



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

- Ein neuer Blick auf bekannte Geodaten mittels KI -

Oliver Hoehn

LBD, Ref. 63 - Geoinformationssysteme



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Agenda

1. Kurzvorstellung Referent und Referat

2. Projekt ‚Grenzverletzungen‘

- Ausgangslage
- Umsetzung
- Zusammenfassung &Fazit





Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Agenda

1. Kurzvorstellung Referent und Referat

2. Projekt ‚Grenzverletzungen‘

- Ausgangslage
- Umsetzung
- Zusammenfassung & Fazit



1. Kurzvorstellung Referent und Referat



- 2019 bis heute GIS-Spezialist bei LBD, Referat 61
- 2016-2019 Projekt Manager bei Garmin Deutschland
- 2015-2016 GIS-Spezialist bei ITMB, Kanada
- 2011-2014 Projekt Manager am Landesamt für Geoinformation, BaWü



1. Kurzvorstellung Referent und Referat

Landesbaudirektion, Referat 61 – GIS-Team

LBD: Mittelstelle zw. Ministerien und Bauämtern (StBA's)

• **Referat 61: Geoinformationssysteme und IT-Management**

(GIS-Team)

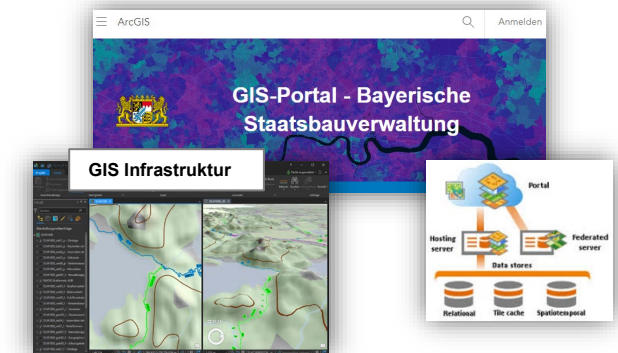
(ITM)

1. Kurzvorstellung Referent und Referat

Aufgabenbereich GIS-Team



- Strategische Weiterentwicklung GIS & Geodaten in der Bauverwaltung
- Bereitstellung einer Geodateninfrastruktur (Server, Desktop, Web, mobile Apps)
- Geodatenmanagement im Rahmen der Ressortvereinbarung
- Koordinierung der Lizenzverwaltung des EA (Fa. Esri Inc.)
- Beratung bei Entwicklung neuer GIS-bezogener Anwendungen und Fachverfahren
- Räumliche Auswertungen & Kartographie
- Support zu GIS-Themen





Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Agenda

1. Kurzvorstellung Referent und Referat

2. Projekt ‚Grenzverletzungen‘

- Ausgangslage
- Umsetzung
- Zusammenfassung & Fazit





2. Projekt ‚Grenzverletzungen‘

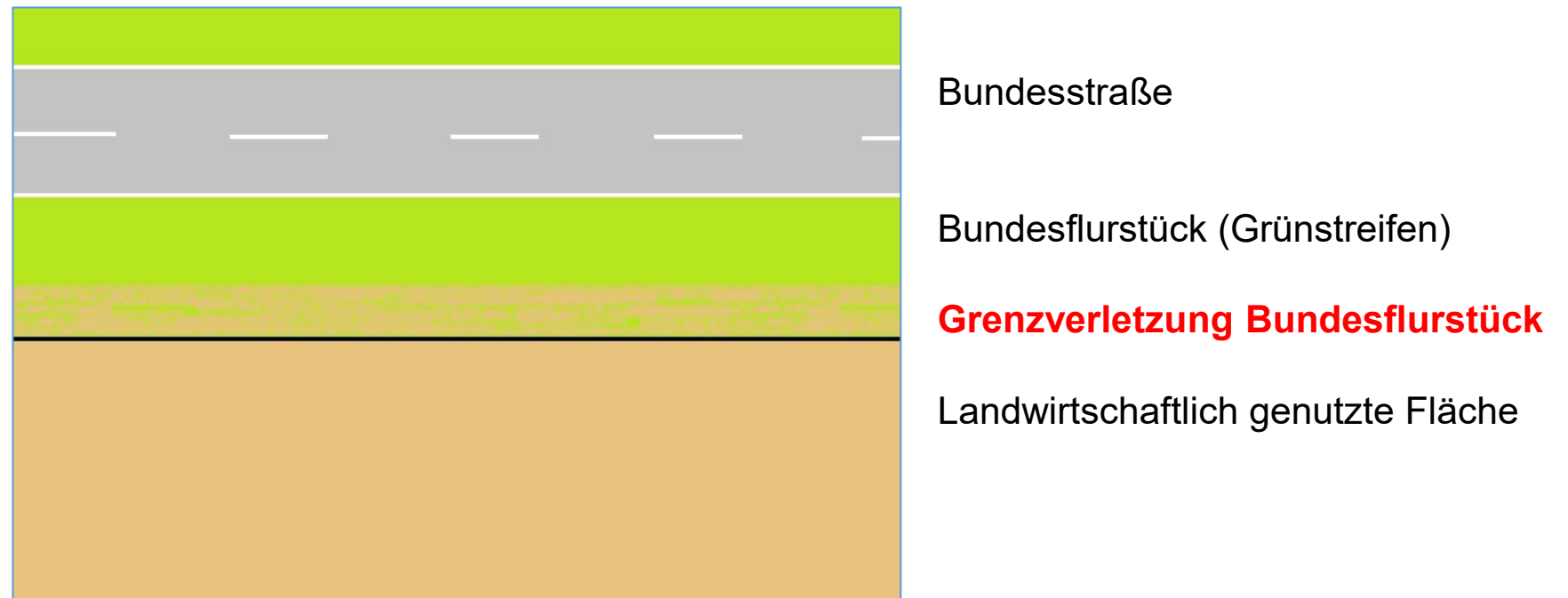
Ausgangslage

- Anfrage des StMB: **Machbarkeitsuntersuchung (PoC)** zur Verwendung von **GIS + KI** zur **Untersuchung von landwirtschaftlichen Grenzverläufen** entlang Bundesstraßen
- *Hintergrund: Anfrage Bund an Länder -> **Anzahl und Größe der Grenzverletzungen.***

2. Projekt ‚Grenzverletzungen‘

Ausgangslage

- **Grenzverletzungen?** -> Landwirtschaftliche Nutzung geht teils mit unrechtmäßiger Nutzung von Bundesflurstücken einher.





2. Projekt ‚Grenzverletzungen‘

Ausgangslage

Ursprünglich angedachte Umsetzung:

- Aufnahme der Grenzverletzungen durch StBA Mitarbeitende durch freies Abfahren und Prüfen entlang Bundesstraßen.



-> Sehr zeit- und personalintensive Vorgehensweise

2. Projekt ‚Grenzverletzungen‘

Ausgangslage



Fragestellung:

Kann GIS + KI eine substantielle Hilfestellung bei der Identifikation der Grenzverletzungen bieten?

-> **Systematische und automatisierte Lösung** angestrebt!

-> Machbarkeitsuntersuchung (Proof of Concept)



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Agenda

1. Kurzvorstellung Referent und Referat

2. Projekt ‚Grenzverletzungen‘

- Ausgangslage
- **Umsetzung**
- Zusammenfassung & Fazit

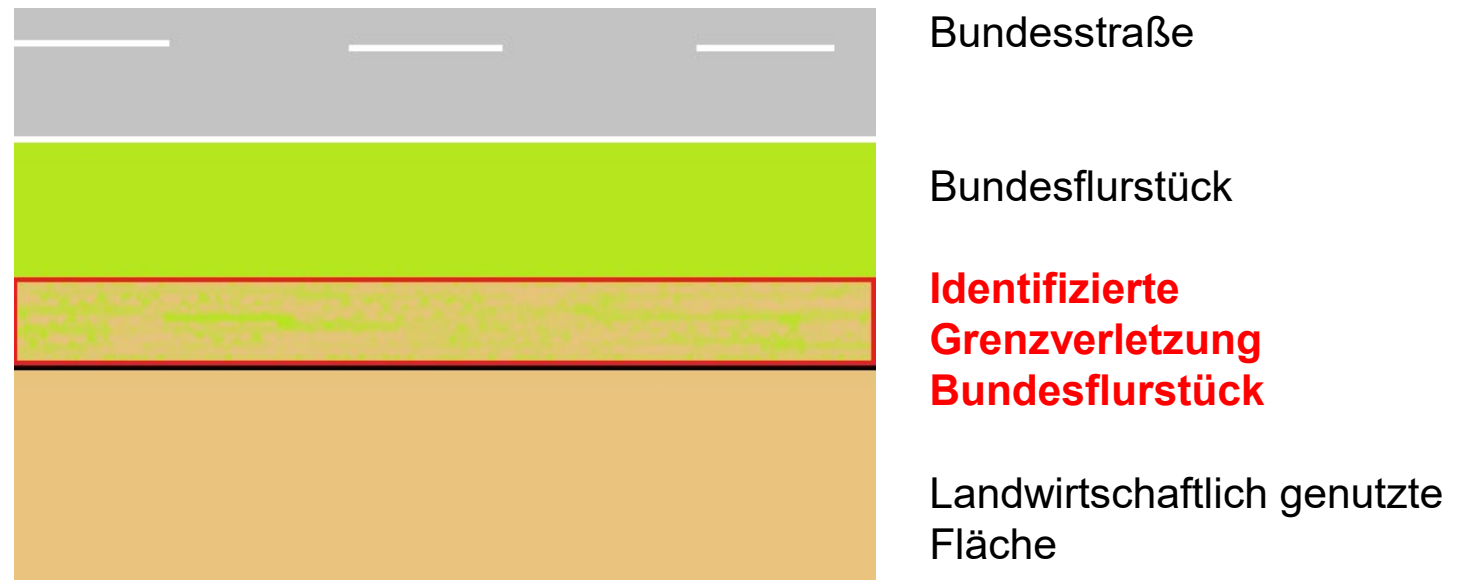


Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

Wie können Grenzverletzungen automatisiert detektiert werden?

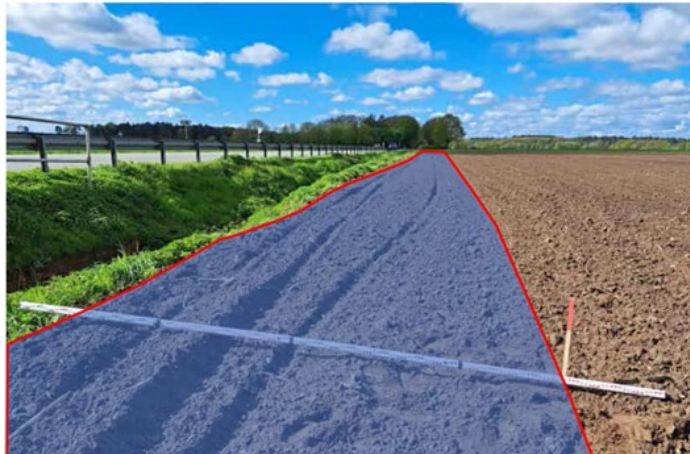
-> Identifizierung abrupter **Farb- bzw. Musterwechsel** innerhalb der betreffenden Flurstücke



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

Beispiele Grenzverletzungen: (Bundesflurstücke jeweils markiert)



Beispiel 1: **deutlicher Farbwechsel**
(Grünstreifen-Feld)
-> einfachere Identifizierung



Beispiel 1: **kaum Farbwechsel**
(Grünstreifen-Feld)
-> schwierigere Identifizierung

Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

Technische Umsetzung:

- **GIS:** Esri ArcGIS Pro



- **KI:** Esri GeoAI



- **Geodaten:**

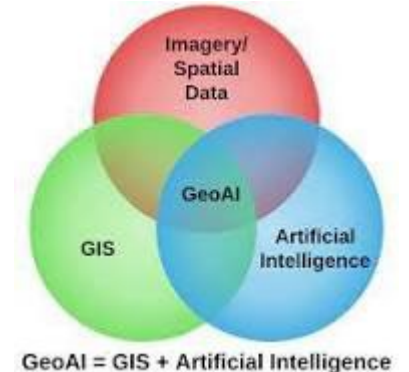


Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

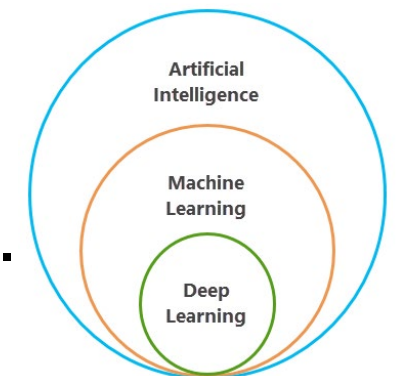
Esri **GeoAI**

- **Integration** von Künstlicher Intelligenz (KI) und GIS-Daten



- **Automatische Erkennung** räumlicher **Muster** in Luft- und Satellitenbildern

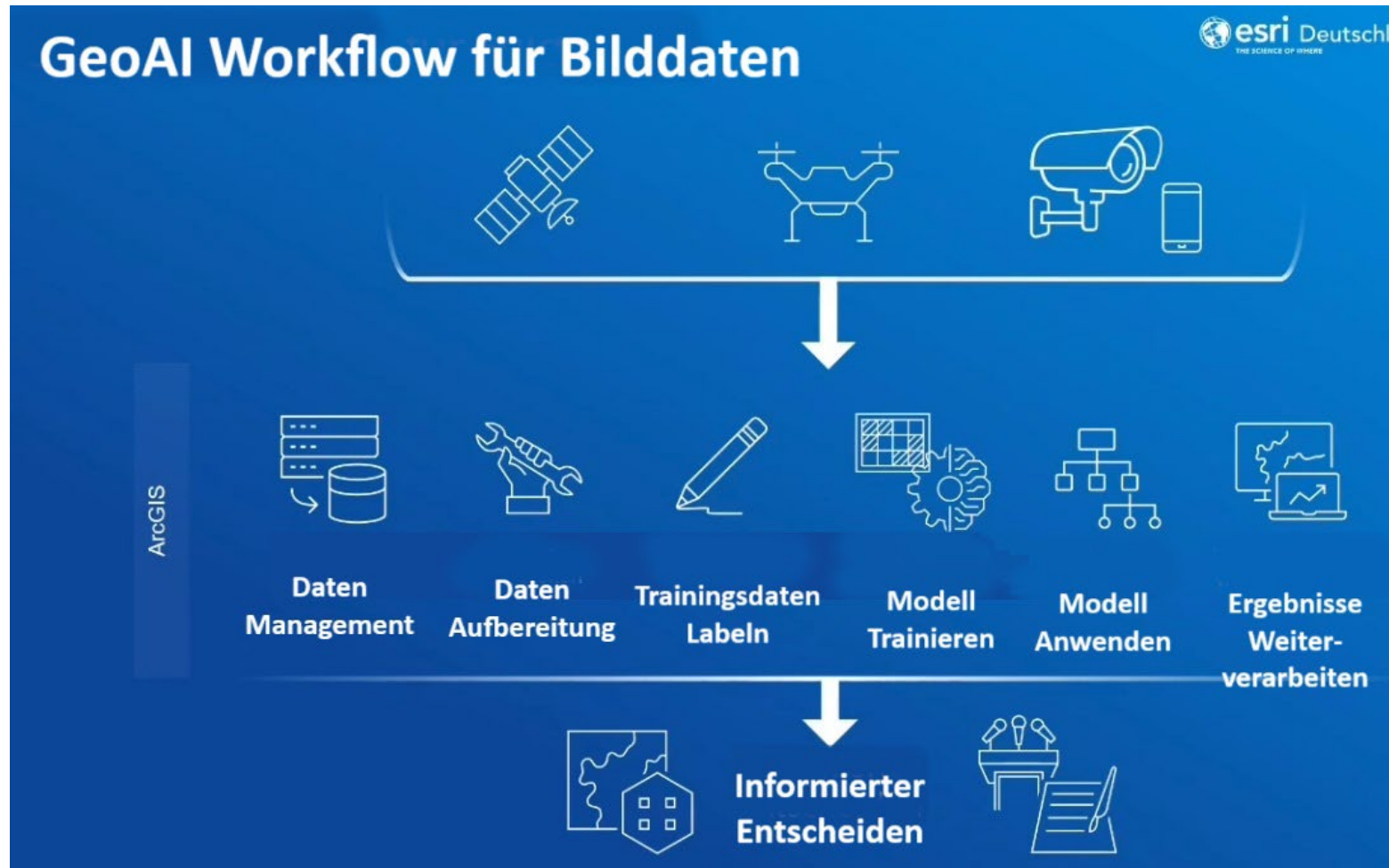
- Durch Methoden des Machine Learning bzw. Deep Learning.



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

Esri **GeoAI**





Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

Herausforderungen des PoC:

- **Unklarheit, ob bestehende Luftbilder (DOP 20) zur zuverlässigen Identifikation der Grenzverletzungen geeignet sind**
- **Eignen sich bestehende GeoAI Modelle für unseren Einsatzzweck?**
- **Bayernweite Umsetzung: hohe zu prozessierende Datenmengen (~5TB)**
Rechnerausstattung performant genug?

Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

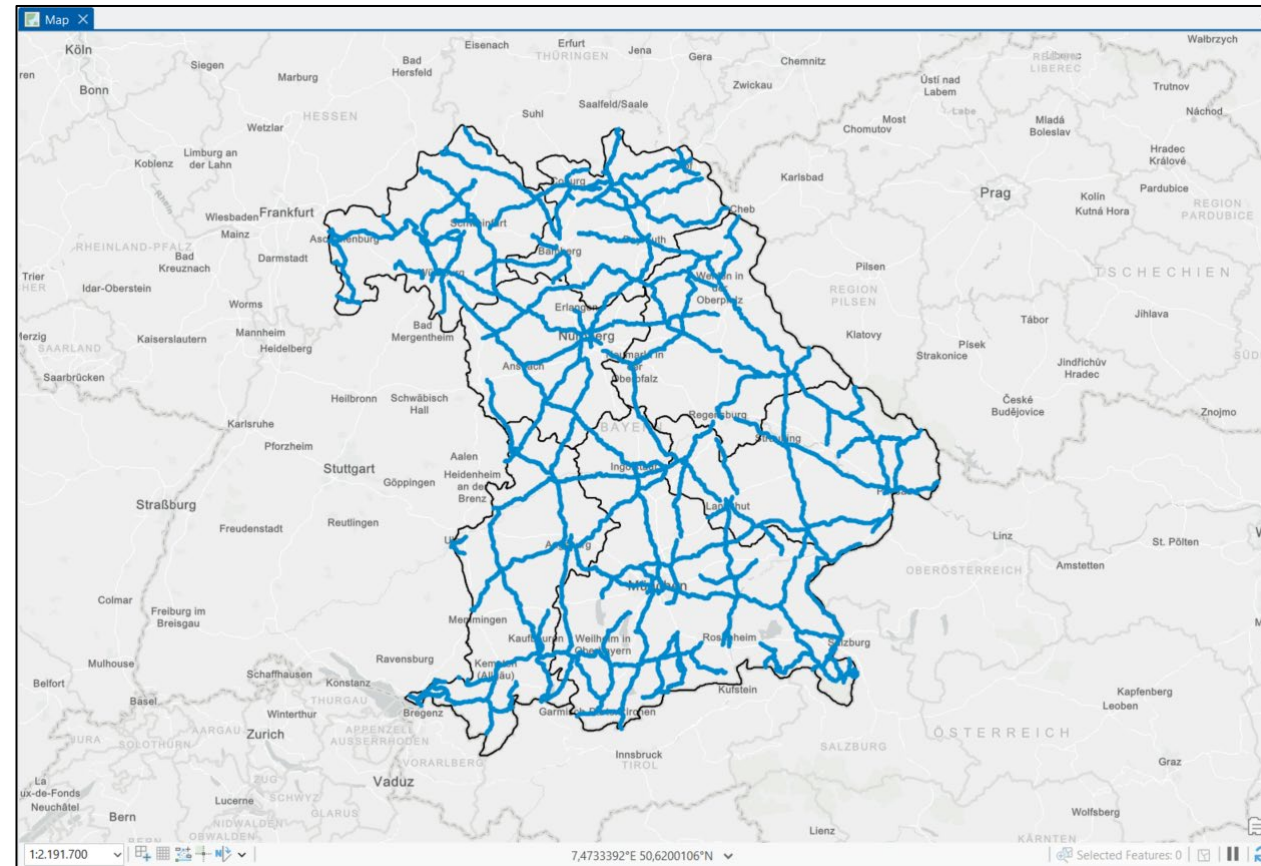
1. Verwendete Geodaten: DOP's (20cm Auflösung, LDBV)



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

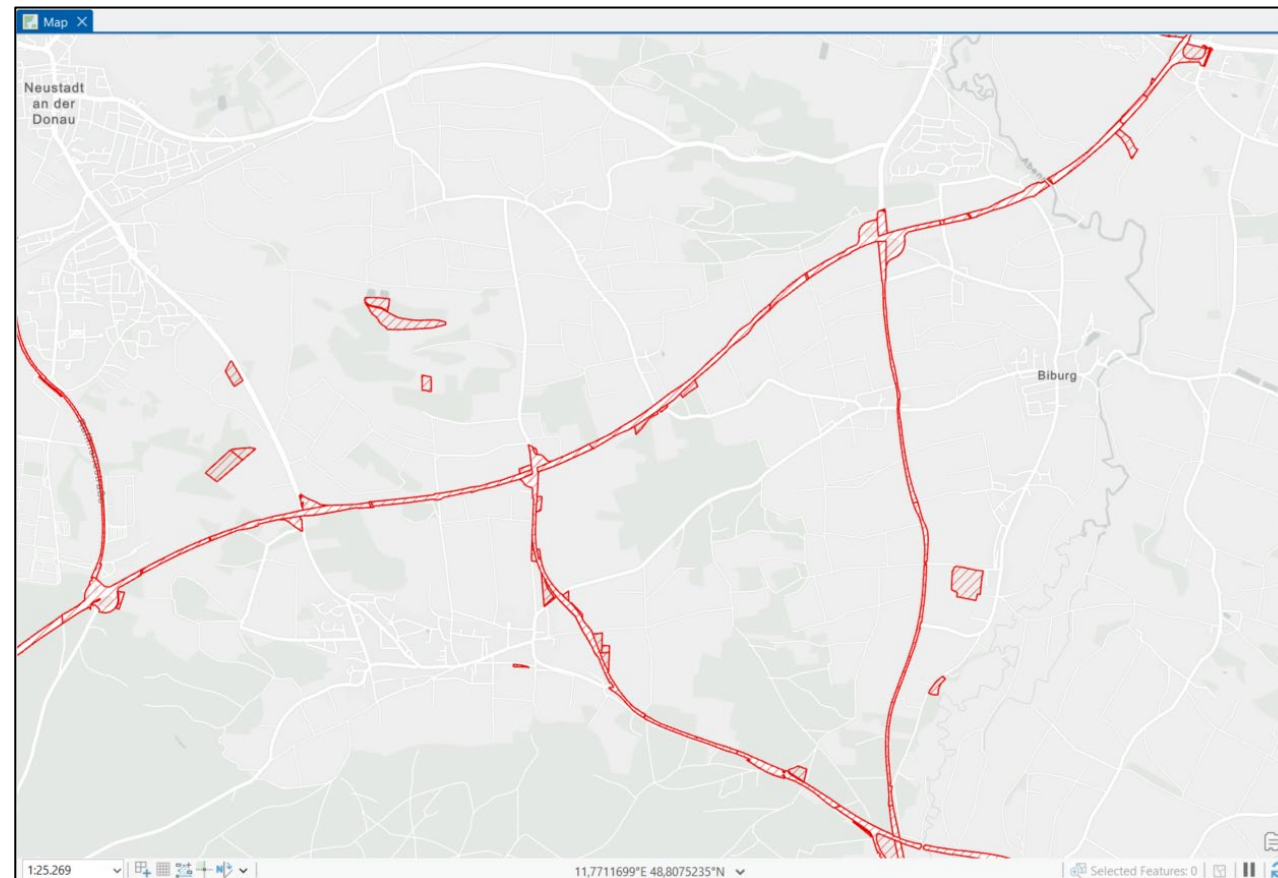
1. Verwendete Geodaten: Bundesstraßen (BAYSIS)



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

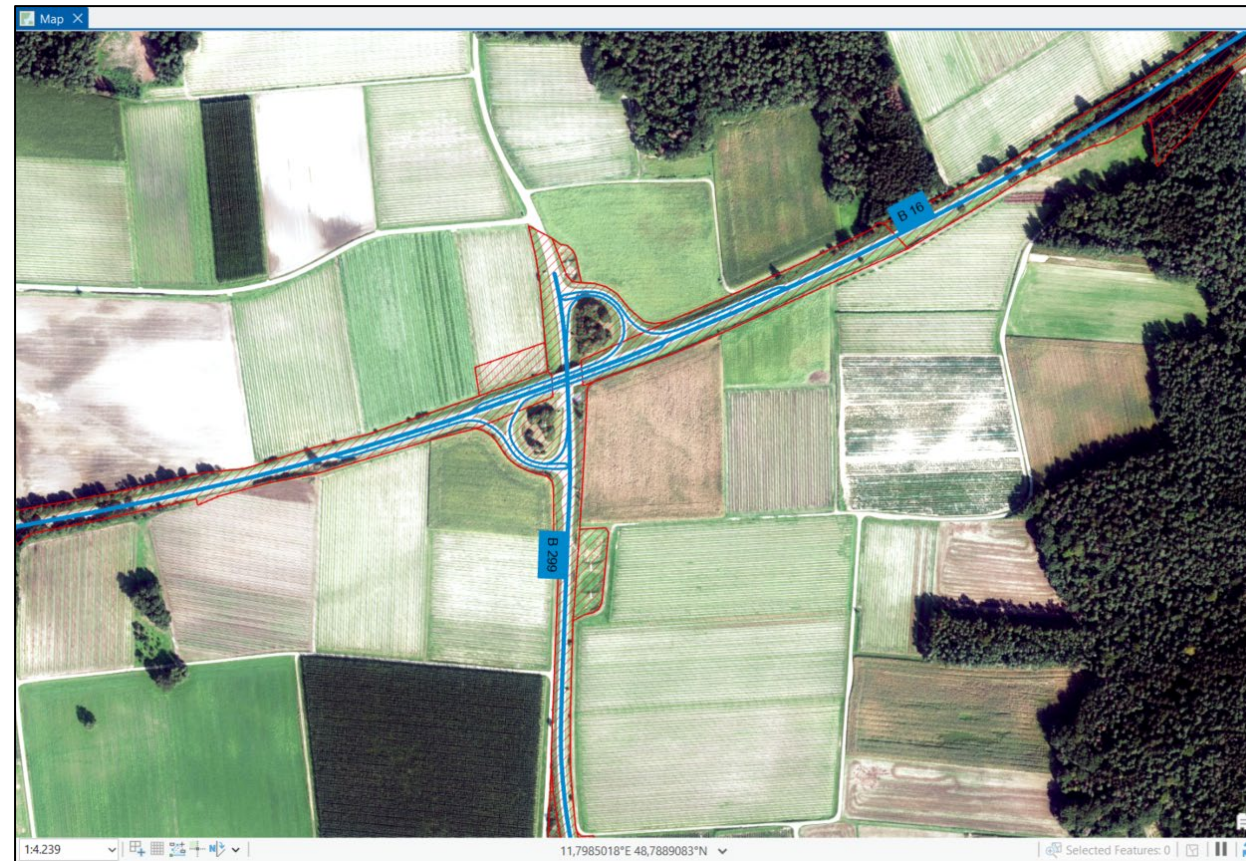
1. Verwendete Geodaten: Bestandsflurstücke (LDBV)



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

1. Verwendete Geodaten: DOP's, Bundesstraßen, Bestandsflurstücke



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

2. Labeling

- Erstellung von **Groundtruth-Daten** zum **Trainieren des KI-Modells**
- **Manuelles Labeling** (Erstellung Polygone) von landwirtschaftlichen Flächen



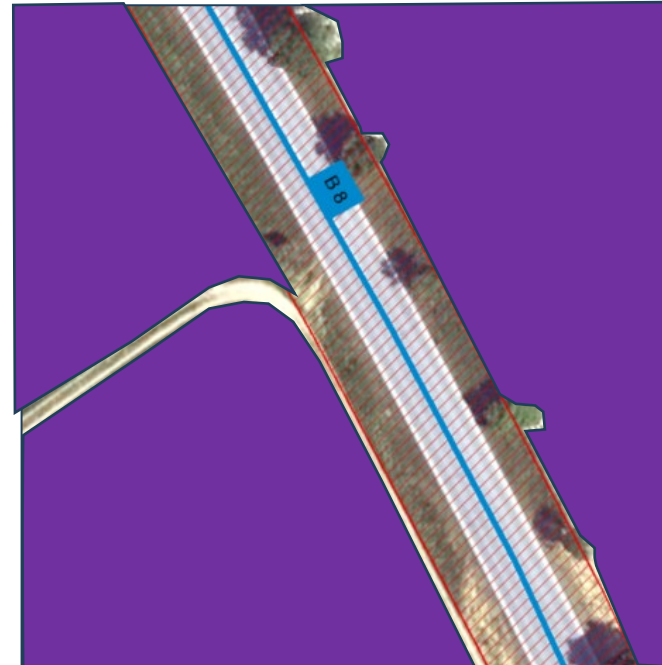
in ArcGIS Pro

Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

2. Labeling

- Möglichst viele landwirtschaftliche Situationen mit **unterschiedlichen Beleuchtungs- und Kontrastwerten** *für hohe Stabilität bei auftretenden Variationen*



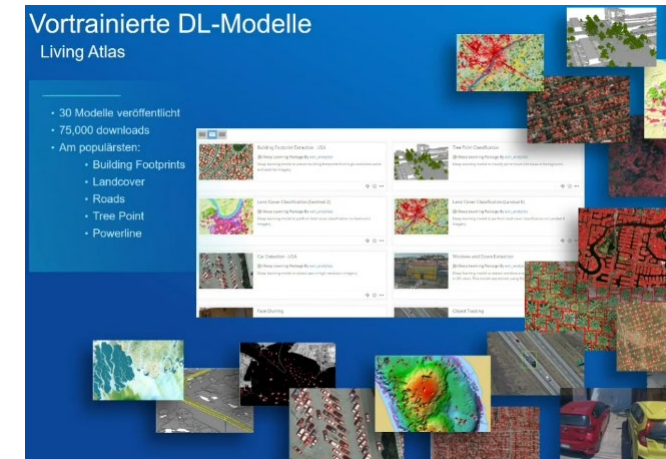
Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

3.1 Auswahl des GeoAI Modells

- **Auswahl** eines für unseren Anwendungsfall geeignetes GeoAI Modells

Hohe Auswahl vortrainierter Modelle



Technische Voraussetzungen:

ArcGIS Pro Lizenzstufe: Advanced; Extensions: Image Analyst, 3D Analyst

Deep learning libraries for ArcGIS Pro; Vortrainiertes GeoAI Modell: ‚landschaft_test.dlpk‘

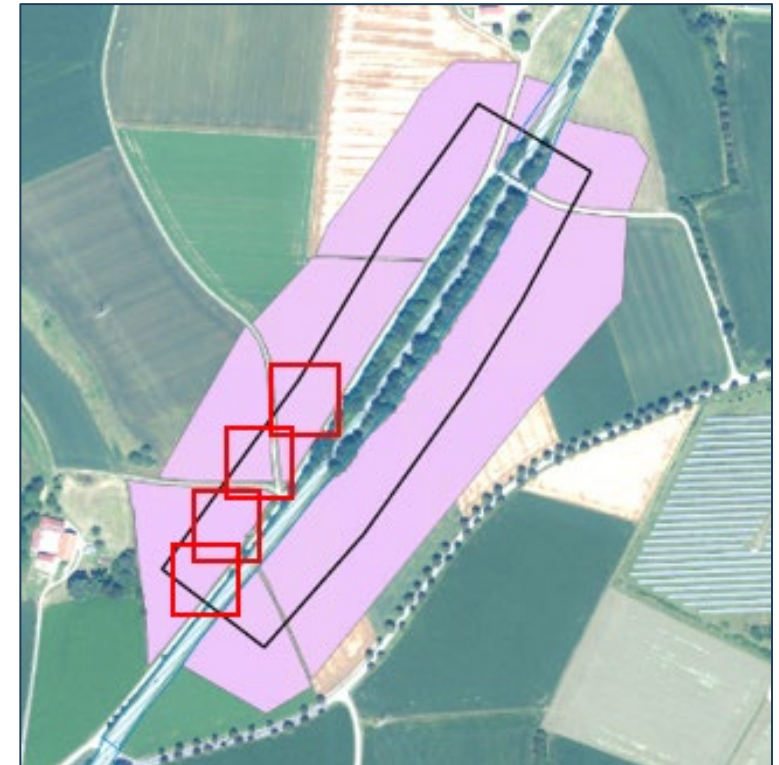
Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

3.2 Trainieren des GeoAI Modells

- **Erstellung des Trainingsdatensatzes**
- Aus den **gelabelten Flächen** werden **Bildausschnitte abgeleitet**, die für das Training des KI Modells verwendet werden

ArcGIS Pro: Geoprocessing-> Export training data for deep learning

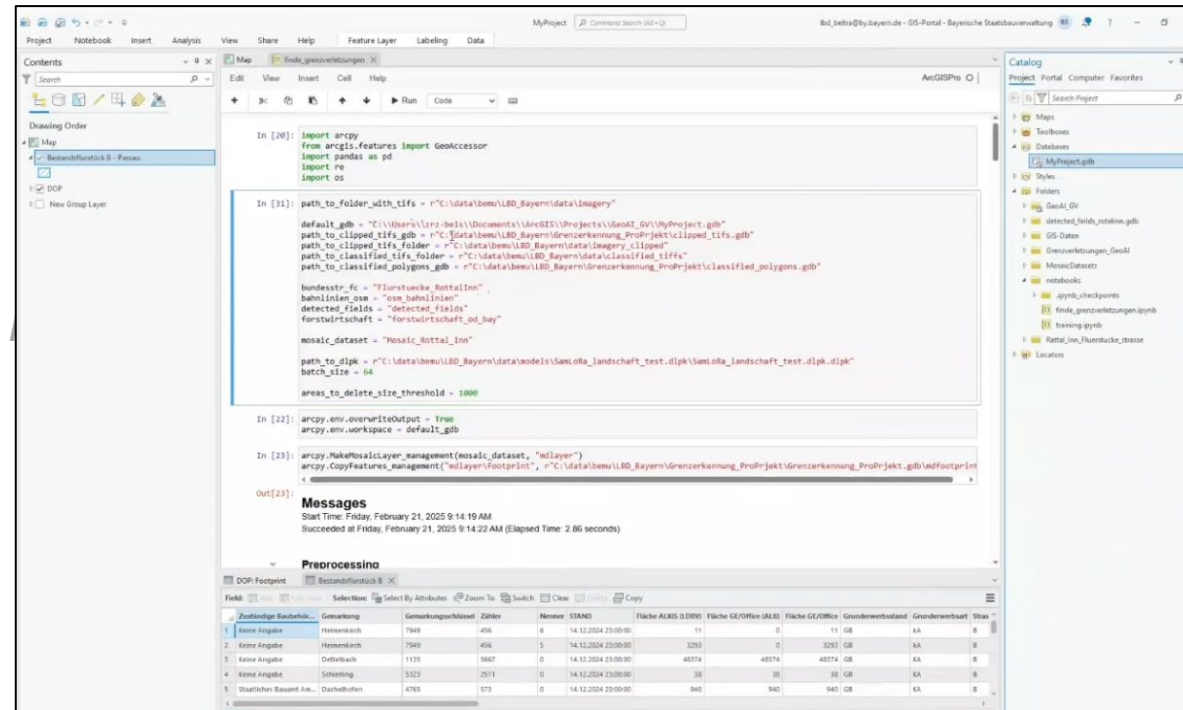


Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

3.2 Trainieren des GeoAI Modells

- In ArcGIS Pro (ArcPy) mittels Trainingsdaten
 - Durchlauf des Modells
 - Prüfen der Ergebnisse
 - Anpassung des Modells
 - Ggf. mehrere Iterationsschleifen



Nach nur 2 Iterationsschleifen lieferte das so antrainierte GeoAI Modell bereits sehr gute Detektionen/Ergebnisse








Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

4. Anwendung des Modells: Bayernweite Umsetzung

- Berechnung der Grenzverletzungen pro **Regierungsbezirk**



- ▶  imagery_clipped_mittelfranken
- ▶  imagery_clipped_niederbayern
- ▶  imagery_clipped_oberbayern
- ▶  imagery_clipped_oberfranken
- ▶  imagery_clipped_oberpfalz
- ▶  imagery_clipped_schwaben
- ▶  imagery_clipped_unterfranken

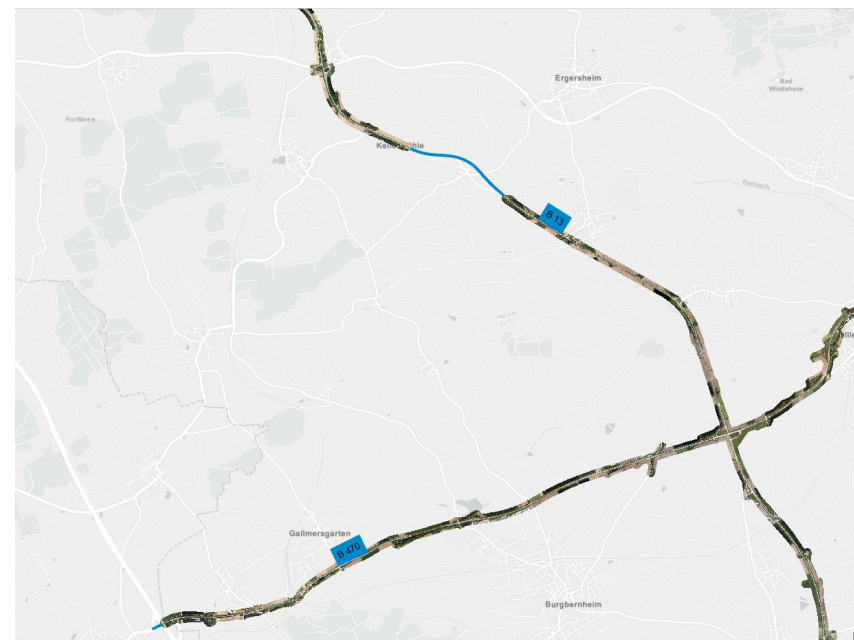
Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

4. Anwendung des Modells: Bayernweite Umsetzung

- Zur Performanceverbesserung wurden **nur Flächen entlang der Bundesstraßen** berücksichtigt

Pufferbreite 200m





Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

4. Anwendung des Modells: Bayernweite Umsetzung

- Umsetzung auf **leistungsfähigem Server-Rechner** am IT-DLZ
- Performante **GPU** vorhanden (wichtig!)
- Rechenzeit pro Regierungsbezirk ca. 30 Stunden
- Für Oberbayern ca. 70 Stunden (größte Fläche)
- **Rechenzeit für Gesamt-Bayern ca. 250 Stunden**

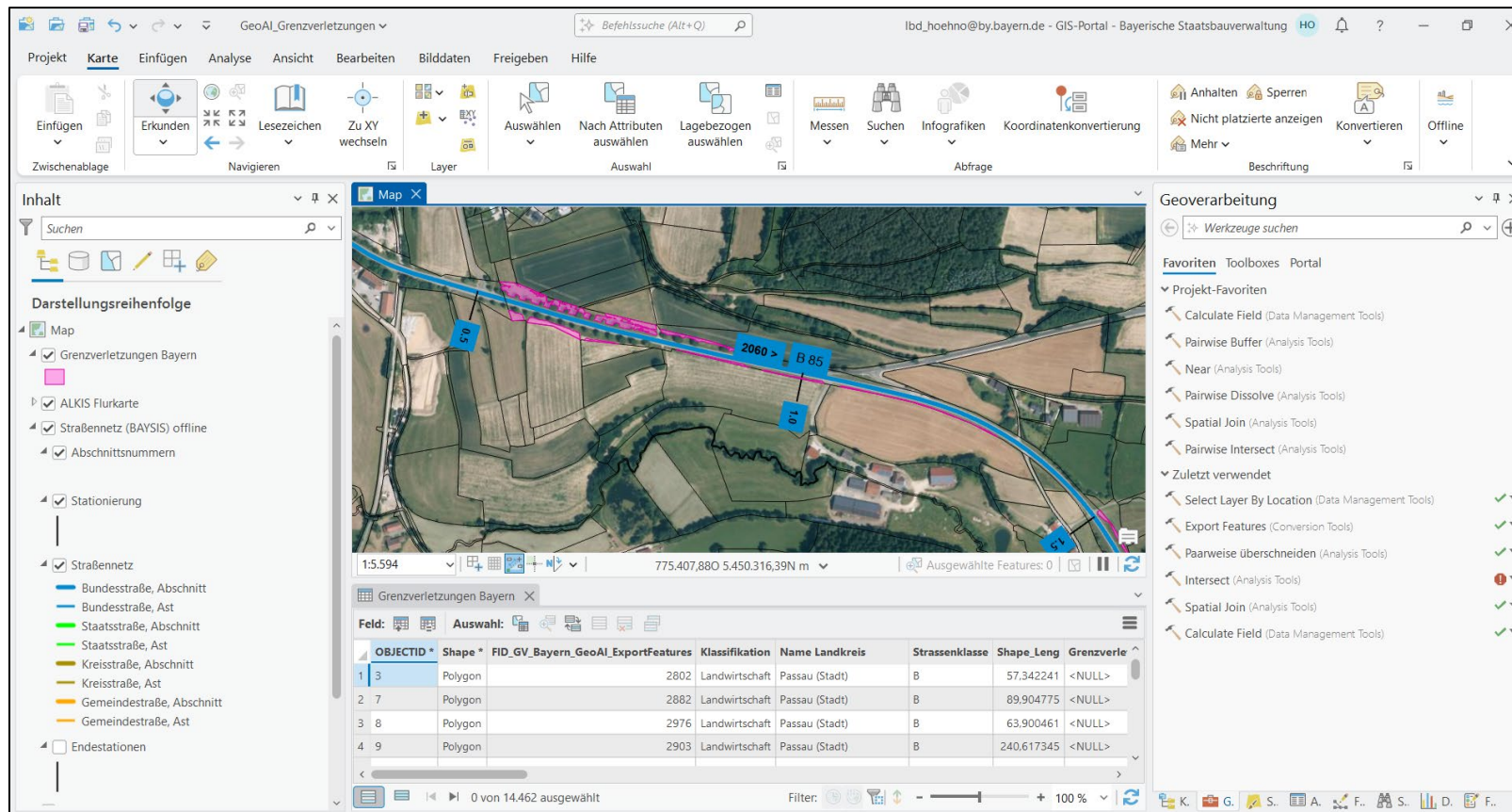
Prozessierung über Nacht, parallele Prozessierung je nach Rechnerperformance möglich

Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

5. Ergebnisse: Datensatz detektierte Grenzverletzungs-Flächen

*Darstellung
in ArcGIS Pro*

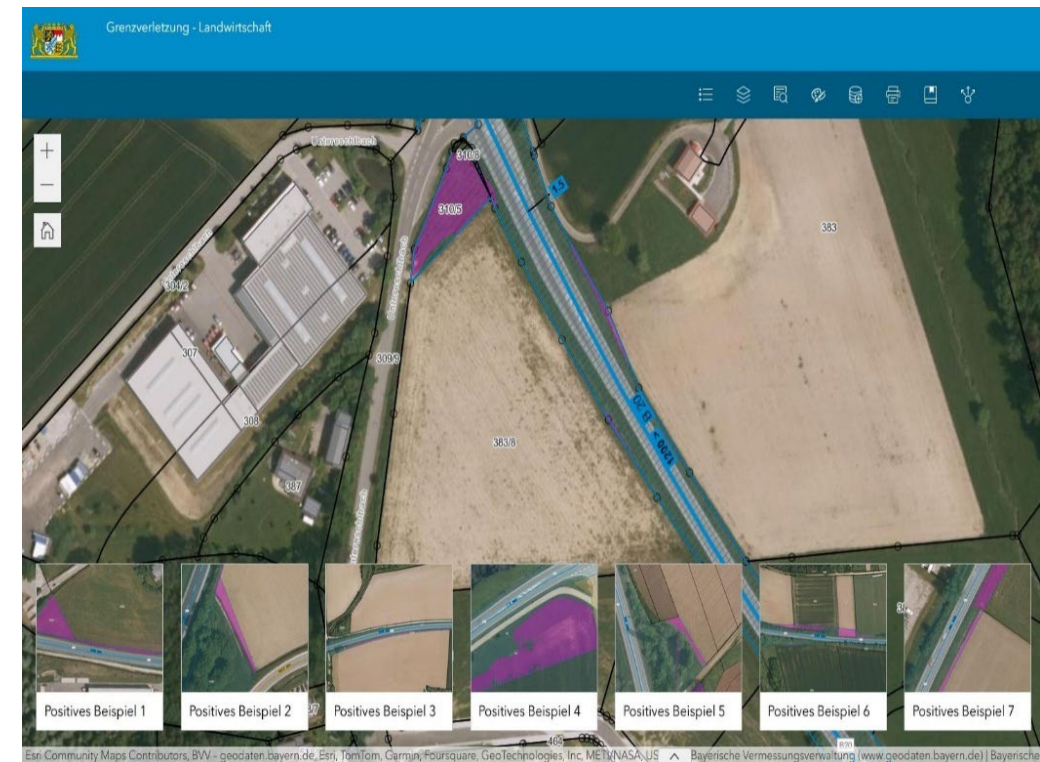


Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

5. Ergebnisse:

- Stichprobenartige **Prüfung** der **detektierten Grenzverletzungen** mit zuständigen Bearbeitern an den StBA's
- **Hohe „Treffergenauigkeit“** der **detektierten Grenzverletzungen** (True Positives')

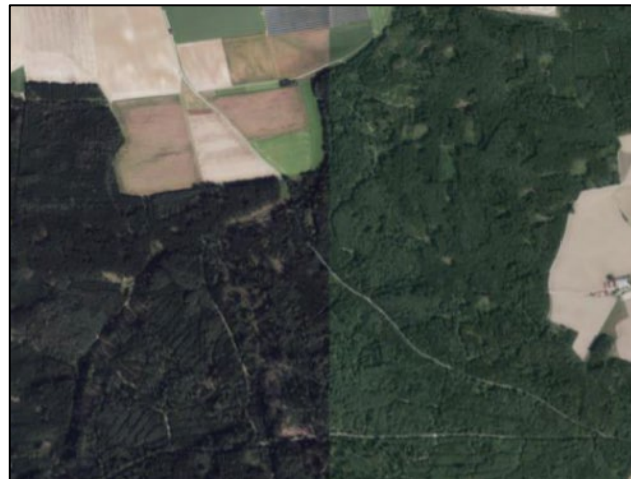


Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

Herausforderungen: Datengrundlage (DOP 20)

- **Verschattungen** können zu **falschen Detektionen** führen (Waldgebiete)
- **Überbelichtungen** können zu falschen Ergebnissen führen



*Lösung: zusätzliche Labeling Beispiele
für robustere Detektionen*



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

Herausforderungen: KI-Modell (Detektierungs-Logik)

- Flächen innerhalb von **Verkehrsinseeln, Abbiegespuren** haben zu **falschen Detektionen** geführt (False Positives) *Lösung: Nachträgliches Herausfiltern über Flächengröße*
- Teilweise wurden **Wälder fälschlicherweise** als landwirtschaftliche Flächen **gelabelt**. (zu wenig Unterschied zu landwirtsch. Flächen in der Erscheinung) *Lösung: aus Labeling Beispielen entfernen und erneute Modell-Trainings Iteration*



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

6. Bereitstellung der Grenzverletzungen:

Die Bereitstellung der detektierten Grenzverletzungen sollte bieten:

- **Übersichtlich und leicht erfassbar**
- **Für nicht GIS-Experten intuitiv bedienbar**
- Arbeitshilfe zur **Organisation** und **Dokumentation** der Umsetzung

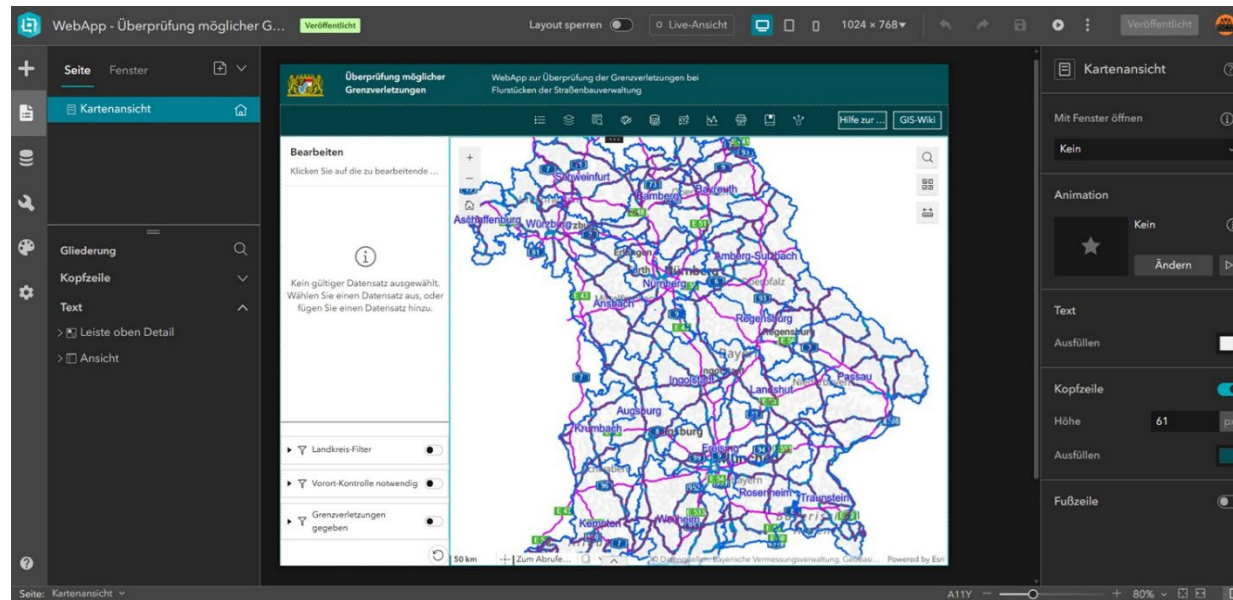
-> **WebApp-Anwendung** (Esri ArcGIS Portal Experience)

Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

6. Bereitstellung der Grenzverletzungen:

- Erstellen der **WebApp** Anwendung im **Experience Builder** „GIS CMS“



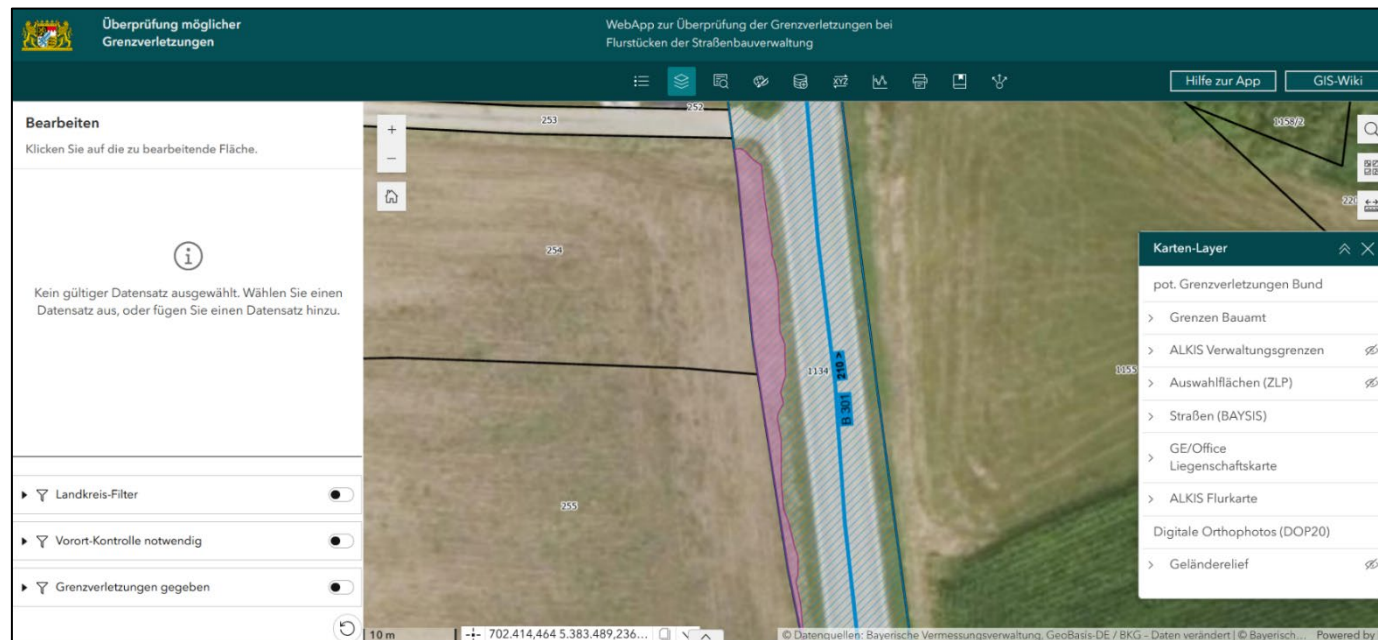
Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

6. Bereitstellung der Grenzverletzungen:

- WebApp Anwendung „Grenzverletzungen“

*im Web-Browser aufrufbar
innerhalb Behördennetz*

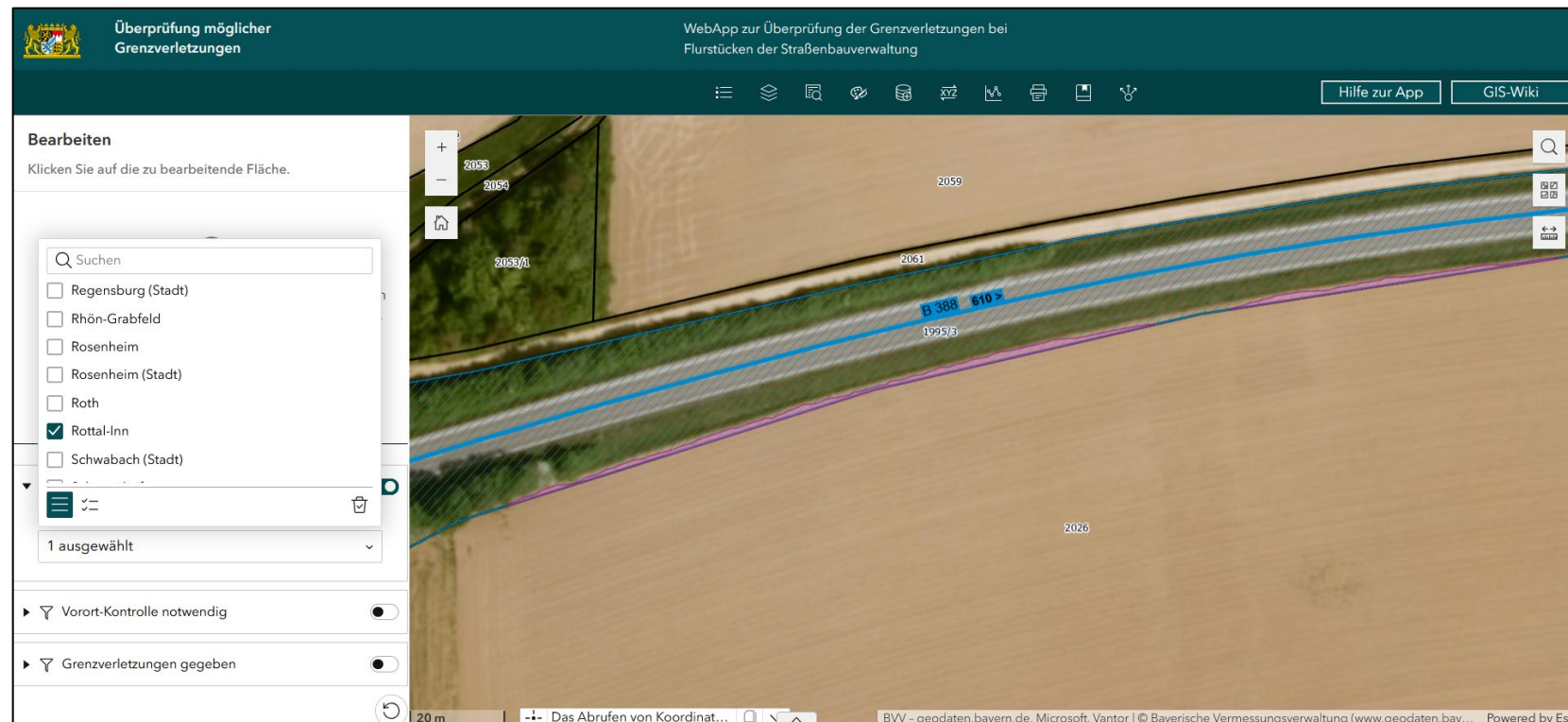


Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

6. Bereitstellung der Grenzverletzungen:

- Beispiel 1:



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

6. Bereitstellung der Grenzverletzungen:

- Beispiel 1:
(Detail)

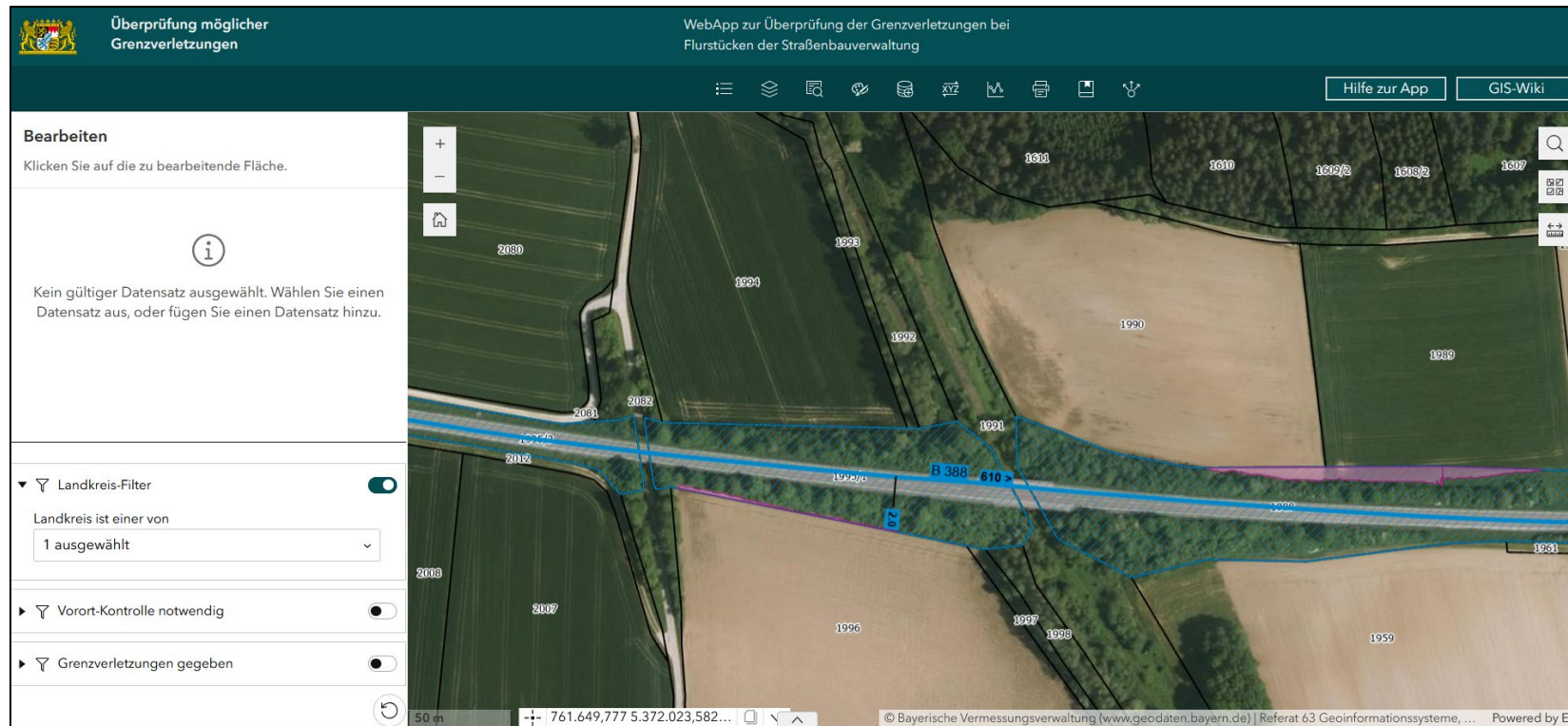


Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

6. Bereitstellung der Grenzverletzungen:

- Beispiel 2:



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

6. Bereitstellung der Grenzverletzungen:

- Beispiel 2:
(Detail)

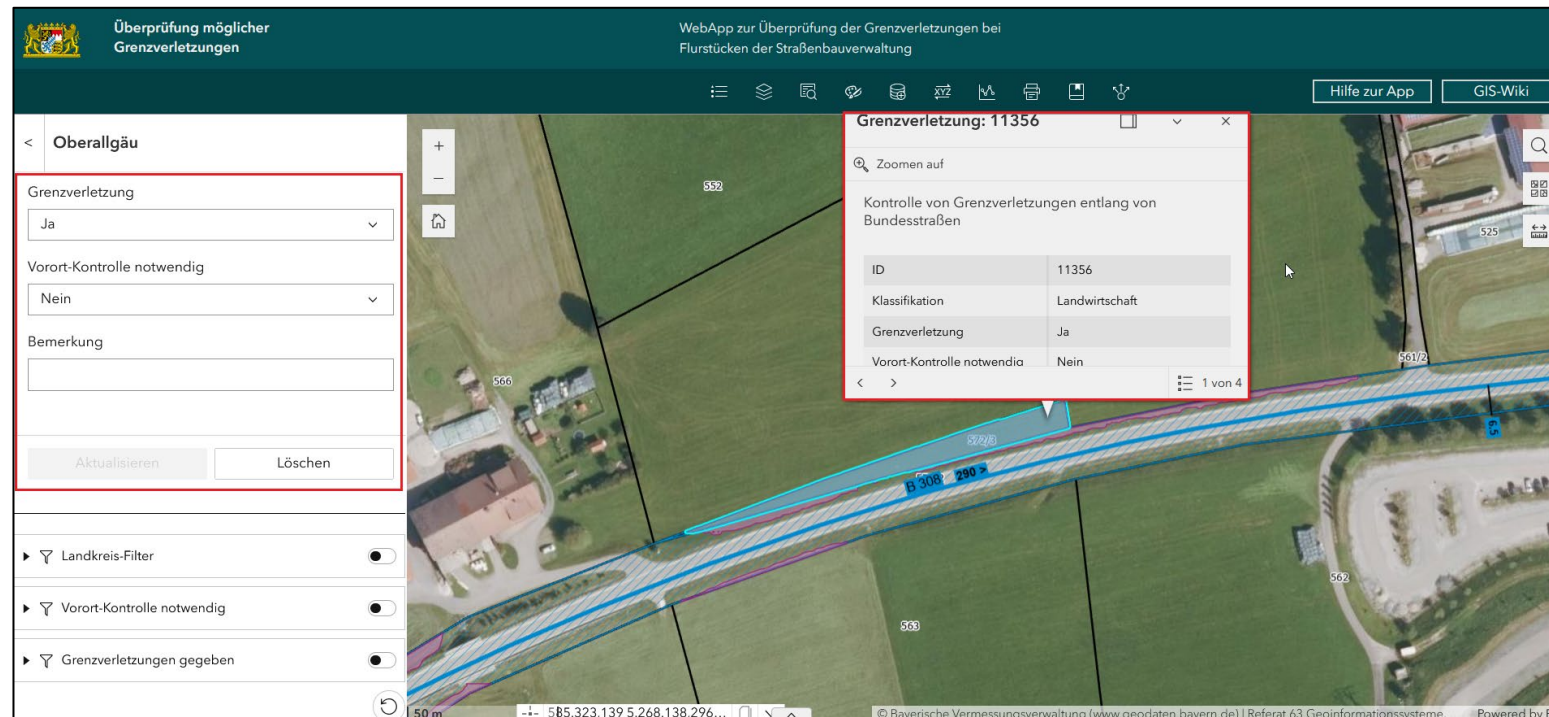


Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

6. Bereitstellung der Grenzverletzungen:

- **Funktionalitäten der WebApp: Bearbeitung Grenzverletzungen**

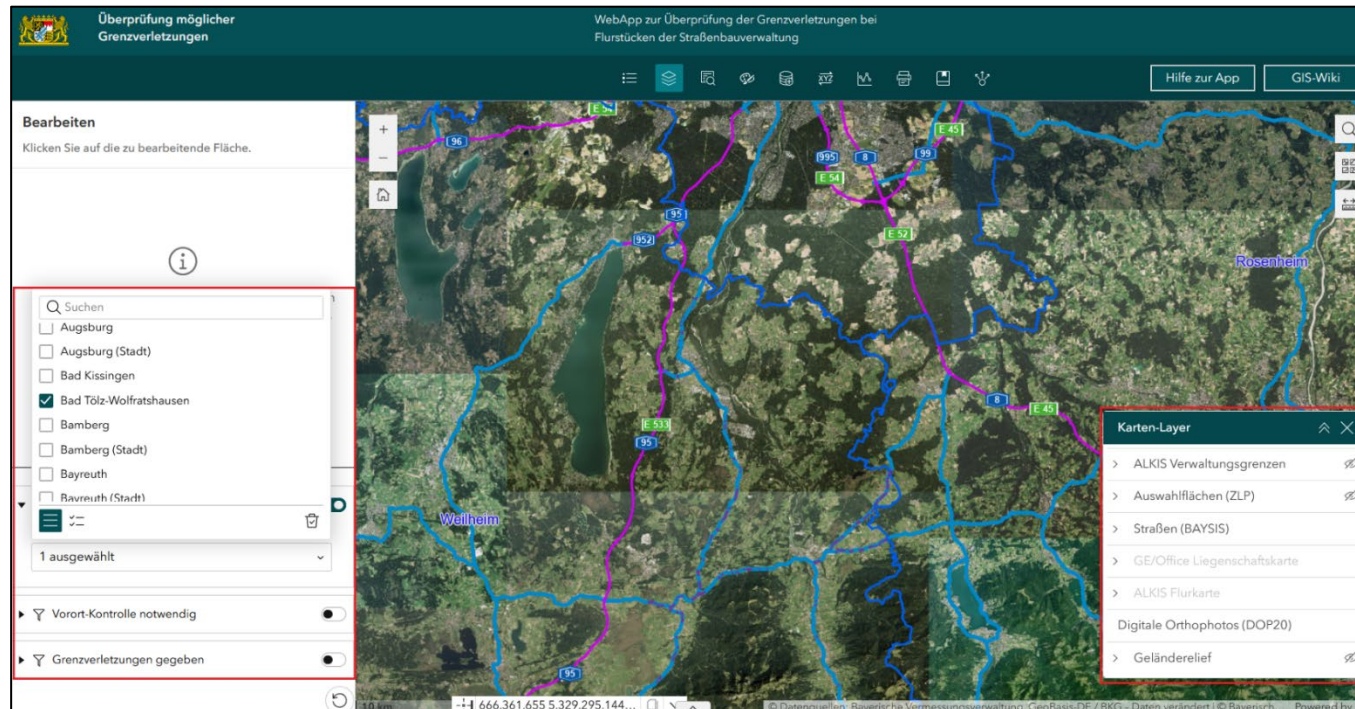


Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

6. Bereitstellung der Grenzverletzungen:

- **Funktionalitäten der WebApp: Auswahl-Filter und Kartenwahl**

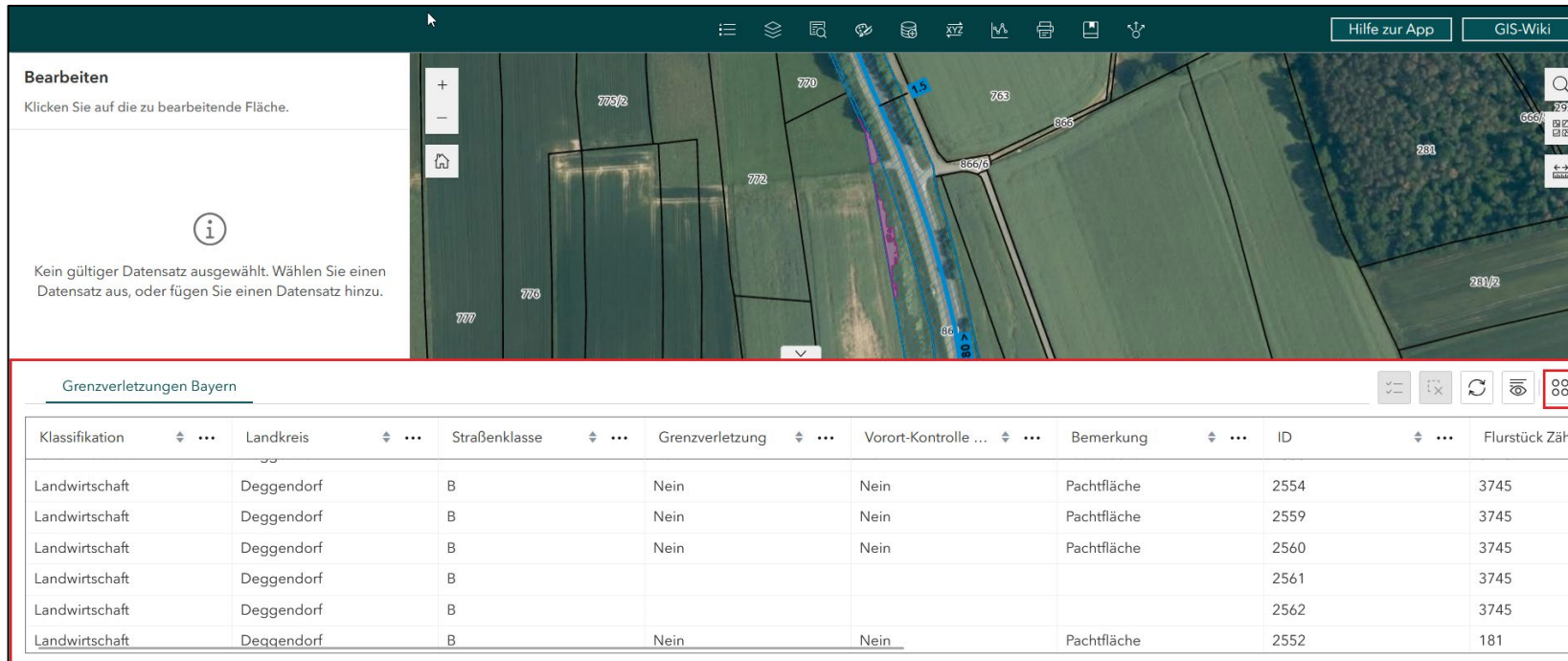


Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

6. Bereitstellung der Grenzverletzungen:

- **Funktionalitäten der WebApp: Ansicht u. Export Grenzverletzungen**



Bearbeiten
Klicken Sie auf die zu bearbeitende Fläche.

Kein gültiger Datensatz ausgewählt. Wählen Sie einen Datensatz aus, oder fügen Sie einen Datensatz hinzu.

Grenzverletzungen Bayern


Klassifikation	Landkreis	Straßenklasse	Grenzverletzung	Vorort-Kontrolle ...	Bemerkung	ID	Flurstück Zähl.
Landwirtschaft	Deggendorf	B	Nein	Nein	Pachtfläche	2554	3745
Landwirtschaft	Deggendorf	B	Nein	Nein	Pachtfläche	2559	3745
Landwirtschaft	Deggendorf	B	Nein	Nein	Pachtfläche	2560	3745
Landwirtschaft	Deggendorf	B				2561	3745
Landwirtschaft	Deggendorf	B				2562	3745
Landwirtschaft	Deggendorf	B	Nein	Nein	Pachtfläche	2552	181

Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Umsetzung

6. Bereitstellung der Grenzverletzungen:

• Funktionalitäten der WebApp: Hilfe-Funktion, Link auf GIS-Wiki


- 
- ✓ GIS-Portal (ArcGIS Enterprise Portal)
 - › Erste Schritte am GIS-Portal
- ✓ GIS-Portal Anwendungen
 - Hilfe zur WebApp Basis Viewer Sta
 - Hilfe zu verschiedenen Experience .
 - Hilfe zum 3D-Viewer Staatsbauern
 - Hilfe zum GE/Office Liegenschaftsv
 - **Hilfe zur Kartenanwendung - Üb**
 - GIS-Portal Video Tutorials
 - GIS-Portal Häufig gestellte Fragen
- › Mobiles GIS
- › Geodaten
- › Geobasisdaten
- › Geodatendienste
- › VertiGIS, WebOffice, ProOffice
- Barrierefreiheit in Kartenanwendungen
- › Impressum und Datenschutz
- Häufig gestellte Fragen
- › ARCHIV/Seiten-Entwürfe

Bearbeitungsfunktion

1. Auf der linken Seite der Anwendung steht Ihnen eine Bearbeitungsfunktion für die Flächen einer potentiellen Grenzverletzung zur Verfügung.

Bearbeiten

Klicken Sie auf die zu bearbeitende Fläche.



Kein gültiger Datensatz ausgewählt. Wählen Sie einen Datensatz aus, oder fügen Sie einen Datensatz hinzu.

2. Möchten Sie eine potentielle Grenzverletzung bearbeiten, klicken Sie auf die entsprechende Fläche in der Karte. Auf der linken Seite werden nun die zur Bearbeitung freigegeben Felder dargestellt.

< Dingolfing-Landau

Grenzverletzung

Vorort-Kontrolle notwendig

Bemerkung

Aktualisieren

Grenzverletzung: 2093

Kontrolle von Grenzverletzungen entlang von Bundesstraßen

ID	2093
Klassifikation	Landwirtschaft
Name Landkreis	Dingolfing-Landau
Stellenklasse	II
Grenzkategorie	

Zoomen auf

3. Es stehen nun folgende Auswahlmöglichkeiten hinsichtlich der Überprüfung der potenziellen Grenzverletzung zur Verfügung:

- **Grenzverletzung:** Ja / Nein / Möglicherweise
- **Vor Ort Kontrolle:** Ja / Nein
- **Bemerkung:** Hier können Sie eine Bemerkung eintragen

< Deggendorf

Grenzverletzung

Nein

Bitte füllen Sie dieses Feld aus.

Vor_Ort_Kontrolle

4. Speichern der Einträge

Haben Sie die potenzielle Grenzverletzung gesichtet, können Sie Ihre **Eintragungen mit der Schaltfläche "Aktualisieren" übernehmen**. Ihre Einschätzung ist nun im Datensatz gespeichert.

WICHTIG: Etwaige Änderungen können von allen berechtigten Personen vorgenommen werden. Bitte bearbeiten Sie daher nur Flächen, welche sich in Ihrem Zuständigkeitsgebiet befinden!



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Agenda

1. Kurzvorstellung Referent und Referat

2. Projekt ‚Grenzverletzungen‘

- Ausgangslage
- Umsetzung
- Zusammenfassung & Fazit





Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Zusammenfassung & Fazit

Rückmeldung StMB:

- **WebApp** ‚Grenzverletzungen‘ bot eine **gute Hilfestellung** bei der **Umsetzung** der Bundesanfrage
- WebApp **ohne vorherige GIS Kenntnisse** intuitiv **bedienbar**
- Detektierte **Grenzverletzungen** problemlos durch StBA Bearbeiter **les- und interpretierbar**
- Deutliche **Zeitersparnis** durch **systematisches** und **effektives Auffinden** von **potentiellen Grenzverletzungen**



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Zusammenfassung & Fazit

Einordnung GIS+KI:

- **Vorhandene GeoAI Modelle** lassen sich mit überschaubarem Aufwand an **eigene Fragestellungen** und **Geodaten anpassen**
- Durch einfache **Skalierbarkeit** lassen sich auch sehr große Datenmengen effizient auswerten
- Durch **integrierte KI-Tools** (wie z.B. GeoAI) stehen **KI-Methoden** auch **GIS-Fachanwendern** ohne KI-Spezialwissen bereit



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Zusammenfassung & Fazit

Einordnung GIS+KI:

- GIS+KI kann (sehr) gute Ergebnisse bei der **Auswertung von Geodaten** hinsichtlich **spezifischer Fragestellungen** liefern.
- Der Einsatz von GIS+KI ermöglicht einen **neuen Blick auf bestehende** - und teils langjährig genutzte - **Geodaten**
- **Möglichkeit bislang unerkannte Potenziale aufzudecken.**



Ermittlung potentieller Grenzverletzungen in der Landwirtschaft mittels KI

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit