

# Perspektiven der Stromversorgung Afrikas, Herausforderungen und Optionen und das deutsche Engagement

Paul H. Suding, Entwurf 04.02.2016<sup>1</sup>

**Inhalt:** Ausgehend von jüngeren Szenarien werden in diesem Beitrag mögliche künftige Entwicklungen des Stromsektors in Afrika, der Einflussfaktoren und Risiken diskutiert, sowie Herausforderungen und Handlungsoptionen erörtert, auch im Lichte der Beschlüsse und Initiativen bis Januar 2016. Abschließend werden Hinweise für das deutsche entwicklungs- und klimapolitische sowie wirtschaftliche Engagement entwickelt.

## 1. Aktuelle Situation und gemeinsame Herausforderungen des afrikanischen Stromsektors

„Zwar sieht die Lage in den verschiedenen Regionen unterschiedlich aus, aber in den afrikanischen Ländern südlich der Sahara haben nur insgesamt 290 von 915 Millionen Menschen Zugang zu Elektrizität und die Gesamtanzahl der Menschen ohne Zugang steigt... Der gravierende Mangel an grundlegender Elektrizitätsinfrastruktur untergräbt derzeit sämtliche Bemühungen, eine schnellere soziale und wirtschaftliche Entwicklung zu erzielen. Die Minderheit, die heute über einen Netzanschluss verfügt, hat mit einer unzuverlässigen Stromversorgung zu kämpfen. Deshalb besteht vielerorts ... die Notwendigkeit, kostspielige Notstromgeneratoren mit Diesel oder Benzin zu betreiben. In vielen Fällen gehören die Stromtarife zu den teuersten der Welt und mit Ausnahme Südafrikas sind die Leitungsverluste aufgrund von schlecht gewarteten Übertragungs- und Verteilungsnetzen doppelt so hoch wie im weltweiten Durchschnitt. Langsam wird die Effizienz durch Reformprogramme erhöht und auch von Privatinvestoren neues Kapital in die Region gebracht....“<sup>2</sup>

Wer diese Zeilen der Zusammenfassung über den aktuellen Stand der Stromwirtschaft südlich der Sahara aus der Studie der Internationalen Energieagentur (IEA) von 2014 „*A Focus on Energy Prospects in Sub-Saharan Africa*“<sup>3</sup> liest, fragt sich unwillkürlich, was sich in der Region seit Jahrzehnten eigentlich geändert hat, da er vermutet, dass eine fast gleichlautende Beschreibung (mit anderen absoluten Zahlen) auch vor mehreren Jahrzehnten zutreffend gewesen wäre.

Bei tieferer Befassung muss man den pauschalen Eindruck revidieren. Von 2000 bis 2012 ist die Stromproduktion in Afrika trotz diverser Krisen absolut um etwa 65% gestiegen, südlich der Sahara um ca. 43%, was allerdings eine Stagnation der Erzeugung pro Kopf der Bevölkerung bedeutet.

---

<sup>1</sup> Eine kurze redigierte Fassung ist im Jahresbericht 2016 des DK des World Energy Council ‚Energie für Deutschland‘ erschienen; Dank an Nicole Kaim-Albers für die Redaktion,

<sup>2</sup> International Energy Agency (IEA), Ein Fokus auf die Zukunftsaussichten von Energie in Subsahara Afrika World Energy Outlook Special Report; Zusammenfassung German Translation, OECD/AIE 2014; Einen vertiefende Analyse und Prognose zu Nordafrika (und Nahost) hat IEA zuletzt 2005 vorgelegt.

<sup>3</sup> International Energy Agency (IEA), A FOCUS ON ENERGY PROSPECTS IN SUB-SAHARAN AFRICA World Energy Outlook Special Report, OECD/IEA Paris 2014

<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/africa-energy-outlook.html> Einen vertiefende Analyse und Prognose zu Nordafrika (und Nahost) hat IEA zuletzt 2005 vorgelegt.

In einigen Ländern West- und Ost-Afrikas wurde die Erzeugung, von einer sehr niedrigen Basis, mehr als verdoppelt, während sie im südlichen Afrika, wo der pro Kopf-Verbrauch schon vorher deutlich höher lag, nur noch um knapp 30% gesteigert werden konnte.

Die Betrachtung einzelner Länder und Perioden<sup>4</sup> würde zeigen, dass die quantitative Situation und Dynamik des Stromsektors sehr divers ist, breit gestreut um ein mit dem langfristigen Bevölkerungseinhergehendes Erzeugungswachstum, das wiederum auch im Zeitablauf in den einzelnen Ländern stark schwankt. Dieses Muster ist auch in Bezug auf die Qualität der Versorgung erkennbar. Die Mangelsituation wird im Zeitablauf im Durchschnitt kaum verbessert. Den Verbesserungen in einigen Ländern und Perioden stehen Verschlechterungen in anderen gegenüber. Dies bestärkt wiederum das generelle Bild der chronischen Defizite in der Qualität, jetzt allerdings auf einem quantitativ höheren Niveau als vor 15 Jahren oder früher.

Aus Sicht der afrikanischen Länder besteht daher die Herausforderung allgemein formuliert darin, die doppelte Mangelsituation - (a) kein Zugang und (b) unzuverlässige Versorgung, wo Zugang besteht - zu beseitigen und gleichzeitig (c) die aufgrund der angestrebten wirtschaftlichen Entwicklung und sozialer Verbesserungen steigende Stromnachfrage zu bedienen, und dies bei sich fundamental ändernden Randbedingungen (Klimaschutzpolitik, Klimawandel, Energiepreise, Technologie-Kosten u.a.m.).

Die spezifischen Herausforderungen für die Länder sind angesichts des unterschiedlichen Stands der Versorgung, der technologischen Fähigkeiten und Dynamik, der energetischen Ressourcen, des Zustands der Institutionen und der wirtschaftlichen und politischen Charakteristika sehr unterschiedlich. Naturräumliche und andere Gemeinsamkeiten, die Nähe und Optionen zur Zusammenarbeit erlauben die zusammengefasste Betrachtung der Regionen Nord-, West-, Zentral-, Ost- und südliches Afrika<sup>5</sup>, auch wenn innerhalb der Regionen so extreme Unterschiede wie zwischen der Republik Süd-Afrika (RSA) mit einer Stromerzeugung von ca. 4400 kWh/a und Tansania mit ca. 100 kWh/a pro Einwohner im Jahre 2012 bestehen.

Ein Mittel zur Analyse der Herausforderungen ist die Formulierung von Zukunftsszenarien, mit denen gleich ein konsistent erscheinendes Narrativ über mögliche künftige Entwicklungen und Politiken formuliert wird, die schon Problemlösungen enthalten. Dies hebt auch die Zuversicht, dass Lösungen möglich sind, die man bei problemorientierten Einzelanalysen verlieren kann.

## **2. Langfrist-Referenzszenarien für die Regionen Afrikas**

In jüngerer Vergangenheit wurden neue Energie-Langfristszenarien für Afrika vorgelegt, gesamt von der IEA und von einer Gruppe um Greenpeace (GP&al)<sup>7</sup> oder auch speziell für den Stromsektor von McKinsey<sup>8</sup>. Der Vergleich der Haupt- bzw. Referenzszenarien dieser Studien zeigt (vgl. Abbildung 1)

---

<sup>4</sup> Möglich ist das für einige Länder anhand der Statistischen Basis der Weltbank anhand des Indikators: Electricity Consumption per Capita; <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC?page=1>

<sup>5</sup> Zur regionalen Gruppierung vgl. IEA, op. cit. S 232

<sup>7</sup> Teske, S. et al.: Energy [R]evolution, A sustainable World Energy Outlook 2015, Greenpeace International, GWEC, Solar Power Europe, September 2015, <http://issuu.com/greenpeaceinternational/docs/energy-revolution-2015-full-hr/1?e=2537715/30188730>

<sup>8</sup> Castellano, A. et al.: Brighter Africa, The growth potential of the sub-Saharan electricity sector February 2015 Mc Kinsey & Company, [http://www.mckinsey.com/insights/energy\\_resources\\_materials/powering\\_africa](http://www.mckinsey.com/insights/energy_resources_materials/powering_africa)

welche Entwicklung für den Kontinent erwartet wird, wobei sublim oder explizit eine eher positive wirtschaftliche, soziale und politische<sup>9</sup> Entwicklungserwartung unterstellt wird.

Nahezu übereinstimmend beschreiben die Referenzszenarien eine Vervierfachung der Erzeugung in dreißig Jahren bis 2040, was eine Verbesserung des allgemeinen Versorgungsgrades (Elektrifizierung) und auch eine Verbesserung der Qualität der Versorgung bedeuten, und was sich in einer nahezu Verdoppelung des Stromverbrauchs pro Kopf niederschlägt.

Abbildung 1: Stromerzeugung in Afrika nach Energieträgern, in TWh; Ist-2012, Referenz und Alternativszenarien 2040 (Quellen IEA, McKinsey und GP&al vgl. Text; im Fall des McKinsey Szenarios, das im Original nur für Afrika südlich der Sahara quantifiziert ist, wurden zum Zweck der Vergleichbarkeit die Zahlen des IEA Szenarios für Nordafrika hinzugefügt.)

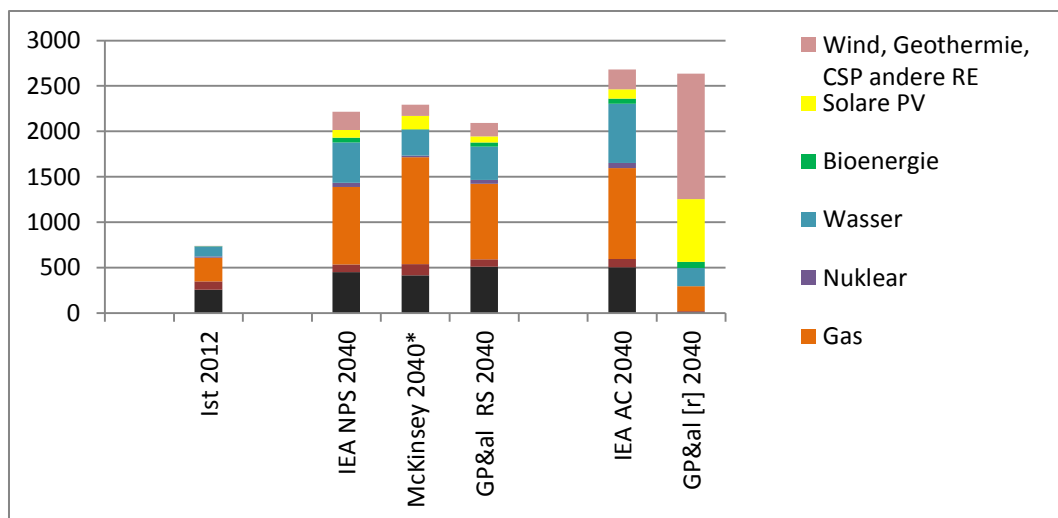
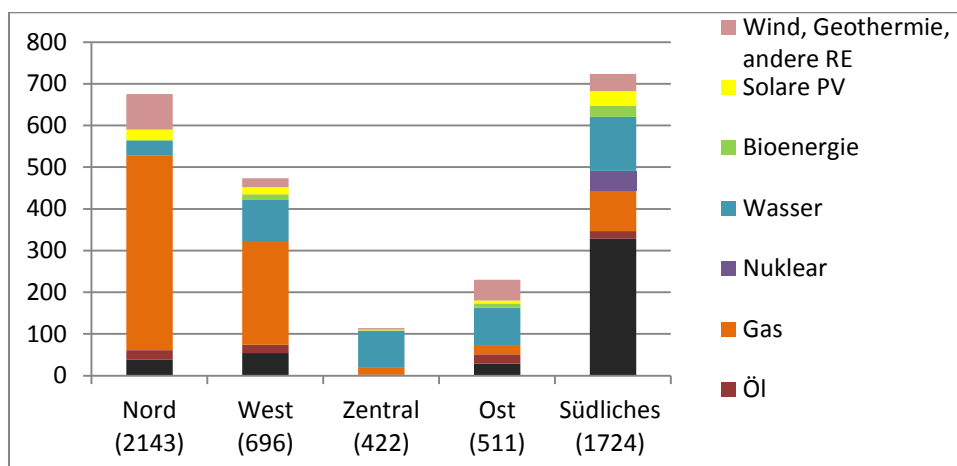


Abbildung 2: Stromerzeugung nach Energieträgern und Regionen in Afrika 2040 gemäß IEA New Policies Scenario, in TWh



Die Betrachtung nach Regionen und Energieträgern (vgl. Abbildung 2 anhand des *New Policy Scenario* der IEA) zeigt das 2040 weiterbestehende sehr unterschiedliches Gewicht der Regionen sowie die regional recht unterschiedlichen Technologie-Schwerpunkte in der Erzeugungsstruktur. Nord- und das südliche Afrika sollen nach der IEA jeweils einen Jahresverbrauch von um die 700 TWh

<sup>9</sup> Das IEA Szenario nennt sich New Policy Scenario unterstellt eine Reihe von konkreten Politiken.

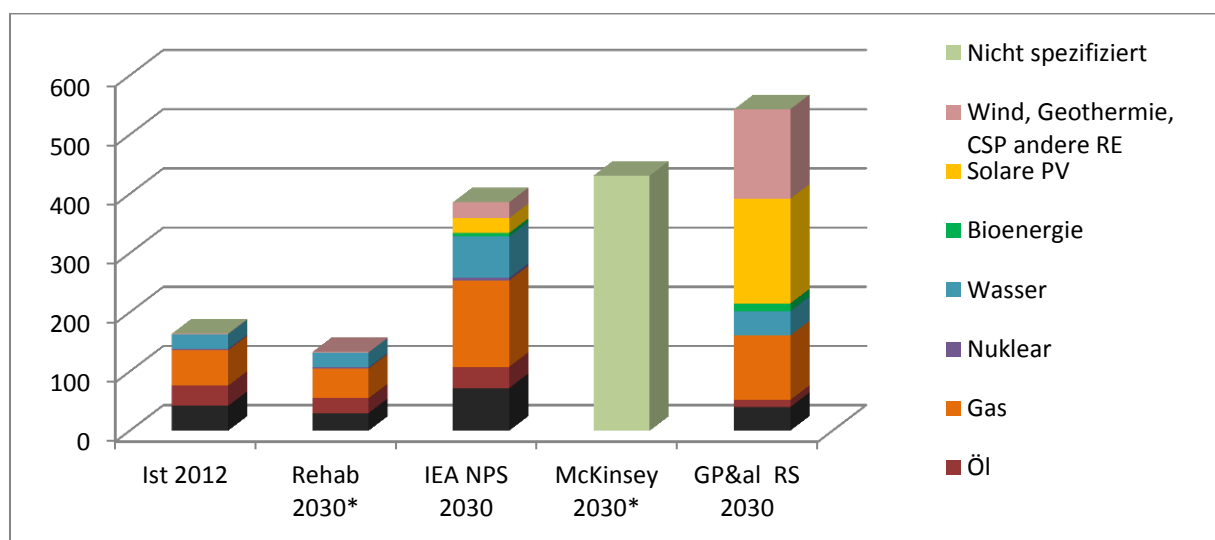
(674 bzw. 725; pro Kopf um die 1720 bzw. 2140 kWh) erreichen, Westafrika 473 TWh (pro Kopf etwa 700 kWh), Ostafrika 230 TWh (pro Kopf etwa 510 kWh) und Zentralafrika 114 TWh (pro Kopf etwa 420 kWh).

In allen Referenzszenarien bleiben die fossilen Energien vorherrschend, mit 63 bis 75% Anteil an der Erzeugung. Demnach würde die Kohle eine absolut starke Rolle behalten mit Eintritt in die Erzeugung in West- und Ostafrika, mehr Erzeugung in Nord- und Südafrika, aber anteilig eine deutlich geringere Rolle als heute. Erdgas wird eine größere Rolle als Kohle zugewiesen mit knapp 40% bei IEA und GP&al und über 51% bei McKinsey, besonders in Nordafrika und Westafrika aber auch im südlichen Afrika. Mineralöl bleibt bei allen in der heutigen Größenordnung.

Alle Referenzszenarien offenbaren eine große Skepsis gegenüber der Kernenergieentwicklung in Afrika. Hingegen wird ein hoher (GP&al und McKinsey) bis sehr hoher (IEA) Zuwachs bei der Wasserkraft angesetzt, und das in allen Regionen außer Nordafrika.

Von aktuell unter 1% wachsend auf maximal 15% Anteil wird die Erzeugung aus erneuerbarer Energie (ohne Wasser) gesteigert. Dabei sehen IEA und GP&al eine wachsende Bedeutung der Bioenergie wie auch der Geothermie (in Ostafrika bis südliches Afrika). Was Solarenergie betrifft, sieht McKinsey bereits im Referenzszenario einen beträchtlicheren Beitrag von der Photovoltaik als die beiden anderen, ist hingegen vorsichtiger was den Beitrag von Windenergie und solarthermischer Stromerzeugung betrifft.

Abbildung 3: Installierte Kapazität der Stromerzeugung in Afrika nach Energieträgern, in GWh; Ist-2012, Rehabilitierte Altanlagen 2030, und Gesamt-Kapazität 2030 aus Referenzszenarien (Quellen IEA, McKinsey und GP&al vgl. Text)



Die Kapazität der Stromerzeugung steigt in den Referenz-Szenarien rasant an. Bereits für 2030 erwarten alle drei weit mehr als das Doppelte der gegenwärtig<sup>10</sup> bestehenden Kapazität (vgl. Abbildung 3). Unter Berücksichtigung von eventuellen Stilllegungen müssten demnach in den nächsten 15 Jahren etwa 250 GW (IEA), etwa 300 GW (McKinsey) oder über 400 GW (GP&al) neu errichtet werden.

<sup>10</sup> AfDB gibt die gegenwärtig (2015) netzgebundenen Erzeugungskapazität mit 170 GW an.

Recht unterschiedlich werden die mit den Referenzszenarien verbundenen Investitionen geschätzt. IEA setzt über 1200 Milliarden US\$<sub>2013</sub> bis 2040 in Afrika südlich der Sahara an, je etwa zur Hälfte in Erzeugung und Netze. McKinsey bleibt mit knapp 800 Milliarden USD deutlich dahinter zurück, mit auffallend wenigen 300 Milliarden Investitionen in Netze. GP&al geben nur eine Zahl für die Stromerzeugung in ganz Afrika einschließlich Nordafrika an, die mit knapp 800 Milliarden USD den ca. 600 (IEA) bzw. ca. 500 (GP&al) Milliarden USD (jeweils nur für Afrika südlich der Sahara) nicht entgegensteht.

Die Treibhausgasemissionen steigen in allen Referenzszenarien unterproportional zur Stromerzeugung, je nach Rolle der fossilen auf mehr (McKinsey) weniger als das Doppelte (bei IEA und GP&al).

### 3. Alternative Szenarien und wesentliche Einflussfaktoren

Wie auch die Alternativszenarien von IEA und GP&al verdeutlichen und die Variantendiskussion von McKinsey bezeugt, ist es möglich, dass der Stromsektor in Afrika eine deutlich andere Entwicklung nimmt.

IEA entwirft ein den Stromsektor betreffendes optimistisches Szenario ‚African Century‘ Szenario mit einer besseren Regierungsführung und einem besseren Sektor-Management, einschließlich einer entwicklungsorientierter effektiveren Nutzung der Öl- und Gaseinnahmen, bei dem weitere 450 Milliarden US\$ im Stromsektor investiert werden, die Lieferausfälle halbiert und allgemeine Versorgung zumindest in urbanen Gebieten erreicht wird, und bei dem eine vertiefte grenzüberschreitende regionale Zusammenarbeit und Integration zu mehr Stromaustausch führt mit großtechnischer Erzeugung und Übertragung.

Die Greenpeace Gruppe entwickelt ganz andere Alternativ-Szenarien mit einem radikalem Umbau der Stromerzeugung (plus Energie-Effizienz) zugunsten breiter Anwendung erneuerbarer Energien (mit sehr viel Wind-, Solarthermischer und auch Photovoltaik-Kapazität, aber auch Geothermie, Bioenergie und Meeresenergie). Die Erzeugungs-Investitionen würden im Vergleich zum Referenzszenario noch einmal mindestens vervierfacht, wobei aber die Stromerzeugungskosten wegen der vermiedenen Brennstoffkosten im Durchschnitt sinken sollen.

Auch McKinsey diskutiert wie IEA eine stärkere regionale Systemintegration mit Zusatzinvestitionen, die bei Anwendung seines regionalen Stromerzeugungsmodells Kostensenkungen ergibt. Einen beschleunigten emissionsenkenden Ausbau erneuerbarer Energien sieht McKinsey nur mit empfindlichen Kostenerhöhungen möglich, hingegen große Chancen in Gestalt einer massiven Erdgasentwicklung. Dezentralen Konzepten mit *Mini-grid* und *Off-grid* Versorgung, die von IEA schon im Referenzszenario gewürdigt werden, sieht McKinsey als vernachlässigbare Quantität.

Es gibt somit kritische Faktorenkomplexe, auch über die in den o.g. Szenarien berücksichtigten hinaus, die in die eine oder andere Richtung wirken können.

- Seit Erstellung der Szenarien **haben** sich Niedrig-Preis-Tendenzen in den globalen Energie-Märkten verfestigt, die nicht in den Szenario Annahmen vorgesehen waren und die zumindest mittelfristig anhalten können. Fortdauernde Überangebote mit niedrigen Preisen in den Öl- und Gasmärkten würden entgegen der Erwartungen die Produktionsentwicklung in alten und neuen afrikanischen Ölförderländern auch mittelfristig verlangsamen sowie die Einnahmen und das

Wachstum dämpfen. In Ölimport-Ländern allerdings wäre die die Außen-Bilanz entlastet.

Ähnliche Wirkungen hätten krisenhafte Konjunkturen an den Rohstoffmärkten, und damit ein nachlassendes Interesse Chinas als Investor in afrikanische Infrastrukturprojekte.

- Globaler Klimawandel schreitet voran: Erhöhter Klimastress für die Landwirtschaft und andere Sektoren führt zu wirtschaftlichen Produktionsausfällen und Verschlechterung der Lebensbedingungen; Infrastruktur und besonders Wasserkraftwerke können nicht wie geplant genutzt werden.
- Mit der COP 16 der UNFCCC in Paris 2015 gibt es veränderte Erwartungen in der globalen Klimaschutzpolitik. So reduzieren Entwicklungs- und Geschäftsbanken treibhausgasemissionsintensive Projekt-Finanzierungen. Für kohlenstoffarme Projekte, namentlich erneuerbare Energien hingegen stehen aus Klimaschutzmitteln und gehebelter Privatfinanzierung erhöhte Volumina zur Verfügung, zu gemindertem Risiko und auch anderweitig verbesserten Konditionen.
- Die Bereitschaft der internationalen Gemeinschaft, Afrikas Energieentwicklung zu unterstützen, ist groß und kommt in einer Vielzahl von gemeinsamen Initiativen gerade zum Stromsektor zum Ausdruck (siehe unten). Mit der Initiative *Sustainable Energy for All (SE4All)* und den neuen Entwicklungszielen, die 2015 von den Vereinten Nationen beschlossen wurden, gibt es internationale Rahmenwerke für intensiverte Bemühungen um den Zugang zu moderner Energie. Gleichzeitig streben wichtige Staaten und internationale Finanzmarktorganisationen eine höhere Transparenz in den Finanztransaktionen an. Klima- und internationale Entwicklungsfinanzierung pochen auf den Verbleib und die Verwendung von ökonomischen Renten aus extraktiven Industrien in den Entstehungsländern.
- Die Technologieentwicklung eröffnet günstigenfalls neue Optionen auch für Afrika. Kosten-Entwicklung bei neuen Energietechnologien können die Wettbewerbsfähigkeit fundamental ändern; das gilt insbesondere für die solare Stromerzeugung und Speichertechnologien, speziell für die Solare CSP- Technologie mit mehrstündigem Wärmespeicher, um die Wertigkeit des Stroms in Spitzenlastzeiten zu steigern. Die tiefgreifenden Folgen der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien für die Strukturen und Organisation des Stromsektors sind in OECD Ländern schon zu erkennen und erfassen früher oder später auch die Länder Afrikas.<sup>14</sup>
- Technologietransfer und Verlagerung der Wertschöpfung in der Lieferkette ist in vollem Gange zugunsten von China, Indien und anderen technologieaffinen Entwicklungsländern, was die Anlagenpreise senkt. Afrikanische Länder haben daran und an der Herstellung von Anlagenkomponenten (wie PV Module, Windkraft und andere) noch wenig Anteil, was sich aber ändern kann, wo technologischer Stand und Dynamik eine Grundlage bildet ist und ausreichende Marktvolumina entstehen. Es bestehen also Chancen, Stromerzeugungs- und Netztechnologien zunehmend nicht mehr aus Hochpreisregionen wie die OECD zu importieren.

Die genannten externen Faktoren beeinflussen die Wirtschafts- und Stromsektor-Entwicklung in Afrika direkt aber auch indirekt über die internen politischen ökonomischen Antriebskräfte und deren Verschiebungen der Kräfte -Verhältnisse. Die Folgen können für speziell betroffene Länder in ihrer Richtung gedeutet werden, sind aber in Intensität und Umfang und zeitlichen Zyklen ungewiss, zumal sie durch die internen Faktoren und Politiken in der Wirkung bestärkt oder konterkariert werden können. So kann die Stromnachfrage mittelfristig auch langsamer steigen als

---

<sup>14</sup> Vgl. Suding, P. et al. , *Profound Change in the Power Sector – Drivers, Impacts, Responses and Institutional Development - What it holds for Emerging and Developing Countries and how International Cooperation should prepare for it* , GIZ Discussion paper, Eschborn (in Vorbereitung 2016)

sie sich in den o.g. Szenarien einstellt, wenn die mittelfristige Entwicklung weiterhin krisenbehaftet bleibt, insbesondere wenn die gärenden Großkrisen nicht eingedämmt werden.

- Von dem möglicherweise hinter Erwartungen zurückbleibenden Mittelzufluss aus Energie- und Rohstoffexporten wären alte und neue Förderländern in allen Regionen betroffen, einschließlich Algerien, Libyen, Ägypten, Sudan, Süd-Sudan, Nigeria, Äquatorial Guinea, Gabun, Angola, DR Kongo, Sambia, Botswana, Süd-Afrika, Mozambique, Tansania. Wie reagieren die wirtschaftlichen und politischen Eliten in diesen Ländern, die ihre Möglichkeit der Renten-Abschöpfung und damit ihre Machtbasis geschwächt sehen? Werden die Verteilungskämpfe verschärft?
- Wird auch unter externen Einflüssen die Rebellen-Raub-Ökonomie, die sich an den Nahtstellen zwischen Nord-, West-, Zentral- und Ostafrika breit gemacht hat, eingedämmt oder wachsen? Oder gelingt es, sie langfristig definitiv zu schwächen?
- Wird es gelingen, Krankheitsepidemien künftig zu vermeiden, die ganze Länder in ihrer sozialen und wirtschaftlichen Entwicklung mehrere Jahre zurückwerfen?

Für die Gesamt-Sektorplanung ist es angemessen, die Überwindung solcher Großkrisen und eine steigende Nachfrage zu unterstellen, zumal schon eine Unterdeckung der Nachfrage in Krisensituationen vorliegt.

#### 4. Handlungserfordernisse, Initiativen, Optionen

Unter den internen Faktoren spielt die wie allgemeine nationale auch sektorale ‚Governance‘ eine große Rolle und wesentlich den Ausbau und die Qualität des Stromangebot mitbestimmen. Wird es zu einer Stärkung der entwicklungsorientierten gegenüber den ausbeutungsorientierten Kräften kommen?

Fortschritte in einigen Ländern auch bei den Sektor-Institutionen und im effektiven Sektor-Management geben Anlass zu Erwartungen in Bezug auf Senkung von technischen und nicht-technischen Verlusten, erhöhte Wirtschaftlichkeit, verbesserte Investitions-Fähigkeit und Bedingungen. Dem stehen aber nach wie vor geringe effektive Fortschritte in anderen Ländern und Rückschläge gegenüber. Und die Behinderung von Infrastrukturentwicklung und des -betriebs aufgrund bewaffneter Auseinandersetzungen ist nicht gebannt.

Wird es unter diesen Umständen gelingen, die zusätzlichen Mittel zur Verbesserung der Stromversorgung und zum Klimaschutz effektiv, effizient und gleichberechtigt zu verwenden? Speziell für den Stromsektor werden internationale Programme aufgelegt, einschließlich der *Africa Renewable Energy Initiative* (AREI) der G7 von 2015, jüngst aktualisierten Programmen der Entwicklungsbanken und gemeinsamen Fonds von Industrieländern.<sup>16</sup> Im Januar 2016 hat die Afrikanischen Entwicklungsbank vorgeschlagen, die diversen multilateralen Initiativen zu bündeln,

---

<sup>16</sup> Gemessen an den dargestellten Referenzszenarien sind die in der AREI kurzfristig angestrebten 10 GW Erneuerbare bis 2020 nicht sehr ehrgeizig, wohl aber die 300 GW neue und zusätzliche Kapazität bis 2030, die weit ambitionierter als das IEA-NPS beschreibt. Eine ebenso wichtige Sollvorgabe ist der universelle Zugang zu ausreichenden Mengen an sauberer, passender und erschwinglicher Energie bis 2030. Vgl. Africa Renewable Energy Initiative (AREI) Brochure 2015; <http://newsroom.unfccc.int/lpaa/renewable-energy/africa-renewable-energy-initiative-increasing-renewable-energy-capacity-on-the-african-continent/>

um bereits im Jahre 2025 ehrgeizige Ziele für Erzeugungs-Kapazitäten und Elektrifizierung (*on-grid* und *off-grid*) zu erreichen.<sup>17</sup>

Bei allen Stromtechnologien ist Afrika mit der Problematik konfrontiert, die Anlagen zum weitaus größten Teil importieren zu müssen, was bei der Schwäche der Währungen und dem niedrigen internen Preisniveau noch schwerwiegender wird. Daher sind die Bemühungen sehr wichtig, für die Erschwinglichkeit als auch für die interne Produktions- und Beschäftigungsentwicklung, Anlagen bzw. Komponenten lokal herstellen und errichten zu können, sowie Ingenieur- und andere Serviceleistungen lokal bereitzustellen. Die Erschwinglichkeit wird allerdings auch durch den Bezug von Anlagen und Leistungen aus Ländern mit vergleichsweise niedrigem Kostenniveau z.B. aus Indien, China, Brasilien oder anderen afrikanischen Ländern verbessert. Technologietransfer ist daher wesentlich.

Auch in Afrika macht sich das Erstarken des Verbrauchers (*„Rise of the Consumer“*) bemerkbar, das ein gewaltiges Veränderungspotential in der öffentlichen Versorgung mit sich bringt. Dies kann zu einer weiteren Distanzierung zwischen den unteren Einkommensschichten und den wirtschaftlichen Eliten und Betrieben führen, die sich auch in der Energie-Versorgung verselbständigen und aus der gemeinsamen Versorgung desertieren können. Die neuen technologischen Optionen können bei kluger Nutzung aber auch zu andersartigen, aber neuen stabileren Versorgungs-Systemen führen. In die Praxis umgesetzt, kann das Konzept Eigenverantwortung der Stromverbraucher das System auf allen Ebenen auch in Afrika tiefgreifend verändern:

- Die Bergbauunternehmen können die Verantwortung für ihre Stromversorgung selbst in die Hand nehmen, indem sie sich an neuen Stromerzeugungsanlagen beteiligen, selbst investieren oder langfristige Verträge mit unabhängigen Erzeugern eingehen, und mit den herkömmlichen Stromversorgern nur noch Durchleitungs- und sonstige Service-Vereinbarungen treffen. Statt komplexer fossiler Anlagen mit langer Bauzeit kommen dann eher überschaubare Investitionen zum Zuge, auch in mit erneuerbaren Energien betriebenen Anlagen (Wind-, Solarthermie, Solarparks mit Unterstützung durch flexible Wasser- und andere Anlagen), wie in Mexiko zu beobachten war.
- Ähnlich können industrielle Verarbeitungsbetriebe ihre Eigenversorgung organisieren und einige in Afrika bedeutende Industrien (Lebensmittel-, Holz- und andere) können dabei eventuell Produktions-Rückstände (sprich Bioenergie) einsetzen zur produktiven Nutzung von Strom und Wärme. Auch dies würde bessere Voraussetzungen zur Eigenerzeugung, Einspeisung und Bezug und Dienstleistungen von den Netzbetreibern und anderen Erzeugern erfordern.
- Auch mittlere Gewerbebetriebe und soziale Infrastruktureinrichtungen können Eigenerzeuger sein, und dabei auf typische dezentrale Erzeugungstechnologien mit erneuerbaren Energien zurückgreifen, und Dieselanlagen ablösen, wofür es bei niedrigen Ölpreisen einer aktiven Politik und der Abschaffung von Subventionen bedarf.

---

<sup>17</sup> Die Kapazitäts-Ziele der 'transformation partnership' liegen mit 160 neue GW (nicht spezifizierte Energieträger) bis 2025 im Spektrum der Referenzszenarien. Das 'universal access'-Ziel wird allerdings noch einmal 5 Jahre vorgezogen und erscheint noch ambitiöser, mit 130 bzw. 75 Millionen neuen on-grid bzw. off-grid Anschlüssen. Vgl. African Development Bank, The New Deal on Energy in Africa, January 2016; <http://www.afdb.org/en/news-and-events/article/a-new-deal-on-energy-for-africa-power-potential-and-partnership-15310/>



- Nach dem Vorbild von RSA können auch in anderen Ländern unabhängige Stromerzeuger (IPP) auf Basis erneuerbarer Energien zum Zuge kommen, wobei das abnehmende Unternehmen (*offtaker*) ein Monopol (*single buyer*) oder auch ein Händler oder ein Letztverbraucher (z.B. ein Industriebetrieb) sein kann. Wie das Beispiel Nigeria zeigt, ist es empfehlenswert, die Netz- von der Handelsfunktion zu trennen.
- Die Inselnetze (*Mini-* oder *Micro-Grids*) auf der Basis von kleineren Anlagen (*Small Scale Power Producers -SPP*) können eine größere Bedeutung in der peri-urbanen und der ländlichen Elektrifizierung erhalten, aber auch in der *bottom – up*- Netzintegration und auch in der Stabilisierung der Versorgung leisten.<sup>18</sup>
- Dezentrale Aufdach - PV Anlagen werden in vielen Orten Afrikas bei Haushalten und Gewerbe bereits jetzt zunehmend populär, auch wo es keine *net-metering* Option gibt, auch statt eines Diesel-Notstromaggregats als Anlage mit einer relativ gesicherten Versorgung. Dies sollte nicht unterbunden, sondern in kosteneffiziente Regulierungs-Lösungen auch für die Verteiler umgestaltet werden.
- Schließlich können die individuellen mit Erneuerbaren Energien betriebenen Systeme eine größere Bedeutung in der ländlichen Versorgung erhalten. Noch mehr als bei den *Mini-Grids* können dabei die Informations- und Kommunikations-Möglichkeiten einer Rolle spielen, wie neuartige Geschäftsmodelle (z.B. *pay-as-you-go* PAYGO) bereits zeigen. Sie können die Verwaltungskosten stark senken, und hilfreich sein, den Betrieb von Anlagen und Aktivitäten an die zeitliche und örtliche Verfügbarkeit von Energie anzupassen, sodass der Vorhaltung- und Speicherbedarf gering gehalten wird.<sup>19</sup>

Diese Entwicklungen möglich zu machen, erfordert vielfach eine Neufassung des institutionelles Rahmens und eine Neu-Aufstellung der herkömmlichen Versorgungsunternehmen, die sich aus der Erzeugung zurückziehen oder sie abspalten und Netzzugang (*Third Party Access*), Durchleitung, eventuell auch den Handel organisieren können. Die Netze werden auf die geographische Neuordnung der Erzeugungsstandorte ausgerichtet an Ressourcen-Verfügbarkeit und Dezentralisierung, der steigenden Verstärkung und Konzentration der Nachfrage, dem besseren Zugang zu Energie etc. neu konfiguriert und in neuartiger multidirektionaler Weise betrieben. Die öffentlichen Betreiber erbringen unter Aufsicht der Regulierer die langfristige Kapazitätsvorhaltungs- und kurzfristigen Ausgleichs-Leistungen. So kann das oft schwerfällige zentrale multifunktionale und vollintegrierte Organisations-Modell überwunden werden und die Mittel können von den Spezialisten in ihren jeweiligen Funktionen gezielter und effektiver eingesetzt werden.

## 5. Resümierende Neu-Einschätzung

Aus den dargestellten Szenarien, der Diskussion der Alternativen und der Beobachtung der jüngsten Entwicklungen lassen sich einige Aussagen zu erwarteten Entwicklungen der Erzeugungsstruktur bis zum Jahre 2040 ableiten, wobei - unter der Voraussetzung der Abwesenheit von großen politischen Krisen - eine Stromerzeugung von ca. 2000 TWh im unterstellt wird. Ob Elektrizität in Afrika 2040 in signifikantem Umfang für neue Zwecke wie z.B. Transport eingesetzt wird, wie GP&al.

<sup>18</sup> Vgl. zur Strukturierung der Inselnetze im ländlichen Raum: RECP, Mini-Grid Policy Toolkit, EUEI PDF Eschborn 2014; <http://euei-pdf.org/thematic-studies/mini-grid-policy-toolkit>;

<sup>19</sup> Vgl. o.V. What the world can learn from Africa in World Energy Focus #18, December 2015, pp.3; [http://worldenergyfocus.org/wp-content/uploads/2015/12/EP\\_WEF\\_2015\\_18\\_MR01.pdf](http://worldenergyfocus.org/wp-content/uploads/2015/12/EP_WEF_2015_18_MR01.pdf)

beschreiben, sei erst einmal dahingestellt. Dies hängt von dem Erfolg der mittelfristigen Umsetzung der Elektro-Mobilität in OECD Ländern ab, und würde erst im Erfolgsfall für Afrika in Betracht kommen und den Stromverbrauch erhöhen. Der Sektor könnte demnach folgende Entwicklung nehmen:

- Regionale Power Pools mit grenzüberschreitender Netzintegration werden nach und nach operational bzw. ausgebaut und erlauben höheren Strom-Austausch und –Ausgleich zwischen nationalen Systemen sowie Auslastung größerer Anlagen.
- Nach Errichtung der im Bau und Bauvorbereitung befindlichen Groß- Projekte wie die Wasserkraftanlagen Renaissance Dam in Äthiopien und eventuell Inga III, sowie der großen fossilen Kraftwerke wie Medupi und Kirule in RSA wird es eher unwahrscheinlich, dass neue Großkraftwerke erreicht werden, weder Grand Inga noch große Kohlekomplexe noch neue Kernkraftwerke. Mit den schlechten Erfahrungen der letzten Jahre mit Groß-Projekten wird auch für die Erzeugung innerhalb von Verbundnetzen die Tendenz zu überschaubaren Projekten in der Größenordnung von drei- und zweistelligen MW Kapazität gehen.
- Mangels internationaler Finanzierung wird es kaum noch neue Kohlekraftwerke geben, erst recht nicht auf der Basis von Importkohle. Zu Kohlekraftwerken gehen die Szenarien 2040 am weitesten auseinander: von nahe null bis über 500 TWh. Die aktuelle Erzeugung liegt fast genau in der Mitte bei 250 TWh und könnte auch der Anhaltspunkt für 2040 sein.
- Hingegen kann die Erdgasverstromung zunächst noch zunehmen, in neuen Anlagen mit kombiniertem Gas- u. Dampf-Zyklus (GuD), speziell dort wo eigenes Erdgas verfügbar ist, da die für LNG Exporte erzielbaren Preise in den nächsten Jahren nicht attraktiv sind. Eine Verdopplung gegenüber heute mit etwa 550 TWh ist dafür ein möglicher Anhaltspunkt mit der Möglichkeit von bis zu 700 TWh.
- Die Erzeugung aus Wasserkraft wird auf mindestens auf 200 TWh verdoppelt, eher noch höher bei etwa 300 TWh liegen. Dabei ist aufgrund des Klima-Wandels mit einer veränderten Hydrologie zu rechnen, an man sich je nach Ausprägung mit baulichen Maßnahmen, in jedem Fall aber mit einer veränderten Betriebsweise anpassen wird.
- Die Stromerzeugung aus anderen Erneuerbarer Energien kann deutlich rascher wachsen als in den Referenzszenarien und im IEA African Century Szenario beschrieben.<sup>20</sup>
- Noch beträchtliche Ungewissheit besteht bezüglich der Technologie- und Kostenentwicklung von Solarthermischen Kraftwerken (STP). Wenn und je eher diese einschließlich einer mehrstündigen Wärmespeichern zuverlässig und konkurrenzfähig betrieben werden können, umso wichtiger kann ihre Rolle in der Stromerzeugung in weiten Teilen Afrikas werden. Die Spanne der Szenarien reicht von wenigen TWh bis maximal 564 TWh im Alternativ-Szenario von GP. Wegen der technologischen Ungewissheit ist die Annahme eines Mittelwerts nicht passend. Wenn STP nicht zum Zuge kommt, wird es deutlich mehr Erdgas und mehr Solar PV geben.
- Photovoltaischen Solarparks gewinnen an Bedeutung mit hohem Potential in den meisten Ländern, wenn STP sich nicht durchsetzt, besonders wo sie mit anderen flexiblen

---

<sup>20</sup> vgl. dazu auch Spezieller Report zum Stand, den Potentialen und Optionen der erneuerbaren Energien im gesamten Energiesektor Afrikas mit Empfehlungen für die Entwicklungszusammenarbeit: Rainer Quitzow, R. et al.; The Future of Africa's Energy Supply: Potentials and Development Options for Renewable Energy, Study conducted on the behalf of Germany's Federal Ministry of Economic Cooperation and Development, IASS Berlin August 2015

Kraftwerken integriert im Netz optimiert werden und auf Speicher zunächst verzichtet werden kann.

- Ein starker Aufschwung wird bei dezentralen PV Anlagen eintreten auch zum Ersatz von Notstromdieselanlagen, was die Stromverteiler vor besondere Herausforderungen stellen wird. Zunehmen werden auch die PV Anlagen in *Mini-* oder *Micro-grids*, als Aufdach-Anlagen von Eigenerzeugern aber auch in Verbindung mit speziellen Anwendungen. Insgesamt werden deutlich mehr als das Minimum 100 TWh erwartet und über 400 TWh sind möglich, wenn STP nicht reüssiert.
- Windanlagen werden in großer Zahl entstehen, aber geographisch eingeschränkt auf Küstenregionen *on-shore* und später auch *off-shore*, sowie und spezielle Situationen im Inland. Die Gesamterzeugung aus Wind liegt in den Szenarien zwischen 100 und über 600 TWh, was Anlass gibt, von einer mittleren Erzeugung von ca. 300 TWh auszugehen. Zu vermeiden sind *Hot-Spot*-Situationen, bei denen das Energiedargebot mangels lokaler Nachfrage und Übertragungskapazität nicht zu den Verbrauchern gebracht werden kann. Mehr noch als solare PV Anlagen erfordern die Windanlagen eine intelligente Integration in die Netze und mit anderen Erzeugungsanlagen.
- Bioenergiegefeuerte und geothermische Kraftwerke bilden in den Ost- und zentralafrikanischen Gebieten erprobte Zusatzoptionen von jeweils unter 100 TWh, die wie auch kleinere Wasserkraftwerke auch einen flexiblen Einsatz im Verbund mit PV- und Windanlagen ermöglichen.
- Der Anteil der erneuerbare Energien einschließlich Wasserkraft an der Stromerzeugung 2040 wird im niedrigsten Fall (McKinsey) mit einem Viertel angegeben, im GP&al-[r]evolution Szenario werden 89% angepeilt. Bei neuartiger aber nicht radikaler Politik erscheint mehr als die Hälfte und bei günstiger Technologieentwicklung auch Zwei-Drittel erreichbar.
- Der Netzausbau wird auf allen Ebenen verstärkt, weit mehr als im McKinsey-Szenario unterstellt, allerdings mit einer veränderten Konfiguration und für eine neuartige Betriebsweise zur effektiven Nutzung der Erzeugung aus variabler Erneuerbarer Energie und der dezentralen Erzeugung.<sup>21</sup>
- Die neuen Erzeugungs- und Kommunikations-Technologien erlauben eine gemischte Strategie der ländlichen Elektrifizierung (*on-grid*, *mini-grid* oder *off-grid*, *PAYGO*), die kostengünstiger und bedarfsgerechter ist.<sup>22</sup>

Die Investitionen zur Umsetzung der hier skizzierten Entwicklung würden noch einmal deutlich höher sein als in den Referenzszenarien, da kapitalintensivere Technologien eingesetzt würden, wenn auch mit höherer technischer und wirtschaftlicher Effizienz. Die Brennstoffkosten würden hingegen niedriger sein. Die Treibhausgasemissionssteigerungen würden dann nur noch um ein Drittel bis allenfalls die Hälfte ansteigen.

---

<sup>21</sup> Vgl. zu veränderten Planungserfordernissen Heising, K. et al.. Towards Adequate National Renewable Energy Planning for dynamic energy sectors. Eschborn TechCo Discussion Paper Series No 1; 2nd edition July 2015; [https://energypedia.info/images/7/71/Discussion\\_Series\\_01\\_Policy\\_web.pdf](https://energypedia.info/images/7/71/Discussion_Series_01_Policy_web.pdf)

<sup>22</sup> IEA widmet der ländlichen Elektrifizierung einen Abschnitt und eine Detaillierung im Szenario; vgl. IEA, Africa Energy Outlook, op.cit. S. 122 ff.

## 6. Deutsches Engagement

Aus dem Vorhergehenden können Schlüsse für die zwei unterschiedlichen Komplexe des deutschen Engagements in Afrika gezogen werden, das Engagement im Rahmen der internationalen Entwicklungs- und Klimazusammenarbeit sowie das Engagement zur Wahrnehmung von Geschäftschancen der deutschen Wirtschaft.

**Die internationale Zusammenarbeit** wird im Interesse der afrikanischen Partner (gemäß den grundsätzlichen Prinzipien *Ownership* und *Alignment*<sup>23</sup> der Pariser Erklärung) gestaltet, wobei die deutsche bzw. europäische Seite im Dialog mit dem Partnerländer ihr Engagement auf bestimmte Aspekte konzentrieren können. Aktuell gehören dazu in Zusammenhang mit dem Stromsektor insbesondere Klimaschutz, Zugang zu moderner Energie, erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Als vordringlich im Interesse der Effektivität im Stromsektor erscheinen künftig in der technischen und finanziellen Zusammenarbeit mit dem Instrumenten Beratung der Politik und Capacity Development, Weiterentwicklung der Institutionen und Organisationen, Projektfinanzierungen, Garantien, u.a. zu folgenden speziellen Themen:

- Integration von Erneuerbaren Energien in das Stromsystem (Regulierung, Planung und Management)
- Senkung der Risiken insbesondere für emissionsarme Investitionen
- Konzepte zur Vermeidung von *stranded investment*
- Ausbau der Übertragungs- und Verteilernetze
- Effektive und optimierte Elektrifizierung (On-grid, mini-grid, off-grid)
- Effektive Nutzung der Mittel-Zuflüsse und der Investitionen
- Bezahlbare und effektive Fördermechanismen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz in der Erzeugung, Risikosenkung
- Senkung der Ausfälle und Erhöhung der Versorgungs-Qualität
- Unterstützung von neuartigen Geschäfts-Modellen

**Geschäftschancen** ergeben sich einstweilen noch in dem verbesserten Betrieb des bestehenden Systems, mittelfristig aber in den zukunftsorientierten Bereichen. In Anbetracht der Stärken der deutschen Wirtschaft gehören dazu Anlagenlieferungen, Dienstleistungen, eventuell auch Projektentwicklung:

- Emissionssenkung in existierenden Kohlekraftwerken
- Errichtung von Biomassekraftwerken, eventuell mit Kraft Wärme Kopplung
- Neubau und Anpassung von Wasserkraftwerken
- Neubau von Erdgaskraftwerke (GuD Anlagen)
- Neubau von Wind-, STP und PV Parks
- Stromerzeugung in Inselnetzen (Small Scale Power Producer)
- Netzausbau, Optimierung des Netzbetriebs, Einsatz von neuen IK-Technologien
- Neue Geschäftsmodelle im off-grid Bereich (PAYGO)

---

<sup>23</sup> Vgl. zu der Pariser Erklärung zur *Aid Effectiveness* und der Accra Agenda for Action;  
<http://www.oecd.org/dac/effectiveness/parisdeclarationandaccraagendaforaction.htm>

Wo sich eine massive Entwicklung von Technologien abzeichnet, würde sich eine Investition in die lokale Herstellung von Anlagen-Komponenten zu den ebengenannten Bereichen anbieten, sowie der Aufbau von Dienstleistungsangeboten in der Region. Wie schon praktiziert, können Engineering und andere technisch hochwertige Dienstleistungen auch aus kostengünstigeren Drittländern innerhalb oder außerhalb Afrikas angeboten werden.