

Is de-carbonized development possible? Household emissions and renewable energy in developing countries

Dissertation

zur Erlangung des wirtschaftswissenschaftlichen Doktorgrades
der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Göttingen

vorgelegt von

Moises Neil V. Serião

aus Leyte, Philippines

Göttingen, Germany

October 2014

Summary

Today's policy makers are facing the challenge of mitigating climate change without limiting the growth potentials of developing countries. In this vein, this study offers a step towards answering the question is de-carbonized development possible. Particularly, we investigate household emissions and the potential diffusion of renewable energy in developing countries. This study contributes to the literature in four main points. First, it investigates household carbon emissions from a developing country's perspective and analyzes the influence of rising income on emissions while controlling for households socio-demographic characteristics. Second, it explores other relevant factors such as carbon intensity and energy intensity that could influence rising emissions. Third, it examines how unequal the households are in their emissions. Emission inequality has direct implications towards reducing household carbon emissions. Lastly, this study investigates the potential diffusion of various sources of renewable energy in developing countries. Renewable energy appears to be a feasible approach in reducing carbon emissions. It can help fuel growth in developing countries without further aggravating the alarming concentration of green house gas emissions accumulated in the atmosphere.

The first essay aims to answer the question, how carbon intensive is the lifestyle of Philippine households and investigates the possibility of delinking affluence and household emissions. We estimate household carbon emissions embodied in various consumptions of goods and services by combining input-output analysis with household expenditure for 2000 and 2006. Based on the estimation, expenditures related to fuel, light and transportation are the most carbon intensive goods consumed by households while nondurable goods are the least carbon intensive. Key results show that while households' socio-demographic characteristics matter in explaining emissions, we found no concrete evidence on delinking household affluence and emissions. Unless consumption patterns changes, it is likely that Philippines households will lead a carbon intensive lifestyle, as households get richer.

The second essay decomposes the changes in household emissions and investigates other relevant factors such as carbon intensity and energy intensity that could influence household emissions. While the first paper points out the strong correlation between emissions and income, decomposing the change in emission shows that this correlation varies across household distributions. The income effect is more pronounced among poor households while the energy intensity effect is more pronounced among rich households. This suggests that improving energy intensity can be a feasible option in reducing household emissions, in particular, promoting the use of energy efficient household appliances, and use of fuel-efficient cars or access to improved public transportation.

If aiming to reduce household carbon emissions, then it is necessary to examine how unequal the households are in their emission levels. Any climate mitigation policies aimed at reducing emissions has a more pronounced effect in a more equal society than in an unequal one.

Results show that there is a high and rising emission inequality among households and a bigger portion of the emission inequality is explained by energy intensive household consumption such as fuel, light and transportation. This suggests that for targeting purposes policy makers should focus on these energy intensive consumptions if aiming to control household emission inequality.

The first three essays highlight that a large share of the total household carbon emissions is due to energy intensive consumption. This suggests that shifting of energy sources to emission-neutral sources such as renewable energy is crucial in maintaining or improving household lifestyle without contributing to further increases in global emissions. Hence, for the fourth essay we model the potential diffusion of various sources of renewable energy in developing countries and investigate its determinants. We focus on diversification because most renewable energy rely on the weather as its main source and these sources are unpredictable but diversification can allow for a steady and reliable supply of energy. Results show a robust nonlinear effect of income on diversification depicting a U-shape kind of relationship. In addition, without relying on foreign direct investments and development assistance, we find that developing countries with technological advances, skilled human capital, developed financial markets, sound governance and greater renewable energy potential can move to diversification of renewable energy sources. We also document a wider diversification of renewable energy sources since the adoption of Kyoto Protocol in the late 1997.

Based on the evidence presented above the following policy implications can be drawn. On the household side, while it is unlikely that households will lead a low carbon lifestyle as they become more affluent and imposing restrictions on what households can consume is difficult and controversial, taxing carbon intensive goods can be an option if aiming to control household emissions. However by doing this, policy makers should be cautious not to jeopardize the efforts in reducing poverty in the Philippines where a quarter of its population lives below poverty line. Several other options are also possible in curbing household carbon emissions. These include improving production efficiency and changing consumption patterns to less carbon-intensive lifestyles and in particular, improvements in access to efficient public transport, to energy efficient lighting and cooling technologies. In addition, increasing use of renewable energy sources and integrating renewable energy in developing countries' energy mix is an important policy agenda to help decouple economic growth with emissions.

Zusammenfassung

Politische Entscheidungsträger stehen heute vor der Herausforderung, dem Klimawandel zu begegnen, ohne das Entwicklungspotential von Entwicklungsländern einzuschränken. In diesem Zusammenhang trägt diese Arbeit zur Beantwortung der Frage bei, ob Entwicklung ohne höheren CO₂-Ausstoß möglich ist. Untersucht werden insbesondere die Emissionen von Haushalten und die mögliche Verbreitung erneuerbarer Energien in Entwicklungsländern. Diese Arbeit geht in vier Punkten über die bisherige Literatur hinaus. Erstens untersucht sie aus der Perspektive eines Entwicklungslandes die CO₂-Emissionen von Haushalten und analysiert den Einfluss steigender Einkommen auf Emissionen, unter Berücksichtigung sozio-demografischer Eigenschaften der Haushalte. Zweitens betrachtet sie andere relevante Faktoren wie CO₂- und Energieintensität, die steigende Emissionen beeinflussen könnten. Drittens untersucht sie, wie ungleich die Emissionen der Haushalte verteilt sind. Aus der Ungleichheit von Emissionen ergeben sich direkte Konsequenzen für die Reduzierung der CO₂-Emissionen von Haushalten. Zuletzt wird die Möglichkeit der Verbreitung verschiedener erneuerbarer Energien in Entwicklungsländern erforscht. Erneuerbare Energien scheinen eine Handlungsoption zur Reduzierung von CO₂-Emissionen darzustellen. Sie können helfen, Wachstum in Entwicklungsländern zu fördern, ohne die bereits besorgniserregend hohe Konzentration von klimaschädlichen Gasen in der Atmosphäre weiter zu verschlimmern.

Der erste Teil der Dissertation untersucht, wie CO₂-intensiv der Lebensstil philippinischer Haushalte ist und analysiert Möglichkeiten, Emissionen und Wohlstand von Haushalten zu entkoppeln. Wir schätzen die CO₂-Emissionen der Haushalte, die durch den Konsum verschiedener Güter und Dienstleistungen verursacht werden, indem wir eine Input-Output-Analyse mit den Ausgaben der Haushalte in den Jahren 2000 und 2006 kombinieren. Auf Basis der Schätzung sind die Ausgaben der Haushalte, die im Zusammenhang mit Kraftstoffen, Licht und Transport stehen, die CO₂-intensivsten, während diejenigen für kurzlebige Güter am wenigsten CO₂-intensiv sind. Die zentralen Ergebnisse sind, dass während sozio-demografische Eigenschaften der Haushalte wichtig für die Erklärung der Höhe von Emissionen sind, keine konkreten Anzeichen für eine Entkopplung von CO₂-Emissionen und Wohlstand gefunden wurden. Wenn sich das Konsumverhalten nicht ändert, werden philippinische Haushalte bei steigendem Wohlstand wahrscheinlich einen Lebensstil führen, der mit höherem CO₂-Ausstoß einhergeht.

Der zweite Teil schlüsselt die Veränderung der Emissionen durch Haushalte auf und untersucht andere relevante Einflussfaktoren wie CO₂-Intensität und Energieintensität. Während der erste Teil die starke Korrelation zwischen Emissionen und Einkommen herausarbeitet, wird durch die Aufschlüsselung deutlich, dass diese Korrelation nicht gleichverteilt zwischen allen Haushalten ist. Der Einkommenseffekt ist in ärmeren Haushalten ausgeprägter, während der Effekt der Energieintensität in reicheren Haushalten überwiegt. Dies deutet darauf hin, dass die Energieintensität ein Ansatzpunkt dafür sein kann, Emissionen von Haushalten zu reduzieren.

Insbesondere kann der Einsatz energieeffizienter Haushaltsgeräte gefördert werden, ebenso wie kraftstoffsparende Fahrzeuge oder der Zugang zu öffentlichen Transportmitteln.

Um die CO₂-Emissionen von Haushalten zu reduzieren, muss untersucht werden, wie sich die Emissionen auf die Haushalte verteilen. Jede politische Maßnahme zur Linderung des Klimawandels, die die Reduktion von Emissionen beinhaltet, hat einen direkteren Einfluss in gleicheren Gesellschaften, als in Ungleicheren. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Emissionen sehr ungleich zwischen den Haushalten verteilt sind, dass diese Ungleichheit zunimmt und sich ein großer Anteil der Emissionsungleichheit durch energieintensiven Konsum von Kraftstoffen, Licht und Transport erklärt. Dies legt nahe, dass politische Entscheidungsträger sich auf energieintensiven Konsum fokussieren sollten, um die Ungleichheit von Emissionen zu reduzieren.

Die ersten drei Teile der Arbeit stellen heraus, dass ein großer Anteil der CO₂-Emissionen der Haushalte durch energieintensiven Konsum verursacht wird. Dies deutet auf die Notwendigkeit hin, auf emissionsneutrale Energiequellen wie erneuerbare Energien umzusteigen um den Lebensstil der Haushalte zu erhalten oder zu verbessern ohne die globalen Emissionen weiter ansteigen zu lassen. Daher wird im vierten Teil die potentielle Ausbreitung verschiedener erneuerbarer Energiequellen in Entwicklungsländern modelliert und ihre Bestimmungsfaktoren untersucht. Wir konzentrieren uns auf die Diversifikation, da die meisten erneuerbaren Energien wetterabhängig und dadurch nicht planbar sind, eine Diversifikation aber eine stabile und verlässliche Energieversorgung ermöglicht. Die Ergebnisse zeigen einen robusten nichtlinearen Effekt von Einkommen auf Diversifikation, der sich als grafisch als U-förmige Beziehung zeigt, so dass wir eine weitere Diversifikation erneuerbarer Energiequellen bei steigenden Einkommen in Entwicklungsländern erwarten. Darüber hinaus können technologisch fortschrittlichere Entwicklungsländer, Entwicklungsländer mit ausgebildeten Fachkräften, entwickelten Finanzmärkten, guter Regierungsführung und hohem Rohstoffvorkommen den Einsatz erneuerbarer Energien diversifizieren ohne auf ausländische Direktinvestitionen und Entwicklungshilfe angewiesen zu sein. Wir dokumentieren ferner, dass sich die Diversifizierung erneuerbarer Energiequellen seit Einführung des Kyoto-Protokolls Ende 1997 weiter verbreitet hat.

Auf Grundlage der obigen Erkenntnisse können die folgenden Politikempfehlungen abgeleitet werden. Auf Seiten der Haushalte: Es ist unwahrscheinlich, dass Haushalte bei steigendem Wohlstand einen Lebensstil führen werden, der mit geringem CO₂-Ausstoß einhergeht. Den Konsum der Haushalte zu beschränken ist jedoch schwierig und umstritten. Güter, durch die ein hoher CO₂-Ausstoß verursacht wird, können besteuert werden um die Emissionen von Haushalten einzuschränken. Allerdings sollten politische Entscheidungsträger dabei Vorsicht walten lassen, um nicht die Bemühungen der Armutsbekämpfung zu gefährden, da auf den Philippinen ein Viertel der Bevölkerung als arm anzusehen ist. Es gibt verschiedene andere Optionen, die CO₂-Emissionen der Haushalte zu drosseln. Dazu zählt die Verbesserung der Produktionseffizienz und die Veränderung des Konsumverhaltens hin zu einem weniger CO₂-intensiven Lebensstil. Wichtig sind dabei insbesondere Verbesserungen beim Zugang zu

öffentlichem Verkehrsmitteln, sowie zu energieeffizienteren Beleuchtungs- und Kühltechnologien. Ferner ist es ein wichtiger Politikansatz, den Einsatz erneuerbarer Energiequellen auszuweiten und erneuerbare Energie in den Energiemix von Entwicklungsländern einzugliedern, um wirtschaftliches Wachstum von Emissionen zu entkoppeln.