



Qualitätsweizenproduktion im Spannungsfeld

Schriftenreihe, Heft 21/2015



Qualitätsweizenproduktion im
Ackerbaugebiet Lommatzcher Pflege/
Meißener Land im Spannungsfeld
zwischen Maisanbau, Erosionsminderung,
Wasserrahmenrichtlinie,
Qualitätssicherung und reduziertem
Einsatz von chemischen
Pflanzenschutzmitteln

Peter Albrecht

Inhalt

1	Einleitung	8
1.1	Voraussetzungen	8
1.2	Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz	9
1.3	Spannungsfeld Erosionsschutz und Vorfrucht Mais	10
2	Faktoranalyse und Projektziele	12
2.1	Stand der Erkenntnisse in der Wissenschaft	12
2.2	Nationaler Aktionsplan Pflanzenschutz	12
2.3	Qualitätsweizenanbau in Sachsen	13
2.4	Weizenkrankheiten und Bodenbearbeitung	16
2.4.1	Relevante Weizenkrankheiten	16
2.4.2	Halmbasierkrankungen	17
2.4.3	Blattkrankheiten	18
2.4.4	Ährenkrankheiten	19
2.4.5	Bodenbearbeitung	21
2.4.6	Wachstumsreglereinsatz	21
2.5	Ziele des Versuchsvorhabens	22
3	Material und Methoden	24
3.1	Standorte und Bodenbearbeitung	24
3.2	Witterung	26
3.3	Versuchsanlage	26
3.4	Produktionstechnik allgemein	26
3.5	Sorten	27
3.6	Fungizide und Wachstumsregler	28
3.7	Bonituren	29
3.8	Messungen	30
3.9	Statistische Auswertung	30
4	Ergebnisse und Diskussion	31
4.1	Allgemeine Anmerkungen	31
4.2	Ergebnisse	31
4.2.1	Witterungsverlauf	31
4.2.2	Krankheitsverlauf	32
4.2.3	Kornerträge nach Bodenbearbeitung	35
4.2.4	Kornerträge nach Sorten	38
4.2.5	Fungizidstrategie	42
4.2.6	Mykotoxinuntersuchungen	47
4.2.7	Wachstumsregler	51
4.3	Diskussion der Ergebnisse	53
4.4	Antworten auf die Versuchsfragen	54
4.4.1	Bestandesentwicklung	55
4.4.2	Blattkrankheiten und grüne Blattfläche	56
4.4.3	Kornerträge nach Faktoren	56
4.4.4	Kornqualität und Mykotoxine	59
5	Fazit und Ausblick	61
	Literaturverzeichnis	64

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Winterweizen – Vorfrucht und DON 2007–2009 (aus eigenen Versuchen, unveröffentlicht)	11
Abbildung 2:	Anteil der E- und A-Sorten in Sachsen in %.....	14
Abbildung 3:	Aufbau des Versuchsvorhabens 2010 – 2012.....	23
Abbildung 4:	Wetterdaten Nossen 2010 – 2012.....	32
Abbildung 5:	Wetterdaten Nossen 2010 – 2012.....	32
Abbildung 6:	Krankheitsverlauf 2010.....	33
Abbildung 7:	Krankheitsverlauf 2011.....	33
Abbildung 8:	Krankheitsverlauf 2012.....	34
Abbildung 9:	Kornertrag Winterweizen über alle im Versuch geprüften Sorten und Septoriabefall 2010 (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung)	34
Abbildung 10:	Kornerträge Winterweizen nach Bodenbearbeitungsvarianten 2010 – 2012	35
Abbildung 11:	Kornerträge Winterweizen nach Vorfrucht Körnermais 2010	35
Abbildung 12:	Kornerträge Winterweizen nach Vorfrucht Körnermais 2011	36
Abbildung 13:	Kornerträge Winterweizen nach Vorfrucht Körnermais 2012	36
Abbildung 14:	Kornerträge Winterweizen nach Bodenbearbeitungsvarianten 2010 – 2012	37
Abbildung 15:	Kornerträge Winterweizen nach Vorfrucht Silomais 2010	37
Abbildung 16:	Kornerträge Winterweizen nach Vorfrucht Silomais 2011	38
Abbildung 17:	Kornerträge Winterweizen nach Vorfrucht Silomais 2012	38
Abbildung 18:	Kornerträge verschiedener Winterweizensorten nach Vorfrucht Körnermais 2010	39
Abbildung 19:	Kornerträge verschiedener Winterweizensorten nach Vorfrucht Körnermais 2011	39
Abbildung 20:	Kornerträge verschiedener Winterweizensorten nach Vorfrucht Körnermais 2012	40
Abbildung 21:	Kornerträge verschiedener Winterweizensorten nach Vorfrucht Silomais 2010.....	40
Abbildung 22:	Kornerträge verschiedener Winterweizensorten nach Vorfrucht Silomais 2011	41
Abbildung 23:	Kornerträge verschiedener Winterweizensorten nach Vorfrucht Silomais 2012.....	41
Abbildung 24:	Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Körnermais 2010 – 2012 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung).....	42
Abbildung 25:	Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Körnermais 2010 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung).....	42
Abbildung 26:	Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Körnermais 2011 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung	43
Abbildung 27:	Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Körnermais 2012 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung	43
Abbildung 28:	Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Silomais 2010 – 2012 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung	44
Abbildung 29:	Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Silomais 2010 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung.....	44
Abbildung 30:	Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Silomais 2011 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung.....	45
Abbildung 31:	Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Silomais 2012 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung.....	45
Abbildung 32:	Ökonomie Fungizideinsatz (kostenbereinigte Marktleistung in EUR/ha unter Einbeziehung von Kornertrag, Weizenpreis und Fungizidkosten) 2010 – 2012 (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung.....	46
Abbildung 33:	Ökonomie Fungizideinsatz (kostenbereinigte Marktleistung in EUR/ha unter Einbeziehung von Kornertrag, Weizenpreis und Fungizidkosten) 2010 – 2012.....	47
Abbildung 34:	DON-Gehalte im Erntegut von Winterweizen nach Sorten und Vorfrucht Silomais 2010 – Bodenbach ...	48
Abbildung 35:	DON-Gehalte im Erntegut von Winterweizen bei geprüften Weizensorten nach Vorfrucht Silomais 2012, Standort Bodenbach ohne Fungizideinsatz (rote Linie: EU-DON-Grenzwert in Höhe von 1.250 µg DON/kg Weizen [Rohware]).....	49

Abbildung 36:	DON-Gehalte im Erntegut von Winterweizen bei geprüften Weizensorten nach Vorfrucht Silomais 2012, Standort Bodenbach in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung mit Pflug bzw. Grubber und differenziertem Fungizideinsatz (rote Linie: EU-DON-Grenzwert in Höhe von 1.250 µg DON/kg Weizen [Rohware])	50
Abbildung 37:	DON-Gehalte im Erntegut von Winterweizen bei geprüften Weizensorten nach Vorfrucht Körnermais 2012, Standort Riemsdorf in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung mit Pflug bzw. Grubber und differenziertem Fungizideinsatz (rote Linie: EU-DON-Grenzwert in Höhe von 1.250 µg DON/kg Weizen [Rohware])	51
Abbildung 38:	Einfluss der Ährenhöhe und des Wachstumsreglereinsatzes auf den Mykotoxingehalt (DON) 2010	52
Abbildung 39:	Lagernde Pflanzen in Prozent zur Ernte 2010	53
Abbildung 40:	Temperatur und Niederschlag zur Blüte 2010 (Bodenbach: LfULG Station Nossen; Riemsdorf: eigene Wetterstation).....	59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ertragstypen bei Winterweizen (nach SCHÖNBERGER & KROPP, verändert)	15
Tabelle 2:	Standorteigenschaften	24
Tabelle 3:	Bodenbearbeitung im Versuch.....	25
Tabelle 4:	Einstufung der Sorten nach dem BSA (Beschreibende Sortenliste 2011)	27
Tabelle 5:	Eingesetzte Fungizide in den Varianten.....	28
Tabelle 6:	Wachstumsregulatoren und ihre Wirkung (geändert nach SCHÖNBERGER et al. 2007)	29
Tabelle 7:	Bestandesentwicklung 2010 beide Standorte	55
Tabelle 8:	Einfluss des erhöhten Wachstumsreglereinsatzes auf die Pflanzenlänge 2010 in Prozent	59

Abkürzungsverzeichnis

AB	Arbeitsbreite
aK	absolute Kontrolle
APS	Ausprägungsstufe
ASS	Agrarbetrieb Starbach Sachsen
BASF	Badische Anilin- & Sodafabrik
BB	Bodenbearbeitung
BBCH	Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt, Chemische Industrie
BSA	Bundessortenamt
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V.
DON	Deoxynivalenol
FAO	Ernährungs- und Wirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LSV	Landessortenversuch
LWK	Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
N	Stickstoff
nFK	nutzbare Feldkapazität
N _{min}	mineralischer Stickstoff (nach Bodenprobe)
PSM	Pflanzenschutzmittel
SDHI	Succinat-Dehydrogenase-Inhibitoren
SPSS	Statistical Package for Social Sciences (IBM-Software)
TKG	Tausendkorngewicht
TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
WP	Wertprüfung
WR	Wachstumsregler
ZEA	Zearalenon

1 Einleitung

1.1 Voraussetzungen

Generell ist davon auszugehen, dass gesunde und qualitativ hochwertige Nahrungsmittel wichtige Voraussetzung für ein hohes Maß an Lebensmittelsicherheit und einen vorbeugenden Verbraucherschutz sind. Die Diskussion in der Öffentlichkeit bezüglich der Rückstände in Nahrungsmitteln war in den vergangenen Jahren oft von Skandalen und einer negativen Darstellung der agrarischen Produktion getragen. Dabei wird von einer großen Mehrheit der Verbraucher kaum zwischen Rückständen in Folge der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und möglicherweise anderen Risikofaktoren (z. B. Stoffwechselprodukte von phytopathogenen Pilzen) differenziert. Die Kontamination der Nahrungsmittel mit Giften ist unter allen Umständen zu vermeiden. An dieser Stelle ist der Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln in ausreichender Menge und Qualität und der Lebensqualität und Gesundheit der Konsumenten zu nennen. Es ist davon auszugehen, dass der Verbraucher in einem sehr hohen Maß von der fortgeschrittenen Technologie in der Produktion, Züchtung und verbesserten Anbaumethoden direkt und indirekt profitiert. In der öffentlichen Wahrnehmung ist davon nichts zu spüren, eine Verunsicherung und tendenziell negativ besetzte Diskussion der landwirtschaftlichen Produktion ist die Realität. Die Frage nach geeigneten Maßnahmen gegen Krankheiten an landwirtschaftlichen Kulturen und Erzeugnissen steht für den Erzeuger in einem völlig anderen Zusammenhang als für den Konsumenten. Dies gilt in gleicher Weise für die Sicherung der Erträge landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturen. Die direkte und indirekte Wirkung von Schadorganismen auf den Ertrag z. B. bei Weizen kann je nach Befallsstärke und Befallsverlauf in der Größenordnung von 25–40 % beziffert werden (OERKE; V. WITZKE et al.).

Berücksichtigt man hierbei zusätzlich noch potenziell auftretende Qualitätsmängel (z. B. Grenzwertüberschreitungen bei Mykotoxinen), so ist von massiven wirtschaftlichen Schäden für den Erzeuger und einer Gesundheitsgefährdung für Menschen und Nutztiere auszugehen. Die Bezifferung der Schäden ist nicht ohne weiteres einer konkreten Ursache (z. B. Schadpilz) zuzuordnen, weil oft ein vergesellschaftetes Auftreten mehrerer Schadorganismen zu beobachten ist. Die Definition von Kriterien für die Bewertung von Qualitätsmängeln im Sinne einer Wirtschaftlichkeitsrechnung ist nach eigenen Erfahrungen noch schwieriger, weil in den letzten Jahren Angebot und Nachfrage u. a. von Weizen erheblichen Schwankungen unterlag. Die in vielen Unternehmen eingeführten Qualitätsmanagementsysteme geben klare Verfahrensanweisungen für belastete Partien vor. Bei der Handhabung von Grenzwerten für Mykotoxine hingegen gehen Unternehmen der Verarbeitungswirtschaft in Deutschland sehr oft eigene Wege und verschärfen in ihren Einkaufs- und Lieferbedingungen die Qualitätskriterien.

Im Rahmen der Mitgliedschaft im Dachverband Agrarforschung befasst sich z. B. die Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung pflanzlicher Nahrungsmittel in ihrer Arbeit auch mit der Rolle von Pathogenen, welche die Pflanze und das Ernteprodukt schädigen können. Im Besonderen wird darauf verwiesen, dass als direkte Folge des Wirt-Parasit-Systems hohe quantitative Verluste sehr oft auch mit der qualitativen Minderung von Eigenschaften der Ernteprodukte einhergehen. Viele Beispiele wären hier zu nennen, letztlich soll aber der Bezug zum Thema und damit die sehr komplexen Wechselwirkungen bei den Getreidearten (inkl. Mais) im Fokus bleiben. Es ist davon auszugehen, dass allein ein mittlerer Befall (Befallsstärke) von Weizenähren einen direkten Kornverlust von 10 % auslösen kann. Die Körner weisen eine schlechte Siebsortierung in Folge der bekannten Kümmerkorn-Bildung auf. Die potenzielle Belastung der Körner mit Mykotoxinen und der Stand der Forschung zu diesem Thema werden an anderer Stelle in diesem Bericht weiter ausgeführt.

1.2 Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz

Gemäß § 2a Abs. 1 des Pflanzenschutzgesetzes (PflSchG) darf Pflanzenschutz nur nach guter fachlicher Praxis durchgeführt werden. Diese ist gesetzliche Vorschrift und somit auch verbindlich zu befolgen. Die gute fachliche Praxis dient insbesondere

- der Gesunderhaltung von Pflanzen und pflanzlichen Erzeugnissen und
- der Abwehr von Gefahren durch die Anwendung von PSM.

Hierbei sind die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes und der Schutz des Grundwassers zu berücksichtigen. Die vorrangige Berücksichtigung pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen sollte die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen auf das „notwendige Maß“ begrenzen. Die Belange des vorbeugenden Verbraucherschutzes und der Schutz der natürlichen Umwelt sollen mit einem sach- und fachgerechten Pflanzenschutz in Einklang gebracht werden, die gute fachliche Praxis ist dafür eine Grundvoraussetzung. Die gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz umfasst aber noch weit mehr als die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Immer wieder wird auf die Ausnutzung aller vorbeugenden, nicht-chemischen Maßnahmen als zumutbare und machbare Handlungsanforderung für den Landwirt hingewiesen. Die spezielle Situation vor Ort und der übergeordnete Faktor Witterung entscheiden sehr oft über die Gestaltung vorbeugender und ggf. chemischer Maßnahmen. Die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes sollen an dieser Stelle noch einmal hervorgehoben werden:

- Systemischer Ansatz und komplexes Vorgehen
- Gleichgewicht zwischen Ökonomie, Ökologie und Nachhaltigkeit
- Vorbeugende Maßnahmen haben Vorrang vor Bekämpfungsmaßnahmen
- Sorgfältige Abwägung aller Entscheidungen im Pflanzenschutz
- Nutzung des wissenschaftliche Fortschritts als Basis für ein wissenschaftsbasiertes Konzept
(Quelle: Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz [BMELV 2010])

Diese eher allgemeinen Grundsätze werden im Folgenden durch konkrete Grundsätze für vorbeugende Maßnahmen zur Befallsverhinderung ergänzt. Im Wesentlichen sind dies:

- Anbausysteme, Kulturarten und Fruchtfolgen ... sollten so ausgewählt werden, dass der Befall durch Schadorganismen nicht gefördert wird, auch um der Bildung von schädlichen Stoffen wie Mykotoxinen vorzubeugen.“
- Bodenbearbeitung sollte standortgerecht und situationsbezogen so gestaltet werden, dass der Befall durch Schadorganismen nicht gefördert wird, auch um der Bildung von schädlichen Stoffen wie Mykotoxinen vorzubeugen
- Es sind vorzugsweise solche Sorten und Herkünfte auszuwählen, die Toleranz- oder Resistenzeigenschaften gegenüber wichtigen standortspezifischen Schadorganismen aufweisen.

Im modernen Pflanzenbau hat sich u. a. die Bezeichnung „Absicherung der Ährengesundheit“ etabliert. Gemäß den Grundsätzen der Guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz gilt als Voraussetzung für eine Abwehr eines Schaderregers, also vor einer Bekämpfungsmaßnahme, die Notwendigkeit einer Maßnahme vor Ort abzuschätzen.

1.3 Spannungsfeld Erosionsschutz und Vorfrucht Mais

Vor dem Hintergrund der Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und des Schutzes der Ackerböden vor Erosion war und ist mittelfristig eine weitere Ausweitung der konservierenden Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren bei gleichzeitigem reduziertem Mitteleinsatz (Nationaler Aktionsplan Pflanzenschutz) zu erwarten. Gleichzeitig stand bei Weizenpreisen von 10–12 €/dt die Verringerung der Arbeitserledigungskosten bei stabilen Erträgen und sicheren Qualitäten im Mittelpunkt unternehmerischer Entscheidungen im landwirtschaftlichen Betrieb. Extensive Bodenbearbeitungs- und Bestellsysteme haben sich in einer vergleichsweise kurzen Zeit in hohem Maße durchgesetzt. Der moderne Ackerbau kennt heute oftmals nur noch den Grubber, der als tiefstes Grundbodenbearbeitungsgerät den gezogenen Mulchsaat-Maschinen vorangeht. Der Einsatz des Pfluges ist teilweise oder ganz aus den Ackerbausystemen verschwunden, in vielen Betrieben ist der Einsatzumfang in den vergangenen 10–15 Jahren zumindest aber eingeschränkt worden. Je nach Fruchtfolge und Anbaugestaltung ist diese Vorgehensweise im Sinne der Kosteneinsparung und des vorbeugenden Erosionsschutzes zunächst positiv zu bewerten. Im Detail jedoch sind es die allgemein bekannten und erforschten Wechselwirkungen zwischen Witterung, Standort, Bodenbearbeitung, Vorfrucht und Sortenwahl, die jahresbedingt immer wieder zu Problemen führen können.

Von besonderer Bedeutung ist hierbei der Anbau von Weizen nach der Vorfrucht Mais. Unter diesen neuen Rahmenbedingungen sind unter Umständen erhebliche Einbußen bei Erträgen und Qualitäten, besonders bei Qualitätsweizen zu erwarten. Der Anbau von Weizen nach Mais ist ein allgemein bekannter Risikofaktor für das Produktionsverfahren, unabhängig davon, ob das Ernteprodukt als Futtergetreide, Qualitätsweizen oder als Saatgut vermarktet werden soll. Die Komplexität dieser Thematik wurde von vielen Autoren immer wieder ausführlich beschrieben und ist bei vielen Landwirten in der Theorie bekannt.

In der Weizenproduktion hat sich nach Ansicht der Autoren in den vergangenen Jahren ein Spannungsfeld zwischen Produktsicherheit und Verbraucherschutz auf der einen und den – sich verändernden – Rahmenbedingungen und Produktionsverfahren auf der anderen Seite aufgebaut. Besonders letztere sind die Reaktionen der Betriebsleiter auf die ökonomischen Zwänge und Notwendigkeiten. Unternehmerische Entscheidungen zur Anbau- und Fruchtfolgegestaltung bedingen die Intensität im gesamten Produktionsverfahren. Viele Landwirte gehen dabei eine Reihe von Risiken ein, über deren mögliche Folgen in vielen Fällen offensichtlich immer noch Unwissenheit herrscht.

Die Fruchtfolgen sind in diesem Spannungsfeld der entscheidende Faktor für eine Vielzahl von latenten, akuten, regionalen Risikofaktoren.

In der Praxis wurde häufig nur das Bodenbearbeitungsverfahren geändert und die übrigen pflanzenbaulichen Maßnahmen wie Fruchtfolge, Pflanzenschutz- und Düngestrategien werden mehr oder weniger unverändert beibehalten. Diese wurden für das konventionelle Bewirtschaftungssystem 'Pflug' optimiert und können die pflanzenbaulichen Probleme von pfluglosen Bodenbewirtschaftungssystemen nicht optimal lösen. In der Folge treten Ertrags- und Qualitätsprobleme auf. Diese werden der konservierenden Bodenbewirtschaftung und Direktsaat angelastet und führen zu Hemmnissen bei der Einführung pflugloser Bodenbewirtschaftungssysteme. Als besonders problematisch gelten pfluglose Systeme bei Stoppelweizen und Mais-Weizen-Fruchtfolgen.

Die Etablierung von Systemen in der Qualitätssicherung ist in den vergangenen Jahren auch im Bereich der pflanzlichen Erzeugung anzutreffen, wenngleich viele Landwirte diese noch immer für unangemessen oder überflüssig halten. Belastete Lebens- oder Futtermittel lösen grundsätzlich Haftungsfragen aus. Wird also mit

Toxinen behaftetes Getreide in Verkehr gebracht, stellt sich unter Umständen die Frage, wer für die Folgen dieser Belastung auf weiterverarbeitete Produkte haftet. Dies gilt sowohl für Futter- als auch für Lebensmittel.

Der Fusarium-Ährenbefall, verursacht besonders durch *Fusarium culmorum* und *Fusarium graminearum* zählt zu den wichtigsten Krankheiten im Getreideanbau. Schätzungen der FAO zu Folge sind bis zu 25 % der Weltproduktion von Nahrungsmitteln mit Mykotoxinen kontaminiert. Innerhalb der EU ist davon auszugehen, dass etwa 20 % der jährlich geernteten Getreidemenge messbare Mengen Mykotoxine enthalten. Ein Komplex von unterschiedlichen Fusariumarten führt zur bekannten partiellen Taub- und Weißährigkeit des Weizens und damit zu erheblichen Ertragsverlusten. Über die Ertragsschädigung hinaus können die toxinbildenden Ährenfusarien die Qualität der Weizenaufwüchse stark beeinflussen und in Folge einer Infektion auch Mykotoxine unterschiedlicher toxikologischer Relevanz hervorbringen.

Dabei spielen sowohl die steigenden Maisanteile in der Fruchtfolge als auch die zunehmende pfluglose Bodenbearbeitung in Risikogebieten eine immer größere Rolle. Trotz einiger Fortschritte in der Pflanzenzüchtung und verbesserter Leistungsfähigkeit beim chemischen Pflanzenschutz hat sich das Gefährdungspotenzial erhöht. Ohne regional angepasste Ackerbausysteme sind allerdings auch diese Fortschritte nur von kurzer Dauer und bieten keine ausreichende Basis für ein betriebliches Risikomanagement.

In den Erntejahren 2007 und 2009 und der anschließenden Vermarktungsphase beklagten viele Landwirtschaftsbetriebe der sächsischen Ackerbauregion Lommatzcher Pflege–Meißener Land bei der Fruchtfolge Mais/Weizen bereits erhebliche Probleme in der Qualitätssicherung nach der Vorfrucht Mais, wie auch in Versuchen (Abbildung 1) nachgewiesen werden konnte.

Qualitätssicherung Winterweizen (alle Sorten intensive Varianten) DON-Untersuchungen (mg/kg) Übersicht 3 Erntejahre

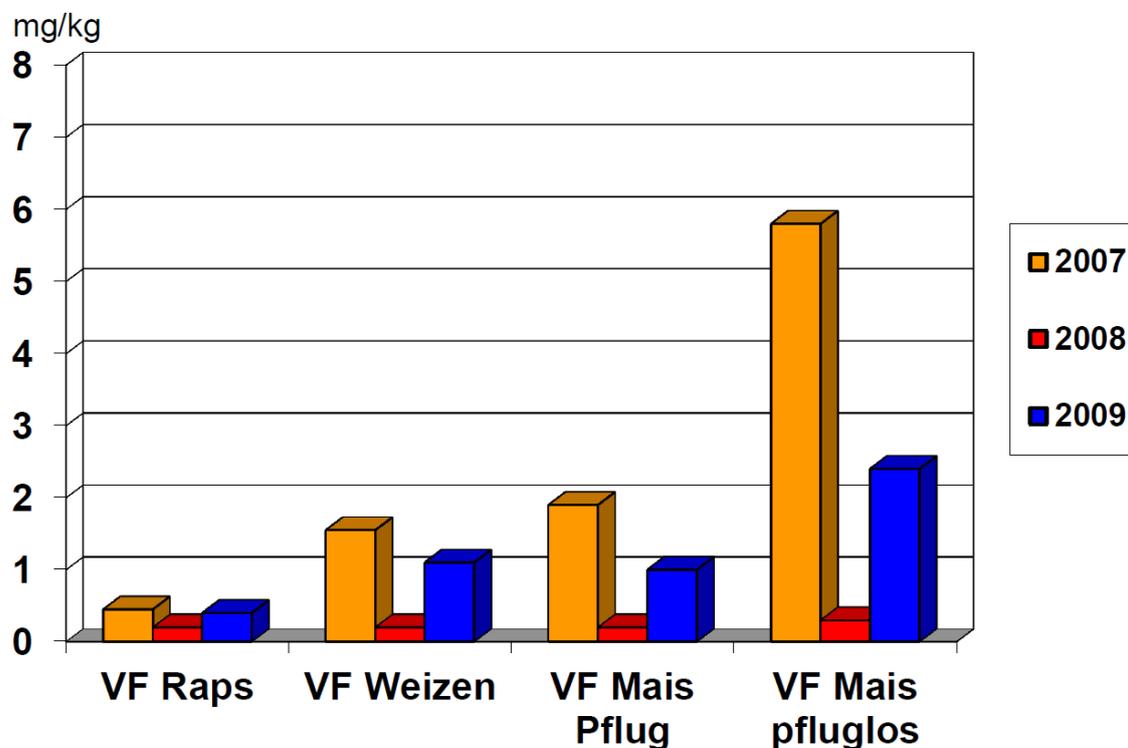


Abbildung 1: Winterweizen – Vorfrucht und DON 2007–2009 (aus eigenen Versuchen, unveröffentlicht)

Die Erzeugung qualitativ hochwertiger Weizenpartien zur regionalen und überregionalen Vermarktung stellt für viele Betriebe eine wesentliche Säule der Produktion und des damit verbundenen nachhaltigen wirtschaftlichen Erfolges dar. Viele Betriebsleiter sehen einen Teil der Wertschöpfung aus dem pflanzenbaulichen Bereich durch die Steigerung der Produktionsrisiken nachhaltig gefährdet. Der Weizenanbau spielt hierbei auch nach der Vorfrucht Mais in vielen Betrieben eine wichtige Rolle. Der Flächenanteil des Maisanbaus ist nach Angaben aus dem Sächsischen Agrarbericht 2011 bei allen Verwendungsrichtungen in den vergangenen Jahren gestiegen. Mit der weiteren Förderung/Erweiterung von Biogasanlagen ist davon auszugehen, dass dieser Trend anhalten wird. Besonders der Anteil von Körnermais wird nach eigener Einschätzung in der beschriebenen Ackerbauregion aus verschiedenen Gründen weiter zunehmen.

2 Faktoranalyse und Projektziele

2.1 Stand der Erkenntnisse in der Wissenschaft

Die Thematik der Wechselbeziehungen zwischen Bodenbearbeitung, Pflanzengesundheit und dem notwendigen Maß beim Pflanzenschutz hat im Zuge der breiten Einführung pflugloser Anbausysteme in den letzten Jahren eine Vielzahl von Forschungsarbeiten und Versuchsprojekten initiiert. Oft waren diese Arbeiten getragen von der Zielstellung, eine Faktoranalyse vorzunehmen und die Möglichkeiten und Grenzen der nichtwendenden Bodenbearbeitung zu erörtern. Die Publikationen über Einfluss- und Risikofaktoren beim Befall der Kulturpflanzen – hier im Besonderen des Winterweizens – mit Pathogenen sind sehr oft von jahresbedingten Ereignissen getragen. Sehr häufig nehmen die Autoren Bezug auf bestimmte Befallsituationen auf den jeweiligen Beobachtungs- oder Versuchsflächen. Der Faktor Jahreswitterung ist die entscheidende übergeordnete Einflussgröße im System und bedingt für alle relevanten Krankheiten am Weizen regional und überregional sehr unterschiedliche Befallsverläufe. Dies gilt grundsätzlich für alle pilzlichen Schaderreger am Weizen. Die Bekämpfung der Krankheiten war in den letzten 10 Jahren zusätzlich in starkem Maße von auftretenden Resistenzen einzelner Erreger bei verschiedenen Wirkstoffen geprägt. In starkem Maße sind in den letzten Jahren Prognosesysteme eingeführt und weiterentwickelt worden. Landwirte können sich auf verschiedenen Wegen Informationen beschaffen und diese mit regionalen Gegebenheiten abgleichen. Die aus diesen Expertensystemen generierten Entscheidungshilfen dienen einer gezielten Platzierung von Pflanzenschutzmaßnahmen bis hin zur Negativprognose. Hier ist weiterer Forschungsbedarf vorhanden, weil die ständig wechselnden Umweltbedingungen und veränderte Produktionssysteme viele neue Einflussfaktoren schaffen. Die Prognose des Auftretens von Fusarium oder gar einer Mykotoxinanreicherung ist zurzeit sehr unsicher. Die bestehenden Modelle sind nach den bisherigen Erkenntnissen noch nicht in der Lage, eine ausreichend sichere Prognose für eine Risikobewertung zu geben.

2.2 Nationaler Aktionsplan Pflanzenschutz

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ist in Deutschland umfassend und auf hohem Sicherheits- und Schutzniveau geregelt. Die wichtigsten Instrumente sind die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und die mit ihrem Vertrieb und ihrer Anwendung verbundenen gesetzlichen Regelungen. Der von der Agrarministerkonferenz des Bundes und der Länder im Jahr 2008 verabschiedete Nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) enthält Maßnahmen, die die bestehenden Regelungen zum Pflanzenschutz weiter unterstützen. Von der Bundesregierung wurde am 10. April 2013 der aktuelle NAP beschlos-

sen. Generelles Ziel des NAP ist die weitere Reduktion von Risiken, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln entstehen können. Insbesondere ist die Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Maß zu begrenzen, damit unnötige Anwendungen dieser Pflanzenschutzmittel unterlassen und nichtchemische Pflanzenschutzmaßnahmen verstärkt eingesetzt werden. Im Mittelpunkt der Maßnahmen stehen die Förderung von Innovationen im Pflanzenschutz und die Weiterentwicklung der Verfahren des integrierten Pflanzenschutzes.

Federführend für den NAP zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ist das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV). Die Arbeiten zum NAP werden durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) und das Julius Kühn-Institut (JKI) unterstützt.

Das Julius Kühn-Institut hat einen Bericht des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln für den Zeitraum 2008–2011 in enger Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, dem Bundesinstitut für Risikobewertung, der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, den Pflanzenschutzdiensten der Länder und der Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz erstellt. Dieser Bericht ist öffentlich zugänglich.

Immer wieder wird auf das „notwendige Maß“ bei der Anwendung von PSM hingewiesen. Die Definition ist vor dem Hintergrund einer ständigen Änderung von Einflussfaktoren sehr schwierig zu fassen. Im Text des NAP ist diese Definition im folgenden Wortlaut nachzulesen:

*„Das **notwendige Maß** bei der Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln beschreibt die Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die notwendig ist, um den Anbau der Kulturpflanzen, besonders vor dem Hintergrund der Wirtschaftlichkeit, zu sichern. Dabei wird vorausgesetzt, dass alle anderen praktikablen Möglichkeiten zur Abwehr und Bekämpfung von Schadorganismen ausgeschöpft und die Belange des Verbraucher- und Umweltschutzes sowie des Anwenderschutzes ausreichend berücksichtigt werden.“*

Das notwendige Maß bei der Anwendung von Herbiziden, Fungiziden, Insektiziden und Wachstumsreglern ist eine dynamische Größe. Es hängt von vielen Faktoren ab und kann selbst innerhalb einer Region von Feld zu Feld bzw. von Jahr zu Jahr variieren. Deshalb sollte es als ein Korridor eines Behandlungsindex in einer Kultur in einem Jahr und in einer definierten Region verstanden werden. Dieser Korridor für das notwendige Maß lässt sich am Beispiel der Behandlungsindizes der Fungizide im Winterweizen auch für das Projekt „Qualitätsweizen im Spannungsfeld“ anschaulich darstellen (JKI 2012)

2.3 Qualitätsweizenanbau in Sachsen

Der Anbau von Qualitätsweizensorten hat in Sachsen lange Tradition. Die Aufschläge für qualitativ hochwertige Weizenpartien sind in den vergangenen Jahren hingegen nicht mehr in jedem Falle gegeben. Angebot und Nachfrage regeln auch in diesem Segment zunehmend die Märkte. Preisvorteile lassen sich in jüngerer Zeit durch kontinuierliche Beobachtung der Märkte und in der Zusammenarbeit mit zuverlässigen Marktpartnern erzielen. Starke witterungsbedingte Schwankungen hatten speziell in den vergangenen drei Jahren zusätzlich für ein sehr differenziertes Bild in der Weizenvermarktung und letztlich der Preisfindung gesorgt. Eine Vielzahl ertrags- und qualitätsbestimmender Eigenschaften sind für einen erfolgreichen Anbau und eine problemlose Vermarktung verantwortlich. Sorten mit ausgewogenen Eigenschaften und hohen Leistungspotenzialen im

Kornertrag sind gefragt. Die Eignung von Sorten unter verschiedenen Standortbedingungen und Vorfrüchten ist eine Kernfrage in der Anbau- und der Vermarktungsplanung. Die Risikovorsorge beginnt mit der Entscheidung, welche Sorte und welche Bodenbearbeitung der Landwirt in seinem Anbausystem etabliert. Um das Anbaurisiko zu minimieren, ist ein Splitting der Risikofaktoren ein entscheidender Bestandteil des unternehmerischen Erfolges – oder Misserfolges!

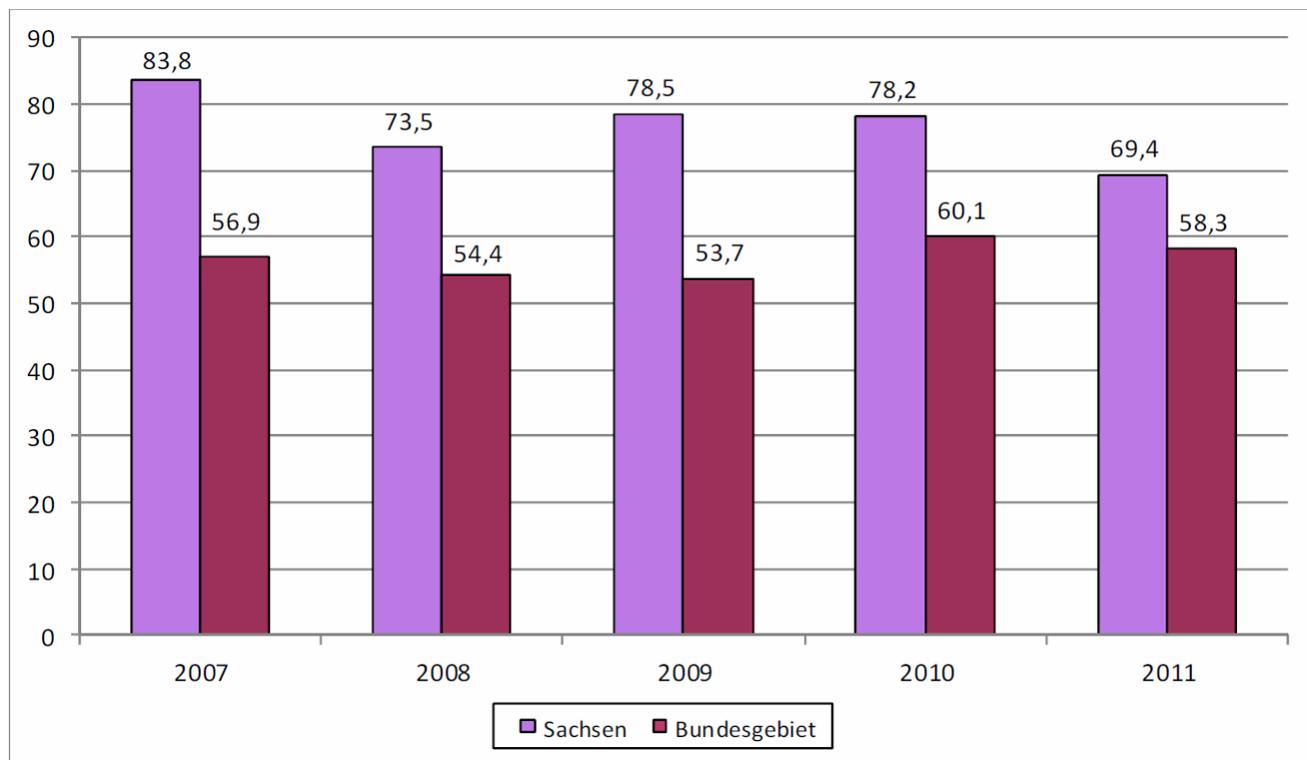


Abbildung 2: Anteil der E- und A-Sorten in Sachsen in %

Der Anbauumfang von Winterweizen in Sachsen ist in den vergangenen Jahren stetig gestiegen und umfasst derzeit etwa eine Größenordnung von 200.000 ha. Im Vergleich zu anderen Regionen in Deutschland ist der Anteil an Qualitätssorten (E + A) relativ hoch. Die Abbildung 2 zeigt allerdings eine abnehmende Tendenz, auf die hier nicht weiter eingegangen werden soll.

Eine wichtige Erkenntnis der letzten Jahre war die Tatsache, dass viele der am Markt etablierten A-Sorten das Ertragsniveau der Brotweizensorten erreichen konnten. Dies ist ein Verdienst der Pflanzenzüchtung. Obwohl im Laufe der Jahre einige Eigenschaften (Resistenzen) „verloren gingen“ und ertragsstarke B-Weizen nachrücken, entscheiden sich ca. 60 % der sächsischen Anbauer nach wie vor für das A-Segment. Für die Fruchtfolge Mais/Weizen sind nahezu ausschließlich Sorten aus dem A-Bereich anzutreffen.

Die Einstufung einer Sorte als Qualitätsweizen ist an die Ausprägung verschiedener Merkmale gekoppelt. Die Einstufung nimmt das Bundessortenamt nach mehrjähriger Prüfung vor. Die im Projekt verwendeten Sorten gehören alle den Qualitätsgruppen E bzw. A an und werden an anderer Stelle noch ausführlich vorgestellt.

In ähnlicher Weise wie die Qualitätseinstufung der Sorte erfolgt die Einstufung der Sorten hinsichtlich der Anfälligkeit gegenüber Pflanzenkrankheiten. Die Ausprägung der Merkmale wird in Boniturnoten angegeben und nach der Zulassung der Sorten ebenfalls in der Beschreibenden Sortenliste veröffentlicht.

Besonders die Ausprägungsstufe (APS) beim Merkmal „Ährenfusarium“ steht bei Züchtern, Sortenprüfern, Beratern, Marktpartnern und natürlich auch der Verarbeitungswirtschaft immer im Fokus der Diskussion. Bei den in Deutschland zugelassen Winterweizensorten liegen deutliche Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber dem Erregerkomplex „Ährenfusarium“ vor (BSA-Note 2–7). Anbaujahre mit vergleichsweise geringem Auftreten lassen die Risiken schnell in Vergessenheit geraten.

Die Wahl der anzubauenden Sorte wird von dem Erzeugungsziel vorgegeben, somit sind die beabsichtigte Vermarktung und der Standort ausschlaggebend. Weiterhin ist die natürliche Resistenz von Sorten gegenüber Krankheiten zu bedenken. Sorten, die sich durch eine gute Pflanzengesundheit auszeichnen, benötigen einen weniger intensiven Pflanzenschutz Aufwand und verursachen somit geringere Produktionskosten (KÜBLER 1994). Bei der Wahl der richtigen Sorte kann der Landwirt auf die Beschreibende Sortenliste des Bundessortenamtes und die Ergebnisse der LSV zurückgreifen. Diese Ergebnisse wurden jedoch unter optimalen Bedingungen erzielt, wie sie in den, unter realen Bedingungen wirtschaftenden Betrieben nur selten zu finden sind. Die Relativerträge sind für den Landwirt eine reale Bezugsgröße. Eigene Erfahrungen mit den Sorten und genaue Kenntnisse des bewirtschafteten Standorts sind ebenfalls von großer Bedeutung. Ferner ist es entscheidend, wie sich eine Sorte in den Betriebsablauf einordnen lässt. In Betrieben, in denen sich die Weizen-ernte über einen längeren Zeitraum erstreckt, ist es wichtig, dass sich ein Anteil der angebauten Sorten durch eine höhere Fallzahlstabilität auszeichnet. Somit kann das Risiko von Qualitätseinbußen durch witterungsbedingte Ernteunterbrechungen minimiert werden. Für die Wahl der richtigen Sorte ist die Einteilung in die verschiedenen Ertragstypen von Bedeutung. Man kann Einzelährentypen, Korndichtetypen, Bestandestypen und Kompensationstypen unterscheiden:

Tabelle 1: Ertragstypen bei Winterweizen (nach SCHÖNBERGER & KROPP, verändert)

	Einzelähren- ertragstyp	Kompensationstyp	Korndichtetyp	Bestandes- dichtetyp
Ertragsbildung	mittlere - hohe Kornzahl, hohes TKG	höhere Kornzahl stabiles TKG bei höheren Bestandesdichten weniger kleinere Körner	hohe Kornzahlen/ m2 bei meist geringeren bis mittleren TKG	müssen ausreichend hohe Ährenzahlen ausbilden können, Kornzahl/Ähre niedrig, TKG mittel bis hoch
Standortansprüche	für Standorte mit gesichert langer Abreife	passt sich mit Ährenzahl Standort an, Bestockungsvermögen begrenzen, auf schwachen Standorten ertragssicherer	für Standorte mit gesicherter Wasserversorgung bis zum Ährenschieben	ausreichend Wasserversorgung notwendig, versagen bei Wassermangel in der Schoßphase
Sorten-Beispiele	Tommi JB Asano Akteur	Arktis Genius Paroli Potential	Kerubino Chevalier Toras	Julius Arezzo Famulus Pamir

Durch diese Einteilung lassen sich Rückschlüsse ziehen, welcher Ertragstyp bzw. welche Sorte auf einen Standort passt (DLG 2007). Dabei sind die produktionstechnischen Maßnahmen zwischen Korndichte- und Kompensationstypen weniger differenziert als zwischen einem Ährendichte- und Bestandestypen.

Kompensations- und Korndichtetypen sind in der Lage, eine schlechte Herbstentwicklung durch eine verstärkte Bestockung im Frühjahr auszugleichen. Während einer Frühjahrestrockenheit reduzieren Kompensationstypen Nebentriebe oder Ährchenanlagen. Ist in der Zeit der Kornfüllungsphase ausreichend Wasser vorhanden, können noch gute Erträge durch eine hohe Kornzahl pro Ähre erreicht werden. Als Beispiel dafür kann

die Sorte Potenzial gesehen werden, welche unter günstigen Bedingungen bis zu vier Körner pro Ährchen ausbilden kann.

Korndichtetypen benötigen eine ausreichende Wasserversorgung bis zum Ende des Ährenschiebens, weil sie ihren Ertrag durch eine hohe Ährenanzahl pro Quadratmeter bzw. eine hohe Kornzahl pro Ähre realisieren. Diese Sorten sind in der Lage, schnell Assimilate umzulagern und zügig abzureifen.

Einzelährenertragstypen haben eine wesentlich geringere Aussaatstärke (z. B. JB Asano bei einer Normalsaat 320–350 Körner/qm). Zu hohe Saattmengen spiegeln sich in geringeren Erträgen wider. Sind die Monate Juni/Juli von einer ausreichend langen Abreifephase geprägt, können diese Typen ein hohes TKG erreichen. Dieses zeigt auch die Einstufung des BSA beispielsweise für die Sorte JB Asano Note 8.

Bestandesdichtetypen benötigen eine hohe Triebzahl pro qm, diese beginnt bei einer höheren Aussaatmenge. Das Ziel ist es bei diesen Typen, 600–650 Ähren tragende Halme pro qm zu etablieren, beispielhaft hierfür sind die Sorten Julius und Arezzo.

Nach KROPF & SCHLÜTER (2011) hat auch die Vorfrucht einen entscheidenden Einfluss auf die Wahl der richtigen Sorte. Durch den zunehmenden Anteil von Mais in der Fruchtfolge steigt die Gefahr einer Fusariuminfektion und einer Belastung des Ernteguts durch Mykotoxine. Die Wahl einer geringfügig anfälligen Sorte senkt das Risiko einer Infektion entscheidend.

Kurzstrohige Sorten sind anfälliger für Mykotoxine als langstrohige Sorten. Der Grund hierfür liegt in dem kürzeren Abstand zum Inokulum. Ein kurzer Abstand zwischen Fahnenblatt und Ähre erleichtert eine Infektion der Ährchen. Hierfür sind Konidiosporen verantwortlich, die sich auf den Blättern gebildet haben.

Bei Sorten, die schnell abblühen, verringert sich das Risiko einer Infektion über die Antheren. Einige Sorten sind in der Lage, nach einer Infektion durch Abwehrreaktionen die Ausbreitung des Pilzes in der Spindel bzw. die Akkumulation von Mykotoxinen in der Ähre zu verhindern.

Die Sorte Toras weist nach der Einstufung des BSA derzeit die höchste Fusariumtoleranz (Note 2) auf und wird demzufolge auch vom LfULG für den Anbau nach Mais empfohlen. Die Erträge von Toras liegen jedoch im Mittel der Landessortenversuche unter denen anderer A-Weizensorten. Somit ist für viele Landwirte der Anbau von anfälligeren, aber ertragreicheren Sorten wie z. B. Akteur, Julius oder Potenzial trotz einer geringeren Toleranzeinstufung interessanter. Die Sortenwahl nach der Vorfrucht Mais ist folglich für den Landwirt das Ergebnis einer Risikoeinschätzung.

2.4 Weizenkrankheiten und Bodenbearbeitung

2.4.1 Relevante Weizenkrankheiten

Bei den Pathogenen des Weizens werden je nach geschädigtem Pflanzenteil drei Gruppen unterschieden. Sie umfassen die

1. Krankheiten der Halmbasis und Wurzeln,
2. Blattkrankheiten,
3. Ährenkrankheiten.

Es gilt als allgemein bekannt, dass verschiedene Erreger mehrere Pflanzenteile befallen und auch schädigen können. Eine differenzierte Zuordnung ist nicht in jedem Falle eindeutig möglich und im Sinne dieses Berichts auch nicht zielführend. Steht Mais in den unterschiedlichen Nutzungsrichtungen als Vorfrucht und ist der Winterweizen als Folgefrucht vorgesehen, dann gelten bereits unmittelbar nach der Ernte spezifische Bedingungen. Die Fruchtfolge Mais/Weizen gilt als die größte Risikoindikation innerhalb der allgemein üblichen Fruchtfolgen/Fruchtwechsel in Deutschland.

Vorfrucht und Bodenbearbeitung beeinflussen als wesentliche Faktoren das Inokulum. Für einen potenziellen Befall ist das Infektionspotenzial (Ausgangsinokulum) ausschlaggebend. Dieses wird vorwiegend von der Vorfrucht und indirekt durch die Art und Weise der Bodenbearbeitung beeinflusst. Auf den Ernterückständen können sich verschiedene Fusarien (ssp) ansiedeln und überdauern. Verbleiben diese auf der Bodenoberfläche, können diese Ernterückstände im Folgejahr die Infektionsquelle für den Befall des Weizens darstellen.

Die Vorfrucht Mais wäre indes zu differenzieren bezüglich der Nutzungsart als Silo- bzw. Körnermais. Die Verwendung als Silomais bewirkt einen deutlich geringeren verbleibenden Rest an Ernterückständen auf dem Feld und lässt darüber hinaus eine frühere Wiederbestellung der Flächen zu (z. B. durch Winterweizen). Die Nutzungsrichtung Körnermais hingegen ist gekennzeichnet durch einen teilweise deutlich späteren Erntetermin und wesentlich mehr verbleibende Ernterückstände. Hier gehört mittlerweile zur guten fachlichen Praxis, dass durch den Einsatz geeigneter Mulchtechnik die Stoppelreste zerkleinert werden. Für hoch geschnittenen Silomais ist diese Lösung ebenfalls geeignet, weil Stoppelreste auch bei dieser Nutzungsrichtung auf dem Feld verbleiben und eine Zerkleinerung sinnvoll ist.

Die Vermeidungsstrategie beginnt also schon vor der Bodenbearbeitung und ist die erste nicht chemische Maßnahme im Sinne der guten fachlichen Praxis. In der Literatur sind in jüngster Zeit viele Arten der Gattung *Fusarium* ssp. beschrieben und hinsichtlich ihrer Aggressivität, Toxinbildung und Umweltansprüche untersucht worden. Die Strategien der Bekämpfung dieses Erregerkomplexes sind vorrangig Gegenstand des vorliegenden Abschlussberichts. Die nachfolgend beschriebenen Weizenkrankheiten haben jahresbedingt unterschiedliche Verläufe erkennen lassen und wiesen unterschiedliche Schadwirkungen auf. Die für spätere Schlussfolgerungen aus den generierten Ergebnissen weniger relevanten Krankheiten werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht näher besprochen.

2.4.2 Halmbasiserkrankungen

Von den *Fusarium*-Arten ist vor allem *Fusarium culmorum* für eine Infektion der Halmbasis verantwortlich. Die Infektion erfolgt häufig bereits im Herbst über die Wurzel. Der Pilz breitet sich danach akropetal, systemisch in der Pflanze aus. Warme trockene Witterung im Herbst fördert die Infektion. Folgt der Weizen auf Mais, sind vor allem kaum verrottete Maisstoppeln die Infektionsquelle. *Fusarium culmorum* ist aber auch in der Lage Dauerkörper zu bilden, die mehrere Jahre im Boden überdauern können (BÖRNER 2009).

Die Infektion mit *Pseudocercospora herpotrichoides* (Halmbruch) erfolgt während feucht-kühler Witterungsphasen im Herbst über die Blattscheide junger Weizenpflanzen. Der Erreger überdauert als Myzelgeflecht auf Stroh und Stoppelresten. Man unterscheidet in einen W- und einen R-Typ. Der W-Typ hat niedrigere Temperaturansprüche und ist in seiner Entwicklung schneller als der R-Typ. Dieser (R-Typ) ist über ganz Deutschland verbreitet und wird von Fungiziden weniger gut bekämpft. Die Infektion erfolgt über Konidien, die auf Pflanzenresten und Ausfallgetreide gebildet und durch Wind oder Regen auf gesunde Bestände getragen werden. Bei ausreichend Feuchtigkeit wächst der Pilz im folgenden Frühjahr durch die Blattscheide in den Halm. Dort zerstört er die Leitbahnen und unterbindet somit den Transport der Assimilate. Die Schäden wer-

den mit Beginn der Milchreife sichtbar. Es werden vereinzelt weiße Ähren sichtbar oder es tritt nesterweise Lager auf (OBST & KEHRING 2002).

Die Bekämpfung der Halmbasierkrankungen kann zum einen durch Beizen oder durch die Applikation geeigneter Fungizide erfolgen. *Fusarium culmorum* lässt sich durch Behandlung mit den Wirkstoffen Tebuconazol, Fludioxonil, Difenconazol, die in den Beizen Arena C, Landor CT, Celest enthalten sind, bekämpfen. Eine wichtige Eigenschaft der Beizen ist, dass sie zum Teil systemisch wirken, um die Ausbreitung des Pilzes in der Pflanze zu verhindern. Diese Beizen sollten gewählt werden, wenn Weizen nach Mais in der Fruchtfolge steht.

2.4.3 Blattkrankheiten

Erreger können auch am Blattapparat relevante Schäden verursachen. Blattkrankheiten spielten eine wichtige Rolle innerhalb der zu diskutierenden Wechselwirkungen zu Vorfrucht, Bodenbearbeitung und Produktionszielen. Das Erregerspektrum und die aktuellen Witterungsverhältnisse sind ebenso ausschlaggebend wie das Vorhandensein von Sporenmaterial. Die Wissenschaft und vor allem die darauf basierenden Experten- und Prognosesysteme sind heute in der Lage, relativ präzise Befallsituationen vorherzusagen und Empfehlungen zu geben. Darüber hinaus hat die Pflanzenzüchtung bei einigen Erregern eine gute Resistenzbasis geschaffen. Im Folgenden sollen nur einige wenige Blattkrankheiten kurz angesprochen werden. Auf Grund der guten Resistenzen der ausgewählten Weizensorten hatte der Echte Mehltau vergleichsweise geringe Befallshäufigkeit und kaum relevante Befallsstärke aufzuweisen.

Echter Mehltau (*Erysiphe graminis*) kann als obligater Parasit nur grünes Pflanzengewebe befallen. Die Infektion erfolgt häufig bereits im Herbst bei feuchter Witterung. Nach der Ernte verbleiben Kleistothecien auf Stroh und Stoppelresten. Diese bilden nach kurzer Zeit massenhaft Askosporen, die durch Windverbreitung in die neu angesäten Weizenbestände getragen werden können. Auf den jungen Blättern keimen die Sporen aus und bilden ein Haftorgan (Appressorium). Die Schädigung beruht auf dem Entzug von Assimilaten bzw. der Zerstörung der Blattoberfläche durch die Neubildung von Konidiosporenträgern. Der Pilz überwintert als Myzel an der Blattunterseite oder als Kleistothecium. Die optimalen Temperaturvoraussetzungen liegen beim Weizenmehltau im weiten Bereich von 12 bis 20 °C. Die Sporulation der Askosporen findet bei Temperaturen zwischen 7 bis 24 °C statt. Sie wird durch eine feuchte Witterung bzw. eine hohe Luftfeuchtigkeit im Bestand (durch eine feuchte Bodenoberfläche) gefördert. Anhaltende Niederschläge können eine Ausbreitung im Bestand kurzzeitig unterbinden, weil sie den Askosporenflug behindern (HOFFMANN & SCHMUTTERER 1999). Für die Bekämpfung von Mehltau sollten Wirkstoffe mit einer guten eradikativen und einer hohen kurativen Leistung kombiniert werden. Mögliche Wirkstoffe wären u. a. Proquinazid (Talius), Fenpropimorph (Corbel) oder Cyflufenamid (Vegas).

Im Spätsommer infiziert *Septoria tritici*, meistens von Stoppeln oder Strohresten aus, junge Weizenbestände. Die Verbreitung kann durch windbürtige Askosporen erfolgen und ist somit weiträumig möglich. Die Sporen keimen auf der Blattoberfläche, die weitere Verbreitung im Bestand erfolgt durch in Pyknidien gebildeten Pyknosporen. Befallsfördernd wirkt lang anhaltende Blattnässe (über 35 Stunden) bei Temperaturen um 20 °C. Längere Trockenperioden im April/Mai schränken die Ausbreitung von *Septoria tritici* ein (OBST & KEHRING 2002). Die Krankheit hat einen vergleichsweise langsamen Entwicklungsverlauf. Die Schädigung wird auf eine Größenordnung von bis zu 30 dt/ha eingeschätzt (bei hohem Befallsdruck). Analog zum Mehltau gibt es auch bei dieser Blattkrankheit erhebliche Sortenunterschiede und genetische Variabilität. Wichtig ist, dass die obersten Blätter bis Anfang/Mitte Juli visuell befallsfrei bleiben. In den sächsischen Anbauregionen und im Zuge der Verbreitung der anfälligen Sorte „Akteur“ hat die Bedeutung dieses Erregers zugenommen. Oft ist der Anfangsbefall von *Septoria tritici* auch der Auslöser für eine Blattbehandlung etwa ab dem Stadium

ES 31/32 (i. d. R. bei Frühsaaten und nach eher milden Wintern). In Jahren mit Frühjahrs- und Vorsommertrockenheit ist eine verzögerte Ausbreitung des Erregers auf ertragsrelevante Blätter bis hin zum Befallsstopp zu beobachten. In diesem Fall ist die Ertragsdepression relativ gering, sodass die Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme nur bei anfälligen Sorten gegeben ist. Bei engen Getreidefolgen und nicht wendender Bodenbearbeitung können mit protektiven Maßnahmen gute Behandlungserfolge erzielt werden. Ist der Erreger etabliert, dann sind kurative Maßnahmen auf Grund der Resistenzen und Minderwirkungen bei einigen Wirkstoffgruppen eher kritisch zu sehen.

Der Erreger des Weizenbraunrostes (*Puccinia recondita*) hat sich in den vergangenen Jahren besonders im sächsischen Weizenanbaugebiet zu einem ertragsbestimmenden Faktor entwickelt. Entgegen vielen Prognosen und Lehrmeinungen passt sich der Erreger offensichtlich an veränderte Umweltbedingungen an und ist als Schadorganismus auch sortenübergreifend und in vielen Anbaulagen präsent. Die direkte Schädigung durch die Zerstörung des Blattapparates kann bis zu 60 % des Ertragspotenzials gehen. Eine Prognose ist relativ einfach, weil die im Frühjahr sichtbaren Sporenlager eine Epidemie im Frühsommer sehr wahrscheinlich werden lassen. Bei der Bekämpfung sind hohe Wirkungsgrade mit vergleichsweise hohen Aufwandsmengen für eine ausreichende Dauerwirkung ab dem Befallsbeginn erforderlich.

Braunrost ist ein obligater Parasit und benötigt für seine Ernährung und Vermehrung lebende Wirtspflanzen. Er überdauert als Myzel oder durch Uredosporen auf Pflanzen und Stoppelresten, die im Herbst bereits infiziert wurden. Er nutzt aber auch Zwischenwirte, wie z. B. Breitblättrigen Ampfer. Die Uredosporen keimen ausschließlich in einem Wasserfilm. Dafür benötigen sie eine Blattnässedauer von mindestens vier Stunden, z. B. nach anhaltenden Tauphasen. Die Keimung und Ausbildung eines Appressoriums findet ausschließlich nachts bei Temperaturen um 15 °C statt. Eine hohe Lichteinstrahlung und Tagestemperaturen über 20 °C fördern die Sporenproduktion (HOFFMANN & SCHMUTTERER 1999).

Zur Bekämpfung von Rost eignen sich Produkte auf Epoxiconazolbasis wie Capalo, Osiris oder Opus. Epoxiconazol dringt in das Blattgewebe ein und wird akropetal in der Pflanze transportiert. Des Weiteren hat es eine antisporulierende Wirkung, d. h. die Produktion von Konidien wird verhindert. Um eine längere Dauerwirkung zu erreichen, können Strobilurine zugemischt werden. Durch ihre lokalsystemische und translaminare Wirkung bilden sie ein Depot in der Wachsschicht der benetzten Blätter (BÖRNER 2009). Eine weitere Wirkstoffgruppe zur Verbesserung der Rostwirkung sind die SDHI-Fungizide, die aktuell von verschiedenen Anbietern im Markt etabliert wurden/werden.

2.4.4 Ährenkrankheiten

Fusarium-Arten dominieren die Ährenkrankheiten des Weizens; Resistenzen dagegen sind aus diesem Grund ein wichtiges Zuchtziel, wesentliches Merkmal bei der Sorteneinstufung und in der Wissenschaft zentraler Gegenstand der Forschung.

Fusarium graminearum und *Fusarium culmorum* sind (neben *Septoria nodorum* und den Erregern der „Brandkrankheiten“) die Hauptschaderreger der Weizenähre. Die Vermehrung des Inokulums findet zum einen auf abgestorbenen Pflanzenresten wie Maisstoppeln (in Perithezien) oder auf grünen Pflanzenteilen (ohne sichtbare Symptome) statt. Eine Infektion der Ähre kann durch windverbreitete Askosporen oder Konidiosporen erfolgen. Für die Infektion der Ähre benötigt der Erreger bei 20 °C und anhaltender Nässe während der Blüte mindestens 50 Stunden. Nach dem Sporenanflug bildet der Pilz an der Innenseite der Spelzen und der Fruchtknoten ein Pilzgeflecht. Das Eindringen in das Pflanzengewebe geschieht durch die Ausbildung von Infektionshyphen oder durch die Öffnung der Antheren. Um diese Vorgänge zu erleichtern, bildet der Pilz dabei die Toxine Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA). Die Ausbreitung in der Ähre erfolgt unterhalb des Eintrittsähr-

chens. Durch die Abgabe seiner Toxine kann der Pilz den Nährstofffluss in die oberen Ährchen vollkommen unterbinden. Dadurch wird die Kornfüllung verhindert. Weiterführend kommt es zu einer Anreicherung der Pilzgifte in der Ähre, was bei einer Überschreitung der gesetzlichen Höchstgrenze von 1.250 mg/kg jegliche Verwertung des Weizens verbietet (OBST & KEHRING 2002).

Zum Thema „Ährenfusarium“ lassen sich unzählige Publikationen, Artikel und Forschungsberichte finden. Oft sind neue Erkenntnisse erst in langjährigen Studien und mit der Einführung neuer Methoden der Diagnostik von Erregern (oder deren Zellorganen) möglich gewesen. An der Komplexität besteht kein Zweifel, allein die vielfältigen Wechselwirkungen der Arten mit den jeweiligen Umweltbedingungen wurden hinlänglich beschrieben. Neue Erkenntnisse aus der Wissenschaft belegen die schon länger vermuteten variablen Infektionswege der verschiedenen Fusarium- Arten. Ganz klar kommt z. B. bei SCHLÜTER & KROPF (2006) zum Ausdruck, dass die langsame Zersetzung des Stroh (insbesondere von Maisstroh) und die Bildung sowie Verbreitung von Sporen über lange Zeiträume und größere Entfernungen die Ursache aller nachfolgenden Probleme sein könnte. Sehr komplex sind die Wechselwirkungen zwischen den Sporenarten, der Bodenbearbeitung, Strohzerkleinerung und der Vorfrucht – zunächst ohne Mais in der Fruchtfolge! Die Infektionswege über eine Anreicherung im Boden und ein „Hochwachsen“ in der Pflanze (z. T. ohne Symptomausprägung) konnten nachgewiesen werden.

Auf die besondere Rolle der Vorfrucht Mais wurde bereits mehrfach hingewiesen.

Die meisten Autoren weisen in den Schlussfolgerungen immer wieder sehr deutlich auf die spezifische Toxizität einiger Pilzgifte in Folge eines Befalls mit *Fusarium ssp.* hin. Wenige stark belastete Körner können große Partien verderben oder die Qualität relevant mindern. Die Feststellung der Kontamination mit Hilfe einer Begutachtung oder Analyse im Labor stellt sich auf Grund der kaum exakt durchführbaren Probenahme als sehr problematisch dar. Eine Vorernteuntersuchung nach Risikogruppen kann durchaus empfohlen werden, weil im konkreten Fall im Ernteablauf und im Verlauf der Einlagerung noch reagiert werden kann.

Sind alle nicht chemischen Maßnahmen unterlassen worden, bleibt die Option einer gezielten Maßnahme mit Fungiziden in der Blüte des Weizens.

Zur Optimierung einer Fungizidmaßnahme gegen eine Fusariuminfektion muss der Behandlungszeitpunkt nah an dem Infektionszeitpunkt liegen. Verschiedene Autoren geben an, dass bei optimalen Witterungsbedingungen eine Infektion bis zur Milchreife nachgewiesen wurde. Auch 2012 ist davon auszugehen, dass der Witterungsverlauf und die Bestandesentwicklung eine späte Infektion durchaus gefördert haben.

Wirkstoffe aus der Gruppe der Triazole (Epoxyconazol, Metconazol, Tebuconazol, Prothioconazol) besitzen eine hohe Wirksamkeit gegen eine Infektion mit Ährenfusariosen. Die Fungizide bilden nach ihrer Applikation einen Film auf der Ähre, der ein Eindringen der Sporen durch die Antheren verhindert. Die Wirkungsdauer hängt dabei stark von der Witterung nach der Applikation ab. Bei anhaltenden Niederschlägen wird der Schutzfilm relativ schnell abgewaschen und die protektive Wirkung nimmt bereits nach sieben Tagen stark ab (DLG 2007). Strobilurine haben keine ausgewiesene Wirkung auf Fusarium. Vielmehr zeigen Versuche von ELLNER (2005), dass Strobilurine mitunter zu einer Erhöhung des DON-Gehaltes führen können. Eine verzögerte Strohrotte kann u. U. dann auch Auswirkungen auf die folgenden Anbaujahre haben.

2.4.5 Bodenbearbeitung

Die Bodenbearbeitung ist ein wichtiger Bestandteil der Maßnahmen zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und somit zur Sicherung der Produktionsfähigkeit eines landwirtschaftlich genutzten Bodens. Ihr Ziel ist es, termingerecht optimale physikalisch-mechanische Bodenzustände für die Erwärmung, den Luft-, Wasser- und Nährstoffhaushalt sowie die Durchwurzelung zu schaffen und somit die Grundlage für hohe und stabile Erträge zu gewährleisten (KUNZE & MAINZ 1989). Dieses Ergebnis ist unter einer möglichst geringen Aufwendung an Arbeitszeit, Energie und anderen Kosten zu erreichen. Schäden an der Bodenstruktur wie Bodenverdichtungen sind dabei unter allen Umständen zu vermeiden.

Die Bodenbearbeitung lässt sich dabei heute in konventionelle Bearbeitung mit dem Pflug, konservierende Bearbeitungssysteme und die Direktsaat einteilen. Diese Systeme unterscheiden sich im Wesentlichen in der Intensität, mit welcher der Landwirt in den Boden eingreift. Welches Bearbeitungsverfahren gewählt wird, richtet sich nach pflanzenbaulichen, ackerbaulichen und verfahrenstechnischen Zielen (WEIDAUER 2008).

Jedes Bearbeitungssystem lässt sich in drei Teilschritte aufteilen. Die Grundbodenbearbeitung, die Saatbettbereitung und die Saat. Dabei stellen die angewandten Verfahren jeweils unterschiedliche Anforderungen an die eingesetzte Drilltechnik.

Die Bodenbearbeitung mit dem Pflug ist das Verfahren mit der höchsten Bearbeitungsintensität. Der Einsatz des Pfluges zur Grundbodenbearbeitung ist ein sehr zeit- und energieaufwändiger Arbeitsgang (ESTLER & KNITTEL 1995), bei dem der Boden bis zur Krumentiefe gewendet wird (i. d. R. 20 – 25 cm). Dabei werden Pflanzenreststoffe der Vor- oder Zwischenfrucht und Unkraut restlos eingearbeitet (SOMMER 1989). Durch die fast ausschließlich wendende Arbeitsweise werden organische Rückstände aber kaum mit dem Boden vermischt.

Die tiefe Bearbeitung führt zu einer intensiven Lockerung. Auf leichten Standorten besteht zum Teil die Gefahr einer „Überlockerung“ des Bodens. Der Lockerungszustand eines Bodens lässt sich unter anderem an der Größe der Bodenaggregate erkennen. Diese sind bei Flächen, auf denen die Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug durchgeführt wird, kleiner, der Anteil an Feinboden ist höher. Dadurch steigt auch die Erosionsgefahr an. Vor allem der erhöhte Bodenabtrag durch Wind- und Wassererosion sind eine negative Folge der Pflugfurche. Diese kann beispielsweise nach Starkniederschlägen in den Sommermonaten, nach dem Anlegen einer Saatsfurche mit anschließender Saatbettbearbeitung zu Winterraps, verheerend sein.

2.4.6 Wachstumsreglereinsatz

Zeitige Lagerbildung kann in Winterweizenbeständen zu Ertragseinbußen führen. Die Anwendung von Wachstumsregulatoren während der Entwicklung kann das Längenwachstum der Halme begrenzen und hierdurch die Halmwände verstärken und somit zu einer verbesserten Standfestigkeit beitragen. Eine falsche Anwendung von Wachstumsregulatoren kann aber zu Ertragsverlusten führen (DIEPENBROCK et al. 1999). Die Wirkung der Wachstumsregler beruht auf der Hemmung der Biosynthese von Pflanzenhormonen wie Auxinen, Gibberellinen und Cytokininen, die das Streckungswachstum der Halme regulieren. Der Wirkstoff Ethephon führt zur verstärkten Bildung des Alterungshormons Ethylen und bewirkt somit eine kurze Unterbrechung des Wachstums bzw. führt zu einer verstärkten Verholzung der Halme (DIEPENBROCK et al. 1999).

Der Erfolg der Einkürzung hängt von den Standortverhältnissen, der Bestandesdichte/-entwicklung und der aktuellen Witterungslage ab. Die Intensität der Wachstumsregulierung wird im Wesentlichen durch die Lagerneigung der Sorten, den Standort und die Intensität der Stickstoffdüngung bestimmt. Bei Sorten mit längerem

Stroh ist eine höhere Aufwandmenge nötig als bei kurzstrohigen Sorten. Auch zeigen langstrohige Typen meist eine deutlichere Reaktion auf die Anwendung von Wachstumsregulatoren (SCHAPER-VIEDT 2011).

In der Regel werden Weizenbestände zu zwei, gegebenenfalls auch zu drei Terminen eingekürzt. Die erste Behandlung findet in der Phase der Hauptbestockung (BBCH 25 – 29) im Frühjahr statt. Zum Einsatz kommt der Wirkstoff Chlormequatchlorid aus dem CCC. Dieser hemmt die Synthese der Gibberelline. Als zweite Maßnahme ist die Behandlung mit dem Beginn des Längenwachstums zu sehen (BBCH 30 – 32). Verwendet werden hier hauptsächlich Kombinationen aus den Wirkstoffen Chlormequatchlorid (CCC) und Trinexapacetyl (Moddus) oder Prohexadione Calcium (Medax Top). Moddus und Medax Top hemmen hauptsächlich die Gibberellinaktivität und führen somit zu einer Halmverkürzung und Verdickung der Halmwand. Auch der alleinige Einsatz der Wirkstoffe ist möglich. Sind die Bestände üppig entwickelt und ausreichend mit Wasser und Nährstoffen versorgt, kann gegebenenfalls eine dritte Einkürzung in den Entwicklungsstadien BBCH 39/49 mit Medax Top, Moddus oder ethephonhaltigen Produkten notwendig sein (SCHAPER-VIEDT 2011).

2.5 Ziele des Versuchsvorhabens

Die neu entstehenden Rahmenbedingungen für die Produktion generieren in der Praxis einen steigenden Forschungs- und Beratungsbedarf, der fachlich fundiert, praxisnah und wissenschaftlich ausgerichtet werden sollte. Das vorliegende Versuchsprojekt ist in diesem Sinne angewandte Wissenschaft und sollte die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis voranbringen.

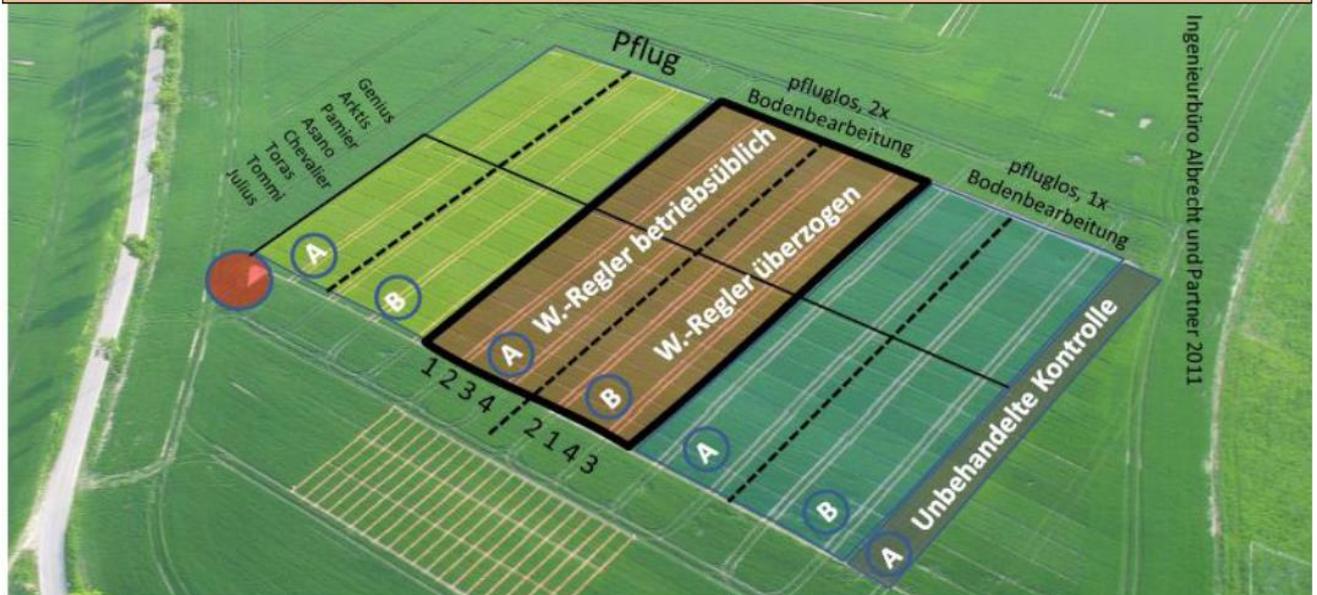
Ziele des Versuchsprojekts:

- Erarbeitung von Anbauhinweisen und Management-Strategien für eine sichere Erzeugung der Produkte in Risiko-Indikationen
- Präzisierung einer regionalen Sortenempfehlung für den Qualitätsweizenanbau nach Mais unter differenzierten Anbaubedingungen
- Ableiten von Beratungsansätzen für eine schnelle praktische Umsetzung der Erkenntnisse aus dieser begleitenden Versuchsarbeit
- Darstellung von Lösungsansätzen zur Risikominimierung im betrieblichen Produktionsprozess, Vorerntemuster, Erntebemusterung, Kontraktabwicklung
- fachliche Diskussion auf breiter Basis in Foren, Feldbesichtigungen, Workshops, Tagungen

Für die Verfolgung dieser Ziele stand ein Zeitraum von drei Jahren zur Verfügung. Die Prüfglieder innerhalb der Versuchsjahre waren gleich, kleine Änderungen waren zulassungsbedingt und nach Absprache notwendig.

Das Versuchsvorhaben ist in Abbildung 3 schematisch dargestellt.

Qualitätsweizenproduktion im Spannungsfeld zwischen Maisanbau, Erosionsminderung/WRRL, Qualitätssicherung und reduziertem Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln 2010-2012
 Gefördert durch den Freistaat Sachsen



Intensität	1 ohne Ährenbehandlung	2 3-fach Behandlung	3 2-fach Behandlung	4 2-fach Behandlung
BBCH 31/32	-	1,0 Cirkon + 0,5 Bravo 500 + 1,2 Amistar Opti	-	-
BBCH 37	0,9 Champion + 0,9 Diamant	-	1,5 Credo + 1,5 Flamenco	0,7 Aviator xpro + 0,7 Fandango
BBCH 49	-	1,5 Credo + 1,5 Flamenco	-	-
BBCH 61/65	-	1,0 Prosaro	0,8 Folicur + 1,1 DON Q + 0,15 Silwett G	2,5 Osiris

Abbildung 3: Aufbau des Versuchsvorhabens 2010 – 2012

Im Wesentlichen wurde mit dem Projekt beabsichtigt, die folgenden Versuchsfragen zu klären:

- Wie sind konservierende BB nach Mais und reduzierter Mitteleinsatz (Nationaler Aktionsplan Pflanzenschutz) im praktischen Anbau von Qualitätsweizen nach Mais zu vereinbaren?
- Welches Risikomanagement kann im landwirtschaftlichen Betrieb auftretende Probleme mit mykotoxinbelasteten Partien sicher und nachhaltig lösen?
- Welche neuen Erkenntnisse aus der Wissenschaft können in die betriebliche Praxis übergeleitet werden?
- Welches der zu prüfenden Bodenbearbeitungsverfahren nach Mais ist für eine marktgerechte Qualitätsweizenproduktion vorzüglich?
- Welche Pflanzenschutzstrategie ist unter den gegebenen Umständen die wirksamste Lösung zur Sicherung von Ertrag und Qualität?
- Welche Sorten kommen für die Indikation Mais/Weizen als genetische Basis in Frage?

3 Material und Methoden

3.1 Standorte und Bodenbearbeitung

Die Arbeiten wurden auf zwei Standorte konzentriert. Beide Standorte sind repräsentativ für erosionsgefährdete Anbaulagen in der Lommatzscher Pflege und im Meißeener Land. In beiden Betrieben wird umfänglich und mit großer Verantwortung pfluglos-konservierend gearbeitet. Erosionsereignisse konnten in den vergangenen Jahren trotz wiederholter Starkniederschläge nicht mehr beobachtet werden. Der Pflug kommt gelegentlich zum Einsatz.

Tabelle 2: Standorteigenschaften

	ASS Starbach	RRS Riemsdorf
Lage	Sächsisches Hügelland/ Lommatzscher Pflege	Meißeener Land
Ort	Bodenbach	Riemsdorf
Höhe über NN	225 – 290 m	245 m
Bodenzahl	75 (Betrieb gesamt: Az 60 – 78)	68 (Betrieb gesamt: Az: 65 – 72)
Bodenart	sL, L _ö 3/4,	sL, L _ö 3/4,
Niederschlag	670 mm	700 mm
Jahrestemperatur-Durchschnitt	8,4 °C	8,2 °C
Bewirtschaftung	70 % pfluglos	100 % pfluglos
Besonderheit	Betrieb mit Tierhaltung	Marktfruchtbetrieb mit hohem Körnermaisanteil
Vorfrucht	Silomais	Körnermais

Bodenbearbeitung für beide Standorte identisch in folgender Weise:

Drei differenzierte Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren kamen zum Einsatz, davon zwei Verfahren (a+b) pfluglos/konservierend und ein Verfahren mit Pflug:

- a) Mulchgerät; einmalige BB flach 10 cm; dann Saat mit Betriebstechnik
- b) Mulchgerät, zweimalige BB flach 10 cm und 20 cm; dann Saat mit Betriebstechnik
- c) Mulchgerät, Pflug auf 25 cm, dann Saat mit Betriebstechnik

Zur optimalen Ausnutzung aller nicht chemischen Maßnahmen wurde auf beiden Standorten und in allen Versuchsjahren unmittelbar nach der Ernte ein Mulchgerät zum Einsatz gebracht.

Mulcher

Typ:	Kuhn Universal Mulcher RM
Arbeitsbreite:	6,10 m
Messertyp:	Schlegelmesser
Anzahl der Messer:	72

Ziel war es u. a., mit verschiedenen Verfahren der Bodenbearbeitung nach dem Einsatz des Mulchgerätes die unterschiedliche Einarbeitung der Stoppelreste zu differenzieren. Das eingearbeitete bzw. an der Oberfläche verbleibende Pflanzenmaterial sollte in unterschiedlicher Anzahl (Stängel je Block) das Ausgangs-Inokulum für das folgende Erntejahr bilden. Um einen möglichst nahen Bezug zur Praxis herzustellen, wurden alle Maßnahmen mit betriebsüblicher Technik durchgeführt.

Pflug

Typ: Lemken EurOpal
 Arbeitsbreite: 2,10 m
 Anzahl der Pflugkörper: 5
 Typ der Pflugkörper: Universalpflugkörper

Grubber 1

Typ: Horsch Tiger 5 LT
 Arbeitsbreite: 4,80 m
 Anzahl der Zinken: 15
 Strichabstand: 32 cm
 Gewicht: 5.500 kg

Grubber 2

Typ: Lemken Smaragd (Flügelschargrubber)
 Arbeitsbreite: 5 m
 Anzahl der Zinken: 11
 Gewicht: 1.545 kg

Drillmaschine

Typ: Horsch Pronto DC
 Arbeitsbreite: 6 m
 Saattankinhalt: 3500 l
 Säschar: TurboDisc Doppelscheibenschar
 Maschinengewicht: 6.450 kg

Das Bearbeitungsschema wird in Tabelle 3 noch einmal dargestellt.

Tabelle 3: Bodenbearbeitung im Versuch

	Pflug	1 x Grubber	2 x Grubber
Stoppelbearbeitung		1 x Mulchen	
Bodenbearbeitung (Arbeitstiefe)	5 Schar Lemken Pflug 25 cm	Horsch Tiger 20 cm	Lemken Smaragd 10 cm Horsch Tiger 20 cm
Aussaat		Horsch Pronto 3 cm Ablagetiefe	

3.2 Witterung

Als Messstation für beide Standorte soll die Wetterstation des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Nossen dienen. Beide Versuchsanlagen waren rund 10 km Luftlinie von der Station entfernt. Die Daten zur Berechnung des zehnjährigen Temperaturmittelwertes und des durchschnittlichen Jahresniederschlages stammen ebenfalls vom Agrarmeteorologischen Messnetz des LfULG. Die Lufttemperatur wurde in 200 cm über der Bodenoberfläche gemessen.

3.3 Versuchsanlage

Etwa 2 bis 3 Tage nach der Bodenbearbeitung wurden mit der beschriebenen Betriebstechnik acht Weizensorten in die unterschiedlichen Bearbeitungsblöcke gedrillt. Somit stand jede Sorte zunächst einmal in den verschiedenen Bearbeitungsblöcken. An jedem der beiden Standorte gab es zudem eine identische Wiederholung (Spiegelung) der Versuchsanlage mit einer unterschiedlichen Reihung der Sorten. Die nach dem Einrichten der Trennwege entstandenen Parzellen hatten eine Größe von 5 x 6 Metern. Im Frühjahr wurden dann zwei Wachstumsreglerblöcke (normale Aufwandmenge, erhöhte Aufwandmenge) und vier Fungizidintensitäten etabliert. Bei der Auswahl der Fungizide kamen Wirkstoffe aus unterschiedlichen Wirkstoffklassen zum Einsatz (siehe Kapitel 3.6). Nach dem Beginn der Arbeiten im Frühjahr 2010 wurde nach einer Konsultation mit dem LfULG festgelegt, dass eine zusätzliche Kontrolle angelegt wird. In dieser Variante kam die betriebsübliche Version des Wachstumsreglers zum Einsatz, Fungizide jedoch nicht! Aus Platzgründen liegt diese „absolute Kontrolle“ (aK) nur in einer der drei Bodenbearbeitungsvarianten (BB 1 x).

3.4 Produktionstechnik allgemein

Die Versuche wurden in Streulage angelegt und damit in die jeweils gegebenen betrieblichen Bewirtschaftungskonzepte integriert. Konstante Faktoren im Versuchsaufbau waren die N-Düngung, Herbizide, Insektizide, Beizung und Spurennährstoffe. Auf Grund der tendenziell mittleren bis späten Aussaattermine und der teilweise sehr hohen Deckungsgrade mit Stroh und Stoppelresten wurde eine Herbizidstrategie mit einer oder ggf. zwei Frühjahrsbehandlungen ausgewählt.

Zur ortsüblichen Saatzeit wurden mit betriebsüblicher Bestelltechnik die Sortenstreifen wie beschrieben mit zwei Wiederholungen ausgedrillt. Die Saat erfolgte nach Räumung der Feldfrucht und dem Mulchen der Maisstoppeln am

- 05.10.2009 in Bodenbach/Nossen nach Silo-Mais,
- 11.11.2009 in Riemsdorf/Meißen nach Körnermais,

- 10.10.2010 in Bodenbach/Nossen nach Silo-Mais,
- 28.10.2010 in Riemsdorf/Meißen nach Körnermais,

- 12.10.2011 in Bodenbach/Nossen nach Silo-Mais,
- 31.10.2011 in Riemsdorf/Meißen nach Körnermais.

Das verwendete Z-Saatgut wurde einheitlich mit Standardbeizen behandelt und aus dem Bestand einer VO-Firma zugekauft. Wurzelschutzbeizen kamen nicht zur Anwendung.

Die Stickstoffdüngung wurde betriebsüblich ausgebracht und bei einer Ertragserwartung von 90 – 95 dt/ha geplant. Dabei diente eine Planungsgröße von ca. 200 kg N (zzgl. N_{\min} in 0 – 60 cm) als Basis. Die Kontrollparzellen wurden mit Ausnahme der Fungizide analog behandelt.

3.5 Sorten

Für die Wahl der Sorten waren sowohl deren qualitative als auch die agronomischen Eigenschaften maßgebend. Die Auswahl erfolgte nach Konsultationen mit Fachleuten und nach Auswertung der Versuchsergebnisse 2009 (WP, LSV, eigene Versuche). Die große Vielfalt der zugelassenen Sorten wurde aus Kapazitätsgründen auf acht Sorten begrenzt. Es handelte sich um sechs A- und zwei E-Sorten. Tabelle 4 zeigt die wesentlichen Eigenschaften der Sorten.

Tabelle 4: Einstufung der Sorten nach dem BSA (Beschreibende Sortenliste 2011)

Sorte	Qualitäts-einstufung	Septoria tritici	Braun-rost	Mehltau	Anfälligkeit gegenüber Ährenfusarium	Kornertrag Stufe 1	Kornertrag Stufe 2
Julius	A	4	3	3	5	7	8
Tommi	A	4	8	2	5	6	6
Toras	A	4	5	4	2	5	5
Chevalier	A	4	6	3	4	7	6
JB Asano	A	6	5	3	5	7	8
Pamir	A	3	4	2	3	6	6
Arktis	E	6	5	2	3	4	4
Genius	E	6	3	2	4	6	5

Die Sorten haben hinsichtlich Ertrag, Qualität und Agronomie eine Reihe von Eigenschaften, die für die Indikation „Weizen nach Mais“ als geeignet oder auch als riskant bezeichnet werden kann (s. Tabelle 4). Es finden sich auch Sorten im Versuchsaufbau, die für die Vorfrucht Mais generell nicht empfohlen werden. Für eine Differenzierung und eine statistisch abgesicherte Aussage ist diese Konstellation allerdings nötig.

Die ausgewählten Sorten weisen hinsichtlich der Auswahlkriterien wesentliche Gemeinsamkeiten aus. Dazu zählen u. a.:

- Bekanntheitsgrad bei sächsischen Landwirten
- Anbaubedeutung in Sachsen
- Vermehrungsfläche
- hohe und stabile Qualität auf hohem Ertragsniveau

Dem gegenüber gibt es wesentliche Unterschiede, wie z. B.:

- züchterische Entstehung und das Zulassungsjahr

- Einstufung der Ertragsleistung
- Ertragsaufbau
- Blühverlauf und Reifezeit
- Winterfestigkeit und Spätsaateignung

Die Sortenauswahl soll darüber hinaus stellvertretend weitere Sorten des gleichen (oder ähnlichen) Typs repräsentieren, sodass einige Aussagen zu Sorteneigenschaften und -verhalten aus den Versuchsergebnissen verallgemeinert werden könnten.

Die Vielfalt der Sorten ist kaum am Markt zu platzieren. Es setzen sich in der Vermarktung die leistungsstarken und stabilen Sorten durch. Die Diversifizierung in der Verarbeitungswirtschaft verlangt nach einer hohen Flexibilität bei gleicher Qualität, möglichst ganzjährig.

Die Sortenwahl ist aus diesem Grund auch aus agronomischer Sicht nicht immer einfach, sind doch oft die gefragten – meist ertragsstarken – Sorten sehr aufwendig zu produzieren. Hohe Anbauumfänge bei marktbestimmenden Sorten wirkten sich bei näherer Betrachtung negativ auf die agronomischen Eigenschaften wie z. B. Krankheitsresistenz aus. Der enorm hohe Selektionsdruck zieht mitunter einen starken Einbruch bei Resistenzen (Septoria, Roste) nach sich. Selbst mit hohem Pflanzenschutzmitteleinsatz ist dies nicht in jedem Fall zu kompensieren.

3.6 Fungizide und Wachstumsregler

Vier Intensitäten Fungizidbehandlung, davon jede in je zwei Wachstumsregler-Stufen, davon

- betriebsübliche, angepasste Strategie,
- bewusst überzogene, stark halmeinkürzende Variante.

Die verschiedenen Fungizidstrategien werden in Tabelle 5 gezeigt.

Tabelle 5: Eingesetzte Fungizide in den Varianten

Intensität	ohne Ährenbehandlung	3-fach-Behandlung	2-fach-Behandlung	2-fach-Behandlung
BBCH 31/32	-	1,0 Cirkon + 0,5 Bravo 500 + 1,2 Amistar Opiti	-	-
BBCH 37	0,9 Champion + 0,9 Diamant	-	1,5 Credo + 1,5 Flamenco	0,7 Aviator xpro + 0,7 Fandango
BBCH 49	-	1,5 Credo + 1,5 Flamenco	-	-
BBCH 61/65	-	1,0 Prosaro	0,8 Folicur + 1,1 DON Q + 0,15 Silwett G	2,5 Osiris

In der Tabelle 6 wird die Wirkungsweise der verschiedenen Wachstumsregulatoren dargestellt.

Tabelle 6: Wachstumsregulatoren und ihre Wirkung (geändert nach SCHÖNBERGER et al. 2007)

Produkt	Wirkstoff	Wirkungsweise	Wirkung auf die Pflanze
CCC	Chlormequatchlorid 720 g/l	Gibberellinsynthese- Hemmer	<ul style="list-style-type: none"> • Halmverkürzung • Förderung der Bestockung • Verzögerung der Reduktion spät angelegter Triebe
Moddus Calma	Trinexapac-ethyl 250 g/l Moddus 175 g/l Calma	Gibberellinaktivitäts- Hemmer	<ul style="list-style-type: none"> • Verdickung der Halmwand • Förderung der Bewurzelung • Verzögerung der Reduktion spät angelegter Triebe
Medax Top + Turbo	Prohexadion-Calcium + Mepiquatchlorid 350 g/l + 50 g/l	Gibberellinaktivitäts- Hemmer	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung der Anlage von Trieben und Ährchen • Förderung des Wurzelwachstums • Halmverkürzung • Verdickung der Halmwand
Camposan	Ethephon 660 g/l	Ethylen- Generator	<ul style="list-style-type: none"> • Wachstumsstopp • Festigung des Gewebes • Beschleunigung der Abreife • Alterung • Pollensterilisierung • Verschärfung von Stressfaktoren

3.7 Bonituren

Das Boniturschema wurde in Abstimmung mit dem LfULG im Wesentlichen an die Richtlinien für landwirtschaftliche Wertprüfungen des Bundessortenamtes angepasst. Die wirtschaftlich wichtigen Blattkrankheiten wie Echter Mehltau und Septoria tritici wurden nach dem bekannten Boniturschlüssel des BSA bewertet. Bei der Erhebung der Befallshäufigkeit mit Ährenfusarium wurden 4 x 25 Pflanzen je Wiederholung bonitiert. Die grüne Blattfläche zu BBCH 75 und die Ährendichte wurden ebenfalls ermittelt. Weitere Messungen (Halmverkürzung etc.) kommen hinzu.

Ein neuer Aspekt bei der Risikobewertung eines Weizenbestandes zwischen der oben beschriebenen Bonitur der partiellen Weißährigkeit und der Analyse des Erntegutes ist die Vor-Ernte-Bemusterung. Hier werden etwa 7 bis 10 Tage vor der Ernte aus einem Bestand Ähren geschnitten/geerntet und einem Toxintest unterzogen. Im Versuchsprojekt wurde die folgende Vorgehensweise gewählt: nach der Bestimmung der Kornfeuchte des jeweiligen Bestandes wurde ein theoretischer Erntebeginn festgelegt und für jeweils den Folgetag mit einem so genannten „Handbatt“ in vorher definierten Blöcken der Versuchsanlagen eine Probenahme durchgeführt. Die Vorgehensweise ist technisch einfach und schnell abzuwickeln und erlaubt es, eine gut durchmischte Probe (ausgedroschen) der gesamten Parzelle zu gewinnen. Letzteres ist sehr entscheidend für eine objektive Probenahme und die nachfolgende Analytik. Die Proben wurden mit dem klassischen ELISA-Verfahren und parallel dazu noch mit einem Schnelltest untersucht. Das Ziel der Untersuchung war zunächst die Feststellung des DON-Gehaltes in der Variante mit reduzierter Intensität und der Vergleich über die Standorte und Sorten.

3.8 Messungen

Nach der Ernte wurden die Proben gekennzeichnet und separat in einem kühlen Lagerraum zwischengelagert. Die DON-Untersuchungen wurden in einem Partnerlabor der RRS Agrardienstleistungen Riemsdorf GmbH durchgeführt. Mit dem verwendeten Aokin-Verfahren lassen sich Mykotoxine zuverlässig und schnell quantitativ bestimmen, u. a. Aflatoxine, Deoxynivalenol, Fumonisine und Zearalenon. Es handelt sich bei dem Verfahren um eine Vor-Ort-Messtechnik für Handel und Verarbeitung, die im Bereich der Qualitätssicherung eine effiziente Alternative zu herkömmlichen Analyseverfahren darstellt. Die Probenvorbereitung ist standardisiert und auf die jeweilige Matrix abgestimmt. Aokin mycontrol ist ein neuartiges System zur quantitativen Mykotoxinanalyse. Grundlage hierfür ist rapid kinetic assay, ein von Aokin patentiertes innovatives Verfahren zur Spurenanalytik. Die schnelle und vergleichsweise einfache Handhabung generiert ausreichend genaue Ergebnisse nach einer relativ kurzen Probenvorbereitung (nähere Angaben unter www.aokin.de).

Die Bestimmung der Parameter Feuchte, Rohprotein und Sedimentation erfolgte mit Hilfe eines NIR-Gerätes der Firma PERTEN (nach einer Reinigung und Windsichtung). Das Merkmal Tausendkornmasse wurde mit Hilfe eines Zählgerätes ermittelt.

3.9 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der gewonnenen Daten erfolgte im Rahmen dieser Arbeit mittels deskriptiver Methoden. Explorative und induktive Verfahren können nicht angewendet werden, weil aufgrund des Demonstrationscharakters der Versuche die nötigen Wiederholungen und eine vollständige Randomisierung nicht umgesetzt werden konnten.

Die Daten wurden durch Berechnung von Mittelwerten und Kenngrößen aufgearbeitet und werden mittels Tabellen und Diagrammen dargestellt. Zur Erstellung von Diagrammen und Tabellen wurde mit dem Programm Excel gearbeitet, Histogramme wurden mit SPSS erstellt.

Nach DÖRFEL & BÄTZ (1980) müssen bei der Auswertung mehrfaktorieller Versuche die Wechselwirkungen aller Faktoren berücksichtigt werden. Es ist davon auszugehen, dass zwischen den Prüffaktoren dieses Feldversuchs (Sorte, Bodenbearbeitung, Anwendung von Fungiziden und Wachstumsregulatoren) zum Teil erhebliche Wechselwirkungen bestehen. Zahlreiche Veröffentlichungen belegen das Bestehen der Wechselwirkungen. Unter anderem haben KOCH, PRINGAS & SCHERER (2004) signifikante Wechselwirkungen der Sorte mit den Faktoren Bodenbearbeitung und Fungizideinsatz in einem Versuch nachgewiesen.

Die Randomisierung der Bodenbearbeitung war im Versuchsprojekt aus technologischen Gründen nicht möglich. Demgegenüber wurde der Versuch unternommen, den Faktor „Standort“ über drei Jahre zum „Ausgleich“ der Bodenbearbeitungseffekte mit einzubeziehen.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Allgemeine Anmerkungen

Zunächst soll an dieser Stelle nochmals darauf verwiesen werden, dass die für das Vorhaben ausgewählte Versuchsmethode die praxisnahe „Verzahnung“ verschiedener Produktionselemente umfasst.

Die Auswertung der Faktoren erfolgt zunächst nach Jahresscheiben. Die relevanten Parameter Kornertrag und DON-Konzentration im Korn bilden hier den Kern der Datenanalysen. Eine Auswertung von Bonituren/Schätzwerten erfolgte nach Datenstruktur im jeweiligen Jahr. Die im Kapitel 4.2.1 dargestellten Wetterdaten zeigen sehr deutlich, dass die Versuchsjahre 2010 – 2012 sehr verschiedene Witterungsverläufe aufweisen. Der Befall mit Blatt- und Ährenkrankheiten am Weizen verlief dementsprechend sehr unterschiedlich. Die Szenarien über den genannten Zeitraum erfordern eine sehr differenzierte und den Jahresbedingungen angepasste Betrachtungsweise. Zum besseren Verständnis der Situation ist am Anfang jeder Jahresauswertung eine grafische Übersicht zum Befallsverlauf vorangestellt. Die Versuchsjahre 2010 und 2012 unterscheiden sich so grundlegend voneinander, dass die Schwerpunkte der Ergebnisaufbereitung und Auswertung in Richtung Blattkrankheiten in 2010 (*Septoria tritici*) und Ährenkrankheiten in 2012 (Ährenfusarium) klassifiziert werden können. Das Versuchsjahr 2011 hingegen lieferte mit einem tendenziell eher unterschwelligem Befallsverlauf erwartungsgemäß auch „nur“ durchschnittliche Faktoreffekte.

4.2 Ergebnisse

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nach Faktoren getrennt aufbereitet und grafisch dargestellt. Eine kurze Diskussion der Daten erfolgt jeweils am Ende des Kapitels.

4.2.1 Witterungsverlauf

An beiden Versuchsstandorten waren die Witterungs- und Wachstumsbedingungen im Jahresverlauf als gut zu bewerten. Die Bodenbearbeitung und Aussaat des Versuchsfelds Bodenbach fand unter optimalen Bedingungen statt. Insgesamt waren die Niederschlagsmengen im Versuchsjahr 2009/10 überdurchschnittlich hoch, besonders aufgrund der regnerischen Sommermonate Juli und August 2010. Ebenso fiel in März und Mai 2010 mit 50 mm und 100 mm ausreichend Niederschlag, während die Monate Februar, April und Juni 2010 trockener waren (19, 21, 38 mm Niederschlag am Standort Nossen) (LfULG 2010). Die Witterungsbedingungen für das Wachstum und die Entwicklung der Bestände können für 2010 als gut eingeschätzt werden. Von einer ertragslimitierenden Wirkung der Witterung 2010 kann daher nicht ausgegangen werden.

Die Versuchsjahre wiesen sehr unterschiedliche Witterungsverläufe auf. Die Jahre 2010 und 2011 wurden nach unterschiedlichem Verlauf der Frühjahrswitterung von starken Niederschlagsereignissen vor und während der Ernte begleitet. Das Jahr 2012 war gekennzeichnet von starken Kahlfrösten im Februar, die auf vielen Betrieben zu Auswinterungen beim Winterweizen führten. Nachfolgende Spätfröste und Trockenheit bis Ende Mai 2012 setzten den Beständen erheblich zu und erschwerten die Regeneration. Abbildung 4 und Abbildung 5 stellen die relevanten Wetterdaten für den Versuchszeitraum 2010–2012 dar.

Temperatur (2010-2012) Wetterstation: LfULG Nossen

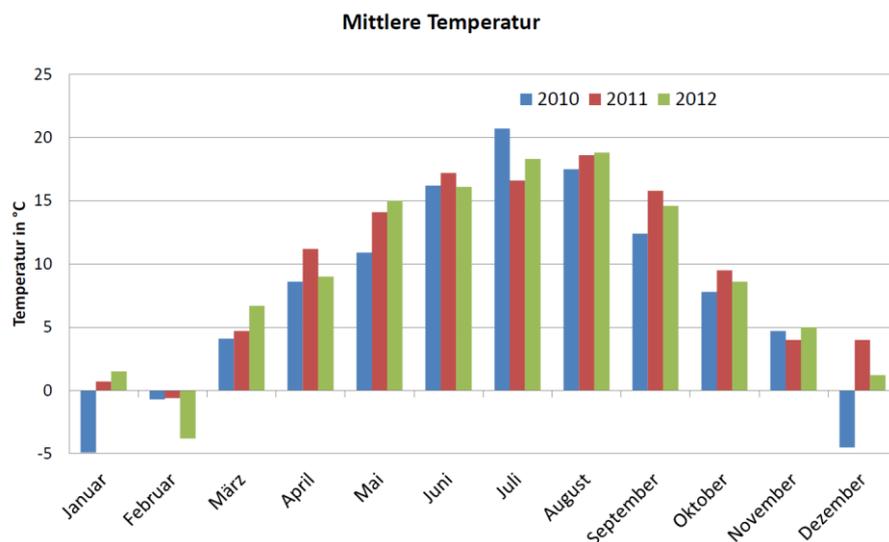


Abbildung 4: Wetterdaten Nossen 2010 – 2012

Niederschlag (2010-2012) Wetterstation: LfULG Nossen

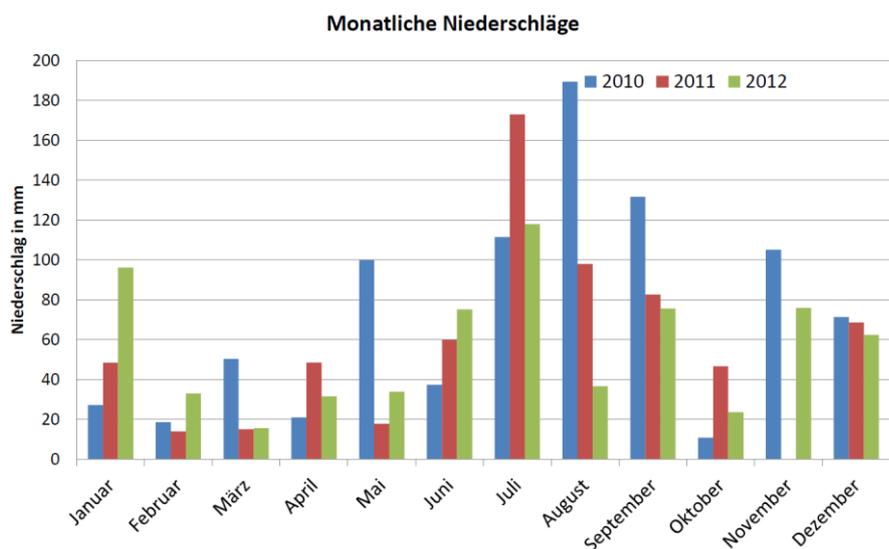


Abbildung 5: Wetterdaten Nossen 2010 – 2012

4.2.2 Krankheitsverlauf

Abbildung 6, Abbildung 7 und Abbildung 8 zeigen die Krankheitsverläufe für die Jahre 2010 – 2012 an Winterweizen für die Sorte Arktis. Die Sorte ist 2011 zugelassen und zum Anbau nach Mais empfohlen (Fusarium APS 3) worden.

Krankheitsverlauf 2010 an WW Anfällige Sorte (Arktis) unbehandelt

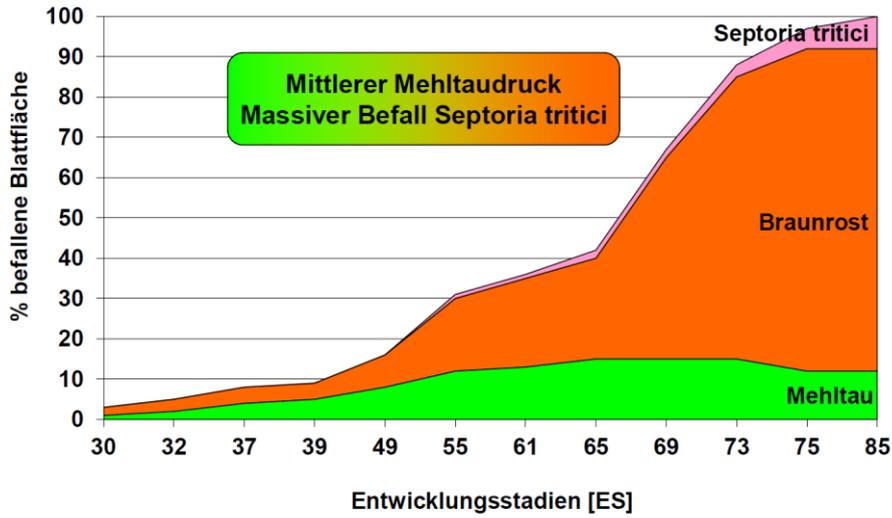


Abbildung 6: Krankheitsverlauf 2010

Krankheitsverlauf 2011 an WW Anfällige Sorte (Arktis) unbehandelt

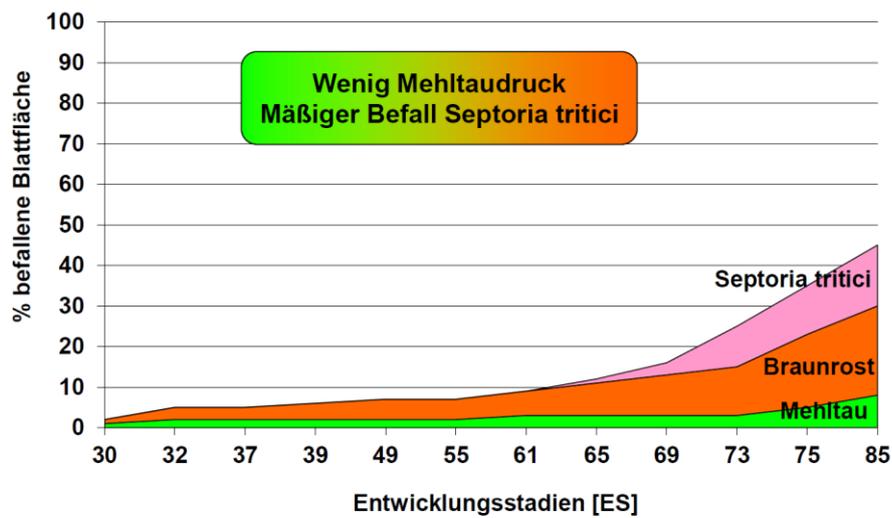


Abbildung 7: Krankheitsverlauf 2011

Krankheitsverlauf 2012 an WW Anfällige Sorte (Arktis) unbehandelt

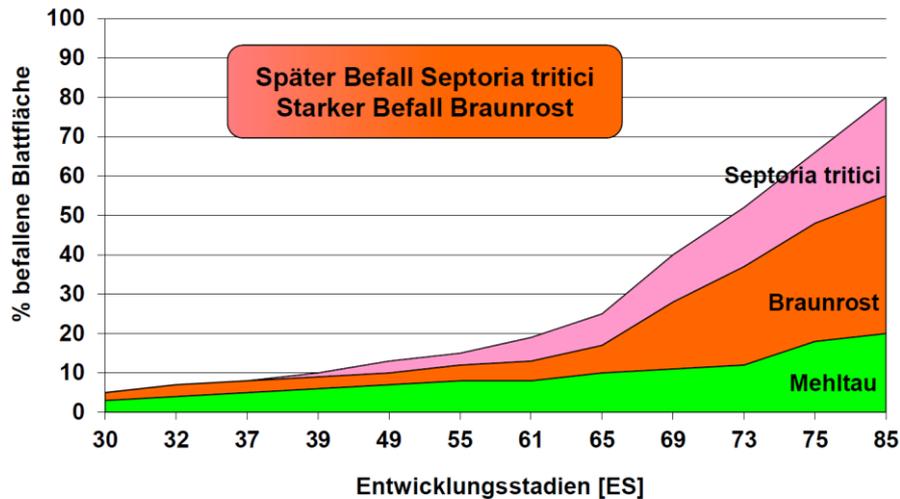


Abbildung 8: Krankheitsverlauf 2012

In der Abbildung 9 sind die Wirksamkeit verschiedener Fungizidstrategien gegen den starken Septoriabefall im Jahr 2010 auf den Ertrag bei den geprüften Sorten und die Boniturwerte dargestellt.

Ertrag und Septoriabefall nach Fungizidstrategie 2010 (starker Druck)

Durchschnitt über 8 Sorten
Vorfrucht Körnermais

BBCH 31/32 4. Mai BBCH 37/39 22. Mai BBCH 49 5. Juni BBCH 63/65 18. Juni

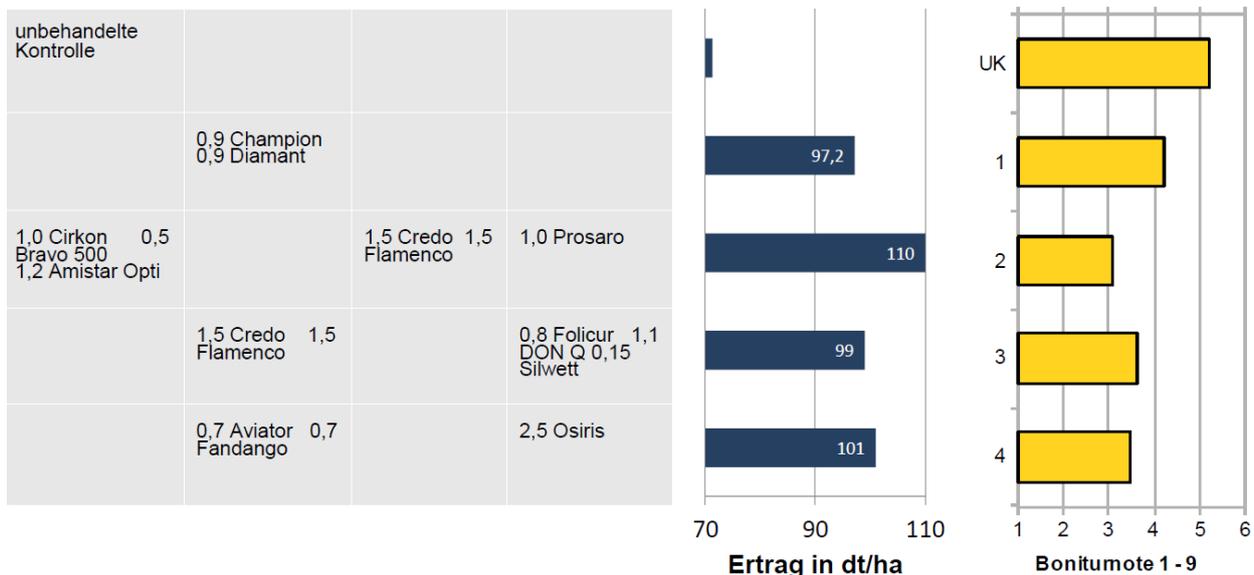


Abbildung 9: Kornenertrag Winterweizen über alle im Versuch geprüften Sorten und Septoriabefall 2010 (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung)

4.2.3 Körnerträge nach Bodenbearbeitung

Abbildung 10 bis Abbildung 17 stellen die Körnerträge der einzelnen Jahre und zusammengefasst nach verschiedenen Vorfrüchten und nach den Bodenbearbeitungsvarianten dar.

Körnerträge WW nach Körnermais Bodenbearbeitungs-Varianten

Standort: Riemsdorf
 Sorte: alle
 W-Regler: alle
 Pflanzenschutz: alle

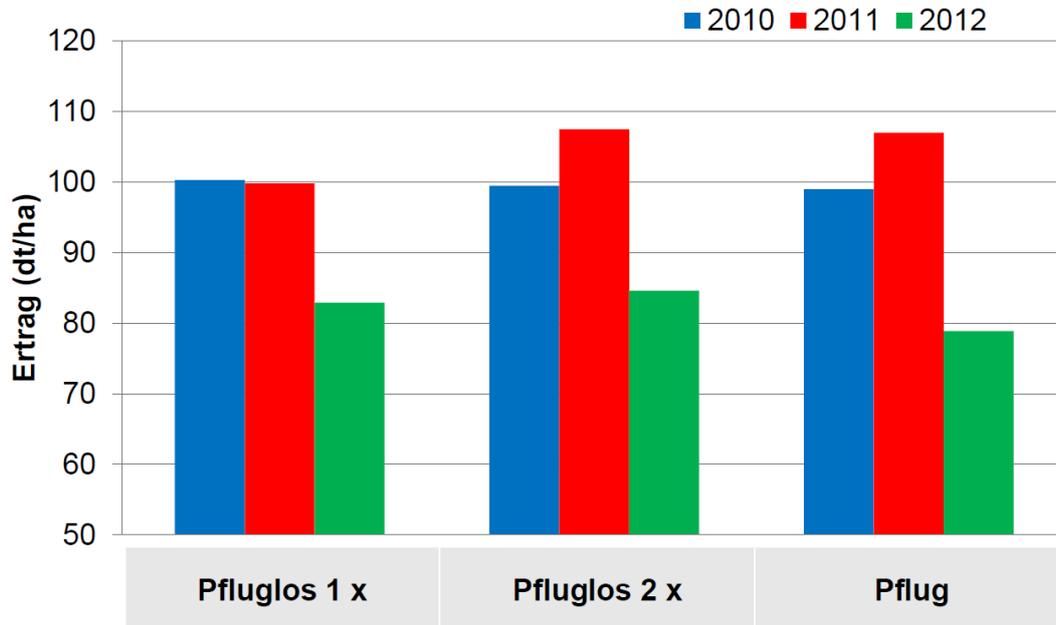


Abbildung 10: Körnerträge Winterweizen nach Bodenbearbeitungsvarianten 2010 – 2012

Körnerträge BB-Varianten Riemsdorf (KM)

Mittelwert über alle PS, alle Sorten und alle WR (2010)

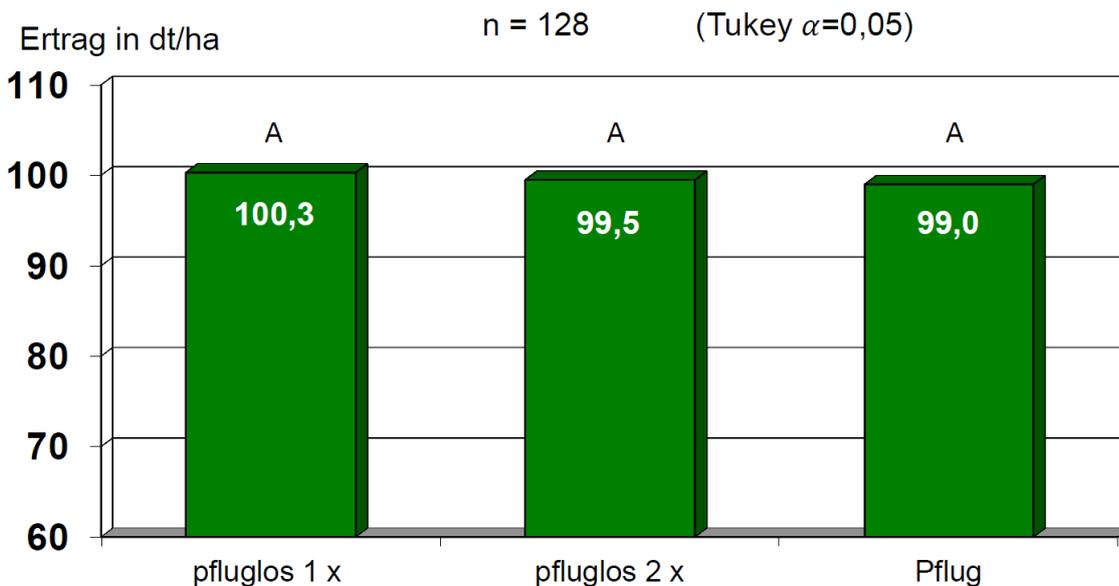


Abbildung 11: Körnerträge Winterweizen nach Vorfrucht Körnermais 2010

Kornerträge BB-Varianten Riemsdorf (KM)

Mittelwert über alle PS, alle Sorten und alle WR (2011)

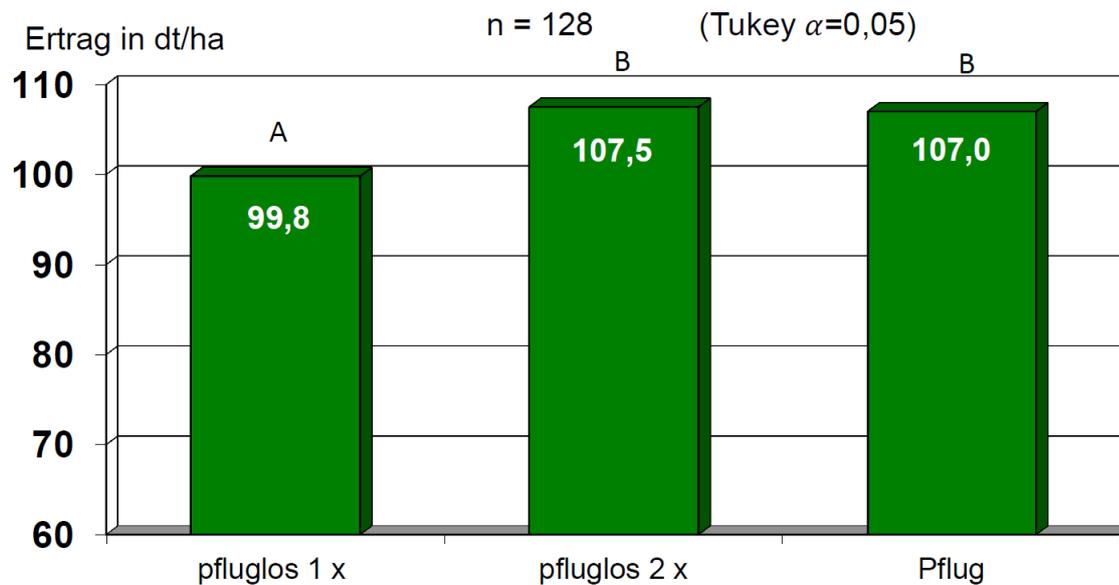


Abbildung 12: Kornerträge Winterweizen nach Vorfrucht Körnermais 2011

Kornerträge BB-Varianten Riemsdorf (KM)

Mittelwert über alle PS, alle Sorten und alle WR (2012)

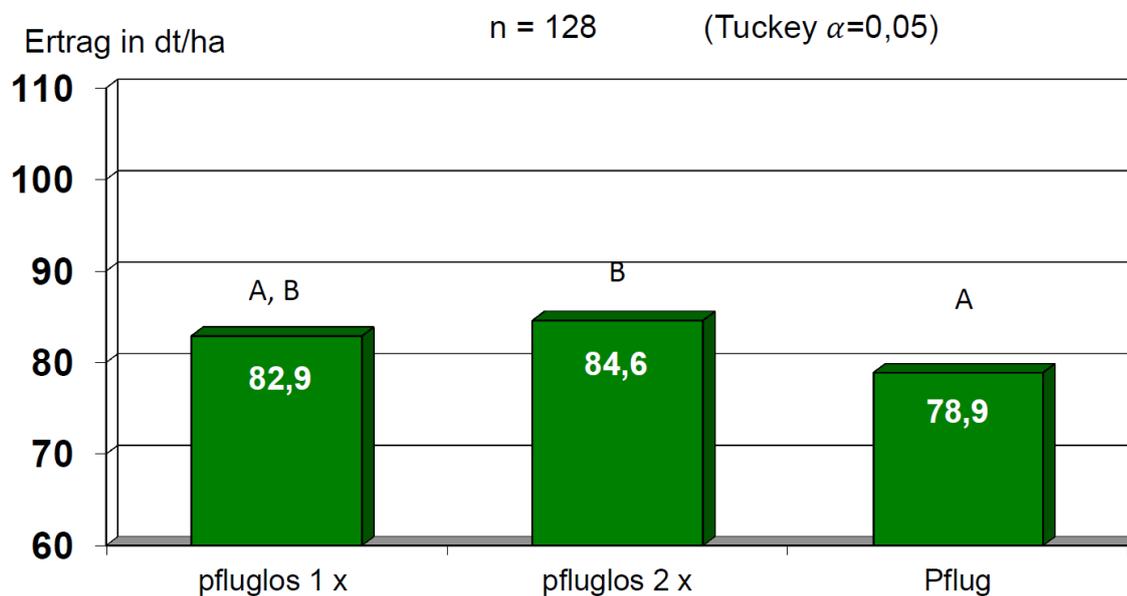


Abbildung 13: Kornerträge Winterweizen nach Vorfrucht Körnermais 2012

Kornerträge WW nach Silomais Bodenbearbeitungs-Varianten

Standort: Bodenbach
 Sorte: alle
 W-Regler: alle
 Pflanzenschutz: alle

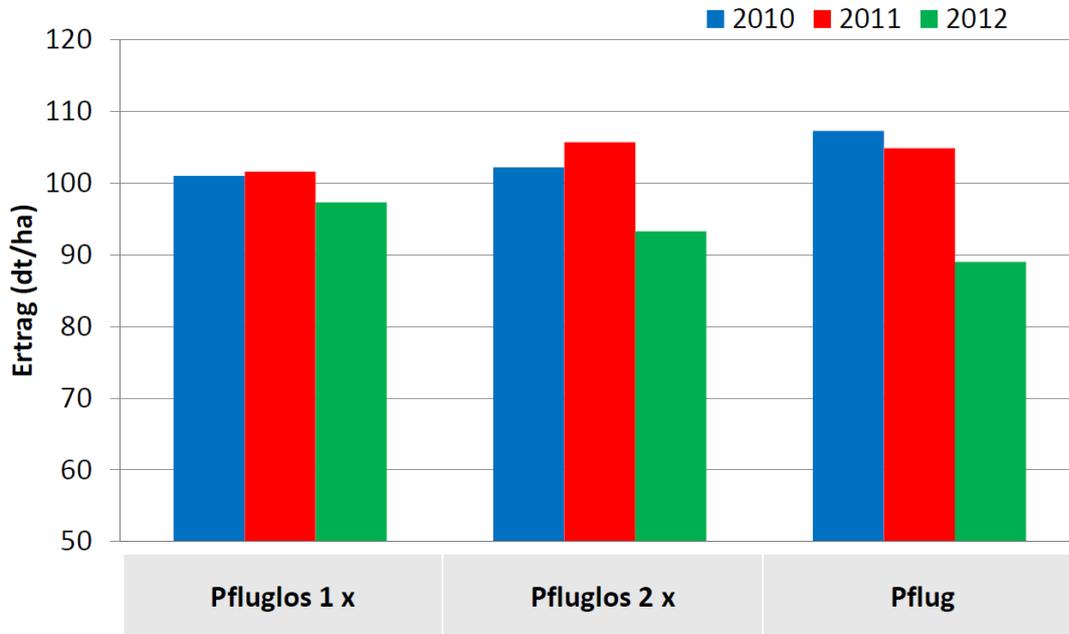


Abbildung 14: Kornerträge Winterweizen nach Bodenbearbeitungsvarianten 2010 – 2012

Kornerträge BB-Varianten Bodenbach (SM)

Mittelwert über alle PS, alle Sorten und alle WR (2010)

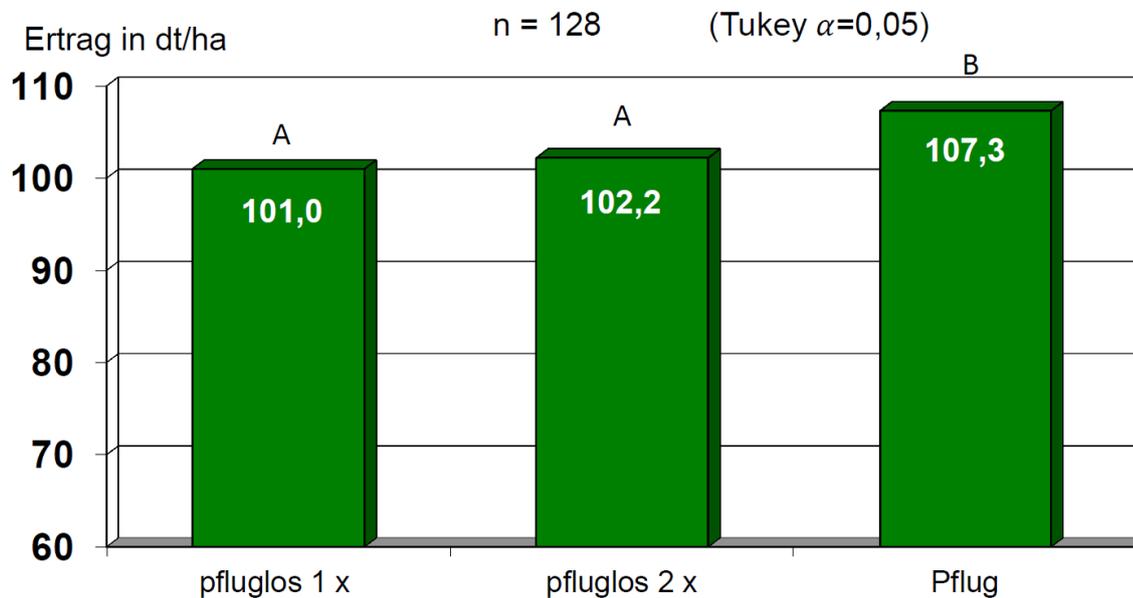


Abbildung 15: Kornerträge Winterweizen nach Vorfrucht Silomais 2010

Kornerträge BB-Varianten Bodenbach (SM)

Mittelwert über alle PS, alle Sorten und alle WR (2011)

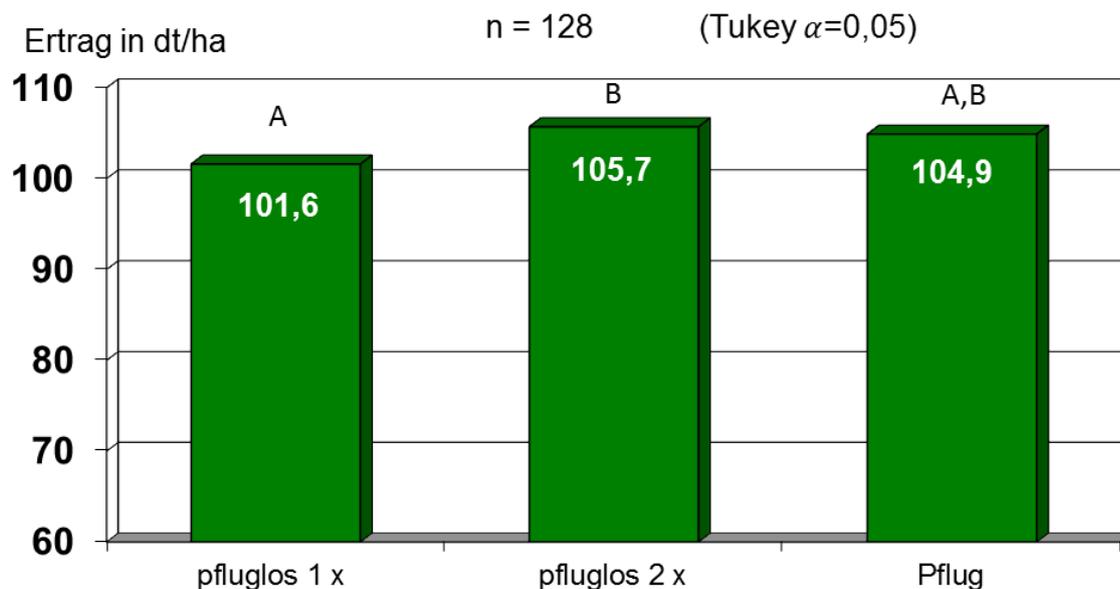


Abbildung 16: Kornerträge Winterweizen nach Vorfrucht Silomais 2011

Kornerträge BB-Varianten Bodenbach (SM)

Mittelwert über alle PS, alle Sorten und alle WR (2012)

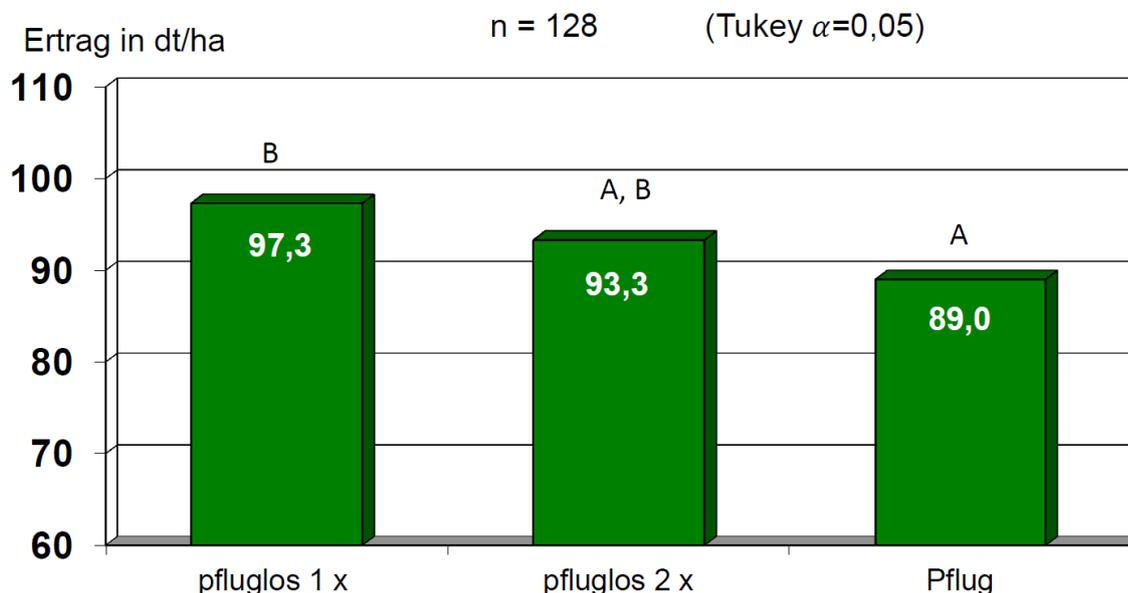


Abbildung 17: Kornerträge Winterweizen nach Vorfrucht Silomais 2012

4.2.4 Kornerträge nach Sorten

Abbildung 18 bis Abbildung 23 stellen die Kornerträge der einzelnen Jahre, zusammengefasst nach verschiedenen Vorfrüchten und nach den verschiedenen Sorten dar.

Kornerträge WW nach Körnermais Sorten (2010)

Standort: Riemsdorf
Bodenbearbeitung: alle
W-Regler: alle
Pflanzenschutz: alle

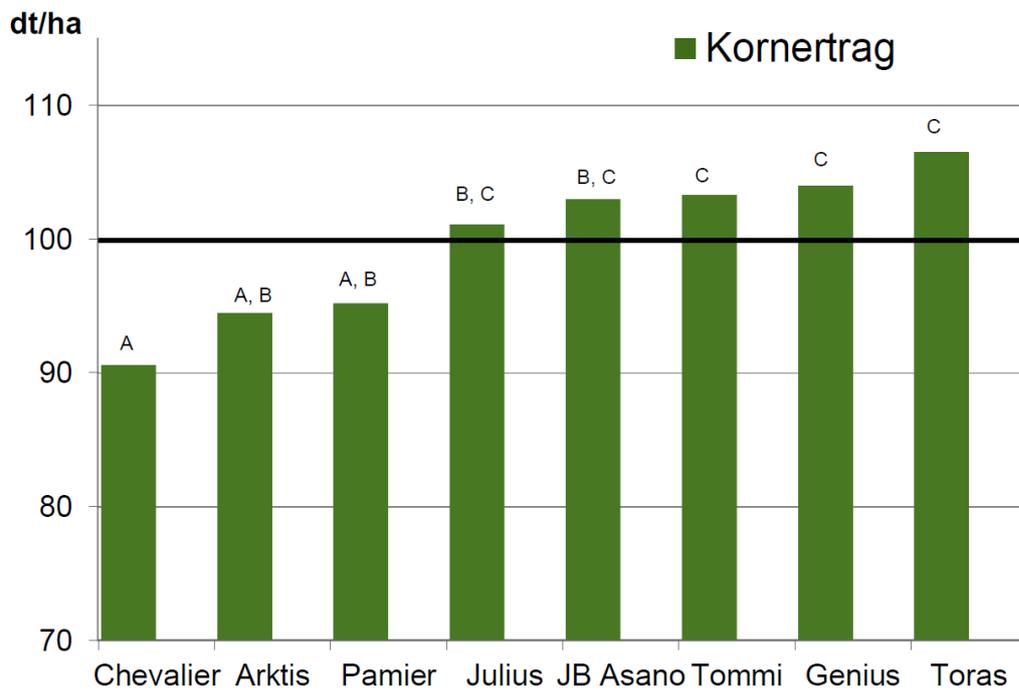


Abbildung 18: Kornerträge verschiedener Winterweizensorten nach Vorfrucht Körnermais 2010

Kornerträge WW nach Körnermais Sorten (2011)

Standort: Riemsdorf
Bodenbearbeitung: alle
W-Regler: alle
Pflanzenschutz: alle

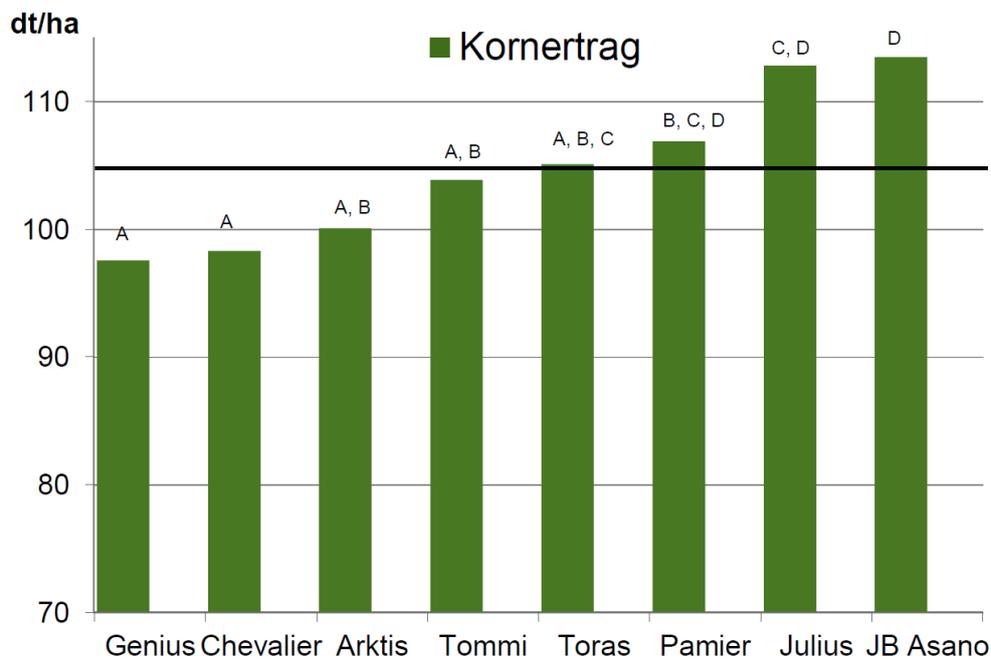


Abbildung 19: Kornerträge verschiedener Winterweizensorten nach Vorfrucht Körnermais 2011

Kornerträge WW nach Körnermais Sorten (2012)

Standort: Riemsdorf
Bodenbearbeitung: alle
W-Regler: alle
Pflanzenschutz: alle

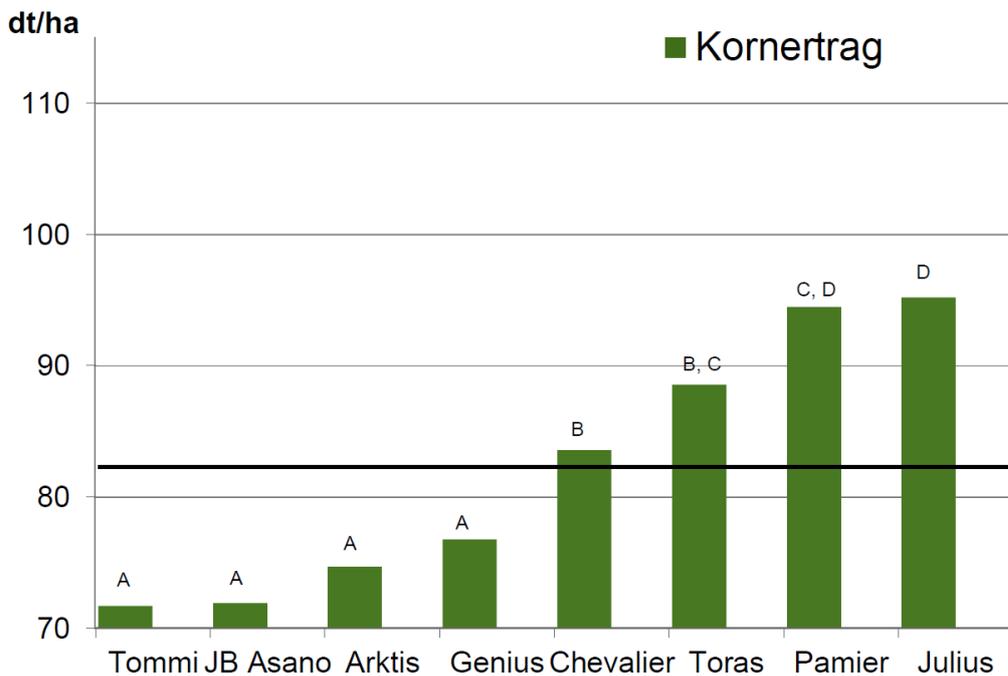


Abbildung 20: Kornerträge verschiedener Winterweizensorten nach Vorfrucht Körnermais 2012

Kornerträge WW nach Silomais Sorten (2010)

Standort: Bodenbach
Bodenbearbeitung: alle
W-Regler: alle
Pflanzenschutz: alle

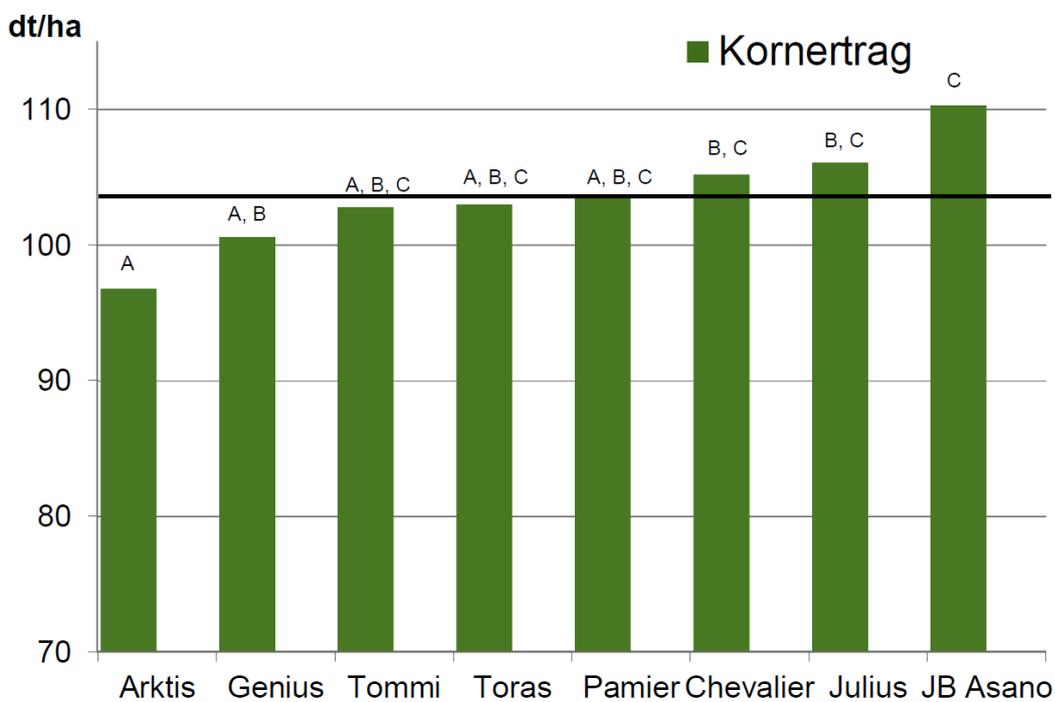


Abbildung 21: Kornerträge verschiedener Winterweizensorten nach Vorfrucht Silomais 2010

Kornerträge WW nach Silomais Sorten (2011)

Standort: Bodenbach
Bodenbearbeitung: alle
W-Regler: alle
Pflanzenschutz: alle

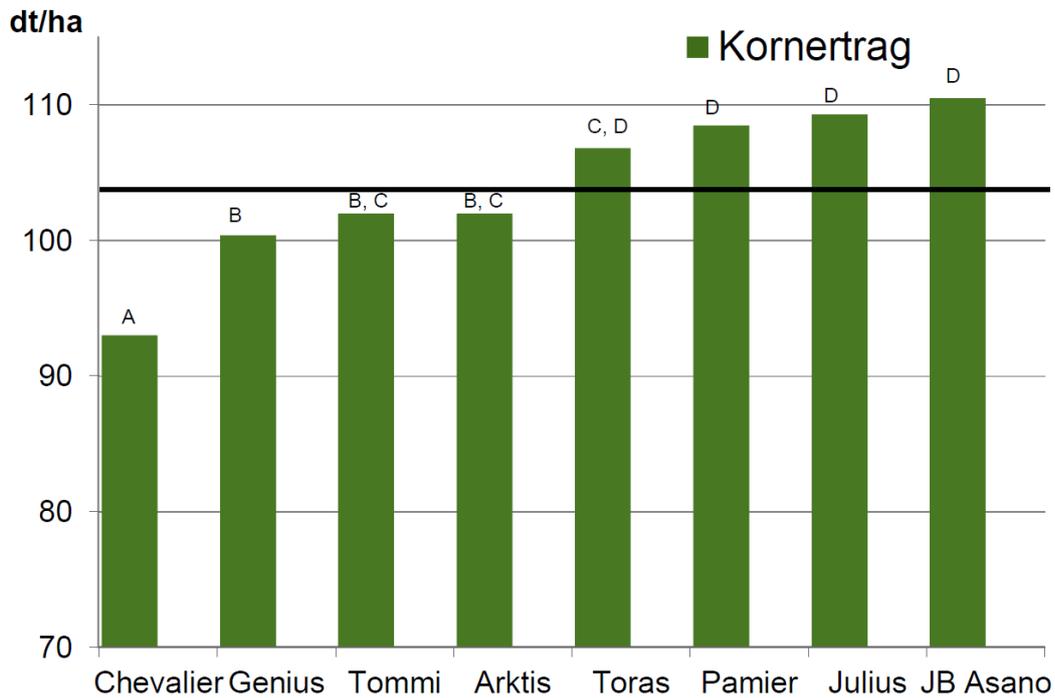


Abbildung 22: Kornerträge verschiedener Winterweizensorten nach Vorfrucht Silomais 2011

Kornerträge WW nach Silomais Sorten (2012)

Standort: Bodenbach
Bodenbearbeitung: alle
W-Regler: alle
Pflanzenschutz: alle

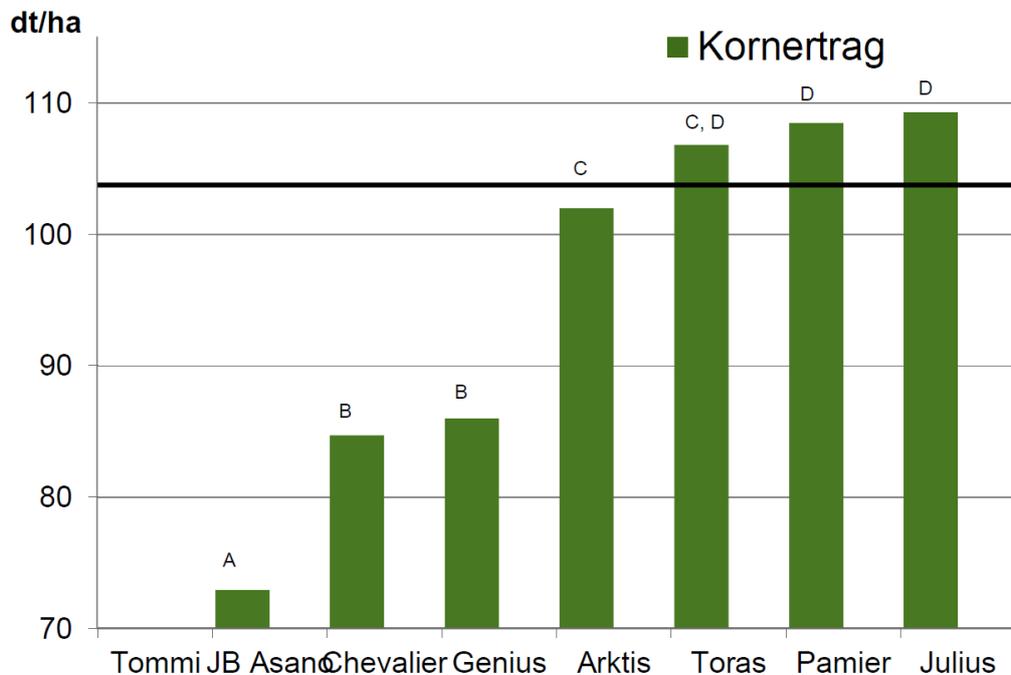


Abbildung 23: Kornerträge verschiedener Winterweizensorten nach Vorfrucht Silomais 2012

4.2.5 Fungizidstrategie

In Abbildung 24 bis Abbildung 27 sind die Wirksamkeiten der verschiedenen Fungizidstrategien in den einzelnen Jahren, zusammengefasst auf die Erträge von Weizen nach **Körnermais**, dargestellt.

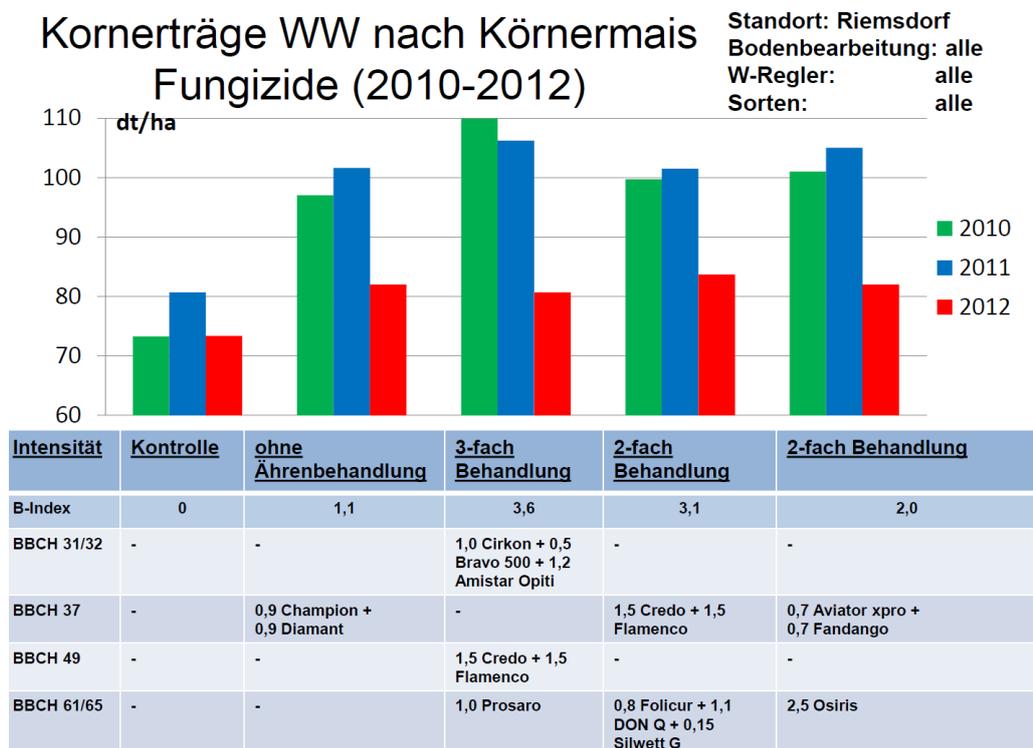


Abbildung 24: Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Körnermais 2010 – 2012 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung)

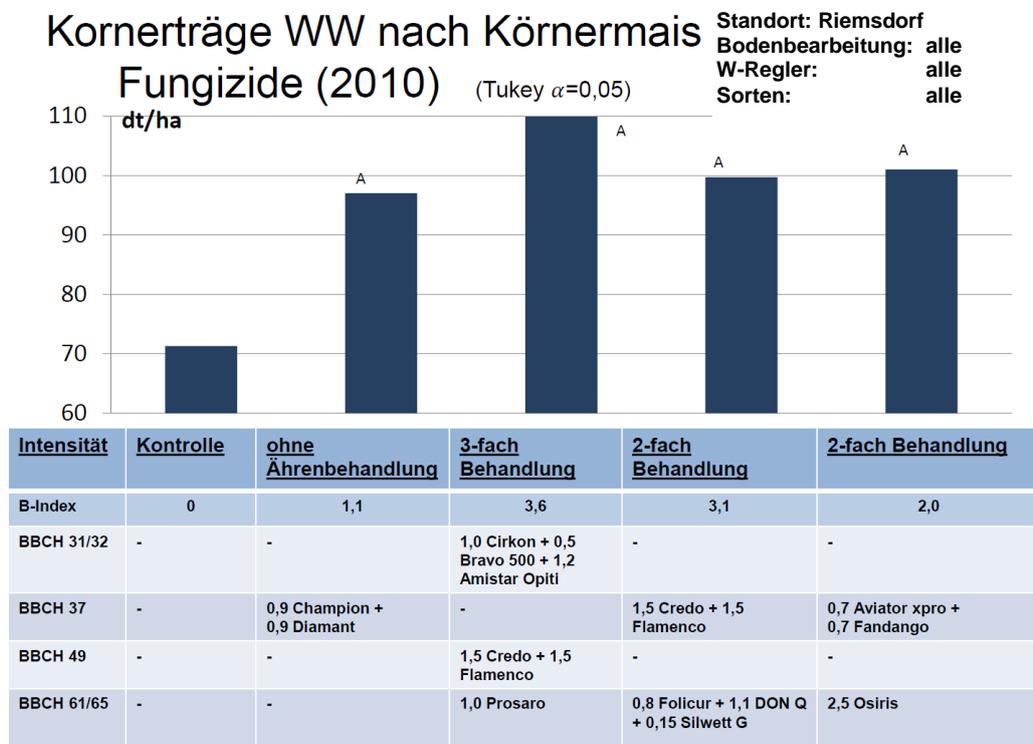
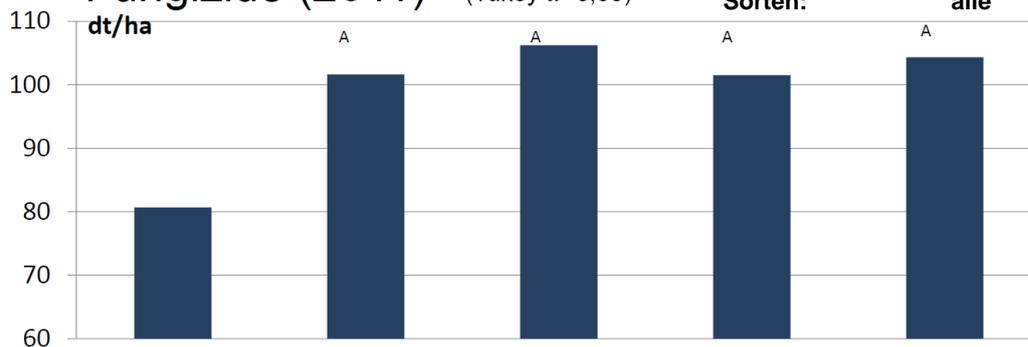


Abbildung 25: Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Körnermais 2010 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung)

Kornerträge WW nach Körnermais

Fungizide (2011) (Tukey $\alpha=0,05$)

Standort: Riemsdorf
Bodenbearbeitung: alle
W-Regler: alle
Sorten: alle



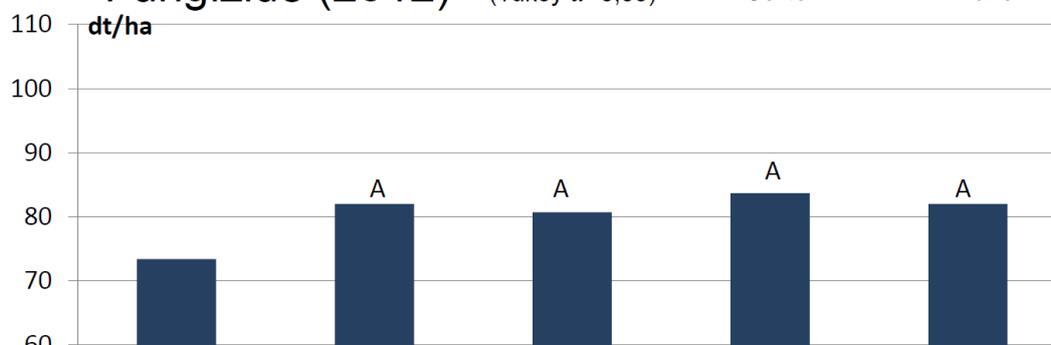
Intensität	Kontrolle	ohne Ährenbehandlung	3-fach Behandlung	2-fach Behandlung	2-fach Behandlung
B-Index	0	1,1	3,6	3,1	2,0
BBCH 31/32	-	-	1,0 Cirkon + 0,5 Bravo 500 + 1,2 Amistar Opiti	-	-
BBCH 37	-	0,9 Champion + 0,9 Diamant	-	1,5 Credo + 1,5 Flamenco	0,7 Aviator xpro + 0,7 Fandango
BBCH 49	-	-	1,5 Credo + 1,5 Flamenco	-	-
BBCH 61/65	-	-	1,0 Prosaro	0,8 Folicur + 1,1 DON Q + 0,15 Silwett G	2,5 Osiris

Abbildung 26: Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Körnermais 2011 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung)

Kornerträge WW nach Körnermais

Fungizide (2012) (Tukey $\alpha=0,05$)

Standort: Riemsdorf
Bodenbearbeitung: alle
W-Regler: alle
Sorten: alle



Intensität	Kontrolle	ohne Ährenbehandlung	3-fach Behandlung	2-fach Behandlung	2-fach Behandlung
B-Index	0	1,1	3,6	3,1	2,0
BBCH 31/32	-	-	1,0 Cirkon + 0,5 Bravo 500 + 1,2 Amistar Opiti	-	-
BBCH 37	-	0,9 Champion + 0,9 Diamant	-	1,5 Credo + 1,5 Flamenco	0,7 Aviator xpro + 0,7 Fandango
BBCH 49	-	-	1,5 Credo + 1,5 Flamenco	-	-
BBCH 61/65	-	-	1,0 Prosaro	0,8 Folicur + 1,1 DON Q + 0,15 Silwett G	2,5 Osiris

Abbildung 27: Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Körnermais 2012 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung)

In Abbildung 28 bis Abbildung 31 sind die Wirksamkeiten der verschiedenen Fungizidstrategien in den einzelnen Jahren und zusammengefasst auf die Erträge von Weizen nach **Silomais** dargestellt.

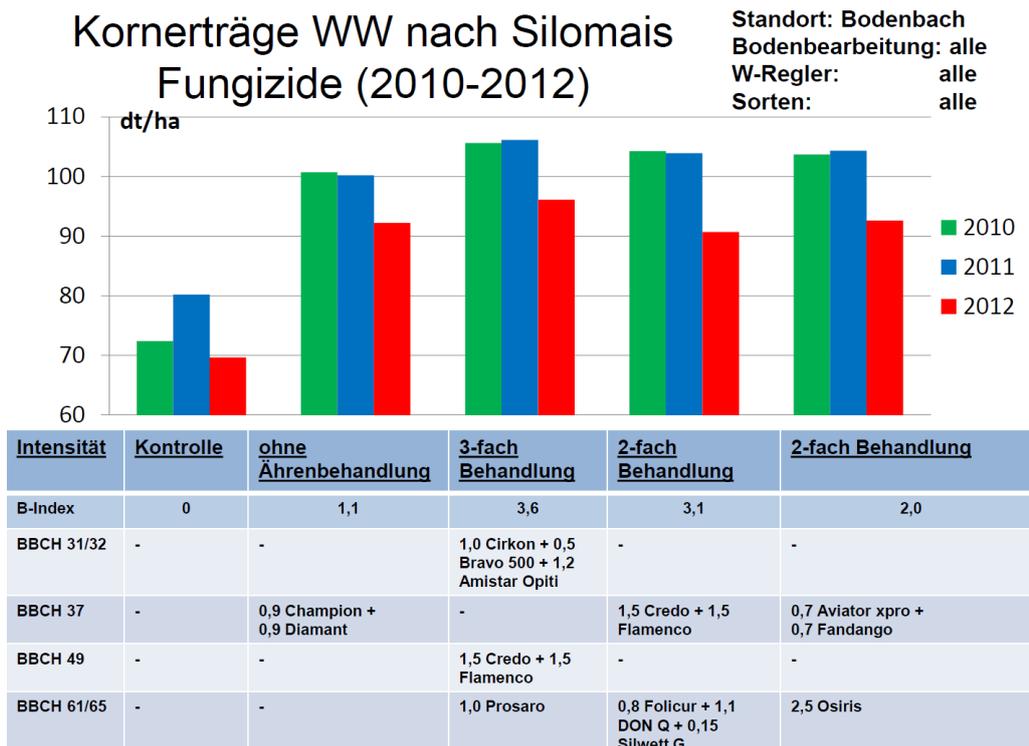


Abbildung 28: Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Silomais 2010 – 2012 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung)

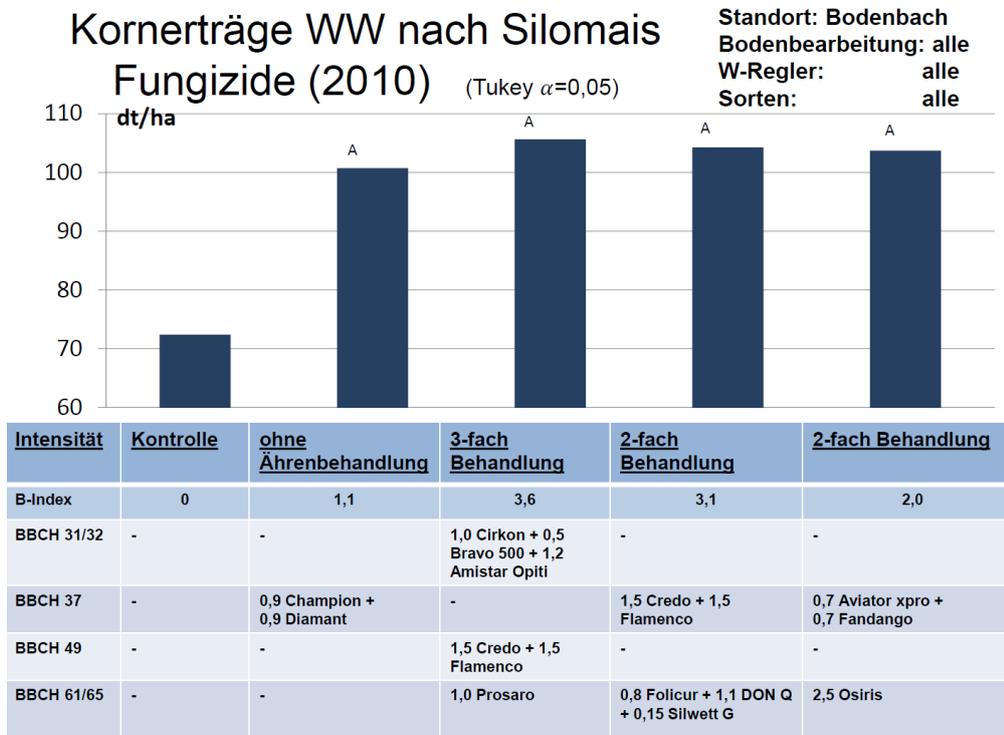
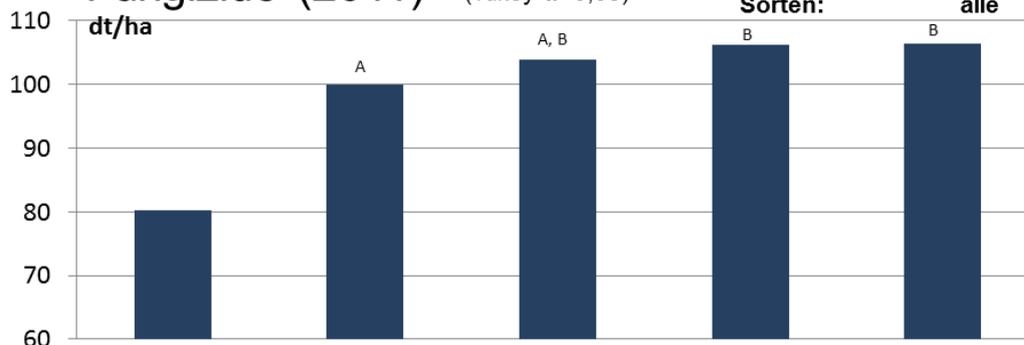


Abbildung 29: Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Silomais 2010 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung)

Kornerträge WW nach Silomais Fungizide (2011) (Tukey $\alpha=0,05$)

Standort: Bodenbach
Bodenbearbeitung: alle
W-Regler: alle
Sorten: alle

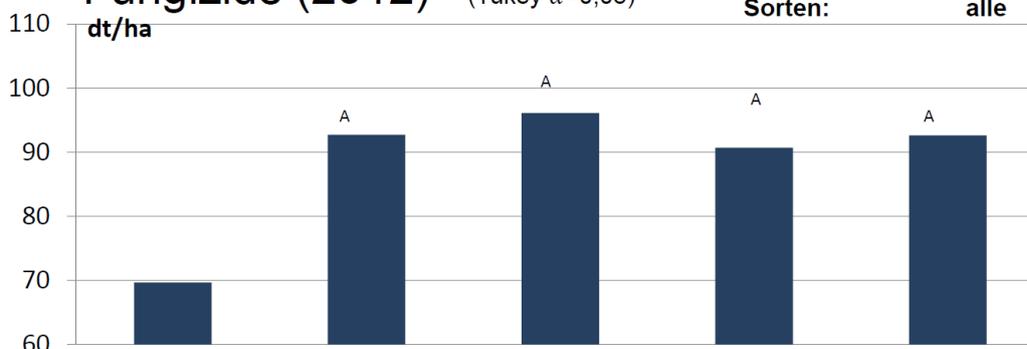


Intensität	Kontrolle	ohne Ährenbehandlung	3-fach Behandlung	2-fach Behandlung	2-fach Behandlung
B-Index	0	2,0	3,7	3,2	2,7
BBCH 31/32	-	-	1,0 Cirkon + 0,5 Bravo 500 + 1,2 Amistar Opiti	-	-
BBCH 37	-	0,9 Champion + 0,9 Diamant	-	1,5 Credo + 1,5 Flamenco	0,7 Aviator xpro + 0,7 Fandango
BBCH 49	-	-	1,5 Credo + 1,5 Flamenco	-	-
BBCH 61/65	-	-	1,0 Prosaro	0,8 Folicur + 1,1 DON Q + 0,15 Silwett G	2,5 Osiris

Abbildung 30: Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Silomais 2011 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung)

Kornerträge WW nach Silomais Fungizide (2012) (Tukey $\alpha=0,05$)

Standort: Bodenbach
Bodenbearbeitung: alle
W-Regler: alle
Sorten: alle



Intensität	Kontrolle	ohne Ährenbehandlung	3-fach Behandlung	2-fach Behandlung	2-fach Behandlung
B-Index	0	1,1	3,6	3,1	2,0
BBCH 31/32	-	-	1,0 Cirkon + 0,5 Bravo 500 + 1,2 Amistar Opiti	-	-
BBCH 37	-	0,9 Champion + 0,9 Diamant	-	1,5 Credo + 1,5 Flamenco	0,7 Aviator xpro + 0,7 Fandango
BBCH 49	-	-	1,5 Credo + 1,5 Flamenco	-	-
BBCH 61/65	-	-	1,0 Prosaro	0,8 Folicur + 1,1 DON Q + 0,15 Silwett G	2,5 Osiris

Abbildung 31: Kornerträge von Winterweizen nach Vorfrucht Silomais 2012 in Abhängigkeit der Fungizidstrategie (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung)

In Abbildung 32 und Abbildung 33 sind die ökonomischen Auswirkungen der einzelnen Fungizidstrategien aufgezeigt.

In der Abbildung 32 ist zu sehen, dass die Einmalbehandlung zwar geringere Kornerträge, aber dennoch die beste Ökonomie des Fungizideinsatzes aufweist. Auf Grund der höheren Fungizidkosten bleiben die anderen Strategien in der Ökonomie tendenziell zurück. Die Kontrolle zeigt nur die Größenordnung des finanziellen Verlustes bei Unterlassung des Fungizideinsatzes auf. Weil die Kontrolle keine Wiederholungen aufweist, ist aber kein direkter Vergleich möglich.

In die kostenbereinigte Marktleistung sind Kornertrag, der Weizenpreis und die Fungizidkosten einbezogen worden. Der Weizenpreis von 20,00 € wurde für alle Versuchsjahre gleich definiert. Im Vergleich der kostenbereinigten Marktleistung beider Standorte fällt die starke Differenzierung in 2012 gegenüber den Vorjahren auf. Zum Zeitpunkt der Entscheidung über die Intensität bei Fungiziden kann über den Kornertrag und den zu erzielenden Verkaufspreis natürlich nur spekuliert werden. Die ökonomische Betrachtung ist immer eine Nachbetrachtung. Bei Weizenpreisen unter 15,00 € würde die Ökonomie bei gleichem Fungizideinsatz völlig neu zu bewerten sein.

In die ökonomische Bewertung der Ergebnisse geht nur die Marktleistung auf Basis der Kornerträge, nicht aber die Marktleistung auf Basis der Kornqualität ein. Die Abzüge in Folge von Qualitätsmängeln (z. B. höhere DON-Gehalte) sind hier nicht in Ansatz gebracht worden. Diese zu bewerten ist sehr komplex und übersteigt den Umfang dieser Arbeit.

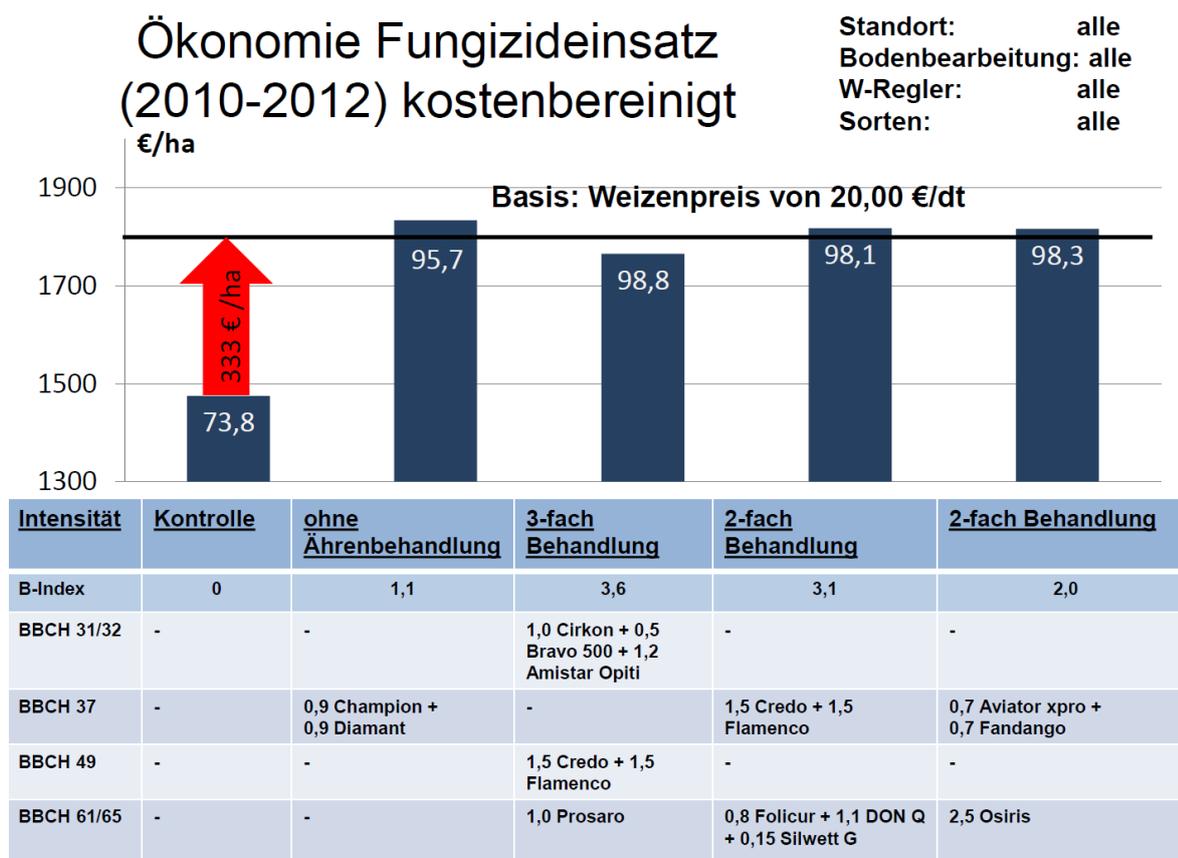


Abbildung 32: Ökonomie Fungizideinsatz (kostenbereinigte Marktleistung in EUR/ha unter Einbeziehung von Kornertrag, Weizenpreis und Fungizidkosten) 2010 – 2012 (unbehandelte Kontrolle ohne Wiederholung)

Ökonomie Fungizideinsatz (2010-2012)

Standort: alle
Bodenbearbeitung: alle
W-Regler: alle
Sorten: alle

Kostenbereinigte Marktleistung in Euro/ha

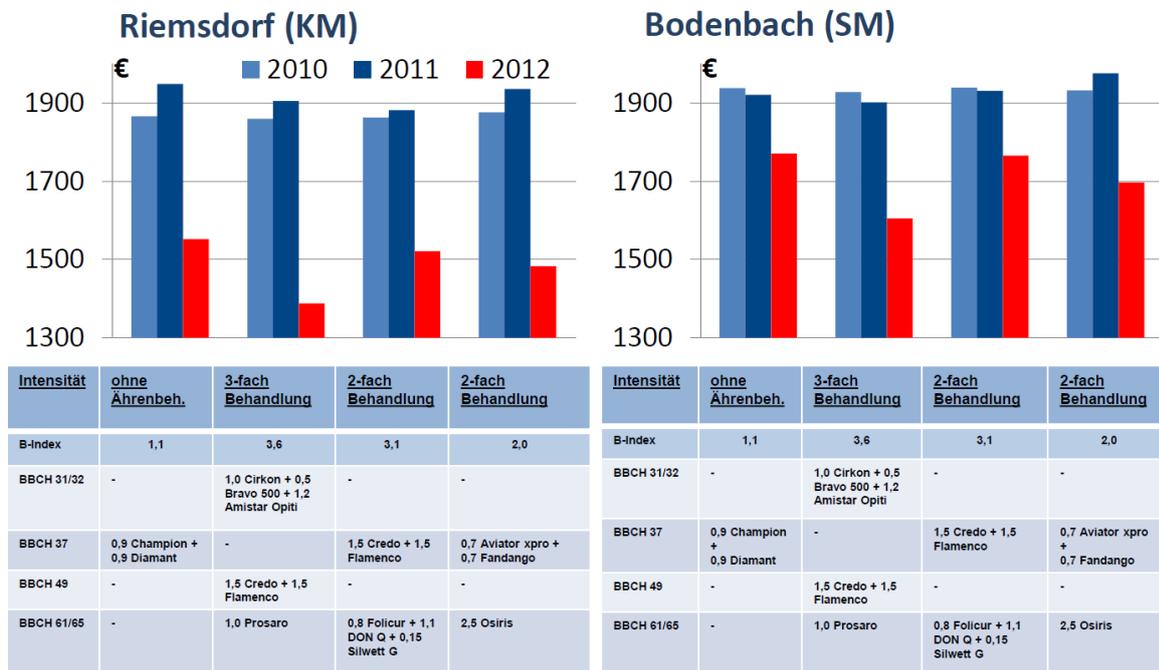


Abbildung 33: Ökonomie Fungizideinsatz (kostenbereinigte Marktleistung in EUR/ha unter Einbeziehung von Kornertrag, Weizenpreis und Fungizidkosten) 2010 – 2012

4.2.6 Mykotoxinuntersuchungen

In den gewonnenen Weizenkornproben konnten trotz des niedrigen Krankheitsdrucks durch Fusarium im Jahr 2010 bei pflugloser Bestellung nach Vorfrucht Silomais in der Variante ohne Ährenbehandlung bei den stärker anfälligen Weizensorten (APS 5) vergleichsweise hohe DON-Konzentrationen auf einzelnen Parzellen festgestellt werden (Abbildung 34). Durch eine Fungizidbehandlung in der Blüte (mit voller Aufwandmenge) konnte der DON-Gehalt bei allen Weizensorten und allen Bearbeitungsvarianten deutlich unter den DON-Grenzwert abgesenkt werden, außer bei der Sorte JB Asano in der Bodenbearbeitungsvariante 1 x Grubber (Abbildung 34).

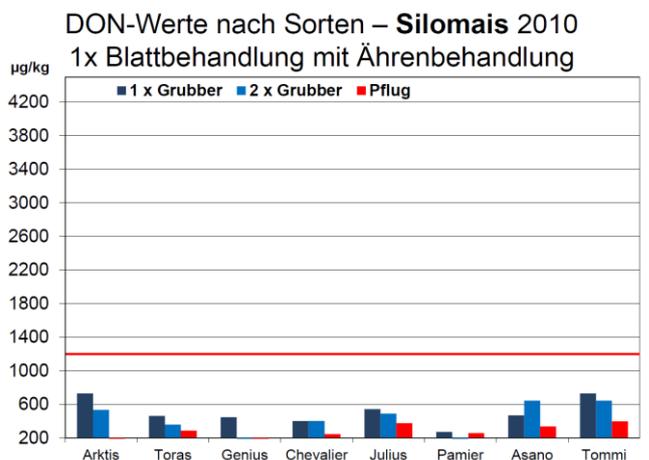
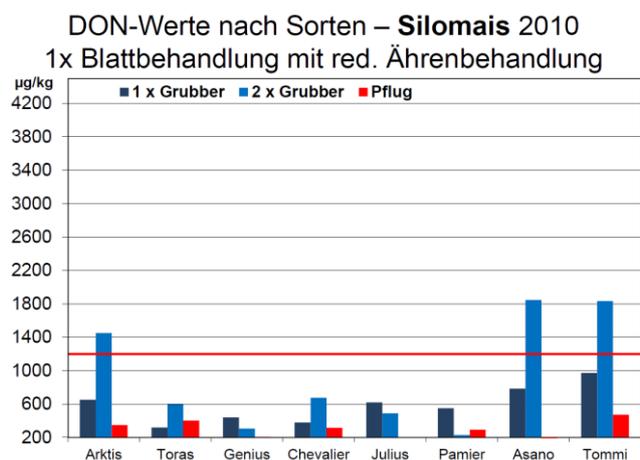
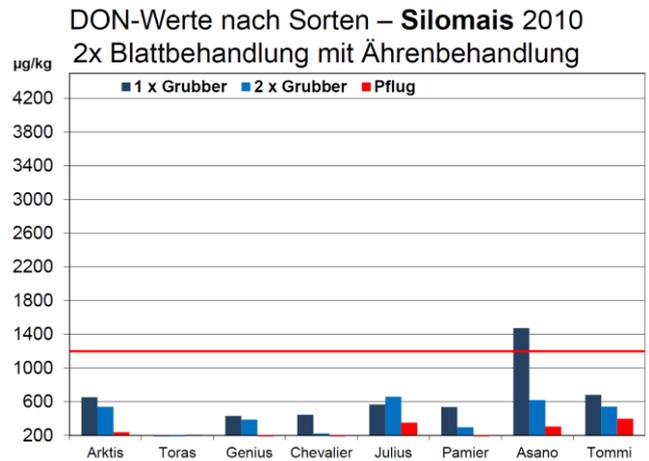
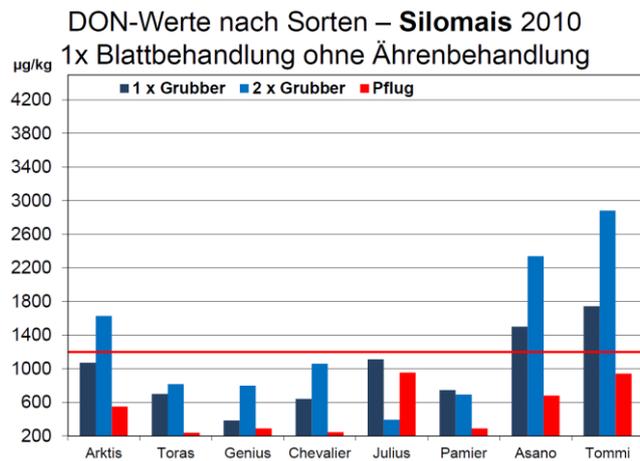


Abbildung 34: DON-Gehalte im Erntegut von Winterweizen nach Sorten und Vorfrucht Silomais 2010 – Bodenbach

Im Jahr 2011 konnten keine statistisch verwertbaren Ergebnisse gewonnen werden. Infektionsbedingungen und Toxinbildung waren auch in der Praxis keine ertrags- und qualitätsbestimmenden Faktoren. In den Laboruntersuchungen konnte das Toxin DON nur in sehr geringen Konzentrationen nachgewiesen werden.

Das Jahr 2012 brachte wiederum relevante DON-Gehalte in Proben sowohl nach Silomais als auch nach Körnermais als Vorfrucht (Abbildung 35 bis Abbildung 37).

Im Falle des Auftretens geeigneter Witterungsbedingungen für die Entwicklung und Ausbreitung von Fusariumsporen sowie für die Ähreninfektion kann von einer leicht, aber stetig ansteigenden Zunahme der Mykotoxinbelastung ausgegangen werden.

Die Abbildung 35 zeigt in der unbehandelten Kontrolle (UK) am Beispiel Silomais über alle Bearbeitungsvarianten am Standort Bodenbach die Mykotoxin-Gehalte für die einzelnen Weizensorten. Für jede Sorte wurden zwei repräsentative Stichproben gezogen. Weil für die UK keine Wiederholungen realisiert werden konnten, stellen die gemessenen DON-Konzentrationen nur einen Vergleichswert dar. Bei Verzicht auf die Ährenbehandlung mit Fungiziden lag bei allen geprüften Weizensorten der DON-Gehalt oberhalb des EU-Grenzwertes für das Mykotoxin DON (entsprechend 1.250 µg DON/kg Weizen [Rohware]).

Abbildung 36 und Abbildung 37 zeigen, dass bei pflugloser Bestellung von Weizen nach der Vorfrucht Silomais (s. Abbildung 36) bzw. Körnermais (s. Abbildung 37) der DON-Gehalt im Weizenkorn durch den Anbau einer gering bzw. weniger fusariumanfälligen Weizensorte (APS 2 bzw. 3) und einer Fungizid-Ährenbehandlung in voller Aufwandmenge unter den EU-DON-Grenzwert gesenkt werden kann. Entscheidend ist zudem die halbkruementiefe Einmischung der vorab gemulchten Maisreste durch eine intensivere nichtwendende Bodenbearbeitung mit dem Grubber (s. Abbildung 36 und Abbildung 37). Die Reduktion der Fungizid-aufwandmenge bei der Ährenbehandlung bewirkt im Vergleich zur vollen Fungizidaufwandmenge einen Anstieg des DON-Gehaltes insbesondere bei pflugloser Bearbeitung in Kombination mit dem Anbau stärker anfälliger Sorten (s. DON-Gehalte nach Silomais 2012; Abbildung 36).

Die Ergebnisse des Versuchsjahres 2012 mit Weizenanbau nach Silomais zeigen, dass in Fusariumbefallsjahren auf gepflügten Flächen beim Anbau stärker fusariumanfälliger Weizensorten (APS 5) ebenfalls der DON-Grenzwert überschritten werden kann (s. Abbildung 36). Im Sinne der Risikominderung sollten deshalb nach der Vorfrucht Mais auch auf gepflügten Flächen hinsichtlich Fusariuminfektion vorsorgend wenig bis mittel anfällige Weizensorten angebaut werden. Die Abbildung 36 zeigt zudem, dass in Infektionsjahren auf gepflügten Flächen nach Maisvorfrucht bei stärker anfälligen Weizensorten eine Ährenbehandlung erfolgen sollte.

DON-Werte nach Sorten – Silomais 2012 ohne Fungizidbehandlung; WR-Stufe 1 (UK)

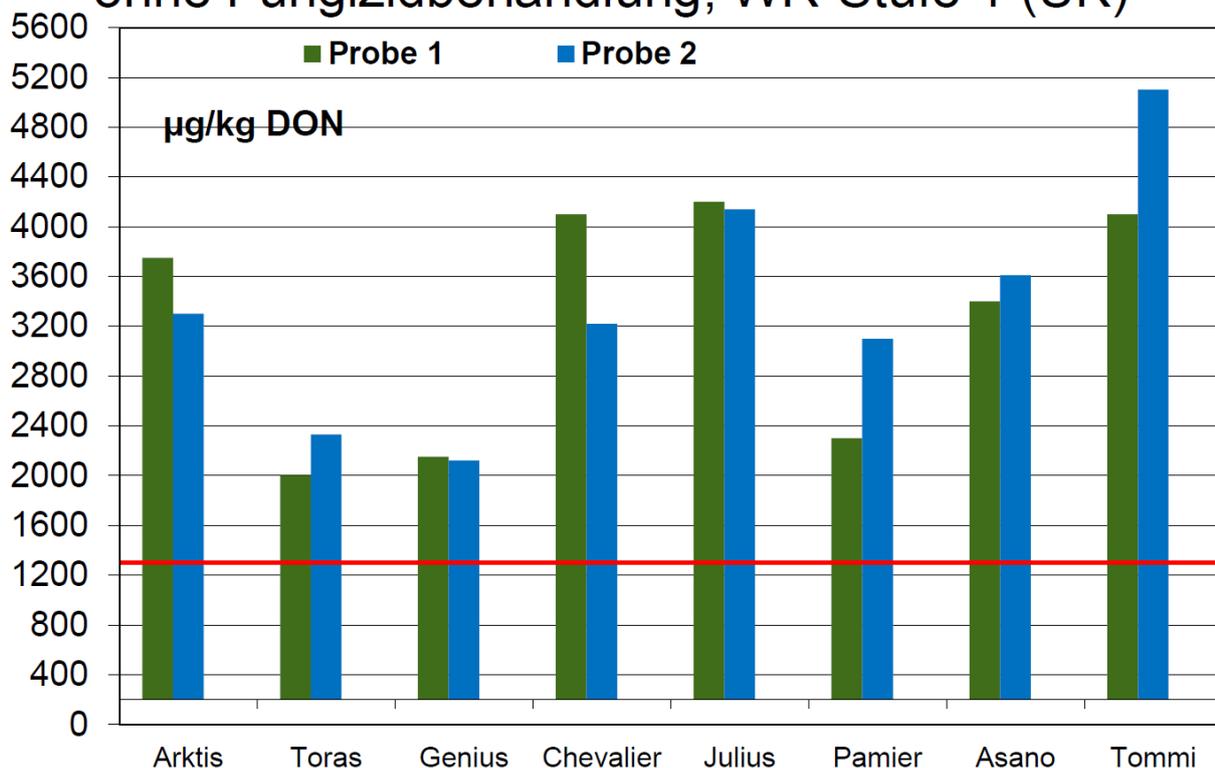


Abbildung 35: DON-Gehalte im Erntegut von Winterweizen bei geprüften Weizensorten nach Vorfrucht Silomais 2012, Standort Bodenbach ohne Fungizideinsatz (rote Linie: EU-DON-Grenzwert in Höhe von 1.250 µg DON/kg Weizen [Rohware])

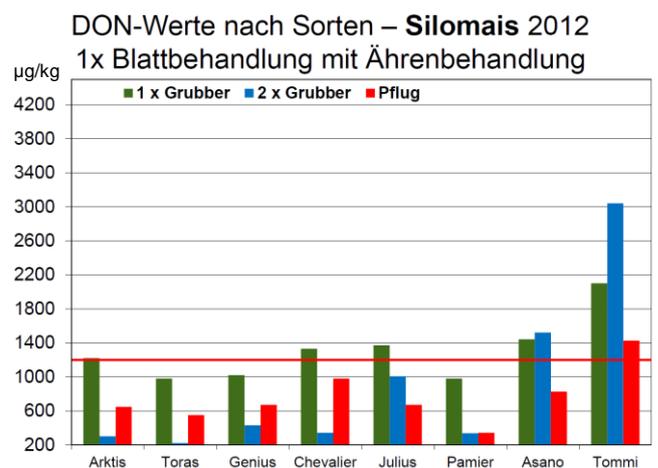
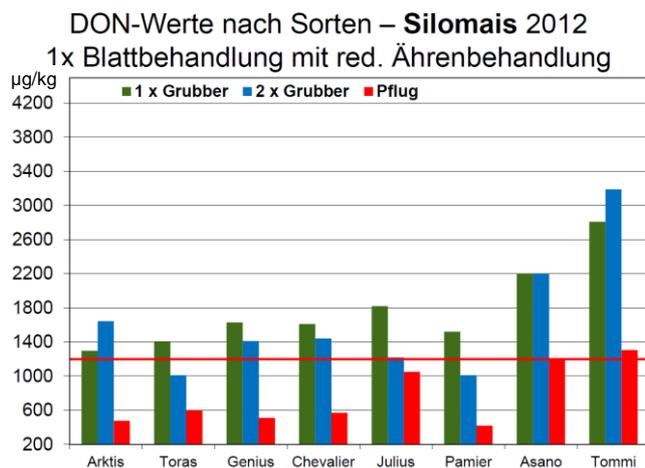
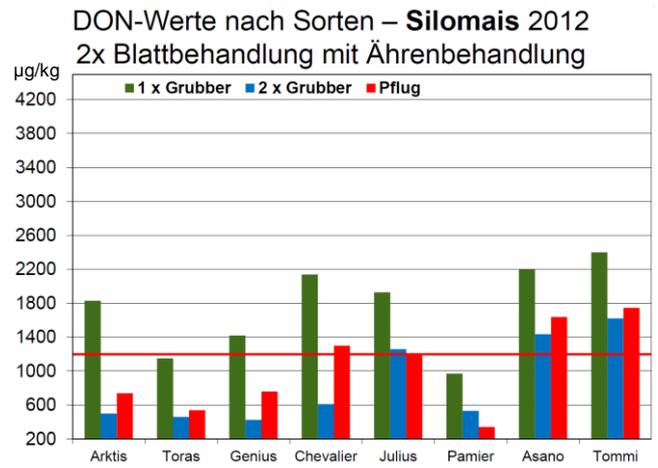
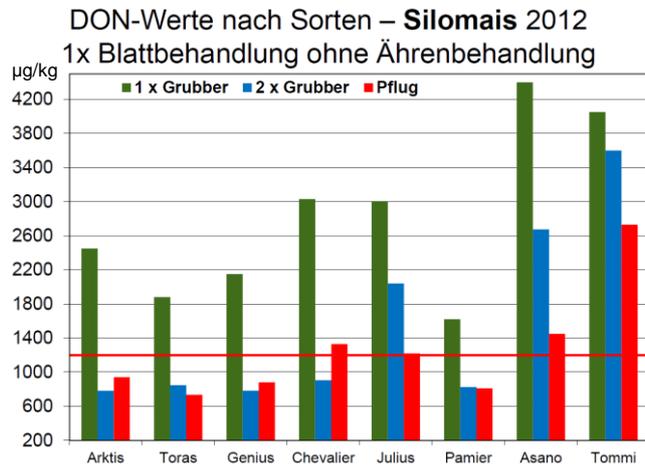


Abbildung 36: DON-Gehalte im Erntegut von Winterweizen bei geprüften Weizensorten nach Vorfrucht Silomais 2012, Standort Bodenbach in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung mit Pflug bzw. Grubber und differenziertem Fungizideinsatz (rote Linie: EU-DON-Grenzwert in Höhe von 1.250 µg DON/kg Weizen [Rohware])

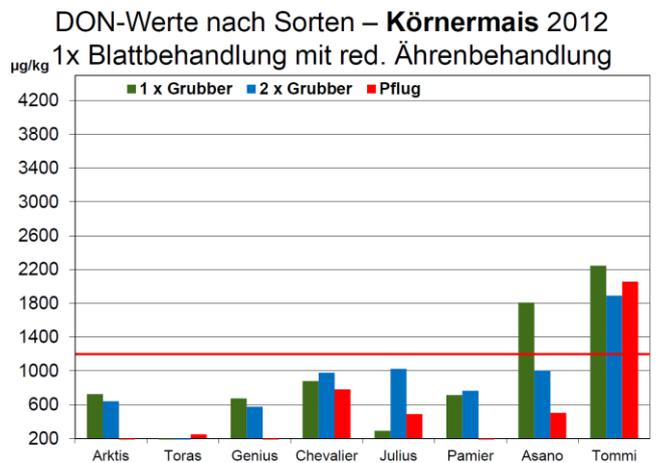
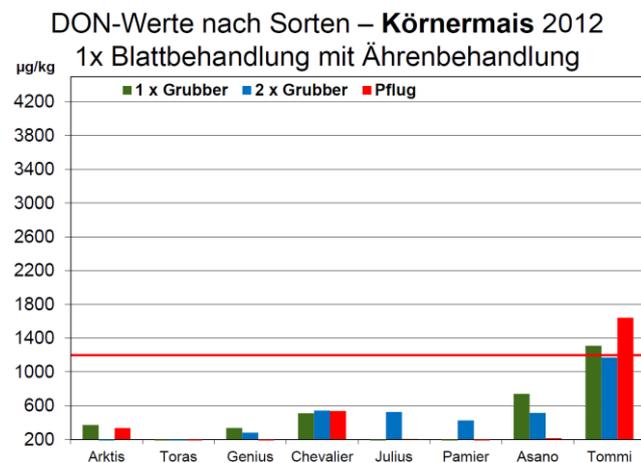
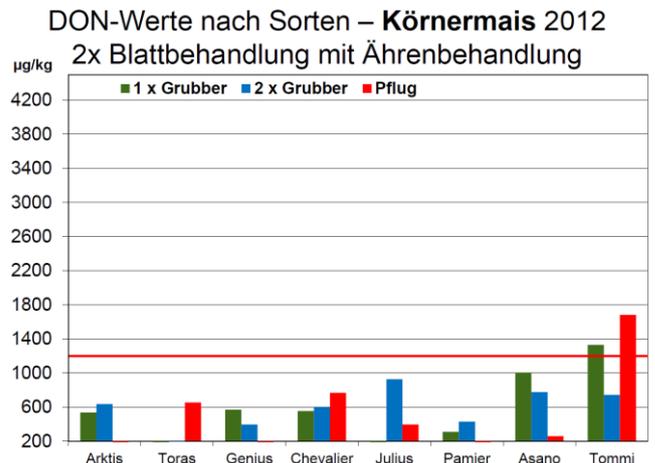
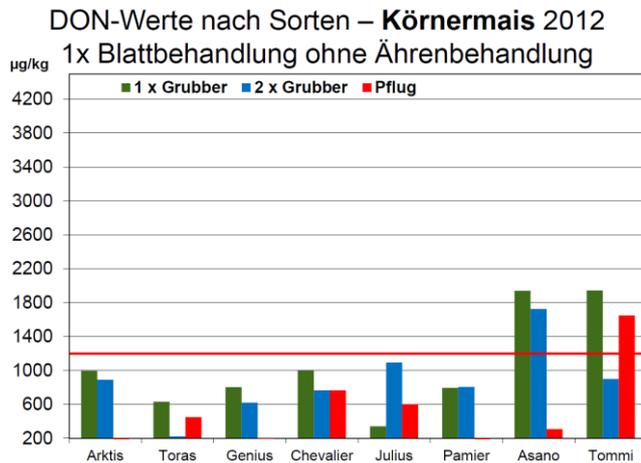


Abbildung 37: DON-Gehalte im Erntegut von Winterweizen bei geprüften Weizensorten nach Vorfrucht Körnermais 2012, Standort Riemsdorf in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung mit Pflug bzw. Grubber und differenziertem Fungizideinsatz (rote Linie: EU-DON-Grenzwert in Höhe von 1.250 µg DON/kg Weizen [Rohware])

4.2.7 Wachstumsregler

Der Wachstumsreglereinsatz wirkt sich direkt auf die Pflanzenlänge aus. Dies wird in der Abbildung 38 deutlich. Hier ist die Ährenhöhe als Maß für die Pflanzenlänge gesamt (Wirkung des Wachstumsreglereinsatzes) im Vergleich zu den gemessenen DON-Gehalten dargestellt. Der Block A zeigt Halmlängen und DON-Gehalte in der reduzierten Wachstumsreglerstufe (DON-Gehalte über den Säulen in µg/kg). Im Vergleich dazu ist die Wirkung der höheren Wachstumsreglerstufe im B-Block deutlich zu sehen. An dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass der Einsatz von Wachstumsreglern zur Halmstabilisierung und nicht zur Halmverkürzung dient.

Ährenhöhe und Wachstumsreglerwirkung, DON Sorte: Arktis Silomais 2010

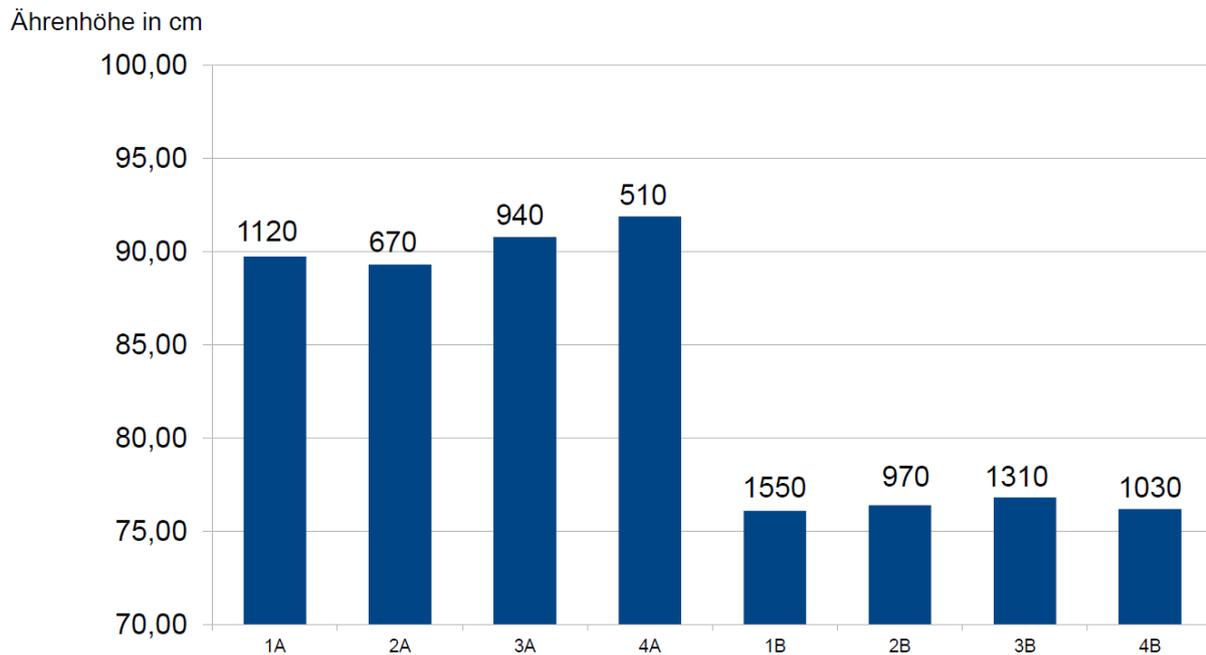


Abbildung 38: Einfluss der Ährenhöhe und des Wachstumsreglereinsatzes auf den Mykotoxingehalt (DON) 2010

Aufgetretenes Lager im Jahr 2010 nach Silomais bei reduziertem Wachstumsreglereinsatz wurde beispielhaft ausgewählt und in Abbildung 39 dargestellt. Die geringe Wachstumsreglerintensität stellt im Vergleich eine betriebsübliche Vorgehensweise dar. Das Jahr 2010 war von starkem Lager in Folge von Starkniederschlägen bei Winterweizen geprägt. Besonders die weit verbreitete Sorte Toras war hiervon betroffen. Die Grafik belegt diese Tatsache. In den Folgejahren waren deutlich geringere Effekte des Wachstumsreglereinsatzes auf Lager zu beobachten. Auf ihre Darstellung wurde deswegen verzichtet.

Lagernde Pflanzen zur Ernte; geringe Dosis WR Silomais 2010, alle Sorten; PS und BB-Varianten

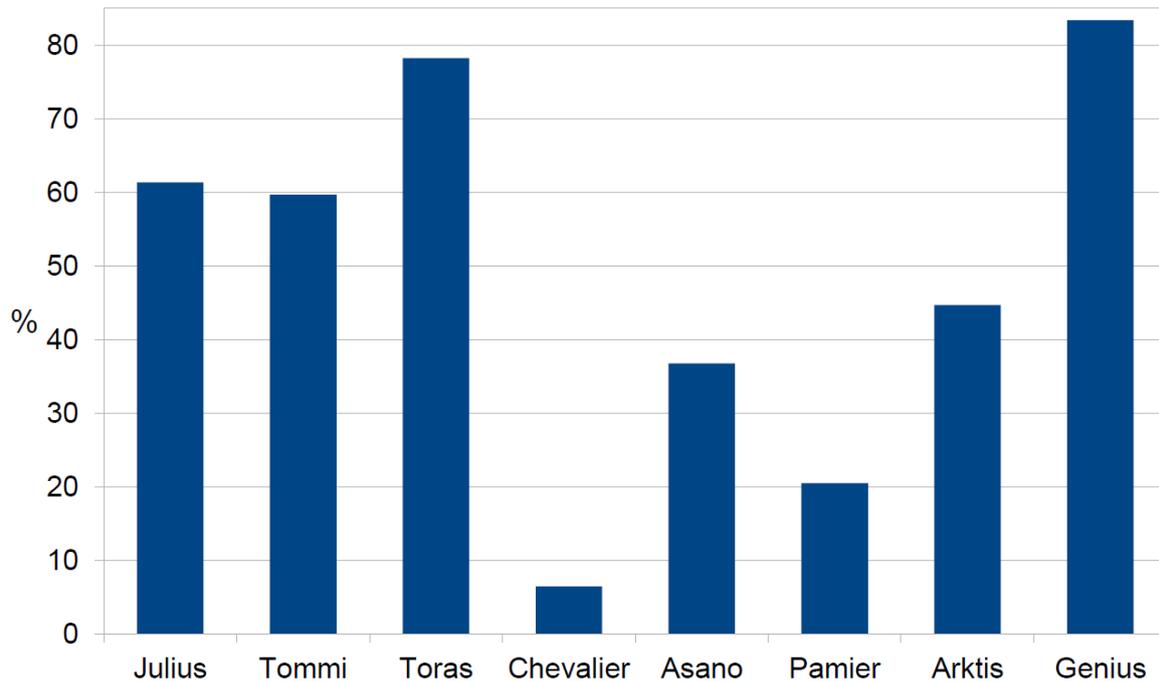


Abbildung 39: Lagernde Pflanzen in Prozent zur Ernte 2010

4.3 Diskussion der Ergebnisse

- Die Kornerträge rangieren in den Versuchsjahren 2010 und 2011 über alle Intensitätsstufen und über alle Sorten auf einem sehr hohen Niveau. Im Erntejahr 2012 lag nach teilweise starken Pflanzenverlusten nach dem Winter im Vergleich der Ertrag etwa 15 % niedriger.
- Die Unterschiede zwischen den BB-Varianten beim Kornertrag sind deutlich geringer als bei den DON-Werten, hier zeigt das Jahr 2012 die stärksten Differenzierungen.
- Ertragsunterschiede zwischen den BB-Varianten sind standort- und jahresbedingt gegeben und abzusichern.
- Zusammenhänge zwischen Wachstumsregler und DON-Belastung konnten 2010 nur tendenziell beobachtet werden. Die Streuung der Werte ließ eine Absicherung nicht zu.
- Die Sorten reagieren in den Jahren 2010 und 2011 nach Ertragspotenzial und Anfälligkeit bei Blattkrankheiten (Septoria, Braunrost).
- Die Ergebnisse aus 2012 differenzieren entsprechend der Winterfestigkeit der Sorten, eine Wechselwirkung von APS Fusarium und Ertrag ist nicht erkennbar. Die Sortenreaktionen auf Pflanzenschutzsinsatz sind 2010 (Septoria) und 2012 (Fusarium) am stärksten ausgeprägt.
- Fungizid-Einmalbehandlungen nach Maisvorfrucht (z. B. nur Blattbehandlung gegen *Septoria tritici*) sind beim Kornertrag ggf. wirtschaftlich, bei der Qualitätssicherung aber nicht vertretbar und daher nicht zu empfehlen.

- Dreifachbehandlungen (hoher Behandlungsindex BI) können tendenziell einen Mehrertrag, jedoch keinen Mehrwert generieren.
- Reduzierte Aufwandmengen bei der Ährenbehandlung bringen bei der Vorfrucht Mais höhere Toxinwerte und sind daher nicht zu empfehlen.
- Ein mittlerer Behandlungsindex, beruhend auf einmaliger Blattfungizidbehandlung und nachfolgender leistungsstarker Ährenbehandlung, führt zu sehr guten Ergebnissen bei der Befallsreduktion und im Kornertrag.

Weitere Beobachtungen

- kein Erosionsereignis auf oder in der Nähe der Versuchsfelder trotz Starkniederschlägen (2010/11)
- Spätverunkrautung in den pfluglos-Parzellen in allen Versuchsjahren zu bonitieren
- Ackerkratzdistel und Windhalm vorherrschend; ausschließlich auf pfluglos bearbeiteten Blöcken
- Bestandesdichte des Weizens zwischen den BB-Varianten etwa gleich, Bestandesarchitektur sehr unterschiedlich, speziell 2010 und 2012
- Aufwüchse aus 2012 mit hoher DON-Belastung wiesen deutlich geringere Keimfähigkeiten auf

4.4 Antworten auf die Versuchsfragen

Mais ist eine hoch wirtschaftliche Kultur mit sehr hohem Zuchtfortschritt. Der Anbauumfang könnte auch ohne weitere Biogasanlagen noch weiter zunehmen. Der Anbau von Weizen nach der Vorfrucht Mais ist keine Extremfruchtfolge; es ist eine sehr weit verbreitete und gängige Praxis. In vielen Betrieben ist die Folge Weizen nach Mais ein wichtiges Fruchtfolgeglied.

Maisbetonte Fruchtfolgen gelten nach wie vor als großer Einflussfaktor auf den Fusariumbefall an Futter- und Nahrungsgetreide (inkl. Mais). Neben geltendem Recht im Verbraucherschutz und bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sind auch die Verordnungen und Richtlinien zum Schutz des Bodens vor Erosion und dem Schutz der Gewässer vor Stoffeintrag zu beachten. Der Qualitätsweizenanbau ist bei angepasster Intensität hoch wirtschaftlich, die Qualitätssicherung wird bei Handel und Verarbeitung immer wichtiger (z. B. EU-Grenzwerte für DON-Gehalte in Nahrungsweizen).

Qualitätsweizenproduktion mit pfluglosen, konservierenden Verfahren nach Maisvorfrucht ist und bleibt ein Risiko für Ertrag und Qualität. Im Besonderen gilt dies für den Kornertrag bei frühem Fusariumbefall der Ähren und die Belastung von Weizen mit DON bei hohem Infektionsdruck während und nach der Blüte.

Befallssituationen für Fusariumpilze sind derzeit schwer zu prognostizieren, die Belastung mit Mykotoxinen ist praktisch nicht vorherzusagen. Eine grundsätzliche Risikovorsorge (im Sinne des allgemeinen Verbraucherschutzes) ist mit einer wendenden Bodenbearbeitung (Pflug) nach Mais gegeben.

Sortenwahl und Pflanzenschutz können als Einzelmaßnahmen bei hohem Befallsdruck in einzelnen Jahren nicht als Gewähr zur Verhinderung belasteter Partien gelten. Dies würde auch erklären, warum die Sorte Toras (Ährenfusarium APS 2) besonders im Jahr 2012 sehr oft zu den beanstandeten Partien zählte.

Die Sorteneinstufung des BSA (APS Fusarium) ist sekundär für den Fall eines hohen Befallsdrucks während und ggf. nach der Blüte. Das „notwendige Maß“ als ein Kernthema im NAP kann nach Pflugverzicht im Einzeljahr mit hohem Fusariumbefallsdruck auf einem höheren Niveau liegen. Hier ist ein Zielkonflikt auszumachen,

der ein grundsätzliches Nachdenken über Ursachen und Wirkungen im Hinblick auf den Verbraucherschutz zwingend erfordert.

In pfluglos-konservierenden Systemen steigt das Risiko für höhere DON-Belastungen z. B. bei pfluglos nach Mais bestelltem Winterweizen. Dem daraus resultierenden Vermarktungsrisiko muss man sich bewusst sein. Hier gilt es, konsequent fusariumbefallsmindernde Maßnahmen zu ergreifen. Hierzu zählen, neben der Fruchtfolgegestaltung, die Rotteförderung von Maisresten durch Mulchen und deren halbkrummentiefe Einmischung z. B. mit einem Grubber, die Aussaat einer wenig fusariumanfälligen Weizensorte sowie eine Fungizidbehandlung mit voller Fungizidaufwandmenge während der Weizenblüte bei befallsfördernden Witterungsbedingungen (s. Abbildung 36 und Abbildung 37). Auf die Fungizidbehandlung während der Weizenblüte bei fusariumbefallsfördernden Witterungsbedingungen kann aus Gründen der Absenkung der DON-Werte unter die gesetzlichen Grenzwerte nicht verzichtet werden. Forderungen nach Reduktion von Pflanzenschutzmittelaufwendungen sind vor diesem Hintergrund von der Praxis kaum zu realisieren. Hieraus resultiert ein grundsätzlicher Interessenskonflikt.

Das Versuchsjahr 2009/2010 war gekennzeichnet durch einen starken Infektionsdruck von aggressiven Erregern am Blattapparat des Weizens (*Septoria tritici* und Braunrost). Das Besondere an dieser Situation war die Tatsache, dass in Sachsen bis zu diesem Zeitpunkt kein derart massiver Befall mit *Septoria tritici* beobachtet werden konnte. Mit Blick auf die Probleme mit Resistenzen bei dieser Pilzkrankheit ist hervorzuheben, dass neue, leistungsstarke Sorten hier sehr stark differenzieren. Diese Beobachtung konnte in den Jahren 2011 und 2012 auf Grund anderer Befallsbedingungen leider nicht fortgesetzt werden.

4.4.1 Bestandesentwicklung

Am Standort Bodenbach (Silomais) konnten sich die Pflanzen bis zum Eintritt der Vegetationsruhe gut entwickeln und zwei bis drei Bestockungstriebe ausbilden. Die Bestände aller Sorten waren über alle Bodenbearbeitungsblöcke gleichmäßig verteilt und entwickelt. Auswinterungsschäden und Bestandeslücken durch Mäusefraß oder Pilzkrankheiten (z. B. Schneeschimmel) waren nicht zu verzeichnen. Angaben zur Bestandesentwicklung können beispielhaft der Tabelle 7 entnommen werden.

Tabelle 7: Bestandesentwicklung 2010 beide Standorte

	Julius	Tommi	Toras	Chevalier	JB Asano	Pamier	Arktis	Genius
Bodenbach								
Keimdichte (je/m ²)	298	302	289	294	277	288	262	315
Ährendichte (je/m ²)	816	667	797	776	710	668	676	741
Riemsdorf								
Keimdichte (je/m ²)	297	320	306	315	330	354	318	346
Ährendichte (je/m ²)	818	739	776	778	743	739	739	708

Bei der Erfassung der Ährendichte wurden über alle Sorten jahrestypisch praxisübliche Werte bonitiert.

Am Versuchsfeld Riemsdorf konnten die Bestände aufgrund der späten Aussaat vor Eintritt der Vegetationsruhe keine Bestockungstriebe anlegen und entwickelten sich bis BBCH 13. Unterstützt durch die kühlen Witterungsbedingungen im Frühjahr konnten die Bestände vor dem Einsetzen des Längenwachstums aufholen und ausreichend Nebentriebe bilden.

Die Bestände stellten sich zu Beginn des Frühjahrs homogen dar, wobei sich die Pflanzen im gepflügten Bodenbearbeitungsblock aufgrund von Verschlämmung der Bodenoberfläche etwas schwächer zeigten.

Entsprechend dem dargestellten Witterungsverlauf konnten Längenwachstum, Ährenentwicklung und Kornfüllung unter weitgehend optimalen Bedingungen ablaufen. Die Kornreife und die anschließenden Erntearbeiten verzögerten sich aufgrund der hohen Niederschlagsmengen im Juli und August.

Es sei darauf verwiesen, dass die meisten am Markt befindlichen Prognosemodelle einen derartigen massiven Befallsverlauf ab Mitte Juni 2010 nicht mehr erfasst haben. In der Praxis wurden viele Betriebe überrascht und konnten mit kurativen Maßnahmen nicht mehr ausreichend kompensieren.

4.4.2 Blattkrankheiten und grüne Blattfläche

Die relevanten Krankheiten wie *Septoria tritici* und Braunrost konnten sich auf Grund optimaler Witterungsbedingungen und tendenziell mittleren bis schwachen Resistenzen der Sorten gut etablieren. Die Wirkungen der einzelnen Fungizidstrategien sind sehr unterschiedlich zu bewerten. Die Wechselwirkungen zwischen Sorteneigenschaften, Resistenzen und Fungizidleistung sind an Hand der Boniturergebnisse gut ablesbar. Alles in allem handelt es sich bei den ermittelten Daten um Schätzwerte. Eine Verrechnung erfolgte nicht.

4.4.3 Kornerträge nach Faktoren

Die Variationsbreite der Parzellenerträge war am Standort Bodenbach (SM) besonders groß: Die Erträge lagen im Bereich zwischen 57,6 und 138,9 dt/ha, der mittlere Parzellenertrag aller Sorten, BB-, Fungizid- und Wachstumsreglervarianten bei 103,5 dt/ha. Durchschnittlich betrug die Abweichung des Einzelparzellenertrags vom Mittelwert (mittlere absolute Abweichung) im Durchschnitt aller Parzellen 9,9 dt/ha.

Im Vergleich dazu gab die Verteilung der Parzellenerträge am Standort Riemsdorf (KM) ein homogeneres Bild. Bei einem mittleren Ertrag von 100,1 dt/ha lag die mittlere absolute Abweichung bei 6,8 dt/ha. Die Parzellenerträge lagen im Bereich von 66,8 und 120,9 dt/ha.

Im Vergleich der Standorte lag das Ertragsniveau in Riemsdorf 3,3 % unter dem von Bodenbach. Die Streuung der Ertragswerte der einzelnen Parzellen war in Bodenbach allerdings wesentlich größer. Während an diesem Standort 68,3 % der Werte im Bereich zwischen 90,3 und 116,7 dt/ha lagen, ist die Spanne der einfachen Standardabweichung in Riemsdorf mit 91,5 und 108,6 dt/ha wesentlich kleiner.

Der Einfluss der Prüffaktoren auf den Kornertrag war bei den früher gesäten Beständen mit Silomaisvorfrucht damit größer als bei später Aussaat mit der Vorfrucht Körnermais.

Auf den Parzellen des hinsichtlich Kornertrag mit APS 8 sehr hoch eingestuftten Julius konnten überdurchschnittlich hohe Erträge gemessen werden (Bodenbach +2,5 % über Ø, Riemsdorf +4,9 % über Ø). Tommi (APS 7) und Toras (APS 6) lieferten am Standort Bodenbach fast durchschnittliche Erträge (-0,8 % unter Ø, -0,6 % unter Ø) und überraschten am Standort Riemsdorf, wo trotz der späten Aussaat höhere Erntemengen als in Bodenbach gemessen wurden (Tommi +3,3 % über Ø). Besonders Toras überzeugte mit den von allen Sorten höchsten Durchschnittserträgen in Riemsdorf (+6,4 % über Ø).

Chevalier konnte sein gutes Ertragspotenzial (APS 7) am Standort Bodenbach bestätigen (+1,6 % über Ø), in Riemsdorf hingegen wurden die niedrigsten mittleren Erträge aller Sorten gemessen (-9,3 % unter Ø).

Die Sorte JB Asano konnte die Einstufung der BSA hinsichtlich Kornertrag (APS 8) bestätigen und realisierte am Standort Bodenbach den höchsten Durchschnittsertrag aller Sorten (+6,5 % über Ø). In Riemsdorf lag JB Asano nur leicht über dem Ertragsmittel aller Sorten (1,3 % über Ø).

Der mit einer Ertragsleistung von APS 6 eingestufte Pamier schnitt in Bodenbach im Vergleich mit den anderen angebauten Sorten durchschnittlich ab (+0,1 % über Ø). In Riemsdorf war die Erntemenge unterdurchschnittlich (-4,9 % unter Ø), was die Einstufung des BSA bestätigt.

Die Sorte Arktis entsprach der relativ niedrigen Einstufung des BSA mit APS 5 hinsichtlich Kornertrag und zeigte an beiden Standorten eine deutlich unterdurchschnittliche Ertragsleistung (Bodenbach -6,6 % unter Ø, Riemsdorf -5,6 % unter Ø). Eine relativ hohe Anfälligkeit gegenüber *Septoria tritici* konnte bei Arktis beobachtet werden, obwohl die (APS 5) Einstufung dies nicht erwarten ließ.

Die Ertragswerte von Genius lagen in Bodenbach unter dem Mittelwert aller Sorten (2,7 % unter Ø), was die Benotung durch die BSA mit APS 5 bestätigte. In Riemsdorf hingegen überraschte der E-Weizen mit einem überdurchschnittlich hohen Ertrag (+3,9 % über Ø), welcher damit hinsichtlich der erreichten Ertragsleistung an dritter Stelle hinter Julius und Toras steht. Eine Eignung für späte Aussaatfenster wäre zu diskutieren.

Bei den mittleren Erträgen der Bodenbearbeitungsblöcke ergaben sich zwischen den Versuchsfeldern erhebliche Unterschiede. Während es am Standort Riemsdorf in Abhängigkeit von der BB nur relativ geringe Ertragsunterschiede zu verzeichnen gab, war die Streuung in Bodenbach größer.

Im Jahr 2010 steigt am Standort Bodenbach mit intensiverer Bodenbearbeitung der Ertrag. Auf dem intensiv bearbeiteten Mulchsaatblock lag der mittlere Ertrag gegenüber der extensiven Variante um 1,2 dt/ha höher, auf der gepflügten Variante sogar um 6,2 dt/ha. Eine abschließende Betrachtung hierzu wird im Anschluss an die Jahresauswertungen vorgenommen.

In Riemsdorf war der Ertrag auf den gepflügten Parzellen am geringsten. Dort fielen die Werte dieser Parzellen um 1,2 dt/ha bzw. 1,26 % niedriger aus als auf den extensiv bearbeiteten Mulchsaatparzellen und um 1,87 dt/ha bzw. 1,9 % niedriger aus als auf der intensiven Variante.

Bei den Standardabweichungen der Erträge auf den Bodenbearbeitungsblöcken zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den Sorten: In Bodenbach waren diese mit Werten zwischen 10,5 dt/ha (gepflügt) und 15,9 dt/ha (einfach pfluglos) im Vergleich zum Standort Riemsdorf relativ hoch, wo Werte zwischen 8,2 dt/ha (einfach pfluglos) und 8,8 dt/ha (gepflügt) auftraten. Diese Ergebnisse sind nicht abzusichern und werden nicht weiter bewertet.

Die nach Fungizidstrategie gemittelte Ertragsleistung aller Sorten, Bodenbearbeitungs- und Wachstumsreglervarianten zeigten an beiden Standorten ein relativ einheitliches Bild: Während die dreistufige Strategie FS 2 am ertragsstärksten abschnitt (Bodenbach +2,5 % ggü. Ø, Riemsdorf +2,6 % ggü. Ø), zeigten sich die mit nur einer Fungizidapplikation behandelten Parzellen der FS 1 am schwächsten (ggü. FS 2 in Bodenbach -5,2 %, in Riemsdorf -5,5 %). Im mittleren Bereich lagen die Zweifachstrategien FS 3 und FS 4: In Bodenbach gab es kaum Ertragsunterschiede zwischen beiden Varianten, in Riemsdorf konnten mit der Strategie FS 4 etwas bessere Erträge (+1,2 % ggü. FS 3) erzielt werden.

Die mittleren Erträge der Bodenbearbeitungsblöcke weisen zwischen den Versuchsfeldern erhebliche Unterschiede auf. Während es am Standort Riemsdorf (KM) in Abhängigkeit von der BB nur relativ geringe Ertrags-

unterschiede zu verzeichnen gab, war die Streuung der Einzelwerte in Bodenbach (SM) größer. Hier konnte auf den gepflügten Parzellen 6,2 dt/ha mehr Ertrag geerntet werden als auf den beiden Mulchsaatvarianten. Eine statistische Absicherung ist aus den genannten Gründen nach Jahresscheiben leider nicht möglich. Auf dem intensiver bearbeiteten Mulchsaatblock lag der mittlere Ertrag gegenüber der extensiven Variante um 1,2 dt/ha höher, eine Absicherung ist aus den genannten Gründen ebenfalls nicht möglich.

In Riemsdorf hingegen fiel der Ertrag auf den gepflügten Parzellen gegenüber den Mulchsaaten leicht ab. Dort fielen die Werte dieser Parzellen um 1,2 dt/ha niedriger aus als auf den extensiv bearbeiteten Mulchsaatparzellen und um 1,9 dt/ha niedriger aus als auf der intensiven Variante.

Die Ursachen für die Unterschiede zwischen Standorten lassen sich für das Erntejahr 2010 nicht eindeutig klären. Die tendenziell höheren Kornerträge in der Pflugvariante am Standort Bodenbach nach Silomais könnten mit einer zeitweilig mittleren bis starken Feldmauspopulation in den pfluglosen Blöcken zusammenhängen. Die Bekämpfung wurde durch die Versuchstechniker sachgerecht durchgeführt und stetig kontrolliert. Unstrittig ist die Tatsache, dass auf den Pflugparzellen kein Schaden durch Feldmäuse zu bonitieren war.

An beiden Versuchsstandorten wiesen Parzellen mit erhöhtem Wachstumsreglereinsatz (WR überzogen) im Mittel höhere Erträge auf als die normalen, praxisüblich behandelten Varianten. In Bodenbach betrug der Mehrertrag 4,0 dt/ha, in Riemsdorf 2,2 dt/ha (+2,3 % ggü. Ø).

Der Einsatz von Wachstumsregulatoren hatte in den Versuchen einen wesentlichen Einfluss auf die Lagerneigung der Bestände. Am Standort Bodenbach lag der Anteil von Lager bei Parzellen mit überzogenem Wachstumsreglereinsatz bei 28 %, in der normalen Variante bei 70 % und damit um den Faktor 2,5 höher.

In Riemsdorf war der Anteil lagernder Bestände auf normal behandelten Parzellen um den Faktor 2,2 höher als bei den überzogen behandelten Varianten (im Mittel 53 % bzw. 24 % Lager). Noch deutlicher wird die Wirkung der Wachstumsregler bei einer genauen Betrachtung der Sortenreaktionen. Es ist davon auszugehen, dass zum Zeitpunkt der Applikation der Wachstumsregler optimale Einsatzbedingungen vorherrschten. Die Einstufung der einzelnen Sorten hinsichtlich der Lagerneigung wurde aus Gründen der Vollständigkeit mit angegeben.

Nach Einstufung des BSA (2009) lassen sich die im Versuch angebauten Sorten hinsichtlich ihrer Anfälligkeit für Lager in drei Gruppen einteilen:

- gering (BSA 3): Chevalier und Pamier
- gering bis mittel (BSA 4): Julius, Tommi und JB Asano
- mittel (BSA 5): Toras, Arktis und Genius

Im Versuch erwiesen sich Chevalier und Pamier an beiden Standorten als vergleichsweise standfest und bestätigten damit die Einstufung des BSA. Auf mittlerem Niveau bewegten sich die Boniturwerte der Sorten JB Asano und Arktis. Bei Julius, Tommi und insbesondere bei Toras wurden dagegen hohe Anteile lagernder Parzellen bonitiert. Genius erreichte am Standort Bodenbach im Sortenvergleich die höchsten Werte für Lager, in Riemsdorf dagegen im mittleren Bereich. Es sei an dieser Stelle nochmals darauf verwiesen, dass die Lagerbonitur am Tag der Ernte durchgeführt wurde. Bereits ab der 2. Junidekade 2011 zogen schwere Gewitter auf und es kam wiederholt zu Starkniederschlagsereignissen. Das daraufhin entstandene Lagergetreide war die Folge mehrerer derartiger Ereignisse. Weitere Faktoren wie Bestandesdichte und N-Nachlieferung aus dem Boden kommen neben den Sorteneigenschaften für die Entstehung dieser Datenstruktur in Frage.

Beim Vergleich der Pflanzenlängen wird der Effekt der WR-Intensität auf das Längenwachstum der Sorten deutlich. Im Versuch erwiesen sich Julius, Tommi und besonders Toras als langstrohig, während Chevalier, JB Asano, Pamier und Arktis etwas kürzer blieben. Der Vergleich der Pflanzenlänge einer Sorte in Abhängigkeit von der Wachstumsreglerintensität zeigt, wie stark diese auf den Wachstumsreglereinsatz reagiert. Die relative Einkürzung der Sorten nach überzogener WR-Intensität im Vergleich zur normalen Intensität ist in Tabelle 8 zu finden. Demnach reagiert Arktis besonders empfindlich auf die WR-Variante mit überhöhten Wirkstoffmengen, während bei Julius und Toras eine eher geringe Einkürzung zu verzeichnen war. Am Standort Riemsdorf wurde über alle Sorten eine tendenziell stärkere Einkürzung erreicht als in Bodenbach.

Tabelle 8: Einfluss des erhöhten Wachstumsreglereinsatzes auf die Pflanzenlänge 2010 in Prozent

	Julius	Tommi	Toras	Chevalier	JB Asano	Pamier	Arktis	Genius
Bodenbach	10,2 %	13,7 %	10,9 %	14,1 %	13,1 %	14,5 %	20,1 %	12,1 %
Riemsdorf	11,6 %	15,1 %	12,2 %	16,3 %	16,4 %	15,6 %	22,7 %	15,0 %

4.4.4 Kornqualität und Mykotoxine

Die nachfolgende Wettergrafik für 2010 (Abbildung 40) zeigt auszugsweise die Witterungsbedingungen zu Beginn und während der Blüte des Weizens. Die Blüte der Weizenbestände lag im Versuchsjahr 2010 an den Standorten Bodenbach und Riemsdorf im Zeitraum vom 5. Juni bis 15. Juni. Je nach Reife der einzelnen Sorten begann bzw. endete das für Ährenfusarium relevante Stadium der Pflanzenentwicklung in diesem Zeitraum.

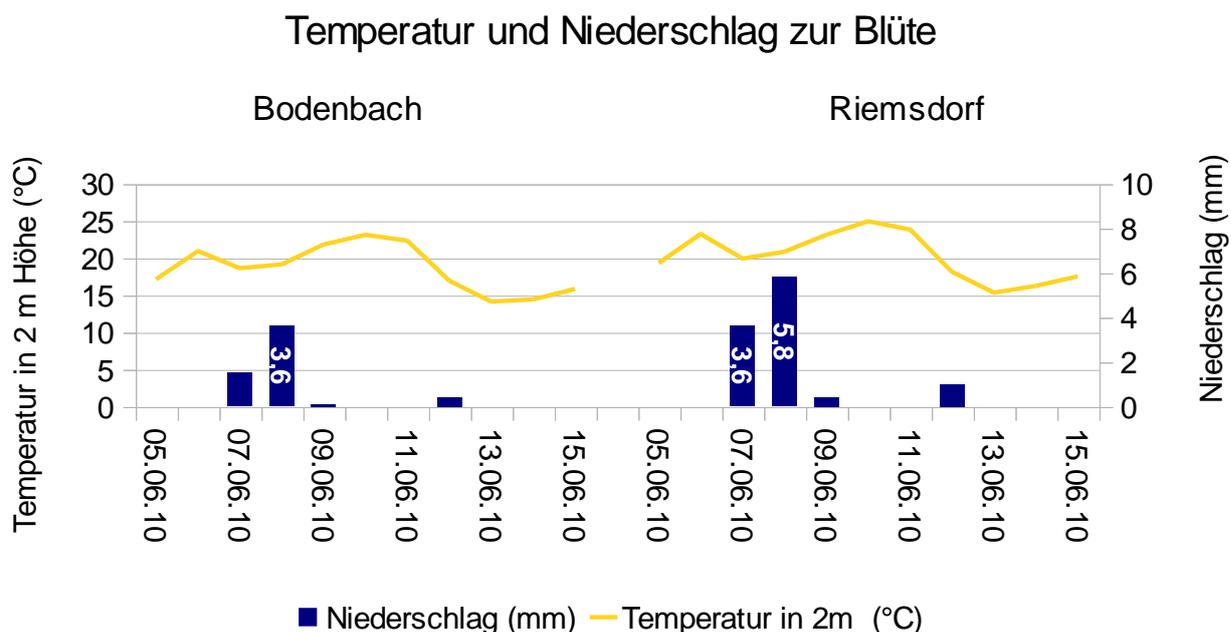


Abbildung 40: Temperatur und Niederschlag zur Blüte 2010 (Bodenbach: LfULG Station Nossen; Riemsdorf: eigene Wetterstation)

Aufgrund der trockenen Witterung und des Ausbleibens von größeren Niederschlägen zur Blüte lagen im Versuchsjahr eher ungeeignete Bedingungen für die Entwicklung und Verbreitung von Fusariumsporen vor. Von der 23. bis zur 26. Kalenderwoche 2010 gab es kaum größere Niederschlagsmengen, welche die Voraussetzungen einer Ähreninfektion mit Fusarium nach OBST & PAUL (1993) erfüllten. Die Niederschläge am 7. und

8. Juni 2010 waren zu gering, als dass die für die Sporenkeimung erforderliche Durchnässung der Pflanzengewebe erreicht werden konnte. Hinzu kam, dass die Bestände aufgrund der Sonneneinstrahlung schnell abtrocknen konnten (LfULG 2010). Infolgedessen waren die im Versuch ermittelten Befallshäufigkeiten und Mykotoxinkonzentrationen relativ gering.

Bei der Analyse der Mykotoxinkonzentration wurde 2010 bei 38 der 384 untersuchten Parzellen des Standorts Bodenbach bzw. bei 35 von 384 Parzellen des Standorts Riemsdorf eine Kontamination mit DON festgestellt. Weil bei fünf der angebauten Sorten keine DON-Konzentrationen nachgewiesen konnten, wurden bei der Berechnung von DON-Mittelwerten ausschließlich die betroffenen Sorten einbezogen. Die Höchstwerte der ermittelten DON-Gehalte betragen in Bodenbach 0,72 mg DON/kg Weizen und in Riemsdorf 1,15 mg/kg. Damit lagen am Standort mit der Vorfrucht Körnermais deutlich höhere DON-Gehalte vor als bei der Vorfrucht Silomais. Der gesetzlich zulässige Höchstwert von 1,25 mg/kg wurde auf keiner der Parzellen erreicht bzw. überschritten.

Während bei den bezüglich Fusariumanfälligkeit gering und gering bis mittel eingestuften Sorten Toras, Pamier, Arktis, Chevalier und Genius keine relevanten DON-Gehalte im Korn nachweisbar waren, trat Befall bei den Sorten Julius und besonders bei JB Asano und Tommi auf. Nach Einstufung des BSA besitzen diese drei Sorten eine mittlere Anfälligkeit (APS 5) für Ährenfusariosen. Trotz der geringen Befallsstärke durch Ährenfusarium im Sommer 2010 lagen die höchsten erreichten Parzellenwerte von DON bei Asano mit 1,07 mg/kg bzw. bei Tommi mit 1,15 mg/kg relativ nah am gesetzlichen Höchstwert von 1,25 mg/kg.

Bei Betrachtung der Sorten in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitungsintensität auf die DON-Mittelwerte ergibt sich ein differenzierteres Bild: Während sich bei Julius und Tommi die Beobachtung bestätigt, dass die DON-Gehalte mit Extensivierung der BBA zunehmen, waren die Werte von DON bei JB Asano in der zweifach bearbeiteten Mulchsaatvariante geringer (Bodenbach 0,050 mg DON/kg, Riemsdorf 0,065 mg DON/kg), die Werte auf dem gepflügten Bodenbearbeitungsblock jedoch im Vergleich dazu mehr als doppelt so hoch (Bodenbach 0,123 mg DON/kg, Riemsdorf 0,148 mg DON/kg).

Aufgrund des geringen Fusariumbefalls und der hohen Standardabweichungen sind die vorliegenden Ergebnisse vorsichtig zu bewerten. Fest steht, dass in den Versuchen trotz des niedrigen Krankheitsdrucks durch Fusarium im Jahr 2010 vergleichsweise hohe DON-Konzentrationen auf einzelnen Parzellen festgestellt werden konnten. Im Falle des Auftretens geeigneter Witterungsbedingungen für die Entwicklung und Ausbreitung von Fusariumsporen sowie für die Ähreninfektion kann von einer leicht, aber stetig ansteigenden Zunahme der Mykotoxinbelastung ausgegangen werden.

Bei der Aussaat von Weizen nach Mais sollte deshalb das Hauptaugenmerk bei der Sortenwahl auf der Einstufung der Anfälligkeit für Ährenfusarium liegen. Wie sich im Versuch zeigte, ist das Risiko von Qualitäts- und Ertragsverlusten bei der Verwendung von APS 5 eingestuften Sorten tendenziell höher. Ebenso zeigte sich deutlich, dass die Extensivierung der Bodenbearbeitung und die damit geringere Einarbeitung und Rotteförderung des Maisstrohs mit einer Zunahme des Fusariumbefalls und der Mykotoxinkonzentrationen einhergehen kann. Durch eine Intensivierung der Bodenbearbeitung, im Versuch durch die wiederholte Überfahrt mit dem Grubber, konnten die DON-Konzentrationen verringert werden.

Die in der Literatur genannten Einflüsse von Sortenwahl und BB bestätigen sich damit in den Versuchsergebnissen.

5 Fazit und Ausblick

Die Kornerträge sind in den Versuchsjahren 2010 und 2011 über alle Intensitätsstufen mit **102,8 dt/ha** über alle Sorten auf einem sehr hohen Niveau. Im Erntejahr 2012 konnte nach teilweise starken Pflanzenverlusten nach Winter im Vergleich zu 2010 und 2011 ein Ertrag von **87,7 dt/ha** erzielt werden. Unterschiede zwischen den Erntejahren wurden statistisch nicht ausgewertet und stellen daher nur einen Trend dar. Unterschiede zwischen der Ertragswirkung der BB-Varianten sind standort- und jahresbedingt gegeben und abzusichern.

Die geprüften Sorten reagieren beim Kornertrag z. T. erheblich auf den Einsatz von Wachstumsreglern.

Zusammenhänge zwischen Wachstumsregler und DON-Gehalten konnten 2010 tendenziell beobachtet werden. Die Streuung der Werte ließ eine Absicherung nicht zu.

Die Sorten reagieren in den Jahren 2010 und 2011 tendenziell nach ihrem Ertragspotenzial und der Anfälligkeit bei Blattkrankheiten; 2012 entsprechend ihrer Winterfestigkeit. Eine Wechselwirkung von APS Fusarium und Ertrag ist nicht erkennbar.

Die Sortenreaktionen auf Pflanzenschutz sind 2010 (Septoria) und 2012 (Fusarium) am stärksten ausgeprägt. Hierzu wurden keine statistischen Berechnungen angestellt.

Im Fungizideinsatz sind Einmalbehandlungen nach Maisvorfrucht beim Kornertrag ggf. wirtschaftlich, bei der Qualitätssicherung aber nicht vertretbar und daher nicht zu empfehlen.

Dreifachbehandlungen mit Fungizid (hoher Behandlungsindex BI) können vielfach einen Mehrertrag, jedoch keinen Mehrwert generieren.

Intensiver Pflanzenschutz ist in der Lage, bei frühen Saatterminen, anfälligen Sorten, hohem Befallsdruck und dichten Beständen (2010) tendenziell Mehrleistungen zu generieren. Der Pflanzenschutz ist in diesem Sinne allerdings kein Selbstzweck und kein Instrument zur Kompensation ackerbaulicher Risiken.

Reduzierte Aufwandmengen bei der Ährenbehandlung bringen bei der Vorfrucht Mais höhere Toxinbelastungen. Dieser Zusammenhang lässt sich statistisch nicht nachweisen, weil der methodische Ansatz keine Verrechnung zulässt. Die Reduktion von DON-Gehalten hat eine direkte Wirkung auf Qualität und damit auf Vermarktungseigenschaften. Diese Wechselwirkung ist jedoch kaum quantifizierbar.

Der Einsatz leistungsstarker Wirkstoffkombinationen im Blattbereich in Form einer Einmalbehandlung in Verbindung mit einer gezielten Absicherung der Ährengesundheit während der Blüte (mittlerer BI) führt zu guten reproduzierbaren Ergebnissen.

Das Versuchsvorhaben verfolgte verschiedene Ziele (siehe Kapitel 2.5).

■ Die untersuchte Risikoindikation Mais-Weizen (Spannungsfeld) wurde in den Versuchsjahren praktisch und sehr anschaulich dargestellt. Eine sichere Erzeugung von Qualitätsweizen ohne Maßnahmen gegen Fusariuminfektion ist unter den gegebenen Bedingungen nicht möglich. Die Managementstrategie bedeutet im Klartext: weniger Bodenbearbeitung muss in Fusariumbefallsjahren mit mehr Pflanzenschutz in Form einer

Blütenbehandlung mit Fungiziden kompensiert werden. Ergänzend dazu ist der Anbau wenig anfälliger Sorten in Verbindung mit der halbkrumentiefen Einmischung gemulchter Maisreste unerlässlich.

- Regionale Sortenempfehlungen können auf Grund der kurzen Projektlaufzeit nur eingeschränkt verallgemeinert werden. Das eingeschränkte Spektrum von acht Sorten ist als Datenbasis zu gering.
- Folgende Beratungsansätze haben sich ergeben: die Intensität der Bestandesüberwachung muss höher werden; Pflanzenschutzintensität ist Teil der Risikovorsorge; schnellere praktische Umsetzung von Erkenntnissen ist notwendig.
- Lösungsansätze zur Risikominimierung:
 - optische Einschätzung vor der Ernte bedeutet grundsätzlich keine Entwarnung
 - Empfehlung: Für eine Vorernteuntersuchung auf Mykotoxine sind fünf bis sieben Tage vor Beginn der Ernte aus allen Etagen des Bestands Ähren zu schneiden.
 - Vermehrungsflächen mit einbeziehen
 - insbesondere Flächen mit hohem Anteil von Mais in der Fruchtfolge beproben
 - Mischproben sorgfältig herstellen; Tagesmuster; Schlagmuster; Mengenumuster
 - Trocknung für Risikopartien besser auf 14 % Feuchte einstellen
- Mit dem Beginn der Arbeit an dem Versuchsvorhaben war das Interesse der Praktiker groß und die Nachfrage nach den Ergebnissen oder Trends stieg Jahr für Jahr. Sowohl die Feldbegehungen als auch die Ergebnisdiskussionen stellen die Aktualität und Wichtigkeit dieser Problematik unter Beweis.

Folgende Antworten können auf die zentralen Fragen gegeben werden:

- Mais ist eine hoch wirtschaftliche Kultur mit sehr hohem Zuchtfortschritt – der Anbau könnte auch ohne weitere Biogasanlagen noch zunehmen.
- Maisbetonte Fruchtfolgen gelten nach wie vor als großer Einflussfaktor auf den Fusariumbefall an Futter- und Nahrungsgetreide (inkl. Mais).
- Neben geltendem Recht im Verbraucherschutz und bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sind auch die Verordnungen und Richtlinien zum Schutz des Bodens vor Erosion und dem Schutz der Gewässer vor Stoffeintrag zu beachten. Auf zahlreichen Standorten in der Lommatzcher Pflege müssen Betriebsleiter ihr Management vorrangig am Boden- und Gewässerschutz ausrichten.
- Qualitätsweizenanbau ist bei angepasster Intensität hoch wirtschaftlich, Qualitätssicherung wird im Handel und in der Verarbeitung immer wichtiger (DON).
- Weizen nach Mais bleibt ein Fruchtfolgeglied mit Risikoindikation.
- Qualitätsweizenproduktion mit pfluglosen bzw. konservierenden Verfahren nach Maisvorfrucht ist ohne entsprechende Gegenmaßnahmen – mit Risiken für Ertrag und Qualität – verbunden.
- Im Besonderen gilt dies für
 - den **Kornertrag** bei frühem Befall der Ähren und
 - die Belastung mit **DON** bei hohem Infektionsdruck.
- Befallssituationen für Fusariumpilze sind derzeit schwer zu prognostizieren, die Belastung mit Mykotoxinen ist praktisch nicht vorherzusagen.
- Mögliche höhere DON-Ausgangslastungen sind in pfluglos-konservierenden Systemen ein Vermarktungsrisiko, dem man sich bewusst sein und durch gezielte fusariumbefallsmindernde Maßnahmen entgegenwirken muss.

- Mulchen und intensive Bodenbearbeitung zur Rotteförderer nach Mais hat sich als „gute fachliche Praxis im Bodenschutz“ bewährt. Jedoch ist auf erosionsgefährdeten Standorten der notwendige Schutz vor Schäden durch Bodenabtrag nur mit dauerhaft konservierender Bodenbearbeitung zu erreichen.
- Sortenwahl und Pflanzenschutz können bei hohem Befallsdruck in einzelnen Jahren als Einzelmaßnahme nicht als Gewähr zur Verhinderung belasteter Partien gelten (Toras).
- Die Sorteneinstufung des BSA (APS Fusarium) ist sekundär für den Fall eines hohen Befallsdrucks während und ggf. nach der Blüte. Dies gilt insbesondere für den Fall, dass keine weiteren befallsmindernden Maßnahmen wie z. B. rotteförderndes Mulchen und halbkrumentiefes Einarbeiten von Maisresten durchgeführt werden.

Bei allen Entscheidungen beim Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln geht es um das „notwendige Maß“ in der Entscheidungsfindung. Der dabei zu Grunde gelegte Status quo ist mit einem z. B. zum Erosionsschutz praktizierten Verzicht auf die wendende Bodenbearbeitung auf einem höheren Risikoniveau angesiedelt. Hieraus resultiert ein höheres Anbau- und Vermarktungsrisiko des Landwirts infolge möglicher höherer Belastungen mit DON oder ggf. anderen Mykotoxinen und Problemen bei der Einhaltung von Grenzwerten – Forderungen nach einer generellen Reduktion von Aufwendungen im chemischen Pflanzenschutz sind aus diesem Grunde in der Praxis kaum zu realisieren. Es besteht ein grundsätzlicher Interessenskonflikt. Der mögliche Wegfall von Wirkstoffen (Glyphosat, Azole) wird den Konflikt verschärfen und eine radikale Umstellung der Bewirtschaftungssysteme erfordern. Dem kann der Landwirt durch die konsequente Anwendung acker- und pflanzenbaulicher Maßnahmen in Form einer vielfältigen Fruchtfolge, rottefördernden Maßnahmen, Sortenwahl und ggf. mechanischer Unkrautbekämpfung begegnen.

Die Praktiker haben trotz einiger Rückschläge in den vergangenen Jahren bei der Anwendung pfluglos-konservierender Bestellverfahren ein hohes Niveau erreicht. Zu einigen produktionstechnischen Fragen wurde entsprechendes Wissen generiert und umgesetzt. Viele Fragen bleiben allerdings offen oder stellen sich in unterschiedlichen Konstellationen immer wieder neu.

Bei allem Fortschritt in der Produktionstechnik sind den Möglichkeiten einer gezielten und sicheren Risikoabwehr Grenzen gesetzt. Der Landwirt steht hier im Kreuzfeuer und muss selbst hinsichtlich der von ihm zu ergreifenden Maßnahmen gegen Fusariuminfektionen entscheiden.

Viele Fragen bleiben auch nach der Arbeit an diesem Projekt nicht ausreichend beantwortet. Hier sind kontinuierliche und begleitende Anwendungsforschung und Beratung nötig. Bei veränderten Umweltbedingungen und Produktionssystemen ist eine Kontinuität in der Betrachtung und Analyse der Faktoren und deren Wechselwirkungen dringend erforderlich. Ein Wegfall von Wirkstoffen oder Bausteinen würde ein radikales Umstellen der Bewirtschaftungssysteme in kurzer Zeit nach sich ziehen.

Die Brisanz und Komplexität der Fusariumerreger und die Folgen einer Infektion wurden auch in der Ernte 2013 wieder deutlich. In bisher nicht gekannter Häufigkeit und Befallsstärke wurden auch Wintergerste und Winterroggen befallen und ganze Partien durchseucht. Es ist zu befürchten, dass die Probleme der Pflanzengesundheit bei dauerhaft pfluglosen Ackerbausystemen schnell auch zu einer Diskussion außerhalb der fachlichen Ebene führen können.

Literaturverzeichnis

- Agrarmetrelogisches Messnetz Sachsen (2012): Wetter Nossen. Abgerufen am 27. September 2012 von <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/Wetter09/asp/inhalt.asp?seite=twerte&S=S013&R=R0>
- Autoren der Landesämter (2012): Hinweise zum Sachkundigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in Ackerbau und Grünland 2012, Informationen der Pflanzenschutzdienste der Länder Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Kalbe: Grafisches Centrum Cuno GmbH & Co Kg.
- BayWa AG (2011): Pflanzenschutz-Preisliste 2011. München: BayWa Agrar.
- BENKER, M. & RÖHLING, D. (2012): Ratgeber Pflanzenbau und Pflanzenschutz (17. Aufl.). (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Hrsg.) Bonn: Köllen Druck & Verlag GmbH.
- BISCHOFF, J. (2006): Kopflastige Krume. Neue Landwirtschaft, 6, 37-39. Abgerufen am 4. November 2015: <http://www.llg.sachsen-anhalt.de/themen/acker-und-pflanzenbau/fruchtfolge-und-bodenfruchtbarkeit/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-2006/?&q=Kopflastige+Krume>.
- BISCHOFF, J. (August 2002): Weizen ohne Pflug. Neue Landwirtschaft, S. 26-28.
- BÖRNER, H. (2009): Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Berlin: Springer-Verlag.
- BRUNOTTE, J. (2005): Bewertung von neuen Systemen der Bodenbewirtschaftung in erweiterten Fruchtfolgen mit Körnererbsen und Körnerleguminosen. Abgerufen am 09. September 2012 von http://www.ufop.de/files/4013/3922/7381/Verbundprojekt_Soest.pdf
- Bundessortenamt (2011): Beschreibenden Sortenliste 2011. Hannover: Deutscher Landwirtschaftsverlag.
- BURONG, Z. (1993): Auswirkungen konservierender Bodenbearbeitung auf die Nährstoffverlagerung und einige bodenphysikalische und pflanzenbauliche Parameter. Dissertation. Universität Hohenheim & Institut für Pflanzenbau.
- DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND, K. & KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- dlz-Agrarmagazin (Hrsg.). (2008): Elegant drillen. Abgerufen am 10. Oktober 2012 von <http://info.amazone.de/DisplayInfo.aspx?id=9443>
- EBERMANN, P. (2007): Auswirkung verschiedener Bodenbearbeitungssysteme und Sätechniken auf die Pflanzenentwicklung von Winterweizen im Leipziger Lößgebiet. Diplomarbeit. HTW Dresden.
- ELLNER, F. (2006). Einfluss von Fungiziden auf die Mykotoxinproduktion in Weizen – ein Kurzfassende der Arbeiten am Institut. Abgerufen am 17. September 2012 von http://www.ulmer.de/Artikel.dll/nb-0206-ellner_MjknZgy.PDF
- EPPERLEIN, J. (2008): Sparen mit System Conservation Agriculture - mehr als nur Pflugverzicht. Neue Landwirtschaft (12), S. 38-39.
- ESTLER, M. & KNITTEL, H. (1995): Praktische Bodenbearbeitung - Grundlagen, Gerätetechnik, Verfahren. Bewertung (2. Aufl.). Stuttgart: Ulmer Eugen Verlag.
- EWERT, K.; KAHL, D.; SCHÜFFLER, K.; GANZE, M. & MARING, E. (2012): Versuchsbericht-Pflanzenschutz-Versuche (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Herausgeber)
- FÖRSTER, F. (2012): Akzeptable Erträge. Bauern Zeitung (Woche 38), S. 8.
- FRIEDRICH, T.; KIENZLE, J.; EPPERLEIN, J. & BASCH, G. (2008): Konservierende Bodenbearbeitung in Schonende Bodenbearbeitung-Systemlösungen für Profis. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- GARBE, V.; BARTELS, G. & SCHÖBER-BUTIN, B. (1999): Farbatlas Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
- HANUS, H.; HEYLAND, K. & KELLER, R. (2008): Getreide und Futtergräser - Handbuch des Pflanzenbaues 2. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
- HEEGE, H. (1978): Getreidebestellung aktuell. Frankfurt am Main: DLG Verlag.
- HERTZSCH, T. (2012): Sortenkatalog Herbst 2012. Chemnitz: Druckspecht Chemnitz.

- HEITEFUSS, R. (1999): Pflanzenschutz - Grundlagen der praktischen Phytomedizin (3. Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- HOFFMANN, G. M. & SCHMUTTERER, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- KÖLLER, K. & LINKE, C. (2001): Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- KREITMAYR, J. & MAYR, K. (2005): Versuchsergebnisse aus Bayern 2005. Abgerufen am 12. September 2012 von <http://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/vb/bericht?nr=29813>
- KREY, F. (2009): Wirtschaftlichkeit verschiedener Bodenbearbeitungssysteme unter besonderer Berücksichtigung der Direktsaat. Diplomarbeit . HTW Dresden - Pillnitz.
- KÜBLER, E. (1994): Weizenanbau. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2009). Klimawandel und Ertragsleistung. Schriftenreihe, Heft 28/2009; Abgerufen am 29. September 2012 von <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15037>
- Landesanstalt für Landwirtschaft (2011): Integrierter Pflanzenbau (52. Jahrgang). Deggendorf: Eigenverlag LfL.
- Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2012): Verein für Konservierende Bodenbearbeitung Sachsen e. V. Abgerufen am 7. Oktober 2012 von <http://kbd-sachsen.de/konservierende-bodenbearbeitung/konservierende-bodenbearbeitung.html> und <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/8120.htm?>
- LEMKEN (2012): Doppelscheibenschare. Abgerufen am 02. Oktober 2012 von <http://lemken.com/produkte/aussaat/doppelscheibenschare/>
- MÖBIUS, J. (2010): Dauerthema Intensität. Neue Landwirtschaft (2), S. 54-56.
- OBST, A. & GEHRING, K. (2002): Getreide - Krankheiten, Schädlinge, Unkräuter. Bonn: Verlag Th. Mann.
- PAUL, R.; ZORN, W.; GÖTZ, R.; BLÖDNER, M.; MARRE, G. & KRÖCKEL, A. (2011): Vergleich von Bodenbearbeitungsverfahren mit und ohne Pflug. (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Herausgeber) Abgerufen am 14. September 2012 von <http://www.tll.de/ainfo/pdf/bodv0712.pdf>
- PAUL, R. (2009): Strategien und Ergebnisse zu ausgewählten Varianten der Bodenbearbeitung auf Lößstandorten (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Herausgeber) Vortrag, Bodenschutztag 2009, LPVG Buttstedt.
- RUMP, B. (2002): Untersuchungen zur Bestimmung der Arbeitsqualität von Scheibenscharen für die Direktsaat. Dissertation . Universität Hohenheim.
- SACHER, M.; BÖHME, M. & HAASE, D. (2012): Sortenempfehlungen Winterweizen 2012. (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Hrsg.) Nossen: Eigenverlag.
- SCHLÜTER, K. & KROPF, U. (2011): Lindenhof Aktuell. Abgerufen am 01. September 2012 von http://www.fh-kiel.de/fileadmin/data/landbau/Berichte_Versuchsfeld/Aktuelles_18.11.2011.pdf
- SOMMER, C. (1989): Pflanzenproduktion im Wandel. (HAUG, G.; SCHUHMAN, G. & FISCHBECK, G. Hrsg.) Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft mbH.
- TEBRÜGGE, F. (2000): Visionen für die Direktsaat und ihr Beitrag zum Boden-, Wasser- und Klimaschutz. , <http://www.pfluglos.de>
- BIBLIOGRAPHY Vaderstad. (2012): Seed-Hawk. Abgerufen am 10. Oktober 2012 von <http://www.vaderstad.com/de/Produkte/Saat/Seed-Hawk/>
- VOßENHENRICH, H.-H. (2003): Drei gute Argumente für den Pflugverzicht. Neue Landwirtschaft Sonderheft, S. 6-8.
- WEIDAUER, A. (2008): Auswirkung variierender Reihenabstände auf die Pflanzenentwicklung von Wintergerste bei differenzierter konservierender Bodenbearbeitung im Leipziger Lößgebiet. Diplomarbeit. HTW Dresden-Pillnitz.

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autor:

Peter Albrecht
Ingenieurbüro Albrecht & Partner
Dorfstr. 5b, 01665 Klipphausen OT Sora
Telefon: +49 35204 792970
Telefax: +49 35204 792971
E-Mail: aw-partner@t-online.de

Redaktion:

Andela Thate
LfULG, Abteilung Landwirtschaft/Referat Pflanzenschutz
Waldheimer Str. 219, 01683 Nossen
Telefon: +49 35242 631-7300
Telefax: +49 35242 631-7399
E-Mail: andela.thate@smul.sachsen.de

Fotos:

P. Albrecht

Redaktionsschluss:

06.05.2015

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinarbeit des Herausgebers zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.