

# PROJEKT SENTINELLE

**Zeitraum:** 2018-2020

**Autoren:** Marco Beyer, Michael Eickermann, Marine Pallez-Barthel, Sergiu Treer, Katrin Scherer

**Stand:** 31/12/2020

**Version / Revision:** v1.0-r001

**Datum:** 26/01/2021

# Zusammenfassung der Ergebnisse

<b>Projekt Sentinelle</b> .....	<b>1</b>
<b>Arbeitspaket 1: Krankheiten im Getreide</b> .....	<b>1</b>
Pilzkrankheiten im Feld .....	1
Charakterisierung von Pilzstämmen im Labor .....	2
Viren im Ausfallgetreide .....	2
<b>Arbeitspaket 2: Schädlinge im Raps</b> .....	<b>3</b>
Phänologie .....	3
Beobachtung Schadinsekten .....	3
Prognose von Schadinsekten .....	4
<b>Arbeitspaket 3: Verbreitung von Unkräutern und Herbizid-resistenzen</b> .....	<b>4</b>
Verbreitung von Unkräutern .....	4
Verbreitung von Herbizidresistenzen .....	4
<b>Arbeitspaket 4: Umfrage zum Bekanntheitsgrad des Sentinelle-Warndienstes unter Landwirten und Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes</b> .....	<b>5</b>
Bekanntheitsgrad des Sentinelle-Warndienstes .....	5
Umsetzung von Elementen des integrierten Pflanzenschutzes .....	5
<b>Arbeitspaket 5: Projektkoordination</b> .....	<b>5</b>

## ARBEITSPAKET 1: KRANKHEITEN IM GETREIDE

Die Entwicklung von Schadpilzen im Getreide hängt stark von der Verfügbarkeit von Wasser auf den Blatt- und Blütenoberflächen ab. Pilze sind für ihr Wachstum auf eine gute Wasserversorgung angewiesen. Unterschiede zwischen den Befallsverläufen verschiedener Jahre ergeben sich größtenteils aus Unterschieden in der Witterung der Jahre. Aus der Überwachung der Krankheiten im Getreide sind im Projektzeitraum 45 Informations- und Warnbulletins für die Landwirte bereit gestellt worden. Die Warnbulletins wurden unter anderem auf [agrimeteo.lu](http://agrimeteo.lu) hochgeladen.

### Pilzkrankheiten im Feld

Im **Winterweizen** war Blattdürre (*Zymoseptoria tritici*) wiederum die am häufigsten festgestellte Krankheit, nachdem sie im Zeitraum 2014/15 vorübergehend durch Gelbrost (*Puccinia striiformis*) abgelöst worden war. Braunrost (*Puccinia triticina*) spielte in einzelnen Sorten an einzelnen Standorten gegen Ende der Saison eine Rolle. Echter Mehltau (*Erysiphe graminis*) und DTR Blattdürre (*Drechslera tritici-repentis*) wurden selten und stets unterhalb ihrer Bekämpfungsschwellen beobachtet. 2018 war ein *Fusarium*-Jahr mit Mykotoxinbelastungen im Korn. Im Jahr 2019 waren moderate Symptome zu finden, und im Jahr 2020 waren kaum Symptome zu finden. In 14 von 15 Fällen innerhalb der SENTINELLE Versuchsstandorte war eine Spritzung terminiert nach dem Prognose-Modell betriebswirtschaftlich statistisch nicht schlechter als eine zweifache oder dreifache Spritzung nach Wachstumsstadium. In einem von 15 Fällen war eine zweifache Spritzung zu BBCH 31 und 59 betriebswirtschaftlich besser als die Behandlung nach Modell.

In der **Wintergerste** wurde im Zeitraum 2018-20 ein Mix aus *Rhynchosporium*-, *Ramularia*- und Netzflecken beobachtet, der zumeist eine chemische Bekämpfung erforderte. Je nach Standort war einer dieser Erreger dominant, wobei am südlichen und östlichen Standort häufiger bekämpfungswürdiges Niveau erreicht wurde, als am östlichen und nördlichen Standort. Am östlichen Standort war in einem von drei Projektjahren keine Bekämpfung nötig, am nördlichen Standort in zwei von drei Projektjahren. Zwergrost (*Puccinia hordei*) und Mehltau spielten in der Wintergerste eine untergeordnete Rolle. Die

Entwicklung der Wintergerstenbestände war im Jahr 2020 infolge von Trockenheit im Frühjahr schlechter als im Durchschnitt.

In **Wintertriticale** spielten jahres- und sortenabhängig verschiedene Erreger die Hauptrolle. Im Jahr 2018 wurde in der Sorte Adverdo am Standort Bettendorf eine starke Mehltau-epidemie beobachtet, die Mitte Mai bekämpft werden musste. Im Jahr 2019 war die Sorte Lombardo bereits Ende April stark von *Rhynchosporium* Blattflecken befallen und die Sorte Triskell von Blattdürre. Im Jahr 2020 wurde Ende Mai in der Sorte Lombardo ein starker Befall mit Gelbrost festgestellt, bei der Sorte Kasyno eine Kombination aus Blattdürre und Gelbrost.

Aus dieser Aktivität sind folgende Veröffentlichungen hervorgegangen:

Aslanov R, El Jarroudi M, Gollier M, Pallez-Barthel M, Beyer M (2019): [Yellow rust does not like cold winters. But how to find out which temperature and time frames could be decisive in vivo?](#) Journal of Plant Pathology 101: 539-546.

Vogelgsang S, Beyer M, Pasquali M, Jenny E, Musa T, Bucheli T, Wettstein FE, Forrer H-R (2019): [An eight-year survey of wheat shows distinctive effects of cropping factors on different \*Fusarium\* species and associated mycotoxins.](#) European Journal of Agronomy 105: 62-77.

Dehkordi RH, El Jarroudi M, Kouadio L, Meersmans J, Beyer M (2020): [Monitoring wheat leaf rust and stripe rust in winter wheat using high-resolution UAV-based red-green-blue imagery.](#) Remote Sensing 12: 3696.

## Charakterisierung von Pilzstämmen im Labor

**Die Charakterisierung von Pilzstämmen** ergab, dass die in Luxemburg dominierenden Stämme des Mykotoxinproduzenten *Fusarium graminearum* empfindlich oder sehr empfindlich auf Fungizide mit Wirkstoffen aus der Gruppe der Azole reagierten. Stark resistente Stämme, wie sie mitunter aus anderen Regionen berichtet wurden, wurden in Luxemburg bislang nicht gefunden. Es konnte keine Kreuzresistenz bei *F. graminearum* zwischen drei landwirtschaftlichen und einem klinischen Azol gezeigt werden. Die Isolierung der Pilzstämmen hat eine internationale Kooperation mit einem polnischen Labor ermöglicht, das mit Hilfe der Information zu den Eigenschaften der Pilzstämmen aus Luxemburg diagnostische Methoden weiterentwickelt hat.

Aus dieser Aktivität sind folgende Veröffentlichungen hervorgegangen:

Bilska K, Kulik T, Ostrowska-Kołodziejczak A, Buško M, Pasquali M, Beyer M, Baturo-Cieśniewska A, Juda M, Załuski D, Treder K, Denekas J, Perkowski J (2018): [Development of a highly sensitive FcMito qPCR assay for the quantification of the toxigenic fungal plant pathogen \*Fusarium culmorum\*.](#) Toxins 10: 211.

Kulik T, Brankovics B, Van Diepeningen AD, Bilska K, Żelechowski M, Myszczyński K, Molcan T, Stakheev AA, Stenglein S, Beyer M, Pasquali M, Sawicki J, Wyrębek J, Baturo-Cieśniewska A (2020): [Diversity of mobile genetic elements in the mitogenomes of closely related \*Fusarium culmorum\* and \*F. graminearum sensu stricto\* strains and its implication for diagnostic purposes.](#) Frontiers in Microbiology 11: 1002.

Pasquali M, Pallez-Barthel M, Beyer M (2020): [Searching molecular determinants of sensitivity differences towards four demethylase inhibitors in \*Fusarium graminearum\* field strains.](#) Pesticide Biochemistry and Physiology 164: 209–220

## Viren im Ausfallgetreide

Getreideviren können von Tieren, wie z.B. Blattläusen, von Pflanze zu Pflanze übertragen werden. Sie führen am Getreide zu Vergilbungen und Verzweigungen. Es wird vermutet, dass die Getreideviren die Zeit zwischen der Ernte des alten Getreides und der Aussaat des neuen Getreides in Ausfallgetreide überdauern. Das Ausfallgetreide wird auch als „grüne Brücke“ bezeichnet, weil es Erregern die unbedingt auf lebendes Pflanzengewebe angewiesen sind, eine Chance bietet, vom alten Pflanzenbestand in neue Pflanzenbestände zu gelangen. Auf vier Standorten wurden zwischen 2018 und 2020 jeweils 50 Keimlinge von Ausfallgetreide auf einem abgeerntetem Wintergerstenfeld und einem Winterweizenfeld gesammelt und mit der serologischen ELISA Methode auf Weizenverzweigungsvirus (Wheat Dwarf Virus, WDV) oder den Gerstengelbverzweigungsvirus (Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV) untersucht. Aufgrund von Trockenheit nach der Ernte ist im Zeitraum 2018-2020 auf mehreren Standorten sehr wenig Ausfallgetreide aufgelaufen. Im Jahr 2019 wurden in sehr wenigen Proben Getreideviren gefunden. In den Jahren 2018 und 2020 wurde keine Virusbelastung im Ausfallgetreide festgestellt. Somit hat die „grüne Brücke“ des Ausfallgetreides in diesen Jahren keine große Rolle für die Erhaltung der Viren zwischen Ernte und Saat gespielt. Die Viren müssen die vegetationsarmen Phasen auf den Feldern in anderen Reservoiren wie Wildgräsern oder Grünland überdauern haben. Ein routinemäßiges Monitoring der Viruslast im Ausfallgetreide zur Warnung von Landwirten scheint für Luxemburg angesichts dieses Ergebnisses aktuell wenig sinnvoll.

## ARBEITSPAKET 2: SCHÄDLINGE IM RAPS

### Phänologie

Die Anbaufläche von Winterraps ist in den letzten drei Jahren auf 2.300 ha deutlich gesunken, wobei sich insbesondere die meteorologischen Bedingungen zur Saat (Trockenheit) bzw. zur Einwinterung (hohe Niederschlagssummen im Herbst/Winter) und zum Blühbeginn (Spätfrost in 2018, 2019 und 2020) deutlich verschlechtert haben. Als Folge zeigten sich verzögerter Saataufgang, inhomogene Phänologie, lückige Bestände und Erntereduktionen. Im Vergleich zum zehnjährigen Mittel (2007-2017) begann die Rapsblüte (BBCH 60) in den Jahren 2018-2020 im landesweiten Schnitt 6 Tage früher. Zusätzlich hat sich die Blühdauer im Vergleich zum langjährigen Mittel in den Jahren 2018-2020 je nach Region um knapp 3 Tage verkürzt. Imkerinnen und Imker berichten von vermindertem Nektarfluss im Raps durch die Trockenheit zur Blüte und demzufolge vermindertem Honigertrag bei der ersten Schleuderung.

### Beobachtung Schadinsekten

Eine Konzentration der Schadinsekten auf eine von Jahr zu Jahr immer geringere Anbaufläche zeigt sich teilweise in den Daten, wobei nicht deutlich ist, inwieweit ein Massenwechsel, bzw. meteorologische Bedingungen interagieren. Kardinalschädlinge sind – nach wie vor – Rapsglanzkäfer (*B. aeneus*) und Rapserrdfloh (*P. chrysocephala*). Die Bedeutung des Rapsstängelrüsslers (*C. napi*) nimmt zu, d.h. Fangzahlen in der Gelbschale steigen an. Die beiden Schotenschädlinge (*C. obstrictus* und *D. brassicae*) sind nur in einzelnen Jahren und an einzelnen Standorten zwischen 2018-2020 bekämpfungsrelevant gewesen.

Sehr deutlich ist der Anstieg in den Individuenzahlen für den Rapserrdfloh in den Gelbschalen zu erkennen. Im Herbst 2020 wurde erstmals seit über 10 Jahren an einem Versuchsstandort der Bekämpfungsrichtwert anhand der Gelbschale (50 Käfer/Schale in 10 Tagen) erreicht, bzw. sogar fast zweimal erreicht (Standort Reuler). Als Ursache mag der Verlust der insektiziden Saatgutbeizen im Winterraps vermutet werden. Dadurch bedingt kann im Feld auch eine deutliche Zunahme der Schäden durch den Larvenfraß der Kleinen Kohlflye (*D. brassicae*) an den Rapswurzeln beobachtet werden, wobei insbesondere Schläge auf sandigen Böden in Nähe zu Vorjahresschlägen gefährdet sind, teilweise in Kombination mit mangelnder Feldhygiene, bzw. durch Verzicht auf Mulchsaat. Eine Erhöhung der Saatstärke von 10% kann in Risikogebieten Abhilfe schaffen. Der Anbau der durch die Landessortenkommission empfohlenen Rapsorten mit Virusresistenz (Blattläuse als Vektor) hat die Virusproblematik im Herbst sichtbar vermindert. Symptome sind deutlich seltener zu sehen. Das Auftreten der Blattläuse im Raps nimmt in der Stärke allerdings zu (insbesondere 2020). Als problematisch muss angesehen werden, dass im Zeitraum 2018-2020 für eine Reihe von Pflanzenschutzmitteln mit unterschiedlichen Wirkstoffen die Zulassung ausgelaufen ist, darunter Plenum (Pymetrozin) und Biscaya (Thiacloprid). Eine ausreichende Bekämpfung des Rapsglanzkäfers ist bei zukünftigem Starkbefall fraglich.

Starkbefallsjahre durch die Weißstängeligkeit (*Sclerotinia sclerotiorum*) traten von 2018-2020 nicht auf. Allerdings ist eine Zunahme von Stängelphoma (bedingt durch Eintrittspforten durch *C. napi*) deutlich erkennbar. Auch nimmt die Zahl der Schläge mit Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*) zu, darunter Mosel und in der Region Burscheid/Welscheid.

Aus der Überwachung der Schädlinge im Raps sind im Projektzeitraum 95 Informations- und Warnbulletins für die Landwirte bereit gestellt worden. Die Warnbulletins wurden unter anderem auf [agrimeteo.lu](http://agrimeteo.lu) hochgeladen.

Aus dieser Aktivität sind folgende Veröffentlichungen hervorgegangen:

Dam D, Pallez-Barthel M, El Jarroudi M, Eickermann M, Beyer M (2020): [The debate on a loss of biodiversity: can we derive evidence from the monitoring of major plant pests and diseases in major crops?](#) Journal of Plant Diseases and Protection 127: 811-819.

## Prognose von Schadinsekten

Das Vorhersagemodell „Weevil“ ist in der Lage, Aktivitätstage der beiden Stängelrüsslerarten (*C. napi* und *C. pallidactylus*) tagesgenau und regional spezifisch anhand der von „Agrimeteo“ bereit gestellten Meteorvorhersage zu prognostizieren. Lediglich hohe Windstärken von mehr als 3 m/sec können in windoffenen Lagen zu einer Verzögerung der Zuwanderung von bis zu 2 Tagen führen.

Das Vorhersagemodell „Kassandra“, dass die Überschreitung des Bekämpfungsrichtwertes beider Stängelrüsslerarten anhand der Temperaturen im Überwinterungshabitat voraussagt hat in 2018 und 2019 gute Ergebnisse geliefert (81,5% Vorhersagegenauigkeit), hingegen in 2020 schlechtere Ergebnisse (zwei falsch negative Vorhersagen von fünf). Dies kann durch eine Fokussierung der Schädlingpopulation auf einer kleiner werdenden Anbaufläche zurückzuführen sein.

Aus dieser Aktivität sind folgende Veröffentlichungen hervorgegangen:

Eickermann M, Ronellenfisch FK, Junk J (2020): [Developing a decision support tool to forecast the abundance of the cabbage stem weevil in winter oilseed rape](#). Plant Protection Science 56: 285–291.

## ARBEITSPAKET 3: VERBREITUNG VON UNKRÄUTERN UND HERBIZID-RESISTENZEN

Wenn im Folgenden von Unkräutern die Rede ist, sind damit sowohl Unkräuter (zweikeimblättrige) als auch Ungräser (einkeimblättrige) gemeint. Unkräuter verursachen von allen Schadorganismen die höchsten Ertragsverluste, wenn sie nicht bekämpft werden. Das hohe Schadpotential von Unkräutern spiegelt sich in der Tatsache wider, dass Mittel zur Unkrautbekämpfung (Herbizide) beim Verbrauch von Pestiziden auf Platz 1 stehen und damit rein mengenmäßig das größte theoretische Einsparpotential aller Pestizidgruppen bieten. Unkräuter wie Hirsen im Mais oder auch der Ackerfuchsschwanz im Getreide führen immer wieder zu Ertragsminderungen und provozieren Herbizideinsatz. Da diese Schaderreger gegen einige Herbizide Resistenzen entwickelt haben, ist es wichtig zu wissen, wo sich resistente Unkrautpopulationen befinden. An dieser Stelle kann eine Kartierung resistenter Unkräuter helfen, um in betroffenen Regionen gezielt mit wirksamen Methoden die Ausbreitung der resistenten Unkräuter unterbinden zu können. Zudem kann bei Kenntnis von Herbizidresistenzen der Einsatz wenig wirksamer Herbizide und damit die Anwendung mehrerer Herbizide im Falle mangelnder Wirksamkeit beim ersten Versuch vermieden werden.

### Verbreitung von Unkräutern

In den Jahren 2019 und 2020 wurden nach der Periode der Herbizidanwendung landesweit insgesamt 581 Standorte auf Befall mit Ackerfuchsschwanz, Tresse, Windhalm und Hühnerhirse untersucht. Auf 348 Standorten wurde keines der gesuchten Unkräuter gefunden. Am häufigsten wurde Ackerfuchsschwanz (auf 233 Standorten) gefolgt von Trespen (auf 15 Standorten), gefolgt von Windhalm (auf 3 Standorten im Gutland) gefunden. Hühnerhirse wurde des Öfteren in der Vegetation zwischen Feldern gefunden, aber nur in einem Fall in einem Feld. Es lag in den Jahren 2019 und 2020 ein Gradient in der Verbreitung von Ackerfuchsschwanz vor, der von Südosten nach Nordwesten abnahm.

### Verbreitung von Herbizidresistenzen

Bei Ackerfuchsschwanz wurde in Gewächshausversuchen mit Keimlingen eine sehr weit verbreitete und starke Resistenz gegenüber dem Vertreter der K1 Hemmstoffe (Produkt Stomp Aqua® mit dem Wirkstoff Pendimethalin), eine moderate Resistenz gegenüber dem Vertreter der ALS Hemmstoffe (Produkt Sigma® Maxx) und eine schwache Resistenz gegenüber dem Vertreter der ACC Hemmstoffe (Produkt Axial®) festgestellt. Bei den wenigen Trespenvorkommen mit reifen und keimfähigen Samen wurde eine häufige Resistenz gegenüber Stomp Aqua® und Axial® festgestellt, nicht jedoch gegenüber Sigma® Maxx. In den wenigen reifen und keimfähigen Proben von Windhalm und Hühnerhirse wurde Resistenz gegenüber Stomp Aqua®, nicht jedoch gegenüber Axial® und Sigma® Maxx festgestellt. Liberator® (K3 Hemmstoff in Kombination mit F1 Hemmstoff) zeigte im Voraufbau bei allen bislang getesteten Proben eine gute bis sehr gute Wirkung.

Aus dieser Aktivität sind folgende Veröffentlichungen hervorgegangen:

Treer S, Colbus M, Steiger S, Eickermann M, Hoffmann L, Beyer M (2020): [Weed populations in the main cultures of Luxembourg: control options and monitoring in a complex environmental and political framework](#). Julius-Kühn-Archiv 464: 64-71.

## ARBEITSPAKET 4: UMFRAGE ZUM BEKANNTHEITSGRAD DES SENTINELLE-WARNDIENSTES UNTER LANDWIRTEN UND UMSETZUNG DES INTEGRIERTEN PFLANZENSCHUTZES

### Bekanntheitsgrad des Sentinel-Warndienstes

Es wurden Bekanntheitsgrad und Nutzung des Sentinel-Warndienstes unter Landwirten mit Hilfe eines Fragebogens erhoben. Es haben sich 108 Landwirte an der Umfrage beteiligt, wobei nicht alle Landwirte alle Fragen beantwortet haben. Betriebsschwerpunkte der Teilnehmer waren Viehzucht und Ackerbau, andere Betriebsschwerpunkte waren selten (6%). Es gab eine klare Tendenz zu vielgliedrigen Fruchtfolgen, insbesondere mit mehr als 5 Gliedern. Die Warndiensthinweise waren mit Abstand den meisten Landwirten aus dem Printmedium „de Letzeburger Bauer“ (fast 70%) bekannt, gefolgt von der Internetseite „agrimeteo.lu“ (18%), dem zusammen mit dem LTA betriebenen regionalen SMS Service (15%), der Mediathek der Landwirtschaftskammer (14%), der Internetseite „sortenversuche.lu“ (14%), email-Newslettern (8%), der Internetseite der Bauernzentrale (5%) und anderen Quellen (1%). 19% der Teilnehmer kannten den Sentinel-Warndienst nicht.

### Umsetzung von Elementen des integrierten Pflanzenschutzes

Die meisten Landwirte gaben an, den Sentinel-Empfehlungen oft zu folgen, 85% halten den Anbau resistenter Sorten für wichtig. Die Mehrheit der Teilnehmer gab an, regelmäßig oder vor jeder Saat zu pflügen. Die Anzahl der Fungizidspritzungen im Getreide und der Insektizidspritzungen im Winterraps, die von den Landwirten als notwendig angesehen wird, lag unter den mittleren Behandlungshäufigkeiten der Monitoringbetriebe aus dem deutschen PAPA Projekt. Neben den Sentinel-Bulletins gaben die Landwirte „eigene Beobachtungen“, „Beratung durch Händler“, „Wettervorhersagen“ und „unabhängige Berater“ als häufige Informationsquellen an. Die bisherigen Ergebnisse deuten auf eine immer noch hohe Bedeutung von Printmedien und eigenen Beobachtungen gegenüber digitalen Medien, eine relativ intensive Nutzung von Fruchtfolgen und Pflug zur Feldhygiene, sowie ein Bewusstsein für die Wichtigkeit resistenter Sorten hin.

Aus dieser Aktivität sind folgende Veröffentlichungen hervorgegangen:

Beyer M, Eickermann M, Hoffmann L, Engel J (2019): Bekanntheitsgrad und Nutzung des Sentinel-Warndienstes unter Landwirten: Vorläufige Umfrageergebnisse. De Letzeburger Bauer 29 – 19. Juli 2019: 9.

## ARBEITSPAKET 5: PROJEKTKOORDINATION

Im Rahmen der Projektkoordination wurde ein Subkontrakt mit der Universität Lüttich (Department of Environmental Science and Management) zur Ausführung von Arbeiten, für die das LIST keine Maschinen und Lagerkapazitäten hat, sowie zur Brechung von Arbeitsspitzen mit studentischen Hilfskräften geschlossen. Es wurden jährliche Berichte über den Stand der Arbeiten und erzielte Zwischenergebnisse verfasst und jeweils im Dezember beim Geldgeber eingereicht. Absprachen wurden in zahlreichen Treffen vor Ort, während der Covid-19 Epidemie verstärkt per email, Telefon und Videokonferenz getroffen. Während der Covid-19 Epidemie wurde die Projektkoordination von der Abteilung für Hygiene und Sicherheit durch die Bereitstellung von Leitfäden zur Vermeidung von Ansteckung, die Bereitstellung von Masken und Desinfektionsmitteln sowie von der Abteilung Infrastruktur durch die Bereitstellung zusätzlicher Fahrzeuge zur Einhaltung von Abstandsregeln unterstützt.