STUDIE

KLIMAWANDEL, ENERGIE UND UMWELT

NACHHALTIGE TRANSFORMATION DER ENERGIE-SYSTEME IN DEN MENA-LÄNDERN

Vergleichender Bericht

Julia Terrapon-Pfaff, Sibel Raquel Ersoy

März 2022

→

Das Energietransformationsphasenmodell für den Nahen Osten und Nordafrika (MENA) wurde angewendet, um den Übergangsprozess zu erneuerbaren Energien (EE) in zehn MENA-Ländern zu analysieren.

→

Die Merkmale der Energiesektoren werden im Hinblick auf die Rolle der erneuerbaren und fossilen Energien bei Angebot und Nachfrage, auf die politischen Rahmenbedingungen für Energieeffizienz, auf die infrastrukturellen Bedingungen, auf die Entwicklung der Treibhausgasemissionen, auf die Leitungsstrukturen sowie auf die gesellschaftliche Beteiligung und Akzeptanz der Energiewende analysiert.

→

Die Ergebnisse sollen die Diskussion über zukünftige Energiesysteme in der MENA-Region anregen.

FRIEDRICH EBERT STIFTUNG

KLIMAWANDEL, ENERGIE UND UMWELT

NACHHALTIGE TRANSFORMATION DER ENERGIE-SYSTEME IN DEN MENA-LÄNDERN

Vergleichender Bericht

Wuppertal Institut

Inhalt

1 EINLEITUNG 2

2 DAS ENERGIETRANSFORMATIONSPHASEN-MODELL IN DEN MENA-LÄNDERN 3

3 ANWENDUNG DES ENERGIETRANS-FORMATIONSPHASENMODELLS IN DEN MENA-LÄNDERN 6

3.1 Entwicklungen auf Landschaftsebene 6
3.2 Entwicklungen auf Regimeebene 6
3.3 Entwicklungen auf Nischenebene 21

4 DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE DER ANWENDUNG DES ENERGIETRANS-FORMATIONSPHASENMODELLS IN DEN MENA-LÄNDERN 23

Literaturverzeichnis 26
Abkürzungsverzeichnis 26
Verzeichnis der Einheiten und Symbole 26
Tabellenverzeichnis 27
Abbildungsverzeichnis 27

1

EINLEITUNG

Die Region des Nahen Ostens und Nordafrikas (*Middle East and North Africa*, MENA) sieht sich mit einer Vielzahl von Herausforderungen konfrontiert, darunter eine schnell wachsende Bevölkerung, ein sich verlangsamendes Wirtschaftswachstum, hohe Arbeitslosenquoten und erhebliche Umweltbelastungen. Diese Herausforderungen werden durch globale und regionale Probleme wie den Klimawandel und regionale Spannungen noch verschärft. Darüber hinaus hat die weltweite Pandemie des Coronavirus 2019 (COVID-19) die wirtschaftlichen Herausforderungen weiter verstärkt und neue soziale Schwachstellen geschaffen. Energiefragen sind in viele dieser Probleme eingebettet. Die Region ist zur Deckung ihres Energiebedarfs in hohem Maße von Erdöl und Erdgas abhängig. Obwohl die Region ein wichtiger Energieproduzent ist, haben viele der MENA-Länder Schwierigkeiten, den wachsenden Energiebedarf im eigenen Land zu decken. Der Übergang zu Energiesystemen, die auf erneuerbaren Energien (EE) basieren, ist ein vielversprechender Weg zur Deckung des wachsenden Energiebedarfs. Dieser Übergang würde auch dazu beitragen, die Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) zu verringern, was im Rahmen des Pariser Abkommens erforderlich ist. Darüber hinaus hat die Nutzung erneuerbarer Energien das Potenzial, das Wirtschaftswachstum und die Beschäftigung vor Ort zu steigern sowie fiskalische Zwänge zu verringern. Vor diesem Hintergrund haben die meisten MENA-Länder ehrgeizige Pläne zur Ausweitung ihrer EE-Produktion entwickelt. Doch trotz dieser EE-Strategien und der groß angelegten Umsetzung von Solar- und Windenergie im Größenbereich von Gigawatt (GW) bleiben fossile Brennstoffe die dominierende Energiequelle.

Der Übergang zu einem auf EE basierenden Energiesystem in der MENA-Region wird daher verstärkte Anstrengungen auf allen Ebenen erfordern. Dieser Übergang erfordert nicht nur die Entwicklung großer EE-Projekte, sondern auch den Aufbau der entsprechenden Infrastrukturen, die Umsetzung geeigneter rechtlicher und regulatorischer Rahmenbedingungen, eine stärkere Einbeziehung der Bevölkerung und die Schaffung neuer Märkte und Industrien. Daher ist ein klares Verständnis der sozio-technischen Verflechtungen im Energiesystem und der Hauptdynamik der Systeminnovation von entscheidender Bedeutung. Um dieses Verständnis zu fördern, wurde ein Phasenmodell für die Transformation auf EE in den MENA-Ländern entwickelt und auf zehn Länder der Region angewendet: Algerien, Ägypten, Irak, Israel, Jordanien, Libanon, Marokko, Palästina, Tunesien und Jemen. Der aktuelle Stand der Energietransformation in diesen Ländern wurde mit Hilfe des MENA-Energietransformationsphasenmodells bewertet und analysiert, und die Informationen wurden in Form von individuellen Länderstudien zusammengefasst. Die vorliegende Publikation fasst die Ergebnisse dieser zehn Länderstudien zusammen und setzt die Erkenntnisse in Beziehung.

Dieses Projekt wurde zusammen mit dem Regionalen Klima- und Energieprojekt MENA der Friedrich-Ebert-Stiftung entwickelt, um eine Debatte über Energietransformationsprozesse anzustoßen, die Barrieren zu identifizieren und gleichzeitig die konkreten Schritte für eine vollständige Energietransformation in Richtung 100 % EE aufzuzeigen.

2

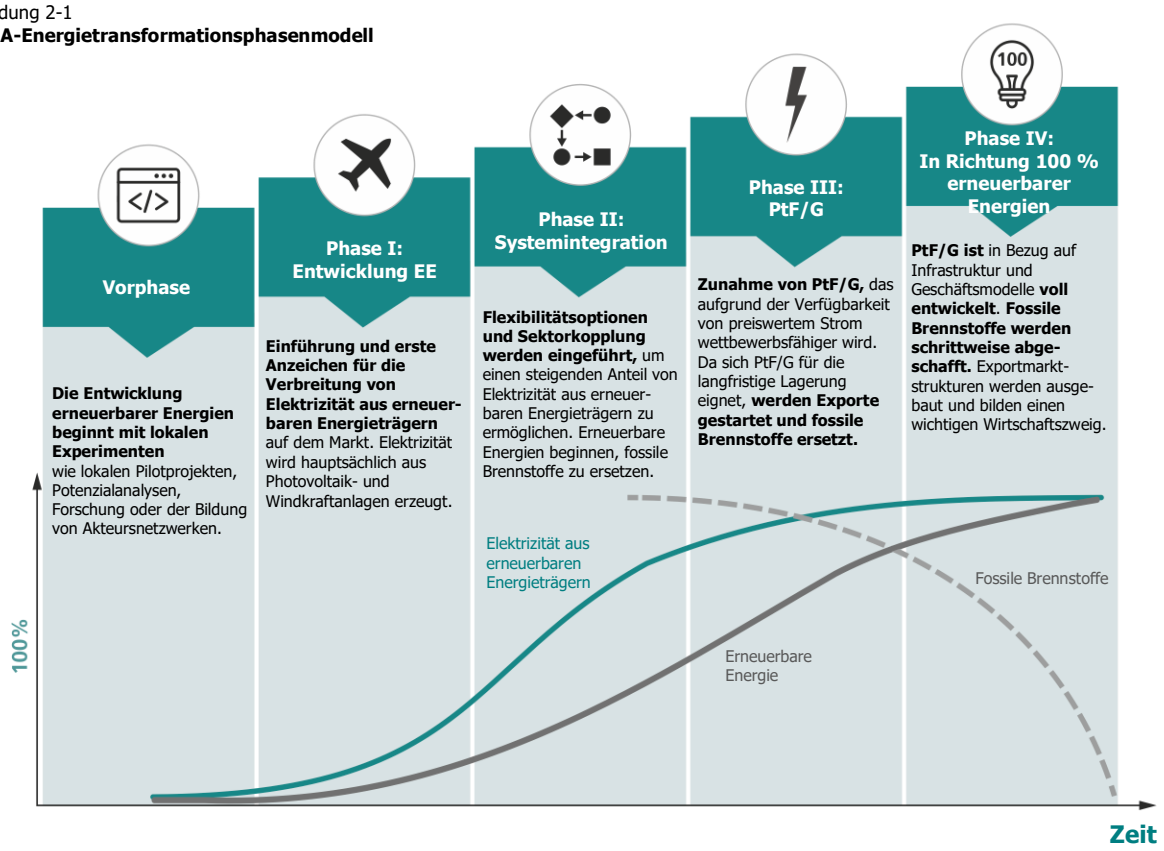
DAS ENERGIETRANSFORMATIONS-PHASENMODELL IN DEN MENA-LÄNDERN

Das angewendete Phasenmodell für eine Energietransformation in Richtung erneuerbarer, kohlenstoffarmer Energiesysteme in der MENA-Region wurde vom Wuppertal Institut (Fischedick et al., 2020) mit Unterstützung der Friedrich-Ebert-Stiftung entwickelt. Das Modell bietet einen strukturierten Überblick über den Prozess der Energietransformation im Laufe der Zeit in vier Transformationsphasen. Es baut auf dem deutschen Phasenmodell auf und wird durch Informationen über die Voraussetzungen für die Transformation und die Leitungsprozesse sowie die Besonderheiten der MENA-Region ergänzt. Der Zustand des Energiesektors in der MENA-Region variiert von Land zu Land. So sind einige Länder wie der Irak, Algerien oder Ägypten reich an fossilen Brennstoffen, während andere wie Marokko, Tunesien und Jordanien stark von Energieimporten abhängen. In den meisten dieser Länder werden die Energiepreise subventioniert und die Energiemärkte sind meist nicht liberalisiert. Außerdem ist in der MENA-Region im Gegensatz zu Deutschland ein Aufwärtstrend bei der Energienachfrage zu beobachten. Außerdem sind die meisten Netzsysteme nur unzureichend über Grenzen hinweg miteinander verbunden. Dennoch kann der Ausbau der EE in der MENA-Region von den weltweiten Fortschritten und Kostensenkungen bei EE-Technologien profitieren.

Unter Berücksichtigung der Besonderheiten der MENA-Region entsprechen die vier Phasen des MENA-Energietransformationsphasenmodells den wichtigsten Annahmen, die sich aus den grundlegenden Merkmalen der EE-Quellen ableiten und folgendermaßen gekennzeichnet sind:

- „Entwicklung EE"
- „Systemintegrationen"
- „Power-to-Fuel/Gas (Strom zu Treibstoff/Gas, PtF/G)" und
- „In Richtung 100 % erneuerbarer Energien" (Abb. 2-1).

Abbildung 2-1
MENA-Energietransformationsphasenmodell



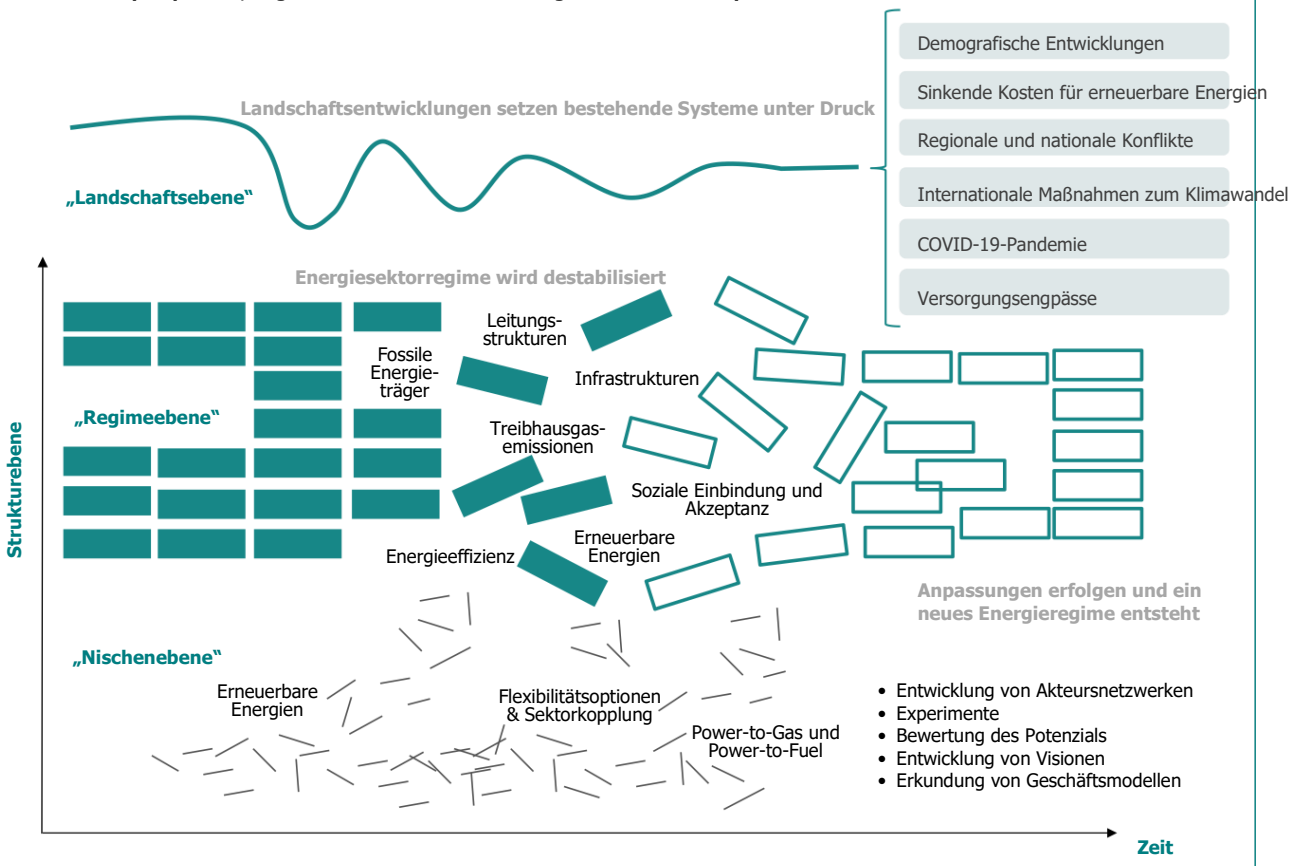
(Quelle: Eigene Zusammenstellung auf der Grundlage von Holtz et al. (2018))

Für jede Phase wurde eine bestimmte Gruppe von Innovationen ermittelt: EE-Technologien (Phase 1), Flexibilitätsoptionen (Phase 2), PtF/G-Technologien (Phase 3) und schwer zu dekarbonisierende Sektoren wie die Schwerindustrie oder die Luftfahrt (Phase 4). Bevor die EE-Technologien in die Anlaufphase eintreten, werden erste Entwicklungen in Form von lokalen Experimenten sichtbar, die als Vorphase der EE-Transformation bezeichnet werden können. Ausgehend von dieser Vorphase werden die erneuerbaren Stromversorgungskapazitäten in allen Phasen ausgebaut, um die steigende Energienachfrage aus allen Sektoren zu decken. Da die Stromnachfrage in einem auf erneuerbaren Energien basierenden kohlenstoffarmen Energiesystem vier- bis fünfmal so hoch ist, ist auch die Verbesserung der Energieeffizienz eine Voraussetzung für eine erfolgreiche Energietransformation in allen Phasen.

In allen Phasen findet der Wandel auf verschiedenen Ebenen statt. Aufbauend auf der Mehrebenenperspektive (*multi-level perspective*, MLP), einem bekannten Rahmen, der die Konzeptualisierung der Transformationsdynamik erleichtert, strukturiert das angewendete Phasenmodell die Transformation auf drei Ebenen (Geels, 2012) (Abb. 2-2). Auf der „Landschaftsebene" wirken sich allgegenwärtige Trends wie demografische Verschiebungen, Klimawandel und Wirtschaftskrisen sowohl auf die „Regimeebene" als auch auf die „Nischenebene" aus. Die „Regimeebene" (auch als „Systemebene" bezeichnet) erfasst das sozio-technische System, das den betreffenden Sektor beherrscht. In dieser Studie handelt es sich bei dem analysierten System um den Energiesektor. Es umfasst die bestehenden Technologien, Vorschriften, Nutzungsmuster, Infrastrukturen und kulturellen Diskurse, die zusammen ein sozio-technisches System bilden. Um Systemveränderungen auf der „Regimeebene" zu erreichen und Zwangsbindungen und Pfadabhängigkeiten zu vermeiden, sind Innovationen auf der „Nischenebene" von entscheidender Bedeutung, da sie die grundlegende Basis für systemische Veränderungen in der nächsten Phase bilden.

Der Transformationsprozess auf der „Regimeebene" und der „Nischenebene" vollzieht sich auf verschiedenen, miteinander interagierenden Ebenen. Die Veränderung des Einsatzes von Technologien auf den Märkten wird auf einer „techno-ökonomischen Ebene" beschrieben, während die Leitungsphasen in der „Leitungsebene" erfasst werden. Ziel dieser Ebene ist es, die Entwicklungen auf der „techno-ökonomischen Ebene" mit Leitungsansätzen zur Unterstützung der Transformationsphasen zu verbinden. Auf der „techno-ökonomischen Ebene" erfordert die Transformation auf erneuerbare Energien einen starken Fokus auf die Anpassung der Strominfrastruktur, um die Netzstabilität zu erhalten. Dazu gehören Speicher- und Flexibilitätsoptionen sowie Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), die das Flexibilitätsmanagement unterstützen. Durch den Einsatz von PtF/G-Anwendungen können die verschiedenen Sektoren enger miteinander verbunden werden. Die „Leitungsebene" befasst sich mit der Anpassung und Entwicklung neuer Politiken und Ziele, der Schaffung von Rechtsrahmen und Vorschriften sowie der Anpassung von Institutionen an neue Marktstrukturen. Das Phasenmodell skizziert die soziotechnischen Verflechtungen der beschriebenen Entwicklungen, die in einer zeitlichen Reihenfolge aufeinander aufbauen.

Abbildung 2-2
Mehrebenenperspektive, angewendet auf das MENA-Energietransformationsphasenmodell



(Quelle: Eigene Zusammenstellung auf der Grundlage von Geels and Schot (2007))

3

ANWENDUNG DES ENERGIETRANS-FORMATIONSPHASENMODELLS DER MENA-LÄNDER

3.1 ENTWICKLUNGEN AUF LAND-SCHAFTSEBENE

Energietransformationen auf nationaler Ebene werden von den nationalen, regionalen und globalen Landschaften beeinflusst, in die das Energiesystem eingebettet ist. Die „Landschaftsebene" wird als das exogene Umfeld auf der Makroebene betrachtet, das nicht direkt beeinflusst werden kann, aber selbst einen starken Einfluss auf die Entwicklungen auf „Regimeebene" und „Nischenebene" haben kann. Die „Landschaftsebene" kann Druck auf bestehende Regime ausüben und Möglichkeiten für einen Systemwandel schaffen.

Auf globaler Ebene beeinflussen die internationalen Dekarbonisierungsbemühungen zur Verringerung der THG-Emissionen (um einen globalen Temperaturanstieg und die damit verbundenen negativen Auswirkungen zu verhindern) auch direkt und indirekt die Energiesysteme in der MENA-Region. Für die öl- und gasexportierenden Länder in der MENA-Region wird erwartet, dass die Absatzmärkte in Zukunft schrumpfen werden, da die importierenden Länder ihre Volkswirtschaften schrittweise dekarbonisieren. Außerdem beginnen internationale Finanzierungsinstitutionen, Entwicklungsbanken, Privat- und Geschäftsbanken sowie Investoren, Investitionen in Infrastrukturen für fossile Brennstoffe einzuschränken. Diese Beschränkung ist entweder auf politische Gründe für die Verringerung der Kohlenstoffemissionen zurückzuführen oder darauf, dass Infrastrukturen für fossile Brennstoffe in einer dekarbonisierten Welt zu „verlorenen Investitionen" werden könnten. Dies kann sich auch auf die Erkundung und Ausbeutung neu entdeckter fossiler Brennstoffquellen in der Region und auf den Bau neuer fossil befeuerter Kraftwerke auswirken. Gleichzeitig wird der politische Druck auf internationaler Ebene, zu einem kohlenstoffarmen Energiesystem überzugehen, zunehmen, da sich immer mehr Länder dazu verpflichten, kohlenstoffneutral zu sein.

Außerdem wirken sich die sinkenden Preise für erneuerbare Technologien positiv auf die Energietransformation aus. Da immer wieder von Preisen auf Rekordtief berichtet wird, ist in den kommenden Jahren mit weiteren Preissenkungen zu rechnen, wodurch die erneuerbaren Energien gegenüber den fossilen Energieträgern wettbewerbsfähiger werden. Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor ist die demografische Entwicklung. Es wird erwartet, dass die Bevölkerung in allen untersuchten Ländern weiter wächst. Infolgedessen steigt auch die Energienachfrage. In diesem Fall können die EE eine wichtige Rolle bei der Deckung der steigenden Nachfrage spielen. Allerdings behindern bestehende oder frühere regionale und interne politische Konflikte und gewaltsame Auseinandersetzungen die Umsetzung von EE-Strategien und -Projekten. Dies gilt insbesondere für Jemen, Palästina und Irak, aber auch (in gewissem Maße) für fast alle anderen untersuchten Länder.

Die COVID-19-Pandemie ist ein weiterer Faktor, der die Energietransformation bereits kurzfristig behindert und zu Verzögerungen bei EE-Projekten, aber auch zu wirtschaftlichen Herausforderungen geführt hat, die die Umsetzung von EE-Strategien behindern können. Es bleibt abzuwarten, ob die Folgen der Pandemie auch langfristige Auswirkungen auf den Energiesektor haben werden. Auch die Engpässe bei der Versorgung mit Rohstoffen und Technologiekomponenten haben sich zumindest kurzfristig zu einem Hindernis für die Durchführung von EE-Projekten entwickelt. Es ist unklar, ob diese Situation auch in Zukunft bestehen bleibt und ob die Transformationsbemühungen in der MENA-Region, aber auch weltweit, dadurch schwächer werden könnten.

3.2 ENTWICKLUNGEN AUF REGIME-EBENE

Die Analyse auf der „Regimeebene" konzentriert sich auf den aktuellen Stand der Energietransformation in den zehn untersuchten Ländern. Dazu werden die Merkmale der Energiesektoren im Hinblick auf die Rolle der erneuerbaren und fossilen Energien bei Angebot und Nachfrage, auf die politischen Rahmenbedingungen für EE und Energieeffizienz, auf die infrastrukturellen Bedingungen, auf die Entwicklung der THG-Emissionen, auf die Leitungsstrukturen sowie auf die gesellschaftliche Beteiligung und Akzeptanz an der Energietransformation analysiert.

Gemäß der ersten Phase des angewendeten MENA-Energietransformationsphasenmodells ist die charakteristische Entwicklung auf der Ebene des Energiesystems die Einführung und der anfängliche Anstieg der EE, insbesondere der durch Photovoltaik- und Windkraftanlagen erzeugten Elektrizität. In den meisten der untersuchten Länder hat diese Phase bereits begonnen, und einige Länder, darunter Jordanien und Marokko, haben sie fast abgeschlossen. In anderen

Ländern wie dem Irak, Palästina oder Jemen befindet sich die Entwicklung der erneuerbaren Energien jedoch erst in einem Anfangsstadium, das als Vorphase des angewendeten MENA-Energietransformationsphasenmodells bezeichnet werden kann. In der zweiten Phase werden die erneuerbaren Energien zu einem wesentlichen Bestandteil des Energiesystems auf der „Regimeebene", während die wachsenden Strommärkte immer noch Raum für die Koexistenz von Energiesystemen auf der Basis fossiler Brennstoffe lassen. In der zweiten Phase finden die folgenden wichtigen Prozesse statt: Der Netzausbau wird fortgesetzt, und es werden Anstrengungen unternommen, transnationale und grenzüberschreitende Stromleitungen zu bauen, um regionale Unterschiede in der Wind- und Solarenergieversorgung auszugleichen.

Tabelle 3-1
Überblick über die Entwicklungen auf „Regime"- und „Nischenebene" gemäß dem MENA-Energietransformationsphasenmodell

	Algerien	Ägypten	Irak	Israel	Jordanien	Libanon	Marokko	Palästina	Tunesien	Jemen
Nischenebene vor Phase 1										
Bewertung des EE-Potenzials	●	●	●	●	●	●	●	◐	●	●
Lokale Experimente mit EE	●	●	◐	●	●	●	●	◐	●	◐
EE-Visionen	●	●	●	●	●	●	●	◐	●	○
EE-bezogene Akteursnetzwerke	●	●	◐	●	●	●	●	◐	●	◐
Phase 1: Entwicklung										
EE ersetzen keine fossilen Brennstoffe	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Effizienzbemühungen	◐	●	◐	●	●	◐	●	●	●	◐
Netzum- und -ausbau	◐	●	◐	●	●	◐	●	○	●	○
Transnationale Netzausbaubemühungen	◐	◐	◐	○	●	◐	●	○	◐	○
EE-Marktentwicklung	◐	●	◐	●	●	◐	●	◐	●	◐
EE-Vorschriften und -Anreize	●	●	◐	●	●	◐	●	◐	●	○
Bewusstsein für Umweltfragen	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Nischenebene vor Phase II										
Bewertung der Flexibilitätsoptionen	○	○	○	◐	●	○	●	○	◐	○
Experimente mit Flexibilitätsoptionen	○	○	○	◐	●	○	●	○	○	○
Flexibilität der Geschäftsmodelle	○	○	○	◐	○	○	◐	○	○	○
Visionen für die Integration der Energie-systeme	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○
Akteursnetzwerke rund um die Flexibilität	○	○	○	○	○	○	◐	○	○	○
Phase II: Systemintegration										
Ersatz von fossilen Brennstoffen	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Direkte Elektrifizierung	○	○	○	○	○	○	◐	○	○	○
IKT-Integration	○	○	○	○	○	○	◐	○	○	○
Angleichung der Vorschriften	○	○	○	○	○	○	◐	○	○	○
PtF/G-bezogene Akteursnetzwerke	○	○	○	○	○	○	◐	○	○	○
Nischenebene vor Phase III (PtF/G)										
Bewertung der PtF/G-Pfade	○	○	○	○	◐	○	◐	○	○	○
Bewertung der PtF/G-Potenziale	○	○	○	○	○	○	◐	○	○	○
PtF/G-Pilotprojekte	○	○	○	○	○	○	◐	○	○	○
Erkundung neuer Lastmanagement-Potenziale	○	○	○	○	○	○	◐	○	○	○
PtF/G-Visionsentwicklung	○	○	○	○	◐	○	○	○	○	○

● (Wird) umgesetzt ◐ In Arbeit/Planung ○ Fehlt

(Quelle: Eigene Zusammenstellung auf der Grundlage von Länderstudien)

In dieser Phase sollen auch Flexibilitätspotenziale wie Lastmanagement (*demand side management*, DSM) und Speicher ausgebaut werden, und die Struktur des Strommarktes muss entsprechend angepasst werden. Auf politischer Ebene müssen die Regelungen im Strom-, Mobilitäts- und Wärmesektor schrittweise angeglichen werden, um gleiche Wettbewerbsbedingungen für die verschiedenen Energieträger zu schaffen. Israel, Jordanien und Marokko haben mit diesen Maßnahmen begonnen, aber keines der untersuchten Länder hat die zweite Phase bereits vollständig abgeschlossen. In den folgenden Abschnitten und in Tabelle 3-1 wird ein Überblick über den aktuellen Stand und die Trends der Energietransformation auf der Ebene der zehn analysierten Länder gegeben.

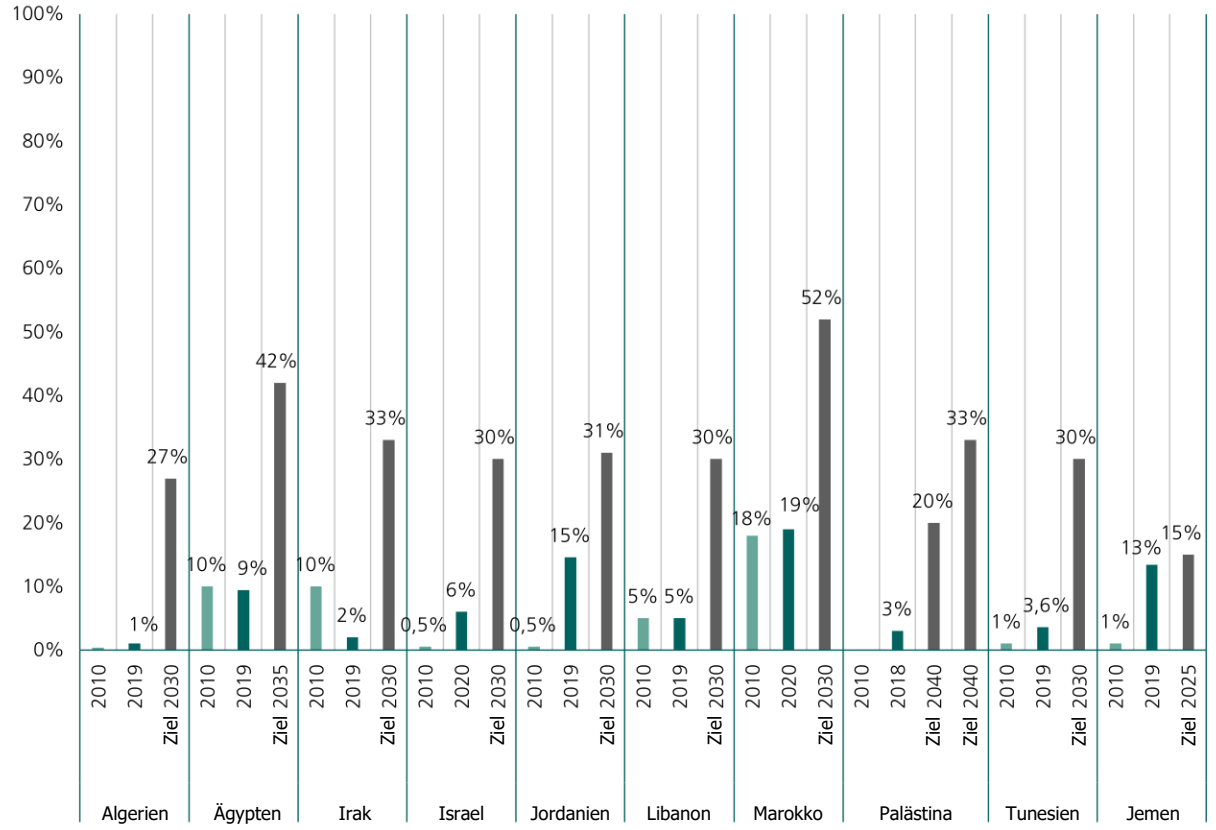
3.2.1 Erneuerbare Energie

Alle untersuchten Länder haben sich EE-Ziele gesetzt (Abb. 3-1). Um diese Ziele zu erreichen, wird ein hoher Anteil an Solarenergie und Windenergie angestrebt. Die Windenergie ist in Tunesien, Marokko, Ägypten und Jordanien von besonderer Bedeutung. Darüber hinaus wird die Wasserkraft in Ländern wie dem Libanon, Ägypten und dem Irak als wichtige EE-Quelle angesehen.

Auf der einen Seite müssen einige der Länder ihre Anstrengungen zum Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien verstärken, um ihre Ziele zu erreichen. So lag der Anteil der erneuerbaren Energien in Algerien 2019 bei 1 % der Stromerzeugung des Landes, während das Ziel für 2030 bei 30 % liegt. Trotz des vorrangigen Netzzugangs für EE in Algerien und der Förderung von EE in großem Maßstab durch verschiedene Anreizmaßnahmen bleibt die Umsetzung von EE aufgrund regulatorischer und finanzieller Hindernisse begrenzt. Auch in Tunesien, wo die Förderung von EE und Energieeinsparung vor mehr als 20 Jahren begann, ist die Entwicklung von EE-Großprojekten nur langsam vorangekommen. Um das im tunesischen Solarplan (TSP) festgelegte Ziel eines 30-prozentigen Anteils von Strom aus erneuerbaren Energien bis 2030 zu erreichen, muss das Land die Rahmenbedingungen für EE verbessern, indem es Schritte zur Entflechtung des Stromsektors unternimmt. Es muss transparente Strukturen und Vorschriften für private Investoren schaffen und Maßnahmen zur Reform der Subventionen für fossile Brennstoffe ergreifen. Der Irak hat sein Ziel von 10 % auf einen Anteil von 33 % EE im Stromsektor bis 2030 erhöht. Im Jahr 2019 lag der Anteil bei 2 %, wobei der Großteil davon aus bestehenden Wasserkraftwerken stammte (REN21, 2019).

Einige Länder haben sogar noch weniger ehrgeizige Ziele. Der Jemen zum Beispiel will bis 2025 einen Anteil von 15 % an erneuerbaren Energien erreichen, dieses Ziel wurde jedoch vor dem Jemen-Krieg festgelegt. Nichtsdestotrotz sind kleine Solarpaneele im Jemen inzwischen weit verbreitete Stromerzeugungsquellen, da das Stromnetz, das ursprünglich nur 40 % der Bevölkerung versorgte, schwer beschädigt ist und Diesel für den Betrieb von Stromgeneratoren auf dem Schwarzmarkt des kriegsgebeutelten Landes entweder nicht verfügbar ist oder immer teurer wird. Auch die Ziele Palästinas liegen im unteren Bereich, denn das Land strebt einen Anteil von 20-33 % im Jahr 2040 an. Das höhere Ziel hängt von der Entwicklung der politischen Situation mit Israel ab, da der Großteil des großen Solar- und Windenergiepotenzials im Gebiet C liegt, das derzeit unzugänglich ist und unter israelischer Kontrolle steht. Israels Zielvorgaben für den Anteil der erneuerbaren Energien am Strommix liegen bei einem Anteil von 30 %, der bis 2030 erreicht werden soll.

Abbildung 3-1
Überblick über den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung 2010 und 2019/20 und die Ziele für erneuerbare Energien



(Quelle: Basierend auf Daten der IEA, 2021)

Auf der anderen Seite sind Länder wie Ägypten, Israel, Jordanien und Marokko auf dem besten Weg, ihre Ziele zu erreichen. Marokko zum Beispiel hat sich ehrgeizige Ziele gesetzt und will bis 2030 einen Anteil von 52 % erneuerbarer Energien am Strommix erreichen. Dieses Ziel könnte sich sogar auf 64 % erhöhen (Zawya, 2021), da der Ausbau der erneuerbaren Energien rasch voranschreitet. Somit dürfte das Ziel von 52 % noch vor 2030 erreicht werden. Marokko hat wirksame EE-Gesetze und -Vorschriften erlassen, und die EE werden vom marokkanischen König und auf politischer Ebene maßgeblich unterstützt, was ihre rasche Entwicklung erleichtert. Im Rahmen des marokkanischen Solarplans (MSP) wurden große Solarenergieanlagen wie das NOOR-Projekt in Quarzazate mit einer Kapazität von 580 MW gebaut, und weitere NOOR-Projekte befinden sich in der Entwicklung. Eine stärkere Beteiligung des Privatsektors und der Gemeinschaft durch die Förderung kleiner und dezentraler Solarlösungen neben den Großprojekten kann die Transformation zu einem 100 %igen EE-System in Marokko weiter unterstützen.

Wie Marokko hat auch Jordanien, ein stark von Energieimporten abhängiges Land, große Fortschritte bei seiner Energietransformation gemacht. Allerdings haben sich diese Fortschritte in den letzten Jahren aufgrund von Regulierungsproblemen etwas verzögert. Dennoch dürfte das derzeitige Ziel, bis 2030 einen Anteil von 31 % EE zu erreichen, bald angehoben werden, da der Ausbau der EE rasch voranschreitet. Im Vergleich zu Marokko wird der Ausbau der erneuerbaren Energien in Jordanien hauptsächlich von privaten Erzeugern vorangetrieben. Stabile und klare politische Rahmenbedingungen, attraktive Anreize und die Verfügbarkeit von Finanzierungsmechanismen haben zu einer starken Beteiligung des Privatsektors in Form von öffentlich-privaten Partnerschaften (ÖPP) beigetragen. Ähnlich wie Jordanien und Marokko weist auch Ägypten eine starke Entwicklung im EE-Sektor auf. Das Land hat sich ehrgeizige Ziele gesetzt, da es bis 2030 einen Anteil von 42 % an erneuerbaren Energien im Strommix erreichen will. Die Umsetzungsprogramme haben erfolgreich Investoren angelockt, so dass die Zahl der Großprojekte in den letzten Jahren stetig gestiegen ist. Eines der Vorzeigeprojekte ist der Solarpark Benban, der nach seiner Fertigstellung mit 1,5 GW der größte Solarpark der Welt sein wird. Benban wurde, wie viele andere große EE-Projekte in Ägypten, Jordanien und Marokko, von unabhängigen Stromerzeugern (*idenpendent power producers*, IPP) im Rahmen von Build-Own-Operate (BOO) oder Build-Own-Operate-Transfer (BOOT) gebaut. Dabei wird die Energie im Rahmen eines langfristigen Strombezugsvertrags (*power purchase agreement*, PPA) (in der Regel mit einer Laufzeit von etwa 20 Jahren) an das nationale Fernleitungsunternehmen verkauft, das der einzige Abnehmer ist. Wie in Marokko könnten auch in Ägypten EE zunehmend als dezentrale oder netzunabhängige Lösungen in abgelegenen Gebieten, in städtischen Gebieten oder zur Versorgung von Unternehmen mit sauberem Strom eingesetzt werden, um die Energietransformation auf allen Ebenen weiter voranzutreiben.

Was die Regelungen und Anreize für EE in den untersuchten Ländern betrifft, so nutzen die meisten Länder mehr als ein Instrument zur Förderung der Nutzung von EE. In allen untersuchten Ländern (mit Ausnahme des Jemen) werden Großprojekte häufig über Ausschreibungen vergeben. Einspeisevergütungssysteme gibt es ebenfalls in allen Ländern, außer im Irak und im Jemen, hauptsächlich für kleine dezentrale Anlagen (z. B. in Haushalten). Was die Einspeisetarife (*feed-in tariffs*, FiTs) betrifft, die zu den weltweit am häufigsten eingesetzten Mechanismen zur Förderung von EE gehören, so setzen fünf Länder, nämlich Algerien, Ägypten, Israel, Jordanien und Palästina, dieses Instrument ein. EE-Quoten und der vorrangige Netzzugang für EE wurden bisher nur von einer kleineren Anzahl von Ländern genutzt (Tabelle 3-2).

Insgesamt zeigt sich, dass Länder mit begrenzten fossilen Energiequellen, wie Marokko und Jordanien, eine starke Dynamik aufweisen und ihre Ziele möglicherweise übertreffen. In Ländern mit fossilen Energiequellen, wie Algerien oder Tunesien, verläuft die Energietransformation aufgrund der teilweise ungünstigen Rahmenbedingungen für EE und aufgrund einer starken Lobby für fossile Energieträger derzeit eher langsam. Die Einführung erneuerbarer Energien in Ägypten wurde stark von der Notwendigkeit getrieben, den schnell wachsenden Energiebedarf zu decken. Gleichzeitig hat die Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen aufgrund neuer Gasfunde ebenfalls zugenommen. In Ländern mit schwieriger politischer Lage wie Jemen und Palästina wird die Entwicklung der erneuerbaren Energien hauptsächlich durch die Einführung kleiner Solarenergiesysteme zur Deckung des täglichen Energiebedarfs der Bevölkerung vorangetrieben, während große Systeme fehlen.

Tabelle 3-2
Überblick über die Vorschriften für erneuerbare Energien

	Algerien	Ägypten	Irak	Israel	Jordanien	Libanon	Marokko	Palästina	Tunesien	Jemen
RE-Vorschriften und -Anreize										
Einspeisetarif	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○
Quotenverpflichtung für Stromversorger	○	●	○	●	○	○	○	○	○	○
Einspeisevergütung/-abrechnung	●	●	○	●	●	●	●	●	●	○
Ausschreibungen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○
RE-Netzzugangsbedingungen										
Vorrangige Auslieferung für EE	●	●	○	○	●	○	○	○	○	○

● Vorhanden/im Aufbau ○ Fehlt

(Quelle: Eigene Zusammenstellung auf der Grundlage von Länderstudien)

Daher ist der Weg zur Transformation auf ein auf erneuerbaren Energien basierendes Energiesystem von Land zu Land unterschiedlich und hängt von den Voraussetzungen ab, die von verschiedenen strukturellen Faktoren beeinflusst werden.

3.2.2 Fossiler Brennstoffsektor

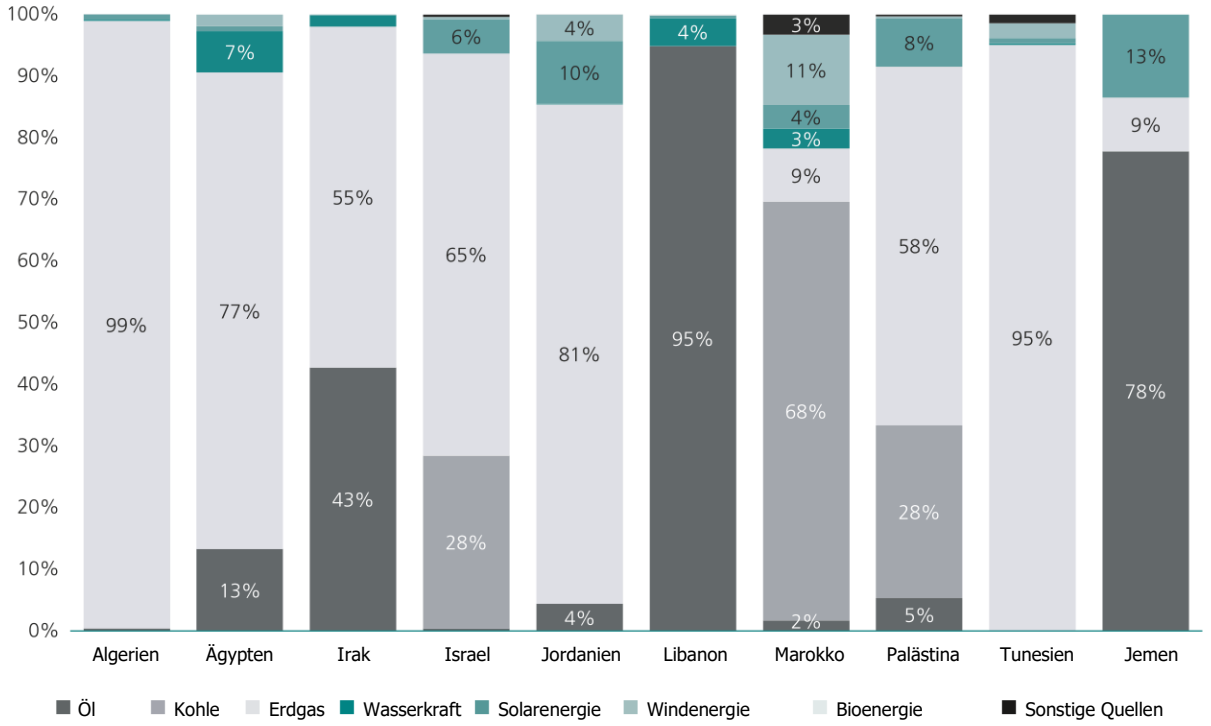
Trotz der Fortschritte bei den erneuerbaren Energien werden 2019 und 2020 in allen untersuchten Ländern weiterhin fossile Brennstoffe die Hauptquelle der Stromerzeugung sein (Abb. 3-2). Die wichtigsten Quellen waren Erdöl und Erdgas sowie Kohle in Marokko und Israel.

Marokko und Jordanien sind in hohem Maße von der Einfuhr fossiler Brennstoffe abhängig, was einer der Hauptgründe für die rasche Entwicklung erneuerbarer Energiequellen in beiden Ländern ist. Auch Palästina und der Libanon sind auf die Einfuhr fossiler Brennstoffe angewiesen. Das Energiesystem des Libanon hängt weitgehend von importiertem Schwer- und Dieselöl ab, das 93 % der gesamten Stromerzeugung ausmacht (Salameh und Chedid, 2020). In Palästina werden 100 % der fossilen Brennstoffe für die heimische Energienutzung aus Israel importiert. Auch Israel war bis zur Entdeckung der Erdgasfelder Tamar und Leviathan vor der Mittelmeerküste fast vollständig von Energieeinfuhren abhängig. Gegenwärtig exportiert Israel Erdgas nach Jordanien, ist aber weiterhin auf Ölimporte, hauptsächlich aus Russland und Norwegen, angewiesen. Eine ähnliche Situation ist in Ägypten zu beobachten, das (im Gegensatz zu Israel) früher ein großer Öl- und Gasproduzent war. Auch die Kohlenwasserstoffproduktion ist einer der größten Wirtschaftszweige des Landes, doch aufgrund der hohen inländischen Energienachfrage wurde Ägypten 2010 zum Nettoenergieimporteur. Mit den neu entdeckten Gasfeldern wird Ägypten jedoch wieder zu einem Exporteur.
Bis zum Jahr 2000 war Tunesien ebenfalls ein Gasexporteur. Seitdem ist das Land aufgrund des Rückgangs der Öl- und Gasreserven bei gleichzeitig steigender Nachfrage zum Nettoimporteur fossiler Brennstoffe geworden. Die Abhängigkeit von der Einfuhr fossiler Brennstoffe hat jedoch noch nicht zu einem raschen Ausbau der erneuerbaren Energien geführt, sondern das Staatsdefizit erhöht. Dies wiederum hat die Energietransformation verzögert. Darüber hinaus hat die COVID-19-Pandemie dazu beigetragen, dass sich die Haushaltsprioritäten in Tunesien zugunsten des Gesundheitssektors verschoben haben, und eine Reihe von EE-Projekten wurde bis auf weiteres verschoben.

Algerien und der Irak gehören jedoch zu den weltweit größten Exporteuren fossiler Brennstoffe. Der Kohlenwasserstoffsektor trägt in beiden Ländern zu einem großen Teil des Bruttoinlandsproduktes (BIP) bei. Algerien sieht in den erneuerbaren Energien eine Möglichkeit, die rasch wachsende Binnennachfrage zu decken, und exportiert daher mehr Erdgasprodukte. Auch der Irak hat kürzlich die Entwicklung neuer Solarenergieprojekte in Zusammenarbeit mit ausländischen Unternehmen angekündigt, um den Anteil sauberer Energie bis 2030 auf 33 % zu erhöhen (Chandak, 2021). Jemens fossiler Energiesektor war vor dem Krieg auch der größte Beitragszahler zum Staatshaushalt, da der Öl- und Gassektor im Jemen hauptsächlich vom Staat betrieben wird. Der anhaltende militärische Konflikt hat jedoch erhebliche Auswirkungen auf den Sektor der fossilen Brennstoffe, und viele Ölgesellschaften haben die Produktion eingestellt.

Entsprechend der vorherrschenden Rolle von Erdgas und Erdöl sind Subventionen für fossile Brennstoffe in der Region weit verbreitet. Die meisten der zehn untersuchten Länder (Ägypten, Algerien, Irak, Libanon, Tunesien und teilweise Jemen) subventionieren fossile Brennstoffe noch immer entweder direkt oder indirekt über nicht kostendeckende Stromtarife.

Abbildung 3-2
Überblick über die Stromerzeugung nach Quellen 2019/2020



** Palästina: 86 % Importe auf der Grundlage des israelischen Strommixes*
(Quelle: Basierend auf Daten der IEA, 2021)

Ägypten, Jordanien, Marokko und Tunesien haben jedoch deutliche Anstrengungen zu einem Rückgang der Energiesubventionen unternommen, die bereits zu beachtlichen Erfolgen geführt haben (IWF, 2019). Während die hohen Solar- und Windpotenziale in allen untersuchten Ländern darauf hindeuten, dass Strom aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen an vielen Standorten zu wettbewerbsfähigen Kosten erzeugt werden kann, können Subventionen diese Vorteile überdecken. Folglich sind die Subventionen in den meisten der untersuchten Länder ein großes Hindernis für die Transformation zu einem zu 100 % auf erneuerbaren Energien basierenden Energiesystem. Insgesamt lässt sich feststellen, dass Subventionen und die starke Abhängigkeit von Öl und Gas große Hindernisse für die Transformation zu 100 % erneuerbaren Energien darstellen. Insbesondere neue Investitionen in die Produktion fossiler Brennstoffe und in Stromerzeugungskapazitäten auf fossiler Basis können zu technologischen Zwangsbindungseffekten führen, was für die späteren Phasen der Transformation entscheidend ist, wenn der Ausstieg aus fossilen Brennstoffen notwendig wird.

3.2.3 Energieeffizienz

Neben den EE-Technologien ist die Energieeffizienz die zweite strategische Säule der Energietransformation, und es ist von entscheidender Bedeutung, die Energieeffizienz in allen Phasen zu steigern, die im angewendeten MENA-Energietransformationsphasenmodell beschrieben sind. Alle untersuchten Länder haben die Bedeutung der Energieeffizienz erkannt, und viele haben nationale Energieeffizienzpläne und -ziele entwickelt. Es gibt jedoch große Unterschiede bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen zwischen den Ländern. Tunesien verfügt über eine der wirksamsten Energieeffizienzpolitiken, die in den letzten Jahrzehnten zu einem Rückgang der Energieintensität um etwa 20 % geführt hat (Weltbank, 2021). In Tunesien wurden verschiedene Instrumente und Mechanismen eingeführt, darunter Gesetze, Steuern, Sensibilisierungskampagnen, Forschungsinitiativen, Investitionsanreize, Beratungen mit Unternehmen, die Energie sparen wollen, Energieaudits von Unternehmen und Machbarkeitsstudien für Kraft-Wärme-Kopplungsprojekte (Detoc, 2016).
Die meisten Effizienzziele und -maßnahmen konzentrieren sich auf den Energiesektor, aber einige Länder beziehen auch andere Sektoren wie Haushalte und Industrie mit ein (Tabelle 3-3). So plant Israel beispielsweise die Umstellung alter Ölkraftwerke auf gasbefeuerte Stromerzeugungsanlagen und die Installation neuer KWK-Anlagen, um die Effizienz auf bis zu 80 % zu steigern. Der Libanon hat in seinem Nationalen Energieeffizienz-Aktionsplan (NEEAP) Energieeinsparungen nach Sektoren definiert, eine Kostenanalyse für jede Maßnahme durchgeführt und quantifizierbare, zeitgebundene Ziele formuliert. Auch Marokko hat Energieeffizienzmaßnahmen für alle Sektoren vorgesehen: Energie, Land- und Forstwirtschaft, Verkehr, Abfall, Industrie, Wohnen und Gewerbe, um sein Ziel zu erreichen, den Energieverbrauch bis 2030 um 20 % zu senken. Jordanien hat ebenfalls eine Reihe von 35 Maßnahmen in seinen NEEAP aufgenommen, darunter sektorübergreifende Projekte für die Bereiche Wohnen, Dienstleistungen, Industrie, Wasserpumpen, Straßenbeleuchtung und Verkehr.

Die algerische Effizienzstrategie umfasst auch Effizienzziele in den Bereichen Gebäude, Verkehr und Industrie. Darüber hinaus hat das Land eine Energiezertifizierung und -kennzeichnung für neue technische Geräte eingeführt, die Strom, Gas oder sonstige Brennstoffe verbrauchen. Der ägyptische NEEAP II umfasst eine effiziente Beleuchtung, Finanzierungsmechanismen für die Nutzung von Solarthermie im Wohnungs- und Hotelsektor, die Rationalisierung des Energieverbrauchs in Wasser- und Abwasseranlagen sowie Sensibilisierungsprogramme. Auch der Jemen hatte vor dem Krieg erste Ziele für die Energieeffizienz entwickelt, die bis 2025 um 15 % gesteigert werden sollten, doch der Krieg verhinderte das Erreichen dieser Ziele. Derzeit nutzen die jemenitischen Haushalte ihren Strom rationeller, was hauptsächlich auf die begrenzte Verfügbarkeit und die hohen Preise zurückzuführen ist und weniger auf Effizienzgründe. Der Irak will seinen Energieverbrauch bis 2022 um 7 % senken (ESCWA, 2019), Strategien zur Umsetzung der Ziele fehlen jedoch weitgehend. Trotz der mehr oder weniger konkreten Maßnahmen stellen die Energiesubventionen in den meisten untersuchten Ländern auch ein großes Hindernis für die Bemühungen um Energieeffizienz dar, da niedrige Strompreise kein energiesparendes Verhalten fördern.

Tabelle 3-3
Überblick über energieeffizienzpolitische Maßnahmen

	Bestehende Effizienzstrategien	Effizienzziele
Algerien	Entwicklungsplan für erneuerbare Energien und Effizienz 2011-2030	• Gebäudesektor: Einsparung von 30 Mio. t RÖE bis 2030 • Verkehrssektor: Einsparung von 15 Millionen t RÖE bis 2030 • Industrieller Sektor: Einsparung von 34 Millionen t RÖE bis 2030
Ägypten	Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan I und II (NEEAP)	• Reduzierung des Energieverbrauchs um 5 % im Zeitraum 2012-2015
Irak	Keine spezifische Effizienzstrategie, aber der nationale Plan für nachhaltige Entwicklung sieht Effizienzverbesserungen als Thema vor	• Keine Effizienzziele
Israel	Der aktualisierte Energieeffizienzplan (NEEP)	• Reduzierung des Stromverbrauchs um 17 % bis 2030
Jordanien	Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan I und II (NEEAP)	• Einsparung von 2.000 GWh Strom für den Zeitraum 2018-2020 durch 35 Maßnahmen
Libanon	Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan I und II (NEEAP)	• Energieeinsparung von 302,9 GWh pro Jahr
Marokko	Nationale Energiestrategie	• Energieeinsparung von 20 % bis 2030

Palästina	Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan I und II (NEEAP)	• Reduzierung des Energieverbrauchs um 5.000 GWh bis 2030
Tunesien	Nationales Programm zur Steigerung der Energieeffizienz	• Reduzierung des Energieverbrauchs um 34 % bis 2030
Jemen	Nationale Strategie für erneuerbare Energien und Energieeffizienz	• Energieeinsparung von 457 GWh bis 2025

(Quelle: Eigene Zusammenstellung auf der Grundlage von Länderstudien)

3.2.4 Infrastruktur

Die Energietransformation hin zu erneuerbaren Energien erfordert die Modernisierung und den Ausbau der Infrastruktur für die Stromerzeugung, -übertragung, -umwandlung und -verteilung. In allen untersuchten Ländern sind die bestehenden Übertragungs- und Verteilungsinfrastrukturen, wie z. B. Netzleitungen und Umspannwerke, nicht für die Einbindung eines großen Anteils erneuerbarer Energien geeignet. Darüber hinaus führt die oft alte und ineffiziente Netzinfrastruktur in fast allen Ländern zu erheblichen Verlusten. Im Libanon beispielsweise erreichen die Netzverluste etwa 40 %. Diese Verluste auf technischer und nichttechnischer Ebene können die finanzielle Leistungsfähigkeit des Stromsektors stark beeinträchtigen. In einigen Ländern (z. B. im Irak, Libanon, Palästina oder Jemen) tragen sie auch zu Lastabwürfen bei. Außerdem liegen in einer Reihe von Ländern, darunter Algerien, Jordanien, Marokko, Tunesien, Ägypten und Israel, das EE-Potenzial und die Nachfragezentren geografisch weit voneinander entfernt. Wenn die Übertragungsinfrastruktur die Zentren von Angebot und Nachfrage nicht ausreichend miteinander verbindet, kann die Einspeisung großer Mengen an Strom aus erneuerbaren Energien in das Netz zu einer Überlastung der Stromleitungen führen, was ein Risiko für die Netzstabilität darstellt. Angesichts dieser Herausforderungen haben viele Länder begonnen, die Netzinfrastruktur zu verbessern. Ägypten beispielsweise hat in den letzten zehn Jahren erhebliche Verbesserungen vorgenommen, um die schweren Lastabwürfe zu überwinden, die Anfang der 2010er Jahre auftraten. Dazu gehört unter anderem die Entwicklung des Projekts „Grüner Korridor", das darauf abzielt, das Übertragungsnetz um 500 kV zu erweitern, um Wind- und Solarparks an das nationale Netz anzuschließen.

Ein weiterer wichtiger Schritt zur Stabilisierung des Netzes und zur Bewältigung der variablen Lasten ist die länderübergreifende Zusammenschaltung von Netzen. In der MENA-Region sind sowohl die wirtschaftliche Integration als auch die Integration der Stromnetzinfrastruktur äußerst gering. Es gibt mehrere Pläne für regionale Verbundnetze, die eine Reihe der untersuchten Länder einschließen. Ein Beispiel dafür ist das 1988 initiierte Acht-Länder-Verbundprojekt (EIJLLPST) (die Abkürzung steht für die zu verbindenden Länder Ägypten, Irak, Jordanien, Libyen, Libanon, Palästina, Syrien und die Türkei). Aufgrund einer Reihe von Herausforderungen, die von technischen, finanziellen, politischen und organisatorischen Faktoren bis hin zu begrenzten Überkapazitäten reichen, wurden bei diesem Verbundprojekt jedoch über einen langen Zeitraum hinweg kaum Fortschritte erzielt. Ein weiteres länderübergreifendes Verbundprojekt ist der panarabische Strommarkt oder der nordafrikanische Verbund, an dem die Länder Libyen, Ägypten, Jordanien und Syrien beteiligt wären. Ziel dieser Übertragungskorridore ist es, einen gemeinsamen Strommarkt zu schaffen, der dazu beitragen wird, den steigenden Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der MENA-Region zu bewältigen. Die schwache Infrastruktur und das Fehlen von Verbundnetzen (die dazu beitragen könnten, schwankende Erzeugung durch Stromimporte oder -exporte auszugleichen) stellen eine Herausforderung für den Ausbau der EE in der MENA-Region dar. Palästina ist besonders von den fehlenden Netzanschlüssen betroffen. Aufgrund der politischen Verhältnisse ist Palästina fast ausschließlich an das israelische Netz angeschlossen, während das inländische Netz stark fragmentiert ist.

Insgesamt wird deutlich, dass neben dem Ausbau der EE-Kapazitäten auch der parallele Ausbau der Infrastruktur und die stärkere regionale Vernetzung der Stromnetze beschleunigt werden müssen, damit die Energietransformation gelingt. Ohne die notwendigen Anpassungen der Infrastruktur wird es schwierig sein, hohe EE-Anteile in die Netze einzuspeisen, und es wird auch schwieriger sein, die Schwankungen in der EE-Stromerzeugung auszugleichen.

3.2.5 Institutionen und Leitung

Institutionelle und Leitungsaspekte bilden eine weitere Ebene im MENA-Energietransformationsphasenmodell, da sie die bestehenden und neuen Energiesysteme strukturieren und für eine erfolgreiche Transformation von zentraler Bedeutung sind. Die Ausweitung der erneuerbaren Energien auf breiter Ebene und die Einführung neuer Technologien wie intelligenter Netze oder grüner Wasserstofftechnologien werden stark von der Qualität der Institutionen sowie des politischen und regulatorischen Rahmens abhängen. Den politischen Entscheidungsträgern kommt daher eine wichtige Rolle bei der Gestaltung der Transformation durch die Schaffung solider institutioneller Rahmenbedingungen zu. In allen untersuchten Ländern ist das Energieministerium ein wichtiger Akteur bei der Entwicklung und Umsetzung von EE-Strategien (Tabelle 3-4).

Einige Länder wie Marokko, Algerien, Ägypten oder Tunesien haben das Energieministerium umbenannt und in seinen Namen die Begriffe „erneuerbare Energien" oder „Energietransformation" aufgenommen, um die Wichtigkeit der erneuerbaren Energien hervorzuheben.

Trotz großer Fortschritte in den meisten Ländern konzentrieren sich die bestehenden Institutionen häufig auf die Struktur und die Anforderungen des auf fossilen Brennstoffen basierenden Energiesystems. Daher haben sie in der Regel ein persönliches Interesse an der Energieerzeugung aus fossilen Brennstoffen und unterstützen den Übergang zu EE nicht immer. Um den Weg für die EE zu ebnen, müssen daher entweder bestehende Institutionen von innen heraus umstrukturiert werden, um den Anforderungen der EE gerecht zu werden, oder es müssen neue Institutionen geschaffen werden. In Marokko wurde beispielsweise die marokkanische Agentur für nachhaltige Energie (*Moroccan Agency for Sustainable Energy*, MASEN) als unabhängige Einrichtung gegründet, um die Energiewende voranzutreiben. In Jordanien erleichtert die Regulierungskommission für Energie und Mineralien (*Energy and Minerals Regulatory Commission*, EMRC) die Umsetzung von EE-Projekten als zentrale Anlaufstelle. In Ägypten wurde die Behörde für Neue und Erneuerbare Energien (*New and Renewable Energy Authority*, NREA) gegründet, um EE-Projekte zu fördern und zu entwickeln.

Neben der institutionellen Ebene ist auch die Verwaltung des Stromsektors ein wichtiges Element, das die Entwicklung von EE beeinflusst. Traditionell sind die Stromsektoren in der MENA-Region staatlich dominiert und vertikal integriert. Im Irak zum Beispiel ist der Stromsektor noch immer nicht liberalisiert worden. Im Libanon werden Erzeugung, Produktion und Verteilung durch das staatliche Stromversorgungsunternehmen *Electricité du Liban* (EDL) reguliert, obwohl 2010 öffentlich-private Partnerschaften für die Stromerzeugung zugelassen wurden. Die vertikal integrierte Struktur besteht auch in Tunesien und Algerien

fort, obwohl private Stromerzeuger am Markt teilnehmen dürfen. In Marokko ist das Nationale Amt für Elektrizität und Trinkwasser (*National Office for Electricity and Drinking Water*, ONEE), ein staatlicher Stromversorger, ebenfalls in der gesamten Wertschöpfungskette (Erzeugung, Übertragung, Verteilung) tätig und fungiert als einziger Käufer von Strom. Marokko ist jedoch eines der wenigen Länder, die eine unabhängige Energieregulierungsbehörde, die marokkanische Energiebehörde (*Moroccan Energy Authority*, ANRE), eingerichtet haben, die 2021 ihre Arbeit aufgenommen hat.

Tabelle 3-4
Überblick über ausgewählte, für erneuerbare Energien zuständige Institutionen

	Algerien	Ägypten	Irak	Israel	Jordanien
EE-Institution					
Stromregulierungs-behörde	Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz (CREG)	Egyptian Electric Utility and Consumer Protection Regulatory Agency (EgyptERA)		Israel Electricity Authority (EA)	Energy and Minerals Regulatory Commission (EMRC)
Stromabnehmer für (große) EE-Projekte	Société Algérienne de Gestion du Réseau du Transport de l'Electricité (GRTE)	Egyptian Electricity Transmission Company (EETC)	Direktorat für Übertragung	Israel Electricity Company (IEC)	National Electric Power Company (NEPCO)
Hauptverantwortung EE-Politikgestaltung	Ministerium für Energiewende und erneuerbare Energien	Ministerium für Elektrizität und erneuerbare Energien und NREA	Ministerium für Strom	Ministerium für Energie	Ministerium für Energie und Bodenschätze
Fonds für nachhaltige Energie	National Fund for Renewable Energy and Cogeneration (FNER)	Green Economy Financing Facility (GEFF)			Jordanian Renewable Energy and Energy Efficiency Fund (JREEEF)

	Libanon	Marokko	Palästina	Tunesien	Jemen
EE-Institution					
Stromregulierungs-behörde	National Electricity Regulatory Authority (NERA) *(noch nicht betriebsbereit)*	National Electricity Regulatory Authority (ANRE)	Palestinian Electricity Regulatory Council (PERC)	Fachbehörde	
Stromabnehmer für (große) EE-Projekte	Electricité du Liban (EDL)	Office National de l'Electricité et de l'Eau potable (ONEE)	Palestinian Electricity Transmission Company Ltd. (PETL)	Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz (STEG)	Public Electricity Corporation (PEC)
Hauptverantwortung EE-Politikgestaltung	Ministerrat; Lebanese Centre for Energy Conservation (LCEC)	Ministerium für Energiewende und nachhaltige Entwicklung; MASEN	Palestinian Energy and Natural Resources Authority (PENRA)	Ministerium für Energie, Bergbau und erneuerbare Energie; ANME	Allgemeine Verwaltung für erneuerbare Energien im Ministerium für Elektrizität und Energie
Fonds für nachhaltige Energie	National Energy Efficiency and Renewable Energy Action (NEE REA) (GEFF, LEEREFF)	Energy Development Fund (EDF) by SIE	Umlauffonds	Fonds für die Energiewende (Fonds de Transition Energétique)	

(Quelle: Eigene Zusammenstellung auf der Grundlage von Länderstudien)

Ein weiteres Beispiel ist die israelische Strombehörde (*Electricity Authority*, EA), eine unabhängige Regulierungsbehörde, die für die Bereitstellung und Überwachung von Stromdienstleistungen zuständig ist. Insgesamt bleibt der israelische Strommarkt jedoch stark zentralisiert und vertikal integriert. Der einzige Stromversorger in Israel ist das israelische Stromunternehmen *Israel Electricity Company* (IEC), ein staatliches Unternehmen, das für die Stromerzeugung, -übertragung und -verteilung zuständig ist. In jüngster Zeit hat sich der israelische Strommarkt jedoch aufgrund der wachsenden Nachfrage nach Strom für die private Stromerzeugung geöffnet. Vor dem Krieg gab es auch im Jemen Pläne, eine unabhängige Regulierungsbehörde einzurichten, doch diese Pläne wurden bisher nicht umgesetzt. Ägypten hat den Strommarkt bereits rechtlich entflochten, aber die ägyptische Strom-Holdinggesellschaft (*Egyptian Electricity Holding Company*, EEHC), ein staatliches Unternehmen mit verschiedenen Tochtergesellschaften, ist nach wie vor der dominierende Akteur und besitzt und betreibt 90 % der Stromerzeugungskapazität. Damit ist Jordanien das einzige untersuchte Land, in dem der Stromsektor schrittweise für den Wettbewerb geöffnet wurde und Stromerzeugung und -verteilung weitgehend privatisiert sind. In der Zwischenzeit ist die staatliche Nationale Stromgesellschaft (*National Electric Power Company*, NEPCO) nach wie vor der einzige Betreiber des Übertragungsnetzes und der einzige Abnehmer von Strom. Das Beispiel Jordaniens zeigt, dass die Liberalisierung des Stromsektors die Beteiligung des Privatsektors und Investitionen erfolgreich fördern kann, was für die

Transformation zu 100 % erneuerbaren Energien entscheidend sein wird. Insgesamt werden die institutionelle Dynamik und die Strukturen in allen untersuchten Ländern ausschlaggebend für den Erfolg der Energiewende sein.

3.2.6 Treibhausgasemissionen

Die Verringerung der THG-Emissionen im Rahmen des Pariser Abkommens ist eine der wichtigsten Triebfedern für die weltweiten Bemühungen um den Übergang zu einem sauberen und nachhaltigen Energiesystem. Dies gilt auch für die untersuchten MENA-Länder. Andere Anliegen wie die Deckung der steigenden Nachfrage, die Verringerung der Importabhängigkeit, die Verbesserung der Energiesicherheit sowie die Erschließung neuer wirtschaftlicher Entwicklungsmöglichkeiten sind ebenso, wenn nicht sogar noch stärker, treibende Kräfte für die Umstellungsbemühungen. Dennoch haben sich alle Länder in ihrem national festgelegten Beitrag (*nationally determined contributions*, NDC) verpflichtet, ihre THG-Emissionen zu reduzieren. Der Irak strebt eine Verringerung der Pro-Kopf-Emissionen um 6 % im Vergleich zu 2010 an. In ähnlicher Weise will Algerien seine CO_2-Emissionen bis 2030 um 7 % senken. Tunesien hat sich verpflichtet, die THG-Emissionen in allen Sektoren, einschließlich des Energiesektors, bis 2030 um 41 % gegenüber 2010 zu senken. Marokko legte im Juni 2021 aktualisierte NDCs vor und erhöhte sein bedingtes Ziel auf eine Reduzierung der THG-Emissionen um 45,5 %. Auch Jordanien hat sein Ziel für die Reduzierung der THG-Emissionen von 14 % auf 31 % im ersten NDC erhöht. Israel hat sich ein wirtschaftsweites, nicht an Bedingungen geknüpftes Ziel gesetzt, um die THG-Emissionen bis 2030 auf 7,7 Tonnen CO_2 pro Kopf zu senken, was einer Verringerung um 26 % gegenüber dem Stand von 2005 entspricht. Der Jemen will seine THG-Emissionen bis 2030 um 14 % senken. Das bedingungslose Ziel des Landes ohne internationale Unterstützung wurde auf 1 % festgelegt. Der Libanon verpflichtet sich zu einem unbedingten Ziel von 20 % und einem bedingten Ziel von 31 % Reduzierung der THG-Emissionen. Ägyptens NDC enthält kein klar quantifizierbares Ziel für die Reduzierung der THG-Emissionen. Einige der untersuchten Länder, darunter Marokko und Israel, haben nationale Überwachungs-, Berichterstattungs- und Überprüfungssysteme (*monitoring, reporting, and verification*, MRV) entwickelt, um Fortschritte bei der Reduzierung von THG-Emissionen und die Messung der Wirksamkeit der Politik zu erleichtern.

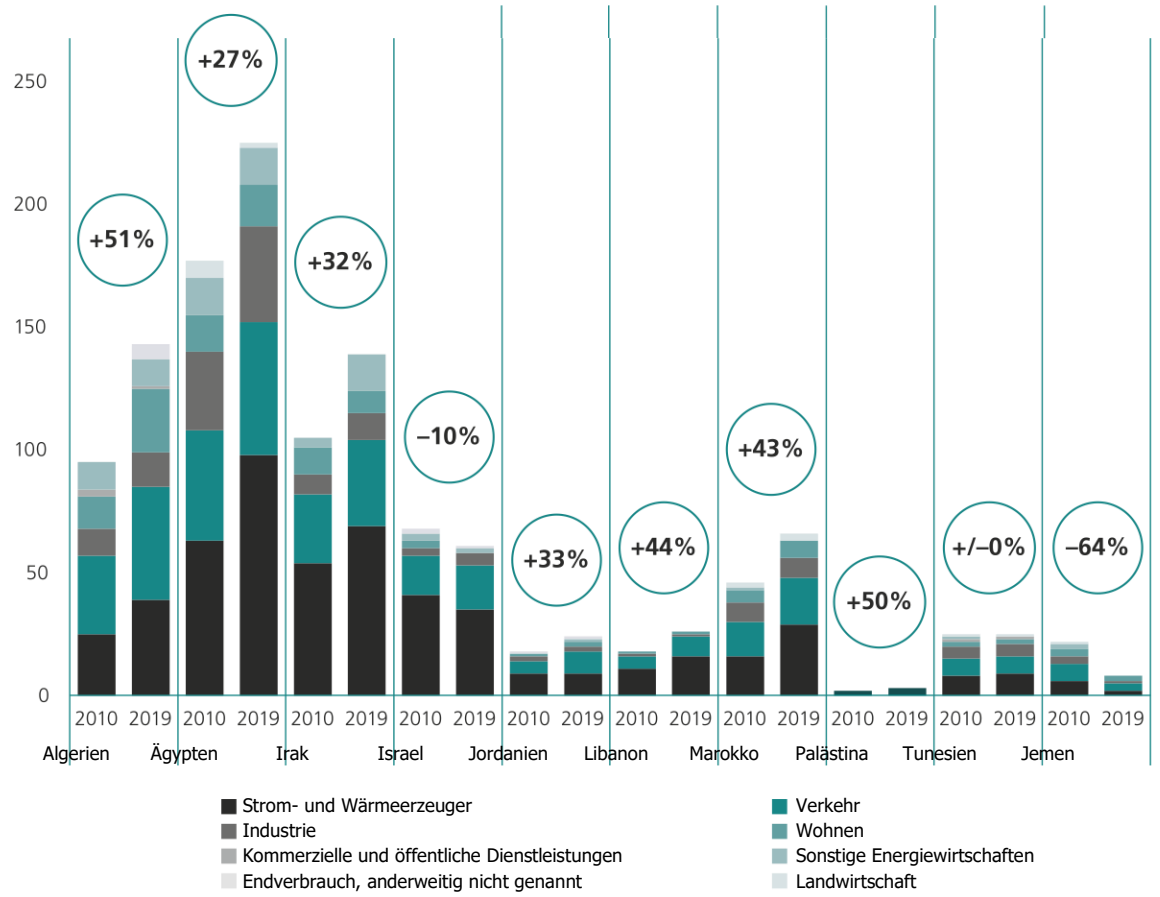
Trotz dieser ehrgeizigen Ziele in den NDC sind die Emissionen von 2010 bis 2019 in allen Ländern außer Jemen und Israel gestiegen (Abb. 3-3). Im Jemen war der Rückgang auf den kriegsbedingten Einbruch der Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen, die Unterbrechung der Wirtschaftstätigkeit und den Rückgang des Verkehrs aufgrund von Brennstoffmangel zurückzuführen. In Israel war der Hauptgrund für den Rückgang der Emissionen die Umstellung der Stromerzeugung von Kohle und Öl auf Erdgas. Die Hauptursachen für den Anstieg der Emissionen in den anderen Ländern waren die wachsende Energienachfrage aufgrund des Bevölkerungswachstums, der Urbanisierung, der wirtschaftlichen Entwicklung und der veränderten Verbrauchergewohnheiten. Da sich diese Trends voraussichtlich fortsetzen werden, wird es für die Länder eine große Herausforderung sein, ihre Emissionen zu reduzieren, zumal die EE in den meisten Ländern noch nicht an die Stelle fossiler Brennstoffe getreten sind. Insgesamt trägt der Stromsektor in allen untersuchten Ländern am meisten zu den CO_2-Emissionen bei.

3.2.7 Gesellschaftliche Einbindung und Akzeptanz

Gesellschaftliches Bewusstsein, Akzeptanz und aktive Unterstützung für die Energiewende sind ebenso wichtig wie technische, institutionelle und Marktfaktoren. Detaillierte Informationen über das Bewusstsein und die Akzeptanz von EE in den untersuchten Ländern sind jedoch oft begrenzt.

Einerseits gibt es einige Gründe für die mangelnde Bekanntheit und Akzeptanz von EE. Im Libanon ist das Bewusstsein für EE aufgrund der begrenzten Anzahl sichtbarer Anlagen gering.

Abbildung 3-3
CO_2-Emissionen nach Sektoren (in Mio. t CO_2) 2010 und 2019



(Quelle: basierend auf IEA (2021); Global Carbon Project (2021))

Auch im Irak sind sich viele Menschen der Vorteile der erneuerbaren Energien nicht bewusst, und es fehlt weitgehend an Sensibilisierungsprogrammen. In Israel ist das Bewusstsein für Umwelt-, Energiewende- und Energieeffizienzfragen mäßig ausgeprägt.

In Ländern, in denen Solarenergieanwendungen in kleinem Maßstab für Privathaushalte weiter verbreitet sind, wie z. B. im Jemen, in Palästina, Israel, Jordanien oder Tunesien, scheinen Wissen und Bewusstsein im Allgemeinen größer zu sein, da die Menschen dort direkt an der Verwirklichung des Potenzials und der Vorteile von EE beteiligt sind. Allerdings ist dieses Bewusstsein oft auf Solarenergieanwendungen beschränkt und schließt andere Technologien oder ein breiteres Bewusstsein für Umweltfragen nicht ein. In Palästina zum Beispiel ist das Bewusstsein für Solarenergie hoch, da sie eine alternative Energiequelle darstellt, um häufige Lastabwürfe auszugleichen.

Unangenehme Erfahrungen mit Solarsystemen für Haushalte wirken sich oft negativ auf die Akzeptanz von EE aus. Dies war in Ägypten der Fall, als bereits Ende der 1990er Jahre solarthermische Warmwasserbereiter als Alternative zu Elektro- und Gasheizungen eingeführt wurden und der Markt mit Produkten unbekannter Anbieter – meist aus China – bestückt war. Viele dieser Geräte wurden mit minderwertigen Komponenten gebaut, so dass es häufig zu Fehlfunktionen kam. Dies wirkte sich negativ auf den Ruf und die öffentliche Wahrnehmung von EE aus. Der gleiche Trend ist heute im Jemen und in anderen Ländern zu beobachten, wo minderwertige PV-Paneele installiert werden, die häufig fehlerhaft sind. Infolgedessen ist die Nachfrage nach hochwertigen Solarmodulen gestiegen, was sich auch in den Importzahlen für diese Module widerspiegelt.

Ein weiterer Engpass ist der Mangel an qualifiziertem Personal, da es keine Ausbildungsmöglichkeiten für Techniker und Ingenieure gibt. Im Jemen und in Palästina beispielsweise mangelt es an technischen Fachkräften und Know-how, was eine große Herausforderung für die Umsetzung dezentraler EE-Systeme darstellt. Jordanien verfügt zwar über relativ stark etablierte Institutionen, die zur Bewusstseinsbildung und Akzeptanz beitragen und technische Schulungen für EE-Fachleute anbieten. Diese Angebote müssen jedoch ausgebaut werden, da sie den Bedarf an Fachkräften im EE-Sektor noch nicht decken. Insgesamt müssen mehr Möglichkeiten und Anreize geschaffen werden, um kleine und mittlere Akteure in den EE-Sektor einzubinden, damit auch die lokale Bevölkerung von der EE-Entwicklung profitieren kann. Dies gilt auch für Länder wie Ägypten und Marokko, die dazu neigen, sich stark auf große EE-Projekte zu konzentrieren.

Andererseits gibt es in einigen MENA-Ländern Faktoren, die das Bewusstsein und die Akzeptanz von EE positiv beeinflussen. In Ägypten und Marokko genießen EE eine starke politische Unterstützung, und große Energieprojekte werden oft als Prestigeobjekte von nationaler Bedeutung dargestellt, was zu einer positiven Wahrnehmung von EE beiträgt. Außerdem werden EE in diesen Ländern wie auch in Jordanien häufig in den sozialen Medien, in Zeitungen und im Fernsehen diskutiert. In Jordanien ist die Mehrheit der Bevölkerung über EE-Projekte informiert und befürwortet sie. In Marokko wird die Solarenergieinfrastruktur im Allgemeinen gut angenommen. Um sicherzustellen, dass die lokalen Gemeinden von EE-Projekten profitieren können, gibt es mehrere Strategien und Maßnahmen, die die Entwicklung auf lokaler Ebene verbessern. Dazu gehören Kampagnen zur Sensibilisierung für große Energieprojekte. Neben der allgemeinen Öffentlichkeit und den Fachleuten sind auch die Entscheidungsebene, die Institutionen, der Privat- und der Bankensektor für die Sensibilisierung und das Wissen über die EE wichtig, um ein günstiges Umfeld für die Verbreitung der EE zu schaffen. In diesem Bereich besteht noch viel Handlungsbedarf.

3.3 ENTWICKLUNGEN AUF NISCHENEBENE

Die Entwicklungen auf der „Nischenebene" in jeder Phase sind entscheidend für das Erreichen der nachfolgenden Stufen der Energietransformation. Dementsprechend müssen neben den oben erwähnten Fortschritten auf der „Regimeebene" auch vorherige und parallele Entwicklungen auf der „Nischenebene" stattfinden.

In den drei Ländern Irak, Palästina und Jemen (wo der Übergang zu EE noch am Anfang steht) gibt es wichtige Entwicklungen auf der „Nischenebene", um die Entwicklung von EE vorzubereiten (Phase 1). Dazu gehören Potenzialbewertungen, die Durchführung lokaler Pilotprojekte, die Unterstützung bei der Bildung von Akteursnetzwerken, die Stärkung lokaler Kapazitäten und der Austausch von Wissen über die Energiewende. In einigen dieser Bereiche haben die drei Länder bereits erhebliche Fortschritte erzielt. So haben alle drei Länder bereits EE-Ziele entwickelt, und sowohl der Irak als auch der Jemen haben Ausschreibungsverfahren für Solarenergie eingeführt. Bislang hat jedoch noch kein Großprojekt die Umsetzungsphase erreicht. Alle drei Länder stehen aufgrund politischer Instabilität und früherer oder andauernder gewaltsamer Konflikte vor großen Herausforderungen. Aufgrund dieser Situation wurde die Einführung kleiner Solarenergiesysteme zur Versorgung von Haushalten und Unternehmen vor allem im Jemen und in Palästina gefördert. Im Irak ist diese Entwicklung jedoch nicht in nennenswertem Umfang zu beobachten. Aufgrund seiner großen fossilen Ressourcen hat der Irak noch keine großen Fortschritte bei der Einführung von EE-Projekten gemacht. Für Jemen und Palästina liegen keine detaillierten Schätzungen des Potenzials an erneuerbaren Energien vor. Insgesamt sind in allen Ländern erhebliche Anstrengungen erforderlich, um den Anteil der erneuerbaren Energien zu erhöhen und sie zu einem festen Bestandteil des Energiesystems zu machen. Die EE können jedoch ein Teil der Lösung sein, um die begrenzte Energieversorgung zu verbessern und damit die Chancen für die wirtschaftliche Entwicklung in allen drei Ländern zu erhöhen.

Derzeit gibt es Länder, die sich bereits in Phase 1 befinden. Einige von ihnen, wie der Libanon, befinden sich in einem frühen Stadium, während andere, wie Algerien, Ägypten und Tunesien, weiter fortgeschritten sind. Länder wie Israel oder Jordanien haben Phase 1 sogar fast abgeschlossen. In all diesen Ländern müssen jedoch Entwicklungen auf der „Nischenebene" stattfinden, um den Weg für Phase 2, die „Systemintegration", zu ebnen. Dies bedeutet, dass das Potenzial verschiedener Flexibilitätsoptionen bewertet und getestet werden sollte, die Rolle der Sektorkopplung (z. B. E-Mobilität, Kraft-Wärme-Kopplung und Speicherung) erforscht werden muss und Geschäftsmodelle in diesem Bereich untersucht werden sollten. Einerseits steht die Entwicklung von EE-Systemen im Libanon noch am Anfang. Bislang gibt es also keine nennenswerte

„Nischenentwicklung" zur Vorbereitung von Phase 2. In Ägypten, Tunesien und Algerien hingegen finden auf der „Nischenebene" bereits verschiedene Fortschritte statt, um den Boden für die Entwicklungen der Phase 2 nach dem angewendeten Phasenmodell zu bereiten. Dazu gehören die Diskussion und – im Falle Ägyptens – die Ausarbeitung von Strategien im Zusammenhang mit Wasserstoff und seinen Derivaten. Was die Flexibilitätsplanung betrifft, so befindet sich Ägypten noch in der Anfangsphase, aber es gibt bereits erste Studien, die verschiedene Aspekte der Flexibilitätsplanung bewerten. Was die Sektorkopplung betrifft, so unterstützt Ägypten die Elektromobilität durch Steuerbefreiungen für Elektrofahrzeuge und eine Strategie zur Förderung der lokalen Herstellung von Elektrofahrzeugen. In Algerien und Tunesien befinden sich konkrete Maßnahmen zur Elektromobilität noch in der Entwicklung. Darüber hinaus hat Tunesien bereits einen nationalen Verkehrsmasterplan für 2040 entwickelt, der auch Projekte zur Elektromobilität unterstützt. In Israel, das sich in einem fortgeschrittenen Stadium der Phase 1 befindet, gibt es bereits konkrete Ziele, wie z.B. die signifikante Erhöhung der Anzahl von E-Fahrzeugen und die Umstellung aller privaten Fahrzeuge auf 100 % Elektroantrieb bis 2030. Auch DSM-Maßnahmen wie der Einsatz von intelligenten Zählern, intelligenten Geräten, die automatisch oder aus der Ferne betrieben werden können, oder EV-Batterien als Speicheroptionen werden in Israel derzeit als eine Form der Flexibilität getestet. Außerdem hat das Land eine Quote von 800 MW für Pumpspeicherkraftwerke festgelegt und erforscht Wasserstofftechnologien durch die Unterstützung von Forschungs- und Pilotprojekten. In ähnlicher Weise hat Jordanien, das zwischen Phase 1 und Phase 2 des angewendeten Phasenmodells eingestuft wird, eine Absichtserklärung mit einem australischen Unternehmen unterzeichnet, um die Durchführbarkeit der Produktion von grünem Wasserstoff im Süden Jordaniens, in Akaba, zu untersuchen. Jordanien gilt in der MENA-Region als Vorreiter im Bereich der E-Mobilität und der Energiespeicherung. Das Potenzial für Batteriespeicher im Land wurde ebenfalls untersucht, und es wurde ein Strombezugsvertrag für das größte Batteriespeicherprojekt in der MENA-Region unterzeichnet. Somit sind einige der Elemente auf der „Nischenebene" (die im MENA-Energietransformationsphasenmodell als wichtig definiert sind), die Jordanien auf die nächsten Schritte in Phase 2 vorbereiten, bereits erfüllt worden.

Für ein Land wie Jordanien, das zu Phase 2 übergeht, aber noch stärker für Marokko, das sich bereits in Phase 2 befindet, müssen Entwicklungen auf der „Nischenebene" eingeleitet werden, um den Übergang zu Phase 3 „PtF/G" vorzubereiten. Dazu gehören z.B. PtF/G-Anwendungen in Form von Pilotprojekten, die die Produktion von synthetischen Kraftstoffen und Gasen unter lokalen Bedingungen testen. In diesem Zusammenhang entwickelt Marokko derzeit eine Wasserstoffstrategie und plant bereits Pilotprojekte für die Produktion von grünem Wasserstoff und grünem Ammoniak. Das Land baut seine Netzinfrastruktur weiter aus und konzentriert sich dabei auf Stabilisierungsmaßnahmen und intelligente Netze. Außerdem werden mögliche Stromexporte nach Portugal und in das Vereinigte Königreich (UK) sowie künftige Exporte nach Spanien diskutiert. Je nach Stadium der Energiewende gemäß dem angewendeten MENA-Energietransformationsphasenmodell weisen die untersuchten Länder also unterschiedliche Aktivitätsniveaus auf der „Nischenebene" auf. Da die Entwicklungen auf der „Nischenebene" besonders wichtig sind, um sich auf die nächsten Schritte der Energiewende vorzubereiten, sind die Länder gut beraten, derartige Fortschritte frühzeitig weiter zu fördern.

4

DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE DER ANWENDUNG DES ENERGIETRANS-FORMATIONSPHASENMODELLS IN DEN MENA-LÄNDERN

Ein klares Verständnis und eine strukturierte Vision sind Voraussetzungen, um den Übergang zu einem vollständig auf EE basierenden Energiesystem voranzutreiben und zu bewältigen. Zur Erleichterung dieses Verständnisses kann das MENA-Energietransformationsphasenmodell als Instrument zur Analyse und Strukturierung des Transformationsprozesses in den MENA-Ländern eingesetzt werden, um diesen Prozess zu unterstützen. Das Modell wurde auf die zehn Länder Algerien, Ägypten, Irak, Israel, Jordanien, Libanon, Marokko, Palästina, Tunesien und Jemen angewendet, um die Energietransformationsprozesse in diesen Ländern zu untersuchen und besser zu verstehen. Aus der Analyse lässt sich der Stand der Energiewende in den einzelnen Ländern ableiten und nach den verschiedenen Phasen des angewendeten Modells einordnen. (Abb. 4-1) zeigt die Fortschritte der einzelnen Länder auf dem Weg zu einem 100 %igen EE-System.

Zwar ist der Übergang immer kontextspezifisch und hängt von den gegebenen Bedingungen in den einzelnen Ländern ab, doch die Synthese der einzelnen Länderstudien veranschaulicht die folgenden übergreifenden Erkenntnisse über die Energiewende in der MENA-Region:

- Während Länder wie Marokko, Jordanien, Ägypten und Israel auf dem besten Weg sind, ihre EE-Ziele zu erreichen, müssen andere Länder ihre Anstrengungen zum Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien verstärken, um ihre Ziele zu erreichen.

- Länder mit begrenzten fossilen Energiequellen, wie Marokko und Jordanien, machen große Fortschritte und könnten ihre Ziele übertreffen. In Ländern mit fossilen Energiequellen, wie Algerien oder dem Irak, kommt die Energiewende dagegen nur langsam voran.

- In Ländern mit schwieriger politischer Lage, wie dem Jemen und Palästina, wird die Entwicklung der erneuerbaren Energien hauptsächlich durch die Einführung kleiner Solarenergiesysteme vorangetrieben, um den täglichen Energiebedarf der Bevölkerung zu decken, während große Systeme fehlen.

- Trotz der Fortschritte bei den erneuerbaren Energien sind fossile Brennstoffe in allen untersuchten Ländern nach wie vor die Hauptquelle der Stromerzeugung.

- Obwohl es ein hohes Potenzial für die Erzeugung von Strom aus Sonnen- und Windenergie zu wettbewerbsfähigen Kosten gibt, wird dieser Vorteil zum Teil wegen der hohen Subventionen für fossile Brennstoffe nicht voll ausgeschöpft.

- Alle untersuchten Länder haben die Wichtigkeit der Energieeffizienz erkannt, und viele haben nationale Energieeffizienzpläne und -ziele entwickelt. Es gibt jedoch große Unterschiede bei der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen zwischen den Ländern.

- Energiesubventionen sind in den meisten der untersuchten Länder ein großes Hindernis für Bemühungen um Energieeffizienz, da niedrige Strompreise kein energiesparendes Verhalten fördern.

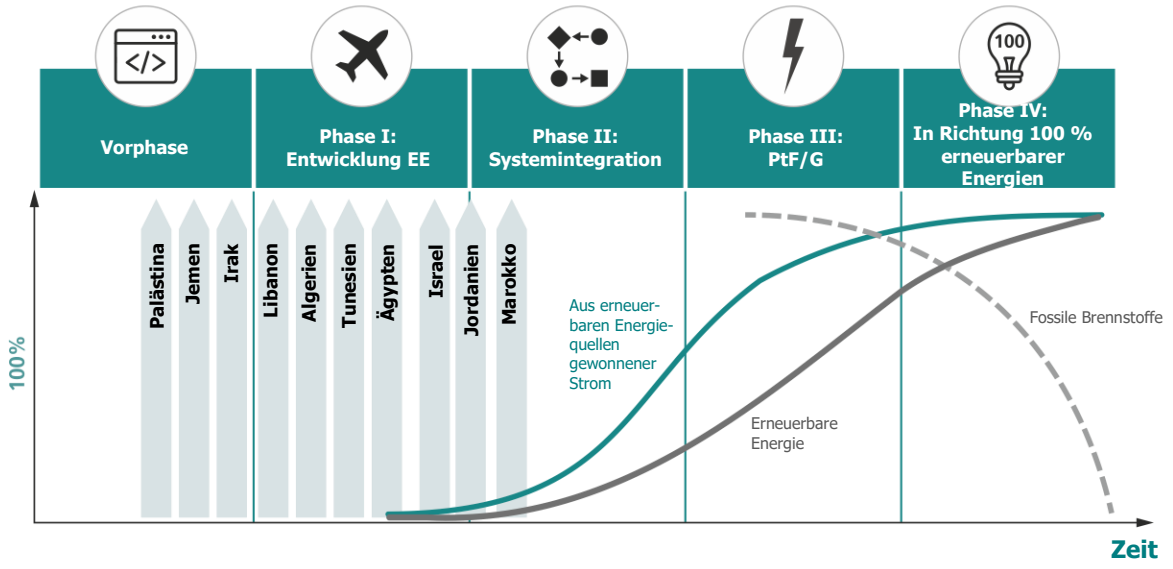
- Sowohl der Ausbau als auch der Umbau des Übertragungsnetzes sind von entscheidender Bedeutung, da die EE-Potenziale und die Nachfragezentren in den meisten Ländern weit voneinander entfernt sind und die Übertragungsinfrastruktur nicht ausreicht, um Angebot und Nachfrage zu verbinden und große Mengen an Strom aus erneuerbaren Energien aufzunehmen.

- Der Ausbau der länderübergreifenden Verbundnetze wird von entscheidender Bedeutung sein, um die schwankenden Lasten aus erneuerbaren Energien in der gesamten Region zu bewältigen. Obwohl erste Entwicklungen in dieser Richtung angekündigt wurden, müssen sie rasch umgesetzt und ausgeweitet werden.

- Die Verringerung der THG-Emissionen ist nicht die einzige wichtige Triebfeder für die Energiewende. Die Hauptmotive für die Transformation sind vielmehr, dass EE dazu beitragen können, die wachsende Nachfrage zu decken, die Abhängigkeit von Importen zu verringern, die Energiesicherheit zu erhöhen und Möglichkeiten für die wirtschaftliche Entwicklung zu bieten.

– Alle untersuchten Länder gehen davon aus, dass sie ihre THG-Emissionen bis 2030 reduzieren werden. Derzeit steigen die Emissionen jedoch in fast allen Ländern an und werden wahrscheinlich nicht abnehmen oder enden, da die Energienachfrage voraussichtlich weiter steigen wird.

Abbildung 4-1
Kategorisierung der untersuchten Länder nach dem MENA-Energietransformationsphasenmodell



(Quelle: Eigene Zusammenstellung auf der Grundlage von Länderstudien)

- Bestehende Institutionen konzentrieren sich oft auf den fossilen Sektor und haben ein persönliches Interesse daran. Länder wie Marokko oder Ägypten zeigen, dass es sich daher als vorteilhaft erweisen kann, neue Institutionen zu schaffen, die auf die Bedürfnisse des EE-Sektors zugeschnitten sind.

- Die Liberalisierung des Stromerzeugungs- und -verteilungssektors kann das Engagement des Privatsektors fördern und die Entwicklung von EE vorantreiben. In den meisten der untersuchten Länder befindet sich die Liberalisierung des Strommarktes noch in einem frühen Stadium. Allerdings hat Jordanien (auch wenn es nach wie vor ein Alleinabnehmermarkt ist) gezeigt, dass die Liberalisierung des Erzeugungssektors den EE zugute kommt.

- Die Förderung kleiner und mittlerer Anwendungen kann dazu beitragen, das Bewusstsein und die Akzeptanz zu erhöhen. Qualitätsstandards für die Technik und den Aufbau haben sich als wichtig erwiesen, da negative Erfahrungen schnell zu einer geringeren Akzeptanz führen können. Dies erfordert Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen, um die Zahl der Fachkräfte in der EE-Branche zu erhöhen.

- Das Bewusstsein für und die Kenntnisse über EE müssen auf allen Entscheidungsebenen, einschließlich des Bankensektors, verbessert werden, was wiederum die Verfügbarkeit von Finanzmitteln aus lokalen Quellen verbessern wird.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die Energiesysteme in der MENA-Region in einer Entwicklungsphase befinden. EE sind attraktiv, denn sie bieten Nachhaltigkeit und Energiesicherheit. Sie haben auch das Potenzial, den wirtschaftlichen Wohlstand zu steigern. Allerdings könnten die Ziele und Strategien für EE in den meisten Ländern ehrgeiziger sein. Auch die Rahmenbedingungen für die Entwicklung der EE-Industrie sind in einigen Ländern noch unzureichend. Das liegt zum einen daran, dass es an unterstützenden Rahmenbedingungen für Unternehmertum und technologische Innovation fehlt. Andererseits spielt der Staat in den untersuchten MENA-Ländern immer noch eine wichtige Rolle im Stromsektor, und die Liberalisierung des Strommarktes steht in den meisten Ländern noch am Anfang. Staatliche Unternehmen stehen oft im Mittelpunkt von Großprojekten. Die Mobilisierung von privatem Kapital ist in der Regel eine Herausforderung; daher war die Beteiligung privater Akteure oft begrenzt, obwohl privates und institutionelles Kapital in Zukunft eine wichtige Rolle bei der Entwicklung kleiner bis mittelgroßer PV- und Windkraftprojekte spielen muss. Es muss ein Gleichgewicht zwischen politischem Rückhalt und staatlicher Unterstützung auf der einen Seite und der Förderung privater Akteure auf der anderen Seite gefunden werden. Auf dem Weg zu 100 % EE müssen alle Akteure auf allen Ebenen zusammenarbeiten, sonst kann die Energiewende nicht erfolgreich umgesetzt werden.

LITERATURVERZEICHNIS

Chandak, P. (27. Oktober 2021). *Iraq plans for 33 % clean energy by 2030.* SolarQuarter. https://solarquarter.com/2021/10/27/iraq-plans-for-33-clean-energy-by-2030/

Detoc, L. (2016). *Tunisia - Country profiles.* RES4MED. https://www.res4med.org/wp-content/uploads/2017/11/Country-Profile-Tunisia-Report_05.12.2016.pdf

ESCWA. (2019). *Tracking SDG 7: Energy progress report 2019, Arab region.* https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/publications/filesZenergy-progress-report-arab-region-english_1.pdf

Fischedick, M., Holtz, G., Fink, T., Amroune, S., & Wehinger, F. (2020). A phase model for the low-carbon transformation of energy systems in the MENA region. *Energy Transitions, 4,* 127-139. https://doi.org/10.1007/s41825-020-00027-w

Geels, F. W. (2012). A socio-technical analysis of low-carbon transitions: Introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography, 24,* 471 - 482. https://doi.org/10.1016Zj.jtrangeo.2012.01.021

Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy,* 36(3), 399-417. https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003

Global Carbon Project. (2021). *Supplemental data of global carbon budget2021 (Version 1.0).* https://doi.org/10.18160/gcp-2021

Holtz, G., Fink, T., Amroune, S., & Fischedick, M. (2018). *Development of a phase model for categorizing and supporting the sustainable transformation of energy systems in the MENA region.* Wuppertal Institut fur Klima, Umwelt, Energie.

IEA. (2021). *Data and statistics.* https://www.iea.org/countries

IMF. (2019). *Regional economic outlook - Middle East and Central Asia.*

IRENA. (2018). *Global energy transformation: A roadmap to 2050.* https://irena.org/Vmedia/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_Report_GET_2018.pdf

IRENA. (2021). *Renewable readiness assessment: The Hashemite Kingdom of Jordan.* https://www.irena.org/Vmedia/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Feb/IRENA_RRA_Jordan_Summary_2021_EN.pdf?la=en&hash=DE5015E14770A43E9BFF2DFF8FAE684CED6E8EEB

REN21. (2019). *Renewables 2019 global status report.* https://www.ren21.net/gsr-2019/

Salameh, R., & Chedid, R. (2020). Economic and geopolitical implications of natural gas export from the East Mediterranean: The case of Lebanon. *Energy Policy, 140.* https://doi.org/10.10167j.enpol.2020.111369

The World Bank. (2021). *Energy intensity level of primary energy (MJ/$2011 PPP GDP) - Tunisia.* https://data.worldbank.org/indicator/EG.EGY.PRIM.PP.KD?locations=TN

Zawya. (25. Oktober 2021). *Morocco raises renewables energy target to 64 % by 2030.* https://www.zawya.com/mena/en/business/story/Morocco_raises_renewables_energy_target_to_64_by_2030_newspaper-TR20211025nL1N2RL0TOX1/

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ANRE	Moroccan Energy Authority
BOO	Build-Own-Operate
BOOT	Build-Own-Operate-Transfer
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
COVID-19	Coronavirus-Erkrankung 2019
CSP	Concentrated solar power
DSM	Demand side management
EDL	Electricité du Liban
EEHC	Egyptian Electricity Holding Company
EIJLLPST	Acht-Länder-Verbundprojekt
EMRC	Energy and Minerals Regulatory Commission
EU	Europäische Union
EV	Elektric vehicle
FiT	Feed-in tariff
BIP	Bruttoinlandsprodukt
THG	Treibhausgas
GW	Gigawatt
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IEC	Israel Electricity Company
IPP	Independent power producer
LCOE	Levelised cost of electricity
MASEN	Moroccan Agency for Sustainable Energy
MENA	Middle East and North Africa
MLP	Mulit-level perspective
MoU	Memorandum of Understanding
MRV	Monitoring, reporting, and verification
MSP	Morrocan Solar Plan
NDC	Nationally Determined Contribution
NEEAP	National Energy Efficiency Action Plan
NEPCO	National Electric Power Company
NREA	National Office for Electricity and Drinking Water
ONEE	Nationales Amt für Elektrizität und Trinkwasser
PPA	Power Purchase Agreement
ÖPP	Öffentlich-private Partnerschaft
PtF	Power-to-fuel
PtG	Power-to-gas
PtX	Power-to-X
PV	Photovoltaik
EE	Erneuerbare Energie
TSP	Tunisian Solar Plan
UK	Vereinigtes Königreich

VERZEICHNIS DER EINHEITEN UND SYMBOLE

%	Prozent
CO_2	Kohlenstoffdioxid
GWh	Gigawattstunde
kt RÖE	Kilotonnen Rohöläquivalent
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
MW	Megawatt
TWh	Terawattstunde

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3-1	Überblick über die Entwicklungen auf „Regime„- und „Nischenebene" gemäß dem MENA-Energietransformationsphasenmodell .	8
Tabelle 3-2	Überblick über die Vorschriften für erneuerbare Energien	11
Tabelle 3-3	Überblick über energieeffizienzpolitische Maßnahmen.....	14
Tabelle 3-4	Überblick über ausgewählte, für erneuerbare Energien zuständige Institutionen	18

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1	MENA-Energietransformationsphasenmodell .	4
Abbildung 2-2	Mehrebenenperspektive, angewendet auf das MENA-Energietransformationsphasen-modell	5
Abbildung 3-1	Überblick über den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung 2010 und 2019/20 und die Ziele für erneuerbare Energien.....	10
Abbildung 3-2	Überblick über die Stromerzeugung nach Quellen 2019/2020.....	13
Abbildung 3-3	CO_2-Emissionen nach Sektoren (in Mio. t CO_2) 2010 und 2019.....	20
Abbildung 4-1	Kategorisierung der untersuchten Länder nach dem MENA-Energietransformations-phasenmodell	25

ÜBER DIE AUTOREN

Dr. Julia Terrapon-Pfaff ist Projektleiterin am Wuppertal Institut. Ihr Hauptforschungsgebiet ist die nachhaltige Energiewende in Entwicklungs- und Schwellenländern, mit besonderem Fokus auf den Nahen Osten und Nordafrika.

Sibel Raquel Ersoy (M.Sc) arbeitet seit 2019 als wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Forschungseinheit „Internationale Energiewende" am Wuppertal Institut. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Übergangspfade zu nachhaltigen Energiesystemen im Globalen Süden und die Modellierung des Wasser-Energie-Nexus. Ihr regionaler Forschungsschwerpunkt liegt auf dem Nahen Osten und Nordafrika.

ÜBER DIESE STUDIE

Diese Studie wird im Rahmen eines regionalen Projekts durchgeführt, das das Energietransformationsphasenmodell des Wuppertal Instituts auf verschiedene Länder der MENA-Region anwendet. Koordiniert durch das in Jordanien ansässige Regionale Klima- und Energieprojekt MENA der Friedrich-Ebert-Stiftung, trägt das Projekt zu einem besseren Verständnis des Stands der Energiewende in den jeweiligen Ländern bei. Darüber hinaus bietet es wichtige Erkenntnisse für die gesamte Region, die auf den Ergebnissen der untersuchten Länder basieren. Dies entspricht den Strategien der FES, Regierungsvertreter und zivilgesellschaftliche Organisationen zusammenzubringen und gleichzeitig politische Empfehlungen zu geben, um eine sozial gerechte Energiewende und Klimagerechtigkeit für alle zu fördern und zu erreichen.

Die in dieser Veröffentlichung geäußerten Ansichten sind nicht notwendigerweise die der Friedrich-Ebert-Stiftung oder der Organisationen, für die die Autoren arbeiten.

IMPRESSUM

Friedrich-Ebert-Stiftung | Amman Office P.O. Box 941876 | Amman 11194 | Jordanien

https://jordan.fes.de

Publikationen bestellen:
amman@fes.de

Die kommerzielle Nutzung aller von der Friedrich-Ebert-Stiftung (FES) herausgegebenen Medien ist ohne schriftliche Zustimmung der FES nicht gestattet..

NACHHALTIGE TRANSFORMATION DER ENERGIESYSTEME IN DEN MENA-LÄNDERN

Vergleichender Bericht

→

Ein klares Verständnis der soziotechnischen Verflechtungen und eine strukturierte Vision sind Voraussetzungen für die Förderung und Steuerung der Transformation zu einem vollständig auf erneuerbaren Energien basierenden Energiesystem. Um dieses Verständnis zu erleichtern, wurde ein Phasenmodell für die Transformation zu erneuerbaren Energien (EE) in den Ländern des Nahen Ostens und Nordafrikas (*Middle East and North Africa*, MENA) entwickelt und auf zehn Länder angewendet: Algerien, Ägypten, Irak, Israel, Jordanien, Libanon, Marokko, Palästina, Tunesien und Jemen. Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse dieser zehn Studien zusammen.

→

Die Analyse zeigt, dass der Zustand des Energiesektors in der MENA-Region von Land zu Land unterschiedlich ist, dass aber einige grundlegende Trends in allen Ländern zu beobachten sind. In den meisten Ländern werden die Energiepreise subventioniert, und die Energiemärkte sind meist nicht liberalisiert. Die Energienachfrage steigt in allen untersuchten Ländern, und die meisten Netzsysteme sind nur unzureichend über die Grenzen hinweg miteinander verbunden. Dennoch kann der Ausbau der EE in der MENA-Region von den bedeutenden globalen Fortschritten und Kostensenkungen bei den EE-Technologien profitieren.

Die Verringerung der Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) ist nicht die einzige wichtige Triebfeder für die Energiewende. Die Hauptmotive für die Transformation sind vielmehr, dass EE dazu beitragen können, die wachsende Nachfrage zu decken, die Abhängigkeit von Importen zu verringern, die Energiesicherheit zu erhöhen und Möglichkeiten für die wirtschaftliche Entwicklung zu bieten.

→

Alle untersuchten Länder haben EE-Ziele. Während einige Länder auf dem besten Weg sind, diese Ziele zu erreichen, müssen andere ihre Anstrengungen zum Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien verstärken, um ihre Ziele zu erreichen. In Ländern mit begrenzten fossilen Energiequellen wurden große Fortschritte erzielt, während in einigen Ländern, die große Mengen an fossilen Energiequellen produzieren und exportieren, die Energiewende eher langsam vorankommt.

Weitere Informationen zu diesem Thema:
https://mena.fes.de/topics/climate-and-energy

FRIEDRICH EBERT STIFTUNG