



ERNEUERBARE ENERGIEN AUF SEE

ALS MOTOR DER BLAUEN
WIRTSCHAFT

WESENTLICHE ERKENNTNISSE

Die Weltmeere bergen ein reiches, weitgehend unausgeschöpftes Potenzial an erneuerbaren Energien, das in den kommenden Jahren die **globale blaue Wirtschaft kräftig** antreiben könnte.

Neben vielversprechenden Meeresenergie-technologien umfasst die schnell wachsende blaue Wirtschaft auch andere erneuerbare Energien auf See, wie etwa schwimmende Photovoltaikanlagen (PV) und Hochleistungswindenergieanlagen auf See, neben Entsalzungsanlagen und Aquakultur, die mit erneuerbaren Energien gespeist werden.

Erneuerbare Energieträger auf See bieten klare Synergien - und Möglichkeiten für den Technologie- und Beschäftigungswandel – mit der Öl- und Gasindustrie auf See, neben Entsalzung und Aquakultur, um nur einige Beispiele zu nennen.

Die Internationale Agentur für Erneuerbare Energien (IRENA) hat zwei umfassende Studien über das enorme Potenzial der Weltmeere veröffentlicht:

FÖRDERUNG EINER BLAUEN WIRTSCHAFT (Fostering a blue economy):
ERNEUERBARE ENERGIEN AUF SEE (Offshore renewable energy)

INNOVATIONSAUSBLICK (Innovation outlook):
MEERESENERGIETECHNOLOGIEN (Ocean energy technologies)

Die beiden Studien beleuchten Möglichkeiten der nachhaltigen Energieentwicklung für Insel- und Küstengebiete, einschließlich kleiner Inselentwicklungsstaaten (SIDS – small island developing states) und einiger der am wenigsten entwickelten Länder der Welt (LDCs – least developed countries).

Der Fortschritt der Meeresenergie und Energie auf See lässt sich mit der **Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung** abstimmen und bietet den Insel- und Küstengemeinden Möglichkeiten für eine klimasichere Erholung von der COVID-19-Pandemie.

Laut Forschungen von IRENA könnte die Meeresenergiekapazität bis 2030 um das 20-fache ansteigen.

Was sind erneuerbare Energien auf See?

- Zu den erneuerbaren Energien auf See zählen:

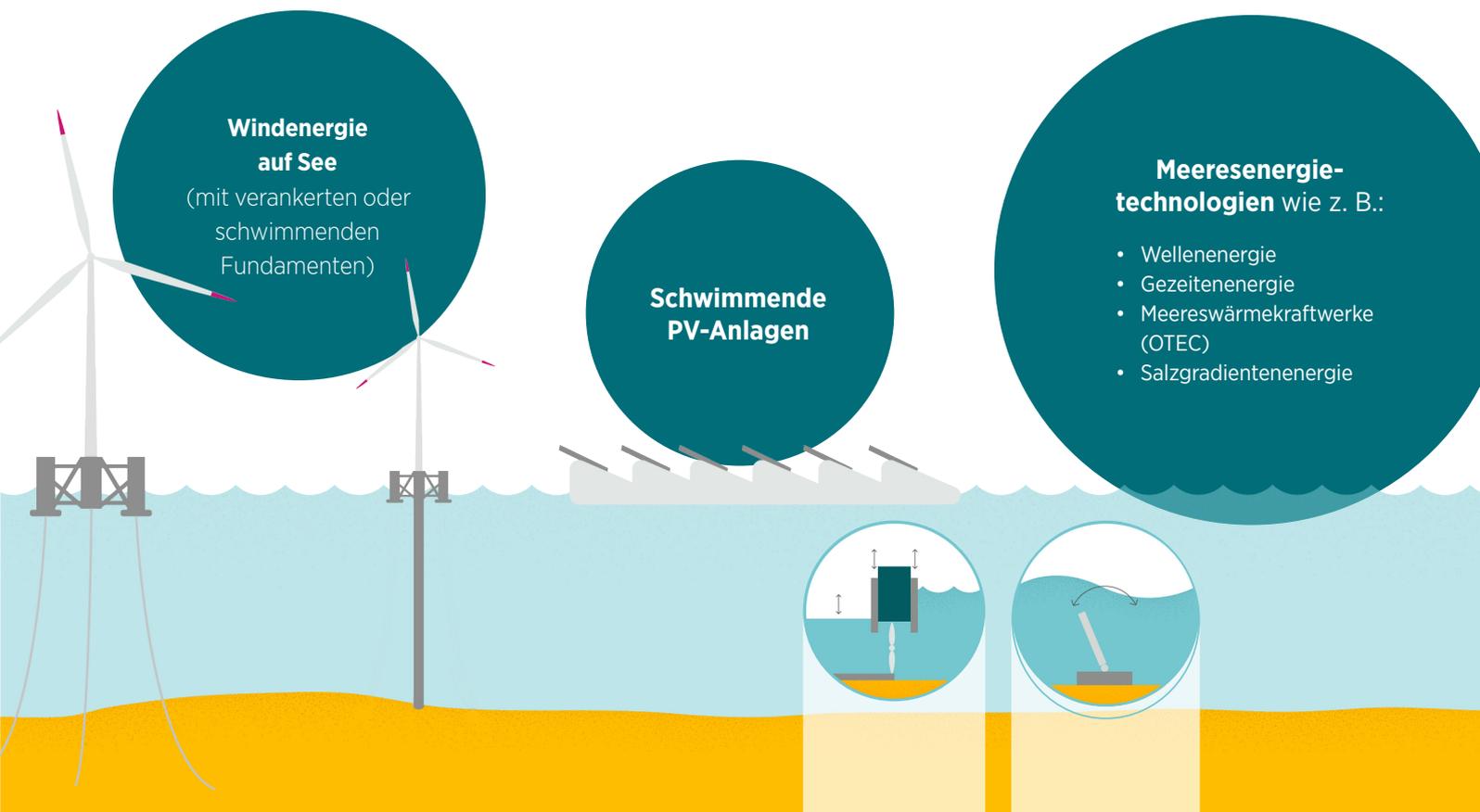
Windenergie auf See

(mit verankerten oder schwimmenden Fundamenten)

Schwimmende PV-Anlagen

Meeresenergie-technologien wie z. B.:

- Wellenenergie
- Gezeitenenergie
- Meereswärmekraftwerke (OTEC)
- Salzgradientenenergie



Nutzen für SIDS und LDC

- SIDS könnten zu **Hauptnutznießern der blauen Wirtschaft** werden, da Windenergie auf See, schwimmende Photovoltaik (PV) und aufkommende Meerestechnologien dazu beitragen könnten, akute Energie- und Wasserversorgungsprobleme auf kleinen Inseln zu bewältigen.
- Erneuerbare Energien auf See, einschließlich Meeresenergie, können zudem den Bedarf für **die Schifffahrt und die Kühlung** decken.
- Abgelegene oder isolierte Küstengebiete sind mit ähnlichen energiepolitischen Herausforderungen konfrontiert, insbesondere in den LDCs. Erneuerbare Energien auf See können **Arbeitsplätze schaffen, die Gesundheit verbessern, die Existenzgrundlage der Menschen stärken** und sozioökonomische Möglichkeiten im weiteren Sinne fördern, einschließlich der Bereitstellung von Strom für andere Offshore-Aktivitäten wie **Aquakultur, Entsalzung und Kühlung**, während sich der Importbedarf an teuren fossilen Brennstoffen verringert.
- Erneuerbare Energien auf See können dazu beitragen, die von den Vereinten Nationen als globale Prioritäten für 2030 verabschiedeten Ziele für **nachhaltige Entwicklung** (Sustainable Development Goals – SDG) zu erfüllen.
 - **SDG 7** zielt darauf ab, den Zugang zu **bezahlbarer**, verlässllicher, nachhaltiger und zeitgemäßer **Energie** für alle zu sichern.
 - **SDG 14** fordert die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der **Ozeane, Meere und Meeresressourcen**.
- Mit dem Umstieg auf erneuerbare Energien wird eine **kohlenstofffreie Stromerzeugung** erreicht, was den Inseln dabei hilft, ihre Kohlendioxidemissionen (CO₂) zu senken, den Pariser Klimapakt zu erfüllen und zum weltweiten Kampf gegen den Klimawandel beizutragen.

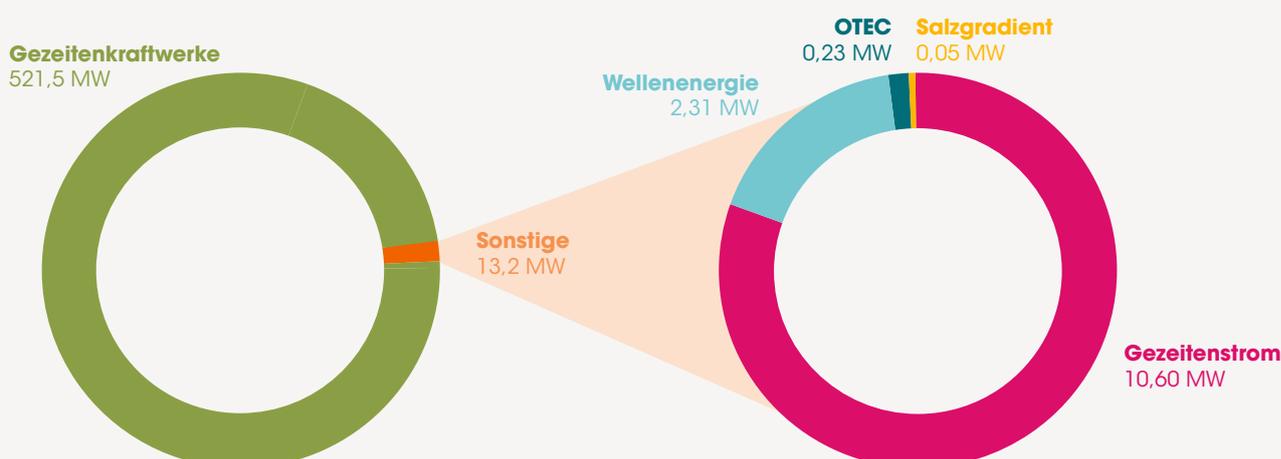
SIDS brauchen:

- **Erschwinglichen und zuverlässigen Zugang zu Strom.** Erneuerbare Energien können teure, von importiertem Diesel abhängige Stromerzeugungssysteme ersetzen und mit Offshore-Optionen Engpässe bei verfügbarem Land zu verringern.
- **Versorgung mit frischem Trinkwasser.** Erneuerbare Energieträger können die nachhaltige Entsalzung vor Ort unterstützen.

Kapazität und Potenzial der Meeresenergie

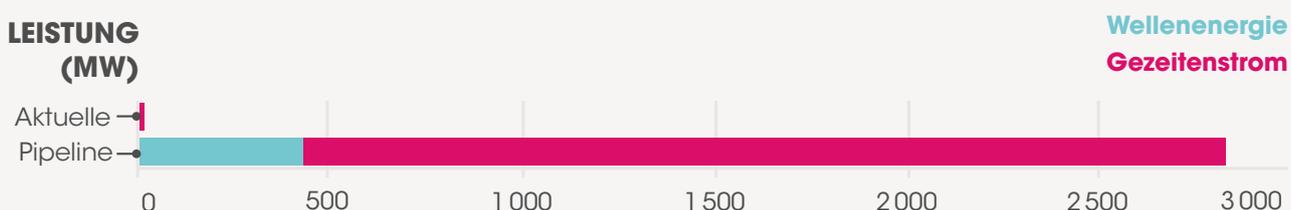
- Die kumulierte installierte Leistung für Meeresenergie Technologien weltweit beträgt derzeit **535 Megawatt (MW)**, eine geringfügige Menge im Vergleich zur aktuell weltweit installierten Leistung für alle erneuerbaren Energien (rund 2.600 Gigawatt, GW).

Abbildung 1: Globale Meeresenergieleistung, 2020



- Der größte Teil der installierten Meeresenergieleistung stammt aus **Gezeitenkraftwerken** (521,5 MW; siehe Abbildung 1), den Spitzenreitern bei der weltweiten Meeresenergieleistung, hauptsächlich durch drei große Projekte in Kanada, Frankreich und der Republik Korea. Die neu installierte Leistung und der erwartete Zukunftstrend der Meeresenergie gehen jedoch in Richtung anderer Technologien, wie z. B. Gezeitenströmung, gefolgt von der Wellenenergie und Meereswärmekraftwerke (OTEC).
- Derzeit in Entwicklung befindliche Gezeitenstrom- und Wellenenergieprojekte (Tidenhub ausgenommen), würden, sollten sie realisiert werden, weltweit fast 3 GW an zusätzlicher Leistung bringen (Abbildung 2). Der größte Teil dieser Kapazität besteht in Europa (55 %), gefolgt von Asien und dem Pazifik (28 %) sowie dem Nahen Osten und Afrika (13 %). Der Rest ist auf Nordamerika (2 %) und Süd- und Mittelamerika (2 %) verteilt.

Abbildung 2: Meeresenergieprojekte weltweit: Aktuelle Kapazität und erwartete Pipeline

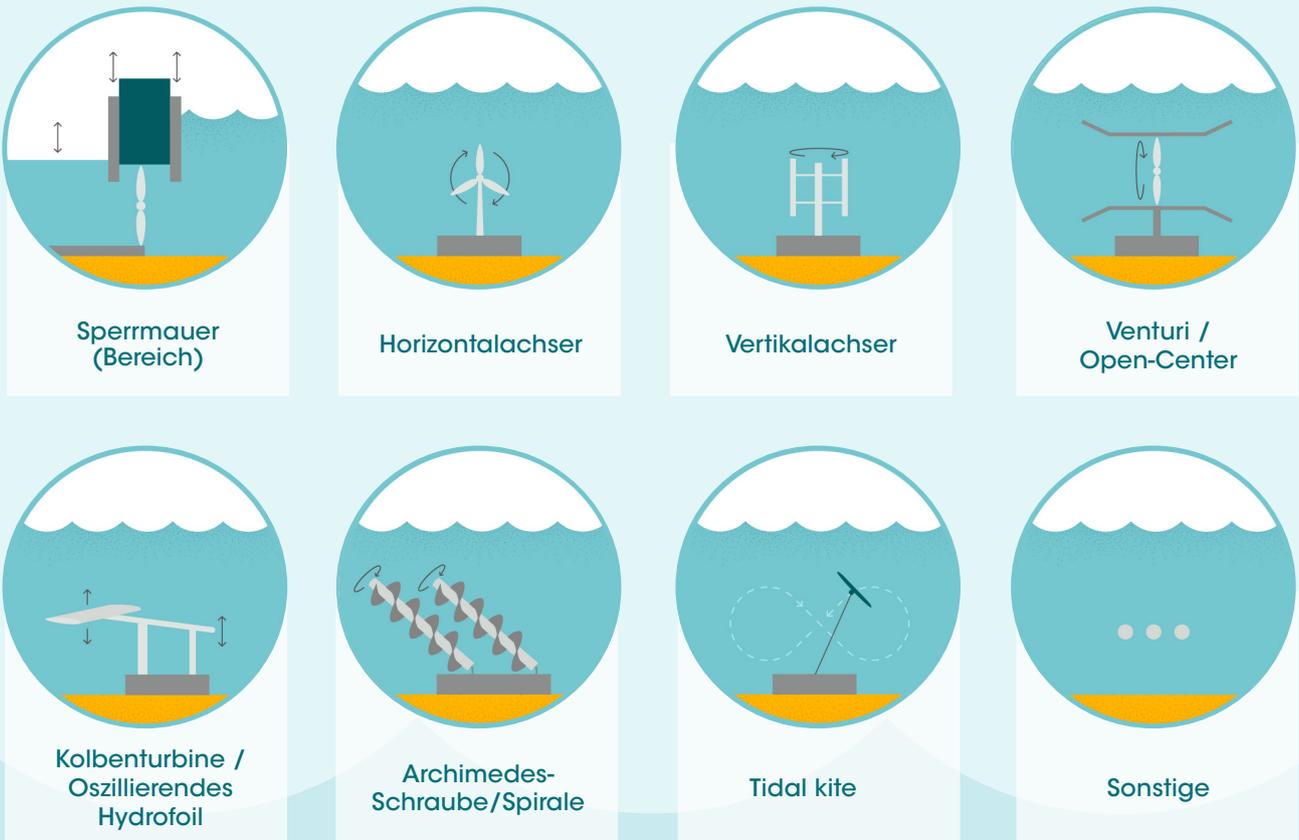


Hinweis: Tidenhub ausgenommen.

Quelle: IRENA Datenbank für Meeresenergie

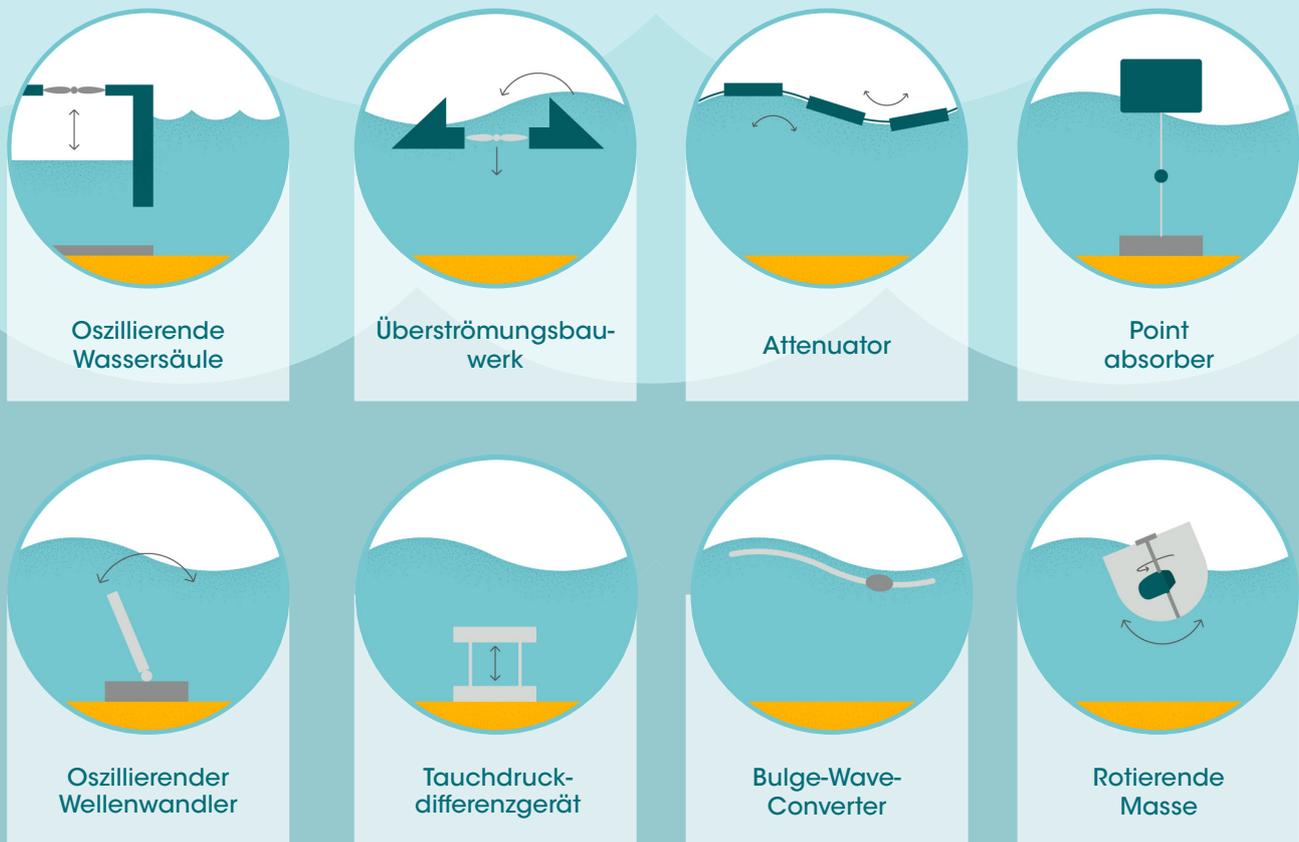
- Laut Prognosen von IRENA könnte die Meeresenergie bis 2030 eine installierte Leistung von 10 GW erreichen.
- Meeresenergie-technologien bieten eine hohe Vorhersagbarkeit und eignen sich daher für eine kontinuierliche Energieversorgung. Sie können durch andere erneuerbare Energiequellen wie Wind- und Solarenergie ergänzt werden.
- Mit Meeresenergie-ressourcen könnten theoretisch zwischen 45.000 Terawattstunden (TWh) und 130.000 TWh Strom pro Jahr erzeugt werden.
- Die Nutzung der Gezeitenstrom und Wellenenergie steigt rasant mit der Inbetriebnahme von 1-MW-Kraftwerken.
- Die meisten Meerestechnologien befinden sich noch in der Prototypenphase, einige kommen gerade erst auf den Markt. Um sie weiter zu fördern, müssen innovative Geschäftsmodelle, beschleunigte Forschung und Entwicklung und finanzielle Unterstützung für die anfängliche Entwicklung in den Vordergrund gerückt sowie die entsprechenden politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen geschaffen werden. Zudem ist ein besseres Verständnis der Umweltauswirkungen der Technologien sowie eine regionale Zusammenarbeit bei der Meeresraumplanung erforderlich.
- Meeresenergie kann weltweit genutzt werden, Marktführer sind jedoch europäische Länder wie Finnland, Frankreich, Irland, Italien, Portugal, Spanien, Schweden und das Vereinigte Königreich zusammen mit Australien, Kanada und den Vereinigten Staaten, die gemeinsam die größte Anzahl von getesteten, umgesetzten und geplanten Projekten sowie die meisten Projektentwickler und Gerätehersteller aufweisen.

Abbildung 3: Gezeitenenergietechnologien: Beispiele aktueller Prototypen



Nach IRENA, 2014 und EMEC, o.J.

Abbildung 4: Wellenenergietechnologien: Beispiele aktueller Prototypen



Nach EMEC, o.J., IRENA, 2014 und Weltenergieerat, 2016

Ein Programm für Meeresenergie und erneuerbare Energien auf See

- Europa ist bestrebt, seine Führungsrolle bei der Entwicklung von Meeresenergietechnologien zu bewahren und den Nutzen für die Region durch die jüngste Offshore-Strategie, Schlüsselement des europäischen Grünen Deals und Teil des COVID-19-Wiederaufbaufonds, zu maximieren. Darüber hinaus unterstützt Kanada die Finanzierung seines ersten schwimmenden Gezeitenkraftwerks von 9 MW, das an das Stromnetz von Nova Scotia angeschlossen werden soll.
- Erneuerbare Energieträger auf See sind zwar in puncto Kosten noch nicht mit fossilen Brennstoffen oder ausgereifteren erneuerbaren Energien konkurrenzfähig, werden aber im Laufe der Zeit und vor allem mit zunehmendem Einsatz und den einhergehenden Skaleneffekten günstiger werden.
- Auf der 10. Vollversammlung von IRENA im Januar 2020 forderten die Mitgliedsländer ein erweitertes Arbeitsprogramm für Meeresenergie und andere erneuerbare Energien auf See. IRENA möchte daher eine gezielte Zusammenarbeit bei diesen Schlüsseltechnologien fördern, die abgestimmt ist auf die Chancen und Herausforderungen für den künftigen Einsatz in einzelnen Ländern bzw. Regionen.
- Als Reaktion auf die Anfragen der Mitgliedsländer richtete IRENA einen Kooperationsrahmen für Meeresenergie und erneuerbare Energien auf See – Collaborative Framework on Ocean Energy / Offshore Renewables – ein, der im Juni und Oktober 2020 tagte. Rund 40 Delegationen aus den IRENA-Mitgliedern und Beitrittsstaaten nahmen daran teil, ebenso wie der Global Wind Energy Council und Ocean Energy Europe.
- Erneuerbare Energien auf See könnten durch eine Zusammenarbeit mit der G20 und durch die Erstellung der Agenda für die nächste große internationale Klimakonferenz, die 26. Vertragsstaatenkonferenz der UN-Klimarahmenkonvention (COP26), weiter gefördert werden.



Dieses Dokument bietet eine Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Studien ***Fostering a blue economy: Offshore renewable energy (IRENA 2020)*** (ISBN 978-92-9260-288-8) und ***Innovation outlook: Ocean energy technologies (IRENA 2020)*** (ISBN 978-92-9260-287-1), die von der Internationalen Agentur für Erneuerbare Energie (IRENA), Abu Dhabi, im Dezember 2020 veröffentlicht wurden.

IRENA dankt der dänischen Regierung, deren großzügige Unterstützung diese Studien ermöglicht hat.

Haftungsausschluss

Diese Veröffentlichung und das hierin enthaltene Material werden wie besehen bereitgestellt. Von IRENA wurden alle angemessenen Vorsichtsmaßnahmen ergriffen, um die Zuverlässigkeit des in dieser Publikation behandelten Materials zu prüfen. Weder IRENA noch ihre Mitarbeiter, Beauftragten, Daten- oder sonstigen Inhaltsanbieter übernehmen jedoch irgendeine ausdrückliche oder implizite Gewähr bzw. Verantwortung oder Haftung für etwaige Folgen, die sich ggf. aus der Verwendung der Publikation bzw. des darin enthaltenen Materials ergeben. Die hier enthaltenen Informationen entsprechen nicht notwendigerweise den Ansichten aller Mitglieder von IRENA. Die Erwähnung spezifischer Unternehmen, Projekte oder Produkte impliziert nicht deren Unterstützung bzw. Empfehlung durch IRENA gegenüber anderen ähnlicher Art, die nicht erwähnt werden. Die hierin verwendeten Bezeichnungen und die Darstellung des Materials implizieren nicht den Ausdruck einer Meinung seitens IRENA bezüglich des rechtlichen Status einer Region, eines Landes, eines Gebiets, eines Orts oder einer Gegend oder deren/dessen Behörden oder bezüglich der Festlegung von Grenzen.

