



# Automatische Segmentierung des Bodens

Von den Vorhersagen zu einer Karte

Boden-Experte, Thilo Dürr-Auster

Geodata Scientist, Clotilde Marmy



ETAT DE FRIBOURG  
STAAT FREIBURG



Swiss Territorial  
Data Lab





## PARTNER DES PROJEKTS



ETAT DE FRIBOURG  
STAAT FREIBURG

Anbieten einer Sandbox für  
kollektive Innovation  
zwischen Bund und Kantonen



Swiss Territorial  
Data Lab

Geodata-Science-  
Spezialisten

Finanzierung durch der  
Strategie Geoinformation  
Schweiz

# Ausgangslage

## Unzufriedenstellende Hinweiskarte für belastete Böden in der Stadt



Siegfried < 1945



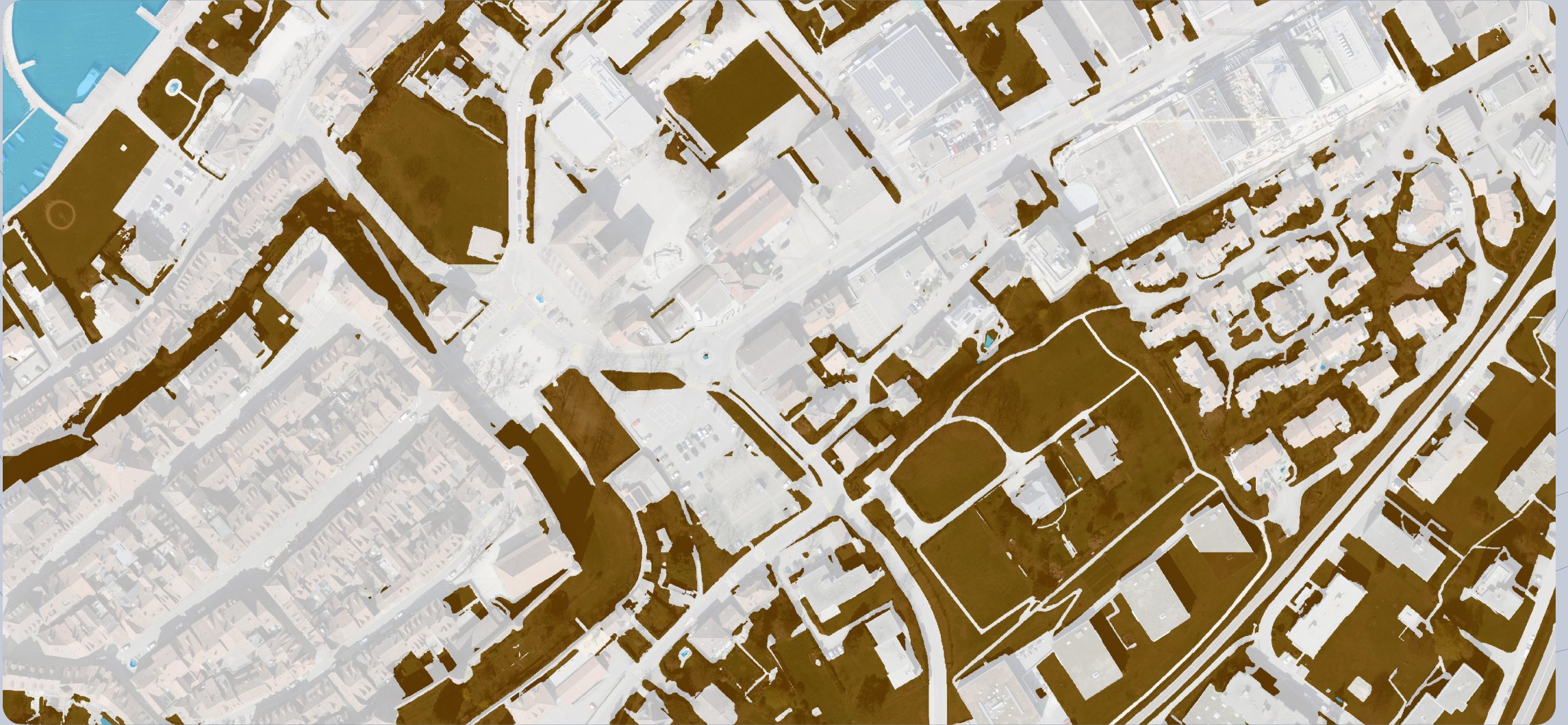
Karte der Bodenbedeckung  
Carte de couverture du sol



Gebäuderegister (GWR)  
Registre des bâtiments (RegBL)



# Einblick aus den Ergebnissen

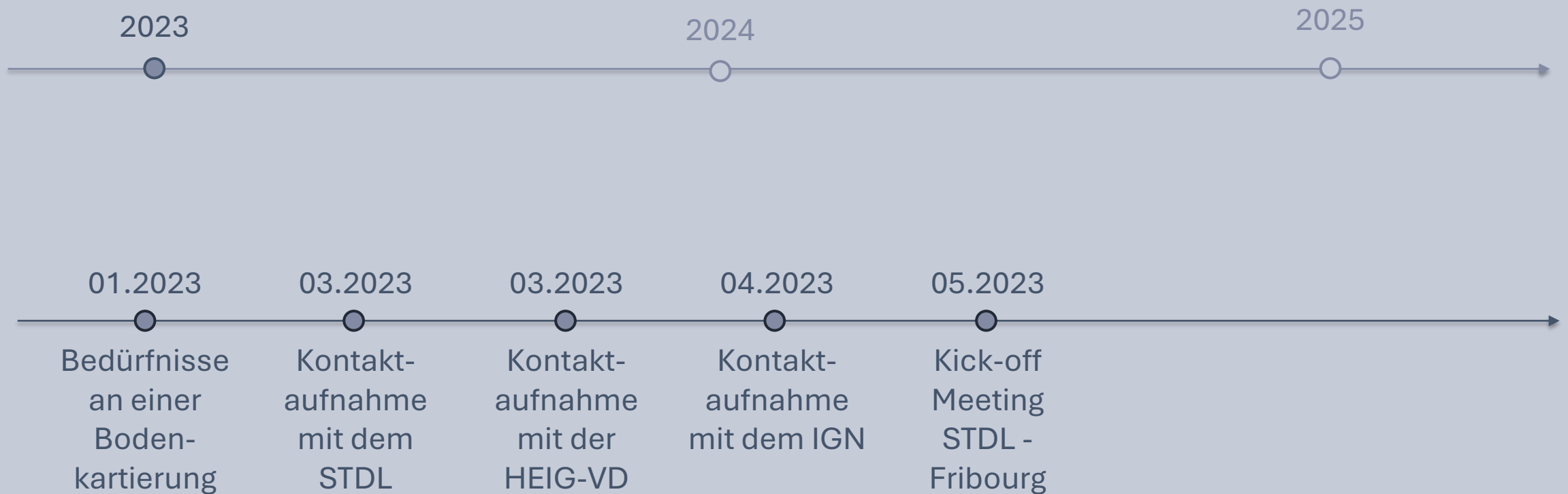






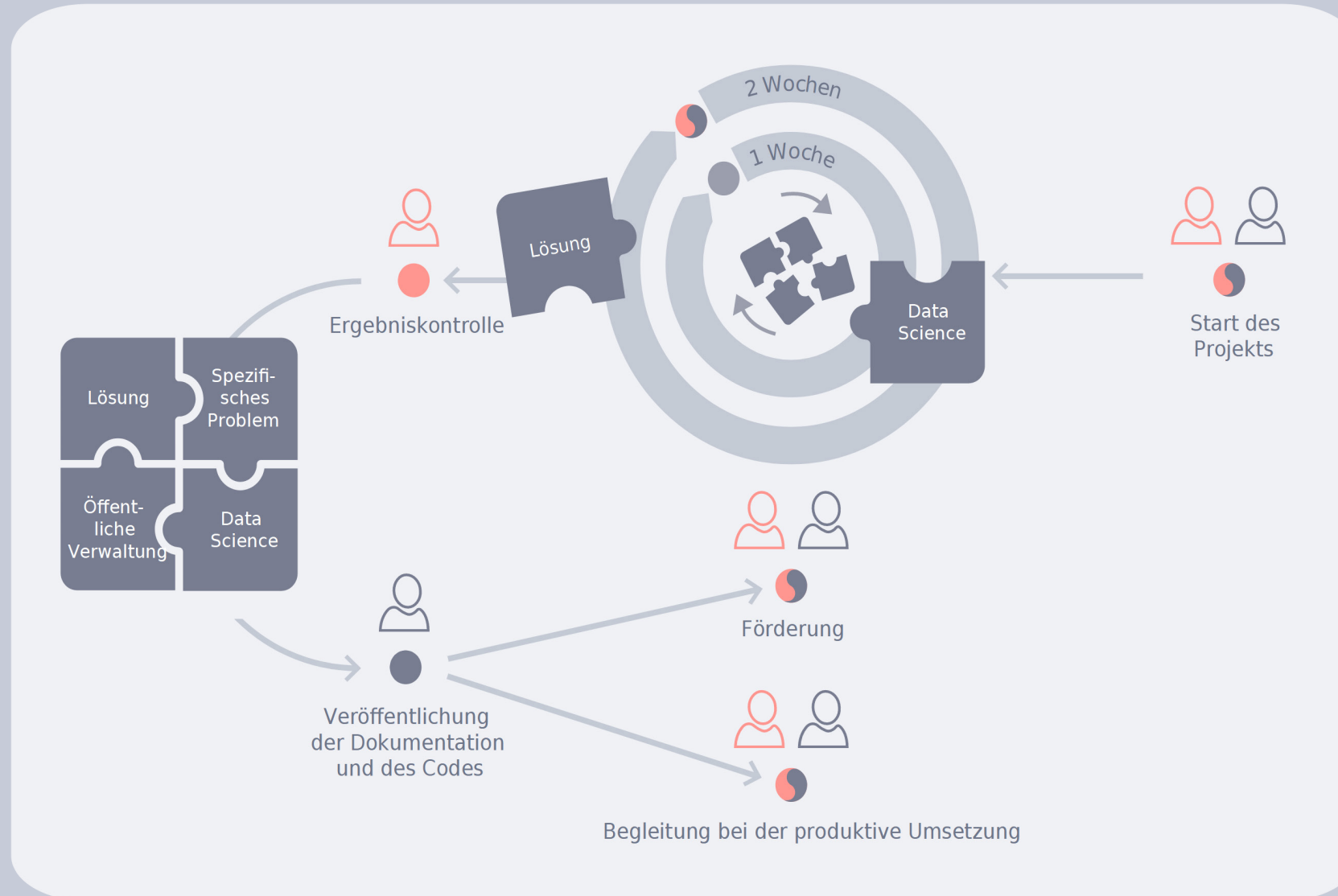
## HISTORIE

# Erste Phase des Projekts



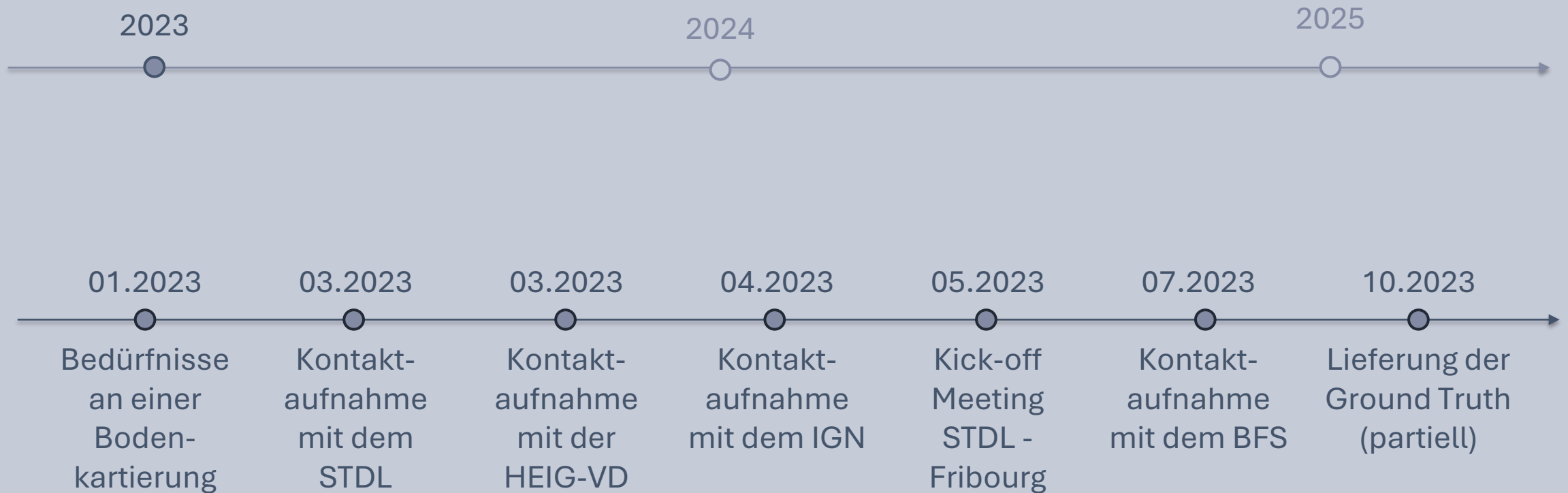


# STDL Projekt: Arbeitsweise



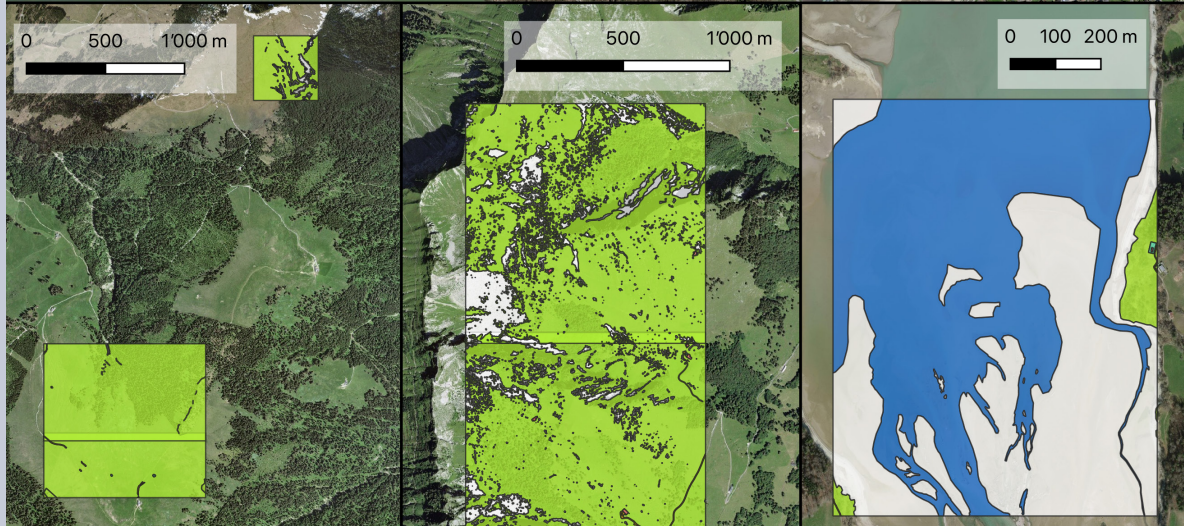


# Erste Phase des Projekts



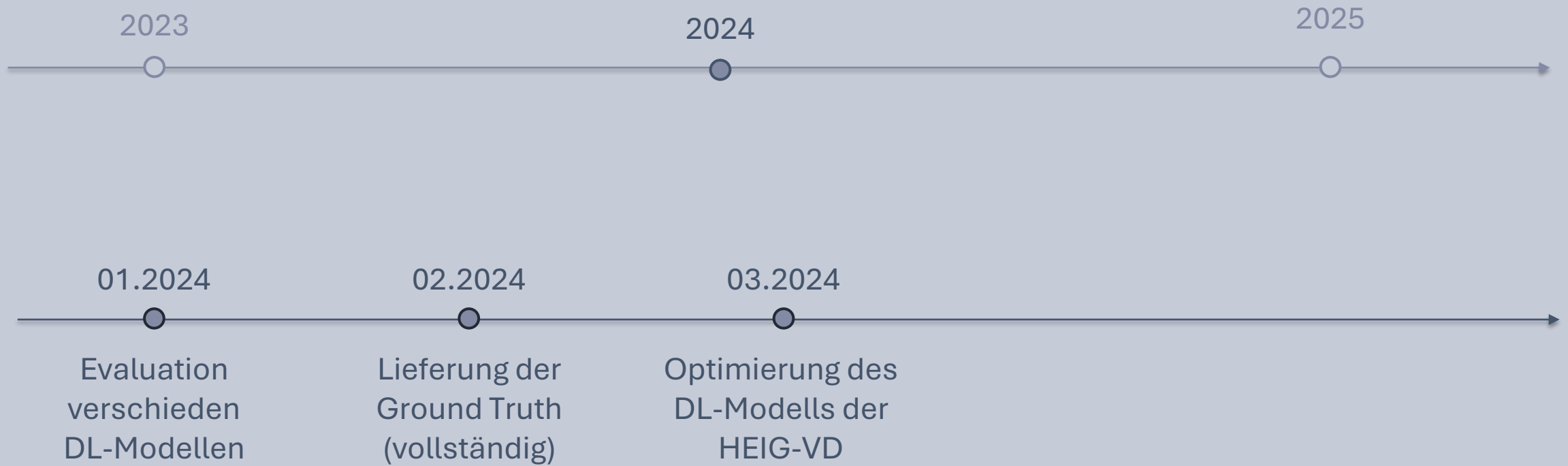


# Ground Truth: annotierten Bilder für Deep-Learning-Modellen (DL-Modellen)



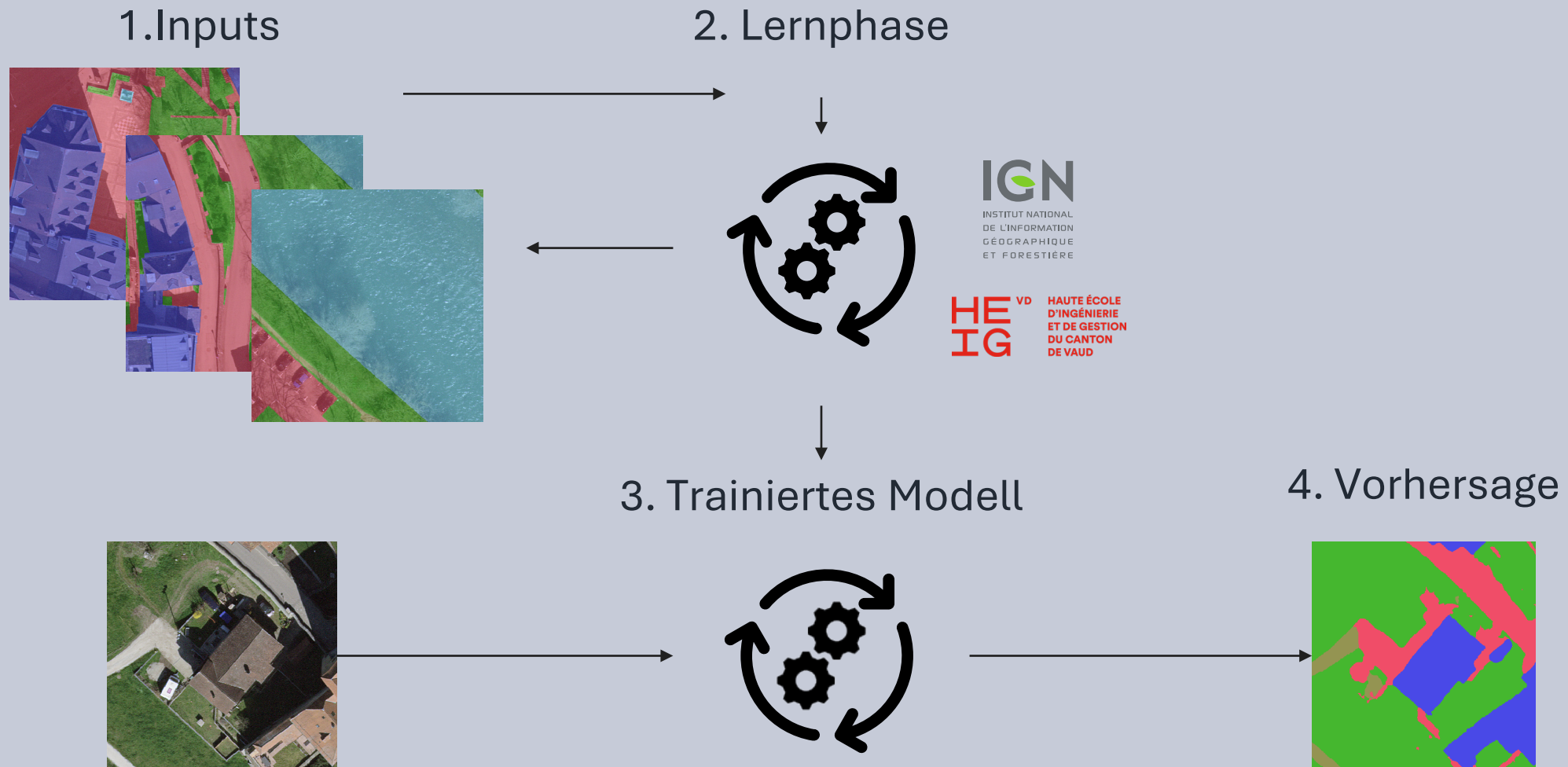


# Erste Phase des Projekts

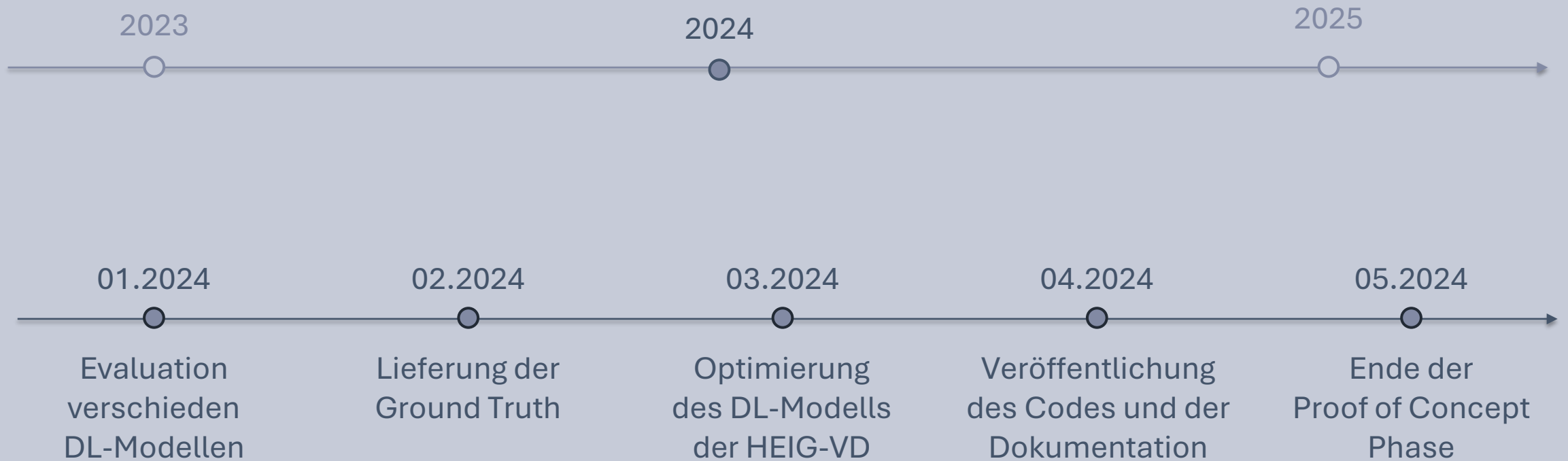




# DL-Modell: Lernen vom Bild-Klasse Zusammenhang



# Erste Phase des Projekts





# Proof of Concept: Zahlen und Fakten



18 zweiwöchentliche Meetings mit Bodenexperten und STDL



40 technische STDL-intern Meetings



3 Tage und 9 Stunden für die Optimierung des Modells



33 Arbeitstage für die Digitalisierung der Ground Truth (9.6 km<sup>2</sup>)



18 Stunden für die Bewertung der Ergebnisse

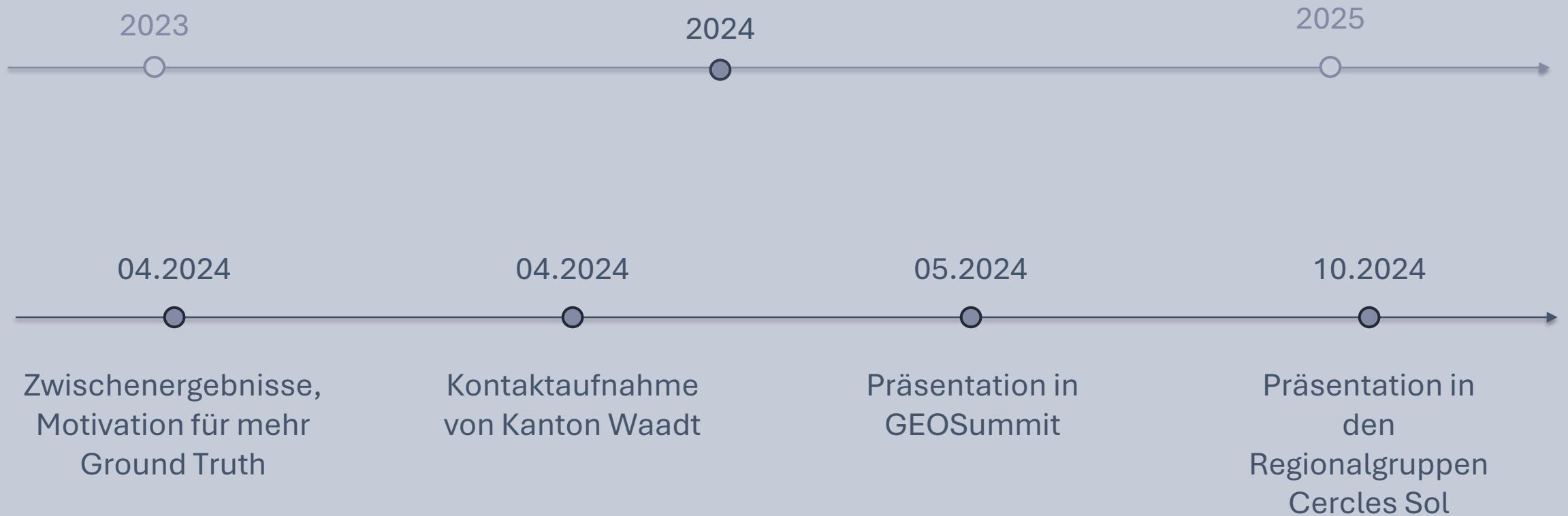
# Machbarkeit: Kenntnisse, Daten und Infrastruktur



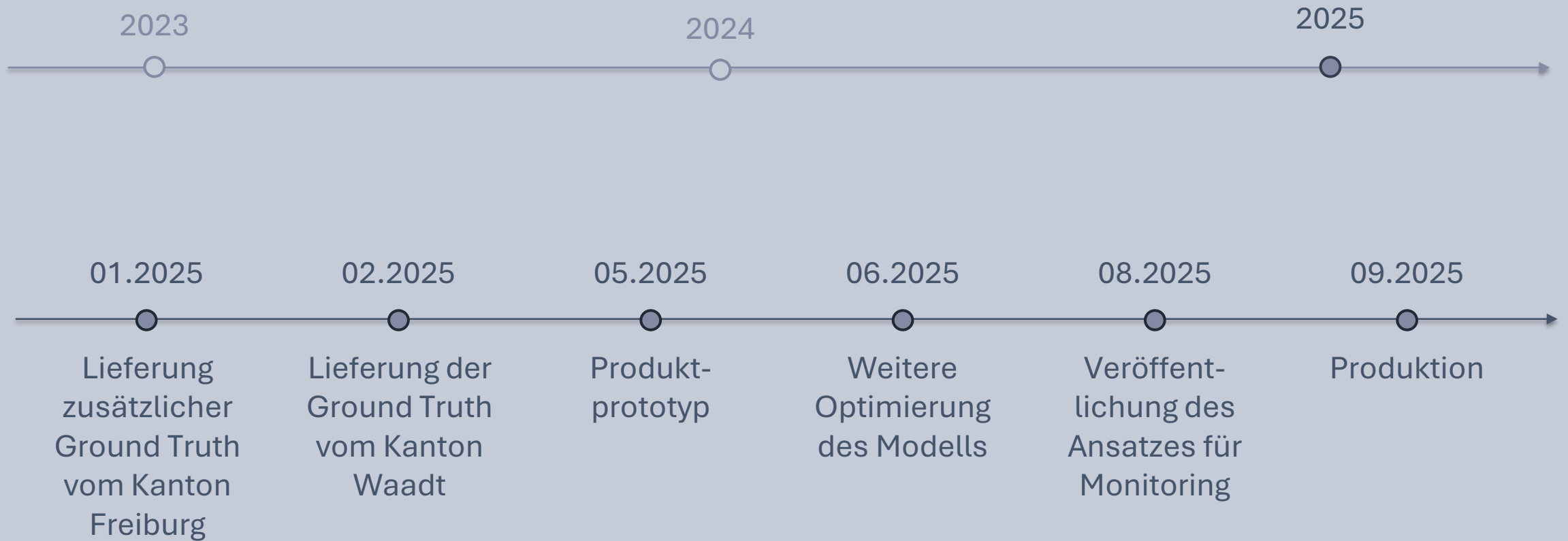
- Bodenkenntnisse
- Deep-Learning-Know-How
- Luftbilder
  - Kolorimetrie
  - Jahreszeit
  - Auflösung
- Ground Truth
- Recheninfrastruktur
- Speicherplatz



# Zweite Phase des Projekts



# Zweite Phase des Projekts





# Output des Modells



- Aus dem Orthofoto, multiklasse Vorhersage, um Besonderheiten der Klassen zu nutzen

- Gebäude
- Betonierte Fläche
- Wasser
- Schluff
- Boden mit Vegetation
- Anthropogene nicht-betonierte Fläche

# Aggregation der Klassen



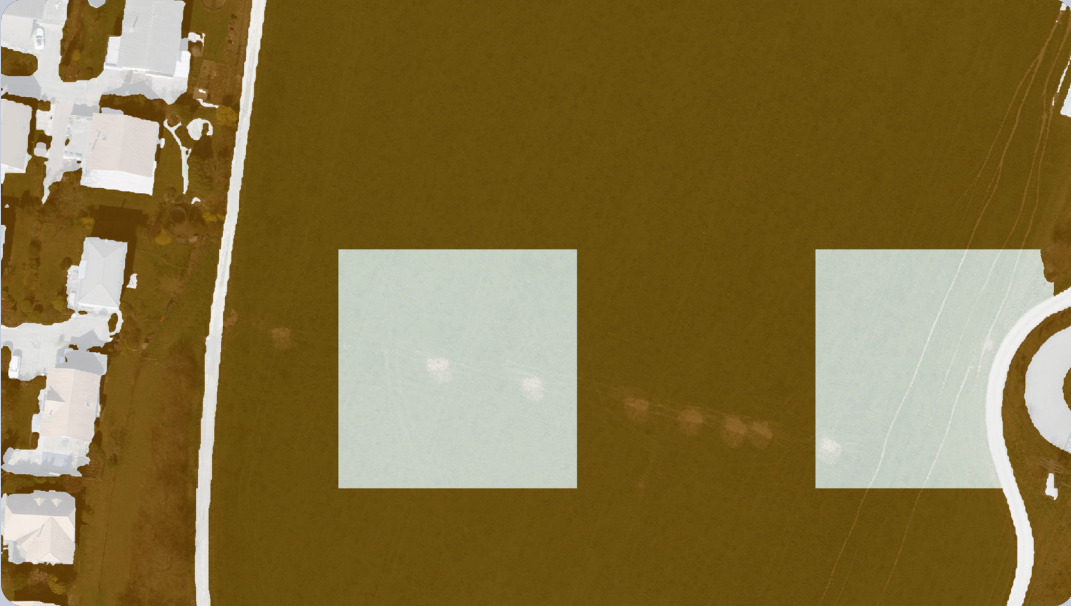
- Zuordnung der Originalklassen zu Superklassen



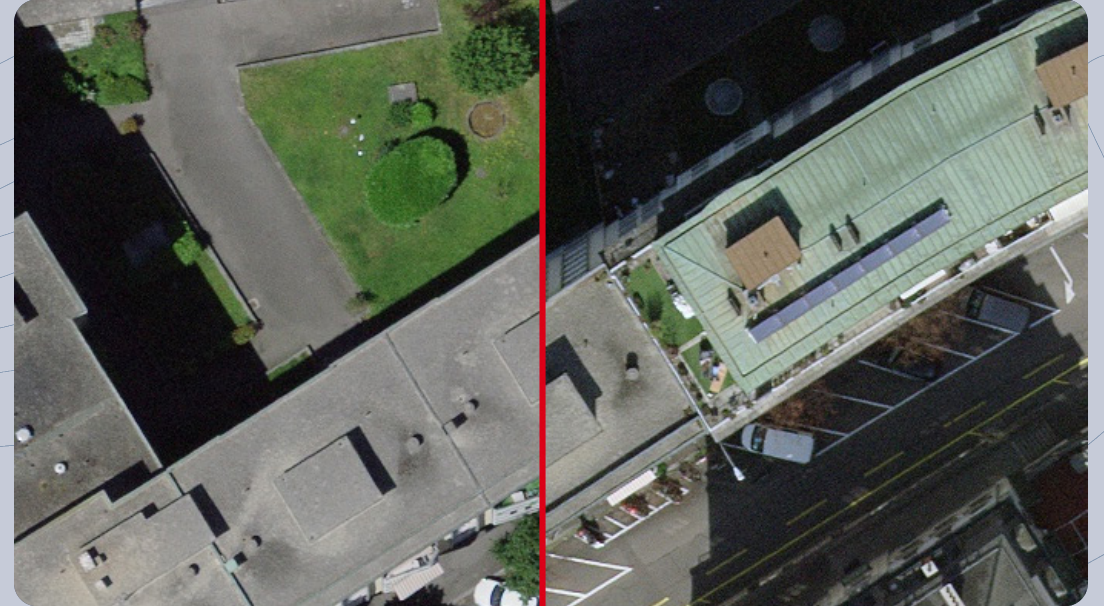
- Boden
- Nicht-Boden
- Wasser



# Kein perfektes Produkt



- Allgemeine Fehler
  - Unterschiedliche Situationen
  - Am Rand von Objekten
- Artefakten
  - Vor allem auf dem Land
  - Teilweise korrigierbar mit Nachbarschaft



- Boden versteckt bei Objekten
  - Gebäude von der Seite gesehen
  - Überhängende Vegetation

# Vertrauenswert des ML-Modells: wie „sicher“ das Modell ist



Klasse	DL-Vertrauenswert	Rangfolge
Gebäude	0<0.1	9
<b>Nicht-betonierte anthropogene Fläche</b>	<b>0.4</b>	<b>2</b>
Betonierte Fläche	0.1	3
Wasser	0<0.1	10
Hart Stein und Kies	0<0.1	8
Schluff	0<0.1	11
Schnee auf Boden	0.1	4
<b>Boden mit Vegetation</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>
Weingut	0<0.1	5
Landwirtschaftliche Boden	0<0.1	6
Boden mit Abdeckpläne und temporäre Grünhäuser	0<0.1	7

Vorhersage

Vertrauenswert der  
am meisten sichere  
„Nicht-Boden“  
Vorhersage

Vertrauenswert der  
am meisten sichere  
„Boden“  
Vorhersage

|0.4

-

|0.5|

= Vertrauensindex = 0.1



Hinweiskarte



# Mithilfe der Konfidenz des Modells



## Vorhersagekarte

- Nicht perfekt



## Hinweiskarte: wie „sicher“ das Modell ist

- Betonung potenzielle Fehler in der Vorhersage mithilfe der Konfidenz

# Hinweiskarte für belastete Böden



- Messbare Fläche/Anteil von **Boden** und «Nicht-Boden»
- Messbare Unsicherheit
- Umsetzung in der Praxis noch nicht definiert, aber mit zwei Zielen:
  - Sensibilisierung/Information für Gefahrenabschätzung (Nahrungspflanzenanbau und direkte Bodenaufnahme)
  - Bodenverschiebungen bei Baugesuchen mit Analysen.



# Monitoring von Bodenkonsum ?



Möglicher Ansatz für die  
Messung von  
Bodenkonsum in der  
Schweiz

Frequenz:  
Winterbilder  
aufgenommen bei  
swisstopo = 6 Jahre



# Weiteres Potential



- Korrektur der Bodenbedeckungskarte
- Nutzung in Zusammenhang mit Bodenindex-Programmen
- Identifizierung von Entsiegelungen oder Vernetzung von Grünflächen
- Mehr ?

# Was kommt noch?

## Folge der Sondierungsprojekte

- 1 Entwicklung einer Methode für Monitoring
- 2 Verstärkung der Anwendungsfälle
- 3 Übergabe an die Nutzer (Kantone)



STDL LinkedIn  
Community



Swiss Territorial  
Data Lab

# Danke!

WEBSEITE  
[stdl.ch](http://stdl.ch)

KONTAKT  
[info@stdl.ch](mailto:info@stdl.ch)

ÜBER UNS  
[tech.stdl.ch](http://tech.stdl.ch)

Steuerungs-  
ausschuss



REPUBLIQUE  
ET CANTON  
DE GENEVE

POST TENERIAS LUX

 **ne.ch**  
RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL



Kanton Graubünden  
Chantun Grischun  
Cantone dei Grigioni



Stadt Zürich



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landestopografie swisstopo  
Office fédéral de topographie swisstopo  
Ufficio federale di topografia swisstopo  
Uffizi federal da topografia swisstopo

 **KGK**  
CGC



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur DFI  
Office fédéral de la statistique OFS