

UNIVERSITÄT HOHENHEIM



Faculty of Agricultural Science

Institute of Agricultural Economics and Social Sciences in the Tropics and  
Subtropics (490)

Land Use Economics in the Tropics and Subtropics  
(Josef G. Knoll Professorship)

Dissertation

**Climate Variability, Social Capital and Food Security in Sub-Saharan  
Africa: Household Level Assessment of Potential Impacts and  
Adaptation Options.**

*Submitted by:*

Tesfamicheal Wossen Assfaw

in fulfilment of the requirements for the degree of  
“Doktor der Agrarwissenschaften” (Dr. sc. agr.)

2015

## Summary

Climate variability and poor distribution of rainfall often causes serious agricultural production losses and worsens food insecurity. Given that the direct effects of climate change and variability are transmitted through the agricultural sector, improving farm households' capacities to adapt to the adverse effects of climate-related shocks is an important policy concern. This thesis applied a stochastic Agent-based Model (ABM) that is capable of simulating the effects of different adaptation options by capturing the dynamic changes of climate and prices, as well as the dynamic adaptive process of different farm households to the impacts of these changes. The agent-based simulations conducted in this thesis address the special challenges of climate and price variability in the context of small-scale and subsistence agriculture by capturing non-separable production and consumption decisions, as well as the role of livestock for consumption smoothing. To ensure the reliability and usefulness of results, the model was validated with reference to land-use and overall poverty levels based on observed survey values.

In particular, the study used disaggregated socio-economic, price, climate and crop yield data to quantify the impacts of climate and price variability on food security and poverty at the household level. Furthermore, the study explicitly captured crop-livestock interactions and the “recursive” nature of livestock keeping when examining the effects of climate and price variability. The thesis additionally examined how specific adaptation strategies and policy interventions, especially those related to the promotion of credit, improved seed varieties, fertilizer subsidy and off-farm employment, affect the distribution of household food security and poverty outcomes. In addition to impacts on household food security and poverty, the study further considered indirect impacts through changes in the price of agricultural inputs and livestock holding.

In terms of coping strategies, the simulation results in this thesis show that the effects of climate and price variability on consumption are considerable, but smaller for those households with relatively large livestock endowments. In addition, the study also found that farm households with a large plantation area of eucalyptus were able to cope with the effects of variability. Therefore, our results suggest that self-coping strategies are important but not sufficient and should be complemented with

appropriate policy interventions. In terms of policy interventions, the study found that policy intervention through the expansion of credit and fertilizer subsidy along with innovation through the promotion of new crop varieties that are resilient and adapted to local conditions are the most effective adaptation options for the case of Ethiopia. In addition, the simulation results underscore that adaptation strategies composed of a portfolio of actions (such as credit and fertilizer subsidy along with new technologies) are more effective compared to a single policy intervention. For Ghana, the study suggests that if expansion of production credit is complimented by irrigation, it can provide a way to achieve food security under climate and price variability.

In order to design a best-fit intervention instead of a ‘one size fits all’ approach, it is important to capture the distribution of effects across locations as well as households. The great strength of this study is its agent-based nature, which enables exploration of how effects are distributed across farm households. The simulation results clearly show that poor farms are vulnerable to climate and price variability, under which they suffer food insecurity, while a small group of wealthy farms are better off due to higher prices achieved when selling crops. The result from this thesis further underscores the need for improving adaptive capacity, as a large proportion of farm households are unable to shield themselves against the impacts of price and climate variability.

In what follows, the study further applied standard micro-econometric techniques to examine the role of social capital and informal social networks on consumption insurance and adoption of risk mitigating land management practices. In particular, the thesis provides evidence of the effects of different dimensions of social capital on the adoption of soil and water conservation practices across households holding different levels of risk-aversion. The results of the study underscore that social capital plays a significant role in enhancing the adoption of improved farmland management practices and suggests that the effect of social capital across households with heterogeneous risk taking behaviour is different. Finally, by combining household panel data, weather data, self-reported health shocks and detailed social capital information, the last section is able to analyze how social capital buffers some of the implications of weather shocks. In particular, based on the undertaken econometric analyses, the results suggest that households are unable to protect themselves from rainfall shocks.

However, households with better social capital are more able to smooth consumption. The study then concludes that in the absence of formal financial and insurance markets, a household's ability to insure consumption against shocks is largely determined by difference in social capital levels.

## **Zusammenfassung**

Klimavariabilität und ungünstige Verteilung von Regenfällen verursachen oft erhebliche Verluste in der landwirtschaftlichen Produktion, und verschlechtern die Nahrungssicherheit. Da die direkten Auswirkungen des Klimawandels und der Klimavariabilität über den landwirtschaftlichen Sektor übertragen werden, hat die Verbesserung der Möglichkeiten für landwirtschaftliche Haushalte sich an widrige, durch das Klima verursachte Schocks anzupassen, wichtige politische Bedeutung. Die vorliegende Dissertation nutzte ein stochastisches, agentenbasiertes Modell, welches in der Lage ist, die Effekte verschiedener Anpassungsoptionen zu simulieren, indem es die dynamischen Entwicklungen von Klima und Preisen, sowie die dynamischen Anpassungsprozesse der verschiedenen landwirtschaftlichen Betriebe an die Auswirkungen dieser Veränderungen erfasst. Die in der vorliegenden Arbeit durchgeführten agentenbasierten Simulationen widmen sich der besonderen Herausforderung der Klima- und Preisänderungen im Kontext der kleinbäuerlichen Selbstversorgungslandwirtschaft, in dem sie die nicht voneinander trennbaren Produktions- und Konsumentscheidungen, sowie die Rolle des Viehbestandes für den Konsumausgleich berücksichtigen. Um die Verlässlichkeit und die Brauchbarkeit der Ergebnisse sicher zu stellen wurde das Modell in Bezug auf Nahrungssicherheit, Landnutzung und allgemeine Armutsgrenze, basierend auf beobachteten Erhebungsdaten, validiert.

Im Besonderen wurden für die vorliegende Studie disaggregierte sozioökonomische Daten, sowie disaggregierte Daten zu Preisen, Klima und Ernteerträgen genutzt, um die Auswirkungen von Klima- und Preisänderungen auf Nahrungssicherheit und Armut auf Haushaltsebene zu quantifizieren. Des Weiteren wurden Interaktionen zwischen Pflanzenbau und Tierzucht, sowie der „rekursive“ Charakter der Viehhaltung bei der Untersuchung der Effekte durch Klima- und Preisänderungen explizit berücksichtigt. Die Dissertation betrachtet darüber hinaus, wie sich bestimmte Strategien und Politikeingriffe, insbesondere diejenigen mit Bezug auf die Förderung von Krediten, verbessertes Saatgut, Düngemittelsubvention und außerbetriebliche Beschäftigung auf die Verteilung von Haushalts-Nahrungssicherheit und Armut im Ergebnis auswirken. Darüberhinaus erfasst die Studie auch die indirekten Auswirkungen durch Änderungen der Preise für landwirtschaftliche Betriebsmittel und Tierhaltung.

Was die Anpassungsstrategien betrifft, zeigen die Simulationsergebnisse dieser Dissertation, dass die Auswirkungen von Klima- und Preisvariabilität auf den Konsum zwar beträchtlich sind, jedoch für diejenigen Haushalte mit relativ großem Viehbestand kleiner sind. Außerdem fand die Studie heraus, dass landwirtschaftliche Haushalte mit ausgedehnten Flächen von Eukalyptuspflanzungen in der Lage waren mit den Effekten der Variabilität zurecht zu kommen. Demzufolge legen unsere Ergebnisse nahe, dass Eigenanpassungsstrategien zwar wichtig, jedoch nicht ausreichend sind, und deshalb mit geeigneten Politikinterventionen ergänzt werden sollten. Was die Politikinterventionen betrifft, so fand die Untersuchung heraus, dass im Falle Äthiopiens die Anpassung mittels Innovation durch die Förderung von neuen Feldfruchtsorten, die widerstandsfähig und an die lokalen Verhältnisse angepasst sind, die effektivste Anpassungsmöglichkeit darstellt; gefolgt von der Erweiterung der Kredit- und Düngemittelsubventionen. Außerdem unterstreichen die Simulationsergebnisse, dass Anpassungsstrategien bestehend aus einem Bündel von Aktionen (wie z.B. Kredit- und Düngemittelsubventionen zusammen mit neuen Technologien), wirkungsvoller sind als einzelne Politikinterventionen. Im Falle Ghanas legt die Studie nahe, dass eine Kombination von Kreditförderung und Bewässerung ein Weg sein kann, Nahrungssicherung trotz Klima- und Preisvariabilität zu erreichen.

Um eine „Best-Fit-Intervention“ entwerfen zu können, anstatt einen Einheitsansatz für alle zu verfolgen, ist es wichtig die Streuung der Effekte über alle Orte (Siedlungen) und Haushalte zu erfassen. Die große Stärke dieser Studie ist ihre agentenbasierte Herangehensweise, die dazu befähigt, zu erforschen, wie die Auswirkungen über die landwirtschaftlichen Haushalte verteilt sind. Die Simulationsergebnisse zeigen deutlich, dass arme Betriebe gegenüber Klima- und Preisvariabilität ungeschützt sind, wodurch sie unter Nahrungsunsicherheit leiden, während eine kleine Gruppe wohlhabender Betriebe durch die höheren Preise für Feldfrüchte finanziell besser gestellt sind. Das Ergebnis der vorliegenden Arbeit unterstreicht weiterhin die Notwendigkeit die Adaptationsfähigkeit zu verbessern, da ein großer Teil der landwirtschaftlichen Haushalte nicht in der Lage sind sich selbstständig gegen die Auswirkungen der Klima- und Preisvariabilität zu schützen.

Zusätzlich wurden in der Studie Standardtechniken der Mikroökonomie angewandt, um die Rolle von Sozialkapital und informellen sozialen Netzwerken auf die Konsumsicherung und die Übernahme von Landmanagementpraktiken zur Risikominderung zu untersuchen. Insbesondere liefert die Dissertation den Beleg für die unterschiedlichen Effekte der verschiedenen Dimensionen von Sozialkapital auf die Übernahme von Wasser- und Bodenschutzmaßnahmen über die verschiedenen Haushalte, mit ihren verschiedenen Risikoaversionsniveaus. Die Ergebnisse der Arbeit heben die wesentliche Rolle der Sozialfonds bei der Erleichterung der Übernahme verbesserter Anbaumethoden hervor, und deuten darauf hin, dass sich die Wirkungen des Sozialkapitals zwischen den einzelnen Haushalten mit heterogener Risikobereitschaft unterscheiden. Schlussendlich, indem Haushaltspaneldaten, Wetterdaten, selbst erhobene Daten über Krankheitsschocks und detaillierte Informationen über Sozialfonds kombiniert wurden, ist es in dem letzten Teil der Arbeit möglich zu analysieren wie Sozialkapital einige der durch Wetterschocks verursachten Folgen abfedern. Insbesondere, basierend auf den durchgeführten ökonomischen Analysen, zeigen die Ergebnisse, dass sich die Haushalte nicht selbstständig gegen Schocks durch Regenfälle schützen können. Allerdings sind Haushalte mit höherem Sozialkapital eher in der Lage den Konsum konstant zu halten. Die Forschungsarbeit folgert, dass bei Abwesenheit von formalen Finanz- und Versicherungsmärkten die Fähigkeit eines Haushalts seinen Konsum gegenüber Schocks abzusichern größtenteils von den unterschiedlichen Niveaus der Sozialkapital bestimmt wird.