

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



Endbericht

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

Titel des Vorhabens:

Agrarmeteorologische Optimierung des Einsatzes von Pflanzenschutzmaßnahmen

Autoren:

Peter Albrecht, Ingenieurbüro Albrecht und Partner, Klipphausen

Falk Böttcher, Deutscher Wetterdienst (KU 3 LZ), Leipzig



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

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung der Projektplanung	6
1.1	Problembeschreibung	6
1.2	Zielformulierung	6
1.3	Arbeitsplan	6
1.3.1	Methodenbeschreibung	6
1.3.2	Arbeits- und Lösungsweg	7
1.3.3	Arbeitsbeiträge der einzelnen Mitglieder der operationellen Gruppe	8
1.4	Erwartete Ergebnisse	8
2	Darstellung des Projektverlaufs	9
2.1	Tabellarischer Zeit- und Arbeitsplan (chronologisch)	9
2.2	Abweichungen	10
3	Projektergebnisse	11
3.1	Einschätzung der Zielerreichung	11
3.2	Hauptergebnisse des Projekts	12
3.2.1	Modul 1 Wachstumsregler	12
3.2.2	Modul 2 Fungizidstrategien	17
3.2.3	Modul 3 Fungizid Aufwandmengen	23
3.2.4	Ökonomische Betrachtungen	29
3.2.4.1	Modul 1 Wachstumsregler	29
3.2.4.2	Modul 2 Fungizidstrategien	32
3.2.4.3	Modul 3 Fungizid Aufwandmengen	36
3.3	Nebenergebnisse des Projekts - Meteorologie	37
3.3.1	Modul 1 Wachstumsregler - Maßnahmen zu unterschiedlichen Luftfeuchten und Temperaturen	37
3.3.2	Modul 2 Fungizid Strategie – unterschiedliche Fungizide zu unterschiedlichen Temperaturen und relativen Luftfeuchten	44
3.3.3	Modul 3 Wachstumsregler - Maßnahmen zu unterschiedlichen Luftfeuchten und Temperaturen	50

4	Ergebnisverwertung	57
4.1	Nutzung der Ergebnisse in der Praxis	57
4.2	Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse	57
5	Wirkung des Projekts	57
5.1	Beitrag zu den Prioritäten der EU für die Entwicklung des ländlichen Raums	57
5.2	Beitrag zu den Zielen der EIP-AGRI	57
5.3	Beitrag zu den in der SWOT-Analyse festgestellten Bedarfen	58
6	Zusammenarbeit in der operationellen Gruppe	58
6.1	Ausgestaltung der Zusammenarbeit	58
6.2	Mehrwert der operationellen Gruppe	58
7	Verwendung der Zuwendung	59
8	Schlussfolgerungen und Ausblick	59
8.1	Rückblick	59
8.2	Ausblick	59
	Anhang	60

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Behandlungstermine und Entwicklungsstadien 2016 – 2018	12
Tab. 2: Vergleich der Erträge der Mittelwerte 2016 – 2018 Modul WR Versuche 1 + 3 (Temperatur, Luftfeuchte, Strahlung zu Behandlungstermin)	13
Tab. 3: Lagerindex im Vergleich zum Kornertrag (Mittelwerte 2016-2018)	13
Tab. 4: Vergleich der Erträge der Mittelwerte 2016 – 2018 Modul WR Versuche 2 + 4 (Temperatur, Luftfeuchte, Strahlung zu Behandlungstermin)	14
Tab. 5: Lagerindex im Vergleich zum Kornertrag (Mittelwerte 2016-2018)	15
Tab. 6: Wachstumsregler Strategien	37
Tab. 7: Meteorologische Daten – RF rel. Luftfeuchte %, T Lufttemperatur °C	37
Tab. 8: Ertragsdaten 2016 bis 2018 Versuch Wachstumsregler	38
Tab. 9: Relative Mehr- bzw. Mindererträge gegenüber der UK	39
Tab. 10: Relative Mehr- bzw. Mindererträge gegenüber der UK und die zur Applikation vorherrschende Rel. Luftfeuchte und Temperatur	39
Tab. 11: Relative Mehr- bzw. Mindererträge gegenüber dem Index Delta T	40
Tab. 12: Wuchshöhen absolut und relativ gegenüber der UK	41
Tab. 13: F-Test, T-Test und Tukey-Test	42
Tab. 14: Korrelationskoeffizient (R), Bestimmtheitsmaß (R ²) des Ertrages und der Wuchshöhe	43
Tab. 15: Vereinfachte Deckungsbeitragsrechnung	43
Tab. 16: Fungizid Strategien	44
Tab. 17: Messwerte T = Lufttemperatur in °C; RF = Relative Luftfeuchte % am Versuchsfeld	44
Tab. 18: Ertragsdaten 2016 bis 2018 Modul Fungizid-Strategie	45
Tab. 19: Relative Mehrerträge gegenüber der UK	46
Tab. 20: Relative Mehrerträge gegenüber der UK und die zur Applikation vorherrschende Rel. Luftfeuchte und Temperatur	46
Tab. 21: BSA-Krankheitsindex 2016 bis 2018	47
Tab. 22: Relative Mehrerträge gegenüber dem Index Delta T	47
Tab. 23: F-Test, T-Test und Tukey-Test	48
Tab. 24: Korrelationskoeffizient (R), Bestimmtheitsmaß (R ²)	49
Tab. 25: Vereinfachte Deckungsbeitragsrechnung (Mittel 2016-2018)	49
Tab. 26: Meßwerte Relative Luftfeuchte in %, Wetterstation am Versuchsfeld	50
Tab. 27: Ertragsdaten 2016 bis 2018 Modul Fungizid-Aufwandmengen	51
Tab. 28: Relative Mehrerträge gegenüber der Unbehandelten Kontrolle	52
Tab. 29: Relative Mehrerträge gegenüber der Unbehandelten Kontrolle und die zur Applikation vorherrschende Relative Luftfeuchte in %	53
Tab. 30: BSA-Krankheitsindex 2016 bis 2018	53
Tab. 31: Relative Mehrerträge gegenüber UK und dem Index Delta T	54
Tab. 32: F-Test und Tukey-Test	54
Tab. 33: Korrelationskoeffizient (R), Bestimmtheitsmaß (R ²)	55
Tab. 34: vereinfachte Deckungsbeitragsrechnung (Mittel 2016-2018)	56

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Leistungen verschiedener Fungizidstrategien bei Applikation zu 2 BBCH Stadien	17
Abb. 2: Wetterdaten aller Versuchsjahre an Einsatztagen	18
Abb. 3: Kornerträge und Krankheitsbefall im Versuch 8	19
Abb. 4: Kornerträge und Krankheitsbefall im Versuch 7	20
Abb. 5: Kornerträge und Krankheitsbefall im Versuch 6	21
Abb. 6: Kornerträge und Krankheitsbefall im Versuch 5	23
Abb. 7: Kornerträge und Minimum- /Maximumwerte in den Versuchen 9-12	24
Abb. 8: Kornerträge und Krankheitsbefall im Versuch 9	25
Abb. 9: Kornerträge und Krankheitsbefall im Versuch 10	26
Abb. 10: Kornerträge und Krankheitsbefall im Versuch 11	27
Abb. 11: Kornerträge und Krankheitsbefall im Versuch 12	28
Abb. 12: Mehrerlöse Versuch 1 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018	29
Abb. 13: Mehrerlöse Versuch 2 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018	30
Abb. 14: Mehrerlöse Versuch 3 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018	31
Abb. 15: Mehrerlöse Versuch 4 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018	32
Abb. 16: Mehrerlöse Versuch 8 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018	33
Abb. 17: Mehrerlöse Versuch 6 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018	34
Abb. 18: Mehrerlöse Versuch 7 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018	35
Abb. 19: Mehrerlöse Versuch 5 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018	35
Abb. 20: Korrelationsdiagramm – Zusammenhang Delta T und die Mehr- bzw. Mindererträge 2016 über die Versuche 1-4	42
Abb. 21: Korrelationsdiagramm – Zusammenhang Delta T und die Mehrerträge 2016 über die Versuche 5-8	48
Abb. 22: Korrelationsdiagramm - Zusammenhang Delta T und die Mehrerträge 2016 über die Versuche 9-12	55

1 Zusammenfassung der Projektplanung

1.1 Problembeschreibung

Vor dem Hintergrund der EU-Rahmenrichtlinie 2009/128/EG (Richtlinie zur nachhaltigen Verwendung von Pestiziden) zur Reduzierung des Einsatzes von chemischen Pflanzenschutzmitteln (PSM) und der Einhaltung der EU-Wasserrahmenrichtlinie sowie Beobachtungen in der Praxis stellt sich die Frage, ob der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf der Basis agrarmeteorologischer Zusammenhänge optimiert werden kann. Dies ist möglich, indem die Anwender den Herstellerangaben und den Vorschriften unter Beachtung der herrschenden agrarmeteorologischen Bedingungen folgen. Es gibt jedoch vielfach Anzeichen, dass die von den Herstellern gemachten Angaben zur Verwendung der Mittel sehr breite meteorologische Anwendungsfenster darstellen, innerhalb deren sich Optimierungen (bspw. Eingrenzung der Wirksamkeit in Abhängigkeit von den thermischen Verhältnissen oder Aufwandmengenreduzierungen in Abhängigkeit der Ausbringung bei bestimmten Luftfeuchtebedingungen bzw. zu bestimmten Zeiten) erreichen lassen. Praxisbeispiele zeigen, dass manchmal selbst in den dargestellten Anwendungsfenstern applizierte Maßnahmen zum großen Teil in der Wirkung versagen können, wenn die meteorologischen Bedingungen sehr von den mittleren Verhältnissen der Anwendungsfenster zu den Rändern verschoben sind. Teilweise gab es diesbezüglich in früheren Jahrzehnten schon Arbeiten, die aber infolge der rasanten Entwicklung insbesondere im Bereich der PSM-Entwicklung als weitgehend überholt gelten dürfen.

1.2 Zielformulierung

Die operationelle Gruppe möchte mittels mindestens dreijähriger Exaktversuche die Grundlagen schaffen, um agrarmeteorologische Beratungswerkzeuge für die landwirtschaftliche Praxis bereitzustellen, die es künftig erlauben, Pflanzenschutzmaßnahmen zielgenauer unter Anwendung agrarmeteorologischer Informationen durchzuführen. Aus diesem Grund wurden Versuchsdurchführungen von Exaktversuchen zur Abschätzung der Wirksamkeit von Wachstumsregulatoren und Pflanzenschutzmitteln in Abhängigkeit von meteorologischen Bedingungen bei der Ausbringung konzipiert.

Ziel des Projektes ist auf der Basis der Versuchsergebnisse die Grundlagen für ein Beratungswerkzeug/Modell zu entwickeln, das bei Anwendung in der landwirtschaftlichen Praxis eine zielgenauere Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ermöglicht. Dieses agrarmeteorologische Wirkmodell, das als variable Inputdaten neben den Mittelspezifikationen nur agrarmeteorologische Prognosen benötigt, könnte dann beispielsweise in ISIP integriert werden oder in anderer Form als Beratungswerkzeug/Modell (vergleichbar mit BEFU) dem landwirtschaftlichen Praktiker zur Verfügung gestellt werden.

1.3 Arbeitsplan

1.3.1 Methodenbeschreibung

Mittels mindestens dreijähriger Exaktversuche (beschrieben in 1.3.2) sollen wissenschaftlich abgesicherte statistische Daten gewonnen werden, die als Grundlage für die Modellentwicklung dienen. Dabei ist daran gedacht, dass schon die Auswertungen des ersten Jahres für die Entwicklung einer prototypischen Modellversion genutzt werden, die in den Folgejahren verbessert wird.

1.3.2 Arbeits- und Lösungsweg

1. Anwendung von Wachstumsregulatoren bei unterschiedlichen Temperaturen

a) Wachstumsregler solo, 2 Entwicklungsstadien zur Anwendung

4 Applikationen am Tag in Abhängigkeit von der Temperatur,

4 Wiederholungen, 1 unbehandelte Kontrolle, 17 Prüfglieder x 4 Wiederholungen

b) Wachstumsregler in Kombination mit Fungizid, wie a) mit einem Azol kombiniert

17 Prüfglieder x 4 Wiederholungen

2. Fungizideinsatz bei unterschiedlichen Temperaturen

a) Applikation zu T 2, 4 Fungizide, 4 Applikationen am Tag in Abhängigkeit von der Temperatur

4 Wiederholungen, 1 unbehandelte Kontrolle, 17 Prüfglieder x 4 Wiederholungen

b) Applikation zu T 3, 4 Fungizide, 4 Applikationen am Tag in Abhängigkeit von der Temperatur

4 Wiederholungen, 1 unbehandelte Kontrolle, 17 Prüfglieder x 4 Wiederholungen

3. PSM Einsatz bei unterschiedlichen Luftfeuchten und Aufwandmengen

a) Applikation zu T 2, 4 Fungizidaufwandmengen, 4 Applikationen am Tag in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit

4 Wiederholungen, 1 unbehandelte Kontrolle, 17 Prüfglieder x 4 Wiederholungen

b) Applikation zu T 3, 4 Fungizidaufwandmengen, 4 Applikationen am Tag in Abhängigkeit von der Temperatur

4 Wiederholungen, 1 unbehandelte Kontrolle, 17 Prüfglieder x 4 Wiederholungen

Über Bonituren zu unterschiedlichen phänologischen Entwicklungsphasen und Auswertung der Erträge, die in Relation zu den Maßnahmen gesetzt werden, soll die ökologisch nachhaltigste aber ökonomisch sinnvollste PSM-Strategie ermittelt werden, die dann modellhaft abgebildet wird

Spätsommer 2015: Versuchsanlage und Aussaat 1. Versuchsjahr

Herbst 2015: Versuchsdurchführung in Abhängigkeit von der phänologischen Entwicklung, Vorwinterbonitur

Frühjahr 2016: Nachwinterbonitur, Versuchsdurchführung entsprechend der phänologischen Entwicklung

Sommer 2016: Ernte 1. Versuchsjahr

Spätsommer 2016: Versuchsanlage und Aussaat 2. Versuchsjahr

Herbst 2016: Datenauswertung, Versuchsdurchführung in Abhängigkeit von der phänologischen Entwicklung, Vorwinterbonitur

Winter 2016/17: Erstellung des Prototypen, ggf. Ergebnisvorstellung vor Fachpublikum

Frühjahr 2017: Nachwinterbonitur, Versuchsdurchführung entsprechend der phänologischen Entwicklung

Sommer 2017: ggf. Feldtag, Ernte 2. Versuchsjahr

Spätsommer 2017: Versuchsanlage und Aussaat 3. Versuchsjahr

Herbst 2017: Datenauswertung, Versuchsdurchführung in Abhängigkeit von der phänologischen Entwicklung, Vorwinterbonitur

Winter 2017/18: Verbesserung des Prototypen, ggf. Ergebnisvorstellung vor Fachpublikum

Frühjahr 2018: Nachwinterbonitur, Versuchsdurchführung entsprechend der phänologischen Entwicklung

Sommer 2018: ggf. Feldtag, Ernte 3. Versuchsjahr

Herbst 2018: Datenauswertung, Erstellung des Modells, Vorbereitung und Abgabe der Abschlusspublikation

31.12.2018: Projektende

laufend: Bestandesüberwachung und Dokumentation der Versuche

Meilensteine

1. Versuchsanlage und Aussaat 1. Jahr
2. Ernte 1. Jahr
3. Versuchsanlage und Aussaat 2. Jahr
4. Vorlage der ausgewerteten Daten des ersten Jahres (Ende November 2016)
5. Vorstellung des Prototyps (März 2017)
6. Ernte 2. Jahr
7. Versuchsanlage und Aussaat 3. Jahr
8. Vorlage der ausgewerteten Daten des ersten und zweiten Jahres (Ende November 2017)
9. Vorstellung der Anpassungen des Prototypen (März 2018)
10. Ernte 3. Jahr
11. Vorlage der Abgabefassung der Publikation und des Modells (Dezember 2018)

1.3.3 Arbeitsbeiträge der einzelnen Mitglieder der operationellen Gruppe

Ing.-büro Albrecht und Partner: Versuchsdurchführung und Bonituren, Bestandesüberwachung und Versuchsdokumentation, Mitarbeit bei der Publikation der Ergebnisse

RRS Landwirtschaftsbetrieb GbR: Bereitstellung der Flächen, Durchführung der ackerbaulichen Arbeiten, Mitarbeit bei der Publikation der Ergebnisse

DWD: Datenauswertung und Modellentwicklung, Bereitstellung von Wetterdaten, Arbeiten zur Publikation der Ergebnisse; Koordination der Öffentlichkeitsarbeit für die OG

alle: ggf. Vorbereitung und Durchführung von 2 Feldtagen (2. und 3. Versuchsjahr)

Bei Arbeitsspitzen (Aussaat, Ernte, Bonituren u. ä.) unterstützen sich die Mitglieder der OG hinsichtlich des Personaleinsatzes gegenseitig.

1.4 Erwartete Ergebnisse

Als Ergebnis wird ein Modell erwartet, das nach Implementierung in bestehende Beratungswerkzeuge (Wetterfax für die Landwirtschaft, agrowetter-Prognose, ISIP u.a.m.) dem landwirtschaftlichen Praxisanwender eine Handlungsempfehlung bereitstellt, die es ermöglicht, Pflanzenschutzmaßnahmen zielgenauer unter dem Aspekt einer optimalen Mittelwirksamkeit vor dem Hintergrund des sparsamen Mitteleinsatzes zu terminieren und durchzuführen.

2 Darstellung des Projektverlaufs

2.1 Tabellarischer Zeit- und Arbeitsplan (chronologisch)

ab 01.09.2015	Versuchsplanung, Flächenauswahl, geeignete Sorte: Winterweizen JB Asano; Vorfrucht Raps
25.09.2015	RRS: Aussaat Riemsdorf mit Versuchsanlage 1. Versuchsjahr (Meilenstein 1)
	betriebsübliche agronomische Maßnahmen: Düngung (200 kg N) Herbizid, Insektizide und Wachstumsregler (außer Modul 1- WR)
20.11.2015	Vorwinterbonitur: Entwicklung normal
26.02.2016	Aufstellung der Wetterstation am Feldrand durch UTK
02.03.2016	Ing: Tagung Siebenlehn- Vorstellung des Projekts vor Landwirten
30.03.2016	Nachwinterbonitur: kräftige Pflanzen
03.04./13.04./11.5./27.5.2016	Applikationen entsprechend der phänologischen Entwicklung und der vom DWD empfohlenen meteorologischen Daten, Bonituren ab 21.4.16
03.05.2016	Ing: Pillnitz EIP-Tagung Kurzvortrag
28.06.2016	alle: Feldtag in Riemsdorf sowie Vor-Ort-Besichtigung EIP-Deutschland
12.06.2016	Ing: Abschlussbonitur
01.08./04.08.2016	Ernte 1. Versuchsjahr mit Parzellenmährescher (Meilenstein 2)
	Ing + DWD: Beginn der Datenauswertung
ab 26.08.2016	Flächenauswahl
28.09.2016	RRS: Aussaat Hirschfeld mit Versuchsanlage 2. Versuchsjahr (Meilenstein 3)
12.10.2016	DWD: Bonn Vortrag H. Schmidt vor Fachpublikum
09.11.2016	Vorwinterbonitur: Entwicklung normal
	fortlaufend: Datenauswertung (Meilenstein 4)
01.03.2017	Aufstellung der Wetterstation am Feldrand
09.03.2017	Ing: Tagung Siebenlehn- erste Ergebnisse des Projekts vor Landwirten
29./30.03.2017	Nachwinterbonitur: Entwicklung ohne Auffälligkeiten
09.04./03.05./17.5./31.5.2017	Applikationen entsprechend der phänologischen Entwicklung und der vom DWD empfohlenen met. Daten, Bonituren ab 29.5.17
22.06.2017	alle: Feldtag in Hirschfeld (30.06.2017 kleiner Feldtag)
06.07.2017	Ing: Abschlussbonitur
04.08.2017	Ernte 2. Versuchsjahr mit Parzellenmährescher (Meilenstein 6)
	Ing + DWD: Datenauswertung
ab 21.08.2017	Flächenauswahl
26.09.2017	RRS: Aussaat Bockwen mit Versuchsanlage 3. Versuchsjahr (Meilenstein 7)
02.11.2017	Vorwinterbonitur: Entwicklung sehr gut
fortlaufend	Datenauswertung, Vorlage der ausgewerteten Daten des ersten und zweiten Jahres (Meilenstein 8)
10.01.2018	Tag der Agrarmeteorologie Leipzig, Vortrag Hr. Böttcher
01.03.2018	Ing.: Tagung in Siebenlehn vor Landwirten und Fachberatern
27.03.2018	Aufstellung der Wetterstation am Feldrand
07.04.2018	Nachwinterbonitur: Entwicklung verzögert
20.04./27.04./08.5./22.5.2018	Applikationen entsprechend der phänologischen Entwicklung und der vom DWD empfohlenen met. Daten, Bonituren ab 14.5.18
28.06.2018	alle: Feldtag in Riemsdorf/Bockwen
20.-22.07.2018	Ing: Abschlussbonitur

25./26.07.2018	Ernte 3. Versuchsjahr mit Parzellenmähdrescher (Meilenstein 10) Ing + DWD: Datenauswertung
14.09.2018	Pflanzenschutztagung Hohenheim Vortrag Herr Böttcher
07.11.2018	DWD, Ing: Tagung in Nossen – vorläufige Zusammenfassung des Projekts
31.12.2018:	Projektende, Vorbereitung des Abschlussberichts (Meilenstein 11)

Die Fotodokumentation zum Projekt befindet sich im Anhang 5.

2.2 Abweichungen

Aufgrund der Versuchsergebnisse musste festgestellt werden, dass eine tageszeitabhängige Pflanzenschutzmittelapplikation bei gegebener Behandlungsnotwendigkeit im Rahmen der aktuell gültigen meteorologischen Grenzen (Lufttemperatur $<25^{\circ}\text{C}$, relative Luftfeuchte $>30\%$ und mittlere Windgeschwindigkeit $<5\text{ m/s}$) nur vereinzelt signifikanten Unterschiede im (wirtschaftlichen) Ertrag auslöst. Damit konnte die Basis für ein diesbezügliches modellbasiertes agrarmeteorologisches Beratungswerkzeug nicht erarbeitet werden. Es konnte keine meteorologische Größe extrahiert werden, die einen qualifizierten Optimierungsansatz geboten hätte.

Ferner stellte sich heraus, dass in den drei Jahren die meteorologischen Bedingungen, die zum Erreichen der für die Behandlung notwendigen phänologischen Entwicklungsstadien führen, so variabel waren, dass daraus keine Schlussfolgerungen gezogen werden konnten.

Als weiterer Punkt war zu registrieren, dass Modellansätze wie beispielsweise die psychrometrische Differenz (in der Literatur als Delta-T bekannt), die offenbar unter anderen klimatischen Standortbedingungen, wie sie beispielsweise in Australien, den USA aber auch in Frankreich herrschen, unter den in der Versuchsregion obwaltenden Bedingungen keinen Optimierungsspielraum liefern. Selbst bei einer Einengung der in den genannten Ländern üblichen Grenzen, wäre innerhalb der Bandbreite der im Untersuchungsgebiet registrierten meteorologischen Verhältnisse keine Optimierung möglich. Grund dafür ist, dass die genannte Größe Delta-T bei den im Versuchsdesign vorgesehenen entwicklungsbasierten Behandlungsterminen innerhalb des Tages bei der Applikation zu den vier unterschiedlichen Uhrzeiten am Tag keine signifikanten Variationen zeigte. Dies gilt, obwohl bei den Behandlungstagen darauf geachtet wurde, dass es eine Temperaturamplitude von 10 K und eine Amplitude der relativen Luftfeuchte von mindestens 20% gab. Dazu sollten es nicht unbedingt reine Strahlungstage mit maximaler Globalstrahlungssumme sein, niederschlagsfreie Bedingungen sollten herrschen und es sollte weder früh noch abends nennenswerter abgesetzter Niederschlag in Form von Tau vorhanden sein. Delta-T lag bei den unterschiedlichen Behandlungsuhrzeiten meist im Optimumbereich und wenn nicht, konnten ebenso keine Ertragsunterschiede festgestellt werden, die die Grundlage für einen Modellansatz geboten hätten.

Aufgrund des Umfangs der möglichen Versuche war die Bearbeitung einiger Fragestellungen im Projekt von Anfang an nicht geplant, obwohl dies auch bearbeitungswürdig erscheint:

1. Applikation von Pflanzenschutzmitteln in den Nachtstunden im Vergleich zur Ausbringung tagsüber (auch in Abhängigkeit von nächtlicher Taubildung).
2. Applikation mit unterschiedlichen Wasseraufwandmengen.
3. Applikation an Tagen mit deutlich unterschiedlicher Globalstrahlung.

Es stellte sich in allen drei Versuchsjahren bei allen Versuchsansätzen heraus, dass die Hypothese der unterschiedlichen Wirksamkeit der Pflanzenschutzmittel bei unterschiedlichen Uhrzeiten am selben Tag (5, 10, 15 und 20 Uhr mit jeweils herrschenden unterschiedlicher Lufttemperatur und unterschiedlicher relative Luftfeuchte) nicht zu halten ist.

Mittel- und damit Wirkstoffunterschiede treten dabei stärker in den Vordergrund und haben eine größere Auswirkung auf die Zielgröße (wirtschaftlicher) Ertrag als die tageszeitliche Variation der Pflanzenschutzmittelapplikation.

Die Ergebnisse der drei Versuchsjahre zeigten gleichwohl Abhängigkeiten von den meteorologischen Bedingungen. Diese lagen aber vielmehr bei den pflanzenentwicklungsabhängigen Applikationsterminen und in der Kombination von Pflanzenschutzmitteln und Jahreseinflüssen.

Als Ergebnis des Projektes ist unter Beachtung der im Projekt eingesetzten Winterweizensorte und Pflanzenschutzmittel festzustellen, dass Empfehlungen für die Behandlung mit Wachstumsreglern und Fungiziden bei Winterweizen ableitbar sind. Konkret wären dies:

1. Eine frühe Wachstumsreglerbehandlung zu BBCH 29/30 in Kombination mit einem Fungizid kann den Ertrag im Vergleich mit einer Wachstumsregleranwendung ohne Fungizidbeimischung verringern.
2. Auch im Vergleich von früher zu späterer Wachstumsreglerbehandlung zu BBCH 31/32 schneidet die Behandlung früher ertraglich besser ab. Auch in der späteren Anwendung bringt die Fungizidbeimischung keine Vorteile.
3. Bei der Anwendung von Fungiziden zu BBCH 35/37 treten im Vergleich zur Anwendung zu BBCH 49/51 keine signifikant absicherbaren Ertragsunterschiede auf.
4. Bei der Bearbeitung der Fragestellung zur Aufwandmengenreduzierung zeigte sich, dass eine moderate Aufwandmengenreduzierung unter Beachtung des Resistenzmanagements im wirtschaftlichen Sinne möglich ist.

3 Projektergebnisse

3.1 Einschätzung der Zielerreichung

Ziel des Projektes war, ein agrarmeteorologisch basiertes und modellgestütztes Beratungswerkzeug zu entwickeln, das in bestehende Beratungssysteme integrierbar ist (bspw. ISIP oder ISABEL). Es sollte dem Praktiker eine Möglichkeit geben, nach der Kenntnis der aktuellen Pflanzenentwicklung des Winterweizens und der Befallssituation eine uhrzeitlich zielgenauere Pflanzenschutzmittelapplikation zu ermöglichen und letztlich eine optimale Wirkung der eingesetzten Pflanzenschutzmittel vor dem Hintergrund des wirtschaftlichen Ertrages garantieren.

Dabei war davon ausgegangen worden, dass die Pflanzenschutzmittelapplikationen generell nur dann erfolgen, wenn die derzeit geltenden meteorologischen Bedingungen (Lufttemperatur $< 25^{\circ}\text{C}$, relative Luftfeuchte $> 30\%$ und mittlere Windgeschwindigkeit $< 5 \text{ m/s}$) eingehalten werden und der landwirtschaftliche Praktiker die Behandlungsbedürftigkeit auf der Basis der guten fachlichen Praxis als gegeben ansieht.

Es konnte herausgearbeitet werden, dass die Applikationen für den Fall der Überschreitung von Windgeschwindigkeit und Temperatur gefahrlos in die Früh- und Abendstunden verlegt werden können.

3.2 Hauptergebnisse des Projekts

Tab. 1: Behandlungstermine und Entwicklungsstadien 2016 – 2018

Jahr	Termin	BBCH - Stadium	Datum
2016	T 1	29 / 30	3.4.
	T 2	31 / 32	13.4.
	T 3	35 / 37	11.5.
	T 4	49 / 51	27.5.
2017	T 1	29 / 30	9.4.
	T 2	31 / 32	3.5.
	T 3	35 / 37	17.5.
	T 4	49 / 51	31.5.
2018	T 1	29 / 30	20.4.
	T 2	31 / 32	27.4.
	T 3	35 / 37	8.5.
	T 4	49 / 51	22.5.

Für alle nachfolgend zu besprechenden Module gelten die oben genannten Termine. Es ist deutlich ersichtlich, dass der Weizenbestand in den einzelnen Versuchsjahren sehr unterschiedlich in die einzelnen Entwicklungsstadien eingetreten ist. Die Erträge der einzelnen Prüfglieder (Mittel der 4 Wiederholungen) sind im Anhang 1 für alle Versuchsjahre dargestellt.

3.2.1 Modul 1- Wachstumsregler

Lagergetreide führt in der Praxis in den meisten Fällen zu erheblichen Einbußen an Ertrag und Qualität. Die Basis für eine Grundabsicherung der Standfestigkeit der Pflanzen und damit zur Verminderung von Lagergetreide sind u.a. eine standortangepasste Düngestrategie und die Auswahl der Sorte. Der Einsatz von Wachstumsreglern stellt eine zusätzliche „Versicherung“ im Rahmen der gesamten Bestandesführung dar. Wachstumsregler greifen an verschiedenen Wirkorten in den Hormonstoffwechsel der Kulturpflanze ein. Im Wesentlichen werden dabei die Streckung der Internodien, die Gewebeverstärkung (Lignifizierung) sowie Alterungsprozesse und die Triebhierarchie nachhaltig beeinflusst. Die Umweltbedingungen und die Beachtung des „richtigen“ Stadiums sind wichtige Einflussfaktoren auf die Effizienz dieser Maßnahme.

Die im Projekt ausgewählten Varianten bilden einige der in der landwirtschaftlichen Praxis üblichen und etablierten Lösungen in der Bestandesführung ab. Der Ansatz einer nach Anwendungsbedingungen (Temperatur und Luftfeuchte) gezielten Applikation spiegelt sich in den gewählten Tageszeiten wider.

Tab. 2: Vergleich der Erträge in dt/ha der Mittelwerte 2016 – 2018 Modul WR Versuche 1 + 3 (Temperatur Temp in °C; Luftfeuchte LF in %; Strahlung S in W/qm zu Behandlungstermin)

Versuch	PG >>		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
	PSM in l/ha	Tageszeit >>	UK	05:00	10:00	15:00	20:00	05:00	10:00	15:00	20:00		
1	0,75 CCC + 0,25 Moddus Start Chloromequat + Trinexapac		117,1	T 1	118,4	119,9	120,5	120,3	T 2	119,3	119,8	119,8	119,6
				Temp.	8	16	21	15		6	14	15	12
				LF	86	55	46	70		91	66	57	74
				S	4	247	135	0		19	436	374	6
3	0,75 CCC + 0,25 Moddus Start + 1,25 Input classic Chloromequat + Trinexapac + Prothioconazol + Spiroxamine		109,4	T 1	117,6	118,1	118,2	117,2	T 2	116,8	116,3	115,5	114,7
				Temp.	8	16	21	15		6	14	15	12
				LF	86	55	46	70		91	66	57	74
				S	4	247	135	0		19	436	374	6

In diesen beiden Teilversuchen geht es in der Ergebnisbetrachtung zunächst nur um die Varianten mit CCC + Moddus mit und ohne Mischung mit Fungizid zu zwei unterschiedlichen Applikationsterminen. Im Mittel der drei Versuchsjahre konnte beim Kornertrag kein signifikanter Unterschied zwischen den Anwendungszeiten nachgewiesen werden. Diese Aussage gilt sowohl beim Termin 1 (BBCH 29/30) als auch für den späteren Einsatztermin (BBCH 31/32). In der frühen Anwendung gibt es lediglich bei der 5.00 Uhr – Variante eine leichte Tendenz zu einem geringeren Ertrag, möglicherweise in Folge der geringeren Temperatur/Einstrahlung. Der spätere Anwendungstermin lässt hingegen keinerlei Rückschlüsse zum Einfluss der Witterung auf den Kornertrag zu. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass die gewählte Tankmischung aus zwei Wirkstoffen mit unterschiedlichen Wirkorten und Wirkmechanismen eine optimale Lösung zur Lagervermeidung darstellt. Optimierungen aus agrarmeteorologischer Sicht sind an dieser Stelle offensichtlich nicht abzuleiten. Beide Termine erfüllten die Zielstellung der Lagervermeidung und sind unter den gegebenen technischen Voraussetzungen auch unter den tageszeitlich differenzierten Anwendungen kaum unterscheidbar. Die Differenzen aller Varianten zur unbehandelten Kontrolle sind hier im Bereich von etwa 2,2-4,5 dt/ha angesiedelt und damit deutlich unter den Erwartungen geblieben. Der Lagerindex als Maß für das Verhältnis von Lagerneigung und Flächenanteil des Lagers innerhalb der Parzelle ist in der nächsten Tabelle für die beschriebenen Versuchsteile dargestellt. Hier sind zur besseren Übersicht nochmal die Kornerträge den jeweiligen Lagerindizes gegenübergestellt.

Tab. 3: Lagerindex im Vergleich zum Kornertrag (Mittelwerte 2016-2018)

		CCC + Moddus Start		CCC + Mod. Start + Input	
Versuch		1		3	
		Lagerindex	Ertrag dt/ha	Lagerindex	Ertrag dt/ha
UK		39	117,1	55	109,4
T 1 EC 29 / 30	05:00	26	118,4	24	117,6
	10:00	29	119,9	25	118,1
	15:00	28	120,5	31	118,2
	20:00	32	120,3	21	117,2
T 2 EC 31 / 32	05:00	30	119,3	30	116,8
	10:00	25	119,8	32	116,3
	15:00	28	119,8	26	115,5
	20:00	30	119,6	36	114,7

In allen Jahren ergibt sich ein höherer Lagerindex nur in der unbehandelten Kontrolle, ohne relevante Auswirkungen auf den Kornertrag. Die Unterschiede zwischen den Tageszeiten sind auch hinsichtlich

des ermittelten Lagerindex nicht relevant. Dies gilt für beide Anwendungstermine und ist ein weiterer Hinweis darauf, dass eine Optimierung mit einem agrarmetrologisch gestützten Modell in diesem Projekt kaum Vorteile bringt.

In gleicher Verfahrensweise wurden die Versuche zu identischen Behandlungsterminen und Entwicklungsstadien unter Zumischung eines Fungizids durchgeführt. Das Produkt Input Classic ist in den frühen Anwendungsbereichen sehr gut wirksam gegen relevante pilzliche Schaderreger und wird in der Praxis häufig bei tendenziell anfälligeren Sorten und bei früheren Aussatterminen eingesetzt. Die Auswahl erfolgte stellvertretend für die früheren Behandlungstermine. An dieser Stelle soll nicht weiter auf die generelle Notwendigkeit dieser Maßnahme eingegangen werden. Im Modul „Fungizidstrategien“ sind dazu einige Erläuterungen zu finden. Die Zumischung eines Fungizids zu einem Wachstumsregler gehört zu einer üblichen Verfahrensweise in der Praxis und stellt in der Regel weder technisch noch physiologisch ein Problem dar.

Die Zumischung von Input Classic hat nur in der Variante mit Medax Top zum späten Anwendungszeitpunkt 20 Uhr einen signifikant schlechteren Ertrag bewirkt. Die übrigen Ergebnisse in beiden Varianten und Anwendungszeitpunkten sind sehr kompakt und ohne statistisch abzusichernde Unterschiede.

Der im Produkt Input Classic enthaltene Wirkstoff Prothioconazol aus der Gruppe der Triazole ist hinsichtlich der fungiziden Leistung als stark einzuschätzen. Die gelegentlich beschriebenen wachstumsregulatorischen Nebenwirkungen der Azole sind bei diesem Wirkstoff allerdings vernachlässigbar. Eine möglicherweise Verbesserung/Minderung der Wirkung des Wachstumsreglers durch Zumischung eines Fungizids war auch nicht die Zielvorgabe des Versuchs.

In den folgenden Übersichten dargestellt sind die Ergebnisse zum Einsatz des Wachstumsreglers Medax Top an 2 Terminen mit jeweils der Solo-Anwendung und der Zumischung von Input Classic. Die Termine sind für die erste Anwendung mit der vorher besprochenen Strategie identisch, der spätere Anwendungstermin(T3) liegt in allen Versuchsjahren bereits im Mai.

Tab. 4: Vergleich der Erträge in dt/ha der Mittelwerte 2016 – 2018 Modul WR Versuche 2 + 4 (Temperatur Temp in °C, Luftfeuchte LF in %, Strahlung S in W/qm zu Behandlungstermin)

Versuch	PG >>		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
	PSM in l/ha	Tageszeit >>	UK	05:00	10:00	15:00	20:00	05:00	10:00	15:00	20:00		
2	0,6 Medax + 0,6 Turbo Mepiquat + Prohexadion		116,6	T 2	117,4	120,3	118,3	117,6	T 3	116,3	116,6	117,0	117,4
				Temp.	6	14	15	12		11	20	23	18
				LF	91	66	57	74		82	55	46	58
				S	19	436	374	6		10	304	525	26
4	0,6 Medax + 0,6 Turbo + 1,25 Input classic Mepiquat + Prohexadion + Prothioconazol + Spiroxamine		111,5	T 2	117,5	117,2	115,7	114,4	T 3	114,1	114,3	115,7	112,8
				Temp.	6	14	15	12		11	20	23	18
				LF	91	66	57	74		82	55	46	58
				S	19	436	374	6		10	304	525	26

Die in den einzelnen Varianten und Terminen erzielten Kornerträge liegen ähnlich wie bei den Vergleichsvarianten in einem sehr engen Korridor und weichen relevant bestenfalls im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle ab. Zum Verständnis soll an dieser Stelle noch einmal klargestellt werden, dass alle Varianten mit Wachstumsreglern ein Fungizid-Coverspray mit einer breit wirksamen Mittelkombination in BBCH 37/39 erhalten haben. So ist sichergestellt, dass die Hauptwirkung (wenn messbar) eindeutig auf den Prüffaktor und dessen unterschiedliche Einsatzzeiten zurückzuführen ist.

Tab. 5: Lagerindex im Vergleich zum Kornertrag (Mittelwerte 2016-2018)

		Medax Top		Medax Top + Input	
Versuch		2		4	
		Lagerindex	Ertrag dt/ha	Lagerindex	Ertrag dt/ha
UK		35	116,6	47	111,5
T 2 EC 31 / 32	05:00	26	117,4	42	117,5
	10:00	30	120,3	38	117,2
	15:00	29	118,3	47	115,7
	20:00	34	117,6	45	114,4
T 3 EC 35 / 37	05:00	31	116,3	38	114,1
	10:00	25	116,6	36	114,3
	15:00	28	117,0	35	115,7
	20:00	30	117,4	37	112,8

Die Betrachtung der ermittelten Lagerindizes zeigt dagegen einige Besonderheiten, die bereits bei den zusammengefassten 3-jährigen Ergebnissen deutlich zu sehen sind. Die ermittelten Werte für das Lager zur Ernte sind im Mittel der Versuchsjahre in der unbehandelten Kontrolle und in den Behandlungsvarianten an beiden Terminen nahezu gleich. Die Variabilität der Einzelwerte zwischen den Behandlungszeiten ist ebenfalls sehr gering. Ein Einfluss der Tageszeit und damit der agrarmeteorologischen Kenndaten ist nicht nachweisbar.

Die differenzierte Datenanalyse in den einzelnen Versuchsjahren bringt die Frage der Wechselwirkung von Wachstumsregler und Fungizid wieder neu in den Focus. Im Jahr 2016 wurden z.B. in allen Versuchsvarianten hohe Lagerindizes bonitiert bzw. berechnet. Das Versuchsjahr ist ein übergeordneter Faktor, der mit den starken Niederschlagsereignissen des Jahres einfach zu erklären ist. Dennoch reagieren die Varianten der Wachstumsregler sehr unterschiedlich auf diese Starkregenereignisse hinsichtlich der Neigung zu Lager, ohne den Kornertrag relevant zu beeinflussen. Die Werte sind in allen geprüften Varianten und Anwendungszeiten mit einem Index von 60-80 vergleichsweise hoch, es gibt wenige Ausnahmen. Im Versuchsjahr 2017 ist dagegen in den Varianten ohne Zumischung des Fungizids kaum Lager bonitiert worden, unabhängig von Produkt und Einsatzzeitpunkt.

Lagerindizes der einzelnen Jahre finden sich im Anhang 2.

Alle Prüfglieder mit Fungizid hingegen zeigen eine unterschiedlich hohe Reaktion im Lagerindex in den einzelnen Anwendungen und Terminen/Uhrzeiten. Die Variante mit CCC + Moddus Start hat dabei in der frühen Anwendung einen noch vergleichsweise niedrigen Index, der Termin BBCH 31/32 weist einen fast dreifach erhöhten Lagerindex auf. Diese Werte liegen allerdings immer noch deutlich unter denen der unbehandelten Kontrolle. Beim Medax Top ist das Ergebnis genau umgekehrt. Hier ist der spätere Anwendungstermin derjenige mit einem 50% niedrigeren Lagerindex im Vergleich zum früheren Anwendungstermin in BBCH 31/32. Deutlich zu erkennen sind auch die geringeren Schwankungen zwischen den Einsatzzeiten bei der späteren Anwendung.

Eine schlüssige Erklärung für diese Teilergebnisse konnte bisher nicht gefunden werden. Möglicherweise könnte ein Zusammenspiel von Temperatur und Einstrahlung diese Ergebnisse zustande gebracht haben.

Das Versuchsjahr 2018 hat in der Gesamtbetrachtung des Moduls Wachstumsregler deutlich weniger Volatilität in der Ergebnisstruktur. Möglicherweise ist auch hier der übergeordnete Faktor Jahreswitterung für die relativ geringen Schwankungen verantwortlich. Die lang anhaltende Trockenheit und der physiologische Stress in den Pflanzen haben sicher einen Beitrag dazu geleistet. In der Betrachtung der Ergebnisstruktur beim Lagerindex lässt sich ableiten, dass in den Varianten mit Fungizid keinerlei Lager auftrat. Die Varianten ohne Fungizid hingegen wiesen durchweg ein

geringes Lager in den Parzellen auf. Auf Grund der allgemein sehr geringen Neigung zu Lager im Jahr 2018 soll hier keine Diskussion über die vergleichsweise sehr geringen Schwankungen oder den Einfluss von Input Classic auf die Effizienz der Wachstumsregler geführt werden. Eine Erklärung hierfür kann auch aus agrarmeteorologischer Perspektive kaum sicher gefunden werden. Der Einfluss der Strahlung auf die Wechselwirkung von verschiedenen Wirkstoffen an unterschiedlichen Wirkorten in der Pflanze (besonders unter Stressbedingungen) könnte als mögliche Ursache in Frage kommen. Die Datenlage und die Versuchsanstellung geben allerdings an dieser Stelle keine ausreichende Basis für weitere Schlussfolgerungen.

Die Arbeiten im Modul Wachstumsregler lieferten in den Versuchsjahren 2016-2018 eine Datenstruktur, die sehr stark witterungsabhängig und damit eine überjährige Auswertung relativ schwierig und unsicher gestaltet. Die einzelnen Jahresscheiben hingegen lassen Effekte der Wirkstoffauswahl und Terminierung beim Lager erkennen. Die mit dem Lagerindex ausgewiesenen direkten Wirkungen auf die Standfestigkeit werden durch die ermittelten Kornerträge nicht in der erwarteten Intensität bestätigt. Eine Ursache hierfür könnte der Umstand sein, dass das bonitierte Lager (besonders 2016) erst nach dem 25. Juni in der Folge von Starkregen/Sturm hervorgerufen worden ist. Der Einfluss auf die Kornfüllung war offensichtlich nicht mehr relevant, die Erschwernisse in der Ernte dagegen waren deutlich zu spüren. Die Druschleistung ging nicht selten um 30-40 % zurück. In die landwirtschaftliche Praxis übersetzt bedeutet dieser Umstand einen kaum zu bewältigenden Mehraufwand und möglicherweise doch deutlichere Einbußen bei Ertrag und Qualität.

3.2.2 Modul 2 - Fungizidstrategien

Die vorliegenden Ergebnisse bei den Strategien zur Abwehr von pilzlichen Schaderregern sind stark von Jahreswitterung und Krankheitsauftreten gekennzeichnet. Die Sorte JB Asano gilt gegenüber verschiedenen pilzlichen Erregern als anfällig und ist somit für die ausgewählten Versuchsfragen gut geeignet. Die nachfolgende Abbildung zeigt deutlich den Effekt der Maßnahmen zu den zwei gewählten Anwendungsterminen gegenüber der unbehandelten Kontrolle.

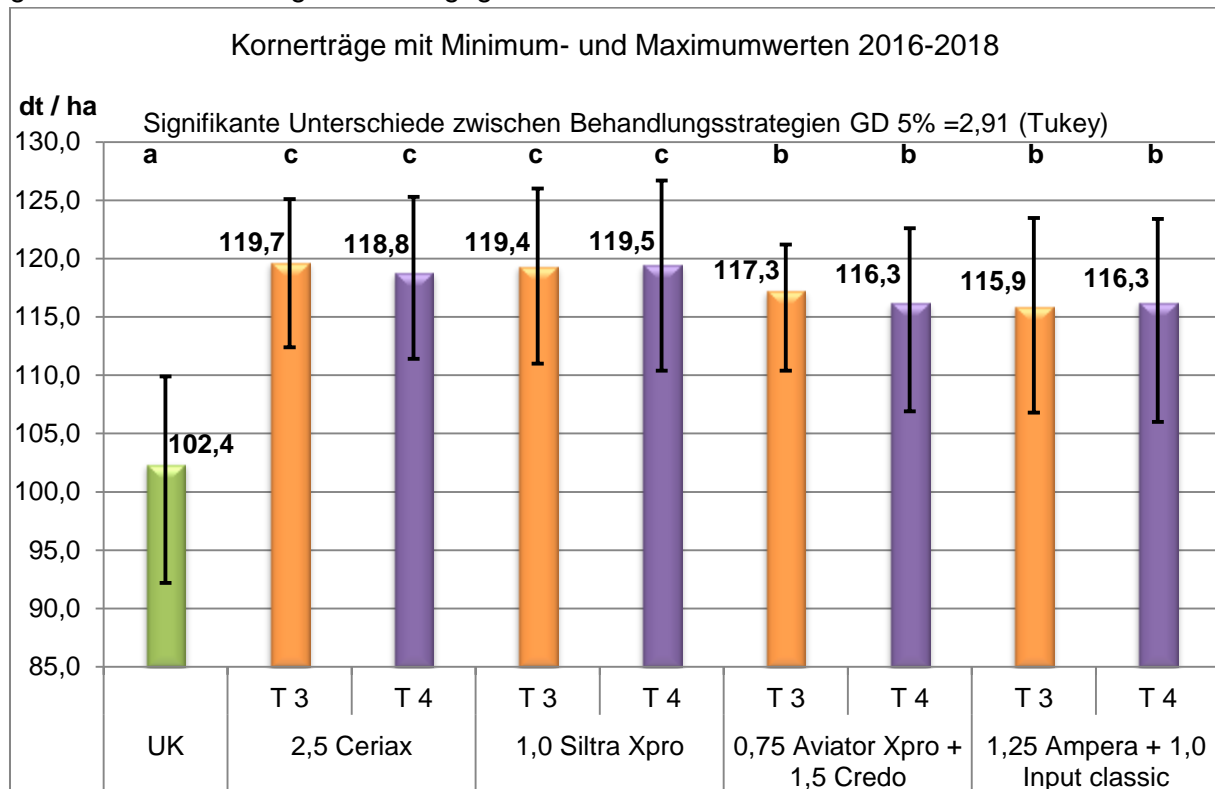


Abb. 1: Leistungen verschiedener Fungizidstrategien bei Applikation zu 2 BBCH Stadien

Die höheren Kornerträge in den behandelten Stufen gegenüber unbehandelt waren mehrjährig sehr deutlich festzustellen. Eine ökonomische Betrachtung dessen erfolgt an anderer Stelle gemeinsam mit den Ergebnissen aus dem Modul „Aufwandmengen Fungizid“.

Die zuvor ausgewählten Strategien widerspiegeln eine Kombination von Produkten, die eine unterschiedliche Ausstattung mit Wirkstoffen aus verschiedenen Wirkstoffgruppen beinhalten. Der Ansatz war hier, eine agrarmeteorologische Empfehlung bei der Platzierung von einzelnen Lösungen zu entwickeln und belastbare Daten für eine weitergehende Empfehlung zu generieren. Die Abhängigkeit von der Wirkung und ggf. auch der Pflanzenverträglichkeit bei bestimmten pilzlichen Schaderregern sollte nach definierten Anwendungsbedingungen differenziert ermittelt werden. Die wesentlichen Parameter waren hier neben dem BBCH Stadium des Weizens auch Luftfeuchte und Temperatur. In der folgenden Abbildung sind diese Parameter für die Versuchsjahre 2016-2018 zusammengefasst dargestellt.

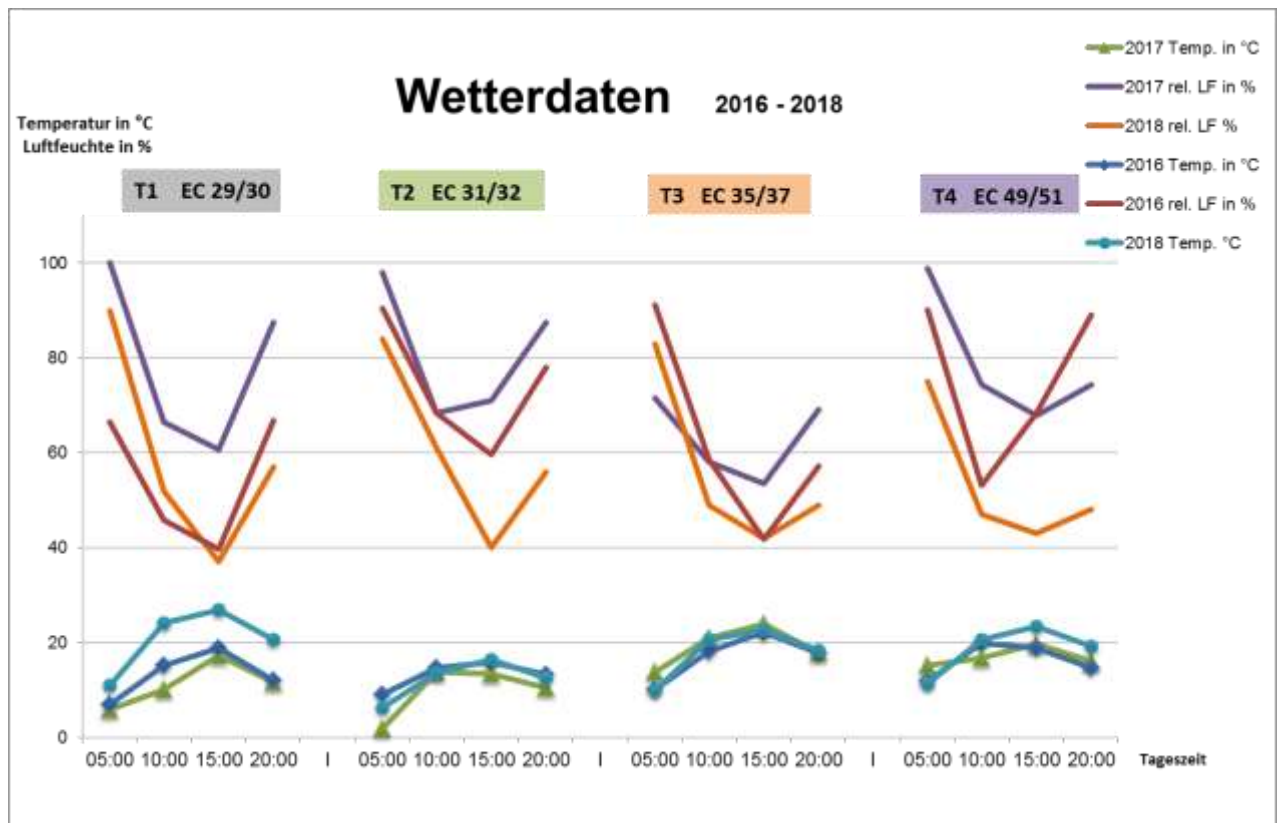


Abb. 2: Wetterdaten aller Versuchsjahre an Einsatztagen

Eine wesentliche Versuchsfrage bestand darin, die Abhängigkeit der Ertragsleistung und des Bekämpfungserfolges bei den einzelnen Lösungsansätzen herauszuarbeiten. Daher wurde aus technischen Gründen (blockweise Anlage) für jeden Versuchsteil eine separate unbehandelte Kontrolle angelegt. Im Vergleich der Erträge in den unbehandelten Blöcken finden sich kaum nennenswerte Unterschiede, so dass von einer sehr homogenen Datenbasis ausgegangen werden kann. Blockeffekte können hier ausgeschlossen werden.

Die Applikationen der Mittel/Tankmischungen wurde in allen Versuchsjahren mit üblicher Technik im Rahmen von GEP-Versuchen an 2 verschiedenen BBCH durchgeführt. Bei keiner der ausgewählten Strategien ist ein signifikanter Ertragsunterschied zwischen den Behandlungsterminen festzustellen. Daher ist die Schlussfolgerung zulässig, dass der Behandlungstermin über die gesamte Laufzeit des Projekts in keiner der gewählten Fungizidvarianten einen gesicherten Einfluss auf den Kornertrag und die Krankheitskontrolle hatte. Für die Applikationszeiten an den jeweiligen Behandlungstagen ergeben sich andere Schlussfolgerungen, die nachfolgend getrennt nach Fungizidstrategien besprochen werden sollen.

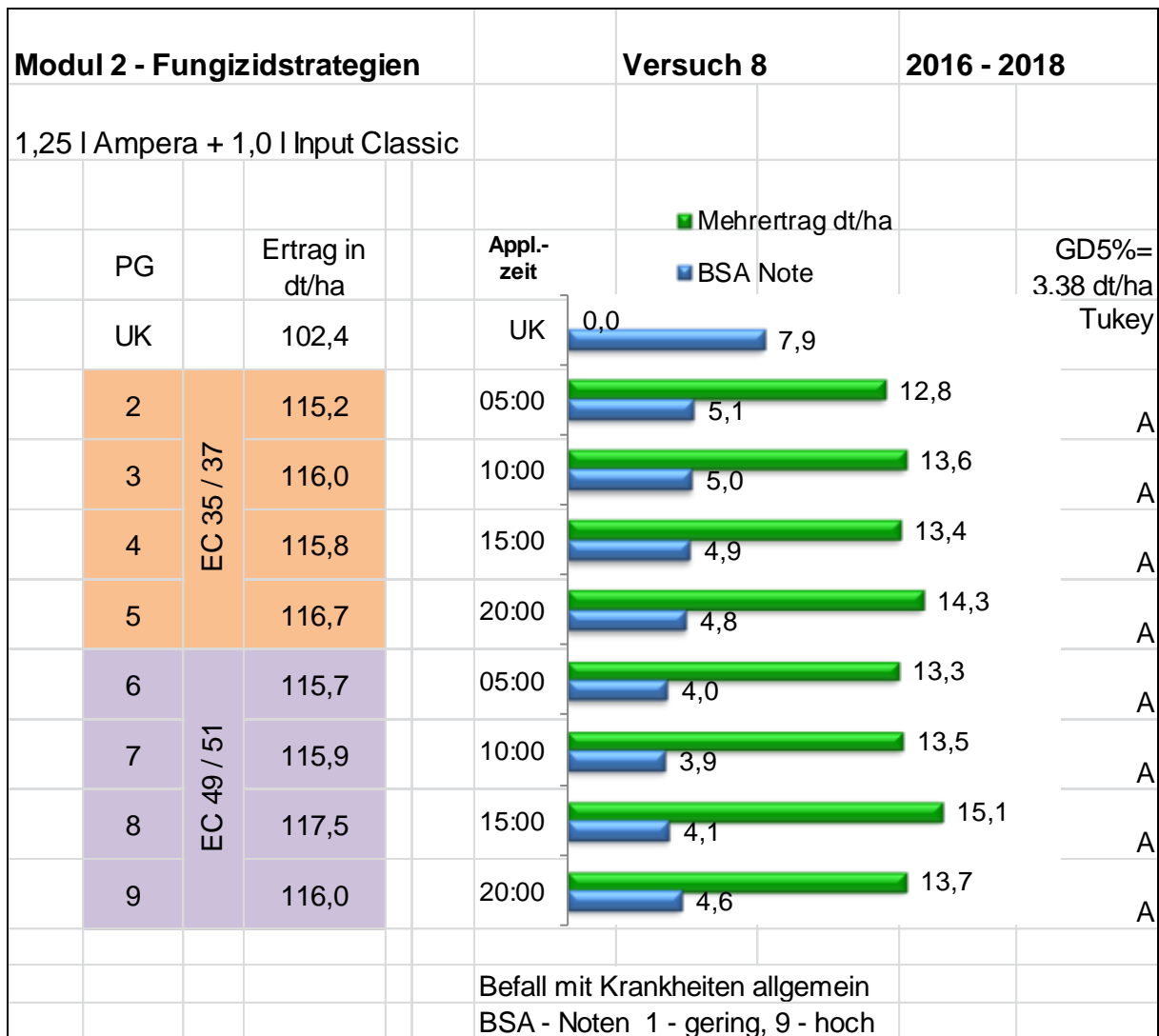


Abb. 3: Kornerträge und Krankheitsbefall im Versuch 8

Die Abbildung zeigt in der Übersicht die Ergebnisse für die Fungizidvariante mit den Produkten Ampera und Input Classic, deren Wirkstoffe im Wesentlichen der Gruppe der Azole zuzuordnen sind (außer Spiroxamine). Die Stärke dieser Wirkstoffe ist ganz klar in der Kurativleistung zu sehen. Eine starke Dauerwirkung über einen Zeitraum von mehr als 14-18 Tagen war bei dieser Wirkstoffkombination kaum zu erwarten. Die relevanten Schaderreger wie Gelbrost, Braunrost und Septoria tritici sollten jedoch in ausreichendem Maß zu kontrollieren sein, so der Erwartungswert. Die Krankheitsbonitur lässt tendenziell höhere Befallsstärken und Befallshäufigkeiten (BSA-Note) beim späteren Einsatzzeitpunkt erkennen. Die Differenz zwischen den Einsatzterminen ist mit nur einer Boniturnote nicht erheblich und der Unterschied im Kornertrag ist auch zwischen den Behandlungszeiten nicht signifikant. Die statistische Datenanalyse konnte in der 3-jährigen Auswertung der Applikationszeiten bei einer Grenzdifferenz von $GD5\% = 3,38 \text{ dt/ha}$ keine signifikanten Unterschiede nachweisen. Die Schlussfolgerung aus diesem Versuchsteil ist danach, dass die Parameter Temperatur und Luftfeuchte offensichtlich keinen messbaren Einfluss auf die fungizide Leistung der hier geprüften Azolfungizide hatten.

In der folgenden Abbildung sind die Ergebnisse zu einer weiteren Fungizidvariante mit einer anderen Wirkstoffausstattung dargestellt. Die hier applizierte Kombination aus 2 Produkten beinhaltet 4 Wirkstoffe aus unterschiedlichen Wirkstoffgruppen (siehe Anhang 2) Der Ansatz war hier, eine

möglichst breite Wirkung mit unterschiedlichen Wirkmechanismen zur Bekämpfung der relevanten Krankheiten zur Anwendung zu bringen.

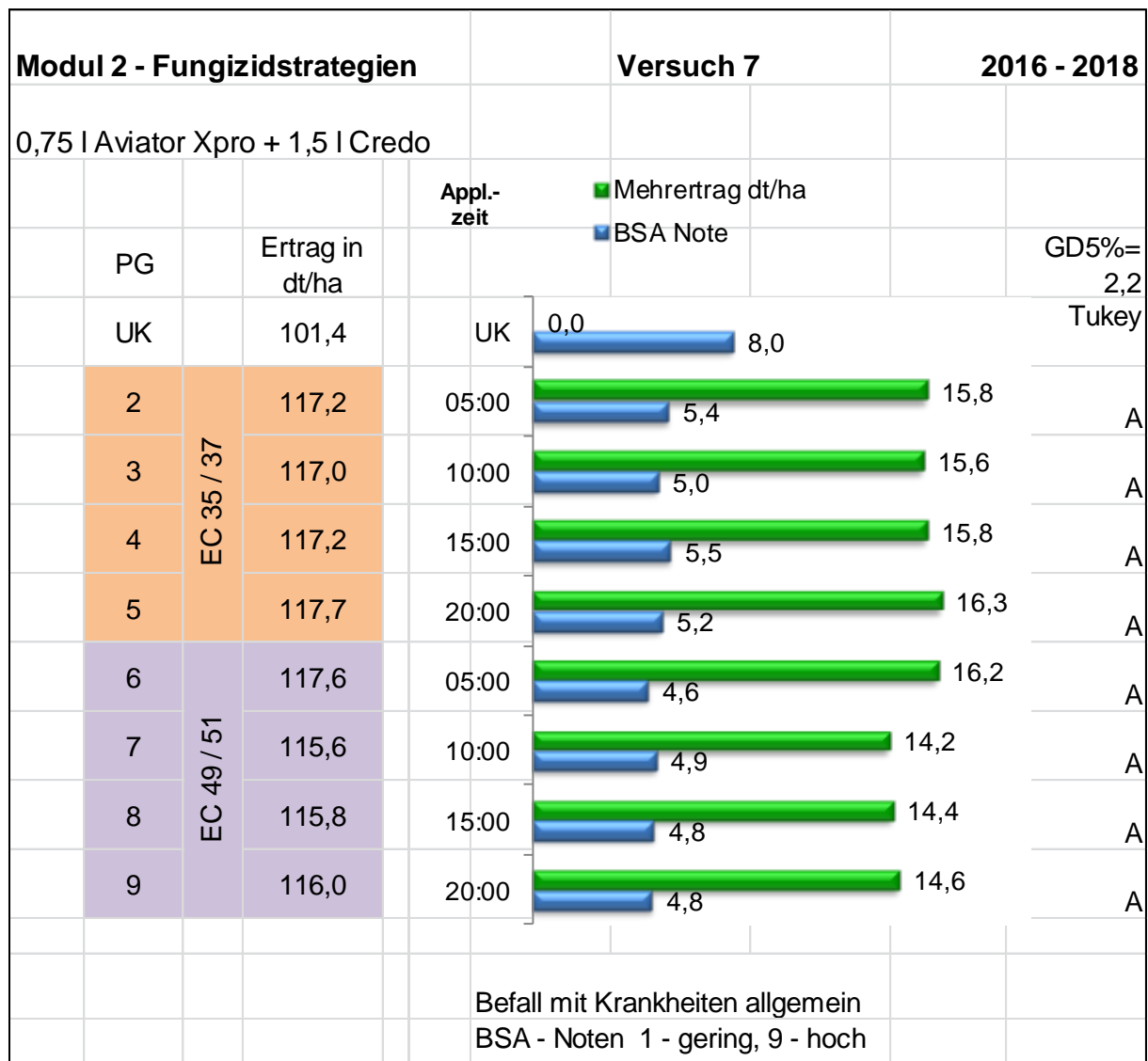


Abb. 4: Kornenerträge und Krankheitsbefall im Versuch 7

Analog zu der vorher besprochenen Azolvariante ergaben sich weder signifikante Unterschiede zwischen den BBCH-Stadien noch zwischen den Applikationszeiten. Die Grenzdifferenz liegt mit GD5% = 2,2 dt/ha wiederum sehr niedrig. Die erwarteten größeren Unterschiede zu einer Variante ohne Strobilurine oder Carboxamide (z.B. zu Ampera + Input Classic) sind im Versuch kaum aufgetreten. Ein statistisch abgesicherter Mehrertrag konnte nur zur unbehandelten Kontrolle nachgewiesen werden, nicht aber zwischen den genannten Varianten. Eine schlüssige Erklärung für diese Ergebnislage ist zunächst nicht einfach zu finden. Die Ährenkrankheiten des Weizens spielten in den Versuchsjahren keine Rolle. Ein Denkansatz für die Begründung liegt möglicherweise beim Spektrum der aufgetretenen Blattkrankheiten. Der im Modul „Wachstumsregler“ bereits diskutierte Effekt von Input Classic als starkes Fungizid im Bereich in BBCH 31/32 („Vorlage“) konnte ebenfalls nicht nachgewiesen werden. In den Versuchsjahren wurde im Verlauf der Vegetation bis etwa Mitte Mai Gelbrost und vereinzelt Septoria tritici an den älteren Blättern beobachtet. Die Behandlungstermine standen entsprechend dem Versuchsplan fest, so dass erst zu BBCH 37/39 bzw. BBCH 49/51 behandelt wurde. Die starke kurative Wirkung der Azolvariante mit 3 Wirkstoffen

und einer breiten Wirkung auf alle Erreger war offensichtlich für eine Kontrolle der Roste (Braunrost stärker ab Juni) und der Septoria Blattdürre ausreichend. Die Folgewitterung hat den genannten Erregern keine optimalen Entwicklungsbedingungen ermöglicht, so dass weitere Schadwirkungen nicht mehr eintraten. Die oft diskutierte „Vitalisierung“ der Pflanzen durch die Strobilurine/Carboxamide hat keine weiteren Effekte erzielen können. Die Mehrleistung durch den Kontaktwirkstoff Chlorthalonil (im Produkt Credo enthalten) konnte auf Grund des geringen Befallsdrucks mit Septoria tritici auch nicht abgerufen werden. Ein weiterer Aspekt könnte die Aufladung der Produkte und damit die applizierte Wirkstoffmenge je ha sein. Eine Einschätzung hierzu soll später noch getroffen werden.

In der nachfolgenden Darstellung sind die Ergebnisse für die Fungizidvariante mit dem Produkt Siltra Xpro dargestellt. Das Fertigprodukt besteht ähnlich dem Produkt Aviator Xpro aus den Wirkstoffen Bixafen (Carboxamid) und dem Wirkstoff Prothioconazol. Die Wirkstoffgehalte weichen jedoch ab. Die Unterstützung der fungiziden Leistung durch ein Strobilurin oder einen Kontaktwirkstoff fehlen hier im Vergleich zur vorherigen Variante.

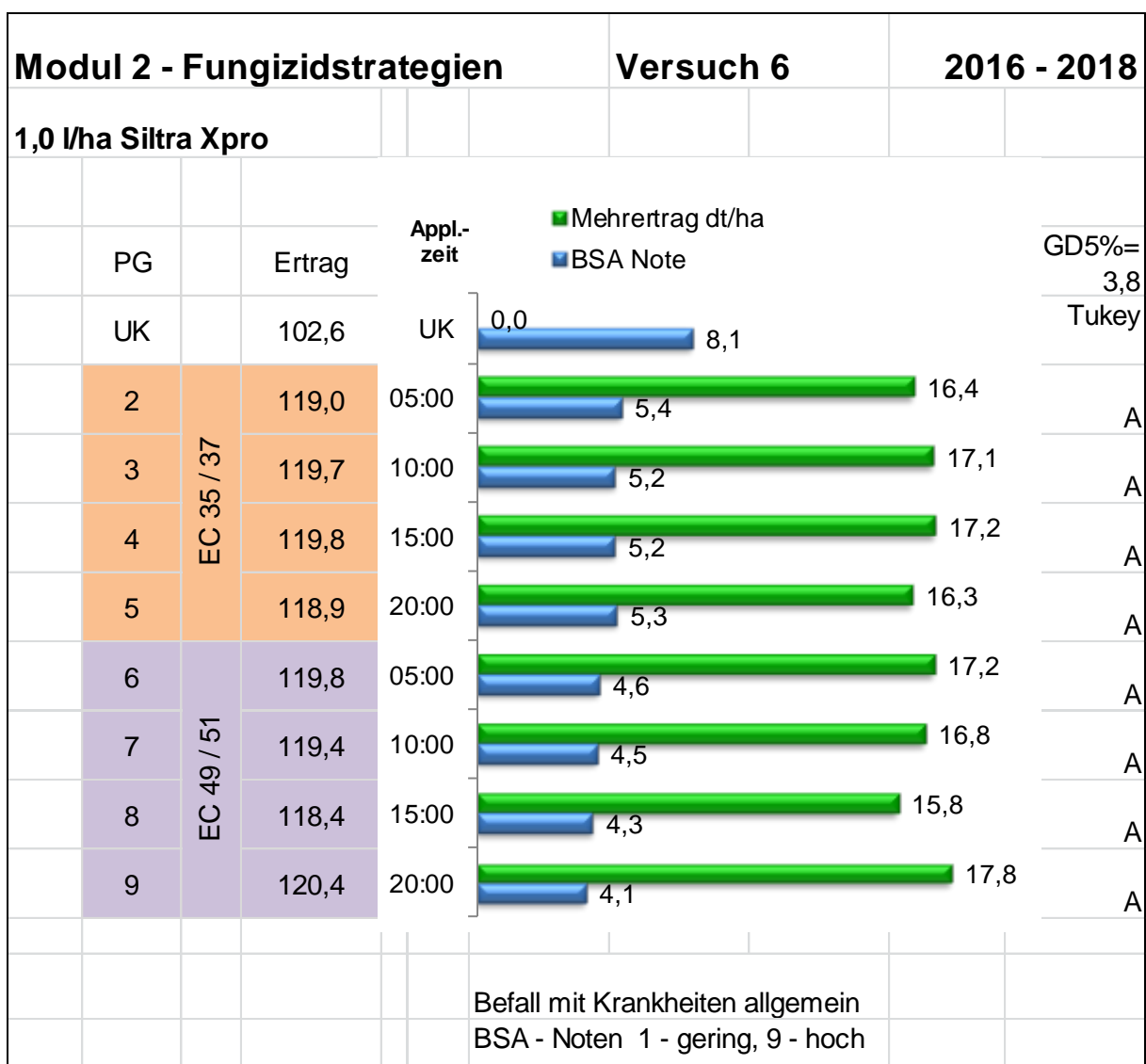


Abb. 5: Kornerträge und Krankheitsbefall im Versuch 6

Im paarweisen Vergleich der Boniturwerte zwischen den Anwendungsterminen ist ein tendenziell stärkeres Krankheitsauftreten beim späteren Termin BBCH 49/51 festzustellen. Dies hat sich nicht im Kornertrag niedergeschlagen und ist damit auch nicht weiter zu diskutieren. Die hohe Aufladung des

Produkts mit einem kurativen Partner (200 g/ha Prothioconazol bei einer Aufwandmenge von 1,0 l/ha) hat offensichtlich das Auftreten der Blattkrankheiten ausreichend kontrolliert. Die Behandlungszeiten unterscheiden sich bei einer Grenzdifferenz GD5% von 3,8 dt/ha nicht signifikant voneinander.

Neben der eben besprochenen Variante mit dem Produkt Siltra Xpro wurde in der vierten und letzten Fungizidstrategie mit dem ebenfalls fertig formulierten Produkt Ceriax gearbeitet. Beide genannten Varianten haben im Parameter Kornertrag signifikant besser abgeschnitten als die vorher besprochenen Varianten mit Tankmischungen (siehe oben). Das Produkt Ceriax hat im direkten Vergleich zum Siltra Xpro eine grundlegend unterschiedliche Aufladung mit den Wirkstoffklassen und zusätzlich noch eine Strobilurin-Komponente. So kommen umgerechnet auf die Aktivsubstanz 104 g Fluxapyroxad je ha und ebenso 104 g/ha des Azolwirkstoffs Epoxiconazol. So werden im Vergleich zu Siltra Xpro beispielsweise 40 % mehr Carboxamid-Wirkstoff auf die Fläche appliziert, die Azol-Aufwandmenge in g/ha ist aber dagegen fast um die Hälfte geringer. Dazu kommen bei der gewählten Aufwandmenge von 2,5 l/ha noch 166 g/ha Pyraclostrobin (z.B. 150 g/ha Picoxystrobin bei Credo).

In den obigen Darstellungen ist zu erkennen, dass auch hier die bonitierten Symptome der Blattkrankheiten in Häufigkeit und Stärke kaum voneinander abweichen. Es wäre hier die Erklärung denkbar, dass die starke Leistung von Epoxiconazol bei den Rostkrankheiten die Befallssituation in den Versuchsjahren sicher kontrolliert hat. Der Befall mit *Septoria tritici* war gegenüber den Rostkrankheiten deutlich geringer, so dass die lang anhaltende Wirkung der anderen Wirkstoffklassen hier keine relevanten Neu-Infektionen und damit keine Differenzierungen weiter zugelassen hat.

In der Variante mit Ceriax in einer (nicht praxisüblichen) hohen Aufwandmenge kommt es zu einem signifikant verschiedenen Ertragseffekt bei der Variante, die um 5.00 Uhr früh appliziert worden ist. Der Unterschied ist zwar sehr gering, bei einer GD5% von 1,41 dt/ha jedoch statistisch sauber abzusichern. Eine schlüssige Erklärung hierfür ist auf Grund der kaum zu differenzierenden Boniturergebnisse nach Meinung der Autoren nicht im Bereich der Krankheitskontrolle zu suchen. Möglicherweise sind eine leicht optimierte Anlagerung und Aufnahme der Wirkstoffe oder geringere Wirkverluste gegenüber den übrigen Tageszeiten die Ursache für diesen Effekt. Die vorherrschenden Temperaturen und geringere Luftfeuchten in den fortschreitenden Applikationszeiten könnte eine weitere Erklärung sein. Weitere agrarmeteorologische Ansätze werden im Kontext zum nachfolgenden Modul „Aufwandmengen Fungizide“ besprochen.

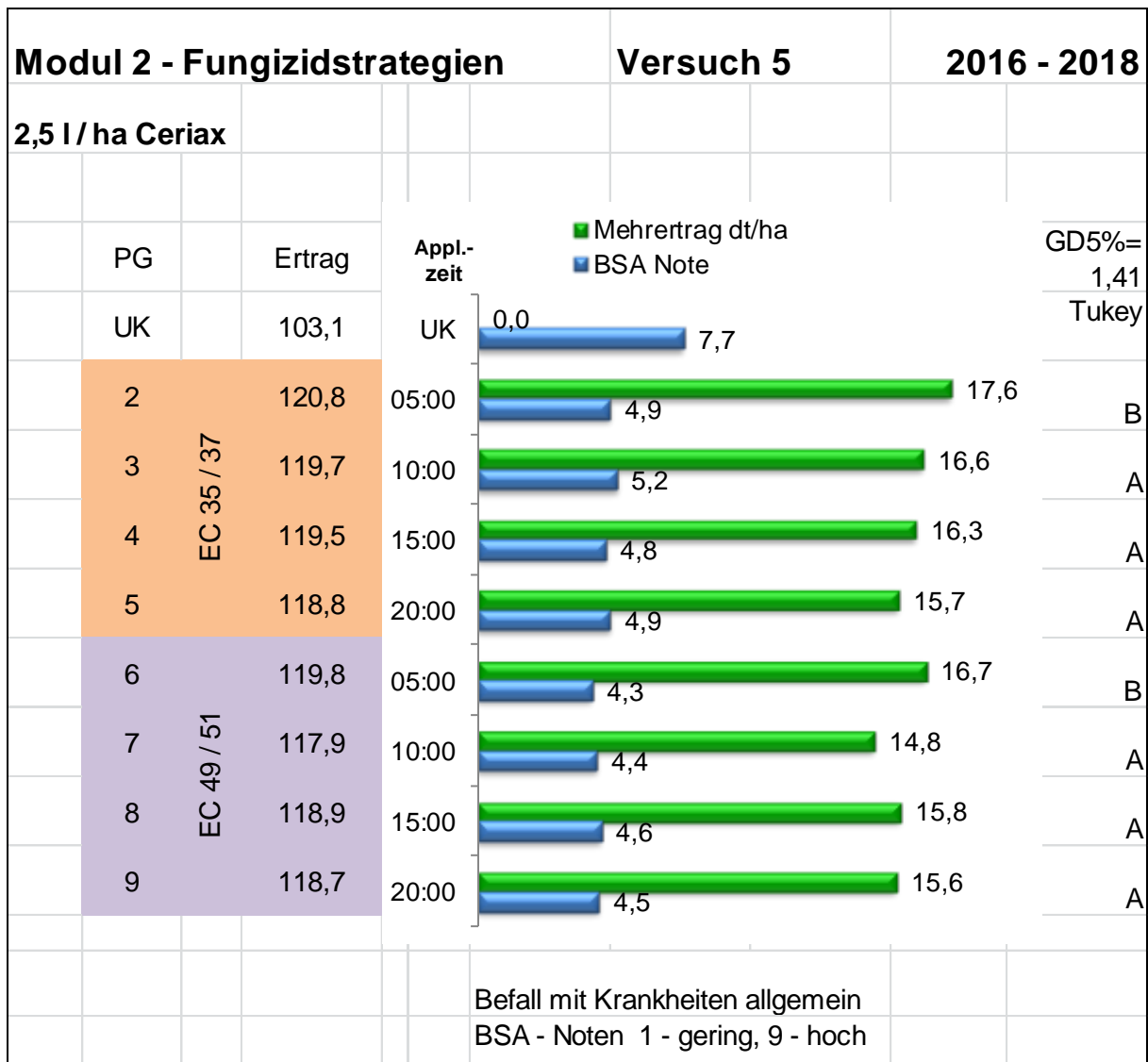


Abb. 6: Kornerträge und Krankheitsbefall im Versuch 5

3.2.3 Modul 3 - Fungizid Aufwandmengen

Für die Umsetzung der Versuchsfragen zum Einfluss abgestufter Aufwandmengen eines bestimmten Fungizids wurde Ceriax eingesetzt. Unter definierten agrarmeteorologischen Expositionen wie der Luftfeuchte und der Temperatur waren verschiedene Detailfragen zu beleuchten. Die Thesen hierzu können wie folgt beschrieben werden:

1. hohe Aufwandmengen (nach Anwendungsanleitung und Zulassung) sind erforderlich, um die höchste Ertragsabsicherung zu erzielen
2. unterschiedlichen meteorologischen Randbedingungen wirken sich beim Zeitpunkt der Applikation auf die Erträge aus
3. gleiche Ertragsabsicherung ist beim Einsatz geringerer Aufwandmengen möglich und dazu auch noch wirtschaftlich vorzüglicher
4. es müssen dazu immer optimale meteorologische Rahmenbedingungen herrschen
5. Ertragseffekte durch Fungizide können durch einen meteorologischen Index (Delta T) vorhergesagt werden und die Effizienz kann vorweg eingeschätzt werden

Diese Wechselwirkungen wurden in der gleichen Versuchsanordnung bearbeitet wie im vorangegangenen Modul. (Einsatztermine T3 und T4; Einsatzzeiten). Die Aufwandmengen sind beginnend bei einer Höchstmenge von 2,5 l/ha (80% der maximalen Aufwandmenge von 3,0 l/ha lt. BVL-Zulassung) nach unten gestaffelt in den Abstufungen von jeweils 0,3 l/ha in 4 Wiederholungen appliziert worden.

Zur besseren Übersicht sind die erzielten Ergebnisse über alle Versuchsjahre und alle Applikationstermine der nächsten Grafik zu entnehmen.

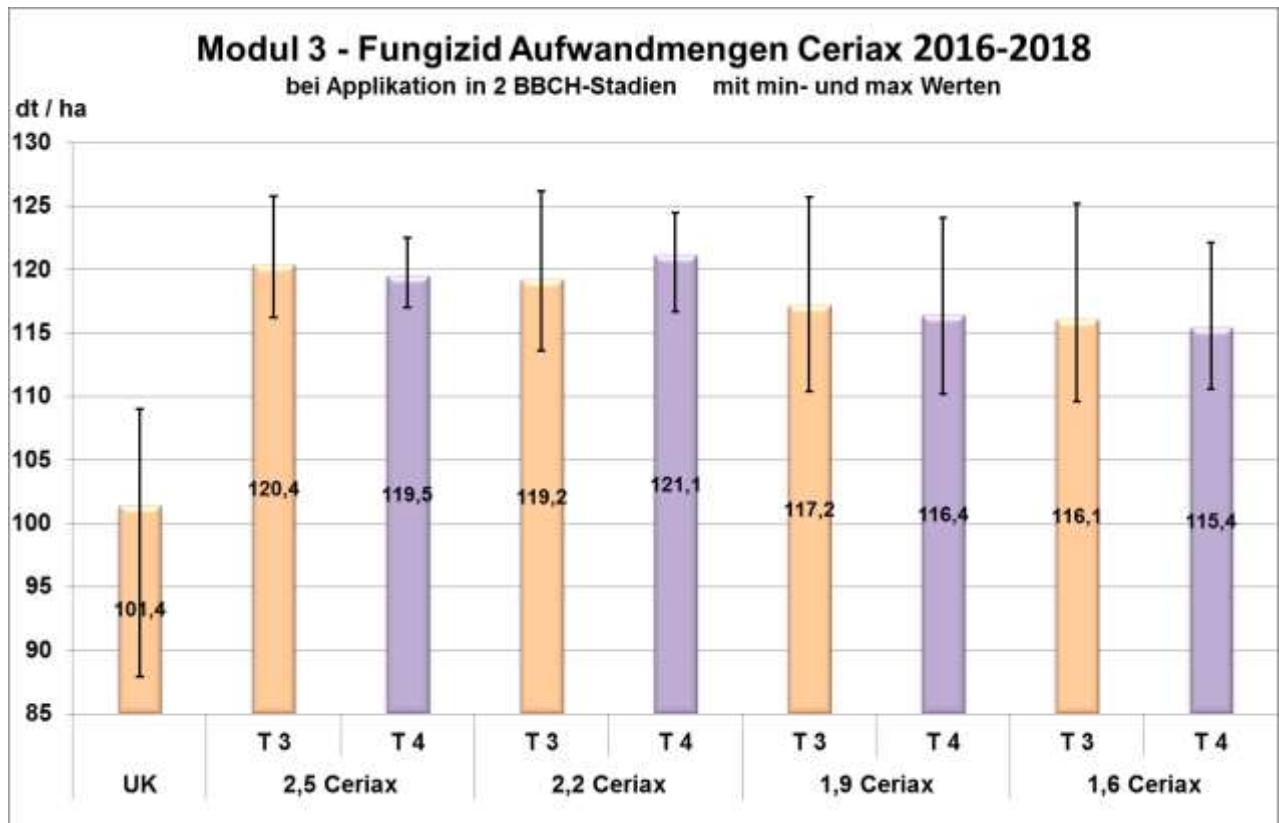


Abb. 7: Kornerträge und Minimum- / Maximumwerte in den Versuchen 9-12

Der Einsatz des Fungizids Ceriax ist in zwei Modulen mit der Aufwandmenge von 2,5 l/ha vorgenommen worden. So ist ein methodischer Vergleich zwischen den Blöcken zulässig, da für alle Prüfglieder die gleichen Voraussetzungen galten. Der direkte Vergleich beider Versuchsglieder lässt hier u.a. erste positive Schlussfolgerungen zur Datenqualität zu.

In der Analyse der Daten konnte festgestellt werden, dass die erzielten Ertragsabsicherungen in der Aufwandmenge mit 2,5 l/ha mit einer Abweichung von $GD5\%=1,5$ dt/ha über alle Jahre, Termine und Applikationszeiten über die Blöcke nur sehr wenig voneinander abweichen. Dies spricht für eine sehr exakte Versuchsdurchführung, eine sehr gute Standortwahl und bestätigt eine hohe Belastbarkeit der generierten Daten.

Nach dieser modul-übergreifenden Betrachtung können im Diagramm folgende Effekte abgelesen werden:

- sehr hohe Abweichungen der Einzelwerte um den Mittelwert in der UK
- geringere Streuung der Einzelwerte bei den beiden höheren Aufwandmengen
- tendenziell geringere Kornerträge bei den beiden niedrigeren Aufwandmengen
- höhere Streuung der Einzelwerte bei den beiden niedrigeren Aufwandmengen

Die hohe Variabilität der Einzelwerte in der unbehandelten Kontrolle ist sehr wahrscheinlich dem massiven und vor allem nesterweise Auftreten des Gelbrostes in allen Versuchsjahren zuzuordnen.

Die Nullparzellen waren unterschiedlich stark befallen und wiesen daher stärker schwankende Kornerträge auf. Eine separate Bonitur der Befallshäufigkeit wurde nicht durchgeführt.

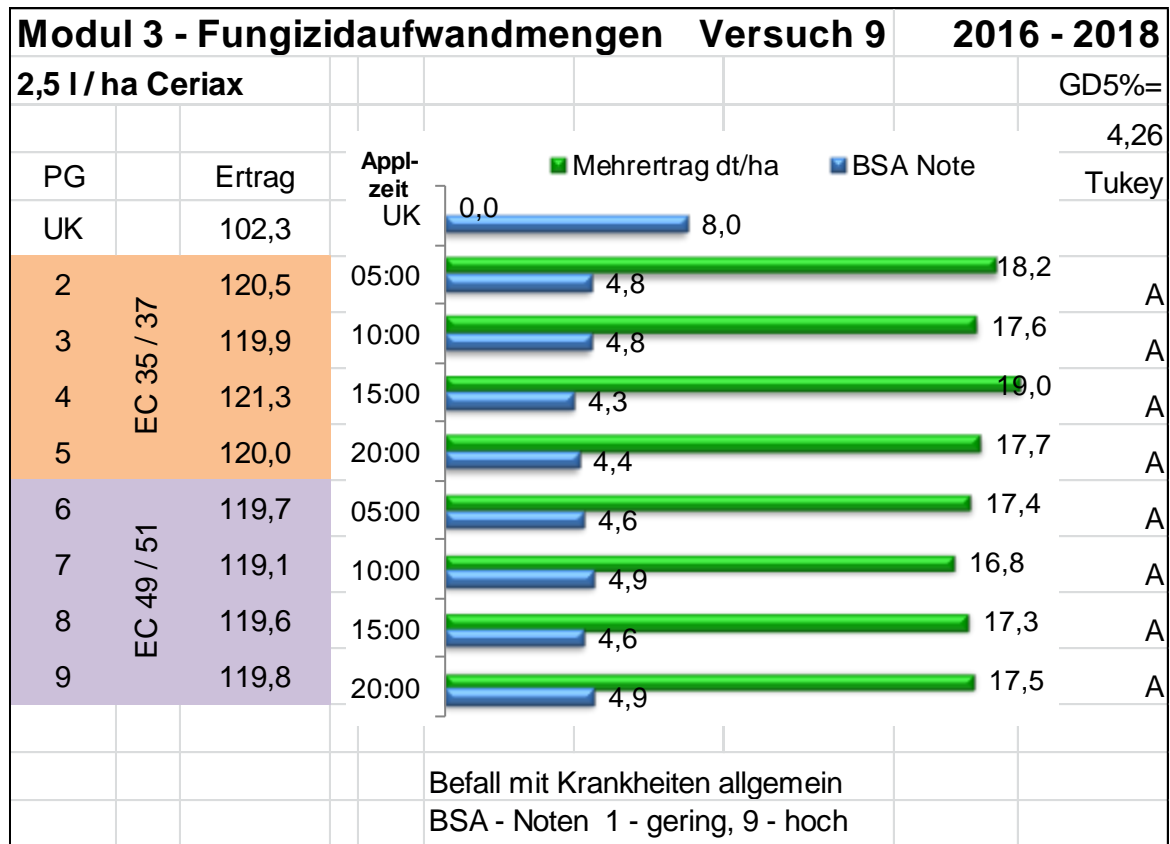


Abb. 8: Kornerträge und Krankheitsbefall im Versuch 9

Die vorherige Abbildung zeigt die Ergebnisse im Versuchsblock mit der Aufwandmenge von 2,5 l/ha im Mittel von 3 Versuchsjahren. Das Ertragsniveau ist in allen Jahren mit Werten von deutlich über 100 dt/ha sehr hoch. Das gilt für alle in den Versuchen mit abgestuften Fungizidaufwandmengen festgestellten Einzelwerte. Zwischen den Versuchsjahren waren sehr große Unterschiede zwischen den behandelten Stufen und der unbehandelten Kontrolle zu finden. Das Jahr 2016 war hier besonders hervorzuheben, da die Unterschiede in der hier beschriebenen Versuchsanordnung mit 2,5 l/ha Ceriix bei etwa 29,0 dt/ha lagen. In den Folgejahren hat sich dieser Ertragseffekt auf Grund anderer Witterungsverläufe und Befallsbedingungen bei 14,7 dt/ha (2017) und 12,3 dt/ha (2018) eingestellt. Die Unterschiede zwischen dem eben besprochenen Versuch mit 2,5 l/ha und der nächst geringeren Stufe mit 2,2 l/ha Ceriix sind wie bereits erwähnt sehr gering und statistisch nicht abzusichern. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Abbildung zusammengefasst.

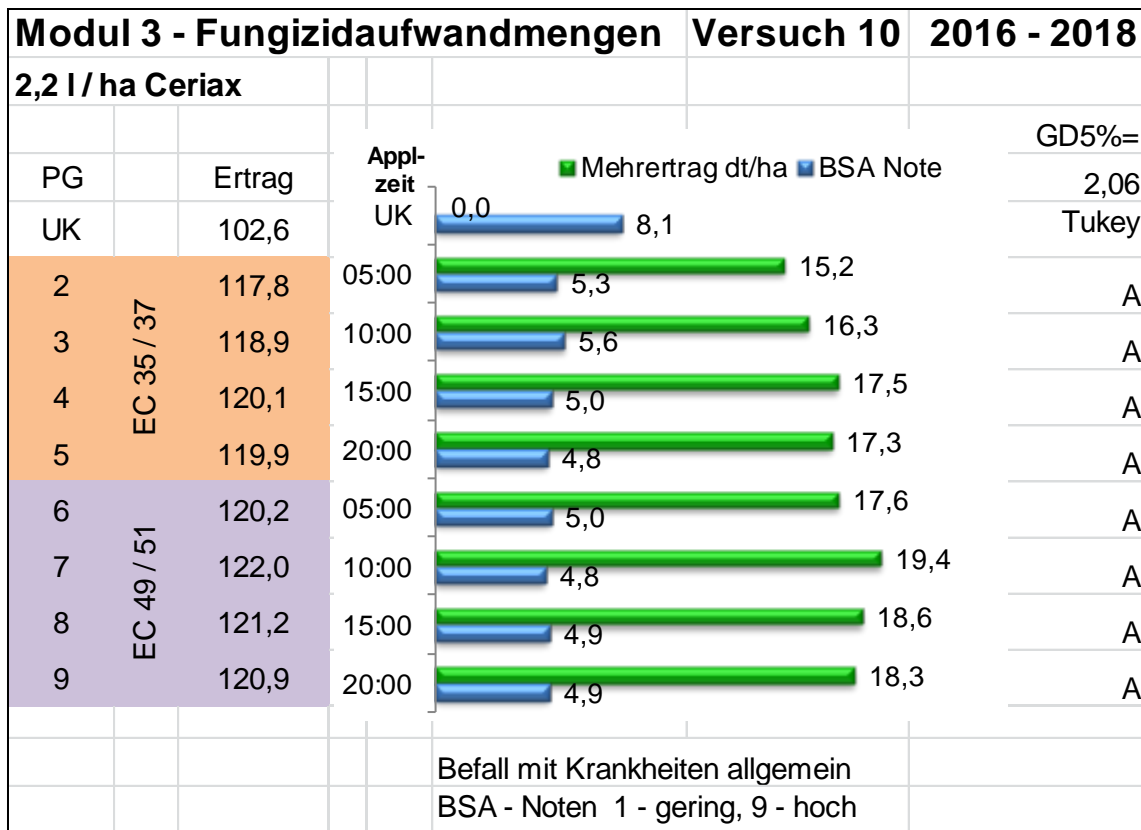


Abb. 9: Kornerträge und Krankheitsbefall im Versuch 10

Beide Ergebnisse in den Varianten mit 2,5 l/ha und mit 2,2 l/ha Aufwandmenge sind auch zwischen den Anwendungsterminen (BBCH) und den Applikationszeiten statistisch nicht sicher unterscheidbar. Die Ursache hierfür könnte beispielsweise in der geringen Abstufung der Produktmenge (0,3 l/ha) oder in den nur unwesentlich abweichenden meteorologischen Rahmenbedingungen zum Termin der Anwendung liegen.

Neben den vorzüglichen Standortbedingungen und dem hohen ackerbaulichen Standard im Versuchsbetrieb könnte es auch eine Folge der Leistung der gewählten Winterweizensorte JB Asano sein. Praxisbetriebe generieren seit einigen Jahren bereits hohe und sichere Kornerträge mit stabilen Qualitätseigenschaften und exzellenten Vermarktungsergebnissen mit dieser Sorte.

Höhere Aufwandmengen gehen für den Anwender oft mit mehr „Sicherheit“ für den Behandlungserfolg einher und bedingen sehr wahrscheinlich im Versuch auch die geringere Schwankungsbreite in der Ertragsabsicherung, allerdings auf einem sehr geringen Niveau.

Über die Wirtschaftlichkeit wird am Ende der Ergebnisanalyse zu reden sein.

Die beiden niedrigeren Aufwandmengen zeigen in der detaillierten Datenanalyse in der Tat statistisch abgesicherte Unterschiede zu den 2,5 l/ha und 2,2 l/ha Aufwandmengen. Die Trennschärfe ist mit einer GD5% von 2,61 dt/ha wiederum sehr gering. Die Varianzanalyse konnte dennoch diese Unterschiede statistisch absichern und die Ergebnisse in Bezug auf die Aufwandmengen für weitere Schlussfolgerungen nutzbar machen. Die stärkeren Schwankungen der Einzelwerte sind bei geringeren Aufwandmengen bei beiden Einsatzterminen festzustellen. Dies ist möglicherweise ein Hinweis auf die nachlassende Wirkung bei stärkerem Befall mit aggressiven Erregern (Gelbrost) und geringerer kurativer Leistung. Die Wirkstoffmenge an Epoxiconazol pro ha beträgt bei 1,6 l Ceriax z.B. noch knapp 2/3 gegenüber der Variante mit 2,5 l/ha.

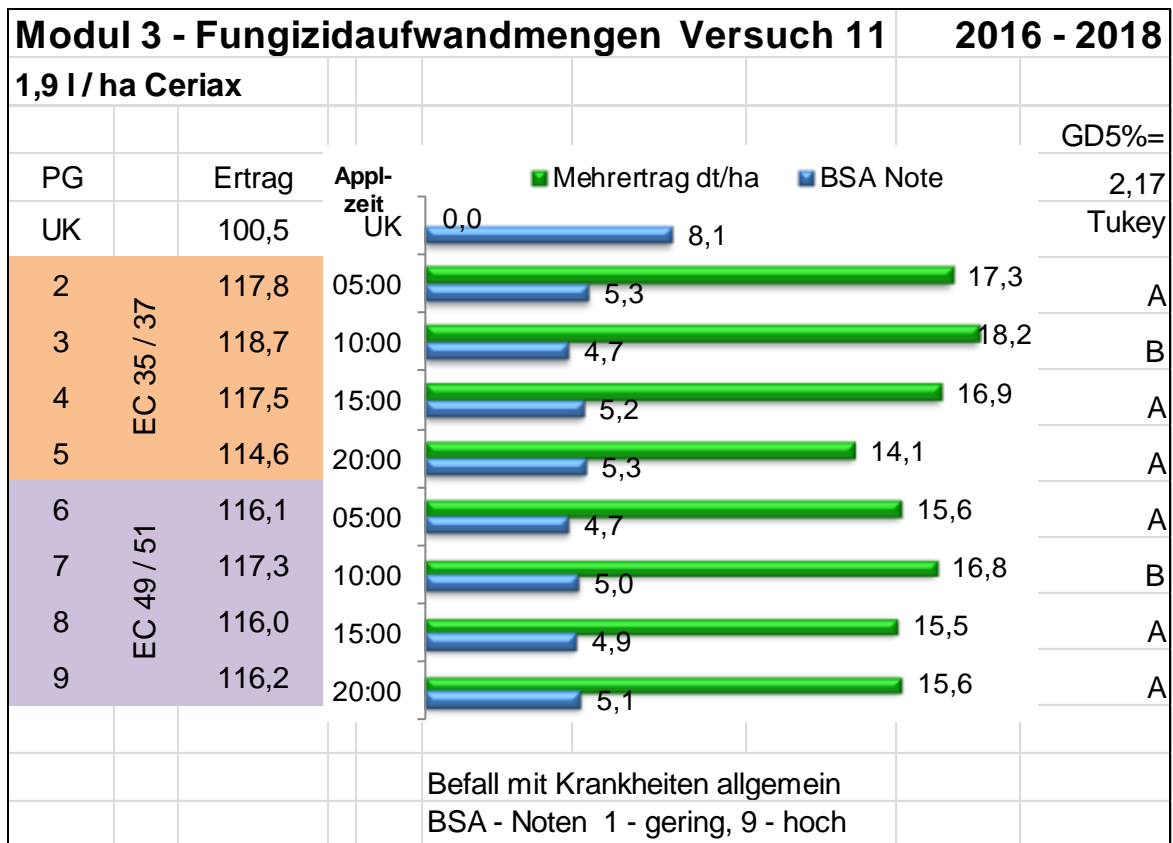


Abb. 10: Kornerträge und Krankheitsbefall im Versuch 11

Wenn ein Produkt mit mehreren Wirkstoffen aus verschiedenen Wirkstoffklassen mit einer fertigen Formulierung in den Markt eingeführt wird, dann beginnt die Beratung und die Praxis umgehend mit der „Optimierung“ der Aufwandmenge. Das bedeutet, dass in sehr unterschiedlichen Versuchsanstellungen die optimale Dosis/Wirkungs-Beziehung unter Beachtung der Preiswürdigkeit des Produkts abgeleitet werden soll. Die „Elastizität“ der Leistungen eines Produkts kann auch sehr von seiner Formulierung und damit von technologischen Parametern beeinflusst werden. Diese Kenntnisse waren der Anlass dafür, die Aufwandmenge noch weiter herabzusetzen. In den Ergebnissen der vorherigen Abbildung ist zu sehen, dass bei einer Aufwandmenge von 1,9 l/ha (und nahezu gleicher Krankheitsbonitur) die erzielten Kornerträge in den Behandlungsvarianten etwa 4 dt/ha unter denen der höheren Dosierungen liegen. Diese statistisch abgesicherten Unterschiede sind im früheren Anwendungstermin etwas geringer, statistisch signifikant ist nur für die 10 Uhr Variante ein höheres Ergebnis festzustellen.

Die niedrigste gewählte Aufwandmenge im Modul Fungizidaufwandmengen ist die Variante 1,6 l/ha Ceriax. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Abbildung zu sehen.

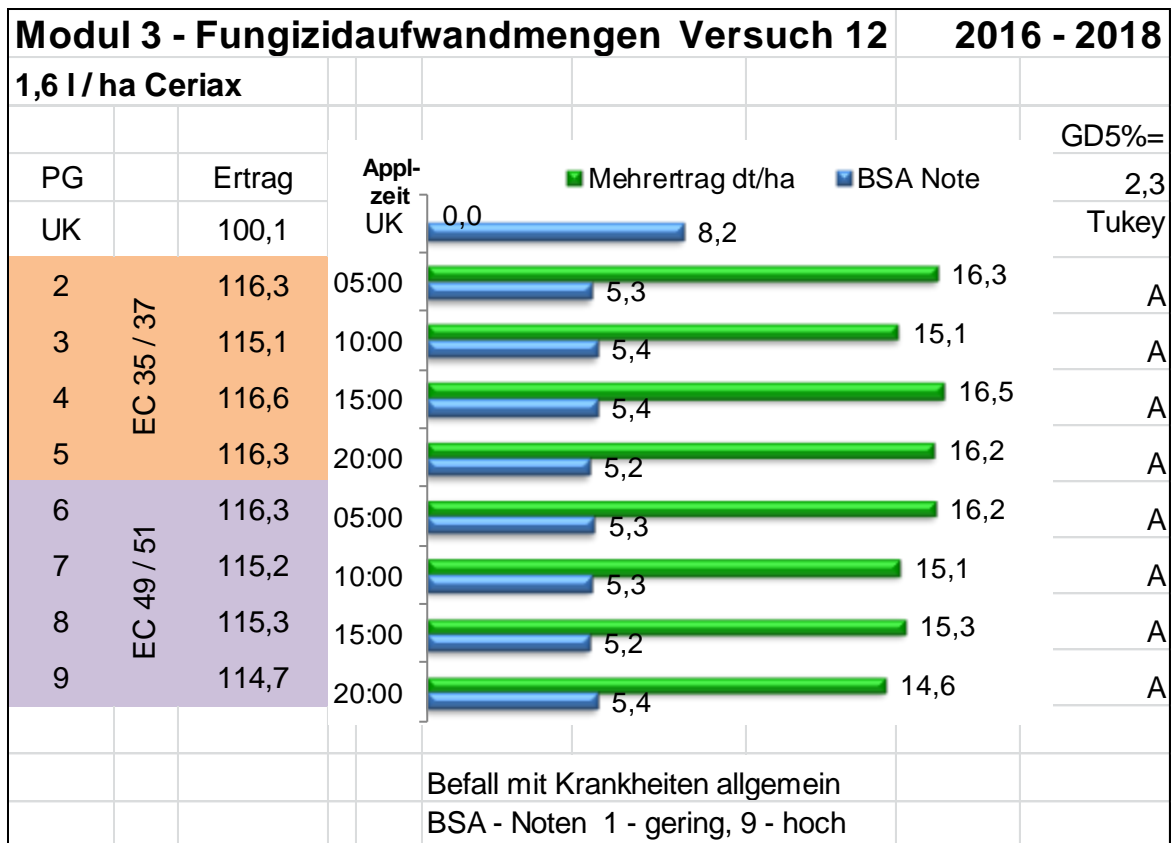


Abb. 11: Kornerträge und Krankheitsbefall im Versuch 12

Über alle Versuchsjahre betrachtet konnte hier festgestellt werden, dass die Kornerträge in dieser Variante tendenziell hinter den höheren Aufwandmengen zurückblieben – wenn auch nur mit sehr geringem Abstand. Dies gilt für fast alle Applikationstermine/Uhrzeiten. Die Unterschiede sind aber nur gegenüber den beiden höheren Aufwandmengen abzusichern, nicht aber zwischen den Applikationszeiten.

Diese Ergebnisse bestätigten somit nur teilweise den Erwartungswert der Versuchsanstellung. Es kam zunächst nicht vorrangig darauf an, die Aufwandmengen und/oder Anwendungstermine gegeneinander zu prüfen. Vielmehr standen die witterungsbedingten Einflussfaktoren wie Luftfeuchte und Temperatur (Strahlung) und deren Wechselwirkung mit den angewendeten Pflanzenschutzmitteln im Mittelpunkt der Untersuchungen. Die hier erzielten Ergebnisse mit gestaffelten Aufwandmengen für ein ausgewähltes Fungizid konnten nur teilweise gesicherte Erkenntnisse über eine Ursache-Wirkungs-Beziehung von Witterung und biologischer Leistung zur Krankheitsbekämpfung nachweisen.

Mit abnehmender Wirkstoffkonzentration kommt es zu einer „kritischen Grenze“, unterhalb derer die Probleme hinsichtlich der Bildung/Förderung von Resistenzen sehr gefährlich werden können. Da es sich vielfach um Kombinationen oder fertige Formulierungen aus unterschiedlichen Wirkstoffklassen handelt, ist die Situation aus praktischer Sicht nicht einfach zu handhaben. Die Dosis und damit die Ausstattung mit Wirkstoffen (Aufladung) haben nach den Ergebnissen des Projekts derzeit noch einen größeren Einfluss auf den Erfolg einer Behandlung als die witterungsbedingten Anwendungsparameter.

Es kann ohne Zweifel festgestellt werden, dass das gewählte Produkt Ceriax in allen geprüften Dosierungen eine sichere und gegenüber den unbehandelten Kontrollvarianten signifikante Mehrleistungen nachweisen konnte. Die meteorologischen Einsatzbedingungen und auch die Einsatztermine waren alles in allem nachrangig.

3.2.4 Ökonomische Betrachtung

Die Analysen und Diskussionen des Mehrwertes von Wachstumsreglern/Fungiziden zur Ertragssicherung sind auch im durchgeführten Versuchsprojekt wichtiger Bestandteil.

Von den absoluten Erträgen sind die tatsächlichen Kosten nach einer Preisfindung für die jeweiligen Produkte und Komponenten abzuziehen. Da in allen Prüfgliedern immer nur eine Behandlung erfolgte, sind die Kosten für mehrmalige Durchfahrten nicht berücksichtigt. Die Preisfindung für die Produkte erfolgte nach einer Preisliste des Großhandels im 3-jährigen Mittel, Abweichungen sind vernachlässigbar. Der Weizenpreis wurde für die Projektlaufzeit auf einen Verrechnungswert von 18,00 € netto festgelegt und ist damit ebenfalls eine konstante Rechengröße.

Die ökonomische Wertung der erzielten Ergebnisse wurde nach Modulen getrennt vorgenommen, da verschiedene Ansätze gewählt wurden. Die Einzelwerte und die Rechenroutinen sind tabellarisch im Anhang 3 zu finden und nachzuvollziehen.

3.2.4.1 Modul 1 - Wachstumsregler...

Der Einsatz von Wachstumsreglern soll hinsichtlich der ökonomischen Wirkung betrachtet werden. Es ergibt sich durch den Hebel der Kostenzuordnung ein klares Bild zur Vorzüglichkeit von Anwendungsterminen und Tageszeiten.

Zu besserer Übersicht werden die beiden angewendeten Strategien zunächst ohne die Zumischung eines Fungizids ökonomisch betrachtet. Die nachfolgende Abbildung zeigt in der Übersicht die Mehrerlöse durch eine Behandlung des Bestandes mit CCC und Moddus Start an zwei Terminen und den entsprechenden Zeiten.

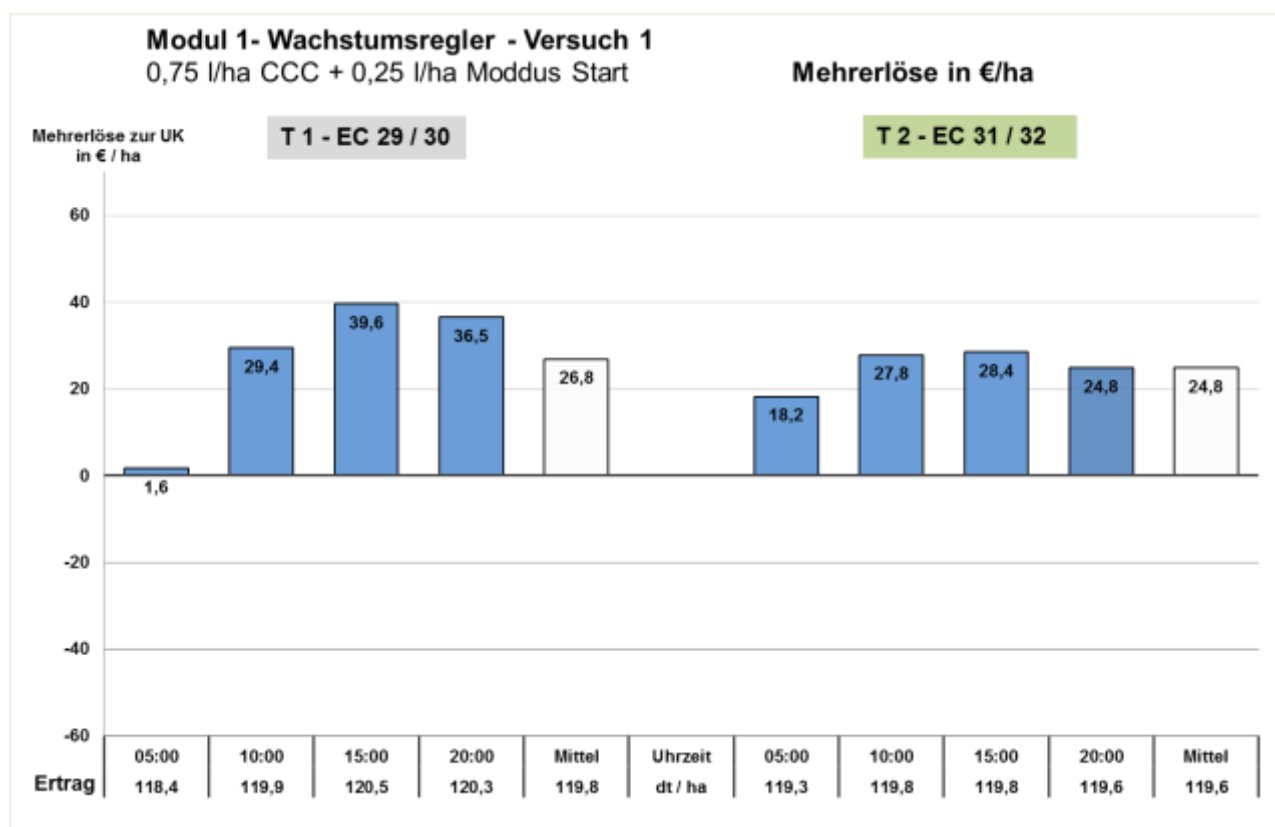


Abb. 12: Mehrerlöse Versuch 1 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018

Eine ökonomische Vorzüglichkeit von einem der beiden Anwendungsterminen ist im Mittel von 3 Versuchsjahren nicht erkennbar. Auffällig ist lediglich die deutlich geringere Leistung der Variante 5.00 Uhr zum Termin BBCH 29/30. Die morgendliche Anwendung mit einer Differenz von etwa 25 €/ha zu den mittleren Mehrleistungen ist eine deutliche Warnung. Für Praktiker: Anwendung zur frühen Stunde – keine Empfehlung aus pflanzenbaulicher und agrarmeteorologischer Sicht. Es ist davon auszugehen, dass die Temperatur (Strahlung?) für die optimale Wirkung zu gering gewesen sein könnte.

Der zweite Anwendungstermin zeigt in der frühen Anwendungszeit eine ähnliche Tendenz zur schwächeren Mehrleistungen im Mittel von 3 Jahren, die Differenz ist mit etwa 6 €/ha gegenüber der mittleren Mehrleistung aber deutlich geringer.

Die andere Variante mit Medax Top zeigt zu beiden Zeitpunkten der Anwendung ein sehr homogenes Bild. Keiner der geprüften BBCH-Termine und keine der Anwendungszeiten konnte gegenüber der unbehandelten Kontrolle ökonomisch überzeugen.

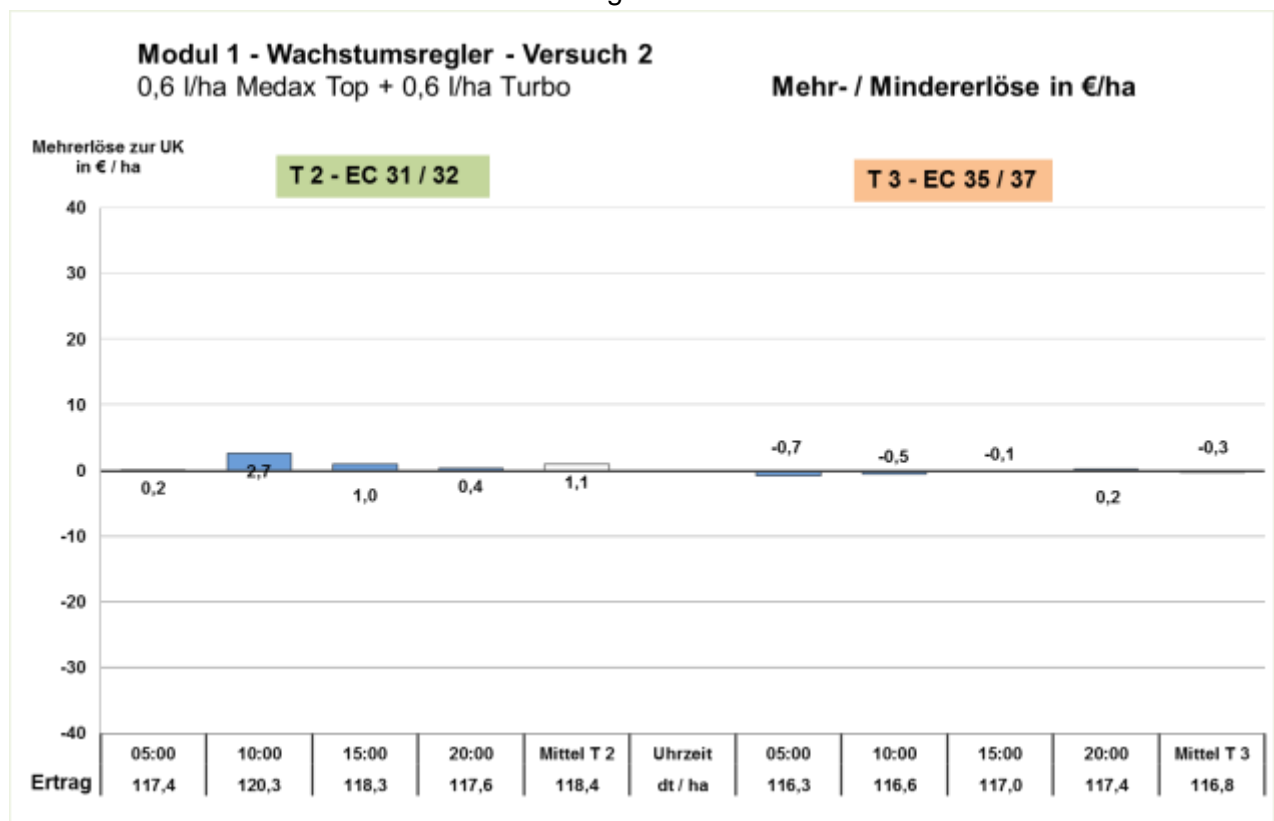


Abb. 13: Mehrerlöse Versuch 2 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018

In den folgenden beiden Grafiken sind die ökonomischen Auswirkungen der Zumischung eines Fungizids (Input Classic) zum Wachstumsregler an beiden Anwendungsterminen dargestellt. Hierbei ist zu beachten, dass mit dem Einsatz des Fungizids noch ein zusätzlicher Kostenfaktor dazugekommen ist. Dieser bringt einen noch größeren Hebel in der Kostenstruktur als die Wachstumsregler selbst. Zur Erinnerung! An einem späteren Zeitpunkt wurden in allen Versuchsjahren alle Varianten aus dem Modul Wachstumsregler als Coverspray mit 2,0 l Ceriax in BBCH 37/39 behandelt. Alle Positionen sind somit vergleichbar.

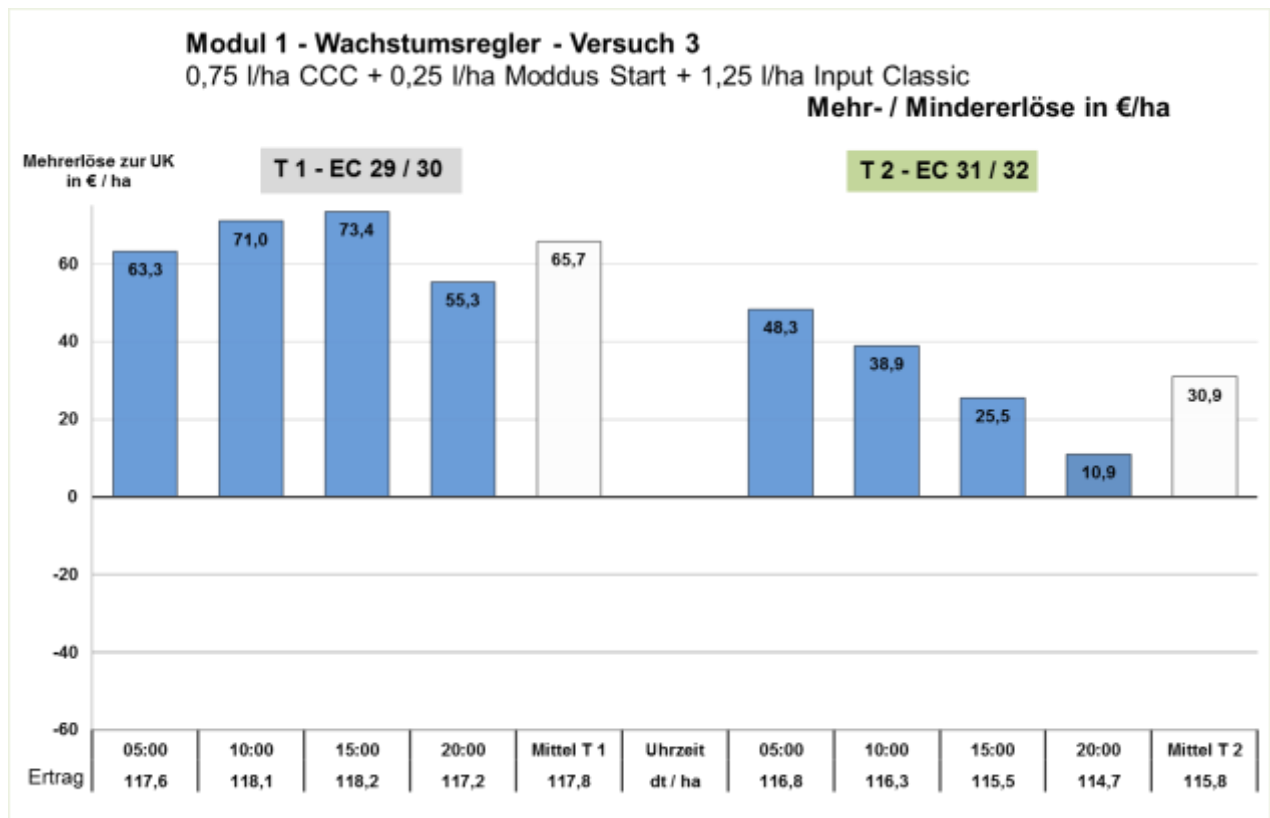


Abb. 14: Mehrerlöse Versuch 3 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018

Die Variante mit CCC + Moddus Start + Input Classic konnte im frühen Anwendungstermin zu allen Applikationszeiten deutliche Mehrleistungen nachweisen. Im T2 Termin zu BBCH 31/32 ist allerdings die ökonomische Bilanz deutlich geringer ausgefallen. Die frühen und Tagesvarianten weisen dreijährig eine Mehrleistung auf, die späteren Applikationen am Tage fallen in der Leistung ab. Eine Erklärung hierfür ist auf Grundlage vorliegender Ertrags- und Meßdaten nicht sicher möglich. Zwischen den Anwendungsterminen liegen dreijährig etwa 35,00 €/ha ökonomische Leistung. Eine Erklärung hierfür liegt möglicherweise im fungiziden Effekt der frühzeitigen Bekämpfung von relevanten Schaderregern, die einen latenten Befall auslösten.

Die Analyse der ökonomischen Effekte bei der letzten Varianten mit Medax Top + Input Classic fällt anders aus. Der frühere Anwendungstermin in BBCH 31/32 kann bei Anwendung 5.00 Uhr bzw. 10.00 Uhr nachweisbar Mehrleistungen erzielen.

Die späteren Uhrzeiten und der spätere Einsatztermin T3 erzeugt Mindererlöse, unabhängig von der Einsatzzeit.

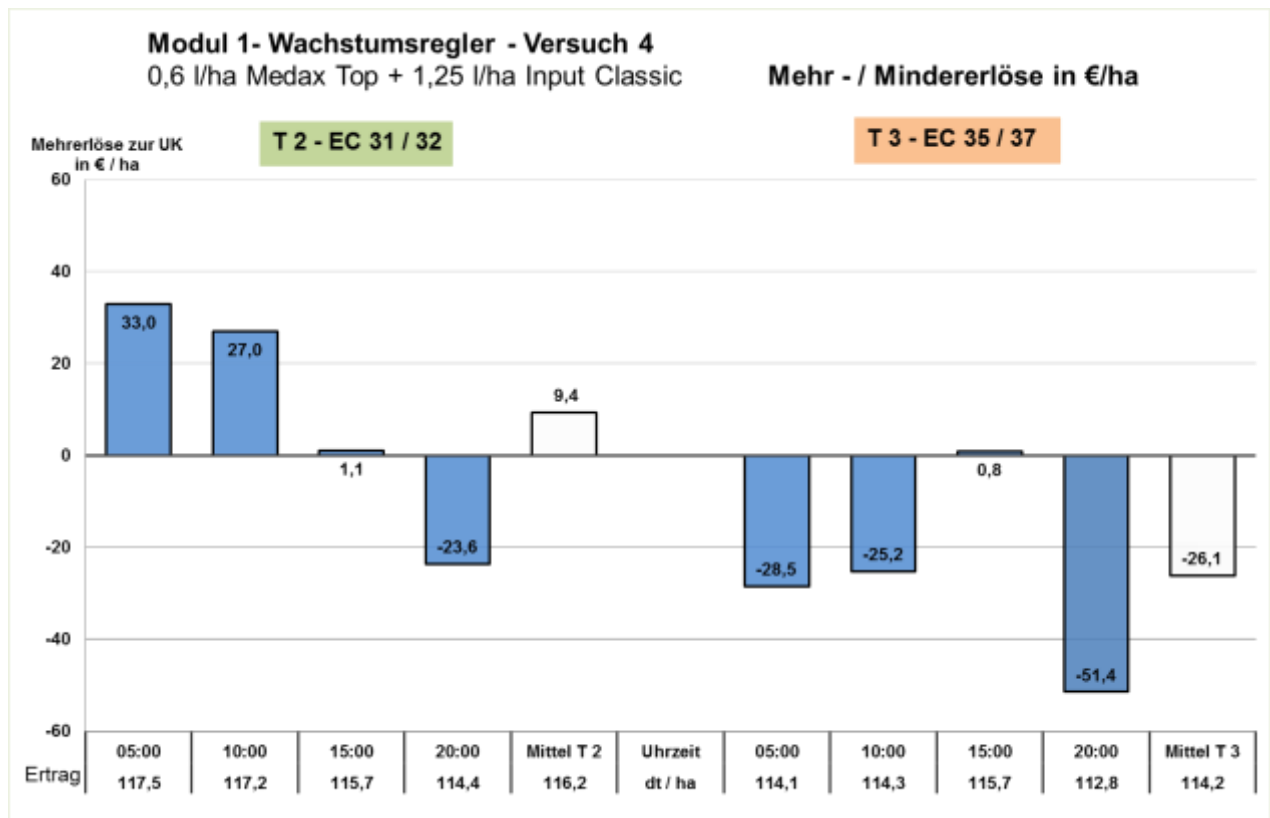


Abb. 15: Mehrerlöse Versuch 4 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018

Die Diskussion über eine ökonomisch sinnvolle Anwendung, Dosierung und Terminierung von Wachstumsreglern ist in der Praxis ständig präsent. Die Entscheidungskriterien hierfür gehen noch über die der Versuchsfragestellung hinaus und berühren klar den Aspekt der Risikominimierung. Der Praktiker beabsichtigt neben der Verhinderung von Lagergetreide noch die Vermeidung von weiteren Schäden wie z.B. technologische Minderleistung im Drusch und Qualitätseinbußen. Diese Nachteile von Lagergetreide wurden in der ökonomischen Bewertung nicht berücksichtigt, da es im Versuchskonzept nicht vorgesehen war.

3.2.4.2 Modul 2 - Fungizidstrategien

Die Ausgangslage ist bei der ökonomischen Betrachtung der Leistungen von unterschiedlichen Fungizidstrategien anders als bei den Wachstumsreglern zu sehen. Die Einsatzzeiten bei Fungiziden sind deutlich flexibler zu gestalten und nicht so sehr an optimale BBCH-Stadien gebunden. Auch spielen die Wechselwirkungen wie im vorherigen Modul hier keine Rolle, die Versuche sind einfacher aufgebaut. Im Gegensatz dazu spielen die Verfügbarkeit von Wirkstoffen und Wirkstoffklassen bei immer mehr Resistenzen und Wegfall von bewährten Lösungen eine immer größere Rolle. Letztlich entscheiden auch die Preiswürdigkeit der eingesetzten Mittel und die tatsächliche Befallssituation über die Effektivität einer Maßnahme.

In den ersten beiden Abbildungen sind die Strategien mit überwiegend Azolwirkstoffen (Ampera + Input Classic) und die Fertigformulierung Siltra Xpro mit Azol/Carboxamid dargestellt. Die Ausgangssituation ist hier ein Preisunterschied von 44,00 €/ha zu Gunsten von Siltra Xpro!

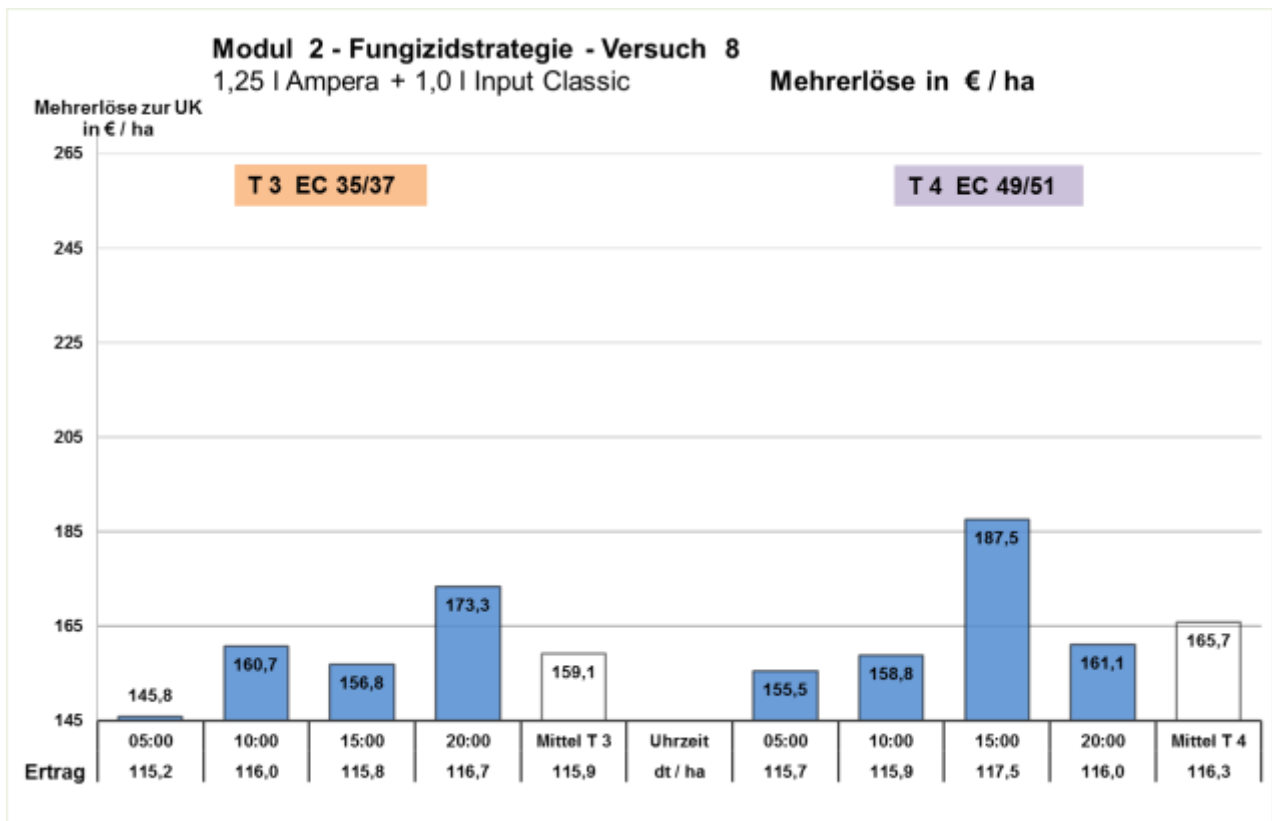


Abb. 16: Mehrerlöse Versuch 8 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018

Die Variante mit Siltra Xpro ist in allen beiden Einsatzterminen und auch über alle Einsatzzeiten in der Wertschöpfung der Azol-Strategie überlegen. Die Abstände liegen vielfach über 100,00 €/ha. Dies ist zum einen den reinen Produktkosten und andererseits auch der biologischen Mehrleistung durch das Carboxamid zuzuordnen. An dieser Stelle zeigt sich, dass eine einfache Lösung durchaus das Anbaurisiko bei einer relativ anfälligen Sorte wie JB Asano deutlich mindern und eine hohe Effektivität nachweisen kann.

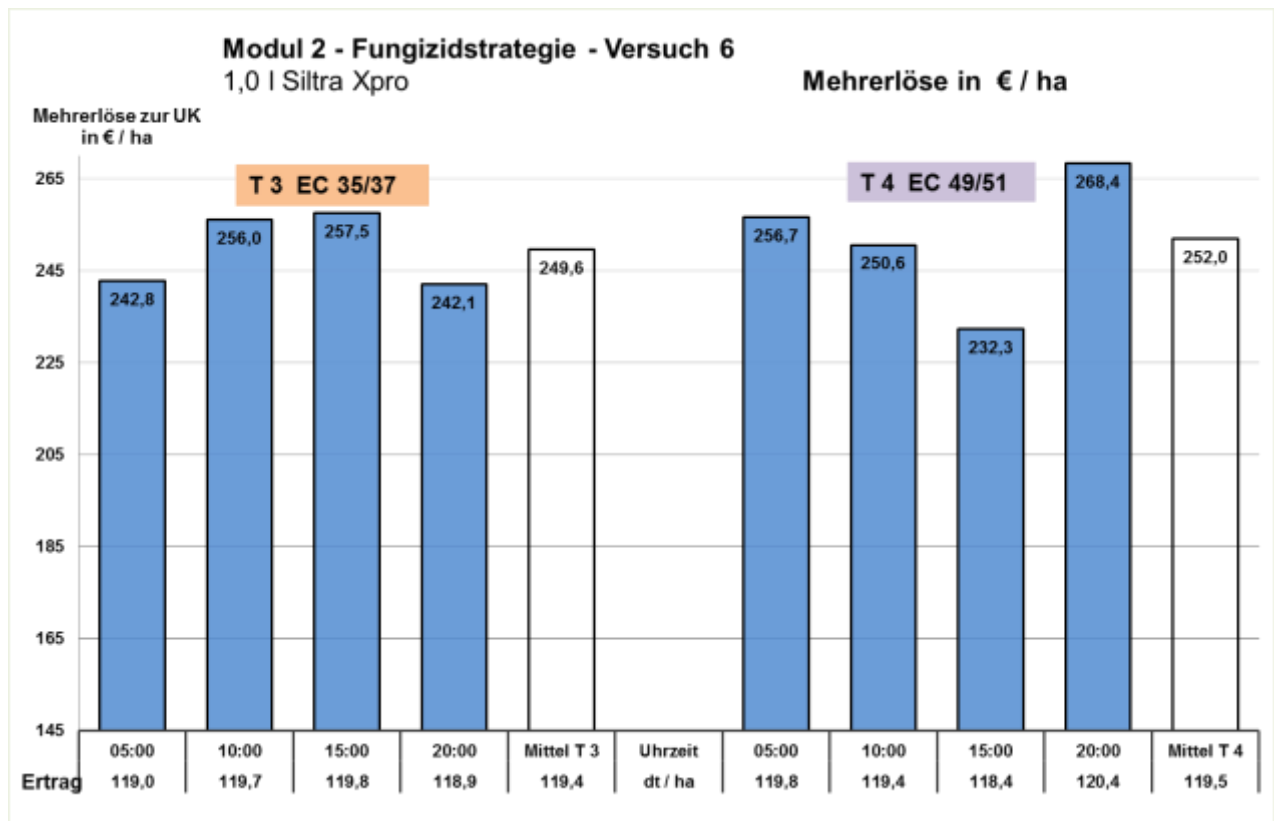


Abb. 17: Mehrerlöse Versuch 6 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018

Die nachfolgenden Grafiken zeigen die bereits besprochenen Strategien mit zusätzlichen Wirkstoffen wie Chlorthalonil und Vertretern aus der Stoffklasse der Strobilurine.

Der Unterschied zwischen den bisher dargestellten Varianten und der Aviator/Credo-Lösung ist zu sehen, jedoch sind die erzielten Mehrerlöse unter dem Niveau von Siltra Xpro angesiedelt. Interessant ist die Tendenz, dass zeitige und späte Einsatzzeitpunkte um 5.00 Uhr und um 20.00 Uhr leichte Vorteile bringen. Generell bleibt festzustellen, dass der spätere Einsatztermin (BBCH 49/51) in einer Einmalbehandlung ein höheres Risiko mit sich bringt. Der Schutz des Blattapparates bei eher anfälligen Sorten sollte früher erfolgen. Diese Erkenntnis aus dem Versuchsvorhaben gilt gleichermaßen auch für die Strategie mit dem Produkt Ceriax in der Aufwandmenge von 2,5 l/ha. Auch hier ist in der nachfolgenden Abbildung ein leichter Trend zu höheren Leistungen beim früheren Anwendungstermin und bei früheren Anwendungszeiten zu sehen. Auch beim Ceriax wird die kurative Leistung beim Azolwirkstoff Epoxiconazol abgerufen und das Risiko steigt mit späteren Einsatzterminen und höherem Befall. Die Mehrleistungen von 2,5 l/ha Ceriax erreichen auch bei einer sehr hohen Wirkstoffaufladung nicht das Leistungslevel von Siltra Xpro. Dies ist vorrangig mit dem relativ hohen Einstandspreis von mehr als 90 €/ha für die Ceriax-Variante zu erklären. Sicher ist die Aufwandmenge von 2,5 l/ha beim Ceriax nicht die in der Praxis übliche Vorgehensweise. Das Ziel war es hier jedoch, unterschiedliche Produkte mit differenzierter Ausstattung bei Wirkstoffklassen und Wirkstoffgehalten gegenüberzustellen. Die vorab bekannte, sehr unterschiedliche Preisgestaltung war hier durchaus beabsichtigt.

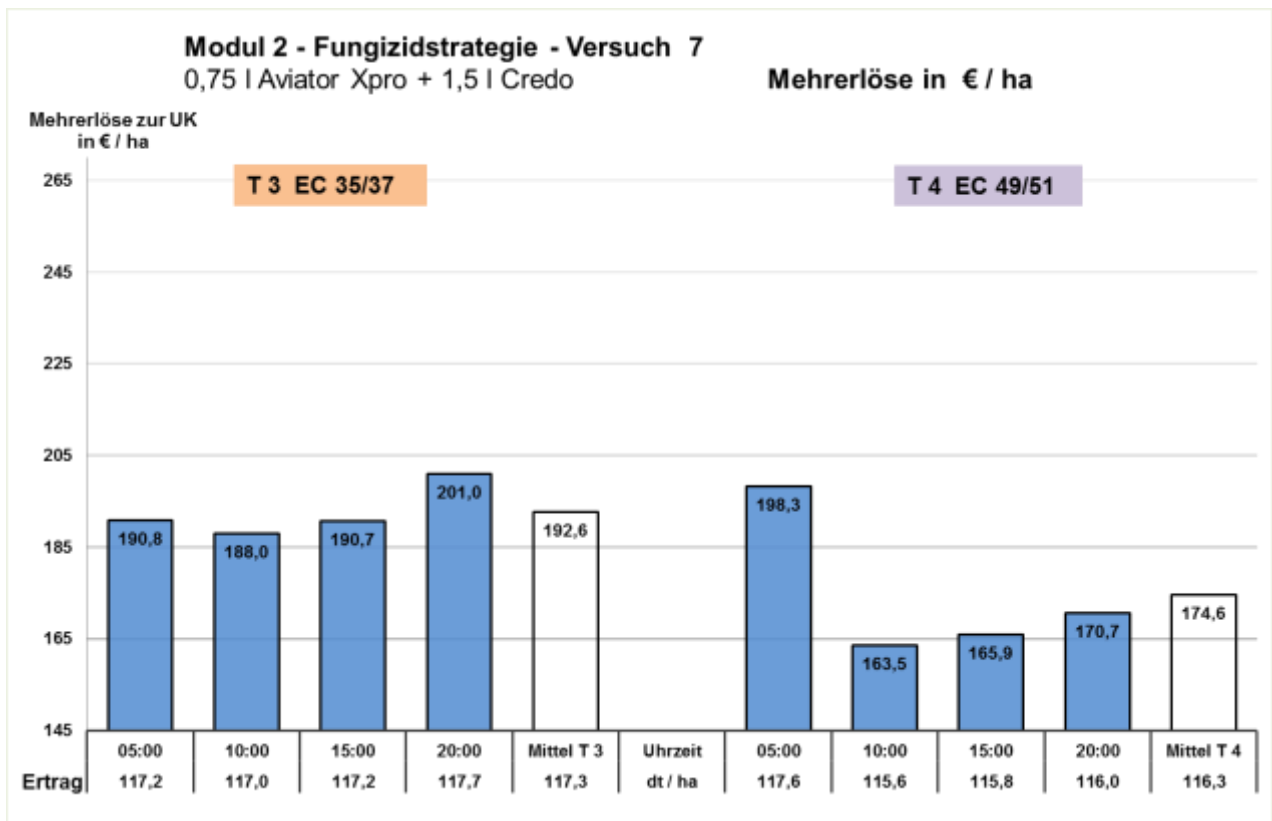


Abb. 18: Mehrerlöse Versuch 7 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018

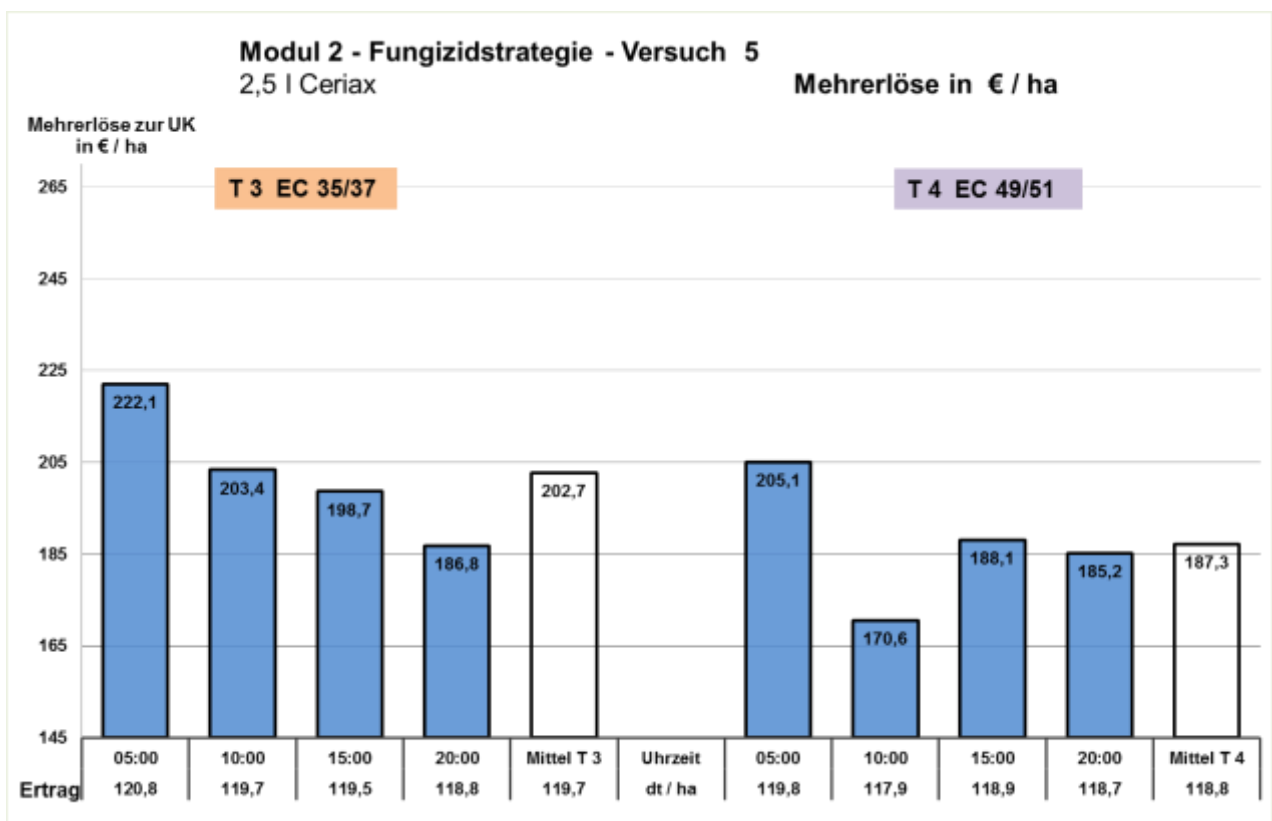


Abb. 19: Mehrerlöse Versuch 5 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018

3.2.4.3 Modul 3 - Fungizid Aufwandmengen

Die Staffelung der Aufwandmengen war schließlich die logische Konsequenz in der Gestaltung der Versuchsfragen. Aus Gründen der besseren Übersicht sind die dazu gehörigen Grafiken im Teil Anhang 4 zu finden. Die Naturalerträge wurden an anderer Stelle bereits dargestellt und diskutiert. Die ökonomische Betrachtung dieser einzelnen Aufwandmengen für das Produkt Ceriax in der einmaligen Anwendung ist relativ einfach aufgebaut. Zunächst ist die Basis die weiter oben schon besprochene Aufwandmenge von 2,5 l/ha. Hier schlägt ein Preis von 95,75 €/ha zu Buche. Für jede jeweils geringere Aufwandmenge hätten etwa 11,50 €/ha weniger aufgewendet werden müssen. Die ermittelten Unterschiede in der Mehrleistung nach Abzug der Kosten sind zwischen den einzelnen Varianten von 2,5 l/ha und 1,6 l/ha gering. Es sind in der Variante mit 1,9 l/ha Abweichungen in einem Prüfglied (T3 Termin; 20.00 Uhr) festzustellen, die hier nicht erklärt werden können. Letztlich sind die ökonomischen Mehrleistungen in nahezu allen geprüften Varianten teilweise deutlich über 200 €/ha angesiedelt. Die einzige Ausnahme wurde hier erwähnt. Es bleibt festzuhalten, dass die einmalige Anwendung eines breit wirksamen Fungizids (Ceriax) zwischen den Stadien BBCH 37/39 und 49/51 eine sehr wirtschaftliche Maßnahme war. Die Einflussfaktoren wie Stadien und Tageszeiten sind eindeutig nachrangig. Eine Optimierung der Anwendung konnte aus pflanzenbaulicher und agrarmeteorologischer Sicht nicht generiert werden.

Daraus ergeben sich wesentliche Schlussfolgerungen, eine kritische Diskussion der Versuchsanordnung und letztlich auch Ableitungen für die praktische Landwirtschaft:

- *Die Reduzierung von Aufwandmengen spart Kosten und die Wirkung auf den Ertrag und ggf. die Qualität ist zunächst nicht wahrnehmbar*
- *Optimierungen beim Einsatz von Fungiziden sind mit den vorhandenen agrarmeteorologischen Werkzeugen offensichtlich (noch)nicht möglich*
- *Ein Produkt wie Ceriax verfügt über eine hohe Flexibilität bei Aufwandmenge und Einsatztermin, weitere Sparpotenziale wurden allerdings nicht geprüft*
- *Bei tagsüber ungünstigen Anwendungsbedingungen (Wind/Temperatur) kann ein Fungizideinsatz zu frühen und späten Einsatzzeiten (5.00 Uhr und 20.00 Uhr) durchgeführt werden, offensichtlich ohne Einbußen bei biologischer Leistung, Ertrag und ökonomischer Zielsetzung*
- *Die Exposition der durchführenden Mitarbeiter ist u.U. deutlich reduziert (nicht untersucht)*

3.3 Nebenergebnisse des Projekts - Meteorologie

3.3.1 Modul 1 Wachstumsregler - Maßnahmen zu unterschiedlichen Luftfeuchten und Temperaturen

Modulaufbau:

Das Projekt über die Jahre 2016-18 an vergleichbaren nahe begrenzten Standorten mit Winterweizen. Angewandt wurden zwei unterschiedliche Wachstumsregler Strategien: Wachstumsregler jeweils solo und mit gleichzeitiger Anwendung des Fungizids Input Classic. Eine unbehandelte Kontrolle wurde ebenfalls je Variante durchgeführt. Applikationen fanden zu BBCH 29/30 (Ende der Bestockung/ Beginn des Schossens) - T1 und zum „ BBCH 31/32 hier T2 (1 bzw. 2-Knoten-Stadium) statt. Desweiteren fanden auch zum Termin T3 BBCH 35/37 (5-Knoten-Stadium bis Erscheinen des letzten Fahnenblattes) Applikationen als spätestester möglicher Spritztermin statt.

Tab. 6: Wachstumsregler Strategien

Versuch	Wachstumsreglerstrategie
1	0,75 l/ha CCC, 0,25 l/ha Moddus Start
2	0,6 l/ha Medax Top, 0,6 kg/ha Turbo
3	0,75 l/ha CCC, 0,25 l/ha Moddus Start, 1,25 l/ha Input Classic
4	0,6 l/ha Medax Top, 0,6 kg/ha Turbo, 1,25 l/ha Input Classic

Um unterschiedliche Luftfeuchten und Temperaturen zu initiieren, wurden die Applikationen zu unterschiedlichen Tageszeiten, hier 05 Uhr für Früh (hohe Relative Luftfeuchte und niedrige Temperatur), 10 Uhr für Vormittag (meist etwas niedrigere Luftfeuchte und steigende Temperatur), 15 Uhr für Nachmittag (die Relative Luftfeuchte hat den niedrigsten Stand und die Lufttemperatur ist kurz vor dem Maximum) und 20 Uhr für Abends (die relative Luftfeuchte steigt wieder an und die Temperaturen sinken wieder) durchgeführt. Alle Prüfglieder wurden 4-fach wiederholt. Die Wirkung der Maßnahmen wurde über den Ertrag und der Bewertung der Krankheiten bonitiert.

Modulaussage Theorie:

1. Wirken sich unterschiedliche Wachstumsregler Strategien auf den Ertrag aus – auch ökonomisch betrachtet – ja.
2. Kann ein zusätzlich eingesetztes Fungizid die Erträge noch mehr erhöhen und lohnt es sich ökonomisch betrachtet. – ja/nein
3. Wirken sich unterschiedliche Temperaturen und Feuchteverhältnisse zum Zeitpunkt der Applikation auf die Erträge aus - ja
4. Kann man Ertrags Erwartungen durch einen meteorologischen Index (Delta T) vorhersagen. - ja

Klimadaten:

Tab. 7: Meteorologische Daten – RF rel. Luftfeuchte %, T Lufttemperatur °C

Applikations-termin	Uhrzeit	03.04.2016		09.04.2017		20.04.2018	
		RF	T	RF	T	RF	T
T1	05:00	70	6,4	100	6,7	89	11,1
	10:00	49	13,6	76	12,9	62	22,1
	15:00	46	18,7	62	16,8	36	26,7
	20:00	66	12,7	84	12,3	52	22,0
		13.04.2016		03.05.2017		27.04.2018	
T2	05:00	87	9,4	98	1,6	89	5,2
	10:00	70	14,3	68	13,4	66	12,0
	15:00	61	16,5	74	12,8	40	16,1
	20:00	85	11,6	84	11,1	57	12,8
		11.05.2016		17.05.2017		08.05.2018	

T3	05:00	88	10,3	70	14,3	89	8,3
	10:00	62	17,6	59	20,6	57	19,0
	15:00	44	21,1	58	23,4	44	22,4
	20:00	52	19,0	65	19,1	45	19,8

Die folgenden Ertragsdaten sind Mittelwerte aus den jeweils 4 Wiederholungen der einzelnen Prüfglieder.

Tab. 8: Ertragsdaten 2016 bis 2018 Versuch Wachstumsregler

		Ertrag in dt/ha Mittelwerte			relative Mehr- bzw. Mindererträge in % zur UK		
	Versuch 1	2016	2017	2018	2016	2017	2018
	UK	109,1	130,4	112,0			
T1	05:00	113,8	129,6	111,7	4,3	-0,6	-0,3
	10:00	118,3	128,9	112,4	8,4	-1,2	0,4
	15:00	120,3	131,2	109,9	10,3	0,6	-1,9
	20:00	117,4	129,4	114,1	7,6	-0,8	1,9
T2	05:00	117,7	127,9	112,3	7,9	-0,9	0,3
	10:00	120,6	128,9	109,9	10,5	-1,2	-1,9
	15:00	120,7	128,0	110,8	10,6	-1,8	-1,1
	20:00	117,2	129,6	112,2	7,4	-0,6	0,2
	Versuch 2	2016	2017	2018	2016	2017	2018
	UK	109,5	131,4	108,7			
T2	05:00	110,8	134,0	107,3	1,2	2,0	-1,3
	10:00	117,6	133,9	109,3	7,4	1,9	0,6
	15:00	110,2	135,6	109,2	0,6	3,2	0,6
	20:00	114,8	132,4	105,8	4,8	0,8	-2,7
T3	05:00	112,0	130,0	106,9	2,3	-1,1	-1,7
	10:00	110,3	131,1	108,4	0,7	-0,2	-0,3
	15:00	113,3	129,3	108,5	3,5	-1,6	-0,2
	20:00	113,6	129,9	108,7	3,7	-1,1	0,0
	Versuch 3	2016	2017	2018	2016	2017	2018
	UK	101,0	124,4	102,9			
T1	05:00	116,7	125,9	110,3	15,5	1,2	7,2
	10:00	116,4	127,4	110,4	15,2	2,4	7,3
	15:00	117,8	127,2	109,7	16,6	2,3	6,6
	20:00	115,2	126,3	110,1	14,1	1,5	7,0
T2	05:00	115,4	128,4	106,6	14,3	3,2	3,6
	10:00	113,3	128,4	107,1	12,2	3,2	4,1
	15:00	112,4	127,8	106,4	11,3	2,7	3,4
	20:00	110,0	127,8	106,4	8,9	2,7	3,4
	Versuch 4	2016	2017	2018	2016	2017	2018
	UK	105,2	126,8	102,6			
T2	05:00	113,3	131,9	107,3	7,7	4,0	4,6
	10:00	115,3	130,0	106,3	9,6	2,5	3,6
	15:00	113,0	128,2	106,0	7,4	1,1	3,3
	20:00	106,8	130,2	106,1	1,5	2,7	3,4
T3	05:00	109,6	127,5	105,2	4,2	0,6	2,5
	10:00	108,3	128,1	106,5	2,9	1,0	3,8
	15:00	113,6	127,3	106,3	8,0	0,4	3,6
	20:00	107,0	125,4	106,1	1,7	-1,1	3,4

Modulaussage Ergebnis:

Tab. 9: Relative Mehr- bzw. Mindererträge gegenüber der UK

WTR	Zeit	Relativ		% Mehr als die UK					
		T1		T2		T3			
Versuch	Zeit	1	3	1	2	3	4	2	4
2016	5	4,3	15,5	7,9	1,2	14,3	7,7	2,3	4,2
	10	8,4	15,2	10,5	7,4	12,2	9,6	0,7	2,9
	15	10,3	16,6	10,6	0,6	11,3	7,4	3,5	8,0
	20	7,6	14,1	7,4	4,8	8,9	1,5	3,7	1,7
		T1		T2		T3			
	Zeit	1	3	1	2	3	4	2	4
2017	5	-0,6	1,2	-0,9	2	3,2	4,0	-1,1	0,6
	10	-1,2	2,4	-1,2	1,9	3,2	2,5	-0,2	1,0
	15	0,6	2,3	-1,8	3,2	2,7	1,1	-1,6	0,4
	20	-0,8	1,5	-0,6	0,8	2,7	2,7	-1,1	-1,1
		T1		T2		T3			
	Zeit	1	3	1	2	3	4	2	4
2018	5	-0,3	7,2	0,3	-1,3	3,6	4,6	-1,7	2,5
	10	0,4	7,3	-1,9	0,6	4,1	3,6	-0,3	3,8
	15	-1,9	6,6	-1,1	0,6	3,4	3,3	-0,2	3,6
	20	1,9	7,0	0,2	-2,7	3,4	3,4	0,0	3,4

Die Erträge sind in den 3 Jahren von ihrem Niveau betrachtet sehr unterschiedlich. Um hier eine Vergleichbarkeit zu erzeugen werden in diesem Fall die Relativerträge gegenüber der UK betrachtet. In diesem Modul war dies sehr wichtig, denn betrachtet man nur die absoluten Ertragszahlen kommt man teilweise zu anderen Schlussfolgerungen. In der obigen Tabelle ist ersichtlich, dass im Jahr 2017 und teils auch im Jahr 2018 der Versuch 1 Negativerträge erbracht hatte. Die besten Mehrerträge in allen 3 Jahren wurden im Versuch 3 beim frühen Applikationstermin T1 erbracht. Der Versuch 4, ebenfalls mit einem Fungizid erbrachte zum späten Termin T3 die besten Ergebnisse. Beim mittleren Termin 2 ist das Bild etwas durchmischerter, es waren aber immer die Versuche mit einem Fungizid, die am besten abschnitten.

Relative Luftfeuchte und Lufttemperatur

Tab. 10: Relative Mehr- bzw. Mindererträge gegenüber der UK und die zur Applikation vorherrschende Rel. Luftfeuchte und Temperatur

Versuch	Zeit	Relativ		% Mehr als UK						Relative Luftfeuchte (%)			Temperatur (°C)		
		T1		T2		T3		T1	T2	T3	T1	T2	T3		
	Zeit	1	3	1	2	3	4	2	4						
2016	5	4,3	15,5	7,9	1,2	14,3	7,7	2,3	4,2	70	87	88	6	9	10
	10	8,4	15,2	10,5	7,4	12,2	9,6	0,7	2,9	49	70	62	14	14	18
	15	10,3	16,6	10,6	0,6	11,3	7,4	3,5	8,0	46	61	44	19	17	21
	20	7,6	14,1	7,4	4,8	8,9	1,5	3,7	1,7	66	85	52	13	12	19
		T1		T2		T3									
	Zeit	1	3	1	2	3	4	2	4						
2017	5	-0,6	1,2	-0,9	2	3,2	4,0	-1,1	0,6	100	98	70	7	2	14
	10	-1,2	2,4	-1,2	1,9	3,2	2,5	-0,2	1,0	76	68	59	13	13	21
	15	0,6	2,3	-1,8	3,2	2,7	1,1	-1,6	0,4	62	74	58	17	13	23
	20	-0,8	1,5	-0,6	0,8	2,7	2,7	-1,1	-1,1	84	84	65	12	11	19
		T1		T2		T3									
	Zeit	1	3	1	2	3	4	2	4						
2018	5	-0,3	7,2	0,3	-1,3	3,6	4,6	-1,7	2,5	89	89	89	11	5	8
	10	0,4	7,3	-1,9	0,6	4,1	3,6	-0,3	3,8	62	66	57	22	12	19
	15	-1,9	6,6	-1,1	0,6	3,4	3,3	-0,2	3,6	36	40	44	27	16	22
	20	1,9	7,0	0,2	-2,7	3,4	3,4	0,0	3,4	52	57	47	22	13	20

Betrachtet man nun die Erträge im Zusammenhang mit den meteorologischen Bedingungen zum Applikationstermin kann festgestellt werden, dass der Abendtermin in keinem Jahr die besten Erträge gebracht hat. Im Jahr 2016 erbrachten bei dem frühen und dem späten Termin T1 und T3 die Anwendungen zum Nachmittag die besten Erträge. Es herrschten Luftfeuchten zwischen 44 und 46 % bei einer Lufttemperatur um die 20 Grad Celsius. In den Jahren 2017 und 2018 verlagerten sich die höchsten Erträge bei T1 und T2 auf die 10 Uhr Applikation. Zu dieser Zeit herrschten Luftfeuchten von 60 bis 75 % und Lufttemperaturen von 13 bis 22 Grad Celsius. Bei diesen relativ großen Spannen kann man nicht von einem Zusammenhang, zumindest bei der Betrachtung dieser 2 meteorologischen Größen ausgehen. Würde man evtl. weitere meteorologische Bedingungen wie Strahlung und Wind hinzunehmen, könnten sich Zusammenhänge ergeben. Dies war aber nicht Inhalt dieses Projekts. Zum Termin T2: hier ist zwar 2017 und 2018 jeweils der Morgentermin am besten, aber setzt man die meteorologischen Daten daneben ist keine generelle Gesetzmäßigkeit erkennbar. Nur das diese Mittelanwendung wohl bei relativ kühler und feuchter Witterung gut wirkt. Dagegen bringen die anderen Versuche bei diesen Bedingungen sogar negative relative Erträge.

Delta T (Δ)

Tab. 11: Relative Mehr- bzw. Mindererträge gegenüber dem Index Delta T

Versuch	Zeit	T1		T2				T3		Delta T		
		1	3	1	2	3	4	2	4	T1	T2	T3
2016	5	4,3	15,5	7,9	1,2	14,3	7,7	2,3	4,2	4	4	4
	10	8,4	15,2	10,5	7,4	12,2	9,6	0,7	2,9	5	3	4
	15	10,3	16,6	10,6	0,6	11,3	7,4	3,5	8,0	7	4	7
	20	7,6	14,1	7,4	4,8	8,9	1,5	3,7	1,7	3	4	6
2017	5	-0,6	1,2	-0,9	2	3,2	4,0	-1,1	0,6	0	0	3
	10	-1,2	2,4	-1,2	1,9	3,2	2,5	-0,2	1,0	2	3	5
	15	0,6	2,3	-1,8	3,2	2,7	1,1	-1,6	0,4	4	3	6
	20	-0,8	1,5	-0,6	0,8	2,7	2,7	-1,1	-1,1	2	4	4
2018	5	-0,3	7,2	0,3	-1,3	3,6	4,6	-1,7	2,5	4	4	4
	10	0,4	7,3	-1,9	0,6	4,1	3,6	-0,3	3,8	5	3	5
	15	-1,9	6,6	-1,1	0,6	3,4	3,3	-0,2	3,6	9	7	8
	20	1,9	7,0	0,2	-2,7	3,4	3,4	0,0	3,4	6	4	7

In den Jahren 2016 und 2018 konnten den höchsten Erträgen bei den Applikationsterminen T1 und T3 jeweils die Delta T Werte 7 bzw. 5 zugeordnet werden. Man könnte einen gewissen Zusammenhang vermuten. Schaut man sich aber das Jahr 2017 an, zeigt sich dieses Bild nicht und betrachtet man den Termin 2 über alle drei Jahre ist keine Systematik mehr zu erkennen. Es tritt sogar ein Bestertrag bei einem Index von 0 ganz schlechte meteorologische Randbedingungen auf. Andererseits treten Mindererträge bei mittleren Indexen auf, die ja eigentlich ein Zeichen für die optimalen meteorologischen Randbedingungen sind.

Wirksamkeit: Die Wirksamkeit der eingesetzten Pflanzenschutzmittel wurde im Versuch über die Bonitur der Pflanzenhöhe zum Entwicklungsstadium BBCH 71 bis 73 betrachtet.

Tab. 12: Wuchshöhen absolut und relativ gegenüber der UK

		Wuchshöhe in cm			relative Wuchshöhe in % zur UK			
	Versuch 1	2016	2017	2018	2016	2017	2018	
T1	UK	119	97	107,0				
	05:00	105	88	100	88	91	93	
	10:00	105	87	101	88	90	94	
	15:00	109	89	100	92	92	93	
	20:00	107	89	99	90	92	93	
T2	05:00	111	85	99	93	88	93	
	10:00	110	88	100	92	91	93	
	15:00	112	87	99	94	90	93	
	20:00	113	87	100	95	90	93	
	Versuch 2	2016	2017	2018	2016	2017	2018	
T2	UK	118	97	106				
	05:00	116	91	97	98	94	92	
	10:00	112	90	96	95	93	91	
	15:00	115	91	96	97	94	91	
T3	20:00	116	92	98	98	95	92	
	05:00	109	89	94	92	92	89	
	10:00	111	88	98	94	91	92	
	15:00	113	88	97	96	91	92	
	Versuch 3	2016	2017	2018	2016	2017	2018	
T1	UK	117	98	105				
	05:00	107	86	97	91	88	92	
	10:00	108	86	101	92	88	96	
	15:00	108	87	99	92	89	94	
T2	20:00	108	90	99	92	92	94	
	05:00	111	88	95	95	90	90	
	10:00	109	89	97	93	91	92	
	15:00	111	87	97	95	89	92	
	Versuch 4	2016	2017	2018	2016	2017	2018	
T2	UK	116	98	104				
	05:00	114	92	95	98	94	91	
	10:00	112	92	93	97	94	89	
	15:00	115	93	94	99	95	90	
T3	20:00	114	91	97	98	93	93	
	05:00	111	90	94	96	92	90	
	10:00	109	88	95	94	90	91	
	15:00	111	88	95	96	90	91	
		20:00	112	86	96	97	88	92

Die Einkürzung der Halme fand über alle an diesem Modul beteiligten Versuche mit 3 - 12% gegenüber der UK statt. Die größten Einkürzungen konnte man über die Jahre zu allen Terminen T1 bis T3 vorfinden. Die Wirkungen bewegten sich in allen drei Jahren relativ betrachtet in ähnlichem Niveau. Um einen eventuellen Zusammenhang zu den meteorologischen Randbedingungen und somit zu Delta T zu finden, ist dieser Betrachtungspunkt Wirksamkeit in diesem Fall ungeeignet.

Statistische Bewertung:

Tab. 13: F-Test, T-Test und Tukey-Test

	Versuch	1		2		3		4					
F-Test													
	F-Tabellenwert	F-Wert		F-Wert		F-Wert		F-Wert					
Blöcke(Jahre)	3,74	198,24		469,80		633,84		1549,83					
Zeit	3,34	0,67		0,94		1,70		9,76					
Termin	4,6	0,02		5,42		19,23		32,04					
Zeit/Termin	3,34	0,93		3,91		9,00		25,30					
T-Test													
	T-Tabellenwert	T1	T2	T1/T2	T2	T3	T2/T3	T1	T2	T1/T2	T2	T3	T2/T3
5%	3,18	5,4	20,3	0,3	2,9	1,2	2,2	36,0	14,25	4,7	6,5	4,6	2,6
Effekt		Stark	Stark		Stark	Stark		Stark	Stark		Stark	Stark	
Tukey-Test													
Versuch	1		2		3		4						
Grenzdifferenz													
Tukey 5%	3,65		3,41		2,24		1,74			1,14			
								Versuch					
05.00	118,83	a	116,83	a	117,22	a	115,80	b	1	119,70	d		
10.00	119,83	a	118,43	a	117,17	a	115,75	b	2	117,62	c		
15.00	120,15	a	117,68	a	116,88	a	115,73	b	3	116,81	b		
20.00	119,98	a	117,53	a	115,97	a	113,60	a	4	115,22	a		

Bis auf Versuch 2 weisen alle Werte der anderen Versuche einen signifikanten Unterschied zur UK auf. Bei Versuch 3 zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Terminen T1 und T2. Im Versuch 4 konnte man signifikante Unterschiede zwischen den Tageszeiten der Applikation nachweisen, was eine Beeinflussung durch Wetterbedingungen schlussfolgern lässt, obwohl die Differenzen sehr gering sind. Dieses muss noch einmal genauer betrachtet werden. Ebenfalls zeigten die Versuche untereinander geringe signifikante Unterschiede. Ansonsten ergaben sich keine weiteren signifikanten Unterschiede.

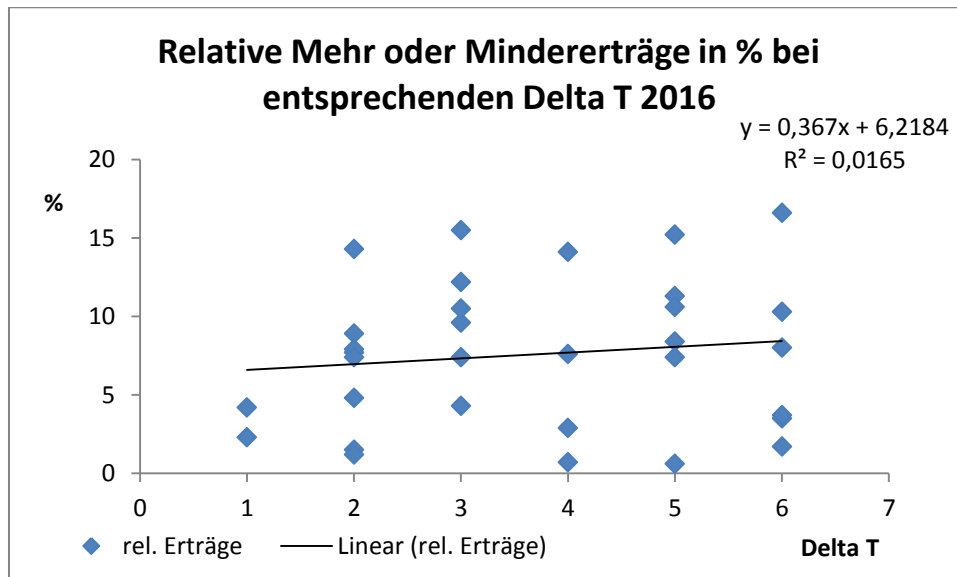


Abb. 20: Korrelationsdiagramm – Zusammenhang Delta T und die Mehr- bzw. Mindererträge 2016 über die Versuche 1-4

Mit Bestimmtheitsmaßen von 0,003 bis 0,073 beim Ertrag und Werten von 0,009 bis 0,211 bei den Wuchshöhen kann keine wechselseitige Beziehung zwischen Delta T und den Untersuchungsfaktoren in den Versuchen 1 bis 4 nachgewiesen werden.

Tab. 14: Korrelationskoeffizient (R), Bestimmtheitsmaß (R²) des Ertrages und der Wuchshöhe

Ertrag				Wuchshöhe		
R	R ²	erfasste Varianz %		R	R ²	erfasste Varianz %
0,13	0,0165	1,7	Versuche 1-4 - Delta T - 2016	0,09	0,0090	0,9
0,11	0,0127	1,3	Versuche 1-4 - Delta T - 2017	0,07	0,0045	0,5
0,06	0,0038	0,4	Versuche 1-4 - Delta T - 2018	0,29	0,0813	8,1
0,16	0,0266	2,7	Versuch 1 - Delta T - 2016 bis 2018	0,28	0,0804	8,0
0,22	0,0481	4,8	Versuch 2 - Delta T - 2016 bis 2018	0,19	0,0356	3,6
0,27	0,0733	7,3	Versuch 3 - Delta T - 2016 bis 2018	0,46	0,2114	21,1
0,14	0,0191	1,9	Versuch 4 - Delta T - 2016 bis 2018	0,32	0,0994	9,9
0,20	0,0388	3,9	Versuch 3/1 - Delta T - 2016 bis 2018	0,38	0,1411	14,1
0,16	0,0247	2,5	Versuch 4/2 - Delta T - 2016 bis 2018	0,26	0,0667	6,7

Die Varianz im Versuch 3 und demzufolge auch in der Betrachtung Versuch 3 und 1 ist gegenüber den anderen Varianzen relativ hoch. So dass bei diesem Versuch die meteorologischen Randbedingungen doch eine geringe Differenzierung bringen.

Ökonomische Betrachtung:

Für die Berechnung wurden Mittelwerte über die drei Jahre 2016 bis 2018 gebildet. Die variablen Kosten wurden angenommen, spielen aber im vorliegenden Fall eine untergeordnete Rolle, da sie in allen 4 Versuchen bis auf die Kosten für die Pflanzenschutzmittel gleich waren. Somit sind die Kosten der verschiedenen Pflanzenschutzmittel Ausschlag gebend für die Höhe des Deckungsbeitrages.

Tab. 15: Vereinfachte Deckungsbeitragsrechnung

Versuch 1	Ertrag (dt/ha)	Kosten PSM (€/ha)	vr.b.Kosten (€/ha)	Leistung (18€/ha)	DB (€/ha)	Versuch 2	Ertrag (dt/ha)	Kosten PSM (€/ha)	vr.b.Kosten (€/ha)	Leistung (18€/ha)	DB (€/ha)
UK	117,2	0	780,00	2.109,60	1.329,60	UK	116,5	0	780,00	2.097,00	1.317,00
T3 05:00	118,4	19,83	799,83	2.131,20	1.331,37	T2 05:00	117,4	21,68	801,68	2.113,20	1.311,52
T3 10:00	119,9	19,83	799,83	2.158,20	1.358,37	T2 10:00	120,3	21,68	801,68	2.165,40	1.363,72
T3 15:00	120,5	19,83	799,83	2.169,00	1.369,17	T2 15:00	118,3	21,68	801,68	2.129,40	1.327,72
T3 20:00	120,3	19,83	799,83	2.165,40	1.365,57	T2 20:00	117,7	21,68	801,68	2.118,60	1.316,92
Mittel	119,78			2.155,95	1.356,12	Mittel	118,43			2.131,65	1.329,97
T4 05:00	119,3	19,83	799,83	2.147,40	1.347,57	T3 05:00	116,3	21,68	801,68	2.093,40	1.291,72
T4 10:00	119,8	19,83	799,83	2.156,40	1.356,57	T3 10:00	116,6	21,68	801,68	2.098,80	1.297,12
T4 15:00	119,8	19,83	799,83	2.156,40	1.356,57	T3 15:00	117,0	21,68	801,68	2.106,00	1.304,32
T4 20:00	119,7	19,83	799,83	2.154,60	1.354,77	T3 20:00	117,4	21,68	801,68	2.113,20	1.311,52
Mittel	119,65			2.153,70	1.353,87	Mittel	116,83			2.102,85	1.301,17
Versuch 3	Ertrag (dt/ha)	Kosten PSM (€/ha)	vr.b.Kosten (€/ha)	Leistung (18€/ha)	DB (€/ha)	Versuch 4	Ertrag (dt/ha)	Kosten PSM (€/ha)	vr.b.Kosten (€/ha)	Leistung (18€/ha)	DB (€/ha)
UK	109,4	0	780,00	1.969,20	1.189,20	UK	111,5	0	780,00	2.007,00	1.227,00
T3 05:00	117,6	81,96	861,96	2.116,80	1.254,84	T2 05:00	117,5	83,81	863,81	2.115,00	1.251,19
T3 10:00	118,1	81,96	861,96	2.125,80	1.263,84	T2 10:00	117,2	83,81	863,81	2.109,60	1.245,79
T3 15:00	118,2	81,96	861,96	2.127,60	1.265,64	T2 15:00	115,7	83,81	863,81	2.082,60	1.218,79
T3 20:00	117,2	81,96	861,96	2.109,60	1.247,64	T2 20:00	114,4	83,81	863,81	2.059,20	1.195,39
Mittel	117,78			2.119,95	1.257,99	Mittel	116,20			2.091,60	1.227,79
T4 05:00	116,8	81,96	861,96	2.102,40	1.240,44	T3 05:00	114,1	83,81	863,81	2.053,80	1.189,99
T4 10:00	116,3	81,96	861,96	2.093,40	1.231,44	T3 10:00	114,3	83,81	863,81	2.057,40	1.193,59
T4 15:00	115,5	81,96	861,96	2.079,00	1.217,04	T3 15:00	115,7	83,81	863,81	2.082,60	1.218,79
T4 20:00	114,7	81,96	861,96	2.064,60	1.202,64	T3 20:00	112,8	83,81	863,81	2.030,40	1.166,59
Mittel	115,83			2.084,85	1.222,89	Mittel	114,23			2.056,05	1.192,24

Den besten Deckungsbeitrag bei dieser vereinfachten Rechnung erbringt der Versuch 1 ohne Zusatz eines Fungizids. Da die Mehrerträge der einzelnen nicht weit aus einander lagen, bekommt der Preis

eines zusätzlichen Mittels mehr Gewicht in der Berechnung. In diesem Fall der Preis von Input Classic.

Fazit:

Obwohl sich in einigen Untersuchungskombinationen signifikante Unterschiede nachweisen ließen, konnte das Hauptziel der Untersuchung, einen Index für die Beratung für den PSM-Einsatz durch einen Index Delta T zu entwickeln, nicht erfüllt werden. Bei einigen Versuchen kann man vermuten, dass wenn weitere meteorologische Elemente hinzugezogen werden, sich eine Gesetzmäßigkeit erarbeiten ließe.

3.3.2 Modul 2 Fungizid Strategie – Unterschiedliche Fungizide zu unterschiedlichen Temperaturen und relativen Luftfeuchten

Modulaufbau:

Es wurden 4 Strategien jeweils in 4 Wiederholungen und eine unbehandelte Kontrolle je Strategie durchgeführt. Die Applikationen wurden zum Termin T3 BBCH-Stadium 35/37 (5-Knoten-Stadium bis Erscheinen des letzten Fahnenblattes) und zum Termin (T4) BBCH-Stadium 49/51 (Grannenspitzen zu sehen bis zum Beginn des Ährenschiebens) durchgeführt. Folgende Strategien kamen zum Einsatz:

Tab. 16: Fungizid Strategien

Versuch	Fungizid-Strategie
5	2,5 l/ha Ceriax
6	1,0 l/ha Siltra Xpro
7	0,75 l/ha Aviator Xpro, 1,5 l/ha Credo
8	1,25 l/ha Ampera, 1,0 l/ha Input Classic

Um unterschiedliche Luftfeuchten und Temperaturen zu initiieren, wurden die Applikationen zu unterschiedlichen Tageszeiten, hier 05 Uhr für Früh (hohe Relative Luftfeuchte und niedrige Temperatur), 10 Uhr für Vormittag (meist etwas niedrigere Luftfeuchte und steigende Temperatur), 15 Uhr für Nachmittag (die Relative Luftfeuchte hat den niedrigsten Stand und die Lufttemperatur ist kurz vor dem Maximum) und 20 Uhr für Abends (die relative Luftfeuchte steigt wieder an und die Temperaturen sinken wieder) durchgeführt. Alle Prüfglieder wurden 4-fach wiederholt. Die Wirkung der Maßnahmen wurde über den Ertrag und der Bewertung der Krankheiten bonitiert.

Modulaussage Theorie:

1. Wirken sich unterschiedliche Fungizid Strategien auf den Ertrag aus – absolut und ökonomisch betrachtet - ja.
2. Wirken sich unterschiedlichen Temperaturen beim Zeitpunkt der Applikation auf die Erträge aus - ja.
3. Kann man Ertragsersparungen durch einen meteorologischen Index (Delta T) vorhersagen – ja.

Klimadaten:

Tab. 17: Messwerte T = Lufttemperatur in °C; RF = Relative Luftfeuchte % am Versuchsfeld

Applikations-termin	Uhrzeit	11.05.2016		17.05.2017		08.05.2018	
		RF	T	RF	T	RF	T
T3	05:00	88	10,3	70	14,3	89	8,3
	10:00	62	17,6	59	20,6	57	19,0
	15:00	44	21,1	58	23,4	44	22,4
	20:00	52	19,0	65	19,1	45	19,8
T4		27.05.2016		31.05.2017		22.05.2018	
	05:00	91	11,5	99	15,2	80	9,7
	10:00	62	19,1	75	17,2	53	18,9
	15:00	67	19,6	70	18,9	43	23,3
	20:00	91	14,4	65	17,8	47	20,3

Tab. 18: Ertragsdaten 2016 bis 2018 Modul Fungizid-Strategie

Ertrag in dt/ha Mittelwerte				relative Mehr- bzw. Mindererträge in % zur Unbehandelten Kontrolle			
Versuch 5		2016	2017	2018	2016	2017	2018
T3	UK	95,2	109,9	104,3			
	05:00	124,9	125,1	112,4	31	14	8
	10:00	121,7	124,7	112,9	28	14	8
	15:00	122,8	122,4	113,2	29	11	9
	20:00	121,3	122,1	113,1	27	11	8
T4	05:00	125,3	121,5	112,6	32	11	8
	10:00	121,3	120,6	111,8	27	10	7
	15:00	122,6	122,1	112,0	29	11	7
	20:00	123,1	121,6	111,4	29	11	7
Versuch 6							
T3	UK	97,9	108,3	101,6			
	05:00	118,9	124,8	113,3	22	15	12
	10:00	122,1	126,0	111,0	25	16	9
	15:00	123,1	124,9	111,4	26	15	10
	20:00	122,6	122,7	111,5	25	13	10
T4	05:00	125,3	123,2	110,9	28	14	9
	10:00	124,5	122,9	110,8	27	14	9
	15:00	122,7	122,2	110,4	25	13	9
	20:00	126,7	122,7	111,8	29	13	10
Versuch 7							
T3	UK	96,2	106,5	101,5			
	05:00	120,1	121,0	110,4	25	14	9
	10:00	121,0	119,3	110,8	26	12	9
	15:00	120,2	120,3	111,0	25	13	9
	20:00	121,2	120,5	111,4	26	13	10
T4	05:00	121,2	122,6	109,0	26	15	7
	10:00	118,7	121,3	106,9	23	14	5
	15:00	118,2	121,1	108,1	23	14	7
	20:00	118,0	122,2	107,9	23	15	6
Versuch 8							
T3	UK	96,1	109,9	101,1			
	05:00	116,0	122,1	107,4	21	11	6
	10:00	117,8	123,5	106,8	23	12	6
	15:00	118,1	121,8	107,5	23	11	6
	20:00	119,7	123,1	107,3	25	12	6
T4	05:00	122,0	120,6	107,5	27	10	6
	10:00	121,1	120,7	106,0	26	10	5
	15:00	123,4	120,9	108,2	28	10	7
	20:00	119,7	120,8	107,6	25	10	6

Die hier aufgeführten Ertragsdaten sind Mittelwerte aus 4 Wiederholungen der einzelnen Prüfglieder.

Modulaussage Ergebnis:

1. Fungizid Strategie:

Tab. 19: Relative Mehrerträge gegenüber der UK

	Zeit	T3				T4			
		5	6	7	8	5	6	7	8
2016	5	31	22	25	21	32	28	26	27
	10	28	25	26	23	27	27	23	26
	15	29	26	25	23	29	25	23	28
	20	27	25	26	25	29	29	23	25
2017	5	14	15	14	11	11	14	15	10
	10	14	16	12	12	10	14	14	10
	15	11	15	13	11	11	13	14	10
	20	11	13	13	12	11	13	15	10
2018	5	8	12	9	6	8	9	7	6
	10	8	9	9	6	7	9	5	5
	15	9	10	9	6	7	9	7	7
	20	8	10	10	6	7	10	6	6

Die Betrachtung der relativen Mehrerträge gegenüber der UK ergaben:

1. Dass die Unterschiede in den Erträgen minimal sind und nur eine Signifikanz gegenüber der UK nachgewiesen werden konnte.
2. Es kristallisierte sich heraus, dass in allen Jahren und zu jedem Spritztermin und zu allen hier getesteten meteorologischen Bedingungen die Variante mit Ampere/Input Classic die niedrigsten Mehrerträge brachte, wobei zu erwähnen sei, dass jede Anwendungsvariante immer einen Mehrertrag gegenüber der UK erzeugte.
3. Ob nun zum Termin T3 oder zum Termin T4 appliziert wurde - die Mehrerträge unterscheiden sich kaum. Man kann also die Anwendung zeitlich zielgenau je nach Befall ohne große Ertragsverluste durchführen.

2. Relative Luftfeuchte und Lufttemperatur:

Tab. 20: Relative Mehrerträge gegenüber der UK und die zur Applikation vorherrschende Rel. Luftfeuchte und Temperatur

	Zeit	T3				T4				Relative Luftfeuchte (%)		Temperatur (°C)	
		5	6	7	8	5	6	7	8	T3	T4	T3	T4
2016	5	31	22	25	21	32	28	26	27	88	91	10	12
	10	28	25	26	23	27	27	23	26	62	62	18	19
	15	29	26	25	23	29	25	23	28	44	67	21	20
	20	27	25	26	25	29	29	23	25	52	91	19	14
2017	5	14	15	14	11	11	14	15	10	70	99	14	15
	10	14	16	12	12	10	14	14	10	59	75	21	17
	15	11	15	13	11	11	13	14	10	58	70	23	19
	20	11	13	13	12	11	13	15	10	65	65	19	18
2018	5	8	12	9	6	8	9	7	6	89	80	8	10
	10	8	9	9	6	7	9	5	5	57	53	19	19
	15	9	10	9	6	7	9	7	7	44	43	22	23
	20	8	10	10	6	7	10	6	6	47	47	20	20

Stellt man nun die Mehrerträge den jeweiligen meteorologischen Bedingungen zum Applikationszeitpunkt gegenüber, ist kein System bei den Versuchen 5 bis 7 herauszuarbeiten (Versuch 8 war, wie oben erwähnt immer am schlechtesten). Zum Frühen Termin T3 kann man mit Vorsicht die Behauptung aufstellen, dass die Variante 5 (keine Mischung) am Morgen (Tiefste Temperatur am Tag) die höchsten Erträge erzeugt. Zu allen anderen Tageszeiten bewegen sich die Versuche 5 bis 7 mit ihren Erträgen auf gleichem Niveau. Den späten Termin 4 betrachtet, kann man diese Behauptung nicht aufrecht-erhalten. Hier bringen die Versuche 6 und 7 angewandt bei

sinkenden Temperaturen, also am Abend, die höchsten Mehrerträge. Signifikante Unterschiede sind jedoch nicht nachweisbar. Fazit: ein eindeutiger Zusammenhang konnte nicht repliziert werden.

Wirksamkeit: Die Wirksamkeit der eingesetzten Pflanzenschutzmittel wurde im Versuch über die Krankheitsbonitur an Hand eines Index (BSA) von 1 bis 9 ermittelt, wobei 1 gut und 9 schlecht bedeutet. Das Mittel der UK über alle drei Jahre und alle Module ergab einen Indexwert von 7,92. Bei Anwendung der Strategien reduzierte sich der Krankheitsdruck um etwas weniger als die Hälfte. Alle Versuchsanordnungen dieses Moduls zeigten ungefähr ähnliche Wirkung. Der Versuch 8, die Mischung zwischen Ampera und Input Classic zeigte mit einer minimalen Differenz von 0,5 die beste Wirkung. Ein systematischer signifikanter Unterschied der Wirkung bei Anwendung zu den unterschiedlichen Tageszeiten, also zu unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen konnte nicht nachgewiesen werden.

Tab. 21: BSA-Krankheitsindex 2016 bis 2018

Versuch	Termin (T)	Indexmittel 2016 bis 2018	Indexmittel T3 und T4
5	3	4,94	
	4	4,44	4,69
6	3	5,25	
	4	4,38	4,81
7	3	5,27	
	4	4,77	5,02
8	3	4,94	
	4	4,15	4,54

Hinweis : Aufgrund der geringen Unterschiede wurden die Mittelwerte mit 2 Kommastellen angegeben.

3. Delta T (Δ)

Tab. 22: Relative Mehrerträge gegenüber dem Index Delta T

	T3				T4				Delta T		
	Zeit	5	6	7	8	5	6	7	8	T3	T4
2016	5	31	22	25	21	32	28	26	27	4	4
	10	28	25	26	23	27	27	23	26	4	5
	15	29	26	25	23	29	25	23	28	7	4
	20	27	25	26	25	29	29	23	25	6	4
2017	5	14	15	14	11	11	14	15	10	3	0
	10	14	16	12	12	10	14	14	10	5	3
	15	11	15	13	11	11	13	14	10	6	4
	20	11	13	13	12	11	13	15	10	4	4
2018	5	8	12	9	6	8	9	7	6	4	2
	10	8	9	9	6	7	9	5	5	5	6
	15	9	10	9	6	7	9	7	7	8	8
	20	8	10	10	6	7	10	6	6	7	7

Auch in diesem Modul konnte kein Zusammenhang zwischen Delta T und der Höhe der Mehrerträge erkannt werden. Es zeigten sich teilweise die höchsten Mehrerträge zu den laut Delta T ungünstigsten meteorologischen Bedingungen. Andererseits gab es zu den günstigsten Delta T die zweithöchsten mittleren Mehrerträge gegenüber der UK. Damit kann man aus den vorhandenen Werten keine Gesetzmäßigkeiten zwischen den Erträgen und Delta T herstellen und somit scheitert der Versuch ein Werkzeug zur Applikationsberatung herzuleiten.

Statistische Bewertung:

Tab. 23: F-Test, T-Test und Tukey-Test

	Versuch	5	6	7	8	Alle Versuche										
F-Test																
	F-Tabellenwert	F-Wert	F-Wert	F-Wert	F-Wert											
Blöcke(Jahr)	3,74	598,46	113,42	282,77	180,69											
Zeit	3,34	6,43	0,10	1,14	0,25											
Termin	4,6	10,14	0,04	5,22	0,85											
Zeit/Termin	3,34	11,56	0,79	4,10	1,31											
T-Test																
	T-Tabellenwert	T3	T4	T3/T4	T3	T4	T3/T4	T3	T4	T3/T4	T3	T4	T3/T4	T3	T4	T3/T4
5%	3,18	40,4	40,2	2,4	73,7	40,9	0,2	107,3	32,9	2,1	42,8	39,2	1	21,3	26,2	0,7
Effekt		Stark	Stark		Stark	Stark		Stark	Stark		Stark	Stark		Stark	Stark	
Tukey-Test																
Versuch	5	6	7	8												
Grenzdifferenz																
Tukey 5%	1,41	3,80	2,20	3,38	2,91											
05.00	120,30	b	119,40	a	117,38	a	115,93	a	Versuch 5	119,30	b					
10.00	118,83	a	119,55	a	116,33	a	115,98	a	6	119,43	b					
15.00	119,18	a	119,12	a	116,48	a	116,65	a	7	116,77	a					
20.00	118,77	a	119,67	a	116,87	a	116,37	a	8	115,98	a					

Es ergaben sich bei den statistischen Test (siehe obige Tabelle) jeweils signifikante Unterschiede zwischen den Erträgen der Prüfglieder und der UK. Zwischen den einzelnen Terminen T3 und T4 ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Dagegen konnte bei Versuch 5 (Cerix 2,5l) ein signifikanter Unterschied zwischen dem Frühtermin und den restlichen Terminen nachgewiesen werden.

Im obigen Text aufgestellte Erkenntnis, dass kein Zusammenhang zwischen Delta T und den Erträgen hergestellt werden konnte, untermauert ein Beispiel des folgenden Korrelationsdiagrammes über die Ergebnisse aller Versuche des Moduls des Jahres 2016.

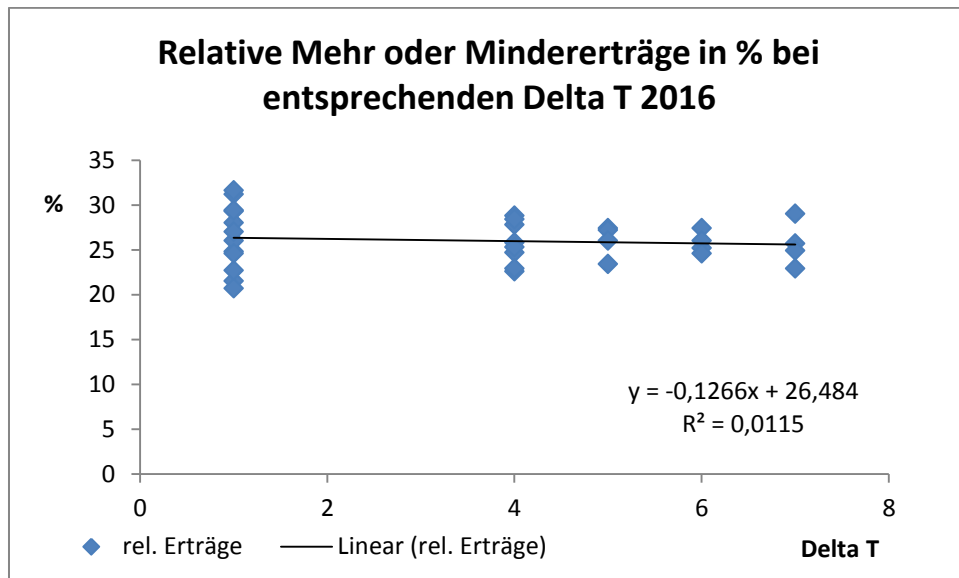


Abb. 21: Korrelationsdiagramm – Zusammenhang Delta T und die Mehrerträge 2016 über die Versuche 5-8

Mit einem Bestimmtheitsmaß von $r^2 = 0,0003$ bis $r^2 = 0,015$ ist keine wechselseitige Beziehung (Korrelation) zwischen Delta T und den Erträgen der Versuche 5 bis 8 nachzuweisen. Die Varianz der vier Versuche 5 bis 8 bewegt sich im Mittel über die 3 Jahre auf gleichem Niveau zwischen 15 und 17. Es schlussfolgert – die meteorologischen Randbedingungen spielen keine differenzierende Rolle.

Tab. 24: Korrelationskoeffizient (R), Bestimmtheitsmaß (R²)

R	R ²	erfasste Varianz in %	
0,11	0,0115	1,2	alle Versuche - Delta T - 2016
0,02	0,0003	0,0	alle Versuche - Delta T - 2017
0,04	0,0014	0,1	alle Versuche - Delta T - 2018
0,38	0,1458	14,6	Versuch 5 - Delta T - 2016 bis 2018
0,39	0,1542	15,4	Versuch 6 - Delta T - 2016 bis 2018
0,39	0,1521	15,2	Versuch 7 - Delta T - 2016 bis 2018
0,41	0,1705	17,1	Versuch 8 - Delta T - 2016 bis 2018

Ökonomische Betrachtung:

Für die Berechnung wurden Mittelwerte über die drei Jahre 2016 bis 2018 gebildet. Die variablen Kosten wurden angenommen, spielen aber im vorliegenden Fall eine untergeordnete Rolle, da sie in allen 4 Versuchen bis auf die Kosten für die Pflanzenschutzmittel gleich waren. Somit sind die eingesetzten Kosten bestimmt durch die verschiedenen Pflanzenschutzmittel Ausschlag gebend für die Höhe des Deckungsbeitrages.

Tab. 25: Vereinfachte Deckungsbeitragsrechnung (Mittel 2016-2018)

Versuch	Ertrag (dt/ha)	Kosten PSM (€/ha)	vrb.Kosten (€/ha)	Leistung (18€/ha)	DB (€/ha)	Versuch	Ertrag (dt/ha)	Kosten PSM (€/ha)	vrb.Kosten (€/ha)	Leistung (18€/ha)	DB (€/ha)
5						6					
UK	103,1	0	780,00	1.855,80	1.075,80	UK	102,6	0	780,00	1.846,80	1.066,80
T3 05:00	120,8	95,75	875,75	2.174,40	1.298,65	T3 05:00	119,0	52,00	832,00	2.142,00	1.310,00
T3 10:00	119,8	95,75	875,75	2.156,40	1.280,65	T3 10:00	119,7	52,00	832,00	2.154,60	1.322,60
T3 15:00	119,5	95,75	875,75	2.151,00	1.275,25	T3 15:00	119,8	52,00	832,00	2.156,40	1.324,40
T3 20:00	118,8	95,75	875,75	2.138,40	1.262,65	T3 20:00	118,9	52,00	832,00	2.140,20	1.308,20
Mittel	119,73			2.155,05	1.279,30	Mittel	119,35			2.148,30	1.316,30
T4 05:00	119,8	95,75	875,75	2.156,40	1.280,65	T4 05:00	119,8	52,00	832,00	2.156,40	1.324,40
T4 10:00	117,9	95,75	875,75	2.122,20	1.246,45	T4 10:00	119,4	52,00	832,00	2.149,20	1.317,20
T4 15:00	118,9	95,75	875,75	2.140,20	1.264,45	T4 15:00	118,4	52,00	832,00	2.131,20	1.299,20
T4 20:00	118,7	95,75	875,75	2.136,60	1.260,85	T4 20:00	120,4	52,00	832,00	2.167,20	1.335,20
Mittel	118,83			2.138,85	1.263,10	Mittel	119,50			2.151,00	1.319,00
Versuch						Versuch					
7						8					
UK	101,4	0	780,00	1.825,20	1.045,20	UK	102,4	0	780,00	1.843,20	1.063,20
T3 05:00	117,2	89,03	869,03	2.109,60	1.240,57	T3 05:00	115,2	84,29	864,29	2.073,60	1.209,31
T3 10:00	117	89,03	869,03	2.106,00	1.236,97	T3 10:00	116,0	84,29	864,29	2.088,00	1.223,71
T3 15:00	117,2	89,03	869,03	2.109,60	1.240,57	T3 15:00	115,8	84,29	864,29	2.084,40	1.220,11
T3 20:00	117,7	89,03	869,03	2.118,60	1.249,57	T3 20:00	116,7	84,29	864,29	2.100,60	1.236,31
Mittel	117,28			2.110,95	1.241,92	Mittel	115,93			2.086,65	1.222,36
T4 05:00	117,6	89,03	869,03	2.116,80	1.247,77	T4 05:00	116,7	84,29	864,29	2.100,60	1.236,31
T4 10:00	115,6	89,03	869,03	2.080,80	1.211,77	T4 10:00	115,9	84,29	864,29	2.086,20	1.221,91
T4 15:00	115,8	89,03	869,03	2.084,40	1.215,37	T4 15:00	117,5	84,29	864,29	2.115,00	1.250,71
T4 20:00	116	89,03	869,03	2.088,00	1.218,97	T4 20:00	116,0	84,29	864,29	2.088,00	1.223,71
Mittel	116,25			2.092,50	1.223,47	Mittel	116,53			2.097,45	1.233,16

Aus obiger Tabelle ist ersichtlich, dass der Versuch 6 zu beiden Anwendungsterminen T3 und T4 den höchsten Deckungsbeitrag erzielt hat. Es spielten somit die meteorologischen Randbedingungen eine untergeordnete Rolle.

Fazit:

Aus ökonomischer Sicht brachte Versuch 6 – der Einsatz Siltra Xpro den höchsten Mehrertrag. Der Versuch brachte am zeitigen Spritztermin T3 sowie am späteren Termin T4 die jeweils besten Deckungsbeiträge. Es ergibt sich somit ein gewisses Zeitfenster für diese PSM – Anwendung ohne mit Gewinnverlust rechnen zu müssen. Bei der Wirkung gegen die hier im Versuch bonitierten Krankheiten zeigte der Versuch 8 die beste Wirkung. Da die eingesetzten Mittel relativ preisintensiv sind und die Erträge sich innerhalb des Moduls nur minimal unterscheiden, brachte der Versuch

jedoch nicht den besten Deckungsbeitrag. Betrachtungen zwischen Erträgen der einzelnen Versuche und den meteorologischen Bedingungen konnten keine Systematik erkennen lassen.

3.3.3 Modul 3 Fungizid Aufwandmengen - Maßnahmen zu unterschiedlichen Luftfeuchten

Modulaufbau:

Angewandt wurde das Fungizid Ceriax in folgenden Aufwandmengen 2,5, 2,2, 1,9 und 1,6 Liter pro Hektar. Eine unbehandelte Kontrolle wurde ebenfalls durchgeführt. Die Applikationen wurden als Prüfglieder teils zu BBCH-Stadium 35/37 (Erreichen des 5-Knoten-Stadiums bis Erscheinen des letzten Fahnenblattes, T3) teils zum BBCH-Stadium 49/51 (T4) (Grannenspitzen zu sehen bis zum Beginn des Ährenschiebens) durchgeführt.

Um unterschiedliche Luftfeuchten zu initiieren, wurden die Spritzungen zu unterschiedlichen Tageszeiten ausgeführt; hier 5 Uhr für Früh: hohe Relative Luftfeuchte, 10 Uhr für Vormittag: meist etwas niedrigere Luftfeuchte, 15 Uhr für Nachmittag: die Relative Luftfeuchte hat den niedrigsten Stand und 20 Uhr für Abends: die relative Luftfeuchte steigt wieder an. Alle Prüfglieder wurden 4-fach wiederholt.

Die Wirkung der Maßnahmen wurde durch den Ertrag und Krankheitsbonituren bewertet.

Modulaussage Theorie:

1. Ist immer die maximale Aufwandmenge nach Anwendungsanleitung nötig, um die höchsten Erträge zu erlangen – absolut und ökonomisch betrachtet? - nein.
2. Wirken sich unterschiedliche meteorologische Randbedingungen beim Zeitpunkt der Applikation auf die Erträge aus? - ja.
3. Kann ein gleicher Ertrag beim Einsatz von weniger Pflanzenschutzmitteln erwirtschaftet werden? – ja.
4. Müssen dazu immer optimale meteorologische Randbedingungen herrschen? – nein.
5. Kann man Ertragserwartungen durch einen meteorologischen Index (Delta T) vorhersagen? – ja.

Klimadaten:

Tab. 26: Meßwerte Relative Luftfeuchte in %, Wetterstation am Versuchsfeld

Applikations-termin	Uhrzeit	11.05.2016	17.05.2017	08.05.2018
T3	05:00	88	70	89
	10:00	62	59	57
	15:00	44	58	44
	20:00	52	65	45
		27.05.2016	31.05.2017	22.05.2018
T4	05:00	91	99	80
	10:00	62	75	53
	15:00	67	70	43
	20:00	91	65	47

Die in der folgenden Tabelle aufgeführten Ertragsdaten sind Mittelwerte aus den jeweils 4 Wiederholungen der einzelnen Prüfglieder.

Tab. 27: Ertragsdaten 2016 bis 2018 Modul Fungizid-Aufwandmengen

Ertrag in dt/ha Mittelwerte				relative Mehr- bzw. Mindererträge in % zur Unbehandelten Kontrolle		
Versuch 9	2016	2017	2018	2016	2017	2018
T3 UK	91,6	108,4	106,9			
05:00	120,2	125,1	116,2	31	15	9
10:00	116,6	125,8	117,2	27	16	10
15:00	122,7	123,7	117,4	34	14	10
20:00	118,3	123,3	118,4	29	14	11
T4 05:00	119,0	121,0	119,0	30	12	11
10:00	118,1	120,9	118,4	29	12	11
15:00	122,5	119,3	117,0	34	10	9
20:00	118,6	121,2	119,5	29	12	12
Versuch 10						
T3 UK	92,3	108,5	107,1			
05:00	114,9	124,9	113,6	24	15	6
10:00	116,4	123,5	116,7	26	14	9
15:00	116,0	126,2	118,2	26	16	10
20:00	119,4	124,2	116,1	29	14	8
T4 05:00	119,5	124,4	116,7	29	15	9
10:00	122,6	124,5	119,0	33	15	11
15:00	121,8	123,1	118,8	32	13	11
20:00	120,4	124,2	118,0	30	14	10
Versuch 11						
T3 UK	87,9	109,0	104,7			
05:00	114,1	125,7	113,6	30	15	9
10:00	116,0	125,5	114,6	32	15	9
15:00	112,3	124,5	115,6	28	14	10
20:00	110,6	122,8	110,4	26	13	5
T4 05:00	115,5	122,7	110,2	31	13	5
10:00	115,6	124,1	112,2	32	14	7
15:00	114,8	122,5	110,8	31	12	6
20:00	116,2	121,4	111,0	32	11	6
Versuch 12						
T3 UK	90,7	106,2	103,2			
05:00	113,8	123,2	112,0	25	16	9
10:00	109,6	125,2	110,5	21	18	7
15:00	113,0	124,3	112,4	25	17	9
20:00	114,2	123,6	111,0	26	16	8
T4 05:00	114,8	122,1	112,0	27	15	9
10:00	112,3	121,8	111,4	24	15	8
15:00	113,4	122,0	110,6	25	15	7
20:00	112,9	121,9	109,4	24	15	6

Modulaussage Ergebnis:

1. Aufwandmenge

Tab. 28: Relative Mehrerträge gegenüber der Unbehandelten Kontrolle

		T3				T4			
Zeit		9	10	11	12	9	10	11	12
2016	5	31	24	30	25	30	29	31	27
	10	27	26	32	21	29	33	32	24
	15	34	26	28	25	34	32	31	25
	20	29	29	26	26	29	30	32	24
		T3				T4			
Zeit		9	10	11	12	9	10	11	12
2017	5	15	15	15	16	12	15	13	15
	10	16	14	15	18	12	15	14	15
	15	14	16	14	17	10	13	12	15
	20	14	14	13	16	12	14	11	15
		T3				T4			
Zeit		9	10	11	12	9	10	11	12
2018	5	9	6	9	9	11	9	5	9
	10	10	9	9	7	11	11	7	8
	15	10	10	10	9	9	11	6	7
	20	11	8	5	8	12	10	6	6

Betrachtet man die verschiedenen Anwendungsmengen an Ceriax im Vergleich zum relativen Ertrag zur jeweiligen Unbehandelten Kontrolle ist festzustellen, dass in den Jahren 2016 und 2018 zu beiden Terminen T3 und T4 sich ein minimaler Mehrertrag bei der höchsten Aufwandmenge ergeben hat. Im Jahr 2016 folgten aber in der Rangfolge die Erträge bei 2,2 und 1,9 l/ha mit einem Abstand von nur 2 bis 3 Prozent. Bei einer ökonomischen Betrachtung wird der Ertragsvorsprung des Versuchs 9 wettgemacht. Die Varianten mit 2,2 und 1,6 l/ha sind in diesem Jahr zum frühen Termin T3 nicht konkurrenzfähig.

Das Jahr 2018, ein extrem trockenes Jahr, verhält sich ähnlich dem Jahr 2016 nur in einem wesentlich tieferen Niveau. Die größte Aufwandmenge bringt den höchsten Ertrag. Weniger PSM bringt aber nur teilweise 1 Prozent weniger Ertragsmenge. Auch hier ist egal, ob die Spritzung zum frühen oder zum späteren Termin erfolgte.

Im Jahr 2017 bringt der Einsatz der geringsten Menge von Pflanzenschutzmittel zum frühen Termin und auch späten Termin den höchsten relativen Ertrag. Die Differenzen der einzelnen Erträge sind minimal, so dass die Aussage nicht verallgemeinert werden kann.

2. Relative Luftfeuchte

Im zweiten Teil der Betrachtung wird versucht, einen Zusammenhang zwischen Erträgen und den zur Applikation herrschenden Luftfeuchten zu finden. Hierzu wurden die relativen Mehrerträge den entsprechenden Relativen Luftfeuchten gegenübergestellt. Die höchsten Mehrerträge konnten bei Relativen Luftfeuchten zur Applikation von 44 bis 59% egal ob zu T3 oder T4 erkannt werden. Jedoch traten auch in dieser Feuchtespanne niedere Mehrerträge auf. Eine Gesetzmäßigkeit konnte aufgrund der geringen Unterschiede bei den Erträgen nicht eindeutig ermittelt werden.

Die Wirksamkeit der eingesetzten Pflanzenschutzmittel wurde im Versuch über die Krankheitsbonitur an Hand eines Index (BSA) von 1 bis 9 ermittelt, wobei 1 gut und 9 schlecht bedeutet.

Tab. 29: Relative Mehrerträge gegenüber der Unbehandelten Kontrolle und die zur Applikation vorherrschende Relative Luftfeuchte in %

	Zeit	T3				T4				Relative Luftfeuchte (%)	
		9	10	11	12	9	10	11	12	T3	T4
2016	5	31	24	30	25	30	29	31	27	88	91
	10	27	26	32	21	29	33	32	24	62	62
	15	34	26	28	25	34	32	31	25	44	67
	20	29	29	26	26	29	30	32	24	52	91
2017	5	15	15	15	16	12	15	13	15	70	99
	10	16	14	15	18	12	15	14	15	59	75
	15	14	16	14	17	10	13	12	15	58	70
	20	14	14	13	16	12	14	11	15	65	65
2018	5	9	6	9	9	11	9	5	9	89	80
	10	10	9	9	7	11	11	7	8	57	53
	15	10	10	10	9	9	11	6	7	44	43
	20	11	8	5	8	12	10	6	6	47	47

Im Mittel über die Jahre und über alle 4 Versuche ergab die Bonitur bei den Parzellen ohne Anwendung von Ceriax einen Index von 8 bis 8,2 – also einen relativ hohen Krankheitsdruck. Durch die Anwendung des Mittels konnte der Krankheitsdruck um fast die Hälfte auf einen Index zwischen 4,6 bis 5,3 gesenkt werden. Die Prüfparzelle mit der höchsten Aufwandmenge hatte erwartungsgemäß den besten Index. Die Prüfparzellen mit den geringeren Aufwandmengen folgten mit einem relativ kleinen Abstand von nicht einmal einer ganzen Indexstufe. Festgestellt wurde außerdem, dass die Spritzung zum späteren Termin T4 bei den geringeren Aufwandmengen besser wirkte. Ein systematischer Unterschied zu verschiedenen Tageszeiten konnte nicht eindeutig bestimmt werden.

Tab. 30: BSA-Krankheitsindex 2016 bis 2018

Versuch	Termin (T)	Indexmittel 2016 bis 2018	Indexmittel T3 und T4
9	3	4,58	4,67
	4	4,75	
10	3	5,17	5,03
	4	4,90	
11	3	5,10	5,01
	4	4,92	
12	3	5,31	5,30
	4	5,29	

Hinweis: Aufgrund der geringen Unterschiede wurden die Mittelwerte mit 2 Kommastellen angegeben.

3. Delta T (Δ)

Delta T (gebildet aus der Differenz zwischen Trockener und Feuchter Temperatur) sollte als ein Indikator dienen, um eine effektive Aussage über den optimalen Applikationstermin mit Hilfe meteorologischer Daten zu treffen. Indirekt fließen in diese Kennzahl mehrere meteorologische Bedingungen ein. Unter australischen Umweltbedingungen wird er bereits erfolgreich angewandt. In der folgenden Tabelle werden die Mehrerträge den entsprechenden Delta T Werten gegenübergestellt. Vorneweg wurden die Kennziffern „0“, „1“ und „9“, entsprechend der Anwendungsbeschreibung gestrichen. Wie in der Tabelle sichtbar ist, konnte kein Zusammenhang bzw. keine Gesetzmäßigkeit zwischen den beiden Parametern erzeugt werden.

Tab. 31: Relative Mehrerträge gegenüber UK und dem Index Delta T

	Zeit	T3				T4				Delta T	
		9	10	11	12	9	10	11	12	T3	T4
2016	5	31	24	30	25	30	29	31	27	4	4
	10	27	26	32	21	29	33	32	24	4	5
	15	34	26	28	25	34	32	31	25	7	4
	20	29	29	26	26	29	30	32	24	6	4
2017	5	15	15	15	16	12	15	13	15	3	0
	10	16	14	15	18	12	15	14	15	5	3
	15	14	16	14	17	10	13	12	15	6	4
	20	14	14	13	16	12	14	11	15	4	4
2018	5	9	6	9	9	11	9	5	9	4	2
	10	10	9	9	7	11	11	7	8	5	6
	15	10	10	10	9	9	11	6	7	8	8
	20	11	8	5	8	12	10	6	6	7	7

Statistische Bewertung:

Tab. 32: F-Test und Tukey-Test

F-Test	Versuch 9		10		11		12		Alle Versuche							
	F-Tabellenwert	F-Wert	F-Wert	F-Wert	F-Wert	F-Wert	F-Wert	F-Wert	F-Wert	F-Wert	F-Wert					
Blöcke(Jahre)	3,74	222,69		114,00		261,61		259,24			-105,90					
Zeit	3,34	0,32		3,49		6,14		1,28			-18,54					
Termin	4,6	0,87		21,81		2,83		2,23			-0,03					
Zeit/Termin	3,34	0,73		12,44		10,33		2,82			-20,20					
T-Test	T-Tabellenwert															
5%	3,18	57,1	122,8	2,9	30,9	48,3	3,6	18,7	53,6	0,9	48,3	46,4	1,7	37,6	24,0	0,1
Effekt		Stark	Stark		Stark	Stark		Stark	Stark		Stark	Stark		Stark	Stark	
Tukey-Test	T-Tabellenwert															
GD Tukey 5%	Versuch 9 4,26		Versuch 10 2,06		Versuch 11 2,17		Versuch 12 2,30		Versuch 2,61							
5.00	118,03	a	119,00	a	116,97	a	116,32	a	9	119,98	b					
10.00	117,37	a	120,45	a	118,00	b	115,13	a	10	120,13	b/c					
15.00	118,52	a	120,68	a	116,75	a	115,95	a	11	116,78	a					
20.00	117,79	a	120,38	a	115,40	a	115,50	a	12	115,73	a					

Die statistischen Tests (F und T-Test) ergaben signifikante Unterschiede bei den Erträgen zwischen den Jahren 2016 bis 2018. Zwischen den Terminen T3 und T4 ergaben sich dagegen keine signifikanten Unterschiede. Der Tukey-Test für die unterschiedlichen Tageszeiten der Behandlung ergab keine signifikanten Unterschiede, wogegen bei den Versuchen sich ein signifikanter Unterschied zwischen 9 und 10 und den beiden Versuchen 11/12 nachweisen ließ. Die Versuche 11 und 12 wiesen keinen signifikanten Unterschied auf.

Die im obigen Text aufgestellte Theorie, dass nach den vorliegenden Messergebnissen ein Zusammenhang zwischen Delta T und dem Mehrertrag besteht, soll durch aufzeigen einer Korrelation und der dazugehörigen Funktionen und dem Bestimmtheitsmaß an einem Beispiel gezeigt werden.

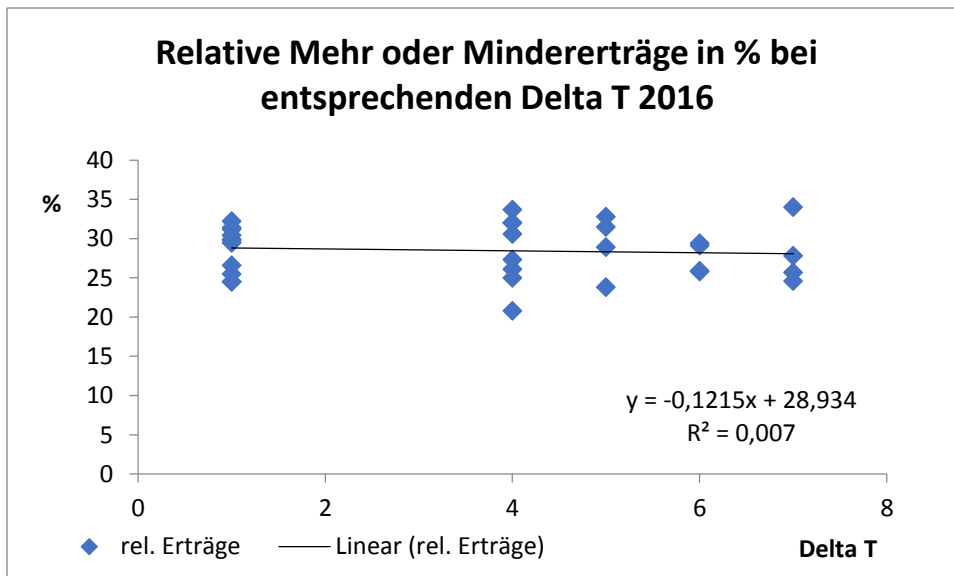


Abb. 22: Korrelationsdiagramm - Zusammenhang Delta T und die Mehrerträge 2016 über die Versuche 9-12

Mit einem Bestimmtheitsmaß von $r^2=0,007$ ist keine Wechselseitige Beziehung (Korrelation) zwischen Delta T und den Erträgen nachzuweisen. Diese Beziehungen ergeben sich bei allen Versuchen zwischen Delta T und den Erträgen. Das höchste r^2 ergab sich bei der Kombination Delta T/Versuch 12 für 2016 bis 2018 mit 0,23.

Tab. 33: Korrelationskoeffizient (R), Bestimmtheitsmaß (R^2)

R	R^2	erfasste Varianz	
0,08	0,007	0,7	Versuche 9-12 - Delta T - 2016
0,13	0,016	1,6	Versuche 9-12 - Delta T - 2017
0,10	0,0092	0,9	Versuche 9-12 - Delta T - 2018
0,31	0,0935	9,4	Versuch 9 - Delta T - 2016 bis 2018
0,32	0,103	10,3	Versuch 10 - Delta T - 2016 bis 2018
0,40	0,1638	16,4	Versuch 11 - Delta T - 2016 bis 2018
0,48	0,2304	23,0	Versuch 12 - Delta T - 2016 bis 2018

Trotz niedriger Werte der Varianz ist erkennbar, dass je geringer die Aufwandmenge an Pflanzenschutzmittel ist, umso bestimmender ist Delta T (meteorologischen Bedingungen) für den Ertrag.

Ökonomische Betrachtung:

Für die Berechnung der Kosten wurden Mittelwerte über die drei Jahre 2016 bis 2018 gebildet. Die variablen Kosten wurden angenommen, spielen aber im vorliegenden Fall eine untergeordnete Rolle, da sie in allen 4 Versuchen bis auf die Kosten für die Pflanzenschutzmittel gleich waren. Somit sind die eingesetzten Kosten bestimmt durch die verschiedenen Aufwandmengen und Ausschlag gebend für die Höhe des Deckungsbeitrages.

Tab. 34: vereinfachte Deckungsbeitragsrechnung (Mittel 2016-2018)

Versuch	Ertrag	Kosten	vrb.Kosten	Leistung	DB	Versuch	Ertrag	Kosten	vrb.Kosten	Leistung	DB
9	(dt/ha)	PSM (€/ha)	(€/ha)	(18€/ha)	(€/ha)	10	(dt/ha)	PSM (€/ha)	(€/ha)	(18€/ha)	(€/ha)
UK	102,3	0	780	1841,40	1.061,40	UK	102,6	0	780	1.846,80	1.066,80
T3 05:00	120,5	95,75	875,75	2.169,00	1.293,25	T3 05:00	117,8	84,26	864,26	2.120,40	1.256,14
T3 10:00	119,9	95,75	875,75	2.158,20	1.282,45	T3 10:00	118,9	84,26	864,26	2.140,20	1.275,94
T3 15:00	121,3	95,75	875,75	2.183,40	1.307,65	T3 15:00	120,1	84,26	864,26	2.161,80	1.297,54
T3 20:00	120,0	95,75	875,75	2.160,00	1.284,25	T3 20:00	119,9	84,26	864,26	2.158,20	1.293,94
Mittel	120,4			2.167,65	1.291,90	Mittel	119,18			2.145,15	1.280,89
T4 05:00	119,7	95,75	875,75	2.154,60	1.278,85	T4 05:00	120,2	84,26	864,26	2.163,60	1.299,34
T4 10:00	119,7	95,75	875,75	2.154,60	1.278,85	T4 10:00	122,0	84,26	864,26	2.196,00	1.331,74
T4 15:00	119,6	95,75	875,75	2.152,80	1.277,05	T4 15:00	121,2	84,26	864,26	2.181,60	1.317,34
T4 20:00	119,8	95,75	875,75	2.156,40	1.280,65	T4 20:00	120,9	84,26	864,26	2.176,20	1.311,94
Mittel	119,7			2.154,60	1.278,85	Mittel	121,08			2.179,35	1.315,09
Versuch	Ertrag	Kosten	vrb.Kosten	Leistung	DB	Versuch	Ertrag	Kosten	vrb.Kosten	Leistung	DB
11	(dt/ha)	PSM (€/ha)	(€/ha)	(18€/ha)	(€/ha)	12	(dt/ha)	PSM (€/ha)	(€/ha)	(18€/ha)	(€/ha)
UK	100,5	0	780	1.809,00	1.029,00	UK	100,0	0	780	1.800,00	1.020,00
T3 05:00	117,8	72,77	852,77	2.120,40	1.267,63	T3 05:00	116,3	61,28	841,28	2.093,40	1.252,12
T3 10:00	118,7	72,77	852,77	2.136,60	1.283,83	T3 10:00	115,1	61,28	841,28	2.071,80	1.230,52
T3 15:00	117,5	72,77	852,77	2.115,00	1.262,23	T3 15:00	116,6	61,28	841,28	2.098,80	1.257,52
T3 20:00	114,6	72,77	852,77	2.062,80	1.210,03	T3 20:00	116,3	61,28	841,28	2.093,40	1.252,12
Mittel	117,2			2.108,70	1.255,93	Mittel	116,08			2.089,35	1.248,07
T4 05:00	116,1	72,77	852,77	2.089,80	1.237,03	T4 05:00	116,3	61,28	841,28	2.093,40	1.252,12
T4 10:00	117,3	72,77	852,77	2.111,40	1.258,63	T4 10:00	115,2	61,28	841,28	2.073,60	1.232,32
T4 15:00	116,0	72,77	852,77	2.088,00	1.235,23	T4 15:00	115,3	61,28	841,28	2.075,40	1.234,12
T4 20:00	116,2	72,77	852,77	2.091,60	1.238,83	T4 20:00	114,7	61,28	841,28	2.064,60	1.223,32
Mittel	116,4			2.095,20	1.242,43	Mittel	115,38			2.076,75	1.235,47

Die Berechnungen zeigen, dass Versuch 10 mit einem Aufwand von 2,2 l/ha Ceriax den besten Deckungsbeitrag ergibt. Es ist nicht notwendig die höchste Aufwandmenge zu verwenden.

Fazit:

Nach der Betrachtung der Ergebnisse und durch Außerachtlassung der minimalen Unterschiede kann man folgendes feststellen:

Der Einsatz der höchsten zugelassenen Pflanzenschutzmenge bringt egal zu welchem Termin eingesetzt meist den höchsten Ertrag, jedoch werden gleiche bzw. minimal weniger Erträge auch mit einer reduzierten Aufwandmenge erreicht. Ökonomisch und ökologisch betrachtet ist Versuch 10 mit einer Aufwandmenge von 2,2 l/ha der Favorit. Ein Zusammenhang zu meteorologischen Randbedingungen und demzufolge ein Zusammenhang mit Delta T konnte in diesem dreijährigen Versuch nicht eindeutig festgestellt werden. Ein Verlängern des Versuches wird empfohlen.

4 Ergebnisverwertung

4.1 Nutzung der Ergebnisse in der Praxis

Die Ergebnisse werden in der Zukunft in die Beratungsarbeit unmittelbar einfließen, um einerseits ökologisch nachhaltiger und andererseits ökonomisch sinnvoll Pflanzenschutz betreiben zu können. Es wurde ein Beitrag geleistet zur Verbesserung der Platzierung von Pflanzenschutzmaßnahmen (tageszeitabhängig). Neue Erkenntnisse zum Verlegen von Massnahmen in abdriftarme Tageszeiten bedürfen weiterer Validierung.

4.2 Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse

Die Ergebnisse dieses Projekts wurden bereits zu vielen Feldtagen und Tagungen den sächsischen Landwirten vorgestellt. (siehe 2.1 Zeitplan)

Durch Herrn Böttcher wurde zur Winterschulung des LfULG in Döbeln am 13.2.2019 ein Vortrag zum Thema gehalten. Weitere Veranstaltungen sind geplant: Montagsseminar 25.3.2019 LfULG Nossen, Tag der Agrarmeteorologie 2020 in Leipzig.

Eine Bachelorarbeit zum Thema ist in Arbeit. Der Bericht wird in die DWD-Berichte-Reihe aufgenommen. Die Ergebnisse sollen in der landwirtschaftlichen Fachpresse publiziert werden. Absprachen dazu laufen.

Nicht zuletzt wird der Bericht auf der EIP-Webseite eingestellt.

5 Wirkung des Projekts

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

1. Förderung von Wissenstransfer und Innovation in der Landwirtschaft:

Mit den generierten Ergebnissen können Aussagen zum gezielteren Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Weizenanbau getroffen werden.

2. Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Betriebe und der Wettbewerbsfähigkeit und Förderung innovativer landwirtschaftlicher Techniken:

Durch die Verbesserung der Effizienz im Pflanzenschutz durch gezieltere Anwendung wird die ökonomische Situation des Anwenders gestärkt.

4. Wiederherstellung, Erhaltung und Verbesserung der mit der Land- und Forstwirtschaft verbundenen Ökosysteme:

Im Modul Fungizid-Aufwandmenge wurde eindeutig nachgewiesen, dass auch eine verminderte Einsatzmenge von Pflanzenschutzmitteln ökonomisch sinnvoll sein kann.

Dies ist unter Beachtung von Resistenzmanagement und Zielorganismus zu evaluieren. Begleitende angewandte Forschung ist hier dringend angeraten.

5. Förderung der Ressourceneffizienz und Unterstützung des Agrarsektors beim Übergang zu einer kohlenstoffarmen und klimaresistenten Wirtschaft:

Mit der zielgenaueren Pflanzenschutzmittelanwendung kann die notwendige Einsatzmenge unter Beachtung der Anwendungsbedingungen gesenkt werden.

5.2 Beitrag zu den Zielen der EIP-AGRI

1. Förderung eines ressourceneffizienten, wirtschaftlich lebensfähigen, produktiven, wettbewerbsfähigen, emissionsarmen, klimafreundlichen und –resistenten Agrarsektors mit einem Hinarbeiten auf agrarökologische Produktionssysteme, der in Harmonie mit den wesentlichen natürlichen Ressourcen funktioniert, von denen die Landwirtschaft abhängt:

Mit der versuchstechnischen Bearbeitung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wurden Ergebnisse gefunden, die eine Verbesserung der Effizienz des Mitteleinsatzes unter unterschiedlichen Anwendungsbedingungen bewirken können. Die notwendige

Einsatzmenge kann gesenkt und Maßnahmen ohne Verluste bei Wirkung und Ertrag in die Früh- und Abendstunden verlagert werden.

2. Beitrag zu einer sicheren, stetigen und nachhaltigen Versorgung mit Lebensmitteln und Rohstoffen, was sowohl bestehende als auch neue Produkte betrifft:

Mit der zielgenaueren Pflanzenschutzmittelanwendung wird dazu beigetragen, dass Weizen nachhaltiger als bisher aber in der gleichen stetigen Versorgungssicherheit wie heute auch künftig produziert werden kann.

3. Verbesserung der Prozesse zur Bewahrung der Umwelt, zur Eindämmung des Klimawandels und zur Anpassung an seine Auswirkungen:

Mit der zielgenaueren Pflanzenschutzmittelanwendung kann die notwendige Einsatzmenge unter Beachtung der Anwendungsbedingungen gesenkt werden. Die künftige Sicherung von Erträgen kann durch gezieltere, ggf. geringere Inputs auf hohem Niveau gewährleistet werden.

5.3 Beitrag zu den in der SWOT-Analyse festgestellten Bedarfen

1. Verbesserung des ökologischen oder chemischen Zustandes von Grund-oder Oberflächenwasserkörpern:

Die tageszeitabhängige Applikation von Pflanzenschutzmitteln kann die Verringerung der Gefahr des Eintrages in die genannten Wasserkörper mindern.

5. Verbesserung des Risikomanagements in landwirtschaftlichen Betrieben:

Zielgenauerer Pflanzenschutzmitteleinsatz erhöht die Wirksamkeit der Mittel und damit die Widerstandskraft der Bestände gegen Schaderreger und ist ökonomisch sinnvoll, wie im Bericht gezeigt werden konnte.

6. Steigerung der Arbeitsproduktivität in der Landwirtschaft

Gezielter Pflanzenschutzmitteleinsatz erspart u.U. mehrmalige Arbeitsgänge (bspw. Nachbehandlungen) und sorgt für homogenere Bestände und verbesserte Betriebsabläufe.

6 Zusammenarbeit in der operationellen Gruppe (OG)

6.1 Ausgestaltung der Zusammenarbeit

Die OG besteht aus dem

Ingenieurbüro Albrecht und Partner, Klipphausen, Peter Albrecht

Deutscher Wetterdienst (KU 3 LZ), Leipzig Falk Böttcher

Landwirtschaftsbetrieb RRS GbR, Klipphausen, Jörg Weinhold.

Die Mitglieder der OG benennen jeweils einen Verantwortlichen. Diese drei Personen bilden das Steuerungsgremium der OG. Das Steuerungsgremium trifft einvernehmlich Entscheidungen, die das Projekt betreffen. Das Steuerungsgremium trifft sich regelmäßig zur Absprache der laufenden Arbeit. Die einzelnen Treffen der OG sind protokolliert.

Innerhalb der o.g. Arbeitspakete sind die einzelnen Mitglieder der OG selbständig und eigenverantwortlich tätig.

Arbeiten bei Arbeitsspitzen Arbeitskräfte anderer OG-Mitglieder in eigentlich nicht zu ihren Aufgaben gehörenden Arbeitspaketen, so gelten in dem Fall für sie die Entscheidungen der jeweiligen Verantwortlichen des Arbeitspaketes. Damit werden Interessenkonflikte vermieden und die fachliche Kompetenz der einzelnen OG-Mitglieder bleibt maßgebend.

6.2 Mehrwert der operationellen Gruppe

Das gesamte Forschungsvorhaben wäre ohne die Zusammenarbeit in der operationellen Gruppe nicht realisierbar gewesen. Eine weitere Zusammenarbeit am gleichen Thema ist sehr wünschenswert, eventuell mit einer leicht veränderten Aufgabenstellung. Das Ganze steht jedoch unter Finanzierungsvorbehalt.

Der Umfang der gewonnenen Daten im vorhandenen Projekt könnte für weitere Auswertungen im Rahmen von wissenschaftlichen Arbeiten genutzt werden.

7 Verwendung der Zuwendung

Die Auflistung der einzelnen Ausgaben und der zahlenmäßige Nachweis der Kosten des Projekts erfolgt mittels verbindlicher Beleglisten. Unbare Eigenleistungen des DWD wurden dokumentiert.

8 Schlussfolgerungen und Ausblick

8.1 Rückblick

Die sehr umfangreichen Versuchsanlagen über 3 Jahre wurden gemeinsam bewältigt und im Ergebnisbericht verarbeitet. Ausgangspunkt einer Zusammenarbeit der späteren Projekt-Partner war die Idee, vorhandene Einsparpotenziale im praktischen Pflanzenschutz zu erschließen. Hierzu waren zum einen die Qualifizierung von etablierten Verfahren und zum anderen die Präzisierung von Vorhersagemodellen im Focus der Projektpartner. Die Zusammenarbeit ergab sich aus dem gemeinsamen Ziel, die Effektivität von Maßnahmen zu verbessern und die Datenbasis für ein modellbasiertes Werkzeug zu generieren. In dem gegebenen Klimaraum waren wenig Vorarbeiten und noch weniger methodische Ansätze zu finden, um diese Ziele in einem schlüssigen Versuchskonzept innerhalb von 3 Jahren unter Praxisbedingungen umzusetzen. Die Zielformulierungen und methodischen Lösungsansätze wurden gemeinsam aus dem Blickwinkel der Agrarmeteorologie und der praktischen Landwirtschaft entwickelt. Es widerspiegelten sich anfangs in den Arbeitsthesen daher mehrere Perspektiven, die es in einer gemeinsamen Projektdurchführung zu vereinen galt. Von der landwirtschaftlichen Praxis wurde von Beginn an ein großes Interesse am Konzept und an den Fortschritten der Arbeit bekundet.

8.2 Ausblick

Die Projektpartner sind übereinstimmend zu der Erkenntnis gelangt, dass die Ziele für das zu bearbeitende Thema nicht in einem dreijährigen Versuchsprojekt an diesem Ackerbaustandort vollumfänglich zu erreichen waren. Die Fragestellungen sind sehr komplex und die Schlussfolgerungen aus der Datenanalyse oft an übergeordnete Faktoren wie Witterung und Jahreseinfluss gekoppelt. Trotzdem konnten erste Aussagen zu den Zusammenhängen von Einsatzterminen, Aufwandmengen und Applikationszeiten festgestellt und abgesichert werden. Für die Generierung von weiteren, praktisch nutzbaren Erkenntnissen und Prognosebausteinen für modellbasiertes Arbeiten ist nach Meinung aller Beteiligten eine kontinuierliche begleitende Forschungsarbeit unter Einbeziehung der Praxis dringend angeraten. Eine projektbasierte Etablierung von optimierten Anwendungen im Pflanzenschutz ist unserer Meinung nicht realisierbar, da zu viele Parameter (Wirkstoffklassen, Zulassungen, Erregerspektrum, Resistenzentwicklung...) in die zu entwickelnden Modelle einfließen sollten und müssen. Im vorliegenden Projekt konnten auch nur Szenarien im Weizenanbau in einer Region abgebildet und ausgewertet werden, Verallgemeinerungen auf andere Kulturarten bzw. Indikationen sind nicht zulässig. Auch hier ergeben sich vielfache Ansätze für künftige Forschungsthemen, der Bedarf für eine Verbesserung des Schutzes der Kulturpflanzen ist in jedem Falle gegeben. Für den künftigen Einsatz von biologischen Präparaten im Pflanzenschutz gilt dies gleichermaßen, auch hier ist eine qualifizierte, kontinuierliche Anwendungsforschung entscheidend für den erfolgreichen Einsatz. Mit einer möglichen Reduzierung auf eine oder maximal zwei Maßnahmen pro Saison sind die Anforderungen an die Treffsicherheit und höchste Effizienz noch höher angesiedelt. Die landwirtschaftliche Praxis wäre nach Ansicht der Autoren schnell bereit, diese Erkenntnisse auch umzusetzen.

Anhang

Anhang 1: Erträge der Versuche 2016-2018 Mittel der Wdh. und Mittel der PG

Vergleich Erträge 2016 - 2018													
PG	Einzel - und Mittelwerte												
	UK	2016	2017	2018	MW 2016-18	05:00	10:00	15:00	20:00	MW			
Versuch	2016	2017	2018	MW 2016-18	05:00	10:00	15:00	20:00	MW	2016-18			
1	0,75 CCC + 0,25 Moddus Start	109,1	130,4	112,0	117,1	T1	113,8	129,6	111,7	118,4	120,3	114,1	120,3
2	0,6 Medax	109,5	131,4	108,7	116,6	T2	110,8	134,0	107,3	117,4	120,3	114,8	117,6
3	0,75 CCC + 0,25 MStart + 1,25 Input cl.	101,0	124,4	102,9	109,4	T1	116,7	125,9	110,3	117,6	118,1	117,8	118,2
4	0,6 Medax + 1,25 Input classic	105,2	126,8	102,6	111,5	T2	113,3	131,9	107,3	117,5	118,1	113,0	115,7
5	2,5 Cerifax	95,2	109,9	104,3	103,1	T3	124,9	125,1	112,4	120,8	121,7	122,8	113,1
6	1,0 Silitra Xpro	97,9	108,3	101,6	102,6		118,9	124,8	113,3	119,0	122,1	123,1	111,4
7	0,75 Aviator Xpro + 1,5 Credo	96,2	106,5	101,5	101,4		120,1	121,0	110,4	117,2	121,0	120,2	111,0
8	1,25 Ampere + 1,0 Input classic	96,1	109,9	101,1	102,4		116,0	122,1	107,4	115,2	117,8	118,1	107,5
9	2,5 Cerifax	91,6	108,4	106,9	102,3	T3	120,2	125,1	116,2	120,5	116,6	122,7	118,4
10	2,2 Cerifax	92,3	108,5	107,1	102,6		114,9	124,9	113,6	117,8	116,4	116,0	116,1
11	1,9 Cerifax	87,9	109,0	104,7	100,5		114,1	125,7	113,6	117,8	116,0	112,3	110,4
12	1,6 Cerifax	90,7	106,2	103,2	100,1		113,8	123,2	112,0	116,3	109,6	113,0	111,0
Versuch	2016	2017	2018	MW 2016-18	05:00	10:00	15:00	20:00	MW	2016-18			
1	0,75 CCC + 0,25 Moddus Start	117,7	127,9	112,3	119,3	T2	120,6	128,9	109,9	119,8	120,7	128,0	112,2
2	0,6 Medax	112,0	130,0	106,9	116,3	T3	110,3	131,1	108,4	116,6	113,3	129,3	108,7
3	0,75 CCC + 0,25 MStart + 1,25 Input cl.	115,4	128,4	106,6	116,8	T2	115,4	128,4	107,1	116,3	112,4	127,8	106,4
4	0,6 Medax + 1,25 Input classic	109,6	127,5	105,2	114,1	T3	108,3	128,1	106,5	114,3	113,6	127,3	106,1
5	2,5 Cerifax	125,3	121,5	112,6	119,8	T4	121,3	120,6	111,8	117,9	122,6	122,1	111,4
6	1,0 Silitra Xpro	125,3	123,2	110,9	119,8		124,5	122,9	110,8	119,4	122,7	122,2	111,8
7	0,75 Aviator Xpro + 1,5 Credo	121,2	122,6	109,0	117,6		118,7	121,3	106,9	115,6	118,2	121,1	108,1
8	1,25 Ampere + 1,0 Input classic	122,0	117,6	107,5	115,7		121,1	120,7	106,0	115,9	123,4	120,9	108,2
9	2,5 Cerifax	119,0	121,0	119,0	119,7	T4	118,1	120,9	118,4	119,1	122,5	119,3	117,0
10	2,2 Cerifax	119,5	124,4	116,7	120,2		122,6	124,5	119,0	122,0	121,8	123,1	118,8
11	1,9 Cerifax	115,5	122,7	110,2	116,1		115,6	124,1	112,2	117,3	114,8	122,5	110,8
12	1,6 Cerifax	114,8	122,1	112,0	116,3		112,3	121,8	111,4	115,2	113,4	122,0	110,6

Anhang 2:

Wachstumsregler-Strategie und Lagerindex

Modul 1 Wachstumsregler Strategie				Lagerindex					
Versuch	2016	2017	2018	Mittel	Versuch	2016	2017	2018	Mittel
Versuch 1	0,75 l / ha CCC + 0,25 l / ha Moddus Start				Versuch 3	0,75 l / ha CCC + 0,25 l / ha Moddus Start			
	+ 1,25 Input Classic					+ 1,25 Input Classic			
	UK	88	14	15	39	UK	95	40	30
	05:00	70	0	8	26	05:00	72	0	0
T 1	10:00	77	0	11	29	10:00	75	0	0
EC 29 / 30	15:00	79	0	6	28	15:00	82	12	0
	20:00	81	2	12	32	20:00	63	0	0
T 2	05:00	80	0	10	30	05:00	79	12	0
EC 31 / 32	10:00	71	0	5	25	10:00	71	24	0
	15:00	77	0	5	28	15:00	78	0	0
	20:00	83	3	5	30	20:00	79	30	0
Versuch 2	0,6 l/ha Medax Top+ 0,6 kg/ha Turbo				Versuch 4	0,6 l/ha Medax Top + 0,6 kg/ha Turbo			
	+ 1,25 Input Classic					+ 1,25 Input Classic			
	UK	88	0	18	35	UK	86	54	0
	05:00	70	0	9	26	05:00	86	41	0
T 2	10:00	77	0	14	30	10:00	77	38	0
EC 31 / 32	15:00	79	0	8	29	15:00	88	54	0
	20:00	81	6	15	34	20:00	88	48	0
T 3	05:00	80	0	12	31	05:00	88	27	0
EC 35 / 37	10:00	71	0	5	25	10:00	81	26	0
	15:00	77	0	7	28	15:00	83	23	0
	20:00	83	0	6	30	20:00	91	22	0

Anhang 3

Ertragsmittel 2016-2018; PSM-Preise und –kosten für ökonomische Betrachtung

Vergleich Erträge Mittelwerte 2016 - 2018																
Versuch	PG	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
	PSM in l/ha	Erträge in dt/ha												Kosten	Kosten	
	UK	05:00	10:00	15:00	20:00	05:00	10:00	15:00	20:00			Versuch	PSM in l/ha	einzel	gesamt	
1	0,75 CCC + 0,25 Moddus Start	117,1	118,4	119,9	120,5	120,3	119,3	119,8	119,8	119,6			1	0,75 CCC +	2,18	
														0,25 Moddus Start	17,65	19,83
2	0,6 Medax Top	116,6	117,4	120,3	118,3	117,6	116,3	116,6	117,0	117,4			2	0,6 Medax Top	10,80	10,80
3	0,75 CCC + 0,25 Moddus Start+ 1,25 Input Classic	109,4	117,6	118,1	118,2	117,2	116,8	116,3	115,5	114,7			3	0,75 CCC +	2,18	
														0,25 Moddus Start+	17,65	
														1,25 Input cl.	64,38	84,20
4	0,6 Medax Top+ 1,25 Input Classic	111,5	117,5	117,2	115,7	114,4	114,1	114,3	115,7	112,8			4	0,6 Medax Top+	10,80	
														1,25 Input classic	64,38	75,18
5	2,5 Ceriax	103,1	120,8	119,7	119,5	118,8	119,8	117,9	118,9	118,7			5	2,5 Ceriax	95,75	95,75
6	1,0 Siltra Xpro	102,6	119,0	119,7	119,8	118,9	119,8	119,4	118,4	120,4			6	1,0 Siltra Xpro	52,00	52,00
7	0,75 Aviator Xpro + 1,5 Credo	101,4	117,2	117,0	117,2	117,7	117,6	115,6	115,8	116,0			7	0,75 Aviator Xpro +	48,15	
														1,5 Credo	45,00	93,15
8	1,25 Ampera + 1,0 Input classic	102,4	115,2	116,0	115,8	116,7	115,7	115,9	117,5	116,0			8	1,25 Ampera +	33,00	
														1,0 Input classic	51,50	84,50
9	2,5 Ceriax	102,3	120,5	119,9	121,3	120,0	119,7	119,1	119,6	119,8			9	2,5 Ceriax	95,75	95,75
10	2,2 Ceriax	102,6	117,8	118,9	120,1	119,9	120,2	122,0	121,2	120,9			10	2,2 Ceriax	84,26	84,26
11	1,9 Ceriax	100,5	117,8	118,7	117,5	114,6	116,1	117,3	116,0	116,2			11	1,9 Ceriax	72,77	72,77
12	1,6 Ceriax	100,1	116,3	115,1	116,6	116,3	116,3	115,2	115,3	114,7			12	1,6 Ceriax	61,28	61,28
PSM Preise Mittel der Jahre 2016 - 2018																
EC 29 / 30	T 1															€ / l
EC 31 / 32	T 2															2,90
EC 35 / 37	T 3															70,60
EC 49 / 51	T 4															18,00
																51,50
																38,30
																52,00
																64,20
																30,00
																26,40

Anhang 4

Modul 3 - Mehrerlöse Versuch 9-12 im Vergleich zur Kontrolle im Durchschnitt der Jahre 2016-2018

