Michael Bernardi, Christa Hainz, Paulina Maier und *Maria Waldinger*

Eine »Grüne Revolution« in Subsahara-Afrika? Herausforderungen und Chancen

IN KÜRZE

Die landwirtschaftliche Produktivität in Subsahara-Afrika, das zu den ärmsten Regionen der Welt zählt, hat sich zwar in den vergangenen Jahrzehnten leicht verbessert. Dennoch bleibt sie immer weiter hinter der Produktivität in anderen Weltregionen zurück. Anders als in anderen Regionen hat dort keine »Grüne Revolution« stattgefunden, bei der die landwirtschaftlichen Erträge durch verbessertes Saatgut und chemische Düngemittel gesteigert wurden. Für viele der in Afrika genutzten Saaten wurde bislang wenig in Forschung und Entwicklung neuen Saatguts investiert. Dies liegt an einem im Vergleich zu weiter verbreiteten Saaten niedrigen Forschungsstand und der unzureichenden Finanzierung der Forschung. Um das verbesserte Saatgut einzusetzen, benötigen die lokalen Landwirte Information über die neuen Saaten und Finanzierungsmöglichkeiten. Die Entwicklungshilfeinstitutionen können hier einen wesentlichen Beitrag leisten, indem sie sich an der Finanzierung von Forschung und Entwicklung von verbessertem Saatgut beteiligen, Forschung über die Anreize zum Einsatz neuen Saatguts fördern und die Entwicklung der finanziellen Infrastruktur weiter unterstützen.

Subsahara-Afrika ist eine der ärmsten Regionen der Welt. Die Gründe hierfür sind äußerst komplex. Politische Instabilität und fehlende Sicherheit, ein geringes Bildungsniveau, mangelhafter Zugang zu Infrastruktur und fehlende Integration in weltweite Handelsnetzwerke spielen unter anderem eine Rolle. Zudem hängt ein großer Teil der Bevölkerung nach wie vor wirtschaftlich von der Landwirtschaft ab (Suri und Udry 2022). Die landwirtschaftliche Produktivität ist sehr niedrig und wird regelmäßig durch politische oder klimatische Schocks weiter reduziert, z. B. durch Kriege, politischen Terror und Extremwetterereignisse wie Dürren oder Überschwemmungen (Addae-Korankye 2014; Bulte et al. 2022; Hübsch et al. 2022).

Verschiedene entwicklungspolitische Ansätze der internationalen Gemeinschaft oder innenpolitische Ansätze der Länder in Subsahara-Afrika versuchen dieser Armut entgegenzuwirken, z. B. durch Investitionen in Bildung, Gesundheit, Infrastruktur oder der Förderung privater Investitionen und Handelspartnerschaften. Ein anderer, komplementärer Ansatz setzt bei der landwirtschaftlichen Produktivität an. Die Idee ist, dass die tatsächliche landwirtschaftliche Produktivität in Subsahara-Afrika weit hinter der potenziellen landwirtschaftlichen Produktivität zurückbleibt, die mit modernen Anbaumethoden erreicht werden könnte (Lobell et al. 2009). Während Länder in Asien und Südamerika seit den 1960er Jahren durch verbessertes Saatgut und chemische Düngemittel die landwirtschaftlichen Erträge stark steigern konnten, blieb diese Entwicklung in Subsahara-Afrika aus. Anders als in Asien und Südamerika hat in Subsahara-Afrika keine »Grüne Revolution« stattgefunden.[1]

Dies gibt Anlass zur Sorge, zum einen, weil in der niedrigen heimischen landwirtschaftlichen Produktion einer der Gründe für die fehlende Nahrungsmittelsicherheit liegt. Zum anderen ist Subsahara-Afrika eine der Weltregionen, die besonders vom Klimawandel betroffen sind und sein werden. Wenn die Durchschnittstemperaturen und auch das Risiko von Wetterextremen aufgrund der klimatischen Veränderungen weiter zunehmen (Milly et al. 2002), wird die landwirtschaftliche Produktivität in Subsahara-Afrika zusätzlich darunter leiden und Nahrungsmittelunsicherheit und Armut werden sich weiter erhöhen (IPPC 2022).

In den letzten Jahrzehnten haben Ökonomen und Experten für landwirtschaftliche Entwicklung nach Möglichkeiten gesucht, die landwirtschaftliche Produktivität in Subsahara-Afrika durch verbessertes Saatgut, Düngemittel und modernere Anbautechnologie zu erhöhen. In diesem Artikel beleuchten wir, um welche Maßnahmen es hierbei geht, was bisher geschehen ist und wie Wissenschaftler die Effekte dieser Maßnahmen auf die landwirtschaftliche Produktivität und die Armutsreduktion einschätzen. Abschließend stellen wir konkrete Empfehlungen dar.

HINTERGRUND: DIE »GRÜNE REVOLUTION«

In Asien und Lateinamerika hat bereits seit 1960 eine »Grüne Revolution« stattgefunden. Durch die Verbreitung von Hochleistungssaatgut und chemischen Dün-

[1] Unter der »Grünen Revolution« versteht man den Einsatz verbesserten Saatguts in Kombination mit chemischen Düngemitteln, durch die landwirtschaftlichen Erträge in Südamerika und Asien stark gestiegen sind (Evenson und Gollin 2003). Die Grüne Revolution wird aber auch mit starken Umweltproblemen in Verbindung gebracht.

Der Beitrag ist im Rahmen des Projekts *Understanding successful adaptation to climate change in developing countries and the role of development finance tools* der Bill & Melinda Gates Stiftung entstanden.

gern haben sich die Getreideernten in Südamerika und Asien seit 1960 vervierfacht (Carter et al. 2021). Hochleistungssaatgut ist qualitativ verbessertes Saatgut, das besonders ertragreich ist, häufig Dürren oder Überschwemmungen besser aushalten kann und an die jeweiligen lokalen Bedingungen angepasst ist (Bulte et al. 2022; Emerick et al. 2016).

In einer großanlegten Studie zeigen Gollin et al. (2021), dass die erhöhte landwirtschaftliche Produktivität auch positive Auswirkungen auf wichtige Entwicklungsindikatoren, wie das Bruttoinlandsprodukt, hatte.[2] Neben den positiven wirtschaftlichen Effekten gab es auch negative Auswirkungen z. B. auf die Umwelt (Pingali 2012; World Bank 2007).

BESTANDSAUFNAHME IN SUBSAHARA-AFRIKA: WAS IST BISHER GESCHEHEN?

Die landwirtschaftliche Produktivität in Subsahara-Afrika hat sich über die vergangenen Jahrzehnte leicht verbessert hat. Sie bleibt aber immer weiter hinter den Erträgen in anderen Weltregionen zurück (Suri und Udry 2022). Ein Faktor hierfür ist, dass die eingesetzten landwirtschaftlichen Methoden weit hinter dem zurückbleiben, was möglich wäre. Auf die Frage, warum das so ist, gibt es eine Reihe von möglichen Antworten: fehlende Ersparnisse, Kredite oder Versicherungen, ein hohes Risiko (besonders in den ersten Jahren), fehlender Zugang zu Absatzmärkten, mangelhafte Infrastruktur sowie sozio-ökonomische oder kulturelle Barrieren (Bridle et al. 2019; Suri 2022).

Verschiedene Initiativen zielen darauf ab, dies zu ändern. Zehn Länder in Subsahara-Afrika subventionieren seit 2003 Agrar-Inputs mit dem Ziel, verbessertes Saatgut und chemische Düngemittel zu niedrigeren Preisen zur Verfügung zu stellen (Carter et al. 2021).

Die »Consultative Group on International Agricultural Research« (CGIAR) hat über 200 verbesserte und klimaverträgliche Maisvarianten entwickelt, die in dürreanfälligen Gebieten rund ein Viertel mehr Ertrag bringen als herkömmliche Sorten (CGIAR 2023a). Eine Untersuchung im Jahr 2017 ergab, dass die Verbreitung von verbesserten Reissorten die Nahrungssicherheit von über 7 Mio. Einwohnern in 16 Ländern in Subsahara-Afrika verbessert hat (Renkow et al. 2010; CGIAR 2023b).

Ertragreiche Sorten werden in Subsahara-Afrika bereits eingesetzt, wenn auch unterschiedlich oft. In einer randomisierten Kontrollstudie in Mosambik im Jahr 2010 verwendeten etwa 54 % der Landwirte bereits verbessertes Saatgut (Carter et al. 2021). Bei Maisbauern in Uganda war es 36 % (Sheahan et al. 2014).

[2] Eine Zunahme des Anbaus von Hochertragssorten um 10 Prozentpunkte führt zu einem Anstieg des BIP pro Kopf um etwa 15 %. 60 % des BIP-Anstiegs führen die Autoren auf einen Zuwachs der landwirtschaftlichen Produktivität zurück – die übrigen 40 % auf eine Umorientierung der Arbeitnehmer von der Landwirtschaft auf andere Tätigkeitsbereiche.

AUSWIRKUNGERN VON VERBESSERUNGEN IM SAATGUT UND IN LANDWIRTSCHAFTLICHEN TECHNOLOGIEN AUF DIE ERTRÄGE

Eine Reihe von Studien hat untersucht, wie sich landwirtschaftliche Technologien auswirken können. In Tansania konnten Landwirte die Maisernte um 40 % steigern, und Ernteausfälle waren nur noch halb so wahrscheinlich, nachdem hochwertiges Saatgut verwendet wurde und die Landwirte vollständige Information über die Qualität des Saatguts hatten (Bulte et al. 2022). Dies führen die Autoren der Studie auf eine technologische und eine verhaltensbezogene Reaktion der Landwirte zurück. Erstens bringen verbesserte Sorten rein technologisch betrachtet durchschnittlich höhere Erträge mit sich. Zweitens wenden die Landwirte mehr Arbeitskraft für die Maisproduktion auf. Wenn sich die Landwirte über die Qualität allerdings nicht vollkommen sicher sind, setzen sie weniger Arbeitskraft ein, weshalb die Erträge dann geringer ausfallen (Bulte et al. 2022).

Zusätzliche Maßnahmen wie die Subventionierung von Inputs oder verbesserte Lagermethoden können die Verwendung von neuen Technologien fördern und somit ähnliche Auswirkungen hinsichtlich der Erträge auslösen (Omotilewa et al. 2018). Zum Beispiel führten Carter et al. (2021) ein randomisiertes Experiment in Mosambik durch. Hierbei wurden staatliche Subventionen für Inputs zufällig an Maisbauern verteilt. Obwohl die Subventionen nur kurzfristig gewährt wurden, hatten sie langfristige Auswirkungen in Form von höheren Maiserträgen und positiven externen Effekten im sozialen Netzwerk der Landwirte. Außerdem wurden positive Auswirkungen auf den Lebensstandard in Form des Pro-Kopf-Konsums der subventionierten Haushalte festgestellt (Carter et al. 2021).

Darüber hinaus gibt es Hinweise darauf, dass verbessertes Saatgut die Produktivität sowohl direkt als auch indirekt erhöhen kann. In Indien verteilten Emerick et al. (2016) randomisiert flutresistenten Reis an indische Landwirte. Es zeigt sich, dass der flutresistente Reis die landwirtschaftliche Produktivität erhöht, indem er Investitionen der Landwirte in moderne Produktionsmittel und Anbaumethoden begünstigt (Crowding-in-Effekt). So hat der neue Reis unter anderem den Gebrauch von Düngemitteln, landwirtschaftlichen Krediten und arbeitsaufwändigeren Anbautechniken gefördert. Obwohl das Risiko effektiv nur in Jahren mit Überschwemmungen verringert wird, kann dadurch auch die Produktivität in normalen Jahren gesteigert werden.

WELCHE FAKTOREN VERHINDERN INVESTITIONEN IN LANDWIRTSCHAFTLICHEN TECHNOLOGIEN?

Oft haben Landwirte in Subsahara-Afrika Zugang zu den lokalen Märkten für Düngemittel und verbessertes Saatgut, aber nur eine Minderheit von ihnen entscheidet sich, in diese Produkte zu investieren. So stellten

Duflo et al. (2008) in Nigeria fest, dass nur 37 % der Landwirte Düngemittel und 37,5 % Hybridsaatgut verwendeten, obwohl die jährliche Rendite solcher Investitionen 69 % übersteigt. Andere Studien analysieren die Gründe für diese geringe Akzeptanz und finden mehrere Ursachen.

Erstens weisen Bridle et al. (2020) darauf hin, dass die Landwirte im Laufe des Jahres selten Geld einnehmen, sondern typischerweise erst nach der Erntesaison. Dadurch ist es für sie schwieriger, in die landwirtschaftliche Produktivität zu investieren. Hinzu kommt, dass Firmen in Subsahara-Afrika im Schnitt kleine Betriebe sind, die Mikrofinanzierungsinstrumente nutzen. Brune et al. (2016) haben gezeigt, dass solche Instrumente die Ausgaben für landwirtschaftliche Betriebsmittel um 13 % und die Produktion um 24 % steigern können. Kreditmärkte mit kleinen privaten Kreditnehmern sind jedoch durch Selektionseffekte (Adverse Selection) gekennzeichnet, wie erstmals von Stiglitz und Weiss (1981) aufgezeigt wurde. Landwirte würden in diesem Fall mit höheren Zinssätzen von Kreditgebern konfrontiert, was dazu führt, dass einige aus dem Kreditmarkt ausgeschlossen werden. Ein von Beaman et al. (2021) in Mali durchgeführtes Experiment zeigt eine weitere Weise für den Rückzug der Landwirte aus den Kreditmärkten, denen Zugang zu Finanzmitteln gewährt wurde. In diesem Fall hat ein Teil der Landwirte keine Kredite aufgenommen, weil sie nur niedrige künftige reale Renditen erwarteten und diese die Investition nicht rechtfertigten.

Es besteht zwar ein breiter Konsens im Blick auf die Rolle von Kredithindernissen, doch zeigen sich auch heterogene Reaktionen der Landwirte, die auf eine Vielzahl von Faktoren zurückzuführen sind. Ein wichtiger Teil der Literatur befasst sich mit den Verhaltensfaktoren, die den Investitionsentscheidungen der Landwirte zugrunde liegen. Diese reichen von Zeitdiskontierung bis hin zu Aversion gegen Unsicherheit und Überforderung (*Choice Overload*). Duflo et al. (2011) fanden heraus, dass kleine Rabatte auf Düngemittel, die zeitig nach der Ernte gewährt werden, den Landwirten in Kenia dabei helfen, rationalere Investitionsentscheidungen zu treffen, indem sie die Gegenwartsbezogenheit überwinden. Ähnliche Studien bewerten die soziale Dimension, da Landwirte sowohl durch ihre wirtschaftlichen Anreize als auch durch den Einfluss ihrer Gemeinschaft motiviert werden können. Bandiera und Rasul (2006) stellen fest, dass in Mosambik Netzwerke von Freunden und Verwandten dazu beitragen, die Einführung von effizienterem Saatgut zu verbreiten, insbesondere bei denjenigen, die weniger Informationen über die Technik besitzen. Conley et al. (2004) zeigen zudem, dass Einzelpersonen über gute Produktionsfaktoren lernen, die von Menschen in ihrer Informationsumgebung eingesetzt werden.

Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass eine Vielzahl weiterer einschränkender Faktoren eine Rolle spielen, die beispielsweise das Risikomanagement und den Zugang zu Input- und Output-Märkten betreffen (Emerick et al. 2016).

Abb. 1

Ernteerträge in Asien und in Subsahara-Arika

Quelle: Faostat (https://www.fao.org/faostat/en/%3F%23data#data/QCL).

© ifo Institut

DIE ROLLE EINER VERBESSERTEN FINANZIERUNG FÜR NEUE TECHNOLOGIEN

Die Steigerung der landwirtschaftlichen Erträge unter Berücksichtigung der oben genannten Herausforderungen erfordert die Bereitstellung von Finanzmitteln in mehreren Bereichen.

Zum einen könnten internationale Institutionen gezielt die Landwirte unterstützen, indem sie die Verfügbarkeit von Krediten für Landwirte bei den lokalen Banken erhöhen (Foster und Rosenzweig 2010). Kredite werden benötigt, um die Zeit zwischen dem Kauf des Saatgutes und dem Verkauf der produzierten Lebensmittel zu überbrücken. Dies setzt aber den Zugang zum formellen Finanzsektor voraus, der in Subsahara-Afrika im Allgemeinen und im ländlichen Raum im Besonderen bislang häufig nicht gegeben ist (World Bank 2023). Alternativ dazu schlagen Carter et al. (2021) vor, dass kurzfristige Input-Subventionen bereitgestellt werden.

Zum anderen ist es sinnvoll, dass die Entwicklungshilfeinstitutionen die Finanzierung von Forschung und Entwicklung von verbessertem Saatgut unterstützen. Geht man davon aus, dass Forschung und Entwicklung zur Verbesserung von Saatgut ein öffentliches Gut darstellt, haben private Kapitalgeber wenig Anreiz zu investieren (Pingali 2012). Daher sollten die Möglichkeiten ausgeschöpft werden, diese Anstrengungen über Entwicklungshilfe zu finanzieren.

Schließlich könnten diese Institutionen ergänzende Strukturen finanzieren, wie Bewässerungssys-

teme oder eine bessere Infrastruktur zur Senkung der Transportkosten (Otsuka und Larson 2013; Suri und Udry 2022).

EMPFEHLUNGEN FÜR POLITIK UND WISSENSCHAFT

In Subsahara-Afrika ist die landwirtschaftliche Produktivität bislang niedrig und wird zudem durch den Klimawandel bedroht, der mit einer Zunahme von Extremwetterereignissen einhergeht. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Entwicklung von verbessertem Saatgut. Für viele der in Afrika genutzten Saaten wurde bislang wenig in Forschung und Entwicklung neuen Saatguts investiert. Dies liegt zum einen an dem im Vergleich zu weiter verbreiteten Saaten niedrigen Forschungsstand. Zum anderen stellt sich die Frage nach der Finanzierung. Hier sollten alle an der Entwicklungshilfe beteiligten Institutionen gemeinsam nach Finanzierungsmöglichkeiten suchen. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass sich viele Kapitalgeber künftig verstärkt an Nachhaltigkeitskriterien ausrichten werden. So enthält die EU-Taxonomie Kriterien für die Nachhaltigkeit von Wirtschaftstätigkeiten in Bezug auf die Ziele Klimawandel und Anpassung an den Klimawandel ebenso wie für die Ziele nachhaltige Nutzung und Schutz von Wasserressourcen sowie Schutz von Ökosystemen und Biodiversität (Umweltbundesamt 2023).

Sobald das verbesserte Saatgut zur Verfügung steht, muss es von den lokalen Landwirten ausgebracht werden. Dabei stellen die Information und die Finanzierung zwei wesentliche Erfolgsfaktoren dar. Hier sollte die für die Entwicklung notwendige Zeit genutzt werden, um beide Faktoren zu verbessern. Die hier erwähnten Studien haben gezeigt, dass die Ausbringung von verbessertem Saatgut kein Selbstläufer ist. Deshalb sollte systematisch erforscht werden, auf welche Weise die Landwirte unterstützt werden können das neue Saatgut einzusetzen. Hier sind beispielsweise Informationskampagnen zu verschiedenen Aspekten dieser neuen Inputs denkbar.

Da die finanziellen Herausforderungen in einem Umfeld mit vermehrten Extremwettereignissen und teurer werden Produktionsfaktoren zunehmen werden, sollten auch die verschiedenen Möglichkeiten der Ausgestaltung und Gewährung finanzieller Unterstützung vorbereitet werden. In allen Fällen ist das Vorhandensein eines funktionsfähigen und inklusiven Finanzsystems eine wichtige Voraussetzung, um Unterstützung auszureichen. Die Entwicklung der finanziellen Infrastruktur könnte durch Programme der Entwicklungszusammenarbeit gefördert werden.

Wie anfangs bereits erwähnt, sollte der Fokus jedoch nicht ausschließlich auf der Produktivitätssteigerung der Landwirtschaft liegen. Um Wachstum und Entwicklung in Subsahara-Afrika allgemein zu fördern, sind unter anderem Verbesserungen in den Bereichen Sicherheit, politische Stabilität und Bildung notwendig. Nachhaltiges Wachstum und Entwicklung können nur durch ein komplexes Zusammenspiel verschiedenster Maßnahmen erreicht werden. Dennoch ist die Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktivität ein wesentlicher Schritt zur Wachstumssteigerung bei gleichzeitiger Anpassung an den Klimawandel.

REFERENZEN

Abate, G. T., T. Bernard, A. de Brauw und N. Minot (2018), »The Impact of the Use of New Technologies on Farmers' Wheat Yield in Ethiopia: Evidence from a Randomized Control Trial«, *Agricultural Economics* 49(4), 409–421.

Addae-Korankye, A. (2014), »Causes of Poverty in Africa: A Review of Literature«, *American International Journal of Social Science* 3(7), 147–153.

Beaman, L., A. BenYishay, J. Magruder und A. Mushfiq Mobarak (2021), »Can Network Theory-Based Targeting Increase Technology Adoption?«, *American Economic Review* 111(6), 1918–1943.

Bold, T., K. C. Kaizzi, J. Svensson und D. Yanagizawa-Drott (2017), »Lemon Technologies and Adoption: Measurement, Theory and Evidence from Agricultural Markets in Uganda«, *The Quarterly Journal of Economics* 132(3), 1055–1100.

Bridle, L., J. Magruder, C. McIntosh und T. Suri (2020), »Experimental Insights on the Constraints to Agricultural Technology Adoption«, Working Paper, UC Berkely CEGA White Paper.

Bulte, E., S. Di Falco, M. Kassie und X. Vollenweider (2022), »Low-Quality Seeds, Labor Supply and Economic Returns: Experimental Evidence from Tanzania«, *The Review of Economics and Statistics*, 1–33.

Carter, M., R. Laajaj und D. Yang (2021), »Subsidies and the African Green Revolution: Direct Effects and Social Network Spillovers of Randomized Input Subsidies in Mozambique«, *American Economic Journal: Applied Economics* 13(2), 206–229.

CGIAR – Consultative Group on International Agricultural Research (2023a), »Climate Smart Maize«, verfügbar unter https://www.cgiar.org/innovations/climate-smart-maize/.

CGIAR – Consultative Group on International Agricultural Research (2023b), »New Rice for Africa«, verfügbar unter https://www.cgiar.org/innovations/new-rice-for-africa/.

Conley, T. G. und C. R. Udry (2010), »Learning about a New Technology: Pineapple in Ghana«, *American Economic Review* 100(1), 35–69.

Duflo, E., M. Kremer und J. Robinson (2008), »How High Are Rates of Return to Fertilizer? Evidence from Field Experiments in Kenya«, *American Economic Review* 98(2), 482–488.

Duflo, E., M. Kremer und J. Robinson (2011), »Nudging Farmers to Use Fertilizer: Theory and Experimental Evidence from Kenya«, *American Economic Review* 101(6), 2350–2390.

Emerick, K., A. De Janvry, E. Sadoulet und M. H. Dar (2016), »Technological Innovations, Downside Risk, and the Modernization of Agriculture«, *American Economic Review* 106(6), 1537–1561.

Evenson, R. E. und D. Gollin (2003), »Assessing the Impact of the Green Revolution, 1960 to 2000«, *Science* 300(5620), 758–762.

Foster, A. D. und M. R. Rosenzweig (2010), »Microeconomics of Technology Adoption«, *Annual Review of Economics* 2(1), 395–424.

Gollin, D., C. W. Hansen und A. M. Wingender (2021), »Two Blades of Grass: The Impact of the Green Revolution«, *Journal of Political Economy* 129(8), 2344–2384.

Hübsch, T., M. Waldinger, F. Wintersteller und G. Wolf (2022). »Ernährungssicherheit in Subsahara-Afrika: Auswirkung von Klimawandel und bewaffneten Konflikten«, *ifo Schnelldienst* 75(8), 18–23.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2022), »Summary for Policymakers«, in: H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem und B. Rama (Hrsg.), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, 3–33.

Jayne, T. S., N. M. Mason, W. J. Burke und J. Ariga (2018), »Taking Stock of Africa's Second-Generation Agricultural Input Subsidy Programs«, *Food Policy* 75, 1–14.

Karlan, D., R. Osei, I. Osei-Akoto und C. Udry (2014), »Agricultural Decisions after Relaxing Credit and Risk Constraints«, *The Quarterly Journal of Economics* 129(2), 597–652.

Lobell, D. B., K. G. Cassman und C. B. Field (2009), »Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes, and Causes«, *Annual Review of Environment and Resources* 34, 179–204.

Milly, P. C. D., R. T. Wetherald, K. A. Dunne und T. L. Delworth (2002), »Increasing Risk of Great Floods in a Changing Climate«, *Nature* 415(6871), 514–517.

Omotilewa, O. J., J. Ricker-Gilbert, J. H. Ainembabazi und G. E. Shively (2018), »Does Improved Storage Technology Promote Modern Input Use and Food Security? Evidence from a Randomized Trial in Uganda«, *Journal of Development Economics* 135, 176–198.

Oriana B. und I. Rasul (2006), »Social Networks and Technology Adoption in Northern Mozambique«, *The Economic Journal* 116(514), 869–902.

Otsuka, K. und D. F. Larson (2013), »Towards a Green Revolution in Sub-Saharan Africa«, *An African Green Revolution: Finding Ways to Boost Productivity on Small Farms*, 281–300.

Pingali, P. L. (2012), »Green Revolution: Impacts, Limits, and the Path Ahead«, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(31), 12302–12308.

Renkow, M. und D. Byerlee (2010), »The Impacts of CGIAR Research: A Review of Recent Evidence«, *Food policy* 35(5), 391–402.

Sheahan, M., C. B. Barrett und M. B. Sheahan (2014), »Understanding the Agricultural Input Landscape in Sub-Saharan Africa: Recent Plot, Household, and Community-Level Evidence«, World Bank Policy Research Working Paper 7014.

Suri, T. und C. Udry (2022), »Agriculturaworld Hel technology in Africa«, *Journal of Economic Perspectives* 36(1), 33–56.

Tsusaka, T. und K. Otsuka (2013), »The Impact of Technological Changes on Crop Yields in Sub-Saharan Africa, 1967–2004«, *An African Green Revolution: Finding Ways to Boost Productivity on Small Farms*, 95–120.

Woods, N. (2023), »A Memo to the Next World Bank President«, verfügbar unter https://www.project-syndicate.org/commentary/world-bank-next-president-must-shake-up-institution-and-help-fight-climate-change-by-ngaire-woods-2023-03?barrier=accesspaylog.

World Bank (2007), *World Development Report 2008: Agriculture for Development.* The World Bank, Washington D.C.

World Bank (2022), »Low Income«, verfügbar unter https://data.worldbank.org/income-level/low-income.

World Health Organization (2019), *The State of Food Security and Nutrition in the World 2019: Safeguarding against Economic Slowdowns and Downturns*, Food & Agriculture Organization.