

PROJEKT SENTINELLE

Zeitraum: 2021-2023

Autoren: Marco Beyer, Michael Eickermann, Marine Pallez-Barthel, Sergiu Treer, Doriane Dam, Olivier Parisot

Stand: 27/02/2024

Version / Revision: v1.0-r001

Datum: 29/02/2024

Zusammenfassung der Ergebnisse

Projekt Sentinelle.....	1
Arbeitspaket 1: Schädlingsmonitoring im Raps	1
1.1 Vorprozessierung von Wetterdaten	1
1.2 Prognose.....	2
1.3 Frühjahrsmonitoring.....	2
1.4 Bienenschutz bei der Schädlingsbekämpfung	3
1.5 Herbstmonitoring	3
Arbeitspaket 2: Unkrautmonitoring & Herbizidresistenz.....	4
Arbeitspaket 3: Krankheiten im Getreide	4
3.1 Markierung von Parzellen und Pflanzen	4
3.2 Vorprozessierung von Wetterdaten	4
3.3 Prognose.....	4
3.4 Fungizidanwendungen	5
3.5 Feldbonituren von Krankheiten	5
3.5 Transfer von Erntedaten von LTA an LIST	5
3.6 Statistischer Vergleich von Sentinelle und Arvalis Boniturmethode (in Kooperation mit LSG/LTA Projekt "User training").....	5
Arbeitspaket 4: Datenanalyse & Softwareentwicklung.....	6
4.1 Septoria Prognose (SHIFT).....	6
4.2 Prognose von Stängelschädlingen (Weevil)	6
4.3 App für Transfer von Beobachtungsdaten (LSG<A)	6
4.4 Datenanalysen.....	7
Arbeitspaket 5: Berichte	8

ARBEITSPAKET 1: SCHÄDLINGSMONITORING IM RAPS

Die Anbaufläche von Raps ist zwar relativ klein, aber Raps ist als zweikeimblättrige Pflanze ein wichtiger Baustein jeder landwirtschaftlichen Fruchtfolge, um eine Anreicherung der Schädlinge einkeimblättriger Kulturen zu vermeiden. Zudem ist Raps eine Trachtpflanze von herausragender Bedeutung für Bienen und daher ist der Pflanzenschutz im Raps unter besonderer Berücksichtigung von Bestäubern zu gestalten.

1.1 Vorprozessierung von Wetterdaten

Das Excel Macro „WEEVIL“ zur Vorhersage von Stängelschädlingen wurde bis 2021 manuell durch Eingabe folgender meteorologischer Parameter angetrieben: Sonnenscheindauer (h), Höchsttemperatur (morgen, mittags, abends in °C), Bodenhöchsttemperatur in 5cm Tiefe (morgen, mittags, abends in °C), Niederschlag (in mm) und Windgeschwindigkeit (mittags in m/sec). Ab Frühjahr 2022 wurde schließlich das Macro-Tool in ein Software-Tool überführt, so dass seit der Saison 2022 sämtliche Prognosen (auch „Prognoseticker“) mit dem Software-Tool „Weevil“ erstellt werden konnten. Im Allgemeinen beginnen die Prognosen bei 6°C Tageshöchsttemperatur, wobei auch der Bodentemperatur ein Augenmerk zukommt.

1.2 Prognose

Da die meteorologischen Bedingungen im Frühjahr sehr dynamisch sind, ist der Zeitpunkt der Prognose im WEEVIL Tool von Bedeutung. Idealerweise sollte eine Entscheidungshilfe täglich konsultiert werden. Kleinste Temperaturanstiege, bzw. eine längere Sonnenscheindauer können einen überraschenden Zuflug bedingen. Die Prognosedaten wurden daher anhand der Gelbschalenfänge in 2022 und 2023 validiert. Dazu wurde das Prognosetool für den jeweiligen Standort konsultiert, die Prognose bezüglich der Flugaktivität gespeichert und mit den Fängen der Gelbschale verglichen, die bedingt durch das Intervall der Leerung maximal um bis zu 3 Tage abweichen kann. Entscheidend ist dabei der Erstzuflug und die fortlaufenden Boniturtermine bis zum Erreichen des Bekämpfungsrichtwertes mit anschließender Insektizid-Applikation. In den Jahren 2022 und 2023 waren 78% der Prognosen auf der Basis von WEEVIL korrekt. In den anderen Fällen waren Fehlprognosen von einem, bzw. zwei Tagen festzustellen. Das Prognose Tool WEEVIL kann die Flugaktivität der Stängelrüssler insgesamt gut voraussagen. Problematisch sind vereinzelte Erstzuflüge, die lokal bedingt sind, z.B. ein Schlag in sonnenbeschienener Lage mit Exposition nach Süden, während die Wetterstation mehrere Kilometer entfernt steht. Lokale Erfassung von meteorologischen Größen mit Einspeisung in den Algorithmus könnten hier bessere Ergebnisse liefern. Da der Starkzuflug, der eine Insektizidmaßnahme erfordert korrekt angezeigt wurde, ist dieses hohe Maß der Genauigkeit aber eher von akademischem Interesse als von praktischem Nutzen. Mutmaßlich bedingt durch den Klimawandel erfolgt die Zuwanderung der Stängelrüssler tendenziell früher (Anfang bis Mitte Februar im Projektzeitraum). Im Jahr 2021 sind 11 Prognoseticker erschienen, im Jahr 2022 waren es 12 und im Jahr 2023 waren es 7.

1.3 Frühjahrsmonitoring

Das Frühjahrsmonitoring umfasst 5 potenziell ertragsrelevante Schadinsekten im Raps: die Stängelrüssler (*C. napi* und *C. pallidactylus*), den Rapsglanzkäfer (*B. aeneus*) und die Schotenschädlinge (*C. obstrictus* und *D. brassicae*), die artspezifisch ihr Schadpotential vom Stadium des Längenwachstums (BBCH 30 ff), über das Knospenstadium (BBCH 51 ff) bis zur Vollblüte (BBCH 65) besitzen. Der Aufbau einer ertragsrelevanten Population dieser Arten ist abhängig von einer Vielzahl von Faktoren (Schädlingsbiologie, Meteorologie, Fruchtfolge, Abstand zum Überwinterungshabitat, Wintermortalität, Gegenspieler-Aufkommen), die einen Massenwechsel zwischen 7 bis 10 Jahren bedingen. Hinzu kommt die hoch variable Zulassungssituation, die ebenfalls die Schädlingspopulation beeinflussen kann. Während 2021 noch durch einen Starkbefall – insbesondere durch Rapsstängelrüssler und Rapsglanzkäfer – gekennzeichnet war, zeigten 2022 und 2023 stark reduzierte Schädlingspopulationen. Auf vielen Schlägen wurde der Rapsglanzkäfer in diesen beiden Jahren nicht bekämpft, da der Bekämpfungsrichtwert nicht erreicht wurde. Die Schotenschädlinge waren in den drei Versuchsjahren komplett zu vernachlässigen. Hoch problematisch zeigte sich hingegen das Management der Stängelrüssler. Der Zuflug in den Jahren 2021-2023 war jeweils der früheste seit 2007. Allerdings sind die Zuflugbedingungen nur jeweils für einzelne Tage erfüllt, teilweise Mitte/Ende Februar. Eine chemische Applikation scheidet die Praxis zu diesem Zeitpunkt, bzw. ist durch eintretende, oft mehr mehrtägige Niederschläge nicht möglich. In 2023 vergingen vom ertragsrelevanten, ersten Zuflug Mitte Februar bis zur Bekämpfung fünf Wochen aufgrund schlechter Witterungsbedingungen. Die Auswertung der Praxisdaten an fünf Versuchsstandorten in 2021 zeigte noch einmal deutlich, dass zwei Applikationen gegen die Stängelschädlinge, z.B. bei zwei Zuflugpeaks mit Überschreitung des Bekämpfungsrichtwertes keine signifikante Reduktion des Larvenbefalls bringen. Das deckt sich auch mit Studien aus Deutschland. Für die Praxis sollte also eine (ggf. frühe) Insektizidapplikation für die Bekämpfung der Stängelrüssler angeraten werden.

Auch die Rapsphänologie hat sich in den letzten Jahren – bedingt durch den Klimawandel – zu einem früheren Zeitpunkt in der Vegetationsperiode verschoben. Auf Basis der erhobenen Daten blüht der Raps im Mittel alle zwei Jahre einen Tag früher, im Landesmittel derzeit am 20. April (basierend auf den Daten von 2012-2022). Der Effekt ist weniger an der Mosel als im Ösling ausgeprägt. Die Mosel leidet hingegen an den Frostereignissen. In den drei Versuchsjahren waren an der Mosel Frostereignisse in den ersten Blütenstadien (BBCH 61/62) festzustellen, teilweise mit ertragsrelevantem Einfluss. Während leichte Frostrisse durch Wundkallusbildung kompensiert wurden, wurde 2022 an der Mosel auf einigen Schlägen ein komplettes Aufplatzen der Haupttriebe beobachtet, meist an den Felldrändern.

Auffällig sind in den letzten Jahren auch die hoch-dynamischen Erträge. 2021 war – bedingt durch die regnerischen Bedingungen – kein Rapsjahr. Besonders enttäuschte 2023. Obwohl die Bestände optimal aussahen (Pflanzendichte, Schotenarchitektur etc.), wiesen die Schoten nur kleine Samen mit geringem Tausendkorngewicht auf. Hier zeigt sich der Wassermangel zur Blüte (BBCH 60 ff), der sich auch in der Imkerei als geringer Nektarfluss im Raps widerspiegelt: kein Wasser = kein Nektar = keine gute Bestäubung = geringe Honigausbeute.

Von den Pflanzenpathogenen ist im Frühjahr die Weisstängeligkeit problematisch. Ein Prognosesystem für Luxemburg fehlt bisher. Neben der Anbaudichte spielen auch Zwischenfrüchte als potentielle Wirte des bodenbürtigen Pathogens eine Rolle, darunter *Phacelia*. Die Dauersporen sind bis zu sieben Jahren im Boden keimfähig. 2023 war ein untypisches Jahr für Sklerotinia. Im Widerspruch zur Lehrmeinung, war die Keimung der Dauersporen bei kühlen Bodentemperaturen im April 2023 möglich. Und das Auftreten der Ascosporen war bekämpfungsrelevant, was durch den Praxistest „KIT Pétales“ der französischen Firma Terres Inovia nachgewiesen werden konnte. Auf Schlägen mit hoher Rapsanbaudichte zeigte sich in 2022 und 2023 auch verstärkt *Verticillium* bei der Stoppelbonitur. Im Jahr 2021 sind 22 Warndienstbulletins erschienen, im Jahr 2022 waren es 18 und im Jahr 2023 waren es insgesamt 15.

1.4 Bienenschutz bei der Schädlingsbekämpfung

Im Zeitraum des Projektes wurden zum Bienenschutz und den übrigen Auflagen (Abstand, Zahl der zulässigen Applikationen pro Saison etc.) insgesamt 16 Bulletins in Kooperation mit der LWK veröffentlicht. Im Fokus steht hier die Übersicht der möglichen PSMs in Abhängigkeit der Zulassungssituation, des Schädlingsaufkommens und der Wachstumsstadien. Ein Resistenzmanagement (das war 2009 der Ausgangspunkt der Bulletins zum Bienenschutz) ist bei den Insektiziden im Raps aufgrund der aktuellen Zulassungssituation mit nur zwei Wirkstoffgruppen (diverse Pyrethroide und ein Mittel aus der Gruppe der Neonikotinoide) als Spritzapplikation praktisch nicht mehr möglich. Die Zahl der Insektizidapplikation beläuft sich im Raps pro Saison auf 2,3 und ist damit eine der niedrigsten in der EU.

1.5 Herbstmonitoring

Das Herbstmonitoring läuft von der Saat (ab Mitte August) bis zum Acht-Blatt-Stadium (ca. Mitte Oktober). Mutmaßlich aufgrund des Klimawandels beobachten wir in der Praxis immer häufiger Probleme beim Feldaufgang, bzw. der Bestandsetablierung durch Trockenheit Ende August, resp. Anfang September. Eine Folge davon sind Pflanzenbestände, die teilweise eine inhomogene Entwicklung zeigen (bis zu 4 BBCH-Stadien). Schläge im Ösling profitieren noch von einzelnen Niederschlägen, während die Saat im Minette und an der Mosel eine Herausforderung darstellt. In den letzten beiden Jahren (2022 und 2023) ist verstärkt Pflugsaat zu beobachten, wovon der Raps lediglich bei ausreichender Wasserführung profitiert. Von den im Herbst vorrangig bekämpfungswürdigen Schadorganismen ist der Rapserrfloh zu nennen (im Schnitt eine einzelne Applikation). Im Vergleich zu unseren Nachbarländern (Deutschland und Frankreich), in denen bis zu 3 Pyrethroid-Applikationen notwendig sind, um den Rapserrfloh zu bekämpfen, ist das Aufkommen dieser Schädlingsart auf niedrigem Niveau. Es fehlt – zulassungsbedingt – allerdings die Möglichkeit der Larvenbekämpfung im Oktober bei Starkbefall. Ab dem Vier-Blatt-Stadium ist der Praktiker dazu verurteilt, zuzusehen. Derzeit sind lediglich Pyrethroide bis zum Vier-Blatt-Stadium vorgesehen, was die Resistenzentwicklung fördern könnte. Der Schwarze Kohltriebrüssler tritt inzwischen landesweit auf, findet sich aber seltener in der Gelbschale als der Larvenbefall in den Pflanzen andeutet. Die Kleine Kohlflye weist nur auf sandigen Böden (Septfontaines etc.) ein gewisses Potential auf. Die Saatstärke sollte dort um 5-10% erhöht werden. Blattläuse sind durch die Wahl virusresistenter Sorten (‘Architekt’ etc.) zu handhaben. Die „kleinen Schädlinge“, wie z.B. Kohlmotte oder auch die Rübsenblattwespe sind nur in Ausnahmefälle an der Mosel bekämpfungswürdig. Feldmäuse sind nur schlagspezifisch problematisch. Ackerschnecken entwickeln sich nur in einzelnen Jahren zum Problem, dann aber landesweit. Die Rückbesinnung auf Pflugsaat wird hier teilweise entgegenwirken. Problematischer ist das Management der Feldränder. Bei den Pflanzenkrankheiten dominiert die *Phoma*, die jedoch im Rahmen der Einkürzung bekämpft werden kann, sofern sie nicht zu spät auftritt. Grundsätzlich ist *Phoma* durch die richtige Sortenwahl kein Problem. Phomajahre sind selten geworden und lediglich Obercorn weist ein gewisses Potential auf (zuletzt Herbst 2022). Andere Krankheiten wie *Alternaria* oder *Cylindrosporiose* sind selten, bedingt durch eine gute Feldhygiene, bzw. bedingt durch meteorologische Bedingungen. Die Kohlhernie ist derzeit noch auf einzelne Schläge begrenzt. Es scheinen zwei Pathotypen in Luxemburg zu existieren. Resistente Sorten setzen sich in der Praxis mehr und mehr durch und zeigen Erträge von bis zu 40 dt/ha.

Grundsätzlich ist die phytosanitäre Situation im Luxemburger Raps im Herbst durch die Praxis gut zu managen, sofern man regelmäßig die Bestände prüft.

ARBEITSPAKET 2: UNKRAUTMONITORING & HERBIZIDRESITENZ

Dieses Arbeitspaket wurde nicht zur Förderung zurückbehalten.

ARBEITSPAKET 3: KRANKHEITEN IM GETREIDE

Getreide kann von zahlreichen mikrobiellen Krankheitserregern befallen werden, unter denen Schadpilze eine herausgehobene Rolle spielen. Einige Schadpilze sind anhand ihrer Symptome für Landwirte leicht zu erkennen, andere haben lange Latenzzeiten, wo bereits Schaden entsteht, der ohne Prognosemodelle meist unbemerkt bleibt. Im Arbeitspaket 3 wurden Schadpilze, deren Symptome visuell rechtzeitig feststellbar sind, in ihrer zeitlichen Entwicklung in ausgewählten Feldern verteilt über das Territorium von Luxemburg überwacht und die Landwirte der entsprechenden Regionen bei Entwicklung einer Epidemie gewarnt. Vor dem wichtigsten Schadpilz mit einer langen Latenzzeiten wurde mit Hilfe eines Prognosemodells gewarnt. Die Validierung des Prognosemodells wurde im Rahmen dieses Projektes in einer begutachteten wissenschaftlichen Zeitschrift veröffentlicht.

3.1 Markierung von Parzellen und Pflanzen

Jeweils 10 Pflanzen in jeder Kontrollparzelle sowie die Parzellenecken wurden mit Etikettenstäben markiert, um (1) im Laufe der Saison immer wieder die gleichen Kontrollpflanzen bonitieren zu können und (2) bei den parzellengenauen Fungizidapplikationen bei jedem Applikationszeitpunkt eine Orientierung zu haben, auf welche Parzellen die jeweilige Applikation ausgebracht werden muss. Zusätzlich wurden die Haupttriebe der Kontrollpflanzen mit Kabelbindern markiert, um die richtige Pflanze auch im Falle eines Verlustes des Etikettenstabes wiederfinden zu können. Die Versuche wurden als vollständig randomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen am Hauptversuchsstandort Bettendorf und mit drei Wiederholungen an den drei anderen Standorten angelegt.

3.2 Vorprozessierung von Wetterdaten

Für die Prognose der Blattdürre am Winterweizen mit Hilfe des Modells ShIFT werden stündliche Angaben zur Niederschlag gemessen in mm und Lufttemperatur gemessen in °C benötigt. Diese Wetterdaten wurden von <https://www.agrimeteo.lu/> bezogen. Ausgefiltert wurden Stunden ohne Niederschlag, weil der Erreger freies Wasser für das Auslösen einer Epidemie braucht. Weiterhin ausgefiltert wurden Stunden mit Temperaturen unterhalb von 6,58°C, weil unterhalb dieser Temperatur bislang keine Epidemien beobachtet wurden.

3.3 Prognose

Die Prognose des Haupterregers *Zymoseptoria tritici* am Winterweizen erfolgte mit dem im Jahr 2021 neu eingeführten Prognosemodell ShIFT (<https://shift.list.lu/>). Für den Standort jeder Wetterstation von <https://www.agrimeteo.lu/>, die innerhalb der vorangegangenen drei Wochen vollständige Daten geliefert hat, wurde aus den Stunden mit Niederschlag und mindestens 6.58°C ein Risikowert für die Zukunft berechnet, wie in Beyer et al. (2022b) beschrieben. Für die Warnhinweise, die an Landwirte, die Landwirtschaftskammer, den Maschinenring, die Ackerbauschule, die Bauernzentrale und warndengsch@asta.etat.lu verschickt wurden, wurden Risikokarten erstellt, bei denen das Risiko zwischen den Wetterstationen durch Interpolation geschätzt wurde.

3.4 Fungizidanwendungen

Um die Güte der Prognosen bewerten zu können, wurden Fungizidanwendungen zu verschiedenen Zeiten und unterschiedlich oft auf den Winterweizenparzellen ausgebracht. Die Kontrollparzellen wurden betriebsüblich (inklusive Düngung und Wachstumsregler) behandelt; lediglich Fungizide wurden hier weggelassen. In der Variante „Modell“ wurde 1,5l/ha Fandango zu dem Zeitpunkt gespritzt, den das Prognosemodell empfahl. Die Variante T2 wurde im Wachstumsstadium 31 mit 1,5l/ha Fandango und im Wachstumsstadium 59 mit 1l/ha Prosaro gespritzt. Die Variante T3 wurde in den Wachstumsstadien 31 und 37 mit 1,5 l/ha Fandango und im Wachstumsstadium 59 mit 1,0 l/ha Prosaro gespritzt.

3.5 Feldbonituren von Krankheiten

Feldversuche im Wintergetreide (Weizen, Gerste, in Bettendorf auch Triticale) wurden mit Hilfe des Lycée Technique Agricole an die Sortenversuche (sortenversuche.lu) angegliedert und fanden an vier Standorten (jeweils einer pro Himmelsrichtung) statt. Im Winterweizen wurde der Befall mit den Erregern der Blattdürre (*Zymoseptoria tritici*), des Gelbrostes (*Puccinia striiformis*), des Braunrostes (*Puccinia recondita*), des Mehltaus (*Blumeria graminis forma specialis tritici*), der DTR-Blattdürre (*Drechslera tritici-repentis*) sowie der Taubährigkeit (*Fusarium*-Arten) durch visuelle Bonituren erhoben. Bei der Wintergerste wird der Befall mit den Erregern von Netzflecken (*Drechslera teres*), der Spreitelnekrose (*Ramularia collo-cygni*), Rhynchosporium-Blattflecken (*Rhynchosporium secalis*), Zwergrost (*Puccinia hordei*), Mehltau (*Blumeria graminis forma specialis hordei*) und Flugbrand (*Ustilago nuda*) durch visuelle Bonituren erhoben. In Wintertriticale werden Mehltau (*Blumeria graminis forma specialis triticales*), Gelbrost (*Puccinia striiformis forma specialis triticales*), Blattdürre (*Zymoseptoria tritici*), DTR-Blattdürre (*Drechslera tritici-repentis*) und Braunrost (*Puccinia recondita*) am Hauptversuchsstandort Bettendorf bonitiert. Die Personen, die die Bonituren durchführen, wurden mit Hilfe von Software (<http://prozentualer-befall.jki.bund.de/schadbilder.php>) trainiert, um die Reproduzierbarkeit der Beobachtungen zu gewährleisten. Es wird wöchentlich der Anteil befallener Blattfläche für jede Blatttage festgehalten. Aus diesen Daten können Befallsstärken und Befallshäufigkeiten abgeleitet werden, wie sie für die Anwendung des Bekämpfungsschwellenkonzeptes des integrierten Pflanzenschutzes benötigt wird. Das Wachstumsstadium der Pflanzenbestände (BBCH Skala) wurde wöchentlich bestimmt und in die Warnhinweise eingebunden. Die Boniturergebnisse wurden den Landwirten und Beratern in Form von 36 Bulletins zur Verfügung gestellt, die im Falle eines Überschreitens der Bekämpfungsschwelle auch eine entsprechende regionale Warnung enthielten.

3.5 Transfer von Erntedaten von LTA an LIST

Der Winterweizen wurden vom Lycée Technique Agricole Gilsdorf (LTA) mit einem speziellen Parzellenmähdrescher geerntet. Die Erntedaten wurden vom LTA jeweils im September ans LIST übermittelt. Das LIST hat von jeder Parzelle eine etwa 500g schwere Kornprobe vom LTA abgeholt. Mit Hilfe der Angaben auf dem Etikett der Probe und den Aufzeichnungen des Mähdreschers wurden die Erntemengen den Versuchsvarianten zugeordnet und auf 14% Feuchte adjustiert.

3.6 Statistischer Vergleich von Sentinelle und Arvalis Boniturmethode (in Kooperation mit LSG/LTA Projekt "User training")

Diese Aufgabe wurde nicht zur Förderung zurück behalten.

ARBEITSPAKET 4: DATENANALYSE & SOFTWAREENTWICKLUNG

4.1 Septoria Prognose (ShIFT)

Das Prognosemodell für Blattdürre am Winterweizen wurde im Jahr 2021 in der Wochenzeitung der Centrale Paysanne vorgestellt (Beyer et al. 2021). Das Modell ist unter <https://shift.list.lu/> zur freien Benutzung durch Landwirte und Berater verfügbar. Identifier und Passwort können kostenlos durch eine formlose Email an wardengscht@asta.etat.lu erfragt werden. Weiterhin wurde das Softwarepaket ShIFT in Form eines Films auf der Foire Agricole in Ettelbrück gezeigt, die aufgrund der Covid-19 Situation mit einer begrenzten Anzahl von Präsenzbesuchern stattfinden musste. Der Film ist mit deutschen und französischen Untertiteln verfügbar. Die Nutzung des Prognosemodells wurde am 16/06/2021, am 17/06/2021 und am 21/06/2021 bei Feldbegehungen des Versuchsfeldes des Lycée Technique Agricole (LTA) in Bettendorf drei Gruppen von Landwirten demonstriert. Die wissenschaftliche Basis des Prognosemodells wurde im Jahr 2022 in zwei Fachpublikationen (Beyer et al. 2022a,b) veröffentlicht. Ein Flyer mit einer kurzen Bedienungsanleitung wurde den Sortenlisten beigelegt, die auf einer Sortenveranstaltung in Beringen an die teilnehmenden Landwirte verteilt wurde. Ein Link zur Startseite des Modells wurde in die [Projektseite des Landwirtschaftsportals](#) eingebettet. ShIFT ist mittlerweile auch unter <https://pflanzenchutz.list.lu/>, der zentralen Anlaufstelle für digitale Werkzeuge für den Pflanzenschutz, die am LIST entwickelt wurden, verlinkt. In den Jahren 2022 und 2023 wurde ShIFT als Entscheidungshilfe für die Optimierung des Pflanzenschutzes auf Versuchsfeldern von drei Pilotbetrieben in Kooperation mit der Landwirtschaftskammer im EIP Projekt „[Digital Pilot Farms](#)“ benutzt.

Aus dieser Aktivität sind folgende Veröffentlichungen hervorgegangen:

Beyer M, Pallez-Barthel M, Parisot O, Hoffmann L, Engel J (2021): Software ShIFT im Kampf gegen Blattdürre. De Letzeburger Bauer 20 – 21 Mai 2021.

Beyer M, Pallez-Barthel M, Dam D, Hoffmann L, El Jarroudi M (2022a): Enhancing septoria leaf blotch forecasts in winter wheat I: the effect of temperature on the temporal distance between critical rainfall periods and the breaking of the control threshold. Journal of Plant Diseases and Protection 129: 37-44. <https://doi.org/10.1007/s41348-021-00553-9>

Beyer M, Marozsak B, Dam D, Parisot O, Pallez-Barthel M, Hoffmann L (2022b): Enhancing septoria leaf blotch forecasts in winter wheat II: model architecture and validation results. Journal of Plant Diseases and Protection 129: 45–51. <https://doi.org/10.1007/s41348-021-00554-8>

4.2 Prognose von Stängelschädlingen (Weevil)

Im Jahr 2021 wurde das Prognosemodell Weevil, das die Aktivität von Stängelrüsslern im Winterraps vorhersagt, von einem Excel Macro in eine Software überführt, die außerhalb vom LIST nutzbar ist. Das Modell ist unter <https://weevil.list.lu/> zur freien Benutzung durch Landwirte und Berater verfügbar. Identifier und Passwort können kostenlos durch eine formlose Email an wardengscht@asta.etat.lu erfragt werden. Weevil wurde im Jahr 2022 auf dem TechDay des LIST vorgestellt. Ein kurzes Interview zum Modell ist [hier](#) zu finden. Ein Flyer mit einer kurzen Bedienungsanleitung wurde den Sortenlisten beigelegt, die auf einer Sortenveranstaltung in Beringen im Jahr 2023 an die teilnehmenden Landwirte verteilt wurde. Weevil ist mittlerweile auch unter <https://pflanzenchutz.list.lu/>, der zentralen Anlaufstelle für digitale Werkzeuge für den Pflanzenschutz, die am LIST entwickelt wurden, verlinkt.

4.3 App für Transfer von Beobachtungsdaten (LSG<A)

Diese Aufgabe wurde nicht zur Förderung zurück behalten.

4.4 Datenanalysen

Die Erntemengen (kg/m²) aus den Winterweizenversuchen wurden auf 14% Feuchte adjustiert und in dt/ha umgerechnet. In jedem Projektjahr wurde der nach der Ernte gültige Erzeugerpreis zur Berechnung der Marktleistung (Menge x Preis) benutzt. Die Gesamtkosten der Fungizidbehandlungen wurden für jede Versuchsvariante von der jeweiligen Marktleistung abgezogen, bevor die Varianten im Hinblick auf ihre Wirtschaftlichkeit verglichen wurden. Erntemengen und Wirtschaftlichkeit wurden mit Hilfe von Varianzanalysen und post-hoc Tests auf signifikante Unterschiede getestet.

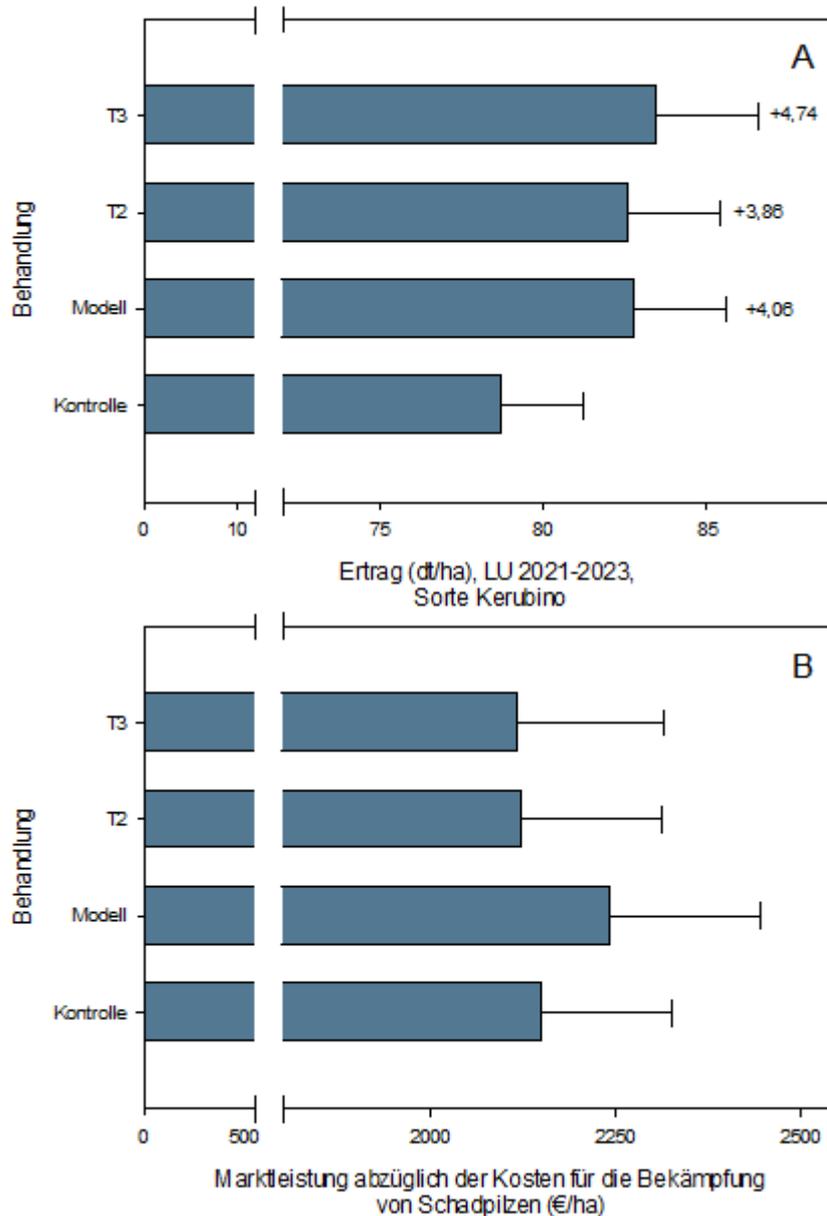


Abbildung 4.4.1: (A) Erntemengen (dt/ha) von Winterweizen in Kleinparzellenversuchen in Abhängigkeit der Behandlung (T3=Fungizidspritzung in den Wachstumsstadien 31, 39 und 59, T2=Fungizidbehandlung in den Wachstumsstadien 31 und 59, Modell=Fungizidbehandlung zum Zeitpunkt, den das Modell empfiehlt, Kontrolle=ohne Fungizidbehandlung). (B) Marktleistung (Erzeugerpreis x Erntemenge) abzüglich der Kosten für die Bekämpfung von Schadpilzen (€/ha). Es werden Daten von der Sorte Kerubino dargestellt, die in allen Jahren und auf den meisten Standorten verfügbar war. Die Balkenenden stellen den Mittelwert aller Jahre und Standorte dar; die Fehlerbalken den Standardfehler des Mittelwertes.

Durch Fungizideinsatz konnten im Zeitraum 2021-2023 etwa 4 dt/ha Ertrag im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle gesichert werden (Abb. 4.4.1A), Dabei machte es kaum einen Unterschied, ob einmal zum Zeitpunkt der Modellempfehlung oder zweimal (in den Stadien 31 und 59) oder dreimal (in den Stadien 31, 39 und 59) gespritzt wurde (Abb. 4.4.1A). Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass man mit einer gut terminierten Spritzung ähnlich erfolgreich sein kann, wie mit 2 oder 3 Spritzungen.

Wenn man die Kosten der Schadpilzbekämpfung auf Betriebsebene berücksichtigt, indem man diese von der Marktleistung abzieht, erzielte die Behandlung nach Modell zwar das numerisch beste Ergebnis, unterschied sich aber statistisch nicht bedeutsam von den anderen Behandlungen inklusive der unbehandelten Kontrolle (Abb.4.4.1). Die relativ grosse Schwankungsbreite der wirtschaftlichen Ergebnisse in der Projektphase ergibt sich grösstenteils aus dem kurzfristigen Hochschnellen der Erzeugerpreise bei der Zuspitzung der Ukraine Krise im Jahr 2022.

Insgesamt sehen wir in rezenten Jahren zunehmend eine Situation, wo der monetäre Ertrag, der durch Fungizideinsatz gesichert wird, von den Betrieben in Form von Produktionsmittelkosten und Löhnen nahezu komplett weitergereicht wird. Fungizideinsatz hat im Versuchszeitraum also Ertrag gesichert, allerdings nur mit minimalstem wirtschaftlichen Nutzen für die Betriebe. Dies mag sich bei sinkenden Betriebsmittelpreisen oder dauerhaft höheren Erzeugerpreisen wieder ändern.

ARBEITSPAKET 5: BERICHTE

In jedem Projektjahr wurde ein kumulativer Bericht, der alle Aktivitäten des jeweiligen Jahres enthält, erstellt. Die Berichte werden auf der [Projektseite im Landwirtschaftsportal](#) hochgeladen (siehe „Unterlagen“). Es wurde jährlich mindestens ein *comité d'accompagnement* organisiert, wo der Stand des Projekts präsentiert und besprochen und ggf. notwendige Anpassungen beschlossen wurden.