



**Dii**

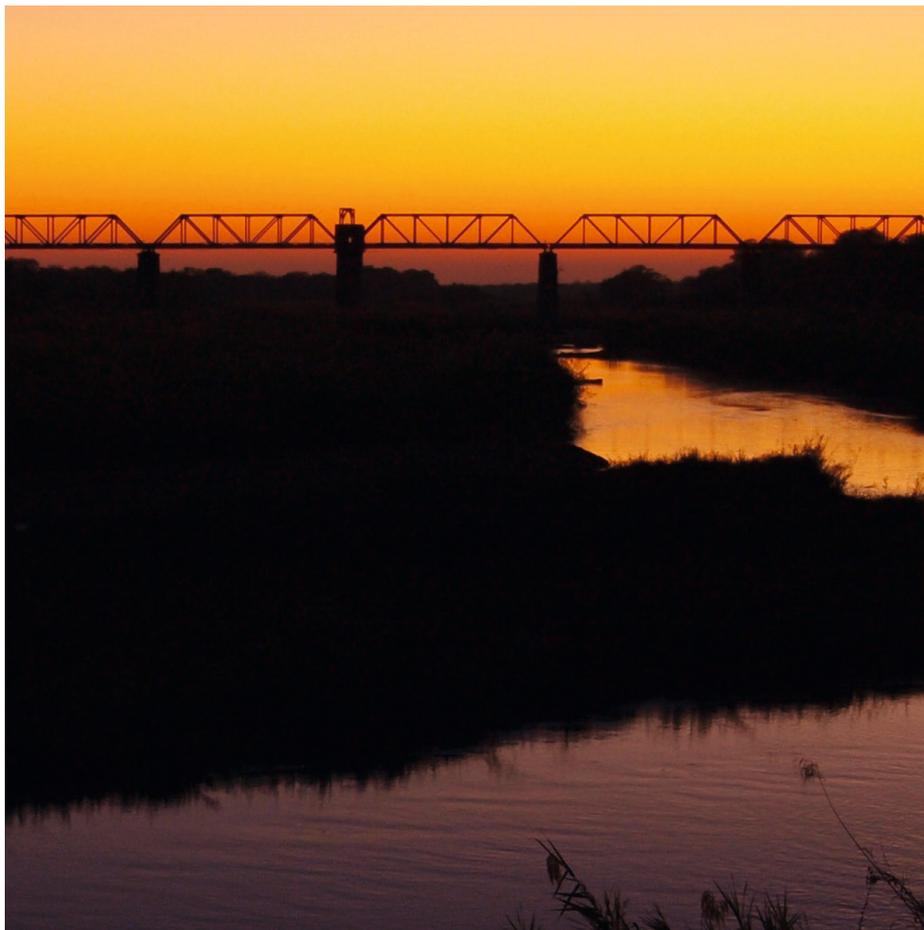
**... und siehe, das Gute liegt so nah.**

Warum wir Sonne und Wind  
der Wüsten für unsere  
Energiewende brauchen

# Dii Desert Energy – Die Brücke in die nachhaltige Zukunft

Totgesagte leben länger. Dieser Spruch gilt auch für die Idee, den enormen Reichtum der Wüsten an Sonne und Wind für eine sichere, wirtschaftliche und CO<sub>2</sub>-neutrale Energieversorgung zu nutzen. Seit vielen Jahrzehnten immer wieder diskutiert und auch immer wieder aus der öffentlichen Diskussion verschwunden, ist dieser Gedanke heute aktueller denn je. Die Welt und insbesondere hochindustrialisierte Regionen wie Europa sind mitten in einer tiefgreifenden Umstrukturierung seiner gesamten Energieversorgung und vieler Industriezweige. Die Energie aus der Wüste wird in diesem Prozess eine ganz wesentliche Rolle spielen, auch wenn die Entwicklung bisher nicht so schnell vorangegangen ist, wie in früheren Jahren erhofft.

Desertec 3.0, die aktuelle Version dieser Idee, ist keine ferne Vision mehr, sondern eine Fülle von konkreten Projekten, an deren Umsetzung in vielen Ländern Nordafrikas und des Nahen Ostens gearbeitet wird. Neben grünem Strom spielt dabei klimaneutral erzeugter Wasserstoff eine große Rolle.

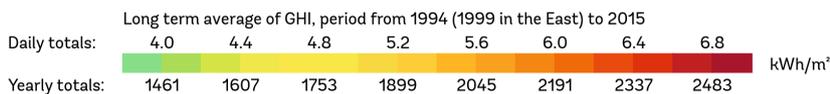
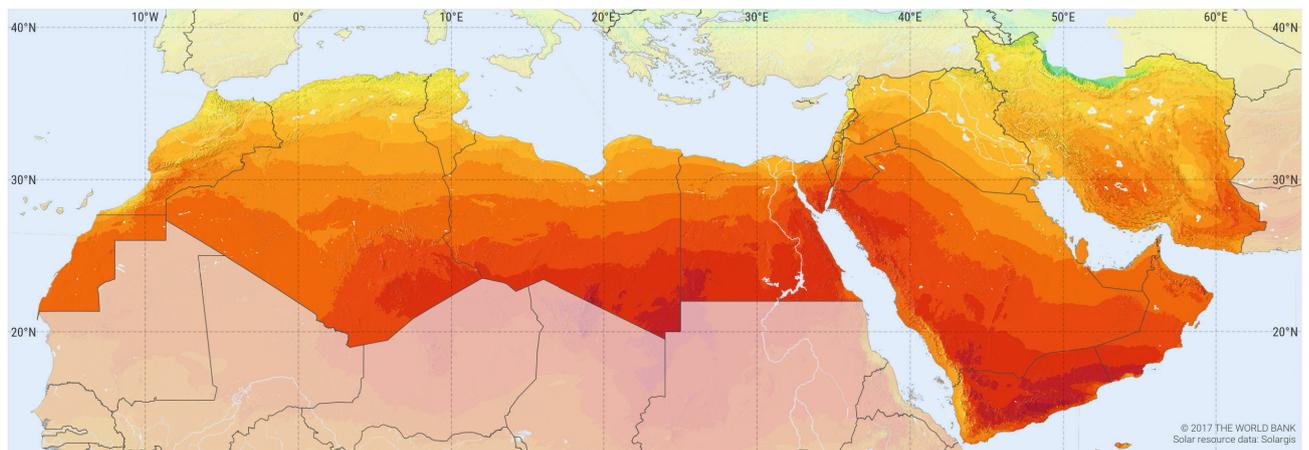


## Sonne, Wind und Flächen:

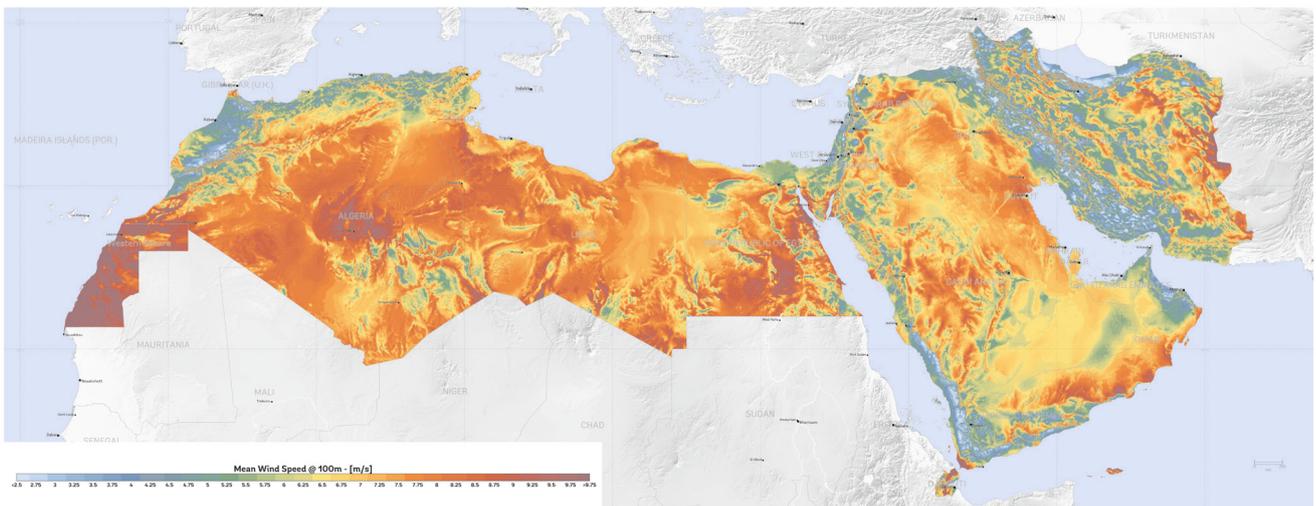
### In Deutschland knapp, in den Wüsten reichlich vorhanden

#### An den Grundannahmen der Desertec-Idee hat sich in 50 Jahren nichts geändert:

- In den Wüsten Nordafrikas und des Nahen Ostens (MENA-Region) scheint die Sonne intensiver und länger als selbst in Südeuropa. Die Energieausbeute erreicht knapp das dreifache der Durchschnittswerte in Europa.
- Große Gebiete vor allem in Küstennähe haben hervorragende Windverhältnisse eignen sich für sehr gut für den Ausbau der Windkraft.
- Flächen für Solar- und Windkraftwerke sind im Überfluss vorhanden. In den Wüstenländern steigt der Energiebedarf rasant an, aber auch in Europa ist der Bedarf an emissionsfreier Energie viel größer als das Angebot. Damit lohnt es sich und ist es gut möglich, Energieprojekte schnell zu entwickeln, anders als im dichtbesiedelten Europa wo zahlreiche Projekte zu teuer werden, durch Einsprüche verzögert oder sogar verhindert werden.



Solarenergiepotenzial in Nordafrika und Nahost (MENA). Zum Vergleich: In Mitteleuropa liegt der Wert der Sonneneinstrahlung (GHI = Global Horizontal Irradiation – Gesamtheit der Sonneneinstrahlung auf eine horizontale Erdoberfläche) durchschnittlich bei unter 1.000 kWh/m<sup>2</sup>



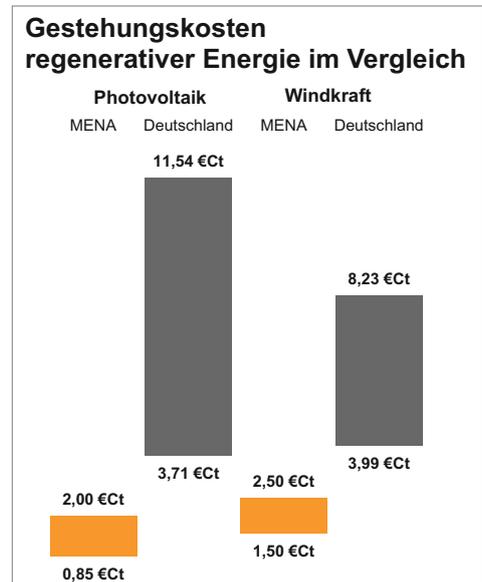
Auch für Windenergie bieten weite Teile der MENA-Region erheblich bessere Voraussetzungen als Europa. Teilweise findet man bessere Windbedingungen onshore als z.B. in der Nordsee offshore (z.B. in Marokko oder Aegypten). Vor allem ist die Bereitstellung der erforderlichen Flächen aufgrund der geringen Besiedlungsdichte kein Problem.

## Regenerativer Strom zu unschlagbar niedrigen Kosten

Die Kosten für Photovoltaik (PV) sind in den letzten zehn Jahren drastisch gesunken, nach verschiedenen Schätzungen zwischen 80-90%. Auch Windenergie lässt sich in der MENA-Region günstiger produzieren als selbst die optimistischsten Schätzungen noch vor einigen Jahren für möglich gehalten haben. Heute sind die Preise für PV- und Windenergie schon niedriger als optimistische Schätzungen im Jahr 2011 für 2050 prognostiziert haben!

Heute bewegen sich die Erzeugungskosten für große Solaranlagen in der gesamten MENA Region im Bereich von unter 1 bis 2 €Cent/kWh. In Deutschland beziffert das Fraunhofer-Institut für Energiesysteme diese Kosten je nach Region und Anlagengröße auf 3,71 bis 11,54 €Cent/kWh.

Bei Windanlagen im Bereich der öffentlichen Versorgung liegen die Erzeugungskosten in MENA zwischen 1,5 und 2,5 €Cent/kWh und damit ebenfalls erheblich unter dem für Deutschland ermittelten Wert zwischen 3,99 und 8,23 €Cent/kWh.



Die Erzeugungskosten für Sonnen- und Windstrom liegen in der MENA-Region bei rund einem Drittel des Wertes in Deutschland. Quelle: Dii für Großanlagen Fraunhofer

## Die weiterentwickelte **Vision Desertec 3.0**

Speicherung und Transport regenerativer Energie von Nordafrika nach Europa waren von Anfang an ein wesentliches Element der Desertec-Vision. Das ist auch nach wie vor so. Desertec 3.0 sieht aber auch das Potenzial der Erzeugerländer, deren Entwicklung auf der Basis regenerativer Energien deutlich vorangetrieben werden kann. Eine Verbesserung der Lebensbedingungen sowie viele neue Jobs in den Ländern der MENA-Region sowie der angrenzenden Länder südlich der Sahara ist nicht zuletzt im vitalen Interesse Europas, denn sie kann einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung des Migrationsdrucks leisten.

## Grüner Strom und grüne Moleküle

### Kostengünstiger grüner Strom als Basis der Entwicklung

Nirgendwo auf der Welt kann klimaneutraler Strom in so großer Menge und so günstig bereitgestellt werden, wie in den Wüsten der MENA-Region. Er schafft die Basis sowohl für die wirtschaftliche Entwicklung vor Ort wie für den direkten Export elektrischer Energie nach Europa in Form von Strom über Hochspannungskabel oder über grüne Energieträger wie Wasserstoff.

### Wasserstoff als Speichermedium und Rohstoff

Nachhaltig erzeugter „grüner“ Wasserstoff wird einer der wesentlichen Rohstoffe des Nach-Kohlenstoff-Zeitalters sein. Neben der Funktion als Energiespeicher kann er in zahlreichen industriellen Prozessen direkt eingesetzt werden und fossile Rohstoffe z.B. in der Stahlproduktion ersetzen. In den nächsten Jahren ist mit einer deutlichen Kostensenkung bei den dafür notwendigen Elektrolyseuren zu rechnen. Bereits in diesem Jahrzehnt ist damit zu rechnen, dass grüner Wasserstoff günstiger wird als der bisher in industriellen Prozessen eingesetzte Wasserstoff auf Basis fossiler Quellen. Großtechnische Anlagen zur Entsalzung von Meerwasser sind erprobt und können mit Solar- und Windstrom sicher betrieben werden. Gleichzeitig verbessern sie der Versorgung der Bevölkerung und des lokalen Gewerbes mit sicherem und sauberem Trinkwasser.



## Wie kommen grüner Strom und grüne Moleküle **nach Europa?**

### **Hochspannungskabel**

Der Stromtransport über große Entfernungen per Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) ist eine erprobte Technik. Seekabel, die damit arbeiten, gibt es z.B. zwischen Marokko und Spanien seit über 20 Jahren. Sie können auch ohne weiteres in bestehende Netzstrukturen integriert werden.

### **Gasleitungen**

Der Transport von Wasserstoff durch Rohrleitungen ist seit Jahrzehnten erprobte Praxis. Auch das bestehende Erdgas-Transportnetz eignet sich für Wasserstoff. In allen Ländern Europa ist eine Infrastruktur zur Lagerung großer Mengen Erdgas vorhanden, die sich grundsätzlich auch für Wasserstoff eignet. Rohrleitungen haben außerdem eine um den Faktor 10 bis 20 größere Kapazität als Stromleitungen. Zum Vergleich: Die bereits existierende Erdgasleitung Nord Stream 1 hat beispielsweise eine Transportkapazität von 66 GW, eine übliche HGÜ-Strecke nur rund 2 GW.

### **Schiffstransport von verflüssigtem Wasserstoff**

Wasserstoff kann auch per Schiff über große Entfernungen transportiert werden. Prinzipiell eignet sich dafür die Infrastruktur, die bereits für den Transport von verflüssigtem Erdgas (LNG) existiert. In Europa gibt es bereits eine ganze Reihe von LNG-Terminals und auch in Deutschland werden die Pläne für den Aufbau eines Terminals vorangetrieben.

### **Schiffstransport mit Hilfe eines Transportmediums**

Sowohl zum Transport als auch zur Speicherung kann der Wasserstoff an ein organisches Trägermolekül gebunden werden. Ein Beispiel ist Methyl-Cyclohexan, das durch Hydrierung von Toluol gewonnen wird. Stoffe dieser Art haben ähnliche physikalische und chemische Eigenschaften wie Rohöl. Sie lassen sich ähnlich problemlos lagern und transportieren. Am Zielort wird der Wasserstoff abgespalten und die Trägermoleküle gehen in einem geschlossenen Kreislauf wieder an den Ursprung zurück, wo sie erneut eingesetzt werden können.

### **Ammoniak**

Das zu Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelte und seitdem großtechnisch eingesetzte Haber-Bosch-Verfahren verbindet Wasserstoff mit dem Stickstoff der Luft zu Ammoniak. Dieses Gas hat eine höhere Energiedichte als der reine Wasserstoff und einen Siedepunkt von nur -33 Grad im Vergleich zu -252 Grad von Wasserstoff. Das macht den Transport sowohl per Pipeline als per Schiff erheblich kostengünstiger. Am Ende der Transportkette wird der Wasserstoff wieder abgespalten und steht sowohl für die mobile Stromerzeugung mit Brennstoffzellen als auch den direkten Einsatz in industriellen Prozessen zur Verfügung wie zum Beispiel für die Produktion von Dünger.

### **eFuels**

Eine weitere Option ist die Umwandlung von Wasserstoff, zum Beispiel mit aus der Luft entnommenem CO<sub>2</sub> in synthetische Kohlenwasserstoffe. Diese können genauso weiterverarbeitet und transportiert werden, wie Produkte aus Rohöl. Bestehende Infrastruktur kann hier ohne zusätzliche Investitionen weiterverwendet werden. Aus Wasserstoff und CO<sub>2</sub> erzeugtes Methan kann ohne Weiteres in bestehende Erdgasnetze eingespeist werden. Vorhandene Erdgasheizungen lassen sich entweder ohne oder mit geringen Anpassungen damit betreiben. So können schnell und effektiv CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudebereich reduziert werden.

# Europa und die MENA-Region

## – heute schon verbunden

Technisch sind weder der Transport von Strom noch von Wasserstoff von Nordafrika nach Europa Neuland.

### Hochspannungskabel

Zwischen Marokko und Spanien gibt es seit 1997 ein Hochspannungskabel. Es wurde bisher allerdings vor allem dazu genutzt, Marokko mit spanischem Strom zu versorgen. Es ist aber ohne Weiteres für die Einspeisung von Solarstrom aus Afrika in das europäische Verbundnetz zu nutzen. Das Projekt XLinks plant eine direkte Hochspannungsverbindung per Seekabel von Marokko nach Großbritannien.

### Pipelines

Im Vergleich zu Hochspannungsleitungen können Pipelines je nach Auslegung zwischen zehn und zwanzigmal mehr Energie befördern. Algerisches Erdgas fließt seit 1983 durch eine Pipeline nach Italien und Südeuropa. Eine Leitung von Algerien über Marokko nach Spanien gibt es seit 1996, seit 2011 ergänzt durch eine Direktverbindung.

### LNG Terminals

In der Region existieren eine ganze Reihe von Terminals für verflüssigtes Erdgas (LNG). Auch diese können für Wasserstoff angepasst werden.

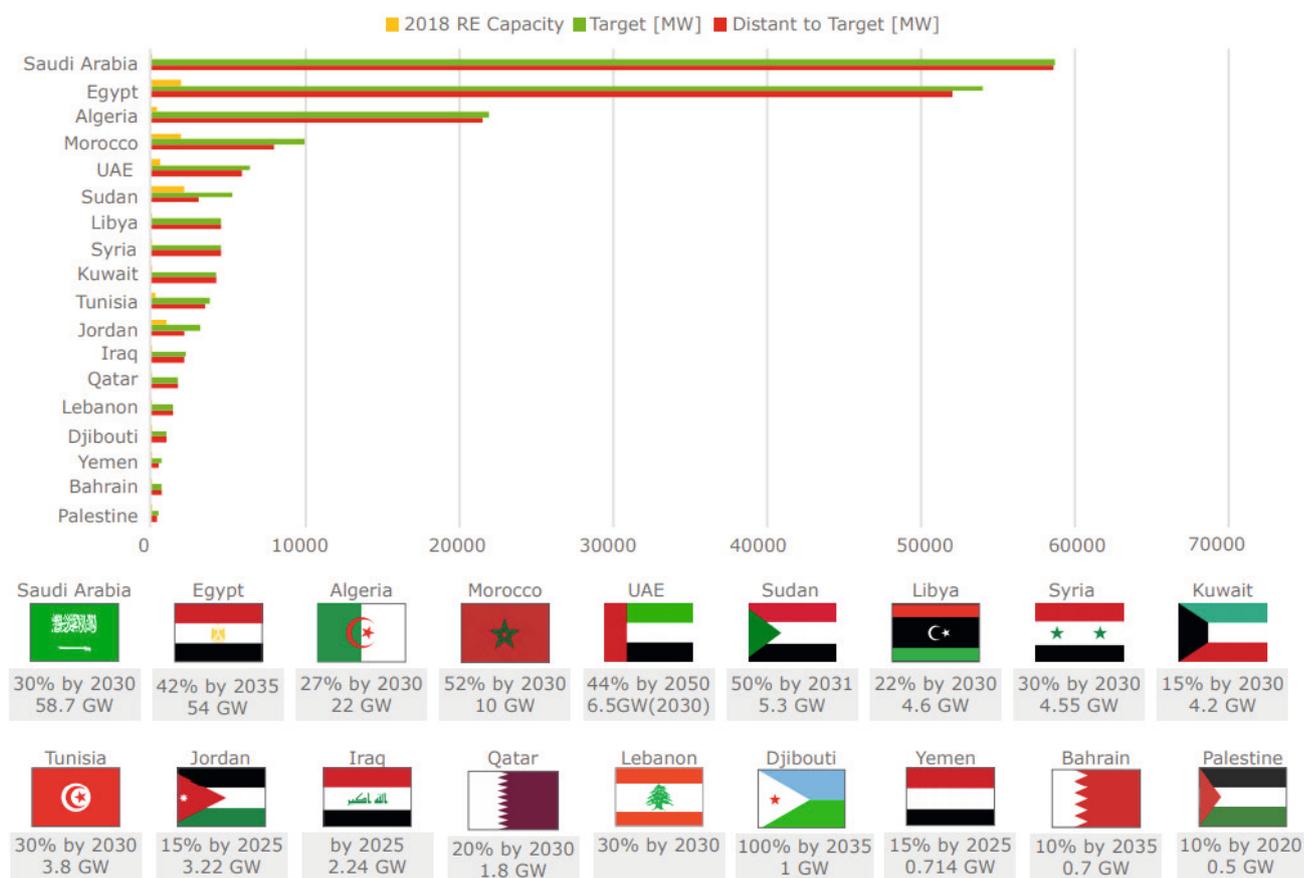


*Zwischen Europa und Nordafrika sind mehrere Gas-Pipelines in Betrieb, die auch für den Transport von Wasserstoff genutzt werden könnten.*

## Die MENA-Region wird nachhaltig: Eine schnell wachsende Zahl von Solar- und Windprojekten ist auf dem Weg

Weitgehend unbemerkt von der europäischen Öffentlichkeit, hat in den Ländern der MENA-Region ein tiefgreifender Wandel eingesetzt. In allen Ländern steht der Ausbau von zentraler und dezentraler Solar- und Windenergie unabhängig vom Export nach Europa auf der Agenda.

Weit fortgeschritten ist der Prozess in Marokko, das bereits heute 42 % des Stroms aus Erneuerbaren Energie erzeugt. Das Land ist dabei, die Abhängigkeit von Energieimporten deutlich zu reduzieren und auf Sicht zum Exportland zu werden. Aber auch die Ölstaaten rund um den Persischen Golf bereiten sich auf das Ende des Ölzeitalters vor, indem sie massiv in den Ausbau erneuerbarer Energie investieren.



Quelle: AFEX 2019, RGREEE

### Zum Beispiel Marokko

Marokko hat die grüne Energiewende bereits konsequent vorangetrieben. Das Land hat damit seine Abhängigkeit von Energieimporten erheblich verringert. Unter anderem ist in Ouarzazate der größte Solarkomplex (CSP + PV) der Welt mit einer Leistung von zur Zeit knapp 600 MW entstanden. Eine Pilotanlage zur Erzeugung von Ammoniak auf der Basis grünen Wasserstoffs mit einer Leistung von 100 MW ist in Planung, die Anlage wird von der Bundesregierung als erste im Rahmen der im Juni 2020 bekanntgegebenen Wasserstoffstrategie finanziert.

### Zum Beispiel Ägypten

In Ägypten ist einer der weltgrößten PV-Solarparks mit einer Leistung von 1.650 MW entstanden. Außerdem existiert hier der größte Windpark Afrikas mit einer Leistung von 580 MW.

### Zum Beispiel UAE

Das Emirat Dubai wird die installierte Leistung seiner Solarkraftwerke von heute 1.300 MW auf 3,5 GW im Jahr 2022 steigern. Abu Dhabi hat heute bereits einen PV Park mit 1.200 MW und einen weiteren in Bau mit 2.000 MW, mit dem weltweit niedrigstem Tarif von 1.35 USD cents/kWh.

### Zum Beispiel Saudi-Arabien

Im Rahmen des ehrgeizigen Entwicklungsprojekts NEOM im Nordosten des Landes sind in der ersten Phase Wind- und Solarkapazitäten von rund 3,5 GW geplant. Die Produktion von grünem Wasserstoff und die Umwandlung zu Ammoniak mit einem Elektrolyseur von 2.000 MW-Leistungsaufnahme soll bis 2025 komplett operativ sein.

# Was grüner Wasserstoff aus der MENA-Region kostet

## Eine Rechnung, die sich lohnt

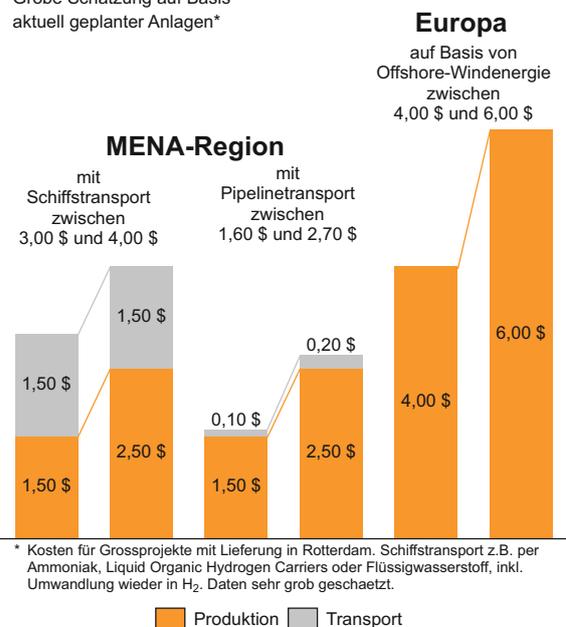
Ohne regenerativ erzeugten grünen Wasserstoff wird es für viele Industrien von der Stahlerzeugung über Chemie bis Zement keinen Weg zur Klimaneutralität geben. Das Angebot muss in den nächsten Jahren und Jahrzehnten exponentiell gesteigert werden, sollen die Klimaziele der EU erreicht werden.

Die Deutsche Energie Agentur DENA beziffert alleine den Wasserstoffbedarf der Stahlindustrie auf 2,4 Millionen Tonnen pro Jahr. Um den für die Produktion benötigten Strom zu produzieren, wären in Deutschland bis zu 10.000 Windräder nötig. Ohne Energieimporte wird es also nicht gehen.

Hier bieten sich die Ressourcen der MENA-Länder an. Flächen und Sonne gibt es dort im Überfluss. Die niedrigen Erzeugungskosten dort sind Basis eines Angebots, das trotz des Transportaufwandes vielfach deutlich unter den Kosten der Erzeugung in Europa liegen wird.

### Kosten für 1 kg Wasserstoff zur Nutzung in Europa

Grobe Schätzung auf Basis aktuell geplanter Anlagen\*





## Ein globales Problem **global lösen**

### **Der Erde ist es egal, wo der CO<sub>2</sub>-Ausstoß reduziert wird**

Die Nutzung von Wind und Sonne der Wüsten für die Erzeugung regenerativer Energie reduziert die CO<sub>2</sub>-Belastung der Erdatmosphäre – ganz gleich, wo die Verbrennung fossiler Brennstoffe ersetzt wird. Deshalb ist es sinnvoll, darüber nachzudenken, wo und wie Investitionen in saubere Energie am effizientesten sind. Jeder investierte Euro sollte immer die größte Rendite in Form von CO<sub>2</sub>-Reduktion bringen. Neben dem physischen Transport von grünem Strom und grünen Molekülen aus der MENA-Region nach Europa ist deshalb auch der virtuelle Import grüner Energieträger über Zertifikate ein wirksames Mittel zur Entlastung der Erdatmosphäre.

Mit 13 bis 15 Terrawattstunden verbrauchen die MENA-Länder etwa 8 bis 10 Prozent der weltweit erzeugten Energie. Im Jahr 2020 wurde dieser Energiebedarf zu rund 95 % aus fossilen Quellen gedeckt. Es gibt also vor Ort ein gewaltiges Potenzial, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß schnell und effizient zu reduzieren. Die Einbeziehung aller oder einzelner MENA-Staaten in ein übergreifendes Emissionshandelssystem kann deshalb ein Weg sein, sehr schnell und unkompliziert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu senken – unabhängig von vorhandener oder neu zu schaffender Transport-Infrastruktur.

Das eröffnet energieintensiven Industrien in Europa den Weg zu einem gleitenden Übergang zur Produktion auf grüner Wasserstoffbasis. Zunächst kann aus Erdgas gewonnener „grauer“ Wasserstoff eingesetzt werden. Der CO<sub>2</sub>-Ausgleich erfolgt dabei über den Zertifikatehandel. Sobald kostengünstiger grüner Wasserstoff in ausreichenden Mengen verfügbar ist, wird er dann den grauen Wasserstoff automatisch vom Markt verdrängen.



# Dii Desert Energy – Der Partner für die Erschließung eines Zukunftsmarkts

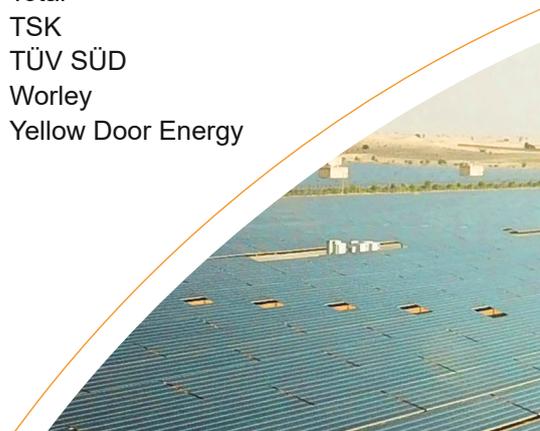
Die Dii Desert Energy wurde 2009 als Industrie-Initiative in Deutschland ins Leben gerufen (zunächst unter dem Namen „Desertec Industrial Initiative“), um das Potenzial der Erneuerbaren Energien in den Wüstengebieten Nordafrikas und des Nahen Ostens zu erforschen, die Marktbedingungen zu verbessern und die Synergien zu untersuchen, die durch die Verbindung der europäischen und MENA-Strommärkte genutzt werden können.

Die ursprüngliche ‚Desertec-Vision‘ konzentrierte sich hauptsächlich auf Strom aus den Wüsten für Europa. Heute ist daraus ein umfassender Ansatz rund um ‚grüne Elektronen‘ und ‚grüne Moleküle‘ aus den Wüsten geworden. Es geht dabei sowohl um die Versorgung der MENA-Region selber, als auch um die Entwicklung dieser sonnenreichen Region zu einem ‚Power House‘ für die Weltmärkte.

Dii Desert Energy betrachtet das gesamte Energiesystem, von verschiedenen Formen der Erzeugung von Erneuerbaren Energien (EE) über Netze, neue Technologien, Innovationen und Energiespeicherung bis hin zu E-Mobilität und Smart Cities sowie die Verbraucherseite mit dem Ziel einer „Energieversorgung ohne Emissionen“.

## **Zahlreiche Partner aus Investments, Energieversorgung, Industrie und Technologie bündeln dazu ihr Knowhow:**

- ACWA Power
- Al Gihaz Holding
- Amana
- AMEA Power
- China Electric Power Research Institute (CEPRI)/ State Grid Corporation of China (SGCC)
- Cranmore Partners
- Ecolog
- Emirates Electrical Engineering
- Enara
- Enerwhere
- Envirofina
- EuropaGrid
- Fisterra Energy/ Blackstone
- Frames
- Fraunhofer
- Geostock
- H2-Industries
- Haldor Topsoe
- Higecco
- Ib Vogt
- ILF
- Invent
- KAPSARC
- KAUST
- Krinner
- MAN Energy Solutions
- Masdar
- Masen
- Mauri Solaire
- Mustakbal Clean Tech
- Mytilineos
- NAREVA Holding
- Nel Hydrogen
- Neom
- Post Scriptum
- Roland Berger
- Saipem
- Shell
- Siemens Energy
- Sonelgaz
- Sterling & Wilson
- SUNTECH
- thyssenkrupp
- Total
- TSK
- TÜV SÜD
- Worley
- Yellow Door Energy





# Dii

## Sie wollen mehr wissen?

### Redaktionskontakt

**Lutz Cleffmann**  
**ECCO Düsseldorf/EC Public Relations GmbH**  
Klopstockstraße 14  
40237 Düsseldorf  
0211 23944916  
lutz.cleffmann@ecco-duesseldorf.de

### Aktuelles Text- und Bildmaterial sowie Infografiken

<https://desertenergy.ecco-duesseldorf.de>  
<https://www.dii-desertenergy.org>



*Cornelius Matthes, CEO, und Paul van Son, President, sind die zentralen Ansprechpartner für Dii DESERT ENERGY.*

### Industriekontakt

Dubai, Vereinigte Arabische Emirate  
**Cornelius Matthes**  
**Chief Executive Officer**  
cornelius@dii-desertenergy.org

Deutschland  
**Paul van Son**  
**President**  
vanson@dii-desertenergy.org

### Herausgeber

**Dii GmbH**  
Leopoldstrasse 244  
80807 München  
Geschäftsführer: Paul van Son  
info@dii-desertenergy.org





**Dii**

