Produzent von Bioethanol<sup>261</sup> und verfügt allgemein über ein beträchtliches Potenzial zur Nutzung von Restbiomasse aus landwirtschaftlichen Nutzpflanzen.<sup>262</sup>

Auch industrielle Punktquellen in Spanien könnten für die reFuels Produktion genutzt werden. Als Mitglied der EU unterliegt Spanien dem EU-ETS, wodurch eine Anrechenbarkeit der reFuels nach europäischen Vorgaben auch bei Verwendung von industriellen Punktquellen

---

<sup>257</sup> Vgl. Scottish Development International, 2023.

<sup>258</sup> Vgl. IEA, 2024.

<sup>259</sup> Vgl. ENTSO-E & ENTSOG, 2024.

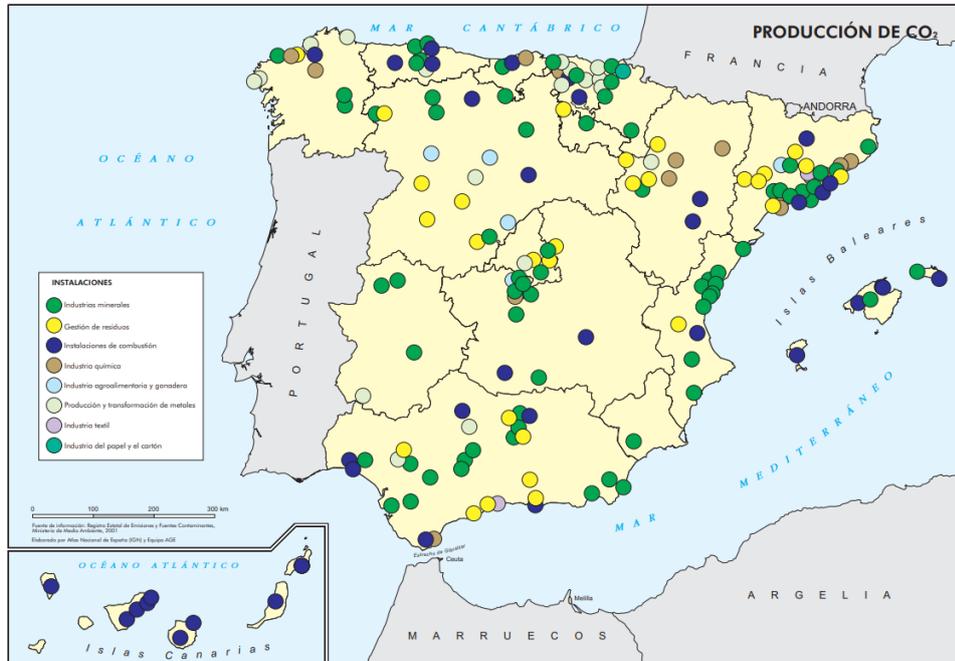
<sup>260</sup> Vgl. Greenalia, 2023; Renewables Now, 2024.

<sup>261</sup> Spanien verfügt über eine installierte Produktionskapazität von 597 Millionen Litern für erneuerbares Ethanol. Siehe: e-PURE, 2022.

<sup>262</sup> Vgl. CSIC, 2018.

gewährleistet wäre. In Abbildung 36 werden die Anlagenstandorte (Energieerzeugung und industrielle Anlagen) mit den höchsten CO<sub>2</sub>-Emissionen dargestellt.

**Abbildung 36 Standorte der Anlagen mit den größten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Spanien 2005**



Quelle: Instituto Geográfico Nacional, 2024.

**Wasserverfügbarkeit.** Spanien ist ein Land mit begrenzten Wasserressourcen, könnte den Wasserbedarf für die Herstellung von reFuels jedoch durch Wasseraufbereitungs- oder Meerwasserentsalzungsanlagen decken.<sup>263</sup> Im Nationalen Wasserstressranking 2019 des WRI wird der Baseline-Wasserstress in Spanien im Landesdurchschnitt als hoch eingestuft, da das Land weltweit zur zweitobersten Kategorie in Bezug auf Wasserstress gehört. Das Land könnte aufgrund sich verändernder Klimabedingungen in Zukunft noch stärkerer Trockenheit ausgesetzt sein, insbesondere während der trockenen und heißen Sommermonate, wie die Wasserstress-Prognose ab 2030 zeigt.<sup>264</sup>

**Politische Stabilität und Geschäftsfreundlichkeit.** Spanien kann auf Basis von verschiedenen Indikatoren als ein demokratisches Land mit stabilen politischen Rahmenbedingungen bewertet werden:

- Der Demokratieindex 2023 des EIU stuft Spanien als vollständige Demokratie ein, was der höchstmöglichen Kategorie des Index entspricht.<sup>265</sup>

<sup>263</sup> Vgl. Concawe, 2021; TÜV Nord, 2023.

<sup>264</sup> Vgl. WRI, 2022.

<sup>265</sup> Vgl. EIU, 2024.

- Die Governance-Indikatoren der Weltbank (Stand 2022) für Spanien zeigen ein positives Gesamtbild. Am stärksten schneidet das Land in der Kategorie „Mitspracherecht und Verantwortlichkeit“ ab, am schwächsten in der Kategorie „politische Stabilität und Abwesenheit von Gewalt“. Insgesamt liegen die Governance-Performance Indikatoren auf einem niedrigeren Niveau als in den anderen untersuchten europäischen Länder (Vereinigtes Königreich, Norwegen, Finnland).<sup>266</sup>
- Der Korruptionswahrnehmungsindex 2023 von Transparency International stuft Spanien mit 60 von 100 Punkten unter den korruptionsfreiesten 20 Prozent der Länder der Welt ein.<sup>267</sup>
- Im Januar 2024 betrug die Länderrisikoprämie für Spanien laut der NYU 2,3 %. Dies deutet darauf hin, dass Investitionen in Spanien im Vergleich zu Investitionen in die USA (als entwickeltes Referenzland) mit einem zusätzlichen Risiko von 2,3 % verbunden sind.<sup>268</sup>
- Spaniens 31. Platz in der Rangliste der Weltbank zur Geschäftsfreundlichkeit im Jahr 2019 zeigt, dass das Land ein stabiles Geschäftsumfeld bietet.<sup>269</sup>

### **Entwicklungsstand der H2-Wirtschaft.**

Im Oktober 2020 stellte Spanien seine nationale Wasserstoffstrategie vor, die sogenannte „Hydrogen Roadmap: A Commitment to Renewable Hydrogen“. Die Strategie setzt Ziele für das Jahr 2030, darunter die Installation einer Kapazität von 4 GW an Elektrolyseuren zur Erzeugung von grünem Wasserstoff. Um diese Ziele zu erreichen, sind Investitionen in Höhe von rund 8,9 Milliarden Euro vorgesehen, um sowohl die Wasserstoffproduktion als auch die notwendige Infrastruktur zu fördern.<sup>270</sup> Eine etwaige Exportrolle Spaniens wird ebenfalls in der Roadmap angesprochen.<sup>271</sup>

In Spanien gibt es bereits mehrere (bestehende bzw. geplante) Wasserstoff- und reFuel-Projekte, beispielsweise:

- Das Sun2Hy-Projekt, bei dem Enagás und Repsol eine Technologie zur Produktion von 100 % grünem Wasserstoff aus Solarenergie entwickeln.<sup>272</sup>
- Das „Power to Green Hydrogen“ Mallorca-Projekt produziert seit 2020 auf Mallorca 330 Tonnen grünen Wasserstoff pro Jahr auf Basis von Solarenergie und versorgt damit Busflotten sowie Gebäude auf der Insel.<sup>273</sup>

---

<sup>266</sup> Vgl. Weltbank, 2023b.

<sup>267</sup> Vgl. Transparency International, 2024.

<sup>268</sup> Vgl. NYU, 2024.

<sup>269</sup> Vgl. Weltbank, 2019.

<sup>270</sup> Vgl. Gobierno de España, 2020.

<sup>271</sup> Vgl. ZSW, 2020a.

<sup>272</sup> Vgl. Green Hydrogen Organisation, 2024.

<sup>273</sup> Vgl. ebd., 2024.

- HyDeal España, das im Februar 2021 angekündigt wurde, wird 7,4 GW an Elektrolyseuren mit 9,5 GW Solarstrom versorgen und ein Industriezentrum zur Dekarbonisierung von Stahl, Düngemitteln und anderen Produkten schaffen, wobei jährlich 330.000 Tonnen Wasserstoff produziert werden sollen.<sup>274</sup>
- Ein Projekt von Greenalia und P2X-Europe zur Erzeugung von reFuels (e-Kerosin, e-Diesel, grüne Wachse) auf Basis von grünem Wasserstoff und biogenem Kohlenstoff.<sup>275</sup>

Baden-Württemberg hat im Oktober 2023 mit der spanischen Region Andalusien eine Absichtserklärung für eine Klima- und Energiepartnerschaft unterzeichnet, die u.a. den geplanten Erwerb „von grünem Wasserstoff oder Methanol“ durch Baden-Württemberg beinhaltet.<sup>276</sup>

### C.9 Uruguay

Uruguay zeichnet sich durch eine nahezu vollständig erneuerbare Stromerzeugung sowie Potenzial zum weiteren Ausbau der Stromerzeugung auf Basis von Solar- und Windenergie aus. Zudem verfügt Uruguay über biogene Kohlenstoffquellen, die zur reFuels-Produktion eingesetzt werden können. Zudem verfolgt das Land ehrgeizige Ziele in Bezug auf die Produktion und den Export von reFuels. Nicht zuletzt ist Uruguay ein politisch stabiles Land mit einem für internationale Investoren attraktiven Investitionsumfeld.

**Standortqualität für die Erzeugung von Grünstrom.** Im Jahr 2022 stammten 91 % des in Uruguay erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien. Dabei dominieren Energie aus Wasserkraft mit einem Anteil von 33 % an der Gesamtstromerzeugung und Windenergie mit einem Anteil von 31 % die erneuerbare Energieerzeugung, gefolgt von Bioenergie mit 18 % und Solar mit 3 % (Stand 2021).<sup>277</sup> Aufgrund von unter dem historischen Durchschnitt liegenden Wasserständen (für Wasserkraft), stellt der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2022 eher eine untere Grenze dar und könnte in einem „normalen“ Jahr bis zu 98% betragen.<sup>278</sup>

Volllaststunden für Photovoltaik-Anlagen liegen in Uruguay je nach Standort bei bis zu etwa 1.410 h/a, für Windenergie-Anlagen an Küstenstandorten bei bis zu etwa 3.700 h/a. Das langfristige PtX-Erzeugungspotenzial für reFuels<sup>279</sup> liegt gemäß Schätzungen des Global PtX-Atlas insgesamt bei etwa 750 TWh/a (ca. 720 TWh/a für hybride Erzeugung auf Basis sowohl von Wind und PV, ca. 20 TWh/a rein basierend auf Windenergie und ca. 10 TWh/a basierend

---

<sup>274</sup> Vgl. ebd., 2024.

<sup>275</sup> Vgl. Greenalia, 2023.

<sup>276</sup> Vgl. Regionalregierung Andalusien & Regierung des Landes Baden-Württemberg, 2023.

<sup>277</sup> Vgl. IEA, 2024.

<sup>278</sup> Vgl. Gobierno de Uruguay, 2023; ECPA, 2023.

<sup>279</sup> Hier: Fischer-Tropsch-Kraftstoff (Diesel, Kerosin). Die potenziellen Erzeugungsmengen für andere PtX-Produkte befinden sich auf einem vergleichbaren Niveau. Für weitere Informationen siehe Fraunhofer IEE, 2024.

auf Solarenergie).<sup>280</sup> Dies entspricht einem Erzeugungspotenzial von etwa 80 Milliarden Liter synthetischen Kraftstoff pro Jahr.<sup>281</sup>

**Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Kohlenstoffquellen.** Uruguay verfügt sowohl über biogene als auch über industrielle Kohlenstoffquellen.

Gemäß der uruguayischen Export-Agentur *Uruguay XXI* verfügt Uruguay über ein hohes Potenzial an biogenem CO<sub>2</sub>, das für die reFuels-Produktion eingesetzt werden könnte: Für das Jahr 2024 wurde abgeschätzt, dass ca. 11 Mio. t biogenes CO<sub>2</sub> emittiert werden, das für diese Zwecke einsetzbar wäre. Das biogene CO<sub>2</sub> wird dabei maßgeblich bei der Zellstoffproduktion sowie von Energieerzeugungsanlagen mit biogenen Brennstoffen frei gesetzt.<sup>282</sup>

Uruguay ist stark landwirtschaftlich geprägt, und auch ein großer Teil der industriellen Produktion umfasst die Weiterverarbeitung von Agrarprodukten.<sup>283</sup> Biogene Kohlenstoffquellen scheinen daher in Uruguay insgesamt von größerer Bedeutung zu sein als industrielle Kohlenstoffquellen. Dennoch gibt es auch größere industrielle Punktquellen für nicht-biogenes CO<sub>2</sub>, wie z.B. im Zementsektor.<sup>284</sup> In Uruguay werden CO<sub>2</sub>-Emissionen seit dem Jahr 2022 mit einer CO<sub>2</sub>-Steuer belegt.<sup>285</sup> Im Jahr 2023 belief sich die Steuer auf UYU 6.024 (USD 155,86) pro Tonne CO<sub>2</sub>e.<sup>286</sup> Die Steuer gilt jedoch lediglich für flüssige Brennstoffe, mit Ausnahme von Flugzeugtreibstoff, und deckt somit weniger als 20 % der Emissionen in Uruguay ab.<sup>287</sup> Daher ist zweifelhaft, ob diese Steuer nach EU-Standards als effektive CO<sub>2</sub>-Bepreisung anerkannt werden wird.

**Wasserverfügbarkeit.** Uruguay leidet im Allgemeinen nicht unter Wasserknappheit. Laut dem Nationalen Wasserstressranking 2019 des WRI wird der Baseline-Wasserstress in Uruguay im Landesdurchschnitt als mittelniedrig eingestuft, da das Land weltweit zur Gruppe von Ländern mit der zweitniedrigsten Wasserknappheit zählt.<sup>288</sup>

---

<sup>280</sup> Vgl. Fraunhofer IEE, 2024. Zu beachten ist, dass es sich bei den Potenzialangaben im PtX-Atlas um eine langfristige Potenzialabschätzung für das Zieljahr 2050 handelt, bei der die Nutzung von Direct-Air-Capture zur Kohlenstoffgewinnung unterstellt wird (vergleiche Abschnitt 3.2.1).

<sup>281</sup> Das Erzeugungspotenzial für reFuels in TWh(PtL) wurde für Hybrid-, Wind- und PV-Erzeugung aggregiert und unter Verwendung eines Heizwerts für Kerosin von 9,28 kWh/l umgerechnet.

<sup>282</sup> Vgl. Uruguay XXI, 2023b.

<sup>283</sup> Vgl. International Trade Administration, 2024.

<sup>284</sup> In Uruguay gibt es vier integrierte Zementwerke mit einer Gesamtproduktionskapazität von etwa 1,4 Millionen Tonnen Zement pro Jahr. Siehe Global Cement, 2023.

<sup>285</sup> Vgl. Climate Change Laws of the world, 2021; IMPO, 2021.

<sup>286</sup> Vgl. IMPO, 2023.

<sup>287</sup> Vgl. Weltbank, 2024 (Figure 7).

<sup>288</sup> Vgl. WRI, 2022.

**Politische Stabilität und Geschäftsfreundlichkeit.** Uruguay kann auf Basis von verschiedenen Indikatoren als vollständige Demokratie bewertet werden, die sich als besonders resistent gegen Korruption erweist. Dies sticht vor allem im südamerikanischen Vergleich hervor:

- Der Demokratieindex 2023 des EIU stuft Uruguay als vollständige Demokratie ein, was der höchstmöglichen Kategorie des Index entspricht.<sup>289</sup>
- Die Governance-Indikatoren der Weltbank (Stand 2022) zeigen für Uruguay ein besonders positives Gesamtbild, das sich vor allem im südamerikanischen Vergleich hervorhebt und sogar die positiven Werte von Chile übertrifft. Besonders herausragend ist die Bewertung der Kategorie „Korruptionskontrolle“, und es gibt keine einzelne Kategorie, die als besonders schwach bewertet wird.<sup>290</sup>
- Der Korruptionswahrnehmungsindex 2023 von Transparency International zählt Uruguay mit 73 von 100 Punkten zu den 10% korruptionsfreiesten Ländern der Welt.<sup>291</sup>
- Im Januar 2024 betrug die Länderrisikoprämie für Uruguay laut der NYU 2,8 %. Dies deutet darauf hin, dass Investitionen in Uruguay im Vergleich zu Investitionen in die USA (als entwickeltes Referenzland) mit einem zusätzlichen Risiko von 2,8 % verbunden sind.<sup>292</sup>
- Uruguays 101. Platz in der Rangliste der Weltbank zur Geschäftsfreundlichkeit im Jahr 2019 zeigt, dass das Land im weltweiten Vergleich in der unteren Hälfte liegt und das Geschäftsumfeld noch Verbesserungsbedarf hat.<sup>293</sup>

**Entwicklungsstand der H2-Wirtschaft.** Uruguay veröffentlichte im Jahr 2022 seine nationale Wasserstoffstrategie, die sich stark auf den Export von grünem Wasserstoff und Wasserstoffderivaten (reFuels, Ammoniak) konzentriert. Das Land strebt an, ab 2040 jährlich ca. eine Million Tonnen grünen Wasserstoff zu erzeugen. Der grüne Wasserstoff bzw. dessen Derivate sollen sowohl im Land selbst eingesetzt werden (Schwerlasttransport, Schiffverkehr, Düngerproduktion), als auch exportiert werden (als Wasserstoff, eKerosin, Ammoniak oder eMethanol).<sup>294</sup>

Ein geplantes reFuel-Projekt in Uruguay ist der Bau einer reFuel-Produktionsanlage im Departamento Paysandú durch HIF Global. Der Bau der Anlage und die Entwicklung von Wind- und Solarparks zur Energieversorgung sollen 2024 beginnen. Ziel ist die Produktion von 256 Millionen Liter reFuels (E-Benzin) pro Jahr, wofür 100.000 t grüner Wasserstoff und 710 000 t biogenes CO<sub>2</sub> pro Jahr eingesetzt werden sollen.<sup>295</sup> Auch das deutsche Unternehmen Enertrag plant die Errichtung einer eMethanol-Anlage in Uruguay („Tambor Green Hydrogen

---

<sup>289</sup> Vgl. EIU, 2024.

<sup>290</sup> Vgl. Weltbank, 2023b.

<sup>291</sup> Vgl. Transparency International, 2024.

<sup>292</sup> Vgl. NYU, 2024.

<sup>293</sup> Vgl. Weltbank, 2019.

<sup>294</sup> Vgl. Hydrogen Insight, 2023; Gobierno de Uruguay, 2022.

<sup>295</sup> Vgl. Uruguay XXI, 2023a.

Hub“), allerdings in deutlich kleinerem Maßstab (geplant ist der Einsatz von 15.000 t grünen Wasserstoffs pro Jahr).<sup>296</sup>

Uruguay legt großen Wert auf internationale Kooperationen bei der Förderung der Wasserstoffwirtschaft. Dabei strebt das Land Partnerschaften mit Ländern bzw. Regionen an, die Wasserstoff importieren möchten, wie der Europäischen Union, dem Vereinigten Königreich, Japan und Korea. Diese Zusammenarbeit soll Uruguay regulatorische Unterstützung bieten, damit das Land klare Genehmigungsprozesse entwickeln, Zertifizierungen für grünen Wasserstoff einführen, steuerliche Anreize schaffen und einen stabilen rechtlichen Rahmen aufbauen kann. Darüber hinaus soll sie die Talententwicklung fördern und Investitionen erleichtern.<sup>297</sup> Mit Deutschland hat Uruguay im März 2023 eine Energiepartnerschaft zur verstärkten Zusammenarbeit und zum Wissensaustausch in den Bereichen Energiewende, Wasserstoffwirtschaft und Dekarbonisierung der Industrie und des Verkehrssektors unterzeichnet.<sup>298</sup> Außerdem ist der International PtX Hub in Uruguay aktiv und fördert den Aufbau der dortigen Wasserstoff- und reFuels-Wirtschaft, u.a. durch Wissenstransfer und Vernetzung.<sup>299</sup>

---

<sup>296</sup> Vgl. ENERTRAG, 2024; Global Hydrogen Review, 2022.

<sup>297</sup> Vgl. Gobierno de Uruguay, 2022, S. 47.

<sup>298</sup> Vgl. AHK Uruguay, 2023.

<sup>299</sup> Vgl. International PtX Hub, 2024b.



Frontier Economics Ltd ist Teil des Frontier Economics Netzwerks, welches aus zwei unabhängigen Firmen in Europa (Frontier Economics Ltd) und Australien (Frontier Economics Pty Ltd) besteht. Beide Firmen sind in unabhängigem Besitz und Management, und rechtliche Verpflichtungen einer Firma erlegen keine Verpflichtungen auf die andere Firma des Netzwerks. Alle im hier vorliegenden Dokument geäußerten Meinungen sind die Meinungen von Frontier Economics Ltd.