

# Ecology and Development Series No. 91, 2013

Editor-in-Chief:  
Paul L.G. Vlek

Editors:  
Manfred Denich  
Christopher Martius  
Ahmad Manschadi  
Janos Bogardi

Boaz Shaban Waswa

Assessment of land degradation patterns in western  
Kenya: Implications for restoration and rehabilitation

## ABSTRACT

Land degradation remains a major threat to the provision of environmental services and the ability of smallholder farmers to meet the growing demand for food. Understanding patterns of land degradation is therefore a central starting point for designing any sustainable land management strategies. However, land degradation is a complex process both in time and space making its quantification difficult. There is no adequate monitoring of many of the land degradation issues both at national and local scale in Kenya. The objective of this study conducted between 2009 and 2012 was to assess the land degradation patterns in Kenya as a basis for making recommendations for sustainable land management. The correlation between vegetation and precipitation and the change in vegetation over the period 2001-2009 was assessed using 250 m resolution Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer - Normalized Difference Vegetation Index (MODIS/NDVI) and time-series rainfall data. The assessment at national levels revealed that, irrespective of the direction of change, there was a significant correlation between vegetation (NDVI) and annual precipitation for 32% of the land area. The inter-annual change in vegetation cover, depicted by the NDVI slope, was between -0.067 and +0.068. A negative NDVI slope (indication of degradation) was observed for areas around Lake Turkana and several districts in eastern Kenya. Positive NDVI trends were observed in Wajir and Baringo, which are located in the dry land areas, showing that the vegetation cover was increasing over the years. NDVI difference between the baseline (2001-2003) and end line (2007-2009) showed an absolute change in NDVI of -0.42 to +0.48. But the relative change was between -74% for the degrading areas and +238% for the improving areas with most of the dramatic positive changes taking place in the drylands. Relative to the baseline, 21% of the land was experiencing a decline in the vegetation cover, 12% was improving, while 67% was stable. Classification of Landsat imagery for the period 1973, 1988 and 2003 showed that there were significant changes in land use land cover (LULC) in the western Kenya districts with the area under agricultural activities increasing from 28% in 1973 to 70% in 2003 while those under wooded grassland decreasing from 51% to 11% over the same period. Detailed field observations and measurements showed that over 55% of the farms sampled lacked any form of soil and water conservation technologies. Sheet erosion was the most dominant form of soil loss observed in over 70% of the farms. There was a wide variability in soil chemical properties across the study area with values of most major properties being below the critical thresholds needed to support meaningful crop production. Notable was the high proportion (90%) of farms with slightly acidic to strongly acidic (pH <5.5) soils. Over 55% of the farms had less than 2% soil organic carbon. There was a wide variability in the potential nutrient supply and uptake of the soils with the plots classified as high fertility (HF) having three times higher potential supply of nitrogen and phosphorus compared to the low fertility (LF) plots. The estimated maize yield potential of the soils was between 1.6 t/ha and 2.8 t/ha. However, the actual yield at farm level was less than 1 t/ha. There was a general consensus among the land owners that the productivity of the land, livestock, forests and water resources had declined. Combining methods and approaches for land degradation monitoring and assessment enabled capturing different aspects of the problem of land degradation, and thus important information for the design of sustainable land management strategies. Addressing the multiple nutrient deficiencies and low productivity requires adoption of integrated soil fertility management practices.

## KURZFASSUNG

### **Erfassung und Bewertung verschiedener Erscheinungsformen von Landdegradation in West Kenia: Konsequenzen für Restaurierungs- und Rehabilitierungsmaßnahmen**

Landdegradation stellt eine der größten Gefahren für die Bereitstellung von Umweltdienstleistungen dar und für die Kleinbauern hinsichtlich des wachsenden Bedarfs an Nahrungsmitteln. Die Entwicklung nachhaltiger Landnutzungsstrategien beginnt daher mit dem Erkennen und Verstehen von Landdegradationsmustern. Die komplexen Prozesse der Landdegradation über Raum und Zeit erschweren jedoch eine Quantifizierung. Bisher existiert in Kenia kein adäquates Monitoring der Landdegradation, weder auf nationaler noch auf lokaler Ebene. Das Ziel der von 2009 bis 2012 durchgeführten Studie war die Erfassung von Landdegradationsmustern in Kenia, um Empfehlungen für nachhaltige Landmanagementstrategien geben zu können. Die Korrelation zwischen Vegetation und Niederschlag und der Vegetationsveränderungen im Zeitraum 2001 bis 2009 wurde mittels einer MODIS/NDVI (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (250 m-Auflösung) - Normalized Difference Vegetation Index) ermittelt. Die Untersuchungen auf nationaler Ebene ergaben, dass, unabhängig von der Richtung des Änderungsprozesses, eine signifikante Korrelation zwischen Vegetation (NDVI) und jährlicher Niederschlagsmenge für 32% der Landfläche besteht. Die Änderung der Vegetationsdecke über mehrere Jahre, dargestellt durch die NDVI-Linie, lag zwischen -0.067 und +0.068. Eine abfallende NDVI-Linie (als Indikator für Degradation) konnte für Flächen rund um den Turkana See und in mehreren Distrikten Ost-Kenias beobachtet werden. Positive NDVI-Trends traten in den Trockengebieten Wajir und Baringo auf; dies deutet darauf hin, dass die Vegetationsdichte hier über die Jahre zunahm. Die Differenz des NDVI zwischen Ausgangswerten (2001-2003) und Endwerten (2007-2009) zeigte eine absolute NDVI-Veränderung von -0.42 bis +0.48. Die relative Veränderung war jedoch -74% für degradierende Flächen und +238% für Flächen mit zunehmender Vegetationsbedeckung, wobei die höchsten positiven Veränderungen in den Trockengebieten festgestellt wurden. Im Vergleich zu den Basisdaten fand auf 21% der Flächen eine Abnahme der Vegetationsbedeckung statt, 12% der Landflächen erfuhr eine Verbesserung und 67% verzeichnete keine Veränderungen. Die Klassifizierung der Landsat-Aufnahmen von 1973, 1988 und 2003 zeigte signifikante Veränderungen in der Landbedeckung bzw. Landnutzung in den Distrikten West Kenias. Der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche stieg von 28% im Jahre 1973 auf 70% in 2003 an, während der Flächenanteil der Baum- und Strauchsavanne im gleichen Zeitraum von 51% auf 11% abnahm. Detaillierte Felduntersuchungen ergaben, dass mehr als 55% der untersuchten Farmen keine Boden- oder Wasserschutzmaßnahmen durchführen. Bodenerosion stellte die Hauptursache von Bodenverlust dar und konnte bei über 70% der Farmen festgestellt werden. Die chemischen Bodeneigenschaften im Untersuchungsgebiet waren sehr variabel; viele der wichtigsten Bodeneigenschaften lagen unter den kritischen Grenzwerten, die für erfolgreichen Pflanzenbau notwendig sind. Auffällig war der hohe Anteil an Farmen (90%) mit leicht bis sehr sauren Böden ( $\text{pH} < 5.5$ ). In den Böden von über 55% der Farmen lag der organische Kohlenstoffgehalt unter 2%. Potentieller Nährstoffvorrat und -aufnahme der Böden waren sehr variabel. Flächen, die als sehr fruchtbar klassifiziert wurden, hatten ein dreifach höheres Vorratspotential an Stickstoff und Phosphor im Vergleich zu Flächen mit geringer Fruchtbarkeit. Der geschätzte potenzielle Maisertrag der Böden lag zwischen 1.6 t/ha und 2.8 t/ha. Der aktuelle Ertrag lag mit weniger als 1 t/ha jedoch

darunter. Insgesamt waren die Farmer der Meinung, dass die Produktivität der Landnutzung, Tierhaltung, und Forst- und Wasserressourcen gesunken sei. Durch die Kombination verschiedener Erfassungs- und Monitoringmethoden konnten verschiedene Aspekte der Landdegradation und damit wichtige Informationen für die Entwicklung nachhaltiger Landnutzungsstrategien erfasst werden. Um Bodennährstoffmangel und niedrige Bodenproduktivität positiv zu verändern, müsste ein integriertes Bodenmanagement zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit umgesetzt werden.