

Schlussbericht gemäß Anlage 2 zu Nr. 8.2 NKBF 98

ZE: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH	Förderkennzeichen: 03EIV181A
Vorhabenbezeichnung: MENA-Fuels: Roadmaps zur Erzeugung nachhaltiger synthetischer Kraftstoffe im MENA-Raum zur Dekarbonisierung des Verkehrs in Deutschland Teilvorhaben A: Modellierung und Bewertung der Technologiepfade sowie Gesamtprojektleitung	
Laufzeit des Vorhabens: 01.12.2018 – 30.06.2022	
Berichtszeitraum: 01.12.2018 – 30.06.2022	

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

I. Kurze Darstellung zu

1. Aufgabenstellung

Deutschland hat im Jahr 2021 beschlossen, bis 2045 klimaneutral zu werden. Dies bedingt eine vollständige Umstellung nicht nur des Energiesektors, sondern auch des Verkehrs- und des Industriesektors. Neben verhaltensbedingten Maßnahmen stehen dabei zwei technische Strategien im Vordergrund: einerseits die direkte Elektrifizierung des Verkehrs auf Basis erneuerbarer Energien (*Elektromobilität*), andererseits die indirekte Elektrifizierung über die Nutzung gasförmiger und flüssiger Kraftstoffe, die aus grünem Wasserstoff hergestellt werden („*synthetische Kraftstoffe*“).

Mitgedacht werden muss dabei die Dekarbonisierung bzw. Defossilisierung der Industrie. Insbesondere in der Grundstoffindustrie mit ihren hohen THG-Emissionen kommen ebenfalls Strategien basierend auf der indirekten Nutzung erneuerbarer Energien zum Tragen (Einsatz von grünem Wasserstoff z. B. in der Stahlindustrie und der Chemieindustrie, andererseits der Einsatz von „grünem Feedstock“). Daher sollten Synergien oder Konkurrenzen zwischen Verkehrs- und Industriesektor von Beginn an mitberücksichtigt werden.

Je nach Strategie stellt sich die Frage, woher und zu welchen Kosten der Bedarf an Strom aus erneuerbaren Energien (EE), Wasserstoff und seinen synthetischen Folgeprodukten (synthetische Kraftstoffe bzw. Grundstoffe) gedeckt werden könnte. Das Vorhaben MENA-Fuels hat diese Frage aufgegriffen und in einem methodisch erweiterten Kontext untersucht. Als potenzielle Importregion wurde hierfür die MENA-Region (Middle East/North Africa) gewählt.

Die zentrale Forschungsfrage des Vorhabens lautete dabei: „Welche Rolle könnte der MENA-Region bei der Versorgung Deutschlands (und Europas) mit grünen synthetischen Brenn- und Kraftstoffen, chemischen Grundstoffen oder deren Vorprodukten zukommen?“

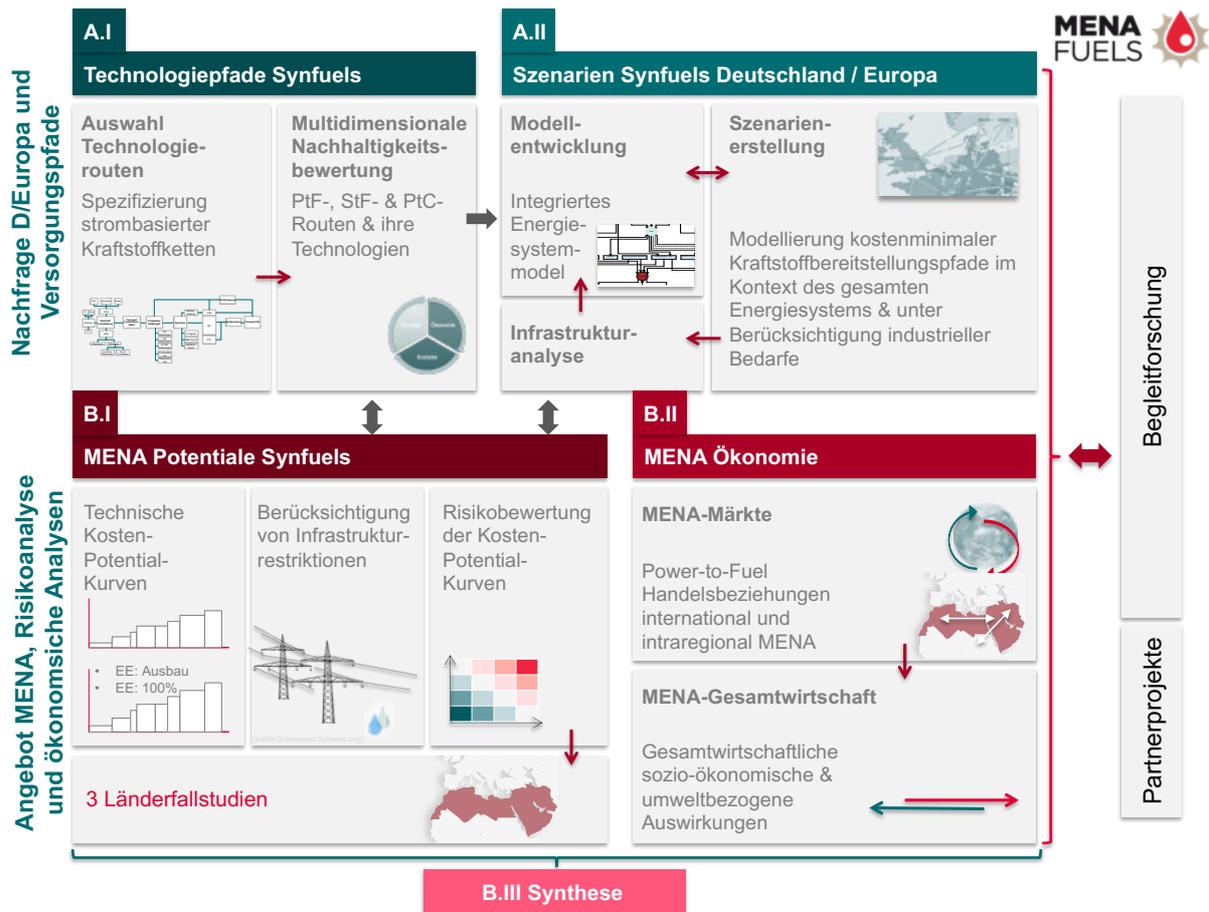
2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Bisherige Studien haben jeweils einzelne, meist technische Bausteine möglicher Dekarbonisierungsstrategien aufgegriffen. Beispiele sind die Analyse und Optimierung einzelner Prozesse wie z. B. spezielle Fischer-Tropsch-Verfahren oder die Planung von Demonstrationsanlagen durch Kraftstoffgewinnung via Elektrolyse. Vereinzelt gibt es multikriterielle Bewertungen wie z. B. die allgemeine, nicht auf MENA bezogene Bewertung von Wasserstofftechnologien und der Herstellung von synthetischen Kraftstoffen und Chemikalien im BMWi-Projekt „Technologien für die Energiewende“. Hinsichtlich des Einsatzes synthetischer Kraftstoffe in Deutschland gab es zu Projektbeginn einzelne Szenariostudien, die jedoch nicht als integrierte Analyse von Strom-, Wärme-, Industrie- und Verkehrssektor erfolgten, sondern den Verkehrsbereich separat betrachten. Eine Ausnahme für eine integrierte Betrachtung bildeten die Szenarien von Fraunhofer ISE, die für Deutschland den Umfang des Einsatzes synthetischer Kraftstoffe mit einem integrierten Energiesystemmodell untersucht haben. Allerdings ist der Verkehrssektor dort nur relativ abstrakt und stark vereinfacht abgebildet gewesen; zudem wurde die Möglichkeit des Imports strombasierter Kraftstoffe nicht vorgesehen.

Mit Blick auf den MENA-Raum sind in den letzten Jahren verschiedene Studien erstellt worden, deren Fokus jedoch die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und ein möglicher Stromexport nach Europa war (Stichwort „Desertec“). Bisher gab es für Deutschland daher keine detaillierte Analyse und ganzheitliche Bewertung möglicher Ausbaupfade strombasierter Kraftstoffe und deren Beitrag zur Dekarbonisierung bzw. Defossilisierung des Verkehrssektors unter Verwendung eines integrierten Energiesystemmodells und damit der Sicherstellung einer hinreichenden Rückkopplung zwischen Strom-, Wärme-, Verkehrs- und Industriesektor. Weiterhin gab es bisher keine systematische Analyse der Kosten-Potenziale für synthetische Kraftstoffe selber oder ihrer Vorprodukte wie bspw. Wasserstoff oder Methanol aus möglichen Exportländern, keine Risikobewertung dieser Länder und ebenso keine Analysen möglicher Importrouten bzw. Handelsbeziehungen zwischen potenziellen Erzeuger- und Abnehmerländern. Aber auch eine umfassende multikriterielle Bewertung der verschiedenen Technologien und infrage kommender Technologierouten inkl. des Einsatzes im MENA-Raum nach einem konsistenten Ansatz wurde vorher nicht durchgeführt.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Vorhaben erfolgte in vier sich ergänzenden Teilprojekten (siehe Abbildung):



Projektteil A: Nachfrage nach EE-Strom, Wasserstoff und seinen synthetischen Folgeprodukten und Bestimmung kostenoptimaler Versorgungspfade für Deutschland/Europa

- Im Teilprojekt A.I wurde der Entwicklungsstatus der zur Herstellung synthetischer Kraftstoffe und Grundstoffe benötigten Technologien aufgearbeitet. Anschließend wurden die Technologien aus einer ganzheitlichen Perspektive (ökologisch, ökonomisch, technologisch, gesamtsystemisch) bewertet, um ihre jeweiligen Chancen und Hemmnisse sowie Entwicklungspotenziale aufzuzeigen. Zudem wurden exemplarisch Ökobilanzen für die Herstellung synthetischen Kerosins über verschiedene Herstellungsrouten untersucht.
- Im Teilprojekt A.II wurden zunächst drei unterschiedliche Nachfrageszenarien für EE-Strom, Wasserstoff und seine synthetischen Folgeprodukte für Deutschland und Europa hergeleitet. Die Nachfrageszenarien spiegeln drei mögliche Entwicklungen hinsichtlich der Art der Antriebstechnologien und damit der Energieversorgung des Verkehrssektors wider, basieren aber auf den gleichen Annahmen zum Modal Split. Anschließend wurden auf Basis eines Energieversorgungsmodells kostenminimaler Versorgungspfade Deutschlands und Europas mit diesen Energieträgern aus der MENA-Region bestimmt. Die Analysen, die auf den im Teilprojekt B.I ermittelten Exportpotenzialen aufbauten, erfolgten einmal ohne und einmal mit Berücksichtigung von Länderrisiken.

Projektteil B: Angebot an EE-Strom, Wasserstoff und seiner synthetischen Folgeprodukte in der MENA-Region, Risikobewertung und makroökonomische Bewertung

- Teilprojekt B.I ermittelte zunächst für die einzelnen MENA-Länder und Regionen Kosten-Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie daraus erzeugter synthetischer Kraftstoffe und bewertete sie kostenseitig. Zur Ermittlung des Exportpotenzials wurde von diesen technischen Potenzialen der langfristig nötige Eigenbedarf der einzelnen Länder abgezogen. Dieser wurde für jedes Land über Langfristszenarien zur Versorgung mit 100 % erneuerbaren Energien ermittelt. Parallel wurden die betrachteten MENA-Länder und Regionen hinsichtlich ihrer Mikro- und Makro-risiken bewertet und die Risiken in Form von Kostenaufschlägen eingespeist. Schließlich erfolgte in drei Kurzstudien für ausgewählte Länder (Marokko, Jordanien, Oman) die Untersuchung der infrastrukturellen und industriellen Rahmenbedingungen zur Entwicklung eines Exportsektors für Was-

serstoff und synthetische Folgeprodukte sowie die Identifizierung relevanter Stakeholder und deren Interessen.

- Im Teilprojekt B.II wurde im ersten Teil ein Welthandelsmodell entwickelt, mit dem Handelsbeziehungen und Absatzmärkte für grünen Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe analysiert wurden. Dabei interessieren zukünftige Wettbewerbsbeziehungen zwischen Ländern außerhalb von Europa und der MENA-Region, aufgrund derer die oben ermittelten Potenziale möglicherweise nicht für den Import nach Deutschland zur Verfügung stehen könnten. Im zweiten Teil wurden die gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungs-, Bruttowertschöpfungs- und THG-Emissions-Effekte der Versorgungspfade ermittelt. Hierfür wurde ein multiregionales Input-Output-Modell verwendet, in welchem die unterschiedlichen nationalen Produktionsstrukturen und die Zusammensetzung der möglichen Investitionen sowohl in den MENA-Ländern als auch in Deutschland berücksichtigt wurden.
- Im Teilprojekt B.III wurden die Ergebnisse der vorherigen Teilprojekte zusammengeführt und in einem Synthesebericht zentrale Schlussfolgerungen in Bezug auf die Forschungsfrage gezogen.

Das Teilvorhaben des Wuppertal Instituts bezieht sich auf die folgenden Arbeitspakete:

- Teilprojekt A.I: Arbeitspakete 1-2
- Teilprojekt A.II: Arbeitspakete 3-5
- Teilprojekt B.I: Arbeitspakete 7-8
- Teilprojekt B.II: Arbeitspaket 10
- Teilprojekt B.III: Arbeitspaket 11
- Teilprojekt C: Arbeitspaket 12 (Projektmanagement)

4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde, insb.

- **Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden,**

Hier nicht relevant

- **Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste,**

Die verwendete Literatur ist in jedem der 14 Teilberichte aufgelistet.

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das Vorhaben wurde zur Diskussion der Plausibilität der Annahmen und Ergebnisse von zwei Expertenbeiräten begleitet, die einerseits interessierte Industrievertreter*innen aus Deutschland (*Industriebeirat*) und andererseits relevante Akteure und Akteurinnen aus der MENA-Region (*MENA-Fuels Beirat*) umfassen. Die Beiräte haben sich drei- bis viermal während der Projektlaufzeit getroffen und konnten das Konsortium mit wertvollen Informationen und Diskussionsbeiträgen unterstützen.

Gleichzeitig war das Projekt MENA-Fuels als Teil der BMWK-Förderinitiative *Energiewende im Verkehr* in die *Begleitforschung BEniVer* eingebunden, mit der ebenfalls ein fruchtbarer Austausch bezüglich der Methoden und Annahmen stattfand.

II. Eingehende Darstellung

1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

Das Vorhaben MENA-Fuels lieferte zahlreiche innovative Ergebnisse. Dabei konnten alle vorgegebenen Ziele umgesetzt werden. Da alle Ergebnisse miteinander zusammenhängen, werden im Folgenden auch die Teile der Verbundpartner DLR und IZES dargestellt.

a) Methoden

- [Wuppertal Institut] AP 1: Entwicklung eines innovativen **Bewertungsframeworks** für eine ganzheitliche Bewertung neuer Technologien.
- [Wuppertal Institut, DLR] AP 2: **Ganzheitliche Bewertung** verschiedener Technologien zur Produktion von synthetischen Kraftstoffen und Grundstoffen mit dem Ziel, frühzeitig Chancen und Ri-

siken der möglichen Einführung strombasierter Kraftstoffe aufzuzeigen.

- [Wuppertal Institut] AP 2: Erstellung **prospektiver Ökobilanzen** zur Herstellung synthetischen Kerosins über die Fischer-Tropsch- und die Methanol-Route für die Jahre 2030 und 2050 und Vergleich der Herstellung in Deutschland im Vergleich zur MENA-Region.
- [Wuppertal Institut] AP 4: Entwicklung von drei **Nachfrageszenarien**, um eine unterschiedliche Nachfrage nach EE-Strom, Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen für den Verkehrsbereich in Deutschland und Europa aufzuzeigen.
- [Wuppertal Institut] AP 4: Berücksichtigung auch der Stoffbedarfe einer **klimaneutralen Industrie**, da sie sich zum Teil mit der Nachfrage des Verkehrssektors überschneiden (Wasserstoff oder Grundstoffe wie Methanol).
- [Wuppertal Institut] AP 3/5: Weiterentwicklung des **Energieversorgungsmodells** und Ermittlung von **kostenminimalen Versorgungspfaden** zwischen den MENA-Ländern und Deutschland/EU durch Optimierung der Kraftstoffbereitstellungspfade.
- [Wuppertal Institut] AP 3/5: Berechnung **kostenminimaler Versorgungspfade** zwischen den MENA-Ländern und Deutschland/EU unter Berücksichtigung der in AP 7 ermittelten **Risikobewertungen** (länderspezifische WACCs) sowie deren Veränderungen bei einer allgemeinen positiven und einer herausfordernden Entwicklung in den betrachteten Ländern.
- [DLR] AP 6: Modellierung von **Energieszenarien** für eine Versorgung mit 100 % erneuerbare Energien für die betrachteten 17 MENA-Länder, um den langfristigen Eigenbedarf der MENA-Region zu berücksichtigen.
- [DLR] AP 6: Ermittlung der Erneuerbaren Energien-Potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung der betrachteten 17 MENA-Länder in hoher räumlicher Auflösung
- [DLR] AP 6: Ermittlung von erneuerbare **Energien- und Kraftstoff-Gestehungskosten** und Überführung in technische und risikobewertete **Kosten-Potenziale**.
- [Wuppertal Institut] AP 7: Erstmalige Entwicklung eines **Risiko-Bewertungsframeworks** zur Bewertung von Mikro- und Makrorisiken für Länder mit über 100 Indikatoren und Durchführung von Risikoanalysen für die betrachteten MENA-Länder.
- [Wuppertal Institut] AP 7: Entwicklung eines Ansatzes, um die so erhaltenen Risikobewertungen in länderspezifische **Kapitalkostenaufschläge** zu übertragen, die in die gewichteten durchschnittlichen Kapitalkosten (WACC) einfließen.
- [Wuppertal Institut] AP 8: Durchführung von **drei Länderkurzstudien** (Marokko, Jordanien, Oman), um die theoretischen Ergebnisse für drei ausgewählte Länder an den dortigen infrastrukturellen und industriellen Rahmenbedingungen zu spiegeln und relevante Stakeholder und deren Interessen zu identifizieren.
- [IZES] AP 9: Entwicklung eines **Welthandelsmodells**, welches den Handel an den Chancen der Gewinnmaximierung ausrichtet und neben Gestehungskosten auch WACC, Transportkosten, Handelsbeschränkungen (Embargos) und Zölle berücksichtigt, und Untersuchung globaler Versorgungspfade
- [Wuppertal Institut] AP 10: Anpassung eines **multi-regionalen Input-Output-Modells** und erstmalige Analyse von Auswirkungen potenzieller Versorgungspfade aus gesamtwirtschaftlicher Sicht.
- [Wuppertal Institut, DLR, IZES] AP 11: **Zusammenführung der Ergebnisse** aller Teilprojekte und Erstellung eines Syntheseberichts mit zentralen Schlussfolgerungen sowie Handlungsoptionen und Forschungsbedarf; zudem Einschätzung der Übertragbarkeit auf andere Lieferländer als der MENA-Region

b) Ergebnisse

Geht man vom Stand und den Gestehungskosten der derzeitigen Technologien, den Annahmen zu ihrer langfristigen Entwicklung, den verfügbaren Daten zu den Ressourcen in der MENA-Region sowie den hier eingesetzten Modellen aus, so sind neun Aspekte zu nennen, die die zentrale Forschungsfrage beantworten:

(1) **Sehr hohe technische Potenziale für EE-Strom, Wasserstoff und Synfuels:** In der MENA-Region sind mit ca. 413.000 TWh/a sehr große Erzeugungspotenziale an erneuerbaren Energien vorhanden, insbesondere bei der Nutzung von Solarenergie (PV, CSP). Entsprechend sind auch die Potenziale zur Herstellung von Wasserstoff und Synfuels sehr groß, selbst nach Abzug des langfristigen Eigenbedarfs der MENA-Region für eine komplette Umstellung auf erneuerbare Energien. Verglichen mit dem möglichen Bedarf an Synfuels in Europa im Jahr 2050 bei einer breiten Variation der Antriebstechnologien liegen die möglichen Exportpotenziale um den Faktor 10 (aus Wind) bis Faktor 210 (aus Solar) höher. Betrachtet man nur die Versorgung Deutschlands, sind die Faktoren noch einmal um das 5,6-fache höher.

(2) **Sehr große kostengünstige Potenziale für EE-Strom, Wasserstoff und Synfuels:** Auch wenn die Potenziale an erneuerbaren Energien unterschiedlich verteilt sind, weisen nahezu alle MENA-Länder und -Regionen bedeutende Erzeugungspotenziale mit geringen Gestehungskosten auf und kommen damit zur Herstellung von Synfuels in Frage. In den günstigsten Standorten liegen die PtL-Gestehungskosten – gerechnet bei mittleren Investitionskosten – im Jahr 2030 bei 1,92 – 2,65 EUR/l und im Jahr 2050 bei 1,22 – 1,65 EUR/l (eine positive Entwicklung von Investitionsbedingungen in der Region vorausgesetzt). Das Exportpotenzial von Kraftstoffen, die für unter 2 EUR/l hergestellt werden können, beläuft sich selbst bei negativer Entwicklung von Investitionsbedingungen im Jahr 2050 auf ca. 26.000 TWh/a. Es stammt in diesem Fall vorwiegend aus Ländern mit guten technischen Potenzialen und stabilen Investitionsbedingungen. Bei positiver Entwicklung von Investitionsbedingungen beläuft sich dieses sogar auf ca. 48.000 TWh/a.

(3) **Investitionsumfeld entscheidet über potenzielle Exportregionen:** Die Analyse zeigt jedoch auch auf, dass in der Bewertung möglicher Exportpotenziale aus der MENA-Region nicht nur das kostengünstigste EE-Potenzial, sondern auch das Investitionsumfeld entscheidend ist. Die Berücksichtigung von Investitionsrisiken in den Ländern der MENA-Region hat einen signifikanten Einfluss auf die Kosten des Wasserstoffs und seiner Folgeprodukte und damit auf die Auswahl der potenziellen Exportländer. Die Risiken wurden dabei als länderspezifische gewichtete durchschnittliche Kapitalkosten (WACC) umgesetzt. Während länderspezifische WACCs im Rahmen von Energiesystemmodellen bisher nur sehr begrenzt in die systematische Bewertung von Potenzialen einbezogen wurden, wurden hier erstmals Investitionsrisiken für alle betrachteten MENA-Länder abgeschätzt und entsprechend eingepreist. Trotz der aussagekräftigen Ergebnisse bleibt jedoch eine vollständige Quantifizierung der Länderisikofaktoren schwierig und hängt immer eng mit den aktuellen politischen Entwicklungen zusammen, die sich auch kurzfristig stark verändern können.

(4) **Komplementäre Modelle mit ähnlichen Ergebnissen:** Während die oben dargestellten Ergebnisse der Energiemodelle rein auf der Analyse von Gestehungskosten basieren, bezieht das parallel entwickelte Handelsmodell zusätzlich Handelsbeschränkungen (Embargos) und Zölle mit ein und analysiert zudem eine Vielzahl weiterer Länder außerhalb der MENA-Region. Auch das Handelsmodell kommt zum Schluss, dass MENA-Länder trotz geringer Erzeugungskosten und sehr großer Exportpotenziale nur dann interessante Partner für Deutschland oder die EU werden würden, wenn die Kapitalkosten für Investoren ein Niveau erreichen, das zu einem wirklichen Wettbewerbsvorteil führt. Ansonsten könnte sich die EU einerseits weitgehend selbst versorgen, andererseits würden bei globaler Öffnung und Verfügbarkeit Länder in Amerika und Ozeanien als Handelspartner für die EU eine zunehmend wichtige Rolle spielen.

(5) **Gestaltung der ökonomischen Rahmenbedingungen wichtig:** Um mittelfristig auch den Export aus Ländern mit kostengünstigen Potenzialen, aber hohen Risikokosten zu ermöglichen, sind grundsätzlich zwei Optionen möglich: Einerseits könnten Risiken für den erneuerbaren Energiesektor und den synthetischen Kraftstoffsektor durch entsprechende Maßnahmen in den Ländern selber reduziert werden. Dies dürfte im Bereich der Makrorisiken wie der allgemeinen politischen und wirtschaftlichen Stabilität oder einem schlechten allgemeinen Geschäftsklima jedoch schwieriger sein als bei Mikrorisiken, die sich speziell auf Sektorentwicklung beziehen und beispielsweise die Einfachheit und Schnelligkeit von Genehmigungsprozessen, vorhandene Fachexpertise, aber auch generelle politische Prioritäten beim Ausbau von erneuerbaren Energien umfassen. Andererseits könnte durch staatliche oder multilaterale Finanzierungsinstrumente Kapital zu geringeren Kosten bereitgestellt werden. Der Einfluss von internationalen Finanzinstitutionen wie Weltbank, EBRD, KfW sowie internationalen Risk Mitigation Mechanismen wurde in der Analyse jedoch nicht gesondert analysiert.

(6) **Transport der Energieträger von Bedeutung:** Wie die Ergebnisse des Energieversorgungsmodells aufzeigen, spielt die Höhe der Transportkosten eine wesentliche Rolle, wenn es um die Art des zu transportierenden Produktes (Strom, Wasserstoff oder Synfuels) geht. Gemäß der Modellergebnisse würde der Transport von Energie von MENA nach Europa über weite Distanzen vorwiegend in Form von Wasserstoff und Synfuels erfolgen. Der Grund sind die vergleichsweise geringen Trans-

portkosten und die bessere Ausnutzung der Erzeugungspotenziale am Herstellungsort. Strom hingegen würde (nahezu) vollständig innerhalb Europas produziert werden, da der Stromtransport mit vergleichsweise hohen Kosten verbunden ist.

(7) Starker Ausbau der erneuerbaren Energien in der MENA-Region Voraussetzung: Die Arbeiten zu den MENA-Szenarien haben gezeigt, dass eine THG-neutrale Energieversorgung der MENA-Länder ohne fossile Energieträger selber bereits eine enorme Herausforderung darstellen wird. Der geschätzte erforderliche Ausbau an Erzeugungskapazitäten für Solar- und Windstrom zur Eigenversorgung liegt je nach Szenario bei insgesamt 4.500 GW bis knapp 9.000 GW bis zum Jahr 2050. Ein zusätzlicher Ausbau der EE-Stromerzeugung in der MENA-Region für den Export von Synfuels sollte nicht auf Kosten der eigenen Energietransformation gehen, da sonst die globalen Ziele konterkariert würden. Folglich müssen in den möglichen Exportländern der MENA-Region bei einem großskaligen Aufbau einer Synfuels-Produktion die EE-Ausbauziele und -entwicklungen deutlich intensiviert werden. Idealerweise sollten sich beide Zielsetzungen – inländische Versorgung und Export – gegenseitig verstärken.

(8) Synfuels bis spätestens 2030 fast alle großskalig verfügbar: Die Technologiebewertung zeigt, dass bis 2030 fast alle betrachteten synthetischen Kraftstoffe bei stetiger Weiterentwicklung der Prozesse großskalig hergestellt werden könnten. Viele benötigte Technologien wie die Meerwasserentsalzung, Syntheseverfahren oder der Methanol-to-Gasoline-Prozess sind bereits weit entwickelt – die Herausforderung besteht oft in der Integration mit der Strom- und Wärmerzeugung aus erneuerbaren Energien. Für zentrale Prozesse wie die CO₂-Abtrennung und -Nutzung besteht dagegen noch umfangreicher Entwicklungsbedarf. Dies gilt auch für die weiteren Aufbereitungsverfahren LOHC-Kopplung, Methanol-to-DME, Methanol-to-Kerosin und Methanol-to-OME, für die eine großskalige Verfügbarkeit bis 2030 oder 2040 angenommen wird.

(9) Ökobilanzen zeigen große Reduktion der Klimawirkung: Für die exemplarisch bilanzierten PtL-Prozessketten zur Herstellung synthetischen Kerosins über die Fischer-Tropsch- sowie über die Methanolroute weist der synthetische Kraftstoff eine deutlich geringere Klimawirkung auf als die fossile Referenz. Im Fall, dass das für die Synthese benötigte CO₂ vorher aus der Atmosphäre abgetrennt wurde, kann bilanziell eine Minderung von Treibhausgasen – je nach Pfad – um 57 - 84 % erreicht werden. In allen anderen bilanzierten Umweltwirkungskategorien schneiden die betrachteten Pfade dagegen schlechter ab. Dies gilt beispielsweise für die Indikatoren Landnutzung, terrestrische Versauerung, Eutrophierung und den kumulierten Energieaufwand. Dies ist in erster Linie durch den hohen Bedarf an Energie zur Wasserstoffherzeugung und für die CO₂-Bereitstellung begründet, aber auch durch die ebenfalls höheren Rohstoffbedarfe bei der Errichtung der Anlagen für die mehrstufigen Prozessketten. Es empfiehlt sich zudem, über große Entfernungen nicht den benötigten Wasserstoff, sondern den produzierten Kraftstoff zu transportieren. So können Diffusionsverluste des Wasserstoffs reduziert und Synergieeffekte einer Wärme- und Wasserintegration der verschiedenen Teilprozesse genutzt werden.

c) Projektmanagement

Zudem erfolgte durch das Wuppertal Institut das Projektmanagement (AP 12), darunter die Koordination der Zusammenarbeit mit den Verbundpartnern und den Unterauftragnehmern; die Steuerungsgruppentreffen sowie die Gesamtprojekttreffen; die Kommunikation und Austausch mit den Parallelprojekten und der Begleitforschung, die Teilnahme am Kick-Off Treffen sowie der 1. und 2. Statuskonferenz sowie weiteren Workshops der Begleitforschung BEniVer; die Projektsteuerung durch Koordination der Arbeitspakete, ihrer Schnittstellen und der Zusammenarbeit der Projektpartner sowie Qualitätskontrolle der Projektergebnisse; die Aufstellung des Industriebeirats und des MENA-Fuels-Beirats sowie Einberufung und Vor- und Nachbereitung der Beiratstreffen.

2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die Zuwendung des Wuppertal Instituts in Höhe von 1.216.466 Euro teilte sich wie folgt auf:

- Personalkosten (1.088.142,46 Euro, 89 %)
- Reisekosten (10.013 € Euro, 1 %)
- Sonstige unmittelbare Vorhabenkosten (118.311 Euro, 10 %)

3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die geleistete Arbeit war notwendig und angemessen, da aufgrund der energie- und klimapolitischen Ziele Deutschlands ein sehr großer Bedarf an Wasserstoff und synthetischen Folgeprodukten besteht, ohne dass bisher klar ist, wie diese langfristig gedeckt werden. Das Vorhaben liefert wegweisendes Orientierungswissen, an dem die Energie- und Klimapolitik langfristig ausgerichtet werden kann.

4. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Der zentrale Nutzen des Vorhabens ergibt sich durch die nun vorliegende umfassende Bewertung verschiedener Optionen zum Import von grünem Wasserstoff und seinen Folgeprodukten aus der MENA-Region und deren Einordnung hinsichtlich wirtschaftlicher Rahmenbedingungen in den potenziellen Exportländern.

In vielen Teilbereichen der Analysen wurden hierbei methodische Fortschritte erzielt. Diese werden in wissenschaftlichen Artikeln aufgearbeitet und der wissenschaftlichen Community zur Verfügung gestellt. Zudem werden die Ergebnisse auch bei geeigneten Konferenzen und Workshops präsentiert werden.

Daneben werden die erlangten Ergebnisse auch für die Industrie sowie die an Fachthemen interessierte Öffentlichkeit in möglichst transparenter und verständlicher Form aufbereitet, da angesichts der Aktualität der Energiewende und speziell einer Verkehrswende ein großes Interesse der (Fach)Öffentlichkeit besteht. Hierzu wird mindestens ein Artikel in einer nationalen Fachzeitschrift veröffentlicht; zudem werden bei passenden Gelegenheiten die Ergebnisse auch auf Tagungen oder Workshops vorgestellt werden.

5. Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Andere Arbeiten dieser Ausrichtung sind nicht bekannt.

6. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 11.

Erfolgte Veröffentlichungen:

- Insgesamt wurden bisher 12 Teilberichte (Deliverables) veröffentlicht, die auf der Projektwebsite des Wuppertal Instituts www.wupperinst.org/MENA-Fuels/ zum Herunterladen bereitgestellt werden. Der Teilbericht 14 (Synthesebericht) wurde auch auf englisch und französisch übersetzt. Die beiden Teilberichte 12 (bereits im finalen Entwurfsstadium) und 13 (in Arbeit) folgen im 1. Quartal 2023.

Verantwortung des Wuppertal Instituts:

Teilbericht Nr. 1: Auswahl der zu bewertenden synthetischen Kraftstoffe und ihrer Bereitstellungstechnologien

Teilbericht Nr. 2: Ökobilanzen für synthetisches Kerosin – Vergleich von Produktionsrouten in MENA und Deutschland

Teilbericht Nr. 3: Multikriterielle Bewertung von Bereitstellungstechnologien synthetischer Kraftstoffe

Teilbericht Nr. 4: Beschreibung des Energieversorgungsmodells WISEE-ESM-I

Teilbericht Nr. 5: Nachfrageszenarien – Storylines und Herleitung der Entwicklung der Nachfrage nach Synfuels und Grundstoffen

Teilbericht Nr. 6: Basisszenarien – Ergebnisse und Infrastrukturauswertung

Teilbericht Nr. 7: Weitere Szenarioanalysen: Berücksichtigung von Investitionsrisiken und Sensitivitäten der Basisszenarien

Teilbericht Nr. 8: Risikobewertung und Risikokostenanalyse der MENA-Region

Teilbericht Nr. 11: Synthese der Kurzstudien für Jordanien, Marokko und Oman

Teilbericht Nr. 13: Gesamtwirtschaftliche Effekte von Investitionen zur Versorgung Deutschlands mit Wasserstoff und synthetischen Energieträgern aus der MENA-Region

Teilbericht Nr. 14 (deutsch): Synthese und Handlungsoptionen – Ergebnisbericht des Projekts MENA-Fuels

Teilbericht Nr. 14 (englisch): Synthesis and courses of action – Report on results of the MENA-Fuels project

Teilbericht Nr. 14 (französisch): Synthèse et pistes d'action – Rapport sur les résultats du projet MENA-Fuels

Verantwortung des DLR:

Teilbericht Nr. 9: Szenarien zur Eigenbedarfsanalyse für die MENA-Länder

Teilbericht Nr. 10: Technische und risikobewertete Kosten-Potenzial-Analyse der MENA-Region

Verantwortung des IZES:

Teilbericht Nr. 12: MENA-Fuels – Analyse eines globalen Marktes für Wasserstoff und synthetische Energieträger hinsichtlich künftiger Handelsbeziehungen

- Die Ergebnisse der Importszenarien wurden im Mai 2022 von Frau Doré auf dem „International Energy Workshop“ in Freiburg vorgestellt und diskutiert, der laut Organisatoren zentralen Konferenz der internationalen Modellierergemeinschaft.
- Zentrale Ergebnisse wurden von WI (Frau Terrapon-Pfaff) und DLR (Herr Kern) auf der vom BMWK organisierten internationalen MENA Europe Future Energy Dialogue (MEFED)-Konferenz in Jordanien vorgestellt.
- Ziel, Methoden und Vorgehensweise der MENA-Fuels Studie wurden im Oktober 2022 in der von der GIZ für das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) erstellten Studie „Potenziale für die Produktion von grünem Wasserstoff. Übersicht über Beurteilungskriterien aus entwicklungspolitischer Sicht und Abgleich mit aktuellen Potenzialatlanten“ veröffentlicht und mit verschiedenen Potenzialatlanten verglichen.
<https://www.eclareon.com/de/news/news/studie-potenziale-fuer-die-produktion-von-gruenem-wasserstoff-uebersicht-ueber>
- Die Ergebnisse der Studie wurden im Laufe des ersten Halbjahres auf folgenden nicht-öffentlichen Workshops vorgestellt und diskutiert:
 - BMBF-Projekt Hypat: Netzwerktreffen H₂-Atlanten und H₂-Projekte am 24. Januar 2022
 - BMWK, GIZ und Guidehouse am 25. Januar 2022
 - BMWK (und andere Ministerien) sowie Begleitforschung BEniVer am 24. Februar 2022, GIZ
 - Begleitforschung BEniVer am 02.06.2022
 - Internationaler MENA-Fuels-Beirat und Industriebeirat am 27.06.2022
- Aus Anlass des Abschlussworkshops der Studie am 06.12.2022 in Berlin erfolgten am 07.12.2022 Pressemitteilungen von Wuppertal Institut und IZES, die in vielen Medien aufgenommen wurden.
- Vom Wuppertal Institut wurden zum gleichen Anlass verschiedene Meldungen in den sozialen Medien abgesetzt:

Twitter: <https://bit.ly/3iM2ELJ>

Instagram: <https://www.instagram.com/p/Cl3ea4cIIHk/>

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7006184191096672256>

Geplante Veröffentlichungen

- Der Teilbericht 12 (IZES) liegt bereits als finaler Entwurf vor; zusammen mit dem Teilbericht 13 (Wuppertal Institut) erfolgt die Veröffentlichung im 1. Quartal 2023.
- Vom Wuppertal Institut sind bereits zwei der geplanten referierten Artikel weitgehend fertig gestellt und werden im Dezember bzw. im Januar 2023 bei Fachjournals eingereicht. Zwei weitere Artikel

sind in Arbeit und vier weitere in Planung. Es wird angestrebt, diese im 1. oder 2. Quartal 2023 einzureichen.

- Daneben werden die erlangten Ergebnisse auch für die Industrie sowie die an Fachthemen interessierte Öffentlichkeit aufbereitet, da angesichts der Aktualität der Energiewende und speziell einer Verkehrswende ein großes Interesse der (Fach)Öffentlichkeit besteht. Es ist geplant, je einen Artikel in einschlägigen Fachzeitschriften zu veröffentlichen: „Energiewirtschaftliche Tagesfragen“ mit Zielgruppe Energiewirtschaft und „Journal of Business Chemistry“ als Plattform für Managementfragen in der Chemieindustrie.
- Zudem werden die Ergebnisse bei passenden Gelegenheiten auch auf weiteren Tagungen oder Workshops in 2023 vorgestellt werden.
 - Bisher steht ein Vortrag von Dr. Terrapon-Pfaff auf dem Workshop „Hydrogen and geopolitics in energy scenarios: In search of the next energy-security nexus“, Stiftung Wissenschaft und Politik, Berlin, 26. Januar 2023 fest.
 - Es wird angestrebt, zusammen mit den Verbundpartnern einen Workshop bei den nächsten Berlin Energy Transition Days in 2023 zu gestalten.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN keine	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Veröffentlichungen (Teilberichte)
3. Titel Verantwortlich WI: Teilbericht Nr. 1: Auswahl der zu bewertenden synthetischen Kraftstoffe und ihrer Bereitstellungstechnologien Teilbericht Nr. 2: Ökobilanzen für synthetisches Kerosin – Vergleich von Produktionsrouten in MENA und Deutschland Teilbericht Nr. 3: Multikriterielle Bewertung von Bereitstellungstechnologien synthetischer Kraftstoffe Teilbericht Nr. 4: Beschreibung des Energieversorgungsmodells WISEE-ESM-I Teilbericht Nr. 5: Nachfrageszenarien – Storylines und Herleitung der Entwicklung der Nachfrage nach Synfuels und Grundstoffen Teilbericht Nr. 6: Basisszenarien – Ergebnisse und Infrastrukturauswertung Teilbericht Nr. 7: Weitere Szenarioanalysen: Berücksichtigung von Investitionsrisiken und Sensitivitäten der Basisszenarien Teilbericht Nr. 8: Risikobewertung und Risikokostenanalyse der MENA-Region Teilbericht Nr. 11: Synthese der Kurzstudien für Jordanien, Marokko und Oman Teilbericht Nr. 13: Gesamtwirtschaftliche Effekte von Investitionen zur Versorgung Deutschlands mit Wasserstoff und synthetischen Energieträgern aus der MENA-Region Teilbericht Nr. 14 (deutsch): Synthese und Handlungsoptionen – Ergebnisbericht des Projekts MENA-Fuels Teilbericht Nr. 14 (englisch): Synthesis and courses of action – Report on results of the MENA-Fuels project Teilbericht Nr. 14 (französisch): Synthèse et pistes d'action – Rapport sur les résultats du projet MENA-Fuels Verantwortlich DLR: Teilbericht Nr. 9: Szenarien zur Eigenbedarfsanalyse für die MENA-Länder Teilbericht Nr. 10: Technische und risikobewertete Kosten-Potenzial-Analyse der MENA-Region Verantwortlich IZES: Teilbericht Nr. 12: MENA-Fuels – Analyse eines globalen Marktes für Wasserstoff und synthetische Energieträger hinsichtlich künftiger Handelsbeziehungen	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Verantwortlich WI: Teilbericht Nr. 1: Zelt, Ole; Scholz, Alexander; Viebahn, Peter Teilbericht Nr. 2: Jülich, Alexander; Zelt, Ole Teilbericht Nr. 3: Zelt, Ole; Kobiela, Georg; Ortiz, Willington; Scholz, Alexander; Monnerie, Nathalie; Rosenstiel, Andreas; Viebahn, Peter Teilbericht Nr. 4: Saurat, Mathieu; Doré, Larissa; Janßen, Tomke; Kiefer, Sebastian; Krüger, Christine; Nebel, Arjuna Teilbericht Nr. 5: Krüger, Christine; Doré, Larissa Teilbericht Nr. 6: Krüger, Christine; Doré, Larissa; Janßen, Tomke Teilbericht Nr. 7: Doré, Larissa; Krüger, Christine; Janßen, Tomke Teilbericht Nr. 8: Terrapon-Pfaff, Julia; Prantner, Magdolna; Ersoy, Sibel R. Teilbericht Nr. 11: Ersoy, Sibel R.; Terrapon-Pfaff, Julia; Viebahn, Peter; Pregger, Thomas; Braun, Josua Teilbericht Nr. 13: Acosta-Fernández, José; Viebahn, Peter; Hanke, Thomas; Block, Simon Teilbericht Nr. 14 (deutsch): Viebahn, Peter; Kern, Jürgen; Horst, Juri; Rosenstiel, Andreas; Terrapon-Pfaff, Julia; Doré, Larissa; Krüger, Christine; Zelt, Ole; Pregger, Thomas; Braun, Josua; Klann, Uwe Teilbericht Nr. 14 (englisch): Viebahn, Peter; Kern, Jürgen; Horst, Juri; Rosenstiel, Andreas; Terrapon-Pfaff, Julia; Doré, Larissa; Krüger, Christine; Zelt, Ole; Pregger, Thomas; Braun, Josua; Klann, Uwe Teilbericht Nr. 14 (französisch): Viebahn, Peter; Kern, Jürgen; Horst, Juri; Rosenstiel, Andreas; Terrapon-Pfaff, Julia; Doré, Larissa; Krüger, Christine; Zelt, Ole; Pregger, Thomas; Braun, Josua; Klann, Uwe Verantwortlich DLR: <i>Teilbericht Nr. 9: Pregger, Thomas</i> <i>Teilbericht Nr. 10: Braun, Josua; Kern, Jürgen; Scholz, Yvonne; Hu, W., Moser, M., Schillings, Christoph; Simon, S., Ersoy, Sibel R.; Terrapon-Pfaff, Julia</i> Verantwortlich IZES: <i>Teilbericht Nr. 12: Horst, Juri; Klann, Uwe</i>	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.06.2022
	6. Veröffentlichungsdatum 30.11.2022
	7. Form der Publikation online-Berichte unter www.wupperinst.org/MENA-Fuels/
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH Döppersberg 19, 42103 Wuppertal Weitere Verbundpartner:	9. Ber. Nr. Durchführende Institution Siehe oben
	10. Förderkennzeichen 03EIV181A

<ul style="list-style-type: none"> - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. - IZES gGmbH - Institut für Zukunftssysteme 	11. Seitenzahl Jeweils unterschiedlich für jeden Teilbericht
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) Scharnhorststraße 34-37 10115 Berlin	13. Literaturangaben Jeweils unterschiedlich für jeden Teilbericht
	14. Tabellen Jeweils unterschiedlich für jeden Teilbericht
	15. Abbildungen Jeweils unterschiedlich für jeden Teilbericht
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) PTJ, Geschäftsbereich ESI 1, Herr F. Kuhnert, Jülich, 30.11.22	
18. Kurzfassung (der gesamten Studie) 18.1./2. Derzeitiger Stand von Wissenschaft und Technik, Begründung und Zielsetzung der Untersuchung Zentrale Forschungsfrage: Welche Rolle könnte der MENA-Region bei der Versorgung Deutschlands (und Europas) mit grünen synthetischen Brenn- und Kraftstoffen, chemischen Grundstoffen oder deren Vorprodukten zukommen? 18.3. Methoden Ganzheitliche Bewertung, Nachfrageszenarien, Energieszenarien, Gestehungskosten, kostenminimale Versorgungspfade, Bewertung von Mikro- und Makrorisiken für Länder, Übertragung der Risikobewertungen in länderspezifische Kapitalkostenaufschläge, kostenminimale Versorgungspfade basierend auf länderspezifischen WACCs, Welthandelsmodell, Länderkurzstudien, multi-regionales Input-Output-Modell 18.4. Ergebnis (1) Sehr hohe technische Potenziale für EE-Strom, Wasserstoff und Synfuels (2) Sehr große kostengünstige Potenziale für EE-Strom, Wasserstoff und Synfuels (3) Investitionsumfeld entscheidet über potenzielle Exportregionen (4) Komplementäre Modelle mit ähnlichen Ergebnissen (5) Gestaltung der ökonomischen Rahmenbedingungen wichtig (6) Transport der Energieträger von Bedeutung (7) Starker Ausbau der erneuerbaren Energien in der MENA-Region Voraussetzung (8) Synfuels bis spätestens 2030 fast alle großskalig verfügbar (9) Ökobilanzen zeigen große Reduktion der Klimawirkung 18.5. Schlussfolgerung/Anwendungsmöglichkeiten Da die vorgelegte Studie im Rahmen einer technischen Förderinitiative erstellt wurde, wurden Fragen, die die mögliche Umsetzung der identifizierten Importpfade betreffen, nicht analysiert. Dies betrifft u. a. die notwendige Bewertung der Exportpotenziale der MENA-Länder unter Nachhaltigkeitskriterien, die lokale Akzeptanz der Bevölkerung, die regulatorischen Voraussetzungen möglicher Exportstrategien oder die geopolitische Einordnung in Bezug auf potenzielle Exportländer. Nur bei der vorher gegangenen Risikobewertung wurden eine Vielzahl von Mikro- und Makrorisiken aus verschiedenen Perspektiven betrachtet.	
19. Schlagwörter Energiewende, Verkehrswende, Klimaneutralität, Wasserstoff, Synthetische Kraftstoffe, Feedstock, Importpfade, MENA-Region, Deutschland	
20. Verlag Wuppertal Institut (Eigenverlag)	21. Preis Kostenlos

Document Control Sheet

<p>1. ISBN or ISSN No one</p>	<p>2. Type of Report (e.g. report, publication) Publications (Sub-reports)</p>
<p>3. title</p> <p>Responsible Wuppertal Institut: Sub-report No. 1: Auswahl der zu bewertenden synthetischen Kraftstoffe und ihrer Bereitstellungstechnologien Sub-report No. 2: Ökobilanzen für synthetisches Kerosin – Vergleich von Produktionsrouten in MENA und Deutschland Sub-report No. 3: Multikriterielle Bewertung von Bereitstellungstechnologien synthetischer Kraftstoffe Sub-report No. 4: Beschreibung des Energieversorgungsmodells WISEE-ESM-I Sub-report No. 5: Nachfrageszenarien – Storylines und Herleitung der Entwicklung der Nachfrage nach Synfuels und Grundstoffen Sub-report No. 6: Basisszenarien – Ergebnisse und Infrastrukturauswertung Sub-report No. 7: Weitere Szenarioanalysen: Berücksichtigung von Investitionsrisiken und Sensitivitäten der Basisszenarien Sub-report No. 8: Risikobewertung und Risikokostenanalyse der MENA-Region Sub-report No. 11: Synthese der Kurzstudien für Jordanien, Marokko und Oman Sub-report No. 12: MENA-Fuels – Analyse eines globalen Marktes für Wasserstoff und synthetische Energieträger hinsichtlich künftiger Handelsbeziehungen Sub-report No. 14 (German): Synthese und Handlungsoptionen – Ergebnisbericht des Projekts MENA-Fuels Sub-report No. 14 (Englisch): Synthesis and courses of action – Report on results of the MENA-Fuels project Sub-report No. 14 (French): Synthèse et pistes d'action – Rapport sur les résultats du projet MENA-Fuels</p> <p>Responsible DLR: Sub-report No. 9: Szenarien zur Eigenbedarfsanalyse für die MENA-Länder Sub-report No. 10: Technische und risikobewertete Kosten-Potenzial-Analyse der MENA-Region</p> <p>Responsible IZES: Sub-report No. 13: Gesamtwirtschaftliche Effekte von Investitionen zur Versorgung Deutschlands mit Wasserstoff und synthetischen Energieträgern aus der MENA-Region</p>	
<p>4. author(s) (family name, first name(s))</p> <p>Responsible Wuppertal Institut: Sub-report No. 1: Zelt, Ole; Scholz, Alexander; Viebahn, Peter Sub-report No. 2: Jülich, Alexander; Zelt, Ole Sub-report No. 3: Zelt, Ole; Kobiela, Georg; Ortiz, Willington; Scholz, Alexander; Monnerie, Nathalie; Rosenstiel, Andreas; Viebahn, Peter Sub-report No. 4: Saurat, Mathieu; Doré, Larissa; Janßen, Tomke; Kiefer, Sebastian; Krüger, Christine; Nebel, Arjuna Sub-report No. 5: Krüger, Christine; Doré, Larissa Sub-report No. 6: Krüger, Christine; Doré, Larissa; Janßen, Tomke Sub-report No. 7: Doré, Larissa; Krüger, Christine; Janßen, Tomke Sub-report No. 8: Terrapon-Pfaff, Julia; Prantner, Magdolna; Ersoy, Sibel R. Sub-report No. 11: Ersoy, Sibel R.; Terrapon-Pfaff, Julia; Viebahn, Peter; Pregger, Thomas; Braun, Josua Sub-report No. 13: Acosta-Fernández, José; Viebahn, Peter; Hanke, Thomas; Block, Simon Sub-report No. 14 (German): Viebahn, Peter; Kern, Jürgen; Horst, Juri; Rosenstiel, Andreas; Terrapon-Pfaff, Julia; Doré, Larissa; Krüger, Christine; Zelt, Ole; Pregger, Thomas; Braun, Josua; Klann, Uwe Sub-report No. 14 (Englisch): Viebahn, Peter; Kern, Jürgen; Horst, Juri; Rosenstiel, Andreas; Terrapon-Pfaff, Julia; Doré, Larissa; Krüger, Christine; Zelt, Ole; Pregger, Thomas; Braun, Josua; Klann, Uwe Sub-report No. 14 (French) Viebahn, Peter; Kern, Jürgen; Horst, Juri; Rosenstiel, Andreas; Terrapon-Pfaff, Julia; Doré, Larissa; Krüger, Christine; Zelt, Ole; Pregger, Thomas; Braun, Josua; Klann, Uwe</p> <p>Responsible DLR: Sub-report No. 9: Pregger, Thomas Sub-report No. 10: Braun, Josua; Kern, Jürgen; Scholz, Yvonne; Hu, W., Moser, M., Schillings, Christoph; Simon, S., Ersoy, Sibel R.; Terrapon-Pfaff, Julia</p> <p>Responsible IZES: Sub-report No. 12: Horst, Juri; Klann, Uwe</p>	<p>5. end of project 30 June 2022</p> <p>6. publication date 30 November 2022</p> <p>7. form of publication online-reports at www.wupperinst.org/MENA-Fuels/</p>
<p>8. performing organization(s) (name, address) Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH Döppersberg 19, 42103 Wuppertal, Germany</p> <p>Further project partners:</p>	<p>9. originator's report no. See above</p> <p>10. reference no. 03EIV181A</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. - IZES gGmbH - Institut für Zukunftsenergiesysteme 	11. no. of pages Different for each sub-report
12. sponsoring agency (name, address) Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK) Scharnhorststraße 34-37 10115 Berlin Germany	13. no. of references Different for each sub-report
	14. no. of tables Different for each sub-report
	15. no. of figures Different for each sub-report
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date) PTJ, Geschäftsbereich ESI 1, Mr. F. Kuhnert, Jülich, 30 November 2022	
18. abstract (for the study in total) 1./2. Current state of science and technology, justification and objective of the study Key research question: What role could the MENA region play in supplying Germany (and Europe) with green synthetic combustibles and fuels, feedstocks or their precursors? 3. Methods Holistic evaluation, energy demand scenarios, energy scenarios MENA, generation costs, minimum cost supply, assessment of micro and macro risks for countries, translate risk assessments into country-specific cost of capital markups, minimum cost supply paths based on country-specific WACCs, global trade model, short country studies, multi-regional input-output model 4. Results (1) Very high technical potentials for RE electricity, hydrogen and synfuels (2) Very extensive cost-effective potentials for RE electricity, hydrogen and synfuels (3) Investment environment determines potential export regions (4) Complementary models with similar results (5) Structure of general economic conditions is key (6) Transporting energy sources plays a significant role (7) Renewable energies need to be significantly expanded in the MENA region (8) All synfuels to be available at large scale by 2030 at the latest (9) Life cycle assessments show large reduction in climate impact 5. Conclusion/applicability Due to the fact that the presented study was prepared as part of a technical funding initiative, questions relating to the potential implementation of the identified import pathways were not analysed. Among other things, this includes the required assessment of the export potentials of the MENA countries based on sustainability criteria, acceptance on the part of the local population, regulatory requirements for potential export strategies and the geopolitical classification as regards potential export countries. A wide range of micro and macro risks were only considered from various perspectives in the preceding risk evaluation.	
19. key words Energiewende, traffic transition, climate neutrality, hydrogen, synthetic fuels, feedstock, import pathways, MENA region, Germany	
20. publisher Wuppertal Institut (in-house publishing)	21. price for free (online version)