

Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union

 Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus


LE 14-20
Entwicklung für den Ländlichen Raum

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



EIP-Projekt „Innobrotics“

Empfehlungen für die Praxis



Projektpartner

<p>Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union</p> <p> Bundesministerium Landwirtschaft, Regionen und Tourismus</p> <p> LE 14-20 Entwicklung für den Ländlichen Raum</p> <p>Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums: Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete. </p>	
<p> HBLFA Raumberg-Gumpenstein Landwirtschaft</p>	<p> Universität für Bodenkultur Wien University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna</p>
<p>Landwirtschaftlicher Betrieb Konrad Gertraud und Christian</p>	<p>Landwirtschaftlicher Betrieb Loibner Maria und Gottfried</p>
<p> SZG SAATZUCHT GLEISDORF Gesellschaft m.b.H.</p>	<p> LK Burgenländische Landwirtschaftskammer</p>
<p> lk Landwirtschaftskammer Kärnten</p>	<p> lk Landwirtschaftskammer Steiermark</p>
<p> VERSUCHSREFERAT STEIERMARK</p>	

Inhaltsverzeichnis

1 Pflanzenbauliche Versuche.....	1
1.1 Diabrotica-Larvenbekämpfungsversuche (LK Steiermark).....	1
1.2 Zeitstufenanbauversuch (LK Steiermark).....	2
1.3 Dünge- und Sortenversuche Hirse (LK Burgenland).....	4
1.4 Vergleich der Hirse gegenüber Wintergerste (LK Burgenland).....	4
1.5 Zuckermaisversuch (LK Burgenland).....	4
1.6 Sojabohnenversuche (Saatzucht Gleisdorf).....	4
1.7 Ackerbohnen-Mischkulturen-Versuche 2017 und 2018 (Saatzucht Gleisdorf).....	5
2 Alternativen zu Mais in der Fütterung.....	7
2.1 Hirse in der Rindermast.....	7
2.2 Siliereignung und Futterwert von Hirse-Ganzpflanzensilagen in der Rinderfütterung.....	8
2.3 Körnerhirse in der Ferkelaufzucht und Schweinemast.....	8
2.4 Konservierung von Feuchthirse im MKS- und GKS-Silo.....	9
2.5 Feuchtgetreidelagerung im MKS- und GKS-Silo.....	10
2.6 Ackerbohnen in Kombination mit Körnerhirse in der Schweinemast.....	11
2.7 Körnerhirse in der Ferkelaufzucht.....	11
2.8 Neue rohe Sojabohnensorten im Ferkelfutter.....	12
2.9 Geflügel kann ganze Hirsekörner verwerten.....	12
2.10 Körnerhirse in der Geflügelmast.....	13
2.11 Einsatzmöglichkeit von Körnerhirse in der Fütterung von Legehennen.....	13
3 Sozioökonomische Aspekte.....	14
3.1 Wahrnehmungen und Erfahrungen von Landwirtinnen und Landwirten zu Maiswurzelbohrer und möglichen Regulierungsmaßnahmen (Kropf et al., 2019, 2020).....	14
3.2 Modellierung der Effekte von Fruchtfolgeregelungen zur Regulierung des Westlichen Maiswurzelbohrers unter Klimawandel in Österreich (Falkner et al., 2019a, 2019b).....	15
4 Literaturverzeichnis.....	16

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ertragsdifferenzen (in t je Hektar bei 14% Wassergehalt) der Variantenmittelwerte zu den Sorten- und Jahresmittelwerten im Zeitstufenanbauversuch 2016 bis 2018.	3
Abbildung 2: Links: Prozent projektive Bodenbedeckung der einzelnen Kulturen am 03.06.2017 im Zweitanbau; rechts: Berechnung der projektiven Bodendeckung mittels statistischer Bildanalyse.....	6
Abbildung 3: Übersicht von Einflussfaktoren auf die Umsetzung von Maßnahmen zur WMB-Regulierung	14
Abbildung 4: Die WMB Befallsgefährdung in Gemeinden bei Annahme einer hohen Risikobereitschaft (links) oder einer geringen Risikobereitschaft (rechts). Quelle: (Falkner et al., 2019b). Darstellung der Modellergebnisse.....	15
Abbildung 5: Modellerte WMB Auftrittshäufigkeit bei Einführung von Fruchtfolgeregelungen unter der Annahme einer geringen Risikobereitschaft. Links: strenge Maisbeschränkung (max. 10%, max. 25%, unbeschränkt in stark, mittel, oder gering befallsgefährdeten Gemeinden): rechts: Maisbeschränkung von max. 25%, max. 50%, unbeschränkt in stark, mittel, oder gering befallsgefährdeten Gemeinden. Darstellung der Modellergebnisse. Quelle: (Falkner et al., 2019b)	16

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verteilung der Siebfraktionen der Kotproben in %	12
---	----

Ein Teil der Arbeiten des Projekts wurden sowohl für EIP Innobrotics als auch für das Projekt „DIVERSify“ durchgeführt. Das DIVERSify Projekt hat Förderungen aus dem "European Union's Horizon 2020 research and innovation programme" unter dem Agreement Nr. 727284 erhalten. Die DIVERSify-Daten sind Gegenstand der Konditionen bezüglich Dateneigentum und Zugriffsrechten so wie es im DIVERSify Konsortium Agreement beschrieben ist und können auch in das im DIVERSify Projekt geplante „Entscheidungstool für Mischkulturen“ für Landwirte einfließen.



1 PFLANZENBAULICHE VERSUCHE

1.1 Diabrotica-Larvenbekämpfungsversuche (LK Steiermark)

An zwei Standorten in der Steiermark (St. Margarethen an der Raab und Seibersdorf bei St. Veit) wurden die Wirkungen unterschiedlicher Maßnahmen (Fruchtfolge, Käferspritzung, Anbauzeitpunkt und Larvenbekämpfung) auf die vom Maiswurzelbohrer verursachten Schäden und auf die Ertragsbildung bei Körnermais untersucht.

Die wesentlichsten Ergebnisse der drei Versuchsjahre sind:

Lager

Je schneller sich die Maiswurzeln – sei es durch einen zeitlichen Entwicklungsvorsprung oder günstige Wuchsbedingungen - im Fall eines Larvenfraßes regenerieren können, umso geringer sind Schäden durch Lagerung. Daher ist es wichtig, im Boden optimale Voraussetzungen für eine rasche Wurzelentwicklung in der ersten Jugendphase zu erhalten oder zu schaffen. Zu empfehlende Maßnahmen sind die Sicherstellung einer ausgewogenen Nährstoffversorgung im Boden, eine die Bodenstruktur fördernde Bearbeitung und Fruchtfolge sowie ein der Jahreswitterung angepasster früher Anbau. Die Versuche haben jedoch auch gezeigt, dass es trotz aller Bemühungen witterungsbedingte Unterschiede zwischen einzelnen Jahren geben kann und dass deshalb eine gezielte direkte Larvenbekämpfung sinnvoll ist.

Im Jahr 2018 war auf keinem Standort nennenswertes Lager festzustellen, auch nicht in der Kontrolle. Die auffälligsten Schäden waren auf beiden Standorten im Jahr 2017 zu beobachten. Der Wirkstoff Tefluthrin (Force 1,5 WG und Force Evo) zeigte die besten Erfolge in der Reduktion von Lager. Die Variante Belem 0,8 MG (Cypermethrin) war in St. Margarethen in der Wirkung vergleichbar mit dem Nematodenstamm 2 und beide zeigten eine mittlere Wirkung. In Seibersdorf war der Nematodenstamm 2 in der Wirkung vergleichbar mit den Tefluthrinvarianten. Im Jahr 2016 zeigten die Varianten Poncho Pro (inzwischen nicht mehr zulässig!) und Force 1,5 WG die beste Wirkung. Der Nematodenstamm 2 konnte das Lager besser reduzieren als der Nematodenstamm 1. In Sankt Margarethen konnte 2016 auch mit Belem 0,8 MG das Lager gut reduziert werden.

In der Praxis wird eine Larvenbekämpfungsmaßnahme im zweiten und dritten Maisjahr empfohlen. Bei Vorfrucht Ölkürbis oder bei blühenden Begrünungen nach Getreide könnte eine Larvenbekämpfung auch im ersten Maisjahr sinnvoll sein, da auch in diesen Kulturen eine Eiablage erfolgen kann.

Narbenfraß

Die Einhaltung einer Fruchtfolge reduzierte in der Regel den Narbenfraß. Auch der frühe Anbau zeigte geringere Narbenfraßschäden als der späte Anbau. Den stärksten Einfluss auf den Narbenfraß hat die Käferspritzung. Sie wurden bei beiden Anbauzeitpunkten in der Blüte des Maises durchgeführt. Bei den unterschiedlichen Varianten zur Larvenbekämpfung war nur wenig Einfluss auf den Narbenfraß festzustellen.

Beim Narbenfraß ist für die Praxis eine Käferbehandlung zu empfehlen, wenn ein entsprechender Käferdruck vorhanden ist. Dieser war 2018 sehr gering und somit wurden in der Praxis keine Käferspritzungen durchgeführt. Zugelassen sind derzeit Biscaya und Mospilan WG. Per Notfallzulassung ist auch das Pheromonprodukt Corn Protect registriert.

Ertrag

In Seibersdorf waren die Erträge bodenbedingt generell niedriger als in Sankt Margarethen. Die Fruchtfolge wirkte sich auf beiden Standorten positiv auf den Ertrag aus. Auch die Käferspritzung zeigte grundsätzlich einen positiven Effekt. Eine Ausnahme bildete der Standort Seibersdorf im Jahr 2017, wo der an sich positive Effekt der Käferspritzung (siehe Tabellen 14 und 15) durch die Seichtgründigkeit des Bodens in der hinteren Versuchshälfte in Kombination mit der anhaltenden Trockenheit überlagert

wurde. In der Regel war auch der frühe Anbau ertraglich besser. Bezüglich der Varianten gab es beim Ertrag nie signifikante Unterschiede.

Für die Praxis können bezüglich des Ertrages ein früher Anbau empfohlen werden und bei starken Befall ist eine Käferspritzung durchaus sinnvoll. Wenn auch die Beizvarianten keine signifikanten Mehrerträge aufweisen, so ist eine Larvenbekämpfung im zweiten und dritten Maisjahr sinnvoll, um den Käferdruck zu reduzieren. Für die Entwicklung der Gesamtpopulation spielt der Maisanteil in der Fruchtfolge eine zentrale Rolle, da bei Nicht-Maiskulturen die Entwicklung der Larven praktisch nicht möglich ist und somit auch keine Käfer schlüpfen können.

1.2 Zeitstufenanbauversuch (LK Steiermark)

Die Verschiebung des Anbauzeitpunktes ist eine Maßnahme zur Bekämpfung des Maiswurzelbohrers, die ohne zusätzliche Kosten und ohne die Gefahr einer (zusätzlichen) ökologischen Belastung der Fläche durchgeführt werden kann.

Um die Wirkung des Anbauzeitpunkts nicht durch andere Maßnahmen zu verzerren, wurden die Zeitstufenversuche in den drei Jahren immer auf solchen Flächen angelegt, auf denen im Vorjahr Mais angebaut war und es wurde auf Larvenbekämpfungsmaßnahmen sowie Käferspritzungen verzichtet.

Neben der Wirkung der Anbauzeit auf die Schäden durch Diabrotica stand hier auch die Frage im Zentrum des Interesses, wie früh Mais unter den klimatischen Bedingungen des Maisgürtels der Steiermark angebaut werden kann, ohne andere Risikofaktoren, wie Frostschäden oder Kälte Depressionen auszulösen.

Im Jahr 2016 haben dies insbesondere die beiden ersten Zeitstufen zu spüren bekommen. Im Ertrag wirkte es sich jedoch nur bei der ersten Anbaustufe (31. März) aus. Die Schäden beschränkten sich damals nur auf abgefrorene oberirdische Blätter ohne das wichtige unterirdische Vegetationszentrum zu zerstören.

Lager

Die Lagerschäden haben im Beobachtungszeitraum vom Jahr 2016 bis 2018 jährlich ein ähnliches Bild gezeigt. Je früher der Anbautermin in Richtung März gezogen werden konnte, desto geringer fielen die Lagerschäden durch Larvenfraß von Diabrotica aus. Das Ausmaß der Lagerschäden war jedoch jährlich extrem unterschiedlich. Beispielsweise konnte im Jahr 2016 mit dem frühen Anbau zwischen 31. März und 10. April das Lager nur auf maximal 70 % der Gesamtpflanzenanzahl beschränkt werden. Danach ausgesäeter Mais ging sehr rasch auf Lagerschäden bis nahezu 100 Prozent. Erst ab einem Anbautermin ab Mai gingen die Lagerschäden wieder zurück, was damit zu erklären ist, dass die Larven zu diesem Termin bereits verpuppt oder ins Käferstadium übergangen und nicht mehr an den Wurzeln gefressen haben.

Im Jahr 2017 gab es deutliche Unterschiede bei den ausgewählten Sorten (DKC3623 Santana Rz 320 und DKC4814 Andreo Rz 440). Zwar war der gewohnte Verlauf der Lagerschäden ebenfalls zu beobachten, allerdings ging der Anstieg des Lagers bei der spätreiferen Sorte Andreo schon sehr früh steil nach oben, während bei der Sorte Santana das Lager um 20 Prozent geringer ausfiel. Ab Ende Mai bestellter Mais zeigte unabhängig von der Sorte keine Lagerschäden. Für die Praxis hat dieser Anbau bis dato jedoch noch eine äußerst geringe Bedeutung, da, wie noch zu erläutern ist, ab diesem Termin die Narbenfrassschäden generell zunehmen.

Im Jahr 2018 wiederholte sich das Lagermuster mit geringem Lager bei sehr frühen oder sehr späten Anbau neuerlich. Allerdings war das Niveau des Lagers jedoch mit maximal 42 Prozent (bei der Sorte DKC5065 Absoluto Rz 420 angebaut am 25. April) sehr gering.

Narbenfraß

Der Verlauf des Narbenfraßes durch Diabrotica war in den ersten beiden Versuchsjahren 2016 und 2017 komplett ähnlich. Je später angebaut wurde, desto ausgeprägter war auch der Narbenfraß, welcher ab Saatterminen mit Ende Mai auf 100 Prozent Schadausmaß anstieg. Diesbezüglich waren die spätreiferen Sorten in der Tendenz immer mit höheren Schäden konfrontiert als die frühreifen

Sorten, weil doch ein um weniger Tage späterer Blühbeginn bei den späten Sorten zu beobachten war. Das Jahr 2018 war jedoch auch in diesem Zusammenhang eine Ausnahme. Trotz verzögerter Anbaubedingungen, bedingt durch extrem hohe Frühjahrsniederschläge, begannen die Maissorten 10 bis 14 Tage früher zu blühen. Damit waren die Narbenfraßschäden, welche in der Regel in der Steiermark ab Juli einsetzen für den Großteil der Zeitstufen kein Problem. Nur Mais welcher ab dem 18. April bis 2. Mai ausgesät wurde, wurde mit maximal 50 Prozent Narbenfraß geschädigt.

Warum das Jahr 2018 im Vergleich zu den anderen Jahren aus dem Rahmen fiel, ist nicht vollständig erklärbar. Die hohen Niederschläge des Jahres 2018 und die äußerst hohe Temperatursumme stellen mögliche Erklärungsansätze dar.

Ertrag

Wie in Abbildung 1 dargestellt kann über die drei Projektjahre festgehalten werden, dass ein Maisanbau bis spätestens 20. April (110er Tag im Jahr) für eine optimale Ertragsbildung am besten geeignet ist. Bei einem Anbau nach dem 130igsten Tag ist üblicherweise mit starken Ertragseinbußen zu rechnen. Obwohl ein noch früherer Maisanbau aus Sicht der Maiswurzelbohrerbekämpfung zu begrüßen wäre, sind geringfügige Lager- bzw. Narbenfrassschäden vom Mais, wie sie bei späteren Anbauterminen möglich sind, noch ausgleichsfähig. Für spätreife Maissorten trifft dies aufgrund der etwas späteren Blüte jedoch nur eingeschränkt zu. Sorten mit einer höheren Reifezahl von über FAO 400 sollten bereits bis 15. April gesät werden.

Nach dem 20. April nehmen die Risiken von Lager und Narbenfrassschäden besonders bei Maisfruchtfolgen mit zweimaligen Maisanbau hintereinander deutlich zu. Hinzu kommt, dass später angebaute Maisbestände mit mehr Trockenheit und Hitze in der Blüte des Mais ab Juli rechnen müssen. Es hat sich aber auch herausgestellt, dass später angebaute Mais pro Woche verzögerter Saatzeit um 1 bis 3 Prozent mehr Erntefeuchtigkeit aufweist.

Eine Darstellung der Erträge für die einzelnen Jahre zeigt erhebliche Differenzen zwischen den Jahren und auch zwischen den Sorten. Um den Einfluss des Anbauzeitpunktes besser ersichtlicher zu machen, wurden daher die über die Wiederholungen gemittelten Werte für die Anbauermine um die jeweiligen Jahres- und Sortenmittelwerte bereinigt.

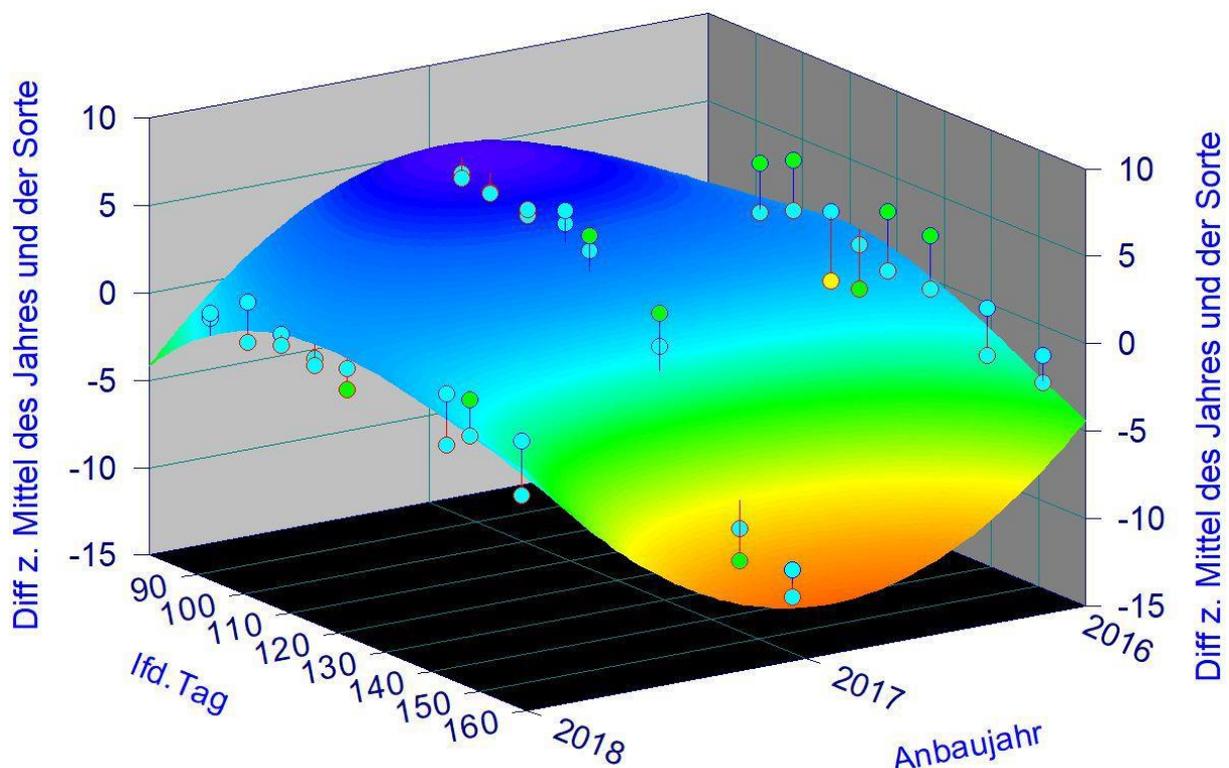


Abbildung 1: Ertragsdifferenzen (in t je Hektar bei 14% Wassergehalt) der Variantenmittelwerte zu den Sorten- und Jahresmittelwerten im Zeitstufenanbauversuch 2016 bis 2018.

1.3 Dünge- und Sortenversuche Hirse (LK Burgenland)

In den im Burgenland angelegten Praxisversuchen hat sich die Hirse als sehr guter Verwerter für Schweinegülle bewährt. Die Voraussetzungen dazu sind allerdings genügend Niederschlag. Im Jahr 2016 konnte mit der höheren Düngermenge von 40 m³ gegenüber der Variante mit 30 m³ noch ein Ertragszuwachs von 745 kg erzielt werden. Im niederschlagsarmen Jahr 2017 konnte die Gülle keinen Vorteil gegenüber den Mineraldüngern zeigen. Im Jahr 2018 konnten mit den Güllevarianten leichte Ertragsvorteile gegenüber den Mineraldüngervarianten eingefahren werden. Allerdings ergab die höhere Güllemenge keinen weiteren Ertragszuwachs.

1.4 Vergleich der Hirse gegenüber Wintergerste (LK Burgenland)

Höhere Aufwendungen und niedrigere Erntemengen bei Gerste stehen niedrigeren Aufwendungen und höheren Erntemengen bei Hirse gegenüber. Einzig für die Fruchtfolge kann es eine Überlegung sein, in diesem Trockengebiet auch Winterungen anzubauen. Wenn allerdings die Hirse als Maisersatz gesehen werden soll, ist eindeutig dem Mais der Vorzug zu geben.

1.5 Zuckermaisversuch (LK Burgenland)

Bei diesem Versuch stellte sich heraus, dass unterschiedliche Bodenbearbeitungen (Grubber, Kreiselegge, Rotorzinken, Kontrollvariante) vor dem Anbau keinen Einfluss auf die Käferpopulationen hatten. In keinem der Versuchsjahre konnten auffällige Ernteverluste, welche auf Schäden des Käfers zurückzuführen sind, festgestellt werden.

1.6 Sojabohnenversuche (Saatzucht Gleisdorf)

Um die Kultivierung von Sojabohne zu optimieren, wurden 2016 und 2017 mehrfaktorielle Versuche (mit den Faktoren Sorte, Reihenweite, Sämethode und Saatstärke) und 2018 ein Sortenversuch zur Untersuchung des Verzweigungsverhaltens angelegt.

Tausendkornmasse, Proteingehalt, Standfestigkeit, Hülsenansatz

Der Anbau im weiten Reihenabstand erwies sich als vorteilhaft hinsichtlich Tausendkorngewicht, Proteingehalt, Standfestigkeit und tendenziell früherer Abreife.

In beiden Versuchsjahren war die Standfestigkeit bei niedriger Saatstärke verbessert. Bei den weiten Reihenabständen der Einzelkornsaat war die Standfestigkeit noch besser als bei den engen Reihen der Drillsaat.

Eine sortenspezifische Reaktion aufgrund der unterschiedlichen Reihenweite zeigte sich insbesondere bei der Hülsenansatzhöhe, wobei GL Melanie und SY Livius in allen drei Versuchsjahren bei einem weiten Reihenabstand einen deutlich höheren Hülsenansatz aufwiesen. Der höhere Ansatz der ersten Hülsen aller Sorten bei der Einzelkornsaat hängt vermutlich mit dem geringeren Abstand in der Reihe zusammen. Derselbe Effekt dürfte auch die Wuchshöhe betreffen.

Ertrag

Der deutlich höhere Ertrag in allen drei Versuchsjahren sowie der deutlich frühere Bodenschluss beim engeren Reihenabstand und einer somit gleichmäßigeren Verteilung der Pflanzen übertreffen die Vorteile der weiten Reihen. Der Grund dafür dürfte in einer verstärkten Kornausbildung auf den Seitentrieben liegen.

Hinsichtlich der Auswirkung des Reihenabstandes auf den sortenspezifischen Ertrag variiert das Ergebnis stark in Abhängigkeit vom Jahr. Leichte Tendenzen sind jedoch zu verzeichnen. So waren die Sorten Naskia (CH22363) und Bettina in zwei von drei Jahren unter den Sorten mit dem höchsten Ertragsvorsprung bei engerem Reihenabstand. In den Jahren 2018 wiesen die Sorten DH4173 und Naskia, 2017 Naskia, Bettina und Silvia und 2016 Tiguan, SY Livius und Bettina den höchsten

Ertragsvorsprung bei engerem Reihenabstand auf. Kein oder nur ein geringer Ertragsvorsprung konnte 2018 bei Obelix, ES Mentor und Tiguan, 2017 bei SY Livius und Tourmaline sowie 2016 bei GL Melanie und ES Mentor beobachtet werden.

Im Jahr 2016 konnte unter Drillsaat mit der niedrigen Saatstärke (30 K/m²) ein Mehrertrag von 11% im Vergleich zu einer Saatstärke von 60 K/m² erzielt werden. Der Mehrertrag der Einzelkornsaat bei gleichzeitig geringer Saatstärke lag bei 17% und 18%, bei 76 cm und 38 cm Reihenabstand, respektive.

Im Jahr 2017 lag der Ertrag bei der niedrigen Saatstärke mit Drillsaat 15% unter der hohen Saatstärke. Auch bei der Einzelkornsaat lag der Ertrag 23% und 29% unter der hohen Saatstärke. Ob nun eine geringere oder höhere Saatstärke zu empfehlen ist, kann nicht klar festgehalten werden. Hier spielen Umweltbedingungen eine entscheidende Rolle.

Sortenspezifische Bodendeckungskapazität

Die Bodendeckung war im Durchschnitt über alle 10 Sorten stärker bei dem engeren Reihenabstand der Drillsaat (13 cm). Der enge Reihenabstand geht einher mit einem weiteren Abstand in der Reihe, was einen gleichmäßig verteilten Standraum der Pflanzen bewirkt. Hinsichtlich der Bodendeckungskapazität sind sortenspezifische Tendenzen zu erkennen. Hier ist insbesondere die Sorte Naskia hervorzuheben, die positiv auf den engen Reihenabstand der Drillsaat reagiert hat und bei beiden Reihenweiten zu einem vergleichsweise schnelleren Reihenschluss führte. Der schnellste Reihenschluss konnte bei engen Reihen in den Versuchsjahren 2018 von Naskia, GL Melanie und DH4173, 2017 von Tourmaline, Tiguan und Naskia und 2016 von Tiguan, Obelix und Naskia erreicht werden. Die späteste Bodendeckung wurde bei weiten 76 cm Reihen 2018 bei den Sorten Obelix, Tiguan und Bettina, 2017 bei Tiguan, Naskia und SY Livius sowie 2016 bei SY Livius, Bettina und DH4173 beobachtet. Der größte Unterschied der engen zu den weiten Reihen wurde 2018 bei den Sorten GL Melanie, Naskia und Bettina, 2017 bei Tiguan und Naskia sowie 2016 bei Tiguan, SY Livius und Naskia beobachtet. Der geringste 2018 bei Silvia und ES Mentor, 2017 bei DH4173, Silvia und Tourmaline sowie 2016 bei ES Mentor und GL Melanie. Bei den weiten Reihen der Einzelkornsaat am besten hinsichtlich Bodendeckungskapazität haben 2018 die Sorten DH4173, Silvia und Naskia, 2017 DH4173, Tourmaline und Silvia sowie 2016 Obelix, Silvia, Naskia und Tiguan abgeschnitten.

Abreifeverhalten

Hinsichtlich der Abreife wurde 2016 bei der niedrigen Saatstärke eine frühere Abreife beobachtet, während 2017 das Gegenteil der Fall war. Der Grund liegt vermutlich im üppigen Wachstum des Bestandes 2016, was bei hoher Saatstärke zur Reifeverzögerung führte.

Keine signifikante Ertragssteigerung durch Düngung zu Blühbeginn

Im Versuchsjahr 2016 brachte eine Düngung von 40 kg N/ha keine Ertragssteigerung, während im Jahr 2017 die Düngung zu Blühbeginn eine tendenzielle Steigerung im Vergleich zu den anderen Einzelkornsaatvarianten brachte. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass eine Düngung zu Blühbeginn nicht oder nur kaum nutzbringend ist.

1.7 Ackerbohnen-Mischkulturen-Versuche 2017 und 2018 (Saatzucht Gleisdorf)

Im Zuge des EIP Innobrotics und des H2020 Diversify Projektes wurden bei der Saatzeit Gleisdorf GmbH Versuchspartellen von Ackerbohnen-Mischkulturen angelegt (2017: 120 Partellen, 2018: 80 Partellen). Als Partner für die Ackerbohne wurden entweder Saatplatterbse, Sommerweizen, Hafer oder Sommertriticale hinzugefügt. Jede Kultur wurde zum Vergleich auch als Monokultur in der für eine Monokultur üblichen Saatstärke angelegt. Ziel war zu ermitteln, welche Mischungspartner gemeinsam die besten Ergebnisse ausprägen.

Die Aussaat der Saatgutmischungen erfolgte mittels Drillsaat mit zirka 3 cm Ablagetiefe. Im Frühjahr vor der Aussaat erfolgte keinerlei Düngung. Außer der Voraufspritzung erfolgte keinerlei sonstige Unkrautbehandlung.

Sowohl nach einem Erst- als auch nach einem Zweitanbau 2017 herrschte extreme Trockenheit, was einen schlechten/ungleichmäßigen Aufruf der Ackerbohnen und Dominanz von Weizen, Hafer und Saatplatterbse in der Mischkultur zur Folge hatte. Die extrem nasse Witterung im Frühjahr/Frühsummer 2018 führte zu einem stark verdichteten Boden und einen hohen Krankheitsdruck auf die Wurzel der Ackerbohnen. Aus diesen Gründen war das Ertragsniveau in den Versuchen generell niedrig. Allgemeine Schlussfolgerungen können hier trotzdem gezogen werden.

Partner mit zeitgleicher Abreife/Ernteterminen wählen!

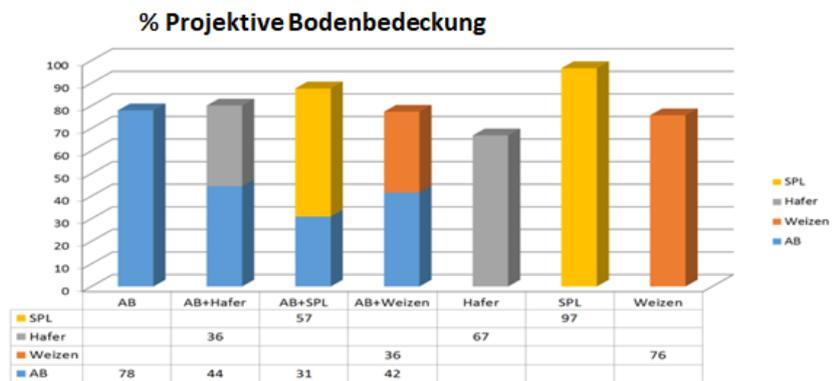
Bei Auswahl der Mischungspartner ist besonders auf eine zeitgleiche Abreife beziehungsweise einen gleichen Erntetermin zu achten. Es ist also beim Einkauf der Mischungspartner darauf zu achten, dass sie eine einigermaßen gleiche Vegetationsdauer aufweisen und zum gleichen Zeitpunkt abreifen, da es sonst unweigerlich zu Kornverlusten bei dem früher reifenden Partner kommt.

Unkrautunterdrückungspotential durch Mischkulturen

In beiden Versuchsjahren wurden signifikante Unterschiede bezüglich Unkrautunterdrückung in den Mischkulturen im Vergleich zu den Ackerbohnen-Monokulturen festgestellt. Abbildung 2 zeigt, dass 2017 die Saatplatterbse in Monokultur mit durchschnittlich 97 % die höchste projektive Bodenbedeckung erreichte, gefolgt von der Mischkultur Ackerbohne/Saatplatterbse mit 88 %. Die geringste projektive Bodendeckung erreichte die Hafer-Monokultur mit 67 %.



Saatplatterbse: 46,0 %
 Ackerbohne: 47,5 %
 Bodenbedeckung: 93,5 %



Fotos für die Berechnung vom 03.06.2017

Abbildung 2: Links: Prozent projektive Bodenbedeckung der einzelnen Kulturen am 03.06.2017 im Zweitanbau; rechts: Berechnung der projektiven Bodendeckung mittels statistischer Bildanalyse.

Obwohl die Hafer-Monokultur die geringste projektive Bodenbedeckung aufwies, zeigte der Hafer das stärkste Unkrautunterdrückungspotential. Sowohl in Monokultur als auch in den Hafer-Mischkulturen wurden nur geringste Mengen Unkräuter bonitiert. Das Unkrautunterdrückungspotential wird daher nicht nur durch die projektive Bodendeckung der Kulturen ausgeprägt, sondern auch durch andere Konkurrenzmechanismen, welche zum Beispiel für Hafer bereits beschrieben sind. Auch die Mono- bzw. Mischkulturen mit Weizen und Saatplatterbse zeigten gutes Unkrautunterdrückungspotential. In den Ackerbohnen-Monokulturen betrug die Bodendeckung durch Unkräuter bis zu 27,5 %.

Risikoabsicherung für unberechenbare Witterungsbedingungen durch geeignete Partnerwahl

Im Hinblick auf das Ertragspotential konnte die **Saatplatterbse** im Erstanbau 2017 ihre größere Hitzetoleranz im Vergleich zur Ackerbohne deutlich ausprägen. Im Zweitanbau 2017 waren diese beiden Partner ähnlich stark im Ertrag. Das Jahr 2018 war für die Saatplatterbse auf dem Versuchsstandort in Gleisdorf deutlich zu feucht, weswegen diese stark lagerte und kaum Korn-Ertrag brachte.

Der Mischungspartner **Hafer** reduzierte 2017 in der gewählten Saatstärke (50 % der normalen Saatstärke) den Ertrag der Ackerbohnen (50 % der normalen Saatstärke) im Erstanbau signifikant. 2018

hatte die Beimischung von Hafer (33 % der normalen Saatstärke) keinen Einfluss auf den Ertrag der Ackerbohne (66 % der normalen Saatstärke), jedoch unterdrückte dieser die Unkräuter in der Mischkultur.

Der Mischungspartner **Sommerweizen** (50 % der normalen Saatstärke) hatte in allen 3 Anbauten keinen negativen Einfluss auf den Ackerbohnen-Ertrag (50 % der normalen Saatstärke), unterdrückte aber ähnlich wie Hafer Unkräuter in der Mischkultur.

Zusammenfassung

Das Unkrautunterdrückungspotential durch Beimischung von Hafer, Weizen oder Saatplatterbse zur Ackerbohne wurde zweijährig bestätigt und ist zum Beispiel für Biobetriebe besonders interessant. Ist ein hoher Ackerbohnen-Ertrag das Ziel des Anbaus, sollte der Anteil des jeweiligen Partners in der Mischung noch weiter reduziert und der Anteil der Ackerbohne weiter erhöht werden.

Neben dem Unkrautunterdrückungspotential können Mischkulturen auch als Risikoabsicherung für unvorhersehbare Witterungsbedingungen gesehen werden. In heißen, trockenen Jahren bringt beispielsweise die Saatplatterbse hohen Proteinertrag, in kühleren, feuchten Jahren die Ackerbohne. Die Ertrags-Ergebnisse von 2018 zeigen, dass trotz reduzierter Saatstärke der Ackerbohne in der Mischkultur, ähnliche Ackerbohnen-Erträge wie in der Monokultur erzielt werden können und zusätzlich ein Ertrag des Mischungspartners anfällt.

2 ALTERNATIVEN ZU MAIS IN DER FÜTTERUNG

2.1 Hirse in der Rindermast

Zur Abklärung der Frage, inwieweit Hirse-Ganzpflanzensilage für die Mastrinderfütterung geeignet ist, wurden Daten von 5 Rinder haltenden Betrieben erhoben. Die Betriebe haben 60 bis 200 Mastplätze. Drei der untersuchten Betriebe betreiben eine intensive Stiermast, teilweise kombiniert mit Kalbinnen- und Ochsenmast. Zwei Betriebe betreiben eine intensive Kalbinnen- und Ochsenmast. Die Betriebe befinden sich alle in Gunstlagen.

Der Anteil an Ganzpflanzenhirsesilage an der gesamten Grundfütterration lag bei den untersuchten Betrieben bei 10 bis 55 %. Der überwiegende Anteil des Grundfutters ist Maissilage mit einer geringen Menge Heu oder Stroh. Vier Betriebe füttern auch Grassilage (5 bzw. 50 %). Krafffutter wird selbst gemischt bzw. als Fertigfutter zugekauft. Die täglichen Krafffuttermengen je Tier und Tag betragen 2 bis 4 kg. Die Krafffutterzusammensetzung und die Menge wurden seit Beginn der Fütterung von Ganzpflanzenhirsesilage nicht bzw. nur ein wenig verändert. Bei hohen Anteilen von Ganzpflanzenhirsesilagen von über 25 Prozent wird der Körnermaismenge je Tier um bis zu 0,5 kg erhöht.

Zusammensetzung der Silage

Die auf den Betrieben gezogenen und chemisch analysierten Maissilage und Ganzpflanzenhirsesilagen im Futtermittellabor Rosenau weisen zum Teil deutliche Unterschiede auf. Die GPS Hirse ist deutlich feuchter. Maissilagen haben im Durchschnitt um 7 % mehr Trockenmasse. In der Trockenmasse haben die GPS Hirsen 10 g mehr Rohprotein und 45 g mehr Gerüstsubstanzen (NDF). Die Energiekonzentration liegt bei den Ganzpflanzenhirsesilagen um 0,54 MJ umsetzbarer Energie tiefer.

Futterakzeptanz

Die Betriebe berichten von einer guten Futterakzeptanz der GPS Hirse in einer Sandwichsilage (Mais- und Hirsesilage). Ein Betrieb berichtete, dass eine 100 % Hirsesilagefütterung aufgrund mangelnder Akzeptanz nicht funktioniert hat. Die GPS Hirse musste in die Biogasanlage entsorgt werden, da sie sonst verdorben wäre. Die vorgelegten Futtermengen sind ausreichend. Leider war bedingt durch die Futtererwärmung in der warmen Jahreszeit die Hygiene der Silage nicht zufriedenstellend.

Verdaulichkeit

Die untersuchten Kotproben wiesen bei allen Betrieben auf eine gute Verdauung der Faserstoffe hin. Die Hirse- und zum Teil auch Maiskörner waren im Dezember 2017 und auch im Jänner 2018 häufig unzureichend verdaut im Kot. Bei den Kotuntersuchungen im Juni 2017, Juli 2018 und März 2019 wurden hingegen deutlich weniger unverdaute Körner im Kot gefunden. Die längere Lagerdauer im Silo führte offensichtlich zu einer besseren Verdauung der ganzen Körner.

Die Erfahrungen der Betriebe haben gezeigt, dass Hirse Ganzpflanzensilage zu Beginn der Teigreife siliert werden müssen und die Silage ein halbes Jahr gelagert werden soll bevor sie gefüttert wird. Zu trockene Hirse Ganzpflanzensilage frisch gefüttert führt zu hohen Verdauungsverlusten der Körner.

Damit die Hirsekörner bei der Ernte nicht zu trocken sind, muss der Anbauzeitpunkt gut gewählt werden bzw. auf den Maisanbau abgestimmt werden. Die Betriebe haben 10 bis 24 Tage nach dem Mais die Hirse angebaut.

2.2 Siliereignung und Futterwert von Hirse-Ganzpflanzensilagen in der Rinderfütterung

Die Gärungseigenschaften der geprüften Hirse-GPS waren im Vergleich zu Silomais ähnlich ausgeprägt. Der Silohirse-Typ tendierte zu geringeren TM-Gehalten in Verbindung mit Gärproduktionsleistung. Dieser Umstand rief höhere Silieverluste an TM und Nährstoffen, insbesondere bei früher bis mittlerer Kornreife, hervor. Die Hirsesorten unterschieden sich wesentlich in ihrer Nährstoffzusammensetzung, Pansenabbaubarkeit und Gesamtverdaulichkeit.

Aufgrund der Gesamtbetrachtung aller untersuchten Futterwert-Parameter eignen sich vor allem Körnerhirsesorten für die Erzeugung von Hirse-Ganzpflanzensilagen für die Rinderfütterung. Die Ergebnisse des Versuchs zeigen jedoch, dass auch innerhalb der Silohirsesorten deutliche Unterschiede im Rispen- bzw. Kornanteil und somit in der Nährstoffzusammensetzung und im Futterwert bestehen. Dagegen wies der Biomasse-Typ geringe Gehalte der wertvollen Inhaltsstoffe auf, sodass dieser Typus von der Liste der möglichen Hirsetypen für Rinderbetriebe gestrichen werden muss.

Der Erntezeitpunkt beeinflusst die Nährstoffzusammensetzung und Verdaulichkeit der Hirse-Ganzpflanzensilagen. Der Gehalt an Faserkohlenhydraten nimmt bis Mitte der Teigreife ab, während der Gehalt an Nicht-Faserkohlenhydraten und der Energiegehalt ansteigt. Mit weiter fortschreitender Reife ändert sich die Nährstoffzusammensetzung kaum, während die Gesamtverdaulichkeit und der Energiegehalt abnehmen. Daher empfiehlt sich eine Ernte im Reifestadium „Mitte Teigreife“. Bei späterer Ernte kann es zudem zu Kornausfall kommen, was zu einem Rückgang des Energiegehalts führt. Deshalb ist bei der Produktion von Hirse-Ganzpflanzensilagen eine späte Ernte zu vermeiden.

Im Vergleich zu Silomais ist der Futterwert der Hirsensilagen geringer, was vor allem im geringeren Energiegehalt zum Ausdruck kommt. Speziell in Regionen mit hohem Befallsdruck durch den Maiswurzelbohrer oder Trockenstress im Sommer ist jedoch der Einsatz von alternativen Futtermitteln in der Rinderfütterung gefragt. In diesem Fall können kornerreiche Hirse-Sorten eine durchaus interessante Alternative zu Silomais sein. Vorteile von Hirse im Vergleich zu anderen Kulturen (z.B. Feldfutter) sind, dass Hirse sehr trockenheitstolerant ist und mit der gleichen Technik angebaut und geerntet werden kann wie Silomais. Bei der Ernte muss jedoch die geringere Korngröße der Hirse berücksichtigt werden (Kornaufschluss!). Detailliertere Ergebnisse zu diesem Projektteil finden sie unter: www.raumberg-gumpenstein.at.

2.3 Körnerhirse in der Ferkelaufzucht und Schweinemast

Es wurde die Auswirkung des Einsatzes von Hirse als alleinige Getreidekomponente in der Mastschweinefütterung auf die Mast- und Schlachtleistung im Vergleich zu einer negativen Kontrollgruppe mit Mais geprüft. Die Futtermischungen wurden isoenergetisch und auf gleichen Gehalt an verdaulichen essentiellen Aminosäuren kalkuliert. Darüber hinaus wurde untersucht, wie weit ganze bzw. gequetschte Hirsekörner im Verdauungstrakt von Ferkeln aufgelöst werden.

Die Tiere der beiden Gruppen des Ferkelversuches wurden in der Schweinemast je zur Hälfte auf die Kontrollgruppe bzw. Hirsegruppe aufgeteilt. Die Mastperiode wurde in zwei Phasen unterteilt. Das Schweinemastfutter I wurde bis etwa 75 kg Lebendmasse gefüttert. Danach wurde auf ein Schweinemastfutter II umgestellt. Die Futterzuteilung erfolgt ad libitum über Automaten.

Für den Verdauungsversuch ersetzten 10% Hirse die gleiche Menge an Mais in einer betriebsüblichen Ferkelaufzuchtfuttermischung. Die Hirse wurde in vermahlener oder gequetschter Form bzw. als ganzes Korn eingemischt. Das Futter wurde ad libitum in trockener Form über Automaten angeboten. Jeder der drei Gruppen wurden 12 Ferkel zugeordnet, welche in zwei Boxen über acht Versuchstage gehalten wurden. Am Ende der Versuchsperiode wurden in den Boxen Kotproben gesammelt.

In der Mastleistung bei den Tieren, denen in der Ferkelaufzucht Mais gefüttert wurde, unterschieden sich die Mais- und Hirsegruppe nicht. Die Tiere der Hirsegruppe in der Ferkelaufzucht zeigten mit Maisfütterung bis 75 kg Lebendmasse signifikant bessere Tageszuwächse. Dieser Vorteil wurde in der zweiten Mastphase von den Tieren mit Hirsefütterung wieder aufgeholt. Insgesamt waren die beiden Varianten (Hirse/Mais und Hirse/Hirse) in der Leistung gleich. In der Futterverwertung traten zwischen den Gruppen nur geringe Unterschiede auf. Die Schlachtkörperuntersuchung zeigte bezüglich des Schlachtgewichtes, MFA und Fettmaßes keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Beim Fleischmaß traten in den Hirsegruppen tendenziell geringere Werte auf.

In der Schweinemast war somit der Einsatz von Körnerhirse als alleinige Getreidekomponente möglich, ohne die Mastleistung oder die Schlachtkörperqualität negativ zu beeinflussen. Ebenso hatte die Fütterung von Hirse bzw. Mais in der Ferkelaufzucht keinen Einfluss auf die Mastleistung. Zu beachten ist dabei unbedingt, dass Schweine Körnerhirse nur in vermahlener Form verdauen können. Ganze Hirsekörner werden beim Fressen nicht zerkleinert und zu 100% wieder ausgeschieden.

2.4 Konservierung von Feuchthirse im MKS- und GKS-Silo

In diesem Versuch ging es darum, die Möglichkeiten einer Konservierung von Feuchthirse in bereits vorhandenen MKS- und GKS-Silos zu testen. Die notwendigen Gasmessungen bei den Ganzkornmaissilage-Silos wurden von der HBLFA-Raumberg-Gumpenstein organisiert und durchgeführt.

Variante 1 - Konservierung im Maiskornsilage-Silo (Mussilo):

Für die Konservierung ist eine ausreichende pH-Absenkung durch eine Milchsäuregärung notwendig. Für den Versuch wurden Hirsekörner in den Silo eingemust (geschrotet) und durch Milchsäuregärung konserviert. Von den 20 Proben der Paxissilos wurde eine Überprüfung der Silagequalität (Trockenmasse, Zucker, pH-Wert, Gärssäuren, Ethanol, Ammoniak) durchgeführt.

Die wesentlichsten Erkenntnisse aus den Versuchen sind:

- Gemuste Hirse ist gut konservierbar, wenn die Konservierungsregeln ähnlich wie bei Mais-Mussilagen eingehalten werden.
- Eine alleinige bzw. schichtenweise (in Kombination mit Mais) Einlagerung ist genauso möglich, wie eine gleichzeitige kombinierte Befüllung von Hirse und Mais. Dabei benötigt man aber zwei Mühlen oder eine Mühle mit zwei Eingängen mit zwei verschiedenen Sieblochgrößen.
- Abhängig vom Trockenmassegehalt (Erntezeitpunkt) zeigten sich stark schwankende Konservierungsergebnisse bei den gemusteten Hirsekörnern bezüglich der Säureproduktion und somit des pH-Wertes.
- Bei den untersuchten Proben war die Milchsäure für die pH-Absenkung hauptsächlich verantwortlich. In den Proben konnten nur minimale Buttersäure- und Ammoniakgehalte festgestellt werden.
- Die Empfehlung für die anzustrebende Erntefeuchtigkeit liegt bei 27 bis 33% und somit ähnlich wie bei gemusteten Körnermais. Bei Erntegut über 30 % und unerwünschten Beimengungen von Unkrautsamen und Pflanzenreste steigen Probleme beim Mähdrusch. Bei Erntegut unter 25 % kommt es zu schlechteren Konservierungsbedingungen (Säurezugaben notwendig) und zu Problemen bei der Entnahme mit der Fräse, weil sich diese eingräbt. Die Bedeutung der

Erntefeuchte bestätigten auch die Silierversuche in den Laborgläsern, welche zur Gänze ohne Silierzusätze durchgeführt wurden.

Variante 2 - Konservierung im Ganzkornmaissilage-Silo:

Für den Versuch wurde Körnerhirse als ganzes Korn in einen gasdichten Ganzkornmaissilage-Silo eingefüllt. Die Konservierung erfolgte dabei wie beim Mais durch eine ausreichende CO₂-Bildung. Die Schrotung erfolgte erst bei der Entnahme mit der Ganzkornmühle. Von Proben der Paxissilos wurde eine Überprüfung der Silagequalität (Trockenmasse, Zucker, pH-Wert, Gärsäuren, Ethanol, Ammoniak) sowie laufende Gasmessungen bezüglich Kohlendioxid (CO₂), Sauerstoff (O₂) und Methan (CH₄) durchgeführt.

Die wesentlichsten Erkenntnisse aus den Versuchen sind:

- Das GKS-Silosystem muss gasdicht sein – leider ist dies in der Praxis nicht immer gegeben (Gassack, Leitungen, Überdruckventil, ...), daher ist die Eigenkontrolle extrem wichtig!
- Feuchthirse ist im GKS-Silo konservierbar. Es gibt stark schwankende Konservierungsergebnisse – je nach Trockenmassegehalt (Erntezeitpunkt) der Feuchthirse.
- Die Erntefeuchte soll mit 25 bis 30% etwas niedriger als bei Feuchtmais sein. Bei Ware über 30 % und unerwünschten Beimengungen (Unkrautsamen, Pflanzenreste, ...) steigt die Gefahr der Brückenbildung im Silo. Mit höherer Trockenmasse bei der Ernte werden die mikrobiellen Aktivitäten deutlich reduziert. Das bedeutet weniger Abbau von leicht löslichen Kohlenhydraten und geringere Bildung von Milchsäure und Essigsäure. Gleiches gilt für andere Stoffwechselprodukte wie CO₂ sowie dem Verbrauch an O₂.
- Ein Zeitstufenversuch hat gezeigt, dass generell die richtige Sortenwahl in Kombination mit dem richtigen Erntezeitpunkt bezüglich des Trockenmassegehaltes für den Konservierungserfolg entscheidend ist.

2.5 Feuchtgetreidelagerung im MKS- und GKS-Silo

In der Untersuchung wurden Konservierungsvarianten von Feuchtgetreide auf Praxisbetrieben getestet. Die notwendigen Gasmessungen bei den Ganzkornmaissilage-Silos wurden von der HBLFA-Raumberg-Gumpenstein organisiert und durchgeführt.

Variante 1 - Konservierung im Maiskornsilage-Silo (Mussilo): Für die Konservierung ist eine ausreichende pH-Absenkung durch eine Milchsäuregärung notwendig.

Für den Versuch wurde Feuchtgetreide (meist Triticale bzw. Weizen) in den Silo eingemust (geschrotet) und durch Milchsäuregärung konserviert. Von Proben der Paxissilos wurde eine Überprüfung der Silagequalität (Trockenmasse, Zucker, pH-Wert, Gärsäuren, Ethanol, Ammoniak) durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen:

- Bei Getreide besteht nur ein sehr kurzes Erntefenster in dem eine erfolgreiche Konservierung möglich ist. Dafür ist die rasche Abnahme der Erntefeuchte verantwortlich.
- Bei richtiger Feuchtigkeit enthält Getreide ausreichend Zucker, um eine erfolgreiche Silierung zu ermöglichen.
- Eine ausreichende pH-Absenkung für die Silierung ist nur bei einer Erntefeuchtigkeit über 25% gewährleistet.
- Ab einer Erntefeuchtigkeit unter 22% ist eine zu geringe mikrobielle Aktivität und keine stabile Konservierung zu erwarten.
- Bei zu trockener Silierung treten in der Praxis immer wieder Probleme bei der Entnahme mit der Fräse auf, welche sich eingräbt.
- Eine zu feuchte Einsilierung führt zu einer schwierigeren Entnahme mit der Fräse, weil das Getreidemus im Silo sehr kompakt wird.

- Als Lösung für Probleme bei der Ernte mit „falscher Erntefeuchtigkeit“ bieten sich die Trocknung des Getreides bzw. eine Konservierung der Silage durch Säurezusatz an.

Variante 2 - Konservierung im Ganzkornmaissilage-Silo: Die Konservierung erfolgt dabei wie beim Mais durch eine ausreichende CO₂-Bildung. Die Schrotung erfolgt erst bei der Entnahme mit der Ganzkornmühle.

Für den Versuch wurde Feuchtgetreide (meist Triticale bzw. Weizen) als ganzes Korn in einen gasdichten Ganzkornmaissilage-Silo eingefüllt.

Von Proben der Praxissilos wurde eine Überprüfung der Silagequalität (Trockenmasse, Zucker, pH-Wert, Gärsäuren, Ethanol, Ammoniak) sowie eine Gasmessung bezüglich Kohlendioxid (CO₂), Sauerstoff (O₂) und Methan (CH₄) durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen:

- In der Untersuchung standen nur wenige Betriebe – daher besteht nur eine begrenzte Aussagekraft, Trends sind aber erkennbar.
- In Abhängigkeit des Erntezeitpunktes gab es große Unterschiede im Trockenmassegehalt und dadurch stark schwankende Konservierungsergebnisse.
- Optimales „Erntefenster“ bei Getreide ist sehr kurz und oftmals schwer einhaltbar!
- Zum Teil wurde sehr trockene Ware eingelagert. Wird zu trocken eingelagert, funktioniert die Konservierung über CO₂ nicht mehr ausreichend.
- Wird Getreide mit einer Feuchtigkeit über 25 % eingelagert, kann es bei der Entnahme bzw. Schrotung Probleme mit Verklebungen beim Sieb geben.
- Bei den Gasmessungen bestand faktisch kein Unterschied bei den Ergebnissen zwischen der Messung auf Niveau des Erntegutes und der Deckelhöhe im Silo!
- CO₂-Werte wie bei Feuchtmais werden bei Getreide nicht erreicht, gleiches gilt auch für die Bildung von Milchsäure bzw. Essigsäure und somit eine geringere pH-Absenkung.

Alternativen wären das Einbringen von CO₂ als zusätzliche Sicherheit oder auch die Trocknung beziehungsweise die Säurekonservierung.

2.6 Ackerbohnen in Kombination mit Körnerhirse in der Schweinemast

Es wurde die Auswirkung des Einsatzes von Hirse als alleinige Getreidekomponente in Kombination mit 25% weißen (Sorte - Gloria) bzw. 25% buntblühenden Ackerbohnen (Sorte - Julia) geprüft, wodurch ein weitgehender Ersatz des Sojaextraktionsschrotes erreicht wurde. Die Futtermischungen wurden isoenergetisch und auf gleichen Gehalt an verdaulichen essentiellen Aminosäuren kalkuliert. Der Versuch begann mit etwa 38 kg und endete mit ca. 119 kg Lebendgewicht.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass in der Schweinemast der Einsatz von 25 weiß- oder buntblühenden Ackerbohnen in Kombination mit Körnerhirse als alleinige Getreidekomponente mit gleichen Zunahmen möglich ist. Dabei wird eine deutliche Reduktion des Polyensäuregehaltes im Auflagenfett beim Karree erreicht. Dadurch reduziert sich die Oxidationsanfälligkeit und verbessert sich die Lagerstabilität und die Eignung für die Dauerwarenherstellung. Der MFA-Anteil war bei der Gruppe mit weißblühenden Ackerbohnen (Gloria) schlechter als in den beiden anderen Gruppen.

2.7 Körnerhirse in der Ferkelaufzucht

Es wurde die Auswirkung des Einsatzes von Hirse als alleinige Getreidekomponente in der Ferkelfütterung auf die Futteraufnahme, Tageszunahmen, Futtermittelverwertung und der Gesundheit im Vergleich zu einer negativen Kontrollgruppe mit Mais geprüft. Alle Ferkel bekamen nach dem Absetzen im Alter von vier Wochen 14 Tage ein einheitliches Ferkelabsetzfutter. Der Versuch begann somit nach der 6. Lebenswoche und endete mit einem Lebendgewicht von etwa 34 kg nach sieben

Versuchswochen. Erst das Ferkelaufzuchtfutter unterschied sich in der Höhe des Körnerhirseeinsatzes. In der Versuchsgruppe wurde Mais und Gerste gegen Hirse als alleinige Getreidekomponente ausgetauscht. Die Futtermischungen wurden isoenergetisch und auf gleichen Gehalt an verdaulichen essentiellen Aminosäuren kalkuliert.

Der Hirseeinsatz führte zu keinen gesundheitlichen Problemen und hatte keinen Einfluss auf die Futteraufnahme. Wie schon in früheren Versuchen gezeigt wurde, sollte bei hohen Leistungserwartungen in der Ferkelaufzucht der Hirseeinsatz auf etwa 30% der Mischung begrenzt werden, da sonst mit einer Abnahme der Futtermittelnutzung zu rechnen ist.

2.8 Neue rohe Sojabohnensorten im Ferkelfutter

Es wurde die Auswirkung des Einsatzes der neuen Sojabohnenzüchtung Xonia mit geringem Trypsininhibitorgehalt ohne Hitzebehandlung auf die Futteraufnahme, Aufzuchtleistung und den Gesundheitsstatus geprüft. In drei Versuchsgruppen wurden 5% und 10% der Sojabohnen-Neuzüchtung Xonia mit geringem TIU-Gehalt sowie 10 % der unbehandelten alten Sojabohnensorte Naya mit hohem TIU-gehalt gegen eine Kontrollgruppe mit Sojaextraktionsschrot untersucht. Alle Ferkel bekamen nach dem Absetzen im Alter von vier Wochen 14 Tage ein einheitliches Ferkelabsetzfutter. Der Versuch begann somit nach der 6. Lebenswoche und endete mit einem Lebendgewicht von etwa 33 kg nach sieben Versuchswochen.

Die Sojabohnenneuzüchtung Xonia weist mit einem Gehalt an Trypsininhibitoren von 13,8 g/kg und somit nur etwa die Hälfte der Sorte Naya mit 29,1 g/kg auf. Im Vergleich dazu lag die Trypsininhibitoraktivität des im Versuch eingesetzten Sojaextraktionsschrot Hitzebehandlung durch die Hitzebehandlung nur bei 2,1 g/kg. Die Tiere der Gruppe mit 5% roher vollfetter Sojabohne der Sorte Xonia zeigten eine idente Lebendmasseentwicklung wie die Kontrollgruppe. Die Gruppe mit dem 10% Einsatz der rohen vollfetten Sojabohne der Sorte Xonia erreichte einen um etwa 6,5% geringeren Tageszuwachs als die Kontrollgruppe. Bei der Gruppe mit dem Einsatz von 10% roher vollfetter Sojabohne der Sorte Naya mit hohem TIU-Gehalt reduzierte sich der Tageszuwachs über den gesamten Versuchszeitraum signifikant um 100 g bzw. 19% im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Futtermittelnutzung war bei den Gruppen mit der Sojabohnensorte Xonia bei beiden Einsatzhöhen vergleichbar mit der Kontrollgruppe. Bei der Gruppe mit dem Einsatz von 10% roher vollfetter Sojabohne der Sorte Naya mit hohem TIU-Gehalt verschlechterte sich die Futtermittelnutzung um 12,5%.

Die Ergebnisse der Studie zeigen damit, dass die züchterischen Fortschritte einen Einsatz der neuen Sorte Xonia in der Höhe von 5% ohne negative Einflüsse auf die Leistung in der Ferkelaufzucht ermöglichen.

2.9 Geflügel kann ganze Hirsekörner verwerten

Es wurde untersucht, wie weit ganze bzw. gequetschte Hirsekörner im Verdauungstrakt von Geflügel aufgelöst werden. Eine Legehennenalleinfuttermischung wurde durch ein 1,5 mm Sieb gesiebt und danach mit 10% Hirse vermischt. Die Hirse wurde in vermahlener oder gequetschter Form bzw. als ganzes Korn eingemischt. Am Ende der Versuchsperiode wurden in den Boxen Kotproben gesammelt und mit einer Nasssiebung untersucht.

In der Tabelle 1 werden die Siebfraktionen der Kotproben aufgelistet. Dies zeigt, dass Legehennen mit ihrem speziellen Verdauungssystem (Kropf, Muskelmagen) ganze und gequetschte Hirse sehr gut verdauen können.

Tabelle 1: Verteilung der Siebfraktionen der Kotproben in %

10% Hirse	Gruppe 1 gemahlen	Gruppe 2 gequetscht	Gruppe 3 ganz
Sieb			
>2,8 mm	-	0,2	0,3
>2,0 bis <2,8 mm	-	1,5	1,1
>1,4 bis <2,0 mm	2,9	4,1	3,1
>1,0 bis <1,4 mm	26,7	24,1	23,9
<1,0 mm	70,4	70,1	71,6

2.10 Körnerhirse in der Geflügelmast

Es wurde die Auswirkung des Einsatzes von Hirse als alleinige Getreidekomponente in der Mastgeflügelfütterung auf die Mast- und Schlachtleistung im Vergleich zu einer negativen Kontrollgruppe mit Mais geprüft. Dafür wurden in einem Steigerungsversuch 50 bzw. 100% des Körnermaises durch Körnerhirse ersetzt. In einer zusätzlichen Versuchsgruppe wurde die Hälfte der Körnerhirse als ganzes Korn eingemischt. Es wurden 240 „Ross 308“ Eintagsküken zugekauft und eine Woche gemeinsam aufgezogen. Danach wurden die Tiere einzeln gewogen, mit Fußringen markiert und nach dem Lebendgewicht auf die vier Gruppen aufgeteilt und in 24 Boxen zu je zehn Tieren gehalten. Alle Tiere bekamen eine Woche das gleichen Alleinfutter für Hühnerküken. Der Versuch begann am 8. Lebenstag und endete nach 29 Tagen am 37. Lebenstag. In der Versuchsphase wurden die Tiere zwei Wochen mit einem Hühnermastalleinfutter I und danach bis Versuchsende mit einem Hühnermastalleinfutter II gefüttert.

Die Gruppe 1 diente als Kontrollgruppe, mit Mais als alleinige Getreidekomponente. Dieser Mais wurde zu 50% (Gruppe 2) bzw. 100% durch Hirse in den Gruppen 3 und 4 ersetzt, wobei bei der Gruppe 4 die Hälfte der Hirse unvermahlen eingemischt wurde. Die Futtermischungen wurden isoenergetisch und auf gleichen Gehalt an verdaulichen essentiellen Aminosäuren kalkuliert.

Insgesamt war der Versuch durch ein sehr gutes Leistungsniveau in allen Gruppen gekennzeichnet. Der vollständige Ersatz von Mais durch Hirse hatte keinen negativen Einfluss auf die Gewichtsentwicklung. Der Einsatz von ganzen Hirsekörnern führte in der ersten Versuchswoche zu einer signifikanten Reduktion in der Lebendmassezunahme. Dies führte auch zu einer tendenziellen Verschlechterung der Futterverwertung. Die Futteraufnahme unterschied sich zwischen den Gruppen nur zufällig. Insgesamt ist ein völliger Ersatz von Körnermais durch Körnerhirse möglich, wenn die ileale Verdaulichkeit (= Verdaulichkeit im unteren Teil des Dünndarms) der Aminosäuren beachtet wird, ohne negative Auswirkungen in der Mast- und Schlachtleistung zu riskieren. Beim völligen Austausch ist ein hellerer Schlachtkörper zu erwarten, was durch den Einsatz von Futterzusatzstoffen leicht auszugleichen wäre.

Masthühner sind in der Lage auch ungeschrotete Körnerhirse (28%) zu verdauen. Diese Fähigkeit verbessert sich mit steigendem Alter.

2.11 Einsatzmöglichkeit von Körnerhirse in der Fütterung von Legehennen

Es wurde die Auswirkung des Ersatzes von Körnermais durch Körnerhirse in der Legehennenfütterung untersucht. In einem Steigerungsversuch wurden 50 bzw. 100% des Körnermaises durch Körnerhirse ersetzt. In einer zusätzlichen Versuchsgruppe wurde die Hälfte der Körnerhirse als ganzes Korn eingemischt. Der Versuch wurde mit 24 Legehennen der Genetik Lohmann LSL Classic (LSL) und 24 Legehennen der Genetik Lohmann Brown-Classic (LB) durchgeführt. Alle Tiere bekamen in der Vorperiode das gleiche Legehennenfutter. Ab der 25. Lebenswoche wurden die Legehennen den vier Versuchsgruppen zugeordnet und in 24 Boxen gehalten. In der Versuchsphase wurden die Tiere 32 Tage mit einem Legehennen-Alleinfutter gefüttert. Die Gruppe 1 diente als Kontrollgruppe, mit Mais als alleinige Getreidekomponente. Dieser Mais wurde zu 50% (Gruppe 2) bzw. 100% durch Hirse in den Gruppen 3 und 4 ersetzt, wobei bei der Gruppe 4 die Hälfte der Hirse unvermahlen eingemischt wurde.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass der Einsatz von Körnerhirse als alleinige Getreidekomponente statt Mais bezüglich der Legeleistung problemlos möglich ist. Dies gilt auch, wenn die Hälfte der Körnerhirse in ganzer Form eingemischt wird. Die Untersuchung der Eiqualität zeigte, dass die Verwendung von Körnerhirse in keiner Veränderung des Eigewichtes oder der Bruchfestigkeit resultiert. Der Hirseersatz führte jedoch – unabhängig davon, ob die Hirsekörner ganz oder geschrotet waren - zu einer signifikanten Aufhellung des Eidotters. Diese kann aber durch eine entsprechende Zugabe von Farbstoffträgern ausgeglichen werden.

3 SOZIOÖKONOMISCHE ASPEKTE

3.1 Wahrnehmungen und Erfahrungen von Landwirtinnen und Landwirten zu Maiswurzelbohrer und möglichen Regulierungsmaßnahmen (Kropf et al., 2019, 2020)

Die Etablierung des Westlichen Maiswurzelbohrers (WMB) stellt eine zentrale Herausforderung für die österreichische Landwirtschaft dar. Die Umsetzung sowie Nicht-Umsetzung von einzelbetrieblichen Regulierungsmaßnahmen, wie beispielsweise Fruchtfolgen, chemischen oder biologischen Anwendungen hat insbesondere in kleinstrukturierten Agrarlandschaften – wie in Österreich gegeben – stets Auswirkungen auf benachbarte Betriebe. Die Anwendung von kooperativen Regulierungsmaßnahmen, z.B. die Koordination von Fruchtfolgen oder Insektizidanwendungen auf regionaler Ebene kann die Wirksamkeit erhöhen und Kosten für einzelne Landwirtinnen und Landwirte reduzieren. Um entsprechende Maßnahmen – auf betrieblicher, sowie regionaler Ebene – erfolgreich umzusetzen, bedarf es der Kenntnis von Wahrnehmungen und Erfahrungen Betroffener. Im Herbst 2017 wurden 23 leitfadengestützte-Interviews in der Steiermark, dem Burgenland und Kärnten durchgeführt. Die Betriebe der befragten Landwirtinnen und Landwirte unterscheiden sich durch Betriebsgröße und Betriebstyp (Rinderhaltung, Schweinehaltung, Geflügelhaltung oder Marktfruchtbau). Die Ergebnisse zeigen, dass unterschiedliche Maßnahmenkombinationen zur WMB-Regulierung angewendet werden. Wie in Abbildung 3 dargestellt, wird die Entscheidung für oder gegen eine bestimmte Regulierungsmaßnahme von vielfältigen Faktoren beeinflusst, nämlich den persönlichen Einstellungen, dem Wissensstand und betrieblichen Gegebenheiten sowie den äußeren Rahmenbedingungen.



Abbildung 3: Übersicht von Einflussfaktoren auf die Umsetzung von Maßnahmen zur WMB-Regulierung

Je nach individuellen Meinungen werden einzelne Faktoren von den Landwirtinnen und Landwirten konträr beschrieben und gelten für manche als fördernde und für andere als hemmende Einflussfaktoren. Eine kooperative Regulierung auf regionaler Ebene wird großteils positiv bewertet, eine tatsächliche Umsetzung können sich viele Interviewpartnerinnen und -partner jedoch nicht vorstellen. Gleichzeitig berichten sie von der Planung sowie erfolgreichen Umsetzung kooperativer Maßnahmen auf regionaler Ebene.

3.2 Modellierung der Effekte von Fruchtfolgeregelungen zur Regulierung des Westlichen Maiswurzelbohrers unter Klimawandel in Österreich (Falkner et al., 2019a, 2019b)

Der Westliche Maiswurzelbohrer (WMB) profitiert vom Klimawandel und intensiver Maisproduktion. Neben dem Wetter, das vor allem die Lebenszyklusentwicklung des WMB beeinflusst (z. B. die Durchschnittstemperatur im Winter und Sommer, Temperaturhöchstwerte im Sommer, oder Niederschlagssummen im Sommer), begünstigt ein hoher Maisanteil in der Fruchtfolge das Überleben und die Ausbreitung des WMB. Fruchtfolgediversifizierung gilt als wichtige Maßnahme, um diese Ausbreitung zu verlangsamen.

Auf Grundlage der WMB Monitoringdaten der Landwirtschaftskammern und der AGES sowie standortspezifischen Wetterparametern und Maisanteilen in der Fruchtfolge wurde ein statistisches Modell entwickelt. Damit wird die derzeitige und zukünftige Auftrittshäufigkeit des WMB in Österreich modelliert.

Ein erster Schritt ist die Modellierung der derzeitigen Situation in einzelnen Gemeinden. Die Ergebnisse in Abbildung 4 zeigen mehrere betroffene Regionen mit einem hohen Maisanteil in der Fruchtfolge. Abbildung 4 unterscheidet zwei Annahmen der Risikobereitschaft. Die Risikobereitschaft ist niedrig, wenn eine Gemeinde als mittel oder hoch befallsgefährdet klassifiziert wird, sobald eine einzige Ackerfläche der Gemeinde (Flächenaggregate mit 1km²) in eine der beiden Klassen fällt. Bei hoher Risikobereitschaft wird jene Klasse zugeteilt, die den höchsten Anteil über alle Ackerflächen der Gemeinde ausmacht. Mit einer hohen Risikobereitschaft (links) werden daher weniger Gemeinden als stark befallsgefährdet eingestuft, als mit einer geringen Risikobereitschaft (rechts).

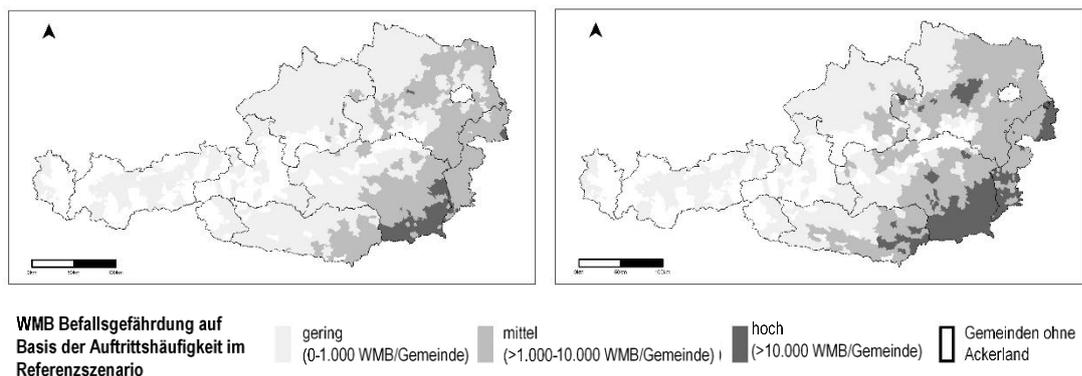


Abbildung 4: Die WMB Befallsgefährdung in Gemeinden bei Annahme einer hohen Risikobereitschaft (links) oder einer geringen Risikobereitschaft (rechts). Quelle: (Falkner et al., 2019b). Darstellung der Modellergebnisse.

In einem zweiten Schritt werden Beschränkungen des Maisanteils in der Fruchtfolge zwischen „unbeschränkt“ und einem maximalen Anteil von 10% der Fruchtfolge miteinander verglichen. Zum Beispiel wäre es möglich, eine österreichweit einheitliche Fruchtfolgeregelung einzuführen oder eine, die die Befallsgefährdung einer Gemeinde berücksichtigt.

Die Ergebnisse zeigen, dass die WMB Auftrittshäufigkeit mit einer Reduzierung des Maisanteils in den analysierten Fruchtfolgeregelungen deutlich sinkt und dass Fruchtfolgeregelungen an vielen Standorten eine kosteneffektive Strategie zur Regulierung des WMB sind. Abbildung 5 zeigt zwei unterschiedliche Fruchtfolgeregelungen unter Berücksichtigung der Befallsgefährdung einer Gemeinde. Bei strengeren Fruchtfolgeregelungen (links) ist die MWB Auftrittshäufigkeit geringer, als mit weniger strengen Fruchtfolgeregelung (Abbildung 5, rechts).

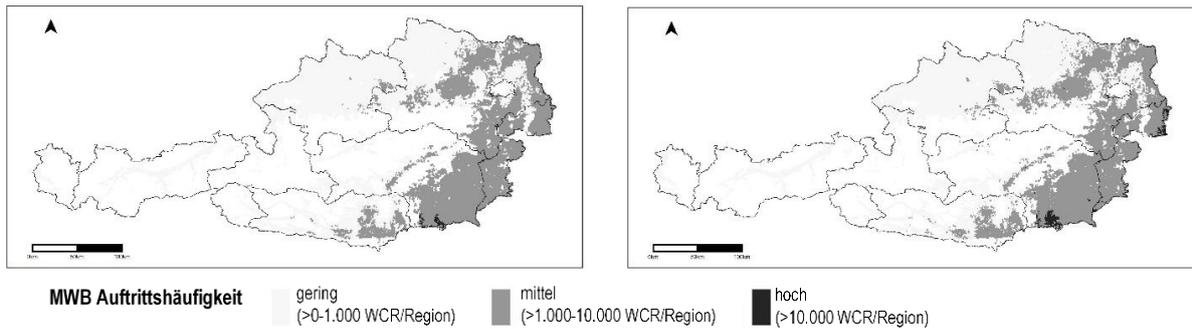


Abbildung 5: Modellerte WMB Auftrittshäufigkeit bei Einführung von Fruchtfolgeregelungen unter der Annahme einer geringen Risikobereitschaft. Links: strenge Maisbeschränkung (max. 10%, max. 25%, unbeschränkt in stark, mittel, oder gering befallsgefährdeten Gemeinden): rechts: Maisbeschränkung von max. 25%, max. 50%, unbeschränkt in stark, mittel, oder gering befallsgefährdeten Gemeinden. Darstellung der Modellergebnisse. Quelle: (Falkner et al., 2019b)

4 LITERATURVERZEICHNIS

Falkner, K., Mitter, H., Moltchanova, E., & Schmid, E. (2019a). Modelling crop rotation regulations to control western corn rootworm infestation under climate change in Styria Modellierung von Fruchtfolgestrategien zur Regulierung des westlichen Maiswurzelbohrers unter Berücksichtigung des Klimawandels in der Steiermark. *Austrian Journal of Agricultural Economics and Rural Studies*, 28(8). https://doi.org/10.15203/OEGA_28.8

Falkner, K., Mitter, H., Moltchanova, E., & Schmid, E. (2019b). A zero-inflated Poisson mixture model to analyse spread and abundance of the Western Corn Rootworm in Austria. *Agricultural Systems*, 174, 105-116.

Kropf, B., Mitter, H., Schönhart, M., & Schmid, E. (2019). Wahrnehmungen und Erfahrungen von Landwirtinnen und Landwirten in Südost Österreich zu betrieblichen und regionalen Maßnahmen zur Regulierung des Westlichen Maiswurzelbohrers. *Working Papers*. <https://ideas.repec.org/p/sed/wpaper/742019.html>. Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Institut für nachhaltige Wirtschaftsentwicklung, Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Feistmantelstraße 4, 1180 Wien

Kropf, B., Mitter, H., Schönhart, M., Schmid, E., 2019. Eine qualitative Analyse von Einflussfaktoren auf die Umsetzung von Maßnahmen zur Regulierung des Westlichen Maiswurzelbohrers in Südost-Österreich. *Austrian Journal of Agricultural Economics and Rural Studies* 28, 55–62.

Kropf, B., Schmid, E., Schönhart, M., Mitter, H., 2020. Exploring farmers' behavior toward individual and collective measures of Western Corn Rootworm control – A case study in south-east Austria. *Journal of Environmental Management* 264, 110431. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110431>