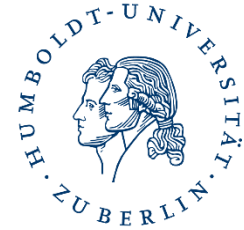


HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN



ECONOMY-WIDE MODELLING OF SEASONAL LABOUR AND NATURAL RESOURCE POLICIES

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor of Philosophy (Ph.D.)

eingereicht an der

Lebenswissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin

von

Arndt Feuerbacher, M.Sc., MBA und Diplom-Betriebswirt (FH)

Präsidentin der Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr.-Ing. Dr. Sabine Kunst

Dekan der Lebenswissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr. Bernhard Grimm

Gutachter

1. Prof. Dr. Harald Grethe
2. Prof. Dr. Martin Banse
3. Prof. Dr. Hermann Lotze-Campen

Tag der mündlichen Prüfung: 1. März 2019

Abstract

In many developing economies, the largest part of the population still resides in rural areas and the agricultural sector absorbs the highest share of the labour force. In this context, rural livelihoods are dependent on the utilization of natural resources and with agriculture being a biological process, employment opportunities are largely determined by climatic seasonality. Against this background, policies related to the use of agricultural and other natural resources have a high relevance for efforts of rural development and poverty eradication. Natural resource policies often have implications for the whole economy, due to the agricultural sector's high absorption of employment and strongly established backward and forward linkages with the remaining sectors of the economy. For these cases, economy-wide models have generally proven to be effective tools for the ex-ante analysis of policies and exogenous shocks. Yet, in the context of developing agrarian countries and sustainable natural resource policies, these models have so far neglected the role of seasonality of labour markets.

Using an economy-wide modelling approach, this thesis investigates methodological and empirical research questions related to seasonal labour markets and natural resource policies in the broader context of rural development. The Kingdom of Bhutan, located in the south-eastern Himalayas, serves as a case study. The South Asian and landlocked country is a natural resource dependent economy and a detailed description of the country is provided in Chapter 2. More than 50% of Bhutan's population is employed within the agricultural sector, in which the patterns of seasonal labour demand are determined by Monsoon rains. The country is not only known for its unique development philosophy of Gross National Happiness, but also for its ambitious environmental conservation agenda, which entails many governance challenges balancing political priorities of sustainable resource management with objectives of rural development and food self-sufficiency.

The methodological research objective of this thesis is to gain an understanding of the relevance of seasonal labour markets in the context of economy-wide modelling. This objective is addressed in Chapter 3. The literature on economy-wide modelling has so far neglected the seasonal dimension of labour demand and supply. A social accounting matrix (SAM) for Bhutan is developed in Chapter 3, depicting seasonal labour market accounts and including satellite accounts with seasonal leisure and labour quantities. The SAM serves as the underlying database of a computable general equilibrium (CGE) model. Pursuing the methodological research objective, the model is extended in various ways. The multi-level production structure

is extended in order to depict the activity specific characteristics of season labour demand. Moreover, a labour-leisure trade-off is integrated into the model's household demand system to model seasonal labour supply.

The depiction of seasonal labour markets at national scale using a seasonal SAM and CGE-model presents a novel development within the literature. It is demonstrated, that the absence of seasonal labour markets leads to systematic bias of model results. The bias originates from the common assumption in models with annualized labour markets that units of labour supplied in different seasons are perfect intertemporal substitutes. This assumption of homogeneity of labour units sidesteps the reality of farming, for which seasonal fluctuations of labour demand are considered inherent features. The consequences are distorted supply responses and biased welfare effects, underlining the pivotal implications of seasonality for economy-wide analysis in the context of agrarian economies, particularly for scenario analysis involving structural changes and agricultural policy interventions.

The empirical research objective addresses the interdependence of natural resource policies with the objectives of environmental conservation and rural development. Employing modelling techniques, three studies included in the Chapter 4 to 6 focus on specific questions of sustainable natural resource management related to agriculture and forest policies in Bhutan.

Chapter 4 analyses Bhutan's ambitious and unprecedented objective to convert to 100% organic agriculture. This study follows a two-step approach. Firstly, on-farm data are analysed revealing that organic crop yields are on average 24% lower than conventional yields. Secondly, a CGE model for Bhutan incorporating agroecological zones, crop nutrients, and field operations is employed to assess the economy-wide implications of a large-scale conversion policy. Methodologically, the study represents a novel approach by modelling field operations such as weeding and manuring explicitly in a CGE model. According to the model results, Bhutan's 100% organic policy is likely to result in substantial welfare losses and adverse impacts on food security, causing trade-offs with the objectives of rural development and food self-sufficiency. The analysis further finds that current organic-by-default farming practices in Bhutan are still underdeveloped, and that adopting the systems approach of organic farming as defined in the IFOAM organic farming standards could reduce the yield gap. Due to data limitations, the study could not account for the potential synergies stemming from increased eco-system services or potential price-premiums in export markets, which is an avenue for future research.

Chapter 5 and 6 focus on Bhutan's policies for forest conservation and utilization. Unlike many other countries, Bhutan has achieved an exceptional track record in forest conservation, with forests still covering more than 70% of the land area. However, because only about 5% of forest area is under commercial management, the country is highly dependent on wood-based imports from India, mainly in the form of charcoal, which faces high demand by metallurgical industries.

Chapter 5 examines how increasing the forest area under commercial management might allow for sustainable charcoal production in Bhutan, thereby reducing the country's dependence on charcoal imports. Using a transportation and investment model, cost efficient locations of charcoal production sites are identified at the subnational level. Simulation results show that charcoal production is profitable in 11 of the 19 districts with an aggregate potential to offset up to 61% of charcoal imports. The requirement in additional fuelwood supply would increase the commercially managed forest area from 5% to 15% of total forest area. Unlike earlier claims, the study finds that transportation cost and availability of labour do not present barriers for the economic viability of charcoal production. Monte Carlo simulations and sensitivity analyses confirm that using a decentralized approach, Bhutan could increase commercial forest management without jeopardizing its highly acclaimed forest conservation agenda. However, further research is needed to address the limitations of the analysis, particularly with regards to estimating timber extraction cost from additionally managed commercial forest areas and potential cost of externalities stemming from increased forest utilization.

Lastly, the methodological contributions and empirical research objective are combined in the fourth and final study presented in Chapter 6. This study contributes to the literature on sustainable forest management in the rather rare context of forest underutilization. In addition, it analyses the economy-wide potential of forestry to provide seasonal employment during the lean season. Bhutan's current forest conservation framework has so far largely constrained households to utilize fuelwood for subsistence use only. Employing a CGE model that incorporates seasonal underemployment, three forest policies are simulated that link households to the commercial fuelwood value chain. Building on the findings of the study in Chapter 5, the model includes a domestic charcoal sector, which can absorb additional supply in fuelwood. The unutilized potential of forest resources is estimated using satellite data and spatial criteria for sustainable forest management.

All three forest policy scenarios increase rural households' welfare, mainly due to additional employment opportunities in the winter months and increases in forest utilization. The efficiency of fuelwood use is improved when its opportunity cost increases due to the opportunity of selling it, which is reflected by the increase in shadow prices. The estimated benefits for rural households are likely to be at the lower bound, since the study does not quantify the health co-benefits due to reduced indoor air pollution. However, the forest policy scenarios' success also hinges on the effectiveness of monitoring and governance systems that ensure compliance with sustainable forest management criteria. Furthermore, the study's scope is restricted as any potential adverse effects on ecosystem services are not included due to data limitations.

Livelihoods dependent on natural resources are inevitably linked to climatic seasonality and challenges of sustainable resource use. All four studies are related to these themes, although from different angles. Literature on modelling rural labour markets in economy-wide models is relatively scarce and the dissertation contributes to this literature by capturing the seasonal dimension of labour markets. This research area provides a large potential for further development. Methodologically, CGE models can, for instance, be extended to incorporate seasonal labour markets with technological trade-offs in agriculture, by integrating the field-operations approach as used in Chapter 4. Accounting for gender or age dimensions within the division of labour and time-use is of high relevance for future model extensions, which requires additional data. More data are also necessary for the incorporation of ecosystem services into economy-wide models, which this thesis likewise identifies as a key limitation and area of future research.

Keywords:

Economy-wide modeling; CGE model. Rural livelihoods; Seasonal labour; Natural resource policies; Agricultural policy; Forest policy; Bhutan

Zusammenfassung

In vielen Entwicklungsländern lebt nach wie vor ein Großteil der Bevölkerung in ländlichen Gebieten und arbeitet mehrheitlich in der Landwirtschaft. Die Nutzung natürlicher Ressourcen ist daher eine wichtige Lebensgrundlage für die ländliche Bevölkerung. Zudem stehen Arbeitszeiten und Beschäftigungsmöglichkeiten unter der Beeinflussung klimatischer Saisonalität. Ländliche Entwicklung und Armutsbekämpfung ist somit stark abhängig von der nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen und der Verfügbarkeit ganzjähriger Einkommensmöglichkeiten. In diesem Zusammenhang haben politische Maßnahmen oft erhebliche gesamtwirtschaftliche Auswirkungen. Die Ursache hierfür liegt einerseits im hohen Anteil der Landwirtschaft an der Gesamtbeschäftigung und andererseits in der starken Integration des Agrarsektors innerhalb der übrigen Sektoren der Volkswirtschaft durch Vorwärts- und Rückwärtsverflechtungen. Für solche Fälle haben sich gesamtwirtschaftliche Modelle grundsätzlich als nützliche Methode für die ex-ante Analyse von Politiken und exogenen Schocks erwiesen, sie haben jedoch bisher die Bedeutung von saisonal schwankender Arbeitsnachfrage vernachlässigt.

Die vorliegende Dissertation widmet sich empirischen und methodischen Forschungsfragen mit Bezug auf saisonale Arbeitsmärkte und die Einflussnahme der Politik auf die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen im Kontext der ländlichen Entwicklung. Hierfür wird ein gesamtwirtschaftlicher Modellierungsansatz angewendet, für den das im südöstlichen Himalaya gelegene Königreich Bhutan als empirische Fallstudie dient. Die Volkswirtschaft dieses südasiatischen Binnenlands ist stark von der Nutzung natürlicher Ressourcen abhängig. Über die Hälfte der Bevölkerung Bhutans arbeitet in der Landwirtschaft, in welcher die saisonale Arbeitsnachfrage hauptsächlich durch den Beginn des Monsunregens beeinflusst wird. Bhutan ist nicht nur für seine Philosophie des Bruttonationalglücks bekannt, sondern auch für seine ehrgeizige Umweltschutzagenda. Diese ist mit der Herausforderung verbunden, politische Prioritäten der nachhaltigen Nutzung von natürlichen Ressourcen mit Zielen der ländlichen Entwicklung und Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln abzuwägen.

Das methodische Forschungsziel der Arbeit ist, die Relevanz der Darstellung von saisonalen Arbeitsmärkten innerhalb von gesamtwirtschaftlichen Modellen zu ergründen. Dazu wird in Kapitel 3 zuerst eine Sozialrechnungsmatrix (sog. *Social Accounting Matrix* (SAM)) für Bhutan entwickelt, welche die Saisonalität des Arbeitsmarktes darstellt und in einem Nebenkonto die Anzahl von saisonalen Arbeitstagen und arbeitsfreien Tagen erfasst. Diese SAM dient als

Datengrundlage für ein allgemeines Gleichgewichtsmodell (sog. *Computable General Equilibrium* (CGE) Modell). Um das Forschungsziel zu erreichen wird dieses Modell vielfältig erweitert: Die Produktionsstruktur wird zur Abbildung der ausgeprägten saisonalen Nachfragemuster angepasst. Des Weiteren wird eine Arbeit-Freizeit-Austauschbeziehung in das Nachfragesystem der Haushalte integriert, um das saisonale Arbeitsangebot modellieren zu können.

Die Darstellung von saisonalen Arbeitsmärkten auf nationaler Ebene, unter Verwendung einer SAM und eines CGE Modells, stellt eine Neuheit in der Literatur dar, die zeigt, dass Modelle ohne saisonale Arbeitsmärkte systematisch Ergebnisse verzerren. Die Ursache hierfür ist durch die implizite Annahme der Modelle mit jährlichen Arbeitsmärkten zu erklären, welche die in unterschiedlichen Perioden angebotenen Arbeitseinheiten als perfekte intertemporale Substitute behandelt. Diese Annahme der Homogenität von Arbeitseinheiten ist nicht gültig für die reale Landwirtschaft, in der die saisonal schwankende Arbeitsnachfrage ein inhärentes Wesensmerkmal ist. Dieser systematische Fehler führt zu verzerrten Angebotsreaktionen und fehlerhaften Wohlfahrtseffekten. Daher hat die Saisonalität von Arbeit überaus wichtige Folgen für gesamtwirtschaftliche Analysen im Kontext von landwirtschaftlich geprägten Volkswirtschaften, insbesondere für Untersuchungen zu Fragen des Strukturwandels und agrarpolitischer Interventionen.

Empirisch untersucht die vorliegende Arbeit die wechselseitige Abhängigkeit von politischen Maßnahmen zur Nutzung natürlicher Ressourcen mit Zielen des Umweltschutzes und der ländlichen Entwicklung. Basierend auf unterschiedlichen Modellierungsansätzen, konzentrieren sich drei Studien in den Kapiteln 4 bis 6 auf spezifische Fragestellungen zum nachhaltigen Management von natürlichen Ressourcen mit Bezug auf Agrar- und Forstpolitiken in Bhutan.

Das ambitionierte und beispiellose Ziel Bhutans, seinen landwirtschaftlichen Sektor auf 100% ökologische Landwirtschaft umzustellen, stellt den Forschungsschwerpunkt in Kapitel 4 dar. Zuerst werden Betriebsdaten analysiert, welche aufzeigen, dass ökologische Erträge im Vergleich zu konventionellen Erträgen im Durchschnitt 24% niedriger ausfallen. Als zweiter Schritt wird ein CGE Modell für Bhutan angewandt, welches agrarökologische Zonen, Pflanzennährstoffe und Feldarbeitsgänge erfasst, um die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen dieser weitreichenden politischen Intervention zu ermitteln. Methodisch neu, ist die explizite Modellierung von Feldarbeitsgängen wie Unkrautjäten und Anwendung von

Wirtschaftsdünger. In der Analyse der Ergebnisse stellt sich heraus, dass Bhutans Ziel auf 100% Ökolandbau umzustellen zu substantiellen Wohlfahrtsverlusten und negativen Folgen für die Ernährungssicherung führen würde. Außerdem stellt die Studie fest, dass die bisherigen nicht zertifizierten Ökolandbaupraktiken (auch bekannt unter „organic-by-default“) in Bhutan noch großes Entwicklungspotential aufzeigen und die Einführung von systemischen Ansätzen des Ökolandbaus, wie sie in den IFOAM Standards definiert sind, die Ertragslücke verringern könnten. Aufgrund von beschränkter Datenverfügbarkeit konnte die Studie keine potentiellen Synergien durch erhöhte Ökosystemleistungen oder Preisaufläge in Exportmärkten berücksichtigen, was ein Feld für zukünftige Forschungsaktivitäten darstellt.

Kapitel 5 und 6 konzentrieren sich auf Bhutans politische Rahmenbedingungen für die Erhaltung und Nutzung des Waldes. Mit einer Waldbedeckung von mehr als 70% der Landesfläche hat Bhutan im Gegensatz zu vielen anderen Ländern eine außergewöhnliche Erfolgsbilanz vorzuweisen, was die Erhaltung der Forstressourcen betrifft. Da aber nur ca. 5% der Waldfläche für kommerzielle Bewirtschaftung genutzt werden, ist das Land sehr abhängig von holzbasierten Importen aus Indien, hauptsächlich in der Form von Holzkohle, für die seitens der bhutanesischen Hüttenindustrie eine hohe Nachfrage besteht.

In Kapitel 5 wird untersucht, ob eine gesteigerte Forstnutzung durch kommerzielle Bewirtschaftung eine nachhaltige Holzkohleproduktion in Bhutan ermöglichen würde, um dadurch die Abhängigkeit von Holzkohleimporten zu verringern. Es wird sowohl ein Transport- und Investitionsmodell angewandt, um kosteneffiziente Standorte für Holzkohleproduktion auf subnationaler Ebene zu identifizieren. Simulationsergebnisse zeigen, dass die Holzkohleproduktion in 11 der 19 untersuchten Distrikte profitabel wäre und das Potential hätte, insgesamt bis zu 61% der Holzkohleimporte zu ersetzen. Der erforderliche Anstieg an Brennholzproduktion würde die Forstnutzung unter kommerzieller Bewirtschaftung von 5% auf 15% der gesamten Waldfläche erhöhen. Entgegen früherer Behauptungen, stellt die Studie fest, dass Transportkosten und Arbeitsverfügbarkeit keine Hürden für die Wirtschaftlichkeit der Holzkohleproduktion darstellen. Monte Carlo Simulationen und Sensitivitätsanalysen bestätigen, dass Bhutan, unter Verwendung eines dezentralen Ansatzes, die kommerzielle Forstbewirtschaftung erhöhen könnte, ohne dabei seine viel gepriesene Agenda der Walderhaltung gefährden zu müssen. Jedoch wäre weitere Forschung notwendig, um den Einschränkungen der Studie nachzugehen. Dies betrifft vor allem die Abschätzung der Kosten der Waldarbeiten von zusätzlich genutzten Forstflächen und potentiellen Kosten negativer Externalitäten, die durch die erhöhte Forstnutzung entstehen könnten.

Kapitel 6 führt die methodischen Erkenntnisse und das empirische Forschungsziel zusammen. Diese Studie leistet einerseits einen Beitrag zur Literatur der nachhaltigen Forstbewirtschaftung im eher seltenen Kontext der Unternutzung von Wäldern. Andererseits wird das gesamtwirtschaftliche Potential der Forstwirtschaft, Einkommensmöglichkeiten für ländliche Haushalte in der Nebensaison zu schaffen, analysiert. Die gegenwärtige Forstpolitik Bhutans beschränkt die ländlichen Haushalte nahezu ausschließlich auf den Eigenverbrauch von Brennholz. In drei Szenarien werden unterschiedliche Politikreformen simuliert, welche den ländlichen Haushalten einen mengenbeschränkten Zugang zur kommerziellen Brennholzwertschöpfungskette ermöglichen würde. Um die nachhaltige Nutzung der Wälder zu gewährleisten werden Satellitendaten und räumliche Kriterien herangezogen. Die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen werden mit einem CGE Modell simuliert, welches als methodische Neuheit saisonale Unterbeschäftigung abbildet. Außerdem werden die Ergebnisse aus Kapitel 5 genutzt, um einen inländischen Holzkohlesektor zu modellieren, welcher das zusätzliche Angebot an Brennholz absorbiert.

In allen drei Forstpolitikszenarien erhöht sich die Wohlfahrt der ländlichen Haushalte, hauptsächlich aufgrund der zusätzlichen Beschäftigungsmöglichkeiten in den Wintermonaten und der erhöhten Waldnutzung. Die Effizienz der Brennholznutzung wird dadurch verbessert, dass deren Opportunitätskosten für die ländlichen Haushalte durch die Verkaufsmöglichkeit erhöht werden, was auch durch gestiegene Schattenpreise ersichtlich wird. Dies verstärkt den Anreiz, auf sauberere Energieträger wie Strom und Flüssiggas umzusteigen und verringert die Innenraumluftverschmutzung. Der dadurch entstehende gesundheitliche Nutzen wurde in der Studie jedoch nicht quantifiziert. Der Erfolg der Forstpolitikszenarien hängt auch von effektiven Überwachungs- und Regulierungssystemen ab, welche die Einhaltung von nachhaltiger Forstwirtschaft gewährleisten müssen. Des Weiteren ist der Umfang der Studie insofern begrenzt, dass mögliche negative Auswirkungen auf Ökosystemleistungen aufgrund von Dateneinschränkungen nicht berücksichtigt worden sind.

Lebensgrundlagen, die auf der Nutzung von natürlichen Ressourcen basieren, sind unweigerlich mit klimatischer Saisonalität und der Herausforderung der nachhaltigen Nutzung von natürlichen Ressourcen verbunden. Alle vier Studien befassen sich aus unterschiedlichen Perspektiven mit diesen Thematiken. Die Literatur zur Modellierung von ländlichen Arbeitsmärkten in gesamtwirtschaftlichen Modellen ist relativ spärlich und diese Dissertation leistet hierzu einen Beitrag, indem sie die saisonale Dimension von Arbeitsmärkten erfasst. Dieses Forschungsfeld bietet ein großes Potential für weitere Entwicklungen. Methodisch

könnten CGE Modelle beispielsweise so erweitert werden, dass saisonale Arbeit in Kombination mit verschiedenen landwirtschaftlichen Technologien modelliert wird, was durch die Integration des Ansatzes der Feldarbeitsgänge aus Kapitel 4 möglich wäre. Die Berücksichtigung unterschiedlicher Formen von Arbeitsteilung und Arbeitseinsatz zum Beispiel im Hinblick auf das Geschlecht oder Alter hat eine hohe Relevanz für die Modellweiterentwicklung, wofür jedoch eine verbesserte Datengrundlage notwendig wäre. Mehr Daten würden auch für die Integration von Ökosystemdienstleistungen innerhalb von gesamtwirtschaftlichen Modellen benötigt, was in dieser Arbeit ebenfalls als eine wesentliche Einschränkung und zukünftiges Forschungsfeld identifiziert wird.

Schlagwörter:

Modellierung der Gesamtwirtschaft; Allgemeines Gleichgewichtsmodell; Ländliche Lebensgrundlagen; Saisonale Arbeit, Politik zur Nutzung natürlicher Ressourcen; Agrarpolitik; Forstpolitik; Bhutan