



Energiewende Afrika

Mehr Dynamik für Energiezugang, Resilienz und Wohlstand

Im Auftrag des

KFW

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

 **IRENA**
International Renewable Energy Agency



Bundesministerium für
wirtschaftliche Zusammenarbeit
und Entwicklung

Haftungsausschluss

Diese Veröffentlichung und das hierin enthaltene Material werden „wie sie sind“ bereitgestellt. Die Autoren haben alle angemessenen Vorkehrungen getroffen, um die Zuverlässigkeit der Informationen in dieser Veröffentlichung zu gewährleisten. Weder die Autoren noch ihre Vertreter oder sonstige Dritte, die Daten oder Inhalte bereitgestellt haben, gewähren eine ausdrückliche oder stillschweigende Garantie jeglicher Art und übernehmen keine Verantwortung oder Haftung für alle Folgen der Verwendung der Veröffentlichung oder des Materials darin.

Die hierin enthaltenen Informationen geben nicht notwendigerweise die Ansichten der im Bericht analysierten Länder wieder. Die Erwähnung bestimmter Unternehmen oder bestimmter Projekte oder Produkte bedeutet nicht, dass sie von den Autoren im Vergleich zu anderen ähnlicher Art, die nicht erwähnt werden, gebilligt oder empfohlen werden. Die verwendeten Bezeichnungen und die Präsentation des Materials implizieren nicht die Äußerung einer Meinung der Autoren zum rechtlichen Status einer Region, eines Landes, eines Gebiets, oder einer Stadt oder seiner Behörden oder in Bezug auf den Verlauf von Grenzen.

Vorwort

Energie ist der Schlüssel für Entwicklung in Afrika und Grundlage für Industrialisierung. Ähnlich wie in Europa und anderen Teilen der Welt, bedeutet der Ausbau erneuerbarer Energien mehr als Energiesicherung und Klimaschutz. Er begünstigt die gesamte wirtschaftliche Entwicklung und das Entstehen von neuen Jobs und Chancen für ganze Branchen. Gleichzeitig ist verlässliche nachhaltige Energie unerlässlich, um die Versorgung der Menschen mit wichtigen Basisdienstleistungen wie Gesundheitsdiensten und sauberem Trinkwasser sicherzustellen.

Die Ausgangslage für die Transformation des afrikanischen Energiesektors ist gut, denn niemand verfügt über mehr Potenzial für erneuerbare Energien als Afrika. Allerdings ist die Versorgung mit Strom in Afrika weiterhin auf einem niedrigen Niveau. Besonders dramatisch ist die Situation in Subsahara-Afrika, wo 2018 nicht mal die Hälfte der Menschen Zugang zu Elektrizität hatte. Zudem liegt Afrika, gemessen an Größe und Bevölkerung, beim Ausbau erneuerbarer Energien noch deutlich zurück. Nur 20 Prozent des Stroms in Afrika wurden 2018 aus erneuerbaren Energien erzeugt. Die Investitionen sind im internationalen Vergleich niedrig. 2019 entfielen weltweit zwei Drittel aller neu hinzugekommenen Energiekapazitäten zur Stromversorgung auf erneuerbare Quellen, lediglich zwei Prozent davon entstanden auf dem afrikanischen Kontinent. Dabei zeigen Prognosen, dass sich die Nachfrage nach Energie in Afrika bis 2040 verdoppeln könnte. Gleichzeitig wird in Afrika weiterhin in Energie auf fossilen Brennstoffen investiert. Diese Entwicklungen erfordern ein Umsteuern im Energiesektor. Nur wenn es gelingt, das Potenzial für erneuerbare Energien zu heben, werden die jungen und dynamisch wachsenden Volkswirtschaften Afrikas zuverlässig und im Einklang mit den internationalen Klimazielen mit Energie versorgt werden.

Unser gemeinsames Ziel muss daher sein, die afrikanischen Länder bei ihrer Energiewende zu unterstützen. Mit der „Agenda 2063 – the Africa we want“ geben afrikanische Staats- und Regierungschefs die Richtung hin zu einem

inklusive und nachhaltigen Wachstums- und Entwicklungspfad vor. Eines der wichtigen Themen ist der Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher und nachhaltiger Energie für alle – das Nachhaltigkeitsziel 7 der Agenda 2030. Die internationale Gemeinschaft, multilaterale Organisationen und bilaterale Geber stehen bereit, afrikanische Länder partnerschaftlich auf ihren Weg zu begleiten und gemeinsam Lösungen für das nachhaltige Wachstum des Kontinents zu entwickeln und umzusetzen.

Grüne Energie ist die Antwort auf die Herausforderungen des Klimaschutzes und unentbehrlicher Schritt hin zur Klimaneutralität. Ohne die weltweite Transformation des Energiesektors ist das 1,5 Grad Ziel des Pariser Klimaabkommens nicht erreichbar.

Die Voraussetzungen für die Transformation des afrikanischen Energiesektors sind da. Neben Wissen und Technik sind politische und regulatorische Rahmenbedingungen entscheidende Faktoren. Wissen und Technik sind verfügbar und einsatzbereit – und sie sind mittlerweile im Preis konkurrenzfähig zur Energie aus fossilen Brennstoffen. Die Rahmenbedingungen wie Stabilität der Energiesysteme, ein verlässlicher ordnungs- und finanzpolitischer Rahmen, ehrgeizige politische Ziele und passende, auch regionale Märkte, sind vorhanden oder können geschaffen werden.

Die Studie zeigt auf, wie die Transformation des afrikanischen Energiesektors gelingen kann und welche Chancen und Herausforderungen sich für die kommenden 30 Jahre ergeben. Sie identifiziert zentrale Instrumente, mit deren Hilfe die Energiewende auf dem Kontinent beschleunigt und universeller Zugang zu Elektrizität erreicht werden kann. Das Wichtigste, was die Studie zeigt, ist, dass SDG 7 in Afrika bis 2030 erreicht und Afrika zu einem Grünen Kontinent gemacht werden kann.

Lassen Sie uns dieses Ziel gemeinsam erreichen!



Dr. Gerd Müller, MdB
Bundesminister für wirtschaftliche
Zusammenarbeit und Entwicklung



Francesco La Camera
Generaldirektor, International
Renewable Energy Agency (IRENA)

Zusammenfassung

Die Länder Afrikas können in den kommenden Jahrzehnten grundlegende Herausforderungen in den Bereichen Zugang zu Energie, Energiesicherheit und Klimaschutz angehen. Diejenigen Länder, die derzeit über keine oder keine angemessene Energieversorgung verfügen, können bis 2030 einen flächendeckenden Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energieversorgung schaffen, wie es SDG 7 vorsieht. Dies würde die Lebensbedingungen von vielen Millionen Menschen verbessern. Gleichzeitig kann Afrika sein riesiges Potenzial zur Erzeugung erneuerbarer Energien zu immer wettbewerbsfähigeren Preisen nutzen, um seinen wachsenden Energiebedarf zu decken und einer langfristigen Festlegung auf fossile Energieträger entgegenzuwirken. Bis zum Jahr 2040 wird sich Afrikas Energiebedarf aufgrund von Bevölkerungswachstum und steigendem Lebensstandard voraussichtlich fast verdoppeln, selbst wenn Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz umgesetzt werden. Durch den Umstieg von fossilen auf nachhaltige Energieträger kann Afrika zudem Arbeitsplätze schaffen, sein wirtschaftliches Wachstum steigern und positive Effekte für Gesellschaft und Gesundheit erzielen. Nicht zuletzt kann ein solches Umsteuern dabei helfen, die verheerenden Auswirkungen des Klimawandels zu mindern.

In ihrer „Agenda 2063: The Africa We Want“ haben sich die afrikanischen Staats- und Regierungschefs klar zu einem inklusiven und nachhaltigen wirtschaftlichen Entwicklungs- und Wachstumskurs verpflichtet. Flächendeckender Zugang zu Energie ist ein entscheidender Baustein für resiliente und prosperierende Volkswirtschaften und Gesellschaften und hat daher für die afrikanischen Staaten unverändert hohe Priorität. Ob die Energiewende gelingt, wird auch vom politischen Führungs- und Gestaltungswillen der Verantwortlichen abhängen. Die internationale Gemeinschaft sollte ihre Unterstützung ausbauen und auf einen beschleunigten Prozess zur Erreichung dieser Ziele hinwirken. Die vorliegende Studie beleuchtet die aktuelle Situation und stellt Möglichkeiten vor, wie eine solche Unterstützung aussehen kann.

Die Studie analysiert die aktuelle Situation im afrikanischen Stromsektor und zeigt auf dieser Grundlage die Voraussetzungen auf, die zur Überwindung diverser Hürden auf dem Weg zu einer grünen und inklusiven Energieversorgung erforderlich sind. Außerdem wirbt die Studie dafür, die Anstrengungen für eine Energiewende besser zu koordinieren und dabei den politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen des jeweiligen nationalen Stromsektors Rechnung zu tragen. Sie benennt vier Handlungsfelder, in denen ein breiteres entwicklungspolitisches Instrumentarium eine neue Partnerschaft zwischen den afrikanischen Regierungen und den Entwicklungspartnern begründet werden kann.

Die Studie empfiehlt den afrikanischen Staaten, die Chance zum „Leapfrogging“ zu nutzen und unter Überspringen der fossilen Energieträger direkt zu einer klimafreundlichen und bedarfsgerechten Energiestrategie überzugehen, die im Einklang mit dem Pariser Klimaabkommen steht und auf CO₂-neutrales Wachstum ausgerichtet ist. Dabei brauchen die Länder die aktive Unterstützung ihrer Partner und der entsprechend mandatierten afrikaweiten bzw. regionalen Organisationen wie der Afrikanischen Union (AU). Die Stromgestehungskosten für die

Erzeugung von Solarstrom sind zwischen 2010 und 2019 um 82 Prozent gefallen; bei Strom aus Onshore-Windkraftanlagen lag der Rückgang bei 40 Prozent. Damit sind erneuerbare Energien bereits jetzt, im Jahr 2020, in den meisten Fällen die kostengünstigste Form der Stromerzeugung weltweit. Schon heute gibt es zahlreiche technische Lösungen, um Afrikas steigenden Energiebedarf auf wirtschaftlich tragfähige Weise zu decken und gleichzeitig erhebliche Potenziale für die Schaffung von Arbeitsplätzen und industrieller Entwicklung freizusetzen. Besonders bedeutsam ist hierbei, dass Bevölkerungsgruppen, die derzeit keinen oder nur unzureichenden Zugang zu Stromversorgung haben, flächendeckend Zugang zur Stromversorgung erhalten könnten. Schätzungen zufolge ist das Potenzial für die Erzeugung erneuerbarer Energien durch Nutzung bereits vorhandener Technologien in Afrika eintausend Mal größer als der prognostizierte Strombedarf im Jahr 2040. Der Kontinent verfügt also im Bereich der Erneuerbaren über ausreichendes Potenzial zur Deckung des künftigen Bedarfs. Zudem könnten erneuerbare Energien – einschließlich grüner Wasserstoff – an die Stelle der afrikanischen Kohle-, Öl- und Gasexporte treten. Dieses Potenzial wird bisher nicht annähernd ausgeschöpft. Im Jahr 2019 stammten 72 Prozent der weltweit neu errichteten Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien. Diese 72 Prozent entsprechen einer gesamten installierten Leistung von fast 180.000 MW. Hiervon entfielen jedoch nur 2.000 MW auf Afrika. Die übrigen Regionen der Welt stellen zunehmend auf Stromsysteme um, die auf regenerativen Energien basieren – und auch Afrika kann diese Chance nutzen.

Eine Energiewende kann als Teil einer größeren Strategie verstanden werden, die auf saubere Energien und zugleich auf eine zukunftsorientierte industrielle Entwicklung, inklusiven sozialen Fortschritt und menschliches Wohlergehen ausgerichtet ist. Der Global Renewables Outlook: Energy Transformation 2050 der IRENA zeigt, dass die Dekarbonisierung der weltweiten Energiesysteme mehr beinhaltet als nur den Umstieg auf andere Energieträger. Dekarbonisierung bedeutet auch die Schaffung von Arbeitsplätzen: So könnten im Jahr 2050 allein durch erneuerbare Energien 45 Millionen Arbeitsplätze entstehen, also mehr als die derzeit 40 Millionen Arbeitsplätze im Energiesektor insgesamt. Eine Energiewende hin zu erneuerbaren Energien würde das weltweite BIP um 2,4 Prozent steigern und umfassende Möglichkeiten zur industriellen Entwicklung mit sich bringen. Die afrikanischen Länder könnten so ein Entwicklungsstadium überspringen und direkt in eine Zukunft der nachhaltigen und sicheren Energieversorgung starten, die gerechte menschliche Entwicklung fördert, Existenzgrundlagen sichert und gleichzeitig die Umwelt schützt.

Die Energiewende in Afrika beschleunigen

Neue technologische Entwicklungen, sinkende Kosten für erneuerbare Energien, innovative Konzepte, Vernetzungseffekte und die Digitalisierung eröffnen neue Möglichkeiten und sorgen dafür, dass der Umstieg auf erneuerbare Energien sich auch wirtschaftlich rechnet. Afrika verfügt über enorme Ressourcen im Bereich der erneuerbaren Energien und ist somit gut aufgestellt. Allerdings reichen dieses Potenzial und die Verfügbarkeit kostengünstiger Technologien allein nicht aus, um diese Chance zu nutzen. Es bedarf zudem eines starken politischen Willens, attraktiver Rahmenbedingungen für Investoren und eines ganzheitlichen politischen Ansatzes, um die

Vorteile erneuerbarer Energien voll auszuschöpfen. Darüber hinaus müssen die durchschnittlichen jährlichen Investitionen in das afrikanische Energiesystem bis 2030 verdoppelt werden – auf etwa 40 bis 65 Milliarden US-Dollar.

Vor diesem Hintergrund gilt es, die Investitionen zur Bewältigung der schweren wirtschaftlichen Folgen der Corona-Krise in Afrika auch dazu zu nutzen, die Energiewende voranzutreiben.

Ein Rückfall in nicht nachhaltige Wirtschaftsstrukturen, wie er nach der Finanzkrise von 2007/08 zu beobachten war, muss vermieden werden. Vielmehr zielt die in dieser Studie skizzierte neue Partnerschaft für eine Energiewende in Afrika darauf ab, die Krise für einen grünen Wiederaufschwung zu nutzen.

Die Verfasser dieser Studie sehen für diese Partnerschaft vier zentrale Handlungsfelder:



1. Zugang zu Energie fördern: Nach wie vor hat knapp die Hälfte der afrikanischen Bevölkerung (46 Prozent) im Haushalt keinen Zugang zu Strom. Deshalb sollten die Strategien für eine Energiewende vor allem das Ziel verfolgen, bis 2030 für alle Menschen in Afrika Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher und nachhaltiger Stromversorgung zu schaffen, um wirksam Armut zu bekämpfen, neue wirtschaftliche Chancen zu eröffnen und Gleichberechtigung zu fördern. Damit die Umstellung auf moderne, regenerative Lösungen möglichst zügig gelingt, bedarf es einer ausgewogenen Mischung aus netzgebundenen und netzfernen Ansätzen, kleinen und großen Lösungen sowie Inselsystemen für bisher nicht versorgte und unterversorgte Bevölkerungsgruppen. Gleichzeitig müssen Versorgungssicherheit, wirtschaftliche Tragfähigkeit und bezahlbarer Zugang gewährleistet sein.

2. Risiken verringern und Privatinvestitionen fördern: Der Investitionsbedarf zur Deckung der wachsenden Nachfrage nach erneuerbaren Energien übersteigt die verfügbaren Mittel aus öffentlichen Quellen deutlich. Diese Investitionslücke können die afrikanischen Regierungen und ihre Entwicklungspartner schließen helfen, indem sie stabile Rahmenbedingungen schaffen, Planungssicherheit herstellen, Pipelines mit tragfähigen Projekten aufbauen und gezielt risikomindernde Instrumente einsetzen („De-Risking“).

3. Netze stärken und modernisieren: In vielen afrikanischen Ländern ist die Netzinfrastruktur unzureichend und primär auf konventionelle Energieträger ausgerichtet. Dies führt unter anderem zu hohen Stromverlusten und einer schlechten Versorgungsqualität. Zudem wird hierdurch der Auf- und Ausbau kostengünstiger variabler erneuerbarer Energien wie Solar- und Windenergie erschwert. Für eine erfolgreiche Energiewende und Stabilisierung der Netze müssen Planung, Betrieb und Wartung der Stromnetze verbessert werden. Parallel sind erhebliche Investitionen in die Modernisierung und den Ausbau der Energieverteilungs- und -übertragungsnetze sowie in Energiespeicherung und weitere Technologie- und Marktösungen erforderlich, um die Systeme flexibler zu ge-

stalten, Treibhausgasemissionen zu verringern, die nationalen und regionalen Stromsysteme zu stärken und technische sowie wirtschaftliche Verluste zu minimieren.

4. Systeminnovationen fördern: Damit Afrika sein Potenzial im Bereich der erneuerbaren Energien voll ausschöpfen kann, bedarf es eines systemischen Ansatzes. Innovative regenerative Anlagen, die zwei oder mehr Technologien miteinander kombinieren (z. B. schwimmende Photovoltaik-Solaranlagen und Pumpspeicherkraftwerke) oder netzferne regenerative Energiesysteme in Kombination mit innovativen Technologien (beispielsweise grüner Wasserstoff, Internet-of-Things-Anwendungen oder Kleinnetze für die Erzeugung erneuerbarer Energien), neue Geschäftsmodelle sowie bessere rechtliche Rahmenbedingungen und Betriebsverfahren müssen umgesetzt und in die Breite getragen werden. Innovative Finanzierungskonzepte – beispielsweise Darlehen in Landeswährung, ergebnisorientierte Finanzierungsansätze oder maßgeschneiderte Challenge Funds – können ebenfalls die Energiewende unterstützen und dazu beitragen, das Wirtschaftswachstum anzukurbeln und die afrikanischen Länder zu Vorreitern bei der weltweiten Energiewende zu machen (IRENA, 2019b). Und Investitionen in innovative Technologien wie beispielsweise grünen Wasserstoff können neue wirtschaftliche Perspektiven entlang der Wertschöpfungsketten eröffnen.

Um diese Handlungsfelder erfolgreich und nachhaltig zu bearbeiten, müssen zwei entscheidende Querschnittsthemen beachtet werden:

- **Eine gerechte Energiewende:** Die Energiewende kann die sozioökonomische Entwicklung eines Landes breitenwirksam fördern, wenn sie von einer umfassenden Strategie für eine transformative Dekarbonisierung begleitet wird. Ein solcher ganzheitlicher politischer Ansatz müsste die langfristig angelegte Energiewende mit den jeweiligen wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Zielen in Einklang bringen. Für eine gerechte Energiewende – einschließlich einer ge-

rechten Verteilung der damit verbundenen Kosten – müssen die Arbeitspolitik und die Politik der sozialen Sicherung auf die jeweiligen Bedürfnisse der einzelnen Länder und Regionen zugeschnitten werden. Bei der Politik- und Programmgestaltung müssen Fragen der sozialen Gerechtigkeit, insbesondere Genderaspekte, berücksichtigt werden, damit das gesellschaftliche Potenzial voll ausgeschöpft und sichergestellt wird, dass niemand zurückgelassen wird. Gezielte und gut koordinierte Bemühungen in diese Richtung dürften für eine größere Nachhaltigkeit der Maßnahmen sorgen – während des Reformprozesses und darüber hinaus.

- **Funktionierende, leistungsfähige Institutionen:** Für die Entwicklung und Umsetzung nationaler Politiken zur Erreichung des flächendeckenden Zugangs zur Stromversorgung und gleichzeitigen Förderung eines kohlenstoffarmen Ausbaus des afrikanischen Stromsektors bedarf es leistungsfähiger

Institutionen. Sie zu stärken ist eine prioritäre Querschnittsaufgabe im gesamten Prozess der Energiewende.

Aufruf zum politischen Handeln

Ein zentrales Anliegen der Agenda 2063 der Afrikanischen Union besteht darin, die Armut innerhalb einer Generation zu beenden und durch eine gesellschaftliche und wirtschaftliche Transformation des Kontinents gemeinsamen Wohlstand zu schaffen. Dafür ist eine sichere Energieversorgung unverzichtbar. Entwicklungspartner wie die Europäische Union und ihre Mitgliedstaaten unterstützen bereits heute zahlreiche Programme und Initiativen, um allen Menschen in Afrika Zugang zur Stromversorgung zu ermöglichen und den Energiesektor in den afrikanischen Ländern klimafreundlich zu gestalten. Doch der nötige Schwung für eine umfassende Energiewende lässt sich nur durch einen breiteren Ansatz und noch besser aufeinander abgestimmte Maßnahmen erreichen.

Herausforderungen



Handlungsfelder



Eine neue politische Initiative könnte die Wirkungen bestehender Zusagen verstärken und weitere Mittel mobilisieren, indem sie auf internationaler Ebene Synergien hebt. Dazu müssten die bilateralen Geber, aber auch internationale und regionale Institutionen wie die Afrikanische Union, die Afrikanische Entwicklungsbank und IRENA eingebunden werden. Nur gemeinsam lässt sich das notwendige Maß an Unterstützung erreichen, um die doppelte und dringliche Herausforderung in Afrika – Zugang zu Energie für alle und Dekarbonisierung – zu bewältigen.

Die politische Initiative muss in den laufenden Maßnahmen der Länder für eine Energiewende verankert sein. Um erfolgreich zu sein, muss die Initiative von den Ländern eigenverantwortlich vorangetrieben werden und auf die jeweiligen nationalen und lokalen Gegebenheiten zugeschnitten sein. Zudem muss sie – in Partnerschaft mit den nationalen und regionalen Institutionen – berücksichtigen, wie gut ein Land für die Energiewende gerüstet ist, welche Kapazitäten vorhanden sind und welchen Bedarf es gibt. In der Vergangenheit sind ambitionierte Reformen im Stromsektor manchmal gescheitert, weil sie die politische Ökonomie des Sektors in Frage gestellt haben. Deshalb müssen die Regierungen den nötigen politischen Willen aufbringen, sich diesen Herausforderungen zu stellen und umfassende Reformen konsequent zu Ende zu führen.

Diese Studie zeigt einen Weg zu einer Energiewende hin zu erneuerbaren Energien in Afrika auf, der die sozioökonomische Entwicklung fördert und zugleich zu Umwelt- und Klimaschutz beiträgt. Ein erster wichtiger Schritt ist eine integrierte Energieplanung, bei der die positiven Effekte einer Umgestal-

tung des Stromsektors für das jeweilige Land ermittelt werden. Daraus abgeleitet soll ein zielgerichteter Aktionsplan entstehen, auf dessen Grundlage sinnvolle Investitionsentscheidungen getroffen werden können. Zudem können die afrikanischen Regierungen und ihre Entwicklungspartner auf dieser Basis Partnerschaften für erneuerbare Energien auf den Weg bringen, um die Energiewende voranzutreiben.

Ausgangssituation und Entwicklungspfade in den einzelnen Ländern

Welche Bedingungen auf nationaler Ebene erfüllt sein müssen, damit die Energiewende gelingt, ist gut erforscht. Der Wandel ist möglich; Lösungen sind vorhanden. Für die erfolgreiche Umsetzung der geplanten Initiative müssen sich Entwicklungspartner klar zu ihr bekennen und sich für die Umsetzung einsetzen. Zudem sind flexible, bedarfsgesteuerte Maßnahmen und Mechanismen erforderlich, um den konkreten Anforderungen in den einzelnen Ländern in Bezug auf die Energiewende Rechnung zu tragen, was auch sozioökonomische Ziele mit einschließt.

Gestützt auf die engen Verbindungen zwischen Afrika und Europa muss eine solche politische Initiative dazu beitragen, das Pariser Klimaabkommen und die Agenda 2063 der AU zu verwirklichen und zugleich zur Operationalisierung der „Partnerschaft für die grüne Wende und den Zugang zu Energie“ beitragen, wie sie die Europäische Kommission in ihrer Mitteilung („Auf dem Weg zu einer umfassenden Strategie mit Afrika“) vorgeschlagen hat. Weitere Orientierungshilfe bei diesem Thema bieten die Empfehlungen der hochrangigen afrikanisch-europäischen Plattform für Investitionen in nachhaltige Energie (EU-Kommission, 2019).

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Zusammenfassung	5
Inhaltsverzeichnis	9
Abbildungsverzeichnis	11
Abkürzungsverzeichnis	13
Einleitung	15
1 Energie in Afrika – eine Bestandsaufnahme	17
1.1 Die Relevanz und Notwendigkeit moderner Energiedienstleistungen für eine nachhaltige Entwicklung	17
1.2 Die Bedeutung der afrikanischen Energiewende für die Erreichung der Ziele des Klimaschutzabkommens von Paris	19
1.3 Der afrikanische Stromsektor – eine Bestandsaufnahme: Zugang zur Stromversorgung, Klimarelevanz und Versorgungssicherheit	23
1.4 Eine afrikanische Energiewende ist dringend notwendig	30
2 Die afrikanischen Stromsektoren: Vision 2050	33
2.1 Die wichtigsten Treiber der Stromnachfrage nach Regionen	33
2.2 Analyse der potenziellen Szenarien für den Ausbau der erneuerbaren Energien nach Regionen	41
3 Umsetzung der Energiewende in Afrika	55
3.1 Wichtige Faktoren für die Energiewende	55
3.2 Zentrale Handlungsfelder der internationalen Entwicklungszusammenarbeit	62
3.3 Instrumente der Entwicklungszusammenarbeit und Umsetzungsmöglichkeiten	64
4 Schlussfolgerungen	77
Literatur	81
Anhang 1: Überblick über ausgewählte, von Entwicklungspartnern finanzierte Initiativen im Energiesektor	87
Anhang 2: Potenzial für die Energiewende in ausgewählten afrikanischen Ländern – Momentaufnahmen	91

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	– Auswirkungen des Zugangs zu modernen Energiedienstleistungen auf die nachhaltige Entwicklung	17
Abbildung 2	– Primärenergiebedarf in Afrika nach Energiequellen	18
Abbildung 3	– Weltweite Treibhausgasemissionen nach Herkunft	19
Abbildung 4	– Von den Industrie- und Entwicklungsländern insgesamt durch den Verbrauch von Energie verursachter CO ₂ -Ausstoß	20
Abbildung 5	– Anteil der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Afrika nach Sektoren (2018)	20
Abbildung 6	– LCOE-Tracker der IRENA für verschiedene EE-Technologien	21
Abbildung 7	– Auktionen und bei Ausschreibungen erzielte Stromgestehungskosten für Strom aus PV-Anlagen nach dem geschätztem Jahr der Inbetriebnahme (2017-2022)	22
Abbildung 8	– Elektrifizierungsraten in verschiedenen Regionen	24
Abbildung 9	– Mehrstufiges Rahmenwerk zur Klassifizierung der Qualität der Stromversorgung	24
Abbildung 10	– Durch die Energieerzeugung verursachte Treibhausgasemissionen	25
Abbildung 11	– Installierte Leistung nach Energieträger und Region	26
Abbildung 12	– Anteil der erneuerbaren Energien am Strommix nach Land und Region	27
Abbildung 13	– Faktoren für die Versorgungssicherheit	28
Abbildung 14	– Verluste bei der Stromübertragung und -verteilung im Jahr 2016 (ohne Nordafrika)	29
Abbildung 15	– Grad der Kostendeckung der Stromtarife in ausgewählten afrikanischen Ländern (2016)	29
Abbildung 16	– Schematische Darstellung der Strukturen der afrikanischen Stromsektoren	30
Abbildung 17	– Treiber der Stromnachfrage	33
Abbildung 18	– Prognostiziertes Bevölkerungswachstum für den Zeitraum 2020 bis 2050	34
Abbildung 19	– Erwarteter Urbanisierungsschub für den Zeitraum 2020 bis 2050	35
Abbildung 20	– Stromnachfrage nach Stromkategorien für die Jahre 2018 und 2040 gemäß der IEA-Prognose für Afrika	35
Abbildung 21	– BIP-Wachstum von 2015 bis 2020	36
Abbildung 22	– Stromverbrauch für jede Person, die in der eigenen Wohnung über einen Stromanschluss verfügt. Entwicklung zwischen 2018 und 2040 (Prognose), Afrika und Deutschland im Vergleich	36
Abbildung 23	– Auswirkungen von Effizienzfortschritten auf die Stromnachfrage	37
Abbildung 24	– Strombedarf durch die Kühlung von Wohngebäuden in den Jahren 2018 und 2040	37
Abbildung 25	– Geschätztes Wachstum der Nettostromnachfrage im Zeitraum 2020 bis 2030	39
Abbildung 26	– Überblick über das theoretisch vorhandene Potenzial für Onshore-EE-Anlagen	40
Abbildung 27	– Überblick über die drei neuesten Ausbauszenarien für den afrikanischen Stromsektor	43
Abbildung 28	– Regionale Auswirkungen der drei Szenarien zum Ausbau des Stromsektors	45
Abbildung 29	– Potenzial für Strom aus Sonne und Wind im Jahr 2040 gemäß dem Referenzszenario der IRENA	48
Abbildung 30	– Stündliche Stromerzeugungs- und Stromübertragungsraten für die Demokratische Republik Kongo und Ruanda in den Jahren 2020, 2030 und 2040 (Saison 2 von Mai bis August) gemäß der Analyse der IRENA	49
Abbildung 31	– Neun Gebiete, die als Standorte für EE-Anlagen in Frage kommen	50
Abbildung 32	– Hürden und wichtige Faktoren für die Energiewende in Afrika	55
Abbildung 33	– Überblick der IRENA über Innovationen bei der Integration von variabel verfügbaren erneuerbaren Energien	58
Abbildung 34	– Überblick über ausgewählte globale, afrikaweite und regionale Institutionen und Initiativen im Stromsektor, die von Entwicklungspartnern unterstützt werden	62
Abbildung 35	– Zentrale Handlungsfelder für die Entwicklungspartner	63
Abbildung 36	– Instrumente der Entwicklungszusammenarbeit zur Förderung des Zugangs zu Energie	65

Abbildung 37 – Instrumente der Entwicklungszusammenarbeit zur Verringerung der Risiken und Förderung von Investitionen des Privatsektors	68
Abbildung 38 – Registrierte Partner der Klimainvestitionsplattform nach Typ und regionalen Cluster	70
Abbildung 39 – Instrumente der Entwicklungszusammenarbeit zum Ausbau und zur Modernisierung des Netzes	71
Abbildung 40 – Instrumente der Entwicklungszusammenarbeit zur Unterstützung von Systeminnovationen	74
Abbildung 41 – Begründung und Konzept für eine politische Initiative zur Energiewende	78
Abbildung 42 – Wichtige Indikatoren in Bezug auf die Stromsektoren Südafrikas und der Mitgliedsländer von Compact with Africa	91
Abbildung 43 – Momentaufnahme Benin	93
Abbildung 44 – Momentaufnahme Burkina Faso	94
Abbildung 45 – Momentaufnahme Côte d'Ivoire	95
Abbildung 46 – Momentaufnahme Ägypten	96
Abbildung 47 – Momentaufnahme Äthiopien	97
Abbildung 48 – Momentaufnahme Ghana	98
Abbildung 49 – Momentaufnahme Guinea	99
Abbildung 50 – Momentaufnahme Marokko	101
Abbildung 51 – Momentaufnahme Ruanda	102
Abbildung 52 – Momentaufnahme Senegal	103
Abbildung 53 – Momentaufnahme Südafrika	104
Abbildung 54 – Momentaufnahme Togo	105
Abbildung 55 – Momentaufnahme Tunesien	106

Abkürzungsverzeichnis

ACEC	– Africa Clean Energy Corridor
AfDB	– African Development Bank [Afrikanische Entwicklungsbank]
AU	– African Union [Afrikanische Union]
AUDA-NEPAD	– African Union’s Development Agency [Agentur für Entwicklungszusammenarbeit der Afrikanischen Union]
CAGR	– Compound Annual Growth Rate [jährliche Wachstumsrate]
CO₂	– Kohlendioxid
CwA	– Compact with Africa
EAPP	– Eastern Africa Power Pool
ECOWAS	– Economic Community of West African States [Westafrikanische Wirtschaftsgemeinschaft]
EU	– Europäische Union
BIP	– Bruttoinlandsprodukt
GIZ	– Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GW	– Gigawatt
IEA	– International Energy Agency [Internationale Energieagentur]
IFC	– International Finance Corporation [Internationale Finanz-Corporation]
IPP	– Independent Power Producer [unabhängiger Stromerzeuger]
IRENA	– International Renewable Energy Agency [internationale Agentur für Erneuerbare Energien]
kg	– Kilogramm
kWh	– Kilowattstunde
LCOE	– Levelized Cost of Electricity [Stromgestehungskosten]
MW	– Megawatt
MWh	– Megawattstunde
NDC	– Nationally Determined Contributions [nationaler Klimaschutzbeitrag]
OECD	– Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
PIDA	– Programme for Infrastructure Development in Africa [Programm für Infrastrukturentwicklung in Afrika]
PPP	– Public Private Partnership [öffentliche-private Partnerschaft]
PV	– Photovoltaik
EE	– Erneuerbare Energien
REFit	– Renewable Energy Feed-In Tariff [Einspeisetarif für Strom aus erneuerbaren Energien]
SAPP	– Southern Africa Power Pool
SDG	– Sustainable Development Goals [Ziele für nachhaltige Entwicklung]
SEforAll	– Sustainable Energy for All [nachhaltige Energie für alle]
TWh	– Terawattstunde
UN	– Vereinte Nationen
WAPP	– West African Power Pool

Einleitung

In den kommenden Jahrzehnten bietet sich den Ländern Afrikas die Möglichkeit, zwei grundlegende energiepolitische Herausforderungen anzugehen: Erstens können sie bis 2030 dafür sorgen, dass alle Bürgerinnen und Bürger Zugang zu erschwinglichen, verlässlichen, nachhaltigen und modernen Energiedienstleistungen haben, wie es in den Zielen für nachhaltige Entwicklung (SDG) der Vereinten Nationen (nämlich SDG 7) festgelegt ist. So ließen sich die Lebensbedingungen von mehreren Hundert Millionen Bürgerinnen und Bürgern verbessern. Gleichzeitig können die afrikanischen Länder den Ausbau der erneuerbaren Energien vorantreiben, die sich inzwischen zu einer technisch und wirtschaftlich machbaren und damit attraktiven Alternative zu fossilen Energieträgern entwickelt haben. Dadurch würden sich die Länder Afrikas unabhängig von fossilen Energieträgern machen.

Der Schwerpunkt der vorliegenden Studie liegt auf dem Stromsektor, auf den der größte Teil der energiebezogenen Emissionen Afrikas entfällt. Darüber hinaus dürfte der langfristige Auf- und Ausbau der erneuerbaren Energien dem gesamten Kontinent die Möglichkeit eröffnen, auch die Sektoren zu dekarbonisieren, die viel Strom verbrauchen – dazu zählen vor allem Verkehr und Industrie.

Die technischen und wirtschaftlichen Lösungen, die erforderlich sind, um allen Afrikanerinnen und Afrikanern Zugang zu einer erschwinglichen, zuverlässigen und nachhaltigen Stromversorgung zu verschaffen, sind vorhanden. In der vorliegenden Studie wird beleuchtet, welche strukturellen Hürden einer ökologischen Energiewende auf dem afrikanischen Kontinent und in den einzelnen Regionen entgegenstehen. Außerdem wird dargelegt, wie die Regierungen der afrikanischen Länder und ihre Entwicklungspartner diese Hürden überwinden

und eine nachhaltige Energieversorgung aufbauen können. Mehrere Länderprofile bieten eine Momentaufnahme über die Aussichten für eine Energiewende in 13 ausgewählten afrikanischen Ländern. Für fünf dieser Länder wird das bestehende Transformationspotenzial detailliert dargestellt.

Um die Chancen der Energiewende zu nutzen, muss der politische Wille für eine Sektorreform vorhanden sein. Insbesondere ist eine in sich stimmige, widerspruchsfreie Strategie notwendig, mit der die erneuerbaren Energien und der Zugang zu Energie für alle gefördert und die mit diesem Transformationsprozess verbundenen wirtschafts- und verteilungspolitischen Herausforderungen bewältigt werden können. Diese Studie zeigt auf, wie die Regierungen der afrikanischen Länder, die Organisationen auf Ebene des Kontinents oder einzelner Teilregionen sowie die Entwicklungspartner ihre Kräfte im Rahmen einer neuen, konzertierten Strategie bündeln könnten, um auf dem gesamten Kontinent eine umfassende Energiewende auf den Weg zu bringen, die die Resilienz stärkt, allen Menschen einen Zugang zu Energie verschafft und den Wohlstand fördert.

Die Studie wurde im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) erstellt und gemeinsam von der Internationalen Agentur für Erneuerbare Energien (International Renewable Energy Agency, IRENA), der KfW-Entwicklungsbank und der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) angefertigt.



1 Energie in Afrika – eine Bestandsaufnahme

Rund die Hälfte der Gesamtbevölkerung Afrikas (548 Millionen Menschen) hatte 2018 keinen Zugang zu elektrischem Strom (IEA et al., 2020; Weltbank, k.A.). Gleichzeitig sind 900 Millionen Afrikanerinnen und Afrikaner auf Biomasse wie Holzkohle und Brennholz angewiesen, um warme Mahlzeiten zubereiten zu können. Die meisten dieser Menschen leben in Subsahara-Afrika. Darüber hinaus werden afrikanische Unternehmen – von Kleinstunternehmen über die Landwirtschaft bis hin zu Industriebetrieben – durch das Fehlen einer zuverlässigen und erschwinglichen Energieversorgung in ihrer Entwicklung gehemmt. Wenn diese Herausforderungen nicht angegangen werden, dürfte sich die Situation weiter verschärfen, denn Schätzungen zufolge wird die Bevölkerung in Subsahara-Afrika bis 2050 um eine Milliarde und in Nordafrika um fast 100 Millionen zunehmen (Weltbank, 2019a).

Nur wenige afrikanische Länder haben einen Stromsektor, der im Hinblick auf den Treibhausgasausstoß mit der Stromwirtschaft von Industrieländern vergleichbar ist. Insgesamt entfällt im Vergleich mit allen anderen Weltregionen in Afrika nur ein geringer Teil der Treibhausgasemissionen auf die Stromerzeugung. So machten die gesamten Treibhausgasemissionen, die in Afrika durch die Nutzung von fossilen Energieträgern verursacht wurden, 2017 nur 3,6 Prozent der weltweiten Gesamtemissionen aus, obwohl fast 17 Prozent der Weltbevölkerung in Afrika leben (IEA, 2019b). Lässt man die vier Länder mit den höchsten absoluten Emissionen (Südafrika, Ägypten, Algerien und Nigeria) unberücksichtigt, sind die verbleibenden afrikanischen Länder nur für 1 Prozent des weltweiten CO₂-Ausstoßes verantwortlich.

Dennoch sind Investitionen in moderne, effiziente Energiesysteme von entscheidender Bedeutung, damit Afrika das Potenzial der erneuerbaren Energien nutzen und von fossilen Energieträgern unabhängig werden kann. Zur Erreichung einer klimafreundlichen Entwicklung genügt es nicht, umwelt- und klimaschädliche fossile Kraftwerke durch erneuerbare Energien zu ersetzen. Vielmehr geht es darum, neue Energiesysteme aufzubauen, die eine effiziente Nutzung von erneuerbaren Energien erlauben, auf einer flexiblen und dezentralen Infra-

struktur beruhen, und so leistungsfähig sind, dass die wachsende Stromnachfrage aus erneuerbaren Energien (anstelle von fossilen Energieträgern) gedeckt werden kann. Zwar liegen die Kosten für EE-Lösungen inzwischen in vielen Fällen unterhalb der Netzparität, so dass aus wirtschaftlichen Gründen viel für den Ausbau der erneuerbaren Energien spricht, doch ist dies noch nicht ausreichend. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass nur ein geringer Teil der weltweiten CO₂-Emissionen Afrika zuzurechnen sind, der Kontinent jedoch zu den Weltregionen gehört, die am stärksten vom Klimawandel betroffen sind.

In Afrika geht es bei einer klimafreundlichen Entwicklung nicht nur darum, eine umwelt- und klimaschädliche Stromerzeugung durch erneuerbare Energien zu ersetzen, sondern auch darum zu verhindern, dass die wachsende Stromnachfrage durch fossile Energieträger gedeckt wird.

1.1 Die Relevanz und Notwendigkeit moderner Energiedienstleistungen für eine nachhaltige Entwicklung

Das von den Vereinten Nationen festgelegte Ziel für nachhaltige Entwicklung im Energiebereich (SDG 7) sieht vor, dass bis 2030 i) alle Menschen weltweit Zugang zu erschwinglichen, zuverlässigen und modernen Energiedienstleistungen haben; ii) der Anteil der erneuerbaren Energien am globalen Energiemix deutlich erhöht wird; und iii) die Länder die Geschwindigkeit verdoppeln, mit der die Energieeffizienz weltweit gesteigert wird. Der Zugang zu modernen, nachhaltigen Energiedienstleistungen führt nicht nur zu einer direkten Verbesserung der Lebensbedingungen, sondern gilt gemeinhin auch als Voraussetzung für die Verwirklichung aller anderen SDGs. Von dem unzureichenden Zugang zu modernen Energiedienstleistungen sind



Abbildung 1 – Auswirkungen des Zugangs zu modernen Energiedienstleistungen auf die nachhaltige Entwicklung

Frauen und Mädchen in Afrika unverhältnismäßig stark betroffen, da sie oft in ihrem Haushalt die Hauptverantwortung für die Bereitstellung von Energie tragen.

Makroökonomische Studien belegen, dass der Anstieg von Elektrifizierungsrate und Stromnachfrage in den Entwicklungsländern bisher Hand in Hand mit dem Wachstum des Bruttoinlandsprodukts (BIP) ging (vgl. bspw. Stern et al., 2017). Denn eine ausreichende und zuverlässige Stromversorgung sorgt nicht nur dafür, dass die Menschen die Zeit, die sie normalerweise für die Hausarbeit aufwenden müssen, jetzt für andere wirtschaftliche Tätigkeiten nutzen können, sondern bietet auch neue Möglichkeiten der Wertschöpfung und fördert produktive Tätigkeiten und damit das Wirtschaftswachstum. Elektrischer Strom ist der Schlüssel zum Aufbau einer modernen Wirtschaft, die auf einer digitalen Infrastruktur und Telekommunikationsdienstleistungen beruht. Durch eine zuverlässige Stromversorgung können bestehende und neue Unternehmen in klassischen Branchen ihre Effizienz steigern und sich weitere Märkte im In- und Ausland erschließen.

Viele afrikanische Länder stehen vor der Herausforderung, dass ihre Stromerzeugungskapazitäten unzureichend und die Stromübertragungs- und Stromverteilungsnetze nicht leistungsfähig genug sind und überdies nicht ausreichend gewartet werden. Dadurch ist die Stromversorgung unzuverlässig (und oft sehr kostspielig), wodurch entwicklungsrelevant

te gesellschaftliche und wirtschaftliche Aktivitäten behindert werden. Zwar sind für energieintensive Produktionsprozesse in der Regel höhere Spannungen erforderlich, die nur durch ein zentrales Stromnetz oder ein leistungsfähiges Minigrad bereitgestellt werden können, doch bieten moderne, netzferne EE-Systeme bereits verschiedene Energiedienstleistungen, die eine Verbesserung des Lebensstandards und der Lebensgrundlagen ermöglichen.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass 45 Prozent des Primärenergiebedarfs in Afrika im Jahr 2018 durch Biomasse – hauptsächlich Brennholz und Holzkohle zum Kochen – gedeckt wurden (IEA, 2019b). Dies hat schwerwiegende Auswirkungen: Aufgrund von Luftverschmutzung in Innenräumen verzeichnen die afrikanischen Länder südlich der Sahara 490.000 vorzeitige Todesfälle pro Jahr (WHO, 2018). Besonders hoch ist die Exposition bei Frauen und Kleinkindern, die die meiste Zeit in der Nähe des häuslichen Herds verbringen. Darüber hinaus führt der nicht nachhaltige Holzeinschlag dazu, dass Entwaldung und Umwelterstörung fortschreiten.

Der Zugang zu modernen, nachhaltigen Energiedienstleistungen ist auch eine Voraussetzung für die Verwirklichung aller anderen SDGs.

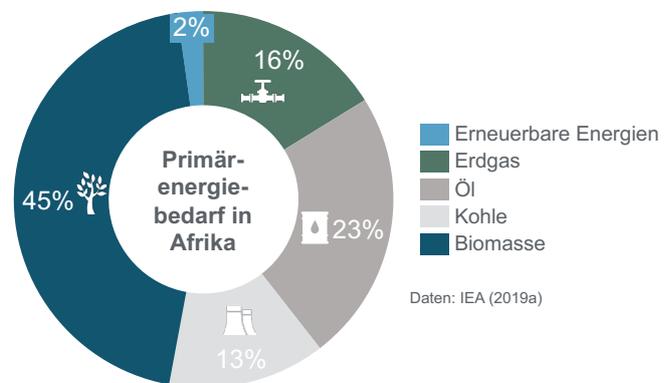


Abbildung 2 – Primärenergiebedarf in Afrika nach Energiequellen

Ausgewählte internationale Abkommen und Initiativen

Ziele für nachhaltige Entwicklung

Bei den von der Generalversammlung der Vereinten Nationen 2015 festgelegten Zielen für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDGs), handelt es sich um 17 Ziele, die als „Blaupause zur Erreichung einer besseren und nachhaltigeren Zukunft für alle“ dienen sollen. Sie sind Bestandteil der UN-Agenda für nachhaltige Entwicklung und sollen bis 2030 verwirklicht werden. Zwar sind die SDGs weit gefasst, doch werden sie in detaillierte Teil- bzw. Unterziele und Indikatoren heruntergebrochen, die die Überwachung der Fortschritte unterstützen.



Für die vorliegende Studie sind die folgenden SDGs besonders relevant: SDG 7 „Bezahlbare und saubere Energie“, SDG 8 „Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum“, SDG 9 „Industrie, Innovation und Infrastruktur“ und SDG 13 „Maßnahmen zum Klimaschutz“.

Das Pariser Klimaabkommen

Das Pariser Klimaabkommen wurde am 12. Dezember 2015 während der 21. Vertragsstaatenkonferenz (COP21) des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) in Paris unterzeichnet.



Das zentrale Ziel dieses Klimaschutzabkommens besteht darin, dafür zu sorgen, dass die ganze Welt konsequent auf die Bedrohung durch den weltweiten Temperaturanstieg in diesem Jahrhundert auf deutlich unter 2 Grad Celsius (idealerweise 1,5 Grad) im Vergleich zum vorindustriellen Niveau begrenzt. Darüber hinaus streben die Vertragsstaaten an, die Kapazitäten der Länder im Umgang mit den Auswirkungen des Klimawandels zu stärken.

Die nationalen Klimaschutzbeiträge (NDCs) sind die offiziellen Verpflichtungen, die die Vertragsstaaten des Pariser Klimaabkommens eingegangen sind. Alle fünf Jahre findet eine globale Bestandsaufnahme der NDCs statt, um die gemeinsamen Fortschritte bei der Erreichung der Ziele des Klimaschutzabkommens zu bewerten. Diese Bestandsaufnahme umfasst auch einen Mechanismus zur Aktualisierung der NDCs, im Sinne einer kontinuierlichen Steigerung des Ambitionsniveaus.

Agenda 2063

Die Agenda 2063 ist Afrikas Masterplan, mit dem der Kontinent in Zukunft eine Führungsrolle erreichen will. Die Agenda 2063 sieht verschiedene Initiativen vor, die von der Afrikanischen Union umgesetzt werden. Sie wurde 2013 als Plan zur Gestaltung der nächsten 50 Jahre vorgelegt und auf der ordentlichen Versammlung der Staats- und Regierungschefs der Afrikanischen Union im Jahr 2015 offiziell verabschiedet.



Zu den wichtigsten Zielen der Agenda gehören die Förderung der ökologischen Nachhaltigkeit sowie der Aufbau von klimaresilienten Volkswirtschaften und Gesellschaften. Zu den spezifischen Schwerpunktfeldern der Agenda gehören die nachhaltige Bewirtschaftung von natürlichen Ressourcen, die Einführung von nachhaltigen Konsum- und Produktionsweisen sowie die Förderung der Klimaresilienz und der erneuerbaren Energien.

Quellen: United Nations (2015); SEforAll (o.J.); UNFCCC (2020); African Union (o.J.)

1.2 Die Bedeutung der afrikanischen Energiewende für die Erreichung der Ziele des Pariser Klimaabkommens

2016 entfielen rund 73 Prozent des weltweiten Treibhausgasausstoßes auf Tätigkeiten, bei denen Energie verbraucht wird (World Resource Institute, 2020). Dazu gehören Emissionen aus der Verbrennung von fossilen Energieträgern zur Erzeugung von Strom, Heizwärme und Kälte sowie die Emissionen

des Verkehrssektors und der Industrieproduktion.¹ Daher steht die Entkopplung des Energiebedarfs von den Emissionen im Mittelpunkt der Bemühungen um eine Dekarbonisierung der Weltwirtschaft und die Erreichung der im Pariser Klimaabkommen festgeschriebenen Ziele.

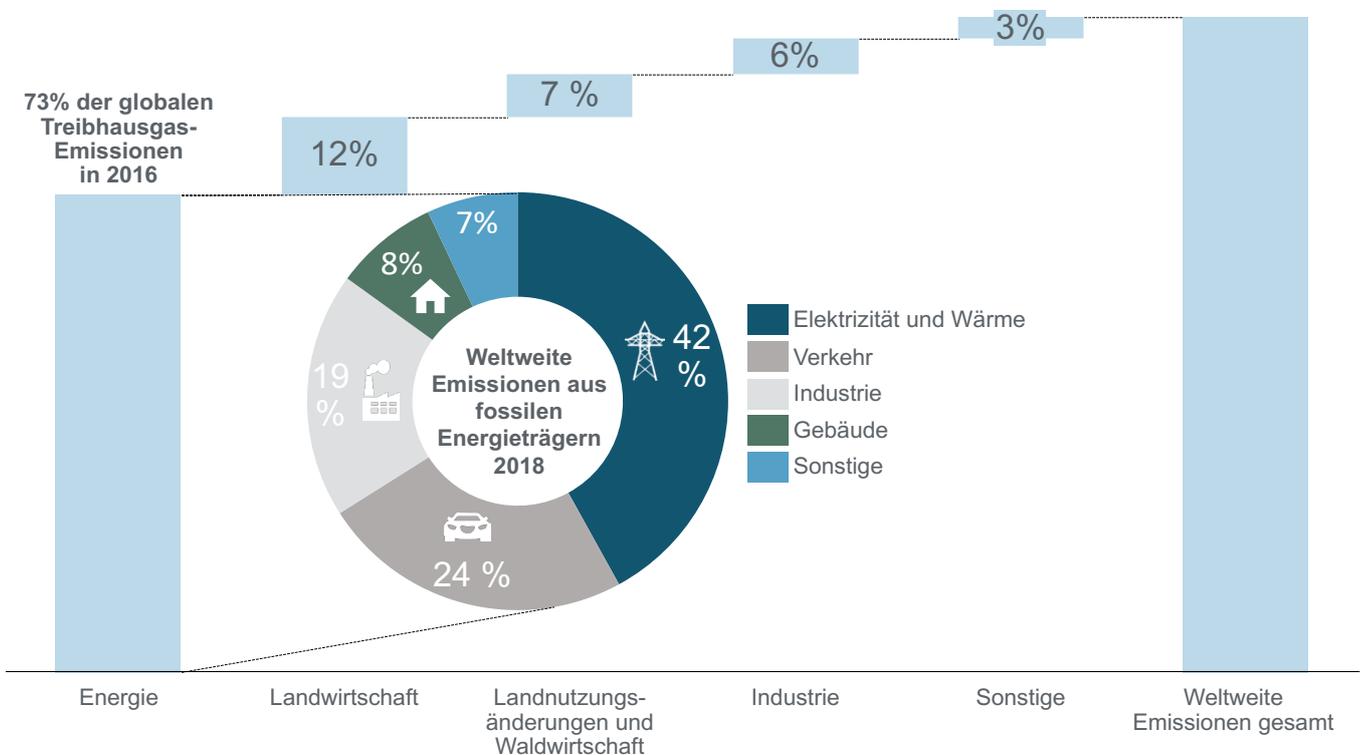


Abbildung 3 – Weltweite Treibhausgasemissionen nach Herkunft

Daten: IEA (2019b), World Resource Institute (2020)

¹ Hinzu kommen Treibhausgasemissionen aus der Landnutzung, Landnutzungsänderungen und der Forstwirtschaft; diese werden teilweise durch die energetische Nutzung von Biomasse verursacht.

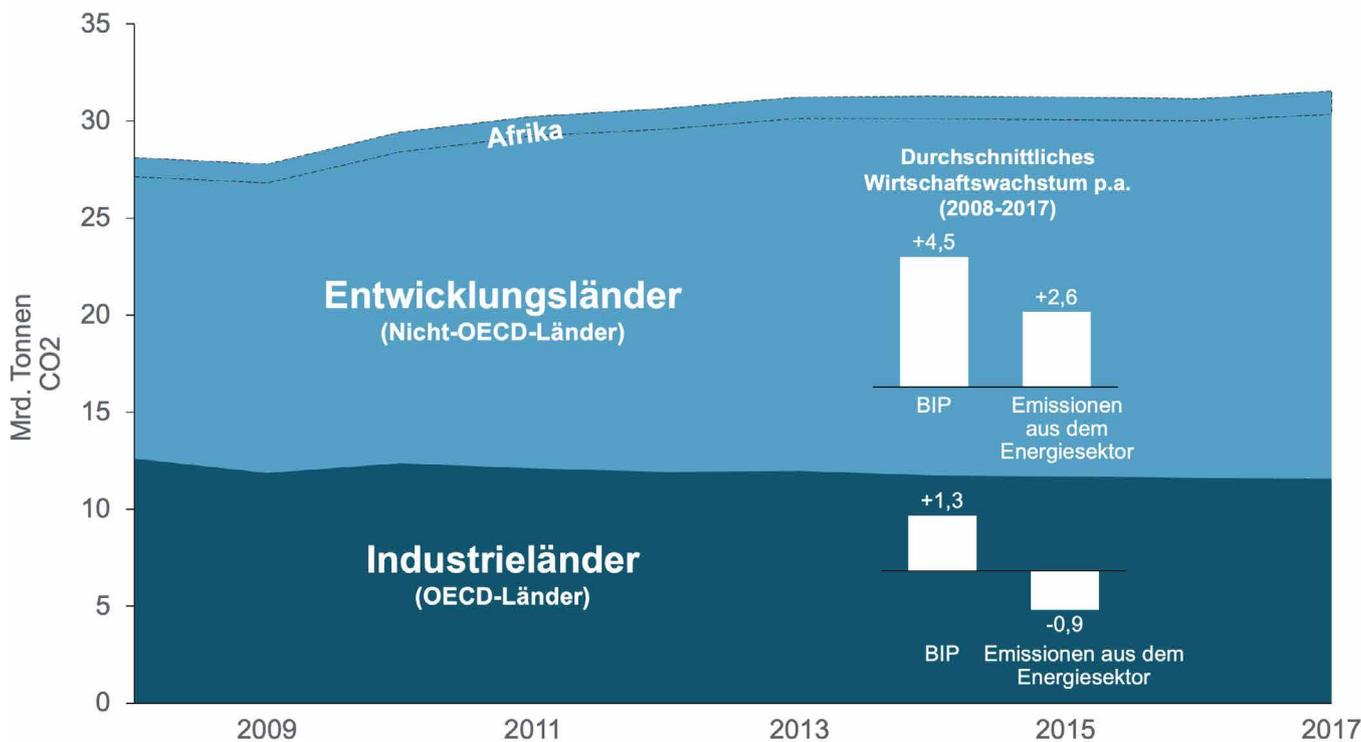


Abbildung 4 – Von den Industrie- und Entwicklungsländern insgesamt durch den Verbrauch von Energie verursachter CO₂-Ausstoß

Daten: IEA (2019b), IMF (2020)

In den Industrie- und einigen Schwellen- und Entwicklungsländern gibt es klare Anzeichen dafür, dass der kausale Zusammenhang zwischen Wirtschaftswachstum und energiebedingten Emissionen durchbrochen werden kann. Das bedeutet, dass die Emissionen selbst dann zurückgehen, wenn die jeweiligen Volkswirtschaften wachsen. Zwischen 2008 und 2017 verzeichneten die OECD-Länder ein durchschnittliches BIP-Wachstum² von 1,3 Prozent pro Jahr – gleichzeitig gingen die energiebezogenen Emissionen um durchschnittlich 0,9 Prozent pro Jahr zurück.

Der durch Energieverbrauch verursachte Treibhausgasausstoß in den Nicht-OECD-Ländern stieg zwischen 2008 und 2017 deutlich an, wobei der Anstieg geringer ausfiel als das BIP-Wachstum. So waren die Treibhausgasemissionen des Stromsektors in den OECD-Ländern im Jahr 2017 2,3 Mal so hoch wie in den übrigen Ländern der Welt.

Energiebedingte Emissionen in Afrika

Im Durchschnitt nahm der Treibhausgasausstoß in den afrikanischen Ländern zwischen 2008 und 2017 langsamer zu als in anderen Entwicklungsländern. Dennoch stiegen die energiebezogenen Emissionen insgesamt um fast 20 Prozent, wobei das Ausgangsniveau sehr niedrig war. Selbst bei Einführung von Energiesparmaßnahmen dürfte sich der Energiebedarf in den afrikanischen Volkswirtschaften bis 2040 fast verdoppeln, da die Bevölkerung wächst und der Lebensstandard steigt (IRENA, 2019a). Daher geht es beim Aufbau eines emissionsfreien afrikanischen Energiesektors bis 2050 vor allem darum zu verhindern, dass die Treibhausgasemissionen bei zunehmendem Energiebedarf ebenfalls steigen. Dies zeigt,

wie wichtig es ist, dass die Entwicklungsländer gar nicht erst mit einer massiven Nutzung von fossilen Energieträgern beginnen, sondern stattdessen direkt auf klimafreundliche Energiequellen setzen, wozu insbesondere die erneuerbaren Energien zählen (weitere Ausführungen dazu, siehe Abschnitt 3).

Wie Abbildung 5 zeigt, entfiel 2018 der größte Teil der energiebedingten CO₂-Emissionen in Afrika (rund 42 Prozent) auf den Stromsektor. Durch den Aufbau eines leistungsfähigen Ökostromsektors in jedem afrikanischen Land können auch die Sektoren dekarbonisiert werden, in denen der Strom letztlich verbraucht wird. Dazu zählen insbesondere der Verkehr und die Industrie, auf die 31 bzw. 20 Prozent aller energiebedingten Treibhausgasemissionen entfallen.

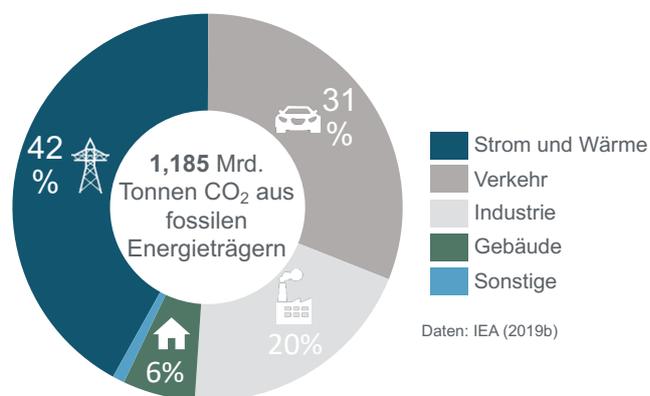


Abbildung 5 – Anteil der energiebedingten CO₂-Emissionen in Afrika nach Sektoren (2018)

² In der vorliegenden Studie wird die „durchschnittliche jährliche Wachstumsrate“ als Compound Annual Growth Rate (CAGR) verwendet; dabei handelt es sich um einen spezifischen Begriff für das geometrische Progressionsverhältnis, das über einen bestimmten Zeitraum eine konstante Rendite liefert.

CO₂ und andere Treibhausgase

Das Kyoto-Protokoll sowie das Pariser Klimaabkommen enthalten Vereinbarungen zu sechs Treibhausgasen: Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O), Schwefelhexafluorid (SF₆), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFCs) und perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFCs). Die Treibhausgasemissionen durch menschliche Aktivitäten stammen größtenteils aus der Verbrennung von fossilen Energieträgern und Entwaldung (CO₂), der Viehzucht, Änderungen in der Nutzung von Flächen (insbesondere Feuchtgebieten), Leckagen von Rohrleitungen (CH₄), Prozessen in der Landwirtschaft (N₂O) sowie der Verwendung von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) in Fertigungs- und Kühlprozessen. In der Industrie eingesetzte FCKWs unterliegen dem Montreal-Protokoll von 1987.

In Studien werden Treibhausgasemissionen üblicherweise in CO₂-Äquivalenten (CO₂e) ausgedrückt. Ein CO₂-Äquivalent entspricht der Menge an CO₂, die genauso stark zum Klimawandel beitragen würde wie eine bestimmte Menge eines anderen Treibhausgases. Die Maßeinheit „CO₂-Äquivalent“ macht die Klimaauswirkungen verschiedener Treibhausgase somit miteinander vergleichbar.

Mit etwa 73 Prozent hat der Energieverbrauch den weitaus größten Anteil an den globalen Treibhausgasemissionen (CO₂ aus der Verbrennung von fossilen Energieträgern). Auf die Stromerzeugung entfallen etwa 30 Prozent der weltweiten Treibhausgasemissionen; diese entstehen hauptsächlich durch die Verstromung von Kohle, Schweröl, Diesel und Gas (IEA, 2019b).

Fossile Energieträger durch den direkten Einstieg in eine nachhaltige Stromerzeugung umgehen

Zwischen 2010 und 2019 sind die durchschnittlichen Stromgestehungskosten (Levelised Cost of Electricity³, LCOE) für Strom aus erneuerbaren Energien deutlich gesunken. So gingen die Kosten für Solarstrom aus gewerblichen⁴ Photovoltaik (PV)-Anlagen um 82 Prozent zurück, während die Kosten für die Erzeugung von Strom mit Onshore-Windkraftanlagen um 40 Prozent sanken (IRENA, 2020a). Damit stellen erneuerbare Energien im Jahr 2020 weltweit in den meisten Fällen die

kostengünstigste Möglichkeit der Stromerzeugung dar. 2018 entfielen fast 25 Prozent der gesamten Stromerzeugung auf erneuerbare Energien, und 71 Prozent der 2019 zugebauten Stromerzeugungskapazitäten waren Anlagen, die Strom aus erneuerbaren Energien erzeugen, und zwar hauptsächlich aus Sonne und Wind (IRENA, 2020b). Die meisten Beobachter gehen davon aus, dass die Stromgestehungskosten erneuerbarer Energien weiter sinken werden.

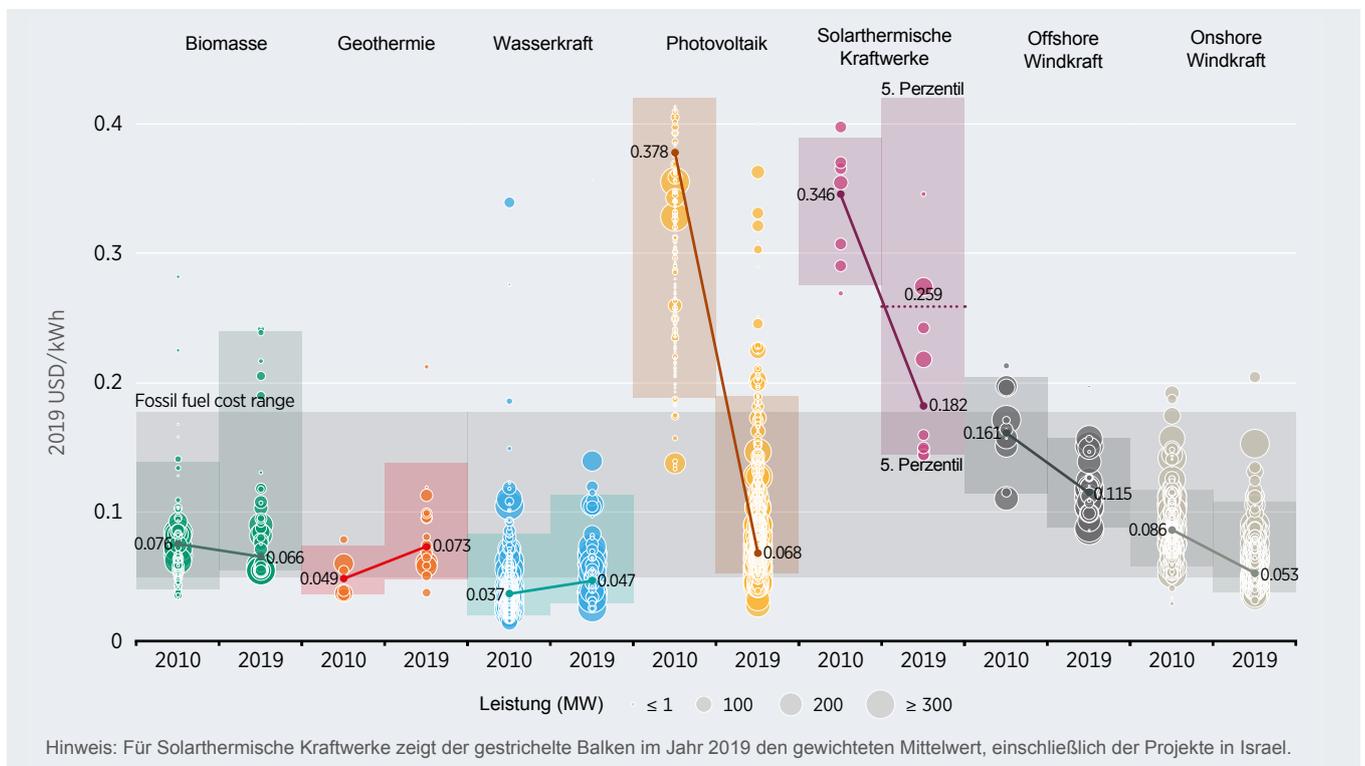


Abbildung 6 – LCOE-Tracker der IRENA für verschiedene EE-Technologien

Daten: IRENA Renewable Cost Database

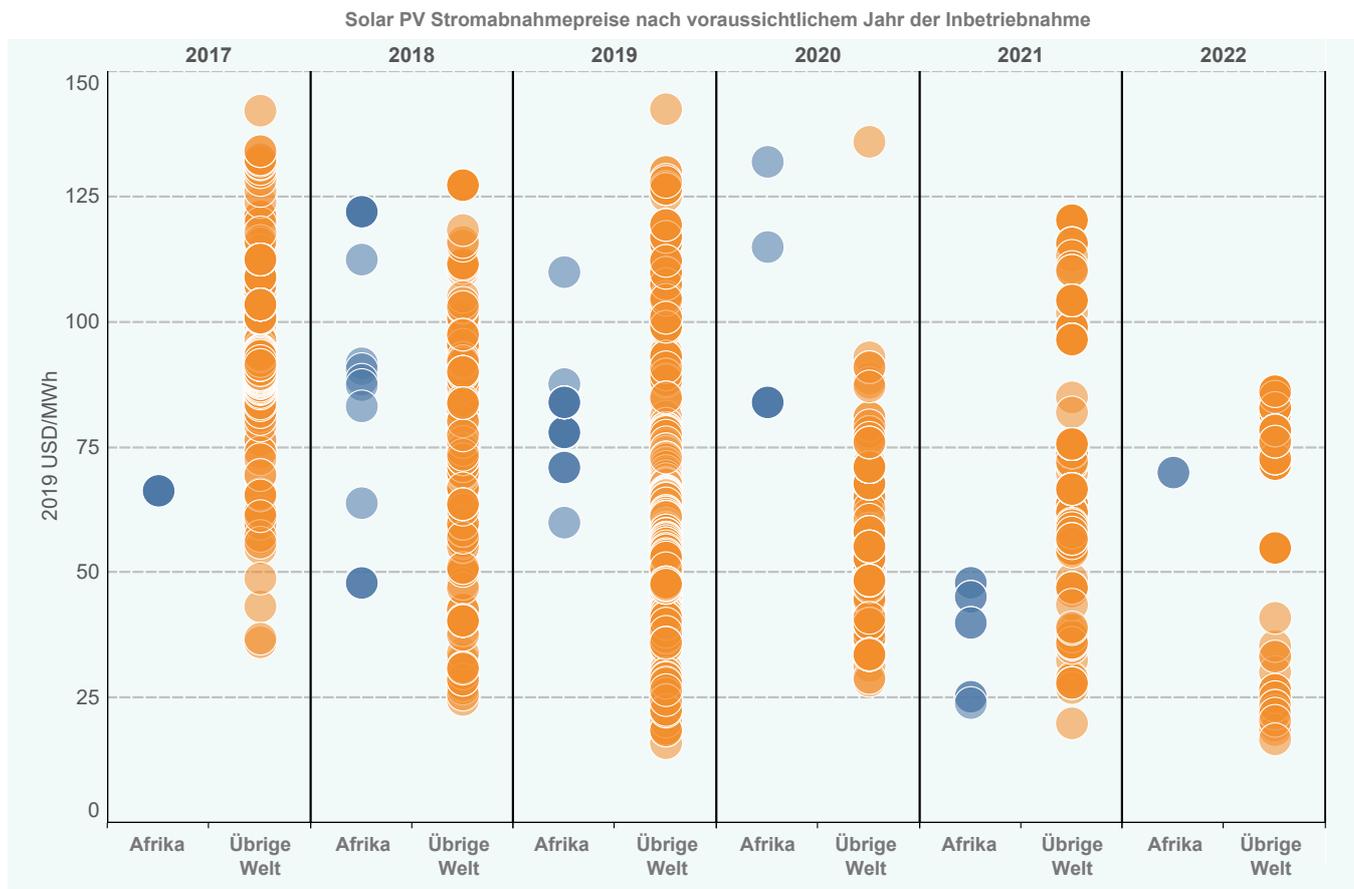
³ Die Stromgestehungskosten sind ein Maß für die abgezinnten durchschnittlichen Nettokosten der Stromerzeugung, die bei einer Stromerzeugungsanlage über die gesamte Nutzungsdauer anfallen.

⁴ Ein Kraftwerk gilt als „gewerblich“ oder „groß“, wenn der Betrieb bzw. der Ausfall des Kraftwerks zu einer merklichen Veränderung im Betrieb des betreffenden Stromversorgers führt.

Darüber hinaus sind im Fünfjahreszeitraum zwischen 2015 und 2019 die Kosten für große Batteriespeicher um mehr als zwei Drittel gesunken (Bloomberg 2019). Dies ist wichtig, denn dadurch kann der Strom aus Solar- und Windkraftanlagen, die naturgemäß nicht unterbrechungsfrei Strom erzeugen, gespeichert und dann eingespeist werden, wenn er benötigt wird, und zwar auch an Orten, an denen keine Pumpspeicherkraftwerke oder Bioenergie zur Gewährleistung einer flexiblen Stromversorgung zur Verfügung stehen. Nach Angaben von Bloomberg sind die Kosten für Lithium-Ionen-Batterien mit einer Speicherkapazität von mehreren Stunden so weit gefallen, dass sie mit fossilen Energieträgern wie Gaskraftwerken zur Abdeckung von Lastspitzen konkurrieren können und sich somit in vielen Ländern für die Stromversorgung eignen – auch ohne Subventionen.

Obwohl die höheren Investitions- und Logistikkosten dazu führen können, dass die Kosten für die Erzeugung und Speicherung von Ökostrom in bestimmten Teilen Afrikas etwas höher ausfallen als andernorts, dürfte dies teilweise dadurch ausgeglichen werden, dass die Potentiale für die Nutzung von erneuerbaren Energien auf dem gesamten Kontinent hervorragend sind. Die höheren Investitions- und Logistikkosten ändern jedoch nichts an dem Umstand, dass Solarstrom aus gewerblichen PV-Anlagen bereits jetzt in ganz Afrika kostengünstiger ist als Strom, der durch die Verstromung von fossilen Energieträgern erzeugt wird, sofern die für die Solarstromerzeugung notwendigen rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen gegeben sind. Dies gilt insbesondere dann, wenn

der Ausbau von Stromerzeugungskapazitäten im Rahmen von wohlstrukturierten und kompetent durchgeführten Auktionen vergeben wird, wie die Datenbank der IRENA belegt. In dieser Datenbank erfasst die IRENA die tatsächlichen Stromgestehungskosten, die im Rahmen von Solarstromauktionen und Strombezugsverträgen in verschiedenen Ländern der Welt anfallen. Interessanterweise sind selbst Länder mit einem hohen wahrgenommenen Investitionsrisiko in der Lage, privatwirtschaftliche Akteure für Investitionen in die Ökostromerzeugung zu den geringstmöglichen Kosten zu gewinnen. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Investitionsvorhaben durch ausreichende Risikominderungsmaßnahmen flankiert und von Entwicklungspartnern gefördert werden. Beispielsweise hat das Scaling-Solar-Programm der Internationalen Finanz-Corporation (International Finance Corporation, IFC) mit einem Auktionsdesign, das die Einbindung von konzessionären Finanzierungslösungen zur Subventionierung der Fremdkapitalkosten ausgewählter Bieter vorsieht, in Sambia, Senegal und Äthiopien extrem günstige Stromgestehungskosten erzielt. So betragen die Stromgestehungskosten, die Äthiopien im Rahmen der Auktion durchsetzen konnte, 25 USD/MWh. Neben Solarenergie verfügen viele afrikanische Länder auch noch über andere erneuerbare Energiequellen (darunter Wind, Wasserkraft und Erdwärme), die genutzt werden können, um kostengünstig Strom zu erzeugen. Und schließlich ist es bemerkenswert, dass bei gut geplanten Auktionen zunehmend sozioökonomische Ziele in den Blick genommen werden, die über den Preis der Stromerzeugung hinausgehen (z. B. Einbindung inländischer Unternehmen oder CSR-Programme).



Daten: IRENA Renewable Cost Database

Abbildung 7 – Auktionen und bei Ausschreibungen erzielte Stromgestehungskosten für Strom aus PV-Anlagen nach dem geschätztem Jahr der Inbetriebnahme (2017-2022)

Durch sinkende Preise für erneuerbare Energien verändern sich die Rahmenbedingungen grundsätzlich. So bietet die kostengünstige Erzeugung von Ökostrom die Chance, auch in energieintensiven Sektoren – wie Verkehr oder Industrie – den Weg für eine Energiewende frei zu machen. Wenn Fahrzeuge mit Ökostrom betrieben werden, lässt sich der Verkehrssektor in Zukunft klimafreundlich gestalten – in Afrika und weltweit.

Insgesamt mehren sich die Belege dafür, dass die erneuerbaren Energien als ebenso kostengünstige wie ausreichend vorhandene energetische Ressource für die afrikanischen Volkswirtschaften eine realistische Alternative zu Öl und Kohle darstellen. Voraussetzung für eine erfolgreiche klimafreundliche Entwicklung ist jedoch, dass bislang für fossile Energieträger reservierte Mittel in einem ersten Schritt in Investitionen zum Aufbau von EE-Anlagen gelenkt werden. Da die Kapitalbeschaffungskosten in Afrika besonders hoch sind, wird es deshalb darauf ankommen, die bestehenden Investitionsrisiken zu mindern, um umfangreiche Investitionen zu ermöglichen, die in einer mit den Zielen des Pariser Klimaabkommens im Einklang stehenden Entwicklung münden.

1.3 Der afrikanische Stromsektor – eine Bestandsaufnahme: Zugang zur Stromversorgung, Klimarelevanz und Versorgungssicherheit

Insgesamt ist die afrikanische Infrastruktur zur Gewährleistung der Stromversorgung im Vergleich zu anderen Weltregionen unterentwickelt. Allerdings bestehen große Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern, nicht zuletzt im Hinblick auf die Energiesysteme. Vor diesem Hintergrund ist damit zu rechnen, dass die Entwicklung der einzelnen Länder auf dem Weg zu einer flächendeckenden Stromversorgung bis 2030 sowie zur Klimaneutralität bis 2050 sehr unterschiedlich verlaufen wird. In diesem Abschnitt werden diese Unterschiede näher beleuchtet, wobei der Schwerpunkt auf dem Zugang zu Strom, dem CO₂-Ausstoß und der Versorgungssicherheit liegt. Anhang 2 bietet ähnliche Informationen für 13 ausgewählte afrikanische Länder.

Energie und Elektrizität

Energie ist eine physikalische Eigenschaft, die mechanische, thermische, chemische, nukleare und elektrische Veränderungen hervorruft, wenn sie umgewandelt und transportiert wird. Der Begriff „Energie“ kann definiert werden als die „Fähigkeit eines physikalischen Systems, Arbeit zu verrichten“. Arbeit wird auf unterschiedliche Weise definiert, je nachdem, wo oder wie sie verrichtet wird. In dieser Studie gibt der „Energieverbrauch“ die Arbeit an, die Energie leistet, und wird anschließend in Sektoren unterteilt, in denen die Energie verbraucht wird. Dies sind insbesondere die Bereiche Verkehr, Industrie, öffentliche Dienstleistungen und Privathaushalte.

Aufgrund ihrer elektrischen Ladung und Magnetkräfte bewegen sich Elektronen zwischen den Atomen. **Elektrizität** entsteht, wenn sich Elektronen schnell bewegen. In dieser Studie wird der Begriff „Elektrizität“ für elektrischen Strom verwendet, der durch Leitungen und Kabel fließt, um elektrische Geräte anzutreiben. Die Begriffe „Elektrizitätssektor“ und „Stromsektor“ werden synonym verwendet und beziehen sich auf die Erzeugung, Übertragung und Verteilung von sowie die Versorgung mit Strom.

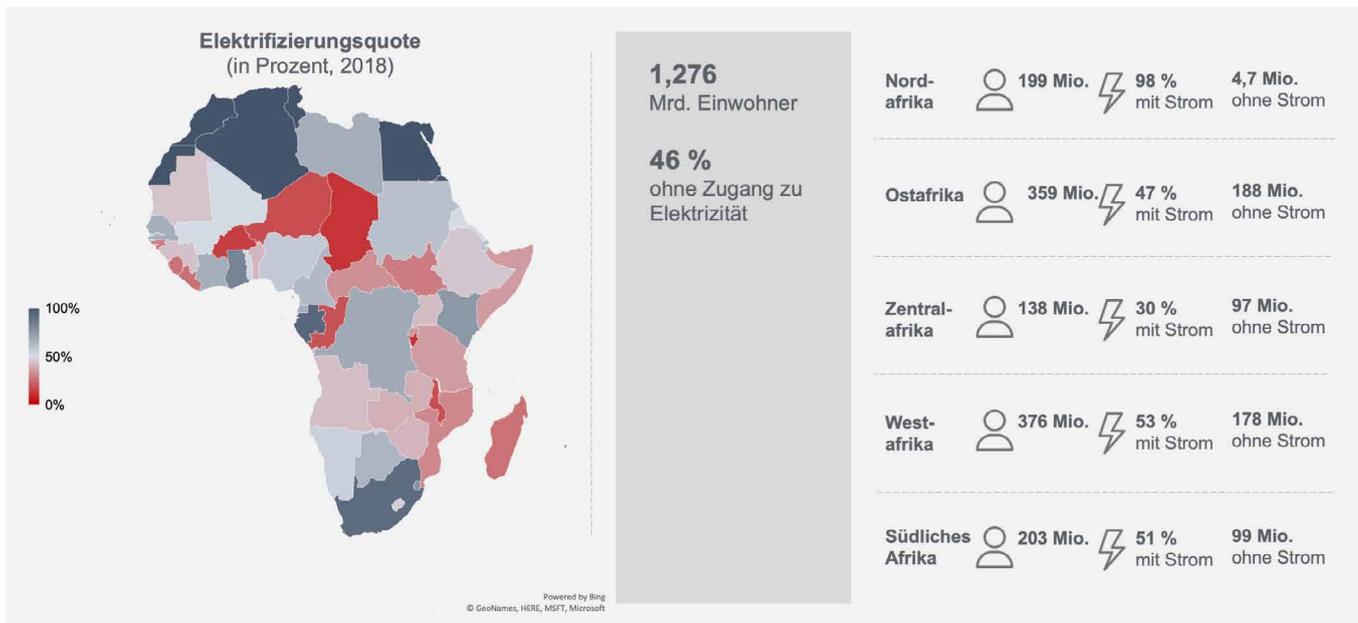
1.3.1 Stromanschlussrate

Der Anteil der afrikanischen Bürgerinnen und Bürger, die in ihrem Haushalt über einen Stromanschluss verfügen ist zwischen 2000 und 2018 von 36 auf 54 Prozent gestiegen (IEA, 2019c). Dieser Fortschritt ist nicht zuletzt deshalb so bemerkenswert, weil im selben Zeitraum die Bevölkerung stark gewachsen ist und die Anbindung der Menschen im ländlichen Raum sowie in der näheren Umgebung der Städte an das Stromnetz erhebliche Investitionen erfordert. Dennoch haben auch heute noch rund 548 Millionen Menschen in Afrika keinen Zugang zu Elektrizität; davon leben 472 Millionen in ländlichen Gebieten. Dabei bestehen jedoch erhebliche Unterschiede zwischen verschiedenen Ländern und Regionen (World Bank, o.J.; IEA et al., 2020). Eine unzureichende Stromversorgung stellt grundsätzlich eine Hürde für den Fortschritt dar; für Frauen und Mädchen sind die Folgen besonders gravierend.

In Südafrika und den nordafrikanischen Ländern besteht eine nahezu flächendeckende Stromversorgung. In anderen Staaten, darunter Somalia und die Demokratische Republik Kongo, haben dagegen nur fünf Prozent der Bevölkerung Zugang

zu Elektrizität. Dies zeigt deutlich, wie wichtig es ist, dass die Maßnahmen zur Elektrifizierung Afrikas gezielt und bedarfsgerecht gestaltet werden.

Darüber hinaus sollte die Elektrifizierungsrate nicht isoliert, als rein binärer Indikator, betrachtet werden, denn auch eine schlechte, nur begrenzt vorhandene oder unbezahlbare Stromversorgung ist nur von eingeschränktem Nutzen. In Zusammenarbeit mit Partnern hat ESMAP SEforALL (2015) mit dem Global Tracking Framework ein technologieneutrales, mehrstufiges Rahmenwerk entwickelt, das eine Klassifizierung der Haushalte nach der Qualität der Stromversorgung von Stufe 0 (kein Zugang zu Elektrizität) bis Stufe 5 (uneingeschränkter Zugang zu Elektrizität) erlaubt. Stufe 1 bedeutet, dass typischerweise 0,12 kWh/Tag für die Beleuchtung mithilfe einer Solarleuchte zur Verfügung stehen. Stufe 5 bedeutet, dass typischerweise 8,2 kWh/Tag für Hochleistungsgeräte bezogen werden können. Es liegt auf der Hand, dass der Nutzen der Stromversorgung davon abhängt, welche dieser Stufen gegeben ist.



Daten: Weltbank (o.J.), Weltbank (2020a), CIA (2019)

Abbildung 8 – Elektrifizierungsraten in verschiedenen Regionen

Was bedeutet Zugang zu Elektrizität?

In dieser Studie wird der Begriff „Zugang“ verwendet, wenn er sich auf Haushalte bezieht, die in der eigenen Wohnung über einen Stromanschluss verfügen, unabhängig davon, ob die Stromversorgung über das allgemeine Stromnetz, ein Minigrid oder eine autonome netzferne Stromerzeugungsanlage erfolgt. In der Abbildung ist ein Auszug aus dem Global Tracking Framework von ESMAP zur Klassifizierung der Qualität der Stromversorgung dargestellt. Das vollständige Rahmenwerk umfasst auch weitere Kriterien im Hinblick auf die Zuverlässigkeit, Qualität, Bezahlbarkeit, Rechtmäßigkeit und Sicherheit der Stromversorgung sowie Fragen im Zusammenhang mit der Gesundheit.

	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
Haushalt		Gezielte Beleuchtung & Laden von Mobiltelefonen	Allgemeinbeleuchtung, Laden von Mobiltelefonen, Fernsehen & Ventilator	Stufe 2 & Geräte mit mittlerer Leistungsaufnahme	Stufe 3 & Geräte mit hoher Leistungsaufnahme	Stufe 4 & Geräte mit sehr hoher Leistungsaufnahme
Spitzenlast (in W und Wh/Tag)		Min. 3 W Min. 12 Wh	Min. 50 W Min. 200 Wh	Min. 200 W Min. 1.000 Wh	Min. 800 W Min. 3.400 Wh	Min. 2.000 W Min. 8.200 Wh
Verfügbarkeit		Tagsüber: Min. 4 Stunden Abends: Min. 1 Stunde	Tagsüber: Min. 8 Stunden Abends: Min. 2 Stunden	Tagsüber: Min. 8 Stunden Abends: Min. 3 Stunden	Tagsüber: Min. 16 Stunden Abends: Min. 4 Stunden	Tagsüber: Min. 23 Stunden Abends: Min. 4 Stunden

Abbildung 9 – Mehrstufiges Rahmenwerk zur Klassifizierung der Qualität der Stromversorgung

Quellen: ESMAP (2015)

Zwar stehen für Afrika keine zuverlässigen Daten im Hinblick auf die Qualität der Stromversorgung zur Verfügung, doch ist offensichtlich, dass viele Haushalte lediglich über eine Stromversorgung der Stufe 1 oder 2 verfügen. Das bedeutet, dass sie nur zu bestimmten Tageszeiten Strom haben und nur Geräte mit geringer Leistungsaufnahme nutzen können. Verschiedene Studien deuten jedoch darauf hin, dass die Haushalte in allen afrikanischen Ländern verstärkt größere elektrische Geräte anschaffen, selbst wenn sie sie nur über ein Heimsolarsystem oder ein Minigrid betreiben können. Damit die afrikanische Bevölkerung uneingeschränkten Zugang zu einer zuverlässigen, erschwinglichen und nachhaltigen Stromversorgung zu Hause hat (Stufen 4 und 5), müssen sowohl technische als auch finanzielle Beschränkungen beseitigt werden.

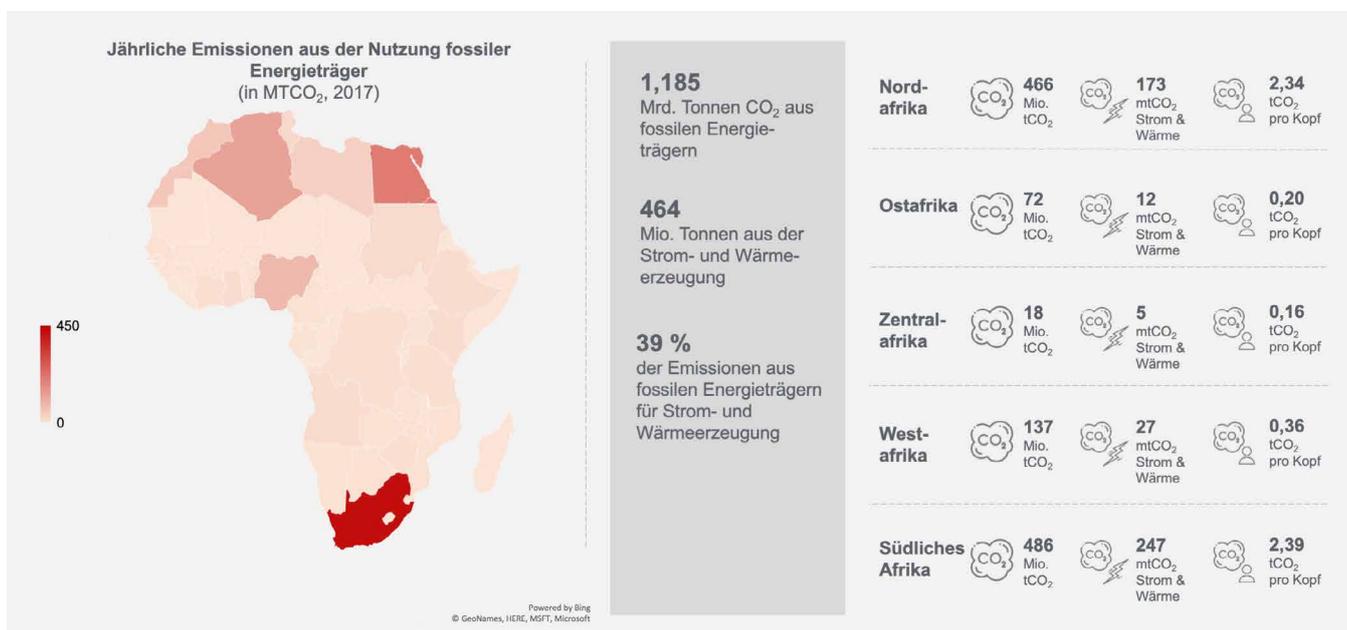
Zu beachten ist auch, dass nicht nur Privathaushalte unzureichend mit Strom versorgt werden, sondern auch Unternehmen. Somit ist der Ausbau der Infrastruktur zur zuverlässigen Versorgung der Wirtschaft mit bezahlbarem Strom eine wichtige Voraussetzung für weiteres Wirtschaftswachstum. Der Einsatz von Strom für Produktionszwecke, sei es für IT oder klassische wirtschaftliche Tätigkeitsfelder, erfordert eine stabile, robuste Stromversorgung. Die stark anziehende Stromnachfrage seitens der Privathaushalte und der Betriebe macht weitere Investitionen in die Infrastruktur zur Stromversorgung notwendig. Dies wird unweigerlich zu steigenden CO₂-Emissionen führen, sofern nicht gleichzeitig Strategien zur Entwicklung einer sauberen, nachhaltigen Energieversorgung verwirklicht werden.

1.3.2 Die CO₂-Emissionen des afrikanischen Stromsektors

2017 entfielen 39 Prozent des gesamten energiebedingten CO₂-Ausstoßes der afrikanischen Länder auf den Stromsektor (IEA, 2019b). Pro Kopf waren die Treibhausgasemissionen des Stromsektors der Europäischen Union fast sieben Mal so hoch wie in Afrika. Noch auffälliger als dieser Gegensatz sind jedoch die Unterschiede zwischen den verschiedenen afrikanischen Ländern. So sind die Treibhausgasemissionen, die in Südafrika durch die Stromerzeugung verursacht werden, pro Kopf 220 Mal so hoch wie die entsprechenden Emissionen des Stromsektors in Benin. Die Ursache für diesen Unterschied liegt darin, dass der Anteil der Kohle im südafrikanischen Strommix ausgesprochen hoch ist.

2017 entfielen 94 Prozent der in Afrika anfallenden CO₂-Emissionen aus der Stromerzeugung auf nur sechs Länder, nämlich Südafrika, Ägypten, Algerien, Marokko, Libyen und Nigeria (IEA, 2019b). Wie in der Abbildung unten dargestellt, sind die Pro-Kopf-Emissionen, die im nördlichen und südlichen Afrika durch die Stromerzeugung verursacht werden, fast 15-mal so hoch wie in ganz Zentralafrika. Aus diesen Unterschieden ergeben sich eindeutige politische Konsequenzen im Hinblick auf die Erreichung einer klimafreundlichen Entwicklung der einzelnen Stromsektoren bis 2050. Nur einige wenige afrikanische Länder besitzen einen gut entwickelten Stromsektor, der vergleichsweise hohe Treibhausgasemissionen verursacht, so dass diese Länder vor der Herausforderung stehen, die Verstromung von fossilen Energieträgern auslaufen zu lassen und künftig konsequent auf erneuerbare Energien zu setzen. So sind die Gegebenheiten in Südafrika durchaus mit denen in

bestimmten europäischen Ländern vergleichbar, in denen die Verstromung von fossilen Energieträgern und die damit verbundenen politisch-ökonomischen Strukturen und Systeme die Energiewende zu einer politischen und wirtschaftlichen Herausforderung werden lassen. In den meisten anderen afrikanischen Ländern bewegen sich die Treibhausgasemissionen dagegen in einer vernachlässigbaren Größenordnung. Hier wird die Herausforderung darin bestehen, dass die Länder auf die heute bereits verfügbaren klimafreundlichen Technologien und nicht auf fossile Energieträger setzen, um ihren steigenden Strombedarf zu decken. Einige Länder haben bereits Programme für eine Energiewende auf den Weg gebracht. So haben beispielsweise alle 15 Länder Westafrikas unter der Führung der Westafrikanischen Wirtschaftsgemeinschaft (Economic Community of West African States, ECOWAS) nationale Aktionspläne zur Einführung von erneuerbaren Energien entwickelt. Darin werden klare Ziele für den Zubau von EE-Anlagen und eine möglichst flächendeckende Stromversorgung bis 2030 festgeschrieben. Einige andere Länder haben gerade erst mit dem klimafreundlichen Umbau ihrer Energiesysteme begonnen. Auch auf Ebene des Kontinents wird wichtige Arbeit geleistet, nicht zuletzt durch die Kommission der Afrikanischen Union und die Agentur für Entwicklungszusammenarbeit der Afrikanischen Union (AUDA-NEPAD), die eine „Harmonisierung der aufsichtsrechtlichen Rahmenbedingungen für die afrikanischen Strommärkte“ anstrebt. In diesem Zusammenhang hat AUDA-NEPAD einen Masterplan mit Überlegungen für die Gestaltung der künftigen Stromversorgung in ganz Afrika entwickelt.

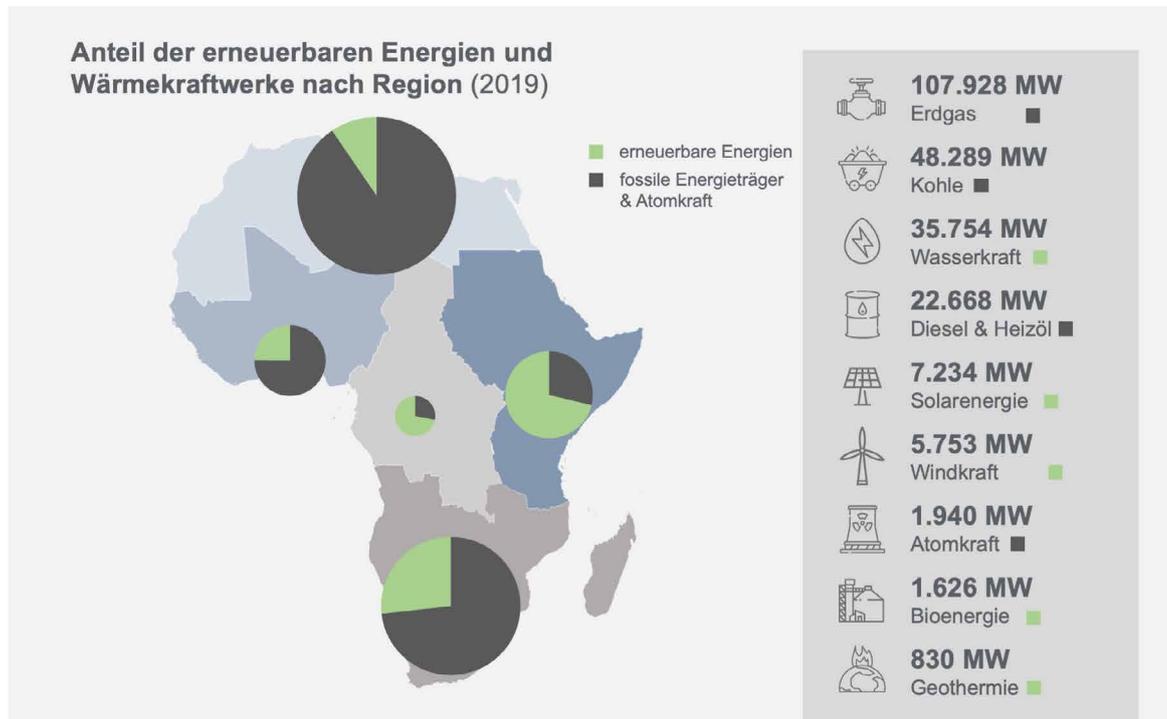


Hinweis: Es stehen nur Daten für die 30 afrikanischen Länder mit den höchsten Emissionen zur Verfügung; die Daten für die übrigen Länder liegen nur in aggregierter Form vor. In der Abbildung oben wurden diese Emissionen auf Grundlage der Einwohnerzahlen ermittelt.

Abbildung 10 – Durch die Energieerzeugung verursachte Treibhausgasemissionen

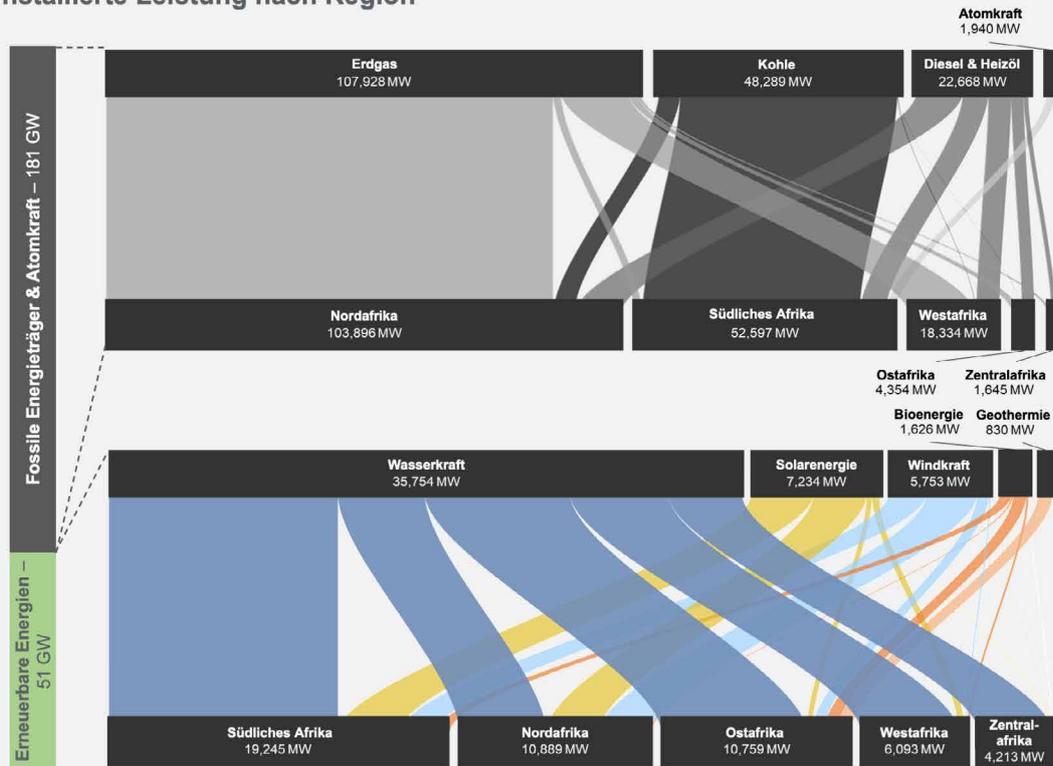
Die Abbildung unten zeigt den afrikanischen Strommix aus fossilen und erneuerbaren Energieträgern. Zwar entfällt der größte Teil der installierten Leistung auf Gaskraftwerke, doch Kohlekraftwerke tragen mit rund 54 Prozent am stärksten zu den Treibhausgasemissionen des Stromsektors bei (IEA,

2019a). Während in Zentral- und Ostafrika überwiegend erneuerbare Energiequellen genutzt werden, machen in Nord-, West- und im südlichen Afrika konventionelle Kraftwerke, in denen Erdgas, Erdöl oder Kohle verstromt werden, den größten Teil der installierten Leistung aus.⁵



Die Größe der Kreise entspricht der gesamten installierten Leistung in der jeweiligen Region

Installierte Leistung nach Region



Daten: IRENA (2020b), Abbildung: Multiconsult

Abbildung 11 – Installierte Leistung nach Energieträger und Region

⁵ **Ostafrika:** Äthiopien, Burundi, Dschibuti, Eritrea, Kenia, die Komoren, Ruanda, die Seychellen, Somalia, Südsudan, Sudan, Tansania und Uganda. **Südliches Afrika:** Angola, Botswana, Eswatini, Lesotho, Madagaskar, Malawi, Mauritius, Mosambik, Namibia, Südafrika, Sambia und Simbabwe. **Zentralafrika:** Äquatorialguinea, die Demokratische Republik Kongo, Gabun, Kamerun, Kongo, São Tomé und Príncipe, Tschad und die Zentralafrikanische Republik. **Nordafrika:** Algerien, Ägypten, Libyen, Marokko, Mauretanien, und Tunesien. **Westafrika:** Benin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kap Verde, Liberia, Mali, Niger, Nigeria, Senegal, Sierra Leone und Togo.

Die Bemühungen um den Ausstieg aus der konventionellen Stromerzeugung können sich auf einige wenige Länder im nördlichen und südlichen Afrika konzentrieren. Gleichzeitig mehren sich jedoch die Anzeichen dafür, dass bestimmte afrikanische Länder sich anschicken, neue Kohlekraftwerke zu errichten. Eine aktuelle Studie des deutschen Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (Abk. MCC, Steckel et al., 2020) gelangt zu dem Ergebnis, dass mehrere afrikanische Länder neue Kohlekraftwerke planen bzw. bereits mit dem Bau begonnen haben. Dazu gehören Ägypten (13.240 MW⁶), Südafrika (12.744 MW⁷), Simbabwe (4.260 MW⁸) und Nigeria (2.400 MW). Zwar wurde etwa die Hälfte dieser Pläne auf Eis gelegt, was zum Teil auf die Beschränkungen seitens der internationalen Geber- und Finanzinstitutionen bei der Finanzierung von Kohlekraftwerken zurückzuführen ist, doch gelangen die Autoren der Studie zu dem Schluss, dass nach wie vor Kohlekraftwerke mit einer installierten Kapazität von insgesamt 15.000 MW im Bau sind.

Inzwischen bauen afrikanische Länder, die über eigene Erdgasreserven verfügen, wie Tunesien, Nigeria, Tansania und Mosambik, ihre Förderkapazitäten aus (Multiconsult, 2018). Für Länder mit Förderstätten, die sich wirtschaftlich erschließen lassen, ist Erdgas ein ebenso kostengünstiger wie flexibel einsetzbarer Energieträger zur Stromerzeugung, der die Versorgungssicherheit verbessert und genutzt werden kann, um Schwankungen in der Stromerzeugung durch variable Energiequellen auszugleichen. Darüber hinaus unterliegt Erdgas im Allgemeinen nicht den gleichen Finanzierungsbeschränkungen durch internationale Geber, Exportkreditbanken und andere Finanzierungsinstitutionen wie Kohle. Zwar führen Investitionen in die Erschließung von Erdgasreserven dazu, dass fossile Energieträger verstärkt zur Stromerzeugung

eingesetzt werden, doch unterstützen Gaskraftwerke auf mittlere Sicht als Brückentechnologie den Ausbau von variablen Energiequellen. Allerdings muss dabei gewährleistet werden, dass die Investitionen nicht die möglichen Anpassungen verzögern, die mit der flächendeckenden Einführung von erneuerbaren Energien und den diese ergänzenden Innovationen verbunden sind. Vor diesem Hintergrund bedarf es einer sinnvollen Regulierung, von der ausreichende Preissignale ausgehen, damit ein solches Szenario vermieden werden kann.

Installierte Leistung von EE-Anlagen in Afrika

Nur 20 Prozent der insgesamt in Afrika installierten Leistung beruhen 2019 auf der Nutzung von erneuerbaren Energien (IRENA, 2020b). Obwohl die Wasserkraft nach wie vor den größten Anteil an der installierten Leistung der in Afrika bestehenden EE-Anlagen hat, ist ihr relativer Anteil von 92 Prozent im Jahr 2010 auf heute 67 Prozent zurückgegangen, da andere EE-Technologien wettbewerbsfähiger geworden sind. Ohne erhebliche, sinnvolle Investitionen in die Modernisierung der bestehenden Wasserkraftwerke dürfte sich dieser Bedeutungsverlust noch beschleunigen. 2019 belief sich der Zubau an EE-Anlagen in Afrika auf 1.980 MW, wodurch sich die installierte Leistung gegenüber dem Vorjahr um 4,3 Prozent erhöhte (IRENA, 2020b).

Viele afrikanische Länder, darunter Marokko, Senegal, Ägypten, Südafrika und Kenia, verzeichnen vielversprechende Trends beim Ausbau der erneuerbaren Energien. Mit einer installierten Leistung von 19.000 MW liegt das südliche Afrika beim Ausbau der erneuerbaren Energien derzeit an der Spitze. Relativ gesehen hat jedoch Zentralafrika den höchsten EE-Anteil – so entfallen in dieser afrikanischen Region 72 Prozent des Stroms auf erneuerbare Energien, hauptsächlich auf Wasserkraftwerke.

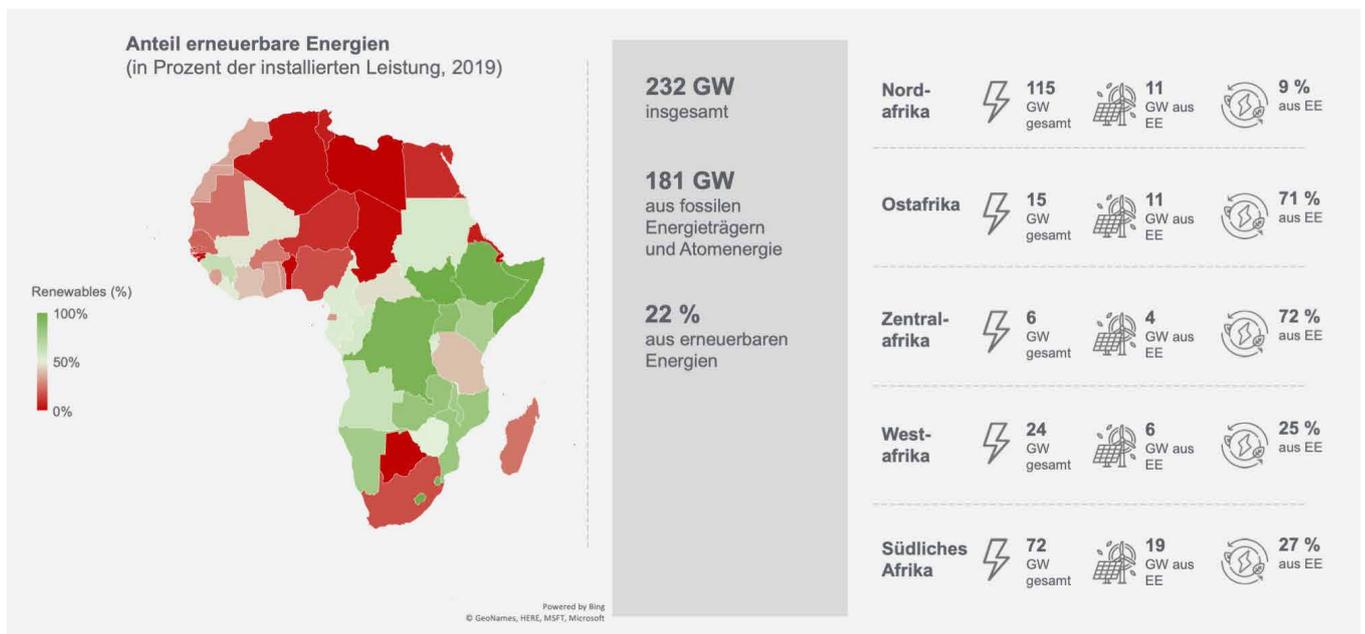


Abbildung 12 – Anteil der erneuerbaren Energien am Strommix nach Land und Region

Daten: IRENA (2020b)

⁶ Im April 2020 kündigte das ägyptische Energieministerium jedoch an, dass sich der Bau des Kohlekraftwerks Hamrawein (6 GW) – unterstützt von einem Konsortium aus der chinesischen Shanghai Dongwei Electric Appliance Company und der ägyptischen Hassan Allam Holding – auf unbestimmte Zeit verzögern wird. Dies ist offenbar eine Folge der Überkapazitäten und des Umstands, das im Rahmen eines Vertrags mit Siemens zahlreiche Gaskraftwerke errichtet und ans Netz gebracht wurden, was zu Überkapazitäten geführt hat (IEEFA 2020).

⁷ Für Südafrika sind dies vor allem die Kohlekraftwerke Medupi und Kusile (mit einer installierten Leistung von jeweils 4,8 GW). Die Bauarbeiten an beiden Kraftwerken begannen bereits 2007, doch aufgrund erheblicher Probleme während des Baus hat sich die vollständige Inbetriebnahme immer weiter verzögert. Darüber hinaus sieht der südafrikanische Integrated Resource Plan den Zubau von Kohlekraftwerken mit einer installierten Leistung von 1.500 MW innerhalb der nächsten zehn Jahre vor. Prognosen zufolge dürfte der Anteil der Kohle am südafrikanischen Strommix trotz der Errichtung weiterer Kraftwerke bis 2030 von derzeit etwa 80% auf 59% zurückgehen. Nach 2030 dürfte der Kohleanteil sich weiter rückläufig entwickeln, da die derzeit noch laufenden Kraftwerke dann nach und nach stillgelegt werden (Department of Energy and Mineral Resources, 2019). Darüber hinaus haben fast alle großen südafrikanischen Geschäftsbanken angekündigt, dass sie keine neuen Kohlekraftwerke mehr finanzieren werden (Energy Transition, 2019).

⁸ Es ist jedoch höchst unwahrscheinlich, dass in Simbabwe kurz- oder gar mittelfristig neue Kohlekraftwerke errichtet werden, da das Land aufgrund der anhalten Wirtschaftskrise kaum Zugang zu langfristigen Finanzierungen in harter Währung hat. Derzeit haben nur Infrastrukturprojekte, bei denen Offshore-Erlöse in harter Währung erzielt werden Chancen, auch umgesetzt zu werden.

Im Rahmen des Pariser Klimaabkommens haben 45 afrikanische Länder in ihren nationalen Klimaschutzbeiträgen (Nationally Determined Contributions, NDCs) Ziele und Maßnahmen zur Förderung der erneuerbaren Energien festgeschrieben (AfDB, 2018). Diese Selbstverpflichtungen sehen einen Ausbau der installierten Leistung von 97.000 MW vor – dies entspricht 190 Prozent der installierten Leistung aller 2019 in Afrika bestehenden EE-Anlagen. Etwa die Hälfte der in den NDCs gemachten Zusagen können auch ohne externe Förderung umgesetzt werden.

Allerdings reicht der geplante Zubau von 97.000 MW nicht aus, um den wachsenden Energiebedarf Afrikas bis 2050 zu decken (nähere Informationen dazu siehe Abschnitt 3). Auch im Hinblick auf das im Pariser Klimaabkommen vereinbarte Ziel einer Begrenzung des weltweiten Temperaturanstiegs auf unter 2 Grad Celsius (vorzugsweise 1,5 Grad Celsius) über dem vorindustriellen Niveau sind diese Zusagen unzureichend.

1.3.3 Versorgungssicherheit

Eine sichere und stabile Stromversorgung ist eine entscheidende Voraussetzung für Wirtschaftswachstum. In vielen afrikanischen Ländern sind die Stromnetze instabil, so dass es häufig zu Stromausfällen kommt. Die Ursache dafür sind unzureichende Investitionen in das Stromnetz und die Kraftwerke. Eine kürzlich durchgeführte Umfrage ergab, dass fast 25 Prozent der afrikanischen Haushalte, die über einen Strom-

anschluss verfügen, nur zwölf Stunden pro Tag, gelegentlich oder nie mit Strom versorgt werden (Afrobarometer, 2019). Auch hier bestehen erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern. Während 79 Prozent der nigerianischen Haushalte, die Zugang zu Strom haben, angaben, dass sie nur an zwölf Stunden pro Tag oder weniger mit Strom beliefert werden, waren es in Mauritius nur ein Prozent.

Zwar sind Stromausfälle und Spannungsschwankungen auch für Privathaushalte störend, doch sind die Auswirkungen auf die Wirtschaft gravierender: So gaben 41 Prozent der afrikanischen Unternehmen an, dass die nicht vorhandene oder unzureichende Stromversorgung sie in ihrer Geschäftstätigkeit wesentlich beeinträchtigt (Energy for Growth, 2019). Nach Schätzungen von IRENA führen Stromausfälle und Lastabwürfe zu Betriebsunterbrechungen und Gewinneinbußen, die das jährliche BIP Afrikas um zwei Prozent mindern (IRENA, 2015a). Zur Gewährleistung einer ausreichenden Stromversorgung reicht es jedoch nicht aus, mehr Strom zu erzeugen. Vielmehr muss der erzeugte Strom auch effizient übertragen und verteilt werden. Wenn es künftig nicht gelingt, Strom in der benötigten Menge und Qualität, zu vertretbaren Kosten, zum richtigen Zeitpunkt und am richtigen Ort bereitzustellen, besteht die Gefahr, dass das kräftige Wirtschaftswachstum, das viele afrikanische Länder derzeit verzeichnen, abgewürgt wird. Ein weiterer Schwachpunkt ist die unzureichende Infrastruktur in der Stromversorgung, die einer flächendeckenden Einführung von kostengünstigen variablen erneuerbaren

Dimensionen



Stromerzeugung



Netzinfrastruktur



Netzsystem & Sicherheit



Versorgungsqualität



IT-Sicherheit

Relevanz in Afrika

Bis 2040 nimmt die Einwohnerzahl der afrikanischen Städte um 580 Mio. zu (durch Bevölkerungswachstum und Landflucht) (IEA, 2019a). Die ebenfalls durch wirtschaftliches Wachstum bedingte erhöhte Energienachfrage muss durch zusätzliche Erzeugungskapazitäten gedeckt werden, um Stromrationierungen und Versorgungsausfälle zu vermeiden.

Die maroden afrikanischen Stromnetze beeinträchtigen die Versorgungssicherheit. Hohe Übertragungsverluste erfordern zusätzliche Stromproduktion, die wiederum die bedingten Emissionen erhöhen.

Mit steigendem Anteil der variablen erneuerbaren Energien wird ein professionelles Netzmanagement immer wichtiger. Der Ausbau von Stromhandel und Stromspeicherung und eine verbesserte Nachfragesteuerung tragen zur Netzstabilität bei, wenn mehr Ökostrom aus variablen EE eingespeist wird.

Viele afrikanische Länder haben mit unzuverlässigen Netzen und Lastabwurf zu kämpfen. Zu den Herausforderungen gehören eine unzureichende Versorgung, schlechte Netze und mangelnde Wartung. Dies kann gravierende wirtschaftliche Auswirkungen haben und sich auch negativ auf die Finanzlage der Versorger auswirken.

IT-Sicherheit ist für jeden Stromsektor wichtig, da Angriffe auf die grundlegende Infrastruktur gravierende Folgen haben kann. In vielen afrikanischen Ländern beruhen die Netze auf veralteten, anfälligen Technologien.

Wirtschaftliche Nachhaltigkeit
als notwendige Voraussetzung für die Versorgungssicherheit

Quelle: Eigene Analyse, übernommen von der Bundesnetzagentur (o.J.)

Abbildung 13 – Faktoren für die Versorgungssicherheit

Energien wie Windkraft und Photovoltaik bislang entgegensteht. Ohne konzertierte Anstrengungen ist damit zu rechnen, dass die Probleme bei der Versorgungssicherheit mit steigendem Strombedarf weiter zunehmen. In Abbildung 13 sind die wichtigsten Faktoren für die Versorgungssicherheit sowie ihre Bedeutung für die afrikanischen Strommärkte skizziert.

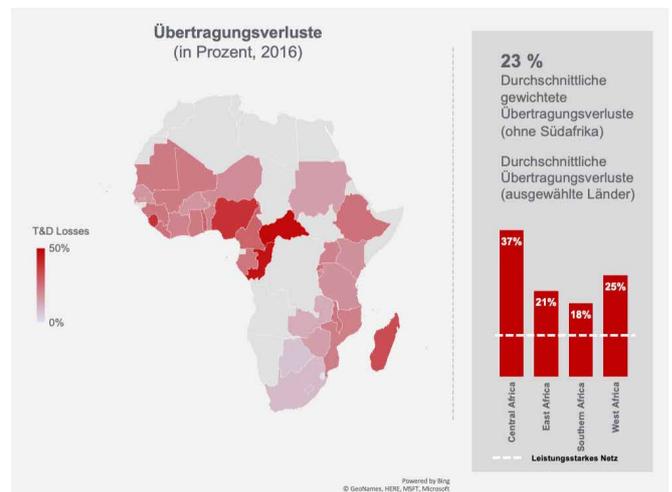
Bei der Versorgungssicherheit geht es um mehr, als nur die Modernisierung und den Ausbau der Stromnetze. Bei der Entwicklung von konkreten Lösungen sind stets verschiedene Faktoren zu berücksichtigen, darunter die grundlegenden Technologien, Fragen der Marktgestaltung und -regulierung, mögliche Geschäftsmodelle sowie der Systembetrieb. Intelligente Technologien, mit denen innovative Geschäftsmodelle möglich werden, bieten bereits heute einen Zugang zu modernen Energiedienstleistungen, die von netzgekoppelten und netzfernen Stromerzeugungsanlagen und Minigrids bereitgestellt werden. Im Zusammenspiel mit einem starken politischen Willen und günstigen rechtlichen Rahmenbedingungen bieten diese innovativen Lösungen gute Voraussetzungen für eine vollständige Elektrifizierung des Kontinents, nicht zuletzt der ländlichen Regionen.

Finanzierung von Investitionen in die Versorgungssicherheit und Förderung der finanziellen Nachhaltigkeit

Damit die Stromerzeuger, d.h. die großen Stromversorger sowie kommunale Energiedienstleister, die zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit notwendigen Investitionen und Wartungsmaßnahmen umsetzen können, müssen sie die Möglichkeit haben, die angemessenen Investitions- und Wartungskosten durch den von den Stromverbrauchern gezahlten Strompreis oder durch direkte Subventionen zu decken. Andernfalls sind die Energiedienstleister dazu gezwungen, ihre Investitionen in Infrastruktur und Instandhaltung stark zu begrenzen, was zur Verschlechterung der Versorgungssicherheit und höheren technischen Verlusten führt.

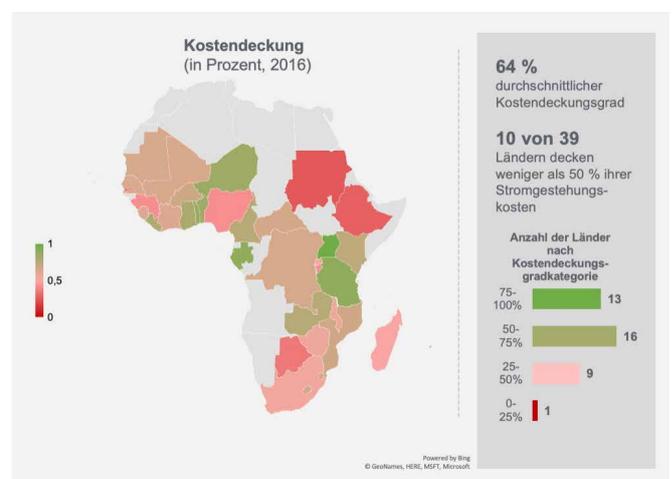
Aufgrund der veralteten und unzureichenden Netzinfrastruktur sind die Verluste bei der Stromübertragung und -verteilung in Afrika so hoch wie in keiner anderen Weltregion. Laut einer Studie von Trimble et al. (2016) wurde gezeigt, dass die gewichteten durchschnittlichen Übertragungs- und Verteilungsverluste in den afrikanischen Ländern südlich der Sahara rund 23 Prozent betragen (siehe Abbildung 14). Der größte Teil der Verluste geht auf Stromdiebstahl und technisch bedingte Verluste im Stromverteilnetz zurück. In den nordafrikanischen Ländern sind die Stromverluste im Allgemeinen geringer.

In derselben Studie wurde festgestellt, dass die Stromtarife in nur zwei der 39 untersuchten Länder (Uganda und Seychellen) kostendeckend kalkuliert waren. In zehn Ländern deckten die Strompreise die Kosten der Stromerzeugung und -versorgung zu weniger als 50 Prozent (siehe Abbildung 15). Auch wenn sich die Situation in einzelnen Ländern seit der Durchführung der Studie möglicherweise geändert hat, besteht das Problem im Grundsatz fort: Die meisten afrikanischen Stromversorger verlieren mit jeder zusätzlich verkauften Kilowattstunde Geld, und diese Verluste werden vom Staat in der Regel nicht kompensiert. Dies bedeutet einerseits, dass zu wenig in Infrastruktur und Wartung investiert wird, und andererseits, dass die Stromversorger keine wirtschaftlichen Anreize dafür haben, mehr Haushalte an das Stromnetz anzuschließen und mit Strom zu versorgen.



Hinweis: Aufgrund fehlender Daten wird Nordafrika in dieser Übersicht nicht berücksichtigt. Daten: Trimble et al. (2016)

Abbildung 14 – Verluste bei der Stromübertragung und -verteilung im Jahr 2016 (ohne Nordafrika)



Daten: Trimble et al. (2016)

Abbildung 15 – Grad der Kostendeckung der Stromtarife in ausgewählten afrikanischen Ländern (2016)

Die afrikanischen Länder versuchen in unterschiedlichem Maße und mit unterschiedlichem Erfolg die strukturellen Probleme anzugehen, die die Versorgungssicherheit gefährden. Dazu werden vielfach Reformen umgesetzt, um den Stromsektor effizienter zu gestalten und Investitionsanreize zu schaffen. Zwar ist es bislang nur vereinzelt zu einer Entflechtung und Privatisierung von großen Energiedienstleistern gekommen, so dass im Stromhandel praktisch kein Wettbewerb besteht, doch drängen inzwischen immer mehr unabhängige Stromerzeuger (Independent Power Producers, IPPs) auf die afrikanischen Strommärkte. IPPs sind private Unternehmen, die langfristige Strombezugsverträge mit Stromversorgern oder anderen Abnehmern schließen und auf dieser Grundlage eigene Stromerzeugungsanlagen errichten und betreiben. Darüber hinaus entstehen zurzeit neuartige Energiedienstleister, wie z. B. kommunale Unternehmen und private Minigrid-Betreiber. Angesichts der rasant steigenden Stromnachfrage muss es gelingen, die Privatwirtschaft für Investitionen zu gewinnen, damit die dringend benötigten Finanzmittel für die Modernisierung und den Ausbau der Stromerzeugung zur Verfügung stehen. Darüber hinaus können private Investoren die Resilienz und Versorgungssicherheit im Energiesektor stärken, indem sie einen Teil der bestehenden Risiken übernehmen, zur Diversifizierung des Angebots beitragen und

kostengünstige Stromerzeugungsanlagen errichten, die auf erneuerbaren Energien beruhen. Hinzu kommt, dass der Teilssektor der Stromverteilung in weiten Teilen Afrikas nicht leistungsfähig genug ist, was nicht zuletzt zu erheblichen technischen und kommerziellen Stromverlusten, insbesondere im Niederspannungsnetz, führt. Vor diesem Hintergrund sollte künftig über eine umfassendere Beteiligung des Privatsektors an der Stromverteilung nachgedacht werden. Zu diesem Zweck könnten entsprechende Konzessionen vergeben, Bewirtschaftungsverträge geschlossen oder alternative Vertragsmodelle entwickelt werden. Allerdings müssen bei allen künftigen Maßnahmen die Probleme vermieden werden, die in der Vergangenheit bei der Vergabe von Konzessionen an private Verteilungsnetzbetreiber in Afrika aufgetreten sind.

Auch auf subregionaler Ebene wurden bereits wichtige Maßnahmen getroffen, um die Versorgungssicherheit in ganz Afrika zu stärken, insbesondere durch regionale Strompools. Die westafrikanischen, ostafrikanischen und südafrikanischen Strompools haben Masterpläne für die Erzeugung und Übertragung von Strom erarbeitet, doch nur der Southern African

Power Pool verfügt über einen voll funktionierenden regionalen Day-Ahead-Markt. Diese regionalen Masterpläne sollen die nationalen Maßnahmen zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit ergänzen. Auf kontinentaler Ebene ist die für die Energiewende zuständige AFREC-Kommission der Afrikanischen Union eine von mehreren wichtigen Initiativen, die sich mit der Versorgungssicherheit und anderen wichtigen Energiethemen befassen.

Obwohl der Stromsektor in jedem afrikanischen Land über eine eigene Struktur verfügt, lassen sich diese in drei Gruppen kategorisieren (siehe Abb. unten), nämlich i) vertikal integrierte Sektoren ohne Beteiligung des Privatsektors, ii) vertikal integrierte Sektoren mit Beteiligung des Privatsektors sowie iii) nicht vertikal integrierte Stromsektoren. Bemerkenswert ist, dass viele afrikanische Länder nach wie vor keine privaten Investitionen in ihren Energiesektoren zulassen. Dies zeigt, dass erhebliche ordnungspolitische Herausforderungen bestehen, die Direktinvestitionen verhindern, durch das dringend benötigte Kapital und Fachwissen zur Verbesserung der Versorgungssicherheit in Afrika beigesteuert werden könnten.

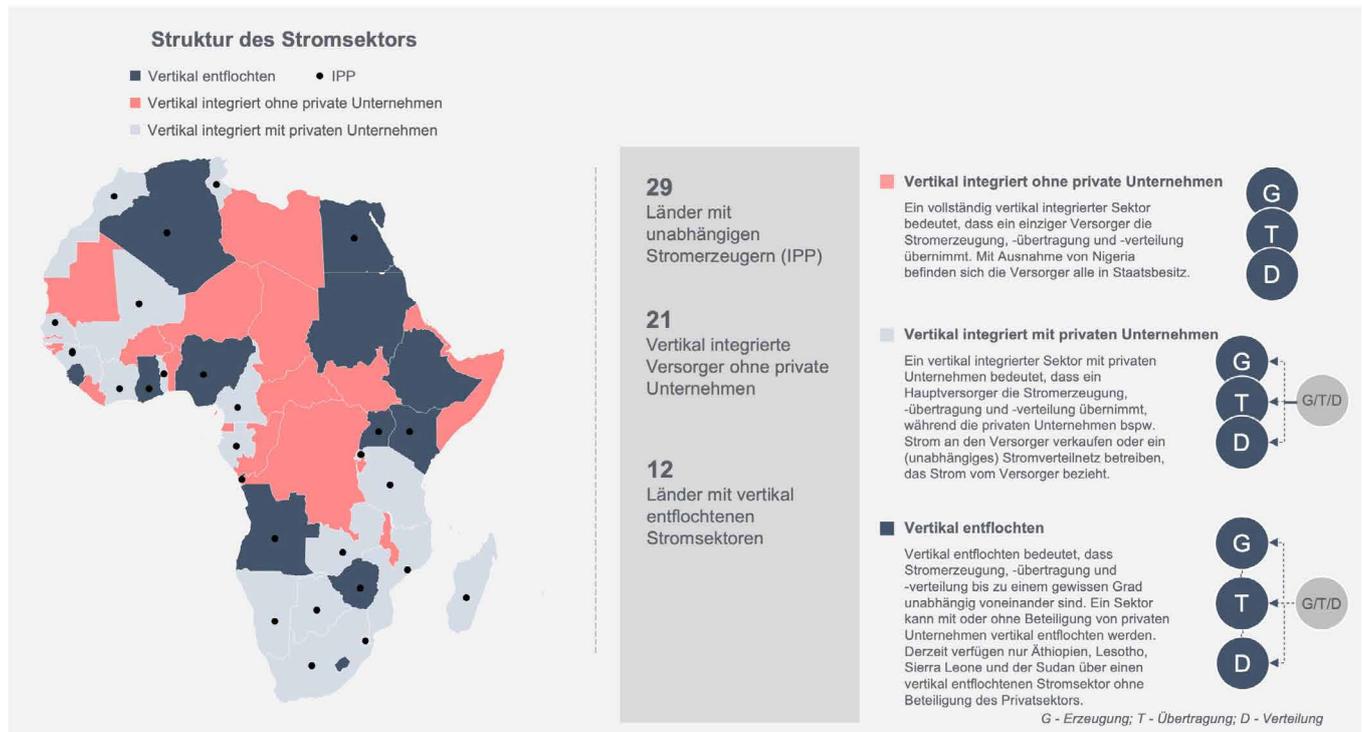


Abbildung 16 – Schematische Darstellung der Strukturen der afrikanischen Stromsektoren

Daten: Eberhard et al. (2017), Trimble et al. (2016), eigene Analyse

1.4 Eine afrikanische Energiewende ist dringend notwendig

In diesem Abschnitt wurde gezeigt, dass in Afrika eine Energiewende dringend erforderlich ist, um zu gewährleisten, dass alle Bürgerinnen und Bürger mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen versorgt werden. Ferner wurden verschiedene Probleme beleuchtet, die im Zuge der Energiewende zu lösen sind:

- So sind erhebliche öffentliche und private Investitionen in den Ausbau und die Modernisierung der Stromübertragungs- und Stromverteilnetze sowie in Minigrids und netzferne Stromerzeugungsanlagen erforderlich, um eine flächendeckende Stromversorgung zu gewährleisten, die das

Wirtschaftswachstum stützt. Gleichzeitig müssen variable erneuerbare Energien eingebunden, die Stromverluste verringert und die finanzielle Nachhaltigkeit des Stromsektors sichergestellt werden.

- Maßnahmen zur Minderung der Risiken, die mit Investitionen in EE-Anlagen und Stromspeicher verbunden sind, senken die Finanzierungskosten. Zwar sind erneuerbare Energien und Stromspeicher in Bezug auf die Kosten bereits wettbewerbsfähig, doch hohe Anlaufinvestitionen in Verbindung mit ungünstigen regulatorischen und recht-

lichen Rahmenbedingungen können dazu führen, dass herkömmliche Anlagen, in denen fossile Energieträger verstromt werden, einfacher und kostengünstiger zu finanzieren sind. Vor diesem Hintergrund besteht die Gefahr, dass die afrikanischen Länder sich unnötig an einen verhältnismäßig hohen Anteil von fossilen Energieträgern binden.

- Bei einer Stärkung der ordnungspolitischen Rahmenbedingungen und Institutionen sowie einer kostendeckenden Gestaltung der Stromtarife können Stromversorger, Energiedienstleister und Netzbetreiber, ihre finanziellen Verpflichtungen gegenüber den Erzeugern erfüllen und ihre Stromnetze instand halten und sie so ausbauen, dass sie die steigende Stromnachfrage bewältigen können.
- Die Einführung eines systemischen Innovationskonzepts, das unter anderem auf internationalen Erfahrungen mit innovativen Technologien, Geschäftsmodellen, rechtlichen Rahmenbedingungen und dem Betrieb von Energiesystemen beruht, trägt zum Aufbau der für Investitionen im Energiesektor erforderlichen Strukturen bei.
- Durch den Rückgriff auf die vorhandenen regionalen Strompools können die afrikanischen Strommärkte so integriert werden, dass ein Ausgleich von Lastkurven sowie die Stabilisierung der Stromnetze in den Nachbarländern möglich sind. Dies wird insbesondere dann notwendig sein, wenn

künftig große EE-Anlagen mit variabler Stromproduktion errichtet werden. Durch den grenzüberschreitenden Stromhandel würden die Stromkosten sinken; gleichzeitig würde der Ausbau der erneuerbaren Energien zur Verringerung des Treibhausgasausstoßes führen.

- Durch den Aufbau der erforderlichen personellen Kapazitäten und Kompetenzen in den afrikanischen Ländern könnten diese die Energiewende so gestalten, dass sie den Verhältnissen des jeweiligen Landes gerecht wird, und gleichzeitig das Wirtschaftswachstum und die Schaffung von Arbeitsplätzen fördert.
- Gleichzeitig müssten politische Maßnahmen getroffen werden, die gewährleisten, dass bei der Energiewende niemand zurückbleibt. Eine gerechte und inklusive Energiewende erfordert einen globalen Pakt zwischen den Ländern, eine ausreichende Mobilisierung von Ressourcen sowie Maßnahmen, die auf die individuellen Herausforderungen der verschiedenen Länder abgestimmt sind.
- Entscheidend ist, dass die Maßnahmen zur Überwindung der Corona-Pandemie so ausgestaltet werden, dass die angestrebte kurzfristige Erholung mit mittel- und langfristigen Strategien zur Erreichung der SDGs sowie der Ziele des Pariser Klimaabkommens verknüpft wird (IRENA, 2020h).



2 Die afrikanischen Stromsektoren: Vision 2050

Durch das Bevölkerungswachstum und eine dynamische Wirtschaftsentwicklung dürfte sich der Strombedarf der afrikanischen Länder bis 2040 nahezu verdoppeln (IRENA, 2019a). Welche wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Auswirkungen die Maßnahmen zur Befriedigung der steigenden Stromnachfrage haben, wird von den Strategien abhängen, die die afrikanischen Regierungen zur Bewältigung der beiden im Folgenden beschriebenen Herausforderungen verfolgen:

- 1. Gewährleistung des universellen Zugangs zu bezahlbaren, zuverlässigen, nachhaltigen und modernen Energiedienstleistungen bis 2030.** Bei der Gewährleistung einer ebenso nachhaltigen wie sicheren Stromversorgung bei gleichzeitig steigender Nachfrage geht es nicht allein darum, Haushalte, die bisher keinen Stromanschluss hatten, an das Stromnetz anzuschließen. Vielmehr müssen die Energiedienstleister auch sicherstellen, dass Strom in ausreichender Menge erzeugt und zuverlässig bereitgestellt wird, so dass Industriebetriebe und Dienstleister ihrer Geschäftstätigkeit nachgehen, expandieren und Arbeitsplätze schaffen können. Darüber hinaus muss der Ausbau der Stromversorgung zu den geringstmöglichen Kosten erfolgen, damit sich auch arme Haushalte eine moderne Energieversorgung leisten können. Gleichzeitig müssen die Energiedienstleister (gleich ob netzgebunden oder netzfern) den Strom jedoch kostendeckend verkaufen können, damit sie ihre Geschäftstätigkeit wirtschaftlich betreiben können. Ein wichtiges Ziel der afrikanischen Energiewende muss darin bestehen, den Afrikanerinnen und Afrikanern Zugang zu einer zuverlässigen Stromversorgung zu verschaffen, damit sie ihre Lebensgrundlagen verbessern können.
- 2. Nutzung der erneuerbaren Energien für die sozioökonomische Entwicklung und die Eindämmung des Klimawandels.** Länder, in denen fossile Energieträger den größten Anteil am Strommix ausmachen, müssen auf

erneuerbare Energien wechseln und bestehenden Kraftwerke, in denen Erdgas, Erdöl oder Kohle verstromt werden, auslaufen lassen. In Ländern, die gerade erst dabei sind, eine eigene Stromerzeugung aufzubauen, müssen geeignete Maßnahmen getroffen werden, um sicherzustellen, dass die langfristige Entwicklung nur auf klimaneutralen Ressourcen beruht. Selbst bei den unter Kostengesichtspunkten wettbewerbsfähigen erneuerbaren Energien bestehen derzeit strukturelle Hindernisse, die gegebenenfalls einen Anreiz für Investitionen in Erdgas- und Kohlekraftwerke darstellen. Diese Herausforderungen müssen bewältigt werden, wenn die afrikanischen Staaten das Potenzial der erneuerbaren Energien ausschöpfen wollen.

Zur Verwirklichung dieser ambitionierten Ziele bedarf es des politischen Willens, einer verstärkten Integration der verschiedenen afrikanischen Regionen und des gesamten Kontinents, günstiger sektorpolitischer und regulatorischer Rahmenbedingungen sowie wirtschaftlich nachhaltiger Elektrizitätssektoren. In diesem Abschnitt wird skizziert, welches Potenzial der Umbau der afrikanischen Energiesysteme bietet und in welchen zentralen Handlungsfeldern jede politische Initiative ansetzen muss, die darauf gerichtet ist, die Energiearmut zu beseitigen und bis 2050 Klimaneutralität im Stromsektor zu erreichen.

2.1 Die wichtigsten Treiber der Stromnachfrage nach Regionen

Die dynamische Wirtschaftsentwicklung (steigendes GIP pro Kopf), die demografische Entwicklung und das Bestreben, die afrikanischen Länder flächendeckend zu elektrifizieren, dürften den Strombedarf weiter steigen lassen. In der folgenden Abbildung sind die wichtigsten Nachfragetreiber aufgeführt. Welche Bedeutung die einzelnen Faktoren in den verschiedenen Ländern haben, hängt von der Ausgangssituation und den Wirtschaftsaussichten des betreffenden Landes ab.



Quellen: Eigene Darstellung

Abbildung 17 – Treiber der Stromnachfrage

2.1.1 Demographische Entwicklung

Die Stromnachfrage dürfte sowohl durch das Bevölkerungswachstum als auch durch die Urbanisierung befeuert werden, da Stadtbewohner tendenziell mehr Strom verbrauchen als die Landbevölkerung.

Bevölkerungswachstum. Experten rechnen damit, dass mehr als die Hälfte des weltweiten Bevölkerungswachstums zwischen 2020 und 2050 auf Afrika entfallen wird. Insbesondere die Bevölkerung von Subsahara-Afrika dürfte sich bis 2050 verdoppeln (Weltbank, 2019a). Afrika hat derzeit die jüngste Bevölkerung aller Kontinente, wobei das anhaltende Bevölkerungswachstum zum Teil auf der steigenden Lebenserwartung beruht (Vereinte Nationen, 2019).

Aus der Abbildung unten geht hervor, dass die Länder Zentralafrikas bis 2050 den größten relativen Bevölkerungszuwachs (112 Prozent) verzeichnen dürften. In absoluten Zahlen wird das Bevölkerungswachstum voraussichtlich jedoch in Ost- und Westafrika am höchsten ausfallen. Allein in diesen beiden Regionen wird die Einwohnerzahl in den nächsten 30 Jahren um knapp 750 Millionen Menschen (ungefähr die derzeitige Bevölkerung Europas) steigen. Zusammen mit der Herausforderung, dass derzeit 46 Prozent der Haushalte, keinen Zugang zu modernen Energiedienstleistungen haben und künftig mit Strom versorgt werden sollen, wird das prognostizierte Bevölkerungswachstum einen erheblichen Einfluss auf die künftige Stromnachfrage haben.



Mehr als die Hälfte des weltweiten Bevölkerungswachstums zwischen 2020 und 2050 dürfte auf Afrika entfallen.

Urbanisierung. Bis 2050 werden voraussichtlich 60 Prozent der Afrikanerinnen und Afrikaner – mehr als 1,47 Milliarden Menschen – in Städten leben (Weltbank, 2019a). Diese Entwicklung hat Auswirkungen auf den Gesamtstrombedarf des Kontinents, da Stadtbewohner im Durchschnitt etwa dreimal so viel Strom verbrauchen wie ländliche Haushalte (McKinsey, 2015).

Doch trotz der steten Abwanderung in die Städte werden auch 2050 noch etwa eine Milliarde Menschen in ländlichen Gebieten leben. Daher ist die Elektrifizierung des ländlichen Raums in Afrika weiterhin von großer Bedeutung.

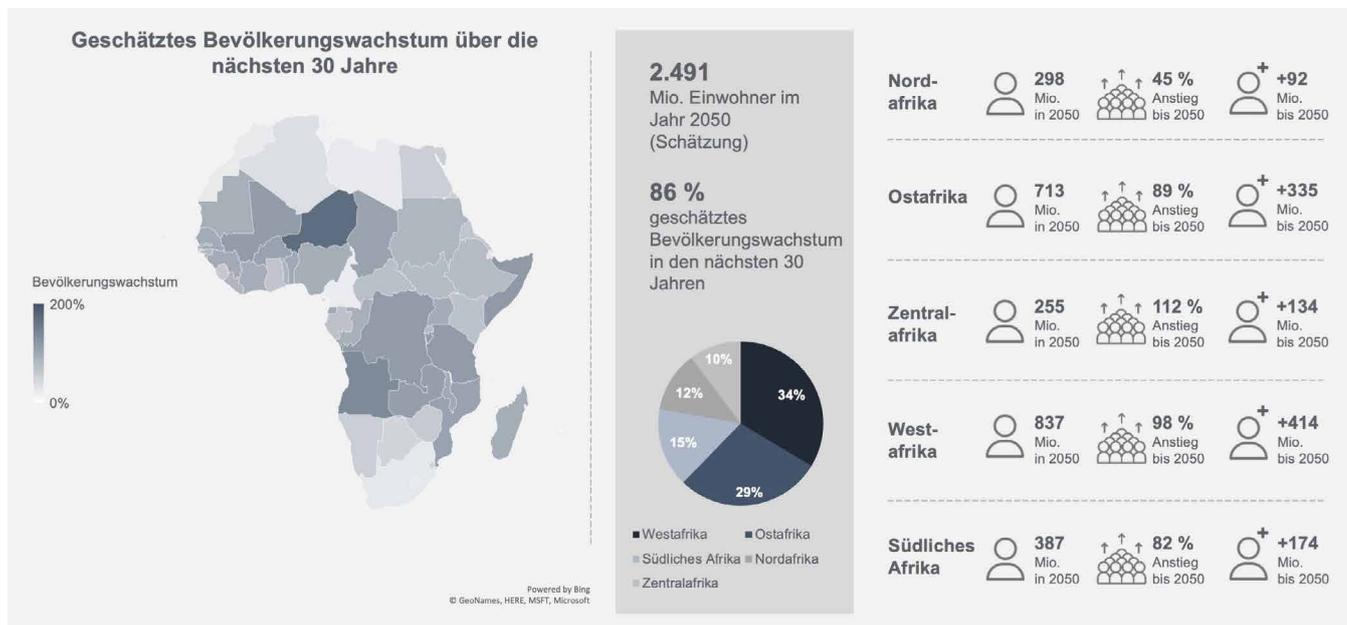
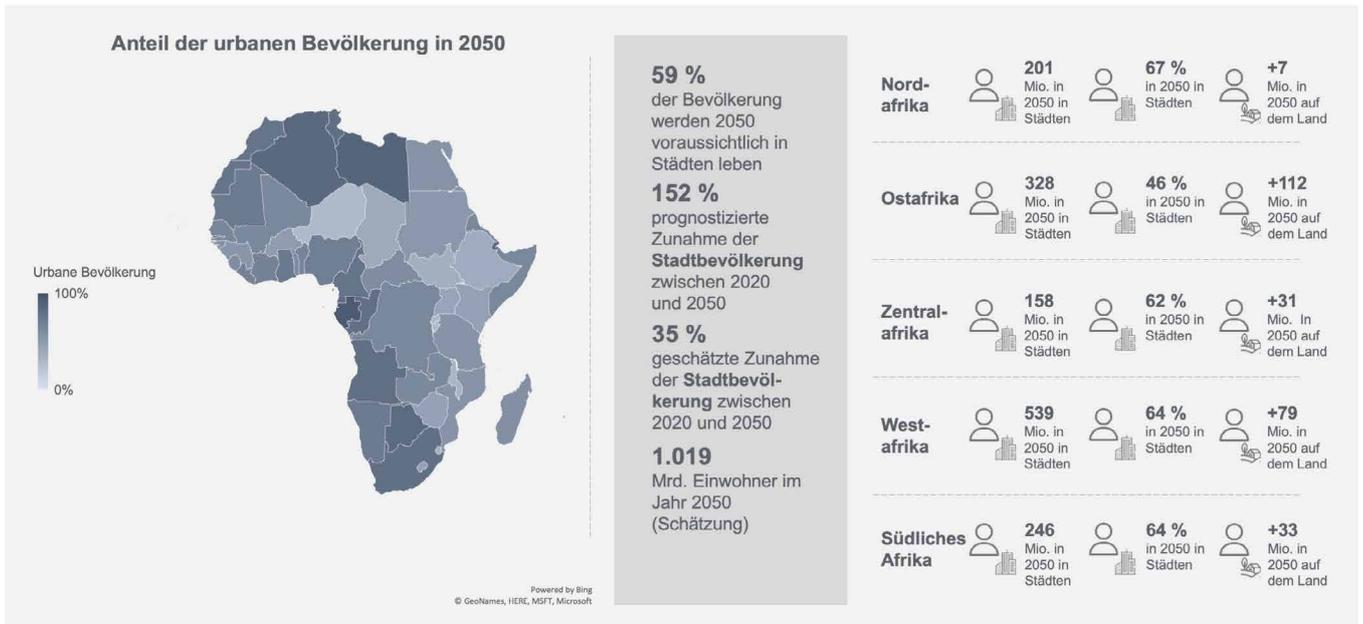


Abbildung 18 – Prognostiziertes Bevölkerungswachstum für den Zeitraum 2020 bis 2050

Quellen: Weltbank (2019a)



Quelle: Weltbank (2019a)

Abbildung 19 – Erwarteter Urbanisierungsschub für den Zeitraum 2020 bis 2050

2.1.2 Wirtschaftswachstum

Die wirtschaftliche Dynamik der Entwicklungsländer lässt die Stromnachfrage steigen. So führt das Wirtschaftswachstum zu einer Steigerung des Stromverbrauchs für Konsumzwecke, weil die Haushalte höhere Einkommen erzielen und einen Teil davon für Strom und elektrische Geräte ausgeben. Gleichzeitig steigt die Nachfrage für Strom, der zu Produktionszwecken benötigt wird, weil neue Unternehmen gegründet werden und bestehende Unternehmen ihre Geschäftstätigkeit ausweiten (z. B. Mühlbetriebe, digitale Beratungsunternehmen oder Fabriken).

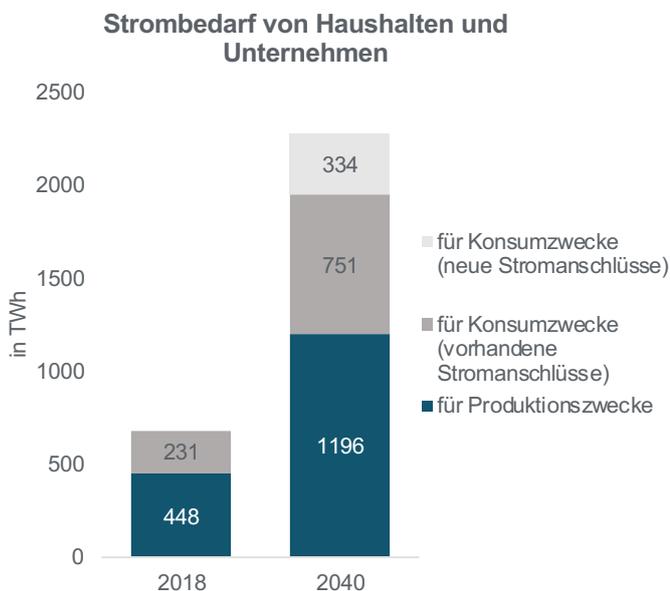


Abbildung 20 – Stromnachfrage nach Stromkategorien für die Jahre 2018 und 2040 gemäß der IEA-Prognose für Afrika

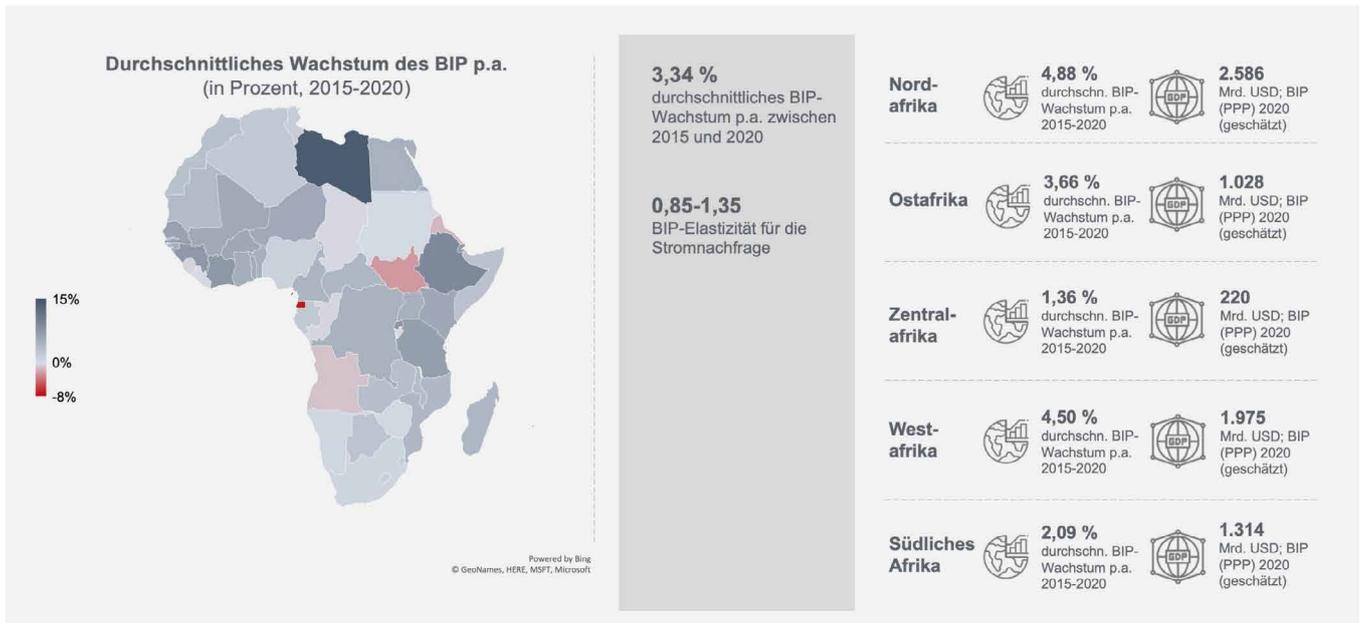
Die Internationale Energieagentur (IEA, 2019a) hat modelliert, auf welche Arten von Stromverbrauchern die Stromnachfrage 2040 zurückzuführen sein wird, und diese Prognose den entsprechenden Daten für 2018 gegenübergestellt. In Abbildung 20 werden drei Kategorien von Stromverbrauchern dargestellt⁹: i) Strom, der für Produktionszwecke verbraucht wird, ii) Strom, der über vorhandene Stromanschlüsse für Konsumzwecke verbraucht wird, und iii) Strom, der über neue Stromanschlüsse für Konsumzwecke verbraucht wird. Auffällig ist, dass sich der Verbrauch der bereits vorhandenen Stromanschlüsse bis 2040 mehr als verdreifachen wird, was auf eine erhöhte Kaufkraft bei gleichzeitig verbesserter Versorgungssicherheit zurückzuführen ist. Für Afrika insgesamt geht die IEA davon aus, dass der Strombezug der vorhandenen Stromverbraucher die Nachfrage stärker antreiben wird als der Ausbau der Stromversorgung.

Allerdings zeigen der unerwartete Rückgang der globalen Wirtschaftsleistung infolge der Corona-Pandemie im laufenden Jahr und die politischen Reaktionen auf die Pandemie, dass es von Natur aus schwierig ist, zuverlässige Prognosen für das künftige Wirtschaftswachstum abzugeben. In Abbildung 21 wird das historische BIP-Wachstum für die fünf afrikanischen Regionen dargestellt.¹⁰ Vor allem die beträchtlichen Unterschiede zwischen den afrikanischen Regionen in Bezug auf ihre Wirtschaftsleistung lassen erkennen, wie wichtig es ist, bei der Prognose der künftigen Stromnachfrage nach Ländern und Regionen zu differenzieren.

Die IEA geht davon aus, dass ein erhöhter Stromverbrauch bei den vorhandenen Verbrauchern die Stromnachfrage stärker steigen lassen wird als der Ausbau der Stromversorgung.

⁹ Diese Zahlen stammen aus dem Wachstumsszenario für Afrika, auf das in Abschnitt 2.2 näher eingegangen wird.

¹⁰ **Ostafrika:** Äthiopien, Burundi, Dschibuti, Eritrea, Kenia, die Komoren, Ruanda, die Seychellen, Somalia, Südsudan, Sudan, Tansania und Uganda. **Südliches Afrika:** Angola, Botswana, Lesotho, Malawi, Mauritius, Mosambik, Namibia, Südafrika, Eswatini, Sambia, Simbabwe und Madagaskar. **Zentralafrika:** Äquatorialguinea, Demokratische Republik Kongo, Gabun, Kamerun, Kongo, São Tomé und Príncipe, Tschad und Zentralafrikanische Republik. **Nordafrika:** Ägypten, Algerien, Libyen, Marokko, Mauretanien und Tunesien. **Westafrika:** Benin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kap Verde, Liberia, Mali, Niger, Nigeria, Senegal, Sierra Leone und Togo.



Hinweis: Im BIP-Wachstum p.a. wurde der Zeitraum vom 1. Januar 2015 bis zum 1. Januar 2020 berücksichtigt. Somit spiegelt sich in diesen Zahlen die Corona-Pandemie noch nicht wider. Quellen: IMF (2020), PIDA (2015)

Abbildung 21 – BIP-Wachstum von 2015 bis 2020

BIP-Elastizität der Stromnachfrage

Die BIP-Elastizität der Stromnachfrage beschreibt den Zusammenhang zwischen BIP und Stromnachfrage. Im Wesentlichen trifft die Elastizität eine Aussage darüber, um wie viel Prozent die Stromnachfrage steigt, wenn das BIP um ein Prozent zulegt. Wenn ein Land eine BIP-Elastizität von 1,25 hat, bedeutet dies, dass bei einem BIP-Wachstum von einem Prozent die Stromnachfrage um 1,25 Prozent steigt.

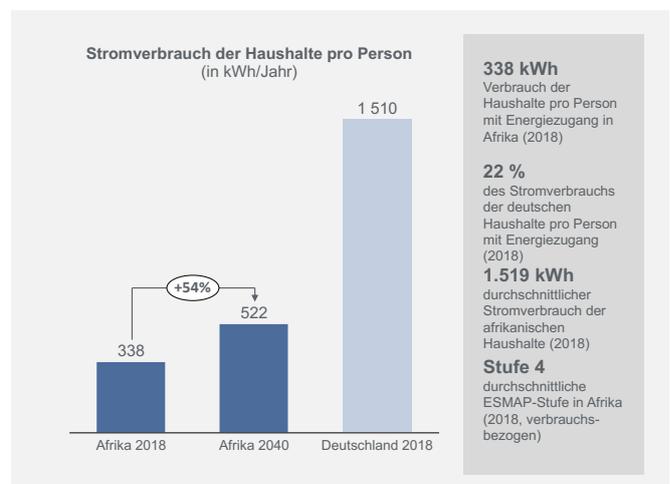
Die BIP-Elastizität der Stromnachfrage ändert sich jedoch im Laufe der Zeit. So zeigen frühere Studien, dass die Elastizität für die Länder Afrikas zwischen 0,85 und 1,35 liegt. Die Industriestaaten weisen in der Regel Elastizitäten von unter 1 auf (PIDA, 2015; Jaunky, 2006).

2.1.3 Flächendeckende Elektrifizierung

Neben den makroökonomischen Trends haben auch politische Maßnahmen auf Ebene der Länder und Regionen sowie des gesamten Kontinents Auswirkungen auf die Stromnachfrage. Insbesondere wenn die laufenden Bemühungen um die Verbesserung des Zugangs zu nachhaltigen Energiedienstleistungen, wie beispielsweise die Initiative der Vereinten Nationen „Sustainable Energy for All“ und der „New Deal on Energy for Africa“ der AfDB, Erfolg haben, dürfte die Stromnachfrage außerordentlich stark anziehen.

Angesichts der steigenden Investitionen in den Ausbau der Stromversorgung ist damit zu rechnen, dass auch der Stromverbrauch von neu angeschlossenen Haushalten die Stromnachfrage in Afrika deutlich steigen lassen wird (siehe Abbildung 22). Wie groß die Nachfrage tatsächlich ausfällt, dürfte jedoch vom Strompreis und der Versorgungsqualität abhängen. In ihrem Fallbeispiel „Afrika“ prognostiziert die IEA (2019a), dass der Stromverbrauch der afrikanischen Haushalte zwischen 2018 und 2040 um etwa 350 Prozent steigen wird. Dies bedeutet, dass selbst bei einer Ausweitung der Stromversorgung auf bislang nicht versorgte Haushalte jeder, der zu Hause über einen Stromanschluss verfügt, im Jahr 2040 durchschnittlich etwa 50 Prozent mehr Strom verbrauchen wird als im Jahr 2018. Die für 2040 prognostizierte Nachfrage

würde annähernd der Stufe 5 (dem höchsten Niveau) der Energieversorgung im SEforALL Global Tracking Framework von ESMAP entsprechen (ESMAP, 2015).



Quellen: IEA (2019a), Energytransition.org (o.J.), Weltbank (2019a), Weltbank (2020a)

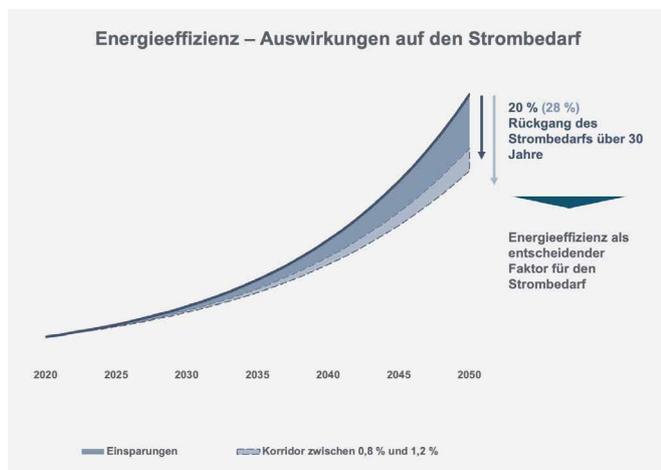
Abbildung 22 – Stromverbrauch für jede Person, die in der eigenen Wohnung über einen Stromanschluss verfügt. Entwicklung zwischen 2018 und 2040 (Prognose), Afrika und Deutschland im Vergleich

2.1.4 Andere Faktoren, die die Stromnachfrage beeinflussen

Neben den oben beschriebenen Nachfragetreibern beeinflussen weitere Faktoren wie die technologische Entwicklung, der Klimawandel und Infrastrukturinvestitionen das Wachstum der Stromnachfrage.

Energieeffizienz

Das Wachstum der Stromnachfrage kann durch Energiesparmaßnahmen und eine erhöhte Energieeffizienz – z. B. neue Geräte und Anlagen – sowie durch ein intelligentes Energiemanagement gedämpft werden. Zwar wird dieser Effekt in den meisten Stromnachfrage-Prognosemodellen berücksichtigt, doch unterscheiden sich die dabei zu Grunde gelegten Annahmen voneinander. Der von der IEA vorgelegte Bericht „Africa Energy Outlook“ legt ein Energiesparpotenzial von 1,2 Prozent zugrunde, Multiconsult (2018) geht dagegen von 0,8 Prozent aus. Zwar erscheint der Unterschied zwischen den beiden Zahlen vernachlässigbar, doch aufgrund der Tatsache, dass sich bestimmte Effekte gegenseitig verstärken, können unterschiedliche Einsparpotenziale langfristig erhebliche Auswirkungen haben. So bedeutet eine jährliche Effizienzsteigerung von 0,8, dass der Strombedarf in 30 Jahren 20 Prozent geringer ist als ohne Fortschritte in Sachen Energieeffizienz. Beträgt die jährliche Effizienzsteigerung jedoch 1,2 Prozent, werden in 30 Jahren 28 Prozent weniger Strom verbraucht als im Business-as-Usual-Szenario (siehe Abbildung 23). Bemerkenswert ist, dass durch Effizienzfortschritte auch der Strompreis sinkt und sowohl die Treibhausgasemissionen als auch den Investitionsbedarf sinken lässt.



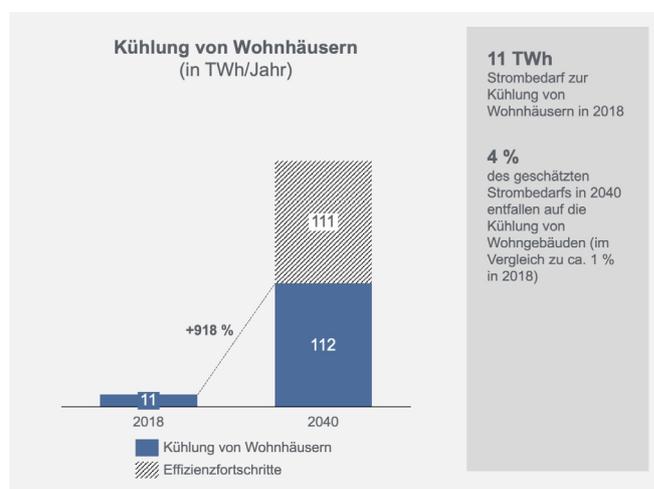
Hinweis: Die Berechnungen gehen in Übereinstimmung mit Studien der IEA (2019a) und von Multiconsult (2018) von einem jährlichen Wachstum der Stromnachfrage von 8 % (ohne Effizienzfortschritte) aus.

Abbildung 23 – Auswirkungen von Effizienzfortschritten auf die Stromnachfrage

Wie schnell die Energieeffizienz gesteigert werden kann, hängt unter anderem vom technischen Fortschritt, der Umsetzung effizienterer Prozesse und Strategien sowie der Einführung von Mindeststandards für die Energieeffizienz von Elektrogeräten ab. Ein Beispiel dafür sind Systeme wie Klimaanlage oder Wärmepumpen. Wie aus Abbildung 24 hervorgeht, geht die IEA davon aus, dass der für 2040 prognostizierte Stromverbrauch durch Kühl- und Kältetechnik mit entsprechenden Energieeffizienzfortschritten um die Hälfte gesenkt werden kann.

Klimawandel

Der Klimawandel dürfte in allen afrikanischen Ländern erheblichen Einfluss auf die Stromnachfrage haben. Auch hier liefert der Bereich der Kühl- und Kältetechnik ein gutes Beispiel: Obwohl fast 700 Millionen Menschen in Gebieten leben, in denen die durchschnittliche Tagestemperatur 25 Grad Celsius übersteigt (IEA, 2019a), haben in keiner anderen Weltregion so wenige Menschen eigene Kühlschränke und Klimaanlage. Bis 2040 wird die Bevölkerung dieser Regionen auf 1,2 Milliarden Menschen wachsen. Gleichzeitig dürften auch die Einkommen steigen, so dass sich mehr Menschen Kühlschränke und Klimaanlage leisten können. Verstärkt werden dürfte dieser Trend durch den Temperaturanstieg, der mit dem globalen Klimawandel einhergeht. Die IEA geht davon aus, dass der Strombedarf für Kühl- und Kältetechnik ohne effektive Standards für das Energiemanagement von 11 TWh im Jahr 2018 auf 223 TWh im Jahr 2040 steigt (siehe Abbildung 24). Selbst bei erheblichen Effizienzsteigerungen ist damit zu rechnen, dass sich der Strombedarf in den nächsten 20 Jahren fast verzehnfachen wird.



Quellen: IEA (2019a)

Abbildung 24 – Strombedarf durch die Kühlung von Wohngebäuden in den Jahren 2018 und 2040

Natürlich sind Kühlprozesse auch für verschiedene andere Anwendungen wichtig, beispielsweise für die Lagerung von Impfstoffen, Arzneimitteln oder landwirtschaftlichen Erzeugnissen. Im Zusammenhang mit dem Klimawandel ist auch zu beachten, dass die zunehmende Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen wie Dürren und Überschwemmungen voraussichtlich zu einer größeren Variabilität in der Stromerzeugung, insbesondere aus Wasserkraft, führen wird.

Verluste bei Stromübertragung und Stromverteilung

Der afrikanische Kontinent weist weltweit die höchsten Verlustraten bei der Stromübertragung und Stromverteilung auf. Eine Studie von Trimble et al. (2016) ergab, dass die gewichteten durchschnittlichen Verluste in den Stromübertragungs- und Verteilungsnetzen der Staaten südlich der Sahara bei etwa 23 Prozent liegen. Ein effizienter Stromversorger kann seine Stromverluste dagegen auf deutlich unter 10 Prozent begrenzen. Die meisten dieser Stromverluste sind auf Stromdiebstahl sowie technisch bedingte Verlust im Stromverteilnetz zurückzuführen (siehe Infokasten unten). In Nordafrika sind die Verluste im Allgemeinen geringer als in Subsahara-Afrika.

Durch die Modernisierung und Sanierung der Netzinfrastruktur können die Verluste bei der Stromübertragung und -verteilung erheblich verringert werden, wodurch der Strombedarf entsprechend sinken würde. Eine Verringerung der Stromverluste um ein Prozent in ganz Afrika würde den Bruttobedarf um etwa 10TWh/Jahr reduzieren. Dies entspricht ungefähr der jährlichen Stromproduktion eines Kohlekraftwerks mit einer installierten Leistung von 1.500MW¹¹ bzw. der jährlichen Stromproduktion von PV-Anlagen mit einer installierten Leistung von 6.600MW.¹² Zum Vergleich: Die installierte Leistung

aller in Afrika errichteten PV-Anlagen beträgt etwa 6.300MW (IRENA, 2020b). Wenn die Übertragungsverluste verringert werden, bedeutet dies, dass erheblich weniger Investitionen in die Stromerzeugung notwendig sind. Dadurch würden sowohl die Kosten als auch die Treibhausgasemissionen sinken – bei gleichbleibenden Strommengen, die für wirtschaftliche Tätigkeiten und die weitere Elektrifizierung des Kontinents zur Verfügung stünden.

Brutto- und Nettostrombedarf

Der Bruttostrombedarf kann definiert werden als die gesamte Elektrizität, die erzeugt werden muss, um die Nachfrage der Verbraucher zu decken. Diese Strommenge wird Bruttobedarf genannt, weil darin auch die Strommenge enthalten ist, die auf dem Weg vom Kraftwerk zum Endverbraucher verloren geht. Ein Teil des durch das Stromnetz transportierten Stroms geht in Form von Wärmeverlusten (technische Verluste) verloren oder wird einfach gestohlen oder nicht erfasst (kommerzielle Verluste). Die Nettostromnachfrage entspricht der Bruttostromnachfrage abzüglich der Verluste, die bei der Stromübertragung und -verteilung entstehen.

Vor allem in Ländern mit veralteten Stromnetzen ist der Unterschied zwischen Brutto- und Nettostrombedarf mitunter erheblich. Dies ist in vielen afrikanischen Ländern der Fall, in denen bis zu 50 Prozent der Stromproduktion auf dem Weg zum Verbraucher verloren gehen.

Elektrifizierung von Energieend Anwendungen

Neue und gerade aufkommende Geräte und Maschinen, die mit Strom betrieben werden wie Herde, Elektrofahrzeuge oder Maschinen für die Schwerindustrie könnten die Stromnachfrage künftig befeuern. Derzeit entfallen 31 Prozent der gesamten energiebedingten Treibhausgasemissionen in Afrika auf den Verkehrssektor. Im Zuge des Bevölkerungswachstums wird sich die Zahl der Kraftfahrzeuge schätzungsweise vervierfachen und allein in den afrikanischen Ländern südlich der Sahara bis 2040 auf 35 Mio. Einheiten steigen (IEA, 2019a). Wären alle 35 Mio. Fahrzeuge Elektrofahrzeuge, entspräche dies einem zusätzlichen Nettostrombedarf von etwa 84TWh pro Jahr; dies wären 6 Prozent des für 2030 prognostizierten Gesamtstromverbrauchs.¹³ Der Bruttostrombedarf, d.h. der Strombedarf einschließlich aller Übertragungsverluste, läge sogar noch höher.

Die aus der Elektrifizierung des Verkehrssektors resultierende erhöhte Stromnachfrage und die dafür erforderlichen Investi-

tionen in Stromerzeugungsanlagen und die Versorgungsinfrastruktur könnten die Stromnetzbetreiber erheblich unter Druck setzen. Wenn jedoch auf breiter Basis intelligente Ladetechnologien für Elektrofahrzeuge eingesetzt werden, könnte der Aufschwung der Elektromobilität den Stromversorgungssystemen die dringend benötigte Flexibilität verschaffen und sogar den Aus- und Zubau von EE-Anlagen unterstützen. So könnten die Fahrzeugbatterien außerhalb der Spitzenlastzeiten aufgeladen werden; sobald der Strombedarf wieder steigt, könnte der Strom wieder ins Netz eingespeist werden (IRENA, 2019c).

Die Schwerindustrie ist ein weiterer Energieendverbraucher, dessen Prozesse umfassend elektrifiziert werden können. Für diesen Sektor ist grüner Wasserstoff als Energieträger eine besonders attraktive Ergänzung zur Netzstromversorgung. Der Infokasten unten enthält weitere Informationen über grünen Wasserstoff.

Grüner Wasserstoff

Wasserstoff ist ein vielseitiger Energieträger, der dazu beitragen kann, einige der größten Herausforderungen der weltweiten Energiewende zu bewältigen. Wasserstoff lässt sich in vielen verschiedenen Bereichen einsetzen. Die Bandbreite der möglichen Anwendungen reicht von der chemischen Industrie und der Schwerindustrie bis hin zur Stromspeicherung und zum Stromtransport. Wasserstoff gilt als Power-to-X-Technologie, d.h. als eine Technologie, bei der Strom in chemische Energieträger umwandelt wird (IRENA, 2019d).

Zurzeit wird in den Anlagen zur Wasserstoffproduktion weltweit hauptsächlich Strom aus fossilen Energieträgern (grauer Wasserstoff) eingesetzt. Dadurch fallen ca. 830 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr an. Sechs Prozent des weltweit eingesetzten Erdgases und zwei Prozent der Kohle werden für die Wasserstoffproduktion genutzt (IEA, 2020).

¹¹ Unter der Annahme, dass pro GW an installierter Leistung pro Jahr 7TWh Strom erzeugt werden.

¹² Unter der Annahme dass pro MW an installierter Leistung 1,5GWh Strom erzeugt werden.

¹³ Ein Elektrofahrzeug verbraucht im Durchschnitt 200 Wh/km (ev-database.org, 2020). Bei einer angenommenen durchschnittlichen Fahrleistung von 12.000 km/Jahr (vergleichbar mit den Fahrleistungen in der Europäischen Union) ergibt sich ein Anstieg des Stromverbrauchs um ca. 2.400kWh pro Fahrzeug und Jahr (Odyssee-MURE, 2020).

Für Länder mit einem hohen Ökostrompotenzial stellt die Produktion von grünem Wasserstoff eine beträchtliche Chance dar. Grüner Wasserstoff kann nicht nur grauen Wasserstoff ersetzen, sondern bietet auch eine ökologische Alternative für bestimmte Verkehrsmittel und Industrieanwendungen. Außerdem kann grüner Wasserstoff als alternativer Speicher für Strom aus variablen erneuerbaren Energiequellen genutzt werden. So besteht beispielsweise die Möglichkeit, den tagsüber erzeugten Solarstrom, der nicht abgenommen oder ins Netz eingespeist werden kann, zur Produktion von grünem Wasserstoff zu nutzen.

Im Rahmen ihrer Wasserstoffstrategie will die Bundesregierung den Aufbau einer Forschungsplattform in Marokko unterstützen. Dazu soll auch eine vorindustrielle Pilotanlage zur Herstellung von grünem Wasserstoff errichtet werden (Bundesregierung, 2020). Damit soll gezeigt werden, ob und wie grüner Wasserstoff wettbewerbsfähig und klimaneutral hergestellt werden kann. Grüner Wasserstoff ist ein wesentlicher Baustein des europäischen Green New Deal sowie des 2019 bzw. 2020 angekündigten Konjunkturprogramms für Europa (EU, 2020).

2.1.5 Prognose der Stromnachfrage in den einzelnen Regionen

Es bestehen erhebliche Unwägbarkeiten bei der langfristigen Prognose der künftigen Stromnachfrage. Früher neigten die Expertinnen und Experten tendenziell zu Optimismus im Hinblick auf die künftige Stromnachfrage in den afrikanischen Ländern, und zwar insbesondere dann, wenn die Prognosen auf den Zielen beruhten, die das jeweilige Land für Wirtschaftswachstum und Elektrifizierung formuliert hatte. Bei Prognosen für die Entwicklung der Stromnachfrage in den einzelnen Regionen kommt dagegen in der Regel ein ausgewogenerer und damit realistischerer Ansatz zum Tragen. Die folgende Abbildung beruht auf den von Multiconsult (2018) erstellten Prognosen der Stromnachfrage in einzelnen Regionen. Zur Erstellung der Prognosen mit einem Zeithorizont bis 2030 wurden die oben genannten Nachfragetreiber berücksichtigt. Auch hier bestehen erhebliche Unsicherheiten in Bezug auf die Annahmen, die den Prognosen zugrunde liegen, und zwar nicht zuletzt im Hinblick auf die langfristige Elektrifizierung von Endanwendungen (beispielsweise Elektromobilität und grüner Wasserstoff). Allerdings würde eine erschöpfende Analyse dieser Unsicherheiten den Rahmen der vorliegenden Studie sprengen.

Die Kombination aus starkem Bevölkerungswachstum, flächendeckender Elektrifizierung und Wirtschaftswachstum wird den Strombedarf in Ost- und Zentralafrika zwischen 2020 und 2030 voraussichtlich jedes Jahr um 9 bis 10 Prozent steigen lassen. Diese relativ hohen Wachstumsraten würden bedeuten, dass sich die Nachfrage etwa alle acht Jahre verdoppelt. Für die beiden Regionen mit der derzeit höchsten Stromnachfrage wird ein Wachstum von rund 5 Prozent (Nordafrika) bzw. 4 Prozent (südliches Afrika) pro Jahr erwartet. Insgesamt geht Multiconsult davon aus, dass der Strombedarf in Afrika im Jahr 2030 bei etwa 1.400 TWh liegen wird (ohne technische Verluste). Diese Prognose liegt etwas unter den Schätzungen der IRENA, die von einer Nachfrage von 1.600 TWh ausgeht, wobei diese Prognose weitgehend auf den regionalen Masterplänen beruht. Zu beachten ist, dass diese Prognosen vor der Corona-Pandemie erstellt wurden. Falls und sobald eine flächendeckende Elektrifizierung erreicht wird und die BIP-Elastizitäten für die Stromnachfrage abnehmen, dürfte auch der Stromverbrauch langsamer steigen.

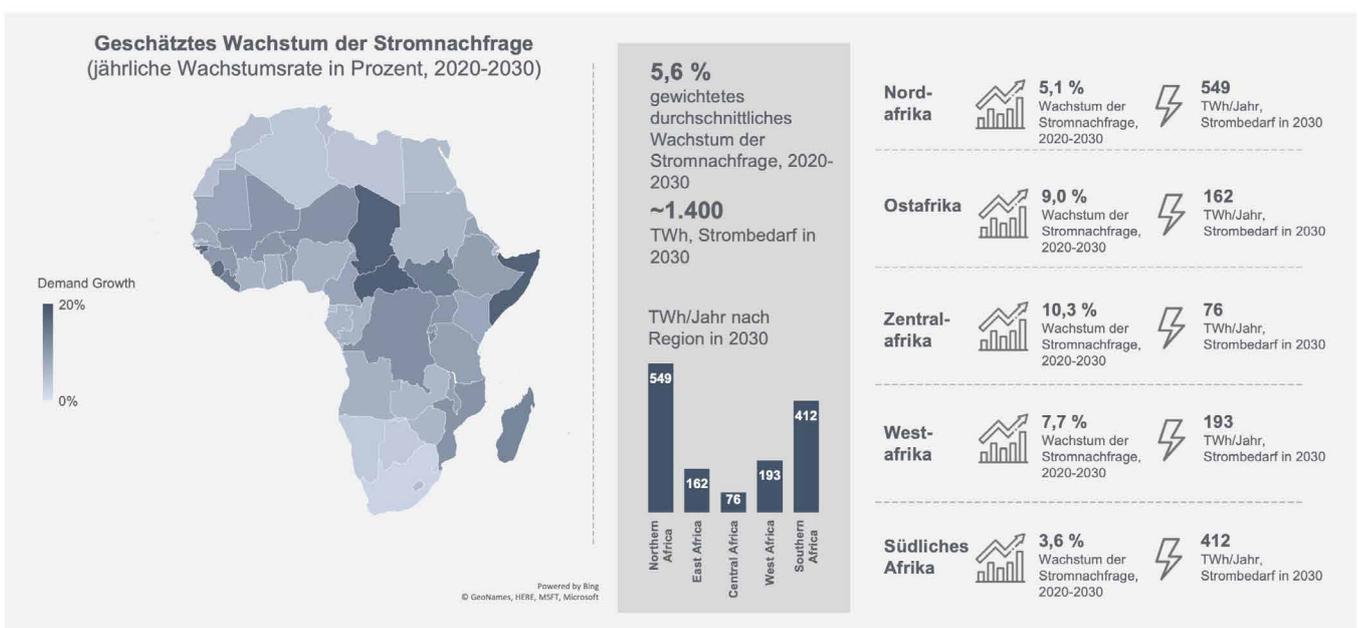
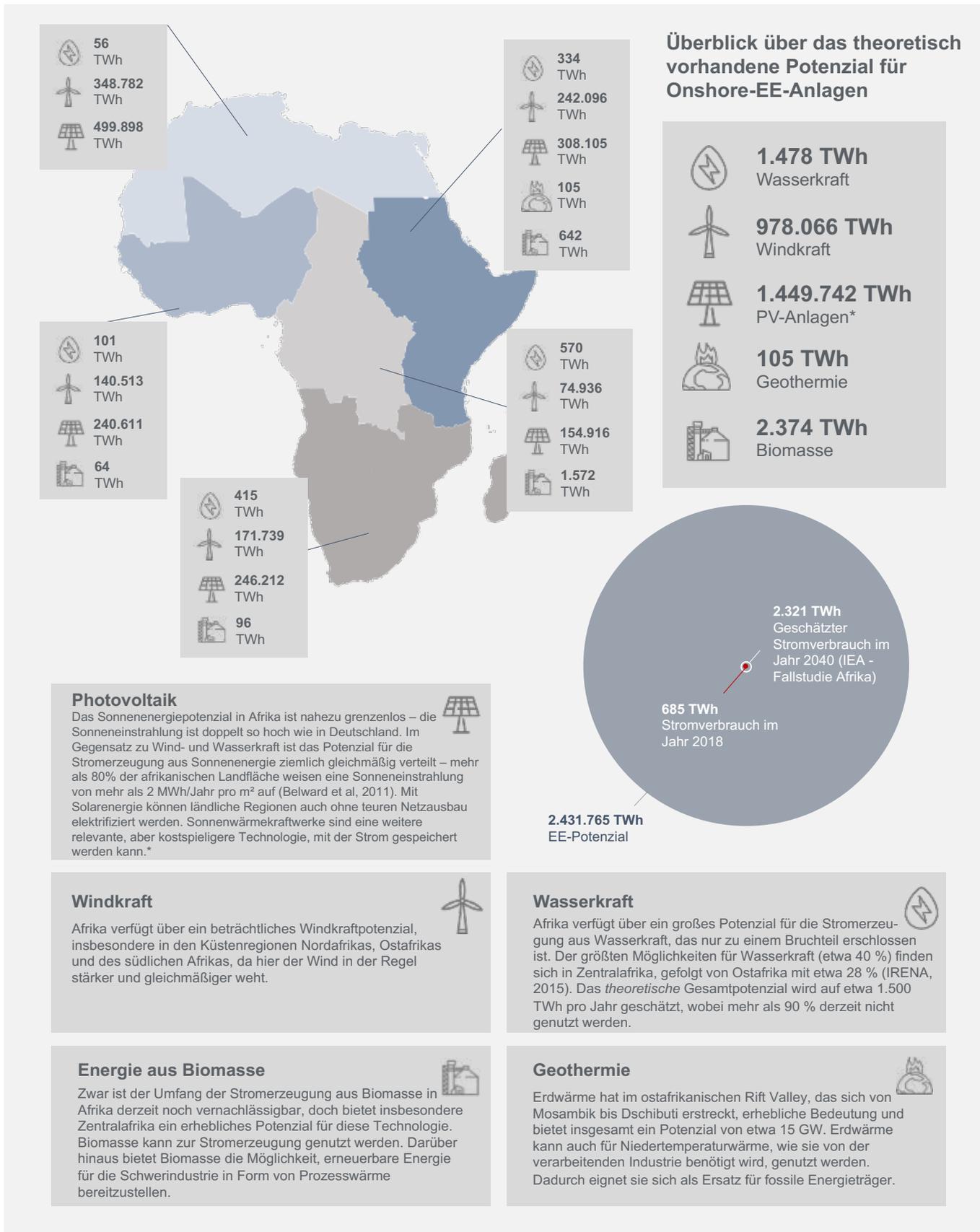


Abbildung 25 – Geschätztes Wachstum der Nettostromnachfrage im Zeitraum 2020 bis 2030

Quellen: Multiconsult (2018)



* Sonnenwärmekraftwerke können etwa 625 PWh/Jahr liefern. Im Vergleich zu PV-Anlagen sind Sonnenwärmekraftwerke in der Lage, Energie in Form von Wärme zu speichern, so dass sie kontinuierlicher Strom liefern können. Insbesondere die Schätzungen der Potenziale für PV-Anlagen, Sonnenwärmekraftwerke und Windkraftanlagen beruhen auf GIS-Daten, bei denen die Sonneneinstrahlung, die Windgeschwindigkeit sowie Sperrgebiete berücksichtigt wurden. Daneben können auch andere Faktoren dazu führen, dass Flächen sich nicht als Standorte für EE-Anlagen eignen, bspw. praktische Hürden sowie rechtliche und sozioökonomische Auswirkungen. In vielen Fällen genügt es, zur Berücksichtigung dieser Faktoren einen Skalierungsfaktor von 1 % auf die Potenzialschätzung anzuwenden.
 Hinweis: 2019 wurden in Deutschland 131 TWh Strom aus Windkraft und 48 TWh Strom aus Sonnenenergie erzeugt.
 Daten: UNEP (2017), IRENA (2014), IRENA (2017), Mandelli et al. (2014), BWE (2020), BMWi (2020), IEA (2019a), IRENA (o.J.).
 Abbildung: Multiconsult

Abbildung 26 – Überblick über das theoretisch vorhandene Potenzial für Onshore-EE-Anlagen

2.2 Analyse der potenziellen Szenarien für den Ausbau der erneuerbaren Energien nach Regionen

In Bezug auf eine flächendeckende Elektrifizierung, die zur Verfügung stehenden Ressourcen und den Strombedarf ist die Ausgangslage in jedem afrikanischen Land eine andere. In diesem Abschnitt werden die verschiedenen afrikanischen Regionen in den Blick genommen, um das Potenzial für erneuerbare Energien zu beschreiben. Außerdem werden drei veröffentlichte Ausbauszenarien für den Kontinent als Ganzes vorgestellt.

2.2.1 Das Potenzial für die Nutzung von erneuerbaren Energien

Afrika ist der Kontinent mit den größten EE-Ressourcen. So weisen ausnahmslos alle Länder eine hohe Sonneneinstrahlung auf. Andere Ressourcen sind dagegen ungleicher verteilt. Entlang des Rift Valley in Ostafrika kann beispielsweise Erdwärme genutzt werden, während das Horn von Afrika und verschiedene Küstengebiete gute Möglichkeiten für die Errichtung von Windkraftanlagen bieten.

Abbildung 26 veranschaulicht das theoretisch vorhandene Ökostrompotenzial der verschiedenen (Onshore-) Technologien für Afrika insgesamt sowie differenziert nach Regionen. Dabei ist zu beachten, dass es sich um theoretische Bewertungen handelt, in denen in vielen Fällen weder Auswirkungen auf die Umwelt noch Nutzungskonflikte mit anderen Sektoren wie dem Tourismus und der Landwirtschaft berücksichtigt werden. Gleichwohl ist das theoretisch vorhandene Potenzial für die Erzeugung von Ökostrom mithilfe von bereits vorhandenen Onshore-Technologien in Afrika 1.000 Mal größer als der prognostizierte Strombedarf im Jahr 2040. Damit verfügt der Kontinent über mehr als genug Potenzial an erneuerbaren Energien, um seinen künftigen Strombedarf auch langfristig zu decken. Mit den richtigen Investitionen und Rahmenbedingungen könnte Afrika sich sogar zu einem Nettoexporteur von Ökostrom entwickeln.

Bei der Bewertung und dem Vergleich der Potenziale, die verschiedene Technologien zur Erzeugung von Ökostrom bieten, müssen die jeweiligen technischen Merkmale berücksichtigt werden. Während beispielsweise PV-Anlagen nur tagsüber Strom liefern, ist die Stromerzeugung durch Windkraftanlagen von der Windgeschwindigkeit abhängig, während Wasserkraftwerke nur dann kontinuierlich Strom erzeugen, wenn ganzjährig genügend Wasser zur Verfügung steht. Im Infokasten auf der nächsten Seite wird dieser Aspekt näher beleuchtet.

Um zu gewährleisten, dass die Stromproduktion ganzjährig die Nachfrage deckt, und zwar sowohl in den landesweiten Stromnetzen als auch in Minigrids, muss der Bau von EE-Anlagen mit variabler Stromerzeugung von erheblichen Investitionen in eine flexible und stabile Netzinfrastruktur flankiert werden. Die IRENA (2019b) hat gezeigt, dass weltweit zahlreiche Innovationen entstehen und umgesetzt werden, um verstärkt PV- und Windkraftanlagen in flexible Energiesysteme zu integrieren (siehe Abschnitt 3.1.3).

Afrika ist wahrscheinlich der Kontinent mit den größten EE-Ressourcen.



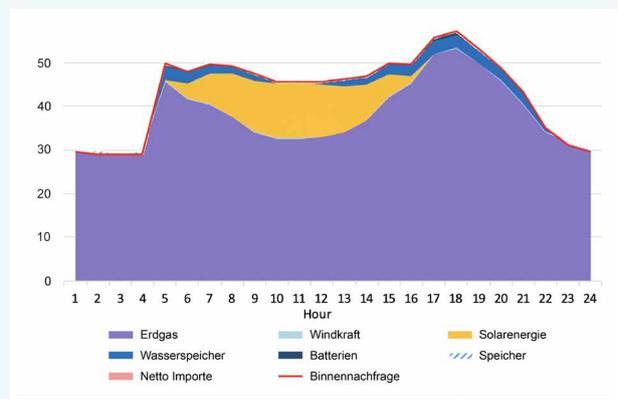
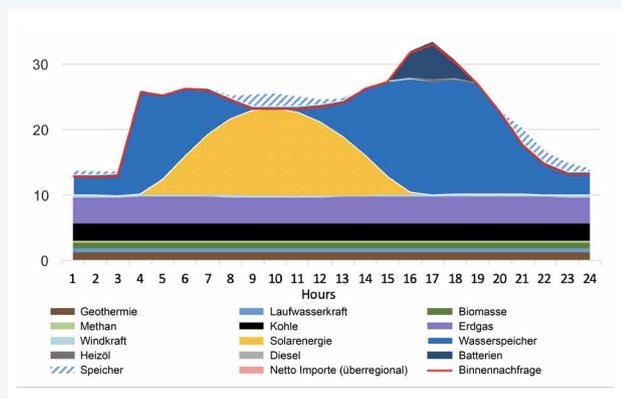
Das Zusammenspiel zwischen verschiedenen Stromerzeugungstechnologien

Um beurteilen zu können, wie sich die verschiedenen EE-Technologien am besten in den Energiemix integrieren lassen, ist zunächst der Unterschied zwischen Grundlasterzeugung und Nicht-Grundlasterzeugung zu klären.

Die Grundlast kann als die Stromerzeugungskapazität definiert werden, die gesichert und kontinuierlich zur Verfügung stehen muss – auch unter widrigen Bedingungen. Da diese Stromerzeugungskapazitäten stets vorgehalten werden müssen, sind sie in der Regel kostenintensiver als andere Stromquellen. Nicht grundlastfähige Stromerzeuger bieten in der Regel keine Garantie dafür, dass sie kontinuierlich Strom liefern können.

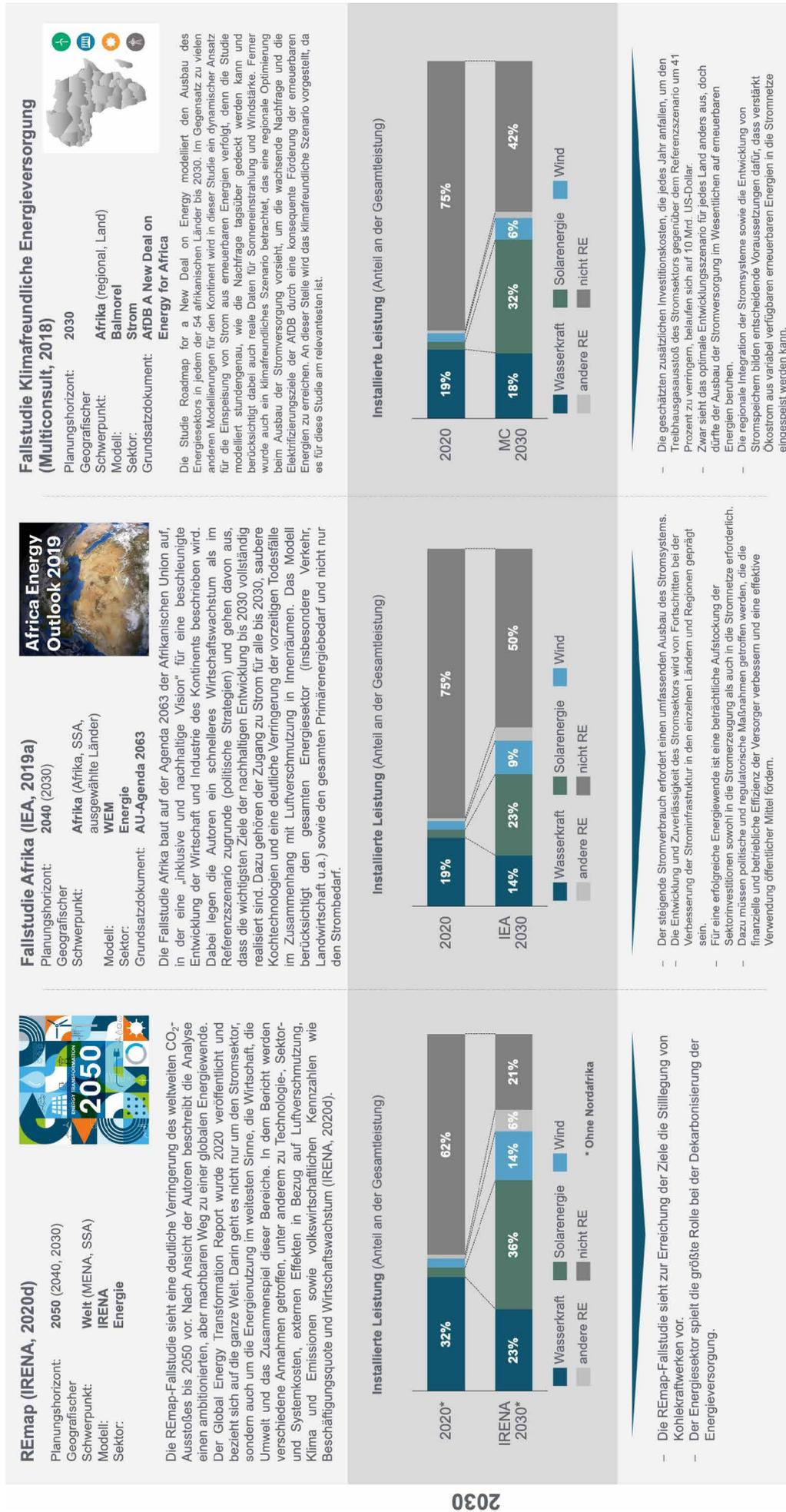
Die folgende Abbildung veranschaulicht das typische Zusammenspiel zwischen verschiedenen Grundlast- und Nicht-Grundlaststromerzeugern und zeigt, wie der Strombedarf im Tagesverlauf durch die verschiedenen Stromerzeugungstechnologien gedeckt wird. Die Grundlast wird durch Erdgas, Biomasse, Kohle oder Geothermie gedeckt, die die ersten 10.000 MW bereitstellen. Die Solarstromerzeugung deckt einen beträchtlichen Teil des tagsüber anfallenden Strombedarfs und bietet die Möglichkeit, Batterien zu laden (blau schraffierter Bereich) und Wasser in die Wasserreservoirs von Pumpspeicherkraftwerken zu pumpen. Batteriespeicher und Pumpspeicherkraftwerke wiederum werden abends zur Deckung der Lastspitzen eingesetzt – dies zeigt anschaulich, wie PV-Anlagen zusammen mit Speicherkraftwerken die abendlichen Bedarfsspitzen decken können.

Im zweiten Beispiel spielt dagegen die Kapazität von begrenzt verfügbaren Wasserkraftwerken eine Rolle. In der Abbildung ist dargestellt, dass der durch die Verstromung von fossilen Energieträgern (Erdgas) erzeugte Strom zur Deckung der Bedarfsspitzen am Abend ins Netz eingespeist wird. Da die Produktion aus Erdgaskraftwerken flexibel erhöht und verringert werden kann, ist es sinnvoll, damit untertägig auftretende Versorgungslücken zu schließen, wenn kein Strom aus erneuerbaren Energien zur Verfügung steht. Erdgaskraftwerke ermöglichen somit den Ausbau der erneuerbaren Energien: So kann der Anteil an nicht kontinuierlich zur Verfügung stehende EE-Kapazitäten nach und nach gesteigert werden, wobei Erdgaskraftwerke helfen, Engpässe in der Stromerzeugung zu überbrücken.



2.2.2 Analyse der vorhandenen Ausbauszenarien

Zwischen 2018 und 2020 wurden drei Studien zum Ausbau und zur Modernisierung der afrikanischen Energiesysteme mit einem Betrachtungshorizont bis 2030 und darüber hinaus veröffentlicht. In der folgenden Abbildung sind die wichtigsten Auswirkungen des relevantesten Szenarios aus jeder dieser Studien im Überblick dargestellt.



Hinweis: In diesem Überblick werden die Ausbauszenarien verschiedener Institutionen einander gegenübergestellt. Da diese mit unterschiedlichen Optimierungsmodellen, geographischen Schwerpunkten, Planungshorizonten und Sektoren arbeiten, lassen sich die dargestellten Ergebnisse nur eingeschränkt miteinander vergleichen. Die Gegenüberstellung soll vor allem veranschaulichen, wie groß die Bandbreite möglicher Ausbauszenarien ist.

Abbildung 27 – Überblick über die drei neuesten Ausbauszenarien für den afrikanischen Stromsektor

Die Querschnitterfahrungen aus den ausgewählten Ausbauszenarien für den gesamten Kontinent belegen, wie wichtig ein starker politischer Wille ist, wenn die afrikanischen Staaten eine flächendeckende Elektrifizierung erreichen und ihre Stromsektoren dekarbonisieren wollen. Die wichtigsten Erkenntnisse im Überblick:

- In keinem der Szenarien wird eine vollständige Dekarbonisierung der afrikanischen Elektrizitätssektoren verwirklicht. Es sind jedoch entschlossene politische Maßnahmen erforderlich, um die Energiesysteme möglichst weitgehend und reibungslos von fossilen Kapazitäten auf erneuerbare Energien umzustellen.
- Die derzeitigen Bemühungen um den Ausbau der Stromversorgung reichen nicht aus, um bis 2030 allen Afrikanerinnen und Afrikanern Zugang zu modernen Energiedienstleistungen zu verschaffen. Zur Erreichung dieses Ziels wären ein deutlicher Bruch mit dem Business-as-usual-Szenario sowie koordinierte Vorgehensweisen erforderlich.
- Das Wirtschaftswachstum könnte im Zusammenspiel mit einem universellen Zugang zu Strom dazu führen, dass sich die installierte Leistung in den afrikanischen Staaten zwischen 2020 und 2030 mehr als verdoppelt. Der größte Teil dieses Wachstums wird voraussichtlich auf erneuerbare Energien entfallen, was zeigt, dass EE-Technologien und Stromspeicherlösungen inzwischen wettbewerbsfähig sind. Die aktuellen regionalen Masterpläne (von denen viele veraltet sind und nicht fortlaufend aktualisiert bzw. in konkrete Strombeschaffungspläne umgesetzt werden) deuten jedoch darauf hin, dass der größte Teil des Ausbaus der Stromerzeugung mithilfe von fossilen Kraftwerken realisiert werden soll. Die sinkenden Kosten von EE-Anlagen, die Möglichkeiten der Stromspeicherung und andere Möglichkeiten, die einen flexiblen Einsatz von EE-Technologien ermöglichen, machen die erneuerbaren Technologien vielfach jedoch zur wirtschaftlichsten Lösung, auch wenn EE-Anlagen nicht kontinuierlich Strom liefern, so dass sie in geeigneter Weise ergänzt werden müssen. Die in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung angewendeten Kostenoptimierungsmodelle berücksichtigen allerdings nicht die strukturellen politischen Hürden und/oder Marktverzerrungen, die dem Einsatz, der Integration und dem schnellen Ausbau der erneuerbaren Energien in Afrika entgegenstehen. Diese Hindernisse reichen von hohen Anforderungen an Investoren und langwierigen Verfahren bis hin zu nicht kostendeckenden Stromtarifen sowie der massiven Subventionierung von fossilen Energieträgern. Da sich diese strukturellen Hürden überwinden lassen, können die erneuerbaren Energien den Energieträger Kohle beim Ausbau der afrikanischen Stromsektoren verdrängen.

- Erdgaskraftwerke bieten zahlreiche Vorteile und können insbesondere zur Abdeckung von Bedarfsspitzen und zum Lastausgleich eingesetzt werden. Deshalb werden Erdgaskraftwerke immer wichtiger, je weiter der Anteil der erneuerbaren Energien am Energiemix steigt. Zwar dürfte die Umstellung von Kohle auf Erdgas in naher Zukunft zum Rückgang des Treibhausgasausstoßes führen, doch würde die Errichtung neuer Gaskraftwerke die einzelnen Länder langfristig an eine auf fossile Energieträger ausgerichtete Infrastruktur binden. Diese Infrastrukturinvestitionen müssten sich über einen längeren Zeitraum amortisieren, in dem die erneuerbaren Energien voraussichtlich erheblich kostengünstiger werden.
- Zurzeit investieren mehrere afrikanische Länder in Kohle- und Gaskraftwerke, deren wirtschaftliche Nutzungsdauer weit über das Jahr 2050 hinausgeht. Viele dieser Investitionen müssen im Sinne einer klimafreundlichen Entwicklung auf den Prüfstand gestellt und hinterfragt werden, da sie zu „stranded assets“ werden und damit erhebliche Kosten verursachen könnten.
- Bei der Einführung von variablen erneuerbaren Energien sind zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit bestimmte grundlegende Technologien erforderlich. Außerdem müssen die Stromnetze modernisiert und ausgebaut, geeignete Geschäftsmodelle entwickelt und der Markt sowie der Systembetrieb so gestaltet werden, dass die Flexibilität des Gesamtsystems verbessert wird. Inwieweit es den afrikanischen Ländern gelingt, ihre Zukunft klimafreundlich zu gestalten, wird davon abhängen, ob große Fortschritte, Kostensenkungen und Größenvorteile beim Einsatz von grundlegenden Technologien wie beispielsweise Stromspeichern realisiert werden können.
- Insgesamt dürfte der in diesen Szenarien angenommene massive Ausbau der erneuerbaren Energien langfristig zu einem Rückgang der Stromsystemkosten führen. Darüber hinaus bieten die erneuerbaren Energien sektorexterne Vorteile wie eine geringere Umweltbelastung und eine höhere Versorgungssicherheit durch die geringere Abhängigkeit von fossilen Energieträgern.

2.2.3 Regionale Auswirkungen auf Elektrifizierung und klimafreundliche Entwicklung

Vor dem Hintergrund dieser drei Ausbauszenarien wird im folgenden Abschnitt skizziert, welche Auswirkungen politische Ziele auf eine flächendeckende Elektrifizierung und eine klimafreundliche Entwicklung in den fünf afrikanischen Regionen haben.¹⁴ Dazu wurde eine Studie von Multiconsult (2018) als Hauptbezugspunkt gewählt, wobei weitere Daten aus der Modellierung des Stromsektors durch die IRENA übernommen wurden.

¹⁴ **Ostafrika:** Äthiopien, Burundi, Dschibuti, Eritrea, Kenia, die Komoren, Ruanda, die Seychellen, Somalia, Südsudan, Sudan, Tansania und Uganda. **Südliches Afrika:** Angola, Botswana, Eswatini, Lesotho, Madagaskar, Malawi, Mauritius, Mosambik, Namibia, Südafrika, Sambia und Simbabwe. **Zentralafrika:** Äquatorialguinea, Demokratische Republik Kongo, Gabun, Kamerun, Kongo, São Tomé und Príncipe, Tschad und Zentralafrikanische Republik. **Nordafrika:** Ägypten, Algerien, Libyen, Marokko, Mauretanien und Tunesien. **Westafrika:** Benin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kap Verde, Liberia, Mali, Niger, Nigeria, Senegal, Sierra Leone und Togo.

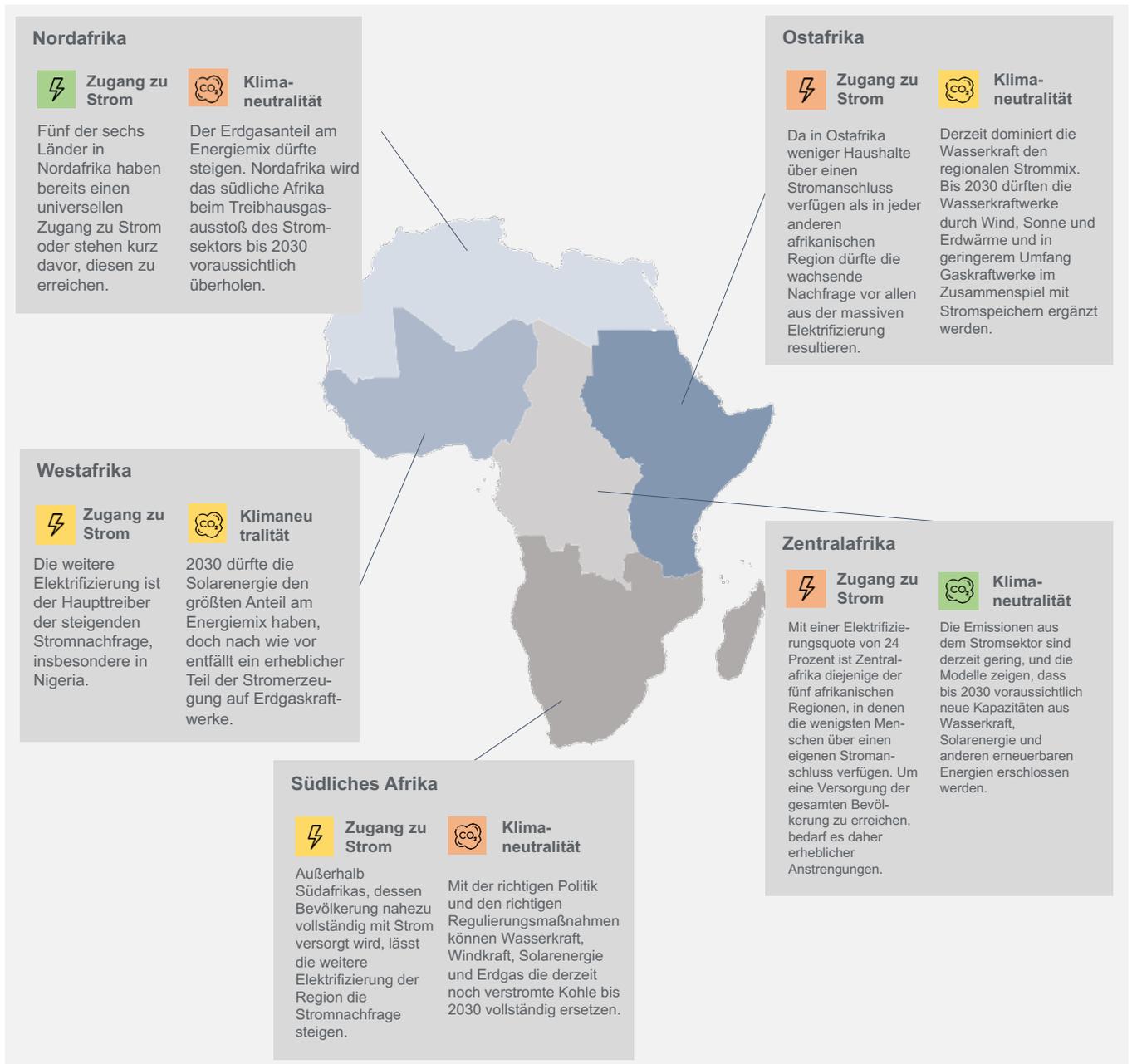


Abbildung 28 – Regionale Auswirkungen der drei Szenarien zum Ausbau des Stromsektors

Nordafrika: Erhebliche Investitionen in Solar- und Windenergie sowie die Erdgasverstromung

Ägypten, Algerien, Libyen, Marokko, Mauretanien und Tunesien

Prognosen zufolge wird sich der Strombedarf in Nordafrika zwischen 2018 und 2030 voraussichtlich verdoppeln. Da die Region bereits nahezu flächendeckend elektrifiziert ist, dürfte dieser Anstieg fast ausschließlich auf das Wirtschaftswachstum zurückzuführen sein.

Bis 2030 wird sich auch die installierte Leistung verdoppeln, denn es sind erhebliche Investitionen in PV-Anlagen und Erdgaskraftwerke geplant. Derzeit bauen die Länder Nordafrikas beträchtliche Kapazitäten zur Verstromung von Erdgas auf. Deshalb gehen Expertinnen und Experten davon aus, dass Nordafrika das südliche Afrika bis 2030 beim Treibhausgasausstoß aus der Stromerzeugung überholen wird. Um eine klimafreundliche Entwicklung zu erreichen, sollten nicht nur

PV-Anlagen errichtet, sondern auch die Windressourcen in den Küstenregionen genutzt werden. Angesichts der Tatsache, dass einige der derzeit im Bau befindlichen Kraftwerke eine wirtschaftliche Nutzungsdauer haben, die weit über 2050 hinausgeht, besteht die Gefahr, dass diese Kraftwerke den Bemühungen um eine klimafreundliche Zukunft zuwiderlaufen. Da sich die Verstromung von Erdgas mittelfristig verringern wird und das Potenzial für weitere Wasserkraftwerke begrenzt ist, gewinnen Energiespeichertechnologien und der Stromhandel zunehmend an Bedeutung.

„ Nordafrika wird das südliche Afrika beim Treibhausgasausstoß des Stromsektors bis 2030 voraussichtlich überholen.“

Die nordafrikanischen Stromnetze sind bereits recht gut miteinander verbunden, auch wenn der regionale Stromhandel bislang nur einen verhältnismäßig geringen Umgang aufweist. Daher dürften vor 2030 keine größeren Investitionen in Verbindungsleitungen erforderlich sein. Marokko gehört zu den Ländern, die derzeit prüfen, inwiefern grüner Wasserstoff sich als Energieträger der Zukunft für das Land eignet (marokkanische Regierung, 2020).

Westafrika: Starker Nachfrageanstieg und Ausbau verschiedener Stromerzeugungstechnologien bis 2030

Benin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kap Verde, Liberia, Mali, Niger, Nigeria, Senegal, Sierra Leone und Togo

Einschlägigen Prognosen zufolge wird die Stromnachfrage in Westafrika bis 2030 um mehr als 250 Prozent steigen. Dabei ist der Nachfrageschub zu einem großen Teil auf die Maßnahmen zur Elektrifizierung der Region zurückzuführen, wobei allein auf Nigeria 25 Prozent der neuen Stromanschlüsse entfallen, die gelegt werden müssen, um bis 2030 alle Bürgerinnen und Bürger des Landes mit Strom zu versorgen. Diese Zahlen verdeutlichen, dass der Ausbau der Stromversorgung und eine steigende Stromnachfrage einander bedingen. Wenn die Elektrifizierung hinter den Zielen zurückbleibt, werden insbesondere in Westafrika weniger Stromerzeugungsanlagen benötigt.

Allein auf Nigeria könnten 25 Prozent der neuen Stromanschlüsse entfallen, die gelegt werden müssen, um bis 2030 alle Bürgerinnen und Bürger des Landes mit Strom zu versorgen.

Expertinnen und Experten gehen davon aus, dass der wachsende Strombedarf durch erhebliche Investitionen in Erdgaskraftwerke, PV-Anlagen und Wasserkraftwerke gedeckt werden kann, so dass sich die installierte Leistung bis 2030 mehr als verdreifachen dürfte. Da die Kosten für PV-Module weiter sinken, wird sich die Photovoltaik bis 2030 voraussichtlich zu der Stromerzeugungstechnologie mit der größten installierten Leistung entwickeln. Dennoch können Erdgas, Stromspeicher und Wasserkraftwerke – insbesondere das 3.050 MW-Wasserkraftwerk in Mambilla (Nigeria), mit dessen Bau demnächst begonnen werden soll, – eine wichtige Rolle bei der Flexibilisierung der Stromerzeugung spielen. Im Sinne einer konsequenten Dekarbonisierung müssen die westafrikanischen Länder in ihren nationalen Klimastrategien jedoch auch die Stilllegung von Gaskraftwerken vorsehen.

Die Investitionen in die Stromerzeugung dürften durch eine Reihe neuer Verbindungsleitungen ergänzt werden, mit der die Länder der Region ihr Potenzial besser ausschöpfen, die Stromerzeugung diversifizieren und einen großen Anteil an erneuerbaren Energien erreichen können. Die länderspezifischen Modellen der IRENA in Bezug auf die nationalen Ziele für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Westafrika bestätigen die Schlussfolgerungen von Multiconsult (2018), insbesondere im Hinblick auf den Ausbau von Photovoltaik und Wasserkraft, die einander ergänzen, sowie in Bezug auf eine stärkere Vernetzung der nationalen Energiesysteme. Außerdem liefert die IRENA weitere Erkenntnisse über die Aussichten für Investitionen in erneuerbare Energien in bestimmten Ländern. So ge-

langen die Expertinnen und Experten der IRENA in den nationalen Szenarien zu dem Schluss, dass der größte Teil der neu entstehenden PV-Anlagen in Nigeria, Ghana und Côte d'Ivoire errichtet werden dürfte, weil diese Länder einen hohen Anteil an der gesamten Stromnachfrage der Region haben. In der relativen Betrachtung kleinere Länder mit besseren Voraussetzungen für die Solarstromerzeugung (d.h. mit einem durchschnittlichen Kapazitätsfaktor von >20 %), wie Guinea, Burkina Faso, Senegal und Mali, werden ebenfalls ihre Solarstromkapazitäten deutlich ausbauen müssen, um ihre nationalen Ziele zu erreichen. Aufgrund der Windverhältnisse in Westafrika sind Windkraftanlagen in dieser Region seltener. Kleinere, für das jeweilige Land jedoch wichtige Windressourcen finden sich vor allem in Senegal und Niger (IRENA, 2018a).

Zentralafrika: Deutlicher Ausbau der Stromnetzabdeckung und Erhöhung des EE-Anteils

Äquatorialguinea, Demokratische Republik Kongo, Gabun, Kamerun, Kongo, São Tomé und Príncipe, Tschad und Zentralafrikanische Republik.

In Zentralafrika beträgt die Zugangsrate zu Elektrizität lediglich 24 Prozent – so niedrig wie in keiner anderen Region Afrikas. Da die Stromübertragungsnetze in vielen zentralafrikanischen Ländern nicht allzu stark ausgebaut sind, ist damit zu rechnen, dass die zentralafrikanischen Länder bei der kurzfristigen Elektrifizierung weiterer Regionen auf die netzferne Stromerzeugung oder auf Minigrids setzen, bei denen der Strom jeweils aus erneuerbaren Energien erzeugt wird.

Derzeit befinden sich nur wenige Stromerzeugungsanlagen im Bau. Multiconsult (2018) geht davon aus, dass zur Deckung des steigenden Strombedarfs bereits 2025 erhebliche Neuinvestitionen erforderlich sein werden. Nur wenige Strommärkte in der Region sind derzeit in nennenswertem Umfang miteinander verbunden, weshalb Investitionen in neue Verbindungsleitungen für die Entwicklung einer integrierten, gut funktionierenden regionalen Stromversorgung von entscheidender Bedeutung sind. Bis 2030 wird die wirtschaftliche Optimierung der regionalen Stromerzeugungskapazitäten zu einer Vervielfachung der installierten Leistung führen. Dazu sollen vor allem Investitionen in große Laufwasserkraftwerke in der Demokratischen Republik Kongo und Kamerun sowie in PV-Anlagen (ergänzt um große Batteriespeicher) und Pumpspeicherkraftwerke getätigt werden. Diese Prognosen beruhen auf der Renewable Energy Roadmap for Central Africa der IRENA (IRENA, 2020e). Eine der größten Herausforderungen auf dem Weg in eine klimafreundliche Zukunft, besteht darin, Alternativen zu fossilen Energieträgern zu schaffen und unnötige Kosten zu vermeiden, die durch wirtschaftlich nicht sinnvolle Investitionen in fossile Kraftwerke verursacht werden. Dazu bedarf es nicht zuletzt der Zusammenarbeit der zuständigen Regulierungsbehörden, die neue Rahmenbedingungen und neue Betriebsstrategien entwickeln müssen. Außerdem gilt es, gut geplante Investitionen in Stromspeicher und grenzüberschreitende Verbindungsleistungen zu tätigen, damit die

Investitionen in neue Verbindungsleitungen sind für die Entwicklung eines integrierten, gut funktionierenden Strommarkts in Zentralafrika von entscheidender Bedeutung.

Stromnetze in dieser großen Region so flexibel werden, dass sie mit einem hohen Anteil von erneuerbaren Energien im Strommix zurechtkommen und einander stabilisieren können.

Ostafrika: Kurzfristige Stromüberschüsse gefolgt von erheblichen Investitionen in erneuerbare Energien

Äthiopien, Burundi, Dschibuti, Eritrea, Kenia, die Komoren, Ruanda, die Seychellen, Somalia, Südsudan, Sudan, Tansania und Uganda

Bis 2030 wird der netzgebundene Strombedarf in Ostafrika voraussichtlich um fast 250 Prozent steigen. Da in Ostafrika weniger private Haushalte über einen Stromanschluss verfügen als in jeder anderen afrikanischen Region dürfte die wachsende Nachfrage vor allen aus der massiven Elektrifizierung resultieren. Der größte absolute Nachfrageanstieg wird für Äthiopien, Kenia, Tansania und den Sudan erwartet. Dabei ist davon auszugehen, dass leistungsfähige netzferne Stromversorgungsanlagen und Minigrids zumindest kurz- bis mittelfristig einen wichtigen Beitrag zur Elektrifizierung leisten werden.

Während kurzfristig Stromüberschüsse anfallen, ist damit zu rechnen, dass die installierte Leistung bis 2030 massiv ausgebaut werden wird, wobei dem Zusammenspiel aus PV-Anlagen und großen Stromspeichern besondere Bedeutung zukommt. Da sich eine Reihe großer Wasserkraftwerke im Bau befinden, nicht zuletzt in Äthiopien, geht Multiconsult davon aus, dass in der Region bis 2025 fast 12.000 MW zugebaut werden, und zwar ausschließlich durch Kraftwerke und Anlagen, die sich Berichten zufolge bereits im Bau befinden. Damit hat Ostafrika die Chance, einen stark diversifizierten Strommix zu entwickeln, wenn bis 2030 in mehreren Ländern große Investitionen in PV-Anlagen und Batteriespeicher getätigt werden (sofern keine Pumpspeicherkraftwerke zur Verfügung stehen). Darüber hinaus sind einige neue Erdgaskraftwerke geplant, insbesondere in Tansania.

Bis 2025 wird sich die installierte Leistung in Ostafrika um fast 12 GW erhöhen, wobei dieser Zubau nahezu vollständig auf bereits laufenden Vorhaben beruht.

In einem unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimierten Ausbauszenario wird erwartet, dass die Energiesysteme in der Region bis 2030 weitgehend integriert sind, da im Rahmen der bereits laufenden Großprojekte eine etliche neue grenzüberschreitende Verbindungsleitungen geplant sind. Sofern die dafür notwendigen politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen gegeben sind, dürften sich die relativ isolierten Stromnetze der einzelnen ostafrikanischen Länder zu einem hochgradig vernetzten regionalen Stromsystem mit einem intensiven regionalen Stromhandel entwickeln.

Südliches Afrika: Langsame Entwicklung der Nachfrage und allmählicher Kohleausstieg

Angola, Botswana, Eswatini, Lesotho, Madagaskar, Malawi, Mauritius, Mosambik, Namibia, Südafrika, Sambia und Simbabwe

Prognosen zufolge wird die Stromnachfrage im südlichen Afrika bis 2030 um mehr als 55 Prozent steigen. Dieser im Vergleich zu anderen afrikanischen Regionen langsame Nachfrageanstieg ist auf die Erwartung zurückzuführen, dass die wirtschaftliche Entwicklung verhalten bleibt und die Energieintensität in Südafrika weiter abnimmt.

Fachleute gehen davon aus, dass der Ausbau der Stromerzeugung vor allem durch die Errichtung von neuen Gas- und Wasserkraftwerken, PV-Anlagen und Windparks realisiert werden wird. Die IRENA erwartet für das Jahr 2030 einen Anteil der Photovoltaik an der gesamten installierten Leistung von 20 bis 25 Prozent. Sofern es gelingt, die strukturellen Hürden zu überwinden, die derzeit Investitionen in erneuerbare Energien entgegenstehen, ist davon auszugehen, dass fossile Energieträger bis 2050 weitgehend aus der Stromerzeugung verschwunden sein werden. Einige der derzeit im Bau befindlichen Kohlekraftwerke könnten jedoch auch dann noch am Netz sein. Sofern der Klimawandel keine wesentlichen negativen Auswirkungen auf die Wassermenge im Sambesi-Fluss hat, dürften die vorhandenen Staudämme in Sambia und Simbabwe für die gesamte Region als Energiespeicher dienen und eine flexible Steuerung der Stromversorgung in der gesamten Region ermöglichen.

Fachleute gehen davon aus, dass der Ausbau der Stromerzeugung vor allem durch die Errichtung von neuen Gas- und Wasserkraftwerken, PV-Anlagen und Windparks realisiert werden wird.

Die Stromsektoren der Länder im südlichen Afrika sind bereits recht gut integriert, und die gesamte Region, insbesondere einige der kleineren Länder, profitiert vom Stromhandel im Southern African Power Pool. Derzeit wird geprüft, ob Investitionen in weitere Verbindungsleitungen sinnvoll sind, da die vorhandene physische Handelskapazität zu einem großen Teil durch langfristige bilaterale Handelsverträge gebunden ist, so dass nur geringe Kapazitäten für den Day-Ahead-Handel oder zusätzliche regionale Strombörsen zur Verfügung stehen. Bei einer Erhöhung der Kapazitäten und mehr Verbindungsleitungen für den Stromhandel könnte Strom aus Gebieten mit hochwertigen, kostengünstigen erneuerbaren Energiequellen effizienter verteilt werden, um den Strombedarf in anderen Gebieten zu decken. Im folgenden Exkurs wird im Detail auf grenzüberschreitende Synergien eingegangen, die durch die Integration der Stromnetze in der Region erschlossen werden können.

Exkurs

Der Africa Clean Energy Corridor: Potenziale und Aussichten für variable erneuerbare Energien im südlichen und östlichen Afrika

In ihren jüngsten Arbeiten (demnächst veröffentlicht, 2020) stellt die IRENA konkrete Informationen über die Aussichten für EE-Projekte im östlichen und südlichen Afrika bereit, die zusammen als Africa Clean Energy Corridor (ACEC) bezeichnet werden. Die IRENA hat die Power Pools in Afrika unterstützt und einen Beitrag zur regionalen Koordination und Planung von Power Pools geleistet (z.B. durch die Aktualisierung entsprechender Masterpläne). Im Rahmen des ACEC unterstützt die IRENA den Southern African Power Pool (SAPP) und den East African Power Pool (EAPP) und fördert das Ziel, einen Nord-Süd-Stromübertragungskorridor zu errichten. Der ACEC gehören 21 kontinentale Länder des SAPP und des EAPP an, nämlich Angola, Botswana, Burundi, die Demokratische Republik Kongo, Dschibuti, Ägypten, Äthiopien, Eswatini, Kenia, Lesotho, Malawi, Mosambik, Namibia, Ruanda, Südafrika, der Südsudan, der Sudan, Tansania, Uganda, Sambia und Simbabwe.

In der jüngsten Analyse der IRENA zu den Stromsektoren dieser Regionen werden die Möglichkeiten für Investitionen in erneuerbare Energien bis 2040 bewertet, wobei der Schwerpunkt auf Photovoltaik und Windkraft liegt. Die Verfasser der Analyse verwenden ein von der IRENA entwickeltes Modell zur Erweiterung der Stromerzeugungs- und Stromübertragungskapazitäten. Dieses wird mit einer auf Zonen beruhenden Analyse kombiniert, das die IRENA zusammen mit dem Lawrence Berkeley National Laboratory 2015 entwickelt hat (IRENA, 2015b). Anhand dieser Analyse hat die IRENA die Wirtschaftlichkeit von Standorten für Stromerzeugungsanlagen beurteilt.

Dabei wurden die langfristigen Entwicklungsbedarfe der Energiesysteme sowohl auf Länderebene als auch auf Ebene der Teilregionen berücksichtigt. Außerdem wurden verschiedene Investitionsrisiken in den Blick genommen, darunter die Auswirkungen des Klimawandels (d.h. zu wenig Wasser für Wasserkraft- und Stromspeicherkraftwerke) und unzureichende Fortschritte beim Bau neuer Verbindungsleitungen.

Diese Analysen werden in gezielte Empfehlungen für potenzielle Stromerzeugungs- und Stromübertragungsprojekte von regionaler Bedeutung überführt.

Kostengünstige EE-Projekte sind geographisch verteilt

Da die Länder im ACEC über hervorragend und geographisch stark diversifizierte EE-Ressourcen verfügen, können Photovoltaik und Windkraft im gesamten Energiekorridor genutzt werden, vor allem in Ägypten und Südafrika, zwei Ländern, in denen zahlreiche Standorte auf ihre Eignung für die Errichtung von PV- bzw. Windkraftanlagen untersucht werden. In der Abbildung unten sind die möglichen Standorte für PV- und Windkraftanlagen im Jahr 2040 einschließlich der jeweiligen installierten Leistung dargestellt. Jeder Kreis steht für ein bestimmtes Gebiet, das sich gemäß der IRENA-Analyse für EE-Anlagen eignet. Die Zahlen geben die potenziell mögliche installierte Leistung (Schätzwert) für das jeweilige Gebiet an. Die Abbildung zeigt, dass jedes Land Möglichkeiten zur Erzeugung von Ökostrom hat. Wird ein höherer EE-Anteil angestrebt, wären dafür ein zusätzlicher Ausbau der Solarstromerzeugung in Südafrika sowie weitere Windparks in Ägypten, Äthiopien, Tansania, Simbabwe, Sambia, Mosambik und Malawi erforderlich.

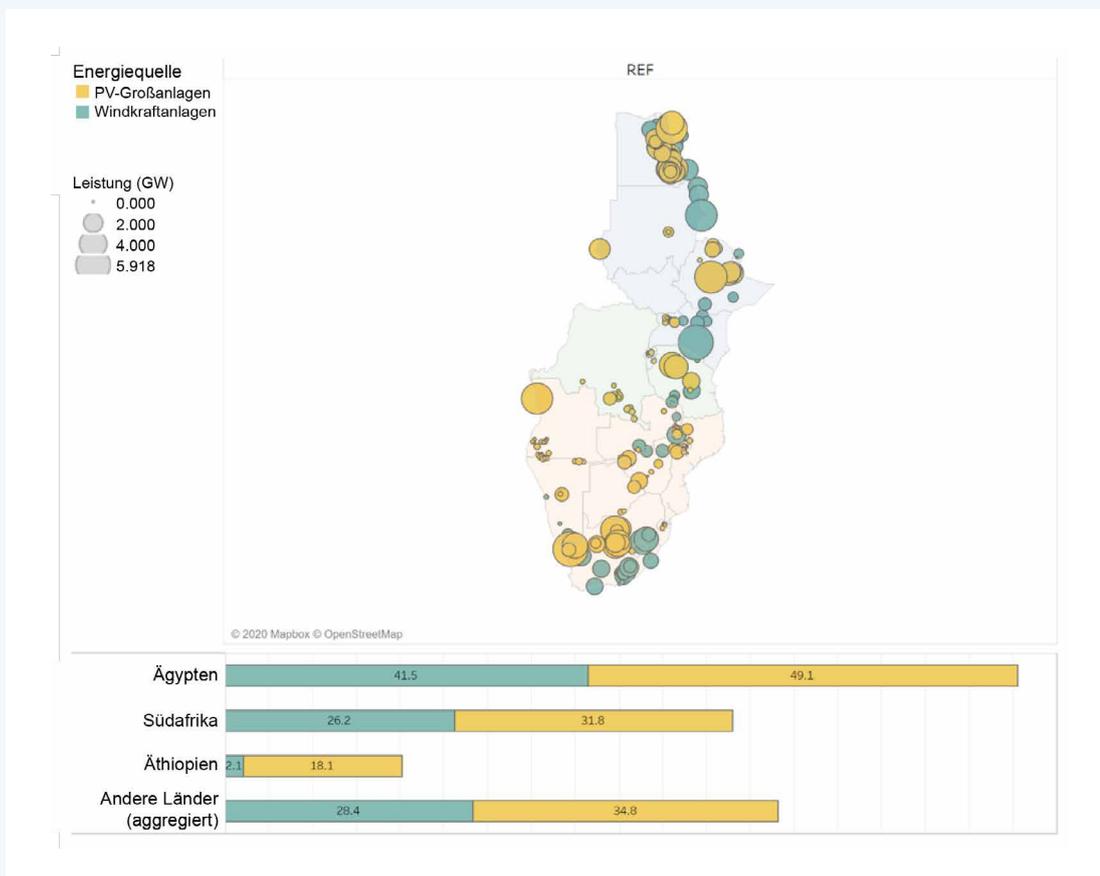


Abbildung 29 – Potenzial für Strom aus Sonne und Wind im Jahr 2040 gemäß dem Referenzszenario der IRENA

Regionale Integration zur Nutzung von Synergien und Förderung einer flexiblen Stromerzeugung

Durch den Ausbau der grenzüberschreitenden Verbindungen ist die Stromerzeugung im Laufe der Jahre kostengünstiger geworden, weil es dadurch zunehmend möglich war, Strom aus Anlagen bzw. von Orten zu beziehen, wo er gerade günstig erzeugt werden konnte. Außerdem konnten die Erzeugungskapazitäten durch die Vernetzung der Energiesysteme grenzüberschreitend gebündelt werden. Dadurch können Stromangebot und -nachfrage auch bei variabler Stromerzeugung besser zum Ausgleich gebracht werden. So lassen sich beispielsweise Wasserkraftwerke flexibel zuschalten, um die für andere erneuerbare Energiequellen typische Variabilität in der Stromerzeugung auszugleichen. Wenn die Stromerzeugungsmöglichkeiten der verschiedenen Länder einander ergänzen, kann dies zur gegenseitigen Stabilisierung der Stromversorgung genutzt werden. Dazu wird der Strom gehandelt, wozu es jedoch grenzüberschreitender Stromleitungen bedarf. Soweit die Stromübertragungsnetze und die installierte Leistung

ausreichen, kann ein Land mit sehr guten Möglichkeiten zur Erzeugung von Strom aus Wasserkraft tagsüber Solarstrom einführen und nachts seinen durch Wasserkraftwerke erzeugten Strom ausführen.

Ein gutes Beispiel dafür ist die Verbindung zwischen der Demokratischen Republik Kongo und Ruanda. Die nachstehende Abbildung zeigt eine von der IRENA durchgeführte Analyse der stündlichen Stromerzeugungs- und Stromübertragungsraten für jedes Land für die Jahre 2020, 2030 und 2040. Außerdem wird dargestellt, wie viel Strom Ruanda pro Stunde einführt. Durch den Ausbau der Stromübertragungskapazitäten in den nächsten Jahren können große Mengen an Strom aus Wasserkraft nach Ruanda exportiert werden, wenn nachts eine Versorgungslücke besteht, weil die inländischen PV-Anlagen keinen Strom liefern.



Abbildung 30 – Stündliche Stromerzeugungs- und Stromübertragungsraten für die Demokratische Republik Kongo und Ruanda in den Jahren 2020, 2030 und 2040 (Saison 2 von Mai bis August) gemäß der Analyse der IRENA

Genauere Daten, Modelle und Analysen können Investitionen in besonders attraktive Standorte für EE-Anlagen unterstützen

Zwar sind sich die Verfasser vieler Studien darin einig, dass erneuerbare Energien wie Photovoltaik und Windkraft in Afrika erheblich ausgebaut werden können, doch bedarf es genauer Standortanalysen, um herauszufinden, welche Standorte sich aufgrund ihrer Sonnen- und Windintensität für die Errichtung von PV- bzw. Windkraftanlagen tatsächlich eignen. Es stehen zunehmend detaillierte Daten in Geographischen Informationssystemen zur Verfügung, mit denen derartige Analysen durchgeführt werden können. In ihren regionalen Modellen nutzt die IRENA diese Daten, um eine Liste mit potenziell attraktiven Standorten für PV- und Windkraftanlagen zu erstellen. Damit ist eine wesentlich genauere Darstellung möglich

als früher. In der Abbildung unten sind beispielhaft neun Gebiete dargestellt, die sich für die Errichtung von EE-Anlagen eignen. Außerdem verdeutlicht die Abbildung, dass die räumlichen Gegebenheiten in Bezug auf Sonneneinstrahlung und Windintensität dazu beitragen können, auch übergeordnete Potenzialstudien durch ortsspezifische Daten zu konkretisieren. Derartige gebietsbasierte Analysen können die Entwicklung von politischen Maßnahmen und Investitionsprogrammen (im Rahmen von Auktionen) entscheidend unterstützen, sobald die afrikanischen Länder tatsächlich mit der Umsetzung ihrer langfristigen Pläne für den Ausbau der erneuerbaren Energien beginnen

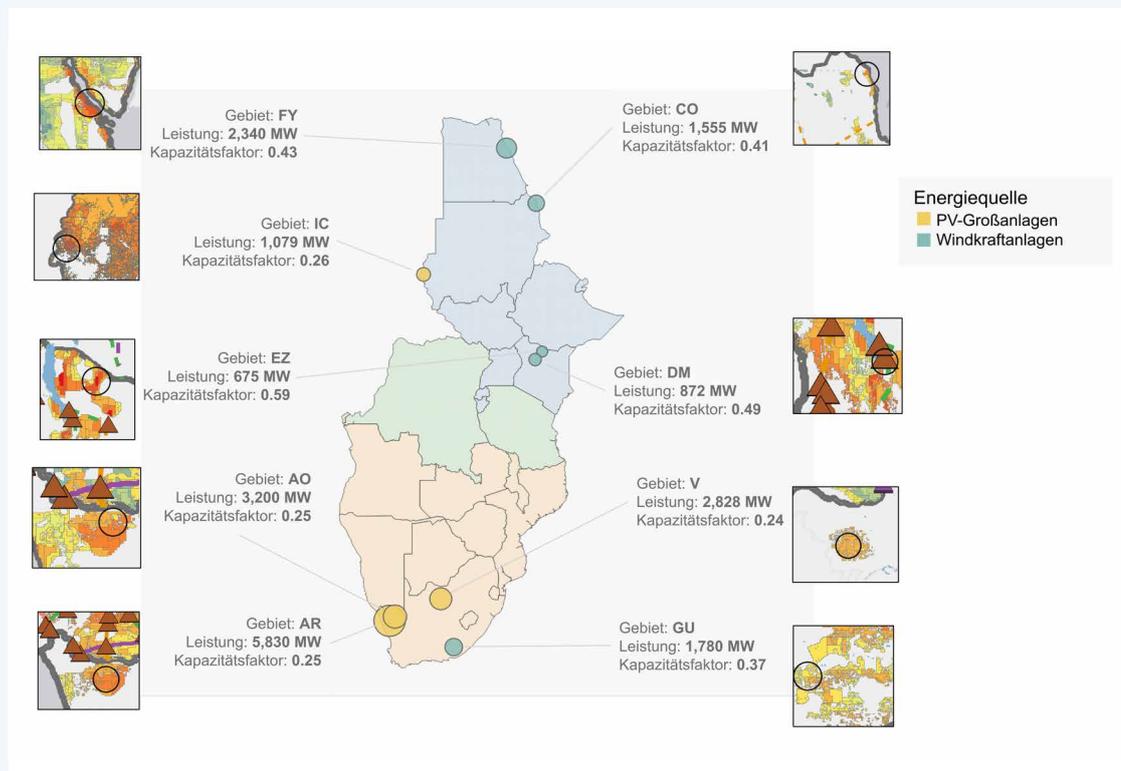


Abbildung 31 – Neun Gebiete, die als Standorte für EE-Anlagen in Frage kommen

2.2.4 Investitionsbedarf – Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein?

In den drei kontinentweiten Analysen von IEA, IRENA und Multiconsult wird darauf hingewiesen, dass in den nächsten Jahren erhebliche Investitionen in den Stromsektor getätigt werden müssen, wenn das Ziel einer ebenso zuverlässigen wie nachhaltigen Energieversorgung verwirklicht werden soll. Die Verfasser der Analysen gelangen zu dem Schluss, dass **sich das durchschnittliche jährliche Investitionsvolumen bis 2030 von derzeit rund 30 Mrd. US-Dollar (IEA, 2019; 192) auf 40 bis 65 Mrd. US-Dollar verdoppeln muss**. Das bedeutet, dass die Investitionen sofort hochgefahren und bis zum Ende dieses Jahrzehnts über dieses Niveau hinaus steigen müssen, denn laut den Modellen der IEA und der IRENA werden zwischen 2030 und 2050 in jedem Jahr durchschnittlich Investitionen in Höhe von 80 bis 120 Mrd. US-Dollar erforderlich sein.

Zu beachten ist jedoch, dass in allen drei Analysen – wenn auch in unterschiedlichem Maße – davon ausgegangen wird, dass bis zur Jahrhundertmitte ein Teil des in Afrika verbrauchten Stroms nach wie vor aus fossilen Energieträgern stammen wird. Um die Stromversorgung vollständig klimaneutral zu gestalten, wären daher noch größere Investitionen notwendig, als in den drei Analysen geschätzt wurde. Allerdings darf der Investitionsbedarf nicht isoliert von der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung und den sozialen Erfordernissen betrachtet werden. Die Investitionen in die Energiewende werden voraussichtlich einen erheblichen sozioökonomischen Nutzen bringen. So kann damit gerechnet werden, dass für jeden investierten US-Dollar drei bis acht US-Dollar eingenommen werden. Eine nachhaltige Stromversorgung würde Arbeitsplätze schaffen, Impulse für die industrielle Entwicklung geben, die Gesundheit und die Wohlfahrt der Bevölkerung verbessern und Vorteile für die Umwelt bringen.

	Fallstudie Afrika IEA	REmap IRENA (Ausgabe 2019)	Fallstudie Klimafreundliche Energieversorgung Multiconsult
Zieljahr	2040	2050	2030
Zugrunde liegendes Strategiedokument	Agenda 2063 Afrikanische Union	-	New Deal on Energy for Africa AfDB
Nachteile	Keine Fokussierung auf eine klimafreundliche Entwicklung	Nordafrika wird nicht berücksichtigt	Reicht nur bis 2030
Strombedarf/Stromerzeugung	2.740 TWh/Jahr (1.662 TWh/Jahr in 2030) Stromerzeugung	3.561 TWh/Jahr in 2050 (1.815 TWh/Jahr in 2040; 687 TWh/Jahr in 2030) (nur Subsahara-Afrika)	1.393 TWh/Jahr in 2030 (nur Netzstrom ohne Verluste)
Installierte Leistung	924 GW (550 GW in 2030)	1.093 GW (570 GW in 2040; 241 GW in 2030)	462 GW
Photovoltaik	316 GW (124 GW in 2030)	548 GW (50%) (255 GW in 2040; 79 GW in 2030)	147 GW
Wasserkraft	117 GW (77 GW in 2030)	108 GW (10%) (95 GW in 2040; 55 GW in 2030)	84 GW
Windkraft	94 GW (51 GW in 2030)	314 GW (29%) (131 GW in 2040; 33 GW in 2030)	28 GW
Sonstige erneuerbare Energien	52 GW (21 GW in 2030)	81 GW (7%) (44 GW in 2040; 24 GW in 2030)	8 GW
Fossile Energieträger (einschließlich Atomkraft)	328 GW (272 GW in 2030)	42 GW (4%) (45 GW in 2040; 51 GW in 2030)	195 GW
Elektrifizierung	100 %-ige Elektrifizierung bis 2030 (Annahme)	k. A.	100 %-ige Elektrifizierung bis 2030 (Annahme)
Emissionen	567 MtCO ₂ (536 MtCO ₂ in 2030)	50 MtCO ₂ in 2050 (127 MtCO ₂ in 2040; 180 MtCO ₂ in 2030) (nur Subsahara-Afrika)	343 MtCO ₂ in 2030 durch die Stromerzeugung (im Vergleich zu 578 MtCO ₂ im Referenzszenario)
Investitionsbedarf	120 Mrd. US-Dollar/Jahr (einschl. Investitionen in Stromnetze und Stromerzeugungsanlagen) Insgesamt 2.600 Mrd. US-Dollar bis 2040	1.892 Mrd. US-Dollar (einschl. Investitionen in Stromnetze und Stromerzeugungsanlagen) 3.681 Mrd. US-Dollar (mit Investitionen in den Verkehr, die Elektrifizierung der Wärmeversor- gung, Energieeffizienzmaßnahmen sowie die CO ₂ -Abscheidung und -speicherung)	40 Mrd. US-Dollar/Jahr (netzferne Stromerzeugung, Minigrids, Stromnetze, Verbindungsleitungen und Stromerzeugung) Insgesamt 480 Mrd. US-Dollar bis 2030

Mit Blick auf das Jahr 2050 steht bei den derzeitigen Investitionen die Notwendigkeit einer flächendeckenden Elektrifizierung im Vordergrund. Ab 2030 dürfte dagegen die Deckung des steigenden Strombedarfs zum Investitionstreiber werden. Diese Entwicklung hat bestimmte Konsequenzen für Investoren und politisch Verantwortliche. Erstens sind beträchtliche private und öffentliche Investitionen in die Stromerzeugung, -übertragung und -verteilung zu erwarten, um bis 2030 alle Bürgerinnen und Bürger mit Strom zu versorgen. Der Ausbau der afrikanischen Stromsysteme dürfte in Verbindung mit einer erfolgreichen Sektorreform dazu beitragen, das Wirtschaftswachstum und die Stromnachfrage anzukurbeln. Dies würde schließlich zu einer weiteren Industrialisierung und steigenden Einkommen führen; dadurch könnten die Investitionen zunehmend von finanziell gesunden Versorgungsunternehmen getätigt werden. Zweitens müssen die afrikanischen Länder es vermeiden, zur Deckung der schnell wachsenden Nachfrage auf die Verstromung von fossilen Energieträgern zu setzen, da die entsprechenden fossilen Kraftwerke zu „stranded assets“ zu werden drohen.

Die notwendige Steigerung der öffentlichen und privaten Investitionen kann nur erreicht werden, **wenn die Sektorreformen konsequent fortgesetzt werden und ein wirtschaftlicher und finanziell tragfähiger Betrieb der Stromversorgungssysteme gewährleistet ist.** Dazu bedarf es unter anderem nachhaltiger, koordinierter Anstrengungen zur Einführung von kostendeckenden Strompreisen, einer effektiven Investitionsplanung und Sektororganisation, kompetenter Institutionen sowie effizienter, kreditwürdiger Versorgungsunternehmen. Ferner sind klare und umfassende politische Rahmenbedingungen notwendig, mit denen Anreize für Investitionen in die Energiewende gesetzt werden. Darüber hinaus sollten sich die Investitionspläne und -strategien an den Energiezielen orientieren, die das jeweilige Land in seinen NDCs festgelegt hat. Wenn die afrikanischen Länder in diesen Punkten Fortschritte erzielen, wird dadurch zweifellos weiteres Kapital mobilisiert.

Die jedes Jahr erforderlichen Investitionen sind zwar beträchtlich, aber nicht unrealistisch hoch angesetzt. Mit gezielten und gut aufeinander abgestimmten politischen Maßnahmen dürfte es gelingen, internationale Investoren zu gewinnen, da globales Kapital zunehmend für Investitionen in umwelt- und klimafreundliche Technologien zur Verfügung steht. Außerdem sind die Kosten für EE-Technologien in den letzten zehn Jahren deutlich gesunken. Zusammen mit dem technischen Fortschritt, nicht zuletzt durch Sprunginnovationen, besteht eine realistische Chance, dass der tatsächlich erforderliche Investitionsbedarf geringer ist, als derzeit erwartet wird. So können Effizienzsteigerungen von der Haushaltsebene bis zur Ebene des gesamten Kontinents dazu führen, dass der Investitionsbedarf niedriger ausfällt. Die politischen Entscheidungsträger haben die Möglichkeit, die Anforderungen durch eine Planung der weiteren Elektrifizierung, die Integration von Märkten sowie Anreize für Energieeffizienzmaßnahmen aktiv zu beeinflussen und müssen den Ist-Zustand keinesfalls als gegeben hinnehmen. Dabei ist ein koordiniertes Vorgehen erforderlich, um die Investitionen zu steigern und um sicherzustellen, dass der Kontinent den größtmöglichen Nutzen aus den Investitionen zieht.

Eine letzte politische Überlegung bezieht sich auf das Tempo der Energiewende hin zu einer klimaneutralen Zukunft. Der Weiterbetrieb der derzeit eingesetzten fossilen Kraftwerke sowie Investitionen in neue Gaskraftwerke stellen derzeit in vielen Ländern und Regionen die kostengünstigste Möglichkeit einer flächendeckenden Elektrifizierung dar. Wie bereits dargelegt, ist jedoch davon auszugehen, dass die sinkenden Kosten für EE-Technologien, Sprunginnovationen und der laufende technische Fortschritt dazu beitragen werden, dass die Kosten für die Energiewende durch einen geringeren Gesamtinvestitionsbedarf ausgeglichen werden. Eine vollständige Abkehr von fossilen Energieträgern muss jedoch sorgfältig geplant und gerecht und ausgewogen gestaltet werden. Die NDCs sowie die langfristigen Strategien bieten eine geeignete Plattform für die Festlegung und Erörterung von Zielen und politischen Maßnahmen, da sich die tatsächlichen Kosten für erneuerbare Energielösungen im Laufe der Zeit ändern.

Politische Maßnahmen und Investitionen in den afrikanischen Energiesektor bieten die Möglichkeit, einen umfassenden Strukturwandel zu unterstützen und nationale und regionale Strategien zum Umbau des Energiesektors zu fördern. Dieser Transformationsprozess stellt einen entscheidenden Schritt beim Aufbau von resilienten Volkswirtschaften und Gesellschaften dar. Um sämtliche Auswirkungen der Energiewende zu erfassen und dafür zu sorgen, dass sie zügig vorangetrieben und gerecht gestaltet wird, muss der Energiesektor als fester Bestandteil der Gesamtwirtschaft betrachtet werden. Schätzungen der IRENA zufolge werden durch jede Million US-Dollar, die in erneuerbare Energien oder die Flexibilisierung der Stromversorgung investiert werden, mindestens 25 Arbeitsplätze geschaffen. Durch jede Million US-Dollar, die in Maßnahmen zur Effizienzsteigerung fließt, entstehen immerhin 10 Arbeitsplätze (IRENA 2020h). Das bedeutet, dass durch Investitionen in die Energiewende pro Million US-Dollar fast dreimal so viele Arbeitsplätze entstehen wie bei Investitionen in die Verstromung von fossilen Energieträgern. Darüber hinaus können durch eine vorausschauende Industriepolitik und entsprechende Investitionen weitere umwelt- und klimafreundliche Branchen entstehen. Inwieweit diese Vorteile realisiert werden können, hängt davon ab, ob das jeweilige Land in der Lage ist, seine eigenen Industriekapazitäten zu nutzen und auszubauen. Außerdem müssen die Lieferketten gestärkt, bedarfsgerechte Bildungs- und Ausbildungsprogramme aufgebaut und geeignete arbeitsmarktpolitische Maßnahmen getroffen werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass zur Verwirklichung des Ziels einer umfassenden Stromversorgung für alle Bürgerinnen und Bürger die Investitionsmittel aus öffentlichen und privaten Quellen unverzüglich aufgestockt werden müssen, um das derzeitige Investitionsvolumen bis 2030 zu verdoppeln und danach eine weitere Verdopplung zu erreichen. Die sinkenden Preise für erneuerbare Energien sowie koordinierte politische Maßnahmen auf nationaler, regionaler und kontinentaler Ebene, die durch eine effektive Nord-Süd-Partnerschaft unterstützt werden, können zu einer Verringerung des Gesamtinvestitionsbedarfs beitragen. Im Rahmen einer gerechten Energiewende und einer nachhaltigen Entwicklung für Afrika besteht die Möglichkeit, das Prinzip der Wirtschaftlichkeit mit dem internationalen Engagement für eine nachhaltige Entwicklung auf der Grundlage von erneuerbaren Energien zu verbinden.



3 Umsetzung der Energiewende in Afrika

Afrika verfügt über eine große Menge an erneuerbaren Energiequellen und ist daher gut aufgestellt, um den Energiebedarf seiner wachsenden Bevölkerung und Volkswirtschaften mit sauberem und bezahlbarem Strom zu decken. In den vorherigen Abschnitten wurden eine Reihe allgemeiner struktureller Hindernisse für die Energiewende in den Stromsektoren zahlreicher afrikanischer Länder aufgezeigt. Dazu gehören: i) Kapazitätsmängel in wichtigen Institutionen, die zu Planungs- und Managementschwächen in der Energiewirtschaft führen; ii) ein schwacher oder fehlender Rechts- und Regulierungsrahmen, wodurch privatwirtschaftliche Investitionen in erneuerbare Energien teuer und in manchen Fällen unwirtschaftlich sind; iii) Stromnetze mit hohen Verlustraten und einer begrenzten Kapazität zur Aufnahme variabler Strommengen aus erneuerbaren Energiequellen; iv) in einigen Fällen hohe Kosten für dezentrale Lösungen wie Minigrids; und v) nicht nachhaltig wirtschaftende Netzanbieter und Dienstleister (z. B. Versorgungsunternehmen und Minigrid-Betreiber), die nicht in der Lage sind bzw. keinen Anreiz haben, den Zugang zum Stromnetz auszubauen, die erforderliche Wartung durchzuführen oder in eine garantierte Stromversorgung zu investieren. Vor diesem Hintergrund ist ein gemeinschaftliches Vorgehen der afrikanischen Länder und panafrikanischen Institutionen mit Unterstützung durch die Entwicklungspartner erforderlich, um die strukturellen Hürden zu überwinden und den Zugang zu Energie für alle sowie die Dekarbonisierung Wirklichkeit werden zu lassen.

Allerdings ist die sozioökonomische Ausgangslage in jedem Land anders, und jedes Land verfolgt andere politische Ziele, so dass die Energiewende überall unterschiedliche Formen annehmen dürfte. Wie schnell der Transformationsprozess tatsächlich fortschreitet und wohin er führt, ist auch von der

derzeitigen Abhängigkeit der Länder von fossilen Energieträgern, dem aktuellen Niveau der industriellen Produktivität, den künftig verfügbaren Technologien sowie der Tiefe und dem Diversifizierungsgrad der inländischen Lieferketten abhängig (IRENA, 2020d). Zu den weiteren relevanten Faktoren zählen die regionalen und nationalen Pläne für die Energiewende, die institutionellen Strukturen, Kapazitäten und politischen Ziele sowie der politische Wille und das Engagement, um die systemische Opposition gegen Reformbemühungen zu überwinden, mit der sich die Volkswirtschaften konfrontiert sehen. Daher erfordern die Umsetzung eines Zugangs zu Energie für alle bis 2030 sowie die Dekarbonisierung der afrikanischen Stromsektoren gemäß den Zielen des Pariser Klimaabkommens bis 2050 eine differenzierte Vorgehensweise. In diesem Abschnitt werden verschiedene Möglichkeiten betrachtet, wie die Entwicklungspartner die afrikanischen Länder dabei unterstützen können, ihre differenzierten Strategien für einen Zugang zu verlässlicher Energie für alle und eine klimafreundliche Zukunft zu verfolgen.

3.1 Wichtige Faktoren für die Energiewende

Ausgehend von den oben dargestellten strukturellen Hürden, werden in der folgenden Abbildung sieben wichtige Faktoren für die Energiewende dargestellt, die vorliegen sollten, damit die afrikanischen Länder bis 2050 für alle Bürgerinnen und Bürger einen Zugang zu modernen Energiedienstleistungen bereitstellen und resiliente, zeitgemäße, dekarbonisierte Stromsektoren aufbauen können.

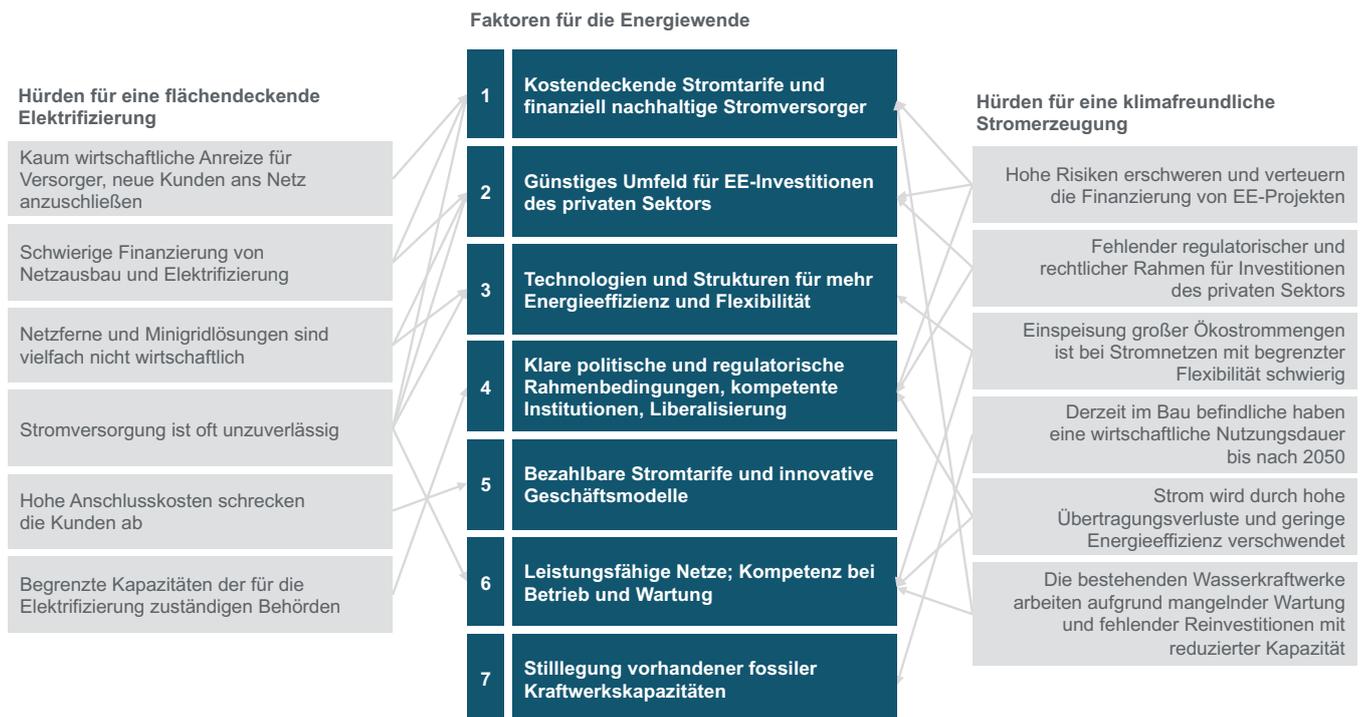
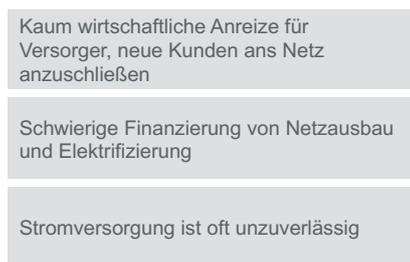


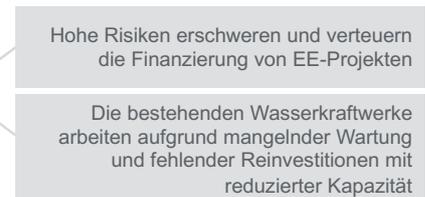
Abbildung 32 – Hürden und wichtige Faktoren für die Energiewende in Afrika

3.1.1 Kostendeckende Strompreise und nachhaltig wirtschaftende Dienstleister

Hürden für eine flächendeckende Elektrifizierung



Hürden für eine klimafreundliche Stromerzeugung



Die Strompreise liegen in den meisten afrikanischen Ländern unterhalb des Kostenniveaus, d.h. sie reichen nicht aus, um die tatsächlichen Kosten für Erzeugung, Transport und Verteilung des Stroms an die Verbraucher zu decken. Die Dienstleister (in den meisten Fällen Versorgungsunternehmen) erhalten selten einen vollständigen Ausgleich für die fehlenden Einnahmen. Dies hat verschiedene negative Auswirkungen; dazu zählen insbesondere folgende:

- **Mangelnde Anreize und fehlende Finanzmittel für die Anbindung neuer Kunden.** Wenn Versorgungsunternehmen mit jeder verkauften Kilowattstunde Strom Verluste erwirtschaften, besteht nur ein geringer finanzieller Anreiz, neue Kunden an das Netz anzubinden. Das gilt besonders für ärmere Haushalte mit einem üblicherweise geringen Verbrauch. Außerdem stehen ihnen weniger Mittel für den Netzausbau zur Verfügung. Das bedeutet, dass weniger Verbraucher die Stromversorgung nutzen können. Obwohl günstigen Strompreisen häufig die legitime Absicht zu Grunde liegt, die Stromversorgung bezahlbar zu machen, ist zu beachten, dass Menschen ohne Zugang zur allgemeinen Stromversorgung – oft die Ärmsten der Armen – auf teure und häufig umweltschädliche Alternativen wie Kerosin zurückgreifen müssen.
- **Zu geringe Investitionen in Stromerzeugung und Stromnetze.** Die unterfinanzierten Versorger verfügen oft nicht über die nötigen Einnahmen, um in die Modernisierung und Instandhaltung ihrer Netze zu investieren. Im Laufe der Zeit führt dies zu einer schlechten und unzuverlässigen Stromversorgung.

- **Hohes Abnehmerisiko.** Für private Stromerzeuger in Afrika sind die einzigen potenziellen Kunden meist die nationalen Versorgungsunternehmen. Wenn die unabhängigen Stromerzeuger befürchten, dass die Versorgungsunternehmen nicht für den Strom zahlen können, wird es für sie schwierig und kostspielig, das notwendige Fremd- und Eigenkapital aufzubringen. In vielen Fällen verhindert dieses Risiko sogar Investitionen, die ansonsten durchaus wirtschaftlich sinnvoll wären. Es gibt Ausnahmen von dem Ein-Abnehmer-Modell – beispielsweise Uganda, das seinen Stromsektor entflochten und liberalisiert hat.

Im Stromsektor jedes Landes spielen Dienstleister – dazu zählen Versorgungsunternehmen, kommunale Organisationen und andere – eine zentrale Rolle. Eine Stärkung ihres Geschäftsbetriebs zur Gewährleistung einer sicheren und effizienten Stromversorgung zusammen mit soliden Investitionen dürfte die Energiewende unmittelbar voranbringen. Gleichzeitig haben die Sektorministerien oder unabhängige Regulierungsbehörden die Aufsicht über diese Dienstleister und sorgen dafür, dass die Strompreise die angemessenen wirtschaftlichen Kosten der Stromproduktion und -versorgung decken. Daher hilft eine Stärkung des Regulierungsrahmens und eine Kompetenzsteigerung in allen beteiligten Institutionen beim Aufbau eines wirtschaftlich tragfähigen Stromsektors, der allen Bürgerinnen und Bürgern einen Zugang zu modernen Energiedienstleistungen sowie eine hohe Versorgungssicherheit bietet.

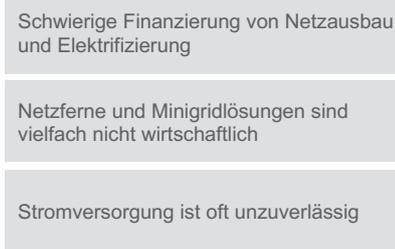
Regulatorische Ziele

Es wird allgemein davon ausgegangen, dass zur wirksamen Regulierung natürlicher Monopole, bspw. bei der Stromübertragung und -verteilung, verschiedene regulatorische Ziele gegeneinander abgewogen werden müssen, wie beispielsweise:

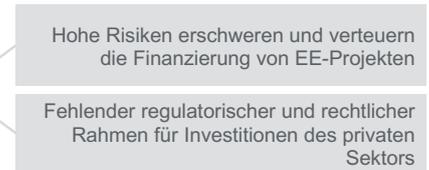
- Gewährleistung fairer und gleicher Marktbedingungen mit nachhaltigen wirtschaftlichen Anreizen und transparentem Marktzugang;
- Förderung einer effizienten und kostengünstigen Stromversorgung;
- Festlegung kostendeckender Strompreise, um die Wirtschaftlichkeit der regulierten Unternehmen zu gewährleisten;
- Einführung von Anreizen für Investitionen in die Energiewirtschaft zur Verbesserung und zum Ausbau der Stromversorgung;
- Angebot einer bezahlbaren Stromversorgung für einkommensschwache Bevölkerungsgruppen.

3.1.2 Ein günstiges Umfeld für Investitionen des Privatsektors in erneuerbare Energien

Hürden für eine flächendeckende Elektrifizierung



Hürden für eine klimafreundliche Stromerzeugung



Um den wachsenden Energiebedarf Afrikas aus erneuerbaren Energiequellen zu decken, sind weitaus höhere Investitionen erforderlich als Finanzmittel aus öffentlichen Quellen, beispielsweise von den afrikanischen Regierungen und den Entwicklungspartnern, zur Verfügung stehen. Diese Kluft kann nur durch privatwirtschaftliche Investitionen und Kredite sowie durch öffentlich-private Partnerschaften überwunden werden. Trotz des starken Kostenrückgangs sehen sich die Entwickler von EE-Projekten in Afrika immer noch mit strukturellen Hürden konfrontiert, die sich aus dem Cashflow-Profil der Vorhaben ergeben, und zwar insbesondere den erheblichen Anlaufinvestitionen, die sich erst über einen Zeitraum von 20 bis 25 Jahre amortisieren. Die tatsächlichen und wahrgenommenen Risiken unterscheiden sich zwar von Land zu Land, doch sie sind meist mit politischer Instabilität, makroökonomischer Unsicherheit, einem schwachen politischen und regulatorischen Rahmen, finanzschwachen Versorgungsunternehmen sowie mangelnder Transparenz und mangelhaften institutionellen Kapazitäten verbunden (siehe Infokasten unten). Zusammengekommen machen diese Risiken es oft schwierig, kostspielig und in manchen Fällen unmöglich, das erforderliche Fremd-

und Eigenkapital aufzubringen, um die Investitionen in erneuerbare Energien in ganz Afrika anzukurbeln.

Damit die afrikanischen Länder ihr Potenzial an erneuerbaren Energien vollständig und auf bezahlbare Weise nutzen können, müssen die Investitionsrisiken abgedeckt werden. Zu einem investitionsfreundlichen Umfeld zählen ein besserer Regulierungsrahmen, innovative Finanzinstrumente, moderne Beschaffungspraktiken (z. B. Auktionen und eine Einspeisevergütung), Garantieregelungen sowie wirtschaftlich arbeitende Energieerzeuger und Systembetreiber. Diese Lösungen werden in Abschnitt 3.3 ausführlich erörtert.

”
Um den wachsenden Energiebedarf Afrikas aus erneuerbaren Energiequellen zu decken, sind weitaus höhere Investitionen erforderlich als Finanzmittel aus öffentlichen Quellen zur Verfügung stehen.

Besonders häufige Risiken im Zusammenhang mit Investitionen in erneuerbare Energien in Afrika

Die IRENA (2016) stellt eine Reihe von Risiken dar, die gemindert werden müssen, wobei die im Folgenden genannten Risiken als für die allgemeine Finanzierbarkeit von Projekten im Bereich der erneuerbaren Energien besonders relevant gelten:

Politisches Risiko – Risiken im Zusammenhang mit politischen Ereignissen, die sich negativ auf den Wert der Investitionen auswirken (z. B. Krieg, innere Unruhen, Währungsinkonvertibilität, Enteignung).

Rechtliches oder regulatorisches Risiko – Risiken im Zusammenhang mit Änderungen im Rechts- oder Regulierungsrahmen, die erhebliche negative Auswirkungen auf die Projektentwicklung oder -durchführung haben können (z. B. Anreizprogramme, Zusammenschaltungsvorschriften, Genehmigungen).

Abnehmerrisiko – Kredit- und Kontrahentenausfallrisiken bei Finanzgeschäften. Bei Investitionen in erneuerbare Energien besteht das Risiko zumeist in einem möglichen Ausfall des Abnehmers (bei dem es sich in der Regel um den Stromversorger handelt).

Netz- und Übertragungsrisiko – Einschränkungen in Bezug auf Zusammenschaltung, Netzmanagement und Übertragungsinfrastruktur.

Technologierisiko – Risiken im Zusammenhang mit der Nutzung neu entwickelter Technologien oder dem Einsatz unerfahrener und ungelerner Arbeitskräfte.

Währungsrisiko – Risiken im Zusammenhang mit schwankenden oder volatilen Wechselkursen, die sich negativ auf den Wert der Investitionen auswirken. Diese Risiken entstehen, wenn es eine Währungsinkongruenz zwischen Aktiva (Einnahmen) und Passiva (Fremdfinanzierung) gibt.

Liquiditätsrisiko – Risiken im Zusammenhang mit betrieblichen Liquiditätsproblemen als Folge von Einnahmeausfällen oder fehlender Kongruenz zwischen Zahlungsein- und Zahlungsausgängen.

3.1.3 Technologien und Strukturen für Energieeffizienz und Systemflexibilität

Hürden für eine flächendeckende Elektrifizierung

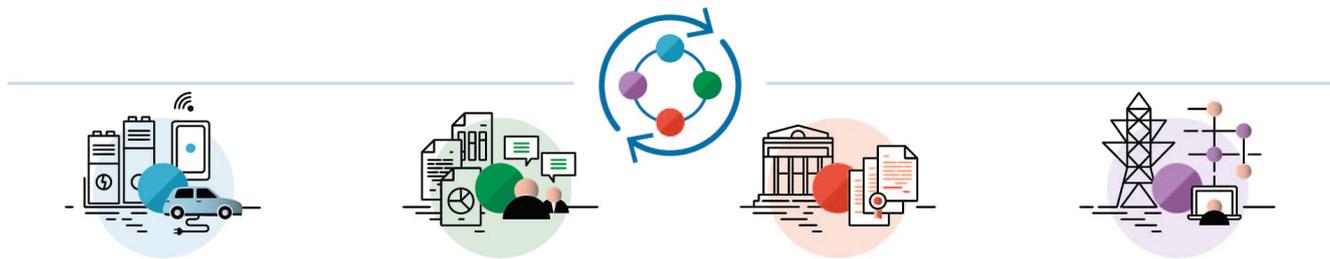
Hürden für eine klimafreundliche Stromerzeugung



Die variable Einspeisung aus einigen erneuerbaren Energiequellen, wie z. B. Wind- und Solarenergie, kann zu besonders komplexen Anforderungen an den Betrieb eines Elektrizitätssystems führen. Zudem bestehen technische und wirtschaftliche Herausforderungen bei der Integration dieser Technologien. Diese Herausforderungen haben in verschiedenen Ländern und Regionen zur Entwicklung von innovativen Lösungen geführt. Vor zwei Jahrzehnten galt es als große Herausforderung, Anteile von bis zu 10 Prozent an variabel verfügbaren erneuerbaren Energien in das System zu integrieren. Mittlerweile haben viele Länder auf der ganzen Welt bewiesen, dass es durchaus möglich ist, Elektrizitätssysteme mit einem noch wesentlich höheren Anteil an variabel verfügbaren erneuerbaren Energien zu betreiben. Dänemark besitzt ein Elektrizitätssystem, in dem fast 50 Prozent des Stroms aus variabel verfügbaren erneuerbaren Energien eingespeist werden; Deutschland erreichte Anfang 2020 einen ähnlich hohen Anteil. Viele weitere Länder betreiben nationale Stromnetze mit über 20 Prozent an variabel verfügbaren Energiequellen, darunter Irland, Portugal, Spanien und der US-Bundesstaat Texas.

Bei der vollständigen Umstellung auf dekarbonisierte Elektrizitätssysteme können darüber hinaus weitere erneuerbare Energiequellen genutzt werden – so spielt zum Beispiel Wasserkraft in einigen Teilen Afrikas bereits eine wichtige Rolle. Länder wie Costa Rica und Uruguay, die über gewaltige Wasserkraftressourcen verfügen, haben bereits einen EE-Anteil von 99 bzw. 98 Prozent erreicht, wobei 17 bzw. 36 Prozent aus variabel verfügbaren Energiequellen stammen (IRENA 2020b). Die Erfahrungen der Länder, die bei dieser Entwicklung an der Spitze liegen, haben gezeigt, dass der Schlüssel zur Lösung der Integrationsprobleme in der Flexibilität des Stromnetzes liegt, das jederzeit sämtliche Schwankungen im Stromangebot und in der Stromnachfrage ausgleichen können muss.

Die Umsetzung von Lösungen zur Erhöhung der Systemflexibilität erfordert einen systemischen Ansatz, bei dem vier Dimensionen von Innovationen zusammenkommen müssen: Grundlagentechnologien, Marktgestaltung, Systembetrieb und Geschäftsmodelle. Die IRENA (2019b) hat 30 Innovationen zur Erhöhung der Systemflexibilität in den Blick genommen und in Bezug auf diese vier Dimensionen eingehend untersucht.



● SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN	● GESCHÄFTSMODELLE	● MARKTDESIGN	● SYSTEMBETRIEB
1 Große Batteriespeicher	12 Aggregatoren	17 Zunehmende zeitliche Auflösung in Strommärkten	25 Zukünftige Rolle der Verteilnetzbetreiber
2 Dezentrale Batteriespeicher	13 Peer-to-Peer Stromhandel	18 Zunehmende räumliche Auflösung in Strommärkten	26 Zusammenarbeit zwischen Übertragungs- und Verteilnetzbetreibern
3 Intelligentes Laden von Elektrofahrzeugen	14 Energie als Dienstleistung	19 Innovative Systemdienstleistungen	27 Fortschrittliche Prognosemethoden für variable erneuerbare Energien
4 Power-to-Heat auf Basis Erneuerbarer	15 Gemeinschaftliche Eigentumsmodelle	20 Neu-gestaltung der Kapazitätsmärkte	28 Innovativer Betrieb von Pumpspeicherkraftwerken
5 Grüner Wasserstoff	16 Umlagefinanzierung (Pay-as-you-go)	21 Regionale Märkte	29 Virtuelle Stromtrassen
6 Internet der Dinge		22 Tageszeitabhängige Tarife	30 witterungsabhängiger Freileitungsbetrieb
7 Künstliche Intelligenz und Big Data		23 Marktintegration von dezentralen Energiequellen	
8 Blockchain		24 Nettoabrechnungssysteme	
9 Erneuerbare Mini-Grids			
10 Supergrids			
11 Flexibilität von konventionellen Kraftwerken			

Abbildung 33 – Überblick der IRENA über Innovationen bei der Integration von variabel verfügbaren erneuerbaren Energien

Diese Innovationen bieten den afrikanischen Ländern eine große Chance, die traditionellen Systemarchitekturen zu überspringen und dabei neue Infrastrukturen und Märkte zu entwickeln und in diesen Bereich zu investieren. Die Länder Afrikas könnten innovative Lösungen planen und umsetzen und dafür bewährte Verfahren aus aller Welt anwenden, die sie an ihre eigenen Gegebenheiten und Bedarfe anpassen.

Innovationen wie intelligente Minigrids auf Grundlage erneuerbarer Energien, digitale Technologien wie Blockchain- und Advanced-Metering-Infrastrukturen sowie Geschäftsmodelle wie Pay-as-you-go-Systeme und der Peer-to-Peer-Stromhandel können dazu beitragen, den Zugang zu Energie für alle in Afrika schneller in die Realität umsetzen (IRENA, 2019b). Länder mit beträchtlichen Wasserkraftressourcen (bspw. Guinea, Ghana und Nigeria) können von Innovationen bei der Modernisierung von Wasserkraftwerken und dem Betrieb von Pumpspeicherkraftwerken profitieren, um variabel verfügbare erneuerbare Energien in ihr Stromsystem zu integrieren und die Gesamtkosten zu senken. Auf regionaler Ebene können miteinander verbundene regionale Märkte und Supernetze die Pläne für Korridore für saubere Energie in Afrika unterstützen und woraus sich Größenvorteile für besonders vorteilhafte EE-Standorte ergeben würden.

Durch die Elektrifizierung des Verkehrssektors – mit der Nutzung von Elektroautos sowie zwei- und dreirädrigen Fahrzeugen – lässt sich die Umweltverschmutzung in dicht besiedelten afrikanischen Städten bekämpfen, und gleichzeitig können Batterien auf Rädern eine Speicherlösung für Stromverteilnetze bilden. Bei der Betrachtung künftiger wirtschaftlicher Möglichkeiten bieten sich Ländern mit entsprechenden Ressourcen Chancen in der Produktion, Nutzung und Ausfuhr von grünem Wasserstoff, der aus günstigen erneuerbaren Energiequellen erzeugt wird. Länder wie Marokko könnten den Vorteil der geographischen Nähe zu Europa nutzen, um grünen Wasserstoff auf einem größeren Markt anzubieten. Südafrika verfügt über langjährige Erfahrung bei der Herstellung synthetischer Kraftstoffe aus Kohle, die das Land nun für die Produktion von erneuerbaren Elektrokraftstoffen aus grünem Wasserstoff nutzen kann.

Durch die Nutzung innovativer Lösungen zur Steigerung der Systemflexibilität und Energieeffizienz im Stromsektor lassen sich der Investitionsbedarf und der ökologische Fußabdruck der Energiewende verringern. Eine bessere nationale Planung, landesweite Maßnahmen zur Standardisierung und Zertifizierung in der Industrie sowie Anreize für langfristige Investitionen und zur Akzeptanz neuer Technologien in Verbindung mit neuen Geschäftsmodellen, neuen Betriebsarten des Stromsystems und günstigen regulatorischen Rahmenbedingungen sind einige der zentralen Maßnahmen, um die Einführung von Technologien zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien voranzubringen.

3.1.4 Ein fester politischer und regulatorischer Rahmen, kompetente Institutionen und Liberalisierung

Hürden für eine flächendeckende Elektrifizierung

Begrenzte Kapazitäten der für die Elektrifizierung zuständigen Behörden

Klare politische und regulatorische Rahmenbedingungen, kompetente Institutionen, Liberalisierung

Hürden für eine klimafreundliche Stromerzeugung

- Hohe Risiken erschweren und verteuern die Finanzierung von EE-Projekten
- Fehlender regulatorischer und rechtlicher Rahmen für Investitionen des privaten Sektors
- Strom wird durch hohe Übertragungsverluste und geringe Energieeffizienz verschwendet

Ein schwacher politischer und regulatorischer Rahmen, eine unzureichende kurz- und langfristige Planung der Stromsysteme, mangelnde Transparenz bei der Entscheidungsfindung, eine unzureichende regionale Integration, die fehlende Einheitlichkeit der Verfahren zwischen verschiedenen Ländern sowie mangelhafte institutionelle Kapazitäten sind die zentralen strukturellen Hürden für die Energiewende in zahlreichen afrikanischen Ländern. Wenn diese Probleme durch gezielte technische Unterstützung und Capacity Building direkt angegangen werden, lässt sich die Energiewende mit einer wirksamen Umsetzung der politischen Prioritäten sowie der Mobilisierung und sinnvollen Zuweisung von Ressourcen verwirklichen.

Die Liberalisierung des Stromsektors durch die Entflechtung der Versorgungsunternehmen (siehe Infokasten) zusammen mit der Beteiligung des Privatsektors an den Strommärkten – insbesondere bei der Stromerzeugung – kann die Effizienz erheblich steigern und die Kosten senken. In mancher Hinsicht zwingt die Liberalisierung die Regulierungsbehörden noch stärker, für die Einhaltung von Rechtsvorschriften und die Erzielung von Effizienzsteigerungen zu sorgen.

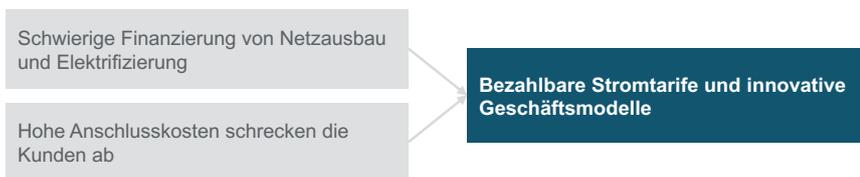
Entflechtung der Stromversorgungsunternehmen

Vertikale Entflechtung bezeichnet die Trennung von Erzeugung, Übertragung, Verteilung und Versorgung der Endverbraucher. Durch vertikale Entflechtung kann es gelingen, potenziell wettbewerbsfähige Segmente (bspw. Stromerzeugung und -versorgung) – soweit dort ein Wettbewerb möglich ist – von solchen Segmenten zu trennen, die natürliche Monopole darstellen (bspw. Stromübertragungs- und -verteilnetze), bei denen in der Regel ein einzelner Akteur für den Betrieb der Infrastruktur benötigt wird.

Horizontale Entflechtung bezeichnet die Aufteilung einer der oben genannten Funktionen auf verschiedene Stellen, die miteinander konkurrieren oder Dienstleistungen in verschiedenen Bereichen anbieten. Die daraus entstehenden Unternehmen können sich in privatem oder staatlichem Besitz befinden.

3.1.5 Bezahlbarer Zugang zu Elektrizität und innovative Geschäftsmodelle

Hürden für eine flächendeckende Elektrifizierung



Bei den meisten Endanwendungen ist Strom günstiger und (sofern er aus erneuerbaren Energien stammt) nachhaltiger als andere Energiequellen und ermöglicht somit eine positive sozioökonomische Entwicklung sowie ein menschenwürdiges Leben. Dennoch verhindern die hohen Investitionskosten für die Anbindung der einzelnen Verbraucher an das allgemeine Stromnetz vielfach, dass potenzielle Verbraucher einen Stromanschluss erhalten, obwohl sie in der Nähe des Netzes wohnen. Ein wichtiger Aspekt bei der Umsetzung der Energiewende besteht somit darin, die Investitionskosten für die Verbraucher gezielt zu senken oder geeignete Zahlungspläne aufzustellen.

Allerdings dürfte die Ausweitung des Stromnetzes in alle ländlichen Regionen Afrikas teuer werden und letztlich möglicherweise nicht die wirtschaftlichste Lösung sein. Die Lücke im Zugang zur Stromversorgung zu schließen, insbesondere im subsaharischen Afrika, erfordert konzertierte und anhaltende Anstrengungen. Die politischen Rahmenbedingungen müssen eine konsequente Aktualisierung und Durchsetzung vorsehen, um Innovationen wie netzferne Lösungen und neuere Geschäftsmodelle wie öffentlich-private Partnerschaften (public-private partnerships; PPP) zu unterstützen. Raumbezogene Analysen zur Beantwortung der Frage, wie ein Zugang zu Energie für alle mit geringstmöglichen Kosten erreicht werden kann, dürften zeigen, dass integrierte Konzepte notwendig sind, die sowohl zentrale als auch dezentrale Lösungen vorsehen. Da Elektrizität auch für Fortschritte bei anderen Zielen für nachhaltige Entwicklung (bspw. in den Bereichen Geschlechtergleichstellung, Gesundheit und Bildung) von großer Bedeutung ist, lassen sich die positiven Auswirkungen eines erweiterten Zugangs zur Stromversorgung nur erzielen, wenn ein inklusiver Ansatz verfolgt wird (d. h. ein Ansatz, bei dem niemand zurückbleibt) und gleichzeitig die sozioökonomischen Vorteile in größtmöglichem Umfang genutzt werden. Die Grundlagentechnologien und innovativen Geschäftsmodelle für die netzferne und Minigrid-Elektrifizierung werden immer ausgereifter, so dass auch besonders entfernt gelegene Haushalte bezahlbare Möglichkeiten für einen Zugang zur

Stromversorgung erhalten können. Allerdings bestehen bei der netzfernen und der Minigrid-Versorgung andere Herausforderungen als beim Netzausbau. So kommen beispielsweise bei der Elektrifizierung über das Stromnetz direkte und indirekte Subventionen zum Tragen, während Kunden von dezentralen Systemen häufig die gesamten Kosten zu tragen haben und einen Strompreis zahlen müssen, der in der Regel über dem Preis für Netzstrom liegt. Dies ist in vielen Fällen politisch nicht tragbar. Daher kann eine finanzielle Förderung zur Senkung der Anschlusskosten für netzferne und Minigrid-Lösungen politisch notwendig sein. Eine solche Förderung kann in Form von direkten Subventionen für Infrastrukturinvestitionen oder durch Subventionen von Regierungen und Entwicklungspartnern für Einzelanschlüsse oder den Netzbetrieb oder auch durch die Quersubventionierung der Strompreise erfolgen.

Wie in Abschnitt 3.1.3 dargelegt, bietet eine dezentrale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Kombination mit innovativen Geschäftsmodellen wie Peer-to-peer-Handel und Pay-as-you-go-Angeboten den Verbrauchern in Afrika die Möglichkeit, bezahlbaren Strom selbst zu erzeugen, ohne dass ein Netzausbau und Investitionen in das Stromverteilnetz unbedingt erforderlich sind (IRENA, 2019b). In Bezug auf industrielle Stromverbraucher könnten einige afrikanische Länder darüber nachdenken, Industrieanlagen in Gegenden umzusiedeln, in denen günstige erneuerbare Energiequellen in großem Umfang vorhanden ist. Entsprechende innovative Geschäftsmodelle würden nicht nur den Stromsektor stützen, sondern auch neue wirtschaftliche Möglichkeiten für die Region schaffen.



Ein wichtiger Aspekt bei der Ermöglichung der Energiewende besteht darin, gezielt die Vorabkosten für den Netzanschluss zu senken.

3.1.6 Robuste Stromnetze sowie Kompetenz bei Betrieb und Wartung

Hürden für eine flächendeckende Elektrifizierung



Der schlechte technische Zustand vieler afrikanischer Stromnetze – oft verbunden mit Auslegungsproblemen sowie langen Niederspannungsleitungen – und eine unzureichende vorbeugende Wartung führen zu hohen Verlusten bei der Stromübertragung und -verteilung (insbesondere der Verteilung) und wirken sich ungünstig auf die Versorgungssicherheit aus. So laufen viele vorhandene Wasserkraftwerke und Stromnetze aufgrund von mangelnder Wartung und unsachgemäßem Betrieb mit verminderter Leistung. Die veraltete, schlecht gewartete Netz- und Stromerzeugungsinfrastruktur in vielen afrikanischen Ländern ist auch ein Hindernis für die Integration einer

größeren Menge an erneuerbaren Energien in den Strommix (siehe Infokasten).

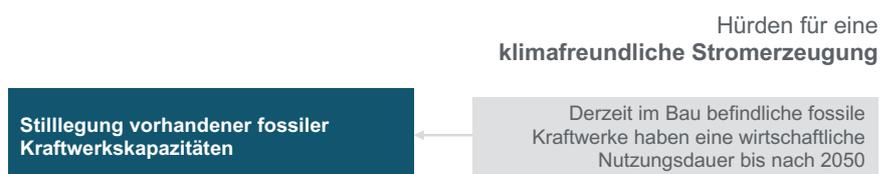
Daher sind Investitionen in die Stromübertragung und -verteilung, einschließlich der Anschlüsse für den regionalen Stromhandel, unverzichtbare Voraussetzungen für die Verwirklichung des Zugangs zu Energie für alle und die Ausschöpfung des Potenzials der erneuerbaren Energien. Diese Investitionen müssen mit Capacity Building in den Bereichen Planung, Betrieb und Instandhaltung der Stromerzeugungs- und Netzinfrastruktur verbunden werden.

Reinvestitionen in die Infrastruktur und Instandhaltung

Der Ausbau der Infrastruktur für Stromerzeugung-, übertragung und -verteilung sowie die Modernisierung des Stromnetzes und der Kraftwerke reichen zur Deckung des künftigen Strombedarfs nicht aus. Vielmehr ist es ebenso wichtig, die bestehende Infrastruktur zu warten und am Ende ihrer wirtschaftlichen Lebensdauer zu sanieren bzw. zu ersetzen (mithilfe von Reinvestitionen), um den Ausbau so kostengünstig wie möglich zu gestalten.

Insbesondere die bestehenden Wasserkraftwerke in Afrika, die 43.000 MW Strom liefern, sind überaltert und müssten instandgesetzt und modernisiert werden, um eine Leistungsminderung zu vermeiden. Durch eine Modernisierung lässt sich die Leistung stabilisieren und oft sogar steigern, auch ohne die Menge des umgeleiteten Wassers zu erhöhen, da die mangelnde Wartung im Laufe der Zeit zur Verringerung der erzeugten Strommenge geführt hat. Eine verminderte Stromerzeugung aus Wasserkraft aufgrund mangelnder Wartung und fehlender Reinvestitionen führt in der Zukunft zu einem wesentlich höheren Investitionsbedarf in zusätzliche (flexible) Kapazitäten, die diesen Anteil am Strommix ersetzen. Das genaue Ausmaß und der Umfang des Reinvestitionsbedarfs lassen sich nur schwer quantifizieren, was zum Teil darauf zurückzuführen ist, dass viele afrikanische Länder keinen Regulierungsrahmen für die Überwachung der Sicherheit von Wasserkraftwerken besitzen, beispielsweise wenn es um die Durchsetzung der Sicherheitsrichtlinien für Staudämme geht (International Hydropower Association, 2017).

3.1.7 Stilllegung von fossilen Kraftwerken



In ganz Afrika werden derzeit fossile Kraftwerke gebaut, deren wirtschaftliche Lebensdauer weit über das Jahr 2050 hinausgeht. Da der Preis für erneuerbare Energien immer weiter sinkt, besteht ein deutliches Risiko, dass diese Anlagen in einer klimafreundlichen Zukunft zu „stranded assets“ werden. Angesichts der sozioökonomischen Herausforderungen, vor denen Afrika steht, und des gegenwärtig und historisch begrenzten Beitrags des Kontinents zum globalen Klimawandel sollten die Kosten für die Stilllegung dieser voll funktionsfähigen „stranded assets“ nicht auf die afrikanischen Regierungen oder Verbraucher abgewälzt werden. Die afrikanischen Länder und ihre Entwicklungspartner sollten prüfen, ob im Rahmen der Anstrengungen zur Erreichung der Ziele des Pariser Klimaabkommens eine Kostenübernahme möglich ist.

Damit diese Ziele überhaupt erreicht werden können, sollten afrikanischen (als auch allen anderen) Regierungen davon abgeraten werden, in weitere fossile Erzeugungskapazitäten zu investieren. Vielmehr sollten sie darin bestärkt werden, die Subventionen für die Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern auslaufen zu lassen, da sie die Wettbewerbsfähigkeit der erneuerbaren Energien beeinträchtigen und die Lebensdauer der vorhandenen umweltschädlichen Kraftwerke verlängern. Der IRENA (2020f) zufolge beliefen sich die weltweiten Subventionen für fossile Energieträger im Jahr 2017 auf 447 Mrd. US-Dollar.

3.2 Zentrale Handlungsfelder der internationalen Entwicklungszusammenarbeit

Viele afrikanische Länder unternehmen bereits wichtige Schritte, um die oben beschriebenen Voraussetzungen für die Energiewende zu schaffen. Beispielsweise fördern Südafrika und Marokko technische Innovationen auf Grundlage von Wasserstoff, und viele andere Länder auf dem Kontinent tätigen oder ermöglichen umfangreiche Investitionen in Solar- und Windenergie. Zudem verbessern verschiedene afrikanische Länder

ihre Rahmenbedingungen und bemühen sich vermehrt um die Beteiligung des Privatsektors. Auf kontinentaler Ebene gibt es eine Reihe wichtiger Initiativen, darunter das Programm für Infrastrukturentwicklung in Afrika (Programme for Infrastructure Development in Africa, PIDA) der AfDB zur Unterstützung und Koordinierung der nationalen Anstrengungen.

Darüber hinaus wurden zahlreiche bilaterale, regionale und multilaterale Initiativen und Programme ins Leben gerufen, um die Herausforderungen in Bezug auf die Energiewirtschaft in Afrika anzugehen. Zwischen 2010 und 2014 haben die Institutionen und Mitgliedstaaten der EU weltweit mehr als 3.240 Programme und Projekte im Rahmen der Öffentlichen Entwicklungszusammenarbeit (ODA) im Energiesektor finanziert (EUEI, 2017). Allerdings sind diese Bemühungen nach wie vor bruchstückhaft und unzureichend.

Die folgende Abbildung zeigt eine Auswahl der Organisationen und Initiativen, die sich für die Förderung der Dekarbonisierung und/oder den Zugang zu Energie für alle einsetzen (nähere Informationen dazu sind Anhang 1 zu entnehmen).

Dank der Vielzahl der Initiativen und Institutionen können zwar zahlreiche unterschiedliche Konzepte getestet werden, doch viele dieser Ansätze überschneiden sich in Bezug auf Ziele und Inhalt, was ihre Leistungsfähigkeit beeinträchtigt. Vor diesem Hintergrund sind die Verfasser der vorliegenden Studie zu folgenden Schlussfolgerungen gelangt:

- Die derzeitigen Bemühungen sollten optimiert werden, und es sollten mehr Ressourcen (bspw., finanzielle Förderung und Capacity Building) bereitgestellt werden, um die Energiewende in Afrika zu verwirklichen;
- die Bemühungen müssen auf die wichtigsten Faktoren für die Energiewende ausgerichtet werden;

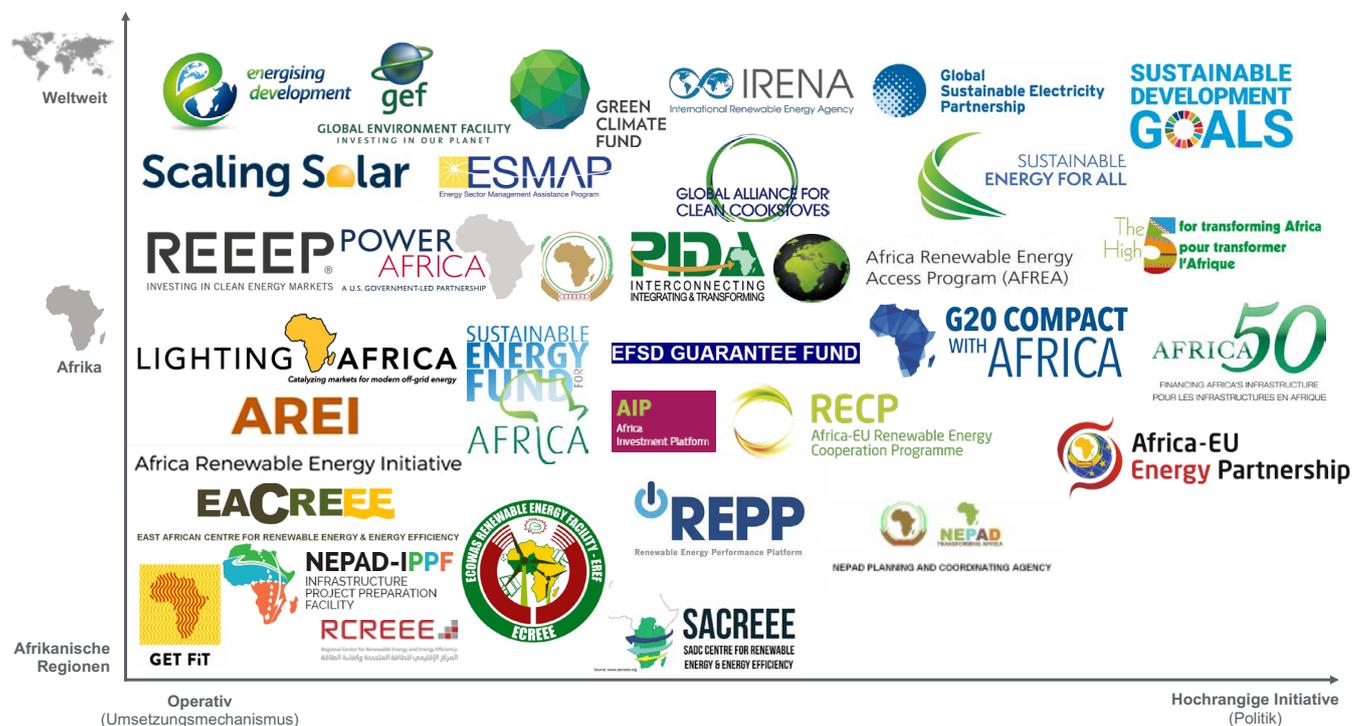


Abbildung 34 – Überblick über ausgewählte globale, afrikaweite und regionale Institutionen und Initiativen im Stromsektor, die von Entwicklungspartnern unterstützt werden

- die Programme sollten sich am Bedarf der Länder orientieren, und sämtliche Bemühungen sollten darauf abzielen, die personellen und institutionellen Kapazitäten im Land zu stärken.

Durch weniger Fragmentierung, eine stärkere Abstimmung und die Nutzung von Synergien zwischen den verschiedenen Initiativen zur Unterstützung der nationalen Verfahren und Strategien bei gleichzeitiger Konzentration auf die wichtigsten Faktoren lassen sich die Effekte der Mittelzuweisungen maximieren und mehr Ressourcen für die Energiewende mobilisieren. Auf Grundlage der sieben wichtigsten Faktoren (siehe oben) wurden in dieser Studie vier zentrale Handlungsfelder für die internationale Entwicklungszusammenarbeit ausgemacht, in denen die Energiewende in Afrika am wirksamsten unterstützt werden kann: i) Förderung des Zugangs zu Energie, ii) Verringerung der Risiken und Förderung von

Investitionen des Privatsektors, iii) Stärkung und Modernisierung des Stromnetzes und iv) Unterstützung von Systeminnovationen. Capacity Building hat oberste Priorität und gilt für alle vier dieser zentralen Handlungsfelder, die in der folgenden Abbildung kurz dargestellt sind und im nächsten Abschnitt näher erläutert werden.

Durch weniger Fragmentierung, eine stärkere Abstimmung und die Nutzung von Synergien zwischen den verschiedenen Initiativen zur Unterstützung der nationalen Verfahren und Strategien lassen sich die Effekte der Mittelzuweisungen maximieren und mehr Ressourcen für die Energiewende mobilisieren.

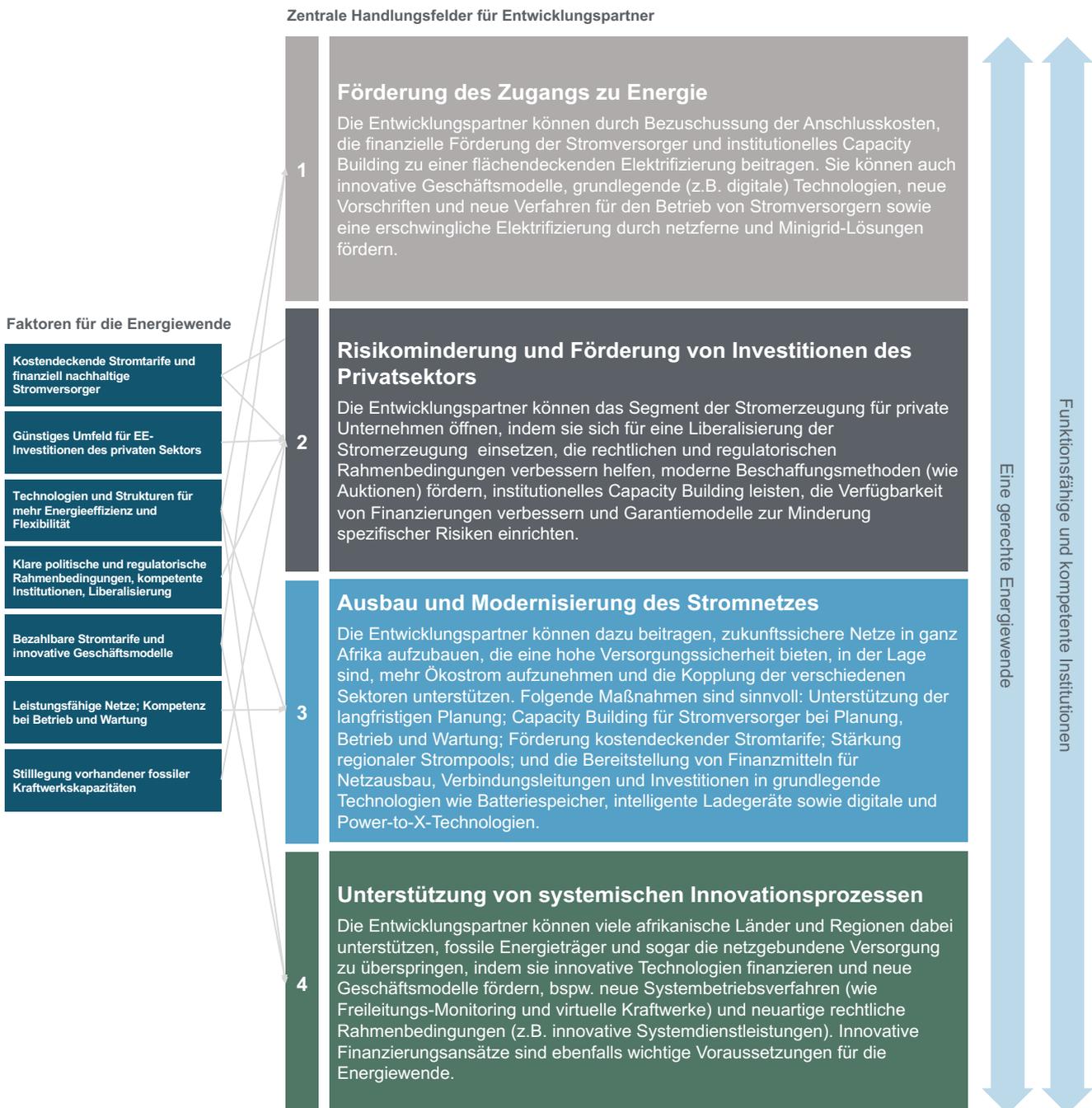


Abbildung 35 – Zentrale Handlungsfelder für die Entwicklungspartner

Neben diesen Handlungsfeldern sind zwei kritische Querschnittsthemen von größter Bedeutung, wenn die Weltgemeinschaft eine schnelle und nachhaltige Energiewende in Afrika herbeiführen will:

- **Gewährleistung einer gerechten Energiewende.** Ein ganzheitlicher Ansatz für die Energiewende muss die Dekarbonisierung des Energiesektors mit wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Zielen in Einklang bringen. Die Energiewende hat das Potenzial, eine umfassende sozio-ökonomische Entwicklung voranzutreiben, die von umfangreichen Strategien zur Förderung einer transformativen Dekarbonisierung begleitet wird. Für eine gerechte Energiewende muss die Arbeits- und Sozialschutzpolitik an die jeweiligen Bedürfnisse der einzelnen Regionen und Länder angepasst werden. Um das gesellschaftliche Potenzial voll auszuschöpfen und sicherzustellen, dass niemand zurückbleibt, müssen soziale Gerechtigkeit im Allgemeinen und geschlechtsspezifische Aspekte im Besonderen in die Politik- und Programmgestaltung integriert werden. Entsprechende gezielte und koordinierte Bemühungen dürften zur umfassenden Nachhaltigkeit während und nach der Energiewende beitragen.
- **Aufbau funktionsfähiger, leistungsfähiger Institutionen.** Die Entwicklung und Umsetzung nationaler Politiken zur Förderung des allgemeinen Zugangs zur Stromversorgung bei gleichzeitiger Umsetzung einer klimafreundlichen Entwicklung in den Stromsektoren der afrikanischen Länder hat in jeder Phase der Energiewende umfassende Priorität. Dazu sind kompetente Unterstützung und Überwachung auf institutioneller Ebene erforderlich.

Im Zuge der Umsetzung der vier in Abbildung 35 dargestellten Handlungsfelder müssen die politischen Entscheidungsträger und die Entwicklungspartner durchgängig gewährleisten, dass die beiden oben genannten Themen sowohl bei der Konzeption als auch bei der Umsetzung von politischen und Investitionsprogrammen ausreichend berücksichtigt werden.

3.3 Instrumente der Entwicklungszusammenarbeit und Umsetzungsmöglichkeiten

Eine umfassende Sektorreform und Unterstützung bei der sektorweiten Planung sind für die vollständige und angemessene Umsetzung der vier Handlungsfelder in jedem beliebigen Land von entscheidender Bedeutung. Auch wenn die Entscheidungsträger in Bezug auf den Zugang zur Stromversorgung und die Dekarbonisierung des Stromsystems schnelle Erfolge bevorzugen, sollten sie erkennen, dass die langfristige Energieplanung (über einen Zeitraum von 20 bis 40 Jahren) für jeden Stromsektor grundlegend ist. Mit einer entsprechenden Planung lassen sich die potenziellen Herausforderungen und Vorteile der Energiewende erkennen, beispielsweise die

Integration eines hohen Anteils an günstigen, variabel verfügbaren erneuerbaren Energien in das Stromnetz. Ein geeigneter Energieentwicklungsplan für den Sektor – sowie der Planungsprozess selbst – können den politischen Entscheidungsträgern ein besseres Verständnis der komplexen sozioökonomischen, politischen und ökologischen Zusammenhänge und Unsicherheiten vermitteln, die mit der Entwicklung von Energiesystemen verbunden sind. So kann der Übergang zu erneuerbaren Energiequellen die derzeitigen Akteure im Sektor bedrohen, doch mit einer geeigneten Planung sind die politischen Entscheidungsträger in der Lage, potenziellen Problemen der Reformbemühungen vorzugreifen. Langfristige Energiepläne enthalten in der Regel Szenarien für den Energiesektor und Zielvorgaben für den Strommix, die den allgemeinen politischen Zielen des Landes entsprechen, so dass deutlich wird, wann, wo und wie in den Stromsektor investiert werden soll. Für die Erreichung dieser Ziele müssen die benötigten politischen Instrumente und Vorschriften geschaffen bzw. angepasst werden.

Als Ausgangspunkt für eine konsolidierte Vorgehensweise bei der Energiewende müssen die Ressourcen bereitgestellt werden, die für den Aufbau und die Aufrechterhaltung eines nationalen Prozesses für eine langfristige Energieplanung sowie modellgestützte Szenarioanalysen erforderlich sind. Internationale Partner haben einigen afrikanischen Ländern geholfen, institutionelle Kapazitäten für die Nutzung und Entwicklung langfristiger Energieszenarien aufzubauen (siehe Beispiel unten). Durch die Unterstützung ländergeführter Planungen können die Entwicklungspartner zur Einführung von bewährten Verfahren für Sektorreformen beitragen, die eine flächendeckende Stromversorgung und eine klimafreundliche Entwicklung ermöglichen. Außerdem können sie vermitteln, welche strukturellen Veränderungen dafür erforderlich sind. Ein wesentliches Ergebnis dieses Prozesses ist ein umfassender, zielgerichteter Plan als Grundlage für Investitionsentscheidungen.

Eine integrierte Planung ist nur der erste Schritt einer umfassenden Strategie für die Energiewende und eine flächendeckende Stromversorgung. Im Anschluss daran könnten Peer-to-peer-Plattformen für den Wissens- und Erfahrungsaustausch aufgebaut und Capacity-Building-Maßnahmen durch lokale und internationale Fachkräfte durchgeführt werden. Außerdem könnten die Entwicklungspartner die Ausarbeitung der politischen und gesetzlichen Maßnahmen zur Gestaltung des Transformationsprozesses mit entsprechenden Beratungsleistungen unterstützen. Zudem stehen zahlreiche ergänzende Instrumente der technischen und finanziellen Entwicklungszusammenarbeit zur Verfügung. Bei einigen handelt es sich um bewährte Verfahrensweisen, die sich leicht ausweiten lassen, andere sind innovative Instrumente, die auf die neuen Herausforderungen des Sektors abgestimmt sind. In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Instrumente vorgestellt, die in jedem der vier Handlungsbereiche eingesetzt werden können.

Beispiel

Unterstützung der Energieplanung und -modellierung in Afrika

Die IRENA bietet Unterstützung bei der Energieplanung mit dem Ziel, die institutionellen Kapazitäten auf Länderebene zu verbessern und die Eigenverantwortung für den Planungsprozess in den jeweiligen Ländern zu stärken. Wenn Länder wichtige Energiedaten in eine solide Energieplanung umsetzen können, sind sie in der Lage, umfassende nationale Masterpläne für den Energiesektor zu entwerfen und regelmäßig zu aktualisieren, die als Grundlage für fundierte politische und Investitionsentscheidungen dienen können.

Die IRENA unterstützt die Energieplanung durch eine Mischung aus Online-Software-Schulungen und praktischen Seminaren, die von IRENA-Experten und -Partnern geleitet werden. Der Hauptschwerpunkt liegt auf der langfristigen Investitionsplanung für das Energiesystem, doch auf offiziellen Antrag kann die Planung auf das gesamte Energiesystem ausgeweitet werden. Während der Schulungsmaßnahmen und der parallelen Entwicklung der Masterpläne leiten die Experten der IRENA das jeweilige Länderteam an, indem sie individuellen technischen Support, Beratungsleistungen (auf Anfrage) und eine Überprüfung der Entwürfe anbieten.

So wurde beispielsweise 2016 zwischen der Regierung des Königreichs Eswatini (damals Swasiland) und der IRENA ein gemeinsames Capacity-Building-Programm für die Energieplanung vereinbart. Über einen Zeitraum von zwei Jahren unterstützte die IRENA Eswatini bei der Energieplanung und führte insbesondere Schulungen zu einem Least-cost-Optimierungsmodell, Datenmanagement und Szenarienentwicklung durch. Auf Grundlage dieser Schulungen bildeten die nationalen Experten eine Arbeitsgruppe zur Ausarbeitung eines nationalen Energie-Masterplans. Der Energie-Masterplan 2034 wurde vom Kabinett verabschiedet und am 25. Oktober 2018 offiziell eingeführt.

Das Ministerium für natürliche Ressourcen und Energie nutzt diesen nationalen Energie-Masterplan als Fahrplan, um den nationalen Energiesektor in eine Zukunft mit einer angemessenen, nachhaltigen und verlässlichen Stromversorgung zu führen, die umweltfreundlich ist, wettbewerbsfähige Preise bietet und das Königreich Eswatini in die Lage versetzt, seine Entwicklungsziele zu erreichen. Ausgehend vom Energie-Masterplan hat Eswatini auch angekündigt, dass das Land mit der Durchführung von Ausschreibungen beginnt und einen kurzfristigen Stromerzeugungsplan (für fünf Jahre) erstellt. Ferner hat das Land seine Entschlossenheit bekundet, den Energie-Masterplan regelmäßig zu aktualisieren. Die Maßnahmen zur Unterstützung von Eswatini werden nun in ähnlicher Weise auch in Sierra Leone und Kamerun durchgeführt.

Angesichts des breiten Spektrums an Akteuren, die die Energieplanung in Afrika unterstützen, ist die Zusammenarbeit mit anderen Organisationen ein entscheidender Bestandteil der Maßnahmen der IRENA. Durch verschiedene Absichtserklärungen und die Teilnahme an der Roundtable-Initiative zur strategischen Energieplanung stimmt die IRENA sich mit internationalen wie regionalen Partnern ab, um unnötige Doppelarbeit zu vermeiden und soweit wie möglich einander ergänzende Ressourcen zu nutzen.

3.3.1 Förderung des Zugangs zu Energie

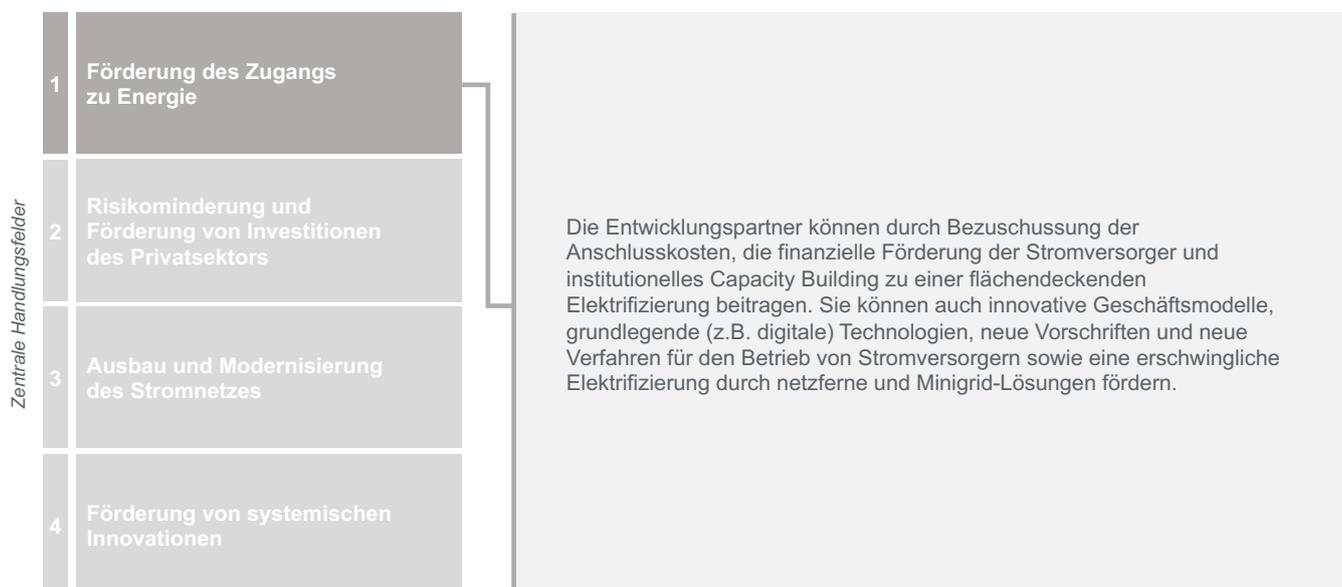


Abbildung 36 – Instrumente der Entwicklungszusammenarbeit zur Förderung des Zugangs zu Energie

Langfristig ist der Zugang zu nachhaltiger und verlässlicher Energie für alle nur in wirtschaftlich tragfähigen Stromsektoren möglich, in denen die Dienstleister Preise verlangen dürfen, die die tatsächlichen Kosten für den Netzausbau und die Gewährleistung der Versorgungssicherheit abbilden. Kurz- bis mittelfristig gibt es jedoch eine Reihe von Instrumenten, die von Regierungen und ihren Partnern zur Förderung flächendeckender Elektrifizierung genutzt werden können. Einige davon werden im Folgenden vorgestellt.

Verfahren und Strategien für die Zugangserweiterung. Die meisten afrikanischen Länder verfolgen ehrgeizige politische Ziele zur Schließung der Lücke beim Zugang zur Stromversorgung. Die Entwicklungspartner können diese Länder dabei unterstützen, die ehrgeizigen Ziele zu gestalten und sie in die Tat umzusetzen – beispielsweise durch den Einsatz von loka-

len und internationalen Langzeitfachkräften. Diese Fachkräfte können sektorale Institutionen wie Ministerien, Regulierungsbehörden und Versorgungsunternehmen beim Aufbau und der Umsetzung eines soliden Rechts- und Regelungsrahmens unterstützen.

Die Programme können auch dazu beitragen, dass Versorgungsunternehmen Anreize erhalten und in die Lage versetzt werden, mehr Verbraucher an ihr Netz anzuschließen. Dafür sind häufig technische Unterstützung und Capacity Building zur Verbesserung von Vorschriften, Planung und Betrieb sowie unterstaatliche Kredite¹⁵ zur Förderung wirtschaftlich tragfähiger Investitionen erforderlich. Außerdem können die Entwicklungspartner auch die Entwicklung hin zu fairen, kostendeckenden Strompreisen unterstützen – beispielsweise durch die Finanzierung von Studien zu den Dienstleistungskosten.

Beispiel

Zugang zu modernen Energiedienstleistungen im ländlichen Äthiopien

In den ländlichen Gebieten Äthiopiens sind die Hauptenergiequellen für die Stromversorgung Wasserkraft, Solar-, Wind- und Dieselenergie. Das Projekt „Access to Modern Energy Services“ von EnDev bietet technische Unterstützung für einen nachhaltigen Zugang zu modernen Energiedienstleistungen (insbesondere Strom für die soziale Infrastruktur), der durch geeignete kostengünstige Möglichkeiten einer netzgebundenen oder netzfernen Stromversorgung erreicht wird.

Im Rahmen des Projekts fördern die GIZ und ihre technischen Berater einen fortgesetzten Dialog mit Politikern und Stakeholdern, um die zentralen Akteure der Elektrifizierung zu stärken: das Ministerium für Bergbau und Energie, das Versorgungsunternehmen EEPCo, das äthiopische Zentrum für ländliche Energieentwicklung und -förderung (EREDPC), regionale und subregionale Energiebüros und die Privatwirtschaft. Ziel ist es, mithilfe von drei zentralen Programmen Impulse und Hebel für weitere Finanzmittel zur Elektrifizierung des Landes zu schaffen: i) Energie für Beleuchtung und Haushaltsanwendungen, ii) Energie für die soziale Infrastruktur und iii) Energie für Produktionszwecke/die Erzielung von Erträgen (EnDev, o.J.).



Beispiel

Vereinfachung der Stromeinspeisung

Die Facility for Energy Inclusion (FEI) ist eine Fremdfinanzierungsfazilität in Höhe von 450 Mio. US-Dollar, die kleine netzferne EE-Projekte ermöglichen soll und von der AfDB eingerichtet wurde. Die deutsche Bundesregierung hat über die KfW 40 Mio. Euro zur Unterstützung der AfDB-Mitgliedsländer in die Fazilität investiert.



Die AfDB hat festgestellt, dass der mangelnde Zugang zu Fremdkapital ein wesentliches Hindernis bei der Realisierung und dem Ausbau von kleinen netzfernen EE-Projekten und Minigrids in Afrika ist. Mit der Einführung der FEI wird über zwei separate Investitionsfonds eine Fremdfinanzierung ermöglicht:

1. FEI OnG: Dieser Fonds bietet flexible Lösungen für Projekt- und Unternehmensfinanzierungen für netzferne EE-Projekte mit einer installierten Leistung von bis zu 25MW – insbesondere große Minigrids und Netzeinspeisung.
2. FEI OGEF: Dieser Fonds bietet Finanzierungslösungen für Verbraucher und Unternehmen, die Solaranlagen, netzferne Systeme und ähnliches betreiben.

Die FEI ist auf die Segmente des Stromsektors ausgerichtet, die von internationalen Investoren und inländischen Kapitalgebern vernachlässigt werden – insbesondere kleine Projekte und Produkte, die unter die üblichen Mindestinvestitionsgrenzen fallen und Investoren nicht vertraut sind.

¹⁵ Unterstaatliche Kredite beziehen sich auf Kredite an öffentliche Körperschaften unterhalb der Regierungsebene eines Landes oder Gebiets, z. B. Kredite an Gemeinden oder Versorgungsunternehmen

Senkung der Kosten für die netzferne Stromversorgung und Minigrids. Im Vergleich mit den Preisen für Netzstrom führen die vorhandenen Geschäftsmodelle für netzferne und Minigrid-Systeme häufig zu hohen Stromkosten für den Verbraucher. Dies liegt zum Teil daran, dass die Preise für Netzstrom häufig nicht kostendeckend kalkuliert sind, aber auch daran, dass die Nachfrage pro Anschluss in ländlichen Gebieten gering ist. Dies bedeutet, dass die Fixkosten für netzferne und Minigrid-Systeme durch eine geringere Menge an vergüteten Kilowattstunden gedeckt werden müssen.

Ein Ansatz zur Verringerung dieses Unterschieds ist die Stimulierung der Nachfrage durch eine ergebnisorientierte Finanzierung, deren Ziele über die reinen Anschlüsse hinausgehen. Beispiele für entsprechende Finanzierungskriterien sind der Bezug von Strom für Produktionszwecke sowie weitere positive Auswirkungen auf Gesundheit und Bildung durch die Versorgung von Krankenhäusern und Schulen mit Elektrizität. Neben der Senkung der Stromkosten pro Kilowattstunde und der Förderung einer wirtschaftlichen Nutzung von netzfernen und Minigrid-Lösungen kann dieser Ansatz auch zu weiteren Entwicklungsvorteilen führen, beispielsweise zur Schaffung von Arbeitsplätzen.

Ein weiterer Weg, den Regierungen und Entwicklungspartner zur Senkung der Kapitalkosten und zur Erschließung von Finanzierungen einschlagen können, sind die Bereitstellung von langfristigem Fremdkapital sowie Garantieregelungen für Investoren und andere Marktakteure im Bereich der Minigrid- und netzfernen Lösungen (siehe Infokasten in Abschnitt 3.1.2). Die Facility for Energy Inclusion ist eine spezielle neue Fremdfinanzierungsplattform der AfDB, die den Mangel an bezahlbaren langfristigen Finanzierungslösungen für netzferne Lösungen beheben soll; daneben ist das GET.invest-Programm (get-invest.eu) ein gutes Beispiel dafür, wie sich Capacity Building für Entwickler und Sektorinstitutionen mit Finanzinstrumenten verbinden lässt, um das Potenzial zu nutzen, das dezentrale Stromversorgungslösungen in Afrika bieten. Darüber hinaus gibt es die Facility for Investments in Small Renewable Transactions (FIRST), eine neue Fremdfinanzierungsplattform der KfW, die Unternehmens- und Industriekunden langfristige Fremdfinanzierungen mit hoher Hebelwirkung zur Verfügung stellt, um in erneuerbare Energien und Energieeffizienz auf dem südafrikanischen Markt zu investieren. Damit schließt FIRST eine Marktlücke.

Beispiel

Verbesserung des Zugangs zu sauberer Energie in Entwicklungsländern



EDFI ElectriFI ist eine von der EU finanzierte Impact-Investment-Fazilität in Höhe von 215 Mio. Euro zur Finanzierung von Privatunternehmen und Projekten in der Frühphase, die insbesondere auf neue/bessere Stromanschlüsse sowie Stromerzeugungskapazitäten aus nachhaltigen Energiequellen in Schwellenländern ausgerichtet ist. Mit der Initiative sollen Investitionen unterstützt werden, die den Zugang zu zeitgemäßen, bezahlbaren und nachhaltigen Energieversorgungsleistungen steigern bzw. verbessern.

Das Ziel von EDFI ElectriFI ist es, die Entwicklung von Unternehmen zu beschleunigen, die bis 2030 Hunderten Millionen Menschen Zugang zu sauberer Energie bieten. Das einzigartige Geschäftsmodell von ElectriFI stützt sich auf EU-Fördermittel, wodurch auch Investitionen auf lokalen Märkten in ärmeren Volkswirtschaften und bei einer instabilen Lage ermöglicht werden. Durch die Kombination von technischer Unterstützung und Risikokapital kann EDFI ElectriFI größere Risiken eingehen als andere Investoren (ElectriFi, o.J.).

Bisher hat die Initiative mit einem Budget von 53 Mio. Euro insgesamt 26 Investitionen in 16 Ländern unterstützt, darunter Minigrids, Heimsolarsysteme, unabhängige Stromerzeuger und Anlagen zur Eigenstromversorgung.

Finanzierungslösungen und Subventionen für den Ausbau der Stromversorgung. Für Menschen, die im Bereich des landesweiten Stromnetzes wohnen, sind die hohen Vorabkosten für den Netzanschluss ein wesentliches strukturelles Hindernis beim Zugang zur Stromversorgung. Mit Unterstützung von Entwicklungspartnern können die Regierungen die Anschlusskosten für diese Haushalte und Unternehmen vollständig oder teilweise subventionieren oder Programme für Ratenzahlungen einführen. Für diese Form der Unterstützung gibt es eine Reihe von Modellen mit und ohne ergebnis-

orientierte Finanzierung (siehe Infokasten). Viele erfolgreiche Programme bieten auch Anreize für die produktive Nutzung der Elektrizität. Dazu bauen sie Hürden für den Marktzugang und Wachstum ab und bieten technische Unterstützung, um Projektentwicklern und Regierungen auf allen Ebenen bei der Einführung von internationalen Erfolgsmethoden zu helfen. Zu beachten ist jedoch, dass die zunehmende Ausweitung des Netzzugangs ohne eine Einführung kostendeckender Strompreise die finanziellen Probleme zahlreicher afrikanischer Versorgungsunternehmen vergrößern dürfte.

Ergebnisorientierte Finanzierung („Results-based financing“)

Die ergebnisorientierte Finanzierung ist eine Form der Finanzierung für die Projektimplementierung oder die Erbringung von Dienstleistungen, bei der die Zahlung erst bei nachweislichem Erreichen der im Vorfeld festgelegten Ergebnisse ganz oder teilweise geleistet wird. Damit soll sichergestellt werden, dass die Anreize der Entwicklungspartner und der Empfänger aufeinander abgestimmt sind und dass die Entwicklungspartner nur für dokumentierte Ergebnisse zahlen. Eine ergebnisorientierte Finanzierung kann sowohl im privaten als auch im öffentlichen Sektor angeboten werden.

3.3.2 Verringerung der Risiken und Förderung von Investitionen des Privatsektors

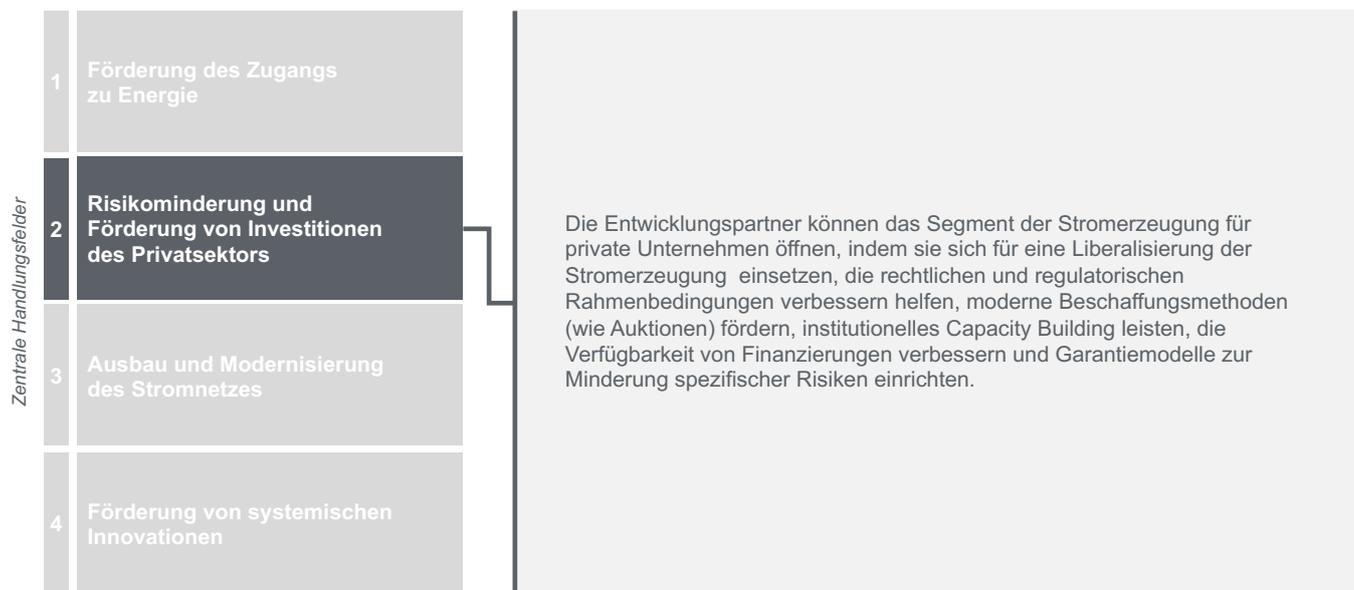


Abbildung 37 – Instrumente der Entwicklungszusammenarbeit zur Verringerung der Risiken und Förderung von Investitionen des Privatsektors

Öffentliche Mittel allein reichen nicht aus, um die Energiewende in Afrika zu finanzieren. Allerdings stehen verschiedene Instrumente zur Verfügung, um die privatwirtschaftlichen Investitionen zu fördern und diese Lücke zu schließen.

Schaffung eines günstigen Regulierungsrahmens für privatwirtschaftliche Investitionen. In vielen afrikanischen Ländern ist der Rechts- und Regulierungsrahmen für privatwirtschaftliche Investitionen schwach entwickelt oder nicht vorhanden (Weltbank, 2019f). Das erhöht die Risiken und schränkt die Marktteilnahme in- und ausländischer Investoren ein. In Abhängigkeit von den jeweiligen Bedürfnissen und Wünschen der einzelnen Länder stehen den Entwicklungspartnern verschiedene Instrumente zur Verfügung, um den Aufbau rechtlicher und regulatorischer Systeme zu unterstützen, die für Berechenbarkeit und eine effiziente Aufteilung von

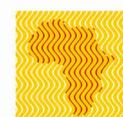
Risiko und Ertrag sorgen. Beispiele dafür sind die Beschäftigung von nationalen und internationalen Fachkräften sowie die Förderung von Plattformen für den Wissens- und Erfahrungsaustausch zwischen den afrikanischen Ländern. Letzten Endes bedarf es jedoch eines starken politischen Engagements, damit diese Rahmenbedingungen auch tatsächlich funktionieren, vor allem wenn sie die bestehenden politischen und wirtschaftlichen Strukturen des Sektors in Frage stellen.

Darüber hinaus hat es sich als förderlich für privatwirtschaftliche Investitionen erwiesen, die Finanzinstitute in der Investitionsbewertung von EE-Projekten sowie netzfernen und Minigridd-Technologie zu schulen und die Privatwirtschaft beim Umgang mit dem Regulierungsrahmen des betreffenden Landes zu begleiten.

Beispiel

Verbesserung der Rahmenbedingungen für privatwirtschaftliche Investitionen

GET FiT Uganda soll privatwirtschaftliche Investitionen in Projekte zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Uganda fördern. Das 2013 aufgelegte Programm nutzt Fördermittel der Regierungen Norwegens, Großbritanniens und Deutschlands sowie der EU über den EU-Infrastrukturfonds für Afrika. Das Konzept von GET FiT wird derzeit auch in Sambia und Mosambik eingeführt.



**GET FIT
UGANDA**

GET FiT verfolgt in erster Linie das Ziel, Regierungen auf dem Weg zu einer klimaresilienten und klimafreundlichen Entwicklung zu unterstützen, die zu Wachstum, Armutsbekämpfung und Klimaschutz führt – und zwar durch die Beteiligung des Privatsektors und die Verbesserung der Rahmenbedingungen für privatwirtschaftliche Investitionen in erneuerbare Energien. In Uganda verfolgt GET FiT beschleunigte Verfahren für ein Portfolio von 17 kleinen EE-Projekten, die von privaten Entwicklern gefördert werden und eine installierte Leistung von 158 MW schaffen sollen. So lassen sich jährlich ca. 765 GWh saubere Energie erzeugen, wodurch der Strommix in Uganda verändert wird.

Ein Schlüsselinstrument des Programms ist der Prämienzahlungsmechanismus von GET FiT, der mit einer Einspeisevergütung für erneuerbare Energien (REFiT) kleine Projekte unterstützt und sie finanziell tragfähig macht, so dass ein großes Portfolio von Projekten umgesetzt werden kann. Die GET FiT-Prämienzahlungen sind leistungsabhängige Zahlungen pro Kilowattstunde, die zusätzlich zu den festgelegten Einspeisevergütungen erfolgen. Die Zahlungen werden nach einem offenen und transparenten Antragsverfahren in Form von Zuschüssen geleistet.

Beispiel

Mobilisierung von Investitionen in erneuerbare Energien

Das 2018 aufgelegte europäische Programm GET.invest soll Investitionen in die dezentrale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mobilisieren. GET.invest verbindet verschiedenste Finanzierungsinstrumente mit investitionsfähigen Projekten und Unternehmen. Als zentrale Dienstleistung unterstützt das Programm die Entwicklung von Investitionsvorschlägen und ermöglicht den Zugang zu Mitteln aus der Entwicklungsfinanzierung sowie von kommerziellen Finanzinstituten.



Auf der Grundlage der Vorgängerinitiative, des Afrika-EU-Kooperationsprogramms für erneuerbare Energien, mobilisiert GET.invest Investitionen, indem es den Entwicklern technische Unterstützung bietet, um Projektvorschläge bankfähig zu machen.

Die Datenbank des Programms enthält derzeit 40 Instrumente, mit denen Fremdmittel im Volumen von mindestens 6 Mrd. Euro beschafft werden können. Ein Großteil dieser Leistungen wird vollständig oder teilweise von EU-Institutionen und EU-Mitgliedsstaaten, dem Privatsektor und Banken finanziert (GET.invest, o.J.).

Beispiel

Absicherung der kurzfristigen Liquiditätsrisiken privater EE-Projekte

Ein erfolgreiches Beispiel für ein Garantieinstrument ist die Regional Liquidity Support Facility (RLSF). Investoren, die Kredite für Energieprojekte in vielen afrikanischen Ländern vergeben, wünschen sich eine Begrenzung des Liquiditätsrisikos – also des Risikos, dass die Schulden nicht bedient werden können, wenn der Abnehmer nicht pünktlich zahlt. Bisher wurde vom Abnehmer die Bereitstellung von Barsicherheiten gefordert, doch die Versorgungsunternehmen sind dazu immer seltener bereit.



Die RLSF ist auf ein zentrales Problem der IPP-Finanzierung ausgerichtet: Unabhängige Stromerzeuger (IPP) schließen Standardkaufverträge mit dem (meist öffentlichen) Versorgungsunternehmen ab, die in der Regel über 20 Jahre laufen. In diesem Zeitraum sichert der Vertrag den Ankauf von Strom zu festen Preisen und sorgt damit für planbare Einnahmen des Projekts. Doch für viele Investoren bilden die öffentlichen Versorgungsunternehmen ein hohes politisches und wirtschaftliches Risiko. Unter Umständen verlangen die Investoren von den IPP kurzfristige Liquiditätshilfen, um die Zahlungsverpflichtungen des Käufers (also des Abnehmers) abzusichern. Viele IPP auf dem afrikanischen Kontinent haben Mühe, Finanzmittel zu mobilisieren, weil weder die Versorgungsunternehmen noch die IPP über die erforderlichen Zahlungsmittel oder Zahlungsmitteläquivalente verfügen, um kurzfristige Sicherheiten für Liquiditätsprobleme zu stellen. Die RLSF stellt mit Unterstützung der deutschen Regierung, der Europäischen Investitionsbank und anderer Akteure diese Sicherheit. Auch die African Trade Insurance Agency ist ein Projektpartner (KfW, 2020; ATI, o.J.).

Unterstützung durch die RLSF wurde in verschiedenen Ländern beantragt, u. a. in Sambia, Malawi, Burundi und Madagaskar.

Begrenzung spezieller Risiken zur Erhöhung der Beteiligung des Privatsektors. In dieser Studie wurde bereits auf Garantieregelungen als Instrument zur Senkung der Stromkosten bei netzfernen und Minigrind-Projekten hingewiesen, doch Garantien können ebenfalls dazu beitragen, die speziellen Risiken für Investoren und andere Stakeholder bei Projekten auf Ebene der Versorgungsunternehmen zu begrenzen. Damit ermöglichen sie Investitionen, die sonst als zu riskant angesehen würden. Dies betrifft politische Risiken, Abnehmerrisiken, Liquiditätsrisiken und Währungsrisiken (siehe Infokasten in Abschnitt 3.1.2). Die Garantien können sich an Entwickler richten oder auch eine Risikobegrenzung für andere Beteiligte wie Banken und Lieferanten bieten.

Unterstützung zeitgemäßer Beschaffungsmethoden für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Viele afrikanische Länder haben sich stets auf direkte Verhandlungen mit Privatunternehmen verlassen, um Investitionen in die Energieerzeugung zu generieren. Dadurch mussten die Verbraucher häufig Strompreise zahlen, die über den Marktpreisen lagen. Auktionen für erneuerbare Energien¹⁶ – bei denen mehrere Unternehmen darauf bieten, Regierungen oder Versorgungsunternehmen mit neuen Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien und Speicherlösungen zu versorgen – haben sich als gute Möglichkeit zur Senkung der Stromkosten erwiesen. Für die meisten afrikanischen Länder, die 2017/2018 Auktionen für erneuerbare Energien durchgeführt haben, war dies eine absolute Neuheit. In dem genann-

ten Zeitraum fanden in Afrika Auktionen über Kapazitäten von mehr als 7.000MW insbesondere aus Solarenergie statt, wobei Algerien, Ägypten und Marokko die Hauptrolle spielten (IRENA, 2018b).

Die IRENA weist auf drei Merkmale von Auktionen für erneuerbare Energien hin, die sie für afrikanische Regierungen besonders attraktiv machen: i) das Potenzial zur Preisfindung, insbesondere bei Unsicherheiten über die Preisgestaltung bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien; ii) die Tatsache, dass sich Auktionen sehr einfach auf einen bestimmten Kontext oder politischen Zweck zuschneiden lassen; und iii) die Möglichkeit, durch klare und transparente Prozesse private Investitionen aus dem In- und Ausland anzuziehen.

Eine weitere Möglichkeit zur Förderung von Investitionen in erneuerbare Energien ist die Einführung eines Einspeisetarifs für Strom aus erneuerbaren Energien (Renewable Energy Feed-In Tariff, REFIT). Derartige Programme bieten transparente, feste Preisstrukturen für künftige private Entwickler, doch in vielen Ländern wurden sie von Kostenüberschreitungen beeinträchtigt. Die Entwicklungspartner können entsprechende Programme einrichten und finanzieren, so wie Deutschland es erfolgreich mit dem GET FiT-Programm in Uganda getan hat. Eine Einspeisevergütung ist oft der sinnvollere Weg für kleinere Projekte, bei denen die Transaktionskosten für die Teilnahme an einer Auktion unter Umständen zu hoch sind.

Beispiel Die Klimainvestitionsplattform

Im März 2020 rief die IRENA interessierte Parteien dazu auf, sich für eine Beteiligung an der Klimainvestitionsplattform (CIP) registrieren zu lassen. In Zusammenarbeit mit dem Green Climate Fund gründeten die IRENA und ihre Partner SEforAll und UNDP die Plattform, um die Investitionen in Projekte für erneuerbare Energien in Entwicklungsländern in 14 regionalen Clustern anzukurbeln. Bislang haben über 140 Projekte und mehr als 260 potenzielle Partner ihr Interesse angemeldet. Die IRENA bereitet eine Reihe regionaler Investitionsforen vor, um die registrierten Projekte mit Finanzpartnern in Verbindung zu bringen und um politische Entscheidungsträger bei der Entwicklung von guten Rahmenbedingungen für Investitionen in erneuerbare Energien zu unterstützen. Einzelheiten zu künftigen Veranstaltungen und weitere Informationen über die Plattform sind unter www.irena.org/irenaforcip zu finden.

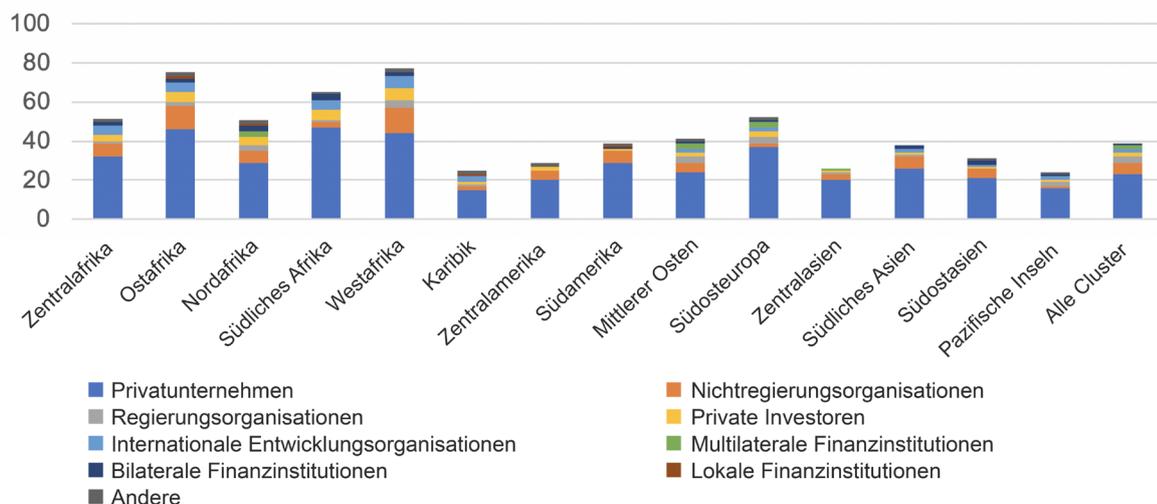


Abbildung 38 – Registrierte Partner der Klimainvestitionsplattform nach Typ und regionalen Cluster

¹⁶ Auktionen für erneuerbare Energien sind Beschaffungsauktionen, bei denen eine Regierung eine Ausschreibung für eine bestimmte Menge Strom aus erneuerbaren Energien oder Stromspeichermöglichkeiten durchführt.



Auktionen für erneuerbare Energien haben sich als gute Möglichkeit zur Senkung der Stromkosten erwiesen.

Unabhängig davon, wie die Kapazitäten an erneuerbaren Energien eingekauft werden, ist eine gute Regierungsführung in Bezug auf Prozesse und Projektgenehmigungen entscheidend. Daher wird in erfolgreichen Programmen häufig sowohl auf die technischen als auch auf die finanziellen Instrumente zum Kapazitätsaufbau und zur Stärkung des Regulierungsrahmens Wert gelegt. So umfasst GET FiT beispielsweise ein umfassendes Unterstützungspaket für Regierungsbehörden, Investoren und sonstige Stakeholder.

3.3.3 Ausbau und Modernisierung des Netzes

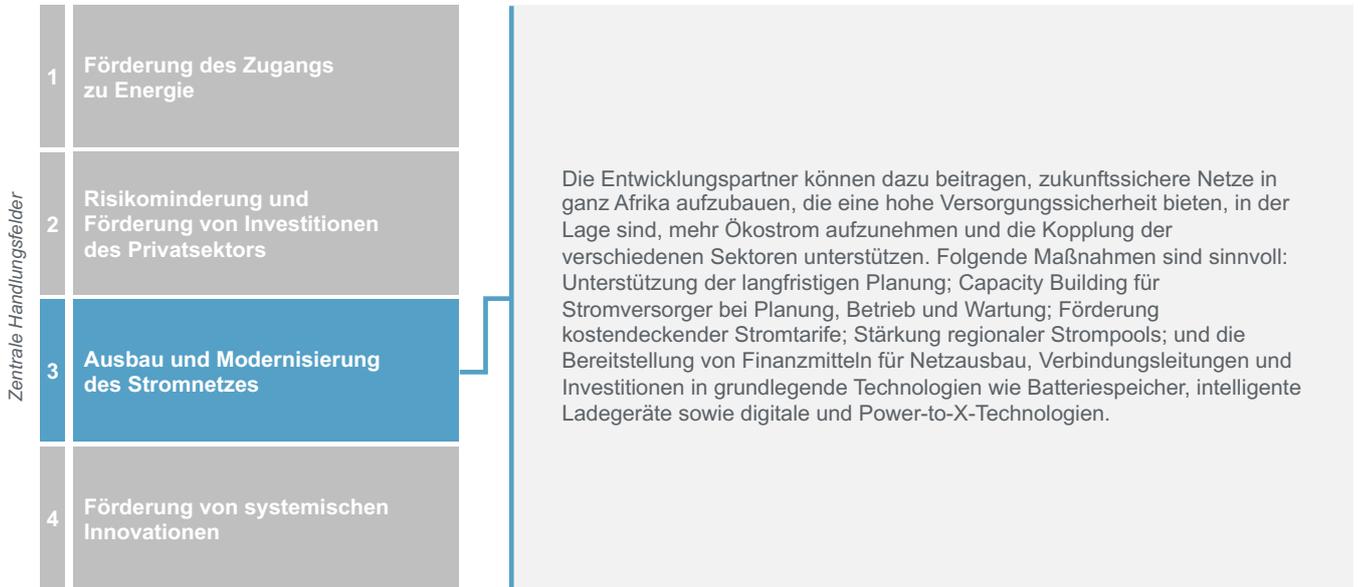


Abbildung 39 – Instrumente der Entwicklungszusammenarbeit zum Ausbau und zur Modernisierung des Netzes

Leistungsfähige, zuverlässige und flexible Stromnetze, die eine größere Menge an variabel verfügbarem Ökostrom aufnehmen, für geringere Verluste sorgen und eine solide Versorgungssicherheit bieten, sind ein entscheidendes Kriterium für eine erfolgreiche Energiewende. Alle im Folgenden genannten Instrumente eignen sich, um die Modernisierung und den Ausbau der Stromnetze in ganz Afrika zu fördern.

Capacity Building und technische Hilfe bei Netzplanung, Instandhaltung und Systembetrieb. Technische Hilfe und Capacity Building sind für die Umsetzung von integrierten Energieplänen und die Verbesserung der Qualität der Pla-

nung, des Betriebs und der Instandhaltung der Netze wichtig. Beispiele hierfür sind die Finanzierung von Masterplänen für die Stromversorgung; das Capacity Building bei der Regulierung von variabel verfügbaren erneuerbaren Energiequellen; die praktische Ausbildung für den Betrieb und die Instandhaltung von landesweiten Stromnetzen, Minigrids und netzfernen Lösungen; sowie innovative Lösungen, bei denen Grundlagentechnologien (z. B. digitale Technologien) mit neuen Arten des Betriebs von Stromsystemen kombiniert werden, beispielsweise mit Unterstützung durch moderne Wettervorhersagen.

Finanzierung von Netzausbau und -modernisierung. Die finanzielle Unterstützung von Netzmodernisierungsprojekten (z. B. neue Stromleitungen, Modernisierung und Ausbau von Verteilernetzen, Digitalisierung und Batteriespeicherung) ist ein weiteres zentrales Instrument, das Regierungen und ihre Partner zur Verwirklichung einer nachhaltigen Energiewende nutzen können. Auch wenn Zuschüsse, standardisierte Finanzierungen oder politik- und ergebnisorientierte Darlehen auf nationaler Ebene in vielen Fällen weiterhin eine entscheidende Rolle spielen müssen, gewinnen unterstaatliche Kredite an Netzeigentümer (z. B. Versorgungsunternehmen und Kommunen) bei der Entwicklung der afrikanischen Energiesysteme zunehmend an Bedeutung. Diese Kredite können eine effiziente Möglichkeit darstellen, um finanziell tragfähige Netzmodernisierungs- und -ausbauprojekte zu ermöglichen. In der Vergangenheit haben die Entwicklungspartner Kredite meist

Unterstaatliche Kredite für Netzeigentümer können eine effiziente Möglichkeit darstellen, um finanziell tragfähige Netzmodernisierungsprojekte zu ermöglichen.

in Euro oder US-Dollar angeboten, doch mit der Möglichkeit einer Kreditaufnahme in der jeweiligen Landeswährung könnte sich das Kreditrisiko für die afrikanischen Länder erheblich verringern (siehe Infokasten). Neben Infrastrukturinvestitionen sind die Einführung digitaler Technologien und die Nutzung moderner Wettervorhersagen Beispiele für Innovationen, die zur Modernisierung des Stromnetzbetriebs in vielen afrikanischen Ländern beitragen können.

Beispiel

Unterstützung von Investitionen in kleine EE-Projekte



Mit der Facility for Investments in Renewable Small Transactions (FIRST) wird die südafrikanische Regierung bei der Umsetzung ihrer politischen Ziele unterstützt. Dazu gehört die Förderung kleiner und mittlerer Unternehmen in Südafrika, damit sie sich am schnell wachsenden Markt für erneuerbare Energien und Energieeffizienz beteiligen können, mit dem Ziel, das Wachstum dieser Märkte in der lokalen Wirtschaft zu verankern.

FIRST wird seit September 2017 angeboten. Der Schwerpunkt liegt auf der Bereitstellung moderner Finanzierungslösungen für dezentrale Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, die sich an Unternehmens- und Industriekunden, Firmen (Industrie und Gewerbe) und Privathaushalte richten und auf Projekte mit einer installierten Leistung von bis zu 20 MW ausgelegt sind. Die einzelnen Projekte sind zu klein, um die hohen Kosten für Rechts-, Versicherungs-, technische, Umwelt- und Sozialberatungsleistungen zu tragen, die üblicherweise bei fremdfinanzierten Projekten anfallen, und die Entwicklungsteams, die sich auf kleine Projekte konzentrieren, sind in der Regel nicht auf das Management einer großen Anzahl an Projekten eingerichtet. Mit FIRST wird daher ein Portfolio-Ansatz verfolgt, bei dem Ratenverkäufe als Kreditinstrument zum Einsatz kommen. So bietet die Fazilität Unternehmen den Zugang zu finanzieller Unterstützung für ihre eigenen Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien und Energieeffizienzlösungen. Die KfW stellt eine Erstverlust-Investitionsbeihilfe für die Nutzung von Refinanzierungslinien bereit und leistet einen Beitrag zu einer Fazilität für technische Hilfe. Darüber hinaus hat auch die südafrikanische Geschäftsbank RMB ein langfristiges Darlehen zur Unterstützung der Fazilität bereitgestellt.

Derzeit wird FIRST für fünf ganz unterschiedliche Projekte genutzt:

- Cross Valley (Kruisvallei), ein kleines Wasserkraftwerk;
- verschiedene Aufdach-PV-Anlagen, u. a. auf einem Einkaufszentrum (mit zwei Projektentwicklern);
- eine Biogasanlage;
- das Unternehmen Energy Drive Systems, das Energieeffizienzmaßnahmen anbietet.

Darlehen in Landeswährung

Während große internationale Unternehmen in der Regel Kredite in gängigen internationalen Währungen aufnehmen und das Währungsrisiko absichern können, ist dies für kleinere lokale Unternehmen nicht möglich. Daher auf die jeweilige Landeswährung lautende Darlehen – internationale langfristige Kredite in einer lokalen Währung – Unternehmen und Regierungen einzigartige Vorteile. Erstens ermöglichen sie die Kreditaufnahme in der Währung, in der das Projekt seine Einnahmen erzielt. Zweitens kann die Kreditvergabe in Landeswährung eine katalysierende Wirkung haben und die Projekte für lokale Investoren und Kofinanzierer attraktiv machen.

Für Entwicklungsfinanzierungsinstitutionen ist die Kreditvergabe in der Landeswährung immer noch ein relativ neues Konzept. Dabei lassen sich dadurch die Risiken der Kreditaufnahme in einkommensschwachen Ländern erheblich senken und die Ausfallrisiken verringern.

Förderung von regionalen Stromnetzen und Marktintegration. Durch eine bessere regionale Integration der Strommärkte kann Strom aus variabel verfügbaren erneuerbaren Energien (aufgrund der Ressourcenkomplementarität) zu geringeren Kosten eingespeist werden, was das Gleichgewicht im Stromsystem verstärkt und die Kosteneffizienz erhöht. Die

Entwicklungspartner können und sollten diese Integration unterstützen, indem sie die Finanzierung von Stromleitungen und der zugrundeliegenden Infrastruktur für den Anschluss von Ländern ermöglichen und technische Hilfe für die Entwicklung von regionalen Regulierungsrahmen leisten und institutionelle Capacity-Building-Leistungen erbringen.

Beispiel

Förderung eines klimafreundlichen Stromnetzes in Westafrika

Mit der Unterstützung des West African Power Pool trägt die Bundesregierung (über die KfW) zur regionalen Integration der Strommärkte bei.



Einer der wichtigsten Erfolge des WAPP ist die Planung und Umsetzung hoch rentabler grenzüberschreitender Verbundprojekte zwischen WAPP-Mitgliedsländern, wodurch sich bis 2021 die Integration der Strommärkte aller ECOWAS-Mitgliedsländer auf dem Festland erreichen lässt. Der WAPP bietet damit einen gemeinsamen regionalen Strommarkt, der handelsrechtlichen und technischen Vorschriften nach internationalen Standards unterliegt, und verfügt über eine gemeinsame Regulierungsbehörde für regionale Projekte. Auf diesem gemeinsamen Markt können alle privaten und öffentlichen Teilnehmer Strom kaufen und verkaufen, sofern sie die technischen Voraussetzungen erfüllen. Die positiven Auswirkungen des gemeinsamen Marktes auf die Strompreise, die Produktionskosten, die Versorgungssicherheit und die Verringerung der Treibhausgasemissionen werden bereits sichtbar. Hier dient Liberia als Beispiel: Die geplante CLSG-Verbindungsleitung dürfte die Stromkosten von rund 230 Mio. Euro pro Jahr auf unter 100 Mio. Euro pro Jahr senken – was letztlich den Verbrauchern zugutekommen wird. Darüber hinaus dürfte die Verbindungsleitung gemäß den ersten Berechnungen den gesamten CO₂-Ausstoß pro Jahr mittelfristig um rund 240.000 Tonnen senken, da sie eine Umstellung von Diesel auf importierten Strom aus Wasserkraft und Erdgas ermöglicht.

Beispiel

Korridore für saubere Energien in Afrika



Korridore für saubere Energien sind regionale Initiativen, die den derzeitigen Brennstoffmix verändern wollen, indem sie die Entwicklung sauberer, einheimischer und kostengünstiger erneuerbarer Energien fördern und regionale Bemühungen zur Schaffung und Entwicklung von Strommärkten unterstützen. Die Korridore sind auf die spezifischen Bedürfnisse und Prioritäten jeder Region zugeschnitten und bestehen aus den folgenden fünf Säulen: i) Ressourcenbewertung, ii) nationale und regionale Planung, iii) günstige Rahmenbedingungen für Investitionen, iv) Kapazitätsaufbau und v) öffentliches Bewusstsein. Für die Umsetzung der Korridore ist politisches Engagement auf höchster Ebene aus den jeweiligen Regionen erforderlich, und es werden Synergien mit den laufenden Tätigkeiten nationaler, regionaler und internationaler Partner genutzt.

In Subsahara-Afrika wurde 2014 der Africa Clean Energy Corridor ins Leben gerufen, der das Programm für Infrastrukturentwicklung in Afrika (PIDA) in den Mitgliedsländern des Eastern African Power Pool und des Southern African Power Pool ergänzt, womit die Region für den geplanten Nord-Süd-Korridor des PIDA abgedeckt ist. Als Richtschnur für die Umsetzung dient ein Kommuniqué vom Januar 2014, das von Ministern beider Pool-Regionen gebilligt wurde. Das Korridorkonzept wurde 2016 auf die Region des West Africa Power Pool ausgedehnt, um mit dem West Africa Clean Energy Corridor die regionalen Bemühungen zur Bildung eines regionalen Strommarktes zu unterstützen.

Im März 2017 und im April 2019 empfahl die Afrikanische Union, die IRENA-Initiativen für Korridore für saubere Energien in die nationalen Agenden für erneuerbare Energien und Klimawandel aufzunehmen. 2014 stimmten die Energieminister der betreffenden Regionen dem Africa Clean Energy Corridor zu, und 2017 billigten die Staatsoberhäupter der Region den West Africa Clean Energy Corridor als Zusatz zum Vertrag über die Wirtschaftsgemeinschaft westafrikanischer Staaten.

Politisches Engagement auf höchster Ebene, Führung und Anleitung durch lokale Verantwortungsträger sowie ein starkes Verantwortungsgefühl bei allen Beteiligten sind für den Erfolg unerlässlich. Im Rahmen der Klimainvestitionsplattform arbeitet IRENA mit internationalen Finanzinstituten und anderen wichtigen Partnern zusammen, um Ziele in konkrete Investitionen vor Ort umzusetzen. Subregionale Investitionsforen sollen den afrikanischen Entscheidungsträgern helfen, die Grundlage für eine ehrgeizigere Einführung erneuerbarer Energien zu schaffen, und sollen die Entwickler bei der Vorbereitung bankfähiger Projekte zu unterstützen.

3.3.4 Unterstützung von Systeminnovationen

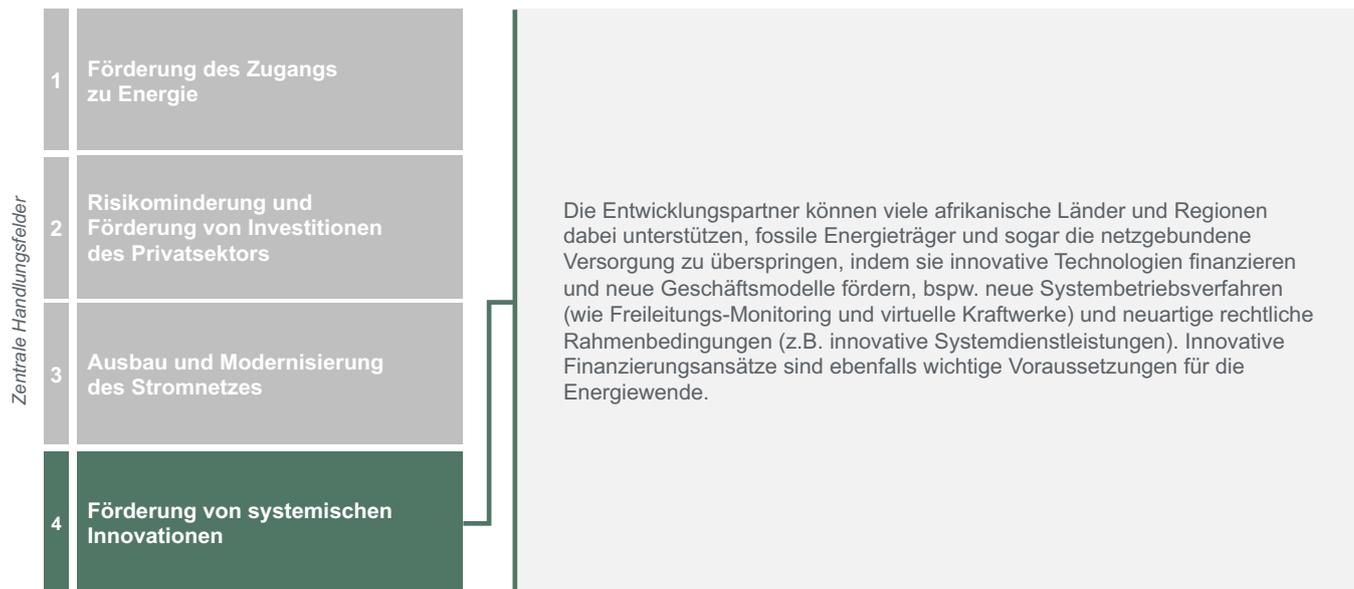


Abbildung 40 – Instrumente der Entwicklungszusammenarbeit zur Unterstützung von Systeminnovationen

Die Nutzung neuer Technologien und die Förderung von Innovationen sind ein wichtiger Faktor für den Erfolg der Energiewende in Afrika. Für die Unterstützung entsprechender Innovationen stehen eine Reihe von Instrumenten zur Verfügung.

Förderung innovativer Projekte. Die Entwicklungspartner können Projektfinanzierungen oder Portfolios von innovativen Projekten mit Skalierungspotenzial zur Verfügung stellen. Der Zugang zu günstigem Fremdkapital kann sowohl über Kredite in Landeswährung als auch über Kredite in internationalen Währungen erfolgen. Es können auch Zuschüsse und technische Hilfe für innovative Pilotprojekte gewährt werden – zum Beispiel durch Challenge Funds (siehe Infokasten und Beispiel).

Challenge funds

Challenge Funds können dazu beitragen, Märkte zu entwickeln und privatwirtschaftliches Know-how zu nutzen, um risikoreiche Markteintrittsbarrieren zu überwinden. Die Mittel können in Form von Zuschüssen zur Verfügung gestellt werden und so die Beteiligung der Privatwirtschaft an Projekten fördern, die von potenziellen Entwicklern als zu riskant betrachtet werden. Sie können auch beim Aufbau einer Projektpipeline helfen, indem Kapital für Machbarkeitsstudien und grundlegende Analysen bereitgestellt wird. Die Challenge Funds selbst können technische und Produktinnovationen fördern, die der Öffentlichkeit zu Gute kommen, und gleichzeitig die geschäftlichen Risiken abfedern, die sonst die Einführung neuer Geschäftsmodelle und Technologien behindern würden. Die Mittel aus Challenge Funds werden in der Regel in den frühen Phasen eines Projekts gewährt. Challenge Funds können zur Stimulierung des Marktes durch Wettbewerbsmechanismen für die Zuteilung der Mittel verwendet werden, oder sie können nach dem Windhundverfahren verteilt werden.

Beispiel

Förderung neuer EE-Technologien durch Zuschüsse

Die Geothermal Risk Mitigation Facility (GRMF) – ein Challenge Fund – wurde 2012 eingerichtet. Im Rahmen der GRMF werden Zuschüsse vergeben, die einen Teil der Investitionskosten in den frühen Phasen von Geothermieprojekten in Ostafrika abdecken. Diese Technologie war damals in der Region relativ neu. Bis Mai 2020 wurden 6 Antragsrunden gestartet und 14 Oberflächenstudien sowie 16 Bohrprogramme in 6 verschiedenen Ländern unterstützt.



Die GRMF leistet finanzielle Unterstützung bei der Verringerung der finanziellen Risiken im Zusammenhang mit der geothermischen Erkundung. Dadurch wird ein besserer Zugang zu Eigenkapital oder anderen Finanzierungsquellen möglich, so dass die GRMF eine Katalysatorrolle bei der Etablierung von Geothermie als strategische Option für die Ausweitung der Stromerzeugung spielt. Es ist davon auszugehen, dass der Erfolg der GRMF weitere Investitionen in die Geothermie anstößt (GRMF, o.J.).

Förderung spezieller innovativer Lösungen in einzelnen Ländern. Systeminnovationen berücksichtigen den jeweiligen Kontext der verschiedenen afrikanischen Länder und umfassen daher spezielle, an die lokalen Besonderheiten angepasste innovative Lösungen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf neuen praktischen Lösungen. Wie beispielsweise in Abschnitt 3.1.3 dargestellt, können die Stromkunden in Afrika durch die Verbindung von dezentraler Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit innovativen Geschäftsmodellen – wie Peer-to-peer-Handel, Gemeinschaftseigentum und Pay-as-you-go-Modellen – in die Lage versetzt werden, ihren Strom zu vertretbaren Kosten selbst zu erzeugen. Entwicklungspartner können die Innovationen und die Anpassung und Skalierung

dieser Konzepte auf verschiedene Weise unterstützen, u. a. durch Zuschüsse oder ergebnisorientierte Finanzierungsprogramme. Die Anpassung kann auch durch politische und aufsichtsrechtliche Reformen vorangetrieben werden – mit Unterstützung der Entwicklungspartner in Form von technischer Hilfe und Capacity Building. Darüber hinaus können Entwicklungspartner die Umsetzung innovativer Ansätze unterstützen, indem sie Partnerländer und lokale Unternehmen mit Investoren zusammenbringen. Beispiele dafür sind Initiativen zur Beratung von Investoren in Bezug auf die Regeln und Vorschriften des Gastlandes oder die Einrichtung von Dialogplattformen mit den zuständigen Behörden.

Beispiel

Maßgeschneiderte Lösungen für die Integration variabel verfügbarer erneuerbarer Energien in Afrika



Da es keine Patentlösung gibt, die allen afrikanischen Ländern dabei helfen kann, einen höheren Anteil erneuerbarer (insbesondere variabel verfügbarer) Energiequellen auf breiter Front zu integrieren, müssen innovative Lösungen auf die individuellen Gegebenheiten des betreffenden Landes zugeschnitten werden.

Die IRENA hat ein Instrumentarium für Länder entwickelt, die in den nächsten Jahrzehnten einen hohen Anteil an erneuerbaren Energien in ihre Energiesysteme integrieren möchten. Dieses Instrumentarium umfasst 30 Schlüsselinnovationen in den Bereichen Grundlagentechnologien, Geschäftsmodelle, Marktdesign und Systembetrieb, die, wenn sie miteinander kombiniert werden, innovative Lösungen ergeben (IRENA, 2019b). Die direkte und indirekte Elektrifizierung von Endverbrauchssektoren – z. B. Gebäude, Verkehr und Industrie – durch die Energiegewinnung aus Wasserstoff kann in einem ganzheitlichen Konzept eine wichtige Rolle spielen. Dieses Instrumentarium lässt sich auf die spezifische Situation einzelner Länder anwenden, wie beispielsweise Schweden (IRENA, 2020g).

Unter Berücksichtigung der jeweiligen Ziele, Bedürfnisse und Herausforderungen eines afrikanischen Landes lässt sich das IRENA-Instrumentarium in Partnerschaft mit nationalen Stakeholdern wie Ministerien, Energieagenturen, Versorgungsunternehmen und Systembetreibern anwenden. Maßgeschneiderte Formulierungen können als Grundlage für weitere technisch-wirtschaftliche Machbarkeitsstudien dienen. So lassen sich Lösungsansätze in Energieszenarien verwenden, um ihre Auswirkungen auf und ihren Beitrag zu nationalen Zielen wie Flexibilität, Zugang zur Stromversorgung und Integration variabel verfügbarer erneuerbarer Energien zu beziffern.



4 Schlussfolgerungen

Die Länder Afrikas können in den kommenden Jahrzehnten grundlegende Herausforderungen in den Bereichen Zugang zu Energie, Energiesicherheit und Klimaschutz angehen. Diejenigen Länder, die derzeit über keine oder keine angemessene Energieversorgung verfügen, können bis 2030 einen flächendeckenden Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energieversorgung schaffen, wie es SDG 7 vorsieht. Dies würde die Lebensbedingungen von vielen Millionen Menschen verbessern. Gleichzeitig kann Afrika sein riesiges Potenzial zur Erzeugung erneuerbarer Energien zu immer wettbewerbsfähigeren Preisen nutzen, um seinen wachsenden Energiebedarf zu decken und einer langfristigen Festlegung auf fossile Energieträger entgegenzuwirken. Wenn Afrika sich jetzt für einen kohlenstoffarmen, nachhaltigen Entwicklungspfad entscheidet, kann es auch den Klimawandel und seine Folgen langfristig in den Griff bekommen. Außerdem kann der Kontinent ein widerstandsfähiges modernes Energiesystem aufbauen und seine Energiesicherheit verbessern, indem er das vorhandene Potenzial an erneuerbaren Energien ausschöpft.

Dadurch kann Afrika auch neue Arbeitsplätze und nachhaltiges Wirtschaftswachstum schaffen sowie gesellschaftliche und gesundheitliche Fortschritte erzielen. Mit Unterstützung ihrer Partner könnten die afrikanischen Länder die Gelegenheit nutzen das fossile Zeitalter zu überspringen. Sie sollten auf kohlenstoffarmes Wachstum und eine klimafreundliche Energiestrategie setzen, die im Einklang mit dem Pariser Klimaabkommen steht. Dabei können ihnen einige Trends helfen, die derzeit in Afrika beobachtet sind:

- Die Kosten für erneuerbare Energien und die dazugehörigen Technologien sind deutlich gesunken. Für neue Anlagen zur Stromerzeugung sind erneuerbare Energien deshalb in den meisten Fällen die günstigste Variante – und zwar weltweit.
- Aktuelle Schätzungen zufolge kann Afrika mit erneuerbaren Energien eintausend Mal mehr Strom erzeugen, als der Kontinent für seinen eigenen Bedarf im Jahr 2040 benötigt.
- Investitionen werden weltweit zunehmend in Richtung grünen Umbau und sogenanntes „wirkungsorientiertes Investieren“ umgelenkt. Dadurch lassen sich auch leichter Mittel für erneuerbare Energien mobilisieren.

Eine erfolgreiche Energiewende in Afrika kann zu einer nachhaltigen wirtschaftlichen Entwicklung, inklusivem sozialen Fortschritt und einer höheren Lebensqualität beitragen.

Um diese Chance zu nutzen, sind ein starker politischer Wille, investitionsfreundliche Rahmenbedingungen und ganzheitliche politische Konzepte nötig. Außerdem gilt es, Infrastruktur und Energieeffizienz entscheidend zu verbessern. Länderübergreifende Organisationen wie die Afrikanische Union oder die Afrikanische Entwicklungsbank (AfDB) spielen eine wichtige Rolle, wenn es darum geht, die Anstrengungen zu koordinieren, Fortschritte in ganz Afrika zu erzielen und Erfolgsmodelle zu verbreiten.

Das Ausmaß der Herausforderung

Wie eine erfolgreiche Energiewende aussieht, dürfte sich in jedem afrikanischen Land anders darstellen. In jedem Fall

gehört dazu aber der Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energie für alle Afrikaner bis 2030. Auch das komplette Ausschöpfen des Potenzials an erneuerbaren Energien bis 2050 muss Teil davon sein. Beides sind sehr ehrgeizige, aber erreichbare Ziele – die allerdings globales Handeln erfordern.

Entscheidend wird sein, innerhalb fester Fristen ausreichend Mittel zu mobilisieren. Derzeit werden durchschnittlich rund 30 Mrd. US-Dollar jährlich in das afrikanische Energiesystem investiert (IEA, 2019; 192). Um allen Afrikanern Zugang zu nachhaltiger Energie zu verschaffen, sind mindestens doppelt so hohe Investitionen bis zum Ende des Jahrzehnts erforderlich. Diese Studie vertritt die Ansicht, dass sich die öffentlichen und privaten Investitionen durchaus steigern lassen, dass es dafür aber gemeinsamer und koordinierter Anstrengungen bedarf. Die internationale Gemeinschaft spielt dabei eine wichtige Rolle. Sie muss dafür sorgen, dass die afrikanischen Länder und ihre Entwicklungspartner ausreichend Kapital für Investitionen aufbringen, die für eine rasche und gerechte Energiewende nötig sind.

Ein Aufruf zum Handeln

In der Agenda 2063 der Afrikanischen Union sind folgende Ziele festgelegt: den Klimawandel begrenzen, den politischen Spielraum für nachhaltige Entwicklung erweitern, Armut innerhalb von einer Generation beseitigen und gemeinsamem Wohlstand durch gesellschaftliche und wirtschaftliche Transformationsprozesse aufbauen. Elektrizität ist für das Erreichen dieser Ziele unerlässlich. Afrikas Entwicklungspartner unterstützen bereits zahlreiche Programme, um allen Menschen Zugang zu Energie zu verschaffen und klimafreundliche und klima-resiliente Stromsektoren auf dem ganzen Kontinent zu errichten. Eine umfassende, auf erneuerbaren Energien beruhende Energiewende in Afrika erfordert jedoch mehr Entschlossenheit und eine gemeinsame, breiter angelegte Initiative, ohne dabei die Bedürfnisse der einzelnen Länder zu vernachlässigen.

Eine entsprechende Initiative sollte daher als Partnerschaft angelegt sein und vier Handlungsfelder umfassen:

1. Zugang zu Energie fördern. Bei den Strategien für eine Energiewende muss der Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher und nachhaltiger Elektrizität für alle bis 2030 Priorität haben. Nur dann kann dieser Umbau Armut wirksam bekämpfen, neue wirtschaftliche Möglichkeiten schaffen und Gleichberechtigung voranbringen. Die Maßnahmen müssen eine ausgewogene Mischung an netzgebundenen und netzfernen Lösungen sowie Inselnetzen beinhalten. Sie müssen zudem einen Beitrag zur Versorgungssicherheit leisten, wirtschaftlich sein und den Zugang bezahlbar machen.

2. Risiken verringern und Privatinvestitionen fördern.

Die afrikanischen Regierungen und ihre Entwicklungspartner können private Investitionen erleichtern. Dafür müssen sie Planungssicherheit und stabile Rahmenbedingungen schaffen, eine Pipeline mit wirtschaftlich tragfähigen Projektaufbauten und gezielte Maßnahmen zur Risikominde- rung anbieten („De-Risking“).

3. Netze stärken und modernisieren. Um Strom aus erneuerbaren Energien (wie Sonne oder Wind) kostengünstig und in großem Stil bereitzustellen, müssen sich in vielen Ländern die Planung, der Betrieb und die Instandhaltung der Stromnetze deutlich verbessern. Auch braucht es Leitungen für den grenzüberschreitenden Stromhandel, der die Energiesicherheit erhöht und mehr Flexibilität ermöglicht, die für einen hohen Ökostromanteil nötig ist.

4. Systeminnovationen fördern. Um sein Potenzial im Bereich der erneuerbaren Energien ausschöpfen zu können, benötigt Afrika einen systemischen Ansatz. Dieser sollte auf innovativen Technologien, soliden Geschäftsmodellen, Mischlösungen, besseren (finanziellen) Rahmenbedingungen und stärkerer politischer Unterstützung beruhen. Die in dieser Studie vorgestellten Innovationen müssen Hand in Hand gehen, damit ihr volles Potenzial erschlossen werden kann.

Herausforderungen



Handlungsfelder



Abbildung 41 – Begründung und Konzept für eine politische Initiative zur Energiewende

Darüber hinaus müssen diese Partnerschaft und die vier Handlungsfelder durchgängig und systematisch folgende Querschnittsthemen berücksichtigen: i) Funktionierende und leistungsfähige Institutionen aufbauen und ii) eine gerechte Energiewende mit wirtschaftlicher und sozialer Inklusion umsetzen.

Die Konjunkturpakete im Zusammenhang mit COVID-19 bieten eine gute Gelegenheit, kurzfristige Maßnahmen zur Minderung der Pandemiefolgen mit den langfristigen Zielen der Energiewende in Einklang zu bringen. Investitionen in klimafreundliche Technologien könnten der Auslöser dafür sein, Finanzströme dauerhaft in Richtung resiliente Energiesysteme umzulenken. Dadurch würde verhindert, dass sich der Kontinent auf absehbare Zeit auf nicht nachhaltige Technologien zur Stromproduktion festlegt. Die Entwicklung klimasicherer

Energiesysteme, unterstützt durch einen starken politischen Willen und einen ganzheitlichen politischen Ansatz, würde den Weg zu gerechten, inklusiven und resilienten Volkswirtschaften ebnen. Wenn diese politische Initiative dazu dienen kann, die vier Handlungsfelder und die beiden Querschnittsthemen umzusetzen, wird die Energiewende in Afrika sowohl zur sozioökonomischen Entwicklung des Kontinents als auch zu mehr Umwelt- und Klimaschutz auf der Welt beitragen. Zudem wäre Afrika dann in der Lage, genügend erneuerbare Energie zu erzeugen, um seinen künftigen Energiebedarf kostengünstig und nachhaltig zu decken. Gleichzeitig könnte es den Wohlstand auf dem gesamten Kontinent steigern und langfristig zur Entwicklung einer resilienten Weltwirtschaft beitragen.

Literatur

AfDB. (2017). Mini Grid Market Opportunity Assessment: Ethiopia.

<https://greenminigrd.afdb.org/sites/default/files/GMG%20MDP%20Document%20Series%20Market%20Assessment%20Ethiopia%2003-05-17.pdf>

AfDB. (2018). Gap Analysis Report: African Nationally Determined Contributions (NDCs).

https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Generic-Documents/African_NDCs_Gap_Analysis_Report.pdf

African Union. (n.d.). Agenda 2063: The Africa We Want.

<https://au.int/agenda2063/overview>

Afrobarometer. (2019). Progress toward 'reliable energy for all' stalls across Africa.

https://afrobarometer.org/sites/default/files/press-release//ab_r7_pr_progress_toward_reliable_energy_stalls_across_africa.pdf

ATI. (n.d.). Energy Solutions – Regional Liquidity Support Facility.

<http://www.ati-aca.org/energy-solutions/facilities/regional-liquidity-support-facility/>

Bloomberg. (2019). Battery Power's Latest Plunge in Costs Threatens Coal, Gas.

<https://about.bnef.com/blog/battery-powers-latest-plunge-costs-threatens-coal-gas/>

Bloomberg. (2020). Eskom Warns South Africa to Brace for Additional Power Cuts.

<https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-01-31/eskom-to-resume-rolling-blackouts-across-south-africa-from-9am>

BMW. (2020). Entwicklung der Stromerzeugung und der installierten Leistung von Photovoltaikanlagen.

https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Textbausteine/Banner/banner_photovoltaik.html

Bundesnetzagentur. (n.d.). Security of Supply.

https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Energy/Companies/SecurityOfSupply/SecuritySupply_node.html

BWE. (2020). Development of wind power supply.

<https://www.wind-energie.de/english/statistics/statistics-germany/>

CIA. (2019). The World Factbook 2019.

<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>

Climatescope. (2019). Guinea – Clean Energy Investment.

<http://global-climatescope.org/results/GN#clean-energy-policy>

Daily News Egypt. (2020).

<https://dailynewsegypt.com/2020/05/30/nrea-considers-3-17-gw-power-projects/>

Department of Energy and Mineral Resources. (2019). Integrated Resource Plan.

<http://www.energy.gov.za/IRP/2019/IRP-2019.pdf>

Eberhard, A., Gratwick, K., Morella, E., & Antmann, P. (2017). Independent power projects in sub-Saharan Africa: Investment trends and policy lessons. Energy Policy, 108, 390-424.

ElectriFi. (n.d.). Mandate & Funders.

<https://www.electrifi.eu/about/mandate-funders/>

EnDev. (n.d.). Ethiopia.

<https://endev.info/content/Ethiopia>

Engineering News. (2020).

<https://www.engineeringnews.co.za/article/despite-irp-gaps-the-outlook-for-solar-in-sa-has-strengthened-2020-01-17>

Energy for Growth. (2019). Cost of unreliable electricity to African firms.

<https://www.energyforgrowth.org/memo/costs-of-unreliable-electricity-to-african-firms/>

Energy Transition. (2019). South African private banks turn their backs on new domestic coal plants.

<https://energytransition.org/2019/08/south-african-private-banks-turn-their-backs-on-new-domestic-coal-plants/>

ESMAP. (2015). Beyond connections: energy access redefined. World Bank.

<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/24368>

ESMAP. (2019). Mini-Grids for half a billion people – Market Outlook.

<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/31926/Mini-Grids-for-Half-a-Billion-People-Market-Outlook-and-Handbook-for-Decision-Makers-Executive-Summary.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

EU. (2020). The EU budget powering the Recovery Plan for Europe.

https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/health/coronavirus-response/recovery-plan-europe_en

EU Commission. (2019). High Level Platform on Sustainable Energy Investments.

https://ec.europa.eu/energy/topics/international-cooperation/key-partner-countries-and-regions/africa/high-level-platform-sustainable-energy-investments_en?redir=1

- EUEI. (2017). The European Portfolio on Energy in International Development Cooperation.**
http://www.euei-pdf.org/sites/default/files/field_publication_file/the_european_portfolio_on_energy_in_international_development_cooperation_euei_pdf_2017_0.pdf
- EV-database.org. (2020). Energy consumption of full electric vehicles.**
<https://ev-database.org/cheatsheet/energy-consumption-electric-car>
- Financial Times. (2019). Senegal's journey from blackouts to gas and green energy.**
<https://www.ft.com/content/d6432b72-2ea8-11e8-97ec-4bd3494d5f14>
- GET.invest. (n.d.). About GET.invest.**
<https://www.get-invest.eu/about-recp/>
- Government of Morocco. (2020). Morocco, Germany Sign Green Hydrogen Cooperation Agreement.**
<http://www.maroc.ma/en/news/morocco-germany-sign-green-hydrogen-cooperation-agreement>
- Government of Germany. (2020). Die Nationale Wasserstoffstrategie.**
<https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.html>
- GRFM. (n.d.). About GRFM.**
<https://grmf-eastafrika.org/about-grmf/>
- IDA. (2018). International Development Association Project Paper on a Proposed Additional Credit to the Republic of Guinea for the Power Sector Recovery Project.**
<http://documents.worldbank.org/curated/en/172941521424821535/pdf/GUINEA->
- IEA; IRENA; UN Statistics Division; World Bank; WHO. (2020). Tracking SDG 7 : The Energy Progress Report 2020. World Bank, Washington, DC. © World Bank.**
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33822>
- IEA. (2019a). Africa Energy Outlook 2019.**
<https://webstore.iea.org/africa-energy-outlook-2019>
- IEA. (2019b). CO₂ Emissions from Fuel Combustion.**
<https://webstore.iea.org/co2-emissions-from-fuel-combustion-2019>
- IEA. (2019c). World Energy Outlook 2019.**
<https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2019>
- IEA. (2020). Hydrogen.**
<https://www.iea.org/fuels-and-technologies/hydrogen>
- IEEFA. (2020). Plans for second-largest coal-fired plant on planet postponed indefinitely.**
<https://ieefa.org/plans-for-second-largest-coal-fired-plant-on-planet-postponed-indefinitely/>
- IMF. (2020). World Economic Outlook Database – April 2020 Edition.**
<https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2020/01/weodata/index.aspx>
- IRENA. (2014). Estimating the Renewable Energy Potential in Africa: A GIS-based approach.**
<https://www.irena.org/publications/2014/Aug/Estimating-the-Renewable-Energy-Potential-in-Africa-A-GIS-based-approach>
- IRENA. (2015a). Africa 2030: Roadmap for a Renewable Energy Future.**
<https://www.irena.org/publications/2015/Oct/Africa-2030-Roadmap-for-a-Renewable-Energy-Future>
- IRENA. (2015b). Renewable Energy Zones for the Africa Clean Energy Corridor. Multi-Criteria Analysis for Planning Renewable Energy**
<https://www.irena.org/publications/2015/Oct/Africa-2030-Roadmap-for-a-Renewable-Energy-Future>
- IRENA. (2016). Unlocking Renewable Energy Investment: The Role of Risk Mitigation and Structured Finance.**
<https://www.irena.org/publications/2016/Jun/Unlocking-Renewable-Energy-Investment-The-role-of-risk-mitigation-and-structured-finance>
- IRENA. (2017). Geothermal Power: Technology Brief.**
<https://www.irena.org/publications/2017/Aug/Geothermal-power-Technology-brief>
- IRENA. (2018a). Planning and prospects for renewable power: West Africa. Reference:**
https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Nov/IRENA_Planning_West_Africa_2018.pdf
- IRENA. (2019e). Renewable Energy Auctions. Status and Trends Beyond Price.**
https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Dec/IRENA_RE-Auctions_Status-and-trends_2019.pdf
- IRENA. (2019a). Scaling up renewable energy deployment in Africa.**
https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Regional-Group/Africa/IRENA_Africa_impact_2019.pdf-?la=en&hash=EECD0F6E8195698842965E63841284997097D9AA
- IRENA. (2019b). Innovation landscape for a renewable-powered future: Solutions to integrate variable renewables.**
<https://www.irena.org/publications/2019/Feb/Innovation-landscape-for-a-renewable-powered-future>

- IRENA. (2019c). Innovation Outlook. Smart Charging For Electric Vehicles.**
https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_EV_smart_charging_2019_summary.pdf?la=en&hash=8A4B9AB5BAB3F2341B366271DCA6FF7EE802AED4
- IRENA. (2019d). Hydrogen: A Renewable Energy Perspective.**
https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Hydrogen_2019.pdf
- IRENA. (2020a). Renewable Power Generation Costs in 2019.**
<https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019>
- IRENA. (2020b). Renewable energy statistics 2020. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. IRENA Abu Dhabi.**
- IRENA. (2020c). Renewable Capacity Highlights 2020.**
<https://www.irena.org/publications/2020/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2020>
- IRENA. (2020d). Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050.**
<https://www.irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020>
- IRENA. (2020e). Renewable energy roadmap for Central Africa.**
- IRENA. (2020f). Energy Subsidies - Evolution in the Global Energy Transformation to 2050.**
<https://www.irena.org/publications/2020/Apr/Energy-Subsidies-2020>
- IRENA. (2020g). Innovative solutions for 100 % renewable power in Sweden.**
<https://irena.org/publications/2020/Jan/Innovative-solutions-for-100-percent-renewable-power-in-Sweden>
- IRENA. (2020h). Post-COVID Recovery: An agenda for resilience, development and equity. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.**
- IRENA. (forthcoming, 2020). The Africa Clean Energy Corridor: Potential and Prospects for Variable Renewable Energy in Southern and East Africa, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.**
- IRENA. (n.d.). Estimating the Renewable Energy Potential in Africa – 2020 Update. Forthcoming.**
- Jaunky, V. C. (2006). Income elasticities of electric power consumption: Evidence from African countries. Regional and Sectoral Economic Studies, 7, 25-50.**
- KfW. (2020). Mobilizing private capital for grid-connected renewable power in developing countries – Lessons learnt.**
https://www.kfw-entwicklungsbank.de/PDF/Evaluierung/Themenbezogene-Evaluierungen/Nr11_Evaluation-update_Mobilising-private-capital_E.pdf
- Mandelli, S., Barbieri, J., Mattarolo, L., & Colombo, E. (2014). Sustainable energy in Africa: A comprehensive data and policies review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 37, 656-686. UNEP (2017).**
- McKinsey. (2015). Powering Africa.**
https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Electric%20Power%20and%20Natural%20Gas/Our%20Insights/Powering%20Africa/Powering_Africa.ashx
- Multiconsult. (2018). Roadmap to the New Deal on Energy for Africa.**
<http://africa-energy-portal.org/sites/default/files/2018-10/lu313516crr2.pdf>
- Lighting Africa. (2017). Regional Off-Grid Electrification Project Overview.**
<https://www.lightingafrica.org/publication/regional-off-grid-electrification-project-rogep-overview/>
- ODYSEE-MURE. (2020). Change in distance travelled by car.**
<https://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/transport/distance-travelled-by-car.html>
- PIDA. (2015). Africa Energy Outlook 2040.**
<http://www.foresightfordevelopment.org/library/download-file/46-1341/54>
- Power Engineering. (2019). ACWA Power building 250 MW in solar PV in Ethiopia.**
<https://www.power-eng.com/2019/10/28/acwa-power-building-250-mw-in-solar-pv-to-ethiopia/#gref>
- PV Magazine. (2019a). Togo launches first large-scale solar project.**
<https://www.pv-magazine.com/2019/08/02/togo-launches-first-large-scale-solar-project/>
- PV Magazine. (2019b). Scatec Solar secured 300 MW of solar capacity in 500 MW Tunisia auction.**
<https://www.pv-magazine.com/2019/12/17/scatec-secured-300-mw-of-solar-capacity-in-500-mw-tunisia-auction/>
- REE. (2020). International Interconnections.**
<https://www.ree.es/en/activities/operation-of-the-electricity-system/international-interconnections>
- RISE. (n.d.). About Us.**
<https://rise.worldbank.org/about-us>
- Scaling Solar. (n.d.). Togo.**
<https://www.scalingsolar.org/active-engagements/togo/>

SEforALL. (n.d.). About.

<https://www.seforall.org/about-us>

SEforALL. (2017). 'Mini Grid Market Opportunity Assessment: Ethiopia. Carbon Trust, United Nations Environment Programme (UNEP) and ECOWAS Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency (ECREEE).

<http://greenminigrad.se4all-africa.org/file/167/download>

SEforALL. (2020a). Country fact-sheet Benin.

<https://www.se4all-africa.org/seforall-in-africa/country-data/benin/>

SEforALL. (2020b). Country fact-sheet Burkina Faso.

<https://www.se4all-africa.org/seforall-in-africa/country-data/burkina-faso/>

Steckel, J. C., Hilaire, J., Jakob, M., & Edenhofer, O. (2020). Coal and carbonization in sub-Saharan Africa. *Nature Climate Change*, 10(1), 83-88.

Stern, D. I., Burke, P. J., & Bruns, S. B. (2019). The impact of electricity on economic development: A macroeconomic perspective.

Trimble, C., Kojima, M., Arroyo, I. P., & Mohammadzadeh, F. (2016). Financial viability of electricity sectors in Sub-Saharan Africa: quasi-fiscal deficits and hidden costs. *The World Bank*.

UNEP. (2017). Atlas of Africa Energy Resources. United Nations Environment Programme, Nairobi.

UNFCCC. (2020). The Paris Agreement.

<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>

United Nations. (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. General Assembly 70 session.

United Nations. (2019). Population.

<https://www.un.org/en/sections/issues-depth/population/index.html>

USAID. (2020a). Benin Power Africa Fact Sheet.

<https://www.usaid.gov/powerafrica/benin>

USAID. (2020b). Burkina Faso Power Africa Fact Sheet.

<https://www.usaid.gov/powerafrica/burkina-faso>

USAID. (2020c). Côte d'Ivoire Power Africa Fact Sheet.

<https://www.usaid.gov/powerafrica/cote-divoire>

USAID. (2020d). Togo Power Africa Fact Sheet.

<https://www.usaid.gov/powerafrica/togo>

WCED, S. W. S. (1987). World commission on environment and development. *Our common future*, 17, 1-91.

WHO. (2018). Household air pollution and health. Available at:

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>

World Bank. (n.d.). SDG 7.1.1 Electrification Dataset – The World Bank's Global Electrification Database (GED).

<https://trackingsdg7.esmap.org/downloads>

World Bank. (2017a). Appraisal of the Cote d'Ivoire - Electricity Transmission and Access Project.

<http://documents.worldbank.org/curated/en/439601486754508658/pdf/PIDISDS-APR-Print-P157055-02-10-2017-1486754503847.pdf>

World Bank. (2017b). Project Appraisal Document for the Togo Energy Sector Support and Investment Project.

<http://documents.banquemondiale.org/curated/fr/944651513998136523/pdf/TOGO-PAD-ENERGY-NEW-12012017.pdf>

World Bank. (2019a). 2019 Revision of World Population Prospects.

<https://population.un.org/wpp/Download/>

World Bank. (2019b). Rwanda Economic Update : Lighting Rwanda.

<http://documents.worldbank.org/curated/en/593831561388957701/Rwanda-Economic-Update-Lighting-Rwanda>

World Bank. (2019c). Rethinking Power Sector Reform in The Developing World.

<https://www.esmap.org/rethinking-power-sector-reform-in-the-developing-world>

World Bank. (2019d). Guinea Electricity Access Scale Up Project.

<https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P164225?lang=en>

World Bank. (2019e). Togo: \$150 Million to Promote a Greener and More Resilient Future.

<https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2019/12/16/togo-150-million-to-promote-a-greener-and-more-resilient-future>

World Bank. (2019f). Doing Business 2020.

<https://www.doingbusiness.org/en/reports/global-reports/doing-business-2020>

World Bank. (2020a). Data: Population.

<https://data.worldbank.org/indicator/sp.pop.totl>

World Bank. (2020b). Evaluation of Rural Electrification Concessions in sub-Saharan Africa. Short Case Study Burkina Faso.

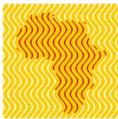
<http://documents.worldbank.org/curated/en/357991498163872158/pdf/116662-WP-PUBLIC-P150241-8p-Short-Case-Study-Burkina-Faso.pdf>

World Resource Institute. (2020). Global Historical Emissions.

<https://www.wri.org/resources/data-visualizations/world-greenhouse-gas-emissions-2016>

Anhang 1: Überblick über ausgewählte, von Entwicklungspartnern finanzierte Initiativen im Energiesektor

	Leistungsversprechen und Ziel*	Beschreibung*
 <p>IRENA</p>	<p>„Die Korridore für saubere Energien in Afrika zielen darauf ab, den schnell wachsenden Strombedarf des Kontinents durch die beschleunigte Entwicklung der erneuerbaren Energien und den grenzüberschreitenden Handel mit Ökostrom innerhalb der Eastern und Southern African Power Pools (Africa Clean Energy Corridor) sowie des West Africa Power Pools (West Africa Clean Energy Corridor) zu decken.“</p>	<p>Die Arbeit an der Initiative gliedert sich wie folgt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gebietsaufteilung und Ressourcenbewertung zur Ansiedlung von EE-Anlagen in Gebieten mit großen Ressourcen und geeigneten Übertragungsleitungen. 2. Nationale und regionale Planung zur Prüfung kosteneffektiver Möglichkeiten der Ökostromerzeugung. 3. Günstige Rahmenbedingungen für Investitionen zur Öffnung von Märkten und zur Verringerung der Finanzierungskosten. 4. Capacity Building in Bezug auf Planung, Betrieb, Instandhaltung und Regulierung von Stromnetzen und -märkten mit höherem Ökostromanteil. 5. Aufklärung der Allgemeinheit und Schaffung eines öffentlichen Bewusstseins dafür, wie der Korridor nachhaltigen und bezahlbaren Strom sicher liefern kann.
 <p>USAID</p>	<p>„Power Africa hat sich zum Ziel gesetzt, besonders saubere und effiziente Stromerzeugungsanlagen mit einer installierten Leistung von über 30.000 Megawatt (MW) sowie 60 Mio. neue Stromanschlüsse für Häuser und Unternehmen zu bauen.“</p>	<p>Power Africa bringt Unternehmen, wichtige Politiker und Finanzinstitutionen zusammen, um Afrika bei der Überwindung seiner Energiekrise zu unterstützen.</p> <p>Zentrale Tätigkeitsbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Geschäfte: Überwindung der wesentlichen Hindernisse für den Fortschritt einzelner Geschäfte. Die von Power Africa verfolgte Projektpipeline umfasst 60 Gaskraftwerke in 17 Ländern mit einer installierten Leistung von über 17.000 MW. – Unterstützung vor Ort: Einsatz von Beratern im Land zum Aufzeigen von technischen, finanziellen und politischen Lösungen. – Überbrückung der Finanzierungslücke: Bereitstellung von Instrumenten zur Minderung des Investitionsrisikos. – Reform unter afrikanischer Führung: Unterstützung von politischen Reformen und einer verbesserten Regierungsführung.
 <p>Africa Renewable Energy Initiative</p> <p>Afrikanische Union</p>	<p>„Zusätzliche Anlagen zur Erzeugung von Ökostrom mit einer installierten Leistung von 10 GW bis 2020 und Mobilisierung des afrikanischen Potenzials zur Erzeugung von mindestens 300 GW bis 2030.“</p>	<p>AREI ist eine übergeordnete kontinentweite Initiative mit einem langfristigen Zeitrahmen, die auf anderen Bemühungen aufbaut, diese verstärkt und bestehende Lücken schließt. Hier werden in erster Linie verschiedene politische Ansätze und Arbeitsprogramme ausgearbeitet, die in allen Ländern des Kontinents angewendet werden können. Neben dem programmatischen Ansatz unterstützt die Initiative auch Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien – aus bereits vorhandenen und künftigen Projektpipelines –, wenn sie den Leitprinzipien der AREI entsprechen.</p>
 <p>Afrikanische Union, COMESA, Ägypten, Europäische Kommission, Deutschland und Italien</p>	<p>„Verbesserung des Zugangs zu sicherer, bezahlbarer und nachhaltiger Energie für beide Kontinente mit besonderem Schwerpunkt auf der Erhöhung der Investitionen in die afrikanische Energieinfrastruktur.“</p>	<p>Als langfristiger Rahmen für den politischen Dialog und die Zusammenarbeit zwischen Afrika und der EU zielt die AEEP darauf ab, die Wirksamkeit der afrikanischen und europäischen Bemühungen um die Sicherung zuverlässiger und nachhaltiger Energiedienstleistungen in den kommenden Jahrzehnten auf beiden Kontinenten zu erhöhen, den Zugang zu modernen Energiedienstleistungen zu erweitern und die Nutzung erneuerbarer Energien in Afrika auszuweiten.</p>

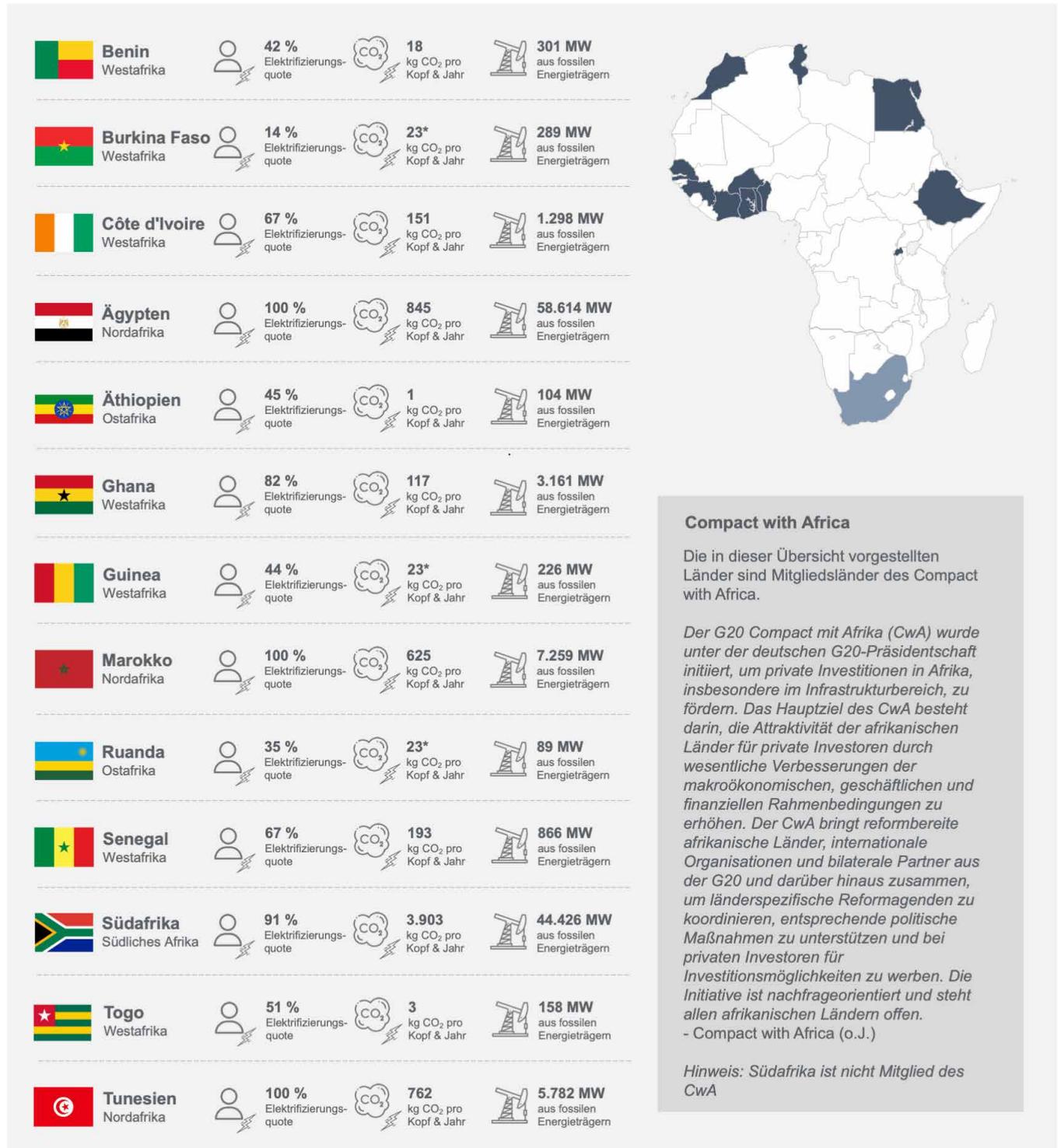
 <p>Weltbank</p>	<p>„Deckung des grundlegenden Strombedarfs (Beleuchtung und Laden von Mobiltelefonen) von rund 250 Millionen Afrikanerinnen und Afrikanern durch qualitätsgeprüfte netzferne Solarsysteme bis 2030.“</p>	<p>Lighting Africa arbeitet daran, den Markt für netzferne Beleuchtungs- und Energielösungen durch eine Reihe verschiedener Maßnahmen entlang der Lieferkette voranzubringen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Marktkenntnis: Bereitstellung von Marktanalysen zum afrikanischen Markt für netzferne Systeme für Marktakteure und politische Entscheidungsträger. – Qualitätssicherung: Entwicklung von Qualitätsstandards und Testmethoden. – Zugang zu Finanzmitteln: Kreditangebote für Hersteller, Händler und Verbraucher. – Verbraucheraufklärung. – Unterstützung der Geschäftsentwicklung: Beratung von Akteuren in diesem Sektor zu bewährten Geschäftspraktiken, Unternehmensführung und Risikomanagement.
 <p>AfDB</p>	<p>„PIDA verfolgt das Ziel, effiziente, verlässliche, bezahlbare und umweltfreundliche Energienetze zu entwickeln und den Zugang zu modernen Energiedienstleistungen für alle Afrikanerinnen und Afrikaner zu verbessern.“</p>	<p>PIDA ist eine strategische kontinentweite Initiative (mit der Unterstützung aller afrikanischen Länder) zur Mobilisierung von Ressourcen, um Afrika durch den Bau einer modernen Infrastruktur zu transformieren. Die 51 grenzüberschreitenden Infrastrukturprojekte umfassen über 400 umsetzbare Teilprojekte in vier großen Infrastrukturbereichen, nämlich Energie, Verkehr, grenzüberschreitende Wasserversorgung und IKT.</p>
 <p>Niederlande, Deutschland, Norwegen, Großbritannien, Schweiz und Schweden</p>	<p>„Über 21,3 Millionen Menschen haben Zugang entweder zu Strom und Beleuchtung oder zu besserer Kochtechnik erhalten. Darüber hinaus haben über 21.150 soziale Einrichtungen und 46.200 kleine und mittlere Unternehmen vom Zugang zu modernen Energiedienstleistungen profitiert. Außerdem wurden rund 40.500 Techniker, Herdproduzenten und Handelsvertreter geschult.“</p>	<p>EnDev ist ein Programm mehrerer Geber, das in 25 Entwicklungsländern umgesetzt wird. Es unterstützt den Zugang zu Stromversorgungsleistungen durch die Einführung von wirtschaftlich nachhaltigen Energielösungen und Verteilungsmodelle, u. a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Energie für Haushaltsanwendungen: Bereitstellung von moderner Energie für Lampen und kleine Elektrogeräte. – Energie zum Kochen: Bereitstellung von effizienten und sauberen Koch-, Back- und Heizgeräten. – Energie für die soziale Infrastruktur: Bereitstellung von Energie für Schulen, Krankenhäuser und Gemeindezentren. – Energie für kleine und mittlere Unternehmen, Genossenschaften und Handwerker.
	<p>„Beschleunigung des Marktwachstums für klimafreundliche und energieeffiziente EE-Systeme und Senkung der Kosten, so dass diese Systeme eine bezahlbare Energielösung für alle werden.“</p>	<p>REEEP beschäftigt sich mit der Entwicklung und Einführung von maßgeschneiderten Finanzierungsmechanismen, die mit gezielten öffentlichen Finanzspritzen dynamische, nachhaltige Märkte aufbauen und letztlich saubere Energie und energieeffiziente Technologien für alle zugänglich und bezahlbar machen.</p> <p>Die Partnerschaft investiert in erster Linie in disruptive Ansätze, die von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) in Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen umgesetzt werden und dadurch eine markt- und gemeinschaftsgeführte Energiewende ermöglichen. Die REEEP hat 385 Partner, darunter 45 Regierungen.</p>
 <p>KfW</p>	<p>Das Hauptziel der GET FiT-Programme besteht darin, Länder dabei zu unterstützen, „einen klimaresilienten und klimafreundlichen Entwicklungspfad zu verfolgen, der zu Wachstum, Armutsbekämpfung und Klimaschutz führt.“</p>	<p>Die GET FiT-Programme sind von einem oder mehreren Gebern finanzierte Projekte, die darauf abzielen, die Rahmenbedingungen für privatwirtschaftliche Investitionen im Stromsektor zu verbessern, und sind in der Regel an die Einführung von Einspeisetarifen für kleine EE-Projekte gekoppelt.</p> <p>Der Aufbau und die schnelle Umsetzung eines Portfolios an EE-Projekten ist das Kernstück des Programms, wobei in Abhängigkeit von den Bedürfnissen des jeweiligen Landes Mittel zur Finanzierung von Lücken in der Wirtschaftlichkeit sowie technische Hilfe für die wichtigsten Akteure des Sektors bereitgestellt werden.</p> <p>In Uganda wurde das GET FiT-Programm bereits erfolgreich umgesetzt – dort wurde ein Portfolio von 160 MW entwickelt. Das zweite Land ist Sambia. Hier sollen auf schnellstem Weg PV-Anlagen und Wasserkraftwerke mit einem Gesamtvolumen von jeweils 100 MW realisiert werden.</p>

* Angaben teilweise auf Grundlage der von den Initiativen bereitgestellten öffentlich verfügbaren Informationen

Anhang 2: Potenzial für die Energiewende in ausgewählten afrikanischen Ländern – Momentaufnahmen

Die Aussichten auf eine erfolgreiche Energiewende in den afrikanischen Ländern lassen sich anhand einer Reihe von Indikatoren beurteilen, dazu zählen i) die derzeitigen Treibhausgasemissionen, ii) der Anteil der erneuerbaren Energien am Strommix, iii) die erwartete Zunahme des Strombedarfs,

iv) der Prozentsatz der Bevölkerung ohne Stromanschluss, v) die Versorgungssicherheit und vi) die Rahmenbedingungen im Stromsektor. Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die Dringlichkeit eines sektorweiten Ansatzes für die Energiewende in Südafrika sowie den zwölf afrikanischen Ländern, die



*Es stehen keine Daten auf Landesebene zur Verfügung. Schätzungen beruhen auf Emissionen der Region und Einwohnerzahl.
Quellen: Electrification rates for 2018 (Weltbank, o.J.), Emission data for 2017 (IEA, 2019b), Installed fossil capacity for 2019 (IRENA, 2020b)

Abbildung 42 – Wichtige Indikatoren in Bezug auf die Stromsektoren Südafrikas und der Mitgliedsländer von Compact with Africa

dem G20 Compact with Africa (CwA) beigetreten sind. Ferner werden die Chancen und Herausforderungen betrachtet, die in diesen Ländern angegangen werden müssen, um einen Zugang zu Energie für alle und emissionsfreie Stromsektoren bis 2050 Wirklichkeit werden zu lassen.

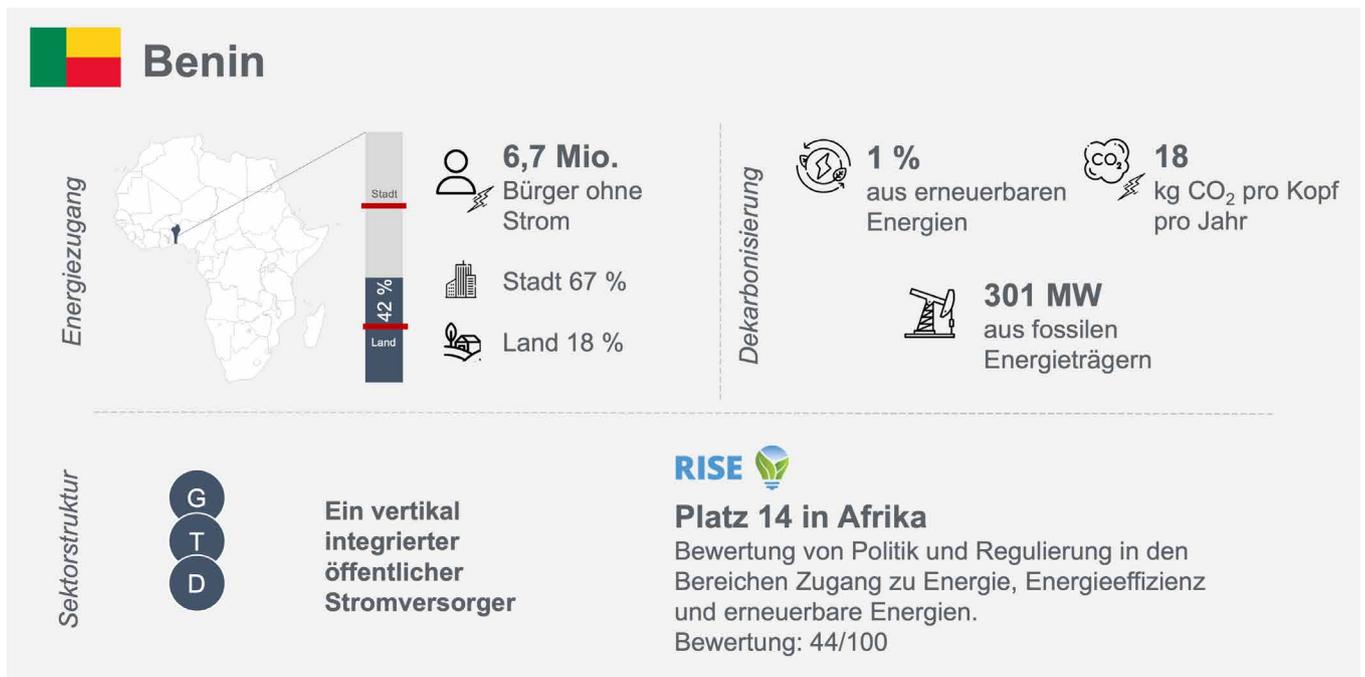
Zwischen den dreizehn in diesem Abschnitt analysierten Ländern gibt es große Unterschiede beim Zugang zur Stromversorgung und dem Ausmaß, in dem die Länder fossile Energieträger zur Stromerzeugung nutzen. Die Elektrifizierungsraten liegen zwischen 14 und 100 Prozent und die gesamte installierte Leistung der fossilen Erzeugungskapazitäten liegt zwischen 89 MW und knapp 59.000 MW.

Wie dringend der Handlungsbedarf in einem bestimmten Land ist, hängt davon ab, welche Pläne die Regierung für die Entwicklung des Stromsektors hat. So könnten Länder mit derzeit geringen Emissionen den Plan verfolgen, ihren zukünftigen Strombedarf aus neuen Kohlekraftwerken zu decken. Ein weiterer Faktor für dringenden Handlungsbedarf in einigen Ländern sind die Auswirkungen des Klimawandels auf die Stromerzeugung durch Wasserkraft. Viele afrikanische Länder sind in hohem Maße von großen Wasserkraftwerken abhängig (z. B. Ghana, Mosambik, Cote d'Ivoire, Benin, Togo, Äthiopien), erleben jedoch bereits jetzt aufgrund der zunehmenden Häufigkeit von Dürren und hohen Temperaturen, dass weniger Wasser zur Verfügung steht. Die Entwicklung eines vielfältigen Strommixes auf Grundlage erneuerbarer Energien ist daher eine wichtige Maßnahme zur Verbesserung der Resilienz gegenüber dem Klimawandel.

RISE – Regulierungsindikatoren für nachhaltige Energie (Weltbank)



Die RISE-Bewertung bildet eine Momentaufnahme der Politik und Regulierungstätigkeit im Energiesektor eines Landes entsprechend den drei Säulen der SEforALL-Initiative: i) Zugang zur Stromversorgung, ii) Energieeffizienz und iii) erneuerbare Energien. Die Indikatoren werden den einzelnen Säulen zugeordnet und daraus wird eine Punktzahl errechnet, die bei maximal 100 liegen kann. Zuletzt wurde die Bewertung für das Jahr 2017 veröffentlicht; sie umfasste 39 afrikanische Länder (RISE, o.J.).



Hinweise zur Sektorstruktur: G - Stromerzeugung; T - Stromübertragung; D - Stromverteilung. Blaue (graue) Kreise stehen für öffentliches (privates) Eigentum.
Quellen: IEA (2019b), RISE (o.J.), Trimble et al (2016), IRENA (2020b), Weltbank (o.J.)

Abbildung 43 – Momentaufnahme Benin

Benin

Benin ist ein dicht besiedeltes Land mit einer geringen Elektrifizierung der ländlichen Gebiete. Die Pro-Kopf-Emissionen aus dem Stromsektor sind gering, doch unter den Ländern in Subsahara-Afrika ist Benin mit am stärksten von fossilen Energieträgern abhängig.

Zugang zur Stromversorgung

2018 waren die ländlichen Gebiete in Benin gerade einmal zu 18 Prozent elektrifiziert, damit gehört Benin zu dem Viertel aller afrikanischen Länder mit den niedrigsten Elektrifizierungsquoten. Wie alle ECOWAS-Länder hat sich Benin für eine konzentrierte Vorgehensweise bei der Umsetzung der SEforALL Country Action entschieden und eine Agenda entwickelt, um bis 2025 eine Elektrifizierung von 95 Prozent in den Städten und 65 Prozent auf dem Land zu erreichen (SEforAll, 2020a). Für diesen ehrgeizigen Plan hat die Afrikanische Entwicklungsbank mehr als 97 Mio. US-Dollar bereitgestellt. Insgesamt sollen 309 Ortschaften und rund eine Million Menschen (bei einer Gesamtbevölkerung von 11 Millionen) von den geplanten Maßnahmen profitieren.

Die geringe Elektrifizierungsquote in Benin wird darauf zurückgeführt, dass die Strompreise nicht kostendeckend sind und das wichtigste Versorgungsunternehmen SBEE (Société Béninoise d'Énergie Electrique) nicht finanzkräftig genug ist. Ein Teil der Verantwortung für die Elektrifizierung der ländlichen Gebiete wurde auf die Rural Electrification Authority übertragen.

Weg zur Dekarbonisierung

Derzeit wird die Stromerzeugung in Benin von Diesel und Schweröl (57 Prozent) sowie Erdgas (42 Prozent) dominiert. Auf die Solarenergie entfällt nur 1 Prozent (IRENA, 2020c). Dennoch sind die strombedingten Emissionen pro Kopf aufgrund des geringen Strombedarfs pro Kopf die dritt niedrigsten unter den dreizehn untersuchten Ländern.

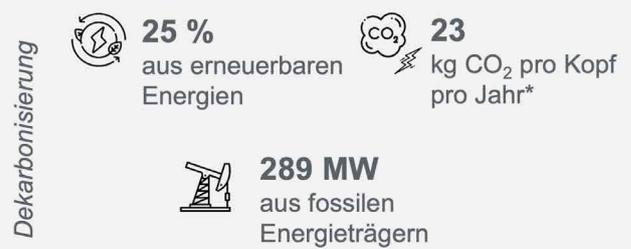
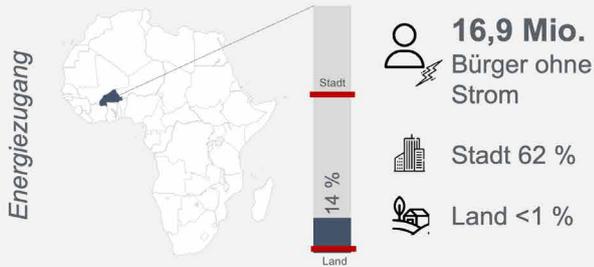
Benin ist Mitglied des WAPP und importiert über die Verbindungsleitung CEB-NEPA große Mengen Strom aus Ghana und Nigeria. Höhere Kapazitäten der Verbindungsleitungen zwischen Benin und seinen Nachbarländern, gepaart mit einem Anstieg der Ökostromerzeugung in diesen Ländern, könnten Benin dazu bewegen, die Abhängigkeit seiner Stromversorgung von fossilen Energieträgern durch höhere Importe aus den Nachbarländern zu verringern. Das Versorgungsunternehmen Communauté Electrique du Benin, das für die Stromübertragung und den größten Teil der Energieerzeugung zuständig ist, wird von Benin und seinem Nachbarland Togo gemeinsam betrieben.

Die Regierung verfolgt ein ehrgeiziges Ziel: So soll der Ökostromanteil am Energiemix bis 2025 auf 24,6 Prozent steigen, und im Rahmen seiner nationalen Klimaschutzbeiträge plant Benin Wasserkraftwerke mit einer Leistung von 335,5MW, PV-Anlagen mit einer Leistung von 95MW sowie Bioenergieanlagen mit einer Leistung von 15MW.

In der jährlichen RISE-Studie der Weltbank (siehe Infokasten) kommt Benin auf eine Bewertung von 50 von 100 Punkten, wobei ein hohes Verbesserungspotenzial in den Bereichen erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Unterstützung für unabhängige Stromerzeuger gesehen wird. Um diese Lücken zu schließen und die Ziele für die Elektrifizierung und erneuerbare Energien zu erreichen, unterstützen die Millennium Challenge Corporation (MCC) und die EU die Regierung beim Aufbau einer unabhängigen Regulierungsbehörde, die die Befugnis haben soll, den Strompreis zu regulieren, bei der Entwicklung eines neuen Gesetzes, das öffentlich-private Partnerschaften fördert, sowie bei der Aufstellung eines Leistungsplans für die SBEE mit messbaren Zielen (USAID, 2020b).



Burkina Faso



Sektorstruktur



Ein vertikal integrierter öffentlicher Stromversorger



Platz 17 in Afrika

Bewertung von Politik und Regulierung in den Bereichen Zugang zu Energie, Energieeffizienz und erneuerbare Energien.

Bewertung: 42/100

* Es stehen keine Daten auf Landesebene zur Verfügung. Schätzung beruht auf Emissionen der Region und Einwohnerzahl.

Hinweise zur Sektorstruktur: G - Stromerzeugung; T - Stromübertragung; D - Stromverteilung. Blaue (graue) Kreise stehen für öffentliches (privates) Eigentum.
 Quellen: IEA (2019b), RISE (o.J.), Trimble et al (2016), IRENA (2020b), Weltbank (o.J.)

Abbildung 44 – Momentaufnahme Burkina Faso

Burkina Faso

Burkina Faso hat in seinen ländlichen Gebieten eine der niedrigsten Elektrifizierungsquoten in ganz Afrika. Das Land betreibt fossile Kraftwerkskapazitäten mit einer installierten Leistung von 289MW (IRENA 2020b) und ist in hohem Maße von Stromimporten aus benachbarten WAPP-Ländern abhängig.

Zugang zur Stromversorgung

2018 lag die Elektrifizierungsquote in ländlichen Gebieten in Burkina Faso bei ca. 1 Prozent. Die meisten Schulen und Krankenhäuser außerhalb der Hauptstadt haben keine Stromversorgung, allerdings laufen mittlerweile mehrere Programme, um diese zentrale Herausforderung zu bewältigen (SEforAll, 2020b).

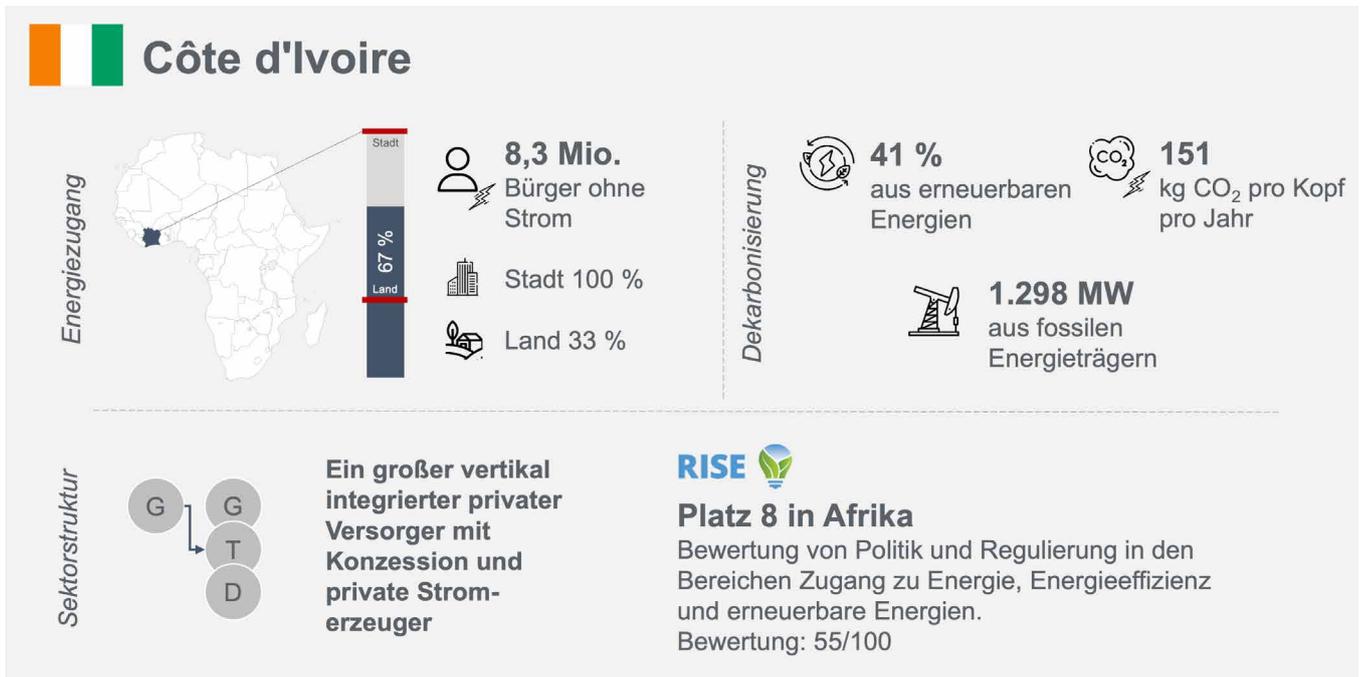
Die Rural Electrification Agency ist für die Elektrifizierung der ländlichen Gebiete zuständig, und im strategischen Entwicklungsplan der Regierung ist der Zugang zur Stromversorgung eine wesentliche Komponente. In den städtischen und stadtnahen Gebieten gewinnt das staatliche Versorgungsunternehmen SONABEL stetig Kunden, doch in Spitzenzeiten kommt es regelmäßig zu einem Lastabwurf im Stromnetz.

Weg zur Dekarbonisierung

Burkina Faso ist ein WAPP-Mitgliedsland und stark von Energieimporten aus Côte d'Ivoire und Ghana abhängig (SEforALL, 2020b). Die derzeitigen netzgebundenen Stromerzeugungskapazitäten in Burkina Faso umfassen Schweröl und Diesel (75 Prozent), Solarenergie (16 Prozent) und Wasserkraft (9 Prozent) (IRENA, 2020c).

Die Regierung und SONABEL sind bestrebt, die teuren Dieselmotorenimporte zu reduzieren und die inländische Stromversorgung erheblich zu steigern (SEforALL, 2020b). Da Burkina Faso ein trockenes Land mit einer der höchsten Intensitäten an Sonneneinstrahlung auf der Welt ist, bietet sich in Burkina Faso der Einsatz von PV-Anlagen trotz der Intermitzenz an. Ein neues Energiegesetz von 2017 sorgt für eine Abschaffung der Marktsegmentierung und des Single-Buyer-Modells sowie für eine Liberalisierung der Produktion und Verteilung. In der Folge gelangten in Burkina Faso Solarstromprojekte von IPP und öffentlichen Betreibern mit einer Leistung von knapp 155MW in die Phase der fortgeschrittenen Planung oder in die Bauphase (USAID, 2020d). In der RISE-Studie der Weltbank liegt Burkina Faso auf Platz 17 von 39 afrikanischen Ländern.

Die Ziele für erneuerbare Energien im Rahmen der NDC des Landes umfassen die Verwirklichung verschiedener Wasserkraft-, Solar-, Bioenergie- und Minigrind-Projekte. Zwischen 2015 und 2019 wuchs die installierte Leistung aus erneuerbaren Energien jedes Jahr im Durchschnitt um 24 Prozent, so dass die gesamte installierte Leistung Ende 2019 bereits 98MW betrug. Somit wurden in den letzten Jahren weitere 57MW Leistung aus überwiegend netzgekoppelten und netzunabhängigen PV-Anlagen installiert. Ende 2019 hat Burkina Faso das 2015 festgelegte Ziel für erneuerbare Energien zu 21 Prozent erreicht.



Hinweise zur Sektorstruktur: G - Stromerzeugung; T - Stromübertragung; D - Stromverteilung. Blaue (graue) Kreise stehen für öffentliches (privates) Eigentum.
 Quellen: IEA (2019b), RISE (o.J.), Trimble et al (2016), IRENA (2020b), Weltbank (o.J.)

Abbildung 45 – Momentaufnahme Côte d'Ivoire

Côte d'Ivoire

Während in den städtischen Gebieten von Côte d'Ivoire nahezu alle Bürgerinnen und Bürger einen Stromanschluss besitzen, haben rund 8,3 Millionen Menschen (67 Prozent der Bevölkerung) in den ländlichen Gebieten keinen Zugang zu modernen Energiedienstleistungen. Die Pro-Kopf-Emissionen sind noch gering, aber es sind erhebliche Anstrengungen erforderlich, damit der künftig wachsende Energiebedarf durch erneuerbare Energien gedeckt wird.

Zugang zur Stromversorgung

Der geringe Zugang zur Stromversorgung in ländlichen Gebieten (33 Prozent) lässt sich im Wesentlichen durch die hohen Vorabkosten für die Netzanbindung, insbesondere in der Mitte und im Norden des Landes, erklären (USAID, 2020a). Die Regierung setzt sich für den Netzausbau als bevorzugte Elektrifizierungsstrategie ein und hat das Programm „Électricité Pour Tous“ ins Leben gerufen, das bis Ende 2025 alle Menschen in den ländlichen Gebieten des Landes mit Strom versorgen soll. Es werden jedoch dringend weitere Unterstützung und Mittel für diese und andere Initiativen zur Ausweitung der Stromversorgung in ländlichen Gebieten benötigt.

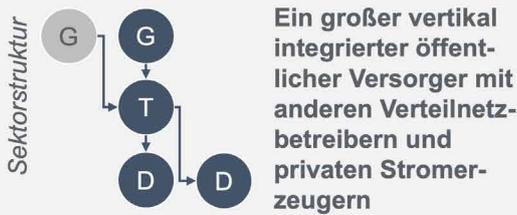
Weg zur Dekarbonisierung

Bezogen auf das NDC-Ziel des Landes, bis 2030 zusätzliche Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien im Volumen von 5.071 MW zu schaffen (gegenüber dem Niveau von 2014), liegt Côte d'Ivoire weit zurück. Das Land ist weiterhin in hohem Maße auf neue Kombikraftwerke unabhängiger

Stromerzeuger angewiesen, die im Inland produziertes Erdgas nutzen. Bis 2019 hat das Land zusätzliche EE-Anlagen mit einer installierten Leistung von 279 MW errichtet (hauptsächlich Wasserkraft). Darüber hinaus haben Wasserkraftwerke, PV-Anlagen und Biomasseanlagen mit ca. 700 MW, die im Eigentum von staatlichen Akteuren oder IPP sind, mittlerweile die Phase der fortgeschrittenen Planung oder die Bauphase erreicht. Außerdem befinden sich weitere Gaskraftwerke mit einer installierten Leistung von 500 MW in Planung bzw. im Bau.

Das Stromnetz in Côte d'Ivoire ist überaltert und überlastet (Weltbank, 2017a), wodurch es zu hohen Verlusten kommt und die Aufnahmekapazität für Strom aus variabel verfügbaren erneuerbaren Energien begrenzt ist. Das nationale Versorgungsunternehmen CIE nimmt regelmäßig Verbesserungen vor. Wenn das Land jedoch seinen Anteil an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien erhöhen will, müssen dringend weitere Investitionen in das Übertragungsnetz getätigt werden, insbesondere auf der Nord-Süd-Achse, sowie in Verbindungsleitungen zu den Nachbarländern, die der WAPP angehören. In der RISE-Studie liegt das Land auf Platz 8 der afrikanischen Länder.

Ägypten



RISE

Platz 2 in Afrika

Bewertung von Politik und Regulierung in den Bereichen Zugang zu Energie, Energieeffizienz und erneuerbare Energien.

Bewertung: 75/100

Hinweise zur Sektorstruktur: G - Stromerzeugung; T - Stromübertragung; D - Stromverteilung. Blaue (graue) Kreise stehen für öffentliches (privates) Eigentum.
 Quellen: IEA (2019b), RISE (o.J.), Trimble et al (2016), IRENA (2020b), Weltbank (o.J.)

Abbildung 46 – Momentaufnahme Ägypten

Ägypten

Ägypten ist ein Land mit mittlerem Einkommen und nahezu flächendeckender Stromversorgung, auch wenn die Versorgung in ländlichen Gebieten und Provinzstädten oft unzuverlässig ist. Ägypten besitzt die größten Stromerzeugungskapazitäten aus fossilen Energieträgern in Afrika und arbeitet intensiv daran, neue, vor Ort verfügbare Ressourcen wie Erdgas, Solarenergie, Wind- und Wasserkraft zu erschließen und nutzbar zu machen.

Zugang zur Stromversorgung

Alle Bürgerinnen und Bürger des Landes haben Zugang zur Stromversorgung, und zwar sowohl in städtischen Ballungsräumen als auch in ländlichen Gebieten. Aufgrund der chronisch unzureichenden Investitionen der letzten Jahrzehnte in die Stromerzeugungsanlagen sowie die Stromübertragungs- und Stromverteilnetze ist die Stromversorgung jedoch nicht immer zuverlässig. Mit einer Reihe von Gesetzen und Maßnahmen zur Steuerung der Nachfrage und zur Unterstützung der Finanzierung und des Baus neuer Kraftwerke und Stromübertragungsleitungen soll nun Abhilfe geschaffen werden.

Weg zur Dekarbonisierung

In den letzten fünf Jahren hat Ägypten seine Kapazitäten zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien erheblich ausgebaut, um die großen Sonnen- und Windressourcen in den Wüstenregionen des Landes zu nutzen. Dennoch wird der Strommix weiterhin von Gaskraftwerken dominiert, in denen importiertes und im Land gefördertes Erdgas verstromt wird und die eine installierte Leistung von 58,6 GW haben. Der Ausbau der Gaskraftwerke wird durch die vor kurzem erfolgte Inbetriebnahme kostengünstiger Offshore-Erdgasfelder vorangetrieben. Ägypten verfügt über weitere 1.500 MW an

Stromerzeugungskapazitäten aus Schweröl und Diesel sowie 5.972 MW aus verschiedenen erneuerbaren Energien (Wasserkraft, Sonne und Wind) (IRENA, 2020c).

Aufgrund des wachsenden Energiebedarfs sowie der Dominanz von Erdgas als Energieträger für die Strom- und Wärmeerzeugung ist Ägypten nach Südafrika der zweitgrößte Pro-Kopf-Emittent in Afrika.

In den nationalen Klimaschutzbeiträgen des Landes sind keine bezifferbaren Ziele für erneuerbare Energien vereinbart, doch im freiwilligen Staatenbericht (Voluntary National Review, VNR) des High-level Political Forum on Sustainable Development für Ägypten aus dem Jahr 2018 wurde festgelegt, dass die erneuerbaren Energien bis 2022 einen Anteil von 20 Prozent am Strommix haben sollen; bis 2035 soll dieser Anteil auf 37 Prozent steigen. Diese Ziele sind wahrscheinlich schwer zu erreichen, denn der Anteil der Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern hat seit der Vorlage der NDC um 4 Prozent (7.776 GWh) zugenommen und 2019 mit 181.674 GWh einen Höchststand erreicht (IRENA 2020b). Aktuell steht Ägypten vor dem Problem, dass Überkapazitäten bestehen, da der Strombedarf aufgrund von COVID-19 eingebrochen ist und gleichzeitig neue Gaskraftwerke ans Netz gegangen sind. Die Daten über den derzeitigen Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung schwanken, wobei die höheren Schätzungen den Anteil mit rund 16 Prozent beziffern.

In der RISE-Studie schneidet Ägypten sehr gut ab und liegt auf Platz 2 aller afrikanischen Länder. Besonders hoch ist die Bewertung beim Zugang zur Stromversorgung (volle Punktzahl) und bei den erneuerbaren Energien. Nach der Verabschiedung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes im Dezember 2014 hat die Egyptian Electricity Transmission Co. eine Reihe von Auktionen für Stromtarife für große IPP-finanzierte Solar- und Windprojekte durchgeführt, darunter der Zafarana Windpark (der größte in Afrika) mit 1.000 MW und das Photovoltaikprojekt in Benban mit 1.465 MW. Die New and Renewable Energy Authority (NREA) plant die Umsetzung von Solar- und Windkraftanlagen mit einer Gesamtkapazität von 3.170 MW (Daily News Egypt, 2020).

Im Jahr 2017 fand in Ägypten die erste Auktion für die Entwicklung von Solarparks statt, und zwar in Form einer auf diese Technologie beschränkten Bieterunde zur Vergabe von 600 MW Solarleistung (Climatescope, 2018g). Im August 2018 wurde eine zusätzliche projektspezifische Auktion gestartet, um das 200 MW-Photovoltaikprojekt in Kom Ombo zu vergeben. Der Zuschlag wurde bei 27,5 USD/MWh erteilt (Enterprise, 2019).

Angesichts der beträchtlichen Solarressourcen des Landes könnten ägyptische Politiker, die einen klimafreundlichen Entwicklungspfad verfolgen möchten, mit Schweröl betriebene und ältere gasbefeuerte (Kombi-)Kraftwerke stilllegen, wodurch sich die CO₂-Bilanz des Landes wesentlich verbessern würde. Durch den Bau von Windkraftwerken und PV-Anlagen könnten die stillgelegten Anlagen ersetzt werden; die vorhandenen Erdgaskraftwerke würden dann die Flexibilität bieten, die bei der Integration von variabel verfügbaren erneuerbaren Energien in das Stromsystem benötigt wird.

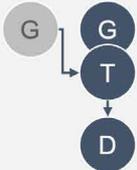
Im IRENA Renewable Energy Outlook for Egypt (2018) wird die Schlussfolgerung gezogen, dass Ägypten, wenn es jetzt die richtigen politischen Maßnahmen ergreift, bis 2030 realistischerweise 53 Prozent seines Stroms aus erneuerbaren Energien beziehen könnte.



Äthiopien



Sektorstruktur



Teilweise vertikal entbundener öffentlicher Versorger mit einigen privaten Stromerzeugern



Platz 12 in Afrika

Bewertung von Politik und Regulierung in den Bereichen Zugang zu Energie, Energieeffizienz und erneuerbare Energien.
Bewertung: 48/100

Hinweise zur Sektorstruktur: G - Stromerzeugung; T - Stromübertragung; D - Stromverteilung. Blaue (graue) Kreise stehen für öffentliches (privates) Eigentum.
Quellen: IEA (2019b), RISE (o.J.), Trimble et al (2016), IRENA (2020b), Weltbank (o.J.)

Abbildung 47 – Momentaufnahme Äthiopien

Äthiopien

Rund 60 Millionen Menschen in Äthiopien haben nach wie vor keinen Zugang zur Stromversorgung (ca. 55 Prozent der Bevölkerung). Die Pro-Kopf-Emissionen aus dem Stromsektor sind niedrig, was auf den minimalen Stromverbrauch der Haushalte und den bedeutenden Anteil der Wasserkraft am Strommix zurückzuführen ist.

Zugang zur Stromversorgung

Der Zugang zur Stromversorgung ist in städtischen Gebieten (insbesondere in und um Addis Abeba) im regionalen Vergleich hoch, auch wenn die Versorgung nicht immer zuverlässig ist. In den ländlichen Gebieten haben immer noch rund zwei Drittel der Bevölkerung keinen Zugang zu Elektrizität. Das Stromnetz erstreckt sich in die meisten Regionen Äthiopiens, wobei im Süden und Südosten des Landes, in den Provinzen Somali und Oromia, die größten Lücken bestehen (AfDB, 2017). In diesen und anderen Gebieten, die weit entfernt vom bestehenden Stromnetz liegen, sind Minigrids und Heimsolarsysteme weit verbreitet, obwohl der weitere Ausbau wirtschaftlicher Minigrids durch das niedrige Haushaltseinkommen der Menschen gebremst wird. Auf jeden Fall lag 2018 die Anzahl der Menschen in den CWA-Ländern, die von netzfernen Lösungen auf Grundlage erneuerbarer Energien profitierten, in Äthiopien mit rund 5,7 Millionen Menschen (5 Prozent der Bevölkerung) am höchsten (IRENA, 2019). 5,6 Millionen Menschen nutzten solarbetriebene Lampen, rund 77.000 Menschen nutzte Biogas zum Kochen und rund 10.000 Menschen profitierten von netzfernen Wasserkraftwerken.

Die Strompreise des Versorgungsunternehmens EEPCo sind bei weitem nicht kostendeckend. Werden weiterhin Strompreise angeboten, die dem Unternehmen Verluste bescheren, würden sich die dringend notwendigen Investitio-

nen in den Ausbau des Stromverteilnetzes weiter verzögern, was unabhängige Stromerzeuger sowie Minigrid-Entwickler abschrecken würde (SEforAll, 2017).

Weg zur Dekarbonisierung

Der Energiemix Äthiopiens besteht fast ausschließlich aus erneuerbaren Energien, wobei der größte Anteil aus Wasserkraft stammt (3.817 MW) (IRENA, 2020b). Das Land besitzt auch Anlagen zur Nutzung von Windkraft (324 MW), Bioenergie (79 MW) und Solarenergie (11 MW); zudem werden geothermische Ressourcen für zukünftige Stromerzeugungsprojekte erkundet. Nur 104 MW (2 Prozent der gesamten installierten Leistung) werden aus fossilen Energieträgern (Diesel und Schweröl) gewonnen.

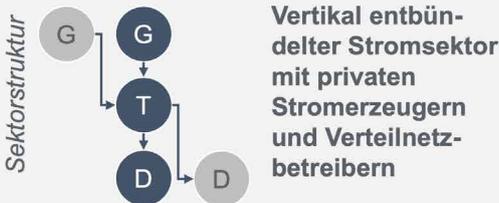
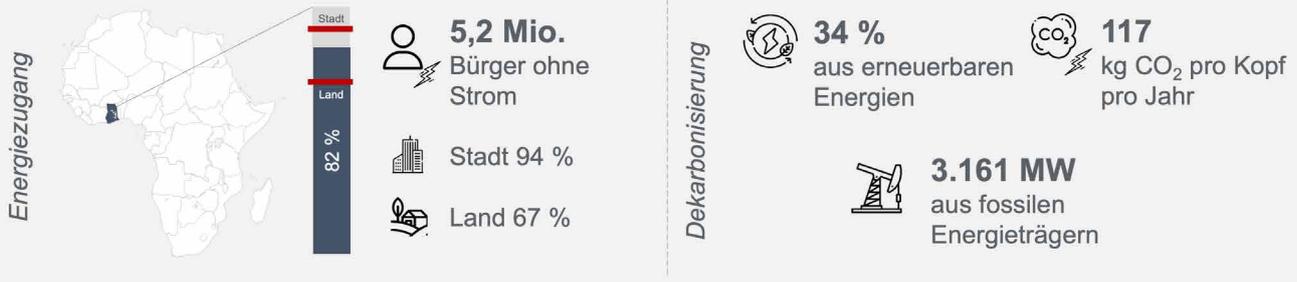
Äthiopien plant, seinen künftigen Strombedarf fast vollständig aus erneuerbaren Energien zu decken, insbesondere aus einem großen Wasserkraftwerk, dem Grand-Renaissance-Staudamm am Nil, der sich noch in Bau befindet. Wegen der enormen Größe des Staudamms dürfte der IPP-Sektor an Bedeutung verlieren, da das Kraftwerk wahrscheinlich über viele Jahre für ein Überangebot an Haushaltsstrom sorgen wird. Nichtsdestotrotz arbeiten derzeit verschiedene IPPs an einer Reihe von EE-Projekten. Verschiedene geberfinanzierte Programme zur finanziellen und technischen Unterstützung fördern die Entwicklung von Minigrids, die ihren Strom aus EE-Anlagen beziehen. Im Juni 2017 vergab Äthiopien einen Auftrag über 100 MW Solarstrom. Im Oktober 2017 wurde eine standortgebundene Auktion gestartet, um Konzessionen für zwei 125 MW-Solaranlagen mit einer Gesamtleistung von 250 MW zu vergeben (Climatescope, 2018h).

In den nationalen Klimaschutzbeiträgen Äthiopiens wird die Fertigstellung des Grand-Renaissance-Staudamms lediglich erwähnt; dies gilt auch für den Ausbau von Geothermie, Windkraft und Photovoltaik. In seinem 2016 veröffentlichten zweiten Wachstums- und Transformationsplan (GTP II) setzt sich Äthiopien das Ziel, bis 2020 eine installierte Leistung von 16.700 MW aus erneuerbaren Energien vorzuhalten, wobei 13.800 MW (83 %) aus Wasserkraft, 1.200 MW (7 %) aus Windkraft, 800 MW (5 %) aus Bioenergie, 600 MW (3 %) aus Geothermie und 300 MW (2 %) aus Solarenergie stammen sollen. Bei Umsetzung dieser Ziele würde das Land im Jahr 2020 eine installierte Leistung von 19.300 MW aus erneuerbaren

Energien erreichen. Dazu müsste der Anteil der erneuerbaren Energien im Land von 2017 bis 2020 um durchschnittlich 64 Prozent pro Jahr steigen; das ist weit mehr als die 19 Prozent Wachstum, die zwischen 2017 und 2019 erzielt wurden (IRENA, 2020b). Unter den 39 afrikanischen Ländern, die in der RISE-Studie bewertet wurden, liegt Äthiopien auf Rang 12 mit einer schwachen Bewertung in Bezug auf die Rahmenbedingungen für Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Die Gründe dafür sind vor allem die mangelnde Zahlungsfähigkeit bzw. Finanzkraft des Abnehmers Ethiopian Electric Utility.



Ghana



Platz 6 in Afrika

Bewertung von Politik und Regulierung in den Bereichen Zugang zu Energie, Energieeffizienz und erneuerbare Energien.
Bewertung: 63/100

Hinweise zur Sektorstruktur: G - Stromerzeugung; T - Stromübertragung; D - Stromverteilung. Blaue (graue) Kreise stehen für öffentliches (privates) Eigentum.
Quellen: IEA (2019b), RISE (o.J.), Trimble et al (2016), IRENA (2020b), Weltbank (o.J.)

Abbildung 48 – Momentaufnahme Ghana

Ghana

Ghana hat zwar eine der höchsten Stromanschlussquoten in Subsahara-Afrika, dennoch haben rund 5,2 Millionen Ghanaer (knapp 16 Prozent) immer noch keinen Stromanschluss. Diese Menschen leben überwiegend in ländlichen Gebieten. Die Pro-Kopf-Emissionen aus der Stromerzeugung sind noch relativ niedrig, doch damit sichergestellt ist, dass das Land bei steigendem Energiebedarf einen klimafreundlichen Entwicklungspfad einschlägt, sind konzertierte Anstrengungen zur Förderung von Investitionen in erneuerbare Energien sowie eine erhebliche Modernisierung des Stromnetzes erforderlich.

Zugang zur Stromversorgung

Die meisten Ghanaer ohne Zugang zur Stromversorgung leben in ländlichen Gebieten. Obwohl sich die Zahl der Haushalte mit Stromanschluss nahezu verdoppelt hat – von 42 Prozent um das Jahr 2000 auf 82 Prozent im Jahr 2020 – sind in Ghana weitere Anstrengungen erforderlich, um bis 2030 alle ländlichen Haushalte zu erreichen. In der Strategie des Landes zum Ausbau der Stromversorgung wird der Schwerpunkt auch auf den Ausbau des Stromnetzes in den ländlichen Gebieten gelegt, während netzferne Lösungen vor allem für Orte auf Inseln vorgesehen sind (insbesondere im Voltasee).

Weg zur Dekarbonisierung

Bei der Stromerzeugung in Ghana dominieren fossile Energieträger (rund 64 Prozent des Strommixes, hauptsächlich Erdgas und Erdöl). Die Leistung aus erneuerbaren Energien stammt hauptsächlich aus Wasserkraft (ca. 36 Prozent, vorwiegend aus dem Akosombo-Staudamm) und in weitaus geringerem Maße aus netzgekoppelten PV-Anlagen (ca. 0,6 Prozent). Um schnellere Fortschritte in Richtung seiner NDC-Ziele zu machen, müsste Ghana in den nächsten Jahren ein beträchtliches Wachstum bei den erneuerbaren Energien – insbesondere Wasserkraft – erreichen. Tatsächlich ist der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Ghana seit 2009 kontinuierlich zurückgegangen; wurden damals 77

Prozent des Stroms aus erneuerbaren Energien erzeugt, waren es 2018 nur noch 37 Prozent (IRENA, 2020b).

Der Stromsektor in Ghana befindet sich in einer finanziellen Notlage, die durch erhebliche Überkapazitäten verursacht wird (der Spitzenbedarf liegt bei ca. 2.781 MW, die sicher verfügbare Kapazität bei ca. 4.700 MW), wobei der Großteil des Stroms auf einer Take-or-Pay-Basis abgenommen wird. Das bedeutet, dass Ghana für Energie bezahlen muss, die das Land gar nicht braucht. Die Regierung geht davon aus, dass der finanzielle Gesamtverlust bis 2023 bei 12,5 Mrd. US-Dollar liegen könnte, wenn der Betrieb in der aktuellen Form weiterläuft. Daher hat die Regierung ein Moratorium für die Unterzeichnung neuer Strombezugsverträge verhängt, und das Energieministerium hat erklärt, dass es aufgrund der bestehenden Überkapazitäten bis mindestens 2023 keinen Spielraum für weitere große, netzgekoppelte EE-Anlagen sieht.

Die Lücken in der inländischen Übertragungs- und Verteilungsinfrastruktur stellen eine zusätzliche Herausforderung für die künftige Netzeinspeisung von Strom aus variabel verfügbaren erneuerbaren Energien dar (African Energy, 2019). Diese Probleme werden durch nicht kostendeckende Strompreise noch verschärft, wodurch die Investitionsfähigkeit des Versorgungsunternehmens eingeschränkt ist. Obwohl es durch die laufenden Bemühungen zum Ausbau der Stromerzeugung und -übertragung möglich ist, kostspielige, umweltverschmutzende Notstromkraftwerke stillzulegen, verfügt Ghana weiterhin über beträchtliche Kapazitäten zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern – nicht zuletzt aus Erdgas. Um eine klimafreundliche Zukunft für den Energiesektor in Ghana zu gewährleisten, wären Anreize für eine vorzeitige Stilllegung in Verbindung mit gezielten Anstrengungen zur Steigerung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien sowie innovative Lösungen erforderlich. Ghana liegt in der RISE-Studie auf dem sechsten Platz unter allen afrikanischen Ländern.



Guinea

Energiezugang



7,0 Mio.
Bürger ohne Strom

Stadt 87 %

Land 20 %

Dekarbonisierung



63 %
aus erneuerbaren
Energien

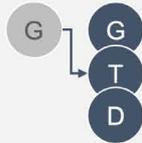


23
kg CO₂ pro Kopf
pro Jahr*



226 MW
aus fossilen
Energieträgern

Sektorstruktur



Ein großer vertikal integrierter öffentlicher Versorger und private Stromerzeuger



Platz 22 in Afrika

Bewertung von Politik und Regulierung in den Bereichen Zugang zu Energie, Energieeffizienz und erneuerbare Energien.

Bewertung: 35/100

* Es stehen keine Daten auf Landesebene zur Verfügung. Schätzung beruht auf Emissionen der Region und Einwohnerzahl.

Hinweise zur Sektorstruktur: G - Stromerzeugung; T - Stromübertragung; D - Stromverteilung. Blaue (graue) Kreise stehen für öffentliches (privates) Eigentum.
Quellen: IEA (2019b), RISE (o.J.), Trímble et al (2016), IRENA (2020b), Weltbank (o.J.)

Abbildung 49 – Momentaufnahme Guinea

Guinea

Der Zugang zur Stromversorgung in Guinea konzentriert sich stark auf das Stadtzentrum von Conakry. Nur 20 Prozent der ländlichen Haushalte haben einen Stromanschluss. Die Treibhausgasemissionen pro Kopf sind die viertniedrigsten unter den 13 betrachteten Ländern.

Zugang zur Stromversorgung

Nach einer konzertierten Anstrengung des Stromversorgers Electricité Nationale de Guinée (EDG) mit Unterstützung der Entwicklungspartner ist die Elektrifizierungsquote in Guinea in den letzten Jahren in die Höhe geschneit – von 27 Prozent im Jahr 2010 auf 44 Prozent im Jahr 2018 (Weltbank, 2020c). Allerdings befinden sich die meisten Stromanschlüsse in den städtischen Gebieten des Landes (knapp 80 Prozent gegenüber 20 Prozent auf dem Land). Inzwischen finden die Maßnahmen zur weiteren Elektrifizierung des Landes hauptsächlich unter der Schirmherrschaft des National Electricity Access Scale Up Program statt, das durch zwei von der Weltbank finanzierte Projekte auf den Weg gebracht werden konnte: (i) das ECOWAS Regional Off-Grid Electrification Project mit einem Budget von 200 Mio. US-Dollar, das Teil des Programms Lighting Africa ist, und (ii) das Guinea Electricity Access Scale Up Project mit einem Budget von 50 Mio. US-Dollar; weitere Finanzmittel in Höhe von 58 Mio. US-Dollar werden von der französischen Entwicklungshilfeagentur bereitgestellt. Das letztgenannte Projekt umfasst die Finanzierung, Sanierung, Verdichtung und Ausweitung der Stromverteilnetze im Großraum Conakry und in den Städten Kindia und Forécariah (Weltbank, 2019d; Lighting Africa, 2017). Die Regierung überwacht die Elektrifizierung in Guinea mit Hilfe der neu gegründeten Agence Guinéenne d'Électrification Rurale und der Agence de Régulation des Services Publics d'Eau et d'Electricité.

Weg zur Dekarbonisierung

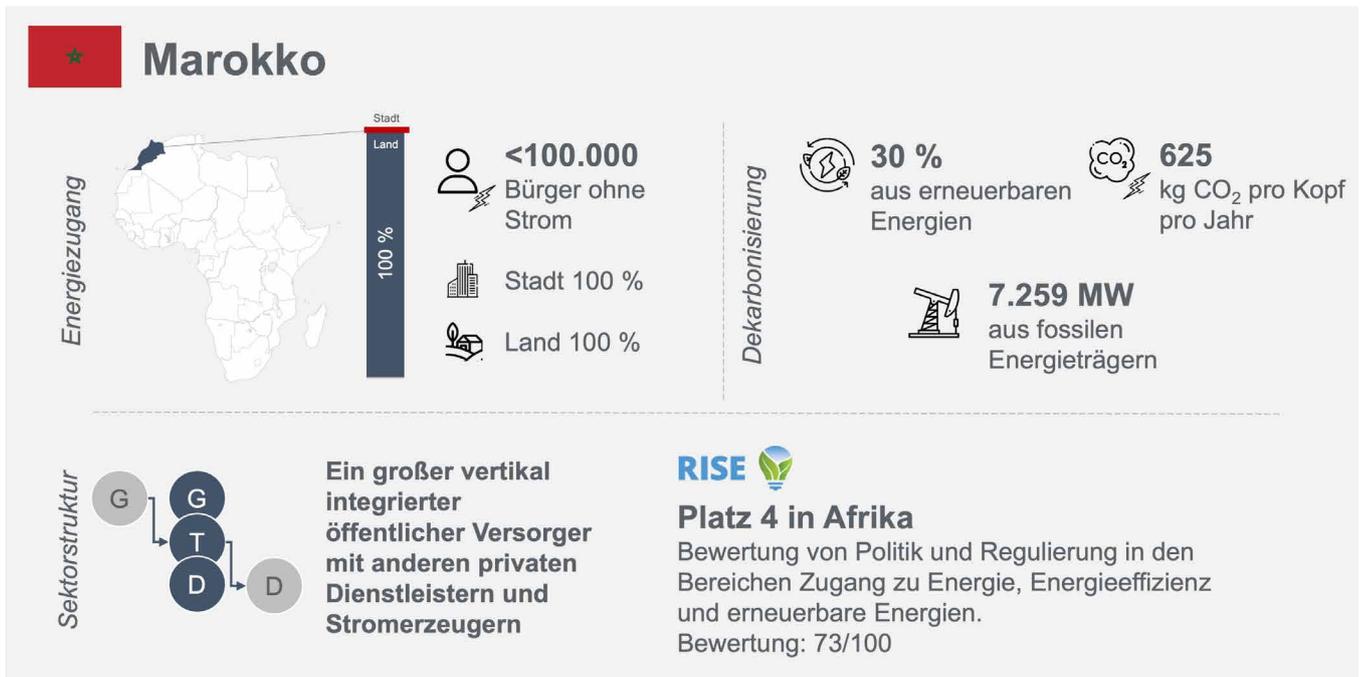
Erdgas hat einen Anteil von 37 Prozent an der installierten Leistung des Landes; es wird durch unabhängige Stromerzeuger sowie die EDG bereitgestellt. Ansonsten dominiert die Wasserkraft mit rund 60 Prozent der installierten Leistung den Strommix (IRENA, 2020c). Die unabhängigen Stromerzeuger liefern über 50 Prozent des gesamten Stroms, und die großen industriellen Abnehmer sind die Bergwerke des Landes.

Leider stehen keine detaillierten Daten über die Treibhausgasemissionen im Zusammenhang mit der Stromerzeugung zur Verfügung. Allerdings dürften die Pro-Kopf-Emissionen in Anbetracht der geringen Kapazitäten zur Energieerzeugung aus fossilen Energieträgern bei einer Bevölkerung von über 10 Millionen (Weltbank, 2020) vergleichsweise niedrig sein.

Aufgrund der Saisonabhängigkeit der Wasserkraft, der hohen Investitionskosten und langer Vorlaufzeiten hat Guinea zur Stromerzeugung traditionell auf Erdgas gesetzt. Doch in der nationalen Energiestrategie von 2012 und im neueren nationalen Plan für wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung wird darauf Wert gelegt, die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu verringern und die Stromgewinnung aus Wasserkraft zu steigern. Derzeit baut Guinea mit finanzieller und technischer Unterstützung aus China zwei große Wasserkraftwerke (ClimateScope, 2019). Wie in den meisten afrikanischen Ländern bildet die Solarenergie eine attraktive Alternative zur Wasserkraft, nicht zuletzt, weil sich PV-Anlagen schneller errichten lassen.

Die Finanzschwäche des Abnehmers EDG – aufgrund von nicht kostendeckenden Strompreisen – behindert die rasche Entwicklung von EE-Projekten durch unabhängige Stromerzeuger (IDA, 2018). Zudem erreicht Guinea in der RISE-Studie der Weltbank nur 35 von 100 Punkten, wobei insbesondere die regulatorischen Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz verbesserungswürdig sind.

Die NDC-Ziele Guineas für erneuerbare Energien sehen bis 2030 die Errichtung von Wasserkraftwerken mit einer Leistung von 1.650 MW, PV-Anlagen mit 47 MW und Kraftwerken zur Verstromung von Biokraftstoffen mit 3 MW vor. Darüber hinaus wird angestrebt Butan und Biogas im Umfang von 40 ktöe zu nutzen, wobei genaue Angaben zu den jeweiligen Anteilen fehlen. Zur Erreichung der in den NDC festgelegten Ziele müsste Guinea zusätzliche Kapazitäten aus erneuerbaren Energien von 1.700 MW (im Vergleich zu 2016) in Betrieb nehmen; nur so kann das Land bis 2030 eine installierte Leistung von 2.100 MW erreichen (IRENA, 2019). Dafür müssten die Kapazitäten aus erneuerbaren Energien bis 2030 jedes Jahr um 13 Prozent zulegen.



Hinweise zur Sektorstruktur: G - Stromerzeugung; T - Stromübertragung; D - Stromverteilung. Blaue (graue) Kreise stehen für öffentliches (privates) Eigentum.
Quellen: IEA (2019b), RISE (o.J.), Trimble et al (2016), IRENA (2020b), Weltbank (o.J.)

Abbildung 50 – Momentaufnahme Marokko

Marokko

Zwar haben fast 100 Prozent der marokkanischen Haushalte Zugang zu einer weitgehend zuverlässigen Stromversorgung, doch bedarf es konzentrierter Maßnahmen, um den CO₂-Ausstoß im Stromsektor zu verringern. Marokko verfügt derzeit über fossile Kraftwerkskapazitäten mit einer installierten Leistung von rund 7.259 MW (IRENA, 2020b), und weitere Erdgaskraftwerke sind in Planung bzw. im Bau. Gleichzeitig gehört Marokko jedoch zu den afrikanischen Ländern mit einem relativ hohen Ökostromanteil und besitzt eine langfristige Strategie für eine umwelt- und klimafreundliche Energiewende.

Zugang zur Stromversorgung

Marokko ist eines der wenigen Länder Afrikas, in denen nahezu alle Bürgerinnen und Bürger einen Stromanschluss besitzen, und zwar auch in ländlichen Gebieten. Aufgrund der stabilen Energieversorgung und eines relativ leistungsfähigen landesweiten Stromnetzes ist auch die Versorgungssicherheit in Marokko im regionalen Vergleich gut.

Weg zur Dekarbonisierung

Der Anteil der erneuerbaren Energien am marokkanischen Strommix beträgt 30 Prozent der installierten Leistung. Diese umfasst hauptsächlich Wasserkraft (1.306 MW), Onshore-Windkraftanlagen (1.225 MW) und Solaranlagen (530 MW Sonnenwärmekraftwerke; 204 MW Photovoltaik). Beim Ausbau der Stromerzeugungskapazitäten auf der Grundlage von erneuerbaren Energien hat Marokko zuletzt auf Ausschreibungen für IPP-Projekte auf Ebene der Versorgungsunternehmen zurückgegriffen. Der Erfolg der marokkanischen Regierung bei der Einbeziehung des Privatsektors in die Ökostromerzeugung zeigt sich auch darin, dass das Land in der RISE-Studie die viertbeste Bewertung des Kontinents erhalten hat.

Dennoch ist der Stromsektor von Erdöl und Erdgas (4.700 GWh im Jahr 2018) sowie Kohle (26.900 GWh im Jahr 2018) abhängig (IRENA 2020b), und das nationale Versorgungsunternehmen ONEE plant weitere Erdgaskraftwerke mit 1.200 MW bis 2030. Die allgemeinen Rahmenbedingungen für Investitionen in erneuerbare Energien scheinen günstig zu sein und es ist festzuhalten, dass Gaskraftwerke bei der Einspeisung von Strom aus variabel verfügbaren erneuerbaren Energien in das marokkanische Stromnetz die nötige Flexibilität bieten. Dennoch sind für eine vollständige Dekarbonisierung bis 2050 konzentrierte Anstrengungen notwendig, um die bestehenden fossilen Kraftwerke stillzulegen, den Bau neuer fossiler Kapazitäten nicht mehr zu fördern und den Anteil der erneuerbaren Energien zu erhöhen.

Durch zwei Verbindungsleitungen zwischen dem marokkanischen und dem spanischen Stromnetz konnte Marokko seine Stromexporte nach Europa von 8 GWh im Jahr 2017 auf 1.207 GWh im Jahr 2019 steigern (REE, 2020). Marokko hat erfolgreich internationale öffentliche Investitionen zum Ausbau der erneuerbaren Energien akquiriert, insbesondere von der Weltbank und den europäischen Entwicklungsbanken. Von 2000 bis 2018 wurden in Marokko 5,1 Mrd. US-Dollar investiert (IRENA, 2020c), insbesondere in Solarenergieprojekte (3,7 Mrd. US-Dollar). Die Ziele für erneuerbare Energien im Rahmen der nationalen Klimaschutzbeiträge Marokkos sehen eine Quote von 52 Prozent für erneuerbare Energien bis 2030 vor; davon sollen 20 Prozent aus Solarenergie, 20 Prozent aus Windkraft und 12 Prozent aus Wasserkraft kommen. Die NDC-Ziele des Landes bis 2030 sind in bedingte und unbedingte Ziele unterteilt; die IRENA (2019) geht davon aus, dass bis 2030 EE-Anlagen mit einer installierten Leistung von rund 5.200 MW zugebaut werden, sofern die bedingten Ziele erreicht werden, d. h. wenn das Land internationale Unterstützung erhält.



Ruanda

Energiezugang



8,0 Mio.
Bürger ohne Strom

Stadt 89 %

Land 23 %

Dekarbonisierung



54 %
aus erneuerbaren
Energien

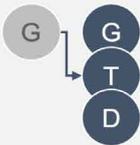


23
kg CO₂ pro Kc
pro Jahr*



89 MW
aus fossilen
Energieträgern

Sektorstruktur



Ein großer vertikal integrierter öffentlicher Versorger und private Stromerzeuger

* Es stehen keine Daten auf Landesebene zur Verfügung. Schätzung beruht auf Emissionen der Region und Einwohnerzahl.



Platz 11 in Afrika

Bewertung von Politik und Regulierung in den Bereichen Zugang zu Energie, Energieeffizienz und erneuerbare Energien.

Bewertung: 49/100

Hinweise zur Sektorstruktur: G - Stromerzeugung; T - Stromübertragung; D - Stromverteilung. Blaue (graue) Kreise stehen für öffentliches (privates) Eigentum.
Quellen: IEA (2019b), RISE (o.J.), Trimble et al (2016), IRENA (2020b), Weltbank (o.J.)

Abbildung 51 – Momentaufnahme Ruanda

Ruanda

Rund 35 Prozent der ruandischen Bevölkerung haben noch immer keinen Stromanschluss, und die installierte Leistung beruht überwiegend auf fossilen Energieträgern. Ruanda steht vor der doppelten Herausforderung, die Elektrifizierung voranzutreiben und dabei gleichzeitig vor allem auf erneuerbare Energien zu setzen.

Zugang zur Stromversorgung

Ruanda hat die Elektrifizierung in hohem Tempo vorangetrieben: Während 2010 nur 10 Prozent der Bevölkerung einen Stromanschluss hatten, waren es 2018 rund 49 Prozent. Ein großer Teil dieses Erfolgs ist auf das Electricity Access Roll-out Program zurückzuführen, das die Regierung 2010 zur Finanzierung und Umsetzung von Elektrifizierungsprojekten in ländlichen Gebieten aufgelegt hat. Dennoch haben die meisten ländlichen Haushalte (77 Prozent) nach wie vor keinen Zugang zur Stromversorgung.

In den letzten zehn Jahren sind die Stromausfälle kürzer und wesentlich seltener geworden (Weltbank, 2019b). Die Strompreise für Endnutzer in Ruanda gehören zu den höchsten auf dem Kontinent und behindern die wirtschaftliche und industrielle Entwicklung des Landes. Obwohl neuere Programme dafür gesorgt haben, dass mehr Menschen an das Stromnetz angeschlossen werden konnten und die Versorgungssicherheit gestiegen ist, sind konzertierte Anstrengungen der Regierung und der Entwicklungspartner erforderlich, um den Zugang zu Energie für alle bis 2030 Wirklichkeit werden zu lassen.

Weg zur Dekarbonisierung

Rund 54 Prozent der installierten Leistung in Ruanda entfallen auf erneuerbaren Energien, vor allem auf Wasserkraft (IRENA 2020b). Viele Kraftwerke sind klein und haben eine installierte Leistung zwischen 0,1 und 12 MW. Im Oktober 2016 ratifizierte

Ruanda das Pariser Klimaabkommen und legte im Mai 2020 eine Aktualisierung der nationalen Klimaschutzbeiträge des Landes vor. Die darin genannten Ziele für erneuerbare Energien sehen bis 2030 den Zubau von 156 MW aus Wasserkraft und 68 MWp aus Solar-Minigrids vor. In den NDC des Landes werden auch die Installation von Solarleuchten und solarthermischen Warmwasserbereitern sowie der verstärkte Einsatz von Solarwasserpumpen für die Bewässerung genannt; hinzu kommt ein weiterer Ausbau der netzunabhängigen Solaranlagen und -PV-Dachanlagen. Die IRENA geht in einer Analyse (IRENA, 2019) davon aus, dass auf Grundlage dieser Ziele bis 2030 eine installierte Leistung von insgesamt 333 MW aus erneuerbaren Energien entsteht. Dazu müsste die installierte Leistung aus erneuerbaren Energien zwischen 2020 und 2030 um 11 Prozent pro Jahr zulegen – das wäre ein deutlich höheres Wachstum als zwischen 2016 und 2019 (6 Prozent pro Jahr) (IRENA, 2020c).

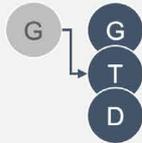
Bei der Verstromung von fossilen Energieträgern kommen überwiegend Diesel oder Schweröl zum Einsatz. Diese Brennstoffe sind teuer und umweltschädlich, wenngleich die Emissionen in absoluten Zahlen gering sind. Die ehrgeizigen Pläne der Regierung zum Ausbau der Stromerzeugung umfassen überwiegend erneuerbare Energien wie Wasserkraft, Geothermie und Solarenergie. Es gibt jedoch auch Pläne zur stark umweltschädlichen Verstromung von Torf; bei steigendem Strombedarf müssen generell weitere Investitionen in die Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern vermieden werden. Möglicherweise sind Anreize für eine vorzeitige Stilllegung der bestehenden fossilen Kraftwerke erforderlich, da 44 Prozent der Anlagen erst zwischen 2015 und 2019 in Betrieb genommen wurden und ihre wirtschaftliche Nutzungsdauer erst nach 2050 endet. In der RISE-Studie liegt Ruanda auf dem elften Platz unter allen afrikanischen Ländern.



Senegal



Sektorstruktur



Ein großer vertikal integrierter öffentlicher Versorger und private Stromerzeuger



Platz 19 in Afrika

Bewertung von Politik und Regulierung in den Bereichen Zugang zu Energie, Energieeffizienz und erneuerbare Energien.
Bewertung: 39/100

Hinweise zur Sektorstruktur: G - Stromerzeugung; T - Stromübertragung; D - Stromverteilung. Blaue (graue) Kreise stehen für öffentliches (privates) Eigentum.
Quellen: IEA (2019b), RISE (o.J.), Trímble et al (2016), IRENA (2020b), Weltbank (o.J.)

Abbildung 52 – Momentaufnahme Senegal

Senegal

Der Senegal verfügt über eine relativ umfassende Stromversorgung und eine zügig wachsende Industrie, was zu einem erheblichen Anstieg des Strombedarfs führt. Das Land hat sich ehrgeizige Ziele im Bereich der erneuerbaren Energien gesetzt und ist in den letzten Jahren zu einem der Spitzenreiter bei netzgekoppelten erneuerbaren Energien (hauptsächlich Sonnenenergie, aber auch Windkraft) in Westafrika geworden.

Zugang zur Stromversorgung

Derzeit haben 67 Prozent der Menschen im Senegal Zugang zur Stromversorgung, wobei die Städte nahezu vollständig versorgt sind (92 Prozent). In den ländlichen Gebieten liegt die Quote jedoch nur bei 44 Prozent, somit haben 5,2 Millionen Menschen im Senegal weiterhin keinen Stromanschluss. Die Zuverlässigkeit der Stromversorgung in den städtischen Ballungsräumen hat sich in den letzten fünf Jahren erheblich verbessert, doch auf dem Land bleibt die Versorgungssicherheit ein Problem (Financial Times, 2019).

Seit 2008 verfolgt die senegalesische Regierung ein einzigartiges zweigleisiges Konzessionsmodell für die Elektrifizierung der ländlichen Gebiete. Private Versorgungsunternehmen können im Rahmen des Programms „Rural Electrification Priority“ umfangreiche Konzessionen beantragen; gleichzeitig können kleinere kommunale Organisationen im Rahmen des Projekts „Local Initiative for Rural Electrification“ kleine Konzessionen beantragen, wobei der Staat und die Geber jeweils beträchtliche Subventionen zahlen. Die senegalesische Behörde für die Elektrifizierung des ländlichen Raums verwaltet die Vergabe der Konzessionen und der damit verbundenen Subventionen. Das System ist so konzipiert, dass es für die Versorgungsunternehmen wirtschaftlich attraktiv ist und gleichzeitig den Stromverbrauch fördert.

Bei den dezentralen EE-Lösungen dominieren im Senegal Solarheimsysteme und Minigrids, die 2018 von rund 1,5 Millionen Menschen genutzt wurden. Im Senegal ist die Anzahl der Nutzer von Minigrids mit 78.000 höher als in fast allen anderen westafrikanischen Ländern (ESMAP, 2019).

Weg zur Dekarbonisierung

Der Senegal ist in hohem Maße von der Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern abhängig, insbesondere von dem importierten Schweröl, das 80 Prozent des derzeitigen Strommixes ausmacht. Die Ziele für erneuerbare Energien im Rahmen der nationalen Klimaschutzbeiträge Senegals umfassen die Entwicklung von 360 MW Leistung aus Photovoltaik, 350 MW aus Windkraft, 199 MW aus Wasserkraft, 165 MW aus Biomasse und 55 MW aus Sonnenwärmekraftwerken sowie 5.392 Solar-Minigrids und 73.500 Biogasanlagen.

Folgende Projekte haben das Land bei der Erreichung seiner Ziele für erneuerbare Energien vorangebracht: (i) Solarkraftwerke von unabhängigen Stromerzeugern, die sowohl privat als auch im Rahmen des Scaling-Solar-Programms der Weltbank entwickelt wurden und eine installierte Leistung von 100 MW bieten, (ii) der größte Windpark Westafrikas (158 MW) und (iii) Importe von Strom aus Wasserkraft über den WAPP. Von 2016 bis 2019 betrug der Zuwachs an Kapazitäten aus fossilen Energieträgern 41 MW, während die Kapazitäten aus erneuerbaren Energien um 141 MW zunahm. Darüber hinaus hat sich die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2018 im Vergleich zu 2016 mehr als verdreifacht, die Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern ist hingegen mehr oder weniger gleichgeblieben (IRENA, 2020c). Diese Fortschritte müssen durch weitere Maßnahmen unterstützt werden, wenn das Land einen nachhaltigen, klimafreundlichen Entwicklungspfad einschlagen will – nicht zuletzt angesichts der Tatsache, dass der Senegal im Jahr 2022 mit der Erschließung von Offshore-Ölfeldern beginnen will.

Die IRENA geht in ihrer Analyse davon aus, dass eine Erreichung dieser Ziele zu einer zusätzlichen Leistung von 1.400 MW aus erneuerbaren Energien führen würde, wodurch die installierte Leistung des Landes bis 2030 auf 1.500 MW steigen würde. Eine Umsetzung der NDC-Ziele würde also bedeuten, dass die installierte Leistung aus erneuerbaren Energien im Senegal bis 2030 mit einer jährlichen Wachs-

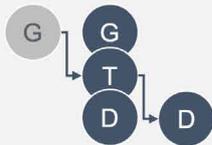
tumsrate von 24 Prozent zunimmt. Dies liegt deutlich unter der Wachstumsrate von 45 Prozent, die zwischen 2016 und 2019 verzeichnet wurde. In der RISE-Studie liegt die Bewertung Senegals in der unteren Hälfte der betrachteten Länder. Eine Verwirklichung dieser Ziele ist daher nur möglich, wenn die Rahmenbedingungen verbessert werden.



Südafrika



Sektorstruktur



Ein großer vertikal integrierter öffentlicher Versorger mit anderen Verteilnetzbetreibern und privaten Stromerzeugern



Platz 3 in Afrika

Bewertung von Politik und Regulierung in den Bereichen Zugang zu Energie, Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Bewertung: 75/100

Hinweise zur Sektorstruktur: G - Stromerzeugung; T - Stromübertragung; D - Stromverteilung. Blaue (graue) Kreise stehen für öffentliches (privates) Eigentum.
Quellen: IEA (2019b), RISE (o.J.), Trimble et al (2016), IRENA (2020b), Weltbank (o.J.)

Abbildung 53 – Momentaufnahme Südafrika

Südafrika

In Südafrika ist die Elektrifizierungsquote zwar hoch, doch bei der Versorgungssicherheit steht das Land vor erheblichen Herausforderungen. Zudem hat das Land mehr fossile Kraftwerkskapazitäten installiert als die meisten anderen afrikanischen Länder. Derzeit werden große Anstrengungen zur Errichtung von EE-Anlagen unternommen, die vor allem durch unabhängige Stromerzeuger bereitgestellt werden.

Zugang zur Stromversorgung

Nahezu alle Südafrikaner (91 Prozent) haben Zugang zur Stromversorgung, doch die Qualität und Versorgungssicherheit bleiben große Herausforderungen. Im Jahr 2019 fehlten bis zu 6.000 MW in der Stromerzeugung, was zum Teil auf Ausfälle der veralteten Kohlekraftwerke zurückzuführen ist, deren Eigentümer und Betreiber das Versorgungsunternehmen Eskom ist. Der South African Council for Scientific and Industrial Research schätzt, dass aufgrund dieser Ausfälle das BIP um 6 Mrd. US-Dollar geringer ausfiel (Bloomberg, 2020). Die finanzielle Situation von Eskom wird durch nicht kostendeckende Strompreise sowie Zahlungsrückstände kommunaler Stromverteilungsunternehmen beeinträchtigt. Das Versorgungsunternehmen ist hoch verschuldet (rund 30 Mrd. US-Dollar im Jahr 2019), was die Finanzierung von Investitionen und Instandhaltungsmaßnahmen erschwert. Dies bewirkt eine weitere Schwächung der Versorgungssicherheit. Es besteht daher dringender Handlungsbedarf hinsichtlich der Zuverlässigkeit der Stromversorgung, wenn das Ziel erreicht werden soll, allen Südafrikanern bis 2030 einen ausreichenden und zuverlässigen Zugang zur Stromversorgung zu bieten.

Weg zur Dekarbonisierung

Die Abhängigkeit Südafrikas von fossilen Energieträgern (darunter 36.500 MW aus Kohlekraftwerken) hat dazu geführt, dass die Emissionen aus dem Stromsektor im Jahr 2017 höher waren als in Deutschland. Darüber hinaus lässt Eskom zwei neue Kohlekraftwerke (Medupi and Kusile) bauen, die zusammen über eine installierte Leistung von rund 9.600 MW verfügen.

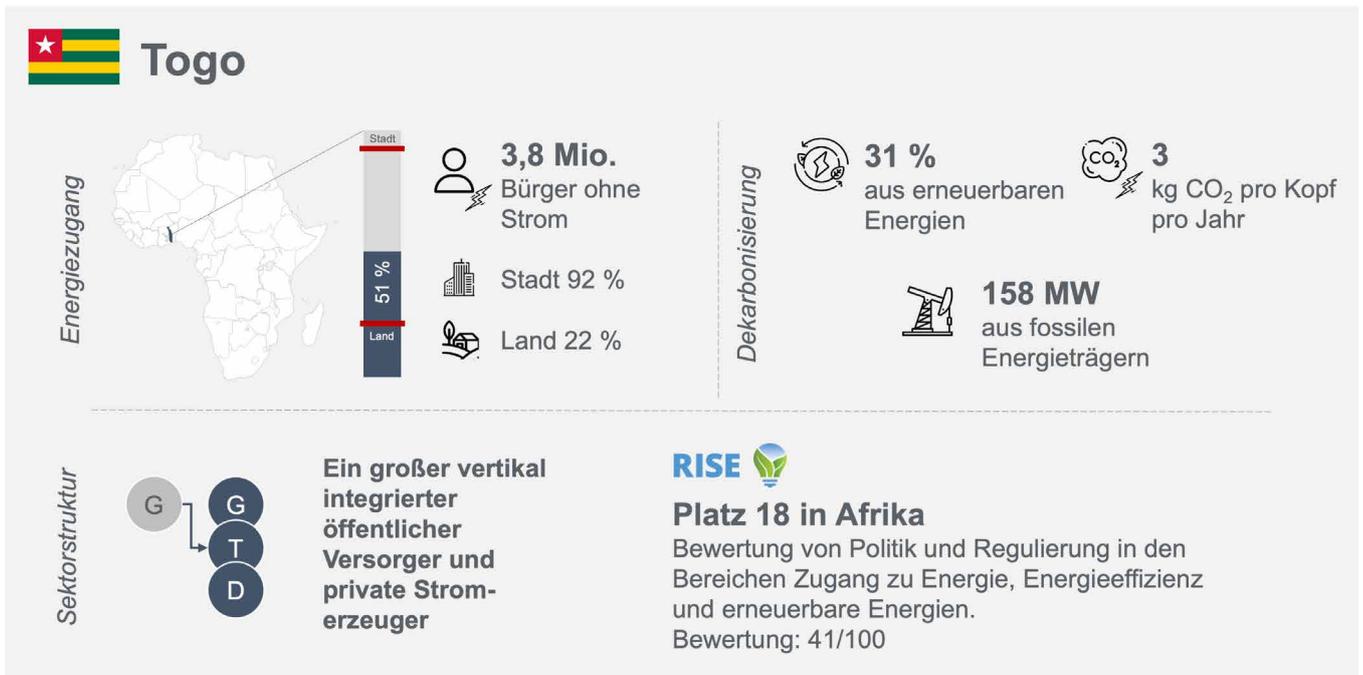
Gleichzeitig war Südafrika bisher jedoch der größte Markt des Kontinents für unabhängige Stromerzeuger, die erneuerbare Energien nutzen, vor allem aufgrund des Renewable Energy Independent Power Producer Procurement Programme (REIPPPP). Seit 2011 wurden im Rahmen des REIPPPP in 5 Ausschreibungsrunden 112 IPP-Projekte vergeben, zwei weitere Runden stehen noch aus. In Bezug auf die politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen für Energieeffizienz und erneuerbare Energien hat Südafrika eine Führungsposition eingenommen und erzielte dadurch in der RISE-Studie den drittbesten Wert auf dem gesamten Kontinent.

Im Juli 2020 verfügte Südafrika über eine installierte Leistung von 1980 MW aus Windkraft, verteilt auf 22 Projekte, wobei sich 12 Projekte im Bau befanden. Zudem waren Ende 2019 Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von 1.474 MW in Betrieb.

Im Rahmen seiner nationalen Klimaschutzbeiträge hat sich Südafrika das Ziel gesetzt, EE-Anlagen mit einer installierten Leistung von insgesamt 11.500 MW zuzubauen. Allerdings hat das Land 2019 eine Aktualisierung seines Integrated Resource Plan for Electricity vorgelegt, in dem ein Ökostromanteil von 39,7 Prozent bis 2030 vorgesehen ist. Dieses Ziel soll durch die Installation von 17.700 MW aus Windkraft, 8.300 MW aus

Photovoltaikanlagen, 4.600 MW aus Wasserkraft und 600 MW aus Sonnenwärmekraftwerken erreicht werden (Engineering News, 2020). Gemäß den Prognosen im IRP wird die installierte Leistung aus erneuerbaren Energien von 6,1 GW Ende 2018 auf 37,3 GW im Jahr 2030 steigen. Somit wird für die installierte Leistung aus erneuerbaren Energien eine Wachstumsrate von 16 Prozent pro Jahr bis 2030 erwartet. Dies ist deutlich mehr als die Wachstumsrate von 2 Prozent, die letztes Jahr verzeichnet wurde (IRENA, 2020c). Ende 2019 lag die gesamte installierte Leistung aus erneuerbaren Energien bereits bei 6.200 GW (IRENA, 2020c).

Zwar treiben bessere Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz die Entwicklung eines Marktes für Strom aus erneuerbaren Energien voran, doch bleibt die Stilllegung von fossilen Kraftwerkskapazitäten mit einer Leistung von 45.000 MW bis 2050 eine enorme Herausforderung. Für die Erreichung dieses Ziels sind Anreize zur Dekarbonisierung und weitere Anstrengungen zur Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien erforderlich.



Hinweise zur Sektorstruktur: G - Stromerzeugung; T - Stromübertragung; D - Stromverteilung. Blaue (graue) Kreise stehen für öffentliches (privates) Eigentum.
 Quellen: IEA (2019b), RISE (o.J.), Trimble et al (2016), IRENA (2020b), Weltbank (o.J.)

Abbildung 54 – Momentaufnahme Togo

Togo

In den Städten des Landes haben nahezu alle Bürgerinnen und Bürger Zugang zur Stromversorgung, doch in den ländlichen Gebieten ist noch viel zu tun, denn 78 Prozent der Bevölkerung haben keinen Zugang zu Elektrizität. Stromimporte aus den Nachbarländern decken den größten Teil des inländischen Strombedarfs und die installierten fossilen Kapazitäten sind gering.

Zugang zur Stromversorgung

In den Städten Togos und insbesondere in der Hauptstadt Lomé ist die Elektrifizierungsquote seit den frühen 2000er-Jahren sprunghaft angestiegen, obwohl die Versorgung häufig unzuverlässig ist. In den ländlichen Gebieten ist die Stromversorgung jedoch nach wie vor lückenhaft: Nur rund 22 Prozent der Landbevölkerung besitzen einen Stromanschluss, d. h. insgesamt haben 3,8 Millionen Menschen in Togo keinen Zugang zur Stromversorgung.

Das Land verfolgt eine nationale Strategie zur flächendeckenden Elektrifizierung bis 2030 und entwickelt derzeit einen neuen Rechtsrahmen zur Förderung der erneuerbaren Energien und zur Elektrifizierung der ländlichen Gebiete durch netzferne Systeme (USAID, 2020c). Das Ziel lautet, einen starken Anstieg der öffentlichen und privaten Investitionen in die Elektrifizierung zu ermöglichen.

Weg zur Dekarbonisierung

Der größte Teil des Strombedarfs in Togo wird durch zunehmende Stromimporte über Verbindungsleitungen mit Ghana, Nigeria und Côte d'Ivoire gedeckt (Weltbank, 2017b). Ungeöhnlich ist das Stromübertragungsunternehmen CEB, das von den Ländern Togo und Benin gemeinsam geführt wird. CEB betreibt ein regionales Hochspannungsnetz und verkauft Energie an die Compagnie Energie Electrique du Togo.

Folglich ist die installierte Leistung – sowohl aus fossilen Energieträgern (158 MW) als auch aus erneuerbaren Energien (67 MW Wasserkraft und 3 MW Photovoltaik) – relativ gering (IRENA 2020b), so dass Togo den niedrigsten Pro-Kopf-Wert an Treibhausgasemissionen aus dem Stromsektor unter den CwA-Ländern aufweist (3 kg pro Person und Jahr). Eigentümer der Stromerzeugungsanlagen sind unabhängige Stromerzeuger sowie das nationale Versorgungsunternehmen CEET.

Zwischen 2015 und 2019 ist die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien lediglich um 1 MW gestiegen, daher müssen in den kommenden zehn Jahren noch 207 MW zugebaut werden, damit Togo die Zielvorgaben des Nationalen Aktionsplans für Erneuerbare Energien erreichen kann. Ausgehend von dem Aktionsplan ist zu erwarten, dass die installierte Leistung aus erneuerbaren Energien über die nächsten zehn Jahre mit einer jährlichen Wachstumsrate von 10 Prozent zunimmt – das ist weit mehr als die 0,4 Prozent pro Jahr, die zwischen 2015 und 2019 erzielt wurden (IRENA, 2020b).

Um die nationale Energiesicherheit zu verbessern und private Investitionen anzuziehen, hat Togo eine neue Regulierungsbehörde eingerichtet, ein Gesetz über öffentlich-private Partnerschaften sowie ein Dekret über das öffentliche Beschaffungswesen verabschiedet und eine Behörde zur Förderung der Elektrifizierung der ländlichen Gebiete gegründet. Zudem ist Togo Mitglied des Scaling-Solar-Programms der IFC, das die Entwicklung von PV-Anlagen mit 90 MW zum Ziel hat und vor kurzem PV-Anlagen mit einer Leistung von 80 MW neu ausgeschrieben hat (Scaling Solar, o. J.). Bislang wurde bereits eine 30 MW-Anlage für einen Standort in Blitta, im Zentrum des Landes, genehmigt (Bellini, 2019 c). Aufgrund der relativ hohen Quote beim Zugang zur Stromversorgung und den vor kurzem erfolgten Reformen des Regulierungsrahmens erreicht Togo in der RISE-Studie eine Bewertung im Mittelfeld (18. Platz auf dem afrikanischen Kontinent).



Tunesien

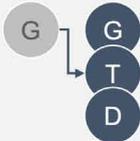
Energiezugang



Dekarbonisierung



Sektorstruktur



Ein großer vertikal integrierter öffentlicher Versorger und private Stromerzeuger



Platz 1 in Afrika

Bewertung von Politik und Regulierung in den Bereichen Zugang zu Energie, Energieeffizienz und erneuerbare Energien.
Bewertung: 83/100

Hinweise zur Sektorstruktur: G - Stromerzeugung; T - Stromübertragung; D - Stromverteilung. Blaue (graue) Kreise stehen für öffentliches (privates) Eigentum.
Quellen: IEA (2019b), RISE (o.J.), Trimble et al (2016), IRENA (2020b), Weltbank (o.J.)

Abbildung 55 – Momentaufnahme Tunesien

Tunesien

Tunesien ist flächendeckend elektrifiziert, wenngleich das Stromnetz einige Schwächen hat. Die starke Abhängigkeit des Landes von fossilen Energieträgern für die Stromerzeugung bedeutet jedoch, dass die Pro-Kopf-Emissionen im Vergleich zu anderen afrikanischen Ländern hoch sind.

Zugang zur Stromversorgung

Tunesien ist ein Land mit mittlerem Einkommen und versorgt im Prinzip alle Bürgerinnen und Bürger mit Strom. Nach Angaben der Global Electrification Database der Weltbank haben nur etwa 25.000 Menschen in Tunesien keinen Stromanschluss; die meisten von ihnen leben in abgelegenen Bergregionen. Ausfälle des Stromnetzes sind angeblich hauptsächlich auf Wartungsarbeiten, Überlastung und hohe Spannungsabfälle zurückzuführen.

Weg zur Dekarbonisierung

Mit elektrizitätsbedingten CO₂-Emissionen von rund 762 kg pro Kopf und Jahr ist Tunesien der drittgrößte Emittent unter den 13 untersuchten Ländern. Nur 6 Prozent der installierten Leistung (373MW) stammen aus erneuerbaren Energien (IRENA 2020b). Die Stromerzeugungskapazitäten aus fossilen Energieträgern umfassen 4.800MW aus der Verstromung von importiertem Erdgas und 800MW aus Kohle, wobei der größte Teil der Stromproduktion von dem vertikal integrierten staatlichen Versorgungsunternehmen STEG kontrolliert wird.

Aufgrund der regionalen Instabilität und der damit verbundenen Risiken für die Gasversorgung konzentriert sich die tunesische Regierung jedoch stark auf die Erhöhung der nationalen Energiesicherheit und den Ausbau der erneuerbaren Energien. In den nationalen Klimaschutzbeiträgen Tunesiens ist ein Ziel von 30 Prozent Ökostrom bis 2030 vorgesehen;

dieses Ziel ist auch im Plan Solaire Tunesien (PST) festgehalten. Zur Erreichung dieses Ziels sollen EE-Anlagen mit einer installierten Leistung von 3.800MW errichtet werden. Davon sollen 1.800MW aus Windkraft, 1.600MW aus netzgekoppelten Photovoltaikanlagen und 500MW aus Sonnenwärmekraftwerken kommen. Vor kurzem wurden in einer Ausschreibung für Solarenergiekonzessionen 500MW zu sehr niedrigen Preisen (0,25 USD/kWh) an unabhängige Stromerzeuger vergeben (PV Magazine, 2019).

Somit wird für die installierte Leistung aus erneuerbaren Energien eine Wachstumsrate von 19 Prozent pro Jahr bis 2030 erwartet; zwischen 2016 und 2019 wurden dagegen nur 2 Prozent Wachstum verzeichnet (IRENA, 2020b 2019a).

Auf Grundlage der Bewertung in der RISE-Studie ist Tunesien Spitzenreiter in Afrika in Bezug auf den politischen und regulatorischen Rahmen für die Bereiche Zugang zu Stromversorgung, Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Insgesamt scheint Tunesien ein günstiges Umfeld für den Ausbau der erneuerbaren Energien und private Investitionen zu bieten. Trotz der guten Bewertung verfügt Tunesien nicht über eine unabhängige Regulierungsbehörde.

Impressum

Herausgeber / Autor

KfW Development Bank
Palmengartenstraße 5-9
60325 Frankfurt am Main
Tel +49 69 7431-0
Fax +49 697431-2944
KC-Energie@kfw.de
www.kfw.de

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn
Tel +49 61 96 79-0
Fax +49 61 96 79-11 15
info@giz.de
www.giz.de

IRENA
Masdar City
P.O. Box 236, Abu Dhabi
United Arab Emirates
Tel +97 124179000
info@irena.org
www.irena.org

Redaktion

Alissa Jones Nelson, KfW Development Bank

Bildnachweise

Titel: Thomas Imo, photothek.net (2017)
Vorwort: BMZ Pool/Janine Schmitz, photothek.net (2020); IRENA (2021)
Bilder: Svein Erik Hårklau, Multiconsult (2018);
Christopher Ruud, Multiconsult (2018); Espen Røst, NORAD (2019)

Änderungen vorbehalten

Frankfurt am Main, Stand: September 2020

Die Studie wurde im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) erstellt.

KfW Development Bank

Palmengartenstraße 5-9
60325 Frankfurt am Main
Tel +49 69 7431-0
Fax +49 697431-2944
KC-Energie@kfw.de
www.kfw.de

**Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH**

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn
Tel +49 61 96 79-0
info@giz.de
www.giz.de

IRENA

Masdar City
P.O. Box 236, Abu Dhabi
United Arab Emirates
Tel +97 124179000
info@irena.org
www.irena.org