

Dissertation

Agricultural Transformation and Land-Use Change

Evidence on Causes and Impacts from Indonesia

Elisabeth Hettig

English abstract

Human induced land-use change has direct economic and ecological consequences, which are felt the most in the poorest world regions. Therefore, the key question in land-use change research is how to protect and enhance the ecological functions of tropical landscapes while simultaneously improving human welfare. Addressing the complex links between the economic and ecological sphere, this dissertation seeks to shed a light on the socio-economic drivers of land-use change in developing countries. Taking Indonesia as an example, this thesis will specifically focus on the determinants and impacts of land-use change that are relevant for income growth of farm households in developing economies. The cumulative dissertation has five chapters, one introductory chapter and four separate papers.

The first analysis within the second chapter uses a meta-analysis to explore the underlying drivers of land-use change at the farm household level across the tropics. In reviewing 91 recent empirical and theoretical studies that analyse land-use change at the micro-level, this chapter identifies the key determinants of households' decisions on land-use change within the current literature. Moreover, feed-back mechanisms between drivers and non-linearity of effects add to the complexity of land-use change processes. These interrelationships are conditioned by institutional changes, such as market-oriented reforms adopted by many developing countries in the 1980s and 1990s. The meta-analysis presents some methodological challenges, since many studies use small samples and face problems of internal validity. Nevertheless, the literature on micro-level drivers on land-use change points towards micro-level economic growth (e.g. in income and capital endowments) being a strong catalyst of human-induced land-use change. Further, the review suggests that there is substantial heterogeneity among farm households regarding these endowments, which is also significantly associated with households' land-use changes.

The findings of the first paper are analysed in greater detail in the third chapter, where the income potential of cash crop production is linked to the heterogeneity of smallholders' productivity. To examine the long-term poverty impacts of cash crop agriculture, the analysis draws on a unique panel data set of smallholder farmers in Central Sulawesi, Indonesia. The paper explores how cocoa cultivation contributes to poverty reduction and whether income gains from cash crops are more volatile. The results show that cocoa cultivation is associated with strong and sustainable poverty reduction. Cocoa farmers fare better than non-cocoa farmers and the welfare gains can mainly be attributed to increasing cocoa yields. Yet, yield gaps among cocoa smallholders remain large and are increasingly heterogeneous. Productivity heterogeneity can be traced back to farm management practices. Linking these findings to

poverty transitions, we can show that better management practices facilitate the transition out of poverty and shield against income losses.

Having gained insights into households' potential of cash crop cultivation, the third paper within the fourth chapter presents a dynamic ecological-economic model of land-use change. The integrated model explores the potential of landscapes with different land-use patterns to balance ecological and socio-economic goals. Within the economic submodel, smallholders' decisions on land use and land management – evaluating specifically the cash crop production of palm oil and rubber – are simulated. Smallholders' land use and management decisions are based on a profit maximization assumption bounded by the available wealth of that household. Household's financial resources are implemented as the most restrictive decision-making parameter considering the fact that access to capital markets are often limited for small-scale farmers in rural areas of developing countries. Households' land decisions are directly linked to the ecological submodel, which includes a simple account of carbon sequestration in aboveground and belowground vegetation. First simulations show that the relationship between carbon accumulation/storage and economic benefit might not be completely straightforward. Extending this basic model, it can serve to test, for example, a combination of wildlife-friendly and land sparing farming practices in order to assess the effectiveness of this approach to identify the landscape mosaic balancing economic and ecological goals.

The fourth paper complements the previous papers' focus on the micro-level determinants of land-use change by concentrating on the broader scale effects (from the household to the village, region, or above), particularly on the trade-offs between economic gains and the loss of ecosystem functions achieved through the agricultural specialization within transformed landscapes. The paper starts with a conceptual framework in which economic gains can be maximized when production activities are specialized on increasingly broader scales, particularly when markets for outputs and inputs function well. The analysis takes Jambi province, Indonesia, a current hotspot of rubber and oil palm monoculture, as a case study to illustrate these issues. It empirically shows that the level of specialization differs across scales, with higher specialization occurring at the household and village levels. Findings further suggest that there are gains from specialization at the farm level but that this specialization does not necessarily lead to a consolidation of smallholder farms to ever-larger units. This result can be set in the context of a conciliating landscape design within multi-functional landscapes, where land use patches of highly specialized smallholders are intermingled with areas characterized with high levels of ecosystem services. This would be one possible way to resolve trade-offs between economic gains and ecological costs on the landscape level, supported by policies targeting on ecosystem functions, on the one hand and economic benefit, on the other.

Deutsche Zusammenfassung

Der durch Menschen verursachte Landnutzungswandel hat insbesondere für die ärmsten Regionen der Welt direkte ökonomische und ökologische Konsequenzen. Daher stellt sich im wissenschaftlichen Diskurs zu den globalen Folgen und Auswirkungen von Landnutzungswandel die Forschungsfrage, wie ökologische Funktionen vor allem in

tropischen Landschaften bewahrt und gefördert werden können und gleichzeitig auch die ökonomische Wohlfahrt der dort lebenden Bevölkerung verbessert werden kann. In diesem Sinne untersucht diese Dissertation die sozioökonomischen Determinanten von Landnutzungswandel in Entwicklungsländern und berücksichtigt in der Analyse vor allem die Schnittstelle von ökologischer und ökonomischer Sphäre. Am Beispiel von Indonesien betrachtet die vorliegende Doktorarbeit hierfür diejenigen Determinanten von Landnutzungswandel sowie deren Auswirkungen, die zentral für das wirtschaftliche Wachstum von Kleinbauern in Entwicklungsländern sind. Die kumulative Dissertation hat fünf Kapitel und besteht aus einer Einleitung sowie fünf Arbeitspapieren.

Um die zentralen Bestimmungsfaktoren von Landnutzungswandel von Kleinbauern in tropischen Regionen herauszuarbeiten, wird in der ersten Analyse im zweiten Kapitel eine Metaanalyse angewandt. In einem Literaturüberblick von 91 aktuellen empirischen und theoretischen Fallstudien, die Landnutzungswandel auf der Mikroebene untersuchen, werden die zentralen Faktoren herausgearbeitet, welche die Landnutzungsentscheidungen von Haushalten in tropischen Regionen bestimmen. Zudem werden Rückkopplungsmechanismen erörtert, die zwischen den einzelnen Landnutzungs determinanten wirken. Darüber hinaus erhöhen nicht-lineare Effekte die Komplexität des Prozesses von Landnutzungsänderungen. Diese verschiedenen Wechselwirkungen sind eingebettet in institutionelle Veränderungen, die vor allem durch marktorientierte Reformen hervorgerufen sind, die viele Entwicklungsländer in den 1980er- und 1990er-Jahren einführen. Ferner offenbart die Metaanalyse einige methodische Herausforderungen in der zugrundeliegenden Literatur, da viele Studien nur über geringe Stichproben verfügen und auch eine interne Validität oftmals nicht gewährleistet werden kann. Dennoch zeigt der Literaturüberblick, dass wirtschaftliches Wachstum, insbesondere die Kapitalausstattung und das Einkommen von Haushalten in Entwicklungsländern, den durch Menschen verursachten Landnutzungswandel maßgeblich beeinflusst und vorantreibt. Weiterhin wird eine ausgeprägte Heterogenität bezüglich der ökonomischen Ressourcen von Kleinbauern offenbart, welche wiederum zu unterschiedlichen Landnutzungsänderungen führt.

Die Ergebnisse des ersten Arbeitspapiers werden im dritten Kapitel vertieft, in dem das Einkommenspotential für Kleinbauern von für den Markt produzierten Agrargütern analysiert wird. Hierbei wird vor allem untersucht, welche Rolle die Heterogenität in der Produktion einnimmt. Um zu prüfen, inwieweit die Produktion von Markttagrargütern auch in der langen Frist zu einer nachhaltigen Reduzierung von Armut führen kann, nutzt die Analyse Paneldaten von Kakaobauern aus Zentral-Sulawesi in Indonesien. Die Ergebnisse zeigen, dass Kakaoanbau langfristig Armut reduzieren kann und auch Kakaobauern gegenüber anderen Kleinbauern ökonomisch besser gestellt sind. Obschon insgesamt steigende Erträge dafür verantwortlich zu machen sind, ist jedoch auch eine starke Ungleichheit zwischen den Kakaobauern hinsichtlich ihrer realisierten Erträge zu beobachten. Diese Heterogenität in der Produktion kann durch unterschiedliche Anbaustrategien erklärt werden. Eine gelungene Anbaustrategie kann demzufolge den Weg aus der Armut ebnen und auch vor dem Rückfall in Armut schützen.

Nachdem das Einkommenspotential von Markttagrargütern erörtert wurde, wird im dritten Arbeitspapier ein dynamisches ökonomisch-ökologisches Modell von Landnutzungswandel

präsentiert. Dieses integrierte Modell untersucht Landschaften mit dem Ziel, ökologische und sozioökonomische Ziele auszubalancieren. Im ökonomischen Teilmodell werden hierfür die Entscheidungen hinsichtlich der Landnutzung und des Landmanagements von Palmöl- und Kautschukbauern simuliert. Diese Entscheidungen basieren auf der Annahme von Profitmaximierung der Akteure, die jedoch durch die finanziellen Ressourcen der Kleinbauern begrenzt wird. Diese Annahme begründet sich vor allem dadurch, dass Kleinbauern in Entwicklungsländern üblicherweise in ihrem Zugang zu Kapitalmärkten beschränkt sind, und daher in ihren Investitionsentscheidungen auf eigene Ressourcen zurückgreifen müssen. Die Effekte der Landnutzungsentscheidungen sind direkt gekoppelt an das ökologische Teilmodell, das Kohlenstoffbindung in der oberirdischen und unterirdischen Vegetation beschreibt. Erste Simulationen zeigen, dass die Beziehung zwischen Kohlenstoffbindung/-speicherung und ökonomischem Wachstum nicht gänzlich eindeutig ist. Das Modell kann mit nur wenigen Erweiterungen dazu dienen, die ökologischen und ökonomischen Effekte speziell von Landschaftstypen zu simulieren und zu evaluieren, die sowohl umweltschützende Räume als auch agrarintensive Flächen kombinieren. Somit können Landschaften identifiziert werden, die ökonomische und ökologische Bedarfe ausbalancieren.

Das vierte Arbeitspapier ergänzt die vorherigen Aufsätze, in dem es nicht nur die Landnutzungsentscheidungen von Kleinbauern analysiert, sondern auch höhere Skalen berücksichtigt, wie beispielsweise Dörfer und Regionen. In der Analyse werden insbesondere in transformierten Landschaften die Wechselwirkungen von ökonomischem Wachstum und dem Rückgang von Ökosystemfunktionen untersucht. Diese transformierten Landschaften sind häufig gekennzeichnet durch eine hohe, landwirtschaftliche Spezialisierung. Das Papier beginnt mit einem konzeptionellen Modell, in dem ökonomische Gewinne dann maximiert werden können, wenn die Produktion auf einer höheren Skala spezialisiert ist. Dies gilt insbesondere, wenn die entsprechenden Beschaffungs- und Absatzmärkte entwickelt und auch zugänglich sind. Anhand einer Fallstudie in der Provinz Jambi, Indonesien, werden diese Zusammenhänge veranschaulicht. Die Provinz Jambi ist bekannt für die verbreitete Produktion von Palmöl und Kautschuk, die vorwiegend im Rahmen von Monokulturen stattfindet. Die Ergebnisse der Studie machen deutlich, dass der Grad von Spezialisierung sich über die unterschiedlichen Skalen hinweg unterscheidet und eine höhere Spezialisierung auf der Haushaltsebene sowie in Dörfern zu beobachten ist. Trotz der höheren Spezialisierung auf Haushaltsebene kommt es jedoch nicht zu Zusammenschlüssen von Haushalten zu größeren Produktionseinheiten. Dieses Ergebnis ist insofern relevant, da dadurch Landschaftstypen ermöglicht werden, die sowohl kleine, aber hoch spezialisierte Produktionseinheiten abbilden und gleichzeitig ökologisch wertvolle Flächen beinhalten können, ohne die ökonomische Wohlfahrt dabei zu reduzieren. Somit wäre eine politische Landschaftsgestaltung möglich, die der sonst üblichen Wechselbeziehung von ökonomischem Wachstum bei gleichzeitigem Verlust von Ökosystemfunktionen entgegenwirkt.