

Schlussbericht

„Die Suche der Nadel im Heuhaufen: Prognose der Drahtwurmtätigkeit in der oberen Bodenschicht für das Integrierte Pestmanagement in Ackerkulturen (ElatPro)“

Forschungsvorhaben: 2816ERA04L

Laufzeit und Berichtszeitraum: 01.10.2016 – 30.09.2019

Zahlungsempfänger

Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion (ISIP) e.V.

Rüdesheimer Str. 60-68

55545 Bad Kreuznach

Koordinator des Verbundprojekts

AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH

Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Pflanzengesundheit im Feld- und Gartenbau

Spargelfeldstraße 191 | 1220 Wien

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung Die Suche der Nadel im Heuhaufen: Prognose der Drahtwurmtätigkeit in der oberen Bodenschicht für das Integrierte Pestmanagement in Ackerkulturen (ElatPro)	3
Abstract Spotting the needle in a haystack: Predicting wireworm activity in top soil for integrated pest management in arable crops (ElatPro)	4
1 Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen	5
2 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse	5
2.1 Ursprüngliche Ziele	5
2.2 Ergebnisse des Vorhabens	6
2.3 Erreichte Nebenergebnisse	8
2.4 Gesammelte Erfahrungen	9
3 Angemessenheit von Aufwand und Zeit	10
4 Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben	10
5 Anschlussfähigkeit für eine mögliche nächste Phase	11
6 Beitrag der Bundesmittel zur Erreichung der Vorhabenziele	11
7 Veröffentlichungen	11

Kurzfassung

Die Suche der Nadel im Heuhaufen: Prognose der Drahtwurm- tätigkeit in der oberen Bodenschicht für das Integrierte Pest- management in Ackerkulturen (ElatPro)

Drahtwürmer, die bodenlebenden Larven von Schnellkäfern (Coleoptera: Elateridae), welche die Wurzeln und Knollen einer Vielzahl von Kulturen befallen, zählen zu den am schwierigsten zu bekämpfenden Schädlingen. Um den optimalen Zeitpunkt für den Einsatz von Maßnahmen zur Bekämpfung von Drahtwürmern zu bestimmen, sollte in diesem Projekt ein Prognosemodell zur Vorhersage der Drahtwurmaktivität im Oberboden entwickelt und in ISIP implementiert werden.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurde ein Freiland-Monitoring durchgeführt, bei dem die Drahtwurmaktivität in den obersten Bodenschichten auf Versuchsflächen in Deutschland, Österreich, Italien, Belgien, Frankreich und der Schweiz erfasst wurde. Neben dem Freilandmonitoring wurden Halbfreilandversuche und Laboruntersuchungen durchgeführt. In den Labortests wurden die einzelnen Faktoren untersucht, die das Migrationsverhalten der Drahtwürmer beeinflussen. Darüber hinaus wurde ein neues Verfahren zur Bestimmung von Drahtwürmern auf Artniveau durch Amplifikation von DNS (LAMP-Methode) entwickelt.

Die Weiterentwicklung von SIMAGRIO-W auf Basis der im Projekt gewonnenen Erkenntnisse hat sich in der Praxis bisher als unzureichend erwiesen um exakte Aktivitätsvorhersagen treffen zu können. Um das Modell weiter zu verbessern müssen genauere Informationen über die Biologie des Schädlings (z.B. Temperaturwerte, die für die Larven-entwicklung benötigt werden) in das Modell integriert werden. Da diese Informationen lückenhaft sind, besteht hier weiterer Forschungsbedarf

Abstract

Spotting the needle in a haystack: Predicting wireworm activity in top soil for integrated pest management in arable crops (ElatPro)

Wireworms, the larvae of click beetles (Coleoptera: Elateridae), are abundant soil-dwelling insects which attack the below-ground parts of a wide range of crops. To date, wireworms are considered to be one of the most difficult pests to control.

The main objective of the ElatPro project is to develop and implement a forecasting model to predict wireworm activity in the topsoil. This model can then be used by farmers and consultants as a decision-making tool in order to determine the optimal time to deploy pest control measures to combat wireworms. To achieve these objectives an open land monitoring was conducted to detect wireworm activity in the uppermost soil layers at testing areas in Germany, Austria, Italy, Belgium, France and Switzerland. In addition to open land monitoring, semi-field and laboratory testing were carried out. The laboratory testing investigated the individual factors that influence wireworms' migratory behaviour. Furthermore, a new method to determine wireworms on a species level through amplification of DNS (LAMP method) was developed.

The further development of SIMAGRIO-W on the basis of the knowledge gained in the project has so far proved to be insufficient in practice. Subsequently, information on the biology of the pest (e.g. temperature sums required for larval development) will be integrated into the model.

1 Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen

Aufgabe des Projekts war die Entwicklung und Implementierung eines Prognosemodells zur Vorhersage der Drahtwurmaktivität im Oberboden. Mit diesem Modell sollen Landwirte und Berater den optimalen Zeitpunkt für den Einsatz von Maßnahmen zur Bekämpfung von Drahtwürmern bestimmen können. Um die notwendigen Daten für die Modellentwicklung zusammenzustellen wurde ein Freiland-Monitoring durchgeführt, bei dem die Drahtwurmaktivität in den obersten Bodenschichten auf Versuchsflächen in Deutschland, Österreich, Italien, Belgien, Frankreich und der Schweiz erfasst wurde. Die Erfassung der Daten wurde von ISIP durch eine mehrsprachige mobile App unterstützt, die an die Bedürfnisse des Projekts angepasst wurde, während die Modellentwicklung durch den Import der an den Versuchsstellen erhobenen Bodentemperatur- und Feuchtedaten in die ISIP-Datenbank unterstützt wird. Das Endergebnis - eine regional angepasste Version des Modells - sollte in einer intuitiven mehrsprachigen Benutzeroberfläche für Praktiker und Berater zur Verfügung gestellt werden. Zurzeit können die europäischen Partner nach Einrichtung der notwendigen Wetterdaten-Infrastruktur das Modell zur Planung weiterer Forschungsaktivitäten sowie zur Terminierung von Bestandeskontrollen einsetzen.

2 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

2.1 Ursprüngliche Ziele

Der Lebenszyklus der häufigsten in Deutschland verbreiteten Schnellkäferarten der Gattung *Agriotes* (*A. lineatus*, *A. obscurus*, *A. sputator*, *A. ustulatus*, *A. sordidus*) dauert vom Ei über verschiedene Larvenstadien bis zum vollentwickelten Käfer drei bis fünf Jahre. Die als Drahtwürmer bezeichneten bodenlebenden, polyphagen Larven benötigen während ihrer Entwicklung im Boden lebendes Pflanzenmaterial. Die schädigenden Phasen sind jahreszeitenabhängig und mit der Bodentemperatur und der Bodenfeuchte korreliert. Ist die Bodenfeuchte oder die Bodentemperatur für die Larven nicht komfortabel, besitzen sie die Tendenz in tiefere Bodenschichten mit geeigneteren Bedingungen abzuwandern. Insbesondere wenn sich die Larven in den oberen Bodenschichten aufhalten, kann es zu Schäden an der Kultur kommen.

Da sich die Bodenfeuchte auf das vertikale Migrationsverhalten der Drahtwurmlarven und somit ihre Nähe bzw. Entfernung zur Kultur auswirkt, wurde von der ZEPP eine Modellierung der vertikalen Wanderung der Larven in Bezug zur Bodenfeuchte, Bodentemperatur und Bodenart durchgeführt. Die Reaktionen der Drahtwürmer auf Veränderungen des Feuchtemilieus wurden in Labor- und Halbfreilandversuchen genauer untersucht. Aus der erhobenen Datenbasis wurde das Entscheidungshilfesystem SIMAGRIO-W zur Prognose des potentiellen Drahtwurmauftretens in der oberen Bodenzone entwickelt.

Eine Überprüfung von SIMAGRIO-W in Ost-Österreich hatte niedrige Trefferquoten gezeigt. Die Differenzen zu den Messdaten können durch Unterschiede der Temperatur-Toleranz zwischen den verschiedenen Agriotes Arten im östlichen Österreich und in Deutschland erklärt werden. Darüber hinaus sind in SIMAGRIO-W einige Parameter, z.B. das Larvenalter, die Wurzelverfügbarkeit und die Wurzelexsudate nicht berücksichtigt. Dieses Projekt sollte diese Kenntnislücken schließen und hatte zum Ziel, SIMAGRIO-W wesentlich zu verbessern, um so ein Drahtwurmentscheidungshilfesystem zu entwickeln, das in Mitteleuropa eingesetzt werden kann.

ISIP war in diesem Projekt an dem Arbeitspaket 4 „Modellentwicklung, Verbesserung und Evaluierung“ beteiligt. Insbesondere sollte ISIP das neue Drahtwurmentscheidungshilfesystem als Web Anwendung auf seiner Beratungsplattform isip.de bereitstellen. Sowohl Landwirte als auch Berater als Hauptzielgruppe sollten das System dann nutzen können.

2.2 Ergebnisse des Vorhabens

Im Berichtszeitraum wurde der Prototyp von SIMAGRIO-W der Projektgruppe zur Verfügung gestellt. Um die Nutzung auch außerhalb Deutschlands zu ermöglichen, wurde eine mehrsprachige Version der Nutzeroberfläche vorbereitet und ein einfaches Verfahren zur Nutzung von Wetterdaten entwickelt.

Die Mehrsprachigkeit der Anwendung basiert auf den allgemeinen Standards der Internationalisierung (i18n). Die zu übersetzenden Begriffe und Beschreibungstexte (hier Texte) werden nicht im Quellcode fest kodiert, sondern aus einer Quelle zur Laufzeit der Anwendung eingelesen. Die Entscheidung darüber, in welcher Sprache die Benutzerschnittstelle dargestellt wird, geschieht entweder automatisch, indem der Browser des Nutzers die voreingestellte Sprache („Lokal“, Lokalisierung, l10n) übermittelt, oder

manuell, indem der Benutzer über eine Schaltfläche die gewünschte Sprache auswählt. Von der Lokalisierung sind nicht nur die Texte betroffen, sondern auch Zahlen-, Datums- und Währungsformatierungen, die ebenfalls automatisch angepasst werden. Die Texte werden in der eigens dafür entwickelten Datenbank gespeichert, in der jeder Text (UTF-8 codiert) einer beliebigen Sprache nur einmal vorkommen darf. Dies spart die Ressourcen und erhöht die Performance. Jedem Text, der in der Benutzerschnittstelle verwendet wird, ist ein Schlüssel zugewiesen, der seine Position in der Applikation eindeutig markiert. Sind nun das Lokal und der Schlüssel bekannt, so kann der Text anhand des Lokal-Schlüssel-Tupels unmittelbar aus der Datenbank zur Laufzeit der Anwendung gelesen werden. Dies geschieht entsprechend effizient, wenn die eingesetzte Datenbank im eingebetteten Modus verwendet wird. Im ISIP-Framework wird die dazu frei verfügbare JAVA-H2-Datenbank eingesetzt.

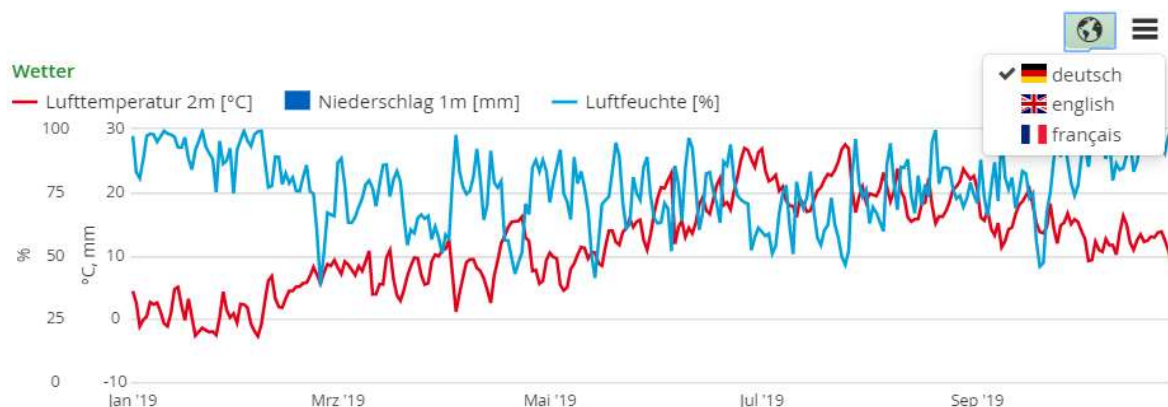


Abbildung 1: Mehrsprachige Anwendung

Zum Wetterdatenimport verwendet ISIP eine XML-Schnittstelle, die hochgradig flexibel neben den eigentlichen Daten auch eine große Anzahl an Metadaten sowohl für die Daten selbst als auch für die Wetterstation speichern und übertragen kann. Für eine kontinuierliche Belieferung mit Wetterdaten ist dies für ein sicheres und reibungsloses Verfahren unabdingbar. Im Projekt lag der Fokus zunächst auf eine Modellevaluierung auf Basis historischer Wetterdaten, für deren Import das XML-Format zu aufwändig ist. Daher wurde ein vereinfachtes, spaltenorientiertes Importformat entwickelt und in ISIP integriert. Den Projektpartnern wurde eine Vorlage mit Platzhalter für alle notwendigen Wetterparameter als Excel-Datei zur Verfügung gestellt, deren Inhalte dann von ISIP in wenigen manuellen Schritten in die

Datenbank übertragen werden kann. Diese Vorlage beinhaltet neben Temperatur, Luftfeuchte und Niederschlag auch die Parameter Bodentemperatur und Bodenfeuchte (falls verfügbar).

	A	B	C	D	E
1	Datetime	TAIR200	HUMAIR200	PRECIP100	TSOIL020
2	2015010100	-4,9	95	0,0	-6,0
3	2015010101	-4,7	95	0,0	-5,8
4	2015010102	-4,6	94	0,0	-5,7
5	2015010103	-4,5	95	0,0	-5,6
6	2015010104	-4,5	95	0,0	-5,6
7	2015010105	-4,4	95	0,0	-5,5

Abbildung 2: Tabelle zur Erfassung von Wetterdaten

2.3 Erreichte Nebenergebnisse

Zur Erfassung der Bonituren des Freiland-Monitorings stellte ISIP den Partnern eine spezielle Smartphone-Anwendung (Bonitur-App) zur Verfügung. Dazu wurde zunächst geklärt, welche Datenblätter mit welchen Parameter erfasst werden sollen (Boniturschema). Ein Datenblatt ist eine Sammlung von Parametern, die zu einer bestimmten Kategorie gehören. Ein Parameter hingegen wird unter anderem durch den Datentyp definiert. Hier stehen alle in der Informatik gebräuchlichen Datentypen wie Text, Ganzzahl, Fließkommazahl etc. zur Verfügung. Es wurde auch geklärt, welche Parameter Pflichtfelder sind und welche nicht. Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Konzeption der Datenerfassung war die Beziehung, die zwischen den einzelnen Datenblättern besteht. Im vorliegenden Fall steht das Datenblatt eines Feldes mit dem der Bonitur in einer so genannten 1:M Beziehung. Durch diese Definition ist festgelegt, dass an das Datenblatt des Feldes mehrere Bonituren referenziert werden können.

Für die Umsetzung der Bonitur-App wurden Desktopprodukte (ArcMap oder ArcGIS Pro) der Firma Esri Inc. verwendet. Für jedes Schema wurde eine eigene Datenbank (File-Geodatabase, FGDB) erstellt. In dieser FGDB können die Datenblätter hinterlegt werden. Bevor ein Datenblatt in eine FGDB übertragen werden kann, muss es in eine für die Datenbank spezifische Form gebracht werden. In diesem Fall bedeutete das, dass jedes definierte Datenblatt entweder in eine „Feature Class“ oder einen „Table“ übersetzt wurde. Dies geschah

mit Hilfe der Skriptsprache Python. Das abgestimmte Schema wurde in ein Python Skript überführt, das dann in ArcMap oder ArcGIS Pro ausgeführt werden kann.

Nach der Übertragung der Datenblätter in die FGDB konnte das Schema als Service veröffentlicht werden. Damit es dann auch in der mobilen Anwendung genutzt werden konnte, musste eine Karte erstellt werden. Die Karte ist so konfiguriert, dass sie auf das Schema zugreift. Sie kann direkt erstellt und gespeichert werden. Die gespeicherte Karte wird dann in der mobilen Komponente zur Datenerfassung (App „Collector für ArcGIS“ von Esri Inc.) verwendet. Die App ist für Android, iPhone und Windows 10 erhältlich und kann kostenlos über einen zur Plattform passenden App-Store heruntergeladen und installiert werden. Wenn die App installiert ist, muss sich der Benutzer mit dem ISIP GIS-Portal verbinden, auf dem die Karte mit dem enthaltenen Schema vorhanden ist. Für die Verbindung wird ein gültiges Benutzerkonto benötigt. Nach der Anmeldung hat der Nutzer Zugriff auf alle Karten, die er in der App verwenden und mit Daten befüllen darf.

2.4 Gesammelte Erfahrungen

Die Internationalisierung der SIMAGRIO-W-Benutzeroberfläche wirkt sich auf alle ISIP Entscheidungshilfen aus. Damit wird ein über die Grenzen hinaus gehender Einsatz von Prognosemodellen für Schädlinge und Krankheiten vorangetrieben.

Sowohl die App zur Datenerfassung als auch die Vorlage zum Wetterdatenimport wurde von den Projektpartnern leider nur unzureichend genutzt. Daraus ergab sich bei der Verwaltung von Monitoring- und Wetterdaten erhöhter manueller Aufwand. In zukünftigen Projekten wird ein besonderes Augenmerk darauf gelegt werden müssen, die Nutzung von standardisierten Vorlagen zur Datenerfassung durchzusetzen.

Als Projektpartner für IT-Themen haben die Details zur Biologie und zum Verhalten von Drahtwürmern nur geringen Nutzen für die tägliche Arbeit des ISIP e.V. Die Informationen, die die Projektpartner über ISIP bekommen haben, können jedoch zu zukünftigen Kooperationen führen.

3 Angemessenheit von Aufwand und Zeit

Die wesentlichen Ziele des Antrags wurden während der Laufzeit erfolgreich umgesetzt. ISIP hat den Projektpartnern die Entscheidungshilfe SIMAGRIO-W als mehrsprachige Web Anwendung zur Verfügung gestellt. Es hat sich allerdings gezeigt, dass die Weiterentwicklung von SIMAGRIO-W auf Basis der im Projekt gewonnenen Erkenntnisse sich in der Praxis bisher als unzureichend erwiesen hat. Exakte Aktivitätsvorhersagen können (noch) nicht getroffen werden. Technisch gesehen, könnte ISIP ein Update des Modellalgorithmus jedoch relativ einfach durchzuführen, so dass ein verbessertes Modell sehr schnell bereitgestellt werden könnte.

Die im Projekt geleisteten Arbeiten sowie die dafür aufgewandten Ressourcen waren notwendig und angemessen, da sie der im Projektantrag formulierten Planung entsprachen und alle wesentlichen im Arbeitsplan formulierten Aufgaben erfolgreich bearbeitet wurden. Sollten die noch ausstehenden Arbeiten zur Anpassung des Modells zum Erfolg führen, werden sie wesentlich zum weiteren Ausbau des ISIP-Portals beitragen.

4 Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Zur Entwicklung und Implementierung eines Prognosemodells zur Vorhersage der Drahtwurmaktivität im Oberboden wurde ein Freiland-Monitoring durchgeführt, bei dem die Drahtwurmaktivität in den obersten Bodenschichten auf Versuchsflächen in mehreren Ländern erfasst wurde. Aufgrund technischer Probleme mit Datenloggern mussten jedoch an den meisten Versuchsstandorten nachträglich Wetterdaten von naheliegenden Wetterstationen bezogen und mühsam in das richtige Format übertragen werden. Darüber hinaus traten Schwierigkeiten mit der molekularen Identifikationsmethode (PCR) auf, weshalb für die meisten Individuen eine zeitaufwändige morphologische Drahtwurmidentifizierung erforderlich wurde. So kam es zu einer Verzögerung bei der Lieferung der notwendigen Daten für die Modellentwicklung und Evaluierung. Aus diesem Grund konnte die Entwicklung und Parametrisierung der Modellfunktionen nicht während der Projektlaufzeit abgeschlossen werden.

Landwirten und Beratern steht daher noch keine Entscheidungshilfe ElatPro zur Verfügung. Zu Forschungszwecken steht das Modell jedoch über die ISIP-Plattform bereit und sollte sich

durch neue Parametrisierungsdaten die Modellgüte wesentlich verbessern, kann ISIP diese durch die im Projekt geleisteten Vorarbeiten ohne großen Aufwand integrieren und die Entscheidungshilfe der Praxis bereitstellen.

5 Anschlussfähigkeit für eine mögliche nächste Phase

Um den Modellansatz weiter zu entwickeln sind Aktivitätsdaten von mehreren Jahren und Standorten notwendig. Außerdem müssten genauere Informationen über die Biologie des Schädlings (z.B. Temperaturwerte, die für die Larvenentwicklung benötigt werden) in das Modell integriert werden. Da diese Informationen lückenhaft sind, besteht hier weiterer Forschungsbedarf.

Betrieb und Pflege der Anwendung nach dem Projekt werden von ISIP übernommen.

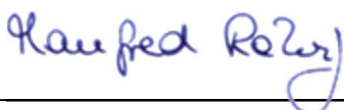
6 Beitrag der Bundesmittel zur Erreichung der Vorhabenziele

ISIP stellt die Entscheidungshilfe nach Projektende kostenfrei zur Verfügung. Generell sind nur Empfehlungen der regionalen Berater und Monitoringdaten in ISIP kostenpflichtig. Da der ISIP e.V. seine Implementierungskosten also nicht direkt durch Abonnementverkäufe refinanzieren kann, war die Förderung für die Durchführung des Projekts unbedingt erforderlich.

7 Veröffentlichungen

Das Projekt wird auf der Internetseite der AGES vorgestellt:
<https://www.ages.at/themen/landwirtschaft/pflanzengesundheit/forschung/projekt-elatpro/>.

Bad Kreuznach, den 30.01.2020



Unterschrift