



# Digitale Landschaften entdecken: *KI-gestützte Erkennung von versiegelten Flächen anhand von Luftbildaufnahmen*

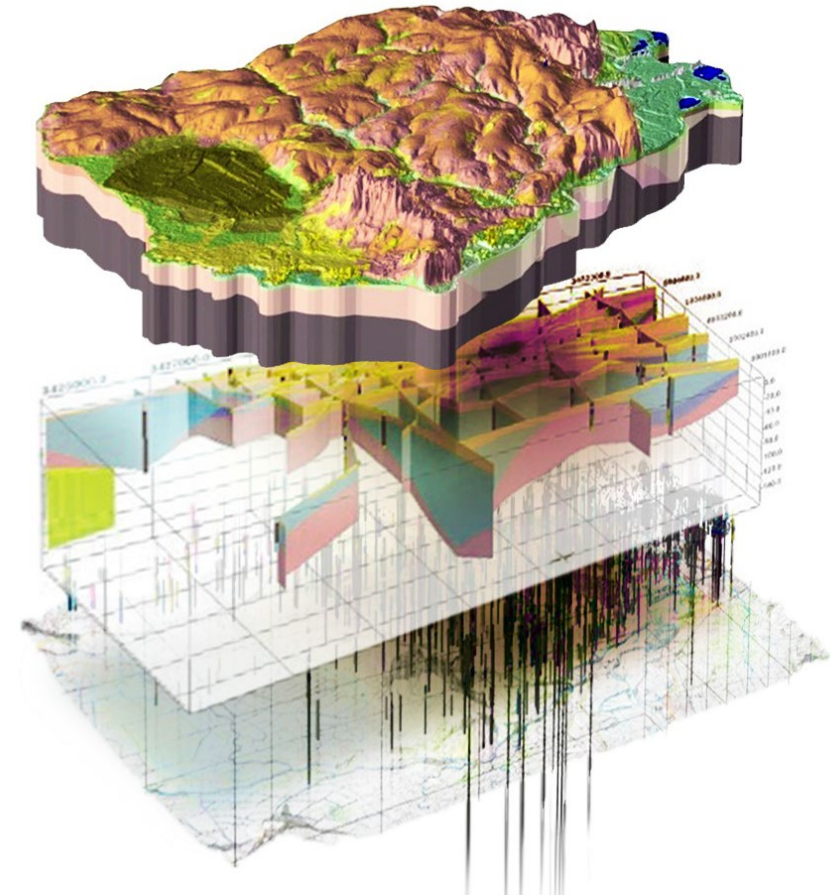
Malko Bischke, Niedersachsen Wasser Geoinformation



# Wir sind Niedersachsen Wasser

---

- 100 % Tochterfirma des OOWV (Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbands)
- Wir arbeiten für Kunden aus der Wasserwirtschaft
- Wir sind ein Team aus Geowissenschaftlern
- Schwerpunkte in 3D-Modellierung des Untergrunds – Strukturmodellierung, Grundwassermodellierung, Hydrogeologie, Risikoanalyse Trinkwasser
- Entwicklung und Vertrieb der Software SubsurfaceViewer für geologische 3D-Modellierung





# Neue Ansätze bei der Entsorgung von Niederschlagswasser

- Der OOWV ist in mehreren Gemeinden für die Entsorgung des Niederschlagswassers zuständig
- Die Kosten dafür werden je Kommune über eine Gebühr auf die angeschlossenen Haushalte umgelegt
- Entwicklung der Versiegelung hängt von Entwicklung von Bau- und Gewerbegebieten sowie von individuellen Entscheidungen der Eigentümer\*innen, Flächen zu ver- oder entsiegeln ab

**Problem:** Ohne eine regelmäßige Überprüfung und Aktualisierung der versiegelten Flächen, entspricht die Kostenverteilung nicht mehr der realen Situation vor Ort



# Neue Ansätze bei der Entsorgung von Niederschlagswasser

- Der OOWV ist in mehreren Gemeinden für die Entsorgung des Niederschlagswassers zuständig
- Die Kosten dafür werden je Kommune über eine Gebühr auf die angeschlossenen Haushalte umgelegt
- Entwicklung der Versiegelung hängt von Entwicklung von Bau- und Gewerbegebieten sowie von individuellen Entscheidungen der Eigentümer\*innen, Flächen zu ver- oder entsiegeln ab

**Problem:** Ohne eine regelmäßige Überprüfung und Aktualisierung der versiegelten Flächen, entspricht die Kostenverteilung nicht mehr der realen Situation vor Ort









# Unterstützung durch Partner in der Wasserwirtschaft

---

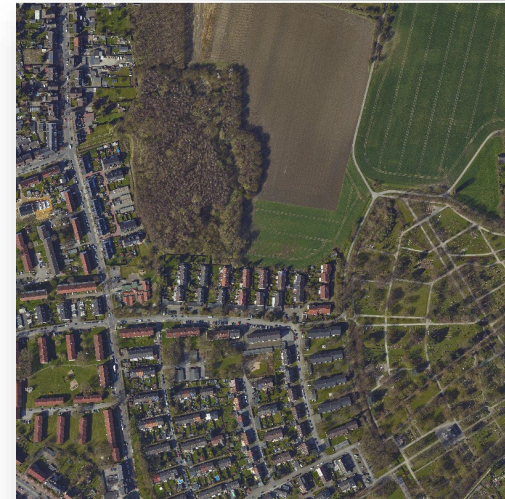
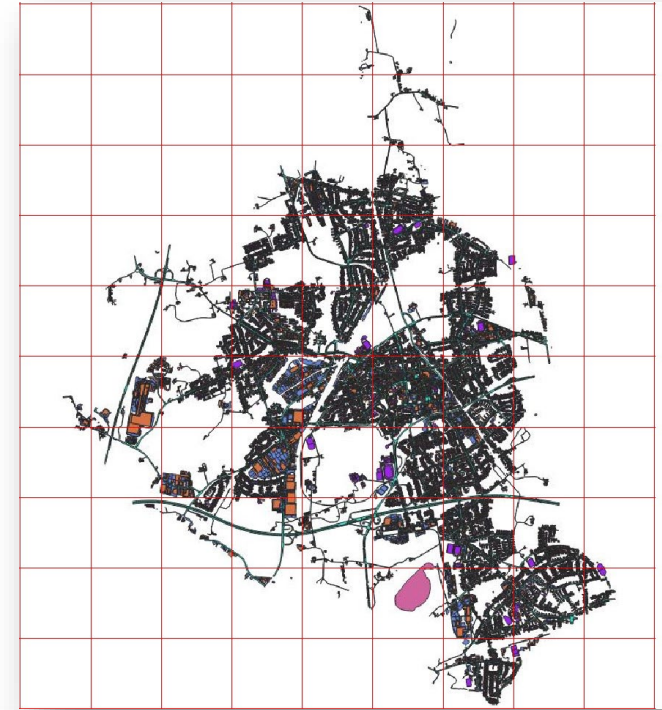
- **Zusammenarbeit mit EGLV (Emschergenossenschaft/Lippeverband) wurde angestrebt**
- **Dienstleister X-Integrate wurde an Bord geholt**
- **Gemeinsam mit den Praxispartner hat Niedersachsen Wasser/OOWV einen PoC mit Bestands ML-Modell von der EGLV im Q4/24 durchgeführt**





# Der Trainingsdatensatz von EGLV

- 97 Luftbildaufnahmen – Orthophotos von 2018 mit einer Auflösung von 7.5 cm
- Auflösung je 10.000 x 10.000 Pixel
- Gelabelte Flächen nach 5 Kategorien durch Polygone dargestellt.
- Kategorien:
  - Nicht versiegelt
  - Dachflächen
  - Öffentliche Verkehrsflächen
  - Privat sauber
  - Privat schmutzig



# Der Trainingsdatensatz von EGLV

---

- Bildgröße war ungeeignet für ML-Model
- Besten Ergebnisse mit einer Patchsize von 512
- Je Luftbildaufnahme wurden 361 Bilder und Masken erzeugt.
- Gesamtanzahl Bilder vom Trainingsdatensatz:  
 $97 \times 361 = 35.017$





# Weitere Anpassungen mit Filter

- Hoher Anteil an vollständig unversiegelten Patches (83%)
- Filter nach Patches, die über 95% zu einer Kategorie gehören

Ziel:

1. Ausbalancieren des Datensatzes
2. Verkürzung der Trainingsdauer

**Anzahl Patches vor Filter: 35.017**

**Anzahl Patches nach Filter: 13.655**

**Ausgeschlossene Datenmenge in Prozent: ca. 61%**



# Pilotgemeinde Bakum Eingangsdaten

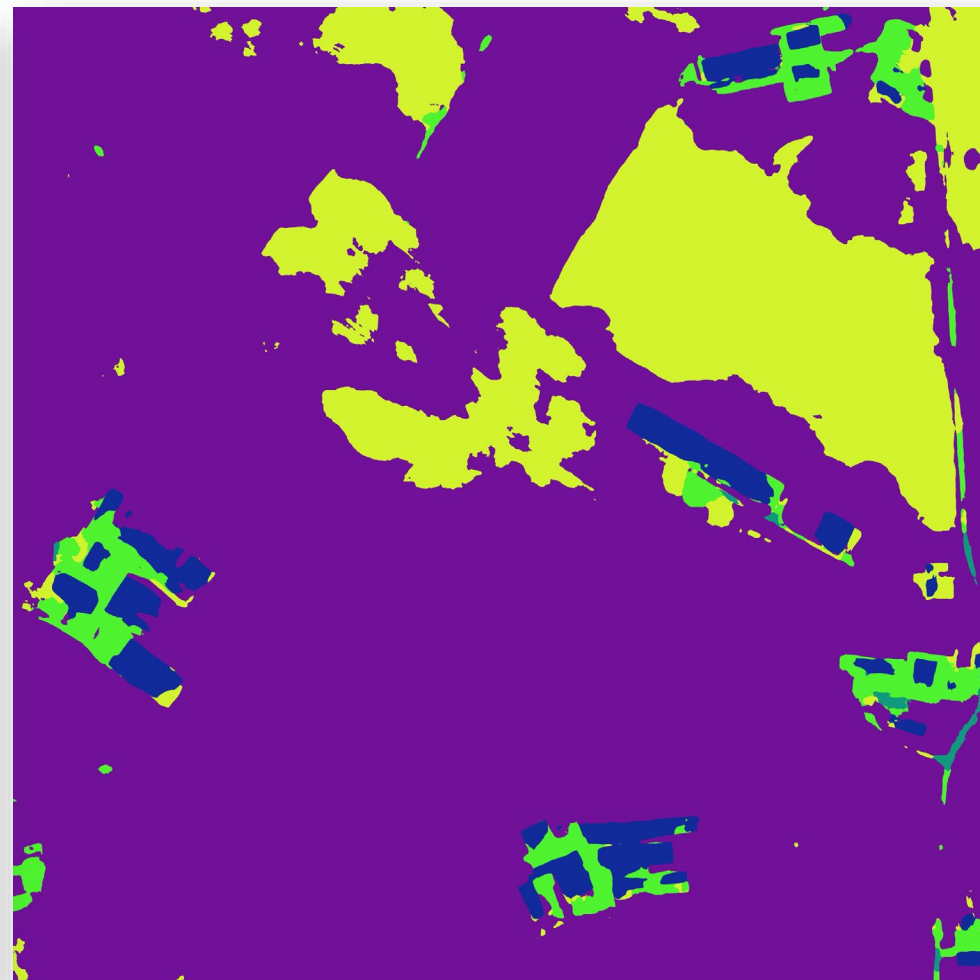
---



- Ländlicher Raum mit Ortschaften
- 26 digitale Orthofotos (2020-03-25) in RGB sowie RGBI
- Die RGB Daten sind komprimiert (15 MB)
- Die RGBI Daten sind nicht komprimiert (539MB)
- Bodenauflösung von 20cm
- Kachelgröße 2 km x 2 km
- Gelabelte Shapefiles liegen nicht vor



# Vorhersage - Ländlicher Raum



Dachfläche

Öffentliche  
Verkehrsfläche

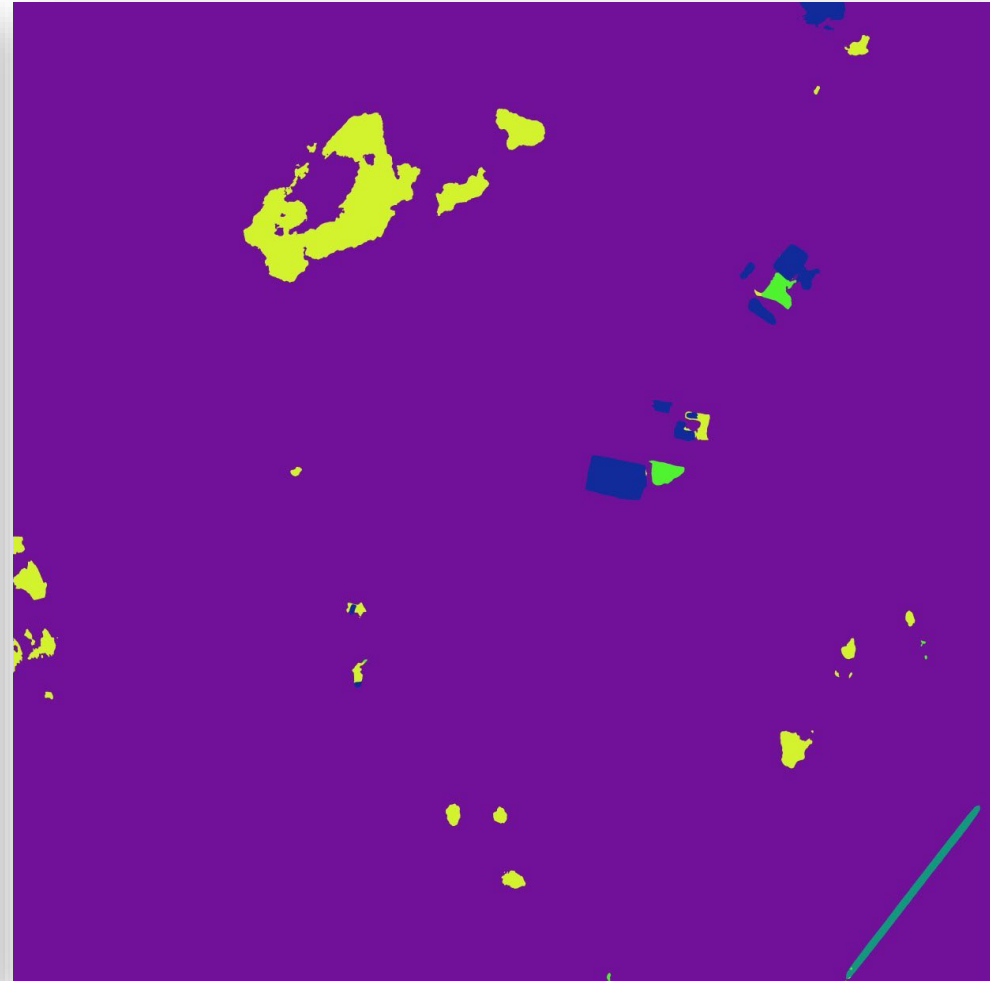
Privat  
Sauber

Privat  
Schmutzig

Unversiegelt



# Vorhersage - Ländlicher Raum



Dachfläche

Öffentliche  
Verkehrsfläche

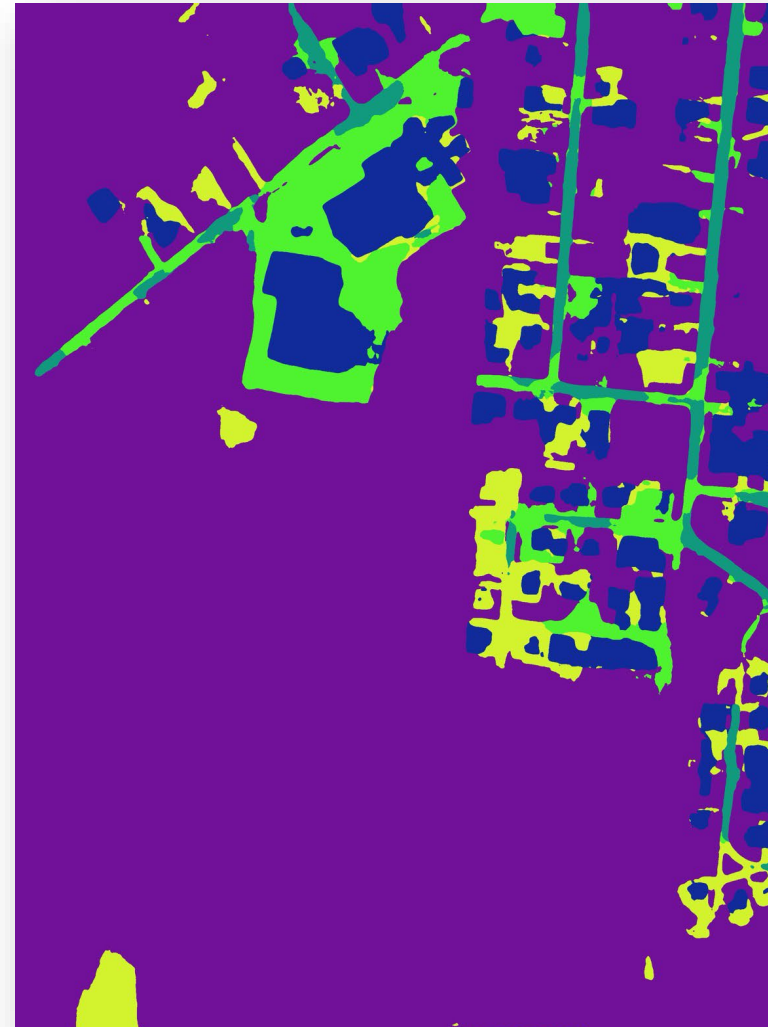
Privat  
Sauber

Privat  
Schmutzig

Unversiegelt



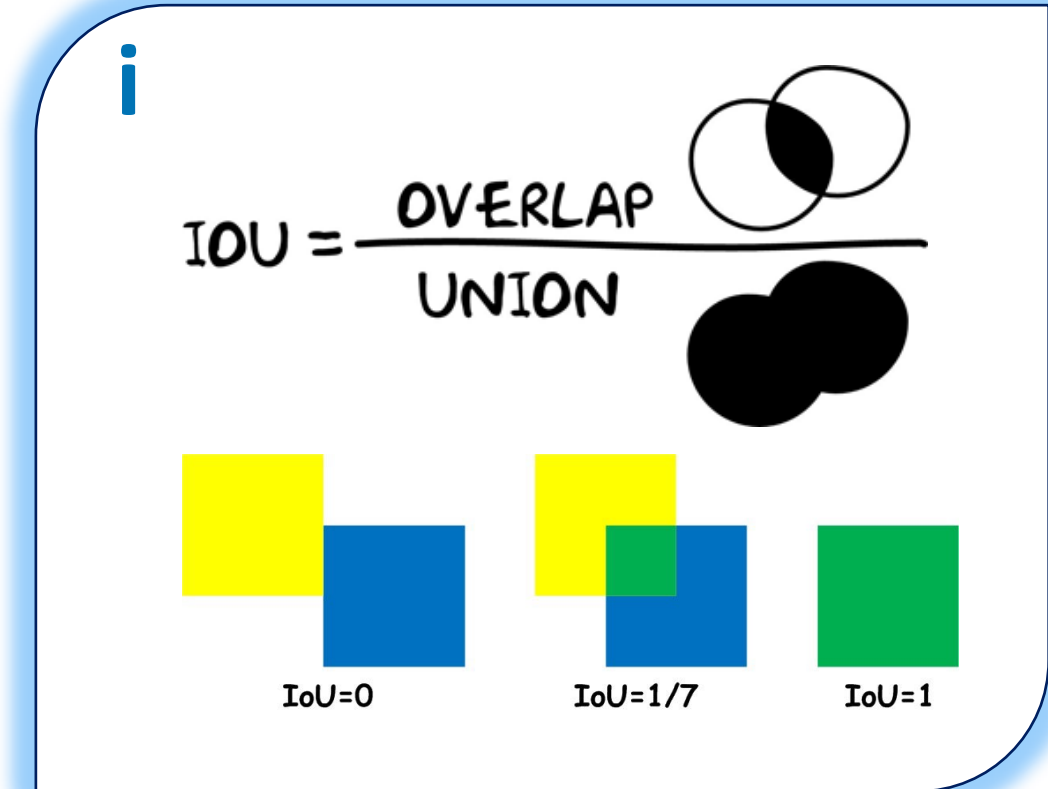
# Vorhersage – Urbaner Raum



- Dachfläche
- Öffentliche Verkehrsfläche
- Privat Sauber
- Privat Schmutzig
- Unversiegelt

# Fazit – Visuelle Auswertung und Auffälligkeiten

- Große Dachflächen werden gut erkannt
- Kleinere Dachflächen werden unterschiedlich erkannt (gut/schlecht)
- Öffentliche Verkehrsflächen werden teilweise gut erkannt  
– Ausnahmen sind die Bereiche mit Schattenwurf
- Schlechte Unterscheidung zwischen öffentliche Verkehrsflächen und privaten Flächen
- Nicht-versiegelte Flächen im ländlichen Bereich (Acker- und Grasland, so wie Wälder) werden schlecht segmentiert





# Weitere Optimierungsschritte des Trainingsdatensatzes

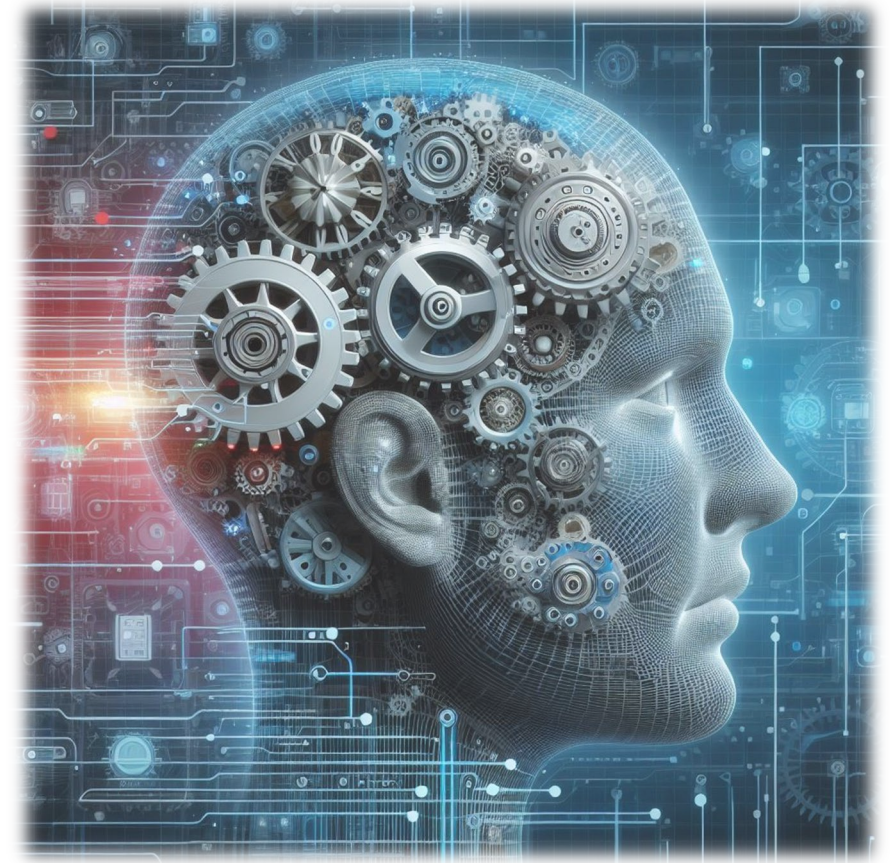
---

## Zunächst Änderung der Inferenzdaten von Bakum:

- Nutzung der RGBI Daten, da diese nicht komprimiert sind

## Danach:

- Preprocessing:** Bildskalierung, Vergrößerung der der Luftbilder der Gemeinde Bakum um die Unterschiede der Bodenauflösung auszugleichen.
- Postprocessing:** Sliding Window und Smooth Blending
- Retraining:** Änderung des Trainingsdatensatzes
  - Patchsize von 512 auf 1024 erhöhen
  - Entfernung Schrebergärten



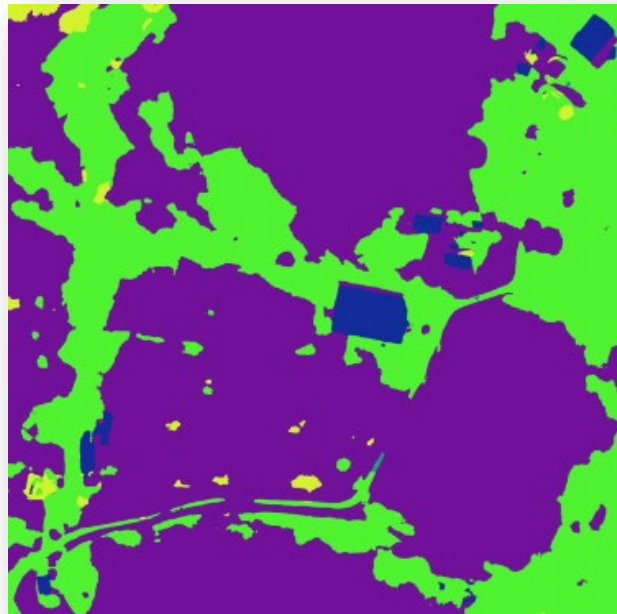
# Ländlicher Raum – nach Optimierung

**Preprocessing:** Bildskalierung, Vergrößerung der Luftbilder der Gemeinde Bakum, um die Unterschiede der Bodenauflösung auszugleichen.

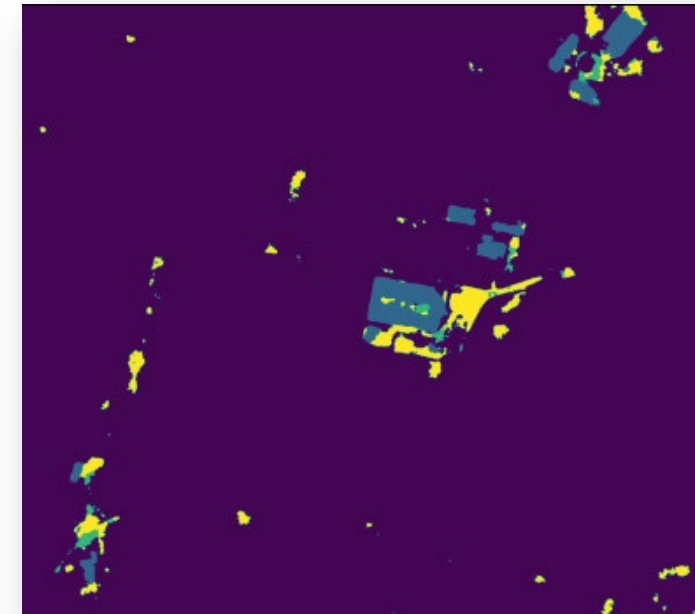
**Retraining:** Änderung der Patchsize von 512 auf 1024



Originalgröße, 512er Modell



Vergrößert, 512er Modell



Vergrößert, 1024er Modell

Dachfläche

Öffentliche  
Verkehrsfläche

Privat  
Sauber

Privat  
Schmutzig

Unversiegelt

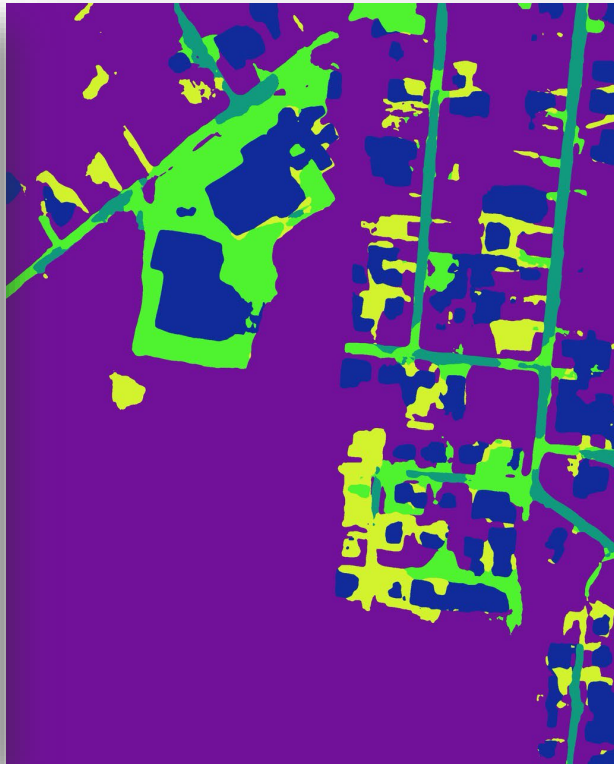
**Fazit: Vergrößerung des Bildes führt zur besseren Vorhersage von kleineren Dächern**



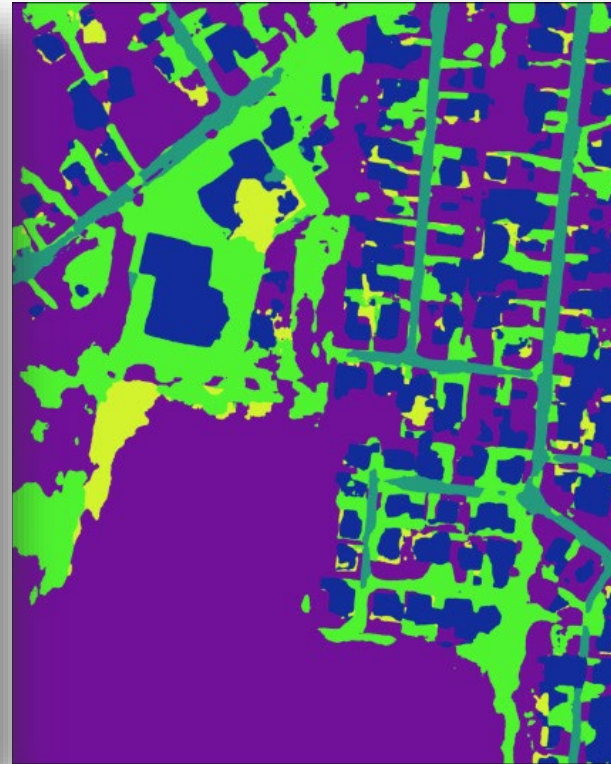
# Urbaner Raum – nach Optimierung



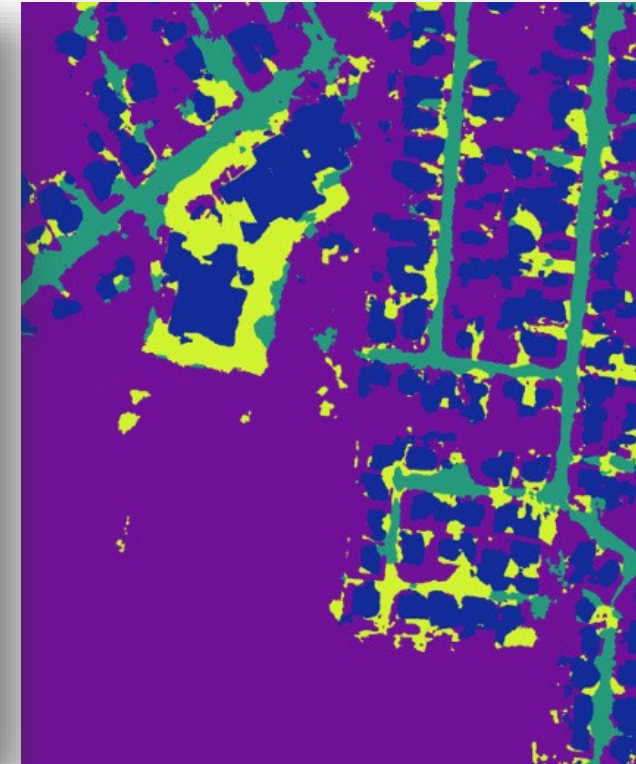
Original



Originalgröße, 512er Modell



Vergrößert, 512er Modell



Vergrößert, 1024er Modell

Unversiegelt

Öffentliche  
Verkehrsfläche

Privat  
Sauber

Privat  
Schmutzig

Dachfläche

**Fazit: Vergrößerung des Bildes führt zur besseren Segmentierung von kleineren Dächern, jedoch zu einer schlechteren Segmentierung von großen Dachflächen**

# Fazit nach Optimierung

---

- **Leider keine metrikbasierte statistische Auswertung möglich, da keine gelabelten Daten**
  - Die Auswertung und Schlussfolgerungen wurden ausschließlich visuell durchgeführt und sind daher nicht so fundiert und zuverlässig wie bei einer statistischen Evaluation
- **Die Segmentierungsergebnisse für die Rohdaten von Bakum sind nicht so gut wie die Ergebnisse für das PoC Gebiet von EGLV**
  - Hauptgrund hier vermutlich Unterschied der Bodenauflösung zwischen Trainingsdatensatz (7,5 cm) und Bakum (20cm)

## Einfluss der Optimierungsschritte:

- Keine Verbesserung durch RGBI-Daten
- Durch Vergrößerung der Luftbilder bessere Segmentierungen von kleinen Objekten
- Aber: Ergebnisse nicht perfekt, da Vergrößerung des Bildes auch zu Qualitätsverlust führt
- **Segmentierung von vergrößerten Bildern mit dem neuen Modell (Patchsize 1024) hat die besten Ergebnisse geliefert**



# Schlussfazit des PoC Bakum

---

## Fazit

- Das „EGLV-Modell“ kann nicht direkt auf neue Gemeinden mit unterschiedlicher Bodenauflösung angewandt werden.
- Die Ergebnisse des neuen Modells mit einer Patchgröße von 1024 sind bereits heute sehr vielversprechend und zeigen Potenzial für weitere Auswertungen
- Wenn ein neues Modell mit Orthofotos derselben Bodenauflösung trainiert wird, sind noch bessere Ergebnisse und möglicherweise produktionsreife Modelle zu erwarten.

## Zwei Wege:

Entweder neue Luftbilder mit einer höheren Bodenauflösung für die Inferenz

*oder*

ein Modell, das mit Luftbildern und Trainingsdaten einer geringeren Bodenauflösung arbeitet

# Wie geht es weiter?

---

- **GIS-Datenplattform für Geoinformationen muss geschaffen werden**
- **KI-Ansatz soll weiter verfolgt werden – Suche nach Partnern**
- **Ergebnisse aus PoC weiterführen**
- **Labeling für Flächen starten –> Dient als Trainingsgrundlage und als Grundlage für die Evaluationsmetrik**
- **Stellenaufbau für Projekt ab 2024**

WIR SUCHEN  
DEINE EXPERTISE  
IN DER  
GEOINFORMATION.

ALS  
**PROJEKTLEITER  
GEOINFORMATION**  
(M/W/D)







**Malko Bischke**

Prokurist bei Niedersachsen Wasser

Teamleiter Bereich Geoinformation

Tel.: 0441 5707-521

Mobil: 0160 90534661

[bischke@niedersachsen-wasser.de](mailto:bischke@niedersachsen-wasser.de)

[www.niedersachsen-wasser.de](http://www.niedersachsen-wasser.de)

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**