

Marokko als Partner für die Herstellung synthetischer Flüssigkraftstoffe (reFuels)

Rahmenbedingungen und Akteure der Erneuerbaren Energien
und Wasserstoffwirtschaft

Im Auftrag des Verkehrsministeriums Baden-Württemberg

Version: 1.2

Datum: 24. Februar 2021

Erstellt von: Stefanie Sohm

Inhaltsverzeichnis

1. Hintergrund	1
1.1. Kontext des Projekts reFuels-Anlage Marokko	1
1.2. Ziele und Umfang des Projekts reFuels-Anlage Marokko	1
2. Energie- und Stromsektor Marokko	2
2.1. Grundzüge der Energie- und Klimapolitik Marokkos	2
2.2. Importe und Exporte von Energieträgern und Strom.....	3
2.3. Stromerzeugung.....	4
2.4. Wichtige Akteure des Stromsektors und der Erneuerbaren Energien.....	4
2.5. Rechtsrahmen für erneuerbaren Strom	6
2.6. Anlagen der Erneuerbare Energien.....	7
2.7. Wind- und Solarpotenzial.....	10
2.8. Strompreise	11
2.9. Produktions- und Transportkosten Wind- und Solarstrom	12
3. Grüner Wasserstoff und P2X in Marokko	12
3.1. Deutsch-marokkanische Zusammenarbeit im Bereich P2X.....	12
3.2. Marokkos Strategie für grünen Wasserstoff.....	13
3.3. Produktionsbedingungen für grünen Wasserstoff und Derivate	15
3.4. Forschung zu grünem Wasserstoff	17
3.5. Bestehende und geplante Anlagen für die Wasserstoffproduktion.....	17
3.6. Zementindustrie als CO ₂ -Quelle für die reFuels-Produktion.....	18
3.7. Ölindustrie und bestehende Lager- und Transportinfrastruktur.....	20
4. Zusammenfassende Betrachtung und Vorschläge zur weiteren Vorgehensweise	21
4.1. Voraussetzungen und zu klärende Fragestellungen	21
4.2. Weiterer Austausch mit möglichen Partnern.....	23
5. Anhang	25
5.1. Übersicht der genannten Organisationen.....	25
5.2. Konsultierte Personen	28
5.3. Weiterführende Informationen.....	30

1. Hintergrund

1.1. Kontext des Projekts reFuels-Anlage Marokko

Für das Erreichen der **Klimaziele** und die dafür erforderlichen **CO₂-Einsparungen** ist Deutschland auf den Einsatz von erneuerbaren Energiequellen und den Import von alternativen Energieträgern, insbesondere für den Verkehrssektor, angewiesen.

Marokko ist mit seinem großen Potenzial für die wirtschaftliche Produktion von erneuerbarem Strom und der Nähe zu Europa ein vielversprechender **Kooperationspartner**. Die ambitionierten Ziele der marokkanischen Politik für den Ausbau der **Erneuerbare Energien** – bis **2030** will das Land **52%** der Kapazitäten aus Wind- und Solaranlagen bereitstellen – werden von kompetenten nationalen Akteuren in der Verwaltung, Forschung und Privatindustrie gestützt.

Zudem bestehen zwischen Deutschland und Marokko bereits zahlreiche **Kooperationen** im Bereich der Erneuerbaren Energien, die im Wesentlichen von den Bundesministerien für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung **BMZ**, für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit **BMU** sowie für Wirtschaft und Energie **BMWi** getragen und von der **Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GIZ** und der Kreditanstalt für Wiederaufbau **KfW** umgesetzt werden. Im Rahmen der **nationalen Wasserstoffstrategie Deutschlands** unterzeichneten die beiden Länder im Juni 2020 ein Abkommen für eine **vertiefte Zusammenarbeit** mit dem Ziel, grünen Wasserstoff in Marokko zu erzeugen und für die Verwendung in Deutschland bereit zu stellen.

Für das Vorhaben des **Verkehrsministeriums Baden-Württemberg VM BW**, den **Aufbau einer reFuels Anlage** in Marokko zu begleiten, bestehen damit gute Rahmenbedingungen und Anknüpfungspunkte.

1.2. Ziele und Umfang des Projekts reFuels-Anlage Marokko

Das Verkehrsministerium Baden-Württemberg VM BW will die Potenziale von **reFuels** auf der Basis von grünem Wasserstoff nutzen. In Anbetracht der **hohen Herstellungskosten** von grünem Wasserstoff und reFuels in **Deutschland** birgt eine **Kooperation mit Marokko** die Möglichkeit, an einem **kostengünstigeren** Standort zu erzeugen bzw. zu beschaffen.

Ziel des Projekts ist der **Aufbau** einer reFuels-Anlage in Marokko bis **2025** und mit einer **Kapazität von 500.000 t/Jahr**. Folgende Stoffmengen werden benötigt bzw. produziert¹:

¹ Auf Basis von Angaben des Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

	Stoffe	pro Stunde	pro Jahr (7.100 Stunden)
Einsatz	Wasser (Richtwert: 0,8 - 1 l H ₂ O / Nm ³ H ₂ 1 kg H ₂ => 9 bis 12 Liter H ₂ O)	366 - 480 m ³	2,6 - 3,4 Mio. m ³
Einsatz	Strom (installierte Leistung 2 -2,5 GW)	2 – 2,2 GWh	14.200 -15.620 GWh
Produkt	Wasserstoff H ₂ (Richtwert: Strombedarf 50 - 55 kWh / kg H ₂)	40 t H ₂	284.000 t H ₂
Produkt	Sauerstoff O ₂ (Richtwert: 0,5 Nm ³ O ₂ / Nm ³ H ₂)	320 t O ₂	2,3 Mio. t O ₂
Einsatz	Kohlenstoffdioxid CO ₂ (ca., auf Basis Modellrechnung)	230 t CO ₂	1,6 Mio. t CO ₂
Produkt	reFuels	70 t	500.000 t

Wesentliche **Voraussetzung** für den Aufbau der Anlage sind damit Zugang zu **Erneuerbarem Strom, Wasser** und **CO₂** sowie Möglichkeiten der Lagerung und Verschiffung der hergestellten reFuels.

Um die Möglichkeiten einer Zusammenarbeit mit Marokko zu evaluieren, beauftragt das VM BW die vorliegende Studie; diese dient ebenfalls der Vorbereitung einer Delegationsreise nach Marokko bzw. von virtuellen Meetings mit Vertretern der Politik und Wirtschaft.

Die Studie umfasst:

- Energie- und Stromsektor: Überblick
- Erneuerbarer Strom: Rahmenbedingungen, wesentliche Akteure, bestehende und geplante Anlagen
- Grüner Wasserstoff: Interessen Marokkos, wesentliche Akteure und geplante Anlagen, deutsch-marokkanische Zusammenarbeit
- Zementindustrie als CO₂ Quelle: wesentliche Akteure und Standorte
- Transportinfrastruktur: Häfen und Lager für fossile Flüssigkraftstoffe
- Zusammenfassende Betrachtung und Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

2. Energie- und Stromsektor Marokko

2.1. Grundzüge der Energie- und Klimapolitik Marokkos

Marokko verfolgt mit seiner **Energiepolitik** zum einen das Ziel, seinen Energiebedarf zunehmend aus eigenen Quellen zu decken und damit seine **Unabhängigkeit vom Import fossiler Energieträger** zu stärken; zum anderen möchte sich das Land als **Wirtschaftspartner** und **Exporteur von Erneuerbaren Energien** positionieren. Hierzu gehören neben dem Ausbau der Erneuerbaren sowohl die verstärkte Integration in den **regionalen Strommarkt** als auch der Aufbau von Kapazitäten in der **Wasserstoffproduktion**.

Die im Jahr **2009** verabschiedete nationale **Energiestrategie** bildet die Grundlage für den Umbau des Energie- und Stromsektors und den **Ausbau der Erneuerbaren Energien**. Diese sollten zunächst bis 2020 mit jeweils 2 GW Wasser-, Wind- und Solarkraft 42% der installierten Kapazität des Landes erreichen. Auf Anweisung des Königs Mohammed VI wurde dieses Ziel im Jahr 2018 auf **52% Erneuerbare in 2030** angehoben. **Aktuell** liegt Marokko bei einem Anteil von **34%** Erneuerbaren im Strommix.

Die angestrebte **Dekarbonisierung** des Energiesektors spiegelt sich auch in Marokkos **Klimazielen** wider: in seinem **NDC** (Nationally Determined Contribution) verpflichtet sich das Land zu einem Reduktionsziel von **17% (unconditional target)** und strebt weitere **25% (conditional target)** an, sofern das Land **internationale Klimafinanzierung** erhält. Marokko ist eines der wenigen Länder, deren NDCs mit dem **1,5-Grad-Ziel** von Paris vereinbar sind.

2.2. Importe und Exporte von Energieträgern und Strom

Marokko verfügt – mit Ausnahme kleinerer Gasvorkommen – über **keine erschlossenen fossilen Energiequellen**. Damit ist das Land aktuell zu **93%** von **Energieimporten** abhängig; diese beliefen sich im Jahr **2019** auf fast **7 Mrd. Euro**. Bei einem **Bruttoinlandsprodukt von ca. 107 Mrd. EUR** entspricht dies **6,5% der Wirtschaftsleistung**. Die Energieimporte lasten nicht nur auf Marokkos **Handelsbilanz**, sie binden auch einen Großteil der verfügbaren **Devisen** des Landes.

	Importe 2018		Importe 2019		Veränderung	
	KT	MEUR	KT	MEUR	KT	MEUR
Kohle	8.459	647	10.113	726	1.654	79
Diesel und Benzin	6.577	3.827	6.728	3.747	151	-80
Heizöl	1.217	432	836	267	-381	-165
Kerosin	743	459	818	476	75	17
Butan	2.437	1.135	2.535	1.008	98	-127
Erdgas	1.020	236	950	229	-70	-7
sonstige Primärenergien		508		519	0	11
Elektrizität	4	213		14	-4	-199
GESAMT		7.458		6.986		-472
Währungsumrechnung		1 EUR = 10,8 MAD		1 EUR = 10,7 MAD		

Abbildung 1: Energieimporte Marokko (eigene Darstellung auf Basis der Daten des Observatoire Marocain de l'Energie www.observatoireenergie.ma)

Während Marokko bis 2018 ca. 15% seines **Strombedarfs** aus Spanien **zukaufte**, erreichte das Land **2019** aufgrund der neuen Kohlestromkapazitäten erstmalig einen **Nettoüberschuss** und exportierte Strom im Wert von ca. 50 Mio. EUR nach Europa. Aufgrund der Kritik der EU am hohen Anteil an Kohlestrom wurden die Exporte Anfang 2020 eingestellt.

Bislang exportiert Marokko damit keine nennenswerten Energiemengen.

2.3. Stromerzeugung

Marokko verfügte im Jahr **2020** über knapp **11 GW installierte Kapazität** und produzierte knapp **40 TWh Strom**. Die **fossilen Kraftwerke** stellen **66%** der Kapazitäten und werden überwiegend mit **Kohle** betrieben. Die großen Kohlekraftwerke befinden sich in Jorf Lasfar, Safi und Jerada; das Kraftwerk Mohammedia wird auf Gas umgerüstet. Die Gas-und-Dampfturbinenkraftwerke befinden sich in Ain Beni Mathar und Tahaddard.

34% der Kapazitäten und damit **3,7 GW** entfallen auf die **Erneuerbaren**: 1,7 GW Wasserkraft, 1,2 GW Windkraft, 700 MW Solarkraft. Das selbstgesteckte Ziel von jeweils 2 GW im Jahr 2020 wurde noch nicht erreicht. Zur weiteren **Flexibilisierung des Stromnetzes** plant Marokko den Bau zusätzlicher **Pumpspeicherwerke** im Umfang von **1 GW**. Das mit 350 MW größte Speicherwerk, die STEP Abdelmoumen nahe Agadir ist derzeit im Bau.

2030 soll sich der marokkanische **Strommix** wie folgt zusammensetzen:

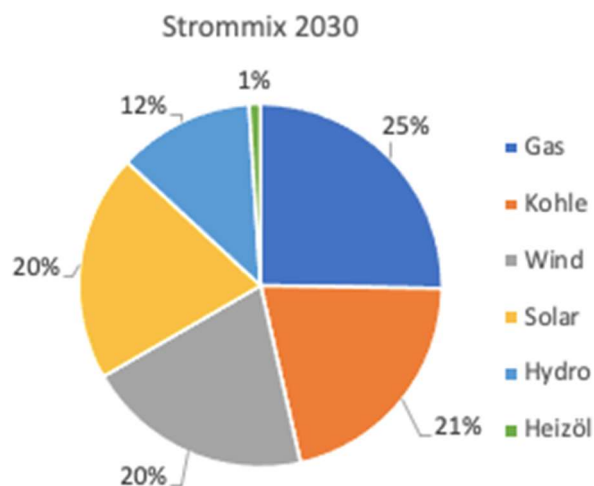


Abbildung 2: angestrebter Strommix Marokko 2030 (eigene Darstellung auf Basis Informationen des Energieministeriums)

2.4. Wichtige Akteure des Stromsektors und der Erneuerbaren Energien

Die **Energie- und Strompolitik** liegt im Zuständigkeitsbereich des **Ministeriums für Energie, Bergbau und Umwelt** (Ministère de l'Énergie, des Mines et de l'Environnement). Amtierender **Minister ist Abdelaziz Rabbah** der Regierungspartei PJD, der zuvor Minister für Infrastruktur und Verkehr war und das Amt von seinem Parteikollegen und heutigem Verkehrsminister Abdelkader Amara (Energieminister bis 2016) übernommen hat.

Der staatliche **Stromversorger und Netzeigentümer ONEE-BE** (Office National de l'Électricité et de l'Eau potable – Branche Electricité) ist für die Beschaffung des fossilen Stroms von Dritten zuständig, für die Wasserkraftwerke und einige ONEE-BE-eigene Windparks, den Netzbetrieb und -ausbau sowie den Vertrieb des Stroms direkt in den ländlichen Gebieten, an die kommunalen

und privaten Verteiler in den Metropolregionen und an Großkunden. Seit 2017 steht die ONEE-BE unter der **Leitung von Abderrahim El Hafidi**, der zuvor das Amt des Generalsekretärs im Energieministerium bekleidete.

Die **Verteilung** des Stroms in den Metropolregionen wird von **kommunalen Betrieben** den sogenannten „régies“ übernommen. In vier Regionen wurden Konzessionen an **private Betreiber** (Lydec in Casablanca, Redal in Rabat, Amendis in Tanger und in Tétouan) vergeben.

Die **MASEN, Moroccan Agency for Sustainable Energy** (bis 2016 Moroccan Agency for Solar Agency) wurde 2009 gegründet und steht seither unter der Leitung von **Mustapha Bakkoury**. MASEN ist für den Ausbau der Erneuerbaren Energien für die öffentliche Stromversorgung zuständig. Damit verbunden ist die Ausschreibung der Projekte, die Vertragsgestaltung mit den privaten Partnern, Beteiligung an Finanzierungsmodellen (z.B. staatliche Garantien, Green Bonds).

Die **ationale Regulierungsbehörde ANRE** (Autorité Nationale de Régulation de l'Electricité) wurde im Rahmen der Sektorreform 2016 (siehe 2.5) geschaffen, um die Öffnung des Strommarktes zu unterstützen. Die ANRE wird Einspeisetarife, Netzentgelte und den Netzzugang regeln. In 2018 wurde **Abdellatif Bardach**, ehemaliger Abteilungsleiter der ONEE-BE, zum Direktor der ANRE ernannt. Nach zwei Jahren Vorbereitung zum Aufbau der Strukturen, Festlegung der Zuständigkeiten und Ausarbeitung eines Aktionsplanes trat der Vorstand erstmals im September 2020 zusammen; bislang hat die Institution **ihren Geschäftsbetrieb noch nicht aufgenommen**.

IRESN, das **Institut für Erneuerbare und Neue Energien** (Institut de Recherche en Energie Solaire et Nouvelles Energies) wurde 2011 gegründet und ist für die Förderung der angewandten Forschung zuständig. Das Institut steht unter der Leitung von **Badr Ikken**; sein Aufsichtsrat setzt sich u.a. aus Energie-, Finanz- und Forschungsministerium sowie MASEN und ONEE-BE zusammen; aus der Wirtschaft sind u.a. die Unternehmen NAREVA (siehe unten) und das staatliche Phosphatunternehmen OCP (siehe unten) vertreten. In letzter Zeit näherte sich das Institut stärker dem Industrieministerium an.

IRESN betreibt die **Forschungsplattformen** Green Energy Park und Green and Smart Building Park und plant derzeit die Einrichtung einer Forschungsplattform zu Wasserstoff (siehe 3.4). Seit seiner Gründung hat das Institut **Forschungsvorhaben** an marokkanischen Universitäten und in Kollaboration mit der Wirtschaft mit ca. **17 Millionen EUR unterstützt**. IRESN unterhält eine enge Zusammenarbeit mit dem **Fraunhofer Institut**.

Größter privater Stromproduzent ist mit **3,5 GW** installierter Kapazität das Unternehmen **NAREVA** der Al Mada Holding (früher SNI), die dem marokkanischen Königshaus gehört. NAREVA betreibt zusammen mit Engie (Frankreich) und Misui (Japan) das Kohlekraftwerk in Safi sowie 800 MW Windenergie über seine 100% **Tochter EEM** (Energie Eolienne du Maroc); weitere 1.050 MW Wind sind mit Partnern in der Entwicklung (siehe auch 2.6).

Das abudhabische Unternehmen **TAQA** betreibt in Jorf Lasfar mit **2.056 MW** das **größte thermische Kraftwerk** des Landes. Die Verträge zwischen TAQA und der ONEE-BE wurde jüngst um weitere 20 Jahre bis 2047 verlängert; damit bleibt Kohlestrom bis auf Weiteres auch langfristig Bestandteil des marokkanischen Strommix. TAQA zeigt **Interesse** am Bau von **Windkraftanlagen**, hat jedoch noch kein Projekt initiiert.

An dritter Stelle der Stromproduzenten in Marokko steht **ACWA Power** aus Saudi-Arabien, Betreiber des **Solarkraftwerks NOOR Ouarzazate** (580 MW), das mit einer **Finanzierung der KfW** von knapp 1 Mrd. EUR und ca. 40 deutschen Zulieferern entstand (siehe auch 2.6). ACWA Power betreibt zudem weitere PV- und Windanlage und damit insgesamt **800 MW** in Marokko.

Bei der Ausschreibung des zweiten **Windprogramms** über **850 MW** kam das Konsortium aus **EEM/NAREVA**, **Enel Green Power** aus Italien und **Siemens Gamesa** zum Zuge; mit kleineren Anlagen sind EDF Renewables und Société Innovent aus Frankreich vertreten, wie auch die belgisch-niederländische Windvision über die marokkanische Tochter CME Compagnie Marocaine des Energies.

Im Bereich der **Solaranlagen** gewann das Konsortium aus **EDF Renewables** (Frankreich), **Masdar** (Abu Dhabi) und **Green of Africa** (eine Filiale der marokkanischen **AKWA Group** des amtierenden Agrarministers Azziz Akhannouch – nicht zu verwechseln mit ACWA Power aus Abu Dhabi) die Verträge für das Solarkraftwerk Midelt mit **800 MW**.

Die privatwirtschaftlichen und teils auch öffentlichen Akteure sind im **Verband der Energiewirtschaft** (Fédération de l'Énergie) organisiert. Weitere Akteure der Privatwirtschaft schließen die **FENELEC** (Fédération Nationale de l'Électricité et de l'Électronique au Maroc) als **Industrieverband der Elektrizitäts- und Elektronikindustrie**, die **AMISOLE** als **Verband der Solar- und Windindustrie** und die **FIMME** (Fédération des Industries Métallurgiques Mécaniques et Electromécaniques) als **Verband der Metall- und Maschinenbaubranche** zusammen. Darüber hinaus gibt es das 2014 gegründete **Solarcluster** (Cluster Solaire), in dem die o.g. Verbände mit MASEN zur Stärkung der nationalen Solarindustrie zusammenarbeiten.

2018 gründete sich der Verband für Wasserstoffwirtschaft **AMHYD** (Association Marocaine pour l'Hydrogène). Die junge Organisation konnte erste Mitglieder gewinnen und ist im Aufbau internationaler Beziehungen recht aktiv.

Zu den Institutionen im Umfeld der Erneuerbaren Energien in Marokko gehören auch die dem Industrieministerium unterstellte **Agentur für Energieeffizienz AMEE** (Agence Marocaine pour l'Efficacité Énergétique) und die **SIE** (Société d'Ingénierie Énergétique), die sich als „**Super-Esco**“ des Staats positioniert. Mit Blick auf das **reFuels-Projekt** scheinen hier zunächst **keine unmittelbaren Schnittstellen** zu bestehen; dennoch sollte im weiteren Verlauf geprüft werden, ob und inwiefern die beiden Einrichtungen miteinzubeziehen sind.

2.5. Rechtsrahmen für erneuerbaren Strom

Mit der vom König Mohammed VI im Jahr 2009 initiierten **Strategie für Erneuerbare Energien** wurde ein **neuer Rechtsrahmen** für Strom aus Erneuerbaren Energien geschaffen. Dazu gehört maßgeblich die **Einrichtung der MASEN**, die die Beschaffung von erneuerbarem Strom – zunächst nur solaren – für die öffentliche Versorgung übernahm.

ONEE-BE, die bereits über eigene Windparks verfügte und das erste Windparkprogramm initiiert hatte, wurde im Rahmen der EE-Strategie zunächst mit dem Ausbau der Windenergie für die öffentliche Nutzung beauftragt.

Das **Gesetz 13-09** öffnete den Markt für **Independent Power Producer IPP** im Bereich der **Höchst-, Hoch- und Mittelspannung** und für den Verkauf an deren private Kunden sowie die Produktion für den Eigenbedarf auf Basis von EE. Anders als in Deutschland beinhaltet dieses jedoch nicht die Einspeisung ins öffentliche Netz oder ein „Vorfahrtsrecht“ für erneuerbaren Strom.

Faktisch griff das Gesetz zunächst nur in kleinem Umfang im Bereich der Windenergie, wo EEM/NAREVA erste Projekte als IPP umsetzen konnte. Kleine Solaranlagen entstanden nur für den Eigenverbrauch (z.B. Solarpumpen in der Landwirtschaft, PV auf Parkdächern sowie bei einigen Industriebetrieben). Die erste Solaranlage eines IPP für einen privaten Kunden ist derzeit in Planung (siehe auch 2.6).

Gründe hierfür sind die durch das Gesetz 13-09 **unzureichende Regelung der Einspeisung von Überschussmengen** sowie des Netzzugangs und der -entgelte. Auch erwies sich die **eingeschränkte Marktteilnahme der regionalen Verteiler** als hinderlich: diese waren weiterhin verpflichtet, ihren Strom bei der ONEE-BE zu beziehen.

2016 erfolgte eine weitere **Reform des Energiesektors**, die die Zuständigkeiten neu ordnete. In diesem Zuge gab die ONEE-BE die Zuständigkeit für den Windsektor an die MASEN; die Übergabe ist noch im Gange. Ebenso wurde die Gründung der Regulierungsbehörde ANRE (siehe auch 2.4) beschlossen und das **Gesetz 58-15** verabschiedet, welches die Bedingungen für EE-Anlagen der Höchst-, Hoch- und Mittelspannung dahingehend verbesserte, dass diese nun **Überschussproduktion bis zu 20%** ins öffentliche Netz einspeisen können. Im Zuge des bislang nicht in Kraft getretenen **Gesetzes 40-19** soll es den regionalen Verteilern (régies) ermöglicht werden, bis zu 40% des Stroms von IPPs zu beziehen.

Die **Einbindung der lokalen Wirtschaft** in den Sektor der Erneuerbaren Energien ist erklärtes industriepolitisches Ziel. Im Bereich der **Windenergie** ist sein dem Bau der Rotorblätterfabrik von Siemens Gamesa bei Tanger ein **local content von 60%** für öffentliche Ausschreibungen festgelegt; im **Solarbereich** gibt es **keine verbindlichen Vorgaben**, allerdings formuliert MASEN, dass ein local content von **30% „wünschenswert“** ist.

2.6. Anlagen der Erneuerbare Energien

Die folgende Abbildung gibt eine **Übersicht der bestehenden, im Bau befindlichen und geplanten EE-Anlagen** (Anlagen unter 2 MW und für den Eigenbedarf sind nicht abgebildet).

Die großen Windanlagen werden aktuell verstärkt im südlichen Marokko und in den Gebieten der Westsahara zugebaut. Die Grenze verläuft i.S.d. Vereinten Nationen etwas unterhalb Tarfaya auf Höhe der Stadt Tah. Damit liegen die Windanlagen W7, W10, W13, W19 und W22 nach deutschem Verständnis außerhalb des marokkanischen Staatsgebietes, ebenso die Solaranlagen S5 und S6.

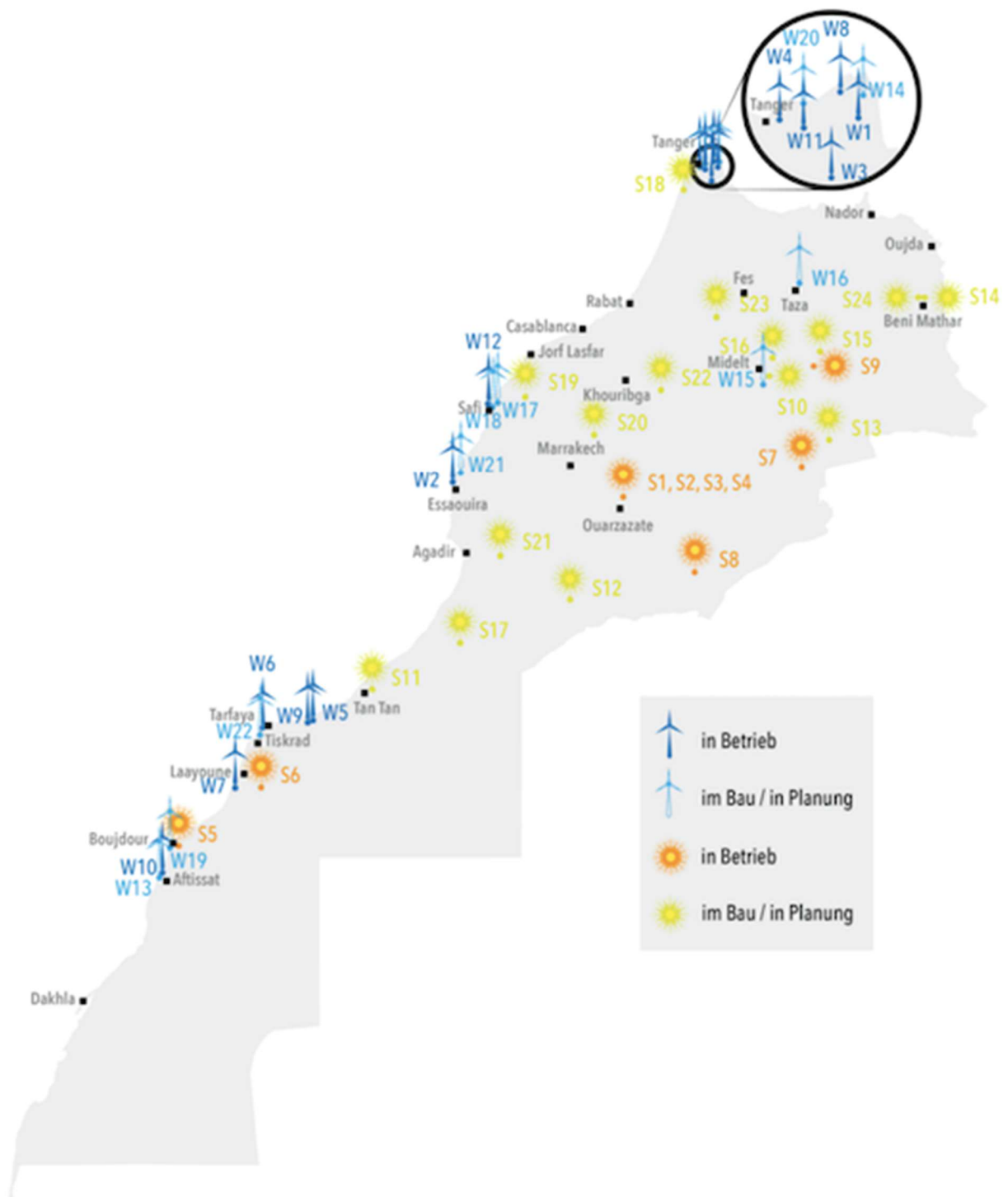


Abbildung 3: Standorte Erneuerbare Energien (eigene Darstellung auf Basis von Daten Energieministerium, MASEN, ONEE-BE, NAREVA)

No	Anlage	Leistung MW	Entwickler / Abnehmer	Inbetriebnahme	Technologie
S1	NOOR Ouarzazate I	160	ACWA POWER / MASEN	2016	CSP + Speicher
S2	NOOR Ouarzazate II	200	ACWA POWER / MASEN	2018	CSP + Speicher
S3	NOOR Ouarzazate III	150	ACWA POWER / MASEN	2018	CSP + Speicher
S4	NOOR Ouarzazate IV	70	ACWA POWER / MASEN	2018	PV
S5	NOOR Boujdour I	20	ACWA POWER / MASEN	2018	PV
S6	NOOR Laayoune	80	ACWA POWER / MASEN	2018	PV
S7	NOOR Tafilalet Zagora	40	/ ONEE-BE, MASEN	2021	PV
S8	NOOR Tafilalet Erfoud	40	/ ONEE-BE, MASEN	2021	PV
S9	NOOR Tafilalet Missour	40	/ ONEE-BE, MASEN	2021	PV
S10	NOOR Midelt I	800	EDF Renewables, Masdar, Green of Africa / MASEN	2022	PV / CSP + Speicher
S11	NOOR Atlas Tan-Tan	30*	/ ONEE-BE, MASEN	2022	PV
S12	NOOR Atlas Tata	30*	/ ONEE-BE, MASEN	2022	PV
S13	NOOR Atlas Boudnib	30*	/ ONEE-BE, MASEN	2022	PV
S14	NOOR Atlas Ain Beni Mathar	30*	/ ONEE-BE, MASEN	2022	PV
S15	NOOR Atlas Outat El Haj	30*	/ ONEE-BE, MASEN	2022	PV
S16	NOOR Atlas Enjil	25*	/ ONEE-BE, MASEN	2022	PV
S17	NOOR Atlas Bouizakan	25*	/ ONEE-BE, MASEN	2022	PV
S18	Centrale Asilah	30	Green Power Morocco / Amendis (IPP unter 13-09)	in Planung	PV
S19	NOOR PV II Sidi Bennour	48	/ MASEN	in Ausschreibung	PV
S20	NOOR PV II Kelaâ Sraghna	48	/ MASEN	in Ausschreibung	PV
S21	NOOR PV II Taroudant	36	/ MASEN	in Ausschreibung	PV
S22	NOOR PV II Bejaad	48	/ MASEN	in Ausschreibung	PV
S23	NOOR PV II El Hajeb	36	/ MASEN	in Ausschreibung	PV
S24	NOOR PV II Ain Beni Mathar	184	/ MASEN	in Ausschreibung	PV

* das Gesamtprogramm umfasst 200 MW an 7 Standorten; einzelne Leistungen nicht bekannt

Abbildung 4: Übersicht Solaranlagen (eigene Darstellung auf Basis von Daten Energieministerium, MASEN, ONEE-BE, NAREVA)

No	Anlage	Leistung MW	Entwickler / Abnehmer	Inbetriebnahme
W1	Abdelkhalek Torres Koudia Al Baida II	50	Théolia, EDF Energies Nouvelles Maroc / ONEE-BE	2000
W2	Amogdoul Essaouira	60	/ ONEE-BE	2007
W3	Tanger I Dhar Saadane	107	/ ONEE-BE	2009
W4	Tanger I Bni Majmel	140	/ ONEE-BE	2011
W5	Akhfennir Laayoune I	100	EEM NAREVA / (IPP unter 13-09)	2014
W6	Tarfaya	300	/ ONEE-BE	2014
W7	Foum El Ouled	50	EEM NAREVA / ONEE-BE	2014
W8	Haouma	50	EEM NAREVA / ONEE-BE	2014
W9	Akhfennir Laayoune II	100	EEM NAREVA / (IPP unter 13-09)	2017
W10	Aftissat I	200	EEM NAREVA / (IPP unter 13-09)	2019
W11	Jbel Khalladi Tanger	120	UPC Renewables, ACWA Power / (IPP unter 13-09)	2019
W12	Safi	200	CME WINDFARM / (IPP unter 13-09)	2021
W13	Aftissat II	200	EEM NAREVA / (IPP unter 13-09)	2022
W14	Abdelkhalek Torres Koudia Al Baida II	200	Théolia, EDF Energies Nouvelles Maroc / ONEE-BE, MASEN	2025
W15	Midelt	180	EEM NAREVA, Enel Green Power, Siemens Gamesa / ONEE-BE, MASEN	im Bau
W16	Taza	150	EDF Energie Nouvelles Maroc / ONEE-BE, MASEN	im Bau
W17	Oualidia I	18	Société Innovent / (IPP unter 13-09)	im Bau
W18	Oualidia II	18	Société Innovent / (IPP unter 13-09)	im Bau
W19	Boujdour	300	EEM NAREVA, Enel Green Power, Siemens Gamesa / ONEE-BE, MASEN	in Planung
W20	Tanger II	70	EEM NAREVA, Enel Green Power, Siemens Gamesa / ONEE-BE, MASEN	in Planung
W21	Jbel Lahdid Essaouira	270	EEM NAREVA, Enel Green Power, Siemens Gamesa / ONEE-BE, MASEN	in Planung
W22	Tiskrad	300	EEM NAREVA / ONEE-BE, MASEN	in Planung

Abbildung 5: Übersicht Windanlagen (eigene Darstellung auf Basis von Daten Energieministerium, MASEN, ONEE-BE, NAREVA)

2.7. Wind- und Solarpotenzial

Die größten Potenziale für die **Windenergie** liegen an der **westlichen Mittelmeerküste** des Landes, in der **Region Essaouira**, sowie an der **südlichen Atlantikküste** und in der **Westsahara**. Die Gebiete für den Ausbau von Windenergie mit Anlagen über 2 MW sind per Verordnung n° 2657-11 vom 19.09.2011 ausgewiesen.

Die klimatisch besten Bedingungen für die Produktion von **Solarstrom** liegen in den **östlichen und südlichen Teilen** des Landes und in der **Westsahara**. Ein interaktiver Solaratlas Marokkos ist bei MASEN auf <https://solaratlas.masen.ma> abrufbar ; bei IRESEN auf <http://solarforafrica.net/map/>

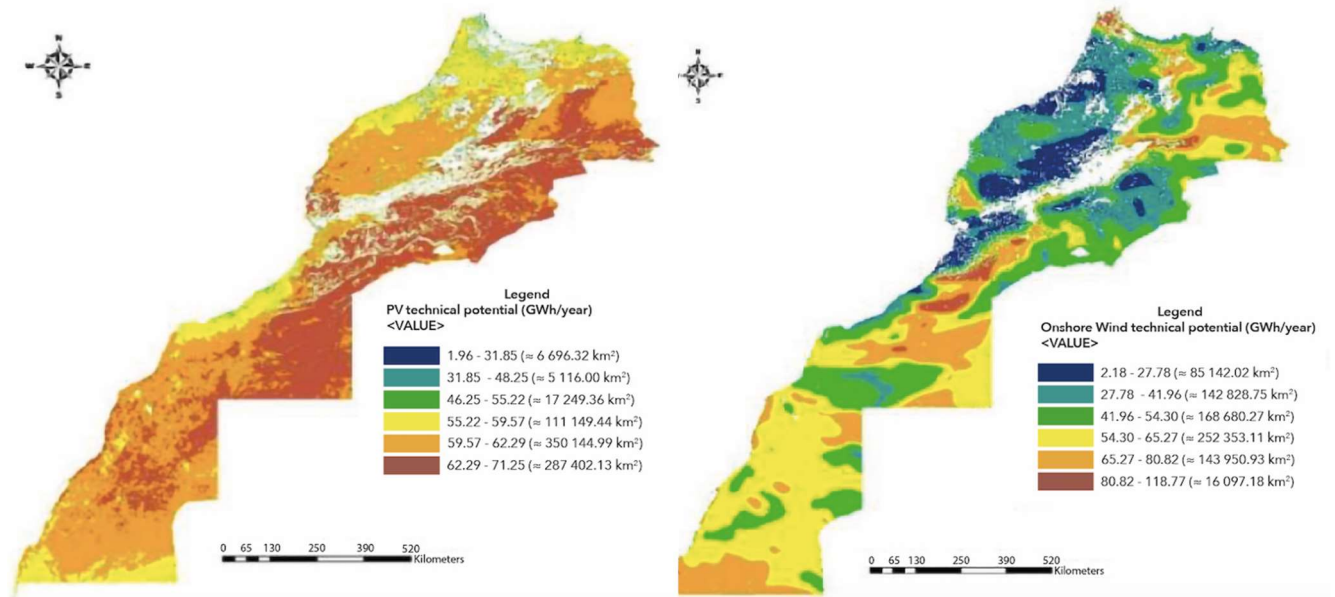


Abbildung 6: Solaratlas (Quelle: IRESEN)

Abbildung 7: Windatlas (Quelle: IRESEN)

2.8. Strompreise

Der **Abnahmepreis** für **EE-Anlagen** zur nationalen Versorgung wird über **Ausschreibungen** festgelegt. Der Betreiber ACWA Power der Solarkraftwerke Ouarzazate I, II und III (CSP + Speicher) erhält eine Vergütung von 14 ct/kWh. Die PV Kraftwerke der ACWA Power werden mit ca. 4,3 ct/kWh vergütet; das Kraftwerk Midelt (PV + CSP + Speicher) des Konsortiums um EDF Renewables liegt bei 6,3 ct/kWh.

Die **Strompreise für Endverbraucher** des staatlichen Versorgers ONEE-BE sind nach Verbrauchern, Verbrauchszeiten und Verbrauchsmengen gestaffelt. So zahlen z.B. Großkunden der Höchst- und Hochspannung 5,5 bis 8 ct/kWh. Bei einem mittleren Verbrauch steigt der Tarif je nach Abnahmezeit auf 5,5 bis 16 ct/kWh; ein durchschnittlicher während der Tageszeiten produzierender Betrieb kommt damit auf einen mittleren Strompreis von ca. 9 bis 10 ct/kWh. Im Bereich der Mittelspannung liegt der Tarif bei ca. 6,8 ct/kWh bis 13 ct/kWh.²

Um einen Anbieterwechsel interessant zu machen, bieten IPPs ihren Privatkunden i.d.R. einen Tarif zu 10% unter dem Preis der ONEE-BE.

² Übersicht der ONEE-BE Tarife auf <http://www.one.org.ma/FR/pages/interne.asp?esp=1&id1=1&t1=1>

2.9. Produktions- und Transportkosten Wind- und Solarstrom

Die **Produktionskosten** von **Windstrom** liegen bei bestehenden Anlagen an guten Standorten **unter 30 EUR/MWh**; **PV-Anlagen** werden zu **unter 40 EUR/MWh** betrieben. Experten gehen davon aus, dass diese Kosten in Marokko bei **kombinierten Anlagen** an idealen Standorten mit **6.000 Volllaststunden** auf **unter 20 EUR/MWh** sinken können.

Aktuell erschweren die **hohen Netzentgelte** den dezentralen Anschluss von IPP-Anlagen; nach Angaben von NAREVA liegen die Kosten für Stromtransport im Hochspannungsbereich (inklusive einem 5%-igem Transportverlust) für IPPs aktuell bei **25 bis 30 EUR/ MWh**. ONEE-BE gibt die Kosten für den Stromtransport offiziell mit ca. **6 ct/kWh** an. Welche Preise letztendlich vereinbart werden, entscheiden bislang die individuellen Verhandlungen zwischen Netzbetreiber und IPPs.

Wie sich die Netzentgelte unter der neu gegründete Regulierungsbehörde entwickeln werden ist noch unklar; Erwartungen an eine Senkung sind bei den IPPs eher verhalten. Ein für den Eigenbedarf produzierenden Industriebetrieb gab an, dass der Bau einer eigenen Hochspannungsleitung über 100 km für ihn kostengünstiger ist als die Nutzung des öffentlichen Netzes.

3. Grüner Wasserstoff und P2X in Marokko

3.1. Deutsch-marokkanische Zusammenarbeit im Bereich P2X

Die deutsch-marokkanische Zusammenarbeit im Bereich P2X wird durch mehrere Ressorts der Bundesregierung unterstützt: **BMU**, **BMZ** und **BMWi**. Die Umsetzung der Maßnahmen übernehmen dabei die Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit **GIZ** und die **KfW** im Bereich der finanziellen Zusammenarbeit.

Das **BMU** unterstützt Marokko über die Internationale **Klimaschutz-Initiative IKI** und im Rahmen des Globalvorhabens „**PtX Pathways – Langfristige Dekarbonisierungsstrategien durch PtX**“. Das Projekt wird in **2021 starten** und in Marokko (ebenso Südafrika und Argentinien) bis 2024 laufen. Hier stehen die Integration von P2X in die **nationale Klimastrategie**, die Potenzialanalyse für konkrete Anwendungsfelder, die **internationale Vernetzung**, der Aufbau **lokaler Kompetenzen** und der notwendigen Regularien im Vordergrund. Das gerade gestartete Projekt sieht auch die Entwicklung eines **Pilotprojekts** im Bereich **Power-to-Liquids** mit **Direct Air Capture** , evtl. in Zusammenarbeit mit der DECHEMA (Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie) vor. Die Anwendung von P2X-Technologien für die Versorgung des Straßenverkehrs mit **synthetischen Kraftstoffen** ist **nicht Bestandteil** der Unterstützung durch das BMU. Für die Umsetzung des Globalvorhabens betreibt die GIZ in Berlin den Power2X-Hub www.ptx-hub.org.

Die Unterstützung durch das **BMZ** umfasst die Finanzierung einer **100 MW P2X Anlage** durch die **KfW** (siehe auch 3.6) sowie die Unterstützung durch das **Projekt „Energiewende mit P2X in Marokko“**. Das Projekt wird im **August 2021 starten** und hat eine Laufzeit von 4 Jahre. Bislang wurden mit den marokkanischen Partnern folgende Schwerpunkte für die Zusammenarbeit vereinbart: Als Hauptaktivitäten stehen die **Beratung zu Regulierungs- und Planungsfragen** die

Ausbildung von Fachkräften und der Aufbau von **lokalem Know-how** über eine Wissensplattform mit dem marokkanischen Forschungsinstitut **IRESN** sowie konkrete Anwendungen in Kooperation mit der **marokkanischen Industrie**. Das Projekt wird mit weiteren Institutionen um das **Energieministerium** kooperieren.

Die Unterstützung des **BMWi** wird von der GIZ im Rahmen der 2012 gegründeten **deutsch-marokkanischen Energiepartnerschaft PAREMA** geleistet. PAREMA unterstützt den energiepolitischen Dialog der Länder mit dem Ziel, eine nachhaltige Energieversorgung auf Basis von Erneuerbaren und Energieeffizienzmaßnahmen auszubauen. Die Flankierung von Projekten und die Unterstützung der Zusammenarbeit von Wirtschafts- und Forschungsprojekten gehören ebenso zu den Aufgaben des Projekts. Aktuell läuft das Projekt bis Dezember 2022.

PAREMA **unterstützte** maßgeblich die Ausarbeitung der **Strategie für grünen Wasserstoff der marokkanischen Regierung** u.a. durch die in 2020 von der Consulting Frontier Economics erstellten Studie „**PtX Roadmap for Morocco**“.

3.2. Marokkos Strategie für grünen Wasserstoff

Marokko schließt derzeit die Formulierung seiner **Strategie für grünen Wasserstoff** ab; deren **Veröffentlichung** wurde für **Anfang 2021** angekündigt. Die Ausarbeitung findet unter **Leitung des Energieministeriums** in der **Nationalen Kommission für grünen Wasserstoff CNH2** (Commission Nationale de l'Hydrogène) statt. Die Kommission besteht aus **Energie-, Industrie-, Forschungs-, Finanz-, und Verkehrsministerium**, den Akteuren der Stromversorgung **MASEN** und **ONEE-BE**, dem nationalen **Amt für fossile Kohlenwasserstoffe und Minen ONHYM** (Office Nationale des Hydrocarbures et des Mines) sowie aus Vertretern der Wirtschaft; dazu gehören das staatliche **Phosphatunternehmen OCP** (Office Chérifien des Phosphates) der **Dachverband der marokkanischen Unternehmen CGEM** (Confédération Générale des Entreprises du Maroc) und dessen **Kommission für Neue Wirtschaft und Klima** (Commission Nouvelle Economie et Climat) die **Industrieverbände der Energiewirtschaft** (Fédération de l'Energie), der **Verband der Elektrizitäts- und Elektronikindustrie FENELEC** (Fédération Nationale de l'Electricité et de l'Electronique au Maroc) und der Verband der Solar- und Windindustrie **AMISOLE**. Seitens der Forschung sind **IRESN** und die **nationale Koordinierungsstelle für Forschung und Technik CNRST** (Centre National pour la Recherche Scientifique et Technique) beteiligt.

Im Zuge der von Frontier Economics erstellten Studie wurde deutlich, dass die **Produktionskosten** von grünem H₂ in Marokko zwar unter denen in Europa liegen, der Preisvorteil jedoch aktuell weitgehend durch den **Transport** und der dazu aufzubauenden Verlade- und Hafeninfrastruktur verloren ginge. Marokko ist zwar über die aus Algerien kommende Maghreb-Europe **Gaspipeline** mit Spanien verbunden; ob und zu welchen Kosten die Pipeline für eine exklusive Nutzung zum Transport nachhaltige Energieträger zur Verfügung steht ist allerdings unklar und scheint **mittelfristig eher unrealistisch**.

Marokko wird verstärkt auf die **Herstellung von Derivaten** aus grünem Wasserstoff, sowohl für den **Eigenbedarf** als auch für den **internationalen Handel** setzen. Es ist anzunehmen, dass die bislang unveröffentlichte Strategie folgende Schwerpunkte setzen:

1. Produktion von Ammoniak

Die Produktion von Ammoniak scheint für Marokko die derzeit **prioritäre Anwendung** von grünem Wasserstoff. Das staatliche Phosphatunternehmen **OCP** importiert jährlich ca. 2 Mt Ammoniak für ihre Verarbeitungsprozesse. Mit dem geplanten Ausbau der Kapazitäten werden sich die Bedarfe in kommenden 10 bis 15 Jahren schätzungsweise verdoppeln und sollen so weit wie möglich aus einer nationalen Produktion von grünem Ammoniak gedeckt werden. Inwiefern der internationale Handel und evtl. die Versorgung der Schifffahrt für Marokko attraktiv wird, wird von den Marktbedingungen abhängen.

2. Produktion von reFuels

Für reFuels sieht Marokko v.a. den **internationalen Absatzmarkt**. Neben Deutschland haben bereits die **Niederlande** und **Skandinavien** Interesse bekundet. Bezüglich der Bereitstellung von synthetischem Kerosin an den marokkanischen Flughäfen wurden erste, noch unkonkrete Gespräche mit Air France und Royal Air Maroc geführt. Dies scheint erst mittelfristig relevant zu werden.

3. Wasserstoff als Speichertechnologie

Die Nutzung von Wasserstoff als Speichertechnologie wird mittelfristig als Möglichkeit für die **Flexibilisierung des Stromnetzes** in Erwägung gezogen. Der nationale Stromversorger und Netzbetreiber **ONEE-BE** zeigt bislang jedoch **wenig Interesse** an P2X-Projekten.

Nach Auskunft des **Verkehrsministeriums** (Ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau) gibt es bislang **keine Studien** und **keine konkreten Absichten** zur Nutzung von **Wasserstoff** oder von **synthetischen Kraftstoffen** im **nationalen Transport**. Marokko hat gute Voraussetzungen, den Verkehrssektor v.a. im Segment der Leichtfahrzeuge auf **batteriebetriebene Elektromobilität** und damit die direkte Nutzung von grünem Strom umzustellen. Ob und in welchem Segment des Verkehrssektors die Nutzung von H₂ und dessen Derivaten für Marokko klimapolitisch und ökonomisch sinnvoll ist, bleibt zu klären.

Die Nutzung von Wasserstoff für Minenarbeiten wird u.a. von OCP in Erwägung gezogen.

Für die **Industrie** und im **Gebüdesektor** scheint die Nutzung von **eher nachrangiger Bedeutung** und in Anbetracht der vielen Variablen und konkurrierenden Nutzungsmöglichkeiten noch unklar.

Die nationale Wasserstoffstrategie beinhaltet neben dem Aufbau von Produktionskapazitäten **begleitende** und strukturierende **Maßnahmen**: 1) die Schaffung eines **Rechtsrahmens** für die Produktion und Verwendung von Wasserstoff und dessen Derivate sowie deren Handeln und Export; 2) die Stärkung der **Forschung** in Marokko, u.a. durch den Aufbau von Forschungsplattformen und die Einrichtung von Pilotanlagen sowie die Einbindung in internationale Forschungsprojekte; 3) die **Einbindung der lokalen Wirtschaft** in die Entwicklung und den Betrieb von Anlagen.

3.3. Produktionsbedingungen für grünen Wasserstoff und Derivate

Laut der Berechnungen von **Frontier Economics** liegen die **Produktionskosten** für grünen Wasserstoff aktuell bei **6 bis 8 ct/kWh**; bis **2050** sollten diese auf **3 bis 5 ct/kWh** fallen.

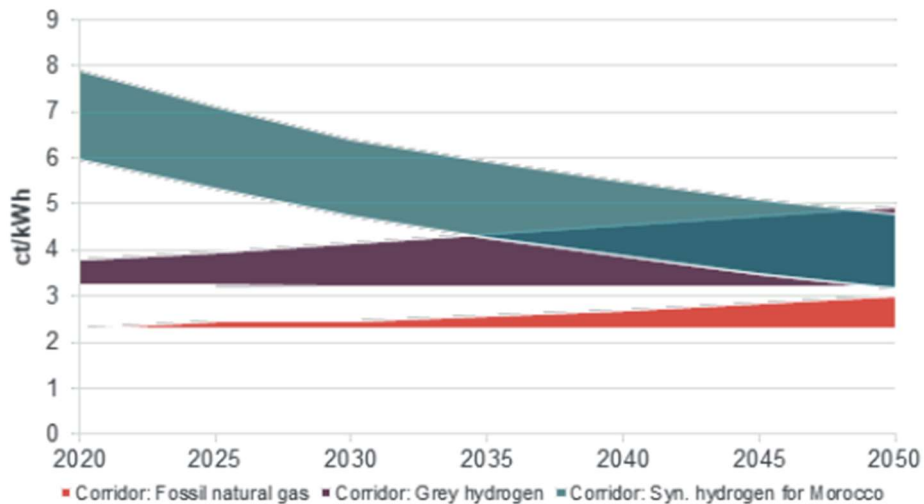


Abbildung 8: Produktionskosten für grünen Wasserstoff (Studie Frontier Economics 2019)

Die Berechnungen der **Boston Consulting Group**³ der im Jahr **2050** zu erwartenden **Kosten** für **importierten Wasserstoff inklusive Transport** per Pipeline (siehe hierzu auch 3.2) aus Nordafrika liegen bei **2,20 EUR/kg**.

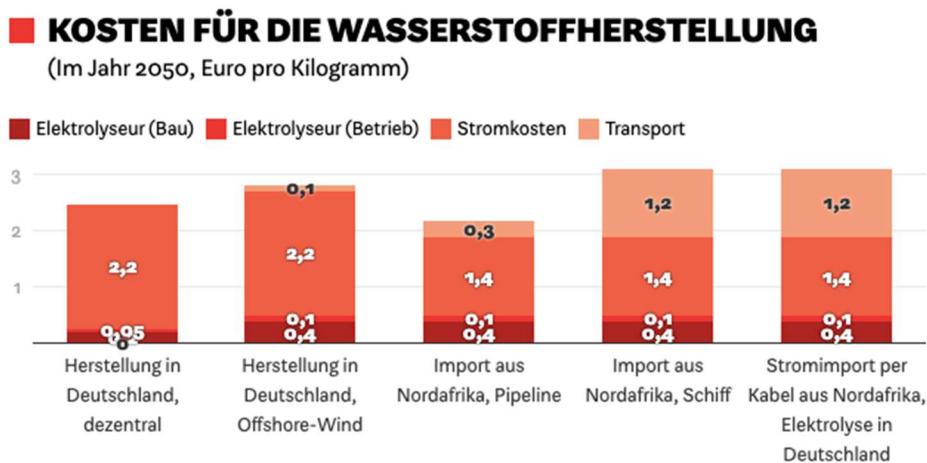


Abbildung 9: Kosten importierter Wasserstoff im Jahr 2050 lt. Boston Consulting Group

³ Boston Consulting Group veröffentlicht in der Wirtschaftswoche vom 14.12.2020 : https://www.wiwo.de/technologie/mobilitaet/analyse-deutschlands-verlangen-nach-wasserstoff-kann-nur-nordafrika-es-stillen/26687168.html?utm_source=pocket-newtab-global-de-DE

Die lokalen **Produktionskosten** für **synthetische Kraftstoffe (Power-to-Liquid)** auf Basis von grünem Wasserstoff mit Verwendung von **CO₂ der Zementindustrie** liegen laut den Berechnungen von **Frontier Economics** aktuell bei **10 bis 12 ct/kWh**; mit Direct Air Capture bei 12 bis 16 ct/kWh. Diese sollten bis **2050** auf **6 bis 8 ct/kWh** bzw. 8 bis 10 ct/kWh fallen.

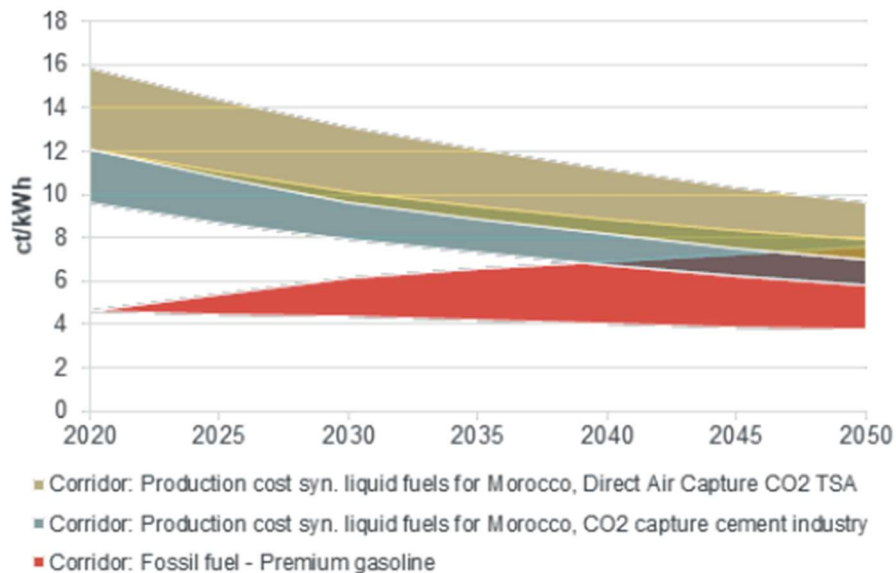


Abbildung 10: Produktionskosten reFuels (Studie Frontier Economics 2019)

Befragte **Experten** von **Siemens Gamesa** gehen davon aus, dass in Marokko **EE-Stromkosten** (bei 6.000 Volllaststunden in kombinierten Solar- und Wind Anlagen) von **unter 20 EUR/MWh** möglich sind.

NAREVA rechnet damit, dass **kombinierte EE-Anlagen** in den kommenden Jahren zu unter **25 EUR/MWh** produzieren werden; die Kosten bei **Windanlagen** (60%) liegen für die geplanten Anlagen im Süden des Landes bei **21 EUR/MWh**.

Da die EE-Stromkosten entscheidend für die **Wettbewerbsfähigkeit** des grünen Wasserstoffs sein werden, wird auch die **Standortwahl** der zuzubauenden EE-Anlagen von großer Bedeutung sein. Hier kommen nicht nur die Verfügbarkeiten von Sonnen- und Windenergie zum Tragen, sondern auch die Verfügbarkeit von und der **Zugang zu Flächen**. Nach Angaben von MASEN und Siemens Gamesa kann die Bereitstellung der Flächen in den dichter besiedelten Gebieten im Norden des Landes aufgrund von Eigentumsverhältnissen und alternativer Flächennutzung schwierig und langwierig sein. Auch NAREVA geht davon aus, dass der **schnelle Zubau** von **EE-Anlagen** mit niedrigen Produktionskosten am ehesten in den **südlichen Gebieten** gelingt.

Inwieweit die Standortwahl der EE-Anlagen auch die Standortwahl einer reFuels-Anlage beeinflusst, wird auch von den Bedingungen für den **Stromtransport** abhängen. Angesichts der relativ hohen Netzentgelte bleibt zu prüfen, über welche Entfernung die Errichtung einer eigenen Hochspannungsleitung (siehe auch 2.9) ökonomisch sinnvoll ist.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Produktion von grünem Wasserstoff wird der **Zugang zu Wasser** sein. Die Nutzung der Frischwasserquellen des Landes für die Energieproduktion ist in

Marokko weder nachhaltig noch politisch gewollt. P2X-Anlagen werden damit stets in **Küstennähe** zu errichten sein und mit einer **Meerwasserentsalzungsanlage** kombiniert werden.

Marokko hat Erfahrung in der Meerwasserentsalzung und treibt den Bau von Anlagen im Rahmen der **nationalen Wasserstrategie** voran; die bislang größte Entsalzungsanlage entsteht derzeit in Ait Chtouka bei Agadir. Mit einer Kapazität von 275.000m³/Tag wird die Anlage für die Trinkwasserversorgung und die Bewässerung der Landwirtschaft genutzt werden.

Entsalzungsanlagen für die industrielle Nutzung werden u.a. von NAREVA und Ciments du Maroc betrieben.

3.4. Forschung zu grünem Wasserstoff

Im Rahmen der Wasserstoffstrategie plant **IRESEN** die Einrichtung einer **Forschungsplattform** mit Pilotanlage (siehe auch 3.5) in Kooperation mit **OCP** und der Universität **UM6P** (Université Mohammed VI Polytechnique) sowie der **Fraunhofer Gesellschaft**. Nach eigenen Angaben wird sich auch das Energieunternehmen NAREVA einbringen. Der **Standort** der Plattform ist **noch nicht entschieden**, wird aber **wahrscheinlich** an einem der OCP-Produktionsstandorte **Jorf Lasfar oder Safi** sein. Das Projekt soll im ersten Halbjahr 2021 konkretisiert werden.

Es ist davon auszugehen, dass IRESEN wie auch im Bereich der solaren Forschung eine starke Rolle in der Wasserstoffforschung übernimmt und die marokkanischen Universitäten über die etablierten Verfahren der Ausschreibung von Forschungsgeldern beteiligen wird.

3.5. Bestehende und geplante Anlagen für die Wasserstoffproduktion

Die **konventionellen Wasserstoffanlagen** in Marokko produzieren v.a. für die Prozesse der **Metallindustrie**. So betreibt das auf **Industriegase** spezialisierte Unternehmen **Air Liquide** zwei Anlagen mit einer Kapazität von 100 m³/h, eine davon bei **Maghreb Steel** in Casablanca. Weitere Anlagen werden vom Konkurrenten **Maghreb Oxygène** der **AKWA Group** sowie von der **SNEP** (Société Nationale de l'Electrolyse) der marokkanischen Ynna Holding, zu der auch die **Ynna Steel** gehört, betrieben. Die Anlage von Air Liquide wird mit regulärem Netzstrom (ca. 9 ct/kWh) versorgt, so dass die Produktionskosten für den industriell genutzten Wasserstoff entsprechend hoch liegen.

Im Zuge der grünen Wasserstoff-Strategie des Landes sind aktuell **folgende Anlagen geplant**:

Die **OCP** plant die Errichtung einer **Power-to-Ammonia** Anlage. Nach Angaben des Unternehmens soll die **Pilotanlage ca. 800 kg/Tag Wasserstoff** und damit **ca. 4 t/Tag Ammoniak** produzieren. Das Unternehmen geht unter den heutigen Bedingungen von Produktionskosten von ca. 500 EUR/t aus; importiertes Ammoniak liegt bei 300 EUR/t. Kostenvorteile sieht die OCP mittelfristig, wenn die Kosten für P2A unter die Beschaffungskosten von grauem Ammoniak fallen. Das Pilotprojekt soll im ersten Halbjahr 2021 konkretisiert werden. Die Anlage ist als Teil der o.g. Forschungsplattform von IRESEN gedacht, an der sich auch die Universität UM6P und das

Fraunhofer Institut beteiligen. Im weiteren Schritt strebt das Unternehmen den **Aufbau einer 20 MW Anlage** an.

NAREVA hat Pläne für eine Pilotanlage für die Produktion von 15.000 t/Jahr **Ammoniak**. Diese soll in den nächsten Jahren in der Nähe der Windparks des Unternehmens bei Akhfennir (W5, W9 – siehe 2.6) entstehen. Als primäre CO₂-Quelle sieht NAREVA **Biomasse** (z.B. Algen) oder die **Direct Air Capture** Technologie; zu letzterer werden bereits Gespräche mit einem deutschen Unternehmen geführt. Für die Verwendung von CO₂ aus der Zementindustrie sieht NAREVA wenig Chancen.

Auch finden im Rahmen der Unterstützung durch BMU Gespräche zu einer **Fischer-Tropsch Anlage mit Direct Air Capture** zwischen **IRESSEN** und der **DECHEMA** (Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie) statt.

MASEN plant den Bau einer **P2X Anlage mit 100 MW**; hierfür hat die **KFW** bereits die **Finanzierung** in Höhe von **300 Millionen EUR** zugesagt. Wo diese Anlage entstehen soll und sie produzieren wird ist bislang ungeklärt. MASEN ist scheinbar ebenso mit den **Niederlanden** zu einer **Anlage zur Herstellung synthetischer Kraftstoffe** von 100 bis 200 MW im Gespräch.

3.6. Zementindustrie als CO₂-Quelle für die reFuels-Produktion

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde in erster Linie die Zementindustrie als mögliche Punktabnahmequelle für CO₂ betrachtet.⁴

Die 4 Unternehmen der **Zementindustrie** Marokkos sind im **Verband APC** (Association Professionnelle des Cimentiers) organisiert. Aktuell hat Marouane Tarfane, Geschäftsführer der Lafarge Holcim Maroc den Verbandsvorsitz inne. Mit knapp über 50% Marktanteil und 6 Zementwerken bedient **Lafarge Holcim Maroc** als größtes Unternehmen den nördlichen Teil des Landes. **Ciments du Maroc** der **Heidelberg Cement Group** bedienen mit 3 Zementwerken im südwestlichen Teil des Landes ca. 25% des Marktes. Cimat Ciment de l'Atlas (2 Werke) und Asment de Temare (1 Werk) teilen sich den restlichen Markt in der Mitte des Landes. Die Produktionskapazitäten aller Unternehmen umfassen 21 Mt /Jahr Zement; allerdings ist der Markt seit 2011 rückläufig und belief sich im Jahr 2018 auf 13 Mt Zement.⁵ Bei einem mittleren Ausstoß von ca. 700 kg CO₂ pro Tonne Zement sind dies ca. **9,1 Mt CO₂** an 12 Produktionsstandorten.

⁴ Die Verwendung von CO₂-Emissionen der fossilen Stromproduktion scheidet aus klimapolitischen Gründen aus. Biomasse aus Abfällen werden direkt in der Landwirtschaft verwendet bzw. würden die Einführung einer Abfalltrennung in Städten bzw. bei Industriebetrieben erforderlich machen. Eine Biogasindustrie besteht (noch) nicht. Die Produktion von Biomasse für die Energiegewinnung ist in Marokko nicht nachhaltig; eine Ausnahme könnten Algen sein. Inwiefern die Produktion von Algen (evtl. mit CO₂-Abgasen der Zementindustrie) die Auflagen für grüne Kraftstoffe erfüllen und dabei wirtschaftlich sein kann, bleibt zu prüfen.

⁵ Daten der von La Vie Eco 2019 veröffentlichten Studie der Bank BMCE Bank Afrika (<https://www.lavieeco.com/economie/immobilier-btp/le-secteur-cimentier-analyse-par-bmce-capital-research/>)

Das Unternehmen Ciments du Maroc der **Heidelberg Cement Group** kommt nach eigenen Angaben auf **ca. 2,7 Mt CO₂**; davon entfallen 1,1 Mt auf den Standort Ait Baha und 0,8 Mt auf den Standort Safi. Ein weiteres Werk ist in Nador in Planung. Das Unternehmen bezieht bereits über 80% seines Stroms aus einer eigenen Windanlage beim Mahlwerk in Laayoune sowie von NAREVA. Mit dem Ziel, seine Nettoemissionen bis 2050 auf 0 zu senken, arbeitet das Unternehmen auch in Marokko an Technologien im Bereich **Carbon Capture and Utilization (CCU)**, wie z.B. **Algenproduktion** am Standort Safi. In den Gesprächen äußerte die Heidelberg Cement Group **Interesse**, an einem möglichen **reFuels-Projekt** in Marokko beteiligt zu sein. Hier wäre zu prüfen, wie die Emissionen v.a. der Standorte Safi und Ait Baha einer entsprechenden Anlage zugeführt werden könnten.

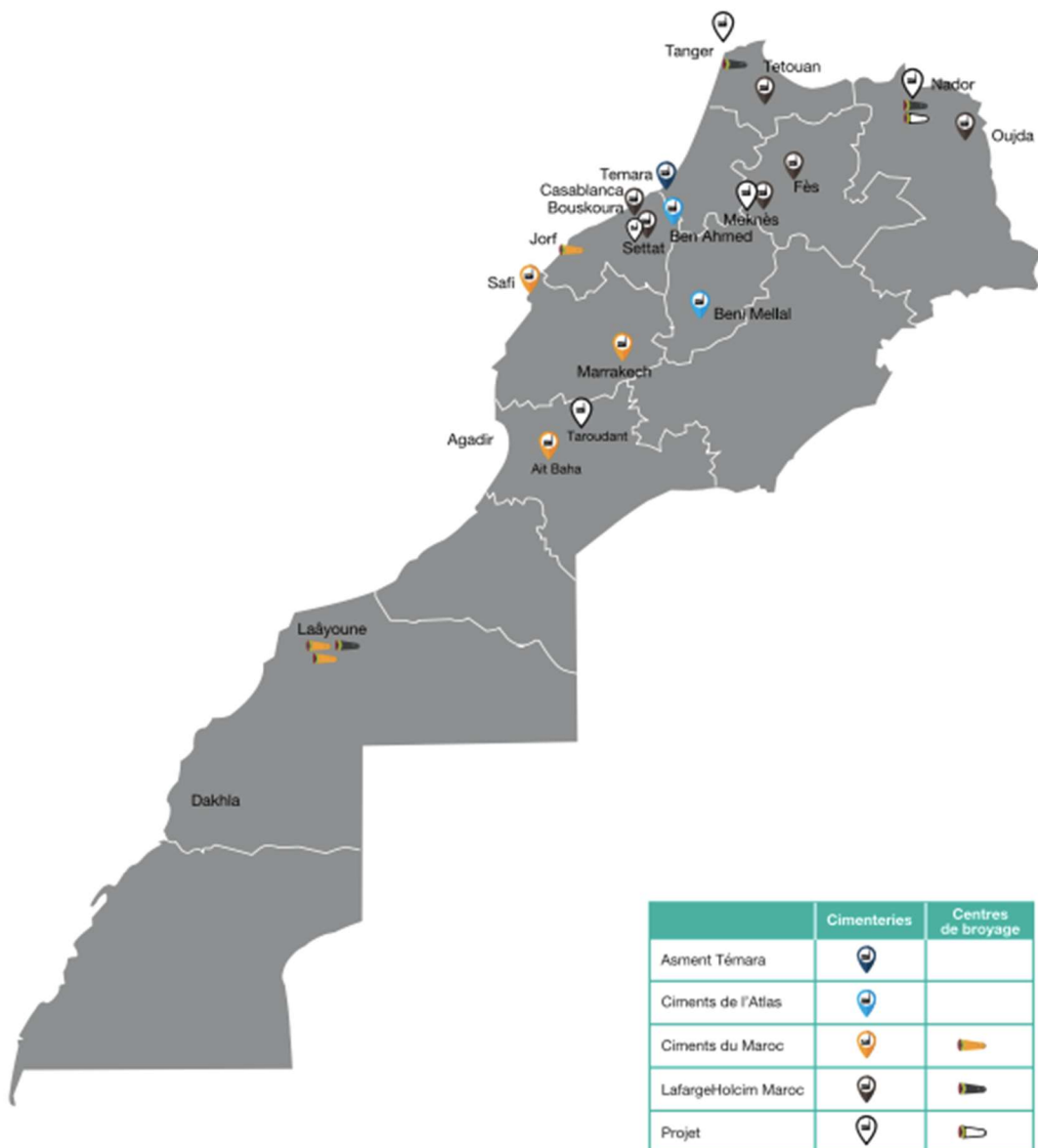


Abbildung 11: Standorte Zementwerke (Karte Verband der marokkanischen Zementindustrie APC)

3.7. Ölindustrie und bestehende Lager- und Transportinfrastruktur

Marokko verfügt über keine eigenen Mineralölvorkommen. Der jährliche **Import** von Flüssigkraftstoffen beträgt nach Angaben der Hafenbehörde ANP **ca. 10 Mt**; 6 Mt Diesel und Benzin werden jährlich im Verkehrssektor verbraucht, Tendenz steigend mit ca. 5%/Jahr.

Die einzige **Raffinerie** des Landes, die SAMIR SA in Mohammedia mit einer Kapazität von ca. 10 Mt, wurde 2015 aufgrund finanzieller Schwierigkeiten und Unregelmäßigkeiten **stillgelegt**. Die Untersuchungen sind bislang nicht abgeschlossen und die weitere Verwendung der SAMIR ist unklar. Seit der Schließung werden ausschließlich raffinierte Flüssigkraftstoffe importiert. Im Jahr 2019 führten Russland und Marokko Gespräche zum Neubau einer Raffinerie bei Nador im Norden des Landes; das Projekt scheint jedoch nicht weiter vorangetrieben zu werden.

Der Import von Flüssigkraftstoffen erfolgt über die mit entsprechender **Infrastruktur** ausgestatteten **Häfen**: 2019 wickelte der Hafen von **Mohammedia**, ca. 30 km nördlich von Casablanca ca. 50% der Importe ab; von Mohammedia aus werden per Küstenschiffahrt weitere Häfen des Landes bedient. An zweiter Stelle liegt der Hafen von **Jorf Lasfar**, ca. 30%, gefolgt von **Agadir**, knapp 10%. Weitere 10% verteilen sich auf die Häfen Nador (im Norden des Landes neben Tanger MED gelegen) und Tantan im Süden, sowie Laayoune und Dakhla in der Westsahara.

Während die Häfen von der **staatlichen Hafenagentur ANP** Agence Nationale des Ports verwaltet werden ist der Betrieb der Häfen weitestgehend an Marsa Maroc vergeben; auch Afriquia der AKWA Group (siehe unten) betreibt eigene Verladeterminale für Flüssigkraftstoffe in den Häfen.

Seit der Stilllegung der Raffinerie im Jahr 2015 sind **Lagerkapazitäten** zum **Engpass** geworden. Politischer Wille ist es, den nationalen Bedarf für 2 Monate bevorraten zu können ; aktuell liegen die Lagerkapazitäten jedoch nur etwas über einem Monat. Für den **Aufbau** weiterer Lagerkapazitäten wurden Flächen um den **Hafen Tanger MED** ausgewiesen.

Der **Verband der Mineralölindustrie** (Groupement des Pétroliers du Maroc GPM) umfasst die 9 größten Akteure. Kurz nach dem Ende der staatlichen Subventionen für Mineralölprodukte und der Liberalisierung des Marktes geriet der Verband in den Verdacht, Marktabsprachen unterstützt zu haben ; die formalen **Aktivitäten** des Verbandes sind bis auf Weiteres **eingestellt**.

Nach Schätzung des Generalsekretärs des GPM bedienen **Afriquia** der **AKWA Group**, **Vivo Energy** (Shell) und **Total** – in genannter Reihenfolge – ca. 60% des Marktes. Afriquia betreibt mit knapp 1.000.000 m³ die wesentlichen Lagerkapazitäten des Landes. Nach dem Ausbau der Lager um den Hafen Tanger MED sind dort mit 508.000 m³ die größten Kapazitäten des Unternehmens entstanden, gefolgt von Casablanca mit 286.000 m³ und Jorf Lasfar mit 105.000 m³.

4. Zusammenfassende Betrachtung und Vorschläge zur weiteren Vorgehensweise

4.1. Voraussetzungen und zu klärende Fragestellungen

Im Rahmen der Studie wurde deutlich, dass seitens der marokkanischen Akteure **Interesse** an einer **Zusammenarbeit** zu einem P2X reFuels-Projekt besteht. Einige Akteure haben bereits **Pilotprojekte** v.a. im Bereich **Power-to-Ammonia** und auch im Bereich der Flüssigkraftstoffe in Vorbereitung und sprechen mit potenziellen internationalen Abnehmern von **reFuels**.

Die **entscheidenden Faktoren** für eine erfolgreiche Projektentwicklung wird die **wirtschaftliche** und **nachhaltige Vereinbarkeit** von **Erneuerbarem Strom, Wasser** und **CO₂** an einem Standort sein; ebenso müssen **Transportwegen** und **Hafeninfrastruktur** für Flüssigkraftstoffe bedacht werden. Folgende **Voraussetzungen** sind zu berücksichtigen:

Mit der Verwendung von Meerwasser liegt der Standort einer P2X-Anlage idealerweise in **Küstennähe**.

Die Anlage benötigt in der geplanten Größe eine Anschlussleistung von 1,5 GW; dies erfordert – sofern 100% Erneuerbarer Strom verwendet werden soll – einen umfassenden **Zubau von EE-Kapazitäten**, was **mehrere Jahre** dauern wird.

Ob die **P2X-Anlage** und die Anlagen für **Erneuerbaren Strom** idealerweise an einem Ort errichtet werden sollten bzw. wie groß deren **Entfernung** sein kann, wird im Wesentlichen von der **Wirtschaftlichkeit** einer (wahrscheinlich) zu errichtenden Stromleitung abhängen bzw. den Konditionen, die für die Netznutzung ausgehandelt werden können (aktuell üblich bei 25-30 EUR/MWh).

Eine mögliche **Nutzung** der in den kommenden Jahren für die **öffentliche Stromversorgung** unter MASEN entstehenden EE-Kapazitäten scheint aus mehreren Gründen **unwahrscheinlich**: die Kapazitäten sind bereits für **nationalen Bedarfe** eingerechnet, die **Vergütungsvereinbarungen** liegen zu hoch für den wirtschaftlichen Betrieb einer P2X-Anlage oder die EE-Anlagen entstehen in den Gebieten der **Westsahara**. Da **Deutschland** die Gebiete der Westsahara nicht als marokkanisches Staatsgebiet anerkennt, ist davon auszugehen, dass ein Projekt mit Beteiligung der **öffentlichen Hand** in diesen Gebieten grundsätzlich **nicht zu realisieren** ist.

Mit Blick auf die Kosten für Erneuerbare eignen sich **kombinierte Anlagen** aus Sonne und Wind an Standorten im **Süden des Landes**. Lässt man die Gebiete der Westsahara außen vor, beginnen die in Frage kommenden Gebiete bei **Tarfaya**. Eventuell kommen Standorte im **Landesinneren** in der **Region Houribga** in Frage. Der Norden des Landes scheint aufgrund der dichten Bebauung und eher ungünstigen Bedingungen für Solarstrom nicht in Frage zu kommen.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit könnten zunächst folgende Varianten auf ihre Machbarkeit geprüft werden:

Variante A: Die P2X-Anlage entsteht im **Raum Essaouira – Safi**, wo gute Bedingungen für Windstrom vorliegen. Die Möglichkeiten für Solarstrom wären zu prüfen. Die Anlage könnte mit CO₂-Emissionen des Zementwerks Safi von Ciments du Maroc der Heidelberg Cement Group (ca. 0,8 Mt CO₂) über eine Pipeline (je nach Standort, bis zu ca. 150 km) versorgt werden. Zusätzliche

Emissionen wären vom Zementwerk Ait Baha (ca. 1,1 Mt CO₂, 300 km Luftlinie) über eine Pipeline zu beziehen. Als Verladehafen könnte Agadir (ca. 200 km südlich), evtl. über eine Pipeline, genutzt werden.

Ob diese Variante realisierbar ist, wird maßgeblich von verfügbaren Flächen für EE-Anlagen und die P2X-Anlage im Raum Essaouira – Safi abhängen. Ebenso wird die Wirtschaftlichkeit angesichts Produktions- und Transportkosten für Strom, sowie Transportkosten von CO₂ und reFuels zu prüfen sein.

Variante B: Die P2X-Anlage wird am **Hafen- und Industriestandort Jorf Lasfar** errichtet. Hier könnte sie zusätzlich mit Windstrom aus der ca. 150 km südlich gelegenen Region Safi – Essaouira versorgt werden; zudem bieten sich ehemalige Phosphatminen und zu rehabilitierende Flächen der OCP in der Region um Khouribga (ca. 200 km östlich von Jorf Lasfar) für die Produktion Solarstrom an. Die Zuführung der CO₂-Emissionen der Zementwerke Safi von Ciments du Maroc Heidelberg Cement und z.B. des Werks Settat von Larfage Holcim (beide ca. 120 km Luftlinie bis Jorf Lasfar) wäre zu prüfen.

Wie unter A bleibt der Zugang zu Flächen für Wind und dessen Produktionskosten in Kombination mit Solarstrom zu prüfen.

Variante C: Die P2X-Anlage entsteht im **Süden**, etwa in der **Region Tantan**, Akhfennir, Tarfaya. Hier wäre der Zugang zu Flächen und die Wirtschaftlichkeit der Stromproduktion vermutlich am ehesten zu gewährleisten. Für die Verschiffung der reFuels könnte der Hafen von Tantan genutzt werden. Allerdings stellt sich an diesem Standort die Frage der Versorgung mit CO₂ aus der Zementindustrie: das nächstgelegene Werk wäre in Ait Baha, ca. 350 km nördlich und könnte für ca. 1,1 Mt CO₂ aufkommen.

Die Nutzung von **Algen** als CO₂-Quelle könnte eine weitere Alternative sein, wenn dadurch die Standortwahl begünstigt werden kann. Hier wäre zu klären, ob dieser Zwischenschritt wirtschaftlich sinnvoll ist bzw. wie sich dies auf die Zertifizierbarkeit im Rahmen der europäischen Erneuerbaren-Energien-Richtlinie bzw. auf die Wirtschaftlichkeit des Projekts auswirkt.

Ebenso sollte die **Direct Air Capture Technologie** als Alternative betrachtet werden. Berechnungen von Frontier Economics zeigen, dass die DAC-Technologie zu Mehrkosten von 15% im Vergleich zu den Kosten einer Punktquelle führt. Eventuell können die höheren Investitionskosten durch die flexiblere Standortwahl und damit niedrigeren Strom- und Stromtransportkosten sowie entfallende Transportkosten für CO₂ ausgeglichen werden.

Lagerkapazitäten für Flüssigkraftstoffe sind angesichts der zu geringen Kapazitäten vermutlich an allen Hafenstandorten zuzubauen.

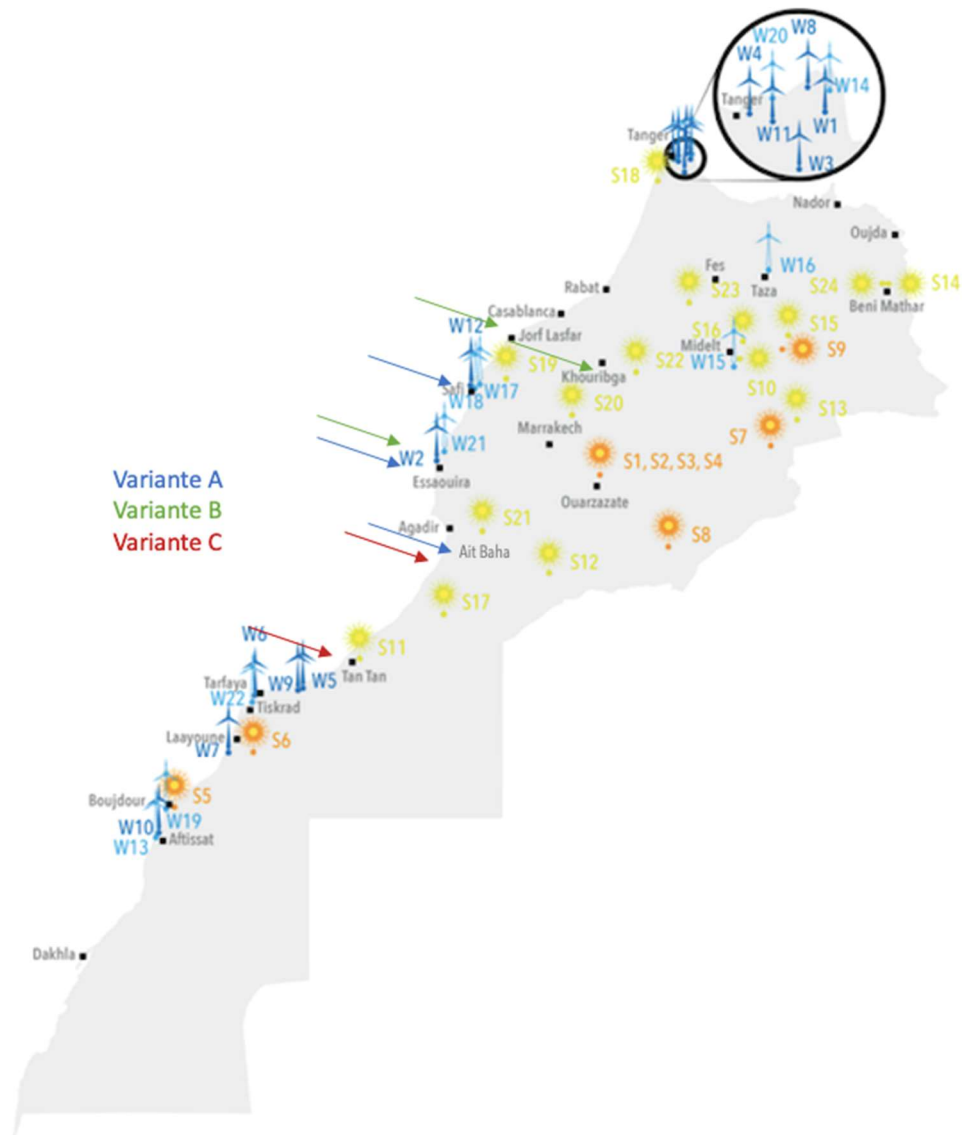


Abbildung 12: Vorschläge zu prüfender Standorte für eine reFuels-Anlage (eigene Darstellung)

4.2. Weiterer Austausch mit möglichen Partnern

Für die Projektentwicklung sollten nach obigen Erkenntnissen vertiefende Gespräche, in erster Linie mit folgenden möglichen Partnern geführt werden:

Energieministerium, um das Projekt offiziell vorzustellen und die Möglichkeiten seiner Integration in die nationale Wasserstoffstrategie zu diskutieren. Ebenso könnte ein deutsch-marokkanischen Austausch wie z.B. ein virtueller Roundtable und mehrere themenspezifische Workshops mit möglichen Partnern der Wirtschaft gemeinsam initiiert werden.

MASEN, um die Möglichkeiten ihrer Beteiligung am Projekt und damit verbunden Finanzierungsmöglichkeiten auf marokkanischer Seite auszuloten. Zudem wären Synergien mit der von MASEN geplanten 100 MW-Anlage mit KFW-Finanzierung zu prüfen.

OCP, um Möglichkeiten der Synergien mit der geplanten Power-to-Ammonia Pilotanlage (vermutlich am Standort Jorf Lasfar oder Safi) auszuloten und evtl. als Partner für den Betrieb einer EE-Anlage auf den Flächen der OCP bei Khouribga.

NAREVA, um Kooperationsmöglichkeiten sowohl beim Aufbau und Betrieb von EE-Anlagen als auch eventuelle Synergien der von NAREVA geplanten Power-to-Ammonia Anlage im Raum Tarfaya auszuloten.

Siemens Gamesa, als deutsches Unternehmen mit umfangreicher Erfahrung im Bau von Windanlagen in Marokko und als Partner für den Zubau.

IRESEN, um Möglichkeiten der gemeinsamen R&D am Standort zu eruieren und evtl. mit Aktivitäten anderer deutscher Partner wie Fraunhofer Institut und DECHEMA zu verbinden.

Heidelberg Cement und **Larfage Holcim**, um die Möglichkeiten der Verwendung von CO₂-Emissionen an den verschiedenen Standorten zu klären.

ONEE-BE, um die Modalitäten des Netzzugangs zu klären.

Ebenso bietet es sich an, mit den jüngeren Akteuren der Erneuerbaren Energien in Kontakt zu treten, wie z.B. das Unternehmen **TAQA** (Betreiber KKW am Standort Jorf Lasfar), das sich für Investitionen im Windsektor interessiert oder Green of Africa der **AKWA Group**, die Teil des Konsortiums der Kraftwerke in Midelt sind.

Auch die Unternehmen **Air Liquide** und **Maghreb Oxygène**, die bereits Wasserstoffanlagen für Industriekunden betreiben, wären im weiteren Austausch einzubeziehen.

Zur geplanten deutsch-marokkanischen Projekt-Veranstaltung (Delegationsreise) sollten ebenfalls die oben genannten **Wirtschaftsverbände** eingeladen werden: **Verband der Energiewirtschaft**, Industrieverband der **Elektrizitäts- und Elektronikindustrie FENELEC**, Verband der **Solar- und Windindustrie AMISOLE**, sowie der Verband der **Metall- und Maschinenbaubranche FIMME** und der noch junge **Wasserstoffverband AMHYD**.

Der Austausch mit **GIZ**, **KFW**, **AHK** sollte fortgeführt und zum gegebenen Zeitpunkt die **deutsche Botschaft** einbezogen werden.

5. Anhang

5.1. Übersicht der genannten Organisationen

Ministerien			
Deutsche Übersetzung	Offizielle Bezeichnung	Minister	Web
Ministerium für Energie, Bergbau und Umwelt	Ministère de l'Énergie, des Mines et de l'Environnement	Mr. Abdelazziz RABAH	www.mem.gov.ma
Ministerium für Infrastruktur, Transport, Logistik und Wasser	Ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau	Mr. Abdelkader AMARA	www.equipement.gov.ma
Ministerium für Industrie, Handel, grüne und digitale Wirtschaft	Ministre de l'Industrie, du Commerce et de l'Économie Verte et Numérique	Mr. Moulay Hafid ELALAMY	www.mcinet.gov.ma
Ministerium für nationale Bildung, berufliche und höhere Bildung und wissenschaftliche Forschung	Ministère de l'Éducation nationale, de la Formation Professionnelle, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique	Mr. Saaid AMZAZI	www.men.gov.ma
Ministerium für Wirtschaft, Finanzen und Reform der Verwaltung	Ministère de l'Économie, des Finances et de la Réforme de l'Administration	Mr. Mohamed BENCHAABOUN	www.finances.gov.ma

Nachgeordnete Behörden und staatliche Einrichtungen			
Deutsche Übersetzung	Offizielle Bezeichnung	Leiter/in	Web
Nationales Amt für Elektrizität und Trinkwasser – Abteilung Elektrizität	ONEE-BE Office National de l'Électricité et de l'Eau potable – Branche Electricité	Mr. Abderrahim EL HAFIDI	www.one.org.ma
Agentur für Nachhaltige Energien	MASEN Moroccan Agency for Sustainable Energy	Mr. Mustapha BAKKOURY	www.masen.ma
Regulierungsbehörde für Elektrizität	ANRE Autorité Nationale de Régulation de l'Electricité	Mr. Abdellatif BARDACH	www.anre.ma
Institut für solare und neue Energien	IRESEN Institut de Recherche en Energie Solaire et Nouvelles Energies	Mr. Badr IKKEN	www.iresen.org
Nationale Agentur für Energieeffizienz	AMEE Agence Marocaine pour l'Efficacité Energétique	Mr. Said MOULINE	www.amee.ma
Nationale Gesellschaft für Energieservices (ESCO)	SIE Société d'Ingénierie Energétique	Mr. Ahmed BAROUDI	www.sie.co.ma
Nationale Hafenbehörde	ANP Agence Nationale des Ports	Ms. Nadia LARAKI	www.anp.org.ma
Nationales Amt für fossile Energievorkommen und Minen	ONHMY Office National des Hydrocarbures et des Mines	Ms. Amina BENKHADRA	www.onhym.com

Organisationen der Wirtschaft			
Deutsche Übersetzung	Offizielle Bezeichnung	Vorsitzender/r	Web
Kommission „Neue Wirtschaft und Klima“ des Dachverbands der marokkanischen Unternehmen	Commission „Nouvelle Economie et Climat“ au sein de la CGEM Confédération Générale des Entreprises du Maroc	Mr. Said ELHADI (GF NAREVA)	www.cgem.ma
Verband der Energiewirtschaft	Fédération de l’Energie	Mr. Mohammed Rachid IDRISSE KAITOUNI	www.fedenerg.ma
Industrieverband der Elektrizitäts- und Elektronikindustrie	FENELEC Fédération Nationale de l’Electricité et de l’Electronique	Mr. Ali EL HARTI	www.fenelec.com
Verband der Metall- und Maschinenbaubranche	FIMME Fédération des Industries Métallurgiques Mécaniques et Electromécaniques	Mr. Tarik AITRI	www.fimme.org
Verband der Solar- und Windindustrie	AMISOLE Association Marocaine des Industries Solaires et Eoliennes	Mr. Khalid SEMMAOUI	www.amisole.ma
Solarcluster	Cluster Solaire	Mr. Mustapha BAKKOURY	www.clustersolaire.ma
Verband der Wasserstoffwirtschaft	AMHYD Association Marocaine pour l’Hydrogène	Mr. Adil GAOUJ	www.amhyd.ma
Verband der Mineralölindustrie (bis auf weiteres inaktiv, lfd. Untersuchungen wg. Preisabsprachen)	GPM Groupement des Pétroliers au Maroc		

5.2. Konsultierte Personen

Folgende Personen wurden im Rahmen der vorliegenden Studie konsultiert			
Organisation / Unternehmen	Offizielle Bezeichnung	Name	Funktion
Ministerium für Energie, Bergbau und Umwelt	Ministère de l'Énergie, des Mines et de l'Environnement	Mr. Hassan HAITAM	Leiter Abteilung fossile Energieträger
Ministerium für Energie, Bergbau und Umwelt	Ministère de l'Énergie, des Mines et de l'Environnement	Mr. Mohammed Rachid IDRISSI KAITOUNI	Leiter Abteilung Elektrizität
Ministerium für Infrastruktur, Transport, Logistik und Wasser	Ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau	Mr. Noureddine DIB	Leiter Abteilung Straßentransport
MASEN	Moroccan Agency for Sustainable Energy	Mr. Hicham BOUZEKRI	Leiter Abteilung R&D und industrielle Integration
IRSESEN	Institut de Recherche en Energie Solaire et Nouvelles Energies	Mr. Samir RACHIDI	Leiter Bereich P2X
AMISOLE Verband Solar- und Windindustrie	Association Marocaine des Industries Solaires et Eoliennes	Mr. Ahmed SQUALLI	Generalsekretär
Verband der Wasserstoffwirtschaft	AMHYD Association Marocaine pour l'Hydrogène	Mr. Adil GAOUI	Präsident
NAREVA		Mr. Hamza GUENNOUN	Leiter Business Development
Siemens Gamesa		Mr. Johannes Pieter COOLS	Geschäftsführer Marokko
OCP staatliches Phosphatunternehmen	Office Chérifien des Phosphates	Mr. Karim SAOUD	Leiter Abteilung Energie, Wasser und Kreislaufwirtschaft

Verband der Mineralölindustrie	GPM Groupement des Pétroliers au Maroc	Mr. Youssef AHERDANE	Generalsekretär
Nationale Hafenbehörde	ANP Agence Nationale des Ports	Mr. Mohamed JAJA	Abteilung Infrastruktur
Heidelberg Cement Group - Ciments du Maroc		Mr. Matteo ROZZANIGO	Geschäftsführer
Heidelberg Cement Group		Mr. Frederik NEUHAUS	Referent des Vorstands
Heidelberg Cement Group		Mr. Christoph REISSFELDER	Leiter Hauptstadtbüro
Schwenk Zement		Mr. Jürgen THORMANN	Werksleiter
ZSW Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoffforschung BW		Ms. Maike SCHMIDT	Leiterin Fachgebiet Systemanalyse
AHK Deutsch-marokkanische Handelskammer	AHK Chambre Allemande de Commerce et d'Industrie au Maroc	Mr. Andreas WENZEL	Geschäftsführer
GIZ Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit		Mr. Ekkehard LINCKE	Pro Energieinfrastruktur im Oriental, Marokko
GIZ Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit		Mr. Veit-Clemens RAISCH	Co-Vorsitzender PAREMA deutsch-marokkanische Energiepartnerschaft
GIZ Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit		Mr. Hatim KSISSOU	Berater PAREMA deutsch-marokkanische Energiepartnerschaft

5.3. Weiterführende Informationen

PtX Roadmap for Morocco – Study prepared for the Moroccan Ministry of Energy, Mines & Environment. 2020. Frontier Economics im Auftrag des Ministeriums für Energie, Bergbau und Umwelt mit Unterstützung der Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GIZ.

Statistische Informationen zum marokkanischen Energiesektor des Observatoire de l’Energie au Maroc abrufbar unter: <https://www.observatoireenergie.ma/>

Gesetzestexte für den marokkanischen Energiesektor abrufbar beim Ministerium für Energie, Bergbau und Umwelt unter <https://www.mem.gov.ma/Pages/TextesReglementaires.aspx>

Solar- und Windatlas Marokko abrufbar bei IRESEN: <http://solarforafrica.net/map/>

Anlagen Erneuerbare Energien abrufbar bei MASEN: <https://www.masen.ma/fr/projets>

Anlagen Erneuerbare Energien abrufbar beim Ministerium für Energie, Bergbau und Umwelt unter: <https://www.mem.gov.ma/Pages/secteur.aspx?e=2>

Projekte der KfW Marokko abrufbar unter <https://www.kfw-entwicklungsbank.de/Internationale-Finanzierung/KfW-Entwicklungsbank/Weltweite-Pr%C3%A4senz/Nordafrika-und-Nahost/Marokko/>

Projekte der GIZ Marokko abrufbar unter <https://www.giz.de/de/weltweit/340.html>

Lessons from Power Sector Reform – the Case of Morocco. Policy Research Working Paper 8969. 2019. World Bank Group. Amegroud, T., Usman, Z. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/32221/WPS8969.pdf>

Revue des Infrastructures au Maroc. 2019. World Bank Group. <http://documents1.worldbank.org/curated/en/747981576240888844/pdf/Revue-des-Infrastructures-au-Maroc.pdf>

Implementation of Nationally Determined Contributions – Morocco Country Report. 2018. Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-11-30_climate-change_30-2018_country-report-morocco.pdf