

KI-basierte Luftbildanalyse zur kostenoptimierten Trassenplanung

Geowebtalk des Geonetzwerk.metropoleRuhr

mundialis GmbH & Co. KG
Markus Metz, Markus Eichhorn
metz@mundialis.de

04.12.2024



mundialis



Wer ist mundialis

- # 15 Mitarbeitende
- # Gegründet 2015 in Bonn
- # Open Data & Open Source
- # Experten der Geodaten, Fernerkundung, GIS-Entwicklung & KI-Analyse



MARKUS EICHHORN
Geschäftsführer

Markus studierte Geoinformatik. Über die GIS-Entwicklung entdeckte er seine Leidenschaft für Geodaten und entwickelte sich zu einem Experten im Bereich Geomarketing, Fernerkundung und dem strategischem Einsatz von Geodaten. Er ist auch Level C IPMA-zertifizierter Projektmanager.



CARMEN TAWLIKA
Anwendungsentwicklerin & Technical Lead

Carmen studierte Geographie und ist schon seit ihrer Gründung bei mundialis. Sie ist eine Anhängerin von Open Source und die Hauptentwicklerin von actinia. Außerdem übernimmt Sie den Technical Lead bei mundialis.



DR. MARKUS METZ
Spezialist Fernerkundung

Markus Metz promovierte an der Universität Oldenburg in Biologie und kam über Biogeographie zu GIS und Fernerkundung und ist ein langjähriger Entwickler der Kern-Komponenten von GRASS GIS. Bei mundialis ist er der Spezialist für alle Themen rund um Fernerkundung.



ANIKA WEINMANN
Anwendungsentwicklerin

Anika studierte an der Universität Bonn Geodäsie und Geoinformatik. Sie ist auf die Lösung von Fernerkundungsanalysen mittels Deep Learning Verfahren spezialisiert.



JAN ORZEKOWSKI
Systemadministrator

Jan studierte an der Technischen Hochschule Köln Informatik. Er arbeitete drei Jahre lang als Systemadministrator bei terrestris GmbH & Co. KG bevor er bei mundialis anfang.



GUIDO RIEMBAUER
Geodatenanalyst

Guido studierte Geoinformation & Visualisierung an der Universität Potsdam und arbeitete u.a. im Erdbeobachtungsprogramm der ESA, bevor er sich mundialis anschloss. Er unterstützt mundialis in der Entwicklung und Datenanalyse und ist auf Radarfernerkundung spezialisiert.



JULIA HAAS
Geodatenanalystin

Julia studierte Geographie an der Universität Bonn. Sie kam über Umweltmonitoring und Nachhaltigkeitsanalyse zu Geodaten und Fernerkundung. Sie unterstützt mundialis in der Analyse massiver Datenvolumina mit Fokus auf Zeitreihenanalysen und Prozessautomatisierung.



LINA KRISZTIAN
Geodatenanalystin

Lina studierte an der Universität Bonn Geodäsie Engineering mit dem Profil Geodetic Earth System Science and Data Analysis. Sie befasste sich mit der zeitlichen Vorhersage von Fluss-Pegelständen für Überflutungen mit Hilfe von Fernerkundungsdaten und Machine Learning Verfahren.



DR. ELISABETH PANZENBÖCK
Projektleiterin

Elisabeth promovierte an der Universität Göttingen und der Nara Women's University in Nara/ Japan in Physik. Sie war unter anderem im Missionsbetrieb am Deutschen Raumfahrtkontrollzentrum GSOC als auch als nationale Koordinatorin für Wetbuwetter im DLR tätig. Seit Anfang 2023 unterstützt sie mundialis als Projektleiterin.



PAUL HEID
Sales Manager

Paul studierte an der Universität Bonn Geographie mit dem Schwerpunkt auf GIS und Fernerkundung. Nach Auslandsaufenthalten in Südafrika und Ukraine arbeitete er zuletzt im Bereich Geomarketing als Account Manager. Bei Mundialis ist er als Sales Manager für Ausschreibungen, Anfragen und Angebote zuständig.



DR. MARKUS NETELER
Co-Founder & Senior Consultant

Markus ist Partner und Geschäftsführer der mundialis. Bis 2010 leitete er eine GIS-Forschungsgruppe in Trento (italien) und verfügt über langjährige Erfahrung mit Open Source Entwicklung und Fernerkundung und ist einer der Erbauer von GRASS GIS (persönliche Seite).



HINRICH PAULSEN
Co-Founder & Senior Consultant

Hinrich ist Mitgründer und Geschäftsführer der Firma mundialis. Er verfügt über langjährige Kenntnisse in Geschäftsführung und -entwicklung, Personalwesen und Finanzen und betreibt vor allem Earth Sustainability Monitoring-Projekte.

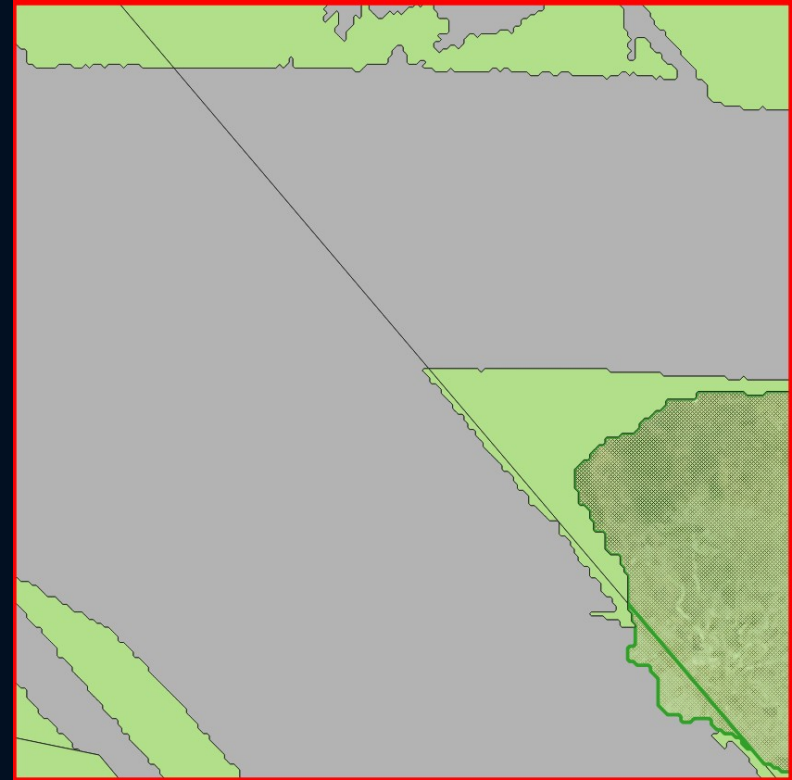


Inhalte der Präsentation

- ◆ **Methodik**
 - KI-Modell Vortrainieren, fine-tuning, Anwendung
- ◆ **Ergebnisse der Klassifikation**
- ◆ **Anwendung im Breitbandausbau**
- ◆ **Weitere Anwendungsbeispiele**




















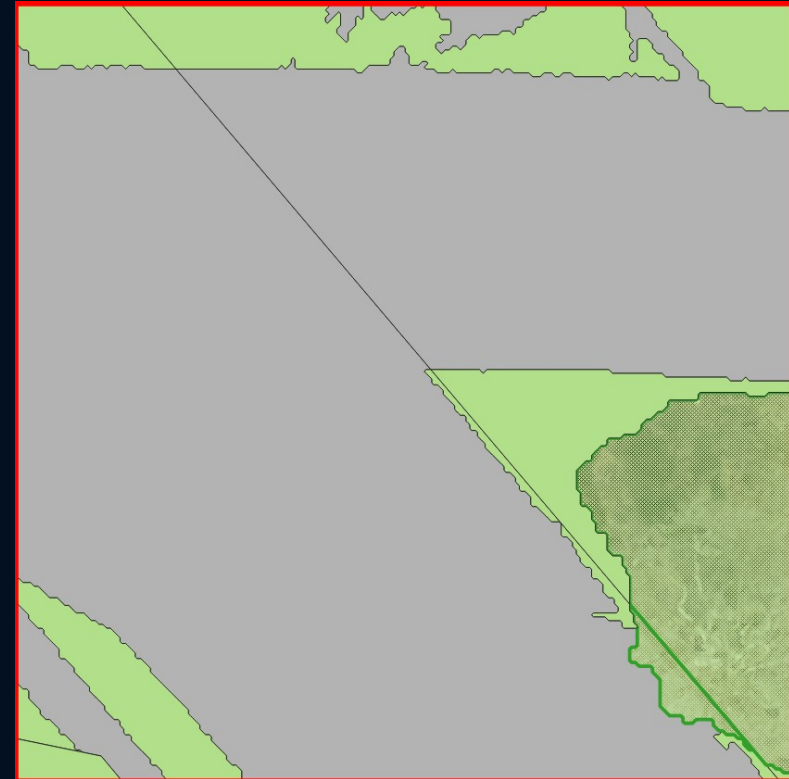
KI-basierte Luftbildanalyse





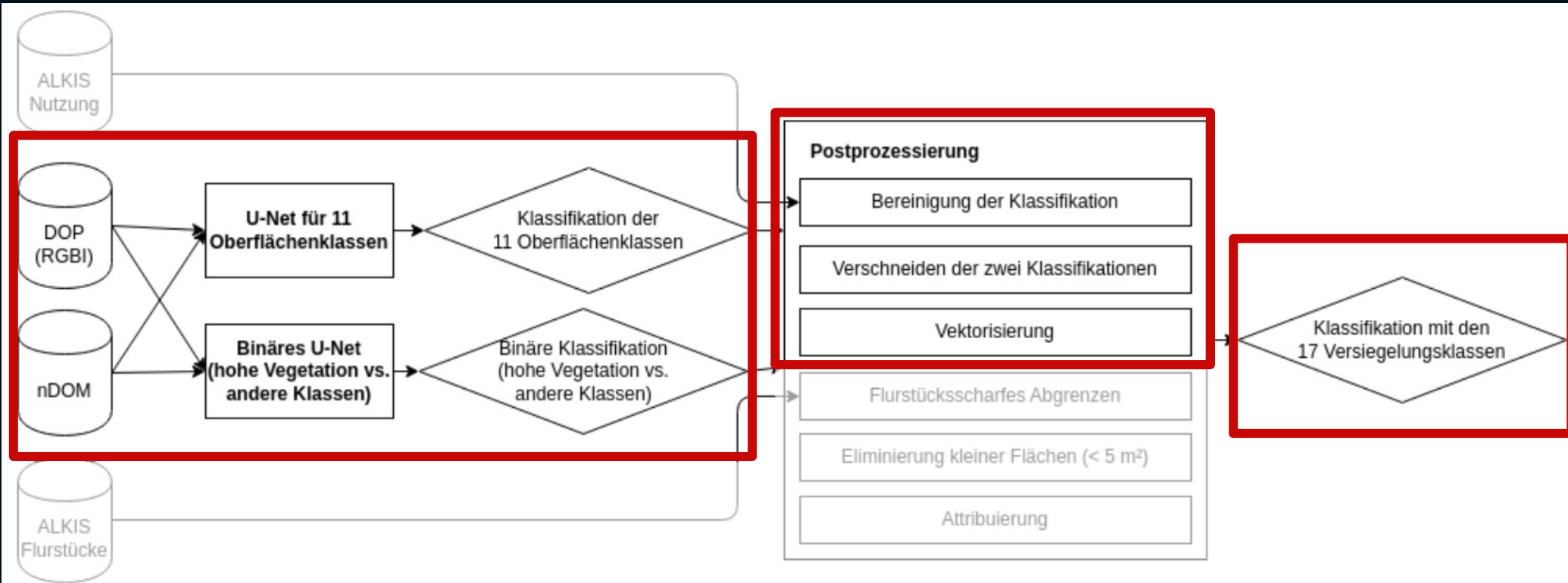
KI-basierte Luftbildanalyse

	A1 Dachflächen (ohne Gründachflächen)
	A2 Bodenflächen vollversiegelt
	A3 Vegetation $\geq 2,5$ m über vollversiegelt
	B1 Gründachflächen
	B2 Bodenflächen teilversiegelt
	B3 Gleisschotter
	B4 Bodenflächen naturfern
	B5 Vegetation $\geq 2,5$ m über teilversiegelt
	B6 Vegetation $\geq 2,5$ m über naturfernen Boden
	C1 Offener Boden
	C2 Sand
	C3 Rasen und Vegetation $< 2,5$ m
	C4 Vegetation $\geq 2,5$ m über offenem Boden
	C5 Vegetation $\geq 2,5$ m über Sand
	C6 Vegetation $\geq 2,5$ m über Rasen und Vegetation $< 2,5$ m
	C7 Gewässer
	C8 Schwimmbecken und Pools





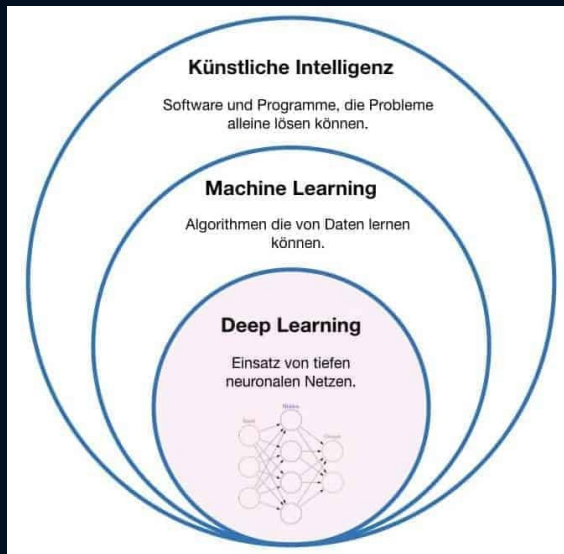
KI-basierte Luftbildanalyse - Methodik



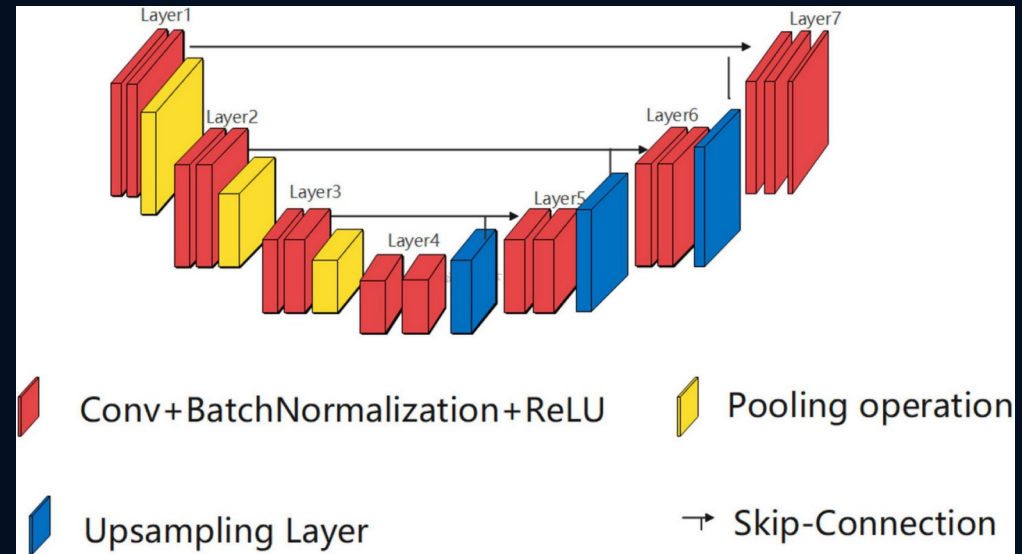


KI-basierte Luftbildanalyse - Methodik

- ◆ Klassifikationsmodell: U-Net (CNN)
 - Pixel-genaue Klassifikation
 - Nutzt spektrale Information und räumliche Umgebung (z.B. Objektform)



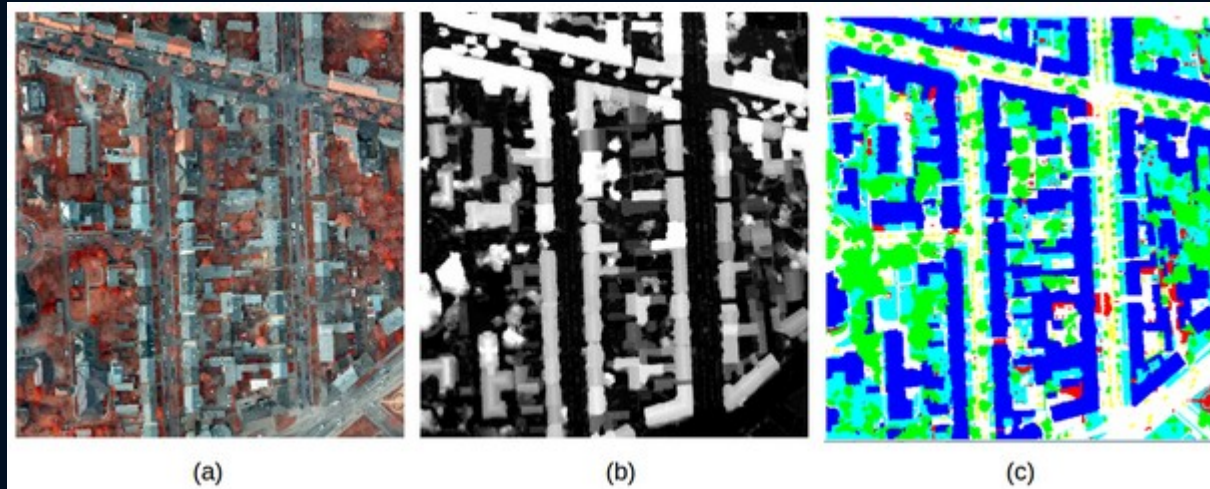
<https://datasolut.com/wp-content/uploads/2018/11/KI-und-Deep-Learning.002-e1558385989498.jpeg>



<https://images.app.goo.gl/VmSPRgX6Y71Tp8Ys9>

KI-basierte Luftbildanalyse - Methodik

- ◆ Klassifikationsmodell vortrainiert auf Potsdam Datensatz¹
 - Datensatz mit weniger Klassen:
5 Klassen + Hintergrund
 - Vortrainieren reduziert benötigte Menge Trainingsdaten



Beispiel Kacheln der Potsdam Daten

(a) True Orthophoto (TOP)

(b) Digitales Oberflächenmodell (DSM)

(c) Ground Truth

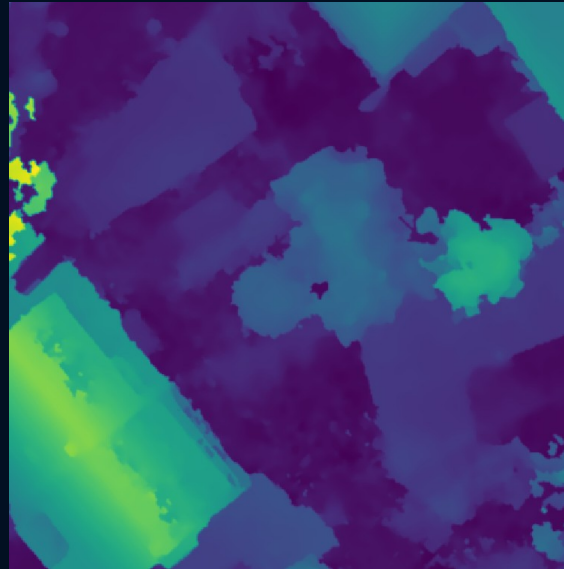


KI-basierte Luftbildanalyse - Methodik

- ◆ Trainingsdaten für 17 Klassen
 - Halb-automatisierte Erstellung
 - Auf Basis von RGBI-DOPs und nDOM



digitales Orthophoto (DOP)



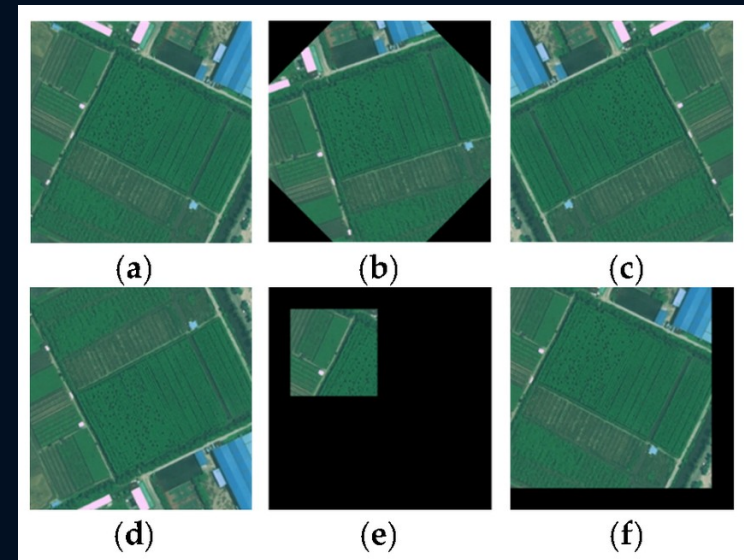
normalisiertes digitales Oberflächenmodell (nDOM)

	A1 Dachflächen (ohne Gründachflächen)
	A2 Bodenflächen vollversiegelt
	A3 Vegetation $\geq 2,5$ m über vollversiegelt
	B1 Gründachflächen
	B2 Bodenflächen teilversiegelt
	B3 Gleisschotter
	B4 Bodenflächen naturfern
	B5 Vegetation $\geq 2,5$ m über teilversiegelt
	B6 Vegetation $\geq 2,5$ m über naturfernen Boden
	C1 Offener Boden
	C2 Sand
	C3 Rasen und Vegetation $< 2,5$ m
	C4 Vegetation $\geq 2,5$ m über offenem Boden
	C5 Vegetation $\geq 2,5$ m über Sand
	C6 Vegetation $\geq 2,5$ m über Rasen und Vegetation $< 2,5$ m
	C7 Gewässer
	C8 Schwimmbecken und Pools



KI-basierte Luftbildanalyse - Methodik

- ◆ Vortrainiertes Klassifikationsmodell „fine tunen“ mit erstellten Trainingsdaten
 - Input: RGBI-DOPs und nDOM
 - Augmentierung
(Flip, Rotation, Kontrast, Helligkeit, Gaussian Noise)
 - Zwei Modelle:
 - ❖ 11 Oberflächenklassen
 - ❖ Hohe Vegetation vs. andere Klassen
(Binäre Klassifikation)

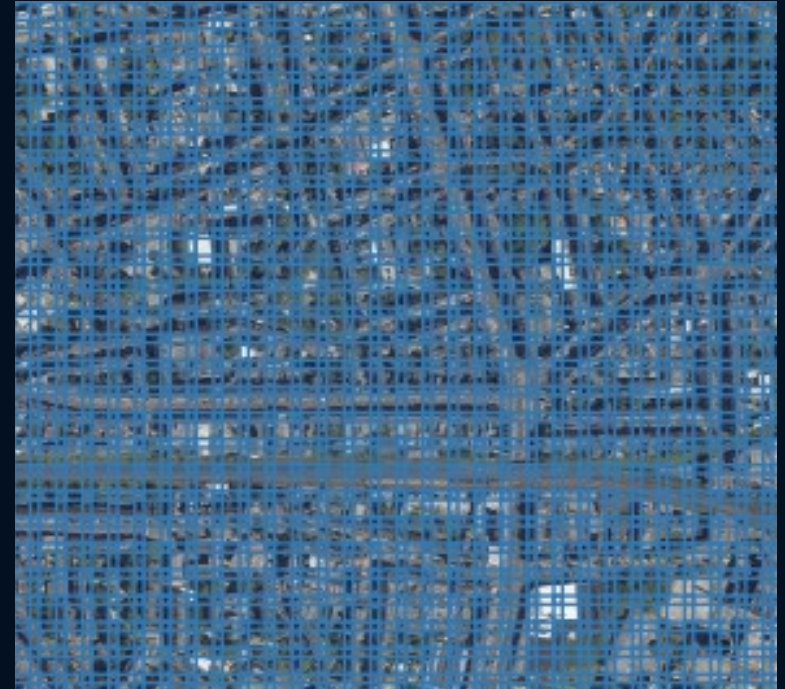


https://www.researchgate.net/figure/Effect-of-data-augmentation-a-Original-image-b-Rotation-c-Horizontal-flip-d_fig2_379060305



KI-basierte Luftbildanalyse - Methodik

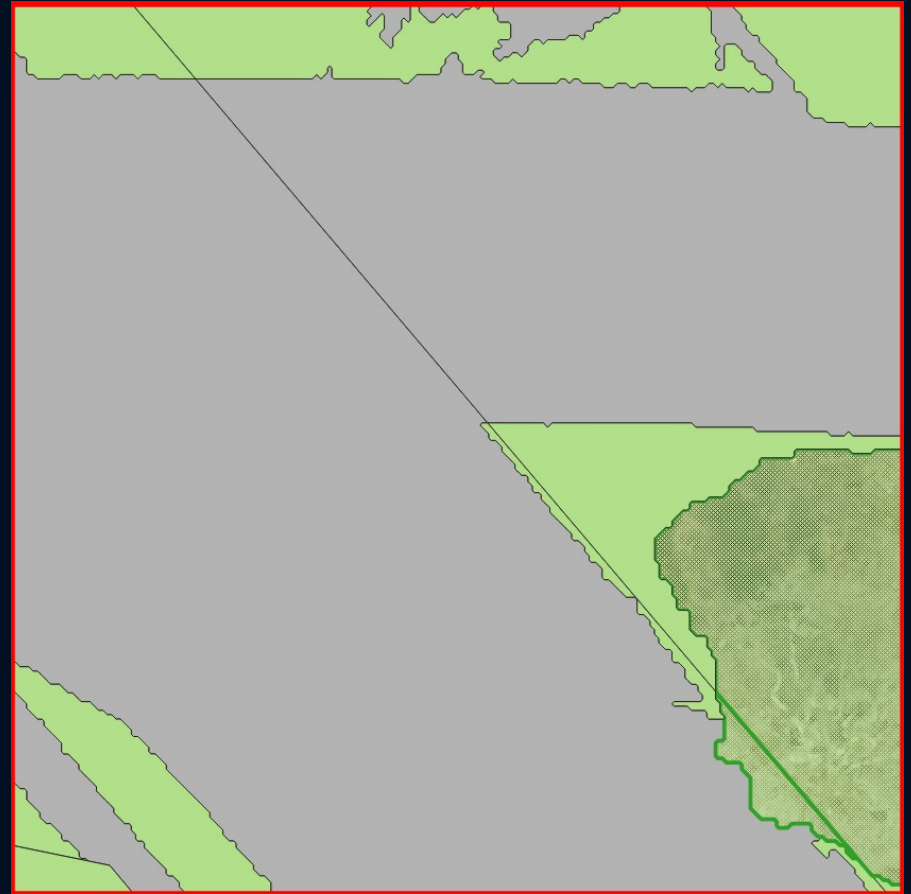
- ◆ **Parallele Postprozessierung auf Kacheln**
 - Bereinigung der Klassifikation
(z.B. kleine Flächen eliminieren)
 - Verschneiden der zwei Klassifikationen
→ 17 Oberflächenklassen
 - Vektorisieren
 - [...] → Kundenspezifische Schritte



Kachelung zum parallelen Rechnen

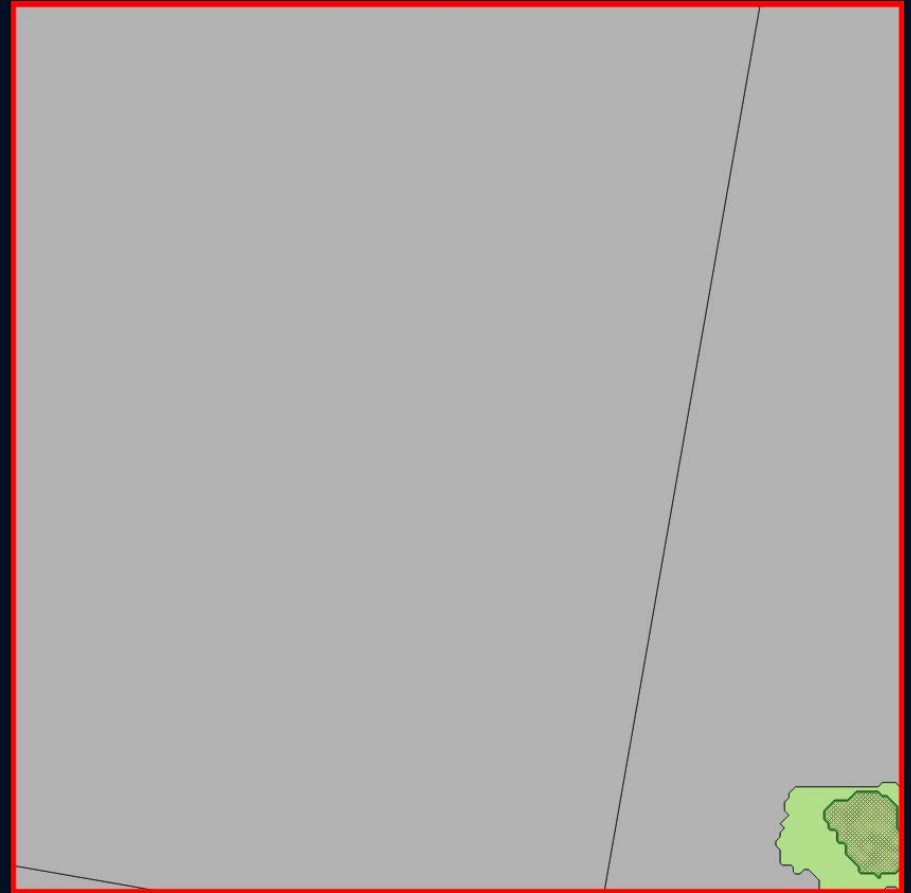


KI-basierte Luftbildanalyse: Ergebnisse



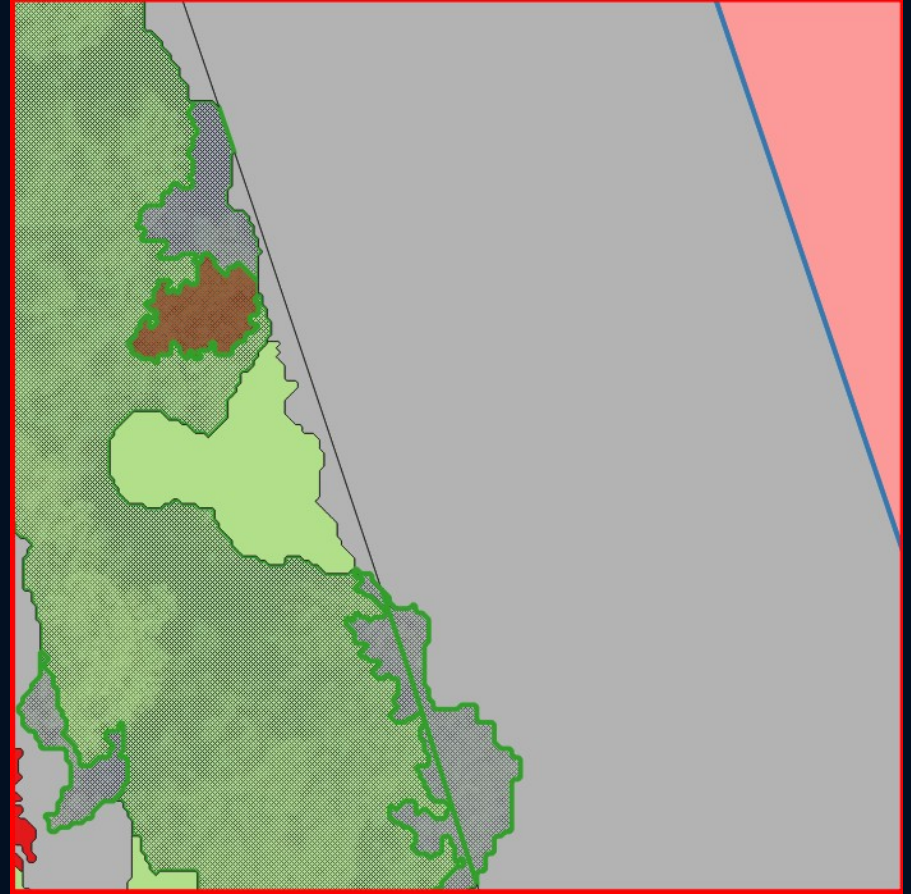


KI-basierte Luftbildanalyse: Ergebnisse



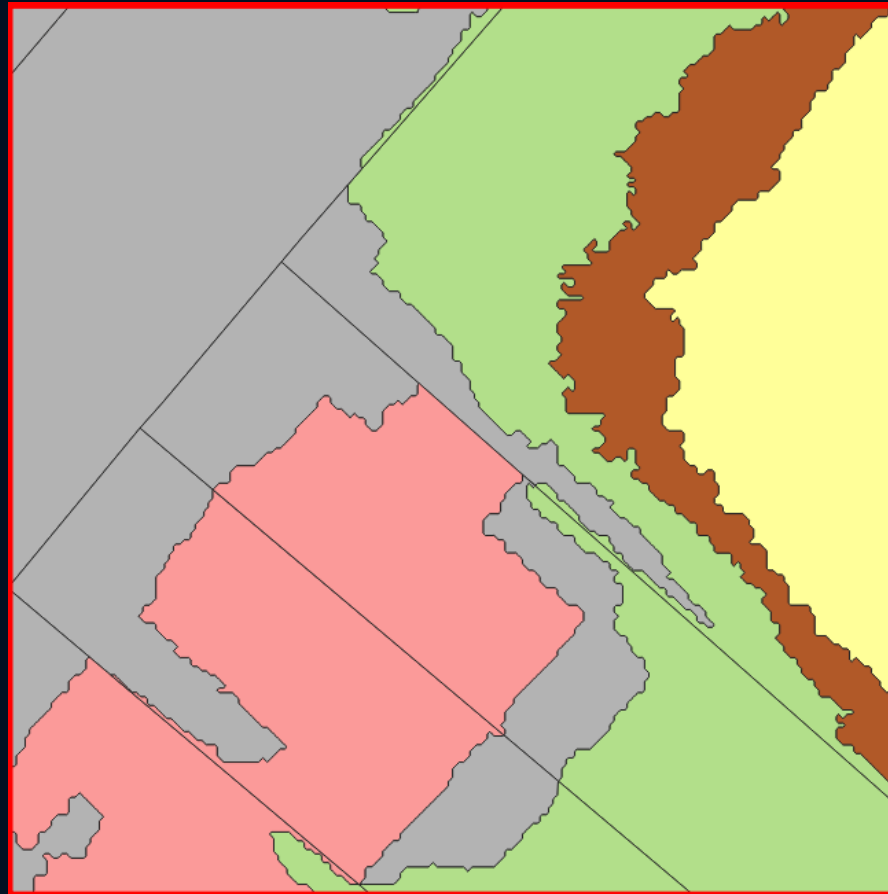


KI-basierte Luftbildanalyse: Ergebnisse





KI-basierte Luftbildanalyse: Ergebnisse





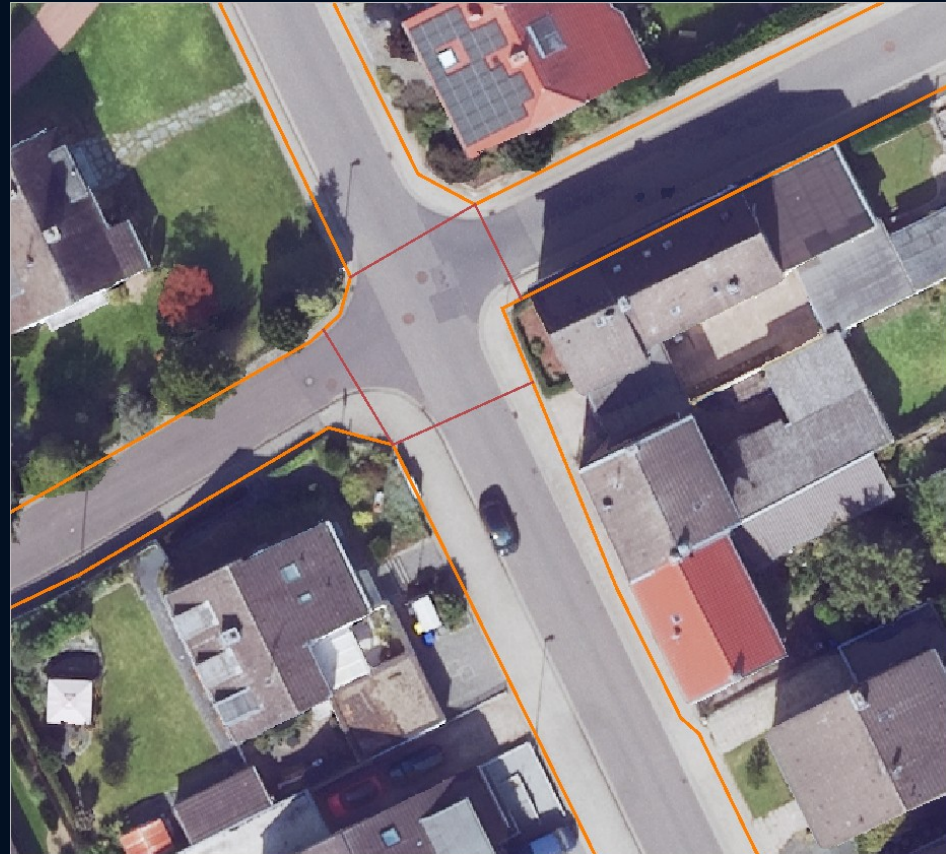
Anwendungsfall:
Planung des Breitbandausbaus



Breitbandausbau

- ◆ Bewertung der Eigenschaften potentieller Trassen

Potentielle Trassen
entlang der Straßenseiten
mit Straßenquerungen bei
Kreuzungen





Breitbandausbau

- ◆ Lage der Trassen in den Verkehrsflächen vorgegeben (Leitungszonen)
- ◆ Kostenabschätzung
 - Oberfläche + Tiefbaumethode
 - Lage unter Bäumen
- ◆ Kostenoptimierung
 - Auswahl des günstigsten Netzes an Trassen um alle Bedarfspunkte zu versorgen



Breitbandausbau

- ◆ Verfeinerung der Klassifikation mit streetview, z.B. mapillary





Weitere Anwendungsbeispiele



Stadtklima

- ◆ bioklimatische Bewertung verschiedener Flächen in einem Stadtgebiet
- ◆ Planungshinweise: Stadtbegrünung, Schwammstadt

Die klimagerechte Schwammstadt

Warum aus stark versiegelten Großstädten Schwammstädte werden sollten



Steigende Temperaturen

Zwischen 1881 und 2022 Anstieg der Jahresmitteltemperatur um 1,7°C.



Gründächer

2020 existierten 0,8 m² Gründachfläche pro Bewohner*in einer Großstadt.



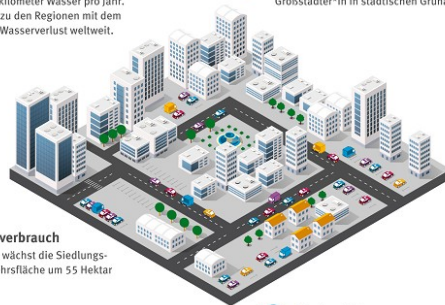
Wasserverlust

Seit 2002 verliert Deutschland 2,5 Kubikkilometer Wasser pro Jahr. Es gehört zu den Regionen mit dem höchsten Wasserverlust weltweit.



Erholungsflächen

2021 existierten 40 m² Erholungsfläche pro Großstädter*in in städtischen Grünanlagen.



Flächenverbrauch

Seit 2017 wächst die Siedlungs- und Verkehrsfläche um 55 Hektar pro Tag.



Starkregen

Hitze befördert Starkregen: 2021 betrafen Starkregen-Warnungen 30% der Siedlungen.



Sachschäden

Starkregenereignisse führten 2021 zu versicherten Schäden in Höhe von 8,1 Mrd. Euro.



Trockenheit

Zunehmende und längere Trockenperioden gefährden die Vitalität des Stadtgrüns und lassen Grundwasserspiegel sinken.



Hitzebelastung

Im Rekordjahr 2018 wurden im Bundesdurchschnitt rund 20 heiße Tage ermittelt, in Frankfurt am Main sogar 42.



Kühlungseffekt durch lokale Verdunstung



Ausweitung der Dach- und Fassadenbegrünung



Renaturierung urbaner Gewässer



Ausweitung von Grün- und Erholungsflächen



Steigerung der Versickerungsflächen zur Speicherung von Wasser



Abmilderung von Starkregeneffekten



Abwassergebühren-Splitting

- ◆ Versiegelte Fläche je Flurstück/Grundstück im Stadtgebiet
- ◆ Grundlage zur Berechnung des Abwassergebühren-Splitting
- ◆ Ermittlung der Grundstückseigentümer, die wenig Fläche verdichten
- ◆ Erfassung der abflusswirksamen Fernstraßen, Straßen, Wege- und Platzflächen





Ende

Ihr Kontakt:

mundialis GmbH & Co. KG

Markus Metz, Markus Eichhorn

metz@mundialis.de



mundialis