



Transitions towards sustainable agriculture: The case of wheat-based production systems in Egypt

Dissertation

zur Erlangung des Grades Doktor der Agrarwissenschaften (Dr. agr.)

der Landwirtschaftlichen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

von

Ahmed Abdalla

aus

Alexandria, Ägypten.

Bonn 2023

Abstract

Egypt, the world's largest wheat importer, confronts a significant disparity between its wheat production and consumption. The country's food security is increasingly precarious with an annual production of only half of its 20 million tons of wheat consumption. The population growth rate of 1.94% per year further exacerbates the situation, projecting a near doubling of wheat demand by 2050. Egypt relies heavily on Russia and Ukraine, major wheat exporters, for its wheat supply. These imports predominantly flow through Black Sea ports, but ongoing conflicts disrupt these vital supply chains, driving up food prices and deepening food security concerns in Egypt and other import-dependent nations. In response to these challenges, the Egyptian government has strategically aimed for wheat self-sufficiency, recognizing the geopolitical implications of stable wheat production. The study addressed three primary research topics:

(1) The first part of this study analyzes wheat cultivation trends in Egypt from 2000 to 2020, to identify both external pressures and system-immanent drivers that have shaped wheat self-sufficiency trends over the past two decades, and offering insights into the required actions for achieving self-sufficiency in the future.

(2) As increased domestic wheat production must confront the complex interplay of factors that influence farming practices and crop yields, the second part of this study investigates wheat productivity in the Nile Delta. The findings reveal that smallholder farmers, who are key contributors to Egypt's wheat production, face challenges related to poor access to knowledge on modern farming practices, access to resources, and market structures. The average farmer, aged 56 with 30 years of experience, holds small land holdings of approximately 1.05 hectares, yielding an average of 6.4 metric tons per hectare. Only a fraction of the cropland is allocated to wheat. The large variability in grain yields and the resulting uncertainty in the outcome of investments in modern practices represents a risk for farmers and acts as a disincentive to technology adoption. Multiple factors influence this yield variability, with cropping practices playing a substantial role. The study emphasizes that farmers' inadequate knowledge of modern agronomic practices, unbalanced fertilizer use, and irrigation inefficiencies significantly affect yields and largely explain much of the observed yield variability. The type of summer crops preceding wheat and the frequency of irrigation emerged as major factors affecting yield variations. Addressing these factors requires a comprehensive approach, including fiscal incentives to encourage larger wheat cultivation areas, sustainable agricultural practices, and improved irrigation efficiency.

(3) Millions of Egyptians rely on wheat-based *baladi* bread as a staple in their daily diet. While smallholders along the Nile have cultivated wheat for millennia, the wheat supply-demand ratio has drastically changed. The third part of this study aimed to identify system-

immanent factors such as subsistence needs and animal husbandry intensity, alongside external factors including policies as determinants of smallholders' decisions to increase or decrease wheat cultivation. Some of these factors vary across regions within the Nile River Delta, suggesting the need for tailored interventions, targeting specific social-ecological niches.

The results underline the importance of agricultural policies, (subsidized) production inputs, climate conditions, and global wheat supply chains as critical external pressure forces shaping land use and the share of the land cultivated with wheat. System-immanent drivers of land use and wheat production comprise the on-farm resource endowment, spatially variable domestic wheat supply prices, and low and variable wheat yields. This complexity of external and system-immanent determinant of production and drivers of change suggest the adoption of a holistic strategy to enhance wheat self-sufficiency in Egypt. Addressing the challenges of agricultural policies, resource access, and market structures is crucial to making wheat production more appealing to smallholders. Encouraging sustainable practices, such as a balanced nutrient supply and improved irrigation can increase yields and reduce variabilities. The study underscores the importance of removing constraints and increasing support to boost domestic production and alleviate Egypt's dependence on increasingly unreliable imports of wheat.

Zusammenfassung

Ägypten, der weltweit größte Importeur von Weizen, steht einer erheblichen Diskrepanz zwischen seiner Weizenproduktion und seinem Verbrauch gegenüber. Die Lebensmittelsicherheit des Landes ist zunehmend prekär, da die jährliche Produktion nur die Hälfte seines 20-Millionen-Tonnen- Weizenverbrauchs ausmacht. Die jährliche Bevölkerungswachstumsrate von 1,94 % verschärft die Situation weiter und lässt eine nahezu Verdopplung der Weizennachfrage bis 2050 erwarten. Ägypten ist stark von Russland und der Ukraine, beide wichtige Weizenexportländern, für seine Weizenversorgung abhängig. Diese Importe fließen hauptsächlich über Häfen im Schwarzen Meer, doch laufende Konflikte stören diese vitalen Lieferketten, treiben die Lebensmittelpreise in die Höhe und vertiefen die Bedenken hinsichtlich der Lebensmittelsicherheit in Ägypten und anderen importabhängigen Nationen. Als Reaktion auf diese Herausforderungen strebt die ägyptische Regierung strategisch die Selbstversorgung mit Weizen an und erkennt die geopolitischen Auswirkungen und die Bedeutung einer stabilen lokalen Weizenproduktion an. Die Studie umfasst drei Hauptziele:

(1) Der erste Teil dieser Studie analysiert die Trends im Weizenanbau in Ägypten von 2000 bis 2020, um sowohl externe Druckfaktoren als auch systemimmanente Treiber zu identifizieren, die die Trends zur Weizenselbstversorgung in den letzten beiden Jahrzehnten geprägt haben. Die Studie gibt Einblicke in die erforderlichen Maßnahmen, um zukünftige nachhaltige Selbstversorgung zu erreichen.

(2) Die Steigerung der inländischen Weizenproduktion erfordert eine gezielte Ansprache der komplexen Wechselwirkung von Faktoren, welche landwirtschaftliche Praktiken und Ernteerträge beeinflussen. Daher untersucht der zweite Teil dieser Studie die Weizenproduktivität pro Flächeneinheit im Nildelta. Die Ergebnisse zeigen, dass Kleinbauern, die maßgeblich zur Weizenproduktion Ägyptens beitragen, mit Herausforderungen in Bezug auf landwirtschaftliche Praktiken, Ressourcenzugang und Marktstrukturen konfrontiert sind. Der durchschnittliche Landwirt ist 56 Jahre alt, verfügt über 30 Jahre Erfahrung, bewirtschaftet kleine Flächen von etwa 1,05 Hektar und erzielt durchschnittlich einen Ertrag von 6,4 metrische Tonnen pro Hektar. Nur ein Bruchteil der Anbauflächen wird dem Weizenanbau gewidmet. Erträge sind sehr variable, was ein Risikofaktor für Landwirte darstellt und abschreckend für die Annahme verbesserter Anbauverfahren wirkt. Diese Ertragsvariationen werden von mehreren Faktoren beeinflusst, wobei landwirtschaftliche Praktiken eine wesentliche Rolle spielen. Die Studie betont, dass unzureichendes Wissen der Landwirte über moderne agronomische Praktiken, unausgewogene Düngemittelverwendung und ineffiziente Bewässerung die Weizen-Ertragsvariabilität signifikant beeinflussen. Die Art der Vorkultur in Weizenrotationen und die Häufigkeit der Bewässerung erwiesen sich als wichtige Faktoren, die die Ertragsvariabilität bedingen. Die Überwindung solcher limitierender Faktoren erfordert einen umfassenden Ansatz, einschließlich finanzieller Anreize zur Förderung größerer Weizenanbauflächen, nachhaltiger

landwirtschaftlicher Praktiken und verbesserter Bewässerungseffizienz.

(3) Millionen von Ägyptern sind auf weizenbasiertes *Baladi*-Brot als Grundnahrungsmittel angewiesen, und Kleinbauern entlang des Nils bauen seit Jahrtausenden Weizen an. Allerdings hat sich das Verhältnis von Weizenangebot und -nachfrage in der rezenten Vergangenheit drastisch verändert. Der dritte Teil dieser Studie zielt darauf ab, systemimmanente Faktoren wie Subsistenzbedürfnisse und die Intensität der Viehhaltung sowie externe Faktoren wie Politiken zu identifizieren, welche die Entscheidungen der Kleinbauern zur Steigerung oder Verringerung des Weizenanbaus bestimmen. Viele dieser Faktoren variieren räumlich zwischen den Regionen im Nil-Delta, was maßgeschneiderter Interventionen erfordert. Die Ergebnisse unterstreichen einerseits landwirtschaftliche Politiken, (subventionierte) Produktionsmittel, Klimabedingungen und globale Weizenlieferketten als kritische Bestimmungsfaktoren für die Anbaufläche von Weizen. Die Flächenerträge und die Produktivität andererseits werden vornehmlich durch systemimmanente Treiber, wie den regional variablen inländische Weizenpreis und die Ressourcenausstattung der Betriebe bedingt.

Der Weg zur Steigerung der Weizenselbstversorgung in Ägypten erfordert eine ganzheitliche Strategie. Die Bewältigung der Herausforderungen landwirtschaftlicher Politiken, des Zugangs zu Ressourcen und der Marktstrukturen ist entscheidend, um die Weizenproduktion für Kleinbauern attraktiver zu gestalten. Nachhaltige Praktiken wie eine ausgewogene Nährstoffversorgung und verbesserte Bewässerung müssen gefördert werden. Die Studie unterstreicht die Bedeutung der Beseitigung von Hindernissen und der Erhöhung von Unterstützungsdiensten, um die inländische Produktion zu steigern und Ägyptens Abhängigkeit von zunehmend unzuverlässigen Importen zu verringern.