Gefördert durch:

Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Leibniz-Institut für Agrarentwicklung
in Transformationsökonomien

GFA
CONSULTING GROUP
Generalbeauftragter BMEL
Büro Berlin

KLIMASCHUTZ UND KLIMAANPASSUNG IN ÄTHIOPIEN

Dr. Florian Schierhorn und Dr. Daniel Müller

Gefördert durch:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien

GFA CONSULTING GROUP
Generalbeauftragter BMEL
Büro Berlin

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Diese Studie wurde für die GFA Consulting Group im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) durchgeführt.

Die Gesamtstudie, die für neun BMEL- Schwerpunktländer durchgeführt wurde, finden Sie hier.

Februar 2020

Autoren

Dr. Florian Schierhorn[1]

Dr. Daniel Müller[1,2,3]

[1] Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien (IAMO), Theodor-Lieser-Str. 2, 06120 Halle (Saale)

[2] Geographisches Institut, Humboldt-Universität zu Berlin, Unter den Linden 6, 10099 Berlin

[3] Integrative Research Institute on Transformations of Human-Environment Systems (IRI THESys), Humboldt- Universität zu Berlin, Unter den Linden 6, 10099 Berlin

Korrespondenzadresse:

E-Mail: schierhorn@iamo.de

Telefon: +49 345 2928-325

Inhaltsverzeichnis

1.1 Einleitung 4

1.2 Klimaschutz: Forschungsstand 5

1.3 Klimaschutz: Zusammenfassung, Fazit und Empfehlungen für zukünftige Projekte 9

1.4 Klimaanpassung: Forschungsstand 10

1.5 Klimaanpassung: Zusammenfassung, Fazit und Empfehlungen für zukünftige Projekte 12

1.6 Literatur 14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.THG-Emissionen der äthiopischen Landwirtschaft (in CO2-Äquivalenten) ohne Landnutzungsänderung; eigene Darstellung mit Daten der FAO (2019). 5

Abbildung 2. THG-Emissionen pro Kilogramm Fleisch, Milch oder Getreide (in kg CO2-Äquivalenten pro kg Produkt) im Jahr 2016; die Daten beinhalten nur die Emissionen, die innerhalb eines landwirtschaftlichen Betriebes entstehen, aber keine Emissionen, die in Importgütern gebunden sind oder entlang der Wertschöpfungskette entstehen. Quelle: eigene Darstellung mit Daten der FAO (2019). 6

Glossar

BMEL	Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft
CA	Konservierende Bodenbearbeitung (conservation agriculture)
CO_2	Kohlendioxid
COP	Vertragsstaatenkonferenz (Conference of Parties)
Mt	Megatonne
N	Stickstoff
SOC	Bodenkohlenstoff (soil organic carbon)
SPI	Standardized precipitaton index
SWC	Boden- und Wasserkonservierung (soil and water conservation)
THG	Treibhausgase

1.1 Einleitung

Mit einer geschätzten Einwohnerzahl von über 100 Millionen ist Äthiopien nach Nigeria das zweitbevölkerungsreichste Land Afrikas. Ein Großteil (84%) lebt im ländlichen Raum und knapp 90% davon in Höhenlagen über 1.500 Meter. Obwohl der Bevölkerungsanstieg in den letzten Jahren deutlich gesunken ist, verdoppelt sich die Bevölkerung bei der derzeitigen Wachstumsrate alle 23 Jahre (Brown et al., 2017).

Die Landwirtschaft ist der dominierende Sektor in Äthiopien und trägt fast zur Hälfte des Bruttoinlandprodukts des Landes bei; etwa 85% der Bevölkerung ist in der Landwirtschaft tätig oder von dieser direkt abhängig (Demessie et al., 2016). Landwirtschaft wird schwerpunktmäßig in den Hochlagen betrieben, denn dort sind günstigere klimatische Bedingungen als in den Tiefebenen und, zumindest in der Vergangenheit, gut entwickelte Böden zu finden. In Äthiopien wird fast ausschließlich kleinbäuerliche Subsistenzlandwirtschaft mit niedrigem Mechanisierungs- und Technologiestand betrieben. Viele Arbeitsschritte werden von Hand getätigt und fast ausschließlich Ochsen zum Pflügen eingesetzt. Die Multifunktionalität des Viehs erklärt, dass Äthiopien eine der höchsten Viehdichten weltweit hat. Der unproduktive Viehsektor ist eine der wichtigsten Verursacher von Treibhausgasemissionen in dem Land. Aufgrund der geringen landwirtschaftlichen Produktivität, der kleinen Flächen pro Haushalt und der großen Haushalte sind viele Haushalte sogar Nettokonsumenten, produzieren also weniger Lebensmittel als sie verbrauchen. Diese Haushalte sind direkt von Preisschwankungen betroffen, die durch den Klimawandel voraussichtlich zunehmen werden.

Extreme Dürren, vor allem in El Niño Jahren, und darauf zurückzuführende Missernten haben Äthiopien häufig heimgesucht und teils verheerende Hungersnöte verursacht. Kleinbauern sind besonders anfällig (vulnerable) für klimatische Extremereignisse, da künstliche Bewässerung sehr selten eingesetzt wird und fast die gesamte Landwirtschaft auf Niederschläge angewiesen ist, und dadurch von Dürren, aber auch häufig auftretendem Starkregen, betroffen ist. Die großen klimabedingten Produktionsschwankungen sind ein wichtiger Grund dafür, dass geringe Produktionsmittel eingesetzt werden, da die Kleinbauern das Risiko einer Missernte nicht tragen können. Beispielsweise werden im Durchschnitt lediglich 29 kg Stickstoff pro Hektar eingesetzt (Berger et al., 2017), während in den großen Getreidenationen weit mehr als 100 kg Stickstoff pro Hektar ausgebracht werden.

Vor dem Hintergrund der großen und armen Landbevölkerung, den unzuverlässigen Klimabedingungen und den extremen Hungersnöten ist Äthiopien ein Schwerpunktland bi- und multilateraler Geber. Das Land erhält nach Angaben der Weltbank rund 3.5 Mrd. U$ / Jahr (ca. 5-10% des Bruttoinlandsprodukts) von bi- und multilateralen Gebern. Auch die Regierung hat ihre Anstrengungen gegen Hungerkrisen in den letzten Jahren verstärkt. Knapp 8 Millionen der ärmsten, und damit dürreanfälligsten, Äthiopier werden jährlich durch ein großes Programm (Productive Safety Net Program) unterstützt, dass durch die Regierung geleitet wird, aber einen

Großteil des Budgets aus ausländischen Quellen bezieht. Derzeitig befindet sich das Land in einem starken Wirtschaftsaufschwung und das Bevölkerungswachstum sinkt deutlich. Trotz dieser positiven Entwicklungen im Kampf gegen Hungersnöte bleiben die Herausforderungen gewaltig.

Äthiopien ist fast überall von Dürren und Extremniederschlägen betroffen. Die Häufigkeit von Dürren hat in den letzten Jahren aufgrund des Klimawandels zugenommen, die Temperaturen steigen und Wetterextremereignisse wie Starkregen und Dürre nehmen in ihrer Häufigkeit zu (Evangelista et al., 2013; Hadgu et al., 2014; Kassie et al., 2015). Ohne Anpassungsmaßnahmen droht die ohnehin geringe Produktivität im Ackerbau und in der Tierproduktion weiter zu sinken und die Produktionsvariabilität weiter zu steigen.

1.2 Klimaschutz: Forschungsstand

THG-Emissionen aus der äthiopischen Landwirtschaft

Äthiopien hat das Pariser Übereinkommen ratifiziert und beabsichtigt seine THG-Emissionen bis 2030 um 64% zu reduzieren. Im Jahr 2016 hatte die Landwirtschaft in Äthiopien einen Anteil von 1.9% an den Gesamtemissionen der weltweiten Landwirtschaft (FAO, 2019). Seit 1990 haben sich die Emissionen aus der Landwirtschaft mehr als verdoppelt (Abbildung 1), was vor allem auf den Zuwachs der Viehbestände zurückzuführen ist. Etwas mehr als die Hälfte der THG-Emissionen der Landwirtschaft entsteht durch die Verdauungsprozesse von Wiederkäuern.

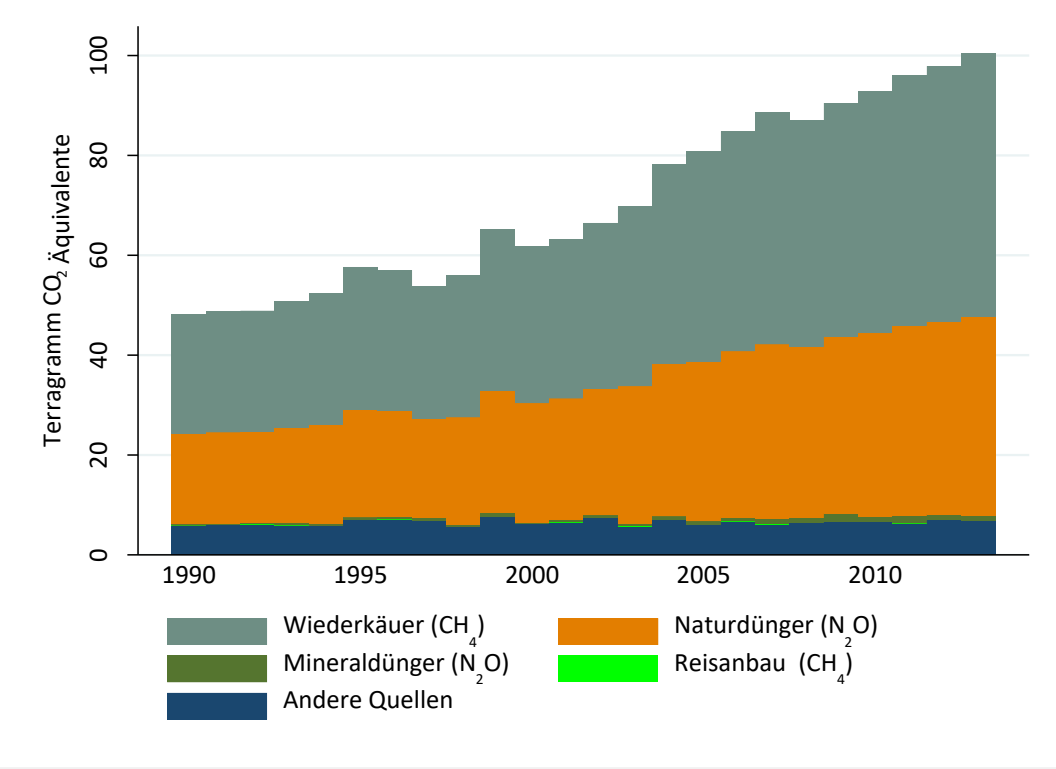

Abbildung 1.THG-Emissionen der äthiopischen Landwirtschaft (in CO_2-Äquivalenten) ohne Landnutzungsänderung; eigene Darstellung mit Daten der FAO (2019).

Bei Rindfleisch, Geflügel, Schaffleisch und Milch erzeugt Äthiopien weltweit mit die höchsten THG-Emissionen pro Kilogramm Fleisch beziehungsweise Liter Milch (Abbildung 2), was dem hohen Anteil unproduktiver indigener Nutztierassen geschuldet ist.

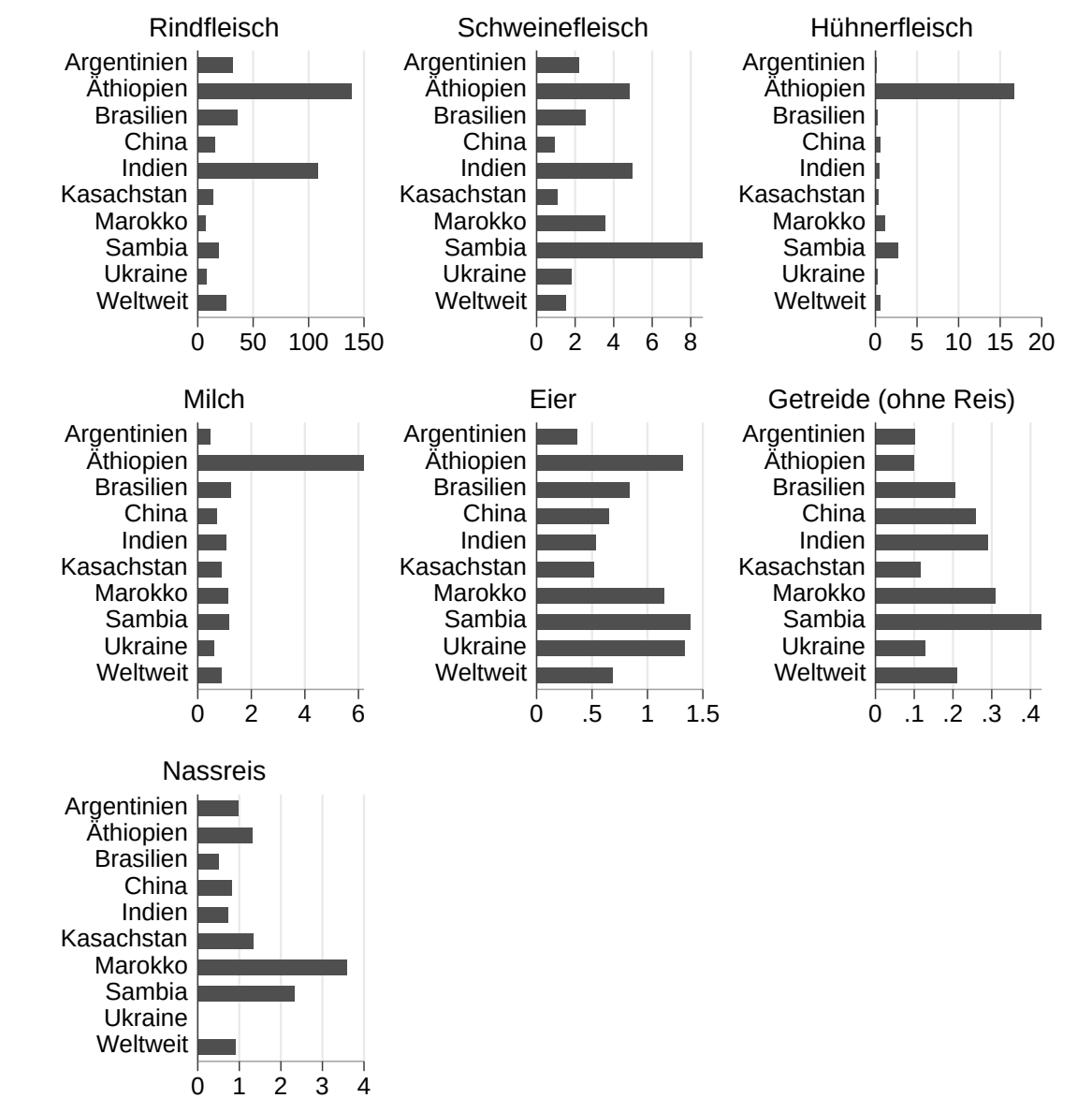

Abbildung 2. THG-Emissionen pro Kilogramm Fleisch, Milch oder Getreide (in kg CO_2-Äquivalenten pro kg Produkt) im Jahr 2016; die Daten beinhalten nur die Emissionen, die innerhalb eines landwirtschaftlichen Betriebes entstehen, aber keine Emissionen, die in Importgütern gebunden sind oder entlang der Wertschöpfungskette entstehen. Quelle: eigene Darstellung mit Daten der FAO (2019).

THG-Emissionen infolge des Einsatzes von Mineraldünger spielen in Äthiopien keine Rolle, da in den vorherrschenden kleinbäuerlichen Strukturen sehr wenig Mineraldünger verwendet wird. Aufgrund der sehr geringen Erträge sind die THG-Emissionen pro Kilogramm Getreide jedoch nicht viel kleiner als in Ländern, die höhere Mengen Mineraldünger einsetzen (z.B. Argentinien) (Abbildung 2).

Weite Teile der landwirtschaftlich genutzten Regionen in Äthiopien, insbesondere im Hochland, sind von Bodenerosion und Bodendegradation betroffen. Infolge des Ackerbaus und der intensiven Beweidung werden obere, humushaltige Bodenschichten abgetragen, sodass die landwirtschaftliche Eignung der Flächen sinkt und große Mengen CO2 in die Atmosphäre emittiert werden. Der Mineraldüngereinsatz auf Böden mit einem geringen organischen Kohlenstoffgehalt ist in der Regel ineffizient. Der Verlust der oberen organischen Bodenschichten ist zuvorderst darauf zurückzuführen, dass Biomasse (d.h. vor allem Erntereste) für die Fütterung des Viehs oder als Bau- und Brennmaterial verwendet werden (Baudron et al., 2014). Beispielsweise werden fast alle Erntereste von Teff und anderen Getreidesorten für die Tierfütterung eingesetzt. Vermutlich lassen mehr als zwei Drittel der Landwirte keine Erntereste zum Aufbau einer organischen Humusauflage auf ihren Feldern (Baudron et al., 2014). Auch das weit verbreitete tiefgründige Pflügen der Böden trägt zum Verlust der organischen Bodensubstanz bei. Ein weiterer wichtiger Faktor für die Bodenerosion ist die sich ausbreitende landwirtschaftliche Nutzung steiler Flächen.

Vor diesem Hintergrund steht die Landwirtschaft in Äthiopien vor der wichtigen Herausforderung, die Qualität der Böden zu verbessern. Da der Verlust der humushaltigen Bodenschichten vor allem auf die hohe Viehdichte zurückzuführen ist (Demessie et al., 2016), argumentieren einige Wissenschaftler, dass eine strukturelle Verbesserung der Böden und der damit einhergehende Klimaschutz nur durch eine deutliche Herabsetzung der Viehbestände realisiert werden kann (Descheemaeker et al., 2016). Allerdings erfüllen die Tiere in Äthiopien zahlreiche Funktionen und sind eine Art soziale und ökonomische Versicherung für die Millionen Kleinbauern. Die Tiere werden beispielsweise verkauft, wenn Geld für Lebensmittel oder für die Schulgebühren aufgewendet werden muss (Feleke et al., 2016). Das Vieh wird zudem in der Landwirtschaft eingesetzt. Fast überall werden bis heute Ochsen zum Pflügen eingesetzt. Eine Mechanisierung würde daher eine große Anzahl von Tieren ersetzen, die heute im Ackerbau äußerst ineffizient eingesetzt werden. Zudem wurde, an eine der wichtigsten Forschungsinstitute Äthiopiens, dem CIMMYT-Ethiopia, gezeigt, dass eine Intensivierung sowohl in der Futterproduktion durch Ertragssteigerungen, vor allem mit höherem Einsatz an Düngemitteln, und eine effizientere Tierproduktion durch eine effizientere Tierfütterung dazu führen, dass viel größere Ernterestmengen für den Aufbau einer organischer Bodensubstanz in die Böden eingearbeitet werden können (Baudron et al., 2014; Baudron et al., 2015). Dadurch kann auch die Nahrungsmittelproduktion gesteigert werden, was mit Blick auf die wachsende Bevölkerung in Äthiopien essenziell ist. Infolge der Steigerung des Gehalts organischer Bodensubstanz wird die

landwirtschaftliche Eignung und somit das Ertragspotenzial des Bodens gesteigert und der Atmosphäre CO2 entzogen.

Große Mengen an THG-Emissionen können durch eine effizientere Tierproduktion eingespart werden. Die hohen Emissionen pro Kilogramm Fleisch und Milch sind vor allem auf schwer verdauliche und energiearme Futtermittel sowie auf unproduktive Tierrassen zurückzuführen (Descheemaeker et al., 2016). Massive Überweidung hat einerseits zur Folge, dass minderwertige Gräser und Kräuter mit niedrigem Energiegehalt gefressen werden und die Methanemissionen während der Verdauung daher hoch sind. Zudem hat die Überweidung zum Verlust organischer Bodensubstanz beigetragen. Feldforschung in Nordäthiopien hat gezeigt, dass der Bodenkohlenstoff durch Abgrenzung der Weideflächen und damit verbessertem Weidemanagement erhöht werden kann (Mekuria et al., 2011). In Nordäthiopien werden zwar Weideflächen seit Anfang der 1990er Jahre abgegrenzt, um dort der Boden- und Pflanzendegradation entgegen zu wirken (Mekuria et al., 2011), aber die Flächen und damit der positive Effekt sind gering. Außerdem führt der steigende Viehbesatz außerhalb der abgegrenzten Flächen zu verstärkter Bodendegradation und CO2-Emissionen.

Positive Boden- und Klimaeffekte erzielen auch Agroforstsysteme, in denen Bäume auf landwirtschaftlichen Böden wachsen (Gelaw et al., 2014). Der Boden und die Feldfrüchte profitieren von der Biomasse der Bäume (vor allem Blätter) sowie dem Schatteneffekt, was mit Blick auf die Klimaerwärmung von großer Bedeutung ist. Es wurde gezeigt, dass der Bodenkohlenstoff und –stickstoff in Agroforstsystemen etwas höher ist als in reinen Ackerlandsystemen (Demessie et al., 2016). Agroforstsysteme dienen damit sowohl der Reduktion von THG-Emissionen als auch der Anpassung an den Klimawandel (siehe unten). In einer Umfrage in einer Hochlandregion in Zentraläthiopien haben 86% der Kleinbauern angegeben, dass sie Bäume (vor allem Eukalyptusbäume) zum Schutz gegen Wetterextreme und zur Diversifizierung der Einkommensquellen gepflanzt haben (Alemayehu & Bewket, 2017).

Zur Lösung der massiven Bodendegradationsproblematik hat die Regierung zusammen mit bilateralen Gebern wie der deutschen Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) verstärkt in nachhaltige Landnutzungsprojekte investiert. Der englische Fachterminus Soil and Water Conservation (SWC) beinhaltet in diesem Kontext Maßnahmen wie Terrassenbau, Steingräben, Absperrungen von Weiden und Anlagen zur Regenwasserspeicherung, die in der Regel in enger Kooperation mit der Landbevölkerung in vielen Teilen des Landes ergriffen wurden. SWC-Projekte werden durch die Regierung angeschoben, die erwartet, dass alle Kleinbauern 30 bis 60 Arbeitstage pro Jahr in unterschiedlichen Regionen des Landes für diese Gemeinschaftsarbeiten aufwenden (Alemayehu & Bewket, 2017). SWC-Maßnahmen können lokal erheblich zur Verringerung oder Vermeidung der Bodendegradation beitragen (Haregeweyn et al., 2015). Es gibt auch Anhaltspunkte, dass SWC zu einer Erhöhung der organischen Bodensubstanz sowie zur Verbesserung weiterer wichtiger Bodenqualitätsindikatoren beiträgt,

insbesondere im steilem Terrain (Haregeweyn et al., 2015; Hishe et al., 2017). Forschung zu diesem Thema wurde schwerpunktmäßig an der Mekelle Universität und der Addis Abeba Universität durchgeführt. Allerdings ist die Studienlage nach wie vor unzureichend. Die Effekte von vielversprechenden Maßnahmen wie das Eingliedern von Zwischenfrüchten (insbesondere stickstoffbindenden Kulturen) wurden unseres Wissens nach bislang nicht erforscht. Theoretisch kann Äthiopien sogar finanziell kompensiert werden, wenn SWC-Maßnahmen eine Speicherung von Kohlenstoff im Boden bewirkt (Haregeweyn et al., 2015). Allerdings sind dafür erforderliche international funktionsfähige Emissionsmärkte bislang nicht vorhanden und das Monitoring der Veränderung im Boden-C ist aufwendig.

1.3 Klimaschutz: Zusammenfassung, Fazit und Empfehlungen für zukünftige Projekte

Potenziale zum Klimaschutz in der Landwirtschaft sehen wir vorrangig in der Bekämpfung der weit verbreiteten Bodendegradation und damit dem Wiederaufbau des organischen Bodenkohlenstoffs sowie in der Intensivierung der traditionellen Tierproduktion. Bi- und multilaterale Geberorganisationen, so auch das BMZ, fördern bereits Projekte zur Bekämpfung der Bodendegradation und Verbesserung von Weideflächen (Lauert, 2019). Allerdings sollten aus unserer Sicht auch die strukturellen Ursachen der Bodendegradation beseitigt werden. Die große Viehdichte ist eine Kernursache für den Verlust der organischen Bodensubstanz, weil Erntereste oft vollständig den Böden entnommen und zum Zwecke der Fütterung verwendet werden. Projekte zur Unterstützung eines effizienteren Viehsektors durch Mechanisierung und produktivere Tierrassen sowie hochwertigerem Tierfutter könnten dazu führen, dass weniger Vieh und Viehfutter benötigt wird und damit mehr Erntereste auf den Böden belassen werden können. Ein wichtiger Aspekt ist, dass durch derartige Intensivierungsmaßnahmen die THG-Emissionen bezogen auf eine Gewichtseinheit Fleisch oder Milch deutlich gesenkt werden könnten. Allerdings müssen hier Rebound-Effekte berücksichtigt werden, denn es ist möglich, dass eine Intensivierung des Viehsektors dazu führt, dass die Milch- und Fleischproduktion rentabler und daher ausgebaut wird.

Erntereste werden auch als Brennmaterial eingesetzt, da die Waldfläche und der Holzbestand in den Wäldern schrumpfen und damit Brennholz knapper wird. Der verstärkte Einsatz von Alternativen zu Holz und Ernteresten als Brennmaterial sowie effizientere Technik kann auch zur Erhöhung der organischen Bodensubstanz beitragen. Aufgrund der hohen Anfälligkeit für Bodenerosion sollten steile Hänge qua Gesetz von einer Ackernutzung ausgeschlossen werden. Die Regierung und bi- und multilaterale Geber müssten dann gewährleisten, dass die Kleinbauern, die bislang auf die Nutzung dieser Flächen angewiesen waren, hinreichend kompensiert werden.

Bodenkohlenstoff kann auch durch verbessertes Weidemanagement, der Einführung von Agroforstsystemen und CA-Maßnahmen erhöht werden, allerdings besteht im Bereich der Wirksamkeit dieser Landnutzungsoptionen großer Forschungsbedarf in Äthiopien. Im Bereich der CA-Maßnahmen unternimmt die Regierung seit einigen Jahren große Anstrengungen, jedoch

fehlen nach wie vor Studien, um die Effektivität zu untersuchen und deren Effizienz durch verbesserte und angepasste Techniken zu erhöhen. Zukünftige Projekte sollten ferner darauf abzielen, Kleinbauern bei der Bodenbearbeitung und beim Bodenschutz eine verbesserte Beratung zukommen zu lassen. Beispielsweise sollten die Kleinbauern darin unterstützt werden, ihren organischen Abfall (Gülle) auf die Felder auszubringen. Maßnahmen zur Erhöhung der organischen Bodensubstanz kommen zudem der Klimawandelanpassung und der Ertragsfähigkeit zugute. Das BMZ, die EU und weitere internationale Geberorganisationen fördern bereits zahlreiche Projekte zur nachhaltigen Landbewirtschaftung (Lauert, 2019).

Im Bereich Klimaschutz ist der Forschungsstand in Äthiopien im Gegensatz zum Themenkomplex Klimaanpassung ungenügend. International wurde bislang relativ wenig im Bereich der Tierproduktion geforscht (viel weniger als im Pflanzenbau), aber das gilt insbesondere für Entwicklungsländer wie Äthiopien. Die wenigen verfügbaren Studien wurden überwiegend im Norden des Landes durchgeführt. Es besteht daher erheblicher Forschungsbedarf geografisch unterrepräsentierten Regionen sowohl im Pflanzenbau als auch in der Tierproduktion (wobei diese Bereiche kaum zu trennen sind, da es kaum spezialisierte Landwirtschaft gibt in Äthiopien). Bei der Betrachtung der Literatur ist auffällig, dass viele Studien federführend durch ausländische Forscher durchgeführt wurden. Hier müssen die heimischen Institute und deren Forscher und Forscherinnen stärker gefördert werden, da die großen und komplexen Fragestellungen in der Landwirtschaft nur mit ortskundigen und kontexterfahrenden Akteuren untersucht werden können. Wir schließen uns jedoch der Einschätzung an, dass, mit Blick auf die Nahrungsmittelunsicherheit und die im weltweiten Vergleich geringen pro-Kopf THG-Emissionen, die Anpassung an den Klimawandel Priorität gegenüber dem Klimaschutz haben sollten. Projekte mit dem Hauptziel die THG-Emissionen in Äthiopien zu senken konnten nicht identifiziert werden (Lauert, 2019).

1.4 Klimaanpassung: Forschungsstand

Zahlreiche Studien haben die Effekte von Anpassungsmaßnahmen an die aktuellen sowie die zukünftigen Klimabedingungen in Äthiopien untersucht. In vielen Studien steht die Erhöhung des Wasserangebots für die Landwirtschaft im Fokus. Eine umfangreiche Modellierungsstudie zeigt, dass hydrologische Infrastrukturprojekte große Potenziale zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit für die Landwirtschaft haben (Gies et al., 2014). Flachbrunnen, gefolgt von Teichanlagen und Sanddämmen, erhöhen die für die Landwirtschaft verfügbare Wassermenge während Dürreperioden am besten. Flachbrunnen verursachen zudem die geringsten Installationskosten und deren Förderung erscheint daher zweckdienlich. Regenwassersammelbecken, die auf den Dächern von Häusern installiert werden, haben aufgrund ihrer geringen Kapazität das geringste Potenzial zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit, verursachen die mit Abstand höchsten Kosten und sind eher nicht förderungswürdig. Trotz hoher Investitionskosten ist auch der Einsatz der Tröpfchenbewässerung langfristig profitabel, allerdings ist deren Erfolg stark von der

Wasserverfügbarkeit abhängig (Gies et al., 2014). Daher sollten in der Regel teure hydrologische Infrastrukturprojekte der Einführung der Tröpfchenbewässerung vorangestellt werden. Eine weitere Modellierungsstudie zeigt, dass verbesserte Wasserspeichersysteme, SWC, produktivere Nutztiere und hochwertigere Futtermittel zu einer starken Verbesserung der Wasserproduktivität in der Tierproduktion in Nordäthiopien führen (Descheemaeker et al., 2011). Auf diesem Intensivierungspfad würden die großen, aber unproduktiven Tierbestände durch kleinere, aber leistungsfähigere Tierbestände ausgetauscht werden. Dadurch würden die natürlichen Ressourcen, vor allem Wasser, effizienter genutzt. Auf diesem Weg kann zudem die Nahrungsmittelproduktion gesteigert werden.

Eine andere Modellierungsstudie demonstriert, dass die künstliche Bewässerung die zukünftigen negativen Ertragsauswirkungen bei Mais, die der Klimawandel wahrscheinlich nach sich ziehen wird, größtenteils kompensieren kann (Kassie et al., 2015). Aufgrund der hohen Investitionskosten wird die künstliche Bewässerung als Anpassungsoption allerdings sehr selten gewählt (Alemayehu & Bewket, 2017). Weiterhin sind ein höherer Mineraldüngereinsatz und eine Veränderung der Anbauperiode ebenfalls effektive Anpassungsmethoden an den Klimawandel, während alternative Maissorten geringes Anpassungspotenzial aufweisen. Die Veränderung der Anbauperiode wird in Äthiopien häufig durchgeführt, weil diese Anpassungsmethode kostengünstig ist (Alemayehu & Bewket, 2017).

Zahlreiche Studien haben untersucht, wie speziell die Tierproduktion an den Klimawandel angepasst werden kann. Eine empirische Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass Kleinbauern im Norden Äthiopiens Anpassungsmaßnahmen, die wie das Halten von gekreuzten Schafen oder Ziegen, höhere Einkommen erzielt haben als Kleinbauern, die ihre Produktion nicht angepasst haben. Auch ein kontrolliertes Weidemanagement, dass vor allem über Zäune und Hirten umgesetzt wird, stellt eine profitable Anpassungsmethode an den Klimawandel dar (Feleke et al., 2016). Kontrollierte Weidehaltung hat beispielsweise im Hochland Nordäthiopiens starke positive Effekte auf die Biomasseproduktion und, durch die Verringerung des Wasserabflusses, auch auf die Wasserproduktivität (Descheemaeker et al., 2009). In Südäthiopien hatten Haushalte, die ihre Tierbestände diversifizierten, eine deutlich bessere Nahrungsmittelsicherheit in Dürrejahren als Haushalte, deren Tierbestände auf eine oder wenige Arten beschränkt blieben (Megersa et al., 2014). Diese Studie unterstreicht auch die sehr gute Angepasstheit von Kamelen an extreme Wetterbedingungen und die verbesserte Nahrungsmittelversorgung von Haushalten, die diese Tiere halten. Allerdings begründen bestimmte kulturelle Traditionen, dass Kamele eine untergeordnete Rolle in der Tierproduktion in Äthiopien spielen.

In einer empirischen Studie wurde gezeigt, dass Kleinbauern, die Anpassungsmaßnahmen wie verbesserte Getreidesorten, SWC und Agroforstsysteme im Äthiopischen Nilbecken eingesetzt haben, eine höhere Produktivität erzielten als diejenigen Kleinbauern, die keine Anpassungsmaßnahmen getätigt haben. In einer Hochlandregion in Zentral Äthiopien haben 85%

der befragten Kleinbauern nachhaltiges Landmanagement wie SWC, Baumbepflanzung oder Bewässerung durchgeführt. In einer Modellierungsstudie wird auch gezeigt, dass Agroforstsysteme eine effiziente und profitable Anpassungsmethode an sich verstärkende Dürreereignisse in Äthiopien sind (Gies et al., 2014).

Viele Studien haben sich mit den Fragen beschäftigt, welche Kleinbauern Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel durchführen und was Kleinbauern antreibt beziehungsweise verhindert, Anpassungsmaßnahmen nicht vorzunehmen. Die in der umfangreichen Literatur am häufigsten beschriebenen Barrieren für die Anpassung sind unzureichende Informationen über Anpassungsoptionen, fehlendes Kapital und fehlende Arbeitskraft, Mangel an Erfahrung in der Landwirtschaft, unsichere und ungeklärte Landbesitzverhältnisse, schlechter Marktzugang sowie geringeres Wasserangebot für Äcker und Vieh (Alemayehu & Bewket, 2017; Deressa et al., 2010; Feleke et al., 2016; Gebrehiwot & van der Veen, 2013). Fehlendes Kapital ist sehr häufig auf die kleine Betriebsgröße zurückzuführen (Descheemaeker et al., 2016) und bestimmte Anpassungsmaßnahmen sind erst ab einer bestimmten Betriebsgröße profitabel umsetzbar (Descheemaeker et al., 2016). Mehrheitlich beweidet das Vieh frei zugängliche Flächen, wodurch die Motivation einzelner zur Investition in Anpassungsmaßnahmen häufig gering ist (Descheemaeker et al., 2016).

1.5 Klimaanpassung: Zusammenfassung, Fazit und Empfehlungen für zukünftige Projekte

Obgleich ein Großteil der Studien in Nordäthiopien durchgeführt wurde, ist die Literatur über die Anpassung der Landwirtschaft an die schwierigen klimatischen Bedingungen und den Klimawandel in Äthiopien sehr ausführlich. Die hohen Forschungsaktivitäten, getragen durch ausländische und inländische Institutionen, stehen sicherlich im Zusammenhang mit den verheerenden Hungerkrisen der letzten Jahrzehnte, die weltweit für große Aufmerksamkeit gesorgt haben. Heute ist die Wahrscheinlichkeit für ähnlich verheerende Hungerkrisen sicherlich geringer, weil die Regierung in Äthiopien und internationale Entwicklungsorganisationen die Kleinbauern stärker unterstützen als noch vor einigen Jahren (Lauert, 2019). Außerdem sichert das von der Regierung organisierte und vor allem aus ausländischen Quellen finanzierte Productive Safety Net Program Millionen Kleinbauern gegen die Auswirkungen von Dürren ab.

Trotzdem sind die meisten Kleinbauern Äthiopiens vermutlich nach wie vor agronomisch unzureichend an die häufig wiederkehrenden extremen Klimaverhältnisse angepasst. Die Forschung zeigt, dass eine effizientere Verwertung der knappen Ressource Wasser eine der wichtigsten und größten Herausforderungen der Landwirtschaft in Äthiopien ist. Projektmittel sollten zielgerichtet in Vorhaben fließen, die die Wasserproduktivität landwirtschaftlicher Aktivitäten erhöhen. Studien haben beispielsweise gezeigt, dass Flachbrunnen Wasser effizient zugänglich machen, geringe Installationskosten verursachen und daher verstärkt gefördert werden sollten. Das gespeicherte Wasser sollte dann durch effiziente Technologien wie die Tröpfchenbewässerung verteilt werden, aber die Kleinbauern benötigen Unterstützung, um

solche Investitionen tätigen zu können. Bislang verteilt die Regierung nur Kredite für Stromgeneratoren für das Pumpen von Wasser, wobei das Geld innerhalb von vier Jahren zurückgezahlt werden muss (Alemayehu & Bewket, 2017). Die Forschung zeigt deutlich, dass die Investitionsbereitschaft der Kleinbauern in Anpassungsmaßnahmen höher ist, wenn der Zugang zu Krediten ermöglicht wird, Landbesitzrechte geklärt und Märkte funktional sind.

Mit Blick auf das geringe Pro-Kopf-Einkommen und die geringen Pro-Kopf-Emissionen hat die Anpassung an den Klimawandel sicherlich Priorität vor dem Klimaschutz in Äthiopien. Verstärkte Unterstützung sollten jedoch, aus unserer Sicht, Projekte erhalten, die sowohl der Klimaanpassung als auch dem Klimaschutz zuträglich sind. Eine nachhaltige Intensivierung der Fleisch- und Milchproduktion kann dafür eine effiziente Strategie darstellen angesichts der großen Tierbestände. Bezogen auf eine Gewichtseinheit Milch oder Fleisch führte die Intensivierung, die vor allem aus hochwertigeren Futtermitteln und produktiveren Tieren besteht, zu einer höheren Wasserproduktivität und geringeren THG-Emissionen. Durch die Intensivierung könnte die Nutztierpopulation und der Wasserbedarf reduziert werden, ohne die Milch- und Fleischproduktion zu verringern. Zudem wären größere Mengen Reststoffe verfügbar, was eine Zunahme des organischen Bodenkohlenstoffs erwirken würde.

Eine Zunahme des organischen Bodenkohlenstoffs hätte starke positive Ertrags-, Klimaschutz- und Klimaanpassungseffekte und würde der grassierenden Bodendegradation entgegenwirken. Die Intensivierung der Landwirtschaft ist im nationalen Plan der Regierung zur Minderung der THG-Emissionen aufgeführt (Lauert, 2019). Das BMZ finanziert bereits verschiedene Projekte, die zur Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktivität beitragen sollen (Lauert, 2019) und ist damit auf einem guten Weg, der jedoch sicherlich ausbaubar ist.

Allerdings wird eine Verringerung der Viehbestände aufgrund der vielfältigen Funktionen, die das Vieh bis heute in Äthiopien hat, stark behindert (Descheemaeker et al., 2016). Das Vieh wird in hohem Maße für schwere Arbeiten wie das Pflügen eingesetzt; eine weitgehende Mechanisierung der Landwirtschaft würde einen großen Anteil dieser Tiere ersetzen, was zu erheblich zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung beitragen würde. Das Vieh hat zudem eine wichtige Funktion als Rücklage: Bis heute verkaufen fast alle Kleinbauern (97%) ihre Tiere, wenn Futtermittel aufgrund einer Dürre knapp sind (Feleke et al., 2016). Wenn eine Dürre große Regionen erfasst und viele Kleinbauern ihren Bestand vermarkten, brechen die Preise ein. Damit ist dieses Rücklagesystem eine finanziell äußerst ineffiziente Absicherung für die Kleinbauern gegen Dürren. Auch in Äthiopien können Versicherungsinstrumente für dürrebedingte Produktionsausfälle das Risiko für die Kleinbauern verringern und somit auch eine intensivere Landwirtschaft (z.B. mehr Dünger, produktiveres Vieh) befördern.

NGOs und die Regierung haben in den letzten Jahren einige Anstrengungen unternommen, um die Kleinbauern besser auf die schwierigen Klimabedingungen einzustellen. Viele Kleinbauern werden beispielsweise bei der Wahl von Getreidesorten durch Regierungsvertreter beraten.

Studien haben gezeigt, dass die Beratung dazu geführt hat, dass zum Teil trockenresistente Teff-Sorten angebaut werden (Alemayehu & Bewket, 2017). Die Beratung und Schulung der Kleinbauern sollten umfänglich, sodass mehr Kleinbauern erreicht werden, verstärkt und inhaltlich in Richtung nachhaltiger Intensivierung sowie schonender Bodenbearbeitung und Bewässerung erweitert werden. Andere Studien haben herausgefunden, dass viele Kleinbauern die Entwicklungen und Auswirkungen des Klimas sprichwörtlich in Gotteshand legen und nicht proaktiv ihre Produktionsweisen anpassen.

1.6 Literatur

Alemayehu, A., & Bewket, W. (2017). Smallholder farmers' coping and adaptation strategies to climate change and variability in the central highlands of Ethiopia. *Local Environment, 22*(7), 825-839.

Baudron, F., Jaleta, M., Okitoi, O., & Tegegn, A. (2014). Conservation agriculture in African mixed crop-livestock systems: Expanding the niche. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 187*, 171-182.

Baudron, F., Thierfelder, C., Nyagumbo, I., & Gérard, B. (2015). Where to Target Conservation Agriculture for African Smallholders? How to Overcome Challenges Associated with its Implementation? Experience from Eastern and Southern Africa. *Environments, 2*(3), 338-357.

Berger, T., Troost, C., Wossen, T., Latynskiy, E., Tesfaye, K., & Gbegbelegbe, S. (2017). Can smallholder farmers adapt to climate variability, and how effective are policy interventions? Agent-based simulation results for Ethiopia. *Agricultural Economics, 48*(6), 693-706.

Brown, M. E., Funk, C., Pedreros, D., Korecha, D., Lemma, M., Rowland, J., . . . Verdin, J. (2017). A climate trend analysis of Ethiopia: examining subseasonal climate impacts on crops and pasture conditions. *Climatic Change, 142*(1-2), 169-182.

Demessie, A., Singh, B. R., & Lal, R. (2016). Soil Carbon Sequestration: Ethiopia. In *Encyclopedia of Soil Science, Third Edition* (pp. 2066-2072).

Deressa, T. T., Hassan, R. M., & Ringler, C. (2010). Perception of and adaptation to climate change by farmers in the Nile basin of Ethiopia. *The Journal of Agricultural Science, 149*(1), 23-31.

Descheemaeker, K., Amede, T., Haileslassie, A., & Bossio, D. (2011). Analysis of Gaps and Possible Interventions for Improving Water Productivity in Crop Livestock Systems of Ethiopia. *Experimental Agriculture, 47*(S1), 21-38.

Descheemaeker, K., Oosting, S. J., Homann-Kee Tui, S., Masikati, P., Falconnier, G. N., & Giller, K. E. (2016). Climate change adaptation and mitigation in smallholder crop–livestock systems in sub-Saharan Africa: a call for integrated impact assessments. *Regional Environmental Change, 16*(8), 2331-2343.

Descheemaeker, K., Raes, D., Nyssen, J., Poesen, J., Haile, M., & Deckers, J. (2009). Changes in water flows and water productivity upon vegetation regeneration on degraded hillslopes in northern Ethiopia: a water balance modelling exercise. *The Rangeland Journal, 31*(2).

Evangelista, P., Young, N., & Burnett, J. (2013). How will climate change spatially affect agriculture production in Ethiopia? Case studies of important cereal crops. *Climatic Change, 119*(3-4), 855-873.

FAO. (2019). FAOSTAT data. Retrieved from http://faostat.fao.org on 10 June 2019

Feleke, F. B., Berhe, M., Gebru, G., & Hoag, D. (2016). Determinants of adaptation choices to climate change by sheep and goat farmers in Northern Ethiopia: the case of Southern and Central Tigray, Ethiopia. *Springerplus, 5*(1), 1692.

Gebrehiwot, T., & van der Veen, A. (2013). Farm level adaptation to climate change: the case of farmer's in the Ethiopian highlands. *Environ Manage, 52*(1), 29-44.

Gelaw, A. M., Singh, B. R., & Lal, R. (2014). Soil organic carbon and total nitrogen stocks under different land uses in a semi-arid watershed in Tigray, Northern Ethiopia. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 188*, 256-263.

Gies, L., Agusdinata, D. B., & Merwade, V. (2014). Drought adaptation policy development and assessment in East Africa using hydrologic and system dynamics modeling. *Natural Hazards, 74*(2), 789-813.

Hadgu, G., Tesfaye, K., & Mamo, G. (2014). Analysis of climate change in Northern Ethiopia: implications for agricultural production. *Theoretical and Applied Climatology, 121*(3-4), 733-747.

Haregeweyn, N., Tsunekawa, A., Nyssen, J., Poesen, J., Tsubo, M., Tsegaye Meshesha, D., . . . Tegegne, F. (2015). Soil erosion and conservation in Ethiopia. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment, 39*(6), 750-774.

Hishe, S., Lyimo, J., & Bewket, W. (2017). Soil and water conservation effects on soil properties in the Middle Silluh Valley, northern Ethiopia. *International Soil and Water Conservation Research, 5*(3), 231-240.

Kassie, B. T., Asseng, S., Rotter, R. P., Hengsdijk, H., Ruane, A. C., & Van Ittersum, M. K. (2015). Exploring climate change impacts and adaptation options for maize production in the Central Rift Valley of Ethiopia using different climate change scenarios and crop models. *Climatic Change, 129*(1-2), 145-158.

Lauert, J. (2019). *Länderinformationen zu Klimawandel und Landwirtschaft in den Schwerpunktländern des BMEL im Rahmen des Bilateralen Kooperationsprogramms*. Retrieved from Berlin:

Megersa, B., Markemann, A., Angassa, A., Ogutu, J. O., Piepho, H.-P., & Valle Zárate, A. (2014). Livestock Diversification: an Adaptive Strategy to Climate and Rangeland Ecosystem Changes in Southern Ethiopia. *Human Ecology, 42*(4), 509-520.

Mekuria, W., Veldkamp, E., Corre, M. D., & Haile, M. (2011). Restoration of Ecosystem Carbon Stocks Following Exclosure Establishment in Communal Grazing Lands in Tigray, Ethiopia. *Soil Science Society of America Journal, 75*(1).