

Scriptie Liberal Arts and Sciences

Duurzame Ontwikkeling in Kenia

een onderzoek naar de mogelijkheden en gevolgen

Maaïke de Leeuw & Tanika Scherbinski

(3278840)

(3700135)

Begeleidster: Ria van der Lecq

11-11-2013

Voorwoord

Hierbij presenteren wij onze interdisciplinaire eindschrift. Hiermee ronden wij het laatste verplichte onderdeel in onze studie Liberal Arts and Sciences af.

Beide hadden we nog geen onderzoek naar Kenia of duurzame energie in een ontwikkelingsland gedaan, waardoor we bij het schrijven van deze scriptie veel geleerd hebben. Van wat we geleerd hebben vond Maaïke het meest opvallend dat de toegang tot elektriciteit zo laag is en dat er in Kenia, ook vanuit de overheid, al zo lang een focus op duurzame elektriciteit is. Tanika vond het opvallendst dat een land met een dergelijk groot duurzaam potentieel gebruik maakt van de verbranding van olie voor elektriciteitsopwekking. Verder waren we beide verbaasd dat de toegang tot het elektriciteitsnet vooral afhangt van de aansluitingskosten. Dit is Nederland niet voor te stellen.

We hebben ook veel geleerd van de samenwerking en het schrijven van een interdisciplinair stuk. Deze manier van werken vereist dat de stukken van de auteurs niet alleen naast elkaar kunnen bestaan, maar ook samen moeten gaan. De samenwerking is hierdoor intensiever dan bij andere groepsopdrachten, maar daagt wel uit tot het creëren van een nieuw inzicht.

Het was geen eenvoudig proces, maar we zijn blij dat we met het harde werken dit eindresultaat hebben kunnen bereiken. Dit hadden we echter niet zonder hulp gekund, hierom willen we graag wat mensen bedanken.

We willen onze begeleidster Ria van der Lecq bedanken voor haar adviezen en soms pittige maar opbouwende commentaren. Verder willen we ook graag onze ouders bedanken voor de adviezen en de hulp.

Samenvatting

De toegang tot elektriciteit in de rurale gebieden van Kenia is erg laag. Hierdoor is biomassa de grootste energiebron. Biomassa is echter inefficiënt, vervuilend en slecht voor de gezondheid. Door deze energiebron te vervangen met het gebruik van elektriciteit wordt de leefomgeving van de bevolking schoner en veiliger en stelt dit de bevolking in staat om meer inkomsten te genereren. Deze elektriciteit zou voorzien kunnen worden door het elektriciteitsnetwerk. Dit blijkt echter geen reële optie door de hoge aansluitingskosten. Kleinschalige opties zoals pico waterkracht, windturbines en zonnepanelen zijn toegankelijker en hebben maar weinig negatieve gevolgen op de omgeving en het milieu. Ondanks een aantal nadelen ten opzichte van het elektriciteitsnetwerk maakt dit deze kleinschaligere opties het meest geschikt voor de elektriciteitsvoorziening in ruraal Kenia.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
2. Begripsdefiniëring	6
2.1 Ontwikkeling	6
2.2 Armoede	7
3. Het nut van meer duurzame elektriciteit	9
Resource Curse	10
4.1 Huidig gebruik van niet-duurzame energie	12
4.2 Elektriciteitsnetwerk	14
4.3 Duurzame energie opties	15
4.3.1 Zonne-energie	16
4.3.2 Waterkracht	18
4.3.3 Geothermie	19
4.4.4 Windenergie	21
4.5 Conclusie	22
5. Inzichten vanuit de sociale geografie	24
5.1. Inleiding	24
5.2. huidig energiegebruik	24
5.2.1. Toepassing	24
5.2.2. Problemen	25
5.2.3. Belemmeringen voor ontwikkeling	28
5.3. Duurzame elektriciteit	29
5.3.1. Problemen	29
5.3.2. Voordelen voor de ontwikkeling	33
5.3.3. Casestudy: de Maasai	37
5.4. Conclusie	39
6. Common Ground	40
7. More comprehensive understanding	48
8. Conclusie	51
Bronnen	53
Bijlage	56

1. Inleiding

Kenia is een Oost-Afrikaans ontwikkelingsland met een bevolking van 43.178.141 mensen in 2012 en een oppervlakte van 580370 km². Van de populatie bevindt 46% zich onder de armoedegrens (The World Bank, n.d., a). Hierdoor is een groot gedeelte van de populatie niet in staat om moderne technologieën te gebruiken. Slechts 18% van de Keniaanse bevolking had in 2008 toegang tot het elektriciteitsnetwerk (Kiplagat, Wang, & Li, 2011). Voor de armste mensen is elektriciteit vaak ver weg en onbetaalbaar en in de rurale gebieden ligt het percentage van de bevolking dat toegang tot het elektriciteitsnet heeft nog veel lager. Drie kwart van de mensen die zich onder de armoedegrens bevinden leeft in rurale gebieden (UNDP, 2006, p. 51). De 'Rural Electrification Authority' van Kenia probeert hier verandering in te brengen door de uitbreiding van het energienetwerk te versnellen, en het gebruik van duurzame energiebronnen te promoten (Rural Electrification Authority, n.d.).

Er is een trend in de afgelopen jaren waarin steeds meer nadruk kwam te liggen op duurzame energie. Van fossiele brandstof is al jaren bekend dat het ooit op zal raken, dat het negatieve effecten op het milieu heeft en dat het klimaatverandering veroorzaakt (Miller & Spoolman, 2009). Doordat bij hernieuwbare energie gebruik wordt gemaakt van oneindige bronnen zoals de zon, wind of warmte van de aarde zal deze nooit opraken. Verder kan duurzame energie in elk land toegepast worden waardoor de afhankelijkheid van geïmporteerde olie afneemt. Duurzame energie heeft ook het voordeel dat er weinig tot geen broeikasgassen uitgestoten worden, wat goed is voor het milieu (Miller & Spoolman, 2009).

Het is echter nog niet helemaal duidelijk welke rol duurzame energie voor de ontwikkeling van Kenia en in het bijzonder in het leven van de Keniaanse bevolking kan spelen. Deze scriptie gaat over de effecten die de bevolking ondervindt aan de hand van de vraag:

Wat betekent het gebruik van duurzame middelen om elektriciteit op te wekken voor de ontwikkeling van de bevolking van ruraal Kenia en welke middelen zijn hiervoor het meest geschikt?

Met duurzame middelen om elektriciteit op te wekken worden hier bronnen bedoeld die niet opraken, zoals zonlicht, wind, regen, getijden, golven en geothermie.

Op 'ontwikkeling van de bevolking' wordt verder ingegaan in hoofdstuk 2, omdat er vele verschillende ideeën over ontwikkeling zijn. Voorlopig zal een vrij algemene betekenis gehanteerd worden. Ontwikkeling is in dit geval een vooruitgang in de levensomstandigheden van de bevolking ten opzichte van de situatie waarin men geen gebruik maakt van duurzame energie. De Natuurwetenschappen hebben een andere kijk op ontwikkeling met betrekking tot duurzame energie. Het verschil zit met name in de focus van ontwikkeling op mens of natuur. Het doel van dit onderzoek was om een inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden voor Kenia wat betreft duurzame elektriciteit en wat voor effect deze opties hebben op het leven van de rurale bevolking. Er is gekozen voor Kenia omdat dit land geen eigen fossiele bronnen heeft maar wel een grote potentie betreft duurzame energie. In Kenia is ook al veel toepassing van duurzame energie te zien, wat Kenia een soort voorbeeldfunctie geeft onder de ontwikkelingslanden. Hierdoor is er al veel onderzoek gedaan naar duurzame energie in Kenia, wat belangrijk is voor een literatuuronderzoek.

Wat het stimuleren van duurzame energie voor de ontwikkeling van de bevolking van Kenia betekent, is een probleem met technische en maatschappelijke aspecten en kan daarom het beste vanuit meerdere disciplines behandeld worden. Er moet namelijk naar vormen van duurzame energie, naar de gevolgen van het gebruik van duurzame energie voor de bevolking van ontwikkelingslanden en naar wat dit betekent voor de ontwikkeling van de bevolking gekeken worden. Door vanuit twee interdisciplinaire hoofdrichtingen naar de onderzoeksvraag te kijken hebben we vanuit vele verschillende perspectieven inzichten gekregen op het onderwerp, wat een breder antwoord mogelijk maakt. De vertegenwoordigde hoofdrichtingen zijn 'Sociale Geografie' wat zich richt op de relatie tussen mens en ruimte vanuit een economisch, politiek, ontwikkelings-, en demografisch perspectief en 'Energie en Duurzaamheid' waarin gekeken wordt vanuit een natuurwetenschappelijk, met de nadruk op energie-technisch, perspectief naar de mogelijkheden van energiebronnen en de effecten van deze bronnen op de omgeving.

Onopgeloste maatschappelijke problemen rond dit onderwerp zijn de afhankelijkheid van geïmporteerde olie, de uitputting van bronnen voor fossiele brandstof, de toegankelijkheid tot elektriciteit voor de bevolking van Kenia en de armoede die er in Kenia heerst.

Bij de onderzoeksvraag is er met de disciplines sociale geografie en natuurwetenschappen sprake van 'border disciplinarity' omdat beide disciplines naar het vraagstuk kijken, maar vanuit een eigen perspectief. Vanuit de Natuurwetenschappen wordt gekeken naar de technische mogelijkheden van duurzame energie in Kenia, zowel op nationaal als lokaal niveau. Vanuit de Sociale Geografie werd vervolgens gekeken of deze duurzame energie invloed heeft op de ontwikkeling van de bevolking, en zo ja wat voor invloed dit is.

Om een antwoord te vinden op de onderzoeksvraag is een literatuurstudie uitgevoerd. In deze literatuurstudie is er gekeken naar artikelen vanuit een ontwikkelingsgeografie perspectief en een energie technisch perspectief. De hoofdvraag is beantwoord aan de hand van verschillende deelvragen.

De behandeling van de eerste deelvraag: *Hoe ziet de huidige energie situatie in Kenia er uit?*, geeft in de hoofdstukken 4 en 5 een inzicht in de huidige stand van zaken en welke voor en nadelen dit heeft.

Het antwoord op de tweede deelvraag: *Wat kunnen duurzame energiebronnen veranderen aan de huidige energie situatie?* in hoofdstuk 4 geeft inzicht in de opties om op een duurzame manier elektriciteit op te wekken, welke technieken hiervoor nodig zijn, op welke schaal dit toegepast kan worden en welke gevolgen dit zou hebben op de omgeving.

Voor de derde deelvraag: *Wat betekent het gebruik van duurzame bronnen voor de bevolking?*, zijn in hoofdstuk 5 effecten op het leven van de bevolking behandeld.

De inzichten die gevonden zijn aan de hand van deze vragen worden in de Common ground vergeleken en met deze resultaten wordt in de More comprehensive understanding een antwoord gegeven op de onderzoeksvraag.

2. Begripsdefiniëring

2.1 Ontwikkeling

Onderzoekers hebben verschillende visies over wat ontwikkeling is en die visies bepalen, wat de onderzoeker ziet als aspecten van ontwikkeling. Een voorbeeld is het verschil tussen neo-populisten en neo-liberalen. Arne Jacobson (2007), verbonden aan de opleiding Environmental Resources Engineering aan de Humboldt State University in Arcata, schrijft:

while market-orientated visions of development have long included neo-populist elements, there are key contradictions between the classic "small is beautiful" neo-populist vision of increased local self-reliance and the development of small-scale alternatives to world capitalism, on the one hand, and the emphasis in mainstream neo-liberal thinking on the benefits of market-based service provision and the expansion of global capitalist markets, on the other (p. 146).

Als dit vertaald wordt naar het onderwerp van deze scriptie, zien neo-populisten kleinschalige stappen, zoals een huis dat aangesloten wordt op het energie-netwerk, waardoor een kind ook de avonden kan besteden aan huiswerk, als ontwikkeling. Neo-liberalen zouden uitbreiding van het energie-netwerk met als gevolg groei van productie in bepaalde sectoren, waardoor deze sectoren beter kunnen concurreren als ontwikkeling zien. Aspecten van ontwikkeling waar dan naar gekeken worden verschillen, namelijk scholing op kleine schaal of meer productie op grote schaal. Vanuit de natuurwetenschappen, en dan met name het vakgebied milieuwetenschappen wordt er gekeken naar duurzame ontwikkeling. Hierbij is het belangrijk dat de behoeftes van huidige generaties vervuld worden zonder deze mogelijkheid voor toekomstige generaties aan te tasten. Van belang is dat er bij het tegemoetkomen van de behoeftes geen negatieve effecten op de kwaliteit van lucht, water en andere natuurlijke elementen plaatsvinden om zo het ecosysteem in balans te houden (World Commission on Environment and Development, 1987).

Vanuit de sociale wetenschappen en dan met name de ontwikkelingsgeografie is er veel discussie geweest over wat ontwikkeling is, hoe ontwikkeling te bereiken is en welke aspecten onderdeel van ontwikkeling zijn. Een trend in de theorieën is echter dat men, net als bij het voorbeeld wat hierboven besproken is, een tweedeling kan

maken in theorieën die zich richten op het micro- of het macroniveau van ontwikkeling.

De belangrijkste aspecten van duurzame ontwikkeling zijn volgens het Ministerie voor Energie in Kenia "social equality, economic growth and environmental protection" (Ministry of energy, 2001 in: Makanga & Ngondi, 2010, p. 255).

Deze factoren zullen ook gebruikt worden in deze scriptie als aspecten van ontwikkeling voor de bevolking. Hier worden gezondheid, scholing en het genereren van inkomen aan toegevoegd om zowel de macro-, als de micro-ontwikkelingsprocessen te belichten. Sociale gelijkwaardigheid gaat uit van het verkleinen tussen het enorme inkomens- (en daarmee ontwikkelings) gat tussen 'armen' en 'rijken'. Deze factor wordt bekeken vanuit het aspect 'ontwikkeling van de armsten'.

Termen als 'armen', 'rijken' en 'de armsten' zijn niet heel concreet. In de literatuur die onderzocht is voor dit onderzoek zijn de auteurs hier ook niet duidelijk over terwijl armoede toch een grote factor in de problematiek is. Om toch wat duidelijkheid te verschaffen, zal er in de volgende paragraaf aandacht besteed worden aan wat armoede is.

2.2 Armoede

De United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO), onderdeel van de Verenigde Naties, maakt onderscheid tussen inkomens-, extreme, absolute en relatieve armoede. Inkomensarmoede wordt per huishouden gemeten en is afhankelijk van de grens die elk land zelf stelt. Extreme armoede is van toepassing op mensen die van \$1,25 per dag of minder leven. Absolute armoede is afhankelijk van het bedrag wat mensen moeten verdienen om in de primaire basisbehoeften, zoals het hebben van eten, kleding en onderdak, te kunnen voorzien. Bij relatieve armoede wordt er gekeken naar mensen in relatie tot de economische status van de rest van de bevolking. Mensen worden hierbij als 'arm' gedefinieerd als ze niet aan de levensstandaard van de rest van de bevolking kunnen voldoen (UNESCO, n.d.).

In het vijfde Human Development Report van Kenia van het United Nations Development Programme (UNDP) staan dan ook verschillende cijfers wat betreft

armoede in Kenia. " *The Human Poverty Index (HPI) for Kenya in 2005 is 37% (...)The HPI value for Kenya is lower than the income poverty level of 56%. This means that the incidence of income poverty in the country is higher than human poverty*" (UNDP, 2006, p. 17). Bij de HPI wordt er onder andere gekeken naar toegang tot schoon drinkwater en geletterdheid, vanwaar er gerefereerd wordt naar *human poverty*. Kenia heeft ook een eigen armoedegrens.

The official poverty line in Kenya is based on the last Welfare Monitoring Survey (WMS) which was carried out in 1997. The poverty line was calculated on the basis of mean rural and urban costs for both food and basic goods. In much of the current literature the 1997 poverty line is cited (KShs 1,239 per capita per month in rural areas calculated on the basis of basic food and non-food needs) (UNDP, 2006, p. 50).

In 2005 viel 45,9% van de bevolking onder deze armoedegrens (The World Bank, n.d., b).

Het gemiddelde inkomen per ruraal huishouden is \$2000 per jaar (Jacobson, 2007). Een paar artikelen verwijzen naar dat gemiddelde inkomen en noemen huishoudens die daaronder vallen 'arm' (Jacobson, 2007; Acker & Kammen, 1996). De rest van de auteurs in de gebruikte literatuur geeft geen indicatie wat armoede inhoudt, maar als we naar de verschillende indicaties van het UNDP kijken, kunnen we ervan uitgaan dat armoede over het algemeen inhoudt dat mensen niet aan de basisbehoeften kunnen voldoen en dat hun levensstandaard ondermaats is ten opzichte van de nationale levensstandaard.

3. Het nut van meer duurzame elektriciteit

Een gebrek aan elektriciteit is nadelig voor de gezondheidszorg, ontwikkeling van de samenleving, educatie en industriële activiteit (Hankins, 1993 in: Acker & Kammen, 1996, p. 81). Energy engineering deskundigen Kiplagat, Wang en Li (2011) sluiten zich hierbij aan. Energie is volgens hen essentieel voor socio-economische ontwikkeling, educatie en economische groei. Daarnaast is betrouwbare, betaalbare energie volgens hen nodig voor basale behoeften van mensen, bijvoorbeeld om te koken, verlichting, veilig drinkwater en communicatie (p. 2971).

De keuze voor duurzame energie is hierbij een logische. Deze vorm van energie is volop aanwezig in Kenia, waardoor het land minder afhankelijk zal worden van geïmporteerde olie of steenkool voor hun elektriciteit (Kiplagat et al, 2011). Daarbij komt dat wereldwijd de vraag naar het gebruik van duurzame elektriciteit toeneemt om daarmee de uitstoot van broeikasgassen te verlagen en hiermee klimaatverandering tegen te gaan (Miller & Spoolman, 2009). Door direct te investeren in duurzame elektriciteit zal Kenia later niet de kosten hebben om van een on-duurzaam systeem over te gaan naar een duurzaam systeem.

Volgens het Keniaanse Ministerie van Energie (2001) heeft toegang tot moderne energie invloed op levenskwaliteit, sociale en economische groei en bescherming van het milieu (in: Makanga & Ngondi, 2010, p. 255). Makanga en Ngondi, deskundigen op het gebied van olie en energie, hebben onderzoek gedaan naar invloed van de komst van een geothermie centrale op de Maasai en hun leefgebied. Makanga en Ngondi zijn van mening dat als de Maasai toegang krijgen tot elektriciteit, non-formele industriële activiteiten in de regio een groeispurt krijgen, wat migratie naar steden tegenhoudt. Dit wordt bevestigd door Barnes & Floor (1996) in het volgende citaat.

without efficient, clean energy, people are undermined in their efforts to engage effectively in productive activities or to improve their quality of life, People cannot farm efficiently or produce goods if much of their time must be spent searching farther and farther afield to gather diminishing wood fuels or if much of their income is used to pay for inefficient power. (Barnes & Floor, 1996, p. 499).

De econoom Akinlo (2008) heeft onderzoek gedaan naar de relatie tussen energiegebruik en economische groei in ontwikkelingslanden. In het geval van Kenia

was er op de lange termijn een significante positieve impact van energiegebruik op economische groei te zien (p. 2391).

Kiplagat, Wang & Li gaan in een artikel uit 2011 in op het belang aan van de agrarische sector voor Kenia.

“The economy is heavily dependent on agriculture, which accounts for around 24% of GDP and 18% of wage employment in both agriculture and agro-based industries” (Kiplagat et al., 2011, p. 2961). Een toename van energiegebruik in de agrarische sector zou, als men uit gaat van economische groei bij een toename van energiegebruik, dus veel voor Kenia en de Keniaanse economie kunnen betekenen.

Resource Curse

Volgens Yuh Jin Bae kan er echter ook een nadeel zitten aan een groei van de markt in (duurzame) elektriciteit. Hij vreest voor een *resource curse*, wat duidt op het fenomeen waarbij veel grondstof-arme landen economisch gezien sneller groeien dan grondstof-rijke landen (Harford & Klein, 2005 in: Bae, 2013, p. 9). Als een land in bezit is van waardevolle grondstoffen kan dit leiden tot economische, politieke en sociale instabiliteit, doordat er geen economie opgebouwd wordt die gebaseerd is op inkomsten uit belastingen wat de ontwikkeling van de democratie belemmert en toegang tot de grondstoffen de oorzaak zijn van vele conflicten.

Daarbij leunt de economie van een dergelijk land vaak op die grondstoffen, waardoor ze gevoelig zijn voor prijschommelingen op de wereldmarkt (Bae, 2013, pp. 10-15). Met grondstoffen worden hier olie en mineralen bedoeld, maar wellicht zou er ook een *solar-energy curse* kunnen ontstaan.

Yuh Jin Bae (2013) heeft hier onderzoek naar gedaan voor zijn proefschrift aan de Universiteit Leiden. Hij ging er in zijn onderzoek van uit, dat een *solar-energy curse* dezelfde oorzaken zou hebben als een *'current' resource curse*, dus keek hij naar de combinatie van de kwaliteit van instituties en hoge pachtsommen voor de grondstoffen. Zijn bevinding was, dat de pachtsom voor zonne- en windenergie veel lager is dan de gemiddelde pachtsom voor olie of gas in Noord-Afrika en het Midden-Oosten, waardoor zonne- en windenergie geen *resource curse* zullen worden als deze markten groter worden. Bae plaatste hier wel de kanttekening bij dat zijn

bevinding niet betekent dat er in de toekomst geen potentiële *solar-energy curse* in deze landen komt, omdat *resource curses* niet alleen door hoge pachtsommen veroorzaakt worden en andere variabelen ook een rol kunnen spelen. Een belangrijke factor is de institutionele situatie (p. ii-iii).

Kenia heeft geen gas of olie en dus ook nog geen *resource curse*. Omdat er geen pachtsom voor olie is, is de pachtsom voor zonne-energie automatisch hoger.

Hierdoor zo de kans op een *solar-energy curse* toe kunnen nemen. Om hier meer zekerheid over te geven moet er echter meer onderzoek worden gedaan naar de situatie in Kenia, waarbij ook gekeken wordt naar de institutionele situatie, om te kunnen zeggen of er in Kenia potentie tot een *solar-energy curse* is.

4. Energie in Kenia:

Inzichten vanuit de natuurwetenschappen

Doordat slechts een klein gedeelte van de bevolking aansluiting op het elektriciteitsnetwerk heeft, komt maar 6% van alle gebruikte energie van elektriciteit. De andere 94 procent komt uit energiebronnen die niet duurzaam zijn (Kiplagat et al, 2011). Desondanks blijft de vraag naar elektriciteit stijgen (Ondraczek, 2013).

Kijkend vanuit het concept dat milieuwetenschappen heeft op duurzame ontwikkeling, is het belangrijk dat deze elektriciteit verkregen kan worden op een manier die niet schadelijk is voor het milieu en beschikbaar blijft voor toekomstige generaties. Daarom wordt gekeken naar duurzame opties om Kenia van elektriciteit te voorzien. Hierbij is het belangrijk dat opwekking van elektriciteit geen grote invloed heeft op de directe omgeving en het landelijke of globale milieu, dat het op landelijke schaal een grote energetische bijdrage kan leveren en dat elektriciteit beter bereikbaar wordt voor de bevolking. Dit voorkomt dat op de langere termijn ingegrepen moet worden om het elektriciteitsnet te verduurzamen en om negatieve (milieu) effecten te compenseren.

Om een idee te krijgen hoe deze verandering moet plaatsvinden is het belangrijk om te weten wat de huidige situatie in Kenia is om zo knelpunten op te sporen. Hierbij wordt gekeken naar het huidige gebruik van energie en de toegankelijkheid van elektriciteit. Daarna wordt een viertal duurzame opties beschreven en bekeken wat zij kunnen bijdragen aan een verbetering van de bereikbaarheid van elektriciteit. Bij elke optie worden kort effecten op het milieu benoemd en deze zullen later vergeleken worden met de inzichten vanuit de sociale geografie.

4.1 Huidig gebruik van niet-duurzame energie

Het overgrote deel van alle gebruikte energie in Kenia, 74,6%, wordt uit biomassa gehaald (Kiplagat et al, 2011). Onder biomassa in Kenia valt o.a. hout, houtskool, gewasresten van bijvoorbeeld maïs, katoenstengels en mest (Acker & Kammen, 1996; Karekezi & Kithyoma, 2002). Deze energievorm wordt vooral in huishoudens, in de traditionele onbewerkte vorm gebruikt (Karekezi & Kithyoma, 2002). Dit houdt in dat met de biomassa een vuurtje gemaakt wordt om bijvoorbeeld op te koken (Acker & Kammen, 1996). Het vele gebruik van biomassa komt voort uit het feit dat

biomassa gratis verkrijgbaar is en er geen investeringen nodig zijn om het te gebruiken (Karekezi & Kithyoma, 2002).

Biomassa kan onder duurzame energiebronnen vallen zolang het niet sneller gebruikt wordt dan dat het aangevuld wordt (Miller & Spoolman, 2009). In dat geval wordt de uitstoot van CO₂ die vrijkomt tijdens de verbranding gecompenseerd en wordt de beschikbare hoeveelheid biomassa weer aangevuld. In Kenia is dit niet het geval. Slechts 2% van Kenia bestaat uit bossen, die 45% van alle biomassa leveren.

Doordat de vraag naar biomassa met 2.7% per jaar stijgt, maar het aanbod maar met 0.6%, ontstaat een tekort waardoor er steeds meer druk op het land komt te liggen. Dit leidt tot ontbossing en daarmee een versnelling van landdegradatie door bodem- en winderosie (Kiplagat et al., 2011; Mariita, 2002). Dit kan voorkomen worden door het aanleggen van biomassa plantages met snel groeiende bomen en andere planten. Een groot nadeel hiervan is dat het veelvuldig laten groeien van deze gewassen de bodem kan uitputten en dat deze plantensoorten vaak inheems zijn in Afrikaanse landen zoals Kenia (Miller & Spoolman, 2009). Deze oplossing brengt dus net zoveel ecologische problemen met zich mee als dat ze oplost.

Een tweede probleem van biomassa is dat bij de verbranding stoffen zoals koolstofmonoxide, stikstof, zwaveloxiden en fijnstof vrijkomen die vervuילend zijn voor de lucht en schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid van mensen (Barnes & Floor, 1996).

Andere vormen van energie die niet duurzaam zijn en in Kenia gebruikt worden komen uit de verbranding van kerosine en steenkool en het gebruik van accu's. Zowel kerosine als steenkool zijn fossiele brandstoffen die bij verbranding CO₂ uitstoten en van een niet hernieuwbare bron afkomstig zijn (Miller & Spoolman, 2009). Steenkool wordt in 34% van de huishoudens in ruraal Kenia gebruikt om op te koken. Kerosine wordt in 92% van alle Keniaanse huishoudens gebruikt (Kiplagat et al, 2011). Dit is echter geen betrouwbare energiebron omdat er periodes van kerosinetekorten zijn. Voor de luchtkwaliteit heeft het ook negatieve effecten door het vrijkomen van schadelijke stoffen bij de verbranding van kerosine (Acker & Kammen, 1996, p. 100).

Accu's worden gebruikt om huishoudens van elektriciteit te voorzien. Deze accu's worden doorgaans naar een "accu oplaad winkel" gebracht waar ze een nacht of

langer worden achtergelaten, om ze op te laden tegen betaling (Jacobson, 2007). Maandelijks wordt de oplaad winkel gemiddeld 1 tot 1.5 bezocht, waar ongeveer \$2 wordt uitgegeven aan het opladen. (Plas & Hankins, 1998). Dit is een inefficiënt proces en biedt geen goede oplossing voor een permanente elektriciteitsvoorziening aan huis. Daarbij komt dat accu's niet als duurzaam beschouwd worden door de korte levensduur van de accu's en gevaarlijke stoffen die in accu's verwerkt zijn. Hierover meer in hoofdstuk 4.3.1.

4.2 Elektriciteitsnetwerk

In Kenia heeft maar 18% van de bevolking een aansluiting op het elektriciteitsnetwerk. Daarmee liggen ze ver onder het gemiddelde van 32% voor ontwikkelingslanden (Kiplagat et al, 2011, p. 2962). In rurale gebieden heeft slechts 5% van de bevolking toegang tot het elektriciteitsnetwerk (Abdullah & Markandya, 2012, p. 103). Dit komt onder andere doordat bij de aanleg van het elektriciteitsnetwerk de overheid prioriteit bij steden heeft gelegd. In rurale gebieden is het namelijk door de lage bevolkingsdichtheid economisch niet aantrekkelijk het elektriciteitsnetwerk uit te breiden (Barnes & Floor, 1996). Dit is terug te zien in het feit dat bijna het gehele hoogspanningsnet in het Zuidoosten van Kenia ligt. Hier bevinden zich de grote steden (zie Figuur 1 in bijlage) (Mangale, 2004).

In 2011 werd voor het elektriciteitsnetwerk 7849 GWh elektriciteit opgewekt door energiecentrales met een totale capaciteit van 1698 MW (International Energy Agency, n.d.; U.S. Energy Information Administration, n.d.). De elektriciteit werd voor 44% opgewekt door waterkracht, 32% door het stoken van olie, 19% door geothermie en de overige 5% door biobrandstof en windenergie. Hierdoor wekt Kenia 68% van zijn elektriciteit duurzaam op (International Energy Agency, n.d.). Het grootste gedeelte van de elektriciteit gaat naar de industrie, daarna komen huishoudens met 23% van het totale gebruik en als laatste de commerciële en openbare dienstverlening (International Energy Agency, n.d.).

Een groot voordeel van een aansluiting op het elektriciteitsnetwerk is dat er 24 uur per dag toegang is tot elektriciteit. Daarnaast heeft het als voordeel dat een groot gedeelte van de elektriciteit duurzaam opgewekt wordt en daarom een goed alternatief is voor de niet duurzame bronnen zoals biomassa of kerosine.

Het elektriciteitsnetwerk heeft ook een aantal grote nadelen. Zo valt het elektriciteitsnetwerk vaak uit en heeft het hoge elektrische verliezen in de overdracht door een slechte efficiëntie van de hoogspanningslijnen (Mutua, Ngui, Osiolo, Aligula, & Gachanja, 2012; International Energy Agency, n.d.). Deze stroomuitval kost 7% winst bij bedrijven en de verliezen bij de overdracht kosten jaarlijks \$17 miljoen (Kenya Private Sector Alliance, 2013). Daarbij gaat de uitbreiding van het netwerk erg langzaam (Maher, Smith, & Williams, 2003) en is de aanleg van nieuwe hoogspanningslijnen gecompliceerd doordat de lijnen over verschillende landeigenaren moeten worden aangelegd (Rural Electrification Authority, 2013). Zij moeten namelijk allen toestemming geven. Dit wordt bemoeilijkt omdat om veiligheidsredenen een strook van 30 tot 65m van hoge begroeiing onder de lijnen moet worden vrijgemaakt (Ketraco, 2013). Naast het verlies van gebruik van land voor de eigenaren, kan deze strook ook een negatief effect hebben op de lokale flora en fauna.

Verder heeft het gebruik van olie voor elektriciteitsgeneratie veel nadelen. Zo komen er bij de verbranding van olie veel broeikasgassen zoals CO₂ en andere schadelijke stoffen vrij (Acker & Kammen, 1996; Miller & Spoolman, 2009). Het gebruik van olie heeft ook nadelen op economisch gebied. Aangezien Kenia geen eigen olie heeft en daarom alle olie importeert, is het land economisch gezien kwetsbaar voor prijsfluctuaties van olie op de wereldmarkt (Acker & Kammen). Er wordt zoveel olie geïmporteerd, dat de olie een grote invloed heeft op de handelsbalans. Dit heeft gevolgen voor het opbouwen van reserves en het stimuleren van de nationale industrie (Barozzi & Guidi, 1993 in: Acker & Kammen, 1996).

4.3 Duurzame energie opties

De gekozen duurzame opties zijn allen opties die al op verschillende schalen in Kenia gebruikt worden. Hierbij is het belangrijk dat ze minimaal een dusdanige potentie hebben dat ze een grote bijdrage aan het genereren van elektriciteit voor het elektriciteitsnetwerk kunnen leveren. Opties die grondstoffen nodig hebben, zoals de verbranding van biobrandstof, zijn uitgesloten omdat gekozen is voor bronnen die gratis toegankelijk zijn. Hierdoor is bij gebruik van deze bronnen enkel een initiële investering en het betalen van onderhoudskosten nodig. Dit voorkomt dat er een

elektriciteitsstekort ontstaat door een gebrek aan grondstoffen of geld om deze grondstoffen te betalen. Daarnaast vindt er bij geen van de gekozen opties verbranding plaats, waardoor de uitstoot van broeikasgassen klein tot niet aanwezig is. Deze aspecten dragen bij aan een tegemoetkoming van duurzame ontwikkeling. De gekozen duurzame energiebronnen zijn: zonne-energie, waterkracht, geothermie en windkracht. Bij elk van deze bronnen zal het gebruik, de potentie en de voor- en nadelen van de bron besproken worden. Aan de hand hiervan kan uiteindelijk bekeken worden welke bijdrage ze kunnen leveren aan het veranderen van de energiesituatie in Kenia.

4.3.1 Zonne-energie

Zonne-energie biedt met de huidige 1% geen grote bijdrage aan het Keniaanse elektriciteitsnetwerk. Dit is opvallend omdat Kenia met een gemiddelde zoninstraling van 5 kWh/m²/dag een zeer grote potentie voor zonne-energie heeft (Kiplagat et al., 2011). Met behulp van deze zonne-energie kan elektriciteit worden opgewekt met behulp van zonnepanelen, warmte met behulp van zonneboilers en er kan gekookt worden met behulp van een zonnekoker, zonder het uitstoten van CO₂ of andere schadelijke broeikasgassen.

Ondanks de hoge potentie van zonne-energie zijn er nog geen grootschalig installaties van zonnepanelen die elektriciteit leveren aan het elektriciteitsnetwerk (IEA, n.d.). Desondanks heeft Kenia de meest geïnstalleerde zonnepanelen per hoofd van de bevolking ter wereld. Van de totale hoeveelheid geïnstalleerde zonnepanelen ligt driekwart op daken van woningen. Dit zijn vaak kleinschalige systemen met een omvang tussen de 14-20 Wp (Freling & Ramsour, 2010; Ondraczek, 2013). In totaal is ongeveer 4,2% van de rurale bevolking in 2000 in het bezit van zonnepanelen (Jacobson, 2007). In 2012 bezaten volgens de Kenya Renewable Energy Association (2012) al 300.000 rurale huishouden zonnepanelen.

Het succes van zonnepanelen in Kenia kan verklaard worden doordat ze ideaal zijn voor afgelegen gebieden zoals in ruraal Kenia, omdat er geen aansluiting op het elektriciteitsnetwerk nodig is. Een systeem kan al bestaan uit één zonnepaneel en een accu om de opgewekte elektriciteit op te slaan. Deze kleine systemen zijn relatief

goedkoop omdat er vooral amorfe siliconen zonnepanelen worden verkocht die goedkoper zijn, en met lagere vermogens verkrijgbaar zijn, dan de in Europa meer voorkomende kristallijne panelen (Jacobson, 2007; Maher et al., 2003). Door deze lage prijs kunnen de systemen over de jaren uitgebreid worden om meer elektriciteit op te wekken.

Veel Kenianen die een systeem aanschaffen zijn begonnen met een accu, waardoor bespaard wordt op de oplaadkosten van deze accu. (Jacobson, 2007). Door het gebruik van de opgewekte elektriciteit wordt maandelijks gemiddeld ook 9,1 L kerosine en op 6,5 pakjes batterijen bespaard, wat gemiddeld \$10 per maand scheelt. Hierdoor is een 12 W systeem al in 2 jaar terug te verdienen (Plas & Hankins, 1998). Dit is echter wel berekend met panelen die in 1998 tussen de \$75-\$100 kostten. Momenteel worden in Kenia amorfe panelen van 14Wp voor \$41¹ verkocht (Sollatek Electronics, 2013). Met de huidige lagere prijs voor amorfe panelen kan deze terugverdientijd veel lager liggen.

Een groot nadeel van deze systemen is dat gebruik gemaakt moet worden van een accu, omdat er met 14 W opgewekte elektriciteit hooguit genoeg stroom is voor 1 lamp. Daarbij komt dat de behoefte aan elektriciteit (voor lampen) vooral 's nachts nodig is als er geen elektriciteit opgewekt wordt. Door het gebruik van een accu kan elektriciteit opgespaard worden zodat naast lampen, kleine apparaten zoals televisies en radio's gebruikt kunnen worden. Het grote nadeel is dat de meest gekozen accu, een auto lood-accu, niet geschikt is voor gebruik met zonnepanelen, omdat de panelen niet goed in staat zijn de accu op te laden en deze accu's langzaam leeglopen als er een lage lading is. Accu's hebben maar een levensduur van ongeveer 2 jaar, waardoor elke 2 jaar 70 US\$ geïnvesteerd moet worden in accu's (Maher et al., 2003). Daarnaast bevatten loodaccu's zwavelzuur, wat schadelijk is voor mens en milieu. Andere nadelen zijn het vrijkomen van broeikasgassen tijdens de productie van zonnepanelen en het gebruik van giftige materialen in bepaalde type zonnepanelen.

Naast kleinschalige projecten is er ook potentie voor grootschalige zonnepaneelinstallaties. De gebieden in Kenia met de meeste zoninstraling hebben

¹ 1 U.S.\$ = 85.353 KES op 6-11-2013

een lage populatie en laag landbouw potentieel (Kiplagat et al., 2011). Hierdoor zouden grote installaties de lokale bevolking niet hinderen. Het nadeel is wel dat dergelijke installaties vaak in afgelegen gebieden gebouwd moeten worden, waardoor een goede elektrische infrastructuur nodig is om de installaties aan te kunnen sluiten op het elektriciteitsnetwerk (Miller & Spoolman, 2009). Desalniettemin heeft de Keniaanse overheid in 2012 besloten een 50 MW installatie te bouwen bij de stad Garissa (Finkelstein, 2012).

4.3.2 Waterkracht

Elektriciteit opgewekt door middel van waterkracht levert met de huidige 44% de grootste bijdrage aan de totale opgewekte elektriciteit in Kenia (International Energy Agency, n.d.). Met 740 MW gebruikt Kenia maar 12% van de totale potentie van 6000 MW (Kiplagat et al., 2011). Van de negen bestaande waterkrachtcentrales staan er zeven in de Tana rivier, die met 708 km de langste rivier van Kenia is (Kiplagat et al., 2011; TanaRiverDelta, n.d.). Deze grootschalige waterkrachtcentrales zijn vaak grote dammen die over de breedte van de rivier gebouwd worden waardoor er een reservoir ontstaat. Water uit dit reservoir mag in een gecontroleerde hoeveelheid via buizen met turbines in de dam naar buiten. Deze turbines zorgen zo op een goedkope manier voor de opwekking van de elektriciteit voor het elektriciteitsnetwerk, waarbij geen CO₂ uitstoot plaatsvindt (Miller & Spoolman, 2009). Daarbij kunnen deze dammen / reservoirs ook bijdragen aan irrigatie aan beide kanten van de dam, voorzien in drinkwater, stroomafwaarts overstromingen kunnen voorkomen en de reservoirs gebruikt kunnen worden voor recreatie en vissen.

Er zitten echter ook een aantal grote nadelen aan deze manier van elektriciteit opwekken. Bij het ontstaan van de reservoirs stromen grote gebieden onder waardoor (vruchtbaar) land verloren gaat, blijft voedingsrijk slib achter in de reservoirs dat anders stroomafwaarts op het land terecht zou komen, kan de migratie en voortplanting van bepaalde vissoorten verstoord worden en wordt bij sommige van deze reservoirs grote hoeveelheden methaangas uitgestoten, dat ontstaat door het rotten van plantenresten onder water. Verder kan een dam het leven van de bevolking nog beïnvloeden door het hoge verlies van water door

verdamping uit het reservoir en het risico dat de dam zal doorbreken waardoor er een verwoestende vloedgolf kan ontstaan (Miller & Spoolman, 2009).

Daarbij komt dat deze manier van elektriciteit opwekken erg afhankelijk is van de beschikbare hoeveelheid water. Aangezien de rivieren in Kenia sterk afhankelijk zijn van regenwater, bepaalt de hoeveelheid regen hoe goed een installatie kan werken. Bij grote droogte kan hierdoor de opgewekte hoeveelheid elektriciteit minder dan de helft zijn dan de norm (Mariita, 2002).

Een alternatief om elektriciteit op te wekken met behulp van waterkracht is het bouwen van mini, micro of pico waterkrachtcentrales. De helft van de totale potentie, 3000 MW, is geschikt voor deze kleinere installaties (Kiplagat et al., 2011). Onder mini worden installaties tussen de 100 en 1000 kW verstaan, micro zijn installaties onder de 100 kW en pico zijn installaties van 5 kW of kleiner (Maher et al., 2003; Moreire & Poole, 1993). Zowel de micro als pico installaties kunnen in elke rivier of beek geplaatst worden zonder de loop van het water aan te passen. Doordat micro installaties bestaan uit drijvende turbines hebben ze vrijwel geen effect op de omgeving (Miller & Spoolman, 2009).

In Kenia zijn al 2 succesvolle projecten met pico installaties. Doordat gebruik gemaakt kan worden door natuurlijke verschijnselen in de rivier kan met een rad of een pomp elektriciteit worden opgewekt om een klein dorp van elektriciteit te voorzien. Hierbij is geen aansluiting op het elektriciteitsnetwerk nodig. Voor een bedrag van ongeveer 1 \$US per maand wordt voor 16W aan elektriciteit geleverd, inclusief bediening en onderhoud, waardoor dit een betaalbare optie is voor de bevolking in rurale gebieden. Deze optie heeft echter wel het nadeel dat net als bij zonnepanelen, geen apparaten op deze lage spanning kunnen werken en er daarom accu's nodig zijn om de energie in op te slaan. Bovendien is voor het gebruik van micro of pico waterkracht een beek of rivier dicht bij het dorp nodig. Dit maakt deze installaties net als bij grotere installaties, sterk afhankelijk van de hoeveelheid water en dus regenval.

4.3.3 Geothermie

Dwars door Kenia loopt de oost Afrikaanse rift. In Kenia wordt dit gebied dan ook 'the great Kenyan rift valley' (Figuur 2 in bijlage) genoemd. Hier bewegen twee

aardplaten uit elkaar waardoor een vallei ontstaat met een dunne aardkorst. Hierdoor is het magma van de aardkern dicht bij het oppervlak en is er in dit soort gebieden vaak veel vulkanische activiteit (Chorowicz, 2005). Deze gebieden zijn uitermate geschikt om met behulp van natuurlijke aardwarmte energie op te wekken. Deze techniek heet geothermie. Om elektriciteit op te wekken wordt water langs heet gesteente geleid waardoor er stoom ontstaat. De stoom wordt gebruikt om een turbine aan te drijven die elektriciteit genereert. Ook kunnen ondergrondse hete waterbronnen gebruikt worden, door stoom van deze plekken langs een turbine te lijden (Miller & Spoolman, 2009). Doordat gebruik wordt gemaakt van de warmte van de aarde, die onuitputtelijk wordt beschouwd, en geen broeikasgassen uitgestoten worden, wordt geothermie gezien als een duurzame energiebron. Kenia heeft de potentie om door middel van geothermie 7000 MW aan elektriciteit op te kunnen wekken (Climate Investment Funds, 2011; Kiplagat et al., 2011; Ogola, Davidsdottir, & Fridleifsson, 2012). Momenteel zijn er vier geothermie centrales die zich allen in de Olkaria regio bevinden. Gezamenlijk hebben deze centrales een geïnstalleerde capaciteit van 163 MW (Miller & Spoolman, 2009). De twee grootste centrales zijn in het bezit van KenGen, het elektriciteitsstaatsbedrijf, en zijn aangesloten op het Keniaanse elektriciteitsnetwerk. Door de nabijheid van grote steden, zoals de hoofdstad Nairobi, is een verbinding met het elektriciteitsnetwerk eenvoudig. Naast de geïnstalleerde capaciteit heeft KenGen nog vijf lopende geothermie projecten die gezamenlijk een capaciteit van 590 MW moeten toevoegen aan de huidige centrales (KenGen, n.d.).

Het gebruik van geothermie voor het opwekken van elektriciteit brengt wel een aantal nadelen met zich mee. Een groot nadeel van geothermie is dat er risicovolle (diepe) boring moeten plaatsvinden waardoor de initiële kosten erg hoog zijn (Climate Investment Funds, 2011). Deze boringen zouden (kleine) aardbevingen kunnen veroorzaken (Miller & Spoolman, 2009). Het water dat bij deze boringen nodig is kan ook voor problemen zorgen. Ten eerste wordt al het water uit de regio uit het Naivasha meer gehaald. Om problemen voor alle sectoren te voorkomen zouden goede afspraken over het gebruik van water gemaakt moeten worden zodat het meer niet uitdroogt. Ten tweede heeft het gebied een hoge kans op land erosie,

waardoor voorzichtig moet omgegaan worden met afvalwater dat gebruikt is bij de boringen. Als het water vrij verloop zou krijgen, is de kans aanwezig dat het diepe geulen in het land maakt, waardoor bijvoorbeeld landbouwgrond aangetast zou worden. Dit probleem kan voorkomen worden door het gebruikte water diep ondergronds te injecteren om zo de waterreserves aan te vullen (Mariita, 2002). Andere problemen kunnen veroorzaakt worden door de bouw van grote bovengrondse installaties. Deze kunnen effect hebben op de directe omgeving, zoals een toename in geluidsoverlast. Doordat drie van de vier geothermie centrales in Hell's Gate National Park staan kunnen ze de leefomgeving van de dieren die in dit park leven ernstig verstoren.

De effecten kunnen voorkomen worden door goed te anticiperen op de bouw van de installaties (Mariita, 2002).

Ondanks al deze nadelen is de kostprijs voor geothermie in Kenia, vergeleken met andere energiebronnen, het laagst en heeft de overheid besloten dit verder te ontwikkelen (Kiplagat et al., 2011).

4.4.4 Windenergie

Door de geografische ligging van Kenia komt er geen sterke en langdurige wind voor, zoals in niet-tropische gebieden (Kiplagat et al., 2011; Makanga & Ngondi, 2010). Topografische eigenschappen zoals bergen en meren kunnen echter zorgen dat er op sommige locaties gunstige wind is. Uit onderzoek van de overheid is gebleken dat 50% van het land een redelijke kans biedt om elektriciteit met windkracht op te wekken en dat er een potentieel van 4,400 MW is (Kenya Private Sector Alliance, 2013; Makanga & Ngondi, 2010). In 2009 is dan ook opdracht gegeven tot het eerste windpark met een vermogen van 5,1 MW, dat in 2011 de verwachte 15 GWh elektriciteit heeft opgewekt (International Energy Agency, n.d.; Kiplagat et al., 2011). Een voordeel van windparken is dat ze redelijk eenvoudig te bouwen en uit te breiden zijn. Daarbij is de prijs laag van elektriciteit opgewekt door windturbines en komen geen broeikasgassen vrij tijdens het gebruik (Miller & Spoolman, 2009). Naast windparken zijn er in Kenia een aantal vrijstaande turbines gebouwd, waaronder kleinere turbines bij afgelegen gezondheidscentra, boerderijen e.d. (Kiplagat et al., 2011). Deze leveren echter geen elektriciteit aan het elektriciteitsnetwerk. In theorie

zou het net als bij pico-waterkracht mogelijk moeten zijn met één windturbine elektriciteit op te laten wekken voor een dorp.

Er zijn een aantal barrières die het aanleggen van meer windturbines in Kenia bemoeilijken. Zo kost het opsporen en bekijken van geschikte locaties veel tijd en daardoor geld. Hierdoor moet de leverancier soms vertrouwen op onbetrouwbare informatie van de klant, waardoor slecht werkende turbines worden gebouwd (Makanga & Ngondi, 2010). Verder zijn de gunstige locaties voor windenergie vooral op erg afgelegen plekken, waardoor aansluiting op het elektriciteitsnetwerk in de buurt problematisch is (Miller & Spoolman, 2009). Dit speelt geen factor bij het gebruik van windturbines om één dorp van elektriciteit te voorzien. Wel is er het nadeel dat de wind niet altijd waait, waardoor er niet continu elektriciteit wordt opgewekt. Dit, in combinatie met de lage elektrische spanning zoals bij het gebruik van pico-waterkracht, zorgt ervoor dat huishoudens een accu nodig hebben. Ook kan de bouw van windturbines effecten hebben op de lokale fauna. Windturbines genereren geluid tijdens hun werking en veroorzaken overdag slagschaduw. Dit kan de leefomstandigheden in de directe omgeving aantasten. Als er niet goed wordt nagedacht over de plaatsing van de turbines, kan dit resulteren in de dood van vele vogels die tegen de turbines aanvliegen (Miller & Spoolman, 2009).

4.5 Conclusie

In de huidige situatie in Kenia komt het merendeel van de energie uit niet duurzame bronnen zoals biomassa en hebben veel mensen geen toegang tot elektriciteit. Vooral in rurale gebieden is het aantal mensen met toegang tot elektriciteit erg laag. De meest voor de hand liggende manier om hen van duurzame elektriciteit te voorzien is door de toegang tot het elektriciteitsnetwerk te verbeteren. Met de vele duurzame energiebronnen die Kenia tot zijn beschikking heeft, is het mogelijk om alle elektriciteit in het net hernieuwbaar te maken. De duurzame energie potentie overschrijdt namelijk ruimschoots de huidig geïnstalleerde capaciteit. Het zal echter veel tijd vergen om de gehele bevolking van duurzame elektriciteit via het elektriciteitsnetwerk te voorzien, omdat er veel nieuwe installaties gebouwd moeten worden en de uitbreiding van het elektriciteitsnetwerk langzaam gaat. Om de toegang tot elektriciteit in rurale gebieden te verbeteren, kan daarom gekeken

worden naar kleinschalige opties die geen aansluiting op het elektriciteitsnetwerk nodig hebben. Van de besproken kleinschalige opties zijn micro en pico waterkracht het meest gunstig, omdat ze weinig tot geen verstoring voor de directe omgeving veroorzaken en 24 uur per dag kunnen werken. Bij dorpen waar geen beek of rivier aanwezig is kan gekeken worden naar de aanleg van (kleine) windturbines of zonnepanelen op daken van huizen. Het daarbij komende voordeel van zonnepanelen is dat het een individuele investering is en dat de panelen geen effecten op de directe omgeving hebben. Er zal echter voor alle drie de opties wel gekeken moeten worden naar een alternatieve accu, aangezien dit het meest inefficiënte en vervuilende component van kleine systemen is.

5. Inzichten vanuit de sociale geografie

5.1. Inleiding

In het hoofdstuk begripsdefiniëring zijn 'economische groei', 'bescherming van het milieu', 'sociale gelijkwaardigheid', 'genereren van inkomen', 'gezondheid' en 'scholing' als aspecten van duurzame ontwikkeling van de bevolking genoemd. In dit hoofdstuk worden de huidige energie situatie en de gevolgen van het gebruik van duurzame bronnen voor de bevolking van ruraal Kenia vanuit de Sociale Geografie besproken. Hierbij zal de focus liggen op lokale gevolgen en omdat lokale gevolgen niet veel over macro-processen in ontwikkeling zeggen, wordt er in dit hoofdstuk maar naar een paar aspecten van ontwikkeling gekeken.

Deze aspecten zijn: gezondheid, het genereren van inkomen, scholing en ontwikkeling van de 'armsten'. Bij de behandeling van de situatie wat betreft het huidige energiegebruik wordt er ingegaan op de toepassing van de gebruikte energie, de problemen die deze vormen van energie met zich meebrengen voor de bevolking en de gevolgen voor de ontwikkeling.

5.2. huidig energiegebruik

5.2.1. Toepassing

Huishoudens

Biomassa wordt voornamelijk gebruikt in traditionele, onbewerkte vorm (Karekezi & Kithyoma, 2002, p. 1073). Hout, de meest gebruikte vorm van biomassa, wordt vooral gebruikt om op te koken, maar ook om ruimtes te verwarmen en voor het verlichten van ruimtes (Acker & Kammen, 1996, p. 85, 500). Als hout schaars wordt, worden gewasresten en mest gebruikt om mee te koken.

In de iets meer welvarende regio's gebruikt men kerosine en steenkool om mee te koken. De arme bevolking gebruikt ook kerosine, maar dan als lichtbron, net als kaarsen (Barnes & Floor, 1996, p. 500; Kiplagat et al., 2011, p. 2963; (Karekezi & Kithyoma, 2002, p. 1075).

Wie toegang heeft tot elektriciteit, gebruikt dit als lichtbron, omdat elektriciteit beter licht geeft dan kerosinelampen (Barnes & Floor, 1996, p. 500).

Naast licht wordt een substantieel gedeelte van elektriciteit in huishoudens gebruikt om een radio of een tv te laten werken en om mobiele telefoons op te laden (Jacobson, 2007).

De toepassingen van elektriciteit opgewekt door zonnepanelen zijn voor huishoudens vrijwel gelijk aan het gebruik van elektriciteit van het netwerk. Elektriciteit opgewekt door zonnepanelen heeft alleen wel het nadeel ten opzichte van het elektriciteitsnetwerk dat er alleen kleinere applicaties op kunnen draaien (Karekezi & Kithyoma, 2002, p. 1071).

Agricultuur en industrie

Biomassa wordt ook gebruikt in de landbouw en industrie in rurale gebieden, bijvoorbeeld voor kleinschalige productie van houtskool, verwerking van agrarische producten en het brouwen van bier (Karekezi & Kithyoma, 2002, p. 1073). Er is in deze sectoren wel een trend om over te stappen op modernere energiebronnen (Barnes & Floor, 1996, pp. 499-500).

Onder modernere energiebronnen vallen onder andere olie en elektriciteit. Olie wordt in de landbouw gebruikt bij met malen van graan en voor transport. Deze agrarische activiteiten zijn een belangrijke inkomensbron naast de verkoop van agrarische producten (Karekezi & Kithyoma, 2002, p. 1072).

Elektriciteit wordt gebruikt in de transport-, commerciële en industriële sectoren en door landbouwbedrijven en de landbouwindustrie voor drijfkracht, koeling en proceswarmte, het drogen van landbouwgewassen en het pompen en opwarmen van water. (Barnes & Floor, 1996, p. 500, 502; Kiplagat, Wang & Li, 2011, pp. 2962, 2967). Het pompen van water kan bijvoorbeeld zorgen voor drinkwater of irrigatie van agrarisch land (Rabah, 2005).

Verder is elektriciteit essentieel voor instituties als ziekenhuizen, poliklinieken en scholen (Karekezi & Kithyoma, 2002, p. 1071).

5.2.2. Problemen

Traditionele vormen

Er zijn verschillende problemen met het huidige energiegebruik. De traditionele vormen van energiewinning zijn vaak slecht voor de gezondheid en niet efficiënt.

Het gebruik van biomassa heeft veel nadelen, waaronder gevaar voor de economie, het milieu en de gezondheid, omdat biomassa inefficiënt wordt geproduceerd en gebruikt. Een voorbeeld van die inefficiëntie is dat boeren veel tijd moeten besteden aan het vinden van brandstof of een groot deel van hun inkomen uit moeten geven aan inefficiënte energievormen. De inefficiëntie van de productie heeft tot gevolg dat de biomassa-productie concurreert om grond met andere vormen van landbouw, bos en woongebied (Kiplagat et al, p. 2964).

De uitstootgassen als koolstofmonoxide, stikstof, zwaveloxiden en fijnstof die vrijkomen bij verbranding van biomassa vormen een bedreiging voor de gezondheid van de lokale bevolking, omdat vrouwen en kinderen langdurig worden blootgesteld aan veel rook van de traditionele hout stookovens om op te koken (Barnes & Floor, 1996, pp. 497, 499; Karekezi & Kithyoma, 2002, p. 1074). Met name fijnstof zorgt voor acute longinfecties en is de meest voorkomende oorzaak van ziekte in het land (Kiplagat et al, 2011, p. 2972). Jaarlijks sterven er naar schatting 4 à 5 miljoen kinderen in ontwikkelingslanden aan longinfecties (Karekezi & Kithyoma, 2002, p. 1074). Door de hoeveelheid hout die gebruikt wordt, is er ook sprake van ontbossing, waardoor mensen steeds verder moeten lopen om aan hout te komen (Mariita, 2002).

Een alternatief is kerosine, maar hier zitten ook veel nadelen aan. Er zijn perioden van kerosine-tekorten (Acker & Kammen, 1996, p. 100), wat kerosine een enigszins onbetrouwbare energiebron maakt. Daarnaast zijn kerosinelampen vaak duur en van slechte kwaliteit en geven te weinig licht om bij te kunnen studeren (Barnes & Floor, 1996, p. 499). Tot slot vormt kerosine een gevaar voor de gezondheid van gebruikers door het brandgevaar en de uitstoot van bepaalde stoffen (Acker & Kammen, 1996, p. 100).

Nadelen voor de gezondheid van dieselgeneratoren zijn, net als kerosine, dat ze brandgevaarlijk zijn en ongezonde stoffen uitstoten, die irritaties veroorzaken aan ogen (Acker & Kammen, 1996, p. 100).

Elektriciteitsnetwerk

Kenia heeft ook een elektriciteitsnetwerk. Een voordeel van dat net is dat het dag en nacht elektriciteit levert, die grotendeels duurzaam opgewekt wordt door waterkrachtcentrales en dat aansluiting op het net het gebruik van biomassa en kerosine hierdoor kan afnemen.

Het elektriciteitsnetwerk heeft ook een aantal grote nadelen. Ten eerste heeft het elektriciteitsnetwerk hoge aansluitkosten, waardoor aansluiting niet voor iedereen toegankelijk is. Daarnaast valt het elektriciteitsnetwerk vaak uit en heeft het hoge elektrische verliezen in het transport (Mutua, Ngui, Osiolo, Aligula, & Gachanja, 2012; International Energy Agency, n.d.). Dit stroomverlies kost 7% winst bij bedrijven en de verliezen bij de overdracht kosten jaarlijks \$17 miljoen (Kenya Private Sector Alliance, 2013, p. 2). Op economisch gebied heeft het elektriciteitsnetwerk, zoals besproken in het vorige hoofdstuk nog meer nadelen, omdat de elektriciteit deels door het gebruik van olie wordt opgewekt.

Het grootste probleem met het elektriciteitsnetwerk is de toegankelijkheid. 5% van de rurale bevolking in Kenia heeft toegang tot het elektriciteitsnetwerk (Abdullah & Markandya, 2012, p. 103). Prioriteit bij de aanleg wordt door de overheid gelegd bij steden. Door de lage bevolkingsdichtheid in rurale gebieden is de aanleg van netwerk daar moeilijk en economisch gezien niet aantrekkelijk, te meer omdat huishoudens in rurale gebieden minder energie gebruiken dan huishoudens in de urbane gebieden, ook als ze aangesloten zijn op het netwerk. De rol van de overheid is cruciaal in de aanleg van elektriciteitsnetwerken naar en in de landelijke gebieden. Barnes en Floor (1996) lichten dit toe:

Experience teaches that no country -certainly no industrialized country- has ever completed rural electrification without the financial support of its public companies and government. (...) The increasing worldwide trend toward privatization of the electricity industry raises concerns about whether the private sector in developing countries will respond adequately to the task of electrification. (...) Thus far, private-investor interests in developing countries have centered mainly on power generation, not transmission and distribution (p. 519).

Doordat het aanleggen van het elektriciteitsnetwerk in rurale gebieden economisch niet aantrekkelijk is, worden kosten verhaald op de bevolking als ze toch aansluiting willen. Om aangesloten te worden op het netwerk moet men een transformator en

bedrading voor in het huis aanschaffen én betaalt de inwoner per aangelegde kilometer een bepaald bedrag (Acker & Kammen, 1996, p. 89). In 1994 kwamen de kosten voor aansluiting in een ruraal gebied uit op ten minste 1640 dollar per huis, terwijl het gemiddelde jaarlijks inkomen minder dan 690 dollar was (Central Bureau of Statistics, 1994 in: Acker & Kammen, 1996, p. 89).

Een lening is voor de meeste Kenianen geen optie, omdat die niet beschikbaar is, of alleen beschikbaar is tegen een hoge rente. Toegang tot krediet wordt bovendien moeilijk gemaakt door wettelijke regelgeving en instituties (Barnes & Floor, 1996, p. 517).

Samenwerking op lokaal niveau zou een oplossing kunnen zijn, maar het is moeilijk om voldoende burens te vinden die ook genoeg geld hebben voor een aansluiting en om zich onderling te organiseren en het hoofd te bieden aan de obstakels die er vanuit de overheid zijn. Door bureaucratie gaat het proces van goedkeuring voor een aansluiting op het energienetwerk namelijk langzaam (Acker & Kammen, 1996, p. 89).

De overheid probeert wel aan de toegang tot het net te werken en heeft bijvoorbeeld het staatsbedrijf Kenya Electricity Transmission Company Ltd. (Ketraco) in het leven geroepen. Dit bedrijf moet nieuwe transmissielijnen aanleggen, zodat de instapkosten voor gebruikers die aangesloten willen worden omlaag gaan (Kiplagat et al, 2011, p. 2963).

Zonnepanelen

Er wordt in ruraal Kenia in kleine mate ook al gebruik gemaakt van zonnepanelen. Toegang tot deze vorm van energiewinning is vanwege de kosten echter beperkt, vooral voor de arme bevolking. Zonnepanelen zullen verder besproken worden in paragraaf 5.3 over duurzame elektriciteit.

5.2.3. Belemmeringen voor ontwikkeling

De traditionele energiebronnen zorgen voor ontbossing, wat 'behoud van de natuur' tegen gaat, en de uitstootgassen zijn slecht voor het milieu en de gezondheid. Dit zijn al twee belemmeringen voor de ontwikkeling van de rurale bevolking van Kenia.

Door inefficiënt gebruik van traditionele bronnen en de tijd die men kwijt is aan het vinden van brandhout wordt potentieel genereren van inkomen tegengehouden. Daarbij geven kerosinelampen en brandhout onvoldoende licht om 's avonds huiswerk bij te doen, wat een nadeel voor de ontwikkeling is als er naar scholing gekeken wordt.

Een aansluiting op het elektriciteitsnet of de aanschaf van zonnepanelen zijn al een verbetering ten opzichte van het gebruik van de traditionele energievormen, wat betreft gezondheid, veiligheid en productiviteit. Doordat de aanschaf en aansluiting echter veel kosten, kunnen de meeste Kenianen in ruraal gebied deze vormen van energie niet betalen.

De meest gebruikte vorm van biomassa, hout, wordt verzameld en is dus 'gratis' verkrijgbaar. Tevens zijn er voor het gebruik van biomassa geen hoge investeringskosten (Karekezi & Kithyoma, 2002, pp. 1073, 1075). Zolang de arme bevolking geen toegang heeft tot het elektriciteitsnet of zonnepanelen, zitten ze vast aan de traditionele energiebronnen.

Een nadeel van het elektriciteitsnet is dat de economische groei van het land wordt belemmerd door de import van olie, die zwaar drukt op de handelsbalans. Het grootste deel van de opgewekte elektriciteit is echter al duurzaam.

5.3. Duurzame elektriciteit

5.3.1. Problemen

De belangrijkste problemen van duurzame elektriciteit die ontwikkeling in de weg staan zijn toegang tot en toepassing van de bronnen.

Toegang

Het probleem van toegang tot het elektriciteitsnet is al uitvoerig besproken in paragraaf 5.2.2. Het doel van grootschalige vormen van duurzame elektriciteitswinning is om elektriciteit te leveren aan het elektriciteitsnet, dus zij hebben dezelfde beperkingen wat betreft toegang. Vormen van deze duurzame

energiewinning zijn grootschalige zonne-energiewinning, waterkrachtcentrales, windmolenparken en geothermie centrales.

Kleinschalige zonnepanelen kampen ook met een toegangsprobleem door de aanschafkosten. De aanschaf van zonnepanelen is te duur voor ongeveer 80% van de rurale bevolking en onzekerheid over betrouwbare technische hulp bij het plaatsen en onderhouden van systemen maakt de aanschaf riskanter. Omdat er in de ontwikkelingswereld en de overheid van Kenia veel wordt gezien in zonne-energie, zijn er veel projecten en subsidies op zonnepanelen geweest, om de toegang tot kleinschalige zonne-energie te vergroten voor de rurale bevolking. Na installatie van die systemen zijn donoren en overheid meestal niet meer aanwezig geweest om technische hulp te bieden bij het onderhouden en repareren. Veel systemen hebben het daarom begeven.

Onderdelen van zonnepanelen zoals het paneel en de batterij worden vaak geïmporteerd en vormen daarmee de helft van de prijs van de systemen. Naast dat dit de werkgelegenheid in deze sector in Kenia reduceert en een belasting is voor de handelsbalans van Kenia, maakt dit reparatie van zonnepanelen duurder (Karekezi & Kithyoma, 2002, pp. 1082, 1084).

De aanschaf van zonnepanelen is onder andere zo duur, omdat de services vaak gericht zijn op stedelijke gebieden of de producten ontworpen zijn voor ontwikkelde landen. *"Sometimes high levels of service are justified, but in many cases programs suffer from trying to offer urban levels of service to populations that do not require such high standards"* (Barnes & Floor, 1996, p. 516). Dit resulteert in een prijs die erg hoog is voor de arme bevolking. Zo kon men in 2001 nog bijvoorbeeld 3 koeien, een ploeg of een waterpomp kopen voor het bedrag van 1 zonnepaneel (Karekezi & Kithyoma, 2002, p. 1076). Dit zijn producten die belangrijker zijn voor (ontwikkeling van) de arme bevolking.

Zonnepanelen worden dus voornamelijk aangeschaft door de rurale middenklasse in Kenia.

De meeste eigenaren van zonnepanelen vallen onder de rijkste 30 procent van de rurale bevolking (Kenya Renewable Energy Association, 2012; Plas & Hankins, 1998; Jacobson, 2007). De rurale middenklasse bestaat uit eigenaren van kleine bedrijfjes,

leraren, ambtenaren, pastors en eigenaren van kleine succesvolle agrarische bedrijven. Gezinnen die onder de middenklasse vallen, hebben dus meerdere vormen van inkomstenbronnen (Jacobson, 2007, p. 147, 151).

Er is een toename in het gebruik van zonnepanelen (Jacobson, 2007; Kenya Renewable Energy Association, 2012) en zonnepanelen worden steeds toegankelijker voor armere huishoudens, doordat de prijzen van kleine zonnepanelen gedaald zijn en omdat er betalingssystemen ingevoerd zijn waarbij de aanschafkosten verspreid betaald kunnen worden. Dit geldt echter alleen voor de kleinste zonne-elektriciteitssystemen, die 14 Watt produceren (Jacobson, 2007, p. 151).

Doordat de meeste eigenaren van zonnepanelen uit de middenklasse komen en de arme bevolking alleen toegang heeft tot hele kleine zonnepanelen die genoeg energie leveren voor één gloeilamp, spelen zonnepanelen maar een kleine rol in het genereren van inkomen en de voordelen van de elektriciteit komen niet bij de arme rurale bevolking terecht. Dit resulteert in meer polarisatie tussen de bevolkingsgroepen (Jacobson, 2007, p. 147).

Toepassing

De zonne-energie sector in Kenia is een groeiende en competitieve markt. In 2011 waren er al 10 import en fabricage bedrijven in het land, net als honderden verkopers, installateurs en onderhoudstechnici (Kiplagat et al, 2011, p. 297). Er zit verschil in kwaliteit en de hoeveelheid stroom die wordt gegenereerd tussen verschillende kleinschalige zonne-energie systemen.

Zoals eerder genoemd, kunnen de armere huishoudens het zich steeds vaker veroorloven om zonnepanelen aan te schaffen. De kleine systemen die ze kunnen betalen leveren alleen heel weinig elektriciteit op en systemen die via een betaalregeling gekocht zijn, zijn vaak van slechte kwaliteit en presteren slecht. Dit reduceert de opgeleverde elektriciteit nog meer (Jacobson, 2007, p. 152). Hoewel de rijkere huishoudens krachtiger systemen aan zouden kunnen schaffen, doen ze dit vaak niet. Zonne-energie wordt namelijk alleen gebruikt voor kleinere applicaties en voor de grotere applicaties zijn er meer voordelige alternatieven (Acker & Kammen, 1996, p. 95).

Zonne-elektriciteit biedt bijvoorbeeld geen vervanging voor het gebruik van biomassa voor het koken in rurale huishoudens, omdat elektrische kookplaten te veel energie

vragen voor de kleine zonnepanelen die de meeste mensen zich kunnen veroorloven. Het gebruik van biomassa, met alle gezondheidsconsequenties, zal dus niet door het gebruik van zonne-energie verminderen (Karekezi & Kithyoma, 2002, p. 1073; Jacobson, 2007, p. 148).

Karekezi en Kithyoma (2002) denken dat duurzame energie het meest succesvol kan zijn voor de ontwikkeling van de bevolking als de energiebron inkomen kan genereren voor kleine bedrijfjes en het opstarten van kleine bedrijfjes kan vergemakkelijken. Met kleine bedrijfjes worden hier familiebedrijfjes bedoeld die meestal in de informele sector zitten en voornamelijk gebruik maken van biomassa. Voorbeelden zijn kleine winkels, accu-oplaad centra, bierbrouwers, pottenbakkers of bedrijfjes die graan malen. Zonne-energie als enige bron van energie is volgens Karekezi en Kithyoma niet geschikt voor deze bedrijfjes, omdat de bedrijfjes 100 à 1000 keer meer energie nodig hebben dan de zonnepanelen kunnen leveren. Het gebruik van zonne-energie is wel nuttig voor de bedrijfjes om te verlichten, koelen, malen en batterijen op te laden, maar warmte voor (industriële) processen en energie voor aandrijvingskracht van bepaalde machines, die de bedrijfjes ook nodig hebben, kan met zonne-energie niet gerealiseerd worden (pp. 1076-1081). De kosten van de installatie van zonnepanelen zijn daarmee te hoog om voordelig te zijn ten opzichte van andere energiebronnen, zeker aangezien het voornaamste gebruik het hebben van licht zou zijn. Karekezi en Kithyoma (2002) geven een voorbeeld:

For example, the cost of a 1.3kWp solar PV array is equal to the installed costs of between two and five 5 kW-diesel generators. Although their running costs are much higher, each of these generators could provide power for a wide range of uses such as water pumping, irrigation, milling, lighting and entertainment (Hislop, 1992). These extra uses are an important source of income in rural areas, and can cover the running costs of diesel generators, while providing surplus income for the enterprises (p. 1082).

In de agrarische sector is zonne-energie nuttig voor licht, het pompen van water, koeling en malen. Zonne-energie kan echter geen menselijke (en dierlijke) arbeid vervangen (Karekezi & Kithyoma, 2002, p. 1079).

Andere problemen

Grootschalige waterkrachtinstallaties nemen veel ruimte in. Als Kenia genoeg waterkrachtcentrales zou bouwen om alle mensen te kunnen voorzien van energie, zou daar 10 tot 100 keer meer land voor nodig zijn dan als men hetzelfde quotum met zonne-energie zou willen bereiken (Anderson & Ahmed, 1994, p. 2, in: Acker & Kammen, 1996, p. 84).

Voor waterkrachtcentrales moeten ook dammen gebouwd worden, waardoor grote delen land onder water komen te staan. De bevolking die op die stukken land leeft moet hiervoor verhuizen en de ruimte die het stuwmeer inneemt, verkleint het beschikbare leefgebied van mensen om op te wonen, werken en verbouwen. Grond onder de dam kan ook minder vruchtbaar worden door een tekort aan slib en dammen hebben een nadelig effect op de inkomsten van visserij in de regio. Naast de gevolgen voor de inkomsten van boeren en vissers en de verkleining van het leefgebied wordt ontwikkeling ook bedreigd door het watertekort wat dammen kunnen veroorzaken voor de bevolking. Ten slotte zijn dammen potentieel gevaarlijk. Als er een dam doorbreekt kan er namelijk een vloedgolf ontstaan (Miller & Spoolman, 2009, 418).

Waterkrachtcentrales zijn ook niet heel betrouwbaar doordat ze afhankelijk zijn van de regenval. Een energiebron die afhankelijk is van het klimaat is riskant (Kiplagat et al, 2011, p. 2971), zeker aangezien waterkrachtcentrales het grootste deel van de energie op het elektriciteitsnet leveren.

Grootschalige zonne-energiesystemen, geothermie en windmolenparken nemen ook veel ruimte in, waarmee ze ook het leefgebied van de lokale bevolking verkleinen.

5.3.2. Voordelen voor de ontwikkeling

Kleinschalige zonne-energieprojecten zouden elektriciteit kunnen leveren voor koeling van vaccins in ziekenhuizen, licht voor scholen, het pompen van water, huishoudelijk gebruik, het van stroom voorzien van radio- en communicatietorens en voor elektrische hekken om ranches en natuurparken heen. Voor huishoudens hebben zonnepanelen het voordeel, dat zij hun eigen energie op kunnen wekken en daardoor niet afhankelijk zijn van fluctuerende energieprijzen, tekorten van energiebronnen (zoals een kerosinetekort of een tekort aan regenwater) of de

afstand en toegang tot het elektriciteitsnet (Acker & Kammen, 1996, p. 82). Dit geldt voor alle microsystemen die duurzame elektriciteit opwekken.

Elektriciteitskosten

Als mensen zich de zonnepanelen kunnen veroorloven, zijn ze goedkoper uit dan met een aansluiting op het elektriciteitsnetwerk, omdat elektriciteitskosten minimaal zijn na de aanschaf. Sommige huishoudens die al aangesloten zijn op het elektriciteitsnetwerk nemen zonne-energie erbij om de uitgaven aan elektriciteit te reduceren. Veel mensen kiezen dan ook liever voor zonne-energie, zelfs als het elektriciteitsnetwerk al in de buurt is en de aansluitkosten daarvoor dus lager zijn. Naast de kosten speelt ook de betere toegang tot kleinschalige zonne-energiesystemen mee in deze overweging. De systemen kunnen particulier gekocht worden en er hoeft geen toestemming van de overheid, met alle bureaucratie van dien, gevraagd te worden (Acker & Kammen, 1996).

Genereren van inkomen

Zonnepanelen kunnen een kleine rol spelen in het genereren van inkomen. Uit een enquête van Jacobson (2007) bleek dat 48% van de huishoudens met zonnepanelen, de elektriciteit van de panelen gebruikte voor het genereren van inkomen of werkgerelateerde activiteiten. 32% van de geënquêteerden gaf aan hier licht voor te gebruiken, 23% de televisie en 22% de radio. Docenten maakten bijvoorbeeld gebruik van licht om 's avonds na te kijken en lessen voor te bereiden, boeren en eigenaren van kleine bedrijfjes om 's avonds hun financiën of planning op orde te krijgen. Voordelen van televisie en radio zijn dat boeren en eigenaren van bedrijfjes af en toe nuttige informatie voor hun sector te horen kregen (pp. 152-153). Mobiele telefoons worden ook opgeladen met zonnepanelen en zijn heel belangrijk voor eigenaren van winkels, automonteurs, elektriciens, veeartsen en andere soortgelijke beroepen, waarin de mobiele telefoon wordt gebruikt om contact met hun cliënten te hebben, zakelijke deals te maken of bestellingen te plaatsen (Jacobson, 2007, p. 157).

Connectiviteit

Aangezien zonnepanelen gebruikt worden om televisie te kijken, radio te luisteren en mobiele telefoons op te laden, wordt de connectie tussen rurale en urbane gebieden

versterkt. Er is meer communicatie tussen de gebieden, sociale en economische banden worden versterkt en er vindt een uitbreiding van de markten voor consumptiegoederen plaats, bijvoorbeeld door reclames (Jacobson, 2007, p. 144). Uitbreiding van de markten is uiteraard goed voor de economie en kan voor meer inkomen zorgen. De vraag is of meer connectiviteit onder ontwikkeling voor de bevolking valt, of alleen modernisering is. Indirect kan meer connectie met urbane gebieden, het land en het buitenland wel voor ontwikkeling zorgen. Een mooi voorbeeld speelde zich af op politiek vlak. In de jaren '70 en '80 investeerde de toen regerende partij KANU in een monopolie op de radio- en televisiezenders die in rurale gebieden uitgezonden werden. 75% van de Kenianen woont in rurale gebieden, dus had de partij controle over alle media die 75% van de kiezers in het land te zien kregen, wat een flinke versterking van haar positie was. Vanaf de jaren '90 kwamen er echter steeds meer particuliere zenders en met de toename van zonnepanelen en batterijen in rurale gebieden werden die zenders steeds toegankelijker voor de rurale bevolking, waardoor de bevolking ook informatie van andere partijen te zien kreeg. In 2002 verloor de partij voor het eerst sinds de onafhankelijkheid van Kenia de verkiezingen (Jacobson, 2007, p. 156). Als de bevolking meer transparantie en minder eenzijdige informatie krijgt, is zij beter in staat te kiezen voor een partij die haar belangen vertegenwoordigt, wat een positieve invloed heeft op de ontwikkeling van de bevolking. Een transparante samenleving versterkt die ontwikkeling, omdat bestuurders zich moeten kunnen verantwoorden.

Scholing

Zonder elektriciteit maakt men gebruik van lantaarns voor licht, dus de kwaliteit van het licht is beter met zonne-elektriciteit. Daarnaast kan men met elektriciteit licht in meerdere vertrekken hebben, waardoor families verspreid over kamers verschillende activiteiten kunnen doen. Een groot voordeel hiervan is dat kinderen meer tijd kunnen besteden aan hun huiswerk (Acker & Kammen, 1996, pp. 96-100). Een kanttekening hierbij is dat de kleinere zonnepanelen, die beschikbaar zijn voor de armere bevolking, weinig energie geven en de energie die wel beschikbaar is vaak gebruikt wordt voor andere kleine applicaties dan licht, waaronder de televisie. Toch werd licht van de elektriciteit van zonnepanelen, die van betere kwaliteit is dan licht van kerosinelampen, in 47% van de huishoudens met zonnepanelen en

schoolgaande kinderen uit Jacobson's onderzoek gebruikt om huiswerk te maken (Jacobson, 2007, pp. 147, 153).

Wind- en waterkracht

Een alternatief voor zonnepanelen zijn micro-waterkrachtinstallaties. Naast dat de pico- en micro-waterkrachtinstallaties betaalbaar zijn voor de bevolking, kunnen ze voor meerdere doeleinden gebruikt worden, zoals irrigatie en watervoorziening en omdat micro-waterkrachtsystemen voor directe aandrijving zorgen, ook voor elektriciteitsopwekking, en processen als malen. In vele landen heeft deze techniek al bewezen een belangrijke bijdrage te kunnen leveren aan rurale industriële groei (Karekezi & Ranja, 1997 in: Karekezi & Kithyoma, 2002, p. 1083).

Kleine windturbines zouden veel invloed kunnen hebben op de agrarische sector door water op te pompen voor irrigatie, wat de productiviteit binnen de agrarische sector zou verhogen. In de Ala Plains in Eritrea wordt deze techniek al toegepast en men boekt hier positieve resultaten (Semere and Zemenfes, 2001 in: Karekezi & Kithyoma, 2002, p. 1079). Tevens kunnen windturbines en -pompen mechanisch vermogen creëren, wat menselijke arbeid kan verminderen in de agrarische sector, wat voor meer productiviteit zorgt en het werk minder zwaar maakt. Voor kleine bedrijfjes zou windenergie ook genoeg energie kunnen leveren en de productiviteit verhogen, maar het gebruik van windenergie is nog laag door de hoge kosten en lage windsnelheden (Karekezi & Kithyoma, 2002, pp. 1080,1084).

Er is al ingegaan op de voordelen van het elektriciteitsnet en de problemen die duurzame energiecentrales veroorzaken voor de lokale bevolking. Voordelen van waterkrachtcentrales zijn dat dammen kunnen bijdragen aan irrigatie van grond aan beide kanten van de dam, voorzien in drinkwater en stroomafwaarts overstromingen kunnen voorkomen (Miller & Spoolman, 2009, 418). Hoewel dammen wat een groot gevaar voor de bevolking vormen als ze instorten, bieden ze dus een veiligere omgeving zolang ze intact blijven.

De voor- en nadelen voor de ontwikkeling van de rurale bevolking van geothermie energiecentrales wordt behandeld aan de hand van een casestudy, die de gevolgen voor de lokale bevolking bij de centrales omschrijft.

5.3.3. Casestudy: de Maasai

Om te illustreren wat positieve en negatieve gevolgen kunnen zijn van de ontwikkeling van een duurzame energiebron volgt nu een beschrijving van de gevolgen die de exploitatie van geothermie bronnen heeft voor de Maasai, een bevolkingsgroep in de Rift Vallei (Figuur 2 in bijlage).

Alle geothermie bronnen van Kenia liggen onder de Rift Vallei. In deze vallei liggen een aantal wereldbekende natuurparken die huis bieden aan een aantal bedreigde diersoorten. Deze parken brengen veel toerisme met zich mee. Daarnaast hebben veel grootschalige bedrijven in de bloemensector zich in de vallei gevestigd. Een deel van de door hen benodigde energie komt uit geothermie bronnen (Mariita, 2002, p. 1121).

De geofysicus Nicholas O. Mariita (2002) heeft onderzoek gedaan naar de gevolgen van de komst van de geothermie-centrales van de Kenya Electricity Generation Company (KenGen) en van OrPower 4 in de Rift Vallei op de lokale bevolking, de Maasai. De Maasai is een arme rurale bevolkingsgroep. Ze hebben moeite om aan de dagelijkse basisbehoeften, zoals voeding, kleding, gezondheidszorg en een huis, te voldoen, waardoor hun levensstandaard laag is.

Een aantal gezinnen moest verhuizen bij de komst van de energiecentrales en kreeg hier geen compensatie voor (Mariita, 2002, p. 1124). De bedrijven die zich in de regio gevestigd hebben, hebben wel pogingen gedaan om bij te dragen aan de ontwikkeling van de Maasai. Meer dan 90% van de bevolkingsgroep maakte ten tijde van het onderzoek gebruik van de twee watertanks die door KenGen verstrekt zijn. De toegang tot schoon drinkwater heeft voor een afname van ziektes als cholera en tyfus gezorgd (Mariita, 2002, pp. 1123, 1125). KenGen en Kenya wildlife services (KWS) hebben wegen in de regio aangelegd, om de regio beter bereikbaar te maken. Dit zou een voordeel voor de Maasai kunnen zijn, maar de meeste Maasai zijn afhankelijk van het openbaar vervoer en daar moeten ze nog 10 à 15 kilometer voor

lopen. Een voordeel van de aanleg van de wegen is dat medewerkers van KenGen en OrPower 4 de Maasai af en toe aan lift aanbieden. Tevens kunnen de Maasai gebruik maken van de openbare telefoon, school en winkels bij KenGen (Mariita, 2002). Binnen 10 kilometer van de centrales woonden ongeveer 2000 Maasai, waarvan de meesten tussen de 20 en 30 jaar oud zijn. Toch hebben de centrales de Maasai weinig werk verschaft. Een paar Maasai zijn aangenomen als bewakers, schoonmakers, chauffeurs en office managers. Dit zou te maken kunnen hebben met de lage scholing die de Maasai over het algemeen hebben. Hoewel de onderzochte Maasai al sinds de jaren '70 naast elektriciteitscentrales wonen, was er ten tijde van het onderzoek nog geen toegang tot het elektriciteitsnetwerk (Mariita, 2002).

De respondenten uit het onderzoek ondervonden geen geluidsoverlast of last van uitstootgassen, ook niet voor hun vee. Bij uitbreiding van de geothermie energiewinning in het gebied, zou geluidsoverlast wel een reële consequentie kunnen zijn. De grootste voordelen van de komst van de centrales waren de toegang tot schoon drinkwater en winkels en de mogelijkheid om souvenirs te verkopen aan toeristen, waardoor inkomens van de Maasai en hun levensstandaard stegen. De werkgelegenheid voor Maasai bij de centrales is te verwaarlozen, maar de markt voor hun dierlijke producten is gegroeid door afname van werknemers van de centrales (Mariita, 2002, pp. 1125, 1127).

Een nadeel voor de Maasai is dat hun leefgebied verkleind is. De Maasai leven nomadisch op harmonieuze wijze samen met de natuur. Ze hebben vee waar ze afhankelijk van zijn en hebben ruimte nodig om het vee te laten grazen. De Keniaanse overheid heeft eigendom geclaimd over het land waar de Maasai op leefden en er in de loop van de jaren verschillende bestemmingsplannen voor geschreven, waaronder de natuurparken, wildreservaten, agricultuur en de energiecentrales. "At present, the available grazing area for the Maasai and wildlife is too small to sustain both. There is therefore a direct conflict between the Maasai people, geothermal development and wildlife conservation" (Mariita, 2002, pp. 1126-1127).

5.4. Conclusie

Het gebruik van elektriciteit kan bijdragen aan het genereren van inkomen. Het aantal uren dat men productief bezig kan zijn stijgt door het gebruik van licht en doordat mensen minder tijd hoeven te spenderen aan het verkrijgen van brandhout. Tevens kunnen productieprocessen in verschillende sectoren gemechaniseerd worden met behulp van elektriciteit, waardoor de productiviteit flink stijgt. Televisie, radio en mobiele telefonie kunnen ook werkgerelateerd gebruikt worden, omdat het een middel kan zijn tot kennisuitbreiding en omdat deze communicatiemiddelen ingezet kunnen worden in nieuwe werkvormen en reclame kunnen uitzenden. De directe invloed van deze middelen op het inkomen is echter gering.

Als het gebruik van traditionele energiebronnen als biomassa, kerosine en diesel wordt vervangen door duurzame elektriciteit zal dat de gezondheid van de bevolking ten goede komen door de afname van schadelijke stoffen die ingeademd worden. De vraag is echter of elektriciteit een afdoende alternatief is. De capaciteit van zonnepanelen bijvoorbeeld is niet voldoende om ermee te koken.

Door het gebruik van elektriciteit gaat de kwaliteit en kwantiteit van licht er wel op vooruit. In huishoudens kan dit positieve gevolgen hebben voor de uren die kinderen aan hun huiswerk kunnen besteden.

Doordat er weinig toegang is tot elektriciteit kan maar een klein deel van de bevolking profiteren van deze voordelen. Met name de arme bevolking heeft geen geld voor aansluiting op het net, of voor kleinschalige duurzame elektriciteitssystemen. De systemen die wel bereikbaar zijn voor deze mensen, leveren zo weinig elektriciteit, dat ze geen alternatief zijn voor een groot deel van het gebruik van traditionele energiebronnen en niet substantieel aan inkomen kunnen bijdragen.

Er zijn veel meer nadelen van zonne-energie bekend, omdat hier veel onderzoek naar is gedaan. Uit de literatuur blijkt dat auteurs vinden dat andere vormen van duurzame energie beter zijn, maar deze technieken zijn nog niet zo veel uitgetoet als zonnepanelen. Wellicht loopt men bij implementatie van andere systemen nog tegen problemen aan.

6. Common Ground

Om een antwoord te vinden op de hoofdvraag zijn drie deelvragen gesteld. Deze drie deelvragen zijn vanuit twee verschillende vakgebieden beantwoord. Om met deze antwoorden de hoofdvraag te kunnen beantwoorden, moeten de inzichten uit deze vakgebieden eerst samengevoegd worden tot één geheel, de common ground. Hierbij is het van belang dat bij belangrijke concepten die gebruikt worden, dezelfde definitie gehanteerd wordt.

Een belangrijke term die in deze scriptie centraal staat, is ontwikkeling. Eerder is al gebleken dat beide vakgebieden hier anders naar kijken. Vanuit de natuurwetenschappen en de energie kijkt men naar duurzame ontwikkeling die gepaard gaat met het zoeken naar duurzame energiebronnen om het milieu zo min mogelijk te belasten. Hierbij wordt ontwikkeling vooral uitgedrukt door middel van potentie. De potentie van een energiebron geeft aan hoeveel ontwikkeling nog mogelijk is op dat gebied. Vanuit de sociale wetenschappen kijkt men naar ontwikkeling van mensen, hun levensomstandigheden en hun kansen. Deze twee verschillende manieren van kijken naar ontwikkeling kunnen af en toe botsen, maar kunnen elkaar ook aanvullen. Als deze twee definities samen genomen worden kunnen we ontwikkeling herdefiniëren als: (duurzame) ontwikkeling, waarbij de potentie van duurzame energiebronnen wordt gebruikt om de leefomstandigheden van de bevolking te verbeteren en er geen afbraak aan het land wordt gedaan, waardoor toekomstige generaties over dezelfde bronnen kunnen beschikken als hun voorgangers. Nu is het mogelijk om bij ontwikkeling te kijken naar zowel de gevolgen voor de bevolking, als de duurzaamheid van een energiebron. Onder de duurzame energiebronnen zijn namelijk bepaalde bronnen die beter voor de ontwikkeling van mensen zijn dan andere.

In hoofdstuk 4, wat vanuit het natuurwetenschappelijke perspectief is geschreven, zijn duurzame energiebronnen aangewezen die een bijdrage kunnen leveren aan de vergroting van de beschikbare duurzame elektriciteit. De geschiktheid voor de ontwikkeling van de bevolking hangt echter niet alleen af van de energie-technische-

en milieukenmerken. Om de voor- en nadelen per energiebron vanuit de vakgebieden 'Natuurwetenschappen' en 'Sociale Geografie' te laten zien, zijn deze in tabel 1 gezet:

Tabel 1: Voor- en nadelen energiebronnen

Energiebron	Vanuit een Natuurwetenschappelijk perspectief		Vanuit een Ontwikkelings perspectief	
	voordelen	nadelen	voordelen	nadelen
Biomassa	Kan duurzaam gebruikt worden	Ontbossing	Gratis	Slecht voor gezondheid
		Uitstoot van vervuilende stoffen		Inefficiënt gebruik
Kerosine		Uitstoot van vervuilende stoffen waaronder broeikasgassen	Toegankelijk	Slecht voor gezondheid
				Brandgevaarlijk
Elektriciteitsnetwerk	68% duurzaam	Groot verlies van elektriciteit	Goed voor gezondheid	Niet toegankelijk
	Weinig uitstoot	Gedeeltelijk afhankelijk van gebruik van vervuilende olie		Hoge aansluitkosten
		Aantasting van land bij uitbreiding van het netwerk		Onbetrouwbaar
Zonne-energie grootschalig	Geen uitstoot van broeikasgassen	Aansluiting op netwerk nodig	Goed voor gezondheid	Niet toegankelijk
	Duurzaam	Neemt veel ruimte in	Betrouwbaar	Hoge aansluitkosten
	Voldoende ruimte beschikbaar in Kenia	Werkt alleen overdag		
Zonnepanelen	Geen uitstoot van broeikasgassen	Maakt gebruik van vervuilende batterijen	Toegankelijk rurale gebieden	Te duur voor arme bevolking
	Prijs neemt steeds meer af	Werkt alleen overdag	Kleine toename generatie inkomen	Vergroot differentiatie
	Duurzaam		Betrouwbaar	Aanschaf duur
	Lange levensduur (en goed terug te verdienen)		Minimale energiekosten	Alleen voor kleine applicaties
	Eenmalige investering		Verbeterd connectiviteit	Niet voor koken
			Kwaliteit licht	Niet voor bedrijfjes
Waterkracht grootschalig	Geen uitstoot van CO2	Moeten dammen gebouwd worden	Goed voor gezondheid	Onbetrouwbaar
	Duurzaam	Afhankelijk van regenval		Neemt veel ruimte in
	Kan bijdragen aan irrigatie van landbouw grond	Land komt onder water te staan door creatie reservoirs		Hoge aansluitkosten
	Kan bijdragen aan de drinkwater voorziening	Voedselrijk slib blijft achter in reservoir		

		Kan vismigratie verstoren		
		Kan methaangas ontstaan door plantenrotting in reservoir		
		Gevaarlijk als de dam doorbreekt		
		Veel verlies van water uit reservoir door verdamping		
Pico- & Micro waterkracht	Geen uitstoot van broeikasgassen	Maakt gebruik van vervuilende batterijen	Goed voor gezondheid	Onbetrouwbaar
	Duurzaam	Afhankelijk van regenval	Meerdere doeleinden gebruik	Moet bij rivier
	Geen effect op directe omgeving of milieu		Betaalbaar	
	Kan bij elke beek of rivier		Kan door lokale bevolking gebouwd worden	
			Voorziening stroom voor dorp	
			Productiviteitsverhogend boeren	
Geothermie	Geen uitstoot van broeikasgassen	Risicovolle boringen die aardbevingen kunnen veroorzaken	Laagste kostprijs	Neemt ruimte in
	Duurzaam	Veel water nodig bij de aanleg	Goed voor gezondheid	Niet toegankelijk
	Laagste kostprijs	Kans op land-erosie bij aanleg		Hoge aansluitkosten
		Moet een centrale voor gebouwd worden		
Windenergie	Geen uitstoot	Aansluiting op netwerk nodig bij grote installaties	Productiviteitsverhogend boeren	Hoge kosten
	Duurzaam	Kan overlast ontstaan door geluid en slagschaduw	Productiviteitsverhogend bedrijfjes	
	Windparken zijn eenvoudig te bouwen en uit te breiden	Kans op vogels die zich doodvliegen bij slecht gekozen locaties		

Het huidige gebruik

Uit beide vakgebieden komt naar voren dat biomassa en kerosine de meest gebruikte en meest toegankelijke energiebronnen zijn. Ook laten ze zien dat het gebruik van biomassa en kerosine zowel voor het milieu als voor de mens negatieve gevolgen heeft. Zo is het ongezond en inefficiënt in gebruik en brengt het veiligheidsrisico's met zich mee. Daarnaast draagt het bij aan ontbossing, wat de toegankelijkheid verkleint. Mensen moeten steeds verder lopen om aan bijvoorbeeld brandhout te komen en de tijd die daaraan besteed wordt kan ook besteed worden aan het genereren van inkomsten. Het inkomen dat men niet kan genereren door dit tijdsverlies, weegt op tegen de afwezigheid van kosten voor biomassa. Hoe verder de ontbossing vordert, hoe meer tijd men kwijt is aan het vergaren van biomassa. Verder heeft ontbossing ook gevolgen voor het leefmilieu, omdat het landdegradatie kan veroorzaken. Deze inzichten vullen elkaar aan waardoor er sprake is van een overeenstemming over het feit dat gebruik van deze twee energiebronnen niet bijdraagt aan een duurzame ontwikkeling.

Elektriciteitsnetwerk

In Kenia wordt 68% van de elektriciteit voor het elektriciteitsnet opgewekt uit duurzame bronnen. Hierdoor is de uitstoot van broeikasgassen laag. Vanuit de natuurwetenschappen is het daarom een elektriciteitsvoorziening die de potentie heeft op grote schaal veel mensen op een duurzame manier van elektriciteit te voorzien. De hoge spanning van het net is goed voor de bevolking omdat men hiermee verschillende applicaties van elektriciteit kan voorzien, waaronder applicaties die veel energie vragen.

Momenteel is er echter nog veel verlies van elektriciteit en wordt een gedeelte van de elektriciteit opgewekt door olie. Olie is niet hernieuwbaar en is slecht voor het milieu door de uitstoot van broeikasgassen. Het gebruik van olie compenseert wel enigszins de elektriciteitstekorten die soms ontstaan doordat waterkrachtcentrales sterke fluctuaties vertonen in de energieopbrengst door de afhankelijkheid van de regenval.

Het grootste probleem van het elektriciteitsnet is de toegankelijkheid. De kosten zijn te hoog voor de gemiddelde Keniaan. De aansluitkosten worden steeds hoger naarmate mensen verder van het aangelegde net wonen, waardoor het voor de

rurale bevolking nog moeilijker is een aansluiting op het net te krijgen. Het elektriciteitsnet en de grootschalige duurzame elektriciteitswinning voegen in hun huidige vorm dus weinig toe aan de ontwikkeling van de rurale bevolking van Kenia.

Wel moet vermeld worden dat ondanks dat het elektriciteitsnet sterk uitgebreid kan worden met duurzaam opgewekte elektriciteit, niet elke bron even goed is voor de bevolking. Vanuit de natuurwetenschappen zijn bronnen geselecteerd op potentie, maar dit zegt niets over de bijdrage aan ontwikkeling. Daarom wordt nog kort gekeken naar de individuele energiebronnen, te beginnen met waterkracht. Waterkracht levert momenteel de grootste bijdrage aan het elektriciteitsnetwerk, maar wordt beschouwd als onbetrouwbaar. De nadelen, zoals de ruimte die centrales innemen en de ingrijpende gevolgen voor het landschap door de bouw van dammen, overheersen alle voordelen die waterkracht met zich mee kan brengen. Daarom is er overeenstemming in de beide vakgebieden dat dit niet de meest geschikte optie is. Een bron die betrouwbaarder is, is zonne-energie. De zonne-intensiteit in Kenia is dermate hoog dat zonnepanelen goed presteren en met grootschalige installaties elektriciteit aan het net kunnen leveren. Zonne-energie is duurzaam, heeft geen uitstoot, geen gevolgen voor de gezondheid van de bevolking en heeft daardoor veel potentie. Doordat de beste locaties in afgelegen gebieden zijn levert dit geen probleem op voor de bevolking, maar wel met een aansluiting op het elektriciteitsnetwerk. Zonnepanelen lijken dus een goede optie voor het leveren van elektriciteit zonder verstoringen voor mens en natuur, maar praktisch gezien is de aansluiting op het elektriciteitsnet een groot obstakel.

De derde optie is geothermie want deze is duurzaam, heeft geen uitstoot en heeft de laagste kostprijs. Er moeten echter risicovolle boringen gedaan worden die aardbevingen kunnen veroorzaken. Tevens kan de bouw van installaties zorgen voor problemen in de watervoorziening, verlies van land, geluidsoverlast en eventueel land-erosie. Op de vlakke waar geothermie gewonnen wordt, vormt dit een probleem voor de bevolking. Hier staat tegenover dat de winning van geothermie betrouwbaar en niet schadelijk voor de gezondheid is. Dit maakt geothermie een goede energiebron, zolang er bij de bouw van centrales rekening gehouden wordt met de lokale bevolking om de mogelijke negatieve effecten te voorkomen.

De laatst besproken duurzame optie om elektriciteit te winnen is windenergie, waarbij elektriciteit wordt opgewekt met windturbines. Bij deze manier van opwekken komt geen uitstoot vrij. Wel is bij deze optie ook een aansluiting op het elektriciteitsnetwerk een probleem door de, vaak afgelegen, locaties. Verder kunnen windturbines verstoringen in de omgeving veroorzaken door geluid en slagschaduw. Tevens is het moeilijk, tijdrovend en duur om die plekken te vinden, wat dit een dure optie maakt. Zolang er echter een goede locatie is kan dit als een goede bron beschouwd worden.

Kleinschalige duurzame elektriciteitswinning

Mensen kunnen ook zelf elektriciteit opwekken met kleine elektriciteits-opweksystemen als zonnepanelen, kleine windturbines, pico- en microwaterkracht. Deze systemen zijn duurzaam, zonder uitstoot, niet slecht voor de gezondheid, nemen weinig ruimte in en zijn toegankelijker voor de bevolking dan het elektriciteitsnet. Als de aanschafkosten zijn voldaan, betaalt men alleen nog onderhoudskosten.

Zonnepanelen zijn duur om aan te schaffen, waardoor met name de middenklasse gebruik maakt van zonnepanelen. Aangezien vooral de arme bevolking niet voldoende middelen heeft voor de aanschaf, wordt hun ontwikkeling niet gestimuleerd. Zonnepanelen leveren niet genoeg elektriciteit voor veel productieprocessen in kleine bedrijfjes en de agricultuur en voor grote apparaten. De productiviteit wordt wel enigszins verhoogd doordat men gebruik kan maken van kwalitatief goed licht en men mobiele telefoons op kan laden. Hoewel zonnepanelen duurzame energie genereren, maken zij voor de opslag van elektriciteit wel gebruik van vervuilende accu's. Het gebruik van accu's is essentieel, omdat zonne-energie alleen overdag te winnen is. Hoewel de zonnepanelen dus niet heel slecht zijn voor het milieu, voegen ze niet veel toe qua ontwikkeling van de bevolking.

Kleine windturbines en pico- en micro-waterkracht zijn beter voor het milieu en kunnen een hoger vermogen elektriciteit leveren, waardoor er meerdere applicaties op kunnen draaien. Daarnaast kunnen de kleine waterkrachtssystemen bijvoorbeeld ook water (op)pompen of graan malen. Windturbines en kleine waterkrachtssystemen

kunnen hierdoor zorgen dat huishoudens, kleine bedrijfjes en de agricultuur meer inkomsten kunnen genereren door een verhoging van de productiviteit. De pico- en microwaterkrachtssystemen zijn daarnaast betaalbaar en kunnen met een heel dorp aangeschaft worden. Het nadeel van deze waterkrachtssystemen is dat ze net als de grote waterkrachtcentrales afhankelijk zijn van de waterstand in de rivier.

Kleine windturbines kunnen dezelfde nadelige effecten hebben als de grote turbines. Deze nadelen zijn echter klein vergeleken met de grote versies en de voordelen veel groter.

Vanuit beide vakgebieden is nu bij alle energiebronnen gekeken wat de voor- en nadelen zijn en welke gevolgen ze hebben. Met deze nieuwe, gecreëerde inzichten kan in het volgende hoofdstuk een antwoord op de onderzoeksvraag gegeven worden.

7. More comprehensive understanding

In deze scriptie is getracht vanuit de sociale geografie en de natuurwetenschappen een antwoord te vinden op de volgende vraag:

Wat betekent het gebruik van duurzame middelen om elektriciteit op te wekken voor de ontwikkeling van de bevolking van ruraal Kenia en welke middelen zijn hiervoor het meest geschikt?

Door de inzichten die gevonden zijn in het hoofdstuk van de common ground samen te voegen is het volgende antwoord gevonden:

Toegang tot voldoende elektriciteit (die op een duurzame manier is opgewekt) zorgt bij de bevolking voor een alternatief van de vervuilende biomassa en biedt kansen op inkomensstijging doordat het productiviteit verhogend kan werken in verschillende sectoren. Hierbij zijn kleinschalige waterkrachtsystemen en windturbines om elektriciteit op te wekken het meest geschikt omdat ze minder gevolgen voor het milieu en de leefomgeving hebben dan grootschalige installaties, naast het opwekken van elektriciteit meerdere functies vervullen en niet afhankelijk zijn van een duur, slecht werkend en vaak onbereikbaar elektriciteitsnetwerk.

Voor het beantwoorden van deze vraag is allereerst uitgegaan voor de nieuwe definitie van (duurzame) ontwikkeling, waarbij de potentie van duurzame energiebronnen wordt gebruikt om de leefomstandigheden van de bevolking te verbeteren, en geen afbraak aan land plaatsvindt waardoor toekomstige generaties over dezelfde bronnen kunnen beschikken als hun voorgangers. Om te kijken wat het gebruik van duurzame middelen om elektriciteit op te wekken voor de ontwikkeling van de bevolking van ruraal Kenia betekent moest er dus gekeken worden naar de sociale gevolgen van het gebruik energie, maar ook naar de gevolgen voor het milieu. Door vanuit deze definitie van ontwikkeling te werken kon met behulp van de in de common ground gecreëerde concepten het antwoord op de hoofdvraag gegeven worden.

Om het eerste gedeelte van de hoofdvraag te beantwoorden was het belangrijk om te weten wat de huidige toestand van energiegebruik in ruraal Kenia is. De meest gebruikte energievorm is biomassa en het gebruik hiervan zorgt voor ontbossing, uitstoot van gassen en gerelateerde gezondheidsproblemen. Biomassa is echter gratis verkrijgbaar en dus de meest toegankelijke energiebron voor de rurale bevolking van Kenia. Aangezien biomassa slecht is voor de gezondheid en voor het milieu houdt het gebruik van deze brandstof ontwikkeling tegen, zeker aangezien er betere alternatieven zijn. Voor de ontwikkeling van de bevolking moet de duurzame energie dus een (positieve) verandering hebben ten opzichte van de negatieve effecten van biomassa.

Het gebruik van duurzame elektriciteit is over het algemeen beter voor het milieu dan de traditionele energiebronnen. Dit houdt in dat elektriciteit ook beter is voor het leefgebied van de Kenianen en hun toekomstige nageslacht. Aangezien dit één van de aspecten van ontwikkeling is, is het gebruik van elektriciteit daarom goed voor de ontwikkeling van de rurale bevolking. Daarnaast is het gebruik van elektriciteit en de opwekking van duurzame elektriciteit beter voor de gezondheid van de bevolking. De middelen die het meest geschikt zijn voor de ontwikkeling in ruraal Kenia hingen af van twee dingen. De eerste was welke mogelijkheden voor ontwikkeling een bepaalde energiebron met zich mee brengt. Hoewel het elektriciteitsnet meer vermogen kan leveren en de bevolking bij aansluiting meer profijt zou kunnen hebben van de elektriciteit voor meerdere doeleinden, is de toegang tot het elektriciteitsnet beperkt door de kosten. Met name de arme rurale bevolking kan geen aansluiting krijgen, dus voor hun draagt het net niet bij aan ontwikkeling. De grote centrales die elektriciteit leveren aan het net vormen dus bijna geen directe bijdrage aan de ontwikkeling van ruraal Kenia.

De kleinschalige varianten hadden daarentegen wel positieve effecten op de bevolking. Zo hadden alle drie de opties bijvoorbeeld een inkomens verhogend effect en zijn ze toegankelijker wat betreft aanschafkosten.

Het tweede punt was wat de effecten van de bron op de omgeving en het milieu waren. Doordat centrales grootschalig zijn hebben ze veel meer effect op de

omgeving dan hun kleinschalige variant. Hierdoor zijn automatisch de kleinere varianten geschikter. Tussen de kleinschalige varianten is er nog wel onderscheid te maken. Zo heeft de pico waterkrachtcentrale bijvoorbeeld geen enkel negatief effect op de omgeving.

Kleinschalige energieopwekking heeft ook het voordeel dat de macht over de energiebron bij de bevolking ligt en de energie niet geëxporteerd wordt. Hierdoor is er geen kans op een *resource/solar curse*.

Of duurzame elektriciteit een bijdrage kan leveren aan de ontwikkeling van de rurale bevolking in Kenia is dus afhankelijk van welke vorm van elektriciteitswinning gemaakt wordt.

Hoewel sommige opties beter zijn van anderen, hebben alle vormen van duurzame energiewinning potentie om armoede te verlichten en bij te dragen aan ontwikkeling. Het gebruik van deze bronnen komt echter nog niet echt van de grond door toegangsproblemen, want voor een groot deel van de bevolking ontbreken de middelen om de nodige investeringen te kunnen doen.

8. Conclusie

In dit onderzoek is naar voren gekomen dat ondanks voor de lokale bevolking niet alle methoden om duurzame energie op te wekken lokaal even positieve effecten hebben, te concluderen valt dat op de grote schaal toegang tot duurzame elektriciteit de leefomstandigheden van de lokale bevolking kan verbeteren door het creëren van een schonere leefomgeving wat zich uit in minder gezondheidsproblemen, potentie geeft tot een inkomenstoename en de mogelijkheid van het gebruik van moderne technologieën vergroot.

Dat de toegang van de rurale bevolking tot het elektriciteitsnetwerk zo slecht is, neemt niet weg dat de grootschalige elektriciteitscentrales een grote invloed kunnen hebben op de ontwikkeling van de bevolking als deze een aansluiting op het elektriciteitsnetwerk hebben. Om meer toegang tot het net te creëren voor de rurale bevolking zou de overheid van Kenia kunnen investeren in de verbreding van het elektriciteitsnetwerk, waardoor de aansluitkosten niet meer door de lokale bevolking betaald hoeven te worden. Daarnaast zouden ze het bureaucratische proces wat nodig is voor aansluiting kunnen versimpelen. De afweging die dan gemaakt moet worden is of de lokale effecten van de centrales de elektrische toegang van een groot deel van de bevolking waard zijn.

Voor meer toegang tot duurzame elektriciteit zou de focus van zowel van de overheid als van non-gouvernementele hulporganisaties en de energiesectoren, gericht moeten zijn op het subsidiëren en ontwikkelen van verschillende duurzame energiebronnen, zodat er meerdere vormen van elektriciteitsopwekking beschikbaar zijn voor de bevolking. De bevolking kan dan kiezen voor een vorm die past bij de omstandigheden waarin ze leven. Als het dan ook mogelijk wordt gemaakt om voor alle systemen gespreid te betalen, wordt de toegang tot het gebruik van elektriciteit, met name voor de arme bevolking, enorm vergroot.

Wat geen invloed op de beantwoording van de vraag had, maar wel naar voren is gekomen in dit onderzoek is dat het lage elektrische spanning geleverd door zonnepanelen niet genoeg is om op te koken. Doordat bij gedeelde pico waterkracht

en windturbines hetzelfde geldt voor spanning, valt te concluderen dat geen enkele kleinschalige optie geschikt is om mee te koken. Alleen de zwaarste accu's zijn namelijk in staat de kookplaat van voldoende elektriciteit voorzien. Hierdoor blijft de grootste bron van behoefte voor biomassa bestaan. Het toegankelijk maken van elektriciteit verkleint dit probleem dus niet. Doordat het gebruik van biomassa als een probleem beschouwd wordt, is vervolgonderzoek aan de hand van deze conclusie aan te raden.

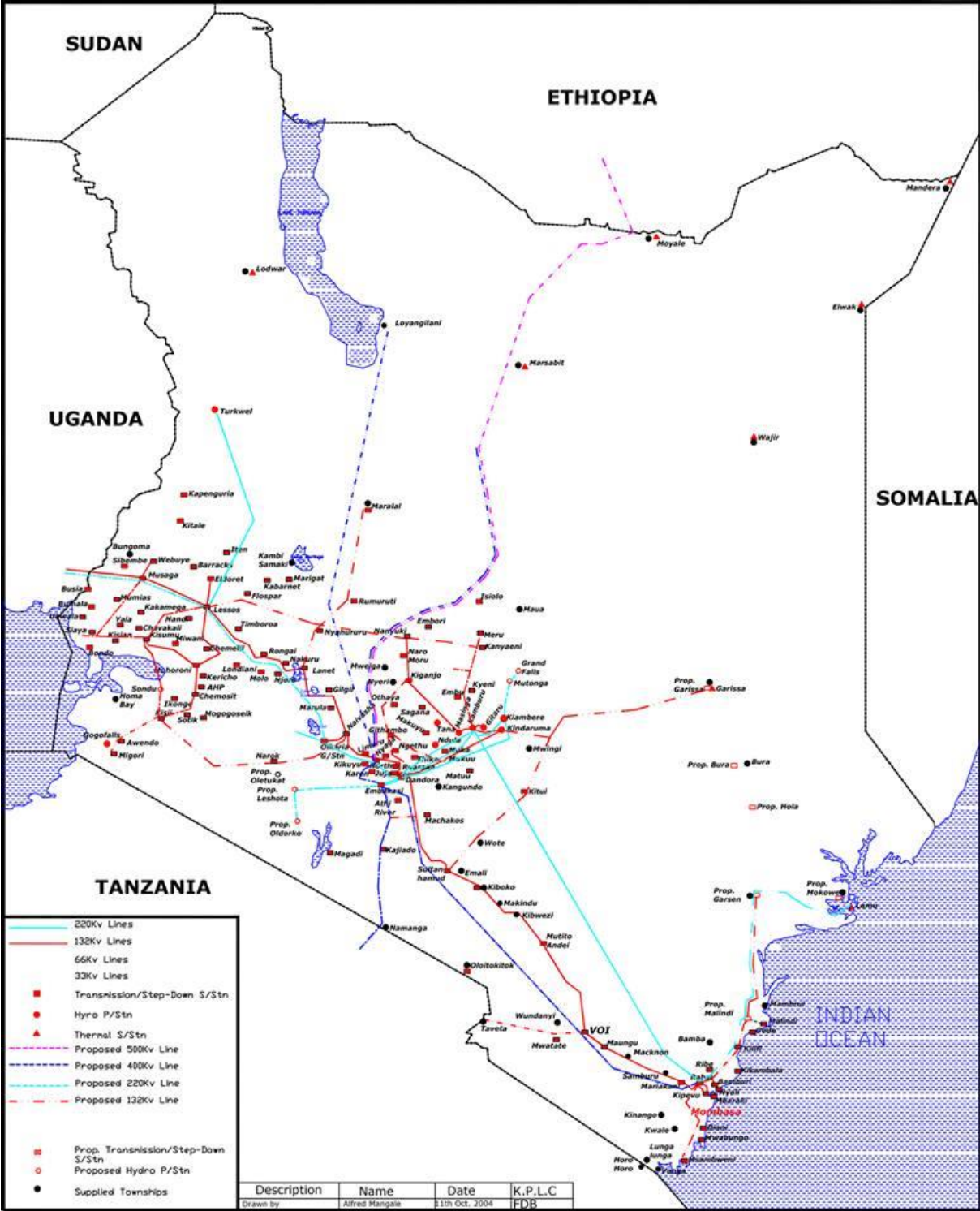
Bronnen

- Abdullah, S., & Markandya, A. (2012). Rural electrification programmes in Kenya: Policy conclusions from a valuation study. *Energy for Sustainable Development*, 16(1), 103–110.
- Acker, R.H. & Kammen, D.M. (1996). The quiet (energy) revolution: Analysing the dissemination of photovoltaic power systems in kenya. *Energy Policy*, 24(1), pp. 81-111
- Akinlo, A. E. (2008). Energy consumption and economic growth: Evidence from 11 sub-sahara african countries. *Energy Economics*, 30(5), pp. 2391-2400
- Alcatronic. (n.d.). Omvormer Tips & Advies. Retrieved November 11, 2013, from <http://www.alcatronic.nl/142-omvormer-advies>
- Anderson, D. & Ahmed, K. (1994). *The Case for a Solar Initiative World Bank*, Washington, DC in: Acker, R.H. & Kammen, D.M. (1996). The quiet (energy) revolution: Analysing the dissemination of photovoltaic power systems in kenya. *Energy Policy*, 24(1), pp. 81-111
- Bae, Y. J. (2013). Renewable energy and resource curse, on the possible consequences of solar energy in north africa. *Leiden University Repository*, 25-09-2013
- Barnes, D. F., & Floor, W. M. (1996). Rural energy in developing countries: A challenge for economic development 1, *Annual Review of Energy and the Environment*, 21(1), pp. 497-530.
- Barozzi, L. & Guidi, D. (1993). *Prospects for the Expansion of Solar PV Technology in the Developing World: Financial Mechanisms and Transfer Optimization World Wide Fund for Nature (WWF)*, Rome, in: Acker, R.H. & Kammen, D.M. (1996). The quiet (energy) revolution: Analysing the dissemination of photovoltaic power systems in kenya. *Energy Policy*, 24(1), pp. 81-111
- Central Bureau of Statistics, Office of the Vice President, and Ministry of Planning and National Development (1994). *Economic Survey*, Nairobi, in: Acker, R.H. & Kammen, D.M. (1996). The quiet (energy) revolution: Analysing the dissemination of photovoltaic power systems in kenya. *Energy Policy*, 24(1), pp. 81-111
- Chorowicz, J. (2005). The East African rift system. *Journal of African Earth Sciences*, 43(1-3), 379–410. doi:10.1016/j.jafrearsci.2005.07.019
- Climate Investment Funds. (2011). *Kenya Scaling-Up Renewable Energy Program (SREP)* (pp. 1–24).
- Finkelstein, A. (2012). Kenya Getting One of Largest Grid-Connected Solar Power Plants in Africa. World Property Channel. Geraadpleegd op November 8, 2013, van <http://www.worldpropertychannel.com/middle-east-africa-commercial-news/jinkosolar-cooperate-kenya-solar-power-plant-china-jiangxi-corporation-for-international-economic-technical-co-ltd-guojian-xu-new-solar-farms-6162.php>
- Freling, R. A., & Ramsour, D. L. (2010). Shining Light on Renewable Energy in Developing Countries. 2010 (p. 19). Geraadpleegd van http://www.definitivesolar.com/_documents/ShiningLight_DevelopingCountries.pdf
- Hankins, M. (1993). *Solar Rural Eleetrification in the Developing World. Four Case Studies: Dominican Republic, Kenya, Sri Lanka, and Zimbabwe*, Solar Electric

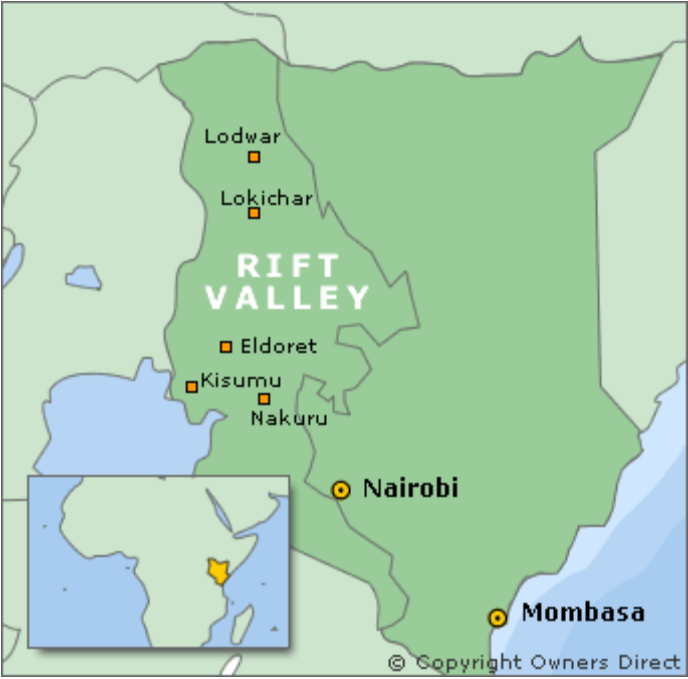
- Light Fund, Washington, DC, in: Acker, R.H. & Kammen, D.M. (1996). The quiet (energy) revolution: Analysing the dissemination of photovoltaic power systems in Kenya. *Energy Policy*, 24(1), pp. 81-111
- Harford, T. & Klein, M. (2005). Aid and the Resource curse: How Can Aid Be Designed to Preserve Institutions?, *World Bank Private Sector Development*, 291, April, 2005 in: Bae, Y. J. (2013). Renewable energy and resource curse, on the possible consequences of solar energy in north africa. *Leiden University Repository*, 25-09-2013
- International Energy Agency. (n.d.). Kenya: Electricity and Heat for 2011. Geraadpleegd op <http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=KENYA&product=electricityandheat&year=2011>
- Jacobson, A. (2007). Connective Power: Solar Electrification and Social Change in Kenya. *World Development*, 35(1), 144–162
- Karekezi, S., & Kithyoma, W. (2002). Renewable energy strategies for rural Africa: is a PV-led renewable energy strategy the right approach for providing modern energy to the rural poor of sub-Saharan Africa? *Energy Policy*, 30(11-12), 1071–1086.
- Karekezi, S. & Ranja, T. (1997). Renewable Energy Technologies in Africa. AFREPREN/SEI Zed Books, London, in: .Karekezi, S., & Kithyoma, W. (2002). Renewable energy strategies for rural Africa: is a PV-led renewable energy strategy the right approach for providing modern energy to the rural poor of sub-Saharan Africa? *Energy Policy*, 30(11-12), 1071–1086.
- KenGen. (n.d.). Ongoing Projects. Geraadpleegd op November 6, 2013, van <http://www.kengen.co.ke/index.php?page=business&subpage=current>
- Kenya Renewable Energy Association. (2012). Solar PV Systems. Geraadpleegd van <http://kerea.org/renewable-sources/solar-pv-systems/>
- Ketraco. (2013). Transmission of Electricity. Geraadpleegd op November 6, 2013, van <http://www.ketraco.co.ke/learn/index.html>
- Kiplagat, J. K., Wang, R. Z., & Li, T. X. (2011). Renewable energy in Kenya: Resource potential and status of exploitation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(6), 2960–2973.
- Maher, P., Smith, N. P. a., & Williams, a. a. (2003). Assessment of pico hydro as an option for off-grid electrification in Kenya. *Renewable Energy*, 28(9), 1357–1369.
- Makanga, J.T. & Ngondi, E.N. (2010). Status and constraints of wind energy resources utilization in Kenya. *Wind Engineering*, 34(3), pp. 255-262
- Mangale, A. (2004). Kenya map proposed network. *Ketraco*. Geraadpleegd op November 6, 2013, van http://www.ketraco.co.ke/opencms/export/sites/ketraco/learn/maps/Kenya_map_proposed_network.pdf
- Mariita, N. O. (2002). The impact of large-scale renewable energy development on the poor: environmental and socio-economic impact of a geothermal power plant on a poor rural community in Kenya. *Energy Policy*, 30(11-12), 1119–1128.
- Miller, G. T., & Spoolman, S. E. (2009). *Living in the Environment* (17th ed.). Brooks/Cole Cengage Learning.
- Ministry of energy (2001). *Study on Kenya's energy demand, supply and policy strategy for*

- house holds, small scale industries and services establishment*, in: Makanga, J.T. & Ngondi, E.N. (2010). Status and constraints of wind energy resources utilization in Kenya. *Wind Engineering*, 34(3), pp. 255-262
- Moreire, J. R., & Poole, A. D. (1993). Hydropower and its constraints. In T. B. Johansson & L. Burnham (Eds.), *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity* (pp. 12–120). Island Press. Geraadpleegd van <http://books.google.com/books?id=40XtqVMRxOUC&pgis=1>
- Mutua, J., Ngui, D., Osiolo, H., Aligula, E., & Gachanja, J. (2012). Consumers satisfaction in the energy sector in Kenya. *Energy Policy*, 48, 702–710.
- Ogola, P. F. A., Davidsdottir, B., & Fridleifsson, I. B. (2012). Potential contribution of geothermal energy to climate change adaptation: A case study of the arid and semi-arid eastern Baringo lowlands, Kenya. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 4222–4246.
- Ondraczek, J. (2013). The sun rises in the east (of Africa): A comparison of the development and status of solar energy markets in Kenya and Tanzania. *Energy Policy*, 56, 407–417.
- Plas, R. J. Van Der, & Hankins, M. (1998). Solar electricity in Africa : a reality. *Energy Policy*, 26(4), 295 – 305.
- Rabah, K. V. O. (2005). Integrated solar energy systems for rural electrification in Kenya. *Renewable Energy*, 30(1), 23–42.
- Rural Electrification Authority. (2013). Implementation of Rural Electrification Projects. Geraadpleegd op November 7, 2013, van http://www.rea.co.ke/index.php?option=com_content&view=article&id=82:implementation-of-rural-electrification-projects&catid=80&Itemid=497
- Semere, H. & Zemenfes, T.H. (2001). *Current Energy Utilisation Patterns in Rural Eritrea*, Unpublished Research Report, AFREPREN, in: .Karekezi, S., & Kithyoma, W. (2002). Renewable energy strategies for rural Africa: is a PV-led renewable energy strategy the right approach for providing modern energy to the rural poor of sub-Saharan Africa? *Energy Policy*, 30(11-12), 1071–1086.
- Sollatek Electronics. (2013). Retail Price List, Effective 1st September 2013. Geraadpleegd op November 6, 2013, van http://www.sollatek.co.ke/static/uploads/downloads/Kenya_Pricelist_01__09__2013_Version13_1.pdf
- TanaRiverDelta. (n.d.). About the Tana River Delta. Geraadpleegd op November 6, 2013, van <http://www.tanariverdelta.org/tana/about.html>
- UNDP (2006). *Kenya National Human Development Report 2006*.
- UNESCO (n.d.). *Poverty*, <http://www.unesco.org/new/en/social-and-human-sciences/themes/international-migration/glossary/poverty/>, geraadpleegd op: 01-11-2013
- U.S. Energy Information Administration. (n.d.). International Energy Statistics: Electricity Capacity. Geraadpleegd op October 29, 2013, from <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=7>
- World Bank. (n.d., a). Kenya Home, <http://www.worldbank.org/en/country/kenya>, geraadpleegd op: 18-09-2013
- World Bank (n.d., b). *World Development Indicators*, <http://data.worldbank.org/country/kenya>, geraadpleegd op: 1-11-2013.

Bijlage



Figuur 1: Hoogspanningsnet in Kenia



Figuur 2: Rift Valle