

Versuchsbericht

Mischanbau von Öko-Winterweizen als Strategie gegen Gelbrost

Versuchszeitraum: 2016 bis 2019



Durchführung

Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Fachbereich Ökologischer Landbau

Finanzielle Unterstützung



Niedersächsisches Ministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Impressum

Herausgeber

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Mars-la-Tour-Str. 1 – 13

26121 Oldenburg

Fachbereich 3.10, Ökologischer Landbau

Wunstorfer Landstraße 9

30453 Hannover

Autoren

Florian Rohlfing

Tel.: 0511/3665-4294

E-Mail: Florian.Rohlfing@lwk-niedersachsen.de

Markus Mücke

Tel.: 0511/3665-4378

E-Mail: Markus.Muecke@lwk-niedersachsen.de

www.lwk-niedersachsen.de

Fachliche Unterstützung

Öko-Korn-Nord w. V.

Wulfsoder Weg 5

21386 Betzendorf

Inhaltsverzeichnis

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis.....	I
1 Einleitung.....	1
2 Zielsetzung	2
3 Grundlagen.....	3
4 Material und Methoden	7
5 Ergebnisse.....	11
6 Fazit.....	15
7 Literaturverzeichnis.....	III
8 Anhang	VI

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tab. 1: Beispiele zur Reduzierung des Schadefektes abiotischer und biotischer Schadfaktoren in einem Sortenmischbestand. Verändert nach Aufhammer (1999).....	5
Tab. 2: Anforderungen an die Auswahl von Mischungspartnern in Getreide-Sortenmischungen. Verändert nach Aufhammer (1999).....	6
Tab. 3: Standortdaten in den Versuchsjahren 2017 bis 2019 an den Standorten Waldhof (Osnabrück) und Klostergut Wiebrechtshausen (Wiebrechtshausen).....	8
Tab. 4: Monatliche Durchschnittstemperatur und monatlicher Durchschnittsniederschlag von Oktober 2016 bis August 2019 sowie die langjährigen Mittel der Standorte Astrup in der Nähe der Versuchsflächen in Osnabrück und Höckelheim in der Nähe der Versuchsflächen in Wiebrechtshausen.....	9
Tab. 5 und 6: Oben: Zusammensetzung der Mischungen M1-M8. Unten: Einstufung der eingesetzten Sorten nach Bundessortenamt (Anonymus 2018, 2019).....	10
Tab. 7: Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Reinsaaten und Sortenmischungen an den Versuchsstandorten Osnabrück und Wiebrechtshausen. Mittelwerte über alle Versuchsjahre. $P \leq 0,05$ (Brown-Forsythe-Test und Welch-Test).....	11
Tab. 8: Bewertung des Mittelwertvergleichs der Mischung M1-M8 mit dem Mittelwert der jeweils enthaltenen Sorten. Zeigte der Mittelwert bei mehr als 50 % eine Verbesserung durch den Anbau der Mischung wurde dies mit (+) bewertet. (+/- = 50 %; - = < 50 %). „Mittel“ zeigt die zusammenfassende Bewertung nach gleichem Schema. Oben: Standort Osnabrück. Unten: Wiebrechtshausen.....	14
Tab. 9: Mittelwerte der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen. Der Wert „Reinsaaten“ beschreibt den Mittelwert aller in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten. Der Wert „Mischung“ beschreibt den Mittelwert der Mischung. Die Mittelwerte sind über alle Jahre und Wiederholungen gemittelt. Kornertrag [dt/ha]; Tausendkornmasse [g]; Hektolitergewicht [kg/hl]; Protein [% Korn TM]; Feuchtkleber [% Korn TM]; Braunrost, Gelbrost, Blattseptoria: Bonitur 1-9 1= kein Befall, 9= komplette Blattfläche befallen.....	X

Abb. 1: Kornertrag in dt/ha der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen als Mittelwert über die Jahre 2017-2019. „Reinsaat“ stellt dabei den Mittelwert über alle in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten dar. „Mischung“ ist der Mittelwert der jeweiligen Mischung.....VI

Abb. 2: Tausendkornmasse in g der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen als Mittelwert über die Jahre 2017-2019. „Reinsaat“ stellt dabei den Mittelwert über alle in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten dar. „Mischung“ ist der Mittelwert der jeweiligen Mischung.....VI

Abb. 6: Braunrostbefall dargestellt als Boniturnote der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen als Mittelwert über die Jahre 2017-2019. Die Boniturnote 1 stellt dabei keinen Befall und die Boniturnote 9 einen Befall der gesamten Blattfläche dar. „Reinsaat“ stellt dabei den Mittelwert über alle in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten dar. „Mischung“ ist der Mittelwert der jeweiligen Mischung.VII

Abb. 5: Feuchtklebergehalt in % Korn TM der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen als Mittelwert über die Jahre 2017-2019. „Reinsaat“ stellt dabei den Mittelwert über alle in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten dar. „Mischung“ ist der Mittelwert der jeweiligen Mischung.VII

Abb. 8: Blattseptoriabefall dargestellt als Boniturnote der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen als Mittelwert über die Jahre 2017-2019. Die Boniturnote 1 stellt dabei keinen Befall und die Boniturnote 9 einen Befall der gesamten Blattfläche dar. „Reinsaat“ stellt dabei den Mittelwert über alle in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten dar. „Mischung“ ist der Mittelwert der jeweiligen Mischung.....VII

Abb. 7: Gelbrostbefall dargestellt als Boniturnote der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen als Mittelwert über die Jahre 2017-2019. Die Boniturnote 1 stellt dabei keinen Befall und die Boniturnote 9 einen Befall der gesamten Blattfläche dar. „Reinsaat“ stellt dabei den Mittelwert über alle in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten dar. „Mischung“ ist der Mittelwert der jeweiligen Mischung.VII

1 Einleitung

Eine große Herausforderung der weltweiten landwirtschaftlichen Produktion ist die Sicherstellung der Nahrungsmittelversorgung bei wachsender Weltbevölkerung und schwindender Anbaufläche unter Berücksichtigung von Biodiversitäts- und Umweltaspekten (Gaba et al. 2015). Um dieses Ziel zu erreichen werden Anbausysteme benötigt, die einerseits ausreichend Lebensmittel generieren und andererseits kein Risiko für die Umwelt, aber eine rentable Einnahmequelle für Landwirte darstellen (Wezel et al. 2014). Gemengeanbausysteme, zu denen Sortenmischungen zählen, bieten die Möglichkeit die Biodiversität und die Produktionsmenge gemeinsam zu erhöhen und dabei Ressourcen effizient zu nutzen und Pflanzenschutzmaßnahmen einzusparen (Malézieux et al. 2009; Gaba et al. 2015).

Neben der Produktivitätssteigerung wird außerdem eine Stabilisierung der Erträge und ein höheres Widerstandsvermögen gegenüber abiotischen und biotischen Störungen bei gleichzeitiger ökologischer Nachhaltigkeit erreicht (Vandermeer 1989). Dies ist besonders im Angesicht des Klimawandels und den damit verbundenen Problemen wie beispielsweise Trockenheit, Wetterextreme oder neue Krankheiten und Schädlinge für die Landwirtschaft ein wichtiges Ziel (Rosenzweig et al. 2001).

Aufgrund des zunehmenden Befalls von Getreidebeständen durch Blattkrankheiten kam es in den letzten Jahren vor allem in ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Deutschland zu Ertragseinbußen und Qualitätsverlusten. Besonders das Jahr 2014 fiel im langjährigen Vergleich mit hohem Gelbrostbefall auf. Dieser setzte sich in den folgenden Jahren fort (Urbatzka & Mücke 2015; Hovmøller et al. 2016). Nach Urbatzka & Mücke (2015) ist dabei vor allem die Sortenwahl eine Möglichkeit dem Befall mit Gelbrost und anderen Blattkrankheiten entgegenzuwirken. Gleichzeitig können Sortenmischungen auch eingesetzt werden die Kornqualität des Erntegutes zu erhöhen. Sorten mit besonders guten Qualitätseigenschaften weisen dabei häufig eine hohe Anfälligkeit für Blattkrankheiten auf. Diese gilt es durch den Einsatz von Sortenmischungen zu unterdrücken und gleichzeitig die Kornqualität des Erntegutes zu erhalten. Hierzu führte der Fachbereich Ökologischer Landbau der Landwirtschaftskammer Niedersachsen von 2016-2019 einen Versuch durch. Dem Versuch liegen folgende Hypothesen zugrunde:

- (1) Durch Sortenmischungen aus resistenten und weniger resistenten Sorten und dem daraus resultierenden Barriereeffekt kann der Gelbrostbefall im Vergleich zu den jeweiligen Reinsaaten vermindert werden.
- (2) Außerdem können hierdurch in den Mischungen höhere Kornqualitäten als in den jeweiligen Reinsaaten erreicht werden.

2 Zielsetzung

Die Zielsetzung zum Anbau von Sortenmischungen entscheidet sich in einigen Punkten von der Zielsetzung, die der Anbau artgemischter Bestände verfolgt. In den meisten Fällen unterscheiden sich die Ansprüche der Sorten an Boden, Nährstoffe, Wasser und Licht nur marginal voneinander, während diese bei artengemischten Beständen häufig sehr heterogen sind (Aufhammer 1999). Jedoch können auch einzelne Sorten in einer Sortenmischung unterschiedliche Ansprüche hinsichtlich der Wachstumsfaktoren aufweisen.

Das Produktionsziel bei Getreide-Sortenmischungen ist in erste Linie die Kornmasse und Kornqualität. Selten werden Getreide-Sortenmischungen zur Biomasse Produktion eingesetzt. In der Forschung wurde der Einfluss von Getreide-Sortenmischungen bislang auf folgende Probleme und Herausforderungen untersucht (Auswahl an Literatur):

- Auftreten von Blattkrankheiten (Stuke & Fehrmann 1987; Finckh & Mundt 1992; Zhu et al. 2000; Huang et al. 2011),
- Befall durch Schädlinge (Tooker et al. 2012; Shoffner & Tooker 2013),
- Qualität des Ernteguts (Swanston et al. 2000; Swanston et al. 2005; Newton et al. 2008)
- Kornertragsstabilität (Zhu et al. 2000; Creissen et al. 2016; Raseduzzaman & Jensen 2017; Urbatzka & Rehm 2017) untersucht.

Die Zielsetzung des vorliegenden Versuchs war einerseits die Verringerung des Befalls mit Blattkrankheiten durch die Auswahl unterschiedlich anfälliger Sorten in einer Mischung. Außerdem wurde das Ziel verfolgt durch die gezielte Kombination von Sorten mit zu erwartend hohen Backqualitäten und solchen mit geringer Anfälligkeit gegenüber Krankheiten die Ertragsqualität und –quantität zu stabilisieren.

Im Hinblick auf das vermehrte Auftreten von Blattkrankheiten, allen voran Rostkrankheiten, hat die Sortenwahl im Ökolandbau für Praktiker neue Bedeutung gewonnen. Da chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel im Ökolandbau nicht zugelassen sind, sind hier besonders indirekte Maßnahmen zur Kontrolle von Krankheiten und Schädlingen wichtig. Hierbei spielt die Sortenwahl neben der Fruchtfolge, der Düngung und vielen weiteren Faktoren eine herausragende Rolle. Sortenmischungen können im Ökolandbau dabei helfen, die Resistenzbrechung durch Pathogene bei einzelnen Sorten zu verlangsamen und somit die Anbausicherheit erhöhen.

3 Grundlagen

Der Gemengeanbau, zudem auch Sortenmischungen zählen, ist definiert als der gleichzeitige Anbau von zwei oder mehr Pflanzen/Sorten auf einer Fläche. Somit kann dieser als Intensivierung des Anbaus in Zeit- und Flächennutzung im Vergleich zur Reinsaat, also einem Bestand aus nur einer Kulturpflanzenart der gleichen Sorte, angesehen werden (Andrews & Kassam 1976; Vandermeer 1989).

Während die Wechselwirkungen in gemischten Pflanzenbeständen in der Forschung große Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben, ist der Gemengeanbau global gesehen in der Praxis rückläufig (Brooker et al. 2015). Welche Vor- und Nachteile der Gemengeanbau mit sich bringt bleibt dabei häufig hinter der Frage des Mehraufwandes zurück. Hauggaard-Nielsen et al. (2009) führen an, dass das wirksamste Argument dafür, Gemenge in den Anbau zu integrieren, ein stabilerer und oft höherer Ertrag als in der Reinsaat ist. So führt die Diversifizierung der Bestände zu einem geringeren Anbaurisiko durch eine effizientere Kompensation von biotischen und abiotischen Stressfaktoren (Snaydon 1996; Hof & Rauber 2003). Gleichzeitig verändert die Diversifizierung des Bestandes die Bedingungen für die angebauten Pflanzenarten und –sorten. Hierbei kann es nach Aufhammer (1999) zu folgenden positiven sowie negativen Änderungen von Mischbeständen im Vergleich zu Reinsaaten kommen:

- Beschattung anderer Gemengepartner (Entzug von Licht)
- Veränderte Wind-, Temperatur-, und Luftfeuchteverhältnisse
- Abwehr oder Akkumulation von Schaderregern
- Abwehr oder Akkumulation von Nützlingen

Zunächst muss an dieser Stelle aber der Frage nachgegangen werden, wie sich Phytopathogene im Kulturpflanzenbestand verbreiten. Aufhammer (1999) führt dazu drei Faktoren an: Die Umwelt, Bestandesparameter und die Entwicklung und Verbreitung des Erregers selbst. Somit unterscheiden sich Krankheitserreger im Pflanzenbestand durch ihre Verbreitungsstrategie und Vermehrungszyklen. Ein Krankheitserreger kann dabei nur einen geringen Verbreitungsradius aufweisen und nur nesterartig auftreten oder sich großflächig im Bestand verteilen. Dies hat Einfluss auf die Wirksamkeit der Krankheitsunterdrückung im Mischbestand.

Aber auch die Umwelt, also die Lage des Schlags, die Windverhältnisse oder der Temperatur- und Niederschlagsverlauf am Standort haben einen entscheidenden Einfluss auf die Ausbreitung von Krankheitserregern und Schädlingen im Kulturpflanzenbestand.

Zuletzt spielt aber auch die Bestandesarchitektur und –dichte eine große Rolle. So beeinflusst die Anzahl der Mischungspartner, die Saatedichte, die räumliche Verteilung resistenter und

nicht-resistenter Pflanzen, die Düngung oder die Architektur der Pflanzen die Ausbreitung von Phytopathogenen.

Nun stellt sich die Frage welche Mechanismen in einem Mischbestand auftreten können um die Ausbreitung dieser Phytopathogene zu unterdrücken. Zum einem sind in einem Mischbestand mehr Konkurrenz- und Kompensationseffekte zu erwarten als in einer Reinsaat. Eine Sortenmischung reagiert somit auf abiotische Schadfaktoren wie Trockenheit, Hitze oder Kälte mit der Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse innerhalb der Mischungspartner. Ist Partner A toleranter gegenüber Trockenheit so wird er sich gegen Partner B, der eine geringere Toleranz aufweist, durchsetzen. Häufig kompensiert Partner A den Ertragsverlust durch Partner B da Partner A nun mehr Standraum zur Verfügung und er Wachstumsfaktoren in dieser Umwelt besser nutzen kann. Die Konkurrenz durch eine wüchsige Sorte in der Mischung kann aber auch andere Mischungspartner zu einem schnelleren Wachstum anregen. Dies führt zumeist jedoch zu einer Reduktion des Ertragspotenzials. Ebenso ist es möglich, dass eine höher wachsende Sorte eine andere beschattet und damit die Verdunstung verringert und so den Mischbestand toleranter gegen Trockenstress macht.

Mechanismen, die der Reduzierung des Auftretens von biotischen Schadfaktoren wie Krankheiten und Schädlingen im Mischbestand zugrunde liegen, ähneln sich einander in vielen Aspekten. So formulierte Root (1973) die Hypothese über die Ressourcenkonzentration. Diese besagt, dass eine Reinsaat einer Wirtspflanze für den jeweiligen Wirt eine attraktive, leicht zu lokalisierende Nahrungsquelle darstellt und damit Schädlinge in höherem Maße gefördert werden als Nützlinge. Im Umkehrschluss ist ein Mischbestand für den Wirt nicht so attraktiv wie eine Reinsaat, da durch die Diversifizierung des Bestandes der Schädling in seiner Effektivität des Befalls beeinflusst wird. Außerdem werden die optischen Reize des Bestandes im Gemenge verändert, sodass dem Schädling die Lokalisierung erschwert wird. Dies führt dazu, dass diese zum einen weniger Wirtspflanzen befallen und zum anderen beim Landen auf Nicht-Wirtspflanzen weniger Zeit im Bestand verbringen und geringere Vermehrungs- und Überlebensraten aufweisen (Root 1973; Trenbath 1993). Trenbath (1993) führt eine Erhöhung der Diversifizierung zu einer Verstärkung dieses Verdünnungseffektes.

Diese Beobachtung kann durch die Theorie des Barriereeffektes ergänzt werden (Vandermeer 1989; Boudreau 2013). Hierbei unterbricht eine zweite Pflanzenart die Fähigkeit des Wirtes seine Wirtspflanze effektiv zu lokalisieren und zu attackieren (Vandermeer 1989). Dies trifft vor allem dann zu, wenn der Schädling stark spezialisiert ist. Bei weniger spezialisierten Schädlingen, sogenannten Generalisten, können Pflanzenarten eingesetzt werden, die als Fangpflanze, Maske oder Abschreckung für den jeweiligen Schädling dienen. Diese werden genutzt

um den Schädling von der eigentlichen Wirtspflanze wegzulocken oder sein Wirtsfindungsverhalten zu manipulieren. Hierbei können zudem Pflanzen eingesetzt werden, die resistent gegenüber dem Schädling sind oder eine negative Wirkung auf diesen haben (Vandermeer 1989). In Tab. 1 ist zusammenfassend dargestellt, welche Eigenschaften und Mechanismen ein Mischbestand gegen abiotische und biotische Schadfaktoren aufweisen kann.

Tab. 1: Beispiele zur Reduzierung des Schadefektes abiotischer und biotischer Schadfaktoren in einem Sortenmischbestand. Verändert nach Aufhammer (1999).

	Eigenschaft, die den Schadefekt im Mischbestand reduzieren kann
Abiotische Schadfaktoren	
Kälte	Arten- bzw. sortenspezifische Kälteresistenz kälteabschirmende Blattfläche
Vertrocknen	Arten- bzw. sortenspezifische Blattmorphologie und Dürresistenz direkte Sonneneinstrahlung abschirmende Blattfläche
Lager	Arten- bzw. sortenspezifisch ausgeprägte Standfestigkeit Resistenz gegenüber Halm- bzw. Stängelbasiserkrankungen
Biotische Schadfaktoren	
Unkraut, Ungras	Rascher, höherer Wuchs und Verzweigung Blattflächenentwicklung, die raschen Lichtentzug sichert
Krankheitserreger	Arten- bzw. sortenspezifische Krankheitsresistenz Barriereeffekt resistenter Pflanzen
Schädlinge	Arten- bzw. sortenspezifische Schädlingsresistenz fehlende Wirtspflanzenfunktion Vermehrung von Nützlingen zur Schädlingsreduktion

Nun stellt sich die Frage, welche Anforderungen an leistungsfähige Mischbestände bestehen und wie die oben aufgeführten Änderung der Umweltbedingung bei der Auswahl der Mischungspartner beachtet werden müssen:

Die ausgewählten Sorten sollten sich in ihren Wuchseigenschaften gleichen. Wüchsige Sorten mit starker Bestockungsneigung können dabei weniger wüchsige Sorten unterdrücken. Unterschiedliche Wuchstypen innerhalb der ausgewählten Sorten können außerdem zu einem veränderten Mikroklima im Bestand führen und damit den Krankheitsbefall und die Entwicklung von Schad- und Nutzorganismen beeinflussen.

Außerdem sollten die Sorten ähnliche Reifezeiten aufweisen, damit sich keine Qualitätsverluste ergeben. Stehen beispielsweise frühreife Sorten mit einer geringen Fallzahlstabilität in

einer Mischung mit später abreifenden Sorten kann dies eine Verminderung der Qualität bedeuten. Bei extremer Differenzierung kann es außerdem zu Kornverlusten kommen.

Wird eine Sortenmischung mit dem Ziel angebaut Phytopathogene wie Krankheiten oder Schädlinge zu unterdrücken sollte bei der Auswahl besonderes Augenmerk auf die Resistenz oder Toleranz der Sorte bezüglich des Pathogens gelegt werden. Es empfiehlt sich dabei auch verschiedene Resistenzgene miteinander zu kombinieren um eine möglichst hohe Heterogenität zu erhalten und eine Resistenzbrechung zu unterdrücken. In Tab. 2 sind die Anforderungen an die Auswahl der Mischungspartner für eine Getreide-Sortenmischung zusammenfassend dargestellt.

Tab. 2: Anforderungen an die Auswahl von Mischungspartnern in Getreide-Sortenmischungen. Verändert nach Aufhammer (1999).

Möglichst differenziert ausgeprägte Eigenschaften	Möglichst homogen ausgeprägte Eigenschaften
Widerstandsfähigkeit gegenüber abiotischen Schadfaktoren	Entwicklungsverhalten, Schossbeginn und -verlauf
Widerstandsfähigkeit gegenüber biotischen Konkurrenten und Schaderregern	Abreifeverhalten
Resistenzgenausprägung	

4 Material und Methoden

Auf zwei langjährig ökologisch bewirtschafteten Flächen am Standort Waldhof (Osnabrück) der Hochschule Osnabrück und dem KWS-Klostergut Wiebrechtshausen (Wiebrechtshausen) in Niedersachsen (Deutschland) wurde von 2016/17-2018/19 ein Feldversuch mit Winterweizen-Sortenmischungen angelegt.

Der Versuch wurde in beiden Jahren in die Landessortenversuche für Öko-Winterweizen integriert und als Blockanlage mit vierfacher Wiederholung angelegt. Die in den Mischungen enthaltenen Sorten wurden jeweils auch als Reinsaat angebaut. Hierdurch ergab sich eine Versuchsanlage mit 88 Einzelparzellen integriert im Landessortenversuch in gleicher Anlage mit insgesamt 144 Einzelparzellen.

Die Parzellen wurden mit Parzellendrifttechnik durch die Versuchsstation Höckelheim der Landwirtschaftskammer Niedersachsen am Standort Wiebrechtshausen und durch die Versuchsstation Astrup der Landwirtschaftskammer Niedersachsen am Standort Osnabrück an den in Tab. 3 beschriebenen Zeitpunkten gedriftet. Die Saatstärke war dabei in allen Versuchsjahren gleich. Auf eine organische Düngung wurde in allen drei Versuchsjahren verzichtet, sodass dem Weizen die in Tab. 3 aufgeführten Bodennährstoffe zur Verfügung standen. Während der Vegetationsperiode wurden die in Tab. 3 aufgeführten Maßnahmen zur mechanischen Beikrautregulierung durchgeführt.

Der Witterungsverlauf von Oktober 2016 bis August 2019 ist für die Standorte Wiebrechtshausen (Wetterstation Höckelheim) als monatliches und langjähriges Mittel dargestellt (Tab. 4). Die Witterungsbedingungen unterschieden sich dabei erheblich im Vergleich der Jahre und Standorte.

Die verschiedenen Bonituren wurden über den gesamten Vegetationszeitraum verteilt und von den Mitarbeitern der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Fachbereich Ökologischer Landbau) sowie den angrenzenden Versuchsstationen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen durchgeführt. Sie stellen Schätzwerte dar, die nach dem Boniturschema der Richtlinien zur Durchführung von Wertprüfungen und Sortenversuchen des Bundessortenamtes beschrieben wurden (Anonymus 2000). Hierbei wird nach Noten von 1-9 bonitiert. Wobei 1 die geringste Ausprägung und 9 die höchste Ausprägung des Parameters darstellt.

Die Ertragsparameter wurden mithilfe von Parzellenmähdreschern der Landwirtschaftskammer Niedersachsen ermittelt. Im Jahr 2018 gab es dabei einen technischen Ausfall am Standort Wiebrechtshausen, sodass die Ernte mit Parzellentechnik der KWS AG durchgeführt wurde. Die Untersuchung des Erntegutes wurde von anerkannten Laboren durchgeführt.

Tab. 3: Standortdaten in den Versuchsjahren 2017 bis 2019 an den Standorten Waldhof (Osnabrück) und Kloostergut Wiebrechtshausen (Wiebrechtshausen).

Versuchsjahr	2017		2018		2019	
	Osnabrück	Wiebrechtshausen	Osnabrück	Wiebrechtshausen	Osnabrück	Wiebrechtshausen
Höhe NN	100	146	100	146	100	146
Bodenart	IS	sL	IS	uL	IS	uL
Ackerzahl	38	78	45	75	48	75
Vorfrucht	Klee gras	Kartoffel	Klee gras	Kartoffel	Klee gras	Kartoffel
Vor-Vorfrucht	Klee gras	Klee gras	Wintertriticale	Klee gras	k.A.	Klee gras
org. Düngung	keine	keine	keine	keine	keine	keine
Saatstärke K/m ²	400	400	400	400	400	400
Saattermin	27. Okt. 2016	18. Okt. 2016	18. Okt. 2017	19. Okt. 2017	16.10.2018	10.10.2018
Erntetermin	15. Aug. 2017	14. Aug. 2017	30. Jul. 2018	24. Jul. 2018	24.07.2019	02.07.2019
Nmin (kg/ha) *	30	28	54	31	44	32
pH-Wert **	5,7	6,8	5,4	7,0	6,4	7,0
P mg/100 g **	8,0	6,0	3,0	5,5	4,4	5,4
K mg/100 g **	5,0	8,0	6,0	10,2	7,8	10,0
Mg mg/100 g **	3,0	6,0	4,0	5,2	3,9	5,0
Mechanische Beikrautregulierung	2x Zinkenstriegel	4x Zinkenstriegel	2x Zinkenstriegel	1x Rollstriegel 1x Zinkenstriegel	2x Zinkenstriegel	4x Zinkenstriegel

Tab. 4: Monatliche Durchschnittstemperatur und monatlicher Durchschnittsniederschlag von Oktober 2016 bis August 2019 sowie die langjährigen Mittel der Standorte Astrup in der Nähe der Versuchsflächen in Osnabrück und Höckelheim in der Nähe der Versuchsflächen in Wiebrechtshausen.

Astrup

	Okt 16	Nov 16	Dez 16	Jan 17	Feb 17	Mrz 17	Apr 17	Mai 17	Jun 17	Jul 17	Aug 17	Sep 17
Monatl. Ø - Temp.	8,35	4,20	3,63	-0,14	3,51	7,87	7,28	14,35	17,26	17,80	17,14	13,06
Langjähriges Mittel*	10,76	5,98	4,8	2,36	3,05	5	9,21	12,82	16,6	18,78	17,92	14,37
Monatl. Ø - Niederschl.	44	51	29	54	54	38	19	42	16	146	66	71
Langjähriges Mittel*	58	62	60	75	60	61	40	53	79	76	67	41
	Okt 17	Nov 17	Dez 17	Jan 18	Feb 18	Mrz 18	Apr 18	Mai 18	Jun 18	Jul 18	Aug 18	Sep 18
Monatl. Ø - Temp.	11,95	5,82	3,55	4,12	-1,16	2,92	11,72	16,39	17,20	20,40	19,22	15,03
Langjähriges Mittel*	10,76	5,98	4,8	2,36	3,05	5	9,21	12,82	16,6	18,78	17,92	14,37
Monatl. Ø - Niederschl.	68	77	89	100	12	44	52	35	42	39	39	31
Langjähriges Mittel*	58	62	60	75	60	61	40	53	79	76	67	41
	Okt 18	Nov 18	Dez 18	Jan 19	Feb 19	Mrz 19	Apr 19	Mai 19	Jun 19	Jul 19	Aug 19	
Monatl. Ø - Temp.	11,23	5,60	4,83	1,49	5,34	6,74	9,50	11,03	19,48	18,72	18,91	
Langjähriges Mittel*	10,76	5,98	4,8	2,36	3,05	5	9,21	12,82	16,6	18,78	17,92	
Monatl. Ø - Niederschl.	43	25	97	77	23	118	38	21	63	32	69	
Langjähriges Mittel*	58	62	60	75	60	61	40	53	79	76	67	

*2013-2020

Höckelheim

	Okt 16	Nov 16	Dez 16	Jan 17	Feb 17	Mrz 17	Apr 17	Mai 17	Jun 17	Jul 17	Aug 17	Sep 17
Monatl. Ø - Temp.	8,51	3,58	2,21	-1,63	2,88	7,21	7,03	14,38	17,25	17,80	17,05	12,72
Langjähriges Mittel*	9,3	5,14	1,85	0,76	1,83	4,56	8,76	12,89	15,67	17,7	17,36	13,49
Monatl. Ø - Niederschl.	78	31	14	24	31	41	18	23	52	178	84	52
Langjähriges Mittel*	50	46	43	39	34	42	34	53	54	70	57	47
	Okt 17	Nov 17	Dez 17	Jan 18	Feb 18	Mrz 18	Apr 18	Mai 18	Jun 18	Jul 18	Aug 18	Sep 18
Monatl. Ø - Temp.	11,72	5,97	3,77	4,17	-1,61	2,84	12,43	16,09	17,26	19,47	18,83	13,61
Langjähriges Mittel*	9,3	5,14	1,85	0,76	1,83	4,56	8,76	12,89	15,67	17,7	17,36	13,49
Monatl. Ø - Niederschl.	50	66	46	95	5	42	32	26	25	34	24	42
Langjähriges Mittel*	50	46	43	39	34	42	34	53	54	70	57	47
	Okt 18	Nov 18	Dez 18	Jan 19	Feb 19	Mrz 19	Apr 19	Mai 19	Jun 19	Jul 19	Aug 19	
Monatl. Ø - Temp.	9,65	5,12	4,38	1,18	3,87	6,63	8,79	10,66	18,96	17,91	18,60	
Langjähriges Mittel*	9,3	5,14	1,85	0,76	1,83	4,56	8,76	12,89	15,67	17,7	17,36	
Monatl. Ø - Niederschl.	10	11	88	42	12	61	35	70	42	50	38	
Langjähriges Mittel*	50	46	43	39	34	42	34	53	54	70	57	

*2013-2020

Bei der Zusammenstellung der Mischungen stand der Erzeugerzusammenschluss Öko-Korn-Nord w. V. beratend zur Seite. Die Auswahl wurde auf Grundlage der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes (Tab. 6) und eigener Ergebnisse aus den Öko-Landessortenversuchen getroffen. Dabei wurden diese so gewählt, dass Sorten, die hohe qualitative Eigenschaften zeigten, mit Sorten kombiniert wurden, die vor allem hinsichtlich einer Krankheitsunterdrückung auffielen. Es wurden gezielt Sortenmischungen mit dem Fokus auf hohe Qualitäten zur Erzeugung von Backweizen, aber auch zur Futtererzeugung mit hohem Ertragsniveau zusammengestellt (Tab. 5). Alle Mischungen sind substitutiv, sodass alle Sorten zu gleichen Teilen in der jeweiligen Mischung vorhanden sind (100 % = 400 Körner m⁻²).

Tab. 5 und 6: Oben: Zusammensetzung der Mischungen M1-M8. Unten: Einstufung der eingesetzten Sorten nach Bundessortenamt (Anonymus 2018, 2019).

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Govelino	X	X	X					
Bernstein	X	X	X		X	X		
KWS Montana	X		X					
Butaro		X	X					
Lukullus				X	X	X		
Trebelir				X	X	X		
Genius				X		X		
Discus							X	X
Elixer							X	X
Julius							X	X
KWS Livius								X

	Begrannung	Reife ¹⁾	Pflanzenlänge ²⁾	Bodenbedeckungsgrad ³⁾	Massebildung in der Jugend ³⁾	Anfälligkeit für ³⁾								Ertragseigenschaften ⁴⁾				Qualität ⁴⁾				
						Pseudocercospora	Mehltau	Blattseptoria	Drechslera tritici-repentis	Gelbrost	Braunrost	Ährenfusarium	Spelzenbräune	Bestandesdichte	Kornzahl / Ähre	Tausendkorntmasse	Korntrag	Falzzahl	Rohproteingehalt	Feuchtklebergehalt	Sedimentationswert	Qualitätsgruppe
Bernstein	NB	6	7	6	5	5	/	4	5	2	3	4	5	4	5	6	5	8	7	/	8	E
Butaro	NB	6	8	6	5	5	3	4	5	3	6	3	4	4	3	6	3	6	9	5	9	E
Discus	NB	5	6	6	5	5	/	4	4	5	5	3	4	6	5	4	4	7	6	/	7	A
Elixer	NB	5	5	5	5	5	4	4	6	3	4	4	5	5	8	5	9	6	3	/	4	C
Genius	NB	4	5	5	4	5	2	5	6	3	4	4	5	5	5	4	5	9	8	/	9	E
Govelino	NB	5	8	7	6	6	2	4	4	6	4	4	5	6	2	7	3	7	9	6	8	E
Julius	NB	5	5	5	3	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	6	6	8	4	4	7	A
KWS Livius	NB	5	6	5	5	/	4	4	/	3	4	/	/	4	7	5	7	/	/	/	/	B
KWS Montana	NB	6	5	/	/	6	4	6	5	2	4	4	4	5	6	4	5	9	7	/	9	E
Lukullus	B	4	6	6	5	6	2	6	4	6	3	/	/	5	5	5	4	7	8	/	9	E
Trebelir	NB	5	7	7	5	6	2	5	6	3	4	4	5	6	3	5	4	7	9	5	7	E

/ = Keine Beschreibung

() = Geringe Datengrundlage

B = Begrannt; NB= Nicht begrannt

Bedeutung der in Noten ausgedrückten Ausprägungen:

	1)	2)	3)
1	sehr früh	sehr kurz	fehlend oder sehr gering
2	sehr früh bis früh	sehr kurz bis kurz	sehr gering bis gering
3	früh	kurz	gering
4	früh bis mittel	kurz bis mittel	gering bis mittel
5	mittel	mittel	mittel
6	mittel bis spät	mittel bis lang	mittel bis stark
7	spät	lang	stark
8	spät bis sehr spät	lang bis sehr lang	stark bis sehr stark
9	sehr spät	sehr lang	sehr stark

5 Ergebnisse

Hinsichtlich der Ertrags- und Qualitätsparameter zeigte sich, dass die beiden Versuchsstandorte sich besonders im Hinblick auf den Kornertrag deutlich voneinander unterscheiden. So lag der durchschnittliche Kornertrag am Standort Osnabrück 2017 bei 38,4 dt/ha während am Standort Wiebrechtshausen 67,5 dt/ha gedroschen wurden. Dieser Trend ist auch in den nachfolgenden Versuchsjahren festzustellen. Tausendkornmasse und Proteingehalt in der TM des Korns ließen keinen Trend erkennen und zeigten sich an beiden Standorten instabil bei starken Jahreseinflüssen. Beim Feuchtklebergehalt und Hektolitergewicht lagen die Durchschnittswerte am Standort Wiebrechtshausen im Mittel der Jahre höher als in Osnabrück.

Beim Befall mit Blattkrankheiten sind ebenfalls Unterschiede zwischen den Standorten und Jahren zu erkennen. Der Befall mit Gelbrost war im Jahr 2018 durchschnittlich am höchsten. Hier lag in Wiebrechtshausen der durchschnittliche Befall bei einer Boniturnote von 3,3 während der Befall in Osnabrück nur mit 1,7 beschrieben werden konnte. Die Boniturnoten werden von 1-9 vergeben, wobei 1 keinen Befall und 9 den Befall der gesamten Blattfläche beschreiben. Auch der Befall mit Braunrost lag 2018 am höchsten im Vergleich der drei Versuchsjahre. Auch hier wurden in Wiebrechtshausen die höheren Werte bonitiert im Vergleich zum Standort Osnabrück.

Beim Vergleich der Mittelwerte von Reinsaaten und Mischungen an den unterschiedlichen Standorten hat sich nur beim Proteingehalt am Standort Wiebrechtshausen ein signifikanter Unterschied ergeben (Tab. 7). Alle anderen Parameter zeigten keine Signifikanz im Mittel über

Tab. 7 Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Reinsaaten und Sortenmischungen an den Versuchsstandorten Osnabrück und Wiebrechtshausen. Mittelwerte über alle Versuchsjahre. $P \leq 0,05$ (Brown-Forsythe-Test und Welch-Test).

	Osnabrück	Wiebrechtshausen
Gelbrost	n.s.	n.s.
Blattseptoria ¹	n.s.	n.s.
Braunrost	n.s.	n.s.
Kornertrag	n.s.	n.s.
Proteingehalt	n.s.	***
TKM ²	n.s.	n.s.
Hektolitergewicht	n.s.	n.s.
Feuchtklebergehalt	n.s.	n.s.

¹= *Septoria tritici* n.s. = nicht signifikant

²= Tausendkornmasse *** = signifikant

alle Versuchsjahre. Die varianzanalytische Auswertung wurde mit Hilfe des Computerprogrammes SPSS (Version 25) durchgeführt.

Um über die Anbauwürdigkeit von Sortenmischungen zu entscheiden müssen diese jedoch individuell betrachtet werden, denn jede Mischung setzt sich aus unterschiedlichen Sorten zusammen, die wiederum mit den jeweiligen Mischungspartnern interagieren.

Bei der Betrachtung der einzelnen Mischungen fällt eine starke Heterogenität der Ergebnisse im Vergleich der Standorte auf. Die Varianzanalyse ergab nur bei einzelnen Mischungen und nur bei einzelnen Parametern signifikante Unterschiede. Aus diesem Grund sind die Ergebnisse als Mittelwerte über die Jahre für die beiden Standorte dargestellt (Tab. 8). Zeigte der Mittelwert der jeweiligen Sortenmischung einen positiven Trend im Vergleich zum Mittel der jeweils enthaltenen Reinsaat wurde dies mit einem Plus gewertet. Bei einem negativen Trend wurde ein Minus eingesetzt. Die Einzelwerte der Mischungen sind in Tab. 9 im Anhang aufgeführt.

Aufgrund der stark streuenden Ergebnisse zwischen den Standorten lässt sich bei den Mischungen M1-M6 kein eindeutiger Vorteil im Vergleich zu den jeweiligen Reinsaat erkennen. Betrachtet man hierbei die Ertrags- und Qualitätsparameter so zeichnen sich am Standort Osnabrück die Mischungen M3 und M6 mit positiven Ergebnissen im Hinblick auf Kornertrag, Proteingehalt, Tausendkornmasse und Hektolitergewicht aus. Bezüglich des Qualitätsparameters Feuchtklebergehalt, der im Ökolandbau einen entscheidenden Faktor für die Preisfindung darstellt, zeichnet sich am Standort Osnabrück kein Vorteil durch den Anbau von Sortenmischungen ab. Im Gegenteil, die Sortenmischungen M1-M6 schnitten hier schlechter ab als das Mittel der jeweils enthaltenen Reinsaat (Tab. 8). Als positiv lassen sich jedoch die Mischungen M7 und M8 bewerten. Diese Mischungen, die nur aus Futterweizensorten zusammengesetzt sind, zeigen bei allen Qualitätsparametern einen Vorteil gegenüber den jeweiligen Reinsaat.

Betrachtet man die Höhe des Befalls durch Blattkrankheiten, so präsentiert sich die Mischung M3 als vielversprechend. Alle Mittelwerte zeigen hier einen positiven Trend gegenüber den Reinsaat. Die Mischung M6 schneidet in allen Krankheitsparametern schlechter ab, als das Mittel der Reinsaat. Allerdings fällt auch bei den Blattkrankheitsparametern die Mischung M8 auf. Diese weist bei allen Krankheitsparametern einen geringeren Befall im Vergleich zu den jeweiligen Reinsaat auf (Tab. 8).

Am Standort Wiebrechtshausen zeigen die Mischungen ebenfalls Vorteile gegenüber den Reinsaat bezüglich der Qualitätsparameter. Jedoch lässt sich hier keine Mischung als besonders auffällig herausstellen. Einzig die Mischung M3, die am Standort Osnabrück positiv aufgefallen ist, kann am Standort Wiebrechtshausen nicht überzeugen. Im Gegensatz zum

Standort Osnabrück lassen in Wiebrechtshausen jedoch alle Sortenmischungen einen positiven Effekt auf den Proteingehalt im Korn im Vergleich zu den Reinsaaten erkennen. Erwähnenswert ist außerdem, dass in Wiebrechtshausen die Mischungen M2, M4 sowie die Mischungen M7 und M8 einen höheren Mittelwert bezüglich des Feuchtklebergehaltes aufweisen im Vergleich zum Mittelwert der Reinsaaten. Bezüglich des Befalls mit Blattkrankheiten fallen auch am Standort Wiebrechtshausen die Mischungen M7 und M8 positiv auf. Sie zeigen beide bei allen erfassten Krankheitsparametern einen Vorteil gegenüber den Reinsaaten.

Der Befall mit Gelbrost fiel nur bei einzelnen Sortenmischungen an beiden Standorten im Vergleich zu den Reinsaaten geringer aus. Hier sind vor allem die Sortenmischungen M2, M3 und M4 am Standort Osnabrück zu nennen. Einzelne Sortenmischungen wie M1, M5 oder M7 zeigten am Standort Osnabrück jedoch sogar einen höheren Befall mit Gelbrost, als das Mittel der Reinsaaten. Auch in Wiebrechtshausen war dieser Trend bei einigen Sorten zu erkennen (Tab. 8).

Mittelt man nun diese Trends (siehe Tab. 8: „Mittel“) so zeichnen sich an beiden Standorten im Vergleich der Mischungen die Mischungen M7 und M8 mit positiven Ergebnissen aus. Bei den Mischungen M1-M6 fallen an den beiden Standorten einzelne Mischungen positiv auf, können diesen Trend aber nicht auf dem jeweilig anderen Standort fortsetzen.

Bei der Betrachtung der untersuchten Parameter lässt sich für beide Standorte herausstellen, dass die meisten Mischungen bezüglich der Kornertragshöhe und beim Befall mit Braunrost Vorteile gegenüber den Reinsaaten zeigten (Tab 8).

Tab. 8: Bewertung des Mittelwertvergleichs der Mischung M1-M8 mit dem Mittelwert der jeweils enthaltenen Sorten. Zeigte der Mittelwert bei mehr als 50 % eine Verbesserung durch den Anbau der Mischung wurde dies mit (+) bewertet. (+/- = 50 %; - = < 50 %). „Mittel“ zeigt die zusammenfassende Bewertung nach gleichem Schema. Oben: Standort Osnabrück. Unten: Wiebrechtshausen.

Osnabrück	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	Mittel ¹
Kornertrag	+	+	+	-	-	+	+	+	+
Proteingehalt	-	-	-	+	-	+	+	+	+ / -
TKM ²	-	-	+	-	-	-	+	+	-
Hektolitergewicht	+	+	+	-	-	+	+	+	+
Feuchtklebergehalt	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Gelbrost	-	+	+	+	-	-	-	+	+ / -
Blattseptoria	-	-	+	-	-	-	-	+	-
Braunrost	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Mittel	-	+ / -	+	-	-	-	+	+	

Wiebrechtshausen	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	Mittel ¹
Kornertrag	+	-	-	-	+	+	+	+	+
Proteingehalt	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TKM ²	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Hektolitergewicht	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Feuchtklebergehalt	-	+	-	+	-	-	+	+	+ / -
Gelbrost	-	-	-	-	+	-	+	+	-
Blattseptoria	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Braunrost	+	-	+	+	-	+	+	+	+
Mittel¹	+	+ / -	+ / -	+ / -	+	+	+	+	

¹ + = > 50% positiv + / - = 50 % positiv - = < 50 % positiv

² = Tausendkornmasse

6 Fazit

Aufgrund der stark heterogenen Ergebnisse ist eine Bewertung des Anbaus von Sortenmischungen im Gegensatz zu Reinsaaten nur bedingt möglich. Es zeigt sich, dass an den beiden unterschiedlichen Standorten einzelne Mischungen einen positiven Effekt auf einzelne Parameter generieren können. Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass es keine universellen Sortenmischungen für alle Standorte gibt. Genauso wie sich die einzelnen Sorten an den Standorten unterschiedlich etablieren können, so sind auch die Sortenmischungen immer nur ein Ergebnis der darin enthaltenen Sorten. Eine geeignete Sortenmischung zu finden richtet sich demnach nicht nur nach der späteren Nutzung und Vermarktung, sondern muss auch individuell für jeden Standort angepasst sein. Welche Sorten dabei in Frage kommen hängt auch davon ab, welches agronomische oder ökonomische Ziel der Anbauer mit der jeweiligen Sortenmischung verfolgt.

Die Ergebnisse legen dar, dass die Kornerträge tendenziell höher liegen als die jeweiligen Reinsaaten, wenngleich sich dies nicht signifikant abzusichern war. Die Ergebnisse der Kornqualitätsparameter lassen aufgrund ihrer Heterogenität über beide Standorte keine Aussage zu einer Verbesserung oder Verschlechterung durch den Anbau von Sortenmischungen zu.

Betrachtet man die Effekte von Sortenmischungen auf den Befall durch Blattkrankheiten, so fällt auf, dass in vielen Mischungen besonders der Befall mit Braunrost verringert werden konnte. Im Gegensatz dazu lag der Befall mit Gelbrost im Mittel der Sortenmischungen am Standort Wiebrechtshausen sogar höher im Vergleich zu den Reinsaaten. Der Barriereeffekt trat somit nicht bei allen Mischungen auf, sodass der Befall hierdurch häufig nicht verringert werden konnte. Es zeigte sich, dass anfällige Sorten den Befallsdruck in der Mischung erhöhen und damit auch weniger anfällige Sorten stärker befallen wurden. Der Befall mit Blattseptoria lag am Standort Wiebrechtshausen in den Sortenmischungen geringer als in den Reinsaaten, während sich in Osnabrück das Gegenteil zeigte.

Beim Anbau von Sortenmischungen sollte neben den pflanzenbaulichen Aspekten, auch die Vermarktung nicht aus dem Blick verloren werden. Besonders bei Mischungen die als Backweizen verkauft werden sollen, entstehen hier häufig ungeahnte Hürden, denn die Auftrennung der Sortenmischungen nach Sortenreinheit ist nur in Einzelfällen möglich. Backgetreide wird von der abnehmenden Hand aber häufig nur sortenrein eingekauft. Hier muss deshalb im Vorfeld geklärt werden, ob ein Anbau von Sortenmischungen unter diesen Gesichtspunkten überhaupt in Frage kommt. Weniger problematisch ist die Vermarktung von Futtergetreide, besonders dann, wenn das Getreide innerbetrieblich genutzt wird. Die Ergebnisse zeigen, dass besonders Futterweizenmischungen große Vorteile bieten können.

Gleichwohl die Ergebnisse dieser Versuche nicht in Gänze absicherbar sind, zeigen sie zweifellos überwiegend positive Tendenzen auf. Sie geben für den Praktiker wertvolle Hinweise und Anregungen den Anbau von Sortenmischungen oder den Gemengeanbau im Anbau stärker zu praktizieren und individuell auf die betrieblichen Gegebenheiten anzupassen. Es ist zudem deutlich geworden, dass hierbei auch kein Anbaurisiko besteht, sofern die Vermarktung gewährleistet ist. Im Hinblick auf die immer mehr in den Fokus tretende Anbausicherheit von Getreide, besonders bei Betrachtung der Veränderungen durch den Klimawandel muss in der Praxis der Gemengeanbau deutlich stärker berücksichtigt werden. Flankierend ist es zudem erforderlich weitere Versuche zum Gemengeanbau und Anbau von Sortenmischungen durchzuführen.

Informationen zum Gemengeanbau

Der Gemengeanbau, zudem auch Sortenmischungen zählen, ist ein wichtiges Produktionssystem, das weltweit eine große Bedeutung hat. Gemengeanbausysteme bieten dabei große Potenziale vor allem mit Blick auf die Ressourceneffizienz, Ertragsstabilität sowie der Unterdrückung von biotischen und abiotischen Schadfaktoren. Gerade im Ökolandbau sind Gemenge zur Futternutzung aber auch Körnerfruchtgemenge aus beispielsweise Leguminosen und Getreide häufig anzutreffen.

Welche Interaktionen und Mechanismen in einem Gemengeanbausystem wirken und vorzufinden sind erläutert Florian Rohlfing in seiner Masterarbeit „Möglichkeit und Grenzen des Anbaus von Feldfrüchten im Gemenge“. Neben Beispielen aus Wissenschaft und Forschung wird in dieser Arbeit auch der Versuch diskutiert, der in diesem Bericht beschrieben wurde. Bei Interesse zur Lektüre dieser Arbeit wenden Sie sich gerne an den Fachbereich Ökologischer Landbau der Landwirtschaftskammer Niedersachsen.

7 Literaturverzeichnis

Andrews, D. J. & A. H. Kassam, 1976: The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In: M. Stelly (Hg.): Multiple Cropping: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, 1-10.

Anonymus, 2000: Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Hg. v. Bundessortenamt, Landbuch Verlag, Hannover.

Aufhammer, W., 1999: Mischanbau von Getreide- und anderen Körnerfruchtarten. Ein Beitrag zur Nutzung von Biodiversität im Pflanzenbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Brooker, R. W., A. E. Bennett, W.-F. Cong, T. J. Daniell, T. S. George, P. D. Hallett, C. Hawes, P. P. M. Iannetta, H. G. Jones, A. J. Karley, L. Li, B. M. McKenzie, R. J. Pakeman, E. Paterson, C. Schöb, J. Shen, G. Squire, C. A. Watson, C. Zhang, F. Zhang, J. Zhang & P. J. White, 2015: Improving intercropping. A synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. *New Phytologist* 206, 107-117.

Creissen, H. E., T. H. Jorgensen & J. K. M. Brown, 2016: Increased yield stability of field-grown winter barley (*Hordeum vulgare* L.) varietal mixtures through ecological processes. *Crop Protection* 85, 1-8.

Finckh, M. R. & C. C. Mundt, 1992: Stripe Rust, Yield, and Plant Competition in Wheat Cultivar Mixtures. *Phytopathology* 82, 905.

Gaba, S., F. Lescourret, S. Boudsocq, J. Enjalbert, P. Hinsinger, E.-P. Journet, M.-L. Navas, J. Wery, G. Louarn, E. Malézieux, E. Pelzer, M. Prudent & H. Ozier-Lafontaine, 2015: Multiple cropping systems as drivers for providing multiple ecosystem services. From concepts to design. *Agronomy for Sustainable Development* 35, 607-623.

Hauggaard-Nielsen, H., M. Gooding, P. Ambus, G. Corre-Hellou, Y. Crozat, C. Dahlmann, A. Dibet, P. von Fragstein, A. Pristeri, M. Monti & E. S. Jensen, 2009: Pea–barley intercropping for efficient symbiotic N₂-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. *Field Crops Research* 113, 64-71.

Hof, C. & R. Rauber, 2003: Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau. 1. Auflage. Hg. v. Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Göttingen, Göttingen.

- Hovmøller, M. S., S. Walter, R. A. Bayles, A. Hubbard, K. Flath, N. Sommerfeldt, M. Leconte, P. Czembor, J. Rodriguez-Algaba, T. Thach, J. G. Hansen, P. Lassen, A. F. Justesen, S. Ali & C. de Vallavieille-Pope, 2016: Replacement of the European wheat yellow rust population by new races from the centre of diversity in the near-Himalayan region. *Plant Pathology* 65, 402-411.
- Huang, C., Z. Sun, H. Wang, Y. Luo & Z. Ma, 2011: Spatiotemporal effects of cultivar mixtures on wheat stripe rust epidemics. *European Journal of Plant Pathology* 131, 483-496.
- Malézieux, E., Y. Crozat, C. Dupraz, M. Laurans, D. Makowski, H. Ozier-Lafontaine, B. Rapidel, S. Tourdonnet & M. Valantin-Morison, 2009: Mixing plant species in cropping systems. Concepts, tools and models. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29, 43-62.
- Newton, A. C., C. A. Hackett & J. S. Swanston, 2008: Analysing the contribution of component cultivars and cultivar combinations to malting quality, yield and disease in complex mixtures. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88, 2142-2152.
- Raseduzzaman, M. & E. S. Jensen, 2017: Does intercropping enhance yield stability in arable crop production? A meta-analysis. *European Journal of Agronomy* 91, 25-33.
- Root, R. B., 1973: Organization of a Plant-Arthropod Association in Simple and Diverse Habitats: The Fauna of Collards (*Brassica Oleracea*). *Ecological Monographs* 43, 95-124.
- Rosenzweig, C., A. Iglesias, X. B. Yang, P. R. Epstein & E. Chivian, 2001: Climate change and extreme weather events - implications for food production, plant diseases, and pests. *Global Change and Human Health* 2, 90-104.
- Shoffner, A. V. & J. F. Tooker, 2013: The potential of genotypically diverse cultivar mixtures to moderate aphid populations in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Arthropod-Plant Interactions* 7, 33-43.
- Snaydon, R. W., 1996: Above-ground and below-ground interactions in intercropping. In: O. Ito (Hg.): *Roots and nitrogen in cropping systems of the semi-arid tropics*. Proceedings of the International Workshop: Dynamics of Roots and Nitrogen in Cropping Systems of the Semi-Arid Tropics, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, Andhra Pradesh, India, 21-25 November 1994: Japan International Research Center for Agricultural Sciences. [Erscheinungsort nicht ermittelbar], 73-92.

- Stuke, F. & H. Fehrmann, 1987: Sortenmischungen im Weizenanbau. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 39.
- Swanston, J. S., A. C. Newton, D. C. Guy & E. S. Gacek, 2000: Malting Performance of Barley Cultivar Mixtures from the UK and Poland. *Journal of the Institute of Brewing* 106, 239-244.
- Swanston, J. S., A. C. Newton, S. P. Hoad & W. Spoor, 2005: Barleys Grown as Cultivar Mixtures Compared with Blends Made Before and After Malting, for Effects on Malting Performance. *Journal of the Institute of Brewing* 111, 144-152.
- Tooker, J. F., S. D. Frank & I. Steffan-Dewenter, 2012: Genotypically diverse cultivar mixtures for insect pest management and increased crop yields. *The Journal of Applied Ecology* 49, 974-985.
- Trenbath, B. R., 1993: Intercropping for the management of pests and diseases. *Field Crops Research* 34, 381-405.
- Urbatzka, P. & M. Mücke, 2015: Der Gelbrost bleibt ein Problem. *Bioland Fachmagazin*, 12-14.
- Urbatzka, P. & A. Rehm, 2017: Stabilität von Ertrag und Backqualität einer Sortenmischung von Winterweizen im Vergleich zur Reinsaat. In: S. Wolfrum, H. Heuwinkel, H. J. Reents, K. Wiesinger und K.-J. Hülsbergen (Hg.): Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Kassel. Berlin: Verlag Köster Berlin.
- Vandermeer, J. H., 1989: *The ecology of intercropping*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Wezel, A., M. Casagrande, F. Celette, J.-F. Vian, A. Ferrer & J. Peigné, 2014: Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 34, 1-20.
- Zhu, Y., H. Chen, J. Fan, Y. Wang, Y. Li, J. Chen, S. Yang, L. Hu, H. Leung, T. W. Mew, P. S. Teng, Z. Wang & C. C. Mundt, 2000: Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* 406, 718-722.

8 Anhang

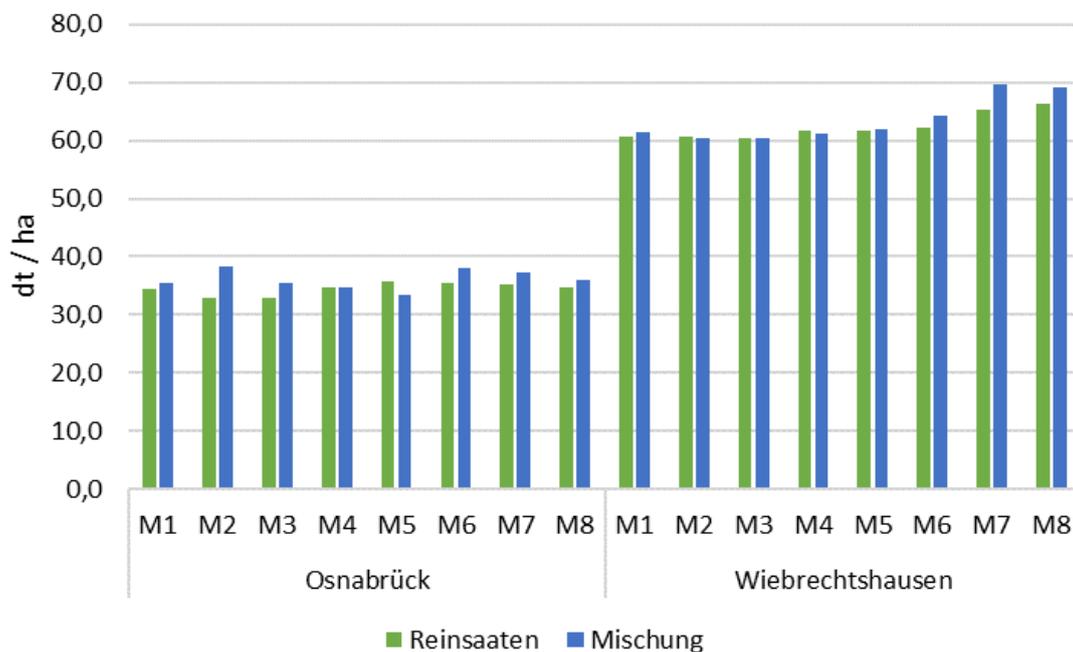


Abb. 1: Kornertrag in dt/ha der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen als Mittelwert über die Jahre 2017-2019. „Reinsaaten“ stellt dabei den Mittelwert über alle in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten dar. „Mischung“ ist der Mittelwert der jeweiligen Mischung.

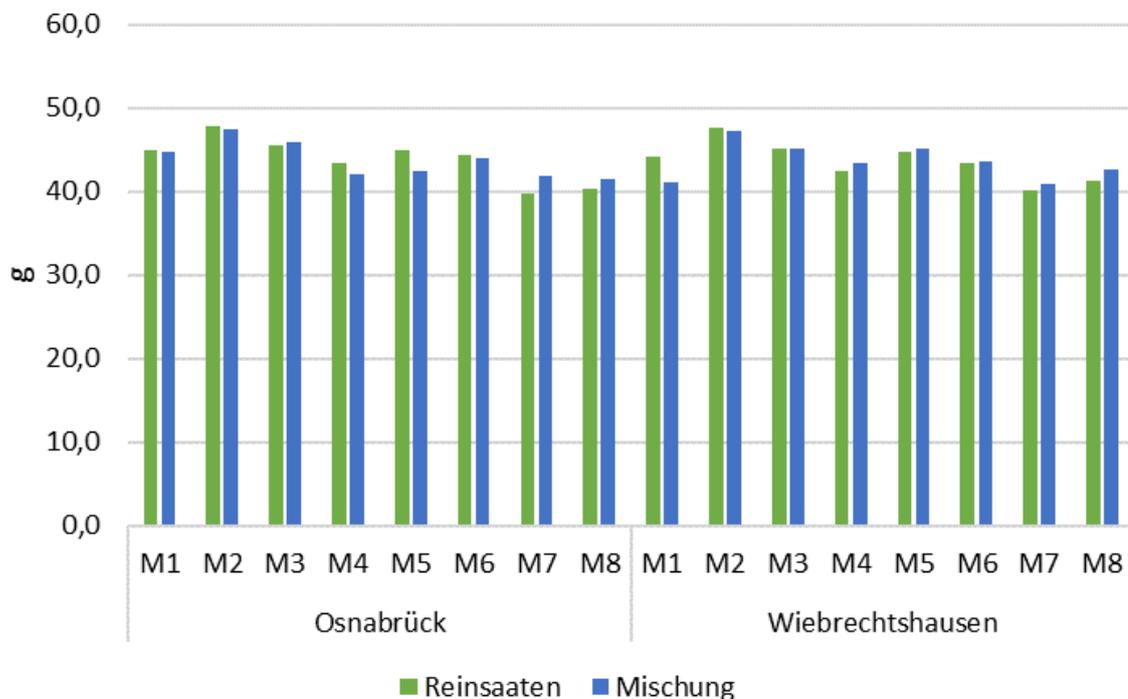


Abb. 2: Tausendkornmasse in g der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen als Mittelwert über die Jahre 2017-2019. „Reinsaaten“ stellt dabei den Mittelwert über alle in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten dar. „Mischung“ ist der Mittelwert der jeweiligen Mischung.

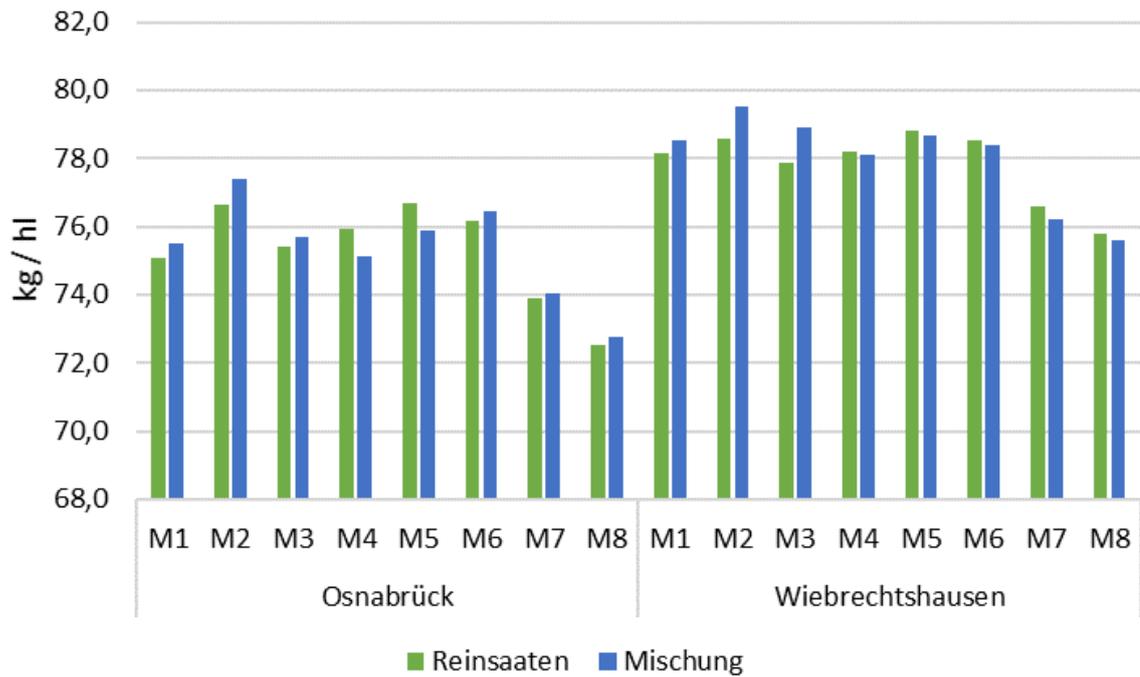


Abb. 3: Hektolitergewicht in kg/hl der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen als Mittelwert über die Jahre 2017-2019. „Reinsaaten“ stellt dabei den Mittelwert über alle in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten dar. „Mischung“ ist der Mittelwert der jeweiligen Mischung.

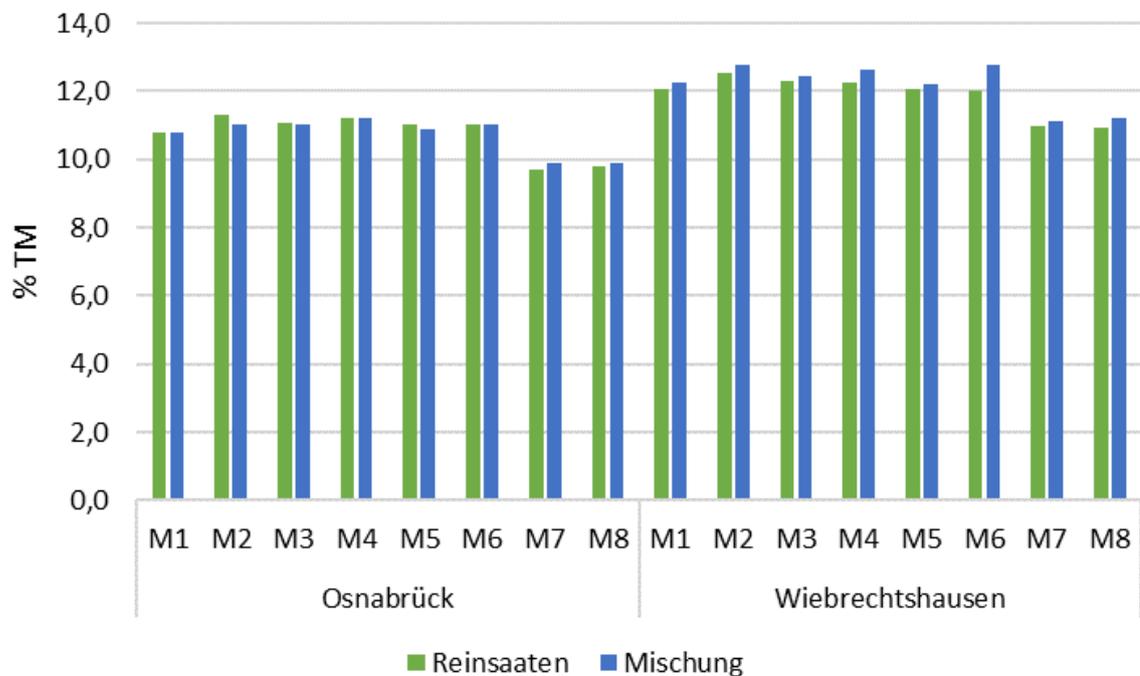


Abb. 4: Proteingehalt in % Korn TM der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen als Mittelwert über die Jahre 2017-2019. „Reinsaaten“ stellt dabei den Mittelwert über alle in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten dar. „Mischung“ ist der Mittelwert der jeweiligen Mischung.

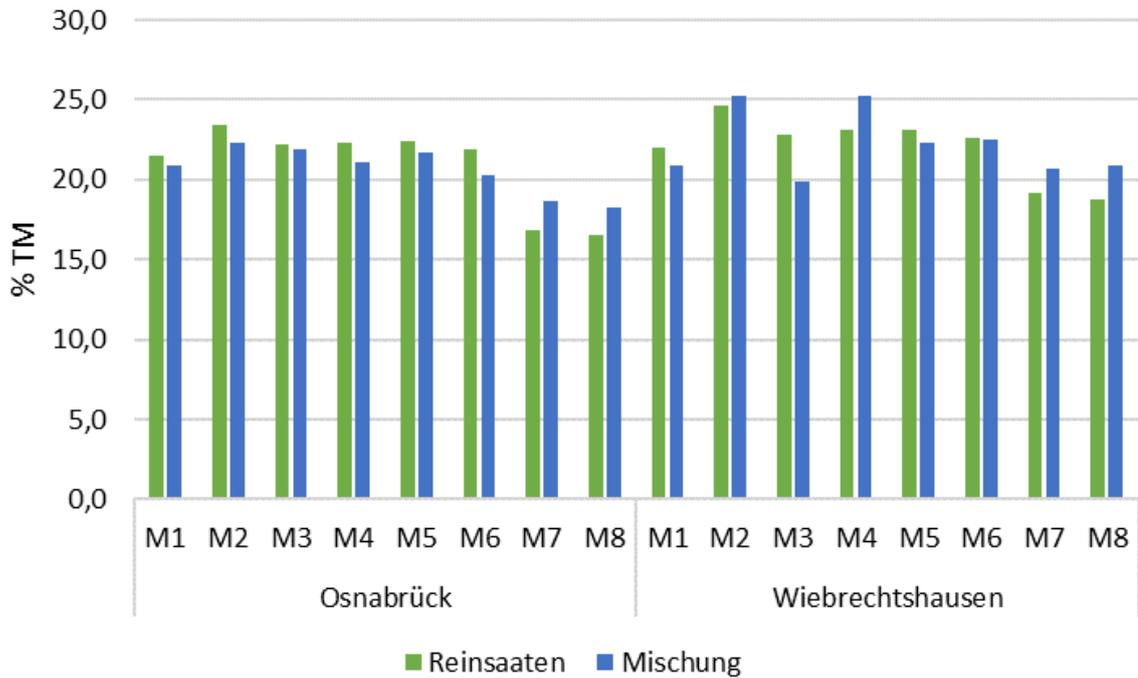


Abb. 4: Feuchtklebergehalt in % Korn TM der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen als Mittelwert über die Jahre 2017-2019. „Reinsaaten“ stellt dabei den Mittelwert über alle in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten dar. „Mischung“ ist der Mittelwert der jeweiligen Mischung.

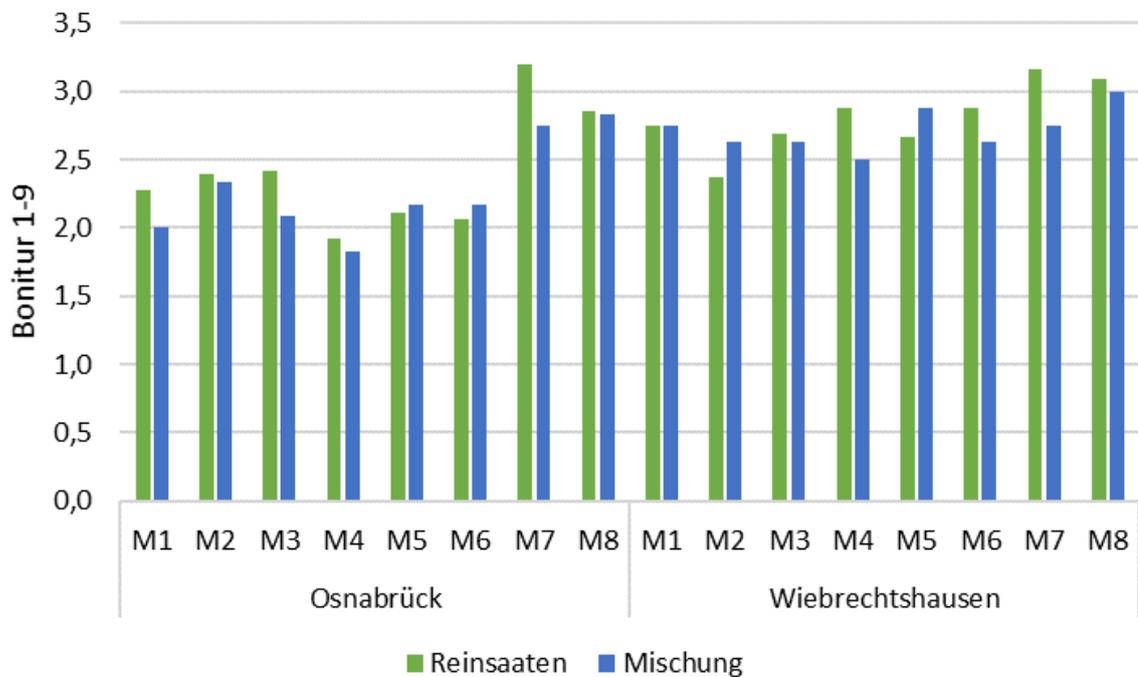


Abb. 3: Braunrostbefall dargestellt als Boniturnote der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen als Mittelwert über die Jahre 2017-2019. Die Boniturnote 1 stellt dabei keinen Befall und die Boniturnote 9 einen Befall der gesamten Blattfläche dar. „Reinsaaten“ stellt dabei den Mittelwert über alle in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten dar. „Mischung“ ist der Mittelwert der jeweiligen Mischung.

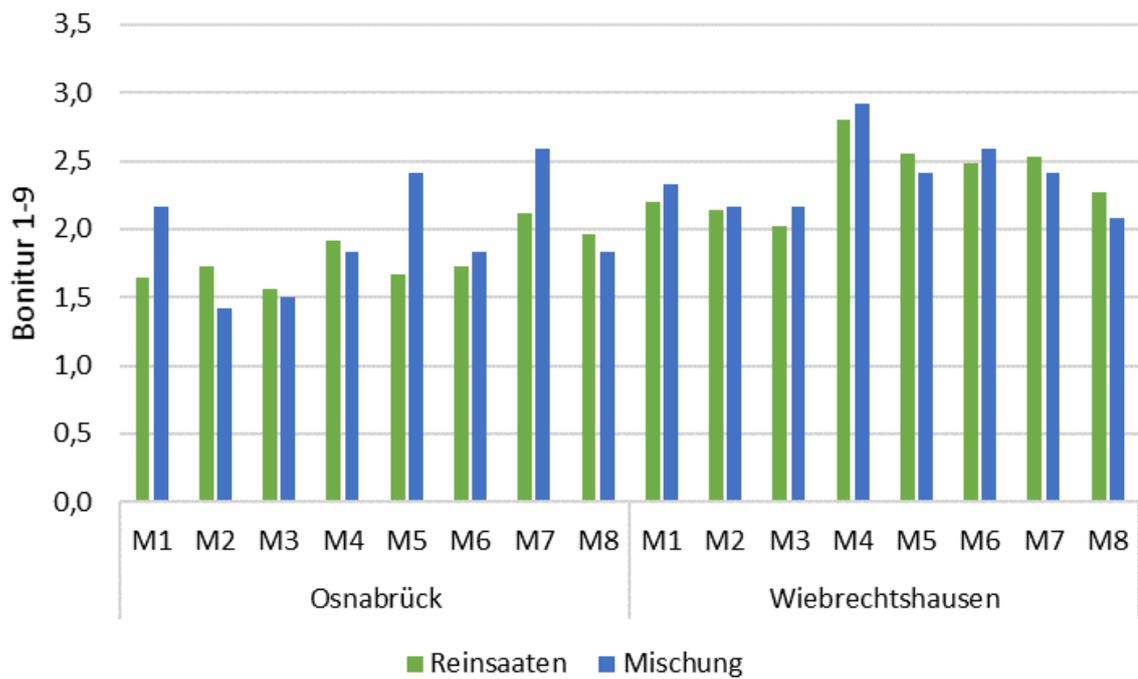


Abb. 6: Gelbrostbefall dargestellt als Boniturnote der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen als Mittelwert über die Jahre 2017-2019. Die Boniturnote 1 stellt dabei keinen Befall und die Boniturnote 9 einen Befall der gesamten Blattfläche dar. „Reinsaaten“ stellt dabei den Mittelwert über alle in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten dar. „Mischung“ ist der Mittelwert der jeweiligen Mischung.

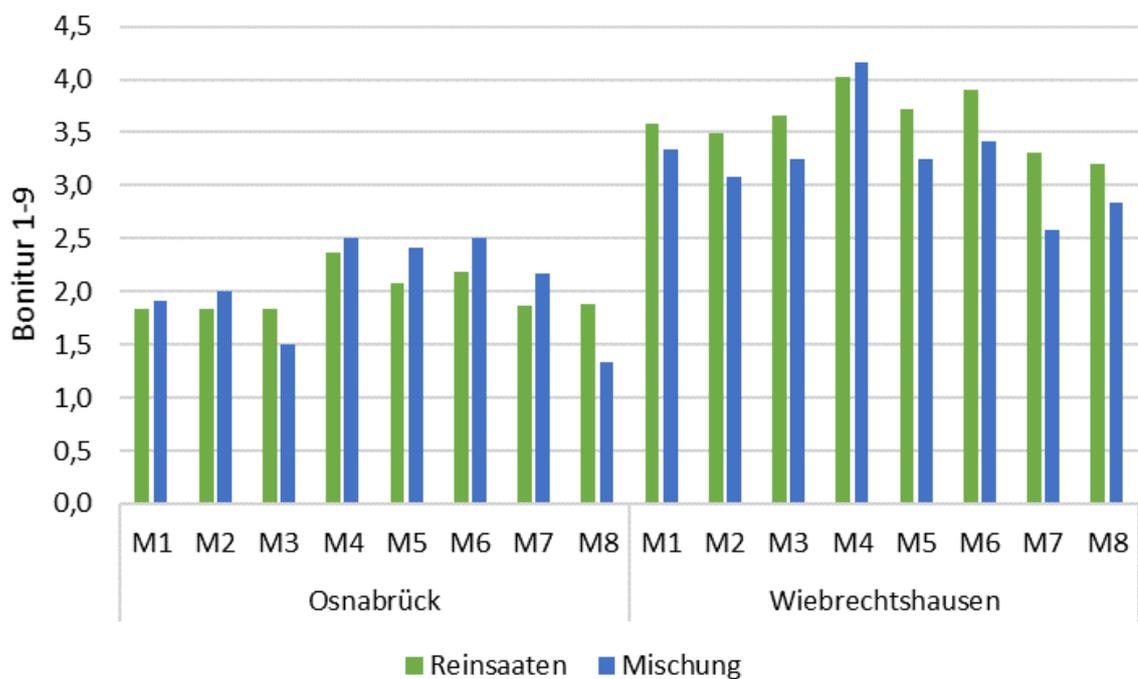


Abb. 5: Blattseptoriabefall dargestellt als Boniturnote der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen als Mittelwert über die Jahre 2017-2019. Die Boniturnote 1 stellt dabei keinen Befall und die Boniturnote 9 einen Befall der gesamten Blattfläche dar. „Reinsaaten“ stellt dabei den Mittelwert über alle in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten dar. „Mischung“ ist der Mittelwert der jeweiligen Mischung.

Tab. 9: Mittelwerte der Mischungen M1-M8 an den Standorten Osnabrück und Wiebrechtshausen. Der Wert „Reinsaaten“ beschreibt den Mittelwert aller in der jeweiligen Mischung enthaltenen Sorten. Der Wert „Mischung“ beschreibt den Mittelwert der Mischung. Die Mittelwerte sind über alle Jahre und Wiederholungen gemittelt. Kornertrag [dt/ha]; Tausendkornmasse [g]; Hektolitergewicht [kg/hl]; Protein [% Korn TM]; Feuchtkleber [% Korn TM]; Braunrost, Gelbrost, Blattseptoria: Bonitur 1-9
1= kein Befall, 9= komplette Blattfläche befallen.

		Osnabrück								Wiebrechtshausen							
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Kornertrag	Reinsaaten	34,5	32,8	32,8	34,8	35,7	35,4	35,3	34,7	60,5	60,5	60,5	61,8	61,7	62,1	65,2	66,3
	Mischung	35,5	38,3	35,6	34,8	33,6	37,9	37,4	35,9	61,5	60,3	60,4	61,1	61,9	64,3	69,5	69,0
Tausendkornmasse	Reinsaaten	44,9	47,8	45,5	43,4	45,0	44,3	39,8	40,3	44,3	47,7	45,2	42,4	44,7	43,3	40,1	41,4
	Mischung	44,7	47,4	45,9	42,0	42,5	43,9	41,8	41,5	41,2	47,2	45,2	43,5	45,2	43,7	40,9	42,7
Hektolitergewicht	Reinsaaten	75,1	76,6	75,4	75,9	76,7	76,2	73,9	72,5	78,2	78,6	77,9	78,2	78,8	78,5	76,6	75,8
	Mischung	75,5	77,4	75,7	75,1	75,9	76,4	74,0	72,8	78,6	79,5	78,9	78,1	78,7	78,4	76,2	75,6
Protein	Reinsaaten	10,8	11,3	11,1	11,2	11,0	11,0	9,7	9,8	12,1	12,5	12,3	12,3	12,0	12,0	11,0	10,9
	Mischung	10,8	11,0	11,0	11,2	10,9	11,0	9,9	9,9	12,3	12,8	12,4	12,6	12,2	12,8	11,1	11,2
Feuchtkleber	Reinsaaten	21,5	23,4	22,3	22,3	22,4	21,9	16,9	16,5	22,0	24,7	22,8	23,1	23,1	22,6	19,2	18,8
	Mischung	20,9	22,3	21,9	21,1	21,7	20,3	18,7	18,3	20,9	25,3	19,8	25,2	22,3	22,5	20,7	20,9
Braunrost	Reinsaaten	2,3	2,4	2,4	1,9	2,1	2,1	3,2	2,9	2,8	2,4	2,7	2,9	2,7	2,9	3,2	3,1
	Mischung	2,0	2,3	2,1	1,8	2,2	2,2	2,8	2,8	2,8	2,6	2,6	2,5	2,9	2,6	2,8	3,0
Gelbrost	Reinsaaten	1,6	1,7	1,6	1,9	1,7	1,7	2,1	2,0	2,2	2,1	2,0	2,8	2,6	2,5	2,5	2,3
	Mischung	2,2	1,4	1,5	1,8	2,4	1,8	2,6	1,8	2,3	2,2	2,2	2,9	2,4	2,6	2,4	2,1
Blattseptoria	Reinsaaten	1,8	1,8	1,8	2,4	2,1	2,2	1,9	1,9	3,6	3,5	3,7	4,0	3,7	3,9	3,3	3,2
	Mischung	1,9	2,0	1,5	2,5	2,4	2,5	2,2	1,3	3,3	3,1	3,3	4,2	3,3	3,4	2,6	2,8