

# Poverty, Inequality and the Decarbonization of Economic Development

Sebastian Renner

## English abstract

Low and middle income countries are responsible for more than two thirds of global greenhouse gas (GHG) emissions. Although climate stabilization is now impossible without effective climate mitigation policies in developing countries, they are in conflict with developing countries' legitimate development goals. With economic growth being a major explanatory variable for both GHG emissions and poverty alleviation, developing countries face a difficult but critical trade-off with consequences for their inhabitants' livelihoods and global climate change trajectories. With this thesis I seek to contribute to the understanding of this dual challenge by analyzing the relationship of poverty, inequality and GHG emissions on the household level in three countries, India, Mexico and Indonesia. The dissertation has 5 chapters, one introductory chapter and 4 separate papers. In all chapters I employ partial equilibrium models with a maximum of detail in terms of household heterogeneity and energy demand.

To lay the ground for the emission accounting from the demand side, the second chapter describes the calculation and analysis of carbon footprints for Indian households. Estimates of household CO<sub>2</sub> emissions caused by the direct use of energy or indirectly through the consumption of other goods are rare for developing countries. Addressing this research gap I apply an environmentally extended input-output analysis matched with Indian household expenditure data to estimate the carbon footprint for households in the years 2004/05 and 2011/12. An estimation of income dynamics further identifies the scale effect to be the major emission driver but the composition effect to be of importance as well due to rising demand for direct energy such as electricity and private motorized transport.

The third chapter starts out with a closer look at welfare effects of carbon taxes in Mexico by simulating an input-output model coupled with household survey data. The currently effective tax rate is small and has negligible effects on household welfare. Higher simulated tax rates, maintaining the current tax base, show a slight progressivity but welfare losses remain moderate. Welfare losses, regressivity and poverty rise more with widening the tax base towards natural gas and other greenhouse gases (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) through food price increases. For a complete analysis of the policy, I simulate a redistribution of calculated tax revenues and find that the resulting effects become highly progressive, also for high rates, wider tax bases and even in the absence of perfect targeting of social welfare programs.

Chapter 4 builds on chapter 3 but deals with the weaknesses of the modelling framework, which is incapable of estimating household responses to policy induced price changes. Additionally, I analyze not only the effects of environmental taxes on household welfare but also on carbon emissions at the household level for the case of Mexico. I find first-order approximations of welfare effects to provide reasonable estimates, in particular, for carbon taxes. Analog to evidence in other low- and middle-income countries, the taxation of all energy items is found to be regressive with the exception of motor fuels. The analysis of the emission implications of different tax scenarios indicates that the short-run emission reductions at the household level can be substantial – albeit the effects depend on how revenue is recycled. Considering the large effect of food price increases on poverty and the limited additional emission saving potential, the inclusion of CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O in a carbon tax regime is not advisable.

In the final chapter, using extended methodology from the other chapters in one piece of analysis, I put the spotlight on energy subsidies in Indonesia. I study welfare, energy poverty, and CO<sub>2</sub> emissions implications of energy price change scenarios. The analysis extends previous work of energy price and subsidy removal impacts at the household-level in several ways. First, by employing a household energy demand system (QUAIDS) the analysis shows considerable heterogeneity of welfare impacts. For gasoline and electricity, first-order calculations are overestimating welfare effects by 10-20 percent with price changes between 20 and 50 percent. This holds particularly for gasoline and for richer households, which have higher usage rates. Second, the results point at another source of impact heterogeneity due to the ownership of energy-processing durables. Poor households that own these goods may be hit particularly strong by energy price rises. Third, I extend the welfare analysis beyond the money metric utility effects and look at energy poverty understood as a condition of missing or imperfect access to reliable and clean modern energy services. By drawing on the estimated demand function, I find substantial effects of price increases on energy poverty. Fourth, the analysis explicitly considers the emission effects of the energy price scenarios. Albeit these effects are estimated with some uncertainty it turns out that reduced household energy demand implies a substantial reduction in emissions. The analysis thus indicates that energy taxes may serve as an effective mitigation instrument, but are accompanied with important adverse welfare effects that can, however, be cushioned by appropriate compensation policies.

## **Deutsche Zusammenfassung**

Länder mit niedrigen und mittleren Durchschnittseinkommen sind mittlerweile für über zwei Drittel der globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich. Obwohl eine Stabilisierung des Klimas ohne effektive Klimapolitik in Entwicklungsländern mittlerweile unmöglich ist, steht diese in Konflikt mit den legitimen Entwicklungszielen dieser Länder. Da Wirtschaftswachstum ein bedeutender Erklärungsfaktor für sowohl Treibhausgasemissionen wie auch der Armutsreduzierung ist, besteht für Entwicklungsländer ein kritischer Zielkonflikt mit Konsequenzen für die Lebensbedingungen der Einwohner und für globale Klimawandelpfade. Mit dieser Dissertation versuche ich zum Verständnis dieser zweifachen Herausforderung beizutragen, indem ich die Zusammenhänge zwischen Armut, Ungleichheit und Treibhausgasemissionen auf der Haushaltsebene für die drei Länder Indien, Mexiko und Indonesien untersuche. Die Dissertation ist in 5 Kapitel unterteilt, nach einer Einleitung folgen vier getrennte Papiere. In allen Kapiteln kommen Partielle Gleichgewichtsmodelle mit einer maximalen Detailtiefe hinsichtlich der Heterogenität der Haushalte zur Anwendung.

Als Grundstein zur nachfrageseitigen Emissionsbilanzierung beschreibt das zweite Kapitel die Berechnung and Analyse des CO<sub>2</sub> Fußabdrucks indischer Haushalte. Schätzungen der CO<sub>2</sub> Emissionen von Haushalten in Entwicklungsländern, verursacht durch die direkte Nutzung von Energie und indirekt durch den Konsum anderer Güter sind wenig verbreitet. Diese Forschungslücke behandelnd wende ich eine durch Emissionen erweiterte Input-Output Analyse mit Konsumdaten indischer Haushalte ergänzt an, um den CO<sub>2</sub> Fußabdruck der Haushalte für die Jahre 2004/05 und 2011/12 zu berechnen. Eine Schätzung der Einkommensdynamiken identifiziert zudem den Skaleneffekt als Hauptursache der steigenden Emissionen, zeigt darüber hinaus aber auch die Bedeutung des Kompositionseffektes durch die direkte Energienachfrage in Form von Elektrizität und privatem motorisierten Transport.

Das dritte Kapitel widmet sich in einer näheren Betrachtung den Wohlfahrtseffekten von CO<sub>2</sub> Steuern in Mexiko auf der Basis eines simulierten Input-Output Modells kombiniert mit Haushaltsdaten. Der derzeitige effektive Steuersatz auf CO<sub>2</sub> ist niedrig und weist vernachlässigbare Effekte auf die Wohlfahrt von Haushalten aus. Höhere simulierte Steuersätze, unter Beibehaltung der Steuerbasis, zeigen eine leichte Progressivität bei gleichzeitig moderaten Wohlfahrtsverlusten. Regressivität, Wohlfahrtsverluste und Armut steigen stärker mit der Erweiterung der Steuerbasis für Erdgas und andere Klimagase (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) durch Erhöhung der Nahrungsmittelpreise. Für einen vollständigen Überblick der Politikmaßnahmen simuliere ich eine Umverteilung der Steuereinnahmen und finde einen höchst progressiven Effekt, der auch für höhere Steuersätze, weitere Steuerbasen und sogar ohne perfekte Umverteilung durch soziale Transferprogramme gilt.

Kapitel 4 basiert auf Kapitel 3, behandelt allerdings eine Schwäche des verwendeten Modellrahmens, der nicht in der Lage ist, Haushaltsreaktionen auf politikinduzierte Preisveränderungen abzubilden. Zusätzlich analysiere ich nicht nur die Wohlfahrtseffekte von Umweltsteuern, sondern ebenfalls die CO<sub>2</sub> Emissionseffekte auf der Haushaltsebene im Falle Mexikos. Die First-Order Approximierung generiert hier robuste Schätzwerte, insbesondere für CO<sub>2</sub> Steuern. Analog zur Evidenz in anderen Niedrig- und Mitteleinkommensländern zeigt sich die Besteuerung aller Energieausgaben als regressiv mit der Ausnahme von Transporttreibstoffen. Die Analyse der Emissionsimplikationen der unterschiedlichen Steuerszenarien zeigt ein erhebliches kurzfristiges Emissionseinsparpotenzial auf der Haushaltsebene, wenn auch die Effekte davon abhängen wie die Steuereinnahmen umverteilt werden. Wenn man die großen Armutseffekte von Nahrungsmittelpreiserhöhungen und das begrenzte zusätzliche Emissionsvermeidungspotential betrachtet, ist eine Miteinbeziehung von CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O in die Steuerbasis nicht zu empfehlen.

Im letzten Kapitel, basierend auf einer erweiterten Methodik der anderen vier Kapitel, gebe ich Aufschluss über Energiesubventionen in Indonesien. Ich untersuche Wohlfahrts-, Energiearmuts- und CO<sub>2</sub> Emissionsimplikationen von Energiepreisänderungen. Die Analyse erweitert bisherige Arbeiten über Auswirkungen von Energiepreisveränderungen und Subventionskürzungen in einigen Punkten. Erstens wird unter der Verwendung eines Nachfragesystems (QUAIDS) eine erhebliche Heterogenität von Wohlfahrtseffekten aufgedeckt. Für Benzin und Elektrizität überschätzen First-Order Berechnungen die Wohlfahrtseffekte um 10 bis 20 Prozent bei Preisänderungen zwischen 20 und 50 Prozent. Zweitens zeigen die Resultate eine weitere Ursache in der Heterogenität von Wohlfahrtseffekten durch den Besitz von energieumsetzenden Gebrauchsgütern. Arme Haushalte, die diese Güter verwenden, können durch Energiepreissteigerungen besonders stark betroffen sein. Drittens wird die Wohlfahrtsanalyse durch die Verwendung von Energiearmut, definiert als fehlender oder unzureichender Zugang zu modernen Energiedienstleistungen, über die monetär-metrische Nutzenfunktion hinaus erweitert. Auf der Grundlage der geschätzten Nachfragefunktion und der daraus resultierenden Preiselastizität zeigen sich erhebliche Auswirkungen der Preiserhöhungen auf Energiearmut. Viertens werden die Emissionseffekte der Energiepreisveränderungen explizit berücksichtigt. Obwohl diese Effekte mit einer gewissen Unsicherheit geschätzt werden, stellt sich heraus, dass ein geringere Energienachfrage der Haushalte eine erhebliche Verringerung der Emissionen impliziert. Die Analyse zeigt auch, dass Energiesteuern als effektives Emissionsminderungsinstrument dienen können, aber mit wichtigen nachteiligen Wohlfahrtseffekten einhergehen, die jedoch durch entsprechende Umverteilungsmaßnahmen verhindert werden können.