TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG

Gutachtliche Stellungnahme „Zertifizierung und Herkunftsnachweise von importiertem grünem Wasserstoff und PtX-Produkten“

H2Global Stiftung

Revision	Datum	Änderung
0	09.09.2022	Erste Ausgabe
1	24.01.2023	Zusätzlicher Passus (S. 2) Zusätzliche Executive Summary (S. 13)

Erstellt durch TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG im Auftrag für

H2Global Advisory GmbH
Trostbrücke 1
20457 Hamburg

Die vorliegende Gutachtliche Stellungnahme wurde von TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG in Verbindung mit Unternehmen der TÜV NORD GROUP erstellt. Auftraggeberin ist die H2Global Stiftung in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ). Finanziert wurde die Studie durch das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ).

Gegenstand:	Gutachtliche Stellungnahme „Zertifizierung und Herkunftsnachweise von importiertem, grünem Wasserstoff und PtX-Produkten“
Auftrag:	2022-EIS5-053
Auftraggeberin:	H2Global Advisory GmbH Trostbrücke 1 20457 Hamburg

Folgende von der Auftraggeberin eingereichten Unterlagen bilden die Grundlage der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme:

- „Ausschreibungsdokument-Zertifizierung-und-Herkunftsnachweis-H2G“ (PDF, veröffentlicht am 01.03.2022)
- „Marktkonsultation-H2Global-Produkte-Mengen-Kriterien“ (PDF-Präsentation, gehalten am 16.11.2021)
- „Schematische Darstellung der Lieferketten“ (PowerPoint-Präsentation, per Email erhalten am 24.06.2022)

Die Ausarbeitung der Gutachtlichen Stellungnahme erfolgte durch die nachfolgend aufgeführten Sachverständigen:

Erstellt:	Claudio Schwalfenberg	Anastasios Vlassis	Natalie Melnik	Hamburg, 24.01.2023
Geprüft:	Samuel Wiktor			Hamburg, 24.01.2023
Freigegeben:	Felix Storck			Hamburg, 24.01.2023

Für weitere Auskünfte:

TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG
Große Bahnstraße 31
22525 Hamburg

E-Mail: H2Projects@tuev-nord.de

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis 7

Begriffsdefinitionen 9

Zusammenfassung 13

1 Aufgabenstellung und Vorgehensweise 14

2 Motivation und Ausgangssituation 16

3 Übersicht von Standards zur Bewertung der „Grüneigenschaften“ von Wasserstoffprodukten 18

3.1 Existierende und in der Entwicklung befindliche Standards und Bewertungskriterien 19
3.1.1 „Low Carbon Ammonia Certification” - Ammonia Energy Association (AEA) 20
3.1.2 CMS 70 „GreenHydrogen“ und „GreenHydrogen +“ (TÜV SÜD) 21
3.1.3 TÜV Rheinland Standard „H2.21 Klimaneutraler Wasserstoff“ 24
3.1.4 „CertifHy“ 26
3.1.5 „REDcert-EU“ und „REDcert^{2}“ 28
3.1.6 „RSB Standard for Advanced Fuels” 30
3.1.7 „A Hydrogen Guarantee of Origin Scheme for Australia“ 33
3.1.8 „ISCC EU“ & „ISCC PLUS“ 35
3.1.9 Standard zur Zertifizierung von Wasserstoffprodukten (TÜV NORD) 37
3.2 Übersicht der identifizierten Bewertungskriterien für die „Grüneigenschaften“ von Wasserstoffprodukten 39
3.3 Anzustrebende Nachhaltigkeitskriterien eines Zertifizierungssystems für Wasserstoffprodukte 42

4 Anforderungen an die Erfassung und Zertifizierung von Wasserstoffprodukten entlang der jeweiligen Wertschöpfungsketten 45

4.1 Vorschlag für einen Nachweiskatalog zur Bestätigung und lückenlosen Nachverfolgung der identifizierten Bewertungskriterien 45
4.2 Checkliste zur Verifizierung der Bewertungskriterien 48

5 Skizzierung eines Wasserstoffprodukt-Zertifizierungssystems auf internationaler Ebene 50

5.1 Kurzanalyse potenzieller Wasserstoffprodukt-Exportländer 50
5.1.1 Tunesien 51
5.1.2 Ägypten 53

5.1.3 Kolumbien 57
5.1.4 Namibia 58
5.1.5 Australien 61
5.1.6 Analyse potenzieller Wasserstoffprodukt-Exportländer hinsichtlich eines schnellen Markthochlaufs von zertifizierten Wasserstoffprodukten 64
5.2 Mindestanforderungen für eine zügige Marktentwicklung hinsichtlich des Exports von Wasserstoffprodukten 67
5.3 Vorschlag zur graduellen Einführung eines Zertifizierungssystems für Wasserstoffprodukte 72

6 Fazit 76

7 Rechtsbelehrung 78

8 Literatur- und Quellenangaben 79
8.1 Websites und sonstige Literatur 79
8.2 Normen, Richtlinien, Gesetze 102

9 Anhang 105
9.1 Nachweiskatalog und Checkliste zur Bestätigung der identifizierten Bewertungskriterien 105
9.2 Detaillierte Anforderungen zu Direktleitung und Netzbezug aus Draft del. Act 110
9.3 Detaillierte Informationen zu den verwendeten Indexen in der Kurzanalyse 111

Abkürzungsverzeichnis

AEA ..... Ammonia Energy Association
AIB ..... Association of Issuing Bodies
BMBF ..... Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWK ..... Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMZ ..... Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
CCS ..... Carbon Capture and Storage
CCU ..... Carbon Capture and Utilization
CMS ..... Carbon Management Service
CoC ..... Chain of Custody
CO_2 ..... Kohlenstoffdioxid
COP26 ..... 26th Conference of the Parties
CSP ..... Concentrated Solar Power
del. Act ..... Delegated Act zu Art. 27 RED II
dena ..... Deutsche Energie-Agentur
DeNO_X ..... Abscheidung von Stickstoffoxiden
Draft del. Act .... Entwurf des Delegated Act zu Art. 27 RED II
ECN ..... Energy Research Centre of the Netherlands
EE ..... Erneuerbare Energien
EECS ..... European Energy Certificate System
EEG ..... Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV ..... Erneuerbare-Energien-Verordnung
EnUG ..... Energie-Umlagen-Gesetz
ERGaR ..... European Renewable Gas Registry
EU ..... Europäische Union
FPIC ..... Free Prior and Informed Consent
FQD ..... Fuel Quality Directive
GHG ..... Greenhouse Gas
GO ..... Guarantee of Origin
HCV ..... High Conservation Value
HCVA ..... High Conservation Value Area
HkRNDV ..... Herkunfts- und Regionalnachweis-Durchführungsverordnung
H_2 ..... Wasserstoff
ICAO ..... International Civil Aviation Organization
ILO ..... International Labor Organization
ILUC ..... Indirect land-use change
IPHE ..... International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy
ISCC ..... International Sustainability & Carbon Certification

ITC ..... International Trade Centre
KfW ..... Kreditanstalt für Wiederaufbau
LCA ..... Life Cycle Assessment
NH_3 ..... Ammoniak
PCF ..... Product Carbon Footprint
PPA ..... Power Purchase Agreement
PV ..... Photovoltaik
RED ..... Renewable Energy Directive
RFNBO ..... Renewable Fuels of Non-Biological Origin
RSB ..... Roundtable on Sustainable Biomaterials
SAI ..... Sustainable Agriculture Initiative
SCDI ..... Southern Corridor Development Initiative
SCEZ ..... Suez Canal Economic Zone
SDG ..... Sustainable Development Goal
THG ..... Treibhausgas
TSP ..... Tunisian Solar Plan
UNDP ..... United Nations Development Program
WBCSD ..... World Business Council for Sustainable Development
WRI ..... World Resources Institute

Begriffsdefinitionen

„Blauer“ Wasserstoff – „Klimaneutraler Wasserstoff, dessen CO_2–Emissionen aus dem Herstellungsverfahren durch CCS abgeschieden und unterirdisch dauerhaft gespeichert werden. /134/

Book & Claim – Der Book & Claim Ansatz ist ein Mechanismus des reinen Zertifikatehandels, welcher im Stromhandel etabliert ist. Bei diesem Mechanismus sind die physische Lieferung des Energieträgers und die Ausstellung des jeweiligen Zertifikats nicht aneinandergekoppelt. /3/

Chain of Custody (CoC) – Die Produktkette (engl. *Chain of Custody*) beschreibt die Überwachung des Inputs und Outputs von nachhaltigen Materialien bei der Produktion und die damit verbundenen Informations- und Dokumentationsanforderungen bis zum Endprodukt. /138/

Carbon Capture and Storage (CCS) – Bei der Technologie CCS wird das aus fossilen Energieversorgungsanlagen, aus Industrieanlagen oder aus dem Einsatz von Biomasse zur Energieerzeugung anfallende CO_2 abgeschieden, aufgefangen und in geeignete geologische Formationen gepresst. /152/

Carbon Capture and Utilization (CCU) – Der Begriff CCU umfasst die Abscheidung, den Transport sowie die anschließende Nutzung (mindestens ein weiterer Nutzungszyklus) von Kohlenstoffverbindungen. /153/

„CO_2-armer“ Wasserstoff – In der Gutachtlichen Stellungnahme wird Wasserstoff als „CO_2-arm“ bezeichnet, wenn dieser aus Energiequellen erzeugt wird, die nicht zwangsläufig erneuerbar sind (z.B. aus nuklearer Stromerzeugung) sowie keine CO_2-Emissionen verursachen. Letzteres kann mit dem Einsatz von CO_2-Speichern und/oder den umwandelnden Technologien wie CCU/CCS realisiert werden.

Druckwasserstoff (CGH_2) – Um Wasserstoff zu lagern und zu transportieren wird dieser mit Drücken von beispielsweise 350 bar oder 700 bar komprimiert, in dieser Form wird Wasserstoff als Druckwasserstoff (engl. *Compressed gaseous hydrogen*) bezeichnet. Die volumetrische Energiedichte kann so auf das 445-fache erhöht werden. /148/

Erneuerbare Energien (EE) – Erneuerbare Energien sind Geothermie, Bioenergie, Wasserkraft, Wind- und Sonnenenergie. /30/

Erneuerbare Kraftstoffe nicht-biogenen Ursprungs (RFNBO) – Gemäß Richtlinie EU 2018/2001 Artikel 2 Punkt 36.: „Flüssige oder gasförmige im Verkehrssektor eingesetzte Kraftstoffe mit Ausnahme von Biokraftstoffen oder Biogas, deren Energiegehalt aus erneuerbaren Energiequellen mit Ausnahme von Biomasse stammt.“ /R 2/

Flüssige organische Wasserstoffträger (LOHC) – Flüssige organische Wasserstoffträger (engl. *Liquid organic hydrogen carriers*) zeichnen sich durch die Fähigkeit aus, Wasserstoff reversibel zu speichern. In der Hydrierung reagiert der unbeladene LOHC mit Wasserstoff und es bildet sich der beladene Wasserstoffträger. Je nach Bedarf kann der Wasserstoffträger wieder entladen werden. /148/

Flüssiger Wasserstoff (LH_2) – Wasserstoff kondensiert bei Temperaturen unter -252 °C zu einer farblosen Flüssigkeit, die als LH_2 (engl. *Liquid hydrogen*) bezeichnet wird. Das Volumen nimmt bei der Verflüssigung von Umgebungstemperatur ausgehend um den Faktor 787 ab. Die volumetrische Energiedichte steigt entsprechend an. /148/

„Grauer“ Wasserstoff – Wasserstoff, der mithilfe fossiler Roh- bzw. Brennstoffe hergestellt wird. Das systemisch anfallende CO_2 gelangt dabei als Treibhausgas in die Atmosphäre. /134/

Grüneigenschaften – Die vereinten Eigenschaften, welche den Aspekt der Klimaneutralität und die Anforderungen an die Nachhaltigkeit beinhalten. /145/

„Grüner“ Wasserstoff – In der Gutachtlichen Stellungnahme wird Wasserstoff als „grün“ bezeichnet, wenn die für die Elektrolyse benötigte Energie aus erneuerbaren Quellen gewonnen wurde. Zusätzlich ist der ermittelte PCF für die aus dem Transport und der weiteren Verarbeitung entlang der Lieferkette resultierenden Emissionen durch geeignete Ausgleichs- oder CCS-Maßnahmen vollständig zu kompensieren.

„Klimaneutraler“ Wasserstoff – Für diese Begrifflichkeit gibt es gegenwärtig keine allgemein gültige Definition. In der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme ist der Begriff „klimaneutral“ durch die Erfüllung folgender Bedingung gekennzeichnet: PCF ≤ 0.

„Nachhaltiger“ Wasserstoff – Für diese Begrifflichkeit gibt es gegenwärtig keine allgemein gültige Definition. In der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme ist der Begriff „nachhaltig“ durch die Erfüllung folgender Bedingungen gekennzeichnet: PCF ≤ 0, der Herstellungsprozess basiert auf Erneuerbaren Energien und die SDGs werden eingehalten.

Physische Segregation – Die stoffliche Trennung eines Produkts bis hin zum Verbraucher. /3/

Power-to-Gas (PtG) – Als Eingrenzung von PtX wird der Oberbegriff Power-to-Gas für die Umwandlung von Strom in jede Art von gasförmigen Stoffen verwendet. Power-to-Gas ist somit eine Teilmenge der unter PtX zusammengefassten Verfahren. /151/

Power-to-X (PtX) – Unter diesem Begriff werden verschiedene Technologien zur Umwandlung von Strom in eine andere Energieform zusammengefasst. /151/

Power Purchase Agreement (PPA) – Vertrag zwischen einem (Groß-)Abnehmer und einem Erzeuger von (erneuerbarem) Strom. Der Strom wird direkt oder indirekt zu einem vorab vereinbarten Preis bezogen. /150/

Product Carbon Footprint (PCF) – Menge an emittierten Treibhausgasen (dargestellt als Masse an CO_2-Äquivalenten), die mit dem Lebenszyklus oder Lebenszyklusabschnitt eines Produktes einhergehen. In den meisten Applikationen ist CO_2 als einziges Treibhausgas bei den PCF-Berechnungen relevant /134/. Darüber hinaus sind folgende Treibhausgase gemäß Kyoto-Protokoll /155/ in der Kalkulation mit einzubeziehen, sofern sie vorkommen und innerhalb der Systemgrenzen emittiert werden: Methan (CH_4), Distickstoffoxid (N_2O), Teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW/HFC), Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW/PFC) und Schwefelhexaflourid (SF_6).

Redispatch – Unter dem Begriff Redispatch wird die kurzfristige Änderung des Kraftwerkseinsatzes auf Anweisung des Übertragungsnetzbetreibers zur Vermeidung von Netzengpässen verstanden. Seit Oktober 2021 umfasst der Redispatch 2.0 ebenfalls Erzeugungsanlagen und Speicher mit einer Leistung ab 100 kW sowie die Einbeziehung der Verteilnetzbetreiber. /146/

Renewable Energy Directive (RED) – Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie bezeichnet die europäische Richtlinie 2009/28/EG. Die Richtlinie wurde 2018 durch die neue Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED II, 2018/2001) ergänzt. Eine zweite Überarbeitung (2021/0218/COD) wurde im Juli 2021 vorgestellt. Die Richtlinie und ihre überarbeiteten Versionen regeln Anforderungen an nationale Aktionspläne der EU-Mitgliedsstaaten für den Ausbau Erneuerbarer Energien. In Deutschland ist der Aktionsplan im Wesentlichen durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2017) umgesetzt. /149/

Repowering – Der Begriff bezeichnet das Ersetzen alter Anlagen zur Stromerzeugung durch neue, leistungsfähigere. Die vorhandene Infrastruktur sowie der Großteil der Kraftwerkskomponenten bleiben dabei erhalten. /147/

Rückverfolgbarkeit – Rückverfolgbarkeit beschreibt die Möglichkeit, die Herkunft, den Verarbeitungsprozess sowie die Verteilung von Materialien und Produkten durch die Lieferkette zu identifizieren und zu verfolgen. /18/

„Türkiser“ Wasserstoff – Klimaneutraler Wasserstoff, der mithilfe thermischer Spaltung von Methan (Pyrolyse) hergestellt wird; der anfallende feste Kohlenstoff gelangt nicht als Treibhausgas in die Atmosphäre. /134/

Wasserstoff (H_2) – Wasserstoff ist unter Normalbedingungen ein reaktionsträges Gas, das die geringste Dichte (0,0899 kg/m³) aller Gase aufweist. Im Vergleich zu anderen Energieträgern besitzt Wasserstoff mehr Energie pro Masse (unterer Heizwert: 33 kWh/kg) als andere Brennstoffe. Wasserstoff verbrennt ohne die direkte Freisetzung von Treibhausgasen. Wasserstoff muss durch Abspaltung aus einem Ausgangsstoff gewonnen werden, wobei

die Art der verwendeten Energie im Allgemeinen die Art des Wasserstoffs (oft gekennzeichnet durch eine entsprechende Farbe) bestimmt. /148/

Wasserstoff-Derivat – Derivate von Wasserstoff sind im vorliegenden Dokument gasförmige und flüssige Stoffe, die im Wesentlichen aus Wasserstoff hergestellt wurden. Explizit sind in diesem Dokument Ammoniak, Methan und Methanol gemeint.

Wasserstoffprodukt – In der vorliegenden Ausarbeitung wird dieser Begriff als zusammenfassende Bezeichnung für reinen Wasserstoff und seine Derivate verwendet.

Wasserstoff-Wertschöpfungsketten – Die Wasserstoffprodukt-Wertschöpfungsketten können allgemein in die Teilabschnitte Produktion, Speicherung/Umwandlung/Transport/Verteilung und Endverbrauch eingeteilt werden. /145/

Well-to-Tank – Im vorliegenden Dokument wird dieser Begriff als eine Betrachtungsmethode eines Lebenszyklus bzw. einer Lieferkette bis zum Übergabepunkt an der Tankstelle (Energiebereitstellung) verwendet.

Well-to-Wheel – In der vorliegenden Ausarbeitung wird dieser Begriff als Betrachtungsmethode des gesamten Lebenszyklus bzw. einer Lieferkette bis zum Verbrauch verstanden.

Well-to-Gate – Im vorliegenden Dokument wird diese Bezeichnung als Betrachtungsmethode eines Lebenszyklus bzw. einer Lieferkette bis zum Übergabepunkt am Werksausgang des Herstellers verstanden.

Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDG) – Die Vereinten Nationen haben sich auf 17 Ziele zur weltweiten Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung (engl. *Sustainable Development Goals*) geeinigt. /144/

Zusammenfassung

Die vorliegende Gutachtliche Stellungnahme gibt einen Überblick zu den relevanten Standards und Kriterien im Hinblick auf die „Grüneigenschaften“ von Wasserstoffprodukten sowie deren Nachweisführung, Zertifizierung und wie ein internationales Zertifizierungssystem zügig etabliert werden kann. Zunächst wird ein Überblick über die existierenden und in Erarbeitung befindlichen Standards gegeben und deren Kriterien für „Grüneigenschaften“ dargestellt. Anschließend werden die Anforderungen für die Nachweisführung und Zertifizierung von Wasserstoffprodukten entlang der Wertschöpfungsketten abgeleitet. Basierend auf der Analyse, der durch die H2Global Advisory GmbH (im Folgenden „Auftraggeberin“) definierten Wasserstoffprodukt-Exportländern (Australien, Kolumbien, Ägypten, Namibia, Tunesien), wird abschließend ein exemplarisches Zertifizierungssystem skizziert.

- Die Erhebung des Status-Quo der existierenden und in Erarbeitung befindlichen Standards zeigt, dass diese Standards jeweils meist regional beschränkt sind, unterschiedliche Schwerpunkte aufweisen und sich in der jeweiligen Ausgestaltung der Kriterien unterscheiden. Der Fokus der in den Standards jeweils enthaltenen Kriterien liegt momentan insbesondere auf den Herkunftsnachweisen für Strom aus EE und der THG-Reduktion gemäß der zweiten Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED II) der Europäischen Union.

- Nachhaltigkeitskriterien, wie Umwelt- und Sozialstandards, werden in den analysierten bestehenden Standards bisher nicht oder nur im Kontext der Biomasse-Zertifizierung adressiert. Im Rahmen der Erarbeitung dieser Gutachtlichen Stellungnahme wird deutlich, dass diese Kriterien, insbesondere mit Blick auf Importe aus nicht EU-Staaten, Berücksichtigung finden sollten. Darüber hinaus sollte eine geeignete Nachweisführung zur Prüfung dieser „Grüneigenschaften“ von Wasserstoffprodukten etabliert werden.

- Die analysierten potenziellen Wasserstoff-Exportländer unterscheiden sich, unter anderem, jeweils bezüglich ihrer infrastrukturellen, technischen und politischen Voraussetzungen. Bei der Gegenüberstellung der betrachteten Länder zeigt sich, dass Australien die bewerteten Kriterien am besten erfüllt und daher als Benchmark dienen kann. Ein global einheitliches Zertifizierungssystem für Wasserstoffprodukte könnte den Aufbau einer globalen Wasserstoffprodukt-Wirtschaft unterstützen.

- Es besteht die Herausforderung die vier Aspekte Markthochlauf, Kosten, Energieunabhängigkeit und Klimaschutz gleichzeitig anzustreben, wobei beispielsweise die sofortige Einbeziehung umfassender Nachhaltigkeitskriterien mit einem schnellen Markthochlauf im Zielkonflikt steht. Eine Lösung kann die graduelle Etablierung eines Zertifizierungssystems sein, die zeitlich abgestuft von einer niedrigschwelligen Anforderungsliste hin zu umfassenden und von Anfang an klar definierten, ökologischen und sozial nachhaltigen Anforderungen reicht.

1 Aufgabenstellung und Vorgehensweise

Das Vorhaben der H2Global Advisory GmbH (im Folgenden „Auftraggeberin“) erhält zweckgebundene Mittel des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen des am 23.12.2021 veröffentlichten Zuwendungsbescheids. Die Ergebniserstellung im Rahmen des Forschungsprojektes dient weder dem wirtschaftlichen (Eigen-)Interesse der H2Global Stiftung noch der Vorbereitung der wirtschaftlichen Betätigung der HINT.Co GmbH. Das Projekt verfolgt stattdessen ausschließlich das übergeordnete Interesse des Umwelt- und Klimaschutzes.

In der Ausschreibung „Zertifizierung und Herkunftsnachweise von importiertem grünem Wasserstoff und PtX-Produkten“ sind drei Problemstellungen formuliert, welche mittels dieser vorliegenden Stellungnahme beantwortet werden sollen. Neben Wasserstoff werden im Rahmen dieser Gutachtlichen Stellungnahme Ammoniak, Methanol und synthetisches Methan als Wasserstoffderivate betrachtet. Wasserstoff und seine Derivate werden im Folgenden zusammenfassend als Wasserstoffprodukte bezeichnet. Die Gliederung erfolgt entsprechend der drei folgenden Problemstellungen in drei Kapiteln. Nach jeder Problemstellung wird stichpunktartig die Vorgehensweise zur vorgeschlagenen Lösungsfindung aufgezeigt:

„Welche Standards und Kriterien sind bei der Bewertung der „Grüneigenschaften“ – wie der Klimaneutralität und weiterer Nachhaltigkeitsaspekte – von H2- und PtX-Produkten relevant?“

- Aufnahme des Status-Quo zu gängigen oder in der Entwicklung befindlichen internationalen Standards und Kriterien. Dieser Status-Quo wird auf Anwendbarkeit und in Bezug zu jetzigen und nach heutigem Kenntnisstand zukünftigen (Projektdauer 2024 - 2033) Kriterien bewertet.
- Definition etwaiger in den existierenden Standards fehlender aber mittelbar und unmittelbar notwendiger Kriterien für die Grüneigenschaft und Nachhaltigkeit des im Fokus stehenden Wasserstoffprodukts.

„Wie können die „Grüneigenschaften“ der Produktion und des Transportes der untersuchten H_2- und PtX-Produkte anhand dieser Parameter erfasst und zertifiziert werden?“

- Aufstellung eines Nachweiskataloges zur Bestätigung und lückenlosen Nachverfolgung der identifizierten Kriterien aus der o.g. Problemstellung unter Betrachtung von Verfügbarkeit und Belastbarkeit von Daten in den Zielländern.
- Ausarbeitung einer Checkliste gegliedert entlang der Wertschöpfungsketten von Wasserstoffprodukten nach 1. Produktion, 2. Speicherung/Umwandlung/Transport/Verteilung und 3. Endverbrauch mit den relevanten Mindestanforderungen an die Bewertungskriterien.

„Wie können Zertifizierungssysteme auf internationaler Ebene zügig umgesetzt und ausgehandelt werden, um eine Überbrückung zu ermöglichen, bis auf EU-Ebene und international entsprechende Systeme etabliert werden?“

- Kurzanalyse potenzieller Exportländer von Wasserstoffprodukten mit Fokus auf Akzeptanz und Anwendbarkeit eines „H2Global-Standards“. Der „H2Global-Standard“ ist eine Sammlung von Anforderungen sowie ein Mechanismus für die Zertifizierung von Wasserstoffprodukten.
- Diskussion der notwendigen Voraussetzungen für eine schnelle Marktadaption eines „H2Global-Standards“ sowohl global als auch in den Zielländern des „Globalen Südens“, d.h. in Entwicklungs- und Schwellenländern.
- Einschätzung zur Positionierung eines „H2Global-Standards“ im gesamteuropäischen Kontext und vor dem Hintergrund der Anforderungen einer RED II bzw. RED III (Renewable Energy Directive).
- In der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme werden dabei die oben genannten Fragestellungen ausschließlich aus technischer Perspektive betrachtet. Übergeordnetes Ziel ist es dabei, eine Möglichkeit aufzuzeigen risikoarm und gleichzeitig schnell große Mengen „CO2-arme“ Wasserstoffprodukte handelbar zu machen.

Übergeordnetes Ziel der Auftraggeberin ist es, möglichst risikoarm und gleichzeitig schnell große Mengen „CO_2-arme“ Wasserstoffprodukte handelbar zu machen. In der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme werden dabei die oben genannten Fragestellungen ausschließlich aus technischer Perspektive betrachtet. Die im Folgenden durchgeführte Gegenüberstellung der existierenden und in der Bearbeitung befindlichen Standards ist ausschließlich ein Vergleich und keine Argumentation gegen bzw. Ausschluss von bestehenden Regularien.

2 Motivation und Ausgangssituation

„Klimaneutraler“ Wasserstoff wird in Zukunft sowohl in seiner reinen Form, als auch in Form seiner Derivate, eine immer größere Rolle in der Energiewirtschaft einnehmen. Grund hierfür ist, dass der „klimaneutrale“ Energieträger sektorübergreifend einsetzbar ist und einen großen Teil zur Dekarbonisierung des bestehenden Energiesystems beitragen kann.

Bei Verwendung von u.a. erneuerbaren Energiequellen für die zur Wasserstoffherstellung genutzten Elektrolyseverfahren wird zudem ein Beitrag zum Erreichen der im Rahmen des „Fit for 55“-Pakets festgelegten Klimaziele der Europäischen Union (EU) geleistet. Um die Potenziale von geographisch günstigen Regionen für die Produktion von Strom aus erneuerbaren Energiequellen bestmöglich auszuschöpfen, ist der Aufbau entsprechender Lieferketten notwendig. Flächen mit großem Ertragspotenzial für Solarenergie finden sich in den Wüstenregionen (z.B. Arabische Halbinsel, nördliche Sahara, Australien). Für die Energiegewinnung aus Wind liegen die ertragreichsten Regionen auf den Ozeanen und häufig in wenig erschlossenen Regionen (z.B. Patagonien, Irische See, Südpazifik). Diese räumliche Distanz und die fehlenden geografischen und klimatischen Gegebenheiten begründen unter anderem die Notwendigkeit des Importes von Wasserstoffprodukten.

Bei der Erzeugung von Wasserstoffprodukten muss darauf geachtet werden, dass die Wasserstoff-Erzeugung erneuerbar erfolgt und zudem die Art des Transports die „Grüneigenschaften“ nicht vollständig aufhebt. Treibstoffe für Tankschiffe, der Betrieb von Pipelineinfrastruktur, die Lagerung oder auch ein Transport via LKW können den Beitrag zum Klimaschutz von Wasserstoff mindern oder ggf. vollständig aufheben. Für den Aufbau einer auf Erneuerbaren Energien (EE) basierenden Wasserstoffwirtschaft in Deutschland und Europa ist ein belastbarer und transparenter Herkunftsnachweis unabdingbar. Als Exportländer für Wasserstoff werden – auf Wunsch der Auftraggeberin – in dieser Gutachtlichen Stellungnahme exemplarisch die folgenden Länder betrachtet: Ägypten, Australien, Kolumbien, Namibia und Tunesien.

Die Ausgangssituation hinsichtlich der Produktion und des Exports von Wasserstoffprodukten ist in diesen Ländern derzeit sehr unterschiedlich. Somit werden für den Auf- und Ausbau einer Wasserstoffinfrastruktur erhebliche finanzielle Mittel von verschiedenen Akteuren auch aus den zukünftigen Abnehmerstaaten benötigt. Außerdem gilt es beispielsweise politische und wirtschaftliche Instabilität sowie mangelnde Rechtsstaatlichkeit oder geringe Umwelt- und Sozialstandards zu berücksichtigen.

Ein Herkunftsnachweissystem für „klimaneutrale“ Wasserstoffprodukte muss folglich zum einen zuverlässig und manipulationssicher sein, zum anderen aber auch die Gegebenheiten von Entwicklungs- und Schwellenländern ausreichend berücksichtigen. Eine Zertifizierung, als ein Verfahren mit dessen Hilfe die Einhaltung einer Norm, Standard oder eines anderen

normativen Dokuments durch unabhängige Dritte bestätigt wird, schafft darüber hinaus Sicherheit für Stakeholder, sichert die Qualität und erhöht die Reputation der Zertifikatinhaber.

Im Rahmen dieser Gutachtlichen Stellungnahme werden existierende sowie in der Entwicklung befindliche Standards und Kriterien hinsichtlich der „Grüneigenschaften“ von Wasserstoffprodukten gegenübergestellt und bewertet. Auf Basis der Erkenntnisse werden anschließend die für ein mögliches Zertifizierungssystem erforderlichen Kriterien identifiziert und eine dazugehörige Nachweisführung entlang der Wasserstoffprodukt-Wertschöpfungsketten skizziert. Dabei wird die jeweilige Ausgangssituation in den von der Auftraggeberin definierten Ländern berücksichtigt. Abschließend werden die Mindestanforderungen für eine zügige Marktentwicklung hinsichtlich des Exports von Wasserstoffprodukten diskutiert.

3 Übersicht von Standards zur Bewertung der „Grüneigenschaften“ von Wasserstoffprodukten

Die folgenden Ausführungen zu den Direktiven, Registrierungsplattformen und Normen liefern die grundlegenden Informationen für die in Abschnitt 3.1 vorgestellten Einzelstandards. In dieser Vorabinformation werden die Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU (engl. *Renewable Energy Directive*, RED), die Norm DIN EN 16325:2013 sowie die Erneuerbare-Energie-Verordnung (EEV) für die Etablierung von zertifizierten Wasserstoffprodukten auf dem Markt behandelt. Die darauffolgende Vorstellung der Einzelstandards, basierend auf den jeweils genannten Quellen, ist in Abschnitt 3.1 dargestellt. Eine Bewertung der bestehenden Kriterien sowie ein Ausblick auf eine im Hinblick auf Nachhaltigkeitskriterien zielführende Ergänzung sind in Abschnitt 3.2 gegeben.

Eine regulative Basis mit besonderer Relevanz für internationale Systeme zur Zertifizierung von Wasserstoffprodukten, insbesondere für den EU-Markt, kann die RED der EU bilden. Die Richtlinie (EU) 2018/2001 zur Förderung der Nutzung von Energien aus erneuerbaren Quellen (RED II) verfolgt das Ziel der EU-Energiepolitik, die Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) durch den Ausbau und die Nutzung von EE zu verringern. /R 2/

Zusätzlich erarbeitet die EU Kommission derzeit einen delegierten Rechtsakt (Draft del. Act) für die Produktion von erneuerbaren flüssigen bzw. gasförmigen Verkehrskraftstoffen nicht biogenen Ursprungs (engl. *Renewable Fuels of Non-Biological Origin*, RFNBO), wozu auch Wasserstoff aus EE zählt. Der Entwurf wurde im Mai 2022 veröffentlicht. Es folgte eine vierwöchige Konsultationsphase. Im nächsten Schritt soll der endgültige Entwurf durch die EU Kommission veröffentlicht werden. Anschließend muss diesem Entwurf der EU Rat und das EU Parlament zustimmen. /29/

Laut Draft del. Act ist derzeit geplant, dass Wasserstoff aus EE vollständig anrechenbar ist im Sinne der RED II. Gegebenenfalls sind zusätzliche Kriterien zu erfüllen, welche noch nicht feststehen und deshalb im Rahmen dieser Gutachtliche Stellungnahme nicht berücksichtigt werden konnten. Detaillierte Anforderungen in Bezug zur Direktleitung sowie dem Netzbezug von erneuerbaren Energiequellen sind im Anhang zu finden.

Die Norm DIN EN 16325:2013 ist ein Standard für Herkunftsnachweise (engl. *Guarantees of Origin*, GO), die einen normierten Rahmen für die Stromkennzeichnung schafft. Außerdem legt die Norm Anforderungen sowie Qualitätskennzeichnungen an Herkunftsnachweise für Elektrizität fest. Die Norm kann nach Anpassung auch auf andere Stoffgruppen wie beispielsweise Gase angewendet werden. Bisher beinhaltet sie allerdings nur Vorgaben für Zertifikate von Strom aus EE. Diese wird derzeit überarbeitet. Anschließend kann sie als Grundlage für die Wasserstoffzertifizierung verwendet werden. /3/, /R 3/

In der Bundesrepublik Deutschland definiert § 12i EEV die Herstellung von „grünem“ Wasserstoff. Demnach muss der Strom für die Produktion von grünem Wasserstoff zu 100 % aus EE stammen. Dies muss durch den Wasserstoffhersteller nachgewiesen werden. Der Nachweis erfolgt über die Herkunftsnachweise gem. § 16 Abs. 3 Herkunfts- und Regionalnachweis-Durchführungsverordnung (HkRNDV). Eine wichtige Grundlage für die Herkunftsnachweise ist die Tatsache, dass der EE-Strom nicht durch das EEG gefördert[1] worden sein darf (siehe § 93 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)). Geografisch muss der Strom nachweislich aus der Preiszone Deutschland (mind. 80 %) oder einer mit Deutschland elektrisch verbundenen Preiszone (begrenzter Umfang von 20 %) stammen. Der Elektrolyseur muss außerdem systemdienlich gefahren werden. Das bedeutet, der Elektrolyseur darf nachweislich nur laufen während erneuerbarer Strom im Netz zur Verfügung steht (15-Minuten-Intervall). Außerdem sind die von der EEG-Umlage befreiten Betriebsstunden auf 5.000 Vollnutzungsstunden pro Jahr begrenzt. /R 1/, /R 4/ In Deutschland wird § 12i EEV bzw. § 26 Energie-Umlagen-Gesetz (EnUG) für die Umsetzung des delegierten Rechtsakts der RED II angepasst, sobald dieser in Kraft tritt. /28/

3.1 Existierende und in der Entwicklung befindliche Standards und Bewertungskriterien

Im folgenden Abschnitt werden die aus europäischer Sicht wichtigsten Standards und jeweiligen Kriterien für die Bewertung der „Grüneigenschaften“ von (importierten) Wasserstoffprodukten aufgeführt. Um eine transparente und möglichst abdeckende Übersicht der wichtigsten Standards und der jeweiligen Kriterien zusammen zu stellen, erfolgte zum Zeitpunkt der Erstellung der Gutachtlichen Stellungnahme eine detaillierte Recherche auf Basis frei zugänglicher Quellen (siehe Kapitel 8). Hierbei wurden etablierte und in der Entwicklung befindliche Standards berücksichtigt. Diese werden in Bezug auf das Ziel der Auftraggeberin, zügig ein internationales Zertifizierungssystem im Sinne des Markthochlaufs aufzubauen, beschrieben. Dabei werden folgende Aspekte betrachtet:

- Beschreibung und Zweck,
- Status und Anwendbarkeit,
- Geografischer Anwendungsbereich,
- Technischer Anwendungsbereich,
- Rückverfolgbarkeit der Lieferkette,
- Zielgruppe(n) und Zertifizierungskriterien.

[1] Die EEG-Umlage wurde zum 01.07.2022 abgeschafft. Kapitel 3 verschafft sich einen Überblick der bisherigen Ausführungen zu den Direktiven, Registrierungsplattformen und Normen der in Abschnitt 3.1 vorgestellten Standards.

Neben den in Abschnitt 3.1 betrachteten Standards gibt es weitere in der Entwicklung befindliche Absichtserklärungen eines Wasserstoff-Zertifizierungssystems. Dabei handelt es sich derzeit noch um Ideen, welche weitestgehend auf der PCF-Methodik aufbauen und außerhalb der EU entwickelt werden. Welche Relevanz diese Standards für den EU-Markt einnehmen, wird erst in Zukunft bei der Konkretisierung der Vorhaben deutlich. Zu diesen Vorhaben gehören u.a. der „China Hydrogen Alliance Standard“ /128/, der „Japan Aichi Prefecture Low-Carbon Hydrogen Standard“ /129/, der „California Low-Carbon Fuel Standard“ /130/ sowie der „GH2 - Green Hydrogen Standard“ /131/ und das „Clean Energy Certification System“/143/. Eine Detailuntersuchung dieser Standards ist nicht Bestandteil des Auftragsumfangs zu dieser Gutachtlichen Stellungnahme.

3.1.1 „Low Carbon Ammonia Certification” - Ammonia Energy Association (AEA)[2]

Beschreibung und Zweck:
Die Ammonia Energy Association (AEA) entwickelt ein weltweit harmonisiertes Zertifizierungssystem für kohlenstoffarmes Ammoniak, um die Entwicklung eines Marktes für kohlenstoffarmes und kohlenstofffreies Ammoniak zu unterstützen. Hinter dem Zertifizierungssystem steht die AEA, deren Mitgliederspektrum mitunter große Industriefirmen der Wasserstoff-, Öl- und Gasindustrie umfasst. Das Zertifizierungssystem wird vorrausichtlich die Herkunft, die Edukte, die Nebenprodukte, die Herstellungstechnologie und das Herstellungsdatum bei der Registrierung und dem Reporting prüfen. Diese Daten werden der handelbaren Ammoniak-Menge zugeordnet. Die Kohlenstoffbilanzierung, bildet die Grundlage für den transparenten Nachweis der Emissionsreduzierung am Produktionsstandort („Well-to-Gate“) oder optional in der gesamten Wertschöpfungskette. /6/

Status und Anwendbarkeit:
Der Standard befindet sich seit Oktober 2021 in der Entwicklungsphase und soll im November 2022 veröffentlicht werden. Vorgelagert war eine Konsultationsphase, um Stakeholder zu ihren Anforderungen und Bedürfnissen zu befragen. Nach der Entwicklungsphase schließt sich die Etablierungsphase an (Dezember 2022 – November 2023), in der ein erstes Portfolio von Methoden der Registrierung sowie Zertifizierung validiert und Pilotprojekte zertifiziert werden sollen. Ab 2024 soll der Standard voll etabliert sein und kontinuierlich ausgebaut werden. /6/ Aktuell ist dieser Standard noch nicht anwendbar /16/.

Geografischer Anwendungsbereich:
Das Zertifizierungssystem soll weltweit harmonisiert Anwendung finden /6/.

[2] Fassung: In Bearbeitung; Discussion Paper (Oktober 2021)

Technischer Anwendungsbereich:
Die „Low Carbon Ammonia Certification“ der AEA ist auf die Ammoniakherstellung inklusive der Herstellung des Rohstoffs Wasserstoff sowie die anschließende Nutzung des Ammoniaks anzuwenden und schließt verschiedene Produktions- und Nutzungspfade ein /6/. Die Produktionspfade können sowohl fossil (ggf. mit Carbon-Capture-Storage/Utilization (CCS/CCU)) als auch erneuerbar sein. Die Nutzungspfade erstrecken sich über verschiedene Industriebereiche von der stofflichen bis zur energetischen Nutzung. Es soll die Möglichkeit der Zertifizierung auf „Well-to-Gate“-Basis (verpflichtend) oder „Well-to-Wheel“- bzw. „Well-to-Tank“-Basis (optional) bestehen.

Rückverfolgbarkeit der Lieferkette:
Die AEA plant die Rückverfolgbarkeit der Lieferkette mittels „handelbarer Mengen“ von Ammoniak zu zertifizieren. Dabei wird sich einer Tonne Ammoniak (t NH_3) als Basiseinheit bedient. /6/

Zielgruppe(n):
Zielgruppe des Zertifikats sind Ammoniakhersteller, -händler, -einzelhändler und -verbraucher. /6/

Zertifizierungskriterien:
Im Zertifizierungssystem wird derzeit angedacht, die mit der Ammoniakproduktion verbundenen direkten sowie indirekten THG-Emissionen gemäß GHG Protocol quantifizieren. Zu den Ausgangspunkten gehören UNFCCC-Leitlinien, Normen wie ISO 1406X sowie Leitlinien für die Bilanzierung und das Reporting auf nationaler Ebene. /6/

Um eine einheitliche Erfassung der Kohlenstoffintensität über den gesamten Lebenszyklus von Ammoniakprodukten zu gewährleisten, ist für den Weg der Ammoniakproduktion oder -verwendung eine spezifische Methodik erforderlich, die einen konsistenten und transparenten Ansatz für die Bilanzierung festlegt. Eine Reihe erster Pfade wird momentan von der Arbeitsgruppe identifiziert und entwickelt. Weitere Pfade können während der Betriebsphase ergänzt werden. /6/

Weitere konkrete Kriterien dieses Standards wurden noch nicht veröffentlicht.

3.1.2 CMS 70 „GreenHydrogen“ und „GreenHydrogen +“ (TÜV SÜD)[3]

Beschreibung und Zweck:
Die vom TÜV SÜD entwickelte Zertifizierung legt Anforderungen für die Herstellung und die Vermarktung von „grünem“ Wasserstoff unter Einsatz von EE fest. Ab einer Mengeneinheit

[3] Fassung: Version 11/2021

von 1 MWh Wasserstoff (bezogen auf den unteren Heizwert) ist die Zertifizierung durchführbar. Des Weiteren können verbliebende CO_2-Emissionen mit CCS gem. EU-Richtlinie 2009/31/RG kompensiert werden /R 10/. Dabei muss die langfristige Speicherung für die Zertifizierung nachgewiesen werden. /132/

Status und Anwendbarkeit:
Der zertifizierte Wasserstoff darf in der Mobilität, in der stofflichen Nutzung oder als Speichermedium zu energiewirtschaftlichen Nutzung angewendet werden. Seit dem 01.12.2021 gilt die Version 11/2021 des Standards. Für die Erst-Zertifizierung kann noch bis zum 30.11.2022 die Version 01/2020 angewendet werden. Nach spätestens 12 Monaten muss eine Re-Zertifizierung gemäß aktuellem Standard durchgeführt werden. Das zertifizierte System wird an den revidierten Standard angepasst und zertifiziert. /132/

Geografischer Anwendungsbereich:
Der Standard ist durch die deutsche und europäische Gesetzgebung geprägt, aber prinzipiell weltweit anwendbar. Außerdem ist Voraussetzung des Standards, dass bestehende nationale Regelungen oder die Regelungen eines Staatenverbundes für die Erzeugung von Wasserstoff aus EE in den betreffenden Ländern eingehalten werden. /132/

Technischer Anwendungsbereich:
Der Standard erkennt folgende Technologien zur Wasserstoffherstellung /132/:

- Elektrolyseur unter Einsatz von Strom aus EE
- Dampf-Reforming von nachhaltigem Biomethan
- Pyrolyse/Vergasung von nachhaltiger Biomasse bzw. nachhaltigen, biogenen Reststoffen
- Elektrolyseur mit wässrigen Lösungen von Chlorwasserstoff (Salzsäure) und wässrigen Alkalichlorid-Lösungen unter Einsatz von EE
- Wasserstoff als Nebenprodukt

Die Zertifizierung von „GreenHydrogen +“ ist eine Erweiterung von „GreenHydrogen“ und stellt die Anforderung, dass die Wasserstoffherstellung nur mit Elektrolyseuren unter Einsatz von Strom aus EE erfolgen muss. /132/

Rückverfolgbarkeit der Lieferkette:
Unter die Systemgrenzen der Zertifizierung fällt die Produktionsanlage inkl. Nebenaggregate. Unter anderem gehört die Aufbereitung, Speicherung, Verdichtung/Verflüssigung und sonstige Verarbeitungsschritte bis zur Auslieferung des Wasserstoffs am Werkstor bzw. Einspeisung in ein Wasserstoffnetz bzw. Erdgasnetz dazu. Eine erzielte Reinheit von mind. 99,9 % und bis zum erzielten Überdruck von mindestens 3,0 MPa wird betrachtet.

Für „GreenHydrogen +“ ist die gesamte Lieferkette, also auch die der Produktion nachgelagerte Teil Transport zum Endkunden Bestandteil des Zertifizierungsumfangs. /132/

Zielgruppe(n):
Zu den Zielgruppen gehören die Anwender und Hersteller des zertifizierten Wasserstoffs. /132/

Zertifizierungskriterien:
Grundlage des Standards sind auf der europäischen Ebene die RED II (/R 2/) und für CCS die 2009/31/EG (/R 10/).

Für die Quantifizierung, Überwachung, Berichterstattung und Validierung oder Verifizierung der emittierten und/oder entzogenen THG-Mengen wird ein Qualitätsmanagementsystem gefordert und angewendet /R 6/.

Für den Erhalt eines Zertifikats muss der eingesetzte Strom für die Wasserstoffherstellung nachweislich vor Ort bzw. mit einer Direktleitung erfolgen. Herkunftsnachweise oder vergleichbare Zertifikate müssen mit der RED II übereinstimmen.

Das Kriterium der THG-Minderung muss mindestens 70 % bezogen auf den Referenzwert für Biokraftstoffe betragen. Dies entspricht bei einem Referenzwert von 94 $gCO_{2,eq}/MJ_{Hi}$ einem THG-Wert von 28,2 $gCO_{2,eq}/MJ_{Hi}$. Der Standard betrachtet einen maximalen Bilanzzeitraum von 12 Monaten. Die untersuchte THG-Bilanz für Wasserstoff muss den Anforderungen einer Ökobilanz (Life Cycle Assessment - LCA) nach ISO 14040 und ISO 14044 entsprechen. Ebenfalls wird das LCA-Kriterium bei Anwendung des GHG Protocol, der ISO 14067 oder von PAS 2050 erfüllt. Eine Mischproduktion ist zulässig, wobei nur der entsprechende Anteil aus EE das Zertifikat erhält. Am Ende eines 12-monatigen Bilanzzeitraums muss die Menge verkaufter Wasserstoff Zertifikate durch entsprechende Produktion gedeckt worden sein. /132/

Zusätzlich gelten für „GreenHydrogen +“ die Erweiterung der Kriterien gemäß TÜV SÜD Standard CMS 70:

- Wasserstoff für Dampf-/Wärme- oder Kälteproduktion muss eine THG-Minderung von mindestens 70 % gegenüber dem Referenzwert für Biobrennstoffe gem. RED II erzielen. Dies entspricht bei einem Referenzwert von 80 $gCO_{2,eq}/MJ_{Hi}$ einem THG-Wert von 24 $gCO_{2,eq}/MJ_{Hi}$. /132/
- Geförderter Strom aus EE, der eine höhere Vergütung je eingespeister kWh bekommt, wird nicht anerkannt, ausgenommen dieser wurde im Rahmen einer national geregelten Auktion gem. RED II bezogen. /132/

- Erneuerbare Energieanlagen müssen das Kriterium der Zusätzlichkeit erfüllen: Die Energieerzeugungsanlagen müssen zur gleichen Zeit oder nach der Wasserstofferzeugungsanlage in Betrieb genommen werden. Sie dürfen frühestens elf Monate vor dem Elektrolyseur in Betrieb gegangen sein. /132/
- Die zeitliche Korrelation muss eingehalten werden: Der Wasserstoff wird in dem gleichen 15-Minuten Intervall wie Strom aus EE erzeugt, oder in der Gebotszone des Elektrolyseurs wird im 15-Minuten Intervall mehr Strom aus EE erzeugt als die durchschnittliche Jahreserzeugung des jeweiligen Landes zwei Jahre vor dem Produktionszeitraum. /132/
- Die geografische Korrelation muss erfüllt werden um Netzengpässe zu vermeiden. Die Stromerzeugungsanlagen müssen sich in derselben Gebotszone wie der Elektrolyseur befinden. /132/
- Für die Wasserstoffherstellung aus Glyzerin und sonstiger Biomasse (Pyro-Reforming) oder aus Biomethan (Dampf-Reforming) ist ein massenbilanzieller Nachhaltigkeitsnachweis gemäß RED II erforderlich. Die Rückverfolgbarkeit der Liefermengen, der Herkunft und Nachhaltigkeit von Biomasse wird nachgewiesen. /132/

3.1.3 TÜV Rheinland Standard „H2.21 Klimaneutraler Wasserstoff“[4]

Beschreibung und Zweck:
In der vom TÜV Rheinland entwickelten Zertifizierung wird das Prinzip „Cradle-to-X“ angewendet. Ziel des Standards ist es durch vorher festgelegte Punkte innerhalb der Wasserstoff-Wertschöpfungsketten den PCF kleiner oder gleich Null zu zertifizieren. CO_2-Emissionen können kompensiert und gespeichert werden. /134/

Status und Anwendbarkeit:
Der Standard „H2.21“ kann seit Juli 2021 angewendet werden. Die erste Meldung zur Zertifizierung „grünen“ Wasserstoffs und Ammoniak erfolgte im April dieses Jahres /10/.

Geografischer Anwendungsbereich:
Die Zertifizierung ist weltweit durchführbar. In Deutschland wird „grüner“ Wasserstoff nach den deutschen gesetzlichen Grundlagen zertifiziert. Außerhalb Deutschlands gelten die jeweils nationalen Kriterien. Sollte es außerhalb Deutschlands keine rechtlichen Kriterien geben, wird nur Strom aus einer Direktleitung zugelassen. /134/

Technischer Anwendungsbereich:
Der Standard ist technologieoffen. Das bedeutet es werden diverse Herstellungsverfahren wie z.B. Dampfreformierung, Elektrolyse, Pyrolyse mit verschiedenen Energieträger z.B.

[4] Fassung: Version 1.0 / Juli 2021

Erdgas/Erdöl, Strom, Biomasse/Biogas anerkannt. Zunächst wird „klimaneutraler“ Wasserstoff zertifiziert. Darüber hinaus ist die Zertifizierung von „grünen“ Ammoniak möglich /10/. Außerdem gibt es die Optionen durch Zusatzkriterien „grünen“, „blauen“, „türkisen“ sowie RED II-konformen Wasserstoff zu zertifizieren. /134/

Rückverfolgbarkeit der Lieferkette:
Innerhalb der Lieferkette kann die vollständige Klimaneutralität des Wasserstoffs in einem ausgewählten Lebenszyklus-Abschnitt zertifiziert werden. Es wird das Prinzip „Cradle-to-X“ angewendet. Das bedeutet die Zertifizierung beginnt am Initialpunkt des Lebenszyklus und endet an einem vorher definierten Punkt. Dieser Punkt kann entlang der Wasserstoff-Wertschöpfungsketten frei bestimmt werden. /134/

Zielgruppe(n):
Als Zielgruppe gelten die Stakeholder entlang des ausgewählten Lebenszyklus-Abschnitts „Cradle-to-X“. Somit eignet sich der Standard auch für Parteien, die an der Lieferkette des Wasserstoffs beteiligt sind. /134/

Zertifizierungskriterien:
Der Standard verweist auf die RED II (/R 2/) und die Richtlinie 2009/28/EG (/R 14/). Das EEG (/R 4/) ist ebenfalls Bestandteil.

Der Standard nennt folgende Normen als Grundlage zum Thema PCF und THG: /R 11/, /R 12/, /R 13/, /R 6/ und /R 5/. Die zu prüfende PCF-Berechnung erfolgt entlang des ausgewählten Wertschöpfungskettenabschnittes mit primären Daten oder generischen Daten mit konservativer Sicherheit nach ISO 14067 oder ISO 14040/44.

Weiterhin gibt es folgende Anforderungen für „klimaneutralen“ Wasserstoff /134/:

- Es werden alle direkten und indirekten Emissionen bei Herstellungsanlagen berücksichtigt. Prozessspezifische Anlagen und Komponenten werden nicht berücksichtigt.
- Mögliche Kompensationen: Direkte Kompensationsmaßnahmen durch Investition in Klimaschutzprojekte nach DIN EN ISO 14064-2; indirekter Kompensationsmaßnahmen durch Kauf und Stilllegung registrierter CO_2-Minderungszertifikate aus international anerkannten Klimaschutzprogrammen, und/oder Emissionsrechte aus etablierten Handelssystemen; CCS-Maßnahmen.

Die Zertifizierung von „grünem“ Wasserstoff in Deutschland erfolgt unter folgenden zusätzlichen Kriterien (angelehnt an § 12i EEV) /134/:

- Nachweislicher Einsatz von Strom aus EE nach § 3 Nummer 21 EEG sowie ohne öffentliche Förderung durch das EEG und dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) 2020.

- Die maximalen Vollbenutzungsstunden der Elektrolyseanlage liegen bei 5.000 Stunden im Jahr.
- Aus dem Netz bezogener Strom benötigt Herkunftsnachweise nach §30 HkRNDV.
- Aus einer Direktleitung bezogener Strom muss den Elektrolyseur in einem 15-Minuten Intervall mit erneuerbaren Strom versorgen.

Bei der Herstellung von „grünem“ Wasserstoff außerhalb von Deutschland sind vergleichbare Kriterien für erneuerbaren Strom aus dem Netz zu erfüllen. Sollten es keine rechtlichen Kriterien geben, wird nur Strom aus einer Direktleitung zugelassen. /134/

Für die Zertifizierung von RED II-konformen Wasserstoff gilt /134/:

- Der Einsatz von EE muss THG-Einsparungen, gemessen am Emissionsfaktor für Fossilbrennstoffe, erfüllen.
- Der erneuerbare Strom muss nachgewiesen werden und darf keine öffentliche Förderung erhalten.
- Das Kriterium der Zusätzlichkeit muss erfüllt werden. Die Inbetriebnahme von Elektrolyseur und Stromerzeugungsanlage darf nicht länger als 12 Monate auseinanderliegen.
- Es wird ein Stromliefervertag zwischen Wasserstoffproduzent und erneuerbaren Energieproduzent benötigt.
- Das Kriterium der Zeitgleichheit muss erfüllt werden. Bei Strombezug über ein öffentliches Netz muss in einem 15-Minuten Intervall der Stromverbrauch des Elektrolyseurs bilanziell ausgeglichen sein.
- Das Kriterium der geografischen Lage muss erfüllt werden. Stromerzeugung und Elektrolyseur müssen in derselben Strompreiszone liegen.

3.1.4 „CertifHy“[5]

Beschreibung und Zweck:

Im Zuge des „CertifHy“ Projekts wird ein EU-weites Herkunftsnachweissystem für „grünen“ und „emissionsarmen“ Wasserstoff entwickelt. Das EU-Projekt wird von einem Konsortium bestehend aus ECN, GREXEL, Ludwig Bölkow System Technik sowie dem TÜV SÜD unter der Leitung von Hinicio durchgeführt und vom Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking finanziert. Die Etablierung des „CertifHy“ Herkunftsnachweissystems zielt darauf ab, Transparenz und Informationen über die Elemente des Wasserstoffs auf Produktionsebene zu liefern. Neben der Herkunft des Wasserstoffs wird auch eine „Grüneigenschaft“ definiert. /2/

[5] Fassung: In Bearbeitung; Informationen von www.certifhy.eu (Stand: 01.08.2022)

Status und Anwendbarkeit:
Das „CertifHy“ Projekt gliedert sich in drei Phasen. In Phase 1 (2014 bis 2016) wurde zunächst eine europaweite Definition für „grünen“ und „emissionsarmen“ Wasserstoff sowie ein Herkunftsnachweissystem erarbeitet. Aufbauend auf den Ergebnissen der ersten Phase folgte die Implementierung des entwickelten Nachweissystems in Phase 2 (2017 bis 2019). Die dritte Phase des „CertifHy“ Projekts läuft bis 2023 und knüpft an die Erkenntnisse der ersten beiden Phasen an. In dieser Phase des Projekts wird die Association of Issuing Bodies (AIB) bei der Entwicklung eines Zertifizierungssystems für erneuerbaren Wasserstoff unterstützen. Das Zertifizierungssystem ist noch im Aufbau. /3/, /7/

Geografischer Anwendungsbereich:
Das entwickelte Herkunftsnachweissystem ist europaweit anwendbar. /8/

Technischer Anwendungsbereich:
Der Betrachtungsrahmen von „CertifHy“ liegt auf der Herstellungsseite von Wasserstoff. Es wird der gesamte Wasserstoffproduktionsprozess – von den Ausgangsstoffen bis hin zur eigentlichen Produktion – erfasst. /9/

Rückverfolgbarkeit der Lieferkette:
In Anlehnung an die RED II erfolgt die Zertifizierung von Wasserstoff bei „CertifHy“ nach dem Book & Claim-Ansatz. Es wird sich der Basiseinheit von 1 MWh (bezogen auf den unteren Heizwert) bedient. /9/, /18/

Zielgruppe(n):
Das „CertifHy“ System richtet sich an alle Akteure in den Wasserstoff-Wertschöpfungsketten. Es umfasst somit die Produktion, den Transport, den Handel sowie den Verbrauch von Wasserstoffprodukten. /9/

Zertifizierungskriterien:
In dem Projekt „CertifHy“ wurde ein Zertifizierungssystem erarbeitet, welches mit der EU-Gesetzgebung vereinbar ist. Bei der Etablierung von „CertifHy“ liegt der Fokus insbesondere auf der Sicherstellung der Anforderungen der RED II. /9/

Bei der Zertifizierung im Rahmen von „CertifHy“ wird zwischen grünem (Green Hydrogen) und emissionsarmem (Low-carbon Hydrogen) Wasserstoff unterschieden. Beide Arten des Wasserstoffs müssen eine THG-Minderung von mindestens 60 % gegenüber dem Referenzwert von aus Erdgas hergestelltem Wasserstoff ohne CCS (91 $gCO_{2,eq}$/MJ) einhalten /9/. Dabei basieren die Berechnung der entstandenen THG-Mengen auf dem GHG Protocol.

Um das Zertifikatslabel für „grünen“ Wasserstoff zu erhalten, muss darüber hinaus die Wasserelektrolyse aus erneuerbaren Energiequellen erfolgt sein. Jedes Zertifikat hat einen Wert

von 1 MWh, basierend auf dem unteren Heizwert von Wasserstoff. Liegt eine Mischproduktion aus Erneuerbaren und nicht Erneuerbaren Energien vor, führt dies zu anteiligen Zertifikaten von „grünem“ Wasserstoff. /9/

Neben der verwendeten Energiequelle sollen darüber hinaus Angaben über das Ausstellungs- und Löschungsdatum, die Treibhausgasintensität sowie eine eindeutige ID-Nummer auf dem Herkunftsnachweis wieder zu finden sein.

3.1.5 „REDcert-EU“ und „REDcert²“ [6]

Beschreibung und Zweck:
„REDcert-EU“ ist ein von der europäischen Kommission anerkanntes System zur Zertifizierung von nachhaltiger Biomasse. Neben den Biomasse-Brennstoffen für den Transportsektor umfasst der Standard weitere, nachhaltige Biokraftstoffe sowie flüssige Biobrennstoffe und Biogas. Das etablierte System basiert auf den Anforderungen der RED I und RED II. Dabei stellt die Zertifizierung nach „REDcert-EU“ die Einhaltung dieser sowie weiterführender Regelungen für die Produktion von Biomasse sicher. /133/

Aufgrund des steigenden Bedarfs an Nachhaltigkeitszertifizierungen wurde ein erweitertes Zertifizierungssystem namens „REDcert²“ entwickelt, welches für Unternehmen der chemischen Industrie sowie Lebensmittel- und Futtermittelproduzenten gültig ist. Diese Unternehmen können somit die Substitution fossiler Rohstoffe durch nachhaltige Biomasse in ihren Endprodukten zertifizieren lassen /15/. Darüber hinaus sind anders als bei „REDcert-EU“ die Anforderungen an das THG-Minderungspotenzial bei „REDcert²“ nicht verpflichtend /133/.

Status und Anwendbarkeit:
Der „REDcert-EU“ Standard wurde 2010 basierend auf den Anforderungen der RED I entwickelt. Seit Juli 2021 gelten die revidierten Nachhaltigkeitsanforderungen aus der RED II. /133/

Seit 2015 ist die Zertifizierung für nachhaltige Agrarrohstoffe zur Verarbeitung im Lebensmittel- und Futterbereich sowie bei der stofflichen Biomassenutzung mit der „REDcert²“ verfügbar. /22/

Geografischer Anwendungsbereich:
Die REDcert Zertifizierungssysteme sind für Biomasse mit Ursprung in der EU zugelassen und für Standorte innerhalb der EU sowie ausgewählte Drittländer gültig. Zu den Drittländern gehören Ukraine, Norwegen und Kanada /133/, /127/.

[6] Fassung „REDcert-EU“: Version EU 06; Fassung „REDcert²“: RC² 1.1

Technischer Anwendungsbereich:
Die Zertifizierung von RFNBO ist nach REDcert möglich. Dazu gehören u.a. Wasserstoff (hergestellt mittels EE), Methan und Synthesegas (z.B. Ammoniak). Dabei muss der benannte Produktbereich die Anforderungen der Richtlinie RED II erfüllen. /135/

Rückverfolgbarkeit der Lieferkette:
Im Zertifizierungssystem „REDcert-EU“ erfolgt die Rückverfolgung der Herstellungs- und Lieferketten mit Hilfe eines Massenbilanzierungssystems oder per physischer Segregation. Jede Biomasse-Lieferung, die für die Erzeugung nachhaltiger flüssiger Biobrennstoffe und Biokraftstoffe verwendet wird, wird mit einem solchen Bilanzierungssystems eindeutig sowie unverwechselbar gekennzeichnet. Darüber hinaus müssen die spezifischen THG-Emissionswerte jeder Lieferung ausgewiesen werden. /133/

Die Anforderungen der Massenbilanzierung gelten ebenfalls für die RFNBO, auch wenn diese nicht ausdrücklich in der Systemdokumentation von REDcert erwähnt werden /133/.

Zielgruppe(n):
Das Zertifizierungssystem „REDcert-EU“ gilt für alle Wirtschaftsbeteiligten entlang der Wertschöpfungsketten von Kraftstoffen aus erneuerbaren Rohstoffen. Dazu zählen /133/:

- Biomasse erzeugende Betriebe,
- Entstehungsbetriebe von Abfällen und Verarbeitungsrückständen,
- Ersterfasser,
- Sammelstellen von Abfall und Reststoffen,
- Konversionsanlagen jeglicher Art sowie
- Händler, Lieferanten und Lager.

Zu den Zielgruppen der „REDcert^{2}“ gehört die chemische Industrie sowie Lebensmittel- und Futtermittelproduzenten und Lieferanten. /135/

Zertifizierungskriterien:
Grundlage der Zertifizierung nach REDcert sind die Anforderungen der EU-Richtlinie RED II und die damit einhergehenden Strombezugskriterien für die Wasserstoffherstellung.

Es gelten dabei die Nachhaltigkeitsanforderungen für den Anbau und die Erzeugung von Biomasse unter Berücksichtigung mitgeltender gesetzlicher Auflagen und grundlegender sozialer Standards gemäß International Labor Organization (ILO)-Konvention. Dazu gehört zum einen die Überprüfung der Landnutzung und Landnutzungsänderung mit Hilfe von Datenbanken und Satellitenbildern.

Für die „REDcert^{2}“ Zertifizierung gelten zusätzlich die Kriterien nach Sustainable Agriculture Initiative (SAI) /22/.

Für alle erzeugten Biokraftstoffe, flüssige Biobrennstoffe und Biomassebrennstoffe muss eine THG-Minderung entsprechend den gültigen rechtlichen Mindestvorgaben gegenüber den Emissionen vergleichbarer fossiler Brennstoffe vorliegen. Die Berechnung erfolgt wie in RED II beschrieben /R 2/. /133/

Der Unterschied von „REDcert²“ zum „REDcert-EU“ System ist, dass es keine Verpflichtung zur Angabe von THG-Emissionen bzw. zur Erfüllung von vorgeschriebenen Anforderungen an das THG-Minderungspotenzial bestimmter Stoffe gibt. Es besteht die Option THG-Emissionen auszuweisen, wobei keine verpflichtenden Standardwerte verwendet werden müssen. Die THG-Berechnung wird individuell und prozessspezifisch durchgeführt. Die Berechnungsmethodik wird im „REDcert-EU“ System beschrieben oder erfolgt gem. der Norm ISO 14040:2006 (/R 8/) bzw. ISO 14044:2006 (/R 9/). /133/

3.1.6 „RSB Standard for Advanced Fuels”[7]

Beschreibung und Zweck:
Ursprünglich den Bereich der Produktzertifizierung mit biogenen Materialien als Grundstoff abdeckend, hat die Zertifizierungsorganisation Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB) das Portfolio um den Bereich der RFNBO erweitert. Sie wurden als Advanced Fuels in den Standard „RSB Standard for Advanced Fuels“ aufgenommen. RSB hat 12 Prinzipien aufgestellt, welche in Verbindung mit zusätzlichen Dokumenten die verschiedenen von der Organisation angebotenen Standards bilden. /27/

Status und Anwendbarkeit:
Der Standard ist in seiner aktuellen Version 2.4 seit dem 22.03.2022 anwendbar. Er gilt laut Annex II des Standards explizit für Wasserstoff, Synthesegas und synthetische flüssige Kraftstoffe. Außerdem können weitere Rohstoffe nach Genehmigung durch den RSB-Vorstand aufgenommen werden. Es ist somit davon auszugehen, dass neben einer Zertifizierung von Wasserstoff auch Ammoniak, Methanol und Methan zertifiziert werden können. /26/

Geografischer Anwendungsbereich:
Anwendbar ist der RSB Standard laut International Trade Centre (ITC) in folgenden Kontinenten bzw. Ländern /25/:

- Afrika: Sierra Leone, Südafrika, Tunesien
- Asien: China, Philippinen, Republik Korea, Sri Lanka, Thailand
- Australien und Ozeanien: Australien

[7] Fassung: Version 2.4

- Europa: Dänemark, Niederlande, Norwegen, Spanien, Schweden, Schweiz, Vereinigtes Königreich
- Nord-Amerika: Kanada, Mexiko, Vereinigte Staaten von Amerika
- Südamerika: Brasilien, Peru, Uruguay

Technischer Anwendungsbereich:
Der Standard fokussiert Zertifizierung von Kraftstoff-Produkten auf biogener Basis, lässt aber auch nicht-biogene Kraftstoffe zu. Explizit genannt sind Wasserstoff, Synthesegas und Synthetische Kraftstoffe. /26/

Rückverfolgbarkeit der Lieferkette:
THG-Emissionen müssen nach dem „RSB Standard for Advanced Fuels“ über die gesamte Lieferkette hinweg bis zur finalen Verteilung („Well-to-Tank“) erfasst werden. Die Rückverfolgbarkeit soll über ein Massenbilanzsystem sichergestellt werden. /26/

Zielgruppe(n):
Zielgruppe sind Produzenten, verarbeitendes Gewerbe und Konsumenten. Der Transportsektor ist explizit nicht als Zielgruppe genannt /25/.

Zertifizierungskriterien:
Die Zertifizierungsorganisation RSB hat 12 Prinzipien aufgestellt, welche u.a. die Kriterien für die Zertifizierung von RFNBO von dem „RSB Standard for Advanced Fuels“ bilden.

Die 12 Prinzipien lauten /27/:

- Prinzip 1: Rechtlichkeit – Der Betrieb befolgt alle geltenden Gesetze und Vorschriften.
- Prinzip 2: Planung, Überwachung und kontinuierliche Verbesserung – Nachhaltige Maßnahmen werden im Rahmen eines offenen, transparenten und konsultativen Prozesses der Folgenabschätzung und des Managements sowie einer Analyse der wirtschaftlichen Tragfähigkeit geplant, umgesetzt und kontinuierlich verbessert.
- Prinzip 3: THG-Emissionen – Biokraftstoffe tragen zur Eindämmung des Klimawandels bei, da sie im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen die THG-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus erheblich reduzieren.
- Prinzip 4: Menschen- und Arbeitsrechte – Die Geschäftstätigkeit verstößt nicht gegen Menschen- oder Arbeitsrechte und fördert menschenwürdige Arbeit und das Wohlergehen der Arbeitnehmer.
- Prinzip 5: Ländliche und soziale Entwicklung – In armen Regionen trägt der Betrieb zur sozialen und wirtschaftlichen Entwicklung der lokalen, ländlichen und indigenen Bevölkerung und Gemeinschaften bei.

- Prinzip 6: Lokale Ernährungssicherheit – Die Maßnahmen gewährleisten das Menschenrecht auf angemessene Nahrung und verbessern die Ernährungssicherheit in Regionen mit unsicherer Ernährungslage.
- Prinzip 7: Naturschutz – Der Betrieb vermeidet negative Auswirkungen auf die biologische Vielfalt, die Ökosysteme und die Erhaltungswerte.
- Prinzip 8: Bodenschutz – Die Betriebe wenden Praktiken an, die darauf abzielen, die Verschlechterung der Bodenqualität rückgängig zu machen und/oder die Bodengesundheit zu erhalten.
- Prinzip 9: Wasserschutz – Der Betrieb erhält oder verbessert die Qualität und Quantität der Oberflächen- und Grundwasserressourcen und respektiert frühere formelle oder gewohnheitsmäßige Wasserrechte.
- Prinzip 10: Luftqualität – Die Luftverschmutzung wird entlang der gesamten Lieferkette minimiert.
- Prinzip 11: Einsatz von Technologie, Betriebsmitteln und Abfallwirtschaft – Der Einsatz von Technologien zielt darauf ab, die Produktionseffizienz sowie die soziale und ökologische Leistung zu maximieren und das Risiko von Schäden für Umwelt und Menschen zu minimieren.
- Prinzip 12: Landrechte – Der Betrieb respektiert Landrechte und Landnutzungsrechte.

Der betrachtetet Standard teilt dabei die Anforderungen für die Zertifizierung von RFNBO in verschiedene Kapitel auf.

Im Kapitel 2 des Standards werden die Anforderungen an die Nachhaltigkeit aufgeführt. Die grundlegenden RSB Prinzipien 3 bis 12 (RSB-STD-01-001) sowie die damit verbundenen Dokumente sind einzuhalten bzw. vorzuweisen /26/.

Zusätzlich werden in Kapitel 2 des Standards Anforderungen an die Rückverfolgbarkeit u.a. von RFNBO formuliert. Abschnitt 2.2.1. fordert zunächst die Einhaltung des „RSB Chain of Custody Standard“ (RSB-STD-20-001) ab Beginn der Wertschöpfungsketten /26/. Abschnitt 2.2.2. (a) stellt die Anforderung eines sich über die gesamte Lieferkette erstreckenden Massenbilanzierungssystems für jeden einzelnen Stoff /26/. Der Abschnitt 2.2.3. erweitert diese Anforderung, um Herkunftsnachweise für jeden Stoff, die zum Audit verfügbar sein müssen /26/. Die Herkunftsnachweise müssen laut Abschnitt 2.2.4. (3) Informationen zur Art des Stoffes, zum Herkunftsland und Gewichts- oder Volumenangabe enthalten /26/.

Darüber hinaus werden spezifische Anforderungen für RFNBO in Kapitel 5 des Standards definiert. Sie umfassen Anforderungen zur Benennung von Produkten (5.1.), der ausschließlichen Verwendung von erneuerbarem Strom (5.2.), zu Herkunftsnachweisen für Strom (5.3.) und zum Nachweis über die Einhaltung der Anforderungen an die THG-Bilanzierung (5.4.). Die THG-Bilanzierung muss laut Abschnitt 5.4. die Emissionen der

Stromerzeugung, der Kraftstoffherstellung, der Kompression des Gases und den Transport des Kraftstoffs bis zur finalen Verteilstation (Tankstelle oder Einzelhändler) einschließlich Netzverlusten berücksichtigen. /26/

3.1.7 „A Hydrogen Guarantee of Origin Scheme for Australia“[8]

Beschreibung und Zweck:
Die australische Regierung hat sich auf der Basis von Befragungen von Stakeholdern und umfangreichen Analysen dazu entschlossen, ein nationales Wasserstoffzertifizierungssystem in Abstimmung mit der IPHE (International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy) zu entwickeln und dieses in einem zweiten Schritt in ein internationales Schema zu überführen. Der zur Diskussion gestellte Schemaentwurf soll die Rahmenbedingungen für die australische Wasserstoffwirtschaft setzen. Hauptziele bei der Standarderstellung sollen die Vergleichbarkeit von Wasserstoff für den Endkunden und eine transparente Auswahl für Wasserstoffprodukte sein. Im Schema werden bewusst keine Grenzwerte für Emissionen in Bezug auf die „Grüneigenschaften“ von Wasserstoff vorgegeben. Das Fehlen soll dem Endkunden die Freiheit geben, eine Kategorisierung nach individuellen Kriterien, beispielsweise bezüglich der Farbe des Wasserstoffs, eigenständig vornehmen zu können. /5/

Exkurs: IPHE
Die australische Regierung verweist in ihrem Diskussionspapier zu einem Wasserstoffherkunftsnachweis auf die Bestrebungen der IPHE in diesem Bereich. Unter dem Dach der IPHE vernetzen sich aktuell 21 Länder sowie die Europäische Kommission mit dem Ziel „10,10,10“: 10 Millionen mobile Brennstoffzellensysteme und 10 Tausend Wasserstofftankstellen in 10 Jahren weltweit in Betrieb zunehmen /17/. Australien ist aktiv in der Arbeitsgruppe des IPHE zum Thema Regelwerke, Gesetze, Normen und Sicherheit und verfolgt das Ziel seine nationalen Bestrebungen so international kompatibel zu gestalten /5/. Weitere Ziele sind die internationale Anschlussfähigkeit von nationalen und multinationalen Zertifizierungssystemen und eine Abstimmung zur Berechnung der THG-Intensität von Wasserstoff als methodische Grundlage /3/.

Status und Anwendbarkeit:
Der beschriebene, australische Standard ist noch in der Entwicklungsphase. Es laufen zum aktuellen Zeitpunkt (Juli 2022) 19 Versuchsprojekte in denen Wasserstoff und die Zertifizierung der Herkunft erprobt werden. /5/

[8] Fassung: In Bearbeitung; Discussion Paper (Juni 2021)

Geografischer Anwendungsbereich:
Da eine australische Regierungsorganisation die Administration des Standards übernehmen soll, ist der geografische Fokus des Standards Australien. /5/

Technischer Anwendungsbereich:
Mit dem Schema lässt sich die Produktion von Wasserstoff bewerten. Eine Erweiterung auf Wasserstoffderivate und Folgeprodukte (beispielsweise Ammoniak) soll zukünftig möglich sein. Als Produktionstechniken sollen Elektrolyseure, Kohlevergasung und Dampfreformierung jeweils mit CO_2-Speicherung im Schema berücksichtigt werden. Für Technologien bei deren Nutzung CO_2 freigesetzt wird, für dieses aber keine Speicherung vorgesehen ist, soll explizit keine Zertifizierung möglich sein. Entlang der Wertschöpfungsketten soll vor dem Hintergrund der geringeren Komplexität der Umsetzung die Betrachtungsgrenzen „Well-to-Gate“ gesetzt werden. Eine Erweiterung der Systemgrenze auf weitere Teile der Wertschöpfungsketten ist allerdings nicht ausgeschlossen. /5/

Rückverfolgbarkeit der Lieferkette:
Durch die Nennung der Produktionsstätte bleibt die Rückverfolgbarkeit zum Ursprung des zertifizierten Stoffes gewährleistet. /5/

Zielgruppe(n):
Alle Akteure entlang der vom Standard abgedeckten Teile der Wasserstoff-Wertschöpfungsketten. /5/

Zertifizierungskriterien:
Die folgenden Kriterien sind relevant für die Zertifizierung: Erfassung der Emissionen, Angabe der Produktionsstätte und -ort, Angabe der Produktionstechnologie und der primären Brennstoffquelle.

Die Berechnung der entstanden THG-Mengen werden auf dem GHG Protocol (/R 5/) und der Norm zur Quantifizierung von Treibhausgasen (/R 6/) basieren. Die zur konkreten Berechnung von Emissionen erforderlichen Informationen und Faktoren sollen den australischen Standards „Intergovernmental Panel on Climate Change“ und „National Greenhouse and Energy Reporting Scheme“ entnommen werden. /5/

3.1.8 „ISCC EU“ & „ISCC PLUS“[9]

Beschreibung und Zweck:
Die International Sustainability & Carbon Certification (ISCC) hat verschiedene Zertifizierungssysteme entwickelt. Sie wurden in einem offenen Multi-Stakeholder-Prozess entwickelt und werden von einem Verband mit mehr als 175 Mitgliedern verwaltet. /11/

Die im Rahmen der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme relevanten von ISCC betriebenen Zertifizierungssysteme sind „ISCC EU“ und „ISCC PLUS“ /12/.

„ISCC EU“ ist ein Zertifizierungssystem zum Nachweis der Einhaltung der gesetzlichen Nachhaltigkeitsanforderungen, die in der RED II und in der Kraftstoffqualitätsrichtlinie (engl. *Fuel Quality Directive*, FQD) festgelegt sind. Dabei garantierte die „ISCC EU“ Zertifizierung die Einhaltung von Umwelt-, Sozial- und Rückverfolgbarkeitskriterien und qualifiziert Biokraftstoff- oder Biomasseunternehmen für die rechtliche Anerkennung gemäß den Zielen der europäischen Kraftstoffverordnungen. Gesetzliche Grundlagen sind die Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung, die Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung und das EEG. /19/

„ISCC PLUS“ ist ein Zertifizierungssystem für alle Märkte und Sektoren, die nicht durch die RED II geregelt sind. Dazu gehören beispielsweise der Lebensmittel-, Futtermittel- oder Energiemarkt und verschiedene industrielle Anwendungen. Im Rahmen von „ISCC PLUS“ wird die Zertifizierung aller Arten von land- und forstwirtschaftlichen Rohstoffen, Abfällen und Reststoffen, nicht-biologische EE sowie recycelte Kohlenstoffmaterialien und -brennstoffen abgedeckt. /14/ Regulatorische Basis sind die „ISCC PLUS“ Regularien in Anlehnung an die RED I/II.

Status und Anwendbarkeit:
Mit derzeit über 5.000 gültigen Zertifikaten in mehr als 100 Ländern gehört ISCC zu den größten Zertifizierungssystemen der Welt. /12/ Die Organisation zählt 189 Verbandsmitglieder, 42 anerkannte Zertifizierungsstellen und 5.744 gültige ISCC-Zertifikate. Es wurden 7 regionale und technische Stakeholder-Ausschüsse eingerichtet. /13/ Die ISCC-Zertifizierungssysteme sind für die oben genannten Produktgruppen etabliert und anwendbar.

Geografischer Anwendungsbereich:
Sowohl „ISCC EU“ als auch „ISCC PLUS“ können in Bezug auf Herkunftsnachweise und Rückverfolgbarkeit quasi weltweit angewendet werden. Die von der Auftraggeberin genannten Fokus-Länder Kolumbien, Tunesien, Ägypten, Namibia und Australien sind bis auf Namibia explizit genannt. /13/, /14/

[9] Fassung „ISCC EU“: Version 4.0 / Juli 2021; Fassung „ISCC PLUS“: Version 3.3

Technischer Anwendungsbereich:
Im Rahmen von „ISCC EU“ können Biokraftstoffe oder strombasierte Kraftstoffe und gemäß 37. BImSchV auch synthetisches Methan und Wasserstoff (PtX) zertifiziert werden /R 16/.

„ISCC PLUS“ gilt hingegen für Rohstoffe, Edukte, Produkte (z.B. Düngemittel) etc. was Wasserstoff, Ammoniak und Methanol einschließt. /137/

Rückverfolgbarkeit der Lieferkette:
Die Rückverfolgbarkeit der Lieferkette erfolgt sowohl bei „ISCC EU“ als auch bei „ISCC PLUS“ über ein Massenbilanzierungssystem oder eine physische Segregation. Zusätzlich kann im Rahmen von beiden Standards das kontrollierte Mischen verwendet werden. /21/

Die Anforderungen an die Rückverfolgbarkeit und die Lieferkette gelten dabei für alle Arten von Rohstoffen und ihre jeweiligen Lieferketten. Die detaillierten Anforderungen sind im ISCC Systemdokument 203 "Traceability and Chain of Custody" aufgeführt. /21/

Zielgruppe(n):
Zielgruppe der „ISCC EU“ und „ISCC PLUS“ Standards sind Produzenten, verarbeitendes Gewerbe und Konsumenten. Der Transportsektor ist nicht explizit als Zielgruppe genannt. /13/, /14/

Zertifizierungskriterien:
Die Zertifizierungsanforderungen und die entsprechenden Prozesse sind in den jeweiligen ISCC-Systemdokumenten detailliert beschrieben und basieren teilweise auf der RED II. /21/

Generell werden in „ISCC EU“ & „ISCC PLUS“ folgende Anforderungen an die zu zertifizierenden Stoffe gestellt:

- Nachhaltigkeitsanforderungen für land- und forstwirtschaftliche Biomasse, Abfälle und Reststoffe, Rohstoffe für die Herstellung von RFNBO und recycelten kohlenstoffhaltigen Kraftstoffen sowie für Rohstoffe mit geringem Indirect Land-Use Change (ILUC)-Risiko.
- Anforderungen an die Rückverfolgbarkeit der Lieferkette.
- Anforderungen an die Einsparung von THG-Emissionen und die Berechnungsmethode.

Die Nachhaltigkeitsanforderungen, die im Rahmen von ISCC zertifiziert werden können, sind im ISCC Systemdokument 202 „Nachhaltigkeitsanforderungen" und den weiterführenden Dokumenten beschrieben /21/. Laut einem Report des ITC, werden 11 der 17 Sustainable Development Goals (SDGs) in besonderem Maße durch ISCC unterstützt. /11/

In Kapitel 3.2.2. des ISCC Systemdokuments 202 wird auf Anforderungen bezüglich der Rückverfolgbarkeit von Lieferketten eingegangen /21/. Die Kriterien zur Rückverfolgbarkeit

und Chain of Custody (CoC) stellen sicher, dass zwei grundlegende Anforderungen erfüllt werden. Diese beinhalten zum einen, dass nachhaltige Produkte durch die Lieferkette vom Ursprung bis zur Auslieferung zurückverfolgt werden können. Und zum anderen, dass produktspezifische Informationen zu Chargen nachhaltiger Materialien und Produkte zugeordnet werden können.

Dabei werden folgende Eigenschaften nachhaltiger Materialien (sogenannte Nachhaltigkeitscharakteristika), die im Rahmen von ISCC erforderlich sind, erfasst /21/:

- Art des Rohstoffs (z. B. Wasserstoff, Ammoniak, Methanol, Methan),
- Herkunftsland des Rohstoffs,
- Zertifizierungsumfang des Rohstoffs (d.h. der Rohstoff ist entweder nach den Nachhaltigkeitskriterien des Art. 29 (3) - (7) der RED II zertifiziert, oder der Rohstoff entspricht der RED II-Definition von Abfall oder Reststoff),
- Angaben zu THG-Emissionen (verpflichtend unter „ISCC EU“, freiwillig unter „ISCC PLUS“) und
- Angabe "ISCC-konform" oder "EU RED-konform" (falls zutreffend).

Im Kapitel 3.2.3 werden darüber hinaus Anforderungen an die Methodik zur THG-Bilanzierung gestellt. Dabei gelten besondere Bedingungen für RFNBO, die in die EU importiert werden. Das ISCC Systemdokument 202-6 „Renewable Fuels of Non-Biological Origin" beschreibt die entsprechenden Anforderungen und Methoden zur THG-Minderung sowie entsprechende Grenzwerte detailliert. /21/ Allgemein ist von den Kraftstofflieferanten nachzuweisen, dass „nachhaltige“ Produktion und THG-Einsparung gemäß RED II eingehalten werden. Dabei gilt das Prinzip „Well-to-Wheel“. /21/ Zur Erfassung der THG-Emissionen stehen drei verschieden Optionen zur Verfügung:

1. Verwendung von rohstoff- und prozessspezifischen Gesamtstandardwerten (gemäß RED II)
2. Verwendung von disaggregierten Standardwerten (gemäß RED II). Diese ermöglichen die Verwendung einer Kombination aus Standard- und tatsächlichen Werten.
3. Verwendung der tatsächlichen Werte (Berechnung gemäß RED II)

3.1.9 Standard zur Zertifizierung von Wasserstoffprodukten (TÜV NORD)[10]

Der im Folgenden dargestellte „Standard zur Zertifizierung von Wasserstoffprodukten“ befindet sich derzeit noch in der Entwicklung. Die hier aufgeführten Aspekte bilden daher den derzeitigen Arbeitsstand ab und werden nicht unbedingt Bestandteil der finalen und veröffentlichten Version sein.

[10] Fassung: In Bearbeitung (Stand: 30.08.2022)

Beschreibung und Zweck:
Das Ziel des in der Entwicklung befindlichen Standards „Zertifizierung von Wasserstoffprodukten“ der TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG (TNE) ist die Zertifizierung von Wasserstoffprodukten im Hinblick auf bspw. Klimaneutralität, „Grüneigenschaft“ sowie Nachhaltigkeit. Der Standard wird zurzeit auf Basis des bereits etablierten „Standard zur Verifizierung von THG-Erklärungen und Klimaneutralität“ (TN-CC 020 /154/) entwickelt. Er soll als dessen Erweiterung für Wasserstoff und seine Produkte dienen.

Status und Anwendbarkeit:
Aktuell befindet sich der Standard „Zertifizierung von Wasserstoffprodukten“ der TNE in der Entwicklungsphase. Es sollen die jeweils aktuellsten regulatorischen Rahmenbedingungen zu Grunde gelegt werden und so eine langfristige und belastbare Anwendbarkeit in naher Zukunft gewährleistet werden. /141/

Geografischer Anwendungsbereich:
Der Standard soll weltweit Anwendung finden.

Technischer Anwendungsbereich:
Der Anwendungsbereich dieses zurzeit in Erarbeitung befindlichen Standards soll eine Zertifizierung entlang der Wasserstoff-Wertschöpfungsketten ermöglichen. So sollen alle „Wasserstoffeigentümer“ ihr Wasserstoffprodukt in einem mehrstufigen Verfahren durch TNE bspw. „klimaneutral“, „grün“ und/oder „nachhaltig“ zertifizieren lassen können. Unter Wasserstoffprodukt sind in diesem Standard sowohl reiner Wasserstoff als auch Wasserstoffderivate und Wasserstoffträgersubstanzen zu verstehen.

Rückverfolgbarkeit der Lieferkette:
Kriterien für die Rückverfolgbarkeit der Lieferkette werden zurzeit erarbeitet. Über einen sog. „carbon tag“ könnten beispielsweise die Ergebnisse der PCF-Berechnung zur Verfügung gestellt werden. Eine Rückverfolgung, Bewertung und Handelbarkeit über alle Schnittstellen der Wertschöpfungsketten hinweg könnte hierdurch vereinfacht werden.

Zielgruppe(n):
Die Zielgruppe soll alle Akteure der Wasserstoffprodukt-Wertschöpfungsketten von der Herstellung bis zur Verwendung („Well-to-Wheel“) umfassen.

Zertifizierungskriterien[11]:

Die Zertifizierung von „klimaneutralen“ Wasserstoffprodukten soll auf der PCF-Berechnung und -Kompensation basieren. Detaillierte Anforderungen ergeben sich dabei aus dem Standard „TN-CC 020“ /154/.

Die Zertifizierung von „grünen“ Wasserstoffprodukten soll zusätzlich auf weiteren Anforderungen basieren, die an das Wasserstoff-Herstellungsverfahren gestellt werden. Dabei ist die Wasserstoffproduktion selbst und insbesondere deren Energieversorgung an bestimmte Kriterien und Technologien geknüpft, die sich an der RED II (/R 2/) bzw. dem Draft del. Act (/R 15/) orientieren sollen.

Die mögliche weitergehende Zertifizierung als „nachhaltiger“ Wasserstoff soll darüber hinaus Anforderungen an ökologische und soziale Standards stellen. Diese können sich zum Beispiel an den SDGs (/144/) bzw. an Kriterien zur Umwelt- und Sozialverträglichkeit, nachhaltigen Wassernutzung, zum Abfall- und Schadstoffmanagement, Arbeitsstandards, Einbindung lokaler Unternehmen und Geschlechtergerechtigkeit orientieren.

Des Weiteren soll der Standard „Zertifizierung von Wasserstoffprodukten“ der TNE Anforderungen an die Zertifikatnehmer stellen. Diese könnten sich z.B. auf Messeinrichtungen zur zuverlässigen Stoffstrom- und Elektrizitätsmessung (gemäß ISO 14040/ 14044 – Ökobilanzierung) sowie auf ein Monitoring System beziehen. Dieses soll mindestens die folgenden Kriterien erfüllen:

- Zuverlässiges Verfahren zur laufenden Überwachung und Sicherung der Deckung zwischen Erzeugung, Umwandlung, Speicherung und Lieferung.
- Ausschluss von Doppelvermarktung.
- Erfassung und Dokumentation von Ein- und ausgehende Energie- und Materialströmen.
- Integration in das Monitoring-System des Betriebes.

3.2 Übersicht der identifizierten Bewertungskriterien für die „Grüneigenschaften“ von Wasserstoffprodukten

Die Kriterien zur Bewertung der „Grüneigenschaften“ für Wasserstoffprodukte der in Abschnitt 3.1 aufgeführten Standards werden nachfolgend in Tabelle 1 im Hinblick auf ihre jeweiligen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zusammenfassend[12] dargestellt.

[11] Die hier genannten Zertifizierungskriterien zu den „Grüneigenschaften“ von Wasserstoffprodukten („grün“ und „nachhaltig“) werden nicht unbedingt Bestandteil der finalen und veröffentlichten Version des Standards sein und befinden sich zurzeit in der Erarbeitung.

[12] Fassung und Kategorisierung der Bewertungskriterien gemäß „Standards Map App“ /120/.

Aus Tabelle 1 geht hervor, dass die Kriterien in den betrachteten Standards teilweise deutlich variieren. Einzig die Kriterien bezüglich der Kriterien des THG-Minderungspotenzials sowie bezüglich der Herkunftsnachweise von EE-Strom werden von den meisten betrachteten Standards abgedeckt. Diese sind dementsprechend RED II-konform.

Speziell die Anforderungen an die Nachhaltigkeit, wie Umwelt- und Sozialkriterien, werden von den Standards nur teilweise erfasst, was weiteren Handlungsbedarf begründet.

Lediglich „ISCC EU & ISCC PLUS“, „REDcert-EU & REDcert^{2}“ sowie der „RSB Standard“ decken bereits eine Vielzahl der Kriterien ab, wobei die Kriterien teilweise noch auf Wasserstoffprodukte angepasst werden müssen.

Zertifizierungssysteme[13]										
Bewertungskriterien		Low Carbon Ammonia Certifi-cation	TÜV SÜD CMS 70	TÜV Rhein-land Standard H2.21	CertifHy	REDcert -EU & RED cert[2]	RSB Standard	Hydro-gen GO-Scheme for Australia	ISCC EU & ISCC PLUS	TNE Standard
Umwelt	**Flächen-nutzung**	**(-)**	**-**	**-**	**(-)**	**+**	**+**	**(-)**	**+**	**(~)**
	Wasser-nutzung	**(-)**	**-**	**-**	**(-)**	**+**	**+**	**(-)**	**+**	**(~)**
	Bio-diversität	**(-)**	**-**	**-**	**(-)**	**+**	**+**	**(-)**	**+**	**(~)**
	Wald	**(-)**	**-**	**-**	**(-)**	**+**	**+**	**(-)**	**+**	**(~)**
	Input Stoffe	**(-)**	**-**	**-**	**(-)**	**+**	**+**	**(-)**	**+**	**(~)**
	Abfall	**(-)**	**-**	**-**	**(-)**	**+**	**+**	**(-)**	**+**	**(~)**
	Energie-verbrauch/ EE-Strom	**(~)**	**+**	**+**	**(+)**	**~**	**~**	**(+)**	**~**	**(+)**
	THG Minde-rungs-potenzial	**(~)**	**+**	**+**	**(+)**	**~**	**+**	**(~)**	**+**	**(+)**
Sozial	**Menschen-rechte**	**(-)**	**-**	**-**	**(-)**	**+**	**+**	**(-)**	**+**	**(~)**
	Arbeits-rechte	**(-)**	**-**	**-**	**(-)**	**+**	**+**	**(-)**	**+**	**(~)**
	Lokale Gemein-schaften	**(-)**	**-**	**-**	**(-)**	**+**	**+**	**(-)**	**+**	**(~)**
Management und Ethik	**Wirtschaftli-che Tragfä-higkeit**	**(-)**	**-**	**-**	**(-)**	**+**	**+**	**(-)**	**+**	**(~)**
	Verantwor-tung in der Lieferkette	**(-)**	**-**	**-**	**(-)**	**+**	**+**	**(-)**	**+**	**(~)**
	Ethik	**(-)**	**-**	**-**	**(-)**	**~**	**+**	**(-)**	**+**	**(~)**
Qualität	**Manage-mentsystem für Produkte/ Dienstleis-tungen**	**(-)**	**+**	**-**	**(~)**	**+**	**+**	**(-)**	**+**	**(+)**
RED II Konformität		**(-)**	**+**	**+**	**(+)**	**+**	**+**	**(-)**	**+**	**(+)**

Legende	**+: Kriterium ausführlich beschrieben**	**~: Kriterium teilweise beschrieben**	**-: Kriterium nicht beschrieben**	**(…): Erarbeitungsphase / Noch nicht anwendbar**

Tabelle 1: Kriterien Übersicht der in Abschnitt 3.1 aufgeführten Standards zur Bewertung der „Grüneigenschaften“ von Wasserstoffprodukten (vgl. /120/).

[13] Betrachtet wurden die Standards in der jeweils in Abschnitt 3.1 angegebenen Fassung.

3.3 Anzustrebende Nachhaltigkeitskriterien eines Zertifizierungssystems für Wasserstoffprodukte

In Abschnitt 3.3 wird auf die anzustrebenden Nachhaltigkeitskriterien eines Zertifizierungssystems für Wasserstoffprodukte eingegangen.
Nachhaltigkeitskriterien werden bisher nur vereinzelt in den zuvor betrachteten Standards aufgegriffen. Die in Tabelle 1 aufgeführten Nachhaltigkeitskriterien sollten jedoch langfristig in der Zertifizierung der „Grüneigenschaften“ von Wasserstoffprodukten Anwendung finden. Dazu gehören beispielsweise: Nachhaltige Wassernutzung, Umweltverträglichkeit, Abfall- und Schadstoffmanagement, Sozial- und Arbeitsstandards, Unterstützung lokaler Unternehmen/Wertschöpfung sowie Bildung und Geschlechtergerechtigkeit. Darüber hinaus sollten die Anforderungen an die Kohlenstoffquelle klarer definiert werden. Die genannten Kriterien sollten sich dabei explizit auf die Herstellung von RFNBO beziehen.

Nachhaltige Wassernutzung:
Kriterien der nachhaltigen Wassernutzung könnten einbezogen bzw. ausgeweitet werden, besonders in von Wasserknappheit betroffenen Regionen /88/. Der Wasserverbrauch wird in der RED II in den Finanzierungsanforderungen nur implizit erwähnt, indem darauf hingewiesen wird einen hohen Wasserverbrauch zu unterlassen /18/. Die Herkunft des Wassers ist jedoch zu unterscheiden in Oberflächenwasser, Grundwasser, Meerwasserentsalzungsanlagen und potenzielles Abwasser während der Nutzung. Beispielsweise wird Wasser auch als Kühlmittel oder zur Reinigung von Concentrated Solar Power (CSP)- oder Photovoltaik (PV)-Anlagen genutzt. Wenn diese Nutzungen in die Wertschöpfungsketten von RFNBO eingegliedert sind, könnten sie ebenfalls in den Nachhaltigkeitsanforderungen beachtet werden. Es werden also Anforderungen benötigt, die in diesen Regionen die Nutzung von Oberflächen- und Grundwasservorräten reglementieren. Zertifikatnehmer:innen könnten die Herkunft, Nutzung und Wiederaufbereitung von Wasser im Zertifizierungsprozess angeben. Für Meerwasserentsalzungsanlagen könnte ein energetisch sparsamer Betrieb und der nachhaltige Umgang mit Rückständen im Prozess ebenfalls nachgewiesen werden /82/. Für Rückstände kommt z.B. die Weiterverarbeitung in der Rohstoffrückgewinnung in Frage /31/. Die Verknappung von Wasser sowie die Erhöhung von Wasserpreisen sollte nicht verstärkt werden. /3/

Umweltverträglichkeit:
Umweltverträglichkeitsfaktoren könnten ebenfalls Eingang in die Zertifizierungssysteme finden, um sicherzustellen, dass durch den Betrieb von Wasserstoffprodukt-Anlagen keine negativen Umweltauswirkungen ausgehen. Einbezogen werden könnten hierbei auch Kriterien zur Landnutzung (LUC/ILUC), da die Wasserstofferzeugung direkten Flächenbedarf durch Betriebsstandorte von beispielweise Elektrolyseuren und indirekten Flächenbedarf durch den Ausbau EE-Anlagen hat. Das Land und seine produktiven Ökosysteme sollten nicht in

Konkurrenz mit anderer Nutzung, wie beispielsweise der Energieproduktion stehen. In der RED II werden Kriterien zur Minderung des ILUC-Risikos nur für Biokraftstoffe definiert. Diese könnten auch auf RFNBO und biogene Kohlenstoffquellen übertragen werden. Es sollten keine kulturellen und ökologischen Schutzgebiete oder völkerrechtsfraglichen Gebiete genutzt werden dürfen /18/, /3/. Bei Biomasse gilt überdies die Sicherstellung und der Nachweis von sozialer und ökologisch nachhaltiger Erzeugung und die lokale Lebensmittelerzeugung sollte nicht eingeschränkt werden dürfen /31/. Dies könnte ebenfalls für die Lieferkette von Wasserstoffprodukten gelten.

Abfall- und Schadstoffmanagement:
Zertifizierungssysteme könnten auch auf Abfall- und Schadstoffmanagement erweitert werden, indem Umweltstandards wie die ISO 14001 und europäische Umweltmanagementsysteme (Eco-Management and Audit Scheme) herangezogen werden. Bestehende Ansätze könnten auf RFNBO-Anlagen angepasst werden. Entlang des gesamten Lebenszyklus der Anlagen sollte mit Chemikalien umweltverträglich umgegangen werden, sodass die menschliche Gesundheit und die Umwelt geschützt wird /31/. Sinnvoll wäre zudem bei entsprechend problematischen Stoffen, entlang der gesamten Wertschöpfungsketten, eine Versicherung oder andere Sicherheitsleistung zur Kompensation der von potenziellen Schadensereignissen Betroffenen zu fordern. Dies sollten keine staatlich gesteuerten Instrumente sein, um die Kompensation von einer politischen Einflussnahme bestmöglich zu entkoppeln.

Sozial- und Arbeitsstandards:
Sozial- und Arbeitsstandards gemäß ILO sind bereits teilweise in den vorgestellten Standards implementiert, könnten jedoch noch auf die Anwendung in Unternehmen, die RFNBO-Anlagen betreiben, angepasst werden, da sie sich bisher auf die Beschäftigung von Arbeitskräften im Bereich der Biomasse-Produktion beschränken. Beispielsweise kann Zugang zu grundlegenden Dienstleistungen, Fortbildungsmaßnahmen und medizinischer Unterstützung in den Betrieben ermöglicht werden. Es könnten Arbeitnehmerrechte eingehalten und faire Vertragsbedingungen sowie angemessene Bezahlung gewährleistet werden. Zwangsarbeit, Kinderarbeit und Diskriminierung sind auszuschließen. /140/

Unterstützung lokaler Unternehmen / lokaler Wertschöpfung:
Auch die Unterstützung lokaler Unternehmen könnte gefördert werden. Für Exportländer könnte die Wertschöpfung innerhalb der Länder und das Erreichen der SDGs ermöglicht werden. Dazu gehört die Beschäftigung und die Förderung von lokalen Unternehmen und Arbeitskräften. Bei der Beschäftigung lokaler Arbeitskräfte könnte insbesondere auch auf Geschlechtergerechtigkeit geachtet werden. Hierfür könnten ebenso Nachweise geführt werden. /18/, /3/, /31/

Bildung:
Ebenfalls könnte Bildung vor Ort gefördert werden. Sowohl Arbeitnehmer als auch die lokale Bevölkerung und insbesondere die Kinder könnten Zugang zu Bildung/Weiterbildung in der Region erhalten. /140/

Kohlenstoffquelle:
Darüber hinaus könnten für die unterschiedlichen Herstellungsprozesse von Wasserstoffprodukten in Verbindung mit der Herkunft des benötigten Stroms Anforderungen entwickelt werden. Die Methan- und Kohlenstoffdioxid-Emissionen entlang der jeweiligen Wertschöpfungsketten könnten dabei berücksichtigt werden. Dazu gehört die Erdgasförderung, -aufbereitung und der -transport, die CO_2-Abscheidung, der CO_2-Transport und die CO_2-Endlagerung. Außerdem könnte die Sicherheit und Sicherung der Endlagerung gewährleistet werden. /3/ Der Kohlenstoff für die Herstellung von Wasserstoffprodukten könnte aus Luftabscheidung, Industrieemissionen oder biogenem CO_2 gewonnen werden. Kriterien zur Vermeidung von doppelt gutgeschriebenen CO_2-Emissionen könnten dafür im Standard definiert werden. /31/

Nicht nur, aber vor allem mit Blick auf Länder außerhalb Europas, ist die Anwendung und Erfüllungsmöglichkeit solcher Kriterien zu diskutieren. Bedingt durch Unterschiede in Bezug auf Nachhaltigkeit zwischen der EU und potenziellen Wasserstoffprodukt-Exportländern ist ein hoher Aufwand in Verbindung mit der Implementierung solcher Anforderungen zu erwarten. In Europa kann davon ausgegangen werden, dass Mindeststandards bezüglich Umweltverträglichkeit, Sozialstandards und Ressourcennutzung weitestgehend eingehalten werden. Für weniger regulierte Märkte gilt dies unter Umständen nicht.

Es ist festzuhalten, dass die beschriebenen Punkte im Rahmen einer ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbetrachtung zwar wünschenswert sind, jedoch dem Ziel einer Beschleunigung des Wasserstoff-Markthochlaufs entgegenstehen können. Beide Ziele – sowohl die Beschleunigung des Wasserstoff-Markthochlaufs als auch der Anspruch einer „echten“ Nachhaltigkeit – sind derzeit nicht gleichzeitig zu erreichen.

4 Anforderungen an die Erfassung und Zertifizierung von Wasserstoffprodukten entlang der jeweiligen Wertschöpfungsketten

Die Einhaltung der aufgeführten Aspekte und Kriterien, die die „Grüneigenschaften“ von Wasserstoffprodukten sicherstellen, sollten mit Hilfe von geeigneten Reporting-Prozessen zuverlässig und manipulationssicher nachgewiesen werden.

Aufbauend auf den identifizierten Kriterien der Tabelle 1 und den Erkenntnissen der Abschnitte 3.2 und 3.3 wird in diesem Kapitel ein beispielhafter Nachweiskatalog aufgezeigt. Darüber hinaus wird eine Checkliste erstellt, die Vorschläge zur Nachweisführung entlang der Wasserstoffprodukt-Wertschöpfungsketten enthält.

4.1 Vorschlag für einen Nachweiskatalog zur Bestätigung und lückenlosen Nachverfolgung der identifizierten Bewertungskriterien

Wie in Abschnitt 3.2 aufgezeigt, zeigt Tabelle 1, dass „ISCC EU & ISCC PLUS“, der „RSB Standard“ und teilweise „REDcert-EU & REDcert^2“ die meisten identifizierten Kriterien in ihrem System berücksichtigen.

Ausgehend von den identifizierten Kriterien aus Tabelle 1 und den oben dargestellten Schlussfolgerungen wird im Folgenden aufgezeigt, wie die in der RED II sowie u.a. im Rahmen des ISCC Systems definierten und aufgeführten Anforderungen an die „Grüneigenschaften“ von Wasserstoffprodukten umsetzbar sind. Die ausgewählten „Grüneigenschaften“ umfassen die identifizierten Kriterien aus Tabelle 1, die die anzustrebenden Nachhaltigkeitskriterien aus Abschnitt 3.3 beinhalten. Im Folgenden sind diese aufgeführt:

- Das Vorhandensein eines Managementsystems, das die Nachhaltigkeitsanforderungen in allen Betriebsbereichen abdeckt und beispielsweise transparente Dokumentationsprozesse sowie eine Berücksichtigung von Risikofaktoren fordert.
- Das THG-Minderungspotenzial der erzeugten Wasserstoffprodukte (CO_2-Fußabdruck) muss im Einklang mit den Anforderungen der RED II stehen.
- Kriterien für Kohlenstoffquellen sollten festgelegt werden, da diese noch nicht eindeutig in der RED II vorgegeben sind. Dabei sollten die Fragen, welche Quellen für RFNBO in Frage kommen und wie die verschiedenen Quellen in der THG-Berechnungsmethode berücksichtig werden, beantwortet werden.
- Der Verbrauch von Strom muss aus erneuerbaren Energiequellen für die Wasserstofferzeugungsprozesse stammen.

- Die Einhaltung von Kriterien zur Anrechenbarkeit von „grünem“ Wasserstoff, wie sie im Wesentlichen in der RED II und in dem Draft del. Act definiert sind (Direktleitung, Netzbezug, Zusätzlichkeit, geografische Korrelation, zeitliche Korrelation).
- Die Rückverfolgbarkeit von Nachhaltigkeitseigenschaften und Angaben über die getätigten Transaktionen für die EU-Datenbank gemäß Art. 28 Abs. 2 der RED II.
- Die Nachhaltigkeitskriterien, die mehrere Inputfaktoren und indirekte Effekte in einem Zertifizierungssystem berücksichtigen. Dazu zählen unter anderem:
  - Verpflichtung zum Schutz von Flächen mit hohem Biodiversitätswert oder hohem Kohlenstoffbestand sowie von HCVAs (High Conservation Value Areas),
  - Verpflichtung zu umweltverträglicher Produktion und Schutz von Boden, Wasser und Luft,
  - sichere Arbeitsbedingungen,
  - Einhaltung von Menschen-, Arbeits- und Landrechten sowie verantwortungsvolle Beziehungen zur Gemeinschaft,
  - Einhaltung von Gesetzen und internationalen Verträgen.

Die jeweils benötigten Nachweise zu den oben aufgeführten Kriterien werden identifiziert und in Form eines beispielhaften Nachweiskataloges dargestellt. Dieser Nachweiskatalog, die aufgeführten Kriterien sowie die Nachweiskriterien sind als Beispiel zu verstehen und im Rahmen einer detaillierten Erstellung eins solchen Kataloges ggf. anzupassen. Der Nachweiskatalog ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabelle A-1).

Der Nachweiskatalog basiert auf bereits standardisierten oder etablierten Nachweisdokumenten, die die oben genannten Kriterien abdecken und sich auf der regulativen Basis von RED II und den ISCC Verifizierungsprozessen beziehen.[14]

Allerdings besteht bei einigen Kriterien in der Nachweisführung noch Entwicklungsbedarf. Um welche Kriterien es sich dabei handelt, wird im Folgenden erläutert:

- Für die Kohlenstoffquellen sind einheitliche Nachweise momentan schwierig zu etablieren, da nicht sicher ist, welche Art der Kohlenstoffquelle verwendet wird. Bislang liegt der Fokus der einschlägigen Aktivitäten und Diskussionen auf „grünem“ Wasserstoff, während Wasserstoff aus nicht erneuerbaren Quellen mit CCS/CCU (blauer Wasserstoff) mit nachrangiger Priorität adressiert wird. Es sollte dementsprechend darauf geachtet werden, dass auch im Bereich des „grauen/blauen/türkisen“ Wasserstoffs rechtzeitig geeignete Vorgaben gemacht werden, um mögliche Fehlentwicklungen in diesem Bereich zu vermeiden /3/. Der delegierte Rechtsakt der RED II

[14] Eine ausführliche Auflistung von Nachweisen, die weiterführende Aspekte im Rahmen eines vollständigen Zertifizierungsverfahrens abdeckt, kann in den entsprechenden „ISCC EU & ISCC PLUS“ Dokumenten abgerufen werden /21/, /137/, /138/, /139/.

sollte mehr Klarheit in dieser Angelegenheit schaffen, in dem er a) geeignete Mindestschwellenwerte für die Einsparung von THG-Emissionen durch wiederverwertete kohlenstoffbasierte Kraftstoffe festlegt. Darüber hinaus sollte b) die Methode zur Bewertung der THG-Emissionseinsparungen durch erneuerbare flüssige und gasförmige RFNBO ebenfalls festgelegt werden.

- Darüber hinaus ist im Rahmen der Festlegung zum Zertifizierungssystem auch zu definieren, welche Art der Rückverfolgung der produktionsbezogenen Daten angewandt werden kann und darf. Bei vielen Handelsgütern ist eine stofflich getrennte Nachverfolgung des jeweiligen Produkts bis hin zum Verbraucher technisch leicht möglich, und geboten, wenn sich die Kriterien tatsächlich auf die stoffliche Qualität des Endprodukts auswirken (z.B. Bio-Lebensmittel). Langfristig wird sich „grüner“ Wasserstoff, wie bereits heute schon der Inputfaktor erneuerbarer Strom, zu einer Commodity d.h. einem homogenen Gut entwickeln. Bei diesen Gütern ist die Rückverfolgung nicht oder nur mit sehr hohem zusätzlichem Aufwand möglich. Auf Grund dessen müssen andere Bilanzierungsverfahren genutzt werden, welche trotz der unauflösbaren Durchmischung unterschiedlicher Güter funktionieren /18/. In diesem Fall würde ein Book & Claim-System insbesondere in der Hochlaufphase der Wasserstoffwirtschaft mehr Flexibilität mit sich bringen, da es den Handel mit Produktzertifikaten getrennt vom physischem Produkt ermöglichen würde. Problematisch bei diesem Ansatz ist allerdings die nichtvorhandene Rückverfolgbarkeit der zertifizierten Produkteigenschaft auf Grund der physischen Entkopplung /79/. Die Massenbilanzierung erfordert im Gegensatz zu einem Book & Claim-System die physische Verbindung zwischen der Erzeugung und dem Verbrauch von erneuerbarer Energie. Um die physische Rückverfolgbarkeit nachzuweisen, müssen sich die einzelnen Lieferungen im direkten Kontakt befinden (z.B. in einem Container, einer Verarbeitungs- oder Logistikanlage, einem Standort, usw.) /8/. Im Bereich der Gasnetze wird in vielen Anwendungsfällen die Nutzung von Massenbilanzierungssystemen vorausgesetzt. Dies soll eine zuverlässige sowie lückenlose Rückverfolgbarkeit von der Erzeugung, über die Einspeisung in das Gasnetz, den Transport und Vertrieb bis hin zur Entnahme aus dem Netz sicherstellen. Der Ansatz der Massenbilanzierung wird darüber hinaus bereits bei einigen Standards (siehe Kapitel 3.1) zur Rückverfolgbarkeit von Wasserstoffprodukten angewendet. In jedem Fall ist zu diskutieren, welche Anforderungen definiert werden müssen, um eine lückenlose Rückverfolgbarkeit von Wasserstoffprodukten zu gewährleisten. /3/
- Zusätzlich müssen bei Wasserstoffprodukten mehrere Inputfaktoren (z.B. Wasserinput) und indirekte Effekte (z.B. Flächenbedarf für Stromerzeugung) nachweislich verifizierbar sein. In der RED II existiert beispielsweise für die Landnutzung ein Krite-

rium für Biokraftstoffe, aber nicht explizit für PtX-Kraftstoffe. Für den Wasserverbrauch liegt ebenfalls bisher kein explizites Kriterium vor. Der Wasserverbrauch sollte jedoch im Hinblick auf Nachhaltigkeit umfassend bewertet werden, um die Auswahl geeigneter Standorte für die Wasserstoffproduktion zu ermöglichen und negative Umweltauswirkungen zu vermeiden. Von den betrachteten Standards lassen nur „ISCC EU & ISCC PLUS“ den Wasserverbrauch mit in die THG-Emissionen einfließen. Darüber hinaus sind die im Nachweiskatalog aufgeführten Kriterien und Nachweise bzgl. Biodiversität, Landnutzung, Wassernutzung, Arbeits- und Sozialbedingungen jeweils in Anlehnung an die „Sustainability Criteria“ der ISCC formuliert worden und ursprünglich auf Biomasse bezogen. Es wird erwartet, dass ISCC diese Kriterien, bei der Aufnahme von RFNBO in das Zertifizierungssystem, auf diesen Bereich anpassen wird.

4.2 Checkliste zur Verifizierung der Bewertungskriterien

Aufbauend auf dem zuvor erstellten Nachweiskatalog (Tabelle A-1) wird in diesem Abschnitt eine beispielhafte Checkliste zur Verifizierung der Bewertungskriterien erarbeitet und ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabelle A-2). Die Checkliste, die aufgeführten Kriterien sowie der jeweilige Verifizierungsprozess[15] sind als Beispiel zu verstehen und sollten im Rahmen der detaillierten Ausarbeitung spezifiziert und hingehend genau differenziert ausgeführt werden.

Die in der Checkliste enthaltenden Bewertungskriterien sowie die dazugehörigen Verifizierungsprozesse gliedern sich entlang der Wertschöpfungsketten von „grünen“ Wasserstoffprodukten. Die in der Gutachtlichen Stellungnahme betrachteten Wasserstoffprodukt-Wertschöpfungsketten können allgemein in folgende drei Teilabschnitte eingeteilt werden /145/:

1. Produktion
2. Speicherung, Umwandlung, Transport und Verteilung
3. Endverbrauch

Der Teilabschnitt Produktion beinhaltet die Wasserstoff-Elektrolyse. Darauf aufbauend unterscheiden sich die Teilabschnitte zwei und drei je nach betrachteter Wasserstoffprodukt-Wertschöpfungskette. Der Transport und die anschließende Verteilung können beispielsweise mittels Pipeline oder Schiff erfolgen. Eine Umwandlung in LOHC sowie dessen Speicherung und Transport ist ebenfalls denkbar und in der betrachteten Wasserstoffwertschöpfungskette mit inbegriffen. Der abschließende Endverbrauch von reinem Wasserstoff oder

[15] Detaillierte Informationen zum Verifizierungsprozess können dem Standard „ISCC EU & ISCC PLUS“ entnommen werden /21/, /137/, /138/, /139/.

den Wasserstoffprodukten wie Methan und Ammoniak erfolgt beispielsweise in den Sektoren Mobilität, Industrie, Gebäude und Elektrizität. Bei Wasserstoffprodukten wie Methan und Ammoniak sind dabei Umwandlungsschritte notwendig.

Die Checkliste verdeutlicht, dass viele Kriterien entlang der gesamten Wertschöpfungsketten von Wasserstoffprodukten betrachtet werden müssen. Einzig die aufgeführten Bewertungskriterien Verbrauch von EE-Strom sowie die Anrechenbarkeit von „grünem“ Wasserstoff beziehen sich nur auf einen Teil der Wertschöpfungsketten – der Produktion von Wasserstoff. Diese Kriterien sind teilweise bereits etabliert und standardisiert, sodass eine klare Methodik mit definierten Systemgrenzen für ihre Verifizierung vorhanden ist.

Alle weiteren Kriterien umfassen mindestens zwei Teile der Wertschöpfungsketten. Dies stellt kein Hindernis für die Etablierung eines Zertifizierungsprozesses dar. Ein zukünftiger Standard muss sowohl die Zertifizierung der gesamten Lieferkette, als auch die Zertifizierung von Teilabschnitten ermöglichen, da die Wasserstoffprodukt-Wertschöpfungsketten sehr komplex sind. Dennoch sind klar definierte Bilanzgrenzen auf Grund der beschriebenen Komplexität maßgeblich für eine vergleichbare sowie standardisierte Zertifizierung.

Neben eindeutig gewählten Bilanzierungsgrenzen sind geeignete Daten zur Nachweisführung essentiell. Im folgenden Kapitel 5 wird der Nachweiskatalog hinsichtlich der Verfügbarkeit und Belastbarkeit von Daten in den durch die Auftraggeberin vorgegebenen Wasserstoffprodukt-Exportländern beispielhaft analysiert und bewertet.

5 Skizzierung eines Wasserstoffprodukt-Zertifizierungssystems auf internationaler Ebene

In Kapitel 5 werden potenzielle Wasserstoffprodukt-Exportländer im Hinblick auf die Möglichkeiten des EU-Imports anhand der genannten Quellen analysiert. Dabei liegt der von der Auftraggeberin vorgegebene Fokus auf den Ländern Tunesien, Ägypten, Kolumbien, Namibia und Australien.

In einer Kurzanalyse werden zunächst die politische Situation, die (potenzielle) Wasserstoffstrategie, die bekannten Wasserstoffpartnerschaften, die Wasserstoffgestehungskosten, die Hochlaufgeschwindigkeit einer Wasserstoffwirtschaft sowie die Situation im Hinblick auf EE-Anlagen, Nachhaltigkeit und Infrastruktur in den zuvor genannten Ländern indikativ und qualitativ dargestellt.

Im Mittelpunkt des Kapitels steht darüber hinaus die Frage, inwiefern die betrachteten Länder eine schnelle Marktadaption für zertifizierte Wasserstoffprodukte realisieren können. Die Untersuchung erfolgt aufbauend auf der Kurzanalyse und fokussiert die in dem Land existierende Wasserstoffstrategie, das Marktdesign sowie mögliche, vorhandene Kontrollorgane hinsichtlich Wasserstoff.

Ausgehend von den Erkenntnissen der Analyse wird ein graduelles Zertifizierungssystem in Abschnitt 5.3, das einen niedrigschwelligen Einstieg der Marktteilnehmenden in eine durch Zertifizierung abgesicherte Wasserstoffwirtschaft ermöglichen könnte, beschrieben.

5.1 Kurzanalyse potenzieller Wasserstoffprodukt-Exportländer

In Abschnitt 5.1 werden die von der Auftraggeberin vorgegebenen Länder Tunesien, Ägypten, Kolumbien, Namibia und Australien auf Basis der jeweils genannten Quellen hinsichtlich folgender Aspekte qualitativ betrachtet:

- Politische Situation[16]
- H_2-Strategie
- H_2-Partnerschaften
- EE-Anlagen
- Nachhaltigkeit
- Infrastruktur
- Hochlaufgeschwindigkeit

[16] In der Analyse der politischen Situation wird u.a. der Human Development Index (HDI), der Corruption Perceptions Index (CPI) und der Grad der Pressefreiheit für eine Bewertung herangezogen. Nähere Informationen bezüglich der genannten Indexe sind dem Anhang zu entnehmen.

- Kosten[17]

Für die Bewertung der politischen Situation werden u.a. der Human Development Index (HDI), der Corruption Perceptions Index (CPI) und der Grad der Pressefreiheit verwendet. Die Aspekte Wasserstoffstrategie und -partnerschaften zeigen, wie fortgeschritten die Planungen der nationalen Wasserstoffwirtschaft im genannten Land zur Zeit der Erstellung dieser Gutachtlichen Stellungnahme sind. Der Aspekt EE-Anlagen greift den derzeitigen Stand der EE-Erzeugung in den jeweiligen Ländern auf. Der Aspekt Nachhaltigkeit fasst darüber hinaus die ökologische und soziale Situation zusammen. Der Aspekt Infrastruktur bezieht sich auf die vorhandene Exportinfrastruktur. Dazu gehören beispielsweise Häfen mit LNG Terminals, die in Zukunft für den Wasserstoffprodukt Transport ausgebaut sowie Gas-Pipelines, die umgerüstet werden könnten. Mit dem Aspekt Hochlaufgeschwindigkeit kann abschließend die zeitliche Planung und Umsetzung der zukünftigen Wasserstoffprodukt-Exporte verglichen werden.

Die Recherche zu den potenziellen Exportländern basiert auf öffentlich verfügbaren Informationen und gibt ausschließlich die dort getroffenen Aussagen wieder. Mindestens eine belastbare Quelle ist angegeben. Eine Überprüfung der Informationen in den genannten Quellen fand nicht statt.

5.1.1 Tunesien

Poltische Situation:
Tunesien ist eine semipräsidial regierte Republik. Es ist ein politisch instabiles Land mit einer seit 2014 demokratischen Verfassung, die allerdings im Juli 2022 durch ein Referendum zur neuen Verfassungsabstimmung ausgehebelt wurde. /33/, /95/

Das Land belegte 2019 mit einem HDI von 0,74 den HDI-Rang 95 von 189 Ländern. Tunesien wird in die Kategorie „hohe Entwicklung“ eingeordnet. /32/

Der Grad der Pressefreiheit für das Jahr 2021 wird gemäß /34/ für Tunesien mit 29,53 Punkten angegeben. Damit erreicht das Land Rang 73 von 180. Das Korruptionsniveau lag mit einem CPI von 44 im Jahr 2021 auf Platz 70 von 180 /35/.

In Tunesien wurden Demokratie und Rechtsstaatlichkeit durch einen einseitigen Verfassungsprozess ausgehebelt. Innerhalb eines Jahres setzte Präsident Saied die Verfassung von 2014 außer Kraft, entmachtete das Parlament, schränkte die unabhängige Justiz ein

[17] In der Analyse wird auf die Wasserstoffgestehungskosten eingegangen. Die Preise sind indikativ und auf Grund der Verwendung von unterschiedlichen Quellen nur begrenzt miteinander vergleichbar. Es handelt sich ausschließlich um in den Quellen genannte Kosten. Es wurde keine eigenständige Berechnung, Bewertung oder Überprüfung der in den Quellen genannten Kosten vorgenommen. Die genannten Kosten können von den tatsächlichen Kosten abweichen.

und stellte die einst unabhängige Wahlkommission um. Der Legitimierungsprozess der neuen Verfassung ist so ausgestaltet, dass der Wille des Präsidenten abgebildet ist und dieser seine Macht weiter ausweiten kann. Somit gibt es keine Instanz, die den Präsidenten kontrolliert oder ihn des Amtes entheben könnte. Infolge der Verfassungsänderung in Tunesien befürchten Nichtregierungsorganisationen eine Rückkehr zu einem autoritären System. /36/, /95/, /110/

H_2-Strategie:
In Tunesiens Wirtschaft gibt es erste Diskussionen und Allianzen zum Thema PtX. Allerdings befindet sich das Thema noch in einer frühen Phase der Entwicklung. Eine erste Studie über die Potenziale von PtX in Tunesien wurde 2021 erstellt. Aufgrund seines EE-Potenzials und der Verfügbarkeit von Arbeitskräften hat das Land das Potenzial PtX-Produzent und Exporteur zu werden. /39/

H_2-Partnerschaften:
Seit 2021 gibt es unter der Federführung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) eine deutsch-tunesische Energiepartnerschaft zum Thema Ausbau und Systemintegration der EE, zur Energieeffizienz sowie zum Thema Wasserstoff. Außerdem gibt es seit Dezember 2020 eine deutsch-tunesische Allianz zur Entwicklung des PtX-Sektors. Eine von der KfW finanzierte PtX-Pilotanlage mit einer Leistung von bis zu 10 MW ist in Planung (Baubeginn vsl. 2022/2023). /37/

Zusätzlich hat das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) der tunesischen Regierung einen Zuschuss in Höhe von 25 Mio. € für ein Vorhaben zum Wissenstransfer und zur Errichtung von Demonstrationsanlagen zur Herstellung und Weiterverarbeitung von „grünem“ Wasserstoff garantiert. /38/

EE-Anlagen:
Der Anteil der erneuerbaren Energieerzeugung in Tunesien ist aktuell sehr gering. Im Jahr 2019 lag der Anteil unter 3 %. Die Energieerzeugung wird von fossilen Energieträgern dominiert. Jedoch hat die Regierung 2010 den „Tunisian Solar Plan“ mit dem Ziel beschlossen bis 2030 einen EE-Anteil von 30 % in der Energieerzeugung zu erreichen. Das Land verfügt über mehr als 3.000 Sonnenstunden pro Jahr. Ebenso gibt es mehrere geeignete Orte für Windparks mit Windgeschwindigkeiten über 7 m/s. Dennoch kommt der Ausbau nur langsam voran, was auf verschiedene Hindernisse zurückgeführt werden kann. Dazu gehören langwierige Verwaltungs- oder Genehmigungsverfahren, große Verzögerungen bei der Projektdurchführung, Schwierigkeiten beim Zugang zu Land oder das Fehlen von staatlichen Garantien. All diese Hindernisse führen zu einem hohen Investitionsrisiko. 2019 wurde ein Gesetz für die Nutzung von PPAs eingeführt, jedoch werden PPAs im Rahmen der Genehmigungsregelung von Investoren und lokalen Banken als nicht kreditwürdig angesehen. Das

erhöht die Unsicherheit unter Projektentwicklern in Großprojekte zu investieren und verzögert den Ausbau. Trotz des großen Potenzials hat das Land noch keine großen Solarenergie-Projekte durchgeführt, wie es im „Tunisian Solar Plan“ vorgesehen ist. /39/, /40/

Nachhaltigkeit:
Tunesien hat eine Meerwasserentsalzungsanlage auf der südlich gelegenen Insel Djerba. Für die Herstellung von Wasserstoff im Export-Maßstab werden jedoch deutlich größere Kapazitäten benötigt /41/. Im Rahmen des Pariser Klimaabkommens von 2015 hat sich Tunesien dazu verpflichtet, seine THG-Emissionen in allen Sektoren zu reduzieren. Das Ziel wurde im Oktober 2021 erhöht: bis 2030 sollen die THG-Emissionen um 45 %, im Vergleich zum Basisjahr 2010, reduziert werden. Seit 2005 sind die CO_2-Emissionen um 30 % gestiegen. Im Jahr 2018 wurden 26 Mio. tCO_2 und im Basisjahr 2010 25 Mio. tCO_2 emittiert. /39/, /102/

Infrastruktur:
Für den Export von Wasserstoffprodukten könnte ggf. die zum Transport von Erdgas genutzte „Trans-Mediterranean Pipeline“ (kurz: TransMed) umgerüstet werden. Zwischen Tunesien und Sizilien beträgt die Länge 155 km. Von Italien aus kann der Weitertransport nach Deutschland und in andere EU-Mitgliedsstaaten beginnen. Derzeit gibt es keine Planungen in kommerzielle Schiffe für den Wasserstofftransport aus Tunesien zu investieren. /91/, /92/

Hochlaufgeschwindigkeit:
Bisher gab es im Rahmen von Konferenzen der deutsch-tunesischen Energiepartnerschaft erste Gespräche zu möglichen PtX-Projekten, jedoch noch keinen Start eines konkreten Projektes /39/. Weitere Angaben zur zeitlichen Planung werden nicht gemacht.

Kosten:
In Tunesien werden für 2030 Wasserstoffgestehungskosten von 4 €/kgH_2 prognostiziert. Durch den technologischen Fortschritt können die Gestehungskosten bis 2050 voraussichtlich auf 2 €/kgH_2 gesenkt werden. /86/

5.1.2 Ägypten

Poltische Situation:
Ägypten ist eine Republik und Präsidialdemokratie. Seit 2014 hat Abdel Fatah El-Sisi das Amt des Staatsoberhaupts inne, welches er durch einen Militärputsch 2013 erlangte. Seitdem wurde der Handlungsraum für die Zivilgesellschaft und die politische Opposition zunehmend beschränkt. Dazu kommt, dass nach dem Terroranschlag im April 2017 ein landesweiter Ausnahmezustand verhängt wurde, durch den in der Verfassung festgeschriebene Grundrechte beschränkt werden können. Zurzeit werden diese alle drei Monate verlängert. /43/

Im April 2019 traten Verfassungsänderungen in Kraft, die erhebliche Eingriffe in die Gewaltenteilung, eine weitere Stärkung der Kontrolle des Militärs über das zivile Leben und eine Verlängerung der Amtszeit des Staatspräsidenten (von 4 auf 6 Jahre) bewirkten. /44/

Das Land belegte 2019 mit einem HDI von 0,707 den HDI-Rang 116 von 189 Ländern. Ägypten wird in die Kategorie „hohe Entwicklung“ eingeordnet /45/. Der Grad der Pressefreiheit für das Jahr 2021 wird für Ägypten mit 56,17 Punkten angegeben /34/. Damit erreicht das Land Rang 166 von 180. Außerdem lag 2021 das Korruptionsniveau mit einem CPI von 33 auf Rang 117 von 180 /35/.

H_2-Strategie:
Ägypten hat eine nationale Wasserstoffstrategie beschlossen, diese ist allerdings noch nicht veröffentlicht. Erste Produktionskapazitäten im Bereich Wasserstofferzeugung und -nutzung sind in naher Zukunft geplant. Der „grüne“ Wasserstoff soll in das nationale Energiesystem integriert werden. Dazu werden verschiedene internationale Partnerschaften geplant. Seit Dezember 2020 gibt es eine Wasserstoff-Arbeitsgruppe, die eine Studie zur sektorübergreifenden Relevanz der Wasserstofftechnologie durchgeführt hat. Darin werden die Produktions- und Nutzungsmöglichkeiten von Wasserstoffprodukten analysiert. Als Trägerstoffe für den Wasserstoff-Export kommen Ammoniak und Methanol in Frage. Außerdem soll molekularer Wasserstoff per Pipeline national verteilt werden. /51/

H_2-Partnerschaften:
Im April dieses Jahres wurden Vereinbarungen mit internationalen Unternehmen zur Herstellung von „grünen“ Ammoniak und Wasserstoff unterzeichnet. AMEA Power (Projektierer aus Dubai) und SFE (Sovereign Fund of Egypt) kooperieren für die Errichtung einer Ammoniakanlage die zukünftig 390.000 t pro Jahr produzieren soll. Des Weiteren haben mehrere internationale Konsortien an „grünen“ Wasserstoffanlagen in der SCEZ (Suez Canal Economic Zone) Interesse bekundet. Die SCEZ ist eine autonome Einrichtung mit exekutiven/regulativen Befugnissen. Sie ist zum Beispiel befugt Erlasse zu genehmigen und hat die volle Befugnis alle Bereiche des Betriebs, der Personalausstattung, der Budgetkontrolle, der Finanzierung, der Entwicklung von Partnerschaften und der Erbringung von Dienstleistungen zur Förderung von Unternehmen zu beaufsichtigen. Die Unternehmung der Vereinigten Arabischen Emirate für Erneuerbare Energien Masdar und das ägyptische Unternehmen Hassan Allam Utilities planen den Bau einer Anlage, mit einer Produktionskapazität von 480.000 t Wasserstoff pro Jahr. Der Ammoniakhersteller Fertiglobe und die Geschäftsgruppe Orascom Construction werden von dem norwegischen Energielieferanten Scatec bei einem Projekt, das 2024 in Betrieb gehen soll, unterstützt. Das französische Energieunternehmen Total Eren hat mit den Behörden eine Vereinbarung über ein Versuchsprojekt zur Herstellung von „grünen“ Wasserstoffprodukten im Golf von Suez unterzeichnet. Dazu gehört der Bau einer umweltfreundlichen Ammoniakanlage in der SCEZ. Zunächst ist eine

Produktionskapazität von 300.000 t Ammoniak pro Jahr geplant. Später soll die Menge auf 1,5 Mio. t erhöht werden. Konkrete Angaben zum Zeitraum und den Kosten sind nicht öffentlich. /46/

Eine weitere Partnerschaft wurde dieses Jahr zwischen Maersk und den ägyptischen Behörden geschlossen. Bis Ende 2022 ist eine Machbarkeitsstudie zu umweltfreundlichen Kraftstoffen geplant, die die Untersuchung der Produktion von Wasserstoff und „grünem“ Schiffskraftstoff untersucht. Das Unternehmen Maersk soll als erster Abnehmer ab 2024 „grünes“ Methanol erhalten. /48/
Mitsubishi Power unterzeichnete im Juni 2022 eine Vereinbarung mit der führenden ägyptischen Öl- und Gas-Raffinerie ANRPC über die Umwandlung von Wasserstoff in Brennstoff, um Emissionen zu reduzieren. /47/ Deutschland und Ägypten haben ebenfalls Pläne für eine Wasserstoffpartnerschaft. /114/

EE-Anlagen:
Der EE-Anteil an der Energieversorgung lag 2019 bei ca. 5 % /49/. Im September 2014 hat die Regierung ein Gesetz für Erneuerbare Energien veröffentlicht, das mit vier Mechanismen das Erreichen der Ausbauziele fördern soll: Staatliche Projekte mit Ausschreibungen für Engineering-, Beschaffungs- und Bauaufträge, Ausschreibungen für Build-Own-Operate-Verträge sowie ein Handelssystem. Seitdem haben 30 Projektunternehmen erfolgreich PPAs mit dem ägyptischen Verteilnetzbetreibern unterzeichnet. /83/

Weiterhin hat die Behörde für Erneuerbare Energien einen Vertrag für eine PV-Anlage mit einer Leistung von 50 MW in der Region Zafaran unterzeichnet. Damit wird das Ziel der nationalen Strategie den EE-Anteil auf 42 % im Jahr 2035 zu erhöhen, begünstigt. Das Potenzial an Solarenergie ist mit einer jährlichen Globalstrahlung zwischen 1.900 und 2.600 kWh/m^2 sehr gut /42/. Zusätzlich hat das Land ein hohes Windpotenzial und könnte damit zu einem der großen Produzenten von EE heranwachsen. /50/, /51/ Da 95 % der Landesfläche aus Wüste bestehen, müssen für den EE-Ausbau auch Wüstengebiete genutzt werden. Diese sind schwer zu erschließen, haben besondere Auslegungsanforderungen und benötigen Stromtrassen. /43/

Nachhaltigkeit:
Ägypten gehört zu den wasserärmsten Ländern der Welt. Es regnet selten und die Grundwasservorräte sind gering. /118/ Eine Möglichkeit Wasser für die Herstellung von Wasserstoff per Elektrolyse zu generieren besteht über den Einsatz von Meerwasserentsalzungsanlagen. Diese könnten genutzt werden, um zusätzlichem Trockenstress entgegenzuwirken.

In der nationalen Strategie zum Klimawandel „Strategie 2030“ wurde kein quantifiziertes CO_2-Emissionsreduktion-Ziel festgelegt. Im Jahr 2021 kündigte Ägypten auf der 26. UN Klimaschutzkonferenz (26th Conference of the Parties - COP26) an, dass die nationale Strategie zum Klimawandel „Strategie 2050“ entwickelt wurde. Die COP26 versammelte Länder, um die Maßnahmen zur Erreichung der Ziele des Pariser Abkommens und des UN-Rahmenübereinkommens über den Klimawandel zu beschleunigen. In der Strategie geht es beispielsweise um nachhaltiges Wirtschaften, darum die Klimafinanzierung zu verbessern sowie die Forschung und Bildung zu stärken. Im Stromsektor sollen 33 %, im Bereich Öl & Gas 65 % und Verkehrssektor 7 % THG-Emissionen bis zum Jahr 2030 im Vergleich zu 2015 eingespart werden. /81/, /106/, /107/, /113/

Infrastruktur:
Es gibt mehrere nationale Projekte in den Bereichen Infrastruktur, Energie und Verkehr, die das Land wirtschaftlich stärken sollen. Der Transport von RFNBO wird voraussichtlich per Schiff erfolgen, da es keine Pipelines in Richtung Europa gibt. Derzeit gibt es ein LNG-Exportterminal in Idku in der Nähe von Alexandria sowie ein LNG-Exportterminal in Damietta in der Nähe von Port Said. Diese Exporthäfen könnten für Wasserstoffprodukte ausgebaut werden. Ebenso könnte die gut ausgebaute nationale Erdgasinfrastruktur auf Wasserstofftransport umgerüstet werden. /52/

Pläne für die zukünftige Herstellung von LOHC am „East Port-Said“ in der SCEZ wurden dieses Jahr bekannt gegeben. LOHC eignet sich hierbei auch für den Transport in die EU. /125/

Hochlaufgeschwindigkeit:
Aufgrund der derzeitigen Energieversorgung mit geringem EE-Anteil könnten kurzfristig graue und blaue Wasserstoffprodukte hergestellt werden. Die Inbetriebnahme erster Herstellungsanlagen ist für 2024 geplant. /52/

Kosten:
Die Kosten von Wasserstoff variieren je nach Herstellungsverfahren, wobei der Zeithorizont für die Erreichung der folgenden Preise nicht genau angegeben werden kann. Grauer Wasserstoff soll in Zukunft 1,2 €/kgH_2[18], blauer Wasserstoff 1,6 €/kgH_2[1] und „grüner“ Wasserstoff 5,4 - 6,4 €/kgH_2[1] kosten. Wenn die Preise für erneuerbare Energie sinken, wird ein Preis von 1 - 1,8 €/kgH_2[1] für „grünen“ Wasserstoff in Jahr 2050 prognostiziert. /52/, /87/

[18] (Umrechnungsfaktor 1 USD = 0,98 €; Stand 05.08.2022)

5.1.3 Kolumbien

Poltische Situation:
Kolumbien ist eine demokratische Präsidialrepublik. Das Land ist geprägt durch einen 50 Jahre währenden Konflikt mit Guerillagruppen. Im Jahr 2016 unterzeichnete die damalige Regierung ein Friedensabkommen mit der größten Guerillagruppe FARC, welches bis heute gilt. Das Gewaltniveau in Kolumbien ist seit Inkrafttreten des Abkommens insgesamt gesunken. Aufgrund von sozialen Ungerechtigkeiten in der Bevölkerung entstehen jedoch weiterhin soziale Proteste. Aktuell ist Ex-Guerillakämpfer Gustavo Petro Präsident in Kolumbien. /67/, /68/

Kolumbien belegte 2019 mit einem HDI von 0,767 den HDI-Rang 83 von 189. Das Land wird in die Kategorie „hohe Entwicklung“ eingeordnet /69/. Der Grad der Pressefreiheit für das Jahr 2021 gemäß /34/ wird für Kolumbien mit 130 Punkte angegeben. Damit erreicht das Land Platz 134 von 180. Außerdem lag 2021 das Korruptionsniveau mit einem CPI von 39 auf Rang 87 von 180 /35/.

H_2-Strategie:
In Kolumbien existiert eine Wasserstoff-Roadmap bis zum Jahr 2030. Hierbei sollen regulatorische und rechtliche Rahmenbedingungen, Marktentwicklungsinstrumente, Infrastrukturentwicklung sowie die generelle technologische und industrielle Entwicklung vorangetrieben werden. Gemäß der Roadmap sollen bis 2030 1 bis 3 GW Elektrolyse-Leistung installiert werden, was die Inbetriebnahme von 1,5 bis 4 GW Erneuerbarer Energien voraussetzt. Ein weiteres Ziel ist bis 2030 50.000t Wasserstoff aus fossilen Quellen mit CCU / CCS (blaue Wasserstoffprodukte) herzustellen. In der Industrie ist eine Nutzungsquote von 40 % für „klimaneutraler“ Wasserstoff geplant. Für den Zeitraum von 2030 bis 2050 sieht die Wasserstoff-Roadmap vor, dass kohlenstoffarmer Wasserstoff in vielen Anwendungsbereichen wettbewerbsfähig wird. Dies soll ebenfalls den Export einschließen. /70/ Im Hafen von Cartagena wird vom staatlichen Energiekonzern Ecopetrol ein 50 kW Elektrolyseur geplant. Der hergestellte Wasserstoff soll für Erdölreformierung genutzt werden. /73/

H_2-Partnerschaften:
Eine Wasserstoffpartnerschaft mit Kolumbien zur Intensivierung der bilateralen Partnerschaft wird momentan durch eine Wasserstoff-Delegation Bayerns aufgebaut. Ecopetrol ist ein zentraler Akteur in der kolumbianischen Wasserstoffinitiative und arbeitet mit der Delegation aus dem Bundesland Bayern zusammen. /85/

EE-Anlagen:
Derzeit stammen in Kolumbien ca. 75 % der genutzten Energie aus fossilen Quellen. Der restliche Anteil wird aus Biomasse und Wasserkraft erzeugt. Es gibt keine bedeutenden Produktionen beispielsweise aus Solar- oder Windkraft. Jedoch hat die Regierung mehrere

Gesetze verabschiedet, um den Ausbau der EE zu fördern. Außerdem wurden Steuererleichterungen für EE beschlossen. Das Potenzial für den Ausbau von Onshore- und Offshore-Windenergieanlagen ist sehr hoch, allerdings erfolgte der Ausbau bis 2017 auf sehr geringem Niveau (1,2 % des Stroms aus Windenergie). Ebenfalls verfügt das Land über ein hohes Solarenergie-Potenzial. Die Erzeugungskosten für PV und Windkraft sind mit < 29 €/MWh[19] gering. /71/, /72/, /75/

EE werden in Kolumbien durch Auktionen und PPAs auf lange Sicht finanziell abgesichert. /75/ Seit 2017 gibt es in Kolumbien eine CO_2-Steuer (4,9 €/$tCO_{2,eq}$[1]). Ein Emissions-Trading-System (ETS) ist in der Entwicklung. /74/, /73/

Nachhaltigkeit:
Kolumbien hat beschlossen die THG-Emissionen bis 2030 um 20 % zu senken /72/. Im Land gibt es eine hohe Wasserverfügbarkeit. Kolumbien ist eine der weltweit regenreichsten Regionen mit vielen Flüssen. /76/

Infrastruktur:
Der Sociedad Portuaria El Cayao LNG-Terminal ist die einzige Importanlage in Kolumbien und seit 2016 in Betrieb. Ein Erdgas-Fernleitungsnetz am Terminal ist ebenfalls vorhanden, um das Gas im Land zu verteilen. Der Hafen in Cartagena könnte auch zum Export für Wasserstoff in Richtung Europa ausgebaut werden. /77/

Hochlaufgeschwindigkeit:
Kolumbien plant ab 2030 wettbewerbsfähigen Wasserstoff zu produzieren. Zunächst soll blauer Wasserstoff produziert werden. Für den Zeitraum 2030 bis 2050 soll der Wasserstoff auf Basis von steigender Nachfrage und Produktionsmenge in andere Länder exportiert werden. /70/

Kosten:
In Kolumbien werden für das Jahr 2050 Wasserstoffgestehungskosten für „grünen“ Wasserstoff von 0,8 - 1,2 €/kgH_2[20] je nach betrachtendem Szenario prognostiziert. /87/

5.1.4 Namibia

Politische Situation:
Namibia ist eine Präsidialdemokratie mit politischer Stabilität, Rechtssicherheit sowie einer guten Infrastruktur. /53/, /54/ Die Menschenrechte werden in Namibia weitgehend geachtet

[19] (Umrechnungsfaktor 1 USD = 0,98 €; Stand 05.08.2022)
[20] (Umrechnungsfaktor 1 USD = 0,98 €; Stand 05.08.2022)

und die Unabhängigkeit der Justiz ist gewährleistet. Das Land hat in einer langfristigen Entwicklungsstrategie das Ziel festgelegt bis zum Jahr 2030 den Lebensstandard eines Industrielandes zu erreichen. /55/

Namibia belegte 2019 mit einem HDI von 0,646 den HDI-Rang 130 von 189. Das Land wird in die Kategorie „mittlere Entwicklung“ eingeordnet /56/.

Der Grad der Pressefreiheit für das Jahr 2021 wird in /34/ für Namibia mit 23 Punkten angegeben. Damit erreicht das Land Platz 24 von 180. Außerdem lag 2021 das Korruptionsniveau mit einem CPI von 49 auf Rang 58 von 180 /35/.

H_2-Strategie:
Die Regierung in Namibia hat eine nationale Wasserstoffstrategie sowie eine Internetseite als Informationsplattform eingerichtet /112/. In einem Bericht der namibischen Regierung wird ein Überblick über die aktuellen Entwicklungen und zukünftigen Pläne bezüglich „grünem“ Wasserstoff gegeben /57/. Es wurden vier potenzielle Wasserstoff-Produktions-Regionen im Land identifiziert. Zu der ersten Erschließung gehört die Initiative des südlichen Korridors (Southern Corridor Development Initiative – SCDI) in der Karas-Region. Im Mai 2021 wurde ein Grüner-Wasserstoff-Rat gegründet. Anschließend veröffentlichte die namibische Regierung im Juni 2021 eine Ausschreibung für die ersten beiden Standorte (Dolphin und Springbok) im Rahmen des SCDI-Projekts. Das erste Projekt Hyphen soll bis zum Ende des Jahrzehnts ca. 300.000 t „grünen“ Wasserstoff für regionale und globale Märkte produzieren. Die erste Produktion ist für das Jahr 2026 geplant. Das Projekt ist in zwei Phasen aufgeteilt. In der ersten Phase sollen bis zu 700.000 t Ammoniak pro Jahr produziert werden. In der zweiten Phase steigt die Produktion auf 1.700.000 t Ammoniak pro Jahr. /57/

Das Namibia Green Hydrogen Research Institute entwickelt Strategien und untersucht die Endnutzungs- und Umweltverträglichkeitsoptionen für eine breite Wasserstoff-Nutzung im eigenen Land. Offshore Windanlagen werden ebenfalls in der Nähe von Häfen und Elektrolyseuren geplant. /57/

H_2-Partnerschaften:
Im August 2021 unterschrieben das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und die namibische Regierung eine Absichtserklärung zum Aufbau einer deutsch-namibischen Wasserstoff-Kooperation, das BMBF unterstützt diese Pläne finanziell mit bis zu 40 Mio. €. Diese sollen für Machbarkeitsstudien, Pilotprojekte sowie ein Stipendienprogramm für Fachleute und Studierende eingesetzt werden. Erste Pilotprojekte sollen noch im Jahr 2022 beginnen. /55/ Außerdem wurden im November 2021 Kooperationsvereinbarungen mit dem Hafen Rotterdam sowie mit Belgien unterzeichnet. /57/

EE-Anlagen:
In Namibia sind die Bedingungen zur Erzeugung von Wind- und Solarenergie sehr gut. Es gibt über 3.500 Sonnenstunden jährlich. Laut Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP) und der Weltbank verfügt Namibia über ein Offshore-Windpotenzial von über 720 GW. Bis 2030 ist die Installation von erneuerbaren Energieanlagen mit einer Gesamtleistung von 5 GW geplant. Bis Januar 2027 sollen die ersten Anlagen mit einer Leistung von 2 GW in Betrieb genommen werden. Außerdem sind weitere EE-Anlagen, finanziert durch PPAs, in Planung. Bis zum Jahr 2030 plant Namibia, dass mindestens 70 % der erzeugten Energie aus erneuerbaren Energiequellen produziert wird. /57/, /93/, /108/

Nachhaltigkeit:
Fokus des nationalen Entwicklungsplans der namibischen Regierung sind der Strukturwandel und die Modernisierung, die sich wiederum auf vier Säulen stützt: wirtschaftliche Entwicklung, soziale Transformation, ökologische Nachhaltigkeit und Good Governance. Des Weiteren hat Namibia Ziele zum Erreichen des Pariser Klimaabkommens formuliert und strebt eine klimaverträgliche Wirtschaft an. Die aktualisierten Ziele sehen eine Reduzierung der Emissionen bis zum Jahr 2030 um 91 % im Vergleich zu 2015. /55/ /103/

Die Wasserstoffstrategie sieht vor 90 % namibische Mitarbeiter während der Bau- und Betriebsphasen von Wasserstoffprojekten einzusetzen. Damit werden neue Arbeitsplätze geschaffen und das Einkommensniveau in der Bevölkerung erhöht, was wiederum auch eine höhere Akzeptanz der Vorhaben nach sich ziehen soll. Die Regierung plant mit jährlichen Einnahmen von über 780 Mio. €. /57/

Namibia ist eines der trockensten Länder der Subsahara-Region, sodass Meerwasserentsalzung für die Herstellung von Wasserstoff notwendig ist. Außerdem wurden für die ersten Wasserstoffprojekte im Rahmen eines Ausschreibungsverfahrens ca. 4.000 km^2 Land im Tsau/Khaeb-Nationalpark zugewiesen, für die sich internationale und regionale Projektentwickler beworben haben. /55/, /57/

Infrastruktur:
Namport, der Betreiber der zwei namibischen Hochseehäfen, hat 350 Hektar Land im Hafen von Walvis Bay North Port für die Ansiedlung von Industrien im Zusammenhang mit „grünem“ Wasserstoff vorgesehen. Außerdem werden die Häfen Luderitz Port, Oranjemund Port und New Port in der Planung berücksichtigt. /57/

Am Rande der Wüste in Südnamibia an der Küste nordöstlich von Luderitz gibt es Pläne eine Wasserstoffstadt zu errichten. Mittels eines LOHC Speichers soll eine konstante Leistung geliefert werden. Ebenfalls ist ein internationaler LOHC-Hafen für Schiffe im Entwurf. /125/

Hochlaufgeschwindigkeit:
Der erste Export ist für das Jahr 2024 geplant. Das Projekt Hyphen geht im Jahr 2026 in die zweite Projektphase, in der die Elektrolyseurleistung auf 1.200 MW ansteigen soll. Der Anteil an „grün“ hergestellten Ammoniak erhöht sich ebenfalls. /57/

Kosten:
Die Kosten von „grünen“ Wasserstoff sollen in Zukunft bei 1,5 - 2 €/kgH_2 und für „grünen“ Ammoniak bis zum Jahr 2030 unter 390 €/tNH_3[21] liegen. /55/, /57/

5.1.5 Australien

Politische Situation:
Australien ist eine parlamentarische Monarchie mit lebendiger Demokratie westlicher Prägung und sehr hohen Lebensstandards. Es gibt nur sehr wenige Handelsbeschränkungen. Mit China, den USA sowie asiatischen Nachbarn gibt es Freihandelsabkommen. Aktuell verhandelt Australien über Freihandelsabkommen mit der EU, um den Wirtschaftsaustausch weiter zu verstärken. /59/, /84/

Australien belegte 2019 mit einem HDI von 0,944 den HDI-Rang 8 von 189. Das Land wird in die Kategorie „sehr hohe Entwicklung“ eingeordnet. /60/

Der Grad der Pressefreiheit für das Jahr 2021 wird von /34/ für Australien mit 26 Punkten angegeben. Damit erreicht das Land Platz 25 von 180. Außerdem lag das Korruptionsniveau im Jahre 2021 mit einem CPI von 73 auf Rang 18 von 180 /35/.

H_2-Strategie:
Für das Land Australien gibt es eine nationale Wasserstoffstrategie. Ein Ziel ist es bis zum Jahr 2030 die Rolle als „globaler Player“ in der Wasserstoffwirtschaft einzunehmen. In der Strategie werden zukünftige Wasserstoffszenarien untersucht. Zudem ist die Strategie so aufgebaut, dass Australiens Wasserstoffwirtschaft schnell expandieren und gleichzeitig flexibel auf äußere Einflüsse reagieren kann. Außerdem werden landesweit koordinierte Maßnahmen, mit Beteiligung der Regierung, Industrie und Gemeinden skizziert. Australien hat genug Ressourcen, um das eigene Land zu mit Wasserstoff zu versorgen und diesen zusätzlich in andere Länder (bspw. Deutschland) zu exportieren. Die Regierung plant 1 Mrd. €[22] Investitionen in die Wasserstoffindustrie /61/

H_2-Partnerschaften:
Letztes Jahr wurde zwischen Deutschland und Australien eine Absichtserklärung über ein Wasserstoffabkommen unterzeichnet. Daraus resultiert die Initiative HyGATE (German-

[21] (Umrechnungsfaktor 1 USD = 0,98 €; Stand 05.08.2022)
[22] (Umrechnungsfaktor 1 AUD = 0,69 €; Stand 05.08.2022)

Australian Hydrogen Innovation and Technology Incubator), die aus Pilot-, Versuchs-, Demonstrations- und Forschungsprojekten entlang der Wasserstoff-Wertschöpfungsketten besteht. Australien und Deutschland haben jeweils bis zu 50 Mio. € dafür bereitgestellt /111/. Schwerpunkt sind Möglichkeiten für den Handel mit Wasserstoffprodukten aus EE (z. B. Ammoniak). /111/

Das Abkommen umfasst, zusammen mit den Partnerschaften mit Singapur und Japan, ein geplantes Investitionsvolumen von 555 Mio. €[23]. Diese geplanten Ausgaben der australischen Regierung sollen neue internationale Technologiepartnerschaften und Investitionen in australische Projekte fördern sowie bis zu 2.500 Arbeitsplätze schaffen. /64/

EE-Anlagen:
Das Land erzeugte im Jahr 2020 über 24 % Strom aus EE. Der hohe Anteil ist auf die Installation von Solaranlagen zurückzuführen. Mit einem Anteil von 9 % an der Gesamterzeugung ist die Solarenergie derzeit die größte erneuerbare Energiequelle. Ebenfalls verfügt das Land über eines der größten Windpotenziale der Welt. In Australien werden bereits einige Solar- und Windparks mit PPAs finanziert. In den letzten Jahren sind u.a. auch immer mehr kleinere Verbraucher in den Markt eingetreten und die Stromabnahmevereinbarungen nehmen zu. /62/, /94/ Prognosen der Regierung gehen davon aus, dass der EE-Anteil bis zum Jahr 2025 auf mehr als 50 % und im Jahr 2030 auf 69 % ansteigt. /63/

Nachhaltigkeit:
Im aktualisierten „Nationally Determined Contribution“ verpflichtet sich Australien bis zum Jahr 2030 die THG-Emissionen um 43 % im Vergleich zum Jahr 2005 zu senken. /104/ In der Wasserstoffstrategie werden außerdem Umweltauswirkungen der Nutzung von Strom aus Wasserkraft im Herstellungsprozess von Wasserstoffprodukten mit berücksichtigt.

Australien entwickelt ein Schema für den Herkunftsnachweis von „klimaneutralem“ und „grünem“ Wasserstoff (siehe 3.1.7). Mit Hilfe der Herstellung von „klimaneutralem“ Wasserstoff verspricht sich die Regierung ca. 7.600 neue Arbeitsplätze und niedrigere Energiekosten. Außerdem sollen durch den „klimaneutralen“ und „grünen“ Wasserstoff die Emissionen reduziert werden. /61/

Verglichen mit dem Wasserverbrauch der australischen Rohstoffminen, verbraucht die Wasserstoffindustrie geringe Mengen. Jedoch muss Australien, auf Grund von begrenzten Wasserressourcen, eine Priorisierung bei der Wasserverteilung vornehmen. Der zunehmende Bedarf kann durch Wasseraufbereitung oder Meerwasserentsalzungsanlagen gedeckt werden. Die zusätzlichen Kosten werden auf 0,03 €/kgH_2[24] geschätzt. Ein weiterer

[23] (Umrechnungsfaktor 1 USD = 0,98 €; Stand 05.08.2022)
[24] (Umrechnungsfaktor 1 AUD = 0,69 €; Stand 05.08.2022)

Aspekt bei der Wasserstoffprodukt-Herstellung ist der transparente Nachweis der Einhaltung von Sicherheitsvorschriften zur Vermeidung von Umweltrisiken. /61/ /65/

Infrastruktur:
Zu Australiens wichtigsten Exportgütern gehören Kohle und Erdgas /58/. Zukünftig soll Wasserstoff hinzukommen. Bis Ende 2022 erfolgt eine Bewertung der Wasserstoffinfrastruktur mit Berücksichtigung der Strom- und Gasnetze, des Wasserversorgungsnetzes, der Tankstellen, Straßen, Schienen und Häfen. Australien hat bereits Erfahrung mit dem Export von Energiegütern (Steinkohle und Erdgas) und sieht sich demnach in einer guten Position für den Export von Wasserstoffprodukten. Das Land exportiert derzeit LNG im Wert von 50 Milliarden Euro pro Jahr und gehört mit Katar zu den weltgrößten LNG-Exporteuren. New South Wales ist eine Region mit bedeutenden, erschlossenen Steinkohlevorkommen und gut ausgebauten Überseehäfen. Weiterhin werden die Häfen Newcastle und Kembla als potenzielle Exporthäfen für Wasserstoff gesehen. /61/

Für die Distanz von Australien in die EU bietet sich ein LOHC Transport an, da ein Kryo-Transport über eine Dauer von mehreren Tagen bzw. Wochen derzeit technisch kaum realisierbar wäre. /126/

Hochlaufgeschwindigkeit:
Erste Demonstrationsprojekte für die Erzeugung von Wasserstoff mit EE laufen oder sind in Planung. Dazu gehört mit dem Toyota Ecopark Hydrogen ein Zentrum für Erneuerbare Energien, dass erneuerbaren Wasserstoff für den Verkehrssektor und stationäre Anwendungen produziert /61/. Studien, die sich mit dem Export nach Japan befassen, sind ebenfalls in Bearbeitung. Erneuerbarer Wasserstoff soll in der Nähe von Gladstone (Queensland) hergestellt und mit einer Verflüssigungsanlage im Hafen von Gladstone für den Transport vorbereitet werden. Geplant ist bis 2026 etwa 100 t „grünen“ Wasserstoff am Tag zu produzieren und bis 2031 auf 800 t pro Tag zu erhöhen. Dazu soll eine Elektrolyse-Leistung von bis zu 3 GW installiert werden. /66/

Kosten:
In Australien werden für das Jahr 2050 Wasserstoffgestehungskosten von 0,8 - 1,4 €/kgH_2[25] je nach betrachtendem Szenario prognostiziert. /87/

[25] (Umrechnungsfaktor 1 USD = 0,98 €; Stand 05.08.2022)

5.1.6 Analyse potenzieller Wasserstoffprodukt-Exportländer hinsichtlich eines schnellen Markthochlaufs von zertifizierten Wasserstoffprodukten

Tabelle 2 zeigt eine Gegenüberstellung der betrachteten Länder und der relevanten Bewertungskriterien für mögliche Wasserstoffprodukt-Exportländer. Die betrachteten Aspekte wurden jeweils qualitativ mit „+“, „-“ oder „~“ bewertet. Ein „+“ indiziert eine positive und ein „-“ eine negative Einordnung des Aspekts. Eine Bewertung mit „~“ bedeutet, dass dieser Aspekt differenziert betrachtet und nicht eindeutig zugeordnet werden kann, da sich beispielsweise bereits positive Entwicklungen abzeichnen, diese jedoch noch nicht vollständig erreicht wurden.

	H_2-Strategie	H_2-Partnerschaften	Infrastruktur	EE-Anlagen	Hochlaufgeschwindigkeit	HDI	Nachhaltigkeit
Australien	+	+	+	+	+	0,944	+
Namibia	+	+	~	+	+	0,646	~
Kolumbien	+	~	~	-	~	0,767	~
Ägypten	-	+	~	-	~	0,707	~
Tunesien	-	+	+	-	-	0,740	~
Legende	+: Aspekt positiv		~: Aspekt teilweise erfüllt / in Ausarbeitung			-: Aspekt negativ	

Tabelle 2: Zusammenfassende Übersicht der Ländersteckbriefe.

Aus Tabelle 2 geht hervor, dass Australien in der Gegenüberstellung der betrachteten Länder die betrachteten Aspekte am meisten erfüllt. Namibia und Kolumbien weisen zwar eine Wasserstoffstrategie vor, dennoch könnte es derzeit teilweise an infrastrukturellen, technischen sowie politischen Voraussetzungen mangeln. Ägypten und Tunesien haben ähnliche Hindernisse zu meistern. Darüber hinaus stehen die beiden Länder noch am Anfang der Entwicklung einer nationalen Wasserstoff Roadmap.

Neben den in den Ländersteckbriefen betrachteten Aspekten haben weitere Faktoren Einfluss auf die schnelle Realisierung eines Markthochlaufs von zertifizierten Wasserstoffprodukten. Entscheidend für die Marktadaption in den von der Auftraggeberin definierten Ländern ist zum einen der Aufbau des Energiemarktes. Darunter fällt beispielsweise die Fragestellung, welches Marktdesign für EE vorliegt und ob dieses auch auf Wasserstoff adaptierbar ist. Zum anderen können mit Hilfe einer geeigneten nationalen Regulatorik Weichen für einen schnellen Markthochlauf geschaffen werden. Es ist diesbezüglich zu klären, ob es existierende oder in der Entwicklung befindliche Förderprogramme für EE und Wasserstoff gibt sowie ob behördliche Institutionen bereits bestehen.

Diese genannten Aspekte sowie die in den Ländern vorliegende Wasserstoffstrategie werden in folgender Tabelle 3 aufgegriffen.

			Exportländer				
			Australien	**Namibia**	**Kolumbien**	**Ägypten**	**Tunesien**
Aspekte	**Energie-markt**	Marktdesign	Australian Energy Market Commission	Electrical Control Board	CREG - Comisión de Regulación de Energía y Gas	Keine Angabe	Société Tunisienne de l´Electricité et du Gaz
		Nachweise der Herkunft	Ja; im Entwicklungsprozess	Keine Angabe	Gegenstand aktueller Untersuchungen	Keine Angabe	Keine Angabe
	Regulatorik	Anreiz-systeme	• Small-scale Renewable Energy Scheme (SRES) • The Large-scale Renewable Energy Target	Environmental Investment Fund of Namibia	Im Aufbau	GAFI – General Authority For Investments	Keine Angabe
		Förder-programme	Clean Hydrogen Industrial Hubs program	Namibian Green Hydrogen and PTX Pilot Projects Program	FENOGE - Fund for Non-Conventional Energies and Efficient Energy Management	Keine Angabe	PROSOL Program
		Governance	ARENA – Australian Renewable Energy Agency	Green Hydrogen Council	UPME - Mining and Energy Planning Unit	• MOP – Ministry of Petroleum and Mineral Resources • MERE – Ministry of Electricity and Renewable Energy	MIME – Ministry of Industry, Mines and Energy
	H_2-Strategie	Vorhanden	Ja	Ja	Ja	In Entwicklung	Nicht bekannt
		Partner-schaften, Förderung, Export-länder, Zeitplan, Zertifizierung	**Partnerschaften:** • Global Green Growth Institute (GGGI) • International Association for Hydrogen Safety (HySafe) • Green Ammonia Consortium **Exportländer:** • Japan, Südkorea, Großbritannien, Neuseeland, Deutschland und die Europäische Union **Zertifizierung:** • Bei der Entwicklung eines Zertifizierungssystems wird der europäische CertifHy - Rahmen berücksichtigt	**Partnerschaften:** • BMBF • Port of Rotterdam • Belgien **Zeitplan:** • Inbetriebnahme Green H2 Demonstrationslage (2023) • HYPEN Phase 1 (2024)	**Zeitplan:** • Phase 1: Existing applications (2020 → 2026) • Phase 2: Emerging applications (2027 → 2035) • Phase 3: Disruptive applications (2036 → 2050)	**Nein**	**Nein**

Tabelle 3: Übersicht zusätzlicher Aspekte hinsichtlich eines schnellen Markthochlaufes von zertifizierten Wasserstoffprodukten /121/, /122/, /123/, /124/, /61/, /57/.

Aus Tabelle 2 und Tabelle 3 geht hervor, dass Australien derzeit auf Basis der ausgewerteten Quellen das höchste Potenzial als Wasserstoffprodukt-Exportland in Bezug auf die ge-

wählten Kriterien aufweist. Das Land ist politisch stabil und verfügt über eine Wasserstoffstrategie. In der Wasserstoffstrategie sind Aspekte wie Zeitschiene, Exportländer, Partnerschaften, Zertifizierung, Mengenziel und Art der Förderung von Wasserstoffprodukten aufgeführt. Darüber hinaus ist in Australien ein Strom- und Gasmarkt mit etabliertem Marktdesign vorhanden. Zusätzlich soll auch der Prozess der Wasserstofferzeugung zukünftig nachgewiesen werden können. Hierfür wird ein Zertifizierungssystem entwickelt. Ein Ministerium für Wasserstoff sowie vorhandene Anreizsysteme und Förderprogramme für Wasserstoffprojekte sollen den Markthochlauf vorantreiben.

Namibia weist auf Basis der ausgewerteten Quellen mittelfristig ein gutes Potenzial als Wasserstoffprodukt-Exportland auf. Die natürlichen wie auch regulatorischen und politischen Voraussetzungen sind für den Markthochlauf von Wasserstoffprodukten gegeben. Die Regierung hat für das Thema Wasserstoff einen Wasserstoffrat gegründet, der gemeinsam mit Förderprogrammen und Anreizsystemen den Markthochlauf vorantreiben soll. Darüber hinaus hat Namibia eine Wasserstoffstrategie veröffentlicht. Hierbei werden Partnerschaften, Förderung der Wasserstoffprodukte sowie Mengenziele beschrieben. Außerdem gibt es eine geplante Zeitschiene von Wasserstoff-Projekten und -Projektstandorten.

Kolumbien verfügt auf Basis der ausgewerteten Quellen über ein langfristiges Potenzial, sich als Wasserstoffprodukt-Exportland zu etablieren. Die Regierung Kolumbiens hat eine Planning-Unit gebildet, um sich mit Wasserstoffthemen zu befassen. Förderprogramme sind bereits vorhanden, Anreizsysteme befinden sich allerdings noch im Aufbau. Neben einen Strom- und Gasmarkt mit etabliertem Marktdesign ist ebenfalls eine Wasserstoffstrategie mit einem definierten Zeitplan vorhanden. Zu Beginn des Markthochlaufs wird die Herstellung von „blauen“ Wasserstoff fokussiert. Darüber hinaus befindet sich die Realisierung eines Herkunftsnachweises von Wasserstoffprodukten in Untersuchung.

Die Länder Ägypten und Tunesien befinden sich im direkten Vergleich am Anfang der Entwicklung zu einem Wasserstoffprodukt-Exporteur. Derzeit fehlt es in den Ländern noch an infrastrukturellen, technischen und politischen Voraussetzungen. In beiden Ländern befassen sich Ministerien mit Wasserstoffthemen. Ägypten arbeitet aktuell an einer Wasserstoffstrategie und es existieren bereits Anreizsysteme für Wasserstoffprodukte. Tunesien hat dagegen keine Anreizsysteme, allerdings Förderprogramme eingeführt.

Zusammenfassend kann Australien als Benchmark für einen schnellen Markthochlauf betrachtet werden. Eine Zertifizierbarkeit von Wasserstoffprodukten sollte den Markthochlauf von Australien als Exportland nicht beeinflussen. In den Ländern Namibia und Kolumbien ist eine Wasserstoffstrategie und ein etablierter Strom- und Gasmarkt mit Marktdesign vorhanden. Ein Zertifizierungssystem könnte belastbar durchgeführt werden, auch wenn in den

beiden Ländern teilweise technische, infrastrukturelle sowie politische Herausforderungen bestehen. In Ägypten und Tunesien ist der Markthochlauf derzeit am langwierigsten. Darüber hinaus stehen die beiden Länder noch am Anfang der Entwicklung einer nationalen Wasserstoff Roadmap. Ein Zertifizierungssystem könnte den Markthochlauf weiter verlangsamen.

5.2 Mindestanforderungen für eine zügige Marktentwicklung hinsichtlich des Exports von Wasserstoffprodukten

Die Analyse der Ausgangssituation potenzieller Wasserstoffprodukt-Exportländer zeigt, dass die Voraussetzungen für eine schnelle Marktadaption für zertifizierte Wasserstoffprodukte unterschiedlich ausfallen.

In diesem Abschnitt werden die identifizierten Bewertungskriterien aus Tabelle 1 bzw. aus dem erstellten Nachweiskatalog (Tabelle A-1) herangezogen. Im Folgenden wird die Umsetzbarkeit der Kriterien auf Basis der Informationen aus den vorliegenden Quellen in den durch die Auftraggeberin definierten Zielländern analysiert und bewertet.

Grundlage der Bewertung sind die Länder-Steckbriefe sowie die darauf aufbauende Analyse aus Abschnitt 5.1. Ein Kriterium gilt als „prüfbar“, wenn notwendigen Gegebenheiten zur Umsetzung grundlegend vorhanden sind. Als „teilweise prüfbar“ gilt ein Kriterium, wenn erste Schritte zur Erfüllung unternommen wurden und die Erfüllung durch derzeitige Diskussionen, Pläne oder Vorbereitungen in absehbarer Zukunft ermöglicht werden soll. Als „nicht prüfbar“ gilt ein Kriterium, wenn die Voraussetzungen vor Ort nicht gegeben sind.

Bewertungskriterium	Australien	Namibia	Kolumbien	Ägypten	Tunesien
Managementsystem	+	+	+	+	+
THG-Minderungspotenzial	+	+	+	+	+
Kriterien zur Kohlenstoffquelle	~	~	~	~	~
Verbrauch von EE-Strom	+	+	+	+	+
Nachhaltigkeit & Umwelt	+	~	-	-	-

Legende	+: Kriterium prüfbar	~: Kriterium teilweise prüfbar/ in Ausarbeitung	-: Kriterium nicht prüfbar

Tabelle 4: Status der Umsetzbarkeit der identifizierten Bewertungskriterien in den ausgewählten Zielländern.

Der Status der Umsetzbarkeit in Tabelle 4 ist als Einschätzung basierend auf den Informationen aus den vorliegenden Quellen zu betrachten. Im Folgenden werden die Ergebnisse genauer beschrieben:

- Managementsystem in Anlehnung an ISCC-Anforderungen: Das Bewertungskriterium könnte in allen Ländern umgesetzt werden, da zur Überprüfung eine Vor-Ort-Prüfung stattfindet. Diese sollte in allen Ländern umsetzbar sein.
- THG-Minderungspotenzial: Die PCF-Berechnungen für dieses Kriterium können mit Hilfe einer etablierten Prüfung erfolgen. Die Durchführung sollte aufgrund international anwendbarer ISO-Normen überall möglich sein.
- Kriterien zur Kohlenstoffquelle: Gemäß /52/ und /70/ planen sowohl Kolumbien als auch Ägypten zunächst die Herstellung von blauem und grauem Wasserstoff. Laut der Wasserstoffstrategie in Kolumbien /70/ soll dafür auch CCU und CCS angewendet werden, sodass hier die Einhaltung des Kriteriums bzgl. Kohlenstoffquellen als möglich angesehen wird. Im Entwurf des „Hydrogen Guarantee of Origin Scheme for Australia“ /5/ (siehe Kapitel 3.1.7) ist die Möglichkeit „klimaneutralen“ Wasserstoff zu zertifizieren, beschrieben, sodass auch hier eine Umsetzbarkeit gegeben sein sollte. Zu Tunesien sind zum Zeitpunkt der Erstellung der Gutachtlichen Stellungnahme keine genauen Angaben bekannt, da die Etablierung von Wasserstoff-Herstellungsanlagen sich noch in der Diskussionsphase befindet /39/. Namibia konzentriert sich in seiner Wasserstoffstrategie /57/ auf die Herstellung von „grünem“ Wasserstoff und Ammoniak. Die Herstellung von „grünen“ Derivaten, wie Methanol oder Methan, benötigt „nachhaltige“ Kohlenstoffquellen. Generell gilt, dass ein Produktionsbericht erstellt werden und die Vor-Ort-Prüfung erfolgen sollte. Jedoch ist die Nutzung von „nachhaltigem“ Kohlenstoff im großem Umfang aktuell nicht etabliert.
- Verbrauch von EE-Strom: In allen betrachteten Ländern gibt es Ziele für den Ausbau von EE gemäß /40/, /83/, /72/, /108/ und /63/. Weiterhin zeigt die durchgeführte Analyse der Länder ein hohes Potenzial für Solar- und Windenergie auf. Allerdings haben nicht alle fünf Länder in den letzten Jahren das gleiche Ausbautempo erreicht. Ferner ist die Ausgangsbasis für den Ausbau von EE teils sehr unterschiedlich.
- Anrechenbarkeit „grüner“ Wasserstoff:
  - Direktleitung: In Tunesien gibt es gemäß /39/ erste Gespräche zu PtX-Projekten, die auch den Ausbau der EE einbeziehen. Ähnlich verhält es sich auch in Ägypten gemäß /51/. Für Namibia und Australien wird der Fortschritt für diesen Bereich als höher eingeschätzt, da beispielsweise Wasserstoff-Hubs in der Nähe von EE-Erzeugungsanlagen gemäß /57/ und /61/ entwickelt werden sollen. Kolumbien plant „grünen“ Wasserstoff in der Wasserstoffstrategie /70/ ein, was den Ausbau EE voraussetzt.

  - Zeitliche Korrelation: Die Wasserstofferzeugung muss (gemäß Draft del. Act /R 15/) ab 01.01.2027 in derselben Stunde wie die Stromerzeugung beispielsweise im Rahmen eines PPA stattfinden (siehe Anhang 9.2). In Ägypten gibt es gemäß /83/ Projektunternehmen, die mit Hilfe von PPAs Erneuerbare Energien finanzieren. In Kolumbien gibt es nach /75/ ebenso die Möglichkeit den Ausbau mit PPAs zu finanzieren. Auch für Namibia und Australien werden laut /108/ und /94/ PPAs für die Finanzierung angewendet. In Tunesien können PPAs ebenfalls als Nachweis genutzt werden. Jedoch werden diese derzeit gemäß /39/ für die Finanzierung bei Banken nicht anerkannt, sodass der regulatorische Rahmen für die Nutzung angepasst werden sollte. Zusätzlich werden für die Überprüfung der Zeitgleichheit Smart Meter benötigt. Die Installation dieser sollte in allen Ländern möglich sein.
  - Zusätzlichkeit (gemäß Draft del. Act RED II /R 15/, siehe Anhang 9.2): Für die Zusätzlichkeit sollte in allen Ländern die Umsetzbarkeit möglich sein. Alle Länder haben gemäß /40/, /83/, /72/, /108/ und /63/ Ausbauziele für EE, sodass neue Erzeugungsanlagen in Betrieb gehen sollten.
  - Geographische Korrelation (siehe Anhang 9.2): Die geographische Korrelation sollte in allen Ländern umgesetzt werden können, da neue erneuerbare Energieanlagen geplant sind. Teilweise werden laut /40/, /83/, /72/, /108/ und /63/ Wasserstoff-Hubs bereits in der Nähe von EE-Erzeugungsanlagen geplant.
- Informationen für EU-Datenbank / Kriterien zur Rückverfolgbarkeit:
  - Massenbilanzierung: Die Massenbilanzierung kann in allen Ländern für den ersten Teil der Wasserstoffprodukt-Wertschöpfungsketten, die Produktion, erfolgen. Ab dem Übersee-Transport sollte in einem weiteren Schritt geklärt und festgelegt werden, wer für die Rückverfolgbarkeit der Logistik verantwortlich ist.
  - Physische Segregation: Für die physische Segregation gilt ebenfalls, dass die Überprüfung der Erzeugung anhand von Nachweisen möglich sein sollte. Jedoch würden im weiteren Verlauf der jeweiligen Wertschöpfungsketten separate Transport- und Speicher-Strukturen für „grüne“ Wasserstoffprodukte benötigt werden, was nicht praktikabel erscheint , da es hohe Investitions- und Betriebskosten bedeuten würde. Die Verantwortlichkeit für die Trennung von anderen Wasserstoffprodukten für den Übersee-Transport müsste zusätzlich geklärt und festgelegt werden.
  - Book & Claim: Eine Zertifizierungsstelle überprüft, ob die Verpflichtungen aus der RED II /R 2/ eingehalten wurden. Dafür müssen der Zertifizierungsstelle alle benötigten Unterlagen zugänglich gemacht werden. Hier gilt ebenfalls, dass eine sofortige Umsetzbarkeit, bis zum Wertschöpfungskettenglied des Transports, gegeben sein sollte. Allerdings ist das System noch nicht etabliert.

- Verpflichtung zum Schutz von Flächen mit hohem Biodiversitätswert oder hohem Kohlenstoffbestand sowie von HCVAs: Für die Länder Tunesien, Ägypten und Kolumbien lagen der Gutachtlichen Stellungnahme keine Veröffentlichungen in Bezug zu Wasserstoff-Projekten vor. Generell stehen diese Länder gemäß /39/, /70/ und /51/ derzeit noch am Beginn ihrer Wasserstoff-Projektplanungen. Namibia plant laut /57/ Wasserstoff-Hubs in einem Naturschutzgebiet. Es müsste geprüft werden, ob diesbezüglich Einschränkungen vorzufinden sind. Australien hat gemäß /61/ im Westen des Landes eine wenig intensive Landnutzung und eine geringe Bevölkerungsdichte und somit Raum, um beispielsweise EE-Anlagen zu errichten. Zudem gibt es in Australien laut /115/ unteranderem Leitlinien die eine ökologischen Bewertung für den Bau von Windparks beinhalten.
- Verpflichtung zur umweltverträglichen Wasserstoffprodukt-Produktion und Schutz von Boden, Wasser und Luft: Australien erwähnt die Wassernutzung in der Wasserstoffstrategie /61/ und plant eine Bilanzierung und Priorisierung von Wasser. Die Umweltauswirkungen sollen ebenfalls minimiert werden. Außerdem gibt es in dem Land laut /96/ Institutionen, die sich um Schutz von Umwelt und Ressourcen kümmern. Ägypten hingegen weist gemäß /97/ noch deutliches Potenzial auf um das Umweltbewusstsein zu schärfen. Außerdem herrscht dort große Wasserknappheit /101/. Laut /98/, /99/ und /100/ ist in Tunesien, Kolumbien und Namibia der Umweltschutz höher priorisiert, wobei die Länder gleichzeitig stellenweise an der Umsetzung scheitern und vor großen Herausforderungen diesbezüglich stehen. Tunesien und Namibia sind zudem, wie Ägypten, trockene und wasserarme Länder. Um nicht fossile oder für die Ernährung wichtige Wasserressourcen nutzen zu müssen, benötigen diese Länder Meerwasserentsalzungsanlagen. Dagegen hat Kolumbien große Wasservorräte, jedoch gibt es keine Angaben zur umweltverträglichen Wassergewinnung und zur umweltverträglichen Wasserstoffproduktion. Öffentliche Angaben zu einer solchen Produktion (z.B. Abfallmanagement) werden auch für Tunesien, Namibia und Ägypten nicht gemacht. Für Namibia als ein sehr trockenes Land, hat jedoch einen großen Anteil an Naturschutzgebieten. Gleiches gilt für Kolumbien gemäß /100/ mit großen Wasserressourcen und wesentlichen Bemühungen im Umweltschutz.
- Sichere Arbeitsbedingungen: Auf Basis der referenzierten Quellen und vorliegenden Informationen zum Zeitpunkt der Erstellung der Gutachtlichen Stellungnahme ist davon auszugehen, dass sichere Arbeitsbedingungen in Australien und Namibia gemäß /55/ und /60/ gewährleistet und vor Ort überprüft werden können. In Ägypten, Tunesien und Kolumbien war laut /44/, /67/ und /110/ die menschenrechtliche Situation in der Vergangenheit als teilweise besorgniserregend anzusehen. Genauere Untersuchungen sollten diesbezüglich gemacht werden.

- Einhaltung von Menschen-, Arbeits- und Landrechten und verantwortungsvolle Beziehungen zur Gemeinschaft: In Ägypten, Tunesien und Kolumbien wurde die politische Lage sowie menschenrechtliche Situation in der Vergangenheit gemäß /44/, /110/ und /67/ als teilweise besorgniserregend bewertet. Aus diesem Grund ist die Umsetzbarkeit in Tunesien und Ägypten genauer zu prüfen. In Kolumbien hat sich die Lage im Sinne von /68/ stabilisiert. Hier sollte die Umsetzbarkeit möglich sein, muss jedoch ebenfalls näher betrachtet werden. In Namibia werden gemäß /56/ die Menschenrechte weitgehend geachtet, allerdings liegt die HDI Kategorie im gleichen Bereich wie die nordafrikanischen Länder (Tunesien und Ägypten).
- Einhaltung von Gesetzen und internationalen Verträgen: Die Umsetzbarkeit des Kriteriums sollte in allen Ländern möglich sein. Jedoch haben laut CPI Tunesien, Ägypten und Kolumbien ein höheres Korruptionsniveau als Namibia und Australien /35/. Zusätzlich wurde in Tunesien laut /110/ die Rechtsstaatlichkeit mit einem Verfassungsprozess ausgehebelt. Ebenfalls sind in Ägypten und Kolumbien gemäß /67/ und /44/ Mängel in der Rechtsstaatlichkeit vorzufinden. Namibia hat im Vergleich zu Australien gemäß /35/ ebenfalls ein hohes Korruptionsniveau, schneidet jedoch besser ab als Tunesien, Ägypten und Kolumbien. Die Rechtsstaatlichkeit ist in Namibia laut /53/ und /54/ gegeben.

Es ist allgemein festzuhalten, dass die Umsetzbarkeit der betrachteten Kriterien (siehe Tabelle 1) hinsichtlich der Verfügbarkeit und Belastbarkeit von Daten in den durch die Auftraggeberin definierten Zielländern derzeit noch nicht für alle Aspekte gegeben scheint bzw. die Umsetzung einen höheren Aufwand mit sich bringt.

Insbesondere bei den betrachteten ökologischen und sozialen Nachhaltigkeitsanforderungen, die in Kapitel 3.3 ausgearbeitet wurden, gibt es teilweise größeren Handlungsbedarf: Nicht in allen betrachteten Ländern wird in den untersuchten Quellen Nachhaltigkeit im Zusammenhang mit Wasserstoff erwähnt, sodass die Verfügbarkeit und Belastbarkeit der Daten begrenzt ist. Darüber hinaus sind Menschenrechtsfragen und die Rechtstaatlichkeit nur teilweise prüfbar.

Andere Kriterien können grundsätzlich als erfüllbar und durch Audits prüfbar nach dem Nachweiskatalog im Anhang 9.1 betrachtet werden. Dazu gehören die Anforderungen an Managementsysteme, das THG-Minderungspotenzial, die Kohlenstoffquelle und den Verbrauch von EE. Auch wenn der Aufwand der Umsetzbarkeit und Durchführbarkeit teilweise als sehr hoch eingestuft werden sollte.

5.3 Vorschlag zur graduellen Einführung eines Zertifizierungssystems für Wasserstoffprodukte

Wie in den Abschnitten 3.3 und 5.1 bereits festgestellt, ist die kurzfristige Umsetzung der identifizierten Kriterien aus Tabelle 1 im Rahmen eines Zertifizierungssystems sehr komplex. Auf Grund dessen wird im Folgenden ein graduelles[26] Zertifizierungssystem vorgeschlagen, das einen niedrigschwelligen Einstieg der Marktteilnehmenden in eine durch Zertifizierungen abgesicherte Wasserstoffwirtschaft ermöglichen könnte.

Ein solches graduelles Zertifizierungssystem könnte sich entlang von drei zeitlichen Abschnitten entwickeln und sukzessive die Anforderungen erhöhen. Die höchste Anforderungsstufe sollte dabei bereits von Anfang an bekannt gegeben werden, um den Stakeholdern die nötigen Planungen und Entwicklungen aufzuzeigen.

Eine Einteilung der zeitlichen Abschnitte könnte beispielsweise wie folgt vorgenommen werden:

1. ab sofort, bis zum Inkrafttreten des Draft del. Act nach Art. 27 RED II,
2. ab Inkrafttreten des Draft del. Act nach Art. 27 RED II bis zum 31.12.2026 (Ende der „First Mover“-Phase gemäß Draft del. Act) und
3. ab 01.01.2027

Im ersten Zeitabschnitt ist keine für RFNBO gültige EU-Definition für „grüne“ Wasserstoffprodukte vorgesehen. Allerdings ist zu beachten, dass dieser erste zeitliche Abschnitt voraussichtlich bereits Ende 2022 endet. Dementsprechend können bis zum Inkrafttreten des Draft del. Act nach Art. 27 RED II zwar niedrigschwellige Kriterien angesetzt werden, jedoch würden diese nur für einen stark begrenzten Zeitraum gelten. Es könnte die bereits etablierte Zertifizierung der Klimaneutralität mittels PCF-Berechnung und -Kompensation (vgl. 3.1.9) für die Zertifizierung von Wasserstoffprodukten genutzt werden. Eine klare Bewertung des Produkts über eine einheitlich ausgewiesene CO_2-Last wäre möglich. Diese würde den Preis des Produkts bestimmen. Je geringer die CO_2-Last, desto höherpreisig/höher am Energiemarkt handelbar das Produkt. So könnte eine Vergleichbarkeit und Wertigkeit zwischen den einzelnen Produkten oder Herstellungsarten von Wasserstoffprodukten hergestellt werden. Dieser Ansatz wäre technologieoffen und würde eine höhere Flexibilität und Geschwindigkeit für den Markthochlauf der Wasserstoffwirtschaft ermöglichen. Dabei könnte der Ansatz „Well-to-Wheel“ genutzt werden, da eine Nicht-Berücksichtigung der vor- bzw. nachgelagerten Emissionen, wie beim „Well-to-Tank“ oder „Well-to-Gate“ Ansatz, dem Anspruch an den Klimaschutz nicht gerecht werden würde. Im „Well-to-Wheel“ Ansatz wer-

[26] Unter graduell soll in diesem Zusammenhang eine zeitlich abgestufte Entwicklung von niedrigschwelligen Anforderungen hin zu umfassenden ökologisch und sozial nachhaltigen Anforderungen verstanden werden.

den alle relevanten Emissionen entlang der jeweiligen Wertschöpfungsketten durch Aufbereitung, Transport, Speicherung, Verteilung und Nutzung quantifiziert. Der CO_2-Fußabdruck vom Wasserstoffprodukt kann beim Kauf/Verkauf mitgeteilt werden. Dafür sollten standardisierte und vorhandene Berechnungsmethoden (vgl. 4.1) verwendet werden. Diese Berechnungsmethoden sind erwartungsgemäß mit der Novellierung der RED II gegeben. Mit Hilfe von zertifizierten Kompensationsmaßnahmen können auch Emissionen ausgeglichen werden. Die Produktion von bestimmten Wasserstoffderivaten erfordert Kohlenstoffquellen. Die verschiedenen Kohlenstoffquellen (fossile industrielle Emissionsquellen, biogenes Material und atmosphärisches CO_2) haben einen unterschiedlichen wirtschaftlichen und ökologischen Einfluss, der wie bereits in 4.1 erwähnt, gemäß rechtlicher Rahmenbedingungen und in der THG-Berechnungsmethodik berücksichtigt werden sollte. /89/

Im zweiten Zeitabschnitt könnte zusätzlich die im Draft del. Act nach Art. 27 RED II genannten „First Mover“-Kriterien und ab 01.01.2027 die vollständigen Kriterien des Draft del. Act beachtet werden /R 15/.

Allgemein wird empfohlen das System rechtlich-regulatorisch im Einklang mit den Entwicklungen der EU (RED /R 14/, RED II /R 2/ und Draft del. Act Art. 27 RED II /R 15/) zu gestalten, da die Stakeholder der Wasserstoffwirtschaft eine Abnahmesicherheit der EU benötigen, um Investitionen zu planen. Zur konkreten Ausgestaltung des Systems müssten die von der EU vorgegebenen Kriterien beachtet werden.

Darüber hinaus wird empfohlen zusätzliche Nachhaltigkeitskriterien wie Umweltschutz, Wasserverbrauch sowie Flächennutzung nach Abschluss des dritten Zeitabschnittes in einem Zertifizierungssystem zu etablieren.

Generell könnten die Anforderungen eines „H2Global-Standards“ die Ausbalancierung der Ziele Geschwindigkeit des Markthochlaufs, Zunahme der Unabhängigkeit von fossiler Energie, Klimaschutz sowie Kosten anstreben. Die vier genannten Ziele können nicht zeitgleich erreicht werden, da sie sich konträr verhalten.

Anforderungen an die Umsetzbarkeit beim Strombezugs-Kriterium Zusätzlichkeit (siehe 9.3) machen das Zertifizierungssystem komplexer, da nur neue Projekte und keine Bestandsanlagen mit Ertüchtigungspotenzial das Kriterium erfüllen. Hier muss die Wasserstoffherstellung die EE-Anlagen mitfinanzieren, was eine Abnahmesicherheit voraussetzt. Die Abnahmesicherheit kann mit Hilfe von internationalen Partnerschaften gewährleistet werden. Zusätzlich benötigen neue Projekte bis zur Inbetriebnahme mehrere Jahre, wodurch sich der Markthochlauf verzögern kann. Für die Anbindung von EE mittels Direktleitungen (ausgenommen Inselsysteme) benötigen die Anlagen außerdem Smart Meter. Dies erhöht die Investitionskosten und den Aufwand. Weiterhin muss Personal für die Wartung der eingesetzten Technologie geschult werden.

Ein weiteres komplexes Kriterium ist die Anforderung der zeitlichen Korrelation. Dieses Kriterium benötigt entweder Nachweise zum Strombezug und -verbrauch über Smart Meter (im Falle von Direktleitungen) oder Herkunftsnachweise mit Zeitstempel (im Falle von Netzstrombezug). Solange kein Herkunftsnachweissystem mit Zeitstempeln etabliert ist, könnte als Übergangslösung ein bilateraler Vertrag zwischen Erzeuger und Verbraucher inklusive Vereinbarung über die Entwertung von Herkunftsnachweisen dienen.

Darüber hinaus sollte die EU eine mögliche Ausgestaltung hinsichtlich der Rückverfolgbarkeit von Wasserstoffprodukten fokussieren. Die Definition einer geeigneten Methodik sowie die Wahl der zu betrachteten Bilanzräume ist dabei essentiell. Voraussichtlich wird auf die bereits in der Gas-Infrastruktur etablierte Methodik der Massenbilanzierung zurückgegriffen (vgl. Abschnitt 4.1). Die Massenbilanzierung von Wasserstoffprodukten könnte dabei mit Hilfe eines Herkunftsnachweises, welcher Informationen zum Stoff, zum THG-Potenzial sowie zu weiteren ökologischen und sozialen Aspekten beinhaltet, realisiert werden. Diese Informationen werden entlang der Wertschöpfungsketten dokumentiert und an weitere an der Wertschöpfungskette beteiligte Stakeholder weitergeleitet. So sind die zertifizierten Mengen in Anteilen, aber nicht physisch identifizierbar. Gut vorstellbar ist, dass diese Methodik ebenfalls bei der Einspeisung von Wasserstoff in das Erdgasnetz angewendet wird. Der Vorschlag des europäischen Parlaments und des Rates für eine Richtlinie über gemeinsame Vorschriften für die Binnenmärkte für erneuerbare Gase und Erdgas sowie Wasserstoff (2021/0425 COD) schlägt ebenfalls die Verwendung eines Massenbilanzsystems vor /R 18/.

Grundsätzlich sollten die Kriterien für die Zertifizierung jeweils den aktuellen Normen, Standards und ggf. Gesetzen nachgeführt werden. Darüber hinaus wird vorgeschlagen, dass anschließend an den dritten zeitlichen Abschnitt ein Kriterienkatalog für Nachhaltigkeitsaspekte, welche im Abschnitt 3.3 aufgeführt sind, etabliert werden sollte. In einer dieser Gutachtlichen Stellungnahme nachgelagerten Ausarbeitung könnte die Erarbeitung eines Kriterienkatalogs fortgeführt und konkretisiert werden.

Für ein graduelles Zertifizierungssystem, welches auch Nachhaltigkeitsaspekte berücksichtigt, könnte eine dem Markthochlauf möglichst wenig entgegenstehende Auswahl an Anforderungen genutzt werden. Dabei sollte eine genaue Definition und damit interpretationsfreie Prüfbarkeit der Kriterien gegeben sein. Wasserstoffprodukte inklusive der jeweiligen Herstellungsverfahren und dem entsprechenden „Farbgebung“ müssten ebenfalls definiert werden. Die Zertifizierung von „CO_2-armen“ und „klimaneutralen“ Wasserstoffprodukten könnte den Aufbau der Infrastruktur und eines Wasserstoffmarktes beschleunigen, da vorhandene Technologien genutzt und parallel zu den Technologietransformationsprozessen die Technologieoffenheit zusätzliches Potential für die Erweiterung der Wasserstoffprodukt-Wertschöpfungsketten aufzeigt. Generell kann hierdurch eine zügige Energiebereitstellung für

das jeweilige Anwendungsszenario bereitgestellt werden. Durch die Möglichkeit der Einbindung von Wasserstoff aus nicht-erneuerbaren Energien und den Einsatz von CCS/CCU-Technologien, ist dieser Ansatz technologieoffen und ermöglicht eine erhöhte Flexibilität und Geschwindigkeit für den Markthochlauf von Wasserstoffprodukten /142/. Darüber hinaus wird die Verfügbarkeit erhöht und Handelspartnerschaften können gebildet werden, sodass der Markthochlauf unterstützt werden kann. Außerdem erhalten die Exporteure für zukünftige „grüne“ Wasserstoffprodukte die Abnahmegewissheit, da parallel der Ausbau für EE und die Entwicklung geeigneter Rechtsrahmen in den Exportländern voranschreiten kann.

6 Fazit

In der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme wurde ein beispielhaftes System zur Zertifizierung „klimaneutraler“ Wasserstoffprodukte konzeptionell ausgearbeitet. Die Ausarbeitung beinhaltet darüber hinaus eine analytische Einordnung der Umsetzbarkeit einer Zertifizierung von Wasserstoffprodukten in den von der Auftraggeberin vorgegebenen Exportländern.

Der Status-Quo der existierenden und in der Bearbeitung befindlichen Standards zeigt, dass verschiedene Zertifizierungssysteme mit unterschiedlichen Schwerpunkten und in unterschiedlicher Ausgestaltung am Markt existieren (vgl. Abschnitt 3.1). Der Fokus der Standards liegt momentan insbesondere auf den Herkunftsnachweisen für Strom aus EE (Artikel 19, RED II) und der THG-Reduktion (Artikel 25, RED II), was den Anforderungen der RED II entspricht. Des Weiteren geht aus der Analyse der Standards keine einheitliche Anforderung an die zu zertifizierenden Bilanzräume hervor. Aus Sicht der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme sollte ein zukünftiger Standard sowohl die Zertifizierung der gesamten Lieferkette, als auch die Zertifizierung von Teilabschnitten ermöglichen, da die Wasserstoffprodukt-Wertschöpfungsketten sehr komplex sein können.

Nachhaltigkeitskriterien, wie Umwelt- und Sozialstandards, fehlen bisher meist oder sind nur im Kontext der Biomasse-Zertifizierung gefragt. Auf Basis der vorliegenden Analyse der betrachteten Standards empfiehlt die Gutachtliche Stellungnahme, dass insbesondere mit Blick auf Importe aus nicht EU-Staaten die Standards zukünftig um diese Kriterien ergänzt werden. Der beispielhafte Entwurf eines Nachweiskatalogs in Abschnitt 4.1 skizziert eine Möglichkeit der internationalen Nachweisführung zur Prüfung der „Grüneigenschaften“ von Wasserstoffprodukten. Viele der Nachweise sind bereits standardisiert und etabliert. In einigen Bereichen besteht jedoch Bedarf die Nachweisführung einzurichten. Dazu zählen die Nachweise zur Kohlenstoffquelle, zur Rückverfolgbarkeit mittels Massenbilanzierung, physischer Segregation oder Book & Claim sowie zu Nachhaltigkeitskriterien wie Wasserbezug und Flächenbedarf. Nachweise für Nachhaltigkeitskriterien sind bisher in verschiedenen Standards für Biokraftstoffe beschrieben, auf Grund dessen empfiehlt die Gutachtliche Stellungnahme, dies für Wasserstoffprodukte zu adaptieren. Eine sofortige Einbeziehung dieser Nachhaltigkeitskriterien wäre zwar wünschenswert, ist jedoch in der aktuellen Marktphase der Wasserstoffentwicklung entgegenstehend zu einem schnellen Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft. Die Einführung weitreichender Nachweiskriterien zu Beginn des Markhochlaufs würde diesen eher hemmen als beschleunigen. Die Gutachtliche Stellungnahme regt an, dass die Einbeziehung der Nachhaltigkeitsanforderungen in graduellen Phasen erfolgen sollte.

Die Analyse der Prüfbarkeit der identifizierten Kriterien inklusive der zugehörigen Nachweise in den im Fokus stehenden Wasserstoffprodukt-Exportländern zeigt, dass Australien

das größte Potenzial als Wasserstoff-Exporteur besitzt. Die natürlichen Voraussetzungen sind auch in den anderen Ländern in ähnlicher Form gegeben, allerdings fehlt es teilweise an infrastrukturellen, technischen und politischen Voraussetzungen. Ein global anerkanntes Zertifizierungssystem für Wasserstoffprodukte könnte aus Sicht der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme die einmalige Chance bieten, die klimapolitisch und wirtschaftlich notwendige Unterstützung für die Themen Klimaneutralität und Nachhaltigkeit in den Wasserstoffprodukt-Exportländern herbeizuführen.

Auf Grundlage der Erkenntnisse der vorliegenden Ausarbeitung erscheint eine zügige Umsetzung von Wasserstoffprodukt-Zertifizierungssystemen, die auf internationaler Ebene abgestimmt und akzeptiert sind, als große Herausforderung. Die Harmonisierung von bestehenden Zertifizierungssystemen kann in diesem Zusammenhang dennoch langfristig ein vielversprechender und anzustrebender Ansatz sein. Eine graduelle Etablierung, die zeitlich abgestuft von einer niedrigschwelligen Anforderungsliste hin zu umfassenden, von Anfang an klar definierten, ökologischen und sozial nachhaltigen Anforderungen reicht, kann eine Lösung sein. Dieser Ansatz sollte gemäß Weltenergierat ebenfalls technologieoffen gestaltet sein, um beispielsweise die Möglichkeit zur Anrechnung von „CO_2-armen“ Wasserstoffprodukten sowie die Nutzung erneuerbaren Stroms aus ungeförderten Bestandsanlagen zum Zeitpunkt des Strombezugs zu ermöglichen (vgl. Abschnitt 5.3). In der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme werden für den Zeitraum bis 2027 zwei Übergangsphasen definiert, auf die eine dritte Phase, in der alle Kriterien zu erfüllen sind, folgt. Es ist zu empfehlen, dass für die letzte Phase ein Kriterienkatalog für Nachhaltigkeitsaspekte anschließend an diese Gutachtliche Stellungnahme ausgearbeitet wird.

7 Rechtsbelehrung

Die vorliegende Gutachtliche Stellungnahme ist nur in ihrer Gesamtheit gültig. Die darin getroffenen Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden übermittelten Dokumente und Quellen.

Die TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG leistet keine Gewähr für die Erfüllung von Vorhersagen oder Prognosen. Es wurden ausschließlich zum Zeitpunkt der jeweiligen Bearbeitung vorliegende und öffentlich zugängliche Quellen analysiert und ausgewertet. Die TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der von der Auftraggeberin übermittelten sowie in den herangezogenen Quellen aufgeführten Informationen und Angaben und für durch unrichtige Angaben bedingte falsche Aussagen oder abgeleitete Empfehlungen. Für die Umsetzbarkeit von Maßnahmen oder Empfehlungen wird keine Garantie gegeben.

Generell muss davon ausgegangen werden, dass das erstellte Dokument nicht vollumfänglich ist und somit die Realität nur annähernd erfasst. Zukünftige Entwicklung sind von diversen Bedingungen abhängig die nicht vollständig abgebildet werden können, exakte Vorhersagen können nicht getroffen werden. Der Bericht kann daher nur als Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung bzw. als Orientierungshilfe verwendet werden. Für Entscheidungen der Auftraggeberin wird keine Haftung übernommen. Die von TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG erbrachten Leistungen (z.B. Gutachten-, Prüf- und Beratungsleistungen) dürfen nur im Rahmen des vertraglich vereinbarten Zwecks verwendet werden. Vorbehaltlich abweichender Vereinbarungen im Einzelfall, räumt TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG der Auftraggeberin an ihre urheberrechtsfähigen Leistungen jeweils ein einfaches, nicht übertragbares sowie zeitlich und räumlich auf den Vertragszweck beschränktes Nutzungsrecht ein. Weitere Rechte werden ausdrücklich nicht eingeräumt, insbesondere ist die Auftraggeberin nicht berechtigt, die Leistungen des Auftragnehmers zu bearbeiten, zu verändern oder nur auszugsweise zu nutzen.

Eine Veröffentlichung der Leistungen über den Rahmen des vertraglich vereinbarten Zwecks hinaus, auch auszugsweise, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung von TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG. Eine Bezugnahme auf TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG ist nur bei Verwendung der Leistung in Gänze und unverändert zulässig.

Bei einem Verstoß gegen die vorstehenden Bedingungen ist TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG jederzeit berechtigt, der Auftraggeberin die weitere Nutzung der Leistungen zu untersagen.

8 Literatur- und Quellenangaben

8.1 Websites und sonstige Literatur

/1/ CertifHy:
CertifHy-SD Hydrogen Criteria, Rev. 2.
https://www.certifhy.eu/wp-content/uploads/2022/06/CertifHy_H2-criteria-definition_V2.0_2022-04-28_endorsed_CLEAN-1.pdf
abgerufen: 29.06.2022

/2/ Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking:
CertifHy – Designing the first EU wide green hydrogen guarantee of origin for a new hydrogen market.
https://www.fch.europa.eu/page/certifhy-designing-first-eu-wide-green-hydrogen-guarantee-origin-new-hydrogen-market
abgerufen: 29.06.2022

/3/ Öko-Institut e.V.:
Die Wasserstoffstrategie 2.0 für Deutschland. Untersuchung für die Stiftung Klimaneutralität. Berlin, 13. Mai 2021.
https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Die-Wasserstoffstrategie-2-0-fuer-DE.pdf
abgerufen: 30.06.2022

/4/ Association of Issuing Bodies IVZW:
EECS.
https://www.aib-net.org/eecs
abgerufen: 11.06.2022

/5/ Australian Government, Department of Industry, Science, Energy and Resources:
A Hydrogen Guarantee of Origin scheme for Australia, Juni 2021.
https://www.cleanenergyregulator.gov.au/Infohub/Markets/guarantee-of-origin
abgerufen: 28.06.2022

/6/ Ammonia Energy Association:
Low-Carbon Ammonia Certification – Discussion Paper, October 2021.
https://dev.ammoniaenergy.org/wp-content/uploads/2021/10/AEA-Low-Carbon-Ammonia-Certification-Discussion-Paper.pdf
abgerufen: 28.06.2022

/7/ TÜV SÜD AG:
Hin zu einem neuen Wasserstoffmarkt – CertifHy-Herkunftsnachweis (GOs).
https://www.pressebox.de/pressemitteilung/tuev-sued-ag/Hin-zu-einem-neuen-Wasserstoffmarkt-CertifHY-Herkunftsnachweise-GOs-fuer-gruenen-Wasserstoff-jetzt-erhaetlich/boxid/938731
abgerufen: 13.07.2022

/8/ IRENA, Coalition for Action:
Decarbonising end-use sectors: Green hydrogen certification, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2022.
ISBN: 978-92-9260-426-4

/9/ CertifHy:
Towards a Dual Hydrogen Certification System for Guarantees of Origin and for the Certification of Renewable Hydrogen in Transport and for Heating & Cooling. Final Report of Phase 2, 2019.
ISBN: 978-92-9246-333-5

/10/ TÜV Rheinland:
TÜV Rheinland Paves the Way for Green Hydrogen and Green Ammonia Certification, April 2022.
https://insights.tuv.com/blog/t%C3%BCv-rheinland-paves-the-way-for-green-hydrogen-and-green-ammonia-certification
abgerufen: 13.07.2022

/11/ ISCC:
Sustainable Development Goals.
https://www.iscc-system.org/about/sdgs/
abgerufen: 13.07.2022

/12/ ISCC:
Governance – ISCC was developed through an open multi-stakeholder process.
https://www.iscc-system.org/about/governance-and-transparency/
abgerufen: 13.07.2022

/13/ ITC Standards Map:
Standard profile for ISCC EU.
https://www.standardsmap.org/en/factsheet/265/overview?name=ISCC%20EU
abgerufen: 13.07.2022

/14/ ITC Standards Map:
Standard profile for ISCC Plus.
https://www.standardsmap.org/en/factsheet/243/overview?name=ISCC%20Plus
abgerufen: 13.07.2022

/15/ TÜV Nord AG:
ISCC PLUS und REDcert2.
https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/zertifizierung/iscc-plus-und-redcert2/
abgerufen: 13.07.2022

/16/ Ammonia Energy Association:
Become a Member of the Ammonia Energy Association.
https://www.ammoniaenergy.org/members/
abgerufen: 14.07.2022

/17/ International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy:
IPHE Accomplishments.
https://www.iphe.net/accomplishments-2021
abgerufen: 14.07.2022

/18/ German Energy Agency/World Energy Council, dena:
Global Harmonisation of Hydrogen Certification, Berlin 2022.
https://www.weltenergierat.de/wp-content/uploads/2022/01/dena_WEC_Harmonisation-of-Hydrogen-Certification_digital_final.pdf
abgerufen: 14.07.2022

/19/ SCS Global Services:
ISCC EU-Zertifizierung.
https://de.scsglobalservices.com/services/iscc-eu-certification
abgerufen: 14.07.2022

/20/ Australian Government; Clean Energy Regulator:
Trial projects.
https://www.cleanenergyregulator.gov.au/Infohub/Markets/guarantee-of-origin/trial-projects
abgerufen: 14.07.2022

/21/ ISCC System GmbH:
ISCC EU 201 SYSTEM BASICS, Köln 2021.
https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2021/06/ISCC_EU_201_System_Basics-v4.0.pdf
abgerufen: 14.07.2022

/22/ REDcert. Gesellschaft zur Zertifizierung nachhaltig erzeugter Biomasse mbH:
REDcert² - für die stoffliche Biomassenutzung.
https://www.redcert.org/redcert-systeme/stoffliche-biomassenutzung.html
abgerufen: 14.07.2022

/23/ ISCC:
Status on RFNBOs / RCFs and Advanced Materials (Annex IX), Regional Stakeholder Dialogue, Berlin, 21.05.2019.
https://www.cleanenergyregulator.gov.au/Infohub/Markets/guarantee-of-origin/trial-projects
abgerufen: 14.07.2022

/24/ Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V (BDEW):
Stellungnahme zum Entwurf des delegierten Rechtsakts zu den Strombezugskriterien für erneuerbaren Wasserstoff (Artikel 27 Absatz 3 (RED II)), Berlin 17.06.2022.
https://www.bdew.de/media/documents/2022-06-17_BDEW-StN_DA_RFNBO.pdf
abgerufen: 14.07.2022

/25/ ITC Standards Map App:
RSB Standard (Roundtable on Sustainable Biomaterials) (Overview).
https://www.standardsmap.org/en/factsheet/698/overview?name=RSB%20Standard%20(Roundtable%20on%20Sustainable%20Biomaterials)
abgerufen: 15.07.2022

/26/ RSB - Roundtable on Sustainable Biomaterials:
RSB Standard for Advanced Fuels.
https://rsb.org/wp-content/uploads/2020/06/RSB-STD-01-010-RSB-Standard-for-advanced-fuels_2.4.pdf
abgerufen: 15.07.2022

/27/ RSB - Roundtable on Sustainable Biomaterials:
The RSB Principles.
https://rsb.org/about/what-we-do/the-rsb-principles/
abgerufen: 15.07.2022

/28/ FH Westküste, Kisker 02.06.2022, Institut für die Transformation des Energiesystems, Update zum Delegierten Rechtsakt zur Definition von grünem Wasserstoff, Online Vortag vom 02.06.2022 FH Westküste,

/29/ Europäische Kommission:
Produktion erneuerbarer Kraftstoffe – Anteil des Stroms aus Erneuerbaren Energieträgern (Vorgaben).
https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/7046068-Produktion-erneuerbarer-Kraftstoffe-Anteil-des-Stroms-aus-erneuerbaren-Energietragern-Vorgaben-_de
abgerufen: 15.07.2022

/30/ Umweltbundesamt:
Erneuerbare Energien in Zahlen.
https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen
abgerufen: 18.07.2022

/31/ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie:
Marktkonsulation: H2Global – Produkte, Mengen, Kriterien, Berlin, November 2019.
https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/W/Marktkonsultation-H2Globa-Produkte-Mengen-Kriterien.pdf?__blob=publicationFile&v=12
abgerufen: 18.07.2022

/32/ United Nations Development Programm:
Human Development Reports. Tunisia, Data updates as of December 15th, 2020.
https://hdr.undp.org/data-center/specific-country-data#/countries/TUN
abgerufen: 16.07.2022

/33/ Auswärtiges Amt:
Tunesien - Politisches Porträt.
https://www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/laender/tunesien-node/politisches-portrait/219068
abgerufen: 26.07.2022

/34/ Reporter ohne Grenzen:
Rangliste der Pressefreiheit 2021.
https://www.reporter-ohne-grenzen.de/fileadmin/Redaktion/Downloads/Ranglisten/Rangliste_2021/Rangliste_der_Pressefreiheit_2021_-_RSF.pdf
abgerufen: 27.07.2022

/35/ Transparency International Deutschland e.V.:
CPI 2021: Tabellarische Rangliste.
https://www.transparency.de/cpi/cpi-2021/cpi-2021-tabellarische-rangliste/
abgerufen: 27.07.2022

/36/ Handelsblatt:
Neue Verfassung für Tunesien: Präsident Saied baut seine Macht deutlich aus.
https://www.handelsblatt.com/politik/international/demokratie-neue-verfassung-fuer-tunesien-praesident-saied-baut-macht-deutlich-aus/28552152.html
abgerufen: 09.09.2022

/37/ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz:
Tunesien.
https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Wasserstoff/Internationale-Wasserstoffzusammenarbeit-Beispiele/wasserstoffzusammenarbeit-mit-tunesien.html
abgerufen: 27.07.2022

/38/ KFW:
Grundsteinlegung einer langfristigen Partnerschaft: KfW unterstützt Demonstrationsanlagen für grünen Wasserstoff in Tunesien, Pressemitteilung vom 15.12.2022.
https://www.kfw.de/%C3%9Cber-die-KfW/Newsroom/Aktuelles/Pressemitteilungen-Details_622784.html#:~:text=Das%20Bundesministerium%20f%C3%BCr%20wirtschaftliche%20Zusammenarbeit,gr%C3%BCnem%20Wasserstoff%20in%20Tunesien%20zugesagt.
abgerufen: 27.07.2022

/39/ Friedrich Ebert Stiftung:
Sustainable Transformation of Tunisia´s Energy System, Dezember 2021.
https://library.fes.de/pdf-files/bueros/tunesien/18722.pdf
abgerufen: 27.07.2022

/40/ International Renewable Energy Agency (IRENA):
The Republic of Tunisia. Renewables Readiness Assessment, 2021.
https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA_RRA_Tunisia-2021.pdf
abgerufen: 27.07.2022

/41/ KFW:
Tunesien. Trinkwasser aus dem Meer.
https://www.kfw.de/stories/umwelt/natuerliche-ressourcen/tunesien-meerwasser-entsalzung/
abgerufen: 27.08.2022

/42/ DEinternational Egypt LLC:
Ägypten. Energieeffizienz in Gebäuden (inkl. PV). Zielmarktanalyse 2022 mit Profilen der Marktakteure, Dezember 2021.
https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/DE/Publikationen/Marktanalysen/2022/zma-aegypten.pdf?__blob=publicationFile&v=2
abgerufen: 27.07.2022

/43/ Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ):
Ägypten. Unterstützung von Reformbemühungen.
https://www.bmz.de/de/laender/aegypten
abgerufen: 27.07.2022

/44/ Auswärtiges Amt:
Ägypten: Politisches Porträt, Artikel vom 28.02.2022.
https://www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/laender/aegypten-node/politisches-portrait/212652
abgerufen: 27.07.2022

/45/ Human Development Reports:
Egypt. Data updates as of December 15th, 2020.
https://hdr.undp.org/data-center/specific-country-data#/countries/EGY
abgerufen: 27.07.2022

/46/ Energy Egypt:
Total Eren, Enara Capital to build green ammonia facility in Egypt´s SCZone, Mai 2022.
https://energyegypt.net/total-eren-enara-capital-to-build-green-ammonia-facility-in-egypts-sczone/
abgerufen: 27.07.2022

/47/ Mitsubishi Power Europe:
Mitsubishi Power Signs. Decarbonization Agreement for Hydrogen Fuel Conversion with Leading Egyptian O&G Refinery ANRPC, 15.06.2022.
https://power.mhi.com/regions/emea/news/mitsubishi-power-9
abgerufen: 27.07.2022

/48/ Energy Egypt:
Maersk inks new deals in Egypt to speed up green fuel production, 30.03.2022.
https://energyegypt.net/maersk-inks-new-deals-in-egypt-to-speed-up-green-fuel-production/
abgerufen: 27.07.2022

/49/ International Energy Agency (IEA):
Egypt. Key energy statistics 2019.
https://www.iea.org/regions/africa
abgerufen: 27.07.2022

/50/ Daily News Egypt:
Egypt´s renewable energy in 2021 amounts to 24.000 GW/h. 19.01.2022.
https://dailynewsegypt.com/2022/01/19/egypts-renewable-energy-in-2021-amounts-to-24000-gw-h/#:~:text=The%20production%20of%20renewable%20energy,to%2012%20GW%20of%20biofuels
abgerufen: 27.07.2022

/51/ BMWK:
Ägypten misst Wasserstoff große Bedeutung bei, 22.11.2021.
https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/DE/Meldungen/Aktuelle-Meldungen/2021/20211122-markt-des-monats-%C3%A4gypten.html
abgerufen: 27.07.2022

/52/ The Oxford institute for energy studies:
Egypt´s Low Carbon hydrogen Development Prospects, November 2021.
https://a9w7k6q9.stackpathcdn.com/wpcms/wp-content/uploads/2021/11/Egypts-Low-Carbon-Hydrogen-Development-Prospects-ET04.pdf
abgerufen: 27.07.2022

/53/ Bundesministerium für Bildung und Forschung:
Deutschland und Namibia intensivieren Wasserstoff-Kooperation, 25.02.2022.
https://www.fona.de/de/deutschland-und-namibia-intensivieren-wasserstoff-kooperation
abgerufen: 27.07.2022

/54/ Auswärtiges Amt:
Namibia: Steckbrief, 22.21.2021.
https://www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/laender/namibia-node/namibia/208312?openAccordionId=item-208326-1-panel
abgerufen: 27.07.2022

/55/ BMZ:
Anzeichen für politischen Wandel.
https://www.bmz.de/de/laender/namibia/politische-situation-11748#:~:text=Namibia%20ist%20eine%20stabile%20Demokratie,'s%20Organisation%22%20hervorgegangen%20ist
abgerufen: 27.07.2022

/56/ Human Development Reports:
Namibia. Data updates as of December 15th, 2020.
https://hdr.undp.org/data-center/specific-country-data#/countries/NAM
abgerufen: 27.07.2022

/57/ Republic of Namibia:
Traction. Namibia´s Green Hydrogen Overview.
https://gh2namibia.com/wp-content/uploads/2022/05/Traction-Namibias-Green-Hydrogen-Overview.pdf
abgerufen: 27.07.2022

/58/ Auswärtiges Amt:
Australien Politisches Porträt, Artikel 07.03.2022.
https://www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/laender/australien-node/politisches-portraet/213960?openAccordionId=item-213914-0-panel
abgerufen: 28.07.2022

/59/ CIA:
The World Factbook. Explore all Countries. Australia. Stand 18.07.2022.
https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/australia/#government
abgerufen: 28.07.2022

/60/ United Nations Development Program:
Human Development Reports. Australia, Data updates as of December 15th, 2020.
https://hdr.undp.org/data-center/specific-country-data#/countries/AUS
abgerufen: 28.07.2022

/61/ Commonwealth of Australia:
Australia's National Hydrogen Strategy, 2019.
https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-11/australias-national-hydrogen-strategy.pdf
abgerufen: 28.07.2022

/62/ Minister for Industry:
Energy and Emissions. 2021 Australian Energy Statistics (Electricity), 04.06.2022.
https://www.minister.industry.gov.au/ministers/taylor/media-releases/2021-australian-energy-statistics-electricity
abgerufen: 28.07.2022

/63/ Renew Economy:
Clean Energy News and Analysis. Renewables to supply 69 pct of Australia’s main grid by 2030, government projections show, 27.10.2021.
https://reneweconomy.com.au/renewables-to-supply-69-pct-of-australias-main-grid-by-2030-government-projections-show/
abgerufen: 28.07.2022

/64/ Minister for Industry, Energy and Emissions:
Australia and Germany partner on hydrogen initiatives, 13.06.2021.
https://www.minister.industry.gov.au/ministers/taylor/media-releases/australia-and-germany-partner-hydrogen-initiatives
abgerufen: 28.07.2022

/65/ Environment Center NT:
Does Australia have enough water to support a renewable hydrogen industry?
https://www.ecnt.org.au/repowerfaq_waterhydrogen
abgerufen am 28.07.2022

/66/ CSIRO:
HyResource. Central Queensland Hydrogen Project, 02.07.2022.
https://research.csiro.au/hyresource/central-queensland-hydrogen-project/
abgerufen: 28.07.2022

/67/ Auswärtiges Amt:
Kolumbien: Politisches Porträt, Artikel vom 30.03.2022.
https://www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/laender/kolumbien-node/politisches-portraet/212762
abgerufen: 28.07.2022

/68/ Deutsche Welle:
Präsidentschaftswahl. Ex-Guerillakämpfer Petro wird neuer Präsident Kolumbiens.
https://www.dw.com/de/ex-guerillak%C3%A4mpfer-petro-wird-neuer-pr%C3%A4sident-kolumbiens/a-62185569
abgerufen: 28.07.2022

/69/ United Nations Development Program:
Human Development Reports. Colombia, Data updates as of December 15th, 2020.
https://hdr.undp.org/data-center/specific-country-data#/countries/COL
abgerufen: 28.07.2022

/70/ IEA:
Hydrogen Roadmap, 11.02.2022.
https://www.iea.org/policies/14596-hydrogen-roadmap
abgerufen: 28.07.2022

/71/ IEA:
Central & South America. Total energy supply, 2019.
https://www.iea.org/regions/central-south-america
abgerufen: 28.07.2022

/72/ Rueda-Bayona JG, Guzmán- Guerrero A, Cabello Eras J, Silva-Casarín R, Bastidas-Arteaga E, Horrillo-Caraballo J:
Renewables energies in Colombia and the opportunity for the offshore wind technology. Journal of Cleaner Production, 2019.
https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.174
abgerufen: 28.07.2022

/73/ IEA:
Hydrogen in Latin America. From near-term opportunities to large-scale deployment, August 2021.
https://iea.blob.core.windows.net/assets/65d4d887-c04d-4a1b-8d4c-2bec908a1737/IEA_HydrogeninLatinAmerica_Fullreport.pdf
abgerufen: 28.07.2022

/74/ CMS Legal Services EEIG:
Renewable Energy. Colombia, September 2020.
https://cms.law/en/media/expert-guides/files-for-expert-guides/renewables-guide-2020
abgerufen: 28.07.2022

/75/ IRENA:
Renewable energy auctions in Colombia: Context, design and results, März 2021.
https://www.irena.org/publications/2021/March/Renewable-energy-auctions-in-Colombia
abgerufen: 28.07.2022

/76/ CIA:
The World Factbook. Explore all Countries. Columbia, Stand 21.07.2022.
https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/colombia/
abgerufen: 28.07.2022

/77/ Vopak:
SPEC LNG.
https://www.vopak.com/terminals/spec-lng?language_content_entity=en
abgerufen: 28.07.2022

/78/ ISCC:
ISCC NEWSLETTER.
https://archive.newsletter2go.com/?n2g=ij14sms7-opb2vn3k-16h
abgerufen: 28.07.2022

/79/ M. Minor:
Das "Book and Claim"-Konzept; Perspektiven in der Agrar- und Ernährungswirtschaft.
https://www.grin.com/document/186650
abgerufen: 28.07.2022

/80/ European Environment Agency:
Ecofys. International comparison of fossil power efficiency, 2007.
https://www.eea.europa.eu/policy-documents/ecofys-2007-international-comparison-of
abgerufen: 28.07.2022

/81/ Climate Analytic:
Climate Governance. An assessment of the government’s ability and readiness to transform Egypt into a zero emissions society. CAT Climate Governance Series. Egypt, März 2022.
https://climateactiontracker.org/documents/1027/CAT_2022_03_ClimateGovernance_Egypt.pdf
abgerufen: 29.07.2022

/82/ WirtschaftsWoche:
Giftige Rückständen bei Meerwasserentsalzung.
https://www.wiwo.de/technologie/green/un-warnt-giftige-rueckstaenden-bei-meerwasserentsalzung/23865666.html
abgerufen: 31.07.2022

/83/ The Law Reviews:
El-Mazghouny, Donia. The Renewable Energy Law Review: Egypt, 26. Juli 2022.
https://thelawreviews.co.uk/title/the-renewable-energy-law-review/egypt
abgerufen: 01.08.2022

/84/ DMT GmbH & Co. KG:
The Certification of raw materials.
https://www.cera4in1.org/
abgerufen: 29.07.2022

/85/ H2.B. Zentrum Wasserstoff Bayern:
Bayrische Wasserstoff-Delegationsreise nach Kolumbien: Kick-off für Intensivierung der Partnerschaft; 30.06.2022.
https://h2.bayern/2022/06/30/h2-delegationsreise-kolumbien/
abgerufen: 01.08.2022

/86/ Sens, L., Neuling, U., & Kaltschmitt, M.:
Cost minimized hydrogen from solar and wind : production and supply in the European catchment area, 2022.
https://tore.tuhh.de/bitstream/11420/12919/1/Optimierte%20Wasserstoffbereitstellung.pdf
abgerufen: 01.08.2022

/87/ IRENA:
Global hydrogen trade to meet the 1.5°C climate goal: Part III – Green hydrogen cost and potential, Abu Dhabi, 2022.
ISBN: 978-92-9260-432-5

/88/ Vereinte Nationen:
Das Menschenrecht auf Wasser und Sanitärversorgung, 2010.
https://dgvn.de/fileadmin/user_upload/menschenr_durchsetzen/bilder/Themen/Menschenrecht_auf_Wasser/resolution_das_menschenrecht_auf_wasser_und_sanitaerversorgung.pdf
aufgerufen: 01.08.2022

/89/ Nationaler Wasserstoffrat:
Stellungnahme. Eckpunktepapier zur Überarbeitung der Nationalen Wasserstoffstrategie.
https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2022/2022-06-20_NWR-Eckpunktepapier_UEberarbeitung_NWS.pdf
aufgerufen: 01.08.2022

/90/ Auswärtiges Amt:
Deutschland und Australien: Bilaterale Beziehungen, Artikel vom 07.03.2022.
https://www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/laender/australien-node/bilateral/213908
abgerufen: 01.08.2022

/91/ Hydrocarbons Technology:
Trans-Mediterranean Natural Gas Pipeline.
https://www.hydrocarbons-technology.com/projects/trans-med-pipeline/
abgerufen: 02.08.2022

/92/ Lexology:
Tunisia as the New Hub for Green Hydrogen.
https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=4ded6494-0ca1-48f5-805d-02392bc8aac0
abgerufen: 02.08.2022

/93/ Orano Mining:
Orano Mining Namibia sings PPA Agreement with InnoSun Energy Holdings.
https://www.orano.group/en/news/news-group/2018/june/orano-mining-namibia-signs-ppa-agreement-with-innosun-energy-holdings
abgerufen: 02.08.2022

/94/ Nus Consulting:
Australia Energy Market Power Purchase Agreements (PPA) Options, 09.02.2021.
https://www.nusconsulting.com/energy-blog/australia-energy-market-power-purchase-agreements-ppa-options
abgerufen: 02.08.2022

/95/ DW:
Große Mehrheit für neue Verfassung in Tunesien.
https://www.dw.com/de/gro%C3%9Fe-mehrheit-f%C3%BCr-neue-verfassung-in-tunesien/a-62596456
abgerufen: 03.08.2022

/96/ EPA:
The NSW Environment Protection Authority protects the community and our environment.
https://www.epa.nsw.gov.au/
abgerufen: 04.08.2022

/97/ Quantara:
Umweltbewusstsein in Ägypten - Die ganze Welt ist ein Mülleimer.
https://de.qantara.de/inhalt/umweltbewusstsein-in-agypten-die-ganze-welt-ist-ein-mulleimer
abgerufen: 04.08.2022

/98/ GIZ:
Umweltschutzprogramm, Programmkurzbeschreibung.
https://gis.uba.de/content/cpg/82_GIZ_Tunesien_Bizerte.pdf
abgerufen: 04.08.2022

/99/ WWF:
44 Prozent der Landfläche sind geschützt oder nachhaltig genutzt.
https://www.wwf.ch/de/wo-wir-arbeiten/namibia-44-prozent-stehen-unter-natur-schutz
abgerufen: 04.08.2022

/100/ Deutschlandfunk:
Kolumbiens Umweltbewusstsein Klimaschutz als Kinohit.
https://www.deutschlandfunk.de/kolumbiens-umweltbewusstsein-klimaschutz-als-kinohit-100.html
abgerufen: 04.08.2022

/101/ GTAI:
Wasserwirtschaft Ägypten.
https://www.gtai.de/de/trade/aegypten/branchen/wasserwirtschaft-aegypten-258236
abgerufen: 04.08.2022

/102/ République Tunisienne:
Contribution Déterminée au niveau National (CDN) actualisée, Oktober 2021.
https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Tunisia%20Update%20NDC-french.pdf
abgerufen: 04.08.2022

/103/ UNFCC:
Namibia´s Updated Nationally Determined Contribution, 2021.
https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Namibia%27s%20Updated%20NDC_%20FINAL%2025%20July%202021.pdf
abgerufen: 04.08.2022

/104/ Australian Government:
Australia´s Nationally determined contribution. Communication, 2022.
https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Australias%20NDC%20June%202022%20Update%20%283%29.pdf
abgerufen: 04.08.2022

/105/ Enertrag:
Grüner Wasserstoff.
https://enertrag.org/endlos/gruener-wasserstoff/
abgerufen: 04.08.2022

/106/ Arab Republic of Egypt-Ministry of Environment:
Summary for policymakers. Egypt National Climate Change Strategy (NCCS) 2050.
https://www.eeaa.gov.eg/portals/0/eeaaReports/N-CC/EgyptNSCC-2050-Summary-En.pdf
abgerufen: 04.08.2022

/107/ COP26:
United Nations. Climate Change. What is a COP?
https://ukcop26.org/uk-presidency/what-is-a-cop/
abgerufen: 04.08.2022

/108/ Government of the Republic of Namibia Ministry of Mines and Energy. National Renewable Energy Policy. July 2017.
https://www.mme.gov.na/files/publications/03f_National%20Renewable%20Energy%20Policy%20-%20July%202017.pdf
abgerufen: 08.08.2022

/109/ United Nations Development Programme:
Human Development Index (HDI).
https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI
abgerufen: 08.08.2022

/110/ Tagesschau:
Umstrittene Verfassung angenommen.
https://www.tagesschau.de/ausland/afrika/tunesien-referendum-verfassung-saied-101.html
abgerufen: 09.08.2022

/111/ Bundesministerium für Bildung und Forschung:
Karliczek: Mit HyGATE eine deutsch-australische Lieferkette für Grünen Wasserstoff aufbauen. Pressemitteilungen: 143/2021 vom 30.06.2022.
https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/pressemitteilungen/de/karliczek-mit-hygate-eine-deut-r-gruenen-wasserstoff-aufbauen.html
abgerufen: 10.08.2022

/112/ GreenHydrogen Namibia:
Information about Namibia.
https://gh2namibia.com/
abgerufen: 10.08.2022

/113/ UNFCC:
Egypt´s First Updated Nationally Determined Contributions, 08.06.2022.
https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-07/Egypt%20Updated%20NDC.pdf.pdf
abgerufen: 10.08.2022

/114/ ZDF:
Pläne von Bundeskanzler Scholz. Ägypten wird deutscher Wasserstoff-Partner, 17.07.2022.
https://www.zdf.de/nachrichten/politik/scholz-petersberger-klimadialog-wasserstoff-aegypten-100.html
abgerufen: 11.08.2022

/115/ Clean Energy Council:
Best Practice Guidelines. For Implementation of Wind Energy Projects in Australia, June 2018.
https://assets.cleanenergycouncil.org.au/documents/advocacy-initiatives/community-engagement/wind-best-practice-implementation-guidelines.pdf
abgerufen: 11.08.2022

/116/ Transparency International Deutschland e.V.:
Korruptionswahrnehmungsindex.
https://www.transparency.de/cpi/
abgerufen: 11.08.2022

/117/ Reporter ohne Grenzen:
Pressefreiheit – Warum?
https://www.reporter-ohne-grenzen.de/themen/pressefreiheit-warum
abgerufen: 11.08.2022

/118/ CIA:
The World Factbook. Egypt.
https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/egypt/
abgerufen: 11.08.2022

/119/ Reporter ohne Grenzen:
Methodische Hinweise zur Erstellung der Rangliste der Pressefreiheit.
https://www.reporter-ohne-grenzen.de/fileadmin/Redaktion/Downloads/Ranglisten/Rangliste_2022/RSF_Methodik_Rangliste_der_Pressefreiheit_2022.pdf
abgerufen: 12.08.2022

/120/ ITC:
Standard Maps.
https://www.standardsmap.org/en/home
abgerufen am 01.08.2022

/121/ AEMC:
Australien Energy Market Commission
https://www.aemc.gov.au/
abgerufen: 25.08.2022

/122/ Electricity Control Board:
ECB Profile.
https://www.ecb.org.na/index.php/pages/ecb-profile
abgerufen: 25.08.2022

/123/ Colombia´s hydrogen roadmap:
https://www.minenergia.gov.co/static/ruta-hidrogeno/src/document/Colombia%20Hydrogen%20Roadmap_2810.pdf
abgerufen: 25.08.2022

/124/ Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz:
Mission and Activities.
https://www.steg.com.tn/en/institutionnel/mission.html
abgerufen: 25.08.2022

/125/ H2 Industries:
Projects.
https://h2-industries.com/projects/
abgerufen: 25.08.2022

/126/ Enerdata intelligence + consulting:
Publications. The various hydrogen storage technologies, December 2021.
https://www.enerdata.net/publications/executive-briefing/hydrogen-storage.html
abgerufen: 25.08.2022

/127/ REDcert - Gesellschaft zur Zertifizierung nachhaltig erzeugter Biomasse: Länderliste REDcert Systeme. https://redcert.org/images/Laenderliste_REDcertSystem_Vers.05.docx.pdf abgerufen: 25.08.2022

/128/ Fuel-cell China: China Hydrogen Alliance Standard. www.fuelcellchina.com abgerufen: 30.08.2022

/129/ Konrad Adenauer Stiftung: Hydrogen Certification in Australia, Germany and Japan. https://periscopekasaustralia.com.au/wp-content/uploads/2022/01/Periscope-Analysis-Paper-Volume-7-DD08.pdf abgerufen: 30.08.2022

/130/ CMS: Hydrogen law, regulations & strategy in the US. https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/united-states-of-america abgerufen: 30.08.2022

/131/ GH2 Green Hydrogen Organisation: GH2 Green Hydrogen Standard Fact Sheet. https://gh2.org/sites/default/files/2022-05/GH2_Standard_Fact%20Sheet_.pdf abgerufen: 30.08.2022

/132/ TÜV SÜD Standard CMS 70: Erzeugung von Grünem Wasserstoff, Version 11/2021. https://www.tuvsud.com/de-de/-/media/de/industry-service/pdf/broschueren-und-flyer/is/energie/standard-cms-70-greenhydrogen-ts-is-ut.pdf?la=de-de&hash=73E98931F8657D0313E27ED725C6B45D abgerufen: 30.08.2022

/133/ REDcert GmbH 2021: REDcert-EU: Geltungsbereich und grundlegende Vorgaben des Systems, Version: EU 06. https://www.redcert.org/images/SG_EU_Allgemein_Vers06.pdf abgerufen: 30.08.2022

/134/ TÜV Rheinland Standard:
H2.21 Klimaneutraler Wasserstoff, Version 1.0 / Juli 2021.
https://www.tuv.com/content-media-files/master-content/global-landing-pages/images/hydrogen/tuv-rheinland-wasserstoff-standard-h2.21_v1.0-de.pdf
abgerufen: 30.08.2022

/135/ REDcert GmbH 2020:
REDcert^2: Systemgrundsätze für die Zertifizierung nachhaltiger Stoffströme in der chemischen Industrie, Version: RC^2 1.1.
https://redcert.org/images/SG_RC%C2%B2C_Nachhaltige_Stoffstroeme_Vers.1.1.pdf
abgerufen: 30.08.2022

/136/ Roundtable on Sustainable Biomaterials:
RSB PRINCIPLES & CRITERIA, 2016.
https://rsb.org/wp-content/uploads/2020/06/RSB-STD-01-001_Principles_and_Criteria-DIGITAL.pdf
abgerufen: 30.08.2022

/137/ ISCC System GmbH:
ISCC PLUS Version 3.3, 2021.
https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2021/08/ISCC-PLUS_V3.3_31082021.pdf
abgerufen: 30.08.2022

/138/ ISCC System GmbH:
ISCC EU 203 TRACEABILITY AND CHAIN OF CUSTODY, 2021.
https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2021/06/ISCC_EU_203_Traceability_and_Chain-of-Custody-v4.0.pdf
abgerufen: 30.08.2022

/139/ ISCC System GmbH:
ISCC EU 205 GREENHOUSE GAS EMISSIONS, 2021.
https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2021/07/ISCC_EU_205_Greenhouse-Gas-Emissions-v4.0.pdf
abgerufen: 30.08.2022

/140/ ISCC System GmbH:
ISCC 202 SUSTAINABILITY REQUIREMENTS, Version: 3.1, 2021.
https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2020/05/ISCC_202_Sustainability_Requirements_3.1.pdf
abgerufen: 30.08.2022

/141/ TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG:
TÜV NORD EnSys Standard zur Zertifizierung von Wasserstoffprodukten, Hamburg 2022.

/142/ World Energy Council:
Energie für Deutschland Fakten, Perspektiven und Positionen im globalen Kontext, 2022.
https://www.weltenergierat.de/wp-content/uploads/2022/06/Energie-fuer-Deutschland-2022_final-1.pdf
abgerufen: 05.09.2022

/143/ Siemens Energy:
Clean Energy Certificate.
https://www.siemens-energy.com/global/en/priorities/future-technologies/clean-energy-certificates.html
abgerufen: 05.09.2022

/144/ United Nations:
Sustainable Development Goals.
https://sdgs.un.org/goals
abgerufen: 06.09.2022

/145/ H2Global:
Schematische Darstellung der Lieferketten, Präsentation vom 24.06.2022.
Eingereichtes Dokument der Auftraggeberin.

/146/ Bundesnetzagentur:
Redispatch.
https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Versorgungssicherheit/Netzengpassmanagement/Engpassmanagement/Redispatch/start.html
abgerufen: 06.09.2022

/147/ Bundesverband WindEnergie e.V.:
Repowering.
http://www.wind-energie.de/de/themen/repowering/
abgerufen: 06.09.2022

/148/ Töpler, J., & Lehmann, J.:
Wasserstoff und Brennstoffzelle: Technologien und Marktperspektiven (2., aktualisierte und erweiterte Auflage.). Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2017.
ISBN: 9783662533604

/149/ European Commission:
Renewable energy directive.
https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en
abgerufen: 06.09.2022

/150/ Next Kraftwerke GmbH:
Was ist ein PPA?
https://www.next-kraftwerke.de/wissen/power-purchase-agreement-ppa
abgerufen: 06.09.2022

/151/ Öko-Institut e.V.:
Wasserstoff und strombasierte Kraftstoffe.
https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/FAQ-Wasserstoff-PtX-Oeko-Institut.pdf
abgerufen: 06.09.2022

/152/ Umweltbundesamt:
Carbon Capture and Storage.
https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/carbon-capture-storage#grundlegende-informationen
abgerufen: 09.09.2022

/153/ Umweltbundesamt:
Carbon Capture and Utilization.
https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/carbon-capture-utilization-ccu#Hintergrund
abgerufen: 09.09.2022

/154/ TÜV NORD CERT GmbH:
Standard zur Verifizierung von Treibhausgaserklärungen und Klimaneutralität (TN-CC 020), Essen 2022.

/155/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV):
Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen, Anlage A.
https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Gesetze/kyoto_protokoll.pdf
abgerufen 09.09.2022

8.2 Normen, Richtlinien, Gesetze

/R 1/ Verordnung zur Durchführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und des Windenergie-auf-See-Gesetzes (Erneuerbare-Energien-Verordnung – EEV) vom 17. Februar 2015 (BGBl. I S. 146), die zuletzt durch Artikel 87 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist.

/R 2/ Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen.

/R 3/ DIN EN 16325:2013-05 Herkunftsnachweise bezüglich Energie – Herkunftsnachweise für Elektrizität.

/R 4/ Gesetz für den Ausbau Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2021), Stand: 23.05.2022.

/R 5/ Green House Gas (GHG) Protocol, Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard.

/R 6/ DIN EN ISO 14067:2018 Treibhausgase – Carbon Footprint von Produkten – Anforderungen an und Leitlinien für Quantifizierung (ISO 14067:2018).

/R 7/ Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652.

/R 8/ DIN EN ISO 14040 Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen.

/R 9/ DIN EN ISO 14044 Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen (Baut auf ISO 14040 auf, gibt Kriterien, Anforderungen und Beispiele einer Prüfung).

/R 10/ RICHTLINIE 2009/31/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über die geologische Speicherung von Kohlendioxid und zur Änderung der Richtlinie 85/337/EWG des Rates sowie der Richtlinien 2000/60/EG, 2001/80/EG, 2004/35/EG, 2006/12/EG und 2008/1/EG des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006.

/R 11/ DIN EN ISO 14064-1:2012-05 Treibhausgase – Teil 1: Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen und Entzug von Treibhausgasen auf Organisationsebene.

/R 12/ DIN EN ISO 14064-2:2012-05 Treibhausgase – Teil 2: Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung, Überwachung und Berichterstattung von Reduktionen der Treibhausgasemissionen oder Steigerungen des Entzugs von Treibhausgasen auf Projektebene.

/R 13/ DIN EN ISO 14064-3 :2012-05 Treibhausgase – Teil 3: Spezifikation mit Anleitung zur Validierung und Verifizierung von Erklärungen über Treibhausgase.

/R 14/ Richtlinie 2009/28/EG des europäischen Parlaments und des zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG.

/R 15/ Commission delegated regulation (EU) supplementing Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council by establishing a Union methodology setting out detailed rules for the production of renewable liquid and gaseous transport fuels of Non-biological Origin (Draft 06/2022).

/R 16/ Siebenunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Anrechnung von strombasierten Kraftstoffen und mitverarbeiteten biogenen Ölen auf die Treibhausgasquote)1,2 (37. BImSchV).

/R 17/ COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2008), ANNEX TO THE IMPACT ASSESSMENT Document accompanying the Package of Implementation measures for the EU's objectives on climate change and renewable energy for 2020 (SEC(2008) 85 VOL. II).

/R 18/ Vorschlag für eine Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates über gemeinsame Vorschriften für die Binnenmärkte für erneuerbare Gase und Erdgas sowie Wasserstoff (2021/04525 COD) von Dezember 2021.

9 Anhang

9.1 Nachweiskatalog und Checkliste zur Bestätigung der identifizierten Bewertungskriterien

Bewertungskriterium	Kurzbeschreibung	Erforderliche Nachweise
Managementsystem	Es ist ein angemessenes Managementsystem erforderlich, welches das Management von Risikofaktoren, das Teilen von relevanten Informationen, die Benennung von Mitarbeitenden für bestimmte Tätigkeiten, Schulungen, Audits, Präventivmaßnahmen, Innenrevision, Prozessdokumentation, Verfahrensbeschreibungen, Technische Ausrüstung und Infrastruktur, Daten und deren Aufbewahrung gemäß ISCC Dokument 203 "Traceability and Chain of Custody“ sowie Risikobewertung und relevante Informationen über die anderen Zertifizierungssysteme ermöglicht.	Zur Nachweiserbringung müssen u.a. Befragungen, interne Dokumente, interne Systeme, Systemdokumente, Verfahrens- und Prozessanweisungen, Intranet-Informationen, Schulungsmaterialien, Listen, Pläne, Verträge, Diagramme, Berichte, Protokolle, Schriftverkehr, Verteilerlisten, Betriebserlaubnis, Massenbilanzen, Zertifikate, Bescheinigungen, Datenbanken, Register, Bericht und Aktionsplan des letzten/vorherigen externen Audits (n.a. bei Erstzertifizierung), Verpflichtungserklärungen, ISCC-Registrierung, Bestätigungs-E-Mail von ISCC, Zusammenfassung der an ISCC gemeldeten Beträge (von ISCC zusammen mit der Bestätigungs-E-Mail übermittelt), unterschriebene aktuelle ISCC-Nutzungsbedingungen, unterzeichnete Erklärung verfügbar gemacht werden.
THG-Minderungspotenzial	Quantifizierung aller Emissionen im Zusammenhang mit der Herstellung des Wasserstoffprodukts sowie aller relevanten Emissionen bedingt durch Aufbereitung, Transport, Speicherung, Verteilung und Nutzung. Gemäß Anhang V, §19 der REDII muss für die Neuinstallation von RFNBO ab 2021 die THG-Minderung mindestens 70 % gegenüber dem Referenzwert für flüssige Biokraftstoffe von 94 $gCO_{2,eq}$/MJ betragen. Für gasförmige Biokraftstoffe (z.B. Methan) bestehen die Referenzwerte 80, 124, 183 oder 212 $gCO_{2,eq}$/MJ. Für RFNBO bestehen bisher keine Referenzwerte.	• Dokumentation des THG-Wertes • Vorlage einer PCF-Berechnung nach ISO14064-1, ISO14040/44, ISO 14067, GHG Protocol oder RED II (bei ISCC EU ist RED II-Formel bindend) • Lieferscheine, Nachhaltigkeitserklärungen, interne Berichterstattungen, Massenbilanzen • Auflistung und Beschreibung der Maßnahmen zur Vermeidung und Reduktion von THG-Emissionen (bei Erstellung der Erstbilanz verpflichtend) • Beschreibung und Art der CO_2-Kompensation (falls anwendbar)
Kriterien zur Kohlenstoffquelle	CO_2 muss effektiv abgeschieden und sicher gelagert werden (in Anlehnung an die Richtlinie 2009/31/EG). Für die Methan-Emissionen ist eine lückenlose Erfassung inkl. Erdgasvorkette, Transport, CO_2-Abscheidung, CO_2-Transport und CO_2-Endlagerung erforderlich. Bei der Endlagerung reicht eine Erfassung der CO_2-Emissionen.	• Produktionsberichte (z.B. abgeschiedenes CO_2 ($kgCO_2$/Jahr)) • Vor-Ort-Überprüfung der Abscheidungsanlage • Verträge mit Abnehmern des CO_2 • Transparente Dokumentation der Berechnungen, Formeln, aller Eingangsdaten und Ergebnisse • Kontrolle der weiteren Verwendung des Produkts
Verbrauch von EE-Strom	Der Verbrauch von Strom für die Wasserstofferzeugungsprozesse stammt aus erneuerbaren Energiequellen und die EE-Anlage darf keine Förderung in Form von Betriebs- oder Investitionshilfen erhalten haben außer bei nationalen Auktionen nach RED II.	• Nachweis zum geprüften Ökostrom durch anerkannte Stelle oder Nachweis durch PPAs • Der Nachweis der GO-Cancelation (EECS) muss entsprechend der verbrauchten Strommenge erbracht werden • Erklärung, dass die Energie aus erneuerbaren Rohstoffen erzeugt wurde, keine Biomasse • Verträge über den Kauf von Strom aus erneuerbaren Energiequellen • Prozessbeschreibungen und Monitoring-Daten

Bewertungskriterium		Kurzbeschreibung	Erforderliche Nachweise
Anrechenbarkeit „grüner“ H_2	**Direktleitung**	Stromversorgung über die direkte Verbindung zwischen dem Elektrolyseur und der EE-Anlage. Es kann sich auch um eine Inselanlage handeln.	• Prozessbeschreibungen und Monitoring-Daten • Nachweis über SmartMeter, dass kein Netzstrom bei der Wasserstofferzeugung bezogen wurde, wenn es sich nicht um eine Inselanlage handelt
	Netzbezug: Zeitliche Korrelation	Die Wasserstofferzeugung muss in derselben Stunde wie die Stromerzeugung im Rahmen des PPA stattfinden, wobei auch Strom aus einem Speicher bezogen werden kann, wenn dieser sich hinter demselben Netzanschlusspunkt wie der Elektrolyseur befindet.	• Herkunftsnachweise nach § 16 Abs. 3 HkRNDV (öffentliches Netz) • Nachweis zum Strombezug über PPAs
	Netzbezug: Zusätzlichkeit	Die EE-Anlage darf maximal 36 Monate vor dem Elektrolyseur in Betrieb genommen worden sein, wobei eine Erweiterung des Elektrolyseurs innerhalb von 36 Monaten nach Inbetriebnahme möglich ist.	• Nachweis zur Baugenehmigung und Inbetriebnahme der Anlagen von der Behörde
	Netzbezug: Geographische Korrelation	Die EE-Anlage und der Elektrolyseur müssen sich in derselben Gebots-zone befinden. Alternativ kann sich die EE-Anlage in einer benachbarten Gebotszone mit gleichem oder höherem Strompreis oder in einer an den Elektrolyse-Standort angrenzenden Off-Shore-Gebotszone befinden.	• Herkunftsnachweise nach § 16 Abs. 3 HkRNDV
Informationen für EU-Datenbank / Kriterien zur Rückverfolgbarkeit	**Massenbilanzierungssystem**	Die Nachverfolgung und „Verknüpfung“ von erzeugungsbezogenen Daten (bspw. Ort und Zeitpunkt der Wasserstoff-Elektrolyse) zu einem bestimmten Verbraucher. Der Ansatz der Massenbilanzierung verknüpft das Zertifikat mit der jeweiligen physischen Lieferung des Energieträgers. Nachhaltigkeitszertifikate werden über die Massenbilanzierung gehandelt, so dass eine physische Lieferung eines Energieträgers mit dem Zertifikat Hand in Hand geht.	• Start- und Enddatum der Massenbilanzzeiträume, ein- und ausgehende Nachhaltigkeitserklärungen, Brückenwaagescheine, Konversionsfaktor, Liste und Mengen der Bestände, Liste der externen Standorte, Verträge über die Lieferung nachhaltiger Materialien, etc. • Der Liefervertrag für erneuerbaren Wasserstoff und Zählerdaten müssen entlang der gesamten Lieferkette bereitgestellt werden • Die Lieferung muss in einem Massenbilanzsystem (vgl. European Renewable Gas Registry / dena Biogasregister) dokumentiert werden • Bei gasförmigen RFNBO: Dokumentation der Übergabestelle (Ein- und Ausspeisezähler) • Bei flüssigen RFNBO: Lieferscheine von Transportunternehmen
	Physische Segregation	Die stofflich getrennte Nachverfolgung („Segregation“) des jeweiligen Produkts bis hin zum Verbraucher. Sicherstellung, dass nur Material als nachhaltig deklariert wird, das auch tatsächlich als nachhaltig empfangen wurde und das die Nachhaltigkeitseigenschaften des ausgehenden Materials mit den Nachhaltigkeitseigenschaften des eingehenden Materials übereinstimmen.	Buchhaltung, Prozessbeschreibungen, Lieferdokumente, ein- und ausgehende Nachhaltigkeitserklärungen.
	Book & Claim	Die physikalische Behandlung der Commodity (Einspeisung, Handel und Transport, Verbrauch von Elektrizität) innerhalb definierter Systemgrenzen (z.B. EU oder auch europäisches Stromverbundnetz, ggf. zzgl. Island) ist abgekoppelt von der Bilanzierung der betreffenden Eigenschaft (z.B. Art der Erzeugung und „Zuordnung“ dieser Eigenschaft zu einer analogen Stromverbrauchsmenge)	Nachhaltigkeitsnachweise über GO-Schemes (z.B. „voluntary schemes“) gemäß RED II Art. 19

Bewertungskriterium	Kurzbeschreibung	Erforderliche Nachweise
Verpflichtung zum Schutz von Flächen mit hohem Biodiversitätswert oder hohem Kohlenstoffbestandes sowie von HCVAs	Keine Nutzung von Flächen mit hohem Wert für die biologische Vielfalt, mit hohem Kohlenstoffvorrat oder Torfböden	Nachweis in Anlehnung an RED II, Richtlinie 2015/1513/EG zur Änderung von 2009/28/EG und 2009/30/EG
Verpflichtung zu umweltverträglicher Produktion und Schutz von Boden, Wasser und Luft	Natürliche Ressourcen und biologische Vielfalt soll erhalten und dazu bewährte Verfahren der Speicherung von Betriebsmitteln, zur Erhaltung und Verbesserung der Wasserqualität und –quantität sowie im Abfall- und Energiemanagement angewendet werden.	Nachweise in Anlehnung an Cross-Compliance-System gemäß Verordnung (EU) Nr. 1306/2013
Sichere Arbeitsbedingungen	Die nationalen und lokalen Gesetze über Arbeitsbedingungen müssen eingehalten werden. Das Unternehmen sollte mit den einschlägigen Rechtsvorschriften vertraut sein und über Gesetzesänderungen informiert bleiben.	• Auskunft der Haftpflichtversicherung des Arbeitgebers • Nachweise über Ausbildung und Kompetenz in Form von Aufzeichnungen über Schulungsaktivitäten und Führung von Befähigungsnachweisen • Schriftliche Gesundheits-, Sicherheits- und Hygienepolitik und -verfahren, einschließlich Risikobewertung • Schutzkleidung und Ausrüstung für Unfälle sowie Einrichtungen für den Umgang mit unfallbedingten Verunreinigungen vorhanden • Potenzielle Gefahren werden eindeutig ausgewiesen
Einhaltung von Menschen-, Arbeits- und Landrechten und verantwortungsvolle Beziehungen zur Gemeinschaft	Die international anerkannten Anforderungen zu sozialen Aspekten der ILO (Internationale Arbeitsorganisation) werden zu Grunde gelegt. Die Einhaltung der einschlägigen nationalen und lokalen Gesetze ist erforderlich. Die ländliche und soziale Entwicklung soll gefördert und der Zugang zu Bildung und grundlegenden Dienstleistungen gewährleistet sein. Die Selbstverpflichtung zur Einhaltung von Menschenrechten und grundlegenden Beschäftigungsbedingungen wird vorausgesetzt.	Nachweise über Einhaltung von • ILO 29 • ILO 105 • ILO 138 • ILO 182 • ILO 87 • ILO 98 • ILO 100 • ILO 111
Einhaltung von Gesetzen und internationalen Verträgen	Der Betreiber sollte rechtmäßige Nutzung des Landes und Sicherung traditioneller Landrechte nachweisen. Die Dokumente müssen die Pacht, die Geschichte des Landbesitzes oder die tatsächliche legale Nutzung des Landes zeigen. Der Betreiber muss bestehende Landrechte identifizieren und respektieren. Die Rechte indigener Völker müssen respektiert werden. Der FPIC-Prozess (Free Prior and Informed Consent) wird bei neuen Landkäufen angewendet.	Nachweise über rechtmäßige Landnutzung gemäß regionalen und nationalen Gesetzen, sowie internationalen Verträgen

Tabelle A-1: Beispiel für einen Nachweiskatalog zur Bestätigung der identifizierten Bewertungskriterien, erarbeitet in Abschnitt 4.1 (Basis: RED II, ISCC EU & ISCC Plus)

Produktion	Speicherung / Umwandlung / Transport	Endverbraucher	Bewertungskriterium		Verifizierungsprozess
x	x	x	**Managementsystem**		Die Zertifizierungsstelle überprüft, ob ein Managementsystem vorhanden ist und ob das System die Nachhaltigkeitsanforderungen in allen relevanten Bereichen abdeckt. Darüber hinaus wird überprüft, ob die Risikofaktoren wie Fachwissen, Ausbildung sowie Schulung von Mitarbeitern, Dienstleistern und Unterauftragnehmern erfüllt sind.
x	x	x	**THG-Minderungspotenzial**		Die Zertifizierungsstelle überprüft in einem ersten Schritt, ob der gewählte Bilanzraum des Referenzwerts mit dem betrachteten Wertschöpfungskettenglied übereinstimmt. Auf Basis dessen wird im zweiten Schritt geprüft, ob die geforderten THG-Emissionseinsparungen erfüllt werden.
	x	x	**Kriterien zur Kohlenstoffquelle**		Im Audit wird bewertet, ob das CO_2 wirksam abgeschieden und anschließend sicher verwahrt wird (bei CCS in Übereinstimmung mit der Richtlinie 2009/31/EG).
x			**Verbrauch von EE-Strom**		Die Zertifizierungsstelle verifiziert, ob die Verpflichtungen für EE eingehalten wurden. Voraussetzung des Prüfpunkts ist, dass die eingereichten Dokumente auf Grundlage des EECS ausgestellt wurden. Dies erfolgt durch die jeweils zuständigen nationalen/regionalen Behörden, welche Mitglied der AIB sein müssen.
x			**Anrechenbarkeit „grüner“ H_2**	**Direktleitung**	Die Zertifizierungsstelle überprüft, ob die Verpflichtungen aus der RED II und dem Delegiertem Rechtsakt für den Bezug des erneuerbaren Stroms eingehalten wurden.
				Netzbezug: Zeitliche Korrelation	
				Netzbezug: Zusätzlichkeit	
				Netzbezug: Geographische Korrelation	
x	x	x	**Informationen für EU-Datenbank / Kriterien zur Rückverfolgbarkeit**	**Massenbilanzierungssystem**	Die Zertifizierungsstelle führt eine Kontrollrechnung der Massenbilanzierung auf Basis der eingereichten Nachweise durch. Dafür müssen dem Audit alle benötigten Unterlagen zugänglich gemacht werden. In der Dokumentenprüfung wird verifiziert, ob eine lückenlose Bilanzierung erfolgt ist und kein Zeitraum der Massenbilanz länger als drei Monate beträgt
				Physische Segregation	Im Zuge des Audits werden alle Dokumente der eingehenden und ausgehenden Lieferungen kontrolliert. Dabei wird überprüft, ob die separierten Nachhaltigkeitsmerkmale klar und korrekt auf den Ein- und Ausgangserklärungen angegeben sind.
				Book & Claim	Die Zertifizierungsstelle überprüft, ob die Verpflichtungen aus der RED II eingehalten wurden. Dafür müssen dem Audit alle benötigten Unterlagen zugänglich gemacht werden.

Produktion	Speicherung / Umwandlung / Transport	Endverbraucher	Bewertungskriterium	Verifizierungsprozess
x	x		Verpflichtung zum Schutz von Flächen mit hohem Biodiversitätswert oder hohem Kohlenstoffbestandes sowie von HCVAs	Die Zertifizierungsstelle überprüft, ob die Anforderungen des ISCC Prinzips 1 eingehalten wurden. Dafür müssen dem Audit alle benötigten Unterlagen zugänglich gemacht werden.
x	x		Verpflichtung zu umweltverträglicher Produktion und Schutz von Boden, Wasser und Luft	Die Zertifizierungsstelle überprüft, ob die Anforderungen des ISCC Prinzips 2 eingehalten wurden. Dafür müssen dem Audit alle benötigten Unterlagen zugänglich gemacht werden.
x	x	x	Sichere Arbeitsbedingungen	Die Zertifizierungsstelle überprüft, ob die Anforderungen des ISCC Prinzips 3 eingehalten wurden. Dafür müssen dem Audit alle benötigten Unterlagen zugänglich gemacht werden.
x	x	x	Einhaltung von Menschen-, Arbeits- und Landrechten und verantwortungsvolle Beziehungen zur Gemeinschaft	Die Zertifizierungsstelle überprüft, ob die Anforderungen des ISCC Prinzips 4 eingehalten wurden. Dafür müssen dem Audit alle benötigten Unterlagen zugänglich gemacht werden.
x	x	x	Einhaltung von Gesetzen und internationalen Verträgen	Die Zertifizierungsstelle überprüft, ob die Anforderungen des ISCC Prinzips 5 eingehalten wurden. Dafür müssen dem Audit alle benötigten Unterlagen zugänglich gemacht werden.

Tabelle A-2: Beispiel für eine Checkliste der zu erbringenden Nachweise zur Bestätigung der Bewertungskriterien entlang der Wertschöpfungsketten. Aufbauend auf dem Nachweiskatalog (siehe A-1), erarbeitet in Abschnitt 4.2. (Basis: RED II, ISCC EU & ISCC Plus Standards)

9.2 Detaillierte Anforderungen zu Direktleitung und Netzbezug aus Draft del. Act

Im Entwurf kann die vollständige Anrechenbarkeit von Wasserstoff aus EE im Sinne der RED II erfolgen. Detaillierte Anforderungen im Bezug zur Direktleitung sowie dem Netzbezug von erneuerbaren Energiequellen sind im Folgenden erläutert:

Direktleitung

Zur vollständigen Anrechenbarkeit per Direktleitung gemäß Art. 27 Abs. 5 RED II i. V. m. Art. 3 Draft del. Act gelten folgende Regeln:

1. Es muss eine direkte Verbindung zwischen dem Elektrolyseur und der EE-Anlage bestehen. /R 15/
2. Die Inbetriebnahme der EE-Anlage darf maximal 36 Monate vor der Inbetriebnahme des Elektrolyseurs liegen. /R 15/
3. Es muss es sich um eine Inselanlage handeln. Sollte es sich nicht um eine Inselanlage handeln, ist per Smart Meter nachzuweisen, dass kein Netzstrom bei der Wasserstofferzeugung bezogen wurde. /R 15/

Netzbezug

Für die vollständige Anrechenbarkeit des Stroms aus Netzbezug gibt es drei verschiedene Möglichkeiten:

1. Gemäß Art. 27 Abs. 6 RED II i. V. m. Art. 4 Abs. 1 Draft del. Act muss sich der Elektrolyseur in einer Gebotszone mit durchschnittlichem EE-Anteil von über 90 % befinden. Außerdem darf die Wasserstoffherstellung höchstens für eine Stundenanzahl erfolgen, die den Jahresstunden multipliziert mit dem Anteil an EE im Netz entspricht. /R 15/ Für eine vollständige Anrechenbarkeit darf die Wasserstoffherstellung gemäß Art. 4 Abs. 4 Draft del. Act außerdem keine Netzengpässe hervorrufen. (Diese Möglichkeit ist aktuell ohne Praxisrelevanz in der Bundesrepublik Deutschland, da der EE-Anteil von 90 % im Netz noch nicht erreicht ist. /30/)
2. Gemäß Art. 27 Abs. 6 RED II i. V. m. Art. 4 Abs. 4 Draft del. Act muss die Wasserstofferzeugung während eines Netzengpasses erfolgen /R 15/. Dies reduziert die Notwendigkeit von Redispatch-Maßnahmen, wobei die Umsetzbarkeit dieser Möglichkeit noch offen ist /28/.
3. Gemäß Art. 27 Abs. 6 RED II i. V. m. Art. 4 Abs. 2 Draft del. Act muss der Strom für die Wasserstofferzeugung über ein Power Purchase Agreement (PPA) mit einem Betreiber von EE-Anlagen erfolgen /R 15/. Dabei müssen folgende weitere Kriterien eingehalten werden:
    a. Zusätzlichkeit: Die EE-Anlage darf maximal 36 Monate vor dem Elektrolyseur in Betrieb genommen worden sein, wobei eine Erweiterung des Elekt-

rolyseurs innerhalb von 36 Monaten nach Inbetriebnahme möglich ist. Weiterhin gilt eine einmal als zusätzlich deklarierte Anlage immer als zusätzlich. Allerdings gilt das Kriterium der Zusätzlichkeit nicht für Elektrolyseure, die vor dem 01.01.2027 in Betrieb genommen worden sind. /R 15/

b. Keine Förderung: Die EE-Anlage darf keine Förderung in Form von Betriebs- oder Investitionshilfen erhalten haben. Davon ausgenommen sind Förderungen für Repowering der EE-Anlage und solche Förderungen, die keine Nettoförderung (z.B. vollständig rückzahlbar) darstellen /28/. Auch dieses Kriterium ist für Elektrolyseure mit Inbetriebnahme vor dem 01.01.2027 ausgesetzt. /R 15/
c. Zeitgleichheit: Die Wasserstofferzeugung muss in derselben Stunde wie die Stromerzeugung im Rahmen des PPA stattfinden, wobei auch Strom aus einem Speicher bezogen werden kann, wenn dieser sich hinter demselben Netzanschlusspunkt wie der Elektrolyseur befindet. Bei der Einspeicherung gilt jedoch wiederum, dass in derselben Stunde die EE-Erzeugung stattgefunden haben muss. Der Bilanzzeitraum ist bis zum 31.12.2026 von einer Stunde auf einen Monat erweitert. Innerhalb des Kriteriums der Zeitgleichheit ist eine Wasserstofferzeugung zu einem „Day-Ahead-Markt“-Strompreis von maximal 20 €/MWh oder maximal dem 0,36-fachen Preis eines THG-Emissionszertifikats möglich. /R 15/, /28/
d. Geografisch Korrelation: Die EE-Anlage und der Elektrolyseur müssen sich in derselben Gebotszone befinden. Alternativ kann sich die EE-Anlage in einer benachbarten Gebotszone mit gleichem oder höherem Strompreis oder in einer an den Elektrolyse-Standort angrenzenden Off-Shore-Gebotszone befinden. /R 15/

9.3 Detaillierte Informationen zu den verwendeten Indexen in der Kurzanalyse

Im Rahmen der Bewertung der politischen Situation wird u.a. der HDI Human Development Index (HDI), der Corruption Perceptions Index (CPI) und der Grad der Pressefreiheit der jeweiligen Länder verwendet.

HDI

Veröffentlicht wird der HDI jährlich vom Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen (United Nations Development Programme - UNDP). Der etablierte Index erfasst die durchschnittlichen Werte eines Landes in grundlegenden Bereichen der menschlichen Entwicklung. Unter anderem werden die Lebenserwartung bei der Geburt, das Bildungsniveau und

das Pro-Kopf-Einkommen betrachtet. Aus den Einzelindikatoren wird eine Rangliste berechnet und der Stand der durchschnittlichen Entwicklung angegeben. Es gibt insgesamt vier Kategorien:

- Niedrig: HDI < 0,550
- Mittel: 0,550 - 0,699
- Hoch: 0,700 - 0,799
- Sehr hoch: HDI ≥ 0,80

Im Gegensatz zu Ländern mit niedrigem HDI, zeichnen sich Industrieländer wie Deutschland, Australien und Frankreich, durch eine stabile Regierung, ein weit verbreitetes sowie erschwingliches Bildungs- und Gesundheitswesen, eine hohe Lebenserwartung und eine wachsende starke Wirtschaft aus (HDI ≥ 0,8). Politische Instabilität hat einen negativen Einfluss auf den HDI, was in der folgenden Bewertung berücksichtigt wird. /109/

CPI

Ein weiterer Index ist der Corruption Perceptions Index (CPI). Dieser Korruptionswahrnehmungsindex sammelt Daten aus 13 Einzelindizes von 12 unabhängigen Institutionen zur Wahrnehmung des Korruptionsniveaus im öffentlichen Sektor. /116/

Grad der Pressefreiheit

Des Weiteren wird der Grad der Pressefreiheit in den analysierten Ländern betrachtet. Dieser wird von der Nichtregierungsorganisation "Reporters sans frontières“ (RSF) über eine Rangliste herausgegeben und basiert auf einer quantitativen Erfassung von Übergriffen auf Medienschaffende und einer qualitativen Analyse der lokalen Gegebenheiten. Die Ermittlung erfolgt über Fragebögen und stützt sich auf eine Definition von Pressefreiheit die von RSF und einem Expertengremium veröffentlicht wird. /117/, /119/