

Multidimensional Impacts of Climate Change and Climate Variability on Farming Systems in Pakistan: Implications for Adaptation and Sustainable Rural Development

Dissertation

Zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor rerum agriculturalarum

(Dr. rer. Agr.)

Eingereicht an der

Lebenswissenschaftlichen Fakultät der
Humboldt-Universität zu Berlin

von

M.Sc. (Hons.) Muhammad Arshad

Präsident der Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr.-Ing. Dr. Sabine Kunst

Dekan der

Lebenswissenschaftlichen Fakultät

Prof. Dr. Richard Lucius

Gutachter

1.

2.

3.

Tag der mündlichen Prüfung:

Summary

This dissertation focuses on the impacts of climate change and variability on Pakistani farming systems in multidimensional perspectives. Specifically, it investigates the economic, agronomic and biophysical impacts of medium-term climate variability and heat stress on rice-wheat systems and farmland values in Pakistan. In addition, it investigates the potential of a crop insurance market and the drivers of farmers' willingness to pay insurance premiums. It comprises six chapters in total, out of which are four empirical papers.

First chapter provides general introduction of the climate change impacts on farming in a global perspective, narrowing it down to South Asian region and then to Pakistan. Second chapter presents an empirical analysis of the effects of medium-term climate variability (measured as deviations of climatic parameters from the historical data) and heat stress during crops' phenological stages on the rice-wheat yields and yield variability (indicative of risk) in Pakistan. The results reveal important risks to farmers' ability to obtain reliable yield levels for both crops, though wheat was considerably more sensitive than rice. Third chapter investigates the effects of similar set of climatic variables along with other important socio-economic and farm variables on the economic efficiency of rice-wheat farmers. The empirical findings indicate that both heat stress during crop growth stages and positive temperature deviation – temperature rise - reduce the economic efficiency of rice-wheat producing farmers. Fourth chapter examines the impacts of medium-term climate variability on farmland values and explores farmers' perception to climate change and consequent adaptation behaviour. The findings indicate that farmland values slightly decline in the country due to temperature rise, nevertheless farmers are relatively aware of changes in their local climatic conditions and they tend to take proactive management and adaptation decisions. The fifth chapter investigates whether crop insurance can be a viable tool to be introduced in rural Pakistan in order to cope with negative repercussions of weather extremes. The findings disclose that there is a potential of crop insurance market in the country.

Sixth and the last chapter concludes overall findings of the empirical studies conducted in this dissertation, provides important policy implications for adaptation to climate change and sustainable rural development in Pakistan. The chapter also identifies limitations of the studies and provides promising directions for future research.

Keywords: climate variability, rice-wheat, yield risk, economic efficiency, stochastic frontier model, quantile regressions, adaptive capacity, adaptation, land use, policy

Zusammenfassung

Die Dissertation befasst sich mit den Auswirkungen des Klimawandels und der daraus resultierenden Klimavariabilitäten auf Landwirtschaftssysteme in Pakistan. Die Untersuchungen erfolgen aus einer multidimensionalen Perspektive und beschäftigen sich mit den ökonomischen, agronomischen und biophysikalischen Auswirkungen von mittelfristigen Klimavariabilitäten und von Hitzestress. Die Dissertation untersucht zunächst die Ertragseffekte solcher Klimaereignisse auf die in Pakistan dominierenden Reis-Weizen-Anbausysteme. Danach wird der Blickwinkel auf die daraus resultierenden ökonomischen Effizienzverluste solcher Anbausysteme geweitet und deren Auswirkungen auf landwirtschaftliche Bodenpreise abgeleitet. Die Arbeit wird mit einer Untersuchung zu den Potentialen von Versicherungslösungen zur Absicherung der landwirtschaftlichen Betriebe vor diesen negativen Effekten sowie der Zahlungsbereitschaft der Landwirte für eine solche Versicherungslösung abgerundet. Die Dissertation umfasst insgesamt sechs Kapitel, wobei die vier empirischen Kapitel in referierten internationalen Zeitschriften publiziert wurden.

Das erste Kapitel bietet eine allgemeine Einführung in die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft zunächst aus einer globalen Perspektive, die dann für die Situation in Südasien und Pakistan konkretisiert wird. Das zweite Kapitel stellt eine empirische Analyse der Auswirkungen der mittelfristigen Klimavariabilität (gemessen als Abweichung der klimatischen Parameter von historischen Daten) und des Hitzestresses zu unterschiedlichen phenologischen Stadien der Pflanzen auf die Ertragssituation bzw. die Ertragsvariabilität (als Risikoindikator) von Weizen und Reis vor. Die Ergebnisse belegen ein steigendes Risiko für die Landwirte, unter den Bedingungen des Klimawandels ein zuverlässiges Ertragsniveau aufrecht zu erhalten. Für beide Kulturen konnte ein gestiegenes Risiko nachgewiesen werden, wobei die Klimasensitivität bei Weizen erheblich größer ist als bei Reis. Im dritten Kapitel wird die ökonomische Effizienz dieser Reis-Weizen-Anbausysteme unter den Bedingungen des Klimawandels untersucht. Dazu werden dieselben Klimavariablen wie in der ersten Untersuchung zugrunde gelegt jedoch mit weiteren relevanten sozioökonomischen und landwirtschaftlichen Variablen erweitert. Die empirischen Befunde deuten darauf hin, dass sowohl die Wärmebelastung während der Wachstumsphasen als auch der Temperaturanstieg die wirtschaftliche Effizienz des Reis-Weizen-Anbausystems

verringert. Im vierten Kapitel werden die Auswirkungen der mittelfristigen Klimavariabilität auf die Wertentwicklung von Ackerböden in Pakistan untersucht. In diesem Kontext werden auch die Wahrnehmung der Landwirte hinsichtlich des Klimawandels und das daraus resultierende Anpassungsverhalten näher beleuchtet. Die Ergebnisse zeigen, dass der Wert für Ackerland aufgrund des Temperaturanstieges leicht sinkt. Die hiervon betroffenen Landwirte sind sich der Veränderungen durch die örtlichen klimatischen Bedingungen zum Teil bewusst. Eine Reihe von proaktiven Management- und Anpassungsentscheidungen der betroffenen Betriebe konnten nachgewiesen werden. Im fünften Kapitel wird erörtert, inwiefern Ernteversicherungen ein geeignetes Instrument sein könnten, um in den betroffenen ländlichen Regionen Pakistans die negativen Auswirkungen von Wetterextremen zu bewältigen. Die Ergebnisse zeigen, dass bei den betroffenen Landwirten eine positive Zahlungsbereitschaft für Ernteversicherungen existiert und ein entsprechendes Potenzial zur Etablierung solcher Lösungen in den betroffenen Regionen besteht.

Das sechste und das letzte Kapitel fasst die Gesamtergebnisse der vorgestellten empirischen Studien der Dissertationsarbeit zusammen und liefert wichtige Hinweise für mögliche politische Konsequenzen hinsichtlich der Anpassung der betroffenen ländlichen Räume in Pakistan an den Klimawandel. Darüber hinaus werden in diesem Kapitel die Grenzen der vorgestellten Studien diskutiert und wichtige Hinweise für weiterführende wissenschaftliche Arbeiten gegeben.

Schlüsselwörter: Klimavariabilität, Reis-Weizen-Anbausysteme in Pakistan, Ernte-Risiko, ökonomische Effizienz, stochastic frontier model, quantile regression, Anpassungsfähigkeit, Anpassung an Klimawandel, Landnutzung, Politik