



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE

Energieversorgung und Monitoring

Bericht vom 20. Juni 2024

Risikoabschätzung zum Import von Wasserstoff und Länderanalyse



Quelle: Canva-Bilddatenbank (Opla, Getty Images Signature)



Datum: 20. Juni 2024

Ort: Bern

Auftraggeberin:

Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer/in:

Swiss Institute for Global Affairs (SIGA)
Effingerstrasse 10, CH-3011 Bern
www.globalaffairs.ch

Autor/in:

Dr. Remo Reginold, SIGA, remo.reginold@politik-beratung.ch
Svenja Jakob, SIGA, svenja.jakob@politik-beratung.ch

BFE-Bereichsleitung: Pascal Previdoli, pascal.previdoli@bfe.admin.ch

BFE-Programmleitung: Klaus Riva, klaus.riva@bfe.admin.ch

BFE-Vertragsnummer: SI/200432-01

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autorinnen und Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Pulverstrasse 13, CH-3063 Ittigen; Postadresse: Bundesamt für Energie BFE, CH-3003 Bern
Tel. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch

Executive Summary

Ausgangs- und Grundlage für die Studie *Risikoabschätzung zum Import von Wasserstoff und Länderanalyse* ist die Erarbeitung einer Wasserstoffstrategie durch das Bundesamt für Energie (BFE). Die vorliegende Studie des *Swiss Institute for Global Affairs* (SIGA) hat zum Ziel eine geopolitische Ausleageordnung des Themas zu fertigen. Dabei sollen im Besonderen folgende Fragen näher untersucht werden: (i) welche Länder eignen sich potentiell als Exportländer von grünem Wasserstoff, ohne dass sich die Schweiz oder die Schweizer Volkswirtschaft beim Import in eine geopolitisch ungünstige Abhängigkeit begibt, (ii) welche ökologischen und sozialen Auswirkungen sowie Spillover-Effekte werden mit diesen Verhältnissen (mit)produziert sowie (iii) welche internationalen Standards setzen sich vermutlich durch und welche Länder sowie Institutionen werden dabei federführend sein? Für die Länderanalyse wurden in Absprache mit dem BFE Marokko, Chile, Kanada, Oman, Saudi-Arabien, Namibia und Norwegen berücksichtigt. Die Länderauswahl war nicht abschliessend, fusste jedoch auf einer Potenzialanalyse¹.

Grundlagen der politischen Hoffnung vieler westlicher Industrienationen im Bereich grüner Wasserstoff sind es, (a) nachhaltige Technologien zu entwickeln, (b) (fossile) Ressourcenabhängigkeiten zu reduzieren sowie (c) Handelsdiversifikation mit Kartellabbau zu fördern. In vielen Industrienationen wird Wasserstoffenergie und insbesondere grüner Wasserstoff als wichtiger Hebel für die globale und eigene Reduktion des CO₂-Ausstosses propagiert. Im Grundsatz verspricht grüner Wasserstoff die Klimaziele 2050 erreichen zu können und eine umfassende Energiewende zu ermöglichen. Damit will man Wirtschaftswachstum mit Klimazielen in Einklang bringen und sogar als sich gegenseitig befruchtend verstanden wissen.

Die Entwicklung grüner Wasserstoffökonomien nach marktwirtschaftlichem Zuschnitt ist aktuell fragwürdig und wird international voraussichtlich nicht vor 2050 möglich sein. Indiz dafür ist unter anderem, dass die unterschiedlichen Anwendungstechnologien für Produktion, Logistik und Förderung noch nicht ausgereift und kommerziell nicht rentabel sind. Kurz- bis mittelfristig ist die Wasserstoff-Ecosphäre von den geo- und sicherheitspolitischen Bedingungen und Konstellationen abhängig, wie sie die aktuelle fossile Energiewirtschaft bereits vorzeichnet. Im Konkreten bedeutet dies, dass voraussichtlich (1) dieselben autoritären und menschenrechtsverletzenden Länder² und Akteure – wie in der fossilen Ära – im

¹ Weiterführende Informationen in Abschnitt 3 Länderanalyse, Seite 47ff.

² Diese Studie stützt sich in der Beschreibung der Regime auf den Bericht von Amnesty International (2023) sowie den *Freedom House Index* und den *Human Rights Index*.

Lead sein werden, (2) kaum eine geoökonomische Diversifizierung stattfindet, sondern Kartellstrukturen und Pressure-Groups weiterhin existieren werden (*grüne OPEC*³), und (3) grüner Wasserstoff als Lösung für die grüne Wende nur als Nebenprodukt (*greenwashing*⁴) und nur unter spezifischen Voraussetzungen möglich sein wird. Aussichtsreichster Kandidat könnte Saudi-Arabien sein, was Marktzugang, Finanzierung, Infrastruktur- und Investitionssicherheit sowie strategische Zugeständnisse anbelangt.

Dass westliche Industrienationen Exportstrategien von Staaten im *Globalen Süden* vorantreiben (vgl. *Hydrogen Diplomacy* (Kalt & Tunn, 2022)), wird in unterschiedlichen Kontexten bereits als neokoloniale Intervention wahrgenommen. Diese Länder haben jedoch verstanden, dass sie die Grundlagen für eine grüne Wende verfügen, die der Globale Norden so dringend braucht, wenn er auf der Weltbühne glaubhaft bleiben will. Daraus ergibt sich eine einfache Formel: *Wir – der Süden – haben die Rohstoffe und ihr – der Norden – braucht unsere Rohstoffe. Anders formuliert: Wir – der Süden – brauchen Eure Gelder und Expertise – und ihr – der Norden – bekommt symbolische Legitimität.* Dies schafft geopolitische Verhandlungsmacht.

In allen untersuchten Ländern ist die Förderung von grünem Wasserstoff und der Aufbau einer entsprechenden Ecosphäre Teil von Industrieprogrammen, Standortförderungsmaßnahmen und vor allem PR-Plattform für ausländische Direktinvestitionen und geopolitische Vernetzung. Insbesondere deshalb ist im Ländercheck auch kein Land aufgefallen, welches den strengen Anforderungen einer sozialen, ökologischen und nachhaltigen grünen Wasserstoffproduktion gerecht wird. Die Wasserstoffstrategien fokussieren oft einseitig auf das BIP-Wachstum, strukturelle Veränderungen, Forschungsinitiativen, Joint-Partnerships und auf legislative Änderungen für favorable Investitionsvorhaben in den jeweiligen Ländern. Die untersuchten Exportländer – das sind vornehmlich Staaten aus dem Nahen Osten und Nordafrika – bringen komplizierte Beziehungen mit sich, wo (1) Menschenrechtsthemen, (2) ökologische Standards, (3) geopolitische Verstrickungen (vgl. BRICS+ Staaten, BRI, etc.) und die (4) politische Sicherheit als problematisch taxiert werden müssen. Diese vier Elemente sind für ein Riskassessment zwingend zu berücksichtigen.

Zusammenfassend lässt sich die geopolitische Landkarte mit drei Treibern charakterisieren: **1) Stabilität der Volatilität** (die geopolitischen Konstellationen sind oft uneindeutig, kurzlebig und fordern von

3 Erklärungen zur grünen OPEC auf Seite 34ff. dieser Studie.

4 Unter *greenwashing* verstehen die Verfasserin und Verfasser, dass grüner Wasserstoff nicht auf alleinigen Gründen der grünen Wende produziert wird, sondern als Fassade für Investitionen, Infrastrukturbauten, gesetzliche Änderungen oder Legitimierung von blauem Wasserstoff benutzt wird.

Staaten und internationalen Akteuren situatives Handeln), **2) Bündnispolitik, die äusserst pragmatisch formuliert wird** (Wertedebatten weichen Opportunitäten, wo Partner, Mitbewerber oder Gegner sich in gewissen Dossiers und Sachthemen pragmatisch wiederfinden oder bewusst voneinander distanzieren) und **3) das Paradigma der swing states** (dies produziert neues Momentum in der internationalen Politik, indem gewisse Staaten sich interessenbasiert und flexibel international ausrichten können. Dies sind vornehmlich Staaten mit kritischen Infrastrukturen und wichtigen Lieferketten). Diese drei geopolitischen Treiber sind vor allem auch ein Effekt davon, dass die weltpolitische Polbildung (USA vs. China) sich nicht klar artikulieren kann. In dieser Undurchsichtigkeit müssen regionale Player und westliche Demokratien für sich die unterschiedlichen Optionen ausloten können. Umschreiben lässt sich dies vermutlich mit Pragmatismus und situativer Geopolitik. In diesem Fahrwasser muss man auch grüne Geopolitik und die Wasserstoffinitiativen lesen.

Es ist offensichtlich, dass der Aufbau einer grünen Wasserstoffindustrie eine Wette mit der Zukunft ist. Stand heute sind die fehlenden Technologien und Infrastrukturen ein Risiko, deren Folgen schwierig abzuschätzen sind. Zudem ist grüner Wasserstoff noch für längere Zeit zu teuer und entsprechend von staatlicher Unterstützung abhängig. Das zeitliche, politische und finanzielle Risiko ist daher hoch. Hier könnte und sollte stattdessen der marktwirtschaftliche Wettbewerb der Leitfaden sein, nur sind die Anreize für die Industrie aktuell zu gering. Vielmehr warten wirtschaftliche Akteure darauf, dass der Staat Programme lanciert, Unterstützungsbeiträge spricht und rechtliche Rahmenbedingungen formuliert. Nur mit diesen staatlichen Rückversicherungen könne sich eine Wasserstoffindustrie entwickeln. Man könnte vom klassischen Ei- oder Huhn-Dilemma sprechen.

Für die Schweizer Akteure ergeben sich daraus folgende Handlungs- und Policyempfehlungen: (1) Bedarf von Wasserstoff und insbesondere grünem Wasserstoff eruieren, insbesondere weil das Bedürfnis der Wirtschaft noch nicht klar ist, (2) Technologiemonitoring betreiben, (3) Spielregeln eines globalen Multi-, Mini- respektive Bilateralismus durchschauen sowie (4) multioptionales Planen und multi-vektorale Rahmenbedingungen für mögliche Importe verfolgen. Dies kann dazu beitragen, die mehrschichtigen Risiken von Import von grünem Wasserstoff zu minimieren.

Résumé exécutif

Le point de départ et la base de l'étude *Évaluation des risques liés à l'importation d'hydrogène et analyse par pays* est l'élaboration d'une stratégie pour l'hydrogène par l'Office fédérale de l'énergie (OFEN). La présente étude du *Swiss Institute for Global Affairs* (SIGA) a pour objectif de dresser un état des lieux géopolitique du sujet. Il s'agit en particulier d'examiner de plus près les questions suivantes : (i) quels sont les pays potentiellement aptes à exporter de l'hydrogène vert sans que la Suisse ou l'économie suisse ne se retrouve dans une situation de dépendance géopolitique défavorable lors de l'importation, (ii) quels sont les effets écologiques et sociaux ainsi que les effets de débordement (spillover) qui sont (co)produits par ces conditions, et (iii) quelles normes internationales s'imposeront probablement et quels pays et institutions seront à la tête de ce processus ? Pour l'analyse des pays, le Maroc, le Canada, le Chili, Oman, l'Arabie saoudite, la Namibie et la Norvège ont été pris en compte en accord avec l'OFEN. Le choix des pays n'était pas définitif, mais reposait sur une analyse des potentiels⁵.

Les espoirs politiques de nombreux pays industrialisés occidentaux dans le domaine de l'hydrogène vert reposent sur (a) le développement de technologies durables, (b) la réduction de la dépendance aux ressources (fossiles) et (c) la promotion de la diversification des échanges avec la suppression des cartels. Dans de nombreux pays industrialisés, l'énergie hydrogène, et en particulier l'hydrogène vert, est propagée comme un levier important pour la réduction globale et propre des émissions de CO₂. En principe, l'hydrogène vert promet de pouvoir atteindre les objectifs climatiques de 2050 et de permettre un tournant énergétique global. On veut ainsi concilier la croissance économique et les objectifs climatiques, et même les faire s'enrichir mutuellement.

Le développement d'économies d'hydrogène vertes selon les principes de l'économie de marché est actuellement discutable et ne sera probablement pas possible au niveau international avant 2050. Cela s'explique notamment par le fait que les différentes technologies d'application pour la production, la logistique et la promotion ne sont pas encore mûres et commercialement rentables. A court et moyen terme, l'écosphère de l'hydrogène dépend des conditions et des constellations géopolitiques et sécuritaires que dessine déjà l'économie actuelle de l'énergie fossile. Concrètement, cela signifie que (1) ce sont probablement les mêmes pays et acteurs autoritaires et violant les droits de l'homme⁶ - comme à

⁵ Pour plus d'informations, voir la section 3 *Länderanalyse*, page 47 et suivantes.

⁶ Cette étude s'appuie sur le rapport d'Amnesty International (2023) ainsi que sur le *Freedom House Index* et le *Human Rights Index* pour décrire les régimes.

l'ère fossile - qui seront en tête, (2) il n'y aura guère de diversification géoéconomique, mais les structures de cartel et les groupes de pression continueront d'exister (OPEP verte⁷), et (3) l'hydrogène vert en tant que solution pour le tournant vert ne sera possible qu'en tant que produit secondaire (greenwashing⁸) et seulement dans des conditions spécifiques. Le candidat le plus prometteur pourrait être l'Arabie saoudite, en termes d'accès au marché, de financement, de sécurité des infrastructures et des investissements, ainsi que de concessions stratégiques.

Le fait que les pays industrialisés occidentaux promeuvent des stratégies d'exportation des pays du Sud (cf. Hydrogen Diplomacy (Kalt & Tunn, 2022)) est perçu dans différents contextes comme une intervention néocoloniale. Ces pays ont toutefois compris qu'ils disposent des bases d'un tournant vert dont les pays du Nord ont tant besoin s'ils veulent rester crédibles sur la scène mondiale. Il en résulte une formule simple : *Nous - le Sud - avons les matières premières et vous - le Nord - avez besoin de nos matières premières. En d'autres termes, nous avons besoin du Nord : Nous - le Sud - avons besoin de vos fonds et de votre expertise - et vous - le Nord - obtenez une légitimité symbolique.* Cela crée un pouvoir de négociation géopolitique.

Dans tous les pays étudiés, la promotion de l'hydrogène vert et la création d'une écosphère correspondante font partie des programmes industriels, des mesures de promotion du site et surtout de la plateforme de relations publiques pour les investissements directs étrangers et les réseaux géopolitiques. C'est notamment pour cette raison qu'aucun pays répondant aux exigences strictes d'une production d'hydrogène vert sociale, écologique et durable n'est apparu dans l'analyse des pays. Les stratégies pour l'hydrogène se concentrent souvent unilatéralement sur la croissance du PIB, les changements structurels, les initiatives de recherche, les partenariats conjoints et les changements législatifs pour les projets d'investissement favorables dans les pays respectifs. Les pays exportateurs étudiés - principalement des pays du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord - entretiennent des relations complexes, où (1) les questions de droits de l'homme, (2) les normes écologiques, (3) les implications géopolitiques (cf. pays BRICS+, BRI, etc.) et (4) la sécurité politique doivent être considérées comme problématiques. Ces quatre éléments doivent impérativement être pris en compte pour une évaluation des risques.

En résumé, la carte géopolitique peut être caractérisée par trois moteurs : **1) la stabilité de la volatilité** (les constellations géopolitiques sont souvent ambiguës, éphémères et exigent des États et des acteurs

7 Explications sur l'OPEP verte à la page 34 et suivantes.

8 Par greenwashing, les auteurs entendent que l'hydrogène vert n'est pas produit pour les seules raisons du tournant vert, mais qu'il est utilisé comme façade pour des investissements, des constructions d'infrastructures, des changements législatifs ou la légitimation de l'hydrogène bleu.

internationaux qu'ils agissent en fonction de la situation), **2) la politique d'alliance, formulée de manière extrêmement pragmatique** (les débats sur les valeurs cèdent la place à des opportunités, où les partenaires, les concurrents ou les adversaires se retrouvent de manière pragmatique dans certains dossiers et thèmes ou se distancient délibérément les uns des autres) et **3) le paradigme des *swing states*** (cela produit un nouvel élan dans la politique internationale, dans la mesure où certains États peuvent s'orienter de manière flexible et en fonction de leurs intérêts sur la scène internationale. Il s'agit principalement d'États disposant d'infrastructures critiques et de chaînes d'approvisionnement importantes).

Ces trois moteurs géopolitiques sont avant tout un effet du fait que la formation des pôles politiques mondiaux (Etats-Unis vs. Chine) ne peut pas s'articuler clairement. Dans cette opacité, les acteurs régionaux et les démocraties occidentales doivent pouvoir explorer les différentes options pour eux-mêmes. On peut probablement décrire cela comme du pragmatisme et de la géopolitique situationnelle. C'est dans ce contexte qu'il faut lire la géopolitique verte et les initiatives sur l'hydrogène.

Il est évident que le développement d'une industrie verte de l'hydrogène est un pari sur l'avenir. En l'état actuel des choses, le manque de technologies et d'infrastructures constitue un risque dont les conséquences sont difficiles à évaluer. De plus, l'hydrogène vert est encore trop cher pour une longue période et dépend en conséquence du soutien de l'État. Le risque temporel, politique et financier est donc élevé. Dans ce domaine, la concurrence basée sur le marché pourrait et devrait plutôt être le fil conducteur, sauf que les incitations pour l'industrie sont actuellement trop faibles. Les acteurs économiques attendent plutôt que l'État lance des programmes, accorde des aides et formule des conditions-cadres juridiques. Ce n'est qu'avec ces réassurances étatiques qu'une industrie de l'hydrogène pourrait se développer. On pourrait parler du paradoxe de l'œuf et de la poule.

Pour les acteurs suisses, il en résulte les recommandations d'action et de politique suivantes : (1) déterminer les besoins en hydrogène, en particulier en hydrogène vert, notamment parce que les besoins de l'économie ne sont pas encore clairs, (2) effectuer une veille technologique, (3) comprendre les règles du jeu d'un multilatéralisme, d'un mini-bilatéralisme ou d'un bilatéralisme global et (4) suivre une planification multi-optionnelle et des conditions-cadres multi-vectérielles pour d'éventuelles importations. Cela peut contribuer à minimiser les risques à plusieurs niveaux liés à l'importation d'hydrogène vert.

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	4
Résumé exécutif	7
Inhaltsverzeichnis	10
Abkürzungsverzeichnis	14
Abbildungsverzeichnis	16
1 Einleitung	17
1.1 Ausgangslage	17
1.2 Ziel und methodisches Vorgehen	20
1.3 Inhaltlicher Aufbau	22
2 Wasserstoff Auslegeordnung	23
2.1 Politische Hoffnung	23
2.1.1 Energieträger für die grüne Wende	23
2.1.2 Ressourcenabhängigkeit wird abgebaut	24
2.1.3 Wasserstoffproduktion verhindert Kartelle	27
2.1.4 Drei Hoffnungsmomente für die Wasserstofftechnologie	28
2.2 Ökonomische Realität	29
2.2.1 Weniger Klimaschutz, mehr Industrieprogramm	29
2.2.2 Neue Pressure-Groups	33
2.2.3 Autoritäre Länder im Lead	38
2.3 Geopolitische Erkenntnisse	39
2.3.1 Grüner Wasserstoff wird für geopolitische Symbolpolitik gebraucht	40
2.3.2 Neue Abhängigkeiten	41
2.3.3 Neokolonialismuskorruptionen und Umweltbedenken sowie Menschenrechte	42
2.3.4 Bedeutung für die Schweiz und ihre Akteure	47
3 Länderanalyse	47

3.1	Strategien und Absichten	50
3.2	Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte	52
3.3	Geopolitische Einordnung	58
3.4	Synthese Länderanalyse	60
4	Geopolitische Tendenzen	66
4.1	Grüne Geopolitik	66
4.1.1	Spin Politics	68
4.1.2	Fallbeispiel Arktis	68
4.1.3	Fallbeispiel Smart Cities	69
4.1.4	Fallbeispiel NEOM	70
4.1.5	Fallbeispiel Inflation Reduction Act (IRA)	70
4.1.6	Dilemma Globaler Süden versus Globaler Norden	71
4.1.7	Internationale Standards und technische Normen	72
4.1.8	Der Kalte Krieg der grünen Geopolitik	73
4.2	Ecosphären-Diplomatie	73
4.3	Wer sind die geopolitischen Akteure und was sind die Konsequenzen?	76
4.3.1	De-Risking	78
4.3.2	Swing State Paradigma	78
4.3.3	Gulf Cooperation Council (GCC)	80
4.3.4	Multinationale Banken	81
4.3.5	Europäische Union (EU)	81
4.4	Synthese Geopolitische Tendenzen	82
5	Synthese, Policy- und Handlungsempfehlungen	82
5.1	Erkenntnisse für Schweizer Akteure	83
5.2	Risiken und Folgen	83
5.3	Handlungsempfehlungen	84

Literaturverzeichnis Hauptteil	87
6 Anhang	105
Abkürzungsverzeichnis Länderanalyse	106
6.1 Königreich Marokko	109
6.1.1 Strategie und Absichten	109
6.1.2 Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte	111
6.1.3 Geopolitische Einordnung	113
6.1.4 Fazit.....	116
6.1.5 Literaturverzeichnis Königreich Marokko.....	117
6.2 Republik Chile	121
6.2.1 Strategie und Absichten	121
6.2.2 Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte	122
6.2.3 Geopolitische Einordnung	125
6.2.4 Fazit.....	126
6.2.5 Literaturverzeichnis Republik Chile	127
6.3 Kanada	130
6.3.1 Strategie und Absichten	130
6.3.2 Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte	132
6.3.3 Geopolitische Einordnung	133
6.3.4 Fazit.....	135
6.3.5 Literaturverzeichnis Kanada	136
6.4 Sultanat Oman.....	140
6.4.1 Strategie und Absichten	140
6.4.2 Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte	141
6.4.3 Geopolitische Einordnung	144
6.4.4 Fazit.....	145
12/176	

6.4.5	Literaturverzeichnis Sultanat Oman	147
6.5	Königreich Saudi-Arabien.....	151
6.5.1	Strategie und Absichten	151
6.5.2	Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte	152
6.5.3	Geopolitische Einordnung	154
6.5.4	Fazit.....	156
6.5.5	Literaturverzeichnis Saudi-Arabien.....	157
6.6	Republik Namibia	161
6.6.1	Strategie und Absichten	161
6.6.2	Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte	162
6.6.3	Geopolitische Einordnung	163
6.6.4	Fazit.....	165
6.6.5	Literaturverzeichnis Republik Namibia	167
6.7	Königreich Norwegen	170
6.7.1	Strategie und Absichten	170
6.7.2	Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte	171
6.7.3	Geopolitische Einordnung	173
6.7.4	Fazit.....	174
6.7.5	Literaturverzeichnis Königreich Norwegen	175

Abkürzungsverzeichnis

AHC	Australian Hydrogen Council
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations
AU	Afrikanische Union
B3W	Build Back Better World
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BRI	Belt and Road Initiative
BRICS	Brasilien, Russland, Indien, China und Südafrika
BRICSplus	Brasilien, Russland, Indien, China und Südafrika, Plus Ägypten, Äthiopien, Iran und Vereinigte Arabische Emirate
BFE	Bundesamt für Energie
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
COP	Conference of the Parties
CRA	Contingent Reserve Arrangement
DNA	Deoxyribonucleic Acid
EC	Europäische Kommission
ECH2A	European Clean Hydrogen Alliance
EFTA	Europäische Freihandelsassoziation
EIB	European Investment Bank
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development
EPI	Environmental Performance Index
EU	Europäische Union
EUR	Euro
EY	Ernst & Young
FT	Financial Times
G7	Group of Seven
G20	Group of 20
GCC	Gulf Cooperation Council
GFS	Global Freedom Score
GMS	Greater Mekong Subregion
HRI	Human Rights Index
IEA	International Energy Agency
IEC	International Electrotechnical Commission

IJJA	Infrastructure Investment and Jobs Act
IMEC	India-Middle East-Europe Economic Corridor
IPHE	International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy
IRA	Inflation Reduction Act
IRENA	International Renewable Energy Agency
ISO	International Organization for Standardization
MEG	Maghreb-Europe Gas Pipeline
NDB	New Development Bank
NGO	Non-Governmental Organization
NIF	Neom Investment Fund
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries
OPEC+	Organization of the Petroleum Exporting Countries plus Aserbaidshan, Bahrain, Brunei, Brasilien, Kasachstan, Malaysia, Mexiko, Oman, Russland, Südsudan und Sudan
PR	Public Relations
ROI	Return on Invest
SCO	Shanghai Cooperation Organization
SDG	Sustainable Development Goals
SIGA	Swiss Institute for Global Affairs
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
TBT	Technical Barrier to Trade
UN	United Nations (Vereinte Nationen)
UNO	United Nations Organization
USA	Vereinigten Staaten von Amerika
USD	US-amerikanischer Dollar
US DoE	US Department of Energy
VAE	Vereinigte Arabische Emirate
VUCA	Volatility, Uncertainty, Complexity and Ambiguity
WEF	World Economic Forum
WSRW	Western Sahara Resource Watch
WTO	World Trade Organization

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Patentanmeldungen global (2012 und 2021)
Abb. 2:	Wasserstoff-Netzwerke und geopolitische Konstellationen
Abb. 3:	Geopolitisches Mapping
Abb. 4:	Wasserstoffstrategien und SDG-Ranking
Abb. 5:	Wasserstoff-Exportpotential und Wasserstress
Abb. 6:	Wasserstoffstrategien und der Einsatz für die Umwelt
Abb. 7:	Wasserstoffstrategien und Menschenrechte
Abb. 8:	Wasserstoffstrategien und Grundrechte
Abb. 9:	Tabellarischer Quervergleich
Abb. 10:	Qualitativer Quervergleich

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Ausgangs- und Grundlage für die Studie *Risikoabschätzung zum Import von Wasserstoff und Länderanalyse* ist die Erarbeitung einer Wasserstoffstrategie durch das Bundesamt für Energie (BFE). Der Import von Wasserstoff ist dabei eine prüfenswerte Option, da die Schweiz nur über beschränktes Ausbaupotential für eine stetig steigende Stromnachfrage verfügt. Die Elektrifizierung von öffentlichem, privatem und industriellem Energieverbrauch wird die nächsten Jahre stark zunehmen und die Nachfrage in der Schweiz nach entsprechenden Energieträgern steigen lassen. Wasserstoff hingegen als Energieträger kann einen Beitrag leisten, das Energiesystem zu dekarbonisieren, indem es für nicht elektrifizierbare Anwendungen als Energieträger eingesetzt wird, oder um Energie über längere Zeit zu speichern, damit das Energiesystem resilienter macht und dem Klimawandel entgegenwirkt. Den klimatischen Bedingungen konstruktiv zu begegnen und die damit einhergehende Verantwortung für eine nachhaltige Transformation zu formulieren, fordern Wirtschaft, Gesellschaft und Politik heraus. Die Frage, wie Staaten in diesem Transformationsprozess ihre Energiesouveränität sichern respektive ausbauen können, bleibt dabei zentral. In einer volatilen und komplexen Welt sind machtpolitische Faktoren, Handelswege und Lieferketten, Finanzflüsse, Regulationen, bilaterale und multilaterale Beziehungen aber auch Technologieabhängigkeiten unterschiedlicher Akteure Themen, die bei Importüberlegungen zu berücksichtigen sind. Die Analyse dieser interdependenten Themenbereiche, ihrer Entwicklungen und Skalierung aber auch der politischen Rahmenbedingungen können helfen die Energiesouveränität der Schweiz zu antizipieren. Ein solches Assessment ist insofern wichtig, als die weltpolitische Gemengelage sich von einer liberalen und regelbasierten Weltordnung hin zu einer Opportunitätspolitik entwickelt, bei der Staaten situativ und fallabhängig zugleich *Partner*, *Mitbewerber* oder sogar *Gegner* sein können. Die einseitige Abhängigkeit von einflussreichen Akteuren und autoritären Staaten⁹, wie sie

⁹ Der *Amnesty International Report 2022/23 State of the World's Human Rights* (Amnesty International, 2023) beschreibt die menschenrechtliche Lage in Saudi-Arabien und im Oman, die beispielsweise starke Probleme in Bereichen wie Meinungsfreiheit, Gleichstellung und Rechte für migrierte Personen aufweisen. Auch der *Freedom House Index* beschreibt Saudi-Arabien und Oman als *not free* (Freedom House, 2024a&b) und im *Human Rights Index 2023* schneiden beide Staaten mit tiefen Werten ab (Our World in Data, 2023). Diese Studie stützt sich in der Beschreibung der Regime auf den Bericht von Amnesty International sowie den *Freedom House Index* und den *Human Rights Index*. Als autoritär werden in dieser Studie Länder taxiert, wo u.a. das Politische und das Religiöse nicht voneinander getrennt sind und so Herrschaft definiert wird. Damit folgt der Bericht den *Typen legitimer Herrschaft* nach Max Weber (vgl. auch Backes, 2022).

aktuell in der fossilen Energiewirtschaft existiert, gilt es zu vermeiden. Dabei sollen für eine Importstrategie¹⁰ geopolitische Entwicklungen mit sicherheitspolitischen, aber auch ökonomischen und rechtlichen sowie normativen Überlegungen in Zusammenhang gebracht werden. Damit schafft man einen Interpretationsrahmen, der die oft einseitig technisch-wirtschaftliche Argumentationslinie mit institutionellen und geopolitischen Überlegungen zu verbinden weiss. Ein interdisziplinärer Blick auf die Rahmenbedingungen von Wasserstoffimporten hilft eine Strategie zu formulieren, die zukunftsorientiert ist sowie den Governance-Prinzipien der Schweiz entspricht.

Das BFE wollte einen klareren Überblick über die potentiellen Länder und Bedingungen für den künftigen Import von Wasserstoff in die Schweiz erhalten. Die Stichprobe war nicht auf Vollständigkeit ausgelegt. Bei der Vergabe des Studienauftrags war dem BFE nicht bekannt, woher und unter welchen geopolitischen Bedingungen Wasserstoff in die Schweiz importiert werden könnte. Zahlen zum Nachfragepotential von Wirtschaft und Industrie aber auch der technische Reifegrad von Wasserstoff und dessen Transport sind aktuell noch uneindeutig sowie zum Teil widersprüchlich. Sie bieten Raum für Interpretationen und Grundlagen für unterschiedliche Prognosen. Im Gegensatz zum fachlichen Diskurs gibt es politisch klarere Vorstellungen und Ansprüche. Die vom Ständerat abgeänderte, aber überwiesene *Motion 20.4406 Suter «Grüne Wasserstoffstrategie für die Schweiz»* beauftragt ökologische und soziale Nachhaltigkeitsregeln beim Import von Wasserstoff aufzuzeigen. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass politisch der Import von CO₂-neutralem Wasserstoff zur Disposition steht und damit implizit eine Richtung vorgegeben wird.¹¹ In dieser Studie werden – auch so vom BFE gefordert – explizit nur die Grundlagen und das Potential von grünem Wasserstoff untersucht. Alternative Wasserstoffquellen wurden nicht berücksichtigt¹². Um einer umfassenden Nachhaltigkeitsanalyse gerecht zu werden, sollen gemäss Studienauftrag, die in der Motion erwähnten Prämissen der ökologischen und sozialen Kriterien in der Importanalyse mitberücksichtigt werden. Folgende Bedingungen respektive Voraussetzungen werden berücksichtigt: Politische Stabilität, geopolitische Abhängigkeiten, Aufbau der Wasserstoffin-

10 Unter Schweizer Importstrategie verstehen die Verfasserin und der Verfasser dieser Studie, dass die offizielle Schweiz Informationen, den internationalen politischen Austausch und mögliche Anreizsysteme schaffen kann. Für die Produktion, Beschaffung und Verteilung des Wasserstoffs ist die Energiewirtschaft verantwortlich.

11 Die Farben des Wasserstoffs im Überblick: ««Grüner» Wasserstoff wird entweder aus Biomasse oder durch Elektrolyse aus erneuerbarem Strom hergestellt. «Blauer» Wasserstoff wird mit fossilen Energien hergestellt, das anfallende CO₂ wird jedoch zu grossen Teilen eingefangen und gespeichert. «Türkiser» Wasserstoff entsteht durch die thermische Spaltung von Methan. Ein grosser Teil des CO₂ wird in festen Kohlenstoff umgewandelt. «Grauer» Wasserstoff wird mit fossilen Energien (in der Regel Erdgas oder Kohle) produziert. «Rosa» Wasserstoff wird aus Kernenergie hergestellt. «Weisser» Wasserstoff sind natürliche Vorkommen von Wasserstoff im Untergrund» (BFE, 2023). Bezüglich blauem Wasserstoff, welcher generell umstritten ist, publizierte das BFE zusammen mit dem BAFU zudem ein [Positionspapier](#).

12 Wenn in dieser Studie von Wasserstoff die Rede ist, ist damit grüner Wasserstoff gemeint.

dustrie im Herkunftsland (z.B. Finanzierung, Produktion und Lagerung, vgl. Länderanalyse Anhang) sowie Verlässlichkeit und technisches Know-how der lokalen und internationalen Logistik von Wasserstoff. Mit diesen Bedingungen, aber auch mit der Entwicklung von international verbindlichen technischen Standards und Normen sowie der Regulation neuer Technologien, müssen sich die Schweiz und ihre Akteure auseinandersetzen, wenn sie nachhaltige Importe erarbeiten wollen.

Seit einigen Jahren, und insbesondere mit der Corona-Pandemie, dem Krieg in der Ukraine, den zunehmenden Spannungen im Mittleren Osten aber auch mit dem Aufkommen neuer und informeller Staatenbündnisse, werden die internationalen ökonomischen Verflechtungen und die liberale regelbasierte Gouvernanz – bis anhin Garant für Stabilität und Sicherheit – herausgefordert. Erstarkte Grossmächte, systemische *Rivalitäten* aber auch neue Bündnissysteme und Wirtschaftsakteure nehmen zunehmend direkt oder indirekt Einfluss auf Länder, ihre Souveränität und Interessen. Dass Macht- und Geopolitik heute viel subtiler und mit anderen Vorzeichen operiert, kann exemplarisch an der Energiewirtschaft abgelesen werden. Die geopolitischen Implikationen auf Finanzen, Handelswege, globale Infrastrukturprojekte und diplomatische Beziehungen können direkt Einfluss auf die Energiedebatte haben. Damit lässt sich die weltpolitische Karte in vielerlei Hinsicht neukonfigurieren. Ob und wie stark Rhetorik und Symbolpolitik Teil dieser Rekonfiguration sind, und was das für realpolitische Bedeutung hat, soll Beitrag dieser Studie sein.

Generell wird im Westen in der Literatur, in den Medien und im politischen Alltag euphorisch über das Potential von grünem Wasserstoff nachgedacht, diskutiert und publiziert; vermutlich, weil noch vieles unklar ist, in den Kinderschuhen steckt und damit Projektionsfläche für diverse Hoffnungen, Interessen und Bedürfnisse bietet.

Die Studie versteht sich als kritische Spiegelung der gängigen Narrative und Deutungsmuster. Sie will mit einer ganzheitlichen Perspektive auch Spannungen, Widersprüche und Missverständnisse beleuchten, die für eine strategische Auslegeordnung zentral sind. Dies insbesondere, um keine bösen Überraschungen zu erleben, die aufgrund von überschätzten oder unterschätzten Aspekten entstehen. Dabei werden beispielsweise der Wasserstress, die damit einhergehenden sozioökonomischen Veränderungen in den Exportländern – vor allem in Ländern des Globalen Südens¹³ – sowie die noch technologisch

13 Der Globale Süden – ein relationales Konzept: «[Unter dem] Begriff Globaler Süden (und Globaler Norden) als relationale Konzepte [wird] die vorherrschende aber zunehmend überkommene geographische und geopolitische Klassifizierungen

uneindeutige Förderung von Wasserstoff kritisch analysiert. Nichtsdestotrotz ist eine klare strategische Risikobewertung schwierig vorzunehmen. Viele Fakten sind nicht erhärtet und zunehmend gibt es Faktoren und Vektoren, die volatil und von äusseren Bedingungen abhängig sind (z.B. konjunkturelle Lage, sicherheitspolitische Interessen, technologischer Fortschritt, geopolitische Konstellationen, etc.).

Die vorliegende Studie des *Swiss Institute for Global Affairs* (SIGA) soll helfen die geopolitischen Abhängigkeitsrisiken beim Import von grünem Wasserstoff interdisziplinär darzulegen. Anders ausgedrückt, ist die Studie eine Sensibilisierungsarbeit, um den Kontext und den Konnex zwischen Energietransition und Energiewirtschaft mit Geopolitik aber auch regionalen sozioökonomischen Verhältnismässigkeiten in Verbindung zu bringen und entsprechend auszulegen.

1.2 Ziel und methodisches Vorgehen

Die SIGA-Studie hat zum Ziel (1) eine geopolitische Auslegeordnung des Themas zu fertigen, (2) spezifische Länder für mögliche Importe auszuloten und zu bewerten, (3) die vielfältigen Normierungs- und Standardisierungsstrategien sowie die entsprechenden Abhängigkeiten im Technologie- und Umweltbereich zu beleuchten sowie (4) Handlungsempfehlungen für Schweizer Akteure zu formulieren. Dabei sollen im Besonderen folgende Fragen näher untersucht werden: (i) aus welchen Ländern können Schweizer Akteure den benötigten grünen Wasserstoff direkt beziehen, ohne sich in eine geopolitisch ungünstige Abhängigkeit zu manövrieren, (ii) welche ökologischen und sozialen Auswirkungen und Spillover-Effekte werden dabei (mit)produziert sowie (iii) welche internationalen Standards setzen sich vermutlich durch und welche Länder sowie Institutionen werden dabei federführend sein? Mit dieser inhaltlichen Fokussierung wird das Themenfeld eingegrenzt, versucht dennoch der Komplexität der Thematik gerecht zu werden.

Die Studie basiert vornehmlich auf Open Source-Quellen und Desk-Recherchen sowie informellen *Download-Interviews*. Dabei wurden Berichte der *International Energy Agency* (IEA) und *International*

der Welt (etwa Zentrum vs. Peripherie, Entwicklungs- vs. entwickelte Länder oder auch Erste und Dritte Welt) als zu überwinden versuchen [verstanden]. Globaler Süden und Norden können nicht als durch klare räumliche Grenzen getrennt voneinander begriffen werden, sondern als sich verändernde Topographien von historisch entstehenden und sich überlappenden Netzwerken, von Dominanz und Ausgrenzung und von damit verbundenen Identitätszuschreibungen. Die Verabschiedung eines überwiegend geo-räumlichen Verständnisses des Begriffes Globaler Süden ermöglicht eine Betrachtung des Globalen Südens im geographischen Norden und umgekehrt. Als relationales Konzept bietet der Globale Süden die Möglichkeit, Ungleichheiten innerhalb von Ländern und Regionen weltweit zu untersuchen. Es bietet damit Raum für die Analyse der zunehmenden politischen, kulturellen und epistemischen Marginalisierungen von Menschen, die im Zuge der Globalisierung nicht profitieren können» (Universität zu Köln, 2020).

Renewable Energy Agency (IRENA) untersucht, aber auch wissenschaftliche Studien, Marktreports, länderspezifische Wasserstoffstrategien und Policy-Grundlagen beigezogen. Zudem wurden Einschätzungen und Policy-Briefings der Industrie, Verbände und Think Tanks berücksichtigt sowie Fachzeitschriften und internationale Medienberichte ausgewertet. Für die Analyse des geo- und sicherheitspolitischen Nexus kann auf die Expertise von SIGA zurückgegriffen werden. Ereignisse, Berichte und Studien wurden für diese Studie bis zum 31. Dezember 2023 berücksichtigt.

Basierend auf diesen Auswertungen konnten länderspezifische Reports, aber auch qualitative Auswertungen und Interpretationen für die Studie erarbeitet werden. Methodisch wurde auf geistes- und sozialwissenschaftliche Techniken zurückgegriffen, vornehmlich auf die Explorationsmethodik, Mehrebenen- und Kontextanalyse, hermeneutisches Lesen sowie *Spin Politics*¹⁴. Die Berücksichtigung von qualitativen Methoden half den Studienautorinnen und -Autoren¹⁵ den vielschichtigen und umfassenden Textkorpus hermeneutisch zu erschliessen. Damit werden die unterschiedlichen Absichten und Intentionen, aber auch die diversen Lesearten offengelegt (vgl. *mapping*, Abb. 3). Dies ist gerade deshalb notwendig, da viele Markteinschätzungsberichte, nationale Wasserstoffstrategien und Reports grünen Wasserstoff als die Lösung für die steigende Energienachfrage sehen. Diesen *Hype* gilt es kritisch zu reflektieren.

Die Auswertungen wurden inhaltlich geclustert und in einen internationalen Kontext gestellt (vgl. 4 sowie Anhang Länderanalyse). Für die Faktenlage wurden Indexe beigezogen und eigene erstellt. Die erarbeiteten Indexe wiederum wurden für die inhaltliche Verständlichkeit und zur Synthese in geographischen Karten aufgearbeitet und zusammengefasst (vgl. SIGA-Maps¹⁶). So werden Vergleiche, komplexe Abhängigkeiten aber auch Zusammenhänge visualisiert und rasch verständlich gemacht, insbesondere zu den politisch implizierten Anforderungen an das Thema Nachhaltigkeit in seinen unterschiedlichen Facetten, insbesondere die interdependenten ökologischen, sozialen und politischen Abhängigkeiten¹⁷.

14 Erklärungen der Methoden: <https://www.globalaffairs.ch/siga/konzepte-methoden/>

15 Falls nicht anderweitig ausgezeichnet, ist bei der männlichen Schreibweise immer auch die weibliche mitgemeint.

16 Die Maps sind alle geo-referenziert und für die Studie eigens von SIGA erstellt worden.

17 In diesem Bericht werden für Umweltindexe und sozioökonomische und -kulturelle Bedingungen folgende Referenzen berücksichtigt: *United Nations SDG-Report*, *Water Stress Level 2040* (World Resource Institute), *Environmental Performance Index* (Yale Center for Environmental Law & Policy), *Varieties of Democracy Project* (University of Gothenburg) und *Global Freedom Score* (Freedom House, vgl. auch Abbildungen 5 bis 8).

1.3 Inhaltlicher Aufbau

Inhaltlich ist der Bericht in fünf Teile gegliedert. Nebst dem einführenden Teil, wird in Abschnitt 2 eine Auslegeordnung zum Thema grüner Wasserstoff erstellt. Dabei wird auf die politische Hoffnung westlicher Staaten aber auch auf die aktuelle ökonomische Realität dieses Energieträgers eingegangen. Dieses einführende Kapitel hilft, eine sachliche Auslegeordnung zu den politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen von Wasserstoff zu schaffen. In Abschnitt 3 steht die Synthese der Länderanalysen im Fokus. Für diesen Bericht wurden die Länder Marokko, Chile, Kanada, Oman, Saudi-Arabien, Namibia und Norwegen untersucht. Mit dieser Auswahl erhofft sich das BFE unterschiedliche Bedingungen, Interessen, Optionen aber auch das Risikopotential von möglichen Wasserstoffimportländern abbilden zu können. Die ausführlichen Länderanalysen sind im Anhang aufgeführt. Um Vergleiche zu ermöglichen, sind die Länderreports jeweils in die Abschnitte (a) *Nationale Wasserstoffstrategie*, (b) *Infrastrukturen, Nachhaltigkeit und Menschenrechte* sowie (c) *geopolitische Einordnung* eingeteilt. Auf eine steckbriefartige Zusammenfassung der jeweiligen Länder wird in dieser Studie verzichtet¹⁸. In Abschnitt 4 werden geopolitische Tendenzen der aktuellen Konstellationen vorgenommen und komplementieren dabei die Länderanalyse. Dabei stehen Symbolpolitik und Narrative, neue Formen der Bündnispolitik, technische Standards, sozioökonomische und -kulturelle Konstellationen sowie die globalen geopolitischen Akteure im Zentrum der Untersuchung. Mit den Abschnitten 2 bis 4 werden die Grundlagen für einen strukturierten Überblick sowie ein interdisziplinäres Risk Assessments gelegt. Im abschliessenden Abschnitt 5 werden die Erkenntnisse, Risiken und Folgen sowie Handlungsempfehlungen für die Schweiz und ihre Akteure formuliert.

Mit dieser Studie hofft SIGA einen Beitrag zur Risikoabschätzung zum Import von Wasserstoff sowie Impulse für eine informierte grüne Wasserstoffstrategie liefern zu können.

¹⁸ The World Factbook kann hier als Referenz dienen: <https://www.cia.gov/the-world-factbook/>
22/176

2 Wasserstoff Auslegeordnung

In diesem Abschnitt werden die Bedingungen und der politische Kontext von grünem Wasserstoff dekonstruiert. In Abschnitt 2.1 werden politische Hoffnungsszenarien umschrieben und vage Prognosen entwickelt. Um den Lesefluss nicht zu stören, wird auf eine konsequente Nutzung des Konjunktivs verzichtet. In Abschnitt 2.2 wird auf die aktuellen politischen Realitäten verwiesen. Dabei gibt es in der Analyse eine wesentliche Diskrepanz zwischen politischer Erwartung und ökonomischer Realität. Diese Auslegeordnung hilft, die unterschiedlichen Zielbeziehungen zu verstehen, um diese dann in einem Kontext geopolitischer Entwicklungen lesen zu können.

2.1 Politische Hoffnung

2.1.1 Energieträger für die grüne Wende

In vielen Industrienationen wird Wasserstoffenergie und insbesondere grüner Wasserstoff als wichtiger Hebel für die globale Reduktion des CO₂-Ausstosses propagiert (Gates, 2022). Entsprechend wird grosse politische Hoffnung in diesen Energieträger, die Derivate und die damit einhergehende Sektorenkoppelung (z.B. *Power-to-X*) gesteckt (IRENA, 2022). Im Grundsatz verspricht grüner Wasserstoff die Klimaziele 2050¹⁹ erreichen zu können und eine umfassende Energiewende zu ermöglichen: «(...) [Grüner Wasserstoff ermöglicht] die notwendige nachhaltige Transformation der Wirtschaft bei gleichzeitigem Erhalt der Industriestruktur, zusätzliche Arbeitsplätze und Wachstumspotenziale in einer resilienteren Ökonomie» (Kruse & Wedemeier, 2021). Damit will man Wirtschaftswachstum mit Klimazielen in Einklang bringen und sogar als sich gegenseitig befruchtend verstanden wissen. Dabei schwingt viel Optimismus mit, der mit den fallenden Kosten für erneuerbare Energie Aufwind erhält, jedoch in der Kausalitätslogik vermutlich zu kurz greift. Die Energietransformation ist komplexer und wird nicht einfach nur technisch gelöst werden können (PWC, o.D.). Die Transformation wird grössere sozioökonomische und -kulturelle Veränderungen mit sich bringen (IRENA, 2019), die wiederum auf einer internationalen politischen Ebene verhandelt werden müssen, um im Bereich der globalen Klimagerechtigkeit nicht neue unintendierte Nebeneffekte zu produzieren. Nichtsdestotrotz kann grüne Wasserstofftechnologie in dieser Transformation ein wichtiges Puzzlestück sein (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2022).

¹⁹ Die Globale Erwärmung auf nicht mehr als 1.5°C zu limitieren verlangt Null Emissionen bis 2050 (IPCC, 2021).

Im Energiemix westlicher Nationen wird grüner Wasserstoff darum gerne als komplementäres Gut zur erneuerbaren Energie verstanden; das heisst, dass die Energienachfrage für Mobilität, Heizung und öffentliche Infrastrukturen mehrheitlich aus lokal produzierter nachhaltiger und elektrifizierter Energie erbracht wird. Für die Industrie aber auch für den globalen Schwertransport könnte für die Dekarbonisierungsbemühungen grüner Wasserstoff zum Einsatz kommen. Die Schwerindustrie und der -transport gelten als sogenannte *hard to abate*-Branchen²⁰, wo CO₂-neutrale Lösungen technisch schwierig und komplex umzusetzen sind. Die Dekarbonisierung dieser Industrien kann einen gewichtigen Beitrag zur Klimawende beitragen, da sie aktuell je nach Hochrechnung zwischen 30 bis 40 Prozent für die weltweiten CO₂ Emissionen verantwortlich sind (De Chamard, 2022; WEF, 2023). Nach dynamischen Optimierungsmodellierungen geht man davon aus, dass 2050 weltweit die Schwerindustrie 42 Prozent und der globale Transport 36 Prozent der grünen Wasserstoffnachfrage ausmachen könnten (Lorentz et al., 2023)²¹. Zudem wird voraussichtlich grüner Wasserstoff auch bei der Dekarbonisierung der Elektrizitätsproduktion eine wichtige Rolle spielen (Trüby et al., 2023). Diese Aussichten machen grünen Wasserstoff bei Industrienationen zu einem wichtigen politischen Hoffungsvektor für die Energiewende und das Einhalten der Ziele des Übereinkommens von Paris 2015. In vielen Ländern gibt es entsprechende gesetzliche Anstrengungen, Rahmenbedingungen für grünen Wasserstoff zu formulieren, um sich international, politisch, aber auch wirtschaftlich in eine günstige Ausgangslage zu manövrieren.

2.1.2 Ressourcenabhängigkeit wird abgebaut

Nicht nur die technischen Möglichkeiten und die zunehmend fallenden Preise für die Produktion von grünem Wasserstoff, sondern auch die Option, dass man Wasserstoff nahezu überall produzieren kann und damit ein Wasserstoffökosystem entsteht, ist ein weiterer politischer Hoffnungsschimmer. Damit soll die Abhängigkeit von erdöl- und gasfördernden Ländern drastisch abnehmen. Zudem werden die fossilen kartellartigen Bedingungen sowie das geopolitische Klumpenrisiko – welche gewisse fossilfördernde Staaten mit sich bringen – abgebaut. Die Abhängigkeit von Lieferketten ist gerade für europäische Länder problematisch, da doch ein hoher Anteil der Ölimporte von geopolitisch instabilen Regionen stammt (Cambridge Econometrics, 2018). Das Lösen von den Bedingungen der *Organization of the Petroleum Exporting Countries* (OPEC) und OPEC+ Koalition sowie anderen Staaten (z.B. USA, China

20 Dazu gehören vornehmlich die Luftfahrt, der Schiff- und Strassentransport sowie die (Petro)Chemie, Stahl-, Zementindustrie und die Düngerproduktion (UNECE, 2023).

21 Die Berechnungen basieren auf dem HyPE (Hydrogen Pathway Explorer) - Modell von Deloitte (Lorentz et al., 2023).

oder Katar) will ökonomische Souveränität, strategischer Gestaltungsraum aber auch die politische Option der Diversifikation bilateraler Beziehungen schaffen. So ist die Kommunikation der Europäischen Kommission (EC) an die Institutionen der Europäischen Union (EU) zum Projekt *REPowerEU: Joint European Action for more affordable, secure and sustainable energy* mehr als nur symptomatisch. Dort steht in der Projektbeschreibung gleich zu Beginn: «Angesichts der Invasion der Ukraine durch Russland war die Notwendigkeit eines raschen Umstiegs auf saubere Energie noch nie größer und klarer ersichtlich als heute» (Europäische Kommission, 2022a). Mit dem systematischen Abbau der Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen wollen westliche Staaten zunehmend Handlungs- und Entscheidungskompetenz erlangen: Energieunabhängigkeit, wertebasierter internationaler Austausch und das Vorantreiben einer grünen Agenda können so ermöglicht werden. Auch die Industrie würde damit einen Anreiz erhalten, Schlüsseltechnologien eigenständig zu entwickeln und Industrieführerschaft zu erlangen respektive technologischer *front runner* (vgl. *technology maker* (Van de Graaf, 2022)) zu werden. Dies ist gerade in einer zunehmend undurchsichtigen weltpolitischen Gemengelage, wo Partner plötzlich wegfallen, sich neue Bündnisse bilden und merkantilistische Wirtschaftslogiken zunehmen, eine wirtschafts- und aussenpolitisch opportune Option. Als *technology maker* hätte man international einen vorteilhaften Macht- und Verhandlungsvektor.

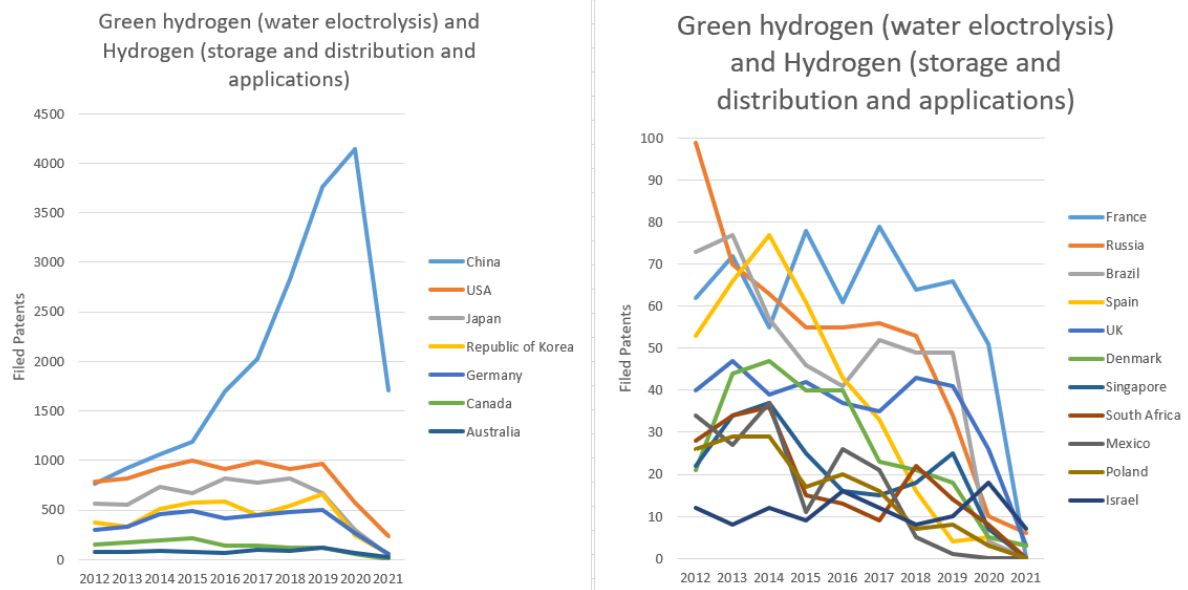


Abb. 1: Patentanmeldungen global (2012 bis 2021)

Wasserstoffpatente

Es ist augenfällig, dass in Abb. 1 China im Patentbereich die Industrienationen abhängt. Ein massives Investment in die Wasserstofftechnologie und ihre Forschung ist aber noch nicht per se mit Technologieführerschaft (vgl. technology maker (Van de Graaf, 2022) gleichzusetzen. Aus Abb. 1 ist aber ersichtlich, dass China sich stark bemüht Kerntechnologien in diesem Bereich zu entwickeln. Der abrupte Einbruch an Patenten im globalen Markt um 2020 ist bemerkenswert. Eine Erklärung konnte nicht ausgemacht werden.

Mit der Konzentration auf grüne Wasserstofftechnologie und der systematischen Entkoppelung von fossiler Energie wird ein aussen-, sicherheits- und wirtschaftspolitischer Stabilitätsfaktor geschaffen, der zu einer stärkeren Multipolarität führen kann. Mit dem Krieg in der Ukraine forciert beispielsweise die EU den Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur, um strukturell ein neues Energiesystem aufbauen zu können (Europäische Kommission, 2022b). Sie möchte dabei konkret den Import von fossiler Energie aus Russland bis 2027 stoppen (Krukowska & Nienaber, 2022)²². Der Nexus von physischen Infrastrukturen, politischen Implikationen und internationalem Energiehandel machen die Wasserstofftechnologie zum Treiber für neue Energiekonzepte mit dem Fokus auf eine offene strategische Autonomie (Damen,

²² Die operativen Leitlinien für den Systemwechsel in der EU ist im *Fit für 55* Paket und ihren zugehörigen Verordnungen zusammengefasst: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-eu-2019-green-deal/fit-55-delivering-proposals_de

2022). Diese Autonomie wird gerade in Zeiten, wo sich das fossile Energiezeitalter am Anfang vom Ende befindet²³, ein wichtiger Pfeiler für einen möglichen geopolitischen Systemwechsel.

2.1.3 Wasserstoffproduktion verhindert Kartelle

Es ist illusorisch zu meinen, dass grüner Wasserstoff unabhängig von einzelnen Ländern und von Rohstoffen produziert werden kann. Für diesen grünen Energieträger wird Wind- und/oder Sonnenenergie benötigt. Diese Energieressourcen sind oft nicht in den entsprechenden Mengen und zur gewünschten Zeit in den entsprechenden Ländern und Regionen verfügbar. Zudem braucht es sauberes Süßwasser für die Produktion von Wasserstoff. Diese Rohstoffmischung verlangt nach spezifischen physischen und geographischen Bedingungen. Oft haben gerade die Industrienationen, die auf grünen Wasserstoff als Zukunftsträger setzen, nicht die erforderlichen Voraussetzungen²⁴.

Entsprechend müssen neue Lieferketten und Rohstofflieferanten gefunden, aber auch Infrastrukturen und Versorgungskorridore auf-, um- und ausgebaut werden. Grosses Potential für die Produktion von grünem Wasserstoff ist unter anderem in Ländern des Globalen Südens vorzufinden. Dies könnte neue Handelsbeziehungen kreieren, die bei fossilen Rohstoffen in dieser Form nicht existierten.

Mit dem Handel von grünem Wasserstoff können Importländer so eine Diversifizierung ihrer Energie erreichen. Damit könnten diese Länder eine Energiehandelsarchitektur aufbauen, die nicht mehr einseitige Abhängigkeiten bedingen und von wenigen einzelnen Exportnationen bestimmt werden. Es kann als eine Entdramatisierung des geopolitischen Klumpenrisikos interpretiert werden, wo die Energieversorgung nicht als Pfand für Geopolitik gebraucht werden kann. Mit der Diversifizierung werden neue bi- und multilaterale Handelsbeziehungen ermöglicht. Ein cleverer Aufbau dieser Beziehungen schafft resiliente Strukturen und eine von geo- und sicherheitspolitischen Herausforderungen entkoppelte Energiearchitektur. Dies ist, was die EU unter *Open Strategic Autonomy* versteht: Überall dort multilaterale Kooperationen vorantreiben, wo die EU es kann und autonom agieren, wo sie es muss (Spanish Presidency of the Council of the EU, o.D.). Damit Wasserstoff nicht einfach als eine eindimensionale Im-

23 Vgl. «The United Nations Climate Change Conference (COP28) closed today with an agreement that signals the 'beginning of the end' of the fossil fuel era by laying the ground for a swift, just and equitable transition, underpinned by deep emissions cuts and scaled-up finance» (UN Climate Change News, 2023).

24 Dies ist vor allem für Länder Europas kurz- bis mittelfristig schwierig zu erreichen. Die EC hat für 2030 eine entsprechende Importstrategie aufgebaut: «The priority for the EU is to develop renewable hydrogen and it aims to produce 10 million tonnes and import 10 million tonnes by 2030» (EC, o.D.b). Bryn Pickering et al. zeigen in ihrer Studie *Diversity of options to eliminate fossil fuels and reach carbon-neutrality across the entire European energy system* von 2022, dass Europas Energiesystem bis 2050 grün und autark sein kann.

portstrategie verstanden wird, sondern eine, welche geopolitische Kontexte und geoökonomische Sonderinteressen berücksichtigt, ist die Multioptionalität der Handelsbeziehungen wichtig. Im Konkreten bedeutet dies, dass Länder bzw. deren Akteure nicht nur Importeure von Wasserstoff sind, sondern möglicherweise auch den Energieträger oder Technologien exportieren und so ihre Wirtschaftsbranchen diversifizieren können. Zudem können Regionalisierungen von Energiebeziehungen als Folge entwickelt sowie internationaler Standortwettbewerb betrieben werden (IRENA, 2022). Äusserst clever und proaktiv betreibt die Bundesrepublik Deutschland eine Energieaussenpolitik (Biogradlija, 2022). «Die diplomatischen Beziehungen zur Förderung des internationalen Wasserstoff-Markthochlaufs» (H2Diplo, o.D.) sind ihnen dabei wichtig. Ihre Wasserstoffdiplomatie wird im *H2Diplo-Projekt* zusammengefasst. Dabei setzt Berlin ganz bewusst auf bilaterale Partnerschaften: «Der kooperative Ansatz bei der Transformation des globalen Energiesystems leistet damit auch einen Beitrag zur Aufrechterhaltung von Frieden und Sicherheit» (H2Diplo, o.D.). Entsprechende Verbindungsbüros hat Deutschland in der Zwischenzeit mit Nigeria, Angola, Saudi-Arabien, Ukraine und Kasachstan aufgebaut. So hoffen sie ein resilientes Netz von Beziehungen realisieren zu können. Mit anderen Worten schafft die Wasserstoffökonomie keine komplette Unabhängigkeit, aber das strategische Ausloten von Handelsbeziehungen kreiert neue politische und wirtschaftliche Opportunitäten.

Da es sich bei der Wasserstoffwirtschaft um einen (Technologie-)Wettbewerb handelt, dessen Ausgang noch ungewiss ist, versuchen Export- wie Importländer sich strategisch in Position zu bringen. Dies vor allem auch auf der Folie, dass Kartellstrukturen sich kaum bilden werden. Grundlagen für die Produktion von grünem Wasserstoff mittels Sonnen- und Windenergie sind vielfach in unterschiedlichen geographischen Regionen vorhanden und können möglicherweise mit den entsprechenden technologischen Entwicklungen auch in Regionen mit schwachem Sonnenlicht und Windvorkommen in Zukunft gewinnbringend genutzt und gespeichert werden. Darum wird die politische Hoffnung auch darauf verwettet, dass die Wasserstofftechnologie einen fundamentalen Shift in der Energiewirtschaft liefern wird: Weder kartellartigen Strukturen noch sonstige Abhängigkeiten von Schlüsselakteuren, Organisationen und Ländern sollen eine Wasserstoffindustrie dominieren.

2.1.4 Drei Hoffnungsmomente für die Wasserstofftechnologie

Die drei Dimensionen (a) klimarettende Technologie, (b) Abbau von Ressourcenabhängigkeiten und (c) Handelsdiversifikation mit Kartellabbau sind Grundlagen der politischen Hoffnung vieler westlicher Industrienationen des Globalen Nordens. Dieses Hoffnungsnarrativ wird vornehmlich von westlichen und importabhängigen Staaten formuliert. Es ist bemerkenswert, dass der Krieg in der Ukraine aber auch

die Corona-Pandemie einen massiven Schub für die Umsetzung von neuen Energieprojekten, Infrastrukturen und Legislationen sowie Industrieprogrammen ausgelöst hat. Es scheint, dass die Klimawende heute vor allem mit dem Subtext der Versorgungssicherheit und der geopolitischen Volatilität gelesen werden sollte. Gerade die europäischen Länder, welche auf eine wertebasierte und gerechte Energietransformation setzen, können mit grünen Wasserstoffoptionen eine Wirtschafts- und Sicherheitspolitik vorantreiben, die zunehmend ihren Bedürfnissen und Vorstellungen entsprechen und so eine eigenständige und unabhängige Energieagenda mitschreiben.

2.2 Ökonomische Realität

Diese politischen Hoffungsmomente kontrastieren mit den aktuellen politischen und ökonomischen Realitäten. Den Grundlagedokumenten und der Länderanalyse ist zu entnehmen, dass grüner Wasserstoff vermutlich nicht (a) die erhoffte saubere, sichere und gerechte Energiewende, noch (b) die zunehmend geopolitische Unabhängigkeit von autoritären oder geopolitisch instabilen Staaten, noch (c) das Lösen von Kartellstrukturen oder sogenannten Pressure-Groups liefern wird. Dies die Thesen.

2.2.1 Weniger Klimaschutz, mehr Industrieprogramm

In der Analyse der politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen von Wasserstoffprogrammen wird rasch deutlich, dass es sich dabei oft um regionale oder nationale Industrie- und Wirtschaftsförderungsprogramme handelt. Indiz dafür ist unter anderem, dass die unterschiedlichen Anwendungstechnologien für Produktion, Logistik und Förderung noch nicht ausgereift und kommerziell nicht rentabel sind (Rupérez Cerqueda, 2023). Sie bedingen staatliche Anreizsysteme aber auch massive Unterstützungsbeiträge. Damit wird ein künstlicher Markt geschaffen, der mit Subventionsgelder einen Anschub leistet, der dann zu einem realen Markt entwickelt werden soll; so zumindest die politische Hoffnung (Collins, 2021a). In etlichen nationalen Wasserstoffstrategien wird folglich im engen und weiten Sinn Industriepolitik betrieben²⁵. Es geht um Anreizsysteme für Investitionen in Grundlagenforschung (Norwegian Ministry of Petroleum and Energy & Norwegian Ministry of Climate and Environment, 2020) aber

²⁵ Vgl. «An orderly transition could contribute an additional 50% to GDP by 2050 (vs 2021), two-thirds of which would come from domestic investment in hydrogen (including export infrastructure) and the rest from expanded green power capacity» (Oman Vision 2040, S. 10); «Hydrogen could accelerate Namibia's socioeconomic development. By 2030, the hydrogen industry could contribute up to US\$ 6 billion to GDP, more than 2030 GDP estimates» (Ministry of Mines and Energy Namibia, 2022).

auch industrielle Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, Schaffung von Arbeitsplätzen sowie Subventionsprogrammen und Infrastrukturen (Natural Resources Canada, 2020). Letztlich geht es in vielen Programmen darum, dass man im internationalen Wettbewerb kein technology taker wird, sondern technology maker (Van de Graaf, 2022). In *Europe's moment: Repair and Prepare for the Next Generation* geht es der EU beispielsweise darum, dass Corona-Recovery Gelder explizit für Investitionen in den Aufbau einer nachhaltigen und robusten grünen Wirtschaft eingesetzt werden (European Commission, 2020)²⁶. Die Instrumente und staatlichen Mechanismen beschränken sich aber nicht nur auf Investitionen, sondern sind vielfältig: Nebst Subventionen und Absicherungsmechanismen, geht es um Public-Private-Partnership (PPP) Schemes, Forschungsförderung sowie Policy und regulative Rahmenbedingungen für Investitionen. Es geht den Staaten darum – um in einer zukünftigen dekarbonisierten Welt – eine vorteilhafte wirtschaftliche Positionierung auf mittlere (Jahr 2030) und lange Sicht (Jahr 2050) sicherstellen zu können.

In den USA ist mittels dem *Inflation Reduction Act* (IRA) und dem *Infrastructure Investment and Jobs Act* (IIJA) bis zu USD 9.5 Milliarden für sauberen Wasserstoff zur Verfügung gestellt worden. Auch dort heisst es, dass Arbeitsplätze, Märkte und Infrastrukturen kreiert werden, aber auch werden die Produktion und die Lieferketten für die Inlandproduktion forciert (Greenacre, 2023)²⁷. Es steht wenig bis nichts, wie diese Investments operativ und konkret für die Reduktion des CO₂-Ausstosses und die Erreichung der Klimaziele eingesetzt werden. Das US Department of Energy (DoE) gibt auch zu, dass sie sich auf die Produktion und nicht auf den Downstream-Emissionseffekt konzentriert (US DoE, 2023; Bigger et al., 2022). Der *Enabling Measures Roadmap for Green Hydrogen* Report, erarbeitet durch IRENA, *World Economic Forum* (WEF) und das Beratungsunternehmen *Accenture* kommen zum Schluss, dass in der EU knapp 38 Policies – oder eben *enabling measures* – benötigt werden, um eine Wasserstoffecosphäre aufbauen zu können²⁸. Zudem stellt die EU mittels dem *REPowerEU* Programm knapp EUR 27 Milliarden für Wasserstoffinfrastrukturen zur Verfügung. Ende November 2023 hat die Kommission zudem angekündigt, dass mit der Wasserstoff-Auktionsbank Produzenten Subventionsbeiträge erhalten. EUR 800 Millionen wurden dafür zur Verfügung gestellt (Segal, 2023). Nach unterschiedlichen

26 Ähnlich setzt beispielsweise Deutschland auf Corona-Gelder, um grünen Wasserstoff voranzutreiben (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2020).

27 Zudem schreibt Michael Barnard (Clean Technica, 2021): «The best blue or green hydrogen might get down to just more expensive than current black or gray hydrogen, but only with the \$3.00 IRA subsidy. Once that subsidy goes away in 2034, lower-carbon hydrogen's price will soar».

28 Empfohlen werden unter anderem Support Mechanismen, ein neues Marktdesign, Quotas für die Industrie, Taxen für Kohlen, Elektrolyseproduktionsunterstützung sowie Gelder für Forschung und Entwicklung (Collins, 2021b; Boussidan et al., 2023).

Einschätzungen wird die Wasserstofftechnologie zwischen 2035 und 2050 marktwirtschaftlich reif sein (Lorentz et al., 2023). Bis dahin werden die Wasserstoffwirtschaft, die Produkte, Dienstleistungen und Infrastrukturen auf staatliche Unterstützung angewiesen sein. Kritikerinnen und Kritiker gehen davon aus, dass gerade wegen den staatlichen Subventionen die Preise für grünen Wasserstoff nicht fallen werden und ergo damit eine marktwirtschaftsfähige effektive und effiziente Industrie nicht nachhaltig aufgebaut werden kann. Beispielsweise gibt es zur Wasserstoffstrategie der USA hinterfragende Kommentare, die eine Strategie und eine US-Wasserstoffecosphäre umschreiben, die eigentlich für Unternehmen der fossilen Wirtschaft zugeschnitten sind (Barnard, 2023). Ähnliches kann man von Kanada lesen, dass die eigentlichen Klimaziele realpolitisch hinten anstehen (Office of the Auditor General of Canada, 2022).

Die staatlichen Anreizsysteme gehen eine technologische und wirtschaftliche Wette für eine grüne Zukunft ein. Realität ist aber vielmehr, dass die staatlichen Unterstützungsprogramme Konjunktur- aber auch Strukturanpassungsprogramme sind, die Volkswirtschaften und die existierenden, grossen Energieunternehmen im hier und jetzt ankurbeln wollen. Anders formuliert, ist die grüne Wasserstoffinitiative ein marktorientiertes Vorhaben, welches aber ein staatlich gelenktes Industrieentwicklungsprogramm zur Grundlage hat²⁹. Damit schafft dies aber auch eine künstliche Nachfrage, welche eine Wasserstoffökonomie als Ganzes und nicht nur den grünen Wasserstoff fördert: «Je stärker der Ausbau von Wasserstoffinfrastrukturen in allen Sektoren vorangetrieben wird, desto grösser das Risiko, dass diese Nachfrage (vor allem kurzfristig, aber auch längerfristig) durch 'grünen' Wasserstoff allein nicht abzudecken ist – auch nicht durch Importe, die wohl erst nach 2030 in grösserem Umfang möglich werden könnten. Dann kommen 'blauer', 'türkiser' oder gar 'grauer' Wasserstoff ins Spiel» (Thiele, 2022a).

Ein weiteres Indiz für den offenen Ausgang bezüglich Kommerzialisierung besteht darin, dass es bis anhin kaum ernsthafte Bestrebungen bezüglich systematischer technischer Standardisierung und Normfindung gegeben hat. Wenn grüner Wasserstoff ernsthaft international gehandelt und die grüne Wende Realität werden soll, braucht es verbindliche Protokolle, Standards und Regulationen für alle involvierten Akteure (IPHE, 2022). Es braucht Klarheit darüber, was produziert, transportiert und gebraucht wird (Rote, 2023).

29 «Erst wenn der Strombedarf komplett mit Erneuerbaren gedeckt werden kann, wird die breitere Anwendung von 'grünem' Wasserstoff wirklich klimapolitisch und energetisch vertretbar», so die Verfasser von *Wasserstoff und Klimagerechtigkeit* (Konzeptwerk Neue Ökonomie, o.D.)

Im Gegensatz zu anderen Bereichen und Branchen hat es so weit noch keine Nation oder supranationale Organisation auf dem Radar, mittels harmonisierten Technologiestandards und zertifizierten Produkten und Dienstleistungen den eigenen Wirtschaftsraum und die eigenen Industrieprogramme strategisch abzusichern oder an wirtschaftliche oder andere Bedingungen zu knüpfen. Es gibt zwar gewisse, vor allem privatwirtschaftliche Initiativen (vgl. *Working Group International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy* (IPHE), *CertifHy*, TÜV SÜD, *European Clean Hydrogen Alliance* (ECH2A, 2023), *The DOE Hydrogen Program's codes and standards sub-program* (US DoE, o.D.), *EU rules for renewable hydrogen* (Erbach & Svensson, 2023) oder die *Declaration* und *Joint-Agreement on hydrogen* an der COP28 (Williams, 2023)). Das Interesse dieser Industrievertreter an der Harmonisierung besteht vor allem an der Kommerzialisierung und Lieferkettenoptimierung. Dass mittels Standards und Normen geopolitische Opportunitäten für sich ausgemacht werden können, ist noch nicht lesbar, respektive auch nicht im Interesse der Wirtschaftsakteure. Ein Akteur wie China hätte hier vermutlich schon längstens die Pflöcke eingeschlagen. Es darf aber nicht vergessen werden, dass China trotzdem mit *Standard and Evaluation of Low-carbon Hydrogen, Clean Hydrogen and Renewable Hydrogen* (T/CAB 0078-2020) 2020 die ersten formalen Standardisierungsgrundlagen weltweit geschrieben hatte. Dabei ging es vornehmlich um Berechnungsmethoden für CO₂-Messungen von Wasserstoffproduktion (Yang et al., 2023). 2023 hat die *International Organization for Standardization* (ISO) nachgedoppelt und mit ISO/TS 19870:2023 eine Methodologie für die Messung von Treibhausgasemissionen im Zusammenhang mit Produktion, Lagerung und Transport festgehalten. Auf der internationalen Zertifikatsebene hat die *International Electrotechnical Commission* (IEC) zwei Zertifikate entwickelt: *Certification to Standards Relating to Equipment for Use in Renewable Energy Applications* sowie *International Electrotechnical Commission System for Certification to Standards Relating to Equipment for Use in Explosive Atmospheres*. Die *World Trade Organization* (WTO) geht hier einen pragmatischen Weg. Unter der Prämisse der *Technical Barrier to Trade* (TBT) sollten technische Regulationen keine unnötigen Hindernisse für den internationalen Handel schaffen. Somit sollten technische Fragen in Übereinstimmung mit den noch laxen internationalen Standards stehen (WTO & IRENA, 2023). Das Fehlen von systematisch und/oder laxen international verbindlichen Grundlagen ist ein Hinweis dafür, dass die flächendeckende und massive Kommerzialisierung noch für länger ausbleiben wird und es nur zweitrangig um Klimaschutz und die grüne Wende geht³⁰. Zudem führen fehlende Standards und

30 Dazu schreibt das Konzeptwerk Neue Ökonomie (o.D.): «Bei dem von Industrie, EU und [deutsche] Bundesregierung geplanten massiven Wasserstoffhochlauf drohen klimaschädliche Effekte – der vorgesehene Bedarf wird auf absehbare Zeit nicht 'grün' zu decken sein».

Normen auch zu Verzögerung von Fördermittel und damit auch zur Verzögerung von Investitionsentscheiden. Die IEA hat in ihrem Bericht *Towards hydrogen definitions based on their emissions intensity* (2023) aber auch klar zum Ausdruck gebracht, dass es aktuell keine Standards geben muss, beispielsweise für die Obergrenze der Emissionsintensität von Wasserstoffproduktion. Die Einführung von Produktpässen könnte in Zukunft helfen Standards zu definieren (IEA, 2023). Nichtsdestotrotz sollten die Regulationen und Verbindlichkeiten im jetzigen Stadium tief gehalten werden, da der Markt sich erst noch entwickeln wird. Laut WTO & IRENA (2023) ist eine dynamische Regulation zentral, um Investitionen anlocken zu können.

Für das Risikopotential deuten diese Zeichen darauf hin, dass im Wasserstoffbereich keine normierenden Machtspiele in Gang sind³¹. Die Protokolle, Standards und Regulationen werden bewusst flach gehalten, damit sich eine Dynamik der Wasserstoffecosphäre entwickeln kann. Dieser Tatsache scheinen die internationalen Akteure *tacit* übereinzustimmen.

2.2.2 Neue Pressure-Groups

Mit den Bedingungen von Wasser-, Sonnen- und Windressourcen sowie staatlichen Rahmenbedingungen wird eine grüne und marktwirtschaftliche Wasserstoffproduktion in naher Zukunft nicht möglich sein. Darum wird auch eine bündnis- und kartellfreie Wasserstoff-Wirtschaft kurz- bis mittelfristig vermutlich illusorisch bleiben. Es ist aber festzuhalten, dass Staaten stark auf bilaterale Partnerschaften³² setzen und sich engagieren eigene diplomatische Büros für Wasserstoff zu eröffnen (vgl. 2.1.3). So können politische Kartellsysteme frühzeitig umgangen werden. Durch bilaterale Partnerschaften sollen Pipelines und Infrastrukturen gesichert und stabile Marktzugänge aufgebaut werden. Die *European Hydrogen Backbone* Initiative der EU, aber auch Belgien oder die Niederlande setzen sich beispielsweise stark für Wasserstoff-Hubs mit entsprechenden Terminals und Distributionsnetzwerken ein (The Editorial Team, 2023). Mit diesen Hubs können neue Abhängigkeiten für Export- und Abnehmerstaaten formuliert, aber auch informelle Netzwerke und Bündnisse geschaffen werden, dies auch entlang der Lieferketten. Mit der Netzwerkhoheit können unilaterale Distributionskontrollen die Abhängigkeiten zusätzlich verstärken. Von geopolitischen Grosswetterlagen bestimmt, können innerhalb Europas gewisse Länder beispielsweise von der Produktion für die Elektrolyseapparate, die auf Edelmetalle ausserhalb

³¹ In anderen Sektoren und Branchen wird mittels Standards und Normen zunehmend auch Geopolitik betrieben (vgl. Telekommunikation oder im Gesundheitswesen).

³² Vgl. beispielsweise unzählige MoU welche Oman, Chile, Namibia oder Saudi-Arabien mit anderen Staaten vorantreiben.

Europas angewiesen sind, aber auch von der Verteilung von Wasserstoff ausgeschlossen werden. Generell sind die Industrienationen mit ihrem grossen Energiebedarf auf Länder angewiesen, die grünen Wasserstoff zur Genüge produzieren können und diesen auch exportieren wollen. Diese Bedingungen sind aktuell vornehmlich im Globalen Süden möglich. Es ist darum durchaus möglich, dass genau diese Länder zunehmend verstehen, dass sie zukünftig für die Industrienationen wichtige Scharnierfunktionen einnehmen können, damit Länder des Globalen Nordens ihre propagierten Klimaziele einhalten können. Es kann sein, dass afrikanische Länder eigene Bedingungen stellen oder sogar gemeinsam Voraussetzungen für die Nationen des Globalen Nordens postulieren. Vielleicht könnte die Afrikanische Union (AU) hier auch eine politische Klammer für Forderungen liefern (UN, 2022). Vielmehr ist es aber eher so, dass die exportorientierten Staaten in diesen afrikanischen Ländern von grösseren Bündnissen oder Wirtschaftsmächten umgarnt werden, welche wiederum indirekt ihre Interessen und Machtdemonstrationen durchsetzen werden; es wird in diesem Zusammenhang gerne auch von einer *Grünen OPEC* gesprochen (Rapoza, 2021). So wird China mit seiner Agenda und seinen Infrastrukturen diese Länder mittels cleverem Miteinbezug für sich zu gewinnen versuchen. Chinas *Belt-and-Road-Initiative* (BRI) oder die *Global Energy Connection*, das US-amerikanische *Blue Dot Network*, die *US-India Strategic Clean Energy Partnership* oder das *REPowerEU* Projekt der EU sind solche Projekte, wo bi- und vor allem multilaterale Beziehungen aufgebaut werden.

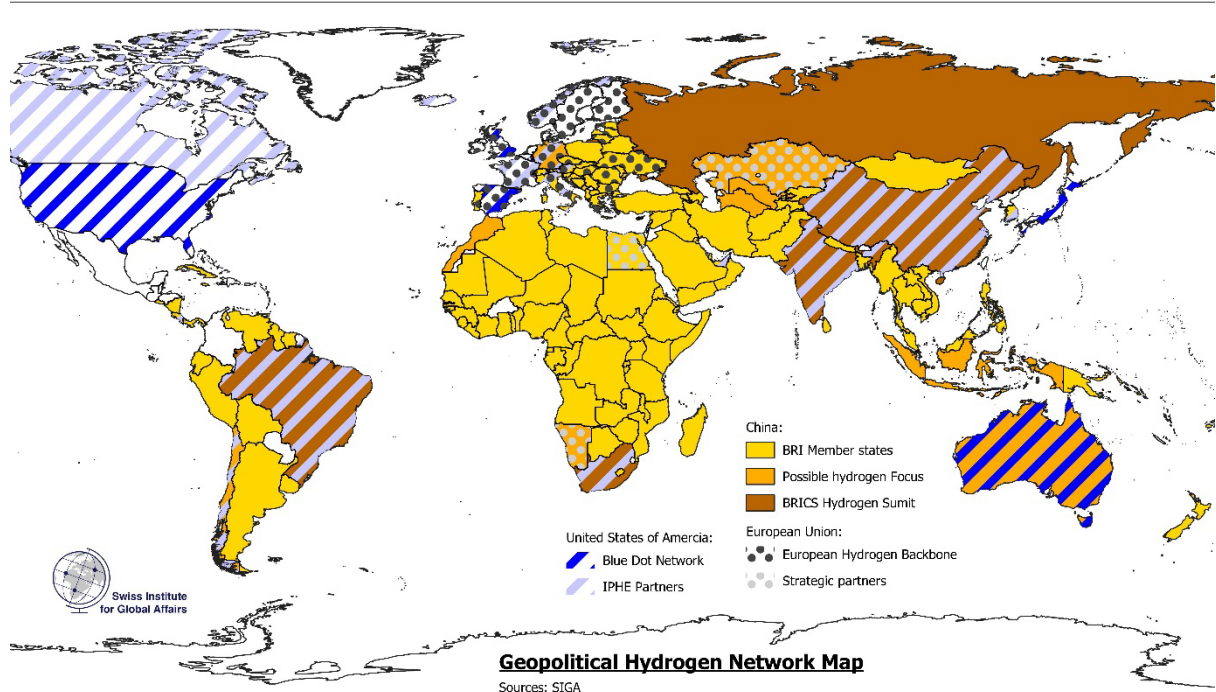


Abb. 2: Wasserstoff-Netzwerke und geopolitische Konstellationen

Globale Wasserstoffnetzwerke

Abb. 2 zeigt die unterschiedlichen Layers, wie internationale und geopolitisch motivierte Initiativen wie die BRI im Zusammenhang mit Wasserstoffinitiativen stehen. Interessant ist dabei, dass China und ihre BRI in Ländern weltweit aktiv sind und Netzwerke aufbauen, wo Wasserstoff thematisch behandelt wird. Bei der EU sind kaum solche strategischen Infrastrukturnetzwerke auszumachen. Bei den von den USA und dem Globalen Norden geführten Initiativen sind mehrheitlich westliche Staaten aktiv. Die Karte zeigt exemplarisch, dass es im Wasserstoffbereich geopolitisch einen Riss zwischen den von China und den von den USA geführten Nationen gibt. Diese Verbindungen sind aber nicht klar und fix eingeschrieben, sondern sind vielmehr ein subtiles Einschreiben für eine *gemeinsame Sache* (vgl. Spin Politics 4.1.1).

Diese losen Allianzen schaffen zunehmend neue informelle Abhängigkeiten. Diese Initiativen und Projekte schaffen nicht Kartelle im klassischen Sinne, sondern vielmehr politische und implizite Absprachen. Es ist das klassische Spiel über die Banden, wo über Wertethemen, Investitionen oder politische

Zugeständnis *de facto* Absprachen getroffen werden. Dies kann man als *Ecosphären-Diplomatie* bezeichnen. Zudem ist nicht ausser Acht zu lassen, dass gerade in dieser Ecosphären-Diplomatie via Partnerschaften, Joint-Agreements, Public-Private-Partnerships auch Formen von Abhängigkeiten geschaffen werden. So ist zum Beispiel in Chile der italienische Stromversorger *Enel*, der mit knapp 20 Prozent dem italienischen Staat gehört, in der Entwicklung der chilenischen Wasserstoffinfrastruktur involviert und setzt auf entsprechende staatlich-chilenische Unterstützung (Bartlett, 2022). Oder die Niederlande haben zusammen mit Marokko einen EUR 300 Millionen *Investment Fund* für grüne Initiativen 2023 gegründet. Der Fund wird von den Niederlanden geführt und die beiden Staaten wollen so die Kooperation in Energiesicherheit und nachhaltige Entwicklungen ermöglichen durch den Austausch von Expertise, gemeinsamen Projekten sowie Investitionen und Grundlagenforschung (Zouiten, 2023). So können nicht nur staatliche und politische Absprachen getätigt werden, sondern auch via Industriepartner technische Bedingungen und politische Forderungen vorgespurt werden. Dazu kann zukünftig auch die technische Standardisierungsthematik Grundlage für neue Formen von *Pressure-Groups* bilden. Die Hoffnung, dass die Wasserstoffökonomie Kartelle abbaut, mag man nach einer klassischen Definition bejahen, aber mit den neuen Formen von *Pressure-Groups* sind Bedingtheiten in neuem Gewand wieder gegeben (z.B. grüne OPEC). Es ist zu beobachten, dass die stärkste Lobbykraft für Wasserstoff aus der fossilen Gasindustrie kommt und die Vereinigung *Hydrogen Europe* ein Produkt der Gasindustrie ist (Corporate Europe Observatory, 2020; Corporate Europe Observatory, 2021). Im Report *The Hydrogen Hype*, geschrieben von einem Konsortium von europäischen *Non-Governmental Organizations* (NGO) kommen sie zum Schluss: «Europe has an opportunity to transform its energy system and wrestle back control from a small cartel of fossil fuel-hungry corporations but appears too afraid or unwilling to break with the status quo. Decision-makers and industry are pushing unproven technologies such as carbon capture and storage or 'green hydrogen' which can never be sustainably delivered in the necessary quantities» (Corporate Europe Observatory, 2020). Die Ecosphäre ist aber viel grösser. Auf Grundlage von *LobbyFacts* Zahlen sind in der EU 25 grosse Hydrogen-Lobbyakteure involviert (Corporate Europe Observatory, 2023). Es ist klar und legitim, dass sich Unternehmen und privatwirtschaftliche Akteure mittels Lobbyaktivitäten für Partikularinteressen einsetzen. Das Problem besteht aber darin, dass mit diesen Partikularinteressen und *Pressure-Groups* durchaus geopolitische Risiken mitproduziert werden, zum Beispiel Infrastruktur- und Fördervertragsabschlüsse von privatwirtschaftlichen Firmen mit autoritären Ländern, die für grosse Teile der Importe verantwortlich sind (Corporate Europe Observatory, 2021), aber für diese politischen Risiken nicht zur Verantwortung gezogen werden können. Privatwirtschaftliche Interessen können in Konflikt mit übergeordneten geo- und sicherheitspolitischen Parametern

tern eines Landes stehen. Es ist darum wichtig zu wissen, wer welche Interessen in dieser Wasserstoffecosphäre verfolgt. Damit kann man bessere Risikoabschätzungen aber auch Governanzkriterien formulieren.

Die bilateralen und eigenständigen diplomatischen Beziehungen entlang der Wasserstoff-Lieferkette und -Ecosphäre sowie die privaten Pressure-Groups sind als Akteure jedoch schwierig einzuordnen und anspruchsvoll für ein quantitatives Risikomonitoring, da die Volatilität der geopolitischen Gemengelage und die wirtschaftliche Komplexität massiv zugenommen haben.

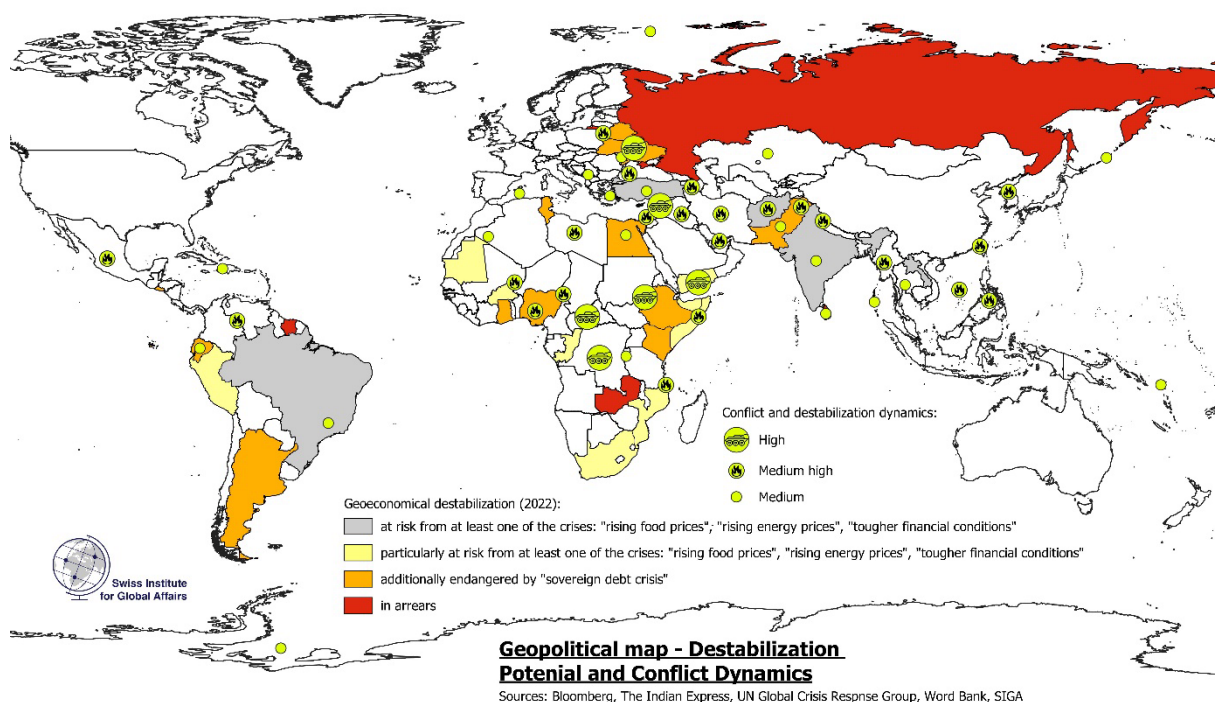


Abb. 3: Geopolitisches Mapping

Geopolitische Komplexität

Die geopolitischen Falllinien sind komplex und können nur mit Indexen und Messgrößen erklärt werden. Abb. 3 ist ein Versuch, die unterschiedlichen Vektoren der Komplexität in einer Weltkarte zusammenzutragen. Dabei sind bewaffnete Konflikte mit ökonomischen Referenzen in Verbindung gebracht worden. Der Kontinent Afrika wird dabei besonders herausgefordert, aber auch einzelne BRICS-Staaten sind mit ökonomischen Problemfeldern konfrontiert. In solchen Situationen eine nachhaltige Wasserstoffstrategie für alle Beteiligten international aufzubauen, ist komplex. Die entsprechenden Handelswege und Engpässe für internationale Wasserstofflieferketten werden zukünftige Seetransporte (z.B. Bab el-Mandeb) und Pipelines (z.B. vom Mittleren Osten) passieren müssen.

Eine weitere Form von Unsicherheit ist an die Bedingungen der Lieferketten gekoppelt. Es wird davon ausgegangen, dass für Europa der Weg des Wasserstoffs via ehemalige Gas-Pipelines preislich, geographisch, aber auch sicherheitstechnisch am interessantesten sein wird. Es ist aber nicht zu unterschätzen, dass schon länger globale Transporte via Seeweg in Betracht gezogen werden. Dies vor allem deshalb, um die Diversifizierung der Importe vorantreiben zu können. Obwohl der Transport von Wasserstoffderivaten auf dem Seeweg schwierig und kompliziert ist (Sievernich & Fokeer, 2023), keine Sicherheitsklassifikationen und Normen existieren (Depken et al., 2022) und die Forschung noch nicht weit fortgeschritten ist (Wulf et al., 2018; Noussan et al., 2020), setzen Staaten wie Australien und Chile auf Export und damit auch auf den Seeweg (Australian Government, 2023; Hart, 2023; Ker et al., 2023). Auch in anderen Nationen wie Kanada sind Exporte mittels Schiffe strategisch vorgesehen. Bei diesen Handelsrouten werden wieder Meerengnisse eine Schlüsselrolle in der Versorgungssicherheit spielen. So kommen den Staaten und Akteuren rund um die Strasse von Malakka oder beim Horn von Afrika eine wichtige Rolle zu; so müsste der Seeweg aus dem Oman in die Schweiz Bab al-Mandab, den Suezkanal und die Strasse von Gibraltar passieren. Dieser sicherheitspolitischen Komponenten sind sich regionale Akteure aber auch die Grossmächte USA und China mehr als nur bewusst. Auch dies kann zu neuen informellen Abhängigkeiten führen respektive werden vermutlich die ähnlichen oder dieselben Akteure im Lead sein, die heute schon eine aktive Seehandelsdiplomatie bewirtschaften.

2.2.3 Autoritäre Länder im Lead

Wenn man die realen ökonomischen Optionen für grünen Wasserstoff ungefiltert ausmacht, kommt man um den Tatbestand nicht herum, dass die aussichtsreichsten Kandidaten für die Schweiz aus dem Mittleren Osten kommen und oft autoritäre Staaten sind³³. Dabei ist vornehmlich Saudi-Arabien, was Marktzugang, Finanzierung, Infrastruktur- und Investitionssicherheit sowie strategisches Zugeständnis anbelangt, der interessanteste Partner. In der Antizipation darum, dass die westlichen Industrienationen keine marktwirtschaftsfähige Wasserstoff-Industrie in naher Zukunft entwickeln werden (Wolf, 2023), welche die Risiken auf sich nehmen können, sondern vielmehr auf die politischen Rahmenbedingungen und die entsprechenden Anreizsysteme warten, gehen die Staaten im Mittleren Osten beim Thema grüner Wasserstoff progressiver und strategischer vor. Sie wissen, dass sie Einkommensalternativen in einer postfossilen Welt benötigen. Aus diesen Gründen wird sehr direktiv und mit Top-down gelenkten politischen Positionen (Ansari, 2022) operiert und auch finanziert (Dokso, 2023; PIF, o.D.). Es gilt so

³³ Diese Studie stützt sich in der Beschreibung der Regime auf den Bericht von Amnesty International (2023) sowie den *Freedom House Index* und den *Human Rights Index*.

schnell wie möglich die Grundlagen für Alternativenenergieträger aufzubauen. Genügend Solarenergie, die Umrüstung von existierenden Gaspipeline-Netzwerken sowie autoritäre Regierungsführung sind gute Grundlagen für solche Vorhaben (Abuljadayel, 2022). Damit schafft man komparative Vorteile, da eine existierende Infrastruktur, ausreichender Rohstoff sowie ein Wirtschaftssystem mit Know-how vorhanden sind (Nakano, 2022). Dies alles ist für Investoren attraktiv, birgt aber erhebliches Risikopotential: « (...) 'authoritarian leader who wants to show he is in control of things', both to the world and his own population, need not even have the capability to engage in geoengineering; but rather: 'you pretend to control things, even of course if you don't control the secondary, tertiary effects. But at least you show you are moving the controls'» (Sovacool et al., 2023).

Zusammengefasst bietet gerade Saudi-Arabien dank den tiefen Kapitalkosten für internationale Investoren und Firmen aber auch Importstaaten günstige Voraussetzungen (vgl. Anhang Länderanalyse). Dies wird sicherlich kurz- bis mittelfristig attraktiv sein. Diese Voraussetzungen sind ein massiver Investitionsvorteil gegenüber rechtsstaatlichen und demokratisch-geführten Staaten. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass in naher Zukunft die wirtschaftlich opportuniste Wasserstoff-Quelle ähnliche oder die gleichen Staaten sein werden, die bis anhin schon fossile Ressourcen exportiert haben. Mittel- bis langfristig können sich aber diese Vorzeichen ändern, insofern die staatlichen Industrieprogramme des Westens und die Forschung Grundlagen für nachhaltige Lieferketten und Ecosysteme entwickelt und aufgebaut haben. Dies ist aber eine Wette mit der Zukunft.

2.3 Geopolitische Erkenntnisse

Eine grüne Wasserstoffökonomie nach marktwirtschaftlichem Zuschnitt ist aktuell fragwürdig und wird international voraussichtlich nicht vor 2050 möglich sein. Vieles hängt von den technologischen Entwicklungen, dem politischen Willen der Industrienationen, ihren Industrieprogrammen aber auch von der Risikofreudigkeit von Investoren und Grossunternehmen ab. Kurz- bis mittelfristig ist die Wasserstoffecosphäre von den geo- und sicherheitspolitischen Bedingungen und Konstellationen abhängig, wie sie die aktuelle fossile Energiewirtschaft bereits vorzeichnet. Im Konkreten bedeutet dies, dass voraussichtlich (1) dieselben Länder und Akteure – wie in der fossilen Ära – im Lead sein werden, (2) kaum eine geoökonomische Diversifizierung stattfindet und (3) grüner Wasserstoff als Lösung für die Energietransformation nur als Nebenprodukt der grünen Wende und nur unter spezifischen Voraussetzungen möglich ist. Die in Abschnitt 2.1 formulierten Hoffnungen weichen realpolitischen Interessen und Opportunitäten. Das heisst aber nicht automatisch, dass Wasserstoff als Energieträger von Ländern für

ihre geopolitische Symbolpolitik und Machtprojektionen auch tatsächlich genutzt wird. Das Risikobewusstsein wird jedoch zentral sein und die Abwägung unterschiedlicher Vektoren grundlegendes Element für eine Risikobewertung. Mit dieser These wird Wasserstoff nicht zu einer Entdramatisierung des geopolitischen Risikos beitragen, sondern vielmehr die aktuelle Situation zementieren. Staaten im Mittleren Osten werden Lieferkapazitäten definieren, da das Lieferkettenrisiko dasselbe sein wird, weil gleiche Pipelines oder gleiche Handelsrouten genutzt werden wie heute, ob auf dem Land- oder dem Seeweg. Das heisst zudem, dass die Akteure aus der fossilen Energiewirtschaft sich auch für Wasserstoff einsetzen, dies, um bestehende Systeme zu nutzen. Somit werden auch die kritischen Engpässe beim Horn von Afrika oder andernorts dieselben bleiben. Das heisst, Lieferketten werden weiterhin geopolitisch genutzt; daher ist es bemerkenswert, dass Deutschland auf strategische Partnerschaften mit Staaten wie Kanada und Australien setzt (vgl. solide und geopolitisch freie Lieferketten (Proedrou, 2023)). Und das Narrativ des grünen Wasserstoffes dient vornehmlich innenpolitischen Zwecken (BMBF, o.D). Damit Wasserstoff effektiv genutzt werden kann, braucht es eine internationale Zusammenarbeit gerade im Bereich der Standards. Hier gab es bisher kaum Entwicklungen und keine verbindlichen Anstrengungen (vgl. 2.2.1). Solange dies nicht geregelt ist, wird Wasserstoff vornehmlich Symbolpolitik sein.

2.3.1 Grüner Wasserstoff wird für geopolitische Symbolpolitik gebraucht

Die Klimaziele von Paris und die *Sustainable Development Goals* (SDG) setzen auf messbare Ziele: Netto-Null bis 2050. Gerade Industrienationen als grosse Verursacher von CO₂-Emissionen setzen mit ambitionierten Zielen und entsprechenden Strategien politisch auf eine grüne Agenda. In diesen strategischen Zielformulierungen werden Alternativenenergien und Energieträger als Lösungsoptionen skizziert. Grüner Wasserstoff ist dabei oft einer der erfolgsversprechendsten Optionen. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass die Industrienationen händelnd glaubhafte und nachvollziehbare Optionen politisch suchen und präsentieren müssen. Da ist der noch nicht stark entwickelte Wasserstoff eine gute symbolpolitische Projektionsfläche. Der Globale Süden hat diesen Druck, den die Industrienationen haben, verstanden und spielt ihren symbolpolitischen Part mit – frei nach dem Motto: *Ihr braucht die grüne Wende, wir haben die Rohstoffe und die Möglichkeiten*. So kommt es nicht von ungefähr, dass etliche Länder mit der nötigen Solar- und Windenergie ausgestattet, stark auf die Produktion von Wasserstoff setzen (vgl. Marokko, Oman, Chile, etc., Anhang Länderanalyse) und sich so als attraktiver Partner für Industrienationen positionieren. In vielen Fällen wird in diesen Ländern vor allem auf ausländische Direktinvestitionen gesetzt. Dies führt dazu, dass Regierungen nicht einmal die entsprechenden Infrastrukturen für Wasserstoff entwickeln, sondern nur gesetzliche Rahmenbedingungen und ein entspre-

chend thematisches Standortmarketing schaffen, damit ausländische Investoren und Fördergelder gewonnen werden können. Es wird auch klar darauf hingewiesen, dass auch im Globalen Süden die Staaten sich dadurch sozioökonomischen Aufschwung erhoffen (Mohieldin & Leautier, 2023). Auch hier wird im weiten Sinne Industriepolitik betrieben.

Die symbolische Komponente zielt vielmehr darauf ab, wirtschaftliche Opportunities auszuloten. Und diese Opportunities wiederum werden gerne auch an geoökonomische und -politische Bedingungen geknüpft. Gewisse Nationen schaffen diesen Seiltanz auf höchst eindrückliche Weise. So kommt es von nicht von ungefähr, dass Marokko die existierenden Gas-Pipelines, die von Algerien durch ihr Land führen, für Europa öffnet. Dies aber unter der Bedingung, dass Europa grünen Wasserstoff erhält, wenn die Nehmerländer entsprechend die politisch umstrittene Westsahara als Teil Marokkos akzeptieren (Spiegel, 2022). Dazu kommt noch der migrationspolitische Hebel. In Zeiten von Notlagen oder innenpolitischem Druck (z.B. das Erreichen von Klimazielen) werden gerne Zugeständnisse gemacht, um innenpolitisch günstige Voraussetzungen zu kreieren. Dass die Niederlanden aber auch Deutschland, Frankreich, Spanien und Portugal ein Abkommen mit Marokko abgeschlossen haben (WSRW, 2016), kann durchaus als geopolitisches Kalkül gelesen werden.

2.3.2 Neue Abhängigkeiten

Nebst den politischen Forderungen, die bei Exportstrategien in den jeweiligen Ländern mitformuliert werden, sind die klassischen Lieferkettenherausforderungen weiter anspruchsvoll. Viele Länder, die über fossile Infrastrukturen verfügen, schielen auf die Möglichkeit, die existierenden Infrastrukturen für den Transport von Wasserstoff einzusetzen. Gas-Pipelines werden voraussichtlich für den Transport nach Europa gebraucht (vgl. *Maghreb-Europe Gas Pipeline* MEG, *Medgaz* oder auch die geplante *NI-GAL* Pipeline von Nigeria via Algerien nach Europa, vgl. Anhang Länderanalyse). Damit kommen neue Akteure ins Spiel, welche als Transitpartner berücksichtigt werden müssen (z.B. Algerien). Diese wiederum können im Verbund entsprechende politische Forderungen durchsetzen. Zudem ist in der Lieferkettenpolitik zu berücksichtigen, dass auch fehlende soziale und ökologische Standards ein wichtiger Faktor sein können. In diesem Fall gilt wieder jene Form der Abhängigkeit, wo politische und physische Engrisse eine Hypothek für Importländer darstellen.

Exemplarisch für die politischen Forderungen ist der Konflikt um die Westsahara, gilt es als *Afrikas letzte Kolonie*. Dies weiss Marokko gezielt auszuspielen, indem sie den Hunger Europas nach grüner Energie geopolitisch ausspielen: (1) Abbruch der diplomatischen Beziehungen mit Spanien und Deutschland, nachdem diese beiden Nationen das Zugeständnis des US-Präsidenten Donald Trump 2020, dass

Westsahara zu Marokko gehört, kritisierten (Euractiv, 2022; Bartolomé, 2022), (2) 6'000 flüchtende Personen lässt Marokko in einem Tag in die spanische Enklave Ceuta einreisen (Kassam, 2021) und (3) zudem wurde 2021 das Wasserstoffabkommen mit Deutschland eingefroren. Ähnliches könnte sich mit Algerien ergeben, das sich nach wie vor stark an Russland anlehnt. Dies erinnert an die Haltung der Türkei zu Europa in Bezug auf die Migration oder die NATO-Erweiterung der nordischen Staaten. Die Abhängigkeiten sind bereits vorher produziert. Die Frage ist, wie will der Westen mit diesem Pfand und den Dilemmas umgehen; was sind die Risiko- und Opportunitätskosten? Dieses Beispiel zeigt, dass eine grüne Wende für den Globalen Norden nur mit Konzessionen erkaufte werden kann, gerade dann, wenn die Akteure über die entsprechenden Infrastrukturen oder Technologien verfügen (Sovacool et al., 2023).

2.3.3 Neokolonialismuskritik und Umweltbedenken sowie Menschenrechte

Dass gerade westliche Industrienationen auf Wasserstoff setzen, Importstrategien gegenüber Staaten im Globalen Süden vorantreiben (vgl. *Hydrogen Diplomacy* (Kalt & Tunn, 2022)) und so ihre grüne Agenda forcieren können, wird in unterschiedlichen Kontexten als neokoloniale Intervention wahrgenommen. Damit würden die gleichen strukturellen Abhängigkeiten geschaffen, nun aber mit anderen Vorzeichen (Thiele, 2022b; Nuñez-Jimenez & De Blasio, 2022). Es geht nicht nur darum, dass Industrienationen grüne Ressourcen *abschöpfen*, sondern dass sie mit ihren ökonomischen Interessen in den jeweiligen Ländern auch Geldflüsse, grosse Landmengen, Trinkwasser, lokale Energie und natürliche Rohstoffe für sich in Anspruch nehmen, welche dann der lokalen Bevölkerung und ihrer Ökosphäre fehlen (Real Africa Climate Summit, 2023)³⁴; es wird in diesem Zusammenhang beispielsweise auch von *green grabbing* (Saraji & Streimikiene, 2023) gesprochen. Dies produziert Ressourcenstress mit den entsprechenden Übertragungseffekten in andere sozioökonomische und -kulturelle Sphären (Linder, 2022). Konkret bedeutet dies, dass beispielsweise der Norden für seinen grünen Haushalt in Ländern des Globalen Südens auf sauberes Wasser – oft Trinkwasser – zurückgreifen muss. Und gerade in diesen Ländern herrscht oft Wasserknappheit (Lammers et al., 2023). Die gesellschaftlichen Folgen sind klar. Dies kann zu politischen Spannungen zwischen Ethnien und Bevölkerungsgruppen führen. Auch hier ist das Beispiel von Westsahara symptomatisch. Die grössten Wind- und Solarressourcen

34 So steht in der *African People's Climate and Development Declaration 2023*: «Green hydrogen for export does nothing to increase access for the 600 million Africans without access to energy. Instead, it turns our African renewable energy into an exportable commodity and ships our energy overseas. It is a neo-colonial extraction of African energy and fresh water resources. Renewable energy needs to be prioritised for domestic use, not foreign markets. Seawater desalination for green hydrogen production is also harmful for our marine ecosystem. Green hydrogen for low value-added manufacturing in Africa reproduces structural economic traps that we must overcome» (Real Africa Climate Summit, 2023).

kommen von der Westsahara. Die lokale Bevölkerung hat kaum ein Mitspracherecht (Allan et al., 2021). Auch in Chile wird die indigene Bevölkerung kaum in die Wasserstoffprojekte involviert (Campero et al., 2022). All dies führt dazu, dass die Nutzung von grünem Wasserstoff in Industrienationen als Potential für neokoloniale Interventionen gelesen werden kann. Dies befeuert unter anderem auch wieder eine antiwestliche geopolitische Haltung in diesen Regionen, die von anderen Akteuren wie Russland genutzt wird, um die eigene geopolitische Agenda zu verfolgen.

Dies wird aber weniger der Fall sein, wenn man von Anfang an in diesen Ländern hilft Infrastrukturen mitaufzubauen. Mit dieser Infrastrukturstrategie hat China schon länger Erfolg. Darum werden die Interventionen und Importe nach China weniger als neokoloniale Intervention wahrgenommen, sondern vielmehr als partnerschaftliche Zusammenarbeit (vgl. Peking versteht und verkauft die BRI konsequent als Win-Win Kooperation (English News, 2023)). Dass damit *en passant* auch Abhängigkeiten, Governanzen und Top-Down Bedingungen mitkalkuliert werden, geht geflissentlich unter, da die Partizipation etwas Verführerisches hat. Im Gegensatz dazu werden bei den westlichen Akteuren die Infrastrukturen für den Export mehrheitlich von privatwirtschaftlichen und aktionärsgetriebenen Grosskonzernen realisiert. Da stellen sich Governanzfragen, wo nicht immer klar ist, wie fest Unternehmen sich in diese Miteinmischen: «(...) whose terms determine hydrogen diplomacy (...)? Do these institutions enable mutually beneficial or asymmetrical hydrogen futures and governance processes (...)? These questions are all the more crucial since energy partnerships and hydrogen diplomacy might legitimise and obscure conflicts, exploitation, human rights abuses and (neo-)colonial occupation [sowie privatwirtschaftliche Partikularinteressen]» (Kalt & Tunn, 2022).

Mit dem Wasserstress werden nicht nur der lokalen Bevölkerung lebensnotwendige Ressourcen entzogen, sondern es werden auch Eingriffe und eine Überstrapazierung der ökologischen Bedingungen mitproduziert (El-Ghizel et al., 2021; Latemann, 2011). Damit können Ökosphären aus dem Gleichgewicht fallen sowie weitfolgende Naturkatastrophen ausgelöst werden. Beispielsweise wird das Umwandeln von Meerwasser in Süsswasser als gangbare Alternative gesehen. Aus mehreren Perspektiven ist aber der anspruchsvolle Umwandlungsprozess von Wasser problematisch. Einerseits stecken die Verfahren technisch noch in den Kinderschuhen. Auf universitärer Forschungsebene gibt es entsprechend erfolgreiche Versuche. Sie sind aber noch entfernt von kommerziellen Lösungen. Zweitens benötigt die Umwandlung von Meerwasser nochmals verhältnismässig viel Energie, was in Bezug auf die Wasserstoffthematik als widersinnig erscheint und drittens wird es durchaus als zynisch angesehen, dass die Umwandlung von Meerwasser für die Aufbereitung von Wasserstoff benötigt wird, damit die Industrienationen über genügend Energieimporte verfügen. Dass dabei die Länder des Globalen Südens das

umgewandelte Meerwasser primär als Trinkwasser benötigen könnten, geht in dieser Diskussion unter. Nachhaltigkeitskriterien und Umweltindexe sollten diese sozioökonomischen und -kulturellen Realitäten in ihre Bewertungen miteinfließen lassen. Das geschieht aktuell nicht, ist jedoch in der Motion Suter gefordert. Die kritische Auseinandersetzung mit dem Thema und eine Risikobewertung bezüglich Menschenrechten und Umweltschutz verlangen nach interdependent Analysen, beispielsweise (1) Analyse und Einschätzung von Energiequellen, die für die lokale Bevölkerung bezahlbar sind (vgl. *Energiegerechtigkeit* (Jenkins et al., 2016)), (2) Nutzung des Bodens respektive einseitige Landnahme durch Regierungen oder Unternehmen für die Errichtung von Solarpanels und Windturbinen, welche auch für die Beackerung des Landes genutzt werden könnte (vgl. *Umweltgerechtigkeit* (Pellow, 2017)) und (3) Umgang mit den Wasserressourcen, wer erhält das knappe Gut (vgl. *Klimagerechtigkeit* (Sultana, 2021) ?) Auch könnte man von *juristischer Gerechtigkeit* sprechen, denn oft haben die lokalen Bevölkerungsschichten im Globalen Süden kaum Kenntnisse über ihre Rechte und können entsprechend auch nicht einklagen. Sozialanthropologische Ansätze, politische Ökologie und kritische Geographie haben hierzu methodische Konzepte, um die Interdependenzen und Effekte von grünem Wasserstoff besser verstehen und einordnen zu können. Ohne eine solch kritische Einordnung, darf sich der Westen nicht wundern, wenn der neokoloniale Beigeschmack bleibt und in den Gesellschaften des Globalen Südens verankert bleibt.

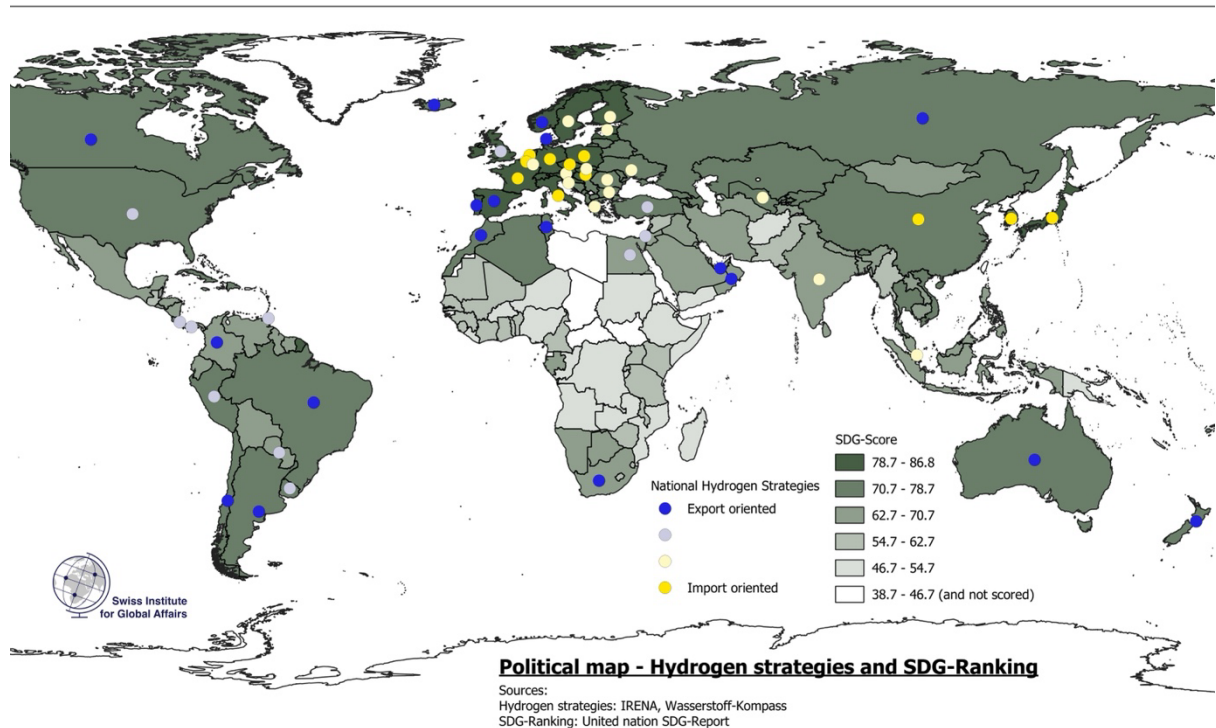


Abb. 4: Wasserstoffstrategien und SDG-Ranking

Konnex SDG und Wasserstoff

Mit welchen Messgrößen die SDG-Scores gemessen werden, ist interessant. Die Zahlen beziehen sich auf UN-Daten und es ist anzunehmen, dass etliche Technologieelemente und -entwicklungen zu den positiven SDG-Treiber dazugezählt werden (dies führt dazu, dass China oder Staaten im Mittleren Osten positiv im SDG-Ranking abschneiden, vgl. Spin Politics 4.4.1). Mit Abb. 4 wird augenscheinlich, dass es einen Konnex zwischen Ländern gibt, die sich stark für die SDG einsetzen und auch das Potential ausschöpfen Wasserstoff zu exportieren.

Das Zertifizierungsschema der EU *CertifHy* berücksichtigt beispielsweise diese sozialen Faktoren gar nicht (*CertifHy*, o.D.). Eine Erweiterung der Kriterien – vor allem die Berücksichtigung der strukturellen Ungleichheiten sozialer und ökologischer Natur (Du Toit, 2005) – ist notwendig, wenn glaubwürdige Wasserstoffdiplomatie betrieben werden soll. Im wissenschaftlichen Diskurs wird darum auch im Theoriekomplex des *Ökologischen ungleichen Austausches* die kritische Dimension dieses Energieexports konzeptualisiert: «Ecologically uneven exchange takes place when there is a net flow of materials,

energy and labour embodied in internationally traded commodities from one place to another» (Hornborg, 1998). Dazu gehören auch der Einbezug von Machtkonflikten und asymmetrische Vorteile zwischen Staaten, Unternehmen und der Bevölkerung (Dorn & Huber, 2020). Der Ressourcenbezug aus Ländern des Globalen Südens produziert Nebeneffekte, die politisch, gesellschaftlich und wirtschaftlich oft zu deren Nachteilen führt (Hayns, 2016; Gilmartin, 2022)³⁵. Konfliktgeladene Zielbeziehungen tauchen auf, die sich mit Indexen und Labels weder beantworten noch klassifizieren lassen. Mit Schwerpunkt und einseitiger Bewertung von grüner Energie werden herkömmliche Energieressourcen – gerade für die lokalen Bevölkerungen – in der Bewertung oft vernachlässigt.

Dieses *greenwashing* kann rasch einen medialen, aber auch geopolitische Bumerang-Effekt auslösen (vgl. *Staaten des Globalen Südens bezichtigen Europa der Doppelmoral: Demokratie und Menschenrechte versus Energieabsicherung*, vgl. 3.2), wie der unkritisch hinterfragte Import von russischem Gas nach Europa. Die Kosten-Nutzen-Rechnung respektive der *Return on Invest* (ROI) ist ökonomisch einseitig und gerade bei einem solch komplexen Themen zu kurz gegriffen in der Erklärung. Ein ganzheitliches Riskmanagement fehlt. Der deutsche *Sachverständigenrat für Umweltfragen* (SRU) fordert darum das Label *dunkelgrünen Wasserstoff* einzuführen. Dieser soll die sozialen und ökologischen Folgen miteinbeziehen (SRU, 2021).

Für eine Risikoabschätzung bezüglich Menschenrechts- und Umweltstandards sind Metaindexe wie *Human Rights Index* (HRI), der *Global Freedom Score* (GFS), SDG-Ranking oder *Environmental Performance Index* (EPI) gute Referenzgrößen. Für die konkreten Wasserstoffimportstrategien aus den jeweiligen Ländern sind diese Ordnungsgrößen aber nur relativ. Wie ausgeführt, hängt die soziale, ökonomische und ökologische Perspektive vielmehr von den konkreten Beispielen, Kontexten und auch mit den impliziten Machtstrukturen zusammen. Nur eine interdisziplinäre und mehrdimensionale Analyse kann fallabhängig die Risiken und Folgeabschätzungen von Menschenrechtsproblemen, sozialen und ökologischen Ungerechtigkeiten sowie ökonomischer und juristischer Exklusion fassen. Dies ist

35 Hamza Hamouchene des *Transnational Institute* sagt dazu exemplarisch: «In order to meet Europe's hydrogen demand, Morocco would need to install sixty-two times the capacity of the Ouarzazate solar plant. You also have to remember the amount of water that will be required to produce this hydrogen. Where is that going to come from? There is a lot of talk about desalination plants, on top of all this, to purify seawater, but this would then necessitate further energy production to power these plants. I don't see how any of this is sustainable. But that is what happens when you only think in terms of exports and simply see the Sahara as an empty space from which to extract value — you don't take into account local communities, their livelihoods or welfare» (Gilmartin, 2022).

jedoch nicht nur aus altruistischen Gründen relevant, sondern diese Aspekte sind auch Indizien für weitreichende Risiken, wie etwa Reputationsrisiken, wirtschaftliche Risiken aufgrund von politischen Instabilitäten und geopolitischem Beeinflussungspotential.

2.3.4 Bedeutung für die Schweiz und ihre Akteure

Mit dieser Auslegeordnung wird klar, dass beim Thema Wasserstoff heute zahlreiche geopolitische Komponente mitschwingen. Gerade durch den Krieg in der Ukraine wird der Nexus von Energielieferketten und Geopolitik akzentuiert. Mit dem innenpolitischen Druck hin in Richtung grüne Wende sind Industrienationen und auch die Schweiz angehalten Lösungen im Energiebereich zu finden, die wiederum neue Dilemmas mit sich bringen. Der Import von grünem Wasserstoff ist dabei ebenfalls risikobehaftet. Diese Risiken haben weniger mit der rein technischen Dimension zu tun, sondern vielmehr mit den geopolitischen, sozioökonomischen und ökologischen Ebenen. Die in Betracht kommenden Exportländer – das sind vornehmlich Staaten aus dem Nahen Osten und Nordafrika – bringen komplizierte Beziehungen mit sich, wo Menschenrechtsthemen, ökologische Standards, geopolitische Verstrickungen und die politische Sicherheit als problematisch taxiert werden müssen. Zudem sind diese Länder, gerade auch durch das Umwerben von anderen Grossmächten und Regionen (z.B. BRICS+ Staaten, BRI, etc., vgl. 4.2), sich ihrer neugewonnen Position bewusst. Es ist aber auch zu bemerken, dass Länder wie Kanada bei genauerer Betrachtung ebenfalls hinter ihren eigenen Kriterien und Standards zurückfallen. Die Schweizer Akteure benötigen für nachhaltige grüne Wasserstoffimporte Systemstabilität und ein geopolitisches Riskmanagement. Damit die Bedeutung des Imports von grünem Wasserstoff aus unterschiedlichen Ländern eruiert und die Risikoabschätzung konkretisiert werden kann, hilft die vertiefte Analyse der untersuchten Exportländer (vgl. Anhang Länderanalyse).

3 Länderanalyse

Um die Risikoanalyse von Exportnationen zu verfeinern ist eine vertiefte Kontextanalyse hilfreich. Für diese Studie wurden sieben Länder ausgewählt, die die Chancen und Risiken von möglichem Wasserstoffimport aufzeigen. Die Auswahl der Länder wurde in enger Absprache mit dem BFE getroffen. Es wurden Länder ausgesucht, die für die Wasserstoffecosphäre repräsentativ und für die Schweizer Energiewirtschaft als Importeurin interessant sein könnten. Andere Länder, die in dieser Analyse nicht berücksichtigt wurden, können auch zu den potentiellen Exporteuren gehören und für Schweizer Akteure

interessant sein. Zudem wurde darauf geachtet, dass die Länderauswahl unterschiedliche geographische und klimatische Regionen, politische Eigenarten und Eigenschaften, diverse Infrastrukturbedingungen sowie Umwelt- und Menschenrechtsstandards berücksichtigt. Mit der Untersuchung dieser Bedingungen kann eine differenzierte Risikoanalyse vorgenommen werden.

Konkret wurde mit Kanada eine westliche Industrienation ausgewählt, welche demokratische Grundwerte und einen internationalen Liberalismus widerspiegelt. Kanada gehört der westlichen Einflussphäre an, zu der auch die Schweiz gezählt wird. Das Land fördert explizit mit einer nationalen Strategie den Ausbau einer Wasserstoffindustrie mit Exportoptionen. Den Import von kanadischem Wasserstoff in die Schweiz ist darum eine prüfenswerte Option, aber nur mittels des technisch anspruchsvollen Seeweges möglich. Diese Dimension sollte bei Importen mitberücksichtigt werden. Marokko liegt im Gegenzug dazu geographisch für die Schweiz günstig, da es auch über existierende Pipeline-Infrastrukturen verfügt. Als nordafrikanisches Land, welches sich politisch transformieren und öffnen will und zugleich in alten monarchischen Strukturen verharret, ist das *hybrid regime* (Colombo, 2023) Marokko eine interessante Prüfoption. Als politisch eher stabil und transparent gilt das subsaharische Namibia. Obwohl die Handelswege hier lang sind und vermutlich ebenfalls nur der Seeweg in Frage kommt, ist die geopolitische Exponiertheit des Landes interessant. Als ehemalige Kolonie Deutschlands hat Namibia intakte Beziehungen zu Deutschland und Europa, aber auch die Beziehungen zu China scheinen sich zu entwickeln. Dies ist ein Land aus dem Globalen Süden, welches als Fallbeispiel für das Austarieren unterschiedlicher geopolitischer Ordnungsprinzipien steht. Mit Norwegen hat man einen europäischen Akteur, der historisch stark in die fossile Energieförderung investierte, eine entsprechende Expertise aufgebaut hat und bis dato erfolgreich ist. Als windreiche Gegend ist es interessant zu analysieren, wie Oslo grünen Wasserstoff in seine Energiestrategie einbauen will und was sie für Exportpläne haben. Aufgrund der EFTA kann Norwegen ein interessantes Importland für Schweizer Akteure sein. Mit Chile wird in der Studie ein südamerikanisches Land mitberücksichtigt. Es ist ein Land, welches den Export explizit vorantreibt, den Austausch mit Europa intensivieren will und zugleich die Kontakte mit China vertieft, dies auch um geopolitisch unabhängiger von den USA zu werden. Chile ist ein weiterer Fall eines Landes des Globalen Südens mit Exportabsichten. Mit Oman und Saudi-Arabien werden in der Analyse zwei klassische fossile Exportländer berücksichtigt. Sie wurden ausgewählt, da sie explizit auf Wasserstoff setzen und den entsprechenden Handel forcieren wollen. Interessant sind die Fallbeispiele aus dem Mittleren Osten, da sie historisch auf fossile Energie aufgebaut haben und für sich ihre eigene Transition in eine postfossile Wirtschaft definieren müssen. Saudi-Arabien hebt zudem hervor, auf seine langjährige Expertise in der Energiewirtschaft setzen zu können. Das ist ein Aspekt, den Namibia bei-

spielsweise als komparativen Vorteil nicht einbringen kann. Die beiden Golfstaaten sind bezüglich Menschenrechtsstandards vorbelastet, wie Berichte von Amnesty International (2023), der *Freedom House Index* (Freedom House, 2024a&b), sowie der *Human Rights Index* (Our World in Data, 2023) aufzeigen. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass man diese Länder mitberücksichtigt und auf ökologische und menschenrechtliche Standards prüft³⁶. Selbstredend hätte die Analyse um weitere Länder ergänzt werden können. China, die USA oder Australien wären sicherlich interessante Prüfkandidaten gewesen: Australien deshalb, weil es günstige Voraussetzung für grünen Wasserstoff vorweist und explizit auf eine Exportstrategie setzt, die USA, weil sie geopolitisch ein Schwergewicht sind, über eine etablierte Energiewirtschaft verfügen und ihre weltpolitischen Handlungen die westlichen Länder direkt oder indirekt beeinflussen sowie China, eine aufstrebende geopolitische Instanz, welche explizit auf Wasserstoff als zukünftigen Energieträger setzt. Die entsprechenden Patentanmeldungen sind für China ein starkes Indiz dafür (vgl. Abb. 1).

Die Länderanalyse berücksichtigt jeweils drei inhaltliche Bereiche: (a) nationale Strategie und Absichten, (b) Infrastrukturen, politische und gesellschaftliche Kontexte sowie Menschenrechts- und Umweltstandards. Im letzten Teil geht es um die (c) geopolitische Einordnung der jeweiligen Länder. Die Erkenntnisse und Schlussfolgerungen der jeweiligen Analysen werden in Abschnitt 4 in Vergleich zu weltpolitischen Entwicklungen gestellt, vor allem auch zu den neuen Paradigmen der Geopolitik (vgl. *Grüne Geopolitik, Ecosphären-Diplomatie* 4.2 sowie *Swing State Paradigma* 4.3.2).

Importe ohne Risiken sind illusorisch. Jeder Import hat spezifische Herausforderungen, die unterschiedliche Abwägungen mit sich bringen. Zwei Risikomatrizen sollen helfen summarisch die Erkenntnisse am Schluss des Abschnitts visuell zusammenzufassen, so natürlich auch das eigens für die Studie erstellte Kartenmaterial. Nichtsdestotrotz ist ein eins-zu-eins Vergleich respektive eine quantitative Komparatistik nicht möglich. Die tabellarischen Zusammenfassungen und die Karten sollen aber zur Übersicht dienen und einen qualitativen Vergleich ermöglichen.

36 Auch Australien und die USA hätten in Betracht gezogen werden können. Mit Kanada werden die nordamerikanischen Bedingungen gespiegelt, auf eine vertiefte Analyse der US-amerikanischen Verhältnisse wurde verzichtet. Australien verfolgt sehr aktiv eine Wasserstoffstrategie. Da Seewege als Handelsrouten noch unsicher und kostspielig sind, der Seeweg von Australien nach Europa und die Schweiz sehr weit ist und eine Kommerzialisierung mittelfristig nicht auszumachen ist, hat man in der Studie auf das Fallbeispiel Australien verzichtet.

3.1 Strategien und Absichten

In allen untersuchten Ländern ist der Export ein mittel- bis langfristiges Ziel. Operativ will man zuerst eine inländische Wasserstoffindustrie mit den dazugehörigen Infrastrukturen bis circa 2030 aufbauen. Anschliessend sollte der Wirtschaftskluster ausgebaut werden, so dass genügend privatwirtschaftliche Akteure mitinvolviert sind, dass marktwirtschaftliche Bedingungen formuliert werden können und der Export zwischen 2040 und 2050 möglich sein sollte. Marokko und Kanada haben zeitliche Meilensteine festgesetzt, die aber so weit in der Zukunft liegen, dass es sich dabei um höchst hypothetische Ziele handelt. Kanada will zwischen 2030 und 2050 die Kommerzialisierung und Expansion vorantreiben und Marokko will ab 2040 exportieren. Skeptisch einzuordnen ist ebenfalls Chiles Zeitplan. Ab 2030 wollen sie exportieren und zu einem führenden Anbieter von grünem Wasserstoff werden. Dies ist nicht nur zeitlich sehr ambitioniert, sondern vermutlich auch wirtschaftlich und technisch illusorisch. Die anderen untersuchten Länder haben für den Export keine spezifischen oder nur vage Zeitpläne vorgelegt. Die Golfstaaten sind generell zurückhaltend mit strategischen Verpflichtungen und klaren Roadmaps.

Die Entwicklung der Wasserstoffindustrie ist in erster Linie ein staatlich gefördertes Programm mit direkten oder indirekten Industrie- und Strukturwandelimpulsen. Dies kann man aus allen Strategien herauslesen; so wird beispielsweise ausgeführt, dass nebst der grünen Wende 350'000 neue Arbeitsplätze in Kanada (Government of Canada, o.D.) sowie 2040 600'000 Stellen in Namibia, inklusive Stimuli der sozio-ökonomischen Entwicklung, entstehen sollten. In den Strategien wird ein linearer Aufbau dieser Industrie beschrieben. Diese Weissbücher und Strategien sind aber als Visionspapiere zu lesen, da die technologischen, politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen kaum auf eine existierende wasserstoffbasierte Gesellschaft ausgerichtet sind. Es kommt nicht von ungefähr, dass die Golfstaaten entsprechend ihre Weissbücher nicht als Strategien, sondern als Visionen betiteln (vgl. Anhang Länderanalyse: *Oman Vision 2040* sowie *Saudi Vision 2030*). Mit Visionsentwürfen wird eine lineare Entwicklung nur theoretisch möglich sein.

Der Aufbau der Wasserstoffindustrie ist vielmehr eine Wette mit der Zukunft, der sich narrativ aber niemand verschliessen kann. Man möchte nicht als Verhinderer einer grünen und gerechten Wende gebrandmarkt werden. Dieser symbolische Druck zwingt Länder risikointensive Wasserstoffprogramme und -initiativen in Angriff zu nehmen, obwohl die strategischen Ziele eigentlich noch vage sind. Da die Wette mit der Zukunft Gewinner und Verlierer produzieren wird, ist man in vielen Ländern zögerlich, zu fest und zu einseitig in diesen Energieträger zu investieren. Nebst Industrieförderprogrammen, die nicht nur zwingend der Wasserstoffecosphäre zugutekommen, haben die untersuchten Länder vor allem rechtliche Rahmenbedingungen geschaffen (vornehmlich erleichterte Investitionsschemen), wo man

hofft, dass privatwirtschaftliche Akteure als Akzeleratoren unterstützend dazukommen werden. Diese konkrete Art der Förderpolitik ist, in abgeschwächter Form in Kanada und Norwegen, bei allen untersuchten Ländern abzulesen. Marokko, Chile und Namibia brauchen private und ausländische Direktinvestitionen, um eine Ecosphäre überhaupt aufbauen zu können. Es kommt daher auch nicht von ungefähr, dass die EU sich in diese Länder investiert. Interessant ist, dass das finanziell potente Saudi-Arabien ebenfalls auf ausländische Investitionen schießt. Das hängt vermutlich damit zusammen, dass das Risiko und der Trade-off von grünem Wasserstoff hoch ist. Dieses Risiko will Saudi-Arabien vermutlich nicht alleine tragen. Wenn Saudi-Arabien sein finanzielles Risiko diversifiziert, ist anzunehmen, dass dies weniger potente Staaten ebenfalls tun werden.

Wie aus der Analyse ersichtlich und auch mehrmals schon ausgeführt wurde, ist ein grüner Wasserstoffexport – ohne staatliche Unterstützung – in absehbarer Zeit kaum möglich. Was eher möglich sein wird, ist die Entwicklung einer blauen Wasserstoffindustrie. Dies ist der Grund, wieso sich die Gasindustrie in dieses grüne Wasserstoffnarrativ investiert. Mit den existierenden Gasförderinfrastrukturen und Know-how kann der Energieträger Wasserstoff durchaus ein weiteres Geschäftsfeld für die fossile Industrie sein³⁷. Blauer Wasserstoff hat hier das Potential als Lösung und Energieträger zu dienen. Als Kandidaten für den Export von blauem Wasserstoff sind Kanada (Teichmann et al., 2021), Norwegen und Saudi-Arabien hervorzuheben. Eine grüne Wende und das volle Commitment für deren operative Umsetzung ist auch in diesen Ländern nur bedingt vorhanden. Das kanadische Office of the Auditor General hält fest, dass Kanada intransparent und ohne eigentliche Ziele die Projekte vorantreibt und die *Nationally Determined Contribution (NDC) highly insufficient* sind.

Nach der Lektüre der jeweiligen nationalen Wasserstoffstrategien kann man festhalten, dass die meisten Länder Grundlagen schaffen wollen für eine mögliche Entwicklung in ein Wasserstoffzeitalter. Niemand möchte sich bei diesen Zukunftsaussichten aber die Finger verbrennen. Zudem scheuen Staaten, Unternehmen und Verbände das schwierig kalkulierbare Risiko.

Ist es darum wahrscheinlich, dass sich kurz- bis mittelfristig eine grüne Wasserstoffindustrie mittels PPP-Schemen entwickeln könnte? Das Beispiel von Marokko ist dabei exemplarisch hervorzuheben³⁸.

37 Blauer Wasserstoff gilt für die Europäische Kommission als CO₂ arm (EC 2021, 14. April), ist jedoch generell ein strittiges Thema (vgl. [Positionspapier](#) BFE und BAFU).

38 «As part of the Africa-EU Green Energy Initiative, preparations are underway for building a Power-to-X (P2X) hydrogen power reference plant (Private-Public-Partnership, PPP), in an effort to strengthen Morocco's position in this promising sector. As a first step, a call for proposals is being prepared. The project is fully in line with European and German hydrogen strategies and will be facilitated through the German involvement. Volume of the project is grant of up to USD 110 million (EUR 100 million) in order to de-risk and facilitate the PPP approach, helping to attract private investment and to create a green hydrogen economy in Morocco» (EC, o.D.a).

Das hier zum Teil auch divergierende Partikularinteressen bei PPP-Projekten mitschwingen, macht die Sache nicht leichter. Private Investoren sind an ROI Logiken interessiert und staatliche Akteure möchten günstige und/oder strategische Rahmenbedingungen schaffen. Diese Risiken sind in einem weiteren Assessment zu berücksichtigen.

3.2 Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte

Für den Export von grünem Wasserstoff sind natürliche Bedingungen aber auch existierende Pipeline-Infrastrukturen von Vorteil. Zudem stützt eine forschungs- und entwicklungsorientierte Industrie die Entwicklung dieser Branche. Diese Kontextbedingungen können entsprechend ein Asset in der Risikobewertung sein. Mit diesen Vorteilen versuchen Marokko und Saudi-Arabien, aber auch Kanada und Norwegen zu punkten. Die existierenden marokkanischen Pipelines, die direkt nach Europa führen, sind hier besonders zu erwähnen. Nur ist es wissenschaftlich nicht vollumfänglich erhärtet, dass Gas-Pipelines problemlos für Wasserstoff gebraucht werden können. Es bestehen beispielsweise Risiken der Versprödung der Pipelines und einer Verschlechterung der Widerstandsfähigkeit des Materials (Nykyforchyn et al. 2021). Ausserdem müsste man eventuell Verdichterstationen auswechseln (Wachsmuth et al. 2023). Entsprechende Modifikationen sind nötig und man rechnet, dass erhebliche Verluste der geförderten Energie resultieren. In diesem Sinne ist die existierende Infrastruktur nur ein relativer Vorteil. Vielleicht ist der Aufbau einer komplett neuen Infrastruktur sogar zielführender, da sie besser auf die Bedingungen des Wasserstoffs abgestimmt sein können. Hier könnte die geplante Wasserstoff-Pipeline des *India-Middle East-Europe Economic Corridor* (IMEC) Saudi-Arabien in den Fokus der Förderung rücken (Khan, 2023). Dies ist aber zum heutigen Zeitpunkt eine spekulative Annahme.

Trotz dem PR-Event, wo Saudi-Arabien mit dem staatlichen Ölonternehmen *Saudi Aramco* Wasserstoffderivate nach Japan verschiffte, bleibt der Transport auf dem Seeweg gefährlich. Der Import von kanadischem, chilenischem oder omanischen Wasserstoff (respektive dessen Derivate) per See wird mittelfristig problematisch bleiben³⁹. Diese Faktoren müssen berücksichtigt werden, wenn man ein Assessment bezüglich Infrastrukturen vornimmt.

Einen Stimulus für eine Wasserstoffindustrie treiben Kanada und Norwegen stark auch mit der Förderung von Wissenschaft und Innovation. In diesen Ländern wird versucht mittels Grundlagenarbeiten und

³⁹ In den jeweiligen Strategien wird kaum auf die technischen Risiken von Seetransporten hingewiesen. Ein gesondertes und technisch vertieftes Risiko-Assessment sowie die Einführung von Standards für Speicherung und Transport ist für einen möglichen Import dringend notwendig: <https://www.azom.com/news.aspx?newsID=58971> (vgl. zudem Depken et al. 2022).

angewandter Forschung die eigene Industrie auf den Wasserstoffplan zu heben. Um Cluster-Effektivität zu erreichen, braucht es eine *triple helix structure* (Holbrook et al., 2010) von Akademie, Industrie und Verwaltung. Mit diesen Strukturen versuchen diese Länder die Wasserstoffindustrie nachhaltig aufzubauen. In Ländern wie Chile, Marokko oder Namibia ist man auf den Einkauf von Know-how angewiesen. Dies erschwert den Know-how-Aufbau, den eine nachhaltige Industrie benötigt. Dies gilt es in einer Risikoprüfung ebenfalls zu berücksichtigen.

Der Einfluss des Cyberspace auf diese Themen wird selten verhandelt, sollte aber nicht unterschätzt werden. Hier wäre ein zusätzliches Risiko-Assessment bezüglich Cyberschutz vorzunehmen. Die Steuerung von Pipelines funktioniert nicht ohne IT-Infrastrukturen (Lau, 2023). Um den Rahmen dieser Studie nicht zu sprengen, wurde dieses Thema in der Analyse nicht berücksichtigt. Für ein technisches Risiko-Assessment wäre dies aber nicht unwesentlich, da Akteure auch geopolitisch sich via Cyberspace strategische Opportunitäten sichern. Bei einem Import aus Marokko oder Norwegen mittels Pipelines wäre also eine Cyberrisikoanalyse dringend notwendig.

Auf die Infrastrukturbedingungen folgend sind die finanziellen Opportunitäten ein weiteres Element für das Risikomanagement. Für private Investoren ist der ROI die entscheidende Investitionsgrundlage. So schaffen Staaten mit günstigen Rahmenbedingungen Eckwerte, die der Berechnung der Risikofolgeabschätzung für Investoren dienlich sind. Der Aufbau und die Mitfinanzierung von Hydrogen-Cluster (vgl. Marokko, Kanada, Oman und Norwegen), PPP-Schemen (vgl. Marokko, Chile, Kanada, Namibia), Investitionsprogrammen (z.B. Moroccan Offer), Auktionen (vgl. Oman, Namibia) oder Vereinbarungen mit ausländischen und/oder supranationalen Organisationen (vgl. Marokko, Chile, Kanada, Saudi-Arabien, Namibia) sind hier die Anreizsysteme für potentielle Investitionen. Die Golfstaaten sowie Marokko, Chile und Namibia versuchen die Rahmenbedingungen für ausländische Investitionen so günstig wie möglich zu gestalten.

Das hohe Potential für Wind- und Sonnenenergie ist für Chile, Marokko, Namibia, Oman und Saudi-Arabien ein wichtiger komparativer Vorteil. Dies macht die Produktion von grünem Wasserstoff einfacher. Gerade die Mixtur von günstiger Solar- und eher teurer Windenergie sind essentielle Grundlagen für grünen Wasserstoff. Das Problem ist aber, dass gerade in diesen Ländern der dritte benötigte Rohstoff für Wasserstoff spärlich vorhanden ist. Damit grüner Wasserstoff produziert werden kann, muss man in diesen Ländern Salz- in Trinkwasser umwandeln. Dies bindet unterschiedliche Ressourcen und löst zusätzlichen Wasserstress mit entsprechenden gesellschaftlichen Übertragungseffekten aus (vgl. Privatisierung von Wasser in Chile oder fehlendes Wasser für die Landwirtschaft, Anhang Länderanalyse).

Zudem sind Entsalzungsanlagen mit ihren Salzlaugen für die Ökosphäre höchst problematisch und verursachen zusätzlichen Energiebedarf.

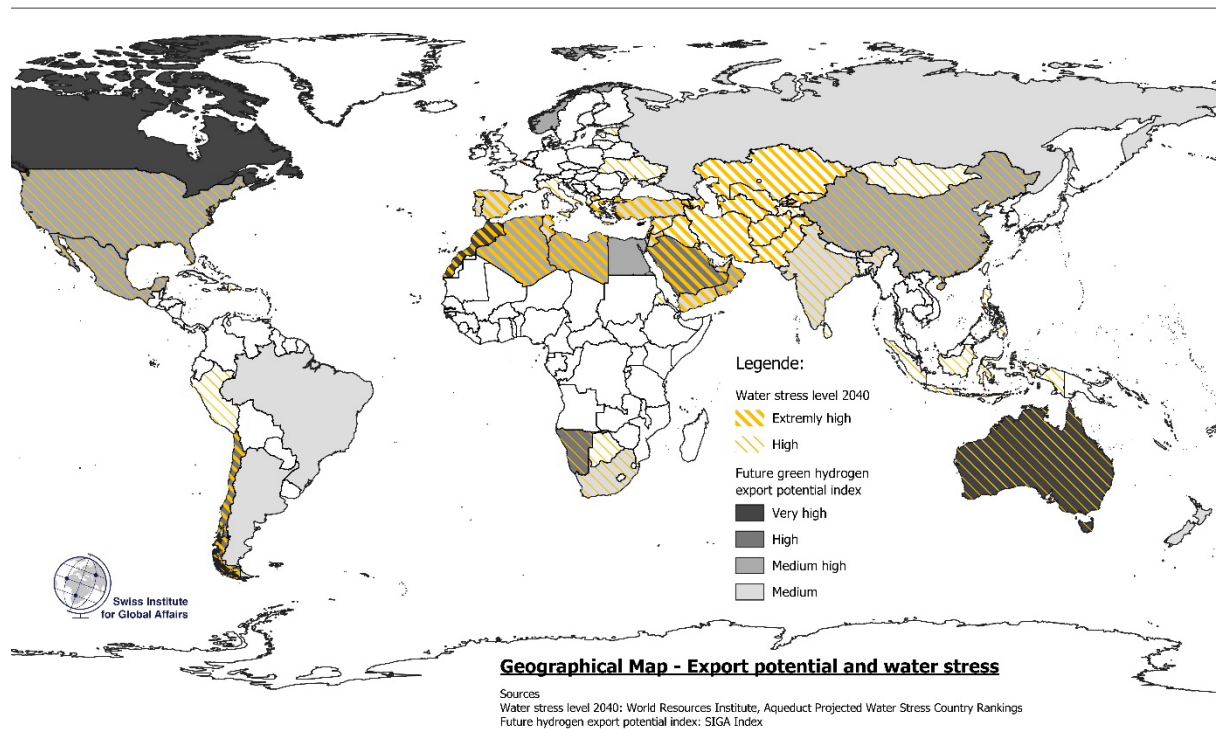


Abb 5.: Wasserstoff-Exportpotential und Wasserstress

Wasserstress

Der *Future hydrogen export potential index* von SIGA zeigt, dass die potentiellen Exportnationen des Globalen Südens stark mit Wasserknappheit zu kämpfen haben. Diese Belastung kann zu *Spillover-Effekten* führen, vulnerable Bevölkerungsgruppen zusätzlich belasten und eventuell auch die Stabilität des Landes beeinträchtigen (vgl. Abb. 5).

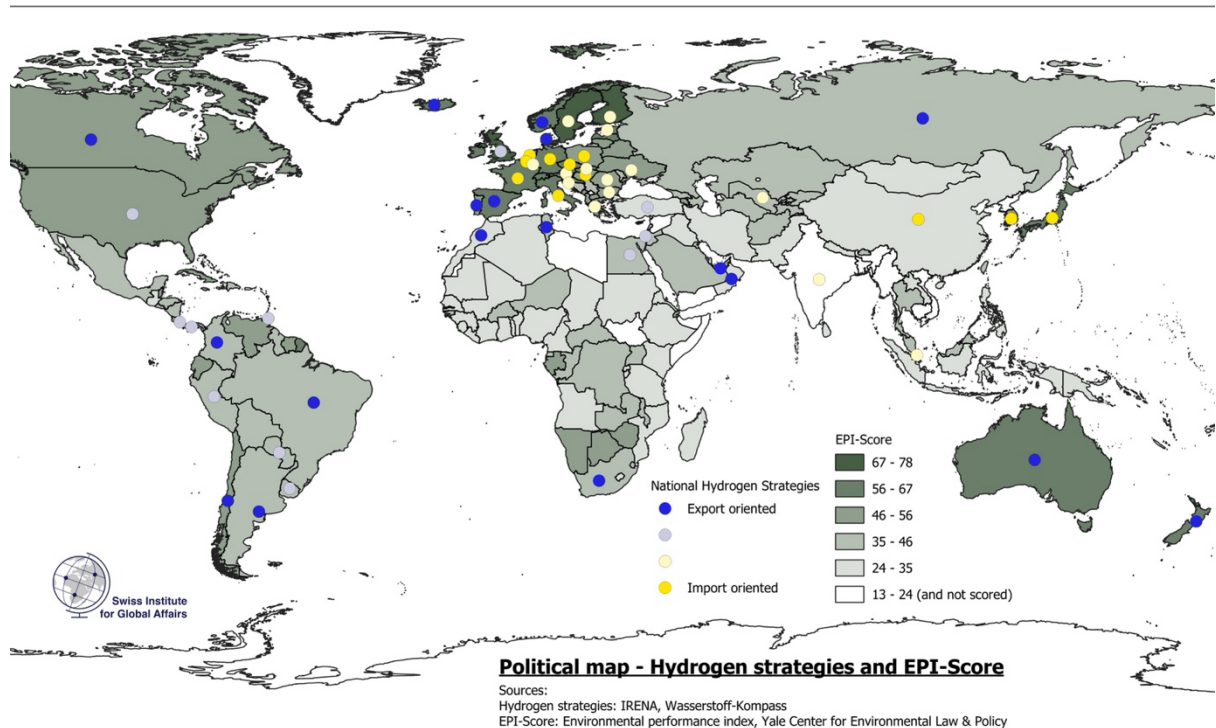


Abb. 6: Wasserstoffstrategien und der Einsatz für die Umwelt

Umweltschutz und Wasserstoff

Es sind wenige Länder, die einen starken ausgebauten Umweltschutz haben und zugleich Wasserstoff exportieren können; vor allem die Länder um Nordafrika und dem Mittleren Osten erweisen sich als problematisch (vgl. Abb. 6).

Auch sind in diesen Ländern die Förderung von Wind- und Solarparks mit dem Verbauen von grossen Landreserven verbunden; so zum Beispiel in Marokko im Gebiet der Westsahara, welches diplomatisch äusserst konfliktgeladen ist, oder auf Landstrichen, welchen den indigenen Gemeinschaften in Chile gehören. Auch in Norwegen wurde die indigene Bevölkerung in ihrer Lebensart mit einem On-shore Windpark gestört. Oft wurde die lokale und indigene Bevölkerung nicht in die Entscheidungsfindung miteinbezogen. Zudem sind die Eigentumsrechte an Wasser in Chile für viele Bewohnerinnen und Bewohner ein Problem, dies vor allem in wasserarmen Regionen.

In allen untersuchten Ländern gibt es auf diese Themen fokussiert, soziale und gesellschaftliche Auswirkungen, die nicht unproblematisch sind. Sie stehen oft im Zusammenhang mit normativen Gerechtigkeitsfragen wie *Energiegerechtigkeit* (vgl. Zugang zu Energie für die lokale Bevölkerung), *Umweltgerechtigkeit* (vgl. Nutzen der Landflächen), *Klimagerechtigkeit* (vgl. Umgang mit knappen Ressourcen) oder *juristische Gerechtigkeit* (vgl. Wissen und finanzielle Mittel, um sich rechtlich zu wehren).

In Saudi-Arabien sind Menschenrechtsverletzungen, die im Zusammenhang mit ihren Wasserstoffprojekten stehen (Umsiedlungsprojekte und Unterdrückung der freien Meinungsäußerung), zudem nachweisbar⁴⁰. Fehlende gesellschaftliche Inklusion und Nachhaltigkeit sind also zu berücksichtigende Risikofaktoren, sei es nur in Bezug auf das Reputationsrisiko oder als Indiz für mögliche sicherheits- und geopolitische Risiken.

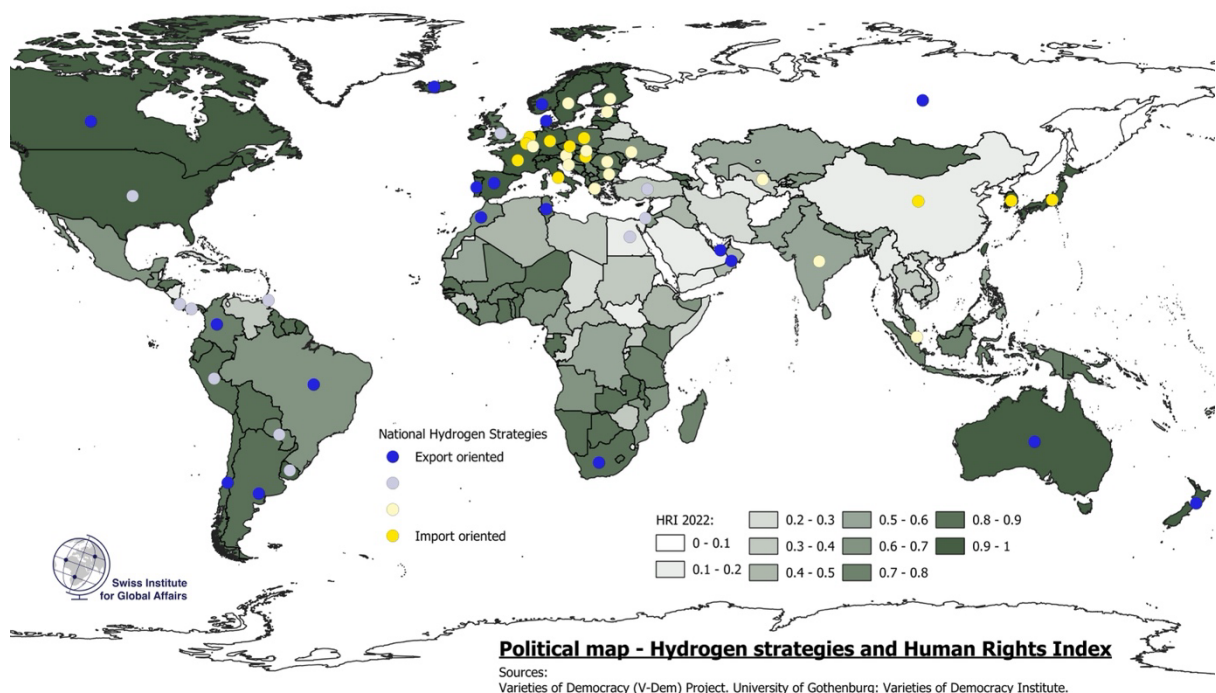


Abb. 7: Wasserstoffstrategien und Menschenrechte

⁴⁰ Vgl. Human Rights Index (Our World in Data, 2023)

Selbstredend sind die normativen Bedingungen in den verschiedenen Ländern mit unterschiedlichen Granularitäten zu lesen. Fragen der Nachhaltigkeit und der Menschenrechte stellen sich auch in Ländern, in denen die demokratischen Grundrechte verteidigt werden. So steht beispielsweise der *Global Freedom Score* der NGO *Freedom House* als ein möglicher Gradmesser für den Schutz der Bürgerinnen und Bürger eines Landes. In diesem Kontext sind Kanada, Chile, Namibia und Norwegen weniger problematisch. Marokko ist bereits problematischer aber vor allem Saudi-Arabien und Oman sind für eine Demokratie kritisch zu betrachten. Das Abwägen zwischen Reputationsrisiko versus Verlust von Importgarantien ist nicht eine ökonomische Frage, sondern eine politische.

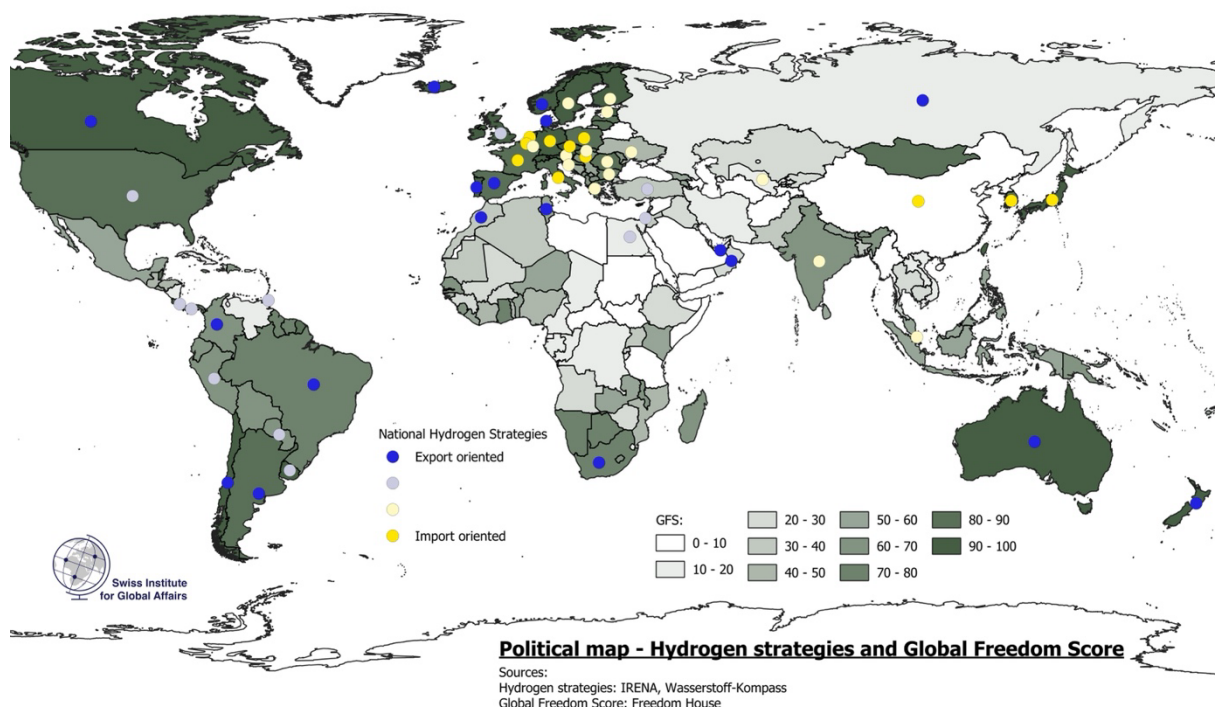


Abb. 8: Wasserstoffstrategien und Grundrechte

Freiheitliche Grundrechte, Menschenrechte und Wasserstoff

Der Global Freedom Score indexiert bürgerliche Freiheitsrechte, Zugang zum Internet und Demokratiereferenzen. Damit ist er ein guter Gradmesser für ein politisches Abbild eines Landes. Die Wasserstoffexportpläne von Golfstaaten aber auch Länder Nordafrikas stehen hier im Kontrast zu den politischen Freiheitsrechten. Dies ist ein potentielles Glaubwürdigkeits- und Imageproblem (vgl. Abb. 8); nicht unähnlich sieht es beim Thema Menschenrechte aus (vgl. Abb. 7).

Wenn die Umwelt- und Menschenrechtsthemen in diesen Ländern im Verbund mit allen Akteuren nicht

gemeinsam und ernsthaft angegangen werden, kann dies in den Importländern zu Reputationsrisiken führen. Zudem steht jetzt schon im Raum, dass der Hunger des Globalen Nordens nach alternativen Energieressourcen zu neokolonialen Interventionen in den Ländern des Globalen Südens führen könnte (vgl. 2.3.3). Mit leicht anderen Vorzeichen birgt der Import von grünem Wasserstoff Zündstoff für politische und normative Risiken, wo man der Schweiz und anderen Importländern Doppelmoral vorwerfen könnte. Damit schafft man Szenarien, die dem Import von russischem Gas nicht unähnlich sind. Dies sind Szenarien, die man vermeiden wollte. Zudem birgt das Unterminieren von menschrechtlichen Verstößen auch ein Verletzen der SDG (SDG 6 *Clean Water and Sanitation*, SDG 7 *Affordable and Clean Energy*, SDG 10 *Reduced Inequalities* und SDG 16 *Peace, Justice and strong Institutions*).

3.3 Geopolitische Einordnung

Da die Entwicklung der Wasserstoffindustrie noch viele Fragezeichen aufwirft und die Strategien noch vage formuliert sind, gibt es noch keine klaren Hinweise und Spuren, woraus man geostrategische Absichten herauslesen könnte. Den meisten Regierungen – und vor allem denjenigen, die auf Export setzen – ist es klar, dass man weltpolitisch heute mittels Infrastrukturen, Energie, Schlüsseltechnologien aber auch Finanzflüssen geopolitischen Einfluss erwirken und Opportunitäten für sich erreichen kann. Darum wird das Potential von Wasserstoff in den Gleichungen der jeweiligen nationalen Strategien mitberücksichtigt. Wie sich diese manifestieren, lässt sich aber erst mittel- bis langfristig eruieren. Themen wie die Bildung einer Grünen OPEC oder das Durchsetzen von Partikularinteressen mittels Normen und Standards werden sich erst noch manifestieren müssen. Was jetzt schon geschieht, ist das bewusste Einsetzen von grüner Rhetorik, um gewisse politische, wirtschaftliche oder strategische Ziele zu erreichen (vgl. Spin Politics 4.1.1).

Kurzfristig ist auszumachen, dass die Staaten des Globalen Nordens sich vor allem für wirtschaftliche Opportunitäten einsetzen; das heisst, dass eine grüne Wasserstoffindustrie sich vornehmlich nach wirtschaftlichen Interessen und den Partikularinteressen der Industrie orientiert. Die bilateralen Bemühungen, ein politisches Wasserstoffnetzwerk aufzubauen (vgl. *Hydrogen Diplomacy* (Kalt & Tunn, 2022)) sind primär an ökonomische und weniger an strategische oder geopolitische Interessen gekoppelt. Für China ist vielmehr die Technologiehoheit (vgl. Patente, Abb. 1) wichtig. Mögliche Folgen in der Technologieabhängigkeit können hier wiederum strategischer Natur sein. Da China in der Länderanalyse nicht berücksichtigt wurde, kann dies hier nicht weiter ausgeführt werden.

Keines der untersuchten Länder hat die machtpolitische Kraft geopolitische *Shifts* zu provozieren. Es sind alles Länder, die entweder regionalpolitischen oder lokalen Einfluss haben. Bei Marokko ist die

ungeklärte Lage der Westsahara eine diplomatische Herausforderung. Algerien ist in dieser Konstellation Marokko gegenüber kritisch eingestellt. Die geopolitischen Spannungen in Bezug auf die Westsahara und die Positionen Algeriens und Marokkos müssen berücksichtigt werden (vgl. Pipelines und Migrationspolitik, 6.1.2).⁴¹ Diese Konstellation macht Marokko zu einem regionalen Akteur mit entsprechendem Einfluss. Als rohstoffreiches Land ist Namibia für viele *Technologiemacher* ein wichtiger Partner. Historisch ist das Land durch das koloniale Erbe mit Europa verbunden und pflegt nach wie vor entsprechende Beziehungen zur EU und zu europäischen Ländern. Aber neuere Mächte wie China werden in Namibia immer präsenter und ermöglichen aus dem Blickwinkel Pekings Win-Win Situationen (vgl. *South-South Cooperation*, 6.6.3). Das ist nicht ganz unähnlich für Chile. Im *Hinterhof* der USA versucht China ebenfalls eine stabile Demokratie im Narrativ der South-South Cooperation zu unterstützen. In beiden Ländern gibt es wichtige mineralische Rohstoffe, die auch für die Produktion von grünem Wasserstoff wesentlich sind. Diese Kooperationsformen und das situative Einbinden in grössere Netzwerke werden vermutlich ein neues Paradigma in den internationalen Beziehungen darstellen (vgl. BRICSplus und Ecosphären-Diplomatie, 4.2).

Die westlichen Demokratien und Industrienationen Norwegen und Kanada sind nicht in diese neue South-South Cooperation eingebunden. Die beiden Länder sind vielmehr im hohen Norden mit Russland konfrontiert. Hier gibt es Eskalationspotential. Die Region ist gerade durch Russland stark militarisiert und wird auch von China narrativ bereits in Anspruch genommen. Der Arktische Rat wird hier als Fallbeispiel und *testbed* oder *sandbox* dienen. Kanada als Ermöglicher von multilateralen Konstellationen und Verfechter eines liberalen Internationalismus wird seine Interessenpolitik mit diesen Vorzeichen international betreiben müssen. Dazu gehört auch die *Canadian-European Union Green Alliance*, welche Ende 2023 gegründet wurde. Inwiefern sie in einer globalen Konstellation von erstarkten South-South Kooperationen und anderen internationalen Schemen sich auch im hohen Norden behaupten können, bleibt abzuwarten.

Die vermutlich interessantesten geopolitischen Akteure sind die Golfstaaten Saudi-Arabien und Oman. Sie sind mehrfach interessant, da sie einerseits nach wie vor Schwergewichte in der fossilen Industrie sind und andererseits mit neuen strategischen Partnerschaften aufwarten (vgl. *India-Saudi Arabia Strategic Partnership Council* (2023), *Strategic Partnership Agreement Saudi Arabia China* (2022), *Strategic*

41 Offizielle Stellungnahme der Schweiz zur Westsahara: «Die Schweiz unterstützt die Bemühungen der Vereinten Nationen und die Arbeit des Sondergesandten des UNO-Generalsekretärs, Staffan de Mistura, zugunsten einer gerechten, dauerhaften und gegenseitig akzeptablen politischen Lösung im Einklang mit dem Völkerrecht und den einschlägigen Resolutionen des UNO-Sicherheitsrats in Bezug auf die Westsahara.» [En visite officielle au Royaume du Maroc, le conseiller fédéral Cassis se félicite du renforcement de la coopération bilatérale \(admin.ch\)](#)

Partnership Oman-India (Embassy of India, 2017) oder *Strategic Partnership Oman-China* (Xinhuanet, 2018)). Durch dieses Schielen nach Osten fordern sie die USA, ihren traditionellen Verbündeten, heraus. Generell wird der Mittlere Osten zunehmend Brennpunkt geopolitischer Konstellationen sein. Der Reichtum an fossilen Mitteln, die strategisch wichtige geographische Position und das Schielen nach Asien ermöglicht es ihnen eigene Agenden zu verfolgen. Dass beide Golfstaaten bezüglich Menschenrechte und auch Umweltstandards negativ taxiert werden, muss Riad und Muscat nicht stören. Sie können ihre unterschiedlichen Bedeutungen situativ ausspielen. Das hatte die Obama Administration mit seiner *Pivot to Asia* Strategie vernachlässigt. Die Golfstaaten werden kurz-, mittel und langfristig mit den obengenannten Gründen diplomatisch und geostrategisch operieren. Der *Gulf Cooperation Council* (GCC), die OPEC und die Industrie werden noch lange schauen, dass fossiler Brennstoff eine zentrale Energiequelle bleibt. Solange dies der Fall ist, werden Oman und Saudi-Arabien aus einer Position der Stärke gegenüber existierenden und womöglich zukünftigen Partnern eine wichtige Rolle spielen. Die von China vermittelten neuen Beziehungen zwischen Saudi-Arabien und Iran zeigen, welche Hebel alle bewegt werden können, wenn gemeinsame Opportunitäten und langfristige Konvergenzstrategien ausgelotet werden. Dies muss man sich bewusst sein, wenn die Schweiz Rahmenbedingungen für Importe unter Einbindung dieser Staaten in Betracht zieht.

3.4 Synthese Länderanalyse

In allen untersuchten Ländern ist die Förderung von grünem Wasserstoff und der Aufbau einer entsprechenden Ecosphäre Teil von Industrieprogrammen, Standortförderungsmassnahmen und vor allem PR-Plattform für ausländische Direktinvestitionen und geopolitische Vernetzung. Insbesondere deshalb ist im Ländercheck auch kein Land aufgefallen, das den hohen, auch eigenen sozialen und nachhaltigen Ansprüchen einer grünen Wasserstoffindustrie gerecht wird. Die Wasserstoffstrategien fokussieren alle einseitig auf das BIP-Wachstum, strukturelle Veränderungen, Forschungsinitiativen, Joint-Partnerships und auf legislative Änderungen für favorable Investitionsvorhaben in den jeweiligen Ländern. Dies gilt auch für strukturell den Demokratien zugeordnete Länder wie Kanada und Norwegen. Die entsprechenden Efforts lassen auf sich warten. Dies vermutlich auch deshalb, weil die technologischen Entwicklungen noch in den Kinderschuhen stecken und die strategischen und operativen Entscheidungsträger nicht wissen, wie man grünen Wasserstoff produktiv und kommerziell übersetzen kann. In Staaten wie Chile, Namibia und Marokko besteht die Spannung vor allem darin, dass diese Länder multioptional nach neuen Partnern und Verbündeten Ausschau halten und diese auch ausbalancieren wollen. Insbe-

sondere China wird als interessante und wichtige Alternative angesehen. Das führt zu möglichen Spannungen und Friktionen mit den existierenden Architekturen der internationalen Politik. Die beiden untersuchten Staaten im Golf sind strukturell Autokratien⁴². Auch wenn die grosse Geste der grünen Wende und das Zugeständnis für eine nachhaltige Wirtschaft und offenere Gesellschaft formuliert wird, sind Strategien, Absichten und Vorhaben letztlich von den Machthabern abhängig. Dies hat einerseits Potential für Volatilität, bietet aber gerade auch für Investoren eine gewisse Sicherheit und Effizienz, wenn Zugeständnisse gemacht wurden. Darum ist festzuhalten, dass trotz der hohen Unsicherheitsdividende gerade Saudi-Arabien der vielversprechendste Partner sein könnte. Die Top-Down Struktur der absoluten Monarchie, gepaart mit hochpotenten Finanzinstituten und Unternehmen, ermöglicht es, die nötigen finanziellen Mittel für eine langfristige Wasserstoffstrategie bereitzustellen. Ob der Wille zur konsequenten Umsetzung da ist, bleibt offen. Der Preis für eine Zusammenarbeit ist politisches Risiko, insbesondere weil Saudi-Arabien sich im Rahmen von BRICSplus⁴³ aber auch im klassischen Rüstungsbereich langsam aber zunehmend von den USA und dem Westen entfernen.

Die nachfolgenden tabellarischen Zusammenfassungen der Länderanalyse und des erstellten Kartenmaterials hilft dennoch ein Risk Assessment anhand der durch die Auftragsträger gewichteten Kriterien vornehmen zu können.

42 Diese Studie stützt sich in der Beschreibung der Regime auf den Bericht von Amnesty International 2023 sowie den *Freedom House Index* und den *Human Rights Index*.

43 Eine Gipfeltreffen-Organisation, welche die Staaten Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika, Ägypten, Äthiopien, Iran, Vereinigte Arabische Emirate und Saudi-Arabien umfasst.

Abb. 9: Tabellarischer Quervergleich

	Potential	Future Water stress	Strategy	SDG-Ranking	EPI-Score	Patente	Freedom-Index	Human Rights Index	EU-Netzwerk	US-Netzwerk	CHN-Netzwerk	Geopol. Risiko
Marokko	Hoch	Sehr hoch	Ja	Gut	Sehr tief	~	Partly Free	Mittel			(Ja)	~
Saudi-Arabien	Hoch	Sehr hoch	Nein	Mittel	Tief	~-	Not Free	Tief			BRICS+	~
Kanada	Hoch	Klein	Ja	Gut	Gut	+	Free	Hoch		Ja		
Namibia	Mittelhoch	Gross	Nein	Mittel	Gut	Kein	Free	Hoch	Ja		(Ja)	
Oman	Mittelhoch	Sehr hoch	Ja	Mittel	Sehr tief	Kein	Not Free	Mittel			~	~
Chile	Mittelhoch	Sehr hoch	Ja	Gut	Mittel	Kein	Free	Hoch		Ja	(Ja)	
Norwegen	Mittelhoch	Klein	Ja	Gut	Sehr gut	Kein	Free	Hoch	Ja (Kern)	Ja		

Abb. 10: Qualitativer Quervergleich⁴⁴

	Politisches System	Strategie	Infrastrukturen	Umwelt- und Menschenrechte	Geopolitisches Risiko	Risikoeinschätzung
Land						
Marokko	Konstitutionelle Monarchie	- Schaffen günstige Rahmenbedingungen für grünen Wasserstoff - Exportoption zwischen 2040-2050	- bestehende Gaspipelines - Green Hydrogen Cluster - gute klimatische Bedingungen - Kooperationen mit EU & einzelnen EU-Staaten	- Landwegnahme der indigenen Bevölkerung - Menschenrechtslage ist mittelmässig - Wasserknappheit	- Westsahara-Konflikt - Konfrontation mit Algerien - Marokko als Hub für USA und China	Geographisch ist Marokko ideal gelegen. Die Menschenrechtslage sowie der ungelöste Konflikt mit der Westsahara können zum Risikofaktor werden. Die EU setzt aber auf Marokko.
Chile	Präsidentielle Demokratie	- Abhängig von ausländischen Investitionen - Exportoption ab 2030	- gute klimatische Bedingungen - Export nur über den Seeweg möglich - Kooperationen mit EU & einzelnen EU-Staaten - Mineralische Rohstoffe vorhanden	- Indigene Bevölkerung müsste besser berücksichtigt werden - Entsalzung schafft Umweltprobleme - Eigentumsrechte an Wasser sind problematisch - Wasserknappheit	- China hat Interesse	Die Wasserstoffecosphäre kann nur mit ausländischen Partnern und Investoren realisiert werden. Der Seetransport ist gefährlich. Zudem wird Chile zunehmend in die BRI Chinas eingebunden.
Kanada	Parlamentarische Monarchie	- Wollen viele regionale Cluster aufbauen, um Investitionen anzuziehen - Wollen Exporteur von Technologie, Produkten und Dienstleistungen werden - Exportoptionen zwischen 2030-2050	- Hohes Wasseraufkommen - setzen aktuell vor allem auf grauen Wasserstoff	- indigene Bevölkerung muss stärker integriert werden - In der grünen Wende hinkt Kanada inhaltlich noch stark hinterher	- Generell gut mit den westlichen Staaten verbunden - Herausforderung ist der Hohe Norden (vgl. Arktis und Russland)	Kanada hat das Potential eine starke Wasserstoffindustrie aufzubauen. Für die Schweiz ist der Import nur mittels Seeweg möglich. Geopolitisch ist Kanada mittelmässig exponiert.

44 Diese Studie stützt sich in der Beschreibung der Regime auf den Bericht von Amnesty International 2023 sowie den *Freedom House Index* und den *Human Rights Index*.

Risikoabschätzung zum Import von Wasserstoff und Länderanalyse

Oman	Absolute Monarchie	- Setzen auf eine umfassende Vision - Investitionen aus dem Ausland sind dringend notwendig	- gute klimatische Bedingungen - verfügt über knapp 2'500 Km Gaspipelines - Expertise in LNG und Ammoniak	- Schlechte Menschenrechtslage - Schlechter Umweltschutz - Wasserknappheit	- Stehen zwischen USA und China - liegt geostrategisch wichtig - Nahost Risiken	Oman hat klimatisch gute Voraussetzungen für grünen Wasserstoff. Die Regierung möchte mit Wasserstoff vor allem Investitionen anlocken. Oman liegt in einer wichtigen aber auch problematischen geographischen Situation. Ein Import ist nebst Menschenrechts- und Umweltbedenken auch strategisch risikobehaftet.
Saudi-Arabien	Absolute Monarchie	- Setzen auf eine umfassende Vision - internationale Partnerschaften	- gute klimatische Bedingungen - Umbau der an sich sehr gut ausgebauten fossilen Infrastrukturen wird kostenintensiv, v.a. nach Europa - Gigaprojekte wie NEOM als PR	- Schlechte Menschenrechtslage - Schlechter Umweltschutz - Wasserknappheit	- Steht zwischen USA und China - liegt geostrategisch wichtig - regional potenter Akteur - Nahost Risiken - BRICSplus	Verstehen es als Industrie- und Investitionsprogramm. Saudi Aramco setzt nur vordergründig auf grünen Wasserstoff. Saudi-Arabien liegt an einer wichtigen aber auch problematischen geographischen Situation. Ein Import ist nebst Menschenrechts- und Umweltbedenken fraglich.
Namibia	Semipräsidentielle Demokratie	- Setzen auf Aufbau einer Wasserstoffindustrie mit Expertise aus dem Ausland (<i>Fit for purpose structures</i>) - PPP-Initiativen	- Gute klimatische Voraussetzungen - braucht Unterstützung aus dem Ausland und der Industrie (Finanzen und Knowhow) - Infrastruktur muss aufgebaut werden	- Menschenrechtslage gut - Entsalzung kann zu Umweltschäden führen - Einbezug der indigenen und lokalen Bevölkerung wichtig und muss stärker berücksichtigt werden - Wasserknappheit	- Möglicher Partner für South-South Kooperation mit China - Strategische Partnerschaft mit der EU	Namibia wird vermutlich ein klassisches Beispiel, wie sich ein Land zwischen dem Westen und China positionieren kann. Als rohstoffreiches Land ist es vielfältig interessant. Da kaum Infrastrukturen existieren, eine

Risikoabschätzung zum Import von Wasserstoff und Länderanalyse

						Wirtschaft erst aufgebaut wird und nur der Seeweg in Frage kommt, ist ein Import in die Schweiz technisch anspruchsvoll.
Norwegen	Parlamentarische Monarchie	- Strategie setzt eher auf Inland und blauen Wasserstoff	- Know-how vorhanden - Da Gasindustrie ausgebaut ist, wird blauer Wasserstoff favorisiert	- Menschenrechtslage gut bis sehr gut - Indigene Bevölkerung muss stärker berücksichtigt werden	- Die Arktis und Russland wird zum Lackmustest	Norwegen ist für den Import mässig interessant, da auf blauen Wasserstoff gesetzt wird. Zudem liegt der Fokus auf dem Inland. Möglicher Export ist vornehmlich auf die nordischen Länder konzentriert.

4 Geopolitische Tendenzen

In diesem Abschnitt werden die aktuellen geopolitischen Konstellationen, Entwicklungen und Risiken beschrieben. Sie helfen die Wasserstoffthematik in Kontext zu stellen: Welche Verschiebungen und machtpolitischen Trends sind abzulesen, welche Akteure haben sich in der weltpolitischen Gemengelage in Position gebracht und was sind die inhaltlichen Treiber der Geopolitik, die sich auf das Thema Wasserstoff auswirken könnten? Was sind die Faktoren, die in der Risikobewertung zu berücksichtigen sind? Auf dieser Folie lässt sich eine *grüne Geopolitik* besser lesen, auch in Bezug auf die vertiefte Länderanalyse von Abschnitt 3 und im Anhang.

Der Krieg in der Ukraine, sowie auch die aufflammenden Konflikte in Nahost können als Katalysator gelesen werden, die die Suche nach Rohstoffalternativen und neuen Allianzpartner beschleunigen. Für westliche Staaten war Russlands Einfall in die Ukraine eine Überraschung. Damit wurden auch ökonomische Fakten geschaffen. Strukturelle Alternativen zu den russischen Energieexporten waren und sind weiterhin schwierig auszumachen. Der grüne Wasserstoff passt dabei perfekt in das aktuelle geopolitische Korsett, inklusive der Rhetorik der grünen Wende.

Die USA werden inzwischen als *dysfunktionale Supermacht* (Gates, 2023) gelesen. In dieser Gemengelage erprobt der Globale Süden mit China im Lead seine neuen geopolitischen Optionen. Dabei sind die Nuklearstaaten Iran, Russland, China und Nordkorea in einem für die USA ungemütlichen Erwachen und China schafft es geschickt diese Staaten direkt oder indirekt in den Sino-Komplex miteinzubauen. Dabei fordern sie die USA wirtschaftlich, wissenschaftlich, technologisch sowie militärisch heraus (Gates, 2023). Zudem versuchen die Golfstaaten sich regionalpolitisch – trotz Rivalität zwischen den Sunniten und Schiiten – neu zu formieren und auch neu zu erfinden. Dies ist der geopolitische Mix in den das Phänomen grüner Wasserstoff als Layer gelegt werden sollte.

4.1 Grüne Geopolitik

Wie in Abschnitt 2.3.1 dargelegt, wird mittels Symbolpolitik und Narrativen grüne Geopolitik betrieben. Die Klimapolitik gilt als zentrale Herausforderung für die internationale Staatengemeinschaft. Die Vereinten Nationen haben eine inklusive Agenda formuliert, die den unterschiedlichen Bedingungen des menschengemachten Klimawandels begegnen will. Operative Vision bis 2050 ist dabei das sogenannte Netto-Null-Ziel. Entsprechende Klimakonferenzen, technische Diskussionsforen sowie wissenschaftliche Expertise begleiten die Länder im Erreichen dieser Ziele. Mit den *Conference of the Parties* (COP-Konferenzen) der UN-Klimarahmenkonvention wird ein wiederkehrendes Gipfelformat geführt, welches

die Massnahmen kritisch begleitet. Für Policy Think Tanks ist das Format der zwischenstaatlichen Verhandlungen mehr symbolisch als effektiv⁴⁵. Bei Industrieverbänden wird vor allem auf Forschung und Innovation sowie auf Technologieoffenheit gesetzt und globalisierungs- und systemkritische Organisationen fordern eine raschere und verbindlichere Umsetzung aber auch eine Umstellung der vorherrschenden Wachstumslogik. All dies spiegelt sich in der Weltöffentlichkeit wider. Es gibt Länder und Bevölkerungsgruppen, die dem Klimawandel direkt ausgesetzt sind und dies auch zu spüren bekommen. Für andere Länder, Bevölkerungsschichten und Akteure ist dies nur indirekt wahrnehmbar oder sie können es sogar kompensieren. Im Globalen Norden – mit den grössten CO₂-Emissionen – sind die Effekte nur schleichend zu spüren. In all diesen Facetten, den unterschiedlichen Wahrnehmungen und Empfindungen der Anspruchsgruppen wird augenscheinlich, dass der Klimafaktor die Weltpolitik mit all seinen Übertragungseffekten stark beschäftigt und der internationale Handel, die Migration aber auch die sozioökonomischen und -kulturellen Bedingungen in den Ländern, Regionen und bei Bevölkerungsgruppen Spuren hinterlassen. Politikerinnen und Politiker haben verstanden, dass der Klimawandel grundsätzliche gesellschaftliche, wirtschaftliche und politische Umwälzungen mit sich zieht. Darum ist es mehr als nur klar, dass dies narrativ, symbolpolitisch genutzt und geopolitisch eingesetzt wird. Man kann vom Arbeitsbegriff der *grünen Geopolitik* sprechen. Was kann man unter diesem Begriff verstehen?

In einer konzentrierten Form bedeutet dies, dass Staaten das Anliegen der Klimawende strategisch nutzen, um eigene Territorien für sich in Anspruch zu nehmen und zu kontrollieren, aber auch um Sicherheit zu schaffen⁴⁶. In einem weiteren Sinn werden Territorien auch im übertragenen symbolischen und virtuellen Sinn verstanden. Dabei geht es um Deutungshoheit und darum die Welt in ihrer Komplexität für die eigenen Interessen und Bedingungen zu gestalten (Reginold, 2018). In einer hypervernetzten und -mediatisierten Welt muss der symbolpolitischen und narrativen Dimension eine wichtige Rolle zugesprochen werden. Dies wissen Länder ganz gezielt für die eigene Agenda einzusetzen, oft indirekt, indem mit Fakten und Wirkung in anderen Einflussphären Zielbeziehungen verschleiert werden. Dass die narrativen Absichten mit gegenteiligen Realitäten oder anderen Einflussfaktoren zementiert werden, ist Teil des heutigen weltpolitischen *modus operandi*. Was bedeutet dies für die aktuellen Entwicklungen

45 «The COP28 communique is non-binding. Nothing that happened in the negotiating rooms in Dubai changes the situation on the ground in the nearly 200 countries that sent representatives. Policy and money are what matters — what these leaders do when they go home. The wealthy countries, the world's largest emitters of greenhouse gases, need to enact policies to reduce demand for fossil fuels and encourage the uptake of alternatives» (Donoghoe et al., 2023).

46 «I think the Europeans relied on cheap fossil fuels or at least lower-priced fossil fuels from Russia. They regretted that at the end of the day after Russia violated international law and invaded Ukraine. This idea that cheapest is always best opens you up to economic security problems», (Financial Times, 2023).

im Bereich der Energietransformation und der Hinwendung zu grünem Wasserstoff als Alternativenenergieträger?

4.1.1 Spin Politics

Ausgangspunkt einer grünen Geopolitik ist, dass Nationen sich mit einer Weissbuchstrategie und Grundlagenpapieren für grünen Wasserstoff einsetzen. Dies schafft narrative Glaubwürdigkeit, weil es an verankerte Metanarrative anknüpft (z.B. «grüne Wende» und «Innovation»). Dies ist der *erste grüne Klimakrieg* – ein Krieg der Ideen, Konzepte und des Wissens (Sovacool et al., 2023). Dieser intellektuelle Überbau wird aber durchaus konkret politisch und operativ genutzt. Im politischen Kontext spricht man vom *Spiel über die Banden* oder methodisch von *Spin Politics*. So schafft es beispielsweise China die Deutungshoheit gerade auch im Bereich der grünen Wende zu erlangen. Peking positioniert sich inhaltlich und institutionell so, dass man international auf China als Partner setzen muss, wenn man die grüne Wende ernst nehmen will. Wie funktioniert diese Abhängigkeit, gerade bei einem Land, welches an sich nicht für Klima- und Umweltschutz bekannt ist?

4.1.2 Fallbeispiel Arktis

Beispielsweise erklärte Peking in seiner *Arctic Policy* (The State Council, The People's Republic of China, 2018), dass die Welt zur fragilen Ecosphäre in der Arktis Sorge tragen muss. Wenn die Menschheit es nicht schaffe, Stabilität in der Region garantieren zu können, dann sei es sehr schlecht bestellt um den Zustand des Planeten. Aus diesem Grund investiert China seit geraumer Zeit in Grundlagenforschung mit zwei eigenen Forschungsstationen in der Arktis. Mit diesem Narrativ der Umweltsorge aber auch dem wissenschaftlichen Beitrag schaffen sie Fakten mittels Wissenschaft und Offenheit für Forschungskooperationen, denn es gehe ja schliesslich um die Rettung des planetaren Gleichgewichts. So kommt es nicht von ungefähr, dass China seit 2013 einen Beobachterstatus im Arktischen Rat hat. So kann Peking, welches über tausende Kilometer vom Polarkreis entfernt ist, indirekt in die politischen Entwicklungen in dieser Region Einfluss nehmen; eine *Push-in Strategie* (Andersson, 2021). Dass Peking auch auf die potentiellen Erdöl- und Gasreserven schießt, ist Teil dieser Langfristperspektive. Mit dem stetigen Schmelzen des arktischen Meereises wird nicht nur der Zugang zu diesen Reserven vereinfacht, sondern es können auch neue Handelsrouten für den West-Ost Handel erschlossen werden (vgl. *Polar Silk Road*). Mit dem Einsatz für die Umwelt und das Erbe der Menschheit erlaubt sich Peking *en passant* sich als *arktisnaher Staat* zu bezeichnen (The State Council, The People's Republic of China, 2018). Einen Status, der im internationalen Recht nirgends verbrieft ist und auch sonst rechtlich

keine Bedeutung hat. Es geht jedoch um Symbolpolitik: Mit langfristiger Naturforschung werden gewinnbringende Fakten produziert und auf dem internationalen Parkett mittels Selbstbezeichnung eine gefühlte Nähe zur Arktis und Glaubwürdigkeit im Bereich Klimawandel geschaffen. Oder noch präziser handelt es sich dabei um Spin Politics: In einem spezifischen Raum Fakten schaffen (z.B. im Umweltschutz), aber Änderungen in einer ganz anderen Sphäre mittel- bis langfristig zu erwirken (z.B. Handelswege, politischen und strategischen Einfluss in der Region gewinnen, das internationale Recht herausfordern). Damit sind narrative Macht- und Symbolpolitik nicht einfach diplomatische Gesten oder *soft power*. Dass die damit produzierten Fakten nicht immer klar auszumachen, die Vektoren uneindeutig und mehrdimensional sind, ist Teil des geopolitischen Kalküls. China beherrscht diese Klaviatur äußerst gekonnt.

4.1.3 Fallbeispiel Smart Cities

Ein ähnliches Muster ist auch bei den Engagements China in der Automobilbranche sowie bei den Investitionen in Smart City-Technologien abzulesen. Es wird sehr viel in die Forschung und Entwicklung von 5G-Technologien, Satelliten- und Überwachungstechnologien sowie in alternative Automobil-Antriebe investiert. Vornehmlich natürlich, um Dienstleistungen und Produkte zu verkaufen, eine Kommerzialisierung voranzutreiben sowie die eigene internationale Marktmacht aufzubauen. Damit einher gehen aber auch Technologie- und Infrastrukturabhängigkeiten sowie technologische Standards und Sicherheitsarchitekturen, die Peking für sich in Anspruch nehmen kann (z.B. Partei-Staat-Militär-Wirtschaft Nexus). Gerade die 5G-Technologie ist dabei exemplarisch. Ohne diese Kommunikationsinfrastruktur können Smart City-Initiativen und Projekte nicht ermöglicht werden. Das chinesische Unternehmen *Huawei* ist hier der führende Anbieter weltweit. Dank diesen Technologien können vermutlich in Zukunft Rohstoffe, der Verkehr, Energieflüsse aber auch die Umwelt besser gestaltet und gesteuert werden. Peking bezeichnet dies als *Green Silk Road* (Mardell, 2023). Damit kreiert China narrative Deutungshoheit über ein Thema, welches vor allem der Westen für sich in Anspruch genommen hat wie beispielsweise digitale Transformation und Nachhaltigkeit. Dass mit *smart city* durchaus auch *safe city* mitgemeint werden kann, ist Teil des Kalküls. In diesen Kategorien muss heute Geopolitik gelesen werden. Es geht nicht nur um *hard power*, sondern auch Formen der *smart power*, die das Spiel über die Banden beherrscht, wo mittels Deutungshoheit die grüne Wende mit Partikular- und Machtinteressen verknüpft wird. Grüner Wasserstoff kann in diesem Zusammenhang ähnlich eingesetzt und gebraucht werden. Es ist aber nicht nur China, welches dieses Spiel beherrscht.

4.1.4 Fallbeispiel NEOM

Auch andere Staaten versuchen Interessenpolitik mit Klimaschutz und digitaler Modernität clever zu verbinden und damit inhaltliche, normative und technische Deutungshoheit zu schaffen. Das utopische Projekt *NEOM* ist ein weiteres Beispiel, welches sich in diese Lesart einreihen lässt (vgl. 6.5). Auf Ansinnen der saudischen Regierung wird in der Wüste Saudi-Arabien eine futuristische Stadt konzipiert. Saudi-Arabien will damit der Welt demonstrieren, dass sie weit in die Zukunft planen und dass diese Planung grün und digital sein wird. Das NEOM-Projekt ist Teil von Saudi-Arabien *Vision 2030*. Das Siedlungsprojekt mit dem Herzstück *The Line*, welches 2021 startete, ist hoch ambitioniert und versucht eine grüne Lunge mit Solar- und Windenergie sowie Software und Künstlicher Intelligenz zu produzieren. 2022 wurden die Grundlagen für die *NEOM Green Hydrogen Company* (Stölzel, 2022) gelegt. Ab 2026 sollte der Export mittels Schiffswegen erfolgen⁴⁷. Auch hier geht es nicht primär um Umweltschutz, sondern um die Fähigkeit mittels Blockbuster-Projekten neue Industriepartner, Investoren aber auch Staaten und Organisationen für die eigene Ecosphäre zu gewinnen (vgl. NEOM Investment Fund (NIF) (NEOM, 2023)). Ob das Projekt jemals in der Masse Realität wird, wie konzipiert, ist gar nicht so entscheidend. Man will eine Vision formulieren, wo mit Know-how, Finanzen und Investment aber auch mit grüner Innovation eine Win-Win-Situation formuliert wird, die inklusiv sein soll. Saudi-Arabien will mit Schlüsselprojekten als Avantgarde einer integral nachhaltigen, grünen und smarten Stadt in der Wüste sich politisch auf der Weltbühne positionieren. Dabei werden Menschenrechtsprobleme (vgl. Zwangsumsiedlung von lokalen Stämmen (MEMO, 2023) sowie Billiglohnarbeiter ohne Rechte (Fairsquare, 2020)) verschwiegen und mit Marketing- und Branding-Kampagnen überdeckt.

4.1.5 Fallbeispiel Inflation Reduction Act (IRA)

Ein weiteres Fallbeispiel grüner Geopolitik ist das US-amerikanische IRA-Programm. Das 2022 von der Administration Biden eingeführte Gesetz ist vom Titel her irreführend. Es geht nicht um monetaristische Inflationsreduktion. Es ist vielmehr ein Industrieprogramm, wo die grüne Wende und grüne Technologie eine zentrale Rolle spielen. Letztlich geht es darum ein US-amerikanisches Strukturreformprogramm anzustossen, das die US-Wirtschaft gegenüber ihren Mitbewerbern stärker machen soll. Konkret geht

47 «Dennoch sind Deutschland und Europa künftig wohl oder übel auf den grünen Wasserstoff aus Neom angewiesen, wenn sie ihre Klimaziele mittelfristig erreichen wollen, ohne die eigene Wirtschaft lahmzulegen. Erst recht, seit Russland mittel- bis langfristig als Lieferant von Erdgas ausfällt. Die neue Wasserstoffproduktion, die nun in Neom gebaut wird, soll 2026 das erste grüne Gas exportieren. Dieses wird sich aufgrund der billigen Sonnenenergie in Neom zu deutlich wettbewerbsfähigeren Preisen herstellen lassen als beispielsweise in Deutschland» (Stölzel, 2022).

es um ein Investitionsprogramm für die eigene Industrie, Optimierung der inländischen Lieferketten sowie Förderung von Forschung sowie Kommerzialisierung von neuen grünen Technologien⁴⁸. Die *Financial Times* erklärte in einem Videobeitrag, dass die IRA zum Ende der Globalisierungslogik der letzten 30 Jahre beitragen würde⁴⁹: «This bill does mark a fundamental shift away from the market-knows-best strategy. We're going to say climate change is a war that we have to win. Fighting for a clean-energy future requires industrial strategy. And that's not about the market. That's about the state being an actor in the economy and really pushing change that frankly the market hasn't made in the last three or four decades» (Financial Times, 2023). Es geht also beim IRA um einen *grünen Nationalismus*, der vielleicht zukünftig international Schule machen wird⁵⁰.

4.1.6 Dilemma Globaler Süden versus Globaler Norden

Dies sind Beispiele, wie mittels grüner Agenda geopolitische Partikularinteressen verfolgt werden. Eine grüne Geopolitik hat zum Ziel Machtpolitik mit smarten Abhängigkeiten und symbolischer Deutungshoheit für sich in Anspruch zu nehmen. Dabei werden grüne Technologien, das strategische Commitment zur grünen Wende oder Regulationsbestrebungen für Brandingzwecke gebraucht, um von anderen Themen ablenken zu können. Dabei hat grüner Wasserstoff alle Ingredienzen, um als taktisches Instrument der grünen Geopolitik eingesetzt werden zu können. Gewisse Staaten, vor allem im Globalen Süden, haben die natürlichen Bedingungen für die Produktion von grünem Wasserstoff und wissen dies durchaus auch zu nutzen. Dies führt dazu, dass in diesen Ländern attraktive gesetzliche Rahmenbedingungen und Steueroptionen geschaffen werden, so dass ausländische Investitionen und Firmen in die jeweiligen Länder gelockt werden. Narrativ ist es wichtig, dass das Land sich für eine grüne Zukunft rüsten möchte. Realität ist aber viel mehr, dass gerade die Länder im Globalen Süden verstanden haben, dass

48 «The act aims to catalyze investments in domestic manufacturing capacity, encourage procurement of critical supplies domestically or from free-trade partners, and jump-start R&D and commercialization of leading-edge technologies such as carbon capture and storage and clean hydrogen» (McKinsey&Company, 2022).

49 «According to FT [Financial Times] research, the IRA and the Chips Act together have helped stimulate more than \$220bn in manufacturing and clean technologies and semiconductors. This will create more than a hundred thousand jobs. It's clearly designed to tell the world that America is back as a major player in world industry and in the climate fight. Sleepy old America is gone. We've already seen over \$115bn of investment in clean manufacturing, over \$125bn in utility-scale renewable energy» (Financial Times, 2023).

50 «There are big questions about how the IRA will impact the Global South. The understandable complaint from emerging markets is hey, western world, you had your fun. You had 100 years of polluting. And now you want to change everything. And we have to pay the price even though we don't get the same level of development. And that's a very legitimate criticism. There are countries like Chile, which was a leader in green hydrogen or was poised to become a leader in green hydrogen. Chile can't afford the subsidies that the US has. So its natural advantage of abundant renewable energy has been wiped out» (Financial Times, 2023).

sie die Grundlagen für eine grüne Wende verfügen, die der Globale Norden so dringend braucht, wenn er auf der Weltbühne glaubhaft bleiben will. Daraus ergibt sich eine einfache Formel: *Wir – der Süden – haben die Rohstoffe und ihr – der Norden – braucht unsere Rohstoffe. Anders formuliert: Wir – der Süden – brauchen Eure Gelder und Expertise – und ihr – der Norden – bekommt symbolische Legitimität.* Dass bei all diesen Trade-off-Geschäften ein Restrisiko mitschwingt, ist augenfällig. Da der narrative Druck im Norden so hoch ist, nützen dies die Exportländer im Globalen Süden, um ihre politischen und diplomatischen Eigeninteressen einzufordern (vgl. Beispiel Westsahara, 6.1.3).

4.1.7 Internationale Standards und technische Normen

Zur Durchsetzung einer grünen Geopolitik kann sich auch das Mittel der internationalen Standardisierungen und Normen gebraucht werden. Bei Themen der 5G-Kommunikationstechnologie oder auch im internationalen Gesundheitswesen sieht man solche Vorhaben bereits: Wo über zum Teil sehr technische und juristische Kleinigkeiten gerungen wird, schafft man neue Standards und Normen und definiert dabei für die anderen die technischen, formalen und juristischen Bedingungen. Wer die Grundlagen definiert, ist in der Position die operativen Bedingungen mitzudiktieren und damit auch die entsprechenden Abhängigkeiten und Werte zu projizieren. Interessanterweise ist dies im Wasserstoffbereich soweit noch nicht fortgeschritten. Jedenfalls scheint nach den gemachten Recherchen das Spiel über die Standardisierungsbande noch nicht begonnen zu haben. Dies kann als Zeichen gewertet werden, dass die involvierten Akteure mit Machtambitionen beim Thema grüner Wasserstoff noch kein zentrales Zukunftspotential sehen, respektive sich in einer wartenden Position halten. China bereitet eine kommerzielle Grossoffensive im Bereich der individualisierten Wasserstoffmobilität vor (IEA, 2023). Im Konkreten soll die Zukunft der Automotivindustrie und der Mobilität mit Wasserstoff angetrieben werden (NDCR, 2022). Diese Idee möchten sie global ausweiten. Genau hier braucht es dann die entsprechenden Standards und Normen, wenn man einen konsolidierten Markt schaffen will. Dies werden die nächsten Schritte sein; wirtschaftliche Exportinteressen werden mit technischen Standards und Normen verbunden und dies wiederum schafft wirtschaftliche, technische, infrastrukturelle, aber auch sicherheitsrelevante Abhängigkeiten. Dies hatten die Briten schon im 19. Jahrhundert angewendet, als sie in ihrem Weltreich die Welt mittels telegraphischen Kabels clever zu verbinden wussten und entsprechende Normen vorgaben.

4.1.8 Der Kalte Krieg der grünen Geopolitik

Bisher wurde argumentiert, dass die grüne Geopolitik vornehmlich auf clevere Spin Politics und Smart Power Strategien setzt. Es gibt aber durchaus auch die Lesart, dass grüne Geopolitik vielmehr einen Kalten Krieg mit militärischen und sogar nuklearen Drohkulissen provozieren kann. Dies vor allem vor dem Hintergrund, dass der Klimawandel ein Gefahrenmultiplikator sei (Barnett, 2003) und resiliente Strukturen für solche Veränderungen bei Staaten und Gesellschaften fehlen. Zudem können *geoengineering technologies* für militärische Zwecke gebraucht werden, welche in die *dual-use* Kategorie fallen würden⁵¹. Generell geht man davon aus, dass Klimatechnologien drei Konfliktszenarien hervorrufen, welche ungewollt zu offenen Eskalationen führen können: (1) Wettermanipulationen, (2) natürliche Rohstoffe und Lieferketten sowie (3) immaterielle Güter wie Patente, Software und Cyberinfrastrukturen (Sovacool et al, 2023). Wie sich diese Szenarien entwickeln können, bleibt zu beobachten. Diese Technologisierung der Klimapolitik (*environmental security*) ist noch stark im Denken des Kalten Krieges verhaftet und wird wohl kaum in dieser Schwarz-Weiss Rhetorik zum Einsatz kommen; die Trade-offs wären zu massiv und ein extremer Fall von Kollateralschaden. Zudem ist beispielsweise der Dual-Use Gedanke in einem komplexen und interdependenten Kontext überholt (vgl. *civil-military fusion*, 4.3.2).

Eine grüne Geopolitik verlangt interdependentes Handeln, jenseits von bürokratischen Organisationsstrukturen. Hier sind die Staaten mit autoritären und Top-Down geführten Administrationen im Vorteil. China ist in diesen Belangen definitiv Taktgeber. Vermutlich wird die grüne Seidenstrasse ein wichtiges Sprachmittel im Spiel der weltpolitischen Vormachtstellung sein.

4.2 Ecosphären-Diplomatie

Nebst der bewährten Allianz- und Bündnisdiplomatie einer regelbasierten Ordnungs- und Institutionenpolitik formieren sich neue Formen der Kooperation in der Weltpolitik. Diese Formen verändern den normativen Rahmen der internationalen Zusammenarbeit. Sind die herkömmlichen internationalen und supranationalen Organisationen institutionell und rechtlich verankert, sind die neuen Akteure und deren internationale Zusammenarbeit informeller und situativer. Die BRICSplus Konstellation ist dabei das

51 «States for example could utilize geoengineering technologies to build their military capacity, similar to the dual-use option of things like nuclear technology (to make nuclear weapons or generate nuclear energy) or chemical manufacturing (which can manufacture chemical weapons). R070 spoke about these risks with solar-geoengineering options related to aerosols, sunshades, and space shields: Options that depend upon the expansion of an aerospace or space industry are a security risk, as you are bringing high-tech space industries into countries that don't normally have them. Players gain new capabilities that they didn't have before, and these could spill-over into an arms race or new technology in the hands of new actors could become military or hostile, that could be a possibility», (Sovacool et al., 2023).

vermutlich aktuell prominenteste Beispiel einer komplett neuen Form der Bündnisdiplomatie, die neue Globalisierungsstrukturen und Governanzen erprobt. Diese neue Form der Verbindung zwischen Staaten, die sich informell bei Gipfeltreffen zusammenfinden, weder über eine Charta noch über ein ständiges Sekretariat verfügen, kann als *Ecosphären-Diplomatie* umschrieben werden. Das Herausfordernde dabei ist, dass in solchen Zusammenschlüssen und Initiativen Staaten mittun, welche historisch oder politisch oft wenig gemein, divergierende Grundsätze und Interessen haben aber sich in spezifischen Situationen pragmatisch finden. Dies macht das Lesen dieser neuen Konstellationen schwierig. Mit solch volatilen und uneindeutigen Strukturen und Konstrukten tut der Westen sich schwer, da die regelbasierten Institutionen und Ordnungsprinzipien in ihrem Rationell herausgefordert werden. *Communitybuilding*, *strategische Flexibilität*, das Agieren in *Netzwerken und Ökosystemen* sind die Schlagworte, welche diese Ecosphären-Diplomatie umschreiben. Um dieses Phänomen greifen zu können, braucht es vermutlich neue Konzepte und Begrifflichkeiten aber auch ein holistisches Verständnis für Strukturen, wie die BRICSplus-Plattform. Inhaltlich ist bei den BRICSplus-Staaten das gemeinsame Interesse die UN aber auch die Bretton Woods-Institutionen zu reformieren, aber gleichzeitig auch alternative Globalisierungsinstitutionen wie die *New Development Bank* (NDB) oder das *Contingent Reserve Arrangement* (CRA) zu schaffen. Dabei wollen sie eine stärkere Repräsentation des Globalen Südens in der internationalen Governanz erreichen; frei nach dem Motto *no taxation without representation*. Es geht um einen Multilateralismus, in dem Vertretungen des Globalen Südens auch eine angemessene Stimme haben. Unter dem Deckmantel des Multilateralismus wird aber vor allem der Ausbau der bilateralen Beziehungen innerhalb der BRICSplus-Staaten vorangetrieben. Das heisst, es gibt bilaterale Beziehungen und Vertiefungen, dort wo es passt und keine, dort wo es nicht passt. Multilateral ist man gemeinsam unterwegs und fokussiert auf gemeinsame Aktionen dort, wo die Interessen konvergieren. Diese Flexibilität ist ein zentrales Element dieser Ecosphären-Diplomatie, wo interne und externe politische Herausforderungen situativ und opportun behandelt werden können (Costa Vazquez, 2021). Zudem geht es diesen Staaten darum, narrativ an die grossen Meta-Themen anzuknüpfen, die von einer westlich geprägten Globalisierung formuliert worden sind. Entsprechende Arbeitsgruppen wurden zu Themen wie *Innovation und Digitalisierung*, *Frauenförderung* aber auch *Nachhaltigkeit* geformt. Diese auf technischem Level etablierten Gruppen sind eine wichtige Vernetzungsplattform für Akteure, die die westliche Dominanz herausfordern wollen. Gerade das Thema Nachhaltigkeit ist dabei ein bedeutender Schwerpunkt, dies obwohl mit den neuen Staaten Saudi-Arabien, Iran und Vereinigte Arabische Emirate (VAE) Länder dabei sind, die für einen Grossteil der weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich sind. Unterschiedliche Erklärungen wurden an den Gipfeln verfasst, um die Massnahmen gegen die globale Erderwärmung vorantreiben zu können: Auch hier nicht für eine einheitliche Position, sondern für eine

Konvergenz, wo alle Staaten und Akteure selbst ihre Definition des Klimaschutzes einbringen, sich aber auch inhaltlich und projektbasiert vernetzen können (Government of India. Ministry of Power, 2021).

2021 fand der virtuelle *BRICS Hydrogen Summit* statt, wo unter der Schirmherrschaft Indiens grosses Potential für diesen Energieträger zelebriert wurde. Gerade für den Handel von grünem Wasserstoff braucht es aber innerhalb der BRICS-Staaten Standards, gerade für die Sicherung und Lagerung von Wasserstoff, so die generelle Haltung der Teilnehmenden. Zudem wurden am Summit die nationalen Wasserstoffprogramme und Initiativen ausgetauscht und die Policy-Relevanz in den Ländern diskutiert (Singh, 2021). Was kaum erwähnt wird, ist, dass die BRICS-Staaten über die kritischen Mengen an Nickel, Kobalt und Eisen verfügen, die für die Produktion der Elektrolyse-Geräte essentiell ist. Mit anderen Worten können die BRICS-Staaten, wenn geopolitisch opportun, die Lieferketten für die Produktion von grünem Wasserstoff stark beeinflussen, fördern und wenn nötig sogar behindern (De Bolle, 2023). Dies sind die Abhängigkeiten oder das Spiel über die Banden, welche Symbolpolitik mit Faktizität in Verbindung bringt. Bei der BRICS-Plattform ist die Konstellation insofern spannend, als es sich um Staaten handelt, über die vom Westen gerne behauptet wird, dass sie nie einen gemeinsamen Nenner finden würden (Heterogenität der BRICS-Länder). Hier gilt es die Opportunitätspolitik und situative Konstellationen nicht aus den Augen zu verlieren. Die BRICSplus-Länder können gleichzeitig *Partner*, *Mitbewerber* und *Gegner* sein. Dies ist bei Ecosphären-Diplomatie Teil der Taktik. Andere internationale Initiativen wie beispielsweise der *India-Middle East-Europe Economic Corridor* (IMEC Corridor), die Korridore der *Greater Mekong Subregion* (GMS) und die *Belt and Road Initiative* (BRI) sind in diesem Kontext zu lesen. Das sind Infrastrukturvorhaben, unter denen bilaterale oder minilaterale Beziehungen gestärkt werden und technische und personelle Vernetzungen aufgebaut werden. Die Formel des Bilateralismus unter der Schirmherrschaft des Multilateralismus ist ein Grundsatz, den die BRICSplus Nationen zu verfolgen scheinen. Damit wird das ganze Spektrum an Beziehungen erprobt.

Die Grundsätze der BRI, die sich hier bestens einordnen lassen, stehen stellvertretend für einen inklusiven Zugang: *people-to-people connectivity*, *infrastructure connectivity*, *policy coordination*, *financial integration* und *unimpeded trade*⁵². Dabei wird situationsbezogen eine *win-win-situation* für alle geschaffen, so das Narrativ. Wenn man von grüner Geopolitik sprechen kann, dann muss man diese Art von Geopolitik durch die Linsen der oben genannten Schlagwörter lesen. Machtpolitik entfaltet sich entlang dieser Faltlinien. Darum geht es bei einer geopolitische Risikoanalyse vornehmlich um diese Themen und nicht um die direkten und vordergründigen politischen Abhängigkeiten. Auf diese Grossinitiativen

⁵² Diese Schlagwörter sind auf die Belt and Road-Initiative (BRI) bezogen

sind auch die westlichen Akteure wie die EU und die USA aufgesprungen. Sie haben realisiert, dass damit symbolpolitische Signale gesendet werden können, um den eigenen Einflussbereich zu erweitern. Das *Global Gateway* Projekt der EU, welches als Konnektivitäts- und Infrastrukturprojekt konzipiert ist, schafft es aber nicht die eigenen strategischen Ambitionen als Win-Win-Initiative zu verkaufen. Das *Blue Dot Network* der OECD aber auch die *Build Back Better World* (B3W) Initiative der G7 Staaten sind dagegen Projekte, die nicht die Strahlkraft und DNA der Ecosphären-Diplomatie verkörpern, sondern vielmehr eine konzeptionelle Reproduktion der klassischen Bündnispolitik sind. Dies scheint in einer VUCA-Welt⁵³ zunehmend schlecht zu funktionieren.

Was aber durch die Analyse der Studie erkenntlich wird, ist, dass im Bereich grüner Wasserstoff Länder erkannt haben, dass grüne Geopolitik effektiver auf Shifts in den bilateralen Konstruktionen aufbaut⁵⁴. Dieser Bilateralismus hat zur Folge, dass die Entwicklung von international verbindlichen Standards verhindert werden, Handelsintransparenz gefördert wird und *kartellartige* Abhängigkeiten durch Absprachen, vorgegebenen Standards der Exportnationen oder Technologieproduzenten bedingt werden können. Die Fragmentierung der Märkte wäre eine Konsequenz, die wiederum an die Kartellstrukturen der OPEC-Nationen erinnert (Villagrasa, 2022). Es kommt nicht von ungefähr, dass man von einer *grünen OPEC* spricht: «One of the biggest mistakes the West has done on green policies to cut CO₂ emissions and trying to reduce dependence on oil and gas producing nations is that the transition to renewable energy puts the West at the mercy of China, (...)» (Rapoza, 2021). Damit sind exemplarisch am Beispiel der Solarindustrie diese Abhängigkeiten gemeint, die in dieser Studie mehrfach erwähnt worden sind.

4.3 Wer sind die geopolitischen Akteure und was sind die Konsequenzen?

Mit der Verschiebung der geopolitischen Grundkonstante von regelbasierten Prinzipien und Nationenstaaten hin zu symbol- und geopolitischem Probing sowie Bi- und Minilateralismus bekommen neue

53 Das Akronym VUCA steht für *Volatility, Uncertainty, Complexity* und *Ambiguity* und beschreibt eine sich schnelllebige, unsichere und mehrdeutige Welt, welche unter anderem Staaten herausfordert neue Ansätze strategischen Denkens und Handelns zu finden (Reginold & Vögeli, 2022).

54 «Hydrogen trade and investment flows will spawn new patterns of interdependence and bring shifts in bilateral relations. A fast-growing array of bilateral deals indicates that these will be different from the hydrocarbon-based energy relationships of the 20th century. More than 30 countries and regions have hydrogen strategies that include import or export plans, indicating that cross-border hydrogen trade is set to grow considerably. Countries that have not traditionally traded energy are establishing bilateral relations centering on hydrogen-related technologies and molecules. As economic ties between countries change, so might their political dynamics» (ipcc, o.D.)

Akteure und Methoden im weltpolitischen Gefüge aufwind. Die klassisch westlich-dominierten Demokratien, welche spätestens seit dem Mauerfall die Bedingungen der internationalen Politik definiert haben, haben mit neuen Akteuren, Bündnissen und Initiativen zu tun, die es zu berücksichtigen gilt. Der Aufstieg Chinas ist dabei vermutlich der prominenteste Fall, wobei China es immer wieder schafft seine Ambitionen clever im Kontext von multilateralen Konstruktionen zu verschleiern (vgl. BRICSplus, SCO, BRI, etc.). Wenn *Ernst and Young* (EY) in ihrem geopolitischen Barometer für 2024 das Navigieren in einer multipolaren Welt als zentrale Herausforderung bezeichnen (EY, o.D.), dann ist oft indirekt Peking Treiber dieser Entwicklungen. Die USA und Europa müssen sich auf diese Entwicklungen einstellen, da gerade die neuen Akteure in vielen Bereichen Deutungshoheit für sich in Anspruch nehmen wollen; dies auch im Bereich des Klimawandels (vgl. 4.1). Dies haben die Akteure des Globalen Nordens zum Teil noch nicht verstanden und es ist zu befürchten, dass sie diese Verschiebungen verpassen werden. Global agierende Akteure sind heute die USA und China. Auf einer regionalen Ebene aber nicht mit minder Einfluss auf geopolitische Entwicklungen sind Staaten wie Indien, Saudi-Arabien, Russland, Iran, Türkei oder Südkorea zu nennen. Zudem haben supranationale Organisationen wie die *Shanghai Cooperation Organization* (SCO), *Association of Southeast Asian Nations* (ASEAN)- und EU-Staaten sowie informelle Organisationen wie die G7 und G20 sowie die BRICSplus Staaten Einfluss auf das geopolitische Setup.

Aus einer weltpolitischen Warte wird der Globale Norden als bürokratisch, verwaltend und zu wenig dynamisch wahrgenommen. Sein Einfluss auf die Welt- und Geopolitik könnte mittel- bis langfristig schwinden und damit auch die Fähigkeit, die eigenen Interessen durchsetzen zu können. Es gibt kaum Indexe oder Referenzgrößen, die dies belegen können; wenn man makroökonomische Kennzahlen, die militärische Schlagkraft oder die Rolle in der UNO als Referenzgrösse nimmt, produziert dies unterschiedliche Lagebilder, die keine holistische Aussagekraft haben. Viel wichtiger ist es zu verstehen, dass die unterschiedlichen Momente, Initiativen und Fakten mit den entsprechenden Übertragungseffekten gelesen werden sollten. Die EU schreibt dazu: «Pressure on the environment, its ecosystems and on society is being exploited as a means to gain advantage in geopolitical competition. For example the control of energy resources and raw materials, economic tools and trade control, aid policies, communication infrastructures, and the control of data and cyberspace» (EC 2023, 12. September). Dabei wird Macht- und Geopolitik immer weniger als militärische Sicherheit verstanden, sondern die Grauzonen oder hybriden Konfliktsphären werden intensiviert. Admiral Davidson umschreibt dieses Dilemma perfekt, als er die Lage im Südchinesischen Meer folgendermassen beschreibt: «In short, China is now capable of controlling the South China Sea in all scenarios short of war with the United States»

(Beech, 2018). Auf diese Art der Kriegsführung ist man im Westen nicht vorbereitet und die Verwaltungen und Ausbildungsstätten lehren kaum solche Kompetenzen. Die Silostrukturen verhindern die nötige Dynamik für eine grüne Geopolitik.

4.3.1 De-Risking

Um diesen hybriden Herausforderungen begegnen zu können, wird diplomatisches und ökonomisches *de-risking* gerne als Schlagwort und Gegentrend verwendet. Es brauche kein *de-coupling* der internationalen Systeme, so EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen (EC 2023, 30. März). Was von der Leyen damit sagen will, ist, dass die internationale Wirtschaft sich keine fragmentierte internationale Wirtschaft leisten kann, schon gar nicht mit dem Systemrivalen China. Es braucht aus einer ökonomischen Sicht den internationalen Handel, aber einen, in der Wirtschaft nicht für geopolitische Zwecke missbraucht wird. Das ist das, was die WTO-Generaldirektorin Ngozi Okonjo-Iweala unter *interdependence without overdependence* (WTO, 2022) versteht. Eine Weltpolitik, die ökonomischen Schocks ausgesetzt ist, wird zum Abfall aller führen, so die Schlussfolgerung, wenn man die Aussagen von Okonjo-Iweala und von der Leyen ernst nimmt. In diesem Sinne wird eine grüne Geopolitik, die gleichzeitig von der Logik globaler Lieferketten aber auch von systemischer Rivalität geprägt ist, in ihrer Balance herausgefordert. Dieses ständige Abwägen, Ausprobieren und das Aushalten von Volatilitäten werden Schweizer Akteure in ihrem Importdesign mitberücksichtigen müssen.

4.3.2 Swing State Paradigma

In diesem Zusammenhang spielt in den untersuchten Ländern gerade Saudi-Arabien die geopolitisch interessanteste Karte. Das Königreich gilt gerne als globaler *swing-state* (Goldman Sachs, 2023), welcher situativ die Nähe zu China und den USA gleichzeitig erprobt. Historisch und militärisch ist Saudi-Arabien stark den USA zugewandt und auch abhängig (vgl. *oil-for-security-trade-off* (Chivvis et al. 2023)). Aber in letzter Zeit hat gerade unter Kronprinz Mohammed bin Salman und mit dem *Saudi Vision 2030* Projekt auch politisch, strategisch, technologisch und energiepolitisch eine Zuwendung zu China stattgefunden. Riad spricht gerne von *aktiver Neutralität*. Dies ermöglicht es Saudi-Arabien multioptional politisch zu handeln. Nicht ganz unähnlich verhält es sich mit Oman. Auch dort gibt es historische und strategische Partnerschaften mit den USA. In jüngerer Zeit kommen aber vermehrt auch Partnerschaften mit China und dem Iran dazu.

Nicht ausser Acht zu lassen, ist, dass Oman und Saudi-Arabien Mitglieder des *Gulf Cooperation Council* (GCC) sind. Eine intergouvernementale Organisation, die die Golfstaaten repräsentiert und den Energiehandel, ihre Lieferketten sowie die regionale Wirtschaft koordiniert. Es kommt nicht von ungefähr, dass sie ihre Beziehungen zur BRI und Peking vertieft haben respektive von China strategisch angegangen wurden (vgl. 2.2.2). Oman wird sicherlich im Fahrwasser von Saudi-Arabien regionalpolitisch nicht unwesentlich bleiben und seinen Swing-State-Status ausspielen.

Die afrikanischen und südamerikanischen Länder Marokko, Namibia und Chile spielen auf tieferer Ebene ebenfalls ihr Swing-State-Potential aus. Nur meint in diesem Fall *swinging* nicht einfach das Navigieren zwischen USA und China, sondern vielmehr das Ausloten multioptionaler Partnerschaften auch mit der EU, einzelnen europäischen Ländern oder – im Falle von Marokko – eine GCC-Mitgliedschaft; es wird gerne von «competition with an inclusive dimension and participatory dividends» gesprochen (Hami, 2023). Die Swing-State Logik hat im Kern das Problem, dass sie in die westliche Einfluss-sphäre und zugleich in die Sphäre Chinas und anderer Regionalmächte passen. Das kann durchaus zu Reputationsproblemen und politischen Dilemmas führen. So hat zum Beispiel China via Marokko den IRA umgangen. Das ist zu beachten, wenn man mit diesen Nationen operiert. Die *stabilisierte Volatilität* in der Geopolitik kann eben diese Effekte produzieren. Das ist vermutlich eine wichtige Konsequenz, wenn man über grünen Wasserstoff und diplomatische Rahmenbedingungen nachdenkt.

Norwegen und Kanada sind geopolitisch im ähnlichen Fahrwasser unterwegs. Mit ihrem Engagement im Arktischen Rat müssen sie sich direkt mit Russland und indirekt mit China auseinandersetzen. Aber generell sind die westlichen Staaten in einem geopolitischen Geflecht herausgefordert, wo autoritäre Staaten aber auch die ökonomische Kraft sich zunehmend nach Asien verschiebt: Wie kann unter diesen Prämissen eine authentische und identitätsbewahrende Aussenpolitik betrieben werden? Eine Frage, die sich schwierig beantworten lässt. Gerade dann, wenn bei den klassischen Netzwerken, wie im Fall der informellen G7, die Wichtigkeit schwindet und sich neue Akteure und Netzwerke bilden. So ist es auch für Norwegen nicht einfach ihre Präsidentschaft von 2023 bis 2025 im Arctic Council zu behaupten, ohne dass irgendwie Russland miteingebunden wird. Dies verlangt Fingerspitzengefühl. Diese vernetzte Denk- und Arbeitsweise hat Peking mit dem *Comprehensive National Security* Ansatz vorgelegt. Bei diesem Ansatz wird auf die Verflechtung der Disziplinen und Sphären geachtet, wobei alles einen Sicherheitsaspekt haben kann (Recht, Wirtschaft, Technologie, Forschung, Militär, etc.). Im militärischen Bereich wird dies in China unter den Konzepten *military-civil fusion* und *Three Warfares* ergänzt (*Media Warfare*, *Psychological Warfare* und *Legal Warfare*). Dies sind Paradigmen, welche auf diese Form der Interdependenzen konsequent Bezug nehmen. Diese wird 2023 von Peking mit einer

Global Security Initiative erweitert, wobei die Durchschlagskraft sich vor allem in kürzester Zeit in den Golfstaaten zeigen wird. In diesen Staaten wird die Sicherheitsarchitektur mit Energie, Handel, Investitionen, Technologie, Tourismus und Kulturprojekten in Verbindung gebracht. Mit den sechs Prinzipien 1) *Stay committed to the vision of common, comprehensive, cooperative and sustainable security*, 2) *Stay committed to respecting the sovereignty and territorial integrity of all countries*, 3) *Stay committed to abiding by the purposes and principles of the UN Charter*, 4) *Stay committed to taking the legitimate security concerns of all countries seriously*, 5) *Stay committed to peacefully resolving differences and disputes between countries through dialogue and consultation* und 6) *Stay committed to maintaining security in both traditional and non-traditional domains*, definiert China neue Einflussphären jenseits der Entwicklungshilfeprogramme und Kooperationsinitiativen des Westens.

4.3.3 Gulf Cooperation Council (GCC)

Die von China organisierte Annäherung zwischen Saudi-Arabien und Iran 2023 ist für die Geopolitik des Mittleren Ostens nicht unbedeutend. Es gibt zunehmend eine pragmatische und ökonomische Annäherung zwischen den Golfstaaten und dem Iran, welcher wiederum seine Beziehungen zu China intensiviert hatte. Generell haben die GCC-Staaten gemerkt, dass regionale Kooperation mit Anschluss an Player wie China und Russland (via Iran), nicht nur wirtschaftlichen Mehrwert bietet, sondern auch sicherheitspolitische Stabilität generiert und damit das Narrativ des Klimawandels konzentrierter angegangen werden kann (Ross et al, 2023). Die Idee, dass die GCC in allen Punkten Einigkeit sucht, ist auch hier irreführend. Es ist somit ähnlich wie bei den BRICS-Staaten, die eine pragmatische Ecosphären-Diplomatie betreiben, wo unterschiedliche Beziehungsformen und Intensitäten aber auch Divergenzen ihren Platz haben. Dies macht die GCC als Konstrukt aber auch ihre Mitglieder schwierig zu lesen. Die Rationalitäten sind relativ und können nicht eindeutig zugeschrieben werden. Es kommt nicht von ungefähr, dass die GCC-Mitgliedstaaten sich als Ort für die Produktion von grünem Wasserstoff positionieren. Eine eigentliche Koordination scheint es in diesem Thema nicht zu geben, aber auch hier können via der BRICS-Ecosphäre oder konkret mit Staaten wie China oder Russland Infrastrukturen, technische Bedingungen und Policies geschaffen und mittelfristig Abhängigkeiten produziert werden. Diese Interdependenzen können dann langfristig Wirkung entfalten, wo die Gravitas in Asien liegen wird und nicht im Westen. Der Krieg in der Ukraine und die ökonomischen Verwerfungen mit Russland haben auch in Europa vor Augen geführt, wie langfristig die Wirkungen von Infrastrukturen und Rohstoffabhängigkeiten sind und wie schwerfällig und kostentreibend Abhängigkeiten abzuschütteln sind.

4.3.4 Multinationale Banken

Gerade für die Entwicklung des Wasserstoffmarktes sind Entwicklungsbanken mögliche Akzeleratoren. Auf Grund der Organisation und Ausrichtung der europäischen Institutionen (*European Investment Bank* (EIB) und *European Bank for Reconstruction and Development* (EBRD)) sind sie schlecht auf die geopolitischen Ramifikationen und ihre Effektivität ausgerichtet, oder noch stark von den gängigen Lobbygruppen abhängig (vgl. *buying into the hydrogen hype* (Counter Balance & Bankwatch Network, 2022)). Mit der New Development Bank (NDB), welche von den BRICS-Staaten lanciert wurde und von China angetrieben wird, ist ein neues Investitionsinstrument entstanden. Die europäischen Agenturen verlieren an Kraft durch die hohe Koordinationsrolle und Abstimmungen zwischen den EU-Institutionen, den multilateralen Kreditgebern und den Entwicklungsbanken. Reformvorschläge für eine höhere geopolitische Visibilität Europas besteht darin, die EIB in eine *European Climate and Sustainable Development Bank* zu überführen. Dies könnte geopolitische Visibilität schaffen, so die Ideengeber. Ähnlich ist es auch bei der *World Bank Group*. Um schlagkräftiger zu werden, braucht es Dezentralisierungsentwicklungen für qualitativ und quantitativ bessere Performances. Für die Entwicklung des grünen Wasserstoffs können Entwicklung

von 2023 ist die erste wesentliche Auslegeordnung der EU, die den Nexus zwischen Wirtschaft, Technologie und Sicherheit benennt (EC 2023, 20. Juni). Damit möchte sich die EU in einem volatilen Kontext als Akteur positionieren. Inwiefern ihr aber koordinierten Aktionen folgen werden, bleibt abzuwarten. Dasselbe gilt für eine EU-Wasserstoffecosphäre.

4.4 Synthese Geopolitische Tendenzen

Zusammenfassend lässt sich die geopolitische Landkarte mit drei Treibern charakterisieren: 1) Stabilität der Volatilität, 2) Bündnispolitik, die äusserst pragmatisch formuliert wird und 3) das Paradigma der Swing States, welches neues Momentum in der internationalen Politik produziert. Dies vor allem deshalb, weil die Pole nicht klar sind. In dieser Undurchsichtigkeit müssen vor allem regionale Player und westliche Staaten für sich die unterschiedlichen Optionen ausloten können. Umschreiben lässt sich dies vermutlich mit Pragmatismus und situativer Geopolitik. In diesem Fahrwasser sollte man auch grüne Geopolitik und die Wasserstoffinitiativen lesen. Als Konsequenz werden multi-vektoriale Rahmenbedingungen offensichtlich.

5 Synthese, Policy- und Handlungsempfehlungen

In diesem Kontext müssen sich Rahmenbedingungen für Schweizer Importe einordnen. Was kann man aus dieser Studie herauslesen? Was sind die geopolitischen Konsequenzen und was für Erkenntnisse lassen sich für die Schweiz ableiten?

5.1 Erkenntnisse für Schweizer Akteure

Was aus Abschnitt 2 klar zum Ausdruck kommt, ist, dass eine Diversifizierung von möglichen Importpartnern für grünen Wasserstoff kurz- bis mittelfristig nicht möglich sein wird. Existierende Abhängigkeiten werden verstärkt oder es ergeben sich neue Abhängigkeiten (grüne OPEC). Zudem gibt es nebst erheblichen menschenrechtlichen Bedenken in Saudi-Arabien und Oman in allen untersuchten Ländern des Globalen Südens das Problem der Wasserknappheit. Diese werden um weitere Umweltprobleme, wie Rückstände in Entsalzungsanlagen oder Landnahme fruchtbaren Bodens für Solar- und Windenergieanlagen erweitert.

In diesem Sinne gibt es kurz- bis mittelfristig keine Trade-Offs im Sinne von *Import von grünem Wasserstoff versus geopolitische Risiken (Destabilisierungspotenzial, Abhängigkeiten, Menschenrechte und Sicherheitspolitik)* zu verhandeln. Je nach Gewichtung zeichnen sich unterschiedliche Partner ab, die für eine explorative Zusammenarbeit in Frage kommen

mit diesen staatlichen Rückversicherungen könne sich eine Wasserstoffindustrie entwickeln. Man könnte vom klassischen Ei- oder Huhn-Dilemma sprechen, respektive suchen alle Anspruchsgruppen jeweils beim anderen das Motiv etwas unternehmen zu müssen. In den untersuchten Ländern sowie in der EU scheint das Wasserstoffthema primär eine staatliche Angelegenheit und ein politisches Anliegen zu sein. Mit den entsprechenden Programmen versucht man eine grüne Wasserstoffecosphäre aufzubauen. Das Risiko besteht darin, dass in diesen Ländern die Industrie zusammenbricht, sobald die Fördergelder, Steuererleichterungen oder Forschungsgelder auslaufen, oder sich die politischen Rahmenbedingungen und Sachzwänge verändern. Es besteht der Verdacht, dass die Gasindustrie grosses Interesse hat, dass diese grüne Industrie mittelfristig kaum rentabel operieren kann, da sie durch ihre existierenden Infrastrukturen, Pipelines und Know-how blauen Wasserstoff vorantreiben können. Diesen Interessenrealitäten muss man sich bei möglichen Importen bewusst sein.

Es besteht zudem bei den meisten und relevanten möglichen Importländern (Saudi-Arabien, Oman, Marokko und Namibia, sowie auch bei Kanada) das Risiko, dass geopolitische Interessen die kurzfristig wirtschaftlichen Ebenen überlagern und somit auch sicherheitspolitische Abhängigkeiten weiter bestehen bleiben. Die Abhängigkeit Europas von Russland bei Gas und Öl hat zudem seit dem Beginn des Krieges in der Ukraine schmerzlich vor Augen geführt, wie im Bereich Energie

4. Um diesen drei Elementen gerecht zu werden, ist ein multioptionales Planen wesentlich, respektive sollten multi-vektorale Importüberlegungen im Zentrum stehen, die Geopolitik, Technologieentwicklungen, juristische Rahmenbedingungen aber auch der interdisziplinäre Wissensaustausch verhandelt (*whole-of-government* Ansatz). Dies bedeutet insbesondere, dass konsequent ein inter- und intradepartementaler, domänenübergreifender und integraler Austausch stattfinden muss, der die Perspektive von unterschiedlichen Akteuren, auch aus der Wissenschaft und einer breit verstandenen Zivilgesellschaft (z.B. Think Tanks) zusammenbringt. So kann man die möglichen Transferrisiken antizipieren und die Rahmenbedingungen aktiv gestalten. Dies als Massnahme im präventiven Bereich.

Es besteht aber durchaus die Option, dass der Staat auch proaktive Massnahmen einleitet. Die Schweizer Energiewirtschaft kann in einem geopolitischen Kontext selber Realitäten schaffen, wo mögliche Nischenkompetenzen aufgebaut, Innovationstransferleistungen aber auch Hubs für Wasserstoff entwickelt werden können. Diese Förderungen sollte man jedoch strategisch in anderen Dossiers einbetten (z.B. Aussenpolitik, Entwicklungszusammenarbeit, Wirtschaftspolitik, Nachhaltigkeitspolitik, Innovationspolitik, etc.) und die entsprechenden Geschichten dazu im Sinne von flexib

sen abgestimmt werden. Mit Kanada könnten beispielsweise Technologie- und Innovationsthemen vorangetrieben, mit Saudi-Arabien wirtschaftliche, infrastrukturelle und aussenwirtschaftspolitische Aspekte betont werden. Die Agenden sollten relativ offen und explorativ sein. Dies die abschliessende Empfehlung.

Literaturverzeichnis Hauptteil

- Andersson, P. (2021). The Arctic as a “Strategic” and “Important” Chinese Foreign Policy Interest: Exploring the Role of Labels and Hierarchies in China’s Arctic Discourses. *Journal of Current Chinese Affairs*, 0, 1-27. <https://doi.org/10.1177/18681026211018699>
- Abuljadayel, F. (2022, 29. September). *Saudi green hydrogen production costs could be lowest in the world: KAPSARC*. Arab News. <https://www.arabnews.com/node/2171831/business-economy> (21. März 2024)
- Allan, J., Lakhal, H. & Lemaadel, M. (2021, 10. November). *An unjust transition: Energy, colonialism and extractivism in occupied Western Sahara*. Transnational Institute. <https://www.tni.org/en/article/an-unjust-transition> (22. März 2024)
- Amnesty International (2023). *Amnesty International Report 2022/23. The State of the*

- Barnett, J. (2003). Security and Climate Change. *Global Environment Change*, 13 (1), 7-17.
[https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(02\)00080-8](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(02)00080-8)
- Bartlett, J. (2022). *Chile's bet on green hydrogen*. International Monetary Fund.
<https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2022/12/country-case-chile-bet-on-green-hydrogen-Bartlett> (21. März 2024)
- Bartolomé, M. (2022, 13. Mai). *Why Is Madrid Pandering to Morocco?* Foreign Policy. <https://foreignpolicy.com/2022/05/13/spain-sanchez-morocco-polisario-western-sahara-algeria/> (21. März 2024)
- Beech, H. (2018, 20. September). *China's Sea Control Is a Done Deal, 'Short of War with the U.S.'*

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. (2020). *Klimaschutz in Zahlen Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik Ausgabe 2020*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. https://www.hs-albsig.de/fileadmin/user_upload/hsas/01_studienangebot/bachelor/ste/downloads/pdfs/klimaschutz_zahlen_2020_broschuere_bf.pdf
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. (2022). *Klimaschutz in Zahlen, Aktuelle Emissions-trends und Klimaschutzmassnahmen in Deutschland – Ausgabe 2022*. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Klimaschutz/klimaschutz-in-zahlen.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- Cambridge Econometrics. (2018). *A study for Transport & Environment, Oil Dependency in the EU*. Cambridge Econometrics, Cambridge, UK. <https://www.camecon.com/wp-content/uploads/2020/07/2018-TE-Oil-Dependency-report.pdf>
- Campero, C., Bennett, N. J. & Arriagada, N. (2022). Technologies of dispossession in the blue economy: Socioenvironmental impacts of seawater desalination in the Antofagasta Region of Chile. *The Geographical Journal*, 189 (2), 231-245. <https://doi.org/10.1111/geoj.12429>
- CertifHy. (o.D.). *CertifHy - The first European Guarantee of Origin for Green & Low Carbon Hydrogen*. CertifHy. https://www.waterstofnet.eu/_asset/_public/CertifHy/CertifHy_Leaflet_final-compressed.pdf
- Chivvis. C. S., Miller, A. D. & Geaghan-Breiner, B. (2023, 06. November). Saudi Arabia in the Emerging World Order. Carnegie Endowment for International Peace. <https://carnegieendowment.org/research/2023/11/saudi-arabia-in-the-emerging-world-order?lang=en>
- Colombo, S. (2023). Morocco's domestic crisis of (derailed) democratisation. *The Journal of North African Studies*, 28 (6), 1492-1514. <https://doi.org/10.1080/13629387.2023.2207229>
- Collins, L. (2021a, 03. November). *Nations agree to ensure clean hydrogen is affordable and available globally by 2030*. Recharge. <https://www.rechargenews.com/energy-transition/nations-agree-to-ensure-clean-hydrogen-is-affordable-and-available-globally-by-2030/2-1-1093106> (20. März 2024)
- Collins, L. (2021b, 09. November). *Green hydrogen is too expensive — these 38 government policies are needed to make it viable*. Recharge. <https://www.rechargenews.com/energy-transition/green->

[hydrogen-is-too-expensive-these-38-government-policies-are-needed-to-make-it-viable/2-1-1095533](#) (20. März 2024)

Costa Vazquez, K. (2021). Brazil and BRICS Multilateralism à la Carte: From Bilateralism to Community Interest. *Global policy*, 12 (4), 534-538. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12969>

Counter Balance & Bankwatch Network (2022). *Flattering to deceive: A reality check for the 'EU Climate Bank'*. Counter Balance & Bankwatch Network. https://bankwatch.org/wp-content/uploads/2022/06/EIB-Climate-Report_w.pdf

Corporate Europe Observatory. (2020). *The hydrogen hype: Gas industry fairy tale or climate horror story?* Corporate Europe Observatory, Food and Water Action Europe & Re:Common. https://corporateeurope.org/sites/default/files/2020-12/hydrogen-report-web-final_3.pdf

Corporate Europe Observatory. (2021). *Stop the revolving door: Fossil fuel policy influencers*. Corporate Europe Observatory. <https://corporateeurope.org/sites/default/files/2021-10/final%20lay-out%20RD%20FFP%20background%202021.pdf>

Corporate Europe Observatory. (2023, 03. Oktober). *The dirty truth about the EU's hydrogen push*. Corporate Europe Observatory. <https://corporateeurope.org/en/dirty-truth-about-EU-hydrogen-push> (21. März 2024)

Damen, M. (2022). *EU strategic autonomy 2013-2023, From concept to capacity*. EU Strategic Autonomy Monitor July 2022, European Parliament. [https://www.europarl.europa.eu/Reg-Data/etudes/BRIE/2022/733589/EPRS_BRI\(2022\)733589_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/Reg-Data/etudes/BRIE/2022/733589/EPRS_BRI(2022)733589_EN.pdf)

De Bolle, M. (2023, 01. Juni). *The West could turn to Brazil, India, and South Africa for its green hydrogen ambitions*. PIIE. <https://www.piie.com/research/piie-charts/west-could-turn-brazil-india-and-south-africa-its-green-hydrogen-ambitions> (27. März 2024)

De Chamard, A-L. (2022, 10. November). *The road to a sustainable industrial revolution*. Siemens Energy. <https://www.siemens-energy.com/global/en/home/stories/decarbonizing-hard-to-abate-industries.html> (20. März 2024)

Depken, J., Dyck, A., Roß, L. & Ehlers, S. (2022). Safety Considerations of Hydrogen Application in Shipping in Comparison to LNG. *Energies* 2022, 15 (9), 3250. <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/9/3250#B67-energies-15-03250>

- Donoghoe, M., Perry, A. & Gross, S. (2023, 14. Dezember). *The successes and failures of COP28*. Brookings. <https://www.brookings.edu/articles/the-successes-and-failures-of-cop28/> (18. März 2024)
- Dokso, A. (2023, 02. Oktober). *Saudi Arabia's Aramco Sets Sights on Hydrogen*. Energy News. <https://energynews.biz/saudi-arabias-aramco-sets-sights-on-hydrogen/> (21. März 2024)
- Dorn, F. M. & Huber, C. (2020). Global production networks and natural resource extraction: adding a political ecology perspective. *Geographica Helvetica*, 75 (2), 183-193. <https://gh.copernicus.org/articles/75/183/2020/>
- Du Toit, A. (2005). Poverty Measurement Blues: Some Reflections on the Space for Understanding 'Chronic' and 'Structural' Poverty in South Africa. *Chronic Poverty Research Centre Working Paper*, 55. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1753682
- El-Ghizel, S., Tahaikt, M., Dhibab, D., Elmidaouia, A. & Takya, M. (2021). Desalination in Morocco: status and prospects. *Desalination and Water Treatment*, 231, 1-15. https://www.deswater.com/DWT_articles/vol_231_papers/231_2021_1.pdf
- Embassy of India. (2017). *India-Oman Relations*. Embassy of India. https://www.mea.gov.in/Portal/ForeignRelation/26_Oman_November_2017.pdf (18. März 2024)
- English News. (2023, 29. Dezember). *Yearend: Ten years on, BRI blazes new path of win-win cooperation for common development*. English News. <https://english.news.cn/20231229/8c658fa0ef2e4d4fab25a056b2d5c46c/c.html> (22. März 2024)
- Ernst and Young EY. (o.D.). *Top 10 geopolitical developments for 2024*. https://www.ey.com/en_be/geostrategy/2024-geostrategic-outlook (19. März 2024)
- Euractiv. (2022, 16. Februar). *Morocco, Germany renew ties after 'misunderstandings'*. Euractiv. <https://www.euractiv.com/section/politics/news/morocco-germany-renew-ties-after-misunderstandings/> (21. März 2024)
- European Clean Hydrogen Alliance ECH2A. (2023). *Roadmap On Hydrogen Standardisation*. ECH2A. https://www.cenelec.eu/media/CEN-CENELEC/News/Press%20Releases/2023/20230301_ech2a_roadmaphydrogenstandardisation.pdf (20. März 2024)

- European Commission EC. (o.D.a). *Africa-Europe Green Energy*. https://international-partnerships.ec.europa.eu/policies/global-gateway/africa-europe-green-energy_en# (18. März 2024)
- European Commission EC. (o.D.b). *Hydrogen*. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/hydrogen_en (20. März 2024)
- European Commission EC. (2020, 27. Mai). *Europe's moment: Repair and Prepare for the Next Generation*. European Commission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020SC0098> (20. März 2024)
- European Commission EC. (2023, 30. März). *Speech by President von der Leyen on EU-China relations to the Mercator Institute for China Studies and the European Policy Centre*. European Commission. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/speech_23_2063 (26. März 2024)
- European Commission EC. (2023, 20. Juni). *An EU approach to enhance economic security*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_3358 (19. März 2024)
- European Commission EC. (2023, 12. September). *Supporting policy with scientific evidence. We mobilise people and resources to create, curate, make sense of and use knowledge to inform policymaking across Europe*. European Commission. https://knowledge4policy.ec.europa.eu/changing-security-paradigm_en (26. März 2024)
- Europäische Kommission EC. (2021, 14. April). *Im Blickpunkt: Wasserstoff – Motor der grünen Revolution*. https://commission.europa.eu/news/focus-hydrogen-driving-green-revolution-2021-04-14_de (26. März 2024)
- Europäische Kommission EC. (2022a, 08. März). *Mitteilung Der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: REPowerEU: gemeinsames europäisches Vorgehen für erschwinglichere, sichere und nachhaltige Energie*. Europäische Kommission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0108> (20. März 2024)
- Europäische Kommission EC. (2022b, 18. Mai). *Commission Staff Working Document Implementing The Repower EU Action Plan: Investment Needs, Hydrogen Accelerator And Achieving The Biomethane Targets*. Europäische Kommission. https://energy.ec.europa.eu/system/files/2022-05/SWD_2022_230_1_EN_autre_document_travail_service_part1_v3.pdf

- Erbach, G. & Svensson, S. (2023). *EU rules for renewable hydrogen: Delegated regulations on a methodology for renewable fuels of non-biological origin*. European Parliament. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747085/EPRS_BRI\(2023\)747085_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747085/EPRS_BRI(2023)747085_EN.pdf) (20. März 2024)
- Fairsquare. (2020). *Migrant Workers in Saudi Arabia*. Fairsquare. <https://fairsq.org/wp-content/uploads/2020/11/FS-Policy-Brief-1-Saudi-Arabia-1020.pdf>
- Financial Times. (2023, 06. Dezember). *How Biden's Inflation Reduction Act changed the world* (Transkript). <https://www.ft.com/video/9f002882-c330-4c7f-88c0-4cc5112125a2> (26. März 2024)
- Freedom House. (2024a). *Freedom in the World 2024, Oman*. Freedom House. Washington DC, USA.
- Freedom House. (2024b). *Freedom in the World 2024, Saudi Arabia*. Freedom House. Washington DC, USA.
- Gates, B. (2022, 21. Juni). *To cut emissions, use this Swiss Army Knife. Cheap, green hydrogen would be a massive breakthrough in clean energy*. GatesNotes. <https://www.gatesnotes.com/Clean-Hydrogen> (12. März 2024)
- Gates, R. (2023, 29. September). *The Dysfunctional Superpower. Can a Divided America Deter China and Russia?* Foreign Affairs. <https://www.foreignaffairs.com/united-states/robert-gates-america-china-russia-dysfunctional-superpower%20%0d18> (20. März 2024)
- Gilmartin, E. (2022, 27. März). *Europe Is Replacing Energy Dependence on Russia With Reliance on North African Dictatorships*. Jacobin. <https://jacobin.com/2022/03/eu-germany-energy-green-hydrogen-repowereu-western-sahara> (22. März 2024)
- Goldman Sachs. (2023, 12. Mai). *The rise of geopolitical swing states*. <https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/the-rise-of-geopolitical-swing-states.html#:~:text=The%20rise%20of%20geopolitical%20swing%20states%20may%20balance%20the%20great,actors%20and%20variables%20in%20play> (19. März 2024)
- Government of Canada. (o.D.). *Hydrogen opportunities: Key findings*. <https://natural-resources.canada.ca/climate-change/canadas-green-future/the-hydrogen-strategy/hydrogen-opportunities-key-findings/23104> (18. März 2024)

- Government of India. Ministry of Power (2021, 23. Juni). *NTPC anchors two day BRICS Green Hydrogen Summit*. <https://pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=1729630> (19. März 2024)
- Greenacre, M. (2023, 23. November). *Commission opens subsidy scheme to promote renewable hydrogen amid concerns about the Clean Hydrogen research partnership*. Science Business. <https://sciencebusiness.net/news/hydrogen/commission-opens-subsidy-scheme-promote-renewable-hydrogen-amid-concerns-about-clean> (20. März 2024)
- H2Diplo. (o.D.). *H2Diplo: Global Hydrogen Diplomacy*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. <https://www.h2diplo.de/> (20. März 2024)
- Hami, H. (2023, 15. Juni). *The Swing States' Paradigm: Multi-alignment or New Structural Dependence?* Morocco. World News. <https://www.moroccoworldnews.com/2023/06/355961/the-swing-states-paradigm-multi-alignment-or-new-structural-dependence> (19. März 2024)
- Hart, A. (2023, 14. April). *Why Australia's green hydrogen export plans could be all about ammonia*. Renew Economy. <https://reneweconomy.com.au/why-australias-green-hydrogen-export-plans-could-be-all-about-ammonia/> (21. März 2024)
- Hayns, J. (2016, 11. November). *COP22's Imperialist Environmentalism*. Jacobin. <https://jacobin.com/2016/11/cop22-morocco-environmentalism-colonialism> (22. März 2024)
- Hernandez, A. (2022, 19. Oktober). *Go big or go green? The EU's massively expanding hydrogen bet*. Politico. <https://www.politico.eu/article/go-big-or-go-green-the-eus-massively-expanding-hydrogen-bet/> (19. März 2024)
- Holbrook, J.A., Arthurs, D. & Cassidy, E. (2010). Understanding the Vancouver Hydrogen and Fuel Cells Cluster: A Case Study of Public Laboratories and Private Research. *European Planning Studies*, 17 (02), 317. <https://doi.org/10.1080/09654310903491648>
- Hornborg, A. (1998). Towards an ecological theory of unequal exchange: articulating world system theory and ecological economics. *Ecological Economics*, 25 (1), 127-136. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800997001006?via%3Dihub>
- International Energy Agency IEA. (2023). *Towards hydrogen definitions based on their emissions intensity*. IEA. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/acc7a642-e42b-4972-8893-2f03bf0bfa03/Towardshydrogendefinitionsbasedontheiremissionsintensity.pdf>

- International Renewable Energy Agency IRENA. (o.D.). *Geopolitics of Energy Transformation. The Hydrogen Factor*. <https://www.irena.org/Digital-Report/Geopolitics-of-the-Energy-Transformation> (19. März 2024).
- International Renewable Energy Agency IRENA. (2019). *A New World The Geopolitics of the Energy Transformation*. IRENA & Global Commission on the Geopolitics of Energy Transformation. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jan/Global_commission_geopolitics_new_world_2019.pdf?rev=a12555f7a34b4258bf70de9cb9ca654c
- International Renewable Energy Agency IRENA. (2022). *Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor*. IRENA. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Jan/IRENA_Geopolitics_Hydrogen_2022.pdf?rev=1cfe49eee979409686f101ce24ffd71a
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. (2021). *Summary for Policymakers: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, 3-32. Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009157896.001.
- IPHE Hydrogen Production Analysis Task Force. (2022). *Methodology for Determining the Greenhouse Gas Emissions Associated With the Production of Hydrogen*. IPHE. https://www.iphe.net/files/ugd/45185a_03457347901844c3856e196689f3227c.pdf
- Jenkins, K., McCauley, D., Heffron, R., Stephan, H. & Rehner, R. (2016). Energy justice: A conceptual review. *Energy Research & Social Science*, 11, 174-182. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214629615300669?via%3Dihub>
- Kassam, A. (2021, 18. Mai). *More than 6,000 migrants reach Spain's north African enclave Ceuta*. The Guardian. <https://www.theguardian.com/world/2021/may/17/record-1000-migrants-reach-spains-north-african-enclave-ceuta-in-a-day> (21. März 2024)
- Kalt, T. & Tunn, J. (2022). *Shipping the sunshine? A critical research agenda on the global hydrogen transition*. GAIA. https://www.oekom.de/files/media/zeitschriften/artikel/GAIA_2022_02_72.pdf

- Ker, P., Macdonald-Smith, A. & Fuary-Wagner, I. (2023, 23. Januar). *Australia's export dilemma: solar via cable or hydrogen by ship?* The Australian Financial Review. <https://www.afr.com/companies/energy/how-should-we-export-australia-s-renewable-energy-if-at-all-20230116-p5ccr1> (21. März 2024)
- Khan, A.M. (2023, 12. Dezember). *The India-Middle East-Europe Economic Corridor (IMEC): Too Little, Too Late?* Carnegie, Endowment for International Peace. <https://carnegieendowment.org/sada/91214> (18. März 2024)
- Konzeptwerk Neue Ökonomie. (o.D.). *Wasserstoff und Klimagerechtigkeit*. Konzeptwerk Neue Ökonomie. <https://konzeptwerk-neue-oekonomie.org/bausteine-fuer-klimagerechtigkeit/wasserstoff-und-klimagerechtigkeit/> (20. März 2024)
- Krukowska, E. & Nienaber, M. (2022, 10. März). *Von Der Leyen Eyes Ending EU's Russian Energy Reliance by 2027*. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-03-10/von-der-leyen-eyes-ending-eu-s-russian-energy-reliance-by-2027?embedded-checkout=true> (20. März 2024)
- Kruse, M. & Wedemeier, J. (2021). Potenzial grüner Wasserstoff: langer Weg der Entwicklung, kurze Zeit bis zur Umsetzung. *Wirtschaftsdienst*, 101(1), 26-32. DOI: 10.1007/s10273-021-2821-9
- Lammers, K., Hoffmann, M., Avellan, T. & Collazo, A. P. (2023, 19. Dezember). *Green hydrogen and its water use problem*. pv magazine. <https://www.pv-magazine.com/2023/12/19/green-hydrogen-and-its-water-use-problem/> (22. März 2024)
- Latemann, S. (2011). *Meerwasserentsalzung*. Hrsg.: Lozán, J. L., Grassl, H., Hupfer, P., Karbe, L. & Schönwiese C.-D., *Warnsignal Klima: Genug Wasser für alle?* (3. Auflage, 452-458). Climate Service Center Germany. https://www.climate-service-center.de/imperia/md/content/csc/warnsignalklima/warnsignal_klima_kap4_4.2_latemann.pdf
- Lau, C. (2023, 08. August). *The Rise of Hydrogen Economy and Safety Fears*. Schneider Electric. <https://blog.se.com/industry/energies-and-chemicals/2023/08/08/focus-on-hydrogen-safety-aligns-with-growing-economy/> (18. März 2024)
- Linder, R. (2022). Green hydrogen partnerships with the Global South. Advancing an energy justice perspective on "tomorrow's oil". *Sustainable Development*, 31(2), 1038-1053. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sd.2439>

- Lorentz, B., Trüby, J. & Philip, P. (2023). *Green hydrogen: Energizing the path to net zero*, Deloitte's 2023 global green hydrogen outlook. Deloitte. <https://www.deloitte.com/global/en/issues/climate/green-hydrogen.html> (20. März 2024)
- Mardell, J. (2023, 09. Oktober). *BRI at 10: Checking in on the 'green silk road'*. The China Project. <https://thechinaproject.com/2023/10/09/bri-at-10-checking-in-on-the-green-silk-road/> (19. März 2024)
- McKinsey&Company. (2022). *The Inflation Reduction Act: Here's what's in it*. <https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/the-inflation-reduction-act-heres-whats-in-it> (20. März 2024)
- Memo. (2023, 06. Mai). *UN experts slam Saudi Arabia for planned execution of citizens forced from homes*. MEMO. Middle East Monitor. <https://www.middleeastmonitor.com/20230506-un-experts-slam-saudi-arabia-for-planned-execution-of-citizens-forced-from-homes/> (20. März 2024)
- Ministry of Mines and Energy Namibia. (2022). *Namibia. Green Hydrogen and Derivatives Strategy*. Ministry of Mines and Energy Namibia. <https://nipdb.com/download/green-hydrogen-strategy/#> (20. März 2024)
- Mohieldin, M. & Leautier, F. (2023, 31. August). *Green hydrogen can power Africa's economic growth*. African Business. <https://african.business/2023/08/long-reads/green-hydrogen-can-power-african-economic-growth> (21. März 2024)
- Nakano, J. (2022, 07. Januar). *Saudi Arabia's Hydrogen Industrial Strategy*. Center for Strategic and International Studies. <https://www.csis.org/analysis/saudi-arabias-hydrogen-industrial-strategy> (21. März 2024)
- Natural Resources Canada NRC. (2020). *Hydrogen Strategy for Canada: Seizing the Opportunities for Hydrogen: A Call to Action*. Natural Resources Canada NRC. https://natural-resources-canada.ca/sites/nrcan/files/environment/hydrogen/NRCan_Hydrogen-Strategy-Canada-na-en-v3.pdf
- Neom. (2023). *NEOM announces the inauguration of NEOM Investment Fund alongside new investments across next-generation and clean industries*. <https://www.neom.com/en-us/news-room/neom-announces-investment-fund> (19. März 2024)

- Norwegian Ministry of Petroleum and Energy & Norwegian Ministry of Climate and Environment. (2020). *The Norwegian Government's hydrogen strategy. Towards a low emission society*. Norwegian Ministry of Petroleum and Energy & Norwegian Ministry of Climate and Environment. <https://www.regjeringen.no/contentassets/40026db2148e41eda8e3792d259efb6b/y-0127e.pdf>
- Noussan, M., Raimondi, P. P., Scita, R. & Hafner, M. (2020). The Role of Green and Blue Hydrogen in the Energy Transition – A Technological and Geopolitical Perspective. *Sustainability* 2021, 13(1), 298. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/1/298#B42-sustainability-13-00298>
- Núñez-Jimenez, A. & De Blasio, N. (2022). *The Future of Renewable Hydrogen in the European Union: Market and Geopolitical Implications*. Belfer Center for Science and International Affairs. https://www.belfercenter.org/sites/default/files/files/publication/Report_EU%20Hydrogen_FI-NAL.pdf
- Nykyforchyn, H., Unigovskyi, L., Zvirko, O., Tsyrluk, O., & Krechkovska, H. (2021). Pipeline durability and integrity issues at hydrogen transport via natural gas distribution network. *Procedia Structural Integrity*, 33, 646–651. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2021.10.071>
- Office of the Auditor General of Canada. (2022). *Reports of the Commissioner of the Environment and Sustainable Development to the Parliament of Canada, Hydrogen's Potential to Reduce Greenhouse Gas Emissions: Independent Auditor's Report*. Office of the Auditor General of Canada. https://www.oag-bvg.gc.ca/internet/docs/parl_cesd_202204_03_e.pdf
- Oman Vision 2040. (2022). *The Sultanate of Oman's National Strategy for an Orderly Transition to Net Zero*. Oman Vision 2040. https://www.ea.gov.om/media/aaslyc3l/oman-net-zero-report-2022_screen.pdf
- Our World in Data. (2023). *Human rights index, 2023*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/grapher/human-rights-index-vdem> (10. Juni 2024).
- Pellow, D. N. (2017). *What is Critical Environmental Justice?* Polity. Cambridge, UK. ISBN: 978-0-745-67938-9
- Pickering, B., Lombardi, F. & Pfenninger, S. (2022). Diversity of options to eliminate fossil fuels and reach carbon neutrality across the entire European energy system. *Joule*, 6(6), 1253-1276. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2022.05.009>

- Proedrou, F. (2023). EU Decarbonization under Geopolitical Pressure: Changing Paradigms and Implications for Energy and Climate Policy. *Sustainability* 2023, 15 (6) 5083. <https://doi.org/10.3390/su15065083>
- Public Investment Fund PIF. (o.D.). Home. <https://www.pif.gov.sa/en> (21. März 2024)
- PWC. (o.D.). *The green hydrogen economy - Predicting the decarbonisation agenda of tomorrow*. <https://www.pwc.com/gx/en/industries/energy-utilities-resources/future-energy/green-hydrogen-cost.html> (20. März 2024)
- Rapoza, K. (2021). *How China's Solar Industry Is Set Up to Be the New Green OPEC*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/kenrapoza/2021/03/14/how-chinas-solar-industry-is-set-up-to-be-the-new-green-opec/> (19. März 2024)
- Real Africa Climate Summit. (2023). *The African People's Climate and Development Declaration 2023*. <https://www.realafricaclimatesummit.org/declaration> (21. März 2024)
- Reginold, R. & Vögeli, U. (2022). Strategie- und Innovationsmethoden für eine VUCA-Welt. Multidomainkultur & Embedded Strategy. Swiss Institute for Global Affairs.
- Rote, M. (2023, 09. Mai). *Lack of standards could undermine global hydrogen market before it gets started*. Environmental Defense Fund. <https://blogs.edf.org/energyexchange/2023/05/09/lack-of-standards-could-undermine-global-hydrogen-market-before-it-gets-started/> (20. März 2024)
- Rupérez Cerqueda, M. (2023). *El hidrógeno verde, ¿burbuja o una realidad energética? Analizando la rentabilidad del sector*. OBS Business School. https://marketing.onlinebschool.es/Prensa/Informes/Informe%20OBS%20-%20Hidrogeno%20verde%202023.pdf?no_link=1 (20. März 2024)
- Reginold, R. (2018). Spin Politics – Machtpolitik anders lesen. *Military Power Revue der Schweizer Armee*, 2(43). https://css.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/gess/cis/center-for-securities-studies/resources/docs/Military%20Power%20Review_80_024_MPR_2-18_KOMPLETT.pdf (18. März 2024)
- Ross, H., Lister, C., Sencan, G., Winer, J. M. & Ali, S. M. (2023, 21. August). *Monday Briefing: Saudi-Iran rapprochement amid regional and global shifts*. Middle East Institute. <https://www.mei.edu/blog/monday-briefing-saudi-iran-rapprochement-amid-regional-and-global-shifts> (19. März 2024)

- Sachverständigenrat für Umwelttrat SRU. (2021). *Wasserstoff im Klimaschutz: Klasse statt Masse*. SRU. https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2020_2024/2021_06_stellungnahme_wasserstoff_im_klimaschutz.pdf?__blob=publication-File&v=9
- Saraji, M. K. & Streimikiene, D. (2023). Challenges to the low carbon energy transition: A systematic literature review and research agenda. *Energy Strategy Reviews*, 49, 101163. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X2300113X?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=86809b6e7d95d68a
- Schmidt, N. & Maggiore, M. (2020, 20. Oktober). *Loopholes and lobbies: An explainer of the European Commission's Hydrogen strategy*. Investigate Europe. <https://www.investigate-europe.eu/posts/hydrogen-strategy-explainer> (19. März 2024)
- Segal, M. (2023, 24. November). *EU Commission Launches €800 Million Subsidy Program to Support Renewable Hydrogen Producers*. ESG Today. <https://www.esgtoday.com/eu-commission-launches-e800-million-subsidy-program-to-support-renewable-hydrogen-producers/> (20. März 2024)
- Sievernich, J. & Fokeer, S. (2023). *Strategies for hydrogen transport infrastructure*. Industrial Analytics Platform. <https://iap.unido.org/articles/strategies-hydrogen-transport-infrastructure#fn-2784-0> (21. März 2024)
- Singh, R. (2021, 25. Juni). *BRICS Green Hydrogen Summit 2021*. Current Affairs – Bank Exam Today. <https://currentaffairs.bankexamstoday.com/2021/06/brics-green-hydrogen-summit-2021.html> (27. März 2024)
- Sovacool, B. K., Baum, C. & Low, S. (2023). The next climate war? Statecraft, security, and weaponization in the geopolitics of a low-carbon future. *Energy Strategy Reviews*, 45, 101031. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.101031>
- Spanish Presidency of the Council of the EU. (o.D.). *Open Strategic Autonomy for a competitive and resilient EU*. <https://spanish-presidency.consilium.europa.eu/en/programme/open-strategic-autonomy-spanish-presidency-eu-council-resilient-eu2030/#:~:text=The%20Open%20Strategic%20Autonomy%20was,global%20technological%20and%20geopolitical%20transformations.> (20. März 2024)

- Spiegel. (2022, 28. April). *Algerien warnt Spanien vor Gaslieferungen nach Marokko*. Spiegel. <https://www.spiegel.de/ausland/algerien-warnt-spanien-vor-gaslieferungen-nach-marokko-a-4bf3018d-071a-44ff-96fa-43026e9efc63> (21. März 2024)
- Stölzel, T. (2022, 02. April). *Neom soll Saudi-Arabien den Weg aus dem Ölzeitalter ebnen – um jeden Preis*. WirtschaftsWoche. <https://www.wiwo.de/technologie/wirtschaft-von-oben/wirtschaft-von-oben-152-neom-neom-soll-saudi-arabien-den-weg-aus-dem-oelzeitalter-ebnen-um-jeden-preis/28217290.html> (19. März 2024)
- Sultana, F. (2021). Critical climate justice. *Geographical Journal*, 188, 118-124. <https://rgs-ibg.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/geoj.12417>
- The Editorial Team. (2023, 01. November). *The Netherlands starts building a national hydrogen network*. Safety4Sea. <https://safety4sea.com/the-netherlands-starts-building-a-national-hydrogen-network/> (20. März 2024)
- The State Council, The People's Republic of China. (2018). *China's Arctic Policy*. https://english.www.gov.cn/archive/white_paper/2018/01/26/content_281476026660336.htm (26. März 2024)
- Thiele, L. (2022a). *Bausteine für Klimagerechtigkeit Wasserstoff und Klimagerechtigkeit*. Konzeptwerk Neue Ökonomie. https://konzeptwerk-neue-oekonomie.org/wp-content/uploads/2022/08/Wasserstoff_und_Klimagerechtigkeit_2022.pdf
- Thiele, L. (2022b). *Building blocks for climate justice Hydrogen and Climate Justice*. Konzeptwerk Neue Ökonomie. https://konzeptwerk-neue-oekonomie.org/wp-content/uploads/2022/08/Hydrogen_and_Climate_Justice_2022.pdf
- Teichmann, F., Piria, R., Honnen, J. & Eckhardt J. (2021, März). *Wasserstoff in Kanada. Status Quo, Debatten und Potenziale*. adelphi. https://adelphi.de/system/files/mediathek/bilder/Hintergrundstudie%20Wasserstoff%20in%20Kanada_fv.pdf (18. März 2024)
- Trüby, J., Douguet, S., Shirizadeh, B., Bovari, E., Ailleret, A., Guillon, A., El-Khatib, N., Lorentz, B. & Phillips, F-K. (2023). *How green hydrogen conquers the world - An outlook on the global clean hydrogen market*. Conference: The United Nations - 8th Multi-stakeholder Forum on Science, Technology and Innovation for the Sustainable Development Goals.

<https://sdgs.un.org/sites/default/files/2023-05/A10%20-%20Trueby%20-%20Deloitte%20-%20How%20green%20hydrogen%20conquers%20the%20world.pdf>

United Nations UN. (2022, 22. September). OSAA's *State of Tech Series: Exploring the Role of Green Hydrogen in Africa's Energy Mix*. UN. <https://www.un.org/osaa/sites/www.un.org.osaa/files/exploringtheroleofgreenhydrogen.pdf>

United Nations Climate Change News. (2023, 13. Dezember). *COP28 Agreement Signals "Beginning of the End" of the Fossil Fuel Era*. United Nations Climate Change. <https://unfccc.int/news/cop28-agreement-signals-beginning-of-the-end-of-the-fossil-fuel-era#:~:text=UN%20Climate%20Change%20News%2C%2013,cuts%20and%20scaled%20Dup%20finance> (20. März 2024)

United Nations Economic Commission for Europe UNECE. (2023, 03. Dezember). *UNECE and partners advocate for "transition finance" at COP28 to help hard-to-abate sectors and small businesses decarbonize*. United Nations Economic Commission for Europe Information Unit. <https://unece.org/media/press/386127> (20. März 2024)

Universität zu Köln. (2020). *Über den Begriff Global South. Der Globale Süden – ein relationales Konzept*. Universität zu Köln. <https://gssc.uni-koeln.de/das-zentrum/global-south> (20. März 2024)

US Department of Energy US DoE. (o.D.). *Hydrogen Program, Codes and Standards*. US DoE. <https://www.hydrogen.energy.gov/program-areas/codes-standards> (20. März 2024)

US Department of Energy US DoE. (2023). *Assessing Lifecycle Greenhouse Gas Emissions Associated with Electricity Use for the Section 45V Clean Hydrogen Production Tax Credit*. US DoE. https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-12/Assessing_Lifecycle_Greenhouse_Gas_Emissions_Associated_with_Electricity_Use_for_the_Section_45V_Clean_Hydrogen_Production_Tax_Credit.pdf

Van de Graaf, T. (2022). *Hydrogen's Decade*. International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2022/12/hydrogen-decade-van-de-graaf> (20. März 2024)

Villagrasa, D. (2022). *Green hydrogen: Key success criteria for sustainable trade & production*. Brot für die Welt und Heinrich-Böll-Stiftung. <https://www.boell.de/sites/default/files/2022-11/green-hydrogen.pdf>

- Wachsmuth, J., Duscha, V., Wietschel, M., Oberle, S., Herrmann, U., Graf, M., Pfluger, B., Sorayaei, M., Brandes, F., Gehrmann, S., Rommelfanger, J., Isik, V., Köppel, W., Heneka, M., Zubair, A., & Vayas, L. (2023). *Transformation der Gasinfrastruktur zum Klimaschutz* (09/2023; Climate Change). Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2023-03-31_cc_09-2023_transformation-gasinfrastruktur-klimaschutz.pdf
- Western Sahara Resource Watch WSRW. (2016). *Joint declaration on the establishment of a roadmap for sustainable electricity trade between Morocco and the European Internal Energy Market*. https://wsrw.org/files/dated/2016-11-28/roadmap_joint_declaration-17.11.2016.pdf
- Williams, J. (2023). *COP28: green hydrogen must not be undermined by undefined “low-carbon” hydrogen and lax methods for reporting blue hydrogen emissions*. Green Hydrogen Organisation. <https://gh2.org/blog/cop28-green-hydrogen-must-not-be-undermined-undefined-low-carbon-hydrogen-and-lax-methods> (20. März 2024)
- Wolf, A. (2023). *Establishing hydrogen hubs in Europe: An analysis of the European hydrogen landscape*. Centrum für Europäische Politik. https://www.cep.eu/fileadmin/user_upload/cep.eu/Studien/ceplInput_Wasserstoff-Hubs_in_Europa/ceplInput_Establishing_hydrogen_hubs_in_Europe.pdf
- World Economic Forum WEF. (2023). *Net-Zero Industry Tracker 2023 Edition Insight Report November 2023*. WEF. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Net_Zero_Tracker_2023_REPORT.pdf
- World Trade Organization WTO. (2022, 22. November). *DG Okonjo-Iweala: “We need multilateral cooperation and solidarity more than ever”*. https://www.wto.org/english/news_e/spno_e/spno32_e.htm (19. März 2024)
- World Trade Organization WTO & IRENA. (2023). *International trade and green hydrogen: Supporting the global transition to a low-carbon economy*. WTO & IRENA. https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/green_hydrogen_e.pdf
- Wulf, C., Reuß, M., Grube, T., Zapp, P., Robinius, M., Hake, J.F. & Stolten, D. (2018). Life Cycle Assessment of hydrogen transport and distribution options. *Journal of Cleaner Production*, 199, 431–443. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.180>

- Xinhuanet. (2018, 26. Mai). *China, Oman issue joint statement on establishment of strategic partnership*. http://www.xinhuanet.com/english/2018-05/26/c_137206872.htm (18. März 2024)
- Yang, L., Wang, S., Zhang, Z., Lin, K. & Zheng, M. (2023). Current Development Status, Policy Support and Promotion Path of China's Green Hydrogen Industries under the Target of Carbon Emission Peaking and Carbon Neutrality. *Sustainability*, 15 (13), 10118. <https://doi.org/10.3390/su151310118>
- Zouiten, S. (2023, 22. Juni). *Morocco, Netherlands Launch €300 Million Investment Fund for Green Initiatives*. Morocco World News. <https://www.moroccoworldnews.com/2023/06/356075/morocco-netherlands-launch-euro-300-million-investment-fund-for-green-initiatives> (21. März 2024)

6 Anhang

Die Auswahl der Länder für die Analyse wurde in enger Absprache mit dem BFE getroffen. Es wurden Länder ausgelesen, die für die Wasserstoffecosphäre repräsentativ und für Schweizer Akteure für den Wasserstoffimport interessant sein können. Zudem wurde darauf geachtet, dass die Länderauswahl unterschiedliche geographische und klimatische Regionen berücksichtigt, spezifische Voraussetzungen und politische Eigenschaften mit sich bringt sowie diverse Infrastrukturbedingungen aufweist. Damit kann man auf unterschiedliche und spezifische Eigenarten exemplarisch eingehen. Die ausgewählten Länder sind dienen der Analyse. Selbstredend können weitere und andere Länder in Frage kommen.

Abkürzungsverzeichnis Länderanalyse

AHC	Australian Hydrogen Council
AI	Amnesty International
BFE	Bundesamt für Energie
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BRI	Belt and Road Initiative
BRICS	Brasilien, Russland, Indien, China und Südafrika
CAD	Kanadischer Dollar
CAT	Climate Action Tracker
CCS	Carbon Capture and Storage
CCUS	Carbon Capture, Utilisation, and Storage
CERD	Committee on the Elimination of Racial Discrimination
CGEM	Confederation Generale des Entreprises du Maroc
CHFCA	Canadian Hydrogen and Fuel Cell Association
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
CPTPP	Comprehensive and Progressive Agreement for Trans-Pacific Partnership
DAC	Direct Air Capture
DARS	Demokratische Arabische Republik Sahara
EAS	Environmental Assessment Service
EBWE	Europäische Bank für Wiederaufbau und Entwicklung
EDO	Energy Development Oman
EFTA	Europäische Freihandelsassoziation
EGMR	Europäischer Gerichtshof für Menschenrechte
EIB	Europäische Investitionsbank
ENSMR	Ecole Nationale Supérieure des Mines de Rabat
EPC	Engineering, Procurement, Construction
EU	Europäische Union
EUR	Euro
GH2 Namibia	Namibia Green Hydrogen Council
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

HYDROM	Hydrogen Oman
IDB	Interamerikanische Entwicklungsbank
IEA	International Energy Agency
IPHE	International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy
IRESN	Research Institute for Solar Energy and New Energy
JOGMEC	Japan Organization for Metals and Energy Security
LNG	Liquefied Natural Gas
MASEN	Moroccan Agency for Sustainable Energy
MEM	Minister für Energie und Mineralien
MoU	Memorandum of Understanding
NDC	Nationally Determined Contribution
NGHC	NEOM Green Hydrogen Company
NGO	Non-Governmental Organization
NICE	North America, International Stability, Climate, Energy
NMGP	Nigeria-Morocco Gas Pipeline
NNPC	Nigerian National Petroleum Corporation
NRC	Natural Resources Canada
ONEE	Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable
ONHYM	Office National des Hydrocarbures et des Mines
Frente POLISARIO	Frente Popular para la Liberación de Saguía el Hamra y Río de Oro
PAREMA	Patenariat énergétique Maroco-Allemand
PDO	Petroleum Development Oman
PIF	Public Investment Fund
PPP	Public-Private-Partnership
UM6P	Université Mohammed VI Polytechnique
UNO	United Nations Organization
USA	United States of America
USD	US-amerikanischer Dollar
REEEP	Programm für Erneuerbare Energie und Energieeffizienz
R&D	Research and Development
SASSCAL	Southern African Science Centre for Climate Change and Adaptive Land Management
TEI	Team Europe Initiative on Green Hydrogen

TTP

Trans-Pacific Partnership

WSRW

Western Sahara Resource Watch

6.1 Königreich Marokko

6.1.1 Strategie und Absichten

Marokko verfügt seit 2021 über das Strategiepapier *Feuille de Route. Hydrogène Vert. Vecteur de Transition Énergétique et de Croissance Durable*. Der Schlüsselakteur für die Ausführung der Strategie ist die Commission Nationale de l'Hydrogène, welche für die Erarbeitung der Strategie 2019 gegründet wurde. Das Strategiepapier beinhaltet eine dreiteilige Roadmap:

- (1) 2020-2030: inländischer Nutzen, Dünger und Export
- (2) 2030-2040: Vorbereitung für internationalen Export (vier Prozent des weltweiten Wasserstoff-Bedarfs soll aus Marokko stammen. International wird Wasserstoff wahrscheinlich billiger werden und es wird vermutlich zu Änderungen in internationalen Policies kommen.)
- (3) 2040-2050: Export von grünem Wasserstoff (vor allem nach Europa)

Der Kommission angehörig sind vier Ministerien sowie Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft, die zumeist staatsnah oder staatlich sind⁵⁵ (Ministère de l'Énergie des Mines et de l'Environnement, 2021). Die Kommission ist für den vom Staat initiierten *Green Hydrogen Cluster* (2021) zuständig. Dieser soll dazu beitragen, den Wasserstoffsektor zu koordinieren und unterstützen sowie Innovationen zu fördern. Auch Unternehmen aus der Privatwirtschaft sind Mitglieder des Clusters, so zum Beispiel *ACWA Power* (saudi-arabische Eigner), *Air Liquide* (französische Eigner), *Thyssenkrupp* (deutsche Eigner) oder das internationale Unternehmen *Siemens Energy* (Cluster Green H2, o.D.). Der Cluster soll nebst Koordinationsplattform auch als staatliche Werbeplattform für Investoren- und Fördergelder dienen.

König Mohammed VI ist der politische, juristische, militärische und religiöse Leader Marokkos und kontrolliert verschiedene Grossunternehmen. Der Einfluss des Königshauses ist sehr gross und im Energiesektor sogar zentral: Die königliche Familie ist Haupteigentümerin des Firmenkonglomerats *Al Mada*. Das Konglomerat wiederum ist Eigentümer oder Anteilseigner etlicher Grossunternehmen in Marokko; so zum Beispiel des Energieunternehmens *Nareva*. Diesem Unternehmen gehören fast alle Windanlagen in Marokko, inklusive besetzte Gebiete der Westsahara. Zudem bestimmt der König die Vorsitze

⁵⁵ Der Kommission gehören an: das Ministerium für Energie, Umwelt und Bergbau, das Ministerium für Wirtschaft, Finanzen und Verwaltungsreform, das Ministerium für Industrie, das Ministerium für Industrie, Handel und Grüne und Digitale Wirtschaft, das Ministerium für Bildung, Berufsbildung, Hochschulbildung und Forschung und der wissenschaftlichen Forschung, Polytechnische Universität Mohammed VI (UM6P, private Universität), Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable (ONEE), Moroccan Agency for Sustainable Energy (MASEN), Office National des Hydrocarbures et des Mines (ONHYM), Research Institute for Solar Energy and New Energy (IRESEN), Ecole Nationale Supérieure des Mines de Rabat (ENSMR), Confederation Generale des Entreprises du Maroc (CGEM) (Ministère de l'Énergie des Mines et de l'Environnement, 2021).

von Projekten zu erneuerbarer Energie sowie Ziele und Policies des Sektors. Auch die NGO *Western Sahara Resource Watch* (WSRW) bestätigt, dass der König einen hohen Einfluss in der Entwicklung von erneuerbaren Energien in Marokko hat (WSRW, 2021a). Der Report bezieht sich dabei hauptsächlich auf Wind- und Solarenergie, jedoch sind genau diese Energiegewinnungstechnologien relevant für die künftige Produktion von grünem Wasserstoff. Es kann angenommen werden, dass im Wasserstoffsektor der König ebenfalls über Governanz und Prozesse bestimmen wird. So sind im Green Hydrogen Cluster diverse Personen aus staatlichen Organen oder Unternehmen vertreten, wie zum Beispiel aus Nareva, dem Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable (ONEE), Office National des Hydrocarbures et des Mines (ONHYM) oder Moroccan Agency for Sustainable Energy (MASEN). Zudem ist die Strategie von dem Ministère de l'Énergie des Mines et de l'Environnement veröffentlicht worden (Cluster Green H2, o.D.). Dies lässt auch Grund zur Annahme, dass der König und das Königshaus direkten Einfluss auf die Wasserstoffstrategie nehmen.

Marokko positioniert sich international als führender Akteur für erneuerbare Energien und zukünftiger Wasserstoff-Exporteur. Dazu gehört das *Moroccan Offer*, ein Fast-Track-Programm, welches Rahmenbedingungen für Investoren formuliert. Nebst Landzuteilungsschlüssel scheint das Programm mehr Marketing zu sein. Nebst dem existierenden *Investment Charter*, der schon heute 30 Prozent Unterstützungsbeiträge ermöglicht, werden keine zusätzlichen Investitionsoptionen im Moroccan Offer für Wasserstoff angeboten. Die Gelder müssen aus dem Investment Charter generiert werden. Zudem gibt es vermutlich nicht mehr als USD 2.91 Millionen für Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien; für gewisse strategische Projekte werden aber selektiv höhere Beträge gesprochen (Krumpelmann, 2023). Damit wollen sie massgeblich Investitionen aus dem Ausland anlocken und ihre grossen Ressourcenvorkommen kapitalisieren. Für den Export scheint es keine tarifären Hemmnisse zu geben; für die rechtlichen Rahmenbedingungen für unabhängige und erneuerbare Elektrizitätsprojekte kommt das Gesetz 13-09 zum Zug (Bentaibi & Pape, 2021). Ausserdem möchte das Land unabhängiger von Energieimporten werden, sowie die erneuerbaren Energien fördern, um seine *Nationally Determined Contribution* (NDC) im Rahmen des Pariser Klimaabkommens zu erfüllen (Plank et al., 2023). Jedoch deklariert Marokko diverse Energieprojekte im umstrittenen Gebiet Westsahara, obschon dies gegen das Pariser Klimaabkommen verstösst. Auch Investitionen aus der Europäischen Union (EU) kann sich Marokko durch die Wasserstoff-Projekte sichern, denn die EU sieht in Marokko ein hohes Potential für den Import von Wasserstoff und ist deshalb bereit in das Land zu investieren und entsprechend politisch entgegenzukommen.

Die Strategie ist vornehmlich als Industrieprogramm zu lesen, welches auf EU-Investitionen abzielt, mit denen Infrastrukturen ausgebaut und Export gefördert werden soll (vgl. 6.1.2). Betont werden gerne die existierenden bi-direktionalen Pipeline-Infrastrukturen, die vor allem für Europa interessant sind. Die Analyse der Infrastrukturen zeigt, dass es grössere Investitionen benötigt, um für den Exportmarkt bereit zu sein (z.B. grössere Häfen, modernere Speichermedien und Elektrizitätsnetzwerke sowie neue Pipelines (Taouil, 2024)). Interessant für Marokko ist zudem die Zusammenarbeit mit privaten Unternehmen (PPP). Ziel ist es, günstige Rahmenbedingungen für internationale Konzerne zu schaffen, vor allem auch steuerlicher Natur (Amouzai & Haddioui, 2023).

In der Strategie wird das umstrittene Gebiet der Westsahara als Teil von Marokko deklariert. Die Produktion von erneuerbarer Energie in der Westsahara führt zu einer gefälschten Energiesouveränität. Durch die Linse des *greenwashings* argumentiert, benutzt Marokko die in der Westsahara produzierte erneuerbare Energie für geopolitische Zwecke, um die eigene Position international zu stärken (Allan et al., 2021). Gleichzeitig lenkt Marokko von der Okkupation des Gebiets ab und andere Unternehmen und Staaten, inklusive der EU, unterstützen die Okkupation direkt oder indirekt durch die Zusammenarbeit mit Marokko.

6.1.2 Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte

Für Marokko besteht theoretisch hohes Potential für erneuerbare Energie. Marokko hat eine hohe Sonneneinstrahlung und durch die Lage an der Atlantikküste viel Wind. Diese erneuerbaren Energien könnten zur Herstellung von grünem Wasserstoff beitragen (Plank et al., 2023).

Jurasz et al. (2024) erläutern, dass theoretisch das Potential für Solarenergie in der Region Sahara besteht und erwähnen auch geplante Projekte zur Produktion von erneuerbaren Energien sowie zum Transport nach Europa. Allerdings erfordern solche Projekte hohe Investitionen, die nötige Infrastruktur und eine geopolitisch stabile Lage. Zudem müssten zuerst die lokalen Energiebedarfe gedeckt sein, bevor die Energie exportiert wird. Dies betrifft sowohl direkter Transport von erneuerbarer Energie als auch grüner Wasserstoff respektive dessen Derivate (Jurasz et al., 2024). Das ist auch der Grund, wieso der Zeithorizont der marokkanischen Strategie sehr lang ist (Export 2040-2050). Jedoch ist es wichtig zu beobachten, ob die Regierung die lokalen Energiebedarfe zu Genüge deckt.

In Marokko beträgt der aktuelle Anteil an Solar- und Windenergie ca. 3.3 Prozent der Energieversorgung. In Ouarzazate befindet sich das weltweit grösste Sonnenwärmekraftwerk NOOR. Zudem verfügt Marokko über ein zweiteiliges Windprogramm. Mit diesen beiden Projekten will Marokko zur globalen Energiewende beitragen (Plank et al., 2023).

Ein Vorteil Marokkos ist die Nähe zu Europa und die, im Vergleich zu anderen Ländern wie Chile oder Kanada, kürzeren Transportwege. Nach Plank et al. (2023) könnte grüner Wasserstoff sowohl per Schiff vom Hafen Nador West Med Port, als auch durch die schon bestehende Gaspipeline *Maghreb-Europe Gas Pipeline*, die von Algerien über Marokko nach Spanien und Portugal führt, nach Europa transportiert werden. Eigentümer des algerischen Teils der Pipeline ist das staatliche Erdölunternehmen *Sonatrach* (Offshore Technology, 2021a). Der marokkanische Teil der Pipeline ist in Besitz des spanischen Unternehmens *Naturgy Energy Group* und des portugiesischen Unternehmens *Galp Energia SGPS* (Offshore Energy, 2021b). Seit 2021 ist aber kein Gas mehr durch diese Pipeline geflossen, da Algerien aufgrund politischer Spannungen mit Marokko, insbesondere wegen dem ungelösten Konflikt in der Westsahara, die Zufuhr eingestellt hatte (Ghilès, 2021). Ohne algerische Unterstützung kann die marokkanische Regierung die *Maghreb-Europe Gas Pipeline* nicht betreiben (Onyango, 2023).

Des Weiteren plant der Staat eine neue Pipeline von Nigeria bis nach Marokko (*Nigeria-Morocco Gas Pipeline* NMGP) durch zwölf teilweise sehr instabile Länder hindurch, mit dem langfristigen Ziel, Wasserstoff nach Europa zu exportieren (Collins, 2023). Die Pipeline wird vom marokkanischen Office National des Hydrocarbures et des Mines (ONHYM), welches das staatliche Erdölunternehmen des Landes ist, und der Nigerian National Petroleum Corporation (NNPC) erarbeitet und gefördert (Kemp, 2023). Eine Fertigstellung dieses Projekts ist jedoch nicht vor 2046 zu erwarten (Collins, 2023). Marokko plant ausserdem, die bestehende maritime Transportinfrastruktur an Häfen und Produktions- und Speicherinfrastruktur auf Wasserstoff umzurüsten (Green Hydrogen Organisation, o.D.).

Ein weiterer Punkt ist die Ressource Wasser, welche für die Elektrolyse zur Herstellung von Wasserstoff unabdingbar ist. Bereits jetzt leidet Marokko unter hohem Wasserstress (Kuzma et al., 2023). Eine Möglichkeit, diesem Problem entgegenzuwirken, wäre, Meereswasser zu entsalzen und für die Elektrolyse zu verwenden. Für die Entsalzung benötigt es wiederum erneuerbare Energie und es muss sichergestellt werden, dass die dabei entstehende Salzlauge korrekt entsorgt wird. Diese könnte sich sonst negativ auf das Ökosystem der Küste auswirken (Villagrasa, 2022).

El-Ghizel et al. (2021) untersuchten den aktuellen Stand der Wasserentsalzung in Marokko. Bezüglich der Salzlauge halten sie fest, dass diese aktuell in den Atlantischen Ozean abgeleitet wird. Da die Menge ziemlich klein sei, habe dies keinen Einfluss auf die Umwelt. Jedoch sind neue Technologien nötig, wie man mit der Salzlauge umgeht, da die Menge an entsalztem Wasser sehr wahrscheinlich zunehmen und die Salzlauge somit durchaus zu einem Problem für die Umwelt werden würde. Allerdings gibt es aktuell noch keine Methode, die Salzlauge in grosser Menge auf nachhaltige Weise zu entsorgen (El-Ghizel et al., 2021). Es ist auch nicht geregelt, wer für die Entsorgung zuständig wäre.

Des Weiteren könnte es zu einem Interessenskonflikt kommen, falls die Wasserversorgung der Bevölkerung und der Landwirtschaft benachteiligt wird, weil das entsalzte Wasser für die Produktion von Wasserstoff benutzt wird.

6.1.3 Geopolitische Einordnung

Bereits durch das Solarprojekt NOOR kam es zur Vertreibung von Berberinnen und Berbern in der Region von Ouarzazate, welche Viehwirtschaft auf dem Gebiet betrieben haben. Die Betreibergesellschaft des Solarprojekts ersetzte lokale Institutionen durch staatliche sowie marktwirtschaftliche und schränkte den Zugang zum Land ein. Solche Landnutzungskonflikte sind ebenfalls ein hohes Risiko der zukünftigen Wasserstoffindustrie (Müller et al., 2022). Bei NOOR handelt es sich um ein PPP-Projekt, welches unter anderem durch die Weltbank und die Europäische Investitionsbank (EIB) per Darlehen finanziert wird. Der Staat muss die Schulden zurückzahlen und dies geschieht höchstwahrscheinlich über Steuergelder (Akuno et al., 2022). Die Priorisierung der europäischen Energiesicherheit führt bereits zur Verstärkung von Ungleichheiten und es bestehen in Marokko die gleichen Risiken für die Produktion von grünem Wasserstoff.

Marokko bezieht auch aus dem umstrittenen Gebiet der Westsahara Solarenergie, wobei der lokalen Bevölkerung Sahrawi der Zugang zu Energie und Wasser teilweise verwehrt wird. Auch Arbeitsplätze gehen hauptsächlich an marokkanische Siedlerinnen und Siedler des Gebiets und ziehen jene auch vermehrt an (Müller et al., 2022).

Das Gebiet der Westsahara war bis 1975 eine spanische Kolonie. Der Internationale Gerichtshof erklärte 1975 das Recht auf Selbstbestimmung für die Sahrawi und sprach ihnen die Westsahara zu. Spanien aber unterzeichnete in diesem Jahr gemeinsam mit Marokko und Mauretanien ein illegales Abkommen, indem Westsahara zwischen Marokko und Mauretanien aufgeteilt und schliesslich annektiert wurde. Daraufhin mussten viele Sahrawi nach Algerien flüchten, wo sie teilweise bis heute in Flüchtlingscamps leben (Alkhalili et al., 2023). Bereits 1973 wurde die Organisation *Frente Popular para la Liberación de Saguía el Hamra y Río de Oro* (POLISARIO) für die Befreiung des Gebietes gegründet und sie kämpften gegen die spanische Besatzung. 1976 erklärte POLISARIO die Gründung der Demokratischen Arabischen Republik Sahara (DARS). Bis 1991 kämpften die POLISARIO gegen Marokko, während sich Mauretanien 1979 aus dem Krieg zurückzog. Es kam zum Waffenstillstand durch die UNO mit der Abmachung, dass Westsahara und die Sahrawi durch ein Referendum die Unabhängigkeit erlangen. Dieses Referendum wurde jedoch bis heute nicht erfüllt und das Gebiet ist unter marokkanischer

Kontrolle (International Crisis Group, 2022; Allan et al., 2021). Die Westsahara gilt als die letzte Kolonie Afrikas (Alkhalili et al., 2023).

Seit 2020 kommt es immer wieder zu bewaffneten Konflikten. Diese finden ihren Ursprung unter anderem im Extraktivismus. So haben Sahrawi in Guerguerat gegen die Extraktion natürlicher Ressourcen protestiert, welche Marokko nach Mauretanien und in andere Länder exportiert (Allan et al., 2021). Das marokkanische Militär schlug die Proteste nieder und brach damit die Waffenruhe von 1991 (WSRW, 2021b).

In der Westsahara gehören, bis auf eine private Windanlage, alle Windenergieanlagen dem Windunternehmen Nareva. Marokko plant den Bau neuer Windanlagen in der Westsahara, den Ausbau zweier bestehender Solarenergiefarmen und den Bau einer neuen Solarenergiefarm. Laut der WSRW könnte 2030 bis zu 47 Prozent der marokkanischen Windenergie und zwischen 9,7 Prozent und 32,6 Prozent der Solarenergie aus der Westsahara stammen (Allan et al., 2021). Die Produktion erneuerbarer Energien durch Marokko auf dem besetzten Gebiet verstärkt bereits bestehende Ungleichheiten. Konkret heisst dies für die lokale Bevölkerung, dass sie oftmals von gezielten Stromunterbrüchen betroffen sind, die Energiekosten extrem hoch sind oder sie teilweise gar keinen Zugang zu Strom haben (Allan et al., 2021).

Angeichts des Westsahara-Konflikts kommt es auch zu Spannungen mit Algerien und es ist unklar, wie in Zukunft Gas oder Wasserstoff durch die Maghreb-Europe Gas Pipeline fließen soll (Plank et al., 2023). Unabhängiger von Algerien zu sein ist ein weiterer Grund für Marokko, erneuerbare Energien in der Westsahara zu produzieren (Allan et al., 2021).

Die Nigeria-Morocco Gas Pipeline (NMGP) hat ebenfalls geopolitischen Einfluss auf die Westsahara. Nigeria unterstützt traditionell die POLISARIO, aber durch das Infrastrukturprojekt hat sich die diplomatische Haltung zum ungelösten Konflikt abgeschwächt und es gibt eine Annäherung an den marokkanischen Staat (Allan et al., 2021).

Marokko hat verschiedene, teils lose, Kooperationen mit europäischen Ländern sowie der EU. 2012 wurde die *Deutsch-Marokkanische Energiepartnerschaft* (PAREMA) gegründet, in der seit 2020 auch das *Germany-Morocco Hydrogen Agreement* inkludiert ist (GIZ, 2022). Deutschland sagte einer Investition von EUR 300 Millionen in Marokkos Wasserstoffindustrie bereits zu. Dadurch soll Deutschland in Zukunft grünen Wasserstoff aus Marokko beziehen können (Green Hydrogen Organisation, o.D.). Mit den Niederlanden unterzeichnete Marokko ebenfalls ein *Memorandum of Understanding* (MoU) für ei-

nen Investmentfonds von EUR 300 Millionen. Das Geld dient der Finanzierung von Infrastruktur-, Wasser-, Landwirtschaftsprojekten und Projekten für erneuerbare Energien. Der Fokus soll dabei auf der Förderung von grünem Wasserstoff liegen (Zouiten, 2023). Im Oktober 2023 nahm die belgische *CRM-Group* (Liège Metallurgy Research Centre) an der Konferenz *Morocco on the Road to Green Hydrogen* teil. Der zweitgrösste Hafen Europas, Antwerpen-Brügge, solle künftig ein Hub für den Import von grünem Wasserstoff nach Europa werden, sagte der Direktor für Entwicklung des Hafens (Pacot, 2023). Die EU sieht Marokko als wichtigen Lieferanten von grünem Wasserstoff aufgrund der geographischen Nähe und dem hohen Potential erneuerbarer Energien. Es wird auch erwartet, dass die Produktionskosten niedriger sind als auf dem europäischen Kontinent. Die Europäische Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (EBWE) investiert in marokkanische Wasserstoffprojekte (Plank et al., 2023). Ein Grundprinzip, welches die EBWE verfolgt, ist die *grüne Transition*: bis 2025 will die Bank eine mehrheitlich grüne Bank werden (EBWE, o.D.). Die EBWE investiert in Projekte in Zentral- und Osteuropa, Zentralasien und Länder rund um das Mittelmeer und hat scheinbar das Ziel, Demokratie und Menschenrechte zu fördern, sowie eine grüne Wirtschaft und Dekarbonisierung voranzutreiben. Allerdings ist dies mit kritischem Blick zu betrachten, denn die EBWE investiert nach wie vor in fossile Energien und in Staaten mit autoritären Regimen (FANA, 2023; Bankwatch Network, o.D.). All dies geschieht auch mit öffentlichen Geldern (Bankwatch Network, 2023). Die Bank sieht in Marokko Potential für kostengünstigen grünen Wasserstoff aufgrund der hohen Wind- und Sonnenkapazität und der Nähe zum europäischen Markt. Marokko wird zudem als potentielle Plattform und Einstiegsland für die weitere Expansion in Afrika gesehen, so der Direktor der EBWE (FANA, 2023).

Die offiziellen Programme und Mandate der EBWE zielen auf eine grüne Transition und die Erfüllung des Pariser Klimaabkommens. Aufgrund der Finanzierung von fossilen Energien, der Unterstützung autoritärer Staaten und dem Argument, dass Marokko als Eintrittsland nach Afrika dienen könnte, ist jedoch anzunehmen, dass die EBWE vor allem den eigenen Profit und ihr Image in den Vordergrund stellt und ökonomisch getrieben ist. Des Weiteren kann angenommen werden, dass die EBWE bei der Finanzierung von grünen Wasserstoffprojekten weder auf den Westsahara-Konflikt achtet, noch sich für die lokale Bevölkerung wie die Berberinnen und Berber in Marokko einsetzt. Eine Einbeziehung der Zivilbevölkerung in die Projekte findet höchst wahrscheinlich auch nicht statt. Die *Expansionspläne* von Marokko aus in weitere afrikanische Länder, sowie die Nicht-Einbeziehung der lokalen Bevölkerung weisen neokoloniale Züge auf und sind kritisch zu hinterfragen.

Die Kooperationen, welche Marokko aktuell mit europäischen Ländern unterhält, erscheinen noch ziemlich lose und nicht koordiniert. Zudem scheinen weder die EU noch andere Kooperationsstaaten die

Probleme, welche mit dem ungelösten Westsahara-Konflikt einhergehen, in die Partnerschaft mit Marokko miteinzubeziehen. Dadurch kann Marokko seine Position in der Westsahara weiter festigen. Ob, wann und wie genau grüner Wasserstoff letztlich von Marokko nach Europa gelangt, ist aktuell unklar.

6.1.4 Fazit

Marokko zeichnet sich auf den ersten Blick durch die gute geographische Lage, Nähe zu Europa und teilweise bestehende Transportinfrastruktur als ideales Importland von grünem Wasserstoff aus. Auch die nationale Strategie präsentiert sich vielversprechend. Auf den zweiten Blick sieht diese Strategie jedoch eher nach einem Industrieprogramm und Lock-Projekt für ausländische Investitionen aus. Politisch ist die Ausgangslage komplizierter. Die Regierung besetzt die Westsahara⁵⁶, wo die Sahrawi unter der Besatzung leiden und nicht den gleichen Zugang zu Energie, Wasser und Arbeitsplätzen, wie die marokkanischen Siedlerinnen und Siedler haben. Marokko nutzt das Potential erneuerbaren Energien und grünen Wasserstoffs geopolitisch für sich aus. Wasserstoff aus Marokko zu importieren, wird für Europa und so auch die Schweiz sehr wahrscheinlich billiger. Es besteht dabei jedoch das Risiko, dass bestehende Ungleichheiten verschärft werden und eine *Just Transition*⁵⁷ nicht gewährleistet wird. Dies vor allem, da die Energieindustrie und die Wasserstoffstrategie vom Königshaus autokratisch diktiert wird und demokratische Kontrollmechanismen nahezu fehlen. Auch die geopolitischen Ramifikationen sowie die konfliktiven Spannungen in der ganzen Region stellen tendenziell ein grosses Risiko und ein Unsicherheitsfaktor für langfristige Investitionen dar.

56 Offizielle Stellungnahme der Schweiz zur Westsahara: «Die Schweiz unterstützt die Bemühungen der Vereinten Nationen und die Arbeit des Sondergesandten des UNO-Generalsekretärs, Staffan de Mistura, zugunsten einer gerechten, dauerhaften und gegenseitig akzeptablen politischen Lösung im Einklang mit dem Völkerrecht und den einschlägigen Resolutionen des UNO-Sicherheitsrats in Bezug auf die Westsahara.» [En visite officielle au Royaume du Maroc, le conseiller fédéral Cassis se félicite du renforcement de la coopération bilatérale \(admin.ch\)](#)

57 «The concept of just transition, broadly defined as ensuring that no one is left behind or pushed behind in the transition to low-carbon and environmentally sustainable economies and societies» (UN CDP, 2023).

6.1.5 Literaturverzeichnis Königreich Marokko

- Akuno, K., Sandwell, K., Forero, L. & Browne, J. (2022). *From Crisis to Transformation: What is Just Transition?*. Transnational Institute und Grassroots Global Justice. https://www.tni.org/files/2022-10/JT_Primer_Web.pdf
- Alkhalili, N., Dajani, M. & Mahmoud, Y. (2023). The enduring coloniality of ecological modernization: wind energy development in occupied Western Sahara and the occupied Syrian Golan Heights. *Political Geography*, 103, 102871. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2023.102871>
- Allan, J., Lakhal, H., & Lemaadel, M. (2021). *An Unjust Transition: Energy, Colonialism and Extractivism in Occupied Western Sahara*. Transnational Institute. <https://www.tni.org/en/article/an-unjust-transition> (12. März 2024)
- Amouzai, A. & Haddioui O. (2023). *Green Hydrogen in Morocco: Just transition or Greenwashing Neo-colonialism? The case of Guelmim-Oued Noun*. Transnational Institute, The Committee for the Abolition of Third World Debt (CADTM) und Siyada Network. https://www.tni.org/files/2023-10/Green%20Hydrogen%20in%20Morocco_Online_0.pdf
- Bankwatch Network. (o.D.). *European Bank for Reconstruction and Development (EBRD)*. <https://bankwatch.org/ebird#projects> (01. Februar 2024)
- Bankwatch Network. (2023, 15. Dezember). *European development bank decides to keep cooking the planet*. Bankwatch Network. https://bankwatch.org/press_release/european-development-bank-decides-to-keep-cooking-the-planet (01. Februar 2024)
- Bentaibi, W. & Pape, B. (2021). *Electricity regulation in Morocco: overview*. Thomson Reuters Practical Law. https://www.gide.com/sites/default/files/electricity_regulation_in_morocco_overview_w-019-30581.pdf
- Cluster Green H2. (o.D.). *Cluster Green H2*. <https://www.greenh2.ma/> (24. Januar 2024)
- Collins, L. (2023, 21. September). *Morocco plans 5,600km hydrogen pipeline from Nigeria, passing through 11 West African states*. Hydrogen Insights. <https://www.hydrogeninsight.com/policy/morocco-plans-5-600km-hydrogen-pipeline-from-nigeria-passing-through-11-west-african-states/2-1-1522315> (24. Januar 2024)
- Europäische Bank für Wiederaufbau und Entwicklung EBWE. (o.D.). *EBRD Green*. <https://www.ebrd.com/what-we-do/ebird-green.html> (01. Februar 2024)

- El-Ghizizel, S., Tahaikt, M., Dhibab, D., Elmidaouia, A. & Takya, M. (2021). Desalination in Morocco: status and prospects. *Desalination and Water Treatment*, 231, 1-15. https://www.deswater.com/DWT_articles/vol_231_papers/231_2021_1.pdf
- Federation of Arab News Agencies FANA. (2023, 15. Oktober). *Green Hydrogen: Morocco Has One of Greatest Potentials in the World, Says EBRD Senior Official*. FANA. <https://www.fana-news.com/language/en/green-hydrogen-morocco-has-one-of-greatest-potentials-in-the-world-says-ebrd-senior-official/> (01. Februar 2024)
- GIZ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. (2022). *German-Moroccan Energy Partnership*. <https://www.giz.de/en/worldwide/57157.html> (01. Februar 2024)
- Ghilès, F. (2021). Escalating rivalry between Algeria and Morocco closes the Maghreb-Europe pipeline. Barcelona Centre for International Affairs. *CIDOB notes internacionals*, 260. <https://doi.org/10.24241/NotesInt.2021/260/en>
- Green Hydrogen Organisation. (o.D.). *GH2 Country Portal – Morocco*. <https://gh2.org/countries/morocco> (24. Januar 2024)
- International Crisis Group. (2022). Relaunching Negotiations over Western Sahara, Introduction. *International Crisis Group, Middle East and North Africa Report*, 227, 1-2. <https://www.jstor.org/stable/resrep36623.4>
- Jurasz, J., Guezgouz, M., Campana, P. E., Kaźmierczak, B., Kuriqi, A., Bloomfield, H., Hingray, B., Canales, F. A., Hunt, J. D., Sterl, S., & Elkadeem, M. R. (2024). Complementarity of wind and solar power in North Africa: Potential for alleviating energy droughts and impacts of the North Atlantic Oscillation. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 191, 114181. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.114181>
- Kemp, Y. (2023, 08. November). *Morocco-Nigerian gas project vital to Africa and the energy link to Europe*. ESI Africa. [https://www.esi-africa.com/research-and-development/morocco-nigeria-gas-project-vital-to-africa-and-the-energy-link-to-europe/#:~:text=The%20%2C600%20kilometre%20pipeline%2C%20is,National%20Petroleum%20Corporation%20\(NNPC\)](https://www.esi-africa.com/research-and-development/morocco-nigeria-gas-project-vital-to-africa-and-the-energy-link-to-europe/#:~:text=The%20%2C600%20kilometre%20pipeline%2C%20is,National%20Petroleum%20Corporation%20(NNPC)) (12. März 2024)
- Krumpelmann, S. (2023, 21. September). *Morocco ramps up efforts to attract green H2 projects*. Argus Media. <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2491455-morocco-ramps-up-efforts-to-attract-green-h2-projects> (12. März 2024)

- Kuzma, S., Saccoccia, L. & Chertock, M. (2023). *25 Countries, Housing One-quarter of the Population, Face Extremely High Water Stress*. World Resources Institute WRI. <https://www.wri.org/in-sights/highest-water-stressed-countries> (01. Februar 2024)
- Ministère de l'Énergie des Mines et de l'Environnement (2021). *Feuille de Route de l'Hydrogene Vert*. Kingdom of Morocco. https://www.mem.gov.ma/Lists/Lst_rapports/Attachments/36/Feuille%20de%20route%20de%20hydrog%C3%A8ne%20vert.pdf
- Müller, F., Tunn, J. & Kalt, T. (2022). Hydrogen Justice. *Environmental Research Letters*, 17, 11. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac991a>
- Offshore Technology. (2021a, 01. November). *Maghreb–Europe Gas (Algeria Section)*, Algeria. Off-shore Technology. <https://www.offshore-technology.com/marketdata/maghreb-europe-gas-algeria-section-gas-pipeline-algeria/?cf-view> (12. März 2024)
- Offshore Technology. (2021b, 01. November). *Maghreb–Europe Gas (Morocco Section)*, Morocco. Off-shore Technology. <https://www.offshore-technology.com/marketdata/maghreb-europe-gas-morocco-section-gas-pipeline-morocco/?cf-view> (12. März 2024)
- Onyango, D. (2023, 02. März). *The Closure of Maghreb-Europe Gas Pipeline by Algeria Bolsters Spain-Morocco Ties*. Pipeline Technology Journal. <https://www.pipeline-journal.net/news/closure-maghreb-europe-gas-pipeline-algeria-bolsters-spain-morocco-ties> (12. März 2024)
- Pacot, E. (2023, 22. Juli). *Morocco and Belgium will hold a business meeting on green hydrogen in October*. Atalayar. <https://www.atalayar.com/en/articulo/economy-and-business/morocco-and-belgium-will-hold-business-meeting-on-green-hydrogen-in-october/20230719115701188407.html> (12. März 2024)
- Plank, F., Daum, B., Muntschick, J., Knodt, M., Hasse, C., Ott, I. & Niemann, A. (2023). Hydrogen: Fueling EU-Morocco Energy Cooperation?. *Middle East Policy*, 30, 37–52. <https://doi.org/10.1111/mepo.12699>
- Taouil, K. (2024, 03. Januar). *Green Hydrogen market in Morocco: needs and barriers*. Atalayar. <https://www.atalayar.com/en/articulo/economy-and-business/h2-market-in-morocco-needs-and-barriers/20240103121329195350.html#> (12. März 2024)
- United Nations Committee for Development Policy UN CDP. (2023). *Just transition*. UN CDP. <https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/CDP-excerpt-2023-1.pdf>

- Villagrasa, D. (2022). *Green hydrogen: Key success criteria for sustainable trade & production*. Brot für die Welt und Heinrich-Böll-Stiftung. <https://www.boell.de/sites/default/files/2022-11/green-hydrogen.pdf>
- Western Sahara Resource Watch WSRW. (2021a). *Greenwashing Occupation*. Western Sahara Resource Watch. https://vest-sahara.s3.amazonaws.com/wsrw/feature-images/File/405/616014d0c1f1d_Greenwashing-occupation_web.pdf
- Western Sahara Resource Watch WSRW. (2021b, 28. September). *The occupation of Western Sahara*. Western Sahara Resource Watch. <https://wsrw.org/en/the-occupation-of-western-sahara> (29. Januar 2024)
- Zouiten, S. (2023, 22. Juni). *Morocco, Netherlands Launch €300 Million Investment Fund for Green Initiatives*. Morocco World News. <https://www.moroccoworldnews.com/2023/06/356075/morocco-netherlands-launch-euro-300-million-investment-fund-for-green-initiatives> (24. Januar 2024)

6.2 Republik Chile

6.2.1 Strategie und Absichten

2020 publizierte das chilenische Energieministerium die nationale Wasserstoffstrategie *National Green Hydrogen Strategy. Chile, a clean energy provider for a carbon neutral planet* mit der Unterstützung des Beratungsunternehmens *McKinsey & Company*. Ebenfalls das *Programm für Erneuerbare Energie und Energieeffizienz (REEEP)* der *Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)* unterstützte die Entwicklung der Strategie sowie auch öffentliche und private Unternehmen.

In der Wasserstoffstrategie ist festgehalten, dass das Land zum Ziel hat 2025 eine *Top Destination for Green Hydrogen Investments* zu werden und im Jahr 2030 den günstigsten grünen Wasserstoff weltweit zu produzieren. Die Strategie sieht drei Entwicklungsschritte vor:

- (1) 2020-2025: inländische Produktion hochfahren und Export vorbereiten
- (2) 2025-2030: Entwicklung zum Schlüsselakteur auf Exportmärkten
- (3) ab 2030: Synergien nutzen, Expansion zum globalen Anbieter von *sauberen* Kraftstoffen

Zuständig für die Ausführung und Überwachung der Strategie sind hauptsächlich das Energieministerium und das National Council for Green Hydrogen. Diese koordinieren die *National Task Force*, die *Public-Private Dialogue Platform* und die *International Task Force*. Letztere ist zuständig für die Mobilisierung von ausländischen Investitionen (Ministry of Energy & Government of Chile, 2020).

McKinsey & Company legt in der Strategie den Fokus auf Chiles Entwicklung in Produktivität, Wettbewerbsfähigkeit und Wachstum (McKinsey & Company Chile, o.D.). Die Strategie scheint gerade im Bezug zum Zeithorizont sehr optimistisch zu sein oder auch blauäugig, da der Export schon 2030 erfolgen sollte. Da die technischen Möglichkeiten noch in einem frühen Stadium sind und eine wettbewerbsbasierte Kommerzialisierung noch in weiter Ferne ist, ist der chilenische Zeitplan fragwürdig. Im Gegensatz dazu formulieren beispielsweise Kanada oder Marokko einen Zeitplan für den Export von 2050. Dies liegt so weit in der Zukunft, dass noch etliches passieren kann.

2023 teilte Chiles Präsident Gabriel Boric mit, dass die Weltbank in Chiles grüne Wasserstoffindustrie investieren wird. Diese wirbt damit, dass Chile als erstes Land ein Darlehen (USD 150 Millionen) zur Förderung der grünen Wasserstoffindustrie erhält. Die Bank will somit den Staat in der Mobilisierung von finanziellen Ressourcen unterstützen (The World Bank, 2023). Auch von der Interamerikanischen Entwicklungsbank (IDB) wird Chile gestützt. Zusammen mit der Weltbank liegt die Summe so bei bis zu

USD 750 Millionen (Flores, 2023). Durch die Darlehen besteht potentiell ein Risiko der Verschuldung des Staates.

Der chilenische Verband zur Produktionsförderung (Corporación de Fomento de la Producción CORFO) stellt USD 50 Millionen zur Verfügung für Entwicklungsprojekte im Bereich Wasserstoff. CORFO hat sich für sechs Projekte folgender Unternehmen entschieden: *Enel Green Power*, *Air Liquide*, *Engie*, *GNL Quintero*, *CAP S.A.* und *Linde*. Die Finanzierung soll durch staatliche Subventionen erfolgen. Ausserdem hat das Energieministerium zusammen mit dem Finanzministerium vorgeschlagen, das *Program to Promote Green Hydrogen in Chile* mit öffentlichen Investitionen von EUR 2.26 Millionen zu entwickeln (Green Hydrogen Organisation, o.D.; es ist zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie aber nicht klar, ob die Investitionen schon aktiv sind). Es geht Chile um die Entwicklung ihrer Industrie, welche neue rechtliche Grundlagen braucht. Vier Themenblöcke sind dabei zentral, um die Strategie umsetzen zu können: (1) Policies und erleichterte Regulationen (Green Hydrogen Organisation, o.D.), um den eigenen und Exportmarkt zu fördern, (2) Regulationen für Standards, Sicherheit und Lizenzierungen, (3) Policies für soziale und lokale Entwicklungen sowie (4) Policies für Forschung und Entwicklung (Cortés Leiss et al., 2023). Dazu gehört auch der Aufbau von PPP-Schemen.

In der Strategie wird zudem erläutert, dass durch den Ausbau der Wasserstoffindustrie eine nachhaltige soziale und lokale Entwicklung gewährleistet werden soll – die indigene Bevölkerung wird dabei jedoch nicht explizit erwähnt. Chiles Präsident spricht sich auch für die Inklusion lokaler Bevölkerung aus (Flores, 2023). Dennoch ist unklar, wie genau die Regierung die sozialen und ökologischen Folgen, welche möglicherweise mit der Wasserstoffindustrie einhergehen, angehen wird.

6.2.2 Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte

Chile verfügt über ein hohes Potential an Solar- und Windenergie (Ferrada et al., 2023) und hat im Jahr 2020 knapp 25 Prozent der Energie durch nicht-konventionelle erneuerbare Energien produziert. Dazu zählen Wind- und Solarenergie, Geothermie, Biomasse, Gezeitenwasserkraft und Wasserkraft. Ein Ausbau der Wasserkraftwerke wäre denkbar, ist aufgrund sozialer und ökologischer Auswirkungen jedoch umstritten (Climate Action Tracker, 2022).

Für die Produktion von Wasserstoff in Chile erläutern Garcia & Oliva (2023), dass ein hybrides System ideal wäre: mittels Elektrolyse durch Solar- und Windenergie könnte Wasserstoff hergestellt werden. Dadurch sei man geographisch flexibler, effizienter und die Produktion sei wirtschaftlich rentabler. Ferrada et al. (2023) kamen zum Ergebnis, dass die Solar- und Windenergien stark ausgebaut werden müssen, um die Produktion von kostengünstigem Wasserstoff zu gewährleisten. Es sollte jetzt mit der

Wasserstoffproduktion durch Elektrolyse begonnen werden. Sie verweisen auf die südlichste Provinz des Landes Magallanes, welche hohes Potential für Windenergie zur Produktion von Wasserstoff hätte, allerdings ist die Region nicht dem nationalen Stromnetz angeschlossen.

Knapp 60 Prozent der chilenischen Bevölkerung lebt in strukturell wasserarmen Regionen (Marsh, 2021). Die Ressource Wasser für Elektrolyse ist vor allem im Norden Chiles ein knappes Gut und weist ebenfalls eine rechtliche Problematik auf. Die Wasserregulierung ist durch ein Wassergesetz aus dem Jahre 1981 (noch zur Zeit der Pinochet-Diktatur) gegeben und Wasser hat darin den Status von Eigentumsrechten. Somit kommt es zur Privatisierung von Wasser sowie zu Konflikten zwischen Wasser als Menschenrecht und Wasser als handelbares Gut. Der nachhaltige Umgang mit Süßwasser ist in Chile limitiert, da kein System zur Bewirtschaftung von Süßwassereinzugsgebieten besteht. Des Weiteren wird die Abhängigkeit von Süßwasser und Ökosystemen oftmals nicht berücksichtigt. Chile verfügt über eine grosse Minenindustrie, welche einen hohen Verbrauch an Süßwasser aufweist. Dies führt zu Konflikten mit der Bevölkerung (Bas et al., 2023). Bereits jetzt fordert die Regierung die Minenindustrie dazu auf, nur noch entsalztes Wasser zu benutzen und möglicherweise wird dies künftig auch obligatorisch sein (Campero et al., 2022). Auch die Landwirtschaft benötigt sehr viel Wasser. Entsalztes Meerwasser könnte einen weiteren Konfliktpunkt beim Thema Wasser darstellen, da die Eigentumsverhältnisse und der Nutzen von Wasser bis jetzt nicht gesetzlich geregelt sind (Bas et al., 2023). Bas et al. (2023) erwähnen in ihrem Paper die Wasserstoffproduktion zwar nicht, jedoch ist abzusehen, dass der Verbrauch von entsalztem Wasser für die Elektrolyse stark ansteigend würde und dadurch ein weiteres Konfliktpotential entstehen könnte.

Weiter sind die ökologischen Folgen der Wasserentsalzung nicht durch die Regierung geregelt. Die bisherigen Projekte sind nicht in Chiles *Environmental Assessment Service* (EAS) inkludiert, da die Wasserentsalzung als Umweltsanierung präsentiert wird. Dadurch gibt es keine Studie des Staates zu den ökologischen Auswirkungen. Zudem halten die Autorinnen und Autoren fest, dass rund 50 Prozent der Salzlauge in den Ozean geleitet wird (Bas et al., 2023). Auch Blanco-Murillo et al. (2023) beschreiben als Hauptproblem der Entsalzungsanlagen die Salzlauge, welche wieder zurück in den Ozean geleitet wird und beispielsweise Seegras schadet, wodurch wiederum das marine Ökosystem leidet. Bas et al. (2023) schlagen vor, die Salzlauge zur Züchtung einer Mikroalge zu verwenden, die wiederum für die Herstellung von β -Carotin eingesetzt wird. Es ist jedoch aktuell noch unklar, wie weit die Entwicklung dieser Technologie ist und ob sich dies mit der Wasserstoffindustrie kombinieren lässt.

Die Entsalzung hat neben den potentiellen ökologischen Auswirkungen auch soziale Folgen für die Bevölkerung. Campero et al. (2022) untersuchten die Entsalzungsindustrie in Antofagasta, im Norden Chiles, auf die sozialen Folgen und heben vier Mechanismen der Enteignung der lokalen Bevölkerung hervor. Sie beziehen sich nicht auf Entsalzung für die Produktion von Wasserstoff, aber die Ergebnisse lassen sich möglicherweise auf die Wasserstoffindustrie übertragen, wenn die Entsalzung nicht anders geregelt werden würde. Als erstes Problem sehen sie die Exklusion der Bevölkerung von Entscheidungsprozessen. So konnten zum Beispiel lokale Fischerinnen und Fischer nicht an Entscheidungen zu Projekten von Minenunternehmen teilnehmen oder wurden abgewiesen, wenn sie nach den Auswirkungen der Entsalzungsanlagen auf die marine Biota fragten. Eine weitere Form der Exklusion ist die physische Vertreibung der lokalen Bevölkerung. Einerseits sind davon wieder stark Fischerinnen und Fischer betroffen, da die Infrastruktur für die Entsalzung Fläche an der Küste in Anspruch nimmt, andererseits ist auch die lokale Bevölkerung im Landesinneren betroffen. Beispielsweise indigene Communities, deren Land sich mit der Entsalzungsinfrastruktur und der damit verbundenen Minenindustrie überschneidet. Auch die ökologischen Folgen, welche durch die Entsalzung entstehen, wirken sich wiederum auf die soziale Dimension aus. Die Autorinnen und Autoren erläutern beispielsweise die Risiken für die Landwirtschaft der lokalen Bevölkerung, im Falle eines Lecks der Pipelines der Salzlauge, sowie die Beschädigung von geschützten marinen Lebensräumen und Küstengebieten. Zuletzt kommt es zu einer Enteignung durch eine ungleiche Verteilung von Kosten und Nutzen. Dies trifft auf die Verteilung des (entsalzten) Wassers zu, auf Arbeitsstellen und weitere Faktoren, wie der Tourismus, der unter den Infrastrukturen leidet (Campero et al., 2022).

Im Süden Chiles in der Region Magallanes ist das Projekt *Haru Oni* geplant, welches durch Wasserstoff *E-Fuels* herstellen soll. Die *Regional Environmental Commission of Magallanes* genehmigte das Projekt (IEA, 2022). Beteiligt sind unter anderem Unternehmen wie *Siemens*, *Porsche* und *Enel*. Die lokale Bevölkerung wurde jedoch nicht in Entscheidungsprozesse einbezogen und potentielle soziale und ökologische Auswirkungen wurden vernachlässigt (Müller et al., 2024).

Durch das hohe Potential erneuerbarer Energien könnte Wasserstoff durchaus eine wichtige Rolle spielen. Allerdings besteht aktuell weder genügend Infrastruktur für Solar- oder Windenergie, noch gibt es genügend Wasser oder Entsalzungsanlagen. Beim Bau dieser muss sichergestellt sein, dass die lokale Bevölkerung in Entscheidungsprozesse miteinbezogen wird und ebenfalls von den Vorteilen profitiert. Zudem muss eine korrekte Entsorgung der Salzlauge sichergestellt sein.

6.2.3 Geopolitische Einordnung

Chile ist historisch, politisch und militärisch den USA zugewandt. Seit geraumer Zeit versucht das Land ökonomisch und strategisch die Beziehungen zu diversifizieren. So kommt es nicht von ungefähr, dass Chile 2016 dem Freihandelsabkommen *Trans-Pacific Partnership* (TPP, wurde nie in Kraft gesetzt) und dem *Comprehensive and Progressive Agreement for Trans-Pacific Partnership* (CPTPP) beiträt. Damit intensiviert Chile seine Handelsbeziehungen in den asiatischen Raum. China hat 2014 die USA als wichtigsten Handelspartner von Chile abgelöst. Für China ist Chile vordergründig insofern spannend, als sie über wichtige Rohstoffe wie über Lithium und Kupfer verfügen sowie Investitionen in Infrastrukturen in Aussicht stehen.

Chile hat bereits mehrere MoU mit diversen Ländern. Die Niederlande möchte einen Import-Export-Korridor öffnen und Belgien hat zum Ziel, ein Hub für den Import von Wasserstoff in Europa zu werden. Deutschland möchte Wissen und Erfahrung teilen und die Industrie vorantreiben sowie ein *Low-Carbon-Certification System* entwickeln. Auch mit Südkorea besteht ein MoU zu grünem Wasserstoff (IEA, 2022). Mit der EU hat Präsident Boric 2023 ein MoU zur strategischen Zusammenarbeit unterzeichnet, um Lithium und Handelsketten zu fördern und entwickeln. Der europäische Fond von EUR 225 Millionen dient zur Förderung der chilenischen Wasserstoffproduktion. Der produzierte Wasserstoff soll künftig die europäische Nachfrage teilweise decken (Barrueco, 2023). Die stärkere Zusammenarbeit mit Chile dient der EU auch in Bezug auf die Lithiumimporte. Die EU importiert rund 80 Prozent des benötigten Lithiums aus Chile. Chile wurde auch in die *Team Europe Initiative (TEI) on Green Hydrogen* inkludiert. Die Initiative wird als Win-Win-Projekt verkauft, da durch die europäische Nachfrage nach Wasserstoff in Chile die Wirtschaft dekarbonisiert werden soll. Es sollten zudem *grüne* Arbeitsstellen sowie neue Geschäftsmöglichkeiten entstehen (Müller et al., 2024). Dies ist jedoch kritisch zu hinterfragen.

Boric betont, dass die EU als Partner auch der Diversifizierung dient. Aktuell gehen 40 Prozent der chilenischen Energieexporte nach China, welches auch der Hauptinvestor des Landes ist. Die Beziehungen sind gut, jedoch möchte man eine zu starke Abhängigkeit vermeiden (Carrasco, 2023). Die Kooperation mit China nimmt jedoch nicht ab. Die Opportunities scheinen für Chile immer noch zu gross zu sein. Im Oktober 2023 war Boric für Verhandlungen in China und ist ambitioniert, die Zusammenarbeit zu verstärken, vor allem in den Sektoren Rohstoffabbau und erneuerbare Energien. Immer mehr chinesische Unternehmen siedeln sich unter dem chinesischen Grossprojekt *Belt and Road Initiative* (BRI) in Chile an (Yeping, 2023). Daher ist stark anzunehmen, dass China auch in der Entwicklung der Wasserstoffindustrie eine wichtige Rolle spielen wird. Es scheint aber, dass Chile sich nicht allein auf China verlassen möchte und deshalb die Zusammenarbeit mit der EU weiterverfolgt und auch auf

deren Investitionen sowie Investitionen der Weltbank und der Interamerikanischen Entwicklungsbank zählt. Das heisst, dass Chile geopolitisch versucht den Seiltanz zwischen den USA, China und der EU zu schaffen. Dies können sie tun, da alle Länder es auf ihre mineralischen Rohstoffe abgesehen haben.

6.2.4 Fazit

Ähnlich wie Marokko verfügt Chile über günstige Ausgangsbedingungen für die Produktion von grünem Wasserstoff. Chile scheint die potentielle Nachfrage des Globalen Nordens nach grünem Wasserstoff verstanden zu haben. Auf diese möchte das südamerikanische Land setzen. Durch eine Diversifizierung will sich Chile geopolitisch multi-optional und multi-lateral positionieren. Für das Land ist aber klar, dass in Zeiten von Machtpolitik für kleine und mittlere Länder die Diversifizierung von Handelsbeziehungen allein nicht genügen wird (Garip, 2022). Als weltweit grösster Kupferproduzent verfügt Chile über ein Asset, auf welches die Industrienationen aber auch *low- und middle-income-countries* angewiesen sind (vor allem für die Produktion von Elektrofahrzeugen und grüner Technologie). Dieses versuchen sie gewinnbringend für ihre eigenen geopolitischen Interessen einzusetzen. In diesem Zusammenhang müssen auch die gleichzeitigen Beziehungen mit den USA, China und der EU verstanden werden. Es ist ein Ausloten von Opportunitäten.

Durch die Produktion und den Fokus auf grünen Wasserstoff kann es zu neuen oder verstärkten sozialen und ökonomischen Spannungen führen. Dies führt aus Sicht Schweiz und Europa zu einem Dilemma. Weil gerade Akteure wie China schon so stark präsent sind, wird eine Durchsetzung von westlichen Standards immer schwieriger. Somit müssen westliche Länder entscheiden, ob sie zum Preis des Wegschauens ihre eigene Dekarbonisierung vorantreiben, ihre geopolitischen Interessen diversifizieren und damit Fortschritt haben wollen, oder ob sie den Bruch mit Ländern wie Chile riskieren und somit diese sich mehr und mehr China und dem Osten zuwenden. Umgekehrt stellt auch das Wegschauen ein Risiko für die Reputation und Glaubwürdigkeit dar. Zudem könnten es auch Indizien sein für zukünftige politische Instabilitäten.

6.2.5 Literaturverzeichnis Republik Chile

- Barrueco, E. (2023, 15. Juni). *Chile - Hidrógeno verde y litio protagonizan el encuentro de Boric con Von der Leyen*. Euronews. <https://es.euronews.com/2023/06/15/chile-hidrogeno-verde-y-litio-protagonizan-el-encuentro-de-boric-con-von-der-leyen> (13. März 2024)
- Bas, T. G., Fariña, R., Gallardo, F. & Vilches, M. (2023). Economic–Financial Assessment of Seawater Desalination Plants in Northern Chile to Reduce Hydric Scarcity and a Proposal for the Environmental and Sustainable Use of Brine Waste by Cultivating the Microalga *Dunaliella salina* to Produce β -Carotene. *Processes*, 11 (6), 1668. <https://doi.org/10.3390/pr11061668>
- Blanco-Murillo, F., Díaz, M. J. F., Rodríguez-Rojas, F., Navarrete, C., Paula, S. C., Sánchez-Lizaso, J. L., & Sáez, C. A. (2023). A risk assessment on *Zostera chilensis*, the last relict of marine angiosperms in the South-East Pacific Ocean, due to the development of the desalination industry in Chile. *Science of the Total Environment*, 883, 163538. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163538>
- Campero, C., Bennett, N. J. & Arriagada, N. (2022). Technologies of dispossession in the blue economy: Socioenvironmental impacts of seawater desalination in the Antofagasta Region of Chile. *The Geographical Journal*, 189 (2), 231-245. <https://doi.org/10.1111/geoj.12429>
- Carrasco, R. (2023, 20. Juli). *Litio e hidrógeno verde marcan encuentro de Boric con gran empresariado francés: "no venimos solo a vender piedras"*. Diario Financiero. <https://www.df.cl/economia-y-politica/actualidad/litio-e-hidrogeno-verde-marcan-encuentro-de-boric-con-gran-empresariado> (13. März 2024)
- Climate Action Tracker CAT. (2022, 04. November). *Chile*. <https://climateactiontracker.org/countries/chile/policies-action/> (13. März 2024)
- Cortés Leiss, B., Maxwell, L. & Oré Mónago, T. (2023). *Paving the road for competitive green hydrogen hubs: does chile have a chance?*. Rice University's Baker Institute for Public Policy. <https://www.bakerinstitute.org/sites/default/files/2023-05/CES-Pub-GreenHydrogen-050323.pdf>
- Ferrada, F., Babonneau, F., Homem-de-Mello, T. & Jalil-Vega, F. (2023). The role of hydrogen for deep decarbonization of energy systems: A Chilean case study. *Energy Policy*, 177, 113536, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113536>

- Flores, E. (2023, 02. Juli). *Gabriel Boric: nuestro objetivo es convertirnos en uno de los principales productores H2V del mundo*. La Plataforma de Noticias de Hidrógeno Renovable de Chile para el Mundo. <https://h2news.cl/2023/06/02/gabriel-boric-nuestro-objetivo-es-convertirnos-en-uno-de-los-principales-productores-h2v-del-mundo/> (13. März 2024)
- Garcia G., M. & Oliva H., S. (2023). Technical, economic, and CO2 emissions assessment of green hydrogen production from solar/wind energy: The case of Chile. *Energy*, 278 (Part B), 127981. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127981>
- Garip, P. (2022, 16. November). *Boric Is Trapped on Trade*. Foreign Policy. <https://foreignpolicy.com/2022/11/16/chile-boric-free-trade-economy-cptpp-eu-energy-copper-lithium-hydrogen/> (13. März 2024)
- Green Hydrogen Organisation. (o.D.). *GH2 Country Portal – Chile*. <https://gh2.org/countries/chile> (13. März 2024)
- International Energy Agency IEA. (2022, 22. März) *National Strategy for Green Hydrogen*. IEA. <https://www.iea.org/policies/12973-national-strategy-for-green-hydrogen> (13. März 2024)
- Marsh. (2021, 01. Juli). *Political Risk Map 2021: Mid-Year Update | Chile*. Marsh. <https://www.marsh.com/us/services/political-risk/insights/political-risk-map-2021-chile.html> (13. März 2024)
- McKinsey & Company Chile. (o.D.). *Welcome to McKinsey Chile*. <https://www.mckinsey.com/cl/en/overview> (13. März 2024)
- Ministry of Energy & Government of Chile. (2020). *National Green Hydrogen Strategy. Chile, a clean energy provider for a carbon neutral planet*. Ministry of Energy & Government of Chile. https://energia.gob.cl/sites/default/files/national_green_hydrogen_strategy_-_chile.pdf
- Müller, B., Ghiotto, L. & Bárcena, L. (2024). *The Raw Materials Rush - How the European Union is using trade agreements to secure supply of critical raw materials for its green transition*. Transnational Institute. https://www.tni.org/files/2024-01/The_Raw_Materials_Rush.pdf
- The World Bank. (2023, 29. Juni). *Chile to Accelerate its Green Hydrogen Industry with World Bank Support*. The World Bank. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2023/06/29/chile-to-accelerate-its-green-hydrogen-industry-with-world-bank-support> (13. März 2024)

Yeping, Y. (2023, 16. Oktober). *Chile expects to further promote BRI, aspires to engage in more projects: Chilean President.* Global Times. <https://www.global-times.cn/page/202310/1299963.shtml> (13. März 2024)

6.3 Kanada

6.3.1 Strategie und Absichten

Kanada publizierte 2020 die *Hydrogen Strategy for Canada. Seizing the Opportunities for Hydrogen (Dec 2020)*. Die Strategie wurde unter der Leitung des Ministeriums Natural Resources Canada (NRC) in Zusammenarbeit mit Akteuren des Privatsektors, Organisationen indigener Bevölkerung, NGOs und Regierungsakteure der regionalen Ebenen ausgearbeitet. Zudem besteht eine enge Kooperation mit dem staatlichen Verband *Canadian Hydrogen and Fuel Cell Association (CHFCA)* und der *Canadian Gas Association*. Die Strategie baut auf acht Punkten auf: (1) strategische Partnerschaften, (2) Risikominimierung, (3) Innovation, (4) Normen und Standards, (5) Policies und Regulationen, (6) Sensibilisierungsarbeit sowie (7) regionale Pilotprojekte und (8) internationale Märkte (Bystrom et al., 2022). Eine dreiteilige Roadmap ist dabei Grundlage für die Strategie (Natural Resources Canada, 2020):

- (1) Near-Term (bis 2025): Förderung von Prototypen und regionalen HUBs, pre-kommerziell
- (2) Mid-Term (2025-2030): Wachstum und Diversifizierung, Ausbau Industrie Clusters
- (3) Long-Term (2030-2050): Expansion des Markts und Kommerzialisierung

Die Wasserstoffstrategie soll helfen, das Ziel Netto-Null bis 2050 zu erreichen und Kanada als global führenden Staat von erneuerbarer Energie zu positionieren. Zugleich sollen durch den Aufbau der Industrie 350'000 *grüne* Jobs geschaffen werden, dabei sind auch PR-Agenturen involviert (Natural Resources Canada, 2020; Financial Times, o.D.). Kanada präsentiert sich global als stark positioniert, um Investitionen anzuziehen und weltführender Exporteur von Technologien, Produkten und Services zu werden. Dies zeigt auch die Auswertung der entsprechenden Patentstatistiken.

Der nationale Non-Profit Verband Canadian Hydrogen and Fuel Cell Association (CHFCA) bringt Akteure der Industrie, Forschung, Akademie sowie weitere Stakeholder zusammen und fokussiert sich inhaltlich auf die Entwicklung des Wasserstoffsektors und neue Technologien (CHFCA, o.D.).

British Columbia wird als ein wichtiger geografischer Wasserstoff-Cluster angesehen und verfügt auch über eine eigens formulierte Wasserstoffstrategie. Als Vorteile des Standorts gelten tiefe Produktionskosten dank hohen Erdgasvorkommen, Potential für grüne Energie sowie die Nähe zu Handelspartner und bestehende Infrastrukturen für Erdgas (The Government of British Columbia & Clean BC, 2021). Seit 2021 gibt es ausserdem das *B.C. Centre for Innovation and Clean Energy*, welches durch die Regionalregierung (CAD 35 Millionen), *Shell Canada* (CAD 35 Millionen) und der kanadischen Regierung

(bis zu CAD 35 Millionen) finanziert wird. Ziel ist es dabei, die Emissionen zu senken und kohlenstoffarme Innovationen zu fördern (The Government of British Colombia, 2021).

Auch die Provinz Ontario stellt einen Wasserstoff-Hub und verfügt über eine eigene regionale Strategie. Die Zusammenarbeit erfolgt mit Akteuren aus der Regierung, NGOs, Industrie sowie diversen internationalen Unternehmen wie zum Beispiel *Air Liquide* (Hayes et al., 2022). Weitere regionale Cluster könnten sich in Alberta (Alberta Innovates, 2022) und Quebec entwickeln (Gouvernement du Québec, 2022). Für eine solide Zusammenarbeit zwischen den Provinzen sind jedoch die Policies, Regulationen und Bedingungen bisher weder genügend ausgearbeitet noch kohärent.

Untersuchungen des *Commissioner for the Environment and Sustainable Development* und *Climate Action Tracker* (CAT) zeigen auf, dass Kanadas Strategie unter den aktuellen Bedingungen nicht eingehalten werden kann. Kanada plant Wasserstoff vornehmlich mit fossilen Energien herzustellen und das entstehende CO₂ zu speichern. Die Speicherkapazitäten für CO₂ sind jedoch nicht ausreichend (Office of the Auditor General of Canada, 2022). Des Weiteren verweist der Kommissar auf den im Juni 2023 publizierten *Clean Fuel Standard* (Verordnungen über saubere Kraftstoffe), welcher nur für Flüssigkeiten, nicht aber für Gas gilt. Die Beimischung von Wasserstoff zu Erdgas wird somit nicht unterstützt, wie dies ursprünglich im kanadischen Klimaplan angenommen wurde (CAT, 2022).

Laut dem Bericht des Kommissars fehlen klare Policies für die Umsetzung der Strategie. Ausserdem unterscheiden sich die bestehenden Policies je nach Region stark voneinander, wodurch die Umsetzung der Strategie erschwert wird und sich verzögert. Zudem sei die Strategie nicht transparent genug, da sie Annahmen enthält, welche unklar sind oder auf Policies basieren, welche noch nicht angekündigt wurden oder nicht in Kraft sind (Office of the Auditor General of Canada, 2022). Der Kommissar ist ausserdem besorgt über die allgemeine Glaubwürdigkeit der Wasserstoffstrategie, weil Kanada in den letzten 30 Jahren diverse Pläne und Ziele nicht erreicht hat. So ist zum Beispiel auch Kanadas Nationally Determined Contribution (NDC) zur Erfüllung des Pariser Klimaabkommens *highly insufficient* (CAT, 2022).

Im nationalen Budgetplan von 2022 sind die Investitionen in den Wasserstoffsektor vermerkt (Government of Canada, 2022). Im Budget 2023 wird nur erwähnt, wie viel der *Investment Tax Credit* für Wasserstoff in den ersten fünf Jahren (Start 2023-2024) kosten wird (CAD 5.6 Milliarden) (Government of Canada, 2023). Sonst sind im Budget 2023 keine weiteren Investitionen oder Zahlen für die Wasserstoff-Industrie ersichtlich. Ausserdem ist nicht transparent, woher die CAD 5.6 Milliarden stammen sollten.

6.3.2 Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte

Kanadas Energieproduktion (2019) setzt sich aus Wasserkraft (60 Prozent), nuklearer Energie (15 Prozent), Erdgas (11 Prozent) sowie Kohle (7 Prozent) und Windkraft (5 Prozent) zusammen (CER, 2023). Die Energiewissenschaftler Faran Razi und Ibrahim Dincer (2022) beschreiben das Potential zur Produktion von grünem Wasserstoff, über welches Kanada durch die hohen Wasservorkommen und die Wasserkraft verfügen würde. Sie plädieren aber auch für die hohen Vorkommen fossiler Ressourcen, welche zur Produktion von Wasserstoff benutzt werden könnten und argumentieren, dass das CO₂ dadurch gespeichert werden könnte. Kanada verfüge über die natürliche Speicherungsressource der Salzkavernen sowie Potential für Wasserstoff- und CO₂-Speicher. In Ontario und Quebec sind ausserdem Anlagen zur Wasserstoff-Verflüssigung vorhanden. Die Infrastruktur für die Speicherung und Verteilung von Wasserstoff müsste jedoch rapide ausgebaut werden, um der wachsenden Nachfrage nachzukommen. Im Report des Commissioner for the Environment and Sustainable Development wird nebst der fehlenden Speicherinfrastruktur auch erläutert, dass die Wasserstoffstrategie die Kosten der benötigten Infrastrukturen, darunter *Carbon Capture, Utilisation, and Storage* (CCUS) und Pipelines, nicht berücksichtigt (Office of the Auditor General of Canada, 2022). Laut der Strategie liefert die Exportinfrastruktur von Erdgas eine gute Basis für den Export von Wasserstoff. Es gibt bereits Tiefseehäfen, ein stark ausgebautes Pipeline-Netzwerk und das Know-how der Flüssigerdgasindustrie (Natural Resources Canada, 2020).

2021 verkündete das deutsche Unternehmen *Thyssenkrupp* die Zusammenarbeit mit dem staatlichen Energieunternehmen *Hydro-Québec*. Die PPP installiert eine Elektrolyseanlage für die Produktion von grünem Wasserstoff mittels Wasserkraft. Es sei eine der weltweit grössten Wasserstoff-Produktionsanlagen (Immoor, 2021).

In der nationalen Wasserstoffstrategie wird erläutert, dass auch die indigene Bevölkerung in die Prozesse einbezogen werden soll und indigene Communities auch von kohlenstoffarmen Energieproduktionen profitieren können sollten (Natural Resources Canada, 2020). Die regionale Wasserstoffstrategie von British Columbia beinhaltet ebenfalls ein Kapitel zur indigenen Bevölkerung. Die Strategie zielt darauf ab, interessierten indigenen Communities Zugang zu Wasserstoffinfrastruktur und Services zu ermöglichen, beziehungsweise diese gemeinsam zu entwickeln (The Government of British Columbia & Clean BC., 2021). Tsuji (2022) erläutert durch die Perspektive der *environmental justice*, dass in Kanada

Wasserkraftwerk-Projekte in Ontario negative Auswirkungen auf die indigene Bevölkerung hatten⁵⁸, was kritische Fragen für die Zukunft zulässt.

Für eine nachhaltige Entwicklung der Wasserstoffindustrie müsste jedoch sichergestellt werden, dass die Interessen der indigenen und lokalen Bevölkerung miteinbezogen werden. Zudem müssten die Kosten und Nutzen gerecht verteilt sein.

In Kanada besteht ein hohes Vorkommen an Wasser und Wasserkraft, das potentiell für die Elektrolyse benutzt werden könnte. Dennoch produziert und plant Kanada die Produktion von blauem Wasserstoff mit *Carbon Capture, Utilisation and Storage* (CCUS), wobei die Speicherinfrastruktur für CO₂ noch nicht zu genüge vorhanden ist. Auch die Produktionsinfrastruktur ist erst langsam am Entstehen. Die Exportinfrastruktur und Pipelines von Erdgas seien vorhanden, doch auch hier stellt sich erneut die Frage, unter welchen Bedingungen und Möglichkeiten eine Umrüstung wirklich stattfinden kann. Diese Ist-Analyse ist aber auch im grösseren Gefüge zu lesen. Im Rahmen der Langzeitperspektive der Strategie ist es vermutlich der Plan kurz- bis mittelfristig auf graue Energie zu setzen. Die Technologien für die grüne Energie und die 2040er-Jahre sind noch nicht entwickelt. Blauer Wasserstoff ist aktuell realistischer, aber mit dem Ziel, in den 2040er-Jahren grün oder grüner zu werden.

Jedoch ist auch dies kritisch zu hinterfragen. Kanada verfügt über hohe Vorkommen an Erdgas. Dies lässt Grund zur Annahme, dass Erdgasunternehmen vornehmlich die Produktion von blauem Wasserstoff fördern, um weiterhin aus Erdgas Profit zu schlagen. Zudem ist die CCUS-Technologie nicht ausgereift und bringt diverse Umweltrisiken mit sich (Corporate Europe Observatory, 2020).

6.3.3 Geopolitische Einordnung

Kanada liegt historisch im angloamerikanischen Einflussbereich und gilt als Macher multilateraler Konstellationen, der auf liberalen Internationalismus setzt. Im Energiebereich ist Kanada ein Schwergewicht, da es über Öl, Gas und Wasserkraftenergie verfügt. Zudem verfügt es über grosse Mengen an Uranium und kritischen Mineralien. Diese sind im Rahmen der grünen Wende kritische Rohstoffe. Kanadas ausserpolitische Strategie wird gerne mit dem Akronym *NICE* umschrieben (vgl. *N = North America, I = international stability, C = climate und E = energy* (Kemp, 2023)). Ein potentieller Lackmustest wird die Arktis sein. Da werden die liberalen Ordnungsmuster durch Länder wie Russland und China auf die

⁵⁸ Generell gibt es ein strukturelles Problem, dass indigene Bevölkerungsschichten in Kanada Schwierigkeiten haben an gesundes Trinkwasser zu kommen. Inwiefern dies sich mit Wasserstoffprojekten noch verschärft, konnte in dieser Studie nicht vertieft analysiert werden (Joly et al., 2022).

Probe gestellt. Gleichzeitig bietet sich China Kanada aber auch als Handelspartner an; so ist China heute schon zweitgrösster Handelspartner Kanadas.

Die kanadische Regierung, Industrie sowie die Wissenschaft sind international im Bereich Wasserstoff gut vernetzt und haben diverse bilaterale und multilaterale Abkommen, welche sie künftig ausweiten möchten. Ausserdem ist Kanada Gründungsmitglied von verschiedenen internationalen Wasserstoff-Programmen wie *IEA Technology Collaboration Program*, *International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy (IPHE)*, *Mission Innovation und Hydrogen Initiative under the Clean Energy Ministerial* (Delaval et al., 2022).

Kanada und die Niederlande haben seit 2021 ein nicht rechtsverbindliches MoU für die Kooperation in der Wasserstoffindustrie und den Export nach Europa (Natural Resources Canada, 2021). Mit Deutschland bildete Kanada 2022 die *Canada-Germany Hydrogen Alliance*, durch welche erste Exporte für 2025 geplant sind (Natural Resources Canada, 2022). Dieses Abkommen könnte durchaus als Reaktion auf den Ausbruch des Ukraine-Kriegs 2022 entstanden sein (Climate Action Tracker, 2022).

Auch Industrieunternehmen gehen internationale Kollaborationen ein, zum Beispiel hat die CHFCA ein MoU mit dem *Australian Hydrogen Council* (AHC) unterzeichnet. Auch die Energiepartner Japan, Südkorea, China sowie die USA und die EU werden als potentielle Exportmärkte angesehen (Natural Resources Canada, 2020). Eine Exportstrategie wurde bisher nicht ausgearbeitet.

Auch im Budgetplan 2022 sind die Exporte nach Europa thematisiert, wiederum verbunden mit dem Ukraine-Krieg: «Our allies have been clear: their short-term focus is on eliminating their reliance on Russian oil and gas, while they shift to renewables and clean hydrogen as quickly as they can. Canada is working with our partners in Europe and around the world to assist them in doing so» (Government of Canada, 2022). Kanada möchte so möglicherweise die Unterstützung der Ukraine und derer verbündeten Länder stärken und kann so die Schwächung Russlands auch für die eigenen Interessen nutzen (European Commission, 2023b). Die *Canadian-European Union Green Alliance*, welche Ende 2023 gegründet wurde, kann in diesem Fahrwasser gelesen werden. Im Grundlagenpapier wird Wasserstoff explizit erwähnt (vgl. auch ein *Canada-EU Action Plan* für die Kommerzialisierung von Wasserstoff (European Commission, 2023a)), geht es doch um Energiesicherheit (Environment and Climate Change Canada, 2023). Auch mit dem oben erwähnten Zitat sollte klar sein, dass Energie allseitig als politische und ökonomische *Waffe* eingesetzt wird.

6.3.4 Fazit

Die reale Umsetzung und Förderung der Strategie ist kritisch zu hinterfragen und muss mindestens im langen Zeithorizont mit den entsprechenden Unsicherheiten gelesen werden. Auch wenn der Staat die Strategie fördert, werden in dieser nicht alle Risiken berücksichtigt, welche zu weiteren Umweltschäden führen und somit das eigentliche Ziel, CO₂-Emissionen zu reduzieren, nicht erfüllt, sowie grosse Mehrkosten verursachen können, die noch nicht in die Gleichungen miteingerechnet sind. Eine weitere Herausforderung ist die nationale und regionale Zusammenarbeit, da verschiedene Bezirke wiederum eigene Strategien haben. Es gibt Bedenken, ob Kanada mittelfristig auf grünen Wasserstoff setzen kann.

Laut Kanadas Aussenpolitik wollen sie die Demokratie international stärken, ihre internationale Präsenz fördern, sich für regelbasierten Handel einsetzen und sich mit der Beseitigung von Armut geopolitisch positionieren (Joly et al., 2022). Im Gegensatz zu den USA gilt Kanada weniger machtpolitisch orientiert und kann damit gerade auch für eine grüne Wende eine Allianz des Möglichen und der Willigen bilden. Ob Kanada überhaupt eine führende Rolle im grünen Wasserstoffbereich einnehmen kann, hängt stark von den oben erwähnten innenpolitischen Herausforderungen und Kontexten ab.

6.3.5 Literaturverzeichnis Kanada

- Alberta Innovates. (2022, 26. April). *Alberta Innovates launches Hydrogen Centre of Excellence*. Alberta Innovates. <https://albertainnovates.ca/news/alberta-innovates-launches-hydrogen-centre-of-excellence/> (13. März 2024)
- Bystrom, C. R., Schneider, B., Halseth, S., Howard, J. & Charlesbois, P. (2022, 20. April). *Promoting Hydrogen in Canada: Cross-Country Check-Up*. Fasken. <https://www.fasken.com/en/knowledge/2022/04/20-promoting-hydrogen-in-canada-cross-country-check-up> (13. März 2024)
- Climate Action Tracker CAT. (2022, 20. Dezember). *Canada - Policies & Action*. <https://climateaction-tracker.org/countries/canada/policies-action/> (13. März 2024)
- Canada Energy Regulator CER. (2024, 22. Februar). *Provincial and Territorial Energy Profiles – Canada*. <https://www.cer-rec.gc.ca/en/data-analysis/energy-markets/provincial-territorial-energy-profiles/provincial-territorial-energy-profiles-canada.html> (14. März 2024)
- Canadian Hydrogen and Fuel Cell Association CHFCA. (o.D.). *Who we are*. <https://www.chfca.ca/about/who-we-are/> (13. März 2024)
- Delaval, B., Rapson, T., Sharma, R., Hugh-Jones, W., McClure, E. & Srinivasan, V. (2022). *Hydrogen RD&D Collaboration Opportunities: Canada*. Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation CSIRO. <http://mission-innovation.net/wp-content/uploads/2022/09/H2RDD-Canada-FINAL.pdf>
- Environment and Climate Change Canada ECCC. (2023). *Canada – European Union Green Alliance*. Environment and Climate Change Canada ECCC. <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/corporate/international-affairs/partnerships-countries-regions/europe/green-alliance-canada-european-union.html> (14. März 2024)
- European Commission. (2023a, 7. März). *Joint press release on Canada-EU relations*. European Commission. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip_23_1486/IP_23_1486_EN.pdf
- European Commission. (2023b, 25. November). *The EU and Canada boost bilateral relation and coordinate approach to global challenges during leaders' meeting*. European Commission. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ac_23_6059/AC_23_6059_EN.pdf

- Financial Times. (o.D.). *Powering the Energy Transition - Canada Is a Centre of Pioneering Hydrogen Research*. <https://canada-next-best-place-to-home.ft.com/canada-is-a-centre-of-pioneering-hydrogen-research> (13. März 2024)
- Hayes, T., Hildebrandt, S. & Kan, J. (2022, 22. Dezember). *Ontario's Hydrogen Hub in Sarnia-Lambton, Strategic Plan*. GHG Limited. <https://energycentral.com/system/files/ece/nodes/587108/strategic-plan-ontarios-hydrogen-hub.pdf>
- Gouvernement du Québec. (2022). *2030 Québec Green Hydrogen and Bioenergy Strategy*. Secteur de l'innovation et de la transition énergétiques of the ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/economie/publications-adm/politique/PO_strategy_green-hydrogen-bioenergies_screen-version_MEIE.pdf
- Government of Canada. (2022). *2022 Budget, A Plan to Grow our Economy and Make Life More Affordable*. Department of Finance Canada. <https://www.budget.canada.ca/2022/pdf/budget-2022-en.pdf>
- Government of Canada. (2023). *Budget 2023, A Made-in-Canada Plan, Strong Middle Class, Affordable Economy, Healthy Future*. Department of Finance Canada. <https://www.budget.canada.ca/2023/pdf/budget-2023-en.pdf>
- Immoor, K. (2021, 18. Januar). *First green hydrogen project becomes reality: thyssenkrupp to install 88 megawatt water electrolysis plant for Hydro-Québec in Canada*. Thyssenkrupp Uhde Chlorine Engineers GmbH. <https://www.thyssenkrupp.com/en/newsroom/press-releases/pressdetail-page/first-green-hydrogen-project-becomes-reality--thyssenkrupp-to-install-88-megawatt-water-electrolysis-plant-for-hydro-quebec-in-canada-93778> (14. März 2024)
- Joly, M., Ng, M. & Sajjan, H. S. (2022). *2022-23 Department Plan*. Global Affairs Canada. <https://www.international.gc.ca/transparency-transparence/departamental-plan-ministeriel/2022-2023.aspx?lang=eng> (14. März 2024)
- Kemp, W. (2023, 12. September). *Canada has lost its purpose in foreign relations. It's time for a review*. Policy Options. <https://policyoptions.irpp.org/magazines/september-2023/canada-is-lost-in-foreign-relations/> (14. März 2024)

- Natural Resources Canada NRC. (2020). *Hydrogen Strategy for Canada: Seizing the Opportunities for Hydrogen: A Call to Action*. Natural Resources Canada NRC. https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/environment/hydrogen/NRCan_Hydrogen-Strategy-Canada-na-en-v3.pdf
- Natural Resources Canada NRC. (2021, 29. Oktober). *Memorandum of Understanding between the Government of Canada and the Government of the Netherlands on cooperation in the field of hydrogen energy*. Natural Resources Canada NRC. <https://natural-resources.canada.ca/climate-change/canadas-green-future/the-hydrogen-strategy/memorandum-understanding-between-the-government-canada-and-the-government-the-netherl/23907> (14. März 2024)
- Natural Resources Canada NRC. (2022, 23. August). *Joint declaration of intent between the Government of Canada and the Government of the Federal Republic of Germany on establishing a Canada-Germany Hydrogen Alliance*. Natural Resources Canada NRC. <https://natural-resources.canada.ca/climate-change-adapting-impacts-and-reducing-emissions/canadas-green-future/the-hydrogen-strategy/joint-declaration-intent-between-the-government-canada-and-the-government-the-federal/24607> (14. März 2024)
- Office of the Auditor General of Canada. (2022). *Reports of the Commissioner of the Environment and Sustainable Development to the Parliament of Canada, Hydrogen's Potential to Reduce Greenhouse Gas Emissions: Independent Auditor's Report*. Office of the Auditor General of Canada. https://www.oag-bvg.gc.ca/internet/docs/parl_cesd_202204_03_e.pdf
- Razi, F. & Dincer, I. (2022). Challenges, Opportunities and Future Directions in Hydrogen Sector Development in Canada. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(15), 9083–9102. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.01.014>.
- The Government of British Columbia & Clean BC. (2021). *B.C. Hydrogen Strategy - A sustainable pathway for B.C.'s energy transition*. The Government of British Columbia & Clean BC. https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/electricity-alternative-energy/electricity/bc-hydro-review/bc_hydrogen_strategy_final.pdf
- The Government of British Columbia. (2021, 16. Juli). *Clean energy centre to invest in low-carbon innovation, drive emissions reduction*. The Government of British Columbia. <https://news.gov.bc.ca/releases/2021EMLI0050-001381> (13. März 2024)

Tsuji, S. R. J. (2022). Canada's Impact Assessment Act, 2019: Indigenous Peoples, Cultural Sustainability, and Environmental Justice. *Sustainability*, 14(6), 3501.
<https://doi.org/10.3390/su14063501>

6.4 Sultanat Oman

6.4.1 Strategie und Absichten

Ausser dem nationalen *Hydrogen Plan* von 2022 (Ministry of Energy and Minerals, 2022), verfügt das Sultanat Oman über keine eigentliche nationale Wasserstoffstrategie. Rahmenbedingungen sind kaum vorhanden und es werden keine verlässlichen Zahlen, beispielsweise zu Marktpotential oder Finanzierung, publiziert. Dennoch sind die Akteure des Wasserstoffsektors eng mit der Regierung und staatlichen sowie internationalen Unternehmen verknüpft. Im Jahr 2022 gründete die Regierung die *zentrale und unabhängige* Einrichtung *Hydrogen Oman* (Hydrom), welche für die Entwicklung der Wasserstoffstrategie und des Sektors zuständig ist (IEA, 2023b). Hydrom untersteht dem Ministerium für Energie und Mineralien und ist zugleich eine Tochtergesellschaft des staatlichen Unternehmens *Energy Development Oman* (EDO). Der Minister für Energie und Mineralien (MEM) Salim bin Nasser Al-Aufi nimmt auch die Position des *Chairman of the Board of Directors* bei Hydrom ein. Dem EDO ist ausserdem der staatliche Ölkonzern *Petroleum Development Oman* (PDO) unterstellt, der zwar nicht direkt ein Wasserstoff-Akteur, aber dennoch bedeutend für die Weiterentwicklung des Sektors ist. Allem übergeordnet ist das Sultanat, welches die Rahmenbedingungen vorgibt und nationale Ressourcen wie Boden verteilt (Ansari, 2023; Times News Service, 2023a). Hydrom führt zudem Auktionen durch, um Land für grüne Wasserstoffprojekte zu vergeben. Die vorgeschlagenen Projekte werden in drei Phasen evaluiert und sollten letztlich die ganze Wertschöpfungskette abdecken (Hydrom, o.D.).

Der Staatsfond *Oman Investment Authority* ist dem Ministerrat unterstellt und umfasst fast alle öffentlichen Unternehmen. Zusammen mit dem Minister für Energie und Mineralien bilden sie die dominanten Akteure des omanischen Wasserstoff-Sektors. Sie werden aber auch kontrolliert, da Stellen jeweils von verschiedenen Vertretenden besetzt sind (Ansari, 2023). Ein weiteres Element im Sektor stellt die nationale Allianz für grünen Wasserstoff *Hy-Fly* dar, welche auch vom MEM gegründet wurde. Die Allianz besteht aus Mitgliedern aus dem öffentlichen und privaten Sektor⁵⁹. Al-Aufi beschreibt das Ziel von Hy-Fly wie folgt: «The aim of the Hy-Fly is to create a leading national and international industry and Government/public authority alliance to drive the development and deployment of clean hydrogen in line with Oman's Vision 2040 Energy Diversification Plans» (Energy & Utilities, 2021).

59 Mitglieder von Hy-Fly: Petroleum Development Oman, Authority for Public Services Regulation, OQ, Oman LNG, Energy Development Oman, BP Oman, Oman Shell, Total Energies Oman, Sultan Qaboos University, GUTech, Port of Sohar, Port of Duqm (Energy & Utilities, 2021).

Oman verfügt über die *Oman Vision 2040*. In dieser ist festgehalten, dass bis 2030 rund 30 Prozent der Energieproduktion erneuerbar sein soll (Green Hydrogen Organisation, o.D.). Dies zusammen mit grünem Wasserstoff ist vornehmlich als PR-Kampagne zu lesen. Denn die aktuelle Energieversorgung besteht zu 96 Prozent aus Erdgas und zu 4 Prozent aus Erdöl (Ersoy et al., 2023; IRENA, 2023). Wie die Transformation geschehen soll, ist fragwürdig. Generell sieht Oman vor, dass für eine exportorientierte Wasserstoffinfrastruktur Investitionen von USD 420 Milliarden bis 2050 benötigt werden. Der grösste Teil, knapp 70 bis 80 Prozent, sollte von privaten Akteuren finanziert werden (Schinn & Elbermbali, 2022). Laut Plan sollen klare Besitzverhältnis-Schemen entwickelt, sowie Policies, Gesetzgebung und Regulationen für cross-sektorielle Aktivitäten gefördert werden, die letztlich *End-to-End* Klimagesetze schaffen, wo es weder regulatorische noch prozedurale Lücken mehr geben sollte. Das Sultanat erhofft sich durch die grüne Wende, dass das BIP um 50 Prozent steigt, Arbeitsplätze⁶⁰ sowie Energiesicherheit geschaffen werden (Oman Vision 2040, 2022).

6.4.2 Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte

Oman verfügt über ein hohes Potential für Solar- und Windenergie. Verschiedene Studien haben geeignete Standorte für die Produktion von grünem Wasserstoff mittels Wind- oder Solarenergie aufgezeigt, unter der Berücksichtigung von Kosten sowie Potential an Wind und Sonne (Vgl. Ridha et al, 2023; Ahshan, 2021; Barhoumi et al., 2023). Des Weiteren verfügt Oman über ein Erdgas-Pipelinennetz von 2'500 Kilometern Länge und weitere 500 bis 600 Kilometer sind in Planung. Ausserdem geplant sind Unterwasser-Gaspipelines von Iran nach Oman. Die Pipelines müssten jedoch noch ausgebaut werden, um die geplante Menge an flüssigem Gas oder blauen Wasserstoff auch nach Indien oder in die Vereinigten Arabischen Emirate exportieren zu können (Press TV, 2023).

Die Lage Omans an einer international bedeutenden Handelsroute ist ein grosser Vorteil, ebenso die Expertise im Umgang mit *Liquefied Natural Gas* (LNG) und Ammoniak, die ähnlich wie Wasserstoff gehandhabt werden können (IEA, 2023b). Omans Regierung sieht hohes Potential in den Häfen als künftige Wasserstoff-Hubs (Ansari, 2023).

Zur Weiterentwicklung des Sektors unterzeichnete Energieminister Al-Aufi 2023 mittels Hydrom mehrere Projekte mit dänischen, deutschen, US-amerikanischen, britischen, kuwaitischen, singapurischen und omanischen Akteuren (Ansari, 2023; Times News Service, 2023a):

⁶⁰ Die Entwicklung einer Wasserstoffökonomie soll bis zu 70'000 neue Arbeitsplätze schaffen und ein «grünes» Wirtschaftswachstum generieren (Ansari, 2023).

- Konsortium bestehend aus *Copenhagen Infrastructure Partners*, *Blue Power Partners* und *Al Khadra* und ist Teil von *Oman's Hind Bahwan Group*
- Projekt mit *BP Oman*, zur Produktion von grünem Wasserstoff und Ammoniak für den Export
- Konsortium bestehend aus *Green Energy Oman*, *Energy Company OQ*, *Shell Oman*, der staatliche kuwaitische Energieinvestor *EnerTech*, *Intercontinental Energy* und *Golden Wellspring Wealth for Trading*

Diese drei Initiativen gehören zu den Gewinnern der ersten Phase der oben erwähnten Auktion von Projekten und Landvergaben. Weitere Vereinbarungen von Hydrom wurden zwischen *Siemens Energy* und EDO (MoU zu *Research and Development*), sowie zwischen dem Ministry of Housing and Urban Planning und dem Ministry of Energy and Minerals unterzeichnet (Times News Service, 2023a).

Im Rahmen der ersten Auktionsrunde wurden noch zwei weitere Verträge unterzeichnet:

- Konsortium mit folgenden Akteuren: *POSCO* (südkoreanisch), *ENGIE* (französisch), *MESCAT Middle East DMCC*, *Samsung Engineering Co. Ltd.*, *Futuretech Energy Ventures*, *Korea East-West Power Co. Ltd.*, *Korea Southern Power Co. Ltd.*, *Thailands PPT* (Donaldson, 2023). Geplant ist die Produktion von grünem Wasserstoff und Ammoniak zum Export.
- Hyport Duqm: *OQ Alternative Energy* und *DEME Concessions*. Dieses Abkommen folgt auf die vorherige Unterzeichnung von Hyport Duqm (Times News Service, 2023b).

Die Argumente des hohen Potentials an erneuerbaren Energien und vorhandenen Infrastrukturen müssen jedoch mit Bedacht gelesen werden. Um die Produktionsziele zu erreichen, ist ein dringender und massiver Ausbau erneuerbarer Energien sowie entsprechender Infrastrukturen nötig (IEA, 2023b).

Oman leidet bereits jetzt unter Wasserknappheit, weshalb für die Elektrolyse Meerwasser entsalzt werden muss. Es sind aktuell neun Entsalzungsanlagen in Betrieb und sechs weitere geplant. Jedoch ist unklar, wie viel der geplanten Kapazität mit erneuerbaren Energien betrieben werden würde, denn aktuell werden sie fast ausschliesslich mit fossilen Energien betrieben. Um genügend Wasser zu entsalzen, müssten die Anlagen unbedingt erweitert werden. Dabei muss jedoch die Versorgung mit Wasser auch für die lokale Bevölkerung gesichert sein, da dies sonst zu Konflikten führen könnte und auch eine *Just Transition* (vgl. Marokko) nicht gewährleistet wäre (Ersoy et al., 2023). Khan & Al-Ghamdi (2023) verweisen auf die Salzlauge, welche bei der Entsalzung entsteht. Meist wird diese zurück in das Meer geleitet, was sich wiederum schädlich auf die Umwelt und das Ökosystem der Küste auswirkt. Die Wassertemperatur steigt, der Sauerstoffanteil sinkt und es entstehen *dead zones*.

Ein weiteres Problem der Infrastruktur ist die Verfügbarkeit von genügend Elektrolyseuren, da es womöglich zu Engpässen in deren Herstellung kommt (Ansari, 2023).

Teil der Oman Vision 2040 ist das Projekt *HYPORT® Duqm* zwischen *OQ Alternative Energy*, dem deutschen Energieunternehmen *Uniper* und dem belgischen Energieunternehmen *DEME*. In der Sonderwirtschaftszone in Duqm, auf einer Fläche von 150 Quadratkilometern, ist eine Produktionsanlage für grünen Wasserstoff und Ammoniak geplant. Die Anlage soll mittels Wind- und Solarenergie betrieben werden (Green Hydrogen Organisation, o.D.). Die Produkte sollen der regionalen Dekarbonisierung der Chemieindustrie sowie dem Export, beispielsweise nach Europa über den Hafen Antwerpen, dienen (Times News Service, 2023b).

Das omanische Start-Up *44.01* plant das weltweit erste solarbetriebene Projekt zur *Direct Air Capture* (DAC) von CO₂ (44.01, 2023). Die Anlage würde CO₂ in Basalt im Boden speichern und beim Prozess gleichzeitig Wasser freisetzen, welches wiederum für die Wasserstoff-Produktion eingesetzt würde (Ersoy et al., 2023). Inwiefern diese Technologie kommerzialisiert werden kann, ist noch offen. Die Ausführungen zu *44.01* sind ein Fallbeispiel für Omans Startup-Ecosphäre. Nach Hochrechnungen sind die Startups mit knapp USD 301 Millionen kapitalisiert. Weitere erleichterte Rahmenbedingungen sollen diese Ecosphäre fördern (Mendoza, 2024).

Oman baut eine Strategie auf, um das eigene BIP zu fördern und setzt dabei auf ausländische Investitionen. Es scheint, dass Oman knapp UDS 30 Milliarden in die Wasserstoffökonomie investieren will (Fuel Cells Works, 2023). Und dies ist Teil von einem geschätzten Investitionsvolumen von USD 132 Milliarden bis 2050. Die ausländischen und privaten Investitionen sind dabei zentral. Entsprechende Anreizsysteme werden geschaffen (Ansari, 2023). Inwiefern dies reichen wird, bleibt abzuwarten. Nach internationalen Studien wird Oman ein hohes Potential für grünen Wasserstoff zugesprochen (IEA, 2023b; Wood, 2023).

Die Menschenrechtslage im Sultanat ist wie in den meisten Golfstaaten problematisch⁶¹. Gerade für die grosse Menge an migrantischen Arbeitskräften ist die Situation prekär. Das *Kafala* Sponsorship ermöglicht es, dass Privatpersonen und Unternehmen die totale Kontrolle über diese Menschen haben (Robinson, 2022; AI, o.D.). Es ist davon auszugehen, dass diese Arbeitskräfte auch für eine grüne Wende im Oman gebraucht werden und einen Teil der vorhergesehenen 70'000 Arbeitsplätze besetzen werden

61 Diese Studie stützt sich in der Beschreibung der Regime auf den Bericht von Amnesty International 2023 sowie den *Freedom House Index* und den *Human Rights Index*.

(Ansari, 2023)⁶². Allerdings ist es denkbar, dass diese Arbeitsplätze nach Aufbau der Infrastruktur zu einem grossen Teil wieder abgeschafft werden.

6.4.3 Geopolitische Einordnung

Künftig soll rund 30-40 Prozent des Wasserstoffs für den nationalen Verbrauch bereitstehen und der Rest für den Export (Ersoy et al., 2023). Als potentielle Exportziele kommen aktuell Europa (v.a. Deutschland, Belgien, Niederlande) und Japan in Frage. Mit den umliegenden Staaten der Golfregion bestehen kaum Kooperationen, einzig Absichtserklärungen mit saudischen und emiratischen Investitionen, sowie Interesse von Kuwaits Staatsfond. In der Region gilt das Sultanat als eines der stabilsten Länder und Vermittler aufgrund seiner konstruktiven Beziehungen mit umliegenden Staaten. Für Europa wäre eine Kooperation mit Oman interessant, um gute Beziehungen in der Region weiterzuentwickeln (Ansari, 2023).

Oman möchte den Wasserstoff-Sektor mittels internationalen Abkommen und Investitionen fördern und vorantreiben, wie auch folgendes Zitat des Energieministers Salim bin Nasser Al-Aufi zeigt: «We are delighted to witness the signing of these agreements. Today, with the completion of the regulatory framework, sector structure and these first investment opportunities, we officially announce the beginning of the Sultanate's journey of production in accordance with the directive of His Majesty Sultan Haitham bin Tarik. In the coming years, Oman is poised to become one of the leading countries in green hydrogen production» (Times News Service, 2023a).

Verschiedene Absichtserklärungen sind nun zwar unterzeichnet, jedoch bestehen noch keine eigentlichen Kooperationen und Abkommen. Das weist doch auch auf PR-Absichten hin. Da die Technologie, die Speicherung und Lieferketten noch kaum erprobt sind, haben die Kooperationsabkommen stark symbolische Bedeutung; dies gilt selbstredend auch für die Analyse der anderen Länder.

Das Sultanat ist sich aber auch bewusst, dass sie für die grüne Wende und eine Wasserstoffökonomie auf ausländische Partner angewiesen sind (Oman Vision 2040, 2022). Das macht Kooperationen mit anderen Ländern unabdingbar.

Die Golfstaaten haben durch ihre geographische Position geostrategisch historisch immer schon eine wichtige Rolle gespielt. Dass China 2023 ankündigt, in Oman eine Militärbasis aufzubauen (Jamrisko &

62 Beim Zeitpunkt der Erstellung der Studie gab es keine vertiefte Studie, die dieses Phänomen näher untersuchte.

Jacobs, 2023), unterstreicht die geopolitische Rolle Omans im Bereich der Lieferketten- und Energiesicherheit. Zudem ist es ein Zeichen, dass China auf globaler Ebene eine entsprechende strategische Rolle spielen möchte, sich als alternatives *power house* aufbaut und entsprechende Alliierte sucht. Oman hat dabei mehrfache Bedeutung für China: (1) Neutralitätspolitik verpflichtender Staat könnte für Peking vereinnahmt werden, (2) Nähe zur Strasse von Hormuz plus ihre drei Seehafen am indischen Ozean können als Asset gebraucht werden⁶³ (Oman Daily Observer, 2023 (vgl. BRI (Chaziza, 2019)) und (3) die diplomatische Mediationsrolle von Oman, die das Sultanat oft in der Region erfolgreich erprobte, kann für Chinas Interessen eingesetzt werden (Abkommen zwischen Saudi-Arabien und Iran, welches China ausgehandelt hatte). Dabei war der Oman lange sicherheitspolitisch und militärisch von den USA und UK (v.a. für den Waffenimport) abhängig. Dieses neue Ausrichten ist ein feines Ausbalancieren zwischen den Grossmächten USA und China. Natürlich geht es China klassisch auch um geoökonomische Interessen: Oman verfügt über wichtige Rohstoffe für die Baubranche, fossile Energieträger sowie mineralische Rohstoffe (Eisen, Kupfer, Zink, Aluminium und Kobalt) für die Produktion von Wind- und Photovoltaikanlagen.

6.4.4 Fazit

Am Beispiel von Oman lässt sich ablesen, wie in neuen geopolitischen Konstellationen mit verstärkten bilateralen und minilateralen Beziehungen, sich die regionale Geopolitik unter dem Deckmantel von Klimawandel langsam aber sicher neu formiert.

Ein wirtschaftlich integriertes und befriedigtes Oman wird regional als Stabilisierungsfaktor wahrgenommen. Wenn sich eine Wasserstoffökonomie mit ihren positiven wirtschaftlichen Übertragungseffekten etablieren kann, kann dies für die Golfregion stabilisierend wirken (Ansari, 2023). In diesem Sinne liegt der Duqm Port, mit seinem Zugang zur Strasse von Hormuz, dem Golf von Oman, dem Indischen Ozean und dem Arabischen Meer, strategisch wichtig für die Grossmächte China und USA. Muscat schafft es clever in diesem Hafen zugleich einen chinesischen Industriepark, der auch Teil der BRI ist, zu errichten und den US-Streitkräften zu erlauben den Hafen zu nutzen (Gidwani, 2022). Diese Art von Opportunitätsrechnung wird für die Geopolitik zunehmend Normalität sein. Da ist Oman keine Ausnahme. Dies ist aber gleichzeitig auch ein Risiko für Langfristinvestitionen, da die geopolitischen Vektoren rasch Fakten schaffen, die nicht immer, und möglicherweise je länger je weniger, im Interesse des Westens liegen könnten, da diversen neuen Partnerschaften schleichend Priorität eingeräumt werden könnte.

63 Im Sinne der Vision 2040 will Oman sich mit ihrem Hafennetzwerk als Handels- und Logistikhub positionieren.

Diverse Indices beurteilen die Menschenrechtslage und Freiheitsgrade in Oman als mittelmässig bis problematisch, was im Sinn der politischen Stabilität und Nachhaltigkeit berücksichtigt werden müsste. Nach *Amnesty International* (AI) ist die freie Meinungsäusserung im Oman problematisch. So auch das *Kafala* System, welches migrantischen Arbeitskräften kaum Rechte zugesteht. In der Analyse zum Aufbau der Wasserstoffökonomie im Oman gab es keine kritischen Kommentare oder Berichte zur Menschenrechtslage respektive wie die Wasserstoffinfrastruktur die Situation der Menschen und ihre Rechte tangieren. IEA (2023a) verweist darauf, dass es stärkere Policy Regulationen für eine klima-resiliente Energietransformation braucht. Dies wird auch von AI in ihrem Länderreport moniert (AI, o.D.). Die unkritischen Kommentare sind vielleicht auch darauf zurückzuführen, dass Oman mit einer starken PR-Kampagne ihre Wasserstoffprojekte vorantreibt.

6.4.5 Literaturverzeichnis Sultanat Oman

- Ahshan, R. (2021). Potential and Economic Analysis of Solar-to-Hydrogen Production in the Sultanate of Oman. *Sustainability*, 13(17), 9516. <https://doi.org/10.3390/su13179516>
- Ansari, D. (2023). *Wasserstoff aus Oman für Deutschland und die EU*. SWP-Aktuell, 18, Stiftung Wissenschaft und Politik, Deutsches Institut für Internationale Politik und Sicherheit. https://www.swp-berlin.org/publications/products/aktuell/2023A18_wasserstoff_oman.pdf
- Amnesty International AI. (o.D.). *Oman 2022*. <https://www.amnesty.org/en/location/middle-east-and-north-africa/oman/report-oman/> (16. März 2024)
- Barhoumi, E.M., Salhi, S. M., Okonkwo, P. C., Belgacem, I. B., Farhani, S., Zghaibeh, M. & Bacha, F. (2023). Techno-economic optimization of wind energy based hydrogen refueling station case study Salalah city Oman. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48(26), 9529-9539. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.12.148>
- Gidwani, A. (2022, 01. September). *The Duqm Port, Oman and the Three Global Powers: China, USA, and India*. Chennai Centre for China Studies. <https://www.c3sindia.org/post/the-duqm-port-oman-and-the-three-global-powers-china-usa-and-india-by-arjun-gidwani> (15. März 2024)
- Chaziza, M. (2019). The Significant Role of Oman in China's Maritime Silk Road Initiative. *Contemporary Review of the Middle East* 6(1), 44–57. 10.1177/2347798918812285
- Donaldson, A. (2023, 19. Juni). *POSCO to sign \$6.7bn green hydrogen deal with Oman*. Power Technology. <https://www.power-technology.com/news/posco-to-sign-6-7bn-green-hydrogen-deal-with-oman/> (15. März 2024)
- Energy & Utilities. (2021, 15. August). *Oman establishes national hydrogen alliance*. Energy & Utilities. <https://energy-utilities.com/oman-establishes-national-hydrogen-alliance-news113700.html> (15. März 2024)
- Ersoy, S. R., Terrapon-Pfaff, J. C., Pregger, T., Braun, J., Jamea, E. M., Al-Salaymeh, A., Braunschweig, P., Bereschi, Z., Ciobotaru, O. T., & Viebahn, P. (2023). Industrial and infrastructural conditions for production and export of green hydrogen and synthetic fuels in the MENA region: insights from Jordan, Morocco, and Oman. *Sustainability Science*, 19, 207-222. <https://doi.org/10.1007/s11625-023-01382-5>

- Fuel Cells Works. (2023, 16. Oktober). *Oman is investing in \$30 Billion in Hydrogen Economy*. Fuel Cells Works. <https://fuelcellsworks.com/news/oman-is-investing-30-billion-in-hydrogen-economy/> (15. März 2024)
- Green Hydrogen Organisation GH2. (o.D.). *GH2 Country Portal – Oman*. <https://gh2.org/countries/oman> (15. März 2024)
- Hydrom. (o.D.). *Hydrom Oman – About Auctions*. <https://hydrom.om/AboutAuctions.aspx?cms=iQRphe-uphYtJ6pyXUGiNqgnTvLaOi%2fEP> (15. März 2024)
- International Energy Agency IEA. (2023a). *Climate Resilience for Energy Transition in Oman*. International Energy Agency IEA. <https://www.iea.org/reports/climate-resilience-for-energy-transition-in-oman> (16. März 2024)
- International Energy Agency IEA. (2023b, 12. Juni). *Oman's huge renewable hydrogen potential can bring multiple benefits in its journey to net zero emissions*. International Energy Agency IEA. <https://www.iea.org/news/oman-s-huge-renewable-hydrogen-potential-can-bring-multiple-benefits-in-its-journey-to-net-zero-emissions> (15. März 2024)
- International Renewable Energy Agency IRENA. (2023). *Energy Profile Oman*. International Renewable Energy Agency IRENA. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Statistics/Statistical_Profiles/Middle%20East/Oman_Middle%20East_RE_SP.pdf
- Jamrisco, M. & Jacobs, J. (2023, 08. November). *Biden Briefed on Chinese Effort to Put Military Base in Oman*. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-11-07/biden-briefed-on-chinese-effort-to-put-military-base-in-oman?embedded-checkout=true> (15. März 2024)
- Mendoza, J. (2024, 04. März). *Key initiatives launched for energy efficiency in Oman*. Oman Daily Observer. <https://www.omanobserver.om/article/1150520/business/economy/key-initiatives-launched-for-energy-efficiency-in-oman> (15. März 2024)
- Ministry of Energy and Minerals. (2022). *Green Hydrogen in Oman*. Ministry of Energy and Minerals. https://hydrom.om/events/hydromlaunch/221023_MEM_En.pdf
- Khan, M. I. & Al-Ghamdi, S. G. (2023). Hydrogen economy for sustainable development in GCC countries: A SWOT analysis considering current situation, challenges, and prospect. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48 (28), 10315-10344. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.12.033>

- Oman Daily Observer. (2023, 17. April). Omani ports register 8 per cent growth for all operations in 2022. Oman Daily Observer. <https://www.omanobserver.om/article/1135820/business/economy/omani-ports-register-8-per-cent-growth-for-all-operations-in-2022> (15. März 2024)
- Oman Vision 2040. (2022). *The Sultanate of Oman's National Strategy for an Orderly Transition to Net Zero*. Oman Vision 2040. https://www.ea.gov.om/media/aaslyc3l/oman-net-zero-report-2022_screen.pdf
- Press TV. (2023, 18. April). *Omani minister: Iran gas pipeline project progressing*. Press TV. <https://www.presstv.ir/Detail/2023/04/18/701788/Iran-Oman-gas-pipeline-LNG-hydrogen> (15. März 2024)
- Ridha, F., Al Subhi, M. & Al Riyami, S. (2023). *Techno-Economic Analysis of Green Hydrogen Production Using Renewable Energy Sources in the Sultanate of Oman*. Preprinted article. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4462348>
- Robinson, K. (2022, 18. November). *What Is the Kafala System?* Council on Foreign Relations. <https://www.cfr.org/backgrounder/what-kafala-system> (15. März 2024)
- Times News Service. (2023a, 01. Juni). *Hydrom signs three agreements awarding the first green hydrogen projects in Oman*. Times of Oman. <https://timesofoman.com/article/131608-hydrom-signs-three-agreements-awarding-the-first-green-hydrogen-projects-in-oman> (15. März 2024)
- Times News Service. (2023b, 21. Juni). *Hydrom signs two agreements awarding Green Hydrogen projects in Oman, announces launch of round 2 public auction*. Times of Oman. <https://timesofoman.com/article/132527-hydrom-signs-two-agreements-awarding-green-hydrogen-projects-in-oman-announces-launch-of-round-2-public-auction> (15. März 2024)
- Schinn, D. S. & Elbermbali, A. S. (2022). *Accelerating Private Finance for the Arab Renewable Energy Transition*. CEBC und SDG Climate Facility Project: Climate Action for Human Security. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/arabstates/CEBC-UNDP-White-Paper_EN.pdf
- Wood, J. (2023, 29. August). *This is how Oman can become a clean hydrogen producing powerhouse*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2023/08/oman-clean-green-hydrogen-renewables/> (15. März 2024)

44.01. (2023, 27. September). *44.01 and Aircapture Announce DAC + Mineralization Collaboration in Oman*. 44.01. <https://4401.earth/44-01-and-aircapture-announce-dac-mineralization-collaboration-in-oman/> (15. März 2024)

6.5 Königreich Saudi-Arabien

6.5.1 Strategie und Absichten

Eine nationale Wasserstoffstrategie wird im Königreich Saudi-Arabien noch erarbeitet. Der Energieminister Abdulaziz bin Salman Al-Saud verkündete 2021 dennoch, dass Saudi-Arabien der grösste Wasserstoffproduzent- und -exporteur weltweit werden möchte. In diesem Fahrwasser wurde auch die *Saudi Green Initiative* ins Leben gerufen. Mit entsprechenden PR-Auftritten und Annoncen wird eine umfassende grüne Transformation angepriesen, wo das Königreich die gesamte Ökonomie und Gesellschaft umbauen will (Saudi & Middle East Green Initiatives, o.D.). Im Sinne von *from ambition to action* will Saudi-Arabien bis 2030 jährlich vier Millionen Tonnen blauen und grünen Wasserstoff produzieren. Die Pläne richten sich anhand der *Vision 2030* aus. Dies ist ein Projekt des Kronprinzen und Premierministers Mohammed bin Salman bin Abdulaziz Al-Saud, und sieht eine holistische Transformation und Reformierung des Landes vor (Ansari, 2022). Die Regierung arbeitet mit eigenen staatlichen Ölfirmen wie *SaudiAramco* oder *ACWA Power* und dem *Public Investment Fund* (PIF)⁶⁴ zusammen, um die Produktion und den Export voranzutreiben (Seetao, 2023). PIF verwaltet das öffentliche Vermögen aus dem Petroleumgeschäft des Staates und plant in Wasserstoffprojekte zu investieren (Ansari, 2022). Laut einem hochrangigen Beamten des Energieministerium erhofft sich Saudi-Arabien zudem, mit einer nationalen Wasserstoffstrategie bis 2030, Investitionen von mehr als USD 36 Milliarden anzuziehen (Sundar, 2022<https://www.zawya.com/en/projects/industry/saudi-arabias-hydrogen-strategy-targets-36bln-of-investments-by-2030-cgok6oye>). Von wem genau diese stammen sollen, wird nicht weiter ausgeführt.

Die Vision 2030 sieht zudem vor, die Wirtschaft zu diversifizieren und nachhaltiger zu gestalten, um unabhängiger vom Erdöl zu werden (Seetao, 2023). Dazu beitragen soll auch die Entwicklung des Wasserstoffsektors (Nakano, 2022<https://www.csis.org/analysis/saudi-arabias-hydrogen-industrial-strategy>). Bis 2060 möchte Saudi-Arabien ausserdem Netto-Null erreichen und bis 2030 rund 50 Prozent erneuerbare Energien verwenden. Aber aktuell ist die Produktion erneuerbarer Energie quasi bei null:

⁶⁴ Zu PIF: «With a pivotal role in realizing Vision 2030, Saudi Arabia's economic transformation program, PIF's ambitious strategy is propelling the national economy with the impact felt well beyond Saudi borders. PIF is the engine driving the transformation of Saudi Arabia's economy. Passionate about leading local economic development, localizing cutting-edge technology and knowledge, PIF is expanding its portfolio of international assets, investing in global sectors and markets by building strategic partnerships, and launching initiatives to contribute to the goals of Vision 2030»; der Kronprinz ist ebenfalls Chairman von PIF (PIF, o.D.).

61 Prozent stammen aus Erdöl und 39 Prozent aus Erdgas und Saudi-Arabien verfügt auch keine Strategie zum Ausstieg aus den fossilen Energien (Ember Climate, 2022).

6.5.2 Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte

Saudi-Arabien verwendet bereits grauen Wasserstoff für die interne Raffinerie- und Chemieindustrie. In Zukunft möchten sie sowohl blauen als auch grünen Wasserstoff produzieren. Saudi-Arabien sieht den Vorteil in blauem Wasserstoff in den Erdgasvorkommen. Weder exportiert das Land noch importiert es Erdgas, wodurch die Produktionskosten von blauem Wasserstoff relativ geringgehalten werden könnten (Mammoser, 2022). Für blauen Wasserstoff benötigt es entsprechende Speichermöglichkeiten für das emittierte CO₂. Schimmel et al. (2022) verweisen auf die geologischen Bedingungen des Landes: Saudi-Arabien könnte möglicherweise CO₂ in Salzaquiferen speichern. Die detaillierten Bedingungen unterirdischer Lagerstätten und Salzaquiferen sowie geeigneter Standorte werden zurzeit identifiziert. Wichtig zu erwähnen ist hierbei, dass möglicherweise langfristige Risiken in der Lagerung bestehen.

Ferner wurde die Wasserstoffanlage in Jubail Industrial City für die Herstellung von blauem Wasserstoff aufgerüstet und in Jafurah soll blauer Wasserstoff mit Schiefergas hergestellt werden (Ansari, 2022). Im Gegensatz zu anderen Staaten setzt Saudi-Arabien transparent nicht nur auf grünen, sondern auch auf blauen Wasserstoff.

Nebst der Nutzung und Produktion von grauem Wasserstoff für die Industrie besteht noch kaum Infrastruktur für die Produktion von grünem oder blauem Wasserstoff. Das Potential für erneuerbare Energien besteht aufgrund der hohen Sonneneinstrahlung und Windkraft. Saudi-Arabien hat auch schon einige grosse Solar- und Windanlagen gebaut und investiert viel in diese Industrie (Hassan et al., 2023; Salam & Khan, 2018). Um künftig die Ziele der Produktion erneuerbarer Energien zu erreichen und gleichzeitig Grundlagen für die Wasserstoffproduktion zu haben, muss Saudi-Arabien die Infrastruktur jedoch sehr stark ausbauen (Hassan et al., 2023). Ziel sind 58 Gigawatt bis 2030, aber im ersten Halbjahr von 2020 waren nur 330 Megawatt möglich. Es ist also unklar, ob das Ziel 2030 erreicht werden kann (Nakano, 2022).

Bisher ist auch die Infrastruktur des Transports, der Verteilung und der Speicherung von Wasserstoff limitiert. Laut Hassan et al. (2023) sei eine Umnutzung der bestehenden Infrastruktur der fossilen Energien zwar teilweise möglich, aber eine Umnutzung ist sehr kostenintensiv und wird voraussichtlich nicht genügend Kapazität aufweisen.

Aufgrund der Süßwasserknappheit braucht es Entsalzungsanlagen. Die Energiekosten für diese wirken sich zwar kaum auf die Endkosten aus, aber die Anlagen selbst sind sehr kostenintensiv (Ansari, 2022). Dazu kommen wiederum die ökologischen Folgen, wenn die dabei entstehende Salzlauge nicht korrekt entsorgt und zum Beispiel ins Meer abgeführt wird. Dies schadet dem Ökosystem der Küste (vgl. auch Oman, Marokko, Chile).

Saudi-Arabien verfügt über das Vorzeigeprojekt *NEOM*, welches zum Beispiel auch die geplante Smart City *The Line* inkludiert und mit erneuerbaren Energien versorgt werden soll. NEOM beinhaltet das *NEOM Green Hydrogen Project*, welches die weltweit grösste kommerzielle Wasserstoffproduktionsanlage werden soll. NEOM, *Air Products* (US-amerikanisch) und *ACWA Power* bilden zusammen das Joint Venture *NEOM Green Hydrogen Company* (NGHC). Die Anlage sollte 2026 in Betrieb gehen und täglich 600 Tonnen CO₂-freien Wasserstoff produzieren. Dieser sei für den Export in Form von Ammoniak gedacht. Im Mai 2023 unterzeichnete NGHC-Verträge mit 23 lokalen, regionalen und internationalen Banken für Investitionen von USD 8,4 Milliarden. Der deutsche Industriekonzern *Thyssenkrupp* ist ebenfalls beteiligt. Sie stellen die Elektrolyseure für NGHC im Wert von USD 6,7 Milliarden her (ACWA Power, o.D.; NGHC, 2023).

Der Transport von grünem Wasserstoff nach Europa ist noch umstritten. Eine Studie des skandinavischen Beratungs- und Ingenieurunternehmens *AFRY Management Consulting* beschreibt, dass der Bau einer Pipeline von Qatar, nach Saudi-Arabien und Ägypten und durch das Mittelmeer bis nach Griechenland und von dort weiter nach Europa technisch möglich sei (Consultancy Me, 2023). Dieses Projekt ist jedoch begleitet von grossen Ungewissheiten und Unsicherheiten. So fordern beispielsweise Entwickler der Pipelines vor dem Planungsbeginn bereits fixe Abnahmeverträge aufgrund der hohen Investitionskosten. Zudem bestehen immer wieder geopolitische Spannungen in der Region (Bedeschi, 2023).

Saudi-Arabien's Ambitionen erscheinen vornehmlich als ein Industrieprogramm. Auch wenn sie noch über keine nationale Strategie verfügen, treibt der Staat die Industrie scheinbar stark voran und zielt auf ausländische Investitionen ab. Dass der Fokus auch auf blauem Wasserstoff liegt, lässt Grund zur Annahme, dass sie mittelfristig auf ihre Erdgasvorkommen zurückgreifen wollen. Auch das Giga-Projekt NEOM und das Smart City Projekt *The Line* sind kritisch zu hinterfragen, scheint es in vielen Belangen in erster Linie eine PR-Kampagne mit gigantischem Ausmass zu sein, welche westliche Investitionen anziehen und das Modernitätsnarrativ untermauern soll: Infrastrukturen und konkrete Projekte sind zwar geplant, aber wie man konkret dieses postmoderne *Ecotopia* (Worth, 2021) umsetzen will, ist noch unklar. Klar ist jedoch, dass eine umfassende Smart City nur mit chinesischer Hochtechnologie möglich

ist. Die Menschenrechtslage⁶⁵ bei dem Projekt NEOM ist ebenfalls äusserst kritisch zu hinterfragen: Für kritische Einschätzungen zu NEOM wurde kürzlich beispielsweise eine Frau für dreissig Jahren Gefängnis verurteilt (SCMP, 2023).

6.5.3 Geopolitische Einordnung

Wie bereits ausgeführt, ist Saudi-Arabien mit diversen internationalen Unternehmen und Staaten in Kontakt. Regionale Kooperationen bestehen mit Oman, Kuwait und den Vereinigten Arabischen Emiraten. Die emiratische Zweckgesellschaft erneuerbarer Energien *Helios* ist am Ausbau der Solaranlagen in NEOM beteiligt. Bisher ist die Zusammenarbeit zwischen den Staaten in der Region jedoch begleitet von unterschiedlichen Konkurrenzkämpfen und ist äusserst ambivalent (Ansari, 2022).

Die EU sieht Potential in saudischem Wasserstoff. Mit den Niederlanden besteht ein MoU und Rotterdam wird als potentieller Export-Hafen angesehen, um einen Wasserstoff-Hub zu entwickeln. Nebst den Niederlanden wird auch Deutschland als *selbstverständlicher Partner* angesehen (Dokso, 2023). Deutschland sei angewiesen auf Importe und könne die ganze Wasserstoff-Handelskette unterstützen und mittels R&D die Prozesse beschleunigen. 2021 wurde ein MoU unterzeichnet, welches drei Arbeitsgruppen (Business, Technologie, Regulationen) beinhaltet (Schimmel et al., 2022). Auch mit Grossbritannien ist Saudi-Arabien in Gesprächen über eine mögliche Zusammenarbeit und ein MoU in der Forschung im Energie- und Wasserstoffsektor (Saudi Gazette, 2023). Des Weiteren unterzeichnete PIF ein MoU mit dem französischen Unternehmen *ENGIE*, um gemeinsame Projekte für den Export von Wasserstoff zu entwickeln (Arab News, 2023).

Saudi-Arabien baut jedoch nicht nur mit europäischen Akteuren Beziehungen auf, sondern auch mit asiatischen. Südkorea ist zum Beispiel in NGHC involviert (Hydrogen Central, 2023). Zudem hat Saudi Aramco ein MoU mit *Korea's Hyundai OilBank Co.* unterzeichnet, um Flüssiggas nach Südkorea zu transportieren, dort in Wasserstoff umzuwandeln und das dabei emittierte CO₂ wieder nach Saudi-Arabien zu transportieren (Nakano, 2022). PIF unterzeichnete auch mit dem koreanischen Unternehmen *POSCO* und *Samsung C&T* ein MoU, um eine neue grüne Wasserstoffproduktionsanlage zu entwickeln (Arab News, 2023). Die thailändische staatliche Gas- und Ölfirma *PTT Group* verkündete zudem, USD 7 Milliarden in die grüne Wasserstoffindustrie zu investieren, dies in Zusammenarbeit mit *ACWA Power* (Karaman & Fang, 2023).

⁶⁵ Diese Studie stützt sich in der Beschreibung der Menschenrechte auf den Bericht von Amnesty International (2023) sowie den *Freedom House Index* und den *Human Rights Index*.

SaudiAramco transportierte 2020 öffentlichkeitswirksam und weltweit erstmals 40 Tonnen blaues Ammonium per Schiff nach Japan. Daraufhin hat Aramco Absichtserklärungen mit *Eneos Corporation* (japanischer Raffineriebetreiber), *Japan Organization for Metals and Energy Security* (JOGMEC) und dem südkoreanischen Unternehmen *Hyundai Heavy Industries* unterzeichnet (Kumagai, 2022; Ansari, 2022).

Saudi-Arabien ist zudem für China ein wichtiger Teil der BRI. Die beiden Staaten unterzeichneten ein MoU, welches unter anderem den gemeinsamen Ausbau des Wasserstoffsektor beinhaltet (Seetao, 2023). Saudi-Arabien ist auch Teil des BRICSplus Netzwerkes.

Saudi-Arabien kann als erstarkter regionaler Akteur in der Golfregion bezeichnet werden. Ähnlich wie der Oman versucht Saudi-Arabien den Hochseilakt zwischen den USA und China zu bestehen. Über ein Viertel des Wasserstoffs ging 2021 nach China. Peking wiederum investiert in Saudi Aramco, als einer der grössten Investoren. Zudem hat Riyadh auch nach dem Krieg in der Ukraine die Beziehungen mit Russland aufrechterhalten. Dies tut Saudi-Arabien im völligen Bewusstsein, dass sie von der US-Sicherheitsarchitektur abhängig sind. Dieses selbstwusste Auftreten ist vermutlich möglich, da die USA für längere Zeit den strategischen Fokus weg von den Golfregionen hin nach Asien legte und aktuell mit sich selbst und anderen Konflikten beschäftigt sind (z.B. *Pivot to Asia* unter der Obama Administration). Der Krieg in der Ukraine hat die Vernachlässigung der Region nochmals verstärkt. Dabei setzt Saudi-Arabien auf offene militärische, diplomatische und wirtschaftliche Beziehungen und eine aktive Neutralität. Dieses Selbstbewusstsein, aber auch die Tatsache, dass wegen dem Krieg in der Ukraine die Drosselung der Ölförderung globale Auswirkungen haben könnte, hat die USA dazu bewogen, ihre eher zurückhaltende Haltung gegenüber Saudi-Arabien zu überdecken (Dunne, 2023). Die EU spielt für Saudi-Arabien in der geo- und sicherheitspolitischen Konstellation eine marginalisierte Rolle. Saudi-Arabien sieht den Krieg in der Ukraine als eine europäische Angelegenheit. Riyadh will sich damit ihre Beziehungen zu Russland nicht verspielen (Krauss & Kurmanaev, 2023). Die *multi-track Strategie* und vor allem die diplomatischen Aufnahmen der Beziehungen zu Iran manifestieren, dass Saudi-Arabien seine geopolitische Rolle auf regionaler, aber auch internationaler Ebene ausspielen will (Kausch, 2023). Damit schaffen sie ein anderes Allianzverständnis als es der Westen mit seinem liberalen Internationalismus formuliert hatte. Mit dieser Multioptionalität und dem Changieren will Saudi-Arabien vermutlich taktisch grössere sicherheitspolitische Zugeständnis der USA erwirken und zugleich die Optionen, welche China und die neuen Partner (vgl. BRICSplus) anbieten, ausloten. Die ist die heutige Bündnispolitik: pragmatisch, situativ und auf rhetorische Win-Win-Konstellationen abzielend.

6.5.4 Fazit

Dank der immensen Finanzoptionen die Saudi-Arabien besitzt, können grosse Projekte angestossen werden. Dazu gehört das NEOM-Projekt. Damit solch gigantische Projekte effizient und effektiv umgesetzt werden können, benötigen sie ausländisches Know-how, Industriepartner und spezifische Investoren (Die Aufgabe des PIF ist es unter anderem ausländische Investoren ins Land zu holen. Dies geschieht aktuell nicht sehr erfolgreich (Grand & Wolff, 2020)). Dass China für NEOM finanziell schon investiert hat, kommt von nicht ungefähr. Durch die Vertiefung der Beziehungen zwischen Saudi-Arabien und Peking ergeben sich regional- aber auch machtpolitisch neue Optionen. Das Spielen zwischen den Grossmächten wird Saudi-Arabien für sich weiter erproben. Dabei wird heute nicht mit klassischen Sicherheitsassets Regionalpolitik betrieben, sondern mit Deutungshoheit, wirtschaftlichen Lieferketten und Finanzinterventionen. Für den grünen Wasserstoffbereich ist aber anzunehmen, dass kurz- bis mittelfristig keine ernsthaften Ambitionen verfolgt werden. Gerade Saudi Aramco, welches sich mehr auf Öl als auf Gas konzentriert hat, hat kaum Bemühungen gezeigt eine grüne Wende einzuleiten. Vielmehr drängt Saudi Aramco – zwar mit tieferem CO₂ Ausstoss – auf noch mehr Produktion von fossiler Energie. Die Petrodollars sind dringend nötig, wenn Saudi-Arabien seine grünen Projekte vorantreiben will (Wilson, 2023). Aber auch auf einer Metaebene wird von den Behörden wenig für den effektiven Wandel unternommen (Grand & Wolff, 2020). Der Druck scheint noch zu wenig gross zu sein, um die Vision 2030 ernsthaft umzusetzen (TPI, o.D.; Production Gap, 2020; Client Earth, o.D.). Wenn Saudi-Aramco an Wasserstoff interessiert ist, dann sicherlich an blauem Wasserstoff (Collins, 2023). Dies ist insofern für Saudi-Arabien problematisch, da der Westen und Europa vor allem grünen Wasserstoff finanziell unterstützen wollen. All dies ist für Peking als solches kein Problem. Sie brauchen keine sozialen und nachhaltigen Standards einzuhalten, blauer Wasserstoff ist durchaus auch attraktiv und vor allem schafft China mit Saudi-Arabien einen regionalen Verbündeten aufzubauen, der helfen wird Chinas Politik in der Golfregion ausbauen zu können.

6.5.5 Literaturverzeichnis Saudi-Arabien

- ACWA Power. (o.D.). *NEOM Green Hydrogen Project*. <https://acwapower.com/en/projects/neom-green-hydrogen-project/> (14. März 2024)
- Ansari, D. (2022). *Die Wasserstoffagenda der arabischen Golfstaaten*. SWP-Aktuell, 43, Stiftung Wissenschaft und Politik, Deutsches Institut für Internationale Politik und Sicherheit. https://www.swp-berlin.org/publications/products/aktuell/2022A43_Wasserstoffagenda_Golfstaaten.pdf
- Arab News. (2023, 13. Juli). *PIF, ENGIE sign MoU to develop green hydrogen projects in Saudi Arabia*. Arab News. <https://www.arabnews.com/node/2337211/business-economy> (14. März 2024)
- Bedeschi, B. (2023, 24 Juli). *Gulf-Europe hydrogen pipeline viable: study*. Gas outlook. <https://gasoutlook.com/analysis/gulf-europe-hydrogen-pipeline-viable-study/> (14. März 2024)
- Client Earth. (o.D.). *Greenwashing Files: Aramco*. Client Earth. <https://www.clientearth.org/projects/the-greenwashing-files/aramco/> (15. März 2024)
- Collins, L. (2023, 10. Mai). *Saudi Aramco struggling to find buyers for its blue hydrogen due to high costs*. Hydrogen Insight. <https://www.hydrogeninsight.com/production/saudi-aramco-struggling-to-find-buyers-for-its-blue-hydrogen-due-to-high-costs/2-1-1449004> (15. März 2024)
- Consultancy Me. (2023, 30. Juni). *Study confirms hydrogen pipeline from GCC to Europe is feasible*. Consultancy Me. <https://www.consultancy-me.com/news/6364/study-confirms-hydrogen-pipeline-from-gcc-to-europe-is-feasible> (14. März 2024)
- Dokso, A. (2023, 05. Mai). *Saudi Arabia and the Netherlands sign MOU for green hydrogen collaboration*. Energy News. <https://energynews.biz/saudi-arabia-and-the-netherlands-sign-mou-for-green-hydrogen-collaboration/> (14. März 2024)
- Dunne, C. W. (2023, 15. Februar). *Washington Doubles Down on Middle East Ties*. Arab Center Washington DC. <https://arabcenterdc.org/resource/washington-doubles-down-on-middle-east-ties/> (15. März 2024)
- Ember Climate. (2022). *Saudi Arabia*. Ember Climate. <https://ember-climate.org/countries-and-regions/countries/saudi-arabia/> (13. März 2024)

- Grand, S., & Wolff, K. (2020, 17. Juni). *Assessing Saudi Vision 2030: A 2020 review*. Atlantic Council. <https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/report/assessing-saudi-vision-2030-a-2020-review/> (14. März 2024)
- Hassan, Q., Sameen, A. Z., Salman, H. M., Jaszczur, M., Al-Hitmi, M. & Alghoul, M. (2023). Energy futures and green hydrogen production: Is Saudi Arabia trend? *Results in Engineering*, 18, 101165. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101165>
- Hydrogen Central. (2023, 09. Februar). *Saudi Arabia Seeks Greater Cooperation with Korea in NEOM*. Hydrogen Central. <https://hydrogen-central.com/saudi-arabia-seeks-greater-cooperation-korea-neom/> (14. März 2024)
- Karaman, B. & Fang, Z. (2023, 21. April). *Green Hydrogen: A new frontier for Thailand and Saudi Arabia*. Thailand Business News. <https://www.thailand-business-news.com/environment/97731-green-hydrogen-a-new-frontier-for-thailand-and-saudi-arabia> (14. März 2024)
- Kausch, K. (2023). *Saudi Arabia: A Triangle of Nonalignment*. German Marshall Fund GMF. <https://www.gmfus.org/news/new-geopolitics-alliances-rethinking-transatlantic-engagement-global-swing-states/saudi-arabia> (14. März 2024)
- Krauss, C. & Kurmanae, A. (2023, 07. Juni). *Russia and Saudi Arabia's Oil Partnership Shows Strain*. New York Times Magazine NYT. <https://www.nytimes.com/2023/06/07/business/energy-environment/saudi-arabia-russia-oil-opec-plus.html> (15. März 2024)
- Kumagai, T. (2022, 25. Dezember). *Japan bolsters ties with Saudi Arabia beyond oil to hydrogen and fuel ammonia*. S&P Global. <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/energy-transition/122522-japan-bolsters-ties-with-saudi-arabia-beyond-oil-to-hydrogen-and-fuel-ammonia> (14. März 2024)
- Mammoser, A. P. (2022). *Saudi Arabia bets big on blue hydrogen*. KAPSARC. <https://www.kapsarc.org/news/saudi-arabia-bets-big-on-blue-hydrogen/> (14. März 2024)
- Nakano, J. (2022). *Saudi Arabia's Hydrogen Industrial Strategy*. Washington DC: Center for Strategic & International Studies CSIC. <https://www.csis.org/analysis/saudi-arabias-hydrogen-industrial-strategy> (13. März 2024)
- NEOM Green Hydrogen Company NGHC. (2023, 07. November). *First major delivery of wind turbines reaches NEOM Green Hydrogen Company site*. NGHC. <https://nghc.com/news/first-major-delivery-of-wind-turbines-reaches-neom-green-hydrogen-company-site/> (14. März 2024)

- Production Gap. (2020). *2020 Report*. Production Gap. <https://productiongap.org/2020report/> (15. März 2024)
- Public Investment Funds PIF. (o.D.). *Who we are*. <https://www.pif.gov.sa/en/pages/aboutpif.aspx> (14. März 2024)
- Salam, M. A. & Khan, S. A. (2018). Transition towards sustainable energy production – A review of the progress for solar energy in Saudi Arabia. *Energy Exploration & Exploitation*, 36 (1). <https://doi.org/10.1177/0144598717737442>
- Saudi Gazette. (2023, 14. Januar). *Saudi Arabia, UK discuss energy cooperation, clean hydrogen*. Zawya. <https://www.zawya.com/en/business/energy/saudi-arabia-uk-discuss-energy-cooperation-clean-hydrogen-a5fdnjqv> (14. März 2024)
- Saudi & Middle East Green Initiatives. (o.D.). *Our vision*. <https://www.greeninitiatives.gov.sa/> (14. März 2024)
- Schimmel, M., Bietenholz, D., Steinbacher, K., Braun, J. F., Shabaneh, R., Roychoudhury, J. & Saxena, S. (2022). *Hydrogen cooperation potential between Saudi Arabia and Germany - A joint study by the Saudi-German Energy Dialogue*. German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action und Ministry of Energy Saudi Arabia. <https://guidehouse.com/-/media/www/site/insights/energy/2022/hydrogen-cooperation-potential-between-saudi-arabia-and-germany.ashx>
- Seetao. (2023). *Hydrogen energy opens the door to cooperation between China and Saudi Arabia*. Seetao. <https://www.seetao.com/details/208283.html> (13. März 2024)
- South China Morning Post SCMP. (2023, 03. Juli). *Saudi woman jailed for 30 years after criticising Neom megacity project on Twitter*. South China Morning Post. <https://www.scmp.com/news/world/middle-east/article/3226393/saudi-woman-jailed-30-years-after-criticising-neom-megacity-project-twitter> (14. März 2024)
- Sundar, S. (2022). *Saudi Arabia's hydrogen strategy targets \$36bln of investments by 2030*. Zawya. <https://www.zawya.com/en/projects/industry/saudi-arabias-hydrogen-strategy-targets-36bln-of-investments-by-2030-cgok6oye> (13. März 2024)
- Transition Pathway Initiative TPI. (o.D.). *Saudi Aramco*. <https://www.transitionpathwayinitiative.org/companies/saudi-aramco> (15. März 2024)
- Wilson, T. (2023, 12. Januar). *Saudi Aramco bets on being the last oil major standing*. Financial Times. <https://www.ft.com/content/513b770b-836b-472b-a058-3e4a95437c69> (19. März 2024)

Worth, R. F. (2021, 28. Januar). *The Dark Reality Behind Saudi Arabia's Utopian Dreams*. New York Times Magazine NYT. <https://www.nytimes.com/2021/01/28/magazine/saudi-arabia-neom-the-line.html> (14. März 2024)

6.6 Republik Namibia

6.6.1 Strategie und Absichten

Das Ministerium für Bergbau und Energie publizierte 2022 die nationale Strategie *Namibia Green Hydrogen and Derivatives Strategy*. Das *Southern African Science Centre for Climate Change and Adaptive Land Management* (SASSCAL) und das deutsche Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) waren finanziell an der Erarbeitung der Strategie beteiligt. Ebenfalls das *Namibia Green Hydrogen Council* (GH2 Namibia) und der *Harambee Prosperity Plan II* waren in der Erarbeitung inkludiert (Ministry of Mines and Energy Namibia, 2022). Die Entwicklung des Wasserstoffsektors in Namibia wird mit dem genannten Ministerium und dem Green Hydrogen Council geleitet (GH2, o.D.). Dieses wurde 2021 vom Präsidenten als Teil des holistischen Harambee Prosperity Plan II gegründet. Fünf der acht Mitglieder von GH2 Namibia sind ehemalige oder aktuelle Ministerinnen und Minister des Landes. Das Council ist somit sehr eng mit der Regierung verknüpft (GH2 Namibia, 2022a).

Die namibische Regierung will den Wasserstoffbereich systematisch vorantreiben. In der Strategie wird ersichtlich, dass sie Rahmenbedingungen schaffen, um ausländische Partner, Investoren und Abnehmer zu finden. Der *Synthetic Fuels Act* schafft die gesetzlichen Rahmenbedingungen, die für Investitionen und den Export günstig sind. Zudem werden Governanzinstrumente geschaffen, welche Entwicklungsrisiken minimieren sollen (GH2, o.D.). So hat Namibia ein Abkommen für ein Projekt mit *Hyphen Hydrogen Energy* (Hyphen) im Tsau Khaeb National Park. Es wurde durch eine Auktion ausgewählt. Die Regierung erwägt sich mit 24 Prozent an dem Projekt zu beteiligen und sucht aktuell nach Möglichkeiten zur Finanzierung (GH2, o.D.). Hyphen ist ein Unternehmen, welches sich für die Entwicklung von grünem Wasserstoff in Namibia einsetzt, um diesen national und international zu nutzen. Zu den Aktionären gehören *Nicholas Holding Limited*, welches Teil des Investmentunternehmens *Principle Capital* ist, und das international tätige Unternehmen *ENERTRAG*. Dieses beschäftigt sich vornehmlich mit Windenergie und der Produktion von grünem Wasserstoff (Hyphen, o.D.a). Die Umsetzung sollte 2025 starten (Hyphen, o.D.b).

Für den Ausbau des Wasserstoffsektors fördert die Regierung PPP Initiativen. Dies soll der lokalen Entwicklung eines grünen Wasserstoffmarktes sowie dem Ziel des zukünftigen Netto-Exports dienen (*fit for purpose structures*). Die Regierung sieht Potential in regionalem und nationalem Wirtschaftswachstum durch die Wasserstoffindustrie (Amesho et al., 2022). Ein Report vom *Institute for Public Policy Research* (2021) verweist darauf, dass Namibia erkannt habe, dass der Privatsektor die Entwicklung stark beeinflussen werde und für die Finanzierung bedeutend sei, auch wenn noch nicht klar ist, wie

diese vonstattengehen wird. Auch in der Strategie wird die Suche nach kommerziellen Investoren transparent dargelegt (UNDP, 2023). Synergien zwischen dem öffentlichen und privaten Sektor möchte man sinnvoll nutzen. Potentielle ausländische Investoren finden sich zum Beispiel in der EU sowie einzelnen Mitgliedsstaaten wie Deutschland oder den Niederlanden aber auch China und den USA.

6.6.2 Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte

Aktuell verfügt Namibia über keine Wasserstoffinfrastruktur. Auch Infrastrukturen für Gastransport, welche potentiell für Wasserstoff gebraucht werden könnten, sind nicht vorhanden. Das Elektrizitätsnetz, die Infrastruktur an Häfen zur Speicherung und Transport, sowie ein Transportsystem nach Europa müssten neu gebaut werden (Von Oertzen, 2021). Zudem fehlt Namibia bisher die interne Expertise in der Wasserstoffindustrie. Diese müsste importiert werden und Namibia gerät dadurch in eine unterlegene Verhandlungsposition (Institute for Public Policy Research, 2021). Da keine wirkliche lokale Wasserstoff-Nachfrage existiert, ist der Ausbau der Infrastruktur in naher Zukunft eher unwahrscheinlich (Von Oertzen, 2021).

Namibia ist insofern interessant für die Produktion von grünem Wasserstoff, als dass es global über eine der höchsten Sonneneinstrahlung verfügt (Hoffmann & Dall, 2018). Gleichzeitig ist Namibia aber eines der am stärksten vom Klimawandel betroffenen Länder und leidet unter hohem Wasserstress. Bereits ohne die Produktion von Wasserstoff ist Wasser ein knappes Gut (Shikangalah, 2020). Für die Elektrolyse wäre folglich Wasserentsalzung notwendig. Zurzeit sind aber nur Entsalzungsanlagen für Wasser, welches in Minen gebraucht wird, in Betrieb (Shikangalah, 2020). Die Autorin argumentiert, dass der Ausbau von Entsalzungsanlagen für die Trinkwasserversorgung wichtig sei. Ob die lokale Bevölkerung auch von potentiellen Anlagen profitieren würde, die für die Elektrolyse gebaut würden, ist abzuwarten. Hoffmann und Dall (2018) untersuchen die Wasserentsalzung in der Region Arandis durch solarthermische Kraftwerke an einem Fallbeispiel. Es geht darum, den Bergbau der Region sowie die Bevölkerung mit Trinkwasser und Elektrizität zu versorgen. Hindernisse dieser Technologie sind die hohen Anschaffungskosten sowie der Transport von Meerwasser ins Landesinnere. Zudem besteht wiederum das Risiko der Salzlauge, auch wenn die Autoren eine Obergrenze des Salzgehaltes in der Lauge möchten, welche in den Ozean gelassen wird (Hoffmann & Dall, 2018; Dall & Hoffmann, 2017). Die Autoren behandeln Wasserstoff in ihrem Paper nicht. Allerdings könnte in der Technologie von solarthermischen Kraftwerken ein neuer Ansatz der Entsalzung von Wasser stecken.

Namibia importiert 60 Prozent der Energie, vor allem aus Südafrika, Sambia und Zimbabwe. Das Potential für erneuerbare Energien wäre vorhanden, aber wird nicht ausgenutzt. Namibia selbst produziert

hauptsächlich Hydro- und Meeresenergie. Eigentlich wäre ein Ziel in Namibias *White Paper on Energy Policy*, mindestens 75 Prozent der Energie selbst zu produzieren. Das Land gerät durch die hohen Importzahlen in eine Abhängigkeit anderer Länder. Einige Projekte sind in Planung, so beispielsweise *Mega Solar*, unterstützt von der namibischen und der botswanischen Regierung, der *International Finance Corporation* und der *International Bank für Reconstruction and Development* (Weltbank) und der *African Development Bank*. Zudem gibt es das *Green Hydrogen Project*, welches als potentieller Hub der namibischen Wasserstoffindustrie gilt (Amesho et al., 2022).

Müller et al. (2022) warnen vor den Folgen des Baus von Infrastrukturprojekten. Solarparksanlagen, Entsalzungsanlagen und weitere Infrastruktur für die Wasserstoffproduktion könnten sich negativ auf die Lebensweise und den Lebensraum der lokalen Bevölkerung, wie zum Beispiel Nomadinnen und Nomaden, auswirken. Ebenfalls für das Ökosystem können negative Folgen bestehen. Des Weiteren könnten indigene Communities im Norden Namibias vermehrt unter der Wasserstoffindustrie leiden. Als marginalisierte Gruppe sind sie besonders stark von sozialen Ungleichheiten betroffen. In diesem Fall handelt es sich um den Zugang zu Wasser und Energie. Deshalb wäre die Einbeziehung der lokalen Bevölkerung in die Projekte, sowie die Gewährleistung ihrer Versorgungssicherheit und Erhaltung ihrer Lebensweise, von zentraler Bedeutung. Dies gerade auch auf der Folie, dass Namibia weltweit das zweite Land mit der grössten sozialen Ungleichheit ist (Tendane, 2023).

6.6.3 Geopolitische Einordnung

Namibia pflegt verschiedene internationale Partnerschaften, vor allem mit europäischen Staaten. Die deutsche Regierung stellte bereits EUR 40 Millionen für eine technische Machbarkeitsstudie bezüglich Wasserstoffes zur Verfügung. Ziel ist es, die Kooperation zu vertiefen und Projekte zu fördern, um letztlich grünen Wasserstoff nach Deutschland zu exportieren (GH2, o.D.; GH2 Namibia, 2022b). Auch mit Japan, Belgien und den Niederlanden bestehen MoUs (UNDP, 2023). Belgien soll beim Bau von Solarprojekten beteiligt sein und der Hafen Rotterdam soll zukünftig als Export-Hub nach Europa dienen (GH2 Namibia, 2022b; IRENA, 2022). Konkrete Strategien mit den Ländern sind zurzeit in Bearbeitung (GH2 Namibia, 2022b). Es zeichnet sich erneut die Devise ab, dass der Globale Norden auf den Globalen Süden angewiesen ist.

China ist ebenfalls in Namibia präsent und investiert in Infrastrukturprojekte. China sieht in Namibia einen potentiellen logistischen Hub für den weiteren Zugang zu umliegenden Ländern (Cheng, 2022). China ist der grösste Investor für Infrastrukturprojekte in Namibia und beide Länder möchten die Zusammenarbeit intensivieren (ATTA, 2024). Chinas Präsenz könnte sich auch im Rahmen der BRI weiter

ausbauen und in Zukunft auch Projekte für Wasserstoff beinhalten. Europäische Staaten würden dadurch möglicherweise weniger attraktiv für Namibia sein.

Exportpläne und internationale Kooperationen sind auch kritisch zu hinterfragen. Ein Risiko liegt in den unspezifischen oder fehlenden Policies und Regulationen, welche für ausländische Investitionen und die Entwicklung des Wasserstoffsektors von hoher Relevanz wären (Von Oertzen, 2021). Bernard (2021) kritisiert potentielle Exporte von Wasserstoff aufgrund des Verlustes von Energie. Wenn man Wasserstoff mittels Solarenergie produziert, braucht es davon grosse Teile der Energie für die Elektrolyse, die Verflüssigung, Kühlung, den Transport über weite Strecken sowie die Rückumwandlung in Elektrizität. Am Schluss bleiben nur noch etwa 30 Prozent der Energie nutzbar. Deshalb und aufgrund hoher Transportkosten macht es laut dem Autor wenig Sinn, Wasserstoff von Namibia bis nach Europa zu transportieren.

Mit der EU unterzeichnete Namibia 2022 eine strategische Partnerschaft bezüglich nachhaltiger Rohstoffe und erneuerbarem Wasserstoff (Europäische Kommission, 2022). Die EU und Mitgliedsstaaten investieren dadurch rund EUR 1 Milliarde in Namibia. Das Abkommen plädiert für eine nachhaltige Zusammenarbeit und Entwicklung. Jedoch ist dies kritisch auf neokoloniale Strukturen zu hinterfragen. Ein Hauptbedenken liegt darin, dass Export stattfindet, ohne dass der lokale Energiebedarf gedeckt sei. Aktuell verfügt nur ca. 35 Prozent der Bevölkerung in ruralen Gebieten Zugang zu Elektrizität. Die namibischen Behörden scheinen sich diesem Risiko bewusst zu sein. Es wird zurzeit an einer Gesetzgebung gearbeitet, welche die lokale Energieversorgung sicherstellen würde. Dennoch besteht Kritik an dem Abkommen, da dieses die sozialen und ökologischen Risiken nicht zu genüge berücksichtigt.

Auch Kalt und Tunn (2022) kritisieren die Wasserstoffindustrie, welche aktuell stark darauf ausgelegt ist, Wasserstoff im Globalen Süden zu produzieren und in den Globalen Norden zu exportieren, wobei soziale und ökologische Schäden zurückgelassen werden. In Namibia entwickelten sich durch die Kolonialisierung Deutschlands starke Ungleichheiten in der Gesellschaft und Landnutzung. Diese Ungleichheiten müssten durch die neue Wasserstoffindustrie behoben werden. Jedoch besteht durchaus das Risiko, dass die Ungleichheiten noch verstärkt werden. Das deutsch-namibische Abkommen zu grünem Wasserstoff spricht sich zum Beispiel für gute Governance und Standards aus, von denen beide Seiten profitieren würden. Bisher wurde dies jedoch noch nicht adäquat umgesetzt und die *Hydrogen Justice* ist dadurch nicht gewährleistet (Müller et al., 2022). Sowohl in dem deutsch-namibischen Abkommen, als auch im Abkommen mit der EU, sollten die Faktoren einer gerechten Entwicklung der Wasserstoffindustrie berücksichtigt werden und zwar von beiden Parteien, nicht nur von den namibischen Behörden (Skládalová, 2024).

Namibias Energieversorgung ist aktuell auch stark von umliegenden Staaten (z.B. Südafrika, Sambia, Simbabwe) abhängig (Amesho et al., 2022). Diese Abhängigkeiten könnten zwar durch den Ausbau erneuerbarer Energien, welche auch für die Wasserstoffproduktion geplant sind, etwas vermindert werden. Allerdings muss man das Risiko mit einberechnen, dass die Solarenergie hauptsächlich für die Wasserstoffproduktion und schliesslich den Export benutzt wird, nicht aber für die Energieversorgung der lokalen Bevölkerung. Die MoU mit der EU, aber auch Pläne gleichzeitig mit den USA und China einzugehen verweist darauf, dass Namibia die Produktion von grünem Wasserstoff vor allem für den Export fördert (Permanent Mission of the People's Republic of China to the UN, 2023) und das Image pflegt. Auch hier wird im Kleinen demonstriert, wie ein kleiner Akteur sich in Position bringt, um situative Opportunitäten geopolitisch für sich zu nutzen, das heisst, bilaterale Beziehungen in unterschiedliche Richtungen und Optionen einzugehen.

Mit dieser Auslegeordnung wird offensichtlich, dass die fragile sozioökonomische Infrastruktur Namibias mit einer Wasserstoffindustrie für den Export lokale Spannungen und Ungleichheiten verstärken wird. Für die internationalen Akteure ist der Druck, grünen Wasserstoff für den eigenen Heimatmarkt zu produzieren, vermutlich wichtiger als sich mit den sozioökonomischen Effekten von Namibia auseinanderzusetzen.

Geopolitisch spielt Namibia keine aktive und wichtige Rolle. Das Land ist vielmehr von ihrer kolonialen deutschen und südafrikanischen Vergangenheit geprägt. Für die internationale Wirtschaft ist Namibia vornehmlich durch ihre mineralischen Rohstoffe interessant (v.a. Uranium, Lithium und Diamanten (Nyaungwa, 2023)). Zudem werden in den ausschliesslichen Wirtschaftszonen im Atlantischen Ozean auch fossile Energien gefördert. Wie bei vielen Ländern im Globalen Süden, die nicht im Fokus der westlichen Industrienationen liegen und trotzdem geostrategisch günstig gelegen sind, ist China oft präsent. So ist Peking seit 2012 wichtigster Handelspartner Namibias. Sie kontrollieren die grösste Uraniummine und bauen systematisch den Hafen Walvis Bay aus. Ein typisches Vorgehen unter dem Label von *South-South Cooperation*. China investiert in Länder, die aktuell keine direkte Bedeutung haben aber eventuell längerfristig wichtig sein könnten (Permanent Mission of the People's Republic of China to the UN, 2023; CGTN, 2023).

6.6.4 Fazit

Wie viele Länder im Globalen Süden verfügt Namibia über interessante Bedingungen für die Produktion von grünem Wasserstoff. Die politischen, wirtschaftlichen und sozialen Bedingungen bilden aber schlechte Rahmenbedingungen für einen fairen und gerechten Ausbau von Wasserstoffinfrastrukturen.

Es scheint, dass die Strategie vornehmlich ausländische Investitionen anziehen soll und die Produktion des Wasserstoffes ist vornehmlich für den Export gedacht (Outlaw et al., 2023). Durch die Ansiedlung dieser Wirtschaft erhoffen sie sich einen sozioökonomischen Aufstieg (NPC, 2021). Auch hier wird stark auf Standort- und Wirtschaftsförderung gesetzt, obwohl in der Strategie klar von einem *Community-Based Natural Resource Management Programme* (GH2 Namibia, 2022c) gesprochen wird, welches die Biodiversität schützen soll. Da die Entwicklung einer Wasserstoffecosphäre noch in den Kinderschuhen steckt, kann über vieles nur spekuliert werden.

Aussenpolitisch versucht sich Namibia, wie viele kleinere Staaten im Globalen Süden, die Dynamik aus der South-South Cooperation eigen zu machen, ohne die Opportunities und Chancen des industrialisierten Westes auszulassen. Dies versuchen auch Nationen, die stärker im geopolitischen Fokus stehen. In diesem Sinne ist Namibia keine Ausnahme. Es wird aber auch keine speziellen Verrückungen geben. Es wird wohl eher innenpolitische Herausforderungen geben mit einem extremen Wohlstandsunterschied sowie einer Bevölkerung von 19.2 Prozent, die vulnerable für multidimensionale Armut ist (UNDP, 2023). Eine sich entwickelnde Wasserstoffindustrie muss sich diesen sozialen Realitäten stellen, wenn sie inklusiv, nachhaltig und zukunftsweisend sein will.

6.6.5 Literaturverzeichnis Republik Namibia

- Amesho, K. T. T., Edoun, E. I., Iikela, S., Kadhila, T. & Nangombe, L. R. (2022). An empirical analysis of the co-benefits of integrating climate change adaptation and mitigation in the Namibian energy sector. *Journal of Energy in Southern Africa*, 33 (1), 86-101. <http://www.scielo.org.za/pdf/jesa/v33n1/07.pdf>
- ATTA - The African Travel and Tourism Association. (2024). *China-Namibia Relations Poised to Deliver Significant Benefits*. ATTA. <https://atta.travel/resource/china-namibia-relations-poised-to-deliver-significant-benefits.html> (18. März 2024)
- Bernard, M. (2021, 20. Dezember). *Shipping Liquid Hydrogen Would Be At Least 5 Times as Expensive as LNG Per Unit of Energy*. Clean Technica. <https://cleantechnica.com/2021/12/20/shipping-liquid-hydrogen-would-be-at-least-5-times-as-expensive-as-lng-per-unit-of-energy/?fbclid=IwAR1Pg4lcy4VSzeAxo9P-QNpFJRR3FEEKjNvHeqzzwQ2EF6Y0Q2v4eQsrfY> (18. März 2024)
- CGTN. (2023, 25. August). *Xi says China is ready to strengthen cooperation with Namibia in clean energy*. CGTN. <https://news.cgtn.com/news/2023-08-24/Xi-says-ready-to-strengthen-cooperation-with-Namibia-in-clean-energy-1mxiHVcCG4M/index.html> (18. März 2024)
- Cheng, C. (2022). *China-aided infrastructure project boosts Namibia's gateway position*. Xinhua. <https://english.news.cn/20220510/54b34468215242a5a9718013da6e27f3/c.html> (18. März 2024)
- Dall, E. P. & Hoffmann, J. E. (2017). The techno-economic optimization of a 100MWe CSP desalination plant in Arandis, Namibia. *AIP Publishing*. <https://doi.org/10.1063/1.4984565>
- Europäische Kommission. (2022). *COP 27: Europäische Union schließt strategische Partnerschaft mit Namibia zu nachhaltigen Rohstoffen und erneuerbarem Wasserstoff*. Europäische Kommission. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/de/ip_22_6683/IP_22_6683_EN.pdf
- GH2 Green Hydrogen Organisation. (o.D.). *GH2 Country Portal - Namibia*. <https://gh2.org/countries/namibia> (15. März 2024)
- GH2 Namibia. (2022a). *Overview*. <https://gh2namibia.com/about/> (15. März 2024)
- GH2 Namibia. (2022b). *Investors – Potential Partnerships*. <https://gh2namibia.com/investors/> (15. März 2024)

- GH2 Namibia. (2022c). *Namibia. Green Hydrogen and Derivates Strategy*. GH2 Namibia. https://gh2namibia.com/gh2_file_uploads/2022/11/Namibia-GH2-Strategy-Rev2.pdf
- Hoffmann, J. E. & Dall, E. P. (2018). Integrating desalination with concentrating solar thermal power: A Namibian case study. *Renewable Energy*, 115, 423-432. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.08.060>
- Hyphen Hydrogen Energy. (o.D.a). *Shareholders*. <https://hyphenafrika.com/shareholders/> (15. März 2024)
- Hypen Hydrogen Energy. (o.D.b). *Projects*. <https://hyphenafrika.com/projects/> (15. März 2024)
- Institute for Public Policy Research. (2021). *Namibia Quarterly Economic Review*. Institute for Public Policy Research. <https://ippr.org.na/wp-content/uploads/2022/01/Namibia-QER-2021-Q4-final-1.pdf>
- International Renewable Energy Agency IRENA. (2022). *Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor*. IRENA. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Jan/IRENA_Geopolitics_Hydrogen_2022.pdf?rev=1cfe49eee979409686f101ce24ffd71a
- Kalt, T. & Tunn, J. (2022). Shipping the sunshine? A critical research agenda on the global hydrogen transition. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 31 (2), 72-76, <http://dx.doi.org/10.14512/gaia.31.2.2>
- Ministry of Mines and Energy Namibia. (2022). *Namibia. Green Hydrogen and Derivatives Strategy*. Ministry of Mines and Energy Namibia. <https://nipdb.com/download/green-hydrogen-strategy/#> (15. März 2024)
- Müller, F., Tunn, J. & Kalt, T. (2022). Hydrogen Justice. *Environmental Research Letters*, 17 (11). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac991a>
- National Planning Commission of Namibia NPC. (2021). *Namibia's 5th National Development Plan (NDP5)*. NPC. <https://www.npc.gov.na/wp-content/uploads/2021/11/NDP5.pdf>
- Nyaungwa, N. (2023, 24. Oktober). *Namibia orders police to stop Chinese firm's lithium exports*. Reuters. <https://www.reuters.com/world/africa/namibia-orders-police-stop-chinese-firms-lithium-exports-2023-10-24/> (18. März 2024)

- Outlaw, I., Fekete, H. & Kumar, C. H. (2023). *The landscape of green hydrogen in Namibia*. New Climate Institute. https://newclimate.org/sites/default/files/2023-11/The%20landscape%20of%20green%20hydrogen%20in%20Namibia_nov2023.pdf
- Permanent Mission of the People's Republic of China to the UN. (2023, 24. August). *Xi Jinping Meets with Namibian President Hage Geingob*. Permanent Mission of the People's Republic of China to the UN. <http://un.china-mission.gov.cn/> (18. März 2024)
- Shikangalah, R. N. (2020). The 2019 drought in Namibia: An overview. *Journal of Namibian Studies*, 27, 37-58. ISSN: 2197-5523
- Tendane, S. (2023, 31. August). *Namibia remains second most unequal country globally*. The Namibian. <https://www.namibian.com.na/namibia-remains-second-most-unequal-country-globally/#:~:text=Namibia%20continues%20to%20rank%20as,was%20second%20to%20South%20Africa> (15. März 2024)
- United Nations Development Programme UNDP. (2023). *Multidimensional Poverty Index 2023 – Namibia*. UNDP. <https://hdr.undp.org/sites/default/files/Country-Profiles/MPI/NAM.pdf>
- Von Oertzen, D. (2021). *Issues, Challenges and Opportunities to Develop Green Hydrogen in Namibia*. Konrad-Adenauer-Stiftung. <https://www.kas.de/documents/279052/279101/Issues%2C+Challenges+and+Opportunities+to+Develop+Green+Hydrogen+in+Namibia.pdf/a4729b11-5f95-11fc-3203-737fad34543a?version=1.0&t=1638954771809>

6.7 Königreich Norwegen

6.7.1 Strategie und Absichten

Norwegen verfügt mit *The Norwegian Government's Hydrogen Strategy. Towards a low emission society* über eine nationale Wasserstoffstrategie (Norwegian Ministry of Petroleum and Energy & Norwegian Ministry of Climate and Environment, 2020). Sie wurde vom Ministerium für Erdöl und Energie und vom Ministerium für Klima und Umwelt veröffentlicht. Die Strategie fokussiert auf inländische Anwendungen, dies vor allem für die Sektoren Seetransport und energieintensive Schwerindustrie.

Für Norwegen ist blauer Wasserstoff von zentraler Bedeutung. Die Strategie hebt die Produktion von Wasserstoff mit Erdgas und *Carbon Capture and Storage* (CCS) Technologie hervor. Es wird argumentiert, dass die Kosten langfristig tiefer seien als bei der Produktion von Wasserstoff mittels Elektrolyse und erneuerbarer Energie. Zudem plädiert die Regierung für den Ausbau von Erdöl und Erdgas an der norwegischen Küste. Das geförderte Erdgas könne helfen, die künftige Nachfrage nach Erdgas für die Wasserstoffproduktion in Europa zu decken. Die Produktion von blauem Wasserstoff in Norwegen durch Erdgas ist nicht in grossen Mengen für den Export vorgesehen (Skjærseth et al., 2023). Zudem möchte die Regierung dafür sorgen, dass blauer Wasserstoff auf dem europäischen Energiemarkt mit grünem Wasserstoff konkurrieren kann (Norwegian Ministry of Petroleum and Energy & Norwegian Ministry of Climate and Environment, 2020). Norwegen möchte so vornehmlich seine Erdgasindustrie absichern. Dazu wird auch ein *Hydrogen Cluster* aufgebaut⁶⁶.

Ein wichtiger Akteur in der norwegischen Wasserstoffökonomie ist der staatliche Investitionskörper *Enova*, der dem Ministerium für Klima und Umwelt angehört. Enova kündigte eine Investition von EUR 100 Millionen in den Wasserstoffsektor an, wobei rund drei Viertel für die Entwicklung von blauem Wasserstoff vorgesehen ist und ein Viertel für grünen Wasserstoff (CAT, 2022b). Auch das Erdöl- und Erdgasunternehmen *Equinor* ist ein relevanter Akteur. Equinor gehört zu den weltweit grössten Unternehmen der fossilen Energie (Equinor, o.D.a). Das Unternehmen sieht in blauem Wasserstoff das Potential, den Wert von norwegischem Erdgas auch in einer *low-carbon* Zukunft aufrecht zu erhalten. Dazu investieren sie auch in verschiedene nationale und internationale Projekte (Equinor, o.D.b).

Was Norwegen fehlt, ist ein rechtlicher und regulatorischer Rahmen für Wasserstoffprojekte. Die Koordination der verschiedenen Sektoren, sowie der ganzen Wasserstoff-Wertschöpfungskette kann so

⁶⁶ Vgl. *Arena H2Cluster*. The Norwegian Hydrogen Cluster. Powered by Kjeller Innovasjon.

schwierig werden (Hasaas et al., 2023). Sie tragen langfristig nicht zu einer nachhaltigen Transformation des Energiesystems oder zur Förderung von grünem Wasserstoff bei, sondern zum Ausbau fossiler Energien und vermehrten Treibhausgasemissionen. Die Technologie von CCS ist vornehmlich eine PR-Strategie der Erdöl- und Erdgasindustrie und geht mit hohen Risiken für die Umwelt und Gesundheit einher (vgl. 6.7.2). Um die Wirtschaft anzukurbeln sind Investitionsschemen vorgesehen, so beispielsweise *Contracts for Difference* (CfD) bei Wasserstoffvorhaben.

6.7.2 Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Menschenrechte

90 Prozent von Norwegens Elektrizität stammt aus Wasserkraft und im Energie-Profil Norwegens wird Wasserstoff nicht erwähnt. 8.5 Prozent stammen aus Windenergie und weniger als 2 Prozent aus Wärmekraftwerken. Für die nationale Energieversorgung ist Wasserstoff nicht relevant. Deshalb besteht auch keine wirkliche Wasserstoffinfrastruktur (CAT, 2022b; IRENA, 2023). Nichtsdestotrotz möchte Norwegen mit entsprechender Förderung der Forschung sich langfristig einen Platz in der Wasserstoffindustrie schaffen.

Aktuell wird in Norwegen Wasserstoff mit Erdgas für die Industrie produziert. Das dabei emittierte CO₂ wird jedoch nicht gespeichert (Hasaas et al., 2023).

Norwegen verfügt über hohe Süßwasserreserven, was ein Vorteil zu Ländern in Wüstenregionen darstellt (INN, o.D.). Die Sonneneinstrahlung ist zwar deutlich geringer, wodurch weniger Solarenergie produziert werden kann. Jedoch könnte womöglich auch Wasserkraft oder Windenergie für die Elektrolyse benutzt werden.

In Norwegen gibt es mit *Fosen Vind* eines der europaweit grössten On-shore Windparkprojekte. Dieses geriet jedoch in Konflikt mit der lokalen indigenen Bevölkerung der Samen, welche traditionell grosse Rentierherden besitzen. Die Lebensweise der Samen ist durch *Fosen Vind* gefährdet. Darauf wies auch der UN-Ausschuss für die Beseitigung der Rassendiskriminierung (CERD) hin und forderte dazu auf, die Konstruktion der Anlagen zu stoppen (Business & Human Rights Resource Centre, 2023). Im Dezember 2023 gelang es den Samen ein Abkommen mit der Regierung durchzubringen. So erhalten zwei Communities südlich von *Fosen Vind* Entschädigungszahlungen und werden in etwa 25 Jahren über die Weiterführung des Projekts mitentscheiden können. Für die betroffenen Communities nördlich des Windparks gibt es bisher kein Abkommen (Business & Human Rights Resource Centre, 2023). Jikiun et al. (2023) untersuchten die Akzeptanz der Bevölkerung bezüglich Windparks und Wasserstoff. Sie kamen zum Ergebnis, dass Windparks, die dazu dienen, Wasserstoff für den lokalen Nutzen zu

produzieren, eher akzeptiert werden. Alleine Windparks zu errichten, um Wasserstoff für den Export zu produzieren, könnte folglich ein schwieriges Unterfangen werden.

Das Potential für Windenergie in Norwegen zur Produktion von Wasserstoff bestünde. Jedoch sind die aktuellen Windparkprojekte nicht primär auf die Produktion von Wasserstoff ausgelegt. Zudem muss eine Zusammenarbeit und die Miteinbeziehung der lokalen Bevölkerung sichergestellt werden, um eine *Just Transition* zu gewährleisten.

Enova betreibt einige Wasserstoffprojekte in Norwegen. So unterstützen sie zum Beispiel fünf Produktionsanlagen, welche jedoch erst in der Planungsphase sind und sich auf den Marinesektor fokussieren (Fuel Cell Works, 2022). Ausserdem finanziert Enova zwei weitere Projekte: eines zur Herstellung von blauem Wasserstoff von *Horisont Energi* und eines für die Ersetzung von Kohle im Produktionsverfahren von *Tizie Titanium and Iron* (Bellona, 2021). Keines dieser Projekte dient jedoch der Produktion von Wasserstoff für den Export.

Ein Problem für Norwegen ist das Carbon Capture and Storage (CCS), obwohl blauer Wasserstoff und die Speicherung von CO₂ stark promotet wird. Oft wird mit CCS geworben, um den Nutzen fossiler Energien zu rechtfertigen. CCS ist jedoch mit vielen Problemen behaftet und diverse CCS-Projekte scheiterten bereits. Als erstes braucht CCS etwa 20 Prozent mehr Energie, um die Geräte zu betreiben, welche das CO₂ aus der Luft filtern. Dabei steigen auch die anderen Treibhausgase (z.B. Ozon), welche jedoch nicht eingefangen werden. Weiter muss das CO₂ in ein Endlager transportiert werden. Die Verflüssigung zum Transport benötigt erneut Energie. Zudem braucht es neue Pipelines, die garantieren, dass das CO₂ nicht mit Wasser in Kontakt kommt. Dann würde Kohlensäure entstehen, welche zu Korrosion führen würde. Des Weiteren besteht ein hohes Risiko für die Umwelt, die menschliche Gesundheit und die Trinkwasserversorgung, im Falle eines Leckes in der Pipeline. 80 Prozent des gefangenen CO₂ wird nicht gespeichert, sondern für die Förderung von Erdöl verwendet. Schliesslich ist das gespeicherte CO₂ kein gefragtes Gut, wodurch kein eigentlicher Markt entsteht, und öffentliche Gelder benutzt werden, um das Vorhaben zu finanzieren. CCS ist also keine Lösung zur Dekarbonisierung, sondern vornehmlich ein Instrument der Erdöl- und Erdgasindustrie (Food & Water Watch, o. D).

Norwegen hat sich verpflichtet, die Treibhausgasemissionen bis 2050 um 90-95 Prozent unter das Niveau von 1990 zu senken. Wichtig zu bemerken ist jedoch, dass dies kein Netto-Null Ziel ist. Generell baut Norwegen die Erdöl- und Erdgasförderung weiter aus. Beim Europäischen Gerichtshof für Menschenrechte (EGMR) liegt eine Klage gegen Norwegen vor, dass die Genehmigungen neuer Erdöl- und Erdgasbohrungen eine Verletzung grundlegender Menschenrechte darstellen (CAT, 2022a). Norwegen forderte den EGMR dazu auf, die Klage fallen zu lassen. Es läge keine Verletzung der Menschenrechte

vor. Zudem argumentierte Norwegen damit, dass der russische Einmarsch in die Ukraine 2022 die vermehrte Förderung von Erdöl und Erdgas rechtfertige. Dadurch wird der Treibhausgasausstoß jedoch weiter vorangetrieben. Der Fall am EGMR ist noch nicht abgeschlossen (Sabin Center for Climate Change Law, o.D.). Auch wenn dies nicht direkt mit der Wasserstoffproduktion verbunden ist, ist es dennoch relevant. Es zeigt auf, dass Norwegen die Erdöl- und Erdgasförderung priorisiert und ausbauen möchte, trotz der Risiken für Menschen und Umwelt.

6.7.3 Geopolitische Einordnung

Hjeij et al. (2023) führten eine Studie zum Wasserstoff-Export-Potential von verschiedenen Ländern durch. Für den Export von blauem Wasserstoff schneidet Norwegen insgesamt gut ab. Zu den Kategorien gehören zum Beispiel Ressourcen, wirtschaftliches Potential, politischer und regulatorischer Status und Wissen. Allerdings zielt dies auf blauen Wasserstoff ab. Zudem sind Norwegens Exportambitionen nicht so hoch, wie bei anderen untersuchten Ländern (Norwegian Ministry of Petroleum and Energy & Norwegian Ministry of Climate and Environment, 2020). Dennoch bestehen einige internationale Kooperationen. Equinor arbeitet mit internationalen Akteuren zusammen. Der Haupthandelspartner ist Deutschland: Equinor und RWE planen gemeinsam eine neue Pipeline zu bauen. Dieses Abkommen nach PPP-Schema entstand 2023 und ist noch nicht rechtlich verbindlich. Deutschland will hauptsächlich Kohlekraftwerke durch Wasserstoff-Kraftwerke ersetzen. Zu Beginn soll noch blauer Wasserstoff gebraucht werden und das emittierte CO₂ würde unter dem Meeresboden abgelagert werden. Es sind aber weder Informationen über die Produktionsanlagen noch über die Kosten des Projekts bekannt (Cooban, 2023). Laut Equinor betreibt Norwegen schon seit 20 Jahren CCS unter dem Meeresboden und dies soll auch weiter ausgebaut werden (Equinor, o.D.b). Im Falle eines langanhaltenden Lecks, könnte die Speicherung von CO₂ am Meeresboden jedoch negative Folgen für das marine Ökosystem haben (Jorzik & Wallmann, 2019). Da die Technologie CCS nicht so einfach funktioniert und mit diversen Risiken und Problemen behaftet ist, sowie keine Daten bekannt sind, ist dies wiederum als Instrument Equinors zu lesen, die fossilen Energien nicht zu verringern.

Equinor sieht auch in Belgien, den Niederlanden, Frankreich und Grossbritannien potentielle Partner und arbeitet an verschiedenen Projekten zu blauem Wasserstoff (Equinor, o.D.c).

Norwegen gehört ebenfalls zu den westlichen Staaten, welche in ihrem Verständnis von internationalem Recht und demokratischen Institutionen durch autokratische Regimes in ihrem Selbstverständnis herausgefordert werden. Die NATO-Mitgliedschaft und die Verbindung zur EU sind wichtige Referenz-

punkte für Norwegens Sicherheitspolitik. Nichtsdestotrotz möchte sich Oslo durch multilaterale Beziehungen in Position bringen und war in jüngerer Vergangenheit entscheidend für etliche Friedensverhandlungen. Der *Hohe Norden* ist für Norwegen der geopolitisch anspruchsvollste Punkt. Es geht dabei nicht nur um das Verhältnis zu Russland, sondern durchaus auch um Themen wie regionale Kooperation, Nachhaltigkeit und Klimaschutz, wobei letztlich davon ausgegangen werden kann, dass der Sicherheitsfaktor wichtiger gewichtet wird als der Klimaschutz: «Norway's petroleum industry has so far limited what the country can do but adds to Norway's strategic interest in the North Sea. If NATO's interest in the Arctic increases even further, Norway's focus in the region will come to be on security, not sustainability» (Ekengren, 2022).

6.7.4 Fazit

Norwegen setzt stark auf die Produktion von blauem Wasserstoff. Dahinter ist vor allem die Erdöl- und Erdgasindustrie, aber auch der Staat unterstützt unter anderem aus sicherheitspolitischen Überlegungen diesen Ansatz, wie durch die Strategie sichtbar wird. Blauer Wasserstoff und vor allem CCS werden stark gefördert und als nachhaltige Lösung verkauft. Damit gehen jedoch diverse Probleme und Risiken einher.

Das Potential, grünen Wasserstoff mittels Windenergie zu produzieren wäre theoretisch vorhanden, da Norwegen über hohe Windressourcen verfügt. Aktuell bestehen jedoch nur wenige Anlagen und es kommt bisher zu Konflikten mit der lokalen Bevölkerung.

Norwegen zielt zudem nicht stark auf den Export von Wasserstoff, wie dies andere Länder antizipieren. Deshalb würde es auch für die Schweiz und ihre Akteure wohl schwierig sein, norwegischen Wasserstoff zu erhalten, abgesehen davon, dass die sozialen und ökologischen Standards nicht eingehalten werden würden. Zudem können die geopolitischen Entwicklungen im Hohen Norden durchaus an Eigendynamik gewinnen. In solchen Konstellationen wird Energiesicherheit für Norwegen Priorität haben. Der Export in die Länder nach Europa würden dann zweitrangig werden.

6.7.5 Literaturverzeichnis Königreich Norwegen

- Bellona. (2021, 17. Dezember). *Norway grants €100 million for clean hydrogen*. Bellona. <https://bellona.org/news/energy-systems/2021-12-norway-grants-e100-million-for-clean-hydrogen> (19. März 2024)
- Business & Human Rights Resource Centre. (2023, 20. Juni). *Norway: Europe's largest onshore wind farm continues operations despite Supreme Court ruling that found permits violate indigenous Sámi rights; incl. company responses*. Business & Human Rights Resource Centre. <https://www.business-humanrights.org/en/latest-news/norway-europes-largest-onshore-wind-farm-continues-operations-despite-supreme-court-ruling-that-found-permits-violate-indigenous-s%C3%A1mi-rights-incl-company-responses/> (19. März 2024)
- Climate Action Tracker CAT. (2022a). *Norway*. <https://climateactiontracker.org/countries/norway/> (19. März 2024)
- Climate Action Tracker CAT. (2022b). *Norway - Policies & action*. <https://climateactiontracker.org/countries/norway/policies-action/> (18. März 2024)
- Cooban, A. (2023, 5. Januar). *Germany and Norway will build a big hydrogen pipeline*. CNN. <https://edition.cnn.com/2023/01/05/energy/germany-norway-hydrogen-pipeline/index.html> (19. März 2024)
- Ekengren, A. M. (2022). *Norway's Foreign and Security Policy: A Challenging Mix of Realism and Idealism*. The Swedish Institute of International Affairs. <https://www.ui.se/globalassets/ui.se-eng/publications/ui-publications/2022/ui-brief-no.-8-2022.pdf>
- Equinor. (o.D.a). *About us*. <https://www.equinor.com/about-us> (18. März 2024)
- Equinor. (o.D.b). *Hydrogen in Equinor*. <https://www.equinor.com/energy/hydrogen> (18. März 2024)
- Equinor. (o.D.c). *Here's how clean Norwegian hydrogen will underpin Europe's energy security*. Equinor. <https://www.equinor.com/magazine/clean-hydrogen-to-europe> (19. März 2024)
- Food & Water Watch. (o. D.). *The Carbon Capture Scam*. <https://www.foodandwaterwatch.org/the-carbon-capture-scam/> (19. März 2024)
- Fuel Cell Works. (2022, 24. Juni). *Enova supports hydrogen projects in the maritime sector with NOK 1.12 billion*. Fuel Cell Works. <https://fuelcellworks.com/news/enova-supports-hydrogen-projects-in-the-maritime-sector-with-nok-1-12-billion/> (19. März 2024)

- Hasaas, O., Madland, S., Skrunes, S. & Grytten, C. (2023). *Hydrogen law, regulations & strategy in Norway - Explore reliable legal information about hydrogen energy in Norway*. CMS. <https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/norway#:~:text=In%20Norway%2C%20225%2C000%20tonnes%20of,of%20the%20emission%2Dfree%20alternative> (18. März 2024)
- INN. (o.D.). *About water in Norway*. INN. <https://www.inn.no/english/research/research-projects/water-matters/about-water-in-norway/about-water-in-norway.html> (19. März 2024)
- International Renewable Energy Agency IRENA. (2023). *Energy Profil Norway*. IRENA. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Statistics/statistical_profiles/europe/norway_europe_re_sp.pdf
- Jikiun, S. P., Tatham, M. & Oltedal, V. M. (2023). Saved by hydrogen? The public acceptance of onshore wind in Norway. *Journal of Cleaner Production*, 408, 136956. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136956>
- Jorzik, O. & Wallmann, K. (2019). CO₂-Speicherung unterhalb des Meeresbodens? *Earth System Knowledge Platform*, 6. doi:10.2312/eskp.017
- Norwegian Ministry of Petroleum and Energy & Norwegian Ministry of Climate and Environment. (2020). *The Norwegian Government's hydrogen strategy. Towards a low emission society*. Norwegian Ministry of Petroleum and Energy & Norwegian Ministry of Climate and Environment. <https://www.regjeringen.no/contentassets/40026db2148e41eda8e3792d259efb6b/y-0127e.pdf>
- Sabin Center for Climate Change Law. (o.D.). *Greenpeace Nordic Ass'n v. Ministry of Petroleum and Energy (People v Arctic Oil)*. Sabin Center for Climate Change Law. <https://climate-casechart.com/non-us-case/greenpeace-nordic-assn-and-nature-youth-v-norway-ministry-of-petroleum-and-energy/> (19. März 2024)
- Skjærseth, J. B., Eikeland, P. O., Inderberg, T. H. J. & Larsen, M. L. (2023). *Norway's Internal and External Hydrogen Strategy*. Research Institute for Sustainability RIFS. https://publications.rifs-potsdam.de/rest/items/item_6002936_1/component/file_6002937/content