

# Publizierbarer Endbericht

Gilt für Studien aus der Programmlinie Forschung

## A) Projektdaten

Allgemeines zum Projekt	
<b>Kurztitel:</b>	RIMPEST
<b>Langtitel:</b>	Auswirkungen des Klimawandels auf potentielle Risiken wichtiger Schadinsekten für die Pflanzenproduktion in Österreich und damit verbundene Anpassungsoptionen
<b>Zitervorschlag:</b>	<i>Blümel, S., Eitzinger, J., Shala-Mayrhofer, V., Hann, P., Lalic, B., Sremac, A.F., Strauß, G., Wechselberger, K., Moyses, A., Kolkmann, K., Thaler, S., Trska, C., 2021. Projekt RIMPEST: Auswirkungen des Klimawandels auf potentielle Risiken wichtiger Schadinsekten für die Pflanzenproduktion in Österreich und damit verbundene Anpassungsoptionen</i>
<b>Programm inkl. Jahr:</b>	ACRP13, 2020
<b>Dauer:</b>	01.10.2021 bis 30.09.2024
<b>KoordinatorIn/ ProjekteinreicherIn:</b>	Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES), Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion
<b>Kontaktperson Name:</b>	Univ. Doz. DI Dr. Sylvia Blümel
<b>Kontaktperson Adresse:</b>	Spargelfeldstr. 191, A-1220 Vienna
<b>Kontaktperson Telefon:</b>	+43 (0) 664 4046658
<b>Kontaktperson E-Mail:</b>	sylvia.bluemel@ages.at
<b>Projekt- und KooperationspartnerIn (inkl. Bundesland):</b>	Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Institut für Meteorologie und Klimatologie; Landwirtschaftskammer Österreich (LKÖ); MELES- Consulting Engineers for Biology; University of Novi Sad, PFNS-Faculty of Agriculture, Serbia

Allgemeines zum Projekt	
<b>Schlagwörter:</b>	Thermophile Schadinsekten, Klimawandel, Pflanzenproduktion, Prognosemodelle, Risikoabschätzung
<b>Projektgesamtkosten:</b>	354613,30.- €
<b>Förderungssumme:</b>	299928,00.- €
<b>Klimafonds-Nr:</b>	KR20AC0K17957
<b>Erstellt am:</b>	03.12.2024

## B) Projektübersicht

### 1 Kurzfassung

(max. 2 Seiten, Sprache Deutsch)

Kurze Darstellung des Projekts, Zusammenfassung der wesentlichen Projektergebnisse qualitativ und quantitativ (bei Szenarien, Kostenanalysen, volkswirtschaftlichen Studien, Potenzialstudien sind ausgewählte numerischen Werte festzuhalten – in % sowie die Werte selbst).

Das Projekt RIMPEST zielte darauf ab, die zukünftigen witterungsbedingten Risiken von zehn ausgewählten, bedeutenden Schadinsekten für die wichtigsten Kulturpflanzen in Österreich systematisch für regionale Pflanzenbausysteme unter regionalisierten Klimaszenarien (ÖKS15) zu analysieren und bewerten.

Die untersuchten Schadinsekten umfassten zwei Traubenwicklerarten, die Amerikanische Rebzikade (Vektor des Grapevine flavescence dorée Erregers), zwei Obstschädlinge (Apfelwickler, Pflaumenwickler) und sechs Acker- und Gemüseschädlinge (Maiszünsler, Maikäfer, Westlicher Maiswurzelbohrer, Drahtwürmer, Baumwollkapselwurm und verschiedene Nanovirus-übertragende Blattlausarten).

Die Schädlingsrisiken für die Kulturpflanzen wurden entweder durch die Verwendung bestehender, bereits für Österreich kalibrierte Schädlingsmodelle oder mit bestehenden Schädlingsmodellen, die noch mit Daten aus Österreich validiert wurden, oder mit neuen Schädlingsmodellen abgeschätzt.

Ein Hauptergebnis von RIMPEST war die Erstellung eines umfassenden Überblicks über verfügbare österreichische Datenquellen und Datensätze, darunter Monitoringdaten zum Auftreten (Beobachtungsjahre, Standorte) der zehn ausgewählten Schadinsekten sowie zu den entsprechenden Erhebungsmethoden, Daten zur Phänologie ihrer Wirtspflanzen, qualitative und quantitative Schadensmeldungen und meteorologische Daten, verfügbare und evaluierte Algorithmen sowie erstmals in Österreich Links zu den entsprechenden Websites und Kontaktadressen. Basierend auf einer systematischen und umfassenden Literaturrecherche wurde auch eine Übersicht ausgewählter Prognosemodelle erstellt, die für eine weitere Anpassung, Verbesserung und Entwicklung für die ausgewählten Schadinsekten in Betracht gezogen wurden.

Im Hinblick auf die Validierung ausgewählter bestehender Prognosemodelle und ihre Verbesserung für österreichische Verhältnisse sowie die Entwicklung von neuen Schädlingsmodellen konnten für fünf der zehn ausgewählten Schadinsekten die Prognosemodelle verbessert (Weinrebe: Traubenwickler [*Lobesia botrana*, *Eupoecilia ambiguella*], Amerikanische Rebzikade [*Scaphoideus titanus*]; Apfel: Apfelwickler [*Cydia pomonella*]; Pflaume: Pflaumenwickler [*Grapholita funebrana*]; Kartoffel: Drahtwurm *Agriotes* sp.) oder neu entwickelt (Weinrebe: Traubenwickler andere Entwicklungsstadien) werden. Für die Maisschädlinge Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) und Westlicher Maiswurzelbohrer (*Diabrotica*

*virgifera virgifera*) sowie für die Blattlaus *Myzus persicae* (Ackerbohne, Erbse) wurden bestehende Modelle für die weiteren Simulationen bzw. Analysen (*Diabrotica*) verwendet. Für die drei Blattlausarten (*Aphis fabae*, *Acyrtosiphum pisum*, *Myzus persicae*) wurden verschiedene bestehende Prognosemodelle getestet, aber da wenige Monitoringdaten für das saisonale Erstauftreten zur Verfügung standen, zeigten die Modelle zum Teil eine geringe Prognosegüte oder konnten nicht validiert werden. Beim Baumwollkapselwurm (*Helicoverpa armigera*) zeigte das ausgewählte bestehende Prognosemodell mangels einer ausreichenden Anzahl geeigneter Modellparameter bei der Validierung eine geringe Prognosegüte. Für die Erstellung eines neuen Prognose-Modells für den Maikäfer (*Melolontha melolontha*) waren zu wenige geeignete Beobachtungsdaten vorhanden. Zusätzlich wurden beobachtete und erwartete Veränderungen des ersten saisonalen Auftretens der ausgewählten Schädlinge in Österreich auf Basis von Simulationen und Experteneinschätzungen für verschiedene Klimaszenarien zusammengestellt. Auf Basis der Monitoringdaten wurde für mehrere der untersuchten Schädlinge eine Verschiebung zu einem verfrühten saisonalen (Erst)auftreten von bis zu sieben Tagen in den letzten Jahrzehnten (1980-2020) festgestellt. Die Simulationsläufe ausgewählter geeigneter Schädlingsmodelle zeigten, dass für die nächsten Dekaden (2021-2050) mehrere Zielarten im Vergleich zu 2003-2022 einen geringfügig (wenige Tage) früheren simulierten Erstauftritt im Frühjahr aufweisen als in der Periode mit fortschreitender Erwärmung (2071-2100) mit durchschnittlich 5-20 Tagen je nach Art in allen angewandten Klimamodellen (Ensemblemittel). Die Unterschiede im simulierten ersten Auftreten von Schädlingen zwischen den beiden Emissionsszenarien RCP4.5 (geringe Erwärmung) und RCP8.5 (starke Erwärmung) wurden erst im Zeitraum 2071-2100 deutlich.

Die Projektergebnisse wurden durch Präsentationen vor verschiedenen Nutzer- und Interessengruppen sowohl auf nationalen und europäischen wissenschaftlichen Veranstaltungen zu den Themen Pflanzenbau, Pflanzenschutz und Meteorologie als auch durch nutzerorientierte (Beratungsdienste und Landwirte) Fachveranstaltungen für verschiedene wichtige Zielkulturen wie Weinreben, Obst, Kartoffeln und Gemüse bekannt gemacht. Zusätzlich wurde die österreichweite Pflanzenschutzwarndienst-Plattform der LKÖ und AGES genutzt, um Teile der Projektergebnisse zu präsentieren und zu diskutieren (Wissenstransfer). Weiters wurden Artikel in verschiedenen Fach- und Wissenschaftszeitschriften veröffentlicht, ein Projektvideo <https://rimpest.boku.ac.at/RIMPEST.mp4> produziert und eine Projektwebsite <https://rimpest.boku.ac.at/> eingerichtet.

## 2 Executive Summary

(max. 2 Seiten, Sprache Englisch)

Siehe oben.

The RIMPEST project aimed to systematically analyse and evaluate the future weather-related risks of ten selected, important insect pests for the most important crops in Austria for regional crop production systems under regionalised climate scenarios (ÖKS15).

The insect pests studied included two grape moth species, the American grapevine cicada (vector of the grapevine flavescence dorée pathogen), two fruit pests (codling moth, plum fruit moth) and six arable and vegetable pests (European corn borer, European corn weevil, western corn rootworm, wireworms, cotton bollworm and various nanovirus-transmitting aphid species).

The pest risks for the crops were estimated either by using existing pest models already calibrated for Austria or with existing pest models that were validated with data from Austria, or with new pest models.

One main result of RIMPEST was the establishment of a comprehensive overview of available Austrian data sources and data sets, including monitoring data on the occurrence (years of observation, locations) of the ten selected insect pests, as well as of related survey methods, data on the phenology of their host plants, qualitative and quantitative damage reports and meteorological data, available and evaluated algorithms as well as links to the relevant websites and contact addresses for the first time in Austria. Based on a systematic and comprehensive literature review, an overview of selected forecasting models that were considered for further adaptation, improvement and development for the selected insect pests was also compiled.

With regard to the validation of selected existing forecasting models and their improvement for Austrian conditions as well as the development of new pest models for five of the ten selected insect pests in key crops in Austria forecasting models were improved (grapevine: grape moth [*Lobesia botrana*, *Eupoecilia ambiguella*], American grapevine leafhopper [*Scaphoideus titanus*]; apple: codling moth [*Cydia pomonella*]; plum: plum fruit moth [*Grapholita funebrana*]; potato: wireworm *Agriotes* sp.) or newly developed for different developmental stages (grapevine: grape moth). For the maize pests European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) and Western corn root borer (*Diabrotica virgifera virgifera*) as well as for the aphid *Myzus persicae* (broad bean, pea) existing models were used for the further simulations or analysis (*Diabrotica*). Various existing forecasting models were tested for the three aphid species (*Aphis fabae*, *Acyrtosiphum pisum*, *Myzus persicae*), but as little monitoring data was available for seasonal first emergence, some of the models showed poor forecasting quality or could not be validated. In the case of the bollworm (*Helicoverpa armigera*), the selected existing prediction model showed a low prediction quality during validation due to a lack of a sufficient number of suitable model parameters. Too little suitable observation data was

available to create a new prediction model for the cockchafer (*Melolontha melolontha*). Additionally observed changes and expected changes based on simulations and expert assessment under climate scenarios in the first seasonal occurrence of the selected pests in Austria were compiled. On the basis of the monitoring data a shift towards a premature seasonal occurrence of up to seven days during the last decades (1980-2020) was found for several of the investigated pests. The simulation runs of selected suitable pest models showed that for the next decades (2021-2050), several target species show a slight (few days) earlier simulated first emergence in spring compared to 2003-2022 than in the period with progressive warming (2071-2100) with an average of 5-20 days depending on the species in all applied climate models (ensemble mean). The differences in the simulated first appearance of pests between the two emission scenarios RCP4.5 (low warming) and RCP8.5 (high warming) only became apparent in the period 2071-2100.

The project results were disseminated through presentations to various user and stakeholder groups both at several national and European scientific events related to plant production, plant protection and meteorology and via user-oriented (extension services and farmers) specialist events for different important target crops such as grapevines, fruits, potatoes and vegetables. Additionally, the Austrian nationwide plant pest alert service platform (plant protection warning services) of LKÖ and AGES were used to present and discuss (knowledge transfer) parts of the project output. Furthermore, articles were published in various specialist and scientific journals, a project video <https://rimpest.boku.ac.at/RIMPEST.mp4> was produced, and a project website <https://rimpest.boku.ac.at/> installed.

### 3 Hintergrund und Zielsetzung

(max. 2 Seiten) Beschreibung von Ausgangslage, Aufgabenstellung und Zielsetzung.

Durch die Klimaerwärmung werden die von Schadinsekten verursachte Risiken für die nachhaltige Pflanzenproduktion aufgrund von erhöhtem Schädlingsdruck und damit verbundenen Ernteaussfällen in den nächsten Jahrzehnten weltweit steigen. Mehrere internationale Studien haben die potenzielle Veränderung der Risiken für die Pflanzenproduktion durch bestimmte Schädlingsarten oder -familien unter den Bedingungen des Klimawandels untersucht.

Zusätzliche Risiken für die Pflanzenproduktion ergeben sich aufgrund der verpflichtenden Anwendung des integrierten Pflanzenschutzes (EU-Direktive 2009/128/EC) bei gleichzeitig eingeschränkter Verfügbarkeit dafür geeigneter Pflanzenschutzmaßnahmen. Daraus ergibt sich eine erhöhte Notwendigkeit für die möglichst präzise und effiziente Prognose des Schädlingsauftretens, um frühzeitig genaue Termine für das Monitoring und ggfs. notwendige Behandlungsmaßnahmen bestimmen zu können.

Zu den erwarteten Risiken durch neue invasive, wirtschaftlich bedeutende Schaderreger werden für Europa (Europäische Union und EPPO-Region; <https://www.eppo.int/>) regelmäßig standardisierte Risikoanalysen (PRAs) u.a. im Zusammenhang mit dem Klimawandel für die Pflanzengesundheit durchgeführt (EFSA; <https://www.efsa.europa.eu/en> und national), die auch für Österreich Gültigkeit haben.

Für bereits in Österreich vorhandene Schadinsekten gab es allerdings vor RIMPEST noch keine umfassenden, systematischen Studien. Außerdem lagen bisher zu diesen zukünftigen Risiken durch thermophile Schadinsekten im Zusammenhang mit regional vorherrschenden pflanzlichen Produktionssystemen unter regionalisierten Klimaszenarien (ÖKS-Szenarien; <https://klimaszenarien.at/oeks-15/>) für Österreich keine Studien vor. Deshalb war das Ziel von RIMPEST zukünftige wetterbedingte Risiken aufgrund des Klimawandels durch zehn wichtige Schadinsekten für die Produktion bedeutender landwirtschaftlicher Nutzpflanzen in Österreich unter regionalisierten ÖKS15-Klimaszenarien abzuschätzen.

Geeignete Daten zur Abschätzung zukünftiger Risikotrends unter sich ändernden Klimabedingungen können durch Anwendung von Schädlingsmodellen aus bereits überwachten Schadinsekten gewonnen werden. In Österreich gab es entsprechende Daten aus gut etablierten, langjährigen Monitoring-Aktivitäten für verschiedene Schadinsekten in Verbindung mit saisonalen Prognosen für den Integrierten Pflanzenschutz.

Das erste Projektziel bestand im Aufbau einer Datenbank mit relevanten Nutzpflanzen-, Schädlings-, Klima- und Wetterdaten für die anschließende Analyse und Modellierung. Für das zweite Projektziel wurden bestehende Schädlingsmodelle für die ausgewählten Schadinsekten validiert und für österreichische Verhältnisse verbessert und gegebenenfalls neue Schädlingsmodelle unter Verwendung von Langzeitbeobachtungsdaten aus standardisierten Vorhersagebeobachtungen in Österreich entwickelt. Das dritte Ziel umfasste die Analyse und Simulation von Trends im Schädlingaufreten für regionale Pflanzenbausysteme unter den regionalisierten ÖKS-Klimaszenarien in ausgewählten Fallstudien. Das vierte Ziel war eine nutzerorientierte Verbreitung der Fallstudienresultate, mit lokal repräsentativen und artspezifischen Informationen für Anpassungsstrategien im Pflanzenschutz wie z.B. eine langfristige, angepasste Anbauplanung, Züchtung und Bewirtschaftung und verbesserte oder neue Vorhersageoptionen und Entscheidungshilfesysteme für die Schädlingbekämpfung.

## 4 Projektinhalt und Ergebnis(se)

(max. 20 Seiten)

Darstellung des Projektes, der Ziele und der im Rahmen des Projektes durchgeführten Aktivitäten. Darstellung der wesentlichen Arbeitspakete und Aktivitäten. Präsentation der Projektergebnisse.

Das erste Projektziel war der Beitrag zum Aufbau einer Datenbank (öffentlich zugängliche Daten eingepflegt in den Geosphere Austria Data Hub <https://data.hub.geosphere.at/>) für die Forschung über thermophile Schadinsekten in Österreich, die unter anderem verfügbare Daten über die Schädlinge, das Klima, das Wetter, Schädlingsmodelle und gemeldete (wetterbedingte) Schädlingsschäden an Kulturpflanzen sowie Metainformationen über geschützte Datenquellen für verwandte Forschungsaktivitäten enthalten soll. Das zweite Projektziel war die Validierung und Verbesserung bestehender Schädlingsmodelle für ausgewählte Zielinsekten für österreichische Verhältnisse und gegebenenfalls die Erstellung neuer Schädlingsmodelle unter Verwendung von Langzeitbeobachtungsdaten aus standardisierten Vorhersagebeobachtungen in Österreich. Für jene Schädlingsmodelle, die für Simulationen von Schädlingstrends unter Klima- und Anbauszenarien verwendet wurden, wurden Validierungen in ausgewählten Fallstudienregionen mit verfügbaren Monitoringdaten durchgeführt. Das dritte Projektziel umfasste die Analyse und Simulation von Trends im Schädlingsauftreten für regionale Pflanzenbausysteme unter den regionalisierten ÖKS15- Klimaszenarien, basierend auf den in österreichischen Fallstudienregionen getesteten Schädlingsmodellen. Ein Ensemble von regionalisierten österreichischen Klimaszenarien (ÖKS) wurde verwendet, um die Bandbreite zukünftiger potenzieller Schädlingsrisiken in den verschiedenen österreichischen Anbauregionen abzuschätzen.

Das vierte Projektziel war eine nutzerorientierte Verbreitung der Projektergebnisse, mit lokal repräsentativen und artspezifischen Informationen für Anpassungsstrategien im Pflanzenschutz. Diese beinhalten zum Beispiel eine langfristige, angepasste Anbauplanung, Züchtung und Bewirtschaftung, um langfristige Risiken zu vermindern. Dieser Aspekt war wichtig, da die Entscheidungen der Stakeholder (u.a. Landwirte) in Bezug auf Anbauplanung und Anbaumanagement sowie Schädlingsbekämpfungsoptionen entscheidend für eine erfolgreiche Anpassung, an die sich ändernden Schädlingsrisiken in Österreich sind. Ein besseres Bewusstsein für die zugrundeliegenden Prozesse, die das Schädlingsrisiko bestimmen, sollte auch dazu beitragen, Empfehlungen für Anpassungen umzusetzen und entsprechende politische Aktivitäten zu unterstützen. Für die verschiedenen Nutzergruppen wurden Hintergrundinformationen und zugängliche Forschungsdaten sowie Schulungsmaterialien über verbesserte oder neue Vorhersageoptionen und Entscheidungshilfesysteme für die Schädlingsbekämpfung erstellt, die z.B. verschiedene Anbauszenarien unter veränderten klimatischen Bedingungen berücksichtigen.

Im ersten Arbeitspaket wurde erstmalig für Österreich eine umfassende Übersicht von verfügbaren Datenquellen, Datensätzen und Erhebungsmethoden erstellt, die u.a. Monitoring-Daten zum Auftreten (Beobachtungsjahre, Standorte) der 10 ausgewählten Schadinsekten, Daten zur Phänologie ihrer Wirtspflanzen, qualitative und quantitative Schadensberichte und meteorologische Daten, verfügbare und evaluierte Algorithmen, sowie Links zu den entsprechenden Webseiten und Kontaktadressen umfaßt. Anhand der durchgeführten umfassenden Literaturrecherche konnte eine Übersicht ausgewählter Prognosemodelle, die weiterbearbeitet werden sollten, für die 10 Schadinsekten erstellt werden. Sieben verschiedene, artspezifische Monitoringmethoden (u.a. Pheromonfallen, Käfige, Gelbfallen, visuelle Inspektion) wurden für Erhebung der unterschiedlichen Datengruppen (u.a. Anzahl und Zeitpunkt des Auftretens verschiedener Entwicklungsstadien, Anteil geschädigten Erntegutes) identifiziert. Pro Schädlingsart wurden zwischen 1 und 5 Prognosemodelle (acht Modelltypen) für die weitere Bearbeitung ausgewählt.

Im zweiten Arbeitspaket wurden ausgewählten bestehende Prognosemodelle validiert und für österreichische Verhältnisse verbessert und neue Schädlingsmodelle unter Verwendung von Langzeitbeobachtungsdaten aus standardisierten Vorhersagebeobachtungen in Österreich entwickelt. Für fünf der zehn ausgewählten Schadinsekten konnten Prognosemodelle verbessert oder neu entwickelt werden.

Für den Apfelwickler (*C. pomonella*) konnte ein bestehendes multiples nicht-lineares Regressionsmodells mit den österreichischen Monitoringdaten verbessert werden (Abb.1).

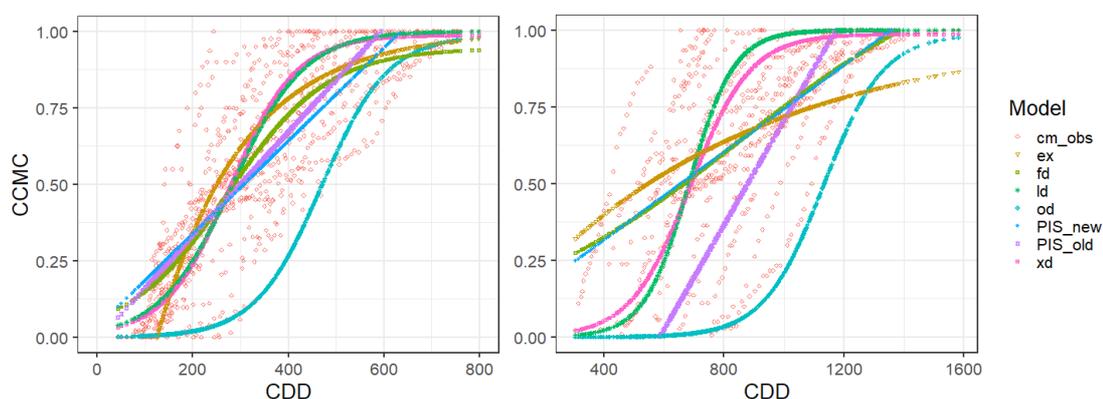


Abb. 1: Kumulative *C. pomonella* Fänge (CCMC) der ersten Generation in Käfigen (%) (links) und der zweiten Generation (rechts) beobachtet (red points) und berechnet mit fünf fitted models (ex, fd, ld, PIS\_new, xd); old linear (PIS\_old) and original Damos et al. (2018) model (od).

Ein neues multiples lineares Regressionsmodell wurde kalibriert und validiert, um das erste saisonale Auftreten der ersten Generation des Pflaumenwicklers (*G. funebrana*) vorherzusagen (Abb. 2).

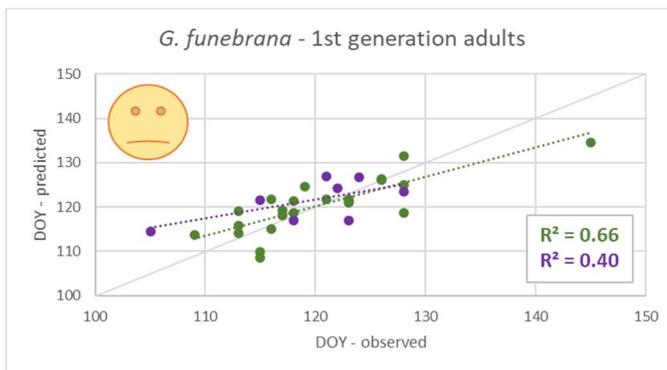


Abb. 2: Lineare Regression beobachteter und prognostizierter (MLR-Modelle) day of year (DOY) des Erstauftritts der Adulten der ersten Generation *G. funebrana* (1980- 2022).

Für die Prognose des Erstauftritts aller Entwicklungsstadien beider Generationen der beiden Traubenwicklerarten (*L. botrana*, *E. ambiguella*) wurden bestehende Versionen eines multiplen linearen Regressionsmodells adaptiert und neue Modelle mit höherer Prognosegüte entwickelt (Abb. 3).

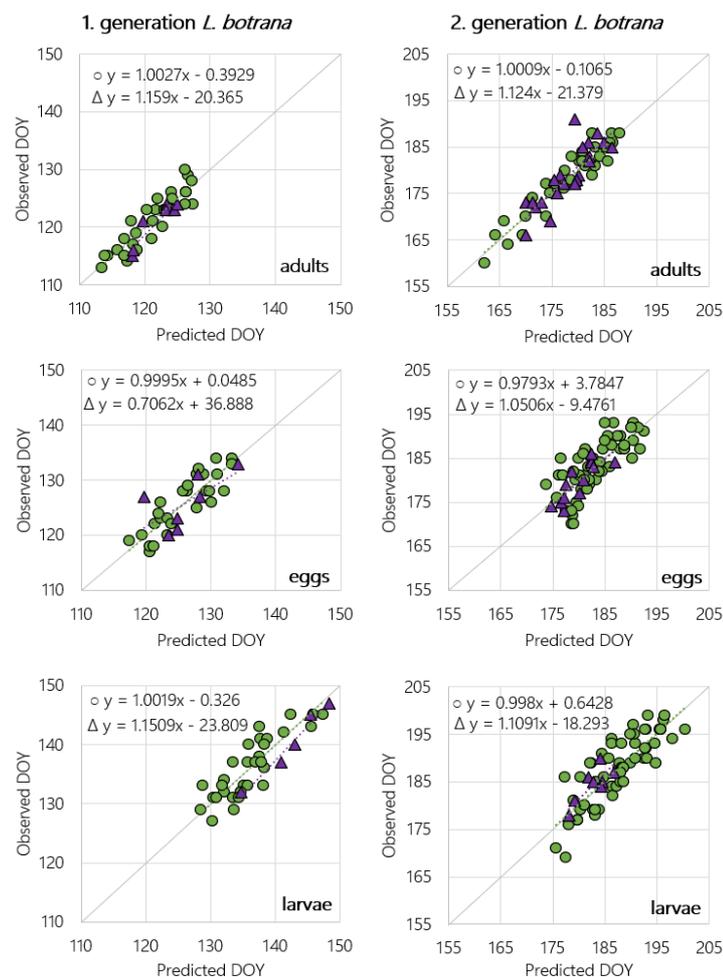


Abb. 3: Lineare Regression zwischen beobachteten und prognostizierten DOYs der neu entwickelten MLR-Modelle für die Vorhersage des Erstauftritts von *L. botrana* Adulten/ Eiern/Larven der 1<sup>st</sup>/2<sup>nd</sup> Generation (● Kalibrierungsdaten & ▲ Validierungsdaten)

Die weitergeführte Validierung des multiplen linearen Regressionsmodells für die Amerikanische Rebzikade (*S. titanus*) ergab eine verbesserte (hohe) Vorhersagegenauigkeit für das 1. und für das 3. Nymphenstadium.

Für den Drahtwurm (*Agriotes* sp.) wurde das bestehende AGROFORECAST Model mit neuen Daten zum Schadensausmaß verbessert.

Für den Maiswurzelbohrer (*D. v. virgifera*) wurde kein neues geeignetes Prognosemodell der Schädlingsentwicklung gefunden bzw. entwickelt, jedoch publizierte Ergebnisse eines Modells zu Wahrscheinlichkeiten der Populationsdichte unter Klimaszenarien u.a. übernommen.

Für den Maiszünsler (*O. nubilalis*) wurden zwei bestehende Modelle getestet, die aber nur eine geringe Prognosegüte aufwiesen.

Für die drei Blattlausarten (*A. fabae*, *A. pisum*, *M. persicae*) wurden verschiedene bestehende Prognosemodelle getestet, aber da wenige Monitoringdaten für das saisonale Erstauftreten zur Verfügung standen, zeigten die Modelle zum Teil eine geringe Prognosegüte oder konnten nicht validiert werden. Beim Baumwollkapselwurm (*H. armigera*) zeigte das ausgewählte bestehende Prognosemodell mangels einer ausreichenden Anzahl geeigneter Modellparameter bei der Validierung eine geringe Prognosegüte. Für den Maikäfer (*M. melolontha*) konnte das geplante neue Modell für das Erstauftreten der adulten Tiere nicht erstellt werden, da keine Daten über das Auftreten unter milden Winterbedingungen vorlagen.

Im dritten Arbeitspaket wurden vergangene und zukünftige phänologische Trends im Schädlingsauftreten für regionale Pflanzenbausysteme unter den regionalisierten Klimaszenarien (RCP4.5 und RCP 8.5 Klimaszenarios & ÖKS15 Projektionen) mithilfe der validierten Schädlingsalgorithmen simuliert und analysiert. Potenzielle künftige Hotspots des Schädlings-Auftretens und klimabedingter Schädlingsrisiken wurden mithilfe des GIS-Modells ARIS (Agricultural Risk Information System) identifiziert und im Rasterformat räumlich für Österreich dargestellt.

Dazu wurden auch beobachtete und erwartete Veränderungen des ersten saisonalen Auftretens der ausgewählten Schädlinge in Österreich auf Basis von Monitoringdaten der vergangenen Jahrzehnte sowie Simulationen und Experteneinschätzungen unter Klimaszenarien zusammengestellt. Auf der Grundlage der Monitoringdaten wurde für mehrere der untersuchten Schädlinge *E. ambiguella*, *L. botrana*, *C. pomonella*, *G. funebrana* eine Verschiebung hin zu einem vorzeitigen saisonalen Auftreten von bis zu sieben Tagen in den letzten Jahrzehnten (1980-2020) festgestellt. Bei *S. titanus* hat sich auf der Grundlage der Überwachungsdaten (2013-2023) das erste Auftreten des ersten Nymphenstadiums um durchschnittlich 5 Tage nach vorne verschoben, und jenes des dritten Nymphenstadiums um durchschnittlich 2 Tage.

Die Simulationsläufe der validierten Schädlingsmodelle zeigten, dass für die nächsten Jahrzehnte (2021-2050) mehrere Zielarten im Vergleich zu 2003-2022 einen geringfügig (wenige Tage) früheren simulierten Erstauftritt im Frühjahr aufweisen als in der Periode mit fortschreitender Erwärmung (2071-2100) mit durchschnittlich 5-20 Tagen je nach Art in allen angewandten Klimamodellen

(Ensemblemittel). Die Unterschiede im simulierten ersten Auftreten von Schädlingen zwischen den beiden Emissionsszenarien RCP4.5 (geringe Erwärmung) und RCP8.5 (starke Erwärmung) werden erst im Zeitraum 2071-2100 deutlich.

Die beiden Traubenwicklerarten (*L. botrana*, *E. ambiguella*) zeigen je nach Art und Standort für die beiden gewählten Klimaszenarien für den Zeitraum 2021-2050 ein verfrühtes Erstaufreten der 1. Generation des Traubenwicklers von bis zu zwei Tagen im Vergleich zu 2003-2022 und für den Zeitraum 2071-2100 zwischen vier und zehn Tagen in den für den Weinbau potentiell klimatisch geeigneten Regionen (potentiell neue Anbauggebiete v. a. entlang der Donau in Oberösterreich). Abb. 4 zeigt am Beispiel von *L. botrana* das simulierte räumliche Erstaufreten für 2 Klimamodelle für das Emissionsszenario RCP8.5 für die zwei zukünftigen Zeitperioden (2021-2050 und 2071-2100) über Österreichs potenzielle Weinanbauregionen. Berücksichtigt ist dabei die Ausdehnung der klimatisch geeigneten Anbauregionen für Wein aufgrund von Temperatursummen (HUGLIN Index, ohne Berücksichtigung zu hoher (> 1000 mm Jahresniederschlag) Niederschläge als limitierenden Faktor). Weitere Detailergebnisse räumlicher Darstellungen sind im Geosphere Data Hub zugänglich.

European grapevine moth (*Lobesia botrana*) - First occurrences of 1<sup>st</sup> generation adults

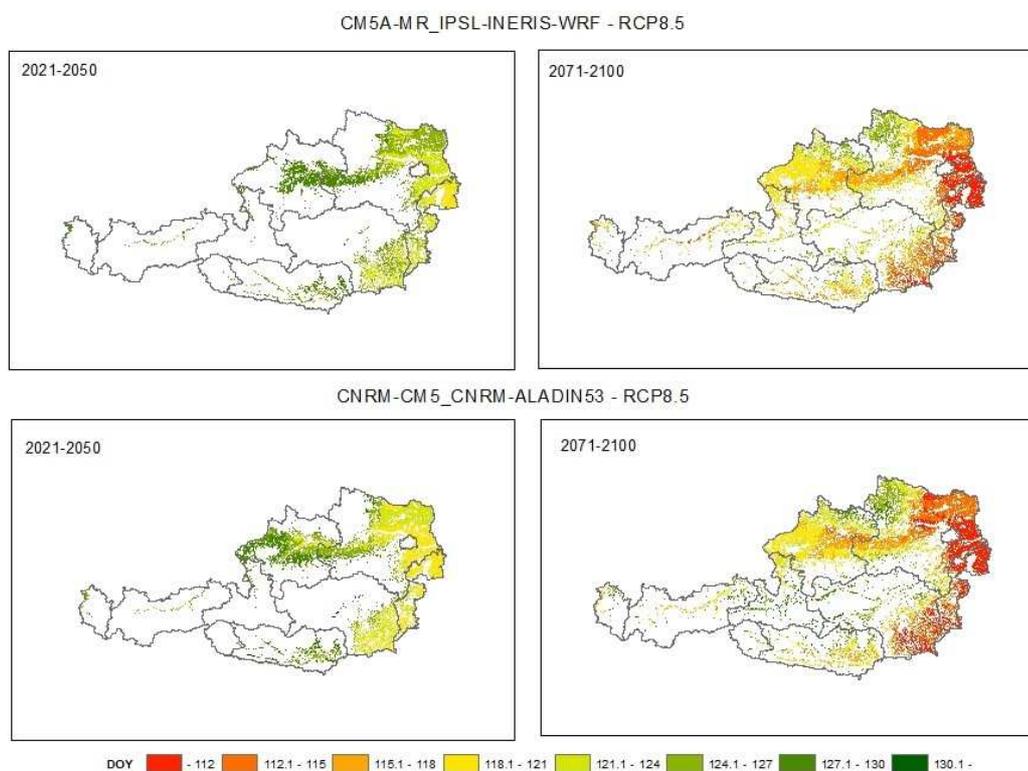


Abb. 4: Simuliertes räumliches Erstaufreten von 2 Klimamodellen für das Emissionsszenario RCP8.5 für die zwei zukünftigen Zeitperioden 2021-2050 und 2071-2100 über Österreichs potenzielle Weinanbauregionen (DOY: Tag des Jahres des Erstauftretens)

Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich bei der Amerikanischen Rebzikade (*S. titanus*) unter den Klimaszenarien (Ensemblemittel aller Modellläufe) für das erste Nymphenstadium (kaum Veränderung für den Zeitraum 2021-2050 und für den Zeitraum 2071-2100 ein 5 bis 10 Tage früheres erstes Auftreten) und für das dritte Nymphenstadium (kaum Veränderung für den Zeitraum 2021-2050 und für den Zeitraum 2071-2100 ein 5 bis 9 Tage früheres erstes Auftreten). Detailergebnisse räumlicher Darstellungen sind im Geosphere Data Hub zugänglich.

Auch beim Pflaumenwickler (*G. funebrana*) wird die Entwicklung in ganz Österreich nach allen verwendeten Klimaszenarien und Zeiträumen beschleunigt (kaum Veränderung für den Zeitraum 2021-2050 und 4 bis 6 Tage früheres erstes Auftreten für den Zeitraum 2071-2100) (Abb. 5). In den Niederungen des Donauraums sowie im Osten und Süden Österreichs wird es in Zukunft jedoch im Durchschnitt zu einem vergleichsweise stärkeren früheren Erstauftreten kommen. Detailergebnisse räumlicher Darstellungen sind im Geosphere Data Hub zugänglich.

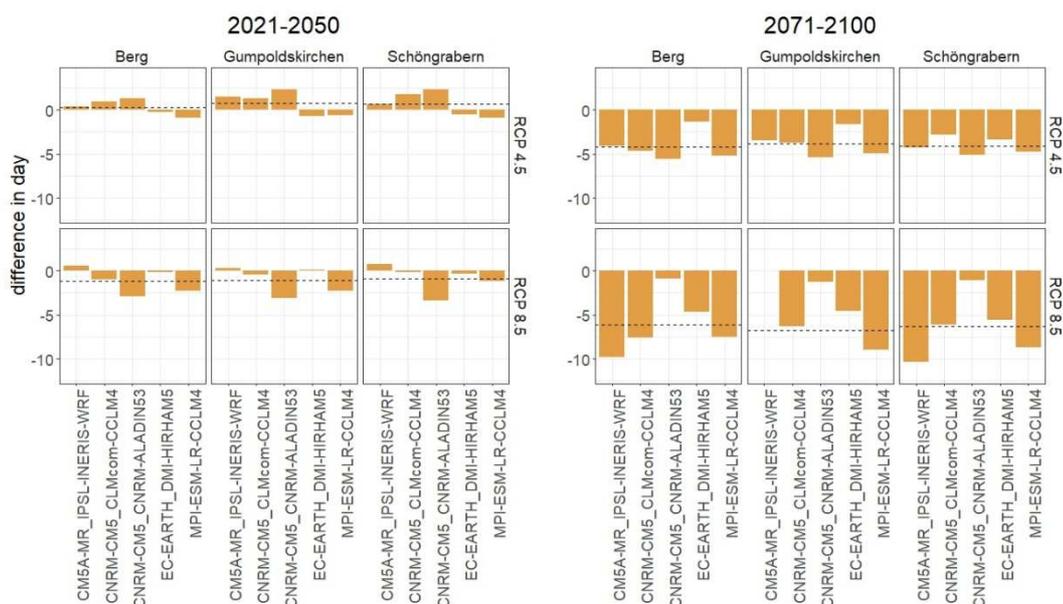


Abb. 5: Abweichungen beim ersten Tag des Auftretens in Berg, Gumpoldskirchen und Schöngrabern zwischen 2021-2050 vs. 2003-2022 und 2075-2100 vs. 2003-2022: Ensemble-Mittelwert aller verwendeten 5 Klimamodelle (schwarze gestrichelte Linien) und Ergebnisse der einzelnen Klimamodelle (Balken).

Beim Apfelwickler (*C. pomonella*) beschleunigt sich die Entwicklung in allen verwendeten Klimaszenarien und Zeiträumen relativ gleichmäßig über ganz Österreich (1-4 Tage früheres erstes Auftreten für den Zeitraum 2021-2050 und 8 bis 20 Tage früheres erstes Auftreten für den Zeitraum 2071-2100). Im Durchschnitt wird es aber im Westen Österreichs in Zukunft ein etwas stärkeres verfrühtes Erstauftreten geben. Detailergebnisse räumlicher Darstellungen sind im Geosphere Data Hub zugänglich.

Für den Drahtwurm (*Agriotes* sp.) muss nach den Projektergebnissen und ersten Simulationen eines validierten Regionalmodells mit einer weiteren Zunahme des Risikos hoher Drahtwurmschäden im Kartoffelanbau in der Modellregion

Nordost-Österreich („Weinviertel“) aufgrund der globalen Erwärmung gerechnet werden.

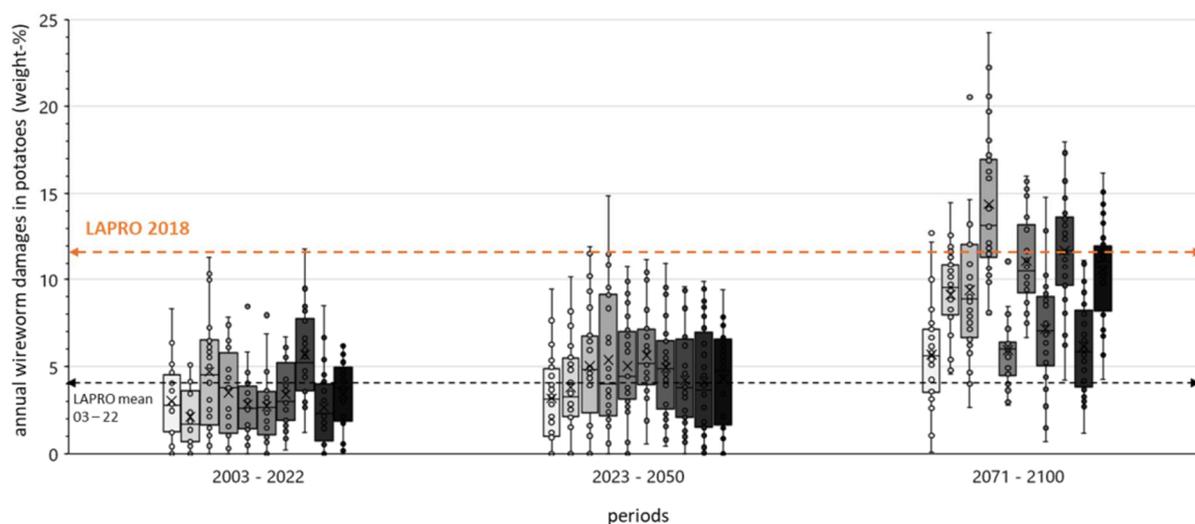


Abb. 6: Boxplots zum Vergleich der Drahtwurmschäden an Kartoffeln im Raum Schöngrabern/Niederösterreich (Region „Weinviertel“) in drei mit dem RIMPEST-LAPRO-Submodell „Tage 5 - 300“ simulierten Zeiträumen auf Basis von zehn ausgewählten Klimaszenarien des ÖKS15-Szenariensatzes; gültig für frühe - mittelfrüh reifende Kartoffelsorten, konventionelle und biologische Produktion; gestrichelte schwarze Linie = tatsächliches Schadensniveau im Zeitraum 2003 - 2022, berechnet mit LAPRO-Daten; gestrichelte orange Linie = Schadensniveau im Ausnahme-Schadensjahr 2018, berechnet mit LAPRO-Daten.

Das Verbreitungsgebiet des Westlichen Maiswurzelbohrers (*D. v. virgifera*) hat mittlerweile seine maximale Ausdehnung erreicht. Die Hotspots liegen in der Südsteiermark und in der Region um St. Pölten. In für die Käfer günstigen Jahren können aber auch größere Flächen im Donauraum und im Murtal stärker geschädigt werden. In Zukunft könnte der Klimawandel mit höheren Jahrestemperaturen möglicherweise dazu beitragen, dass Oberösterreich für den Maiswurzelbohrer attraktiver wird.

Der Maiszünsler (*O. nubilalis*) hat sich bereits stark ausgebreitet. Es ist jedoch möglich, dass er durch den Klimawandel in einigen Gebieten (z.B. in Oberösterreich) an Bedeutung gewinnen könnte. Vor allem höhere Temperaturen im Frühjahr und Herbst würden sich positiv auf die Entwicklung des Maiszünslers auswirken und bei unzureichender Feldhygiene/Bekämpfung möglicherweise zu mehr Schäden führen.

Im Falle des Maikäfers (*M. melonontha*) konnte kein Modell erfolgreich für die Anwendung unter Klimaszenarien validiert werden. Generell wird der Maikäfer aufgrund der Erwärmungstendenz sicherlich früher im Jahresverlauf auftreten, wie bereits nach dem extrem warmen Winter 2022/23 beobachtet. Es ist auch davon auszugehen, dass das Schadenspotenzial vor allem für die Larven zunimmt, wenn sich die Entwicklungszeit in einigen Regionen von 4 auf 3 Jahre verkürzt, solange in diesen Gebieten „Schwärmjahre“ auftreten.

Der Baumwollkapselwurm (*H. armigera*) ist ein wandernder Schmetterling, bei dem der Flug besonders schwer zu simulieren ist. Für andere Länder gibt es Modelle, die die gesamte Geographie berücksichtigen, aber noch nicht für Österreich. Ein früheres Auftreten ist wahrscheinlich auf ein früheres Ende der

Winterdiapause oder einen früheren Flug zurückzuführen. Durch eine verlängerte Vegetationsperiode kann sich eine zusätzliche Generation zur Überwinterungspuppe entwickeln, was vor allem im Gemüseanbau ein zusätzliches Schadenspotenzial eröffnet.

Bei den Blattlausarten ist aufgrund ihres bereits weit verbreiteten Vorkommens in Ackerbauregionen keine weitere Ausbreitung möglich. Andererseits ist ein potenziell früheres Auftreten aller Arten bzw. ein früherer Virusnachweis zu erwarten, ebenso wie eine ausgeprägtere „Sommerruhe“. Dieses zeigt ein durchschnittlich etwa 2 Tage früheres erstes Auftreten für den Zeitraum 2021-2050 und ein durchschnittlich 6 bis 16 Tage früheres erstes Auftreten für den Zeitraum 2071-2100.

### Gesamteinschätzung zukünftiger Trends im Schädlingsauftreten und empfohlener Maßnahmen

Die steigenden Temperaturen in den derzeitigen Weinbauregionen werden zu einer Verschiebung der Phänologie der beiden Traubenwicklerarten führen und zumindest *L. botrana* wird in Zukunft in allen österreichischen Weinbauregionen jährlich mit einer dritten Generation statt der üblichen zwei Generationen auftreten. Das erste Auftreten der beiden Traubenwicklerarten wird sich voraussichtlich um einige Tage nach vorne verschieben, vor allem wenn die Winter- und Frühjahrstemperaturen steigen. Das zukünftige Schadenspotenzial der beiden Traubenwicklerarten hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z.B. von der Auswirkung steigender Temperaturen auf die Wirksamkeit der Verwirrungsmethode mit Pheromonen, die derzeit hauptsächlich zur Bekämpfung eingesetzt wird, oder vom wirtschaftlich bedeutenden Sekundärbefall mit Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) bzw. den anderen zur Verfügung stehenden Pflanzenschutzmaßnahmen. Es besteht Daten- und Forschungsbedarf, um das Auftreten einer dritten Generation beider Traubenwicklerarten zu erfassen und das zukünftige Schadenspotenzial genauer abzuschätzen.

Das künftige Auftreten des Apfelwicklers (*C. pomonella*) wird durch veränderte Temperaturen (Spätfrost, erhöhte Temperaturen), die Sortenwahl und die Verfügbarkeit von Bekämpfungsmaßnahmen beeinflusst. Zu erwarten sind ein höherer Anteil an Überwinterungsstadien, ein früheres Auftreten, eine schnellere Generationsentwicklung und möglicherweise eine weitere Generation (3. Generation) pro Jahr. Aufgrund der zu erwartenden Klimaerwärmung sind auch Probleme mit der derzeit eingesetzten Verwirrungsmethode (Pheromone) zu erwarten, wenn die Pheromonmengen und Dispenser (Trägermaterial) nicht angepasst werden, da es zu einer schnelleren Freisetzung der Pheromone und einer reduzierten Wirkungsdauer über die betroffene Vegetationsperiode kommen kann, mit einem längeren Auftreten des Apfelwicklers (mehr Generationen) und einer wahrscheinlich verlängerten Vegetationsperiode. Außerdem könnte der Befall in einem Ausmaß zunehmen, das mit der Verwirrungstechnik nicht ausreichend reduziert werden könnte und den Einsatz anderer, alternativer Pflanzenschutzmaßnahmen im Rahmen eines integrierten Pflanzenschutzkonzeptes erfordern würde.

Aufgrund der erwarteten Klimaerwärmung ist in Österreich mit einem früheren Auftreten des Pflaumenwicklers (*G. funebrana*) und einer schnelleren Generationsentwicklung zu rechnen. Das zukünftige Auftreten wird nicht nur durch die veränderten Temperaturen (Spätfrost, höhere Temperaturen) beeinflusst, sondern auch durch die Sortenwahl und die Verfügbarkeit von Bekämpfungsmaßnahmen. Da sich die 2. und 3. Generation oft überschneiden, können die Generationen kaum getrennt erfasst werden, was eine genaue Vorhersage des ersten Auftretens der Entwicklungsstadien dieser beiden Generationen und auch den gezielten Einsatz von mechanischen, biotechnischen, biologischen und/oder chemischen Bekämpfungsmaßnahmen erschwert. Die Überschneidung der einzelnen Generationen wird mit der globalen Erwärmung zunehmen. Dies könnte den wirtschaftlichen Schaden für spät reifende Sorten erhöhen.

Aufgrund der durch die Klimaerwärmung verbesserten Entwicklungsbedingungen für *Agriotes* sp. (Drahtwurm) in Kombination mit reduzierter Bodenbearbeitung und vermehrtem Zwischenfruchtanbau ist mit einer weiteren Zunahme des Schadenspotenzials im Kartoffelanbau in Nordostösterreich und der Ausbreitung des Hauptschädling *Agriotes ustulatus* in andere Anbaugelände zu rechnen. Bisherige Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass eine angepasste Bodenbearbeitung und Fruchtfolge (insbesondere Zwischenfruchtanbau) potenziell erfolgversprechende Bekämpfungsmaßnahmen darstellen.

Für den Westlichen Maiswurzelbohrer (*D. v. virgifera*) könnte der Klimawandel dazu beitragen, dass neben den bestehenden Befallsgebieten in Österreich in der Steiermark, im Burgenland und in Niederösterreich auch Oberösterreich aufgrund des hohen Anteils an Maisanbau und der Bodenbeschaffenheit ein verstärktes Verbreitungsgebiet werden könnte. Das Schadenspotenzial könnte mit mildereren, trockeneren Wintern zunehmen, die zu einer Erhöhung der Winterüberlebensrate der Käfererier und einer höheren Ausgangspopulation im Folgejahr führen. Darüber hinaus begünstigen zunehmend warme Frühlinge eine schnelle Populationsentwicklung. Im Falle des Maiswurzelbohrers ist eine Reduzierung der räumlichen und zeitlichen (Fruchtfolge) Anbaudichte als vorbeugende Bekämpfungsmaßnahme besonders wichtig, vor allem in Regionen mit günstigen Bodenverhältnissen.

Die Entwicklung des Maiszünslers (*O. nubilalis*) wird insbesondere durch höhere Temperaturen im Frühjahr und Herbst aufgrund der höheren Überlebensrate der überwinterten Larven und des Auftretens einer zweiten Generation der bivoltinen Rasse positiv beeinflusst und kann bei unzureichender Feldhygiene/Bekämpfung möglicherweise zu größeren Schäden in Anbauregionen führen, in denen der Maiszünsler bisher keine besonderen Schäden verursacht hat (wie z.B. in Oberösterreich). Vielversprechende vorbeugende Bekämpfungsmaßnahmen sind die Maisdichte (wie beim Maiswurzelbohrer), die Feldhygiene und der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (*Trichogramma brassicae*).

Für den Maikäfer (*M. melolontha*) wird durch die Klimaerwärmung ein früheres Auftreten aufgrund höherer Wintertemperaturen und in den

Mittelgebirgen eine Erhöhung des Schadenspotenzials der Engerlinge, insbesondere im Grünland, durch eine Verkürzung der Entwicklungszeit von 4 auf 3 Jahre erwartet. Vorbeugende Bekämpfungsmaßnahmen sind durch die Bodenbearbeitung gegeben, die jedoch im Dauergrünland kaum möglich ist.

Der Baumwollkapselwurm (*H. armigera*) tritt bei anhaltender Erwärmung des Klimas früher in der Saison auf und kann aufgrund der verlängerten Vegetationsperiode eine zusätzliche Generation entwickeln. Außerdem erleichtern mildere, trockenere Winter das Überleben der im Boden überwinterten Larven und begünstigen so ein stärkeres Auftreten, eine höhere Populationsdichte und Schäden an den Wirtspflanzen im folgenden Jahr. Vorbeugende Bekämpfungsmaßnahmen sind hier die Reduzierung der Gemüseanbaudichte und die Berücksichtigung der Bodenverhältnisse (weniger wasserdurchlässige Böden sind günstig) beim Gemüseanbau.

Für die Nanovirus-übertragenden Blattlausarten *A. pisum*, *A. fabae* und *M. persicae* ist unter den veränderten Klimabedingungen keine signifikante weitere geografische Ausbreitung zu erwarten, wohl aber eine höhere Überwinterungsrate der adulten Tiere, ein möglicherweise früheres Auftreten aller Arten und damit eine frühere Übertragung der Nanoviren. Vorbeugende Maßnahmen zur Bekämpfung von Blattläusen als Virusvektoren bestehen in erster Linie darin, die räumliche und zeitliche (Fruchtfolge) Anbaudichte der jeweiligen Wirtspflanzen zu reduzieren. In den (zunehmend) heißen Sommermonaten wird auch die Blattlausdichte reduziert, was auf den kürzeren Anbauzyklus von Gemüsearten abgestimmt werden könnte.

Im vierten Arbeitspaket wurden die entwickelten Prognosemodelle und die Fallstudienenergebnisse zu den Trends im Schädlingsauftreten über wissenschaftliche Veranstaltungen und Fachveranstaltungen für Rebschutz, Kartoffelbau, Gemüsebau, Pflanzenschutz und Meteorologie verschiedenen Nutzergruppen präsentiert. Zusätzlich wurden Veröffentlichungen in verschiedenen Fachzeitschriften und ein Informationsvideo erstellt. Damit sollte eine Informationsgrundlage für nutzerorientierte, lokal repräsentative Anpassungsstrategien wie z.B. eine langfristige, angepasste Anbauplanung, Züchtung und Bewirtschaftung und verbesserte oder neue Vorhersageoptionen und Entscheidungshilfesysteme für die Bekämpfung der ausgewählten Schadinsekten auch den Pflanzenschutz-Warndienst bereitgestellt werden.

## 5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

(max. 5 Seiten)

Beschreibung der wesentlichen Projektergebnisse. Welche Schlussfolgerungen können daraus abgeleitet werden, welche Empfehlungen können gegeben werden?

Insgesamt bestätigen die Ergebnisse des vorliegenden Projekts die in nationalen Vorstudien und vergleichbaren Studien aus dem Ausland beschriebenen

verstärkenden Effekte der Klimaerwärmung auf die Entwicklung und Populationsdynamik der ausgewählten thermophilen Schadinsekten.

Die Aussagekraft der angepassten und neu entwickelten Modelle in Verbindung mit regionalen Klimaszenarien ist einerseits durch das Alter (10 Jahre) der verfügbaren regionalen Klimaszenarien (ÖKS15) zwar leicht eingeschränkt, zeigt aber durch den robusten Erwärmungstrend der Klimaszenarien und des dominanten Einflusses der Temperatur auf die Entwicklung thermophiler Schädlinge dennoch einen eindeutigen Trend. Zum anderen war die Quantität und Qualität geeigneter Monitoringdaten für die Modelle teilweise eingeschränkt, obwohl eine Vielzahl von Langzeitmonitoringdaten für verschiedene Schadinsekten in Verbindung mit saisonalen Prognosen für den integrierten Pflanzenschutz in Österreich zur Verfügung standen.

Die Modellberechnungen des Schädlingsauftretens mit Klimadaten aus der Vergangenheit deuten auf eine größere Variabilität der Witterungsparameter aufgrund zunehmend extremer Wetterereignisse in den letzten Jahren hin, die genaue Prognosen erschweren und die Genauigkeit der jeweiligen Modelle verringern.

Die Erhebung der Bedeutung der ausgewählten Schadinsekten zeigte, dass die Schäden an den Wirtspflanzen, die direkt durch (extreme) Witterungsbedingungen wie Spätfröste oder Hagel verursacht werden, teilweise höher eingeschätzt werden als die Schäden durch die Schadinsekten.

Die Schädlingsmodelle sollten daher weiter kontinuierlich verbessert und mit zusätzlichen Monitoringdaten und Wetterdaten validiert werden. Die validierten, verbesserten und neu entwickelten Schädlingsprognosemodelle könnten genutzt werden, um die Vorhersagegenauigkeit des Auftretens von Schädlingen und die anschließenden Überwachungs- und Bekämpfungsmaßnahmen für Beratungsdienste und Landwirte zu verbessern. Für mehrere der ausgewählten Schädlinge wurden Forschungs- und Entwicklungsbedürfnisse hervorgehoben, wie z.B. die Überwachung von Daten über zusätzliche Generationen pro Saison, einschließlich der Entwicklung und Anwendung digitaler Techniken in diesem Zusammenhang, die Entwicklung alternativer Pflanzenschutzmaßnahmen, die Bereitstellung von Informationen über neue Pflanzensorten, besser an den Klimawandel angepasste Empfehlungen für eine angepasste Bodenbearbeitung und Fruchtfolgemaßnahmen sowie spezifische Aktivitäten vorgeschlagen. Abhängig vom Grad der Validierung können die verbesserten und neu entwickelten Schädlingsmodelle der saisonalen Schädlingsprognose in Österreich in der Praxis dienen, entweder über die österreichischen Prognosedienste oder andere Verbreitungsquellen. Die aktualisierten Informationen sollten regelmäßig an Beratungsdienste und Landwirte weitergegeben werden. Betreiber von Schädlingsprognosen aus den Nachbarländern könnten die Eignung der in diesem Projekt erstellten und validierten Prognosemodelle mit ihren regionalen Daten für den Einsatz in ihren Ländern testen. Dies wurde z.T. bereits mit den

Projektpartnern aus Serbien im Rahmen des Projektes durchgeführt und ist weiters mit Tschechien geplant (Czech Globe).

Die interessierte Öffentlichkeit (KonsumentInnen) und Akteure der Lebensmittelkette (insbesondere LebensmittelverarbeiterInnen und -händlerInnen) können Hintergrundinformationen über die Auswirkungen der globalen Erwärmung auf zukünftige Risiken und Herausforderungen für die österreichische Pflanzenproduktion und damit auf die Lebensmittelsicherheit durch die ausgewählten Schadinsekten erhalten.

Die Projektergebnisse sollten auch genutzt werden, um Maßnahmen aus dem ÖPUL-Programm (politische Entscheidungsträger) oder anderen Förderprogrammen für die Pflanzenproduktion in Österreich unter Berücksichtigung zukünftiger Klimabedingungen anzupassen.

Eigentümer und Manager von Forschungsprogrammen sollten die Projektergebnisse für Entscheidungen über gezielte Unterstützung (finanziell; Forschungsprogramme) für Forschung und partizipative Forschung (Einbeziehung von Landwirten; Multi-Stakeholder-Ansatz) nutzen.

## C) Projektdetails

### 6 Methodik

(max. 10 Seiten)

Begründung und Darstellung des gewählten Forschungsansatzes.

Um eine geeignete Daten- und Informationsgrundlage zu schaffen, wurde zunächst eine Datenbank mit Daten zu den Zielschädlingsarten, Klimaparametern und bestehenden Schädlingsprognosemodellen unter Einsatz verschiedener Erhebungs-Methoden (elektronische Datenbankrecherche, Expertenbefragung, Internetrecherche) aufgebaut und die entsprechenden Metainformationen zusammengestellt. Damit wurde auch die bestehende Datenbank aus dem COMBIRISK-Projekt bis zur Überführung ausgewählter öffentlich zugänglicher Datensätze in die Geosphere Datenbank (Geosphere Data Hub) teilweise erweitert bzw. angepasst.

In Zusammenhang mit der Datenbankerstellung musste eine große Anzahl von historischen Langzeitdaten aus standardisierten Monitorings im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes, insbesondere für *C. pomonella*, *L. botrana*, *E. ambiguella*, aus gedruckten oder manuell erfassten Monitoringkarten übertragen und konvertiert werden, obwohl bereits zahlreiche Daten in geeigneter elektronischer Form vorlagen. Bevor die Monitoringdaten in die Projektdatenbank aufgenommen werden konnten, mußten sie auch auf Plausibilität und Eignung geprüft werden. So konnten z.B. im Hinblick auf den Beginn und die Dauer des Beobachtungszeitraums die notierten Daten des ersten Auftretens nur dann für die Modellierung verwendet werden, wenn auch das Nichtauftreten des Schädlings

zuvor bewertet und erfasst wurde. Die gesammelten Daten wurden zur Bewertung, Validierung und Verbesserung bereits vorhandener Schädlingsprognosemodelle oder zur Entwicklung alternativer Modelle verwendet. Die Modellierung, einschließlich Kalibrierung und Validierung, erfolgte unter Anwendung verschiedener Modelltypen im Hinblick auf ihre Eignung für die untersuchten Schädlinge und Vorhersagezwecke. So hatten vorangegangene Teilstudien gezeigt, dass multiple Regressionsmodelle, die vier ausgewählte witterungsbedingte Indikatoren berücksichtigen eine größere Prognosegenauigkeit für das saisonale Erstauftreten der Adulten der ersten Generation Traubenwickler aufweisen als Temperatursummenmodelle, die nur den Faktor Temperatur einbeziehen. Witterungsbedingte Schäden durch die untersuchten Schädlinge an Nutzpflanzen in den letzten Jahrzehnten (Literatur) wurden bewertet und anhand von drei Ranking-Parametern eingestuft.

Ausgewählte (im Projekt überprüfte und validierte) schädlingsspezifische Modelle wurden verwendet, um potenzielle Veränderungen (aktuelles vs. zukünftiges Klima) auf die Dynamik der Phänologie oder den Schädlingsdruck (Populationsdichte/Abundanz) unter ausgewählten Klimaszenarien der Perioden 2021-2050 und 2071-2100 (RCP4.5 und RCP 8.5 Emissionsszenarien & ÖKS15 Projektionen) für die österreichischen Anbauregionen zu simulieren und zu analysieren. Bei Vorliegen entsprechender Daten wurden auch andere agrarmeteorologische Indikatoren (wie für Trockenheit und Hitze), die das räumlich explizite Auftreten und die Häufigkeit von Schädlingen im Zusammenhang mit Nutzpflanzen beeinflussen, berücksichtigt (aktuelle und zukünftige potenzielle Anbauregionen bestimmter Kulturen wie z.B. Wein). Dazu wurde das ARIS-Modell verwendet. Weiters wurde in der Analyse die landwirtschaftliche Landnutzung berücksichtigt, um Hot-Spot-Regionen mit kulturspezifischem Schädlingsdruck zu identifizieren (Schädlings-Kulturen-Kombinationen (z.B. Drahtwurm - Kartoffeln; Traubenwickler - Weintrauben), wie dieser Einfluss auch für den Westlichen Maiswurzelbohrer in COMBIRISK (Falkner et al., 2019) schon gezeigt wurde.

Die in RIMPEST verwendeten ÖKS15-Klimaszenarien, wurden entwickelt, um eine gemeinsame Grundlage für Klimafolgenstudien und Risikoanalysen in Österreich zu schaffen. Diese Klimaszenarien basieren auf regionalen Klimamodellen (RCMs) von EURO-CORDEX (Vautard et al., 2013; Jacob et al., 2014) und einer eigenen Simulation (Formayer et al., 2014). Die frei verfügbaren Szenarien (13 regionale Klimasimulationen in EURO-CORDEX für zwei Repräsentative Konzentrationspfade RCP4.5 (moderate Entwicklung) und RCP8.5 (business as usual)) wurden für EURO-CORDEX Modellläufe auf ein 1x1 km Raster und Tagesauflösung für ganz Österreich (Chimani et al., 2016) und das 21. Jahrhundert (<https://data.ccca.ac.at/>) verzerrungskorrigiert und lokalisiert. Eine Auswahl (unter Berücksichtigung extremer und mittlerer Änderungen von Temperatur und Niederschlag aus dem Ensemble) der ÖKS-Klimaszenarien wurde für zwei Zielzeiträume, die 2035er (2021-2050) und 2085er (2071-2100) Jahre, angewendet, um mittel- und langfristige Anpassungsaspekte abzudecken.

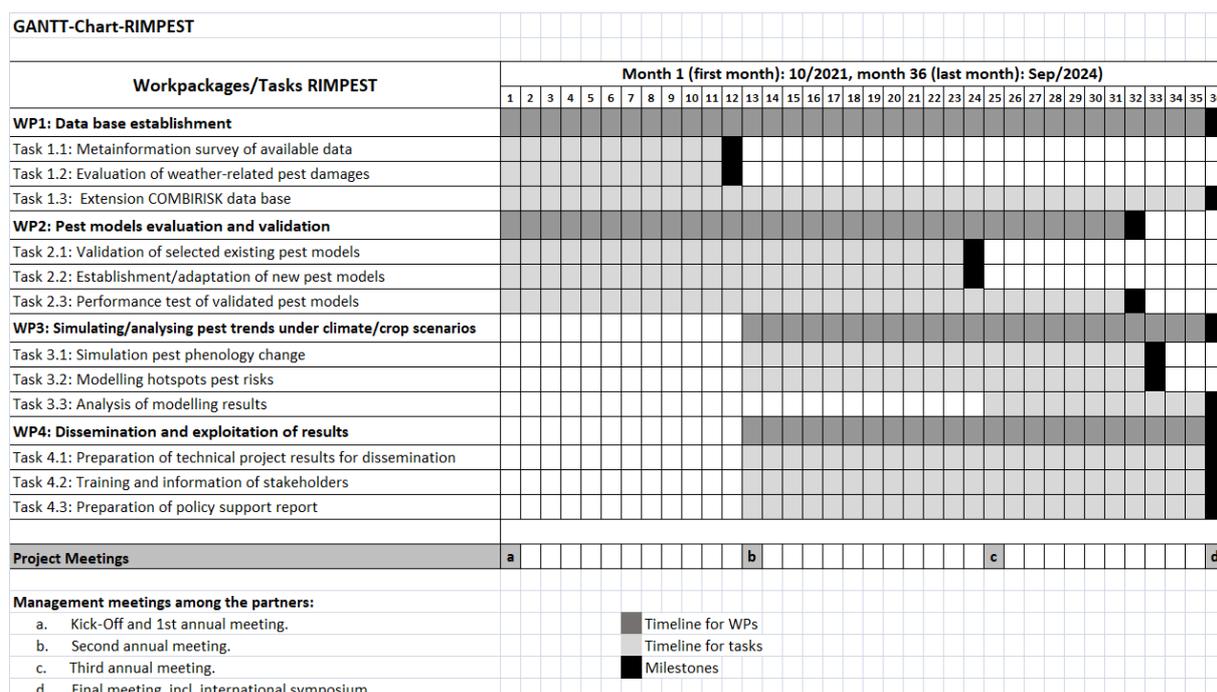
Die Verbreitung und Nutzung der Ergebnisse umfasste die Erstellung von Ausbildungs-/Lehr-/Informationsmaterialien, eines Berichts für Empfehlungen von Anpassungsmaßnahmen sowie Ausbildungs- und wissenschaftliche Veranstaltungen.

## 7 Arbeits- und Zeitplan

(max. 1 Seite)

Kurze Übersichtsdarstellung des Arbeits- und Zeitplans (keine Details).

Nachfolgend ist das geplante und umgesetzte GANTT-Chart für den Arbeits- und Zeitplans abgebildet.



## 8 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

Tabellarische Angabe von wissenschaftlichen Publikationen, die aus dem Projekt entstanden sind, sowie sonstiger relevanter Disseminierungsaktivitäten.

### Wissenschaftliche Publikationen:

Kolkmann, K., Blümel, S. & Eitzinger, J., 2024. New multiple linear regression models for predicting the European grapevine moth (*Lobesia botrana*) in Austria. IOBC-WPRS Bulletin 171: 57-61.

Kolkmann, K., S. Blümel & J. Eitzinger: "Predicting the first seasonal occurrence of *Lobesia botrana* and *Eupoecilia ambiguella* in Austria with new multiple linear regression models", OENO One, submitted; accepted with modifications

Kolkmann, K., Blümel, S., Lalic, B., Marcic, M., Firanj Sremac, A., Taler, S., Eitzinger, J.: "Assessing *Cydia pomonella* dynamics under climate change scenarios using cumulative degree-day modeling: logistic and linear approaches". In: Crop Protection (in preparation).

Thaler, S., Kolkmann, K., Eitzinger, J., Blümel, S., Strauß, G.: "Seasonal weather forecasts and climate change scenarios of selected grapevine pests in Austria". In: Theoretical and Applied Climatology (in preparation).

### Weitere Publikationen:

Blümel, S., 2022. Schadinsekten in der Zukunft – Das Klimafondsprojekt RIMPEST. Der Pflanzenarzt 04/2022, p6

**Projekt-Website:** <https://rimpest.boku.ac.at/>

**Projektvideo:** <https://rimpest.boku.ac.at/RIMPEST.mp4>

### 29 Vorträge und 10 Poster bei den Veranstaltungen:

- Jahrestagungen Pflanzenschutz-Warndienst: 2021 (online), Salzburg 2022, Linz 2023
- ÖAIP- Österreichische Pflanzenschutztag: 2021 (online), Rust 2022
- ÖAIP- Kremser Gespräche: Hollabrunn 2023, Klosterneuburg 2024
- Rebschutzgebietsleitertagungen: Wien, 2022, 2023, 2024
- 78. ALVA-Jahrestagung: Salzburg, Österreich
- Österreichischer Klimatag: 2023, Leoben
- IIRB Seminar 2023: Faculty Club, Groot Begijnhof, Leuven, Belgien
- 2nd AGROECOINFO, 2022, Volos, Griechenland
- 10. BIOMET-Tagung 2024. Offenbach am Main, Deutschland.
- EMS Annual Meeting 2024, Barcelona, Spanien
- CA20108 FAIRNESS Workshop, Barcelona, Spanien

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte sowie die barrierefreie Gestaltung der Projektbeschreibung, übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

Die Fördernehmerin/der Fördernehmer erklärt mit Übermittlung der Projektbeschreibung ausdrücklich über die Rechte am bereitgestellten Bildmaterial frei zu verfügen und dem Klima- und Energiefonds das unentgeltliche, nicht exklusive, zeitlich und örtlich unbeschränkte sowie unwiderrufliche Recht einräumen zu können, das Bildmaterial auf jede bekannte und zukünftig bekanntwerdende Verwertungsart zu nutzen. Für den Fall einer Inanspruchnahme des Klima- und Energiefonds durch Dritte, die die Rechteinhaberschaft am Bildmaterial behaupten, verpflichtet sich die Fördernehmerin/der Fördernehmer den Klima- und Energiefonds vollumfänglich schad- und klaglos zu halten.