

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



Entwicklungsprogramm
für den ländlichen Raum
im Freistaat Sachsen
2014 - 2020

Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des
ländlichen Raums: Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete



Endbericht

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

Titel des Vorhabens:

Erprobung innovativer Anbaustrategien für ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe in Mittelgebirgslagen

Autoren: M. Sc. Tsvetelina Krachunova

M. Sc. Martin Scholz

Dr. rer. nat. Anke Landgraf

B.Sc. Hannah Scharfstädt

Prof. Dr. agr. Knut Schmidtke

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

Fachgebiet Ökologischer Landbau

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	V
1 Zusammenfassung der Projektplanung	1
1.1 Problembeschreibung	1
1.2 Zielformulierung	3
1.3 Arbeitsplan	3
1.3.1 Methodenbeschreibung	3
1.3.2 Arbeits- und Lösungsweg	9
Tabellarischer Zeit- und Arbeitsplan (chronologisch)	7
1.3.3 Arbeitsbeiträge der einzelnen Mitglieder der operationellen Gruppe	10
1.4 Erwartete Ergebnisse	11
2 Darstellung des Projektverlaufs	12
3 Projektergebnisse	42
3.1 Einschätzung der Zielerreichung	42
3.2 Hauptergebnisse des Projektes	43
3.2.1 Teilbereich Maisanbau	43
3.2.2 Teilbereich Körnerleguminosenanbau	50
3.2.3 Teilbereich Rapsanbau	66
3.3 Nebenergebnisse des Projektes	84
4 Ergebnisverwertung	85
4.1 Nutzung der Ergebnisse in der Praxis	85
4.2 Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse	86
5 Wirkung des Projektes	88
5.1 Beitrag zu den Prioritäten der EU für die Entwicklung des ländlichen Raums	88
5.2 Beitrag zu den Zielen der EIP-AGRI	88
5.3 Beitrag zu den in der SWOT-Analyse festgestellten Bedarfen	89
6 Zusammenarbeit in der operationellen Gruppe	90

6.1	Ausgestaltung der Zusammenarbeit	90
6.2	Mehrwert der operationellen Gruppe.....	90
7	Verwendung der Zuwendung	91
8	Schlussfolgerungen und Ausblick.....	91
8.1	Rückblick	91
8.2	Ausblick	91
	Literaturverzeichnis.....	XI
	Anhang	XV

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Tabellarischer Zeit- und Arbeitsplan in der Periode 04/2017 bis 12/2017 (chronologisch).....	7
Tab. 2: Tabellarischer Zeit- und Arbeitsplan in der Periode 01/2018 bis 12/2018 (chronologisch).....	8
Tab. 3: Tabellarischer Zeit- und Arbeitsplan in der Periode 01/2019 bis 12/2019 und 01/2020 bis 03/2020 (chronologisch)	9
Tab. 4: Arbeitsbeiträge der einzelnen Mitglieder der operationellen Gruppe (OG)	10
Tab. 5: Standortmerkmale, Vorfrucht, Vegetationstage, Niederschlagshöhe und Tagesmitteltemperatur der geprüften Umwelten im Teilbereich Maisanbau	44
Tab. 6: pH-Wert und Gehalt des Bodens an Grundnährstoffen der Versuchsflächen im Teilbereich Maisanbau	44
Tab. 7: Futterwertanalyse der Mischprobe für die Varianten in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (Markierungen einer Farbe in der selben Zeile zeigen signifikant unterschiedliche Werte, zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Anbauverfahren × Saatgutbehandlung)	49
Tab. 8: Standortmerkmale, Vorfrucht, Vegetationstage, Niederschlagshöhe und Tagesmitteltemperatur der geprüften Umwelten, Teilbereich Körnerleguminosen	51
Tab. 9: pH-Wert und Gehalt des Bodens an Grundnährstoffen der Versuchsflächen, Teilbereich Körnerleguminosen.....	51
Tab. 10: Leitunkräuter in den Körnerleguminosenbeständen im Versuchsjahr 2017/2018 am Standort Schafhäuser (Häufigkeit in der Tabelle absteigend).....	58
Tab. 11: Leitunkräuter in den Körnerleguminosenbeständen im Versuchsjahr 2018/2019 am Standort Schönbrunn (Häufigkeit in der Tabelle absteigend).....	58
Tab. 12: Pilzkrankheiten und tierische Schädlinge an Winter- und Sommererbsen im Versuchsjahr 2018 am Standort Schafhäuser.....	61
Tab. 13: Pilzkrankheiten und tierische Schädlinge an Winter- und Sommererbsen im Versuchsjahr 2019 am Standort Schönbrunn	62
Tab. 14: Vorräte an N _{min} -N im Boden zur Zwischenernte im November (am 01.11.2017 und am 03.11.2018) des jeweiligen Jahres	67

Tab. 15: Vorräte an N_{\min} -N im Boden nach Überwinterung am 12.04.2019 im zweiten Versuchsjahr	68
Tab. 16: Standortmerkmale, Vorfrucht, Vegetationstage, Niederschlagshöhe und Tagesmitteltemperatur der geprüften Umwelten	68
Tab. 17: pH-Wert und Gehalt des Bodens an Grundnährstoffen der Versuchsflächen	69
Tab. 18: Eigenschaften, ermittelte Gehalte an Nährstoffen in der Originalsubstanz und pH-Wert der eingesetzten Gärreste in den Jahren 2017 und 2018.....	69
Tab. 19: Leitunkräuter in den Winterrapsbeständen im Versuchsjahr 2017/2018 am Standort Untereichigt nach Vorfrucht Rotklee gras (Häufigkeit in der Tabelle absteigend)	78
Tab. 20: Leitunkräuter in den Winterrapsbeständen im Versuchsjahr 2017/2018 am Standort Oberhermsgrün nach Vorfrucht Winterweizen (Häufigkeit in der Tabelle absteigend). 78	
Tab. 21: Leitunkräuter in den Winterrapsbeständen im Versuchsjahr 2018/2019 am Standort Rebersreuth nach Vorfrucht Rotklee gras (Häufigkeit in der Tabelle absteigend)	79
Tab. 22: Leitunkräuter in den Winterrapsbeständen im Versuchsjahr 2018/2019 am Standort Triebel/Vogtland nach Vorfrucht Winterweizen (Häufigkeit in der Tabelle absteigend) 79	
Tab. 23: Ergebnisse der Raps glanzkäferbonitur [Anzahl/Pflanze] für Prüffaktor Gärresteeinbringung für die Versuchsjahre 2018 und 2019.....	81
Tab. 24: Ergebnisse der Raps glanzkäferbonitur [Anzahl/Pflanze] für Prüffaktor mit/ohne Gärresteeinbringung für die Versuchsjahre 2018 und 2019.....	81
Tab. 25: Deckungsbeitragsrechnungen für die Produktion von ökologischem Silomais im Vergleich (ohne marktfähige Leistungen) [EUR/ha], [EUR/dt TM]	85
Tab. 26: Übersicht der Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse im Zeitraum 2018-2019	87

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Solid-Matrix-Priming-Versuche unter Laborbedingungen, 14-04 bis 28-04-2017	15
Abb. 2: Vollständig randomisierte Blockanlage vor der Aussaat am Standort Bösenbrunn, 14-05-2017	15
Abb. 3: Manuelle Maisaussaat mit Aussaathilfe am Standort Oberhermsgrün, 16-05-2018 .	16
Abb. 4: Dammkultur mit Priming (links) und Ebenkultur mit Priming (rechts) 8 Tage nach dem Aussaattermin im Versuchsjahr 2017 am Standort Bösenbrunn.....	16
Abb. 5: Dammkultur mit Priming 8 Tage nach dem Aussaattermin im Versuchsjahr 2018 am Standort Oberhermsgrün.....	17
Abb. 6: Ebenkultur mit Priming 8 Tage nach dem Aussaattermin im Versuchsjahr 2018 am Standort Oberhermsgrün.....	17
Abb. 7: Dammkultur mit Priming (oben) und Ebenkultur mit Priming (unten) 12 Tage nach dem Aussaattermin im Versuchsjahr 2017 am Standort Bösenbrunn.....	18
Abb. 8: Dammkultur mit Priming (oben) und Ebenkultur mit Priming (unten) 16 Tage nach dem Aussaattermin im Versuchsjahr 2018 am Standort Oberhermsgrün	19
Abb. 9: Bodentemperaturmessung 4 Tage am Standort Bösenbrunn (links) und 8 Tage nach dem Aussaattermin am Standort Oberhermsgrün (rechts).....	19
Abb. 10: Ebenkultur ohne Priming (oben) und Dammkultur ohne Priming (unten) im Vergleich am Standort Bösenbrunn, 10-07-2017	20
Abb. 11: Ebenkultur ohne Priming (oben) und Dammkultur ohne Priming (unten) im Vergleich am Standort Oberhermsgrün, 13-07-2018	21
Abb. 12: Winterkörnerleguminosen Wintererbse und Triticale im Gemenge (oben links), Wintererbse Reinsaat (oben rechts), Winterackerbohnen in Reinsaat (unten links) und Winterackerbohnen und Triticale (unten rechts) im Gemenge zur Feldaufgangserfassung am Standort Schafhäuser, 12-10-2017.....	22
Abb. 13: Überwinterungsmarkierung nach (HOF-KAUTZ 2008) bei Wintererbsen (links) und Winterackerbohne (rechts) am Standort Schafhäuser, 03-11-2017	22
Abb. 14: Erfrorene Winterackerbohne mit Markierung nach (HOF-KAUTZ 2008) zur Überwinterungsbonitur am Standort Schafhäuser, 09-04-2018	23

Abb. 15: Erfrorene Wintererbse mit Markierung nach (HOF-KAUTZ 2008) zur Überwinterungsbonitur am Standort Schafhäuser, 09-04-2018	23
Abb. 16: Kompletter Ausfall von Winterackerbohnen durch Erfrieren am Standort Schafhäuser, 09-04-2018	24
Abb. 17: Kompletter Ausfall von Wintererbsen durch Erfrieren am Standort Schafhäuser, 09-04-2018	24
Abb. 18: Überwinterte Winterackerbohnen in Reinsaat (links), Wintererbsen in Reinsaat (Mitte) und Winterackerbohnen, Wintererbsen und Triticale im Gemenge (rechts) am Standort Schönbrunn, 11-04-2019.....	25
Abb. 19: Schädlingsbonitur der Körnerleguminosenbestände (Bild oben Blattläuse auf Wintererbse, Bild unten Blattfraß an Winterackerbohne) am Standort Schönbrunn, 14-06-2019	26
Abb. 20: Versuchsanlage mit Körnerleguminosen zum Erntezeitpunkt am Standort Schönbrunn, 24-07-2019.....	27
Abb. 21: Probenaufbereitung von Körnerleguminosen an der HTW Dresden, Pillnitz	27
Abb. 22: Manuelle Gärresteausbringung unmittelbar vor der Rapsaussaat nach Vorfrucht Rotklee am Standort Untereichigt, 24-08-2017	28
Abb. 23: Maschinelle Aussaat nach Gärresteeinarbeitung nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Oberhermsgrün, 24-08-2017	28
Abb. 24: Versuchsanlage am Standort Triebel/Vogtland unmittelbar nach der Gärresteausbringung und anschließender Rapsaussaat, 19-08-2018.....	29
Abb. 25: Einarbeitung von Gärresten mittels Bodenfräse nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Triebel/Vogtland, 19-08-2018	29
Abb. 26: Rapsbestände zur Erfassung des Feldaufganges nach Vorfrucht Rotklee am Standort Untereichigt, 21-09-2017	30
Abb. 27: Rapsbestände zur Erfassung des Feldaufganges nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Triebel/Vogtland, 21-09-2018	30
Abb. 28: Manuelle Zwischenrapsernte im Herbst 2017 (oben links und rechts am Standort Untereichigt) und Herbst 2018 (unten links und rechts am Standort Rebersreuth).....	31
Abb. 29: Markierte Wintererbsen nach (HOF-KAUTZ 2008) im Herbst 2017 nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Oberhermsgrün, 03-11-2017.....	32

Abb. 30: Rapsbestände zum Zeitpunkt der Überwinterungsbonitur von Wintererbsen am Standort Oberhermsgrün, 09-04-2018	32
Abb. 31: Überwinterte Wintererbse im Rapsgemenge nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Oberhermsgrün, 09-04-2018	33
Abb. 32: Überwinterte Wintererbse im Rapsgemenge nach Vorfrucht Rotklee am Standort Rebersreuth, 10-04-2019	33
Abb. 33: Unkrautbonituarbeiten in Rapsbeständen nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Oberhermsgrün, 26-04-2018.....	34
Abb. 34: Schädlingsbonitur bei Raps am Standort Triebel/Vogtland, 02-05-2019	35
Abb. 35: Rapsblüte nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Triebel/Vogtland, 02-05-2019	36
Abb. 36: Rapsblüte nach Vorfrucht Rotklee am Standort Rebersreuth, 02-05-2019.....	37
Abb. 37: Handernte nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Triebel/Vogtland, 24-07-2019	38
Abb. 38: Handernte nach Vorfrucht Rotklee am Standort Rebersreuth, 24-07-2019	39
Abb. 39: Druschernte nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Triebel/Vogtland, 24-07-2019	40
Abb. 40: Feldtag Innovative Anbaustrategien für ökologische Milchviehbetriebe, 27-05-2019	41
Abb. 41: Feldaufgang [%] nach 4, 8, 12 und 16 Tagen für die Varianten Ebenkultur/Dammkultur und Mit Priming/Ohne Priming in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Anbauverfahren × Saatgutbehandlung).....	45
Abb. 42: Boden- und Lufttemperatur [°C] nach 4, 8, 12 und 16 Tagen für die Varianten Ebenkultur/Dammkultur und Mit Priming/Ohne Priming in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Anbauverfahren × Saatgutbehandlung)	46
Abb. 43: Trockenmasse-Ertrag [dt/ha] der Kolben (ohne Lieschblätter) und von Spross + Blatt (inkl. Lieschblätter) für die Varianten in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Anbauverfahren × Saatgutbehandlung, $GD_{\text{Kolben2017}}=18,67$; $GD_{\text{Spross+Blatt2017}}=13,58$; $GD_{\text{Kolben2018}}=4,41$; $GD_{\text{Spross+Blatt2018}}=5,55$).....	47

Abb. 44: Trockenmasse-Anteil der Kolben (ohne Lieschblätter) und von Spross + Blatt (inkl. Lieschblätter) für die Varianten in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Anbauverfahren × Saatgutbehandlung, $GD_{2017}=4,18$; $GD_{2018}=5,01$)	48
Abb. 45: Gesamt-Bestandesdichte [Pflanzen/m ²] und Gesamt-Feldaufgang [%] der Winter-Körnerleguminosen in Reinsaat und Gemenge im November in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (einfaktoriell, $GD_{\text{Bestandesdichte } 2017}=21,46$, $GD_{\text{Bestandesdichte } 2018}=0,27$, $GD_{\text{Feldaufgang } 2017}=42,04$, $GD_{\text{Feldaufgang } 2018}=3,92$)	52
Abb. 46: Ackerbohnenkörner zum Zeitpunkt der Erfassung von Bestandesdichte und Feldaufgang im Herbst 2017 am Standort Schönbrunn	53
Abb. 47: Bestandesdichte [Pflanzen/m ²] und Feldaufgang [%] der Winter-Körnerleguminosen in Reinsaat und Gemenge nach der Überwinterung im März in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (Keine Balken für das Versuchsjahr 2017/2018, da alle Körnerleguminosen-Kulturen vollständig erfroren sind) (einfaktoriell, $GD_{\text{Bestandesdichte } 2019}=0,28$, $GD_{\text{Feldaufgang } 2019}=0,18$)	54
Abb. 48: Gesamt-Bestandesdichte [Pflanzen/m ²] der Sommer-Körnerleguminosen in Reinsaat und Gemenge im Mai in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (einfaktoriell, $GD_{\text{Bestandesdichte } 2018}=14,29$, $GD_{\text{Bestandesdichte } 2019}=32,93$)	55
Abb. 49: Unkraut-Bedeckungsgrad [%] der Winter- und Sommer-Körnerleguminosen in Reinsaat und Gemenge im Juni in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (einfaktoriell, $GD_{2018}=6,33$, $GD_{2019}=2,6$)	57
Abb. 50: Trockenmasse-Ertrag {dt/ha} der Unkräuter bei den Winter- und Sommer-Körnerleguminosen in Reinsaat und Gemenge zur Haupternte in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (einfaktoriell, $GD_{2018}=8,13$, $GD_{2019}=11,29$)	59
Abb. 51: Bestand mit Ackerbohne im Gemenge mit Hafer	60
Abb. 52: Saugschädigung und Virussympptome bei einzelner Erbsenpflanze	62
Abb. 53: Fraßschaden durch Erbsenwickler (<i>Cydia nigricana</i> F.) an Erbsenhülse	63
Abb. 54: Gesamt-Trockenmasse-Ertrag [dt/ha] der Körner vom Drusch der Winter- und Sommer-Körnerleguminosen in Reinsaat und Gemenge zur Haupternte in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (einfaktoriell, $GD_{2018}=12,56$, $GD_{2019}=7,46$)	63
Abb. 55: Protein-Ertrag [kg N/ha] vom Drusch der Winter- und Sommer-Varianten zur Haupternte in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (einfaktoriell, $GD_{2018}=68,61$, $GD_{2019}=33,58$)	65

Abb. 56: Feldaufgang vom Raps für die Varianten nach den Vorfrüchten Winterweizen und Rotklee in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Gärresteeinarbeitung × Aussaatform, $GD_{\text{Winterweizen 2017}}=35,27$, $GD_{\text{Winterweizen 2018}}=14,9$, $GD_{\text{Rotklee 2017}}=25,03$, $GD_{\text{Rotklee 2018}}=11,51$)	70
Abb. 57: Bestandesdichte und Feldaufgang der Erbse für die Varianten nach den Vorfrüchten Winterweizen und Rotklee im Versuchsjahr 2018/2019 (einfaktoriell, $GD_{\text{Bestandesdichte Winterweizen}}=2,20$, $GD_{\text{Bestandesdichte Rotklee}}=4,99$, $GD_{\text{Feldaufgang Winterweizen}}=11,02$, $GD_{\text{Feldaufgang Rotklee}}=24,94$)	71
Abb. 58: Trockenmasse-Ertrag für die Varianten bei der Zwischenernte im Herbst in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Gärresteeinarbeitung × Aussaatform, $GD_{\text{Winterweizen 2017}}=3,87$, $GD_{\text{Winterweizen 2018}}=2,58$, $GD_{\text{Rotklee 2017}}=2,52$, $GD_{\text{Rotklee 2018}}=0,97$)	72
Abb. 59: N-Gehalt [%] für die Varianten bei der Zwischenernte im Herbst in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Gärresteeinarbeitung × Aussaatform, $GD_{\text{Winterweizen 2017}}=3,87$, $GD_{\text{Winterweizen 2018}}=2,58$, $GD_{\text{Rotklee 2017}}=2,52$, $GD_{\text{Rotklee 2018}}=0,97$)	73
Abb. 60: Rapspflanze nach Vorfrucht Rotkleeergras zum Zeitpunkt der Zwischenernte am Standort Rebersreuth (03-11-2018)	74
Abb. 61: Rapspflanze nach Vorfrucht Winterweizen zum Zeitpunkt der Zwischenernte am Standort Triebel/Vogtland (03-11-2018)	74
Abb. 62: Bedeckungsgrad vom Unkraut im Frühling für die Varianten nach den Zwischenfrüchten Winterweizen und Rotklee in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Gärresteeinarbeitung × Aussaatform, $GD_{\text{Winterweizen 2017}}=3,02$, $GD_{\text{Winterweizen 2018}}=5,64$, $GD_{\text{Rotklee 2017}}=8,20$, $GD_{\text{Rotklee 2018}}=5,80$)	75
Abb. 63: Verunkrautung am Standort Untereichigt (Winterraps nach Rotkleeergras) im Frühjahr 2018	76
Abb. 64: Verunkrautung am Standort Oberhermsgrün (Winterraps nach Winterweizen) im Frühjahr 2018	76
Abb. 65: Verunkrautung am Standort Triebel/Vogtland (Winterraps nach Winterweizen) im Frühjahr 2018 (links) und nach manueller Hacke (rechts)	77
Abb. 66: Verunkrautung am Standort Rebersreuth (Winterraps nach Rotkleeergras) im Frühjahr 2018 (links) und nach manueller Hacke (rechts)	77

- Abb. 67: Trockenmasse-Ertrag vom Unkraut bei der Handernte für die Varianten nach den Vorfrüchten Winterweizen und Rotklee in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Gärresteeinarbeitung \times Aussaatform, $GD_{\text{Winterweizen 2018}}=2,67$, $GD_{\text{Winterweizen 2019}}=7,10$, $GD_{\text{Rotklee 2018}}=10,46$, $GD_{\text{Rotklee 2019}}=3,43$) 80
- Abb. 68: Trockenmasse-Ertrag vom Raps-Drusch für die Varianten nach den Vorfrüchten Winterweizen und Rotklee in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (einfaktoriell, da signifikante Wechselwirkungen Gärresteeinarbeitung \times Aussaatform, $GD_{\text{Winterweizen 2018}}=2,84$, $GD_{\text{Winterweizen 2019}}=3,07$, $GD_{\text{Rotklee 2018}}=4,37$, $GD_{\text{Rotklee 2019}}=1,82$) 83
- Abb. 69: Öl-Ertrag vom Raps-Drusch für die Varianten nach den Vorfrüchten Winterweizen und Rotklee in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (statistische Auswertung aufgrund vieler fehlender Daten nicht möglich) 83

1 Zusammenfassung der Projektplanung

1.1 Problembeschreibung

Die Nachfrage nach ökologisch erzeugten Lebensmitteln nimmt in Sachsen und bundesweit kontinuierlich zu. Seit Jahren übersteigt die Nachfrage das Wachstum der ökologisch bewirtschafteten Anbaufläche, weshalb immer mehr Biorohstoffe importiert werden müssen (BZL-Datenzentrum 2017). Andererseits möchten viele noch konventionell wirtschaftende Landwirte auf den ökologischen Landbau umstellen (BOELW 2017). Insbesondere konventionell wirtschaftende Milchviehbetriebe hatten in den vergangenen Jahren häufig mit zu niedrigen Milchpreisen zu kämpfen und würden gern vom stabilen Öko-Milchpreis profitieren (DORFNER 2016). Dem steht insbesondere in Mittelgebirgslagen eine in vielen Fällen nur mäßige Produktivität des ökologischen Ackerbaus entgegen (LEISEN 2010), die vom hohen Bio-Milchpreis nicht ausgeglichen werden kann. Darum suchen umstellungsinteressierte und ökologisch wirtschaftende Betriebe in Mittelgebirgslagen nach Strategien, einerseits die Erträge bei Ackerfutter und Marktfrüchten zu erhöhen und andererseits Ertragsschwankungen zu reduzieren. Könnte damit die Wirtschaftlichkeit verbessert werden, so hätte das eine erhebliche wirtschaftliche Entlastung und einen Schub für die Umstellung auf den ökologischen Landbau in sächsischen wie auch anderen Mittelgebirgslagen zur Folge.

Betrachtet man die natürlichen Voraussetzungen in Mittelgebirgslagen, so folgen die Herausforderungen für den ökologischen Landbau dort insbesondere aus den zumeist vergleichsweise hohen Jahresniederschlägen (750 mm) und niedrigen Jahresmitteltemperaturen von z.T. unter 7 °C. Dieses gilt insbesondere, wenn Milchkühe mit hoher Jahresleistung adäquat mit betriebseigenen erzeugten Futtermitteln zur Deckung des Energie- und Eiweißbedarfes zu versorgen sind. Während vor einer Umstellung betriebseigen erzeugte Maissilage in der Milchviehfütterung die wesentliche Futtergrundlage darstellt, gelingt es vielen ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Mittelgebirgslagen nicht, Mais erfolgreich anzubauen. Grund hierfür ist, dass die kühle Witterung in diesen Lagen zu einer sehr verzögerten Jugendentwicklung des Maises führt, infolge dessen sich Samenunkräuter aufgrund zu geringer Konkurrenzkraft des Maises stark entwickeln können und den Bestand dominieren. Gelingt es, durch spezifische Maßnahmen die Jugendentwicklung des Maises deutlich zu fördern, so dürfte es auch unter diesen Standortbedingungen wie im konventionellen Landbau möglich sein, erfolgreich Mais auch im ökologischen Landbau anzubauen. Das Hofgut Eichigt (ehemals Agrofarm 2000), ein Landwirtschaftsunternehmen in Eichigt im Vogtland mit etwa 1500 Milchkühen, stellte auf ökologischen Landbau um und beabsichtigte deshalb mit dem hier skizzierten Vorhaben innovative Anbauverfahren für Mais in Mittelgebirgslagen zu entwickeln.

Zur Sicherung der Proteinversorgung werden in der ökologischen Milchviehfütterung Körnerleguminosen eingesetzt, die möglichst auch im eigenen Betrieb erzeugt werden, damit der angesetzte Futterwert den Markfruchtpreis übersteigen kann (SPECHT 2019). Die Erzeugung von Körnerleguminosen stellt ökologisch wirtschaftende Betriebe in Mittelgebirgslagen allerdings vor besondere Probleme, da aufgrund der kühlen Bedingungen Winterkörnerleguminosen bei Kahlfrösten auswintern könnten, hingegen Sommerkörnerleguminosen (Ackerbohnen, Erbsen) in Reinsaat aufgrund temperaturbedingter Verzögerung in der Jugendentwicklung über mehrere Wochen ebenfalls Gefahr laufen einer zu starken Verunkrautung zu unterliegen bis die Bestände geschlossen sind (FISCHER 2019; SPORY 2019). Da Untersuchungsergebnisse für Mittelgebirgslagen aus dem ökologischen Landbau zum Anbau und Ertragsleistung geeigneter Körnerleguminosenarten nahezu nicht vorliegen (Ausnahmen: HOF-KAUTZ (2008)) mit Winterackerbohne und Wintererbse, (SCHMIDTKE und LUX 2015) mit Sommererbse und Schmalblättriger Lupine, bedarf es hierzu systematischer Untersuchungen, um für diese Standortbedingungen eine optimale Strategie des Anbaus von Körnerleguminosen in Rein- und Gemengesaat mit anderen Körnerleguminosen zu identifizieren. Hierbei stehen, neben der Kornertragsleistung und Verunkrautung der Bestände bei Verwertung des Erntegutes, vor allem die Flächenerträge an Eiweiß im Erntegut im Vordergrund des Interesses.

Neben der Sicherstellung der Energie- und Eiweißversorgung für die Milcherzeugung generieren ökologisch wirtschaftende Betriebe in Mittelgebirgslagen im Ackerbau auch durch einen Anbau von Marktfrüchten eine zusätzliche Wertschöpfung. Hierbei suchen die Betriebe nach Marktfrüchten mit gesicherter Vermarktung, die unter Bedingungen des ökologischen Landbaus spezifische Standortvorteile in Mittelgebirgslagen aufweisen. Hierzu gehört der Anbau von Winterraps, bei dem der in der Regel stark ertragsreduzierend auftretende Rapsglanzkäfer unter kühl-feuchten Standortbedingungen häufig in geringer Anzahl oder zeitlich verzögert auftritt, so dass ökologisch angebaute Winterraps in Mittelgebirgslagen in vielen Fällen mit größerem Erfolg als in typischen Ackerbauregionen angebaut werden kann. Gleichwohl muss auch unter Mittelgebirgslagen die N-Versorgung für den Raps im Herbst sichergestellt werden und eine Strategie entwickelt werden, die zu einer Absicherung des Ertragsausfalls bei unregelmäßig auftretendem Rapsglanzkäferbefall beiträgt. Ein Gemengeanbau mit Buchweizen wurde von STUMM et al. (2009) untersucht, wobei sich der Buchweizen als ungeeigneter Gemengepartner erwies. Ein Gemengeanbau von Wintererbse mit Winterraps, wie in Untersuchungen von GRONLE und BÖHM (2011) geprüft, könnte einen attraktiveren Lösungsansatz darstellen. GRONLE und BÖHM (2011) wählen in ihren Untersuchungen allerdings eine gleichzeitige Aussaat des Rapses und der Wintererbse (Mitte September), welches weder für den Winterraps noch für die Wintererbse optimale Bedingungen zur Ertragsbildung darstellte. Jedoch wirkte die Wintererbse ertragssichernd, sofern bei Winterraps ein stärkerer Befall mit Rapsglanzkäfer zu verzeichnen war. Diesen Ansatz eines Gemengeanbaus von Wintererbse

und Winterraps galt es innovativ weiter zu entwickeln, insbesondere im Kontext eine Kombination aus Vorfrucht, Düngung und einer versetzten Ansaat (nach URBATZKA et al. (2011a) von Winterraps (Mitte August) und Wintererbse (Ende September/Anfang Oktober).

1.2 Zielformulierung

Ziel des Vorhabens war es für auf ökologischen Landbau umstellende Betriebe im Mittelgebirge, die standortbedingt häufig Milch erzeugen, innovative Strategien im Ackerbau zur a) Absicherung des Anbauerfolges von Mais über eine Förderung der Jugendentwicklung des Mais zu erreichen, b) ein für Mittelgebirgslagen ertragsstabiles Anbauverfahren mit Körnerleguminosen und hohen Proteinerträgen abzuleiten und c) die Ertragssicherheit bei der Erzeugung von Winterraps über Wahl einer günstigen Vorfrucht und einen Gemengeanbau mit versetzt angesäter Wintererbse und Winterraps zu entwickeln, um die betriebliche Wertschöpfung im ökologischen Landbau unter kühl-feuchten Standortbedingungen in Mittelgebirgslagen zu optimieren.

1.3 Arbeitsplan

1.3.1 Methodenbeschreibung

Es wurden in Zusammenarbeit mit dem Betrieb Hofgut Eichigt (ehemals Agrofarm 2000 GmbH) in Eichigt, Vogtland in der Zeit von 2017 bis 2019 Feldversuche durchgeführt, die sich in drei Bereichen strukturieren lassen. Der Betrieb war für das Bereitstellen der Flächen sowie für die Grundbodenbearbeitung zuständig. Die geplanten Feldversuche lassen sich wie folgend in drei Teilbereiche strukturieren:

a. Teilbereich Maisanbau

Zur Beschleunigung der Jugendentwicklung des Maises wurden eine Dammkultur mit einem Anbau von Mais in Ebenkultur verglichen. MEYERCORDT UND MÜCKE (2006) hatten unter suboptimalen Anbaubedingungen in Niedersachsen (toniger Lehm, Wesermarsch) durch eine Dammkultur Mehrerträge bei Mais von bis zu 30% erzielt, die u.a. auf einen zeitigeren Feldaufgang und beschleunigte Jugendentwicklung zurückzuführen waren. Entsprechende Untersuchungen wurden allerdings bisher noch nicht in Mittelgebirgslagen durchgeführt. Zur Beschleunigung der Jugendentwicklung des Maises wurde ferner ein Saatgutpriming des Maises geprüft, bei dem das Saatgut im Labor unter Wasserstressbedingungen „angekeimt“ (geprimt)

und vor der Aussaat rückgetrocknet wurde (SOLEIMANZADEH 2013). Vorversuche der HTW Dresden haben im Frühjahr 2016 ergeben, dass am Standort Eichigt, ausgesäter Mais, der geprimt war, 11 Tage nach der Saat bereits zu 61% aufgelaufen war. Deshalb wurde neben der Dammkultur auch das Saatgutpriming auf die Geschwindigkeit der Jugendentwicklung des Maises, Sprossertrag sowie Futterwert des Maises untersucht. Für das Saatgutpriming wurde Mikrosand (maximale Körnung 0,8 mm) und Leitungswasser verwendet. Der 24 Stunden lang bei 105°C getrocknete Mikrosand wurde in Aluschalen abgefüllt (1 kg Trockensand je Schale) und gleichmäßig befeuchtet (63 ml/Leitungswasser pro Kilogramm Mikroosand). Pro Schale wurden 25 Körner angeordnet und mit Klarsichtfolie abgedeckt. Kurz vor Austritt der Keimwurzel (nach 36 Stunden) wurde das Saatgut bei 20°C rückgetrocknet. Das Priming der Körner für die Aussaat fand 24 Stunden vor dem Aussaattermin im Feld statt.

Im Teilbereich Maisanbau wurden in zweifaktorieller Versuchsanlage folgende Prüfglieder getestet:

1. Ebenkultur, nicht vorbehandeltes Saatgut (nicht geprimt)
2. Ebenkultur, vorbehandeltes Saatgut (geprimt)
3. Dammkultur, nicht vorbehandeltes Saatgut (nicht geprimt)
4. Dammkultur, vorbehandeltes Saatgut (geprimt)

Die einzelnen Prüfglieder wurden in 4 Feldwiederholungen ausgeführt und in den Versuchsjahren 2017 und 2018 in zweifaktoriellen Blockanlagen untersucht. Die Versuchsfläche wurde vor Beginn der Aussaat mit einem Wendepflug (27 cm) und mit einer Kreiselegge (8 cm) bearbeitet. Mit Anlage des Feldversuches (am 14.05.2017 und am 16.05.2018) wurden Bodenproben zur Erfassung der Grundnährstoffgehalte entnommen (Tab. 6, S. 44). Die Anlage der Parzellen erfolgte per Hand, in dem mithilfe von Rechen die Dämme auf eine Höhe von 15 cm gezogen wurden. 2017 wurden die Dämme in Richtung Nord-Süd gezogen, während sie im Jahr 2018 in Richtung Ost-West lagen. Die Reihen für die Ebenkultur-Varianten wurden mit einem manuellen Reihenzieher auf 75 cm Abstand realisiert. Die Saattiefe betrug 6 cm mit einem Kornablageabstand von 13 cm und einer Saattiefe von 11 Körner/m² der Sorte *Pioneer P7500*. Die Pflegearbeiten wurden ebenfalls manuell mithilfe von Hacken durchgeführt. Mit Aussaat des Maises wurden die Geschwindigkeit des Feldaufganges und die Bodentemperatur von jedem Prüfglied zu 4 Terminen (nach 4, 8, 12 und 16 Tagen nach der Aussaat) je Jahr (2017 und 2018) dokumentiert. Die Bodentemperatur wurde anhand eines digitalen Thermometers (GTH 1160 Greisinger electronic, Genauigkeit plus minus 0,1 Grad Celsius) ermittelt. Zu Vegetationsende zum Zeitpunkt der Siloreife (BBCH 75) wurden am 19.09.2017 und am 05.09.2018 Maispflanzenproben auf 6,75 m² (3 Reihen x 3 m Länge) durch Handernte mit

Obstbauscheren zur Bestimmung des Spross- und Kolbenenertrages sowie Futterwert des Mais kurz über dem Wurzelhals geschnitten und auf Frisch- und Trockenmasse untersucht, in dem die Proben 48°C bei 55°C getrocknet wurden. Die Futterwertanalyse erfolgte nach den Analysemethoden des VdLUFA III für folgende Parameter:

- Trockensubstanz (TS) [g/kg]
- Rohasche [g/kg TS]
- Rohprotein [g/kg TS]
- Rohfaser [g/kg TS]
- Rohfett [g/kg TS]
- Zucker [g/kg TS]
- Stärke [g/kg TS]
- ELOS [%]
- aNDFom [g/kg TS]
- ADFom [g/kg TS]
- ADL [g/kg TS]
- NFC [g/kg TS]
- ME [MJ/ kg TS]
- NEL [MJ/ kg TS]
- nPRr [g/kg TS]
- rNB [g/kg TS]

b. Teilbereich Körnerleguminosenanbau

Geprüft wurden in einer Spaltanlage Großparzellen (Winterkörnerleguminosen/Sommerkörnerleguminosen) und Unterparzellen (Rein- bzw. Gemengesaat) jeweils als Rein- und Gemengesaaten der Körnerleguminosen, um im Gegensatz zu Gemengen der Körnerleguminosen mit Nichtleguminosen (Reihenabstand 25 cm) höchste Eiweißerträge je Flächeneinheit zu erzielen. Gemenge aus Körnerleguminosen haben sich in einer laufenden Untersuchung der HTW Dresden (hier Gemenge aus Erbse und Schmalblättriger Lupine, (ROSE 2016) als ertragsstärker hinsichtlich des Proteinertrages als die jeweiligen Reinsaat erweisen, so dass hier bisher nicht geprüfte Gemenge von Körnerleguminosen neben Gemengen mit Getreide (nach Zimmer et al. (2015)) geprüft wurden. Der Feldversuch dazu gestaltete sich hinsichtlich der Prüffaktoren wie folgt:

I Winterkörnerleguminosen

1. Winterackerbohne (*Augusta*) in Reinsaat (30 Körner/m², 6 cm Saattiefe)
2. Wintererbse (*E.F.B. 33*) in Reinsaat (40 Körner/m², 4 cm Saattiefe)
3. Winterackerbohne (*Augusta*, 15 Körner/m²) in Gemenge mit Wintererbse (*E.F.B. 33*, 20 Körner/m²)
4. Winterackerbohne (*Augusta*, 15 Körner/m²) in Gemenge mit Wintererbse (*E.F.B. 33*, 20 Körner/m²) und Triticale (*Agostino*, 60 Körner/m², 3 cm Saattiefe)

II Sommerkörnerleguminosen

1. Sommerackerbohne (*Fanfare*) in Reinsaat (50 Körner/m², 6 cm Saattiefe)
2. Sommererbse (*Respect*) in Reinsaat (90 Körner/m², 4 cm Saattiefe)
3. Schmalblättrige (*Boregine*) Lupine in Reinsaat (95 Körner/m², 3 cm Saattiefe)
4. Sommerackerbohne (*Fanfare*, 25 Körner/m²) in Gemenge mit Hafer (*Max*, 60 Körner/m²)
5. Sommererbse (*Respect*, 45 Körner/m²) in Gemenge mit Sommergerste (*Planet*, 60 Körner/m²)
6. Sommererbse (*Respect*, 45 Körner/m²) in Gemenge mit schmalblättriger Lupine (*Boregine*, 47,5 Körner/m²)

Alle Prüfglieder wurden in 4 Feldwiederholungen für die Prüffahre 2017/2018 und 2018/2019 angelegt. Die Versuchsfläche wurde vor Beginn der Aussaat mit einem Wendepflug (27 cm) und mit einer Kreiselegge (8 cm) bearbeitet. Die verschiedenen Pflanzenarten wurden auf die jeweilige Saattiefe einzeln ausgesät. Die Wintervarianten wurden zum 29.09.2017 und zum 05.10.2018 ausgesät. Die Sommervarietenaussaat fand am 12.04.2018 und am 11.04.2019 statt. Die Körnerleguminosen aus den Wintervarianten wurden nach Erfassung des Grundnährstoffgehaltes im Boden zum Aussaatzeitpunkt und des Feldaufganges im Herbst (03.11.2017 und 03.11.2018) anschließend nach HOF-KAUTZ (2008) mit Einzelpflanzenmarkierung versehen, um die Überwinterungsrate im darauffolgenden Frühjahr ermitteln zu können. Alle vorhandenen Leguminosen wurden mit hölzernen Stäben markiert.

- Bonitur des Pflanzenbestandes (Schaderreger) und Verunkrautung zu zwei Terminen je Vegetationsperiode
 - Erfassung des TM-Ertrages der Unkräuter zur Druschreife auf 1,5 m² je Parzelle
 - Kernparzellendrusch (15 m² je Parzelle) mit Erfassung des Ertragsanteiles Kornmasse im Gemenge
 - Bestimmung des N-Gehaltes im Korngut und Ermittlung des Proteinertrages je Flächeneinheit
- Versuchsfläche: 1200 m², Anlage und Drusch der Parzellen per Parzellentechnik (Saat und Drusch)

Die Schaderreger und Krankheiten wurden zu zwei Terminen beobachtet und klassifiziert. Die Verunkrautung wurde mithilfe eines Göttinger Schätzrahmens bonitiert, wobei der Bedeckungsgrad der Unkräuter bestimmt wurde. Die am häufigsten vorkommenden Beikrautarten wurden einzeln bestimmt. Die Schädlinge wurden klassifiziert. Die TM-Masse der Unkräuter

wurde zusätzlich zum Druschtermin bestimmt, in dem mithilfe einer Handschere alle Pflanzen kurz über dem Boden auf 1,5 m² abgeschnitten wurden. Die Proben wurden 48 Stunden lang bei 105 °C getrocknet, bevor die TM-Erträge bestimmt werden konnten. Die per Hand beernteten Kulturpflanzen wurden nach Pflanzenart sortiert, wobei die Hülsen und Ähren getrennt wurden. Daraus wurden die TM-Erträge für Stroh (Sprossmasse, Blattmasse, leere Hülsenmasse) sowie für Korn bestimmt (gedroschenes Korn ohne Hülsen bzw. Ähren). Alle Proben für die TM-Bestimmung wurden 48 Stunden lang bei 105°C getrocknet. Ein Teil der Kornproben wurde 48 Stunden bei 55 °C getrocknet, mit einer Schneidmühle SM 100 der Firma Retsch auf eine Partikelgröße < 2 mm fein vermahlen und zur C- und N-Analyse verschickt. Die Kornproben nach dem Kernparzellendrusch wurden mit einem Handrüttler und per Hand mithilfe eines Luftkompressors gereinigt und 48 Stunden lang bei 105°C getrocknet.

c. Teilbereich Rapsanbau

Winterraps steht im ökologischen Landbau hinsichtlich der Vorfruchtstellung in Konkurrenz zu Winterweizen, so dass er in der Regel entweder direkt nach bester Vorfrucht (Futterleguminose) oder in zweiter Folge nach Winterweizen (nach Futterleguminose) angebaut wird (KOLBE 2008). Entsprechend kommt dem Winterraps eine sehr gute N-Nachlieferung aus dem Boden (nach Futterleguminose) oder bereits geminderte N-Nachlieferung im Boden (nach Getreide) zu gute. Nach Winterweizen müsste der Raps entsprechend mit Gülle nach Ernte des Weizens gedüngt werden, um eine ausreichende Vorwinterentwicklung des Rapses sicherzustellen. Winterraps wurde in diesem Vorhaben sowohl nach Futterleguminose (zweijähriges Rotklee gras) und nach Winterweizen in Rein- und Gemengesaat mit Wintererbse angebaut. Als dritten Prüffaktor wurde vor der Saat des Winterrapses Gärrest ausgebracht (60 kg NH₄-N/ha, Nährstoffzusammensetzung der ausgebrachten Gärreste unter Tab. 18, S. 69). Somit ergibt sich ein zweifaktorieller Versuchsaufbau an zwei Standorten (nach Vorfrucht Rotklee gras und nach Vorfrucht Winterweizen) mit folgenden Prüfgliedern:

I nach Rotklee gras

1. Winterraps in Reinsaat, ohne Gärrestearbeitung (*Bender*, 80 Körner/m², 2 cm Saattiefe)
2. Winterraps (*Bender*, 40 Körner/m², 2 cm Saattiefe) in Gemengesaat mit Wintererbse (*E.F.B.* 33, 20 Körner/m², 4 cm Saattiefe), ohne Gärrestearbeitung

II nach Winterweizen

3. Winterraps in Reinsaat, mit Gärrestearbeitung (*Bender*, 80 Körner/m², 2 cm Saattiefe)

4. Winterraps (*Bender*, 40 Körner/m², 2 cm Saattiefe) in Gemengesaat mit Wintererbse (*E.F.B.* 33, 20 Körner/m², 4 cm Saattiefe), mit Gärrestearbeitung

Alle Prüfglieder wurden in 4 Feldwiederholungen für die Prüffahre 2017/2018 und 2018/2019 durchgeführt. Die Versuchsfläche wurde vor Beginn der Aussaat mit einem Wendepflug (27 cm) und mit einer Kreiselegge (8 cm) bearbeitet. Die Gärreste wurden bei allen Varianten unmittelbar vor der Aussaat gewogen, per Hand mit Gießkannen ausgebracht und mithilfe einer Bodenfräse eingearbeitet.

- Erfassung des Feldaufganges der Kulturen und deren Überwinterung nach HOF-KAUTZ (2008) mit Einzelpflanzenmarkierung
- Bonitur des Pflanzenbestandes (Schaderreger) und Verunkrautung zu zwei Terminen je Vegetationsperiode
- Erfassung des TM-Ertrages der Unkräuter und des Rapses zu Vegetationsende auf 2,5 m² je Parzelle
- Analyse des N-Gehaltes in der erfassten pflanzlichen Biomasse
- Kernparzellendrusch (15 m² je Parzelle) mit Erfassung des Ertragsanteiles Kornmasse im Gemenge
- Erfassung des Ölgehaltes des Rapses (nach der Untersuchungsmethode NIT – Analysator Typ 1241 (Fa. FOSS) N

Geprüft wurden die Grundnährstoffgehalte der Standorte sowie der Nährstoffgehalt im Gärrest. Die Aussaat der Kulturen war zu verschiedenen Zeitpunkten geplant. Während die Aussaat des Winterraps im August stattfand (am 23. und 24.08.2017, und am 17.08.2018), ist die Wintererbse später ausgesät worden (am 29.09.2017 und am 05.10.2018). In der Herbstperiode wurde der Feldaufgang des Winterrapses (am 21.09.2017 und am 21.09.2018) und der Wintererbse erfasst (am 03.11.2017 und am 22.10.2018). Während der gleichen Periode fand auch eine Einzelpflanzenmarkierung der Wintererbse nach (HOF-KAUTZ 2008) statt (am 03.11.2017 sowie am 13.11.2018). Im Frühjahr erfolgte eine Überwinterungsbonitur (am 09.04.2018 und am 10.04.2019). Im darauffolgenden Vegetationsjahr wurden neben zwei Bonituren des Pflanzenbestandes nach Schaderregerbefall auch zwei Bonituren der Verunkrautung der Bestände durchgeführt (am 26.04.2018 und am 08.06.2018 sowie am 02.05.2019 und am 26.06.2019). Die Verunkrautung wurde mithilfe eines Göttinger Schätzrahmens bonitiert, wobei der Bedeckungsgrad der Unkräuter bestimmt wurde. Die am häufigsten vorkommenden Beikrautarten wurden einzeln bestimmt. Die Schädlinge wurden zum einen klassifi-

ziert und zum anderen wurde eine Rapsglanzkäferbonitur (*Brassicogethes aeneus*) zum Zeitpunkt des Rapsblütebeginns durchgeführt (BBCH 59). Dabei wurden pro Prüfparzelle 10 zufällig ausgesuchte Rapspflanzen ausgewählt und alle Rapskäfer gezählt. Zur Vegetationsende wurden nach einer Handernte auf jeweils 2,5 m² der TM-Ertrag des Rapses und der Unkräuter ermittelt. Die Handerntten der Parzellen fanden am 02.08.2018 und am 24.07.2019 statt. Nach einem Kernparzellendrusch (am 03.08.2018 und am 09.08.2019) auf ca. 15 m² je Parzelle wurde der Ertragsanteil der Kornmasse im Gemenge ermittelt. Die per Hand beernteten Proben wurden nach Pflanzenart und Unkraut sortiert, wobei die leeren Schoten und Hülsen zum Stroh hinzugefügt wurden. Daraus wurden die TM-Erträge für Stroh (Sprossmasse, Blattmasse, leere Schoten bzw. Hülsen) sowie für Korn bestimmt (gedroschenes Korn ohne leere Schotten). Alle Proben für die TM-Bestimmung wurden 48 Stunden lang bei 105°C getrocknet. Ein Teil der Kornproben wurde 48 Stunden bei 55 °C getrocknet, mit einer Schneidmühle SM 100 der Firma Retsch auf eine Partikelgröße < 2 mm fein vermahlen und zur C- und N-Analyse und Ölgehaltsanalyse verschickt. Aufgrund der sehr geringen Mengen an Korn, die bei der Ernte zu finden waren, konnte keine systematische Analyse durchgeführt werden. Im ersten Jahr wurden keine Wintererbsen geerntet. Die geringen Kornproben nach dem Kernparzellendrusch wurden mit einem Luftkompressor gereinigt und 48 Stunden lang bei 105°C getrocknet.

1.3.2 Arbeits- und Lösungsweg

Die praktischen Feldversuche wurden auf geeigneten Betriebsschlägen nach Absprache mit der Geschäftsführung und dem pflanzenbauzuständigen Mitarbeiter von Hofgut Eichigt angelegt. Alle Versuche aus den drei Teilbereichen wurden vollständig randomisiert angelegt, um eine statistische Absicherung der Ergebnisse gewährleisten zu können. Die Versuchsanlagen wurden auf zwei unterschiedlichen Betriebsschlägen nach Winterweizen bzw. Rotkleegras angelegt. Für die Düngung mit Gärresten im Teilbereich Rapsanbau wurde eine manuelle Ausbringung durchgeführt, um die Präzision in der Blockanlage zu erhöhen. Um Wechselwirkungen mit den nächstgelegenen Parzellen auszuschließen wurden Zwischenparzellen ohne Gärresteapplikation vorgesehen. Die Ausführung des Teilbereiches Körnerleguminosen erforderte eine Lösung hinsichtlich der Bodenbearbeitung zu den zwei Aussaatterminen im Herbst und im Frühjahr. Die Bodenbearbeitung wurde zuerst mittels eines Pfluges (27 cm) und eines Feingrubbers von dem Betrieb im Herbst durchgeführt, während die zweite Bodenbearbeitung im Frühjahr mittels Parzellenkreiselegge (8 cm) und zweifachem Fahren über die auszusäenden Parzellen ein flaches und unkrautfreies Saatbeet ermöglichte. Größere Unkrautreste wurde manuell mit einem Rechen von der Versuchsfläche entfernt. Die Dammbildung im Teilbereich

Maisanbau erfolgte manuell, da ein Umbau der vorhandenen Technik kurzfristig keine zufriedenstellenden Ergebnisse liefern konnte. Dafür wurden mit Rechen die Dämme solange manuell geformt, bis eine Höhe von 15 cm erreicht wurde.

Tabellarischer Zeit- und Arbeitsplan (chronologisch)

Tab. 1: Tabellarischer Zeit- und Arbeitsplan in der Periode 04/2017 bis 12/2017 (chronologisch)

Zeitraum	Teilbereich Maisanbau	Teilbereich Körnerleguminosen	Teilbereich Rapsanbau
04/2017	Vorbereitung und Auswahl der Versuchsfläche und des Saatgutprimings	-	-
05/2017	Anlage Versuch I, Bonituren (Feldaufgang, Bodentemperatur)	-	-
06 und 07/2017	Bonitur- und Pflegearbeiten	-	Vorbereitung und Flächenauswahl für Versuche
06 und 07/2017	Darstellung des Projektes und Versuchsanlage im Internet		
08/2017	Auswertung Versuchsergebnisse	Vorbereitung und Auswahl der Versuchsfläche	Anlage Versuch I
09/2017	Ernte Versuchsreihe I und Probenaufbereitung	Anlage Versuch I	Bonitur und Pflegearbeiten
10/2017	Versand Proben zur Analyse, Auswertung Versuchsergebnisse	Erfassung Feldaufgang, Markierung Pflanzen zur Überwinterung	Bonitur- und Pflegearbeiten
11/2017	Auswertung Versuchsergebnisse	Auswertung Versuchsergebnisse	Probenahme und -aufbereitung
12/2017	Abfassung Zwischenbericht	Abfassung Zwischenbericht	Auswertung Daten, Probenaufbereitung und -analyse, Abfassung Zwischenbericht

Tab. 2: Tabellarischer Zeit- und Arbeitsplan in der Periode 01/2018 bis 12/2018 (chronologisch)

Zeitraum	Teilbereich Maisanbau	Teilbereich Körnerleguminosen	Teilbereich Rapsanbau
01 bis 03/2018	Vorbereitung und Auswahl der Versuchsfläche und des Saatgutprimings	Vorbereitung Versuchsanlage Sommerkörnerleguminosen, Überwinterungsbonitur	Überwinterungsbonitur
04/2018	Saatgutpriming	Aussaat Sommerkörnerleguminosen	Boniturarbeiten
05/2018	Anlage Versuch I; Bonituren	Bonitur- und Pflegearbeiten	Boniturarbeiten
06 und 07/2018	Bonitur- und Pflegearbeiten	Bonitur- und Pflegearbeiten, Vorbereitung und Flächenauswahl Versuch II	Vorbereitung und Flächenauswahl für Versuche II
07/2018	Darstellung erster Versuchsergebnisse im Internet		
08/2018	Auswertung Versuchsergebnisse	Vorbereitung und Auswahl der Versuchsfläche II	Anlage Versuch I
09/2018	Ernte Versuchsreihe II und Probenaufbereitung	Anlage Versuch II, Probenaufbereitung und -analyse Versuch I	Bonitur und Pflegearbeiten Versuch II, Probenaufbereitung und -analyse Versuch I
10/2018	Versand Proben zur Analyse, Auswertung Versuchsergebnisse	Erfassung Feldaufgang, Markierung Pflanzen zur Überwinterung II	Bonitur- und Pflegearbeiten
11/2018	Auswertung Versuchsergebnisse II	Auswertung Versuchsergebnisse II	Probenahme und -aufbereitung II
12/2018	Abfassung Zwischenbericht	Abfassung Zwischenbericht	Auswertung Versuchsergebnisse II, Probenaufbereitung und -analyse, Abfassung Zwischenbericht

Tab. 3: Tabellarischer Zeit- und Arbeitsplan in der Periode 01/2019 bis 12/2019 und 01/2020 bis 03/2020 (chronologisch)

Zeitraum	Teilbereich Maisanbau	Teilbereich Körnerleguminosen	Teilbereich Rapsanbau
01 bis 03/2019	Auswertung und Darstellung Versuchsergebnisse I und II, Vorstellung der Ergebnisse bei Fachveranstaltungen, Internet	Vorbereitung Versuchsanlage Sommerkörnerleguminosen, Überwinterungsbonitur	Überwinterungsbonitur
04/2019		Aussaat Sommerkörnerleguminosen	Boniturarbeiten
05/2019		Bonitur- und Pflegearbeiten	Boniturarbeiten
06 und 07/2019		Bonitur- und Pflegearbeiten, Ernte Winterkörnerleguminosen	Bonitur- und Pflegearbeiten, Handernte der Versuche
08/2019	Auswertung Versuchsergebnisse II	Ernte Sommerkörnerleguminosen II	Ernte Versuch II
09/2019	-	Probenaufbereitung und -analyse Versuch II	Probenaufbereitung und -analyse Versuch II
10/2019	-	Auswertung Versuchsergebnisse II	Auswertung Versuchsergebnisse II
11 bis 12/2019	Auswertung Versuchsergebnisse, Abfassung Abschlussbericht		
01 bis 03/2020	Abfassung Abschlussbericht, Einstellen der Ergebnisse auf die Webseite AgroPrak.org sowie an die Agrarpresse		

Meilenstein I (Ende Dezember 2017): Alle Versuche angelegt, erste Bonituren und Auswertungen erfolgt. Zwischenbericht 2017 erstellt, Projekt im Internet dargestellt

Meilenstein II (Ende Dezember 2018): Alle Versuche angelegt, Versuchsserie I beerntet und Proben analysiert, Zwischenbericht 2018 erstellt

Meilenstein III (Ende März 2020): Alle Versuche durchgeführt und ausgewertet, Berichte erstellt, Ergebnisveröffentlichung über 6 Fachveranstaltungen (siehe 4.2), Medien und Multiplikatoren 2019 durchgeführt, Abschlussbericht 2019 erstellt

1.3.3 Arbeitsbeiträge der einzelnen Mitglieder der operationellen Gruppe

Eine Übersicht der Arbeitsbeiträge der Mitglieder der operationellen Gruppe innerhalb des Projektes gibt Tab. 4:

Tab. 4: Arbeitsbeiträge der einzelnen Mitglieder der operationellen Gruppe (OG)

Mitglied der operationellen Gruppe (OG)	Arbeitsbeitrag
<i>Vereinigung ökologischer Landbau e.V. Gäa</i>	Unterstützt das Projekt in Konzeption und Durchführung mit Erfahrungen aus 25 Jahren Beratungsarbeit im ökologischen Landbau in Sachsen und anderen Teilen Deutschlands. Daneben beteiligt sich die Gäa an der Bekanntmachung und Verbreitung der Ergebnisse über ihre bei Landwirten tätigen Berater, die oft auch in Mittelgebirgslagen beraten.
<i>Hofgut Eichigt GmbH</i>	Mitwirkung durch Einbringen der Erfahrungen zum Standort in die Konzeption und Ergebnisdiskussion des Projektes, Erbringung des Eigenanteils und durch Bereitstellung der Versuchsflächen, Gärreste und Versuchsergebnisse für Berufskollegen, Berater und Multiplikatoren.
<i>Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden</i>	Planung, Anlage, Auswertung der Versuche und Interpretation der Versuchsergebnisse, Abfassung der Versuchsberichte sowie Erstellung von Unterlagen zum Transfer des erarbeiteten Wissens einschließlich Vorträge auf Fachveranstaltungen.

1.4 Erwartete Ergebnisse

Es besteht die Aussicht, dass hinsichtlich der Strategien zur Beschleunigung des Feldaufganges und der Jugendentwicklung des Maises, im günstigsten Fall in der Kombination von Saatgutpriming und Dammkultur, nicht nur positive Wirkungen auf die Ertragsleistung und Qualität des Maises resultieren, sondern auch die Konkurrenzkraft des Maises gegenüber Unkräutern entsprechend gesteigert wird. Es wird ferner erwartet, dass für die Standortbedingungen im Mittelgebirge sich mindestens zwei Strategien des Anbaus von Körnerleguminosen ergeben, die zu signifikant höheren Proteinerträgen je Flächeneinheit führen. Hierbei könnten sich die Kombination aus Winterackerbohne und Wintererbse sowie die Kombination aus Sommererbse und Lupine als relativ vorzüglichste Varianten ergeben, soweit diese Bestände auch in der Lage sind, Unkräuter effizient zu unterdrücken. Hinsichtlich der neuen Fruchtfolge-Strategien des Rapsanbaus besteht die Erwartung, dass bei geringem Befall mit Rapsglanzkäfern sich die Reinsaat des Rapses als ertragsstärker erweist, als das Gemenge mit Wintererbse, hingegen bei stärkerem Befall mit Rapsglanzkäfern sich der Gemengeanbau als gute Anbaualternative erweist. Die Untersuchungen werden ferner auf großes Interesse der Fachkollegen aus der Praxis des ökologischen Landbaus stoßen, da viele Betriebe in Mittelgebirgslagen mit ähnlich gelagerten Problemen behaftet sind.

2 Darstellung des Projektverlaufs

Ab April 2017

Es wurde mit der Vorbereitung der Feldversuche in Mittelgebirgslagen begonnen. Dies beinhaltete genauere Versuchsplanung, Flächenauswahl mit Treffen der operationellen Gruppe am Standort Eichigt sowie Saatgutauswahl. Die Versuchsserie I aus dem Teilbereich Maisanbau wurde angelegt, alle Bonitur- und Pflegearbeiten erfolgten laut Arbeitsplan.

Ab August 2017

Die Gärreste für die Versuchsserie I Teilbereich Rapsanbau wurden unmittelbar vor der Aussaat manuell auf die ausgewählten Flächen ausgebracht und eingearbeitet. Die benötigte Gärrestemenge wurde vor Ort für jede Parzelle einzeln gewogen. Für die Rapsversuchsanlage wurden Zwischenparzellen angelegt, um Nachbarschaftswirkungen zwischen den Prüfparzellen weitgehend auszuschließen. Ab September 2017 wurde die Versuchsanlage mit Mais am Standort Bösenbrunn manuell beerntet. Die Gesamtfrischmasse der Proben wurde unmittelbar nach der Ernte festgehalten. In diesem Zeitraum fanden auf den Rapsversuchsanlagen Bonitur- und Pflegearbeiten zur Unkrautregulierung statt. Ende September 2017 wurde Wintererbse mit einer versetzten Saat in die bestehenden Rapsbestände ausgebracht. Zu diesem Zeitpunkt wurde ebenfalls der Feldversuch zum Teilbereich Körnerleguminosenanbau angelegt, bei dem lediglich die Varianten mit Winterkörnerleguminosen ausgesät wurden. Ab November 2017 wurden weitere Unkrautregulierungsmaßnahmen durchgeführt sowie der Feldaufgang der Wintererbsen im Teilbereich Rapsanbau und der Feldaufgang aller Pflanzenarten im Teilbereich Körnerleguminosenanbau erfasst. In diesem Zeitfenster fand eine manuelle Zwischenernte von Rapspflanzen statt, Hinzu kam die Überwinterungsmarkierung von Körnerleguminosen.

Meilenstein I wurde am 31.12.2017 erreicht. Der Zwischenbericht wurde erstellt und die Feldversuche in allen Teilbereichen wurden erfolgreich angelegt. Teilbereich Mais- und Rapsanbau wurden beerntet. Die Versuchsserie II im Teilbereich Rapsanbau wurde erfolgreich angelegt.

Ab Januar 2018

Im Zeitraum Januar bis März wurde an der Datenanalyse sowie an der Planung und Vorbereitung der bevorstehenden Feldversuche gearbeitet. Im Februar fand ein weiteres Treffen der operationellen Gruppe statt, in dessen Rahmen eine Kontrolle der Flächen vor Ort in Eichigt erfolgte. Außerdem begannen ab Ende Februar die Priming-Versuche des Maises unter Laborbedingungen an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden. Im März 2018 wurden die Bonituren zur Überwinterung durchgeführt und das Saatgut für die bevorstehenden Versuche vorbereitet. Mitte April (am 12.04.2018) wurden die Sommerkörnerleguminosen im Teilbereich Körnerleguminosenanbau ausgesät, während die Varianten der Winterleguminosen, die vollständig erfroren waren, manuell gepflegt wurden, um eine übermäßige Unkrautverbreitung zu unterdrücken. Mit Beginn der Rapsblüte wurden die ersten Unkraut- und Schädlingsbonituren durchgeführt. Beim Körnerleguminosenanbau wurde der Feldaufgang der Sommerfrüchte erfasst und die Unkrautflora reguliert. In der zweiten Maiwoche wurden die Dämme für den Teilbereich Maisanbau manuell geformt und für die anschließende manuelle Maisaussaat vorbereitet. Ab dem Aussaatzeitpunkt der Maisanlage erfolgten die Bonitur- und Pflegearbeiten laut Aktionsplan. Die Versuchsanlagen der anderen Teilbereiche wurden weiterhin gepflegt und auf Schädlinge und Unkrautbesatz untersucht. Ab Juli wurde mit der Ernte der Parzellen der Rapsflächen begonnen.

Ab August 2018

Ab August 2018 erfolgten die restlichen Ernten der Parzellen per Hand und per Parzellendrusch der Teilbereiche Raps- und Körnerleguminosenanbau sowie die Aufarbeitung der Proben. Im September fand die Maisernte statt, die ausschließlich per Hand realisiert wurde. Die Aufarbeitung der Proben erfolgte analog zu der Vorgehensweise aus Versuchsjahr 2017. In diesem Monat wurde außerdem der Feldaufgang der Rapsversuchsanlagen erfasst. Im Zeitraum September bis November wurden die aufbereiteten Proben zur weiteren Analyse verschickt (C/N, C/N/S, Ölgehaltsanalyse, Futterwertanalyse). Anfang September erfolgte die versetzte Aussaat von Wintererbsen in den bestehenden Rapsbeständen und der Winterleguminosen in Reinsaat und im Gemenge mit Triticale. Anfang November wurde der Feldaufgang aller Winterleguminosen ermittelt. Hinzu kam noch die Überwinterungsmarkierung der Wintererbsen und Winterackerbohnen mit hölzernen Markierungsstäben. Ende November wurde ein Zwischenbericht mit Fotodokumentation erstellt.

Meilenstein II wurde am 31.12.2018 erreicht. Zwischenbericht wurde erstellt und die Feldversuche in allen Teilbereichen wurden erfolgreich angelegt und beerntet. Der Teilbereich Maisanbau wurde erfolgreich abgeschlossen. Die Versuchsserie II im Teilbereich Körnerleguminosenanbau wurde erfolgreich angelegt.

Ab Januar 2019

Im Zeitraum von Januar bis März 2019 wurde an der Datenauswertung der vorliegenden Ergebnisse gearbeitet. Gleichzeitig wurden die Bonitur- und Pflegearbeiten für die neue Vegetationsperiode geplant. Im März 2019 fand die erste Maßnahme zur Verbreitung der Ergebnisse statt. Im April erfolgte die Aussaat des Teilbereiches Sommerkörnerleguminosen zusammen mit ersten Pflegearbeiten an den Feldversuchen mit Raps, die durch die milden Witterungsbedingungen im Winter sehr stark verunkrautet waren. Aus diesem Grund fanden zwei zusätzliche Unkrautregulierungsmaßnahmen an beiden Standorten bis Ende Juni statt. In dieser Zeit wurden auch Daten zum Unkrautdruck und Schädlingsbefall erhoben. Ab Anfang Mai bis Ende Juni wurden die restlichen Bonituren bei Körnerleguminosen und Raps laut Aktionsplan durchgeführt.

Ab August 2019

Ab August 2019 erfolgten die restlichen Handparzellen- und Druschparzellenernten der Teilbereiche Körnerleguminosen und Rapsanbau sowie die weitere Aufarbeitung der Proben zur Analyse von C/N bzw. C/N/S-Gehalt, Ölgehaltanalyse bei Raps und Trockenmasseertrag. Ab Oktober 2019 wurde mit der Erstellung des Abschlussberichtes begonnen. Im November wurde ein Zwischenbericht erstellt.

Ab Januar 2020

Ab Januar bis Ende März 2020 wurden Informationen für die Weiterverbreitung der Ergebnisse nach Projektende zusammengefasst und der Abschlussbericht wurde erstellt.

Meilenstein III wurde am 31.03.2020 erreicht. Alle Versuchsserien der Teilbereiche Maisanbau, Raps- und Körnerleguminosenanbau wurden erfolgreich abgeschlossen. Abschlussbericht wurde erstellt.

Fotodokumentation

a. Teilbereich Maisanbau



Abb. 1: Solid-Matrix-Priming-Versuche unter Laborbedingungen, 14.04. bis 28.04.2017



Abb. 2: Vollständig randomisierte Blockanlage vor der Aussaat am Standort Bösenbrunn, 14.05.2017



Abb. 3: Manuelle Maisaussaat mit Aussaathilfe am Standort Oberhermsgrün, 16.05.2018



Abb. 4: Dammkultur mit Priming (links) und Ebenkultur mit Priming (rechts) 8 Tage nach dem Aussaattermin im Versuchsjahr 2017 am Standort Bösenbrunn



Abb. 5: Dammkultur mit Priming 8 Tage nach dem Aussattermin im Versuchsjahr 2018 am Standort Oberhermsgrün



Abb. 6: Ebenkultur mit Priming 8 Tage nach dem Aussattermin im Versuchsjahr 2018 am Standort Oberhermsgrün



Abb. 7: Dammkultur mit Priming (oben) und Ebenkultur mit Priming (unten) 12 Tage nach dem Aussaattermin im Versuchsjahr 2017 am Standort Bösenbrunn



Abb. 8: Dammkultur mit Priming (oben) und Ebenkultur mit Priming (unten) 16 Tage nach dem Aussaattermin im Versuchsjahr 2018 am Standort Oberhermsgrün



Abb. 9: Bodentemperaturmessung 4 Tage am Standort Bösenbrunn (links) und 8 Tage nach dem Aussaattermin am Standort Oberhermsgrün (rechts)



Abb. 10: Ebenkultur ohne Priming (oben) und Dammkultur ohne Priming (unten) im Vergleich am Standort Bösenbrunn, 10.07.2017



Abb. 11: Ebenkultur ohne Priming (oben) und Dammkultur ohne Priming (unten) im Vergleich am Standort Oberhermsgrün, 13.07.2018

b. Teilbereich Körnerleguminosenanbau



Abb. 12: Wintererbse und Triticale im Gemenge (oben links), Wintererbse Reinsaat (oben rechts), Winterackerbohnen in Reinsaat (unten links) und Winterackerbohnen und Triticale (unten rechts) im Gemenge zur Feldaufgangserfassung am Standort Schafhäuser, 12.10.2017



Abb. 13: Überwinterungsmarkierung nach (HOF-KAUTZ 2008) bei Wintererbsen (links) und Winterackerbohne (rechts) am Standort Schafhäuser, 03.11.2017



Abb. 14: Erfrorene Winterackerbohne mit Markierung nach (HOF-KAUTZ 2008) zur Überwinterungsbonitur am Standort Schafhäuser, 09.04.2018



Abb. 15: Erfrorene Wintererbse mit Markierung nach (HOF-KAUTZ 2008) zur Überwinterungsbonitur am Standort Schafhäuser, 09.04.2018



Abb. 16: Kompletter Ausfall von Winterackerbohnen durch Erfrieren am Standort Schafhäuser, 09.04.2018



Abb. 17: Kompletter Ausfall von Wintererbsen durch Erfrieren am Standort Schafhäuser, 09.04.2018



Abb. 18: Überwinterte Winterackerbohnen in Reinsaat (links), Wintererbsen in Reinsaat (Mitte) und Winterackerbohnen, Wintererbsen und Triticale im Gemenge (rechts) am Standort Schönbrunn, 11.04.2019



Abb. 19: Schädlingsbonitur der Körnerleguminosenbestände (Bild oben Blattläuse auf Wintererbse, Bild unten Blattfraß an Winterackerbohne) am Standort Schönbrunn, 14.06.2019



Abb. 20: Versuchsanlage mit Körnerleguminosen zum Erntezeitpunkt am Standort Schönbrunn, 24.07.2019



Abb. 21: Probenaufbereitung von Körnerleguminosen an der HTW Dresden, Pillnitz

c. Teilbereich Rapsanbau



Abb. 22: Manuelle Gärresteausbringung unmittelbar vor der Einarbeitung und der Rapsaussaat nach Vorfrucht Rotklee am Standort Untereichigt, 24.08.2017



Abb. 23: Maschinelle Aussaat nach Gärresteeinarbeitung nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Oberhermsgrün, 24.08.2017



Abb. 24: Versuchsanlage am Standort Triebel/Vogtland unmittelbar nach der Gärreste-aus-bringung und anschließender Rapsaussaat, 19.08.2018



Abb. 25: Einarbeitung von Gärresten mittels Bodenfräse nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Triebel/Vogtland, 19.08.2018



Abb. 26: Rapsbestände zur Erfassung des Feldaufganges nach Vorfrucht Rotklee am Standort Untereichigt, 21.09.2017



Abb. 27: Rapsbestände zur Erfassung des Feldaufganges nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Triebel/Vogtland, 21.09.2018



Abb. 28: Manuelle Zwischenrapsernte im Herbst 2017 (oben links und rechts am Standort Untereichigt) und Herbst 2018 (unten links und rechts am Standort Rebersreuth)



Abb. 29: Markierte Wintererbsen nach (HOF-KAUTZ 2008) im Herbst 2017 nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Oberhermsgrün, 03.11.2017



Abb. 30: Rapsbestände zum Zeitpunkt der Überwinterungsbonitur von Wintererbsen am Standort Oberhermsgrün, 09.04.2018



Abb. 31: Überwinterte Wintererbse im Rapsgehache nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Oberhermsgrün, 09.04.2018



Abb. 32: Überwinterte Wintererbse im Rapsgehache nach Vorfrucht Rotklee am Standort Rebersreuth, 10.04.2019

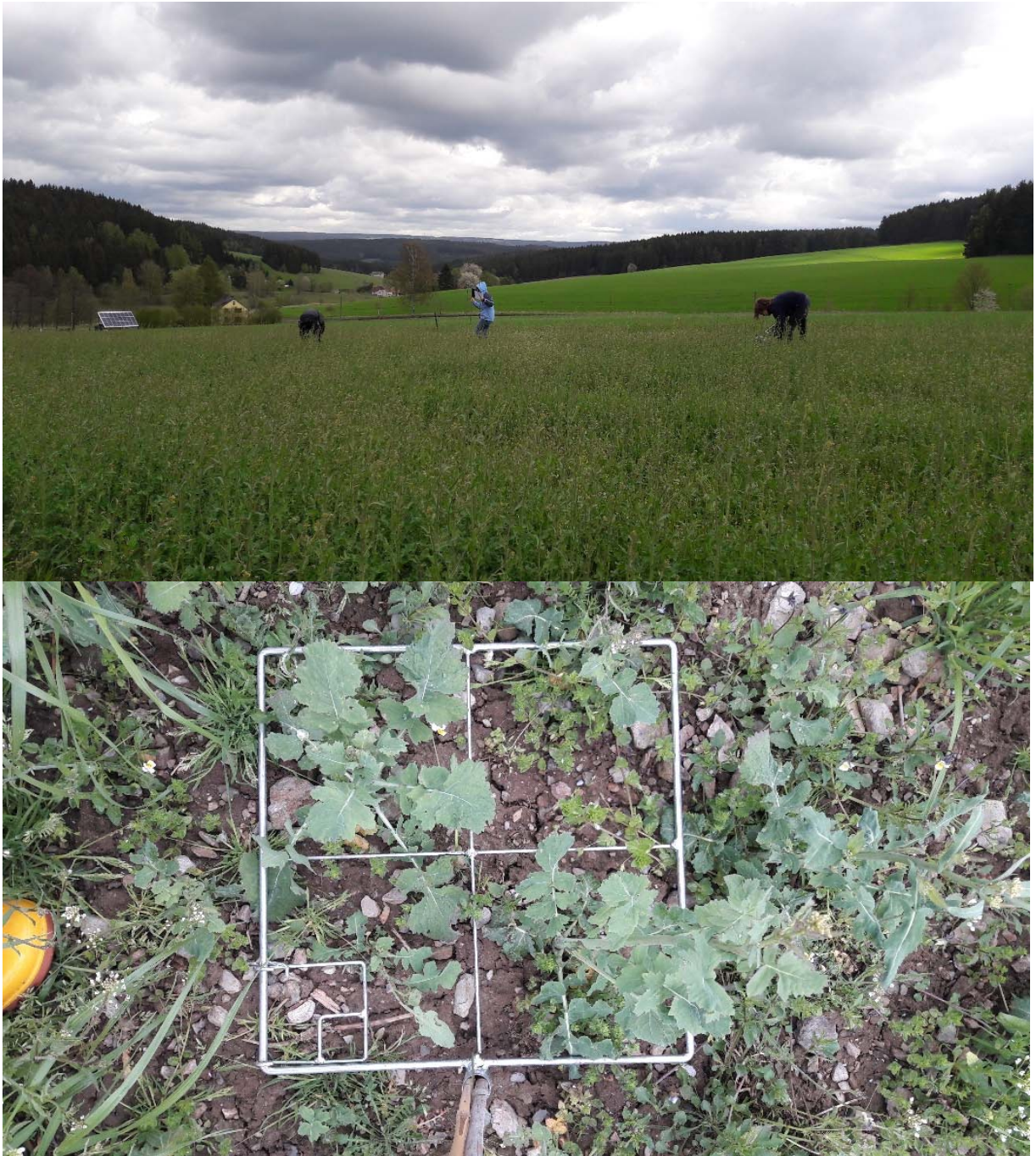


Abb. 33: Unkrautboniturnarbeiten in Rapsbeständen nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Oberhermsgrün, 26.04.2018



Abb. 34: Schädlingsbonitur bei Raps am Standort Triebel/Vogtland, 02.05.2019



Abb. 35: Rapsblüte nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Triebel/Vogtland, 02.05.2019



Abb. 36: Rapsblüte nach Vorfrucht Rotklee am Standort Rebersreuth, 02.05.2019



Abb. 37: Handernte nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Triebel/Vogtland, 24.07.2019



Abb. 38: Handernte nach Vorfrucht Rotklee am Standort Rebersreuth, 24.07.2019



Abb. 39: Druschernte nach Vorfrucht Winterweizen am Standort Triebel/Vogtland, 24.07.2019

d. Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse



Abb. 40: Feldtag Innovative Anbaustrategien für ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe, 27.05.2019

3 Projektergebnisse

3.1 Einschätzung der Zielerreichung

Ziel des Vorhabens war es, durch innovative ackerbauliche Anbaustrategien:

- a) den Anbauerfolg von Mais durch Förderung der Jungendentwicklung abzusichern

Durch den Anbau von Silomais auf Dämmen konnte die Jungendentwicklung des Maises sichtbar beschleunigt werden, was im ersten Jahr (2017 am Standort Bösenbrunn) zu einer signifikanten Erhöhung des Spross-TM-Ertrages um ca. 30% führte. Das Solid-Matrix-Priming der Maiskörner erwies sich als nicht signifikant ertragswirksam unter Feldbedingungen, weshalb anhand der vorliegenden Ergebnisse lediglich ein Dammanbau von Mais vorzuziehen ist, um den Anbauerfolg unter Mittelgebirgslagen zu sichern.

- b) ein ertragsstabiles Anbauverfahren mit Körnerleguminosen mit hohen Proteinerträgen abzuleiten

Durch den Anbau von Körnerleguminosen in Reinsaat und im Gemenge konnte abgeleitet werden, dass die Sommer-Ackerbohne in Reinsaat oder im Gemenge mit Hafer die höchsten Proteinerträge pro Flächeneinheit erzielt werden konnten. Der Anbau von zwei Körnerleguminosen im Gemenge sowie der Anbau von Schmalblättriger Lupine in Reinsaat erwiesen sich nicht als erfolgreich unter Mittelgebirgsstandorten. Der Anbau von Winterkörnerleguminosen in Reinsaat sowie im Gemenge mit Leguminosen und Nicht-Leguminosen eignet sich aufgrund der starken Ertragsschwankungen nicht für ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe unter Bedingungen des Mittelgebirges.

- c) eine günstige Vorfrucht für die Erzeugung von Winterraps im ökologischen Landbau unter Mittelgebirgslagen zu finden

Der Anbau von Winterraps nach den Vorfrüchten Rotklee und Winterweizen ergab sehr eindeutig, dass sich Winterweizen kombiniert mit einer Gärrestgabe im Herbst besser als Vorfrucht eignet als Rotklee. Der Rotklee konnte als Vorfrucht nicht für eine ausreichende N-Versorgung der Winterrapsbestände im Herbst sorgen und verschlechterte den Feldaufgang. Der Anbau im Gemenge mit Wintererbse war in den beiden Versuchsjahren unter Mittelgebirgsstandorten nicht ertragssicher. Die Hypothese, dass durch eine geeignete Vorfrucht, z.B. Rotklee gras, auf eine Gülleausbringung im Frühjahr verzichtet werden könnte, konnte nicht bestätigt werden.

3.2 Hauptergebnisse des Projektes

3.2.1 Teilbereich Maisanbau

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der im Teilbereich Maisanbau erhobenen Daten erfolgte mit dem Programm SAS (Version 9.3, SAS Institute Inc.). Der Test auf Normalverteilung erfolgte mit Shapiro-Wilk, wobei nicht normalverteilte Daten nach MUNZERT (1992) nach folgenden Funktionen transformiert wurden: $1:x$, $\sqrt[3]{x}$, x^2 , $\sqrt[3]{1:x}$, $1:x^2$, $\log(x)$. Die Auswertung erfolgte als zweifaktorielle Varianzanalyse mit anschließendem F-Test (Faktor 1: Saatgutbehandlung = mit + ohne, Faktor 2: Anbauform = Ebenkultur + Dammkultur). Für den multiplen Mittelwertvergleich wurde der Tukey-Test ($\alpha < 0,05$) eingesetzt. Die statistische Auswertung der Daten sowie deren Darstellung erfolgte mit arithmetischen Mittelwerten und Angabe des Standardfehlers. Alle graphischen Darstellungen der Ergebnisse wurden mit dem Programm SigmaPlot (Version 12.5, Systate Software Inc.) erstellt.

Standortcharakterisierung

Die Versuchsreihen I und II wurden an den Standorten Bösenbrunn und Oberhermsgrün im sächsischen Vogtland im Vogtlandkreis angelegt. Beide Standorte sind durch sandigen Lehm mit einer relativ geringen Bodenwertzahl charakterisiert (Tab. 5). Da sie zwischen 480 und 500 m Höhe über NN liegen, werden sie laut BRÄUTIGAM et al. (1996) als mittlere Berglagen eingestuft. Die durchwurzelbare Tiefe des Bodens beträgt 60 cm und der Steinanteil liegt bei 25%. Die Entstehung des Bodens an beiden Standorten ist auf Verwitterung zurückzuführen. In beiden Versuchsjahren stand Winterweizen als Vorrucht. Die Vegetationstage im ersten Versuchsjahr (2017) waren insgesamt 128. Im zweiten Versuchsjahr (2018) brauchten die Maispflanzen aufgrund der höheren Tagesmitteltemperaturen 16 Tage weniger bis zum Erreichen der Milchreife (BBCH 75). Die Beschleunigung der Milchreife im zweiten Jahr (2018) wurde auch durch die sehr geringe Niederschlagsmenge gefördert, die lediglich 95,1 mm betrug. Im vorherigen Versuchsjahr (2017) wurde eine Niederschlagshöhe von 294,3 mm verzeichnet.

Tab. 5: Standortmerkmale, Vorfrucht, Vegetationstage, Niederschlagshöhe und Tagesmitteltemperatur der geprüften Umwelten im Teilbereich Maisanbau

Umwelt	Bodenwertzahl ¹	Bodenart ¹	Vorfrucht ¹	Vegetations-tage	Niederschlagshöhe im Versuchs-zeit-raum ² [mm]	Tagesmitteltemperatur im Versuchszeitraum ² In 20 cm Höhe [°C]
Bösenbrunn (2017)	30	5-sL (sandiger Lehm)	Winterweizen	128	294,3	18,0
Oberhermsgrün (2018)	30	5-sL (sandiger Lehm)	Winterweizen	112	95,1	20,0

¹ Nach Angaben von Hofgut Eichigt

² Nach Angaben von: Agrarmeteorologisches Messnetz Sachsen, Wetterstation Reichenbach (REB)

Tab. 6: pH-Wert und Gehalt des Bodens an Grundnährstoffen der Versuchsflächen im Teilbereich Maisanbau

Umwelt	pH ^{3,4}	Nährstoffgehalt in mg je 100 g Boden		
		P ^{3,5}	K ^{3,5}	Mg ³
Bösenbrunn (2017)	6,1	7,7 D	44,3 D	20,2 D
Oberhermsgrün (2018)	4,8	9,8 D	33,4 D	19,1 D

³ Einstufung der Gehaltsklassen und der Versorgungsstufen für Makronährstoffe des Bodens für Ackerland in Sachsen

⁴ bestimmt in Calciumchlorid-Lösung (0,01 mol)

⁵ bestimmt im CAL-Auszug

Erfassung des Feldaufganges

Bei den Messungen des Feldaufganges (Abb. 41) nach 4, 8, 12 und 16 Tagen nach der Aussaat konnten im Versuchsjahr 2017 signifikante Unterschiede beobachtet werden. Nach 8 Tagen nach der Aussaat war bei der Dammkultur der Feldaufgang mit 79,5 % knapp doppelt so hoch wie bei der Ebenkultur (42,9 %). Außerdem wies bei der Saatgutbehandlung die Variante mit Priming im Mittel einen höheren Feldaufgang auf, als ohne Priming. Es ist anzunehmen, dass die Dammkultur zu einer stärkeren Erwärmung des Bodens führt (KLEMPKENS 2019), infolgedessen der Mais früher aufläuft. Ab dem 16. Tag nach der Aussaat war der Unterschied zwischen Damm- und Ebenkultur nicht so groß, wie nach 8 Tagen, jedoch waren bei der Dammkultur signifikant mehr Pflanzen aufgelaufen. Die Variante ohne Priming hatte hier einen deutlich höheren Feldaufgang, als die Variante mit Priming. Im zweiten Versuchsjahr 2018 konnten keine Unterschiede bezüglich des Feldaufganges beobachtet werden.

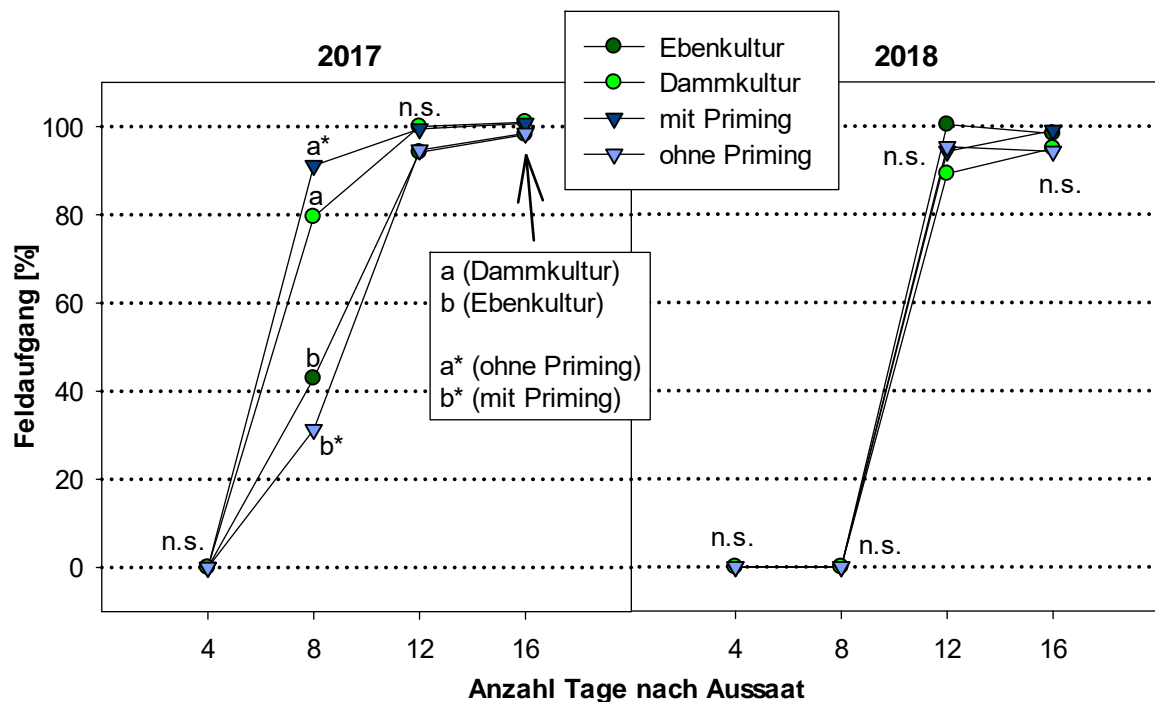


Abb. 41: Feldaufgang [%] nach 4, 8, 12 und 16 Tagen für die Varianten Ebenkultur/Dammkultur und mit Priming/ohne Priming in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Anbauverfahren \times Saatgutbehandlung)

Messungen der Bodentemperatur

Bei der Bodentemperatur (Abb. 42) konnten sowohl im ersten als auch im zweiten Versuchsjahr signifikante Unterschiede zu einzelnen Terminen beobachtet werden. Im Versuchsjahr 2017 wurde zum ersten Termin (4 Tage nach der Aussaat) bei der Dammkultur eine deutlich höhere Bodentemperatur gemessen, als bei der Ebenkultur. An den darauffolgenden Terminen trat dieser Unterschied nicht auf, was darauf hindeutet, dass bei Tagen mit höherer Einstrahlung und damit auch höherer Lufttemperatur, die leichte Erwärmbarkeit der Dämme eine Rolle spielen könnte. Im Versuchsjahr 2018 konnte die gute Erwärmbarkeit der Dämme, im Vergleich zur Ebenkultur, an drei Terminen (nach 4, 8 und 12 Tagen nach der Aussaat) durch signifikant höhere Bodentemperaturen beobachtet werden. Ein Einfluss der Saatgutbehandlung (mit und ohne Priming) auf die Bodentemperatur konnte nicht ermittelt werden.

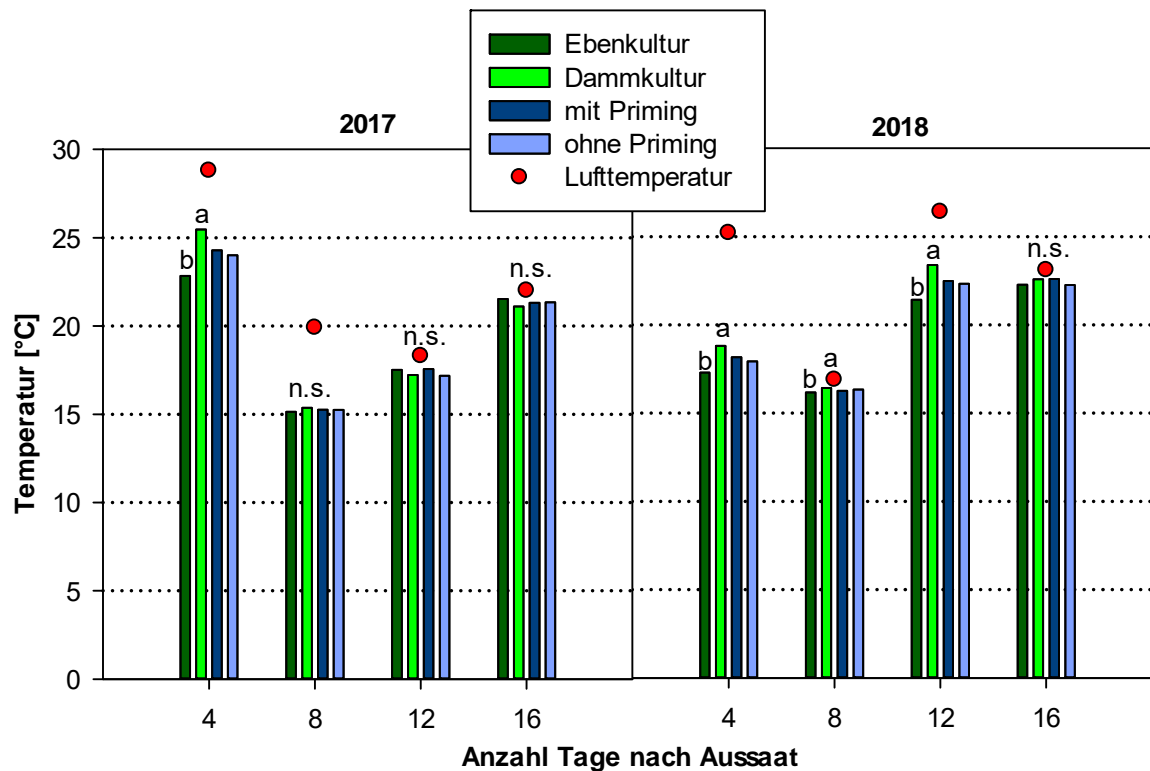


Abb. 42: Boden- und Lufttemperatur [°C] nach 4, 8, 12 und 16 Tagen für die Varianten Ebenkultur/Dammkultur und mit Priming/ohne Priming in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Anbauverfahren × Saatgutbehandlung)

Ernte und Erfassung von Spross- und Kolbenanteil

Wie aus der folgenden Darstellung (Abb. 43) ersichtlich ist, hatte das Anbauverfahren einen deutlichen Einfluss auf den Trockenmasse-Ertrag der Kolben (ohne Lieschblätter) und von Spross + Blatt (inklusive Lieschblätter), der jedoch nur im ersten Versuchsjahr (2017) statistisch gesichert werden konnte. Für beide Erträge lag der Ertragsmittelwert der Dammkultur signifikant höher im Unterschied zur Ebenkultur. Die Anwendung von Priming als Saatgutbehandlung hatte in diesem Versuch keinen eindeutigen Einfluss auf den Trockenmasse-Ertrag im Verlauf der Versuchsserien gezeigt. Die Erträge im Versuchsjahr 2018 fielen wesentlich schlechter aus als im Vorjahr, was sich mit der langen und anhaltenden Hitze- und Dürreperiode auch unter Mittelgebirgslagen erklären lässt. In der Periode Anfang Juni bis Mitte September 2017 sind 279,3 mm gefallen, bei einer mittleren Temperatur von 18,2 °C in 200 cm Höhe über dem Boden. Wird der gleiche Zeitraum ein Jahr später genauer betrachtet, betrug die Niederschlagssumme lediglich 88,2 mm bei einer mittleren Temperatur von 19,8 °C in 200 cm Höhe über dem Boden.

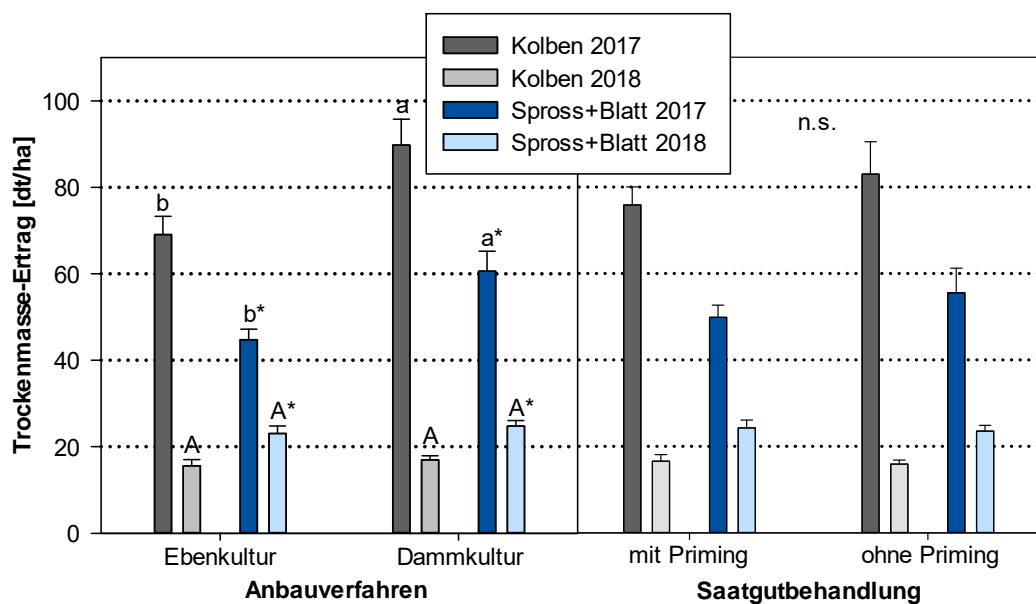


Abb. 43: Trockenmasse-Ertrag [dt/ha] der Kolben (ohne Lieschblätter) und von Spross + Blatt (inklusive Lieschblätter) für die Varianten in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Anbauverfahren × Saatgutbehandlung, $GD_{\text{Kolben}2017}=18,67$; $GD_{\text{Spross+Blatt}2017}=13,58$; $GD_{\text{Kolben}2018}=4,41$; $GD_{\text{Spross+Blatt}2018}=5,55$)

Beim genaueren Betrachten der Varianten hinsichtlich des prozentuellen Anteiles der Trockenmasse-Erträge (Abb. 44) von Kolben (ohne Lieschblätter) und von Spross + Blatt (inklusive Lieschblätter) konnten in beiden Versuchsjahren keine Signifikanzen festgestellt werden. Im Versuchsjahr 2017 lag der Kolbenanteil bei etwa 60 % und im Versuchsjahr 2018 bei 40 %,

was eine Folge der ungünstigen Witterungsbedingungen am Standort war (siehe **Ernte und Erfassung von Spross- und Kolbenanteil**).

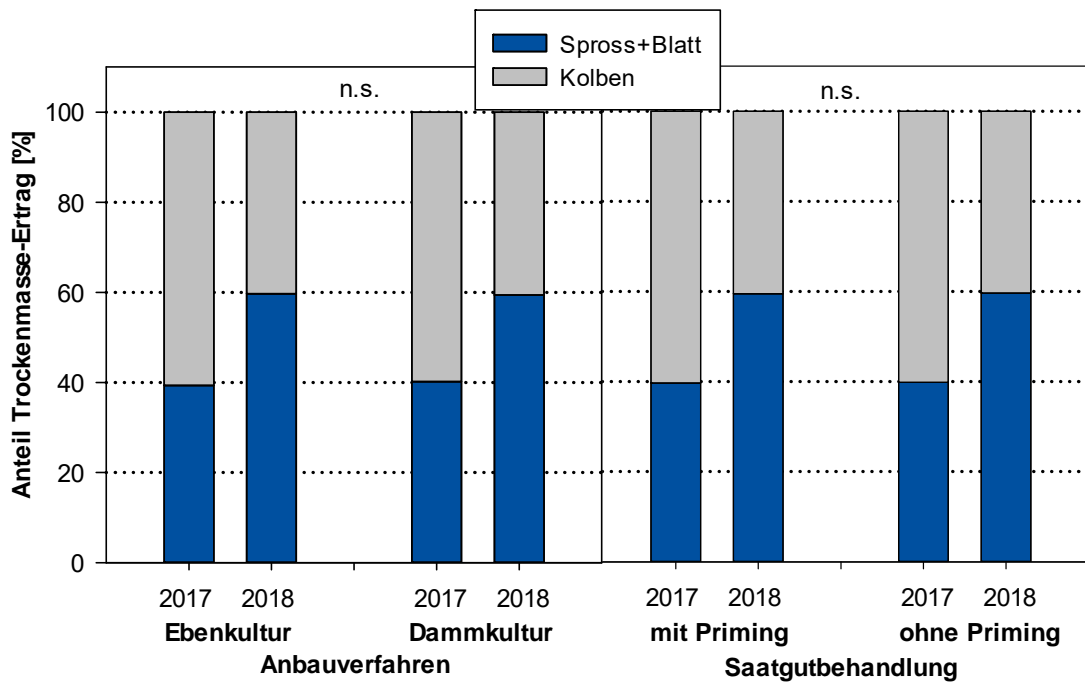


Abb. 44: Trockenmasse-Anteil [%] der Kolben (ohne Lieschblätter) und von Spross + Blatt (inklusive Lieschblätter) für die Varianten in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Anbauverfahren × Saatgutbehandlung, $GD_{2017}=4,18$; $GD_{2018}=5,01$)

Futterwertanalyse

Wie in der Übersicht zur Futterwertanalyse (Tab. 7) ersichtlich ist, gab es nur einzelne Unterschiede zwischen den Varianten. Im Versuchsjahr 2018 hatten die Mais-Mischproben aus Ebenkultur im Mittel einen signifikant höheren Rohasche-, Rohfaser- und NFC-Gehalt. Im gleichen Jahr wiesen bei der Saatgutbehandlung die Variante ohne Priming deutlich höhere Rohfaser-, aNDFom-, ADFom- und ADL-Gehalte auf. Für die Variante mit Priming waren hingegen die ELOS-, ME-, NEL- und NFC-Gehalte größer. Im Versuchsjahr 2017 gab es nur einen signifikanten Unterschied beim Rohfett-Gehalt. Dieser war bei der Dammkultur höher als bei der Ebenkultur. Diese Unterschiede sind allerdings nicht auf das Priming zurückzuführen, sondern auf die Tatsache, dass die Maispflanzen in einigen Parzellen mit Priming geringere Bestandesdichten aufwiesen, somit einzelne Pflanzen über mehr Platz verfügten und demzufolge Zugang zu mehr Licht hatten.

Tab. 7: Futterwertanalyse der Mischprobe für die Varianten in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (Markierungen einer Farbe in der selben Zeile zeigen signifikant unterschiedliche Werte, zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Anbauverfahren × Saatgutbehandlung)

Futterwert	Anbauverfahren				Saatgutbehandlung			
	Ebenkultur		Dammkultur		mit Priming		ohne Priming	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
TM [g/kg]	273,3 a	935,3 A	275,4 a	935,3 A	264,1 a*	935,9 A*	284,6 a*	934,7 A*
Rohasche [g/kg TS]	28,1 a	43,7 A	29,1 a	39,0 B	29,1 a*	40,2 A*	28,1 a*	42,5 A*
Rohfaser [g/kg TS]	202,1 a	235,1 A	194,4 a	218,5 B	199,7 a*	215,6 B*	196,8 a*	237,9 A*
Rohprotein [g/kg TS]	53,8579 a	75,3 A	56,9 a	73,7 A	54,5 a*	73,9 A*	56,4 a*	75,0 A*
Rohfett [g/kg TS]	26,8 b	21,1 A	28,6 a	22,5 A	27,5 a*	21,9 A*	27,9 a*	21,6 A*
Stärke [g/kg TS]	278,0 a	155,5 A	285,9 a	200,7 A	285,2 a*	199,7 A*	278,8 a*	156,5 A*
Zucker [g/kg TS]	-	69,9 A	-	71,6 A	-	73,5 A*	-	67,9 A*
aNDFom [g/kg TS]	442,8 a	514,5 A	430,6 a	490,4 A	436,9 a*	486,0 B*	436,5 a*	518,8 A*
ADFom [g/kg TS]	-	292,9 A	-	272,0 A	-	267,4 B*	-	297,5 A*
ADL [g/kg TS]	-	20,4 A	-	19,8 A	-	19,3 B*	-	20,9 A*
ELOS [%]	66,1 a	57,1 A	67,1 a	59,1 A	66,4 a*	59,8 A*	66,7 a*	56,4 B*
ME [MJ/kg TS]	10,7 a	9,8 A	10,8 a	9,9 A	10,7 a*	10,0 A*	10,8 a*	9,7 B*
NEL [MJ/kg TS]	6,3 a	5,6 A	6,4 a	5,8 A	6,3 a*	5,8 A*	6,4 a*	5,6 B*
nRPr [g/kg TS]	123,0 a	119,1 A	125,4 a	121,0 A	123,8 a*	121,5 A*	124,6 a*	118,7 A*
rNB [g/kg TS]	-11,1 a	-7,0 A	-10,9 a	-7,6 A	-11,1 a*	-7,6 A*	-10,9 a*	-6,9 A*
NFC [g/kg TS]	-	345,5 A	-	374,5 B	-	377,9 A*	-	342,0 B*

3.2.2 Teilbereich Körnerleguminosenanbau

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der im Teilbereich Körnerleguminosenanbau erhobenen Daten erfolgte mit dem Programm SAS (Version 9.3, SAS Institute Inc.). Der Test auf Normalverteilung erfolgte mit Shapiro-Wilk, wobei nicht normalverteilte Daten nach MUNZERT (1992) nach folgenden Funktionen transformiert wurden: $1:x$, \sqrt{x} , x^2 , $\sqrt{1:x}$, $1:x^2$, $\log(x)$. Die Auswertung erfolgte als zweifaktorielle Varianzanalyse mit anschließendem F-Test. Für den multiplen Mittelwertvergleich wurde der Tukey-Test ($\alpha < 0,05$) eingesetzt. Die statistische Auswertung der Daten sowie deren Darstellung erfolgte mit arithmetischen Mittelwerten und Angabe des Standardfehlers. Alle graphischen Darstellungen der Ergebnisse wurden mit dem Programm SigmaPlot (Version 12.5, Systate Software Inc.) erstellt.

Standortcharakterisierung

Wie in Tab. 8 dargestellt, haben beide Versuchsstandorte eine relativ geringe Bodenwertzahl und sind durch sandigen Lehm charakterisiert. Da sie zwischen 480 und 500 m Höhe über NN liegen, werden sie laut BRÄUTIGAM et al. (1996) als mittlere Berglagen eingestuft. Die durchwurzelbare Tiefe des Bodens beträgt 60 cm, während der Steinanteil bei 25% liegt. Die Entstehung des Bodens an beiden Standorten ist auf Verwitterung zurückzuführen. In beiden Versuchsjahren stand Wintergerste als Vorfrucht. In der gesamten Versuchsperiode 2017/2018 seit der Aussaat der Winterleguminosen im Herbst bis zum Erntezeitpunkt im darauffolgenden Jahr sind insgesamt 298,7 mm Niederschlag gefallen. Die mittlere Tagestemperatur in diesem Zeitraum betrug 9,8°C in 200 cm Höhe über dem Boden. Während der zweiten Versuchsserie (2018/2019) betrug die Niederschlagshöhe 365,0 mm und die durchschnittliche Tagesmitteltemperatur lag bei 9,7°C in 200 cm Höhe über dem Boden.

Tab. 8: Standortmerkmale, Vorfrucht, Vegetationstage, Niederschlagshöhe und Tagesmitteltemperatur der geprüften Umwelten, Teilbereich Körnerleguminosen

Umwelt	Bodenwertzahl ¹	Bodenart ¹	Vorfrucht ¹	Vegetationstage	Niederschlagshöhe im Versuchszeitraum ² [mm]	Tagesmitteltemperatur im Versuchszeitraum ² [°C]
Schafhäuser 2017/2018	ca. 27	sL	Wintergerste	306 (Winter) 126 (Sommer)	298,7	9,8
Schönbrunn 2018/2019	ca. 27	sL	Wintergerste	297 (Winter) 120 (Sommer)	365,0	9,7

¹ Nach Angaben von Hofgut Eichigt

² Nach Angaben von: Agrarmeteorologisches Messnetz Sachsen, Wetterstation Reichenbach (REB)

Tab. 9: pH-Wert und Gehalt des Bodens an Grundnährstoffen der Versuchsflächen, Teilbereich Körnerleguminosen

Umwelt	pH ^{3,4}	Nährstoffgehalt in mg je 100 g Boden		
		P ^{3,5}	K ^{3,5}	Mg ³
Schafhäuser 2017/2018	5,8	3,8 C	30,1 D	17,4 D
Schönbrunn 2018/2019	6,4	12,4 E	42,3 D	29,0 D

³ Einstufung der Gehaltsklassen und der Versorgungsstufen für Makronährstoffe des Bodens für Ackerland in Sachsen

⁴ bestimmt in Calciumchlorid-Lösung (0,01 mol)

⁵ bestimmt im CAL-Auszug

Feldaufgang Winter-Körnerleguminosen

Der Feldaufgang der Winterleguminosen variierte sehr stark zwischen den untersuchten Umwelten. Die Ackerbohne in Reinsaat lag im Mittel bei 15,6 % im Herbst 2017, während der Feldaufgang im darauffolgenden Jahr 2018 lediglich 3,6% betrug. Die Wintererbse erreichte 79,6% Feldaufgang im ersten Jahr und sank auf 5,7% im zweiten Herbst. Der Feldaufgang der Gemengesaat Ackerbohne-Erbse blieb bei beiden Umwelten unter 50%, allerdings verzeichnete Jahr 2017 46,9% und im Jahr 2018 verschlechterte sich der Wert drastisch mit 5,3%. Die Variante, die aus drei Gemeengepartnern bestand (Ackerbohne – Erbse – Triticale) erzielte eine signifikant höhere Bestandesdichte gegenüber der restlichen Varianten (Abb. 45). Dieses lag zum einen an den Ergebnissen der Erbse (14,1 Pflanzen/m² bei 20 Körnern/m² im Jahr 2017 und 1,6 Pflanzen/m² bei 20 Körnern/m² im Jahr 2018) und zum anderen an der Bestandesdichte der Triticale (39,9 Pflanzen/m² bei 60 Körnern/m² Ausgangsdichte im Jahr 2017 und 6,1 Pflanzen/m² bei 60 Körnern/m² im Jahr 2018). Die Ackerbohne erbrachte 2017 durchschnittlich 2,3 Pflanzen/m² und nur 2,1 Pflanzen/m² bei einer Aussaatdichte von 15 Körnern/m² im Herbst 2018.

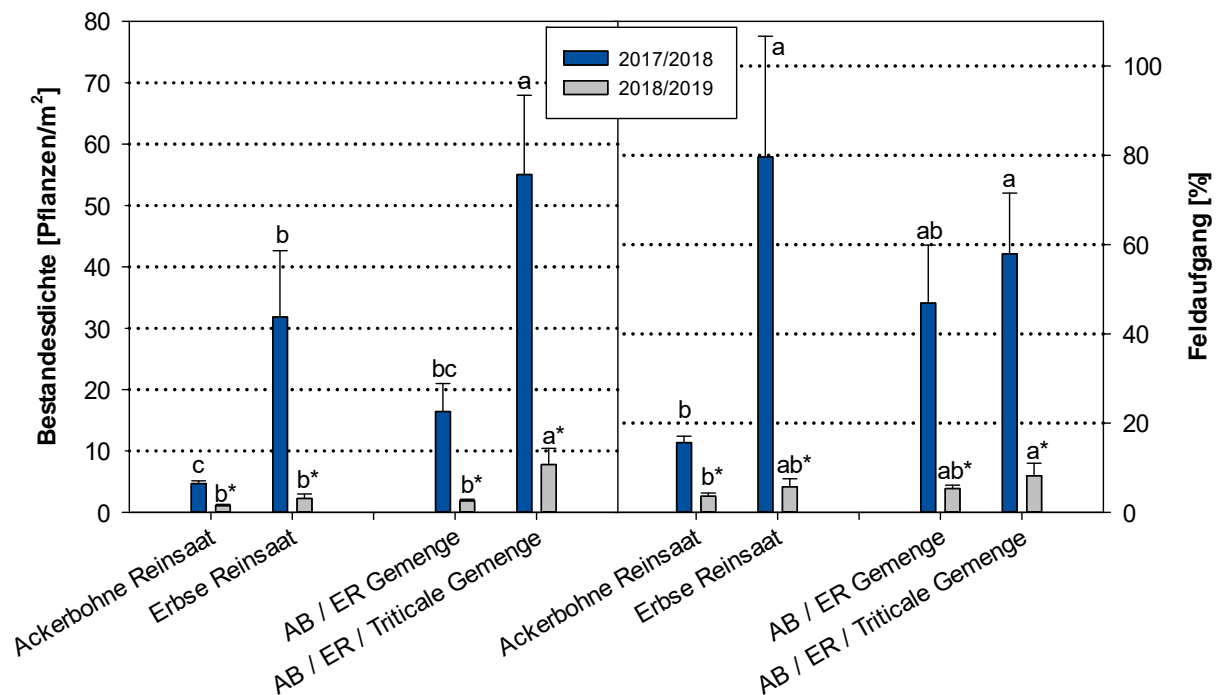


Abb. 45: Gesamt-Bestandesdichte [Pflanzen/m²] und Gesamt-Feldaufgang [%] der Winter-Körnerleguminosen in Reinsaat und Gemenge im November in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (einfaktoriell, $GD_{\text{Bestandesdichte 2017}}=21,46$, $GD_{\text{Bestandesdichte 2018}}=0,27$, $GD_{\text{Feldaufgang 2017}}=42,04$, $GD_{\text{Feldaufgang 2018}}=3,92$)

Der Grund für die schlechten Ergebnisse an beiden Standorten liegt vermutlich an den geringen Niederschlagsmengen, die sich in der Zeit von September bis Anfang November in beiden Jahren ereigneten. Die Niederschlagssumme im Jahr 2017 betrug im Durchschnitt 89,6 mm, während im Jahr 2018 29% weniger Niederschläge gemessen wurden (63,9 mm). Werden auch die vorherigen Herbstperioden in Betracht gezogen (Herbst 2014 – 152,4 mm; Herbst 2015– 116,8 mm; Herbst 2016 – 149,3 mm nach Angaben des Agrarmeteorologischen Messnetzes Sachsen, Reichenbach), wird verdeutlicht, dass die Periode, in der die Winterleguminosen ausgesät wurden und aufgelaufen sind, durch eine für den Standort eher trockene Bedingungen geprägt waren. Laut STEMANN (2019) ist der Anspruch an Wasser bei Ackerbohnen hoch und unentbehrlich für die Pflanzenentwicklung. An den Versuchsstandorten wurden einige Reihen der Winterparzellen aufgrund der schlechten Feldaufgangsergebnisse überprüft, wobei die im September-Anfang Oktober ausgesäten Leguminosenkörner unverändert oder mit kleinen Keimwurzeln gefunden wurden (Abb. 46), was die Hypothese bestätigt, dass die Niederschlagsmengen an den Standorten für eine Keimung von großkörnigen Leguminosen offenbar nicht ausreichend waren.



Abb. 46: Ackerbohnenkörner zum Zeitpunkt der Erfassung von Bestandesdichte und Feldaufgang im Herbst 2017 am Standort Schönbrunn

Überwinterung Winter-Körnerleguminosen

Bei der Überwinterungsbonitur im Teilbereich Körnerleguminosen (siehe Abb. 47) wurden lediglich die Leguminosenarten betrachtet. Die Überwinterungsbonitur nach der ersten Herbst-Winterperiode 2018 ergab, dass nicht nur die markierten, sondern alle Winterleguminosen (Ackerbohnen und Erbsen) erfroren waren. Aus den Messdaten der Wetterstation Reichenbach (Agrarmeteorologisches Messnetz Sachsen) ist zu entnehmen, dass in der Periode Januar bis März 2018 die Tiefsttemperaturen in Mittelgebirgslagen bei $-14,4^{\circ}\text{C}$ in 20 cm Höhe lagen. Aus den Untersuchungsergebnissen von GEORGIEVA et al. (2018) ist zu entnehmen, dass im Mittel 51,2% der Wintererbsenpflanzen bei -11°C Frostschäden aufweisen. URBATZKA

et al. (2011B) kommen zur Schlussfolgerung, dass das Risiko zum Erfrieren der Wintererbsen-sorte *E.F.B.* 33, die auch in dem vorliegenden Versuch getestet wurde, nur bei Vorhandensein einer gedrunghenen Rosette minimiert wird. Wie unter Abb. 45 und Abb. 46 bereits erläutert, fand aufgrund Trockenheit keine ausreichende Entwicklung der Pflanzen statt, die zum kompletten Erfrieren führte. Die Frostverträglichkeit von Ackerbohnen Keimlingen liegt lediglich bei -5°C (STEMANN 2019), die weit über dem Mittelwert $-14,4^{\circ}\text{C}$ am Standort verzeichnet wurde.

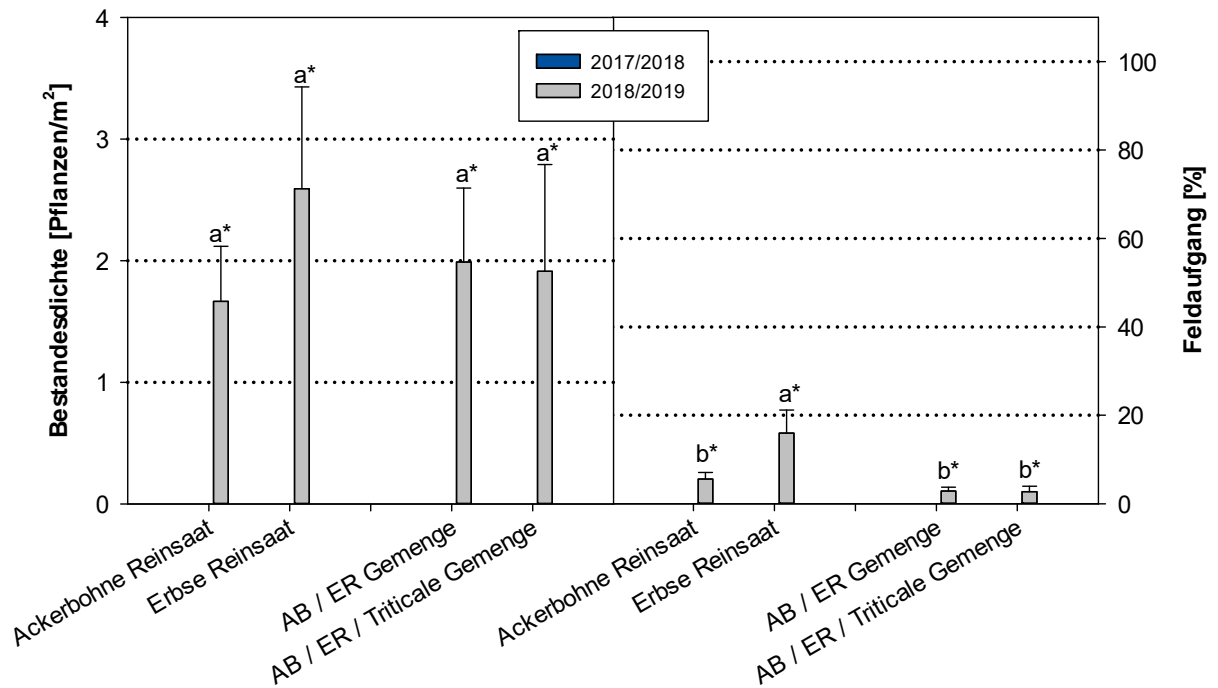


Abb. 47: Bestandesdichte [Pflanzen/m²] und Feldaufgang [%] der Winter-Körnerleguminosen in Reinsaat und Gemenge nach der Überwinterung im März in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (Keine Balken für das Versuchsjahr 2017/2018, da alle Körnerleguminosen-Kulturen vollständig erfroren sind) (einfaktoriell, $GD_{\text{Bestandesdichte 2019}}=0,28$, $GD_{\text{Feldaufgang 2019}}=0,18$)

Im darauffolgenden Jahr wurde bei der Überwinterung der Winterleguminosen festgestellt, dass sich durch den milden Winter der Feldaufgang der Ackerbohnen und Erbsen in Reinsaat erhöht hat. So wurden im März 2019 1,7 Pflanzen/m² mit 5,5 % Feldaufgang ermittelt, während es im November 2018 1,1 Pflanzen/m² und 3,6% Feldaufgang waren (siehe Abb. 45). Den größten Sprung machte die Wintererbse in Reinsaat, deren Feldaufgang von 5,7% auf 16 % gestiegen ist. Dieser Wert unterschied sich auch signifikant gegenüber den restlichen Mittel-

werten des Feldaufganges (Abb. 47). Die Gemengevarianten zeigten eine rückgängige Tendenz, wobei die Ackerbohne im Gemenge den größten Rücktritt machte, in dem sie von 2,1 % auf 0,3% im Erbsengemenge und von 2,8% auf 0,4% im Erbsen- und Triticale-Gemenge gesunken war. Die Erbse verzeichnete einen Rückgang von 7,8% auf 1,7% im Ackerbohnen-Gemenge sowie 6,6% auf 1,5% im Ackerbohnen-Triticale-Gemenge.

Feldaufgang Sommer-Körnerleguminosen

Die Sommerleguminosen der ersten Versuchsserie im Frühjahr 2018 verzeichneten eine relativ geringe Bestandesdichte zum Zeitpunkt der Feldaufgangsbonitur (07.05.2018), wobei die Schmalblättrige Lupine in Reinsaat die geringste Bestandesdichte aufwies. Bei ausgesäten 95 Körnern/m² waren Anfang Mai im Schnitt lediglich 23 Jungpflanzen zu finden. Ähnlich waren die Ergebnisse bei der Gemengevariante mit Erbse, wo die Lupine unter 10 Jungpflanzen/m² aufwies. Die Ackerbohne in Reinsaat erreichte eine Bestandesdichte von 28 Pflanzen/m² bei einer Ausgangsdichte von 50 Körnern/m².

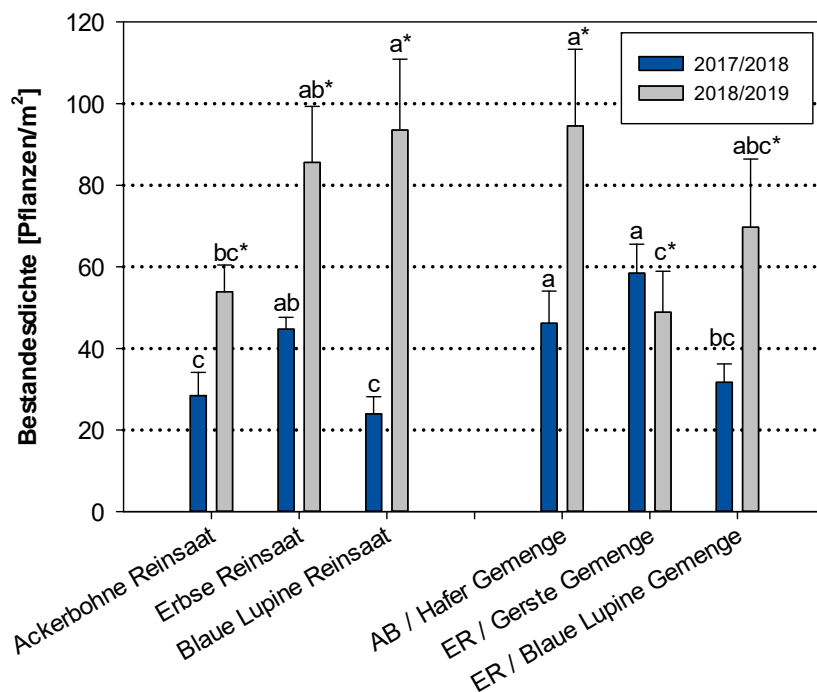


Abb. 48: Gesamt-Bestandesdichte [Pflanzen/m²] der Sommer-Körnerleguminosen in Reinsaat und Gemenge im Mai in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (einfaktoriell, $GD_{\text{Bestandesdichte 2018}}=14,29$, $GD_{\text{Bestandesdichte 2019}}=32,93$)

Die Erbse sowohl in Reinsaat als auch im Gemenge blieb weit unter der Ausgangssaatdichte (90 Körner/m²) mit durchschnittlich jeweils 33 Körnern/m² (Reinsaat) und 16 Körnern/m² (Gemenge). Die Nichtleguminosen keimten 2018 im Schnitt mit 59,6 (Hafer) und mit 62,4 (Gerste) Körner/m² bei einer Aussaatstärke von 60 Körnern/m² im April. Ein Jahr später (02.05.2019) sahen die Ergebnisse ganz anders aus (Abb. 48), da die Schmalblättrige Lupine zusammen mit der Erbse die höchste Bestandesdichte im Mittel aufwies. Die Ackerbohne in Reinsaat sowie im Gemenge verzeichnete ebenfalls höhere Feldaufgänge - 53 Körner/m² in der Reinsaat und 25 Körner/m² im Gemenge mit Hafer. Trotz der guten Ergebnisse der Leguminosen konnten im Frühjahr 2019 kaum Haferpflanzen gefunden werden – ca. 15 pro m². In den Parzellen mit Gerste als Gemengepartner der Sommererbse konnten lediglich 2 bis 3 Jungpflanzen/m² gefunden werden. Ein Blick auf die Wetterdaten der beiden Versuchsperioden zeigt, dass im Frühjahr 2018 in der Zeit von der Aussaat bis zum Bonitурtag insgesamt 56,5 mm Niederschlag gefallen waren. Die durchschnittliche Lufttemperatur in 20 cm Höhe über dem Boden betrug 14,5 °C. Im darauffolgenden Jahr lag die Niederschlagshöhe mit 58,3 mm geringfügig darüber. Die Lufttemperatur in 20 cm Höhe über dem Boden lag jedoch mit 9,6°C deutlich unter dem vorherigen Mittelwert.

Verunkrautung

In der ersten Versuchsperiode 2017/2018 konnten für die Winterkörnerleguminosen keine Daten zur Verunkrautung erfasst und analysiert werden, weil die Winterkörnerleguminosen vollständig erfroren waren. Eine Ausnahme machte die Variante mit einem Nichtleguminosen-Gemengepartner, die Triticale, die weiterhin bonitiert werden konnte (siehe Abb. 49). Da aus insgesamt drei Gemengepartnern nur einer auf der Gesamtparzellenfläche zu finden war, wurde auch ein relativ hoher Bedeckungsgrad von durchschnittlich 53,3% ermittelt. Wie aus Abb. 48 zu entnehmen ist, verzeichnete die Schmalblättrige Lupine in Reinsaat und im Gemenge mit Erbse eine sehr geringe Bestandesdichte. Dieses Ergebnis wirkte sich dementsprechend stark auf den Bedeckungsgrad dieser Varianten, wobei die Gemengevariante von Erbse und Schmalblättriger Lupine einen besonders hohen Unkrautbesatz von fast 60% aufwies. Beide Varianten hatten einen signifikant höheren Unkrautbedeckungsgrad als die restlichen Varianten (Abb. 49). Die Schmalblättrige Lupine in Reinsaat sowie die Ackerbohne in Reinsaat, die ebenfalls einen schlechten Feldaufgang aufwies, hatten im Durchschnitt jeweils 20% und 23% und hatten somit einen signifikant höheren Unkrautbesatz als die Erbse in Reinsaat und im Gemenge mit Gerste sowie das Gemenge aus Ackerbohne und Hafer.

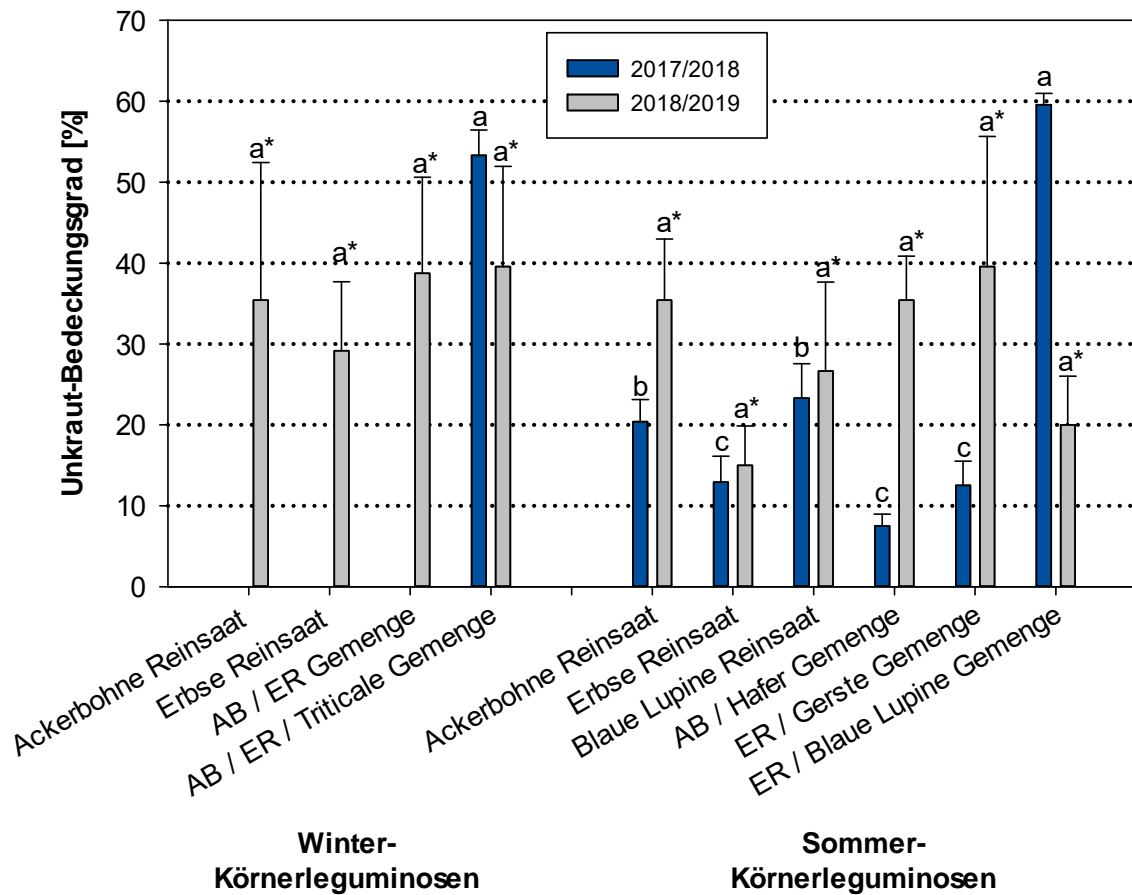


Abb. 49: Unkraut-Bedeckungsgrad [%] der Winter- und Sommer-Körnerleguminosen in Reinsaat und Gemenge im Juni in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (einfaktoriell, $GD_{2018}=6,33$, $GD_{2019}=2,6$)

In der ersten Versuchsserie (2017/2018) waren am Standort Schafhäuser das Kletten-Labkraut und die Kornblume am häufigsten in den Beständen der Körnerleguminosen zu finden (Tab. 10), wobei das Kletten-Labkraut in jeder einzelnen Versuchsparzelle zu finden war. Das Vorhandensein der Kornblume liegt vermutlich an dem Blühstreifen, der um die Versuchsanlage angelegt war und die Kornblume in der Samenmischung enthielt. Die Geruchlose Kamille sowie die Gewöhnliche Vogelmiere wurden in einzelnen Parzellen in größerer Bestandesdichte zu finden. Weniger problematisch waren die Purpurrote Taubnessel, die Acker-Kratzdistel und die Gemeine Quecke, die nur in geringen Anzahlen vorzufinden waren.

Tab. 10: Leitunkräuter in den Körnerleguminosenbeständen im Versuchsjahr 2017/2018 am Standort Schafhäuser (Häufigkeit in der Tabelle absteigend)

Deutsche Bezeichnung	Wissenschaftlicher Name	EPPO-Code*
Kletten-Labkraut	<i>Gallium aparine</i>	GALAP
Kornblume	<i>Centaurea cyanus L.</i>	CENCY
Geruchlose Kamille	<i>Tripleurospermum inodorum</i>	MATIN
Gewöhnliche Vogelmiere	<i>Stellaria media</i>	STEME
Purpurrote Taubnessel	<i>Lamium purpureum</i>	LAMPU
Acker-Kratzdistel	<i>Cirsium arvense</i>	CIRAR
Gemeine Quecke	<i>Elymus repens</i>	AGRRE

Tab. 11: Leitunkräuter in den Körnerleguminosenbeständen im Versuchsjahr 2018/2019 am Standort Schönbrunn (Häufigkeit in der Tabelle absteigend)

Deutsche Bezeichnung	Wissenschaftlicher Name	EPPO-Code*
Kletten-Labkraut	<i>Gallium aparine</i>	GALAP
Gewöhnliche Vogelmiere	<i>Stellaria media</i>	STEME
Acker-Stiefmütterchen	<i>Viola arvensis</i>	VIOAR
Kornblume	<i>Centaurea cyanus L.</i>	CENCY
Acker-Kratzdistel	<i>Cirsium arvense</i>	CIRAR
Gewöhnliche Schafgarbe	<i>Achillea millefolium agg.</i>	ACHMI
Spitz-Wegerich	<i>Plantago lanceolata</i>	PLALA
Gewöhnliches Hirtentäschel	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	CAPBP
Geruchlose Kamille	<i>Tripleurospermum inodorum</i>	MATIN

Während der zweiten Versuchsserie dominierte das Kletten-Labkraut erneut die anderen Beikrautarten, obwohl der Versuch an einem anderen Standort stattfand (Schönbrunn, siehe Tab. 11). Neben dem Kletten-Labkraut konnte auch die Gewöhnliche Vogelmiere in jeder Prüfparzelle vorgefunden werden. Die Acker-Stiefmütterchen waren ebenfalls in fast jeder Parzelle zu finden, während die restlichen Unkrautarten aus Tab. 11 verstreut über der Versuchsanlage gesichtet werden konnten.

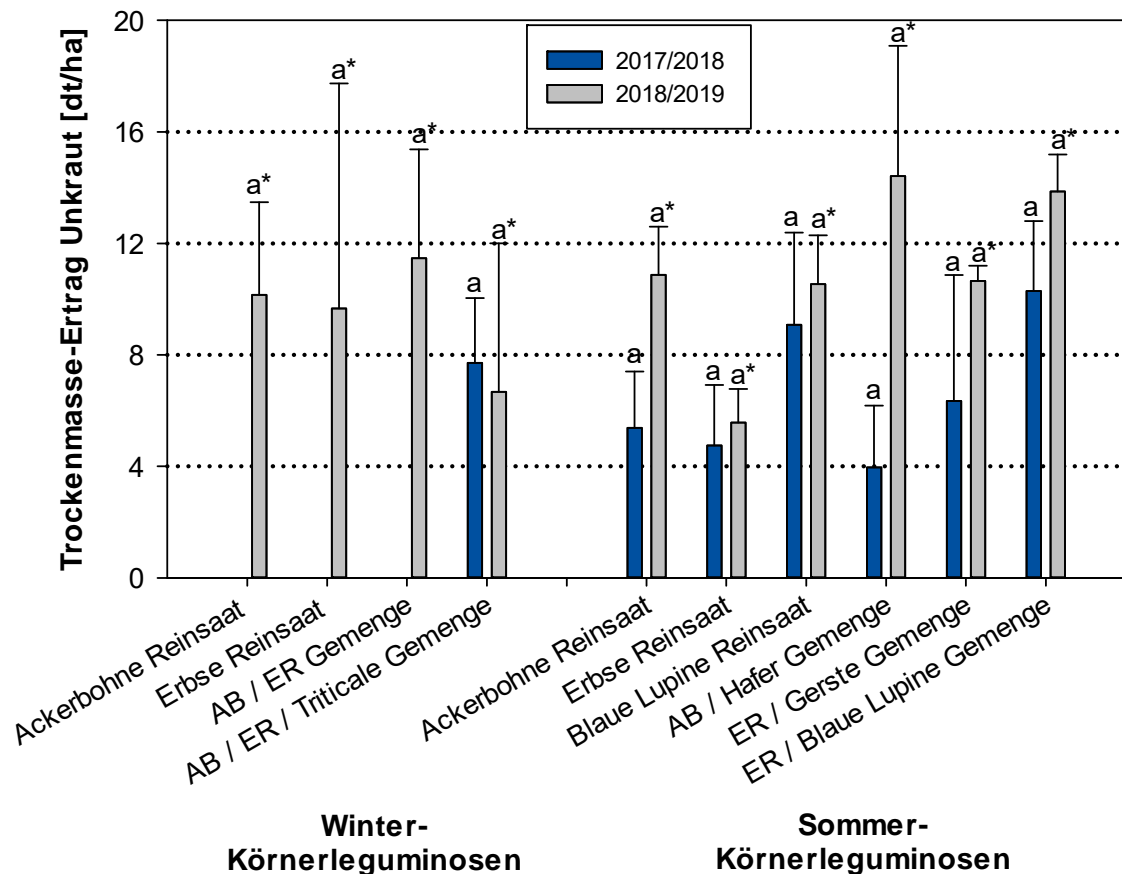


Abb. 50: Trockenmasse-Ertrag [dt/ha] der Unkräuter in den Winter- und Sommer-Körnerleguminosen in Reinsaat und Gemenge zur Druschreife in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (einfaktoriell, $GD_{2018}=8,13$, $GD_{2019}=11,29$)

Die Bestimmung der Trockenmasse an Unkraut zur Druschreife (vgl. Abb. 50) brachte das Ergebnis hervor, dass bei den Winter- und Sommer-Körnerleguminosen weder im ersten, noch im zweiten Versuchsraum ein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten vorlag. Aufgrund der erfrorenen Körnerleguminosen im Winter konnten für die erste Versuchsreihe 2017/2018 keine Unkraut-TM-Erträge ermittelt werden. In der Triticale wurden im ersten Jahr

knapp 8 dt TM/ha ermittelt, im darauffolgenden Jahr wurden 6,7 dt TM/ha. Aus der ersten Versuchsreihe kann noch entnommen werden, dass die Varianten mit Schmalblättriger Lupine sowohl in Reinsaat, als auch im Gemenge beide über 8 dt TM/ha verzeichneten. Diese Tatsache kann auf die schlechte Bestandesdichte der Lupine zurückgeführt werden (Abb. 48, S. 55). In der zweiten Versuchsperiode (2018/2019) sind trotz nicht signifikanter Unterschiede zwischen dem Ackerbohnen–Hafer-Gemenge und dem Erbsen–Lupine-Gemenge mit Erträgen von Trockenmasseunkraut über 8 dt/ha auffällig. Diese Ergebnisse widerspiegeln ebenfalls die sehr geringe Bestandesdichte der Körnerleguminosen, die in Abb. 48 zu finden ist.

Schädlingsbestimmung

Es wurden im Verlauf der Vegetation Schaderreger- und Krankheitsbonituren durchgeführt. In der Vegetationsperiode 2018 wurde eine geringe Anzahl an Krankheiten und Schädlinge festgestellt. Die Bestände sahen gesund aus und es konnten nur einzelne kranke Pflanzen festgestellt werden. Die Fraßschäden, vor allem an der Ackerbohne, durch Blattrandkäfer (*Sitona spp.*) waren sehr gering (Abb. 51).



Abb. 51: Bestand mit Ackerbohne im Gemenge mit Hafer

Die Triticale als Nicht-Leguminosenpflanze zeigte vereinzelt Symptome von Braunrost (*Puccinia spp.*), *Septoria tritici*, *Rhynchosporium*-Blattflecken sowie konnten verschiedene Blattlausarten beobachtet werden. Es wurde jedoch in keiner Parzelle die Schadensschwelle von 30% Pilzbefall überschritten.

Tab. 12: Pilzkrankheiten und tierische Schädlinge an Winter- und Sommererbsen im Versuchsjahr 2018 am Standort Schafhäuser

Krankheit/Schädling	Lateinischer Name	Erkennbare Symptome nach PFLUGHÖFT et al. (2010)
-	<i>Mycosphaerella pinodes</i>	kleine grüne Einsenkungen auf dem Blatt, komplett braunschwarz, Bildung von konzentrischen Ringen
Grüne Erbsenblattlaus	<i>Acyrtosiphon pisum</i> (Harr.)	Befallene Triebspitzen mit gestauchtem Wachstum, Welke; befallene Hülsen mit reduzierter Kornfüllung (siehe Abb. 19)
Olivbrauner Erbsenwickler	<i>Cydia nigricana</i> (F.)	2 bis 3 geschädigte Samen in der Hülse umgeben von Kotkrümeln, Löcher in den Hülsen, Fraßschäden an Druscherbsen

Die Vegetationsperiode 2019 war von zahlreichen pilzlichen und tierischen Krankheitserregern geprägt. Die am meisten beobachteten Schaderreger sind unter Tab. 12 zu finden. Zusätzlich wurden einzelne Pflanzen mit Virenschadbildern beobachtet, was laut (PFLUGHÖFT et al. 2010) auf den starken Befall von Läusen zurückgeführt werden kann (Abb. 52). Dazu konnte noch Ackerschnecken und diverse andere Blattlausarten, die jedoch vereinzelt aufgetreten sind. In den Beständen war *Mycosphaerella pinodes* häufig vertreten, weshalb sich als Bekämpfungsmaßnahme für den Standort eine Fruchtfolge empfiehlt, bei der keine Erbsen bis zu 10 Jahren angebaut werden (PFLUGHÖFT et al. 2010). Die Ackerbohnen und Lupinen wiesen nur vereinzelt Blattläuse und Fraßschäden durch Blattrandkäfer (*Sitona spp.*) auf (Abb. 19). Wenige Ackerbohnen zeigten Symptome von der Brennfleckenkrankheit (*Ascochyta fabae*). Im vorliegenden Versuch wurden keine Pflanzenschutzmaßnahmen durchgeführt.



Abb. 52: Saugschädigung und Virussympptome bei einzelner Erbsenpflanze

Tab. 13: Pilzkrankheiten und tierische Schädlinge an Winter- und Sommererbsen im Versuchsjahr 2019 am Standort Schönbrunn

Krankheit/Schädling	Lateinischer Name	Erkennbare Symptome (nach (PFLUGHÖFT ET AL. 2010))
-	<i>Mycosphaerella pinodes</i>	kleine grüne Einsenkungen auf dem Blatt, komplett braunschwarz, Bildung von konzentrischen Ringen
Weißstängeligkeit	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	weiße Färbung der Hülsen, weiße Symptome an Stängeln
-	<i>Fusarium solani</i>	schwarz glänzende Läsionen, rötliche Verfärbung des Gefäßsystems, Vergilbungen der Pflanzen
Olivbrauner Erbsenwickler	<i>Cydia nigricana</i> (F.)	2 bis 3 geschädigte Samen in der Hülse umgeben von Kotkrümeln, Löcher in den Hülsen, Fraßschäden an Druscherbsen
Grüne Erbsenblattlaus	<i>Acyrtosiphon pisum</i> (Harr.)	Befallene Triebspitzen mit gestauchtem Wachstum, Welke; befallene Hülsen mit reduzierter Kornfüllung (siehe Abb. 19)



Abb. 53: Fraßschaden durch Erbsenwickler (*Cydia nigricana* F.) an Erbsenhülse

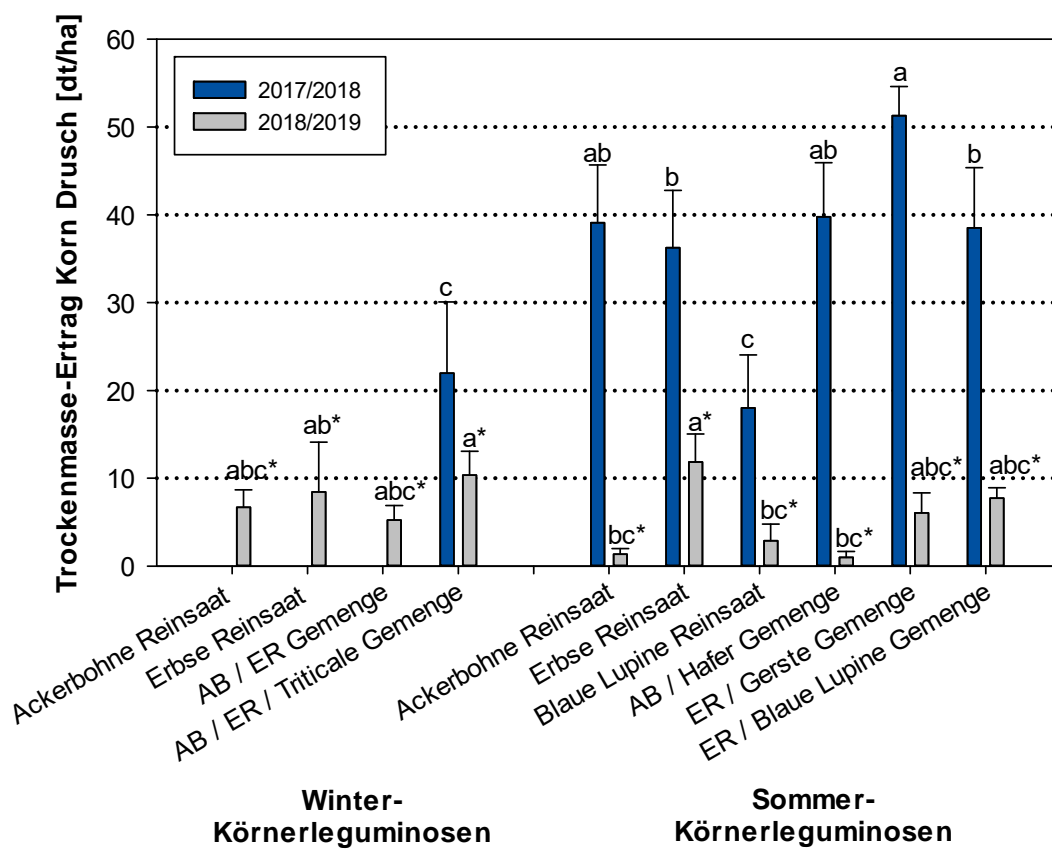


Abb. 54: Korn-Trockenmasse-Ertrag [dt/ha] aus dem Drusch der Winter- und Sommer-Körnerleguminosen in Reinsaat und Gemenge in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (einfaktoriell, $GD_{2018}=12,56$, $GD_{2019}=7,46$)

Die Auswertung der Korn-Trockenmasse-Erträge der Körnerleguminosen ergab, dass im ersten Versuchsjahr 2017/2018 die Varianten mit Ackerbohne (Ackerbohne Reinsaat und Ackerbohne im Gemenge mit Hafer) und die Variante Erbse- Gerste-Gemenge mit etwa 40 bis 50 dt/ha die höchsten Erträge lieferten. Im zweiten Versuchsjahr 2018/2019 waren die Drusch-Erträge geringer als im ersten Versuchsjahr, aber auch deutlich weniger differenziert. Die Schmalblättrige Lupine lieferte in der ersten Versuchsserie die geringsten Kornerträge, die knapp unter 20 dt/ha lagen. Im darauffolgenden Jahr lag die Lupine zwar unter 10 dt/ha, aber die Ackerbohne verzeichnete in Reinsaat und im Gemenge noch geringere Erträge, die bei 1,4 dt/ha sowie bei 1 dt/ha lagen. Diese schlechten Ergebnisse der Ackerbohne sind vor allem auf die langanhaltende Dürre- und Hitzeperiode unter Mittelgebirgslagen im Sommer 2019 zurückzuführen. In der Periode vom 01.06. bis 31.07. betrug die mittlere Tagestemperatur 20,4 °C in 200 cm und 20,7 °C in 20 cm Höhe über dem Boden. Wird der gleiche Zeitraum im Jahr 2018 betrachtet, lag die durchschnittliche Tagesmitteltemperatur in 200 cm Höhe über dem Boden bei 19,5 °C und in 20 cm Höhe – bei 19,9°C. Im Jahr 2018 blieb die maximale Temperatur stets unter 39 °C, während im Jahr 2019 auch Tageswerte von 40,7 °C registriert wurden.

Die nachfolgende Analyse der Protein-Erträge brachte das Ergebnis hervor, dass die Sommer Ackerbohne in Reinsaat das meiste Protein ausgebildet hatte – über 1228 kg /ha. Aber auch die Variante von Ackerbohne im Gemenge mit Hafer und die Erbsen-Varianten (Reinsaat, Gemenge mit Gerste und Gemenge mit Blaue Lupine) lieferten hohe Protein-Erträge, wobei die Erbse im ersten Jahr stets unter 921 kg N/ha blieb. Die blaue Lupine lieferte in Reinsaat Proteinerträge von knapp 552,6 kg /ha im ersten Jahr. Die Ackerbohne hatte im zweiten Versuchsjahr zwar sehr geringe TM- sowie Proteinerträge, aber dafür sind lediglich die ungünstigen Witterungsbedingungen verantwortlich. Wird lediglich das erste Versuchsjahr betrachtet, ist deutlich zu erkennen, dass die Ackerbohne das größte Potential von den getesteten Körnerleguminosen unter Mittelgebirgslagen aufgewiesen hat. Die Erbse ist aufgrund der Krankheit *Mycosphaerella pinodes* eher als kritisch zu betrachten, da beim Feststellen eines Befalls eine längere Anbaupause in der Fruchtfolge einzuplanen ist (PFLUGHÖFT et al. 2010), während der allerdings weiterhin gute Proteinerträge aus Körnerleguminosen für die Milchviehhaltung notwendig sind.

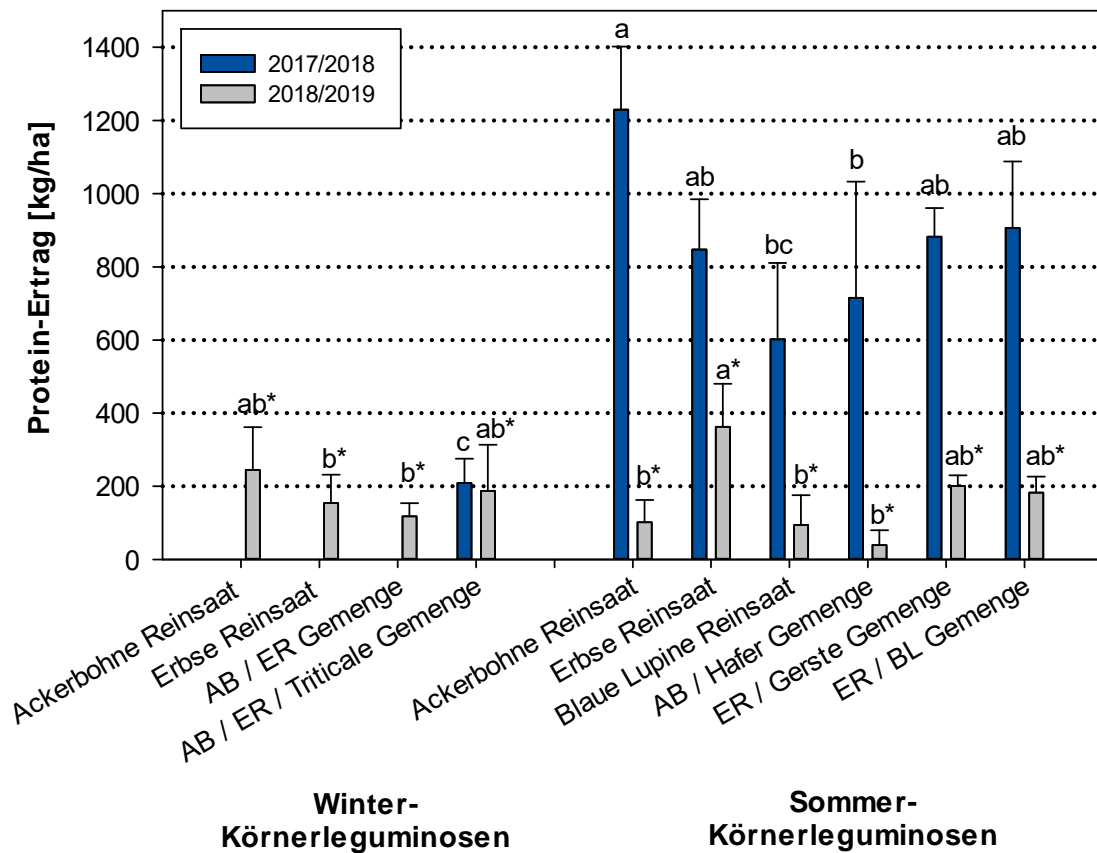


Abb. 55: Protein-Ertrag [kg/ha] vom Drusch der Winter- und Sommer-Varianten zur Haupternte in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (einfaktoriell, $GD_{2018}=421,27$, $GD_{2019}=206,18$)

3.2.3 Teilbereich Rapsanbau

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der im Teilbereich Rapsanbau erhobenen Daten erfolgte mit dem Programm SAS (Version 9.3, SAS Institute Inc.). Der Test auf Normalverteilung erfolgte mit Shapiro-Wilk, wobei nicht normalverteilte Daten nach MUNZERT (1992) nach folgenden Funktionen transformiert wurden: $1:x$, \sqrt{x} , x^2 , $\sqrt{1:x}$, $1:x^2$, $\log(x)$. Die Auswertung erfolgte als zweifaktorielle Varianzanalyse mit anschließendem F-Test (Faktor 1: Gärresteeinarbeitung = mit + ohne, Faktor 2: Aussaatform = Reinsaat + Gemenge). Für den multiplen Mittelwertvergleich wurde der Tukey-Test ($\alpha < 0,05$). Die statistische Auswertung der Daten sowie deren Darstellung erfolgte mit arithmetischen Mittelwerten und Angabe des Standardfehlers. Alle graphischen Darstellungen der Ergebnisse wurden mit dem Programm SigmaPlot (Version 12.5, Systate Software Inc.) erstellt.

Standortcharakterisierung

Die Vorräte an N_{\min} im Herbst unterschieden sich sehr stark in den zwei Versuchsjahren (Tab. 14). Die ersten zwei Standorte im Herbst 2017 wiesen einen Gesamt- N_{\min} -Vorrat im Boden von 70,6 kg/ha nach Rotkleeergras und 103,9 kg/ha nach Winterweizen. Ein Jahr später wurden an den Standorten lediglich 27 kg/ha nach Rotkleeergras und 36 kg/ha nach Winterweizen zu finden. Diese schlechten Ergebnisse sind auf die Standortbeschaffenheit zurückzuführen. Die zwei Versuchsstandorte im Jahr 2018/2019 erwiesen sich allgemein als nicht geeignet für einen Winterrapsanbau, da auch der Unkrautdruck an diesen Standorten sehr hoch war (siehe **Verunkrautung**). Die Ergebnisse nach dem Winter zeigen sehr deutlich, dass die N_{\min} -Vorräte im Boden auch mit Gärresteeinbringung (60 kg N/ha) so gering ausgefallen waren, dass auf eine Gülledüngung nicht verzichtet werden konnte, um den Ertrag des Winterraps sicherstellen zu können.

Tab. 14: Vorräte an N_{\min} -N im Boden zur Zwischenernte im November (am 01.11.2017 und am 03.11.2018) des jeweiligen Jahres

Tiefenstufe	Rotklee 2017/2018	Winterweizen 2017/2018
	N_{\min} [kg ha ⁻¹]	N_{\min} [kg ha ⁻¹]
0 bis 30 cm	51,2	33,5
30 bis 60 cm	19,4	27,8
60 bis 90 cm	- ¹	42,6
Gesamt	70,6	103,9
Tiefenstufe	Rotklee 2018/2019	Winterweizen 2018/2019
	N_{\min} [kg ha ⁻¹]	N_{\min} [kg ha ⁻¹]
0 bis 30 cm	23	28
30 bis 60 cm	2	5
60 bis 90 cm	2	3
Gesamt	27	36

¹ Aufgrund der Bodenbeschaffenheit konnte keine Bodenprobe entnommen werden

Untersuchungsmethode: VdLUFA Methodenbuch A 6.1.3.2

Wie in Tab. 16 dargestellt, haben alle Versuchsstandorte, ähnlich wie die Standorte bei den anderen Teilbereichen eine relativ geringe Bodenwertzahl und sind durch sandigen Lehm charakterisiert. Sie liegen zwischen 480 und 500 m Höhe über NN und werden sie laut BRÄUTIGAM et al. (1996) als mittlere Berglagen eingestuft. Die durchwurzelbare Tiefe des Bodens beträgt 60 cm und der Steinanteil liegt bei 25%. Die Entstehung des Bodens an beiden Standorten ist auf Verwitterung zurückzuführen. Als Vorfrucht standen jeweils Winterweizen oder Rotklee gras. In der gesamten Versuchsperiode 2017/2018 seit der Aussaat der Winterleguminosen im Herbst bis zum Erntezeitpunkt im darauffolgenden Jahr waren insgesamt 315,8 mm Niederschlag gefallen. Die mittlere Tagestemperatur in diesem Zeitraum betrug 10,3 °C in 200 cm Höhe über dem Boden. Während der zweiten Versuchsserie (2018/2019) betrug die Niederschlagshöhe 420,6 mm und die durchschnittliche Tagesmitteltemperatur war 10,4 °C in 200 cm Höhe über dem Boden.

Tab. 15: Vorräte an N_{\min} -N im Boden nach Überwinterung am 12.04.2019 im zweiten Versuchsjahr

	Rotklee 2018/2019		Winterweizen 2018/2019	
	N_{\min} [kg ha ⁻¹]		N_{\min} [kg ha ⁻¹]	
	ohne Gärreste	mit Gärrest	ohne Gärreste	mit Gärrest
Reinsaat	13	20	19	20
Gemenge	10	16	17	23

Untersuchungsmethode: VdLUFA Methodenbuch A 6.1.3.2

Tab. 16: Standortmerkmale, Vorfrucht, Vegetationstage, Niederschlagshöhe und Tagesmitteltemperatur der geprüften Umwelten

Umwelt	Bodenwertzahl ¹	Bodenart ¹	Vorfrucht ¹	Vegetations-tage ¹	Niederschlagshöhe im Versuchszeitraum ² [mm]	Tagesmittel-temperatur im Versuchs-zeitraum ² [°C]
Rotklee 2017/2018	ca. 27	sL	Rotklee (Kleegras)	344 (Raps) 308 (Erbse)	315,8	10,3
Winterweizen 2017/2018	ca. 27	sL	Winterweizen	344 (Raps) 308 (Erbse)	315,8	10,3
Rotklee 2018/2019	ca. 27	sL	Rotklee (Kleegras)	357 (Raps) 308 (Erbse)	420,6	10,4
Winterweizen 2018/2019	ca. 27	sL	Winterweizen	357 (Raps) 308 (Erbse)	420,6	10,4

¹ Nach Angaben von Hofgut Eichigt

² Nach Angaben von: Agrarmeteorologisches Messnetz Sachsen, Wetterstation Reichenbach (REB)

Tab. 17: pH-Wert und Gehalt des Bodens an Grundnährstoffen der Versuchsflächen

Umwelt	pH ^{1,2}	Nährstoffgehalt in mg je 100 g Boden		
		P ^{1,3}	K ^{1,3}	Mg ¹
Rotklee 2017/2018	5,5	5,8 C	6,7 C	13,1 D
Winterweizen 2017/2018	4,7	4,8 C	7,3 C	11,5 D
Rotklee 2018/2019	4,7	6,6 D	9,4 C	7,1 C
Winterweizen 2018/2019	6,1	6,1 D	34,5 D	12,6 D

¹ Einstufung der Gehaltsklassen und der Versorgungsstufen für Makronährstoffe des Bodens für Ackerland in Sachsen

² bestimmt in Calciumchlorid-Lösung (0,01 mol)

³ bestimmt im CAL-Auszug

Charakterisierung der eingesetzten Gärreste

Wichtige Kenngrößen der ausgebrachten Gärreste in den Feldversuchen in den Jahren 2017 und 2018 sind in der Tab. 18 angegeben. Die Partien waren durch einen NH₄-N-Anteil am Gesamt-N im Bereich zwischen 60 und 77 % gekennzeichnet.

Tab. 18: Eigenschaften, ermittelte Gehalte an Nährstoffen in der Originalsubstanz und pH-Wert der eingesetzten Gärreste in den Jahren 2017 und 2018

Parameter	Versuchsjahr 2017/2018	Versuchsjahr 2018/2019
pH-Wert	7,41	7,2
Biogasausbeute/Restgaspotential	9,2 m ³ /t	13,8 m ³ /t
	kg/t	
Gesamt-N	2,67	1,04
NH ₄ -N	1,60	0,80
C/N-Verhältnis	4,3	16,7
Trockensubstanz	36,7	40,1
Organische Substanz	24	36,2

Feldaufgang und Bestandesdichte

Die Erfassung des Feldaufganges ergab, wie in Abb. 56 dargestellt, dass weder nach der Vorfrucht Weizen, noch nach der Vorfrucht Rotklee die Einarbeitung von Gärresten einen signifikanten Einfluss im ersten Versuchsjahr 2017/2018 auf die Bestandesdichte hatte. Jedoch konnte im zweiten Versuchsjahr 2018/2019 mit dem Gemengeanbau des Rapses nach der Vorfrucht Winterweizen ein dichter Bestand erreicht werden als der Anbau in Reinsaat. Aus der unterliegenden Grafik kann außerdem entnommen werden, dass der Feldaufgang nach Rotklee in beiden Versuchsserien geringer war im Unterschied zur Vorfrucht Winterweizen. Der Standort mit Rotklee war bei der Erfassung des Feldaufganges sichtbar trockener, als der Standort nach Vorfrucht Winterweizen. Da im Herbst keine hohen Niederschlagsmengen gefallen waren, konnten sich die Rapspflanzen nach Rotklee nicht erholen und die Bestandesdichte blieb weiterhin sehr gering.

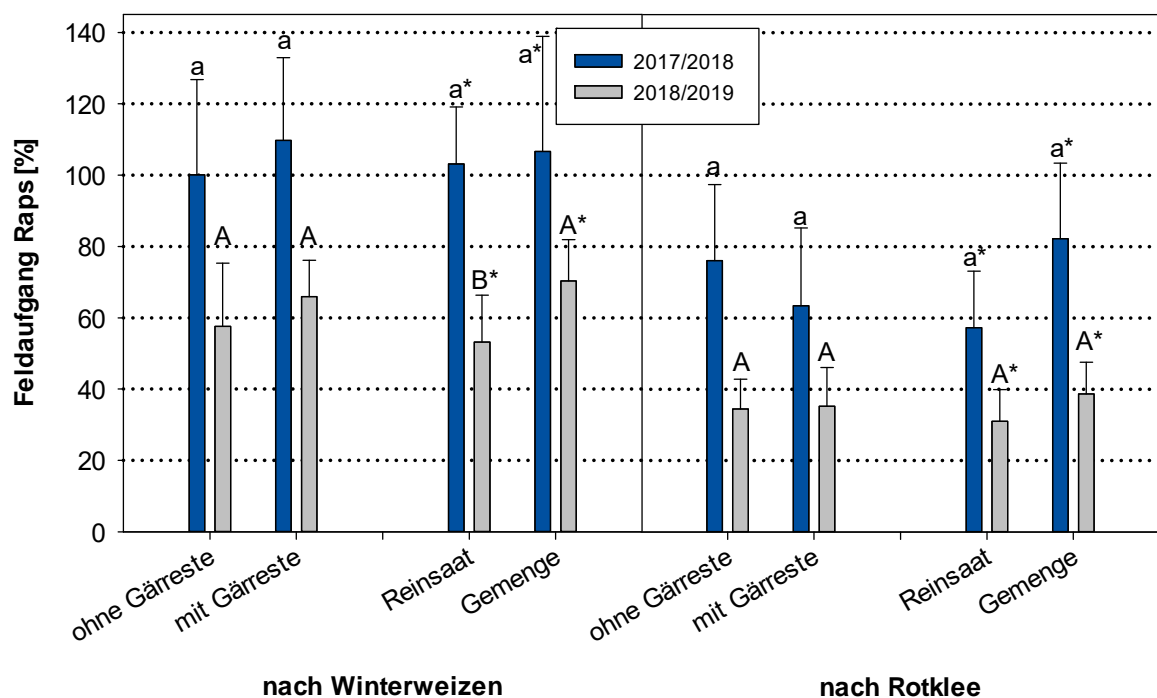


Abb. 56: Feldaufgang [%] vom Raps für die Varianten nach den Vorfrüchten Winterweizen und Rotklee in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Gärresteeinarbeitung × Aussaatform, $GD_{\text{Winterweizen 2017}}=35,27$, $GD_{\text{Winterweizen 2018}}=14,9$, $GD_{\text{Rotklee 2017}}=25,03$, $GD_{\text{Rotklee 2018}}=11,51$)

Ebenso konnte bei der Wintererbse (vgl. Abb. 57) kein signifikant dichter Bestand beobachtet werden, wenn zuvor Gärreste eingearbeitet wurden. Die Bestandesdichte und der Feldaufgang waren sehr gering ausgefallen. Von insgesamt 20 Körner/m², die ausgesät wurden, konnten die Erbsen nach Rotklee mit Gärrestausbringung knapp 6 Körner/m² vor dem Wintereinbruch aufweisen. Der Grund für den schlechten Feldaufgang lag vermutlich ähnlich wie bei den Körnerleguminosen an den Witterungsbedingungen (siehe **Feldaufgang Winter-Körnerleguminosen**).

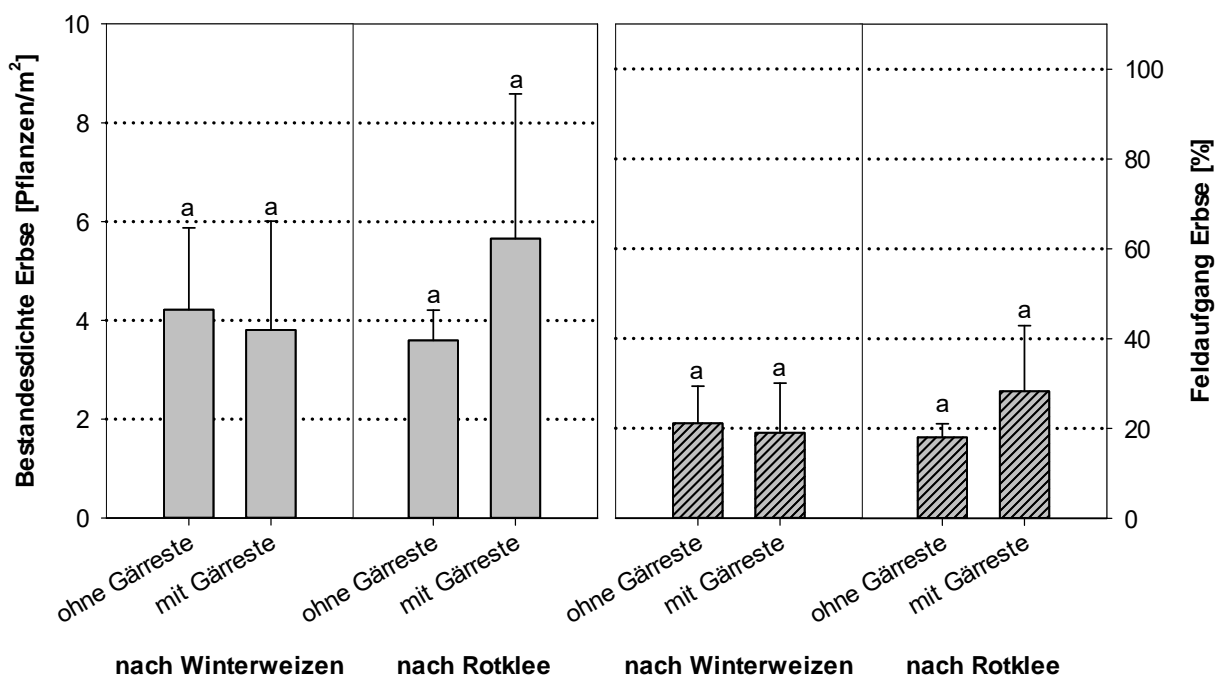


Abb. 57: Bestandesdichte [Pflanzen/m²] und Feldaufgang [%] der Erbsen für die Varianten nach den Vorfrüchten Winterweizen und Rotklee im Versuchsjahr 2018/2019 (einfaktoriell, $GD_{\text{Bestandesdichte Winterweizen}}=2,20$, $GD_{\text{Bestandesdichte Rotklee}}=4,99$, $GD_{\text{Feldaufgang Winterweizen}}=11,02$, $GD_{\text{Feldaufgang Rotklee}}=24,94$)

Zwischenernte

Die Auswertung der Biomassen-Probenahme im Herbst ergab beim Trockenmasse-Ertrag für beide Vorfrüchte in beiden Versuchsjahren ein ähnliches Bild (Abb. 58). Sowohl nach Vorfrucht Winterweizen, als auch nach Vorfrucht Rotklee gras konnte durch Gärresteeinarbeitung ein

wesentlich höherer Sprossertrag des Rapses erzielt werden. Bei der Aussaatform wurden nach Vorfrucht Rotklee in beiden Versuchsjahren signifikant höhere Trockenmasse-Erträge in der Reinsaat erzielt, während nach Vorfrucht Winterweizen die Reinsaatvariante lediglich in der Versuchsperiode 2017/2018 einen signifikant höheren Wert aufwies. Die Trockenmasse-Erträge der Aussaatform in der zweiten Versuchsperiode blieben nicht signifikant, jedoch zeigte die Reinsaatform tendenziell einen höheren Wert

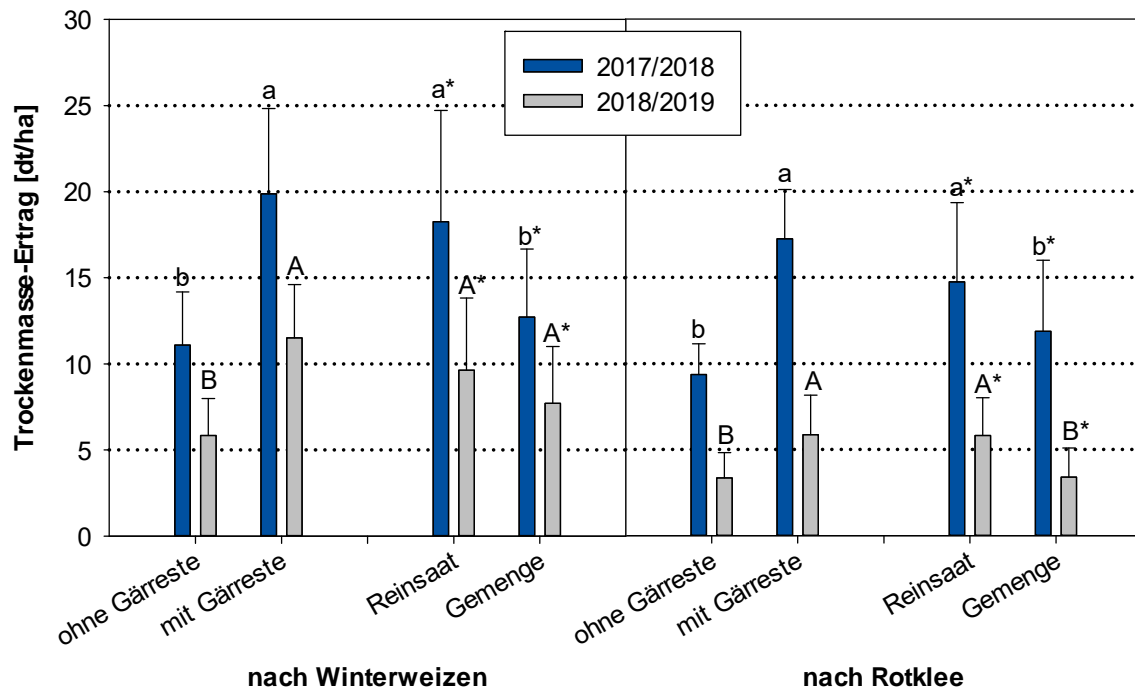


Abb. 58: Sprosstrockenmasse-Ertrag [dt/ha] des Rapses für die Varianten bei der Zwischen-
ernte im Herbst in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Gärresteeinarbeitung × Aussaatform, $GD_{\text{Winterweizen 2017}}=3,87$, $GD_{\text{Winterweizen 2018}}=2,58$, $GD_{\text{Rotklee 2017}}=2,52$, $GD_{\text{Rotklee 2018}}=0,97$)

Bei der N-Analyse der Biomassenproben konnte kein Einfluss von Gärresteeinarbeitung oder Aussaatform nach Rotklee gras signifikant gesichert werden (siehe Abb. 59). Nach Winterweizen konnte während der ersten Versuchsserie im Herbst nach der Ausbringung von Gärresten ein signifikant höherer N-Gehalt festgestellt werden. Der N-Gehalt war im Spross des Rapses im ersten Jahr nach Rotklee gras höher als nach Winterweizen, während die Rapspflanzen im zweiten Jahr nach der Vorfrucht Winterweizen den höheren N-Gehalt aufwiesen. Diese Ergebnisse sind mit dem schlechten Feldaufgang des Rapses nach Rotklee gras im Herbst 2018 zu

erklären, bei dem die Entwicklung der Pflanzen durch den sehr trockenen Boden verlangsamt wurde (siehe Abb. 60 und Abb. 61).

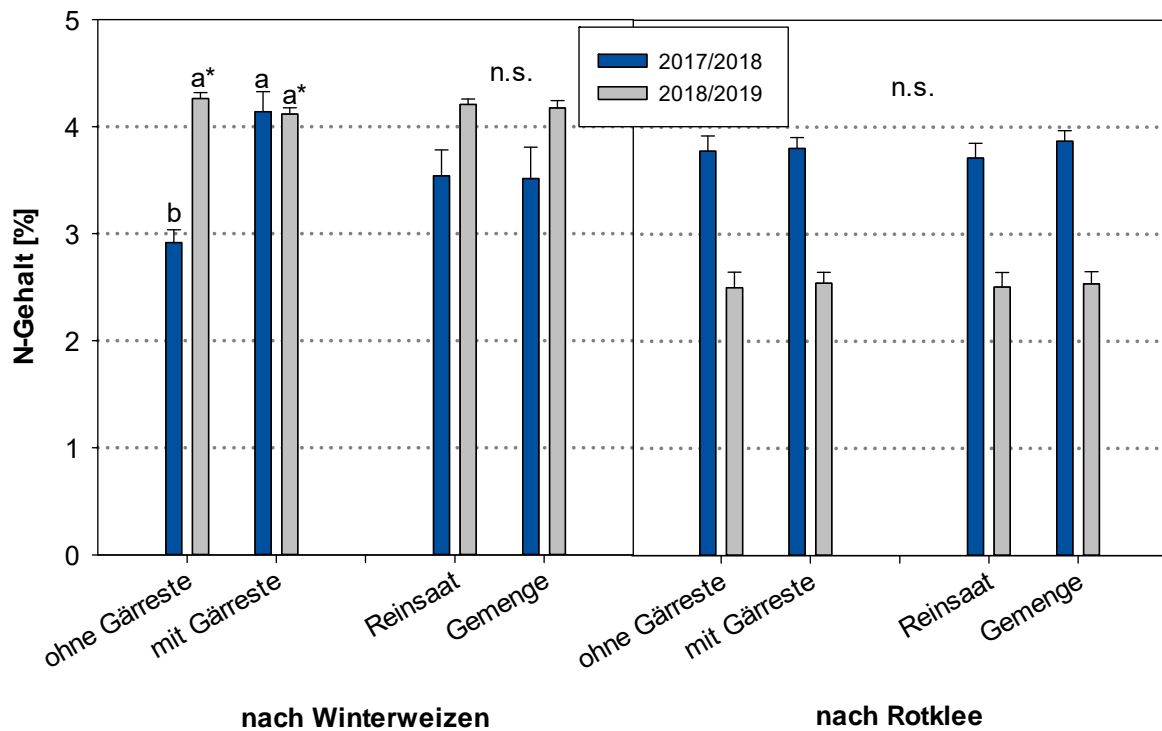


Abb. 59: N-Gehalt [%] im Spross des Rapses bei der Zwischenernte im Herbst in den Versuchsjahren 2017 und 2018 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Gärresteeinarbeitung \times Aussaatform, $GD_{\text{Winterweizen 2017}}=3,87$, $GD_{\text{Winterweizen 2018}}=2,58$, $GD_{\text{Rotklee 2017}}=2,52$, $GD_{\text{Rotklee 2018}}=0,97$)



Abb. 60: Rapspflanze nach Vorfrucht Rotkleeergras zum Zeitpunkt der Zwischenernte am Standort Rebersreuth (03.11.2018)



Abb. 61: Rapspflanze nach Vorfrucht Winterweizen zum Zeitpunkt der Zwischenernte am Standort Triebel/Vogtland (03.11.2018)

Verunkrautung

Anders als im zweiten Versuchsjahr 2018/2019, in welchem die Gärresteeinarbeitung oder die Aussaatform keinen signifikanten Einfluss auf den Unkraut-Bedeckungsgrad im Frühling hatte, konnte im ersten Versuchsjahr 2017/2018 sowohl nach den Vorfrüchten Winterweizen und Rotklee deutliche Unterschiede beobachtet werden (vgl. Abb. 62). Dabei war der Bedeckungsgrad bei Gärresteeinarbeitung viel höher als im Vorjahr. Aus Abb. 63 bis 66 kommt deutlich hervor, dass der Unkrautdruck im zweiten Versuchsjahr wesentlich stärker war und trotz Hackmaßnahmen im Herbst die Versuchsfläche zu 100% im März 2019 bedeckt war. Nach manuellem Hacken konnte der Unkrautdruck nicht weiter minimiert werden und betrug um die 80% im Schnitt bei den verschiedenen Varianten (Abb. 62).

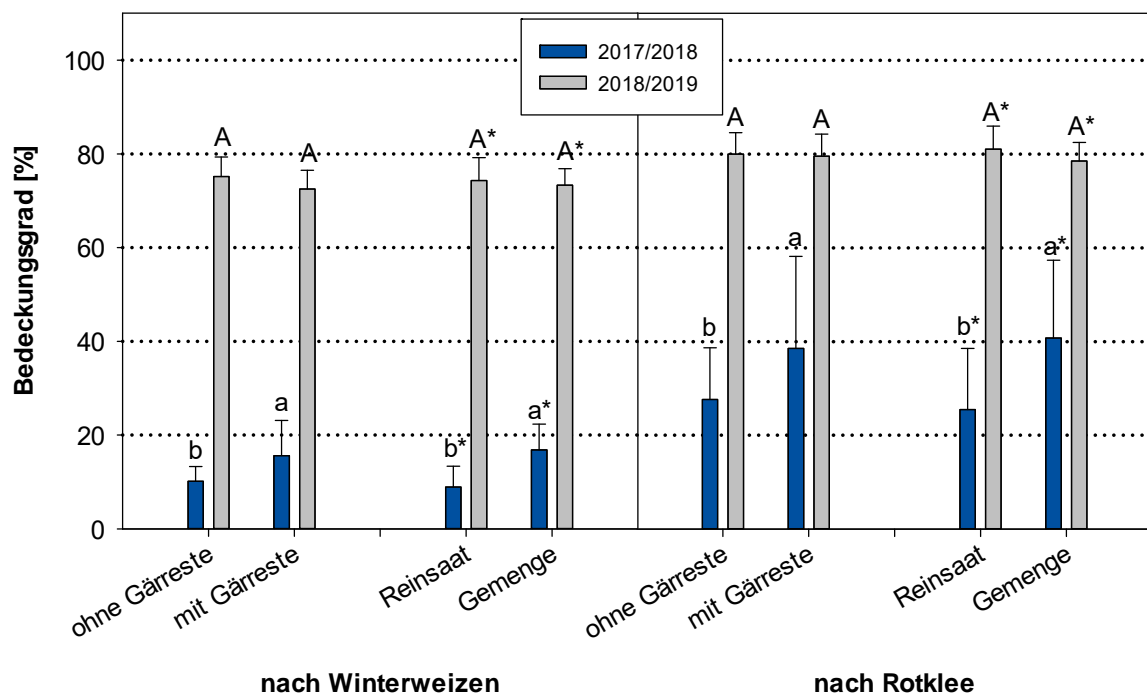


Abb. 62: Bedeckungsgrad [%] des Unkrauts in Raps im Frühling (zum 26.04.2018 und zum 02.05.2019) für die Varianten nach den Zwischenfrüchten Winterweizen und Rotklee in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Gärresteeinarbeitung \times Aussaatform, $GD_{\text{Winterweizen 2017}}=3,02$, $GD_{\text{Winterweizen 2018}}=5,64$, $GD_{\text{Rotklee 2017}}=8,20$, $GD_{\text{Rotklee 2018}}=5,80$)



Abb. 63: Verunkrautung am Standort Untereichigt (Winterraps nach Rotkleeegras) im Frühjahr 2018



Abb. 64: Verunkrautung am Standort Oberhermsgrün (Winterraps nach Winterweizen) im Frühjahr (05.03.2018)



Abb. 65: Verunkrautung am Standort Triebel/Vogtland (Winterraps nach Winterweizen) im Frühjahr 04.03.2019 (links) und nach manueller Hacke (rechts)



Abb. 66: Verunkrautung am Standort Rebersreuth (Winterraps nach Rotklee-gras) im Frühjahr 04.03.2019 (links) und nach manueller Hacke (rechts)

Tab. 19: Leitunkräuter in den Winterrapsbeständen im Versuchsjahr 2017/2018 am Standort Untereichigt nach Vorfrucht Rotklee gras (Häufigkeit in der Tabelle absteigend)

Deutsche Bezeichnung	Wissenschaftlicher Name	EPPO-Code*
Gewöhnliches Hirtentäschel	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	CAPBP
Purpurrote Taubnessel	<i>Lamium purpureum</i>	LAMPU
Gewöhnlicher Löwenzahn	<i>Taraxacum officinale</i>	TAROF
Walzen-Wolfsmilch	<i>Euphorbia myrsinites</i>	EPHMY
Acker-Stiefmütterchen	<i>Viola arvensis</i>	VIOAR
Persischer Ehrenpreis	<i>Veronica persica</i>	VERPE
Gewöhnliche Vogelmiere	<i>Stellaria media</i>	STEME
Rotklee/Wiesenklee	<i>Trifolium pratense</i>	TRFPR

Tab. 20: Leitunkräuter in den Winterrapsbeständen im Versuchsjahr 2017/2018 am Standort Oberhermsgrün nach Vorfrucht Winterweizen (Häufigkeit in der Tabelle absteigend)

Deutsche Bezeichnung	Wissenschaftlicher Name	EPPO-Code*
Acker-Stiefmütterchen	<i>Viola arvensis</i>	VIOAR
Purpurrote Taubnessel	<i>Lamium purpureum</i>	LAMPU
Gewöhnlicher Löwenzahn	<i>Taraxacum officinale</i>	TAROF
Gewöhnliches Hirtentäschel	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	CAPBP
Gemeine Quecke	<i>Elymus repens</i>	AGRRE

Tab. 21: Leitunkräuter in den Winterrapsbeständen im Versuchsjahr 2018/2019 am Standort Rebersreuth nach Vorfrucht Rotklee gras (Häufigkeit in der Tabelle absteigend)

Deutsche Bezeichnung	Wissenschaftlicher Name	EPPO-Code*
Storchnabelgewächse	<i>Geranium ssp.</i>	1GERG
Acker-Stiefmütterchen	<i>Viola arvensis</i>	VIOAR
Gewöhnlicher Löwenzahn	<i>Taraxacum officinale</i>	TAROF
Purpurrote Taubnessel	<i>Lamium purpureum</i>	LAMPU
Gewöhnliche Vogelmiere	<i>Stellaria media</i>	STEME

Tab. 22: Leitunkräuter in den Winterrapsbeständen im Versuchsjahr 2018/2019 am Standort Triebel/Vogtland nach Vorfrucht Winterweizen (Häufigkeit in der Tabelle absteigend)

Deutsche Bezeichnung	Wissenschaftlicher Name	EPPO-Code*
Weizen	<i>Triticum aestivum L.</i>	TRZAX
Kornblume	<i>Centaurea cyanus L</i>	CENCY
Kletten-Labkraut	<i>Galium aparine</i>	GALAP
Gewöhnliches Hirtentäschel	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	CAPBP
Gemeine Quecke	<i>Elymus repens</i>	AGRRE

Neben dem Bedeckungsgrad wurden auch die Leitunkräuter an jedem Standort bestimmt (Tab. 19 bis Tab. 22). Im ersten Versuchsjahr (2017/2018) war nach der Vorfrucht Rotkleeergras die größte Vielfalt an Unkrautarten zu finden, wobei das Gewöhnliche Hirtentäschel dominierte und in jeder Prüfparzelle zu finden war. Der Rotklee war vorfruchtbedingt ebenfalls als Unkrautpflanze in den Beständen zu finden. Am Standort Oberhermsgrün war das Acker-Stiefmütterchen die dominierende Unkrautart, die in jeder Parzelle bonitiert wurde (Tab. 20). Im darauffolgenden Jahr waren hauptsächlich Storchschnabelgewächse nach dem Rotkleeergras zu finden, die die komplette Versuchsanlage bedeckten. Nach der Vorfrucht Winterweizen konnte sehr viel Ausfallweizen aus der vorherigen Vegetationsperiode gefunden werden, der nach dem milden Winter im Frühjahr ausgetrieben war und in jeder Parzelle wuchs.

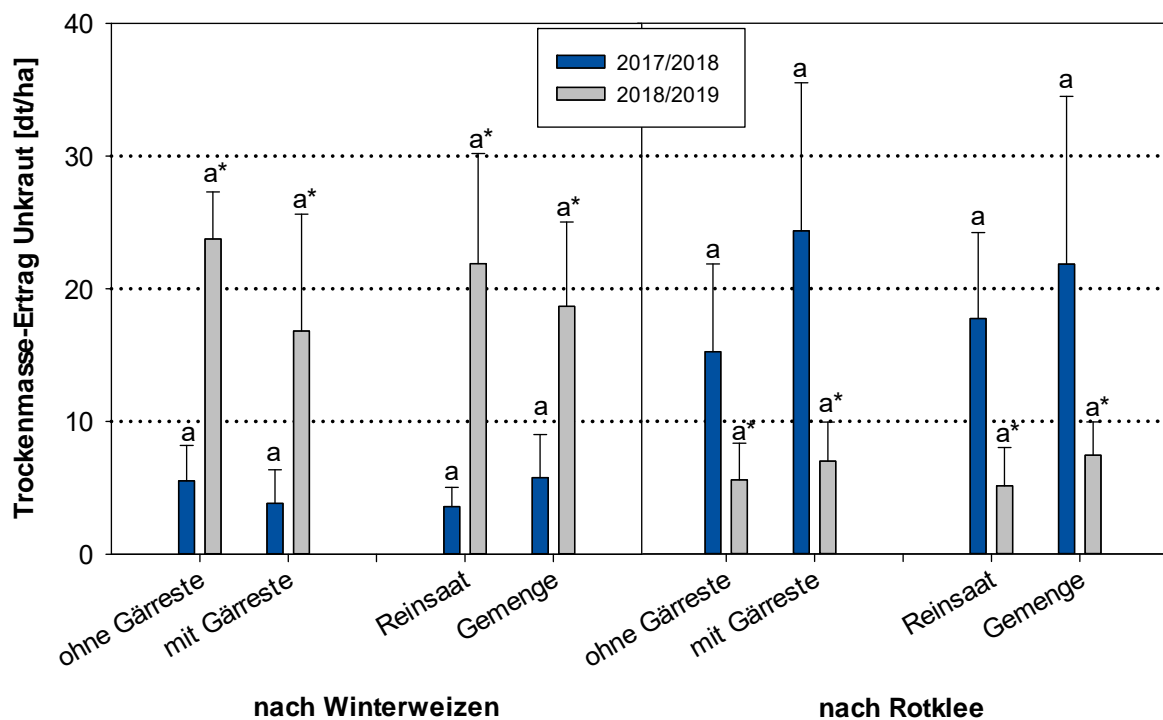


Abb. 67: Spross-Trockenmasse-Ertrag [dt/ha] der Unkräuter nach den Vorfrüchten Winterweizen und Rotklee in den Versuchsjahren 2018 und 2019 zum Zeitpunkt der Druschreife des Rapses (zweifaktoriell, keine signifikanten Wechselwirkungen Gärresteeinarbeitung × Aussaatform, $GD_{\text{Winterweizen 2018}}=2,67$, $GD_{\text{Winterweizen 2019}}=7,10$, $GD_{\text{Rotklee 2018}}=10,46$, $GD_{\text{Rotklee 2019}}=3,43$)

Die Trockenmasse an Unkraut, welche bei der Handernte vor dem Drusch bestimmt wurde, war in beiden Versuchsjahren in allen Varianten nicht signifikant verschieden (vgl. Abb. 67). Jedoch konnte beobachtet werden, dass das Unkrautwachstum im ersten Versuchsjahr

2017/2018 nach der Vorfrucht Winterweizen höher ausfiel als nach Rotklee gras. Im zweiten Versuchsjahr 2018/2019 war dieses entgegengesetzt der Fall. Der Unterschied kann nicht statistisch abgesichert werden, aber es wird vermutet, dass der Standort (Unkrautdruck in vorherigen Jahren) einen entscheidenden Einfluss hatte.

Schädlingsbestimmung

Die Bonitur der Rapsglanzkäfer ergab in beiden Versuchsjahren, dass der Befall die Schadschwelle von 6 Käfern (nach Angaben von Deutsche Saatveredlung AG) pro Haupttrieb nicht überschritten hatte. Wird der Faktor Gärrest betrachtet, ist zu sehen, dass im ersten Versuchsjahr (2018) keine signifikanten Unterschiede beim Rapskäferbefall zu finden waren. Im Jahr 2019 konnte ein erhöhter Befall bei den Parzellen mit Gärresteeinbringung nach der Vorfrucht Rotklee gras festgestellt werden, der jedoch weiterhin unter der Schadschwelle blieb.

Tab. 23: Ergebnisse der Rapsglanzkäferbonitur [Anzahl/Pflanze] für Prüffaktor Gärresteeinbringung für die Versuchsjahre 2018 und 2019

Variante	2018		2019	
	RK	WW	RK	WW
ohne Gärreste	5,3 a	4,0 a	2,3 b	1,9 a
mit Gärresten	5,1 a	5,5 a	5,4 a	2,1 a

*nicht gleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen zwischen dem Faktor Gärrest

Tab. 24: Ergebnisse der Rapsglanzkäferbonitur [Anzahl/Pflanze] für Prüffaktor mit/ohne Gärresteeinbringung für die Versuchsjahre 2018 und 2019

Variante	2018		2019	
	RK	WW	RK	WW
Reinsaat	4,5 a	4,1 a	2,9 b	1,7 a
Gemenge	5,9 a	5,4 a	4,8 a	2,3 a

*nicht gleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen zwischen dem Faktor Anbauform

Im Hinblick auf den Faktor Anbauform konnten ebenfalls im ersten Versuchsjahr keine signifikanten Unterschiede des Käferbefalls festgestellt werden. Im darauffolgenden Jahr (2019) wurden in den Reinsaaten nach Rotklee gras signifikant weniger Raps glanzkäfer gezählt, als in den Gemengeparzellen mit Wintererbse. Diese Ergebnisse liegen vermutlich an der Tatsache, dass die Pflanzen in den Gemengevarianten kleiner und anfälliger für einen Schädlingsbefall waren (siehe Abb. 35 und Abb. 36).

Die Rapsbestände waren neben Raps glanzkäfer auch von diversen anderen Krankheiten befallen, die jedoch keine größere Ausbreitung aufwiesen. Darunter zählen der Große Rapsstängelrüssler (*Ceutorrhynchus napi*), die Kohlschottenmücke (*Dasineura brassicae*) und der Kohlschottenrüssler (*Ceutorrhynchus assimilis*). In den Beständen waren außerdem einige Pilzkrankheiten vereinzelt auf den Pflanzen zu finden: Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*), Weißstänglichkeit (*Mycosphaerella capsellae*), Grauschimmelfäule (*Botrytis cinerea*) und Wurzelhals- und Stängelfäule (*Phoma lingam*).

Kornertrag und Ölgehalt im Rapskorn

Der Abschluss des jeweiligen Versuchsjahres mit dem Kernparzellendrusch des Rapses ergab hinsichtlich der Korn-Trockenmasse-Erträge nur im ersten Versuchsjahr 2017/2018 signifikante Unterschiede (vgl. Abb. 68). Der Raps-Anbau nach Winterweizen in Reinsaat und ohne Gärresteeinarbeitung und der Gemengebau mit Gärresteeinarbeitung lieferte im Mittel die höchsten Kornerträge. Nach der Vorfrucht Rotklee gras wurden die höchsten Korntrockenmasse-Erträge in Reinsaat erzielt.

Wie in der Darstellung Abb. 69 zu erkennen ist, konnten für beide Versuchsjahre keine signifikante Unterschiede in der Höhe des Öl-Ertrages ermittelt werden, da für viele Parzellen die Drusch-Erträge aufgrund des schlechten Wachstums so gering waren, dass eine Bestimmung des Öl-Gehaltes seitens des Labors nicht möglich war.

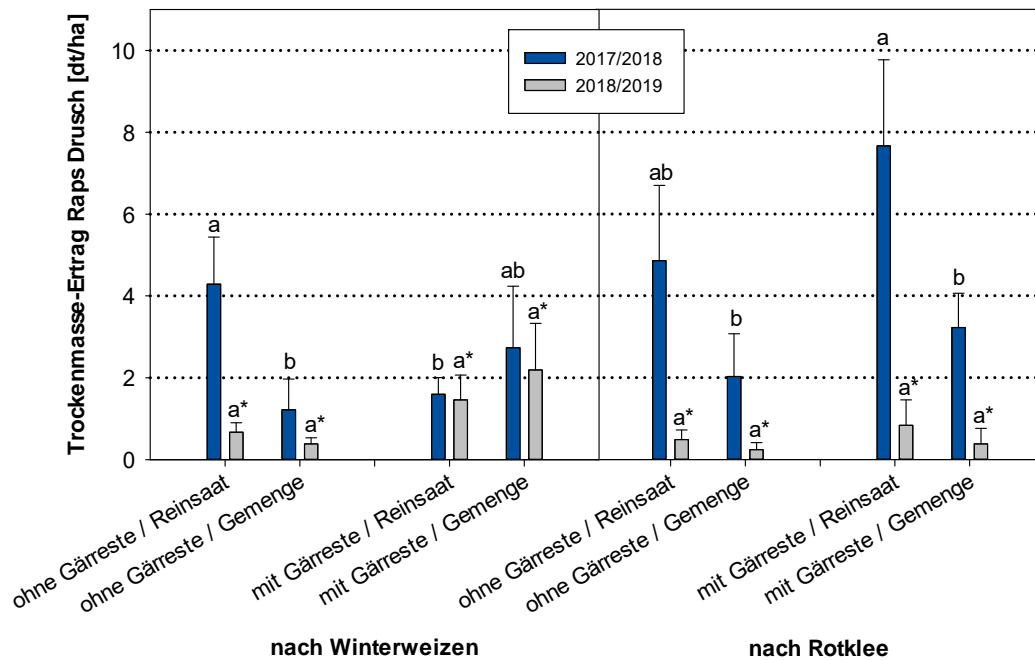


Abb. 68: Korntrockenmasse-Ertrag [dt/ha] des Rapses aus Kernparzellendrusch nach den Vorfrüchten Winterweizen und Rotklee in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (einfaktoriell, da signifikante Wechselwirkungen Gärresteeinarbeitung \times Aussaatform, $GD_{\text{Winterweizen}} 2018=2,84$, $GD_{\text{Winterweizen } 2019}=3,07$, $GD_{\text{Rotklee } 2018}=4,37$, $GD_{\text{Rotklee } 2019}=1,82$)

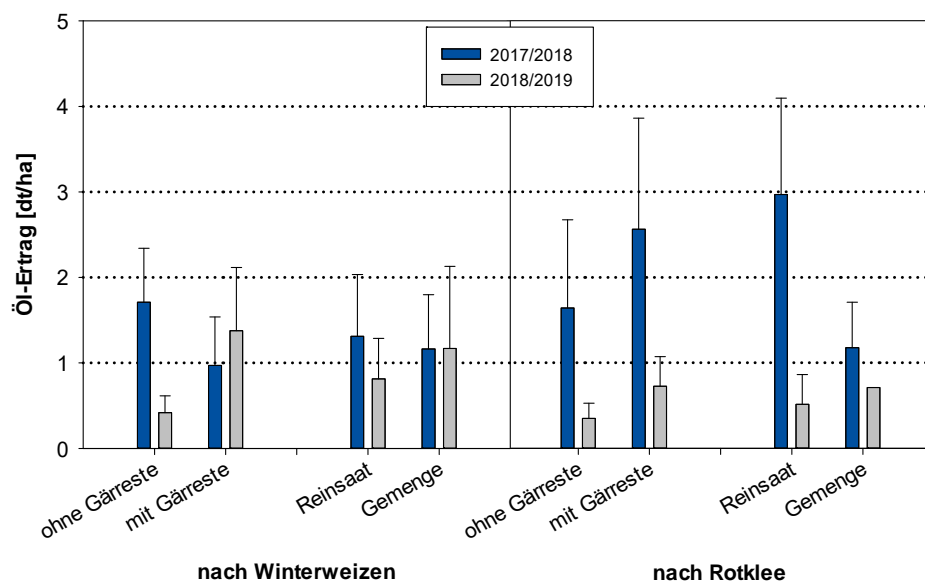


Abb. 69: Öl-Ertrag [dt/ha] des Rapses aus Kernparzellendrusch nach den Vorfrüchten Winterweizen und Rotklee in den Versuchsjahren 2018 und 2019 (statistische Auswertung aufgrund vieler fehlender Daten nicht möglich)

3.3 Nebenergebnisse des Projektes

Als Nebenergebnis des Projektes ist im Teilbereich Maisanbau zu erwähnen, dass der Anbau in Dammkultur vermutlich die Phosphoraufnahme der Maispflanzen begünstigt wurde, was jedoch weitere Untersuchungen bedarf. Während der Versuchsdurchführung war nicht zu übersehen, dass die jungen Pflanzen des Maises in Dammkultur mit einem Blattstadium gegenüber der Ebenkultur voraus waren. Besonders intensiv war der Entwicklungsunterschied im Juni, wo sehr deutlich zu sehen war, dass die Maispflanzen auf Dämmen größer waren, auch nachdem die Dammhöhe von 15 cm von der Gesamtpflanzenlänge abgezogen wurde. Um genauer erklären zu können, ob nur die Erwärmung der Dämme oder auch andere Einflüsse eine Rolle spielen, müssten hier weitere ausführliche Untersuchungen weitergeführt werden.

4 Ergebnisverwertung

4.1 Nutzung der Ergebnisse in der Praxis

Um die Nutzung der Ergebnisse darstellen zu können, wurden für den Teilbereich Mais Deckungsbeiträge ohne marktfähige Leistungen errechnet (Tab. 25):

Tab. 25: Deckungsbeitragsrechnungen für die Produktion von ökologischem Silomais im Vergleich (ohne marktfähige Leistungen) [EUR/ha], [EUR/dt TM]

Variante:	Deckungsbeitrag ohne Flächenprämie [EUR/ha]*	Deckungsbeitrag mit Flächenprämie [EUR/ha]*
Ebenkultur mit Priming	-1830,20	-1600,20
Ebenkultur ohne Priming	-1446,40	-1216,40
Dammkultur mit Priming	-2092,50	-1862,50
Dammkultur ohne Priming	-1579,70	-1349,70
Variante:	Produktionskosten ohne Flächenprämie [EUR/dt TM]*	Produktionskosten mit Flächenprämie [EUR/dtTM]*
Ebenkultur mit Priming	23,88	20,88
Ebenkultur ohne Priming	19,06	16,03
Dammkultur mit Priming	23,26	20,71
Dammkultur ohne Priming	15,47	13,22

* Rechenangaben nach: LfL- Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten; KTBL Datensammlung Ökologischer Landbau; Ökolandbau NRW

Für den Kostenvergleich der Varianten unter Tab. 25 wurden die Mittelwerte der jeweiligen Variante für TM-Erträge, Trockensubstanzgehalt [%] und Energieerträge [MJ NEL/ha] verwendet. Die Deckungsbeitragsrechnung beinhaltet keine marktfähigen Leistungen, d.h. es wurden nur die Kosten berechnet. Die Angaben über Flächenprämien beruhen auf Angaben von dem OG-Mitglied Hofgut-Eichigt GmbH. Der Kostenvergleich der untersuchten Varianten brachte hervor, dass die Kombination von Dammkultur und Priming die höchsten Kosten mit sich brachte, da sowohl Kosten für den Dammbau mit einer Dammfräse, als auch für die Priming-Behandlung angesetzt werden mussten. Für den Fräsvorgang beim Dammbau wurden Mittelwerte für Kosten aus dem ökologischen Möhrenanbau aus KTBL verwendet (Arbeitszeit – 1,55 [h/ha], Diesel 16,85 [l/ha] und Maschinenkosten (fix und variabel) im Gesamtwert von 53,23 [EUR/ha]. Für die Priming-Behandlung wurden Mittelwerte für Vorkeim-Produktionsverfahren

aus dem Kartoffelanbau verwendet, um den Priming-Aufwand in die Deckungsbeitragsrechnung aufnehmen zu können. Dieser Mittelwert beinhaltet Richtwerte für die Nutzung von Pfandkisten, Strom- und Lüfterkosten sowie Kosten für die Vorbereitung eines Raumes, in dem der Priming-Prozess stattfinden kann. Dieser Mittelwert belief sich auf 399 EUR/ha in der vorliegenden Rechnung. Um einen genauen Wert für die Priming-Saatgutvorbehandlung zu ermitteln, sind die jeweiligen spezifischen Bedingungen des Betriebes zu berücksichtigen. Eine Priming-Behandlung erwies sich anhand der Versuchsergebnisse als nicht ertragssteigernd und somit auch nicht im vorliegenden Vorhaben ökonomisch vorzüglich für den ökologischen Anbau von Silomais. Wird jedoch auf eine Saatgutbehandlung verzichtet, ist aus Tab. 25 zu entnehmen, dass die zusätzlichen Kosten stark reduziert werden konnten. Werden die Kosten je produzierter Einheit Trockenmasse berechnet (EUR/dt TM), wird deutlich, dass sich der Anbau des Maises in Dammkultur ohne Priming als wirtschaftlich für den ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieb als kostengünstigsten erwies. Die höheren Kosten für die Errichtung der Dämme werden durch den Mehrertrag des Dammanbaus überkompensiert.

Ergebnisse aus dem vorliegenden Projekt wurden vom Kooperationspartner Hofgut Eichigt bereits im Jahr 2018 praktisch umgesetzt. Der Betrieb baut seit der Umstellung auf ökologische Landwirtschaft weiterhin Mais an und ist daran interessiert, dass die Ergebnisse auch zukünftig weiterhin Anwendung in der Praxis finden und erweitert werden. Allerdings war bis zum Ende des Vorhabens noch keine gute technische Lösung zur Dammformung und Saat des Maises auf steinreichen Böden ermittelt worden, so dass hier für die Umsetzung der Projektergebnisse noch weiterer Entwicklungsbedarf besteht.

4.2 Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse

Die Verbreitung der Ergebnisse aus dem Projekt erfolgte nicht nur durch mehrere Vorträge bei Fachtagungen und Feldtagen, sondern auch durch Plakate, Flyer und Gespräche mit Landwirten und anderen Interessierten aus der landwirtschaftlichen Branche. Die Ergebnisse wurden außerdem im Internet dargestellt sowie im Newsletter von Gäa e.V. Eine Übersicht der Veranstaltungen ist unter Tab. 26 zu finden. Im Jahr 2018 fanden zwei Veranstaltungen in Form von Workshops statt. Zu dem ersten Workshop wurden lediglich Landwirte einbezogen, während zum zweiten Workshop auch Studenten und Interessente teilnahmen. Im Jahr 2019 erfolgten mehrere Fachvorträge mit Präsentationen und Plakatdarstellungen zu den Forschungsfragen der drei Teilbereiche. Zu den Feldtagen „Neue Strategien für den ökologischen

und konventionellen Pflanzenbau und Ökologischer Landbau“ (siehe Tab. 26) wurden die Ergebnisse an interessierte Landwirte auch aus Polen vorgestellt, die Flyer an weitere Interessenten verteilt. Daraufhin entstand eine Kooperation mit der Wroclaw University of Environmental und Life Sciences, bei der im Austauschprogramm die Ergebnisse nicht nur vor weiteren interessierten Landwirten, sondern auch vor ERASMUS-Studenten aus diversen europäischen Ländern vorgestellt wurden und hierbei auf großes Interesse gestoßen sind. Eine weitere Verbreitung der Ergebnisse nach Abgabe des Abschlussberichtes ist ebenfalls auf die HTW Dresden, EIP-Website und diverse Internetseiten vorgesehen.

Tab. 26: Übersicht der Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse im Zeitraum 2018-2019

Datum:	Veranstaltung:
31.05.2018	Workshop: Ökologischer Ackerfutterbau, Eichigt (Hofgut Eichigt)
27.10.2018	Workshop: Ökologischer Ackerfutterbau Eichigt (HTW Dresden/Hofgut Eichigt)
11.03.2019	Montagsseminar des LfULG, Nossen
14.03.2019	3. Bundesweiter Workshop für Operationelle Gruppen und Innovationsdienstleister, Arnstadt
27.05.2019	Feldtag: Innovative Anbaustrategien für ökologische Milchviehbetriebe in Mittelgebirgslagen, Eichigt (Hofgut Eichigt)
12.06.2019	Feldtag: Neue Strategien für den ökologischen und konventionellen Pflanzenbau, Großkagen bei Meißen
19.06.2019	Feldtag zum Ökologischen Landbau, Köllitzsch
03./04.07.2019	Ökofeldtage, Frankenhausen
30.10.2019	Fachtag – Nährstoffmanagement im ökologischen Landbau, Nossen

5 Wirkung des Projektes

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

Die Prüfung und Entwicklung innovativer Anbaustrategien trug dazu bei, die Wertschöpfung der ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben unter Mittelgebirgslagen zu steigern, was nicht nur wirtschaftliche Vorteile mit sich bringen kann. Durch die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse kann die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirte verbessert werden sowie die Motivation auf ökologische Landwirtschaft umzustellen, wie bei mehreren Gesprächen während der Verbreitung der Ergebnisse festgestellt wurde.

Die untersuchten Fragestellungen beantworteten eine wichtige Frage zu der Stellung von Winterraps in der Fruchtfolge von ökologisch wirtschaftenden Betrieben, besonders in Hinsicht auf die bevorstehenden Zeiten des Klimawandels. Hinzu kommt noch eine Verbesserung der Wertschöpfung durch Empfehlungen für Gemengeanbau von Leguminosen und Nichtleguminosen an Standorten mit ungünstigen Bedingungen über 450 mm in Mittelgebirgslagen, die einer genaueren Untersuchung bisher nicht unterzogen wurden.

5.2 Beitrag zu den Zielen der EIP-AGRI

Im Rahmen des Projektes wurden pflanzenbauliche Verfahren entwickelt und praktisch geprüft, durch die die Leistung der vorhandenen Anbausysteme verbessert wurde. Einerseits wurde ein alternatives Anbauverfahren (Dammkultur) zum bisher praxisüblichen Verfahren des Maisanbaus gefunden, die das Ertragsniveau und die Erzeugung von Silomais nicht nur sichern, sondern auch erhöhen kann. Andererseits wurde eine geeignete Vorfrucht für Winterraps anhand wissenschaftlicher Datenerhebungen ermittelt. Durch die Überprüfung verschiedener Vorfrüchte wurden für ökologisch wirtschaftenden Landwirt relevante Beobachtungen gemacht und Erkenntnisse gewonnen, die zum besseren Verständnis des ökologischen Winterrapsanbaus führen. Des Weiteren konnte erfolgreich geprüft werden, welche Körnerleguminosenarten sich für suboptimale Standorte in Reinsaat und im Gemenge eignen, was bei der weiteren und genaueren Fruchtfolgegestaltung von Betrieben unter Mittelgebirgslagen von Nutzen ist.

5.3 Beitrag zu den in der SWOT-Analyse festgestellten Bedarfen

1. Verbesserung des ökologischen oder chemischen Zustandes von Grund- oder Oberflächengewässern

3. Senkung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft

Zu 1. Und 3.: Durch die neu gewonnenen Erkenntnisse der Anbau von Körnerleguminosen kann die Fruchtfolge im ökologischen Landbau unter Mittelgebirgslagen verbessert werden, um auf zusätzliche Gülleausbringungen verzichten zu können, um somit mögliche Nitratauswaschung und Treibhausgasemissionen zu reduzieren, in dem die symbiotische N₂-Fixierung durch verschiedene Leguminosenarten in der Fruchtfolge gefördert wird. Hinzu kommt noch der Forschungsansatz für zukünftige Untersuchungen zur effizienten Nutzung von P-Reserven im Boden in der ökologischen Landwirtschaft, die zum Oberflächengewässerschutz beitragen würden.

5.: Verbesserung des Risikomanagements in landwirtschaftlichen Betrieben

8.: Erhöhung des Anteils ökologisch bewirtschafteter Flächen

Zu 5. Und 8.: Durch die Sicherstellung von Silomaiserträgen besteht die Aussicht, dass ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe unter Mittelgebirgslagen künftig wettbewerbsfähig bleiben und größere Ertragsschwankungen vermieden werden können. Bei Vorhandensein von Strategien, die zu geringen Unterschieden der Erträge zwischen den Jahren führen, ergeben sich auch mehr umstellungsinteressierte Betriebe, die ebenfalls unter suboptimalen Bedingungen wirtschaften und eine finanzielle Stabilität anstreben.

6 Zusammenarbeit in der operationellen Gruppe

6.1 Ausgestaltung der Zusammenarbeit

Die Kooperationsvereinbarung für das vorliegende Projekt wurde zwischen der HTW Dresden, dem Hofgut Eichigt (ehemals Agrofarm 2000) in Eichigt, Vogtland und der Gää – Vereinigung ökologischer Landbau e. V. geschlossen. Ziel der Zusammenarbeit in der operationellen Gruppe war es, gemeinsam durch fortlaufenden Informationsaustausch spezielle pflanzenbauliche Strategien für den ökologischen Anbau von Winterraps, Mais und Körnerleguminosen zu entwickeln, um eine Verbesserung sowie Stabilität der Kornerträge unter Mittelgebirgslagen zu erreichen. Im Rahmen der Zusammenarbeit der operationellen Gruppe wurden gemeinsame Beratungen und jährliche Treffen vereinbart, die in Abstimmung aller mitwirkenden Parteien durchgeführt wurden. Während der gesamten Projektlaufzeit erfolgte aktueller und gut organisierter Informationsaustausch innerhalb der operationellen Gruppe. Der Informationsaustausch fand nicht nur persönlich statt, sondern auch regelmäßig per E-Mail und über Telefonate. So wurden beispielsweise die Aussaat- und Erntetermine in gemeinsamer Absprache aller Gruppenmitglieder getätigt, um möglichst praxisrelevante Ergebnisse für die landwirtschaftlichen Betriebe in Mittelgebirgslagen zu bekommen. Der Erfahrungstausch fand neben den Treffen der operationellen Gruppe auch an mehreren Feldtagen statt. Im Jahr 2018 und 2019 fanden zu jeweils zwei Terminen Feldbegehungen an allen Standorten statt. Eine tabellarische Darstellung der durchgeführten Feldtage mit Datum- und Ortangabe sowie alle Besprechungsprotokolle für die gesamte Projektlaufzeit sind unter **Anhang 1-6** zu finden.

6.2 Mehrwert der operationellen Gruppe

Der Mehrwert der operationellen Gruppe äußert sich in dem großen Umfang an gewonnen Erkenntnissen während der Projektlaufzeit, die aus der ausführlichen Beschreibung der Forschungsergebnisse entnommen werden können. Aufgrund der Wichtigkeit der gewonnenen Erkenntnisse sowie der guten Zusammenarbeit bestehen Planungen für weitere Forschungsvorhaben nach Ende der vorliegenden Projektlaufzeit.

7 Verwendung der Zuwendung

Die wichtigen Projektausgaben in der Zeit 01-04-2017 bis 31-03-2020 sind mit zahlenmäßigen Nachweisen aus der Belegliste zu entnehmen. Im Rahmen des Projektes wurden keine Investitionsgüter angeschafft.

8 Schlussfolgerungen und Ausblick

8.1 Rückblick

Die Zusammenarbeit der beiden beteiligten Partner im Projekt hat sehr gut funktioniert und einen fruchtbaren Austausch an Erfahrungen ermöglicht. Alle Versuche wurden sachgerecht angelegt, durchgeführt und ausgewertet.

8.2 Ausblick

Durch den Dammanbau von Silomais ergibt sich die weitere wissenschaftliche Fragestellung, ob die Maispflanzen durch die Erwärmung der Wurzeln beim Dammanbau im Zustand sind den im Boden gebundenen Phosphor effektiver aufzunehmen. Diese Fragestellung bedarf weitere intensivere Untersuchungen und ist besonders für den ökologischen Landbau interessant, wenn ökologisch wirtschaftende Landwirte in Zukunft die Phosphoreffizienz steigern könnten, indem sie gezielt mithilfe von Dammanbau die Phosphorverfügbarkeit im Boden erhöhen.

Literaturverzeichnis

- BOELW (2017): Zahlen Daten Fakten. Die Bio-Branche 2017. Hg. v. Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft. Online verfügbar unter https://www.boelw.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/Zahlen_und_Fakten/Brosch%C3%BCre_2017/B%C3%96LW_ZDF_2017_web.pdf.
- Bräutigam, T.; Kleinstäuber, G.; Schmidt, J.; Pälchen, W. (1996): Bodenatlas des Freistaates Sachsen Teil 2: Standortkundliche Verhältnisse und Bodennutzung. Übersicht über Bodenzustand und Bodennutzung auf der Basis von Gemeindeflächen. Hg. v. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Radebeul. Online verfügbar unter <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/boden/Bodenatlas-Teil2.pdf>.
- BZL-Datenzentrum (2017): Entwicklung des Ökologischen Landbaus nach Bundesländern. Hg. v. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Online verfügbar unter <https://bzl-datenzentrum.de/pflanzenbau/oekologischer-landbau-grafik/>.
- Dorfner, G. (2016): Lohnt sich die Ökomilcherzeugung? Hg. v. Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur. München. Online verfügbar unter <https://ifl.bayern.de/iba/tier/130217/index.php>.
- Fischer, K. (2019): Damit die Erbse gesund bleibt. In: *Praxisnah* (Sonderheft), S. 48–53.
- Georgieva, N.; Nikolova, I.; Kosev, V.; Ilieva, A.; Tahsin, N. (2018): Comparative assessment of tolerance to low temperatures of pea accessions. In: *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans* 21 (2), S. 101–111.
- Gronle, A.; Böhm, H. (2011): Mischfruchtanbau von Wintererbsen mit Raps oder Triticale bei flach- oder tiefwendender Bodenbearbeitung. In: G. Leithold, K. Becker und C. Brock (Hg.): Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Gießen, 16. - 18. März 2011 ; Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Berlin: Köster, S. 36–39. Online verfügbar unter https://orgprints.org/17524/3/Gronle_17524.pdf.
- Hof-Kautz, C. (2008): Ursachen höherer Backqualität von Winterweizen (*Triticum aestivum* L.) im Gemenge mit Winterackerbohne (*Vicia faba* L.) oder Wintererbse (*Pisum sativum* L.). Dissertation. Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen. Online verfügbar unter

https://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-B034-3/hof_kautz.pdf?sequence=1.

- Klempkens, K. (2019): Anbaudiversifizierung und ackerbauliche Maßnahmen in Zeiten des Klimawandels. Hg. v. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Münster. Online verfügbar unter <https://www.oekolandbau.nrw.de/fachinfo/pflanzenbau/allgemeine-themen/2019/tagung-der-dvs-anbaudiversifizierung-und-ackerbauliche-massnahmen-in-zeiten-des-klimawandels/>.
- Kolbe, H. (2008): Fruchtfolgegrundsätze im Ökologischen Landbau. Hg. v. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Dresden. Online verfügbar unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13610>.
- Leisen, E. (2010): Milchleistung von ökologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben im Vergleich. Hg. v. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Münster. Online verfügbar unter https://www.oekolandbau.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/Forschung/Ergebnisse/nach_Jahren/2011/06_04_Milchleistung____ko_Konv_TH_11.pdf.
- Meyercordt, A.; Mücke, M. (2006): Ökologischer Maisanbau auf suboptimalen Standorten. Einfluss varrierter Reihenweiten und Auswirkungen einer Dammkultur auf die Ertrags- und Qualitätsleistungen des Mais bei gleichzeitig varrierter Beikrautregulierung. Hg. v. Abschlussbericht Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Abschlussbericht Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Hannover. Online verfügbar unter <https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/6/nav/346/article/8663.html>.
- MUNZERT, M. (1992): Einführung in das pflanzenbauliche Versuchswesen. Grundlagen und Praxis des Versuchswesens im landwirtschaftlichen, gärtnerischen und forstwirtschaftlichen Pflanzenbau ; mit 26 Abbildungen und 56 Tabellen. Berlin: Parey (Pareys Studientexte, 71).
- Pflughöft, O.; Schäfer, B. C.; Tiedemann, A. von; Saucke, H.; Wolff, C. (2010): Pilzkrankheiten und Schädlinge bei Körnerfuttererbsen. 2. ergänzte. Hg. v. Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. Berlin.
- Rose, L. (2016): Einfluss der Rein- und Gemengesaat von Sommererbse und Schmlablättriger Lupine auf Korn- und Proteinertrag im ökologischen Landbau. Bachelorarbeit. Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Dresden.

- Schmidtke, K.; Lux, G. (2015): Wirkung verschiedener Verfahren der Schwefeldüngung auf Ertragsleistung und Vorfruchtwert von Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau. Abschlussbericht zum Verbundvorhaben BOELN 2811OE110 und BOELN 2811OE111. Online verfügbar unter <https://orgprints.org/29783/1/29783-11OE110-111-htw-lwk-ns-2015-schmidtke-schwefelduengung-koernerleguminosen.pdf>.
- Soleimanzadeh, H. (2013): Effect of seed priming on germination and yield of corn. In: *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 4 (5), S. 366–369. Online verfügbar unter https://pdfs.semanticscholar.org/ba5a/4dea606406cbea9b43fed6e545afd280876b.pdf?_ga=2.103092096.1668439369.1582541735-14021509.1582541735.
- Specht, M. (2019): Aufbruchstimmung bei Eiweißpflanzen! Ackerbohnen und Futtererbsen. In: *Praxisnah* (Sonderheft), S. 2–3.
- Spory, K. (2019): Unkrautregulierung bei Erbsen. Hg. v. Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft. Online verfügbar unter https://demoneterbo.agrarpraxisforschung.de/fileadmin/user_upload/Bilder/demonet_info_Erbse_Unkrautbekaempfung_170613.pdf.
- Stemann, G. (2019): Ein gutes Gespann: Ackerbohnen und Mulchsaat. Bodenbearbeitung/Aussaat. In: *Praxisnah* (Sonderausgabe), S. 8–11. Online verfügbar unter <https://www.praxisnah.de/index.cfm/article/9996.html>.
- Stumm, C.; Berg, M.; Köpke, U. (2009): Anbau und Düngung von Winterraps (*Brassica napus* L.) im Ökologischen Landbau. In: J. Mayer, T. Alföldi und F. Leiber (Hg.): Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Zürich, 11. - 13. Februar 2009 ; Werte - Wege - Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon; Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Berlin: Köster, S. 193–196. Online verfügbar unter https://orgprints.org/14338/1/Stumm_14338.pdf.
- Urbatzka, P.; Graß, R.; Haase, T.; Schüler, C.; Heiß, J. (2011a): Mischanbau von Winterraps und Wintererbse zur Erhöhung der Ressourcenausnutzung. In: G. Leithold, K. Becker und C. Brock (Hg.): Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Gießen, 16. - 18. März 2011 ; Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Berlin: Köster, S. 193–194. Online verfügbar unter https://orgprints.org/17366/3/Urbatzka_17366.pdf.

- Urbatzka, P.; Graß, R.; Haase, T.; Schüler, C.; Trautz, D.; Heß, J. (2011b): Untersuchungen zur Winterhärte von Wintererbsen. In: G. Leithold, K. Becker und C. Brock (Hg.): Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Gießen, 16. - 18. März 2011 ; Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Berlin: Köster, S. 282–285. Online verfügbar unter <https://orgprints.org/17506/>.
- Zimmer, S., Haase, T.; Stoll, E.; Heidt, T.; Heß, J. (2015): Korn- und Proteinerträge verschiedener Körnerleguminosenarten in Reinsaat und im Gemengenanbau sowie deren Vorfruchtwirkung auf Winterweizen. In: Anna Maria Häring (Hg.): Am Mut hängt der Erfolg. Rückblicke und Ausblicke auf die ökologische Landbewirtschaftung ; Beiträge zur 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Eberswalde, 17. - 20. März 2015. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Berlin: Köster.

Anhang

Anhang 1: Besprechungsprotokoll 1/2017

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

Projekt: „Erprobung innovativer Anbaustrategien für ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe in
Mittelgebirgslagen“

Datum des Treffens: 04.07.2017

Datum des Protokolls: 05.07.2017

Ort: Eichigt, Agrofarm 2000

Anwesende: Herr Feustel, Frau Adler (beide Agrofarm 2000), Dr. Landgraf (HTW
Dresden), Herr Müller Gää e. V. krankheitsbedingt entschuldigt

Besprechungspunkte:

- 1) Absprache über Vorgehensweise zur Anlage der Rapsversuche
- 2) Absprache über Vorgehensweise zur Anlage des Körnerleguminosenversuches

Ergebnisse:

- zu 1: - Flächenauswahl für Versuchsanlagen in Oberhermsgrün (Raps nach Winterweizen) und Untereichigt (Raps nach Rotklee)
- Aussaattermin ab Mitte August 2017: telefonische Absprache zum Saatzeitpunkt mit Landwirtschaftsbetrieb
 - Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung durch LWB
 - Aussaat unmittelbar nach Bodenbearbeitung
 - Bereitstellung der Gärreste durch LWB
 - Aussaattermin der Wintererbse in Rapsversuche ab Mitte September 2017
 - voraussichtliche Boniturtermine und Probenahmetermine in den Monaten September bis Anfang November 2017
- zu 2: - Flächenauswahl für Versuchsanlage in Schafhäuser
- Aussaat einer Zwischenfrucht im Juli 2017 und Einarbeitung direkt vor Einsaat der Winterkörnerleguminosen
 - Aussaattermin ab Mitte September 2017: telefonische Absprache zum Saatzeitpunkt mit Landwirtschaftsbetrieb
 - Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung durch LWB
 - Aussaat unmittelbar nach Bodenbearbeitung
 - voraussichtliche Boniturtermine und Probenahmetermine in den Monaten Oktober bis Anfang November 2017

Anhang 2: Besprechungsprotokoll 2/2017

Besprechungsprotokoll für Treffen der operationellen Gruppe und Kooperationsbetriebe im

Rahmen von EIP-Agri Projekten

„Erprobung innovativer Anbaustrategien für ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe in Mittelgebirgslagen“

Datum des Treffens: 07.04.2017

Datum des Protokolls: 10.04.2017

Ort: Eichigt, Agrofarm 2000

Anwesende: Herr Feustel, Frau Adler (beide Agrofarm 2000), Prof. Schmidtke, Dr. Landgraf (beide HTW Dresden)

Besprechungspunkte:

- 1) Versuchsplanung Mais-, Raps- sowie Körnerleguminosenversuche 2017
- 2) Absprache über Vorgehensweise zur Anlage des Maisversuches und Betreuung der Versuchsanlage

Ergebnisse:

zu 1: - Größe und Umfang der Feldversuche: Mais, Raps und Körnerleguminosen

zu 2: - Flächenauswahl für Versuchsanlage in Bösenbrunn

- Aussaattermin ab Anfang Mai: telefonische Absprache zum Saatzeitpunkt mit Landwirtschaftsbetrieb

- Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung durch LWB

- Aussaat unmittelbar nach Bodenbearbeitung und möglichst zeitgleich zu Maisaussaat des LWB

- voraussichtliche Boniturtermine und Probenahmetermine in den Monaten Mai bis September sowie Ernte ab Mitte September

Anhang 3: Besprechungsprotokoll 1/2018

Besprechungsprotokoll für Treffen der operationellen Gruppe (OG) und Kooperationsbetriebe

im

Rahmen von EIP-Agri Projekten

„Erprobung innovativer Anbaustrategien für ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe in Mittelgebirgslagen“

Datum des Treffens: 13.02.2018

Datum des Protokolls: 15.02.2018

Ort: 08626 Eichigt, Agrofarm 2000

Anwesende: Agrofarm 2000 - Herr G. Feustel, Frau N. Adler, Herr M. Seidel
HTW Dresden - Prof. K. Schmidtke, Frau T. Krachunova, Frau H. Scharfstätt

Ergebnisse:

1. Besprechung der aktuellen Ergebnisse

- Signifikante Ertragsunterschiede bei Mais, Winterkörnerleguminosen mit unzureichendem Feldaufgang im Winter, Diskussion, neue Bonitur notwendig

2. Zusammenarbeit in der OG

- Saatgutauswahl für Mais und Körnerleguminosen für Versuchszeit 2018
- Aussaattermin ab Anfang März: telefonische Absprache zum Saatzeitpunkt mit Landwirtschaftsbetrieb
- Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung, Dammvorbereitung durch Landwirtschaftsbetrieb
- Aussaat unmittelbar nach Bodenbearbeitung und möglichst zeitgleich zu Maisaussaat des Landwirtschaftsbetriebes
- voraussichtliche Boniturtermine und Probenahmetermine in den Monaten März bis September sowie Ernte ab Mitte September

Anhang 4: Besprechungsprotokoll 2/2018

Besprechungsprotokoll für Treffen der operationellen Gruppe (OG) und Kooperationsbetriebe

im

Rahmen von EIP-Agri Projekten

**„Erprobung innovativer Anbaustrategien für ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe in
Mittelgebirgslagen“**

Datum des Treffens: 31.05.2018

Datum des Protokolls: 04.06.2018

Ort: 08626 Eichigt, Hofgut Eichigt (ehemals Agrofarm 2000)

Anwesende: Hofgut Eichigt (ehemals Agrofarm 2000) - Herr G. Feustel, Frau N. Adler, Herr M. Seidel

HTW Dresden - Prof. K. Schmidtke, Frau T. Krachunova, Herr M. Scholz

Gäa- Vereinigung ökologischer Landbau e.V. – Herr U. Müller

Ergebnisse:

1. Besichtigung der bestehenden Versuchsflächen

- Vorstellung und Besichtigung der bestehenden Versuchsflächen mit Mais, Winterraps und Körnerleguminosen
- Diskussion über die aktuellen Bonitur- und Pflegemaßnahmen der Pflanzenbestände sowie über mögliche Ergebnisse
- Es wird festgestellt, dass das Projekt planmäßig verläuft

2. Zusammenarbeit in der OG

- Die Zusammenarbeit wird als problemfrei und fruchtbar befunden. Es wird erwogen weitere Problemstellungen im Rahmen von EIP-Projekten zu bearbeiten.

Anhang 5: Besprechungsprotokoll 3/2018

Besprechungsprotokoll für Treffen der operationellen Gruppe (OG) und Kooperationsbetriebe

im

Rahmen von EIP-Agri Projekten

**„Erprobung innovativer Anbaustrategien für ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe in
Mittelgebirgslagen“**

Datum: 02.07.2018

Datum des Protokolls: 04.07.2018

Ort: 08626 Eichigt, Hofgut Eichigt (ehemals Agrofarm 2000)

Anwesende: Hofgut Eichigt (ehemals Agrofarm 2000) - Herr G. Feustel, Frau N. Adler, Herr M. Seidel

HTW Dresden - Prof. K. Schmidtke, Frau T. Krachunova, Herr M. Scholz

Ergebnisse:

1. Besichtigung der bestehenden Versuchsflächen

- Besichtigung der OG von Rapsversuchsflächen zur gemeinsamen Abstimmung des Erntetermines von Winterraps und Körnerleguminosen

2. Zusammenarbeit in der OG

- Flächen mit geeigneten Vorfrüchten der letzten 3 Jahre ausgesucht, Besichtigung der Flächen vor Ort
- Abstimmung über den Technikeinsatz zur Bodenbearbeitung der Versuchsflächen, Zeitpunkt der Bodenbearbeitung erfolgt in telefonischer Absprache mit Hofgut Eichigt (ehemals Agrofarm 2000)

Anhang 6: Besprechungsprotokoll 1/2019

Besprechungsprotokoll für Treffen der operationellen Gruppe (OG) und Kooperationsbetriebe

im

Rahmen von EIP-Agri Projekten

„Erprobung innovativer Anbaustrategien für ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe in Mittelgebirgslagen“

Datum des Treffens: 04.03.2019

Datum des Protokolls: 05.03.2019

Ort: 08626 Eichigt, Hofgut Eichigt (ehemals Agrofarm 2000)

Anwesende: Hofgut Eichigt (ehemals Agrofarm 2000) - Herr G. Feustel, Frau N. Adler, Herr M. Seidel

HTW Dresden - Prof. K. Schmidtke, Frau T. Krachunova, Herr M. Scholz

Gäa- Vereinigung ökologischer Landbau e.V. – Herr U. Müller (telefonisch)

Ergebnisse:

3. Besichtigung der bestehenden Versuchsflächen

- Vorstellung der bestehenden Versuchsflächen mit Winterraps und Körnerleguminosen; Vorstellung der Ergebnisse aus dem gesamten Versuchsjahr 2018 für Mais, Winterraps und Körnerleguminosen
- Diskussion über die aktuellen Bonitur- und Pflegemaßnahmen der Pflanzenbestände sowie über mögliche Ergebnisse
- Es wird festgestellt, dass das Projekt planmäßig verläuft

4. Zusammenarbeit in der OG

- Die Zusammenarbeit wird als problemfrei und fruchtbar befunden. Es wird erwogen weitere konkrete Problemstellungen im Rahmen von EIP-Projekten zu bearbeiten.