

SUMMARY

The dissertation deals with the measurement of energy poverty - a state where a household lacks access to convenient, efficient and modern energy sources to meet its basic needs. Using the primary data on energy poverty, the study proposes a new, novel and inclusive indicator of energy poverty that not only takes into account the inconveniences that household incurs during the process of energy access but also includes energy shortfalls.

The dissertation is divided into three major parts. Part 1 consists of the chapters one to three. Starting from the introductory chapter, we proposed our main research question as following:

1. Taking into account the inconveniences associated with energy use and access, what is the relationship between energy markets and energy poverty, and the link between energy poverty and income poverty in rural communities in Pakistan?

The dissertation also deals with the following sub-questions:

- A. How does energy supply and access contribute in lifting up the living standards of rural households?
- B. Do the differences in energy consumption patterns in rural households contribute to the explanation of the differences in their socio-economic development?
- C. Why do the rural rich remain energy poor?
- D. What role do market structures play in increasing or decreasing energy poverty?

In the following chapter, we discuss the relevant literature, focusing particularly on the role of rural energy markets. Subsequently in chapter three, we presented the methodology of the energy poverty survey or EPS conducted in 27 rural communities of rural Punjab, and discuss some key descriptive statistics from the survey. In rural Pakistan, as elsewhere in rural areas in the developing world, households use a variety of non-conventional energy sources (other than electricity and natural gas) to meet their energy needs. These sources include traditional biomass (firewood, animal and plant waste), kerosene and even LPG. A specially designed Energy Poverty Survey (EPS) showed that rural households use different combinations of energy sources (the energy mix). With high response rate of 82%, 640 households responded to the survey in total.

In the second part, consisting of chapter four to six, we shed light on the computation of the new indexes and provide a step-by step explanation of the measurement of energy poverty in rural communities. The energy poverty index or EPI measures the severity of energy poverty for each household in a given rural community. In a similar manner, the two sub-indexes of Energy Poverty Index, the Energy Inconvenience Excess (EIE) and Energy Shortfall (ES) calculate the associated inconveniences for accessing firewood, animal and plant waste, kerosene and LPG and the energy shortfalls, respectively. The inclusion of energy inconveniences not only

provides a social perspective on the meaning of energy poverty, but also allows for a better economic analysis. Higher inconvenience scores are an indication of higher opportunity costs associated with given sources of energy and different energy mixes. In general, our results for the EIE, ES and EPI indicate that 23.1% of the rural households in our sample experience serious energy inconveniences, 96.6% experience energy shortfalls and 91.6% are in a condition of energy poverty.

In chapter 5, we analyzed the energy access situation in rural households among different income groups while using our own survey. We used the binary logit regressions to assess the influence of access factors on energy source choices among different income groups, as dichotomous variables are used as dependent variables in our models. In the chapter, we argued that energy poverty is equally prevalent in rural rich as it is in rural poor, as they are affected by poor market access that is expressed by community remoteness indicators (town and city distance) in the analysis.

In chapter 6, we explore and measure the underlying effect of energy poverty on household income and vice-versa. The chapter investigated the non-income determinants responsible for widespread energy poverty in rural households of developing countries, where access to a certain type of energy market structure is extremely important. Using the systems of simultaneous equations, we quantified the effect of energy poverty on household income by the type of energy source used by the rural household. Our results indicate that the increase in household income will not directly decrease the household energy poverty that is composed of the energy inconveniences and the energy shortfalls. Instead, households need to focus on collection and buying patterns, market access and energy inconvenience factors, that must be improved in order to increase household incomes and eventually control the widespread energy poverty.

In the third and final part of the dissertation, we highlighted the case of two solar villages and compare the perception of renewable energy technologies in non-solar villages with the actual levels of satisfaction with solar panels in solar villages. As the case study addresses the failure of solar panels in those two villages, we also identified and discussed the reasons for the dysfunctioning of solar panels and the dissatisfaction of their users. Interestingly, we found that there is a huge gap between the perceptions of solar technology for energy poverty alleviation amongst non-users, and its approval on the part of its existing users. The results are quite appealing from research as well as policy perspective. The final chapter highlights the summary findings of the dissertation, proposes the relevant policy implications for our study and the future research directions.

Samenvatting

Energie armoede en de rurale energiemarkt in Pakistan

Het onderwerp van dit proefschrift is de meting van energie-armoede. Energie-armoede is een situatie waarin huishoudens onvoldoende toegang hebben tot gemakkelijk te gebruiken, efficiënte en moderne bronnen van energie om in hun basisbehoeften te voorzien. Op basis van primaire gegevens over energie-armoede wordt in deze studie een nieuwe en omvattende maatstaf van energie-armoede ontwikkeld, die niet alleen betrekking heeft op het tekort aan energie, maar ook op de ongemakken die verbonden zijn aan het verkrijgen van toegang tot energiebronnen.

Het proefschrift bestaat uit drie delen. Deel I omvat drie hoofdstukken over onderzoeksvragen, literatuuronderzoek en dataverzameling. In het inleidende eerste hoofdstuk wordt de volgende onderzoeksvraag geformuleerd.

Wat is – rekening houdend met de ongemakken verbonden met het gebruik van en toegang tot energie – het verband tussen energiemarkten en energie-armoede, alsmede tussen energie-armoede en inkomensarmoede, in plattelandsgemeenschappen in Pakistan?

De volgende deelvragen worden onderscheiden:

1. Wat is de invloed energieaanbod en energietoegang op verbetering van de levensstandaard van plattelandshuishoudens?
2. Leveren verschillen in patronen van energiegebruik in plattelandshuishoudens een bijdrage tot de verklaring van verschillen in hun niveau van sociaal-economische ontwikkeling.
3. Waarom blijven de rijken op het platteland energiearm?
4. Welke rol spelen marktstructuren in toename of afname van energie-armoede?

In het tweede hoofdstuk, wordt de relevante literatuur besproken, met een special nadruk op de rol en kenmerken van energiemarkten op het platteland. Hoofdstuk drie beschrijft de methodologie van een survey over energie-armoede uitgevoerd in 27 plattelandsgemeenschappen in de Punjab. Het presenteert beschrijvende statistische informatie over de kernvariabelen van de survey. Huishoudens op het platteland van Pakistan, zoals rurale huishoudens in ontwikkelingslanden in het algemeen, gebruiken een verscheidenheid van non-conventionele bronnen van energie (anders dan electriciteit of gas) om aan hun energiebehoeften te voldoen. Deze bronnen omvatten ondermeer traditionele biomassa (sprokkelhout, dierlijk en plantaardig afval, kerosine en zelfs LPG). Een speciaal ontwikkeld energie-armoede survey laat zien dat plattelandse huishoudens een verscheidenheid van energiebronnen gebruiken (de energiemix). In totaal hebben 640 huishoudens de vragen van de survey beantwoord, met een hoge response van 82 procent.

Deel II van het proefschrift omvat de hoofdstukken 4 tot en met 6. In hoofdstuk 4 wordt stap voor stap de constructie van een stel nieuwe indicatoren voor

de meting van energie-armoede besproken. De energie-armoede index (*Energy Poverty Index*, EPI) meet de mate van energie-armoede van elk huishouden in een plattelands gemeenschap. De energie-armoede index wordt berekend als het gemiddeld van twee subindexen, de *Energy Inconvenience Excess* index (EIE) en de *Energy Shortfall* index (ES). De EIE geeft een maatstaf voor de ongemakken verbonden aan het verkrijgen van toegang tot brandhout, dierlijke en plantaardige afval, kerosine en LPG. De ES geeft een maatstaf voor het tekort aan energie in Kilowatturen ten opzichte van een minimum standaard maatstaf. Het feit dat de EPI rekening houdt met energieongemakken biedt niet alleen een maatschappelijk perspectief op de betekenis van energie-armoede, maar maakt ook een betere economische analyse mogelijk. Een hoge mate van ongemak is een indicatie van de hoge alternatieve kosten verbonden met verschillende energiebronnen en verschillende combinaties van energiebronnen (de energiemix). Op grond van onze steekproef concluderen we met betrekking tot EIE, ES en EPI dat 23.1 procent van de rurale huishoudens te maken heeft met ernstige energie-ongemakken, 96.6 procent heeft te maken te korten aan energie. 91.6 procent van de huishoudens bevindt zich in een situatie van energie-armoede.

In hoofdstuk 5 wordt een analyse gemaakt van de toegang tot energiebronnen voor huishoudens in verschillende inkomenscategorieën. We gebruiken dichotome variabelen als afhankelijke variabelen. Hiertoe gebruiken wij binaire logit regressies om de invloed van verschillende verklarende factoren op het gebruik van energiebronnen te bepalen. Het hoofdstuk betoogt dat energie-armoede zowel voorkomt onder de rijkere huishoudens op het platteland als onder de armere huishoudens. Dit komt omdat ook rijkere huishoudens moeilijk toegang krijgen tot de energiemarkt als gevolg van het feit dat ze in afgelegen gemeenschappen wonen.

In hoofdstuk 6 onderzoeken we de wisselwerkingen tussen energie-armoede en inkomensarmoede van huishoudens. De analyse benadrukt het belang van andere factoren dan inkomen als determinanten van de wijdverbreide energie-armoede van rurale huishoudens. In een stelsel van simultane vergelijkingen, kwantificeert het hoofdstuk de invloed van energie-armoede op het inkomen van de huishoudens voor verschillende typen energiebronnen gebruikt door de huishoudens. Onze resultaten geven aan dat allen een toename van het inkomen niet direct leidt tot afname van energie-armoede gemeten als een combinatie van tekorten aan energie en ongemakken gerelateerd aan energiegebruik. Om iets aan energie-armoede te doen, moet een huishouden zich richten veranderingen in patronen van verzamelen en kopen van energiebronnen, op markttoegang en op het verminderen van de ongemakken.

In het derde en laatste deel van de dissertatie, gaat de aandacht uit naar twee dorpen die gebruiken maken van zonne-energie. Gebruikmakend van de survey gegevens worden percepties van zonne-energie in dorpen zonder zonne-energie vergeleken met feitelijke niveaus van tevredenheid met zonnepanelen in de zonne-energie dorpen. De case studie van de zonne-energie gemeenschappen analyseert het slechte functioneren van zonnepanelen in de dorpen en zoekt naar verklaringen. Gebruikers blijken erg ontevreden te zijn, terwijl de niet gebruikers positieve verwachtingen hebben van zonne-energie. Er is een grote kloof tussen positieve percepties van niet gebruikers en de ontevredenheid van gebruikers.

Het afsluitend hoofdstuk bespreekt de beleidsimplicaties van de analyses in het proefschrift. Om energie-armoede te verminderen moet ondermeer 1. de toegang to energiemarkten worden verbeterd, 2. het gebruik van meer energie-efficiënte kookinstallaties worden bevorderd, 3. geïnvesteerd worden in de verspreiding van duurzame energiebronnen, 4. meer rekening gehouden worden met de rol van vrouwen in plattelandsgemeenschappen en 5. training en ondersteuning ten behoeve van duurzame energiebronnen worden aangeboden.