

Zentrum für Entwicklungsforschung

**Economics of Land Degradation, Sustainable Land Management
and Poverty in Eastern Africa**

The Extent, Drivers, Costs and Impacts

Inaugural – Dissertation

Zur

Erlangung des Grades

**Doktor der Agrarwissenschaften
(Dr. agr.)**

der
Landwirtschaftlichen Fakultät

der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

von

Oliver Kiptoo Kirui

aus

Kericho, Kenya

Abstract

Land degradation – defined by the Economics of Land Degradation (ELD) initiative as a “reduction in the economic value of ecosystem services and goods derived from land” – is a serious impediment to improving rural livelihoods and food security of millions of people in the Eastern Africa region. The objectives of this study are fourfold: to identify the state, extent and patterns of land degradation in Eastern Africa (Ethiopia, Kenya, Malawi and Tanzania), to estimate and compare the costs and benefits of action versus inaction against land degradation; to assess simultaneously the proximate and underlying drivers of land degradation and the determinants of adoption of Sustainable Land Management (SLM); and to assess the causal effects of land degradation on the welfare of the households.

More recently, satellite-based imagery and remote sensing have been utilized to identify the magnitude and processes of land degradation at global, regional and national levels. This involves the use of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) derived from Advanced Very High-Resolution Radiometer (AVHRR) data and the use of high quality satellite data from Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS). Results based on NDVI measures show that land degradation occurred in about 51%, 41%, 23% and 22% of the terrestrial areas in Tanzania, Malawi, Ethiopia and Kenya, respectively between the 1982-2006 periods. Some of the key hotspots areas include west and southern regions Ethiopia, western part of Kenya, southern parts of Tanzania and eastern parts of Malawi. To ensure accuracy of the NDVI observations, ground-truthing was carried out in Tanzania and Ethiopia through focused group discussions (FGDs). The FGDs assessments indicate agreement in 7 sites out of 8 in Tanzania and 5 sites out of 6 in Ethiopia.

Following the Total Economic Value (TEV) framework, the cost of land degradation between 2001-2009 periods is about 2 billion USD in Malawi, 11 billion USD in Kenya, 18 billion USD in Tanzania and 35 billion USD in Ethiopia. These translate to annual costs of about 248 million USD in Malawi, 1.3 billion USD in Kenya, 2.3 billion USD in Tanzania, and 4.4 billion USD in Ethiopia – representing about 5%, 7%, 14% and 23%, of GDP in Kenya, Malawi, Tanzania and Ethiopia respectively. Taking action against land degradation is more favorable than inaction in both short-term (6 year) and a long-term (30 year) periods. During the 30-year period, for every dollar spent on taking action against land degradation users will expect a return of about \$ 4.2 in Ethiopia, \$ 4.1 in Kenya, \$ 3.8 in Tanzania, and \$ 3.7 in Malawi.

The study uses nationally representative household surveys and robust analytical techniques to capture a wide spectrum of heterogeneous contexts. A logistic regression model was used to evaluate the drivers of land degradation and to assess the determinants of probability of adoption of sustainable land management. Findings show that the key proximate drivers of land degradation include temperature, terrain, topography and agro-ecological zonal classification. Important underlying drivers of land degradation include factors such as land ownership, distance from the plot to the market, size of the plot, access to and amount of credit, and household assets. The adoption of sustainable land management practices is critical in addressing land degradation.

Secure land tenure, access to extension services and market access are significant determinants incentivizing SLM adoption. This implies that policies and strategies that facilitate secure land tenure and access to SLM information are likely to incentivize investments in SLM. Local institutions providing credit services, inputs such as seed and fertilizers, and extension services must also not be ignored in the development policies.

Evidence from Simultaneous Equation Model with panel data shows significant causality between land degradation (EVI decline) and poverty. On one hand, land degradation significantly decreases household consumption per-capita and increases poverty. On the other hand, household poverty increases the likelihood of land degradation. Specifically, increase in household per-capita expenditure by 1% reduces the probability of EVI decline by 46% in Malawi and by 27% in Tanzania. Increase in household per-capita expenditure by 1% also reduces the probability of soil erosion occurrence by 29% in Malawi and by 26% in Tanzania. Poverty assessments show that poor households have 69% and 67% more likelihood to experience EVI decline in Malawi and Tanzania respectively. These findings are consistent with the hypothesis that poverty contributes to land degradation as a result of poor households' inability to invest in natural resource conservation and improvement. Land degradation in turn contributes to low and declining agricultural productivity, which in turn contributes to worsening poverty.

This study provides comprehensive assessments that highlight the drivers and the adverse economic consequences of land degradation and attempts to capture full valuation of losses incurred due to land degradation. It is hoped that this information expedites policy actions and investments into SLM to successfully address land degradation problems.

Zusammenfassung

Landdegradation – was die Initiative „Economics of Land Degradation“ (ELD) als „reduction in the economic value of ecosystem services and goods derived from land“ (ELD, 2013) definiert – ist ein ernstzunehmendes Hindernis bei der Verbesserung der ländlichen Lebensgrundlage und Nahrungsmittelsicherheit von Millionen von Menschen in Regionen Ostafrikas. Diese Studie verfolgt vier Ziele: Den Status, das Ausmaß und das Muster von Landdegradation in Ostafrika (Äthiopien, Kenia, Malawi und Tansania) zu identifizieren; die Kosten und den Nutzen von Bekämpfung und Nicht-Bekämpfung von Landdegradation zu schätzen und zu vergleichen; simultan die unmittelbaren und zugrundeliegenden Faktoren von Landverarmung und die Faktoren der Annahme von nachhaltigem Land Management (SLM) festzustellen; und die Kausaleffekte von Landdegradation auf den Haushaltswohlstand zu analysieren.

Seit jüngerer Zeit werden Satelliten- und Fernerkundungsbilder genutzt um das Ausmaß und den Prozess von Landdegradation auf globalem, regionalem und nationalem Level festzustellen. Das beinhaltet die Zugrundelegung des „Normalized Difference Vegetation Index“ (NDVI), welcher von „Advanced Very High Resolution Radiometer“ (AVHRR) Daten abgeleitet wird, sowie das Nutzen von Satellitendaten hoher Qualität generiert durch „Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer“ (MODIS). Die Ergebnisse, basierend auf NDVI, zeigen, dass zwischen 1982 und 2006 ca. 51%, 41%, 23% und 22% der Bodenflächen in Tansania, Malawi, Äthiopien und Kenia von Landdegradation betroffen waren. Einige der wichtigsten Hotspotbereiche befinden sich in Süd- und West-Äthiopien, West-Kenia, Süd-Tansania und Ost-Malawi. Um die Richtigkeit der NDVI-Beobachtungen sicherzustellen, erfolgte eine Ground-Truth-Datenerhebung in Tansania und Äthiopien mittels gezielter Gruppendiskussionen (Focused Group Discussion = FGD). Die Analyse zeigt, dass 7 von 8 Standorten in Tansania und 5 von 6 Standorten in Äthiopien mit den zuvor ermittelten Werten übereinstimmen.

Basierend auf dem Konzept des ökonomischen Gesamtwertes (Total Economic Value, TEV) betragen die Kosten der Landdegradation im Zeitraum von 2001 bis 2009 etwa US\$ 2 Milliarden in Malawi, US\$ 11 Milliarden in Kenia, US\$ 18 Milliarden in Tansania und US\$ 35 Milliarden in Äthiopien. Dies ergibt Jahreskosten von ca. US\$ 248 Millionen in Malawi, US\$ 1,3 Milliarden in Kenia, US\$ 2,3 Milliarden in Tansania und US\$ 4,4 Milliarden in Äthiopien – was etwa 5%, 7%, 14% beziehungsweise 23% des jeweiligen Bruttoinlandproduktes (BIP) entspricht. Das Vorgehen gegen Landdegradation ist sowohl kurzfristig (6 Jahre), als auch langfristig (30 Jahre) gesehen günstiger als Untätigkeit. Im 30-Jahres-Zeitraum kann man für jeden investierten Dollar gegen Landdegradation einen Ertrag von ca. US\$ 4,2 in Äthiopien, US\$ 4,1 in Kenia, US\$ 3,8 in Tansania und US\$ 3,7 in Malawi erwarten.

Die Studie verwendet nationalrepräsentative Haushaltsumfragen und belastbare analytische Methoden, um ein breites Spektrum heterogener Inhalte zu erfassen. Ein logistisches Regressionsmodell wurde zur Evaluierung der Faktoren von Landdegradation und den Determinanten der Annahmewahrscheinlichkeit von nachhaltigem Landmanagement benutzt. Die

Ergebnisse zeigen, dass Temperatur, Gelände, Topographie und agrarökologische Zonenklassifizierung die wichtigsten unmittelbaren Determinanten von Landdegradation sind. Wesentliche zugrundeliegende Faktoren von Landdegradation sind u. A. Bodenbesitzum, Entfernung zwischen Grundstück und Markt, Größe des Grundstücks, Kreditzugang und –betrag sowie Haushaltsbesitztümer. Die Annahme von Verfahren zu nachhaltigem Landmanagement ist entscheidend bei der Bekämpfung von Landdegradation. Gesicherte Pachtverhältnisse, Zugang zu landwirtschaftlichen Beratungsdiensten und Märkten sind Entscheidungsfaktoren, die Anreize zur Annahme von SLM schaffen. Folglich schaffen Richtlinien und Strategien, die gesicherte Pachtverhältnisse und Zugriff auf SLM-Informationen erleichtern, häufiger Anreize zur Investition in SLM. Lokale Kreditinstitute, Vertreiber von Samen und Düngemitteln sowie landwirtschaftliche Beratungsdienste dürfen bei der Entwicklung von Richtlinien allerdings auch nicht vernachlässigt werden.

Ergebnisse des simultanen Gleichungsmodells (Simultaneous Equation Model) mit Paneldaten weisen auf einen signifikanten Kausalzusammenhang zwischen Landdegradation (EVI decline) und Armut hin. Einerseits verringert Landdegradation den pro-Kopf-Konsum signifikant und erhöht die Armut. Andererseits erhöht Haushaltsarmut die Wahrscheinlichkeit von Landdegradation. Im Einzelnen reduziert die Erhöhung der pro-Kopf-Ausgaben um 1% die Wahrscheinlichkeit von Landdegradation (EVI decline) um 46% in Malawi und um 27% in Tansania. Darüber hinaus reduziert dies auch die Wahrscheinlichkeit von Bodenerosion um 29% in Malawi und um 26% in Tansania. Armutsschätzungen zeigen, dass arme Haushalte eine um 69% beziehungsweise 67% erhöhte Wahrscheinlichkeit von Landdegradation (EVI decline) in Malawi und Tansania aufweisen. Diese Ergebnisse bekräftigen die Hypothese, dass Armut zu Landdegradation beiträgt – als Resultat des Unvermögens armer Haushalte in natürliche Ressourcenkonservierung und –verbesserung zu investieren. Landdegradation ihrerseits trägt zu niedriger und zurückgehender landwirtschaftlicher Produktivität bei, was wiederum zur Verschlimmerung der Armut führt.

Diese Studie bietet umfangreiche Analysen, welche die Treibfaktoren und nachteiligen ökonomischen Konsequenzen von Landdegradation herausstellen. Des Weiteren wird versucht, eine vollständige Bewertung der Verluste, die durch Landdegradation verursacht wurden, vorzunehmen. Diese Informationen werden hoffentlich genutzt um die Entwicklung von Richtlinien und Investitionen in SLM voranzutreiben und zur erfolgreichen Adressierung von Landdegradationsproblemen beizutragen.