Gefördert durch:







aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



# Gefördert durch:







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.

# <u>Autoren</u>

Dr. Florian Schierhorn<sup>1</sup>

Dr. Daniel Müller<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien (IAMO),

Theodor-Lieser-Str. 2, 06120 Halle (Saale)

<sup>2</sup> Geographisches Institut, Humboldt-Universität zu Berlin, Unter den Linden 6, 10099 Berlin

<sup>3</sup> 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	4	
1.3	Klimaschutz: Zusammenfassung, Fazit und Empfehlungen für zukünftige Projekte	9	
1.4	Klimaanpassung: Forschungsstand	0	
1.5	Klimaanpassung: Zusammenfassung, Fazit und Empfehlungen für zukünftige Projekte 1	1	
1.6	Literatur	3	
Abbildungsverzeichnis			
,	g 1. THG-Emissionen der ukrainischen Landwirtschaft (in CO2-Äquivalenten) ohne ungsänderung; 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)			

# Glossar

THG

Treibhausgase

BMEL	Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft
CA	Konservierende Bodenbearbeitung (conservation agriculture)
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
Mt	Megatonne
N	Stickstoff
N <sub>2</sub> O	Stickstoffoxid (Lachgas)
SOC	Bodenkohlenstoff (soil organic carbon)
SPI	Standardized precipitaton index

## 1.1 Einleitung

Die Ukraine ist heute eines der wichtigsten Agrarnationen weltweit. Mehr als 70% der Landesfläche der Ukraine wird für die Landwirtschaft genutzt, drei Viertel davon für den Ackerbau. In den 2000er Jahren produzierte die Ukraine knapp 30 Millionen Tonnen Getreide pro Jahr. Heute ist die Produktionsmenge mehr als doppelt so hoch und das Land einer der weltweit führenden Getreideexporteure. Der landwirtschaftliche Sektor, in dem ungefähr 17 Prozent aller Beschäftigten tätig sind, trägt zu etwa 10 Prozent zum gesamten Bruttoinlandsprodukt bei.

Zudem verfügt die Ukraine über bislang nicht ausgeschöpfte Potenziale zur Steigerung der Agrarproduktion: Die derzeitigen Erträge liegen erheblich unterhalb der Ertragsniveaus, die in der EU erzielt werden. Dabei bedecken tiefgründige und fruchtbare Schwarzböden etwas mehr als die Hälfte der Gesamtfläche der Ukraine. Wenn die Anbaubedingungen verbessert werden, vor allem durch höhere Düngergaben und bessere Getreidesorten, sind Ertragssteigerungen bis zu 100 Prozent möglich (Swinnen et al., 2017). Außerdem liegen etwa 2,6 Millionen Hektar früher genutztes Ackerland brach, deren Bewirtschaftung die Agrarproduktion zusätzlich steigern könnte. Allerdings haben die meisten der ungenutzten Ackerflächen geringere Bodenfruchtbarkeit oder sind schlecht an die Märkte angebunden. Außerdem speichern diese Brachflächen erhebliche Mengen an klimarelevantem Kohlenstoff, der bei erneuter ackerbaulicher Nutzung wieder freigesetzt werden würden.

In der Ukraine sind die jährlichen Durchschnittstemperaturen von 1961 bis 2017 um 1,1 °C gestiegen, während der weltweite Anstieg in diesem Zeitraum im Durchschnitt 0,8 °C betrug. Seit 1991 sind die Temperaturen im Frühjahr und Frühsommer – einer für das Getreidewachstum sehr wichtigen Periode – besonders stark gestiegen. Außerdem hat die Anzahl und Intensität von Hitzewellen zugenommen (Shevchenko et al., 2014). Die wichtigen Anbaugebiete südlich von Kiew weisen leicht negative Niederschlagtrends seit 1980 auf. Es wird erwartet, dass die durchschnittlichen Jahrestemperaturen um 1,65 °C bis 3 °C bis zum Jahr 2070 ansteigen. Die größten Temperaturanstiege werden für die Steppenzone in der südlichen und südöstlichen Ukraine prognostiziert. Den Westen ausgenommen, werden die für die Weizenproduktion wichtigen Frühjahrs- und Sommerniederschläge überall in der Ukraine wahrscheinlich abnehmen.

# 1.2 Klimaschutz: Forschungsstand

#### THG-Emissionen der ukrainischen Landwirtschaft

Im Jahr 2016 hatte die ukrainische Landwirtschaft einen Anteil von 0,5 % an den gesamten THG-Emissionen der weltweiten Landwirtschaft (FAOSTAT). Zwischen 1990 und 2005 sind diese allerdings stark zurückgegangen (Abbildung 1), vor allem aufgrund des Einbruchs in der Tierproduktion nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion im Jahr 1991.

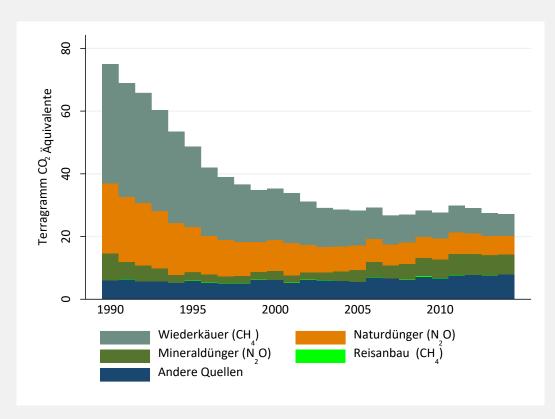


Abbildung 1. THG-Emissionen der ukrainischen Landwirtschaft (in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) ohne Landnutzungsänderung; eigene Darstellung mit Daten der FAO (2019).

Im Vergleich aller in diesem Bericht untersuchten Länder verursacht die Ukraine die geringsten Emissionen pro Kilogramm Fleisch oder Liter Milch (Abbildung 2). Die Emissionen pro Kilogramm Getreide sind ebenfalls relativ gering, was auf die mechanisierte und input-effiziente Getreideproduktion zurückzuführen ist. Allerdings spiegelt diese Zahl nicht hinreichend wider, dass der intensive, Pflug-basierte Ackerbau zu einem starken Verlust der organischen Bodensubstanz, und damit Kohlenstoff, in vielen Regionen geführt hat.

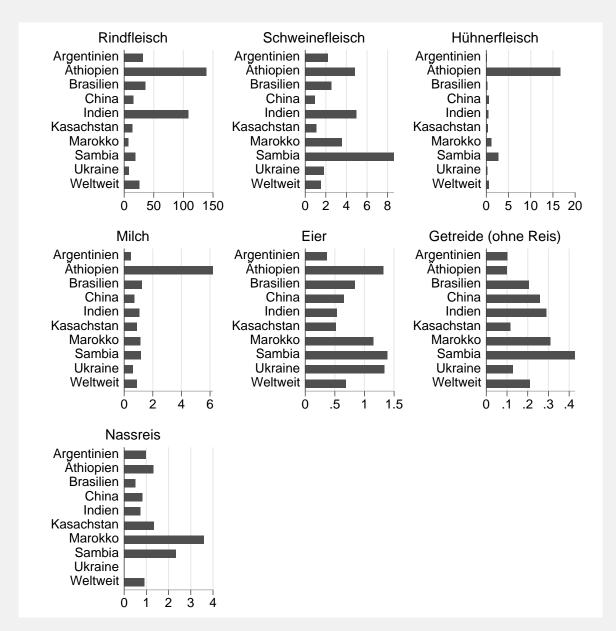


Abbildung 2. THG-Emissionen pro Kilogramm Fleisch, Milch oder Getreide (in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro kg Produkt) im Jahr 2016; die Daten beinhalten nur die Emissionen, die innerhalb eines landwirtschaftlichen Betriebes entstehen, aber keine Emissionen, die in Importgütern gebunden sind oder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

## Klimaschutz im Ackerbau

Die Ukraine hat erhebliche Potenziale, Kohlenstoff in die landwirtschaftlich genutzten Böden zu speichern und damit zum Klimaschutz beizutragen. Bis zu 40% der landwirtschaftlichen Fläche in der Ukraine sind von Bodendegradation betroffen. Eine Form der Bodendegradation ist der Verlust der organischen Bodensubstanz. Es wurde berechnet, dass die Böden in der Südukrainischen Steppe zwischen 1881 und 1981 bis zu 40% ihrer organischen Bodensubstanz

verloren haben. Eine globale Studie zeigt außerdem, dass die Ukraine eines der höchsten Defizite zwischen dem tatsächlichen C-Input und dem erforderlichen C-Input hat (Wang *et al.*, 2016). Der Verlust der organischen Bodensubstanz wurde und wird einerseits durch die intensive Landwirtschaft - insbesondere das tiefgründige Pflügen sowie den einseitigen Anbau weniger Feldfrüchte – verursacht (Medinets *et al.*, 2014). Andererseits ist der Verlust der organischen Bodensubstanz auf den geringen Mineraldüngereinsatz in der Ukraine zurückzuführen. Heute werden durchschnittlich etwas weniger als 40 kg Stickstoff (N) pro Hektar ausgebracht. Zum Vergleich: In der EU wird im Durchschnitt mit fast doppelt so viel Stickstoff gedüngt (Moklyachuk *et al.*, 2019). Organischer Dünger, dessen reichhaltige Mikroorganismen sehr wertvoll für die biologischen und chemischen Prozesse im Boden sind, wird in noch viel kleineren Mengen als der Mineraldünger auf die Felder gebracht, was auf die kleinen Viehbestände und das schlechte Düngermanagement in der Ukraine zurückzuführen ist, da im Durchschnitt weniger als ein Drittel der anfallender organischen Güllemenge als Dünger im Ackerbau eingesetzt wird (Moklyachuk *et al.*, 2019). Biogasanlagen, in denen die Gülle zu Methan verwertet werden könnte und der Restschlamm auf den Feldern ausgebracht wird, gibt es nur vereinzelt.

Ein verbessertes Düngemanagement kann die Emissionen der ungenutzten Gülle reduzieren und gleichzeitig helfen, die organische Bodensubstanz zu erhöhen. Unseres Wissens hat nur eine Studie den Effekt von Gülle auf die organische Bodensubstanz in der Ukraine untersucht. In dieser wurden drei Standorte (Ostukraine, Zentralukraine, Südukraine) untersucht. Auch das Direktsaatverfahren und weitere Maßnahmen, der der Conservation Agriculture (CA) zuzuordnen sind, haben Potenzial, die organische Bodensubstanz zu erhöhen. Conservation Agriculture wird auf etwas weniger als einer Millionen Hektar in der Ukraine durchgeführt (Kassam et al., 2019). Eine FAO-Studie geht allerdings davon aus, dass das Potenzial der Schwarzerdeböden weiteren Kohlenstoff zu speichern, aufgrund der bereits relativ hohen Kohlenstoffkonzentrationen in den meisten Böden, eher gering ist (Fileccia et al., 2014).

Diese generelle Einschätzung wird in Teilen durch eine regionale Studie gestützt. In einem 10-jährigen-Feldversuch (1996 bis 2006) in der Schwarzerderegion in Poltava wurde der Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungssysteme auf die organische Bodensubstanz untersucht (Kravchenko et al., 2012). Ein Nachteil dieser Studie ist, dass die Effekte der anorganischen und organischen Düngung nicht differenziert von den Effekten der Bodenbearbeitung auf die organische Bodensubstanz betrachtet wurden. Zudem wurde zurecht in einem anderen Papier (Fileccia et al., 2014) kritisiert, dass der verwendete Düngereinsatz viel höher als in der Realität ist. Ein Vorteil dieser Studie ist jedoch, dass bis auf eine Tiefe von einem Meter gemessen wurde und, dass nicht nur, wie in vielen anderen Studien, lediglich die oberen Bodenschichten untersucht wurden. Die Umstellung von konventioneller auf reduzierte Bodenbearbeitung hat zu einem Anstieg der organischen Bodensubstanz in den obersten 10 cm geführt. Allerdings wurden keine Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen in der organischen Bodensubstanz in einer Tiefe von 15 bis 30 cm gemessen. Bezogen auf die Bodentiefe

von einem Meter haben die unterschiedlichen Bodenbearbeitungssysteme zu keinem signifikanten Unterschied in der organischen Bodensubstanz geführt. Zudem wird bei der reduzierten Bodenbearbeitung deutlich weniger Treibstoff für die Traktoren eingesetzt (Fileccia et al., 2014).

In einer Studie auf vier verschiedenen Standorten (Ostukraine, Zentralukraine, Südukraine und Nordkasachstan) wurde der Einfluss von Klima und Anbaubedingungen auf die organische Bodensubstanz untersucht (Saljnikov et al., 2013). Der Schwerpunkt lag auf dem labilen Anteil der organischen Bodensubstanz, also dem Teil des Kohlestoffs, der nicht in abbauresistenter Form im Boden gebunden ist und sich bei erneutem Pflügen schnell wieder abbaut. Bezüglich des Einflusses des Klimas wurde herausgestellt, dass feuchte Bedingungen grundsätzlich zu einem höherem Bodenkohlenstoffgehalt führten. Das ist vor allem auf eine höhere Biomasseproduktion infolge der höheren Wasserverfügbarkeit sowie der geringeren Umsetzungsrate des Bodenkohlenstoffs während des kalten Winters zurückzuführen. In der Region Kherson in der Südukraine wurde in dieser Studie gezeigt, dass der Anteil der organischen Bodensubstanz ansteigt, wenn die Flächen bewässert und gedüngt werden. Dieser Effekt ist zuvorderst auf die höhere Biomasseproduktion der Feldfrüchte unter diesen Bedingungen zurückzuführen. Saljnikov et al. (2013) schlussfolgern daraus, dass die Veränderung der Anbaubedingungen in trockenen Gebieten einen größeren Einfluss auf den Bodenkohlenstoff hat als in feuchten und kälteren Gebieten.

In einem Feldversuch in der Südukraine wurde getestet, wie sich eine Umstellung der Fruchtfolge auf Zwiebel-Tomate-Gerste, das Untermischen von Pflanzenresten und der Einsatz von Mineraldünger auf den Bodenkohlenstoffgehalt und den Bodenstickstoffgehalt auswirkt (Medinets et al., 2014). Gemessen wurde bis auf eine Bodentiefe von 74 cm. Auf den Versuchsfeldern wurde die Tröpfchenbewässerung eingesetzt. Die Versuche, die von 2006 bis 2009 auf Schwarzerdeböden durchgeführt wurden, zeigen, dass die Umstellung der Fruchtfolge deutliche Zuwächse des Bodenkohlenstoffs (+20%) und des Bodenstickstoffs (+38%) bewirkt haben. Die stärksten Zuwächse wurden in der obersten Bodenschicht bis 27 cm Tiefe gemessen. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass das Untermischen von Pflanzenresten in den Boden sowie effizientes Mineraldüngermanagement innerhalb einer Fruchtfolge dazu führt, dass organischer Bodenkohlenstoff aufgebaut und vor allem langfristig stabilisiert wird. Ein Nachteil dieser Studie ist jedoch der kurze Untersuchungszeitraum. Unerwünschte Einflüsse wie Wetterbedingungen können durch langfristige Versuche besser berücksichtigt werden. Zweitens fehlte in diesem Feldversuch ein Kontrollexperiment, also das konventionelle System des Tiefpflügens, und der Vergleich mit der CA-Anbaumethode. Wie die Autoren treffend zeigen, sind die Anteile von Kohlenstoff und Stickstoff im Boden von der gemessenen Bodendichte abhängig. Da die Bodendichte in enger Abhängigkeit mit der Bodenbearbeitung steht, sind die Studienergebnisse daher mit einer erheblichen Unsicherheit behaftet.

In der Region Kiew, nördlich von Poltava, wurde in Feldversuchen untersucht, wie die organische Bodensubstanz von unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen beeinflusst wird (Kravchenko *et al.*, 2016). Diese Studie ist nicht in einem begutachteten Fachjournal erschienen und genügt einigen wissenschaftlichen Mindeststandards nicht. Beispielsweise wird nicht beschrieben, in welchen Jahren die Feldversuche durchgeführt worden sind. Diese Studie hat gezeigt, dass minimale Bodenbearbeitung zu einer Erhöhung des Bodenkohlenstoffs führt. Allerdings ist diese Studie nur bedingt aussagekräftig, denn die Effekte der alternativen Bodenbearbeitungssysteme auf den Bodenkohlenstoff in den unteren Bodenschichten (tiefer als 10 cm) wurden nicht untersucht. Es ist wahrscheinlich, wie auch die Autoren diskutieren, dass der Effekt des erhöhten Bodenkohlenstoffs nur auf die oberste Bodenschicht wirkt.

Smith et al. (2007) haben drei Bodenkohlenstoffmodelle verwendet, um den Einfluss des Klimawandels und der Anbauverfahren auf den Bodenkohlenstoff in Russland und der Ukraine zu simulieren. In den Modellen wurden verschiedene Fruchtfolgen und differenzierte Düngesysteme berücksichtigt, allerdings wurden unterschiedliche Bodenbearbeitungssysteme nicht getestet. Basierend auf den Modellergebnissen ist unklar, ob der Klimawandel zu einer Erhöhung oder zu einer Verringerung des Bodenkohlenstoffs führen wird. Aussagekräftiger sind die Modellergebnisse bezüglich der Effekte der Anbauverfahren, denn diversifizierte Fruchtfolgen und die Einbindung von mehrjährigen Gräsern führten zu einem starken Rückgang (bis zu 44%) des Verlustes an Bodenkohlenstoff bis zum Jahr 2070. Den Modellergebnissen zufolge kann der Bodenkohlenstoffgehalt im Norden Russlands und der Ukraine durch optimierte Anbauverfahren erhöht werden. Hier ist das Potenzial vor allem aufgrund des Klimas und der aktuell geringen Bodenkohlenstoffgehalte relativ hoch, was vor allem auf die geringen organischen und anorganischen Inputs (Mineraldünger und Erntereste) nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion zurückzuführen ist. Dem gegenüber kann im trockeneren Süden lediglich der Verlust von Bodenkohlenstoff in der Zukunft begrenzt, jedoch nicht gestoppt werden.

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

In der Ukraine wurde zu diesem Themenkomplex verhältnismäßig wenig international sichtbare Forschung durchgeführt, was mit Blick auf die großen ökologischen und ökonomischen Herausforderungen der ukrainischen Landwirtschaft, sowie die wichtige Rolle der Ukraine für den Weltagrarhandel, problematisch ist. Die Böden in der Ukraine haben große Teile ihrer ursprünglichen organischen Bodensubstanz infolge der Bewirtschaftung verloren, was wiederum die Bodenerosion begünstigt hat. Es gibt Hinweise, dass eine verbesserte Düngung zu einem Anstieg der organischen Bodensubstanz führt und der Bodenerosion entgegen wirkt. Trotz der unzureichenden Studienlage sind die Autoren dieser Studie überzeugt, dass im Bereich Güllemanagement große und relativ einfach umsetzbare Potenziale für einen verbesserten Klimaschutz in der Ukraine liegen. Allerdings müssen die betrieblichen und institutionellen Gründe für das unzureichende Düngemanagement besser untersucht werden, denn es ist bislang

unklar, warum die Gülle häufig nicht als organischer Dünger eingesetzt wird. Es ist möglich, dass die Landwirte den Düngereinsatz aufgrund der hohen Ertragsvariabilität und der damit verbundenen ökonomischen Risiken durch häufigen Produktionsausfall reduzieren. Wenn dieser Faktor ausschlaggebend sein sollte, könnten staatliche und private Versicherungen gegen wetterbedingte Ertragsausfälle helfen, diese Risiken zu reduzieren und dazu beitragen, dass größere Mengen an organischem Dünger eingesetzt werden. Vermutlich sollten für die Landwirte Anreize geschaffen werden, dass diese stärker in die Technik für die klimaschonende Lagerung und Ausbringung der Gülle investieren. Aus der bisherigen Forschung kann nicht verlässlich abgeleitet werden, ob das Direktsaatverfahren und andere Elemente von *Conservation Agriculture* deutliche und langfriste Effekte beim Klimaschutz (und bei der Klimaanpassung, siehe unten) erzielen können. Hier ist der Bedarf für integrierte Forschungsprojekte sicherlich groß. Literatur zu den Klimaeffekten und entsprechenden THG-Einsparungspotenzialen in der Ukraine haben wir nicht gefunden und es gibt daher in diesem Bereich großen Forschungsbedarf.

# 1.4 Klimaanpassung: Forschungsstand

Bereits heute sind die jährlichen Ertragsschwankungen, insbesondere in der südlichen Steppe, erheblich. Der Klimawandel wird das Problem der starken wetterbedingten Ertragsschwankungen weiter vergrößern. Vor diesem Hintergrund gibt es einen erheblichen Bedarf zur Anpassung an den Klimawandel für die ukrainische Landwirtschaft. Die Landwirte haben vielfältige Möglichkeiten, ihre Anbaumethoden an den Klimawandel anzupassen. Dazu gehören Maßnahmen wie Conservation Agriculture (CA) (z. B. Direktsaat), Bewässerung der Felder, zeitlich verschobene Anbauperioden, veränderter Betriebsmitteleinsatz (z. B. Mineraldünger) und der Wechsel zu alternativen, besser an den Klimawandel angepassten Kulturen und Sorten. Leider gibt es fast keine Veröffentlichungen in der internationalen Fachliteratur zur Effektivität solcher Anpassungsmaßnahmen in der Ukraine.

Laut einer FAO-Studie kann eine langfristig etablierte CA-Anbauweise die Ertragseinbrüche infolge einer Dürre um etwa ein Drittel verringern (Fileccia et al., 2014). Durch die Anreicherung der organischen Bodensubstanz wird die physikalische Bodenstruktur verbessert und damit die Wasserhaltekapazität vergrößert. Gusev et al. (2018) haben ein Model (MULCH) verwendet, um den Effekt vier verschiedener Anbautechniken (tiefgründiges Pflügen (moldboard), Bewässerung, minimale Bodenbearbeitung und Mulchen) auf das Bodenwasser und die Erträge von Winterweizen in der Südukraine zu untersuchen. Das Mulchen mit biologischer Biomasse hatte eine deutliche Erhöhung der Wasserverfügbarkeit (bis zu 15%) zur Folge. Dadurch konnten auch die Erträge im Modell signifikant gesteigert werden. Die Modellierung hat zudem ergeben, dass eine Mulchschicht von etwa 5 cm optimal für die Erhöhung der Wasserverfügbarkeit ist. Leider wird in der Publikation nicht deutlich beschrieben, ob die Effekte auf das Mulchen oder die unterschiedlichen Bodenbearbeitungsmaßnahmen zurückzuführen sind. Die Autoren

schlussfolgern lediglich, dass das Mulchen in Kombination mit reduzierter Bodenbearbeitung zu erhöhtem Bodenwasser, gesteigerten Erträgen und verbesserten Energieeffizienz führen.

Der Wechsel von der konventionellen zur biologischen Landwirtschaft könnte eine weitere Anpassungsstrategie sein (Bengtsson et al., 2005). Durch den Verzicht auf Mineraldünger und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel, komplexere Fruchtfolgen, den Anbau von Zwischenfrüchten und Hülsenfrüchten sowie die Verwendung von Wirtschaftsdünger ist es wahrscheinlich, dass die ökologische Landwirtschaft verbesserte Bodenstrukturen und höhere Humusgehalte erwirkt. Dadurch kann Wasser effektiver im Boden gespeichert und in Dürrephasen für Pflanzen verfügbar gemacht werden (Pimentel et al., 2005). Darüber hinaus kann die biologische Landwirtschaft helfen, das grassierende Problem der Bodendegradation zu bekämpfen. Leider wurde in der Ukraine keine nennenswerte Forschung im Bereich der biologischen Landwirtschaft durchgeführt, was auch daran liegt, dass der Biosektor bislang kaum entwickelt ist.

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

Der Klimawandel stellt die ukrainische Landwirtschaft vor große Herausforderungen. Zwar steigen die Erträge bis heute an, aber häufigere Extremwetterereignisse führen zu immer stärkeren Ertragsschwankungen. Besorgniserregend sind allerdings die Klimaprognosen, die für die Ukraine darauf hindeuten, dass die Getreideerträge in den südlichen Hauptanbaugebieten deutlich sinken werden, wenn umfangreiche und effektive Anpassungen an den Klimawandel ausbleiben. Das Land ist zu einem erheblichen Maße von der Getreideproduktion und den Exporten abhängig und trotzdem sind die wissenschaftlichen und politischen Aktivitäten im Bereich Klimaanpassung äußerst gering. Bemerkenswert ist außerdem, dass die internationale Forschung eine der wichtigsten Getreideregionen weltweit bislang fast komplett ignoriert hat, obwohl diese sehr stark vom Klimawandel beeinträchtigt wird.

Bislang gibt es allenfalls Hinweise in der Literatur, dass Conservation Agriculture und die biologische Landwirtschaft positive Effekte bei der Anpassung an Klimawandel erwirken können. Conservation Agriculture wird lediglich auf etwas mehr als vier Prozent der gesamten Getreideanbaufläche praktiziert. Noch geringer ist die derzeitige Bedeutung der biologischen Landwirtschaft, denn nur etwa 300 Betriebe bearbeiten weniger als ein Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche nach biologischen Kriterien. Am 10. Juli 2018 hat das ukrainische Parlament zwar ein Gesetz über den biologischen Landbau verabschiedet, aber das Zertifizierungssystem muss weiter verbessert werden.

Es ist möglich, dass Conservation Agriculture und die biologische Landwirtschaft positive Effekte sowohl bei der Klimaanpassung und dem Klimaschutz erzielen und darüber hinaus der grassierenden Bodendegradation entgegenwirken können. Allerdings besteht großer Forschungsbedarf, um diese Effekte empirisch zu untersuchen und geeignete Maßnahmen

auszuarbeiten. In diesem Zusammenhang sollten bestehende Förderprojekte in die Entwicklung des Ökolandbaus in der Ukraine, wie die des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland (BMEL), der Schweizer Regierung und des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (Fibl), weiter gestärkt werden.

Auch die Bewässerung könnte eine viel wichtigere Rolle als heute spielen. Nur zwei bis drei Prozent der genutzten Ackerfläche wird bewässert, obgleich das Bewässerungspotenzial von der FAO auf mehr als 15 Prozent beziffert wird. Die Regierung sollte daher in die veraltete Bewässerungsinfrastruktur investieren. Weiterhin sollten Analysen durchgeführt werden, welche regionalen Wasserpotenziale vorhanden sind und nachhaltig genutzt werden können. Auch in diesem Bereich sollte die Ukraine durch international finanzierte Entwicklungs- und Aufbauprojekte gefördert werden.

Der Staat, aber auch die finanzstarken Großbetriebe, müssen in Forschung und Entwicklung im Bereich der Pflanzenzüchtung investieren. Viele Betriebe verwenden veraltetes, nicht an die veränderten Klimabedingungen angepasstes Saatgut. Im Bereich der Pflanzenzucht sehen wir großes Potenzial, die Getreideproduktion auf die neuen Klimabedingungen einzustellen. Hitzeund trockenresistente Getreidesorten können Ertragsschwankungen ausgleichen, wobei Ertragseinbußen auch in klimatisch günstigeren Jahren eingeplant werden müssen. Hier muss also genau und räumlich differenziert untersucht werden, welche Strategie die langfristig höchsten und langfristig stabilen Gewinne abwirft.

Neben der Forschung und Entwicklung muss massiv in die Ausbildung und die Beratung der Landwirte investiert werden. Seit dem Zusammenbruch der Sowjetunion wird die landwirtschaftliche Berufsausbildung seitens der ukrainischen Regierung unzureichend gefördert. Wichtige Fortschritte im Bereich der Ausbildung der Landwirte haben Projekte wie das Agrardemonstrations- und Ausbildungszentrum (ADFZ) und das BMEL-Projekt "Förderung der Agrarausbildung in der Ukraine" erwirkt und sind aus unserer Sicht auszubauen und um Komponenten zu ergänzen, die Auswirkungen und Anpassungen an Klimaveränderungen beinhalten.

Auf politischer Ebene müssen zudem umfassende Maßnahmen zur Förderung von nachhaltigen, an den Klimawandel angepassten Produktionsweisen entwickelt werden. Bislang fehlen vielen Großbetrieben bei den derzeitig relativ hohen Erträgen die Anreize zur Anpassung, und den Kleinbauern das Wissen und die finanziellen Möglichkeiten. Den Landwirten stehen keine erschwinglichen, innovativen Versicherungsprodukte zur Verfügung, die sie bei Ertragseinbrüchen absichern. Aufgrund des steigenden Risikos von Extremwetterereignissen besteht großer Handlungsbedarf im Bereich Risikomanagement. Zudem kann die staatliche Förderung der biologischen Landwirtschaft mit Blick auf das hohe Anpassungspotenzial an den Klimawandel und die günstigen Marktaussichten ausgebaut werden. Sicherlich sind seitens der EU die Marktzugangsbedingungen von Bio-Produkten ebenfalls zu verbessern. Zudem muss das

Thema Landreform weiter diskutiert werden, denn das Fehlen eines Marktes für Ackerland bewirkt, dass notwendige und langfristig tragfähige Investitionen in die Modernisierung der Landwirtschaft ausbleiben. Allerdings könnten höhere Bodenpreise dazu führen, dass Landwirte weniger Geld in an den Klimawandel angepasste Landtechnik investieren können oder dass sich der Landbesitz in wenigen Händen konzentriert, mit schwierig abzusehenden Folgen für die ländlichen Räume.

#### 1.6 Literatur

- Bengtsson, J., AHNSTRÖM, J., & WEIBULL, A.-C. (2005). The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. 42(2), 261-269.
- FAO. (2019). FAOSTAT data. Retrieved from http://faostat.fao.org on 10 June 2019
- Fileccia, T., Guadagni, M., Hovhera, V., & Bernoux, M. (2014). Ukraine: soil fertility to strengthen climate resilience. Preliminary assessment of the potential benefits of conservation agriculture. *FAO INVESTMENT CENTRE*.
- Gusev, Y. M., Dzhogan, L. Y., & Nasonova, O. N. (2018). Modelling the impact of mulching the soil with plant remains on water regime formation, crop yield and energy costs in agricultural ecosystems. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences, 376,* 77-82.
- Kassam, A., Friedrich, T., & Derpsch, R. (2019). Global spread of Conservation Agriculture. *International Journal of Environmental Studies*, 76(1), 29-51.
- Kravchenko, Y., Chen, Q., Liu, X., & ZHANG, X. (2016). Conservation practices and management in Ukrainian mollisols.
- Kravchenko, Y., Rogovska, N., Petrenko, L., Zhang, X., Song, C., & Chen, Y. (2012). Quality and dynamics of soil organic matter in a typical Chernozem of Ukraine under different long-term tillage systems. *Canadian Journal of Soil Science*, *92*(3), 429-438.
- Medinets, S. V., Skiba, U., Medinets, V. I., Bilanchin, Y. M., Pitsyk, V., Goshurenko, L., & Kotogura, S. (2014). Changes in soil carbon and nitrogen dynamics during a three year crop rotation on a chernozem soil in the Southern Ukraine. Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки(19, Вип. 2), 143.
- Moklyachuk, L., Furdychko, O., Pinchuk, V., Mokliachuk, O., & Draga, M. (2019). Nitrogen balance of crop production in Ukraine. *J Environ Manage*, *246*, 860-867.
- Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., & Seidel, R. (2005). Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems. *BioScience*, *55*(7), 573-582.
- Saljnikov, E., Cakmak, D., & Rahimgaliev, S. (2013). Soil Organic Matter Stability as Affected by Land Management in Steppe Ecosystems. In *Soil Processes and Current Trends in Quality Assessment*.
- Shevchenko, O., Lee, H., Snizhko, S., & Mayer, H. (2014). Long-term analysis of heat waves in Ukraine. *International Journal of Climatology*, *34*(5), 1642-1650.
- Smith, P., Smith, J. U., Franko, U., Kuka, K., Romanenkov, V. A., Shevtsova, L. K., . . . Lisovoi, N. V. (2007). Changes in mineral soil organic carbon stocks in the croplands of European Russia and the Ukraine, 1990–2070; comparison of three models and implications for climate mitigation. *Regional Environmental Change, 7*(2), 105-119.
- Swinnen, J., Burkitbayeva, S., Schierhorn, F., Prishchepov, A. V., & Müller, D. (2017). Production potential in the "bread baskets" of Eastern Europe and Central Asia. *Global Food Security*, *14*, 38-53.
- Wang, G., Luo, Z., Han, P., Chen, H., & Xu, J. (2016). Critical carbon input to maintain current soil organic carbon stocks in global wheat systems. *Scientific Reports*, *6*, 19327.