

6.5 Methoden, Modelle und Ergebnisse zur Ermittlung und Durchführung der Anwendungsentscheidungen für den teilflächenspezifischen Pflanzenschutz bei Pilzkrankheiten in Winterweizen (TP 10)

Methods, models and results for determination and realisation of decision rules in site-specific crop protection of fungal diseases in winter wheat

Wollny, J.; Dammer, K.-H.; Hau, B.; Volk, T.; Lichte, C.

6.5.1 Extended Summary

In cereal fields with varying crop development the CROP-Meter can be used in combination with a field sprayer for a demand related real-time application of fungicides. This technology was tested to variably apply fungicides on the plant surface of cereals amongst others in *pre agro I*. Automatic disease detection would help to provide information about parts of the fields in which diseases occur before their incidence reaches critical thresholds. But neither the CROP-Meter nor other market available sensors are able to detect fungal pathogens while driving. Expert systems like proPlant "expert.classic", which forecast the probability of infection with fungal pathogens on the basis of weather and field conditions, offer the possibility to include the fungal pathogen in decision rules for site-specific fungicide application. Project work was performed in 2005 to define input parameters (e. g. yield potential) for the prototype of the expert system proPlant "expert.precise". Aim of this prototype is the simulation of site-specific infection potentials for important fungal wheat pathogens and results in the output of an application map with site-specific fungicide dosages. This map is the basis for the sensor based real-time fungicide application with the CROP-Meter. The associated partner in the project Müller-Elektronik developed in 2005 a hybrid application system. According this system the field sprayer of the institute was technically adapted. To optimise the site-specific fungicide application on the two project farms and for selecting other important input parameters to be included in the expert system proPlant "expert.precise", in 2005 field trials with three treatments (uniform, untreated and site-specific) were performed within two project fields of winter wheat. Plant and disease parameters (e.g. leaf area index, senescence, infection level of occurring fungal pathogens) were collected. Leaf area index in the field "Hinter Pilsenhöhe" ranged from 2.3 to 4.3, while a low range of 0.7 to 2.9 was obtained in the homogeneous field "Lehmberg". Septoria leaf blotch (*Septoria tritici* Rob. Ex Desm.) and Helminthosporium-leaf spot (*Drechslera tritici-repentis* [Died.] Shoem.) occurred with infection levels below 15 % in both fields. A dependency of the infection level on plant density or application amount of the applied fungicides could not be found. The heterogeneous field "Hinter Pilsenhöhe" showed senescence differences in a range of four weeks. Areas with lower plant density mature earlier in comparison to areas with higher density. As result it is planned to incorporate the maturing time (senescence) as input parameter in the expert system proPlant "expert.precise".

6.5.2 Problemstellung

- a) aus fachwissenschaftlicher Sicht

Derzeit stehen für die sensortechnische Unkrauterfassung während der Fahrt optoelektronische und bildanalytische Methoden zur Verfügung (DAMMER et al., 2003; GERHARDS & CHRISTENSEN, 2003).

Um jedoch Aussagen über die Befallssituation pilzlicher Schaderreger abzuleiten, sind noch immer manuelle Bonituren nötig, welche für einen teilflächenspezifischen Fungizideinsatz nicht praktikabel sind. Die auf dem Markt erhältlichen optischen Sensoren sind bisher nicht in der Lage, Krankheitsbefall bzw. die einzelnen Pathogene zu detektieren (EHLERT & DAMMER, 2002).

Eine Möglichkeit den Fungizideinsatz im Getreide zu optimieren, besteht darin, die Applikationsmenge mit Hilfe des CROP-Meters an die Pflanzenmasse und damit die zu benetzende Pflanzenoberfläche anzupassen. Dadurch erhalten schwächer ausgebildete Pflanzenbestände weniger Spritzbrühe. Dabei wird das Ziel verfolgt, eine etwa gleiche Wirkstoffanlagerung je Einheit Pflanzenoberfläche zu erreichen. Dieses Verfahren wird bereits in der landwirtschaftlichen Praxis angewendet. Am ATB ist eine Feldspritze mit Mehrfachdüsenträgern VarioSelect® vorhanden, welche es erlaubt, die Applikationsmenge in einem Mengenbereich von 1:8 zu variieren (DAMMER et al., 2003).

Zur Festlegung des optimalen Bekämpfungszeitpunktes sind Kenntnisse über befallsfördernde Faktoren sowie zur Epidemiologie der Pilzpathogene im Schlag unerlässlich. Expertensysteme wie das durch proPlant entwickelte Beratungssystem „expert.classic“ liefern unter Einbeziehung aktueller Witterungsverhältnisse und schlagspezifischer Daten Informationen zu Infektionswahrscheinlichkeiten der einzelnen Krankheitserreger sowie Aufwandmengenempfehlungen für Fungizide (TISCHNER, 1998; VOLK, 1998).

Ziel des Projektes ist die Erarbeitung der Grundlagen für einen kleinräumig optimierten Fungizideinsatz, welcher schlag- und teilschlagspezifische Parameter bei der Festlegung der Applikationsmenge einbezieht. Im prototypisch neu zu entwickelnden Beratungssystem proPlant „expert.precise“ wird dabei unter anderem die Abhängigkeit des Fungizideinsatzes von der unterschiedlichen Ertragsersparnis berücksichtigt. Die Modellierung der teilflächenspezifischen Infektionswahrscheinlichkeiten für die wichtigsten Pilzkrankheiten im Winterweizen ist Grundlage für die Erarbeitung der Anforderungen an eine teilflächenspezifische Fungizidapplikation. Die Empfehlungen zur Applikationsmenge in den unterschiedlichen Ertragszonen eines heterogenen Schlages sollen in einem hybriden System mit der Information zur aktuellen Bestandesentwicklung, erfasst durch das CROP-Meter, zum Zeitpunkt des Spritzens verknüpft werden. Dazu wurde die am ATB vorhandene Spritztechnik auf die Erfordernisse des hybriden Systems umgerüstet.

b) aus Sicht des Gesamtprojektes

Der Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel ist für die Mehrzahl landwirtschaftlicher Betriebe ein bedeutender Kostenfaktor. Darüber hinaus ist der damit verbundene Eintrag von Pestiziden in die Umwelt zu minimieren, um eine ressourcenschonende und nachhaltige Landbewirtschaftung zu gewährleisten. Durch Nutzung sensorgestützter Applikationstechnik kann im Getreide mit variablen Aufwandmengen ein bedarfsgerechter Pflanzenschutz realisiert werden. Ein Pflanzenschutz unter Nutzung eines hybriden Applikationssystems soll neben den anderen Verfahren des Precision Farming zur Verbesserung der ökonomischen Gesamtbilanz des Gesamtbetriebes beitragen (TP 3). Gleichzeitig ergibt sich durch die systemseitige Speicherung der ausgebrachten Aufwandmengen im Schlag ein Instrument bei der Dokumentation bzw. der Kontrolle des Betriebsmitteleinsatzes (TP 8, TP 18) im Hinblick auf die steigenden Anforderungen des Verbraucherschutzes (ANONYM, 2005).

Zur Erarbeitung der Grundlagen für das zu entwickelnde Beratungssystem proPlant „expert.precise“ sowie für einen bedarfsgerechten Fungizideinsatz in den Projektbetrieben wurden im Berichtsjahr 2005 in Winterweizen Feldversuche zur Charakterisierung der Bestandes- und Krankheitsentwicklung

angelegt und ausgewertet. Die gewonnenen Bonitur- und Messergebnisse dienen in den Teilprojekten Nahsensorik (TP 12) und Fernerkundung (TP 13) zur dortigen Ergebnisinterpretation. So wurden dem TP 12 (Nahsensorik) die Bonituren zum Krankheitsverlauf zur Validierung der durchgeführten kamerabasierten Befallserhebungen geliefert.

6.5.3 Bearbeitungsgegenstände und verwendete Methoden

Neben dem Expertensystem proPlant „expert.classic“ wurde Fachliteratur zur Formulierung von Algorithmen für den teilflächenspezifischen Fungizideinsatz einbezogen, um zunächst die zu berücksichtigenden kleinräumig auftretenden Parameter zu definieren und zu wichten. Der Einfluss verschiedener Strategien der Bestandesführung, wie z.B. Aussaat und Stickstoffdüngung, war für die Ableitung kleinräumiger, für den teilflächenspezifischen Fungizideinsatz relevanter, Entscheidungsregeln zu beurteilen. Aufgrund der fehlenden Erfahrungen zu hybriden Systemen in der Fungizidapplikation mussten zunächst deren Anforderungen, vor allem für den Praxiseinsatz, definiert werden. Anschließend wurde ein Algorithmus erarbeitet, der die aus dem Expertensystem empfohlene Aufwandmenge mit der aktuellen Information über die vom CROP-Meter ermittelte Pflanzenmasse bzw. -oberfläche verknüpfen soll. Die technische Anpassung und Programmierung der am ATB vorhandenen Feldspritze und des CROP-Meters auf die Ansprüche eines hybriden Systems mussten so erfolgen, dass unter Einhaltung von praxisüblichen Geschwindigkeiten eine Fungizidapplikation mit einer Sensor-Traktor-Spritzen-Kombination erfolgen kann. Zur Definition der für den zu entwickelnden Prototyp proPlant „expert.precise“ relevanten Parameter und zur Beschreibung der für eine bedarfsgerechte Fungizidapplikation wichtigen Bestandes- und Krankheitsentwicklung auf den beiden Projektbetrieben wurden Streifenversuche hinsichtlich der Fungizidapplikation mit 3 Prüfgliedern angelegt:

1. Unbehandelte Kontrolle
2. Betriebsüblich
3. Teilflächenspezifisch.

Je Prüfglied wurden Boniturstellen so platziert, dass je Ertragserwartungszone jeweils ein Punkt enthalten war. Dies erfolgte durch vorherige Auswahl im ArcView GIS und anschließendem Aufsuchen der Punkte mit einem DGPS-Gerät auf dem Feld. Die Ertragserwartungszonen ergaben sich auf den Schlägen:

- „Hinter Pilsenhöhe“ – aus der bereits vorhandenen „3-Zonen-Karte“ entsprechend einer Methode der AGROSAT GmbH (DOHMEN et al., 2002)
- „Lehmberg“ – aus mehrjährigen historischen Ertragsdaten.

Auf beiden Versuchsschlägen wurden die folgenden Fungizidmaßnahmen durchgeführt:

- „Hinter Pilsenhöhe“ – am 03.06.2005 1,5 l/ha Input Set
- „Lehmberg“ – am 04.05. und 10.06. 2005 jeweils 1,0 l/ha Input Set.

Im Prüfglied „Teilflächenspezifisch“ wurde auf beiden Schlägen in der Hohertragszone 100% und in den mittleren bzw. ertragsschwachen Zonen 75% bzw. 50% appliziert. Die

Applikationsmitteldifferenzierung im Prüfglied „Teilflächenspezifisch“ erfolgte mit der auf den Betrieben vorhandenen Spritztechnik durch Anpassung der Fahrgeschwindigkeit. Abbildung 62 verdeutlicht am Beispiel des Schlags „Hinter Pilsenhöhe“ die Anordnung der Boniturstellen und Prüfglieder im Schlag, sowie die Aufwandmengendifferenzierung. Folgende Prüfmerkmale wurden zu den in Tabelle 26 aufgeführten Terminen während der Vegetationsperiode erhoben:

- EC-Stadium
- Pilzbefall
- Reifezustand (Seneszenz)
- Blattflächenindex (LAI)
- Pflanzenhöhe
- Ährentragende Halme / m².

Tabelle 26: Termine der Bonituren und Messungen

Table 26: Time of field ratings and measurements

Schlagbezeichnung	
„Hinter Pilsenhöhe“	„Lehberg“
Boniturtermine	
05.05.05	04.05.05
16.05.05	13.05.05
25.05.05	21.05.05
31.05.05	30.05.05
13.06.05	10.06.05
21.06.05	20.06.05
29.06.05	28.06.05
06.07.05	05.07.05
14.07.05	15.07.05
21.07.05	25.07.05

Der Pilzbefall und die Seneszenz wurden jeweils an 30 Pflanzen getrennt nach Blatttagen F (Fahnenblatt), F-1 und F-2 ermittelt. Dazu erfolgte eine Schätzung nach % befallener bzw. seneszenten Blattfläche. Zur Ermittlung des Blattflächenindexes wurde das Handmessgerät SunScan (ANONYM 1999) verwendet. Dazu erfolgten 10 Einzelmessungen im Umkreis von etwa 2 Metern um den Boniturstellenpunkt und eine anschließende Mittelwertbildung.

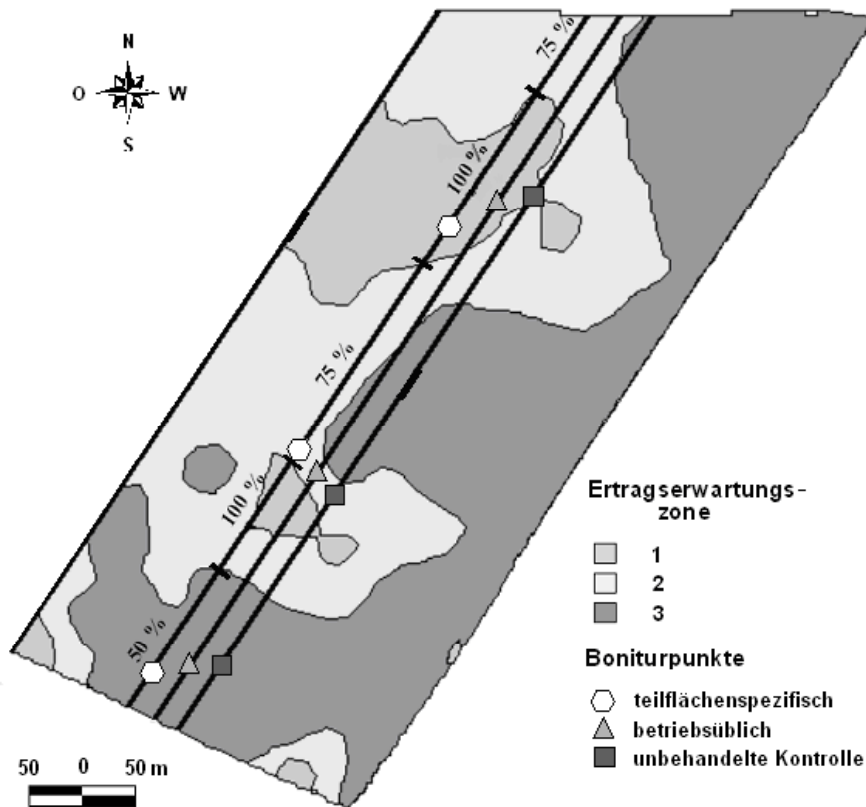


Abbildung 62: Lage der Prüfglieder und Boniturpunkte im Schlag „Hinter Pilsenhöhe“ (Schlagausschnitt)

Figure 62: Location of treatments and sampling points in the field „Hinter Pilsenhöhe“ (field cut out)

6.5.4 Ergebnisse im Jahr 2005 und ihre Diskussion

Konzipierung des Prototyps proPlant „expert.precise“

Entsprechend der Anforderungen an einen teilflächenspezifischen Pflanzenschutz auf heterogenen Standorten wird das Expertensystem proPlant „expert.precise“ so gestaltet, dass für die Berechnung der Infektionswahrscheinlichkeiten der einzelnen Pilzkrankheiten des Winterweizens neben Witterungsdaten historische und aktuelle Informationen (z.B. Vorfrucht, Ertragserwartung) für festgelegte Zonen im Schlag Berücksichtigung finden. Es besteht die Möglichkeit, dass der Anwender eine situationsbezogene Eingabe der Eingangsparameter anhand eigener Beobachtungen und Erfahrungen für Teilflächen eines Schlates vornehmen kann (Abbildung 63). Darauf basierend wird eine „Spritzkarte“ erstellt, die eine Fungizidmengendifferenzierung für die Teilflächen (Zonen) eines Ackerschlates ausgibt. Aus diesen Überlegungen resultierend, wurden folgende Anforderungen an den Prototyp formuliert:

1. Einlesen einer Shape-Datei bzw. Aufrufen einer bereits vorhandenen Zonenkarte
2. Darstellung der Zonenkarte für den Nutzer auf dem Display
3. Eingabe allgemeiner Schlagangaben (einheitlich für alle Zonen)
4. Teilflächenspezifische Daten je Zone (Bestandesdichte, Ertragserwartung, Abtrocknung)

5. Berechnung der Infektionswahrscheinlichkeit für die Zonen anhand der teilflächenspezifischen Informationen
6. Empfehlung verschiedener Fungizide
7. Ausgabe von unterschiedlichen Aufwandmengen für das gewählte Fungizid in den vorgegebenen Zonen unter Beachtung der maximal zugelassenen Höchstmengen für die Präparate
8. Exportfunktion für die Sollwertkarte in ein für das Basic-Terminal TOP lesbares Format

Schlagdaten		Winterweizen		
Basisinformationen der Teilflächen				
Zone	1	2	3	
EC-Stadium	32	32	34	
Bestandesdichte	hoch	mittel	gering	
Ertragserwartung	> 90	70...90	< 70	
Abtrocknung	langsam	mittel	schnell	

Abbildung 63: Eingabemaske für einzubeziehende teilflächenspezifische Informationen im Prototyp „expert.precise“

Figure 63: Input mask for relevant site-specific information in the prototype “expert.precise”

Mit den Eingangsparametern „Bestandesdichte“ und „Ertragserwartung“ wird die Wirkung bereits erfolgter Maßnahmen des Precision Farming wie eine teilflächenspezifische Aussaat oder Stickstoffdüngung berücksichtigt. Der Parameter „Abtrocknung“ beinhaltet demgegenüber Standorteigenschaften wie Boden, Relief oder Saumbiotope.

Algorithmus zur Kombination von proPlant „expert.precise“ mit dem CROP-Meter

Von der Firma Müller-Elektronik wurde das hybride System entsprechend folgendem Algorithmus programmiert:

- Applikationskarte wird über USB-Stick geladen (2 bis 4 Zonen möglich); es erscheint der geplante Auftrag mit den jeweiligen Applikationsmengen auf dem Basic-Terminal TOP
- in charakteristischer Fahrspur erfolgt eine Durchfahrt mit einheitlicher Applikation
- System speichert die minimalen und maximalen Pendelwinkel in der jeweiligen Zone
- Anzeige der minimalen und maximalen Pendelwinkel auf dem Basic-Terminal TOP
- die auf der Karte enthaltenen Aufwandmengen werden in der jeweiligen Zone automatisch den maximalen Pendelwinkeln zu; die gewünschten minimalen Aufwandmenge ordnet der Landwirt selbst im Basic-Terminal TOP den minimalen Pendelwinkeln zuordnen; Anzeige erfolgt auf dem Bildschirm.

- treten wider Erwarten Bereiche im Schlag auf, die von der vorgegebenen Zonierung der Sollwertkarte abweichen, kann hier auf alleinige CROP-Meter-Applikation umgeschaltet werden.

Während der Applikation erkennt das System die Zonengrenzen und weist automatisch die festgelegten Applikationsmengen den entsprechenden Pendelwinkeln zu.

Feldversuche zur Optimierung des Fungizideinsatzes

Die gemessenen Blattflächenindizes (LAI) an den einzelnen Boniturlpunkten verdeutlicht Tabelle 27. Der Schlag „Hinter Pilsenhöhe“ wies mittlere Spannweiten des LAI von 2,3 bis 4,3 auf. Dies belegt die vorhandene Heterogenität hinsichtlich des Pflanzenwachstums. Hingegen ließen sich auf dem Schlag „Lehberg“ nur minimale Bestandesunterschiede feststellen (Spannweiten des LAI von 0,7 bis 2,9). Hier war der Weizenbestand eher homogen. Auf beiden Praxisschlägen traten die Krankheiten Blattdürre (*Septoria tritici* Rob. Ex Desm.) und die DTR-Blattfleckenkrankheit (*Drechslera tritici-repentis* [Died.] Shoem.) in Mischinfektion auf. Mehltauinfektionen wurden sporadisch in unbedeutender Befallsstärke festgestellt.

Tabelle 27: Blattflächenindex (Minimum, Maximum und Spannweite Sw) an den jeweiligen Terminen von zwei Schlägen

Table 27: Leaf area index (minimum, maximum and range Sw) at distinct measuring times of two fields

Termin der Messung	„Hinter Pilsenhöhe“ (Betrieb Wimex)			Termin der Messung	„Lehberg“ (Betrieb Träger-Farny)		
	Min	Max	Sw		Min	Max	Sw
26.04.05	1,7	4,0	2,3	25.04.05	1,4	2,1	0,7
05.05.05	2,6	4,8	2,2	04.05.05	2,0	3,1	1,1
16.05.05	3,3	6,2	2,9	13.05.05	2,2	3,5	1,3
25.05.05	4,3	7,7	3,4	21.05.05	2,6	4,1	1,5
31.05.05	3,4	6,0	2,6	30.05.05	3,6	4,8	1,2
13.06.05	2,9	6,0	3,1	10.06.05	3,7	4,9	1,2
21.06.05	1,7	6,0	4,3	20.06.05	1,8	4,7	2,9

Die Blattdürre und DTR-Blattfleckenkrankheit waren auf den bonitierten Blättern nur in Befallsstärke von kleiner als 15 % vorhanden. In Abbildung 64 ist aus Platzgründen nur die mittlere Befallsstärke auf dem Fahnenblatt an den einzelnen Boniturlpunkten dargestellt. Zur Charakterisierung der Bestandesdichte ist der Mittelwert der gemessenen LAI-Werte über alle Termine angegeben. Die einzelnen Linien in den Abbildungen sind visuell kaum zu unterscheiden, so dass geschlossen werden kann, dass die Krankheitsentwicklung auf beiden Projektschlägen unabhängig von der Bestandesdichte verläuft. Die Fungizidbehandlung in den Prüfgliedern „Betriebsüblich“ und „Teilflächenspezifisch“ bewirkte gegenüber der „Unbehandelten Kontrolle“ eine Unterdrückung der Krankheitsentwicklung.

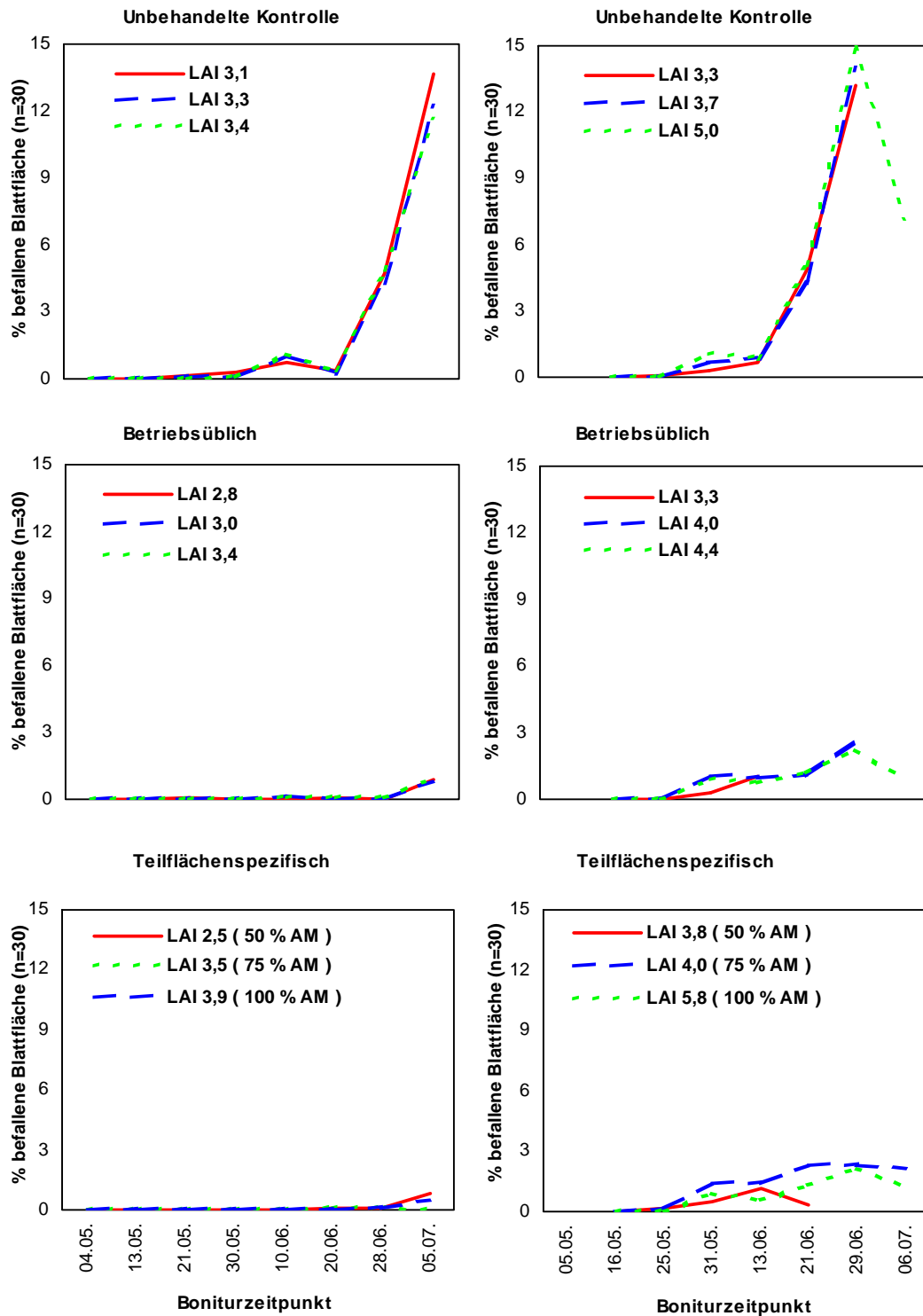


Abbildung 64: Mittlere Befallsstärke (*Septoria tritici* und *Drechslera tritici-repentis*) des Fahnenblattes an den Boniturzeitpunkten mit unterschiedlichen Bestandesdichten (LAI) in den 3 Prüfgliedern (links: „Lehmberg“, rechts: „Hinter Pilsenhöhe“)

Figure 64: Mean infestation level (*Septoria tritici* and *Drechslera tritici-repentis*) on the flag leaf at the sampling points with different plant density (LAI) in the three treatments [top: no fungicide; centre: farmer’s practice; bottom: site adapted], (left: field “Lehmberg”, right: “Hinter Pilsenhöhe”)

Eine Reduzierung der Aufwandmenge im Prüfglied „Teilflächenspezifisch“ führte zu keinem Befallsanstieg im Vergleich zur betriebsüblichen Applikation. Dies gilt sowohl für die Boniturpunkte, an denen 75 %, als auch für die Punkte, an denen nur 50 % der Aufwandmenge appliziert wurden. An allen Boniturstellen mit Fungizidapplikation blieb die Befallsstärke unter 3 %. Die Krankheitsentwicklung auf den hier nicht dargestellten Blattetagen F-1 und F-2 verlief bei ebenfalls geringem Befall ähnlich wie auf dem Fahnenblatt unabhängig von der Bestandesdichte.

Die Ergebnisse der zur Charakterisierung der Bestandesentwicklung verwendeten Seneszenzbonitur sind in Abbildung 65 dargestellt. An jedem Boniturstelle wurde eine mittlere Seneszenzstärke ermittelt. Zur Charakterisierung der Bestandesdichte ist wie schon in Abbildung 64 der Mittelwert der gemessenen LAI-Werte über alle Termine angegeben. Auf dem eher homogenen Standort „Lehmburg“ waren keine wesentlichen Abreifeunterschiede zwischen den Boniturstellen zu erkennen. Bis zum 20.06. trat an den Boniturstellen keine Seneszenz des Fahnenblattes auf (0 %). Im weiteren Verlauf waren bis zum 25.07. alle Fahnenblätter abgestorben. Auf dem Schlag „Hinter Pilsenhöhe“ begann die Seneszenz an den Boniturstellen mit geringerem LAI bis zu 4 Wochen früher (etwa 25.05.) als an Stellen höherer Bestandesdichte (etwa 21.06.). Eine Beeinflussung des Seneszenzverlaufs durch die Fungizidbehandlung war nicht erkennbar. Die Seneszenzentwicklung auf den hier nicht dargestellten Blattetagen F-1 und F-2 verlief ähnlich wie die des Fahnenblattes, ebenfalls abhängig von der Bestandesdichte. Eine Beeinflussung des Seneszenzverlaufs durch das Krankheitsauftreten ist auszuschließen, da die Befallsstärken an den Boniturstellen allgemein gering waren.

Für einen zu optimierenden Fungizideinsatz auf den Projektbetrieben ist zu schlussfolgern, dass auf Grund der geringen Stärke des Krankheitsbefalls besonders für den Schlag Lehmburg eine zweimalige Fungizidgabe zu überdenken ist. Hier wäre eine einmalige Fungizidbehandlung wirtschaftlicher gewesen. Eine Reduzierung der Aufwandmenge bis auf 50 % in der ertragsschwächsten Zone kann abhängig vom vorhandenen Krankheitsdruck problemlos erfolgen.

Bereits ab Ende Mai war auf dem Schlag „Hinter Pilsenhöhe“ ein Entwicklungsvorsprung der Teilbereiche mit geringer Bestandesdichte zu verzeichnen. Die Abreife von Teilflächen mit geringer Bestandesdichte erfolgte schneller. Schlussfolgernd müssen diese Bereiche, im Gegensatz zu Bereichen mit höheren Bestandesdichten, die länger grün bleiben, nicht so lange vor einem Krankheitsbefall geschützt werden. Die unterschiedliche Seneszenzentwicklung und damit das variierende Abreifeverhalten heterogener Getreidebestände soll daher in das neu zu entwickelnde proPlant „expert.precise“ einbezogen werden.

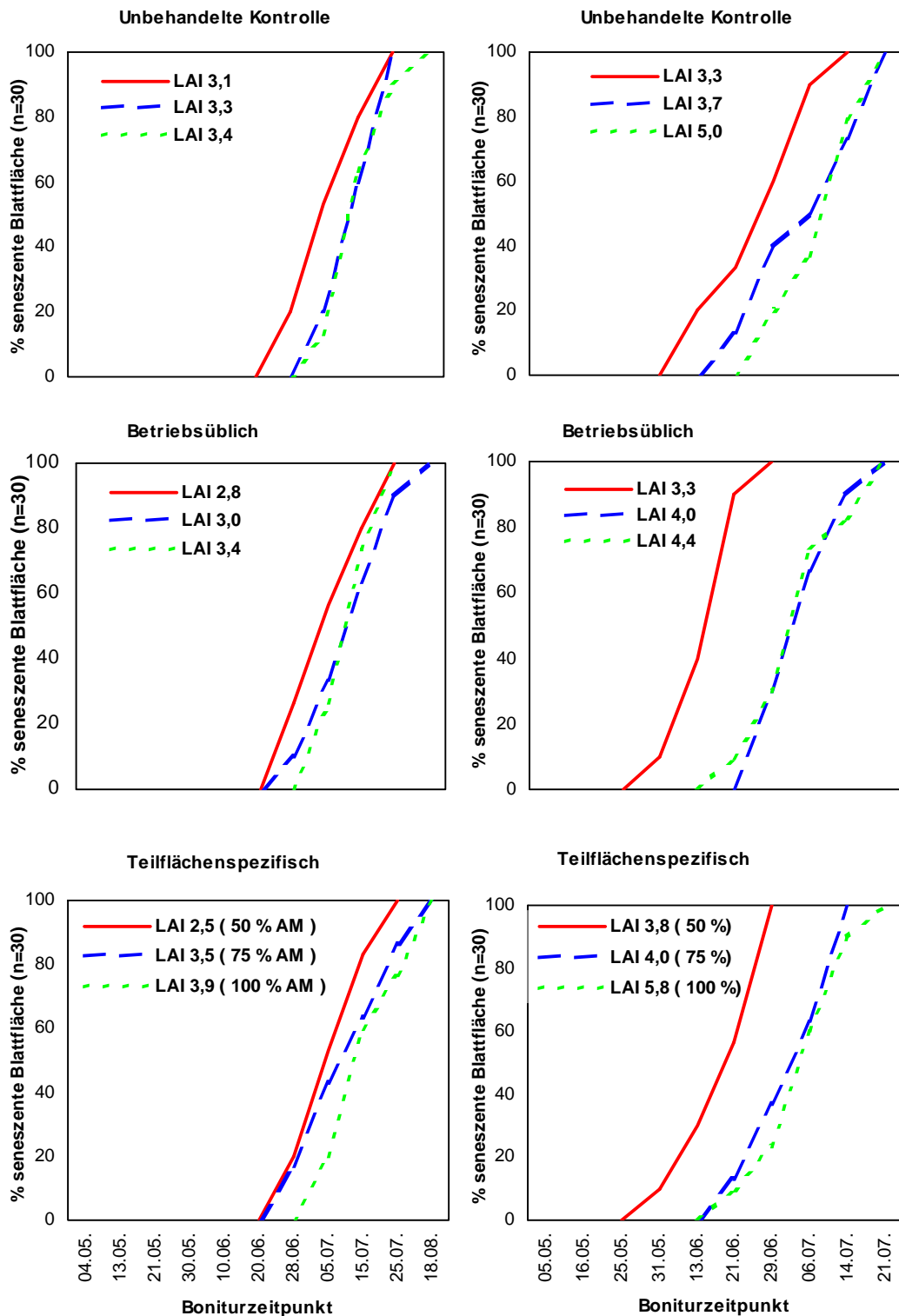


Abbildung 65: Mittlere Seneszenzstärke auf dem Fahnenblatt an den Boniturpunkten mit unterschiedlichen Bestandesdichten (LAI) in den 3 Prüfgliedern (links: „Lehmborg“, rechts: „Hinter Pilsenhöhe“)

Figure 65: Mean senescence level on the flag leaf at the sampling points in the three treatments [top: no fungicide; centre: farmer’s practice; bottom: site adapted], (left: field “Lehmborg”, right: “Hinter Pilsenhöhe”)

6.5.5 Soll-Ist-Vergleich mit den im Projektantrag angestrebten Ergebnissen bzw. vorgesehenen Meilensteinen

Nach der Erarbeitung der Grundprinzipien für den teilflächenspezifischen Fungizideinsatz erfolgte plangemäß eine Auswahl wichtiger Eingangsparameter für die Realisierung des Prototyps proPlant „expert.precise“. In Abstimmung mit den Partnern proPlant und Müller-Elektronik wurden die Anforderungen an das hybride System wie vorgesehen bis zum Jahresende 2005 formuliert. Die Umrüstung der vorhandenen Spritztechnik erfolgte im vorgegebenen Zeitrahmen. Darüber hinaus wurden auf zwei Projektflächen Feldversuche angelegt, um die Grundlagen für einen teilflächenspezifischen Pflanzenschutz in den Projektbetrieben zu erarbeiten und relevante Eingangsparameter für den Prototyp proPlant „expert.precise“ zu definieren.

6.5.6 Geplante nächste Arbeitsschritte

Arbeiten zur Programmierung des Prototyps „expert.precise“ werden planmäßig fortgeführt. Dazu wird die Seneszenzentwicklung als weiterer wichtiger Eingangsparameter integriert. Mit dem „hybriden System“ werden in der Vegetationsperiode 2006 erste Tests durchgeführt. Bei der Datenerfassung und Prozessdokumentation soll die Erfahrung der Teilprojekte 8 und 18 des Projektbereiches 1 einfließen. Unter Berücksichtigung der in den Projektbetrieben vorhandenen Applikationstechnik sollen Spritzversuche durchgeführt werden, die als Hauptkriterium die differenzierte Abreife (Seneszenzverlauf) bei der Aufwandmengenbemessung berücksichtigen. Die dem TP 12 im Berichtszeitraum bereitgestellten Versuchsergebnisse werden in diesem Jahr wieder zur Verfügung gestellt, um zur Validierung der kamerabasierten Befallserhebungen beizutragen. Bonitur- und Messdaten werden gemeinsam mit den erhobenen Fernerkundungsdaten des TP 13 ausgewertet.

Es soll weiterhin unter Zusammenarbeit mit TP 15 geprüft werden, ob Ontogenesemodelle eine vergleichbare Seneszenzentwicklung auf den Projektschlägen simulieren und ob sie gemeinsam mit Fernerkundungsdaten als wertvolle Ergänzung der eigenen Bonituren in die Entscheidungsregeln des Prototyps proPlant „expert.precise“ eingehen können.

6.5.7 Erkenntnisse aus den Arbeiten des Jahres 2005 für das Anliegen des Projektbereiches bzw. aus Sicht des Gesamtprojektes

Der Parameter „differenziertes Abreifeverhalten“ („Seneszenz“) soll ab 2006 als entscheidendes Kriterium für die Bemessung der Fungizidmengen auf den Projektschlägen mit Winterweizen verwendet werden. Die durchgeführten Feldversuche im Winterweizen ergaben, dass eine zweimalige Fungizidapplikation bei entsprechendem Krankheitsdruck auf den Projektschlägen nicht notwendig ist, was zur Verbesserung der ökonomischen Gesamtbilanz beitragen würde. Für die Projektbetriebe zeigen die Ergebnisse der Feldversuche, dass ein großes Optimierungspotenzial hinsichtlich der Fungizidstrategie besteht und die Ergebnisse bezüglich ökonomischer Fragestellungen in Analysen zum Gesamtkonzept „Precision Farming“ einbezogen werden können. Im Versuchsjahr 2005 wurden Fernerkundungsdaten für beide Versuchsflächen durch das TP 13 bereitgestellt, konnten jedoch für die bearbeiteten Fragestellungen aufgrund des späten Flugtermins (Ende Juni und Juli) nicht verwendet werden. Um in diesem Jahr die Bonituren von TP 10 und Fernerkundungsdaten von TP 13 zu vergleichen, wird der Zeitpunkt der Befliegung der entsprechenden Schläge in die für eine Fungizidmaßnahme relevante Zeit vorverlegt.

6.5.8 zitierte Literatur/Quellen

- ANONYM (1999): Sun Scan Canopy Analysis System. User Manual, Cambridge.
- ANONYM (2005): Reduktionsprogramm chemischer Pflanzenschutz. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.), Referat 518.
- DAMMER, K.-H., BÖTTGER, H., EHLERT, D. (2003): Sensor-controlled variable rate realtime application of herbicides and fungicides. In: STAFFORD, J., WERNER, A. (eds.): Proceedings of the 4th European Conference on Precision Agriculture, Wageningen Academic Publishers, S. 129-134.
- DOHMEN, B., WAGNER, U., REH, A. (2002): Bestandesinformation. In: WERNER, A. & JARFE, A. (Hrsg.): Precision Agriculture: Herausforderung an integrative Forschung, Entwicklung und Anwendung in der Praxis. KTBL-Sonderveröffentlichung 038, S. 109-116.
- EHLERT, D., DAMMER, K.-H. (2002): Herbizide, Fungizide und Wachstumsregler. In: WERNER, A. & JARFE, A. (Hrsg.): Precision Agriculture: Herausforderung an integrative Forschung, Entwicklung und Anwendung in der Praxis. KTBL-Sonderveröffentlichung 038, S. 275-292.
- GERHARDS, R., CHRISTENSEN, S. (2003): Real-time weed detection, decision making and patch spraying in maize, sugarbeet, winter wheat and winter barley. Weed Research 43, S. 385-392.
- HERPPICH, W. B. (2001): Einsatzmöglichkeiten der Chlorophyllfluoreszenzbildanalyse in der gartenbaulichen Forschung. In: Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft, Workshop 2001, Bornimer Agrartechnische Berichte 26, S. 91-104.
- KUCKENBERG, J., TARTACHNYK, I., SCHMITZ-EIBERGER, M., KÜHBAUCH, W., NOGA, G. (2005): Detection and discrimination of biotical and abiotical stresses in winter wheat using PAM fluorescence imaging. In: STAFFORD, J., WERNER, A. (eds.): Proceedings of the 5th European Conference on Precision Agriculture, Wageningen Academic Publishers, S. 166-167.
- TISCHNER, H. (1998): Entscheidungs- und Prognosesysteme im Pflanzenschutz. Gesunde Pflanzen 8, S. 237-316.
- VOLK, T. (1998): Teilflächenspezifischer Pflanzenschutz: Aktueller Stand und zukünftige Möglichkeiten. Gesunde Pflanzen 7, S. 203-208.

Anschrift der Autoren:

Dipl. Ing. agr. Judith Wollny
Dr. Karl- Heinz Dammer
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V.
Abteilung Technik im Pflanzenbau
Max-Eyth-Allee 100
14469 Potsdam-Bornim
Telefon: 0331-5699-419, -418
Telefax: 0331-5699849
E-Mail: jwollny@atb-potsdam.de
kdammer@atb-potsdam.de

Prof. Dr. B. Hau
Universität Hannover
Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz
Herrenhäuser Straße 2
30419 Hannover
Telefon: 0511-7623503
E-Mail: Hau@ipp.uni-hannover.de

Dr. Thomas Volk
M. Sc. agr. Christian Lichte
proPlant GmbH
Albrecht-Thaer-Straße 34
48147 Münster
Telefon: 0251/98797-97, -88
Telefax: 0251/98797-99
E-Mail: th.volk@proPlant.de