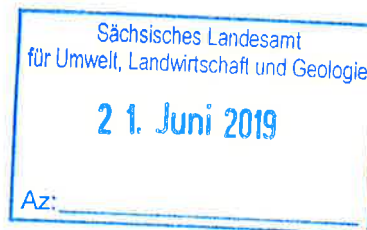


Umsetzung der Europäischen Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP – AGRI) im Freistaat Sachsen

Endbericht



für ein nach Richtlinie LIW/2014 mit Mitteln des ELER gefördertes Vorhaben.

Titel des Vorhabens:

Implementierung biologischer Verfahren der Stickstoffversorgung und der Regulation von *Rhizoctonia solani* im ökologischen Kartoffelbau

Autoren:

Dipl.-Ing. (FH) Frank Pötzsch

Dr. rer. nat. Anke Landgraf

B. Sc. Hannah Scharfstädt

Prof. Dr. agr. Knut Schmidtke

Prof. Dr. agr.
Knut Schmidtke

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

Fachgebiet Ökologischer Landbau

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	4
Abbildungsverzeichnis.....	5
1. Zusammenfassung der Projektplanung.....	6
1.1 Problembeschreibung.....	6
1.2 Zielformulierung.....	6
1.3 Arbeitsplan.....	8
1.3.1 Methodenbeschreibung.....	8
1.3.2 Arbeits- und Lösungsweg.....	8
1.3.3 Arbeitsbeiträge der einzelnen Mitglieder der operationellen Gruppe.....	11
1.4 Erwartete Ergebnisse.....	12
2. Darstellung des Projektverlaufs.....	12
3. Projektergebnisse.....	28
3.1 Einschätzung der Zielerreichung.....	28
3.2 Hauptergebnisse des Projektes.....	28
3.3 Nebenergebnisse des Projektes.....	40
4. Ergebnisverwertung.....	40
4.1 Nutzung der Ergebnisse in der Praxis.....	40
4.2 Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse.....	41
5. Wirkung des Projektes.....	42
5.1 Beitrag zu den Prioritäten der EU für die Entwicklung des ländlichen Raums.....	42
5.2 Beitrag zu den Zielen der EIP-AGRI.....	42
5.3 Beitrag zu den in der SWOT-Analyse festgestellten Bedarfen.....	42
6. Zusammenarbeit in der operationellen Gruppe.....	43
6.1 Ausgestaltung der Zusammenarbeit.....	43
6.2 Mehrwert der operationellen Gruppe.....	43
7. Verwendung der Zuwendung.....	43
8. Schlussfolgerungen und Ausblick.....	44
8.1 Rückblick.....	44
8.2 Ausblick.....	44

Literaturverzeichnis.....	45
Anhang.....	47

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Ergebnisse der statistischen Auswertung des Versuchs Saatguterzeugung.....	30
Tab. 2: Niederschlagsverteilung und Temperatur.....	30
Tab. 3: Nährstoffversorgung der Standorte.....	31
Tab. 4: Ergebnisse der statistischen Auswertung des Zwischenfruchtversuchs.....	33
Tab. 5: Ergebnisse der statistischen Auswertung der <i>Rhizoctonia solani</i> Bonitur.....	36
Tab. 6: Ergebnisse der statistischen Auswertung von Feldaufgang, Kraut- und Knollenertrag Kartoffel.....	37
Tab. 7: Direktkostfreie Leistungen aller Varianten beider Versuche in den Jahren 2017 und 2018 in € ha ⁻¹	41

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Bonitur Zwischenfruchtversuch 2016 (31.08.2016).....	15
Abb. 2: Bonitur Zwischenfruchtversuch 2016 (22.09.2016).....	16
Abb. 3: Bonitur Zwischenfruchtversuch 2016 (14.10.2016).....	16
Abb. 4: Bonitur Versuch Saatguterzeugung Sommerwicke (27.05.2017).....	17
Abb. 5: Kartoffelversuch (26.06.2017).....	17
Abb. 6: Versuch Saatguterzeugung Sommerwicke (26.06.2017).....	18
Abb. 7: Ernte Kartoffelkraut (14.07.2017).....	18
Abb. 8: Ernte Versuch Saatguterzeugung Sommerwicke (07.08.2017).....	19
Abb. 9: Aussaat Zwischenfruchtversuch (15.08.2017).....	19
Abb.10: Zwischenfruchtversuch (31.08.2017).....	20
Abb. 11: Zwischenfruchtversuch (13.09.2017).....	20
Abb.12: Bonitur Kartoffelknollen auf <i>Rhizoctonia solani</i> (15.09.2017).....	21
Abb.13: Bonitur Kartoffelknollen auf <i>Rhizoctonia solani</i> (15.09.2017).....	21
Abb. 14: Bonitur Kartoffelknollen auf <i>Rhizoctonia solani</i> (15.09.2017).....	22
Abb. 15: Versuch Saatguterzeugung Sommerwicke (19.04.2018).....	22
Abb. 16: Versuch Saatguterzeugung Sommerwicke (05.05.2018).....	23
Abb. 17: Kartoffelversuch (14.06.2018).....	23
Abb. 18: Versuch Saatguterzeugung Sommerwicke (14.06.2018).....	24
Abb. 19: Bonitur Kartoffeln (28.06.2018).....	24
Abb. 20: Bonitur Kartoffelkraut auf <i>Rhizoctonia solani</i> (17.07.2018).....	25
Abb. 21: Handernte Versuch Saatguterzeugung Sommerwicke (07.08.2018).....	25
Abb. 22: Bonitur Kartoffelknollen hinsichtlich Knollendeformation (19.09.2018).....	26
Abb. 23: Wildverbiss an Sommerwicke (24.05.2018).....	26
Abb. 24: Losung Feldhase in Sommerwicke (24.05.2018).....	27
Abb. 25: TM-ertrag der Zwischenfrüchte und des Unkrautes im Oktober 2016.....	31
Abb. 26: N-Ertrag der Zwischenfrüchte und des Unkrautes sowie N _{min} -Gehalte des Bodens im Oktober 2016.....	32
Abb. 27: TM-ertrag der Zwischenfrüchte und des Unkrautes im Oktober 2017.....	32
Abb. 28: N-Ertrag der Zwischenfrüchte und des Unkrautes sowie N _{min} -Gehalte des Bodens im Oktober 2017.....	33

1 Zusammenfassung der Projektplanung

1.1 Problembeschreibung

Neben der Krautfäule (*Phytophthora infestans*) stellen die Stickstoffversorgung im Hinblick auf Menge, Zeitpunkt und räumliche Verfügbarkeit sowie die Wurzeltöterkrankheit (*Rhizoctonia solani* Kühn) derzeit die wichtigsten Probleme im Kartoffelbau des ökologischen Landbaus dar (Dreyer et al., 2011; Bruns et al., 2009; Hoffmann & Schmutterer, 1999). Da der Kartoffelbau im ökologischen Landbau häufig mit einer hohen betrieblichen Wertschöpfung verbunden ist, gleichzeitig aber insbesondere für eine Vermarktung im Lebensmitteleinzelhandel auch sehr hohe Anforderungen an die äußere Qualität der Knollen (u.a. Besatz mit *Rhizoctonia*-Pocken) zu erfüllen sind, konzentriert sich der Kartoffelbau in der Regel auf hierfür spezialisierte Betriebe des ökologischen Landbaus, so unter anderem auch im Betrieb Vorwerk Podemus, Dresden. Der seit 1991 ökologisch wirtschaftende Betrieb Vorwerk Podemus will zum Schutz vor Bodenerosion und vor allem zur Verbesserung der Stickstoffversorgung der Kartoffeln einen legumen Zwischenfruchtanbau vor Kartoffeln mit Saat- bzw. Sommerwicke (*Vicia sativa* L.) entwickeln, wobei der Betrieb zur Kostenreduktion eine nicht mehr dem Sortenschutz unterliegende alte, buntblühende und hochwüchsige Wickensorte (Berninova) im Betrieb selbst im Gemenge mit Sommergerste (*Hordeum vulgare* L.) vermehren möchte. Kosten der Saatguterzeugung im Vergleich mit einem Zukauf zertifizierten Saatgutes dieser Art sind bisher nicht ermittelt worden. In analoger Weise ist auch nicht bekannt, welcher Anteil Saatgut der Wicke und der Gerste für eine Saatguterzeugung optimal hinsichtlich Ertrag, Tausendkornmasse des Saatgutes sowie Keimkraft unter den betrieblichen Anbaubedingungen einzustufen ist. Daten zur Kornertragsleistung von Sommerwicke liegen aus Gemengeanbau nur mit Hafer (*Avena sativa* L.) vor (Böhm, 2013; Böhm, 2014).

Die Konzentration auf wenige, im Kartoffelanbau spezialisierte Betriebe hat zudem dazu geführt, dass die Kartoffel auch im ökologischen Landbau zunehmend in enger gestellten Fruchtfolgen angebaut wird, sodass die Anbaupausen der Kartoffel in einigen Fällen nur noch drei Jahre betragen. Infolge dessen ist der Befall mit *Rhizoctonia solani* angestiegen. *Rhizoctonia solani* kann im ökologischen Landbau derzeit nur indirekt über die Nutzung gering mit *Rhizoctonia solani* befallenen Pflanzgutes, eine weitgestellte Fruchtfolge, Vermeidung der Einarbeitung von hohen Mengen organischer Substanz mit leicht verfügbarem Kohlenhydraten zur Pflanzung der Kartoffel sowie durch Einbettung des Pflanzgutes in einen mit Grüngutkompost angereichertes Pflanzbett reguliert werden. Eine Grüngutkompostgabe in den Damm hat sich zwar als wirksam zur Reduktion von *Rhizoctonia solani* (Bruns et al. 2009), zugleich aber als technisch sehr aufwendig erwiesen, sodass Kompostgaben nur in sehr wenigen Betrieben mit Spezialtechnik zur Anwendung gelangt ist.

1.2 Zielformulierung

Neuere, in Labor- und Gewächshausversuchen ermittelte Ergebnisse zeigen, dass durch die von verschiedenen Brassica-Arten (*Brassica juncea*, *Brassica oleracea*, *Raphanus sativus*, *Sinapis alba*) gebildeten und im Spross und Wurzelmasse

eingelagerten Glycosinolate, die im Boden über pflanzeneigene Enzyme (Myrosinasen) zu verschiedenen Isothiocyanat-Verbindungen abgebaut werden, eine deutlich suppressive Wirkung gegen *Rhizoctonia solani* entfalten, die sich vor allem auch in einer starken Minderung der Pockenbildung auf den Tochterknollen niederschlagen (Taylor, 2013; Larkin & Griffin, 2007, Charron & Sams, 1999). Da verschiedene Brassica-Arten unterschiedliche Mengen und zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien der Pflanze gegen *Rhizoctonia solani* suppressiv wirkende Glucosinolate und die daraus gebildeten Isothiocyanate bilden, empfiehlt Taylor (2013) Gemenge verschiedener Brassica-Arten zur Regulierung von *Rhizoctonia solani* im Zwischenfruchtanbau einzusetzen.

Ziel des Vorhabens war es, durch ein neues Verfahren des gezielten Zwischenfruchtanbaus mit einem Gemenge aus Sommerwicke und Brassicaceen-Arten sowohl die Stickstoffversorgung der Kartoffel zu verbessern, als auch *Rhizoctonia solani* zu reduzieren. Ziel war es diejenigen Zwischenfrucht-Kombinationen aus Sommerwicken und Brassicaceen-Arten vor Kartoffel durch zweijährige Feldversuche zu identifizieren, die sowohl einen hohen N-Vorfruchtwert auf die Kartoffel, als auch eine starke Minderung des Befalls mit *Rhizoctonia solani* bewirken. Hierzu sollten in einer Feldversuchsserie fünf Gemengezusammensetzungen aus Wicke und einer Brassicaceen-Mischung (*Brassica juncea*, *Brassica oleracea*, *Raphanus sativus*, *Sinapis alba* zu gleichen Teilen) in Praxisschlägen geprüft werden:

1. WR – Reinsaat Wicke (150 keimfähige Körner m⁻²)
2. G75 – Gemenge aus 75 % der Reinsaatstärke der Wicken + 25 % der Reinsaatstärke der Brassicaceen-Mischung
3. G50 – Gemenge aus 50 % der Reinsaatstärke der Wicken + 50 % der Reinsaatstärke der Brassicaceen-Mischung
4. G25 – Gemenge aus 25 % der Reinsaatstärke der Wicken + 75 % der Reinsaatstärke der Brassicaceen-Mischung
5. BR – Reinsaat Brassicaceen-Mischung (150 keimfähige Körner m⁻²)

In einem zweiten Teil des Vorhabens sollte die betriebseigene Erzeugung des Zwischenfruchtsaatgutes Sommerwicke geprüft werden. Hierzu sollten in einer Feldversuchsserie vier Gemengezusammensetzungen aus Sommerwicke und Sommergerste in Praxisschlägen geprüft werden:

1. SWR – Reinsaat Wicke (150 keimfähige Körner m⁻²)
2. SG75 – Gemenge aus 75 % der Reinsaatstärke der Wicken + 25 % der Reinsaatstärke der Gerste (Reinsaatstärke Gerste: 300 keimfähige Körner m⁻²)
3. SG50 – Gemenge aus 50 % der Reinsaatstärke der Wicken + 50 % der Reinsaatstärke der Gerste
4. SG25 – Gemenge aus 25 % der Reinsaatstärke der Wicken + 75 % der Reinsaatstärke der Gerste.

In beiden Teilvorhaben sollte eine betriebswirtschaftliche Analyse der Erzeugungsverfahren vorgenommen werden, um die für die Wertschöpfung des Betriebes optimierten Verfahren identifizieren zu können.

1.3 Arbeitsplan

1.3.1 Methodenbeschreibung

Im Teil Zwischenfruchtanbau vor Kartoffeln sollen in einem faktoriellen Feldversuch auf dem langjährig ökologisch wirtschaftenden Betrieb Vorwerk Podemus fünf Varianten des Zwischenfruchtanbaus (WR, G75, G50, G25, BR) in vierfacher Feldwiederholung (= 20 Parzellen mit einer Bruttogröße von 100 m²) im Juli/August 2016 und 2017 angelegt werden und deren Entwicklung, Sprossertrag und N-Akkumulation sowie Wirkung auf den N_{min}-Vorrat im Boden ermittelt werden. Als Folgefrucht sollen im darauffolgenden Jahr (2017 und 2018) einheitlich Kartoffeln auf die Parzellen gepflanzt werden und die N-Aufnahme der Kartoffeln sowie der Befall der Stängel bzw. Tochterknollen der Kartoffeln mit *Rhizoctonia solani* erfasst werden. Ziel ist es, diejenige Zwischenfruchtkombination durch die zweijährigen Feldversuche zu identifizieren, die sowohl einen N-Vorfruchtwert auf die Kartoffel als auch eine starke Minderung des Befalls mit *Rhizoctonia solani* hervorruft.

Im Teil Sommerwicken-Saatguterzeugung soll die Wicke in Reinsaat und in drei unterschiedlichen Gemengezusammensetzungen aus Sommerwicke und Sommergerste (SWR, SG75, SG50, SG25) angebaut werden und der Ertrag an Wickensaatgut sowie Saatgutqualität des erzeugten Wickensaatguts anhand eines Tests der Keimfähigkeit der Wicken ermittelt werden. Der Feldversuch mit Sommerwicke zur Saatguterzeugung soll in zwei aufeinander folgenden Jahren (2017 und 2018) auf Flächen des Vorwerk Podemus durchgeführt werden.

In den Jahren 2017 und 2018 sind in Kooperation mit der Operationellen Gruppe Ökologischer Landbau Besichtigungen der Feldversuche und eine Darstellung der Ergebnisse im Rahmen von Fachtagungen und auf den Arbeitstagen der Operationelle Gruppe Ökologischer Landbau vorgesehen.

1.3.2 Arbeits- und Lösungsweg

Die Identifizierung des geeigneten Zwischenfruchtbauverfahrens vor Kartoffel soll über die Durchführung der zwei Feldversuchsserien in den Jahren 2016/2017 und 2017/2018 realisiert werden. Feldbesichtigungen in 2017 und 2018, die Diskussion der Zwischenergebnisse und des Abschlussergebnisses der Untersuchungen in der Operationellen Gruppe Ökologischer Landbau sollen nicht nur eine zielgerichtete und für die Praxis sehr gut nachvollziehbare Aufarbeitung und Darstellung der Versuchsergebnisse bewirken, sondern auch einen zeitnahen Transfer der Ergebnisse in andere Betriebe des ökologischen Landbaus, die Kartoffeln anbauen, erleichtern. Die faktoriell und über zwei Jahre vorgesehenen Feldversuche im Betrieb Vorwerk Podemus sollen zudem dazu dienen, fachlich aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen.

Tabellarischer Zeit- und Arbeitsplan (chronologisch):

01.07.2016

Projektbeginn mit Vorbereitung des Feldversuches zum Zwischenfruchtbau (Versuchsplanung, Flächenauswahl, Saatgutbeschaffung und Saatguteinwaage für die Aussaat des Feldversuchs)

Ende Juli/Anfang August 2016

Aussaat des Feldversuchs mit Parzellendruckmaschine, Entnahme von Bodenproben zur Erfassung der Grundnährstoffversorgung und des N_{\min} -Vorrates im Boden

August/September 2016

Bonitur des Zwischenfruchtbestandes einschließlich Fotodokumentation zu zwei Terminen

Ende Oktober/Anfang November 2016

Teilflächenbearbeitung der Zwischenfruchtparzellen auf jeweils 3 m² je Parzelle, Erfassung des Sprossertrages der Zwischenfruchtpflanzen sowie des Unkrautes, Entnahme von N_{\min} -Proben

November/Dezember 2016

Aufbereitung des Pflanzenmaterials zur Analyse (Trocknung, Vermahlung, Analyse)

Januar/Februar 2017

Auswertung des Zwischenfruchtversuches

Meilenstein 1: 01.01.2017 Zwischenfruchtversuch 2016 durchgeführt und ausgewertet

März 2017

Vorbereitung des Kartoffelversuches (Versuchsplanung) sowie Versuches zur Saatguterzeugung (Versuchsplanung, Saatgutbeschaffung, Flächenauswahl, Saatguteinwaage)

April 2017

Anlage des Parzellenversuches zur Saatguterzeugung sowie des Kartoffelversuches einschließlich N_{\min} -Probennahme

Meilenstein 2: 01.05.2017 Versuch zur Erzeugung von Sommerwickensaatgut 2017 und Kartoffeln 2017 nach Zwischenfruchtanbau angelegt, Entnahme von Bodenproben abgeschlossen

Mai und Juni 2017

Bonitur im Kartoffelversuch sowie des Versuches zur Erzeugung des Zwischenfruchtsaatgutes, Durchführung eines Feldtages

Ende Juli/Anfang August 2017

Beerntung des Versuches zur Erzeugung des Zwischenfruchtsaatgutes mit Parzellenmähdrescher, Durchführung von Keimtests des Erntegutes

Mitte/Ende Juli 2017

Erfassung des maximalen Krautertrages der Kartoffeln, Entnahme von Krautproben und Vermahlung der Proben zur Analyse, Vorbereitung des Feldversuches zum Zwischenfruchtbau 2017 (Versuchsplanung, Flächenauswahl, Saatgutbeschaffung, Saatguteinwaage)

Ende Juli/Anfang August 2017

Aussaat des Feldversuches mit Zwischenfrüchten mit Parzellendrillmaschine, Entnahme von Bodenproben zur Erfassung der Grundnährstoffversorgung und des N_{\min} -Vorrates im Boden

August/September 2017

Bonitur des Zwischenfruchtbestandes einschließlich Fotodokumentation zu zwei Terminen

August/September 2017

Erfassung des Knollenertrages der Kartoffeln in 20 Parzellen, Aufbereitung des Erntegutes zur N-Analyse, Bonitur des Befalls der Knollen mit *Rhizoctonia solani*

Ende Oktober/Anfang November 2017

Teilflächenbeerntung der Zwischenfruchtparzellen auf jeweils 3 m² je Parzelle, Erfassung des Sprossertrages der Zwischenfruchtpflanzen sowie des Unkrautes, Entnahme von N_{\min} -Proben

November/Dezember 2017

Aufbereitung des Pflanzenmaterials zur Analyse (Trocknung, Vermahlung, Versand), Erstellung von Versuchsergebnissen zur Veröffentlichung auf der Projekthompage der operationellen Gruppe Ökologischer Landbau

Januar/Februar 2018

Auswertung des Zwischenfruchtversuches 2017

Meilenstein 3: 01.01.2018 Versuchsergebnisse zur Erzeugung von Sommerwickensaatgut 2017 und Kartoffeln 2017 nach Zwischenfruchtanbau ausgewertet, Zwischenbericht erstellt, Feldtag 2017 durchgeführt

März 2018

Vorbereitung des Kartoffelversuches 2018 (Versuchsplanung) sowie Versuches zur Saatguterzeugung (Versuchsplanung, Saatgutbeschaffung, Flächenauswahl, Saatguteinwaage)

April 2018

Anlage des Parzellenversuches zur Saatguterzeugung sowie des Kartoffelversuches einschließlich N_{\min} -Probennahme

Meilenstein 4: 01.05.2018 Versuch zur Erzeugung von Sommerwickensaatgut 2018 und Kartoffeln 2018 nach Zwischenfruchtanbau angelegt, Entnahme von Bodenproben abgeschlossen

Mai und Juni 2018

Bonitur im Kartoffelversuch sowie des Versuches zur Erzeugung des Zwischenfruchtsaatgutes, Durchführung eines Feldtages

Ende Juli/Anfang August 2018

Beerntung des Versuches zur Erzeugung des Zwischenfruchtsaatgutes mit Parzellenmähdrescher, Durchführung von Keimtests des Erntegutes

Mitte/Ende Juli 2018

Erfassung des maximalen Krautertrages der Kartoffeln, Entnahme von Krautproben und Vermahlung der Proben zur Analyse

August/September 2018

Erfassung des Knollenertrages der Kartoffeln in 20 Parzellen, Aufbereitung des Erntegutes zur N-Analyse, Bonitur des Befalls der Knollen mit *Rhizoctonia solani*

September bis Dezember 2017

Auswertung der Versuchsergebnisse 2017/18 und Abfassung eines Abschlussberichtes sowie Transfer der Ergebnisse zur Veröffentlichung auf der Homepage der operationellen Gruppe Ökologischer Landbau

Meilenstein 5: 31.12.2018: Versuchsergebnisse zur Erzeugung von Sommerwickensaatgut 2018 und Kartoffeln 2018 nach Zwischenfruchtanbau ausgewertet, Feldtag 2018 durchgeführt

Januar bis April 2019 Erstellung des Abschlussberichtes

31.01.2019 Ergebnispräsentation GÄA-Wintertagung in Limbach

04.03.2019 Präsentation Projektergebnisse auf Veranstaltung in Eichigt

Meilenstein 6: 30.04.2019 Abschlussbericht erstellt, alle Ergebnisse auf Projekthomepage veröffentlicht, Ergebnispräsentation 2019 abgeschlossen.

1.3.3 Arbeitsbeiträge der einzelnen Mitglieder der operationellen Gruppe

Die HTW Dresden sowie die Wissenschaftler Prof. Dr. Knut Schmidtke, Dr. Anke Landgraf, Dipl.-Ing. (FH) Frank Pötzsch und B.Sc. Hannah Scharfstädt erbrachten einen großen Teil der wissenschaftlichen Arbeit in diesem Pilotprojekt. Vorwerk Podemus unterstützte das Projekt durch die Bereitstellung der Eigenmittel und durch die Durchführung des Projektes auf seinen Flächen. GÄA e.V. half bei der Sicherstellung der Verbreitung der Ergebnisse des Pilotprojektes, insbesondere über seine Veranstaltungen. EkoConnect e.V. ist ebenfalls für die Öffentlichkeitsarbeit, Verwertung der Ergebnisse und die Vernetzung zu anderen Pilotprojekten aktiv.

1.4 Erwartete Ergebnisse

Durch das Vorhaben sollten Ergebnisse zum Vorfruchtwert unterschiedlich zusammengesetzter Zwischenfruchtbestände aus Sommerwicke und Brassicaceen einschließlich der Art und Höhe suppressiven Wirkung des Zwischenfruchtbaus auf das Auftreten von *Rhizoctonia solani* erhoben werden, die nicht nur den Ertrag und die Qualität des Erntegutes Kartoffel, sondern auch eine betriebswirtschaftliche Bewertung der Verfahren einschließen. Die Verfahren sollten am Standort Podemus geprüft und weiterentwickelt werden und für eine Nutzung in anderen Betrieben des ökologischen Landbaus, die Kartoffeln anbauen zur Umsetzung zur Verfügung stehen.

Die geprüften Verfahren zur Erzeugung des Zwischenfruchtsaatgutes Sommerwicke sollten nicht nur Daten zu erzielten Kornertragsleistungen der Wicke im Gemenge mit Sommergerste liefern, sondern auch zur Qualität des im Betrieb erzeugten Saatgutes (Keimfähigkeit).

Abschließend sollten auch diese Verfahren betriebswirtschaftlich analysiert werden, um die relative Vorzüglichkeit der betriebseigenen Erzeugung von Zwischenfruchtsaatgut einem Zukauf entsprechenden Saatgutes gegenüberstellen zu können. Die Ergebnisse beider Teilprojekte sollten zudem so aufbereitet werden, dass sie leicht in andere Betriebe des ökologischen Landbaus übernommen bzw. adaptiert werden können.

2 Darstellung des Projektverlaufs

Juli 2016

Zwischenfruchtversuch: Saatgut wurde recherchiert, bestellt und eingewogen, Versuchsplan wurde erstellt, Keimtests wurden durchgeführt, Flächen für den Versuch wurden im Vorwerk Podemus ausgewählt.

August 2016

Zwischenfruchtversuch wurde eingemessen, Maschinen für Aussaat vorbereitet, Versuch wurde ausgesät (Drillmaschine: Typ Hege 80 mit 1,35 m Arbeitsbreite), Bodenproben wurden entnommen (Pürckhauer Bohrstock, Proben wurden bis zur Analyse in einem Gefrierschrank bei -18°C aufbewahrt).

September 2016

Feldaufgang Zwischenfruchtversuch wurde erfasst (Zählbereich: 1,5 x 1,35 m je Parzelle), Fotos wurden erstellt, eine Dokumentation der Ergebnisse fand statt, Daten wurden eingegeben und statistisch verrechnet.

Oktober 2016

Teilflächenbeerntung der Zwischenfruchtparzellen auf jeweils 3m² je Parzelle wurde durchgeführt, Sprossertrages der Zwischenfruchtpflanzen sowie des Unkrautes wurde erfasst, Pflanzenproben wurden ausbereitet, N_{min}-Proben wurden entnommen und gelagert

November/Dezember 2016

Pflanzenmaterial wurde zur Analyse aufbereitet (Trocknung bei 55° C, Vermahlung in zwei Stufen, Analyse) und Daten wurden eingegeben und statistisch ausgewertet

Meilenstein 1: wurde am 01.01.2017 erreicht

Januar/Februar 2017

Statistische Auswertung der erhobenen Daten des Zwischenfruchtversuches (Programm: SAS, Version 9.3, 2013), Darstellung erster Ergebnisse (mittels Programm Sigma Plot, Version 12.5, 2013)

März 2017

Vorbereitung des Kartoffelversuches (Versuchsplanung) sowie Versuches zur Saatguterzeugung (Versuchsplanung, Saatgutbeschaffung, Flächenauswahl, Saatguteinwaage); Anlage des Parzellenversuches zur Saatguterzeugung

April 2017

Anlage des Kartoffelversuches einschließlich N_{min}-Probennahme

Meilenstein 2 wurde am 01.05.2017 erreicht

Mai und Juni 2017

Bonitüren im Kartoffelversuch sowie des Versuches zur Erzeugung des Zwischenfruchtsaatgutes wurden durchgeführt, der geplante Feldtag fand aufgrund von Krankheit der Projektmitarbeiterin nicht statt und wurde im Mai des Folgejahres nachgeholt; Auswertung von Daten und Abfassung Zwischenbericht

Juli und August 2017

Beerntung des Versuches zur Erzeugung des Zwischenfruchtsaatgutes von Hand (2,025 m²) und der restlichen Parzelle mit dem Parzellenmähdrescher (Firma Wintersteiger), Erfassung des maximalen Krautertrages der Kartoffeln (3 m²), Entnahme von Krautproben und Vermahlung der Proben zur Analyse, Vorbereitung des Feldversuches zum Zwischenfruchtbau 2017 (Versuchsplanung, Flächenauswahl, Saatgutbeschaffung, Saatguteinwaage)

Aussaat des Feldversuches mit Zwischenfrüchten mit Parzellendrillmaschine, Entnahme von Bodenproben zur Erfassung der Grundnährstoffversorgung und des N_{min}-Vorrates im Boden

August/September 2017

Bonitur des Zwischenfruchtbestandes einschließlich Fotodokumentation zu zwei Terminen; Erfassung des Knollenertrages der Kartoffeln, Aufbereitung des Erntegutes zur N-Analyse, Bonitur des Befalls der Knollen mit *Rhizoctonia solani*

Oktober und November 2017

Teilflächenbeerntung der Zwischenfruchtparzellen auf jeweils 3 m² je Parzelle, Erfassung des Sprossertrages der Zwischenfruchtpflanzen sowie des Unkrautes,

Entnahme von N_{\min} -Proben; Durchführung von Keimtests des Erntegutes des Versuchs zur Saatguterzeugung mit Saatwicke

November/Dezember 2017

Aufbereitung des Pflanzenmaterials zur Analyse (Trocknung, Vermahlung, Versand), Auswertung und Erstellung von Versuchsergebnissen zur Veröffentlichung auf der Projekthomepage der operationellen Gruppe Ökologischer Landbau

Meilenstein 3 wurde am 01.01.2018 erreicht (Feldtag 2017 fand krankheitsbedingt nicht statt, wurde aber im Mai 2018 nachgeholt)

Januar/Februar 2018

Auswertung des Zwischenfruchtversuches 2017, Besichtigung Versuchsfläche Saatguterzeugung 2018, Unterlagen für Zwischenbericht wurden abgefasst und Präsentationsmaterial über Versuchsergebnisse wurde erstellt

März und April 2018

Vorbereitung des Kartoffelversuches 2018 (Versuchsplanung, Bonitur Pflanzgut) sowie des Versuches zur Saatguterzeugung (Versuchsplanung, Saatgutbeschaffung, Flächenauswahl, Saatguteinwaage); Anlage des Parzellenversuches zur Saatguterzeugung sowie des Kartoffelversuches einschließlich N_{\min} -Probennahme

Meilenstein 4 wurde am 01.05.2018 erreicht.

Mai und Juni 2018

Bonitur im Kartoffelversuch sowie des Versuches zur Erzeugung des Zwischenfruchtsaatgutes, Durchführung von zwei Feldtagen

Juli und August 2018

Berntung des Versuches zur Erzeugung des Zwischenfruchtsaatgutes von Hand und mit dem Parzellenmähdrescher; Erfassung des maximalen Krautertrages der Kartoffeln, Bonitur des Krautes auf den Befall mit *Rhizoctonia solani*, Entnahme von Krautproben und Vermahlung der Proben zur Analyse; Erstellung des Versuchsberichtes.

September 2018

Erfassung des Knollenertrages der Kartoffeln, Aufbereitung des Erntegutes zur N-Analyse, Bonitur des Befalls der Knollen mit *Rhizoctonia solani*, Durchführung von Keimtests des Erntegutes des Versuches Saatguterzeugung (Saatwicken)

September bis Dezember 2017

Auswertung der Versuchsergebnisse

Meilenstein 5 wurde am 31.12.2018 erreicht.

Januar bis April 2019

Abschlussbericht wurde erstellt, statistische Datenanalyse wurde durchgeführt, Projektergebnisse wurden auf der GÄA Wintertagung (31.01.2019 bis 01.02.2019) und auf einer Fachtagung auf dem Hofgut Eichigt (04.03.2019) präsentiert

Transfer der Ergebnisse zur Veröffentlichung auf der Homepage der operationellen Gruppe Ökologischer Landbau wurde durchgeführt

Meileinstein 6: wurde am 30.04.2019 erreicht.

Beitrag der operationellen Gruppe:

Die Wissenschaftler der operationellen Gruppe haben die Versuche geplant, durchgeführt und ausgewertet. Vorwerk Podemus leistete finanziellen Beitrag und stellte die Versuchsflächen zur Verfügung. Einer der Feldtage im Mai 2018 und die GÄA-Wintertagung zum ökologischen Landbau in Limbach vom 31.01.2019 bis 01.02.2019 wurde durch die GÄA e.V. organisiert. EkoConnect sorgte für die Verbreitung der Ergebnisse.

Fotodokumentation



Abb. 1: Bonitur Zwischenfruchtversuch 2016 (31.08.2016)



Abb. 2: Bonitur Zwischenfruchtversuch 2016 (22.09.2016)



Abb. 3: Bonitur Zwischenfruchtversuch 2016 (14.10.2016)



Abb. 4: Bonitur Versuch Saatguterzeugung Sommerwicke (27.05.2017)



Abb. 5: Kartoffelversuch (26.06.2017)



Abb. 6: Versuch Saatguterzeugung Sommerwicke (26.06.2017)



Abb. 7: Ernte Kartoffelkraut (14.07.2017)



Abb. 8: Ernte Versuch Saatguterzeugung Sommerwicke (07.08.2017)



Abb. 9: Aussaat Zwischenfruchtversuch (15.08.2017)



Abb.10: Zwischenfruchtversuch (31.08.2017)



Abb. 11: Zwischenfruchtversuch (13.09.2017)



Abb.12: Bonitur Kartoffelknollen auf *Rhizoctonia solani* (15.09.2017)



Abb.13: Bonitur Kartoffelknollen auf *Rhizoctonia solani* (15.09.2017)



Abb. 14: Bonitur Kartoffelknollen auf *Rhizoctonia solani* (15.09.2017)



Abb. 15: Versuch Saatguterzeugung Sommerwicke (19.04.2018)



Abb. 16: Versuch Saatguterzeugung Sommerwicke (05.05.2018)



Abb. 17: Kartoffelversuch (14.06.2018)



Abb. 18: Versuch Saatguterzeugung Sommerwicke (14.06.2018)



Abb. 19: Bonitur Kartoffeln (28.06.2018)



Abb. 20: Bonitur Kartoffelkraut auf *Rhizoctonia solani* (17.07.2018)



Abb. 21: Handernter Versuch Saatguterzeugung Sommerwicke (07.08.2018)



Abb. 22: Bonitur Kartoffelknollen hinsichtlich Knollendeformation (19.09.2018)



Abb. 23: Wildverbiss an Sommerwicke (24.05.2018)



Abb. 24: Losung Feldhase in Sommerwicke (24.05.2018)

Abweichungen gegenüber der Projektplanung

Aufgrund von Arbeitsunfähigkeit konnte die Projektmitarbeiterin im Jahr 2017 leider keinen Feldtag durchführen. Zum Ausgleich wurden die Versuche und erste Ergebnisse 2018 und 2019 auf mehreren Veranstaltungen sowohl Landwirten als auch einem internationalen Fachpublikum präsentiert:

1. Field Trip am 17.05.2018 mit internationalen Studenten aus Wrocław
2. Feldtag ökologischer Kartoffelbau am 24.05.2018
3. Feldrundfahrt mit Professoren aus der Ukraine am 14.06.2018
4. Präsentation erster Ergebnisse auf der Potato Europe in Hannover 12./13.09.2018
5. Präsentation Projektergebnisse auf GÄA Wintertagung am 31.01. bis 01.02.2019
6. Präsentation Projektergebnisse in Eichigt am 04.03.2019

3 Projektergebnisse

3.1 Einschätzung der Zielerreichung

Ziel des Vorhabens war es, durch ein neues Verfahren des gezielten Zwischenfruchtanbaus mit einem Gemenge aus Sommerwicke und Brassicaceen-Arten sowohl die Stickstoffversorgung der Kartoffel zu verbessern, als auch *Rhizoctonia solani* zu reduzieren. Hinsichtlich der erklärten Ziele (verbesserte N-Versorgung und verminderter Befall mit *Rhizoctonia solani*) konnten keine Unterschiede zwischen den fünf geprüften Varianten ausgemacht werden. Ein Gemenge aus Brassicaceen mit Wicken ist den Ergebnissen nach zu urteilen einer Wicken-Reinsaat als Zwischenfrucht vorzuziehen, da ein Gemenge aus Wicken und Brassicaceen deutlich stärkere Konkurrenzskraft gegenüber Unkräutern und höhere N-Akkumulationen im Spross zeigte, als die Wicke in Reinsaat.

In einem zweiten Teil des Vorhabens sollte die betriebseigene Erzeugung des Zwischenfruchtsaatgutes Sommerwicke im Gemenge mit Gerste geprüft werden. Aufgrund des erhöhten Unkrautauflommens ist es nicht zu empfehlen, die Sommerwicke in Reinsaat anzubauen. Es empfiehlt sich hingegen ein Anteil von mindestens 25% Sommergerste am Gemenge mit Wicke, um die Ertragsleistung, Standfestigkeit und Unkrautkonkurrenz des Gemenges zu verbessern.

3.2 Hauptergebnisse des Projektes

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit der SAS Programmversion 9.3 des SAS Institute Inc. (2013). Die Auswertung wurde mittels Varianzanalyse und anschließendem F-Test durchgeführt. Der multiple Vergleich der Mittelwerte erfolgte mit Hilfe des Tukey-Tests ($P < 0,05$). Alle graphischen Darstellungen wurden mit dem Programm SigmaPlot, Version 11.0 (Systat Software Inc. 2008) erstellt.

Die Ergebnisse des Versuches Saatguterzeugung der Sommerwicke und deren statistische Auswertung sind in Tabelle 1 dargestellt. Der Feldaufgang (FA) beider Gemengepartner war im Jahr 2018 deutlich höher als im Vorjahr. Im Jahr 2017 war der FA der Variante SG75 (75% Saatgutanteil Wicke und 25 % Saatgutanteil Gerste) signifikant am höchsten. Allerdings wurde dieses im Folgejahr nicht bestätigt. Gründe für die großen Unterschiede zwischen den Jahren in Bezug auf den Feldaufgang können zum einen in der deutlich geringeren Temperatur im April 2017 im Vergleich zu 2018 (Tabelle 2) und zum anderen im starken Unkrautauflommen am Standort im Jahr 2017 (Abbildung 4), welches vermutlich eine starke Konkurrenz auf die Kulturpflanzen ausgeübt hat, liegen.

Gründe für die sehr geringen Erträge der Gerste im Jahr 2017 waren ein geringer Feldaufgang und ein hoher Unkrautdruck am Standort. Die Gerstenerträge waren trotz des sehr trockenen Jahres 2018 (Tabelle 2) um ein Vielfaches höher als im Vorjahr, jedoch verhielt es sich mit dem Gemengepartner Wicke genau umgekehrt. Trotz eines geringen Feldaufgangs wurden deutlich höhere Wickenerträge in 2017 im Vergleich zu 2018 erzielt (Tabelle 1). Die Bodenuntersuchung (Tabelle 3) liefert dafür keine schlüssige Erklärung. Die Dominanz des Gemengepartners Gerste im Jahr 2018 hängt vermutlich mit deren höherer Wurzellängendichte und Durchwurzelungstiefe

zusammen (Fan et al., 2016), wodurch sich Vorteile in der Wasseraufnahme im Vergleich zur Wicke ergaben. Trotz des höheren N_{\min} -Vorrates des Bodens im Jahr 2017 (Tabelle 3) konnte sich die Wicke im Gemenge durch die Fixierung von N_2 aus der Luft vermutlich besser gegenüber Unkräutern und der Gerste durchsetzen. Zudem war die geringe Wasserversorgung im Jahr 2018 für die Wicke vermutlich stark ertragsbegrenzend. Als Hauptursache des geringen Ertrages der Wicke im Jahr 2018 wird der Verbiss durch Feldhasen (Abbildung 23 und 24) vermutet, der trotz elektrischen Wildschutzzaunes nicht zu verhindern war. Die Sprosserträge der Wicke sanken mit abnehmendem Anteil der Wicke im Gemenge (Tabelle 1). Entscheidend für den Kornertrag des Gemenges war jedoch die Gerste (Tabelle 1), deren Spross- und Kornertrag mit zunehmendem Anteil am Saatgut des Gemenges stieg. Die Variante SG25 zeigte dabei in beiden Versuchsjahren den höchsten Kornertrag des Gemenges. Im Jahr 2017 hatte der Anteil der Wicke am Gemenge, mit dessen Zunahme auch die Sprossmasse stieg, maßgeblich hemmenden Einfluss auf das Wachstum der Unkräuter. Die geringste Unkraut-Sprossmassebildung wurde 2017 in der Variante WR gemessen, in der der Wicken-Sprossertrag am höchsten ausgefallen war (Tabelle 1). Jedoch verzeichnete die Variante WR im Jahr 2018 dreimal höhere Unkraut-Sprossmasseerträge als die übrigen drei Varianten mit Gerste als Gemengepartner, die 2018 deutlich höhere Erträge erzielte als die Wicke. Die Ertragsleistung des Gemenges sowie deren Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern hängt demnach maßgeblich von den jeweiligen Bedingungen im Anbaujahr ab. Außerdem zeigen die Ergebnisse in Tabelle 1 die großen Vorteile des Gemengeanbaus, da sich die jeweiligen Gemengepartner je nach Umweltbedingungen besser anpassten und somit weniger Risiko von Ertragseinbußen bergen als deren Reinsaaten.

Das Hauptaugenmerk des Versuches zur Saatguterzeugung lag neben der Ertragsleistung der Sommerwicke, die in beiden Jahren eher gering war und kein einheitliches Bild zwischen den Varianten aufzeigte, auf der Qualität des Erntegutes. Die Tausendkornmasse der Wickensamen unterschied sich weder zwischen den Versuchsjahren noch zwischen den vier geprüften Varianten. Auch die Keimfähigkeit des Wicken-Erntegutes unterschied sich nicht signifikant zwischen den Varianten und nur geringfügig zwischen den Versuchsjahren. Es kann demnach geschlossen werden, dass der Gemengeanbau von Wicke mit Gerste keinen Einfluss auf die Tausendkornmasse und die Keimfähigkeit des Wicken-Erntegutes hatte.

Tabelle 1: Ergebnisse der statistischen Auswertung des Versuchs Saatguterzeugung

	FA Wicke		FA Gerste		FA Gesamt		Spross TM Gerste		Spross TM Wicke		Spross TM Wicke + Gerste		Korn TM Wicke		Korn TM Gerste		Korn TM Wicke + Gerste		TKM Wicke		TKM Gerste		TKM Wicke + Gerste		Spross TM UK		Keimtest Wicke		Keimtest Wicke		Keimtest Wicke		HI Wicke			
	%	dt TM ha ⁻¹	%	dt TM ha ⁻¹	%	dt TM ha ⁻¹	dt TM ha ⁻¹	dt TM ha ⁻¹	dt TM ha ⁻¹	dt TM ha ⁻¹	dt TM ha ⁻¹	dt TM ha ⁻¹	dt TM ha ⁻¹	dt TM ha ⁻¹	dt TM ha ⁻¹	dt TM ha ⁻¹	dt TM ha ⁻¹	dt TM ha ⁻¹	dt TM ha ⁻¹	g	g	g	g	g	g	dt TM ha ⁻¹	% nach 10 Tagen	% nach 14 Tagen	g	g	g	g	g	g		
P - Wert	0,0065	0,0056	0,0003	0,3393	0,0405	0,0014	0,0003	0,0003	0,0014	0,5655	0,0386	0,0034	0,9490	0,2895	0,6558	0,2501	0,1710	0,0011	0,0226																	
SWR	32,0 b	32,0 b	32,0 b	29,9 a	1,9	29,9 a	1,9	29,9 a	1,9 c	29,9 a	1,9 c	1,9 c	29,9 a	62,4	9,9	88,8	96,9	0,0011	0,0226																	
SG75	40,8 a	33,7 a	38,0 a	20,6 ab	2,1	20,6 ab	2,1	20,6 ab	2,1	2,1	25,2 ab	2,6 bc	56,1	68,3	11,3	87,9	99,6	0,0011	0,0226																	
SG50	38,8 a	25,1 b	29,7 b	13,8 bc	2,7	13,8 bc	2,7	13,8 bc	2,7	2,7	21,6 ab	5,9 ab	55,0	62,8	13,8	92,5	96,0	0,0011	0,0226																	
SG25	37,7 ab	30,5 a	31,5 b	8,8 c	2,1	8,8 c	2,1	8,8 c	2,1	2,1	15,6 b	7,4 a	55,7	65,9	16,4	80,8	99,6	0,0011	0,0226																	
2018																																				
P - Wert	0,1878	0,1593	0,9338	0,0776	0,0550	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0014	0,0002	<0,0001	0,0138	0,2909	0,0112	0,8338	0,6466	0,3889	0,2043																	
SWR	84,5	84,5	84,5	7,3 a	0,3 a	7,3 a	0,3 a	7,3 a	0,3 b	0,3 a	7,3 b	0,3 b	56,1 a	60,0	21,4 a	86,9	87,8	0,3889	0,2043																	
SG75	72,5	59,8	86,1	28,3	16,1	3,7 b	3,7 b	3,7 b	0,2 a	0,2 a	32,0 a	16,4 a	56,1 a	65,7	7,3 b	84,4	84,5	0,3889	0,2043																	
SG50	85,4	69,5	83,1	41,3	17,8	2,9 b	2,9 b	2,9 b	0,1 b	0,1 b	44,2 a	17,9 a	53,0 ab	60,4	6,0 b	85,2	85,5	0,3889	0,2043																	
SG25	86,1	77,9	80,7	45,8	22,6	1,4 b	1,4 b	1,4 b	0,1 b	0,1 b	47,2 a	22,6 a	51,4 b	63,4	7,9 b	86,7	88,0	0,3889	0,2043																	

FA, Feldaufgang, TM, Trockenmasse; TKM, Tausendkommasse; UK, Unkraut; HI, Harvest Index; SWR, Wicke Reinsaat; SG75, Gemenge aus 75% Wicke + 25% Gerste; SG50, Gemenge aus 50% Wicke + 50% Gerste; SG25, Gemenge aus 25% Wicke + 75% Gerste; dargestellte Mittelwerte aus vierfacher Wiederholung; Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen (Tukey, P < 0,05)

Tabelle 2: Niederschlagsverteilung und Temperatur

	Niederschlag Summe [mm]		Lufttemperatur Mittelwert [°C in 2 m]	
	2017	2018	2017	2018
April	42	52	7,7	13,3
Mai	19	21	14,6	15,9
Juni	69	21	18,3	18,2
Juli	123	30	19,2	20,7
August	85	37	19,3	21,5
September	38	43	13,6	16,2

Wetterdaten der nächstgelegenen Wetterstation in 01723 Grumbach (circa 8 km von Dresden-Podemus, Klipphausen und Oberwartha entfernt)

Tabelle 3: Nährstoffversorgung der Standorte

	Versuch		Zwischenfruchtversuch/	
	Saatguterzeugung		Kartoffel	
	2017	2018	2016/17	2017/18
	Klipphausen	Oberwartha	Podemus	Oberwartha
pH	5,8 C	6,1 C	6,1 C	6,2 C
P [mg 100g ⁻¹]	3,0 B	3,5 B	2,6 B	2,8 B
K [mg 100g ⁻¹]	9,2 B	15,5 C	5,7 B	8,4 B
Mg [mg 100g ⁻¹]	11,8 D	13,4 D	13,6 D	14,9 D
N _{min} [kg ha ⁻¹]	81,0	38,0	31,3	35,0

Bodentiefe 0-30 cm, Untersuchungsmethoden: P, K (CAL): VDLUFA MB I, A 6.2.1.1, Mg: Schachtschabel, VDLUFA MB I, A 6.2.4.1 / pH: VDLUFA MB I, A 5.1.1, NH₄-N, NO₃-N: VDLUFA MB I, A 6.1.4.1; Großbuchstaben kennzeichnen Versorgungsstufen von A – sehr niedrig bis E – sehr hoch

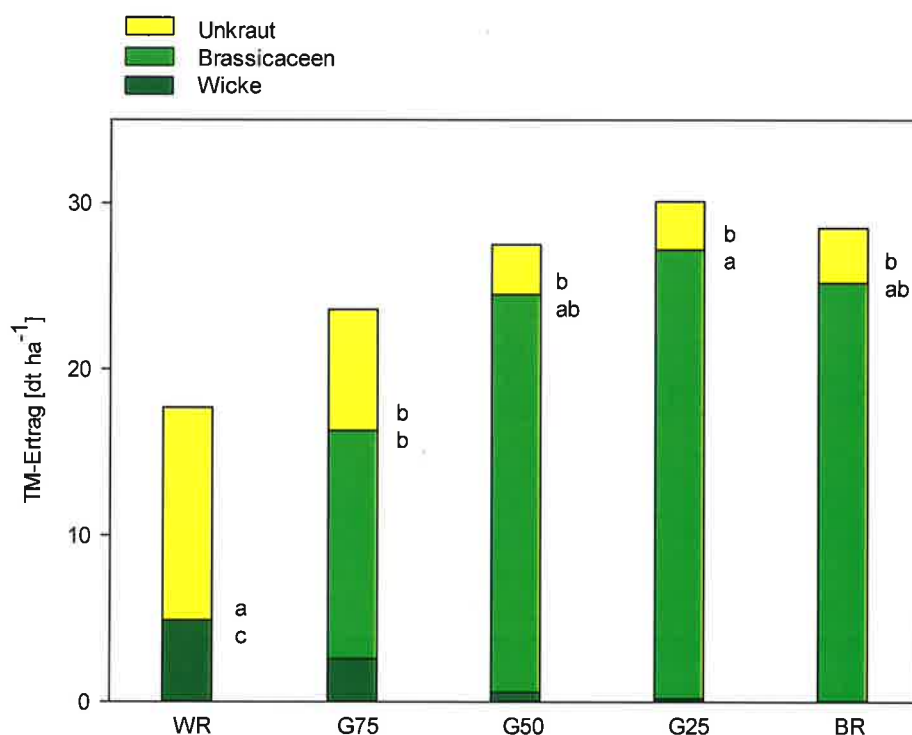


Abb. 25: Spross-Trockenmasseertrag der Zwischenfrüchte und des Unkrautes am 18. Oktober 2016, dargestellte Mittelwerte aus vierfacher Wiederholung; Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen zwischen den Varianten (Tukey-Test, P < 0,05)

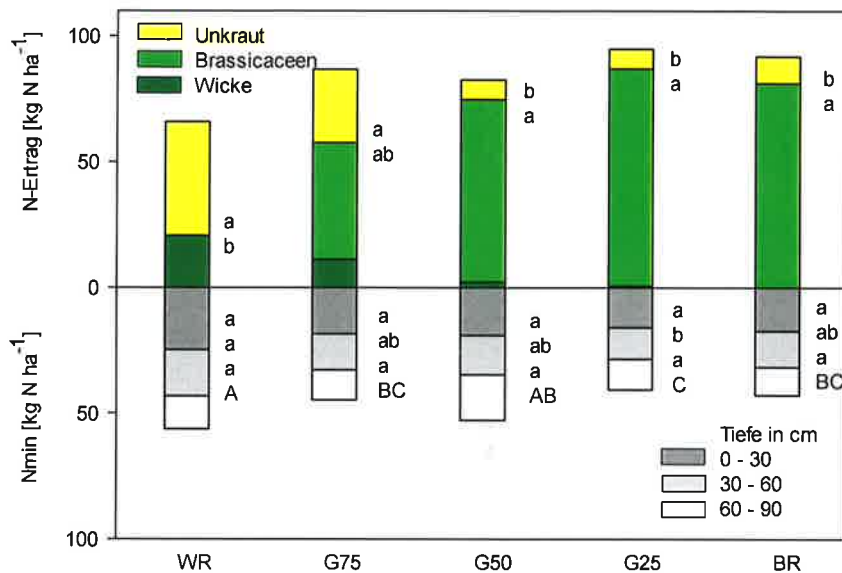


Abb. 26: N-Ertrag im Spross der Zwischenfrüchte und des Unkrautes am 18. Oktober 2016 sowie N_{min}-Vorrat des Bodens am 20. Oktober 2016, dargestellte Mittelwerte aus vierfacher Wiederholung; Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen zwischen den Varianten (Tukey-Test, P < 0,05)

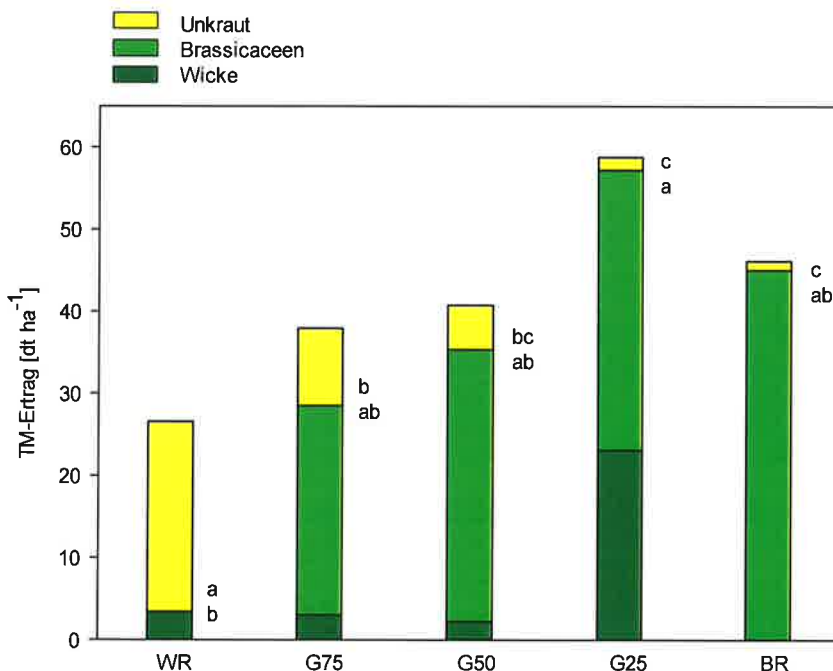


Abb. 27: Spross-Trockenmasseertrag der Zwischenfrüchte und des Unkrautes am 17. Oktober 2017, dargestellte Mittelwerte aus vierfacher Wiederholung; Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen zwischen den Varianten (Tukey-Test, P < 0,05)

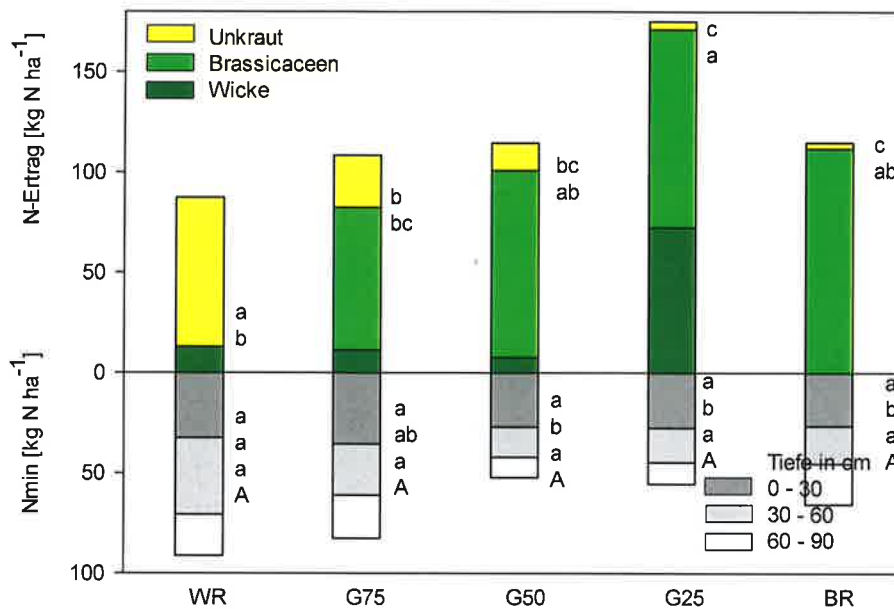


Abb. 28: N-Ertrag im Spross der Zwischenfrüchte und des Unkrautes am 17. Oktober 2017 sowie N_{\min} -Vorrat des Bodens am 16. Oktober 2017, dargestellte Mittelwerte aus vierfacher Wiederholung; Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen zwischen den Varianten (Tukey-Test, $P < 0,05$)

Tabelle 4: Ergebnisse der statistischen Auswertung des Zwischenfruchtversuchs

	FA Zwischen- früchte	%	N_{\min} Mitte April			Zunahme N_{\min} von Okt. bis Apr.	
			[kg ha ⁻¹] in 0 - 30 cm Bodentiefe	[kg ha ⁻¹] in 30 - 60 cm Bodentiefe	[kg ha ⁻¹] in 60 - 90 cm Bodentiefe	[kg ha ⁻¹] in 0 - 90 cm Bodentiefe	
2016/17							
P - Wert	0,0025		0,8124	0,2097	0,3868	0,3127	0,4165
WR	31,9	bc	61,7	60,8	26,5	163,0	106,8
G75	47,6	ab	44,3	31,3	19,5	94,8	50,1
G50	52,3	a	51,3	22,5	22,0	95,5	42,6
G25	37,6	abc	42,3	28,8	16,8	87,5	46,8
BR	26,1	c	43,8	24,5	21,8	89,8	46,9
2017/18							
P - Wert	<0,0001		0,8094	0,5845	0,5838	0,9943	0,2054
WR	72,0	a	55,0	38,5	25,0	118,5	27,3
G75	73,3	a	54,3	42,8	21,3	118,3	35,8
G50	59,3	bc	65,8	28,8	20,3	114,8	62,5
G25	65,8	ab	60,8	28,3	20,3	109,3	53,8
BR	54,3	c	66,8	31,8	14,8	113,3	47,8

FA, Feldaufgang; WR, Wicke Reinsaat; G75, Gemenge aus 75% Wicke + 25% Brassicaceen; G50, Gemenge aus 50%, Wicke + 50% Brassicaceen; G25, Gemenge aus 25% Wicke + 75% Brassicaceen; BR, Brassicaceen-Reinsaat; dargestellte Mittelwerte aus vierfacher Wiederholung; Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen (Tukey, $P < 0,05$)

Der zweite Teil des Forschungsvorhabens befasste sich mit dem Zwischenfruchtanbau vor Kartoffeln. Die Trockenmassebildung der Zwischenfrüchte im Jahr 2016 unterschied sich stark zwischen den Varianten. Die höchste Trockenmasse wurde in der Variante G25 (25% Wicke und 75% Brassicaceen im Saatgut des Gemenges) erzielt, wobei alle Varianten, in denen Brassicaceen enthalten waren, signifikant höhere Spross-TM-Erträge bildeten als die Wicke in Reinsaat (Abb. 25). Der Zusammenhang zwischen Trockenmassebildung der Zwischenfrucht und der Unkräuter wird in Abb. 25 ebenfalls deutlich, je höher die TM-Bildung der Zwischenfrüchte, desto geringer die der Unkräuter. Bestätigt wurde dieser negative lineare Zusammenhang auch durch eine Korrelationsanalyse, die mit Hilfe des Programms Sigma Plot 12.5 durchgeführt wurde. Der Sprossertrag der Zwischenfrüchte war signifikant negativ korreliert mit dem Sprossertrag der Unkräuter ($r = -0,766$; $P < 0,01$). Dieses führte 2016 in der Variante WR zu signifikant höherem Unkrautaufkommen im Vergleich zu den übrigen Varianten. Im Wiederholungsjahr 2017 wurden ähnliche Ergebnisse in Bezug auf die Trockenmassebildung der Zwischenfrüchte erzielt (Abb. 27). Die höchste Trockenmasse der Zwischenfrüchte wurde in der Variante G25 gebildet, die geringste in der Variante WR. Das höchste Unkrautaufkommen wurde wie auch im Vorjahr in der Variante WR gemessen, da die geringe Biomassebildung der Körnerleguminose in Reinsaat wenig Konkurrenzskraft gegenüber dem Unkraut zeigte. In Bezug auf die Unkrautunterdrückung ist den Ergebnissen in Abbildung 25 und 27 nach, ein Gemenge bestehend aus 25% Wickeln und 75 % Brassicaceen optimal um maximale Trockenmasseerträge sowie angemessene Unkrautunterdrückung zu generieren.

Neben dem Unkrautaufkommen mindert eine wüchsige, früh gesäte Zwischenfrucht die Auswaschung von Nährstoffen wie Nitrat (NO_3^-) und Ammonium (NH_4^+) aus dem Oberboden in tiefere Bodenschichten (Ramp et al., 2015). Stickstoff wird von der Zwischenfrucht akkumuliert und steht nach deren Einarbeitung in den Boden und deren Abbau durch Bodenorganismen der Folgefrucht, hier der Kartoffel, zur Verfügung. Die im Spross der Zwischenfrucht akkumulierte Stickstoffmenge (Abb. 26 und 28) war wie auch der Spross-Trockenmasseertrag in der G25 Variante (teils signifikant) am höchsten. Die geringste N-Akkumulation wurde im Spross der Wicke in Reinsaat (Variante WR) gemessen, was mit der geringen Trockenmassebildung zu begründen ist und zu gesteigerten N-Akkumulationen in der Unkrautsprossmasse führte (Abb. 26 und 28). Die N_{\min} -Vorräte des Bodens waren im Oktober in der Bodentiefe von 0 bis 90 cm in der WR Variante in beiden Versuchsjahren am höchsten und in der G25-Variante (2016) und der G50-Variante (2017) am geringsten. Signifikante Unterschiede zwischen den N_{\min} -Vorräten des Bodens traten allerdings nur im Jahr 2016 auf (Abb. 26). An den Abbildungen 26 und 28 wird deutlich, dass ein Anteil von mindestens 50% Brassicaceen am Saatgutgemenge mit Wicke erforderlich war, um möglichst viel N aus dem Boden zu akkumulieren und den N_{\min} -Vorrat im Boden im Herbst zu senken, um die Gefahr von NO_3^- -Auswaschung zu mindern. Die N_{\min} -Vorräte des Bodens Mitte April des jeweiligen Folgejahres unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Varianten (Tab. 4). Auffällig waren hohe N_{\min} -Vorräte in der Variante WR im Jahr 2016, die allerdings im Folgejahr nicht bestätigt werden konnten. Es wurden die höchsten N_{\min} -Vorräte in den oberen 30 cm des Bodens gemessen und nahmen mit zunehmender Bodentiefe ab. Die N-Versorgung der Folgefrucht Kartoffel, gemessen an den N_{\min} -Vorräten des Bodens im Frühjahr, konnte durch keine der geprüften Varianten signifikant gesteigert werden. Nur im Jahr 2016

war der N_{\min} -Vorrat des Bodens in der Variante WR höher als in den übrigen Varianten, jedoch ebenfalls nicht signifikant (Tab. 4).

Tabelle 5: Ergebnisse der statistischen Auswertung der *Rhizoctonia solani* Bonitur

		Rhizoctonia solani Bonitur Kartoffelstängel										Rhizoctonia solani Bonitur Kartoffelknollen												
		weniger als 1/3 befallen					mehr als 2/3 befallen					weniger als 1% der Schale mit Sklerotien besetzt					mehr als 15% der Schale mit Sklerotien besetzt							
		kein Befall	1/3 befallen	2/3 befallen	mehr als 2/3 befallen	keine Sklerotien	1% der Schale mit Sklerotien besetzt	5% der Schale mit Sklerotien besetzt	10% der Schale mit Sklerotien besetzt	15% der Schale mit Sklerotien besetzt	mehr als 15% der Schale mit Sklerotien besetzt	core-Symptom	deformierte Knollen	grüne Knollen	keine Sklerotien	1% der Schale mit Sklerotien besetzt	5% der Schale mit Sklerotien besetzt	10% der Schale mit Sklerotien besetzt	15% der Schale mit Sklerotien besetzt	mehr als 15% der Schale mit Sklerotien besetzt	core-Symptom	deformierte Knollen	grüne Knollen	
		Anteil an bonitierten Stängeln [%]	Anteil an bonitierten Stängeln [%]	Anteil an bonitierten Stängeln [%]	Anteil an bonitierten Stängeln [%]	Anteil an bonitierten Stängeln [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]	Anteil an bonitierten Knollen [%]
2017	P - Wert	0,9655	0,9638	0,9556	0,8505	0,0977	0,4232	0,2784	0,1504	0,0144	0,8829	0,2264	0,5156	0,8843										
	WR	52,6	27,6	6,1	13,7	27,4	11,6	17,6	21,1	11,2 b	11,2	8,9	6,9	2,2										
	G75	64,0	23,3	7,2	5,4	10,0	13,8	24,3	25,4	14,1 ab	12,5	8,3	9,5	3,5										
	G50	53,6	25,6	9,6	11,2	23,7	15,0	20,3	22,0	10,3 b	8,8	4,7	8,7	3,2										
	G25	61,2	24,0	6,8	8,0	12,3	9,4	18,0	29,0	21,3 a	9,9	10,3	6,4	2,2										
	BR	59,8	21,2	9,0	10,0	27,3	12,6	16,8	19,8	14,1 ab	9,4	4,3	5,7	3,0										
2018	P - Wert	0,4043	0,8589	0,1364	0,1353	0,7009	0,7010	0,6883				0,5894	0,5178	0,5204										
	WR	47,6	36,1	7,8	8,6	86,7	12,6	0,7	0,0	0,0	0,0	2,0	6,3	3,0										
	G75	59,8	31,1	6,9	2,2	89,3	9,1	1,6	0,0	0,0	0,0	0,6	9,0	1,2										
	G50	48,8	37,7	10,2	3,3	84,9	13,8	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	8,8	2,3										
	G25	37,5	41,7	12,1	8,7	79,3	19,1	1,6	0,0	0,0	0,0	1,0	12,1	1,3										
	BR	54,1	39,1	4,7	2,1	85,5	12,6	1,9	0,0	0,0	0,0	3,3	16,6	2,8										

Hauptfrucht: Kartoffel; Vorfrucht/Zwischenfrüchte: WR, Wicke Reinsaat; G75, Gemenge aus 75% Wicke + 25% Brassicaceen; G50, Gemenge aus 50%, Wicke + 50% Brassicaceen; G25, Gemenge aus 25% Wicke + 75% Brassicaceen; BR, Brassicaceen-Reinsaat; dargestellte Mittelwerte aus vierfacher Wiederholung; Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen (Tukey-Test, P < 0,05)

Tabelle 6: Ergebnisse der statistischen Auswertung von Feldaufgang, Kraut- und Knollenertrag Kartoffel

Feld- aufgang [%]	Kartoffelkraut										Kartoffelknollen									
	Stängel pro Pflanze					C:N					Knollenfraktionierung (Ø)					C:N				
	Stück	TM Ertrag [dt TM ha ⁻¹]	Verhältnis	N-Gehalt [%]	N-Ertrag [kg N ha ⁻¹]	Stück	TM Ertrag [dt TM ha ⁻¹]	Verhältnis	N-Gehalt [%]	N-Ertrag [kg N ha ⁻¹]	weniger als 35 mm	35 bis 55 mm	mehr als 55 mm	FM Ertrag [dt FM ha ⁻¹]	TM Ertrag [dt TM ha ⁻¹]	Verhältnis	N-Gehalt [%]	N-Ertrag [kg N ha ⁻¹]		
P - Wert	0,5862	0,6162	0,6898	0,4351	0,6656	0,7509	0,8994	0,9454	0,802	0,9389	0,944	0,1353	0,1364	0,9069						
WR	90,2	3,5	11,4	10,0	3,8	43,5	262,4	54,1	0,9	7,7	91,4	29,0	1,5	80,2						
G75	89,9	3,3	10,5	9,8	3,9	40,9	262,3	53,7	1,0	8,4	90,6	28,1	1,5	81,4						
G50	93,8	3,5	10,2	10,2	3,8	38,5	283,2	58,2	0,9	8,9	90,2	29,0	1,5	85,5						
G25	91,7	3,9	11,7	10,0	3,8	44,4	263,7	56,1	0,8	7,9	91,3	30,9	1,4	77,0						
BR	87,0	3,4	9,5	9,6	3,9	37,4	278,4	56,7	0,9	8,8	90,3	29,6	1,4	81,7						
2018																				
P - Wert	0,6783	0,6503	0,9381	0,4827	0,4528	0,9855	0,8230	0,9204	0,4507	0,4305	0,3528	0,3266	0,3969	0,3976						
WR	90,6	5,4	16,0	8,6	4,1	65,3	212,0	55,6	9,1	64,9	26,0	24,1	1,6	87,6						
G75	86,2	5,1	16,7	8,8	4,0	66,3	229,6	56,4	6,7	59,4	33,9	25,1	1,6	89,5						
G50	89,9	4,8	15,9	8,5	4,2	67,3	237,3	58,7	6,2	59,0	34,8	24,0	1,6	95,4						
G25	88,4	4,8	15,9	8,7	4,0	64,1	215,2	56,5	8,6	61,2	30,1	22,1	1,8	98,8						
BR	85,0	5,2	16,8	9,2	3,9	66,3	260,6	66,2	6,7	63,4	29,9	21,7	1,8	116,3						

Hauptfrucht: Kartoffel; Vorrucht/Zwischenfrüchte: WR, Wicke Reinsaat; G75, Gemenge aus 75% Wicke + 25% Brassicaceen; G50, Gemenge aus 50%, Wicke + 50% Brassicaceen; G25, Gemenge aus 25% Wicke + 75% Brassicaceen; BR, Brassicaceen-Reinsaat; dargestellte Mittelwerte aus vierfacher Wiederholung; Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen (Tukey-Test, P < 0,05)

Für die Bonitur der unterirdischen Stängelteile des Kartoffelkrauts auf den Befall mit *Rhizoctonia solani* wurden die Stängel von einer Teilfläche von 1,5 m mal zwei Kartoffeldämme pro Parzelle untersucht (Abb. 20). Die Stängel wurden auf Läsionen hin beurteilt, welche durch den Schaderreger hervorgerufen werden. Für die Bonitur der Kartoffelknollen wurden 100 Knollen pro Parzelle auf den Besatz mit Sklerotien von *Rhizoctonia solani* untersucht (Abb. 12, 13 und 14). Die Bonituren wurden nach EPPO-Richtlinie PP 1/32 (2) der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Braunschweig, Deutschland) vom Juli 2000 durchgeführt. Zudem wurden Knollen mit Dry-core-Symptom, Deformierungen (Abb. 22) und Grünfärbungen erfasst. Die Ergebnisse der Bonituren sind in Tabelle 5 dargestellt. Bis auf eine Ausnahme wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den geprüften Varianten in Bezug auf den Befall mit *Rhizoctonia solani* festgestellt. Ein Ziel der Feldversuchsserie war es, durch gezielten Einsatz einer Brassicaceen-Mischung als Zwischenfrucht vor Kartoffel, den Krankheitserreger *Rhizoctonia solani* zu hemmen und den Befall des Stängels und der Tochterknollen zu reduzieren. Positive Zwischenfruchteffekte nach Einarbeitung Glucosinolat-reicher Brassicaceen-Zwischenfrüchte und den Abbau der Glucosinolate durch Mikroorganismen im Boden, nach deren Ausgasung (Biofumigation) antiphytopathogen wirkende Isothiocyanate (Abbauprodukt der Senföle) freigesetzt werden, wurde bereits von zahlreichen Autoren untersucht (Grabendorf, 2015; Larkin & Griffin, 2007; Larkin, 2003; Charron & Sams, 1999). Den Ergebnissen in Tabelle 5 ist allerdings zu entnehmen, dass keine der geprüften Varianten den Befall mit *Rhizoctonia solani* im Feld mehrheitlich gehemmt bzw. gefördert hat. Ein Zusammenhang zwischen der Zwischenfrucht-Trockenmasse und der Anzahl Knollen ohne *Rhizoctonia solani*-Sklerotien auf der Schale konnte nicht nachgewiesen werden ($r = 0,393$; $P = 0,261$). Deutlich wird hingegen, dass der Befall mit *Rhizoctonia solani* im Jahr 2018 geringer als im Vorjahr ausfiel (Tabelle 5). Im Jahr 2018 wurde der Pilz *Rhizoctonia solani* vermutlich durch die extremen Witterungsbedingungen gehemmt (Tabelle 2). Der geringe Niederschlag während der Vegetationsperiode verbunden mit hohen Tagesmittel-Temperaturen, die vermutlich auch die Temperatur im Boden erhöht haben, wirken sich nachweislich hemmend auf den Erreger aus (Sawicka, 1996). Zudem wurden vom Betrieb Vorwerk Podemus während der letzten 10 Jahre auf der Versuchsfläche 2018 in Oberwartha keine Kartoffeln angebaut, was den Infektionsdruck über den Boden erheblich minderte. Einen Einfluss hatte vermutlich auch die Kartoffelsorte, da im Jahr 2017 die festkochende, mittelfrühe Sorte Ditta und im Jahr 2018 die mehligke, mittelspäte-späte Sorte Lucilla, vom Betrieb auf den Versuchsflächen gelegt wurde, was den Vergleich beider Jahre aufgrund des Sortenunterschieds erschwerte (Bundessortenamt, 2018).

Der Feldaufgang der Kartoffel unterschied sich weder zwischen den Jahren noch zwischen den geprüften Varianten (Tabelle 6). Die geprüften Zwischenfrucht-Varianten hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Anzahl Stängel pro Pflanze, allerdings wurden im Jahr 2018 mehr Stängel pro Pflanze gezählt ($5,1$ Stängel Pflanze⁻¹), als im Vorjahr ($3,5$ Stängel Pflanze⁻¹), was vermutlich mit Sorten-spezifischen Eigenschaften begründet werden kann (Moll, 1992). Der Trockenmasseertrag des Kartoffelkrautes wurde nicht durch die verschiedenen Zwischenfrucht-Varianten beeinflusst (Tabelle 6). Im Jahr 2018 ($16,3$ dt TM ha⁻¹) war der Krautertrag deutlich höher als im Vorjahr ($10,7$ dt TM ha⁻¹), trotz ähnlicher Nährstoffgehalte des Bodens (Tabelle 3) und geringerer Niederschläge im Jahr 2018 (Tabelle 2). Einen Einfluss auf

die Ertragsbildung des Kartoffelkrauts hatte der N_{\min} -Vorrat des Bodens Mitte April des jeweiligen Versuchsjahres (Tabelle 4), der 2018 etwas höher war als im Vorjahr und das Krautwachstum positiv beeinflusste. Die Korrelationsanalyse ergab diesbezüglich einen signifikant engen Zusammenhang zwischen N_{\min} -Vorrat des Bodens im Frühjahr in 0 bis 90 cm Bodentiefe und dem Krautertrag der Kartoffel Mitte Juli ($r = 0,779$; $P < 0,01$). Die höheren Tagesmitteltemperaturen und der geringe Niederschlag im Jahr 2018 (Tabelle 2) hatte wahrscheinlich positive Auswirkungen auf die Blattgesundheit der Pflanzen, besonders in Bezug auf den Krankheitserreger *Phytophthora infestans*, und kann neben Sorten-spezifischen Gegebenheiten auch als Begründung für die höheren Krauterträge in 2018 dienen (Hoffmann & Schmutterer, 1999). Die C:N-Verhältnisse, der N-Gehalt sowie der N-Ertrag im Kartoffelkraut unterschied sich nicht signifikant zwischen den geprüften Varianten (Tabelle 6). Das C:N-Verhältniss war im Jahr 2018 (8,8) etwas enger als im Vorjahr (9,9). Zudem war der N-Ertrag im Kartoffelkraut im Jahr 2018 ($65,9 \text{ kg N ha}^{-1}$) deutlich höher als im Jahr 2017 ($40,9 \text{ kg N ha}^{-1}$), was mit deutlich höheren TM-Erträgen des Kartoffelkrautes im Jahr 2018 zu begründen sein dürfte (Tabelle 6). Der N-Gehalt des Kartoffelkrauts war ähnlich hoch in beiden Versuchsjahren (3,8 bis 4,2 % N in der TM) und wird als Parameter für die Bewertung der N-Versorgung der Kartoffelpflanzen zum Zeitpunkt des maximalen Sprossmasse-Ertrags (Mitte Juli) betrachtet. Ein Ziel des Forschungsvorhabens war es, die N-Versorgung der Folgefrucht Kartoffel durch den gezielten Zwischenfruchtanbau eines Gemenges aus Brassicaceen (zur Suppression von *Rhizoctonia solani*) und Wicken (gesteigerte N-Vorfruchtwert der Zwischenfrucht durch N_2 Fixierung der Körnerleguminose) zu verbessern. In Bezug auf die N-Versorgung der Kartoffelpflanzen im Juli zeigten alle fünf Zwischenfruchtmischungen ähnlich gute Vorfruchtwirkungen.

Der FM-Knollenertrag war im Jahr 2018 um circa 40 dt FM ha^{-1} deutlich geringer als im Vorjahr, was hauptsächlich mit dem Witterungsverlauf (geringere Niederschlagsmenge, höhere Temperaturen, Tabelle 2) zu begründen sein dürfte. Auch sortenspezifische Unterschiede im Knollenertrag sind dabei nicht außer Acht zu lassen. Der TM-Knollenertrag unterschied sich allerdings nur sehr gering zwischen den Jahren (Tabelle 6). Demnach war nur der Wassergehalt der Knollen im Jahr 2017 höher als 2018, was ökonomisch (Direktvermarktung der Frischmasse der Knollen durch den Betrieb) allerdings einen großen Unterschied ausmacht. Zwischen den geprüften Varianten bestand in beiden Jahren allerdings kein Unterschied hinsichtlich des Knollenertrags der Kartoffel. Die Korrelationsanalyse ergab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Sprossertrag der Zwischenfrüchte und FM-Ertrag der Folgefrucht Kartoffel ($r = -0,169$; $P = 0,640$). Entscheidend für den TM-Knollenertrag war vielmehr der N_{\min} -Vorrat des Bodens im Frühjahr, was eine Korrelationsanalyse beider Parameter ergab ($r = 0,821$; $P < 0,01$). Nach der Knollenfraktionierung fiel auf, dass im Jahr 2017 deutlich mehr Knollen von mehr als 55 mm Durchmesser geerntet wurden, als im Jahr 2018 (Tabelle 6). Auch hinsichtlich dieses Parameters fällt der Vergleich zwischen den beiden Jahren aufgrund der verschiedenen Sorten (Ditta – länglich oval; Lucilla – rundlich oval) schwer. Dennoch kann eine mögliche Ursache für den höheren Anteil an großen Knollen im Jahr 2017 im Vergleich zu 2018 darin bestehen, dass der erhöhte Befall mit *Rhizoctonia solani* die Bildung kleiner und mittlerer Knollen reduziert und den Anteil großer Knollen erhöht hat (Hoffmann & Schmutterer, 1999). In Bezug auf die N Versorgung der Kartoffelpflanzen konnten, wie

auch am Kraut, keine signifikanten Unterschiede zwischen den fünf Zwischenfruchtvarianten hinsichtlich des C:N-Verhältnisses, des N-Gehaltes und des N-Ertrages der Knollen festgestellt werden (Tabelle 6). Das C:N-Verhältnis war ähnlich dem Kraut auch in den Knollen im Jahr 2018 (23,4) enger als im Vorjahr (29,3). Der N-Gehalt der Knollen 2018 war um circa 0,2 Prozentpunkte höher als im Vorjahr und auch der N-Ertrag pro Hektar war im Jahr 2018 circa 16 kg höher als im Vorjahr, gemittelt über alle fünf Varianten (Tabelle 6).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den geprüften Zwischenfruchtvarianten hinsichtlich N-Versorgung, Ertragsleistung und Suppression von *Rhizoctonia solani* an der Folgefrucht Kartoffel festgestellt werden konnten. Entscheidend für die Ertragsbildung der Kartoffel war vielmehr der N_{\min} -Vorrat des Bodens im Frühjahr, der allerdings nicht signifikant durch die Variante des Zwischenfruchtgemenges beeinflusst wurde.

3.3 Nebenergebnisse des Projektes

Als Nebenergebnis des Forschungsvorhabens wird die deutlich bessere Unkrautunterdrückung der Wicke im Gemenge mit Gerste oder Brassicaceen im Vergleich zu deren Reinsaat angesehen (Tab. 1, Abb. 25 und 27).

4. Ergebnisverwertung

4.1 Nutzung der Ergebnisse in der Praxis

Um die Ergebnisse und vor allem deren ökonomische Auswirkungen in der praktischen Landwirtschaft besser einschätzen zu können, wurden für alle Versuchsvarianten direktkostfreie Leistungen errechnet, die zusammengefasst in Tabelle 7 dargestellt sind. Die detaillierte Berechnung der direktkostenfreien Leistungen für die einzelnen Varianten sind in den Anhängen 1 bis 9 abgebildet. Anhang 1 bis Anhang 4 beziehen sich auf die vier geprüften Varianten des Versuchs zur Saatguterzeugung. Anhang 5 bis Anhang 9 beziehen sich auf die fünf Varianten des Versuchs zum Zwischenfruchtanbau vor Kartoffel. Die Beträge sind ohne die gesetzliche Mehrwertsteuer dargestellt und sind mit Hilfe der Angaben der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (<https://www.stmelf.bayern.de/idb/oekokoernererbsen.html>) für eine Schlaggröße von 10 ha kalkuliert worden.

Tabelle 7: Direktkostfreie Leistungen aller Varianten beider Versuche in den Jahren 2017 und 2018 in € ha⁻¹

Versuch Saatguterzeugung Sommer wicke			Versuch Kartoffel nach differenziertem Zwischenfruchtanbau		
	2017	2018		2017	2018
SWR	-135	-159	WR	4228	3932
SG75	-102	36	G75	4228	4491
SG50	-66	56	G50	4779	4709
SG25	-54	110	G25	4280	4025
			BR	4648	5454

Versuch Saatguterzeugung: SWR, Wicke Reinsaat; SG75, Gemenge aus 75% Wicke + 25% Gerste; SG50, Gemenge aus 50%, Wicke + 50% Gerste; SG25, Gemenge aus 25% Wicke + 75% Gerste; Versuch Kartoffelanbau: WR, Wicke Reinsaat; G75, Gemenge aus 75% Wicke + 25% Brassicaceen; G50, Gemenge aus 50%, Wicke + 50% Brassicaceen; G25, Gemenge aus 25% Wicke + 75% Brassicaceen; BR, Brassicaceen-Reinsaat;

Grundlage der Erträge waren die in den Versuchen erzielten Ertragsleistungen an Sommerwicken bzw. Gerstekornmasse und Knollenmasse. Die geringeren Kartoffelerträge des Jahres 2018 wurden durch höhere Preise ausgeglichen. Die Preise für Gerste und Wicke unterschieden sich nur gering zwischen den Jahren. Die deutlich höhere Ertragsleistung der Gerste in den Versuchen zur Saatguterzeugung im Jahr 2018 beeinflussten den Deckungsbeitrag des Gemenges positiv. Dennoch sind die direktkostfreien Leistungen der Gemenge aufgrund des sehr geringen Ertragsniveaus, vor allem der Wicke, sehr gering (Tabelle 7). Eine Produktion von Sommerwicken-Saatgut im Betrieb Vorwerk Podemus ist aufgrund der meist negativen oder sehr gering positiven wirtschaftlichen Ergebnisse nicht zu empfehlen. Alternativ sollte benötigtes Wicken-Saatgut zugekauft und die betriebseigenen Flächen zur Produktion von Feldfrüchten genutzt werden, die wirtschaftlich attraktiver sind. Im Jahr 2018 erscheint der Anbau einer Zwischenfrucht vor Kartoffel bestehend aus einer Brassicaceen-Reinsaat im Vergleich zur Wicken Reinsaat deutlich überlegen (Tabelle 7). Dieses Ergebnis ist allerdings aufgrund der nicht signifikanten Unterschiede bezüglich des Ertrags nur mit Zurückhaltung zu betrachten, zumal die beschriebenen Unterschiede im Jahr 2017 nicht zu Tage traten. Eine detaillierte Darstellung der direktkostenfreien Leistungen für jede der Varianten findet sich in den Anhängen 1 bis 9.

Der Betrieb Vorwerk Podemus baut bereits seit vielen Jahren Brassicaceen im Gemenge mit Sommerwicken als Zwischenfrucht vor Kartoffel an. Die Ergebnisse der beschriebenen Versuchsserie werden demnach bereits in der Praxis genutzt und werden auch zukünftig Anwendung finden.

4.2 Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse

Die Verbreitung der Projektergebnisse erfolgte durch Vorträge und anschließende Gespräche mit Landwirten und Interessierten im Rahmen der Feldtage am 17.05.2018

und 24.05.2018 sowie auf der Feldrundfahrt am 14.06.2018, der GÄA-Wintertagung vom 31.01. bis 01.02.2019 und der Präsentation in Eichigt am 04.03.2019. Auch zu Treffen der operationellen Gruppe (Anhang 10 bis 16) wurden Ergebnisse diskutiert und verbreitet. Zudem wurden die Ergebnisse den Besuchern der Potato Europe vom 12. bis 13.09.2018 in Hannover vorgestellt. Im Rahmen der genannten Veranstaltungen fanden neben den Präsentationen auch zahlreiche Gespräche mit Praktikern statt, in denen die Versuche und deren Umsetzung in Praxisbetrieben im Detail besprochen werden konnten. Eine Einstellung des Abschlussberichtes auf die EIP-Website ist ebenfalls vorgesehen. Zudem wird im Forschungsinformationssystem der HTW Dresden auf die Ergebnisse verwiesen und dadurch einer breiten Öffentlichkeit zugänglich.

5. Wirkung des Projektes

5.1 Beitrag zu den Prioritäten der EU für die Entwicklung des ländlichen Raums

Geprüft und entwickelt wurden neue Erzeugungsverfahren im Kartoffelanbau und der Saatguterzeugung von Zwischenfrüchten. Durch Feldtage und die Teilnahme an Fachtagungen wurde der Wissenstransfer gefördert. Zudem werden die Ergebnisse auf der Projekthomepage präsentiert. Deshalb ist der Wissenstransfer immanenter Bestandteil des beschriebenen Forschungs- und Entwicklungsprojektes.

Die geprüften Verfahren hatten das Ziel, die Wertschöpfung in den Betrieben des ökologischen Landbaus beim Anbau von Kartoffeln zu steigern, was eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe und deren Nachfrage nach Arbeitskräften mit sich bringen kann. Die geprüften Verfahren des legumen Zwischenfruchtanbaus tragen zum Erosionsschutz bei und senken den Bedarf an extern zuzuführenden N-Düngemitteln.

5.2 Beitrag zu den Zielen der EIP-AGRI

Es wurden pflanzenbauliche Verfahren geprüft, die die Eigenleistung des Anbausystems zur Bereitstellung regenerativer Stickstoffquellen und Unterdrückung von Krankheitserregern beitragen und somit einen ressourceneffizient und klimafreundlichen Agrarsektor fördern. Das Ertrags- und Qualitätsniveau des Kartoffelbaus und der Erzeugung von Wickensaatgut konnte zwar nicht gesteigert werden, dennoch gewährleisteten die geprüften Verfahren eine nachhaltige Versorgung mit Lebensmitteln und Futtermitteln. Durch den Anbau von Leguminosen als Zwischenfrüchte im Gemenge mit Brassicaceen kann auf erhebliche Mengen zusätzlicher N-Düngemittel verzichtet werden was zur Eindämmung des Klimawandels beiträgt. Zudem wurden basierend auf Verfahren, die in Schottland 2013 zum Anbau von Brassicaceen entwickelt wurden, an die Praxis adaptiert.

5.3 Beitrag zu den in der SWOT-Analyse festgestellten Bedarfen

Die N-Auswaschungsgefährdung aus der Fläche ist im ökologischen Landbau und besonders beim Leguminosenanbau, der ohne zusätzliche N-Düngung auskommt, als

in vielen Fällen eher gering einzuschätzen. Der Anbau von Gerste oder Brassicaceen im Gemenge mit Wicke senkt zusätzlich residuale N_{\min} -Mengen im Boden und schützt somit das Grundwasser vor überhöhten Nitratreinträgen. Zudem sollte der Gemengeanbau von Brassicaceen und Sommerwicke N_2O -Verluste senken. Der Anbau der geprüften Zwischenfrüchte erhöhte wahrscheinlich die Wasserinfiltration, senkte die Bodenerosion und verbesserte die Bodenstruktur. Durch den Anbau selten in der Praxis verwendeter Brassicaceen in den geprüften Zwischenfruchtmischungen wurde die Diversität des Nutzpflanzenanbaus im ökologischen Landbau gesteigert. Durch die geprüften Verfahren sollte nicht nur der ökologische Landbau vorangebracht werden, sondern auch der Energieverbrauch in der Landwirtschaft durch biologisch-regenerative Stickstoffversorgung (symbiotische N_2 -Fixierung) gesenkt werden.

6. Zusammenarbeit in der operationellen Gruppe

6.1 Ausgestaltung der Zusammenarbeit

Die Kooperationsvereinbarung wurde zwischen der HTW Dresden und dem Betrieb Vorwerk Podemus geschlossen. Zweck der Zusammenarbeit war es, durch ein neues Verfahren des gezielten Zwischenfruchtanbaus mit einem Gemenge aus Sommerwicke und Brassicaceen-Arten sowohl die Stickstoffversorgung der Kartoffel zu verbessern, als auch *Rhizoctonia solani*-Befall der Kartoffel zu reduzieren. In einem zweiten Teil des Vorhabens sollte die betriebseigene Erzeugung des Zwischenfruchtsaatgutes Sommerwicke geprüft werden. In der Vereinbarung wurden gemeinsame Beratungen sowie jährliche Treffen der operationellen Gruppe und die Bereitstellung der Versuchsfelder für die Jahre 2016, 2017 und 2018 geregelt.

Die Zusammenarbeit zwischen der HTW Dresden und den Kooperationspartnern war sehr gut organisiert. Neben den regelmäßigen Treffen der operationellen Gruppe fanden mehrere Telefonate zur Abstimmung der Versuchsanlage und -durchführung, sowie zum Austausch von Informationen statt. Die Besprechungsprotokolle der operationellen Gruppe sind in den Anhängen 10 bis 16 gesondert dargestellt.

6.2 Mehrwert der operationellen Gruppe

Der Mehrwert, der durch die Zusammenarbeit in der operationellen Gruppe entstanden ist, besteht im Erkenntnisgewinn durch die bereits beschriebenen Ergebnisse des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens. Eine zukünftige Zusammenarbeit der Mitglieder der operationellen Gruppe nach Projektende ist zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht geplant.

7. Verwendung der Zuwendung

Die Auflistung der wichtigsten Ausgabenpositionen und der zahlenmäßige Nachweis der Ausgaben erfolgte anhand der Belegliste. Investitionsgüter wurden für dieses Projekt nicht angeschafft.

8. Schlussfolgerungen und Ausblick

8.1 Rückblick

Die Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Partnern im Projekt hat sehr gut funktioniert und einen fruchtbaren Erfahrungsaustausch induziert. Alle Versuche wurden sachgerecht angelegt, durchgeführt und ausgewertet.

8.2 Ausblick

Soweit dieses zum derzeitigen Zeitpunkt erkennbar ist, ergeben sich vorerst keine wissenschaftlichen Fragestellungen, die aufgrund der vorliegenden Projektergebnisse im engeren Sinne weiterbearbeitet werden müssten.

Literaturverzeichnis

Böhm, H. (2013): Gemengeanbau von Saatwicken (*Vicia sativa* L.) als Alternative im Körnerleguminosenanbau. In: Neuhoff, D. et al. (Hrsg.): Tagungsband 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, Verlag Dr. Köster, Berlin, 94-97.

Böhm, H. (2014): Unkraut unterdrückende Wirkung von Saatwicken in Reinsaat und im Gemengeanbau mit Hafer in Abhängigkeit von Aussaatstärkenverhältnis und Wickensorte. DOI 10.5073/jka.2014.443.061.

Bruns, C., Heß, J., Finckh, O., Hensel, O. & Schulte-Geldermann, E. (2009): Komposteinsatz gegen *Rhizoctonia solani* im ökologischen Kartoffelbau. Kartoffelbau 03/09 (60 Jg.). 84 - 88.

Bundessortenamt (2018): Beschreibende Sortenliste Kartoffel. Bundessortenamt (Hrsg.), Hannover.

Charron, C. S., Sama, C. E. (1999): Inhibition of *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* by Shredded Leaves of Brassica Species. Journal of the American Society for Horticultural Science (124), 462-467.

Dreyer, W., Böhm, H., Dresow, J. F. (2011): Fruchtfolgestellung und N-Versorgung von Kartoffeln im ökologischen Landbau sowie Möglichkeiten der Überprüfung des N-Versorgungsstatus. In: Böhm, H. (Hrsg.): Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion, Landbauforschung SH 348, 43 – 54.

Fan, J., McConkey, B., Wang, H., Janzen, H. (2016): Root distribution by depth for temperate agricultural crops. Field Crop. Res. 189, 68 – 74.

Grabendorf, S. (2015): Biofumigation im ökologischen Kartoffelanbau: Effekte auf Knollenertrag, Blattnekrosen und Unkrautwachstum. 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau (online: <http://orgprints.org/view/projects/int-conf-wita-2015.html>).

Hoffmann, G. M. & Schutterer, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 313 – 330.

Larkin, R.P. (2003): Characterization of soil microbial communities under different potato cropping systems by microbial population dynamics, substrate utilization, and fatty acid profiles. Soil Biology & Biochemistry (35), 1451–1466.

Larkin, R.P., Griffin, T.S. (2007): Control of soilborne potato diseases using Brassica green manures, Crop Prot. (26), 1067-1077.

Moll, A. (1992): Beziehungen zwischen Stengel- und Knollenzahl bei der Kartoffel in Abhängigkeit von wichtigen Einflußfaktoren. I. Der Einfluß der Pflanzgutvorbehandlung und der Sorte. Potato Res. 35, 279 – 285.

Ramp, C., Bull, I., Wegner, C., Kureck, L. (2015): Stickstoffkonservierung durch Zwischenfrüchte über Winter in Abhängigkeit von der Pflanzenart und dem Aussaatstermin. In: Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.): Beiträge zur Umsetzung der

Wasserrahmenrichtlinie - Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei - Heft 55., 67 – 73.

Sawicka, B. (1996): Der Einfluss der mehrjährigen Reproduktion und mancher Faktoren der Wetterbedingungen auf Lähmung der Kartoffelknollen *Rhizoctonia solani* Kühn. Proceedings of the 13th Triennial Conference of the European Association for Potato Research (EAPR): 283-284.

Taylor, F. (2013): Control of soil borne potato pathogens using Brassica spp. mediated biofumigation. PhD-Thesis, University of Glasgow.

Anhang

Anhang 1: Direktkostenfreie Leistungen der Variante SWR - Wicke Reinsaat (Versuch Saatguterzeugung)

WR	2017		2018	
	Wicke	Gerste	Wicke	Gerste
Durchschnittsertrag	1,90 dt /ha	0,00 dt /ha	0,30 dt /ha	0,00 dt /ha
Preis	17,68 €/dt	16,99 €/dt	17,38 €/dt	18,72 €/dt
Leistungen				
Verkauf Erntegut	33,59 €/ha	0,00 €/ha	5,21 €/ha	0,00 €/ha
N-Lieferung an nachfolgende Früchte (1)	170,00 €/ha	0,00 €/ha	170,00 €/ha	0,00 €/ha
Summe Leistungen	203,59 €/ha	0,00 €/ha	175,21 €/ha	0,00 €/ha
Variable Kosten				
Saatgut (2)	134,85 €/ha	0,00 €/ha	134,85 €/ha	0,00 €/ha
Dünger (nach Nährstoffabfuhr) (3)	5,35 €/ha	0,00 €/ha	0,85 €/ha	0,00 €/ha
Variable Maschinen Kosten (4)	146,06 €/ha	0,00 €/ha	146,06 €/ha	0,00 €/ha
Hagelversicherung (5)	52,50 €/ha	0,00 €/ha	52,50 €/ha	0,00 €/ha
Summe variable Kosten	338,76 €/ha	0,00 €/ha	334,26 €/ha	0,00 €/ha
Deckungsbeitrag	-135,17 €/ha	0,00 €/ha	-159,04 €/ha	0,00 €/ha
Deckungsbeitrag Gemenge	-135,17 €/ha		-159,04 €/ha	

(1) N-Überschuss nach Wicke: 35,50 kg N/ha * 4,80 €/kg N

(2) Saatgutmenge Reinsaat Wicke: 87 kg/ha * 1,55 €/kg

(2) Saatmenge Reinsaat Gerste: 148 kg/ha * 0,88 €/kg

(3) Nährstoffabfuhr Wicke: (1,1 kg P2O5/dt Ertrag * Ertrag * 1,06 €/kg P2O5) + (1,4 kg K2O / dt Ertrag * Ertrag

(3) Nährstoffabfuhr Gerste: (1,38 kg N/dt Ertrag * Ertrag * 4,80 €/kg N) + (0,8 kg P2O5/dt Ertrag * Ertrag * 1,06 €/kg P2O5)

(4) Pflügen 44,65 €/ha

Saatbettbereitung 10,82 €/ha

Drillen 25,88 €/ha

Mineraldünger Streuen 1,71 €/ha

Mähdrusch 28,68 €/ha

Striegeln (zweimal) 12,58 €/ha

Reinigung 5,00 €/ha

Transport Erntegut (5km) 4,00 €/ha

Grubber 12,74 €/ha

Summe variable Maschinenkosten 146,06 €/ha

(5) Hagelversicherung Wicke Reinsaat: 52,50 €/ha

(5) Hagelversicherung Wicke Reinsaat: 19,30 €/ha

Anhang 2: Direktkostenfreie Leistungen der Variante SG75 - Gemenge aus 75% Wicke und 25% Gerste (Versuch Saatguterzeugung)

G75	2017		2018	
	Wicke	Gerste	Wicke	Gerste
Durchschnittsertrag	2,10 dt /ha	0,40 dt /ha	0,20 dt /ha	16,10 dt /ha
Preis	17,68 €/dt	16,99 €/dt	17,38 €/dt	18,72 €/dt
Leistungen				
Verkauf Erntegut	37,13 €/ha	6,80 €/ha	3,48 €/ha	301,39 €/ha
N-Lieferung an nachfolgende Früchte (1)	170,00 €/ha	0,00 €/ha	170,00 €/ha	0,00 €/ha
Summe Leistungen	207,13 €/ha	6,80 €/ha	173,48 €/ha	301,39 €/ha
Variable Kosten				
Saatgut (2)	101,14 €/ha	32,56 €/ha	101,14 €/ha	32,56 €/ha
Dünger (nach Nährstoffabfuhr) (3)	5,92 €/ha	3,27 €/ha	0,56 €/ha	131,70 €/ha
Variable Maschinen Kosten (4)	109,55 €/ha	36,52 €/ha	109,55 €/ha	36,52 €/ha
Hagelversicherung (5)	21,83 €/ha	4,83 €/ha	21,83 €/ha	4,83 €/ha
Summe variable Kosten	238,43 €/ha	77,17 €/ha	233,07 €/ha	205,60 €/ha
Deckungsbeitrag	-31,30 €/ha	-70,38 €/ha	-59,60 €/ha	95,79 €/ha
Deckungsbeitrag Gemenge	-101,67 €/ha		36,20 €/ha	

(1) N-Überschuss nach Wicke: 35,50 kg N/ha * 4,80 €/kg N

(2) Saatgutmenge Reinsaat Wicke: 87 kg/ha * 1,55 €/kg

(2) Saatmenge Reinsaat Gerste: 148 kg/ha * 0,88 €/kg

(3) Nährstoffabfuhr Wicke: (1,1 kg P2O5/dt Ertrag * Ertrag * 1,06 €/kg P2O5) + (1,4 kg K2O / dt Ertrag * Ertrag

(3) Nährstoffabfuhr Gerste: (1,38 kg N/dt Ertrag * Ertrag * 4,80 €/kg N) + (0,8 kg P2O5/dt Ertrag * Ertrag * 1,06 €/kg P2O5)

(4) Pflügen 44,65 €/ha

Saatbettbereitung 10,82 €/ha

Drillen 25,88 €/ha

Mineraldünger Streuen 1,71 €/ha

Mähdrusch 28,68 €/ha

Striegeln (zweimal) 12,58 €/ha

Reinigung 5,00 €/ha

Transport Erntegut (5km) 4,00 €/ha

Grubber 12,74 €/ha

Summe variable Maschinenkosten 146,06 €/ha

(5) Hagelversicherung Wicke Reinsaat: 52,50 €/ha

(5) Hagelversicherung Wicke Reinsaat: 19,30 €/ha

Anhang 3: Direktkostenfreie Leistungen der Variante SG50 - Gemenge aus 50% Wicke und 50% Gerste (Versuch Saatguterzeugung)

G50	2017		2018	
	Wicke	Gerste	Wicke	Gerste
Durchschnittsertrag	2,70 dt /ha	3,00 dt /ha	0,10 dt /ha	17,80 dt /ha
Preis	17,68 €/dt	16,99 €/dt	17,38 €/dt	18,72 €/dt
Leistungen				
Verkauf Erntegut	47,74 €/ha	50,97 €/ha	1,74 €/ha	333,22 €/ha
N-Lieferung an nachfolgende Früchte (1)	170,00 €/ha	0,00 €/ha	170,00 €/ha	0,00 €/ha
Summe Leistungen	217,74 €/ha	50,97 €/ha	171,74 €/ha	333,22 €/ha
Variable Kosten				
Saatgut (2)	67,43 €/ha	65,12 €/ha	67,43 €/ha	65,12 €/ha
Dünger (nach Nährstoffabfuhr) (3)	7,61 €/ha	24,54 €/ha	0,28 €/ha	145,60 €/ha
Variable Maschinen Kosten (4)	73,03 €/ha	73,03 €/ha	73,03 €/ha	73,03 €/ha
Hagelversicherung (5)	14,55 €/ha	9,65 €/ha	14,55 €/ha	9,65 €/ha
Summe variable Kosten	162,61 €/ha	172,34 €/ha	155,29 €/ha	293,40 €/ha
Deckungsbeitrag	55,12 €/ha	-121,37 €/ha	16,45 €/ha	39,81 €/ha
Deckungsbeitrag Gemenge	-66,25 €/ha		56,26 €/ha	

(1) N-Überschuss nach Wicke: 35,50 kg N/ha * 4,80 €/kg N

(2) Saatgutmenge Reinsaat Wicke: 87 kg/ha * 1,55 €/kg

(2) Saatmenge Reinsaat Gerste: 148 kg/ha * 0,88 €/kg

(3) Nährstoffabfuhr Wicke: (1,1 kg P2O5/dt Ertrag * Ertrag * 1,06 €/kg P2O5) + (1,4 kg K2O / dt Ertrag * Ertrag

(3) Nährstoffabfuhr Gerste: (1,38 kg N/dt Ertrag * Ertrag * 4,80 €/kg N) + (0,8 kg P2O5/dt Ertrag * Ertrag * 1,06 €/kg P2O5)

(4) Pflügen 44,65 €/ha

Saatbettbereitung 10,82 €/ha

Drillen 25,88 €/ha

Mineraldünger Streuen 1,71 €/ha

Mähdrusch 28,68 €/ha

Striegeln (zweimal) 12,58 €/ha

Reinigung 5,00 €/ha

Transport Erntegut (5km) 4,00 €/ha

Grubber 12,74 €/ha

Summe variable Maschinenkosten 146,06 €/ha

(5) Hagelversicherung Wicke Reinsaat: 52,50 €/ha

(5) Hagelversicherung Wicke Reinsaat: 19,30 €/ha

Anhang 4: Direktkostenfreie Leistungen der Variante SG25 - Gemenge aus 25% Wicke und 75% Gerste (Versuch Saatguterzeugung)

G25	2017		2018	
	Wicke	Gerste	Wicke	Gerste
Durchschnittsertrag	2,10 dt /ha	5,00 dt /ha	0,10 dt /ha	22,60 dt /ha
Preis	17,68 €/dt	16,99 €/dt	17,38 €/dt	18,72 €/dt
Leistungen				
Verkauf Erntegut	37,13 €/ha	84,95 €/ha	1,74 €/ha	423,07 €/ha
N-Lieferung an nachfolgende Früchte (1)	170,00 €/ha	0,00 €/ha	170,00 €/ha	0,00 €/ha
Summe Leistungen	207,13 €/ha	84,95 €/ha	171,74 €/ha	423,07 €/ha
Variable Kosten				
Saatgut (2)	33,71 €/ha	97,68 €/ha	33,71 €/ha	97,68 €/ha
Dünger (nach Nährstoffabfuhr) (3)	5,92 €/ha	40,90 €/ha	0,28 €/ha	184,87 €/ha
Variable Maschinen Kosten (4)	36,52 €/ha	109,55 €/ha	36,52 €/ha	109,55 €/ha
Hagelversicherung (5)	7,28 €/ha	14,48 €/ha	7,28 €/ha	14,48 €/ha
Summe variable Kosten	83,42 €/ha	262,60 €/ha	77,78 €/ha	406,57 €/ha
Deckungsbeitrag	123,71 €/ha	-177,65 €/ha	93,95 €/ha	16,50 €/ha
Deckungsbeitrag Gemenge	-53,94 €/ha		110,46 €/ha	

(1) N-Überschuss nach Wicke: 35,50 kg N/ha * 4,80 €/kg N

(2) Saatgutmenge Reinsaat Wicke: 87 kg/ha * 1,55 €/kg

(2) Saatmenge Reinsaat Gerste: 148 kg/ha * 0,88 €/kg

(3) Nährstoffabfuhr Wicke: (1,1 kg P2O5/dt Ertrag * Ertrag * 1,06 €/kg P2O5) + (1,4 kg K2O / dt Ertrag * Ertrag

(3) Nährstoffabfuhr Gerste: (1,38 kg N/dt Ertrag * Ertrag * 4,80 €/kg N) + (0,8 kg P2O5/dt Ertrag * Ertrag * 1,06 €/kg P2O5)

(4) Pflügen 44,65 €/ha

Saatbettbereitung 10,82 €/ha

Drillen 25,88 €/ha

Mineraldünger Streuen 1,71 €/ha

Mähdrusch 28,68 €/ha

Striegeln (zweimal) 12,58 €/ha

Reinigung 5,00 €/ha

Transport Erntegut (5km) 4,00 €/ha

Grubber 12,74 €/ha

Summe variable Maschinenkosten 146,06 €/ha

(5) Hagelversicherung Wicke Reinsaat: 52,50 €/ha

(5) Hagelversicherung Wicke Reinsaat: 19,30 €/ha

Anhang 5: Direktkostenfreie Leistungen der Variante WR – Wicke Reinsaat (Versuch Zwischenfruchtanbau vor Kartoffel)

WR	2017	2018
	Kartoffel	Kartoffel
Durchschnittsertrag	262,00 dt/ha	212,00 dt/ha
Preis	36,00 €/dt	42,00 €/dt
Leistungen		
Verkauf Erntegut (80% des Ertrags)	7545,60 €/ha	7123,20 €/ha
Variable Kosten		
Pflanzgut (1)	1670,00 €/ha	1670,00 €/ha
Dünger (nach Nährstoffabfuhr) (2)	664,54 €/ha	537,72 €/ha
Variable Maschinen Kosten (3)	394,15 €/ha	394,15 €/ha
Saison-AK (4)	97,10 €/ha	97,10 €/ha
Lagerung	92,70 €/ha	92,70 €/ha
Sortierung	235,30 €/ha	235,30 €/ha
Hagelversicherung	164,00 €/ha	164,00 €/ha
Summe variable Kosten	3317,79 €/ha	3190,97 €/ha
Deckungsbeitrag	4227,81 €/ha	3932,23 €/ha

(1) Pflanzgut: 28 dt/ha * 60 €/dt

(2) Nährstoffabfuhr: (0,35 kg N/dt * Ertrag * 4,80 €/kg N) + (0,14 kg P2O5/dt * E

(3) Pflügen: 42,24 €/ha

Saatbettbereitung: 10,32 €/ha

Legen: 27,82 €/ha

Dünger streuen: 1,5 €/ha

Häufeln: 15,24 €/ha (5x)

Damm fräsen: 18,78 €/ha

Kraut schlägeln: 19,19 €/ha

Roden: 126,13 €/ha

Abfahren: 59,96 €/ha

Grubbern: 12,02 €/ha

Summe variable Maschinenkosten: 394,15 €/ha

(4) Saison-AK: 10 Akh * 9,71/h

Anhang 6: Direktkostenfreie Leistungen der Variante G75 – Gemenge aus 75% Wicke und 25% Brassicceen (Versuch Zwischenfruchtanbau vor Kartoffel)

G75	2017	2018
	Kartoffel	Kartoffel
Durchschnittsertrag	262,00 dt /ha	230,00 dt /ha
Preis	36,00 €/dt	42,00 €/dt
Leistungen		
Verkauf Erntegut (80% des Ertrags)	7545,60 €/ha	7728,00 €/ha
Variable Kosten		
Pflanzgut (1)	1670,00 €/ha	1670,00 €/ha
Dünger (nach Nährstoffabfuhr) (2)	664,54 €/ha	583,37 €/ha
Variable Maschinen Kosten (3)	394,15 €/ha	394,15 €/ha
Saison-AK (4)	97,10 €/ha	97,10 €/ha
Lagerung	92,70 €/ha	92,70 €/ha
Sortierung	235,30 €/ha	235,30 €/ha
Hagelversicherung	164,00 €/ha	164,00 €/ha
Summe variable Kosten	3317,79 €/ha	3236,62 €/ha
Deckungsbeitrag	4227,81 €/ha	4491,38 €/ha

(1) Pflanzgut: 28 dt/ha * 60 €/dt

(2) Nährstoffabfuhr: (0,35 kg N/dt * Ertrag * 4,80 €/kg N) + (0,14 kg P2O5/dt * E

(3) Pflügen: 42,24 €/ha

Saatbettbereitung: 10,32 €/ha

Legen: 27,82 €/ha

Dünger streuen: 1,5 €/ha

Häufeln: 15,24 €/ha (5x)

Damm fräsen: 18,78 €/ha

Kraut schlägeln: 19,19 €/ha

Roden: 126,13 €/ha

Abfahren: 59,96 €/ha

Grubbern: 12,02 €/ha

Summe variable Maschinenkosten: 394,15 €/ha

(4) Saison-AK: 10 Akh * 9,71/h

Anhang 7: Direktkostenfreie Leistungen der Variante G50 – Gemenge aus 50% Wicke und 50% Brassiccen (Versuch Zwischenfruchtanbau vor Kartoffel)

G50	2017	2018
	Kartoffel	Kartoffel
Durchschnittsertrag	283,00 dt /ha	237,00 dt /ha
Preis	36,00 €/dt	42,00 €/dt
Leistungen		
Verkauf Erntegut (80% des Ertrags)	8150,40 €/ha	7963,20 €/ha
Variable Kosten		
Pflanzgut (1)	1670,00 €/ha	1670,00 €/ha
Dünger (nach Nährstoffabfuhr) (2)	717,80 €/ha	601,13 €/ha
Variable Maschinen Kosten (3)	394,15 €/ha	394,15 €/ha
Saison-AK (4)	97,10 €/ha	97,10 €/ha
Lagerung	92,70 €/ha	92,70 €/ha
Sortierung	235,30 €/ha	235,30 €/ha
Hagelversicherung	164,00 €/ha	164,00 €/ha
Summe variable Kosten	3371,05 €/ha	3254,38 €/ha
Deckungsbeitrag	4779,35 €/ha	4708,82 €/ha

(1) Pflanzgut: 28 dt/ha * 60 €/dt

(2) Nährstoffabfuhr: (0,35 kg N/dt * Ertrag * 4,80 €/kg N) + (0,14 kg P2O5/dt * E

(3) Pflügen: 42,24 €/ha

Saatbettbereitung: 10,32 €/ha

Legen: 27,82 €/ha

Dünger streuen: 1,5 €/ha

Häufeln: 15,24 €/ha (5x)

Damm fräsen: 18,78 €/ha

Kraut schlägeln: 19,19 €/ha

Roden: 126,13 €/ha

Abfahren: 59,96 €/ha

Grubbern: 12,02 €/ha

Summe variable Mschinenkosten: 394,15 €/ha

(4) Saison-AK: 10 Akh * 9,71/h

Anhang 8: Direktkostenfreie Leistungen der Variante G25 – Gemenge aus 25% Wicke und 75% Brassicceen (Versuch Zwischenfruchtanbau vor Kartoffel)

G25	2017	2018
	Kartoffel	Kartoffel
Durchschnittsertrag	264,00 dt /ha	215,00 dt /ha
Preis	36,00 €/dt	42,00 €/dt
Leistungen		
Verkauf Erntegut (80% des Ertrags)	7603,20 €/ha	7224,00 €/ha
Variable Kosten		
Pflanzgut (1)	1670,00 €/ha	1670,00 €/ha
Dünger (nach Nährstoffabfuhr) (2)	669,61 €/ha	545,33 €/ha
Variable Maschinen Kosten (3)	394,15 €/ha	394,15 €/ha
Saison-AK (4)	97,10 €/ha	97,10 €/ha
Lagerung	92,70 €/ha	92,70 €/ha
Sortierung	235,30 €/ha	235,30 €/ha
Hagelversicherung	164,00 €/ha	164,00 €/ha
Summe variable Kosten	3322,86 €/ha	3198,58 €/ha
Deckungsbeitrag	4280,34 €/ha	4025,42 €/ha

(1) Pflanzgut: 28 dt/ha * 60 €/dt

(2) Nährstoffabfuhr: (0,35 kg N/dt * Ertrag * 4,80 €/kg N) + (0,14 kg P2O5/dt * E

(3) Pflügen: 42,24 €/ha

Saatbettbereitung: 10,32 €/ha

Legen: 27,82 €/ha

Dünger streuen: 1,5 €/ha

Häufeln: 15,24 €/ha (5x)

Damm fräsen: 18,78 €/ha

Kraut schlägeln: 19,19 €/ha

Roden: 126,13 €/ha

Abfahren: 59,96 €/ha

Grubbern: 12,02 €/ha

Summe variable Maschinenkosten: 394,15 €/ha

(4) Saison-AK: 10 Akh * 9,71/h

Anhang 9: Direktkostenfreie Leistungen der Variante BR – Brassicceen Reinsaat
(Versuch Zwischenfruchtanbau vor Kartoffel)

BR	2017	2018
	Kartoffel	Kartoffel
Durchschnittsertrag	278,00 dt /ha	261,00 dt /ha
Preis	36,00 €/dt	42,00 €/dt
Leistungen		
Verkauf Erntegut (80% des Ertrags)	8006,40 €/ha	8769,60 €/ha
Variable Kosten		
Pflanzgut (1)	1670,00 €/ha	1670,00 €/ha
Dünger (nach Nährstoffabfuhr) (2)	705,12 €/ha	662,00 €/ha
Variable Maschinen Kosten (3)	394,15 €/ha	394,15 €/ha
Saison-AK (4)	97,10 €/ha	97,10 €/ha
Lagerung	92,70 €/ha	92,70 €/ha
Sortierung	235,30 €/ha	235,30 €/ha
Hagelversicherung	164,00 €/ha	164,00 €/ha
Summe variable Kosten	3358,37 €/ha	3315,25 €/ha
Deckungsbeitrag	4648,03 €/ha	5454,35 €/ha

(1) Pflanzgut: 28 dt/ha * 60 €/dt

(2) Nährstoffabfuhr: (0,35 kg N/dt * Ertrag * 4,80 €/kg N) + (0,14 kg P2O5/dt * E

(3) Pflügen: 42,24 €/ha

Saatbettbereitung: 10,32 €/ha

Legen: 27,82 €/ha

Dünger streuen: 1,5 €/ha

Häufeln: 15,24 €/ha (5x)

Damm fräsen: 18,78 €/ha

Kraut schlägeln: 19,19 €/ha

Roden: 126,13 €/ha

Abfahren: 59,96 €/ha

Grubbern: 12,02 €/ha

Summe variable Maschinenkosten: 394,15 €/ha

(4) Saison-AK: 10 Akh * 9,71/h

**Besprechungsprotokoll für Treffen der operationellen Gruppe und
Kooperationsbetriebe im**

Rahmen von EIP-Agri Projekten

Datum: 11.07.2016
Ort: Podemus, LWB Vorwerk Podemus
Anwesende: Herr Dr. Probst, Frau Dr. Landgraf
Besprechungspunkte:

- 1) Versuchsplanung Zwischenfruchtversuch vor Kartoffel 2016/2017
- 2) Absprache über Vorgehensweise zur Anlage des Zwischenfruchtversuches
- 3) Absprache zur Betreuung des Zwischenfruchtversuches

Ergebnisse:

zu 1: Flächenauswahl für Versuchsanlage in Podemus; Größe und Umfang des Feldversuches; Blockversuch mit 5 Varianten und 4 Wiederholungen

zu 2: Aussattermin ab Anfang August bis spätestens Mitte August; telefonische Absprache zum Saatzeitpunkt mit Landwirtschaftsbetrieb; Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung durch LWB; Aussaat unmittelbar nach Bodenbearbeitung durch HTW

zu 3: voraussichtliche Boniturtermine und Probenahmetermine in den Monaten August, September und Oktober sowie Ernte ca. 20. Oktober; danach Einarbeitung der Zwischenfrüchte durch LWB

**Besprechungsprotokoll für Treffen der operationellen Gruppe und
Kooperationsbetriebe im**

Rahmen von EIP-Agri Projekten

Datum: 22.02.2017

Ort: Podemus, LWB Vorwerk Podemus

Anwesende: Herr Dr. Probst, Prof. Schmidtke, Frau Dr. Landgraf

Besprechungspunkte:

- 1) Planung und Absprache über Vorgehensweise Versuch Saatguterzeugung 2017
- 2) Planung und Absprache über Vorgehensweise Kartoffelversuch 2017
- 3) Verlauf des Zwischenfruchtversuches

Ergebnisse:

zu 1: Flächenauswahl für Versuch Saatguterzeugung bei Klipphausen; Größe und Umfang des Feldversuches; Blockversuch mit 4 Varianten und 4 Wiederholungen; Wickensorte Berninova und Gerstensorte Eunova; Aussattermin April; telefonische Absprache zum Saatzeitpunkt mit Landwirtschaftsbetrieb

zu 2: Kartoffelsorte Ditta; Aussattermin ab Ende April bis Anfang Mai; telefonische Absprache zum Saatzeitpunkt mit Landwirtschaftsbetrieb

zu 3: erste Ergebnisse des Feldaufgangs, der N-min-Probennahme, der Trockenmassen- und N-Erträge der Zwischenfrüchte

**Besprechungsprotokoll für Treffen der operationellen Gruppe und
Kooperationsbetriebe im**

Rahmen von EIP-Agri Projekten

Datum: 31.05.2017
Ort: Podemus, LWB Vorwerk Podemus
Anwesende: Herr Dr. Probst, Frau Dr. Landgraf
Besprechungspunkte:

- 1) Planung und Absprache über Vorgehensweise Zwischenfruchtversuch vor Kartoffel 2017/2018
- 2) Ausnahmegenehmigung
- 3) Laufende Versuche

Ergebnisse:

zu 1: Flächenauswahl für Versuchsanlage bei Oberwartha; Größe und Umfang des Feldversuches wie im Vorjahr; Aussaattermin ab Anfang August – so früh wie möglich; telefonische Absprache zum Saatzeitpunkt mit Landwirtschaftsbetrieb; Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung durch LWB und bei Bedarf unmittelbar vor Aussaat durch HTW

zu 2: Zwischenfruchtarten und -sorten wie im Vorjahr; Zuarbeit für Ausnahmegenehmigung durch HTW; Antrag auf Ausnahmegenehmigung durch LWB – damit Aussaat wie geplant möglich ist

zu 3: anstehende Bonitur- und Probenahmeterminen im Kartoffelversuch 2017 und im Versuch Saatguterzeugung 2017

**Besprechungsprotokoll für Treffen der operationellen Gruppe und
Kooperationsbetriebe im**

Rahmen von EIP-Agri Projekten

Datum: 19.01.2018

Ort: Podemus, LWB Vorwerk Podemus

Anwesende: Herr Dr. M. Probst, Herr F. Pöttsch

Besprechungspunkte:

- 1) Planung und Absprache über Vorgehensweise Versuch Saatguterzeugung 2018
- 2) Planung und Absprache über Vorgehensweise Kartoffelversuch 2018
- 3) Besprechen der Versuchsergebnisse aus 2016 und 2017

Ergebnisse:

zu 1: Flächenauswahl für Versuch Saatguterzeugung bei Oberwartha; Größe und Umfang des Feldversuches; Blockversuch mit 4 Varianten und 4 Wiederholungen; Wickensorte Berninova und Gerstensorte Eunova; Aussattermin Ende März bis Anfang April; telefonische Absprache zum Saatzeitpunkt mit Landwirtschaftsbetrieb; Besichtigung Versuchsfläche bei Oberwartha

zu 2: Kartoffelsorte Ditta verwenden, da diese auch 2017 verwendet wurde; Aussattermin ab Ende April bis Anfang Mai; telefonische Absprache zum Saatzeitpunkt mit Landwirtschaftsbetrieb; Besichtigung Versuchsfläche bei Oberwartha

zu 3: Herr Probst zeigte sich mit den bisherigen Ergebnissen zufrieden. Abschließende Einschätzungen können allerdings erst nach Abschluss beider Versuchsjahre gegeben werden.

**Besprechungsprotokoll für Treffen der operationellen Gruppe und
Kooperationsbetriebe im
Rahmen von EIP-Agri Projekten**

Datum: 17.05.2018

Ort: Podemus, LWB Vorwerk Podemus

Anwesende: Herr Dr. M. Probst, Herr F. Pötzsch

Besprechungspunkte:

- 1) Absprache über Vorgehensweise Versuch Saatguterzeugung 2018
- 2) Absprache über Vorgehensweise Kartoffelversuch 2018

Ergebnisse:

zu 1: Versuch ist gut etabliert wurden, Pflanzen entwickeln sich gut und werden weiter beobachtet

zu 2: Kartoffelsorte Lucilla wurde verwendet, besser wäre Sorte Ditta gewesen. Erste Pflanzen sind aufgelaufen. Absprache Pflegearbeiten.

**Besprechungsprotokoll für Treffen der operationellen Gruppe und
Kooperationsbetriebe im
Rahmen von EIP-Agri Projekten**

Datum: 24.05.2018

Ort: Podemus, LWB Vorwerk Podemus

Anwesende: Herr Dr. M. Probst, Herr B. Probst, Herr F. Pöttsch

Besprechungspunkte:

- 1) Absprache über Vorgehensweise Versuch Saatguterzeugung 2018
- 2) Absprache über Vorgehensweise Kartoffelversuch 2018

Ergebnisse:

zu 1: Diskussion der „Frühsommertrockenheit“, Absprache Abwehr Wildschäden/
Weidezaun

zu 2: Besprechung der Qualität des verwendeten Pflanzgutes. Rhizoctonia solani
Sclerotien waren auf Pflanzgut zu erkennen – Befall der Pflanzen und des Erntegutes
mit Rhizoctonia ist wahrscheinlich

**Besprechungsprotokoll für Treffen der operationellen Gruppe und
Kooperationsbetriebe im
Rahmen von EIP-Agri Projekten**

Datum: 31.01.2019
Ort: Limbach, Rittergut
Anwesende: Herr Dr. M. Probst, Herr F. Pötzsch, Herr U. Müller (GÄA)
Besprechungspunkte:

- 1) Ergebnisse der Feldversuche

Ergebnisse:

zu 1: Gemeinsame Diskussion der Ergebnisse der Feldversuche zur Saatguterzeugung und zum Zwischenfruchtanbau. Anregungen für die richtige Einordnung der Versuchsergebnisse in einen pflanzenbaulichen Kontext ökologischer Produktionssysteme. Austausch über weitere Verbreitungsmöglichkeiten der Versuchsergebnisse.