Die Chancen und die Barrieren der Erneuerbaren Energien für Entwicklungsländer – illustriert am Beispiel Tansanias

Freie wissenschaftliche Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Science (M.Sc.)

in der Studienfachrichtung Erneuerbare Energien Management (RED) der Fachhochschule Erfurt

vorgelegt bei:

Erstgutachter:	Prof. Dr. Kerstin Wydra
Zweitgutachter:	Prof. Dr. Michael Kappert

von: Nico Ulmer

aus: Erfurt

am: 24.6.2014

Abstract

Die Welt verlässt sich trotz der zur Neige gehenden Rohstoffe noch immer hauptsächlich auf fossile Energieträger. Während Staaten wie Deutschland den bestehenden Kraftwerkspark zeit- und kapitalintensiv auf Erneuerbare Energien umrüsten, besteht für Entwicklungsländer mit bislang rudimentär ausgebautem Energiesystem die Chance des Leapfroggings: Durch Investitionen in einen auf Erneuerbaren Energien basierenden Kraftwerkspark kann der Zwischenschritt des fossilen Zeitalters übersprungen und die nachholende Entwicklung vermieden werden.

Anhand des ostafrikanischen Landes Tansania, das zu den am wenigsten entwickelten Ländern (Least Developed Countries) der Welt gezählt wird, werden die Vorteile einer nachhaltigen Entwicklung erläutert. Diese Vorteile gehen über die bloße Reduktion von Treibhausgasen hinaus, da Erneuerbare Energien zur Realisierung der Entwicklungsvision 2025 – das zentrale politische Programm zur Entwicklung Tansanias – beitragen können. Den enormen Potenzialen regenerativer Technologien in Tansania stehen jedoch Barrieren gegenüber, die sich nicht nur auf die bisher vorherrschenden wirtschaftlichen und technischen Schwierigkeiten begrenzen.

Für die politische und mentale Etablierung der Erneuerbaren Energien bedarf es der Erweiterung des bisherigen Ansatzes. Es wird verstärkt in die Bildung investiert und auf den vermehrten Erfahrungsaustausch zwischen Entwicklungsländern gesetzt werden müssen. Damit regenerative Technologien auch tatsächlich angenommen werden, muss die kulturelle Komponente stärkere Beachtung finden und das durch Muhammad Yunus bekannt gewordene Modell der Mikrofinanzierung für größere Bevölkerungsteile zugänglich werden.

Abstract

Despite the ending natural resources, the world still mainly relies on fossil fuels. While countries like Germany are in the midst of the energy transition towards renewable energies, developing countries with their tenuous energy supply system have the unique chance of leapfrogging: By investing in a complex of power plants based on renewable energies they could skip the era of fossil fuels and therefore avoid the re-enacting development.

Using the example of the east African country Tanzania – ranked among the Least Developed Countries in the world – this Master's thesis shows the benefits of a sustainable development based on renewable energies. These benefits exceed the often mentioned reduction in greenhouse gases, as renewable energies can contribute to the realization of the Tanzania Development Vision 2025 – the country's pivotal strategic programme. Though there are huge potentials for renewable energies, the existing barriers in Tanzania are not only confined to difficulties arising from economical and technical origin.

For achieving the political and mental mindset conducive to the establishment of renewable energies, the existing approach needs to be widened. Education among the youth and the south-south exchange of experiences on the political level need to be enhanced. But yet all regulatory and financial incentives will not reach their goal unless the cultural component is taken into account. Therefore, the necessities of the respective culture need to be looked at and the system of micro financing has to become accessible to larger parts of the community.

Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei Frau Prof. Dr. Wydra für die Unterstützung, die großartige Hilfestellung und die vielen Kontakte, die mir bei der Erstellung der Masterthesis sehr geholfen haben. Herrn Prof. Dr. Kappert danke ich für die Hilfe in technischen Fragestellungen.

Herrn Dr. Krug danke ich für den Vorschlag zur Eingrenzung des Themas und für die Vermittlung an Herrn Medici, dem ich für die Einblicke in die Praxis des tansanischen Energiemarktes danke. Herrn Dr. Aulich möchte ich für die hilfreichen Hinweise zum Aufbau der Gliederung und für die genommene Zeit danken.

I would like to give a special thanks to Matthew Matimbwi for enduring my constant consultations and for giving me useful insights and information about the current situation of the Tanzanian energy policy.

Dass derartige Unterstützung alles andere als selbstverständlich ist, habe ich in den letzten Jahren des Studiums bei Recherchen, Seminararbeiten und auch beim Verfassen der Bachelorthesis immer wieder erfahren.

Ein ganz besonderer Dank geht auch an meine über die Jahre treuen Korrekturleser, die sich trotz Fachfremdheit wiederholt und ausdauernd meiner Seiten angenommen haben.

Erfurt, 24.6.2014

I. Inhaltsverzeichnis

I. Inhaltsverzeichnis I

II. Abbildungsverzeichnis III

III. Tabellenverzeichnis IV

IV. Abkürzungsverzeichnis V

1. Einleitung 1

2. Methodik 6

3. Grundlagen der Thematik 8

3.1 Definition der Erneuerbaren Energien 8

3.2 Zum Begriff der Entwicklung 9

3.3 Bedeutung des Elektrizitätszuganges 12

3.4 Allgemeine Situation in Tansania 15

3.4.1 Geographie und Bevölkerung 15

3.4.2 Wirtschaft 18

3.4.3 Energiesituation 19

3.4.4 Programme der Politik 22

4. Chancen der Erneuerbaren Energien 25

4.1 Nachhaltige statt Nachholende Entwicklung 26

4.1.1 Umwelt-Kuznets-Kurve 27

4.1.2 Leapfrogging 30

4.2 Lösungsmöglichkeiten für zentrale Herausforderungen 32

4.2.1 Diversifikation der Energieversorgung 33

4.2.2 Ländliche Elektrifizierung 37

4.2.3 Versorgung von Ballungszentren 42

4.3 Erneuerbare Energien zum Erreichen der Entwicklungsvision 43

4.4 Unabhängige Energieversorgung 48

4.5 Zwischenfazit 51

5. Barrieren der Erneuerbaren Energien 52

5.1 Informations- und Bewusstseinsdefizite 53

5.2 Fehlende rechtliche Rahmenbedingungen 54

5.3 Finanzierungsmodelle und Wirtschaftlichkeit 56

5.4 Mangel an Fachpersonal 60

5.5 Ausbaupläne der Regierung 61

5.6 Technische Belange und kulturelle Kompatibilität 68

5.7 Zwischenfazit 71

6. Lösungsansätze 72

6.1 Bildung und Politikberatung 72

6.2 Schaffung rechtlicher Rahmenbedingungen 75

6.3 Identifikation und Finanzierungsmodelle 77

7. Zusammenfassung und Ausblick 80

V. Literaturverzeichnis VI

VI. Ehrenwörtliche Erklärung XX

VII. Anhang XXI

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung des globalen Primärenergieverbrauchs 2
Abbildung 2: Countries with the largest population without access to electricity 12
Abbildung 3: The Link between Poverty and Electricity Access 13
Abbildung 4: GDP per capita vs. electricity access 14
Abbildung 5: Great Rift Valley of East Africa 17
Abbildung 6: Environmental Kuznets Curve 28
Abbildung 7: Trend of Mobile and Fixed Subscription 31
Abbildung 8: Population Density in Tanzania 38
Abbildung 9: Relationship Between HDI and per Capita Electricity Consumption 45
Abbildung 10: Die Strategische Ellipse 49
Abbildung 11: Geothermal Project Risk and Cumulative Investment Cost 59
Abbildung 12: Change in Share of Generation 63
Abbildung 13: Geplante Gesamtleistung des tansanischen Kraftwerksparks 2035 65

Anhang:

Abbildung 14: Stromgestehungskosten zukünftiger Kraftwerke XXII
Abbildung 15: Population Density by Region, 2012 XXIII
Abbildung 16: The United Nations' HDI and electricity use XXIV

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Installierte gegenüber tatsächlich abrufbarer Leistung tansanischer Wasserkraftwerke im Februar 2014 21

Tabelle 2: Mittlere Stromgestehungskosten in Mini-Grids 40

Tabelle 3: Übersicht über geplante regenerative Kraftwerke 64

Anhang:

Tabelle 4: Geplante Kohlekraftwerke Tansanias bis 2035.....XXV

Tabelle 5: Optionale Gas- und Ölkraftwerke bis 2035.....XXVI

IV. Abkürzungsverzeichnis

AfDB	African Development Bank
AIDS	Acquired Immunodeficiency Syndrome
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMZ	Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
CTI	Confederation of Tanzania Industries
DPAD	Development Policy and Analysis Division
EPP	Emergency Power Producer
ESMAP	Energy Sector Management Assistance Programme
F/S	Feasibility Study (Machbarkeitsstudie)
GDP	Gross Domestic Product (Bruttoinlandsprodukt)
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GuD	Gas- und Dampfkraftwerk
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunden
HIV	Human Immunodeficiency Virus
IEA	Internationale Energieagentur
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPP	Independent Power Producer
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
kW_p	Kilowatt Peak
MW	Megawatt
MW_e	Megawatt elektrisch
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
PIDG	Private Infrastructure Development Group
PV	Photovoltaik
SREP	Scaling-up Renewable Energy Programme
TANESCO	Tanzania Electric Supply Company Limited
UNDP	United Nations Development Programme
UNEP	United Nations Environment Programme
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund

1. Einleitung

Der universelle Zugang zu Energie bildet die Grundlage für Entwicklung. Ohne Energie sind Dienstleistungen wie medizinische Versorgung, Telekommunikation oder Transport entweder unmöglich oder nur schwer zu realisieren. Die Befriedigung grundlegender menschlicher Bedürfnisse, wie der Zugang zu sauberem Wasser und ausreichenden Nahrungsmitteln, kann durch Energie erleichtert werden. Trotz dieses elementaren Charakters fehlt Energie als eigenständiger Punkt bei den Millenniumsentwicklungszielen, die die Vereinten Nationen bis zum Jahr 2015 erreichen wollen: Diese Ziele beinhalten unter anderem die Senkung der Kindersterblichkeit, die Gleichstellung der Geschlechter, die Grundschulbildung für alle Kinder sowie die Bekämpfung von HIV/AIDS, Malaria und anderen Krankheiten.[1]

Aufgrund der fehlenden expliziten Beachtung von Energie rief BAN KI-MOON, Generalsekretär der Vereinten Nationen, im Jahr 2011 die Initiative *Sustainable Energy for All* ins Leben. Diese Initiative setzt es sich zum Ziel, den Zugang zu nachhaltiger Energie bis zum Jahr 2030 für alle Menschen zu realisieren.[2] Durch den Zugang zu moderner Energie, der Verdoppelung der Energieeffizienz sowie des Anteils Erneuerbarer Energien am globalen Energiemix soll die Grundlage für die Millenniumsentwicklungsziele gelegt werden.[3]

Auch über diese vorrangig humanistisch geprägten Entwicklungsziele hinaus ist die Nutzung von nachhaltiger Energie auf globaler Ebene bedeutsam. Das Thema des Klimawandels findet sich seit Jahren nahezu täglich in den Medien. Der IPCC hat jüngst den *Fünften Sachstandsbericht* zu den Folgen, den Risiken und den Möglichkeiten der Anpassung an den erwarteten Temperaturanstieg veröffentlicht.[4] Dem Bericht zufolge werden unter anderem Dürreperioden in den ohnehin schon bedrohten Regionen Afrikas zunehmen. Dadurch bedingt wird von einer erhöhten Gefahr an wasserbezogenen

[1] United Nations (2013): News on Millennium Development Goals
[2] Sustainable Energy for All (2013): About us
[3] Ki-Moon, Ban (2011): Sustainable Energy for All, Seite 5
[4] IPCC - Deutsche Koordinationsstelle (2014): Der Fünfte IPCC-Sachstandsbericht

Krankheiten und negativen Auswirkungen für die Ernährungssicherheit ausgegangen.[5] Der Klimawandel ist derzeit eines der drängendsten Probleme der Menschheit – aber selbst, wenn es diesen „nicht gäbe, würden immer noch massive ökologische Gründe für den Energiewechsel sprechen."[6]

Denn obwohl sich die Rohstoffvorräte dem Ende zuneigen, verlässt sich die Welt derzeit noch hauptsächlich auf fossile Ressourcen. Abbildung 1 verdeutlicht die Deckung des globalen Primärenergieverbrauches der Jahre 1980 bis 2013 und ein mögliches Szenario bis 2035 in Öleinheiten.[7]

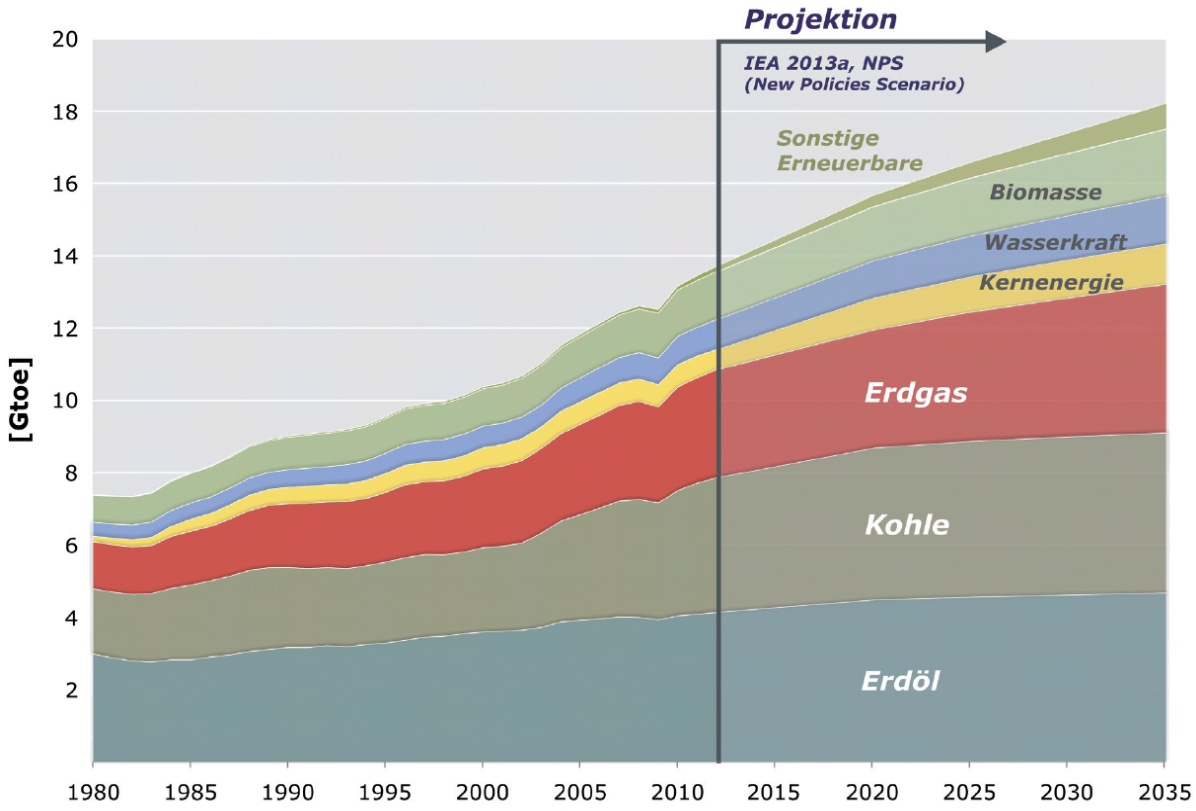

Abbildung 1: „Entwicklung des globalen Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern und ein mögliches Szenario der künftigen Entwicklung"

Quelle: IEA (2013): New Policies Scenario 2013, zitiert nach BGR (2013): Energiestudie, Seite 14

[5] IPCC (2014): Working Group II – Tenth Session, Seite 2
[6] Scheer, Hermann (2005): Energieautonomie, Seite 29
[7] Gtoe = Gigatonnen Öleinheiten, wobei 1 Gtoe = 1 Milliarde Tonnen Öl entsprechen

Für Öl, Gas und Uran werden Gesamtreserven angegeben, die im Zeitraum der nächsten Jahrzehnte aufgebraucht sein werden. Je nach Literaturquelle und Definition des Begriffs Reserve unterscheiden sich die angegebenen Laufzeiten. Wegen der sich entwickelnden Nachfrage sowie „großen Unwägbarkeiten" bei der zukünftigen Verfügbarkeit der Rohstoffe sind „zuverlässige Langfristaussagen schwierig."[8] Der Ressourcenverbrauch wird ungeachtet dessen als weiter steigend angenommen.

Interessant ist dabei die globale Bevölkerungsentwicklung: Die Energienachfrage wird laut der Internationalen Energieagentur vor allem in denjenigen Ländern steigen, die bislang noch einen geringen Verbrauch aufweisen. Für Indien wird im Zeitraum 2007 bis 2050 eine Zunahme der Elektrizitätsnachfrage um mehr als 500 % erwartet, für den gesamten afrikanischen Kontinent eine Zunahme um 225 %.[9] Nach Prognosen der Vereinten Nationen wird sich die Weltbevölkerung bis zum Jahr 2050 von gegenwärtig gut 7 Milliarden auf einen Wert zwischen 8,3 und 10,9 Milliarden Menschen erhöhen.[10] Der Großteil dieses Wachstums wird in den Entwicklungsländern südlich der Sahara stattfinden.[11] In einigen der am wenigsten entwickelten Ländern der Welt könnte sich die Bevölkerung nach Prognosen der Vereinten Nationen im Zeitraum 2013 bis 2100 verdreifachen, in Tansania sogar verfünffachen.[12]

Unter der Annahme, dass die aufstrebenden Entwicklungs- und Schwellenländer eine ähnliche, das heißt nachholende Entwicklung durchlaufen werden wie die Industrienationen, werden insbesondere die bevölkerungsstarken Länder unter ihnen eine große Zunahme an Emissionen verzeichnen. Im globalen Maßstab bedeutet dies, dass sich der Klimawandel von einem bisher vorrangig industriestaatlich verschuldeten zu einem kollektiv verursachten Problem entwickeln wird. Vor diesem Hintergrund sprach die *Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung* in der Rio-Erklärung bereits im Jahr 1992 von den unterschiedlichen Beiträgen der Länder „zur globalen

[8] Umweltbundesamt (2011): Rohstoffkonflikte nachhaltig vermeiden, Seite 18
[9] IEA (2010): Energy Technology Perspectives 2010, Seite 146
[10] United Nations (2013): World Population Policies 2013, Seite 49
[11] Population Reference Bureau (2013): World Population Data Sheet 2013, Seite 6
[12] United Nations (2013): World Population Prospects, Seite 21

Umweltverschlechterung“. Die Staaten tragen daher „gemeinsame, wenngleich unterschiedliche Verantwortlichkeiten.“[13]

Gemeinsam bedeutet, dass die Verantwortlichkeiten nicht alleine bei den Industrienationen liegen können. Denn obwohl die Entwicklungs- und Schwellenländer historisch gesehen nicht die Hauptverursacher der Klimaerwärmung sind, werden sie die Leidtragenden der steigenden globalen Temperatur sein. Dies gilt insbesondere für die am wenigsten entwickelten Länder der Welt: Die durch den Klimawandel verursachten Dürren werden diese Länder besonders hart treffen, da sie tendenziell abhängiger vom Primärsektor und somit auf den Export von landwirtschaftlichen Erzeugnissen angewiesen sind.[14] Die Entwicklungsländer selbst also müssten das größte Interesse an einer Umkehr der globalen energetischen Entwicklungen haben. *Unterschiedlich* sind die Verantwortlichkeiten einerseits aus eben genannten Grund des Verursacherprinzips, andererseits auch aus dem zur Verfügung stehenden Kapital der Länder. Denn mit den finanziellen Kräften steigen auch Möglichkeiten, Maßnahmen zur Vermeidung und Anpassung an den Klimawandel vorzunehmen. Für ärmere Länder stellt sich dieser Anpassungsprozess wegen mangelnder finanzieller Ressourcen als schwierig dar.

Trotz dieses Kapitalmangels sind die Ausgangsvoraussetzungen der Entwicklungsländer heute andere als die der Industrienationen, als sich diese auf einer ähnlichen Entwicklungsstufe befanden.[15] Denn den Entwicklungsländern stehen heute moderne Technologien zur Verfügung, zu denen die Industrienationen in der Zeit des wirtschaftlichen Aufschwungs keinen Zugang hatten: Erneuerbare Energien, Fortschritte in der Energieeffizienz sowie ein besseres Verständnis der anthropogenen Auswirkungen auf die Umwelt. Die aufstrebenden Entwicklungsländer haben also die Chance, sich von Beginn an auf moderne Technologien zu fokussieren. Externe Effekte und die damit verbundenen negativen Auswirkungen für Mensch und Umwelt könnten so vermindert oder vermieden werden.

[13] Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung (1992): Rio-Erklärung, Seite 2
[14] United Nations OHRLLS (2014): About LDCs
[15] IEA (2011): Advantage Energy, Seite 32

Die vorliegende Masterthesis setzt sich in Anbetracht dieser Potenziale mit den Chancen und den Barrieren der Erneuerbaren Energien für Entwicklungsländer auseinander. Die Bearbeitung des Themas erfolgt am Beispiel des ostafrikanischen Landes „Vereinigte Republik Tansania“ (im Folgenden: Tansania), das von den Vereinten Nationen neben 47 anderen zu den am wenigsten entwickelten Ländern der Welt gezählt wird[16] und durch den geplanten Ausbau seines Energiesystems am Scheideweg steht: Es kann entweder in eine nachhaltige Entwicklung investieren oder, bei Kopieren des industriestaatlichen Weges, die nachholende Entwicklung einschlagen. Anhand dieses Beispiels sollen die Vorteile eines Energiesystems aufgezeigt werden, das sich von Beginn an auf Erneuerbare Energien stützt. Die übergeordneten Überlegungen dieser Thesis bilden die Umwelt-Kuznets-Kurve und das Leapfrogging. Vor dem Hintergrund dieser beiden Modelle werden die Chancen der Erneuerbaren Energien aufgezeigt, die in der Lösung heutiger Herausforderungen liegen, wie etwa der Sicherstellung einer sicheren Stromversorgung und der ländlichen Elektrifizierung. Durch diesen Beitrag ermöglichen die Erneuerbaren Energien die Realisierung der tansanischen Entwicklungsvision, die sich mit Investitionen in einen fossil geprägten Kraftwerkspark nicht vereinbaren ließe.

Ebenso wird dargestellt werden, dass die bisherige Beschränkung der Erneuerbaren Energien auf rein wirtschaftliche oder technische Aspekte zu kurz gegriffen ist und daher erweitert werden muss. Die Konkretisierung auf Tansania erfolgte in Anbetracht der weiteren Tätigkeit des Autors nach dem Masterstudium: Das *Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung* unter dem Träger der *Deutsch-Tansanischen Partnerschaft e.V*. ermöglichen es dem Autor dieser Thesis, nach dem Studium an einem einjährigen Freiwilligen-Aufenthalt in Tansania teilzunehmen. Im Rahmen dieses Auslandsjahres kann die in dieser Arbeit erarbeitete Theorie mit der vor Ort herrschenden Praxis verbunden werden.

[16] Vgl. United Nations DPAD (2014): List of Least Developed Countries, Seite 1

Der Fokus der Masterarbeit liegt auf der Stromversorgung, da elektrische Energie als die vielseitigste und „edelste“[17] Energieform gilt: Strom kann wegen seines Exergie-Gehaltes theoretisch zu 100 % in andere Energieformen umgewandelt werden.[18] Auf Höhe des Äquators spielt thermische Energie (oder Wärme) zum Heizen dagegen eine eher untergeordnete Rolle. Auch ist Wärme nicht in demselben Ausmaße wie Strom einsetzbar, daher wird dieser Bereich im Folgenden ausgeklammert.

2. Methodik

Da es sich bei der vorliegenden Masterthesis um eine theoretische Arbeit handelt, wurde für die Vorbereitung zunächst die vorhandene Literatur gesichtet und ausgewertet. Aufgrund der dynamischen Entwicklung der letzten Jahre in der Energiewirtschaft richtete sich der Fokus der Recherche generell auf Erscheinungen neueren Datums. Literatur aus den 1990er Jahren und früher wurde jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen. Wegen der mangelnden Aktualität, was zum Beispiel die Bevölkerungszahl Tansanias oder die Kosten regenerativer Technologien anbelangt, wurden diese Daten jedoch ausschließlich für Vergleiche der heutigen mit der damaligen Situation herangezogen.

Insbesondere zu aktuellen Entwicklungen im energetischen Bereich Tansanias fehlte erwartungsgemäß passende Literatur, sodass hier hauptsächlich auf tansanische Internetquellen zurückgegriffen wurde. Für einen Überblick über die energetische Situation in Tansania konnte das tansanische *Ministry of Energy and Minerals* grundlegende Informationen liefern. Von dieser Quelle stammen auch zum großen Teil die politischen Programme und Ausbaupläne der Regierung. Für die statistische Daten Tansanias wurden hauptsächlich die Werte des *Tanzania National Bureau of Statistics* verwendet, für energetische Entwicklungen im globalen Maßstab insbesondere die World Energy Outlooks, die jährlich von der Internationalen Energieagentur veröffentlicht werden. Für

[17] Geitmann, Sven (2004): Wasserstoff & Brennstoffzellen, Seite 44
[18] Vgl. Zahoransky, Richard A. (2009): Energietechnik, Seite 18

Fragen im Bereich der Telekommunikation lieferte die *Tanzania Communications Regulatory Authority* Daten, die in anderen Quellen entweder nur als Schätzwerte vorhanden waren oder gänzlich fehlten. Soweit statistische Erhebungen der Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, des Central Intelligence Agency sowie der Internationalen Energieagentur vorhanden waren, wurden diese zur Überprüfung der Schlüssigkeit mit der gegebenen Datenlage verglichen.

Weiter konnte Matthew Matimbwi, Geschäftsführer der Tansanischen Nichtregierungsorganisation Tanzania Renewable Energy Association (TAREA), viele hilfreiche Hinweise und Einblicke in die Praxis vor Ort geben. TAREA zielt unter anderem auf das Thema der Verbreitung der Erneuerbaren Energien durch Bewusstseinsschaffung in Tansania, die auch in dieser Masterthesis von Bedeutung ist. Somit ergab sich aus dem Studium von Fachbüchern sowie den Erfahrungen von Fachkräften in diesem Bereich ein umfassenderer Eindruck der Situation vor Ort, als dies rein mit Fachliteratur möglich gewesen wäre.

Um die Thematik dieser Masterarbeit verständlich zu machen, werden in Kapitel 3 einige Grundlagen erläutert, was beispielsweise unter den Erneuerbaren Energien verstanden wird und welche Schwierigkeit beim Begriff der Entwicklung besteht. In Kapitel 4 werden die Umwelt-Kuznets-Kurve und das Leapfrogging erläutert, in Kapitel 5 dann die Barrieren vorgestellt, die einer Etablierung regenerativer Technologien entgegenstehen. Ein häufiges Argument gegen die Erneuerbaren Energien besteht in der fehlenden Wirtschaftlichkeit einiger Technologien. Doch auch darüber hinaus gibt es insbesondere in den Entwicklungsländern Faktoren, die Investitionen erschweren oder gänzlich verhindern. In Kapitel 6 werden Lösungsansätze präsentiert, die zur Überwindung der Barrieren dienen können. In Kapitel 7 schließlich wird unter Abwägung der in Tansania vorherrschenden, positiven Ausgangsvoraussetzungen und den Barrieren eine Schlussfolgerung gezogen, wie realistisch die zukünftige Etablierung der Erneuerbaren Energien ist.

3. Grundlagen der Thematik

Im Folgenden wird zur besseren Verständlichkeit definiert, was in dieser Thesis unter Erneuerbaren Energien verstanden wird. Ebenfalls wird sich mit dem Begriff der Entwicklung auseinandergesetzt, bei dem jedoch wegen der enormen Tragweite eine „einhellige Fragwürdigkeit“ besteht.[19] Um die Eingrenzung des Themas auf den Strombereich besser nachvollziehen zu können, wird die Bedeutung des Elektrizitätszuganges für die Entwicklung eines Landes anhand dreier Abbildungen erläutert und später am Beispiel Tansanias konkretisiert. In der Allgemeinen Situation Tansanias folgt ein kurzer Abriss der Geographie, der Bevölkerung und der Wirtschaft des Landes sowie der derzeitigen Energiesituation und den Plänen der Regierung im energetischen Bereich. Um die präsentierten Werte Tansanias besser einordnen zu können, wurden zum Vergleich der relevanten Daten die Zahlen Deutschlands angegeben.

3.1 Definition der Erneuerbaren Energien

Unter Erneuerbaren oder Regenerativen Energiequellen werden alle Energiequellen verstanden, die für „menschliche Zeitmaßstäbe unerschöpflich sind und deren Energiepotenzial immer während erhalten bleibt.“[20] MANFRED SCHMIDT, ehemaliger Professor für Energietechnik an der TU Dresden, nimmt eine Unterteilung von Regenerativen Energiequellen und den zur Energieversorgung benötigten Energien vor: Das Interesse des Endverbrauchers wird in der Regel die Energie sein (konkret: die Nutzenergie), also beispielsweise die Beleuchtung oder das sich fortbewegende Fahrzeug. Die Energiequellen wiederum geben Auskunft darüber, *woher* die dafür benötigte Energie stammt.[21]

VOLKER QUASCHNING, Professor für Regenerative Energiesysteme an der FHTW Berlin, teilt die Erneuerbaren Energien „in die drei Bereiche Sonnenenergie, Planetenenergie

[19] Haskamp, Sandra (2002): Neue Tendenzen in der Entwicklungspolitik, Seite 22
[20] Schmidt, Manfred (2002): Regenerative Energien in der Praxis, Seite 10
[21] Vgl. ebd.

und geothermische Energie“ ein. Alle weiteren Energiequellen wie Wind- und Wasserkraft sowie die Biomasse ergeben sich anschließend aus natürlichen Energieumwandlungen.[22] RICHARD A. ZAHORANSKY, Professor für Energietechnik an der FH Offenburg, sieht die irdische Kernfusion als eine „weitere quasi unerschöpfliche Energie“ an, sofern diese Technologie eines Tages erschlossen werden sollte.[23] Weiter weist ZAHORANSKY darauf hin, dass die Biomasse nur dann als erneuerbar gelten kann, falls „soviel genutzt wird, wie nachwachsen kann“.[24]

Erneuerbare Energien im Sinne dieser Masterarbeit sind solche Energien, die aus Energiequellen gemäß der Definition von SCHMIDT entspringen. Zu den Techniken der Nutzung und Umwandlung Regenerativer Energiequellen werden *tendenziell* dezentrale Technologien wie die Photovoltaik, Solarthermie, Wind- und Wasserkraft, Geothermie und Biomasse-Kraftwerke gezählt. Bei der Geothermie und der Wasserkraft wird die Dezentralität insofern in Frage gestellt, als dass bereits heute Anlagen in Größenordnungen des zwei- und dreistelligen Megawatt-Bereichs existieren. In Punkt 4.2.3 wird näher auf die Möglichkeiten dieser größeren Anlagen eingegangen. Gezeiten- und Wellenkraftwerke werden wegen ihres noch unbedeutenden Beitrags zur Energieversorgung nur der Vollständigkeit halber genannt. Die Kernfusion, wie von ZAHORANSKY angesprochen, wird wegen der fehlenden technischen Umsetzung sowie den zu erwartenden ökologischen Auswirkungen im Folgenden ebenfalls nicht als erneuerbar angesehen und daher nicht weiter betrachtet.

3.2 Zum Begriff der Entwicklung

Schwieriger zu fassen als die Definition der Erneuerbaren Energien ist der Begriff der Entwicklung und, damit zusammenhängend, der Entwicklungsländer. NORBERT WAGNER verweist auf die „Belebung des Entwicklungsbegriffes“ durch die „weltpolitische Um-

[22] Quaschning, Volker (2007/2008): Regenerative Energiesysteme, Seite 34
[23] Zahoransky, Richard A. (2009): Energietechnik, Seite 11
[24] Vgl. ebd.

strukturierung“ des vorigen Jahrhunderts.[25] Gemeint ist damit der Prozess der Dekolonisation, die auf dem afrikanischen Kontinent hauptsächlich in den 1950er und 1960er Jahren stattfand.

WAGNER zufolge fußt das Verständnis der Entwicklung historisch gesehen auf der Orientierung der unabhängig gewordenen Länder an ihren ehemaligen Besatzungsmächten: In Industrienationen waren Probleme wie Analphabetismus oder Arbeitslosigkeit im Gegensatz zu den Verhältnissen der mittlerweile dekolonisierten Länder keine gravierenden Probleme mehr. Durch Nachahmung der Industrienationen in industrieller Hinsicht hoffte man, die im eigenen Land vorherrschenden Probleme ebenfalls ausmerzen zu können.[26] Der Begriff der Entwicklung ist demzufolge seit dem Erreichen der Unabhängigkeit durch ein (wenn auch inkonsistentes) Nord-Süd-Gefälle geprägt, das mit Wirtschaftswachstum gleichgesetzt wurde.

AXELLE KABOU spricht im Zuge dieser „geographischen Typologisierung“[27] von einer „kulturellen und technischen Unterlegenheit“, die die Entwicklungsländer empfinden.[28] Die Frage ist demnach die Konnotation des Begriffes Entwicklung: KABOU zufolge wird Entwicklung als Last empfunden, die ein „grundlegendes [und] anhaltendes Unwohlsein“ auslöst.[29] Negativ konnotierte und vormalig gebräuchliche Termini wie „rückständig“, „primitiv“ und „unentwickelt“[30] gegenüber den *modernen, zivilisierten* und *entwickelten* Nationen machen dieses Gefälle deutlich.

Vor dem Hintergrund des begrifflichen Interpretationsspielraumes stellt sich die generelle Frage nach der objektiven Messbarkeit des Entwicklungsstandes einer Nation. Die Weltbank beispielsweise ordnet die Länder der Erde nach deren Bruttoinlandsprodukt ein und verlässt sich damit auf eine ausschließlich ökonomische Komponente. Tansania

[25] Wagner, Norbert et al. (1995): Ökonomie der Entwicklungsländer, Seite 6
[26] Vgl. ebd.
[27] Vgl. ebd., Seite 5
[28] Kabou, Axelle (2001): Weder arm noch ohnmächtig, Seite 46
[29] Vgl. ebd.
[30] Wagner, Norbert et al. (1995): Seite 4

liegt auf der Weltbank-Liste des Jahres 2012 auf Platz 94 von 189 erfassten Ländern, Deutschland zum Vergleich auf Platz 4.[31]

Entwicklung geht in dieser Masterarbeit über die Gleichung „Entwicklung = Wirtschaftswachstum“ hinaus.[32] Vielmehr soll ein holistischerer Ansatz die Grundlage des Verständnisses sein, der Fortschritt auf den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit umfasst. Kriterien zur Entwicklung können demnach Fortschritte im sozialen Bereich (etwa den Menschenrechten) sein, eine Verbesserung der ökologischen Situation, aber auch die ökonomische Komponente beinhalten (zum Beispiel in Form des jährlichen pro-Kopf-Einkommens). Damit orientiert sich das Verständnis an der Herangehensweise des Human Development Indexes. Dieser von den Vereinten Nationen entworfene Wohlstandsindikator stützt sich auf mehrere Kriterien unterschiedlicher Dimensionen: Neben der Lebenserwartung bei Geburt ist der Lebensstandard in Form des pro-Kopf-Einkommens und das Bildungsniveau der Bevölkerung entscheidend.[33] Die Kriterien werden ihrerseits noch weiter unterteilt, das Ergebnis kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Als Grund für diese erweiterte Betrachtung nennen die Vereinten Nationen Beispiele von Ländern, die in Gesundheit und Bildung Fortschritte erzielten, obwohl das Bruttoinlandsprodukt in der Vergangenheit gefallen ist.[34] Tansania befindet sich auf der HDI-Liste des Jahres 2013 mit einem Wert von 0,476 auf Platz 152 von 187 erfassten Ländern (Deutschland: Wert 0,92; Platz 5).[35]

Aus der Schwierigkeit einer anerkannten Definition der Entwicklung ergibt sich auch für das „Entwicklungsland“ eine entsprechende Unschärfe. WAGNER weist bezüglich des Versuchs einer Kategorisierung darauf hin, dass eine einheitliche Definition der Länder, „die gemeinhin als «Entwicklungsländer» bezeichnet werden“, in einer allgemein gültigen Form unmöglich sei. Zu vielfältig seien die Länder in ihren Ausprägungen.[36]

[31] Weltbank (2013): Gross Domestic Product 2012, Seite 1 f.
[32] Fischer, Karin et al. (2004): Entwicklung und Unterentwicklung, Seite 17
[33] UNDP (2010): Human Development Report 2010, Seite 25
[34] Vgl. ebd, Seite 58
[35] UNDP (2013): International Human Development Indicators
[36] Wagner, Norbert et al. (1995): Seite 4

3.3 Bedeutung des Elektrizitätszuganges

Dennoch gibt es Charakteristika, die viele Entwicklungsländer gemeinsam haben. Neben einer tendenziell jungen Bevölkerung und einer hohen Geburtenrate[37] ist der fehlende Zugang zu Elektrizität eines dieser verbindenden Elemente. Abbildung 2 veranschaulicht die Länder der Welt mit der größten Bevölkerung ohne Zugang zu Elektrizität. Die hier zu sehenden Länder, von denen vier in Asien und sechs in Afrika liegen, machen zusammen knapp zwei Drittel der globalen Bevölkerung ohne Stromzugang aus.[38]

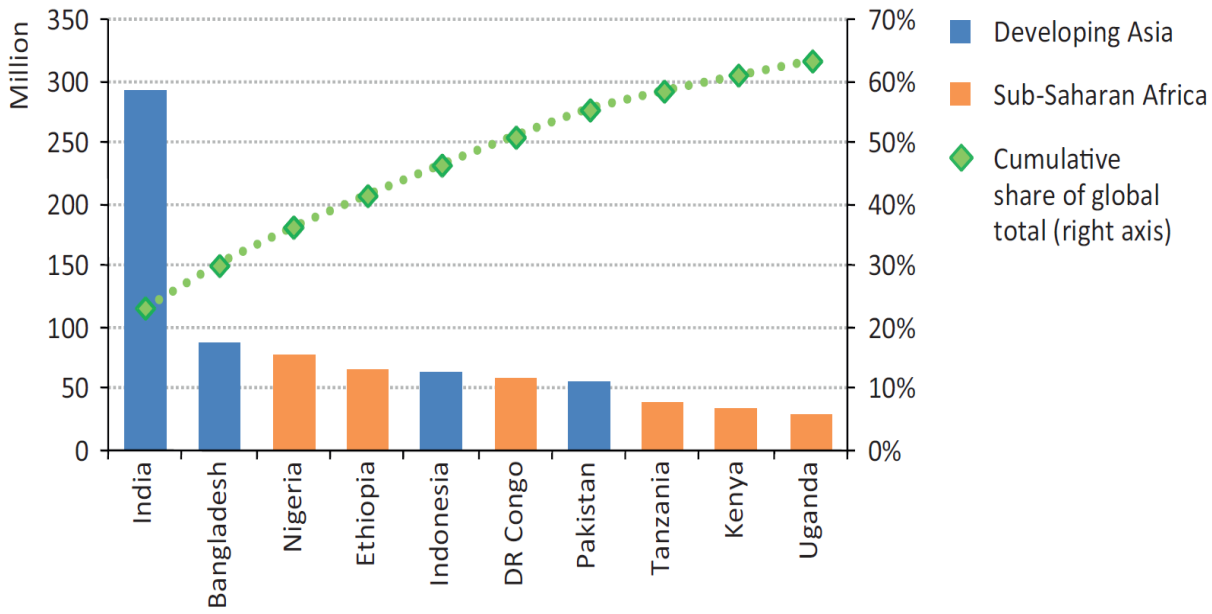

Abbildung 2: "Countries with the largest population without access to electricity, 2010"

Quelle: IEA (2012): World Energy Outlook 2012, Seite 533

Laut der tansanischen Regierung lag die Elektrifizierungsrate Tansanias im Jahr 2013 bei 18,4 %.[39] Von den 45 Millionen Einwohnern Tansanias waren also etwa 37 Millionen vom Zugang zu Elektrizität ausgeschlossen. Problematisch sind diese niedrigen Anschlusswerte aus verschiedenen Gesichtspunkten: Zum einen besteht ein enges Verhältnis zwischen Armut und der sogenannten Energiearmut: Das Thema Energie

[37] Vgl. Berlin Institut (2011): Afrikas demografische Entwicklung, Seite 18 ff.
[38] IEA (2012): World Energy Outlook 2012, Seite 533
[39] United Republic of Tanzania (2012): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 9

wurde, wie in der Einleitung angesprochen, nachträglich zur Grundlage der Millenniumentwicklungsziele erklärt, da der „Zugang zu moderner Energie zur Bekämpfung von Armut beiträgt.“[40] Abbildung 3 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen fehlendem Zugang zu Elektrizität und der Zahl der Menschen, die mit weniger als 2 US-Dollar am Tag auskommen müssen. Laut der Internationalen Energieagentur besteht eine starke Korrelation zwischen diesen beiden Faktoren, die sich auch in der Abbildung erkennen lässt.[41] Der Durchschnitt der OECD Staaten in der rechten oberen Ecke der Abbildung wurde von der Internationalen Energieagentur zur besseren Einordnung der übrigen Werte angegeben.

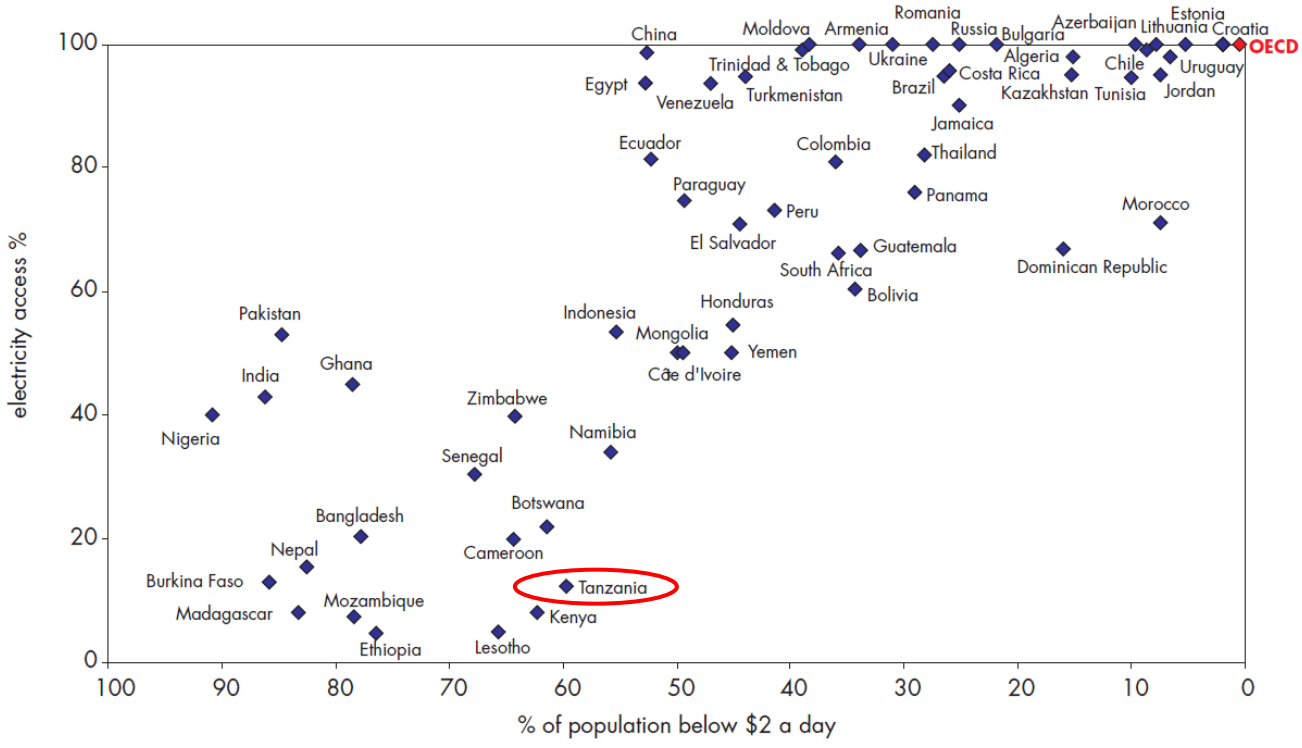

Abbildung 3: „The Link between Poverty and Electricity Access"

Quelle: IEA (2002): World Energy Outlook 2002 Part II, Seite 43. Hervorhebung Tansanias durch den Autor der Masterarbeit. Für den Anteil der Bevölkerung unterhalb der 2 US-Dollar Grenze im Jahr 2007 siehe Weltbank (2014): World Development Indicators, Seite 42

[40] Hennicke, Peter; Bodach, Susanne (2010): Energierevolution, Seite 121 f.
[41] IEA (2002): World Energy Outlook 2002 Part II, Seite 41

Ein ähnlicher Zusammenhang lässt sich für das pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt eines Landes und dem Zugang der Bevölkerung zu Elektrizität zeigen. Laut der UNDP besteht auch zwischen diesen beiden Faktoren eine enge Beziehung, wenn auch weniger linear, als dies beim pro-Kopf-Energieverbrauch und dem Bruttoinlandsprodukt ist.[42] Abbildung 4 zeigt diesen Zusammenhang zwischen der Elektrifizierung und dem Bruttoinlandsprodukt pro Kopf („GDP/Capita" in US-Dollar).

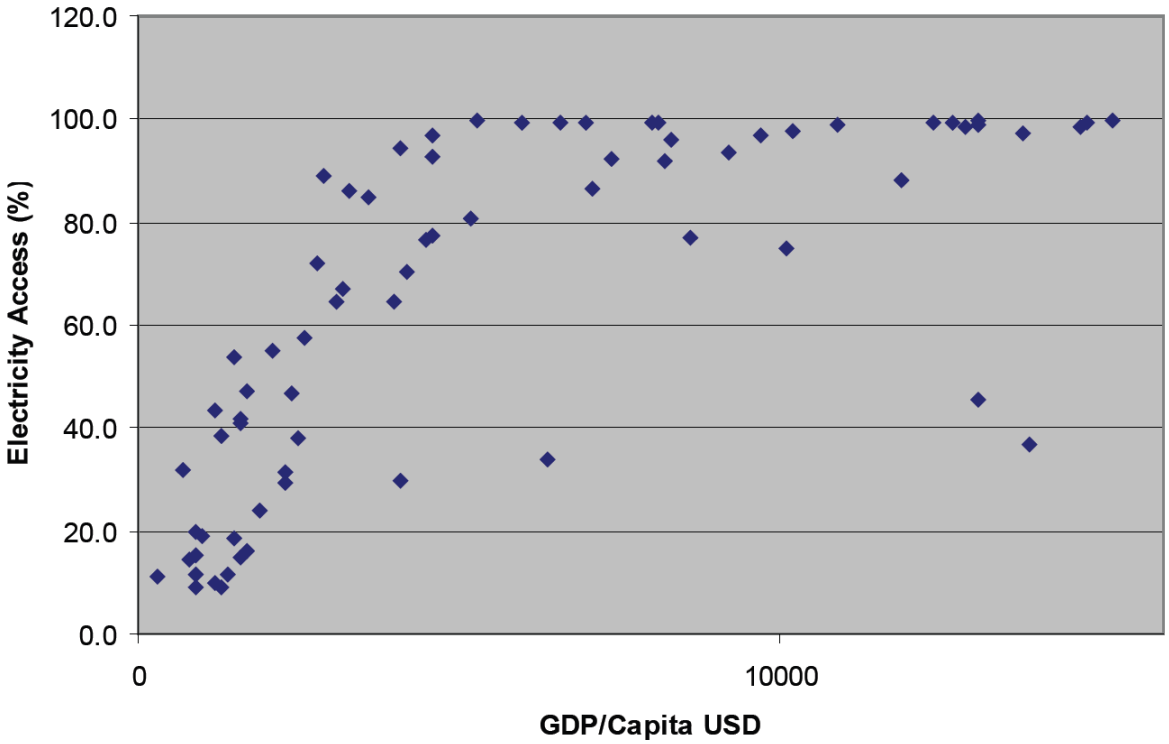

Abbildung 4: "GDP per capita vs. electricity access"

Quelle: UNDP (2012): Integrating Energy Access and Employment Creation to Accelerate Progress on the MDGS in Sub-Saharan Africa, Seite 29

Bei den beiden „significant outliers"[43] im rechten unteren Bereich der Abbildung handelt es sich um Botswana und Gabun: Obwohl diese beiden afrikanischen Länder ein hohes pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt aufweisen, ist die Elektrifizierungsrate im Ver-

[42] UNDP (2012): Integrating Energy Access and Employment Creation to Accelerate Progress on the MDGS in Sub-Saharan Africa, Seite 28 f.
[43] Vgl. ebd., Seite 28

gleich zu anderen Ländern auf ähnlichem finanziellen Niveau relativ gering. Die UNDP erklären sich diese Ausreißer unter anderem mit Problemen der Vermögensverteilung in diesen Ländern.[44]

Die in diesem Abschnitt gezeigten Abbildungen unterstreichen zum einen die Wichtigkeit von moderner Energie im Zusammenhang mit Armut. Zum anderen wurde ersichtlich, dass es sich bei Strom um einen Katalysator für wirtschaftliche Entwicklung handeln kann.[45] Die Internationale Energieagentur verweist jedoch darauf, dass es sich beim Zugang zu Strom um eine notwendige, aber keine hinreichende Voraussetzung für wirtschaftliches und soziales Wachstum handelt.[46] An späterer Stelle dieser Arbeit wird noch näher auf den Zusammenhang zwischen dem Zugang zu Elektrizität und der Verbesserung des Wertes im Human Development Index eingegangen.

3.4 Allgemeine Situation in Tansania

Im Folgenden wird zum besseren Verständnis eine länderkundliche Einführung in die gegenwärtige Situation verschiedener Bereiche Tansanias gegeben. Diese beinhaltet physiogeographische, demographische und wirtschaftsgeographische Aspekte. Ebenso soll auf die Energiesituation des Landes eingegangen sowie eine Auswahl an relevanten Programmen der Regierung im Energiebereich gegeben werden.

3.4.1 Geographie und Bevölkerung

Tansania liegt „zwischen Viktoria-, Tanganjika- und Malawi-See sowie dem Indischen Ozean“[47] und ist mit einer Fläche von 945.000 km^2 rund zweieinhalbmal so groß wie Deutschland (357.000 km^2).[48] Das Land befindet sich nur wenige Kilometer unterhalb

[44] Vgl. ebd., Seite 29
[45] Vgl. ebd., Seite 10
[46] IEA (2002): World Energy Outlook 2002 Part II, Seite 34
[47] Auswärtiges Amt (2014): Tansania
[48] FISCHER Weltatlas (2013): Fischer Weltalmanach, Seite 95 und 451. Zahlen wurden gerundet.

des Äquators, die Summe der jährlichen Sonneneinstrahlung beträgt je nach Region etwa 2200 $\frac{kWh}{m^2 a}$. Dies entspricht gut dem doppelten Wert der Sonneneinstrahlung Deutschlands (etwa 1000 $\frac{kWh}{m^2 a}$).[49] Die Sonnenscheindauer beläuft sich in Tansania auf etwa 2800 bis 3500 Stunden pro Jahr.[50] Vor dem Hintergrund dieser Werte bietet sich für Tansania die Nutzung von regenerativen Technologien im solaren Bereich an, für den Strombereich also die Photovoltaik.

Das Land befindet sich im Gebiet des Ostafrikanischen Grabenbruches (englisch: Great Rift Valley), wie Abbildung 5 auf der folgenden Seite veranschaulicht. Wie zu sehen ist, zieht sich der Grabenbruch vom Norden her östlich und westlich um den Viktoria-See. Der östliche Teil ist wegen der aufsteigenden Asthenosphäre und der dadurch „verursachten, wärmebedingten Aufwölbungen“[51] für Tansania von Belang, da sich dadurch Potenziale im Bereich der Geothermie ergeben. Interessant ist dieses Gebiet vor allem dadurch, da in vergleichsweise geringen Tiefen von etwa 700 Metern oft schon Temperaturen von 300 Grad Celsius vorherrschen und sich somit Möglichkeiten zur Stromerzeugung eröffnen.[52] Laut dem BMWi, dem BMZ sowie der GIZ liegt das Potenzial bei etwa 600 MW_e, wobei genauere Untersuchungen noch ausstehen.[53,54]

[49] SolarGIS (2011/2012): Maps of Global horizontal irradiation (GHI)
[50] United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 45
[51] Lenz, Ludwig; Wiedersich, Berthold (1993): Grundlagen der Geologie und Landschaftsformen, Seite 45
[52] Bundesregierung (2011): Energie aus Erdwärme – praktisch unerschöpflich
[53] BMWi (Hrsg.) (2009): Business Guide Tansania, Seite 35
[54] GIZ; BMZ (2009): Renewable Energies in East Africa, Seite 90

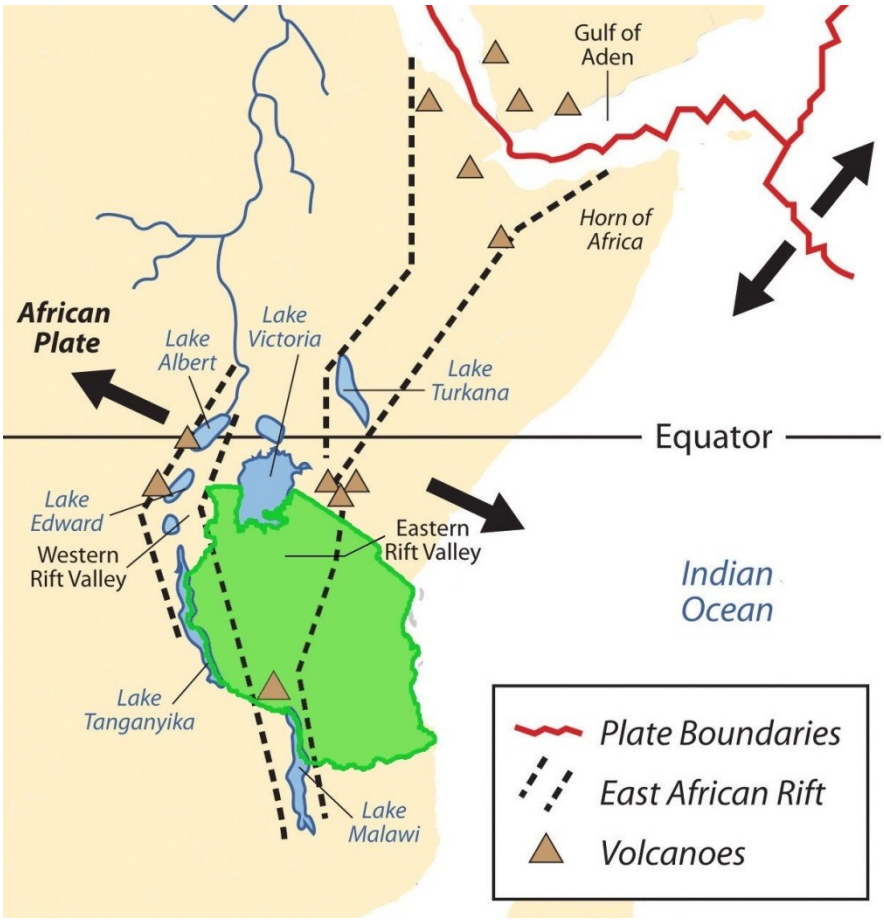

Abbildung 5: "Great Rift Valley of East Africa"

Quelle: Nach Berglee, Royal (o. J.): Regional Geography of the World: Globalization, People, and Places. Das Bild wurde für diese Arbeit zugeschnitten und der Umriss Tansanias eingefügt.

Der östliche Teil des Grabenbruches verläuft in der Nähe der Hauptstadt Dodoma, die mit etwa 800.000 Einwohnern hinter der inoffiziellen Hauptstadt Dar Es Salaam mit rund 4 Millionen Einwohnern zurückbleibt.[55] Die gesamte Bevölkerung des Landes zählte im Jahr 2012 nach Angaben des *National Bureau of Statistics* in Tansania etwa 45 Millionen Einwohner, von denen knapp 44 % unter 15 Jahren waren.[56] Die tansanische Bevölkerung ist damit selbst für afrikanische Verhältnisse jung.[57] Das jährliche Bevölkerungswachstum betrug zwischen 1990 und 2012 2,9 %, für den Zeitraum von

[55] Auswärtiges Amt (2014): Tansania
[56] National Bureau of Statistics, Ministry of Finance (2013): Population Distribution by Age and Sex, Seite 30. Dem BMZ sowie UNICEF zufolge lag die Bevölkerungszahl im selben Jahr bei 48 Millionen.
[57] Vgl. ebd., Seite 34

2012 bis 2030 wird es mit 2,8 % angenommen.[58] Die Bevölkerungsdichte lag im Jahr 2012 laut dem *National Bureau of Statistics* bei 51 Einwohnern je Quadratkilometer[59] (Deutschland zum Vergleich: 229 Einwohner je Quadratkilometer).[60] Laut der GIZ lag das Verhältnis von ländlich gegenüber städtisch lebender Bevölkerung im Jahr 2007 noch bei 82 % zu 18 %.[61] Die Weltbank schätzte den Anteil der in Tansania ländlich lebenden Menschen im Jahr 2012 auf etwa 73 % der Gesamtbevölkerung. Dieser Anteil ist seit Beginn der Erfassung im Jahr 1980 rückläufig, das heißt, dass zunehmend größere Bevölkerungsteile in städtischen Gebieten leben.[62]

3.4.2 Wirtschaft

Die Wirtschaft Tansanias bleibt trotz dieser rückläufigen ländlichen Tendenz zu einem großen Teil von landwirtschaftlichen Erzeugnissen abhängig. Wie in der Einleitung erläutert wurde, ist diese Abhängigkeit des primären Sektors eines der Merkmale, das die am wenigsten entwickelten Länder der Welt verbindet. Zu den landwirtschaftlichen Erzeugnissen Tansanias zählen unter anderem Baumwolle, Tabak, Tee, Kaffee, Cashewnüsse und Nelken. Exportiert werden neben diesen Agrarprodukten auch Gold und Diamanten.[63] Seit der Wahl des gegenwärtigen Präsidenten JAKAYA MRISHO KIKWETE im Jahr 2005 wird die Liberalisierung der Wirtschaft vorangetrieben, was einen neuen politischen Kurs in Tansania bedeutet. Unter dem ehemaligen und ersten Präsidenten Tansanias, JULIUS NYERERE, waren dagegen Sozialismus und Eigenständigkeit („Socialism and Self-reliance“) auf der Grundlage einer sozialistischen Ethik das Ziel gewesen.[64]

Beim Bruttoinlandsprodukt der letzten Dekade konnten unter der neuen Politik jedoch konstante Wachstumsraten erzielt werden, die jährlich bei 6 bis 7 % lagen.[65] Im Jahr

[58] Unicef (2013): United Republic of Tanzania – Statistics
[59] National Bureau of Statistics (2013): Population Distribution by Administrative Units, Seite 12
[60] FISCHER Weltatlas (2013): Der neue Fischer Weltalmanach, Seite 95
[61] GIZ; BMZ (2009): Renewable Energies in East Africa, Seite 91
[62] Weltbank (2014): Rural Population
[63] National Bureau of Statistics, Ministry of Finance (2013): Tanzania in Figures 2012, Seite 52
[64] Nyerere, Julius K. (1977): The Arusha Declaration – Ten Years After, Seite 1 f.
[65] Weltbank (2014): GDP growth (annual %)

2012 betrug das BIP Tansanias laut Weltbank etwa 28,2 Milliarden US-Dollar (Deutschland: 3.400 Milliarden US-Dollar).[66] Mit rund 800.000 internationalen Ankünften im Jahr 2011 und etwa 1,5 Milliarden US-Dollar Einnahmen stellt der Tourismus eine weitere wichtige Einkommensquelle des Landes dar.[67] Das BIP setzte sich im Jahr 2012 aus 28 % Landwirtschaft, 25 % Industrie und 47 % Dienstleistungen zusammen.[68] Die angesprochene Abhängigkeit vom primären Sektor ist also ersichtlich, was sich vor dem Hintergrund des Klimawandels als problematisch darstellt: Zunehmende Dürreperioden bedeuten Ernteausfälle, die die Ernährungssituation der Bevölkerung und die Wirtschaft des Landes beeinträchtigen. NYERERE sprach schon Ende der 1970er Jahre davon, dass die Nation wirtschaftlich noch immer von den „Launen des Wetters“ abhängig sei.[69]

3.4.3 Energiesituation

Diese Abhängigkeit besteht ebenfalls im tansanischen Energiebereich. Tansania verfügt derzeit über einen Kraftwerkspark mit einer installierten Leistung von etwa 1500 Megawatt (Deutschland zum Vergleich: 184.000 MW).[70] Von diesen 1500 MW sind rund 900 MW in thermischen Kraftwerken auf Basis von Flüssigbrennstoffen (Öl, Diesel) und Gas installiert.[71] Der Großteil der restlichen installierten Leistung stammt aus den sieben Wasserkraftwerken des Landes (562 MW im Jahr 2012).[72] Der Hauptakteur des tansanischen Energiemarktes ist das staatlich gelenkte Energieversorgungsunternehmen *Tanzania Electric Supply Company Limited* (TANESCO). Neben TANESCO spielen seit der Marktliberalisierung auch sogenannte *Independent Power Producers* (IPPs)

[66] Weltbank (2013): Gross Domestic Product 2012, Seite 1 und 2
[67] FISCHER Weltatlas (2013): Der neue Fischer Weltalmanach, Seite 452
[68] BMZ (2014): Tansania
[69] Nyerere, Julius K. (1977): Seite 3. […] our nation is still economically dependent upon the vagaries of the weather […]“
[70] BMWi (2014): Zahlen und Fakten, Stromerzeugung
[71] BGR (2013): Tanzania – Energy Sector
[72] TANESCO (2013): Generation

eine Rolle, die dem staatlichen Energieversorgungsunternehmen Strom verkaufen dürfen.[73]

TANESCO zufolge belief sich die eigene Stromerzeugung im Jahr 2012 auf 3,1 Milliarden Kilowattstunden, zusätzliche 2,7 Milliarden Kilowattstunden Strom mussten von IPPs und den Nachbarländern Uganda und Sambia eingekauft beziehungsweise importiert werden. Die Wasserkraftwerke trugen im selben Jahr zu 57 % der gesamten eigenen Stromerzeugung bei.[74] Die „neuen" Erneuerbaren Energien, unter denen das BMZ „moderne Biomassenutzung, Kleinwasserkraft, Geothermie, Wind-, Solar- und Meeresenergie"[75] versteht, spielen gegenüber der Großwasserkraft im Elektrizitätsbereich dagegen noch keine Rolle.

Tansania bezieht seinen Strom also zu einem großen Teil aus einer Technologie der Erneuerbaren Energien, wobei der relative Beitrag der Wasserkraft zur Energieversorgung in den letzten Jahren rückläufig war: Bis zum Jahr 2004 war die Wasserkraft mit etwa 95 % Anteil an der Stromerzeugung noch die Hauptenergiequelle des Landes.[76] Die Abhängigkeit von den „Launen des Wetters" hat sich im Energiesektor durch den Zubau von fossiler Kraftwerkstechnik zwar reduziert. Im Februar dieses Jahres führten anhaltende Trockenperioden und unregelmäßige Niederschläge jedoch zu niedrigen Wasserständen in den Wasserkraftwerken des Landes.[77] Erschwert wird die Situation zusätzlich dadurch, dass der Großteil der Leistung an zwei Flüssen installiert ist, die anfällig für Trockenperioden sind.[78] Die folgende Tabelle 1 veranschaulicht die installierte mit der im Februar 2014 tatsächlich abrufbar gewesenen Leistung der Wasserkraftwerke.

[73] Heinrich Böll Stiftung (2013): Powering Africa through Feed-in Tariffs, Seite 35
[74] TANESCO (2013): Generation
[75] BMZ (2007): Sektorkonzept – Nachhaltige Energie und Entwicklung, Seite 15
[76] Weltbank (2014): Electricity production from hydroelectric sources (% of total)
[77] Mfugale, Deodatus (2014): Low dam levels affecting hydropower production
[78] United Republic of Tanzania (2013): Scaling-up Renewable Energy Programme (SREP), Seite 28

Tabelle 1: Installierte gegenüber tatsächlich abrufbarer Leistung tansanischer Wasserkraftwerke im Februar 2014

Name des Wasserkraftwerkes	Installierte Leistung [in MW][79]	Im Februar 2014 tatsächlich abrufbare Leistung [in MW][80]
Mtera	80	35
Kidatu	204	85
Kihansi	180	68
Pangani	68	15
Hale	21	3
Nyumba ya Mungu	8	2,5
Uwemba	0,82	[keine Daten]
Gesamt	**562**	**209**

Als Folge der niedrigeren abrufbaren Leistung und damit geringeren Energieerzeugung aus diesen Wasserkraftwerken musste TANESCO auf andere Quellen zurückgreifen. Dies waren insbesondere die im Vergleich zu Wasserkraft teureren fossilen Brennstoffe Diesel und Erdgas von sogenannten *Emergency Power Producers* (EPPs). Thermische Kraftwerke mussten statt der Wasserkraft damit in der Grundlast betrieben werden.[81] JOHN LAZIMAH, Leiter des Bereichs Forschung bei TANESCO, nannte als Folge dieser höheren Kosten Beeinträchtigungen für Individuen, Institutionen, Industrie sowie die Wirtschaft des Landes generell.[82] Die unzuverlässige Energieversorgung Tansanias gilt als ein Hemmnis für das weitere Wirtschaftswachstum des Landes. Die zukünftigen Wachstumschancen Tansanias werden auf mittelfristige Sicht stark von der Lösung der „chronischen Energiekrise" des Landes abhängen.[83] Erschwerend zur generell problematischen Energiesituation Tansanias kommen die ‚Energieverluste' hinzu, die durch Transport und Verteilung auftreten und derzeit bei etwa 25 % liegen.[84]

[79] TANESCO (2013): Generation
[80] Mfugale, Deodatus (2014): Low dam levels affecting hydropower production
[81] United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 28
[82] Mfugale, Deodatus (2014): Low dam levels affecting hydropower production
[83] Tanzania National Reinsurance Corporation Ltd. (2012): Annual Report 2012, Seite 14
[84] United Republic of Tanzania (2013): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 27 und 152

Die *Confederation of Tanzania Industries* untersuchte in einer Studie aus dem Jahr 2011 die Auswirkungen der häufigen Lastabwürfe, Stromrationierungen und der anhaltenden Stromausfälle auf das produzierende Gewerbe des Landes. Die Studie kam bei dem Versuch einer quantitativen Bewertung zu dem Schluss, dass jedes produzierende Unternehmen Tansanias aufgrund der unzuverlässigen Strombereitstellung durchschnittlich 24 Arbeitsstunden pro Monat verliere.[85] Dem Staat entgingen durch die unregelmäßige Elektrizitätsversorgung jährliche Steuereinnahmen von knapp 6 Millionen US-Dollar.[86] Der Studie zufolge liegt die Ursache der Problematik vor allem in der hohen Abhängigkeit von der Wasserkraft, die aber insbesondere durch den Ausbau von Gaskraftwerken reduziert werden könne.[87] Die Ausgaben für Energieimporte stiegen unterdessen in den letzten Jahren, so nahmen die Kosten für Öl-Importe zwischen 2006 mit 0,8 Milliarden US-Dollar auf 3,3 Milliarden US-Dollar im Jahr 2012 zu. Damit machen allein diese Energieimporte einen erheblichen Anteil an den Ausgaben des Landes aus.[88]

3.4.4 Programme der Politik

Der tansanischen Regierung ist die derzeit verbesserungswürdige Situation des Energiesystems bewusst und verabschiedete diesbezüglich verschiedene politische Programme. Die wichtigsten politischen Instanzen für Energiefragen sind das *Ministry of Energy and Minerals* und die *Energy and Water Utilities Regulatory Authority*. Die erste *National Energy Policy* Tansanias wurde 1992 unter Berücksichtigung des „Socialism and Self-reliance“ Gedankens verfasst, die im Jahr 2003 dann überarbeitet wurde: In diesem noch heute aktuellen Dokument ist entgegen der ersten Version von einer Abwägung von wirtschaftlichen und nationalen Interessen die Rede, das heißt, dass sich der Marktmechanismen bedient werden soll:[89] Um die zukünftig steigende Nachfrage

[85] CTI (2011): Challenges of unreliable electricity power supply to manufacturers in Tanzania, Seite 5
[86] Vgl. ebd.
[87] Vgl. ebd., Seite 6
[88] National Bureau of Statistics, Ministry of Finance (2013): Tanzania in Figures 2012, Seite 52
[89] United Republic of Tanzania (2003): National Energy Policy, Seite 5

nach Elektrizität decken zu können, werden vermehrt private Investitionen in Energieerzeugung, Transport und Verteilung angeregt.[90]

Im besonderen Fokus der Energiepolitik stehen dabei eine bezahlbare und zuverlässige Energieversorgung für das ganze Land, die Nutzung von einheimischen und erneuerbaren Energiequellen sowie die angemessene Berücksichtigung ökologischer Auswirkungen aller energiebezogenen Aktivitäten.[91] In der *National Energy Policy* wird die ländliche Elektrifizierung als „long-term national interest and a prerequisite for a balanced socio-economic growth for all in Tanzania" bezeichnet.[92] Aus diesem Grund wurde im Jahr 2005 das *Rural Energy Board* gegründet. Dieses Gremium hat das Ziel, den ländlichen Regionen durch Zugang zu moderner Energie sozio-ökonomische Entwicklung zu ermöglichen.[93] Im Zuge der Verwirklichung dieses Ziels wurde im selben Jahr der *Rural Energy Act* verabschiedet.

Im regelmäßig aktualisierten *Power System Master Plan* wird auf die dringende Notwendigkeit von Investitionen in Erzeugungsinfrastrukturen hingewiesen, um Lastabwürfe zu vermeiden.[94] Die bisherige energetische Abhängigkeit von Wetterereignissen soll reduziert werden, indem das Verhältnis von Wasserkraft zur Erzeugung aus thermischen Kraftwerken auf 40 zu 60 angepasst wird.[95] Darüber hinaus sollen vorhandene Gas- und Kohlevorkommen weiter exploriert und Windkraft sowie Solar- und Biomassekraftwerke ausgebaut werden.[96] Eine genaue Zielvorgabe bezüglich des Anteils der Erneuerbaren Energien an der zukünftigen Stromerzeugung fehlt bislang.[97] Als Unterstützung für die regenerativen Technologien wurde mit dem *Small Power Projects Programme* eine Art Einspeisetarif geschaffen: IPPs mit Anlagen zwischen 100 Kilowatt und 10 Megawatt Leistung werden an das Stromnetz angeschlossen und verkaufen

[90] Vgl. ebd., Seite 10
[91] Vgl. ebd., Seite 5 f.
[92] Ebd. Seite 10
[93] United Republic of Tanzania (2005): The Rural Energy Act, Seite 6
[94] United Republic of Tanzania (2013): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 152
[95] Vgl. ebd., Seite 62, 92 und 150
[96] Vgl. ebd., Seite 153 f.
[97] UNEP (2012): Feed-in Tariffs as a Policy for Promoting Renewable Energies, Seite 32

TANESCO ihren Strom zu einem vorher festgelegten Preis. Dieser bezahlte Preis basiert auf der Vermeidung der kurz- sowie langfristigen Kosten, die durch den Einkauf von fossiler Energie bei EPPs entstanden wären und wird jedes Jahr neu berechnet.[98]

Auf den enormen Überfluss an Erneuerbaren Energien im ganzen Land und deren Beitrag zur ländlichen Elektrifizierung wird im *Scaling-up Renewable Energy Programme* (SREP) hingewiesen. Dieses Programm ist konform mit der in der Einleitung genannten *Sustainable Energy for All* Initiative der Vereinten Nationen.[99] Die Regierung Tansanias fühle sich laut diesem Programm dem weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energien stark verpflichtet („strongly committed").[100]

Mittel- bis langfristig steht die Regierung auch der Kernenergie offen gegenüber und unterstützt Studien zur Untersuchung der Verfügbarkeit von Uranressourcen im Land. Als Grund dafür wird Uran als relativ preisgünstiger und einheimischer Rohstoff genannt, der nur wenige unmittelbare Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft habe.[101] Nach dem *Strategic Plan 2011/12* des *Ministry of Energy and Minerals* soll die energetische Diversifizierung des Kraftwerksparks zu Wirtschaftswachstum, höherem Zugang zu Elektrizität, weniger Stromausfällen und zu höheren Explorationsaktivitäten bei Öl und Gas führen.[102]

Der *Five Year Development Plan 2011/12* hat die Umwandlung der bisher landwirtschaftlich geprägten zu einer industriellen Wirtschaft zum Ziel. Von dieser wirtschaftlichen Wandlung soll die Mehrheit der tansanischen Bevölkerung profitieren, insbesondere die Jugendlichen. Eine Maßnahme zur Erreichung dieser Ziele sind umfangreiche Investitionen in Energieinfrastruktur.[103]

[98] Weischer, Lutz (2012): Inside Stories on climate compatible development, Seite 3
[99] United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 12
[100] Vgl. ebd., Seite 12
[101] United Republic of Tanzania (2013): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 61
[102] Ministry of Energy and Minerals (2012): Strategic Plan 2011/12 – 2015/16, Seite 14
[103] United Republic of Tanzania (2012): Five Year Development Plan, Seite 3 f.

Wie erkenntlich ist, bestehen eine Reihe politischer Programme, die inhaltlich mittel- oder unmittelbar den Ausbau des tansanischen Energiesystems als Bestandteil haben. Die genannten Programme orientieren sich allesamt an der *Tanzania Development Vision 2025*, in der die langfristige Entwicklungsphilosophie des Landes niedergeschrieben wurde:[104] Tansania will sich bis zum Jahr 2025 vom derzeitigen Status eines der am wenigsten entwickelten Länder der Welt zu einem Land mittleren Einkommens entwickeln.[105] Die GIZ schreibt dem Energiesektor beim Erreichen dieses Zieles eine entscheidende Rolle zu: Als Beleg für diese These nennt die GIZ den Rückgang des Wirtschaftswachstums im Jahr 2011 als Folge der aufgetretenen massiven Trockenperioden.[106]

Zwischen den einzelnen Programmen bestehen jedoch teilweise konfligierende Interessen, da aufgrund der Vielzahl die Präferenzen mitunter nicht eindeutig geregelt sind. In Punkt 5.5 wird näher auf diese Problematik eingegangen.

4. Chancen der Erneuerbaren Energien

Das tansanische Energiesystem sieht sich mit großen Herausforderungen konfrontiert, wie im vorigen Abschnitt deutlich wurde. Der als steigend angenommene Energiebedarf wird die Situation zukünftig noch weiter verschärfen. Im Folgenden werden zunächst theoretische Vorüberlegungen präsentiert, die den Einsatz Erneuerbarer Energien und die daraus resultierenden Vorteile verdeutlichen. Dies geschieht anhand der Umwelt-Kuznets-Kurve sowie des Leapfroggings. Anschließend wird auf die konkreten Chancen der Erneuerbaren Energien und deren Beitrag zur Lösung der aktuellen Herausforderungen in Tansania eingegangen. In Punkt 4.3 wird der Beitrag der Erneuerbaren Energien zum Erreichen der Entwicklungspläne der Regierung anhand der *Tanzania Development Vision 2025* verdeutlicht. Anschließend wird die Bedeutung einer unabhängigen Energieversorgung näher beleuchtet und ein Zwischenfazit gezogen.

[104] United Republic of Tanzania (1999): Tanzania Development Vision, Seite 12
[105] Vgl. ebd., Seite 13
[106] GIZ (Hrsg.) BMZ (2013):Understanding Climate Finance Readiness Needs in Tanzania, Seite 11

4.1 Nachhaltige statt Nachholende Entwicklung

Die tansanische Regierung plant, den verschiedenen Herausforderungen des Landes mit der zunehmenden Elektrifizierung der Bevölkerung und dem damit nötigen Ausbau der Energiekapazitäten zu begegnen. Die Art der Investition wird dabei maßgeblich für die weitere Entwicklung Tansanias sein: Wird in fossile Kraftwerktechnik investiert, die derzeit noch in vielen Industrieländern dominiert, wird das Land eine nachholende Entwicklung durchlaufen. Das bedeutet, dass durch Nachahmung des industriestaatlichen Weges ähnliche Entwicklungsverläufe und Schwierigkeiten zu erwarten sind, wie sie in heutigen industrialisierten Staaten auftraten und noch immer auftreten.[107] Durch das angenommene Wirtschaftswachstum und der graduellen Transformation des primären Sektors in eine industrieller geprägte Wirtschaft werden höhere Emissionen die Folge sein. Die Höhe der Emissionen und daraus resultierende Konsequenzen für Mensch und Umwelt werden je nach Zusammensetzung des Kraftwerksparkes variieren.

Gegenwärtig beispielsweise hat China, mittlerweile größter CO_2-Emittent der Welt – noch vor den Vereinigten Staaten von Amerika[108] – mit den sozialen Kosten seiner forcierten Wachstumspolitik zu kämpfen. Obwohl auch Pläne zum massiven Ausbau der Erneuerbaren Energien bestehen, werden in China die Folgen der vielen Kohlekraftwerke in Form von Smog und Atemwegserkrankungen deutlich. Auch die seit zehn Jahren zunehmenden Fälle von Lungenkrebs in der chinesischen Hauptstadt Peking werden auf die Luftqualität zurückgeführt.[109]

Die Nachahmung des asiatischen Wachstumsmodelles, wie es im *Mini-Tiger Plan* der tansanischen Regierung formuliert ist, soll das Wirtschaftswachstum von den 6 bis 7 % der letzten Jahre auf zukünftig „8 % oder mehr“ pro Jahr erhöhen.[110] Erreicht werden

[107] Wuppertal Institut (2004): Wege von der nachholenden zur nachhaltigen Entwicklung, Seite 4
[108] Statista (2014): Die zehn größten CO_2-emittierenden Länder nach Anteil an den weltweiten CO_2-Emissionen im Jahr 2013
[109] Qingyun, Wang; Juan, Shan (2014): Lung cancer cases linked to air quality
[110] United Republic of Tanzania (2004): Mini Tiger Plan 2020, Seite 14

soll dieses Wachstum auf Basis eines fossilen und erneuerbaren Energiemixes. Der *Five Year Development Plan* konkretisiert die noch unscharf formulierte Aussage des *Mini-Tiger Plan* und verweist auf die Notwendigkeit, Energiequellen wie Kohle, Wasserkraft, Erdgas, Geothermie und Wind zu erschließen.[111] Diese Energiequellen hätten das Potenzial, die Wirtschaft Tansanias auf das angestrebte Niveau zu bringen.[112] Die Wachstumsdynamiken des asiatischen Modelles sollen damit also übernommen werden, nicht jedoch die ehemals zugrundeliegende Energiepolitik wie im Falle Chinas.

Bisheriges Neuland wäre es gegenüber eines modifizierten asiatischen Wachstumsmodells dagegen, wenn sich eine Nation von Beginn an langfristig auf Erneuerbare Energien stützte und die industriestaatliche Art der Entwicklung somit umginge. Die Vorteile einer solchen Energiepolitik lägen dabei einerseits auf der globalen Ebene, zum Beispiel in Form der Reduktion von Treibhausgasemissionen. Andererseits sprechen ebenfalls nationale Interessen für eine solche Entwicklungspolitik. Diese Überlegung lässt sich anhand der Umwelt-Kuznets-Kurve erklären.

4.1.1 Umwelt-Kuznets-Kurve

Die Umwelt-Kuznets-Kurve ist eine Variante der nach dem „US-amerikanischen Ökonomen und Nobelpreisträger SIMON KUZNETS“[113] benannten Kurve, die ursprünglich den Zusammenhang zwischen „Einkommenswachstum und Einkommensungleichheit“ darstellt.[114] KUZNETS hatte in den 1950er Jahren Daten aus den Vereinigten Staaten von Amerika, aus England und Deutschland untersucht. Dabei stellte er die Hypothese auf, dass die Einkommensungleichheit in der Anfangsphase des Wirtschaftswachstums zunächst zunehme um sich zu einem späteren Zeitpunkt wiederum zu verringern.[115]

[111] United Republic of Tanzania (2012): Five Year Development Plan, Seite 17
[112] Vgl. ebd.
[113] Weizsäcker, Ernst Ulrich von et al. (2009): Faktor Fünf, Seite 16. Kapitälchen vom Autor der Masterarbeit eingefügt.
[114] Setzer, Martin (1998): Seite 145
[115] Yandle, Bruce et al. (2002): The Environmental Kuznets Curve, Seite 2

Dieser ökonomische Zusammenhang wurde erweitert und auf eine ökologische Komponente abgewandelt, sodass die Umwelt-Kuznets-Kurve nunmehr die Beziehung zwischen dem „Einkommensniveau (gemessen am pro-Kopf-Einkommen) und Umweltqualität“ veranschaulicht.[116] Abbildung 6 zeigt diesen Zusammenhang. Auf der linken Achse ist die zunehmende Degradation der Umweltqualität abgebildet, auf der unteren Achse das steigende pro-Kopf-Einkommen der Bevölkerung eines Landes. Das Konzept der Umwelt-Kuznets-Kurve geht davon aus, dass sich die Umweltqualität bis zum Erreichen einer gewissen Schwelle (hier als „Turning Point Income“ bezeichnet) verschlechtern wird. Wenn das pro-Kopf-Einkommen diesen Wendepunkt überschreitet, wird sich die Umweltqualität wieder verbessern.

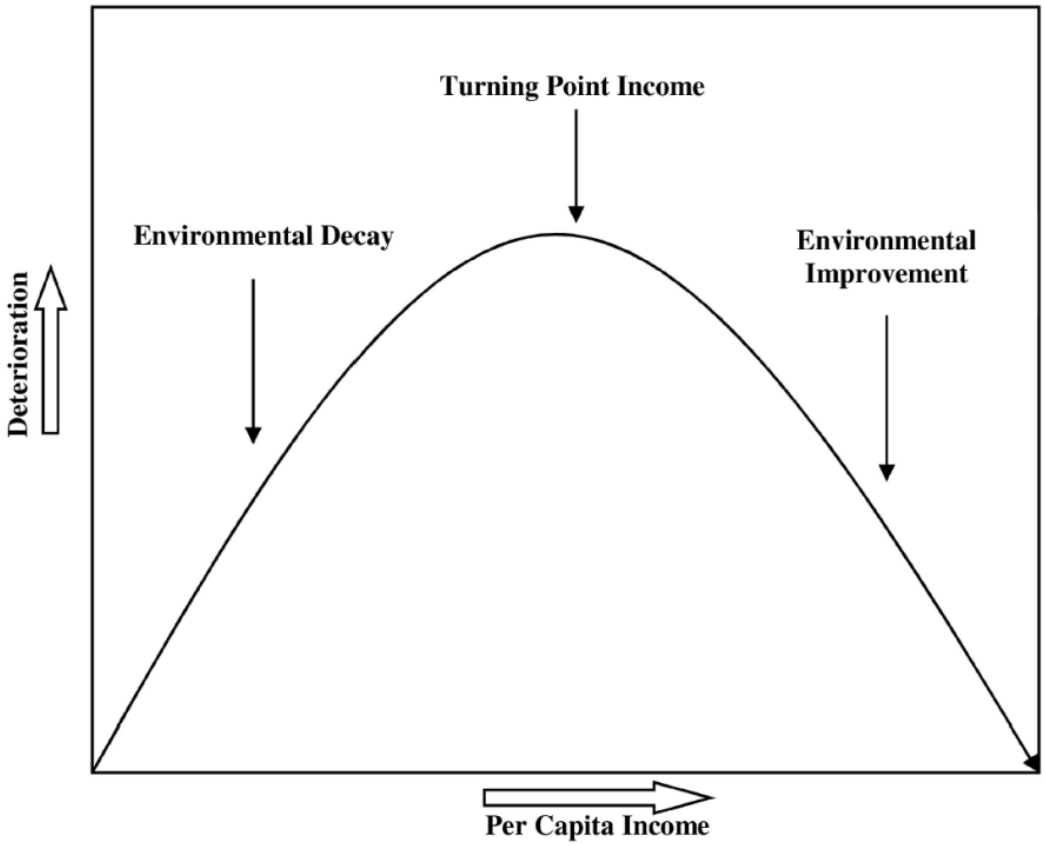

Abbildung 6: "Environmental Kuznets Curve"

Quelle: Yandle, Bruce et al. (2002): The Environmental Kuznets Curve, Seite 3

[116] Setzer, Martin (1998): Wirtschaftliche Entwicklung und Energieintensität, Seite 145

GROSSMAN und KRÜGER, auf die das Konzept der modifizierten Kuznets-Kurve zurückgeht,[117] nennen folgende drei Gründe für den invers U-förmigen Kurvenverlauf:

- *Erstens* wird sich durch den Wandel des primären zum sekundären Sektor und den daraus folgenden höheren Emissionen die Umweltqualität zunächst verschlechtern. Wie in Punkt 3.4.4 erläutert, strebt auch die tansanische Regierung die Transformation zum sekundären Sektor an. Durch die anschließende, emissionsärmere Tertiärisierung der Wirtschaft und einen „steigenden Anteil von High-Tech-Industrien" wird sich die Umweltsituation anschließend verbessern.

- *Zweitens* werden „Wachstum und Entwicklung in Niedrig- und Mitteleinkommensländern" zum Ersatz bisher verwendeter Technologien führen. Die neueren Technologien und Maschinerien werden „tendenziell auch umweltfreundlicher"[118] sein.

- Und *Drittens* schließlich wird sich mit dem steigenden Wohlstand der Bevölkerung und der damit geschaffenen Distanz vom Fundament der MASLOWschen Bedürfnispyramide die Präferenz der Bevölkerung verschieben: Durch die Versorgung und Sicherstellung elementar menschlicher Bedürfnisse können Umweltbelange nun stärker in den Fokus rücken.[119]

ERNST ULRICH VON WEIZSÄCKER zufolge müsse ein Land aber nicht erst reich werden, um sich über eine intakte Umwelt Gedanken machen und Umweltschutz betreiben zu können. WEIZSÄCKER teilt das *bisherige* Entwicklungsparadigma in drei Phasen ein: Demnach startet ein sich entwickelndes Land zunächst als „arm und sauber", wird durch die Industrialisierung „reich und schmutzig" und durch Tertiärisierung schließlich „reich und sauber".[120] Seiner Ansicht nach besteht für die Entwicklungsländer dagegen die Chance, diesen als typisch angesehenen Verlauf zu umgehen und die Umwelt-

[117] Stern, David I. (2004): The Rise and Fall of the Environmental-Kuznets-Curve, Seite 2
[118] Grossmann, G.M (1995): Pollution and growth: what do we know?, Seite 21. Zitiert nach Setzer, Martin (1998)
[119] Vgl. Setzer, Martin (1998): Seite 146
[120] Weizsäcker, Ernst Ulrich von et al. (2009): Seite 16

Kuznets-Kurve zu „durchtunneln“. Durch dieses Durchtunneln könnten die Entwicklungsländer den Zwischenschritt der dreckigen Industrialisierung vermeiden und ihre Volkswirtschaften direkt zum Zustand „reich und CO_2-neutral“ manövrieren.[121]

4.1.2 Leapfrogging

Für die Entwicklungsländer besteht im Energiesektor damit die Chance des Leapfroggings. Generell ist unter dem Begriff das Überspringen oder Auslassen „einzelner Stufen im Rahmen eines vorgegebenen Prozessablaufs“ zu verstehen.[122] Unter dem vorgegebenen Prozessablauf ist im Sinne dieser Masterarbeit das von WEIZSÄCKER erläuterte, bisherige Entwicklungsparadigma zu verstehen. Am Beispiel des tansanischen Telekommunikationsmarktes lässt sich das Leapfrogging verdeutlichen.

Abbildung 7 auf der folgenden Seite zeigt den Entwicklungsverlauf von Festnetzanschlüssen und Mobilfunk auf Basis der Daten der *Tanzania Communications Regulatory Authority* in den Jahren 2005 bis 2013. Die Penetrationsrate, das heißt der Anteil der Bevölkerung mit einem Handy oder Festnetzanschluss, hat sich im dargestellten Zeitraum von 10 % auf 61 % versechsfacht.[123] Ursache dieses enormen Anstieges sind fast ausschließlich Zunahmen im Mobilbereich. Die Zahl der Festnetzanschlüsse ist seit 2005 nahezu konstant geblieben und teilweise rückläufig, wie in der Abbildung zu sehen ist.

[121] Vgl. ebd., Seite 276
[122] Kirchgeorg, Manfred et al. (o. J.): Leapfrogging
[123] Tanzania Communications Regulatory Authority (2013): Quarterly Statistics Report, Seite 4

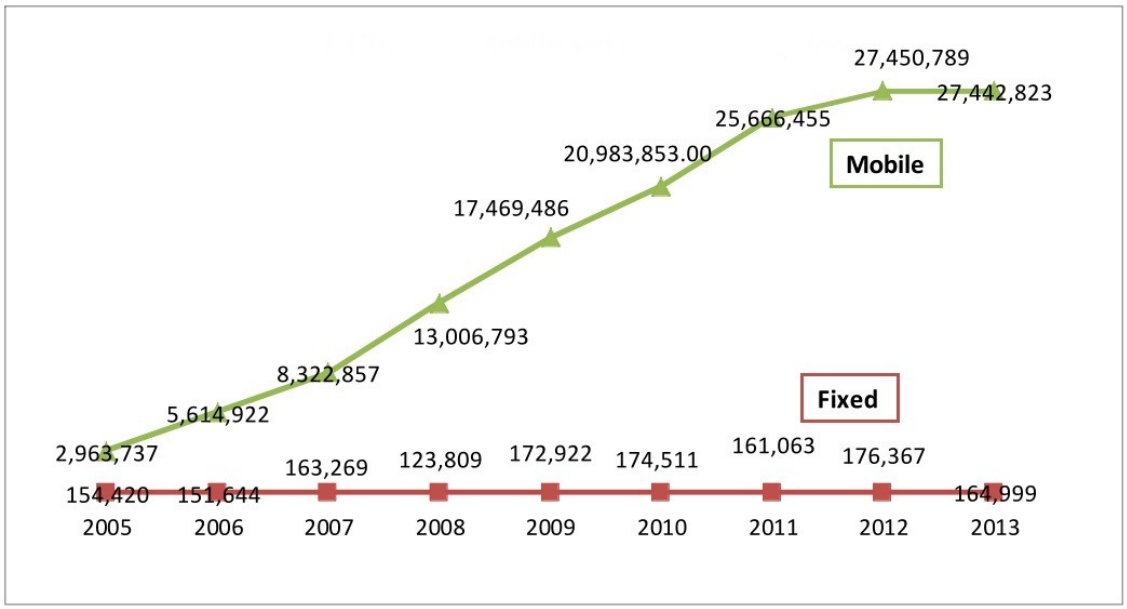

Abbildung 7: „Trend of Mobile and Fixed Subscription"

Quelle: Nach Tanzania Communications Regulatory Authority (2013): Quarterly Statistics Report, Seite 4. Die Überschrift im originalen Bild wurde vom Autor dieser Masterarbeit entfernt und farbliche Rahmen zur besseren Kenntlichkeit eingefügt.

Auch in Tansanias Nachbarland Kenia ist die Benutzung von Mobilgeräten weit fortgeschritten: Die Relation von Mobilgeräten zu vorhandenen Festnetzanschlüssen ist dem Verhältnis Tansanias sehr ähnlich,[124] das Mobilebanking Kenias gilt als das derzeit fortschrittlichste System der Handy-basierten Bezahlung.[125] Die Entwicklung dieser beiden Länder im Kommunikationsbereich ist damit dem Trend in der Europäischen Union einen Schritt voraus: Nach Haushaltsumfragen der *Europäischen Kommission* überwiegt die Zahl der europäischen Haushalte mit Mobilfunkgeräten mittlerweile die Zahl derjenigen Haushalte mit einem Festnetzanschluss.[126] In einer Reihe europäischer Länder sei darüber hinaus „ein deutlicher Rückgang an Festnetzanschlüssen zu verzeichnen", der auf die Zunahme der Mobilfunkgeräte zurückgeführt wird.[127] Diese Trends

[124] Communications Commission of Kenya (2012/13): Quarterly Sector Statistics Report, Seite 8 und 18
[125] The Economist (2013): Why does Kenya lead the world in mobile money?
[126] Europäische Kommission (2012): Haushaltsumfrage zur E-Kommunikation 381, Seite 24 ff.
[127] Europäische Kommission (2013): Haushaltsumfrage zur E-Kommunikation 396, Seite 14

ließen daher vermuten, dass in Europa ein „neues Nutzungsmuster elektronischer Kommunikationsdienstleistungen“ im Entstehen sei.[128]

Kenia und Tansania haben demnach eine Stufe des vorgegebenen Prozessablaufs der Kommunikation ausgelassen. Im Kontext dieser Masterarbeit bedeutet diese Entwicklung, dass Tansania sein bislang rudimentär ausgebautes Energiesystem nutzen und den Zwischenschritt des fossilen Zeitalters überspringen könnte. Für Tansania und andere Länder auf einer ähnlichen Entwicklungsstufe bietet sich damit die einmalige Möglichkeit, aus der Geschichte der Industrienationen zu lernen und einige Fehler der früheren Wachstumsphasen zu vermeiden.[129]

Diese Möglichkeit wäre nicht nur aus Sicht einer globalen ökologischen Dringlichkeit wünschenswert, sondern auch vom Gesichtspunkt einer Emanzipation der Entwicklungsländer aus dem bisherigen Nord-Süd-Gefälle. Erstmals in der jüngeren Geschichte wäre es den Entwicklungsländern damit möglich, den Industrienationen in energetischer Hinsicht einen Schritt voraus zu sein.

4.2 Lösungsmöglichkeiten für zentrale Herausforderungen

Damit sich diese theoretischen Überlegungen auch in der Praxis bewahrheiten können, wird es praktikable Lösungen für die derzeitigen energetischen Herausforderungen Tansanias brauchen. Diese Herausforderungen bestehen derzeit vor allem in der Gewährleistung einer zuverlässigen Energieversorgung, die durch die Diversifikation des Kraftwerksparks erreicht werden soll, sowie der ländlichen Elektrifizierung. Zukünftig wird wegen des Bevölkerungswachstums und der damit zusammenhängenden Urbanisierung auch die Energieversorgung von Ballungszentren dringlicher werden. Es geht damit sowohl um die bereits heute besten Technologien als auch um die zukünftig po-

[128] Europäische Kommission (2008): E-Communications Haushaltsumfrage 293, Seite 8
[129] Vgl. Grossmann, G.M (1995): Seite 43 f. „The low income countries of today have a unique opportunity to learn from this history and thereby avoid some of the mistakes of earlier growth episodes.“. Zitiert nach Setzer, Martin (1998): Seite 147

tentiellen Möglichkeiten.[130] In den unterschiedlichen Aufgabenfeldern können Erneuerbare Energien verschiedene Beiträge leisten, wie im Folgenden aufgezeigt wird.

4.2.1 Diversifikation der Energieversorgung

Das tansanische Energiesystem soll wegen der bestehenden Abhängigkeit von der Wasserkraft, die immer wieder zu Stromausfällen und Lastabwürfen führt, diversifiziert werden. Für das Land bieten sich eine Reihe Erneuerbarer Energien an, die durch ihren dezentralen Charakter flächig verteilt zum Einsatz kommen und die Abhängigkeit von einzelnen (lokal konzentrierten) Technologien verringern könnten. Hierzu zählen die Geothermie, die Windkraft, Biomasse, Photovoltaik und die Erweiterung der Wasserkraft. Die tansanische Regierung strebt neben fossilen Technologien daher auch den beschleunigten Ausbau der Erneuerbaren Energien an.[131]

Zur energetischen Nutzung eigens angebaute Biomasse, die in Konkurrenz zur Ernährung der Bevölkerung stehen könnte, wird wegen der ohnehin schon prekären Ernährungssituation eine untergeordnete Rolle in der Stromerzeugung spielen (siehe auch Tank-oder-Teller Debatte in Deutschland). Im *Scaling-up Renewable Energy Programme* wird dagegen auf das Potenzial von Ernte*abfällen* verwiesen: Durch effizienten Anbau von Mais und Sorghumhirse und der anschließenden Umwandlung der Ernterreste zu Biogas könnte mit nur 1 % der Landfläche der gesamte tansanische Elektrizitätsverbrauch gedeckt werden. Das Korn selbst solle als Nahrung dienen.[132] Interessant könnte laut dem *United Nations Development Programme* auch die bislang noch nicht genutzte energetische Verwertung von Abfällen sein, die besonders in den Städten zu einem zunehmenden Problem werden.[133]

[130] IEA (2011): Advantage Energy, Seite 9. "[…] both today's best technologies and the potential of future opportunities."
[131] United Republic of Tanzania (2013): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 90
[132] United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 48
[133] UNDP (2014): Tanzania

Neben der Verwertung von Abfällen zur Stromerzeugung ist auch die Geothermie eine gänzlich unterentwickelte Stromquelle. Im Oktober dieses Jahres wird die fünfte *African Rift Geothermal Conference* in Arusha stattfinden, die von der *African Rift Geothermal Development Facility* (ARGeo) organisiert wird. Bei dieser Konferenz wird es unter anderem um die Finanzierung von Geothermie-Projekten, den Ausbau der Geothermie-Industrie in Ländern des Ostafrikanischen Grabenbruchs sowie um Sicherheits-, Umwelt- und Sozialaspekte im Zusammenhang mit der Geothermie gehen. ARGeo wird von dem *Umweltprogramm der Vereinten Nationen* sowie der Deutschen Bundesregierung unterstützt und schätzt das Geothermie-Potenzial Tansanias auf über 650 MW.[134]

Diesbezügliche Studien werden in Tansania schon seit Mitte der 1970er Jahre durchgeführt, die ihrerseits teilweise auf die Notwendigkeit weiterer Studien in geeigneten Gebieten verweisen.[135] Hoffnung wird in zukünftige Untersuchungen des Untergrundes gesetzt, da das Potenzial ähnlich wie in Kenia auf einige Tausend Megawatt anwachsen könnte.[136] Die tansanische Regierung unterstützt diesbezügliche ausländische Investitionen, wodurch das Interesse von internationalen Unternehmen am tansanischen Energiesektor geweckt wurde. Japanische und isländische Unternehmen beispielsweise wären an der Entwicklung der Geothermie-Möglichkeiten interessiert.[137] Finanzielle Unterstützung erhält die tansanische Regierung auch von der *African Development Bank* sowie dem *Climate Investment Funds*.[138]

Dieses Interesse des privaten Sektors – also gewinnorientierten Unternehmen – lässt sich als Indikator dafür deuten, dass sich der Ausbau der Geothermie auch in Tansania als wirtschaftlich interessant erweisen wird. Erfahrungen im Nachbarland Kenia, das fünf Geothermie-Kraftwerke mit einer Leistung von insgesamt 198 MW installiert hat,

[134] UNEP-ARGEO (2014): 5th African Rift Geothermal Conference, Seite 1
[135] Mnjokava, Taramaeli T. (2010): Geothermal Exploration in Tanzania – Status Report, Seite 4
[136] Mnjokava, Taramaeli T. (23.4.2014): Persönliche Email, mnjott@yahoo.co.uk
[137] Geothermal Energy Association (2013): 2013 Geothermal Power, Seite 21
[138] AfDB (2013): Tanzania Poised to Transform National Energy Sector with Influx of Renewables

unterstützen diese These.[139] Mit dem kenianischen *Olkaria III* entstand im Jahr 2009 das erste privat finanzierte Geothermie-Kraftwerk Afrikas.[140] Die Stromgestehungskosten der Geothermie-Kraftwerke Kenias liegen zwischen 0,043 und 0,064 US-Dollar je erzeugter Kilowattstunde.[141] Ob sich in Tansania ähnliche Stromgestehungskosten ergeben können, kann letztlich nur durch den realen Betrieb eines Geothermie-Kraftwerkes gezeigt werden; die erwarteten Stromgestehungskosten künftig geplanter Kraftwerke in Tansania finden sich in Anhang 1 dieser Thesis. Generell aber sind die geologischen Gegebenheiten aufgrund des Ostafrikanischen Grabenbruches ähnlich, sodass die Geothermie neben der großen Wasserkraft als die kostengünstigste und profitabelste Art der Stromerzeugung angesehen wird.[142]

Attraktiv sind diese beiden Technologien auch daher, da sie die Grundlast abdecken können. Das bedeutet, dass sie im Gegensatz zu anderen Erneuerbaren Energien Tag und Nacht Strom liefern. Die Notwendigkeit eines Stromspeichers und damit verbundene Kosten entfallen damit. Die Geothermie ist gänzlich wetterunabhängig, bei der Wasserkraft wurde bereits die starke Anfälligkeit für Wetterereignisse angesprochen, die derzeit vor allem auf die Konzentration der Wasserkraftwerke auf zwei Flüsse zurückzuführen ist. Dennoch wird diese Technologie als ausbaufähig angesehen, mögliche zukünftige Projekte des Energieversorgers TANESCO beinhalten zwölf Wasserkraftwerke mit einer installierten Gesamtleistung von rund 3400 MW,[143] obwohl wegen der ökologischen Auswirkungen großer Wasserkraftwerke vor Ort über die Sinnhaftigkeit entschieden werden muss. Das Potenzial für Kleinwasserkraftwerke (das heißt Anlagen bis 10 MW installierter Leistung) wird auf zusätzliche 480 MW geschätzt.[144]

---

[139] BMUB (2013): Kenia: Geothermie-Kraftwerke zur Elektrifizierung ländlicher Gebiete
[140] PIDG (2014): Olkaria Geothermal Power Plant
[141] ESMAP (2012): Geothermal Handbook, Planning and Financing Power Generation, Seite 54. Siehe auch United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 130, in dem diese empirischen Werte Kenias auch für künftige Geothermie-Kraftwerke in Tansania angenommen werden.
[142] Bundesregierung (2011): Energie aus Erdwärme – praktisch unerschöpflich
[143] TANESCO (o. J.): Other prospective Projects
[144] United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 42

Neben diesen beiden grundlastfähigen Technologien wird auch die Windkraft für die Diversifikation des Energiesystems in Betracht gezogen. Bereits zum wiederholten Male wurde jedoch der Bau eines Windparks nördlich der Hauptstadt Dodoma verschoben. In diesem Windpark sollen 50 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 100 MW von einem privaten Unternehmen installiert werden. Sowohl die klimatischen als auch die geologischen Bedingungen vor Ort seien günstig, die Durchschnittsgeschwindigkeiten betrügen 8,8 Meter pro Sekunde. Aufgrund dieser hohen Windgeschwindigkeiten ließen sich mit den Windkraftanlagen jährlich 370 Gigawattstunden (GWh) Strom erzeugen.[145] Mittlerweile wird davon ausgegangen, dass ab dem Jahr 2016 mit dem kommerziellen Betrieb des Windparks begonnen werden kann.[146]

In einer von der *Chalmer University* im schwedischen Göteborg und der *University of Dar es Salaam* gemeinsam erarbeiteten Studie wurden die Windgeschwindigkeiten in Tansania und Mosambik untersucht. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass sich die jährlichen Durchschnitts-Windgeschwindigkeiten Tansanias im Bereich zwischen 1,8 und 6,6 Metern pro Sekunde bewegen.[147] Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, dass derartige Werte insbesondere für eigenständige Stromnetze nicht aussagekräftig genug sind; hier bedürfe es genauerer Messungen auf Monatsbasis, um Zeiten mit ungenügendem Windaufkommen identifizieren zu können.[148]

Zeitlich schneller zu realisieren als der Ausbau an Wind- und großer Wasserkraft sowie der Geothermie wäre dagegen die Photovoltaik. Derzeit spielt diese sonnenbasierte Technologie mit etwa 6 MW installierter Leistung in Tansania eine eher unbedeutende Rolle.[149] Das Potenzial ist in Anbetracht der jährlichen Einstrahlungswerte und Sonnenscheindauer jedoch überaus positiv zu bewerten: Der Stromverbrauch Tansanias lag im Jahr 2011 bei 4,27 Terawattstunden bzw. 4,27 Milliarden kWh.[150] Unter der Annahme

[145] Weltbank (2011): Tanzania – Singida Wind Power project, Seite 1 f. Der Power System Master Plan (2012) nennt Windgeschwindigkeiten von 10 bis 11 Metern pro Sekunde, Seite 89.
[146] United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 30
[147] Hammar, Linus (2011): Distribution of Wind and Solar Energy Resources, Seite 5
[148] Vgl. ebd.
[149] United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 45
[150] IEA (2014): Tanzania – Indicators for 2011

von jährlichen Einstrahlungswerten von etwa 2200 kWh pro Quadratmeter und einem Photovoltaik-Wirkungsgrad von 15 % ließe sich theoretisch und überschlägig mit einer Fläche von rund 13 Quadratkilometern der gesamte jährliche Stromverbrauch Tansanias decken.[151] Dies entspricht rund 0,001 % der gesamten Landfläche.

4.2.2 Ländliche Elektrifizierung

> "All I needed was a windmill, and then I could have lights. No more paraffin lamps that burnt our eyes and sent us gasping for breath. With a windmill, I could stay awake at night reading instead of going to bed at seven with the rest of Malawi."[152]
>
> WILLIAM KAMKWAMBA

Trotz dieses theoretischen Potenziales wäre ein derartiges Photovoltaik-Projekt für die Herausforderung der ländlichen Elektrifizierung wenig praktikabel. Auch tendenziell zentrale Kraftwerke wie große Wasserkraft- und Geothermie-Kraftwerke sowie Windparks sind wegen des nötigen Netzes zum Transport des Stromes nicht geeignet. Die *Rural Energy Agency* in Tansania gibt die Kosten für die Erweiterung des Stromnetzes mit 40.000 US-Dollar pro Kilometer an.[153] Private Unternehmen haben wegen der zu erwartenden, geringen Leistungsabnahme der ländlichen Bevölkerung noch keinen Anreiz, in den Ausbau zu investieren.[154] Auch die Internationale Energieagentur nennt die niedrige Bevölkerungsdichte und die damit zusammenhängenden Kosten des Netzausbaues als einen der Gründe, warum große Teile des afrikanischen Kontinentes südlich der Sahara ohne Zugang zu Elektrizität sind.[155]

Daten auf Basis der *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) aus dem Jahr 2000 verdeutlichen die im Vergleich zu Deutschland niedrige Bevölkerungsdichte. In Abbildung 8 ist die Verteilung der tansanischen Bevölkerung im Jahr 2000 dargestellt; die tabellarische Aufschlüsselung der Bevölkerungsverteilung im Jahr 2012 findet

[151] 2200 kWh/m^{2}a * 0,15 = 330 kWh/m^{2}a ; 4,27 Mrd. kWh/a : 330 kWh/m^{2}a ≈ 13 km^2
[152] Kamkwamba, William; Mealer, Bryan (2009): The Boy Who Harnessed The Wind, Seite 158 f.
[153] Heinrich Böll Stiftung (2013): Seite 63
[154] IOP Science (2011): Energy Solutions in rural Africa
[155] IEA (2002): World Energy Outlook 2002 Part II, Seite 44

sich in Anhang 2 dieser Thesis. Abgesehen von den größeren Ballungszentren mit Einwohnerdichten von über 1000 Personen pro Quadratkilometer (hier insbesondere Dar es Salaam an der Ostküste sowie das Kilimanjaro Gebiet im Nord-Osten des Landes) verteilten sich die Einwohner recht gleichmäßig auf das Land.

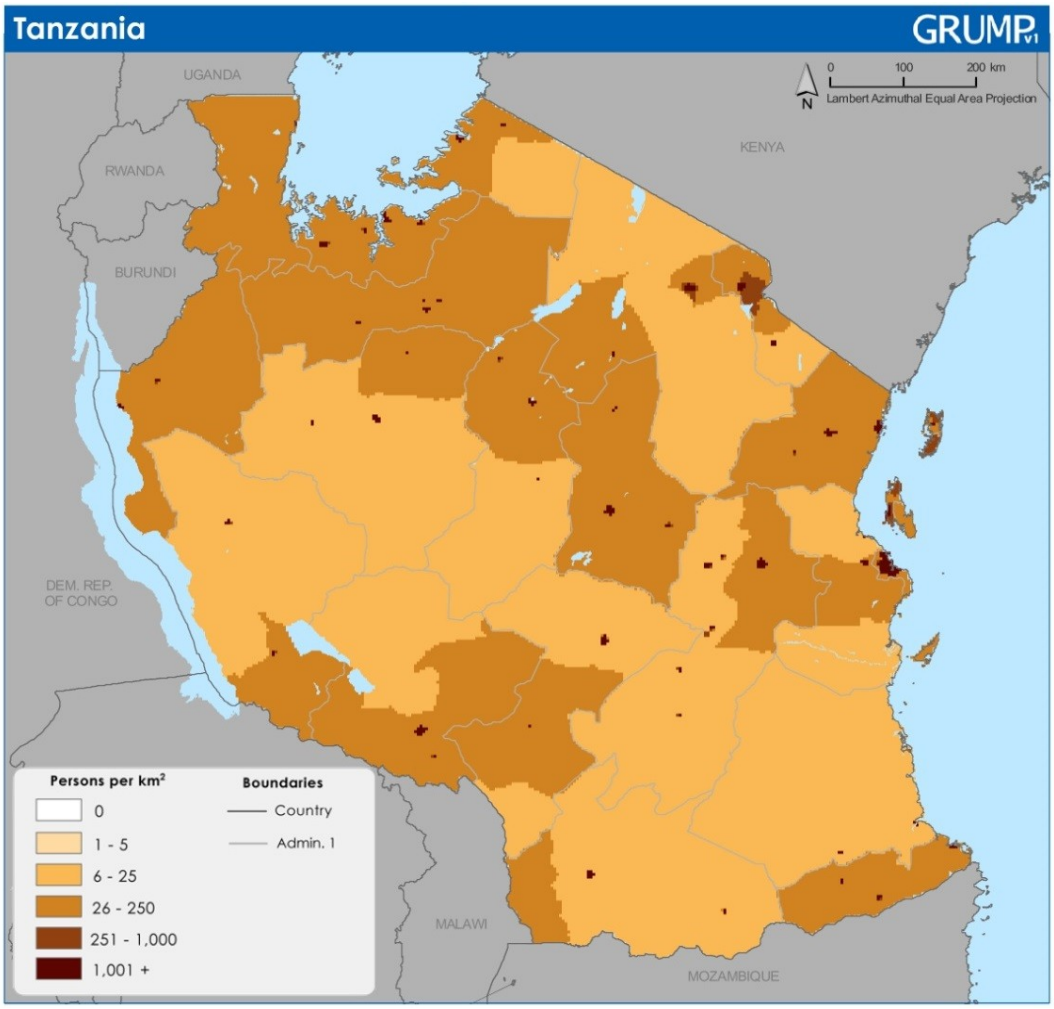

Abbildung 8: "Population Density, 2000, Tanzania"

Quelle: Nach NASA-SEDAC (2009): Maps – Population Density Grid. Das Bild wurde für diese Arbeit zugeschnitten und bearbeitet.

Die ‚klassische' Art der Stromversorgung, wie sie in den Industrieländern über Netze und Großkraftwerke funktioniert, erweist sich wegen der großen Landfläche Tansanias bei gleichzeitig geringer Bevölkerungsdichte als nicht sinnvoll. Die tansanische Regierung sieht die Erhöhung der ländlichen Elektrifizierungsrate jedoch als einen wichtigen

Faktor zur Erreichung des sozialen und ökonomischen Wohls („social and economic welfare“).[156] Nur etwa 5 % der ländlichen Bevölkerung haben nach Angaben des *National Bureau of Statistics* Zugang zu Elektrizität.[157] Die Elektrifizierungsrate der gesamten Bevölkerung soll nach den Zielen der Regierung von gegenwärtig gut 18 % auf 75 % im Jahr 2035 erhöht werden.[158] Da drei Viertel der Einwohner Tansanias in ländlichen Gebieten leben, impliziert die Realisierung dieses Ziels hauptsächlich die Elektrifizierung des ländlichen Raumes.

Als mögliche Energietechnologien in diesem Gebiet kommen neben der Photovoltaik auch Biomasse- und Kleinwasserkraftwerke in Betracht. Diese Technologien eignen sich aus mehreren Gründen: Wegen der unmittelbaren Nähe zum Verbraucher (und damit vernachlässigbaren Verteilungsverlusten) kann auf Investitionen zum Ausbau des Stromnetzes verzichtet werden. Insbesondere der Ausbau in entlegenen Gebieten mit niedriger Leistungsabnahme ist durch die hohen Kosten unrealistisch. Vor allem aber fördert eine dezentrale Energieversorgung die „stärkere Partizipation der lokalen Bevölkerung“ und unterstützt damit das sogenannte *Empowerment*.[159] Durch Nutzung erneuerbarer Technologien werden die ländlich lebenden Menschen von bisherigen Empfängern (oder von passiven, Subsistenzwirtschaft betreibenden Kleinbauern) zu Produzenten von Energie.[160] Durch das einsetzende psychologische Moment der Mitwirkungsmöglichkeit könnten die Ziele der Entwicklungsvision 2025, die in Punkt 4.3 näher beleuchtet wird, unterstützt werden.

Installiert werden könnten dezentrale Technologien in sogenannten Mini- oder Micro-Grids, also kleinen oder kleinsten Stromnetzen, die vom Hauptstromnetz des Landes unabhängig sind. Insbesondere religiöse Einrichtungen spielten schon früh eine Rolle im Bau derartiger Stromnetze. So wurde bereits im Jahr 1979 von der Katholischen Diözese in Iringa ein 140 Kilowatt Mini-Wasserkraftwerk installiert, dass neben 300

[156] Ministry of Energy and Minerals (2012): Strategic Plan 2011/12 – 2015/16, Seite 14
[157] National Bureau of Statistics, Ministry of Finance (2013): Tanzania in Figures 2012, Seite 6
[158] United Republic of Tanzania (2012): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 12
[159] Hennicke, Peter; Bodach, Susanne (2010): Seite 149
[160] Vgl ebd.

Haushalten auch 18 kleineren Unternehmen als Stromquelle diente.[161] Die Internationale Energieagentur schätzt, dass der Anteil der Mini-Grids zur Elektrifizierung des ländlichen Raumes im Jahr 2030 bei 70 % liegen wird.[162] Die Photovoltaik und kleine Wasserkraft beispielweise könnten sich in derartigen Netzen ergänzen, da Regenfälle zwar geringere Stromerträge aus der Photovoltaik bedeuten, die Erzeugung aus der Wasserkraft aber unberührt lassen oder verstärken.[163] Für weit außerhalb gelegene Verbraucher bietet sich eine Insellösung von nur einer einzelnen Anlage zur Stromversorgung an.[164]

Konkurrenz für Erneuerbare Energien besteht derzeit vor allem in der Verwendung von Dieselgeneratoren, die in Gebieten ohne Zugang zum Elektrizitätsnetz teilweise die alleinige Bezugsquelle für Strom darstellen. In Gebieten mit Zugang zum Elektrizitätsnetz kommen Dieselgeneratoren in Zeiten von Stromausfällen als Notstromquelle zum Einsatz. Die mittleren Stromgestehungskosten verschiedener Technologien in einem Mini-Grid sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Mittlere Stromgestehungskosten verschiedener Technologien in Mini-Grids[165]

Technologie zur Stromerzeugung	Diesel-generator	Kleines Wasser-kraftwerk	Biomasse-Kraftwerk	PV mit Akkumu-lator	PV + Akku und Diesel-generator
Mittlere Stromgestehungskosten [in $\frac{\mathbf{US-\$}}{\boldsymbol{kWh}}$]	0,59	0,23	0,29	0,71	0,53

[161] Heinrich Böll Stiftung (2013): Seite 64
[162] IEA (2010): World Energy Outlook 2010, Seite 249
[163] United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 47
[164] Vgl. ebd., Seite 55
[165] Nach United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 56 und Seite 133. In Frage gestellt werden muss die Berechnung insofern, als dass verschiedene Laufzeiten (n) der Anlagen angenommen wurden, weshalb Unterschiede im Annuitätenfaktor auftreten. Die Kosten für die geplanten größeren Solarkraftwerke belaufen sich entgegen der hier zu sehenden Kosten auf etwa 7 bis 12 US-Cent pro Kilowattstunde und sind damit vergleichbar mit Kohle, Gas, Wind und Biomasse, siehe Anhang 1.

Wie erkenntlich ist, weisen die kleinen Wasserkraftwerke die geringsten mittleren Stromgestehungskosten auf, Photovoltaik-Systeme mit Speicherung dagegen die höchsten. Die Preise berechnen sich auf Grundlage der derzeit vorherrschenden Kosten der verschiedenen Technologien in Tansania.[166] Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, dass die Photovoltaik das höchste Potenzial zur Kostensenkung habe: In Folge der globalen Kostendegression in der Photovoltaik-Branche könnten die Kosten für die Photovoltaik mit Akkumulator auf 0,43 $\frac{\mathrm{US}-\$}{kWh}$, die Kosten für das PV/Diesel-Hybrid System auf 0,36 $\frac{\mathrm{US}-\$}{kWh}$ fallen. Dazu wären Kosten von 1500 US-Dollar je installierten Kilowatt Peak Photovoltaik sowie eine Akkumulator-Lebensdauer von 10 Jahren nötig.[167] Um auch in der Nacht zuverlässig Strom zu liefern, könnten sich ergänzende Technologien der Erneuerbaren Energien in Betracht gezogen werden (etwa Wind und/oder Photovoltaik mit Biogas).[168] Diese Kombination wird im *Scaling-up Renewable Energy Programme* nicht untersucht.

Um Investitionen in die Photovoltaik-Technologie finanziell attraktiver zu gestalten, hat die tansanische Regierung sowohl die Mehrwertsteuer als auch die Importzölle für Hauptbestandteile von Photovoltaikanlagen aufgehoben.[169] Wegen der großen Bandbreite an verfügbaren Leistungen – beginnend bei wenigen Watt Peak, die dadurch auch für die ländliche Bevölkerung eher bezahlbar sind – und der großen Einstrahlungswerte könnte die Photovoltaik im Bereich der ländlichen Elektrifizierung eine führende Rolle übernehmen. Welche Technologien letztlich sinnvoll eingesetzt werden können, wird hauptsächlich von den Bedürfnissen der Verbraucher und den örtlichen Begebenheiten abhängig sein. Einzelne Windkraftanlagen beispielweise könnten mit geringem Platzbedarf große Mengen an Strom liefern, sind im Falle einer Störung (abhängig von der Höhe der Anlage) aber schlechter zu warten und vergleichsweise kapitalintensiv.

[166] Vgl. ebd., Seite 55. Kosten pro kW_p installierter PV: 3000 US-Dollar; Batterie-Lebensdauer: 5 Jahre
[167] Vgl. ebd.
[168] Heinrich Böll Stiftung (2013): Seite 58
[169] Vgl. ebd., Seite 45

4.2.3 Versorgung von Ballungszentren

Im Gegensatz zu den beiden vorherigen Herausforderungen stellt die Versorgung von Ballungszentren bislang noch kein dringendes Problem dar. Zukünftig wird sich diese Herausforderung jedoch verschärfen. Wie in Punkt 3.4.1 erläutert beträgt das Bevölkerungswachstum Tansanias 2,9 % pro Jahr, laut Angaben von UNICEF lag die Urbanisierungsrate[170] zwischen 1990 bis 2012 dagegen bei 4,5 % pro Jahr.[171] Die Vereinten Nationen gehen davon aus, dass sich die derzeitige Relation von städtisch zu ländlich lebender Bevölkerung künftig zugunsten der Städte verschieben wird. Demnach wird sich die derzeitig eher ländliche Problematik der Energiearmut in die „suburbanen Slums“[172] und Vorstädte verlagern, wenn im Jahr 2050 die Hälfte der 140 Millionen Menschen Tansanias in Städten leben wird.[173]

Diese Herausforderung, die die schnell wachsende Bevölkerung für den öffentlichen Sektor (Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung, etc.) mit sich bringt, bedeutet gleichzeitig auch eine Chance zur Erhöhung der Elektrifizierungsrate. Durch die höhere Bevölkerungsdichte und größere Leistungsabnahme könnte sich der Ausbau des Stromnetzes als kostengünstiger erweisen, als es in dünn besiedelten Gegenden der Fall ist. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass die tansanische Regierung die zunehmende Urbanisierung sinnvoll gestaltet und die Bildung von Slums (wie etwa Kibera in Nairobi) und die damit einhergehenden Problemen vermeidet. Mehr als 100.000 Anträge auf einen Stromzugang pro Jahr ließen ungeachtet bürokratischer Hürden bei TANESCO auf einen starken Wunsch nach Elektrizität schließen.[174] Die Internationale Energieagentur nennt die Erweiterung des Stromnetzes in der Stadt, in ländlichen Gebieten mit hoher Bevölkerung sowie Gebieten mit energieintensiven Aktivitäten als die finanziell günstigste Option der Schaffung eines Stromzuganges.[175]

---

[170] Laut UNEP (o. J.): Urbanization, bedeutet Urbanisierung „the concentration of people and activities into areas classified as urban“
[171] UNICEF (2013): Statistics
[172] Hennicke, Peter; Bodach, Susanne (2010): Seite 129
[173] United Nations (2012): World Urbanization Prospects, Seite 143
[174] GIZ; BMZ (2009): Renewable Energies in East Africa, Seite 92
[175] IEA (2011): Advantage Energy, Seite 32

Dies bedeutet, dass sich beispielsweise für Dar Es Salaam mit rund 4 Millionen Einwohnern die Geothermie und die große Wasserkraft als Lösungen zur Deckung des Stromverbrauches eignen könnten. Der Ausbau des Stromnetzes wäre aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte sowie einem anzunehmenden, höheren Durchschnitts-Einkommen der Stadtbewohner auch für private Investoren interessant. Auch wäre die bereits angesprochene energetische Nutzung von Abfall in den Ballungszentren eine Möglichkeit, sowohl die Abfallproblematik zu entschärfen als auch der Bevölkerung Zugang zu Elektrizität zu ermöglichen. Dieser Ansatz wäre hinsichtlich der Projektlaufzeiten von Großkraftwerken schneller realisierbar. Bislang wurden Versuche zur Erzeugung von Biogas mit Küchen- und Marktabfällen durchgeführt. Das entstandene Biogas wurde ausschließlich als Ersatz für die beim Kochen verwendete Holzkohle verwendet.[176] Da sich mit der zunehmenden Urbanisierung auch der Abfall proportional erhöhen wird, kann daher auch mit mehr Reststoffen zur Verwertung gerechnet werden. Weiterführende Studien zur Erzeugung von Elektrizität aus kommunalen Abfällen sind in diesem Bereich jedoch nötig.[177]

4.3 Erneuerbare Energien zum Erreichen der Entwicklungsvision

> „Protecting our planet, lifting people out of poverty, advancing economic growth – these are different aspects of the same fight."
> BAN KI-MOON[178]

Das Versorgungsnetz Tansanias könnte zukünftig also aus dem bereits bestehenden und auszubauenden Stromnetz, davon unabhängigen Mini- und Micro-Grids sowie aus kleinen Inselanlagen bestehen. Durch die so erreichte Erweiterung der Energieversorgung könnte die von der tansanischen Regierung erarbeitete *Tanzania Development Vision 2025* unterstützt werden. Bei dieser Vision handelt es sich um den maßgebenden Entwicklungsplan Tansanias, auf den sich viele der verabschiedeten politischen

[176] Vögeli, Yvonne; Lohri, Christian (2009): Renewable Energy from Kitchen Waste
[177] Kishimba, Michael (o. J.): Energy Recovery from Municipal Waste
[178] Ki-Moon, Ban (2011): Sustainable Energy for All, Seite 3

Programme explizit berufen. Der Zweck liegt in der Schaffung eines gesellschaftlichen Bewusstseins für die Erreichung der im Programm aufgeführten Ziele:

- „high quality in livelihood.
- peace, stability and unity.
- good governance.
- a well educated and learning society; and
- a competitive economy capable of producing sustainable growth and shared benefits.“[179]

In der Entwicklungsvision 2025 selbst wird darauf hingewiesen, dass Frieden, Stabilität und Sicherheit in der Gesellschaft die fundamentalen Voraussetzungen bilden, um Entwicklung zu ermöglichen.[180] Demnach aber ließe sich dieser zweite Punkt eher in die *Mittel* einstufen, die zum Erreichen der Ziele nötig sind. Selbige Überlegung gilt für das aufgeführte Ziel „good governance“, da es sich hierbei um keinen Selbstzweck, sondern um einen Mittel zum Zweck handelt.[181] Mit anderen Worten: Die gute Regierungsführung und die Eindämmung der vorherrschenden Korruption wird ein Grunderfordernis zum Erreichen der angestrebten Entwicklung sein, die nach der Entwicklungsvision 2025 idealerweise „people-centred“ sein sollte.[182] Die Ausgangsvoraussetzungen Tansanias hierfür sind vielversprechend: So wird das Land als Zentrum wirtschaftlicher und politischer Stabilität im subsaharischen Afrika bezeichnet.[183]

Um das Ziel der „high quality in livelihood“ zu erreichen, müsste zuerst eine Definition des Qualitätsbegriffes im Zusammenhang mit der Lebensgrundlage erfolgen, die in der Entwicklungsvision 2025 allerdings offen bleibt. Unter diesem Ziel werden dagegen „racial and gender“ bezogene Ungleichheiten zusammengefasst, die bis zum Jahr 2025 beseitigt werden sollen.[184] Unter der Prämisse, dass die angestrebte Zunahme der Le-

[179] United Republic of Tanzania (1999): Tanzania Development Vision 2025, Seite 14
[180] Vgl. ebd., Seite 6 f.
[181] Mallya, Ernest T. (2000): A Critical Look at Tanzania's Development Vision 2025, Seite 3
[182] United Republic of Tanzania (1999): Seite 14. Vgl. auch Seite 36 f.
[183] GIZ; BMZ (2009): Renewable Energies in East Africa, Seite 91. „center of economic and political stability in Sub-Saharan Africa“
[184] United Republic of Tanzania (1999): Tanzania Development Vision 2025, Seite 14

bensqualität mit dem Ansatz des Human Development Index erfasst werden kann, lässt sich Abbildung 9 interpretieren.

Wie in der Abbildung ersichtlich ist, rangierte Tansania im Jahr 2010 mit einem pro-Kopf Elektrizitätsverbrauch von 78 Kilowattstunden pro Jahr und einem HDI Wert von 0,47 im linken unteren Bereich der Verteilung. Die industrialisierten Staaten dagegen wiesen einen hohen pro-Kopf Verbrauch sowie hohe Werte im HDI auf. Die gestrichelte senkrechte Linie in der Abbildung dient als erdachter Schwellenwert zu Ländern mittleren Einkommens und wird bei einem pro-Kopf Stromverbrauch von 1822 Kilowattstunden pro Jahr gesetzt.

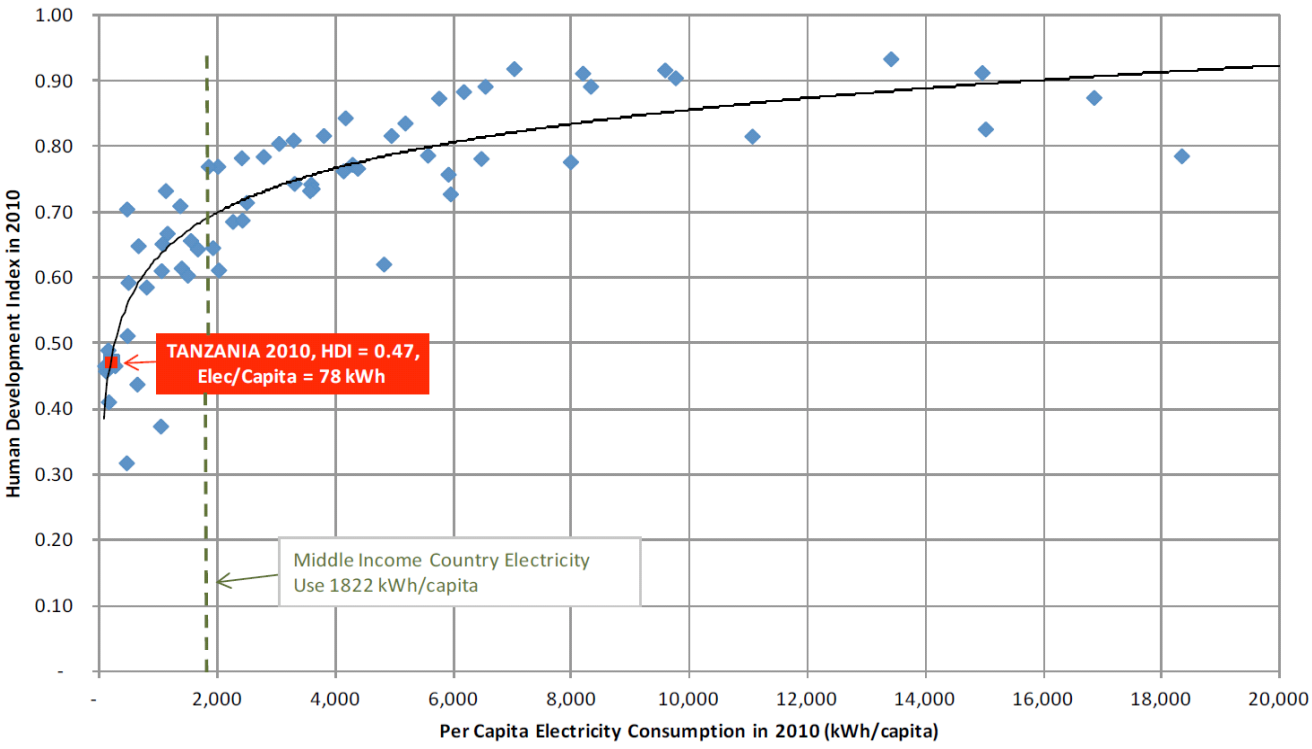

Abbildung 9: "Relationship Between Human Development Index and per Capita Electricity Consumption in 2010"

Quelle: United Republic of Tanzania (2013): Scaling-up Renewable Energy Programme, Seite 72

ALAN PASTERNAK, der sich Ende der 1990er Jahre mit der Korrelation von HDI und pro-Kopf Elektrizitätsverbrauch beschäftigte, setzt diesen Schwellenwert bei einem pro-Kopf Verbrauch von 4000 Kilowattstunden pro Jahr an. Als Grund führt PASTERNAK an, dass Länder mit einem pro-Kopf Verbrauch oberhalb dieses Schwellenwertes HDI-Werte von über 0,9 und somit ein hohes Maß an menschlicher Entwicklung implizieren. Länder unterhalb dieses Schwellenwertes dagegen weisen ausschließlich geringere HDI-Werte auf.[185] PASTERNAKS Darstellung findet sich in Anhang 3 dieser Thesis.

Gleich bleibt beiden Ansätzen jedoch das Ergebnis: Unterhalb des jeweils gewählten Schwellenwertes lassen sich durch geringe Zunahmen im Elektrizitätsverbrauch signifikante Verbesserungen im HDI feststellen („elastischer Bereich"). Zwar führen auch Zunahmen des pro-Kopf Verbrauches oberhalb dieses Wertes zu Steigerungen des HDI, jedoch fallen diese vergleichsweise gering aus („inelastischer Bereich").[186]

Diese Erkenntnis hat ebenfalls für das Ziel der „well educated and learning society" Konsequenzen: Da der Großteil der ländlichen Bevölkerung vom Zugang zu Elektrizität ausgeschlossen ist, gibt es nach Sonnenuntergang keine Möglichkeit, einkommensgenerierenden oder schulischen Aufgaben nachkommen zu können.[187] Eine Gesellschaft, der der Zugang zu Energie fehlt, kann sich damit aus eigener Kraft nicht aus der vorherrschenden Situation befreien. Der Einsatz von Kerosin- oder Petroleumlampen, Kerzen sowie Feuerholz, die häufig als einzige Lichtquelle dienen, hat sowohl negative gesundheitliche („Asthma, Husten oder Bronchitis")[188] als auch finanzielle Auswirkungen (Brennstoffkosten).

---

[185] Pasternak, Alan D. (2000): Global Energy Futures and Human Development, Seite 10

[186] Hennicke, Peter; Bodach, Susanne (2010): Seite 119. Das selbe Ergebnis zeigt sich für den Zusammenhang von pro-Kopf Verbrauch an Primärenergie und des HDI-Wertes, Vgl. UNDP (2007): Overcoming Vulnerability to Rising Oil Prices, Seite 44

[187] Borbonus, Sylvia (2012): Erneuerbare Energien in Entwicklungsländern, Seite 69

[188] Umweltbundesamt (2007): Externe Kosten kennen – Umwelt besser schützen, Seite 4.
Siehe zu Gesundheitsauswirkungen auch IEA (2002): World Energy Outlook 2002 Part II, Seite 34 ff, sowie IEA (2010): World Energy Outlook 2010, Seite 246 ff.

Fortschritte werden in diesem Bereich beispielsweise durch den Einsatz von Solarlampen in Verbindung mit energieeffizienten Leuchtdioden gemacht. Besonders in Ländern mit hoher Sonnenscheindauer können derartige, simple Technologien erhebliche Verbesserungen mit sich bringen und somit Lernfortschritte ermöglichen. Auch kann durch den Einsatz von Photovoltaik-Inselanlagen auf den Dächern von Schulen das Millenniumsentwicklungsziel der „Grundschulausbildung für alle Kinder" unterstützt werden: So ist durch den Zugang zu Strom die dauerhafte Benutzung moderner Informations- und Kommunikationsmedien erst möglich. Zudem erlaubt der Zugang zu Strom längere Unterrichtszeiten und kann Lehrkräfte an entlegenen Orten halten.[189]

Das Ziel der „competitive economy capable of producing sustainable growth and shared benefits" wird ebenfalls durch den Einsatz der Erneuerbaren Energien unterstützt: So kann der Zugang zu Elektrizität Möglichkeiten zur Einkommensgenerierung eröffnen. Im *Scaling-up Renewable Energy Programme* wird im Sinne MUHAMMAD YUNUS insbesondere auf die Verbesserung der sozio-ökonomischen Situation und der Lebensqualität der weiblichen Bevölkerung hingewiesen. Dabei kann es um die Eröffnung eines eigenen kleinen Geschäftes zum Bestreiten des Lebensunterhaltes, um bessere Bildungsmöglichkeiten oder um die erhöhte Sicherheit durch öffentliche Beleuchtung gehen.[190]

Die Realisierung der Enwicklungsvision 2025 kann durch den Einsatz Erneuerbarer Energien also unterstützt und vorangetrieben werden. Die Entwicklung und das Wachstum verschiedener Sektoren könnte durch die flächige Implementierung der Erneuerbaren Energien nachhaltig zum „benefit of all people" erfolgen, wie in der Entwicklungsvision 2025 gefordert wird.[191]

[189] BMZ (2007): Sektorkonzept – Nachhaltige Energie und Entwicklung, Seite 9
[190] United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 72
[191] United Republic of Tanzania (1999): Tanzania Development Vision 2025, Seite 9

4.4 Unabhängige Energieversorgung

Die Mobilisierung und effektive Nutzung einheimischer Ressourcen bildet die Grundlage, auf der die Realisierung der gesamten Entwicklungsvision 2025 fußt. Diese Nutzung der eigenen Kräfte gilt sowohl in natürlicher, finanzieller wie auch menschlicher Hinsicht.[192] Der Gedanke der „Self-reliance“ in allen gesellschaftlichen Bereichen wird auch durch die Absicht deutlich, dass Tansania von den Erfahrungen anderer Länder lernen und den Prozess der eigenen Entwicklung selbst bestimmen möchte.[193]

Insbesondere vor dem Hintergrund der Endlichkeit und der ungleichen Verteilung der fossilen Ressourcen auf der Welt erweist sich ein von diesen Rohstoffen abgekoppeltes Energiesystem als vorteilhaft. Die Bedeutung von Investitionen in einen auf fossilen Energien basierenden Kraftwerkspark lassen sich anhand der Konsequenzen aufzeigen, die eine derartige Politik nach sich zöge. Die in Abbildung 10 auf der nächsten Seite dargestellte Strategische Ellipse verdeutlicht diese Überlegung. Zu sehen sind die globalen Vorkommen der Erdgas- und Erdölreserven, beginnend bei einer Gigatonne (wobei 1 Gt = 1 Milliarde Tonnen). Die Reserven dieser fossilen Energieträger konzentrieren sich mit jeweils rund 70 % auf das Gebiet von Persischen Golf bis Nordwestsibirien.[194]

[192] Vgl. ebd., Seite 32
[193] Vgl. ebd., Seite 24
[194] Dirmoser, Dietmar (2007): Energiesicherheit, Seite 4

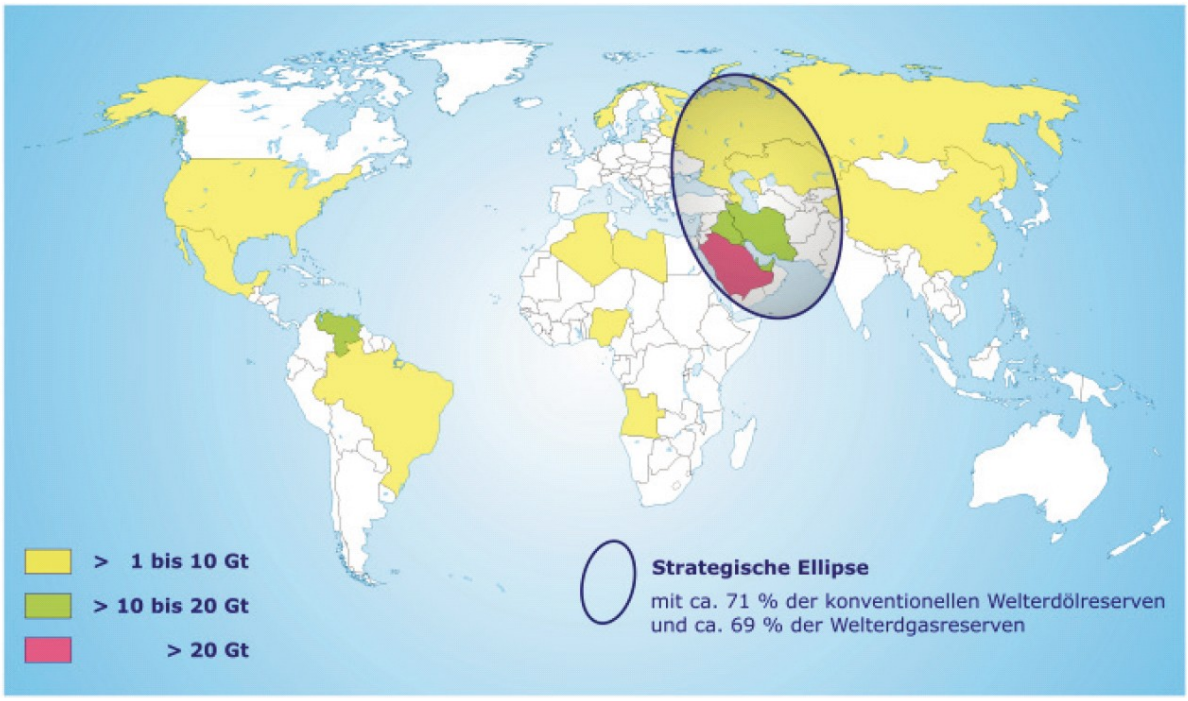

Abbildung 10: Die Strategische Ellipse

Quelle: BGR (2009): Energierohstoffe 2009, Seite 255. Für eine nach Ländern aufgeschlüsselte Verteilung der Ölreserven siehe IEA (2007): World Energy Outlook 2006, Seite 90

Aufgrund dieser regionalen Konzentration der Reserven auf nur wenige Länder der Welt ist laut Umweltbundesamt zukünftig mit vermehrten Konflikten auf allen „geographischen, politischen und gesellschaftlichen Ebenen" zu rechnen.[195] Dies gilt besonders für Länder mit einer schon heute hohen Abhängigkeit von Energieimporten. Auch zwischen Tansania und dem Nachbarland Malawi bestehen seit längerer Zeit politische Spannungen, bei denen es unter anderem um die Explorationsrechte für Erdgas und Erdöl geht. Diese Rohstoffe werden am Grund des Malawisees vermutet, weshalb über die Ziehung des Grenzbereichs zwischen den beiden Ländern Uneinigkeit herrscht.[196] Die abnehmenden Neufunde von Erdöl-Lagerstätten in den vergangenen Jahren[197] bei gleichzeitig steigender globaler Nachfrage (vgl. Abbildung 1 dieser Masterarbeit) werden die globale Situation weiter verschärfen. Ferner wird vom Umweltbundesamt darauf verwiesen, dass die relevanten Staaten, die im Besitz der Erdöl- und

[195] Umweltbundesamt (2011): Seite 21
[196] Muwamba, Emmanuel (2013): Waiting for resolutions on Lake Malawi dispute
[197] BGR (2009): Energierohstoffe 2009, Seite 254 f.

Erdgasreserven sind, nicht als „politisch stabil und gefestigt“ bezeichnet werden können.[198]

Eine auf fossiler Kraftwerkstechnik basierende Entwicklung würde daher bedeuten, dass künftig zunehmende Abhängigkeiten von den exportierenden Rohstoff-Ländern bestünden. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund typischer Laufzeiten der fossilen Kraftwerke, die im *Power System Master Plan* bei Gas mit 20, bei Kohle und Öl mit 25 Jahren angegeben werden.[199] Durch die erläuterte enge Verzahnung von Energie und Entwicklung wären Beeinträchtigungen der Entwicklung zu erwarten, sofern es zu Preiserhöhungen oder Lieferengpässen kommt. Damit aber würde die angestrebte Eigenständigkeit des Entwicklungsprozesses untergraben, da sich höhere Energiepreise negativ auf das Wachstum eines Landes auswirken. Vor allem ärmere Haushalte sehen sich durch weiter steigende Ölpreise (und damit zusammenhängend Kerosin- und Petroleumpreise) mit Schwierigkeiten konfrontiert, da sie einen in Relation zu wohlhabenden Haushalten höheren Anteil ihres Einkommens für Energie ausgeben.[200]

Sofern Tansania also die eigene Entwicklungs-Agenda bestimmen möchte, müssen langfristige externe Abhängigkeiten sowohl auf der energetischen als auch der politischen Ebene vermieden werden. Dies gilt insbesondere für geographisch wie politisch entfernte Staaten: Durch die bestehende einseitige Abhängigkeit wären die Verhandlungspositionen im Falle diplomatischer Unstimmigkeiten ungleich verteilt.

Den Erneuerbaren Energien kann gegenüber den fossilen Ressourcen dagegen eine „hohe internationale Verträglichkeit attestiert werden.“[201] Ein auf Erneuerbaren Energien basierender Kraftwerkspark würde es Tansania ermöglichen, sich von fossilen Rohstoffen unabhängiger zu machen und durch vermiedene Energieimporte langfristig freiwerdende Mittel in Bildung und Gesundheit zu investieren. Wie in Punkt 3.4.3 erläutert stiegen in der Vergangenheit die Kosten für Energieimporte: Alleine die Ausga-

[198] Umweltbundesamt (2011): Seite 21
[199] United Republic of Tanzania (2013): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 63
[200] IEA (2007): World Energy Outlook 2006, Seite 312
[201] Hennicke, Peter; Bodach, Susanne (2010): Seite 141

ben für Öl betrugen im Jahr 2012 rund 3,3 Milliarden US-Dollar. Durch die Diversifikation der Energieversorgung auf verschiedene Arten der Erneuerbaren Energien könnte die bisherige Abhängigkeit von nur einer Technologie reduziert und so der teure Zukauf von Emergency Power Producers vermieden werden.

4.5 Zwischenfazit

In den vorherigen Abschnitten wurde aufgezeigt, dass das Potenzial der Erneuerbaren Energien in Tansania dem Vielfachen des derzeitigen Energieverbrauches entspricht. Allein die Dimensionen der Photovoltaik verdeutlichen die gegebenen Möglichkeiten. Im Wasserkraftbereich ist mit einem Potenzial von insgesamt knapp 4 Gigawatt das Sechs- bis Siebenfache der derzeit installierten Leistung möglich, obwohl die Wetterabhängigkeit sowie die ökologischen Auswirkungen großer Projekte bedacht werden müssen. Die kleine Wasserkraft dagegen könnte aufgrund der niedrigen Stromgestehungskosten insbesondere in Mini-Grids zum Einsatz kommen. Im Windbereich sowie der Geothermie dagegen stehen noch weitere Untersuchungen aus.

Die Investitionen in Erneuerbare Energien bieten Tansania die Chance, Fehler der Industrieländer zu vermeiden und sich von Beginn an umweltfreundlich und damit im Sinne der Menschen zu entwickeln. Im Nachbarland Kenia ist in diesem Zusammenhang von einer „Environmental integrity“ die Rede, die sich durch Nutzung regenerativer Technologien erreichen ließe.[202] Ersichtlich wurde auch der mögliche Beitrag, den die Erneuerbaren Energien zur Verwirklichung der Entwicklungsvision 2025 leisten können: Neben einer höheren Lebensqualität können die Ziele der Bildung sowie des nachhaltigen Wachstums zum Nutzen der Bevölkerung realisiert werden. Durch den dezentralen Charakter der Erneuerbaren Energien würde vor allem die ländliche Bevölkerung und damit der Großteil Tansanias profitieren. Schon durch geringe Erhöhungen des pro-Kopf Elektrizitätsverbrauches und den damit geschaffenen Möglichkeiten

[202] Republic of Kenya – Ministry of Energy (2012): Feed-in-Tariffs Policy, Seite 6

zur Einkommensgenerierung ließen sich erhebliche Verbesserungen im Human Development Index erreichen.

Im laufenden Betrieb bedürfen die Technologien der Erneuerbaren Energien keinerlei Brennstoffe (ausgenommen Biomassekraftwerke), die von externen Ländern bezogen werden müssten. Am Beispiel des Erdöls und Erdgases wurde die zunehmende globale Abhängigkeit von wenigen exportierenden Staaten deutlich. Für Tansania besteht die Chance, sich von Beginn an weitgehend unabhängig von den preislichen Schwankungen der Rohstoffmärkte zu entwickeln und finanziell freiwerdende Ressourcen langfristig in Bildung und Gesundheit zu investieren.

5. Barrieren der Erneuerbaren Energien

Diesen Chancen stehen ebenso Faktoren gegenüber, die die Etablierung der Erneuerbaren Energien erschweren. Die fehlende Wettbewerbsfähigkeit ist dabei der „wohl heute härteste Einwand“ gegen die Erneuerbaren Energien.[203] Die teilweise fehlende Grundlastfähigkeit und die damit zusammenhängende Notwendigkeit des intelligenten Lastmanagements werden ebenfalls häufig als Argument genannt. Doch auch über diese wirtschaftlichen und technischen Argumente hinaus gibt es hemmende Faktoren: Die vorherrschenden Wissensdefizite durch teils unzulängliche Bildung können als das Fundament vieler anderer Barrieren betrachtet werden, so etwa der fehlenden rechtlichen Rahmenbedingungen wie auch des Fachkräftemangels in der tansanischen Wirtschaft. Die Ausbaupläne der Regierung sowie technische Schwierigkeiten der regenerativen Technologien bereiten der Etablierung ebenso Probleme. Im Folgenden sollen verschiedene Probleme bei der Etablierung Erneuerbarer Energien erläutert werden. Ein Zwischenfazit fasst die dargelegten Barrieren abschließend dann kurz zusammen.

[203] Hennicke, Peter; Bodach, Susanne (2010): Seite 143

5.1 Informations- und Bewusstseinsdefizite

Als erste Barriere stehen der Implementierung der Erneuerbaren Energien die vorherrschenden Informations- und Bewusstseinsdefizite gegenüber. Ohne das Wissen hinsichtlich der Investitions- und Stromgestehungskosten, der Funktionsweise sowie der Vor- und Nachteile der Erneuerbaren Energien werden keine fundierten Entscheidungen gefällt werden können. Diese Defizite gelten ebenso für die fossile Kraftwerkstechnik: Durch die bis heute bestehenden Unsicherheiten bei der „Identifizierung, Quantifizierung und Monetarisierung von Externalitäten“[204] werden die wirklichen Kosten der Energie nicht im Strompreis abgebildet. Diese fehlende Internalisierung suggeriert einen vermeintlichen Preisvorteil der fossilen Energieträger.

Fehlendes Wissen um energiewirtschaftliche Zusammenhänge ist vor allem bei Politikern und Entscheidungsträgern von Belang, da hier die Grundlagen für den weiteren Ausbau des Energiesystems gelegt werden. Dass das fossile Energiesystem mit zunehmenden Schwierigkeiten wie knapper werdenden Rohstoffen zu kämpfen haben wird, rechtfertigt jedoch nicht automatisch den Umkehrschluss, dass die Erneuerbaren Energien problemlos den steigenden Energieverbrauch Tansanias abdecken können.[205] Aus diesem Grunde sind verlässliche Informationen essenziell: Insbesondere praktische Erfahrungen wie im Nachbarland Kenia mit der Geothermie können als greifbare Belege der ökonomischen und technischen Machbarkeit eines Projekts der Erneuerbaren Energien dienen.

Da die tansanische Regierung die Marktliberalisierung vorantreibt und vermehrt den privaten Sektor in den Ausbau des Energiesystems einbeziehen will, muss insbesondere diesen privaten Investoren der Zugang zu Informationen ermöglicht werden.[206] Gewinnorientierte Unternehmen werden sich ohne geeignete Entscheidungsgrundlage und rechtliche Sicherheit nicht in den Markt einbringen. Und ohne den privaten Sektor

[204] Lachmann, Werner (1997): Entwicklungspolitik, Seite 355
[205] Hennicke, Peter; Bodach, Susanne (2010): Seite 145
[206] United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 50

wird insbesondere die Elektrifizierung des ländlichen Raumes nicht möglich sein.[207] Selbige Überlegung gilt für Banken und Kreditinstitute, die ihre Gelder nur unter günstigen Voraussetzungen vergeben und eine möglichst hohe Planungssicherheit benötigen. Wie in Punkt 5.3 aufgezeigt werden wird, sind zum Beispiel die Risiken im Falle der Geothermie vor dem eigentlichen Baubeginn des Kraftwerkes am höchsten. Dass es bei verschiedenen Technologien noch an Potenzialstudien fehlt, die die ökonomische Machbarkeit eines Projektes belegen können, spiegelt auch das fehlende Bewusstsein um die Erneuerbaren Energien wider.

Um das Thema Energie im Bewusstsein der Bevölkerung zu verankern, kommt der in den Millenniumsentwicklungszielen geforderten „Grundschulbildung für alle“ eine entscheidende Bedeutung zu: Das bisherige Wissensdefizit ist zum einen darauf zurückzuführen, dass für große Bevölkerungsteile kein Zugang zu moderner Energie besteht und demzufolge auch kein Bewusstsein vorhanden sein kann, zum anderen aber auch auf die tendenziell kurze Schuldbildung der ländlich lebenden Menschen. Die Schaffung dieses energetischen Bewusstseins sowie des Stromzuganges für diese Bevölkerungsteile Tansanias könnten helfen, den ländlichen Raum durch energetische Dienstleistungen attraktiver zu gestalten und so die zunehmende Urbanisierung zu bremsen.

5.2 Fehlende rechtliche Rahmenbedingungen

Ohne ein energetisches Bewusstsein der Entscheidungsträger werden sich keine rechtlichen Rahmenbedingungen erwirken lassen. Diese Rahmenbedingungen wiederum sind die Grundlage, um die Attraktivität eines Marktes zu erhöhen und Planungssicherheit für die privaten Investoren zu schaffen. So wird im *Scaling-up Renewable Energy Programme* die bisher begrenzte Rolle der Erneuerbaren Energien bei den Ausbauplänen der Regierung als ein Hindernis der Etablierung regenerativer Technologien genannt.[208] In der Entwicklungsvision 2025 wird die Politik als ein träger Apparat be-

[207] Stockholm Environment Institute (2012): Sustainable Energy Markets in Tanzania, Seite 7
[208] United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 49

schrieben, der auf sich verändernde Marktbedingungen nur langsam reagiere. Die Ursache dieser Schwerfälligkeit wird fehlenden Kapazitäten in der Strategieplanung zugeschrieben: Dadurch könnten sich ändernde Bedingungen nicht antizipiert und somit auch nicht effektiv darauf reagiert werden.[209]

Bei einer Arbeitstagung über die künftige Gesetzgebung für die Geothermie kritisierte der stellvertretende Präsident des *Ministry for Energy and Minerals*, dass bislang noch keine Rechtssicherheit herrsche. An der Geothermie interessierte Unternehmen hätten in der Vergangenheit notgedrungen über den *Mining Act* des Landes lizenziert werden müssen.[210] In diesem Gesetz geht es jedoch ausschließlich um bergbaurechtliche Angelegenheiten, was beispielsweise die Exklusivitätsrechte von Mineralstoffen oder Edelsteinen betrifft.[211] Einer Studie des *Stockholm Environment Institute* zufolge könnte der generelle Mangel und die dadurch verursachte Unklarheit in den Programmen Tansanias ein Grund sein, warum die finale Realisierung vieler geplanter Projekte verhindert würde. Akteure des privaten Sektors müssten sich sicher sein, die „Spielregeln" des Systems zu kennen.[212]

Aufgrund der fehlenden finanziellen (sowie nach der Entwicklungsvision 2025 ebenso begrenzten humanen) Ressourcen des öffentlichen Sektors wird die Rolle der Regierung vorrangig in der Schaffung einer geeigneten, das heißt privaten Investitionen förderlichen Gesetzgebung gesehen.[213] Auch die Internationale Energieagentur nennt die Existenz politischer Programme als den wichtigsten Faktor, um einen Markt für regenerative Technologien zu schaffen und so den privaten Sektor zu involvieren.[214] Die Abwesenheit derartiger Gesetze bedeutet im Umkehrschluss wiederum eine erhebliche Barriere für die Etablierung der Erneuerbaren Energien. Dass rechtliche Rahmenbedingungen und Anreize den Ausbau erheblich beschleunigen können, wurde in der

[209] United Republic of Tanzania (1999): Tanzania Development Vision 2025, Seite 20
[210] Richter, LX (2013): Tanzania receives support by AfDB for geothermal roadmap
[211] United Republic of Tanzania (2010): The Mining Act 2010, Seite 1
[212] Stockholm Environment Institute (2012): Seite 14. In der Tanzania Development Vision 2025, Seite 19, ist vom „ineffective implementation syndrome" die Rede, das die Entwicklung behindere.
[213] Borbonus, Sylvia (2012): Seite 60. Siehe auch Tanzania Development Vision 2025 (1999): Seite 34
[214] International Energy Agency (2010): World Energy Outlook 2010, Seite 279

Vergangenheit beispielsweise durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in Deutschland ersichtlich.

5.3 Finanzierungsmodelle und Wirtschaftlichkeit

Das EEG wurde aufgrund des erreichten Ausbauerfolges der Erneuerbaren Energien weltweit von zahlreichen Ländern adaptiert und die Struktur des Gesetzes an deren Energiesituation angepasst.[215] Diese Art der Förderung lässt sich in Tansania bislang nicht verwirklichen, da sich das EEG auf einen Umwälzmechanismus stützt, der von der relativ wohlhabenden deutschen Bevölkerung finanziert wird. Weiter ist für die Einspeisevergütung auf Basis des EEG ein flächiges Stromnetz nötig, damit der erzeugte Strom eingespeist und bilanziell verrechnet werden kann. Der bisherige Einspeisetarif Tansanias dagegen ist ein erster Schritt, um die Attraktivität der Erneuerbaren Energien zu steigern und in den tansanischen Markt einzuführen. Ein solcher Tarif der Kostenvermeidung eignet sich generell für Entwicklungsländer, da dieses System weder TANESCO noch der tansanischen Bevölkerung Mehrkosten in Form einer Umlage auf den Strompreis verursacht.[216]

Der Einspeisetarif differenziert anders als das EEG jedoch nicht bezüglich der unterschiedlichen Investitions- oder Stromgestehungskosten und behandelt damit alle regenerativen Technologien identisch. Dadurch bedingt wird die Etablierung eines energetisch diversifizierten Kraftwerksparkes erschwert, da aufgrund der niedrigen Stromgestehungskosten vorrangig kleine Wasserkraft- und Biomassekraftwerke installiert wurden (siehe Tabelle 2).[217] Auch gestaltet sich der Ausbau der Erneuerbaren Energien mit diesem System als recht langwierig. Will Tansania in der angestrebten Diversifikation des Kraftwerksparks auf Basis der Erneuerbaren Energien schneller voranschreiten, wird es einen Einspeisetarif brauchen, der nicht auf der Kostenvermeidung, sondern

[215] Fell, Hans-Josef (2014): EEG abschaffen? Innovationen fallen nicht aus heiterem Himmel
[216] Vgl. Weischer, Lutz (2012): Seite 2
[217] Vgl. Heinrich Böll Stiftung (2013): Seite 64 f.

auf den jeweiligen Kosten der Technologie basiert.[218] Damit gliche ein solcher Tarif dem deutschen EEG, was wegen der dazu nötigen Finanzierungsstruktur bei den gleichzeitig begrenzten finanziellen Ressourcen Tansanias wiederum internationale Hilfen zur Implementierung bedürfte.[219]

Auch im Bereich der regenerativen Großprojekte wie im Falle von Windparks oder der Geothermie wird Tansania auf finanzielle Unterstützung angewiesen sein. In der Vergangenheit wurde das Erreichen der Netzparität, wenn also die Erneuerbaren Energien gleiche oder geringere Stromkosten aufweisen als die fossilen Technologien, als der marktwirtschaftliche Durchbruch erachtet. Ab diesem Zeitpunkt, so die Annahme, würden sich die regenerativen Technologien im Markt etablieren und sukzessive die fossile Kraftwerkstechnik ersetzen. Dieser Effekt trat trotz teilweise erreichter Netzparität bislang nicht in den vorhergesagten Größenordnungen auf.[220] Durch die Internalisierung der externen Effekte würden die Stromgestehungskosten der fossilen und nuklearen Kraftwerkstechnik zwar steigen. So würden sich beispielsweise die Kosten aus Braun- und Steinkohlekraftwerken in Deutschland durch Einbeziehung der Umweltbelastung auf etwa 15 Eurocent pro Kilowattstunde Strom erhöhen und damit rund 10 Cent höher liegen als heute.[221]

Demnach ließe sich durch Bildung eines internalisierten Strompreises die Netzparität der Erneuerbaren Energien gegenüber der fossilen Kraftwerkstechnik schneller herstellen.[222] Jedoch bliebe selbst durch die so erreichte höhere Wettbewerbsfähigkeit die Schwierigkeit der Anfangsinvestition. Diese Problematik stellt sich insbesondere in ländlichen Gebieten Tansanias, in denen die Bevölkerung über tendenziell weniger finanzielle Ressourcen verfügt und die Finanzierung dadurch schwierig zu gewährleisten ist.[223]

[218] Vgl. Weischer, Lutz (2012): Seite 5
[219] Vgl. ebd.
[220] IEA-RETD (2012): Renewable Energies für Remote Areas and Islands, Seite 27
[221] Küchler, Swantje et al. (2012): Was Strom wirklich kostet, Seite 11 f.
[222] Hennicke, Peter; Bodach, Susanne (2010): Seite 13
[223] IEA-RETD (2012): Seite 28

Für die bislang zögerliche Entwicklung der Erneuerbaren Energien in Entwicklungsländern können folglich nicht alleine die Stromgestehungskosten verschiedener Technologien betrachtet werden. Vielmehr stellt sich für die tansanische Regierung auf Ebene von Großprojekten die Schwierigkeit, die nötigen Investitionen für regenerative Technologien aufzubringen. Aufgrund der hohen Kapitalintensität und dem damit verbundenen Fluss finanzieller Mittel ist der Energiesektor „in vielen Unterbereichen" zudem für Korruption anfällig.[224] Verlorene Mittel wiederum könnten sich nachteilig auf das Vertrauen der Geber auswirken oder schon vorher von Investitionen abhalten. Hier wird deutlich, warum die in der Entwicklungsvision 2025 genannte „good governance" eher eine unbedingte Voraussetzung als zu erreichendes Ziel der Entwicklung sein sollte.

In mittelbaren Zusammenhang mit diesen Anfangsinvestitionen bestehen für Kapitalgeber und Entwickler Risiken, durch die sich die Finanzierung von Energieprojekten erschweren kann. Am Beispiel des Projektablaufs eines Geothermie-Kraftwerkes wird diese Überlegung deutlich: Abbildung 11 auf der nächsten Seite zeigt den typischen Prozess eines Geothermie-Projektes, beginnend mit den nötigen Vorstudien bis hin zu Wartung und Betrieb des bestehenden Kraftwerkes. Auf der linken Achse ist das Risiko in Abhängigkeit der jeweiligen Projektphase abgetragen, auf der rechten Achse die Gesamtkosten des Projektes. Unter der „Bankability" auf der unteren Achse ist die Finanzierbarkeit zu verstehen: Diese erhöht sich mit jeder weiteren erfolgreich abgeschlossenen Projektphase durch die Abnahme des Risikos.[225]

[224] Hennicke, Peter; Bodach, Susanne (2010): Seite 176
[225] ESMAP (2012): Geothermal Handbook, Planning and Financing Power Generation, Seite 81

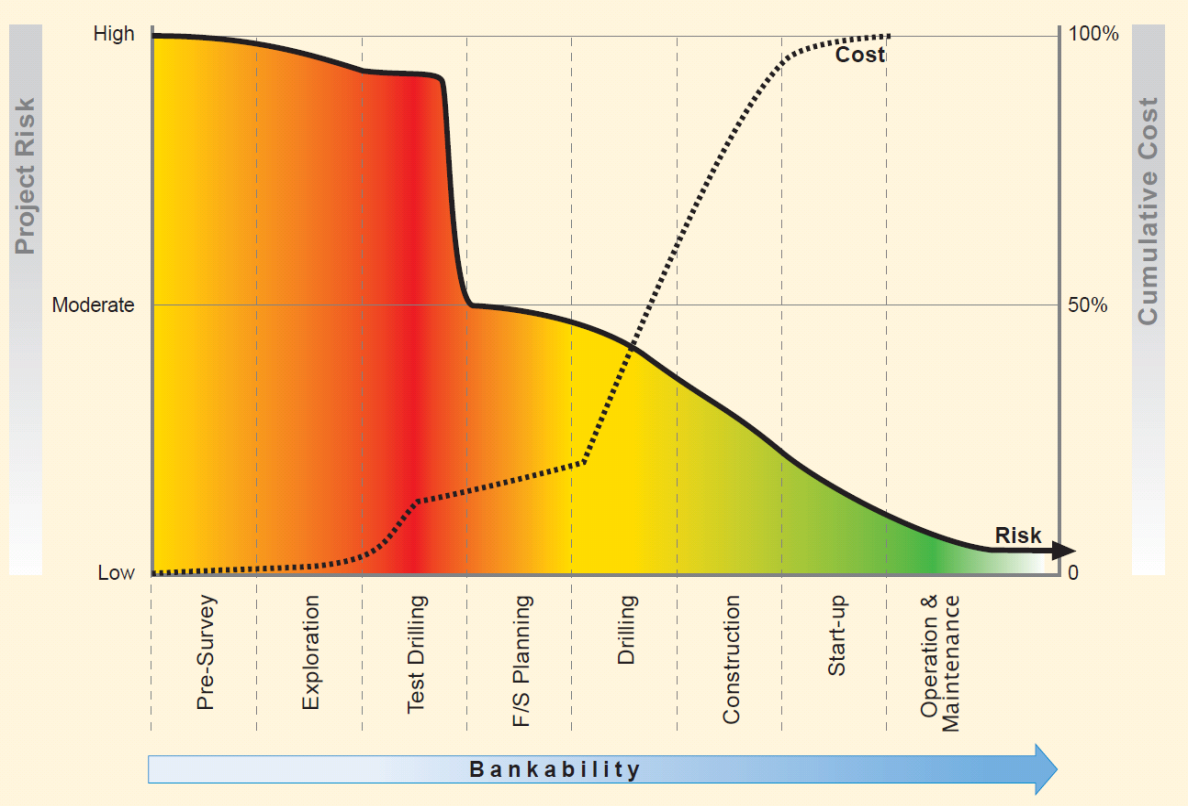

Abbildung 11: "Geothermal Project Risk and Cumulative Investment Cost"

Quelle: ESMAP (2012): Geothermal Handbook, Planning and Financing Power Generation, Seite 81. Nach Republic of Kenya (2014): National Energy Policy, Seite 51, erfolgt noch vor der Testbohrung die Machbarkeitstudie (hier F/S = Feasibility Study).

Das größte Risiko bei der Geothermie stellen demnach die ersten drei Phasen dar, in denen es um Vorstudien, die Untergrund-Untersuchung sowie um Testbohrungen geht. Diese Risikoverteilung ist vor allem darauf zurückzuführen, dass trotz durchgeführter Untersuchungen bis zu einer ersten Testbohrung nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, ob der Standort für ein Kraftwerk geeignet ist oder nicht. Da die Testbohrung selbst bis zu 15 % der Gesamtkosten ausmachen kann – bei weiterhin bestehender Unklarheit über die finale Realisierung des Projektes – besteht ein hohes finanzielles Risiko.[226] Die Kosten steigen nach Abschluss dieser Testbohrung und der auf dieser Grundlage entstandenen Machbarkeitsstudie vor allem ab der eigentlichen Bohrung.

[226] Vgl. ebd., Seite 16. Nach United Republic of Tanzania (2013): SREP, können sich die Kosten von Exploration bis zur Testbohrung auf 20 bis 25 % der Gesamtkosten belaufen, Seite 98.

Aufgrund dieses Risikos bei gleichzeitig hoher Kapitalintensität sei die Akquise von Fremdkapital durch Banken und Kreditinstitute generell „not an easy task".[227] Im Zusammenhang mit den in 5.1 genannten Wissensdefiziten und fehlender Erfahrung der Banken im Bereich regenerativer Technologien sind hohe Zinsen, kurze Tilgungszeiträume sowie hohe Forderungen an die Eigenkapitalquote die Folge.[228] Die Finanzierung bleibe trotz eines sich abzeichnenden Umdenkens im Bankensektor die bedeutsamste Barriere für den Erfolg.[229]

5.4 Mangel an Fachpersonal

Ein weiteres Problem, das den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Tansania erschwert, ist das Defizit an qualifizierten Arbeitskräften. Dieser Mangel zieht sich durch die gesamte tansanische Wirtschaft (Tourismus, Landwirtschaft, Gesundheits- und Energiesektor)[230] und hängt mit der eingangs genannten Problematik der unzulänglichen Bildung im Allgemeinen sowie der Bildung im energetischen Bereich im Speziellen zusammen. Auf die fehlenden politischen Kapazitäten zur Strategieplanung wurde bereits in Punkt 5.2 hingewiesen. Im *Scaling-up Renewable Energy Programme* wird fehlende Fachexpertise sowohl in der Erstellung von Machbarkeitsstudien, in der Planung sowie dem Bau von Kraftwerken genannt. Darüber hinaus sei qualifiziertes Personal nur schwierig zur Arbeit in entlegenen Regionen zu bewegen.[231] Insbesondere diese Gebiete werden aufgrund der Bevölkerungsverteilung Tansanias jedoch entscheidende Auswirkungen auf die tatsächliche Realisierbarkeit der Entwicklungsvision 2025 nehmen.

Nach einer Studie des *International Growth Centre* wird die Transformation in eine industriell geprägte Wirtschaft eine nie dagewesene Migration „out of the rural-

[227] Vgl. ebd., Seite 82
[228] Vgl. Weischer, Lutz (2012): Seite 4
[229] Vgl. ebd.
[230] United Republic of Tanzania, European Community (2007): Country Strategy Paper and National Indicative Programme, Seite 18 ff.
[231] United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 50

agricultural sector towards more productive manufacturing and service sectors“ nach sich ziehen.[232] In Tansania bestehe neben einem generellen Mangel hauptsächlich ein Defizit an hochqualifizierten Fachkräften: Um die Entwicklung zu einem Land mittleren Einkommens verwirklichen zu können, seien hohe Investitionen speziell in die „tertiary education“ notwendig.[233] Die Weltbank fasst unter diesem Begriff die Ausbildung durch Universitäten, Fach- und Volkshochschulen, Kompetenzzentren oder via Fernstudium zusammen.[234] Der Anteil der hochqualifizierten Fachkräfte müsse sich zur Verwirklichung der Entwicklungsvisionsziele von den derzeitigen 3 % auf 12 % vervierfachen. Diese Diskrepanz zwischen dem heutigem und dem künftig notwendigen Anteil dieser Arbeitnehmer zeige die vorherrschende Qualifizierungslücke.[235]

Damit Tansania auf langfristige Sicht die strategische Planung, den Bau sowie die Wartung von Kraftwerken sicherstellen kann, wird es der Fachexpertise aus dem eigenen Land bedürfen. Die so erreichte Selbstständigkeit (oder Self-Reliance) und Unabhängigkeit von ausländischer Hilfe wiederum gewährleistet den Vorzug einer selbstbestimmten Entwicklung. Vor dem Hintergrund von derzeit nur acht ausgebildeten Experten, die im Bereich der Geothermie zur Verfügung stehen, wird die derzeitige Abhängigkeit von ausländischen Experten zum Ausbau regenerativer Technologien deutlich.[236]

5.5 Ausbaupläne der Regierung

Da sich der Mangel an Fachpersonal durch die gesamte tansanische Wirtschaft erstreckt, besteht diese externe Abhängigkeit nicht nur im Bereich der Erneuerbaren Energien, sondern ebenfalls bei der fossilen Kraftwerkstechnik. Angesichts der derzeitigen Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen plant die tansanische Regierung neben

[232] International Growth Centre (2012): Attaining Middle Income Status – Tanzania, Seite 22
[233] Vgl. ebd., Seite 4
[234] Weltbank (2013): Tertiary Education (Higher Education)
[235] International Growth Centre (2012): Seite 23
[236] AfDB (2013): Tanzania’s Geothermal Roadmap to Tap Renewable Energy Resources with AfDB Support

der Diversifikation des Kraftwerksparks, die Exploration heimischer Energieträger voranzutreiben: Derzeit stünden elf Befunde über Erdgas-Lagerstätten fest, von denen Erdgas bei zweien wirtschaftlich gefördert werden könne. Die anderen Lagerstätten würden noch Studien zur wirtschaftlichen Machbarkeit unterzogen.[237] Erdgas wird als kostengünstiger und einheimischer Energieträger betrachtet, der relativ wenige negative Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft habe.[238]

Im südlichen Teil Tansanias rund um das Gebiet des Malawisees seien darüber hinaus lokale Kohlereserven nachgewiesen, die sich auf knapp 500 Megatonnen belaufen. Mit diesen Reserven könnten die geplanten 13 Kohlekraftwerke des Landes statisch betrachtet etwa 50 Jahre lang betrieben werden.[239] Kohle wird wie Erdgas als kostengünstiger und einheimischer Brennstoff beschrieben, der zudem in der Grundlast betrieben werden könne. Jedoch hätten Kohlekraftwerke erhebliche negative Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft.[240]

Auch zukünftig rechnet die tansanische Regierung mit weiteren Funden an Erdgas- und Kohlelagerstätten.[241] Aufgrund dieser Bestände an heimischen Rohstoffen werden laut TANESCO zukünftige Erzeugungskapazitäten zum größten Teil von Kohle- und Gaskraftwerken dominiert sein.[242] In der folgenden Abbildung 12 sind die Ausbaupläne zur Diversifizierung des Energiesystems im Zeitraum 2013 bis 2035 veranschaulicht, die diese Aussage TANESCOs belegen. Aus der Abbildung geht hervor, dass insbesondere der Kohlekraft eine zunehmend wichtigere Rolle in der künftigen Stromerzeugung Tansanias zukommt. Unter dem Begriff „Other“ werden die Erzeugung aus Öl-, Diesel- und

[237] United Republic of Tanzania (2013): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 72
[238] Vgl. ebd., Seite 61
[239] Vgl. ebd., Seite 72, wobei 1 Megatonne gleich 1.000.000 Tonnen entspricht.
Auf der Homepage des Ministry of Energy and Minerals (2014): Energy Sector, wird von 1.200 Millionen Tonnen an Kohlereserven ausgegangen, wovon 304 Millionen Tonnen nachgewiesen sind.
[240] Vgl. ebd., Seite 61
[241] Vgl. ebd., Seite 74
[242] TANESCO (2013): Generation

Biomassekraftwerken sowie die geplanten Energieimporte aus den Nachbarländern zusammengefasst.[243]

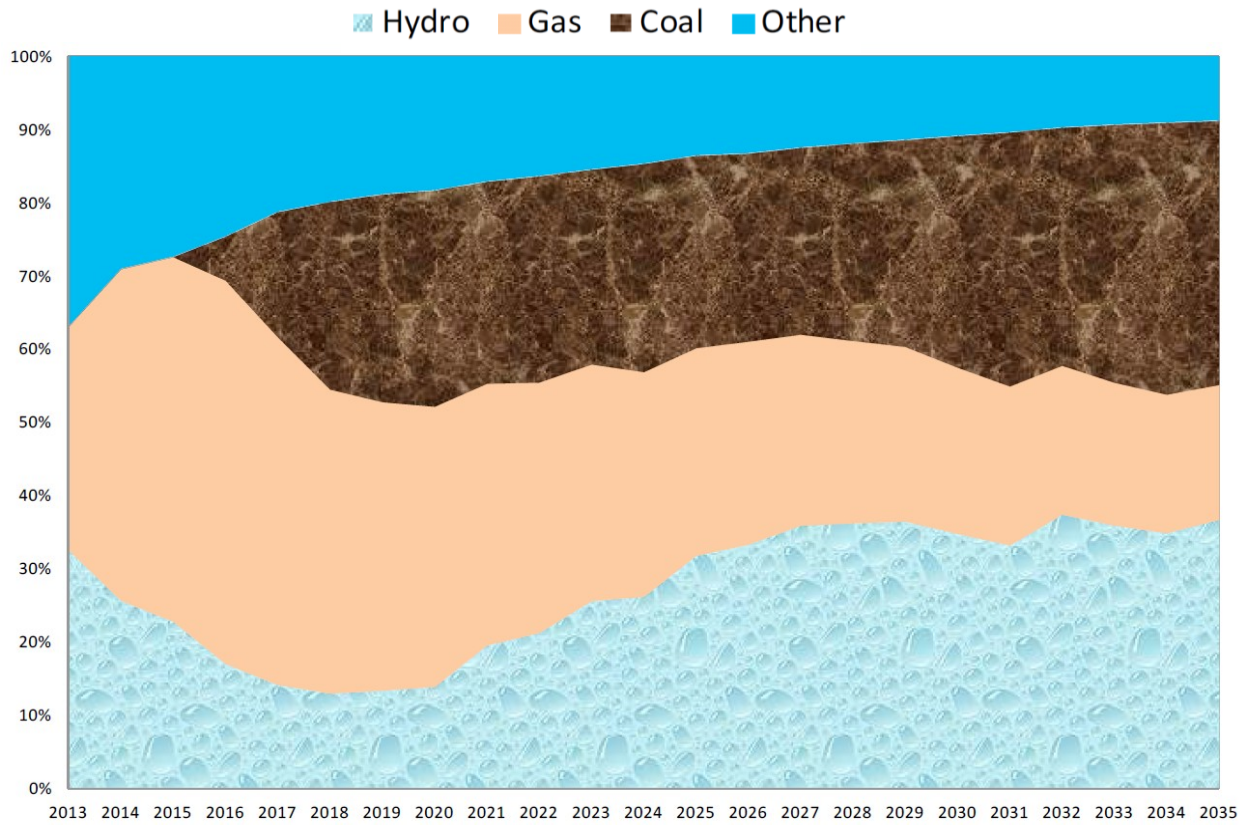

Abbildung 12: "Change in Share of Generation"

Quelle: United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 29

Die Gesamtleistung an Kohlekraft, die bis zum Jahr 2035 zugebaut werden soll, beläuft sich auf 3800 Megawatt. Zusätzlich könnten Gaskraftwerke mit einer Leistung von gut 2200 Megawatt installiert werden.[244] Eine genaue Aufstellung der geplanten fossilen Kraftwerke findet sich in Anhang 4 dieser Arbeit. Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, dass im *Power System Master Plan* ein etwaiger Zubau an Erneuerbaren Energien, der aus dem *Scaling-up Renewable Energy Programme* resultieren könnte, nicht

[243] United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 28
[244] United Republic of Tanzania (2013): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 70

berücksichtigt wird.[245] Die geplanten Kapazitäten der regenerativen Technologien fallen entsprechend geringer aus: Einzig für die große Wasserkraft liegen die Pläne bis zum Jahr 2035 bei gut 3300 Megawatt. Für die restlichen regenerativen Technologien bestünde in Tansania gegenwärtig ein Potenzial von 260 Megawatt.[246] Diese Leistung soll bis zum Jahr 2016 in das Stromnetz integriert werden.[247] Tabelle 3 zeigt die Aufteilung der Leistung, die an neuen Erneuerbaren Energien zugebaut werden soll.

Tabelle 3: Übersicht über geplante regenerative Kraftwerke

Name des Kraftwerkes	Geplante Leistung [in MW]	Art
Mufindi	30	Biomasse
Sao Hill	10	Biomasse
Solar I	60	Photovoltaik
Solar II	60	Photovoltaik
Wind I	50	Wind
Wind II	50	Wind
Gesamt	**260**	

Nach den in Abschnitt 4 dargelegten Chancen wird deutlich, dass das gegenwärtige Potenzial der Erneuerbaren Energien mit 260 Megawatt zu pessimistisch angegeben wird. Insbesondere das Potenzial der Photovoltaik ist in Anbetracht der jährlichen Sonneneinstrahlung von rund 2200 $\frac{kWh}{m^2 a}$ kritisch zu betrachten. Die Geothermie findet in den Ausbauplänen keinerlei Berücksichtigung, da bislang ungenügende Informationen über die Potenziale der Technologie herrschen. Auch hier werden die Konsequenzen vorherrschender Informationsdefizite für die Schaffung rechtlicher Rahmenbedingungen deutlich. In der nächsten Aktualisierung des *Power System*

[245] United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 29
[246] Vgl. ebd., Seite 71: „Currently, there are potential sources with capacity of generating 260MW in the country."
[247] Vgl. United Republic of Tanzania (2013): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 107 f.

Master Plan dagegen könnte die Geothermie unter der Voraussetzung von erfolgreich abgeschlossenen Studien mit einer Leistung von bis zu 100 Megawatt berücksichtigt werden.[248]

Der empfohlene Ausbau des Energiesystems bis zum Jahr 2035 beträgt in der Summe von fossilen und erneuerbaren Technologien insgesamt knapp 9 Gigawatt. Von dieser Gesamtleistung entfallen etwa 4,8 Gigawatt auf fossile Kraftwerke, davon 3,8 Gigawatt Kohlekraft und knapp 1 Gigawatt Gaskraft. Rund 3,6 Gigawatt machen die Erneuerbaren Energien aus. Weiter soll Energie aus Kraftwerken der Nachbarländer mit einer Leistung von 250 Megawatt importiert werden.[249] Das folgende Kreisdiagramm zeigt die Aufteilung des geplanten Energiesystems im Jahr 2035 in Megawatt.

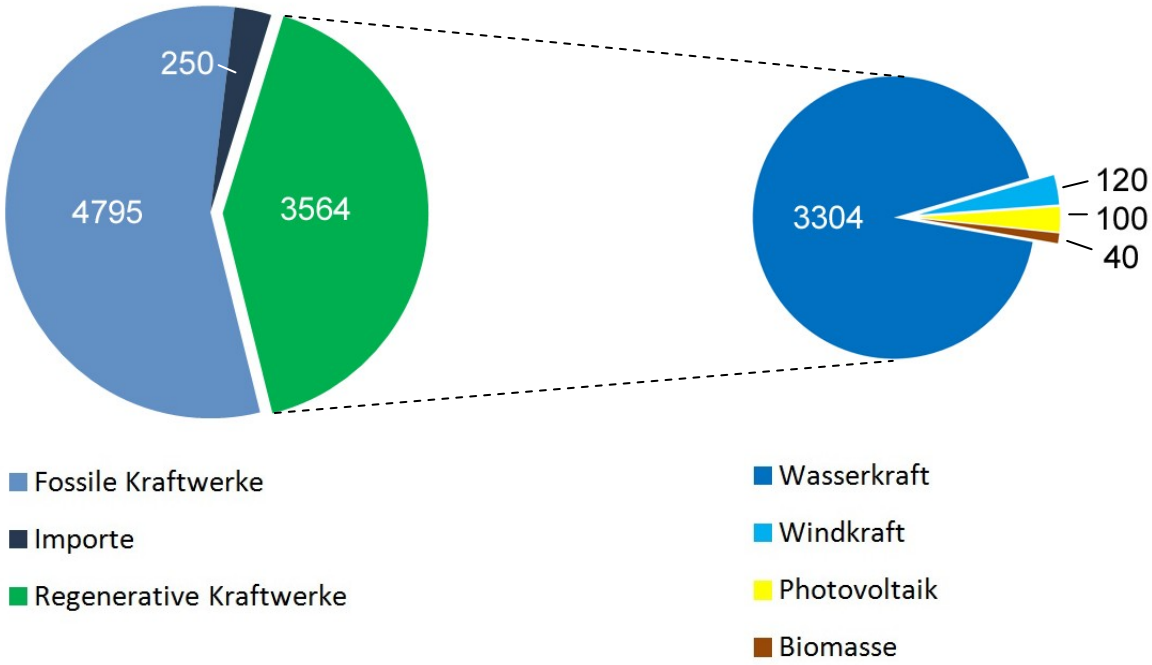

Abbildung 13: Geplante Gesamtleistung des tansanischen Kraftwerksparks im Jahr 2035 [in MW]

Quelle: Eigene Darstellung nach Daten des Power System Master Plan 2012 Update, Seite 92 f.

[248] Vgl. ebd., Seite 90

[249] United Republic of Tanzania (2013): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 92 f.
Die angegebene Gesamtleistung variiert, die Summe der genannten Kraftwerke beträgt 8609 Megawatt, ist also geringer als die im Plan angegebenen 8990 bzw. 9610 Megawatt auf Seite 93.

Dass die neuen Erneuerbaren Energien nur 3 % an der künftigen Gesamtleistung ausmachen sollen, wird im *Scaling-up Renewable Energy Programme* auf die unzureichenden Informationen zurückgeführt, die für Investitionen nötig seien.[250] Eine ähnliche Situation besteht für die Kernkraft, die von der tansanischen Regierung langfristig als Option gesehen wird. Die Kernkraft, die im *Power System Master Plan* unter dem Abschnitt „Renewable" behandelt wird, könnte besonders dann interessant werden, wenn die anderen einheimischen Ressourcen vollständig genutzt sind.[251] Beträchtliche Uran-Vorkommen seien in Nähe der Hauptstadt Dodoma sowie im Bereich des Malawisees nachgewiesen worden.[252]

Wie also ersichtlich wurde, besteht bei den Ausbauplänen der Regierung auf kurz-, mittel- und langfristige Sicht eine fossile Tendenz. Problematisch ist diese energetische Planung aus mehreren Gründen. Zum einen zeigt die Erfahrung der industrialisierten Welt, dass für den Aufbau eines nachhaltigen Energiesystems Jahrzehnte benötigt werden.[253] Die deutsche Energiewende ist ein Beispiel für die Langwierigkeit eines energetischen Umbaus. Mit den zukünftigen Ausbauplänen geht die Gefahr technologischer „lock-ins"[254] einher, die die Etablierung der Erneuerbaren Energien verzögern oder gänzlich verhindern können. Diese lock-ins bestehen vor allem angesichts der Langlebigkeit der Energieinfrastruktur, so werden die Laufzeiten von Kohlekraftwerken mit 25 Jahren, die der Gaskraftwerke mit 20 Jahren angegeben.[255] Kraftwerke in Deutschland zeigen jedoch, dass diese Laufzeiten erheblich höher liegen können.

Sofern im Sinne der nachholenden Entwicklung in fossile Kraftwerke investiert werden sollte, wird sich der darauffolgende Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem kapital- und zeitintensiver gestalten. Die Kohlekraft beispielweise zeichnet sich wie die

[250] United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 53. Im SREP selbst ist wird das Potenzial der neuen Erneuerbaren Energien mit rund 3000 MW angegeben, Seite 131.
[251] United Republic of Tanzania (2013): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 92
[252] Vgl. ebd., Seite 91
[253] Stockholm Environment Institute (2012): Seite 6
[254] IEA (2011): Advantage Energy, Seite 32
[255] United Republic of Tanzania (2013): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 82

Geothermie durch ihre Grundlastfähigkeit aus und befindet sich bezüglich der Stromgestehungskosten in vergleichbaren Dimensionen wie die Geothermie – damit stehen beide Technologien in direkter Konkurrenz.

Zum anderen entstehen durch den geplanten fossilen Ausbau des Kraftwerksparkes Disparitäten mit anderen Plänen der Regierung: In der *National Energy Policy* wird die ländliche Elektrifizierung wie erwähnt als „long-term national interest and a prerequisite for a balanced socio-economic growth for all in Tanzania" bezeichnet. In der Entwicklungsvision 2025 ist in ähnlicher Weise vom nachhaltigen Wachstum der Wirtschaft „for the benefit of all people" die Rede.[256] Zentrale Kohle- und Gaskraftwerke werden wegen der nötigen Transportleitungen jedoch hauptsächlich für Ballungszentren verwendet werden können. Das in der *National Energy Policy* verlangte sozioökonomische Wachstum für alle Menschen wird sich mit dem Bau dieser Großkraftwerke daher nicht erreichen lassen. Bei der Gas- und insbesondere der Kohlekraft (sowie zukünftig der Kernkraft) stellt sich die Frage, wie die proklamierte ausreichende Beachtung der umweltbezogenen Auswirkungen aller Energieaktivitäten aussehen wird.[257] Auch stehen die dargelegten Ausbaupläne mit der im *Scaling-up Renewable Energy Programme* getroffenen Aussage im Kontrast, dass sich die Regierung dem Ausbau der Erneuerbaren Energien stark verpflichtet fühle (siehe Punkt 3.4.4).

Eine unstimmige Gesetzgebung und daraus entstehende Unklarheiten wiederum sind der angestrebten Integration des privaten Sektors im Bereich der Erneuerbaren Energien nicht förderlich, wie in Punkt 5.2 angesprochen wurde. Da sich die Kraftwerksprojekte aber mit jeder Aktualisierung des *Power System Master Plan* ändern werden,[258] könnte auf diese Weise eine rechtliche Kongruenz mit den anderen Programmen der Regierung hergestellt werden.

[256] United Republic of Tanzania (1999): Tanzania Development Vision 2025, Seite 9
[257] United Republic of Tanzania (2003): National Energy Policy, Seite 5: "adequately take into account environmental considerations for all energy activities"
[258] United Republic of Tanzania (2013): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 69

5.6 Technische Belange und kulturelle Kompatibilität

Dass regenerative Technologien in Ländern mit günstigen Voraussetzungen (was Sonneneinstrahlung, Windhöffigkeit oder die geologische Beschaffenheit betrifft) nicht schneller ausgebaut werden, hängt auch mit einer Reihe technischer Schwierigkeiten zusammen. So zeichnen sich die Erneuerbaren Energien durch eine teils niedrige Energiedichte aus: Bedingt dadurch sind relativ große Flächen für eine gegebene Leistung nötig, die mit der fossilen Kraftwerkstechnik geringer ausfallen könnten. Die derzeitigen Debatten in Deutschland bezüglich der Windkraft und der oft genannten Verschandelung oder ‚Verspargelung' der Landschaft spiegeln diese Problematik wider. Auch bleibt bei einigen regenerativen Technologien die Erfordernis eines Energiespeichers, so zum Beispiel bei der Photovoltaik in Zeiten geringer oder keiner Sonneneinstrahlung. Dies gilt besonders dann, wenn es sich um eine Inselanlage ohne Back-up System oder ergänzende regenerative Technologien handelt und eine konstante Energiezufuhr benötigt wird.

Die Notwendigkeit eines Speichers ergibt sich wegen der fehlenden Grundlastfähigkeit der Erneuerbaren Energien. Außer der Geothermie, der Biomasse sowie der Wasserkraft kann keine einzelne regenerative Technologie ohne Energiespeicher eine konstante Stromversorgung gewährleisten. Bei der Wasserkraft hat sich die Grundlastfähigkeit auf Höhe des Äquators allerdings als unsicher erwiesen. Die jährlichen Volllaststunden der nicht-grundlastfähigen regenerativen Technologien fallen im Vergleich zu den fossilen Kraftwerken entsprechend geringer aus: So werden die Volllaststunden für eine deutsche Windkraftanlage mit 1650 Stunden pro Jahr angegeben, die eines Braunkohlekraftwerkes dagegen mit 6850 Stunden.[259]

Der Einbau eines Speichers bedeutet gleichzeitig die Erweiterung der Anlagenkomponenten, wodurch sich die Komplexität des Systems erhöht. Nachteilig ist diese Erweiterung vor allem, weil die Wahrscheinlichkeit eines Defektes steigt und vermehrte In-

[259] BMWi (2012): Die Energiewende in Deutschland, Seite 28

standhaltungen die Folge sein können. Auf Ebene der ländlichen Elektrifizierung besteht aber die Schwierigkeit, wartungsarme regenerative Technologien anzubieten, die für die Bevölkerung bezahlbar und einfach zu bedienen sind. Die Internationale Energieagentur nennt die Faktoren

- generelle Verfügbarkeit eines Brennstoffes (oder einer Technologie),
- die Erschwinglichkeit sowie
- die kulturellen Präferenzen

als die drei Determinanten, die den Umschwung von traditioneller Energie (in Form von Biomasse) zu moderner Energie (in Form von Strom) bestimmen.[260] Da in der Vergangenheit vornehmlich der Netzparität und der Senkung der Investitionskosten regenerativer Technologien Aufmerksamkeit geschenkt wurde, kam der kulturellen Verträglichkeit bislang zu wenig Bedeutung zu.

In einer Feldstudie der *Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (heute GIZ) beispielsweise wurde die Akzeptanz von Solarkochern in Entwicklungsländern untersucht. Trotz der nachweislich eingesparten Holz-, Kerosin- oder Gasmenge und einer Amortisationszeit von 18 Monaten verliefen auch spätere Versuche einer Einführung der Solarkocher „eher bescheiden".[261] Zurückgeführt wird dieses Misslingen unter anderem auf die vorherige Festlegung eines bestimmten Solarkochermodells sowie der externen Fixierung auf eine gesellschaftliche Gruppe, ohne sich über deren Bedürfnisse im Klaren zu sein.[262]

Im Strombereich können die Erkenntnisse dieser Studie auf zweierlei Art angewendet werden: Erstens kann sich die Akzeptanz gegenüber Erneuerbaren Energien durch technisch unausgereifte oder nur schwierig zu bedienende Technologien verschlechtern. Dies gilt insbesondere im Falle minderwertiger Qualität, wie sie teilweise bei Pho-

[260] IEA (2002): World Energy Outlook 2002 Part II, Seite 37
[261] GTZ (1999): Solarkocher in Entwicklungsländern, Seite 12
[262] Vgl. ebd.

tovoltaik-Systemen auftrat und so ein schlechter Eindruck der Technologie entstand.[263] Da die ländlichen Nutzer bezüglich Erneuerbarer Energien tendenziell wenig Wissen aufweisen, werden sie sich generell und ungeachtet der Qualität für die günstigste Alternative entscheiden, die nicht die beste Lösung sein muss.[264]

Zweitens werden sich selbst technologisch ausgereifte Technologien nur schwer etablieren, wenn sie nicht auf die kulturellen Präferenzen zugeschnitten werden. Da mit den genannten Solarkochern nur mittags gekocht werden kann, werden sie sich in Kulturkreisen, in denen traditionell abends gekocht wird, nicht durchsetzen. Was es demnach zu vermeiden gilt, ist die Verbreitung regenerativer Technologien zur Lösung eines vor Ort nicht herrschenden Problems.[265]

Ein weiteres Problem besteht beim Bau regenerativer Großkraftwerke, wie etwa eines Windparks oder eines Geothermie-Kraftwerkes. Ähnlich wie bei Kohlekraftwerken wird bei der Geothermie eine Projektlaufzeit von 5 bis 10 Jahren angenommen.[266] Gaskraftwerke dagegen liegen zwischen 1 und 4 Jahren,[267] weswegen die *Confederation of Tanzania Industries* auch den Bau derartiger Kraftwerke zur zügigen Gewährleistung der Stromversorgung der einheimischen Industrie vorgeschlagen hatte (vergleiche Punkt 3.4.3). Eine schnelle Lösung des derzeitigen Versorgungsengpasses wird sich mit Erneuerbaren Energien daher nicht erreichen lassen: Großprojekte benötigen Jahre zur Realisierung und werden daher Teil einer langfristigen Versorgungs-Strategie sein. Die Installation von Photovoltaik, einzelnen Biomasse-, Wind- oder kleinen Wasserkraftanlagen dagegen kann zwar schneller erfolgen, wird aber aufgrund der Anlagengrößen und -leistungen nur relativ wenig zum Gesamtverbrauch des Landes beitragen.

[263] Camco clean energy (2014): Solar photovoltaic (PV) Clusters Project in Tanzania
[264] Vgl. ebd.
[265] GTZ (1999): Seite 10. Ähnlich Scheer, Hermann (2005): Seite 53.
[266] ESMAP (2012): Seite 51. Nach Republic of Kenya (2014): National Energy Policy, Seite 51, beläuft sich der Zeitraum bei der Geothermie vom Entwurf bis zur Stromerzeugung auf 5 bis 7 Jahre.
[267] United Republic of Tanzania (2013): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 82

5.7 Zwischenfazit

In diesem Abschnitt wurde ersichtlich, dass der Etablierung der Erneuerbaren Energien nicht nur das häufig genannte Argument der Wirtschaftlichkeit entgegensteht. Denn trotz teilweise erreichter Netzparität bleibt die Schwierigkeit der Anfangsinvestition, die sich insbesondere für einkommensschwache Haushalte stellt. Die vorherrschenden Wissensdefizite sind dabei die Ursache vieler weiterer Schwierigkeiten: Politiker werden ohne ausreichend fundierte Informationen nur schwierig energetische Entscheidungen treffen können, der vorherrschende Mangel an hochqualifizierten Arbeitskräften wiederum erschwert die Politikberatung. Eine für die Erneuerbaren Energien förderliche Gesetzgebung kann durch die fehlenden Kapazitäten in der Strategieplanung nur schwierig geschaffen und auf sich ändernde Marktbedingungen nur langsam reagiert werden.

Die Barrieren wurden auch in den Ausbauplänen der Regierung deutlich, da neben den fossilen Kohle- und Gaskraftwerken vorrangig die große Wasserkraft ausgebaut werden soll. Der Bau dieser Großkraftwerke wiederum steht in Konflikt mit den Aussagen anderer politischer Pläne, die die Elektrifizierung des ländlichen Raumes und ein sozioökonomisches Wachstum für alle Bewohner Tansanias anstreben: Technologien mit geringen negativen ökologischen und sozialen Auswirkungen sollen zwar präferiert werden, der zukünftige Kraftwerkspark dagegen fossil dominiert sein. Derartige Konflikte und Unklarheiten über den künftigen energetischen Fahrplan wiederum verhindert die angestrebte Einbeziehung des privaten Sektors. Dass in Anbetracht der jährlichen Sonneneinstrahlung, der Lage Tansanias auf dem Ostafrikanischen Grabenbruch sowie den teilweise hohen Windgeschwindigkeiten ein Potenzial der Erneuerbaren Energien von insgesamt 260 Megawatt angegeben wird, zeigt die Notwendigkeit von Machbarkeitsstudien in vielen Bereichen. Mit dem Beispiel des Solarkochers wurde deutlich, dass sich selbst ausgereifte Technologien nur dann etablieren können, wenn sie zu den kulturellen Merkmalen einer Bevölkerung passen und nicht deren Präferenzen außer Acht lassen.

6. Lösungsansätze

Den Chancen der Erneuerbaren Energien stehen Barrieren gegenüber, die sich in die übergeordneten Bereiche der Bildung, der fehlenden rechtlichen Rahmenbedingungen, der Wirtschaftlichkeit sowie der Schwierigkeit der kulturellen Adaption kategorisieren lassen. Eine einzelne Barriere isoliert von den anderen angehen zu wollen, wird wegen der herrschenden Interdependenz nicht funktionieren. Wie im vorigen Abschnitt deutlich wurde, dominierten in der Vergangenheit die leicht quantifizierbaren wirtschaftlichen Betrachtungen in Form der Netzparität, ohne weiter auf die spezifischen Bedürfnisse der Entwicklungsländer einzugehen. Zur Etablierung der Erneuerbaren Energien wird es demgegenüber einen holistischeren Lösungsansatz brauchen.

6.1 Bildung und Politikberatung

Die tansanische Regierung bezeichnet die Bildung als eine der treibenden Kräfte zur Realisierung der Entwicklungsziele. Wiederholt wird auf deren Wichtigkeit und auf die Bedeutsamkeit des kontinuierlichen Lernens hingewiesen.[268] Das Bildungssystem Tansanias müsse von Beginn an, das heißt schon bei Kindern im Alter von 6 bis 15 Jahren, eine Wissenschafts- und Technologiekultur anerziehen.[269] Die tansanische Regierung greift damit das Millenniumsentwicklungsziel der „Grundschulbildung für alle Kinder“ auf. Die Bildung wird für die künftige Entwicklung des Landes eine unabdingbare Voraussetzung sein, was neben der Grundschulbildung auch die Möglichkeit einer verbesserten Hochschulbildung umfassen muss, da hiermit die notwendige Schaffung einheimischer Kapazitäten im Bereich der Strategieplanung und der Konstruktion von Kraftwerken zusammenhängt. Diese Notwendigkeit der „tertiary education“ wurde in Punkt 5.4 deutlich.

[268] United Republic of Tanzania (1999): Tanzania Development Vision, Seite 28 ff.
[269] Vgl. ebd., Seite 31: „The education system must instill a science and technology culture from its lowest levels, giving a high standard of education to all children between the ages of 6 to 15.“

Das reine Anerziehen oder Einflößen („instill“) wird für eine Transformation zu einem nachhaltigen, das heißt auf Erneuerbaren Energien basierenden Energiesystem jedoch nicht ausreichen. HARALD WELZER und KLAUS WIEGANDT verlangen eine „Geschichte“, die mit der Nachhaltigkeit verbunden sein müsse:[270] Der bisher verbreitete Pessimismus und die negativen Zukunftsszenarien, die bei weiterem Beschreiten des bisherigen energetischen Weges im globalen Maßstab drohen, seien der Umgestaltung zu einer nachhaltigen Wirtschaft nicht förderlich. Es gelte, einen „identitätsträchtigen Zugang zur Nachhaltigkeit“ zu schaffen, da die klassische Bildung an den „mentalen Infrastrukturen“ an ihre Grenzen stößt.[271] Der verstorbene ehemalige Politiker und Träger des Alternativen Nobelpreises HERMANN SCHEER sprach in diesem Zusammenhang von psychologischen Barrieren, die es zu überwinden gelte.[272] Das bisherige, fossil geprägte Energiedenken spiegelt sich in der Nachahmung des industriestaatlichen Weges durch die Entwicklungsländer wider, da diese Art der Entwicklung augenscheinlich erfolgreich verlief.

Identitätsträchtig im Sinne der Autoren WELZER und WIEGANDT bedeutet, dass eine Bindung zu den Erneuerbaren Energien geschaffen werden muss, ein persönlicher Vorteil, der mit regenerativen Technologien assoziiert wird. Dieser Vorteil kann sich in Deutschland beispielsweise in Form der finanziellen Beteiligung an Windparks äußern. Die ökologisch und akademisch geprägte Argumentation des Klimaschutzes wird damit um eine Ebene erweitert, die einen persönlichen Gewinn durch die Erneuerbaren Energien bewirkt. In Tansania könnte der Nutzen einer Photovoltaikanlage als Möglichkeit der Gründung eines eigenen Gewerbes dienen, mit dem Einkommen generiert und für die Familie gesorgt werden kann. Diese Überlegung beinhaltet, die derzeit auf dem Klimawandel aufgebaute Argumentation zu überdenken und für den Einzelnen fassbarer zu gestalten. Speziell bei der Bevölkerung in ländlichen Gebieten muss es vermieden werden, das bislang unbekannte Problem des Klimawandels zu ‚erschaffen‘ und die Lösung anschließend in Form der Erneuerbaren Energien zu präsentieren. Die

[270] Welzer, Harald; Wiegandt, Klaus (2011): Perspektiven einer nachhaltigen Entwicklung, Seite 12 f.
[271] Vgl. ebd., Seite 11
[272] Vgl. Scheer, Hermann (2005): Seite 292

Argumentation muss greifbar sein und den Nutzen für die Bevölkerung klar hervorheben.

Da der von der tansanischen Regierung geplante Prozess des Anerziehens einer Technologiekultur die grundlegende Restrukturierung des Bildungssystems verlangt, wird dieser viel Zeit in Anspruch nehmen. Trotz des elementaren Charakters für die zukünftige Entwicklung des Landes wird die Bildung in Schulen und Universitäten daher keine direkte Auswirkung auf die Strategieplanung des Energiesystems nehmen können. Im Bereich der Politik wird demzufolge auf einen anderen, kurzfristiger funktionierenden Lösungsansatz zurückgegriffen werden müssen.

Insbesondere auf der Ebene der Politikberatung können positive, funktionierende und damit greifbare Beispiele regenerativer Kraftwerke angeführt werden. Die Geothermie-Kraftwerke im kenianischen Olkaria sind aufgrund der vergleichbaren Situation der Länder geeignet: Das Nachbarland nutzt das Potenzial bereits in fünf Geothermie-Kraftwerken, deren Stromgestehungskosten sich in vergleichbaren Dimensionen wie die der Kohlekraftwerke bewegen, die in Tansania geplant sind. Die Wettbewerbsfähigkeit der kenianischen Geothermie-Kraftwerke besteht also bereits ohne Berücksichtigung der durch Kohlekraft hervorgerufenen Externalitäten. Würden diese bislang unberücksichtigten Kosten künftig internalisiert werden, würde die Wahl langfristig schon aus rein ökonomischen Gründen auf die Geothermie fallen.

Im Rahmen dieses „South-South exchange“[273] kann Tansania von den Erfahrungen anderer Länder profitieren, die sich in einer ähnlichen Ausgangsposition befinden oder befanden. Derartige Erkenntnisse anderer Länder sind auch für Skeptiker oder Gegner regenerativer Technologien schwierig anzuzweifeln und für Entscheidungsträger verständlich. Als Unterstützung des Süd-Süd Austausches hatte die Weltbank in den Jahren 2009 und 2010 derartige Bildungsreisen finanziert, an denen Mitarbeiter der Regulierungsbehörde, Ministerialbeamte, Versorgungstechniker, Projektentwickler und

[273] Weischer, Lutz (2012): Seite 4

Finanziers teilgenommen hatten.[274] Mit einer solchen Zusammensetzung der entsendeten Delegationen kann ein weites Spektrum der an der Energiewirtschaft Beteiligten abgedeckt und das Thema der regenerativen Technologien somit umfassend in die tansanische Wirtschaft und Politik getragen werden. Dies gilt auch für Banken, bei denen es teilweise an Erfahrungen bezüglich der Finanzierung ‚grüner' Technologien mangelt.

6.2 Schaffung rechtlicher Rahmenbedingungen

Die Demonstration ökonomisch vorteilhafter sowie ökologisch und sozial verträglicher Projekte wäre der erste Schritt, um die nötigen rechtlichen Rahmenbedingungen implementieren zu können. Um den Ausbau der Erneuerbaren Energien zu beschleunigen wird es gegenüber dem jetzigen Stand nötig sein, eine Zielvorgabe zu formulieren: Das Nachbarland Kenia etwa plant, bis zum Jahr 2016 mindestens 1900 Megawatt und bis 2030 mindestens 5500 Megawatt Leistung an Geothermie-Kraftwerken zuzubauen.[275]

Konkrete Ausbaupläne wie diese werden in Tansania wegen des teils unklaren Potenzials der Erneuerbaren Energien erst gesetzlich verankert werden können, wenn durch weitere Studien die konkreten Leistungspotenziale der einzelnen Technologien ermittelt wurden. Im Bereich der Photovoltaik dagegen wäre es aufgrund des enormen Potenzials bereits heute möglich, die künftigen solaren Ausbaupläne zu operationalisieren. Bislang fehlt allerdings eine verbindliche Zielsetzung an der Gesamtstromerzeugung. Die vage Aussage der tansanischen Regierung, sich dem Ausbau der Erneuerbaren Energien stark verpflichtet zu fühlen, ist vielversprechend. Ohne konkrete Zeit- und Leistungsangaben, die diese Aussage nachprüfbar werden ließen, bleibt sie allerdings nutzlos.

[274] Vgl. ebd.
[275] Republic of Kenya (2014): Seite 13

Über die „Mittel und Wege zur Erreichung“ dieses zukünftig zu erarbeitenden Ausbauziels der Erneuerbaren Energien muss ebenso Klarheit herrschen.[276] Der auf Kostenvermeidung basierende Einspeisetarif könnte als Grundlage für eine Gesetzgebung dienen, die den Erneuerbaren Energien förderlicher ist als die derzeitige:[277] Mit einer technologiebasierten Vergütung würde sich der Ausbau regenerativer Technologien über die bisher hauptsächlich verwendeten Biomasse- und kleinen Wasserkraftwerke erweitern lassen. Für den Aufbau eines neuen Einspeisetarifs sollte sich der Unterstützung anderer Länder bedient werden, die bereits über Erfahrungen mit Einspeisesystemen verfügen.[278] Die *Global Energy Transfer Feed in Tariff* (GET FiT) Initiative beispielsweise besteht aus „International AAA-rated donors“, die die Netzparität regenerativer Technologien in Entwicklungsländern durch finanzielle Hilfen unterstützen wollen.[279]

Unterstützung wird ebenfalls für die zusätzlichen Kosten nötig sein, die aus der Ablösung des derzeitigen Einspeisetarifs resultieren: Tansanias Nachbarland Uganda etwa plant die Finanzierung der Mehrkosten durch internationale Förderung von Gebern, durch internationale Climate Change Funds (jeweils im Rahmen des GET FiT Programmes) sowie durch die Umverteilung auf die Verbraucher.[280] Wie angesprochen gestaltet sich die Umverteilung auf einkommensschwache Haushalte allerdings problematisch, da höhere Energiepreise der Entwicklung entgegenstehen und weniger finanzielle Mittel für andere Lebensbereiche lassen können. Daher wäre die Option gestaffelter Energiepreise eine mögliche Lösung, damit Energie auch für finanziell schwächere Haushalte bezahlbar bleibt.[281]

Durch eine klare Gesetzesregelung mit konkreten Ausbauzielen würde der Markt auch für den privaten Sektor attraktiver. Durch die stärkere Einbindung der Erneuerbaren Energien in der nächsten Aktualisierung des *Power System Master Plan* könnte der

[276] Lachmann, Werner (2004): Entwicklungspolitik, Seite 9
[277] Weischer, Lutz (2012): Seite 5
[278] Hennicke und Bodach (2010) sprechen von einem „Politiktransfer“, Seite 178
[279] DB Climate Change Advisors (2010): GET Fit Program, Seite 5
[280] Electricity Regulatory Authority (2012): Uganda REFIT, Seite 5
[281] Hennicke, Peter; Bodach, Susanne (2010): Seite 117 f.

politische Wille zum Ausbau demonstriert und gleichzeitig gezeigt werden, dass den regenerativen Technologien im zukünftigen Energiesystem eine tragende Rolle zukommen wird. Durch Verabschiedung von Gesetzen für regenerative Technologien würde eine Investitions- und Planungssicherheit geschaffen. Die „Spielregeln" des Marktes würden für private Investoren klarer, da diese nicht mehr nach weitgehend inhaltsfernen Gesetzgebungen lizenziert werden müssten.

6.3 Identifikation und Finanzierungsmodelle

Dennoch ist insbesondere in der Anfangsphase von Großprojekten finanzielle Unterstützung nötig, etwa durch die Weltbank oder den Grünen Klimafonds. Die hohen Anfangsinvestitionen bei gleichzeitig hohem Risiko wurden bei dem typischen Ablauf eines Geothermie-Projektes in Punkt 5.3 deutlich. Die Finanzierung derartiger Großprojekte auf Regierungsebene beinhaltet daher, dass die Kreditgeber Anforderungen hinsichtlich der Verwendung der finanziellen Mittel stellen müssen: Damit Gelder nicht für andere Zwecke benutzt werden oder verschwinden, muss in den Empfangsländern wegen den erforderlichen hohen Investitionssummen unbedingt die angesprochene good governance nachgewiesen werden können.[282] Da Tansania auf dem C*orruption Perceptions Index 2013* auf Platz 111 von 177 erfassten Ländern lag, verlangt es von dieser Seite große Anstrengungen des Landes.[283]

Um auch der einkommensschwachen Bevölkerung im ländlichen Bereich die Anschaffung regenerativer Technologien zu ermöglichen, sind Finanzierungsmodelle nötig, die für diese Bevölkerungsgruppe zugänglich sind. Aufgrund der meist mangelnden Kreditwürdigkeit dieser Bevölkerungsteile werden herkömmliche und gewinnorientierte Banken nicht in Frage kommen. Der Großteil der Verkäufe im Bereich der Photovoltaik etwa spielt sich derzeit auf Basis von „cash sales" ab,[284] was bedeutet, dass sich der Erwerb bislang auf die noch eher wohlhabenden Bevölkerungsteile beschränkt. Die

[282] Seitz, Volker (2012): Afrika wird armregiert, Seite 110 f.
[283] Transparency International (2014): Corruption Perceptions Index 2013
[284] Camco clean energy (2014): Solar photovoltaic (PV) Clusters Project in Tanzania

tansanische *National Microfinance Bank* und die *Savings and Credit Cooperative Societies* würden ihre Kredite hauptsächlich an Lehrer vergeben.[285] Laut der *Tanzania Association of Microfinance Institutions* hätten derzeit über 70 % der tansanischen Bevölkerung keine Möglichkeit, Kredite in Anspruch zu nehmen.[286] Es wird also das durch MUHAMMAD YUNUS bekannt gewordene Modell der Mikrofinanzierung erweitert werden müssen, damit auch diejenigen Bevölkerungsteile Geld erhalten können, die sonst als kreditunwürdig gölten. Auch habe sich bei Vergabe von Mikrokrediten der Kauf großer Stückzahlen („bulk purchase“) in der Praxis bewährt, da dadurch die Kosten pro Stück reduziert werden konnten.[287]

Damit die Vergabe von Krediten einen entwicklungsfördernden Nutzen nach sich ziehen kann, muss sie mit „anderen wichtigen Faktoren“ zusammenwirken:[288] Synergieeffekte können durch Verbesserungen im Gesundheits- und Bildungsbereich entstehen, oder einen gesellschaftlich beidseitigen Nutzen ermöglichen, etwa durch das kostenpflichtige Aufladen von Mobiltelefonen mittels PV-Modulen. Damit diese durch Mikrofinanzierung zu schaffenden Möglichkeiten von der Bevölkerung aber auch wahrgenommen werden, muss die laut Entwicklungsvision 2025 vorherrschende „defeatist developmental mindset“[289] angegangen werden: Bei Vorbehalten der Bevölkerung gegenüber Entwicklungsbestrebungen werden jegliche Implementierungsversuche scheitern. Es wird bei der Entwicklung demnach nicht primär um die akademische Definition des Begriffes gehen, sondern um die angesprochene Umformung der begrifflichen Wertung.

Es gilt also wie auch in Punkt 6.1, die Erneuerbaren Energien nicht im Lichte eines von extern oktroyierten Instrumentes zur Rettung des Klimas erscheinen zu lassen, sondern den Nutzen am Leben der Menschen auszurichten und auf diese Weise zu implementieren. Der Klimaschutz verliert dadurch nicht an Berechtigung, käme demzufolge

[285] Vgl ebd.
[286] Tamfi (2014): Microfinance institutions seek new law to govern operations
[287] Camco clean energy (2014): Solar photovoltaic (PV) Clusters Project in Tanzania
[288] Hennicke, Peter; Bodach, Susanne (2010): Seite 178
[289] United Republic of Tanzania (1999): Tanzania Development Vision, Seite 19

aber eher als erwünschter Nebeneffekt. Diese Notwendigkeit wird auch von den Absichten der Entwicklungsvision 2025 unterstrichen: Nach der Vision sei es wichtig, die bisherige Abhängigkeit von Gebern und die dadurch hervorgerufene „unprecedented apathy“ zu überwinden.[290] Auch DAMBISA MOYO, Ökonomin und eine der bekannteren Gegner der systemischen Entwicklungszusammenarbeit (oder Entwicklungs*hilfe*), sieht die Mikrofinanzierung als eines der geeignetsten Instrumente, um Entwicklung für ärmere Menschen zu ermöglichen.[291] Die Möglichkeit der aktiven Teilhabe am gesellschaftlichen Leben und das so geschaffene Empowerment könnten helfen, der genannten Apathie entgegenzuwirken und damit sowohl die Eigeninitiative als auch die in der Entwicklungsvision 2025 oft geforderte Self-reliance zu reaktivieren.

Problematisch sei jedoch das Risiko für die Bank, das verliehene Geld wieder zu erhalten, da die ärmere Bevölkerung in der Regel keine finanziellen Sicherheiten gewährleisten kann. Um das Risiko zu vermindern, könne größeren Gruppen ein Kredit gewährt werden: In diesem System der „joint liability“ haften alle Gruppenmitglieder gleichermaßen für die Rückzahlung des Kredites, der beispielsweise erst an Teile der Gruppe vergeben wird. Wenn dieser Teil das geliehene Geld anderweitig verwendet, erhält der Rest der Gruppe keinen weiteren Kredit. Mit diesem Wissen wird eine gruppeninterne Vorselektion der Mitglieder stattfinden, da für Personen, die als unzuverlässig gelten, sehr wahrscheinlich nicht gebürgt wird. Die fehlende finanzielle Sicherheit wird demnach durch den sozialen Zusammenhalt („social cohesion“[292]) ersetzt, wodurch sich das Risiko des Zahlungsausfalles für die Bank teilweise verringern lässt. Dieses System funktioniere umso besser, je enger die Beziehung innerhalb der Gruppe ist.[293]

MOYOS Ansicht nach stellt die bisherige Art der finanziellen Unterstützung von Entwicklungsländern auf Regierungsebene die Ursache für die auch in der Entwicklungsvision 2025 genannte Apathie und Hilfsabhängigkeit dar: Durch teilweise bedingungslos

[290] Vgl. ebd., Seite 38
[291] Moyo, Dambisa (2009): Dead Aid, 128 ff.
[292] Venkata, Vijay Kuma P. (2010): A Study of Joint Liability Versus Individual Liability, Seite 5
[293] Vgl. ebd., Seite 7

vergebene Gelder und den Schuldenerlass sei über Jahrzehnte hinweg eine „culture of aid-dependency“ entstanden.[294] Diese gelte es hin zu mehr Eigenständigkeit zu verändern und aktive Bemühungen der Entwicklungsländer einzufordern.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Damit das von WEIZSÄCKER genannte Durchtunneln der Umwelt-Kuznets-Kurve also gelingen kann und die Chance des Leapfroggings wie im Telekommunikationsbereich genutzt wird, muss das Bestreben zum Ausbau der Erneuerbaren Energien innerhalb Tansanias entstehen: Durch den Beitrag regenerativer Technologien zur Verwirklichung der Entwicklungsvision 2025 könnte der politische Wille zum Ausbau gestärkt werden und die nachhaltige Entwicklung eingeschlagen werden. Gleichzeitig ist das Wissen um die Unvereinbarkeit von fossiler Kraftwerkstechnik und der in der Entwicklungsvision 2025 genannten Ziele wichtig; durch den zentralen Charakter von Großkraftwerken wird kein ausgeglichenes, sozio-ökonomisches Wachstum zum Nutzen aller stattfinden können.

Wenn die tansanische Regierung förderliche Gesetze für regenerative Technologien verabschiedet und Investitionen für den privaten Sektor attraktiver gestaltet werden, könnte eine ähnliche Entwicklung stattfinden, wie sie in den letzten Jahren im deutschen Energiemarkt zu beobachten war. Im Unterschied zu Deutschland sind die Voraussetzungen der regenerativen Technologien aufgrund der geographischen Lage Tansanias noch vielversprechender. Die Barrieren der Erneuerbaren Energien sind jedoch vielseitig und gehen weit über die bisherigen wirtschaftlichen und technischen Betrachtungen hinaus. Die teilweise fehlende Grundlastfähigkeit einiger regenerativer Technologien konnte durch den Zusammenhang zwischen pro-Kopf Elektrizitätsverbrauch und dem Ansteigen des Human Development Indexes entkräftet werden, da bereits geringe Zunahmen des Elektrizitätsverbrauches erhebliche Verbesserungen mit sich bringen können.

[294] Vgl. ebd., Seite 37, 66 und 67

Auch sind die Verabschiedung von Gesetzen und das Erreichen der Netzparität zwar eine notwendige, aber noch keine hinreichende Bedingung für die Etablierung der Erneuerbaren Energien: Wie in dieser Masterarbeit deutlich wurde, scheint die bisherige Herangehensweise im Bereich der regenerativen Technologien um den schwieriger zu fassenden kulturellen Aspekt erweitert werden zu müssen. Trotz der enormen Potenziale der Erneuerbaren Energien, auf die in verschiedenen Programmen immer wieder verwiesen wird, sind deren möglichen Beiträge aufgrund des Mangels an fundierten Studien nicht fassbar und bleiben daher mit einer gewissen Unschärfe verbunden. Erst wenn konkrete Zahlen vorgelegt werden können und der Ausbau regenerativer Technologien als wirtschaftlich, sozial und ökologisch vorteilhafter erscheint als der Bau fossiler Kraftwerke, wird ein Umbruch zugunsten eines nachhaltigen Systems stattfinden. Hierfür müssen bereits bestehende Finanzierungsmodelle erweitert und größeren Teilen der tansanischen Bevölkerung zugänglich gemacht werden, damit regenerative Technologien auch in einkommensschwachen Haushalten einen Nutzen bringen können.

Der Autor dieser Masterarbeit ist sich bewusst, dass die hier erarbeiteten Ergebnisse nicht zwangsläufig Anklang in der Praxis finden müssen. Insbesondere ist fraglich, in welcher hierarchischen Rangfolge die Ziele der Entwicklungsvision 2025 stehen und welcher Stellenwert dem genannten „benefit of all people“ tatsächlich beigemessen wird. Durch die geplanten Investitionen in Kohle- und Gaskraftwerke, verbunden mit der weiteren Exploration dieser Rohstoffe auf tansanischem Boden, scheint das zukünftige Energiesystem bislang ausschließlich als Motor für die wirtschaftliche Entwicklung gesehen zu werden. Der empirische Zusammenhang zwischen dem Anstieg des pro-Kopf Elektrizitätsverbrauches und der Steigerung des HDI-Wertes bliebe in diesem Falle außen vor. Die angestrebte Entwicklung Tansanias läuft damit Gefahr, auf die eingangs genannte Gleichung „Entwicklung = Wirtschaftswachstum“ reduziert zu werden. Die Ziele der Entwicklungsvision 2025 wären demnach zwar wohlklingend, existierten aber nur auf dem Blatt und wären damit für den Großteil der tansanischen Bevölkerung weitgehend irrelevant.

Interessant für eine weitere wissenschaftliche Arbeit wäre es, die Finanzierbarkeit regenerativer Energietechnologien in Tansania zu untersuchen: Denkbar wäre, den Sinn des norwegischen Modells – das heißt den Verkauf einheimischer, fossiler Brennstoffe bei gleichzeitig vollständiger Eigenversorgung durch regenerative Technologien – zu beleuchten. Insbesondere der Konflikt von Klimaschutz gegenüber den nationalen Entwicklungsinteressen wäre hier interessant, da sich die Emissionen durch den Verkauf fossiler Brennstoffe auf andere Staaten verschieben, während der eigene regenerative Kraftwerkspark durch diese Verkäufe finanziert werden könnte.

V. Literaturverzeichnis

African Development Bank Group (2013): Tanzania Poised to Transform National Energy Sector with Influx of Renewables, http://www.afdb.org/en/news-and-events/article/tanzania-poised-to-transform-national-energy-sector-with-influx-of-renewables-12251/ (eingesehen am 22.4.2014)

African Development Bank Group (2013): Tanzania's Geothermal Roadmap to Tap Renewable Energy Resources with AfDB Support, http://www.afdb.org/en/news-and-events/article/tanzanias-geothermal-roadmap-to-tap-renewable-energy-resources-with-afdb-support-11634/ (eingesehen am 8.5.2014)

Auswärtiges Amt (2014): Tansania, http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/01-Nodes_Uebersichtsseiten/Tansania_node.html (eingesehen am 7.4.2014)

Berglee, Royal (o.J.): Regional Geography of the World: Globalization, People, and Places, http://2012books.lardbucket.org/books/regional-geography-of-the-world-globalization-people-and-places/s10-05-east-africa.html (eingesehen 7.4.2014)

Berlin Institut: Sippel, Lilli; Kiziak, Tanja et al. (2011): Afrikas demografische Entwicklung, http://www.berlin-institut.org/fileadmin/user_upload/Afrika/Afrikas_demografische_Herausforderung.pdf (eingesehen am 13.4.2014)

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2013): Energiestudie 2013 – Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Downloads/Energiestudie_2013.pdf?__blob=publicationFile&v=5 (eingesehen am 29.4.2014)

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2013): Tanzania – Geothermal Energy as an Alternative Energy Source for Tanzania, Energy Sector, http://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Zusammenarbeit/TechnZusammenarb/Geotherm/Projects/Tanzania/tanzania_node_en.html (eingesehen am 11.4.2014)

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2009): Energierohstoffe 2009 – Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit, http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Downloads/Energierohstoffe_2009_gesamt.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (eingesehen am 29.4.2014)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2013): Kenia: Geothermie-Kraftwerke zur Elektrifizierung ländlicher Gebiete, http://www.bmub.bund.de/detailansicht/artikel/kenia-geothermie-kraftwerke-zur-elektrifizierung-laendlicher-gebiete/ (eingesehen am 22.4.2014)

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Zahlen und Fakten – Stromerzeugung, http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Stromversorgungssicherheit-und-Kraftwerke/zahlen-fakten.html (eingesehen am 12.4.2014)

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2012): Die Energiewende in Deutschland, http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/energiewende-in-deutschland,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf (eingesehen am 12-5-2014)

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.) (2009): Business Guide Tansania, http://www.giz.de/expertise/downloads/Fachexpertise/giz2009-de-business-guide-tansania.pdf (eingesehen am 7.4.2014)

BMZ (2014): Tansania, http://www.bmz.de/de/was_wir_machen/laender_regionen/subsahara/tansania/profil.html (eingesehen am 1.4.2014)

BMZ (2007): Sektorkonzept – Nachhaltige Energie und Entwicklung – Strategiepapier des BMZ, http://www.bmz.de/de/mediathek/publikationen/reihen/strategiepapiere/konzept145.pdf (eingesehen am 12.4.2014)

Borbonus, Sylvia (2012): Erneuerbare Energien in Entwicklungsländern – Synergien zwischen Globaler Umweltfazilität und Clean Development Mechanism, oekom Verlag, Gesellschaft für ökologische Kommunikation mbH, München

Bundesregierung (2011): Energie aus Erdwärme – praktisch unerschöpflich, http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Magazine/03MagazinEuropaInternationales/2011/03/Doorpage-03.html?context=Inhalt%2C5 (eingesehen am 23.4.2014)

Camco clean energy (2014): Solar photovoltaic (PV) Clusters Project in Tanzania, http://www.camcocleanenergy.com/sidamemsolarpvprojectafrica.html (eingesehen am 12.5.2014)

Communications Commission of Kenya (2012/13): Quarterly Sector Statistics Report – Second Quarter of the financial year 2012/13, http://www.cck.go.ke/resc/downloads/Sector_statistics_for_Quarter_2_-_2012-2013.pdf (eingesehen am 20.4.2014)

CTI Confederation of Tanzania Industries (2011): Challenges of unreliable electricity power supply to manufacturers in Tanzania, http://xa.yimg.com/kq/groups/20674633/1291009845/name/CTI-IMED+Resubmitted+July+2011.pdf (eingesehen am 14.4.2014)

DB Climate Change Advisors – Deutsche Bank Group (2010): GET FiT Program – Global Energy Transfer Feed-in Tariffs for Developing Countries, https://www.dbadvisors.com/content/_media/GET_FIT_-_042610_FINAL.pdf (eingesehen am 16.5.2014)

Dirmoser, Dietmar (2007): Energiesicherheit - Neue Knappheiten, das Wiederaufleben des Ressourcennationalismus und die Aussichten für multilaterale Ansätze, http://www.fes.de/kompass2020/pdf/Energie.pdf (eingesehen am 3.5.2014)

Electricity Regulatory Authority (2012): Uganda Renewable Energy Feed-in Tariff (REFIT), Phase 2, Guidelines, http://www.getfit-uganda.org/app/download/3005814/Uganda-REFIT-Guidelines-2012-Final.pdf (eingesehen am 16.5.2014)

ESMAP Energy Sector Management Assistance Programme (2012): Geothermal Handbook, Planning and Financing Power Generation, http://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/DocumentLibrary/FINAL_Geothermal%20Handbook_TR002-12_Reduced.pdf (eingesehen am 23.4.2014)

Europäische Kommission (2013): Haushaltsumfrage zur E-Kommunikation 396, http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_396_sum_de.pdf (eingesehen am 20.4.2014)

Europäische Kommission (2012): Haushaltsumfrage zur E-Kommunikation 381, http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_381_de.pdf (eingesehen am 10.4.2014)

Europäische Kommission (2008): E-Communications Haushaltsumfrage 293, http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_293_sum_de.pdf (eingesehen am 20.4.2014)

Fell, Hans-Josef (2014): EEG abschaffen? Innovationen fallen nicht aus heiterem Himmel, http://www.huffingtonpost.de/hansjosef-fell/eeg-abschaffen-innovationen-fallen-nicht-aus-heiterem-himmel_b_4859926.html (eingesehen am 5.5.2014)

Fischer, Karin; Maral-Hanak et al. (Hg.) (2004): Entwicklung und Unterentwicklung – Eine Einführung in Probleme, Theorien und Strategien, Mandelbaum Verlag, Wien

FISCHER Weltatlas: Albrecht, Birgit; Aubel, Henning; et al. (2013): Der neue Fischer Weltalmanach 2014 · Zahlen · Daten · Fakten, S. Fischer Verlag GmbH, Frankfurt am Main 2013

Geitmann, Sven (2004): Wasserstoff & Brennstoffzellen – Die Technik von Morgen, Hydrogeit Verlag, 16766 Kremmen, Germany

Geothermal Energy Association (2013): 2013 Geothermal Power: International Market Overview, September 2013, http://geo-energy.org/events/2013%20International%20Report%20Final.pdf (eingesehen am 22.4.2014)

GIZ (Hrsg.); **BMZ** (2013): Understanding Climate Finance Readiness Needs in Tanzania, http://www.giz.de/expertise/downloads/giz2013-en-climate-finance-readiness-tanzania.pdf (eingesehen am 15.4.2014)

GIZ; BMZ (2009): Renewable Energies in East Africa - Regional Report on Potentials and Marktes – 5 Country Analyses Energy-policy Framework Papers, Section »Energy and Transport«, http://hinfo.humaninfo.ro/gsdl/genus/documents/s20726en/s20726en.pdf (eingesehen am 8.4.2014)

GTZ (heute GIZ) (1999): Solarkocher in Entwicklungsländern – Akzeptanz und Markteinführung, http://www.leap01.de/docs/gtz-Akzeptanztest-Solarkocher.pdf (eingesehen am 12.5.2014)

Grossmann, G.M (1995): Pollution and growth: what do we know?, in: Goldin, I./ Winters, L.A. (Hrsg.): The economics of sustainable development, Centre for Economic Policy Research, Cambridge. Zitiert nach Setzer, Martin (1998)

Hamar, Linus (2011): Distribution of Wind and Solar Energy Resources in Tanzania and Mozambique, http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/local_150046.pdf (eingesehen am 21.5.2014)

Haskamp, Sandra (2002): Neue Tendenzen in der Entwicklungspolitik : Idee und Grundlagen der deutschen Entwicklungszusammenarbeit, Verlag Dialogische Erziehung, Oldenburg

Heinrich Böll Stiftung (2013): Powering Africa through Feed-in Tariffs – Advancing Renewable Energy to meet the continent's electricity needs, http://www.nepad.org/sites/default/files/Powering%20Africa%20through%20Feed-in%20Tariffs.pdf (eingesehen am 30.4.2014)

Hennicke, Peter; Bodach, Susanne (2010): Energierevolution – Effizienzsteigerung und erneuerbare Energien als neue globale Herausforderung, oekom Verlag, Gesellschaft für ökologische Kommunikation mbH, München

IEA (2014): Tanzania – Indicators for 2011, http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?&country=TANZANIA&year=2011&product=Indicators (eingesehen am 24.4.2014)

IEA (2012): World Energy Outlook 2012, http://www.polsci.chula.ac.th/pitch/ep13/weo12.pdf (eingesehen am 8.4.2014)

IEA (2011): Advantage Energy - Emerging Economies, Developing Countries and the Private-Public Sector Interface, http://www.unglobalcompact.org/docs/publications/Advantage_Energy.pdf (eingesehen am 1.4.2014)

IEA (2010): Energy Technology Perspectives 2010, Scenarios & Strategies to 2050, http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/etp2010.pdf (eingesehen am 3.4.2014)

IEA (2010): World Energy Outlook 2010, http://www.worldenergyoutlook.org/media/weo2010.pdf (eingesehen am 5.5.2014)

IEA (2007): World Energy Outlook 2006, http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebsite/2008-1994/WEO2006.pdf (eingesehen am 30.4.2014)

IEA (2002): World Energy Outlook 2002, Part II, http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebsite/2008-1994/weo2002_part2.pdf (eingesehen am 4.4.2014)

IEA-RETD (**International Energy Agency-Renewable Energy Technology Deployment** (2012): Renewable Energies for Remote Areas and Islands, http://iea-retd.org/wp-content/uploads/2012/06/IEA-RETD-REMOTE.pdf (eingesehen am 6.5.2014)

Index mundi (2014): Coal, South African export Monthly Price – US-Dollars per Metric Ton, http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=coal-south-african&months=120 (eingesehen am 2.6.2014)

International Feed-In Cooperation (o. J.): About us, http://www.feed-in-cooperation.org/wDefault_7/about-us.php (eingesehen am 15.5.2014)

International Growth Centre (2012): Attaining Middle Income Status – Tanzania: Growth and Structural Transformation Required to Reach Middle Income Status by 2025, http://www.theigc.org/sites/default/files/attaining_middle_income_status_in_tanzania_0.pdf (eingesehen am 7.5.2014)

IOP Science (2011): Energy Solutions in rural Africa - mapping electrification costs of distributed solar and diesel generation versus grid extension, http://iopscience.iop.org/1748-9326/6/3/034002/fulltext/#erl382151s1.2 (eingesehen am 24.3.2014)

IPCC (2014): Working Group II – Tenth Session; Working Group II Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report (AR5), Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Revises Final Draft Summary for Policymakers – Tables and figures, http://www.de-ipcc.de/_media/SPMapproved0330_FigsTables.pdf (eingesehen am 3.4.2014)

IPCC (Deutsche Koordinationsstelle) (2014): Der Fünfte IPCC-Sachstandsbericht, http://www.de-ipcc.de/de/200.php (eingesehen am 3.4.2014)

Kabou, Axelle (2001): Weder arm noch ohnmächtig – Eine Streitschrift gegen schwarze Eliten und weisse Helfer, Lenos Verlag, Basel, 2. Auflage

Kamkwamba, William; Mealer, Bryan (2009): The Boy Who Harnessed The Wind, Clays Ltd, St Ives plc

Ki-Moon, Ban (2011): Sustainable Energy for All – A Vision Statement by Ban Ki-Moon, Secretary General of the United Nations, http://www.se4all.org/wp-content/uploads/2013/09/SG_Sustainable_Energy_for_All_vision_final_clean.pdf (eingesehen am 26.3.2014)

Kirchgeorg, Manfred; Möhrle, Martin G.; Specht, Dieter (o. J.): Leapfrogging, http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/10683/leapfrogging-v10.html (eingesehen am 19.4.2014)

Kishimba, Michael (o. J.): Energy Recovery from Municipal Waste: Making Cities more productive and cleaner; Converting an environmental and public health liability into a social-economic and poverty alleviation asset, http://ww2.unhabitat.org/programmes/ifup/conf/MichaelKishimba.doc (eingesehen am 28.4.2014)

Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung (1992): Rio-Erklärung über Umwelt und Entwicklung, http://www.un.org/depts/german/conf/agenda21/rio.pdf (eingesehen am 3.4.2014)

Küchler, Swantje; Meyer, Bettina; Blanck, Sarah (2012): Was Strom wirklich kostet – Vergleich der staatlichen Förderungen und gesamtgesellschaftlichen Kosten von konventionellen und erneuerbaren Energien, http://www.greenpeace-energy.de/uploads/media/Stromkostenstudie_Greenpeace_Energy_BWE.pdf (eingesehen am 7.5.2014)

Lachmann, Werner unter Mitarbeit von **Bolsinger, Harald, J.** (2004): Entwicklungspolitik – Band 1: Grundlagen, 2. Auflage, Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München

Lachmann, Werner unter Mitarbeit von **Schulz, Eckhard** (1997): Entwicklungspolitik – Band 2: Binnenwirtschaftliche Aspekte der Entwicklung, R. Oldenbourg Verlag, München

Lenz, Ludwig; Wiedersich, Berthold (1993): Grundlagen der Geologie und Landschaftsformen. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie GmbH, Leipzig · Stuttgart

Mallya, Ernest T. (2000): A Critical Look at Tanzania's Development Vision 2025, http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/idep/unpan002404.pdf (eingesehen am 28.4.2014)

Ministry of Energy and Minerals (2014): Energy Sector, http://www.mem.go.tz/energy-sector/ (eingesehen am 10.5.2014)

Ministry of Energy and Minerals (2012): Strategic Plan 2011/12 – 2015/16, http://www.mem.go.tz/wp-content/uploads/2014/02/0097_18102013_MEM_Strategic_Plan_2011_12-2015_16.pdf (eingesehen am 15.4.2014)

Mfugale, Deodatus (2014): Low dam levels affecting hydropower production, http://www.ippmedia.com/frontend/?l=64596 (eingesehen am 12.4.2014)

Mnjokava , Taramaeli T. Persönliche Email (2014): mnjott@yahoo.co.uk, Betreffzeile: „Nico Ulmer, Geothermal Power in Tanzania" (Zugriff: 23.4.2014)

Mnjokava , Taramaeli T. (2010): Geothermal Exploration in Tanzania – Status Report, http://www.os.is/gogn/unu-gtp-sc/UNU-GTP-SC-11-47.pdf (eingesehen am 23.4.2014)

Moyo, Dambisa (2009): Dead Aid – Why aid is not working and how there is another way for Africa, Penguin Books Ltd, 80 Strand, London WC2R ORL, England

Muwamba, Emmanuel (2013): Waiting for resolutions on Lake Malawi dispute, http://mwnation.com/waiting-resolutions-lake-malawi-dispute/ (eingesehen am 1.5.2014)

NASA Socioeconomic Data and Applications Center (2009): Maps – Population Density Grid, http://sedac.ciesin.columbia.edu/downloads/maps/grump-v1/grump-v1-population-density/tzadens.png (eingesehen am 10.4.2014)

National Bureau of Statistics (2013): Population Distribution by Administrative Units – Key Findings, http://www.nbs.go.tz/sensa/PDF/2012%20PHC%20POPULAR%20VERSION.pdf (eingesehen am 7.4.2014)

National Bureau of Statistics, Ministry of Finance (2013): Tanzania in Figures 2012, http://www.nbs.go.tz/takwimu/references/Tanzania_in_figures2012.pdf (eingesehen am 10.4.2014)

National Bureau of Statistics, Ministry of Finance (Dar Es Salaam) and **Office of Chief Government Statistician, President's Office Finance, Economy and Development Planning** (Zanzibar) (2013): Population Distribution by Age and Sex, http://www.nbs.go.tz/sensa/PDF/Age_Sex_Distribution_Report.zip (eingesehen am 31.3.2014)

Nyerere, Julius K. (1977): The Arusha Declaration – Ten Years After, http://www.tzonline.org/pdf/thearushadeclarationtenyearsafter.pdf (eingesehen am 11.4.2014)

Pasternak, Alan D. (2000): Global Energy Futures and Human Development: A Frame work for Analysis, https://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/239193.pdf (eingesehen am 8.4.2014)

Private Infrastructure Development Group (2014): Olkaria Geothermal Power Plant, http://www.pidg.org/impact/case-studies/olkaria-geothermal-power-plant (eingesehen am 23.4.2014)

Population Reference Bureau (2013): World Population Data Sheet 2013, http://www.prb.org/pdf13/2013-population-data-sheet_eng.pdf (eingesehen am 5.4.2014)

Qingyun, Wang; Juan, Shan (2014): Lung cancer cases linked to air quality, http://www.chinadaily.com.cn/china/2014-02/27/content_17308023.htm (eingesehen am 17.4.2014)

Quaschning, Volker (2008): Erneuerbare Energien und Klimaschutz – Hintergründe – Techniken – Anlagenplanung – Wirtschaftlichkeit, Carl Hanser Verlag München

Quaschning, Volker (2007/2008): Regenerative Energiesysteme. Technologie – Berechnung – Simulation, Hanser Verlag München

Republic of Kenya – Ministry of Energy and Petroleum (2014): Draft National Energy Policy, http://www.kengen.co.ke/documents/National%20Energy%20Policy%20-%20Final%20Draft%20-%2027%20Feb%202014.pdf (eingesehen am 15.5.2014)

Republic of Kenya – Ministry of Energy (2012): Feed-in-Tariffs Policy on Wind, Biomass, Small-Hydro, Geothermal, Biogas and Solar Resource Generated Electricity, http://www.energy.go.ke/index.php/universal-access/download/finish/3-ministerial-documents/4-fit-policy-2012-final-14-dec (eingesehen am 23.5.2014)

Richter, LX (2013): Tanzania receives support by AfDB for geothermal roadmap, http://thinkgeoenergy.com/archives/15008 (eingesehen am 4.5.2014)

Scheer, Hermann (2005): Energieautonomie – Eine neue Politik für erneuerbare Energien, Verlag Antje Kunstmann GmbH, München

Schmidt, Manfred (2002): Regenerative Energien in der Praxis, HUSS-MEDIEN GmbH, Berlin, Verlag Bauwesen

Seitz, Volker (2012): Afrika wird armregiert oder Wie man Afrika wirklich helfen kann, Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & co. KG, München, 6. Auflage

Setzer, Martin (1998): Wirtschaftliche Entwicklung und Energieintensität – Zur Theorie und Empirie der Determinanten der Energieintensität, Metropolis-Verlag, Marburg

SolarGIS (2011/2012): Maps of Global horizontal irradiation (GHI), http://solargis.info/doc/71 (eingesehen am 7.4.2014)

Statista (2014): Die zehn größten CO_2-emittierenden Länder nach Anteil an den weltweiten CO_2-Emissionen im Jahr 2013, http://de.statista.com/statistik/daten/studie/179260/umfrage/die-zehn-groessten-c02-emittenten-weltweit/ (eingesehen am 17.4.2014)

Stern, David I. (2004): The Rise and Fall of the Environmental-Kuznets-Curve, http://steadystate.org/wp-content/uploads/Stern_KuznetsCurve.pdf (eingesehen am 18.4.2014)

Stockholm Environment Institute: David Bauner; Melinda Sundell et al. (2012): Sustainable Energy Markets in Tanzania – Report II: Analysis and conclusions, http://www.renetech.net/wp-content/uploads/2013/03/Sustainable_Energy_Markets_in_Tanzania_II_final.pdf (eingesehen am 15.4.2014)

Sustainable Energy for All (2013): About us, http://www.se4all.org/about-us/ (eingesehen am 26.3.2014)

TANESCO (2013): Generation, http://www.tanesco.co.tz/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=158 (eingesehen am 12.4.2014)

TANESCO (o. J.): Other prospective Projects, http://www.tanesco.co.tz/index.php?option=com_content&view=article&id=99&Itemid=252 (eingesehen am 23.4.2014)

Tanzania Association of Microfinance Institutions (2014): Microfinance institutions seek new law to govern operations, http://www.tamfi.co.tz/index.php/highlights/view/microfinance_institutions_seek_new_law_to_govern_operations (eingesehen am 28.5.2014)

Tanzania Communications Regulatory Authority (2013): Quarterly Statistics Report, http://www.tcra.go.tz/images/documents/telecommunication/telecomStatsDec13.pdf (eingesehen am 1.4.2014)

Tanzania National Reinsurance Corporation Ltd. (2012): Annual Report 2012 – Progressing and growing together in Africa, http://www.tan-re.co.tz/wp-content/uploads/2013/10/TAN-RE-AR-2012.pdf (eingesehen am 20.5.2014)

The Economist (2013): Why does Kenya lead the world in mobile money? http://www.economist.com/blogs/economist-explains/2013/05/economist-explains-18#comments (eingesehen am 19.4.2014)

Transparency International (2014): Corruption Perceptions Index 2013, http://cpi.transparency.org/cpi2013/results/ (eingesehen am 17.5.2014)

Umweltbundesamt (2011): Rohstoffkonflikte nachhaltig vermeiden – Rohstoffe zwischen Angebot und Nachfrage (Teilbericht 2), https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4099.pdf (eingesehen am 31.3.2014)

Umweltbundesamt (2007): Externe Kosten kennen – Umwelt besser schützen – Die Methodenkonvention zur Schätzung externer Kosten am Beispiel Energie und Verkehr, http://www.dfld.de/Downloads/UBA_070427_ExterneKosten-1.pdf (eingesehen am 5.5.2014)

United Nations (2013): News on Development Goals, http://www.un.org/millenniumgoals/ (eingesehen am 26.3.2014)

United Nations (2013): World Population Policies 2013, http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/policy/WPP2013/wpp2013.pdf#zoom=100 (eingesehen am 3.4.2014)

United Nations (2013): World Population Prospects – The 2012 Revision – Highlights and Advance Tables, http://www.fn.no/content/download/18853/160781/file/World%20Population%20Prospect%202012%20revision.pdf (eingesehen am 1.4.2014)

United Nations (2012): World Urbanization Prospects – The 2011 Revision, http://esa.un.org/unup/pdf/FINAL-FINAL_REPORT%20WUP2011_Annextables_01Aug2012_Final.pdf (eingesehen am 25.4.2014)

United Nations Development Programme (2014): Tanzania, http://www.undp.org/content/undp/en/home/ourwork/environmentandenergy/strategic_themes/climate_change/carbon_finance/CDM/tanzania.html (eingesehen am 23.4.2014)

United Nations Development Programme (2013): International Human Development Indicators, http://hdr.undp.org/en/countries (eingesehen am 2.4.2014)

United Nations Development Programme (2012): Integrating Energy Access and Employment Creation to Accelerate Progress on the MDGS in Sub-Saharan Africa, http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Sustainable%20Energy/EnergyAccessAfrica_Web.pdf (eingesehen am 8.4.2014)

United Nations Development Programme (2010): Human Development Report 2010 – 20th Anniversary Edition – The Real Wealth of Nations: Pathways to Human Development, http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/270/hdr_2010_en_complete_reprint.pdf (eingesehen am 4.4.2014)

United Nations Development Programme (2007): Overcoming Vulnerability to Rising Oil Prices, Options for Asia and the Pacific, http://www.undp.org/content/dam/aplaws/publication/en/publications/environment-energy/www-ee-library/sustainable-energy/fuel-to-change---overcoming-vulnerability-to-rising-oil-prices/Fuel%20to%20Change_2007.pdf (eingesehen am 16.5.2014)

United Nations DPAD (2014): List of Least Developed Countries, http://www.un.org/en/development/desa/policy/cdp/ldc/ldc_list.pdf (eingesehen am 27.3.2014)

United Nations Environment Programme (2012): Feed-in Tariffs as a Policy for Promoting Renewable Energies and Green Economies in Developing Countries, http://www.unep.org/pdf/UNEP_FIT_Report_2012F.pdf (eingesehen am 13.5.2014)

United Nations Environment Programme (o. J.): Urbanization, http://www.unep.org/geo/geo3/english/403.htm (eingesehen am 25.4.2014)

United Nations Environment Programme ARGEO African Rift Geothermal Development Facility (2014): 5th African Rift Geothermal Conference, http://geo-energy.org/events/Final%20version%20of%20ARgeo-C5%20Flyer.pdf (eingesehen am 23.4.2014)

United Nations International Children's Emergency Fund (2013): United Republic of Tanzania – Statistics, http://www.unicef.org/infobycountry/tanzania_statistics.html#118 (eingesehen am 25.4.2014)

United Nations OHRLLS (Office of the high representative for the Least Developed Countries, Landlocked Developing Countries and Small Island Developing States) (2014): About LDCs, http://unohrlls.org/about-ldcs/ (eingesehen am 5.4.2014)

United Republic of Tanzania (2013): Power System Master Plan 2012 Update, http://www.tanzania.go.tz/egov_uploads/documents/0062_10072013-Power_System_Master_Plan_2012_sw.pdf (eingesehen am 14.4.2014)

United Republic of Tanzania (2013): Scaling-up Renewable Energy Programme (SREP) – Investment Plan for Tanzania, https://www.climateinvestmentfunds.org/cif/sites/climateinvestmentfunds.org/files/SREP_Tanzania_Investment_Plan_Design.pdf (eingesehen am 17.4.2014)

United Republic of Tanzania (2012): Five Year Development Plan, http://www.mipango.go.tz/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=14:fydp-2012-07-26&id=12:five-year-development-plan (eingesehen am 15.4.2014)

United Republic of Tanzania – Vice President's Office (2012): National Climate Change Strategy. http://tanzania.um.dk/en/~/media/Tanzania/Documents/Environment/TANZANIA%20CLIMATE%20CHANGE%20STRATEGY/TANZANIA%20CLIMATE%20CHANGE%20STRATEGY.pdf (eingesehen am 12.5.2014)

United Republic of Tanzania (2010): The Mining Act 2010, http://www.tanzania.go.tz/egov_uploads/documents/The_Mining_Act,_2010_(Act_No_sw.pdf (eingesehen am 5.5.2014)

United Republic of Tanzania (2005): National Strategy for Growth and reduction of poverty, http://www.povertymonitoring.go.tz/Mkukuta/MKUKUTA_MAIN_ENGLISH.pdf (eingesehen am 14.4.2014)

United Republic of Tanzania (2005): The Rural Energy Act, http://www.tic.co.tz/media/8-2005_The%20Rural%20Energy%20Act,%202005%20(Act%20No%208%20of%202005).pdf (eingesehen am 15.4.2014)

United Republic of Tanzania (2004): Mini Tiger Plan 2020, http://www.tzdpg.or.tz/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&file=uploads/media/mini.tiger.plan.tanzania.doc&t=1457089950&hash=e2d621da06b21d14f41fb0548c564e9f501cf01a (eingesehen am 17.4.2014)

United Republic of Tanzania (2003): National Energy Policy, http://www.kmsattorneys.co.tz/docs/National_Energy_Policy_Feb2003.pdf (eingesehen am 14.4.4014)

United Republic of Tanzania (1999): Tanzania Development Vision 2025, http://www.tzonline.org/pdf/theTanzaniadevelopmentvision.pdf (eingesehen am 15.4.2014)

United Republic of Tanzania, European Community (2007): Country Strategy Paper and National Indicative Programme - For the period 2008-2013, http://ec.europa.eu/development/icenter/repository/scanned_tz_csp10_en.pdf (eingesehen am 7.5.2014)

US Energy Information Administration (2014): Natural Gas Monthly, May 2014, http://www.eia.gov/naturalgas/monthly/pdf/ngm_all.pdf (eingesehen am 2.6.2014)

Venkata, Vijay Kuma P. (2010): A Study of Joint Liability Versus Individual Liability, http://www.microfinancegateway.org/gm/document-1.1.9422/a%20study%20of%20joint%20liability.pdf (eingesehen am 28.5.2014)

Vögeli, Yvonne; Lohri, Christian (2009): Renewable Energy from Kitchen Waste, http://www.tatedo.org/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/78_Renewable-Energy-from-Kitchen-Waste.pdf (eingesehen am 28.4.2014)

Wagner, Norbert; Kaiser, Martin (1995): Ökonomie der Entwicklungsländer, Gustav Fischer Verlag · Stuttgart · Jena

Weischer, Lutz (2012): Inside Stories on climate compatible development, http://cdkn.org/wp-content/uploads/2012/05/Tanzania-Power-InsideStory_6pp_final_low-res.pdf (eingesehen am 6.5.2014)

Weizsäcker, Ernst Ulrich von; Hargroves, Karlson; Smith, Michael (2009): Faktor Fünf – Die Formel für nachhaltiges Wachstum, Droemersche Verlagsanstalt Th. Knaur Nachf. GmbH & Co. KG, München

Weltbank (2014): Electricity production from hydroelectric sources (% of total), http://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.HYRO.ZS?page=1 (eingesehen am 12.4.2014)

Weltbank (2014): GDP growth (annual %), http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG (eingesehen am 11.4.2014)

Weltbank (2014): Rural Population, http://data.worldbank.org/indicator/SP.RUR.TOTL.ZS/countries (eingesehen am 10.4.2014)

Weltbank (2014): World Development Indicators, http://data.worldbank.org/sites/default/files/wdi-2014-book.pdf (eingesehen am 23.5.2014)

Weltbank (2013): Gross Domestic Product 2012, http://databank.worldbank.org/data/download/GDP.pdf (eingesehen am 1.4.2013)

Weltbank (2013): Tertiary Education (Higher Education), http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTEDUCATION/0,,contentMDK:20298183~menuPK:617592~pagePK:148956~piPK:216618~theSitePK:282386,00.html (eingesehen am 7.5.2014)

Weltbank (2011): Tanzania – Singida Wind Power Project, http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2011/07/07/000003596_20110707125034/Rendered/PDF/Integrated0Saf00Sheet0Concept0Stage.pdf (eingesehen am 23.4.2014)

Welzer, Harald; Wiegandt, Klaus (2011): Perspektiven einer nachhaltigen Entwicklung. Wie die Welt im Jahr 2050 aussieht – und warum man darüber reden muss. In: **Welzer, Harald**; **Wiegandt, Klaus** (Hrsg.)(2011): Perspektiven einer nachhaltigen Entwicklung. Wie sieht die Welt im Jahr 2050 aus? Fischer Taschenbuch Verlag GmbH, Frankfurt am Main

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (o. J.): Wege von der nachholenden zur nachhaltigen Entwicklung – Infrastrukturen und deren Transfer im Zeitalter der Globalisierung, http://core.kmi.open.ac.uk/download/pdf/9308098.pdf (eingesehen am 17.4.2014)

Yandle, Bruce; Vijayaraghavan, Maya; Bhattarai, Madhusudan (2002): The Environmental Kuznets Curve – A Primer, http://www.macalester.edu/~wests/econ231/yandleetal.pdf (eingesehen am 16.4.2014)

Zahoransky, Richard A. (2009): Energietechnik – Systeme zur Energieumwandlung. Kompaktwissen für Studium und Beruf, 4. Auflage, Vieweg + Teubner | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden

VI. Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit versichere ich, **Nico Ulmer**, geb. am 21.12.1987 in Stuttgart, eidesstattlich gegenüber der **Fachhochschule Erfurt,** Master-Studiengang Erneuerbare Energien Management (RED), dass ich vorliegende Masterarbeit mit dem Titel „**Die Chancen und die Barrieren der Erneuerbaren Energien für Entwicklungsländer – illustriert am Beispiel Tansanias**“ im Sommersemester 2014 selbstständig und ohne Benutzung anderer Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen (einschließlich elektronischer Quellen) übernommenen Angaben und Zitate sind durch Literaturangaben kenntlich gemacht. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

Erfurt, den 24.06.2014

Nico Ulmer

VII. Anhang

Anhang 1: Zu Punkt 4.2.1: Diversifikation der Energieversorgung

Die folgende Abbildung 14 veranschaulicht die berechneten Stromgestehungskosten der Kraftwerke, die nach dem *Power System Master Plan* bis zum Jahr 2035 installiert werden sollen. Im *Scaling-up Renewable Energy Programme* wird darauf hingewiesen, dass die Stromgestehungskosten der fossilen Kraftwerke auf Basis der damals in Tansania vorherrschenden Rohstoffpreise (Dezember 2012) kalkuliert wurden. Die angenommenen Rohstoffpreise lagen jedoch schon zur Zeit der Berechnung unterhalb des damaligen internationalen Niveaus: So wurde ein Gaspreis von 2,70 US-Dollar pro Tausend Kubikfuß angenommen, während der Gaspreis am US-amerikanischen Handelspunkt für Erdgas (Henry Hub) bereits 3,60 US-Dollar betrug.[295] Im Februar 2014 stieg der Gaspreis am Henry Hub auf 6 US-Dollar.[296]

Bei der Kohle wurde ein Preis von 60 US-Dollar pro Tonne angenommen, als Referenzwert diente der südafrikanische Exportpreis für Kohle, der im Dezember 2012 bei rund 89 US-Dollar lag.[297] Betrug der südafrikanische Kohlepreis vor zehn Jahren noch 63 US-Dollar, stieg er im Juni 2014 auf 75 US-Dollar pro Tonne. Temporäre Spitzenpreise von 168 US-Dollar wie im Jahr 2008 und 124 US-Dollar im Jahr 2011 verdeutlichen jedoch die Volatilität.[298] Für die Brennstoffe der fossilen Kraftwerke wurden bei der Kalkulation der Stromgestehungskosten dennoch keine zunehmenden realen Kosten über die jeweiligen Laufzeiten angenommen.[299] Eine derartige statische Berechnung bleibt vor dem Hintergrund steigender Rohstoffpreise daher fraglich, weshalb die folgende Abbildung auch eher als Orientierung dienen kann.

[295] Vgl. United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 129
[296] US Energy Information Administration (2014): Natural Gas Monthly, May 2014, Seite 14
[297] Vgl. United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 129
[298] Index mundi (2014): Coal, South African export price Monthly Price
[299] Vgl. United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 129

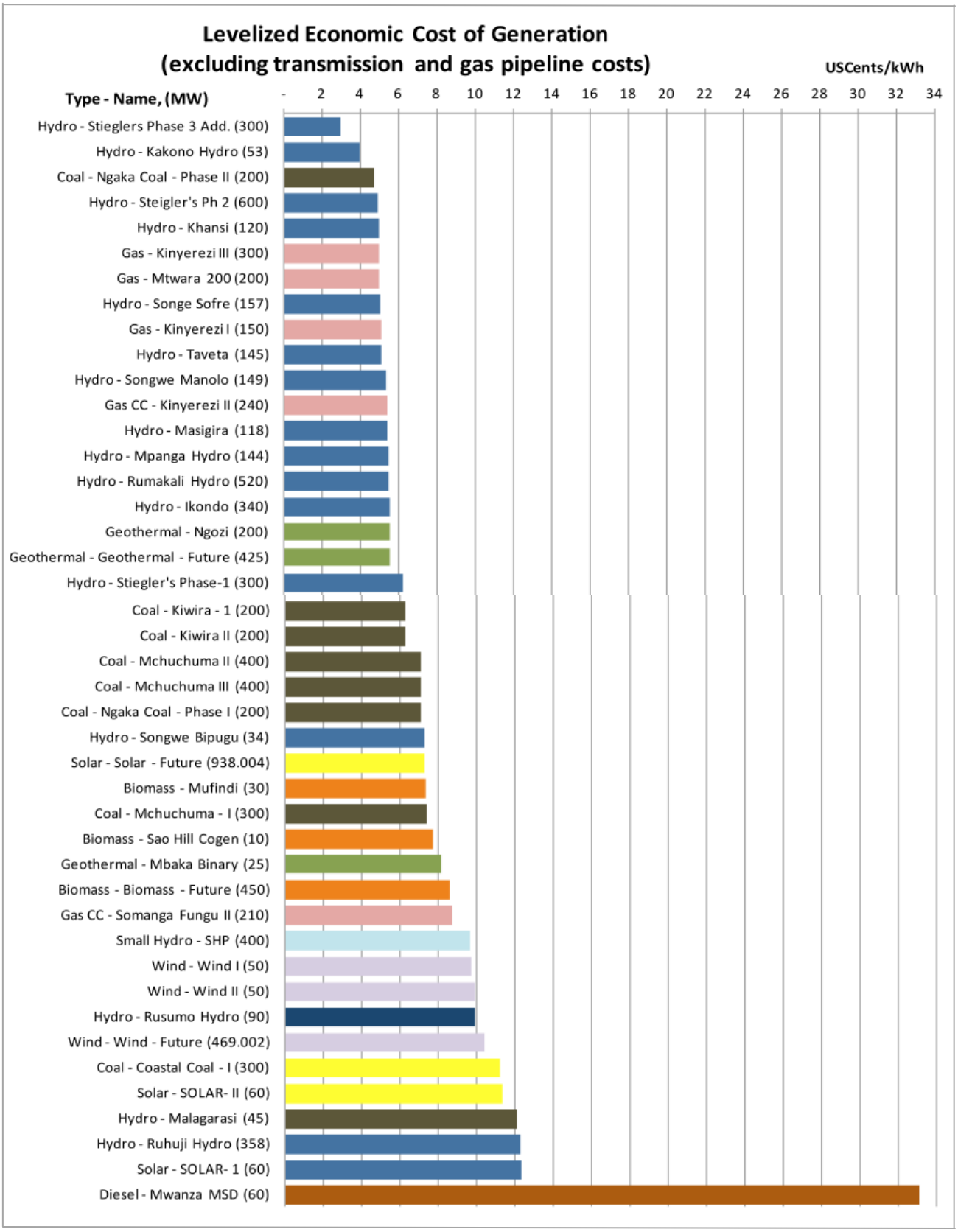

Abbildung 14: Stromgestehungskosten zukünftiger Kraftwerke nach Power System Master Plan, exklusive Kosten für Transport

Quelle: United Republic of Tanzania (2013): SREP, Seite 130

Anhang 2: Zu Punkt 4.2.2: Ländliche Elektrifizierung

Die in Punkt 4.2.2 präsentierte Karte der NASA zur Darstellung der Bevölkerungsdichte bezieht sich auf das Jahr 2000. Die folgende Abbildung 15 zeigt die Bevölkerungsdichte nach Region im Jahr 2012 und den Durchschnitt Deutschlands zum Vergleich.

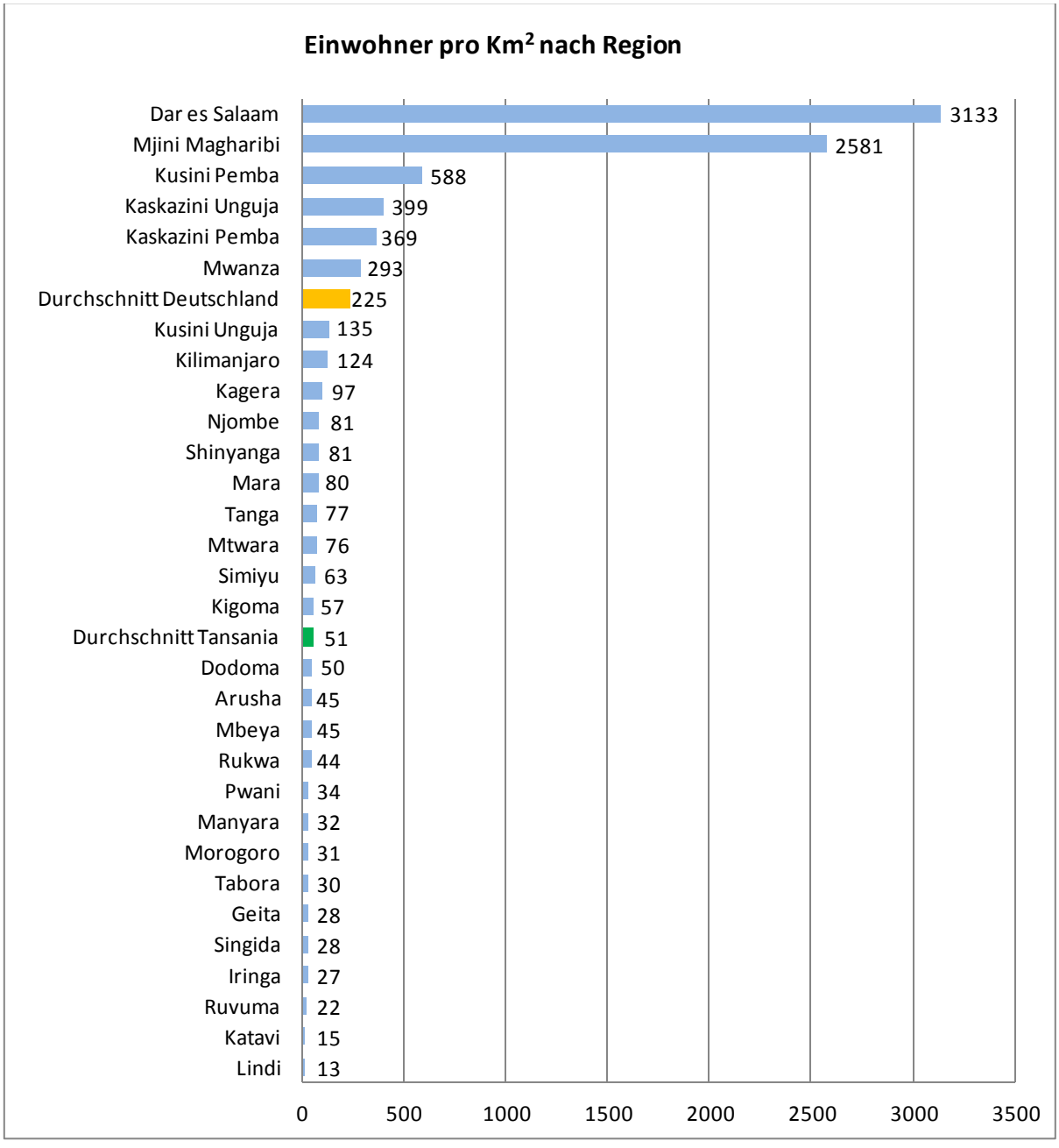

Abbildung 15: "Population Density by Region, 2012"

Quelle: eigene Darstellung auf Basis von National Bureau of Statistics, Ministry of Finance (2013): Tanzania in Figures 2012, Seite 36

Anhang 3: Zu Punkt 4.3: Erneuerbare Energien zum Erreichen der Entwicklungsvision

Die folgende Abbildung 16 zeigt die Beziehung zwischen dem HDI und dem jährlichen pro-Kopf Elektrizitätsverbrauch in Kilowattstunden. Wie in Punkt 4.3 erwähnt, beobachtete PASTERNAK, dass Länder mit einem pro-Kopf Verbrauch von mehr als 4000 kWh HDI-Werte von über 0,9 aufwiesen. Die Ausnahmen seiner Beobachtung bilden Südkorea, Russland, Saudi-Arabien und Südafrika. PASTERNAKS Untersuchungen beziehen sich auf das Jahr 1997, wodurch die Verteilung der Länder wie auch der gesamte Wert im HDI etwas höher liegt. Dieser Unterschied erklärt sich durch Änderungen in der HDI-Berechnung.[300]

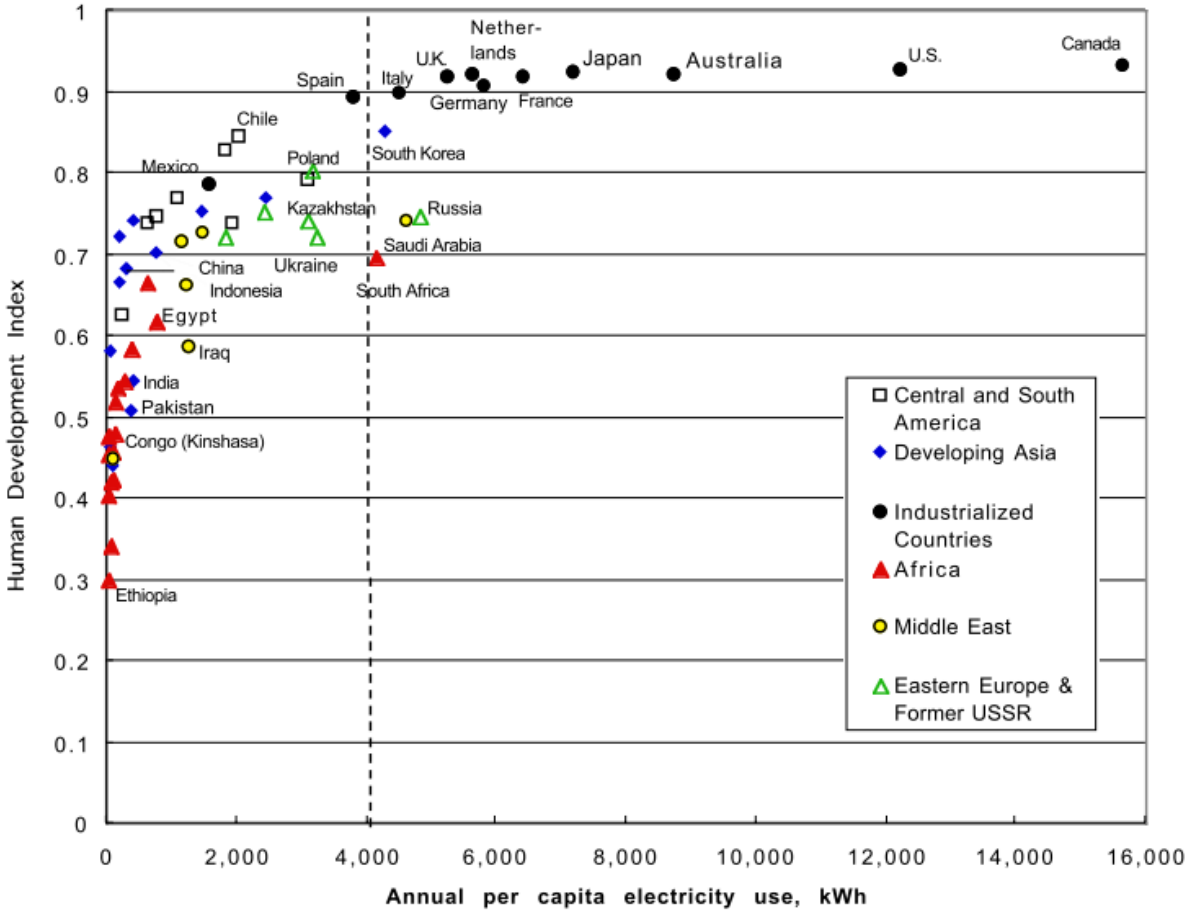

Abbildung 16: "The United Nations' Human Development Index and electricity use. 60 Countries, 1997"

Quelle: Nach Pasternak, Alan D. (2000): Global Energy Futures and Human Development: A Framework for Analysis, Seite 7. Die Abbildung wurde für diese Arbeit zugeschnitten.

[300] UNDP (2010): Human Development Report 2010, Seite 27 und 226

Anhang 4: Zu Punkt 5.5: Ausbaupläne der Regierung

Die folgenden Tabellen 4 und 5 zeigen die Aufteilung der in Tansania geplanten oder optionalen fossilen Kraftwerke. Bei der Kohlekraft ist geplant, die gesamten 3800 MW bis zum Jahr 2035 zu installieren, bei Gas und Öl sind die zu sehenden Kraftwerke als „Optionen" zu verstehen. Der tatsächliche Ausbau an Gaskraftwerken ist bis zum Jahr 2035 mit 995 MW vorgesehen (vgl. Punkt 5.5 und Abbildung 13). Bei den Kohlekraftwerken handelt es sich jeweils um Dampfkraftwerke, die ihren Brennstoff von den jeweiligen örtlichen Vorkommen beziehen. Bei der Gaskraft in Tabelle 5 soll der Brennstoff ebenfalls aus Vorkommen vor Ort bezogen werden, der Brennstoff für das Ölkraftwerk „Mwanza MS Diesel" dagegen importiert werden.[301]

Tabelle 4: Geplante Kohlekraftwerke Tansanias bis 2035

Kohlekraftwerke	
Kraftwerk / Ort	**Installierte Leistung [in MW]**
Coast Coal	500
Kiwira I	200
Kiwira II	200
Local Coal I	100
Local Coal II	200
Local Coal III	400
Local Coal IV	400
Local Coal V	400
Mchuchuma I	300
Mchuchuma II	400
Mchuchuma III	300
Ngaka I	200
Ngaka II	200
Gesamt Kohle	**3800 MW**

[301] Nach United Republic of Tanzania (2013): Power System Master Plan 2012 Update, Seite 70

Tabelle 5: Gas- und Ölkraftwerke, die laut Power System Master Plan als "Optionen" betrachtet werden[302]

Gas-/ Ölkraftwerke		
Kraftwerk/Ort	**Installierte Leistung [in MW]**	**Technologie**
Kinyerezi I	150	Gasturbine
Kinyerezi II	240	GuD
Kinyerezi III	300	GuD
Kinyerezi IV	300	Gasturbine
Mkuranga 250	250	GuD
Mtwara 400	400	GuD
Mwanza MS Diesel	60	Diesel/Schweröl
Somanga Fungu 320	320	GuD
Somanga TANESCO	8	Gasturbine
Zinga 200	200	GuD
Gesamt Gas/Öl	**2228 MW**	
Gesamt fossil (Kohle, Gas, Öl)	**6028 MW**	

[302] Vgl. ebd.