

CRIFORA

DETEKTION VON FELDHAMSTER- UND FELDMAUSBAUEN AUF
LANDWIRTSCHAFTLICHEN NUTZFLÄCHEN MITTELS UAV & KI

Vorstellung und Austausch zu neuen Technologien in der
Feldhamster- und Feldmauserfassung
Deutscher Landschaftspflege tag, 18.-20.06.2024





Das CRIFORA-Projekt

Allgemeine Informationen

*“Ziel ist es, auf der Basis **automatisierter**, schlagbezogener **Befliegungen** ein **Auswertungstool** zu entwickeln, das eine **schnelle und exakte Analyse** zu **Feldmaus- und Feldhamstervorkommen** auf der beflogenen landwirtschaftlichen Nutzfläche ermöglicht”*

(Auszug Projektantrag)

Laufzeit: 05/2022 bis 12/2024

Umfang: Förderung bis zu 659.215,08 € (Ursprungsbescheid)
Eigenmittel bis zu 70.302,50 €



EUROPÄISCHE UNION
ELER
Europäischer Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des ländlichen Raums



Das CRIFORA-Projekt

Wer sind wir?



Landschaftspflegeverband
"Grüne Umwelt" e. V.



UMGEODAT: Umwelt- und
GeodatenManagement GbR

Landwirtschaftsbetrieb **Dr. Eicke Zschoche**

Landwirtschaftsbetrieb **Rosenhof Agrar GmbH**

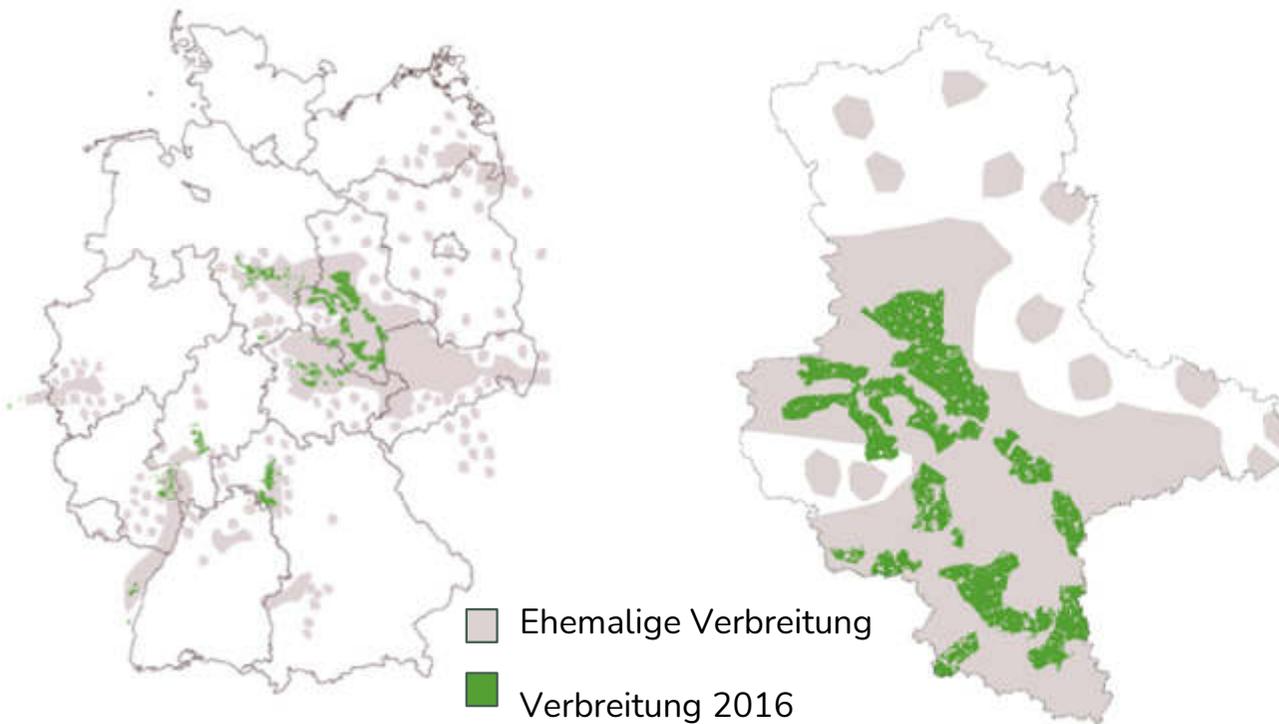
Assoziierter Partner:





Ausgangssituation

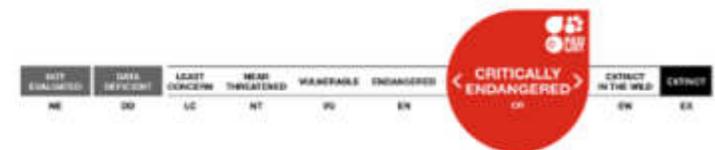
Zugrundeliegendes Problem



The IUCN Red List of Threatened Species™
 ISSN 2307-8235 (online)
 IUCN 2020: T5529A111875852
 Scope(s): Global
 Language: English

Cricetus cricetus, Common Hamster

Assessment by: Banaszek, A., Bogomolov, P., Feoktistova, N., La Haye, M., Monecke, S., Reiners, T. E., Rusin, M., Surov, A., Weinhold, U. & Ziomek, J.



→ Feldhamster seit 2019 als weltweit vom Aussterben bedroht eingestuft

Quelle: T. Reiners, Deutsche Wildtier Stiftung;
<https://www.feldhamster.de/verbreitung-und-lebensraum/>

Quelle: <https://www.iucnredlist.org/species/5529/111875852>



Ausgangssituation

Zugrundeliegendes Problem



Quelle: <https://pixabay.com/de/photos/feldhamster-tier-hamster-5142318/>

- streng geschützte Art (§7 Abs. 2 Ziff. 14 BNatSchG)
- Tötungsverbot (§ 44 Abs. 1 BNatSchG)
- Anhang IV FFH-RL

aber:

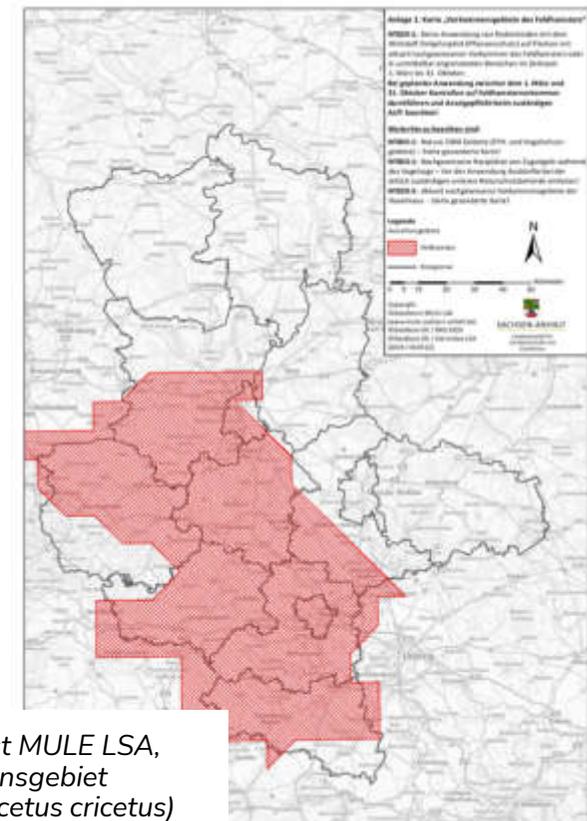
- Vorkommen an **hochproduktive Ackerstandorte** gebunden
- Erfassung sehr aufwendig

Feldhamster
(*Cricetus cricetus*)

Kartierleistung bei terrestrischer Feinkartierung: ca. 1-3 h/ha

← p.P.

Quelle: Geodienst MULE LSA, 2019 Vorkommensgebiet Feldhamster (*Cricetus cricetus*)



Hohe **Dynamik** in der Bestandsentwicklung



Eckpunkte zum Feldhamster:

- Lebenserwartung: 1 bis 2 (3) Jahre
- Lebensraum: tiefgründige Löss- und Lehmböden
- Nahrung: Feldfrüchte, Gräser, Kräuter, Insekten und kleine Wirbeltiere
- Fortpflanzung: 1 bis 2 (3) Würfe pro Jahr mit 6 bis 10 Jungtieren (heute meist deutlich weniger)

Schmale Kartierfenster bei aktuell üblichen Bewirtschaftungsformen



Quelle: <https://www.feldhamster.de/fortpflanzung-und-jungenaufzucht/>



Ausgangssituation

Zugrundeliegendes Problem

- Erhebliche wirtschaftliche Schäden durch massiven Befall mit Feldmäusen



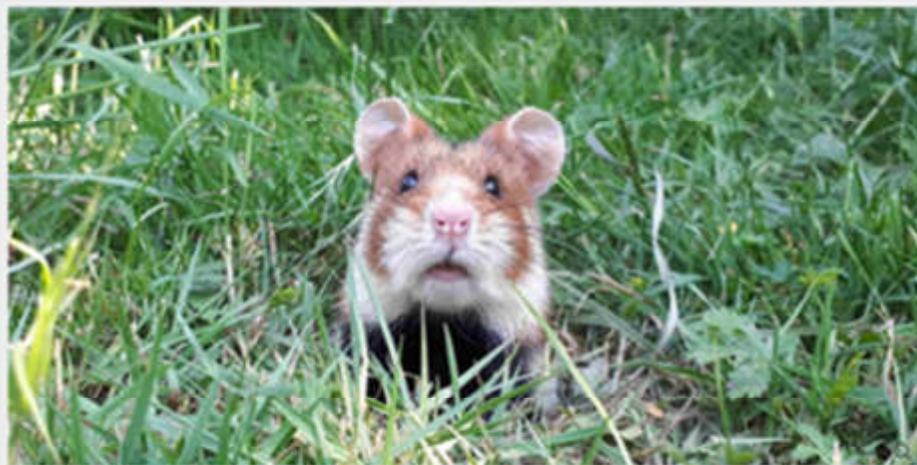
Bildquelle: C. Wolff (LLG), Starkbefall im Raps, südliches Sachsen-Anhalt, 2015



Ausgangssituation Stimmungslage

Feldmausbekämpfung bedroht den Feldhamster

Feldmausbekämpfung bedroht den Feldhamster



Ein Feldhamster
Quelle: Pixabay

Wenn sich Feldmäuse auf den Äckern ausbreiten, können Saat und Jungpflanzen erheblich geschädigt werden. Durch Bodenbearbeitung oder Gift sollen die Mäuse bekämpft werden. Dabei muss eine Gefährdung des vom Aussterben bedrohten Feldhamsters vermieden werden. Aktuell ist dies durch Notfallbestimmungen für Gifte und deren Umsetzung nicht gewährleistet.



Kleine Nager, große Wirkung: So schadet die Feldmaus der Landwirtschaft



"Mäuseknecht" nennen Bauern die Erdwunden-Gäulen in ihren Feldern, auf denen nicht mehr wächst. Von ihrem Bauen in der Mitte des Ackerfeldes aus nagen Feldmäuse im Zentrum umliegenden Weizen alles ab, was sie finden können. Sie bleiben so immer in ausreichender Entfernung zum nächsten Mäuseloch, um bei aufkommender Gefahr noch wieder verschwinden zu können. Ist alles abgeerntet, ziehen die Mäuse weiter - und das "Spiel" beginnt von neuem.

Normalerweise sind solche Schäden für die Bauern leicht zu verkaufen. Doch ab dem bis fünf Jahre wächst die Population der Feldmaus in einigen Gebieten.

LANDWIRTSCHAFT

Sachsen-Anhalt droht neue Feldmausplage

Sachsen-Anhalt droht im zweiten Jahr in Folge eine Mäuseplage. Die Nager sind trotz der Kälte im Februar gut über den Winter gekommen.

26.09.2023, 07:39

Bernburg/Prießnitz (dpa) | Andreas Lorenz stapft über den aufgewickelten Ackerboden bei Prießnitz im Burgenlandkreis. Dem Landwirt steht die Sorge ins Gesicht geschrieben. Ein Mäuseloch reiht sich an das nächste. Andreas Lorenz bangt um die jungen Pflänzchen. "Hier sieht man gut, dass das Loch zu einem bewohnten Mäusebau führt", sagt er. Ein Rapsblatt, das von den Nagetieren halb in das Loch gezogen wurde, zeigt ihm, dass es hier Bewohner gibt.

Gemeinsam mit Frank Teßner vom Halleschen Amt für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten tritt er die Mäuselöcher zu. Die sogenannte Lochtretmethode wird achtmal im Jahr überall im Land angewendet, um zu schätzen, wie groß die Mäusepopulation ist. "Wir machen das auf einem Areal von 250 Quadratmetern", erklärt Frank Teßner. "Am nächsten Tag kontrollieren wir, wie viele Löcher wieder geöffnet sind und können so Rückschlüsse ziehen, wie viele Mäuse auf dem Schlag leben."

Ab wann Maßnahmen ergriffen werden müssen, ist genau festgelegt. "Wir gehen davon aus, dass ab 5 bis 8 wiedergeöffneten Löchern Handlungsbedarf besteht", sagt Frank Teßner. Im vergangenen Sommer erreichten die Werte mit bis zu 350 wiedergeöffneten



Ausgangssituation Stimmungslage

Steht eine Feldmausplage bevor?

In diesem Frühjahr ist in Sachsen-Anhalt eine Massenvermehrung von Feldmäusen in den Ackerkulturen nicht ausgeschlossen. Hinzu kommt: Die Landwirte haben nur eingeschränkte Bekämpfungsmöglichkeiten.

Von **Detlef Finger**

In Sachsen-Anhalt könnte es in diesem Frühjahr in den Hauptbelaufgebieten nach Jahren wieder zu einer Massenvermehrung von Feldmäusen kommen. Die Monitoringergebnisse lassen ein erhöhtes Risiko für das Zustandekommen einer sogenannten Gradation erkennen. Das erklärte Christian Woff vom Dezernat Pflanzenschutz der **Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG)** Sachsen-Anhalt auf einem Fachseminar in Bernburg-Strenzfeld.

Feldmaus-Prognose kommt im April

Woff verweist dabei auf die Feldmaus-Prognose des **Julius Kühn-Instituts (JKI)**. Laut dem Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen habe im vergangenen Herbst ein geringes Risiko für eine Gradation in **erjährigen Kulturen** wie Wintergetreide und Winteraps bestanden. Hingegen habe es ein hohes Risiko in **mehrfährigen Kulturen** wie Feldfutter gegeben. Stärkere Aktivitäten seien außerdem in den Refugien der Mäuer, etwa an Schlagrändern, zu verzeichnen gewesen. Eine dramatische Situation auf dem Grünland vermeide aktuell das Land Niedersachsen. In Sachsen-Anhalt gebe es momentan vereinzelte Hinweise auf eine Zunahme der Mäusepopulation, etwa auf Winterapsflächen im Landkreis Anhalt-Bitterfeld. Die Frühjahrsprognose des JKI zu den Feldmäusen ist nach den Worten von Woff voraussichtlich im April 2020 zu erwarten.



Feldmausschaden in Wintergerste

Auf Hamster und Haselmaus achten

Zur Bekämpfung von Feldmäusen mittels Rodentiziden erklärte Woff, diese sei durch vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) geänderte **Anwendungsbestimmungen (AVB)** für Zinkphosphid Präparate eingeschränkt. In Vorkommensgebieten von **Feldhamster** und **Haselmaus**, deren Festsetzung durch das Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt erfolge, sei eine Anwendung zumindest im Zeitraum 1. November bis Ende Februar zulässig (NT820-1, NT 820-2). Ausnahmen gebe es außerdem für **Nicht-Habitats** dieser Arten. Bei einem Hamsterfund werde eine Schutzzone um den Fundort von 10 mal 10 km (100 km²) ausgewiesen.

Feldmäuse zerstören mehr als hunderttausend Hektar Acker- und Grünland in Sachsen-Anhalt

Stadtgesprächen

Erstellt: 26.10.2022 / 16:30 Uhr von cl/vm



Bei Ernteschäden im Ackerbau denken viele zunächst an Pilzbefall oder Schadinsekten – doch zu einer der größten Bedrohungen der Landwirtschaft hat sich in den zurückliegenden Jahren die Feldmaus entwickelt. Allein in Sachsen-Anhalt waren 2020 über 100 000 Hektar Acker- und Grünland durch Feldmäuse stark geschädigt worden. Darauf weist der Bauernverband Sachsen-Anhalt hin. Auch in diesem Jahr haben Feldmäuse erhebliche Schäden verursacht. Zugleich gestaltet sich die Kontrolle der Schädlinge schwierig, da den Landwirten immer weniger Mittel zur Bekämpfung zur Verfügung stehen.

Welche Schäden die Feldmäuse verursachen und wie sie noch bekämpft werden können, darüber informierten der Bauernverband Sachsen-Anhalt e. V. und der Industrieverband Agrar e. V. (IVA) gestern auf einem Hoftag bei der Landwirtschaftlichen Betriebsgemeinschaft Oschersleben Interessierte aus Politik, Verwaltung und Wissenschaft.

Betriebsleiter Sven Borchert, 1. Vizepräsident des Bauernverbands Sachsen-Anhalt, erläuterte: „Nach der letzten Massenvermehrung von Feldmäusen baut sich die Population aktuell wieder auf. Wenn wir unsere Bestände nicht schützen dürfen, wird es wieder zu Totalausfällen kommen. Die Handlungsmöglichkeiten von uns Praktikern werden maßgeblich durch die Politik vorgegeben. Diese muss praxisnahe Entscheidungen treffen, damit wir nicht im kommenden Jahr vor abgegrassenen Feldern stehen.“

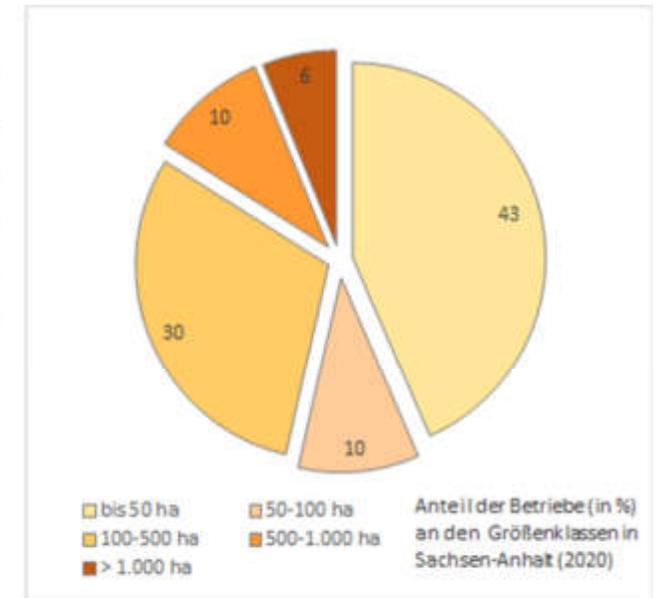
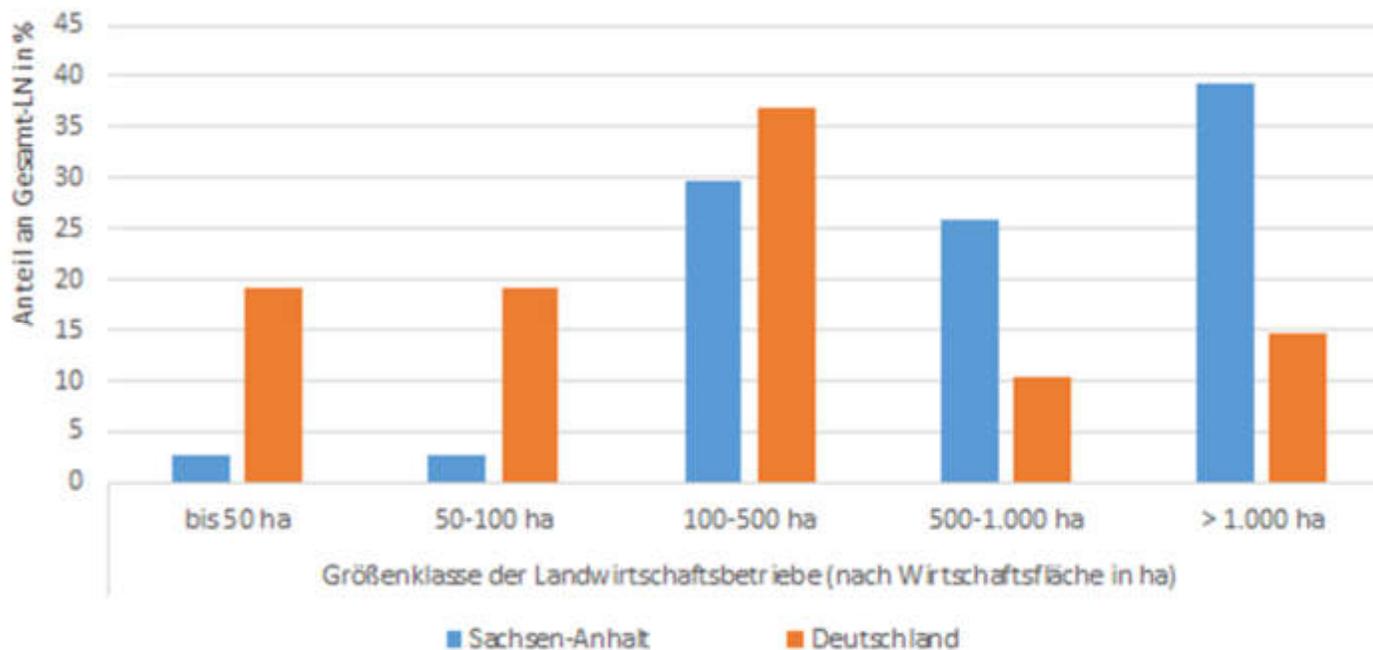
IVA-Hauptgeschäftsführer Frank Gemmer betonte, dass den Landwirten immer weniger Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stehen: „Es gibt mit Zinkphosphid in Europa aktuell nur noch einen genehmigten Wirkstoff zur Kontrolle der Feldmaus – vor zehn Jahren waren es noch acht. Hinzu kommt: Anders als bei Herbiziden oder Fungiziden mangelt es in der Feldmausbekämpfung an zugelassener Ausbringungstechnik.“

Ähnlich düster sehe die Perspektive Infolge hoher Wirkstoffverluste auch in anderen Bereichen des Pflanzenschutzes aus: „Das europäische Pflanzenschutzrecht hat hohe Zulassungshürden gesetzt. Wo Mittel in großer Zahl wegfallen, wird es für Landwirte immer schwieriger, ihre Kulturpflanzen zu schützen und günstige Nahrungsmittel zu produzieren“, so Gemmer.



Ausgangssituation

Betriebsstrukturen und Rahmenbedingungen



Datengrundlage: Statistisches Bundesamt und Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Landwirtschaftszählung 2020 (bearbeitet)

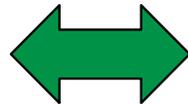


Ausgangssituation

Dilemma der Landwirtschaft

Feldhamster

- Erfordernis des Arterhalts
- Tötungsverbot
- Einschränkungen durch Auflagen / Verbote
- Akzeptanzproblem
- Notwendigkeit unabhängiger Begleitung / Begutachtung
- Erfassung sehr aufwendig



Feldmaus

- Vermeidung von Massenvermehrung und daraus resultierender qualitativer / quantitativer Verluste
- aufwändige Bestandskontrolle
- stark begrenzte Entscheidungs- und Handlungszeiträume

Projektziel:

auf Basis automatisierter, schlagbezogener Befliegungen ein Auswertungstool zu entwickeln, das eine schnelle und exakte Analyse zu Feldmaus- und Feldhamster-vorkommen auf der beflogenen landwirtschaftlichen Nutzfläche ermöglicht.



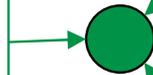
Bildquelle: LPV „Grüne Umwelt“ e. V. Feldmausbefall im Ernteverzichtsstreifen und Raps



Ausgangssituation

Lösungsmöglichkeiten | Verbesserungen

Unterstützung bei der **Bestands-erfassung und -kontrolle** von Feldhamster und Feldmaus durch **höhere Flächenleistung** in der Erfassung und **Ausdehnung der Kartierzeiträume**



Sinnvolles und zielgerichtetes Feldmausmanagement

Zielgerichtete Platzierung von Maßnahmeflächen zum Feldhamsterschutz

Projektziel:

auf Basis automatisierter, schlagbezogener Befliegungen ein Auswertungstool zu entwickeln, das eine schnelle und exakte Analyse zu Feldmaus- und Feldhamster-vorkommen auf der beflogenen landwirtschaftlichen Nutzfläche ermöglicht.



Bildquelle: LPV „Grüne Umwelt“ e. V. Feldmausbefall im Ernteverzichtsstreifen und Raps



Umsetzung Testflächen und -kulturen

Probeflächen bei Partnerbetrieben mit:

Winterweizen, Triticale, Mais, Luzerne/Roggen, Roggen, Hafer, Lein, Zuckerrübe, Dinkel, Blüh-/ Begrünungsmischungen, Sommergerste, Sonnenblume, Buchweizen

(Weitere Testflächen nach Abstimmung mit jeweiligen Bewirtschaftern einbezogen)

Erfassung FH	2022		2023		2024	
Frühjahrskartierung			X	Einzelflächen und ganze Schläge	X	Einzelflächen und ganze Schläge
Nacherntekartierung	X	Erste Aufn./ Befl.	X		(X)	
Erfassung FM						
Bestandserfassung			X	(Zeitweise kaum Bestand vorhanden)	X	ausgewählte Standorte
Trainings- und Kontrollflächen	X	Erste Aufnahmen / Befliegungen	X	Einzelflächen	X	Einzelflächen und ganze Schläge



- Ökologische Landwirtschaft
- Konventionelle Landwirtschaft
- Konservierende Bodenbearbeitung

Umsetzung Erfassung Feldhamster

- **Selektive Aufnahme** von Einzelbauen (hier Bauöffnungen)
- **Feinkartierung** von Teilflächen
- Erhebung Basisdaten (Tiefe, Durchmesser, Art, Status), ggf. Fotodokumentation
- Hochgenaues Einmessen der Bauöffnungen (satellitengestütztes Positionierungssystem mit Korrekturdaten (Genauigkeit ~1cm))

Stand 05/2024: Trainingsdaten mit 223 Einzelbauen und 37 sonstigen Objekten zur Abgrenzung

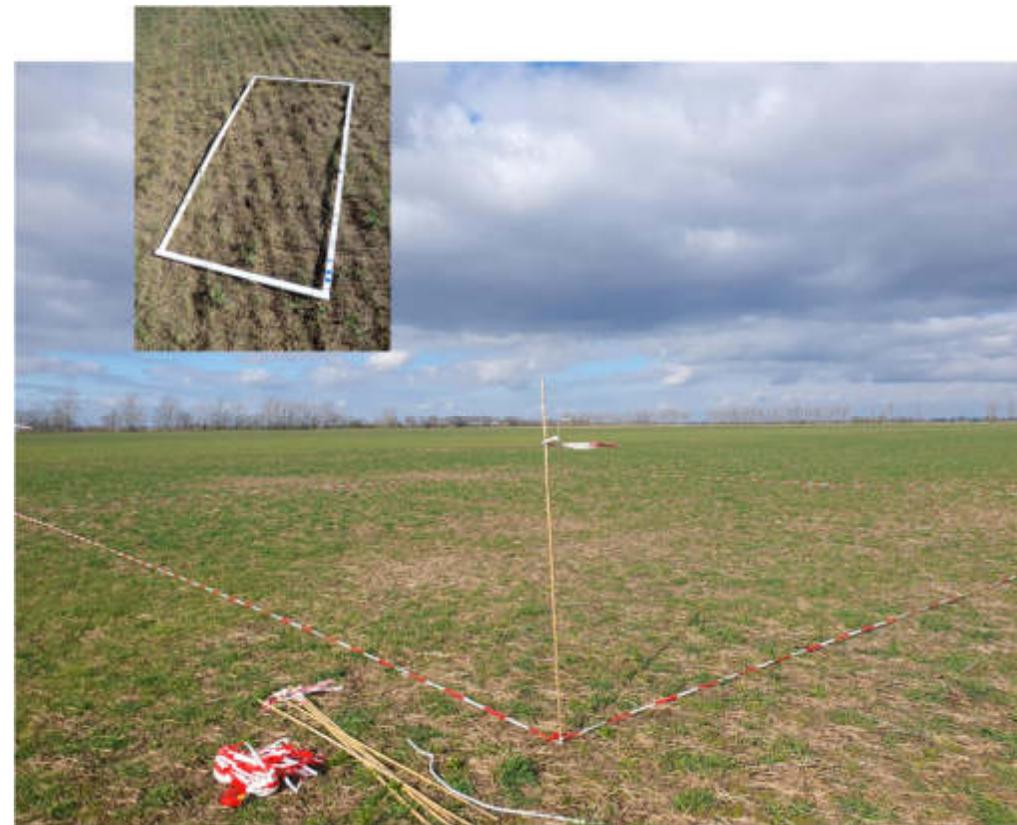


*Bildquelle: LPV „Grüne Umwelt“ e. V.
Erhebung Feldhamsterbestand*

Umsetzung Erfassung Feldmaus

- **Bestandserfassung** mittels Lochtretmethode (Probefläche 16x16m)
- **Erfassung von Feldmausbauen** mittels Kartierrahmen (je 5 Training + 5 Kontrolle)
- Fotodokumentation aller Flächen
- Hochgenaues Einmessen der Bauöffnungen und Probeflächen (satellitengestütztes Positionierungssystem mit Korrekturdaten (Genauigkeit ~1cm))

Stand 04/2024: Trainingsdaten mit 834 Bauöffnungen



Bildquelle: LPV „Grüne Umwelt“ e. V.
Erhebung Feldmausbestand

Umsetzung Datenerhebung / Befliegung

Erhebung Basisdaten:

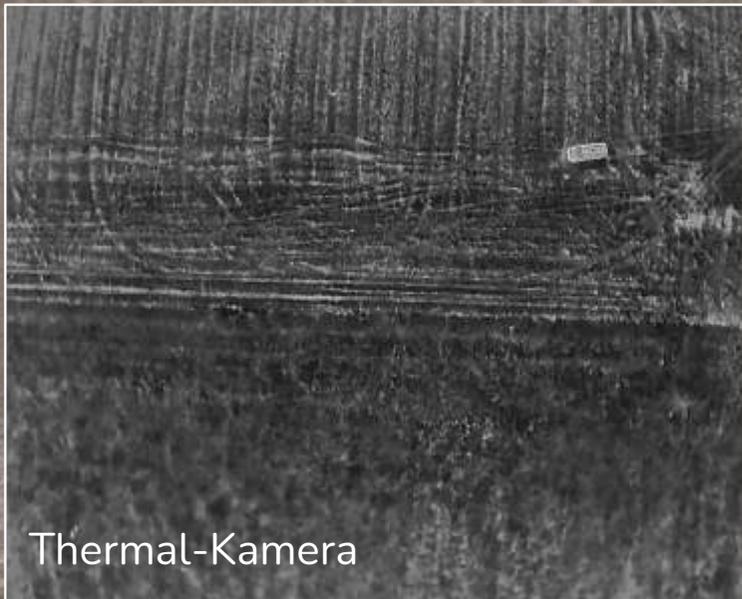
- Entnahme von Bodenproben, Erfassung Witterung
- Kultur, Fruchtfolge, maßgeblicher Bewirtschaftungsverlauf

Datenerhebung mittels Befliegung:

- Test unterschiedlicher Sensoren und Flugparameter

Stand 04/2024: 281 Einzelflüge, 78 h, 842 km (nur DJI M30 T); weitere Drohnen + Sensoren im Test

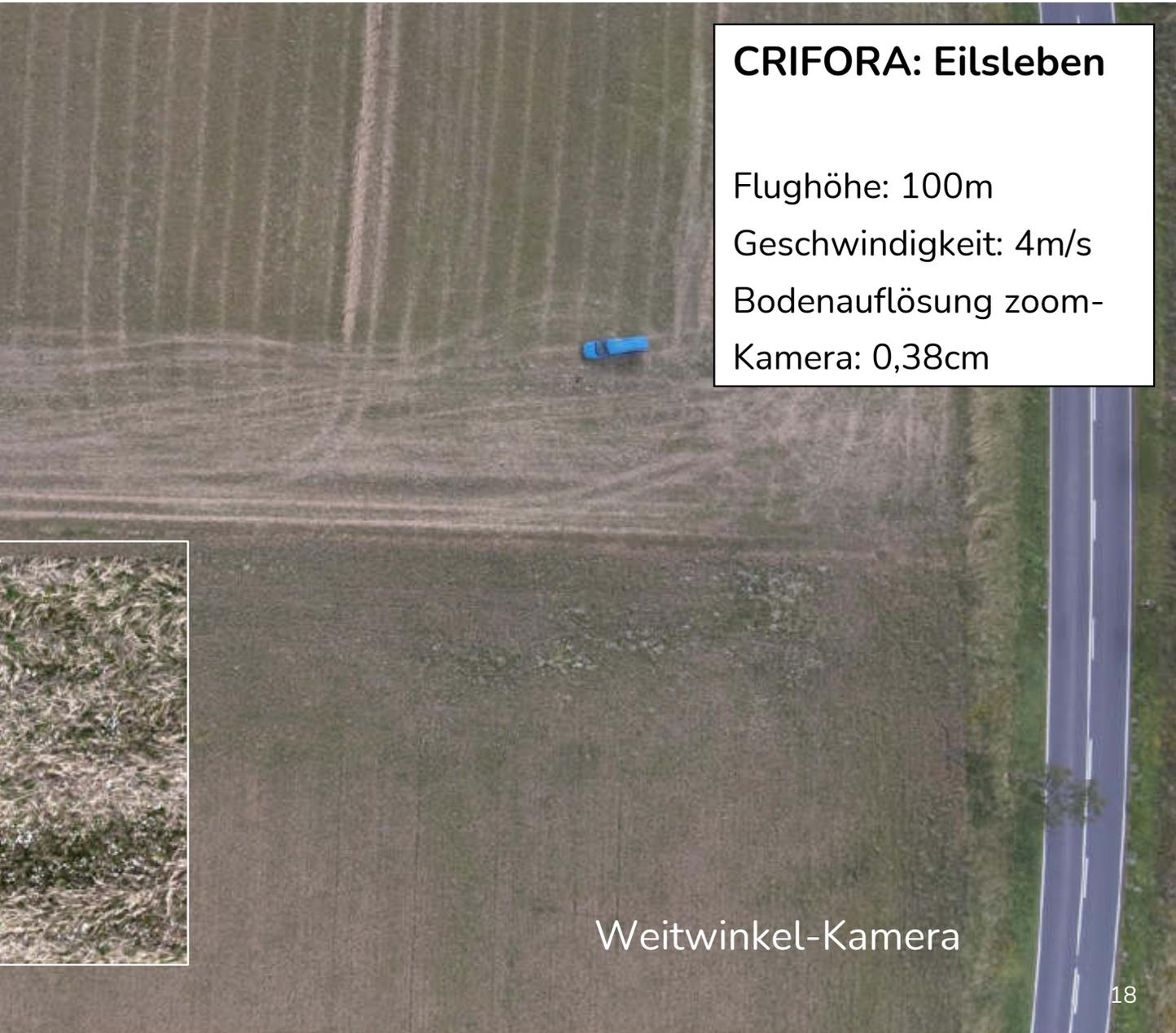




Thermal-Kamera



Zoom-Kamera



Weitwinkel-Kamera

CRIFORA: Eilsleben

Flughöhe: 100m

Geschwindigkeit: 4m/s

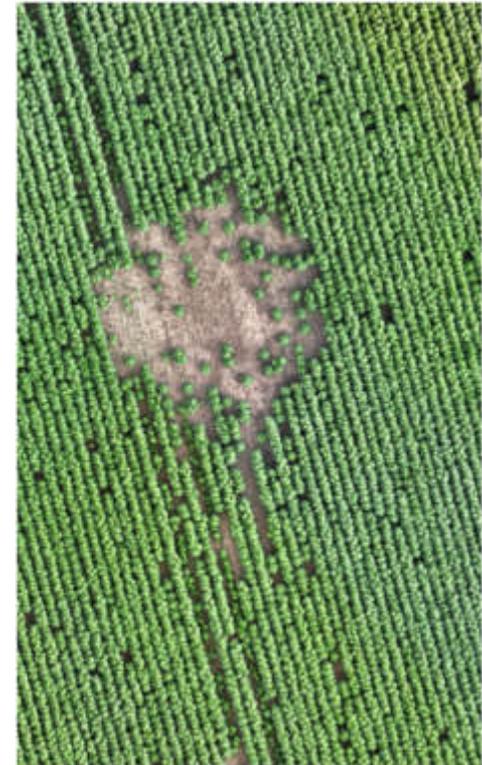
Bodenauflösung zoom-

Kamera: 0,38cm



Kartierung aus der Luft Einführung

- **Fernerkundung** bezeichnet die **berührungsfreie Erkundung** und **Erfassung** der Erdoberfläche
- Übliche Datentypen: Satelliten-, Luftbild- und Drohnendaten
- Im Projekt kommen **Drohnen** und **Künstliche Intelligenz** zum Einsatz





Kartierung aus der Luft Drohnenpotenzial

- **Drohnen** kommen vermehrt für klein- und großräumige Analysen zum Einsatz

Ermöglichen potenziell ...

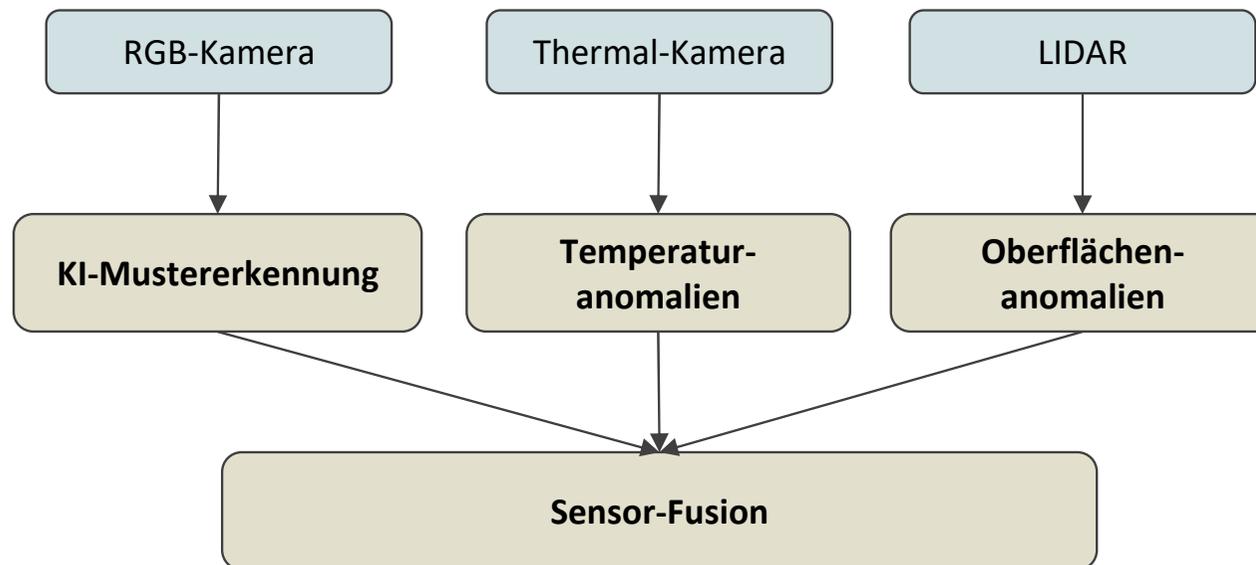
- ... die **frühzeitige Erfassung** von Arten
- ... **zeitlich zielgerichtete** Bekämpfungs-, Schutz- und Entfernungs**maßnahmen**





Kartierung aus der Luft

Datentypen und Methodengrundlagen



- Um hochgenaue Detektionen zu ermöglichen, werden die einzelnen Ansätze zusammengeführt.

→ **Multivariates Verfahren**

Kartierung aus der Luft

Hardware

DJI Matrice 30 T

- Gewicht: 3,7 kg
- Flugdauer: ca. 41 Minuten
- IP55-Rating
- Genauigkeit: 30 cm → 1 cm (mit RTK)
- Sensoren: **RGB-Weitwinkel**, **RGB-Zoomkamera**, **Thermal** und Laser-Scanner



Kartierung aus der Luft

Hardware

Sensorauflösungen

- Sensorauflösung abhängig von der Flughöhe und dem eingesetzten Sensor

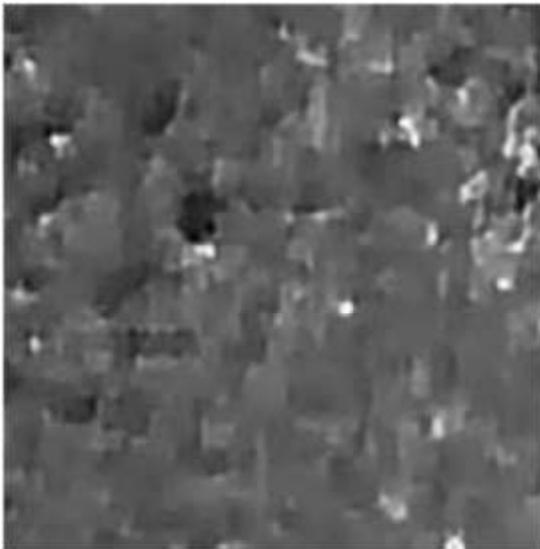


Flughöhe (in m)	GSD-W (in cm/px)	GSD-Z (in cm/px)	GSD-T (in cm/px)
50	1,78	0,19	6,59
100	3,56	0,38	13,19

Kartierung aus der Luft

Hardware

Darstellung einer Fallröhre (Feldhamster) aus 30 m Flughöhe:



Thermal



Weitwinkel

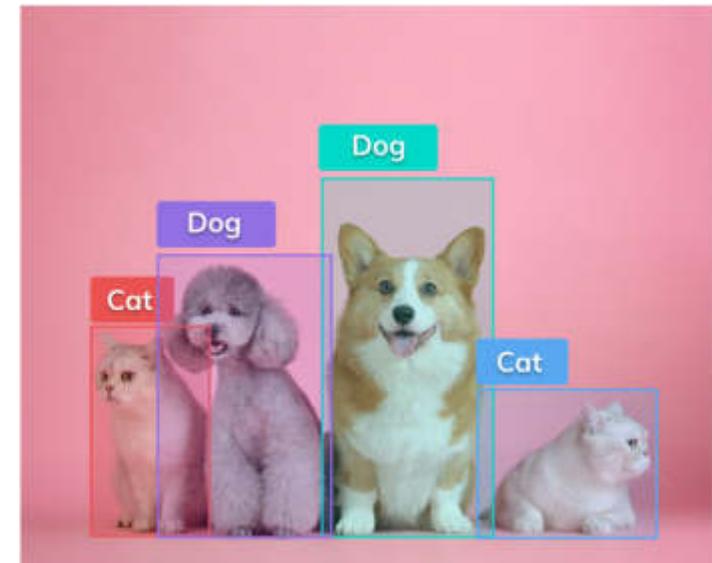


Zoom



KI-Ansatz Object Detection

- Zum Einsatz kommt die sogenannte **object detection**
- Eine **visuelle** Methode, die der **Lokalisierung** von Objekten in Bildern und Videos dient
- Baut auf Ansätzen des *machine learnings* und des *deep learnings* auf



<https://www.v7labs.com/blog/object-detection-guide>



KI-Ansatz

Trainieren eines KI-Modells

Unser Trainingsdatensatz:

- Drohnendaten
- Zeitraum: Nachernte 2022 → Nachernte 2023
- Über 15.000 Einzelbilder unterschiedlicher Sensoren und Flughöhen
- Diese müssen vor dem KI-Training manuell mit **Labeln** versehen werden



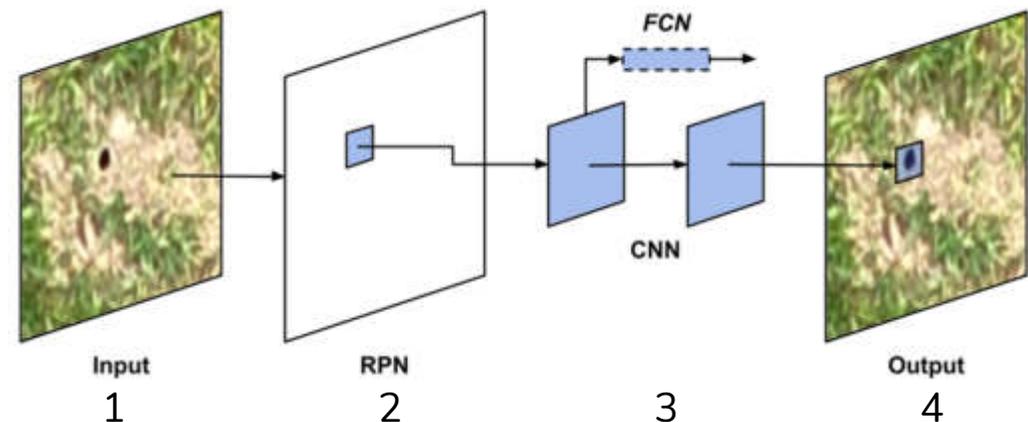
Darstellung einer Fallröhre, die mit einer Bounding Box gelabelt wurde (Eigene Darstellung)



KI-Ansatz

Grundlegende Funktionsweise einer OD-KI

1. Gegeben ist ein Input (Bild oder Video)
2. Das trainierte OD-Modell sucht im Bild nach Bildkacheln (Regionen) die ein gesuchtes Objekt beinhalten könnten
3. Auf diese ausgewählten Regionen werden mathematische Filter angewendet, um das jeweilige Objekt herauszufiltern
4. Ausgabe ist z.B. ein Bild oder eine Tabelle, in der das gefundene Objekt markiert und beschrieben ist





KI-Ansatz

Ergebnisse unseres KI-Modells



- Ergebnisse unseres Ansatzes sind Punkt- und Flächendaten in Tabellenform
- Jede Detektion verfügt über Informationen bezüglich der Objektklasse, der Modellgüte, der Objektgröße und exakte Lagekoordinaten

KI-Ansatz

Anwendung eines KI-Modells



Befliegungen

Eine Fläche wird mit der Drohne in z.B. 100 Meter Flughöhe und 5 m/s abgeflogen.

Datenaufbereitung

Die Drohnenbilder werden zu Orthomosaik zusammengefügt, um die Positionierung der Baue zu ermöglichen.



KI-Anwendung

Die Orthomosaik werden der KI übergeben. Ergebnisse werden automatisiert ausgegeben.

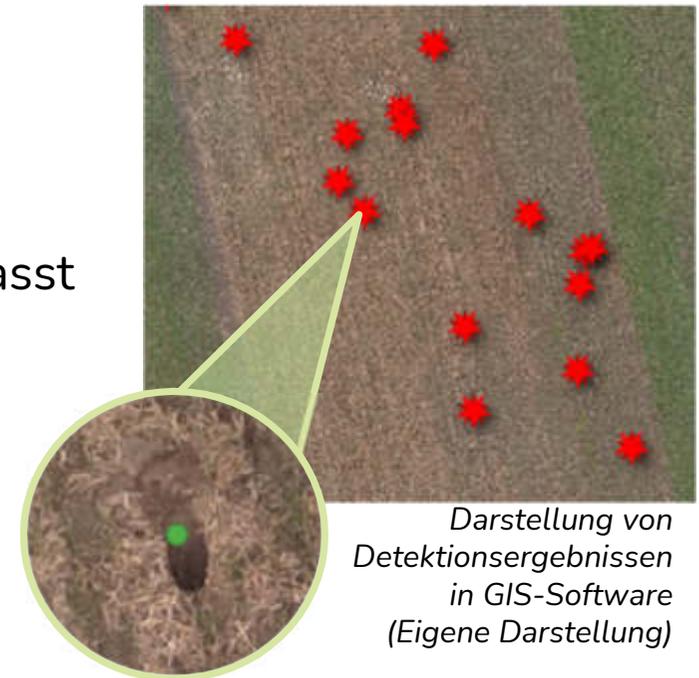


KI-Ansatz

Beispielergebnisse: Feldhamstererfassung

Prosigk: April 2023 | Winterweizen

- Feinkartierung ermittelte 16 Feldhamsterbaue
- 85 % der kartierten Baue wurden von der KI erfasst
- 2 zusätzliche Baue, die die Kartierung nicht erfasste, wurden entdeckt



*Darstellung von
Detektionsergebnissen
in GIS-Software
(Eigene Darstellung)*



KI-Ansatz

Beispielergebnisse: Feldhamstererfassung

Prosigk: Juli 2023 | Sonnenblume

- 10 Hektar wurden befliegen
- 1.284 tausend Bilder pro Sensor
- Flugdauer ca. 30 Minuten
- Sonnenblume hochstehend
- Erfassung von 4 Fallröhren auf einem Feld, das dicht bewachsen war
 - Keine Feinkartierung möglich!



*Sonnenblumenfeld bei Prosigk (Köthen).
Dargestellt werden durch die KI erfasste
Feldhamsterfallröhren (Eigene Darstellung)*



KI-Ansatz

Beispielergebnisse: Feldmaus mit RTK

Verbesserung der Positionierung:

- Beflogen wurde mit einer RTK-Antenne (Referenzstation)
- Der Einsatz der RTK führt zu einer hochgenauen **Positionierung mit Unsicherheiten von 1 - 4 cm**
 - Ohne RTK erhöht sich diese Ungenauigkeit auf 6 - 17 cm, wenn Referenzpunkte genutzt werden
- **RTKs haben einen direkten, positiven Einfluss auf die Güte der erhobenen Daten und auf die Modellgüte**

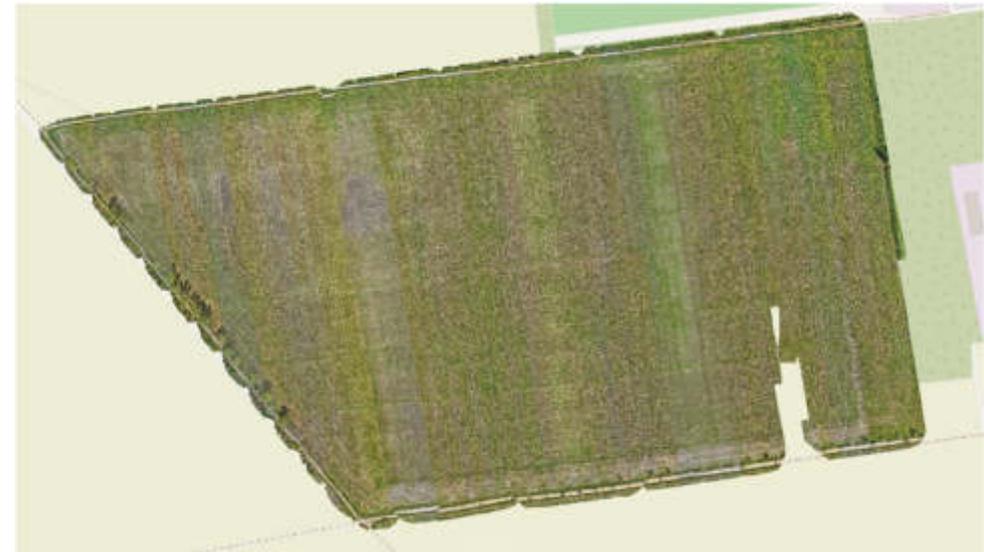


*Kalibrierte RTK-Station
(Eigene Darstellung)*

KI-Ansatz

Aktuelle Versuche: Großräumige Erfassung

- Bisher kleinräumige Erfassungen → Ausdehnung auf großräumige
- z.B. Erfassung von 42 Hektar in 2 Stunden (ohne RTK)
- 5.500 Bilder pro Sensor
- Fluggeschwindigkeit: 5 m/s
- Flughöhe: 100 m



Darstellung einer Fallröhre, die mit einer Bounding Box gelabelt wurde (Eigene Darstellung)



KI-Ansatz

Aktuelle Versuche: Großräumige Erfassung

- Zeitgleich wurde eine Feinkartierung durchgeführt
- Kartierung: 65 Löcher
- Einsatz eines KI-Modell: 48 Löcher
 - 33 decken sich mit der Feinkartierung
 - Restliche Detektionen zusätzliche Löcher
- Hinzunahme weiterer Modelle verbessert die Anzahl der kartierten Objekte 51





KI-Ansatz

Zusammenfassung der aktuellen Ergebnisse

- Grundsätzlich erfassen KI-Modelle Feldhamster- und Feldmausbaue
 - Kleinräumig: Präzise Ergebnisse
 - Großräumig: Stärkere Schwankungen in der Modellgüte
- Die Güte der Ergebnisse ist stark abhängig von der Datenqualität
 - Diese wird beeinflusst von Witterungseffekten und ungenauen GPS-Koordinaten
- **Kombinationsansatz mehrerer KI-Modelle + Filterfunktionen + anderer Datentypen (z.B. Thermal) erforderlich**



KI-Ansatz Ausblick

- Großräumige Befliegungen mit RTK
 - Verbesserung der Datenqualität
- Durchführung von Kartierungen Dritter
 - Weiterführende Anpassungen der aktuellen Modelle
- Erweiterung um Thermaldaten, zur weiteren Abgrenzung von Löchern und ihrer Umgebung, ist derzeit in Entwicklung

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!