



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

Bachelorthesis

„Ökologischer Landbau vs. flächendeckende Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen – Eine Darstellung der Vor- und Nachteile für Mecklenburg-Vorpommern“

Jennifer Pahl

URN: urn:nbn:de:gbv:519-thesis2022-0033-7

1. Gutachter: Prof. Dr. Theodor Fock
2. Gutachter: Prof. Dr. Eike Stefan Dobers

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	III
Summary.....	V
Abkürzungsverzeichnis.....	VII
1 Einleitung	1
2 Ökologischer Landbau	4
2.1 Bodenschutz	6
2.2 Gewässerschutz.....	11
2.3 Arten- und Biodiversitätsschutz	16
2.4 Ernährungssicherung	20
3 Flächendeckende Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen.....	23
3.1 Anbau von vielfältigen Kulturen im Ackerbau.....	25
3.2 Bereitstellung von Strukturelementen auf dem Ackerland	30
4 Kritische Gegenüberstellung des ökologischen Landbaus und flächendeckender Agrarumweltprogramme	34
4.1 Anbau vielfältiger Kulturen im Ackerbau vs. Ökologischer Landbau	34
4.2 Bereitstellung von Strukturelementen auf dem Ackerland vs. Ökologischer Landbau	40
5 Fazit.....	42
7 Literaturverzeichnis.....	45
8 Eidesstaatliche Erklärung	51

Zusammenfassung

Die Funktion der Landwirtschaft geht weit über die Produktion von Nahrungsmitteln hinaus und leistet wichtige Beiträge für den Arten-, Gewässer- und Bodenschutz. Mit der Voraussichtlichen Erreichung der Marke von 8,5 Milliarden Menschen im Jahr 2030 wird auch die Nachfrage nach landwirtschaftlichen Erzeugnissen deutlich steigen (Statista Research Department, 2022). Das zunehmende Verständnis von Nachhaltigkeitsprinzipien in der Bevölkerung führt zur Forderung nach einer nachhaltigeren Landwirtschaft. Als nachhaltige Landnutzungssysteme gelten der Ökologische Landbau und die Länderprogramme innerhalb der Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen. In der Agrarpolitik werden Sie derzeit mit hohen finanziellen Ausgaben gefördert. Ihr finanzieller Aufwand kann dabei nur gerechtfertigt werden, wenn diese zielgerichtete Wirkungen entfalten.

Im Rahmen einer Literaturrecherche wurden die Vor- und Nachteile der Anbausysteme des ökologischen Landbaus und der Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen dargestellt und verglichen. Dabei lag der Schwerpunkt auf den Bereichen des Arten-, Gewässer- und Bodenschutzes. Ziel war es die tatsächlichen Leistungen der Anbaumethoden realitätsgerecht darzustellen und ihre besonderen Wirkungen hervorzuheben.

Die Wirkungen der Anbaumethoden und ihre Bedeutung für Umweltziele sind vielfältig. Ihr tatsächlicher Beitrag zur Erreichung der Umweltziele ist jedoch häufig wissenschaftlich nicht nachgewiesen. Der Ökologische Landbau gilt als einer der bekanntesten und nachhaltigsten Anbaumethoden in Deutschland. Im derzeitigen Kontext der europäischen Fördermaßnahmen gibt es keine andere Anbaumethode welche schärfere Auflagen aufweist. Lediglich die Richtlinien der Öko-Anbauverbände wie Demeter, Bioland usw. gehen über die in der EU-Öko-Verordnung rechtlichen Rahmenbedingungen hinaus. Durch den Verzicht von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln und begrenzter Stickstoffmengen pro Jahr und ha machen den ökologischen Landbau vor allem für Wasserschutzgebiete attraktiv. Aber auch die Länderprogramme innerhalb der Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen sind vor allem auf Hochertragsstandorten mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung von wichtiger Bedeutung für den Arten-, Gewässer- und Bodenschutz. Ihre Wirkung ist dabei meist auf ein spezielles Umweltziel gerichtet. So soll durch die Fruchfolgediversifizierung eine Steigerung der Artenvielfalt in der Agrarlandschaft bewirkt und der Düng- und Pflanzenschutzmitteleinsatz reduziert werden. Durch das Anlegen von Blühstreifen und -flächen werden wichtige Lebensräume für eine Vielzahl verschiedener Arten geschaffen. Ohne Strukturelemente können keine nennenswerten Effekte auf den Artenschutz erzielt werden.

Somit besteht eine Abhängigkeit zwischen den unterschiedlichen Anbauprogrammen/-methoden, indem sie erst durch ihr nebeneinander ihr Potenzial entfalten können.

Um die Wirkung der Anbaumethoden zu steigern, gilt es in Zukunft präzise Ziele, welche über ein Flächenziel hinausgehen, zu formulieren. So kann die Effizienz diverser Maßnahmen gesteigert und ein entsprechender finanzieller Aufwand gerechtfertigt werden.

Summary

By 2030 there will be 8,5 billion people on this planet (Statista Research Department, 2022). With this ever-growing population, the demand for agricultural goods will increase drastically. At the same time, the agricultural sector is one of the main perpetrators for the decline of the biological diversity and the production of greenhouse gases.

Scientists and politicians are searching for sustainable cultivation methods to encourage farmers worldwide to use more environmentally friendly ways of managing their land.

Two of these methods are the „organic production of agricultural products“ and the „agri-environmental-climate measures“ (AUKM). Both of which hold a variety of effects and possess different meanings for the fulfillment of the environmental goals. But their real impacts are often not scientifically verified.

Given the high efforts and expenses, an actual positive effect is mandatory.

The organic production of agricultural products, also called organic farming, is one of the most known sustainable cultivation methods. By relinquishing the use of chemical-synthetic pesticides, especially herbicides, organic farming contributes greatly to the preservation of biodiversity. Currently there is no other cultivation method with higher standards, which defines the unique character of organic farming. With its limited use of nitrogen per hectare, it is very attractive for water protection areas. Munich for example is heavily supporting organic farming amongst the entire water basin that supplies the city with fresh water and was able to reduce the amount of nitrogen entering the water – and thereby also the immense costs of re-purification.

Apart from organic farming, there is an increasing offer of agri-environmental-climate measures. These are designed to use financial incentives to make farmers use more sustainable cultivation methods. In Mecklenburg-Pomerania these incentives consist of the diversification in crop rotation and the several years long designation of areas for flowers to bloom. They are aiming at specifical environmental goals. The diversification of crop rotation for example aims at increasing the biodiversity and thereby being able to reduce the use of pesticides and fertilizers.

Most of the time the effects of AUKM are lower than the effects from organic farming. Areas for flowers are an important habitat for a variety of faunistic species. The incentive program encourages farmers to give these species enough requisites and structural elements throughout the landscape.

Even organic farming cannot produce considerable effects without the right structural elements.

The key to creating a sustainable agricultural sector lies within a plurality of different solutions and a system that involves several cultivation methods, each having their equal share and justification and being combined, in accordance with one another.

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
AUKM	Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen
AUM	Agrarumweltprogramme
CBD	United Nations Convention on Biological Diversity
cm	Zentimeter
Cu	Kupfer
dt	Dezitonne
DüV	Düngeverordnung
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfond für die ländliche Entwicklung
EPLR	Entwicklungsprogramm für den Ländlichen Raum
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
ha	Hektar
IFOAM	Internationalen Vereinigung biologischer Landbaubewegungen
kg	Kilogramm
LPG	landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft
mg	Miligramm
N	Nitrat
ÖL	ökologische Landbau
ÖVF	ökologische Vorrangflächen
P	Phosphor
PflSchG	Pflanzenschutzgesetz
PSM	Pflanzenschutzmittel
THG	Treibhausgas
vs	versus
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie

1 Einleitung

Die Landwirtschaft erfüllt zahlreiche Funktionen, die weit über die Produktion von Nahrungsmitteln hinausgehen. Gemeint sind die Bereitstellung und Pflege von Lebensräumen für wild lebende Pflanzen und Tiere, aber auch die Sicherung der Qualität von Boden, Wasser und Luft. Sie erbringt somit eine Reihe gesellschaftlicher Leistungen, die für uns Menschen essenziell sind, gerät jedoch dadurch auch in ein Spannungsfeld. Ertragreiche Böden, sauberes Wasser, biologische Schädlingsregulierung oder Bestäuberleistungen sind ökologische Grundlagen, auf deren Funktion die landwirtschaftliche Produktion angewiesen ist. Auf der anderen Seite ist es unvermeidlich, dass die Landwirtschaft Umweltressourcen nutzt und verbraucht, sowie in die ökologischen Kreisläufe eingreift (Feindt, et al., 2019). Die zunehmende Spezialisierung der Landwirtschaft und der technische Fortschritt sorgten jedoch für eine Verarmung der Agrarlandschaft und steigerten die Homogenität auf den Flächen. Die Folgen sind der Verlust biologischer Vielfalt und Bodenfruchtbarkeit, die Entstehung von Klimagasen und die Verschmutzung und Eutrophierung von Land und Gewässern. Der steigende ökonomische Druck trägt zur Intensivierung bei – mit potenziell negativen Effekten. In Mecklenburg-Vorpommern sind alle natürlichen Ressourcen von Umweltbelastungen betroffen. Von naturschutzfachlicher Seite wird die Landwirtschaft seit Jahren als Hauptverursacher des Artenrückgangs in Agrarlandschaften genannt (Eckstein, 2012).

Durch die zunehmende öffentliche Kritik steht auch die Politik unter Druck und sieht sich in der Handlungspflicht. Mindeststandards wie die „gute, fachliche Praxis“, „Cross Compliance“¹, Greening-Auflagen² oder die Einhaltung der Rechtsgrundlagen, wie sie in der Düngerverordnung (DüV) oder im Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) festgeschrieben sind, reichen nicht mehr aus, um die negativen Umwelteffekte, welche die landwirtschaftlichen Praktiken verursachen, zu vermeiden. Die Notwendigkeit für eine stärkere Ökologisierung wird unter anderem (u.a.) aufgrund des dramatischen Artenrückgangs in der Agrarlandschaft, anhaltender Nährstoffeinträge in Böden und Gewässer ersichtlich. So wurde 1992 mit der Einführung der Agrarumweltprogramme (AUM) auf Europäischer Ebene ein Anreizsystem etabliert, umweltverträgliche Produktionen attraktiv für Landwirte zu gestalten und entsprechend zu honорieren und ökonomische Nachteile zu kompensieren. Die Maßnahmen zielen insgesamt auf die Förderungen und den Erhalt sowie der notwendigen Änderung landwirtschaftlicher

¹ Als Cross Compliance wird die Verknüpfung und Einhaltung der Vorschriften in den Bereichen Umweltschutz, Klimawandel, guter landwirtschaftlicher Zustand der Flächen, Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanzen sowie Tierschutz bezeichnet. Gemäß der Verordnung (EU) Nr. 1306/2013 ist die Einhaltung Voraussetzung für die Gewährung der Agrarzahlungen (Bund-Länder-Arbeitsgruppe "Cross Compliance", 2020).

² Die Greening-Auflagen umfassen unter anderem Anbaudiversifizierung, Erhalt von Dauergrünland sowie Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen (ÖVF). Die Einhaltung der Greening-Auflagen und der Cross-Compliance-Verpflichtung sind Voraussetzung für die Auszahlung der Basis- und Greening-Prämie.

Verfahren ab, die sich positiv auf die Umwelt und das Klima auswirken. So ist die Förderung umweltschonender Maßnahmen inzwischen ein zentraler Teil der gemeinsamen Europäischen Agrarpolitik (GAP). Der Schwerpunkt liegt hierbei auf den Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM)³, in denen unter anderem der ökologische Landbau⁴, aber auch Extensivierungsmaßnahmen auf Dauergrünland und vielfältige Fruchtfolgen, nur um einige zu nennen, gefördert werden. Durch die AUKM sollen Schutzgutbeeinträchtigungen und/oder Belastungsfaktoren verringert werden, um diese unterhalb des gesetzlich zulässigen Maßes zu drücken (Reiter, et al., 2016). Durch die Teilnahme an entsprechenden Programmen ist mit Einbußen durch Mehraufwand oder Rückgang der Ernteerträge zu rechnen. Diese Einbußen gilt es durch Prämienzahlungen zu entlohnern. Der hohe finanzielle Aufwand, der bei der Förderung entsprechender Programme entsteht, macht eine Überprüfung der Wirksamkeit notwendig. Neben dem Aspekt des Umweltschutzes darf die Ernährungssicherung unserer Weltbevölkerung nicht außer Acht gelassen werden. Ein Gleichgewicht zwischen Umweltaspekten und gesicherten Erträgen zu finden, gestaltet sich schwer.

In der folgenden Arbeit soll durch die Darstellung der Vor- und Nachteile, die Wirksamkeit in den Bereichen Boden-, Gewässer-, und Artenschutz für den ökologischen Landbau und ausgewählte AUKM herausgearbeitet werden.

Dem ökologischen Landbau wird aufgrund seiner Komplexität und seines ganzheitlichen Systems ein eigenes Kapitel zugeordnet. Mit Hinblick auf die steigende Weltbevölkerung wird es, in Form eines Exkurses, einen Einblick in die Ernährungssicherung geben. In Kapitel 3 wird sich den Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen der Förderperiode 2014-2020 gewidmet. Die bestehenden Spielräume, in Bezug auf die Programmzusammensetzung und die Programminhalte, bei der Erstellung der Entwicklungsprogramme für den Ländlichen Raum (EPLR) verursachen eine vielfältige Ausgestaltung der in Deutschland herrschenden 13 Ländlerprogramme. Aufgrund dessen wird der Schwerpunkt auf die vorherrschenden Maßnahmen in Mecklenburg-Vorpommern aus der Förderperiode 2014-2020 gelegt. Der regulatorische Kontext bezieht sich somit in erster Linie auf die in Deutschland und speziell in Mecklenburg-Vorpommern geltenden rechtlichen Bestimmungen der AUKM. Aufgrund der Übergangsphase und der Übergangsverordnung wird die neue GAP-Periode erst 2023 starten, womit die AUKM aus der Förderperiode 2014-2020 weiterhin Anwendung finden und einer

³ Die Förderung der AUKM in der Förderperiode 2014-2020 werden über die ELER-Verordnung geregelt. Die Konkretisierung des Förderangebots erfolgt über die Länder. Das Mittelvolumen für die Förderperiode 2014-2020 belief sich auf 16,9 Milliarden Euro und wurde durch Mitteln des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die ländliche Entwicklung (ELER) sowie aus nationalen Mitteln von Bund, Ländern und Kommunen kofinanziert (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2019).

⁴ Der ökologische Landbau basiert auf den Grundsätzen eines weitgehen geschlossenen Betriebskreislaufes, der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, der Schonung der natürlichen Ressourcen, einer flächengebundenen, artgemäßem Tierhaltung und der Ausnutzung natürlicher Regelmechanismen, mittels derer hochwertige Lebensmittel erzeugt werden sollen (Schauhoff-Tholen, et al., 2022)

zeitgemäßen Darstellung entsprechen. Den verschiedenen Maßnahmen wird jeweils ein eigens Kapitel zugeordnet, in denen die Vor- und Nachteile im Boden-, Wasser- und Arten- schutz herausgearbeitet werden. Bei der Wahl der AUKM konzentriert sich die Arbeit ausschließlich auf die Ackerbauprogramme, da von diesen die größte ökonomische Wirkung ausgeht. Darüber hinaus unterscheiden sich Ackerbausysteme und Grünlandflächen in ihrer Ökologie und Art der Bewirtschaftung erheblich voneinander (Sanders & Heß, 2019). Obst und Gemüsebau, der Weinanbau und spezielle Programme zur Förderung der Nutztiere (z.B.: mehr Platzangebot zur Steigerung des Tierwohls) werden in dieser Arbeit nicht weiter behandelt. In einer anschließenden Gegenüberstellung des ökologischen Landbaus sowie der AUKM wird die Vorzüglichkeit und ihr Beitrag zum Umwelt- und zum Klimaschutz dargestellt. Die wichtigsten Aussagen werden in der Zusammenfassung aufgezeigt und mögliche Zukunftsstrategien beleuchtet

Ziel der Arbeit ist es, auf Grundlage von Literaturrecherchen, die Vor- und Nachteile entsprechender Politikinstrumente aufzuzeigen. Dabei gilt es die tatsächlichen stärken der unterschiedlichen Anbaumethoden darzustellen, um einen Vergleich zwischen den Wirkungen des ÖL und der AUKM vornehmen zu können. In dieser Gegenüberstellung soll herausgearbeitet werden ob die Wirkungen der AUKM als gleichwertig gegenüber den des ÖL zu bewerten sind oder diese in verschiedenen Aspekten übertreffen. Mögliche Wechselwirkungen durch die Kombination beider Wirtschaftsweisen und ihre Bedeutung werden eingebracht.

Aufgrund der hohen Trefferzahlen bei der Recherche wird sich weitestgehend auf wissenschaftliche Publikationen berufen. Die Integration von Umweltanliegen in die Agrarpolitik in den letzten Jahren war nämlich offensichtlich wenig erfolgreich. So verschlechterte sich der Zustand von Umwelt- und Naturressourcen in der Agrarlandschaft seit den 1980er Jahren weiter. Der hohe finanzielle Aufwand kann nur gerechtfertigt werden, wenn durch die Maßnahmen entsprechende Ziele erreicht werden können. Dabei spielt die Höhe in erster Linie keine Rolle, solange der Zustand durch entsprechende Maßnahmen nicht verschlimmert wird. Sollte dies jedoch nicht der Fall sein, ist der Einsatz finanzieller Mittel in der entsprechenden Höhe zu überdenken.

2 Ökologischer Landbau

Der ökologische Landbau (ÖL) gilt als eine besonders ressourcenschonende und umweltverträgliche Wirtschaftsform, die sich am Prinzip der Nachhaltigkeit orientiert (BMEL 2018). Geschlossene Nährstoffkreisläufe sowie die vorrangige Nutzung betriebsinterner und regionaler Produktionsmittel sind wichtige Erkennungsmerkmale dieses Produktionssystems. Die Chancen des ökologischen Anbausystems liegen in ihrer Nachhaltigkeit und besonderen Achtsamkeit gegenüber der Natur und all ihren Lebewesen.

In Mecklenburg-Vorpommern waren im Jahr 2020 987 Betriebe an die ökologische Produktionsweise flächengebunden. Ihre landwirtschaftlich genutzte Fläche belief sich dabei auf 164.319 Hektar (ha). Somit wurde auf 12,2 Prozent (%) der gesamten förderfähigen Fläche ÖL betrieben. Davon waren 61,9 % Dauergrünland und 37,2 % Ackerland (Landesamt für innere Verwaltung Statistisches Amt, 2021). Das durch den EPLR festgelegte Ziel von 160.000 ha ökologisch bewirtschafteter Fläche wurde somit im Jahr 2020 erstmalig erzielt. Die durchschnittliche Flächenausstattung auf Ökobetrieben beträgt 166,5 ha und liegt damit weit unter der durchschnittlichen Betriebsgröße konventioneller Betriebe, welche 2020 bei 281 ha lag (Landesamt für innere Verwaltung - Statistisches Amt , 2021).

Der ÖL ist durch Prinzipien und rechtlich bindende Richtlinien geprägt. So definieren die Prinzipien der internationalen Vereinigung biologischer Landbaubewegungen (IFOAM), die EU-Öko-Verordnung und die Verbandsrichtlinien den Rahmen für den ÖL. Durch eine Vielzahl von Einschränkungen im Bereich der Düngemittel und des Pflanzenschutzes ist der ÖL auf Alternativen angewiesen. So ist der Einsatz leicht löslicher Düngemittel verboten und die Aufwandsmenge von organischem Dünger, z.B. in Form von Mist, auf 170 kg N/ha und Jahr begrenzt. Chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel (PSM)sind gänzlich verboten; ein Alleinstellungsmerkmal des ÖL. Aufgrund der eben genannten Einschränkungen und weiterer Rechtsvorschriften ist mit einem Rückgang der Erträge zu rechnen. Die Umstellung auf den ÖL wird deswegen auch vor allem in Regionen durchgeführt, in denen bereits eine extensivere Bewirtschaftung stattfindet, da die Umstellung geringere Bemühungen kostet. Die tatsächlichen Ertragseinbußen in diesen Regionen sind prozentual sehr gering, so kann durch die Umstellung in manchen Fällen sogar eine Ertragsteigerung erzielt werden. Eine regionale Konzentration in Mecklenburg-Vorpommern ist vor allem in den südlichen und nordöstlichen Landesteilen mit hohem Grünlandanteil zu verzeichnen, sowie auf den Standorten der Ueckermünder Heide (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern , 2003). 13% der gesamten landwirtschaftlichen Fläche mit ökologischer Bewirtschaftung liegt in den Landkreisen Ludwigslust-Parchim und Vorpommern-Greifswald. Dies bestätigt die Annahme, dass sich ökologisch wirtschaftende Betriebe vorzugsweise in

Regionen mit ungünstigen Produktionsbedingungen ansiedeln. (Haller, et al., 2019) So sind die Erträge bei Winterweizen in Ludwigslust Parchim bei durchschnittlich 69,1 dt/ ha, während der Gesamtdurchschnitt Mecklenburg-Vorpommerns bei 81,1 dt/ ha liegt. Der ÖL wird aufgrund der Regelungen gerne in Naturschutzgebieten und extensiv genutzten Regionen gesehen. Durch seine nachhaltige Bewirtschaftung kann in diesen Gebieten ein Beitrag für den Boden-, den Gewässer- und den Artenschutz geleistet werden, ohne die landwirtschaftliche Produktion aufzugeben. In den nächsten Kapiteln werden die Auswirkungen des ÖL und seiner Verfahren in den Bereichen Bodenschutz, Gewässerschutz sowie Artenvielfalt und Biodiversität dargestellt.

2.1 Bodenschutz

Die Bodenfruchtbarkeit ist im ÖL eng mit der erzeugten Produktionsmenge verknüpft. So ist es nicht verwunderlich, dass sich das Handeln ökologisch wirtschaftender Betriebe stark auf den Zustand des Bodens fokussiert. Er ist die Schüsselressource für eine erfolgreiche Produktion und erbringt darüber hinaus wichtige ökosystematische Leistungen, wie z.B. Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungsfunktionen. Es gilt also Bodenabtrag, Bodenverdichtung, Nährstoffaustausch, Humusabbau und Gefahren für die biologische Aktivität des Bodens zu verringern, um einen fruchtbaren, biologisch intakten Boden zu schaffen und zu erhalten.

In Mecklenburg-Vorpommern sind 53% der landwirtschaftlichen Fläche potenziell wassererosionsgefährdet und 65% potenziell winderosionsgefährdet (Buck, 2014). Bodenabtrag, oder auch Bodenerosion, wird durch Eingriffe des Menschen ermöglicht. Erosive Niederschläge oder erosiver Wind führen zu Prozessen der Ablösung von Bodenpartikeln (Lütke Entrup & Oehmichen, 2006). Die Tendenz zu entsprechenden Vorgängen ist stark abhängig von der landwirtschaftlichen Nutzung, den Eigenschaften des Bodens und den vorherrschenden topographischen und klimatischen Bedingungen. Mecklenburg-Vorpommern ist bekannt für seine weitreichenden Ackerflächen, die historisch durch die Bodenreform und die Einführung von landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften (LPG) entstanden sind. Vor allem große zusammenhängende Flächen mit wenig Strukturelementen sind stark winderosionsgefährdet. Verursacht wird der Bodenabtrag unter anderem durch brache Flächen im Winter, den Anbau spätdeckender Kulturen wie Mais und Zuckerrübe, intensiver Bodenbearbeitung sowie Bodenverdichtungen. Um den Bodenabtrag zu verringern und die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und zu steigern sind die Fruchtfolgen im ÖL von großer Bedeutung. Der hohe Anteil von Kleegras unter mehrjährigem Anbau ermöglichen eine dichte Bedeckung und reduzieren das Risiko von Bodenabtrag. Vor allem sandige Böden sind stark von Bodenabtrag betroffen und können durch den Anbau von Kulturen mit dichter Bodenbedeckung profitieren.

Der Zwischenfruchtanbau ist bei den meisten Anbauverbänden (Demeter, Bioland) bereits Voraussetzung aber in der EU-Öko-Verordnung, gesetzlich jedoch nicht geregelt. Aufgrund des höheren Anteils von Sommerungen im ökologischen Landbau ist der Zwischenfruchtanbau meist grundlegend in den Betrieben vorhanden, auch um den Stickstoffbedarf zu decken. So wird über den Zwischenfruchtanbau eine geschlossene Pflanzendecke über die Wintermonate bis zur Frühjahrsaussaat gewährleistet und der Boden vor den vermehrten Herbst- und Frühjahrsniederschlägen und dem damit verbundenen Bodenabtrag geschützt. Die Zwischenfrüchte, bzw. deren abgestorbene Pflanzenreste, werden dem Boden als Gründünger zurückgeführt und der konservierte Stickstoff durch Abbauprozesse der Mikroorganismen pflanzenverfügbar gemacht. Zur Futterversorgung ist der Anbau mehrjähriger

Leguminosen in Form von Kleegrasgemengen fest in der Fruchtfolge etabliert. Durch den mehrjährigen Bewuchs der Fläche werden dieselben Effekte wie beim Anbau von Zwischenfrüchten erreicht.

Im ÖL ist der Anteil von Mais deutlich geringer als im konventionellen Bereich. Dies liegt unter anderem am späteren Reihenschluss und den damit verbundenen höheren Anforderungen an das Unkrautmanagement. Aufgrund des späten Reihenschlusses ist der Boden stark erosionsgefährdet. Eine Untersaat ist zur Unterdrückung der Beikräuter empfehlenswert, wird jedoch auch im ÖL nicht flächendeckend durchgeführt. Durch die Untersaat wird bis zum Erreichen des Reihenschlusses, die mittlere Abtropfhöhe verringert, wodurch die direkte Übertragung der kinetischen Energie des Niederschlags auf den Boden unterbrochen wird. Vor allem bei intensiven Frühjahrssiederschlägen können damit Verschlämungen und der Bodenabtrag verringert werden. Der ökologische Landbau verzeichnet somit einen niedrigeren Bodenabtrag aufgrund der oben genannten Indikatoren (Auerswald & Schwertmann, 1990).

Die Bodenbearbeitung, welche die Stabilität des Bodenverbands beeinflusst, spielt eine besondere Rolle für den Bodenabtrag. Die Störung des Bodengesetzes steigt mit zunehmender Intensität der Bodenbearbeitung. Aufgrund des Verbotes von chemisch-synthetischen PSM, speziell das Verbot von Herbiziden, ist das Pflügen ein wichtiger Teil des Unkrautmanagements, um Samen- und Wurzelunkräuter effektiv zu beseitigen. So werden eine intensive Bodenlockerung, eine zügige Erwärmung und eine damit verbundene Mineralisierung der Nährstoffe sichergestellt. Das Pflügen ist eine intensive Bodenbearbeitung und verursacht eine massive Störung des Bodengesetzes in den oberen Schichten, der sogenannten Ackerkrume. Nach Umbruch der Zwischenfrucht oder der mehrjährigen Kleegrasflächen ist die Fläche, bis zum Aufwachsen der folgenden Kultur, durch Bodenerosion und Verschlämung gefährdet (Wachendorf, et al., 2018). Fallstudien zur partiellen Direktsaat oder Minimalbodenbearbeitung werden umfassend erforscht, um die intensive Bodenbearbeitung und deren negativen Effekte auf die Bodenstabilität auf ökologisch bewirtschafteten Flächen zu reduzieren. Sie stellt die Landwirte jedoch vor große Herausforderungen, da sie, standortabhängig, mit erhöhten Untersaaten zur Beikrautunterdrückung und Bodenlockerung verbunden ist. Dabei muss eine intensive Förderung der Bodenaktivität gewährleistet werden, um die Mineralisierungsleistung zu steigern. Neben dem Pflügen kann auch die Unkrautbekämpfung mit Striegel und Hacke während der Vegetation negative Effekte auf den Bodenabtrag haben. Es ist mit einem zusätzlichen Befahrungsdruck aufgrund mehrfacher Unkrautregulierungsmaßnahmen zu rechnen, wenn auch Leguminosen-Grasgemenge als Untersaat die Wildkräuter nicht unterhalb der ackerbaulich akzeptablen Schwelle halten können. Die Häufigkeit ist abhängig von angebauter Kultur, Fruchtfolge, Samendruck im Boden usw. Es können somit vermehrt Verdichtungen mit ertragslimitierenden Wirkungen entstehen, welche eine schlechtere

Durchwurzelbarkeit und Besiedlung mit Mikroorganismen des Bodens zur Folge hat. Hangabwärts gerichtete Fahrspuren sind zudem durch Verschlämmlungen gefährdet infolge des erhöhten Bodenabtrages durch herabfließendes Wasser. So ist die Aggregatstabilität auf den ersten 10 cm konventioneller Flächen signifikant höher als auf ökologisch bewirtschafteten Flächen (Crittenden, et al., 2015). Im Mittel jedoch war die Aggregatstabilität um 15% höher als in der konventionellen Variante (Sanders & Heß, 2019). Grund dafür kann das Verbot des Einsatzes chemisch-synthetischer Dünger sein, welcher durch Gründünger und Wirtschaftsdünger im ökologischen Landbau ersetzt wird und eine erhöhte Zufuhr organischen Materials ermöglicht, wodurch die Steigerung des Humusgehalt gefördert wird.

Der Humusgehalt ist eng mit den physikalischen Parametern der Bodenfruchtbarkeit verbunden. Er fördert unter anderem die Aggregatstabilität, bei der die Bodenkrümel durch Wasserzugabe länger stabil bleiben und das Erosionsrisiko verringert wird. Der Humusgehalt ist abhängig von der Zufuhr organischen Materials und der Fruchtfolge mit seinen humusmehrenden und -zehrenden Fruchtarten und ist je nach Bodenart von unterschiedlich großer Bedeutung (Wachendorf, et al., 2018). Böden mit einem hohen Sand- und geringem Tonanteil sind abhängig von einem hohen Humusvorkommen, da der Großteil der Kationenaustauschkapazität auf diesen zurückgeht. Wichtige Kationen wie Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium werden an Tonminerale und Humus gebunden. Fehlen die Tonminerale können diese nur noch vom Humus gebunden werden. Sind beide Faktoren nur in geringer Menge vorhanden, kann es zur Auswaschung wichtiger pflanzenphysiologischer Nährstoffe kommen. Die fast ausschließliche organische Düngung führt dem Boden nicht nur ausreichend Nährstoffe für die in ihm lebenden Mikroorganismen zu, sondern ermöglicht auch eine vorbildliche Humuspflege. So entwickeln sich im Gegensatz zu konventionellen Böden, auf denen wegen des hohen Anteils mineralischer Dünger eine langsame Versauerung zu beobachten ist, biologische Böden entgegengesetzt und erhöhen ihren pH-Wert (Fließbach, et al., 2007). Mit dem Anstieg des Humusgehaltes steigt auch der Gehalt organischen Bodenkohlenstoffes, infolgedessen mit einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen (THG) aus den Böden zu rechnen ist. So war der Bodenkohlenstoff um 10% höher als im konventionellen Bereich (Haller, et al., 2019).

Wie oben bereits beschrieben bindet Humus wichtige Nährstoffe und vermindert das Auswaschungsrisiko. Mit abnehmendem Tongehalt nimmt die Bedeutung des Humusgehaltes zur Speicherung von Kationen zu. Das Verbot chemisch-synthetischer PSM im ÖL schließt nicht nur Nährstoffausträge aus, sondern wirkt auch dem Abbau von Humus entgegen, welcher durch einen Einsatz eben dieser gefördert werden würde. (Haber & Salzwedel, 1992). So sollte auch auf konventionellen Flächen die Wirkung des PSM auf den Humusgehalt nicht unterschätzt werden. Nicht sofort abgebaute Anteile der PSM werden von Humusteilchen und Tonmineralen absorbiert, wodurch ihre Zugänglichkeit für den Abbau durch

Mikroorganismen verringert wird und zur Auswaschung in Grundgewässer führen kann. In ökologischen Böden sind höhere Humusanteile vorzufinden (Pimentel, et al., 2005), welche die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens verbessern, sodass bei Trockenperioden oder Überschwemmungen Bio-Systeme einen Vorteil gegenüber konventionellen Betrieben haben (Niggli, et al., 2008).

Der mehrjährige Anbau von Leguminosen, beispielsweise Kleegrasgemenge, dient der Futtermittelgewinnung und ermöglicht eine Stickstoffanreicherung im Boden. Diese ist vor allem für Nachfolgekulturen mit hohem Stickstoffbedarf von großer Bedeutung ist. Die abgetragene Biomasse wird dem Boden im späteren Verlauf als Dünger, in Form von Gülle, zugeführt. Damit wird das Ziel der Kreislaufwirtschaft im ökologischen System erreicht. Der Effekt der organischen Düngung wurde bereits oben beschrieben. Nach mehrjähriger Bewirtschaftung erfolgt die Einarbeitung der Leguminosen. Der mehrjährige Leguminosenanbau hat dabei nicht nur den Humusgehalt des Bodens gesteigert, sondern den Boden mit Nährstoffen angereichert. Der Umbruch der Leguminosen muss dabei zeitlich gut abgepasst werden. Die Mineralisierung des Stickstoffs über die Zeit ist von Bedeutung. So kann eine schnelle Mineralisierung in der pflanzlichen Jugendentwicklung der Folgekultur dazu führen, dass der Stickstoff nur unvollständig aufgenommen wird. Die Folge wäre eine erhöhte Gefahr der Nitratauswaschung. Erfolgt die Mineralisierung jedoch zu langsam, wird die Kultur zu den Zeiten des höchsten Bedarfs nicht ausreichend versorgt (Wachendorf, et al., 2018)

Neben den bereits beschriebenen Indikatoren wird auch die biologische Aktivität vom Humusgehalt, der Zufuhr organischer Substanz, der Bodenbearbeitung und weiterer pflanzenbaulicher Maßnahmen beeinflusst. Durch die Bodenbearbeitung, vor allem mit dem Pflug, kann ein schwerer Eingriff in den Boden erfolgen. So reagieren vor allem Regenwürmer stark auf die typische Verdichtungszone der Pflugsohle. Sie sind ein Indikator für die Bodenfruchtbarkeit und siedeln sich bevorzugt auf fruchtbaren, biologisch aktiven Böden an mit intakter Bodenstruktur und gutem Wasserinfiltrationsvermögen. Trotz des vermehrten Pflugeinsatzes kann auf ökologisch bewirtschafteten Betrieben eine durchschnittlich 78% höhere Regenwurm-Abundanz festgestellt werden (Sanders & Heß, 2019). Zurückzuführen ist dies auf den Verzicht chemisch-synthetischer PSM, den Einsatz organischer Dünger und den Zwischenfrucht- und Untersaatbau, welcher eine andauernde Pflanzendecke gewährleistet und dem Boden Gründünger zuführen kann. Das organische Material stellt eine wichtige Nahrungsgrundlage für Bakterien, Pilze und Bodentiere dar, welche wiederum durch Abbauprozesse Nährstoffe für die Pflanzen verfügbar machen (Borowski, et al., 2009). Durch die andauernde Pflanzendecke auf ökologisch bewirtschafteten Flächen konnten mehr arbuskuläre Mykorrhiza-Sporen gefunden werden. Darüber hinaus ist eine bessere Kolonisation von Pflanzenwurzeln zu beobachten (Pimentel, et al., 2005). Vor allem in Trockenperioden, wie sie auch in den letzten Jahren in Mecklenburg-Vorpommern zugenommen haben, weisen die

Pflanzen, aufgrund ihrer besseren Kolonisation und der Möglichkeit auf tieferliegende Wasserdepots zurückgreifen zu können, eine höhere Toleranz auf (Pimentel, et al., 2005). Pflanzen, die zudem eine Symbiose mit arbuskulären Mykorrhiza-Pilzen eingehen, weisen bereits bei sehr geringen Phosphatzugaben eine Steigerung des Pflanzenwachstums auf und erreichen früher die Sättigung (Schüßler, 2009). Im Hinblick auf die häufig eher negativen P-Bilanzen auf Biobetrieben (Sanders & Heß, 2019), ist es von großer Bedeutung, im Boden lebende Mikroorganismen zu fördern, um von deren positiven Effekten zu profitieren. Lori et al. (2017) ermittelte in einer globalen Metaanalyse, dass in ökologisch bewirtschafteten Böden im Schnitt 59 % mehr Biomasse aus Mikroorganismen vorhanden ist, die zudem bis zu 84 % aktiver sind als unter konventioneller Bewirtschaftung.

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass eine höhere Bodenfruchtbarkeit im Ackerbau festzustellen und dies im Grünland zu vermuten ist. Somit trägt die ökologische Landwirtschaft zum Erosions- und Hochwasserschutz bei und hat eine bessere Bodenfruchtbarkeit bzw. -qualität als die Böden im konventionellen Anbau (Reganold & Wachter, 2016).

2.2 Gewässerschutz

Laut Bund für Umwelt und Naturschutz sind in Mecklenburg-Vorpommern 97% der Fließgewässer, 82% der Seen und alle Küstengewässer der Ostsee in einem schlechten ökologischen und 50% der Grundwasserkörper in einem schlechten chemischen Zustand. Gewässer gehören zu den natürlichen Ressourcen, welche einen wichtigen Lebensraum für Flora und Fauna darstellen. Die Belastung von Grund- und Oberflächengewässern durch Stoffeinträge, infolge der Ausbringung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, hat direkten Einfluss auf die Biodiversität, das Tierwohl und die menschliche Gesundheit. Zur Reduzierung entsprechender Stoffeinträge existieren bereits verschiedene Strategien und Richtlinien. So stellt die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) auf europäischer Ebene ein wichtiges Instrument dar, während die Nitratrichtlinie in Deutschland vornehmlich durch die DüV umgesetzt wird. Neben den Richtlinien sind aber auch die typischen ökologischen Anbauverfahren für eine gewässerschonende Flächennutzung ausschlaggebend. Es gilt also Stoffeinträge von hoher Toxizität und Umweltrelevanz aus der Landwirtschaft zu vermeiden bzw. zu reduzieren. Die relevanten Stoffgruppen, von denen eine aktuelle Gefährdungssituation ausgeht, sind Stickstoff (N), Phosphor (P), PSM und Tierarzneimittel (Sanders & Heß, 2019).

Die Belastung des Grundwassers stellt nicht nur für Deutschland, sondern auch global eine große Herausforderung dar. So überschritten 2013 in Mecklenburg-Vorpommern 15 bis 20 % der Messstellen den Grenzwert der Trinkwasserverordnung von maximal 50 mg/l Nitrat (Bachor, et al., 2015). Auslöser sind die Stickstoffüberschüsse, die auf intensiven landwirtschaftlichen Flächen entstehen (Sanders & Heß, 2019). Der Anbau von Zwischenfrüchten dient der zeitlichen Überbrückung von Vegetationslücken zwischen den Hauptfrüchten. In der Regel handelt es sich um schnell wachsende Pflanzenarten wie Senf, Phacelia usw. Der Zwischenfruchtbau ist ein fester Bestandteil des ökologischen Landbaus und verhindert das brach liegen der Flächen zwischen zwei Kulturarten. Mit Hinblick auf den Gewässerschutz dienen entsprechende Zwischenfrüchte der Reduzierung von Stoffeinträgen. So kann der Anbau von schnellwachsenden Nicht-Leguminosen (Senf, Triticale) den zurückgelassenen Stickstoff vor Auswaschungen bewahren und durch die Bedeckung des Bodens die Erosionsgefahr, welche einen weiteren Eintragungspfad darstellt, reduzieren. Bei Kulturpflanzen mit einem schlechten N-Ernteindex oder starken N-mineralisierenden Ernteverfahren, welche großen Mengen an leicht mineralisiertem Stickstoff hinterlassen, wirkt der Anbau schnellwachsender Nicht-Leguminosen Auswaschungen entgegen. Leguminosen wiederum ermöglichen eine Stickstoffanreicherung des Bodens, die aufgrund des Verzichtes auf leicht lösliche mineralische Dünger von großer Bedeutung sind. Dieser Systemansatz gewährleistet erst den Verzicht auf eben diese.

Die intensive Durchwurzelung der Zwischenfrüchte und deren Wurzelausscheidungen lockern den Boden und schaffen ein stabiles Bodengefüge mit einer verbesserten Porenstruktur. Der Effekt besteht aus einer stärkeren Durchlüftung und einer verbesserten Wasserzirkulation des Bodens. Er wird durch eine gesteigerte Infiltrationsfähigkeit gekennzeichnet. So weisen die ökologischen Varianten eine im Mittel um 137% höhere Infiltration auf (Sanders & Heß, 2019). Große Wassermengen können bei Extremniederschlägen besser aufgenommen werden und durch die verbesserte Wasserhaltefähigkeit/ Wasserspeicherfähigkeit gehalten werden. Auswaschungen, Verschlämungen und Erosion können somit reduziert werden. Aus der Studie geht außerdem hervor, dass der Mulcheffekt, welcher beim Absterben der Zwischenfrucht im Winter entsteht, die Evaporation des Bodens reduziert wird. So steht der Folgekultur mehr Wasser zur Verfügung als auf Flächen mit Brache. Die Höhe des zusätzlich zur Verfügung stehenden Wassers wird von der Transpirationsrate der Zwischenfrucht beeinflusst. So weist Senf eine sehr hohe Transpiration auf, während Phacelia und Roggen deutlich geringere Werte aufweisen. Grundsätzlich wurde jedoch bei allen Zwischenfrüchten, im Vergleich zur Brache, mehr Wasser im Boden gespeichert. Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass die Zwischenfrüchte nicht nur die Infiltrationsfähigkeit des Bodens steigern und damit Nährstoffauswaschungen verringern, sondern der Boden die Folgekultur aufgrund der höheren Wasserspeicherfähigkeit mit mehr Wasser versorgen kann (Gentsch, et al., 2021).

Die rechtlich festgelegte Flächenbindung des Tierbesatzes wirkt regionalen Nährstoffüberschüssen und deren Eintrag in Gewässer entgegen; genauso wie die Begrenzung der Aufwandmenge von 170 kg N/ha und Jahr. Die organischen Dünger entfalten ihre Wirkung auf Pflanzen langfristiger und werden in der Regel weniger schnell ausgewaschen als mineralische Dünger (Wachendorf, et al., 2018).

Sanders & Heß (2019) verglichen im Thünen Report 65 eine Vielzahl von Studien. Studien, welche der Gütekategorie A+⁵ zugeordnet wurden, ergaben, dass der N-Austrag pro Hektar bei konventioneller Bewirtschaftung im Mittel bei 27 kg N/ha lag, während sich dieser unter ökologischer Bewirtschaftung im Mittel auf 17 kg N/ha belief. Die Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus mit Hinblick auf die reduzierten Stoffeinträge spiegeln sich unter anderem in langjährigen Praxisbeispielen wider. So wird in den Wasserschutzgebieten der WasserverSORGER in München und Leipzig ÖL betrieben, wodurch ein kontinuierlicher Rückgang der Nitratkonzentration erzielt wird.

⁵ Studien der Gütekategorie A+ weisen ein experimentelles Design auf, welches darauf schließen lässt, dass die ökologischen und die konventionellen Varianten vergleichbar sind und für beide Bewirtschaftungsformen als repräsentativ eingestuft werden, zudem wird zusätzlich die gesamte Fruchfolge erfasst.

50% der diffusen Einträge von Phosphor sind auf die Erosion zurückzuführen, weitere entstehen durch Oberflächenabfluss und Drainagen (Holsten, et al., 2016). Laut des Bundesministeriums für Umwelt sind fast 100% der deutschen Ostseegewässer von Eutrophierung betroffen. Grund dafür ist das vermehrte Algenwachstum aufgrund ansteigender Stickstoff- und Phosphorgehalte. Das vermehrte Algenwachstum verursacht, durch den hohen Sauerstoffverbrauch, einen Sauerstoffmangel, wodurch es zu einem Verlust der aquatischen Flora und Fauna kommt. Außerdem werden weitere verschiedene Phosphorformen freigesetzt und der Eutrophierungsprozess weiter vorangetrieben. Wie in Kapitel 2.1 beschrieben, leistet der ÖL einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung von Erosionen. Aufgrund der geringeren Erosionsgefahr im ÖL ist davon auszugehen, dass ebenfalls mit einer Reduzierung der P-Austräge zu rechnen ist. Auch die oftmals negativen P-Bilanzen auf Biobetrieben lassen vermuten, dass die Einträge geringer ausfallen. (Sanders & Heß, 2019)

Die Einträge von P durch Erosionsereignisse sind jedoch stark kontextabhängig und hängen von den jeweiligen Böden und der Nutzung ab. So sind gut versorgte sandige Böden mehr von Abtragungen betroffen als lehmige und tonige Böden. Aufgrund des bestehenden Wissensdefizits lässt sich keine eindeutige Aussage darüber treffen, ob die Phosphoreinträge infolge von Erosion durch den ÖL geringer oder höher sind im Vergleich zum konventionellen Landbau.

Stoffeinträge aus chemisch-synthetischen PSM sind von hoher Umweltrelevanz. Herbizidrückstände machen mengenmäßig den größten Anteil der Belastung des Grundwassers durch PSM aus (Barufke, et al., 2019). Aus Berichten geht hervor, dass bei aquatischen Lebewesen Verzwitterungen und Verschiebungen im Geschlechtsverhältnis bei Aufnahme von PSM zu beobachten waren (Lambert, et al., 2015). Die PSM schädigen nicht nur die Wasserlebewesen, sondern nehmen direkten Einfluss auf die Biodiversität. So ist gemäß Artikel 4 der EU-Öko-Verordnung die Verwendung chemisch-synthetischer PSM sowie der Einsatz von Herbiziden untersagt. Es gibt jedoch auch im ÖL zugelassene PSM, basierend auf Mikroorganismen, Pflanzenextrakten, Eisen-III-Phosphat, Kaliseife und Kaliumcarbonat, Öle, Pheromone, Kupfer und Schwefel sowie Pflanzenstärkungsmittel. Grundsätzlich sind sie weniger wirksam als konventionelle synthetische PSM. Als besonders kritisch ist jedoch der Einsatz von Kupfer zu sehen (Wachendorf, et al., 2018).

Es gibt kaum einen anderen Stoff, der für den Ökolandbau so elementar ist und in der Öffentlichkeit so umstritten. Kupfer wird vor allem im Obst- und Gartenbau angewandt, findet aber auch im Kartoffelanbau, als Fungizid zur Bekämpfung von Pilzen wie der Kartoffelfäule, seinen Einsatz. Im ökologischen Landbau ist der Einsatz auf 3 kg Cu/ ha und Jahr begrenzt. Im konventionellen Landbau liegt die Mengenbegrenzung mit 6 kg Cu/ha und Jahr doppelt so hoch. Kupfer ist, aufgrund seiner schwerlöslichen Kupferverbindungen, unbeweglich im

Boden und stellt deswegen keine Gefahr für die Austragung ins Grundwasser dar. Der Eintrag in Oberflächengewässer ist jedoch als kritisch zu sehen, da auch geringe Konzentrationen toxisch auf Mikroorganismen und Weichtiere wirken und die Organismen in den Oberflächengewässern verändern. Der Eintrag in die Oberflächengewässer kann somit nur durch Erosion und Verschlammung erfolgen (Lütke Entrup & Oehmichen, 2006). Der Eintrag unter ökologischer Bewirtschaftung ist, mit Blick auf seine erosionsmindernden Maßnahmen und der Mengenbegrenzung, als gering zu bewerten. Die Anreicherung im Boden infolge langjähriger Anwendungen kupferhaltiger PSM ist dennoch aufgrund seiner toxischen Wirkung gegenüber Bodenorganismen insbesondere Regenwürmern als kritisch zu betrachten und entspricht nicht dem Grundsatz des ÖL zur Erhaltung und Verbesserung des Bodenzustandes (Jänsch & Römbke, 2009).

Der Verzicht chemisch-synthetischer Mittel, das Verbot von Herbiziden und die Mengenbegrenzung von Mitteln, welche als kritisch bewertet werden, ist eine wesentliche Charakteristik und als Alleinstellungsmerkmal des ÖL anzusehen. So ist zu schlussfolgern, dass eine Belastung durch PSM im ÖL weitestgehend ausgeschlossen ist.

Der Eintrag von Tierarzneimitteln erfolgt in erster Linie durch die Ausbringung von Wirtschaftsdünger auf den Flächen, sowie bei der Außen- und Weidehaltung auf Grünland, da 80% der Wirkstoffe von den behandelten Tieren wieder ausgeschieden werden (Sanders & Heß, 2019). Mit dem im Jahr 2006 eingeführten Verbot des Einsatzes von Antibiotika als Wachstumsbeschleuniger sollte auf die übermäßigen Einträge reagiert werden. Weiterhin werden jedoch noch immer große Mengen zur metaphylaktischen⁶ Behandlung eingesetzt (Vidaurre & Lukat, 2016). Die Folge ist eine deutliche Zunahme der bakteriellen Resistenzen auf Antibiotika im Zusammenhang mit der menschlichen Gesundheit. Im ÖL beruht die Gesundheitsvorsorge hauptsächlich auf vorbeugenden Maßnahmen, wie der Wahl robuster Rassen, dem Verbot des präventiven Einsatzes von Arzneimitteln, geringerer Tierbesatzdichten usw. Ist eine Behandlung der Tiere unumgänglich, werden phytotherapeutische und homöopathische Tierarzneimittel den chemisch-synthetischen Mitteln wie Antibiotika vorgezogen (Sanders & Heß, 2019). Auch ist der flächengebundene Tierbesatz ein wirksames Instrument, um regional erhöhte Konzentrationen an Tierarzneimitteleinträgen auszuschließen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der ÖL einen effektiven Präventionsansatz zum Schutz der Grund- und Oberflächengewässer darstellt. Dies gilt besonders für den Eintrag von Nitrat und chemisch-synthetischen PSM. Deswegen kann die ökologische

⁶ Behandlungen, die, aufgrund von Krankheitsfällen bei Einzeltieren, in GesamtTierbeständen durchgeführt werden, um das Risiko weiterer Erkrankungen zu mindern (Sanders & Heß, 2019)

Landwirtschaft auch besonders zur Bewirtschaftung von Wasserschutzgebieten empfohlen werden.

2.3 Arten- und Biodiversitätsschutz

Laut dem Übereinkommen der biologischen Vielfalt (United Nations Convention on Biological Diversity, (CBD)) umfasst die biologische Vielfalt drei Ebenen: die Vielfalt der Ökosysteme, die Artenvielfalt und die genetische Vielfalt innerhalb der Arten. Die Landwirtschaft hat einen erheblichen Einfluss auf die Artenvielfalt der Agrarlandschaft, also auf die Diversität der Flora und Fauna und beeinflusst diese durch die Art der Landnutzung. So hat die bäuerliche Landwirtschaft erst dazu geführt, dass vielfältige Kulturlandschaften und Lebensräume für wildlebende Arten entstanden sind. Laut Wingender, et al. (2002) sind 0,9% bis 3,9% der Säugetiere, Vögel, Schwebfliegen, Laufkäfer und Gehäuseschnecken an die landwirtschaftliche Nutzung gebunden. Bei Wildbienen, Schmetterlingen und Heuschrecken sind es 11% bis 23% und bei Gefäßpflanzen 33% der Arten. Auf der anderen Seite gilt sie als eine der Hauptverursacher für den Rückgang der Biodiversität im Agrarsektor, was wissenschaftlich gut belegt ist. Wesentlich ist der Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln, die Ausbreitung der intensiven Landwirtschaft in biodiversitätsreiche Naturhabitatem durch Landnutzungsänderungen und die zunehmende Homogenisierung durch einseitige Fruchfolgen; hin zu großen, einheitlichen Flächen. Ein zentrales Ziel des ÖL ist der Beitrag zu einem hohen Niveau an biologischer Vielfalt. So führt eine Vielfalt von Fruchtarten, der Wechsel zwischen Sommerung und Winterung, sowie der mehrjährige Anbau von Kulturen und Zwischenfrüchten zur Verbesserung der Lebensraumbedingungen verschiedener Arten (Sanders & Heß, 2019).

Es ist anzunehmen, dass mit zunehmender Biodiversität auch ein stabileres Ökosystem vorzufinden ist, welches besser mit Klimaveränderungen und Schadstoffeinträgen durch Dünge- und Pflanzenschutzmittel umgehen kann. Im Folgenden wird der Schwerpunkt zur Beurteilung der Leistung des ÖL zum Biodiversitätsschutz auf der Betrachtung derjenigen Arten liegen, welche ihren Verbreitungsschwerpunkt in landwirtschaftlich genutzten Lebensräumen haben oder diese als Nahrungs- oder Teillebensräume benötigen. Während vor allem Vögel, räuberische Insekten, Spinnen, bodenwohnende Organismen und die Ackerbegleitflora von der ökologischen Bewirtschaftung profitieren, gibt es keine Unterschiede für Krankheiten und nicht-räuberische Insekten zwischen konventionellem und ökologischem Landbau (Kellermann, 2020).

Auch der ÖL versucht über Maßnahmen wie angepasste Fruchfolgen, Bodenbearbeitung, Beikrautregulierung und Untersaaten auf Ackerunkräuter bzw. die Ackerbegleitflora Einfluss zu nehmen. Dabei geht es in erster Linie nicht um die vollständige Vernichtung des Vorkommens jeweiliger Problemarten, sondern lediglich um die Reduzierung auf ein Niveau unterhalb der Schadsschwelle. Trotz der Maßnahmen zur Beikrautregulierung ist die Artenzahl an Ackerwildkräutern doppelt so hoch wie auf konventionell bewirtschafteten Flächen (Haber & Salzwedel, 1992). Grund dafür ist die geringere Wirkung der mechanischen Beikrautregulierung auf die Flora und der Verzicht von Herbiziden (Wilhelm, 2016). Herbizide weisen meist ein großes Wirkungsspektrum auf und sind in den letzten Jahren wirksamer geworden, wodurch auch Unkräuter beseitigt werden, die per se keine negativen Auswirkungen auf die Hauptkultur aufweisen. Aufgrund des Verzichtes sind auf ökologisch bewirtschafteten Flächen vor allem Pflanzenarten mit hohem Naturschutzwert anzutreffen (Ammer, et al., 1995). Durch den Einsatz organischer Dünger ist außerdem ein geringeres Nährstoffniveau auf den Flächen vorzufinden. Die geringere Kulturdichte bietet nicht nur wildlebenden Pflanzenarten die Möglichkeit sich zu etablieren, sondern sorgt auch für mehr Lebensraum und Nahrung für viele Tierarten, womit der Erhalt der Artenvielfalt in Ackerlandschaften gefördert wird (Sanders & Heß, 2019). Während sich die meisten oben genannten Faktoren auf das Ackerland beziehen, so ist dies ebenfalls auf das Dauergrünland zu übertragen. Geringere Nährstoffzufuhren ermöglichen es konkurrenzschwachen und lichtbedürftigen Pflanzenarten sich anzusiedeln. Durch die Beweidung sind oft erst Arten anzutreffen, die von eben dieser Bewirtschaftung abhängig sind.

Mit einer höheren Pflanzendiversität steigt auch die Chance für eine höhere Artenvielfalt im Tierreich (Kellermann, 2020). Außerdem ist auch mit einer höheren Agrobiodiversität zu rechnen, da sich der ÖL für den Erhalt von alten Pflanzensorten einsetzt und viele verschiedene, statt nur weniger hochproduktiver, Sorten bedient (Borowski, et al., 2009).

Die vielfältigen Fruchfolgen mit ihren verschiedenen Blattfruchtarten und deren Blüten (Leguminosen, Sonnenblumen) ist für viele Arten von Bedeutung. So werden durch die zeitlich versetzte Bearbeitung der Flächen je nach Kultur die Lebensraumbedingungen für viele Arten verbessert. Ihnen stehen über einen größeren Zeitraum Ausweichmöglichkeiten zur Verfügung und Bestäuber finden ausreichend Nahrung. Einseitige Fruchfolgen und große Flächen, auf deren häufig Erntemaßnahmen zeitgleich erfolgen, nehmen vielen Arten abrupt die Nahrungsgrundlage. Der Anbau mehrjähriger Leguminosen wie Kleegrasgemenge hingegen, bietet vielen Lebewesen ein ganzjähriges Habitat. Neben der Fruchfolge beeinflusst auch die Ackerbegleitflora das Vorkommen speziell von Bienen. Diese sind stark vom Blütenangebot und Nistsubstraten abhängig. Durch den höheren Anteil stehen den Bienen, neben den in der Fruchfolge angebauten Kulturen, die Blüten der Ackerwildkräuter

als Nahrungsquelle zur Verfügung. Entsprechende Methoden des ÖL führen zu einer 3-mal höheren Biodiversität von Bienen und einer 7-mal höheren Individuenzahl als auf konventionellen Feldern. (Pfiffner & Balmer, 2011). Neben dem Verzicht von Herbiziden ist allgemein der Einsatz chemisch-synthetischer PSM verboten. So weisen auch Insektizide in der Regel ein hohes Wirkungsspektrum auf und unterscheiden nicht zwischen Schädling und Nützling. Der Verzicht und die vorbeugenden Maßnahmen zur Reduzierung von Schädlingen durch die Fruchtfolgen ermöglichen, dass auch Nützlinge und natürliche Feinde erhalten bleiben, welche der Eindämmung von Schädlingen und Krankheitserregern dienen (Sanders & Heß, 2019).

Der Einsatz von Insektiziden wirkt sich nicht nur auf die Insekten selbst aus, sondern auch auf die Vogelpopulation. Durch den Verzicht kann eine Erhöhung des Bruterfolges bei Feldlerche und Grauammer erzielt werden (Illner, 2009). Auch die lichteren Bestände, sowohl auf Grün-, als auch auf Ackerland, ermöglichen dem Gelege eine einfachere Fortbewegung zur Nahrungssuche. Die Bodenbearbeitung durch Hacke und Striegel, oder auf Grünland durch Mahd, zur Futtergewinnung nimmt jedoch keine Rücksicht auf bodenbrütende Vogelarten. Der Einsatz schädigt indirekt die Nester und auch direkt das Gelege. Lediglich eine Bewirtschaftungspause, zum Beispiel das Verzögern der ersten Mahd auf den Zeitraum nach der Brut, ist ein effektiver Weg, um Gelegeverluste durch den maschinellen Einsatz zu verhindern. Möglich ist ebenfalls die sogenannte Mosaikmahd oder das alternierende Mähen bei dem Insekten ein Rückzugsraum geboten wird

Die alleinige ökologische Bewirtschaftung der Fläche reicht nicht aus, um die Artenvielfalt in der Kulturlandschaft insgesamt zu erhalten. Es ist ein angemessener Anteil von Landschaftsstrukturen nötig, da diese von vielen Arten als Teillebensraum genutzt werden (Sanders & Heß, 2019). Sind entsprechende Habitate nicht ausreichend in der Landschaft vorhanden, so kann durch den ÖL kein großer Effekt erwartet werden. Somit wird die Wirkung der Anbausysteme stark durch die Landschaftseffekte überlagert. Sind entsprechende Habitate vorhanden, wie z.B. Brachstreifen, kann, laut Holuschuh et al 2008, in Kombination mit dem ÖL die Abundanz von solitären Bienen um 60% und von Hummeln um 150% gesteigert werden. Aufgrund der Industrialisierung der Agrarlandschaft nach dem 2. Weltkrieg sind vor allem in den Neuen Bundesländern und somit auch in Mecklenburg-Vorpommern, die Flächen durch die Beseitigung oder Verkleinerung von natürlichen und halbnatürlichen Strukturelementen, im Zusammenhang mit flächendeckender, intensiver Nutzung und Schlagzusammenlegung (Flurbereinigung), geprägt. Der Verlust von geeigneten Habitaten und die Fragmentierung der Lebensräume gehören zu den wesentlichen Verursachern des weltweiten Rückgangs der biologischen Vielfalt. So ist vor allem der heimische Rotmilan abhängig von Ackersäumen und Hecken als Nahrungshabitat. Zusammenfassend geht aus den Ergebnissen von Bengtsson, et al. (2005) hervor, dass die

Artenzahl, im Mittel der untersuchten Artengruppen, durch ökologische Bewirtschaftung um 30% und die Abundanz um 50% erhöht werden könne. Verändert man die Betrachtungsebene und bezieht die gesamte Fruchtfolge ein, statt, wie in den meisten Studien, nur einzelne Felder und Fruchtarten, ist von einem noch höheren Effekt auf die Artenvielfalt durch ökologische Bewirtschaftung auszugehen (Gabriel, et al., 2010). Grundsätzlich besteht im Bereich des Artenschutzes noch Forschungsbedarf, da die meisten Studien nur über einen unzureichenden Zeitraum laufen und meist nur Felder, aber keine ganzen Gebietskulissen betrachtet werden.

2.4 Ernährungssicherung

Die Ertragslücke zwischen ökologischem und konventionellem Landbau ist das Zentrum der derzeitigen Landnutzungs- und Nachhaltigkeitsdebatte. Zielsetzung laut Bundesregierung sind 20 % ÖL in Deutschland. Weitere Regierungsorganisationen, unter anderem Bündnis 90/ die Grünen, fordern darüber hinaus 100 % Bio. Hierbei stellt sich die Frage, ob bei derzeitigem Ertragsniveau die Versorgung der Bevölkerung gewährleistet werden kann, ohne auf Agrarimporte angewiesen zu sein, welche unter anderem mit Verlagerungseffekten einhergehen. So liegen die Ertragslücken im Durchschnitt zwischen 20-40% unter dem Referenzniveau konventioneller Produktionssysteme (Kreysa & Körver, 2020).

Ursache für die meist geringeren Erträge im ökologischen Pflanzenbau sind auf die niedrigere Bewirtschaftungsintensität, das komplexere Nährstoffmanagement, beziehungsweise auftretende Nährstoffinsuffizienzen und weniger Kontrollmöglichkeiten von akuten Krankheits- und Schädlingsausbrüchen zurückzuführen (Seufert & Ramankutty, 2017). Außerdem besteht ein erheblicher Unterschied zwischen den Ackerkulturen und den Regionen, in denen die Früchte angebaut werden. So ist die Ertragslücke bei Hackfrüchten aufgrund der atmosphärischen Stickstofffixierung vergleichsweise gering, während sie bei Raps, aufgrund der fehlenden Möglichkeiten der Krankheits- und Schädlingskontrolle (PSM), um ein Vielfaches größer ist.

Mit Hinblick auf die steigende Weltbevölkerung und den zunehmenden Rückgang landwirtschaftlicher Nutzfläche, kann eine ausschließliche ökologische Bewirtschaftung zu einer extremen Nahrungsmittelknappheit führen. Vor allem in Ländern, in denen es bereits zu wenig Fläche gibt, um die dort lebende Bevölkerung zu ernähren, ist die Denkweise, dass der ökologische Landbau die derzeitige Weltbevölkerung ernähren könne, als sehr egoistisch zu bewerten (Kellermann, 2020). Vor allem in Jahren mit hohem Schädlingsdruck, Missernten aufgrund von Wetterextremen oder starker Vermehrung von Unkräutern aufgrund guter Wachstumsbedingungen, sind 20% Mehrertrag von großer Bedeutung. Die Erträge variieren jedoch sehr stark, abhängig von Pflanze, bewirtschaftungsweise, Ort, Fruchtfolge usw. Es können gleich hohe Erträge erreicht werden wie im konventionellen Anbau und das bei gleichzeitiger Düngemitteleinsparung. So führt in vielen Entwicklungsländern der ÖL zur Steigerung der Ernteerträge. Vor allem auf schlechten Böden oder in schwierigen Anbaugebieten kann im ÖL ein enormes Potenzial liegen, um zur Ernährungssicherung beizutragen (Badgley, et al., 2007). Grundsätzlich gilt es, die Erträge im ÖL zu steigern. Zielbringend kann eine entsprechende Züchtung robuster Pflanzenarten und-sorten mit einer hohen Nährstoff- und Wassernutzungseffizienz, Krankheitsresistenzen, sowie einer hohen Resilienz sein (Kellermann, 2020). Auch sollte der Verlagerungseffekt nicht außer Acht

gelassen werden. So kann sicherlich eine 100% ökologische Landwirtschaft in Deutschland umgesetzt werden, aber die damit wahrscheinlich verbundenen hohen Importe von Lebensmitteln aus anderen Ländern steigern, unter anderem, die weitere Abholzung des Regenwaldes, um die in Deutschland fehlenden Nahrungsmittel zu produzieren und zu kompensieren. Dieser Verlagerungseffekt hat weitreichende Folgen für die Biodiversität und das Klima (Cwienk, 2022). Außerdem würde eine Umstellung auf 100% ökologische Produktion, bei gleichbleibenden Erträgen, zu einer erhöhten landwirtschaftlichen Flächennutzung führen, welche weder realisierbar noch erstrebenswert ist, da dies potenziell negative Wirkungen auf die Waldfläche hat (Haller, et al., 2019). Diese Verlagerungseffekte haben weitreichende Folgen für die Biodiversität, das Klima und den Bodenschutz, wodurch eine 100% ökologische Landwirtschaft unter diesen Aspekten überdacht werden sollte.

Die aktuelle politische Situation zeigt noch einmal auf, welche Bedeutung die Ernährungssicherung für Deutschland hat. So ist Deutschland sowohl abhängig von den Importen ökologischer, als auch konventioneller Rohnährstoffe wie Mais, Soja und Weizen. Die Ernährungssicherheit ist in Folge des Ukraine-Krieges zwar nicht gefährdet, es stellt sich jedoch künftig die Frage, ob die Landwirtschaft auf mehr Nachhaltigkeit verzichtet, um den angespannten Nahrungsmittelmarkt zu entlasten; oder sogar mehr zu exportieren. Oder wird weiterhin auf hohe Nachhaltigkeitsstandards gesetzt, auf die Gefahr hin, dass es an anderer Stelle zu noch höheren Umweltkosten führt, wenn andere Länder mehr produzieren müssen. Neben den gelieferten Nahrungsmitteln kommt zudem ein Großteil der Düngemittel aus Russland und der Ukraine. Die Politik reagiert rasch und stellt inzwischen ökologische Vorrangflächen frei zur vorrübergehenden Futtererzeugung. Dies ist vor allem für Viehbetriebe im ökologischen Bereich von großer Bedeutung, da diese einen Großteil der ökologischen Futtermittel aus der Ukraine beziehen und so die Abhängigkeit von Futtermitteleinfuhrn verringert wird (Hungerkamp, 2022). Es werden Stimmen laut, dass es sinnvoll sein kann, die konventionelle Landwirtschaft nachhaltiger zu gestalten, statt an festen Quoten für den Biolandbau festzuhalten. Boden-, Gewässer- und Artenschutz sind nicht weniger wichtig, weil in Folge des Ukraine-Krieges mehr produziert werden muss. Vorschriften und Richtlinien sind nach wie vor wichtige Wegweiser zu einer nachhaltigeren Landwirtschaft. So wird in der Debatte auch der Konsum tierischer Produkte stärker thematisiert, egal ob aus ökologischer oder konventioneller Herkunft.

Grundsätzlich ist ein ganzheitliches agrarökologisches System erstrebenswert, jedoch sollte, im Hinblick auf die Konsumgewohnheiten und der Nahrungsmittelverschwendungen, die Betrachtungsweise über die landwirtschaftliche Produktion hinausgehen und das gesamte Agrar- und Ernährungssystem in den Transformationsprozess mit einbezogen werden. So kann nach derzeitigem Stand die gesamte Bevölkerung auch unter ökologischer

Bewirtschaftung ernährt werden (Kellermann, 2020), wenn die Verteilung der Produktionsmittel anders erfolgt, weniger Fläche zur Futterproduktion eingesetzt und die Nahrungsmittelverschwendungen reduziert wird, ohne eine Ausdehnung der Ackerfläche (Badgley, et al., 2007).

Die kontroverse Diskussion um die tatsächliche Leistung des ÖL gestaltet sich schwierig. So entzieht sich der Schlagabtausch, der zwischen den verschiedenen Fronten und auf Grundlage der wissenschaftlichen Publikationen erfolgt, teils jeglicher wissenschaftlicher Grundlagen. Auf dieser Basis ist es schwierig, sowohl für weite Teile der Bevölkerung als auch für die Politik und die Landwirte, sich eine objektive Meinung zu bilden. Weitere Forschungen in diesem Bereich sind deswegen unumgänglich, um Gewissheit zu schaffen und auch politisch einen Weg zu formulieren, wie die Agrarwirtschaft in den nächsten Jahren gestaltet werden soll.

3 Flächendeckende Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen

Seit 1992 - eingeleitet mit der Mc-Sharry-Agrarreform - sind die Agrarumweltprogramme EU-weit ein fester Bestandteil der GAP. Sie dienen in erster Linie dem Erhalt und der Steigerung der biologischen Vielfalt, der Verbesserung der Bodenstruktur, der Verringerung der Düngungs- und Pflanzenschutzeinträge und dem Tierschutz. Durch den Einsatz von AUKM als politisches Instrument kann somit eine ganze Reihe von Umweltaspekten angesprochen werden, von denen eine Vielzahl multiple Wirkungen entfalten können. Die Erhaltung von Standorten mit geringem Ertragspotenzial, welche eine Bewirtschaftung unrentabel machen, können durch entsprechende Maßnahmen aufrechterhalten werden. Diese Standorte erfüllen meist eine Reihe wichtiger Ökosystemleistungen, wie den Erhalt der Biodiversität und einer vielfältigen Landschaft, welche aufgrund der genannten Indikatoren als besonders schützenswert einzustufen sind. Das Landschaftsbild Mecklenburg-Vorpommerns ist durch großstrukturierte Landwirtschaft mit deutlichem Schwerpunkt im Pflanzenbau geprägt. So wurden 2020 auf knapp drei Viertel der Ackerfläche Getreide, Ölfrüchte und Hülsenfrüchte angebaut. Zudem war die Rapsfläche mit einem Anteil von 16,7 % die größte im deutschen Ländervergleich (Landesamt für innere Verwaltung - Statistisches Amt, 2021).

Mecklenburg-Vorpommern stellte in der Förderperiode 2014-2020 vier Länderprogramme zur Verfügung, bei deren freiwillige Teilnahme die Landwirte sich verpflichten, die Bewirtschaftungsauflagen in den Förderrichtlinien des Landes einzuhalten. Zu den vier Länderprogrammen gehören die vielfältigen Kulturen im Ackerbau, extensive Dauergrünlandbewirtschaftung, naturschutzgerechte Grünlandnutzung, sowie die Bereitstellung von Strukturelementen. Folgend wird der Fokus auf den Ackermaßnahmen vielfältiger Kulturen im Ackerbau und der Bereitstellung von Strukturelementen liegen. Die verschiedenen Fördertatbestände innerhalb der Programme und deren Unterscheidung, in Abhängigkeit von der primär gewünschten Nutzung in den Fördervarianten, werden dabei berücksichtigt.

Im Jahr 2020 wurden im Rahmen der 2. Säule 213.970⁷ ha in Mecklenburg-Vorpommern, in Kofinanzierung des EPLR, gefördert. So werden auf ca. 6,26 % der landwirtschaftlichen Fläche AUKM von Landwirten durchgeführt, welche auf vertraglicher Basis und gegen Entgelt ökologische Leistungen auf ihren bewirtschafteten Flächen erbringen. In den nächsten Kapiteln werden die verschiedenen Programme beschrieben und ihr Beitrag zum

⁷ Die Fläche umfasst die Programme „Vielfältige Kulturen im Ackerbau“, „Extensive Dauergrünlandbewirtschaftung“, „Naturschutzgerechte Grünlandnutzung“ sowie die „Bereitstellung von Strukturelementen auf dem Ackerland“, unter Ausschluss der Fläche für den ökologischen Landbau.

Natur- und Umweltschutz dargestellt. Die Teilnahme kann sowohl durch konventionelle als auch ökologische Betriebe erfolgen.

3.1 Anbau von vielfältigen Kulturen im Ackerbau

Das Länderprogramm „Anbau vielfältiger Kulturen im Ackerbau“ gehört zu einem der am meisten in Anspruch genommenen AUKM. Im Jahr 2020 wurden in Mecklenburg-Vorpommern auf einer Fläche von 142.300 ha (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2021) die Bewirtschaftungsauflagen der vielfältigen Kulturen durchgeführt und im Rahmen des EPLR gefördert. Damit ist der EPLR-Zielwert von 135.000 ha in Mecklenburg-Vorpommern erreicht.

Bei der Teilnahme am Anbau vielfältiger Kulturen⁸ im Ackerbau verpflichten sich die Landwirte, über einen Zeitraum von 5 Jahren, mindestens 5 verschiedene Hauptfruchtarten anzubauen, wobei Leguminosen, oder Gemenge, welche Leguminosen enthalten, mindestens 10% der Ackerfläche einnehmen. Während der Übergangsperiode ab 2021 wurde der Verpflichtungszeitraum auf 2 Jahre verringert. Alle Hauptfruchtarten dürfen 10% der Ackerfläche des Betriebes nicht unterschreiten und 30% der Ackerfläche nicht überschreiten. Der Getreideanteil der Fruchfolge darf 66% nicht überschreiten. Werden mehr als 5 Hauptfruchtarten angebaut, welche den Mindestanteil von 10% nicht erreichen, dürfen mehrere Hauptfruchtarten zum Erreichen der 10% zusammengefasst werden. Das Länderprogramm vielfältige Kulturen umfasst 3 Fördertatbestände, die sich hinsichtlich der Anteile großkörniger Leguminosen unterscheiden. In Variante 1 ist die Mindestanforderung von 10% Leguminosen einzuhalten, bei der sowohl groß-, als auch kleinkörnige Leguminosen Anwendung finden können. Erfolgt die Zuwendung nach Variante 2, sind auf mindestens der Hälfte der Leguminosenfläche großkörnige Leguminosen anzubauen. Wird die Zuwendung nach Variante 3 gewählt, ist ein vollständiger Anbau von großkörnigen Leguminosen auf mindestens 10% der Ackerfläche verpflichtend. Wie in fast allen landwirtschaftlichen Systemen wird heute nur noch eine geringe Anzahl an Kulturarten und Varianten angebaut. Diese Entwicklung ist auch im Agrarland Mecklenburg-Vorpommern zu beobachten. Das Förderprogramm ist dem Ressourcenschutzziel Biodiversität zugeordnet und soll der Verschlechterung der Bodenstruktur und der Artenzusammensetzung entgegenwirken.

Durch ein häufigeres und gleichzeitiges Nebeneinander verschiedener Kulturarten in der Agrarlandschaft versucht die Fruchfolgediversifizierung, welche mit dem Länderprogramm verfolgt wird, die Wertigkeit der Flur als Lebensraum, hin zu einem vielseitigen Landschaftsbild zu steigern. Der Anbau von mindestens 5 Kulturen, die Verpflichtung des

⁸ Der Anbau vielfältiger Kulturen wird seit dem Jahr 2016 in Mecklenburg-Vorpommern gefördert. Genaue Regelungen und Förderhöhen sind den Anbaurichtlinien zu entnehmen (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz, 2021)

Leguminosenanbaus, der Wechsel zwischen Sommerung und Winterung, sowie der Anbau von Zwischenfrüchten, sind durch ihre unterschiedlichen Bearbeitungszeitpunkte ausschlaggebend, um dieses Nebeneinander zu gestalten. So liegt der Schwerpunkt dieser Fruchtfolgemäßnahmen auf der Integration von Leguminosen und der Reduzierung des Anbauumfangs von Getreide. Viehhaltenden Betrieben soll so ein Anreiz geschaffen werden, alternative Futterpflanzen zum Mais anzubauen und so unabhängiger von dem Zukauf eiweißhaltiger Futtermittel zu werden. Mit der Integration der (heimischen) Leguminosen in die Fruchfolge werden die wesentlichen Ziele der Eiweißstrategie, der Verbesserung des Ressourcenschutzes und die Förderung der heimischen biologischen Vielfalt und der von ihr erbrachten Ökosystemleistungen, verfolgt. So wirkt sich der höhere Anteil an Leguminosen positiv auf Feldvogelarten aus. Das Vorkommen von Feldvogelarten ist abhängig von der angebauten Kultur und dem Anteil an Sommerungen. So bevorzugen verschiedene Feldvogelarten Sommerungen wie Ackerbohne und Erbse, was laut Butler, et al., 2010 mit der gesteigerten Nahrungsverfügbarkeit, sowie den besseren Brutmöglichkeiten und Bruterfolgen dank der kürzeren, weniger dichten Kulturbestände, im Vergleich zu Winterungen, zusammenhängt.

Neben den Feldvogelarten profitieren unter anderem nektarsammelnde, bestäubende Insekten von der ausgezeichneten Nahrungsgrundlage, welche Ihnen durch die Leguminosen geliefert werden (Tscharntke, et al., 2012). Die Hummeldichten sind auf den Ackerrandstreifen von Flächen mit Ackerbohnen doppelt so hoch wie in Landschaften ohne Bohnen (Beyer, et al., 2021). Eine Wirkung auf die Steigerung der Artenvielfalt ist laut Schindler & Wittmann, (2011) nicht zu erwarten. So sind auf den Flächen artenarme Bienen-, Wildbienen-, Hummeln- und Tagfalterlebensgemeinschaften anzutreffen. Dies bestätigt auch die Annahme, dass intensiv genutzte Ackerbaugebiete nur für wenige Arten geeignete Lebensraumbedingungen bieten (Pollermann, et al., 2016). Sind im Landschaftskontext jedoch ausreichend hohe Anteile naturnaher Habitate vorzufinden und in Kombination mit einer Fruchfolgediversifizierung, können weitreichende Effekte, wie die Steigerung des Vorkommens von Wildbienen, erzielt werden. Die Wirkung der Leguminosen und ihre Effekte auf den Artenschutz und -erhalt ist differenziert zu bewerten. So ist die Wirkung von großkörnigen Leguminosen (Erbse, Bohne) geringer einzustufen als die von kleinkörnigen Leguminosen (alle Klee- und Luzernearten). Während die großkörnigen Leguminosen als Nahrungshabitat für blütenbesuchende Insekten und Feldvogelarten dienen, sind mehrjährige Ackerfutterflächen mit u.a. Kleegras, durch das Ausbleiben der Bodenbearbeitung, auch als Nisthabitat von Insekten und als Überwinterungslebensraum von Bodenarthropoden von Bedeutung. Eine Wirkung auf Laufkäfer-, Spinnenlebensgemeinschaften oder die Ackerbegleitflora ist nicht zu erkennen. Grund dafür ist die weiterhin anhaltende Bewirtschaftungsintensität unter der Fruchfolgediversifizierung und die Abhängigkeit von Spinnen und Laufkäfern an die strukturelle Vielfalt von Habitaten.

Einige Leguminosenarten sowie Raps sind durch ihre Pfahlwurzeln und ihre intensive Durchwurzelung gekennzeichnet, welche die Bodenstruktur und damit den Wasser- und Lufthaushalt des Bodens verbessern. Neben den positiven Effekten auf Biodiversität und Boden sind Leguminosen durch ein schlechtes Unkrautunterdrückungsvermögen gekennzeichnet. Für eine Vielzahl der Landwirte sind dieser Aspekt und das Fehlen wirksamer PSM ein Kriterium, um auf eine Teilnahme am Programm zu verzichten. Durch angepasste Aussaattermine und Aussaattiefen kann diesem jedoch bereits gut entgegengewirkt werden. Die Beschränkungen des Anbauumfanges von Getreide und Mais schützen unter anderem Grund- und Oberflächen Gewässer vor Nährstoffeinträgen. Kulturen wie Raps, deren Anbaufläche in den letzten Jahren rückläufig ist, bietet das Programm wieder Raum und die finanziellen Mittel, um in der Fruchtfolge aufgenommen zu werden. So prägt der Rapsanbau in Mecklenburg-Vorpommern nicht nur das Landschaftsbild zwischen Mai und Juni, sondern stellt auch eine wichtige Nahrungsquelle für Insekten dar, wenn auch nur zeitlich begrenzt.

Durch das Fruchtfolgeprogramm kann ein vollständiger Verlust von Raps in der Fruchtfolge und eine weitere Verarmung verhindert werden. Auch im Hinblick auf den ÖL, in dem ein erfolgreicher Rapsanbau bisher ausbleibt, ist es wichtig, diese Kultur im konventionellen Bereich zu erhalten. Weizen und Mais sind bekannt für ihre hohen Aufwandmengen an Düngungs- und/ oder Pflanzenschutzmitteln. Durch ihre Anbaubegrenzung kann einer potenziellen Gewässerverunreinigung vorgebeugt werden. Das Erosionsrisiko wird durch das Zurückdrängen des intensiven Maisanbaus herabgesetzt, von dem aufgrund des späten Reihenschlusses eine höhere Gefährdung des Bodens durch Erosionsereignisse ausgeht. Der verpflichtende Anbau von Zwischenfrüchten zu den Sommerungen reduziert die Erosionsgefahr durch eine ausreichende Bedeckung. Vorhandene Nährstoffe werden zudem aufgenommen und der nachfolgenden Kultur zur Verfügung gestellt (nur bei Nicht-Leguminosen). Über Winter absterbende Saatmischungen versorgen den Boden mit organischer Masse und fördern somit das Bodenleben und den Humusaufbau.

Neben den Kulturen spielen für den Bodenschutz die Art der Bodenbearbeitung, die Bedeckung und die Zufuhr organischer Masse eine Rolle. Durch die Fruchtfolgediversifizierung sind in Abhängigkeit von der Kultur, unterschiedliche Bearbeitungszeitpunkte auf den Flächen umzusetzen. So bieten der Wechsel zwischen Sommerung und Winterung, der Zwischenfruchtanbau sowie die unterschiedlichen Erntezeitpunkte der Begleitflora mehr Ausweichmöglichkeiten. Ein gänzlicher Entzug der Nahrungs- und Lebensgrundlage, wie in Regionen mit einseitigen Getreidefruchtreihen, wird so vermieden und ein Beitrag zum Erhalt der vorhandenen Arten geleistet. In der konventionellen Landwirtschaft ist die Art bzw. Intensität der Bodenbearbeitung abhängig von der Vorfrucht und den Ansprüchen der Nachfrucht. Grundsätzlich ist in der konventionellen Landwirtschaft eine reduziertere Bodenbearbeitung anzutreffen als im ÖL. So wird auf das Pflügen nach Raps zu Weizen aufgrund seiner

intensiven Durchwurzelung verzichtet oder gar ein Direktsaatverfahren zu Winterweizen eingesetzt. Der Eingriff in den Boden wird dabei besonders gering gehalten und die biologische Aktivität von Regenwürmern wird gesteigert. Zusätzlich verbleiben die Ernterückstände als organische Substanz auf den Flächen und steigern das Bodenleben, indem sie den Bodenorganismen als Nahrungsgrundlage zur Verfügung gestellt werden. Dieser Mulcheffekt führt gleichzeitig zu einer dauerhaften Bedeckung des Bodens. Erosionen und damit verbundene negative Effekte auf den Boden und Stoffeinträge in Gewässer werden weitestgehend vermieden. Der dauerhafte Bewuchs und die Bodenruhe können zur Anreicherung von Humus führen und damit zu einer besseren Aggregatstabilität. Im Fruchfolgeprogramm kann auf dieses vorhandene Wissen zurückgegriffen und multiple positive Effekte erzielt werden. So kann die Art der Bodenbearbeitung einen wichtigen Beitrag zum Boden- und Gewässerschutz leisten.

Einschränkungen der PSM sind in den Richtlinien des Förderprogrammes nicht festgehalten. Durch den Anbau verschiedener Arten und den Anbaupausen kann jedoch mit einem reduzierten Einsatz gerechnet werden. So verfügen Leguminosen über den Break-Crop-Effekt, welcher die Lebenszyklen fruchtartenspezifischer Pathogene, wie die der Schwarzbeinigkeit durchbricht und so eine Einsparung von Pflanzenschutzmitteln ermöglicht. Der Nachteil ist die fehlende Selbstverträglichkeit von Leguminosen, die bei Nichteinhaltung der Anbaupausen zu starkem Krankheitsbefall führen kann. Neben dem Gesundungseffekt der Leguminosen kann die alleinige Erweiterung der Fruchfolge bereits phytosanitäre Wirkungen mit sich bringen, unabhängig von den Fähigkeiten einzelner Kulturarten. Eine Ausnutzung der Vorfruchtwirkungen und phytosanitären Effekte, wird sich in einer reduzierten Aufwandsmenge von PSM widerspiegeln können. Positive Auswirkungen auf die Artenvielfalt (primär Insekten) und den Gewässerschutz sind mit den geringeren Aufwandmengen von PSM zu erwarten.

Die Fähigkeit von Leguminosen Luft-Stickstoff zu binden und damit den Boden durch das Verbleiben von Wurzel- und Ernterückständen anzureichern, kann einen Einsatz von mineralischen stickstoffhaltigen Düngern reduzieren. Die Gefahr der Auswaschung von mobilen Stickstoffformen in Gewässer wird so reduziert. Einige Leguminosen, wie die Ackerbohne, sind in der Lage, durch Wurzelausscheidungen von organischen Säuren, schwer verfügbaren Phosphor zu mobilisieren und pflanzenverfügbar zu machen (Hocking, 2001). Die Anbaubegrenzung führt, wie bereits oben beschrieben, zu einem Rückgang der Kulturen Mais und Weizen. Sie sind durch ihren erheblichen Stickstoffbedarf gekennzeichnet und setzen dementsprechend eine intensive Düngung voraus. Durch den Rückgang der Anbauanteile ist im Allgemeinen mit einem reduzierten Düngemitteleinsatz zu rechnen. In Kombination mit dem Anbau von Leguminosen übernehmen diese zudem die Stickstoffversorgung von typischen Leguminosen-Weizen Fruchfolgen.

Dem Fruchfolgeprogramm ist ein geringer positiver Effekt zuzusprechen, welcher außerdem von der Umsetzung der Betriebe abhängt. Die biotische Wirkung des Programmes ist derzeit nicht ausreichend untersucht, es ist jedoch davon auszugehen, dass in der Flora und Fauna Unterschiede in der Dominanzstruktur und der Individuenzahl anzutreffen sind. So sind Ackerwildkräuter wieder häufiger und gleichmäßiger vertreten. Eine Steigerung der Artenvielfalt ist nicht zu erwarten. Auch die Ergebnisse von Sander, et al., (2019) aus der Evaluation Schleswig-Holsteins zum Schwerpunktbereich Biodiversität bestätigen, dass keine Unterschiede in der Artenzusammensetzung, Aktivitätsdichte oder Diversität von Laufkäfer- und Spinnenlebensgemeinschaften erzielt werden konnten. Es ist derzeit somit noch offen, ob eine Fruchfolgediversifizierung überhaupt einen Beitrag zum Artenschutz leistet. So gibt es bisher auch keine belastbaren Erkenntnisse über Leguminosenarten und deren Einfluss auf die Biodiversität von Ackerbausystemen (Böhm, et al., 2020). Bei Ausnutzung der Fruchfolgeeffekte ist prinzipiell mit einer Einsparung von Pflanzenschutz- und Düngemitteln zu rechnen und damit einer Verringerung der Nährstoffeinträge und Pflanzenschutrzückständen in Grund- und Oberflächengewässern. Die Anbaudiversifizierung und das Angebot von Massenträchten mit verschiedenen Blütenmorphologien ist sinnvoll, um eine diversere Insektenpopulation zu unterstützen.

3.2 Bereitstellung von Strukturelementen auf dem Ackerland

In der Förderperiode 2014-2020 wurden im Rahmen der 2. Säule vier Streifenvarianten aus der Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz (GAK) in Mecklenburg-Vorpommern angeboten. Die Förderrichtlinien zur Bereitstellung von Strukturelementen auf dem Ackerland umfasst dabei die Fördertatbestände Gewässerschutzstreifen, Erosionsschutzstreifen, ein- und mehrjährige Blühstreifen und -flächen, sowie die Anlage von Schutzstreifen an Alleen. Aufgrund der geringen Inanspruchnahme der Gewässer- und Erosionsschutzstreifen, welche im Jahr 2020 auf einer Fläche von lediglich 200 ha durchgeführt wurden, werden diese in dem folgenden Kapitel vernachlässigt. So fiel im Jahr 2021 aufgrund der geringen Nachfrage die Förderung zu Gewässerschutzstreifen gänzlich aus dem Programm. Für die Schonstreifen an Alleen ist derselbe Effekt zu beobachten. Diese wurden im Jahr 2020 lediglich auf einer Fläche von 9 ha angelegt. Aufgrund ihrer geringen Bedeutung wird auch ihr Beitrag zum Boden-, Gewässer- und Artenschutz außenvorgelassen. Die Anlage von ein- und mehrjährigen Blühstreifen und -flächen wurde im Jahr 2020 auf einer Fläche von 7.600 ha umgesetzt und gefördert. Der EPLR-Zielwert von 8.000 ha ist damit fast erreicht und wird im jährlichen Durchführungsbericht als eine Fördermaßnahme mit hoher Akzeptanz, sowohl bei den Fördermittelempfängern als auch in der Bevölkerung, beschrieben.

Die Blühstreifen oder -flächen werden jährlich oder für einen Zeitraum von 5 Jahren beantragt. Die Saatgutmischungen werden über ein Merkblatt bekannt gegeben und sind, in Abstimmung mit dem Imker auszuwählen. Bei der Auswahl liegt der Schwerpunkt auf der Etablierung standortangepasster und blütenreicher Bestände, welche Nützlingen wie Bienen oder anderen Wildtieren als Wirts-, Nahrungs- oder Schutzpflanzen dienen können. Die maximal zu beantragende Fläche ist auf 5 ha begrenzt und die angelegten Streifen sind mit einer Mindestbreite von 5 und einer maximalen Breite von 30 Metern anzulegen. Die Blühstreifen und -flächen sind bis 31. Mai zu etablieren und der sich später darauf befindende Aufwuchs darf nicht genutzt werden. Die Anwendung jeglicher PSM sowie der Einsatz stickstoffhaltiger Düngemittel ist verboten. Einjährige Blühstreifen und -flächen dürfen nicht vor dem 15. Februar des auf die Ansaat folgenden Jahres umgebrochen werden. Bei dem Fördertatbestand der mehrjährigen Blühstreifen und -flächen ist im Zeitraum vom 15. Oktober bis zum 15. März zu mulchen oder ein Pflegeschnitt durchzuführen. Jegliche Bodenbearbeitungsmaßnahmen, welche nicht im Zusammenhang mit der Bestellung stehen, sind zu unterlassen.

Zwei wesentliche Ziele werden mit der Anlage von Blühstreifen verfolgt:

1. die Begünstigung von Bestäubern, um die Befruchtung der Pflanzen zu gewährleisten
2. die Schädlingsbekämpfung durch die Begünstigung von natürlichen Räubern (Haaland, et al., 2011).

Der Fokus der Saatmischungen liegt auf Kulturarten mit einem hohen Trachtenangebot (Pollen, Nektar) wie Klee- und Kreuzblütler, welche durch lange Blühzeiten und einem hohen Blütenangebot gekennzeichnet sind. Dies hat jedoch die Uniformierung und Vereinheitlichung der Landschaft zur Folge, mit zum Teil weniger Pflanzenarten als auf selbstbegründeten Flächen (Reiter, et al., 2016). Die anzutreffende Blühpflanzendiversität und die damit verbundene botanische Vielfalt, welche auf den Förderflächen anzutreffen ist, ist stark abhängig von der Auswahl der Saatgutmischung. Die Förderung typischer oder bedrohter Gesellschaften der Ackervegetation werden somit nicht durch die Blühstreifen gefördert. Die Blühstreifen und -flächen stellen jedoch wichtige Zusatzhabitatem dar, welche Insekten, Brutvögeln und Kleinsäugern eine direkte und indirekte Nahrungsgrundlage liefert. Bei der Wahl von Kräutermischungen kann zusätzlich, für Offenlandarten der Feldflur, eine gute Habitatgrundlage geschaffen werden, für die Blühstreifen und -flächen sonst eine nachgeordnete Bedeutung haben (Reiter, et al., 2016). Der Nachteil dieses Länderprogrammes liegt somit eindeutig an der Auswahl der Saatgutmischungen, welche auf eine gute Tracht für Bienen ausgelegt sind. Neben den einseitigen Saatmischungen führen diese zu dichten Beständen, welche die Habitatbedingungen für Bodenbrüter wie Feldlerche und Blühpflanzenarten, die auf extensive Bewirtschaftung angewiesen sind oder eine geringe Konkurrenzkraft aufweisen, eine Etablierung erschweren. Mit einem Effekt auf die Artenvielfalt von Blühpflanzen kann erst gerechnet werden, wenn geringere Saatdichten angestrebt werden, welche lichtere und lückigere Bestände entstehen lassen, in denen konkurrenzschwachen und seltenen Arten eine Ansiedelung ermöglicht wird.

Der Verzicht von Bearbeitungsmaßnahmen führt zur Bodenruhe, die unter anderem das Vorkommen von Regenwürmern steigern und damit zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit beitragen. Auch das Verbleiben des Aufwuchses wird dem Boden als Gründünger durch Abbauprozesse abgestorbener Pflanzenreste zugeführt. Es ist mit einer Steigerung des Humusgehalts infolge des Bearbeitungsverzichtes und der Zufuhr organischen Materials zu rechnen. Da ein ganzjähriger Aufwuchs gewährleistet wird, stellen diese Flächen wichtige Rückzugsräume für die umliegende Fauna über die Wintermonate dar, wenn nach der Ernte die Lebens- und Nahrungsgrundlage auf umliegenden Flächen genommen wurden. Neben der Saatdichte spielt der Aussaatzeitpunkt eine wichtige Rolle für den Nutzen von Strukturelementen als Nahrungs- und Habitatgrundlage. Die Aussatempfehlung in Mecklenburg-Vorpommern für das Länderprogramm liegt zwischen Ende April und Anfang

Juni. Feldlerche und Goldammer sind zu diesem Zeitpunkt bereits im Brutgeschehen bzw. der Brutplatzwahl, wodurch die dichten Bestände auf diesen Flächen eine ökologische Falle darstellen (Reiter, et al., 2016). So sind die Blühstreifen und -flächen weniger geeignete Habitate, können bei zeitiger Ansaat aber eine wichtige Nahrungsquelle für Ackervogelarten darstellen. Die Bedeutung als Habitat für Tierarten des Offenlandes ist dabei abhängig vom Standort der Flächen. Entlang von bestehenden Strukturen wie Waldrändern und Hecken haben sie zum Teil nur eine eingeschränkte Habitatempfindung für licht- und wärmeliebende Tierarten des Offenlandes; im Gegensatz zu Flächen- und Streifenstrukturen in der offenen Flur (Reiter, et al., 2016). So bestätigen Studien von Dietzel, et al. (2019), dass Blühstreifen die Anzahl und Häufigkeit von Arthropoden erhöhen, der Effekt jedoch hauptsächlich durch den Landschaftskontext und den ökologischen Kontrast zwischen Maßnahme und Landschaft bestimmt wird. Dass durch die Richtlinie vorgeschriebene Verbot von PSM verhindert eine direkte Vernichtung von Pflanzen und Tieren, was zur Aufrechterhaltung der Nahrungsgrundlage führt und die Schädlings-Nützlings-Beziehung fördert. Einträge von PSM in die Fläche können nur durch die Nutzung der anliegenden Flächen, infolge von Abdrift, erfolgen. Von der Fläche selbst geht somit keine Gefahr von Einträgen aus. Da es sich dabei jedoch meist um kleine Flächen handelt und umliegend eine weitere intensive Nutzung stattfindet, führt diese Anbaumethode grundsätzlich zu keiner Reduzierung. Die Gefahr des Eintrages von Rückständen in umliegende Biotope, sowie Grund- und Oberflächengewässer, ist weiterhin gegeben. Als Pufferstreifen entlang von Bächen und Gräben gewährleisten sie einen gewissen Abstand. Es besteht hierbei die Möglichkeit, dass die Gefahr von PSM-Einträgen in Oberflächengewässer reduziert wird. Der Effekt auf natürliche Räuber durch die Blühstreifen und den damit eventuell geringeren Einsatz von PSM ist derzeit nicht ausreichend erforscht. Wie oben bereits beschrieben sind die zur Auswahl stehenden Saatmischungen durch ihren hohen Anteil an Kleegras gekennzeichnet. Durch den Verzicht der Düngung auf diesen Teilen der Fläche wird das Risiko von Nährstoffeinträgen in umliegende Oberflächengewässer vermindert. Ein Nährstoffentzug von Stickstoff im Boden ist jedoch aufgrund der hohen Leguminosenanteile in den Saatgutmischungen nicht zu erwarten.

Für das Förderprogramm ein- und mehrjähriger Blühstreifen und -flächen wird von einer mittleren positiven Wirkung auf die Artenvielfalt ausgegangen (Reiter, et al., 2016). Durch diese wird eine verbesserte Nahrungs- und Habitatgrundlage für eine Vielzahl von Offenlandarten geschaffen. Grundsätzlich besteht noch Forschungsbedarf, welche Wirkung das Länderprogramm tatsächlich hat. So gibt es nach derzeitigem Stand keine Projekte, in denen die Wirkung auf Förderflächen in Mecklenburg-Vorpommern untersucht werden. Der Erfolg des Programms ist von der Ausgestaltung der Landwirte hinsichtlich der Wahl der Saatmischung, des Saatzeitpunktes, der Saatdichte und des Standortes abhängig. Eine

Nachjustierung hin zu Saatgutmischungen mit heimischen Arten und eine Anpassung der Aussaatempfehlung kann die Effektivität und Wirkung verbessern. Auch wenn die Wirkung dieses Programms als gering eingestuft wird und der Beitrag zum Gewässer- und Bodenschutz derzeit nicht ausreichend erforscht ist, sollte nicht vergessen werden, dass eine relevante Wirkung auf den Artenschutz erst zu beobachten ist, wenn Biodiversitäts- oder Ausgleichflächen sowie Landschaftselemente einen Anteil von 8-10 % an der Ackerfläche ausmachen (Drapela, et al., 2022). Blühstreifen und -flächen leisten somit einen wichtigen Beitrag zum Erreichen dieses Ziels.

4 Kritische Gegenüberstellung des ökologischen Landbaus und flächendeckender Agrarumweltprogramme

Der ökologische Landbau und die AUKM bieten in vielerlei Hinsicht Vorteile für den Boden-, Gewässer- und Artenschutz. Der ÖL erfährt in den letzten Jahren hitzige Diskussionen. Umso wichtiger ist es klarzustellen welchen Beitrag der ÖL tatsächlich leistet und ob durch andere Maßnahmen tiefgreifendere Effekte erzielt werden können. Die Effektivität einiger ökologischer Methoden ist bereits vielfach bestätigt und wird inzwischen auch von einigen konventionellen Landwirten übernommen (Ronald & Adamchak, 2008). Im folgenden Kapitel werden die Agrarumweltprogramme dem ÖL gegenübergestellt. Dabei soll herausgearbeitet werden von welchen Maßnahmen größere Effekte hervorgehen für die Bereiche Boden-, Gewässer- und Artenschutz.

4.1 Anbau vielfältiger Kulturen im Ackerbau vs. Ökologischer Landbau

Das folgende Kapitel wird sich mit der Gegenüberstellung des Länderprogrammes Anbau vielfältiger Kulturen im Ackerbau und der Fruchfolgediversifizierung des ÖL beschäftigen. Dabei werden die Vor- und Nachteile beider Anbaumethoden herausgearbeitet und ihre unterschiedlichen Wirkungen auf Boden-, Gewässer- und Artenschutz dargestellt.

Die Fruchfolgen der Anbauprogramme sind durch ihre Fruchfolgediversifizierung gekennzeichnet. Im Länderprogramm ist ein Mindestanteil von 5 Kulturen vorgeschrieben, während im ÖL aus phytosanitären Aspekten in der Regel mindestens 5-7 Kulturarten, zur Einhaltung der Anbaupausen, vertreten sind. Dabei unterscheiden sich die Fruchfolgen im ökologischen Landbau, in Abhängigkeit von den Betriebstypen. So habenviehlose Betriebe meist engere Fruchfolgen, angefangen bei mindestens 3 Fruchtarten (Bsp.: Sojabohne – Winterweizen – Sommergerste). Dadurch unterscheiden sich die viehlosen Betriebe bezüglich der Fruchfolgen kaum von konventionellen Betrieben. Viehhaltende Betriebe haben meist 5 Fruchtarten (Bsp.: Kleegras – Kleegras – Kartoffel – Winterweizen – Winterroggen) Die Fruchfolgediversifizierung, sowohl im Länderprogramm als auch im ÖL, führt zur Steigerung der Agrobiodiversität der Landschaft, wobei hier dem ÖL positivere Effekte zugeschrieben werden als der konventionellen Bewirtschaftungsweise. Während sich die Anbaumethoden hinsichtlich der Weite ihrer Fruchfolge nicht unterscheiden, liegt der Unterschied in den Arten der angebauten Kulturen. Im Länderprogramm wird, durch den Anbauumfang von 10 % Leguminosen an der Fläche, ein Anbau verpflichtend integriert und

der Getreide- und Maisanbau zurückgedrängt. Der Schwerpunkt im Länderprogramm liegt dabei auf Kulturen mit gutem Deckungsbeitrag und hohen Erträgen, während im ÖL die Anbaupausen und die Stickstoffversorgung im Vordergrund stehen und so deutlich höhere Anteile an Sommerungen und Leguminosen vorkommen (z.B. Sommergerste, Hafer, Dinkel und Ackerbohne). Mit der Begrenzung der Anbauumfänge und dem Anbau der Leguminosen wird so zwar der Getreide- und Maisanteil zurückgedrängt, die Fruchtfolgen sind aber trotzdem durch intensive Kulturen wie Raps, Wintergerste und die erlaubten Anteile Getreide und Mais geprägt. So ist nur ein geringer potenzieller Schutz vor Gewässerverunreinigungen gegeben, da mit geringeren Aufwandsmengen von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln zu rechnen ist. Im ÖL ist der Maisanteil, aufgrund des schwierigen Unkrautmanagements infolge des späten Reihenschlusses, gering. Im Gegensatz zum Länderprogramm ist zu sagen, dass der ÖL weniger intensive Kulturen mit hohen Nährstoffansprüchen anbaut. Aufgrund der fehlenden Dünge- und Pflanzenschutzmittel und des geringeren Anteiles von Reihenkulturen wird durch den ökologischen Landbau ein besserer Schutz von Gewässern und Boden, hinsichtlich Nährstoffeinträge und Bodenerosion, erzielt. Das Vorkommen von Feldvogelarten und die Höhe der Populationsdichte ist abhängig von den angebauten Kulturen, speziell der Anteil von Sommerungen. So kann durch beide Anbauprogramme ein Beitrag geleistet werden, um die Höhe der Population von Vogelarten zu steigern. Das Vorkommen von unter anderem der Feldlerche wird dabei stark vom PSM-Einsatz beeinflusst. So ist vom ÖL ein höherer Effekt auf eben diese zu erwarten. Massentrachten wie Leguminosen, welche in beiden Anbaumethoden vorkommen, sind eine ausgezeichnete Nahrungsgrundlage für nektarsammelnde und bestäubende Insekten. So konnte die Hummeldichte an Ackerrandstreifen durch den Ackerbohnenanbau auf konventionellen Flächen auch im Rahmen des Länderprogrammes verdoppelt werden. Klein- und großkörnige Leguminosen im ein- und mehrjährigen Anbau sind dabei differenziert zu bewerten. Großkörnige Leguminosen dienen in der Regel nur als Nahrungsgrundlage für blütenbesuchende Insekten, während der im ÖL typische mehrjährige Kleegrasanbau als Nisthabitat und Überwinterungsraum von Insekten und Bodenarthropoden genutzt werden kann. Beide Anbaumethoden wirken sich positiv auf den Artenschutz aus. Vom Länderprogramm ist aber keine Steigerung der Artenvielfalt und kein Effekt auf Laufkäfer- und Spinnenlebensgemeinschaften sowie die Ackerbegleitflora zu erwarten. Durch den ÖL hingegen wurde die Biodiversität der Ackerbegleitflora mit schützenswerten Arten um das 3-fache gesteigert. Der Anbau mehrjähriger Kleegrasflächen im ÖL fördert außerdem eine ganzjährige Bedeckung, reduziert den Bodenabtrag und fördert den Humusaufbau, welcher so im Länderprogramm lediglich durch die Zwischenfrüchte zu erwarten ist. Das Länderprogramm fördert den Erhalt von Kulturen wie Raps, deren erfolgreicher Anbau im ÖL

ausbleibt und sorgt für eine weitere Massentracht, welche, wenn auch zeitlich begrenzt, eine Nahrungsquelle darstellt.

Der Anbau von Zwischenfrüchten mit ihrer geschlossenen Pflanzendecke dient der Reduzierung von Erosionsereignissen in den niederschlagsreichen Herbst- und Frühjahrsmonaten. Durch gesetzliche Vorgaben wurde der Zwischenfruchtanbau in den Richtlinien des Länderprogrammes fest integriert. Auf Basis der EU-Öko-Verordnung gibt es hierzu keine weiteren Vorgaben. Da der ÖL von der Stickstoffanreicherung des Bodens durch Leguminosen abhängig ist, wird der Anbau eben dieser fast flächendeckend umgesetzt. So unterscheidet sich der Zwischenfruchtanbau im ÖL und im Länderprogramm hinsichtlich der Wahl der verwendeten Kulturen. Während im ÖL Leguminosen angebaut werden, um die Stickstoffversorgung der Folgekultur zu gewährleisten, trifft man im konventionellen Landbau und im Länderprogramm auf Zwischenfrüchte wie Senf und Phacelia. Die Fähigkeit von Pflanzen wie Senf, überschüssigen Stickstoff im Boden aufzunehmen und zu binden, ist dabei ein wirksames Mittel Nährstoffauswaschungen zu vermeiden. In beiden Anbaumethoden wird so mit den Zwischenfrüchten eine direkte Einwirkung von Niederschlägen auf den Boden und dem damit verbundenen Erosionsgeschehen verhindert. Das Ergebnis sind die Reduzierung von Stoffeinträgen in umliegende Gewässer und der Schutz des Bodens vor Bodenabtrag/Sedimentabtrag und Verschlammung. Die Zwischenfrüchte werden dem Boden im Frühjahr als Gründünger wieder zugeführt und stellen eine hervorragende Nahrungsgrundlage für Bodenlebewesen dar. Organischer Dünger ist weniger auswaschungsgefährdet und gewährleistet die nachhaltige Versorgung der Folgekultur. Neben der Stickstofflieferung und der Reduzierung von Erosionen sind einige Zwischenfrüchte bekannt für ihre intensive Durchwurzelung. Das Resultat ist ein stabiles Bodengefüge, welches durch eine höhere Infiltrationsfähigkeit und Wasserspeicherfähigkeit gekennzeichnet ist. Bei allen Zwischenfrüchten kann der Boden die Folgekulturen mit mehr Wasser versorgen als bei einer Schwarzbrache. Der Zwischenfruchtbau beider Anbausysteme unterscheidet sich in den Anbaumethoden und hinsichtlich der verwendeten Kulturen, ihre Effekte sind jedoch weitestgehend als gleichwertig positiv einzustufen.

Die Bodenbearbeitung ist abhängig von der angebauten Kultur und den Ansprüchen der Nachfolgekultur. Da sowohl im ÖL als auch unter dem Länderprogramm eine Fruchfolgediversifizierung verfolgt wird, sind unterschiedliche Bearbeitungszeitpunkte zu vereinbaren. Das daraus resultierende Nebeneinander bietet der Begleitfauna Ausweichhabitare. Dies steht im Gegensatz zu einseitigen Fruchfolgen, in denen schlagartig die Lebens- und Nahrungsgrundlagen für viele Insekten genommen werden. Die Intensität der Bodenbearbeitung im konventionellen Bereich ist aufgrund der breiteren Auswahl an

Möglichkeiten und der vorhandenen PSM für spätere Regulationsmaßnahmen weniger intensiv. Dem ÖL stehen Regulationsmaßnahmen wie PSM nicht zur Verfügung, so ist dieser auf eine intensive Bodenbearbeitung mit dem Pflug angewiesen, um Samen- und Wurzelunkräuter effektiv zu beseitigen. Eine weniger intensive Bodenbearbeitung ist nur auf Flächen mit geringem Samenpotenzial umsetzbar. Die Folge ist eine massive Störung des Bodengefüges und der im Boden lebenden Organismen. Beispielsweise werden Regenwürmer durch die weniger intensive Bodenbearbeitung im Länderprogramm zwar gefördert, nichtsdestotrotz ist das Bodengefüge und Bodenleben im ÖL besser, was auf den Verzicht chemisch-synthetischer PSM und den Einsatz von organischen Düngemitteln zurückzuführen ist. Zur weiteren Unkrautregulierung im ÖL gehört die mehrfache Überfahrt der Flächen mit Striegel und Hacke. Bodenbrütende Feldvogelarten werden durch entsprechende Bearbeitungsgänge beeinträchtigt, die vorhandenen Nester zerstört und Gelege durch die Maschinen verletzt. Eine mechanische Bodenbearbeitung ist gegenüber Beikräutern zwar weniger wirkungsvoll als eine Herbizidmaßnahme, bietet aber schützenswerten Arten der Begleitflora mehr Raum, um sich zu etablieren.

Das Direktsaatverfahren wird auch als konservierende Bodenbearbeitung bezeichnet und findet bereits vielfach Anwendung. Unter dem Länderprogramm ist eine Umsetzung vorstellbar und bringt vielfach positive Effekte mit sich. Mit den verbleibenden Ernterückständen wird der Mulcheffekt erzielt, welcher eine dauerhafte Bodenbedeckung gewährleistet und die Erosionsgefahr reduziert. Die verbliebene organische Substanz dient den Bodenlebewesen als Nahrungsgrundlage und fördert den Humusaufbau. Zudem ist mit einer Reduzierung der Stoffeinträge in umliegende Gewässer zu rechnen. Der Vorteil des Länderprogramms liegt in der extensiven Bodenbearbeitung, im Gegensatz zum ÖL. Seine positiven Effekte werden aber durch die im späteren Verlauf eingesetzten PSM aufgehoben, welche die Auswirkungen der extensiveren Bodenbearbeitung kompensieren sollen. Dies bestätigen auch die erfassten Ergebnisse, dass das Vorkommen von Regenwürmern auf ökologisch bewirtschafteten Böden höher ist als auf konventionellen Betrieben, trotz des intensiven Pflugeinsatzes. Es entsteht somit ein Verlagerungseffekt von extensiver bzw. konservierender Bodenbearbeitung mit positiven Effekten auf den Boden hin zu höherem PSM Einsatz aufgrund von hohem Beikrautaufkommen.

Im Länderprogramm zur Fruchfolgediversifizierung gibt es keine gesetzliche Einschränkung bei der Anwendung von PSM. Eine Wirkung ist daher nur durch den Anbau der Kulturen, der Steigerung der Anbaupausen und dem Nutzen von Break-Crop-Effekten zu erwarten. Der Einsatz von PSM kann bei Ausnutzung dieser Effekte reduziert werden. Dies ist auch der Grund, warum im ÖL entsprechende Fruchfolgediversifizierungen vorkommen. Da dort ein Einsatz chemisch-synthetischer PSM und speziell von Herbiziden nicht gewährt wird. So ist

auf ökologischen Flächen eine artenreichere Ackerbegleitflora anzutreffen und die Nützlings-Schädlings-Beziehung wird gefördert, im Gegensatz zum Länderprogramm in dem weiterhin PSM mit breitem Wirkungsspektrum eingesetzt werden. Da der ÖL auf diese Maßnahmen verzichtet, muss dieser auf natürliche Wirkmechanismen, wie das Durchbrechen von Lebenszyklen durch entsprechende Kulturarten, oder auf die Förderung von Nützlingen zurückgreifen. Dem ÖL wird hier ein Alleinstellungsmerkmal zugesprochen, wodurch eine Belastung durch Pflanzenschutzmittelrückstände in Gewässern weitestgehend ausgeschlossen ist. Alleinig der Kupfereinsatz zur Bekämpfung von beispielsweise Pilzen im Kartoffelanbau ist dem ÖL negativ auszulegen. Der ÖL punktet hier durch seinen Verzicht auf entsprechende PSM und geringere Aufwandmengen. Im Länderprogramm ist nur ein geringer bis keinen Effekt durch Reduzierung von Aufwandmengen zu erwarten.

Die Düngung im ÖL ist durch den Einsatz von organischen Düngern und dem Verbot von leicht löslichen, mineralischen Stickstoffdüngern und der Begrenzung der Aufwandmengen im Allgemeinen gekennzeichnet. Im Länderprogramm gibt es zu keiner der eben genannten Vorgaben gesetzlich festgeschriebene Richtlinien. Ein reduzierter Einsatz der Dünge menge im Länderprogramm ist somit lediglich aufgrund des Leguminosenanbaus und der verpflichtenden Einberechnung in die Düngebilanz gegeben, sowie dem Rückgang der Anbauanteile von Kulturen, welche eine intensive Stickstoffversorgung voraussetzen. Es kann mit einer Reduzierung von Stoffeinträgen in umliegende Oberflächengewässer gerechnet werden, der reduzierende Effekt im ÖL ist jedoch deutlich höher. So wird über die Begrenzung der Aufwandmenge von 170 kg N/ha einem Nährstoffüberschuss von Beginn an entgegengewirkt. Zudem entfaltet der organische Dünger seine Wirkung auf Pflanzen langfristiger und ist deshalb weniger auswaschungsgefährdet. Der gesteigerte Humusgehalt, als Resultat organischer Düngung, bindet vorhandene Nährstoffe an Ton-Humus-Komplexe und reduziert damit weiter die Gefahr von Auswaschungen und des Eintrags in Grund- und Oberflächengewässer. Ein erhöhter Humusgehalt kann außerdem zur Steigerung der Wasserspeicherfähigkeit führen, welcher vor allem in Trockenperioden eine verbesserte Wasserversorgung der Pflanzen gewährleistet. Das Ergebnis sind weniger dichte Kulturbestände und die Schaffung von Nischen zur Etablierung der Begleitflora mit ihren wildlebenden Pflanzenarten.

Der Vergleich zeigt deutlich den Vorteil des ÖL bezüglich seiner Verbote von chemisch-synthetischen PSM und der begrenzten Aufwandmenge von N/ha. Das Länderprogramm zur Fruchfolgediversifizierung bringt aber auch einige positive Effekte mit sich. So unterscheidet sich der ÖL hinsichtlich der Fruchfolge und des Zwischenfruchtanbaus nicht nennenswert, nur hinsichtlich der verwendeten Kulturen. Der Vorteil beim Länderprogramm liegt in der, wenn vom Betrieb umgesetzten, reduzierten Bodenbearbeitung und dem Potenzial Dünge-

und Pflanzenschutzmittel, durch Beachtung von Anbaupausen, Fruchfolgediversifizierung, Ausnutzung von Kulturen mit Stickstoffanreicherung und Break-Crop-Effekten einzusparen. Der Schutz von Boden und Gewässern ist im ÖL höher als unter dem Länderprogramm. Bezuglich des Artenschutzes wurde für beide Anbaumethoden herausgearbeitet, dass die Artenvielfalt der Fauna nur gesteigert werden kann, wenn ausreichend Habitate in der Landschaft gegeben sind, welche als Teillebensräume genutzt werden können. Die Artenvielfalt der Flora hingegen wird positiv durch die ökologische Bewirtschaftung beeinflusst und bietet konkurrenzschwachen und lichtbedürftigen Pflanzenarten Raum zur Etablierung. Wie im ÖL, ist auch im Länderprogramm davon auszugehen, dass die teilnehmenden Betriebe bereits Strukturen aufweisen, die den Voraussetzungen zur Teilnahme ähneln. Beim Länderprogramm wird der Schwerpunkt vermutlich aufviehhaltenden Betrieben liegen, welche die angebauten Leguminosen zur Futterverwertung nutzen können und bereits eine erweiterte Fruchfolge aufweisen.

4.2 Bereitstellung von Strukturelementen auf dem Ackerland vs. Ökologischer Landbau

In diesem Kapitel wird der ÖL mit der Streifenvariante ein- und mehrjährige Blühstreifen und -flächen aus dem Länderporgramm „Bereitstellung von Strukturelementen auf dem Ackerland“ verglichen. Da ein alleiniger Vergleich zwischen den eben genannten Methoden nicht maßstabsgerecht ist, wird als Beispiel angenommen, dass es sich um einen konventionellen Betrieb handelt, welcher auf seinen Flächen im erlaubten Umfang Blühstreifen und -flächen anlegt, um ihn mit dem ÖL zu vergleichen.

Das Anlegen von mehrjährigen Blühstreifen und -flächen wirkt ähnlich wie die in den Fruchfolgen des ÖL integrierten Kleegrasflächen. Beide sind durch ihre ganzjährige Bodenbedeckung gekennzeichnet und reduzieren so die Gefahr von Erosionsereignissen und den damit verbundenen Nährstoffausträgen. Während auf den Blühvarianten keine Nutzung des Aufwuchses erfolgen darf, dient der Kleegrasanbau im ÖL der Futtergewinnung. Dort wird die biologische Masse abgetragen, wohingegen der Aufwuchs nach einmaliger Pflegemaßnahme auf den Streifenvarianten verbleibt und dem Boden als organisches Material zugeführt wird. So sind die Flächen der Blühvarianten durch ihre Bodenruhe gekennzeichnet, was das Vorkommen von Regenwürmern und weiteren Bodenorganismen fördert. Der Effekt der Zuführung organischen Materials als Gründünger erfolgt, nach 5-jährigem Anbau, auch auf den Kleegrasflächen des ÖL. Die ganzjährige Bodenbedeckung und die, als Nahrungsgrundlage für Bodenorganismen zur Verfügung stehende organische Masse, fördern die Humusanreicherung des Bodens und damit die Bodenfruchtbarkeit. Die einjährigen Blühstreifen und -flächen sind vergleichbar mit dem Zwischenfruchtanbau im ÖL und sind, wie die oben beschriebenen Varianten, durch die ganzjährige Bodenbedeckung gekennzeichnet. Ihr Beitrag zur Humusanreicherung ist jedoch deutlich geringer, aufgrund der kürzeren Bodenruhe. Der Zwischenfruchtanbau im ÖL dient außerdem der Stickstoffversorgung; von den Blühvarianten ist hingegen kein nährstoffrelevanter Effekt zu erwarten. Der Eintrag von Nährstoffen in Grund- und Oberflächengewässer wird hingegen von beiden Methoden reduziert. Während im ÖL eine Begrenzung der Aufwandsmenge rechtlich reguliert ist und im Anbauprogramm der Strukturelemente ein Einsatz stickstoffhaltiger Dünger untersagt ist, ist kein großer Effekt des Anbauprogramms zu erwarten, da die anliegenden Flächen weiterhin intensiv bewirtschaftet werden. Der gleiche Effekt ist beim PSM Einsatz zu erkennen. Auf den Flächen der Blühvarianten ist ein Einsatz von PSM verboten, aber auch hier werden die umliegenden Flächen weiterhin intensiv genutzt. So dienen die Blühvarianten bei entsprechender Standortwahl, entlang von Gräben und Bächen, als Pufferstreifen und vergrößern den Abstand, sodass mit reduzierten Einträgen gerechnet werden kann. Der positive Effekt liegt

auch hier deutlich auf Seiten des ÖL, bei dem über den gesamten Betrieb entsprechende Richtlinien umgesetzt werden müssen. Die zeitliche Einschränkung der Pflegemaßnahmen vom 15. Oktober bis 15. März des Folgejahres in den Blühvarianten ist ein wirksamer Schutz von Feldvogelarten. Durch den Verzicht der Bodenbearbeitung während der Brutzeit reduzieren sich Gelegeverluste infolge mechanischer Einwirkungen. Da die Blühvarianten durch dichte Bestände gekennzeichnet sind, welche eher selten als Nisthabitat von Bodenbrütern genutzt werden, ist der oben genannte zu erwartende Effekt gering. So dienen die Blühvarianten als Nahrungsgrundlage für Feldvogelarten, setzen aber auch eine zeitige Aussaat voraus, damit diese zur Brutzeit vorhanden ist. Die lichten Bestände im ÖL hingegen, vor allem in den Sommerungen, sind gern genutzte Nisthabitatem von Feldlerche und Goldammer. Außerdem bieten sie konkurrenzschwachen und lichtbedürftigen Arten der Ackerbegleitflora Raum zur Ansiedlung. Neben den Feldvogelarten profitieren auch Insekten wie die Bienen und Bodenarthropoden von den Blühvarianten. Die Saatgutmischungen sind stark durch Kulturarten mit gutem Trachtenangebot dominiert, in denen sich auch das primäre Ziel der Förderung von Bestäubern widerspiegelt. So wird den Bienen eine ausgezeichnete Nahrungsgrundlage geboten, wobei die Flächen aber meist artenärmer als natürliche Grünlandflächen sind und so zu einer Uniformierung der Landschaft führen. Neben der Nahrungsquelle stellen die Blühvarianten ein wichtiges Überwinterungshabitat und einen Zufluchtsraum dar, im Vergleich zu den Kleegras-Flächen im ÖL.

Die Blühvarianten nehmen in den Betrieben nur kleine Flächenanteile ein, während auf den anderen vorhandenen Flächen weiterhin intensiv gewirtschaftet wird. Der ÖL hingegen beläuft sich auf den ganzen Betrieb, wodurch eine größere positive Wirkung erzielt wird. Dieser ist auch abhängig von Strukturelementen wie Stilllegungen, Säumen, Blühstreifen und -flächen, um die Artenvielfalt zu steigern. So ist die Wirkung der Blühvarianten auf dem Betrieb selbst sehr gering, kann jedoch bei Ausweitung der Flächen dazu beitragen, dass sich in den Regionen verschiedene Arten wieder ansiedeln bzw. die Individuenzahlen steigen. Als Pufferstreifen angelegt können sie einen Abstand zu Gewässern sichern, per se zwar nicht die Intensität der PSM und Dünge menge verringern, aber die Gefahr direkter Stoffeinträge, zum Beispiel durch Abdrift, vermeiden. Auch in dieser Gegenüberstellung sticht der ÖL mit seinen Vorteilen hervor, ist jedoch auch auf die Länderprogramme angewiesen, um seine vollständige Wirkung zu entfalten.

5 Fazit

Die Landwirtschaft in Deutschland steht in den letzten Jahren zunehmend in der Kritik. Aus der Bevölkerung entwickeln sich Forderungen nach einer nachhaltigeren und umweltschonenderen Landwirtschaft. Mit dem ÖL und der Integrierung von Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen bringt die Politik Instrumente ins Spiel, um den Forderungen der Bevölkerung nachzukommen. Die Wirkungen des ÖL sind inzwischen in umfassenden Forschungsprojekten erfasst worden, während es zu den Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen hingegen nur eine geringe Anzahl wissenschaftlicher Arbeiten gibt. Der hohe finanzielle Aufwand, welcher mit den Fördermaßnahmen im ÖL und der Förderung von AUKM verbunden ist, kann nur gerechtfertigt sein; wenn die geförderten Maßnahmen auch zielgerichtete Wirkungen entfalten. Während es zwar Zielvorgaben bezüglich der flächenmäßigen Umfänge diverser AUKM und dem ÖL gibt, sind nach derzeitigem Stand keine spezifischen Ziele für Arten-, Gewässer- und Bodenschutz formuliert, die durch die unterschiedlichen Maßnahmen erreicht werden sollen.

Der ÖL hebt sich durch den Verzicht auf chemisch-synthetische PSM und durch die Beschränkung der Aufwandmenge von 170 kg N/ha und Jahr, klar von der konventionellen Landwirtschaft ab. Diese Anbauweise ermöglicht die Umsetzung zentraler ökologischer Ziele, wie die Erhaltung und Wiederherstellung der Biodiversität, die Erhöhung der biologischen und physikalischen Bodenqualität, die Reduktion ökotoxikologischer Belastungen, die Reduktion von Nährstoffbilanzüberschüssen und die Verringerung der lokalen Nutztierbestände je Flächeneinheit. Entsprechende Vorschriften sind in den Länderprogrammen Anbau vielfältiger Kulturen und Bereitstellung von Strukturelementen nicht anzutreffen und wenn sind diese nur auf einen geringen Teil der Flächen beschränkt. Ihre Stärken liegen dabei an anderer Stelle. So werden durch die Fruchfolgediversifizierung im Länderprogramm der vielfältigen Fruchfolge, bei gleichzeitiger Reduzierung der Aufwandmengen von PSM, konstante Erträge erzielt. Die Umweltbelastung durch den Verzicht von PSM im ÖL ist zwar geringer, der tatsächlich zu erkennende Effekt auf den Artenschutz bleibt aber meist aus. Grund dafür sind die ertragsschwachen Standorte auf denen ökologische Betriebe wirtschaften. Der Umstellungsaufwand ist gering und die Strukturen hin zu einer extensiven Bewirtschaftung bereits vorhanden, so das mit keinen großen Effekten zu rechnen ist. Im Gegensatz dazu sprechen die Länderprogramme, wenn keine Einordnung in eine Gebietskulisse erfolgt, Betriebe auf Hochertragsstandorten mit intensiver Bewirtschaftung an. Eine Reduzierung der Aufwandmenge durch das Länderprogramm vielfältige Kulturen wird einen stärker erkennbaren Effekt im Gegensatz zum ÖL hervorrufen, aufgrund der angrenzenden weiterhin intensiv genutzten Flächen und dem Vorher-Nachher-Vergleich.

Die Wirkung des Länderprogramms der Blühvarianten weist innerbetrieblich nur geringe Wirkungen auf. So sind die Blühvarianten zwar durch strenge Auflagen gekennzeichnet, ihr Anteil an der Gesamtfläche aber gering. Die weiter intensive Bewirtschaftung der umliegenden Flächen führt zu einer geringen bis keiner merklichen Wirkung. Die überbetriebliche Wirkung der Blühvarianten hingegen ist der Beitrag zum Artenschutz. Denn eine Vielzahl der Tierfaunistischen Arten sind an ausreichend Habitate, wie Säume und Blühstreifen in der Landschaft gebunden, um sich zu etablieren. So kann auch der ÖL nur positive Auswirkungen auf die Verbesserung der Artenvielfalt haben, wenn diesem ebenfalls genügend Strukturelemente für die Etablierung von gewissen Arten der Pflanzen- und Tierwelt zur Verfügung stehen. Es entsteht eine Abhängigkeit, was zeigt, dass auch das Programm der Strukturelemente seine Daseinsberechtigung hat und auf seine Art und Weise unverzichtbar ist. So ist es nicht ungewöhnlich, dass auch ökologisch wirtschaftende Betriebe auf ein und derselben Fläche Fördermaßnahmen kombinieren. Der größte Diskussionspunkt in der Landwirtschaft ist jedoch der Ertrag. Aufgrund der geringeren Ertragsleistung im ÖL wird dieser von Kritikern oft als unproduktiv und verschwenderisch bezeichnet. Mit Hinblick auf die aktuelle politische Lage und die vorhandenen Lieferengpässe von Getreide, kann dies ein relevantes Ausschlusskriterium sein. Nach derzeitigem Stand können bei flächendeckendem ÖL die geringeren Erträge zu extremer Nahrungsknappheit führen, was eine Kontroverse zur derzeitigen politischen Diskussion in Bezug auf die Gewährleistung der Lebensmittelversorgung darstellt (Kellermann, 2020). Die Wirkung zwischen ÖL und Agrarumweltmaßnahmen ist unterschiedlich. Während Einzelmaßnahmen oft eine höhere Wirkung erbringen, da ihrer Konzentration auf speziellen Umweltzielen liegen, fördert der ÖL durch sein ganzheitliches System mehrere Umweltgüter gleichzeitig. Dabei werden die einzelnen Güter zwar nicht so stark angesprochen, wie es bei Einzelmaßnahmen der Fall ist, das Spektrum ist jedoch größer und meist ohne Zielkonflikten mit anderen Bereichen.

Um die Wirkung von AUKM zu steigern ist es in Zukunft wichtig, die Zielgenauigkeit (Armsworth, et al., 2012) zu steigern. Dies kann durch die konsequente Kopplung von AUKM an konkrete Ziele und die Kontrolle des Erreichens dieser Ziele erfolgen. Dadurch kann die Effizienz diverser Maßnahmen enorm und zielgenau gesteigert werden und ein entsprechender finanzieller Aufwand gerechtfertigt werden. Man spricht auch von „dunkelgrünen Agrarumweltmaßnahmen“, welche jedoch im Konflikt mit der Akzeptanz der Landwirte stehen, da sie in der Regel mit hohen Auflagen verbunden sind und die Ausgleichsprämien den tatsächlichen Aufwand und den wirtschaftlichen Verlust der Betriebe nicht ausreichend abfangen. Politische Entscheidungsträger verfolgen dahingehend jedoch den Ansatz, landwirtschaftliche Betriebe als „Gewinnmaximierer“ zu betrachten, welche nur auf finanzielle Anreize reagieren. Dabei geht aus der Literatur hervor, dass auch

Antriebskräfte wie Selbstidentität, sozialer Druck und Naturverbundenheit eine wichtige Rolle spielen; und diese gilt es über entsprechende politische Instrumente anzusprechen. Um die Akzeptanz der Landwirte zu steigern ist es daher wichtig, eine große Bandbreite an Politikinstrumenten anzubieten, um die unterschiedlichen Bedürfnisse der Betriebe und Denkweisen der Landwirte anzusprechen (Feindt, et al., 2019). Zum Erfolg des ÖL trägt maßgeblich eine Steigerung des Ertrages bei. So wird in Zukunft die Züchtung eine zentrale Rolle bei der Weiterentwicklung des ÖL spielen, um Ertragslücken zu schließen und das Potenzial des Anbausystems zu steigern. Die finanziellen Mittel, welche aufgebracht werden, sind gerechtfertigt, die Verteilung ist jedoch nicht optimal. So kann in Zukunft eine ergebnisorientierte Vergütung, in Verbindung mit der Erbringung öffentlicher Leistungen, ein Weg sein, um ein System aufeinander aufbauender Prämien und Programme zu integrieren und Abstand vom Instrument der Direktzahlung, welches als weniger effektiv und effizient eingestuft wird, zu nehmen.

In Zukunft wird es nicht den einen zielführenden Weg zur Nachhaltigkeit, sondern eine Vielzahl an Lösungsansätzen, kombiniert mit unterschiedlichen Anbausystemen angepasst an die vorherrschenden Bedingungen der Regionen, geben. Abschließend stellt sich jedoch die Frage, wie auch Feindt, et al. (2019) in Ihrem Buch beschreiben, welche Leistungen die Gesellschaft von der Landwirtschaft erwartet und unter welchen Bedingungen die Landwirtschaft diese Leistungen erbringen kann. Nur so kann eine realistische Perspektive für eine integrative Agrarpolitik eröffnet werden, um die Entwicklung der Landwirtschaft hin zu einem ökonomisch, ökologisch und sozial nachhaltigen Sektor zur Gewährleistung der Ernährungssicherheit, zu ermöglichen.

7 Literaturverzeichnis

Landesamt für innere Verwaltung Statistisches Amt, 2021. *Statistisches Jahrbuch 2021*.

[Online]

Available at: <https://www.laiv-mv.de/static/LAIV/Abt4.Statistisches%20Amt/Dateien/Publikationen/Statistisches%20Jahrbuch/Aktuell%20nach%20Kapiteln/20%20Land-%20und%20Forstwirtschaft%20Fischerei.pdf>

[Zugriff am 10 März 2022].

Ammer, U., Detsch, R. & Ulrich, S., 1995. Konzept der Landnutzung. In: *Forstwissenschaftliches Centralblatt 114*. s.l.:Springer, pp. 107-125.

Armsworth, P. R. et al., 2012. The cost of policy simplification in conservation incentive programs. *Ecology Letters* , 4 März, pp. 406-414.

Auerswald, K. & Schwertmann, U., 1990. Bodenerosion und Bodenfruchtbarkeit. Kenntnisstand und Forschungsdefizite. In: B. f. E. u. Landwirtschaft, Hrsg. *Bericht über Landwirtschaft 68*. Bonn: s.n., pp. 596-603.

Bachor, A. et al., 2015. *Das Landesmessnetz zur Güteüberwachung des Grundwassers in Mecklenburg-Vorpommern – Untersuchungsergebnisse 2007-2013 und Bewertung des chemischen Zustandes*, Güstrow: Landesamt für Umwelt und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG).

Badgley, C. et al., 2007. Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems* 22, Januar, pp. 86-108.

Barufke, K.-P. et al., 2019. *Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit - Pflanzenchutzmittel - Berichtszeitraum 2013-2016*. [Online]

Available at: https://www.lawa.de/documents/lawa-bericht-zur-gw-beschaffenheit--psm_2_1558355266.pdf

[Zugriff am 08 Juni 2022].

Bengtsson, J., Ahnström, J. & Weibull, A.-C., 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. In: S. o. L. E. Department of Ecology and Crop Production Science, Hrsg. *Journal of Applied Ecology* 42. Schweden: s.n., pp. 261-269.

Beyer, N. et al., 2021. *Regulierende Ökosystemleistungen in Fruchtfolgen mit Ackerbohnen (Vicia faba) und Erbsen (Pisum sativum): Quantifizierung, Bewertung und Realisierung*, Göttingen: Thünen-Institut für Biodiversität.

Böhm, H. et al., 2020. Fruchtfolgen mit und ohne Leguminosen: ein Review. *Journal für Kulturpflanzen*, 23 Juli, pp. 489-509.

Borowski, B., Röhrlig, P., Schack, D. P. S. & Gerber, D. A., 2009. *Nachgefragt: 28 Antworten zum Stand des Wissen rund um Öko-Landbau und Bio-Lebensmittel*, Berlin: Bund ökologische Lebensmittelwirtschaft (BÖLW).

Breitsameter, L. & Isselstein J., 2015. Farm-level phytodiversity of dairy farms is related to within-farm diversity of grassland management types. In: NVWV, Hrsg. *Grassland Science in Europe 20*. Wageningen: s.n., pp. 172-174.

- Buck, R., 2014. *Ministerium für Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt*. [Online] Available at: <https://www.regierung-mv.de/Landesregierung/lm/Umwelt/Boden/Bodenschutz/Gefährdung-des-Bodens/Erosion> [Zugriff am 9 März 2022].
- Bundesamt, U., 2021. *Umwelt Bundesamt*. [Online] Available at: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/ökologischer-landbau#okolandbau-in-deutschland> [Zugriff am 07 Februar 2022].
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2019. *Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft*. [Online] Available at: <https://www.bmel.de/DE/themen/laendliche-regionen/foerderung-des-laendlichen-raumes/eu-foerderung/eler-2014-2020-umsetzung.html> [Zugriff am 2 März 2022].
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2021. *Jährlicher Durchführungsbericht Mecklenburg-Vorpommern*, Mecklenburg-Vorpommern: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.
- Bundesregierung, 2019. *Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplanes 2050*, o.A. : BMU.
- Bund-Länder-Arbeitsgruppe "Cross Compliance", 2020. *Cross Compliance 2020 - Infomationen über die einzu haltenden Verpflichtungen*. 900 Hrsg. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern .
- Butler, S. J. et al., 2010. Quantifying the impact of land-use change to European farmland bird populations. In: ELSEVIER, Hrsg. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 137. s.l.:s.n., pp. 348-357.
- Crittenden, S. J. et al., 2015. Soil physical quality in contrasting tillage systems in organic and conventional farming. In: I. S. T. R. Organisation, Hrsg. *Soil and Tillage Research* 154. s.l.:ELSEVIER, pp. 136-144.
- Cwienk, J., 2022. *Der Ukraine-Krieg und die Bio-Frage*. [Online] Available at: <https://www.dw.com/de/der-ukraine-krieg-und-die-bio-frage/a-61116300> [Zugriff am 08 Juni 2022].
- Dietzel, S. et al., 2019. *Anliegen Natur*, Mai, pp. 73-86.
- Drapela, T. et al., 2022. *Biodiversitätsmaßnahmen in der Agrarlandschaft*. [Online] Available at: https://www.fibl.org/fileadmin/documents/de/news/2022/handbuch_biodiversitaet_21.pdf [Zugriff am 08 Juni 2022].
- Eckstein, K., 2012. *Bewertung der Umweltwirkung von Agrarumweltmaßnahmen – dargestellt am Beispiel des Bayerischen Kulturlandschaftsprogramms*, s.l.: Technische Universität München.
- Feindt, P. H. et al., 2019. Ein neuer Gesellschaftervertrag für eine nachhaltige Landwirtschaft - Wege zu einer integrativen Politik für den Agrarsektor. In: Berlin: SpringerOpen, p. 69.

- Fließbach, A., Oberholzer, H.-R., Gunst, L. & Mäder, P., 2007. *Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming*. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118. s.l.:Elsevier.
- Gabriel, D. et al., 2010. Scale matters: the impact of organic farming in biodiversity at different spatial scales . In: W. o. Library, Hrsg. *Ecology Letters* 12. s.l.:s.n., pp. 793-935.
- Gentsch, N. et al., 2021. *Soil nitrogen and water management by winter-killed catch crops*, Hannover: European Geosciences Union.
- Haaland, C., Naisbit, R. E. & Bersier, L.-F., 2011. Sown wildflower strips for insect conservation: a. *Insect Conservation and Diversity*, pp. 60-80.
- Haber, W. & Salzwedel, J., 1992. *Umweltprobleme der Landwirtschaft: Sachbuch Ökologie*. Stuttgart: J.B. Metzlersch Verlagsbuchhandlung und Carl Ernst Poeschel GmbH.
- Haller, L. et al., 2019. *Entwicklungserspektiven der ökologischen Landwirtschaft in Deutschland*, Frankfurt am Main: Umweltbundesamt.
- Hartmann K, L. H. A.-H. M. A.-H. R. E. Y. S. K. S. E., 2009. *Vergleichende Untersuchungen der Infiltrationseigenschaften von konventionell und ökologisch bewirtschafteten Böden.*, Baden-Württemberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Hirschelmann, S. et al., 2020. *Moore in Mecklenburg-Vorpommern im Kontext nationaler und internationaler Klimaschutzziele - Zustand und Entwicklungspotenzial, Faktensammlung*, Greifswald: Greifswald Moor Centrum.
- Hocking, P. J., 2001. Organic acids exuded from roots in phosphorus uptake and aluminum tolerance of plants in acid soils. *Advances in Agronomy*, Dezember, pp. 63-97.
- Holsten, B., Pfannerstill, M. & Trepel, M., 2016. *Phosphor in der Landschaft - Management eines begrenzt verfügbaren Nährstoffes*, Kiel: Christian.Albrechts-Universität Kiel.
- Hungerkamp, M., 2022. agrarheute. [Online]
Available at: <https://www.agrarheute.com/tier/krieg-ukraine-lange-reicht-oekofutter-591076>
[Zugriff am 12 Mai 2022].
- Illner, H., 2009. Ökologischer LAndbau: Eine Chance für gefährdete Fogelarten in der Hellwegbörde. In: A. B. U. i. K. S. e.V., Hrsg. *ABU info*. s.l.:s.n., pp. 30-37.
- Jänsch, S. & Römbke, J., 2009. *Einsatz von Kupfer als Pflanzenschutzmittel-Wirkstoff: Ökologische Auswirkungen der Akkumulation von Kupfer im Boden*. [Online]
Available at: file:///C:/Users/jenni/Downloads/Einsatz_von_Kupfer_als_Pflanzenschutzmittel-Wirkst.pdf
[Zugriff am 8 Juni 2022].
- Kellermann, K., 2020. *Die zukunft der Landwirtschaft - Konventioneller, gentechnikbasierter und ökologischer Landbau im umfassenden Vergleich*. Wiesbaden : Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Korn, H. & Bockmühl, K., 2016. *Treffpunkt Biologische Vielfalt XV - Interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt*, Putbus: Bundesamt für Naturschutz.

- Kreysa, U. & Körver, J., 2020. *Ökolandbau.de*. [Online] Available at: <https://www.oekolandbau.de/handel/marktinformationen/der-biomarkt/marktberichte/erträge-im-biologischen-und-konventionellen-landbau/> [Zugriff am 20 April 2022].
- Lambert, M., Giller, G., Barber, L. B. & Fitzgerald, K. C., 2015. *Suburbanization, estrogen contamination, and sex ratio in wild amphibian populations*, s.l.: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.
- Landesamt für innere Verwaltung - Statistisches Amt , 2021. *Landwirtschaftszählung 2020*. [Online] Available at: <https://www.laiv-mv.de/static/LAIV/Statistik/Dateien/Publikationen/Z%20Faltbl%C3%A4tter/Z%20961/Z961%202020%2001.pdf> [Zugriff am 11 März 2022].
- Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern , 2003. *Gutachtliches Landschaftsprogramm Mecklenburg-Vorpommern*. [Online] Available at: https://eucc-d-inline.databases.eucc-d.de/files/documents/00000106_Landschaftsprogramm_M_V.pdf [Zugriff am 17 März 2022].
- Landwirtschaft, B. f. E. u., 2019. *Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM), Ökologischer Landbau und Tierschutzmaßnahmen*. [Online] Available at: <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/eu-agrarpolitik-und-foerderung/agrarumwelt-und-klimamassnahmen-aukm/agrarumweltmassnahmen-deutschland.html> [Zugriff am 08 Februar 2022].
- Lori, M., Symnaczik, S., De Deyn, G. & Gattinger, A., 2017. *Organic farming enhances soil microbial abundance and activity—A meta-analysis and meta-regression*. [Online] Available at: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0180442> [Zugriff am 29 März 2022].
- Lütke Entrup, N. & Oehmichen, J., 2006. *Lehrbuch des Pflanzenbaus, Band 1: Grundlagen*. 3. Auflage Hrsg. Soest: AgroConcept GmbH.
- Maren Birkenstock, N. R., 2018. *Gestaltung und Umsetzung der Gemeinsamen EU-Agrarpolitik ab 2021 - Übersicht über die politischen Debatten*. Braunschweig, Umweltbundesamt .
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz , 2021. *Richtlinien zur Förderung des Anbaus von vielfältigen Kulturen im Ackerbau (Vielfältige Kulturen Richtlinie)*. [Online] Available at: <https://www.landesrecht-mv.de/bsmv/document/VVMV-VVMV000010114> [Zugriff am 09 April 2022].
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz, 2021. *Richtlinie zur Förderung der extensiven Bewirtschaftung von Dauergrünlandflächen (Extensive Dauergrünlandrichtlinie)*. [Online] Available at: <https://www.landesrecht-mv.de/bsmv/document/VVMV-VVMV000010098> [Zugriff am 12 April 2022].

- Ministerium für Landwirtschaft, U. u. V. M.-V., 2015. *Förderfibel zur Umsetzung des Entwicklungsprogramms für den ländlichen Raum Mecklenburg-Vorpommern 2014-2020*, Schwerin: Landesamt für innere Verwaltung M-V.
- Niggli, U., Schmid, H. & Fließbach, A., 2008. *Organic Farming and Climate Change*, Genf: FiBL, International Trade Centre.
- Oppermann, D. R., 2013. *Weiterentwicklung der Agrarumweltprogramme - Maßnahmen zur effektiven Förderung der Biodiversität in der Landwirtschaft bis 2020*, Berlin: NABU.
- Pfiffner, L. & Balmer, O., 2011. *Organic Agriculture and Biodiversity*, Frick: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL).
- Pimentel, D. et al., 2005. s.l.:BioScience.
- Pimentel, D. et al., 2005. Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems. In: A. I. o. B. Science, Hrsg. *BioScience* 55. s.l.:s.n., pp. 573-582.
- Pollermann, K. et al., 2016. *Ex-post-Bewertung - Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum des Landes Schleswig-Holstein 2007 bis 2013*, Braunschweig: Thünen-Institut.
- Rabe, I., 2016. Beweidung ist wichtig für die Artenvielfalt. In: Bauernblat, Hrsg. *Teil 2: Artenvielfalt in der Agrarlandschaft fördern*. Schleswig-Holstein: s.n., pp. 6-7.
- Reganold, J. P. & Wachter, J. M., 2016. *Organic agriculture in the twenty-first century*. [Online]
Available at: <https://www.nature.com/articles/nplants2015221>
[Zugriff am 29 März 2022].
- Reiter, K., Roggendorf, W., Sander, A. & Liebersbach, H., 2016. *Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum Mecklenburg-Vorpommern 2007-2013 - Agrarumweltmaßnahmen*, Braunschweig: Thünen-Institut für ländlichen Raum .
- Röder, N. et al., 2019. *Evaluierung der GAP-Reform aus Sicht des Umweltschutzes - GAPEval*, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Ronald, P. C. & Adamchak, R. W., 2008. *Tomorrow's Table. Organic Farming, Genetics, and the Future of Food*. New York: Oxford University Press.
- Sander, A., Bathke, M. & Franz, K., 2019. *Landesprogramm Ländlicher Raum (LPLR) des Landes Schleswig-Holstein 2014 bis 2020 - Beiträge zur Evaluation des Schwerpunktbereichs 4A*, Hannover: Thünen-Institut.
- Sanders, J. & Heß, J., 2019. *Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft*, Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut.
- Schauhoff-Tholen, V., Piepenbrink, S. & Röhling, D., 2022. *Ratgeber Pflanzenbau und Pflanzenschutz*. 27 Hrsg. s.l.:Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen.
- Schindler, M. & Wittmann, M., 2011. *Auswirkung des Anbaus vielfältiger Fruchtfolgen auf wirbellose Tiere in der Agrarlandschaft - Feldstudie an Blütenbesuchern und Bodenarthropoden* -, Bonn: Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn.

- Schüßler, A., 2009. Struktur, Funktion und Ökologie der arbuskulären Mykorrhiza. In: B. A. d. Wissenschaften, Hrsg. *Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 37 Ökologische Rolle von Pilzen*. s.l.:Dr. Friedrich Pfeil, pp. 97-108.
- Seufert, V. & Ramankutty, N., 2017. *Many shades of gray - The context-dependent performance of agriculture*., s.l.: Science Advances.
- Statista Research Department, 2022. *Prognose zur Entwicklung der Weltbevölkerung bis 2100*, s.l.: Statista Research Department .
- Tscharntke , T. et al., 2012. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses. *Biological Reviews* 87, 24 Januar, pp. 661-685.
- Tuomisto, H., Hodge, I. & Macdonald, D., 2012. Does organic farming reduce environmental impacts? - A meta-analysis of European research. In: ELSEVIER, Hrsg. *Journal of Environmental Management* 112. s.l.:s.n., pp. 309-320.
- Umweltbundesamt, 2021. *Emissionen ausgewählter Treibhausgase in Deutschland nach Kategorien in Tsd. t Kohlendioxid-Äquivalenten**, s.l.: Umweltbundesamt .
- Vidaurre, R. & Lukat, E., 2016. *Konzepte zur Minderung von Arzneimitteleinträgen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung in die Umwelt*. [Online]
Available at:
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/publikationen/fachbroschüre_tam_final.pdf
[Zugriff am 01 April 2022].
- Wachendorf, M., Bürkert, A. & Graß, R., 2018. *Ökologische Landwirtschaft*. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.
- Wilhelm, B., 2016. Funktion und Regulierung von Ackerwildkräutern. In: B. Freyer, Hrsg. *Ökologischer Landbau - Grundlagen, Wissensstand und Herausforderungen* . s.l.:utb, pp. 486-497.
- Wingender, R. et al., 2002. *Die Bedeutung der landwirtschaftlichen Nutzung für die Artenvielfalt wildlebender Tiere und Pflanzen in Deutschland*, Bon: Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft.

8 Eidesstaatliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ich bin damit einverstanden, dass meine Bachelorarbeit in der Hochschulbibliothek eingestellt wird.

Jennifer Pahl, den 12.06.2022, Dorf Mecklenburg