

# BEWÄSSERT:

Innovative Bewässerungsstrategien für Afrika







# BEWÄSSERT:

Innovative Bewässerungsstrategien für Afrika

## Danksagung

Das Malabo Montpellier Panel wird großzügig von der Afrikanischen Entwicklungsbank (AfDB), dem Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) und dem britischen Ministerium für internationale Entwicklung gefördert.

Dieser Bericht wurde vom Malabo Montpellier Panel verfasst. Er wurde unter Federführung von Katrin Glatzel (IFPRI), Mahamadou Tankari (IFPRI) und Kathrin Demmler (Imperial College London) unter der Leitung von Ousmane Badiane und Joachim von Braun, den Vorsitzenden des Panels, erstellt. Besondere Anerkennung gilt hierbei den Panel-Mitgliedern Ishmael Sunga, Sheryl Hendriks, Patrick Caron, Gordon Conway und Agnes Kalibata für ihre Expertenmeinungen und Ratschläge. Wir möchten uns außerdem bei Claudia Ringler (IFPRI), Bernhard Tischbein (Universität Bonn), Alisher Mirzabaev (Universität Bonn), Rahel Deribe (Universität Bonn), Meera Shah (Imperial College London), Bill Garthwaite (Weltbank), Fatima Ezzahra Mengoub (Policy Center for the New South) und Fred Kizito (CIAT) für ihr Feedback und ihre Ratschläge bedanken. Der Bericht wurde von WREN*media* mit Unterstützung von Hawa Diop (IFPRI) gestaltet.



# Vorwort

Unter Kleinbauern in Afrika wächst zunehmend das Interesse an Bewässerung, da mit dem Klimawandel das Wetter zunehmend unberechenbarer wird. Gleichzeitig benötigt die wachsende Bevölkerung auf dem gesamten Kontinent mehr Nahrung und eine zuverlässige und beständige Nahrungsmittelversorgung. Um angesichts zunehmend extremer Wetterverhältnisse die Ernährungssicherheit des Kontinents zu gewährleisten und die Transformation der Landwirtschaft voranzutreiben, könnte es helfen, landwirtschaftliche Bewässerung zu einer vorrangigen politischen Priorität zu machen und auszubauen.

Erfolgreiche Partnerschaften zwischen Landwirten, Regierungen und der Privatwirtschaft sind Voraussetzung für die Ausweitung und Verbesserung von Bewässerungssystemen aller Art. Erforderlich sind Steuersenkungen für importierte Technologien und Maschinen, Unterstützung beim Aufbau einer afrikanischen Industrie im Bereich Bewässerungstechnologie, Schulungen von Landwirten im Umgang mit Bewässerungssystemen und die Regulierung der Wassernutzung in der Landwirtschaft gestützt auf langfristige Kosten- und Nutzenerwägungen unter Berücksichtigung von Umweltaspekten. Ein sehr wichtiger Aspekt für Innovation im Bereich Bewässerung sind dabei die institutionellen Rahmenbedingungen, die Ansätze zur Zusammenarbeit und nicht nur technische Innovationen umfassen.

Aus Interventionen in verschiedenen afrikanischen Ländern lassen sich wichtige Lehren ziehen. Der aktuelle Bericht – *Bewässert: Innovative Bewässerungsstrategien für Afrika* – ist die Zusammenfassung einer systematischen Analyse dessen, was sechs afrikanische Länder an der Spitze des Fortschritts in Sachen Bewässerung erfolgreich gemacht haben. Der Bericht analysiert, welche institutionellen und politischen Innovationen umgesetzt wurden, um Bewässerung stärker zu verbreiten. Einige dieser Innovationen lassen sich auf den gesamten Kontinent ausweiten, um so Regierungen bei der Erreichung der Ziele der Agenda 2063 der Afrikanischen Union und der Malabo-Erklärung zu unterstützen.

Ziel dieses Berichts ist es, Interventionen zu identifizieren die funktionieren und Möglichkeiten für politische und programmatische Innovationen zu empfehlen, die eine Verbesserung oder Ausweitung der derzeitigen Bewässerungssysteme ermöglichen. Diese Strategien sollten ebenso vielfältig sein wie die afrikanischen Länder und die verschiedenen Agrarökologien. Sie können von Landwirten vorangetriebene Kleinbewässerungssysteme ebenso umfassen wie Großbewässerungssysteme, die von Regierungen und der Privatwirtschaft unterstützt werden. Entscheidend ist, dass sämtliche Bewässerungssysteme und Technologien an die lokale Umgebung und die Bedürfnisse der Kleinbauern angepasst sind. Außerdem soll mit Wasser und den natürlichen Ressourcen, von denen die Landwirtschaft abhängt, ökologisch nachhaltig umgegangen werden.

Das Malabo Montpellier Panel bringt 17 führende Experten aus den Bereichen Landwirtschaft, Ökologie, Ernährung und Ernährungssicherheit zusammen. Es möchte politische Entscheidungen von afrikanischen Regierungen unterstützen und die Verwirklichung der Ernährungssicherheit und verbesserten Ernährung in Afrika beschleunigen. Das Panel identifiziert Fortschritte und positive Veränderungen auf dem Kontinent und erfasst, was besonders erfolgreiche Länder anders gemacht haben. Es identifiziert die wichtigsten institutionellen Innovationen sowie politischen und programmatischen Interventionen, die von anderen Ländern übernommen und ausgeweitet werden können. Das zugehörige Malabo Montpellier Forum bietet eine Plattform zur Förderung politischer Innovationen, indem mithilfe der vom Panel bereitgestellten Evidenzgrundlage Dialog und Austausch zwischen hochrangigen Entscheidungsträgern über afrikanische Landwirtschaft, Ernährung und Ernährungssicherheit unterstützt werden.



**Ousmane Badiane**

*Co-Vorsitzendes, Malabo Montpellier Panel*



**Joachim von Braun**



# DAS MALABO MONTPELLIER PANEL

Das Malabo Montpellier Panel besteht aus einer Gruppe führender afrikanischer und europäischer Experten aus den Bereichen Landwirtschaft, Ökologie, Ernährungssicherheit, Ernährung, und globale Entwicklung. Seine Hauptaufgabe ist die Förderung eines evidenzbasierten Dialogs der politischen Entscheidungsträger auf höchster Ebene. Die vom Panel verfassten Berichte sollen informierte politische Entscheidungen ermöglichen und Entscheidungsträger darin unterstützen, die ambitionierten Ziele in der Agenda 2063 der Afrikanischen Union, der Malabo-Erklärung und der globalen Entwicklungsagenda schneller zu erreichen. Das Panel arbeitet mit afrikanischen Regierungen und zivilgesellschaftlichen Organisationen zusammen, um diese zu unterstützen und ihnen evidenzbasierte Forschungsergebnisse zu liefern, um geeignete Maßnahmen zu entwickeln, welche die Landwirtschaft, Ernährungssicherheit und Ernährung fördern.



**Ousmane Badiane**  
**SENEGAL | Co-Vorsitzender**  
*Afrika-Leiter, International Food Policy Research Institute (IFPRI)*



**Joachim von Braun**  
**ALLEMAGNE | Co-Vorsitzender**  
*Direktor, Zentrum für Entwicklungsforschung (ZEF) Universität Bonn*



**Debisi Araba** **NIGERIA**  
*Afrika-Leiter, Internationales Zentrum für tropische Landwirtschaft (CIAT)*



**Sheryl Hendriks** **SÜDAFRIKA**  
*Direktorin, Institut für Ernährung und Wohlbefinden, Universität Pretoria*



**Tom Arnold** **IRLAND**  
*Vorsitzender, Europäische Kommission Task Force on Rural Africa (TFRA)*



**Muhammadou M.O. Kah** **GAMBIA**  
*Vizepräsident für Lehr- und Studienangelegenheiten / Provost und Professor für Technologie und Innovationen, Amerikanische Universität Nigeria*



**Noble Banadda** **UGANDA**  
*Vorsitzender, Institut für Agrar- und Biosystemtechnik, Universität Makerere*



**Agnes M. Kalibata** **RUANDA**  
*Vorsitzende, Bündnis für eine Grüne Revolution in Afrika (AGRA)*



**Patrick Caron** **FRANKREICH**  
*Vorsitzender der hochrangigen Expertengruppe (HLPE) zu Ernährungssicherheit und Ernährung*



**Nachilala Nkombo** **SAMBIA**  
*Landesdirektorin des Weltweiten Fonds für Natur (WWF)*



**Gordon Conway** **VEREINIGTES KÖNIGREICH**  
*Professor für internationale Entwicklung, Imperial College London*



**Wanjiru Kamau-Rutenberg** **KENIA**  
*Direktorin, Afrikanische Frauen in Agrarforschung und Entwicklung (AWARD)*



**Gebisa Ejeta** **ÄTHIOPIEN**  
*Leiter des Lehrstuhls für Pflanzenzucht und -genetik sowie internationale Landwirtschaft, Universität Purdue*



**Ishmael Sunga** **ZIMBABWE**  
*Vorstandsvorsitzender, Südafrikanischer Gewerkschaftsbund (SACAU)*



**Karim El Aynaoui** **MAROKKO**  
*Geschäftsführer Policy Center for the New South*



**Rhoda Peace Tumusiime** **UGANDA**  
*Ehemalige Kommissarin für Landwirtschaft und Wirtschaft im ländlichen Raum, Kommission der Afrikanischen Union (AUC)*



**Ashok Gulati** **INDIEN**  
*Infosys-Lehrstuhl für Landwirtschaft Indischer Rat für die Erforschung internationaler Wirtschaftsbeziehungen (ICRIER)*





# Einleitung

In ganz Afrika wurden erhebliche Fortschritte bei der Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität, der Verringerung der Armut, der Schaffung neuer Beschäftigungsmöglichkeiten und der Verbesserung der Lebensgrundlagen erzielt. Bevölkerungswachstum, demografischer Wandel, Verstädterung und Klimawandel führen jedoch dazu, dass der Druck auf die Landwirtschaft, mehr Nahrungsmittel verfügbar und zugänglich zu machen, stark zunimmt.

In zahlreichen Ländern des Kontinents sind Niederschläge stark schwankend oder unzureichend. Dennoch stützt sich die Nahrungsmittelproduktion fast ausschließlich auf Regenfeldbau. Wenn es nur eine Anbausaison gibt, sind die Landwirte daher anfälliger gegenüber wechselhaften Niederschlägen und Dürren, was zu geringen Ernteerträgen und Einnahmen führt. Derzeit werden nur 6 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Afrika bewässert,<sup>1</sup> und im Durchschnitt ist die mit Bewässerungssystemen ausgestattete Fläche zwischen 1990 und 2015 nur um 1,5 Prozent gewachsen.<sup>2</sup> Gleichwohl gibt es ein großes Potenzial zum Ausbau der Bewässerung, insbesondere in den Ländern südlich der Sahara.<sup>3</sup>

Durch die stärkere Nutzung des Bewässerungspotenzials der einzelnen Länder könnten die Produktivität der bestehenden landwirtschaftlichen Flächen gesteigert und die Vegetationsperioden über das Jahr hinweg ausgedehnt werden. Dadurch würden sich auf dem gesamten Kontinent Armut, Ernährungsunsicherheit und Importabhängigkeit verringern. Zur Ausweitung und Verbesserung von Bewässerungssystemen sind jedoch individuelle und gemeinsame Maßnahmen der Regierungen, der Privatwirtschaft und der Gemeinschaften in ländlichen und städtischen Gebieten erforderlich.

Aus erfolgreichen Interventionen in mehreren afrikanischen Ländern lassen sich Lehren ziehen, die für den gesamten Kontinent übernommen und ausgeweitet werden können. Dieser Bericht beschreibt, was diese Länder richtig gemacht haben, welches die Gründe dafür sind und wie im Bereich Bewässerung messbare Erfolge erzielt werden können. Insbesondere identifiziert der Bericht die wichtigsten institutionellen Innovationen sowie politischen und programmatischen Interventionen, die von anderen Ländern zur Entwicklung und Ausweitung von Bewässerungssystemen übernommen und ausgebaut werden können.

Zu Beginn des Berichts finden sich eine Übersicht der Herausforderungen für die Landwirtschaft, mehr Nahrung verfügbar und zugänglich zu machen, und eine Darstellung des Potenzials von Bewässerung, um die Landwirtschaft für Kleinbauern produktiver, effizienter und profitabler zu gestalten. Im folgenden Teil werden das Potenzial einer Ausweitung der Bewässerung in ganz Afrika und die damit einhergehenden Hindernisse, einschließlich einer Analyse der inhärenten Risiken und gewünschten Ergebnisse von Bewässerung, erörtert. Der Bericht befasst sich mit den in Afrika eingesetzten herkömmlichen und innovativen Klein- und Großbewässerungsansätzen und -technologien. Anschließend folgt eine Auswertung der Erfahrungen von sechs afrikanischen Ländern, die bei der institutionellen und politischen Gestaltung im Bereich der landwirtschaftlichen Bewässerung besonders innovativ und erfolgreich waren. Abschließend präsentiert der Bericht einige wichtige gewonnene Erkenntnisse und neun Empfehlungen für Maßnahmen durch afrikanische Regierungen und die Privatwirtschaft.



Tröpfchenbewässerung auf einem Gemüsefeld, Kenia

# 1. Die Herausforderungen

Der wachsende Bedarf an Nahrungsmitteln, Wasser und Energie infolge von Bevölkerungswachstum, demografischem Wandel und Verstädterung setzt die Landwirtschaft unter Druck, mehr Nahrung verfügbar und zugänglich zu machen sowie vielfältigere und nahrhaftere Nahrungsmittel zu produzieren. Hierfür sind, vermutlich in Afrika mehr als in anderen Regionen, Landwirtschaft und Kleinbauern entscheidend. Dies hat in zahlreichen afrikanischen Ländern zu einer schnellen Steigerung der öffentlichen Investitionen in die Landwirtschaft geführt. In den letzten beiden Jahrzehnten wurden zwar erhebliche Fortschritte bei der Bekämpfung von Hunger und der Verbesserung der Lebensgrundlagen erzielt, jedoch gilt es, das Wachstum zu beschleunigen und die Reichweite zu erhöhen, um ausgeprägte Armut und Vulnerabilität auf ein akzeptables Maß zu reduzieren. Sollte dies nicht gelingen, würde der Druck auf das globale Nahrungsangebot und die Nahrungsmittelpreise wachsen, wodurch die Kosten für die Deckung des Nahrungsbedarfs in Afrika, insbesondere für arme und vulnerable Bevölkerungsgruppen in ländlichen und städtischen Gebieten, steigen.

Jegliche künftigen Wachstums- und Armutsbekämpfungsprogramme erfordern eine Kombination mehrerer Interventionen. Zur Stärkung der landwirtschaftlichen Produktion werden Investitionen in technologische, politische und institutionelle Innovationen benötigt. Die Erschließung des afrikanischen Bewässerungspotenzials muss eine wesentliche Komponente der Strategien zur Verbesserung der Resilienz und der Lebensgrundlagen von Landwirten sowie beim Erreichen umfassenderer nationaler und internationaler

## BOX 1: Bewässerung – Begriffserläuterung

Bewässerung bezeichnet die künstliche Zuführung von Wasser zum Zwecke der landwirtschaftlichen Produktion, wenn kein oder nicht ausreichend Wasser zur Verfügung steht. Das meiste Wasser, das zur Bewässerung verwendet wird, stammt direkt aus natürlichen Wasserquellen wie Flüssen, Bächen, Seen oder Grundwasservorkommen oder aus Wasserspeichern wie Stauanlagen oder Regenwassersammelvorrichtungen. Das Wasser wird dann auf den Ackerflächen verteilt. Dabei kommen zum Einsatz: Schwerkraftumlenkungsmethoden (z.B. Kanäle oder Stauverfahren), mit Muskelkraft betriebene Techniken (z.B. Flaschenzug mit Schöpfeimern oder Gießkannen) oder komplexere Technologien (z.B. Bohrungen, Rohrleitungen, Sprinkler und flüssigkraftstoff- oder solarbetriebenen Pumpen).<sup>4,5</sup>

Ziele in den Bereichen Nahrungssicherheit und Ernährung sein.

Der Ausbau der Bewässerung kann wirtschaftlich sinnvoll sein: Bewässerungsfeldbau erzielt mindestens doppelt so hohe Erträge wie Regenfeldbau auf dem afrikanischen Kontinent,<sup>6</sup> und unter Berücksichtigung des Klimawandels sind die Vorteile einer Ausweitung der Bewässerungsflächen schätzungsweise doppelt so hoch wie die Kosten.<sup>7</sup> Zudem können die Landwirte in den semiariden und ariden Regionen Afrikas wie der Sahelzone und dem Horn von Afrika mit Regenfeldbau nur während der kurzen Regenzeit(en) produktiv arbeiten. Durch den Zugang zu Bewässerung erhalten Landwirte die Möglichkeit, die Vegetationsperiode(n) auszuweiten und so ihre Tätigkeiten zu diversifizieren und Produktivität und Einnahmen zu steigern. Bewässerung kann auch ein wichtiger Mechanismus zur Bewältigung der negativen Auswirkungen des Klimawandels sein und die Resilienz der Landwirte gegenüber zunehmend häufigeren und extremeren Wetterereignissen stärken.

**In Afrika werden derzeit lediglich 6 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche bewässert<sup>8,9</sup> während dies in Lateinamerika und Asien auf 14 bzw. auf 37 Prozent der Ackerfläche zutrifft.**

Jedoch stützt sich die Nahrungsmittelproduktion in Afrika trotz stark schwankender und in vielen Ländern unzureichender Niederschläge weiterhin nahezu ausschließlich auf Regenfeldbau, was im Vergleich zu anderen Entwicklungsregionen zu unterdurchschnittlichen Ernteerträgen führt. Mehr als zwei Drittel dieser 6 Prozent liegen in nur fünf Ländern – Ägypten, Madagaskar, Marokko, Südafrika und dem Sudan – mit jeweils mehr als einer Million ha bewässerter Bodenfläche.<sup>10,11</sup>

**Erfreulicherweise gibt es mit 47 Millionen ha ein großes Potenzial zur Steigerung der Bewässerung in Afrika.<sup>i</sup> Unter Berücksichtigung der Boden- und Wasserressourcen würde die Steigerung zum Großteil auf Subsahara-Afrika entfallen. Hier könnte die bewässerte Fläche von derzeit 7,7 Millionen ha auf 38 Millionen ausgeweitet werden.<sup>12</sup>**

Bewässerung hat zahlreiche Vorteile, die zur Verbesserung der Lebensgrundlagen und der Resilienz von Kleinbauern und ihren Gemeinschaften beitragen können:

i Basierend auf den jüngsten FAO Aqastat Daten für alle 54 afrikanischen Länder (keine Daten für Südafrika und Cabo Verde verfügbar). Zugriff am 15. November 2018.



- längere und häufigere Vegetationsperioden, die für ganzjährige Einnahmen sorgen ;
- größere Vielfalt an verfügbaren Pflanzen;
- Möglichkeit zur Diversifizierung durch Viehhaltung und andere Tätigkeiten neben dem Ackerbau ;
- gesündere Ernährung und bessere Ernährungszustände;
- höhere Einnahmen aus Marktverkäufen;
- Schaffung von Beschäftigungsmöglichkeiten in ländlichen Gebieten, insbesondere in der ertragsarmen Jahreszeit ;
- für Frauen: verbesserter Zugang zu Vermögenswerten und größere Kontrolle über Ressourcen und Zeit.<sup>13</sup>

Jedoch gibt es auch Kosten und Risiken, einschließlich sozialer, wirtschaftlicher und ökologischer Folgen, die bei der Planung oder Verbesserung von Bewässerungssystemen zu berücksichtigen sind. Bei sämtlichen Bewässerungsvorhaben sollte auch die alternative Investition in Regenfeldbau erwogen werden. Beispielsweise ist in Ländern mit hohem Wasserstress, die bereits über umfangreiche Bewässerungssysteme verfügen, eine weitere Ausweitung der Bewässerung möglicherweise nicht der richtige Weg. Stattdessen könnte das Hauptaugenmerk auf die Verbesserung des Wasserressourcenmanagements, den Wasserschutz und die Effizienz gerichtet werden.

Eine Strategie zur Ausschöpfung des Bewässerungspotenzials besteht in der Nachahmung und Ausweitung von Interventionen, die in afrikanischen Ländern bereits erfolgreich sind. Die Umsetzung in einer signifikante Anzahl an Ländern auf dem gesamten Kontinent könnte zur Erreichung der Ziele der Agenda

**Erfreulicherweise gibt es mit 47 Millionen ha ein großes Potenzial zur Steigerung der Bewässerung in Afrika. Unter Berücksichtigung der Boden- und Wasserressourcen würde die Steigerung zum Großteil auf Subsahara-Afrika entfallen. Hier könnte die bewässerte Fläche von derzeit 7,7 Millionen ha auf 38 Millionen ausgeweitet werden.**

2063 der Afrikanischen Union und der Malabo-Erklärung beitragen. Zur Entwicklung intelligenter Bewässerungsstrategien für Afrika sind individuelle und gemeinsame Maßnahmen der Regierungen, der Privatwirtschaft und der Gemeinschaften in ländlichen und städtischen Gebieten erforderlich. Bewässerung kann eine entscheidende Investition zur Verbesserung der Lebensgrundlagen von Kleinbauern, zur Stimulation des Wachstums der Landwirtschaft sowie zur Stärkung der Volkswirtschaften darstellen.

Die Investitionen in Bewässerung in Afrika müssen beschleunigt werden. Diese Investitionen werden für Landwirte, Unternehmen und Regierungen attraktiv sein, da sie der Notwendigkeit einer ausgeweiteten landwirtschaftlichen Produktion Rechnung tragen und bei erhöhten Kapazitäten sowie vielversprechenden Technologien ansetzen, die wiederum dezentrale Ansätze zum Wassersparen fördern.

Ein Bauer hält Kürbiskerne, Malawi



## 2. Das Aktionsprogramm

Wie dieser Bericht zeigt, lassen sich aus den Erfolgen mehrerer afrikanischer Länder, die ihre Bewässerungsmethoden verbessert haben, wichtige Lehren und Empfehlungen ableiten. Afrikanische Regierungen könnten ihre nationalen und internationalen Verpflichtungen erfüllen, indem sie diese Lehren an länderspezifischen Rahmenbedingungen anpassen und sie auf den gesamten Kontinent ausweiten. Das Malabo Montpellier Panel empfiehlt, dass Regierungen klare politische und regulatorische Rahmenbedingungen schaffen, unterstützt von öffentlichen Investitionen, um das Engagement der Privatwirtschaft und Innovationen im Bereich Bewässerung anzuregen. Die Privatwirtschaft könnte wiederum mit nationalen und lokalen Regierungen und Forschungseinrichtungen zusammenarbeiten, um an die lokalen Bedingungen angepasste Technologien zu entwickeln und mit Finanzierungsmöglichkeiten den Kleinbauern Zugang zu Bewässerungsausrüstung zu ermöglichen. Dieser Bericht hat die nachfolgend zusammengefasste Liste politischer Maßnahmen und Praktiken identifiziert, die bei entsprechender Ausweitung die Resilienz und die Lebensgrundlagen der ländlichen Gemeinschaften erheblich verbessern und insgesamt den Wachstum und die Transformation der Landwirtschaft in Afrika anregen können.

### STAATLICHE MASSNAHMEN

#### BEWÄSSERUNG ALS VORRANGIGE POLITISCHE PRIORITÄT

1

Um die Bewässerungsziele aus der Malabo-Erklärung und die Ziele für nachhaltige Entwicklung zu erfüllen, muss Bewässerung langfristig zur Priorität der Politik und wirtschaftlicher Investitionen werden. Derzeit haben nicht einmal zehn afrikanische Länder eigene Wasser- oder Bewässerungsministerien. Mit der Schaffung von Wasserministerien sowie von Wasserabteilungen innerhalb der Landwirtschaftsministerien lässt sich ein fokussierter und umfassender Ansatz für Bewässerung und Wassermanagement in der Landwirtschaft gewährleisten, der in Landwirtschaftspolitik und breiter gefasste Anstrengungen zur Entwicklung des ländlichen Raums überführt werden kann. Dies muss mit erheblichen langfristigen öffentlichen Investitionen zur Ausweitung und Verbesserung von Klein- und Großbewässerungssystemen einhergehen.

#### INTELLIGENTE REGELUNGEN

2

Bestimmungen zur Regelung des Zugangs zu und der Nutzung von Wasser und Boden in der Landwirtschaft sind zur Verbesserung der wirtschaftlichen Effizienz und der ökologischen Effektivität von Bewässerungspraktiken sowie zur Verhinderung von Ressourcenausbeutung und -zerstörung entscheidend. Intelligente Bestimmungen zur Wassernutzung – einschließlich Preisstrukturen, die helfen, Wasserressourcen zu schützen und zu erhalten – können mit Anreizen zur Förderung von Technologien zur Nutzung von aufbereitetem Abwasser kombiniert werden.

3

Zur Minimierung der möglichen Gesundheitsrisiken der Bewässerung (z.B. durch Wasser übertragbare Krankheiten und verunreinigtes Trinkwasser), sind Bestimmungen zur regelmäßigen Wartung der Bewässerungsinfrastruktur und zum Einsatz von Düngemitteln in Bewässerungssystemen erforderlich. Die Bestimmungen müssen mit erheblichen laufenden Investitionen in die Wartung und Reparatur von Bewässerungs- und Entwässerungssystemen einhergehen.

### MASSNAHMEN DER PRIVATWIRTSCHAFT

#### INVESTITION IN UNTERSTÜTZENDE INFRASTRUKTUR

4

Die Privatwirtschaft muss ihre Investitionen zum Aufbau und zur Verbesserung des Vertriebsnetzes für Bewässerungsausrüstung sowie zur Optimierung der Reparatur- und Wartungseinrichtungen steigern. Diese Infrastruktur wird benötigt, damit Kleinbauern in entlegenen Gebieten die Chancen der neuen Bewässerungsmethoden und -technologien nutzen können



## INNOVATIVE TECHNOLOGIEN

5

Der Privatwirtschaft kommt bei der Gestaltung, Entwicklung und Verbreitung innovativer, intelligenter Bewässerungstechnologien, die an die lokalen Bedingungen angepasst sind und die Produktivität und Lebensgrundlagen von Kleinbauern verbessern, eine entscheidende Rolle zu. Bei diesen Technologien kann es sich um günstige von Landwirten vorangetriebene, groß oder klein angelegte Innovationen handeln.

## GEMEINSAME MASSNAHMEN

### ÖFFENTLICH-PRIVATE-PARTNERSCHAFTEN (ÖPP) UND KOOPERATION

6

Die Stärken des öffentlichen und des privaten Sektors können einander bei der Bereitstellung von Informationen und Beratungsangeboten zu den Bewässerungsbedürfnissen von Landwirten und ländlichen Gemeinschaften ergänzen. Zur Ausweitung der Bewässerung durch öffentlich-private Partnerschaften sind als Anreiz für die Privatwirtschaft finanzielle Sicherheiten, intelligente Subventionen oder Steuervorteile für Geschäfte mit Kleinbauern erforderlich. Öffentlich-private Partnerschaften können auch die Entwicklung von lokal angepassten Technologien zugunsten von Kleinbauern und den Erwerb dieser Technologien im größeren Maßstab fördern.

7

Bewässerung erfordert zumeist kollektives Handeln. Es müssen Anreize für kollektives Handeln sowie Richtlinien für Mechanismen zur Konfliktlösung auf lokaler Ebene geschaffen werden.

## KOMPETENZENTWICKLUNG UND SCHULUNG

8

Erhöhte Investitionen in die institutionelle und physische Infrastruktur zur Entwicklung und Weiterentwicklung von Kompetenzen sind ein entscheidender Faktor. Betrieb, Wartung und Reparatur einiger der höher entwickelten und ausgefeilteren Bewässerungstechnologien und -systeme erfordern bestimmte Kompetenzen. Sind die benötigten Kompetenzen nicht vorhanden, können falsche Bedienung der Maschinen und falsches Management zu Wasser- und Ernteverlusten führen und die weitere Verwendung moderner Bewässerungstechnologien erheblich erschweren.

## ZUGANG ZU FINANZIERUNG

9

Der Erwerb neuer Bewässerungssysteme und -ausrüstung durch Kleinbauern, einschließlich Frauen und junger Menschen, setzt eine unterstützende Steuerregelung voraus, die Hindernisse für den Zugang zu Finanzmitteln für Geräte und Dienstleistungen aus dem Weg räumt. Der Zugang zu Mikrokrediten und Leasingvereinbarungen für Bewässerungsanlagen muss unterstützt werden. Dies kann durch Mehrwertsteuersenkungen und den Abbau von Hürden wie Einfuhrzöllen auf Bewässerungssysteme, Ersatzteile und Rohstoffe für lokale Produzenten erreicht werden.

# 3. Derzeitige Verbreitung von Bewässerung und Potenzial

## Derzeitige Verbreitung von Bewässerung

Mit 1.045 mm pro Jahr liegt die Niederschlagsmenge in Afrika etwas unter dem globalen Durchschnitt. Gleiches gilt mit 6.273m<sup>3</sup> pro Kopf für die internen erneuerbaren Wasserressourcen.<sup>14</sup> Diese Werte bilden jedoch die extremen Unterschiede bei der Wasserverfügbarkeit auf dem Kontinent nicht ab. Die Demokratische Republik Kongo (DR Kongo), Gabun, Kamerun, Kongo, Madagaskar und die Zentralafrikanische Republik haben mit 14.300 bis 205.788m<sup>3</sup> die größten Wasserressourcen pro Kopf und Jahr. Im Gegensatz dazu belaufen sich die Wasserressourcen von Libyen, Algerien, Dschibuti, Tunesien und Ägypten nur auf 110 bis 1.030 m<sup>3</sup> pro Kopf und Jahr.<sup>ii,15</sup>

**Von Landwirten vorangetriebene Kleinbewässerungssysteme bilden mit 83 Prozent den größten Anteil der bewässerten Fläche in vielen Ländern südlich der Sahara.**

Der Regenfeldbau ist für Kleinbauern, insbesondere in Gegenden mit stark schwankenden Regenfällen, riskant. Dennoch beträgt der Anteil der bewässerten Fläche derzeit schätzungsweise nur 6 Prozent des urbaren Lands in Afrika gegenüber 37 Prozent in Asien und 14 Prozent in Lateinamerika.<sup>16</sup> Im Durchschnitt ist die mit Bewässerungssystemen ausgestattete Fläche zwischen 1990 und 2015 in Afrika nur um 1,5 Prozent gewachsen, jedoch wurden in manchen Ländern wie Sambia, Tansania und Ghana die Bewässerungskapazitäten schneller ausgebaut.<sup>17</sup> Außerdem sind die Bewässerungskapazitäten auf dem Kontinent ungleichmäßig verteilt; so entfallen 75 Prozent auf die afrikanischen Trockengebiete.<sup>18</sup>

**Von Landwirten vorangetriebene Kleinbewässerungssysteme bilden mit 83 Prozent den größten Anteil der bewässerten Fläche in vielen Ländern südlich der Sahara.**<sup>19</sup> Die einzige Ausnahme ist Südafrika, wo Kleinbewässerungssysteme im Jahr 2010 weniger als 50.000 ha der bewässerten 1,3 Millionen ha versorgten.<sup>23</sup>

## Potenzial der Bewässerungsverbreitung

Beim Regenackerbau ist die Wasserproduktivität – der Ernteertrag pro Wassertropfen – aufgrund der hohen Verdunstungsverluste tendenziell gering. Der Regenackerbau

## BOX 2: Begriffsbestimmungen

**Kleinbewässerungssysteme** sind von Kleinbauern, die ein einzelnes Ackergrundstück besitzen und bewirtschaften oder einem gemeinschaftlich verwalteten Bewässerungssystem angeschlossen sind, vorangetriebene Bewässerungsinitiativen. Kleinbewässerung schließt daher eine Reihe von Bewässerungsmaßnahmen, von Motor- und Treppumpen sowie Oberflächenwasserumleitung bis hin zu Bewässerungssystemen für mehrere hundert Hektar, an denen sich einzelne Kleinbauern als Nutzer beteiligen, ein.<sup>20</sup>

**Großbewässerungssysteme** sind in Subsahara-Afrika Systeme, die mindestens 1.000 ha abdecken. Großbewässerung wird definiert als System, bei dem eine formelle, üblicherweise staatlich geförderte, Bewässerungsorganisation für die Entwicklung und das Management der oberen Ebenen des Verteilungssystems und für die Wasserbereitstellung für Landwirte verantwortlich ist.<sup>21</sup>

**Von Landwirten vorangetriebene Bewässerung** ist ein Prozess, bei dem Kleinbauern die Einführung, Verbesserung oder Ausweitung von Bewässerungswirtschaft häufig im Zusammenspiel mit externen Akteuren wie der Regierung, der Privatwirtschaft oder Nichtregierungsorganisationen vorantreiben. Diese Initiativen überschneiden sich hinsichtlich Charakteristika wie Größe, Technologien, Anbauprodukte und Führungskonzepte mit bestehenden Bewässerungsarten.<sup>22</sup>

ermöglicht Kleinbauern in vielen afrikanischen Ländern nur eine Vegetationsperiode, wobei die Möglichkeiten für eine produktive Beschäftigung im landwirtschaftlichen Betrieb außerhalb dieses Zeitraums begrenzt sind. **Dennoch produzieren die afrikanischen Länder 38 Prozent des Werts ihrer Ernte mithilfe von Bewässerung und 62 Prozent mit Regenackerbau.**<sup>24</sup> Eine Ausweitung der Bewässerung könnte daher zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktivität der vorhandenen Flächen und zur Ausdehnung der Vegetationsperiode auf das ganze Jahr beitragen.<sup>25</sup> Bewässerung kann es Landwirten auch ermöglichen, ihre Produktion zu diversifizieren. Diese Diversifizierung hat das

ii Wasserressourcen pro Kopf nach Ländern: Kamerun (14.567 m<sup>3</sup>), Zentralafrikanische Republik (32.811 m<sup>3</sup>), Kongo (205.788 m<sup>3</sup>), Demokratische Republik Kongo (19.449 m<sup>3</sup>), Gabun (108.970 m<sup>3</sup>), Madagaskar (16.269 m<sup>3</sup>), Libyen (110 m<sup>3</sup>), Algerien (329 m<sup>3</sup>), Dschibuti (337 m<sup>3</sup>), Tunesien (438 m<sup>3</sup>) und Ägypten (706 m<sup>3</sup>).

Potenzial, Einkünfte zu generieren sowie die Verfügbarkeit und den Verzehr nährstoffreicherer Erzeugnisse unter Landwirtschaftshaushalten auszuweiten.<sup>26</sup> Beispielsweise nutzen im Senegal Kleinbauern Überschwemmungsfeldbau und Kleinbewässerungstechniken, um Gemüse auf durchschnittlich nur 0,2 ha großen Flächen anzubauen.<sup>27</sup>

**Auf dem Kontinent besteht insgesamt ein großes Potenzial zur Ausweitung der bewässerten Fläche.**<sup>iii</sup> 2012 hatte die DR Kongo mit 7 Millionen ha das größte Bewässerungspotenzial, gefolgt von Angola und Mosambik mit 4 bzw. 3 Millionen ha.<sup>28</sup> **Nordafrika hat sein Bewässerungspotenzial zwar beinahe ausgeschöpft, doch ist das Ausbaupotenzial in Subsahara-Afrika beträchtlich.**<sup>29</sup> Das Ausbaupotenzial für Bewässerung bei Kleinbauern wird je nach verwendeter Technologie auf 30 Millionen ha für Motorpumpen, 24 Millionen ha für Treppumpen, 22 Millionen ha für kleine Wasserspeicher und 20 Millionen ha für gemeinschaftliche Flussumlenkungen geschätzt. Diese Technologien könnten schätzungsweise 113 bis 369 Millionen Menschen in ländlichen Gebieten zugutekommen und Nettoeinnahmen von US\$ 14-22 Milliarden pro Jahr erzielen.<sup>30</sup>

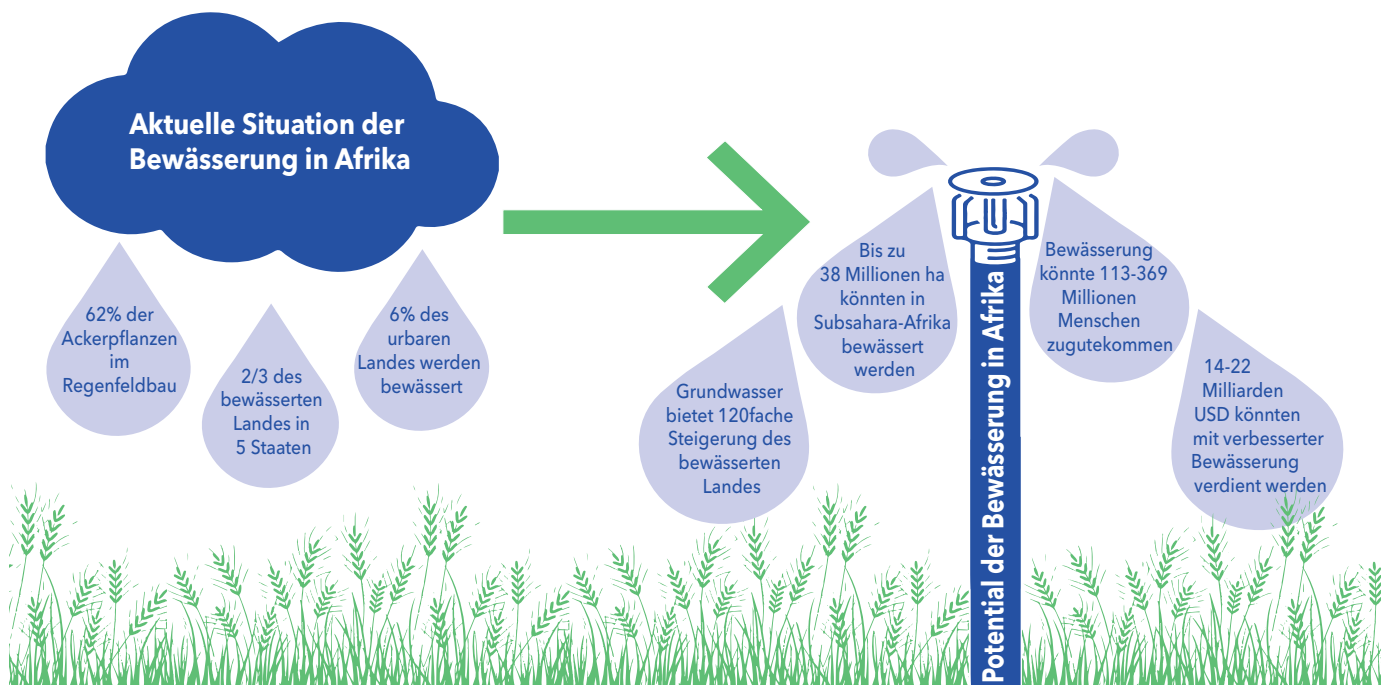
Die meisten bestehenden Bewässerungssysteme in Afrika stützen sich auf Oberflächenwasser trotz des enormen Potenzials erneuerbarer Grundwasservorkommen zur Bewässerung. Rund 78 Prozent der Groß- und Kleinbewässerungssysteme nutzen Oberflächenwasser und 20 Prozent Grundwasser.

Schätzungen zufolge könnte in 13 afrikanischen Ländern – Äthiopien, Burkina Faso, Ghana, Kenia, Malawi, Mosambik, Niger, Nigeria, Ruanda, Sambia, Tansania und Uganda – die Nutzung von Grundwasser eine Vergrößerung der gesamten bewässerten Fläche um das 120fache (d.h. um 13,5 Millionen ha) ermöglichen.<sup>31</sup>

Es ist jedoch wichtig, dass die Entwicklung des Bewässerungspotenzials entsprechend dem Wasserstatus des Landes erfolgt. Bei der Gegenüberstellung von Wasserstress<sup>iv</sup> und dem Entwicklungsgrad des Bewässerungspotenzials von Ländern sind drei Hauptgruppen zu erkennen:

- Länder mit einem deutlich höheren Entwicklungsgrad der Bewässerung und einem höheren Maß an Wasserstress. Hauptziele für diese Länder sind häufig die Verbesserung des Wasserressourcenmanagements sowie der Fokus auf Wasserschutz, Effizienz und Produktivität – und nicht eine weitere Ausweitung der Bewässerung.
- Länder mit sehr geringer Bewässerungsentwicklung und einem derzeit geringen Maß an Wasserstress – wie es in West- und Zentralafrika häufig der Fall ist. Ziel für diese Länder ist die Ausweitung der Bewässerung entsprechend den geografischen und hydrologischen Gegebenheiten sowie unter Berücksichtigung von Umweltschutzanforderungen.

**Abbildung 1. Vergleich: Aktueller und potenzieller Bewässerungsstatus in Afrika**



iii Bewässerungspotenzial ist definiert als die potenziell bewässerbare Landfläche (Quelle: FAO Statistical Yearbook 2014. Africa Food and Agriculture. <http://www.fao.org/3/a-i3620e.pdf>).

iv Wasserstress oder Wasserknappheit tritt auf, wenn die Nachfrage nach Wasser in einem bestimmten Zeitraum die verfügbare Menge übersteigt, oder wenn die Wassernutzung aufgrund von schlechter Wasserqualität eingeschränkt ist. Wasserstress führt zu einer quantitativen (Grundwasserübernutzung, ausgetrocknete Flüsse, etc.) und qualitativen (Eutrophierung, Verschmutzung durch organische Stoffe, Salzwasserintrusion etc.) Verschlechterung der Süßwasserressourcen. Wasserknappheit kann die mangelnde Verfügbarkeit aufgrund eines physischen Mangels, den mangelnden Zugang wegen einer nicht gesicherten regelmäßigen Versorgung oder das Fehlen einer geeigneten Infrastruktur bezeichnen. Wasserstress ist definiert als eine jährliche Wasserversorgung von weniger als 1.700 m<sup>3</sup> pro Person. Sinkt die jährliche Wasserversorgung unter 1.000 m<sup>3</sup> pro Person, herrscht Wasserknappheit; eine Versorgung unter 500 m<sup>3</sup> wird als absolute Knappheit bezeichnet (UN Water, <http://www.unwater.org/water-facts/scarcity/#>).



## Während Bewässerungsprojekte in den 1970er und 1980er Jahren häufig unprofitabel waren, erreicht die Projektrendite in Afrika heute 20 Prozent, was mit der übrigen Welt vergleichbar ist

- Länder, in denen große Flächen mit Bewässerungssystemen ausgestattet sind, der Einsatz von Bewässerung oder der Wasserstress aber gering ist, beispielsweise Dschibuti, Madagaskar und Malawi. Die Länder, auf die diese Beschreibung zutrifft, haben entweder überreiche Wasservorkommen, eine Konfliktvergangenheit oder eine geringe Nutzung der Bewässerungsinfrastruktur. Im Falle einer geringen Infrastrukturnutzung umfassen die politischen Ziele die Verbesserung des Zugangs zu Wasser, das Angehen von institutionellen Problemen, insbesondere Grund- und Wasserbesitz, sowie Verbesserungen bei Betrieb und Wartung der bestehenden Infrastruktur und nicht die weitere Ausweitung der Bewässerung.<sup>32</sup>

Derzeit gehen jedes Jahr große Wassermengen durch den falschen Einsatz von Bewässerungstechnologien und -techniken, eingeschränkte Wassersammelkapazitäten und die eingeschränkte Nutzung von wiederverwendbaren Wasserressourcen verloren. Dieses Problem kann sich noch verschärfen, da die Landwirtschaft in Afrika unter Druck steht, mehr Nahrung für eine schnell wachsende Bevölkerung zu produzieren. Bei der Ausweitung von Bewässerungspraktiken und -technologien ist es daher wichtig, diese so zu gestalten, dass Wasser effizient und umsichtig genutzt wird, um die natürliche Ressource, von der die Landwirtschaft auch abhängt, zu bewahren.<sup>33</sup>

**Während Bewässerungsprojekte in den 1970er und 1980er Jahren häufig unprofitabel waren, erreicht die Projektrendite in Afrika heute 20 Prozent, was mit der übrigen Welt vergleichbar ist.**<sup>34</sup> Dies spiegelt besser gestaltete Bewässerungsprojekte, eigene Institutionen für Bewässerung und Wasserressourcenmanagement sowie einen besseren Zugang zu Technologien und Marktchancen für hochwertige Produkte wider.<sup>35</sup>

Bäuerinnen behützen Kanäle, um Wasser zu ihren Feldern zu leiten, Kongo





## 4. Überwindung von Hindernissen für die Ausbreitung von Bewässerung

Auch wenn das Potenzial für die Ausweitung der Bewässerung auf dem Kontinent hoch ist und Bewässerung erhebliche Vorteile mit sich bringen könnte, gibt es eine Reihe von Hindernissen und möglichen Risiken, die der Entwicklung und Ausweitung der Bewässerung im Wege stehen. Dazu gehören Hindernisse wie schlechte Infrastruktur, beschränkter Zugang zu Finanzierung, unzureichende Kompetenzentwicklung und unsichere Grundbesitzverhältnisse sowie Risiken für die Umwelt und die menschliche Gesundheit.

### Infrastruktur und Technologien

Viele Länder können ihre Wasserressourcen, auch wenn diese reichlich vorhanden sind, nicht für die Landwirtschaft nutzen, weil es an geeigneten Bewässerungstechnologien und unterstützender Infrastruktur mangelt. Deshalb sind höhere Investitionen in Technologien, unterstützende Infrastruktur und Energiebereitstellung mit Anpassung an die lokalen Produktionssysteme entscheidend, um eine ausreichende Wasserversorgung für den landwirtschaftlichen Anbau und eine Ausweitung der bewässerten Fläche zu ermöglichen.<sup>36</sup> Insbesondere Kleinbauern haben häufig Probleme, auf Grundwasservorkommen zuzugreifen, da sie nicht die erforderlichen Werkzeuge und Technologien haben, um Wasser aus tieferen Schichten zu fördern.<sup>37</sup> In Mangoma, Tansania, hat die Einführung von Pedalpumpen, die den Zugriff auf Grundwasservorkommen ermöglichen, zu einer Verdopplung der Ernteerträge geführt, und mehr als die Hälfte der Landwirte konnte ihren Anbau diversifizieren.<sup>38</sup>

---

**Viele Länder können ihre Wasserressourcen, auch wenn diese reichlich vorhanden sind, nicht für die Landwirtschaft nutzen, weil es an geeigneten Bewässerungstechnologien und unterstützender Infrastruktur mangelt.**

---

### Kompetenzentwicklung

Für weitere Fortschritte in der Bewässerung ist es erforderlich, Landwirte und Dienstleister für den Betrieb, die Wartung und Reparatur komplexer Bewässerungstechnologien und -systeme auszubilden. Fehlende Kompetenzen können zu falscher Bedienung der Maschinen und falschem Management und damit zu Wasser- und Ernteverlusten führen. Dies könnte die weitere Verwendung moderner Bewässerungstechnologien erheblich behindern. Erfahrungen aus Kenia zeigen, dass viele Kleinbauern aufgrund fehlender Ersatzteile und Reparaturleistungen gezwungen waren, die Nutzung ihrer günstigen eigenständigen Tröpfchenbewässerungssysteme

einzustellen.<sup>39</sup> Daher sind höhere Investitionen in die institutionelle und physische Infrastruktur und die Ausweitung des Zugangs zu Kompetenzentwicklung unabdingbar. In Marokko werden qualifizierte Techniker für die Wartung und Reparatur von Landwirtschaftsausrüstung und Werkzeugen an landesweit 52 landwirtschaftlichen Berufsbildungszentren geschult. Diese Kompetenzentwicklung sorgt für die Verbesserung der technischen Fähigkeiten und der Wettbewerbsfähigkeit von Landwirtschaftsbetrieben.<sup>40</sup> Eine zusätzliche mögliche Lösung besteht darin, landwirtschaftliche Berater mit den notwendigen Kenntnissen auszustatten und sie dahingehend zu schulen, dass sie Landwirte beim Betrieb neuer Bewässerungstechnologien unterstützen. Eine andere mögliche Lösung wäre die Verbesserung des Zugangs zu Ersatzteilen und Reparaturleistungen, insbesondere in entlegenen Gebieten.

### Landbesitz

Fehlende Sicherheit beim Landbesitz kann Landwirte von langfristigen Investitionen abhalten oder Land Grabbing aufgrund des Bewässerungspotenzials erhöhen. Voraussetzung für die Ausweitung der Bewässerung ist daher ein transparentes Landbesitzsystem, das die Rechte der Produzenten, insbesondere der am stärksten gefährdeten Gruppen wie Frauen und junge Menschen, garantiert. Beispielsweise ist in Uganda das Eigentumsrecht von Frauen in Bezug auf Land nicht eindeutig definiert, so dass sie der Gefahr ausgesetzt sind, ihre Rechte und den Zugang zu ihrem Land zu verlieren. Daher ist für sie der Anreiz gering, in den Ausbau von Bewässerung und nachhaltige Landbewirtschaftungspraktiken zu investieren.<sup>41</sup> Im Gegensatz dazu wurde in Mali im Jahr 2017 ein Gesetz verabschiedet, welches sichergestellt, dass mindestens 15 Prozent der bewässerten Fläche Frauen und jungen Menschen zugewiesen wird.<sup>42,43</sup>



Großflächige Sprinkleranlage, Südafrika

## Zugang zu Finanzierung

Der Zugang von Kleinbauern und lokalen Herstellern von Bewässerungsausrüstung zu Finanzierungsmöglichkeiten stellt weiterhin ein großes Hindernis dar; beide Gruppen haben im Allgemeinen nicht die für Bankkredite erforderlichen Sicherheiten. Die erheblichen Anfangskosten beim Kauf und Aufbau von Bewässerungssystemen führen dazu, dass die meisten Bewässerungstechnologien für Kleinbauern völlig unerreichbar sind. Nur wenige Landwirte verfügen über Landtitel, die als Sicherheiten dienen können, um Zugang zu Krediten zu erhalten.<sup>44,45</sup> Zudem sorgen hohe Zinssätze und kurze Rückzahlungsfristen für zusätzliche Einschränkungen beim Kreditzugang von Landwirten. In Ghana, wo kommerzielle Bankkredite für landwirtschaftliche Ausrüstung zur Verfügung gestellt werden, sind die Zinssätze mit bis zu 33 Prozent häufig unerschwinglich.<sup>46</sup> Einfuhrzölle und Steuern auf Bewässerungsausrüstung erhöhen den Gesamtfinanzierungsbedarf und verschärfen so das Problem. Eine Senkung dieser Zölle und Steuern wäre ein wichtiger Schritt seitens der Regierungen, um den Zugang zu Finanzierungsmöglichkeiten zu erleichtern und die Kosten für Investitionen in Bewässerungssysteme für Landwirte zu senken.<sup>47</sup>

## Rendite

Die Landwirte werden die hohen Vorinvestitionen in Bewässerungssysteme nur tätigen, wenn sie eine positive Rendite aus ihren Investitionen erwarten können. Daher kann ein verbesserter Zugang zu zuverlässigen Märkten, auf denen die Landwirte ihre Produkte zu höheren Preisen verkaufen können, die Investitionsrisiken senken und Anreize dafür schaffen, die notwendigen Bewässerungsinvestitionen zu tätigen. Mit einer besseren Einbindung in die Wertschöpfungskette von Nahrungsmitteln und Zugang zu Märkten in nahegelegenen

Städten oder in der Hauptstadt können Landwirte wesentlich bessere Preise für ihre Erzeugnisse aushandeln.<sup>48</sup> Lager- und Verarbeitungsvorrichtungen können ihre Verhandlungsmacht weiter stärken und erlauben den Bauern letztendlich, mit ihren Erzeugnissen höhere Gewinne zu erzielen. All dies zusammen schafft Anreize für Investitionen in Bewässerungssysteme, insbesondere für Kleinbauern.<sup>49</sup>

## Integrierte Ansätze

Bewässerung trägt am besten zur Steigerung der Produktivität – und damit der Einkünfte und Lebensgrundlagen von Landwirten – bei, wenn sie mit weiteren Maßnahmen wie verbessertem Saatgut, Düngemitteln und Pestiziden kombiniert wird. In Uganda haben laut Schätzungen im Jahr 2012 nur 6 Prozent der Landwirte, einschließlich derer, die Bewässerung einsetzen, auch verbessertes Saatgut eingesetzt. Sind verbessertes Saatgut, Düngemittel und Pestizide schwer erhältlich oder zu teuer, bleibt die Ernte trotz Bewässerung gegebenenfalls deutlich unterhalb ihrer Möglichkeiten.<sup>50,51</sup> Daher müssen Investitionen auf eine Kombination von Interventionen wie Düngemitteln, fortschrittlichen Saatausbringungssystemen, Nachernte-Verarbeitungsvorrichtungen und Marktzugang ausgerichtet werden.<sup>52</sup>

Bewässerung erzielt umso mehr Vorteile, wenn sie mit verbesserten Bodenbewirtschaftungspraktiken kombiniert wird.<sup>53</sup> In Burkina Faso konnte festgestellt werden, dass Landwirte in der Lage waren, 1.700 kg/ha Sorghum zu produzieren, wenn *zai*-Felder (kleine Anbauflächen) mit Dung und Düngemitteln angereichert wurden. Ohne Dung und Düngemittel waren es hingegen lediglich 200 kg/ha.<sup>54</sup> Ebenso konnte im Nordosten von Tansania durch Maßnahmen wie dem Ausbringen von Dünger und Mulchen die Gurkenenernte um 203 Prozent gesteigert und der Wasserverbrauch auf ein Viertel reduziert werden.<sup>55</sup>



Frauen holen Wasser, Äthiopien

v Finanzierungsmodelle für Bewässerung werden in Abschnitt 8 dieses Berichts ausführlicher erörtert.



# 5. Abwägungen bei Bewässerung: Erreichen der gewünschten Ergebnisse und Umgang mit Risiken

Bewässerung kann durch eine bessere Wasserversorgung und die Möglichkeit zum Anbau in der Trockenzeit Landwirten dabei helfen, die Vegetationsperiode(n) auszuweiten und so ihre Tätigkeiten zu diversifizieren und Produktivität und Einnahmen zu steigern. Bewässerungssysteme müssen vor allem zugänglich und zuverlässig sein, so dass sich die Kleinbauern auf sie als nachhaltige Wasserquelle für den Bedarf ihrer landwirtschaftlichen Produktion verlassen können. Bewässerungsansätze müssen inklusiv sein und zu einer Verbesserung der Resilienz und Lebensgrundlagen von Landwirten, einer besseren Ernährung, zur Stärkung der Rolle der Frauen und zur Schaffung von Beschäftigungsmöglichkeiten für junge Menschen im ländlichen Raum beitragen. Jedoch kann ohne einen geeigneten rechtlichen Rahmen die Konkurrenz um Wasservorkommen und Land zu Konflikten zwischen Kleinbauern, Großproduzenten und anderen nachgeschalteten Nutzern führen.

## Gewünschte Ergebnisse der Bewässerung

### Verbesserte Wasserversorgung und Produktivität der Landwirtschaft

Schätzungen zufolge könnte in Subsahara-Afrika durch Kleinbewässerung die Maisernte gegenüber dem Regenackerbau um 141 - 195 Prozent und die Reisernte um 270 - 283 Prozent gesteigert werden.<sup>56</sup> In Burkina Faso und Kenia half eine Zuschussbewässerung von 60 - 80 mm den Landwirten, ihre Sorghum- bzw. Maisernte auf 1 Tonne bzw. 2,5 Tonnen zu verdoppeln oder sogar zu verdreifachen. Nach dem Bau von 50.000 Rohrbrunnen in Nigeria beliefen sich die Erntesteigerungen der Landwirte auf 65 bis 500 Prozent - bei einer durchschnittlichen Rendite von bis zu 40 Prozent.<sup>57</sup> Erfahrungen in Niger haben gezeigt, dass durch Kleinbewässerung die landwirtschaftliche Produktion und die Generierung von Einnahmen erheblich verbessert werden können; dies galt insbesondere in der Trockenzeit, in der die größte Nahrungsunsicherheit herrscht.<sup>58</sup>

### Verbesserte Resilienz der Haushalte

Der globale Temperaturanstieg, Veränderungen der Niederschlagsmuster und die Zunahme von extremen Wetterereignissen, die häufigere und stärkere Überschwemmungen und Dürren auslösen, werden auch künftig die Verfügbarkeit und Nutzung von Wasser für den Regenackerbau erheblich stören. Laut Schätzungen könnte der von Hunger bedrohte Bevölkerungsanteil in Afrika ohne erhebliche zusätzliche Investitionen in die Bewässerung aufgrund

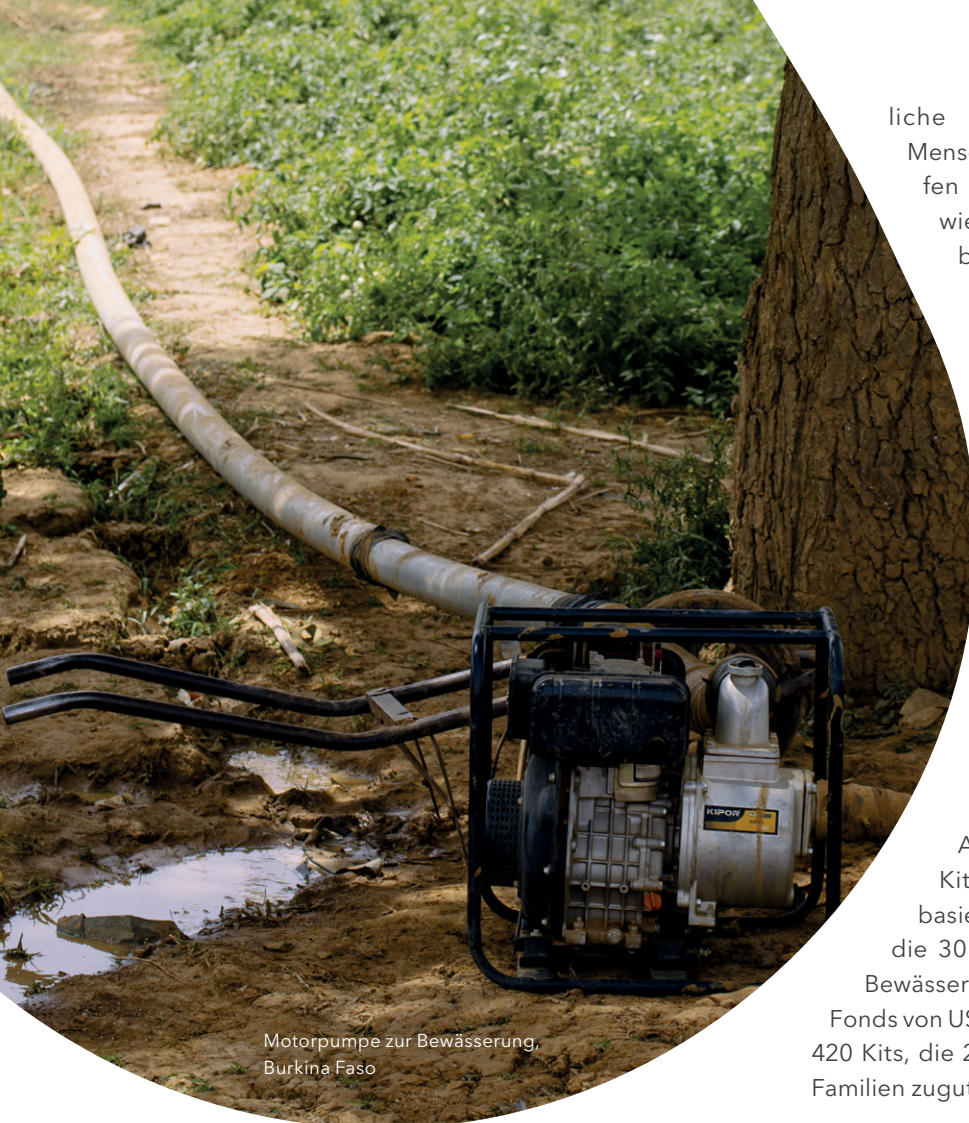
des Klimawandels bis 2030 um 5 Prozent und bis 2050 um 12 Prozent ansteigen.<sup>59</sup> Die Tatsache, dass afrikanische Landwirte vom Regenackerbau abhängig sind, macht sie besonders anfällig gegenüber extremen Wetterereignissen. Zahlreiche Studien sagen aufgrund höherer Temperaturen und häufigerer Dürren einen Rückgang der Ernteerträge für einige der wichtigsten Nutzpflanzen in Afrika (Reis, Mais, Sorghum, Erdnüsse und Maniok) voraus. Bewässerung ist für Landwirte ein entscheidender Mechanismus zur Bewältigung der negativen Auswirkungen des Klimawandels. Wie in Abschnitt 6 dargestellt, gehören Verbesserungen beim Wassermanagement in der Landwirtschaft und bei der Bewässerung zu den wirksamsten Ansatzpunkten für Kleinbauern zur Anpassung an die erwarteten negativen Auswirkungen des Klimawandels.

### Höhere Einnahmen und bessere Ernährung

Bewässerung wirkt sich unmittelbar auf die Produktivität der Landwirtschaft und die Höhe der Einnahmen aus, kann aber dank einer stärkeren Diversifizierung des Anbaus zum Eigenbedarf auch zu einer besseren Ernährung beitragen.<sup>60</sup>

**Nach dem Bau von 50.000 Rohrbrunnen in Nigeria beliefen sich die Erntesteigerungen der Landwirte auf 65 bis 500 Prozent - bei einer durchschnittlichen Rendite von bis zu 40 Prozent.**

Kleinbauern, die häufig Bewässerung einsetzen, bauen in der Trockenzeit Gemüse, Obst und sonstige Cash Crops mit hohem Gehalt an Mikronährstoffen an, die ebenfalls zur Steigerung des Haushalteinkommens beitragen, wenn sie zu hohen Preisen auf Märkten verkauft werden. Beispielsweise konnten Landwirte durch das Bwanje-Valley-Bewässerungsprogramm in Malawi ihre jährlichen Einnahmen aus der Landwirtschaft um 65 Prozent und ihre tägliche Kalorienaufnahme pro Kopf um 10 Prozent steigern. In Burkina Faso hat der Einsatz einfacher Bewässerungstechnologien zu einer Steigerung der Gemüseproduktion von 60.000 Tonnen auf 160.000 Tonnen innerhalb von neun Jahren beigetragen.<sup>61,62</sup> In Tigray, Äthiopien, entspricht das Einkommen von Haushalten, die keine Bewässerung einsetzen, weniger als der Hälfte des Durchschnittseinkommens von Haushalten, die Bewässerung einsetzen - der Gesamtanstieg des Durchschnittseinkommens durch Zugang zu Bewässerung belief sich auf US\$ 145 bis US\$ 163 pro Haushalt und Jahr.<sup>63</sup>



Motorpumpe zur Bewässerung,  
Burkina Faso

liche Beschäftigungsmöglichkeiten für junge Menschen auf dem Land und in den Städten schaffen kann. Während für den Anbau von Getreide wie Sorghum oder Sojabohnen auf 1.000 ha 10 bis 50 Arbeiter erforderlich sind, werden für den Anbau von Zitrusfrüchten 300 bis 500 Arbeiter und für den Anbau von Tomaten in Gewächshäusern auf der gleichen Fläche mehr als 2.000 Arbeiter benötigt.<sup>67</sup> Moderne Bewässerungstechnologien können die Landwirtschaft, insbesondere für die afrikanische Jugend, attraktiver machen.<sup>68</sup> In Kenia hat beispielsweise ein Programm zur Bewässerungsentwicklung über eine öffentlich-private Partnerschaft 5.000 junge Teilnehmer angelockt. Die Regierung hat 90 Prozent der finanziellen Mittel in Form eines zinsfreien Darlehens bereitgestellt, und ein kenianisches Unternehmen, Amiran Kenya, stellte die technische Ausstattung und Ausrüstung mit dem Namen Amiran Farmers Kit (AFK). Dieses günstige Bewässerungskit basiert auf Tröpfchenbewässerungstechnologien, die 30 bis 60 Prozent weniger Wasser als andere Bewässerungstechnologien verbrauchen. Ein staatlicher Fonds von US\$ 1,6 Millionen ermöglichte 2014 den Kauf von 420 Kits, die 200 Jugendgruppen und 15.000 bäuerlichen Familien zugutekamen.<sup>69</sup>

Bei der Planung neuer Bewässerungssysteme sind Produktivitätssteigerung und damit die Rendite häufig entscheidende Aspekte. Jedoch ist die Berücksichtigung weiterer Faktoren wie die Stärkung der Rolle der Frauen und die Schaffung von Beschäftigungsmöglichkeiten für junge Menschen und Frauen in ländlichen Gebieten entscheidend, um sicherzustellen, dass die Bewässerungssysteme inklusiv und für alle Beteiligten von Vorteil sind. Letztendlich wird dies zu höheren Einkommen, einer besseren Ernährung und einer verbesserten Resilienz der Haushalte gegenüber Klimawandel und Wetterextremen beitragen.

### Stärkung der Rolle der Frauen

Bewässerungsmaßnahmen und -programme mit stärkerem Augenmerk auf den Bedarf von Landwirtinnen haben einige Zusatzvorteile. Dazu gehören: erhöhte Entscheidungskompetenz von Frauen, Zugang zu und Kontrolle über Ressourcen wie Einnahmen und Nahrung, Verringerung der körperlichen Belastung oder Strapazen durch die landwirtschaftliche Arbeit und geringerer Zeitaufwand fürs Wasserholen.<sup>64</sup> Beispielsweise hat die Einführung von Tröpfchenbewässerungssystemen in einer aus 45 Frauen bestehenden Genossenschaft im Bezirk Kalale in Nord-Benin dazu geführt, dass die Frauen nicht mehr jeden Tag, sondern nur noch ein oder zwei Mal pro Woche Wasser holen mussten. Die Frauen haben durch den Einsatz moderner Technologien zum Wässern von Pflanzenbeeten auch eine Zeitersparnis von bis zu vier Stunden pro Tag erzielt.<sup>65</sup> Im Gegensatz dazu legen Frauen in Mazuru, Zimbabwe, täglich vier Kilometer oder mehr zu Fuß zurück, um Wasser zur Bewässerung ihrer Felder von einer Stauanlage heranzuschaffen.<sup>66</sup>

### Beschäftigungsmöglichkeiten

Untersuchungen haben ergeben, dass der Anbau mithilfe von Bewässerung, insbesondere der Gartenbau, erheb-

## Umgang mit den Risiken von Bewässerung

Ein effizienter Einsatz von Düngemitteln, Insektiziden, Herbiziden und Fungiziden kann zusammen mit geeigneten Bewässerungstechnologien den Wasserverlust und die Umweltauswirkungen von Bewässerung verringern. Zusätzlich können geeignete politische Maßnahmen und Gesetze zum Zugang zu Land und Wasser bei der Regelung der Ressourcennutzung helfen und Ausgrenzung und Konflikte über die Wasserentnahme zur Bewässerung verhindern. Jedoch können ineffiziente Be- und Entwässerungssysteme zur Bodenversalzung und -verschlechterung beitragen, was wiederum zur Abnahme der Bodenfruchtbarkeit und der



Vielfalt von Mikroorganismen, Algen, Pflanzen und Tieren führt.<sup>70</sup> Diese Risiken sind heute bekannt, und Maßnahmen zum effektiven Management dieser Risiken sollten systematisch in Bewässerungsentwicklungsziele integriert werden.

### Umwelt und Gesundheit

In Kombination mit schlechten Bodenbewirtschaftungspraktiken kann Bewässerung den Druck auf Agrarökosysteme und die Umwelt erhöhen. Zu diesen negativen Auswirkungen gehört unter anderem die Wasserverschmutzung, die dadurch entsteht, dass über Tröpfchenbewässerungssysteme übermäßig Düngemittel ausgebracht werden und in lokale Gewässer gelangen. Wenn diese Gewässer als Trinkwasserquelle für die lokalen Gemeinschaften dienen, können sich schlecht umgesetzte Bewässerungssysteme negativ auf die menschliche Gesundheit auswirken.<sup>71</sup> Zudem wurde auch die Zunahme von durch Wasser übertragenen Krankheiten mit Bewässerung in Verbindung gebracht. In Dörfern in Zentral-Äthiopien mit einer hohen Konzentration an bewässerten Flächen traten pro Monat sechs Mal mehr Malariafälle auf und die Anzahl der Bruträume von Anopheles-Mücken war 3,6 Mal höher als in Dörfern ohne Bewässerungssysteme. Die häufigsten Brutstätten sind stauende Feldpfützen, Leckwasseransammlungen von Bewässerungskanälen und schlecht funktionierende Bewässerungskanäle.<sup>72</sup> Die regelmäßige Wartung der Bewässerungsinfrastruktur ist eine effektive und machbare Möglichkeit zur Minimierung der möglichen Risiken für die menschliche Gesundheit.

### Konkurrenz um Wasser

Schätzungen gehen davon aus, dass ohne geeignete politische und technologische Innovationen die aktuelle Wassernutzung nicht nachhaltig ist und dass 2030 mehr als die Hälfte der

afrikanischen Bevölkerung keinen Zugang zu Trinkwasser hat.<sup>73</sup> Durch eine ineffiziente Wassernutzung und die Verwendung von Trinkwasser zur Bewässerung kann sich die Konkurrenz um Wasser, insbesondere Trinkwasser, verschärfen, da der Einsatz von aufbereitetem Abwasser in der afrikanischen Landwirtschaft weiterhin kaum verbreitet ist. Auf dem gesamten Kontinent wird auf weniger als 2 Prozent der bewässerten Fläche aufbereitetes Abwasser verwendet.<sup>74</sup> Künftige Bewässerungspraktiken so zu gestalten, dass Wasser nachhaltiger und umsichtiger verwendet wird, wird bei der Vermeidung von Wasserkrisen in den nächsten Jahrzehnten helfen. Dies ist möglich, wenn Länder die vorhandenen Chancen für einen Entwicklungssprung nutzen und die Gestaltung und Einführung von Bewässerungstechnologien und -ausrüstung auf alternative Energiequellen und Fortschritte der Digitaltechnologien stützen. So ließen sich die Auswirkungen der Bewässerung auf die Umwelt, die Landwirtschaftssysteme und die menschliche Gesundheit minimieren.

### Ausgrenzung und Konflikte

Es kann zu Konflikten unter Wassernutzern kommen, wenn stromaufwärts zu viel Wasser entnommen wird und Nutzern stromabwärts kein oder kaum Wasser für Landwirtschaft und Haushalt bleibt.<sup>75</sup> Als in Sidi Bouzid, Tunesien, die Bestimmungen zum Zugang zu Wasservorkommen gelockert wurden, hat sich der Wettbewerb zwischen Familienbetrieben und Großproduzenten um Wasser erheblich verschärft.<sup>76</sup> Die Herausforderung besteht darin, diese möglichen Risiken bei der Planung von Bewässerungsprogrammen zu berücksichtigen. Bei sämtlichen anfänglichen Entscheidungen, ob neue Systeme eingerichtet oder vorhandene Bewässerungssysteme ausgeweitet und aufgerüstet werden sollen, sollte das Risikomanagement eine wesentliche Rolle spielen.





## 6. Klimawandel: Triebkraft für Bewässerung

Landwirtschafts- und Bewässerungspraktiken sind vom Klimawandel stark betroffen. Der globale Temperaturanstieg, Veränderungen der Niederschlagsmuster und die Zunahme von extremen Wetterereignissen, die häufigere und stärkere Überschwemmungen und Dürren auslösen, beeinträchtigen zunehmend die Verfügbarkeit und Nutzung von Wasser für den Regenackerbau. Verbesserungen des Landwirtschaftswassermanagements sind einer der effektivsten Ansätze zum Schutz vor den erwarteten negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die Quantität und Qualität der Erträge aus Ackerbau und Viehzucht, die Fruchtbarkeit der Böden und die Lebensgrundlagen der vulnerablen ländlichen Gemeinschaften. Gleichzeitig können bessere Bodenbewirtschaftungspraktiken und ein optimierter Einsatz von Düngemitteln auf bewässerten Flächen die Speicherung von Kohlenstoff in den Böden verbessern und so zur Abschwächung des Klimawandels beitragen. Jedoch werden zunehmende Wasserknappheit und eine stärkere Entwicklung der Bewässerung zu einer umfangreicheren Grundwassernutzung und einer Erhöhung des Energieverbrauchs führen. Insbesondere die Entnahme von Grundwasser für Bewässerungszwecke kann einen erheblichen Energieverbrauch verursachen. In Indien entfallen 4 bis 6 Prozent der nationalen Treibhausgasemissionen auf Elektro- und Diesel-Grundwasserpumpen.<sup>77</sup> Zwar können manche Technologien wie Tröpfchenbewässerungssysteme bei der Senkung des Wasserverbrauchs helfen, aber der Energiebedarf steigt dennoch an. Der Einsatz erneuerbarer Energien wie solarbetriebenen Bewässerungssystemen kann relativ günstige saubere Energiealternativen bieten.<sup>78</sup>

### Aktuelle und erwartete Veränderungen

In Afrika und anderen Teilen der Welt kämpfen die Landwirte bereits gegen die negativen Auswirkungen des Klimawandels. Das afrikanische Klima ist nicht nur vielfältig, sondern schwankt auch stark. Daher ist es schwierig, zwischen den Auswirkungen der natürlichen Unterschiede und den Auswirkungen infolge der Erderwärmung zu unterscheiden. Gleichwohl mehren sich die Anzeichen dafür, dass der Klimawandel erhebliche und vorwiegend schädliche Folgen hat, die in den verschiedenen Gebieten des Kontinents häufig auf komplexe Weise voneinander abweichen.

Die African Risk Capacity, eine Fachagentur der Afrikanischen Union, warnt, dass Dürren ohne entsprechende Bewältigungsmechanismen das Wachstum des Bruttoinlandsprodukts (BIP) in Subsahara-Afrika erheblich gefährden könnten. Beispielsweise könnte eine Dürre, wie sie alle 10 Jahre auftritt, das BIP von Malawi um 4 Prozent verringern; bei Dürren, wie sie alle 15 oder 25 Jahre auftreten, wären die Auswirkungen sogar noch größer.<sup>79</sup>

Künftige Temperaturanstiege lassen sich mit einer gewissen Sicherheit abschätzen, aber die Veränderungen der Niederschläge sind aufgrund von räumlichen, lokalen topografischen und saisonalen Faktoren wesentlich ungewisser. Das Klima in Afrika wird auf Makroebene von drei Hauptfaktoren bestimmt: der tropischen Konvektion, dem Monsunwechsel und der sogenannten „El Niño-Southern Oscillation“ des Pazifischen Ozeans. El Niño hat starken Einfluss auf die jährlichen Niederschlags- und Temperaturmuster in Afrika. In den letzten zehn Jahren hat die Regenintensität in einigen Teilen des Kontinents stark zugenommen, was häufigere Überschwemmungen ausgelöst hat.

Der El Niño 2015/16 war für die niedrigsten Regenmengen in 35 Jahren in Afrika verantwortlich und löste im Horn von Afrika eine starke Dürre mit verheerenden Folgen für die Nahrungssicherheit in der Region und die Volkswirtschaften der Länder aus. In Äthiopien, Somalia und im östlichen Sudan benötigten 15 Millionen Menschen Unterstützung zur Bewältigung der Krise. Im südlichen Afrika, insbesondere in Lesotho, Malawi, Eswatini und Zimbabwe, waren über 30 Millionen Menschen betroffen, und mehr als 12 Millionen Menschen benötigten humanitäre Soforthilfe.<sup>80</sup> Dies geschah nur kurz nach der Dürre von 2012, bei der das



Bäuerin schöpft Wasser mit dem Eimer, Tschad

Welternährungsprogramm (WFP) der Vereinten Nationen 54,2 Millionen Menschen in Afrika unterstützt und dafür US\$ 2,7 Milliarden – beinahe zwei Drittel seiner Gesamtausgaben in jenem Jahr – aufgewandt hatte.<sup>81</sup>

**Ohne zusätzliche Investitionen in Bewässerung könnte der von Hunger bedrohte Bevölkerungsanteil in Afrika laut Schätzungen bis 2030 um 5 Prozent und bis 2050 um 12 Prozent ansteigen.**

## Auswirkungen auf Landwirtschaft und bäuerliche Gemeinschaften

Der Klimawandel wird tiefgreifende Auswirkungen auf die Nahrungsmittelproduktion haben, und die Tatsache, dass afrikanische Landwirte vom Regenackerbau abhängig sind, macht sie besonders anfällig gegenüber extremen Wetterereignissen. Zahlreiche Studien sagen voraus, dass Temperatur- und Wetterveränderungen ohne solide Anpassungsstrategien und Bewältigungsmechanismen wie Bewässerung zu einer Verringerung der Ernteerträge führen werden, die Qualität und Sicherheit von Anbaupflanzen und Viehbestand beeinträchtigen und sich unmittelbar auf die Lebensgrundlagen und die Nahrungssicherheit von Millionen afrikanischer Kleinbauern auswirken werden. Die Schätzungen weichen zwar aufgrund der Ungewissheit bezüglich der künftigen Niederschlagsmuster erheblich voneinander ab, aber einige Studien gehen davon aus, dass der Ertrag der Getreideernten in Afrika bis 2050 erheblich zurückgehen wird. Laut Modellen des International Food Policy Research Institute (IFPRI) werden die Maiserträge im Regenackerbau bis 2050 im Vergleich zu 2000 in manchen Teilen Afrikas um ganze 25 Prozent oder mehr zurückgehen.<sup>82</sup> Zwar wird erwartet, dass sich die Getreideproduktion in Subsahara-Afrika bis Mitte des Jahrhunderts verdoppelt, jedoch wird sie um 5 Prozent geringer sein, als sie es ohne Klimawandel wäre. Bei einigen anderen afrikanischen Haupterzeugnissen, wie Sorghum und Hirse, auf die die ländliche Bevölkerung in den Trockengebieten angewiesen ist, wird der Ertragsrückgang auf über 30 bzw. 40 Prozent geschätzt.<sup>83</sup>

Einige Studien gehen davon aus, dass die Mais-, Reis- und Weizenpreise bis 2050 um 4, 7 bzw. 15 Prozent ansteigen werden, während sich die Preise anderer wichtiger Erzeugnisse, wie Süßkartoffeln, Maniok und Hirse

um 26, 20 bzw. 4 Prozent erhöhen werden.<sup>84</sup> Durch höhere Nahrungsmittelpreise werden viele landwirtschaftliche Produkte wie Grunderzeugnisse und Viehprodukte weniger erschwinglich sein. Infolgedessen wird ein Rückgang der Kalorienverfügbarkeit pro Kopf in Subsahara-Afrika um 37 Kalorien pro Tag erwartet, was sich insbesondere auf diejenigen auswirkt, die eine Verringerung ihrer Kalorienaufnahme am wenigsten verkraften können. Auch die Mangelernährung von Kindern wird sich vermutlich verschlimmern: von 30 Millionen betroffenen Kindern im Jahr 2000 auf 39 Millionen bis 2030.<sup>85</sup>

Studien zufolge könnte eine Reihe gezielter Investitionen in Forschung und Entwicklung zur Produktivitätssteigerung, in Wassermanagement und in Infrastruktur die negativen Auswirkungen des Klimawandels bis 2030 mehr als auffangen. Mit gezielten Investitionen werden die prognostizierten durchschnittlichen Ernteerträge in Afrika schneller wachsen als in anderen Entwicklungsregionen: durchschnittlich um 47-56 Prozent im Vergleich zu 40 Prozent für Entwicklungsländer insgesamt und 35 Prozent weltweit.<sup>86</sup>

Auch wenn die Klimamodelle verbessert wurden und von einer besseren Datenverfügbarkeit profitieren, enthalten ihre Prognosen für Jahre oder gar Jahrzehnte auf regionaler und lokaler Ebene Unsicherheiten. Angesichts der oben geschilderten wahrscheinlichen Auswirkungen ist es dennoch dringend geboten, intelligente politische Maßnahmen und Bestimmungen zur Förderung von nachhaltiger Bewässerung bei Kleinbauern-Gemeinschaften in Afrika zu gestalten und zu entwickeln. Nachhaltige und kosteneffiziente Systeme wie solarbetriebene Tröpfchenbewässerungssysteme könnten Landwirten bei der Anpassung an ein rückläufiges Wasserangebot, bei der Verbesserung ihrer Resilienz gegenüber Dürre und unbeständigen Niederschlagsmustern sowie bei der Abschwächung der Auswirkungen des Klimawandels helfen.

Die Erkenntnis, dass sich die Folgen des Klimawandels zunehmend auf den Regenackerbau auf dem Kontinent auswirken, ist ein entscheidender Faktor für den weiteren Ausbau der Bewässerung in Afrika. Beispielsweise wären die Kosten für die Verdreifachung der bewässerten Fläche rund um das Sambesi-Becken in etwa gleich dem Nutzen. Wird jedoch die Vermeidung der Schäden durch Klimawandel und häufigere Dürren als zusätzlicher Nutzen des Bewässerungsausbaus mit eingerechnet, ist der Gesamtvorteil doppelt so hoch wie die Kosten.<sup>87</sup>

Aus den vorstehenden Ausführungen geht eindeutig hervor, dass Bewässerung ein wichtiger Bewältigungsmechanismus zur Verbesserung der Resilienz und der Lebensgrundlagen von Landwirten ist. **Ohne zusätzliche Investitionen in Bewässerung könnte der von Hunger bedrohte Bevölkerungsanteil in Afrika laut Schätzungen bis 2030 um 5 Prozent und bis 2050 um 12 Prozent ansteigen.**<sup>88</sup>



# 7. Innovationschancen bei der Bewässerung

Angesichts der möglichen erheblichen Auswirkungen des Klimawandels auf den Agrarsektor, insbesondere auf landwirtschaftliche Familienbetriebe, liegt in der Bewässerung ein großes Potenzial zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität, aber auch zur Verbesserung der Resilienz und Ernährung von bäuerlichen Familien, zur Stärkung der Rolle der Frauen und zur Schaffung von dringend benötigten Beschäftigungsmöglichkeiten.

In zahlreichen afrikanischen Ländern basiert Bewässerung auf einfachen oder improvisierten Techniken wie Überschwemmungsfeldbau, Überschwemmungsbewässerung und der Nutzung von Schwemmland. Diese sind alle weniger produktiv und zuverlässig als moderne Bewässerungstechniken.<sup>89</sup> Jedoch gibt es Anzeichen für eine zunehmende Einführung von hofeigenen Druckbewässerungstechnologien wie Sprinklern und Mikrobewässerung. Diese haben das Potenzial, den Wasserverbrauch zu verringern sowie die Produktivität zu steigern und die Qualität von Gartenbauerzeugnissen zu verbessern. Derzeit wird in Afrika auf durchschnittlich 18 Prozent der mit modernen Bewässerungstechnologien ausgestatteten Flächen Druckbewässerungsausrüstung eingesetzt; in Asien sind es lediglich 2 Prozent und in der übrigen Welt 12 Prozent.<sup>90</sup>

Wie auf dem gesamten Kontinent zu erkennen ist, gibt es Innovationen, die das Bewässerungspotenzial der Länder erheblich steigern können. Da Bewässerung extrem standortspezifisch und nicht auf eine einzelne Methode beschränkt ist, sind bei der Auswahl der Bewässerungs- und Wassersammelmethoden eine Reihe von Faktoren wie die Hofgröße, die Wasserverfügbarkeit und topografische Faktoren wie Feldgröße, -form und Bodenart zu berücksichtigen.<sup>91</sup> Auch Marktfaktoren wie Verkaufspreisen, Energiekosten und Arbeitskosten sind bei der Entwicklung von Bewässerungstechnologien und -systemen Rechnung zu tragen. Die Effektivität der jeweils eingesetzten Technologie wird außerdem von Technologiekosten, Pflanzen- und Anbaueigenschaften, dem lokalen Klima und Regulierungen (Einschränkungen der Grundwasserförderung, Ableitungsobergrenzen für die Entwässerung und Wassertransferbestimmungen) bestimmt.<sup>92</sup>

Häufig werden Bewässerungstechnologien in Kombination mit Staustufen und Regenwassernutzung – einer Technik zur Sammlung, Aufbewahrung und Verwendung von Regenwasser zur Landschaftsbewässerung – eingesetzt. Regenwassernutzung ist in vielen afrikanischen Ländern weit verbreitet. Sie kommt entweder auf individueller Ebene oder auf Gemeinschaftsebene zum Einsatz. Anders als bei großen Stauanlagen, bei denen Wasser über große Flächen hinweg gesammelt und vorgehalten wird, sind bei der Regenwassernutzung im kleinen Maßstab die Verdunstungsverluste geringer, da der Regen mithilfe von Dachabläufen oder Bodensammlungen lokal gesammelt und aufbewahrt wird, und es kommt weder zu einer

Dezimierung der Grundwasservorkommen noch zu einer Beeinträchtigung der Wasserversorgung anderer Landwirte. Die Art der Aufbewahrung spielt eine wichtige Rolle und steht mit Material, Größe, Regenmengen, Wasserbedarf, Standort und Kosten in Zusammenhang.<sup>93</sup>

Staustufen sammeln Hochwasser und verteilen die Abflüsse in Täler, sodass möglichst viel Wasser in den Boden eindringen und somit eine Grundwasserschicht erreichen kann. Staustufen lassen sich mithilfe von vor Ort verfügbaren Materialien errichten, aber bei großangelegten Projekten sind eine sorgfältige Planung und Konstruktion erforderlich.<sup>94</sup> In Niger haben mehr als 4.700 Höfe direkt von Staustufen profitiert und konnten ihre urbare Talfläche durchschnittlich von 0,6 ha auf 2,2 ha erweitern, wobei der Hirseertrag um 85 Prozent und der Sorghum-Ertrag um 25 – 30 Prozent angestiegen ist.<sup>95</sup>

## Herkömmliche Bewässerungsmethoden

### Kleinbewässerung

In Afrika herrscht Regenackerbau vor, und Landwirte, die ihre Felder bewässern, setzen vor allem auf herkömmliche Methoden wie Oberflächenwasserumleitung und Regenwassernutzung, Schöpfeimer, Pedalpumpen, Motorpumpen und Handpumpen. Beispiele aus Kenia zeigen, dass durch den Einsatz von Kleinbewässerungstechniken ein Anstieg der Einnahmen bis um das Sechsfache möglich ist. Je nach Marktzugang, Art des Anbauprodukts und Anzahl der Vegetationsperioden lassen sich durch die Bewässerung von Gartenbauerzeugnissen wie Zuckerschoten, Kohl und Zwiebeln die Einkünfte von Landwirten erheblich steigern – mit Bewässerung können Landwirte US\$ 1.400, US\$ 450 bzw. US\$ 600 pro Hektar verdienen, dem gegenüber steht eine Gesamtsumme von weniger als US\$ 750 auf 2-3 ha ohne Bewässerung.<sup>96</sup>

### Gemeinschaftliche Bewässerung

Bewässerungssysteme werden häufig von Gemeinschaften organisiert. Bei gemeinschaftlicher Nutzung von Wasserversorgungs- und Verteilsystemen können die einzelnen Landwirte die gemeinschaftliche Bewässerung mit anderen Kleinbewässerungstechniken kombinieren oder auf ihren Feldern unmittelbar Oberflächenbewässerung einsetzen.

## Innovative Bewässerungstechnologien

Neben den herkömmlichen Bewässerungsmethoden werden in Afrika zunehmend neuere innovative und umweltfreundlichere nachhaltige Technologien eingesetzt. Eine verheerende Dürre in Südafrika 2017/18 hat gezeigt, dass Bewässerungsprojekte weiterhin in Kombination mit einer



### BOX 3: Bewässerung mit Schöpfeimer

Die einfachste und kosteneffizienteste Bewässerungsmethode ist weiterhin der Schöpfeimer unter Verwendung von Oberflächenwasser, Regenwasser oder zumeist Grundwasser. Das Wasser wird mit einem Gefäß an dem ein Seil befestigt ist, manuell gefördert und mit einem Behälter auf dem Feld verteilt. Diese Methode ist zwar einfach, und die erforderliche Ausstattung ist günstig, aber sie eignet sich nur für sehr kleine Felder, ist mühsam und zeitaufwendig und ermöglicht keine effiziente Wassernutzung.



Frau schöpft Wasser mit einer Handpumpe, Kenia

### BOX 4: Handpumpe (Rope-and-Washer)

Hierbei handelt es sich um eine kostengünstige Wasserpumpe, die in Verbindung mit Wasserstellen jeglicher Art wie Brunnen oder Flüssen eingesetzt werden kann. Mithilfe des Systems können Landwirte Wasser aus einer Tiefe von bis zu 10 Metern fördern. Die Materialien für den Bau und die Wartung dieser Systeme sind häufig vor Ort verfügbar.<sup>97</sup> Bei einem von der Slow Food Foundation for Biodiversity finanzierten und von der Kihoto-Selbsthilfegruppe umgesetzten Projekt in Rift

Valley in Kenia wurden Handpumpen eingesetzt, um Familienbetrieben dabei zu helfen, beim Wasserholen und -verteilen Zeit einzusparen. In den Gemeinschaften mit Familienfeldern von durchschnittlich 0,4-2 ha hat der Einsatz der Pumpen einen Beitrag zur Steigerung der Ernteerträge und zur Verbesserung der Tierhaltung geleistet. Dank der Pumpen gingen Mangelernährung und durch Wasser übertragbare Krankheiten zurück, und der Schulbesuch, insbesondere bei Mädchen, nahm zu.<sup>98</sup>

### BOX 5: Schwerkraft-Bewässerungssysteme

Schwerkraft-Bewässerungssysteme sind in Afrika weit verbreitet und werden häufig in Kombination mit Tröpfchenbewässerung eingesetzt. Üblicherweise nutzen die Landwirte Fluss- oder Regenwasser, wobei auch Wasser aus kleinen Stauanlagen verwendet wird. Da das System auf Flächen mit Gefälle oder in Hängen ausschließlich durch Schwerkraft funktioniert, sind Pumpen und Strom nicht erforderlich. Auf ebenen Flächen kann ein Gefälle durch die erhöhte Aufstellung des Wasserbehälters hergestellt werden. An den Hängen des Mount Kenya und im Bezirk Karongi in Ruanda wird Schwerkraft-Bewässerung

für den Feld- und Gartenanbau verwendet.<sup>99,100</sup> In Südafrika wurden in den 1970er-Jahren auf Schwerkraft basierende Kanalsysteme gebaut, und im Jahr 2011 wurde mehr als ein Drittel der Fläche mit Schwerkraft-Systemen bewässert, wobei 17 Prozent eine Kombination aus Schwerkraft und Pumpe nutzten.<sup>101</sup> Schwerkraft-Bewässerungssysteme sind zwar eine einfache und kostengünstige Methode zur Kleinbewässerung, jedoch eignen sie sich nicht für alle Felder, da sie spezifische topografische und hydrologische Bedingungen benötigen.<sup>102</sup>

### BOX 6: Tret- oder Pedalpumpen

Tret- oder Pedalpumpen sind in vielen Ländern Afrikas in ländlichen Gebieten anzutreffen. Eine Pedalpumpe lässt sich aus Fahrrad Einzelteilen und anderen Hilfsmitteln bauen, aber Unternehmen verkaufen Kleinbauern auch verschiedene manuelle Pumpensysteme. Eine Untersuchung der Cornell University in Sambia aus dem Jahr 2014 ergab, dass 86 Prozent der Landwirte mit Pedalpumpen auch in der mageren Jahreszeit ihre Familien mit zwei bis drei Mahlzeiten pro Tag versorgen konnten. Diese Haushalte verfügten im Vergleich zur Kontrollgruppe mit einer

Wahrscheinlichkeit von 160 Prozent eher über Vieh und wohnten mit einer Wahrscheinlichkeit von 200 Prozent eher in mit geeigneten Baumaterialien errichteten Häusern. Eine Auswertung von Untersuchungen zu verschiedenen Kleinbewässerungssystemen in Afrika ergab, dass 70 Prozent aller Untersuchungen zu Pedalpumpen von positiven Ergebnissen in Bezug auf Nahrungsmittelsicherheit, Armutsrückgang und Ernteertragssteigerung berichteten.<sup>103</sup>

## BOX 7: Motorpumpen

Diesel- oder gasbetriebene Bewässerungspumpen werden häufig zur Bewässerung von Feldern eingesetzt und können helfen, Zeit und Arbeitskraft einzusparen, die daraufhin für andere gewinnbringende Tätigkeiten eingesetzt werden können. In der Region Fogera in Äthiopien hat der Einsatz von Motorpumpen in den letzten Jahren stark zugenommen. Dies ist hauptsächlich auf eine Reihe von begünstigenden Faktoren, wie der Zugänglichkeit von Krediten, verfügbaren Vertriebspartnern, Verleihunternehmen und Naturalpacht zurückzuführen. Während eine neue Motorpumpe in Äthiopien US\$ 300–1.500 kostet,<sup>104</sup> können die Pumpen bereits für US\$ 0,8/Stunde zuzüglich

Kraftstoff gemietet werden. Motorpumpen bieten zwar erhebliche Chancen zur Generierung von Einnahmen, aber die Wartung, die Verfügbarkeit von Ersatzteilen und Wasserverknappung stellen enorme Herausforderungen dar. Auch die Umweltverschmutzung durch Motorpumpen ist ein schwerwiegendes Problem. Ein nachhaltiger Ansatz erfordert daher Regelungen und die Zusammenarbeit der Beteiligten, um einen stärkeren Schwund der Wasserressourcen durch größere Pumpmengen zu verhindern und sicherzustellen, dass möglichst viele Haushalte profitieren.<sup>105</sup>

## BOX 8: Herkömmliche und optimierte Fluss- und Oberflächenwasserumleitung

Bei der herkömmlichen Flusswasserumleitung werden üblicherweise vor Ort verfügbare Materialien wie Steine, Äste und Schlamm zur Umleitung des Wassers verwendet. Beispiele aus dem südlichen Pare-Gebirge im Nordosten von Tansania zeigen, dass es sich bei herkömmlichen Flussumlenkungen überwiegend um von Hand angelegte kleine Kanäle ohne Auskleidung handelt; sie können sich über mehrere Kilometer erstrecken, um die Felder der Landwirte zu erreichen. Diese Gräben haben hohe Wasserverluste von 75 bis 85 Prozent und müssen regelmäßig neu angelegt werden, wenn sie durch Hochwasser beschädigt wurden. Gräben werden häufig mit Mikrodämmen kombiniert, um das Wasser zu stauen, wenn die Felder nicht bewässert werden.<sup>106</sup> Weitere Beispiele aus Tansania zeigen, dass optimierte herkömmliche Flussumleitungssysteme, die sich durch baulich angelegte Zuläufe und Kanäle auszeichnen, dazu geführt haben, dass sich die Reisernte im Vergleich zu nicht optimierten herkömmlichen Systemen mehr als verdoppelt hat und die Einnahmen der Landwirte erheblich angestiegen sind.<sup>107;108</sup>

## BOX 9: Gezeitenbewässerung

Gezeitenbewässerung wird in landwirtschaftlichen Gebieten entlang der Küstenebenen eingesetzt. Voraussetzung ist, dass das Flusswasser von den Gezeiten beeinflusst wird und große Flüsse, die einen ausreichenden Zustrom von Süßwasser ins Meer gewährleisten und so das Eindringen von Salzwasser in die Flussmündung verhindern, vorhanden sind.<sup>109</sup> In Gambia werden bei der Gezeitenbewässerung die Meeresgezeiten genutzt, um Wasser vom Gambia-Fluss in die Felder zu leiten. Da der gesamte Fluss von den Gezeiten beeinflusst wird, steht das Bewässerungssystem zahlreichen Kleinbauern entlang des gesamten Stroms zur Verfügung. Üblicherweise werden wassergesteuerte Tore am Eintrittspunkt des Wassers angebracht und bei Flut geöffnet, so dass das Wasser zu den Feldern gelangen kann. Dank der ganzjährig nutzbaren Bewässerungstechnologie sind zwei Reisernten pro Jahr möglich. Die Anschaffungskosten für Gezeitenbewässerungsprojekte sind hoch (die geschätzten Kosten für das Projekt in Gambia betragen 1983/84 etwa US\$ 7,5 Millionen), und die Landwirte müssen in der Handhabung und Wartung des Systems geschult werden. Jedoch sind die Kosten pro Hektar (US\$ 40) und die laufenden Kosten gering, da die Räumung der Kanäle mit lokalen Ressourcen erfolgen kann.<sup>110</sup>

sparsamen Nutzung der Wasserressourcen und bewährten Bodenbewirtschaftungsverfahren umgesetzt werden müssen. Die Jahresniederschlagsmenge in Kapstadt betrug 2017 nur 500mm, während die durchschnittliche Jahresmenge bei 1.100mm liegt. Dadurch ist das Wasserversorgungssystem der Provinz, das beinahe ausschließlich auf der Sammlung von Oberflächenwasser beruht, zusammengebrochen. Als Reaktion auf die Wasserknappheit haben die Bewohner von Kapstadt Anfang 2018 ihren täglichen Wasserverbrauch um beinahe 60 Prozent von 1,2 Milliarden Litern im Jahr 2015 auf etwas über 500 Millionen Liter gesenkt. Die von der Stadt

verhängten Beschränkungen umfassten zwischen Januar und Oktober 2018 eine Verringerung der landwirtschaftlichen Wassernutzung um 60 Prozent, den verstärkten Einsatz von Wassermanagementvorrichtungen sowie die Verwendung neuer Ausstattungen und sonstiger Komponenten zur Minimierung von Wasserverschwendung. Geschäftliche und landwirtschaftliche Nutzer, die ihren Wasserverbrauch nicht genügend senkten, mussten Geldstrafen zahlen oder Wassermanagementvorrichtungen auf ihrem Gelände installieren.<sup>111</sup>

### BOX 10: Tröpfchenbewässerung

Bei der Tröpfchenbewässerung wird Wasser durch Leitungen mit geringem Durchmesser direkt auf die Pflanzenwurzeln gegeben, um Verdunstung und Wasserverluste zu verringern. Durch Tröpfchenbewässerung kann die Bodenfeuchtigkeit verbessert werden, was zu bis zu 100 Prozent höheren Ernteerträgen im Vergleich zu herkömmlichen Bewässerungssystemen führt.<sup>113</sup> Diese höheren Erträge gehen auch mit höheren Einkünften der Landwirte einher. Bei einem Beispiel in Ghana wurden durch Tröpfchenbewässerung von Zwiebfeldern die Einnahmen um mehr als 100 Prozent gesteigert.<sup>114</sup> Seit 1996 fördert die Kenya Agricultural and Livestock Research Organization

(KALRO), das ehemalige Kenya Agricultural Research Institute (KARI), die Verbreitung von auf Schwerkraft basierenden Tröpfchenbewässerungssystemen bei Landwirten, die ihre Pflanzen zuvor von Hand gegossen haben. Die Landwirte gaben je nach Anbaupflanze zusätzliche Einnahmen zwischen US\$ 80 und US\$ 200 mit einem einzigen Eimerkit pro Saison an.<sup>115</sup> Durch intelligente Kombinationen von Bewässerungstechnologien kann die Wasser- und Düngemittelzufuhr über mobile Technologien gesteuert oder Solarenergie zum Pumpen von Wasser genutzt werden.

### BOX 11: Pivot-Beregnung

Pivot-Beregnung wird auch als Karussell- oder Kreisberegnungsbewässerung bezeichnet. Das System besteht aus einem langen Rohr (Überkopfsprinkler oder Düsen), das an einem mechanisch rotierenden Drehpunkt befestigt ist. Pivot-Beregnung wird hauptsächlich in mittleren und großen Betrieben, die 20 bis 100 ha bewirtschaften, in Südafrika, Sambia, Zimbabwe, Nigeria, Mosambik und Kenia eingesetzt. Die Installation dieser Systeme ist für Kleinbauern noch zu teuer. Eine Möglichkeit wären Gemeinschaftsmodelle, bei denen die Landwirte ihre Ressourcen zusammenlegen, oder die Technologie könnte unter Berücksichtigung der lokalen Bedingungen und Kapazitäten an kleinere Felder angepasst werden.<sup>116</sup>

Auch wenn viele neue Technologien für die meisten Kleinbauern noch unerschwinglich sind, ist das Potenzial vorhanden, ihre Ausbreitung voranzubringen und sie bezahlbarer und zugänglicher zu machen. Afrika hat jetzt die Chance eines Entwicklungssprungs hin zu technologisch fortschrittlichen und umweltfreundlichen Bewässerungssystemen. Zur Nutzenmaximierung müssen neue Technologien und Praktiken an die lokalen Anforderungen und Bedingungen angepasst werden. Idealerweise sollten sie mit vor Ort verfügbaren Materialien konzipiert und hergestellt werden, damit Wartung, Reparaturen und Ersatzteilverfügbarkeit besser möglich sind und gleichzeitig neue Beschäftigungsmöglichkeiten entstehen.

### Wasser-Mikrodosierung

Die Mikrodosierung von Düngemitteln, Pestiziden oder Wasser ist eine hocheffiziente Technik, mit der die Verwendung und die übermäßige Abhängigkeit von diesen Zugaben minimiert werden. Bei der Mikrodosierung werden kleine Mengen direkt auf die Samen oder Pflanzen oder in ihre unmittelbare Nähe gegeben. Tröpfchenbewässerung ist eine Methode zur Mikrodosierung von Wasser, bei der eine begrenzte Menge

### BOX 12: Floppy Sprinkler

Der Floppy Sprinkler wurde ursprünglich in Südafrika entwickelt und besteht aus einem flexiblen Rohr, das Regentropfen imitiert. Es gibt zwei Arten von Floppy Sprinklern: Einer eignet sich eher für den großflächigen Anbau und benötigt ein Oberleitungssystem – komprimiertes Wasser wird nach oben befördert und über spezielle Wasserrohre ausgebracht. Das andere System ist erdgebunden und eignet sich zur Kleinbewässerung. Beide Sprinkler bestehen aus Silikon und erfordern minimale Wartung. Die Technologie wird in zahlreichen afrikanischen Ländern, unter anderem in Kamerun, Angola, Mosambik, Namibia, Eswatini, Zimbabwe und Ägypten, für eine Reihe von Pflanzen eingesetzt. Es wurden ein Anstieg des Ernteertrags um 15 - 30 Prozent und ein Rückgang des Wasserverbrauchs um 17 - 44 Prozent festgestellt. Eine Studie des South African Institute for Agricultural Engineering hat bestätigt, dass diese Systeme wesentlich effizienter waren als andere Großbewässerungssysteme, wie beispielsweise Schleppleitungen. Die Studie hat ergeben, dass bei Floppy-Systemen die Anschaffungskosten zwar höher sind, aber langfristig war ihre Kosteneffizienz besser.<sup>117,118</sup>

an Wasser direkt dorthin gegeben wird, wo es am meisten benötigt wird, wodurch Verschwendung und Verdunstung verringert werden.<sup>112</sup>

### Sprinkler

Sprinklerberegnung ist eine Methode, bei der Wasser regenähnlich kontrolliert verteilt wird. Üblicherweise ist der Sprinkler mit einer Pumpe verbunden, wobei ein Wasserschlauch zur Wasserverteilung genutzt wird.





Alfalfaernte auf einem bewässerten Feld mit Oberleitungssprinkler, Sudan

### Bewässerung mithilfe erneuerbarer Energien

Die Nutzung erneuerbarer Energien wächst weltweit schnell und verbreitet sich zunehmend auch in Afrika: Erneuerbare Energien sind skalierbar und ohne umfangreiche Stromnetze verfügbar, sie basieren nicht auf fossilen Brennstoffen und können auch in entlegenen Gebieten bereitgestellt werden. Auch wenn die Kosten für Photovoltaik-Technologien in Afrika immer noch etwa 12 Prozent über dem globalen Durchschnitt liegen, so sind doch die globalen Kosten für Solartechnologie seit 2010 um beinahe 80 Prozent gesunken und werden vermutlich in den nächsten zehn Jahren weiter sinken.<sup>119,120</sup>

### Digitale Systeme und Technologien

Auf Mobiltelefonen basierende Systeme können eine effiziente Nutzung verschiedener Bewässerungstechnologien erleichtern. In Kombination mit Solar-Tröpfchenbewässerungssystemen können sie beispielsweise für eine zeitgenaue und präzise Bewässerung auch ohne die physische Anwesenheit des Landwirts sorgen. Diese Technologien können nicht nur das Management und die Kontrolle von landwirtschaftlichen Prozessen erleichtern und größere Flexibilität und Effizienz ermöglichen, sondern können auch junge Menschen für die Landwirtschaft gewinnen.

#### BOX 13: Solarbetriebene Pumpen

Die Nutzung von Solartechnologie in Kombination mit Pumpsystemen zur Bewässerung ist eine umweltfreundlichere Alternative zu Motorpumpen und erfordert zudem geringere Wartungskosten. Solarbetriebene Tröpfchenbewässerungssysteme benötigen keine Batterien, und die Pumpe läuft tagsüber. Die Pumpen sind selbstregulierend, d.h. an sonnigen und heißen Tagen mit höherer Verdunstung ist die Drehzahl der Pumpe und damit die Wassermenge höher. Im Norden Benins wurde auf 0,5 ha großen Feldern ein solarbetriebenes Tröpfchenbewässerungssystem installiert und mit ähnlichen Feldern, die von Hand bewässert wurden, verglichen. Bei den mithilfe von Solarenergie bewässerten Feldern waren die Erträge, die Einnahmen und der

Gemüsekonsum der Haushalte signifikant höher als bei den Haushalten, die manuelle Bewässerungsmethoden nutzten. Insgesamt stieg der Lebensstandard der Projektbegünstigten gegenüber den Nichtbegünstigten um 80 Prozent an. Solargestützte Techniken sind zwar mit höheren Anschaffungskosten verbunden, aber ein hypothetischer Vergleich mit Motorpumpen hat ergeben, dass die Gesamtkostenwirksamkeit bei höheren Kraftstoffpreisen und beim Einsatz von Solartechnologien in Großbetrieben höher ist. Aber aufgrund der hohen Anschaffungskosten sind solarbetriebene Technologien vermutlich immer noch nur für landwirtschaftliche Genossenschaften und größere Bewässerungssysteme unter staatlicher Leitung erschwinglich.<sup>121</sup>

### BOX 14: Bewässerungsapps

Mobile Apps spielen in der Landwirtschaft, auch bei der Bewässerung, eine immer wichtigere Rolle. Einige Unternehmen entwickeln Bewässerungssysteme in Kombination mit einer mobilen App. Die Nigerian National Space Research and Development Agency (NASDRA) stellte kürzlich ihr solarbetriebenes automatisiertes Bewässerungssystem vor. Die Technologie arbeitet mit einem Bodensensor und einer solarbetriebenen Wasserpumpe und nutzt Signale von Navigationsatelliten. Das System wurde mit

verschiedenen Böden und verschiedenen Pflanzenarten getestet. Die Bodenbedingungen und Feuchtigkeit werden durchgehend überwacht und dem Landwirt auf das Mobiltelefon oder den Laptop gesendet. Wenn die Bodenfeuchtigkeit einen bestimmten Wert unterschreitet, wird die Pumpe automatisch aktiviert.<sup>122</sup> Ähnliche Systeme wurden von Wissenschaftlern an der kenianischen Meru University of Science and Technology entwickelt.<sup>123</sup>

### BOX 15: Bodensensortechnologien

Vorhersagen der Bodenfeuchtigkeit sind ein gutes Mittel zur Abschätzung des Entwicklungsstands der Vegetationsperiodenbedingungen und können zur Früherkennung von Naturgefahren, einschließlich Dürren und Überschwemmungen, dienen.<sup>124</sup> Derzeit wird eine neue Generation von Bodensensortechnologien für den afrikanischen Markt entwickelt. Einige Unternehmen wie Zenvus haben mit dem Verkauf von elektronischen Bodensensortechnologien mit Positionsbestimmungssystemen (GPS), Mikro-speicherkarten und Antennen für den Zugang zu Funknetzwerken (W-LAN) zur Nutzung auf Smartphones oder Laptops begonnen. Diese Technologien helfen bei der Überwachung von Daten wie Bodenfeuchtigkeit und Nährstoffe, pH-Wert und Feuchtigkeit, Temperatur und Sonnenlicht und führen zu einer besseren Kenntnis der laufenden Veränderungen auf dem Feld und in der Umwelt. Sie liefern auch in Echtzeit Anleitungen, Empfehlungen und Informationen über Niederschläge und Dürren. Ein Sensor kann je nach Umgebungsfaktoren eine Fläche von bis zu 3 ha abdecken. Die Sensoren sind derzeit für US\$ 200-650 online erhältlich.<sup>125</sup> Mobile Technologien

verbreiten sich zwar derzeit in Subsahara-Afrika rasant, aber die meisten Kleinbauern haben keinen Zugang zu Laptops oder Smartphones,<sup>vi</sup> und ohne eine erhebliche Preissenkung werden die meisten Kleinbauern sich diese Bodensensoren nicht leisten können. Aus diesem Grund untersuchte ein Projekt in Tansania das Potenzial für die Vermarktung einer stark vereinfachten Version der Bodensensortechnologie bestehend aus einem Sensor und einer LED-Lampe, die anzeigt, ob eine Bewässerung erforderlich ist (oder nicht) und die mit der Fähigkeit ausgestattet ist, diese Informationen an die Cloud zu senden und in Echtzeit zu analysieren. Die geschätzten Kosten liegen zwischen US\$ 50 und 100 (einschließlich des Sensors, eines Datenspeichers und einer SIM-Karte). Das Projekt schätzte, dass der Einsatz einfacher Bodensensoren für tansanische Landwirte profitabel sein kann, insbesondere beim Anbau von Tabak, Hochland-Reis oder Mais - Kulturpflanzen, die wahrscheinlich am stärksten von Bodenfeuchtigkeitssensoren profitieren würden. Es mag zwar einen potenziellen Markt für Bodensensoren geben, doch müssen noch soziale Gewohnheiten und Herausforderungen besser analysiert werden.<sup>126</sup>

### BOX 16: Hyperspektralkamera

Mit der hyperspektralen Bildgebung können Informationen über elektromagnetische Spektren gesammelt werden. Zenvus in Nigeria bemüht sich erstmals um den Vertrieb dieser Kameras, die in der Lage sind, Bilder auszuwerten und Pflanzenstress, Dürre sowie Schädlings- und Krankheitsbefall zu erkennen. Die Landwirte können diese Technologie in Kombination mit Bodensensoren nutzen, um die Effektivität ihrer

Bewässerung und Düngemittelausbringung zu überprüfen, indem Bodendaten mit der Pflanzengesundheit insgesamt in Bezug gesetzt werden. Die Kamera ist in zwei Ausführungen erhältlich: Eine ist zur Befestigung an einem Stab gedacht, und die andere ist für die Arbeit mit Drohnen zur Überwachung großer Anbauflächen optimiert. Die Kamera kostet US\$ 190 und ist derzeit nur in Nigeria erhältlich.<sup>127</sup>

vi In Tansania besitzen nur 13 Prozent und in In Tansania besitzen nur 13 Prozent und in Ghana, Senegal, Nigeria und Kenia nur etwa ein Drittel der Erwachsenen ein Mobiltelefon (Quelle: Pew Research Center, 2018. <http://www.pewglobal.org/2018/10/09/internet-connectivity-seen-as-having-positive-impact-on-life-in-sub-saharan-africa/>).



**Tabelle 1: Vergleich herkömmlicher Kleinbewässerungsmethoden**

Methode	Schöpfeimer	Handpumpe	Hüftpumpe	Tretpumpe	Motorpumpe	Solarpumpe
<b>Typ</b>	Wasserförderung	Wasserförderung	Wasserförderung	Wasser-örderung	Wasserförderung	Wasserförderung
<b>Hauptanwender/ durchschnittliche Feldgröße</b>	Kleinbauern	Kleinbauern / < 0,2 ha	Kleinbauern / < 0,5 ha	Kleinbauern / < 0,8 ha	Kleine bis mittlere Betriebe / 0,5-10 ha	Kleine bis mittlere Betriebe / 0,3-10 ha
<b>Investitions- kosten (US\$/ Einheit)</b>	15	40	50	20-250	300-1 500	2 450-15 400
<b>Wartungskosten (US\$/Jahr/ Einheit)</b>	1	2	1	8-35	580 <sup>vii</sup>	50-100
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Niedrige Kosten</li> <li>■ Materialien vor Ort verfügbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Niedrige Kosten</li> <li>■ Weniger manuelle Kraft nötig</li> <li>■ Kann Wasser-versorgung verbessern</li> <li>■ Materialien vor Ort verfügbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Niedrige Kosten</li> <li>■ Kann mit Tröpfchenbewässerung kombiniert werden</li> <li>■ Zeitersparnis</li> <li>■ Tragbar</li> <li>■ Einfache Reparatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kann mit Tröpfchenbewässerung kombiniert werden</li> <li>■ Tragbar</li> <li>■ Zeitersparnis</li> <li>■ Einfache Reparatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Geringere Strapazen bei Wasserförderung</li> <li>■ Zeitersparnis</li> <li>■ Kann mit Tröpfchenbewässerung oder Sprinkler kombiniert werden</li> <li>■ Kann für kleine und mittelgroße Felder eingesetzt werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Umweltfreundliche Energiequelle</li> <li>■ Zeitersparnis</li> <li>■ Umweltfreund</li> <li>■ Geringere Strapazen bei Wasserförderung</li> <li>■ Kann für kleine und mittelgroße Felder eingesetzt werden</li> <li>■ Kann mit Tröpfchenbewässerung oder Sprinklern kombiniert werden</li> </ul>

vii Ausgehend von einem Einsatz von 200 T/Jahr.

Methode	Schöpfeimer	Handpumpe	Hüftpumpe	Tretpumpe	Motorpumpe	Solarpumpe
<b>Nachteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Erhebliche manuelle Kraft erforderlich</li> <li>■ Nur für sehr kleine Felder geeignet</li> <li>■ Keine effiziente Wassernutzung</li> <li>■ Zeitaufwendig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nur für sehr kleine Felder geeignet</li> <li>■ Keine effiziente Wassernutzung</li> <li>■ Zeitaufwendig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nur für sehr kleine Felder geeignet</li> <li>■ Keine effiziente Wassernutzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ In manchen Ländern nur über ausgewählte Händler erhältlich</li> <li>■ Gegebenenfalls höhere Kosten in manchen Ländern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nur über ausgewählte Händler erhältlich</li> <li>■ Relativ hohe Anschaffungs- und Unterhaltskosten – je nach Kraftstoffpreisen</li> <li>■ Trägt zur Umweltverschmutzung bei</li> <li>■ Ersatzteile gegebenenfalls schwer erhältlich</li> <li>■ Spezielle Fähigkeiten zur Reparatur erforderlich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Hohe Anschaffungskosten</li> <li>■ Nur über ausgewählte Händler erhältlich</li> <li>■ Ersatzteile gegebenenfalls schwer erhältlich</li> <li>■ Spezielle Fähigkeiten zur Reparatur erforderlich</li> </ul>

**Tabelle 2: Vergleich herkömmlicher, gemeinschaftlicher Bewässerungsmethoden<sup>viii</sup>**

Methode	Flusswasserumleitung	Gezeitenbewässerung
<b>Typ</b>	Wasserversorgung und Bewässerung	Wasserversorgung und Bewässerung
<b>Hauptverwender &amp; Eignung</b>	Kleine bis mittlere Betriebe	Kleine bis mittlere Betriebe
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ermöglicht (günstigen) Zugang zu Wasser</li> <li>■ Wartung der Kanäle kann von Landwirten übernommen werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ermöglicht (günstigen) Zugang zu Wasser</li> <li>■ Geringe Wartungskosten</li> <li>■ Wartung der Kanäle kann von Landwirten übernommen werden</li> <li>■ Keine Dämme erforderlich</li> </ul>
<b>Nachteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Erfordert langfristige Planung mit Fachleuten und Technikern</li> <li>■ Sehr hohe Anschaffungskosten</li> <li>■ Ziemlich ineffiziente Wassernutzung aufgrund von Überschwemmungen</li> <li>■ Bau großer Wassersysteme (mit Dämmen) kann sich auf Wasserversorgung an anderer Stelle auswirken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nur an sehr spezifischen geografischen Standorten, insbesondere an Flüssen mit Gezeiten, möglich</li> <li>■ Erfordert langfristige Planung mit Fachleuten und Technikern</li> <li>■ Sehr hohe Anschaffungskosten</li> </ul>

viii Bei dieser Analyse wurden die Investitions- und Unterhaltskosten nicht berücksichtigt, da die Schätzungen extrem standortspezifisch sind und von zahlreichen Faktoren wie Wasserpreisen, Pumpstunden pro Tag, Bewässerungszyklus, Auslasttyp, Auslassabstand, bewässerte Gesamtfläche und weiteren topografischen Faktoren abhängen.

ix Je nach Steilheit der Böden;

Tabelle 3: Vergleich innovativer Bewässerungstechnologien<sup>ix</sup>

Technologie	Schwerkraft-basierte Tröpfchenbewässerung	Pivot-Beregnung	Floppy Sprinkler	Bodensensor	Hyperspektral-kamera
<b>Typ</b>	Bewässerung	Bewässerung	Bewässerung	Bewässerungsunterstützung	Bewässerungsunterstützung
<b>Hauptanwender &amp; Eignung/ durchschnittliche Feldgröße</b>	Kleinbetriebe / 0,05 ha	Mittel- bis Großbetriebe/ 4,5-200 ha	Klein-, Mittel-, Großbetriebe/ 0,2 - mehrere k ha	Klein-, Mittel-, Großbetriebe/ Abdeckung von 1-3 ha durch einen Sensor <sup>x</sup>	Klein-, Mittel-, Großbetriebe/ sämtliche Größen möglich - Einsatz mittels Drohne möglich
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sehr geringe Anschaffungs- und Wartungskosten</li> <li>■ Materialien vor Ort verfügbar</li> <li>■ Sehr effiziente Wassernutzung</li> <li>■ Kann mit verschiedenen Wasserfördersystemen kombiniert werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sehr effizientes System</li> <li>■ Remote-Management möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sehr effizientes System</li> <li>■ Remote-Management möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Unterstützt effiziente Wassernutzung</li> <li>■ Kann mit Bewässerungssystem kombiniert werden</li> <li>■ Zeigt trockenheitsbedingte Schäden der Anbaupflanzen</li> <li>■ Ermöglicht Remote-Zugriff auf Bewässerungssysteme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Unterstützt effiziente Wassernutzung</li> <li>■ Zeigt trockenheitsbedingte Schäden der Anbaupflanzen an</li> <li>■ Hilft bei der Identifizierung und dem Beheben von Problemen bzgl. Pflanzenwachstum und Nährstoffe</li> </ul>
<b>Nachteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nur einsetzbar, wenn Gefälle vorhanden, z.B. Hänge</li> <li>■ Bewässerung benötigt Zeit, abhängig vom durch die Schwerkraft verursachtem Druck</li> <li>■ Rohre anfällig für Insekten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Erst ab mittelgroßen Feldern geeignet</li> <li>■ Sehr hohe Investitionskosten</li> <li>■ Erfordert leistungsfähige Wasserversorgung</li> <li>■ Hoher Verlust potenzieller Erträge wegen runder Bewässerungsform</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sehr hohe Investitionskosten</li> <li>■ Erfordert leistungsfähige Wasserversorgung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Für Kleinbauern kostspielig</li> <li>■ Mobiltechnologie für Steuerung und Zugriff auf die Daten in der Cloud erforderlich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Für Kleinbauern kostspielig</li> <li>■ Mobiltechnologie für Steuerung und Zugriff auf die Daten in der Cloud erforderlich</li> </ul>



## 8. Finanzierungsmodelle und Vermarktung von Bewässerung

Eines der größten Hindernisse bei der Ausweitung von Bewässerungssystemen in Afrika ist der Zugang zu Finanzierungsmöglichkeiten.<sup>x</sup> Dies gilt sowohl für von Landwirten initiierte Kleinbewässerungssysteme als auch für mittlere und große Bewässerungssysteme unter staatlicher Leitung. Die meisten Landwirte sind bei Investitionen in Landwirtschaftszubehör, -werkzeuge und -maschinen auf ihre eigenen Ersparnisse angewiesen. Die erheblichen Anschaffungskosten einiger moderner Bewässerungswerkzeuge und -ausrüstungen führen dazu, dass sie für viele Kleinbauern unerschwinglich sind und schrecken gegebenenfalls Regierungen von den dringend benötigten Investitionen in die Bewässerung ab. Da jedoch die Erträge beim Bewässerungsanbau dem Zweifachen oder mehr der Erträge vergleichbarer Pflanzen im Regenackerbau entsprechen, können Investitionen in Wassersteuerung profitabel sein.

**In den letzten 10 Jahren haben mehrere Länder in Asien 6 Prozent der Regierungsausgaben der Landwirtschaft zugewiesen. Davon wurden über 60 Prozent in die Bewässerungsentwicklung investiert, was zu einer schnellen Zunahme der bewässerten Flächen führte. Im Gegensatz dazu haben die afrikanischen Regierungen 2017 lediglich 3,1 Prozent der nationalen Budgets für die Landwirtschaft eingesetzt.**

Anstrengungen zur Überwindung finanzieller und sonstiger Hindernisse für die Entwicklung und Ausweitung von Bewässerung sind ein wesentlicher Faktor für die Transformation der Landwirtschaft in Afrika. Genau aus diesem Grund ist die Entwicklung der Bewässerung eine Hauptinvestitionspriorität im Rahmen des Comprehensive Africa Agriculture Development Programme (CAADP).<sup>128</sup> Zur Finanzierung der umfangreichen Ausweitung von Bewässerung in ganz Afrika ist eine Mischung aus Investitionen sowie eine intelligente Planung von Klein- und Großbewässerungsprogrammen erforderlich, damit den Kleinbauern Vorteile entstehen und das vollständige Bewässerungspotenzial der Länder ausgeschöpft wird.<sup>129</sup>

Die derzeitigen Finanzierungsmodalitäten unterscheiden sich je nach Größe der Bewässerungsprogramme erheblich. Großbewässerung erfordert eine sorgfältige technische

**Studien zufolge wären erhebliche Investitionen in die Bewässerungsinfrastruktur tatsächlich machbar und profitabel, wenn die Regierungen das CAADP-Ausgabenziel von 10 Prozent erreichen und nur 1 bis 5 Prozent der Bewässerungsentwicklung zuweisen würden.**

Planung und Entscheidungen auf den höchsten politischen Ebenen; zudem kann sie sehr teuer sein. Der Großteil der Finanzierung für die Bewässerungsentwicklung kommt aus den Budgets der nationalen Regierungen, wobei die meisten Mittel von multilateralen Entwicklungspartnern stammen.<sup>130</sup> In den letzten 10 Jahren haben mehrere Länder in Asien 6 Prozent der Regierungsausgaben der Landwirtschaft zugewiesen.<sup>131</sup> Davon wurden über 60 Prozent in die Bewässerungsentwicklung investiert, was zu einer schnellen Zunahme der bewässerten Flächen führte.<sup>132</sup> Im Gegensatz dazu haben die afrikanischen Regierungen 2017 lediglich 3,1 Prozent der nationalen Budgets für die Landwirtschaft eingesetzt.<sup>133</sup> Im Rahmen des CAADP haben die Regierungen vereinbart, die Ausgaben für die Landwirtschaft auf 10 Prozent der Jahresbudgets zu erhöhen. Trotz erheblicher Steigerungen der Aufwendungen haben 2017 nur 10 Länder das Ziel erreicht.<sup>134</sup> Das Investitionspotential ist noch nicht ausgeschöpft, und es gibt einen dringenden Bedarf zur Steigerung der Investitionen in prioritäre Bereiche wie die Wasserbewirtschaftung für Kleinbauern. Wie Beispiele aus Asien zeigen, hat sich mit den Investitionen in Bewässerung die Nachfrage nach Inputs wie Arbeit und Technologien erhöht, wodurch wiederum der Output landwirtschaftlicher Erzeugnisse gestiegen ist.<sup>135</sup>

**Studien zufolge wären erhebliche Investitionen in die Bewässerungsinfrastruktur tatsächlich machbar und profitabel, wenn die Regierungen das CAADP-Ausgabenziel von 10 Prozent erreichen und nur 1 bis 5 Prozent der Bewässerungsentwicklung zuweisen würden.**<sup>136</sup>

### Innovative Finanzierungsmodelle für von Landwirten initiierte Kleinbewässerungssysteme

Die Entwicklung von Kleinbewässerung wird hauptsächlich von einzelnen Landwirten oder Landwirtgruppen und -genossenschaften vorangetrieben.<sup>137,138</sup> Die Ausweitung

von und der Zugang zu Finanzierungsmöglichkeiten sind entscheidend, da viele Kleinbauern nicht die Mittel zur Finanzierung der erforderlichen Ausrüstung haben.<sup>139</sup> Auch wenn sich die Finanzierungssysteme in Afrika in den letzten beiden Jahrzehnten verbessert haben, liegen sie immer noch gegenüber denen anderer in Entwicklung befindlicher Volkswirtschaften zurück. 2017 hatte nur ein Drittel der Erwachsenen in Subsahara-Afrika Zugang zu regulären Finanzdienstleistungen.<sup>xi</sup> In Lateinamerika waren es 54 Prozent und in Südasien 68 Prozent.<sup>140</sup> Landwirte mit geringem Einkommen und insbesondere Landwirtinnen benötigen Unterstützung, um Bewässerungsausrüstung bezahlen zu können.

### Verleih von Bewässerungsausrüstungen

**Innovative Modalitäten zur Senkung der Zugangskosten durch „Uberisierung“ und andere Verleihmodelle bieten echte Chancen und praktikable Alternativen zu kostspieligen Subventionsprogrammen und staatlichen Beschaffungs- und Vertriebsprogrammen.** Der Verleihmarkt steckt insbesondere bei motorgetriebenen Pumpen in den meisten afrikanischen Ländern noch in den Kinderschuhen, und sowohl mittelgroße Landwirtschaftsbetriebe als auch andere Unternehmer stehen vor der Unsicherheit, ob eine ausreichende Nachfrage vorhanden ist. Zudem besteht das Risiko, dass aufgrund von unsachgerechter Wartung oder übermäßiger Nutzung die Bewässerungsausrüstung versagt und die Lebensdauer der Motoren verkürzt wird. Während die Mechanisierung allgemein von Verleihkonzepten, beispielsweise durch Startups wie Hello Tractor stark profitiert hat, sind weitere Entwicklungen und Versuche erforderlich, um Verleihkonzepte für Bewässerung profitabel zu machen.<sup>141</sup>

**Innovative Modalitäten zur Senkung der Zugangskosten durch „Uberisierung“ und andere Verleihmodelle bieten echte Chancen und praktikable Alternativen zu kostspieligen Subventionsprogrammen und staatlichen Beschaffungs- und Vertriebsprogrammen.**

### Öffentlich-private Partnerschaften (ÖPP)

Bewässerung bietet auch Chancen für neue und innovative ÖPP-Modelle.<sup>xi</sup> Regierungen sind zwar entscheidend für die Schaffung investitionsfreundlicher Rahmenbedingungen, aber ÖPP können die finanzielle Kapazität und Innovationsfähigkeit von privaten und öffentlichen Akteuren für die Bewältigung von Herausforderungen in Zusammenhang mit Bewässerung

steigern. Für den Zugang zu Bewässerungssystemen und -ausrüstung, insbesondere von Kleinbauern, Frauen und jungen Menschen, ist zunächst eine unterstützende Steuerregelung, bei der Verkaufssteuern niedrig sind und Hindernisse wie Einfuhrzölle auf Bewässerungssysteme, Ersatzteile und Rohstoffe für die lokale Produktion minimiert werden. **Deshalb müssen Anreize für den Privatsektor zum Eingehen von ÖPP für die Bewässerungsentwicklung durch finanzielle Sicherheiten, intelligente Subventionen oder Steuervorteile geschaffen werden, um Geschäfte mit Kleinbauern zu fördern.** Ergänzt werden kann dies durch Investitionen in eine gute Infrastruktur wie Straßen, zugänglichen Markteinrichtungen, Stromversorgung auf dem Land und Telekommunikationssysteme. Regierungen können auch eine wichtige Rolle bei der Bereitstellung von Beratungsleistungen, Schulungen von Landwirten und sonstigen technischen Unterstützungsleistungen spielen, die weitere Anreize zum Eingehen von ÖPP schaffen.

**Es müssen Anreize für den Privatsektor zum Eingehen von ÖPP für die Bewässerungsentwicklung durch finanzielle Sicherheiten, intelligente Subventionen oder Steuervorteile geschaffen werden, um Geschäfte mit Kleinbauern zu fördern.**

Zusätzlich könnten solide öffentliche Investitionen in Bewässerung Folgeinvestitionen der Privatwirtschaft in unterstützende Infrastruktur aktivieren. Ein innovativer Ansatz sind Betreibermodelle. Ein Betreibermodell ist eine Form der ÖPP mit Fokus auf Outputs und beinhaltet den Bau oder eine umfangreiche Sanierung von Projekten. Das Projekt bleibt Eigentum der Regierung, aber ein privates Unternehmen erhält das zeitweilige Recht zum gewerblichen Betrieb der Anlage und ist auch für Investitionen verantwortlich. Nach Abschluss des Projektzeitraums wird die Anlage der Regierung übergeben.<sup>142</sup> **Im Bewässerungsbereich könnten Betreibermodelle helfen, neue Kapitalquellen zu erschließen, um die Entwicklung von Wasser- und Bewässerungsprojekten zu beschleunigen sowie Innovationen anzustoßen und einen Technologietransfer zu ermöglichen.** Der Vorteil von Betreibermodellen besteht in der Verteilung des Risikos auf Privatwirtschaft und Regierung und in der frist- und budgetgerechten Bereitstellung neuer Infrastruktur.<sup>143</sup>

### Mehrzweck-Wassersysteme

Die Planung und Umsetzung von großen Bewässerungsprojekten können sehr kostspielig sein. Vor diesem Hintergrund können

x Daten basierend auf Führung eines Kontos bei einem Finanzinstitut (Weltbank, 2018).

xi Es gilt zu berücksichtigen, dass sich „Privatwirtschaft“ auf die Landwirte selbst sowie Unternehmen, Agrarhändler und sonstige Marktakteure, die Landwirte mit Werkzeugen und Ausrüstung versorgen, beziehen kann.

Mehrzweck-Wassersysteme günstiges Wasser für Haushalte, die Landwirtschaft und ländliche Unternehmen liefern.<sup>144</sup> Dadurch, dass das Wasser für unterschiedliche Zwecke verwendet werden darf und die Infrastruktur gemeinsam genutzt wird, können Mehrzweck-Wassersysteme die Wasserproduktivität steigern und gleichzeitig den Wasserstress verringern.<sup>145,146</sup> Ein Vorschlag, um effektiver Mehrzweck-Wassersysteme zu schaffen, ist die Bildung sogenannter „Learning Alliances“. Diese Allianzen, bestehend aus verschiedenen Akteuren, sind eine neue Form kollektiver Entwicklung, die inklusive Entscheidungsfindungsprozesse fördern und die Handlungsfähigkeit und -verpflichtung der Akteure stärken.

**Im Bewässerungsbereich könnten Betreibermodelle helfen, neue Kapitalquellen zu erschließen, um die Entwicklung von Wasser- und Bewässerungsprojekten zu beschleunigen sowie Innovationen anzustoßen und einen Technologietransfer zu ermöglichen.**

Von der Seite der Investition aus betrachtet liegt der Vorteil von Mehrzweck-Wassersystemen und Learning Alliances in der Einbeziehung der verschiedenen Interessensgruppen sowie in der Diversifizierung und Zusammenlegung möglicher Finanzierungsquellen. Die Ergebnisse einer Kosten-Nutzen-Analyse von Einzweck-Wasserleistungen im Vergleich zu Mehrzweck-Leistungen deuten darauf hin, dass sich höhere kurzfristige Investitionen zur Deckung der verschiedenen Bedarfe der Menschen langfristig auswirken.<sup>147,148,149</sup> **In der Region Tillabéri in Niger haben 60 Prozent der Haushalte, die von einem Mehrzweck-Wassersystem-Projekt profitieren, die Nahrungsaufnahme von 1,3 auf 3 Mahlzeiten pro Tag gesteigert. 93 Prozent derselben Haushalte haben einen Anstieg ihres Einkommens um durchschnittlich US\$ 117 pro Landwirtschaftssaison angegeben.**<sup>150</sup>

## Globale Finanzierungschancen

Es gibt eine Reihe globaler Finanzierungsmechanismen, über die Länder Zuschüsse und Niedrigzins-Kredite für die Entwicklung von gezielten Bewässerungsprogrammen oder zur Verbesserung von bestehender Bewässerungsinfrastruktur erhalten können. Der Zugang zu diesen Mitteln hilft auch den Regierungen bei der Abfederung der hohen Anschaffungskosten, die häufig mit dem Erwerb moderner Bewässerungswerkzeuge und -ausrüstung und der Entwicklung von Bewässerungsinfrastruktur verbunden sind.

### Green Climate Fund

Der Green Climate Fund (GCF) ist ein multilateraler Klimafonds, der 2010 von allen 194 Ländern des Rahmenübereinkommens

**In der Region Tillabéri in Niger haben 60 Prozent der Haushalte, die von einem Mehrzweck-Wassersystem-Projekt profitierten, die Nahrungsaufnahme von 1,3 auf 3 Mahlzeiten pro Tag gesteigert. 93 Prozent derselben Haushalte haben einen Anstieg ihres Einkommens um durchschnittlich US\$ 117 pro Landwirtschaftssaison angegeben.**

der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) zur Unterstützung von Entwicklungsländern bei der Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels eingerichtet wurde. Der GCF investiert in die Planung und Umsetzung von Abschwächungs- und Anpassungsstrategien, in eine emissionsarme klimaresiliente Entwicklung – einschließlich Bewässerungsinfrastruktur – und kofinanziert derzeit Bewässerungsprojekte in 14 afrikanischen Ländern im Wert von über US\$ 400 Millionen.

In Marokko investiert der GCF zusammen mit der marokkanischen Regierung und der *Agence Française de Développement* (AFD) etwa US\$ 90 Millionen in ein Fünfjahresprojekt zur Bewässerungsentwicklung und Anpassung des Bewässerungsbaus an den Klimawandel. Aufgrund gestiegener Temperaturen und Wasserknappheit sind die überwiegend großen Landwirtschaftsbetriebe in der Region auf Oasen-Wasservorkommen entlang des Guir Wadi, die durch mehrjährige Dürre und unregelmäßige Regenfälle dezimiert wurden, angewiesen. Zum Schutz unterirdischer Wasservorräte soll im Rahmen des Projekts ein an einen nahegelegenen Staudamm angeschlossenes Bewässerungssystem gebaut werden. Dieses System gewährleistet eine nachhaltige Wasserversorgung der Betriebe und schont die Wasserressourcen für stromabwärts gelegene Nutzer. Es wird geschätzt, dass das Projekt 15.500 Landwirten zugutekommen wird.<sup>151</sup>

In Tansania haben der GCF, die tansanische Regierung, die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und lokale Nutzergruppen US\$ 167 Millionen in den Schutz der Wasservorräte und die Verbesserung der Anbaubedingungen in der Region Simiyu investiert. Die Region ist stark von der Landwirtschaft abhängig, aber die Anbaubedingungen sind durch die Unzuverlässigkeit der zwei Regenzeiten und die mangelnde Anpassung der landwirtschaftlichen Praktiken an den Klimawandel gefährdet. Ziel des Projekts ist es, die gemeinschaftsbasierte Anpassungsplanung der Regierung zu stärken und die Wasserversorgungsinfrastruktur, die sanitären Bedingungen und die landwirtschaftlichen Praktiken insbesondere durch klimasmarte landwirtschaftliche Ansätze, einschließlich Kleinbewässerungssystemen wie Tröpfchenbewässerung und Sprinkler, zu verbessern. Es wird geschätzt, dass das Projekt drei Millionen Menschen in der Region zugutekommen wird.<sup>152</sup>



Der GCF hat einen vielschichtigen Ansatz zur Mobilisierung von Finanzmitteln in Bezug auf Klimafragen. Er arbeitet direkt mit Regierungen und der Privatwirtschaft zusammen. Nationale Behörden – häufig Umweltministerien – bilden die Schnittstelle zwischen den einzelnen Ländern und dem GCF; sie entwickeln Projektideen und reichen dem GCF-Verwaltungsrat Finanzierungsvorschläge zur Genehmigung ein.<sup>153</sup>

### Global Agriculture and Food Security Program

Ein weiterer Fonds, über den Regierungen die Ausweitung und Entwicklung von Bewässerung finanzieren können, ist das Global Agriculture and Food Security Program (GAFSP). In Malawi, Niger und Togo hat das GAFSP Mittel in Höhe von US\$ 39 Millionen, US\$ 21 Millionen bzw. US\$ 19 Millionen für die Entwicklung von Wassersammel- und Bewässerungssystemprojekten bereitgestellt. Ziel des Projekts ist es, die Resilienz von Kleinbauern gegenüber dem Klimawandel und sich ändernden Wettermustern durch die Verringerung der Abhängigkeit der Landwirte von Regen zu stärken.<sup>154</sup> Das GAFSP bietet eine Reihe von öffentlichen und privaten Investitionswerkzeugen wie Zuschüssen, Krediten zu Vorzugsbedingungen, Mischfinanzierung, technischer Unterstützung und Beratungsleistungen. Seine Projekte werden von Regierungen, der Privatwirtschaft und zivilgesellschaftlichen Organisationen geleitet. Mittel fließen durch das „Public Sector Window“ als Zuschüsse an Regierungen, durch das „Private Sector Window“ als Finanzierungspakete an privatwirtschaftliche Unternehmen und Agrarindustriunternehmen und über die „Missing Middle Initiative“ als Zuschüsse an Erzeugerorganisationen, denen Kleinbauern angehören.<sup>155</sup>





# 9. Politischer Rahmen: kontinental und global

Unter politischen Entscheidungsträgern wächst die Aufmerksamkeit für den Bedarf an Bewässerung und dafür, was das Potenzial von Bewässerung zur kontinentalen und globalen Transformation der Landwirtschaft, zur Agenda 2063 der Afrikanischen Union, zur 2025 African Water Vision, zum Comprehensive Africa Agriculture Development Programme (CAADP) und zu den Zielen für nachhaltige Entwicklung (SDG) beitragen kann.

## Kontinentale Politik

Bewässerung und Wassermanagement für die afrikanische Landwirtschaft sind eng mit den kontinentalen und globalen politischen Rahmenbedingungen und Prozessen verknüpft.

Ziel 7 des ersten Zehnjahresplans der Agenda 2063 der Afrikanischen Union (AU) - *Ökologisch nachhaltige klimaresiliente Volkswirtschaften und Gemeinschaften* - besteht darin, die Wasserproduktivität von Regenackerbau und Bewässerung gegenüber 2013 um 60 Prozent zu steigern und mindestens 10 Prozent des Regenwassers für den menschlichen, landwirtschaftlichen und industriellen Gebrauch zu nutzen.

Ziel 5 - *Moderne Landwirtschaft für höhere Produktivität und Produktion* - fördert politische Maßnahmen, die die Wertschöpfung in der Landwirtschaft durch Investitionen in die Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Erzeugnisse, Bewässerung und Straßeninfrastruktur steigern. Damit soll eine Verdopplung der Produktivität der Landwirtschaft erreicht werden.<sup>156</sup>

Hervorgehoben wird die Bedeutung von Wasser und Bewässerung außerdem in Ziel 3 der Malabo-Erklärung - *Verpflichtung zur Beendigung des Hungers in Afrika bis 2025*. Darin werden die afrikanischen Staats- und Regierungschefs zur Schaffung effizienter und effektiver Wassermanagementsysteme, insbesondere durch Bewässerung, zur Beschleunigung des Wachstums der Landwirtschaft und Beendigung des

Hungers in Afrika bis 2025 verpflichtet.<sup>157</sup> Der Biennial Review Report der Afrikanischen Union zur Überwachung und Prüfung der Fortschritte der Mitgliedsstaaten bei der Umsetzung der Malabo-Erklärung erfasst die unternommenen Bemühungen im Bereich Bewässerung in einer einzigen Kennzahl. Ziel 3.1 - *Zugang zu Landwirtschaftsinputs und -technologien* - deckt Investitionen in Bewässerungsprogramme und deren Entwicklung ab. 2017 waren nur acht Länder auf dem Weg, das Ziel zu erreichen: Äthiopien, Ghana, Mauretanien, Mauritius, Marokko, Namibia, Ruanda und Sambia. Im Biennial Review Report ist der Bedarf an Investitionen in Bewässerung in fünf Ländern, nämlich Niger, Sierra Leone, Südafrika, Sambia und Zimbabwe, ausdrücklich aufgeführt. Angesichts der möglichen Rolle der Bewässerung bei der Steigerung des Wachstums der Landwirtschaft und der Verbesserung der Lebensgrundlagen von bäuerlichen Gemeinschaften in ländlichen Gebieten könnte eine eigene Kennzahl zur Bewässerungsentwicklung im BR zur Erfassung der Investitionen der Länder in Klein- und Großbewässerung sowie der Bewässerungsentwicklung von Nutzen sein.<sup>158</sup>

Eine Analyse des IFPRI aus dem Jahr 2011 ergab, dass die meisten der 24 Länder in Subsahara-Afrika, die CAADP-Vereinbarungen mit Investitionsplänen unterzeichnet haben, angaben, dass zur Erreichung der vorgesehenen Nahrungssicherheitsziele ein Bedarf an Bewässerungsentwicklung bestünde, bei den meisten von ihnen sowohl im Bereich der Klein- als auch der Großbewässerung. Jedoch gaben nur sechs Länder spezifische Pläne für eine Ausweitung der Fläche, im Allgemeinen bis 2015, an: Burkina Faso (55.000 ha), Liberia (19.250 ha), Malawi (228.000 ha), Mali (45.500 ha), Niger (75.000 ha) und Ruanda (13.000 ha). Zwar sollte die Aufnahme von Zielen zur Ausweitung der Bewässerung in die politischen Programme der Länder unterstützt werden, aber es scheint, dass manche Länder zu schnell zu viel erreichen möchten. Die Ausweitungspläne von Malawi und Liberia sehen eine Vergrößerung der vorhandenen Flächen um 400 Prozent bzw. 1.000 Prozent gegenüber dem aktuellen Stand vor.<sup>159</sup>

Die 2025 African Water Vision, ein 2000 von der Afrikanischen Union, der Afrikanischen Entwicklungsbank (AfDB) und der Wirtschaftskommission für Afrika der Vereinten Nationen (UNECA) entwickeltes Rahmenwerk, fordert „ein Afrika mit gerechter und nachhaltiger Nutzung und Bewirtschaftung der Wasserressourcen zugunsten von Armutsminderung, sozioökonomischer Entwicklung, regionaler Zusammenarbeit und der Umwelt.“ Das Rahmendokument hebt hervor, dass eine Steigerung der Wasserproduktivität im Regen- und Bewässerungsanbau um 60 Prozent und eine Ausweitung der bewässerten Fläche um 100 Prozent bis 2025 notwendig ist.<sup>160</sup> Ausgehend von dieser Vision und dem Ziel, Entwicklung und Armutsbeseitigung mit effektivem Management der Wasserressourcen des Kontinents und der Bereitstellung von



Wasserversorgungsleistungen zu fördern, wurde 2002 in Abuja, Nigeria, der afrikanische Ministerrat für Wasser (AMCOW) gegründet. Der AMCOW bietet Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der African Water Vision auf regionaler, subregionaler und nationaler Ebene und arbeitet mit Entwicklungsorganisationen, der Zivilgesellschaft und sonstigen maßgeblichen Akteuren zusammen. Unter Punkt 1 – *Wasserinfrastruktur für Wirtschaftswachstum* – wird im Plan die Bedeutung der optimalen Nutzung, der Wiederherstellung und des effektiven Managements von Staudämmen, Wasserkraftprogrammen, Bewässerungsprogrammen sowie der Wasserversorgungs- und Abwasserinfrastruktur betont.<sup>161</sup>

## Globale Politik

Auf globaler Ebene ist die effiziente Nutzung von Wasser für die Landwirtschaft zentraler Bestandteil entwicklungspolitischer Prozesse und Rahmenbedingungen. Das 6. Ziel für nachhaltige Entwicklung (SDG) – *Sauberes Wasser und Sanitärversorgung* – hebt die Notwendigkeit einer Verbesserung der Wasserqualität, des integrierten Wasserressourcenmanagements sowie des Schutzes und der Wiederherstellung der Wasserökosysteme

hervor. Außerdem wird in der Entwicklungsagenda 2030 die Notwendigkeit zur Unterstützung der Entwicklungsländer bei Maßnahmen und Programmen in den Bereichen Wasser und Sanitärversorgung wie der Wassersammlung, Entsalzung, Wassereffizienz, Abwasseraufbereitung, Recyclings- und Wiederverwertungstechnologien betont.<sup>162</sup>

Beim African Green Revolution Forum, das im September 2018 in Ruanda stattfand, stand die Rolle möglicher Investitionen und Entwicklungschancen im Rahmen der von Landwirten vorangetriebenen Kleinbewässerung in Afrika im Mittelpunkt.<sup>163</sup> In einer gemeinsamen Erklärung wurden die Unterstützung für eine inklusive und nachhaltige von Landwirten vorangetriebene Bewässerung in Afrika und deren Bedeutung für die Nahrungsmittelsicherheit und Armutsminderung bekräftigt.<sup>164</sup>

Um die verschiedenen Ziele aus den kontinentalen und globalen politischen Rahmendokumenten, insbesondere der Malabo-Erklärung und den SDGs zu erreichen, müssen die afrikanischen Länder Wasser für Landwirtschaft und Bewässerung zu vorrangigen politischen Prioritäten innerhalb ihrer nationalen Strategien für landwirtschaftliche Investitionen machen.

Bäuerin bewässert ihre Setzlinge, Malawi





# 10. Methodik und Länderprofile

Mehrere Länder in Afrika haben eine gut ausgebaute Bewässerungsinfrastruktur und/oder große Fortschritte bei der Verbesserung des Einsatzes von Bewässerung erzielt. Ihre Erfahrungen in Sachen institutionelle Innovationen, Politikgestaltung und Umsetzung vor Ort werden in diesem Bericht ausführlich behandelt, um Lehren für andere afrikanische Länder zu ziehen. Im restlichen Teil des Berichts folgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse einer systematischen Analyse dessen, was führende Länder bei der Bewässerung richtig gemacht haben. Damit sollen politische Innovationen, die zu positiven Veränderungen in der afrikanischen Landwirtschaft führen können, gefördert werden.

Die Auswahl der Länder für diese Analyse erfolgte auf Grundlage von Daten zur bewässerten Gesamtfläche. Damit konnte eine Gruppe von Staaten (ausgenommen Inselstaaten) identifiziert werden, in denen eine signifikante Fläche an Land bewässert wird. Es wurde ein Schwellenwert von 100.000 ha bewässertes Land festgelegt. Länder mit einer Gesamtfläche an bewässertem Land, die oberhalb dieses Schwellenwerts liegt, bildeten die Gruppe, aus der die Länder für die Untersuchung ausgewählt wurden. Länder, in denen Konflikte herrschen oder die derzeit das gesamte urbare Land bewässern, wurden als Sonderfälle von der Analyse ausgeschlossen.

In der zweiten Phase wurden Länder ausgewählt, die einen hohen Grad an Bewässerung erreicht oder wesentliche Fortschritte bei der Bewässerung erzielt haben. Als Kennzahlen verwendet der Bericht Daten der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) zum (1) prozentualen Anteil der mit Bewässerungssystemen ausgestatteten Gesamtfläche für die

Jahre 2012 bis 2014 zur Bestimmung des Bewässerungsgrads des Landes und zum (2) prozentualen Anstieg des Anteils der mit Bewässerungssystemen ausgestatteten Gesamtfläche von 2002-2004 und von 2012-2014 zur Bestimmung der Fortschritte bei der Ausweitung von Bewässerung. Diese Kennzahlen wurden ausgewählt, weil angenommen wurde, dass ein höherer Anteil der mit Bewässerungssystemen ausgestatteten Gesamtfläche einen höheren Grad an Bewässerung widerspiegelt, während ein höherer prozentualer Anstieg des Anteils der mit Bewässerungssystemen ausgestatteten Gesamtfläche für stärkere Fortschritte bei der Ausweitung von Bewässerung steht.

Bei der Länderauswahl wurde auch die regionale Repräsentativität des Kontinents, einschließlich Nordafrika und Subsahara Afrika, berücksichtigt. Dazu wurden die Länder in der definierten Gruppe entsprechend den einzelnen Kennzahlen eingestuft und das führende nordafrikanische Land sowie die zwei führenden Länder in Subsahara-Afrika für jede Kennzahl wurden für die Fallstudienanalyse herangezogen. Marokko, Südafrika und Mali wurden aufgrund ihres hohen Bewässerungsgrads ausgewählt; und Äthiopien, Kenia und Niger aufgrund ihrer schnellen Ausweitung der Bewässerung. Tabelle 4 zeigt die prozentualen Anteile der mit Bewässerungssystemen ausgestatteten Fläche und den Anstieg des bewässerten Anteils des urbaren Lands für die ausgewählten Länder. Tabelle 5 enthält eine Zusammenfassung der institutionellen Innovationen, der politischen und programmatischen Interventionen sowie der Umsetzungsmodalitäten für jede Länderanalyse.



Großflächige Sprinkleranlage, Libyen

**TABELLE 4: Führende Länder bei Bewässerungsgrad 2012-2014 und Ausweitung der Bewässerung von 2002-2004 und von 2012-2014**

Bewässerungsgrad (%)		Ausweitung der bewässerten Flächen (%)	
Marokko	18,9	Äthiopien	51,5
Südafrika	13,4	Kenia	36,8
Mali	5,8	Niger	20,0

Quelle: Autoren-Zusammenstellung gestützt auf FAO-Daten.

**TABELLE 5: Institutionelle Innovationen, programmatische Interventionen und Umsetzungsmodalitäten der sechs Fallstudien-Länder**

Land	Institutionelle Innovationen	Politische / programmatische Interventionen	Umsetzungsmodalitäten
Äthiopien	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bewässerungsentwicklung unter der Leitung des Ministeriums für Wasser, Bewässerung und Elektrizität im Tandem mit: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water Works Design and Supervision Enterprise (WWDSE) im Bereich Planung und Konstruktion</li> <li>• Water Works Construction Enterprise (WWCE) im Bereich Dammbau für Bewässerung</li> <li>• Water Resources Development Fund (WRDF) im Bereich Finanzierung, insbesondere langfristige Kredite</li> <li>• Ministerium für Landwirtschaft und natürliche Ressourcen (MoARD) im Bereich gemeinschaftlich betriebene Kleinbewässerungssysteme (bis 250 ha)</li> <li>• Ministerium für Umwelt, Forstwirtschaft und Klimawandel (MoEFCC) im Bereich Umweltfolgenabschätzung; und</li> <li>• Ministerium für Finanzen und Wirtschaftszusammenarbeit (MoFEC) im Bereich Budgetzuteilung für den Bau</li> </ul> </li> <li>■ Gründung der Agricultural Transformation Agency, die an der Ermittlung von Wasserressourcen beteiligt ist</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Umsetzung der ersten Water Resources Management Policy (WRMP) 1999</li> <li>■ Entwicklung der Ethiopian Water Sector Strategy (EWSS) und des Water Sector Development Programme (WSDP) 2001</li> <li>■ Erfassung von Bewässerung im Policy and Investment Framework (PIF) im äthiopischen nationalen Landwirtschaftsinvestitionsplan 2010-2020</li> <li>■ Entwicklung der Initiative Climate Resilient Green Economy (CRGE) 2011</li> <li>■ Einführung von technischen und berufsbildenden Ausbildungsprogrammen 2003</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Umfangreiches Portfolio an Interventionen mit klaren und eindeutig auf die teilnehmenden Organisationen verteilten Zuständigkeiten</li> <li>■ Kombination von Infrastrukturentwicklung, Finanzintermediation und Kompetenzentwicklung</li> <li>■ Priorisierung von kleinen und mittelgroßen Bewässerungssystemen</li> </ul>

Land	Institutionelle Innovationen	Politische / programmatische Interventionen	Umsetzungsmodalitäten
<b>Kenia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Gründung des National Irrigation Board im Jahr 1966</li> <li>■ Zuweisung der Zuständigkeit für Wassermanagement an das Ministerium für Landwirtschaft, Viehzucht, Fischerei und Bewässerung</li> <li>■ Übertragung der Planung und Umsetzung von Bewässerungsprogrammen an lokale Verwaltungsbezirke</li> <li>■ Zuteilung von Wasser- und Wasserversorgungsgenehmigungen durch die Wasserressourcenbehörde</li> <li>■ Koordinierung und Förderung von Investitionen in integrierte Nutzung von natürlichen Ressourcen, einschließlich Bewässerung, durch sechs regionale Entwicklungsbehörden</li> <li>■ Leitung der Bewässerungsforschung durch das Kenya Agricultural Research Institute und das Tegemeo Institute der Egerton University; Verabschiedung des Bewässerungsgesetzes im Jahr 2017 zur Schaffung einer nationalen Behörde für Bewässerungsentwicklung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Verabschiedung eines langfristigen Entwicklungsplans, Vision 2030, im Jahr 2008</li> <li>■ Veranlassung mehrerer Flagship-Projekte, z.B. Ahero, West Kano, Kerio Valley, Mwea und Ewaso Nyiro North, durch das National Irrigation Board, einschließlich des vom Präsidenten initiierten Projekts Galana Kulalu Food Security</li> <li>■ Ein umfassender Projektentwicklungsansatz beinhaltet eine zusätzliche Entwicklung von Infrastruktur und Wertschöpfungskette, wie Schulung, Lagerung, Verarbeitung und Transport</li> <li>■ Verschiedene Privatunternehmen liefern intelligente Kleinbewässerungslösungen wie Solar- und Tretpumpen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Umsetzung hauptsächlich unter Leitung der Regierung und von Entwicklungspartnern, aber auch von der Privatwirtschaft unterstützt</li> <li>■ Priorisierung von kleinen, mittelgroßen und großen Bewässerungssystemen</li> <li>■ Schwerpunkt auf intelligenten Bewässerungstechnologien unter Nutzung der Erfahrung lokaler Bildungseinrichtungen und der Privatwirtschaft</li> <li>■ Mit Finanzierung aus alternativen Quellen, wie dem Green Climate Fund, Bemühungen um den Ausbau solarbetriebener Bewässerung</li> </ul>
<b>Mali</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Einrichtung des <i>Office du Niger</i> (ON) 1932, ein Großbewässerungsprogramm in der heutigen Region Ségou</li> <li>■ Schaffung einer Abteilung für Bewässerungsentwicklung im National Directorate of Rural Engineering (DNGR) innerhalb des Landwirtschaftsministeriums</li> <li>■ Gründung der regionalen Landwirtschaftskammer von Mali, einer öffentlichen Einrichtung mit Rechtsstatus und finanzieller Eigenständigkeit, im Jahr 1993 zur Vertretung der in der Landwirtschaft, einschließlich Bewässerungswirtschaft, tätigen Menschen gegenüber Behörden, die an der Gestaltung und Umsetzung von politischen Ansätzen und Programmen für ländliche Entwicklung mitwirkt</li> <li>■ Gründung der Agency for Land Management and Supply of Irrigation Water (ATI) im Jahr 2015</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Programme zur Ausweitung und Aufrechterhaltung des Großbewässerungsprogramms des <i>Office du Niger</i> seit 1960</li> <li>■ Umsetzung eines Programms zur Ausweitung der Großbewässerungsentwicklung im Rahmen des <i>Office du Niger</i>, einschließlich des Alatona-Programms im Jahr 2009</li> <li>■ Intervention zur Entwicklung der Bewässerungsinfrastruktur im Rahmen des Program for Increasing Agricultural Productivity in Mali (PAPAM) im Jahr 2011</li> <li>■ Entwicklung der Bewässerungsinfrastruktur im Rahmen des National Program of Irrigation of Proximity (PNIP) im Jahr 2012</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Umsetzung hauptsächlich unter Leitung der Regierung mit zunehmender Mitwirkung der Privatwirtschaft</li> <li>■ Priorisierung von kleinen sowie großen Bewässerungssystemen</li> <li>■ Einbeziehung von Begünstigten in die Umsetzung von politischen Maßnahmen und Programmen zur Stärkung der Eigenverantwortung</li> <li>■ Verstärkte Ausrichtung von staatlichen Bewässerungsprogrammen auf Frauen und junge Menschen</li> </ul>



Land	Institutionelle Innovationen	Politische / programmatische Interventionen	Umsetzungsmodalitäten
<b>Marokko</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Einrichtung eines Direktorats für Bewässerung und Landwirtschaftsentwicklung innerhalb des Landwirtschaftsministeriums mit Zuständigkeit für Planung, Umsetzung, Überwachung und Bewertung von Bewässerungspolitik und -maßnahmen</li> <li>■ Gründung von Regional Offices of Agricultural Development (ORMVA) im Jahr 1966</li> <li>■ Gesetzliche Schaffung von Berufsverbänden für den Bewässerungsbereich im Jahr 1990</li> <li>■ Einrichtung von 52 landwirtschaftlichen Berufsbildungszentren zur Kompetenzentwicklung und Schulung qualifizierter Techniker für die Wartung und Reparatur von Landwirtschaftsgeräten und Werkzeugen, einschließlich Bewässerungsanlagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Einführung eines Subventionsprogramms für Bewässerungstechnik im Jahr 1985 mit Mehrwertsteuerbefreiung für Bewässerungsgeräte und einem Zuschuss von 40 Prozent für alle Komponenten bei Bewässerungsinvestitionen auf Ebene des landwirtschaftlichen Betriebs</li> <li>■ Ausweitung der Bewässerung im Rahmen des Programms zur Bewässerungsentwicklung</li> <li>■ Umsetzung eines National Program for Irrigation Water Saving (PNEEI) für 2008-2020</li> <li>■ Entwicklung des Program of Irrigation Expansion (PEI) im Jahr 2008 zum Ausbau um 1,5 Milliarden m<sup>3</sup> Wasser durch Bewässerungsentwicklungen auf einer Fläche von 160.000 ha bis 2020, im Rahmen des <i>Plan Maroc Vert</i></li> <li>■ Innovative ÖPP-Programme zur stärkeren Einbindung der Privatwirtschaft in die Bewässerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Schwerpunkt auf Finanzierung zur Förderung des Zugangs zu modernen Bewässerungstechnologien</li> <li>■ Starke Einbeziehung der Privatwirtschaft in die Umsetzung durch ÖPP</li> <li>■ Priorisierung von kleinen sowie großen Bewässerungssystemen</li> <li>■ Einbeziehung von Begünstigten in die Umsetzung von politischen Maßnahmen und Programmen zur Stärkung der Eigenverantwortung</li> <li>■ Förderung umweltfreundlicher Technologien und Praktiken</li> </ul>
<b>Niger</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Einrichtung des General Directorate of Rural Engineering innerhalb des Landwirtschaftsministeriums mit Zuständigkeit für Bewässerungsentwicklung</li> <li>■ Gründung des National Office of Hydro Agricultural Management zur Förderung der Bewässerungswirtschaft in Niger im Jahr 1978</li> <li>■ Schaffung eines Netzwerks der Regionalen Landwirtschaftskammer im Jahr 2006</li> <li>■ Gründung des Büros zur Implementierung der Initiative Nigeriens Nourishing Nigeriens (I3N), das seit 2012 Bewässerungsprogramme durchführt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Entwicklung von Bewässerungspolitik und Bewässerungsprogrammen durch nationale sektorbezogene Politikansätze, wie der Accelerated Development and Poverty Reduction Strategy im Jahr 2002 und der Rural Development Strategy im Jahr 2003</li> <li>■ Entwicklung der National Strategy for the Development of Irrigation and Collection of Runoff Waters (SNDI/CER) im Jahr 2005 zur Verbesserung des Beitrags der Bewässerungswirtschaft zum BIP der Landwirtschaft</li> <li>■ Start der Bewässerungsprogramme im Rahmen der Initiative I3N zur Produktionssteigerung im Jahr 2011</li> <li>■ Entwicklung der Small Irrigation Strategy zur Abstimmung der Interventionen und Finanzierungsansätze in der Kleinbewässerung im Jahr 2015</li> <li>■ Umsetzung des Private Irrigation Promotion Project durch die Privatwirtschaft zwischen 2003 und 2008</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Staatlich geleitete Programme mit zunehmender Mitwirkung der Privatwirtschaft</li> <li>■ Priorisierung von Kleinbewässerungssystemen, die gleichzeitig mit anderen nationalen sektorbezogenen Politikansätzen umgesetzt werden</li> </ul>

Land	Institutionelle Innovationen	Politische / programmatische Interventionen	Umsetzungsmodalitäten
<b>Südafrika</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mit dem nationalen Wassergesetz von 1998 wurden grundlegende Reformen der Nutzung und Bewirtschaftung von Wasserressourcen eingeführt. Das Directorate of Water Use and Irrigation Development (DWID) ist für die effiziente Entwicklung und Wiederbelebung von Bewässerungsprogrammen und Wassernutzung zuständig</li> <li>■ Schaffung des Agricultural Research Council und der Water Research Commission (1971)</li> <li>■ Mitwirkung in der International Commission on Irrigation and Drainage (ICID)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Entwicklung einer Bewässerungsstrategie unter Leitung des Landwirtschaftsministeriums (DAFF) im Jahr 2015</li> <li>■ Beschränkungen des Wasserverbrauchs durch politische Maßnahmen seit 2016</li> <li>■ Gründung des South African Irrigation Institute (SABI) mit Fokus auf der effizienten Nutzung von Wasser für die Bewässerung und Optimierung aller sonstigen zugehörigen Ressourcen</li> <li>■ Umsetzung der 2. nationalen Wasserressourcenstrategie seit 2013 angesichts der Notwendigkeit zur Grundwasserentwicklung und bewirtschaftung, zur Wassersammlung und zum Grundwassermanagement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Priorisierung von großen Bewässerungssystemen, aber auch von Projekten zu kleinen und mittleren Förderprogrammen</li> <li>■ Gemeinsame Projekte mit Entwicklungspartnern, NROs und Forschungsinstituten</li> <li>■ Einbeziehung von Privatunternehmen in Schulung und Bewässerungsmanagement</li> <li>■ Entwicklung neuer Technologien hauptsächlich über Privatwirtschaft vorangetrieben</li> <li>■ Operationalisierung von gemeinschaftlichen Mehrzweck-Wasserleistungsprojekten in Zusammenarbeit mit dem International Water Management Institute (IWMI)</li> </ul>



Bauer benutzt Eimer zur Bewässerung, Burkina Faso



# Äthiopien

Von 2002 bis 2014 hat die bewässerte Fläche in Äthiopien um beinahe 52 Prozent zugenommen. 2015 belief sich die geschätzte mit Bewässerungssystemen ausgestattete Gesamtfläche auf 858.340 ha. Zudem wurden schätzungsweise rund 1,1 Millionen ha mit von Landwirten selbst initiiertes Bewässerung bewirtschaftet.<sup>165</sup> Der Biennial Review Report der Afrikanischen Union 2018 ergab, dass Äthiopien mit einem Punktwert von 6,03 von 10, der deutlich über dem Mindestwert von 5,53 des Jahres 2017 liegt, auf dem Weg zur Erfüllung der Malabo-Verpflichtung 3.1 „Zugang zu Landwirtschaftsinputs und -technologien“ ist.<sup>166</sup> Dennoch beläuft sich der Anteil des mit Bewässerungssystemen ausgestatteten urbaren Lands derzeit nur auf 5 Prozent,<sup>167</sup> obwohl das wirtschaftliche Potenzial für die Klein- und Großbewässerungsentwicklung sehr groß ist. **Der interne Zinsfuß (IZF)<sup>xiii</sup> für Großbewässerung beträgt bei einer geschätzten Flächenausweitung von 0,75 Millionen ha mehr als 7 Prozent. Der IZF für Kleinbewässerung ist bei einer geschätzten Fläche von 0,16 Millionen ha mit 12 Prozent sogar noch höher.<sup>168</sup>**

## INSTITUTIONELLE INNOVATIONEN

Auf Bundesebene sind das Ministerium für Wasser, Bewässerung und Elektrizität und die ihm unterstehenden Organisationen (wie Water Works Design and Supervision Enterprise (WWDSE), Water Works Construction Enterprise (WWCE) und Water Resources Development Fund (WRDF)), das Ministerium für Landwirtschaft und natürliche Ressourcen, das Ministerium für Umwelt, Forstwirtschaft und Klimawandel und das Ministerium für Finanzen und Wirtschaftszusammenarbeit alle für die Entwicklung der Infrastruktur des Bewässerungssektors in Äthiopien verantwortlich. Das Ministerium für Wasser, Bewässerung und Elektrizität leitet die Entwicklung und Umsetzung der Richtlinien, Strategien, Politikansätze, Programme, Sektorgesetze und Bestimmungen und ist der Hauptakteur für mittlere und große Bewässerungsprogrammen. Es ist außerdem für die regionale und interregionale Wasserressourcenentwicklung und -bewirtschaftung sowie für alle internationalen Beschaffungsmaßnahmen zuständig.

Das Water Works Design and Supervision Enterprise führt Studien zu Bewässerung, Beckenentwicklung, Masterplänen und sonstigen Wasserprojekten durch. Es übernimmt außerdem Befragungen, Planungen und Leistungsbeschreibungen, erbringt Beratungsleistungen zu Ressourcenentwicklung und baut nationale Kapazitäten im Bereich Untersuchung, Planung und Bauaufsicht für Wasserressourcen auf. Die Water Works Construction Enterprise ist für die Entwicklung von Wasserressourcen im Zusammenhang mit dem Bau von Staudämmen zuständig. Der zum Ministerium für Wasser,

Bewässerung und Elektrizität gehörende Water Resources Development Fund stellt langfristige Kredite zur Verfügung und fungiert als halbautonome Einrichtung des Ministeriums zur Ausweitung der nachhaltigen Bewässerungsentwicklung. Die Kredite werden für einen Zeitraum von 20 bis 25 Jahren mit festen Zinssätzen von 3-5 Prozent vergeben. Das Ministerium für Landwirtschaft und natürliche Ressourcen ist unter anderem für die Entwicklung von gemeinschaftlich betriebenen Kleinbewässerungsprogrammen (bis 250 ha) verantwortlich, während das Ministerium für Umwelt, Forstwirtschaft und Klimawandel für die Untersuchung der Umweltauswirkungen von Bewässerungsprojekten zuständig ist und die Verantwortung für die Zuweisung des finanziellen Budgets für den Bau dieser Projekte beim Ministerium für Finanzen und Wirtschaftszusammenarbeit liegt. Der Bewässerungssektor ist auf regionaler und lokaler Ebene (Bezirk und Unterbezirk) gemäß der gleichen Struktur organisiert, auch wenn sich die Eingliederung des Sektors in die Organisationsstruktur je nach Region unterscheidet. Einige Regionen, wie Oromia, haben kürzlich eine eigene Bewässerungsbehörde neugestaltet, während in anderen Regionen, wie in der Region der südlichen Nationen und Beneshangul Gumuz, die Zuständigkeit beim Bureau of Agriculture liegt. Zusätzlich sind Flussbecken-Behörden für das Management des Wassers im Einzugsgebiet ihrer jeweiligen Flusssysteme verantwortlich. Verbände von Bewässerungswassernutzern und Bewässerungsgenossenschaften koordinieren auf lokaler Ebene die effiziente Nutzung des Bewässerungswassers durch die Gemeinschaften. Die begünstigten Gemeinschaften sind außerdem für den Betrieb und das Management der Bewässerungssysteme verantwortlich.<sup>169</sup>

Im Jahr 2010 wurde die Agricultural Transformation Agency (ATA) unter dem Vorsitz des Premierministers gegründet. 2013 begann die ATA mit der Kartierung von mehr als 32.400 km<sup>2</sup> zur Identifizierung von Wasservorkommen, insbesondere flachem Grundwasser, mit Potenzial zur Bewässerungsentwicklung. Die Ergebnisse der Kartierung des flachen Grundwassers in 89 Bezirken (Woredas) deuten auf Wasservorkommen von beinahe 3 Milliarden m<sup>3</sup> in einer Tiefe von weniger als 30 Metern hin. Damit könnten etwa 100.000 ha Land bewässert werden, was 376.000 Haushalten zugutekäme.<sup>170</sup>

Auf rechtlicher Ebene unterliegen der Betrieb und das Management von Bewässerung in Äthiopien folgenden Rechtsinstrumenten: Ethiopian Water Resource Management Proclamation Nr. 197/2000, Council of Ministers Water Resource Regulation Nr. 115/2005, River Basin Councils and Authorities Proclamation Nr. 534/2007, Rural Land Administration and Land Use Proclamation Nr. 456/2005 und Irrigation Water Users Association (IWUA) Proclamation 2014.<sup>171,172</sup>



# Äthiopien

## Politik und Strategien

Landwirtschaft und Bewässerung stehen seit 1991 auf der politischen Agenda Äthiopiens. Damals hat die Regierung ihre Strategie „Agricultural Development-Led Industrialisation (ADLI)“, die die Landwirtschaft als Wachstumsmotor betrachtet, umgesetzt. 1999 stellte die äthiopische Regierung die erste Water Resources Management Policy (WRMP) vor. Die WRMP legt Richtlinien für die Planung, Entwicklung und Bewirtschaftung der Wasserressourcen fest. Das Ziel der Politik bestand insbesondere darin, die Produktion von Nahrungspflanzen und von für die Agrarindustrie benötigten Rohstoffen durch Bewässerung effizient und nachhaltig zu steigern. Zur Umsetzung der WRMP erstellte das Ministerium für Wasserressourcen 2011 die Ethiopian Water Sector Strategy (EWSS).<sup>173</sup> Innerhalb dieser Strategie greift das Water Sector Development Programme (WSDP) fünf verschiedene Unterpunkte auf: Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Bewässerung und Entwässerung, Wasserkraftentwicklung, Allgemeine Wasserressourcen und Aufbau von Institutionen/Kapazitäten. Die Hauptziele des Programms zur Bewässerungsentwicklung sind die umweltfreundliche und finanziell nachhaltige Ausweitung der bewässerten Landwirtschaftsfläche und eine effizientere Wassernutzung im Hinblick auf Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln auf nationaler Ebene und die Deckung der Rohstoffnachfrage der lokalen Industrie. Dazu sieht die Politik den Bau von Mikrostaudämmen an Flüssen/Strömen, die Prüfung von kosteneffizienten Pumpanlagen mit Druckbewässerungstechnologien, höhere Budgetzuteilungen für Bewässerung, die Förderung der Nutzung von Flachbrunnen mit Hand- und Fußpumpen sowie die Förderung der Mitwirkung der Privatwirtschaft am Management von Wasserressourcen vor.<sup>174</sup>

Im Jahr 2003 wurden mit den Rural Development Policy and Strategies spezifische politische Ansätze und Strategien zur Lenkung der landwirtschaftlichen und ländlichen Entwicklung hin zu einer produktiven und nachhaltigen Nutzung der Landwirtschaftsflächen durch Bewässerung, Mischanbau und Diversifizierung der Produktion vorgestellt.<sup>175</sup> Der kürzlich abgeschlossene Plan for Accelerated and Sustained Development to End Poverty (PASDEP) 2005/06–2009/10 und der erste Fünfjahresplan Growth and Transformation (GTP I) unterstützten die Ziele für den Landwirtschaftssektor. Der PASDEP förderte unter anderem die Entwicklung der Bewässerung, während der GTP I darüber hinaus auf die Verbesserung des Managements der natürlichen Ressourcen mit Fokus auf die Verbesserung der nachhaltigen



Bäuerin bewässert ihre Pflanzen, Äthiopien

Wassernutzung und die Ausweitung der Bewässerung abzielte.<sup>176,177</sup> Das Thema Bewässerung ist auch Bestandteil des Policy and Investment Framework (PIF) im Rahmen des äthiopischen National Agriculture Investment Plan (NAIP) für 2010–2020. Der PIF sieht umfangreiche Investitionen in die Entwicklung von Bewässerung – sowohl in Programme für Kleinbauern als auch in großflächige gewerbliche Programme – zur Nutzung der reichen, jedoch nicht ausreichend genutzten Wasserressourcen Äthiopiens vor. Ziel des Plans ist es insbesondere, die bewässerte Fläche um jährlich 8 Prozent zu erweitern sowie den Wasserschutz und die Effizienz der Wassernutzung zu verbessern. Die Regierung möchte insgesamt mehr als die Hälfte der Gesamtmittel in Höhe von US\$ 15 Milliarden bis 2020 für die Bewässerung einsetzen.<sup>178</sup> Zusätzlich zu den Zielen aus dem NAIP wird mit dem zweiten Growth and Transformation Plan (GTP II) 2015–2020 eine Ausweitung der Bewässerungslandwirtschaft auf 4,1 Millionen Hektar bei Kleinbewässerungsprogrammen und auf 954.000 Hektar bei mittleren und großen Programmen, einschließlich der Nutzung alternativer Energiequellen wie Sonnen- und Windenergie, angestrebt.<sup>179</sup> Die Regierung trägt der engen Verknüpfung von Umwelt- und Entwicklungsfragen Rechnung

# Äthiopien

und arbeitet daran, Klimaaspekte in die weiter gefassten Entwicklungsplanungsprozesse zu integrieren. Die Initiative Climate Resilient Green Economy (CRGE) unter der Leitung des Büros des Premierministers, der EPA und des Ethiopian Development Research Institute startete Ende 2011. Die Initiative entwickelte eine Strategie zum Aufbau einer umweltfreundlichen Wirtschaft und schuf die Grundlagen für eine integrierte Planung für eine klimaresiliente Entwicklung. In der Resilience Strategy for Agriculture wird Bewässerung als entscheidende Reaktion der Kleinbauern und der industriellen Landwirtschaft auf den Klimawandel anerkannt.<sup>180</sup>

## PROGRAMMATISCHE INTERVENTIONEN

Die Regierung hat in Zusammenarbeit mit Entwicklungspartnern verschiedene Bewässerungsprojekte im Land umgesetzt. Zwischen 2008 und 2015 wurde mit dem Participatory Small-Scale Irrigation Development Programme (PASIDP) die Entwicklung eines im Eigentum der Landwirte stehenden und von diesen gemanagten nachhaltigen Systems für die Kleinbewässerungslandwirtschaft verfolgt. Das US\$ 58 Millionen schwere Programm wurde hauptsächlich durch den International Fund for Agricultural Development (IFAD) finanziert und vom Landwirtschaftsministerium und von Wassernutzerverbänden koordiniert.<sup>181,182</sup> Ziele des PASIDP waren: Förderung eines stark partizipativen Ansatzes bei der Entwicklung von Kleinbewässerung, Verbesserung der Einzugsgebietsplanung, Unterstützung des Baus von Kleinbewässerungssystemen für eine Fläche von etwa 12.000 Hektar, Verbesserung der Anbaupraktiken, insbesondere Boden- und Wasserschutz sowie Saatgutproduktion, und Förderung von Hausgärten für Frauen. Von 2008 bis 2015 wurden im Rahmen von Maßnahmen des PASIDP 116 Kleinbewässerungsprogramme für eine Fläche von mehr als 12.000 Hektar urbaren Lands umgesetzt. Die Projektmaßnahmen haben schätzungsweise über 311.000 Menschen in 62.200 Haushalten in den vier Projektregionen erreicht. Die begünstigten Haushalte konnten ihre durchschnittlichen Ernteerträge und Einnahmen verdoppeln, und ihre Ausgaben für Nahrungsmittel waren doppelt so hoch.<sup>183</sup>

In der Region Tigray wurde 2012 ein weiteres gemeinsames Projekt des Ethiopian Bureau of Agriculture, von lokalen Landwirtschaftsberatern und der NRO Farm Africa zur Unterstützung von Frauen und jungen Menschen bei der Steigerung ihrer Einkünfte und der Verbesserung ihrer Ernährung auch durch Kleinbewässerung ins Leben gerufen. Im Rahmen dieses Projekts wurden 27 Motorpumpen, 200 Tretpumpen und 200 Druck- und Tröpfchenbewässerungspumpen in 200 Haushalten aufgestellt

und ein 500 m langer Kanal angelegt. Die lokale Gemeinschaft erhielt intensive Unterstützung und wurde in gemeinschaftlichem Management, der Nutzung und Wartung von Bewässerungsanlagen und der Bewässerungsplanung geschult. Außerdem erhielt sie technische Unterstützung bei der landwirtschaftlichen Produktion. Zusätzlich wurden 600 Obst- und Gemüsesetzlinge an 300 Landwirte verteilt. Insgesamt wurden mit dem Projekt beinahe 6.400 Frauen und Landlose erreicht, wobei 700 landwirtschaftliche Familienbetriebe direkt von dem Bewässerungsprojekt profitierten.<sup>184,185</sup>

Im Jahr 2003 starteten das Ministerium für Wasserressourcen und das Bildungsministerium gemeinsam das technische und berufsbildende Wasserwerk-Ausbildungsprogramm mit 480 Ausbildungsteilnehmern in sechs Ausbildungszentren in vier Bundesstaaten. Die Teilnehmer werden während des dreijährigen Programms in Bewässerungstechnik, Wasserversorgung und Elektromechanik ausgebildet. Auf dem Lehrplan stehen Planung, Bauaufsicht, Betrieb und Wartung von Bewässerungs- und Wasserversorgungswerkzeugen und -ausrüstungen.<sup>186</sup> Neben der Berufsausbildung bieten einige Hochschulen spezielle Lehrveranstaltungen und eine allgemeine Ausbildung zu Aspekten der Bewässerung und des Wasserressourcenmanagements an.<sup>187</sup>

Darüber hinaus hat die Regierung verstärkt in Technologien zum landwirtschaftlichen Wassermanagement investiert. Es wurden verschiedene Maßnahmen zur Wassersteuerung eingesetzt: vorübergehende oder dauerhafte Umleitung von Flüssen oder Strömen, Überschwemmungsbewässerung, Mikrostaudämme, Regenwassernutzung und Becken sowie Pumpsysteme (für Grundwasser, Flüsse oder Seen). Auf Schwerkraft basierende Oberflächenkanalsysteme sind derzeit die gängigste Bewässerungstechnologie des Landes.<sup>188</sup> Gemäß den Daten der äthiopischen Steuer- und Zollbehörde wurden zwischen August 2004 und Dezember 2010 rund 800.000 Motorpumpen importiert.<sup>189</sup> Die Regierung führt diese Pumpen zoll- und steuerfrei ein und verkauft sie über Genossenschaften.<sup>190</sup> Die bemerkenswerte Ausweitung der Bewässerung in Äthiopien ist zum Großteil auf die Verpflichtung der Regierung zu umfassenden institutionellen Innovationen und gezielten politischen und programmatischen Interventionen sowie einen starken Rechtsrahmen zur Regelung der Bewässerung und der Wassernutzung in der Landwirtschaft zurückzuführen. ■



Im Jahr 2010 betrug die mit Bewässerungssystemen ausgestattete Fläche in Kenia schätzungsweise 150.570 ha.<sup>191</sup> Auch wenn der Biennial Review Report der Afrikanischen Union 2018 ergab, dass Kenia mit einem Punktwert von 5,43 von 10, der knapp unter dem Mindestwert von 5,53 des Jahres 2017 liegt, nicht auf dem Weg zur Erreichung der Malabo-Verpflichtung 3.1 „Zugang zu Landwirtschaftsinputs und -technologien“ ist, so spiegelt der Wert dennoch gute Fortschritte wider.<sup>192</sup> Entsprechend den Dreijahresdurchschnittsdaten hat Kenia die bewässerte Fläche von 2002/2004 bis 2012/2014 um 37 Prozent ausgebaut. Derzeit beläuft sich der Anteil des mit Bewässerungssystemen ausgestatteten urbaren Lands auf gerade einmal 2,6 Prozent.<sup>193</sup> Das wirtschaftliche **Potenzial der Klein- und Großbewässerung ist mit einem internen Zinsfuß von etwa 7 Prozent bzw. 40 Prozent und dem Potenzial zur Bewässerung von 0,3 Millionen ha bzw. 0,05 Millionen ha sehr groß.**<sup>194</sup>

### INSTITUTIONELLE INNOVATIONEN

Vor der Unabhängigkeit basierten die kenianischen Bewässerungsprogramme überwiegend auf herkömmlichen Systemen, es gab jedoch auch einige staatseigene Programme. 1963 waren in Kenia insgesamt 2.500 Hektar für Bewässerung erschlossen. Von 1963 bis 1980 lag der Fokus auf der Ausweitung der vorhandenen Programme und der Entwicklung neuer, kleinerer Programme mit Unterstützung durch Entwicklungspartner. So wurde 1966 das National Irrigation Board (NIB) zum Management der staatlichen Bewässerungsprogramme und von privaten gemeinschaftsbasierten Programmen gegründet.<sup>195</sup>

Zwischen 1978 und 1983 lag der Schwerpunkt weiterhin auf von Landwirten betriebenen Kleinbewässerung, aber von den ursprünglich geplanten 6.700 ha wurden bis 1989 nur 2.500 Hektar mit Bewässerungsanlagen ausgestattet. Seit den 1990er Jahren wird die Entwicklung der Bewässerung hauptsächlich durch den Export von Gartenbauerzeugnissen vorangetrieben.<sup>196</sup> Jahrelang war das Wasserministerium, das selbst wiederholt mit anderen Ministerien zusammengelegt und wieder abgetrennt wurde, für die Bewässerung zuständig.<sup>197</sup> Derzeit liegt die Verantwortung für das Wassermanagement beim Ministerium für Landwirtschaft, Viehzucht, Fischerei und Bewässerung, welches das ehemalige Ministerium für Wasser und Bewässerung abgelöst hat. Unter der Leitung dieses Ministeriums ist das Irrigation and Drainage Directorate (IDD) für die Gesamtkoordinierung der Bewässerungsaktivitäten, insbesondere für die Entwicklung der Bewässerung für Kleinbauern zuständig. Vor der Verfassung von 2010 war das

Irrigation and Drainage Directorate für die Politik und Planung verantwortlich, während die Zuständigkeit für die Umsetzung vor Ort beim National Irrigation Board lag. Mit der Verfassung von 2010 wurden jedoch die Planung sowie die Umsetzung, zumindest für die von ihnen finanzierten Projekte, den lokalen Landkreisen übertragen.<sup>198</sup>

Auf nationaler Ebene ist die Water Resources Authority (WRA), die ehemalige Water Resources Management Authority (WRMA), für die Zuteilung von Wasser- und Wasserversorgungsgenehmigungen für verschiedene Zwecke, u.a. die Landwirtschaft, zuständig. Die WRA erteilt Wassergenehmigungen erst nach Deckung des grundlegenden Bedarfs von Menschen und Umwelt, der Erfüllung der Wassertransfers gemäß internationalen Verträgen sowie zwischen den verschiedenen Becken und der Deckung der Reserve- und Haushaltswassernachfrage.<sup>199</sup>

Auf regionaler Ebene übernehmen die sechs Regional Development Authorities (RDA), die den wichtigsten Flussbecken des Landes entsprechen, die Planung, Koordinierung und Förderung der Investitionen für eine integrierte Nutzung der natürlichen Ressource, einschließlich





## Kenia

Bewässerungsprojekten. So kommt es zu Funktionsüberschneidungen des Ministeriums für Landwirtschaft, Viehzucht, Fischerei und Bewässerung, des Irrigation and Drainage Directorate, des National Irrigation Board und der Regional Development Authorities.<sup>200</sup> Außerdem treiben die Kenya Agricultural and Livestock Research Organization (KALRO), ehemals Kenya Agricultural Research Institute (KARI), und das Tegemeo Institute der Egerton University die Bewässerungsforschung voran.<sup>201</sup>

Im Jahr 2017 hat die Regierung ein Bewässerungsgesetz zur Schaffung einer nationalen Behörde für Bewässerungsentwicklung, die von einem Privatunternehmen betrieben werden soll, verabschiedet. Die Behörde wird für die Entwicklung und Verbesserung der Infrastruktur, die Erbringung von Bewässerungsleistungen für private mittelgroße und kleine Programme und für technische Beratungsleistungen bei der Entwicklung von Bewässerungsprogrammen verantwortlich sein.<sup>202</sup>

Unterstützt wird dies durch die Ende 2017 angekündigte Big Four Initiative von Präsident Uhuru Kenyatta. Sie umfasst als eine der vier Hauptprioritäten einen Pfeiler zu Ernährung und Ernährungssicherheit mit der Maßgabe zur Einrichtung einer Agriculture and Irrigation Sector Working Group (AISWAG), die Bewässerungsprojekte zur Verbesserung der gewerblichen Großproduktion koordinieren soll.<sup>203</sup>

### POLITISCHE UND PROGRAMMATISCHE INTERVENTIONEN

Im Jahr 2008 startete die Regierung Vision 2030 als langfristiges Entwicklungskonzept für das Land.<sup>204</sup> Mehrere andere politische Maßnahmen und Pläne, wie die Agricultural Sector Development Strategy 2009-2020 (ASDS), wurden mit der Vision 2030 verknüpft. Innerhalb der ASDS sollen in der Unterkategorie Wasser und Bewässerung folgende Interventionsstrategien verfolgt werden:

- Fertigstellung und Umsetzung der nationalen Bewässerungspolitik und des zugehörigen Rechtsrahmens, einschließlich einer jährlichen Erhöhung des Regierungsbudgets für Bewässerung um mindestens 2 Prozent des Bruttoinlandsprodukts;
- Intensivierung und Ausweitung der Bewässerung durch einen sektorübergreifenden Ansatz und die Einrichtung öffentlich-privater Partnerschaften mit dem Ziel, 32.000 Hektar bestehender bewässerter Flächen pro Jahr und 704.000 Hektar neuer Bewässerungsflächen bis 2030 zu entwickeln;

- Verbesserung der Regenwassersammlung und -speicherung für die Landwirtschaft mit einer Steigerung von 184 Millionen m<sup>3</sup> auf 25 Milliarden m<sup>3</sup>;
- Sanierung und Schutz von Wasserauffangbecken; und
- Umsetzung von Modellprojekten zu Bewässerung, einschließlich der Programme in Bura, Hola, Ahero, West Kano, Bunyala, Perkerra, Kerio Valley, Mwea, Taita Taveta, Ewaso Nyiro North und Ngurumani.<sup>205</sup>

Im Jahr 2014 startete eines der staatlichen Modellprojekte, das „Galana Kulalu Food Security Project“, unter der Leitung des National Irrigation Board mit dem Ziel, den Maispreis zu senken. Das Projekt wurde an Green Arava Ltd. vergeben und von der kenianischen Regierung finanziert. Ziel des Projekts ist es, die Infrastruktur für eine tragfähige und wirtschaftliche Nutzung der natürlichen Ressourcen zu entwickeln. Dies schließt Wasserspeicherung, Wasserweiterleitung und -verteilung, Bewässerung, Viehzucht und Aquakultur ein.

Die erste Umsetzungsphase umfasst einen vollständig autarken landwirtschaftlichen Modellbetrieb auf 4.000 Hektar. Als zweite Phase schließt sich die Ausweitung auf über 160.000 Hektar Ackerland mit Reproduktion der Ergebnisse des Modellbetriebs an.<sup>206</sup> Zur Optimierung der Ernteerträge sind für alle Bewässerungssysteme Düngung und Filterung verfügbar. Im Betriebszentrum des Modellbetriebs werden Maimühlen errichtet sowie Lagersilos und ein Abpackbetrieb für Gemüse mit Kühlräumen zur Lagerung eingerichtet. Es wird eine Elektrowerkstatt, eine Schlosserei und eine Werkstatt geben; und es sind Schulungen für die Beschäftigten des Betriebs vorgesehen.<sup>207</sup>

Neben der Bewässerungskomponente hat das National Irrigation Board weitere Maßnahmen wie den Bau von Straßen und gemeinschaftliche Bewässerungsprojekte geplant. 2018 hat das National Irrigation Board eine Gesamtfläche von etwa 8.000 Hektar an private Firmen und die Agricultural Development Corporation (ADC) zur Anpflanzung und zum Mahlen von Mais übergeben.<sup>208</sup>

### Smarte Bewässerungstechnologien

Im Jahr 2016 hat die kenianische Meru University of Science and Technology eine als sensorbasiertes automatisches Bewässerungssystem bezeichnete App zur Überwachung des Wasserbedarfs von Feldern und zur Steuerung von Bewässerungsanlagen entwickelt. Die App nutzt im Feld angebrachte Sensoren zur Bestimmung der Bodenfeuchtigkeit. Ist es zu trocken, öffnet eine Steuereinheit mithilfe von Solarmodulen ein Ventil an einem Wassertank und schließt es wieder,

wenn der Boden feucht genug ist. Die Anschaffungskosten sind relativ hoch – US\$ 480 pro 0,1 Hektar für App und Bewässerungssystem zusammen, einschließlich Solarmodulen und zwei Tröpfchenbewässerungsleitungen. Das System lässt sich für US\$ 48 auf weitere 0,1 Hektar ausweiten.<sup>209</sup>

Das US-Unternehmen SunCulture mit Sitz in Nairobi vertreibt seit 2013 Solarbewässerungskits an kenianische Kleinbauern. Das AgroSolar-Bewässerungssystem von SunCulture verbindet die Energieeffizienz von Sonnenenergie mit der Effektivität der Tröpfchenbewässerung. Die Pumpen werden ohne Notwendigkeit von Akkus oder Wandlern über die Solarmodule mit Strom versorgt. Das Wasser wird tagsüber in einen erhöhten Wassertank gepumpt, die Bewässerung erfolgt am Abend. Dazu wird ein Ventil am Wassertank geöffnet und das Wasser fließt aufgrund der Schwerkraft durch ein Filtersystem über das Bewässerungsband in den Wurzelbereich der Pflanzen. Das Kit kostet US\$ 2.500 und beinhaltet das Solarpumpensystem, eine Tröpfchenbewässerungsausrüstung für 0,4 Hektar und eine Schulung im Umgang mit dem System. Erfahrungsgemäß können Landwirte im Vergleich zu kraftstoffbetriebenen Pumpen- oder Grabensystemen ihre Erträge um 300 Prozent oder sogar mehr steigern und mehr als US\$ 10.000 pro Jahr sparen.<sup>210</sup>

KickStart, ein internationales Unternehmen mit Hauptsitz in Kenia, das in 17 afrikanischen Ländern tätig ist, vermarktet zwei Arten von Pumpen: eine Tretpumpe und eine Hüftpumpe. Die Hüftpumpe ist mit 4,5 kg die kleinere Ausführung, die Tretpumpe wiegt hingegen 16 kg. Beide Pumpsysteme können Wasser aus einer Tiefe von 7 Metern fördern, haben eine maximale Pumphöhe von 14 Metern und eine Gesamtförderstrecke von 200 Metern auf ebener Fläche. Mit der Hüftpumpe lassen sich pro Tag bis zu 0,5 Hektar Land bewässern, mit der Tretpumpe bis zu 0,8 Hektar pro Tag. Die Pumpen und Ersatzteile werden über Agrarhändler verkauft. Die Kosten für die größere Tretpumpe liegen zwischen US\$ 150 und 250, die Hüftpumpe wird für rund US\$ 50 verkauft. Für die meisten Landwirte ist dies immer noch unerschwinglich. KickStart entwickelt derzeit Finanzierungsmöglichkeiten

und Mikrokredite. Bis September 2018 wurden etwa 327.000 Pumpen verkauft.<sup>211</sup>

Darüber hinaus soll im Rahmen eines vom Green Climate Fund, von KawiSafi Ventures, vom Acumen Fund und anderen Investoren kofinanzierten Projekts ein Investitionsfonds zur Förderung netzunabhängiger Solarenergie in Kenia und Ostafrika eingerichtet werden. Mithilfe von Gesamtinvestitionen in Höhe von US\$ 110 Millionen sollen 10 bis 15 kleine und mittlere Unternehmen im Bereich alternative Energie gefördert werden. Solarenergie kann für verschiedene Aktivitäten rund um die Landwirtschaft genutzt werden. Als Beispiele sind solarbetriebene Bewässerungspumpen und die Stromversorgung von Kleinbetrieben wie Reisverarbeitern zu nennen. Schätzungen des Projekts zufolge können sich die Einsparungen für die Haushalte je nach täglichen Kerosinkosten, Menge des ersetzten Kerosins und Kosten des Solarsystems auf dem spezifischen geografischen Markt auf etwa US\$ 75 bis US\$ 200 pro Jahr belaufen. Zudem können leistungsfähigere Solarheimsysteme zur Steigerung der Verbrauchereinkünfte Kleinst- und Kleinbetriebe mit Strom versorgen und für landwirtschaftliche Erfindungen eingesetzt werden. Durch solarbetriebene Bewässerungspumpen und Kühlung lassen sich die Erträge und damit letztendlich die Einkünfte der Landwirte steigern.<sup>212</sup> Eines der wenigen Unternehmen, die Solarheimsysteme verkaufen, ist das britische Unternehmen Sollatek, das seit 1985 in Kenia tätig ist und seine Produkte über ein flächendeckendes Händlernetz in der Region vertreibt. Neben einer Reihe von häuslichen Solarsystemen wie Leuchten und Solarmodulen verkauft Sollatek Solarwasserpumpen sowie Solarkühl- und -gefrierschränke.<sup>213</sup> In den letzten zehn Jahren ist die bewässerte Fläche in Kenia stark gewachsen. Dies ist hauptsächlich auf erhebliche politische Innovationen und programmatische Innovationen sowie die aktive Rolle der Privatwirtschaft bei der Verbreitung smarterer Bewässerungstechnologien zurückzuführen. Das Potenzial zur Ausweitung des bewässerten Anteils des urbaren Lands ist jedoch weiterhin groß. ■



Bäuerinnen benutzen Solarpumpen, um ihre Felder zu bewässern, Kenia



**M**ali hat eine lange Bewässerungstradition aufgrund starker institutioneller und programmatischer Innovationen zur Verbesserung und Ausweitung der Bewässerung. Die aktive Beteiligung der Privatwirtschaft und die wichtige Rolle von Kleinbewässerungsprogrammen unter der Leitung von Landwirten haben zur Verbreitung der Bewässerung im Land beigetragen. Im Vergleich zu anderen westafrikanischen Ländern haben sich die Bewässerungskapazitäten in Mali erheblich entwickelt: derzeit sind beinahe 6 Prozent des urbaren Lands mit Bewässerungssystemen ausgestattet.<sup>214</sup> **Mali verfügt über ein beträchtliches Potenzial zur Ausweitung der bewässerten Fläche von schätzungsweise 0,19 Millionen ha bei der Großbewässerung mit einem internen Zinsfuß (IZF) von 10 Prozent und von 0,3 Millionen ha bei der Kleinbewässerung mit einem wesentlich höheren voraussichtlichen IZF (60 Prozent).**<sup>215</sup> Die Bewässerungslandwirtschaft leistet einen wesentlichen Beitrag zum Bruttoinlandsprodukt der malischen Landwirtschaft, was insbesondere den institutionellen und programmatischen Bemühungen um die Ausweitung der Bewässerung zu verdanken ist. Trotzdem ergab der Biennial Review Report der Afrikanischen Union 2018, dass Mali mit einem Punktwert von 4,56 von 10, der unterhalb des Mindestwerts von 5,53 des Jahres 2017 liegt, nicht auf dem Weg zur Erreichung der Malabo-Verpflichtung 3.1 „Zugang zu Landwirtschaftsinputs und -technologien“ ist.<sup>216</sup>

### INSTITUTIONELLE INNOVATIONEN

Im Jahr 1993 schuf die malische Regierung neun regionale Landwirtschaftskammern, öffentliche Einrichtungen mit Rechtsstatus und finanzieller Eigenständigkeit, die auf nationaler Ebene von der Permanent Assembly of Malian Agricultural Chambers (APCAM) koordiniert werden. Die APCAM vertritt die in der Landwirtschaft, einschließlich der Bewässerungslandwirtschaft, tätigen Interessensgruppen gegenüber Behörden und beteiligt sich an der Gestaltung und Umsetzung von Strategien und Programmen zur ländlichen Entwicklung. Die APCAM nimmt an den meisten landwirtschaftspolitischen Diskussionen auf nationaler und regionaler Ebene teil, wobei die behandelten Themen von der Reform des Landbesitzes bis hin zur Ausweitung der Bewässerung reichen. Die APCAM stellt außerdem Landwirten und ihren Berufsverbänden die notwendige Unterstützung und Kompetenz zur Verfügung zur Gewährleistung ihrer Entwicklung. Sie besteht aus neun eigenständigen, dezentralisierten regionalen Landwirtschaftskammern und einer ständigen Versammlung.<sup>217</sup> Im Jahr 2005 wurde als Teil des National Directorate of Rural Engineering (DNGR) innerhalb des Landwirtschaftsministeriums eine Division zur Leitung der Bewässerungsentwicklung eingerichtet. Die Division ist

für die Entwicklung einer nationalen Strategie zum Zugang zu Wasser für landwirtschaftliche Zwecke zuständig. Das DNGR erarbeitet Pläne, Programme und Projekte, um diese Strategie im Hinblick auf Bewässerung und sonstige Landwirtschaftsinfrastrukturen und -technologien umzusetzen.<sup>218</sup> Über regionale Direktorate und subregionale Stellen überwacht und gewährleistet die DNGR die Effektivität ihrer Programme vor Ort.<sup>219</sup> Außerdem gründete die Regierung 2015 die Agency for Land Management and Supply of Irrigation Water (ATI), eine eigenständige Einrichtung, die eng mit Regierungsstellen zusammenarbeitet. Die ATI mobilisiert öffentliche und private Mittel für den Kauf und den Einsatz von Bewässerungsausrüstung und bietet einen Wartungsservice an. Die ATI erhält einen Teil ihrer Investitionskosten von den Landwirten, die für die benötigten Leistungen bezahlen, zurück und setzt diese Mittel für künftige Investitionen ein.<sup>220</sup>

### POLITISCHE UND PROGRAMMATISCHE INTERVENTIONEN

In Mali ist die Bewässerungspolitik seit Langem in der nationalen Sektorpolitik verankert. Im Rahmen des Rural Development Plan (SDDR) von 1992 wurde eine Strategie zur Ausweitung der Bewässerungssysteme und der ländlichen Infrastruktur teilweise umgesetzt. Nach der Verabschiedung der Strategie zur Wachstumsbeschleunigung im Jahr 1997 wurden Programme zur Steigerung des Umfangs des Bewässerungsanbaus umgesetzt. Außerdem wurden im Rahmen der Strategie zur Armutsminderung von 1998 ein Rahmen für das Management von bewässerten Flächen geschaffen und die Entwicklung von Kleinbewässerung und Bewässerungsanbau gefördert. Ebenso lag im Rahmen der nationalen Umweltschutzpolitik von 1998 der Schwerpunkt der Bewässerung auf der Förderung von nachhaltigen landwirtschaftlichen Produktionssystemen und ökologisch nachhaltigen Anbaumethoden.<sup>221</sup> 1999 verabschiedete die Regierung mit der National Strategy for Irrigation Development (SNDI) den politischen Rahmen für die Umsetzung von Bewässerungsprogrammen und -maßnahmen. Im Rahmen der SNDI wird Bewässerung als eines der effektivsten Mittel zur Gewährleistung von Nahrungssicherheit und Ernährung, zur Verringerung von Importen, zur Steigerung der Einkünfte im ländlichen Raum und zur Eindämmung der Landflucht angesehen.<sup>222</sup> Zudem hat die malische Regierung 2017 ein Gesetz verabschiedet, demzufolge im Rahmen von staatlichen Bewässerungsentwicklungsprogrammen 15 Prozent der bewässerten Fläche Frauen und jungen Menschen zuzuweisen sind.<sup>223</sup>

Investitionen in Bewässerung begannen in Mali bereits vor der Unabhängigkeit mit der Gründung des Office du Niger (ON)

im Jahr 1932, einem Großbewässerungsprogramm in der heutigen Region Ségou. Die Verwaltung des Programms - des größten in Westafrika - wurde 1960 von der malischen Regierung übernommen und wird heute von einer halb-autonomen Regierungsbehörde durchgeführt. Trotz des Potenzials für die Ausweitung der bewässerten Fläche werden derzeit nur 120.000 ha von Kleinbauern für den Anbau von überwiegend Reis und Zuckerrohr genutzt. Zur weiteren Ausweitung der bewässerten Fläche wies die malische Regierung das Office du Niger an, Kleinbauern, die über eine Flächennutzungsgenehmigung verfügen, bereits mit (staatlich finanzierten) Bewässerungssystemen ausgestattete Flächen zur Verfügung zu stellen. Investoren mit Landpachtverträgen werden vom Office du Niger bei der Erschließung des Lands für Bewässerung unterstützt. Viele Investoren haben einen Landpachtvertrag erhalten, da die Regierung Privatinvestitionen als Chance zur Entwicklung und Modernisierung ihrer Bewässerungswirtschaft ansieht. 2010 wurden den Investoren mehr als 770.000 ha Land zugewiesen.<sup>224</sup> Zudem ist das Office du Niger für Fördermaßnahmen zuständig und vermittelt Landwirten gegen Entgelt Informationen und Kenntnisse zum Betrieb und zur Wartung von Bewässerungssystemen.<sup>225</sup>

Zwischen 2009 und 2012 erhielt Office du Niger zusätzliche staatliche und internationale Unterstützung zur Ausweitung der bewässerten Fläche um 4.940 ha im Gebiet von Alatona. Ziel des Projekts war die Förderung des Zugangs zu Bewässerungstechnologien, zu Krediten, zu Investitionen in Land und zu einkommensgenerierenden Tätigkeiten für Frauen. Damit sollten Ernteerträge, Ernteeinnahmen und Haushaltseinkommen verbessert werden. An fast 1.000 Haushalte wurde jeweils 5 ha erschlossenes Land verteilt. Sie erhielten Schulungen zu ihren Rechten und Pflichten und Beratungen zur Verbesserung ihrer landwirtschaftlichen und unternehmerischen Fähigkeiten sowie zur Gründung von Bauernverbänden. Die Landwirte erhielten nicht nur Mittel für eine Ersteinzahlung bei einem Mikrofinanzinstitut, sondern erfuhren auch, wie sie sich weitere Kredite beschaffen können. Gleichzeitig wurden lokale Finanzinstitute in der Handhabung von Kreditrückzahlungen geschult. Die Landwirte erhielten Saatgut und andere Produktionsmittel, um mit dem Anbau zu beginnen. Die landwirtschaftliche Produktion erreichte schätzungsweise 15 metrische Tonnen pro Landwirt auf 5 ha, was einer 3-fachen Steigerung gegenüber Nichtbegünstigten, die im



Großflächige Landwirtschaft nutzt Pivot-Beregnung, Mali

Schnitt  
5 Tonnen  
auf 5 ha erzielt,  
entspricht.<sup>226</sup>

Im Rahmen des 2011 gestarteten Program for Increasing Agricultural Productivity in Mali (PAPAM) wurde die Bewässerungsinfrastruktur als Mittel zur Bewältigung der negativen Auswirkungen des Klimawandels entwickelt. Ergänzt wurde dies durch die Bereitstellung zusätzlicher umweltfreundlicher Technologien, wie Biogasanlagen und Solarenergiesysteme, über ein PAPAM-Unterprogramm in den südlichen Regionen Kayes und Sikasso.<sup>227</sup> Im Rahmen des Gesamtprogramms wurden 2.805 ha und 104 Gartenprogramme mit Kleinbewässerung ausgestattet, wobei 10 der Projekte Solarpumpen und 94 manuellen Förderpumpen erhielten. Diese Programme kamen insgesamt 6.375 Landwirten zugute.<sup>228</sup>

Seit 2012 setzt die Regierung in den Provinzen Sikasso, Koulikoro, Pays Dogon und im Delta Intérieur du Niger das National Program of Irrigation of Proximity (PNIP) zur Verbesserung der Ernährungssicherheit in diesen Regionen um. Mit dem Programm soll die Bewässerungsinfrastruktur, einschließlich Mikrostaudämmen, ausgebaut werden, um bei unzureichenden Regenfällen oder Dürre eine zusätzliche Wasserversorgung zu gewährleisten. Mithilfe der Stauanlagen zur Kleinbewässerung wird Regenwasser in Rückhaltebecken gespeichert und kann



## Mali

zur Bewässerung der Anbauflächen und zur Ausweitung der Vegetationsperiode genutzt werden. Das zusätzliche Wasser kann auch zur Fischzucht, zum Tränken von Vieh und für Gemüsegärten genutzt werden, um die Lebensgrundlagen zu diversifizieren und den Ernährungsstatus der entsprechenden Gemeinschaften zu verbessern. Schätzungen zufolge wird das PNIP bis 2021 für eine Ausweitung der bewässerten Fläche um 126.000 Hektar sorgen und bis zu 3 Millionen Menschen zugutekommen.<sup>229</sup>

Eine Untersuchung im Norden Malis ergab, dass durch Investitionen in Kleinbewässerung nicht nur der Konsum und die Produktion der Haushalte und damit die Ernährung verbessert, sondern auch Vermögenswerte und Einkommen gesteigert werden. Darüber hinaus haben die Bewässerungsinvestitionen

durch die erhöhte Produktion und den verbesserten Konsum der Haushalte dazu geführt, dass die Haushalte mehr gespart und mehr mit ihren Dörfern geteilt haben, was eine Art Investition in eine informelle soziale Absicherung darstellt. Investitionen in Bewässerung erzeugen also über die erforderlichen Produktivitätssteigerungen hinaus sowohl auf Ebene der Haushalte als auch auf Ebene der Gemeinschaften zusätzliche Vorteile.<sup>230</sup> Die Rendite von Bewässerungssystemen in Mali ist unterschiedlich: Beispielsweise liegen Reiserträge bei vollständiger Wassersteuerung bei landwirtschaftlichen Kleinbetrieben üblicherweise bei 4–6 Tonnen, während die Erträge bei unkontrollierter Oberflächenbewässerung nicht mehr als 1 Tonne und bei kontrollierter Oberflächenbewässerung 1–2 Tonnen betragen. ■



Bewässertes Gemüse, Kongo

**M**arokko zeigt großen Ehrgeiz bei der Verbreitung der Bewässerung im Land und hat sich für eine großflächige Einführung von wassersparenden Bewässerungstechnologien in Position gebracht. Die Regierung hat auch begonnen, das große Potenzial des Landes für eine Ausweitung der Bewässerung zu nutzen. Mit Institutionen, die sich um Bewässerungsfragen kümmern, und starken öffentlich-privaten Partnerschaften hat Marokko nachweislich eine Führungsrolle bei der Bewässerungsentwicklung auf dem Kontinent übernommen.

Derzeit sind schätzungsweise annähernd 20 Prozent des urbaren Lands in Marokko mit Bewässerungssystemen ausgestattet.<sup>231</sup> Das Potenzial zur Ausweitung der bewässerten **Fläche ist groß: schätzungsweise 0,35 Millionen ha bei der Großbewässerung mit einem internen Zinsfuß (IZF) von 18 Prozent und 0,31 Millionen ha bei der Kleinbewässerung mit einem IZF von 11 Prozent.**<sup>232</sup> Die Hälfte des Bruttoinlandsprodukts (BIP) der marokkanischen Landwirtschaft entfällt auf die Bewässerungslandwirtschaft, was deren höhere Produktivität im Vergleich zum Regenackerbau belegt. Der Biennial Review Report der Afrikanischen Union 2018 ergab, dass Marokko mit einem Punktwert von 7,46 von 10, der deutlich über dem Mindestwert von 5,53 des Jahres 2017 liegt, auf dem Weg zur Erfüllung der Malabo-Verpflichtung 3.1 „Zugang zu Landwirtschaftsinputs und -technologien“ ist.<sup>233</sup> Dies ist größtenteils auf institutionelle und programmatische Anstrengungen der Regierung zur Verbesserung der Bewässerung zurückzuführen, um die Landwirtschaft produktiver zu machen.

### INSTITUTIONELLE INNOVATIONEN

Auf institutioneller Ebene ist das Direktorat für Bewässerung und Landwirtschaftsentwicklung innerhalb des Landwirtschaftsministeriums für die Planung, Umsetzung, Überwachung und Bewertung von Bewässerungspolitik und -programmen zuständig. Das Direktorat leitet auch die Förderung und Regelung von öffentlich-privaten Partnerschaften mit Fokus auf Bewässerung.<sup>234</sup> Marokko hat 1966 mit der Schaffung der Regional Offices of Agricultural Development (ORMVA) innerhalb des Landwirtschaftsministeriums den Umbau seiner Institutionen begonnen. Die ORMVA sind öffentliche Einrichtungen mit Rechtsstatus und finanzieller Eigenständigkeit.

Sie sind für technische Untersuchungen, Projektdurchführungen, Management von Bewässerungsanlagen und Wasserressourcen für landwirtschaftliche Zwecke und für die Verbreitung neuer Landwirtschaftstechnologien zuständig. Die für das Management von Bewässerungssystemen

zuständigen Abteilungen wurden mit computergestützten Geräten sowie eindeutigen Verfahrensweisen und Richtlinien für die Projektierung, die Planung, den Betrieb und die Wartung von Bewässerungssystemen ausgestattet. Dies erweitert die technischen Möglichkeiten der Ingenieure, computergestützte Wartung der Anlagen und Abrechnung des zur Bewässerung genutzten Wassers durchzuführen. Die Regierung bezieht die Landwirte aktiv in die Planung von Bewässerungssystemen ein und hat ein effektives Rechenschaftssystem zum Management der von den Landwirten genutzten Ressourcen und Ausrüstungen entwickelt. Zudem wurde 1990 ein Gesetz zur Gründung von Berufsverbänden für den Bewässerungsbereich verabschiedet.<sup>235</sup> Die Verbände sind im ORMVA-Vorstand vertreten und wirken bei der Ausarbeitung der jährlichen Bewässerungsprogramme sowie der Wiederherstellung und Wartung der Ausrüstung mit und stellen die Versorgung ihrer Mitglieder mit Bewässerungswasser sicher. Am anderen Ende der Wertschöpfungskette ist das National Office for Health Security of Food Products (ONSSA) für die Qualitätskontrolle des zur Bewässerung genutzten Wassers zuständig, um den Verzehr von mit Erregern kontaminierter Nahrung zu verhindern.<sup>236</sup>

### POLITISCHE UND PROGRAMMATISCHE INTERVENTIONEN

Bewässerungspolitik und -programme bilden den Kern der Entwicklungsstrategie für die marokkanische Landwirtschaft. Die Regierung hat mehrere Anreize geschaffen, um eine Ausweitung der Bewässerung anzustoßen. Beispielsweise ist Bewässerungsausrüstung von der Mehrwertsteuer befreit und damit erschwinglicher.<sup>237</sup> Zusätzlich wurden ab 1985 Subventionen von etwa 17 Prozent für Bewässerungsinfrastruktur zum Ausbau der Bewässerung im Land angeboten. Ab 1996 wurde der Schwerpunkt der finanziellen Anreize verstärkt auf die Einführung von wassersparenden Bewässerungstechnologien durch die Landwirte ausgerichtet. Im Jahr 2002 wurden die Subventionen für Bewässerungssysteme, einschließlich örtlicher Tröpfchenbewässerung, abhängig von der Wasserverfügbarkeit auf 40 Prozent erhöht. Vor allem wurden die Subventionen bei Bewässerungsinvestitionen auf Hofebene auf alle Komponenten, von der Mobilisierung von Wasserressourcen über den Bau von Speicherbecken bis hin zur Verteilung des Wassers auf das Feld, ausgeweitet. Dank dieser Anstrengungen ist der Einsatz moderner wassersparender Bewässerungstechnologien in Marokko deutlich angestiegen. 2006 wurden die Subventionen auf 60 Prozent der Investitionskosten für Tröpfchenbewässerung erhöht, und alle Landwirte, die Bewässerungslandwirtschaft



einsetzen, konnten staatliche Unterstützung beantragen. In der Folge hatte sich die von der Privatwirtschaft mit moderner wassersparender Bewässerungstechnologie ausgestattete Gesamtfläche ausgehend von 108.400 Hektar im Jahr 2000 auf 196.500 Hektar Ende 2008 erhöht – davon sind 165.000 Hektar Tröpfchenbewässerung. Aktuell fördert die Regierung Investitionen in Infrastruktur und Technologien für Tröpfchenbewässerung über den Landwirtschaftsentwicklungsfonds. Die Subventionsquote beträgt 80 Prozent für einzelne Landwirte und 100 Prozent für Gruppen von Landwirten und Kleinbauern, die weniger als 5 Hektar bewirtschaften.<sup>238</sup>

Im Rahmen des Plan Maroc Vert (der Landwirtschaftsentwicklungsstrategie der marokkanischen Regierung) wurden umfangreiche Bewässerungsprogramme umgesetzt. Im Jahr 2008 wurde das Program of Irrigation Expansion (PEI) gestartet, mit dem bis 2020 1,5 Milliarden m<sup>3</sup> Wasser zusätzlich durch Bewässerungsentwicklung auf einer Fläche von 160.000 Hektar eingesetzt werden soll.<sup>239</sup> Außerdem hat die marokkanische Regierung im Rahmen ihrer Bemühungen um eine effizientere und nachhaltigere Wassernutzung in der Bewässerung das National Program for Irrigation Water Saving (PNEEI) für den Zeitraum 2008-2020 umgesetzt. Das PNEEI zielt auf die Verbesserung und Modernisierung herkömmlicher und kollektiver Bewässerungssysteme durch Ausweitung des Einsatzes von Tröpfchenbewässerung ab. Mit diesem Programm können die Landwirte beim Kauf von Ausrüstung vom Landwirtschaftlichen Entwicklungsfond finanziell unterstützt werden. Außerdem erhalten die Landwirte Ratschläge und Anleitungen, wie der finanzielle Ertrag je eingesetzter Wassermenge durch den Anbau hochwertiger Nutzpflanzen und dem Beitritt zu Zusammenschlüssen gesteigert werden kann. Dank dieser staatlichen Anstrengungen konnte die mit Tröpfchenbewässerung ausgestattete Landfläche seit 2008 einen wesentlichen Anstieg auf 450.000 Hektar im Jahr 2014 verzeichnen. Ziel ist es, im Rahmen des Plan Maroc Vert bis 2020 550.000 Hektar zu erreichen.<sup>240</sup>

Mit dem Plan Maroc Vert hat Marokko auch stark auf öffentlich-private Partnerschaften (ÖPP) gesetzt, um die Bewässerung voranzubringen. Im Jahr 2008 startete die Regierung das innovative ÖPP-Programm zur Förderung einer stärkeren Einbeziehung der Privatwirtschaft in die Bewässerung. Beispielsweise sieht das Programm langfristige Landpachtverträge für Privatinvestoren zur Entwicklung neuer Landwirtschaftsprojekte vor.<sup>241</sup> ÖPP im Bereich Bewässerung verringern die staatliche Subventionslast für Investitionen, verbessern die Nachhaltigkeit und die Qualität der den Landwirten zur Verfügung stehenden Bewässerungs- und Entwässerungsleistungen zu bezahlbaren Preisen und fördern eine effizientere Nutzung der Wasserressourcen durch geeignete Anreize wie der Abrechnung nach Mengenverbrauch. Das Programm fördert Bewässerungsprogramme in Gebieten mit hohem landwirtschaftlichem Potenzial mittels Meerwasserentsalzung.<sup>242</sup> Im Jahr 2015 hat das Landwirtschaftsministerium ein Privatunternehmen mit dem Bau, dem Betrieb und der Kofinanzierung einer Entsalzungs- und Bewässerungsinfrastruktur für 13.600 Hektar in der Chtouka-Ebene in der Region Souss Massa Draa über einen Zeitraum von 30 Jahren beauftragt.<sup>243</sup>

Die Ausweitung der bewässerten Fläche und die Einführung moderner Technologien haben einen erheblichen Beitrag zum Wachstum geleistet und die Resilienz der marokkanischen Landwirtschaft erhöht. Seit 2008 hat sich die landwirtschaftliche Produktion gesteigert, und der Sektor sowie die Kleinbauern sind weniger anfällig gegenüber Klimaextremen geworden. Beispielsweise war die Landwirtschaftssaison 2015-2016 von einer gegenüber dem üblichen Durchschnitt um 50 Prozent geringeren Regenmenge geprägt. Jedoch ging das BIP der Landwirtschaft nur um 7 Prozent zurück, ein deutlicher Indikator dafür, dass durch das Bewässerungsprogramm die Resilienz und der Schutz der Landwirte gegenüber Klimaschwankungen verbessert wurden. Vor der Ausweitung der Bewässerung hätte der BIP-Rückgang bis zu 40 Prozent betragen können.<sup>244</sup> ■

Bauern installieren ein Tröpfchenbewässerungssystem, Malawi



Die nigrische Regierung hat mit institutionellen und programmatischen Innovationen zur Bewässerungsausweitung großes Engagement gezeigt. Insbesondere hat die Regierung den Schwerpunkt auf die Entwicklung der privaten Kleinbewässerung und die Beteiligung der Privatwirtschaft gelegt. Zwischen 2003 und 2013 hat Bewässerung in Niger rasant zugenommen: Der bewässerte Anteil des urbaren Lands ist um 20 Prozent angestiegen.<sup>245</sup> Dennoch ergab der Biennial Review Report der Afrikanischen Union 2018, dass Niger mit einem Punktwert von 0,29 von 10, der deutlich unterhalb des Mindestwerts von 5,53 des Jahres 2017 liegt, nicht auf dem Weg zur Erreichung der Malabo-Verpflichtung 3.1 „Zugang zu Landwirtschaftsinputs und -technologien“ ist.<sup>246</sup> Das Potenzial zur Ausweitung der bewässerten **Fläche wurde auf 0,07 Millionen ha bei der Großbewässerung mit einem internen Zinsfuß (IZF) von 9 Prozent und 0,13 Millionen ha bei der Kleinbewässerung mit einem IZF von 40 Prozent geschätzt.**<sup>247</sup> Bis zu 20 Prozent des Bruttoinlandsprodukts (BIP) der nigrischen Landwirtschaft werden durch Bewässerungslandwirtschaft erwirtschaftet. Dies ist zum Teil auf die institutionellen und programmatischen Innovationen der Regierung zur Verbesserung der bestehenden Infrastruktur und zu ihrer Ausweitung im ganzen Land zurückzuführen.

### INSTITUTIONELLE INNOVATIONEN

Das innerhalb des Landwirtschaftsministeriums angesiedelte General Directorate of Rural Engineering ist in enger Zusammenarbeit mit anderen Regierungsbehörden mit dem Arbeitsschwerpunkt Bewässerung für die Entwicklung und Umsetzung einer nationalen Politik zur Landwirtschaftsflächenentwicklung, zur Oberflächen- und Grundwassermobilisierung, zum Aufbau der ländlichen Infrastruktur und zur Bewässerungsentwicklung zuständig. 1978 gründete Niger das National Office of Hydro Agricultural Management (ONAHA), eine nationale Behörde zur Förderung der Bewässerungslandwirtschaft durch den Bau und das Management von Bewässerungssystemen. Das ONAHA wurde jedoch 1986 in ein Unternehmen umgewandelt, sodass Genossenschaften, die Regierung und lokale Behörden für die Leistungen bezahlen müssen. Folglich ist das ONAHA finanziell eigenständig und finanziert sich über gewerbliche Aktivitäten.<sup>248</sup> Die Regierung hat die wichtige Rolle der Privatwirtschaft bei der Transformation der Landwirtschaft erkannt und 2006 das Network of Regional Chambers of Agriculture (RECA) eingerichtet. Das RECA bildet eine Plattform zur Interessenvertretung und für den Dialog der Beteiligten zur Stärkung von landwirtschaftlichen Organisationen und Produzenten, auch aus dem Bereich Bewässerungslandwirtschaft.<sup>249</sup> Außerdem hat Niger 2012 ein Büro zur Umsetzung der Initiative Nigeriens

Nourishing Nigeriens (I3N), die auf die Stärkung der nationalen Nahrungsproduktionskapazitäten, der Nahrungsversorgung und der Resilienz gegenüber Ernährungskrisen und Klimakatastrophen abzielt, eingerichtet. Die I3N-Initiative beinhaltet Bewässerungsprogramme zur Mobilisierung von Mitteln durch die Zusammenarbeit von öffentlichen, privaten, technischen und finanziellen Partnern.<sup>250</sup>

### POLITISCHE UND PROGRAMMATISCHE INTERVENTIONEN

In Niger wurden die meisten Bewässerungspolitik und -programme durch nationale sektorbezogene Politikansätze entwickelt. Fünf politische Ansätze und Strategien sind besonders beachtenswert. 2002 hat Niger die Accelerated Development and Poverty Reduction Strategy zur Halbierung der Armut umgesetzt. Im Rahmen der Strategie galt Bewässerung, insbesondere Kleinbewässerung, als eine der wichtigsten Prioritäten zur Beschleunigung der wirtschaftlichen Entwicklung und zur Verringerung der Armut.<sup>251</sup>

Außerdem führte die Regierung 2003 die Rural Development Strategy zur Stärkung des Wirtschaftswachstums in ländlichen Gebieten und zur Verbesserung der Ernährungssicherheit ein. Als Teil dieser Strategie wurde ein Bewässerungsentwicklungsprogramm zur Steigerung der Produktion der Bewässerungslandwirtschaft entwickelt. Das Programm fördert Privatinvestitionen in Kleinbewässerung durch den Bau von gemeinschaftlicher Infrastruktur für die Mobilisierung von Oberflächen- und Grundwasservorkommen sowie die Schaffung geeigneter Finanzierungsmechanismen.<sup>252</sup>

Im Jahr 2005 entwickelte die Regierung die National Strategy for the Development of Irrigation and Collection of Runoff Waters (SNDI/CER) zur Verbesserung des Anteils der Bewässerungslandwirtschaft am BIP der Landwirtschaft. Die Regierung schuf einen Rahmen, um Investitionen anzuziehen und die Beteiligung der Privatinvestitionen an Bewässerungsmaßnahmen zu fördern sowie ein integriertes und nachhaltiges Management der Wasser- und Bodenressourcen zu unterstützen. Dieser Rahmen legt auch die Rollen und Kapazitätsaufbaumaßnahmen der an der Bewässerungsentwicklung und der Sammlung von Abfluswasser beteiligten öffentlichen und privaten Akteure fest.<sup>253</sup>

Im Jahr 2012 sollte im Rahmen der I3N-Initiative, einem Programm zur Steigerung der Produktion der Bewässerungslandwirtschaft, der Beitrag der Erzeugnisse aus Bewässerungsanbau zum BIP durch Ausweitung der bewässerten Fläche von 20 Prozent 2011 auf 30 Prozent 2015 gesteigert werden.<sup>254</sup> Schließlich entwickelte Niger 2015 die Strategy



of Small Irrigation zur Harmonisierung der Interventions- und Finanzierungsansätze in der Kleinbewässerung zwecks Schaffung eines dezentralen Mechanismus zur Entwicklung nachhaltiger Kleinbewässerung.<sup>255</sup>

Von 2008 bis 2012 setzten das Landwirtschaftsministerium und seine Partner ein Kleinbewässerungsprojekt zur Verbesserung der Ernährungssicherheit in der Region Tillabéri um. Mit dem Projekt wurden die Ausweitung der Bewässerungskapazität in 49 kleinen Gebieten gefördert und hochwertiges Saatgut und Düngemittel sowie Schulungen und sonstige technische Unterstützung für die Begünstigten bereitgestellt. Die Organisationsfähigkeit der 64 Gruppen von Landwirten mit rund 4.000 Mitgliedern, davon mehr als 80 Prozent Frauen, wurde gestärkt. Die Begünstigten verbesserten ihre Wassermanagementsysteme und setzten besser an ihre Umstände angepasste Bewässerungstechnologien ein. Durch diese Maßnahme konnten über 4.000 Familien ihr Einkommen von US\$ 170 bis zu US\$ 225 pro Ernte erheblich steigern, während die Familien vor der Maßnahme nur für den Eigenverbrauch produzierten.<sup>256</sup>

Zwischen 2003 und 2008 wurde ein kleines Bewässerungsprojekt namens Private Irrigation Promotion Project von der Nigerien Agency for the Promotion of Private Irrigation (ANPIP) umgesetzt. Sein Ziel war es, die von Landwirten initiierte Kleinbewässerung zu fördern und die Produktion und Rentabilität von Bewässerungsanbauerzeugnissen mit hohem Mehrwert für Kleinproduzenten durch einfache kostengünstige Technologien zu steigern. Bei den unmittelbaren Begünstigten handelte es sich um Landwirte mit weniger als 10 Hektar Land. Die Landwirte erhielten Zugang zu Beratungen, Ausrüstung und Inputs über entsprechende Läden. Die Ausrüstung wurde mit 50 bis 90 Prozent bezuschusst, wobei die höchsten Sätze für kleine Pumpen, Handpumpen und Tröpfchenbewässerungssysteme galten. Mithilfe der Subventionen erwarben die Landwirte

10.870 Motorpumpen und 7.809 Pedalpumpen. Auch das lokale Unternehmertum nahm zu: Es entstanden Anbieter von Bohrleistungen, Pumpenhersteller und Reparaturbetriebe. Das Projekt umfasste ein Kapazitätsaufbauprogramm für nationale Akteure des Privatsektors wie Inputlieferanten, Transporteure, Agrarlebensmittel-Industrie, Großhändler, Einzelhändler und einige dezentrale staatliche Leistungen. Die Gartenbauerträge konnten erheblich gesteigert werden: Die Zwiebelerträge stiegen zwischen 2001 und 2006 von 26 auf 41 Tonnen pro Hektar und die Paprikaerträge im gleichen Zeitraum von 11 auf 19 Tonnen pro Hektar. Die Einnahmen von Landwirten, die Zwiebeln und Paprika anbauten, stiegen um beinahe 80 Prozent.<sup>257</sup>

Unlängst ist die Regierung zur Förderung der Entwicklung innovativer Bewässerungstechnologien und zur Förderung ihrer großflächigen Einführung eine Partnerschaft mit der Privatwirtschaft eingegangen. 2011 wurde von einem lokalen Unternehmen das „Tele-Irrigation“-Kit entwickelt und auf den Markt gebracht. Es besteht aus einer Solaranlage und -pumpe, einem Wasserverteilnetz und einem Mobiltelefon. Mithilfe des Kits können die Landwirte ihr Bewässerungssystem über ein Mobiltelefon aus der Ferne steuern. Die Tele-Bewässerung ermöglicht auch die ferngesteuerte Erfassung und Weitergabe in Echtzeit von Wetter- und Wasserdaten wie Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt der Böden, Regen, Sonnenstrahlung und Windgeschwindigkeit. Dadurch sparen die Landwirte Zeit, nutzen Wasser effizienter und können ihre bewässerte Fläche ausweiten, was wiederum zu einer Steigerung ihrer Produktion und Einkünfte führen kann. Die Technologie leistet durch die Nutzung von Solarenergie einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen. Die Kits zur Telebewässerung werden außerdem zur Futterproduktion in Zuchtbetrieben eingesetzt, um den Futtermangel in der Trockenzeit auszugleichen.<sup>258</sup> Die zunehmende Verbreitung der Bewässerung in Niger in der Dekade bis 2013 war hauptsächlich durch die Ausweitung von Kleinbewässerung und die Beteiligung

der Privatwirtschaft bedingt. Das Engagement der Regierung zur Ausweitung der Bewässerung zeigt sich in umfassenden institutionellen Innovationen und zielgerichteten politischen und programmatischen Interventionen. Dennoch hat Niger immer noch ein großes Potenzial zur Ausweitung seiner bewässerten Fläche. ■

Kleinbäuerin bewässert ihre Parzelle, Niger



Obwohl kaum Flächen von Kleinbauern bewässert werden und nur geringe Fortschritte bei der Bewässerungsentwicklung erzielt wurden, hat Südafrika ein enormes Bewässerungsentwicklungspotenzial. Die bewässerte Fläche des Landes betrug 2014/2015 etwa 1.335.000 Hektar, was 10 Prozent der Anbaufläche entspricht.<sup>259</sup> Das Land hat rund eine Viertelmillion Bewässerungsbetriebe, darunter etwa 32.000 Kleinbauern. Auf Letztere entfallen circa 3 Prozent der 2010 mit Bewässerungssystemen ausgestatteten Gesamtfläche.<sup>260,261</sup> Der Biennial Review Report der Afrikanischen Union 2018 ergab, dass Südafrika mit einem Punktwert von 3,02 von 10, der deutlich unterhalb des Mindestwerts von 5,53 des Jahres 2017 liegt, derzeit nicht auf dem Weg zur Erreichung der Malabo-Verpflichtung 3.1 „Zugang zu Landwirtschaftsinputs und -technologien“ ist.<sup>262</sup>

**Laut Untersuchungen des International Food Policy Research Institute bestehen jedoch ein beträchtliches wirtschaftliches Potenzial für Groß- sowie für Kleinbewässerung mit einem internen Zinsfuß (IZF) von etwa 8 Prozent bzw. 14 Prozent und das Potenzial, 0,4 Millionen Hektar mit Großbewässerung und 0,2 Millionen Hektar mit Kleinbewässerung zu versorgen.**<sup>263</sup>

### INSTITUTIONELLE INNOVATIONEN

Südafrika hat seinen Einsatz für Bewässerung auf nationaler und internationaler Ebene unter Beweis gestellt. Kurz nach der Unabhängigkeit trat Südafrika über sein Repräsentativorgan, das South African National Committee on Irrigation and Drainage (SANCID), der International Commission on Irrigation and Drainage (ICID) bei. Die ICID wurde 1950 als freiwillige, gemeinnützige und regierungsunabhängige internationale Wissenschafts-, Fach- und Berufsorganisation gegründet. Die ICID, deren Mitglieder sich aus staatlichen, quasistaatlichen und privaten Unternehmensorganisationen sowie aus akademischen Verbänden rekrutieren, fördert die Forschung und Entwicklung neuer Technologien im Bereich Bewässerung, Entwässerung und Hochwasserschutz.<sup>264</sup>

Auf nationaler Ebene wurden mit dem National Water Act (NWA) von 1998 grundlegende Reformen der Nutzung und Bewirtschaftung von Wasserressourcen eingeführt. Den Kern des NWA von 1998 bildet der Grundsatz, dass Wasser eine knappe natürliche Ressource ist, die allen Südafrikanern gehört und sinnvoll und im öffentlichen Interesse (sozial vorteilhaft, wirtschaftlich effizient und ökologisch nachhaltig) genutzt werden muss. Mit dem NWA wurde ein Rechtsrahmen für die Regierung zum Schutz, zur Entwicklung, zum Erhalt, zum Management und zur Steuerung der Wasserressourcen des Landes geschaffen. Es beinhaltet auch die Einrichtung

von Catchment Management Agencies, die Umwandlung der bestehenden Irrigation Boards in Wassernutzerverbände und die mögliche Einrichtung einer Behörde zum Management der nationalen Wasserressourceninfrastruktur. Der Ansatz war zwar ehrgeizig, die Umsetzung ist jedoch nur in begrenztem Maß erfolgt.<sup>265</sup>

Seit 2010 ist das Department of Agriculture, Forestry and Fisheries (DAFF) innerhalb des Ministeriums für Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei für die politische Gestaltung der Bewässerungslandwirtschaft in Südafrika zuständig. Das Ministerium trägt die Gesamtverantwortung für seine Abteilungen, diese sind jedoch wiederum in Direktorate unterteilt. Innerhalb der Abteilung DAFF ist das Directorate of Water Use and Irrigation Development (DWID) im Rahmen des Bereichs Forstwirtschaft und Management natürlicher Ressourcen für die effiziente Entwicklung und Wiederbelebung von Bewässerungsprogrammen und Wassernutzung zuständig.<sup>266</sup>

Das dem DAFF unterstehende DWID hat 2015 eine Bewässerungsstrategie für Südafrika mit Leitlinien für institutionelle Reformen und öffentliche Investitionen in Bewässerungsinitiativen entwickelt. In der Bewässerungsstrategie ist als Ziel eine Ausweitung der bewässerten Fläche in Südafrika um mehr als 50 Prozent in den nächsten 10 bis 20 Jahren mittels Wiederbelebung von Bewässerungsprogrammen für Kleinbauern festgelegt. Als Kosten für die Erreichung des Ziels werden US\$ 1 Milliarde veranschlagt.<sup>267</sup> Die Strategie sieht auch eine Zusammenarbeit mit den Provincial Departments of Agriculture und dem Department of Water and Sanitation (DWS) vor. Die Strategie verfolgt unter Berücksichtigung der vorhandenen natürlichen Ressource folgende Ziele:

- Institutionelle Maßnahmen
- Bewässerungsforschung, Schulung, Technologieverbreitung und Beratungsleistungen
- Wiederbelebung
- Neuentwicklung
- Verbesserung des Managements und der Effizienz von Wassernutzung

Das der Verantwortung des Ministeriums für Wasser und Sanitärversorgung unterstehende Department of Water and Sanitation (DWS) wurde 2014 nach seiner Abspaltung vom Department of Water Affairs and Forestry eingerichtet. Das DWS ist für die Entwicklung und Umsetzung



der Wasserressourcenpolitik Südafrikas und für die Wasserdienstleistungen der Lokalverwaltungen verantwortlich. Die seit 2013 umgesetzte Second National Water Resource Strategy befasst sich ebenfalls mit Bewässerung. Sie betont die Notwendigkeit der Grundwasserentwicklung und -bewirtschaftung, der Wassersammlung, der Einfuhr wasserintensiver Waren und des Infrastrukturmanagements sowie die Vorteile der Mehrzweckplanung.<sup>268</sup>

Die Einschätzungen des DWS sind für die Lokalpolitik sehr relevant. Sie fanden 2016 Anwendung, als Kapstadt Wasserbeschränkungen der Stufe 2 umsetzte und die Wassermenge für den persönlichen, gewerblichen, industriellen und landwirtschaftlichen Bedarf begrenzte. Die Beschränkungen wurden schrittweise verschärft und erreichten ihren Höhepunkt im Januar 2018 mit der Stufe 6b. Gemäß dem Stand von Oktober 2018 gelten Wasserbeschränkungen der Stufe 5, die den persönlichen Wasserverbrauch auf 70 Liter pro Person und Tag beschränken und den Wasserverbrauch für landwirtschaftliche Zwecke um 50 Prozent verringern.<sup>269</sup>

Die Water Research Commission (WRC) ist die wichtigste Plattform Südafrikas für Wasserwissen und wurde durch den Water Research Act 1971 geschaffen. Die WRC wird über eine Abgabe auf den Wasserverbrauch finanziert. Zu den Hauptaktivitäten der Kommission zählen heute: politische Beratung und Entwicklung nachhaltiger Lösungen zur Gewährleistung fundierter Entscheidungen mittels Wissenschaft und Technologie, Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen im Wasserbereich sowie die Vertiefung der Wasserforschung in Südafrika, auf dem afrikanischen Kontinent und in anderen Entwicklungsregionen. Die Forschungsergebnisse und die auf neuen Technologien basierenden Produkte und Prozesse werden anschließend an die Endnutzer weitergegeben. Die WRC unterstützt auch Projekte, die Satellitenaufnahmen nutzen, und gibt Forschungen zur Schätzung der Flächen- und Wassernutzung in Zusammenhang mit dem Bewässerungsanbau in Südafrika in Auftrag.<sup>270, 271, 272</sup>

Die verschiedenen Institute des Agricultural Research Council (ARC) beteiligen sich an der Forschung zu Bewässerung, wie Kalibrierung von bodenbasierter Bewässerung und Identifizierung von Vernässung und Salzansammlung. Der ARC konzipiert auch Bewässerungssysteme und schult Landwirte in nachhaltigen Wassermanagementtechniken zum Anbau von Gemüse, zur Steigerung ihrer Produktivität und zur Ernährungssicherheit der lokalen Gemeinschaften sowie zur Vermarktung ihrer Erzeugnisse.<sup>273</sup>

## POLITISCHE UND PROGRAMMATISCHE INTERVENTIONEN

Die WRC unterstützt Initiativen zu Mehrzweck-Wassersystemen, die günstige Wasserdienstleistungen für Haushalte, die Landwirtschaft (mit und ohne Bewässerung) und ländliche Unternehmen anbieten. In diesem Zusammenhang wird derzeit in Limpopo ein Vierjahresprojekt namens „Operationalizing community-driven multiple use water services“ in Zusammenarbeit mit dem International Water Management Institute (IWMI) und der lokalen Nichtregierungsorganisation Tsogang und mit Unterstützung der Afrikanischen Entwicklungsbank (AfDB) umgesetzt. Projektziele sind die exemplarische partizipative Planung von nachhaltiger Mehrzweck-Infrastruktur in ausgewählten Dörfern, die Verbesserung der Wissens über Mehrzweck-Wassersysteme und die großflächige Ausweitung von Mehrzweck-Wassersystemen auf Bezirks-, Provinz- und Landesebene.

Abgesehen von den staatlich geleiteten Interventionen ist die südafrikanische Zivilgesellschaft bei der Förderung geeigneter Bewässerungstechnologien für Wasserschutz und -management sehr aktiv. Im Jahr 1999 wurde die gemeinnützige Association for Water and Rural Development (AWARD) gegründet, um die aktive Mitwirkung der Zivilgesellschaft bei Schutz, Management und Regelung in Bezug auf Wasser und Biodiversität zu stärken. Die AWARD betreibt zusammen mit der United States Agency for International Development (USAID) das RESILIM-Olifants Programm, das sich mit dem Aufbau von Resilienz im grenzüberschreitenden Olifants-River-Becken in Südafrika und Mosambik



beschäftigt. Das Wasserversorgungssystem des Olifants River liefert Wasser für den Verbrauch von Haushalten und Industrie, für Bewässerung, Bergbau und Stromerzeugung und versorgt über 3 Millionen Menschen. Ziel des Projekts ist außerdem, den Wasserschutz und das Wasser-nachfragemanagement als Strategie zur Anpassung

an den Klimawandel in zwei Gemeinden durch formelle Lehrgänge und Feedback-gespräche sowie durch die Bereitstellung von Richtlinien zu institutionalisieren.<sup>274</sup>

Das South African Irrigation Institute (SABI) ist eine weitere gemeinnützige Organisation im Bereich Bewässerung. Ihr Fokus liegt auf der Förderung von verbesserten Planungen, Ausrüstungen, Methoden und Managementformen zur effizienten Nutzung von Wasser und sonstiger zugehöriger Ressourcen im Zusammenhang mit Bewässerung. Das SABI betreibt unter anderem die IrrigationWise Academy, die eine Reihe von Schulungsprogrammen zur Förderung optimaler Bewässerungspraktiken und des Wasserschutzes für halbstaatliche Organisationen, Großbetriebe und Großkonzerne anbietet. Sein Schwerpunkt liegt auf der Stärkung der Technik- und Ingenieurskompetenzen des Landwirtschafts- und Landschaftssektors.<sup>275</sup>

Neben der Regierung und gemeinnützigen Organisationen spielt die Privatwirtschaft eine bedeutende Rolle beim Erhalt der Wasserressourcen in Südafrika. Im Bereich Bewässerung ist sie führend in der Entwicklung neuer Technologien für Bewässerung und Agronomie. Beispielsweise wurde 1992 Irritech Agencies International, ein in ganz Afrika tätiges Fachunternehmen für Bewässerung mit Niederlassungen in Pietermaritzburg, Südafrika, und Lusaka, Sambia, gegründet. Das Unternehmen bietet Bewässerungslösungen an, die von Bewässerungsplanung, Stahlarbeiten, Logistik, Verwaltung und Ersatzteilverkauf bis hin zu Außendiensttechnikern, Service und Reparatur vor Ort reichen. Seine Teams verfügen über die Ausrüstung und Fähigkeiten zur Planung, Installation, Wartung und Reparatur von Tröpfchen-, Sprinkler-, Träger-, Mikro-, Pivot- und Großwassersystemen überall in Afrika.<sup>276</sup> Irritech arbeitet bei der Bereitstellung der verschiedenen Bewässerungssysteme mit anderen Unternehmen wie NETAFIM und Valley zusammen. NETAFIM ist ein internationales Unternehmen, das auf smarte Tröpfchen- und Mikrobewässerungsprodukte spezialisiert ist.<sup>277</sup> Valley ist ein US-Unternehmen, das seit 1999 auf dem südafrikanischen Markt hauptsächlich Pivot-Beregnungssysteme und smarte Technologien wie Remote-Managementmodule zur Steuerung von Bewässerungssystemen anbietet.<sup>278</sup> Der starke institutionelle Rahmen zeigt das Engagement Südafrikas bei der Ausweitung der Bewässerung. Zwar hatte die Dürre 2017/18 erhebliche Auswirkungen für das Land, aber aus dem Umgang der Regierung mit der Situation lassen sich Lehren für andere Länder, die ihre eigenen Institutionen und politischen Ansätze im Bereich Bewässerung und Wassermanagement aufbauen und stärken möchten, ziehen. ■



Bauer bewässert sein Feld, Südafrika



# 11. Fazit

Die Nahrungsproduktion stützt sich in Afrika weiterhin fast ausschließlich auf Regenackerbau, weshalb die Landwirte und ländlichen Gemeinschaften gegenüber wechselhafteren Niederschlägen und Klimaextremen anfällig sind. In Afrika werden derzeit lediglich 6 Prozent des Ackerlands bewässert. Doch es gibt, insbesondere in Subsahara-Afrika, ein sehr großes Bewässerungspotenzial. Damit die Länder die Ernährungssicherheits- und Ernährungsziele aus der Agenda 2063 der Afrikanischen Union und der Malabo-Erklärung erreichen können, sind gemeinsame und individuelle Maßnahmen auf allen Regierungsebenen sowie der Einsatz der Privatwirtschaft und der bäuerlichen Gemeinschaften zur Ausweitung der Bewässerung auf dem Kontinent erforderlich – von Kleinbewässerungsprogrammen über von Landwirten vorangetriebene Innovationen bis hin zu Großbewässerungssystemen.

Der Ausbau der Bewässerung kann wirtschaftlich sinnvoll sein, denn der Bewässerungsfeldbau erzielt mindestens doppelt so hohe Erträge wie vergleichbarer Regenfeldbau auf dem Kontinent. Unter Berücksichtigung des Klimawandels sind die Vorteile einer Ausweitung der Bewässerungsflächen schätzungsweise doppelt so hoch wie die Kosten. In den am stärksten gefährdeten Teilen Afrikas bedeutet Bewässerungslandwirtschaft auch, dass die Landwirte die Vegetationsperiode(n) ausweiten, die Produktivität und Einkünfte steigern und ihre Lebensgrundlagen verbessern können. Doch muss die Bewässerungsentwicklung sorgfältig geplant werden, um negative Auswirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit zu verhindern.

Eine Strategie zum Ausschöpfen des Bewässerungspotenzials des Kontinents besteht in der Nachahmung und Ausweitung von erfolgreichen Interventionen, die in afrikanischen Ländern bereits in der Praxis funktioniert haben. Eine Umsetzung in einer kritischen Masse an Ländern auf dem gesamten Kontinent würde die Regierungen bei der Erreichung der Ziele aus der Agenda 2063 der Afrikanischen Union und der Malabo-Erklärung unterstützen.

Die afrikanischen Länder, die wesentliche Fortschritte im Hinblick auf ihr Bewässerungspotenzial erzielt haben, zeichnen sich durch einige gemeinsame Merkmale aus. Die Fallstudien haben gezeigt, dass die Erfolge am größten waren, wenn die Regierungen Bewässerung zu einer Politik- und Investitionspriorität gemacht haben – durch die Schaffung förderlicher steuerlicher Rahmenbedingungen, die Bereitstellung einer unterstützenden Infrastruktur und/oder die Umsetzung intelligenter Regelungen. In den analysierten Ländern war auch eine wachsende Rolle der Privatwirtschaft bei der Planung, Entwicklung und Verbreitung von innovativen, smarten Technologien und von Geschäftsmodellen für den Betrieb und die Wartung von Anlagen zu beobachten. Die Erfahrungen der Länder, die als Fallstudien in diesem Bericht analysiert wurden, können anderen afrikanischen Regierungen bei der Entwicklung länderspezifischer Strategien zur Steigerung der Resilienz und zur Verbesserung der Lebensgrundlagen in den ländlichen Gemeinschaften Afrikas und darüber hinaus helfen.

Das Malabo Montpellier Panel hat eine nachfolgend zusammengefasste Reihe an politischen Maßnahmen und Praktiken identifiziert, die bei entsprechender Ausweitung die Resilienz und die Lebensgrundlagen der ländlichen Gemeinschaften erheblich verbessern und insgesamt Wachstum und Transformation der Landwirtschaft in Afrika anregen können.



Bäuerin gießt Paprika in einem Gewächshaus, Malawi

# Empfehlungen

1 Bewässerung muss zu einer vorrangigen politischen Aufgabe und einer langfristigen Investitionspriorität werden.

2 Intelligente Bestimmungen zur Wassernutzung müssen mit Anreizen zur Förderung der Verbreitung von Technologien zur Nutzung von aufbereitetem Abwasser kombiniert werden.

3 Zur Minimierung der möglichen Gesundheitsrisiken der Bewässerung sind Bestimmungen zur regelmäßigen Wartung der Bewässerungsinfrastruktur und zum Einsatz von Düngemitteln in Bewässerungssystemen erforderlich. Dies muss ergänzt werden durch erhebliche laufende Investitionen in die Wartung und Reparatur von Bewässerungs- und Entwässerungssystemen.

4 Die Privatwirtschaft muss ihre Investitionen zum Aufbau und zur Verbesserung des Vertriebsnetzes für Bewässerungsausrüstung steigern.

5 Der Privatwirtschaft fällt bei der Gestaltung, Entwicklung und Verbreitung innovativer, intelligenter Bewässerungstechnologien eine entscheidende Rolle zu.

6 Zur Ausweitung der Bewässerung durch öffentlich-private Partnerschaften sind als Anreiz für die Privatwirtschaft für Geschäfte mit Kleinbauern finanzielle Sicherheiten, intelligente Subventionen oder Steuervorteile einzuführen.

7 Bewässerung erfordert zumeist kollektives Handeln. Es müssen Anreize für kollektives Handeln sowie Richtlinien für Mechanismen zur Konfliktlösung auf lokaler Ebene geschaffen werden.

8 Erhöhte Investitionen in die institutionelle und physische Infrastruktur zur Ausweitung des Zugangs zu Kompetenzentwicklung und -weiterentwicklung sind ein entscheidender Faktor.

9 Der Erwerb neuer Bewässerungssysteme und -ausrüstung durch Kleinbauern setzt ein unterstützendes Finanzsystem ohne Hürden voraus. Der Zugang zur Finanzierung von Ausrüstung und Dienstleistungen durch Mikrokredite und Leasingvereinbarungen muss ermöglicht werden.



# Quellen

- 1 NEPAD. 2013. Agriculture in Africa. Transformation and Outlook. Johannesburg, South Africa. <http://www.un.org/en/africa/osaa/pdf/pubs/2013africanagricultures.pdf>
- 2 Authors calculations based on FAO. Accessed 15 November, 2018. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EL>
- 3 FAO. Accessed 15 November, 2018. AQUASTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- 4 J. A. Burney, and R. L. Naylor. 2012. Smallholder irrigation as a poverty alleviation tool in Sub-Saharan Africa. *World Development*, 40(1): 110-123. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.05.007>
- 5 N. Mango, C. Makate, L. Tamene, P. Mponela, and G. Ndengu. 2018. Adoption of small-scale irrigation farming as a climate-smart agriculture practice and its influence on household income in the Chinyanja Triangle, Southern Africa. *Land*, 7(2), 49. <https://doi.org/10.3390/land7020049>
- 6 African Union. 2018. The 2017 Progress Report to the Assembly. Highlights on Intra-African Trade for Agriculture Commodities and Services: Risks and Opportunities. <https://www.donorplatform.org/news-caadp/au-summit-1st-biennial-review-on-the-status-of-agriculture-in-africa-triggers-unique-momentum-249.html>
- 7 A. Bouzaher and S. Devarajan. 2009. Climate Change: Africa's Development Opportunity. Energy-Climate Change Technology (ETC) Conference Bergen, 23-24 September 2009. World Bank. [http://blogs.worldbank.org/files/african/Climat%20Change\\_Africa%20Development%20Opp.pdf](http://blogs.worldbank.org/files/african/Climat%20Change_Africa%20Development%20Opp.pdf)
- 8 NEPAD. 2013. Agriculture in Africa. Transformation and Outlook. Johannesburg, South Africa. <http://www.un.org/en/africa/osaa/pdf/pubs/2013africanagricultures.pdf>
- 9 J. A. Burney, R. L. Naylor, and S. L. Postel. 2013. The case for distributed irrigation as a development priority in Sub-Saharan Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(31): 12513-12517. <http://doi.org/10.1073/pnas.1203597110>
- 10 L. You, C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, et al. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. *Food Policy*, 36(6): 770-782. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.09.001>
- 11 FAO. Accessed 4 December, 2018. AQUASTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- 12 Ibid.
- 13 C. Ringler. 2017. Investments in irrigation for global food security. IFPRI Policy Note. International Food Policy Research Institute. <https://doi.org/10.2499/9780896292543>
- 14 L. You, C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, et al. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. *Food Policy*, 36(6): 770-782. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.09.001>
- 15 FAO. 2014. FAO Statistical Yearbook 2014. Africa Food and Agriculture. Accra, Ghana. <http://www.fao.org/3/a-i3620e.pdf>
- 16 L. You, C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, et al. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. *Food Policy*, 36(6): 770-782. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.09.001>
- 17 Authors calculations based on FAO. Accessed 15 November, 2018. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EL>
- 18 Ibid.
- 19 B. Lankford, I. Makin, N. Matthews, P. G. McCornick, A. Noble, and T. Shah. 2016. A Compact to Revitalise Large-Scale Irrigation Systems Using a Leadership-Partnership-Ownership 'Theory of Change'. *Water Alternatives*, 9(1): 1-32. <http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/302-a9-1-1/file>
- 20 Water Research Commission and Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, South Africa. 2018. An Earth Observation Approach towards Mapping Irrigated Areas and Quantifying Water Use by Irrigated Crops in South Africa. <http://www0.sun.ac.za/cga/wp-content/uploads/2018/09/WRC-report-TT-745-17-Press-release.pdf>
- 21 J. Grimm and M. Richter. 2006. Financing Small-Scale Irrigation in Sub-Saharan Africa Part 1: Desk Study. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ ). <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.694.6012&rep=rep1&type=pdf>
- 22 B. Lankford, I. Makin, N. Matthews, P. G. McCornick, A. Noble, and T. Shah. 2016. A Compact to Revitalise Large-Scale Irrigation Systems Using a Leadership-Partnership-Ownership 'Theory of Change'. *Water Alternatives*, 9(1): 1-32. <http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/302-a9-1-1/file>
- 23 SAFI. Accessed 14 November, 2018. How can irrigation contribute to agricultural growth in Africa? <http://www.safi-research.org/>
- 24 M. Svendsen, M. Ewing, S. Msangi, 2009. Measuring irrigation performance in Africa. IFPRI Discussion Paper 894. International Food Policy Research Institute. <http://www.ifpri.org/publication/measuring-irrigation-performance-africa>
- 25 L. Domènech. 2015. Improving irrigation access to combat food insecurity and undernutrition: A review. *Global Food Security*, 6: 24-33. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.09.001>
- 26 Ibid.
- 27 FAO and IFC. 2014. Senegal: Irrigation market brief. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/a-i5365e.pdf>
- 28 FAO. 2014. FAO Statistical Yearbook 2014. Africa Food and Agriculture. Accra, Ghana. <http://www.fao.org/3/a-i3620e.pdf>
- 29 L. You, C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, et al. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. *Food Policy*, 36(6): 770-782. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.09.001>
- 30 H. Xie, L. You, B. Wielgosz, and C. Ringler. 2014. Estimating the potential for expanding smallholder irrigation in Sub-Saharan Africa. *Agricultural Water Management*, 131: 183-193. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.08.011>
- 31 P. Pavelic, K. G. Villholth, Y. Shu, L.- M. Rebelo, and V. Smakhtin. 2013. Smallholder groundwater irrigation in Sub-Saharan Africa: country-level estimates of development potential. *Water International*. 38(4): 392-407. <https://doi.org/10.1080/02508060.2013.819601>
- 32 B. Garthwaite. 2018. Irrigation and agricultural water management in Africa. Briefing Note prepared for Malabo Montpellier Panel, 4 September, 2018. Team Lead - EBA Water Law Team (World Bank).
- 33 Montpellier Panel. 2013. Sustainable intensification: a new paradigm for African Agriculture. Montpellier Panel Report. <https://www.mamopanel.org/resources/reports-and-briefings/sustainable-intensification-new-paradigm-african-a/>
- 34 World Bank. 2008. Agriculture for Development. World Development Report. World Bank. Washington, DC. [https://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/WDR\\_00\\_book.pdf](https://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/WDR_00_book.pdf)
- 35 Ibid.

- 36 Ibid.
- 37 R. C. Calow, A. M. MacDonald, A. L. Nicol, and N. S. Robins. 2010. Ground water security and drought in Africa: linking availability, access, and demand. *Ground Water*, 48(2): 246-256. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2009.00558.x>
- 38 C. Falcoz, and E. Seurot. 2009. Survey on Social Economic and Agronomic Impact of the Installation of the Swiss Concrete Pedal Pump in Tanzania. ENSAIA, Engineering school of agronomy. Nancy, France. [http://www.sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/FALCOZ-2.PDF](http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/FALCOZ-2.PDF)
- 39 I. K. Kulecho and E. K. Weatherhead. 2005. Reasons for smallholder farmers discontinuing with low-cost micro-irrigation: a case study from Kenya. *Irrigation Drainage System*, 19(2): 179-188. <https://doi.org/10.1007/s10795-005-4419-6>
- 40 Agency for Agricultural Development. 2015. Investor's Guide in the Agricultural Sector in Morocco. Ministry of Agriculture, Fisheries, Rural Development, Water and Forests of Morocco. Rabat, Morocco. <http://www.agriculture.gov.ma/en/pages/focus/investor%E2%80%99s-guide-agricultural-sector-morocco>
- 41 J. Wanyama, H. Ssegane, I. Kisekka, A. J. Komakech, N. Banadda, et al. 2017. Irrigation Development in Uganda: Constraints, Lessons Learned, and Future Perspectives. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 143(5): 04017003-10. <https://doi.org/10.1061/%28ASCE%29IR.1943-4774.0001159>
- 42 One. Posted 23 August, 2017. YES! Malian women make progress in fight for land rights. <https://www.one.org/international/blog/malian-women-fight-for-land-rights/>
- 43 Actes de la République du Mali Présidence de la république. 2017. LOI N°2017- 001/ Du 11 AVRIL 2017 Portant Sur Le Foncier Agricole. Journal officiel de la République du Mali. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/mli165599.pdf>
- 44 J. Grimm and M. Richter. 2018. Financial Services for Developing Small-Scale Irrigation in Sub-Saharan Africa. *Agriculture and Rural Development Notes*. Issue 41 September 2008. World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/47035146820335319/pdf/455680BRI0Box334063B01PUBLIC10ARD0Note41.pdf>
- 45 A. Salami, B. A. Kamara, and Z. Brixiona. 2010. Smallholder Agriculture in East Africa: Trends, Constraints and Opportunities. Working Papers Series No. 105. African Development Bank Group. Tunis, Tunisia. <https://www.commdev.org/wp-content/uploads/2015/06/Smallholder-Agriculture-East-Africa-Trends-Constraints-Opportunities.pdf>
- 46 FAO and IFC. 2014. Senegal: Irrigation market brief. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/a-i5365e.pdf>
- 47 G. Gebregziabher, M. A. Giordano, S. J. Langan, and R.E. Namara. 2014. Economic analysis of factors influencing adoption of motor pumps in Ethiopia. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 6(12): 490-500. <https://academicjournals.org/journal/JDAE/article-abstract/90D5FBB48609>
- 48 B. M. Mati. 2008. Capacity development for smallholder irrigation in Kenya. *Irrigation and Drainage*, 57: 332-340. <https://doi.org/10.1002/ird.437>
- 49 A. E. Bekele. 2014. Five key constraints to small scale irrigation development in Ethiopia: socioeconomic view. *Global Advanced Research Journal of Management and Business Studies*, 3(10): 441-444. <http://garj.org/garjmb/10/2014/3/10/five-key-constraints-to-small-scale-irrigation-development-in-ethiopia-socio-economic-view>
- 50 G. Toenniessen, A. Adesina, and J. DeVries. 2008. Building an alliance for a green revolution in Africa. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1136: 233-242. <https://doi.org/10.1196/annals.1425.028>
- 51 A. T. Emmanuel. 2012. Building an effective advocacy movement for sustainable and equitable agricultural development in Africa modernisation of smallholder agriculture and policy making in Uganda. Trust Africa. <https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Generic-Documents/african%20water%20vision%202025%20to%20be%20sent%20to%20wwf5.pdf>
- 52 L. You, C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, et al. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. *Food Policy*, 36(6): 770-782. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.09.001>
- 53 HLPE. 2015. Water for food security and nutrition. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/a-av045e.pdf%20box%206>
- 54 R. Zougmore, A. Mando, J. Ringersma, and L. Stroosnijder. 2006. Effect of Combined Water and Nutrient Management on Runoff and Sorghum Yield in Semi-Arid Burkina Faso. *Soil Use and Management*, 19: 257-64. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2003.tb00312.x>
- 55 J. S. Pachpute. 2010. A package of water management practices for sustainable growth and improved production of vegetable crop in labour and water scarce Sub-Saharan Africa. *Agricultural Water Management*, 97(9): 1251-1258. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.11.009>
- 56 H. Xie, L. You, B. Wielgosz, and C. Ringler. 2014. Estimating the potential for expanding smallholder irrigation in Sub-Saharan Africa. *Agricultural Water Management*, 131: 183-193. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.08.011>
- 57 J. A. Burney, and R. L. Naylor. 2012. Smallholder irrigation as a poverty alleviation tool in Sub-Saharan Africa. *World Development*, 40(1): 110-123. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.05.007>
- 58 P. Tillie, K. Louhichi, and S. Gomez-Y-Paloma. 2018. Chapter 4. Does small irrigation boost smallholder agricultural production - evidence from a small irrigation programme in Niger. In F. Wouterse and O. Badiane (eds.). *Fostering transformation and growth in Niger's agricultural sector*. [https://doi.org/10.3920/978-90-8686-873-5\\_4](https://doi.org/10.3920/978-90-8686-873-5_4)
- 59 C. Ringler, M. W. Rosegrant, N. Perez, and H. Xie. The Future of Irrigation: Farmer-Led. In preparation for publication by the World Bank as a background paper for the WFIF conference. International Food Policy Research Institute, unpublished.
- 60 R. Nkhata, C. Jumbe, and M. Mwabumba. 2014. Does irrigation have an impact on food security and poverty: Evidence from Bwanje Valley Irrigation Scheme in Malawi. MaSSP Working Paper 4. International Food Policy Research Institute. <http://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/128180>
- 61 C. de Fraiture and M. Giordano. 2014. Small Private Irrigation: A Thriving but Overlooked Sector. *Agricultural Water Management*, 131: 167-174. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.07.005>
- 62 J. Njuki, E. Waithanji, B. Sakwa, J. Kariuki, E. Mukewa, et al. 2014. Can market-based approaches to technology development and dissemination benefit women smallholder farmers? A qualitative assessment of gender dynamics in the ownership, purchase, and use of irrigation pumps in Kenya and Tanzania. IFPRI Discussion Paper 1357. International Food Policy Research Institute. <http://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/128211>
- 63 G. Gebregziabher, R. E. Namara, and S. Holden. 2014. Poverty reduction with irrigation investment: An empirical case study from Tigray, Ethiopia. *Agricultural Water Management*, 96(12): 1837-1843. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.08.004>
- 64 F. Grassi, J. Landberg, and S. Huyer. 2015. Running out of time: The reduction of women's work burden in agricultural production. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/a-i4741e.pdf>
- 65 International Renewable Energy Agency. 2016. Solar pumping for irrigation: Improving livelihoods and sustainability. The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA\\_Solar\\_Pumping\\_for\\_Irrigation\\_2016.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_Solar_Pumping_for_Irrigation_2016.pdf)
- 66 J. Magrath. 2015. Transforming Lives in Zimbabwe. Rural Sustainable Energy Development Project. OXFAM Case Study. <https://oxfamilibrary.openrepository.com/bitstream/handle/10546/567000/cs-zimbabwe-solar-power-170815-en.pdf;jsessionid=F0285389DD5FDC62A8F8BAD0AEF8EF2C?sequence=1>



- 67 World Bank and IFAD. 2017. Rural Youth Employment. Paper commissioned by the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development as an Input Document for the G20 - Development Working Group. [https://www.bmz.de/de/zentrales\\_downloadarchiv/g20/Rural\\_Youth\\_Employment\\_-\\_WB-IFAD-Synthesis\\_Study\\_DWG.pdf](https://www.bmz.de/de/zentrales_downloadarchiv/g20/Rural_Youth_Employment_-_WB-IFAD-Synthesis_Study_DWG.pdf)
- 68 L. Fox, L. W. Senbet, and W. Simbanegavi. 2016. Youth Employment in Sub-Saharan Africa: Challenges, Constraints and Opportunities. *Journal of African Economies*, 25(1): i3-i15. <https://doi.org/10.1093/jae/ejv027>
- 69 L. Rutten and S. L. Fanou. 2015. Chapter 4. Innovative and Inclusive Finance for Youth in Agriculture. In *Alliance for a Green Revolution in Africa* (eds.). Africa Agriculture Status Report: Youth in Agriculture in Sub-Saharan Africa. Nairobi, Kenya. <https://agra.org/AGRAOld/wp-content/uploads/2016/04/africa-agriculture-status-report-2015.pdf>
- 70 FAO and IWMI. 2017. Water pollution from agriculture: A global review. Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/a-i7754e.pdf>
- 71 Ibid.
- 72 S. Kibret, G. G. Wilson, H. Tekie, and B. Petros. 2014. Increased malaria transmission around irrigation schemes in Ethiopia and the potential of canal water management for malaria vector control. *Malaria Journal*, 13: 360. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4182787/>
- 73 H. Besada and K. Werner. 2015. An assessment of the effects of Africa's water crisis on food security and management, *International Journal of Water Resources Development*, 31(1): 120-133. <https://doi.org/10.1080/07900627.2014.905124>
- 74 F. Lebdi. 2016. Irrigation for Agricultural Transformation. Background Paper for African Transformation Report 2016: Transforming Africa's Agriculture. Accra, Ghana. [http://acetforafrica.org/acet/wp-content/uploads/publications/2016/09/IrrigationforAgricultural\\_PAPER.pdf](http://acetforafrica.org/acet/wp-content/uploads/publications/2016/09/IrrigationforAgricultural_PAPER.pdf)
- 75 A. C. V. Getirana and V. F. Malta. 2010. Investigating Strategies of an Irrigation Conflict. *Water Resources Management*, 24(12): 2893-2916. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11269-010-9586-z.pdf>
- 76 M. Jouili, I. Kahouli, and M. Elloumi. 2013. Appropriation des ressources hydrauliques et processus d'exclusion dans la région de sidi Bouzid (Tunisie centrale). *Études rurales*, 192: 117-134. <https://journals.openedition.org/etudesrurales/9929>
- 77 T. Shah. 2009. Climate change and groundwater: India's opportunities for mitigation and adaptation. *Environmental Research Letters*, 4(3): 1-13. <http://doi.org/10.1088/1748-9326/4/3/035005>
- 78 FAO. 2007. Chapter 5: Water management for Climate-Smart Agriculture. In FAO (eds.). *Climate Smart Agriculture Sourcebook*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook/production-resources/module-b6-water/chapter-b6-5/en/>
- 79 African Risk Capacity. 2016. The cost of drought in Africa. African Union. Johannesburg, South Africa. [http://www.africanriskcapacity.org/wp-content/uploads/2016/11/arc\\_cost\\_of\\_drought\\_en.pdf](http://www.africanriskcapacity.org/wp-content/uploads/2016/11/arc_cost_of_drought_en.pdf)
- 80 WFP and FAO. 2016. 2016-2017 ENSO Overview. Accessed 22 October, 2018. United Nations World Food Programme. [https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/wfp\\_fao\\_el\\_nino\\_overview\\_by\\_fsc\\_5.pdf](https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/wfp_fao_el_nino_overview_by_fsc_5.pdf)
- 81 African Risk Capacity. 2016. The cost of drought. African Union. Johannesburg, South Africa. [http://www.africanriskcapacity.org/wp-content/uploads/2016/11/arc\\_cost\\_of\\_drought\\_en.pdf](http://www.africanriskcapacity.org/wp-content/uploads/2016/11/arc_cost_of_drought_en.pdf)
- 82 K. Wiebe, T. B. Sulser, D. Mason-D'Croz, and M. W. Rosegrant. 2016. Chapter 2: The Effects of Climate Change on Agriculture and Food Security in Africa. In ReSAKSS. *Annual Trends and Outlook Report*. International Food Policy Research Institute. [http://www.resakss.org/sites/default/files/Ch2%20ReSAKSS\\_AW\\_ATOM\\_2016\\_Final.pdf](http://www.resakss.org/sites/default/files/Ch2%20ReSAKSS_AW_ATOM_2016_Final.pdf)
- 83 E. Blanc. 2012. The Impact of Climate Change on Crop Yields in Sub-Saharan Africa. *American Journal of Climate Change*, 1(1): 1-13. <http://doi.org/10.4236/ajcc.2012.11001>
- 84 C. Ringler, T. Zhu, X. Cai, J. Koo, and D. Wang. 2010. Climate Change Impacts on Food Security in Sub-Saharan Africa. IFPRI Discussion Paper 01042. International Food Policy Research Institute. <http://ebrary.ifpri.org/utils/getfile/collection/p15738coll2/id/6983/filename/6984.pdf>
- 85 Ibid.
- 86 K. Wiebe, T. B. Sulser, D. Mason-D'Croz, and M. W. Rosegrant. 2016. Chapter 2: The Effects of Climate Change on Agriculture and Food Security in Africa. In ReSAKSS. *Annual Trends and Outlook Report*. International Food Policy Research Institute. [http://www.resakss.org/sites/default/files/Ch2%20ReSAKSS\\_AW\\_ATOM\\_2016\\_Final.pdf](http://www.resakss.org/sites/default/files/Ch2%20ReSAKSS_AW_ATOM_2016_Final.pdf)
- 87 A. Bouzaher and S. Devarajan. 2009. Climate Change: Africa's Development Opportunity. Energy-Climate Change Technology (ETC) Conference Bergen, 23-24 September 2009. World Bank. [http://blogs.worldbank.org/files/african/Climate%20Change\\_Africa%20Development%20Opp.pdf](http://blogs.worldbank.org/files/african/Climate%20Change_Africa%20Development%20Opp.pdf)
- 88 C. Ringler, M. W. Rosegrant, N. Perez, and H. Xie. The Future of Irrigation: Farmer-Led. In preparation for publication by the World Bank as a background paper for the WFIF conference. International Food Policy Research Institute, unpublished.
- 89 M. Svendsen, M. Ewing, S. Msangi, 2009. Measuring irrigation performance in Africa. IFPRI Discussion Paper 894. International Food Policy Research Institute. <http://www.ifpri.org/publication/measuring-irrigation-performance-africa>
- 90 Ibid.
- 91 L. You, C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, et al. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. *Food Policy*, 36(6): 770-782. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.09.001>
- 92 B. James, H. Manyire, E. Tambi, and S. Bangali. 2015. Barriers to Scaling up/out Climate Smart Agriculture and Strategies to Enhance Adoption in Africa. *Forum for Agricultural Research in Africa*. Accra, Ghana. <http://farafrica.org/wp-content/uploads/2015/10/Barriers-to-scaling-up-out-CSA-in-Africa.pdf>
- 93 UNEP. 2001. Chapter 9: Examples of Rainwater Harvesting and Utilisation around the World. In UNEP (eds.). *An Environmentally Sound Approach for Sustainable Urban Water Management: An Introductory Guide for Decision-Makers*. <http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/Urban/UrbanEnv-2/9.asp>
- 94 FAO EIP Water. Accessed August 6, 2018. Floodwater Harvesting - Case Study 4: Water-Spreading Weirs for the Development of Degraded Dry River Valleys. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.eip-water.eu/projects/fao-floodwater-harvesting-case-study-4-water-spreading-weirs-development-degraded-dry>
- 95 Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). 2012. Water-Spreading Weirs for the Development of Degraded Dry River Valleys. <http://www.giz.de/fachexpertise/downloads/giz2013-en-water-spreading-weirs.pdf>
- 96 R. Purcell. 1997. Potential for Small-Scale Irrigation in Sub-Saharan Africa: The Kenyan Example in Irrigation Technology Transfer in Support of Food Security. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/docrep/w7314e/w7314e07.htm>
- 97 UNEP. 1998. Chapter: 2.1.6 Rope-Washer Pump. In UNEP (eds.). *Sourcebook of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Africa*. <http://www.unep.or.jp/ietc/publications/techpublications/tech-pub-8a/rope.asp>
- 98 NECOFA, Kenya. Posted 25 August, 2010. A Water and Sanitation Programme using Rope and Washer at Kihoto Shg. Network for Ecofarming in Africa, Kenya Chapter. <http://Necofakenya.Wordpress.Com/2010/08/25/A-Water-And-Sanitation-Programme-Using-Rope-And-Washer-At-Kihoto-Shg/>
- 99 The Government of Rwanda and ICRAF. 2010. Rwanda Irrigation Master Plan. <http://www.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/B16738.pdf>
- 100 R. Purcell. 1997. Potential for Small-Scale Irrigation in Sub-Saharan Africa: The Kenyan Example in Irrigation Technology Transfer in Support of Food

- Security. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/docrep/w7314e/w7314e07.htm>
- 101 W. van Averbeke, J. Denison, and P. N. S. Mkeni. 2011. Smallholder Irrigation Schemes in South Africa: A Review of Knowledge Generated by the Water Research Commission. *Water SA*, 37(5): 797-808. <http://dx.doi.org/10.4314/wsa.v37i5.17>
- 102 J. Kamwamba Mtethiwa, K. Weatherhead, and J. Knox. 2016. Assessing Performance of Small-Scale Pumped Irrigation Systems in sub-Saharan Africa: Evidence from a Systematic Review. *Irrigation and Drainage*, 65(3): 308-18. <https://doi.org/10.1002/ird.1950>
- 103 Ibid.
- 104 Ibid.
- 105 M. Dessalegn and D. J. Merrey. 2015. Motor Pump Revolution in Ethiopia: Promises at a Crossroads. *Water alternatives*, 8(2): 237-257. <http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol8/v8issue2/289-a8-2-12/file>
- 106 M. L. Mul, J. S. Kemerink, N. F. Vyagusa, M. G. Mshana, P. van der Zaag, and H. Makurira. 2011. Water Allocation Practices among Smallholder Farmers in the South Pare Mountains, Tanzania: The Issue of Scale. *Agricultural Water Management*, 98(11): 1752-1760. <http://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.02.014>
- 107 AgWater Solutions. Accessed 8 August, 2018. River Diversions. Agricultural Water Management Solutions. International Water Management Institute. <http://awm-solutions.iwmi.org/river-diversions.aspx>
- 108 B. Keraita, M. Giordano, and H. Mahoo. 2012. AgWater Solutions Project Case Study. International Water Management Institute. <http://awm-solutions.iwmi.org/Data/Sites/3/Documents/PDF/publication-outputs/learning-and-discussion-briefs/tz-traditional-irrigation.pdf>
- 109 ICID. Accessed on 18 September, 2018. Resources - Irrigation - Tidal Irrigation. International Commission on Irrigation and Drainage. [http://www.icid.org/res\\_irri\\_tidal.html](http://www.icid.org/res_irri_tidal.html)
- 110 UNEP. 1998. Chapter: 4.3 Tidal Irrigation, The Gambia. In UNEP (eds.). *Sourcebook of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Africa*. <http://www.nzdl.org/gsd/mod?e=d-00000-00---off-0fnl2.2-00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-1l-11-en-50---20-about---00-0-1-00-0--4---0-0-11-10-0utfZz-8-10&cl=CL1.4&d=HASHa7909460293a0a236fd7d.5.3&gt=1>
- 111 City of Cape Town. Accessed 14 November, 2018. Commercial water restrictions explained. <http://www.capetown.gov.za/work%20and%20business/commercial-utility-services/commercial-water-and-sanitation-services/Commercial-water-restrictions-explained>
- 112 Agriculture for Impact. Accessed September 18, 2018. Microdosing. <http://ag4impact.org/sid/ecological-intensification/precision-agriculture/microdosing/>
- 113 J. Burney, L. Woltering, M. Burke, R. Naylor, and D. Pasternak. 2010. Solar-Powered Drip Irrigation Enhances Food Security in the Sudano-Sahel. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(5): 1848-1853. <http://doi.org/10.1073/pnas.0909678107>
- 114 iDE. Accessed August 8, 2018. Watering Can vs. Drip Irrigation in Ghana. <http://www.ideglobal.org/key-project/experimenting-with-resource-smart-technology-in-ghana>
- 115 S. N. Ngigi, J. N. Thome, D. W. Waweru, and H.G. Blank. 2011. Low-Cost Irrigation for Poverty Reduction. International Water Management Institute. <http://publications.iwmi.org/pdf/H028340.pdf>
- 116 S. Peterson. Posted February 12, 2014. Helping Smallholder Farmers in Sub-Saharan Africa Escape Poverty. World Agriculture Network. <http://worldagnetwork.com/helping-smallholder-farmers-in-sub-saharan-africa-escape-poverty/>
- 117 Floppy Sprinkler. Accessed 19 September, 2018. Floppy Sprinkler. Rain on Demand. <http://www.floppysprinkler.com/>
- 118 G. B. Simpson and F. B. Reinders. 1999. Evaluation of the Performance of Two Types of Sprinkler Irrigation Emitters Installed on Permanent and Dragline Systems. South African Water Research Commission Report No. KV 119/99. <http://www.wrc.org.za/Pages/DisplayItem.aspx?ItemID=7972&FromURL=%2FPages%2FAllKH.aspx%3F>
- 119 L. E. Jones and G. Olsson. 2017. Solar Photovoltaic and Wind Energy Providing Water. *Global Challenges*, 1(5). <http://doi.org/10.1002/gch2.201600022>
- 120 International Renewable Energy Agency. Accessed 19 September, 2018. Data and Statistics. International Renewable Energy Agency. <http://www.irena.org/>
- 121 J. A. Burney, R. L. Naylor, and S. L. Postel. 2013. The case for distributed irrigation as a development priority in Sub-Saharan Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(31): 12513-12517. <http://doi.org/10.1073/pnas.1203597110>
- 122 The Guardian. Posted 11 June, 2018. NASRDA says Automated Irrigation System will make farmers cultivate more. <http://guardian.ng/technology/nasrda-says-automated-irrigation-system-will-make-farmers-cultivate-more/>
- 123 VOA Africa. Posted 24 January, 2017. Kenyan Irrigation App Aims to Cut Water Waste, Crop Losses. <http://www.voanews.com/a/kenya-irrigation-app-aims-to-cut-water-waste-crop-losses/3689955.html>
- 124 A. McNally, S. Shukla, K. Arsenault, S. Wang, C. Peters-Lidard, and J. I. Verdin. 2016. Evaluating ESA CCI Soil Moisture in East Africa. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 48: 96-109. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2016.01.001>
- 125 ZENVUS. Accessed July 25, 2018. Intelligent Solutions for Farms and Gardens. <http://www.zenvus.com/>
- 126 R. Sim, S. Plummer, and M. Fellahi. 2015. Assessment of Potential Markets for Soil Moisture Sensor in Tanzania. UC Davis D-Lab. <http://piet.ucdavis.edu/wp-content/uploads/2015/05/D-Lab-Soil-Moisture-Sensor-Final-Report.pdf>
- 127 ZENVUS. Accessed July 25, 2018. Intelligent Solutions for Farms and Gardens. <http://www.zenvus.com/>
- 128 L. You, C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, et al. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. *Food Policy*, 36(6): 770-782. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.09.001>
- 129 Ibid.
- 130 Ibid.
- 131 FAO. Accessed 19 November, 2018. Statistics. Government expenditure on agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/economic/ess/investment/expenditure/en/>
- 132 C. Ringler, M. W. Rosegrant, N. Perez, and H. Xie. The Future of Irrigation: Farmer-Led. In preparation for publication by the World Bank as a background paper for the WFIF conference. International Food Policy Research Institute, unpublished.
- 133 ReSAKSS. Accessed 14 September, 2018. ReSAKSS. International Food Policy Research Institute. <http://www.resakss.org/>
- 134 African Union. 2018. The 2017 Progress Report to the Assembly. Highlights on Intra-African Trade for Agriculture Commodities and Services: Risks and Opportunities. [http://au.int/sites/default/files/newsevents/working-documents/33640-wd-full\\_br\\_report\\_eng.pdf](http://au.int/sites/default/files/newsevents/working-documents/33640-wd-full_br_report_eng.pdf)
- 135 I. Hussain and M. A. Hanjra. 2004. Irrigation and poverty alleviation: review of the empirical evidence. *Irrigation and Drainage*, 53(1): 1-15. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ird.114>
- 136 L. You, C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, et al. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. *Food Policy*, 36(6): 770-782. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.09.001>
- 137 I. Hussain and M. A. Hanjra. 2004. Irrigation and poverty alleviation: review of the empirical evidence. *Irrigation and Drainage*, 53(1): 1-15. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ird.114>



- 138 J. Grimm and M. Richter. 2006. Financing Small-Scale Irrigation in Sub-Saharan Africa Part 1: Desk Study. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ ). <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.694.6012&rep=rep1&type=pdf>
- 139 M. Ayyagari, P. Juarros, M. S. M. Peria, and S. Singh. 2016. Access to Finance and Job Growth: Firm-Level Evidence across Developing Countries. Policy Research Working Papers. World Bank. <http://doi.org/10.1596/1813-9450-7604>
- 140 World Bank. Accessed 21 September, 2018. Global Financial Inclusion. Data Bank. <http://databank.worldbank.org/data/home>
- 141 J. Grimm and M. Richter. 2006. Financing Small-Scale Irrigation in Sub-Saharan Africa Part 1: Desk Study. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ ). <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.694.6012&rep=rep1&type=pdf>
- 142 World Bank. Accessed 25 October, 2018. Concessions, Build-Operate-Transfer (BOT) and Design-Build-Operate (DBO) Projects. World Bank. <http://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/agreements/concessions-bots-dbos>
- 143 World Bank. 2014. Water PPPs in Africa. World Bank. [http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/838c700045139b7099359dc66d9c728b/WBG\\_AfricaWaterPPPs.pdf?MOD=AJPERES](http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/838c700045139b7099359dc66d9c728b/WBG_AfricaWaterPPPs.pdf?MOD=AJPERES)
- 144 D. Renault, R. Wahaj, and S. Smits. 2013. Multiple Uses of Water Services in Large Irrigation Systems: Auditing and Planning Modernization the MASSMUS Approach. FAO Irrigation and Drainage Paper 67. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/018/i3414e/i3414e.pdf>
- 145 FAO. Accessed 17 September, 2018. Land and Water. Multiple Use of Water. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/land-water/water/watergovernance/multiple-use-of-water/en/>
- 146 D. Renault, R. Wahaj, and S. Smits. 2013. Multiple Uses of Water Services in Large Irrigation Systems: Auditing and Planning Modernization the MASSMUS Approach. FAO Irrigation and Drainage Paper 67. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/018/i3414e/i3414e.pdf>
- 147 F. W. T. Penning de Vries, H. Sally, and A. Inocencio. 2005. Opportunities for Private Sector Participation in Agricultural Water Development and Management. Working Paper 100. International Water Management Institute. [http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/Working\\_Papers/working/WOR100.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/Working_Papers/working/WOR100.pdf)
- 148 SAIRLA. Accessed 21 September, 2018. Home - SAIRLA. <http://sairla.nri.org/>
- 149 Winrock International. 2012. Multiple-Use Water Services. <http://www.winrock.org/wp-content/uploads/2016/03/MUS-and-Winrock-Briefing-v3-may-2013.pdf>
- 150 N. B. Legesse. 2013. Community Based Integrated Water Resources Management Programme in Banibango and Soumatte, presented at the MUS (Multiple Use Services) Group meeting, London, 5 September, 2013. Oxfam, UK. <http://www.musgroup.net/sites/default/files/e753515ceb858ea374113929fcb65132.pdf>
- 151 Green Climate Fund. Accessed 14 August, 2018. About the Fund. <http://www.greenclimate.fund/who-we-are/about-the-fund>
- 152 Ibid.
- 153 Ibid.
- 154 Actionaid. Accessed 13 November, 2018. Global Agriculture and Food Security Program. <http://www.actionaidusa.org/work/gafsp/>
- 155 GAFSP. Accessed 13 November, 2018. Empowering Smallholder Farmers. The Global Agriculture and Food Security Program. <http://www.gafsp-fund.org/approach>
- 156 African Union. 2015. Agenda 2063. The Africa We Want. First Ten Year Implementation Plan 2014-2023. African Union, Addis Ababa, Ethiopia. [http://au.int/sites/default/files/documents/33126-doc-ten\\_year\\_implementation\\_book.pdf](http://au.int/sites/default/files/documents/33126-doc-ten_year_implementation_book.pdf)
- 157 African Union. 2014. Malabo Declaration on Accelerated Agricultural Growth and Transformation for Shared Prosperity and Improved Livelihoods. [http://ecowas-agriculture.org/sites/default/files/Malabo\\_Declaration\\_on\\_Accelerated\\_Agricultural\\_Growth\\_and\\_Transformation\\_for\\_Shared\\_Prosperty\\_and\\_Improved\\_Livelihoods\\_adopted\\_June\\_2014-2.pdf](http://ecowas-agriculture.org/sites/default/files/Malabo_Declaration_on_Accelerated_Agricultural_Growth_and_Transformation_for_Shared_Prosperty_and_Improved_Livelihoods_adopted_June_2014-2.pdf)
- 158 African Union. 2018. The 2017 Progress Report to the Assembly. Highlights on Intra-African Trade for Agriculture Commodities and Services: Risks and Opportunities. [http://au.int/sites/default/files/newsevents/working-documents/33640-wd-full\\_br\\_report\\_eng.pdf](http://au.int/sites/default/files/newsevents/working-documents/33640-wd-full_br_report_eng.pdf)
- 159 L. You, C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, et al. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. Food Policy, 36(6): 770-782. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.09.001>
- 160 African Union and African Development Bank. 2004. The Africa Water Vision for 2025: Equitable and Sustainable Use of Water for Socioeconomic Development. <http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Generic-Documents/african%20water%20vision%202025%20to%20be%20sent%20to%20wwf5.pdf>
- 161 African Minister's Council on Water. 2010. AMCOW Workplan, January 2011 - December 2013. <http://www.amcow-online.org/images/about/AMCOW%20Workplan.pdf>
- 162 United Nations. 2015. Sustainable Development Goals: 17 Goals to Transform Our World. United Nations Sustainable Development. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/>
- 163 African Green Revolution Forum. 2018. About AGRF. <http://agrforum.org/>
- 164 African Green Revolution Forum. 2018. The Kigali Communiqué Decisions and Commitments from the African Green Revolution Forum 2018. Kigali, Rwanda. [http://agrforum.org/wp-content/uploads/2018/09/AGRA\\_AGRF-Kigali-Communique\\_v7\\_White\\_HR.pdf](http://agrforum.org/wp-content/uploads/2018/09/AGRA_AGRF-Kigali-Communique_v7_White_HR.pdf)
- 165 FAO. Accessed 27 September, 2018. AQUASTAT - Area Equipped for Irrigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- 166 African Union. 2018. The 2017 Progress Report to the Assembly. Highlights on Intra-African Trade for Agriculture Commodities and Services: Risks and Opportunities. [http://au.int/sites/default/files/newsevents/working-documents/33640-wd-full\\_br\\_report\\_eng.pdf](http://au.int/sites/default/files/newsevents/working-documents/33640-wd-full_br_report_eng.pdf)
- 167 FAO. Accessed 27 September, 2018. FAOSTAT - Percentage of Arable Land Equipped for Irrigation (3 Year Average). <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
- 168 L. You, C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, et al. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. Food Policy, 36(6): 770-782. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.09.001>
- 169 R. D. Bekele. Irrigation Systems in Ethiopia: Technological and Institutional Analysis. Doctoral Dissertation. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, forthcoming.
- 170 Ethiopian Agricultural Transformation Agency. Accessed 18 October, 2018. Shallow Ground Water Mapping. <http://www.ata.gov.et/programs/highlighted-deliverables/input-voucher-sales-system-ivs/>
- 171 F. Negash. 2011. Managing water for inclusive and sustainable growth in Ethiopia: key challenges and priorities. [https://ec.europa.eu/europeaid/sites/devco/files/erd-consca-dev-researchpapers-negash-20110101\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/europeaid/sites/devco/files/erd-consca-dev-researchpapers-negash-20110101_en.pdf)
- 172 P. Lempérière, F. Hagos, N. Lefore, A. Hailelassie, and S. Langan. 2014. Establishing and Strengthening Irrigation Water Users Associations (IWUAs) in Ethiopia. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI). <https://hdl.handle.net/10568/68734>
- 173 Ministry of Water Resources Ethiopia. 2001. Ethiopian Water Sector Strategy. <http://chilot.me/wp-content/uploads/2011/08/water-strategy.pdf>
- 174 Ibid.

- 175 Federal Democratic Republic of Ethiopia and Ministry of Agriculture and Rural Development. 2010. Ethiopia's Agricultural Sector Policy and Investment Framework (PIF) 2010-2020.
- 176 Ibid.
- 177 Ministry of Finance and Economic Development Ethiopia. 2006. Ethiopia - Building on Progress - A Plan for Accelerated and Sustained Development to End Poverty (PASDEP). [http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Policy-Documents/Plan\\_for\\_Accelerated\\_and\\_Sustained\\_%28PASDEP%29\\_final\\_July\\_2007\\_Volume\\_I\\_3.pdf](http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Policy-Documents/Plan_for_Accelerated_and_Sustained_%28PASDEP%29_final_July_2007_Volume_I_3.pdf)
- 178 Federal Democratic Republic of Ethiopia and Ministry of Agriculture and Rural Development. 2010. Ethiopia's Agricultural Sector Policy and Investment Framework (PIF) 2010-2020.
- 179 M. Otoo, N. Lefore, P. Schmitter, J. Barron, and G. Gebregziabher. 2018. Business Model Scenarios and Suitability: Smallholder Solar Pump-Based Irrigation in Ethiopia. IWMI Research Report 172. International Water Management Institute. [http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/IWMI\\_Research\\_Reports/PDF/pub172/rr172.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/IWMI_Research_Reports/PDF/pub172/rr172.pdf)
- 180 Federal Democratic Republic of Ethiopia. 2015. Ethiopia's Climate Resilient Green Economy Climate. Climate Resilience Strategy: Water and Energy. <http://gggi.org/site/assets/uploads/2017/11/2015-08-Sectoral-Climite-Resilience-Strategies-for-Ethiopia-2-Water-and-Energy-Climite-Resilience-Strategy.pdf>
- 181 A. Garbero and T. Songsermsawas. 2018. Ethiopia's Participatory Small-Scale Irrigation Development Programme (PASIDP) in Effective Rural Development. IFAD's Evidence-Based Approach to Managing for Results, ed. International Fund for Agricultural Development. Rome, Italy. [http://www.ifad.org/documents/38714170/40704829/DEF\\_web.pdf/ab2c358b-963f-4048-8486-762cbf73c43a](http://www.ifad.org/documents/38714170/40704829/DEF_web.pdf/ab2c358b-963f-4048-8486-762cbf73c43a)
- 182 Ministry of Agriculture Ethiopia and IFAD. 2013. Participatory Small Holder Irrigation Development Project (PASIDP). Mid-Term Review Report. <http://operations.ifad.org/documents/654016/c3c0ad33-d073-4940-ba3b-69fb44e93845>
- 183 A. Garbero and T. Songsermsawas. 2018. Ethiopia's Participatory Small-Scale Irrigation Development Programme (PASIDP) in Effective Rural Development. IFAD's Evidence-Based Approach to Managing for Results, ed. International Fund for Agricultural Development. Rome, Italy. [http://www.ifad.org/documents/38714170/40704829/DEF\\_web.pdf/ab2c358b-963f-4048-8486-762cbf73c43a](http://www.ifad.org/documents/38714170/40704829/DEF_web.pdf/ab2c358b-963f-4048-8486-762cbf73c43a)
- 184 Farm Africa. 2017. Chapter 6: Small-Scale Irrigation. In Farm Africa (eds.). Food Security in Tigray. [http://www.farmafrica.org/downloads/resources/farm-africafood-security-in-tigray-small-scale-irrigation-\(6-of-6\).pdf](http://www.farmafrica.org/downloads/resources/farm-africafood-security-in-tigray-small-scale-irrigation-(6-of-6).pdf)
- 185 Farm Africa. Accessed 12 October, 2018. Food Security in Tigray. <http://www.farmafrica.org/ethiopia/food-security-in-tigray>
- 186 Ministry of Water Resources Ethiopia. 2004. National Water Development Report Ethiopia. <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145926e.pdf>
- 187 Ibid.
- 188 R. D. Bekele. Irrigation Systems in Ethiopia: Technological and Institutional Analysis. Doctoral Dissertation. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, forthcoming.
- 189 G. Gebregziabher, M. A. Giordano, S. J. Langan, and R.E. Namara. 2014. Economic analysis of factors influencing adoption of motor pumps in Ethiopia. Journal of Development and Agricultural Economics, 6(12): 490-500. <https://academicjournals.org/journal/JDAE/article-abstract/90D5FBB48609>
- 190 A. E. V. Evans, M. Giordano, T. Clayton. 2012. Investing in agricultural water management to benefit smallholder farmers in Ethiopia. IWMI Working Paper 152. International Water Management Institute. <http://doi.org/10.5337/2012.215>
- 191 FAO. Accessed 27 September, 2018. AQUASTAT - Area Equipped for Irrigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- 192 African Union. 2018. The 2017 Progress Report to the Assembly. Highlights on Intra-African Trade for Agriculture Commodities and Services: Risks and Opportunities. [http://au.int/sites/default/files/newsevents/working\\_documents/33640-wd-full\\_br\\_report\\_eng.pdf](http://au.int/sites/default/files/newsevents/working_documents/33640-wd-full_br_report_eng.pdf)
- 193 FAO. Accessed 27 September, 2018. FAOSTAT - Percentage of Arable Land Equipped for Irrigation (3 Year Average). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
- 194 L. You, C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, et al. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. Food Policy, 36(6): 770-782. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.09.001>
- 195 FAO. Accessed 27 September, 2018. AQUASTAT - Area Equipped for Irrigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- 196 Ibid.
- 197 Ministry of Water and Sanitation, Kenya. Accessed 19 October, 2018. About the Ministry. Ministry of Water and Sanitation. <http://www.water.go.ke/about-the-ministry/>
- 198 FAO. Accessed 27 September, 2018. AQUASTAT - Area Equipped for Irrigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- 199 Water Resource Authority, Kenya. Accessed 19 October, 2018. Home. Water Resources Authority. <http://www.wra.go.ke/home/>
- 200 FAO. Accessed 27 September, 2018. AQUASTAT - Area Equipped for Irrigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- 201 Ibid.
- 202 The Republic of Kenya. 2017. The Irrigation Bill. [http://www.parliament.go.ke/sites/default/files/2017-05/The\\_Irrigation\\_Bill\\_2017.pdf](http://www.parliament.go.ke/sites/default/files/2017-05/The_Irrigation_Bill_2017.pdf)
- 203 The President of the Republic of Kenya. Accessed 16 November, 2018. The Big Four - Food Security and Nutrition. <http://www.president.go.ke/food-security-and-nutrition/>
- 204 Republic of Kenya. Accessed 24 October, 2018. Kenya Vision 2030. <http://vision2030.go.ke/>
- 205 Republic of Kenya. 2009. Agricultural Sector Development Strategy (ASDS). [http://www.kecosce.org/downloads/AGRICULTURE\\_SECTOR\\_DEVELOPMENT\\_STRATEGY\\_2009\\_2025.pdf](http://www.kecosce.org/downloads/AGRICULTURE_SECTOR_DEVELOPMENT_STRATEGY_2009_2025.pdf)
- 206 National Irrigation Board Kenya. Accessed 22 October, 2018. Galana Kulalu Irrigation Development Project. <http://nib.or.ke/projects/flagship-projects/galana>
- 207 Green Arava LTD. Accessed 22 October, 2018. Galana Kulalu - Kenya. <http://greenarava.com/agri-projects/?v=39>
- 208 Daily Nation. Posted 19 January, 2018. Private Investors to Run Galana Kulalu Irrigation Project. <http://www.nation.co.ke/news/Private-investors-to-run-Galana-Kulalu-Irrigation-project/1056-4269226-10cg0pez/index.html>
- 209 VOA Africa. Posted 24 January, 2017. Kenyan Irrigation App Aims to Cut Water Waste, Crop Losses. <http://www.voanews.com/a/kenya-irrigation-app-aims-to-cut-water-waste-crop-losses/3689955.html>
- 210 SunCulture. Accessed 25 July, 2018. SunCulture - Transforming Agriculture Through the Power of the Sun. <http://sunculture.com/>
- 211 KickStart. Accessed 23 October, 2018. KickStart. The Tools to End Poverty. <http://kickstart.org/>
- 212 Green Climate Fund. 2015. FP005 KawiSafi Ventures Fund in East Africa - Project. <http://www.greenclimate.fund/-/kawisawi-ventures-fund-in-east-africa>
- 213 Sollatek. Accessed 25 October, 2018. Sollatek - the Power to Protect. <http://sollatek.co.ke/>



- 214 FAO. Accessed 23 September, 2018. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EL>
- 215 L. You, C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, et al. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. *Food Policy*, 36(6): 770-782. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.09.001>
- 216 African Union. 2018. The 2017 Progress Report to the Assembly. Highlights on Intra-African Trade for Agriculture Commodities and Services: Risks and Opportunities. [http://au.int/sites/default/files/newsevents/working-documents/33640-wd-full\\_br\\_report\\_eng.pdf](http://au.int/sites/default/files/newsevents/working-documents/33640-wd-full_br_report_eng.pdf)
- 217 UPA Développement international. Accessed 14 November, 2018. Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture du Mali. <https://www.upadi-agri.org/assemblee-permanente-des-chambres-dagriculture-du-mali-apcam/>
- 218 Direction Nationale du Génie Rural. 2014. Rapport annuel 2014. Ministère de l'Agriculture du Mali. [http://mali.countrystat.org/fileadmin/user\\_upload/countrystat\\_fenix/congo/docs/DNGR%20rapport%20annuel%202014.pdf](http://mali.countrystat.org/fileadmin/user_upload/countrystat_fenix/congo/docs/DNGR%20rapport%20annuel%202014.pdf)
- 219 Ibid.
- 220 Agence d'Aménagement des Terres et de fourniture de l'eau d'Irrigation (ATI). Accessed 14 November, 2018. A propos de l' Agence. <http://atimali.ml/presentation>
- 221 Ministère du Développement Rural et de l'Eau. 1999. Stratégie nationale de développement de l'irrigation. Document de stratégie sous-sectorielle sur le développement de l'irrigation au Mali. [http://www.passip.org/passip\\_intranet/pdf-intranet/Politique/9-64%20Strategie\\_Nationale\\_D%C3%A9veloppement\\_Irrigation\\_1999.pdf](http://www.passip.org/passip_intranet/pdf-intranet/Politique/9-64%20Strategie_Nationale_D%C3%A9veloppement_Irrigation_1999.pdf)
- 222 Direction Nationale du Génie Rural. 2016. Expériences en matière d'irrigation du Mali. République du Mali. <http://www.dngr.gouv.ml/pdf/Bonnes-Pratiques-en-Irrigation-au-Mali.pdf>
- 223 One. Posted 23 August, 2017. YES! Malian women make progress in fight for land rights. <https://www.one.org/international/blog/malian-women-fight-for-land-rights/>
- 224 A. Adamczewski, J. Y. Jamin, P. Burnod, E. H. Boutout Ly, and J.P. Tonneau. 2013. Terre, eau et capitaux: investissements ou accaparements fonciers à l'Office du Niger? *Cahiers Agricultures*, 22 (1): 22-32. [http://publications.cirad.fr/une\\_notice.php?dk=567662](http://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=567662)
- 225 World Bank. 2017. Commercial Irrigated Agriculture Development Project. Report No: PIDISDSC17562. World Bank. Washington, DC. <http://documents.worldbank.org/curated/en/265781506532233318/pdf/ITM00184-P159765-09-27-2017-1506532229268.pdf>
- 226 Millennium Challenge Corporation. Measuring Results of the Alatona Irrigation Project in Mali. Accessed 14 November, 2018. <https://www.mcc.gov/resources/doc/summary-measuring-results-of-the-alatona-irrigation-project-in-mali>
- 227 Agence de l'Environnement et du Développement Durable. Accessed 14 November, 2018. ASAP PAPAM. <http://aedd.gouv.ml/asap-papam/>
- 228 Mali7. Posted 23 January, 2018. Agriculture: Le Projet PAPAM arrive à son terme. <https://mali7.net/2018/01/23/agriculture-le-projet-papam-arrive-a-son-terme/>
- 229 USAID. 2016. Mali small-scale irrigation project. Fact Sheet. Bamako, Mali. [https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1860/USAID\\_AEG\\_-\\_KfW\\_Irrigation\\_Fact\\_Sheet\\_-\\_FTF\\_-\\_Nov\\_16\\_FINAL.pdf](https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1860/USAID_AEG_-_KfW_Irrigation_Fact_Sheet_-_FTF_-_Nov_16_FINAL.pdf)
- 230 A. Dillon. 2011. The Effect of Irrigation on Poverty Reduction, Asset Accumulation, and Informal Insurance: Evidence from Northern Mali. *World Development*, 39: 2165-2175. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305750X11000763>
- 231 FAO. Accessed 20 September, 2018. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EL>
- 232 L. You, C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, et al. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. *Food Policy*, 36(6): 770-782. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.09.001>
- 233 African Union. 2018. The 2017 Progress Report to the Assembly. Highlights on Intra-African Trade for Agriculture Commodities and Services: Risks and Opportunities. <https://www.donorplatform.org/news-caadp/au-summit-1st-biennial-review-on-the-status-of-agriculture-in-africa-triggers-unique-momentum-249.html>
- 234 Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du développement Rural et des Eaux et Forêts. Accessed 14 November, 2018. Direction de l'Irrigation et de l'aménagement de l'espace agricole. <http://www.agriculture.gov.ma/organigramme/direction-irrigation-et-amenagement-espace-agricole>
- 235 E. M. Arrifi. 2009. L'économie et la valorisation de l'eau en irrigation au Maroc: un défi pour la durabilité de l'agriculture irriguée. Symposium international « Agriculture durable en région Méditerranéenne (AGDUMED) » Rabat, Maroc, 14-16 Mai, 2009. [http://www.agrimaroc.net/agdumed2009/Arrifi\\_Economie\\_valorisation\\_eau\\_%20irrigation\\_Maroc.pdf](http://www.agrimaroc.net/agdumed2009/Arrifi_Economie_valorisation_eau_%20irrigation_Maroc.pdf)
- 236 Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires. Accessed 26 November, 2018. Contrôle des intrants agricoles. <http://www.onssa.gov.ma/fr/intrants-agricoles/contrôle-des-intrants-agricoles>
- 237 Agency for Agricultural Development. 2015. Investor's Guide in the Agricultural Sector in Morocco. Ministry of Agriculture, Fisheries, Rural Development, Water and Forests of Morocco. Rabat, Morocco. <http://www.agriculture.gov.ma/en/pages/focus/investor%E2%80%99s-guide-agricultural-sector-morocco>
- 238 Fonds de Développement Agricole. 2018. Les Aides Financières de l'État pour la promotion des investissements agricoles. [http://www.agriculture.gov.ma/sites/default/files/fda/FDA\\_2018\\_VF.pdf](http://www.agriculture.gov.ma/sites/default/files/fda/FDA_2018_VF.pdf)
- 239 Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime. 2016. Projet de loi de finance au titre de l'exercice budgétaire 2016. Projet Ministériel de Performance Du Département de l'Agriculture. [http://lof.finances.gov.ma/sites/default/files/budget/files/pmp\\_dep\\_agriculture\\_2016\\_fr.pdf](http://lof.finances.gov.ma/sites/default/files/budget/files/pmp_dep_agriculture_2016_fr.pdf)
- 240 Challenge. Posted 29 April, 2016. Mécanisation agricole: Le PMV tracte la mécanisation Agricole. <http://www.challenge.ma/mecanisation-agricole-le-pmv-tracte-la-mecanisation-agricole-67747/>
- 241 Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime. 2016. Projet de loi de finance au titre de l'exercice budgétaire 2016. Projet Ministériel de Performance Du Département de l'Agriculture. [http://lof.finances.gov.ma/sites/default/files/budget/files/pmp\\_dep\\_agriculture\\_2016\\_fr.pdf](http://lof.finances.gov.ma/sites/default/files/budget/files/pmp_dep_agriculture_2016_fr.pdf)
- 242 Ibid.
- 243 Agency for Agricultural Development. 2015. Investor's Guide in the Agricultural Sector in Morocco. Ministry of Agriculture, Fisheries, Rural Development, Water and Forests of Morocco. Rabat, Morocco. <http://www.agriculture.gov.ma/en/pages/focus/investor%E2%80%99s-guide-agricultural-sector-morocco>
- 244 M. Sidiki. 2017. La Rareté de l'Eau: Défis et Opportunités: Cas du Secteur Agricole au Maroc. Séminaire de haut-niveau « rareté de l'eau : défis et opportunités » Rome, Italy, 17 Novembre, 2017. [https://www.ciheam.org/uploads/attachments/623/WaterScarcity\\_ACEA\\_FAO\\_CIHEAM\\_17112017\\_Intervention\\_Mohammed\\_Sadiki\\_VP\\_CIHEAM.pdf](https://www.ciheam.org/uploads/attachments/623/WaterScarcity_ACEA_FAO_CIHEAM_17112017_Intervention_Mohammed_Sadiki_VP_CIHEAM.pdf)
- 245 FAO. Accessed 23 September, 2018. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EL>
- 246 African Union. 2018. The 2017 Progress Report to the Assembly. Highlights on Intra-African Trade for Agriculture Commodities and Services: Risks and Opportunities. <https://www.donorplatform.org/news-caadp/au-summit-1st-biennial-review-on-the-status-of-agriculture-in-africa-triggers-unique-momentum-249.html>
- 247 L. You, C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, et al. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. *Food Policy*, 36(6): 770-782. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.09.001>

- 248 A.C. Bazile, B. Vennat, and E. Dressayre. 2015. Rôles et place des sociétés d'aménagement dans le développement de l'irrigation en Afrique de l'ouest: Diagnostic institutionnel spécifique de l'office national des aménagements hydro-agricoles (ONAHA). Rapport d'études. COSTEA. [https://www.comite-costea.fr/content/download/4773/36353/version/1/file/Axe\\_1\\_2\\_Rapport\\_Diagnostic-specifique\\_ONAHA.pdf](https://www.comite-costea.fr/content/download/4773/36353/version/1/file/Axe_1_2_Rapport_Diagnostic-specifique_ONAHA.pdf)
- 249 Ministère de l'Agriculture. 2015. Stratégie de la Petite Irrigation au Niger. République du Niger. [http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/SPIN\\_FINAL\\_Niger.pdf](http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/SPIN_FINAL_Niger.pdf)
- 250 Ibid.
- 251 République du Niger. 2007. Stratégie de Développement Accéléré et de Réduction de la Pauvreté 2008 - 2012. [https://en.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/Conv2005\\_EU\\_Docs\\_Niger\\_SDARP.pdf](https://en.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/Conv2005_EU_Docs_Niger_SDARP.pdf)
- 252 République du Niger. 2003. Stratégie de Développement Rural. Le secteur rural, principal moteur de la croissance Economique. Niamey Niger. [https://www.pseau.org/outils/ouvrages/mhe\\_strategie\\_de\\_developpement\\_rural\\_2003.pdf](https://www.pseau.org/outils/ouvrages/mhe_strategie_de_developpement_rural_2003.pdf)
- 253 Ministère de l'Agriculture. 2015. Stratégie de la Petite Irrigation au Niger. République du Niger. [http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/SPIN\\_FINAL\\_Niger.pdf](http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/SPIN_FINAL_Niger.pdf)
- 254 République du Niger. 2012. Initiative 3N pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle et le développement Agricole durable. Les Nigériens Nourrissent les Nigériens. Plan d'Investissement 2012-2015. Volume I. Niamey, Niger. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ner145888.pdf>
- 255 Ministère de l'Agriculture. 2015. Stratégie de la Petite Irrigation au Niger. République du Niger. [http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/SPIN\\_FINAL\\_Niger.pdf](http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/SPIN_FINAL_Niger.pdf)
- 256 Reliefweb. Posted 16 April, 2013. La petite irrigation pour lutter contre l'insécurité alimentaire. <https://reliefweb.int/report/niger/la-petite-irrigation-pour-lutter-contre-l%E2%80%99ins%C3%A9curit%C3%A9-alimentaire>
- 257 Ministère de l'Agriculture. 2015. Stratégie de la Petite Irrigation au Niger. République du Niger. [http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/SPIN\\_FINAL\\_Niger.pdf](http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/SPIN_FINAL_Niger.pdf)
- 258 PPAAP/WAAPA-Niger. Accessed 14 November 14, 2018. Télé irrigation: Un procédé révolutionnaire pour contrôler l'irrigation par le téléphone cellulaire. [http://ppaao-niger.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=206:tele-irrigation-un-procede-revolutionnaire-pour-controler-l-irrigation-par-le-telephone-cellulaire&catid=91&Itemid=483](http://ppaao-niger.org/index.php?option=com_content&view=article&id=206:tele-irrigation-un-procede-revolutionnaire-pour-controler-l-irrigation-par-le-telephone-cellulaire&catid=91&Itemid=483)
- 259 Water Research Commission and Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, South Africa. 2018. An Earth Observation Approach towards Mapping Irrigated Areas and Quantifying Water Use by Irrigated Crops in South Africa. <http://www0.sun.ac.za/cga/wp-content/uploads/2018/09/WRC-report-TT-745-17-Press-release.pdf>
- 260 FAO. Accessed 27 September, 2018. AQUASTAT - Area Equipped for Irrigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- 261 W. van Averbeke, J. Denison, and P. N. S. Mnkeni. 2011. Smallholder Irrigation Schemes in South Africa: A Review of Knowledge Generated by the Water Research Commission. Water SA 37(5): 797-808. <http://dx.doi.org/10.4314/wsa.v37i5.17>
- 262 African Union. 2018. The 2017 Progress Report to the Assembly. Highlights on Intra-African Trade for Agriculture Commodities and Services: Risks and Opportunities. [http://au.int/sites/default/files/newsevents/working-documents/33640-wd-full\\_br\\_report\\_eng.pdf](http://au.int/sites/default/files/newsevents/working-documents/33640-wd-full_br_report_eng.pdf)
- 263 L. You, C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, et al. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. Food Policy, 36(6): 770-782. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.09.001>
- 264 South African National Committee on Irrigation and Drainage. Accessed 17 October, 2018. SANCID. <http://www.sancid.org.za/#>
- 265 B. Schreiner. 2013. Viewpoint - Why Has the South African National Water Act Been so Difficult to Implement? Water Alternatives, 6(2): 239-245. <http://www.water-alternatives.org/index.php/all-abs/211-a6-2-8/file>
- 266 FAO. Accessed 27 September, 2018. AQUASTAT - Area Equipped for Irrigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- 267 Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, South Africa. 2015. Irrigation Strategy for South Africa. [http://www.daff.gov.za/daoDev/side-Menu/ForestryWeb/dwaf/cmsdocs/Elsa/Docs/Forests/Woodl/Final%20Irrigation%20Strategy%20March%202015%20with%20cover%20\(3\).pdf](http://www.daff.gov.za/daoDev/side-Menu/ForestryWeb/dwaf/cmsdocs/Elsa/Docs/Forests/Woodl/Final%20Irrigation%20Strategy%20March%202015%20with%20cover%20(3).pdf)
- 268 Department of Water and Sanitation, South Africa. 2013. 2nd National Water Resources Strategy. <http://www.dwa.gov.za/documents/Other/Strategic%20Plan/NWRS2-Final-email-version.pdf>
- 269 City of Cape Town. 2018. Level 5 Water Restrictions. (October 2018) Frequently Asked Questions. City of Cape Town, 16 October, 2018.
- 270 Water Research Commission South Africa. Accessed 16 October, 2018. WRC Vision, Mission and Values. <http://www.wrc.org.za/about-us/vision/>
- 271 S. Matthews. 2017. Project Modelling Irrigation Water Use through Satellite Technology Progresses. The Water Wheel, 16(4): 20-23. <http://hdl.handle.net/10520/EJC-9672323af>
- 272 Water Research Commission. 2018. Annual Report 2017/18. <http://www.wrc.org.za/about-us/annual-reports/>
- 273 Agricultural Research Council, South Africa. 2016. Annual Report 2015/16. <http://www.arc.agric.za/Documents/Annual%20Reports/ARC%20Annual%20Report%202016-2016.pdf.pdf>
- 274 AWARD. Accessed 18 October, 2018. RESILIM-O. Association for Water and Rural Development. <http://award.org.za/index.php/projects/usaid-resilm-o/>
- 275 South African Irrigation Institute. Accessed 17 October, 2018. SABI. <http://www.sabi.co.za/council.html>
- 276 Irritech. Accessed 17 October, 2018. Home. <http://www.irritechsa.co.za/>
- 277 NETAFIM. Accessed 17 October, 2018. Netafim - Smart Drip and Micro Irrigation Solutions. <https://www.netafim.co.za/>
- 278 Valley. Accessed 17 October, 2018. Home. <http://ww2.valleyirrigation.com/valley-irrigation/za>



ReSAKSS  
Facilitated by IFPRI



Imperial College  
London

### Das Malabo Montpellier-Panel

Büro am International Food Policy Research Institute,  
Titre 3396, Lot #2, BP 24063 Dakar Almadies, Senegal  
Telefon: +221 33 869 98 00 | Fax: +221 33 869 9841

[www.mamopanel.org](http://www.mamopanel.org)

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an Katrin Glatzel (Research Fellow, IFPRI), Programmleiterin des Malabo Montpellier-Panel auf [mamopanel@cgiar.org](mailto:mamopanel@cgiar.org).

Bitte folgen Sie dem Panel über Social Media

 **Twitter:** @MamoPanel     **Facebook:** MaMoPanel     **LinkedIn:** The Malabo Montpellier Panel

Bevorzugte Zitierweise: Malabo Montpellier Panel (2018). Bewässert: Innovative Bewässerungsstrategien für Afrika. Dakar. Dezember 2018. (Deutsche Übersetzung: Bonn, September 2019).

Diese Publikation ist für die Verwendung unter einer Creative Commons Lizenz 4.0 (CC BY 4.0) freigegeben. Für nähere Informationen zu dieser Lizenz besuchen Sie bitte <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>.

Bildnachweise: Titel - DfID; Umschlaginnenseite - Rejané Claasen; S. 1 - BBC World Service; S. 3 - Melissa Cooperman/IFPRI; S. 8 - Remi Nono-Womdim/FAO; S. 9 - Media Club South Africa; S. 10 - Kifle Abegaz/IFPRI; S. 12 - Ollivier Girard/CIFOR; S. 13 - Andy Hall/Oxfam; S. 18 - Nkumi Mtimgwa/CIFOR; S. 14-15 - Arne Hoel/World Bank; S. 16 - NECOFA Kenya; S. 19 - Floppy Sprinkler; S. 23 - Neil Palmer/CIAT; S. 26-27 - Melissa Cooperman/IFPRI; S. 28 - Melissa Cooperman/IFPRI; S. 29 - Carsten ten Brink; S. 33 - Ollivier Girard/CIFOR; S. 35 - Nena Terrell/USAID; S. 37 - Claudia Ringler/IFPRI; S. 39 - Jeffery M. Walcott/IWMI; S. 41 - Liangzhi You/IFPRI; S. 42 - Melissa Cooperman/IFPRI; S. 45 - World Bank; S. 48 - Melissa Cooperman/IFPRI.