

Abschlussbericht der Operationellen Gruppe „Demonstration von humusaufbauenden Maßnahmen in Fruchtfolgen mit legumen Ackerfuttergemengen und Körnerleguminosen auf trockenen Sandböden“

im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft (EIP)



*„Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung des Berichtes trägt der Lead-Partner, die LMS
Agrarberatung GmbH.“*

EIP Agri – Europäische Innovationspartnerschaft Landwirtschaft Produktivität und Nachhaltigkeit

Diese Publikation wird im Rahmen des Entwicklungsprogramms für den ländlichen Raum Mecklenburg-Vorpommern 2014-2020 mit Unterstützung der Europäischen Union und des Landes Mecklenburg-Vorpommern, vertreten durch das Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, erarbeitet und veröffentlicht.



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	III
A Kurzdarstellung	1
I. Ausgangssituation und Bedarf.....	1
II. Projektziel und konkrete Aufgabenstellung	2
III. Mitglieder der Operationellen Gruppe (OG).....	2
IV. Projektgebiet.....	3
V. Projektlaufzeit und –dauer	3
VI. Budget	3
VII. Ablauf des Vorhabens.....	4
VIII. Zusammenfassung der Ergebnisse.....	4
1) Teilprojekt 1	4
2) Teilprojekt 2.....	4
3) Teilprojekt 3.....	5
B Eingehende Darstellung	6
I. Verwendung der Zuwendung	6
II. Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn.....	6
1) Ausgangssituation und Projektaufgabenstellung Teilprojekt 1	6
2) Ausgangssituation und Projektaufgabenstellung Teilprojekt 2	8
3) Ausgangssituation und Projektaufgabenstellung Teilprojekt 3	14
III. Ergebnisse der OG in Bezug auf.....	16
1) Wie wurde die Zusammenarbeit im Einzelnen gestaltet.....	16
2) Was war der besondere Mehrwert des Formates einer OG für die Durchführung des Projekts?.....	16
3) Ist eine weitere Zusammenarbeit der Mitglieder der OG nach Abschluss des geförderten Projekts vorgesehen?.....	17
IV. Ergebnisse des Innovationsprojektes.....	17
1) Teilprojekt 1: Fruchtfolgen auf der Demonstrationsfläche des Praxisbetriebes Plöwen.....	17
2) Teilprojekt 2: Exaktversuche in Plöwen.....	17
3) Teilprojekt 3: Vergleichsmischungen ausgewählter Futterleguminosen auf den Demonstrationsbetrieben	36
4) Beitrag des Ergebnisses zu förderpolitischen EIP Zielen	38
5) Nebenergebnisse – „by- catches“? Was hat sich evtl. unerwartet aus der Zusammenarbeit, durch das Projekt ergeben?.....	38
6) Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben	38
V. Nutzen der Ergebnisse für die Praxis	39
VI. Verwertung und Nutzung der Ergebnisse.....	40
VII. Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit.....	40
VIII. Nutzung des Innovationsbüros (Innovationsdienstleister, IDL)	40
IX. Kommunikations- und Disseminationskonzept.....	40
Literaturverzeichnis	43
Anhang	45

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fruchtfolge 1 beispielhaft für einen viehhaltenden Betrieb MIT Organischer Düngung	7
Abbildung 2: Fruchtfolge ohne Tierhaltung	8
Abbildung 3: Gelbklees durch die Trockenheit im Sommer 2019 vollständig vertrocknet, Plöwen, 24.07.2019	10
Abbildung 4: Lage der Demonstrationsbetriebe zu Teilprojekt 3 in Mecklenburg-Vorpommern, Quelle GeoPortalMV	15
Abbildung 5: Lage der Projektfläche am Standort Plöwen, Quelle GeoPortalMV	17
Abbildung 6: Feldanlage mit zwei Fruchtfolgen 2016/2017 am Standort Plöwen (rot: integrierte Exaktversuche).....	18
Abbildung 7: Witterung am Standort Plöwen von 2015 bis 2020	19
Abbildung 8: Entwicklung der Grundnährstoffgehalte in FF1 während der Projektlaufzeit	21
Abbildung 9:..... Leguminosenmüdigkeitstest: Lupinen-Pflanzen von FF1, 27.04.2018 links im behandelten und rechts im unbehandelten Boden	22
Abbildung 10: Entwicklung der Grundnährstoffgehalte in FF2 während der Projektlaufzeit...	24
Abbildung 11: Leguminosenmüdigkeitstest: Lupinenpflanzen von FF2, 27.04.2018 links im behandelten und rechts im unbehandelten Boden	25
Abbildung 12: Nt-Gehalte im Boden in FF1 am Standort Plöwen im Projektzeitraum (Mittelwerte, Minimum und Maximum der Fruchtfolgeschläge).....	26
Abbildung 13: Nt-Gehalte im Boden in FF2 am Standort Plöwen im Projektzeitraum (Mittelwerte, Minimum und Maximum der Fruchtfolgeschläge).....	26
Abbildung 14: TOC-Gehalte im Boden in FF1 am Standort Plöwen im Projektzeitraum (Mittelwerte, Minimum und Maximum der Fruchtfolgeschläge).....	27
Abbildung 15: TOC-Gehalte im Boden in FF2 am Standort Plöwen im Projektzeitraum (Mittelwerte, Minimum und Maximum der Fruchtfolgeschläge).....	27
Abbildung 16: Getreideerträge in den Fruchtfolgen (FF1 und FF2) im Projektzeitraum am Standort Plöwen.....	28
Abbildung 17: Relativer Durchschnittsertrag (zum Prüfglied Sichelluzerne) der Einzelschnitte im ersten und zweiten Hauptnutzungsjahr (HNJ) 2016-2019 am Standort Plöwen.....	31
Abbildung 18: Chicoréepflanze vor dem 1. Schnitt im Jahr FF1, Plöwen April 2019	32

Abbildung 19: Chicoréeepflanze vor dem 2. Schnitt im Jahr FF1, Plöwen Juli 2019.....	32
Abbildung 20: Steinklee, Plöwen, 24.07.2019.....	33
Abbildung 21: Gelbklee als Bodenbedecker, Plöwen 10.07.2017	33
Abbildung 22: Unkrautdruck durch die Kornblume in den Lupinenparzellen Juli 2017 am Standort Plöwen.....	34
Abbildung 23: Lupinenpflanzen bei Auflaufen 2017 am Standort Plöwen	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Prüfglieder der Kleegrasmischungen in FF1 am Standort Plöwen 2016-2019.....	9
Tabelle 2: Prüfglieder der Kleegrasmischungen in FF2 am Standort Plöwen 2016-2019.....	9
Tabelle 3: Beschreibung der einzelnen Komponenten der Klee grasversuche	10
Tabelle 4: Prüfglieder der Versuche mit Körnerleguminosen in FF1 und FF2 2016-2019 am Standort Plöwen.....	13
Tabelle 5: Beschreibung der einzelnen Körnerleguminosenarten.....	13
Tabelle 6: Fruchtfolge mit Tierhaltung während der Projektlaufzeit (rotgefärbte Schläge: integrierte Exaktversuche).....	20
Tabelle 7: Durchschnittserträge aus FF1 im Projektzeitraum im Vergleich zu Sortenversuchen am Standort Plöwen	22
Tabelle 8: Fruchtfolge ohne Tierhaltung während der Projektlaufzeit (rotgefärbte Schläge: integrierte Versuche).....	23
Tabelle 9: Durchschnittserträge in FF2 im Projektzeitraum im Vergleich zu Sortenversuchen am Standort Plöwen.....	24
Tabelle 10: Humusbilanzierung für die Fruchtfolge mit Tierhaltung (FF1) und Fruchtfolge ohne Tierhaltung (FF2) 2016-2019 am Standort Plöwen (nach HE-Methode, Bilanzierungsmodell HUNTER)	29
Tabelle 11: Ergebnisse der Erntebonituren im Klee grasversuch FF1 (Mittelwerte der Jahre 2016-2019 am Standort Plöwen).....	30
Tabelle 12: Durchschnittlicher Trockenmasseertrag der Klee grasmischungen in FF2 2016-2019 am Standort Plöwen.....	33
Tabelle 13: Bonituren und Ertrag in den Versuchen Körnerleguminosen am Standort Plöwen	35
Tabelle 14: Ergebnisse der Feldbegehungen und Betriebsbefragungen der vier Demonstrationsbetriebe	37

A Kurzdarstellung

I. Ausgangssituation und Bedarf

In Mecklenburg-Vorpommern ist die Bewirtschaftung trockener Sandstandorte für ökologisch wirtschaftende Betriebe eine große Herausforderung. Das Ertragsrisiko ist höher als unter besseren Standortbedingungen und ackerbauliche Maßnahmen zum Humusaufbau gelingen nicht immer. Humus ist aber auch für Sandböden eine wichtige Quelle der Bodenfruchtbarkeit, er speichert unter anderem Stickstoff und kann diesen Nährstoff kontinuierlich für das Pflanzenwachstum bereitstellen. Humusaufbau ist daher für eine nachhaltige ökologische Bewirtschaftung insbesondere für Sandstandorte von besonderer Bedeutung.

Humusgehalt und –qualität werden zu einem nicht unerheblichen Teil durch die Bewirtschaftung bestimmt. Organische Düngung, Fruchtfolgen mit Ackerfutter und Zwischenfrüchten tragen maßgeblich dazu bei, dass durch mikrobiellen Umbau der Humusstatus gemehrt werden kann. Dass das möglich ist, zeigen Ergebnisse aus der seit 20 Jahren ökologisch bewirtschafteten Fruchtfolge am Standort Gülzow.

Bei vielen Öko-Landwirten hat sich die Erkenntnis manifestiert, dass nachhaltige ökologische Bewirtschaftung entscheidend davon abhängt, wie es gelingt, Humus aufzubauen. Einen Schwerpunkt bilden dabei die Futterleguminosen, wie Klee und Luzerne in Kombination mit Gräsern. Aber auch Körnerleguminosen leisten einen Beitrag. Allerdings lassen sich viele Arten aufgrund ihrer Ansprüche auf den sehr schwachen Sandböden in den östlichen und südlichen Landesteilen schwer oder gar nicht etablieren (Rotklee, Ackerbohnen, Erbsen) und bilden nur eingeschränkt Biomasse. Daher ist es dringend notwendig, alternative Arten zu prüfen und den Anbau zu demonstrieren. Die Auswahl standortangepasster Leguminosenarten bereitet auf den besseren Böden kaum Probleme. Dagegen engt sich das Artenspektrum auf Sandböden mit Ackerzahlen unter 35 stark ein und erweist sich bei Ackerzahlen unter 25 und Niederschlagsmengen unter 550 mm als kaum vorhanden. Da Futterleguminosen für den Aufbau der Bodenfruchtbarkeit von besonderer Bedeutung sind, muss auf den trockenen sandigen Standorten nach Alternativen zu Rot- und Weißklee gesucht werden. Gemenge aus Hornklee und/oder Sichelluzerne mit trockentoleranten Gräsern wie Rotschwingel zeigen bisher gute Ergebnisse. Versuche an zwei Standorten in Mecklenburg-Vorpommern haben gezeigt, dass auch mit diesen Gemengen respektable Trockenmasseerträge erreicht werden können. Sie sind eine wichtige Voraussetzung für humusmehrende Effekte (Titze, 2013).

Der Anbau der alternativen Leguminosen und deren mögliche Effekte für den Humusaufbau sind bisher auf diesen extremen Sandböden mit geringer Niederschlagsversorgung im Praxisanbau nicht erprobt. Um den ökologischen Ackerbau auf Sandstandorten langfristig zu stabilisieren und zu sichern, gilt es nach alternativen Leguminosenarten zum Humusaufbau zu

suchen. Hierfür ist es notwendig, Beispiele zu demonstrieren und Ergebnisse aus diesem Betriebsversuch in die breite landwirtschaftliche Praxis zu überführen.

II. Projektziel und konkrete Aufgabenstellung

Das Projekt sollte den Futter- und Körnerleguminosenanbau als Grundlage des Humusaufbaus demonstrieren und neue Arten prüfen. Grundlage der Demonstration waren die im Fachbereich Öko-Landbau der LFA diesbezüglich auf trockenen Sandböden bereits gewonnenen Erkenntnisse.

Ziel war die Erarbeitung von Anbauempfehlungen für Ackerfuttermischungen und Körnerleguminosen und die Schaffung von Demonstrationsbeispielen für trockene Sandböden.

Das Projekt sollte den Futter- und Körnerleguminosenanbau als Grundlage des Humusaufbaus in zwei Fruchtfolgen demonstrieren und neue Arten in Exaktversuchen auf Anbaueignung für die vorliegenden Standortverhältnisse (trockene Sandböden) prüfen. Durch die Untersuchungen in zwei Fruchtfolgen werden die Verhältnisse in den real existierenden Betrieben abgebildet. Darüber hinaus sollten Öko-Betriebe den Anbau alternativer Leguminosenarten in der Fruchtfolge demonstrieren und so in die Region ausstrahlen.

Die Untersuchungen und Demonstrationen wurden in der Ökologischen Landwirte Acker- und Grünlandbewirtschaftungs GmbH in Plöwen durchgeführt. Der Betrieb bewirtschaftet sandige Böden mit Ackerzahlen zwischen 14 und 38. Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge liegt bei 550 mm. Für die Etablierung der Fruchtfolgen wurde der Schlag Nr. 7 „Plöwen am Dorf“ ausgewählt, welcher in die Flurstücke 124, 125 und 126 des Naturparks „Am Stettiner Haff“ fällt (Abb. 1). Die Fläche beträgt 7,62 ha (254m Länge x 300m Breite).

Zur genaueren Ermittlung von Witterungsdaten bedurfte es einer Agrar-Wetterstation, welche neben Niederschlag und Lufttemperatur auch die Bodentemperatur messen sollte. Diese sollte die Bewertung der Anbauergebnisse aus dem Vorhaben unterstützen.

III. Mitglieder der Operationellen Gruppe (OG)

- Forschungs- und Versuchseinrichtung:
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Gülzow-Prüzen (Carolina Wegner)
- Landwirtschaftliches Unternehmen:
Ökologische Landwirte Acker- und Grünlandbewirtschaftungs GmbH, Plöwen (Anja Holke)
- Verband, Verein, landwirtschaftliche Organisation:
Biopark e. V. (Dr. Delia Micklich)
- Lead-Partner, Projektleitung:
LMS Agrarberatung GmbH, Rostock (Julia Kaiser)

Aufgrund der Inanspruchnahme von Elternzeiten während der Projektlaufzeit, kam es zeitweise zu Umbesetzungen von Mitarbeiterinnen (in Vertretung) bei der Landesforschungsanstalt, wie auch bei der LMS Agrarberatung GmbH.

IV. Projektgebiet

Die Untersuchungen und Demonstrationen von Teilprojekt I und II wurden in der Ökologischen Landwirte Acker -und Grünlandbewirtschaftungs GmbH in Plöwen, im Landkreis Vorpommern-Greifswald durchgeführt. Der Betrieb bewirtschaftet sandige Böden mit Ackerzahlen zwischen 14 und 38. Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge liegt bei 550 mm. Für die Etablierung der Fruchtfolgen wurde der Schlag Nr. 7 „Plöwen am Dorf“ ausgewählt, welcher in die Flurstücke 124, 125 und 126 des Naturparks „Am Stettiner Haff“ fällt (Abb. 5). Die Fläche betrug 7,62 ha (254m Länge x 300m Breite).

Die Beobachtungen und Demonstrationen von Teilprojekt III wurden den projektrelevanten Klima- und Bodenverhältnissen entsprechend, auf 4 repräsentativen Landwirtschaftsbetrieben in den Landkreisen Ludwigslust-Parchim, Landkreis Rostock und Vorpommern-Greifswald durchgeführt (Abb. 4). Alle Betriebe weisen eine Bewirtschaftung auf Sandböden mit Ackerzahlen unter 35 und jährliche Niederschlagsmengen im langjährigen Schnitt von etwa 550 mm auf. Drei Betriebe haben Bodenwertzahlen unter 26, ein Betrieb verfügt über Bodenwertzahlen zwischen 18 bis 35.

V. Projektlaufzeit und –dauer

Zum offiziellen Beginn der Projektlaufzeit im Juli 2016 wurde der Fördermittelbescheid durch den zuständigen Minister am 28.07.16 übergeben. Am 07.09.2015 erteilte die Bewilligungsbehörde (Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Westmecklenburg) die Ausnahmegenehmigung zum vorzeitigen Maßnahmenbeginn ab November 2015. Reguläres Projektende war nach vierjähriger Laufzeit der 31. Oktober 2019. Einem Antrag der OG auf kostenneutrale Verlängerung des Projektzeitraumes um weitere 8 Monate wurde von Seiten des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt M-V zugestimmt.

VI. Budget

Das bewilligte Budget lag, mit Berücksichtigung des letzten Änderungsbescheides, bei 353.040,60 €. Insgesamt wurden 315.561,38 € verausgabt.

VII. Ablauf des Vorhabens

Für den Ablauf des Projektes wurde ein indikativer Zeitplan erstellt. Dieser ist in Anlage 1 dargestellt. Der Zeitplan konnte in diesem Projekt weitgehend eingehalten werden. Die tatsächliche Umsetzung des Zeitplans einschließlich der Verlängerung des Projektzeitraums ist in Anlage 2 aufgeführt.

Eine Abweichung vom ursprünglichen indikativen Zeitplan ergab sich unter anderem aus der kostenneutralen Verlängerung des Projektes. Die Abschlussveranstaltung konnte aufgrund der weltweiten Pandemie und den damit verbundenen Maßnahmen zur Eindämmung der Virusverbreitung nicht wie geplant im Juni in Löcknitz stattfinden, weshalb eine digitale Präsentation der Ergebnisse des Projektes in Verbindung mit thematisch bezogenen Beiträgen externer Referenten auf der Webseite des Lead-Partners realisiert wurde.

VIII. Zusammenfassung der Ergebnisse

1) Teilprojekt 1

Eine relativ ausgeglichene Humusbilanz auf leichten Standorten ist mit einer längeren Standzeit von Klee gras (mindestens zwei Jahre) und dem Einsatz organischer Dünger (Dung, Hühnertrockenkot) oder der Kompostierung des Klee grasses möglich. Um jedoch eine positive Humusbilanz zu erreichen, ist ein zusätzlicher Verbleib der Koppelprodukte, wie Stroh oder Klee gras aufwüchse, auf dem Feld notwendig.

Die ausgewiesenen Anbaupausen von Leguminosen sollten eingehalten werden. Leguminosenmüdigkeit kann zu verstärkten Ertragsausfällen führen und wird in den Betrieben wahrscheinlich zunehmen (Schmitke, K., 2018). Dies betrifft sowohl Körnerleguminosen wie Lupinen, als auch kleinkörnige Leguminosen wie Rotklee oder Hornklee. Jedoch gibt es Arten wie Luzerne oder Sojabohne, die diese Anfälligkeit weniger aufweisen (Schmitke, K., 2018).

2) Teilprojekt 2

In der Beispielfruchtfolge mit Futtermittelverwertung zeigte sich, dass Sichel- und Saatluzerne gut auf zu Trockenheit neigenden Standorten angebaut werden können. Bei hohem Unkrautdruck sollte eine längere Standzeit eingeplant werden, da durch die Schröpf schnitte zwar das Unkraut zurückgedrängt wird, aber dadurch auch Ertrag verloren geht.

Ohne eine Futtermittelverwertung sollten Betriebe Gelbklee auf Flächen mit hohem Unkrautdruck bevorzugen, während Steinklee mehr Biomasse schafft. Laut Literatur ist Gelbklee in der Lage, im zweiten Nutzungsjahr höhere Biomasseerträge zu erreichen als im ersten Jahr (Döring, T., 2018). Auch Steinklee braucht eine längere Zeit sich zu etablieren (Schneider, J., 2019). Daher empfiehlt sich bei diesen beiden Kulturen eine Aussaat im Frühjahr mit einer Standzeit von

mindestens eineinhalb Jahren. Da Steinklee wegen seines Cumaringehaltes nicht verfüttert werden kann, sollten vorher alternative Nutzungsmöglichkeiten wie Gründüngung, Bienenweide, Biogassubstrat oder Vermehrung überlegt werden. Eine andere Variante wäre beispielsweise der Umbruch des im Frühjahr gesäten Steinklees nach der ersten Überwinterung. Auf diese Weise wird die maximale Wurzeleistung für Humusbildung und N-Fixierung genutzt sowie die für Marktfruchtbetriebe nicht produktive Kleeanbauperiode auf ein Jahr begrenzt. Entscheidend für den Erfolg ist das saubere Unterpflügen der Wurzeln, um Durchwuchs zu vermeiden.

Sie Lupine stellt an die optimale Aussaat von der Bodenbearbeitung, über das Saatgut, bis zum Erntezeitpunkt, hohe Ansprüche. Stabile Erträge lassen sich nur mit einer guten Wasserversorgung im Boden, warmen Saatbedingungen sowie homogenen und dichten Beständen realisieren. Hierauf gilt es einen größeren Fokus zu legen, um eine Ertragssicherheit der Lupine zu gewährleisten.

3) Teilprojekt 3

Beim Vergleich der Erträge zwischen betriebseigener und alternativer Mischung konnte keine eindeutige Tendenz festgestellt werden. Weder im innerbetrieblichen Vergleich noch zwischen den Betrieben. Hinsichtlich der Bestandsentwicklung und der Erträge lag die alternative Mischung nicht wesentlich über den Betriebseigenen.

Festzuhalten ist, dass die Landwirtschaftsbetriebe auf sandigen, trocknen Standorten augenscheinlich bereits gut geeignete betriebsindividuelle Kleeegrasmischungen nutzen.

Eine Etablierung alternativer Kleeegrasmischungen ist auf den Betrieben also möglich, denn in jedem der vier Demonstrationsbetriebe gelang eine Ansaat. So schätzen die Betriebsleiter die mit Hornklee erweiterte Mischung als mögliche Alternative ein, die jedoch im Laufe der Projektzeit nicht besser oder überzeugender war, um sie zukünftig ausschließlich im Betrieb einzusetzen.

B Eingehende Darstellung

I. Verwendung der Zuwendung

Die wesentlichen Positionen umfassen die Personalkosten der OG-Mitglieder sowie die Aufwandsentschädigung für die Nutzung der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Landwirtschaftsbetriebes und die Nutzung des Striegels als wichtiger Bestandteil der Unkrautregulierung.

Zum Nachweis der Verwendung der Zuwendung verweisen wir an dieser Stelle auf die bereits beim Richtliniengeber und bei der Bewilligungsbehörde eingereichten Sachberichte (I – XIII) und Mittelanforderungen (I – XIII). Diese können beim Lead-Partner LMS Agrarberatung GmbH und dem Zuwendungsgeber eingesehen werden.

II. Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn

1) Ausgangssituation und Projektaufgabenstellung Teilprojekt 1

Das Projekt soll den Futter- und Körnerleguminosenanbau als Grundlage des Humusaufbaus in zwei Fruchtfolgen demonstrieren. Hierzu wurden in der Ökologischen Landwirte Acker- und Grünlandbewirtschaftungs GmbH in Plöwen zwei Fruchtfolgen geplant, eine mit Tierhaltung (FF1) und eine Fruchtfolge ohne Tierhaltung (FF2). Der Betrieb bewirtschaftet sandige Böden mit Ackerzahlen zwischen 15 und 38. Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge lag bei Projektbeginn bei 550 mm. Der Betrieb wählte, in Absprache mit der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei den Schlag Nr. 7 „Plöwen am Dorf“ aus. Dieser liegt 20m über dem Meeresspiegel im Naturpark „Am Stettiner Haff“ mit Ackerzahlen zwischen 14 und 38 in von West nach Ost leicht abfallendem Gelände. Der Schlag ist weiterhin gekennzeichnet durch eine fehlende nutzbare Grundwasserversorgung und mittlere Nitratauswaschungsgefährdung. Die Projektfläche wurde hier mit 7,62 ha (2,54 m Länge x 300 m Breite) geplant.

Um die Bewirtschaftung mit Großtechnik zu ermöglichen und den Demonstrationscharakter zu wahren, beträgt jeder Fruchtfolgeschlag 0,36 ha. Zur Gewährleistung der Bewirtschaftung mit Betriebstechnik sollte ein Wegenetz zwischen den Fruchtfolgefeldern und um die gesamte Anlage herum angelegt werden (vgl. Abb. 6). Die Bewirtschaftung der Fruchtfolge sollte durch den Betrieb erfolgen. Auf der Fläche der Fruchtfolgen sind Ackerzahlen von 14 bis 38 ausgewiesen.

Da das Projekt im Herbst 2015 noch nicht bewilligt war, wurde auf der Fläche komplett Wintergerste gedreht, um einen Ertragsausfall bei Nichtbewilligung zu kompensieren.

Eine ausgeglichene FF gewährleistet eine nachhaltige Bewirtschaftung und ist somit wesentlich für den betrieblichen Erfolg im Ökolandbau. Sie ist unter anderem Grundlage für das Unkrautmanagement, für die Krankheitsunterdrückung und eine ausgeglichene Humusbilanz. Es gelten folgende Fruchtfolgegrundsätze: Das Getreide sollte nicht mehr als 75 Prozent in der Fruchtfolge einnehmen, während Klee grasflächen nicht mehr als 33 Prozent und Flächen mit Körnerleguminosen nicht mehr als 25 Prozent des Anbaus ausmachen sollten (Aigner, A., 2006). In den Fruchtfolgen steht das Klee gras vor der Sommerung Hafer, um eine Begrünung über den Winter zu erhalten und die freigesetzten Nährstoffe aus dem Klee gras im Frühjahr optimal nutzen zu können. Zusätzlich dient ein mehrmaliger Schnitt des Ackerfutters der Unkrautunterdrückung. Um eine Bodenbedeckung vor den Lupinen zu gewährleisten, wird nach Wintertriticale eine Zwischenfrucht aus Senf, Phacelia und Rettich ausgedrillt.

1.1) Fruchtfolge 1 – Viehhaltender Betrieb

In Fruchtfolge 1 (FF1) wird ein Betrieb mit Tierhaltung simuliert. Auf diesem Feld läuft eine siebengleidrige Fruchtfolge ab, wobei sich zwei Schläge aus dem zweijährigen Ackerfutter ergeben, um die Versorgung der Tiere zu gewährleisten. Im Gegenzug wird in der Fruchtfolge zweimal Dung ausgebracht und eingearbeitet (Abb. 1). Getreide und Körnerleguminosen werden je nach Bedarf als Futter oder Konsumware verwendet, das Getreidestroh wird abgefahren.

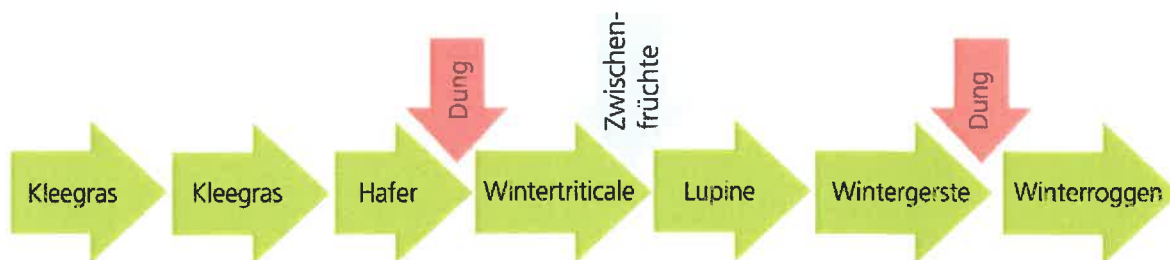


Abbildung 1: Fruchtfolge 1 beispielhaft für einen viehhaltenden Betrieb MIT Organischer Düngung

1.2) Fruchtfolge 2 – Marktfruchtbetrieb

In Fruchtfolge 2 (FF2) wird ein Betrieb ohne Tierhaltung simuliert. In dieser Fruchtfolge steht aus ökonomischen Gründen nur einjähriges Klee gras, da dieses zur Düngung des Bodens und nicht zur Verfütterung genutzt wird. Hier erfolgten ab 2016/2017 eine Aussaat im Herbst und ein anschließender Umbruch im Frühjahr zur Haferbestellung. Da keine Tiere vorhanden sind, fällt die Dünggabe weg (Abb. 2). Getreide und Körnerleguminosen werden als Marktfrüchte verkauft und verlassen den stofflichen Betriebskreislauf. Das Stroh verbleibt auf der Fläche.

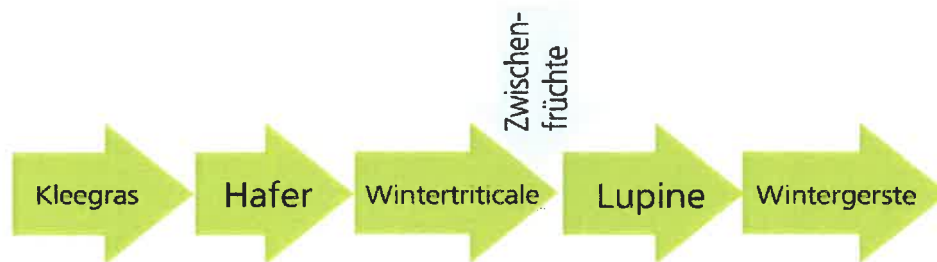


Abbildung 2: Fruchtfolge ohne Tierhaltung

2) Ausgangssituation und Projektaufgabenstellung Teilprojekt 2

In beiden Fruchtfolgen wurden innerhalb der Demonstrationsschläge mit Ackerfutter und Körnerleguminosen Exaktversuche angelegt. Ziel war es, verschiedene Ackerfuttermischungen und Körnerleguminosenarten zu testen, um Aussagen zu Anbaufähigkeit und Leistung der Mischungen und Arten für diesen Standort zu erhalten. Für den Versuch wurden Futterleguminosenarten ausgewählt, die in der Marktfruchtfruchtfolge (FF2) der Gründung und in der Fruchtfolge mit Dung (Tierhaltung, FF1) der Verfütterung dienen können. Die Körnerleguminosen sind in beiden Fruchtfolgen als Verkaufskulturen eingeordnet (siehe dazu auch Teilprojekt 1).

Die Exaktversuche wurden in den Fruchtfolgen als randomisierte Blockanlagen mit vierfacher Wiederholung angelegt. Getestet wurden nach Plan jedes Jahr vier Prüfglieder, wobei die Anzahl bei Nichtverfügbarkeit der Komponenten verringert wurde (Tab. 1).

Für die Versuche in den Kleegrasschlägen wurden in FF1 und FF2 unterschiedliche Komponenten genutzt. Neben der Trockentoleranz kam es in FF1 bei den einzelnen Komponenten auch auf den Futterwert an, während in FF2 besonders das Humusaufbaupotential der einzelnen Komponenten im Vordergrund stand. Die Versuche standen wie das Kleegras im umgebenden Schlag in FF1 zwei Jahre und in FF2 ein Jahr.

In FF1 konnten nicht alle Prüfglieder konsequent bis 2019 geprüft werden: Das Prüfglied 4 mit Komponenten wie Rot- und Weißklee wurde nach dem ersten Jahr durch eine Mischung mit Hornklee und Chicorée ersetzt. Die Prüfglieder 1 und 4 konnten aufgrund von Nichtverfügbarkeit des Saatguts 2019 nicht mehr angelegt werden (Tab.1).

Tabelle 1: Prüfglieder der Kleeegrasmischungen in FF1 am Standort Plöwen 2016-2019

PG-Nr.	Mischungspartner	Sorte	Aussaatmenge kg/ha
1 (2016-2018)	Sichelluzerne Wiesenschweidel Rotschwingel	Karlu	12
		Perun(2016+2017) Merlin(2018)	4
		Gondolin	2
2 (2016-2019)	Saatluzerne Wiesenschweidel Rotschwingel	Planet	12
		Perun(2016+2017) Merlin(2018+2019)	4
		Gondolin	2
3 (2016-2019)	Hornklee Wiesenschweidel Rotschwingel	Bull	10
		Perun(2016+2017) Merlin(2018+2019)	4
		Gondolin	2
4 (2016)	Saatluzerne Rotklee Weißklee Hornklee Wiesenschweidel Dt. Weidelgras Rotschwingel	Planet	8
		Titus	2
		Aberace	2
		Bull	2
		Perun	4
		-	2
		Gondolin	2
4 (2017+2018)	Hornklee Chicorée Wiesenschweidel Rotschwingel	Bull	8
		Commander	8 (15) *
		Perun(2016+2017) Merlin(2018)	2
		Gondolin	4

*2018 15 kg/ha, da Keimfähigkeit 60%

Die Prüfglieder in FF2 änderten sich nicht im Projektzeitraum:

Tabelle 2: Prüfglieder der Kleeegrasmischungen in FF2 am Standort Plöwen 2016-2019

PG-Nr.	Mischungspartner	Sorte	Aussaatmenge kg/ha
1	Steinklee	gelb + weiß	20
2	Steinklee Rotschwingel	gelb + weiß	10
		Gondolin	4
3	Gelbklee	Ekola (2016-2017)/ Virgo (2018-2019)	20
4	Saatluzerne Rotschwingel	Planet	10
		Gondolin	4

2019 konnte der Gelbklee nicht geerntet werden, da er vollständig vertrocknete (Abb. 3).



Abbildung 3: Gelbklee durch die Trockenheit im Sommer 2019 vollständig vertrocknet, Plöwen, 24.07.2019

Die einzelnen Komponenten der Klee grasversuche werden hinsichtlich ihrer Eigenschaften im Folgenden erläutert (Tab. 3).

Tabelle 3: Beschreibung der einzelnen Komponenten der Klee grasversuche



Chicorée (*Cichorium intybus* var. *Foliosum*) kann mit seinem Wurzelsystem Wasser aus tieferliegenden Bodenschichten erschließen. Er kann viel Blattmasse bilden und ist mehrjährig. Anbaubedeutung hat Chicorée vor allem in Neuseeland, USA und Kanada, wo er in erster Linie als schmackhafte Weidepflanze auf mittelintensiv genutztem Grünland dient.



Gelbklee (*Medicago lupulina*) bevorzugt warme, trockene und kalkhaltige Böden, ist ansonsten aber anspruchslos. Mit seiner Pfahlwurzel kann er auch tiefe Bodenschichten erschließen. Er hat einen sehr guten Futterwert und ist mehrjährig. Gelbklee ist vergleichsweise schnellwüchsig und wird seit langem als Humuspflanze geschätzt. Im Versuch wurde die Sorte Ekola angebaut.



Durch seine tiefen Wurzeln ist der horstbildende Hornklee (*Lotus corniculatus*) in der Lage, Trockenzeiten zu überdauern. An den Boden stellt er keine besonderen Ansprüche. Hornklee verträgt keine intensive Nutzung und verholzt nach der Blüte sehr schnell. Er wird gern gefressen und zeichnet sich durch eine hohe Eiweißverdaulichkeit aus. Die angebaute Sorte Bull wurde 2000 zugelassen und wächst höher als andere Hornkleesorten.



Rotschwingel (*Festuca rubra*) ist anspruchslos und winterhart. Er hat die Eigenschaft Ausläufer zu bilden und so schnell Lücken in der Grasnarbe zu schließen. Er besitzt im Vergleich zu anderen landwirtschaftlich genutzten Gräsern zwar nur einen mittleren Futterwert, ist aber sehr winterhart. Rotschwingel besitzt ein ausgeprägtes Wurzelsystem mit sehr viel Trockenmasse. Er ist deshalb ein wertvolles Begleitgras in Ackerfuttermischungen für den Humusaufbau. Auf dem Feld wurde die Sorte Gondolin ausgesät, welche 1993 zugelassen wurde.



Die Saatluzerne (*Medicago sativa*) zeichnet sich durch eine tiefreichende Pfahlwurzel aus, wodurch sie Trockenheit gut ausgleichen kann und hohe Erträge bringt. Luzerne stellt vergleichsweise hohe Ansprüche an die Bodenversorgung insbesondere den pH-Wert. Aufgrund ihrer Winterhärte ist sie mehrjährig anzubauen und besitzt eine gute Ausdauer. Saatluzerne besitzt eine sehr gute Schmackhaftigkeit und wird im frischen Zustand gerne gefressen. Luzernenheu ist darüber hinaus sehr gut verdaulich. Die ausgesäte Sorte Planet wurde 1992 zugelassen. Sie zeichnet sich durch einen konstanten Ertrag über die Schnitte und einen guten Rohproteingehalt aus.



Das verzweigte Wurzelsystem der Sichelluzerne (*Medicago falcata*) wirkt sich positiv auf die Widerstandfähigkeit und Winterhärte aus. Sie ist in der Lage, Ausläufer zu bilden und toleriert häufigere Schnitte und auch Verbiss. Sie lässt sich mehrere Jahre ohne Ertragsverlust anbauen, jedoch ist kaum Saatgut in Deutschland verfügbar.



Vom Steinklee werden landwirtschaftlich die Arten Weißer Steinklee (*Melilotus albus*) und Gelber Steinklee (*Melilotus officinalis*) angebaut. Er zeichnet sich durch seine geringen Ansprüche an Standort und Bodenart aus. Steinklee kann ein- oder zweijährig sein. Zwar ist er aufgrund seines Cumaringehalts nicht als Futterpflanze geeignet, aber ein äußerst wertvoller Humuslieferant. In Blütmischungen wird Steinklee von zahlreichen Insekten als Nahrungspflanze angenommen.



Der Wiesenschweidel (*Festulolium*) ist eine Kreuzung aus Wiesenschwingel- und Welschem Weidelgras. Die Art erreicht bei entsprechender Nährstoffversorgung einen hohen Trockenmasseertrag und guten Futterwert. Sie ist horstbildend sowie mehrjährig und zeichnet sich durch ein zügiges und kräftiges Wachstum auf Standorten aus, auf denen das Deutsche Weidelgras während längerer Trockenphasen häufig versagt.

Die Exaktversuche mit Körnerleguminosen wurden von 2016 bis 2019 mit den gleichen Varianten in FF1 und FF2 angelegt:

Tabelle 4: Prüfglieder der Versuche mit Körnerleguminosen in FF1 und FF2 2016-2019 am Standort Plöwen

Prüfglied	Art	Sorte	Aussaatmenge [keimfähige Körner/m ²]
1	Wicke	Ebena	60
2	Blaue Lupine	Boregine	100
3	Wicke / So.-Triticale	Ebena / Dublet	60 / 200
4	Gelbe Lupine	Mister	80

Die Eigenschaften der einzelnen Kulturen werden anschließend beschrieben.

Tabelle 5: Beschreibung der einzelnen Körnerleguminosenarten



Die Blaue Süßlupine (*Lupinus angustifolius*) ist aufgrund ihrer Pfahlwurzel besonders für und trockene Standorte geeignet. Eine Anbauwürdigkeit ist jedoch auf Böden mit einer Ackerzahl unter 25 nicht gegeben. Durch ihre zügige Jugendentwicklung ist sie tolerant gegenüber der Anthraknosekrankheit. In diesem Versuch wurde die Sorte Boregine angebaut. Sie ist nach den Sortenversuchen der LFA MV die Sorte mit dem langjährig höchsten und stabilsten Ertrag. Der verzweigte Wuchs und die schnelle Jugendentwicklung sorgen für eine vergleichsweise gute Unkrautunterdrückung.



Anspruchsloser als die Blaue Lupine ist die Gelbe Lupine (*Lupinus luteus*). Sie ist jedoch anfällig für Anthraknose, was durch neue Sorten verringert werden soll. Von den auf den Markt verfügbaren Sorten weist die Sorte Mister nach den Sortenversuchen der LFA MV einen hohen Korn-ertrag und die beste Standfestigkeit auf.



Sommerwicke (*Vicia sativa*) besticht durch ihre Stickstoffanreicherung und intensive Bodendurchwurzelung. Außerdem ist sie durch ihre hohe Grünmassebildung in der Lage, Unkraut gut zu unterdrücken. In diesem Versuch wurde die Sorte Ebena angebaut. Sie ist etwas kürzer als andere Sorten und neigt dadurch weniger zu Lager. Im Ertrag ist sie jedoch anderen Sorten unterlegen.



Um die Standfestigkeit zu erhöhen, wurde die Sommerwicke auch in Mischung mit Sommertriticale (Sorte Dublet) angebaut. Mischanbau ist im Ökolandbau verbreitet.

Alle Exaktversuche wurden durch den Dienstleister BioChem agrar GmbH mit Parzellentechnik angelegt und beerntet. Pflegearbeiten (Striegeln, Mulchschnitt, Klee gras) übernahm der Praxisbetrieb.

Bonituren wurden in den Klee grasversuchen vor den einzelnen Schnitten durchgeführt. In den Körnerleguminosen wurden die anfänglich geplanten Bonituren aufgrund des hohen Unkrautdrucks und der teilweisen Nichterntbarkeit der Versuche ab 2017 durch Bonituren zur Einschätzung des Unkrautdeckungsgrades abgelöst.

3) Ausgangssituation und Projektaufgabenstellung Teilprojekt 3

Ziel war eine alternative Leguminosenmischung, im Gegensatz zur betriebseigenen und damit üblicherweise verwendeten Mischung auf Landwirtschaftsbetrieben zu testen, welche auf sandigen Böden wirtschaften.

Durch den Anbau alternativer Leguminosen sollte auch deren Eignung zum Anbau auf sehr trockenen Standorten unter Praxisbedingungen untersucht werden.

Die Landwirte sollten anhand des Aufgangs, der Bestandsentwicklung und schlussendlich im Vergleich der erzielten Erträge einschätzen, welche Mischung (ihre bisher verwendete oder eine alternative Mischung mit einem 20% höheren Hornkleeanteil) zu bevorzugen sei.

Neben den Direktversuchen wurden im Rahmen des Projektes vier Demonstrationbetriebe gewonnen. Diese Demonstrationbetriebe sollten möglichst über das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern verteilt und zudem auf eher schlechten, sandigen Böden mit niedrigen Bodenwertzahlen, beheimatet sein (Abb. 4).

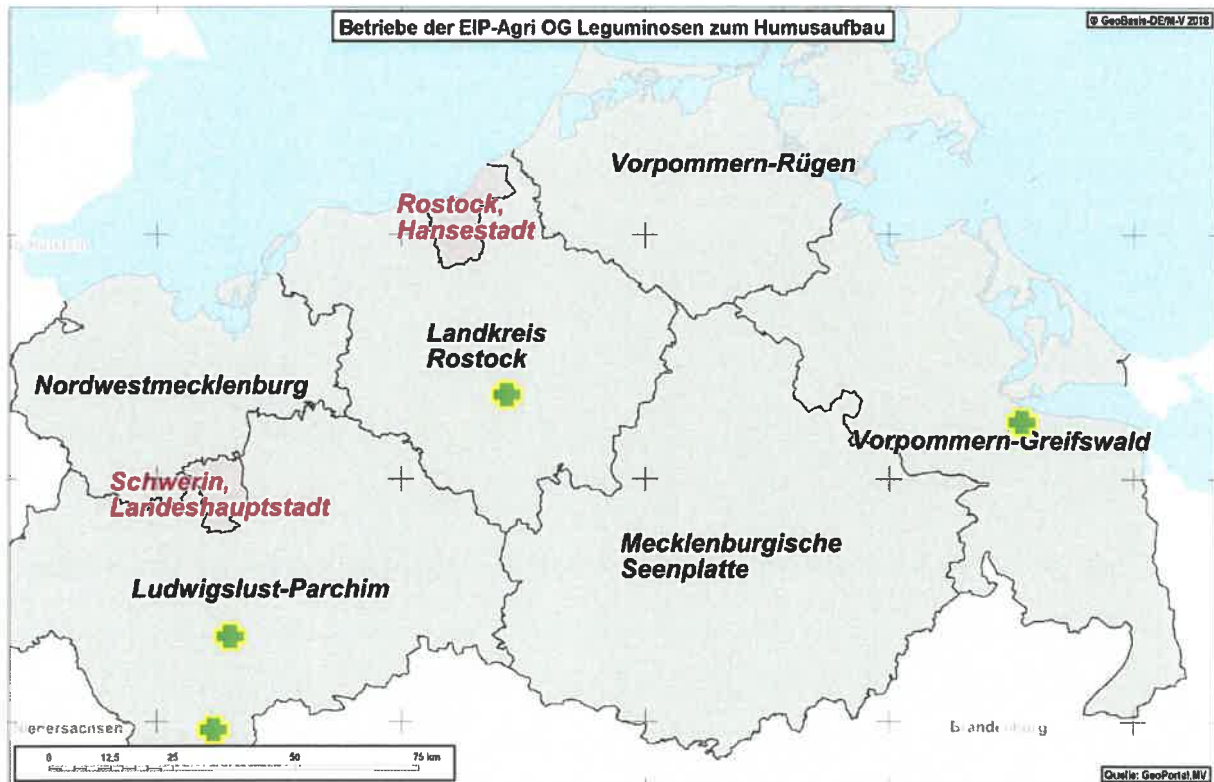


Abbildung 4: Lage der Demonstrationbetriebe zu Teilprojekt 3 in Mecklenburg-Vorpommern, Quelle GeoPortalMV

Zu Beginn der Untersuchungen im Jahr 2016 wurden drei Demonstrationbetriebe gewonnen, 2018 kam ein weiterer Betrieb dazu.

Alle Betriebe zeichnet aus, dass diese auf Sandböden mit Ackerzahlen unter 35 wirtschaften und die jährlichen Niederschlagsmengen im langjährigen Schnitt bei etwa 550 mm liegen. Drei Betriebe haben Bodenwertzahlen unter 26, ein Betrieb verfügt über Bodenwertzahlen zwischen 18 bis 35.

Die Demonstrationbetriebe haben in ihren betrieblichen Fruchtfolgen Demonstrationsflächen etabliert, auf denen alternative Mischungen getestet worden sind.

Im Rahmen des Projektes wurden entweder im Spätsommer/Herbst bzw. im Frühjahr meist jeweils 1 ha Country-Grünland-Mischung der Deutschen Saatveredelung AG (DSV) mit einem

zusätzlichen Anteil von 20% Hornklee als alternative Mischung ausgedrillt. Die Aussaat erfolgte zeitgleich zur Aussaat der betriebseigenen Vergleichsmischung.

Die Dokumentation des Aufgangs, der Bestandsentwicklung und des Ertrages erfolgte im Rahmen des Projektes. Zu diesem Zweck fanden Betriebsbesuche statt. Einmal im Frühjahr und einmal im Herbst wurden die jeweiligen Demonstrationsflächen bewertet.

Die Landwirte schätzten im Vergleich zur ansonsten verwendeten betriebseigenen Mischung den Aufgang der Demonstrationsmischung und ihrer eigenen Mischung ein. Ebenso wurde die Bestandsentwicklung im Laufe des Jahres und jeweils der Ertrag im Ansaatjahr, im ersten Hauptnutzungsjahr sowie im zweiten Hauptnutzungsjahr festgehalten.

Als Kriterien galten augenscheinliche Einschätzungen der Landwirte beider Mischungen in die Kategorien besser, genauso gut oder schlechter.

III. Ergebnisse der OG in Bezug auf

1) Wie wurde die Zusammenarbeit im Einzelnen gestaltet

Die Zusammenarbeit der Operationellen Gruppe Leguminosen zum Humusaufbau war durch einen regelmäßigen Austausch der Mitglieder untereinander gekennzeichnet.

Es wurden insgesamt 15 Sitzungen einberufen, zuletzt zur Einhaltung der Maßnahmen zur Pandemieeindämmung, eine Telefonkonferenz. Zu Beginn des Projektes waren vor allem Fragen bezüglich der Umsetzbarkeit der Teilprojekte von Interesse. Mit Versuchsbeginn konzentrierte man sich auf die Durchführung der Teilprojekte.

Zudem fanden auch außerplanmäßige Treffen einzelner Mitglieder untereinander statt, um spezielle Themen (Ergebnisauswertung, gemeinsame Veranstaltungen, Workshops) zu planen und Ergebnisse zu diskutieren.

2) Was war der besondere Mehrwert des Formates einer OG für die Durchführung des Projekts?

Von entscheidendem Vorteil bei der Zusammenarbeit war die direkte Verbindung zwischen dem Praxisbetrieb, den Demonstrationsbetrieben, dem landwirtschaftlichen Beratungsunternehmen (LMS Agrarberatung GmbH), dem Biopark e.V. und der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV. So ließen sich anstehende Aufgaben und eventuelle Hürden unmittelbar innerhalb der OG abstimmen. Zusätzlich konnten die Mitglieder mit ihrer fachlichen Expertise wesentlich zu erfolgreichen praxisrelevanten Umsetzung dieses Projektes beitragen.

3) Ist eine weitere Zusammenarbeit der Mitglieder der OG nach Abschluss des geförderten Projekts vorgesehen?

Die vor Projektbeginn bereits bestehende enge Zusammenarbeit zwischen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei und dem Praxisbetrieb in Plöwen, wird mit weiteren von dem Betrieb zu Verfügung gestellten Flächen für Sortenversuche fortgeführt. Ebenso bleibt der langjährige Kontakt von Landwirtschaftsbetrieb und Demonstrationsbetrieben zum Biopark e.V. bestehen. Eine konkrete Zusammenarbeit aller OG-Mitglieder nach dem Abschluss des EIP-Projektes ist im Sinne der Kooperationsvereinbarung mit deren Ablauf zum aktuellen Zeitpunkt nicht geplant. Der weitere Kontakt und Informationsaustausch ist jedoch angestrebt und eine Zusammenarbeit in zukünftigen Aufgabenbereichen oder Projekten ist möglich.

IV. Ergebnisse des Innovationsprojektes

1) Teilprojekt 1: Fruchtfolgen auf der Demonstrationsfläche des Praxisbetriebes Plöwen

1.1) Die Fruchtfolgen allgemein

Nach Bewilligung des Projektes wurden im Frühjahr 2016 die Fruchtfolgen etabliert. Beide Fruchtfolgen wurden nebeneinander angelegt (Abbildung 5, FF1 gelb markiert, FF2 grün markiert).



Abbildung 5: Lage der Projektfläche am Standort Plöwen, Quelle GeoPortalMV

Dafür wurden Teile der Fläche im Frühjahr umgebrochen, um mit den Sommerkulturen Lupinen, Hafer sowie Luzerne-Kleegras bestellt zu werden. Auf den für Wintergetreide geplanten Flächen wurde 2016 die Wintergerste stehen gelassen, ab 2017/18 wurde diese um



Abbildung 6: Feldanlage mit zwei Fruchtfolgen 2016/2017 am Standort Plöwen
(rot: integrierte Exaktversuche)

die Kulturen Wintertriticale und Winterroggen erweitert (Abb. 6). Auf jedem Schlag rotierte die Fruchtfolge jährlich zum nächsten Fruchtfolglied. Da auch in der Fruchtfolge jeder Schlag mit einem Fruchtfolglied belegt war, standen jedes Jahr die gesamten Fruchtfolglieder auf der Fläche. In die Fruchtfolgeschläge waren bei Klee/Luzerne und Blauer Lupine Exaktversuche in die Schläge integriert (in Abb. 6 rot markiert).

Das Klee/Luzerne wurde 2016 im Frühjahr und alle darauffolgenden Jahre im Herbst gesät. Von Herbst 2016 bis Herbst 2019 wurden die Fruchtfolgefelder wie geplant bestellt und geerntet. Lediglich die Lupine konnte in keinem Jahr planmäßig gedroschen werden, sondern musste wegen zu hohem Unkrautdruck jedes Mal vorher abgemulcht werden. 2018 konnte Hafer aufgrund der Dürre nicht gedroschen werden.

Das Wetter war in den Jahren 2016, 2018 und 2019 von Trockenheit geprägt, während im Jahr 2017 eine feuchte Witterung mit vielen Niederschlägen dominierte (Abb. 7).

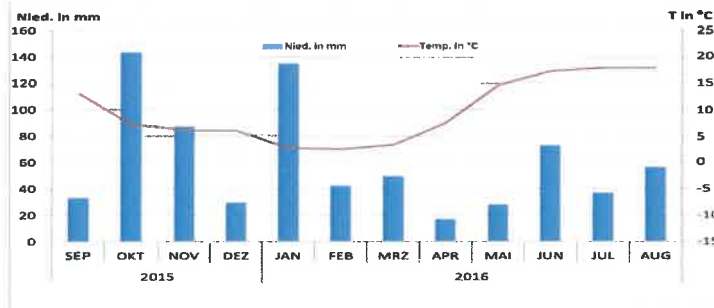
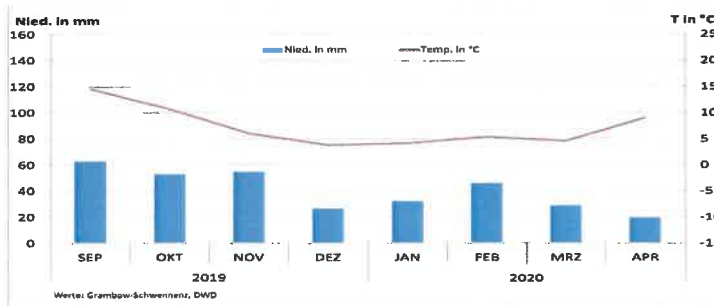
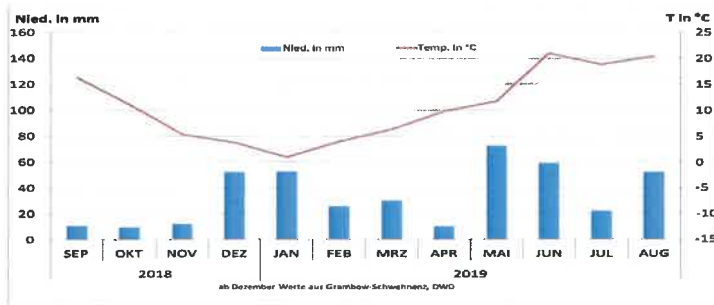
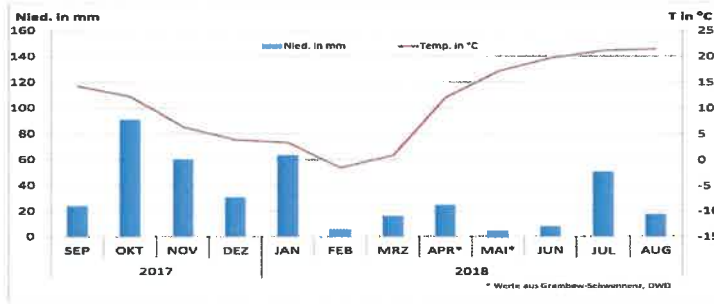


Abbildung 7: Witterung am Standort
Plöwen von 2015 bis 2020



Beide Fruchtfolgen hatten den Richtwerten entsprechend (vgl. Kapitel B.II.1) einen Getreideanteil von rund 60 Prozent und einen Leguminosenanteil von ungefähr 40 Prozent, wobei das Klee gras 20 bzw. 30 Prozent ausmacht. In den Fruchtfolgen steht das Klee gras vor der Sommerung Hafer, um eine Begrünung über den Winter zu erhalten und die freigesetzten Nährstoffe aus dem Klee gras im Frühjahr optimal nutzen zu können. Zusätzlich dient ein mehrmaliger Schnitt des Ackerfutters der Unkrautunterdrückung. Um eine Bodenbedeckung vor den Lupinen zu gewährleisten, wurde nach Wintertriticale eine Zwischenfrucht aus Senf, Phacelia und Rettich ausgedrillt.

1.2) Fruchtfolge 1 – Viehhaltender Betrieb

Die Fruchtfolge konnte aufgrund ihrer sieben Fruchtfolgefelder und der vier Jahre Projektlaufzeit auf den einzelnen Schlägen nicht vollständig umgesetzt werden. So hatten die Schläge entweder zweijähriges Klee gras oder Lupine in der Rotation (Tab. 6).

Tabelle 6: Fruchtfolge mit Tierhaltung während der Projektlaufzeit (rotgefärbte Schläge: integrierte Exaktversuche)

Schlag	2016	2017	2018	2019	2020
7	Lupine	Wintergerste	Winterroggen*	Klee gras (N)	Klee gras
6	Wintergerste	Winterroggen*	Klee gras (N)	Klee gras	Klee gras
5	Hafer	Klee gras (N)	Klee gras	Hafer	Winterroggen
4	Klee gras	Klee gras	Hafer	Wintertriticale*	Lupine
3	Klee gras	Hafer	Wintertriticale*	Lupine	Winterroggen
2	Wintergerste	Wintertriticale*	Lupine	Wintergerste	Winterroggen
1	Wintergerste	Lupine	Wintergerste	Winterroggen*	Hafer

*mit Dunggabe vor Aussaat, (N) – Neuansaat

Die Dunggaben mit 20 t Rottedung zu Wintertriticale und Winterroggen hatten einen durchschnittlichen TS-Gehalt von 16% und einen Stickstoffgehalt von 0,7%. Der P₂O₅-Gehalt lag bei 0,6% und K₂O war durchschnittlich mit 0,7% im Dung vorhanden.

1.2.1) Bodenwerte

Im Frühjahr wurden jedes Jahr schlagweise Bodenproben gezogen. Zum Projektbeginn im Frühjahr 2016 wurde zusätzlich die Körnung des Bodens bestimmt. Daraus ergab sich auf der Gesamtfläche der FF1 ein durchschnittlicher Sandanteil im Boden von 83%, der Schluffanteil beträgt 11% und der Tongehalt 6 %.

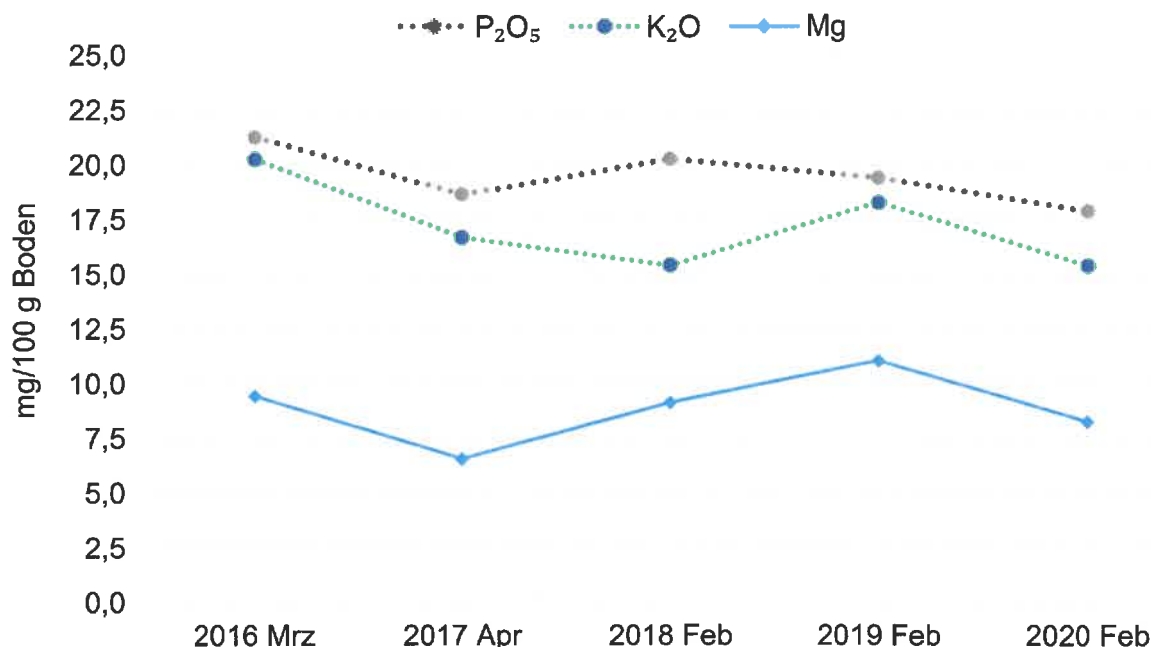


Abbildung 8: Entwicklung der Grundnährstoffgehalte in FF1 während der Projektlaufzeit

Im Mittel der 7 Schläge befand sich der pH-Wert in FF1 in Gehaltsklasse E, ebenso wie die P₂O₅- und K₂O-Gehalte. Die Magnesiumgehalte waren in der Projektlaufzeit in Gehaltsklasse C (Abbildung 8). Die hohen Grundnährstoffgehalte kommen durch eine hohe Versorgung mit organischen Düngern zustande, da sich die Fläche in der Nähe der Stallanlagen befindet. Die gemessenen mineralischen Schwefelwerte (S_{min}) des Frühjahrs lagen im Projektzeitraum zwischen 10 kg/ha und 14 kg/ha. Der geringe Gehalt an mineralischem Schwefel deckt sich mit anderen Messwerten im Ökolandbau aus Mecklenburg-Vorpommern (Gruber, et. al., 2019).

1.2.2) Ernte

Die Erträge der Fruchtfolge wurden für die vier Jahre zusammengefasst (Tab. 7). Die Erträge im Klee gras wurden hierfür im ersten (1. Jahr) und zweiten Hauptnutzungsjahr (2. Jahr) jeweils summiert und ein Durchschnitt über die Jahre gebildet. Das erste Hauptnutzungsjahr ist hierbei das Jahr nach der Herbstansaat und das zweite Hauptnutzungsjahr das darauffolgende Jahr bis zur Frühjahrsansaat des Hafers. Für die Lupinen wurde aufgrund der Nichtbeerntbarkeit der Schläge ein Durchschnittsertrag mit der in den Fruchtfolgen angebaute Sorte Boregine geschätzt. Dafür wurden die Erträge dieser Sorte aus den Sortenversuchen von 2016-2019 am Standort Plöwen gemittelt und um 15 % reduziert, um auf einen betriebsüblichen Ertrag zu kommen (Wegner, et. al., 2019).

Tabelle 7: Durchschnittserträge aus FF1 im Projektzeitraum im Vergleich zu Sortenversuchen am Standort Plöwen

Kultur	Projekt Ø-Ertrag* 2016-2019	Ø-Ertrag* Sortenversuche Plöwen
Wintergerste	28	28
Winterroggen	26	32
Kleegras 1. Jahr	215	-
Kleegras 2. Jahr	437	-
Hafer	28	34
Wintertriticale	28	25
Lupine**	14	15

* Für Kleegras wird die Summe der Erträge dargestellt, Ausfalljahre fließen nicht mit ein
 ** Projekt Ø-Ertrag: Durchschnittsertrag der Sorte Boregine der Sortenversuche 2016-2019 mit 15 % Abzug; Ø-Ertrag: Durchschnittsertrag aller Sorten der Sortenversuche 2016-2019

Den Erträgen aus den Schlägen des Projekts wurden mittlere langjährige Erträge aus den Sortenversuchen der LFA, im Betrieb Ökologische Landwirte Acker- und Grünlandbewirtschaftungs GmbH gegenübergestellt. Zu beachten sind dabei die unterschiedlichen Flächen und Bodeneigenschaften. Jedoch zeigte der Vergleich ein ähnliches Ertragsniveau.

Da vor der Projektlaufzeit Lupinen auf der Fläche standen und die Lupinen 2016 und 2017 einen schlechten Ausgang hatten, wurde im Frühjahr 2018 ein Test zur Leguminosenmüdigkeit durchgeführt. Hierzu wurden am 26.03.2018 10 l Boden von Schlag 2, auf dem 2018 Lupinen gesät werden sollten, genommen. Davon wurde jeweils die Hälfte im Trockenschrank erhitzt (behandelte Proben), um Keime, welche zu einer Leguminosenmüdigkeit führen, abzutöten. Nach dem Abkühlen wurden Töpfe, in vierfacher Wiederholung, mit unbehandelter und behandelter Erde gefüllt und mit jeweils fünf Lupinensamen besät. Anschließend wurden die Töpfe im Gewächshaus platziert und bewässert (Abbildung 9).



Abbildung 9: Leguminosenmüdigkeitstest: Lupinen-Pflanzen von FF1, 27.04.2018 links im behandelten und rechts im unbehandelten Boden

Zur Auswertung des Leguminosenmüdigkeitstests wurden die Pflanzen nach fünf Wochen kurz über dem Boden abgeschnitten und die Blattmasse gewogen. Das Verhältnis (Koeffizient) der Blattmasse auf unbehandeltem Boden zu behandeltem Boden, liegt in FF1 bei 0,76. Dies

deutet auf Leguminosenmüdigkeit hin, die sich besonders bei feucht-kühler Witterung durch vermehrten Pilzbefall zeigt. Da die Werte verhältnismäßig hoch sind, scheint das Risiko jedoch gering. Bei einem Verhältnis unter 0,2 wäre von einem Anbau mit Körnerleguminosen abzuraten und eine längere Anbaupause notwendig (Fuchs, J. et al.; Schmidt, H., 2017).

1.3) Fruchtfolge 2 – Marktfruchtbetrieb

Die Fruchtfolge konnte aufgrund ihrer fünf Fruchtfolgefelder und der vier Jahre Projektlaufzeit auf den einzelnen Schlägen nicht komplett umgesetzt werden. Auf drei Schlägen waren im Projektzeitraum Lupine und Klee gras vertreten, auf zwei Schlägen nur Lupine oder Klee gras (Tabelle 8).

Tabelle 8: Fruchtfolge ohne Tierhaltung während der Projektlaufzeit (rotgefärbte Schläge: integrierte Versuche)

Schlag	2016	2017	2018	2019	2020
5	Lupine	Wintergerste	Klee gras	Hafer	Winterroggen
4	Wintergerste	Klee gras	Hafer	Wintertriticale	Lupine
3	Hafer	Wintertriticale	Lupine	Wintergerste	Hafer
2	Klee gras	Hafer	Wintertriticale	Lupine	Winterroggen
1	Wintergerste	Lupine	Wintergerste	Klee gras	Klee gras

1.3.1) Bodenwerte

In jedem Frühjahr wurden schlagweise Bodenproben gezogen. Zum Projektbeginn im Frühjahr 2016 wurde auch in FF2 zusätzlich die Körnung des Bodens bestimmt. So wurde für den Boden in dieser Fruchtfolge ein Sandanteil von 85% ermittelt, der Schluffanteil beträgt 10 % und der Tongehalt macht 5 % aus.

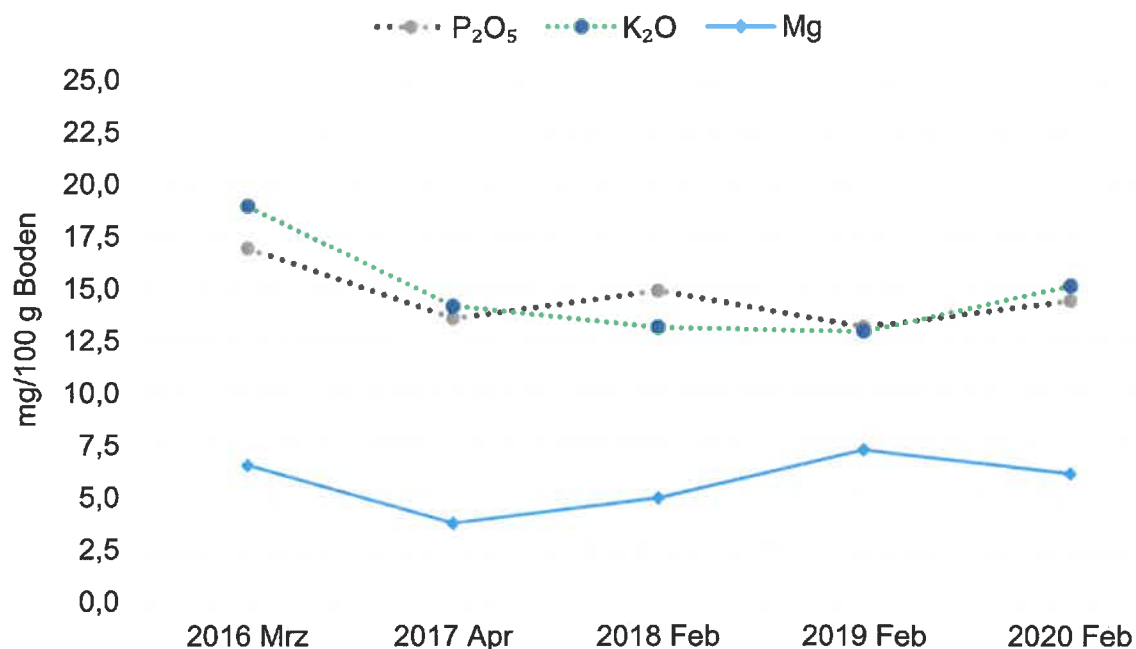


Abbildung 10: Entwicklung der Grundnährstoffgehalte in FF2 während der Projektlaufzeit

Im Mittel der 5 Schläge befindet sich der pH-Wert in FF2 in Gehaltsklasse D, ebenso wie die K₂O-Gehalte. Die P₂O₅-Gehalte sind in Gehaltsklasse E und die Magnesiumgehalte befanden sich in der Projektlaufzeit in Gehaltsklasse B (Abb. 10). Damit lagen die Grundnährstoffgehalte in FF2 leicht unter denen in FF1. Die trotzdem hohen Gehalte an K₂O und P₂O₅ resultieren auch aus der Nähe zu den Stallanlagen. Auch die Frühjahr-Smin-Werte in FF2 decken sich mit den geringen Gehalten in FF1.

1.3.2) Ernte

Die Getreideerträge waren in FF2 meist höher als in FF1. Den Erträgen aus den Schlägen des Projekts werden Erträge aus den Sortenversuchen der LFA im Betrieb gegenübergestellt. Zu beachten sind dabei die unterschiedlichen Flächen und damit Bodeneigenschaften. Jedoch zeigt der Vergleich auch mit FF2 ein ähnliches Ertragsniveau.

Tabelle 9: Durchschnittserträge in FF2 im Projektzeitraum im Vergleich zu Sortenversuchen am Standort Plöwen

Kultur	Projekt Ø-Ertrag* 2016-2019	Ø-Ertrag* Sortenversuche Plöwen
Wintergerste	28	28
Kleegras	215**	-
Wintertriticale	34	25
Hafer	39	34
Lupine***	14	15

* Ausfallsjahre fließen nicht mit ein

** Ertrag aus 1. Jahr Kleegras aus FF1

*** Projekt Ø-Ertrag: Durchschnittsertrag der Sorte Boregine der Sortenversuche 2016-2019 mit 15 % Abzug; Ø-Ertrag: Durchschnittsertrag aller Sorten der Sortenversuche 2016-2019

Aufgrund des Verbleibs des Kleegrases auf der Fläche in FF2, wurde hier kein Ertrag ermittelt. Da sich die Kleegrasmischungen auf den Schlägen zwischen den Fruchtfolgen nicht unterschieden, wurde der Ertrag aus FF1 im 1. Jahr angenommen, welcher in die Humusbilanzierung eingeflossen ist.

Auch in FF2 wurde für die Lupinen aufgrund der Nichtbeerntbarkeit der Schläge nach dem gleichen Verfahren wie für FF1 ein Durchschnittsertrag geschätzt.

Auf der Fläche der Fruchtfolge FF2 zeigte sich ebenso wie bei FF1 ein schlechter Aufgang der Lupinen. Deshalb wurde auch hier mit der gleichen Methode ein Test zur Leguminosenmüdigkeit gemacht (Abb. 11).



Abbildung 11: Leguminosenmüdigkeitstest: Lupinenpflanzen von FF2, 27.04.2018 links im behandelten und rechts im unbehandelten Boden

Das Verhältnis (Koeffizient) von unbehandeltem Boden zu behandeltem Boden, liegt in FF2 bei 0,69. Daraus ergeben sich die gleichen Schlussfolgerungen wie für FF1.

1.4) Gegenüberstellung der Fruchtfolgen

Beide Fruchtfolgen weisen hohe Grundnährstoffgehalte im Boden auf. Ein Unterschied zwischen den Fruchtfolgen aufgrund der Bewirtschaftung lässt sich in den Bodenproben nicht nachweisen. Durch die kürzere Projektlaufzeit lassen sich Effekte auf langsam reagierende Parameter wie Humus oder pflanzenverfügbaren Phosphor nicht messen. Aber auch leichter auswaschbare Stoffe wie Stickstoff werden bei einer kurzen Messperiode von Jahreseffekten überlagert.

Ein Vergleich der Bodenwerte zwischen den Fruchtfolgen, lässt in FF2 einen etwas niedrigeren pH-Wert und einen mit weniger Grundnährstoffen versorgter Boden erkennen (Abb.12, Abb. 13), insgesamt aber auf einem vergleichsweise hohen Niveau.

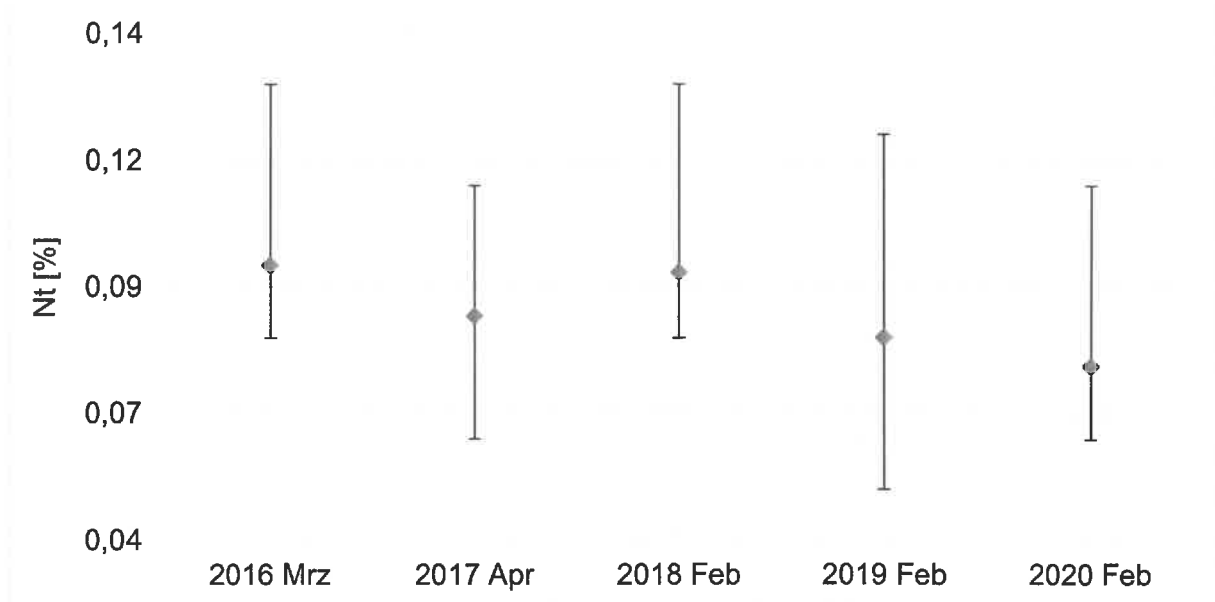


Abbildung 12: Nt-Gehalte im Boden in FF1 am Standort Plöwen im Projektzeitraum (Mittelwerte, Minimum und Maximum der Fruchtfolgeschläge)

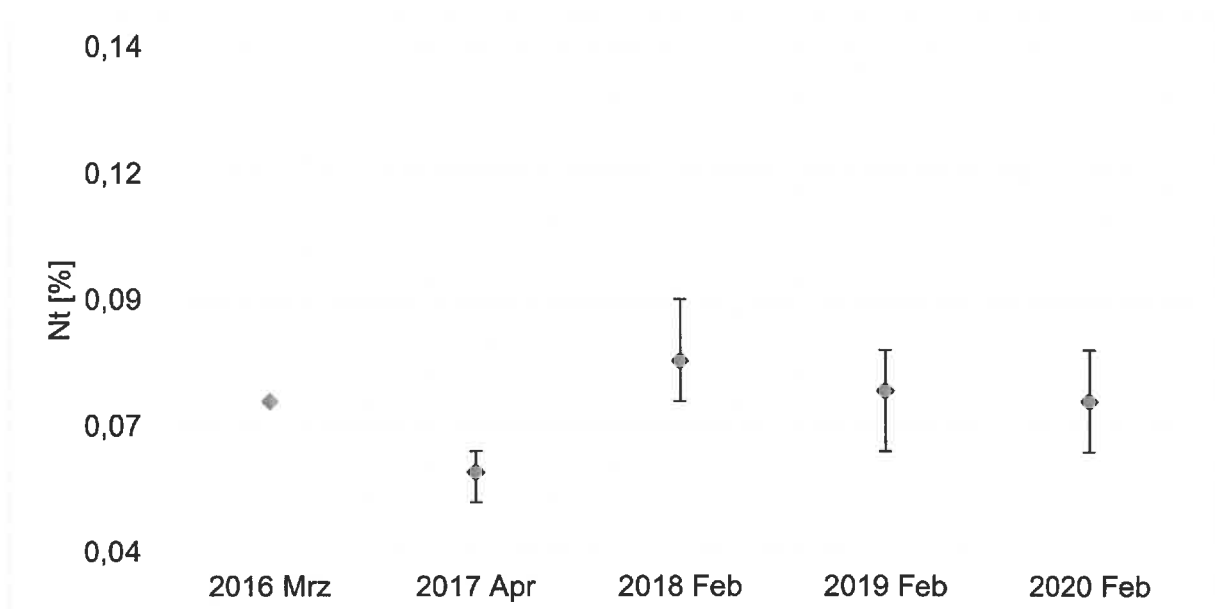


Abbildung 13: Nt-Gehalte im Boden in FF2 am Standort Plöwen im Projektzeitraum (Mittelwerte, Minimum und Maximum der Fruchtfolgeschläge)

Der Nt-Gehalt liegt in FF1 im Durchschnitt der Versuchsjahre bei 0,09 %, während er sich in FF2 bei 0,07 % befindet. Die Nt-Gehalte in FF1 weisen auf eine Heterogenität bezüglich der Nt-Gehalte im Boden zwischen den Schlägen hin (Abb. 12). In FF2 sind die Nt-Gehalte geringer, jedoch fallen hier die geringeren bis nicht vorhandenen Unterschiede zwischen den Schlägen auf (Abbildung 13). Die Unterschiede können nicht mit der unterschiedlichen Bewirtschaftung erklärt werden, da sie bereits am Anfang der Projektlaufzeit gemessen wurden.

Der TOC-Gehalt (Corg) stellt den totalen organischen Kohlenstoff im Boden dar und wurde im Projektzeitraum aus den Bodenproben im Frühjahr bestimmt.

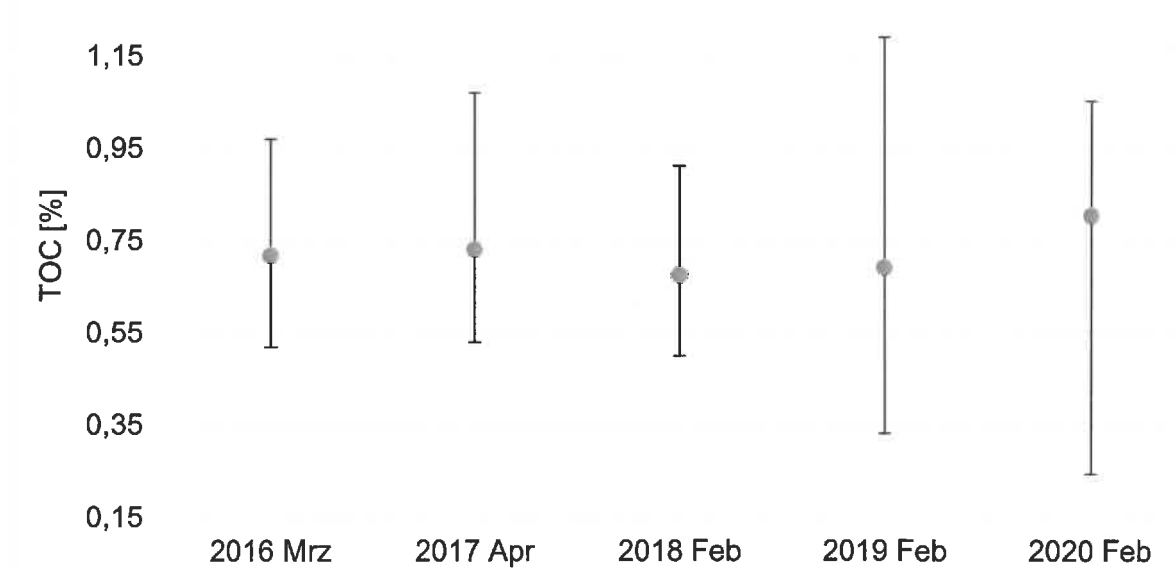


Abbildung 14: TOC-Gehalte im Boden in FF1 am Standort Plöwen im Projektzeitraum (Mittelwerte, Minimum und Maximum der Fruchtfolgeschläge)

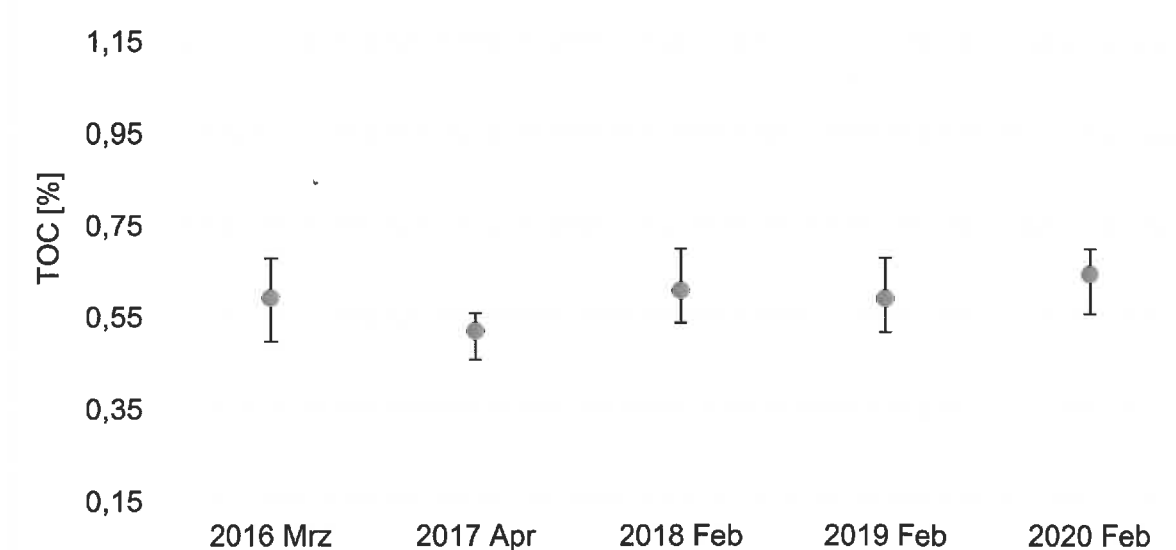


Abbildung 15: TOC-Gehalte im Boden in FF2 am Standort Plöwen im Projektzeitraum (Mittelwerte, Minimum und Maximum der Fruchtfolgeschläge)

Auch beim TOC-Gehalt wurde ein niedrigerer Wert in FF2 nachgewiesen (Abb. 14 und Abb.15). Ebenso wie bei den Nt-Gehalten fällt auch bei den TOC-Gehalten eine geringere Streuung der Werte zwischen den Schlägen in FF2 im Vergleich zu FF1 auf.

In beiden Fruchtfolgen ist im Durchschnitt der Jahre und Schläge ein C/N-Verhältnis von 9 festgestellt worden. Dieses C/N-Verhältnis ist auch auf dem Öko-Versuchsfeld in Gülzow nachzuweisen (Wegner, C., 2020). Ein Einfluss der Kulturen oder Dünggaben auf das gemessene C/N-Verhältnis in den einzelnen Jahren und Schlägen ließ sich nicht feststellen.

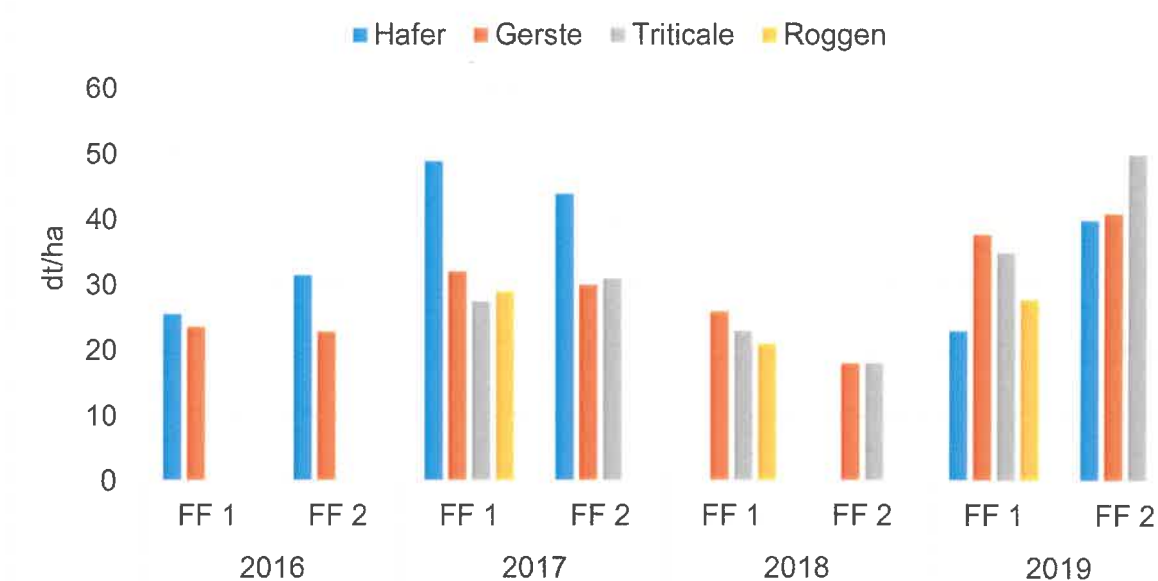


Abbildung 16: Getreideerträge in den Fruchtfolgen (FF1 und FF2) im Projektzeitraum am Standort Plöwen .

Die Erträge bei Hafer und Triticale waren in FF2 meist höher als in FF1. Lediglich 2018, vermutlich auf Grund der Trockenheit, waren die Erträge in FF1 höher als in FF2 (Abb. 16). Der Hafer konnte 2018 in keiner Fruchtfolge geerntet werden, da Niederschläge kurz vor der Ernte den Hafer zum nochmaligen Austreiben anregten und infolgedessen nur noch Grünmasse geerntet werden konnte.

Die Lupinen konnten in keinem der Jahre geerntet werden, was hauptsächlich an einem verzögerten bzw. sehr unregelmäßigen Auflaufen der Bestände und damit einer geringen Konkurrenzkraft gegenüber dem Unkraut lag. In Praxisuntersuchungen wurde ermittelt welche Faktoren Einfluss auf die Ertragsbildung in ökologischen Betrieben haben. Hierbei wurde eine signifikante Ertragsabhängigkeit von der Wasserversorgung festgestellt. So war ein Ertragsanstieg bis 300 l/m² (Bodenwasser im Frühjahr, Niederschlag im Vegetationszeitraum und Beregnung) zu beobachten, eine noch höhere Wasserversorgung war mit höherem Unkrautdruck verbunden. Zudem zeigte sich die Bedeutung der optimalen Aussaat in Bezug auf Technik, Zeitpunkt, Tiefe und Saatstärke (Schmidt, H., 2019).

Für die Humusbilanzierung wurde das Bilanzierungsmodell HUNTER genutzt. Es ist excelbasiert und ermöglicht die Ausgabe nach HE-Methode, VDLUFA obere Werte und VDLUFA mittlere Werte. Im Projekt wurde die „dynamische Humusbilanzierung“, die HE-

Methode, verwendet. Diese Methode berechnet situationsangepasste Humusbedarfswerte und berücksichtigt dabei unter anderem die Standortbedingungen, das Ertragsniveau und die Düngung (Hülsbergen, K. J., 2015). Als Datengrundlagen dienten die Ackerzahl der Fläche sowie die während des Projektzeitraums ermittelten Durchschnittserträge und Dünggaben mit den analysierten Inhaltsstoffen (Tab. 7 und Tab. 9).

Tabelle 10: Humusbilanzierung für die Fruchtfolge mit Tierhaltung (FF1) und Fruchtfolge ohne Tierhaltung (FF2) 2016-2019 am Standort Plöwen (nach HE-Methode, Bilanzierungsmodell HUNTER)

2016-2019		Humus kg C/ha	
		FF1	FF2
Humusersatz gesamt		346	367
davon	Düngung (FF1 Dung, FF2 Klee gras)	137	50
	Strohdüngung	18	202
	Mehrleistung Leguminosen	190	115
Humusbedarf Kulturen		- 403	- 499
Saldo		- 57	- 132

In FF1 war der Humusersatz trotz der Dünggaben und des zweijährigen Klee grasses niedriger als in FF2. Die Humuszufuhr (Humusersatz) ist in FF2 höher als in FF1, was durch den Verbleib von Stroh und Klee gras auf der Fläche in FF2 zustande kommt. Daraus lässt sich ableiten, dass der Verbleib der Koppelprodukte mehr zum Humusaufbau beitrug als die Zufuhr des Dungs und die längere Standzeit des Klee grasses. Der Humusbedarf der angebauten Kulturen ist in FF2 höher, da auch die Durchschnittserträge des Getreides in den meisten Jahren höher waren (Tab. 9 und Tab. 10). Durch den daraus resultierenden geringeren Humusbedarf in FF1 ist in dieser Fruchtfolge der jährliche Humussaldo -57 kg C/ha, während in FF2 der Saldo -132 kg C/ha beträgt. Grund für die negativen Humussalden sind die geringen Erträge der Leguminosen, welche zum Humusaufbau wichtig sind, sowie die relativ dazu hohen Erträge der Getreidearten, welche durch ihren Humusbedarf diesen dem System entziehen. Beide Fruchtfolgen befinden sich in der Humus-Versorgungsstufe B. Bei einem Verbleib des Strohs in FF1 auf der Fläche verbessert sich der Humussaldo auf +76 kg C/ha und in die Versorgungsstufe C. Brock et. al. beschreiben Humusbilanzierungen mit unterschiedlichen Humusersatzstrategien in viehlosen Betrieben mit und ohne Futter-Mist-Kooperation auf Sandböden im Nord-Osten. In Betrieben mit einjährigem Klee gras in der Fruchtfolge und ohne Ausgleich durch Dung oder Hühnertrockenkot (HTK) führte demnach nur die Kompostierung des Klee grasses zu einer positiven Humusbilanz (Brock, C., et. al., 2017).

2) Teilprojekt 2: Exaktversuche in Plöwen

2.1 Klee gras in der Fruchtfolge eines viehhaltenden Betriebs (FF1)

Auf dem Standort des Projektes war das dominierende Problemunkraut in allen Jahren und Versuchen die Kornblume. Besonders durch ihre großen Blätter und damit einhergehende hohe Lichtkonkurrenz zu den Kulturpflanzen wirkte sie sich negativ auf die Entwicklung der Kulturpflanzen und damit auf den Ertrag aus. Durch einen ein- bis zweimaligen Schröpfschnitt im ersten Jahr konnte das Unkraut deutlich verringert werden, so dass die folgenden Klee grasschnitte der Verfütterung dienen konnten. 2018 waren aufgrund des durch Trockenheit verursachten schlechten Aufwuchses lediglich beim zweijährigen Klee gras Schnitte möglich.

Tabelle 11: Ergebnisse der Erntebonituren im Klee grasversuch FF1 (Mittelwerte der Jahre 2016-2019 am Standort Plöwen)

Anbaumischung	Anteil Gräser [%]	Anteil Leguminosen [%]	Bestandeshöhe [cm]
Sichelluzerne/Wiesenschweidel/Rotschwingel	24	31	33
Saatluzerne/ Wiesenschweidel/ Rotschwingel	23	30	39
Hornklee/ Wiesenschweidel/ Rotschwingel	25	29	35
Hornklee/ Chicorée/ Wiesenschweidel/ Rotschwingel	24	14	24

Die Mischung mit Chicorée hatte den geringsten Leguminosenanteil, während sich der Anteil der Leguminosen in den anderen Mischungen auf gleichem Niveau bewegte (Tab. 11).

Der Anteil der Leguminosen in einer Klee grassmischung hat einen erheblichen Einfluss auf den Ertrag (Titze, A., 2014) und zusätzlich auf die Stickstoffanreicherung im Boden. Im Hinblick auf die Bestandshöhe ist die Sichelluzerne durch einen deutlich niedrigeren Wuchs als die Saatluzerne gekennzeichnet. Der kürzere Wuchs hatte durch ihre Fähigkeit Ausläufer zu bilden keinen ertragsmindernden Einfluss (Abb. 17).

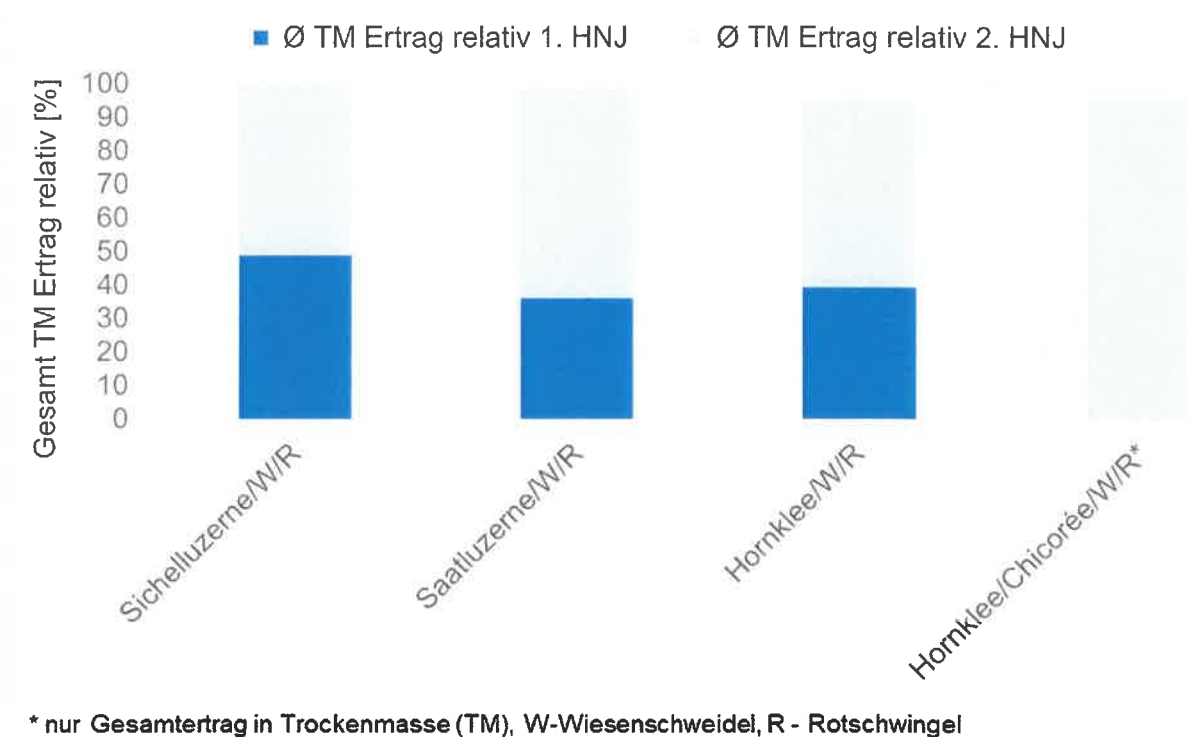


Abbildung 17: Relativer Durchschnittsertrag (zum Prüfglied Sicheluzerne) der Einzelschnitte im ersten und zweiten Hauptnutzungsjahr (HNJ) 2016-2019 am Standort Plöwen

Die Erträge im Klee gras wurden für die Auswertung im ersten und zweiten Hauptnutzungsjahr jeweils summiert und über die Jahre gemittelt. Das erste Hauptnutzungsjahr ist hierbei das Jahr nach der Herbstansaat und das zweite Hauptnutzungsjahr stellt das darauffolgende Jahr bis zur Frühljahrsaussaat des Hafers dar. Da jährlich mindestens ein Schröpfschnitt zur Unkrautunterdrückung notwendig war, fließt im ersten Hauptnutzungsjahr nur ein Schnitt ein. Im zweiten Hauptnutzungsjahr bildeten zwei bis drei Schnitte den Durchschnittsertrag. Die Mischung mit Sichel- und Saatuzerne hatte den höchsten Durchschnittsertrag über die Jahre (Abb. 17). Im ersten Jahr zeigte die Sicheluzerne ein höheres Ertragspotential, während die Saatuzerne im zweiten Jahr ein höheres Ertragsvermögen aufwies. 2017 war mit seiner feuchten Witterung ein günstiges Jahr für die Klee grasbestände. In diesem Jahr wurden die höchsten Erträge im Projektzeitraum erzielt.



Abbildung 18: Chicorée pflanze vor dem 1. Schnitt im Jahr FF1, Plöwen April 2019



Abbildung 19: Chicorée pflanze vor dem 2. Schnitt im Jahr FF1, Plöwen Juli 2019

Die Mischung mit Chicorée stand nur in zwei von vier Versuchsjahren in den Exaktversuchen und der 2018 angelegte Versuch konnte aufgrund der extremen Trockenheit erst im zweiten Hauptnutzungsjahr geerntet werden. Aufgrund des daraus folgenden zu geringen Datenumfanges, werden die Ergebnisse dieses Prüfglieds nicht in die beiden Hauptnutzungsjahre aufgeteilt (Abb. 17). Die 2017 im ersten Hauptnutzungsjahr stehende Mischung konnte in beiden Hauptnutzungsjahren geerntet werden. Hier wurde ein mehr als doppelt so hoher Ertrag im ersten Hauptnutzungsjahr im Vergleich zum zweiten Hauptnutzungsjahr geerntet. Ein deutlicher Ertragsrückgang in Futtermischungen mit Chicorée konnte auch in anderen Versuchen nachgewiesen werden (Steffen, E., Fischer, S., 2018). Der Chicorée hat im ersten Jahr und im Frühjahr des zweiten Jahres eine gute unkrautunterdrückende Wirkung, da die großen Blätter eine gute Bodenbedeckung darstellen (Abb. 18). Nach dem ersten Schnitt im 2. Jahr bildet der Chicorée dünne Stängel für die Blüten aus (Abb. 19). Durch die Stängelausbildung und damit verbundene geringere Blattmassebildung ist der Ertrag im zweiten Hauptnutzungsjahr tendenziell geringer.

2.2. Klee gras in der Fruchtfolge eines Marktfruchtbetriebs (FF2)

Die Anbaumischungen in Fruchtfolge 2 konnten jedes Jahr nur einmal geerntet werden. Grund war der hohe Unkrautdruck und der damit nötige ein- bis zweimalige Schröpfungsschnitt. Daher wäre eine längere Standdauer des Klee grasses für ein Ausschöpfen des Ertragspotentials sinnvoll. Zu beachten ist dabei, dass die Prüfglieder mit Steinklee nur eine Überwinterung bestehen. Aus wirtschaftlicher Sicht ist es für einen landwirtschaftlichen Betrieb ohne Tierhaltung schwierig, ein Klee gras länger in die Fruchtfolge zu integrieren, da eine Futtermittelverwertung mit anzurechnendem Erlös aus der Tierhaltung entfällt. Futter-Mist-

Kooperationen können hier eine gewinnbringende Alternative sein. Hierbei gibt ein Betrieb das Klee gras zum Verfüttern ab und bekommt dafür Mist zur Düngung wieder.

Tabelle 12: Durchschnittlicher Trockenmasseertrag der Klee grasmischungen in FF2 2016-2019 am Standort Plöwen

Anbaumischung	Trockenmasseertrag dt/ha
Steinklee	9,4
Steinklee/Rotschwingel	9,2
Gelbklee	6,6
Saatluzerne/Rotschwingel	8,9

Im mehrjährigen Vergleich erreicht der Steinklee als Einzelkomponente den höchsten Ertrag, der Gelbklee den geringsten (Tab. 12). Dies lässt sich mit der Wuchsform erklären. Der Gelbklee hat feine Blätter und eine kurze kriechende Wuchsform, wohingegen der Steinklee vergleichsweise hoch im Wuchs ist und dementsprechend mehr Blatt- und Stängelmasse geerntet werden kann.



*Abbildung 20: Steinklee, Plöwen,
24.07.2019*



*Abbildung 21: Gelbklee als Bodenbedecker,
Plöwen 10.07.2017*

Allerdings war der Gelbklee durch seine gute Bodenbedeckung am besten in der Lage den Unkrautdruck zu verringern.

2.3. Körnerleguminosen

Die Versuche mit Körnerleguminosen konnten lediglich 2017 geerntet werden und auch zu diesem Zeitpunkt wiesen die Parzellen keinen für die Praxis erntewürdigen Bestand auf. Die Witterung war im gesamten Projektzeitraum nicht optimal für das Wachstum der Körnerleguminosen. Dies machte sich besonders in der Auflaufphase bemerkbar. Da das Unkraut (Kornblume) mit widrigen Witterungsbedingungen zumeist besser zurechtkam, hatte es bereits im zeitigen Frühjahr bzw. unmittelbar nach dem Auflaufen der Lupinen einen entscheidenden Wachstumsvorsprung. Durch die Lichtkonkurrenz wurden die Körnerleguminosen im Wachstum gehindert, was bis zum Totalausfall führte (Abb. 22). Dies wurde zum einen durch die nicht optimalen Witterungsbedingungen, aber auch durch einen insgesamt sehr hohen Unkrautdruck auf der Fläche verursacht. In Sortenversuchen auf anderen Flächen im Betrieb konnten höhere Erträge erreicht werden.



Abbildung 22: Unkrautdruck durch die Kornblume in den Lupinenparzellen Juli 2017 am Standort Plöwen

2016, 2018 und 2019 war es sehr trocken, sodass die Körnerleguminosen schon beim Auflaufen unter Trockenstress litten. 2017 gab es zwar ausreichend Niederschläge, jedoch förderte dies die Anthraknose in den Lupinen. Dies erklärt den geringeren Ertrag in den Lupinen (Tab. 13). 2018 kam zur Trockenheit noch Wildverbiss in den Versuchspartellen hinzu, wodurch in diesem Jahr auch keine Bonituren zum Deckungsgrad mehr durchgeführt werden konnten. In Praxiserhebungen wurde der Unkrautdeckungsgrad als entscheidender Faktor auf den Ertrag genannt. Dieser kann durch einen dichten und homogenen Bestand und gesunde Wurzeln der Lupinenpflanzen verringert werden (Schmidt, H., 2019).

Tabelle 13: Bonituren und Ertrag in den Versuchen Körnerleguminosen am Standort Plöwen

Anbaumischung	2017 + 2019		2017	
	Deckungsgrad Kultur %	Deckungsgrad Unkraut %	Lager zur Ernte*	Kornertrag** dt/ha
Wicke	32	30	4,0	7
Blaue Lupine	11	41	1,3	2
Wicke/ So.-Triticale	25	12	1,9	21
Gelbe Lupine	29	36	1,8	3

*Boniturnote 1-9, ** kein erntewürdiger Bestand im Praxisbetrieb

Aus den Bonituren zum Deckungsgrad der Kulturpflanze und des Unkrauts lässt sich ableiten, dass das Unkraut am besten vom Gemenge mit Sommerwicke und Sommertriticale unterdrückt wurde und am schlechtesten von den Blauen Lupinen. Der Unterschied im Deckungsgrad zwischen den Lupinenarten lässt sich mit ihrer unterschiedlichen Blattform erklären: So haben Gelbe Lupinen breitere Blätter als die Schmalblättrige/Blaue Lupine und so eine bessere Beschattungsfähigkeit gegenüber Unkräutern. Jedoch war die Blaue Lupine Boregine schneller und regelmäßiger im Aufgang und hat eine höhere Keimpflanzendichte in den Sortenversuchen als die Gelbe Lupine Mister (Wegner, et. al., 2019). In Praxisuntersuchungen wurde eine signifikant negative Korrelation der Bestandsdichte der Lupinenpflanzen mit dem Unkrautdeckungsgrad und dessen negativer Einfluss auf den Ertrag nachgewiesen (Schmidt, H., 2019). Deshalb kommt der Saatbettvorbereitung und den rechtzeitigen Striegelarbeiten eine hohe Bedeutung zu. Dies stellt bei der Lupine durch verzögertes Auflaufen der Einzelpflanzen sowie eine besondere Empfindlichkeit gegenüber mechanischer Belastungen bis zum 4-Blattstadium eine Herausforderung dar (Abb. 23).



Abbildung 23: Lupinenpflanzen bei Auflaufen 2017 am Standort Plöwen

Die Stützfunktion der Triticale gegenüber der Wicke lässt sich anhand der Lagerbonitur 2017 gut nachvollziehen (Tab. 13). Die Erträge fielen 2017 sehr gering aus. So konnten in anderen Versuchen mit Wicken auf sandigem Lehm Mindesterträge von 17 dt/ha erreicht werden (Böhm, H., 2015), während im Exaktversuch in Plöwen ein Ertrag von 7 dt/ha geerntet wurde. Auch die Lupinen mit Erträgen von 2 bzw. 3 dt/ha in den Exaktversuchen des Projektes konnten von Lupinen in Sortenversuchen im Betrieb übertroffen werden. So erreichten im gleichen Zeitraum die Blaue Lupine Boregine durchschnittlich 16 dt/ha und die Gelbe Lupine Mister durchschnittlich 14 dt/ha (Wegner, et. al., 2019).

3) Teilprojekt 3: Vergleichsmischungen ausgewählter Futterleguminosen auf den Demonstrationsbetrieben

Das Jahr 2017 war in Mecklenburg-Vorpommern ein eher sehr feuchtes Jahr mit guter Wasserversorgung und ausreichend Niederschlägen im Mai und April. Die beiden Jahre 2018 und 2019 waren hingegen sehr bis extrem trocken. Daraus lässt sich ableiten, dass die drei vergangenen Versuchsjahre untypisch im Vergleich zu den Vorjahren verliefen, wobei man davon ausgehen muss, dass dies tendenziell zum Regelfall zu werden scheint.

In der folgenden Tabelle werden die einzelnen Untersuchungsergebnisse auf den jeweiligen Betrieben aufgeführt.

Tabelle 14: Ergebnisse der Feldbegehungen und Betriebsbefragungen der vier Demonstrationsbetriebe

	Betrieb A	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
Betriebseigene Mischung	WW + 30% Inkarnatklee oder DW + 70% Rotklee	Rotklee-Luzerne-Gras „Carmena“	Rotklee-Luzerne-Gras „Carmena“	Klee gras „Country“
Alternative M	Klee gras „Country“ + 20% Hornklee			
Ackerzahl a M	18	30	20	23
Ackerzahl b M	18	30-40	35	23
Ansaat	Herbst	Herbst	Frühjahr	Frühjahr
Aufgang	schlechter	genauso gut	schlechter	besser
Bestandesentwicklung	genauso schlecht	etwas schlechter / genauso gut	schlechter	besser / genauso gut
Ertrag Ansaatjahr	genauso schlecht	besser	schlechter	besser / genauso gut
Ertrag 1. HNJ	genauso schlecht	genauso gut	genauso gut	schlechter
Ertrag 2. HNJ	-	genauso gut	schlechter	besser / schlechter

Wie aus der Tabelle hervorgeht, ergibt sich in den Praxisbetrieben kein einheitliches Bild, ob die alternative Mischung (Klee grasmischung „Country“ + 20% Hornklee) besser oder schlechter im Vergleich zur betriebseigenen Mischung ist. Selbst die Ansaaten im selben Betrieb auf unterschiedlichen Flächen variieren stark, da die Ansaaten unter anderem in allen Betrieben nicht im gleichen Jahr, sondern in unterschiedlichen Jahren (und damit mit unterschiedlichem Wasserangebot) getätigt wurden. Da es leider in den Jahren 2018 und 2019 extremen Wassermangel in der Vegetationsperiode gab, könnten die zu diesem Zeitpunkt getätigten Ansaaten unterbewertet sein. Allerdings ergab sich auch innerhalb der Ansaaten in selben Betrieb ein differenziertes Bild.

Beim Vergleich der Erträge zwischen betriebseigener und alternativer Mischung konnte keine eindeutige Tendenz festgestellt werden. Weder im innerbetrieblichen Vergleich noch zwischen den Betrieben. Hinsichtlich der Bestandsentwicklung und der Erträge lag die alternative Mischung nicht signifikant über den betriebseigenen.

Festzuhalten ist, dass die Landwirtschaftsbetriebe auf sandigen, trocknen Standorten dem Anschein nach bereits gut geeignete betriebsindividuelle Klee grasmischungen nutzen. Eine

Etablierung alternativer Kleegrasmischungen ist auf den Betrieben möglich, denn in jedem der vier Demonstrationsbetriebe gelang eine Ansaat. So schätzen die Betriebsleiter die Erweiterung der Öko-Country-Grünland-Mischung der DSV mit der Komponente Hornklee als Vorschlag der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, als mögliche Alternative ein. Diese konnte jedoch im Projektzeitraum nicht derart überzeugen, um sie zukünftig ausschließlich im Betrieb einzusetzen.

4) Beitrag des Ergebnisses zu förderpolitischen EIP Zielen

Ziel des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern ist die Initiierung von Projekten zum Wissenstransfer zwischen Forschung und Praxis für eine nachhaltige und produktive Landwirtschaft.

Im Speziellen gilt für die Operationelle Gruppe Leguminosen zum Humusaufbau:

Ziel des Projektes ist die Demonstration von humusaufbauenden Maßnahmen in Fruchtfolgen mit legumen Ackerfuttermengen und Körnerleguminosen auf trockenen Sandböden. Das EIP-Projekt lässt sich somit unmittelbar dem EU-Schwerpunkt „Ressourcen und Umwelt“ zuordnen, da es sich um eine Steigerung bzw. den Erhalt der Effizienz der Ressource Boden bemüht, und weiter hat es durch seine gezielte Ausrichtung auf ökologisch wirtschaftende Betriebe und deren Herausforderung stabile Erträge zu erzielen einen direkten Bezug auf die EIP-Fokusgruppe „Ökologische Landwirtschaft“. Die Exaktversuche in den Fruchtfolgen des Praxisbetriebes und die Aussagen der Landwirte der Demonstrationsbetriebe zu den alternativen Kleegrasmischungen zeigen, dass nach ggf. vorzunehmenden betriebsindividuellen Anpassungen eine Etablierung alternativer Leguminosen möglich ist.

5) Nebenergebnisse – „by- catches“? Was hat sich evtl. unerwartet aus der Zusammenarbeit, durch das Projekt ergeben?

Im Rahmen des Projektes sind keine Nebenergebnisse erfasst worden.

6) Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Zur genaueren Ermittlung von Witterungsdaten wurde eine Agrar-Wetterstation mit einem integrierten Datenlogger des Typs Datenlogger DALOS515C-O, welche neben Niederschlag und Lufttemperatur auch die Bodentemperatur messen sollte, auf dem Betriebsgelände nahe der Versuchsfläche installiert. Diese sollte die Bewertung der Anbauergebnisse aus dem Vorhaben unterstützen. Aufgrund zunehmender Probleme bei der Datenübertragung und einiger Einsätze eines Technikers vor Ort, wurde jedoch zugunsten des Budgets entschieden, die Station bereits im Februar 2019 abzubauen und auf die Daten der nächstgelegenen Wetterstation in Grambow-Schwennenz zurückzugreifen.

Die Mischung mit Chicorée stand nur in zwei von vier Versuchsjahren in den Exaktversuchen und der 2018 angelegte Versuch konnte aufgrund der extremen Trockenheit erst im zweiten Hauptnutzungsjahr geerntet werden. Aufgrund der daraus folgenden zu geringen Datenlage werden die Ergebnisse dieses Prüfglieds nicht in die beiden Hauptnutzungsjahre aufgeteilt.

Weiterhin lieferten die Auswertung der Befragung der Demonstrationsbetriebe zur alternativen Mischung gegenüber der betriebseigenen Klee-grasgemenge keine eindeutigen Ergebnisse, da die Etablierung abhängig von 4 spezifischen Standorten und Ansaatzeitpunkten bzw. meteorologischen Gegebenheiten der Standorte zu viele Variablen aufwies.

V. Nutzen der Ergebnisse für die Praxis

Die Ergebnisse des Demonstrationsprojektes liefern nicht nur den ökologisch wirtschaftenden Betrieben auf trockenen und leichten Standorten in Mecklenburg-Vorpommern Hinweise auf die Erreichung einer zumindest ausgeglichenen Humusbilanz, sondern ebenso den konventionellen Betrieben, welche sich zunehmenden Herausforderungen in der Einhaltung der vorgegebenen und der natürlichen Rahmenbedingungen stellen müssen. So muss zum Beispiel bei verstärkter Forcierung des Körnerleguminosenanbaus gleichzeitig auf die zukünftige Sensibilisierung der Böden in Bezug auf eine Leguminosenmüdigkeit geachtet werden. Eine relativ ausgeglichene Humusbilanz auf leichten Standorten ist mit einer längeren Standzeit von Klee-gras (mindestens zwei Jahre) und dem Einsatz organischer Dünger (Dung, Hühnertrockenkot) oder der Kompostierung des Klee-grases möglich. Um jedoch eine positive Humusbilanz zu erreichen, ist ein zusätzlicher Verbleib der Koppelprodukte, wie Stroh oder Klee-grasaufwüchse, auf dem Feld notwendig.

Weiterhin können Empfehlungen zur Eignung von Körnerleguminosen in Fruchtfolgen mit anteiliger Futtermittelverwertung gegeben werden, Standzeiten von Leguminosen bei gleichzeitigem hohem Unkrautdruck und der Verweis auf Vorüberlegungen alternativer Nutzungsmöglichkeiten wie Gründüngung, Bienenweide, Biogassubstrat oder Vermehrung.

Im direkten Ergebnis des Projektes für den betreffenden Praxisbetrieb konnte festgestellt werden, dass der Betrieb durch die Anlage der Projektfläche mit gleichzeitigem Blick auf die integrierten Sortenversuche, während der Laufzeit genaue Erkenntnisse über die Anbaueignung der Kulturen und der dazugehörigen Maßnahmen am Standort gewinnen konnte. So wurde hier entschieden, dass die schmalblättrige blaue Süßlupine (*Lupinus angustifolius*) zukünftig weniger bis gar keinen Platz mehr in der Anbauplanung des Betriebes finden wird, da die Kultur vor und während der Projektlaufzeit kaum etabliert werden konnte (zu hoher Unkrautdruck). Das Klee-gras wird hingegen zukünftig im Betrieb noch stärker in die Fruchtfolge integriert werden. Als weiteres Fazit des Betriebes gewann der Chicoréeanbau

aus den Sortenversuchen an Interesse. Dies zeigt, dass auch Kulturen welche bisher wenig Beachtung in der hiesigen Landwirtschaft bekommen, erwägenswert sind.

Die Demonstrationsbetriebe konnten zudem im Rahmen von Teilprojekt III ihre Erfahrungen mit einer bisher unbeachteten Komponente ihrer Kleegrasmischungen, dem Hornklee, sammeln.

VI. Verwertung und Nutzung der Ergebnisse

Die Ergebnisse, der Abschlussbericht und die vorangegangenen Arbeiten werden dem Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern und der deutschen Vernetzungsstelle (DVS) zur Verfügung gestellt. Die Publikation der Ergebnisse erfolgt über den Abschlussbericht sowie dem Praxisblatt (Anhang III).

VII. Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit

Während der Projektlaufzeit konnte eine zunehmende Vermehrung von Sicheluzerne in MV angeregt und aufgebaut werden (Ceresaat), die zuvor aufgrund der geringen Nachfrage nicht lohnenswert schien, weshalb das Saatgut bisher aus Estland und Ungarn bezogen wurde.

Da die Lupine während der Projektlaufzeit derart stark ausfiel, wird, neben weiteren Gründen, bei der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV ein Netzwerk gebildet. Gemeinsam mit Unterstützung der Koordinierungsstelle Eiweißstrategie MV soll nun nach Möglichkeiten geforscht werden, wie sich die Lupine zum Beispiel durch einen schnelleren Aufgang, Impfung und Sortenwahl, leichter etablieren lässt, sodass sie auch gegenüber einem starken Unkrautdruck, Nährstoffmangel und einer Leguminosenmüdigkeit, bestehen kann.

VIII. Nutzung des Innovationsbüros (Innovationsdienstleister, IDL)

Im Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern ist kein/e Innovationsdienstleister/in implementiert worden, sondern eine EU-finanzierte Projektstelle, die für die Prüfung von Einzelfragen zur Förderfähigkeit sowie für die Unterstützung der Umsetzung der Projekte gemäß Aktions- und Finanzplan in MV zuständig ist.

IX. Kommunikations- und Disseminationskonzept

Ein zentraler Baustein in der Kommunikation, wie auch in der Außendarstellung des Projektes waren die quartalsweisen Treffen der Operationellen Gruppe. Diese OG-Sitzungen fanden bald nach Beginn der Projektzeit fast ausschließlich auf dem Praxisbetrieb in Plöwen statt, da für den Betrieb die Entfernung zu den übrigen Mitgliedern zu groß war und deshalb Einschränkungen der betrieblichen Abläufe durch lange Fahrtzeiten möglichst vermieden werden sollten. Zu besonderen Terminen, wie beispielsweise der Ausrichtung eines Seminars, wurden zusätzliche Treffen am Standort der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und

Fischerei in Gülzow-Prüzen einberaumt. Jährlich im Juni fand eine Feldbegehung und Präsentation des Projektes am Standort in Plöwen statt, zu diesen erschienen zahlreiche Landwirte und Interessierte, auch aus dem Nachbarland Polen. Des Weiteren ergab sich ein Kontakt zum Bauernverband Uecker-Randow e.V., welcher jährlich eine Exkursion von Interessierten zum Betrieb und der Versuchsfläche organisierte.

Die Ergebnisse der jeweiligen Teilprojekte konnten in 2020 entgegen der ursprünglichen Planung der Öffentlichkeit nicht in direktem Kontakt vorgestellt werden. So wurde die Veranstaltung in digitaler Form, auch für die bereits gewonnenen externen Referenten umgeplant, sodass sie nun für alle Interessierten online zu jeder Zeit frei zugänglich ist.

Mit den Betriebsleitern der Demonstrationsbetriebe konnten jedoch durch den Biopark e.V. Abschlussgespräche realisiert werden.

Projektbegleitend und auch nach Abschluss des Projektes wurden und werden die Projekteinhalte und Ergebnisse in mehreren Artikeln und Fachpublikationen der LMS Agrarberatung GmbH (DAS BLATT und Homepage www.lms-beratung.de), in den Jahresberichten der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV sowie der Verbandszeitung des Biopark e.V. (ÖKOAktuell) veröffentlicht.

Auf folgenden Veranstaltungen wurde das EIP-Projekt/wurden Ergebnisse des EIP-Projektes der Öffentlichkeit inhaltlich vorgestellt:

- Tag der offenen Tür der LMS Agrarberatung GmbH, 18.07.2016 in Rostock
- Übergabe des Bewilligungsbescheides durch den Minister, 28.07.2016 in Gülzow
- EIP-AGRI Workshop der DVS, 22.-23.11.2016 in Bonn
- Praxistag Ökolandbau, 14.06.2017 in Löcknitz/ Plöwen
- EIP-AGRI und Horizon 2020 in Kiel, 26. - 27.09.2017
- EIP-AGRI-Innovation Summit, Portugal, Lissabon, 11. - 12.10.2017
- Präsentation auf der Landwirtschaftsausstellung MeLa 13. – 16.09.2018 in Mühlengiez
- EIP-AGRI Workshop der DVS, 05.03. - 06.03.2018 in Weimar
- Praxistag Ökolandbau, 14.06.2018 in Löcknitz/ Plöwen
- Seminar der OG „Kleinkörnige Leguminosen im Ökologischen Landbau“, 27.11.2018 in Gülzow
- EIP-AGRI Workshop „Eiweißpflanzen“ der DSV in Eichigt vom 20.-21.02.2019

- 3. Bundesweiter Workshop für Operationelle Gruppen und Innovationsdienstleister 14.-15.03.2019 in Arnstadt
- Seminar Leguminosen, 17.04.2019 in Gülzow: circa 25 Teilnehmer, abschließend Begehung der Versuchsfläche der LFA, Referenten Herr Prof. Schmidtke und Frau Dr. Priepe
- Praxistag Ökolandbau, 18.06.2019 in Löcknitz/Plöwen: 40 Besucher, davon etwa 10-15 polnische Landwirte vertreten, Herr Titze referierte über Futterleguminosen, Herr Dr. Roux vom JKI referierte über die Andenlupine im Gemenge mit Mais; im Anschluss wurde die Versuchsfläche in Plöwen besichtigt und die Fruchtfolgen vorgestellt
- Landschaftskultur in der Agrarlandschaft (LUNG), 27.02.2020 Greifswald: Vortrag C. Wegner „Entwicklung von Nährstoff-und Humusbilanzen am Beispiel einer Öko-Fruchtfolge“
- 15. Wintertagung, 11.03.2020 in Güstrow: „Fruchtbare Böden durch Ökolandbau“ – Vortrag C. Wegner
- Abschlusspräsentation ersatzweise einer Abschlussveranstaltung mit externen Beiträgen von Harald Schmidt (SÖL) und Jan-Hendrik Schulz (DSV) auf der Homepage der LMS Agrarberatung GmbH ([https://www.lms-beratung.de/de/agrarberatung/europaeische-innovationspartnerschaft-eip-00001/eip-humusaufbau/abschlussveranstaltung-eip-humus/ab August 2020](https://www.lms-beratung.de/de/agrarberatung/europaeische-innovationspartnerschaft-eip-00001/eip-humusaufbau/abschlussveranstaltung-eip-humus/ab%20August%202020))

Artikel Fachpresse/ Printmedien

- Start der EIP-Projekte – LMS Agrarberatung mit 5 Kandidaten im Wettbewerb, Das Blatt Heft 3 (2016)
- Artikel zum Projektzwischenstand in Verbandsnachrichten des Biopark e.V. ÖKOAktuell Heft 57/2018
- Artikel zum Projektzwischenstand in der MeLa-Ausgabe 03/2018 von Das Blatt der LMS Agrarberatung GmbH
- Artikel zum Projektzwischenstand im Sonderheft der Bauernzeitung „Ratgeber Pflanzenbau und Technik“, November 2018
- Flyer zum EIP-Agri Projekt Leguminosen zum Humusaufbau in deutscher, englischer und polnischer Sprache
- Poster zum EIP-Agri Projekt Leguminosen zum Humusaufbau
- Roll-Up zum EIP-Agri Projekt Leguminosen zum Humusaufbau

Literaturverzeichnis

- AIGNER, A. (2006). Fruchtfolgegestaltung. München: BLV Buchverlag GmbH & Co. KG.
- BÖHM, H. (2015). Ertragsleistung, Proteingehalte und -erträge von Saatwicken im Vergleich zu Erbse, Ackerbohne und Lupine. Eberswalde: Häring, A.M., et al.
- BROCK, C., et. al. (2017). Humusersatzstrategien im viehlosen Ökolandbau. Freising-Weihenstephan.
- DÖRING, T. (2018). Steckbriefe der Acherfrüchte. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- FUCHS, J. et al.; SCHMIDT, H. (2017). Test auf Leguminosenmüdigkeit im Erbsenanbau. Praxistipp Nr.008: Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL).
- GRUBER, et. al. (2019). Schwefeldüngung im ökologischen Landbau. Verband der Landwirtschaftskammern Arbeitskreis Ökologischer Landbau. Von www.lfamv.de abgerufen
- HÜLSBERGEN, K. J. (2015). Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Betriebssysteme. Thünen Report 29: www.pilotbetriebe.de.
- SCHMIDT, H. (2012). Differenzialdiagnose: Praktische Entscheidungshilfe für die Schlagauswahl in Körnerleguminosen und Bodenfruchtbarkeit. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung.
- SCHMIDT, H. (2019). Anbau der Blauen Lupine in der Praxis. Ruhlsdorf, Teltow.
- SCHMITKE, K. (14. Juni 2018). Leguminosenmüdigkeit - neue Strategien der Fruchtfolgegestaltung im ökologischen Landbau. Praxistag im ökologischen Landbau Plöwen.
- SCHNEIDER, J. (2019). Handout Steinklee. Gülzow: www.lfamv.de. Von www.lfamv.de abgerufen
- STEFFEN, E., FISCHER, S. (2018). Zwischenbericht zum Vorhaben "Eignung neuer Futterpflanzenmischungen". Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung 7.
- TITZE, A. (2014). Ertrags- und Futterwerteigenschaften trockentoleranten Ackerfuttermischungen. Teltow: Teltower Vortragsveranstaltung. Von www.lfamv.de abgerufen
- WEGNER, C. (27. 02 2020). Entwicklung von Nährstoffen und Humus am Beispiel. Greifswald.

WEGNER, et. al. (2019). Landessortenversuche Ökologischer Landbau 2019. Gülzow:
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern.
Von www.lfamv.de. abgerufen

Anhang

Anhang I: Indikativer Zeitplan

Anhang II: Zeitplan nach Umsetzung und Verlängerung

Anhang III: Praxisblatt

Anhang I: Arbeitspakete und indikativer Zeitplan mit Meilensteinen aus dem Aktionsplan

Die Bearbeitung der jeweiligen Teilprojekte erfolgt nach den folgenden Arbeitsplänen, wobei die nachstehenden Abkürzungen der Projektpartner verwendet werden:

Projektpartner	Abkürzung
LMS Agrarberatung GmbH	LMS
Ökologische Landwirte Acker- und Grünlandbewirtschaftungs GmbH in Plöwen	LWB
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei	LFA
Biopark e.V.	e. V.

Projektmanagement: Vertragserarbeitung, Antragstellung, Organisation der Zusammenkünfte der OG, Finanzkalkulation, Abrechnung, Quartalsberichte

I. Fruchtfolgenetablierung		Zuständiger Projektpartner			
Arbeitspaket	Beschreibung	LMS	LWB	LFA	e. V.
FF_AP 1	Konzeption - der Fruchtfolgen FF1 (ohne Tierhaltung) und FF2 (mit Tierhaltung)			X	
FF_AP 2	Vorbereitung - Auswahl und Einmessung der Fläche sowie der Fruchtfolgefelder - Standortcharakteristik (Lage, Klimadaten, Standorttyp, Bodenart, Schlaggröße) - Probennahme Bodenuntersuchungen und chemische Analytik	X X	X		
FF_AP 3	Anlage der Fruchtfolgefelder im Betrieb - Einsaat		X		
FF_AP 4	Datenerhebung - Bonituren - Ertragsmessungen - Probennahme des Ernteguts und Dünger - Chemische Analytik der Nährstoffgehalte	X	X X X		
FF_AP 5	Dokumentation - der ackerbaulichen Maßnahmen (Saatbettvorbereitungen, Aussaat, Unkrautregulierung und Pflanzenschutz, Düngung, Maschineneinsatz, Ernte)		X		
FF_AP 6	Auswertung - Analyseergebnisse zu Ertrag - Nährstoffgehalte - Humus- und Nährstoffbilanz	X		X	
FF_AP 7	Wissenstransfer: Öffentlichkeitsarbeit - 1 Feldtag jährlich (15.06.16) - jährliche Frühjahr- und Herbstfeldbegehung - 1 Workshop jährlich - Akquise Demobetriebe	X	X	X	X

II. Exaktversuch															
EV_AP 1	■	■													
EV_AP 2			■	■											
EV_AP 3			■	■			■	■			■	■		■	■
EV_AP 4			■	■			■	■			■	■		■	■
EV_AP 5			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
EV_AP 6						M2b									
EV_AP 7			■	■	■	■	■	■		M3	■	■	■	■	■

- Meilenstein 1a: Anlage der Fruchtfolgefelder
- Meilenstein 1b: Anlage des Exaktversuchs mit Ackerfuttermengen
- Meilenstein 2a: Erste Ergebnisse der Fruchtfolgenetablierung
- Meilenstein 2b: Erste Ergebnisse des Exaktversuchs
- Meilenstein 3: Erste Ergebnisse aus den Demobetrieben
- Meilenstein 4: Projektevaluierung und Zukunftschancen

Anhang II: Zeitplan / Meilensteinplan OG 'Humusaufbau'

Arbeitspakete und Zeitplan mit Meilensteinen (Stand: 30.06.2020)

Die Bearbeitung der jeweiligen Teilprojekte erfolgt nach den folgenden Arbeitsplänen, wobei die nachstehenden Abkürzungen der Projektpartner verwendet werden:

Projektpartner	Abkürzung
LMS Agrarberatung GmbH	LMS
Ökologische Landwirte Acker- und Grünlandbewirtschaftungs GmbH in Plöwen	LWB
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV	LFA
Biopark e. V.	e. V.

I. Fruchtfolgenetablierung		Zuständiger Projektpartner				Erfüllt (2020)
Arbeitspaket	Beschreibung	LMS	LWB	LFA	e. V.	
FF_AP 1	Konzeption - der Fruchtfolgen FF1 (ohne Tierhaltung) und FF2 (mit Tierhaltung)			X		✓
FF_AP 2	- Probennahme Bodenuntersuchungen und chemische Analytik	X				✓
FF_AP 3	Anlage der Fruchtfolgefelder im Betrieb - Einsatz		X			✓
FF_AP 4	Datenerhebung - Bonituren - Ertragsmessungen - Probennahme des Ernteguts und Dünger - Chemische Analytik der Nährstoffgehalte	X		X		X
FF_AP 5	Dokumentation - der ackerbaulichen Maßnahmen (Saatbettvorbereitungen, Aussaat, Unkrautregulierung und Pflanzenschutz, Düngung, Maschineneinsatz, Ernte)		X			✓
FF_AP 6	Auswertung - Analysenergebnisse zu Ertrag - Nährstoffgehalte - Humus- und Nährstoffbilanz	X		X		X
FF_AP 7	Wissenstransfer: Öffentlichkeitsarbeit - 1 Feldtag jährlich - jährliche Frühjahr- und Herbstfeldbegehung	X	X	X	X	X

Anhang II

		2015				2016				2017				2018				2019				2020	
Projektmanagement	Arbeitspaket	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	M4		
		I. Fruchtfolgen- etablierung	FF_AP 1																				
	FF_AP 2																						
	FF_AP 3			M1a																			
	FF_AP 4																						
	FF_AP 5																						
	FF_AP 6																						
	FF_AP 7					M2a									M3								
II. Faktversuch	EV_AP 1																						
	EV_AP 2																						
	EV_AP 3			M1b																			
	EV_AP 4																						
	EV_AP 5																						
	EV_AP 6																						
	EV_AP 7					M2b									M3								

Meilenstein 1a:

Meilenstein 1b:

Meilenstein 2a:

Meilenstein 2b:

Meilenstein 3:

Meilenstein 4:

- Anlage der Fruchtfolgefelder
- Anlage des Exaktversuchs mit
Ackerfutturmengen
- Erste Ergebnisse der Fruchtfolgenetablierung
- Erste Ergebnisse des
Exaktversuchs
- Erste Ergebnisse aus den Demobetrieben
- Projektauvaluierung und Zukunftschancen

Anhang III: Praxisblatt

Projekt: Leguminosen zum Humusaufbau

Demonstration von humusaufbauenden Maßnahmen in Fruchtfolgen mit legumen Ackerfuttergemengen und Körnerleguminosen auf trockenen Sandböden

Ausgangslage und Zielsetzung

In Mecklenburg-Vorpommern ist die Bewirtschaftung trockener Sandstandorte für ökologisch wirtschaftende Betriebe eine große Herausforderung. Das Ertragsrisiko ist höher als im konventionellen Anbau und ackerbauliche Maßnahmen zum Humusaufbau gelingen nicht immer. Letzterer ist für eine nachhaltige ökologische Bewirtschaftung, speziell für die Sandstandorte von besonderer Bedeutung.

Einen Schwerpunkt bilden dabei die Futter- und Körnerleguminosen. Arten wie Rotklee, Ackerbohne und Erbse lassen sich aber aufgrund ihrer Ansprüche auf den nährstoffschwachen Sandböden in den östlichen und südlichen Landesteilen schwer oder gar nicht etablieren. Das Artenspektrum standortangepasster Leguminosen engt sich auf Sandböden mit Ackerzahlen unter 35 stark ein und erweist sich bei Ackerzahlen unter 25 und Niederschlagsmengen unter 550 mm als kaum vorhanden.

Ziel des Projektes war die Erarbeitung von Anbauempfehlungen für Ackerfutturmischungen und Körnerleguminosen im ökologischen Landbau sowie die Schaffung von Demonstrationsbeispielen für diese trockenen Sandböden.

Projektdurchführung

Im Praxisbetrieb wurden auf der Projektfläche zwei Fruchtfolgen, beispielhaft jeweils für viehhaltende- und Marktfruchtbetriebe im Ökologischen Landbau angelegt. Innerhalb dieser wurden jeweils Exaktversuche zur Prüfung der Anbaueignung unterschiedlicher Ackerfuttergemenge und Leguminosen integriert (Artenvergleich). Auf der Projektfläche wurden jährlich im Frühjahr Bodenproben sowie Ernteproben genommen und Ertragsmessungen durchgeführt. Die Exaktversuche wurden bonitiert. Für das dritte Teilprojekt sind vier Demonstrationsbetriebe mit trockenen Standorten auf leichten Böden akquiriert worden. Auf jeweils einem Hektar wurden eine durch die Landesforschung für Landwirtschaft und Fischerei MV empfohlene Kleegrasmischung der Etablierung betriebseigener Mischungen gegenübergestellt und bewertet.

Ergebnisse

In Fruchtfolge 1 (FF1) war der Humusersatz trotz der Dünggaben und des zweijährigen Kleeegrases niedriger als in Fruchtfolge 2 (FF2). Die Humuszufuhr (Humusersatz) ist in FF2 höher als in FF1, was durch den Verbleib von Stroh und Klee gras auf der Fläche in FF2 zustande kommt. Daraus lässt sich ableiten, dass der Verbleib der Koppelprodukte mehr zum Humusaufbau beitrug als die Zufuhr des Dungs und die längere Standzeit des Kleeegrases. Der Humusbedarf der angebauten Kulturen ist in FF2 höher, da auch die Durchschnittserträge des Getreides in den meisten Jahren höher waren. Durch den daraus resultierenden geringeren Humusbedarf in FF1 ist in dieser Fruchtfolge der jährliche Humussaldo -57 kg C/ha, während in FF2 der Saldo -132 kg C/ha beträgt.



Bundesland:
Mecklenburg-
Vorpommern

Laufzeit: 2015 - 2020

Thema:

Leguminosen

Hauptverantwortliche

LMS Agrarberatung
GmbH

Berthold F. Majerus

Tel: +49 381 877133-0

E-Mail: gf@lms-beratung.de

**Mitglieder der
Operationellen Gruppe
(OG)**

- LMS Agrarberatung GmbH
- Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV
- Biopark e.V.
- Ökologische Landwirte Acker- und Grünlandbewirtschaftungs GmbH Plöwen

www.lms-beratung.de

<https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/EIP-Praxisblätter>





Grund für die negativen Humussalden sind die geringen Erträge der Leguminosen, welche zum Humusaufbau wichtig sind sowie die dazu vergleichsweise hohen Erträge der Getreidearten, welche durch ihren Humusbedarf diesen dem System entziehen. Beide Fruchtfolgen befinden sich in der Humus-Versorgungsstufe B. Bei einem Verbleib des Stroh in FF1 auf der Fläche verbessert sich der Humussaldo auf +76 kg C/ha und in die Versorgungsstufe C.

Die Erträge waren in FF2 meist höher als in FF1. Im ersten Jahr zeigte die Sichelluzerne ein höheres Ertragspotential, während die Saatluzerne im zweiten Jahr ein höheres Ertragsvermögen aufwies. 2017 war mit seiner feuchten Witterung ein günstiges Jahr für die Klee grasbestände. In diesem Jahr wurden die höchsten Erträge im Projektzeitraum erzielt. Im mehrjährigen Vergleich erreicht der Steinklee als Einzelkomponente den höchsten Ertrag, der Gelbklee den geringsten. Die Versuche mit Körnerleguminosen konnten lediglich 2017 geerntet werden und auch zu diesem Zeitpunkt wiesen die Parzellen keinen für die Praxis erntewürdigen Bestand auf.

Eine Etablierung der empfohlenen Klee grasmischungen auf den Demonstrationbetrieben ist gelungen. So schätzen die Betriebsleiter die mit Hornklee erweiterte Mischung als eine mögliche Alternative ein, die jedoch nicht derart überzeugte, um sie zukünftig ausschließlich im Betrieb einzusetzen.

Empfehlungen für die Praxis

Um eine positive Humusbilanz zu erreichen, ist ein zusätzlicher Verbleib der Koppelprodukte, wie Stroh oder Klee gras aufwüchse, auf dem Feld notwendig.

Die ausgewiesenen Anbaupausen von Leguminosen sollten eingehalten werden. Leguminosenmüdigkeit kann zu verstärkten Ertragsausfällen führen, sowohl bei Körnerleguminosen wie Lupinen, als auch bei kleinkörnigen Leguminosen wie Rotklee oder Hornklee. Jedoch gibt es Arten wie Luzerne oder Sojabohne, die diese Anfälligkeit nicht aufweisen.

Ohne eine Futtermittelverwertung sollten Betriebe Gelbklee auf Flächen mit hohem Unkrautdruck bevorzugen, während Steinklee mehr Biomasse schafft. Gelbklee und Steinklee benötigen eine längere Zeit um sich zu etablieren. Daher empfiehlt sich bei diesen beiden Kulturen eine Aussaat im Frühjahr mit einer Standzeit von mindestens eineinhalb Jahren. Da Steinklee wegen seines Cumaringehaltes nicht verfüttert werden kann, sollten vorher alternative Nutzungsmöglichkeiten wie Gründüngung, Bienenweide, Biogassubstrat oder Vermehrung bedacht werden. Alternativ kann im Frühjahr gesäeter Steinklee nach der ersten Überwinterung im Frühjahr umgebrochen werden. Auf diese Weise wird die maximale Wurzelleistung für Humusbildung und N-Fixierung genutzt sowie die für Marktfruchtbetriebe nicht produktive Klee anbauperiode auf ein Jahr begrenzt.

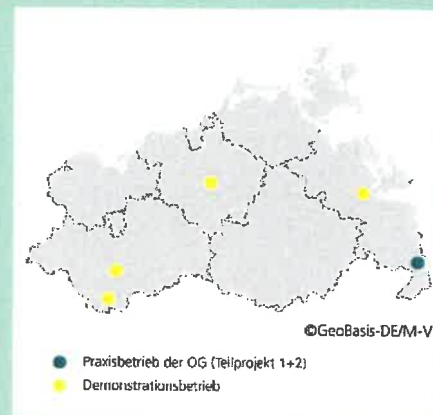


Bild 1: Lage des Praxisbetriebs und der Demonstrationbetriebe in MV



Bild 2: Darstellung Fruchtfolge 1, eines viehhaltenden Betriebes mit organischer Düngung



Bild 3: Darstellung Fruchtfolge 2, eines Marktfrucht-Betriebes ohne organische Düngung



Bild 4: Hornklee im Gemenge