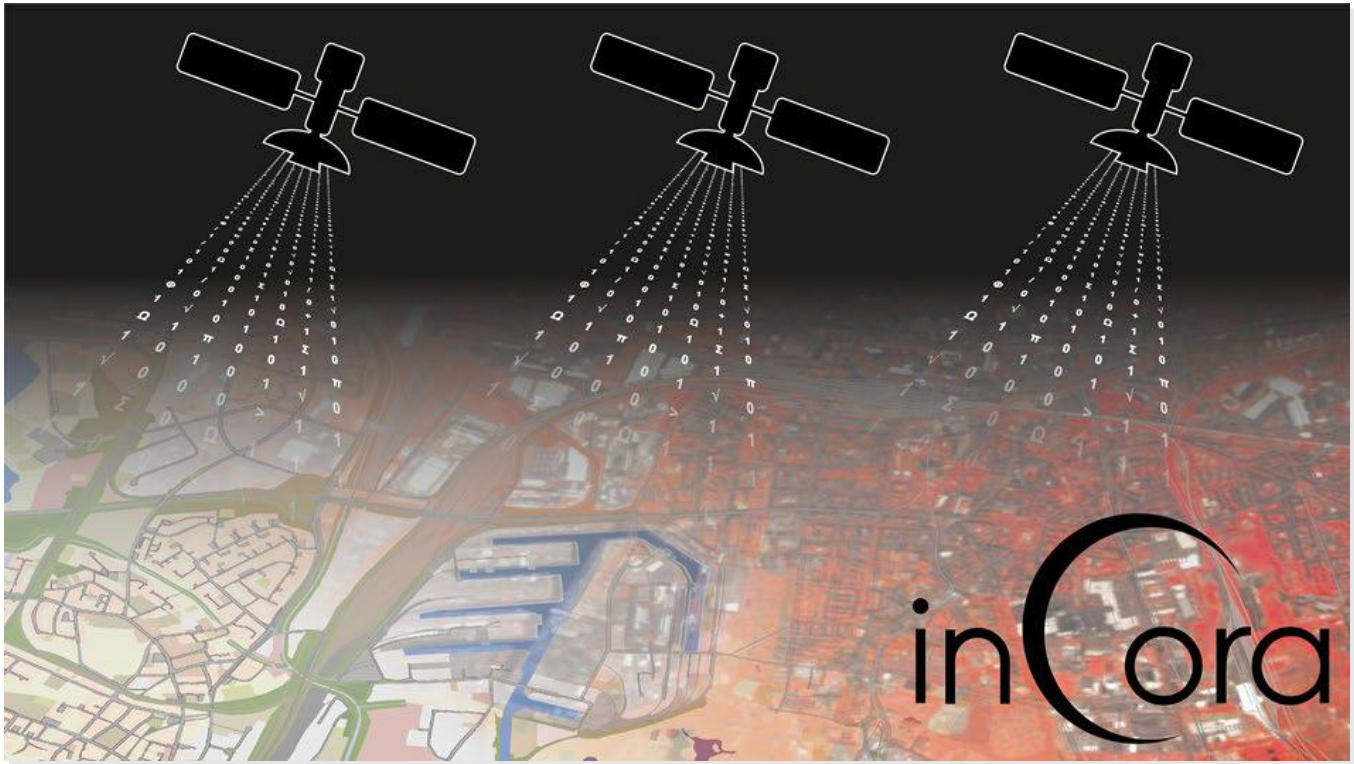


Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung
im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung

mundialis

Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

mFUND
Das Startkapital für die Mobilität 4.0

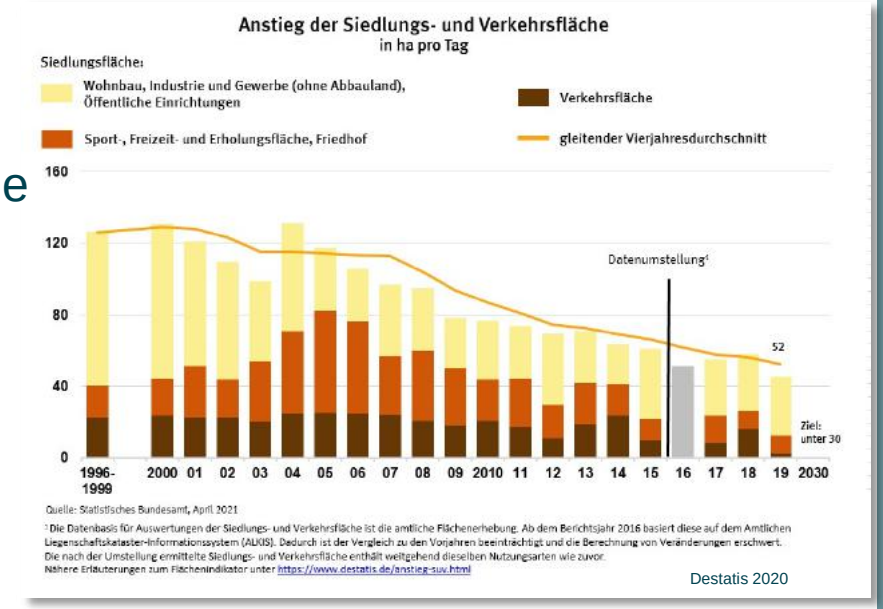
MONITORING VON SIEDLUNGSFLÄCHEN AUF BASIS VON SENTINEL-2

28.06.2021 Fernerkundliches Monitoring | Dresdner Flächennutzungssymposium 2021
http://dfns2021.ioer.info

Silas Eichfuss | Martina Hollen | Guido Riembauer | Shaojuan Xu

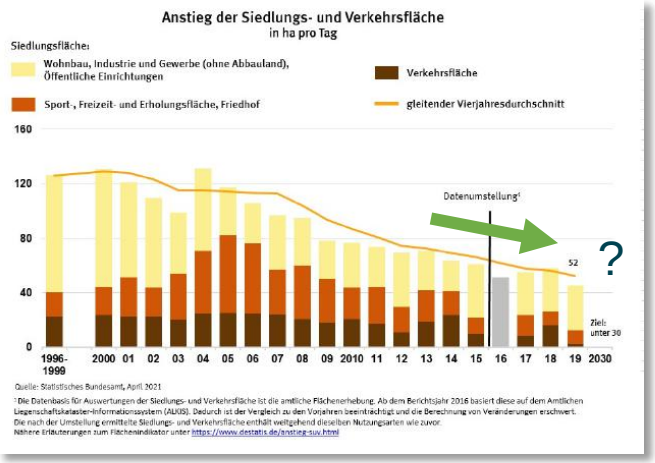
Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie

- Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche
- Freiraumverlust
- Siedlungsdichte
- Erreichbarkeit öffentlicher Verkehrsmittel

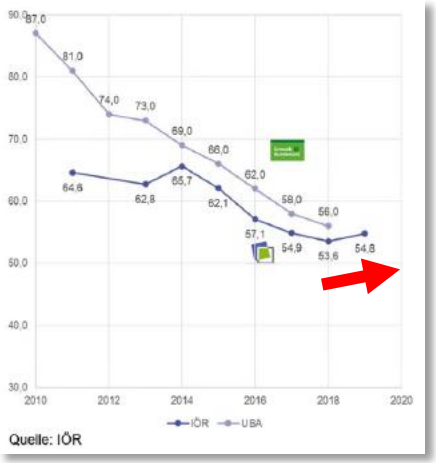


Destatis 2020

Flächenstatistik als Grundlage



Destatis 2020

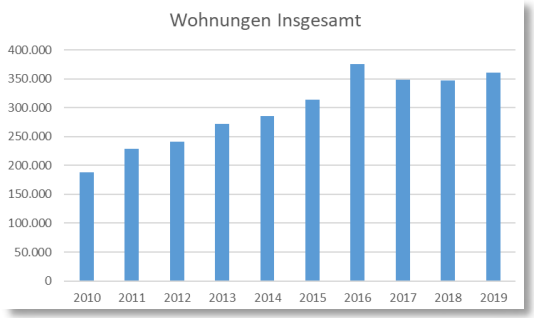


nach ILS 12.2.21

Umstellungen als Herausforderung

Wechsel auf ALKIS 2016

- Wert für 2016 mit Unsicherheiten behaftet
- Umstellung war 2017 noch nicht komplett abgeschlossen
- Daher kann nur ein Vierjahresmittel genutzt werden
- Die Harmonisierung der Zeitreihen durch einheitliche Erhebung der tatsächlichen Nutzung muss sich noch bewähren
- ABER: korrekte ALKIS-Daten sind für die politische Überzeugungskraft des Nachhaltigkeitsziels „Reduzierung der Flächeninanspruchnahme“ essentiell



nach Destatis 2020

Trends benötigen genaue und aktuelle Grundlagen!

Trennung LB und LN
Tatsächliche Änderungen kenntlich machen
Ergänzung durch Fernerkundung

Flächenstatistik

Flächenerhebung nach Art
der tatsächlichen Nutzung

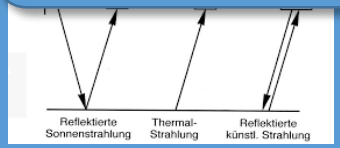
+ Informationsgehalt
- Zeitliche, räumliche Auflösung
- Aufwand

Geobasis Daten (ALKIS)

Siedlungsfläche

Fernerkundung

+ Zeitabstände
+ Höherer Detailgrad
- Fehlerbehaftet



Albertz 2009

Landbedeckungs-Klassifikation

Bebaut Vegetation

INWERTSETZUNG VON COPERNICUS-DATEN FÜR DIE RAUMBEOBACHTUNG

INCORA

Das Projekt INCORA

- Gefördert durch BMVI mFUND
- Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung (ILS)
- Mundialis
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
- 01.12.2018 – 28.02.2022

- Ergänzung und Verbesserung von Indikatoren der Siedlungs- und Verkehrsflächen-entwicklung

- Hypothese I: Überprüfung der tatsächlichen Flächenentwicklung mit Fernerkundungsdaten automatisiert machbar?
- Hypothese II: Datensicht von Landbedeckung (Fernerkundung) vs. Landnutzung (katasterbasiert) nicht identisch. Ist der Vergleich für einzelne Indikatoren zielführend?

- Wirtschaftlich nutzbare Erkenntnisse zu Flächenpotenzialen im Bestand

Vorgehen

- Zunahme bauliche Fläche
- Verlust von Grünflächen
- Landnutzungs-effizienz

Fokus

- Änderung der baulichen Flächen
- Entwicklung von Grünflächen
- Nachverdichtung
- Zersiedlung
- Siedlungsstruktur

Indikatoren

- Pixelbasierte Klassifikation
- Change detection
- Data fusion
- LiDAR
- Analyse von Zeitreihen
- Kombination von Daten

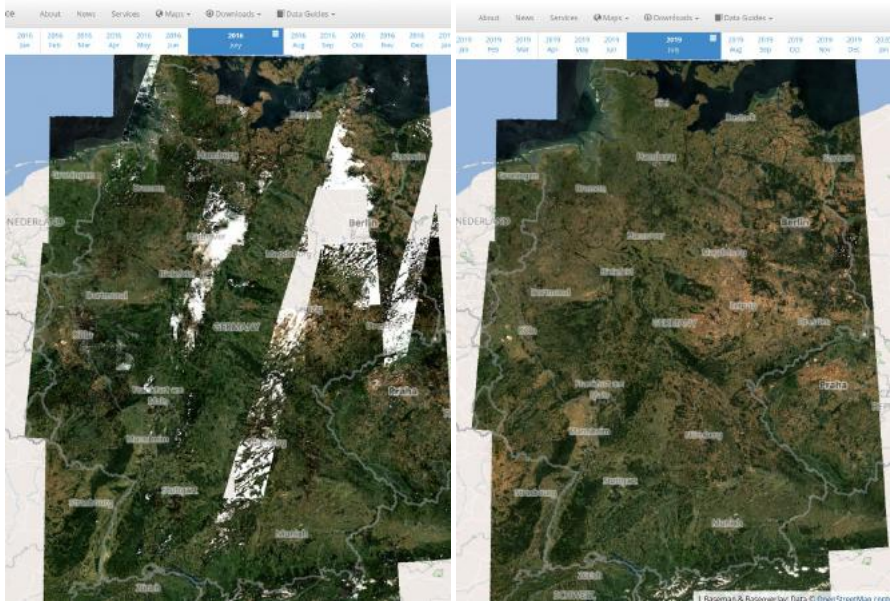
Methoden

Fernerkundung: Datenbasis

WASP Level-3A Sentinel-2 Daten

- Atmosphären korrigiert
- Monatliche Mosaike
- „Wolkenfreiheit“ – abhängig von der Datenverfügbarkeit

- Zusätzliche Wolkenmaskierung und Auswahl der Mosaike



July 2016 July 2019

https://geoservice.dlr.de/web/maps/sentinel2:l3a:wasp

Klassifikation von sechs Klassen als Ziel:

- forest, low vegetation, water, built-up, bare soil, agriculture

Automatisierte Ableitung von Trainingsdaten aus:

- OSM (Wasser, Gebäude, Straßen)
- Copernicus HRL Imperviousness Status Map 2018
- S2GLC Land Cover Map of Europe 2017 (http://s2glc.cbk.waw.pl/extension)
- Sentinel-2 Daten

Fernerkundung: Klassifikation

- Klassifikation in gleichgroßen Blöcken auf Basis der Bundesländer

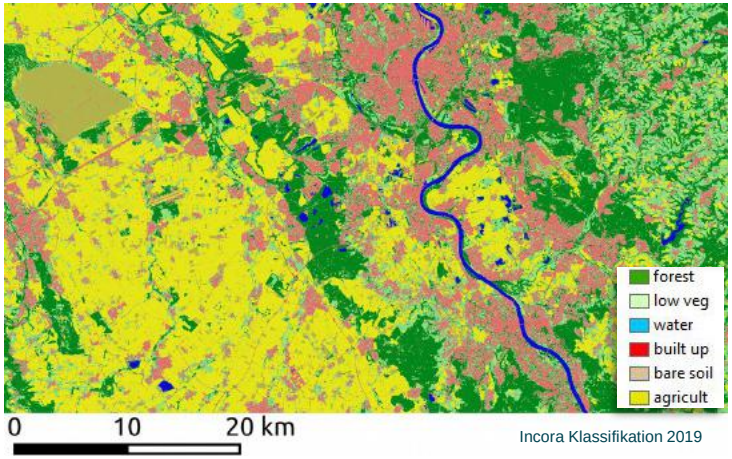
- Auflösung räumlich 10 m
- Auflösung zeitlich 2016, 2019, 2020

- Random Forest als Klassifikator

- Postprozessierung (Bergregionen, Küstenlinie, Abschattung Straße…)

- Definition und Berechnung vollautomatischer Prozessketten
- Umsetzung in der Open Source Geoprozessierungsplattform actinia (https://github.com/mundialis/actinia_core)

Incora Klassifikation 2019



Incora Klassifikation 2019

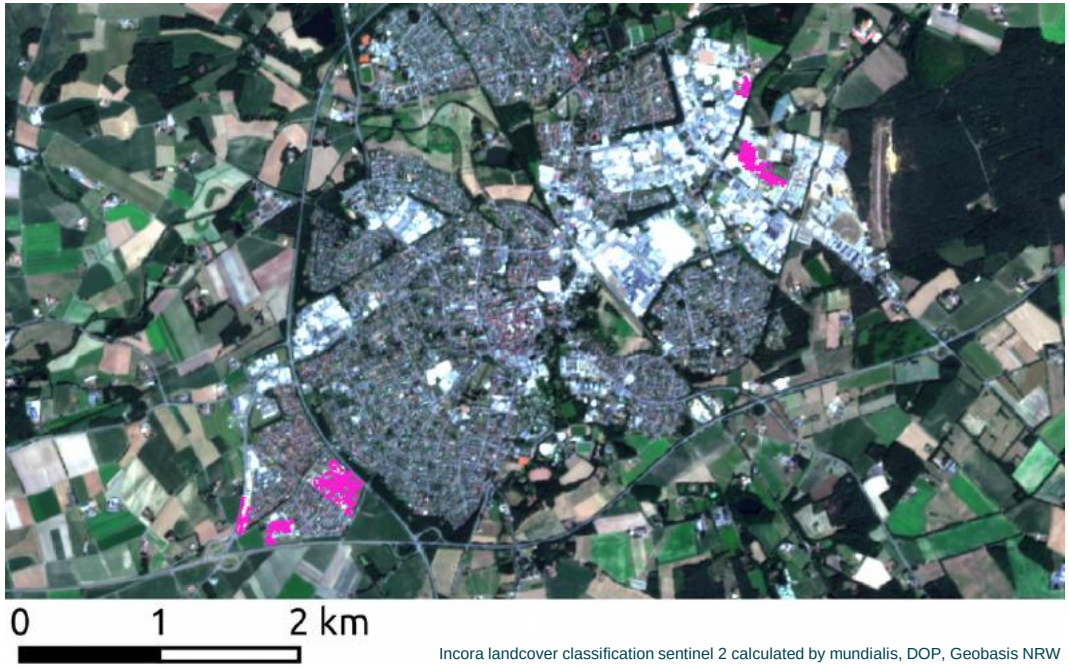
Fernerkundung: Dynamik baulicher Flächen 2016 - 2019

Normaler Change Detection Ansatz
Unterschied zwischen den Jahren 2016 und 2019

Rauschreduzierung:
- Mode filter 3x3
- Information gain filter 4x4
- Minimum Size 1 ha

Datenbasis von 2016 als Herausforderung

Aktuell: Change Detection für 2019/2020 mit höherer Genauigkeit für baulich geprägte Flächen berechnet



Incora landcover classification sentinel 2 calculated by mundialis, DOP, Geobasis NRW

Qualität höher, da bessere vergleichbare Datenbasis
→ Aber reicht der zeitliche Abstand für einen sichtbaren Unterschied

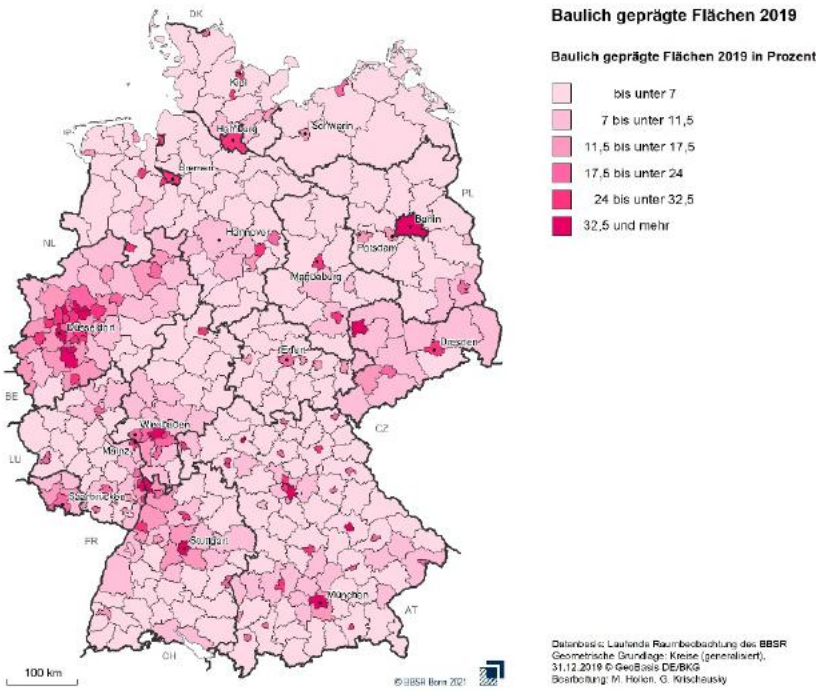
Indikatoren-Set Theorie

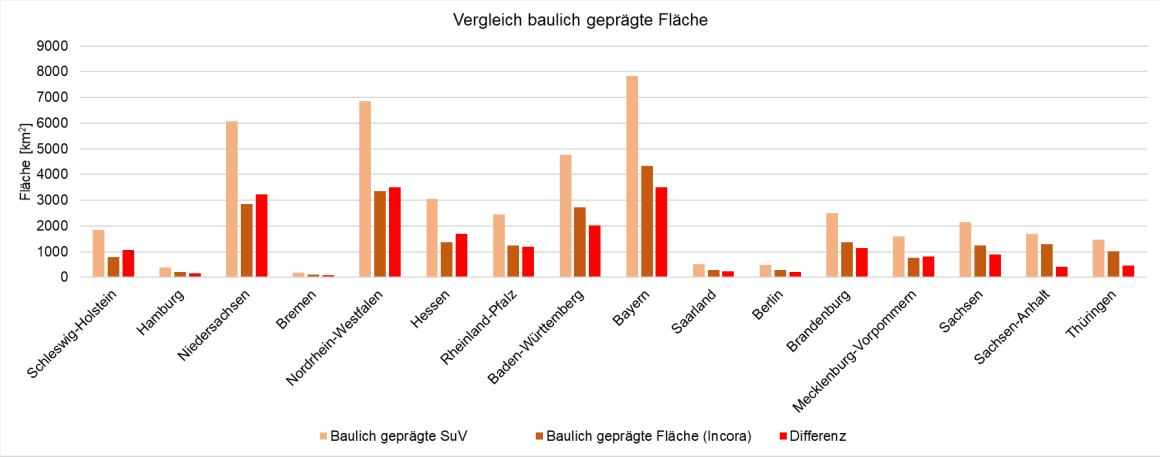
Eigene Abbildung incora Projekt

Kernindikator – 1.1 Baulich geprägte Fläche

- Zentraler Kern des Incora Flächenmonitorings
- Ziel: Ermittlung des Zustands und der Veränderung (change detection)
  - Bildet die Grundlage für viele weitere Indikatoren
  - Ergänzung der amtliche Flächenstatistik

- Hoher Anteil baulich geprägter Flächen in den Ballungsgebieten
- Ländliche Regionen weisen einen geringen Anteil baulich geprägter Flächen auf





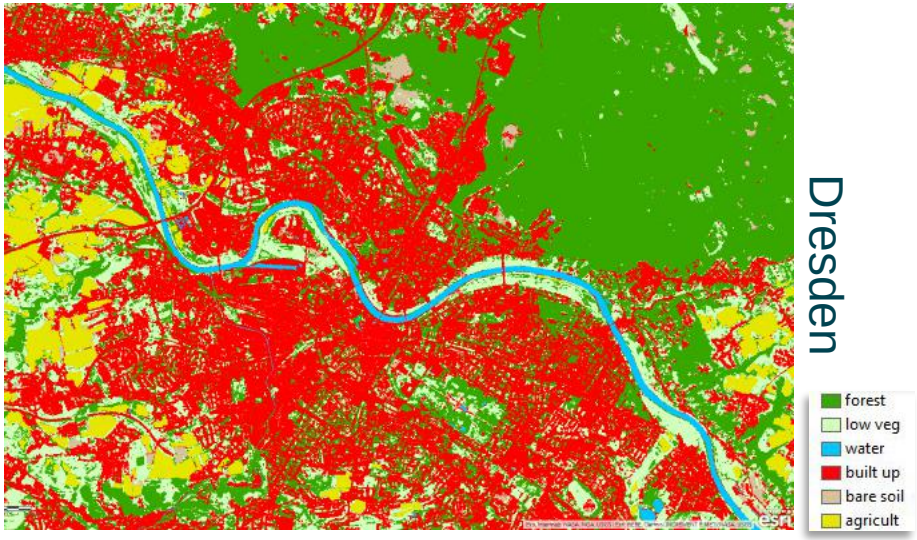
Gegenüberstellung baulich geprägte Fläche tatsächliche Nutzung, incora baulich geprägte Fläche 2019 (eigene Darstellung)

Kernindikator – 1.1 Baulich geprägte Fläche

Umland v. Neuss

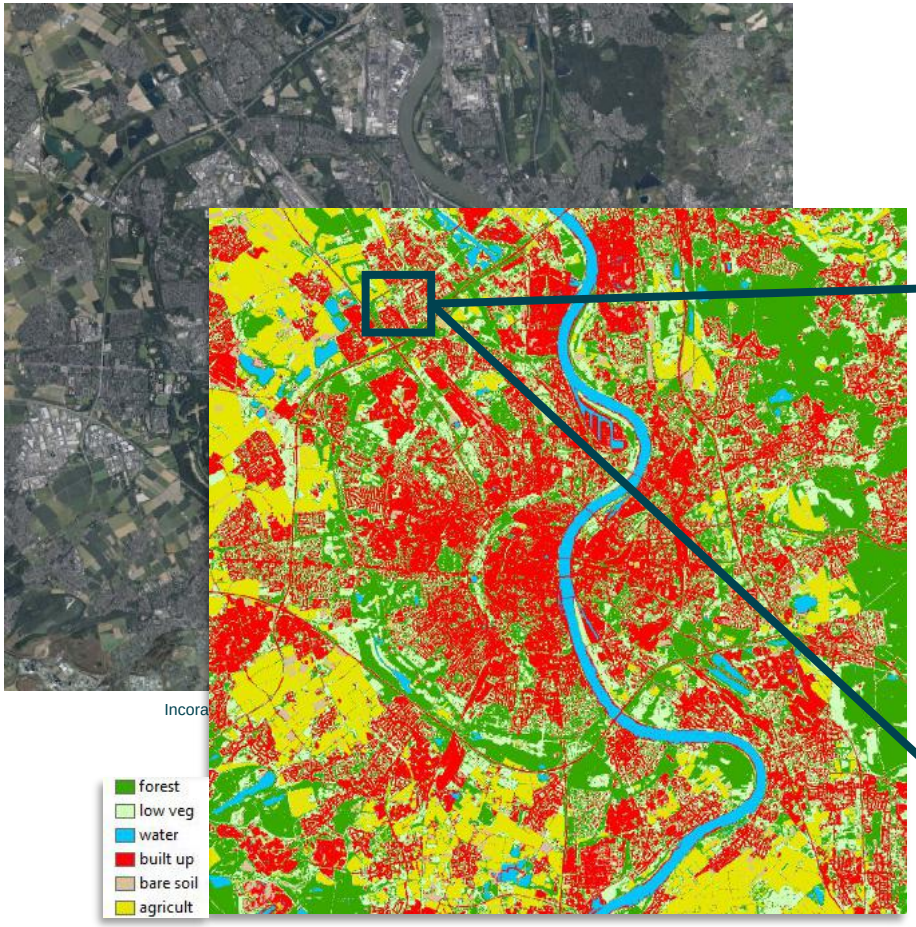
Bonn

Köln

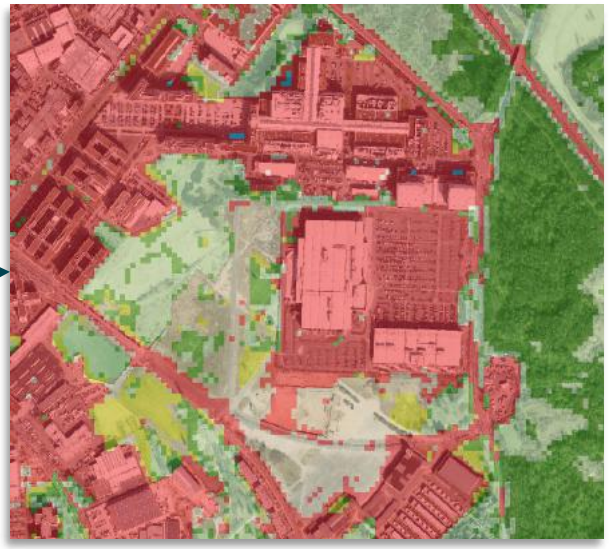


Dresden

Kernindikator – 1.1 Baulich geprägte Fläche



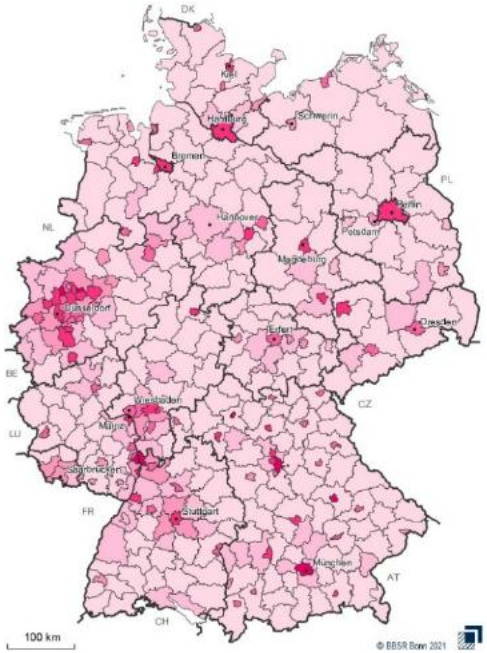
2016



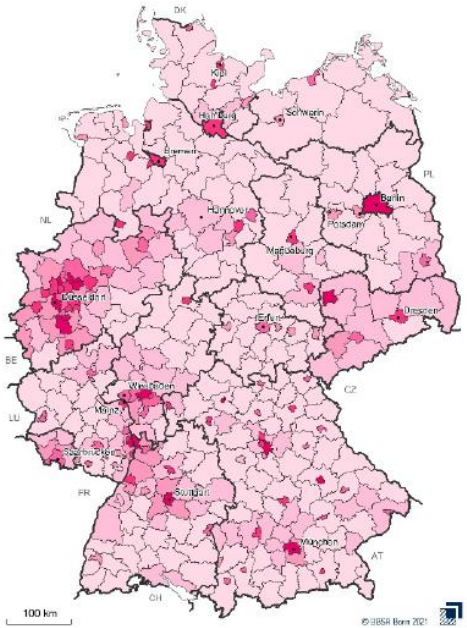
2019

Köln Ossendorf

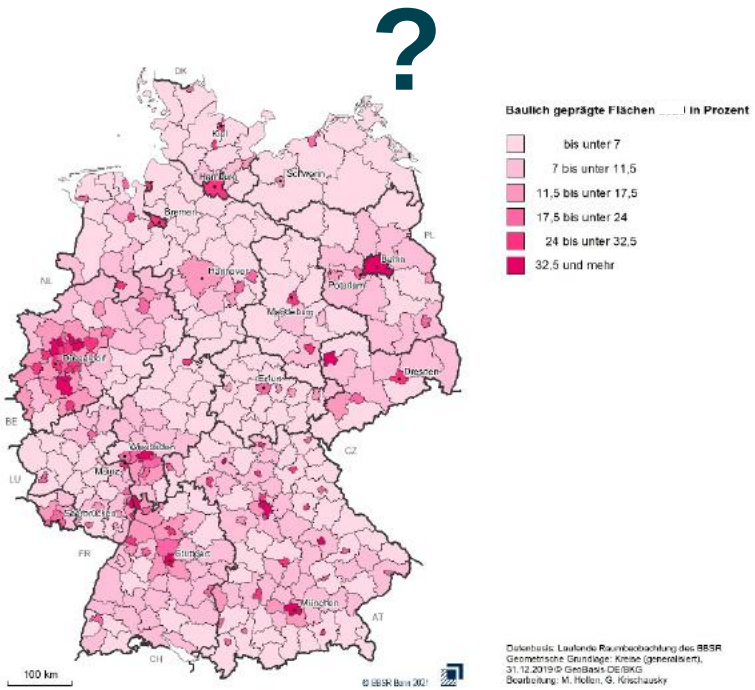
Kernindikator – 1.1 Baulich geprägte Fläche



2016



2019



2020

Kernindikator – 1.1 Baulich geprägte Fläche

Gründe

- Datenlage 2016
- Klasse *agriculture* wird schlechter erkannt (geringe NDVI-Spanne) → weniger wolkenfreie Satellitenbilddaten verfügbar
  - Häufigere *built-up* Fehlklassifikationen auf Agrarflächen (wirkt sich auch auf Veränderungsraster aus)
  - Überschätzung von *built-up* auf (Agrar-)Flächen mit Folientunneln oder Solaranlagen
  - Objektgröße vs. Räumliche Auflösung (Mischpixel)

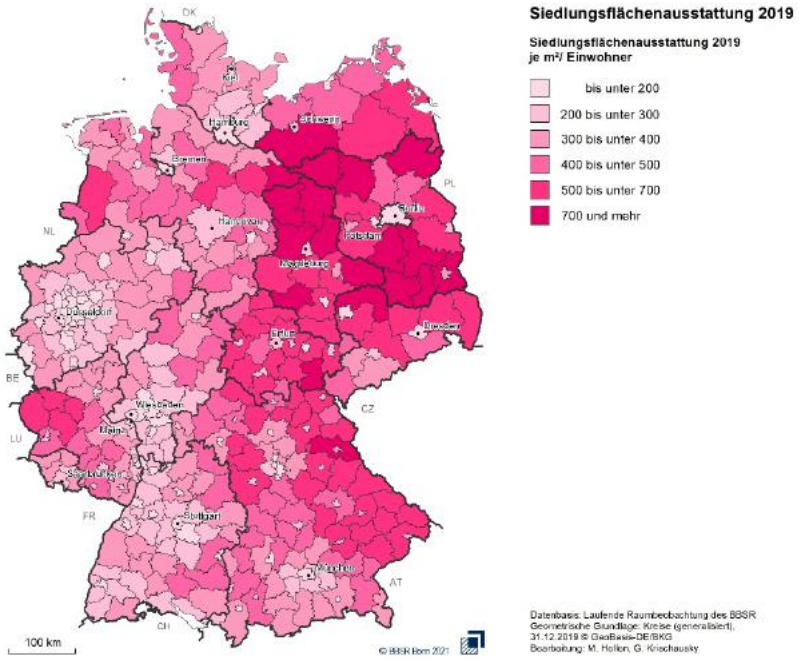
Luftbild Bing aerial WMS © Microsoft 2021 2016 2019

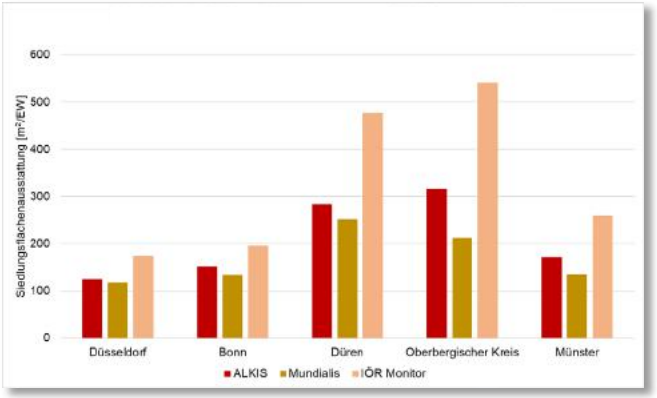
+ Status Quo der Jahre zeigt gute Tendenzen zu den offiziellen Daten
- Vergleichbarkeit unter den Jahren ist schwer

Kernindikator – 1.4 Siedlungsflächenausstattung

- Verfügbare baulich geprägte Siedlungsfläche pro Einwohner in m²
- Reziprok-Indikator zu SDG 11.1.c Siedlungsdichte
- Effizienz der Flächennutzung

- Mundialis Landbedeckungsklassifikation
- Hochrechnungen Bevölkerungszahlen Zensus 2011 für 2016, 2018, 2019
- Siedlungsbereich definiert durch die ATKIS-Ortslage



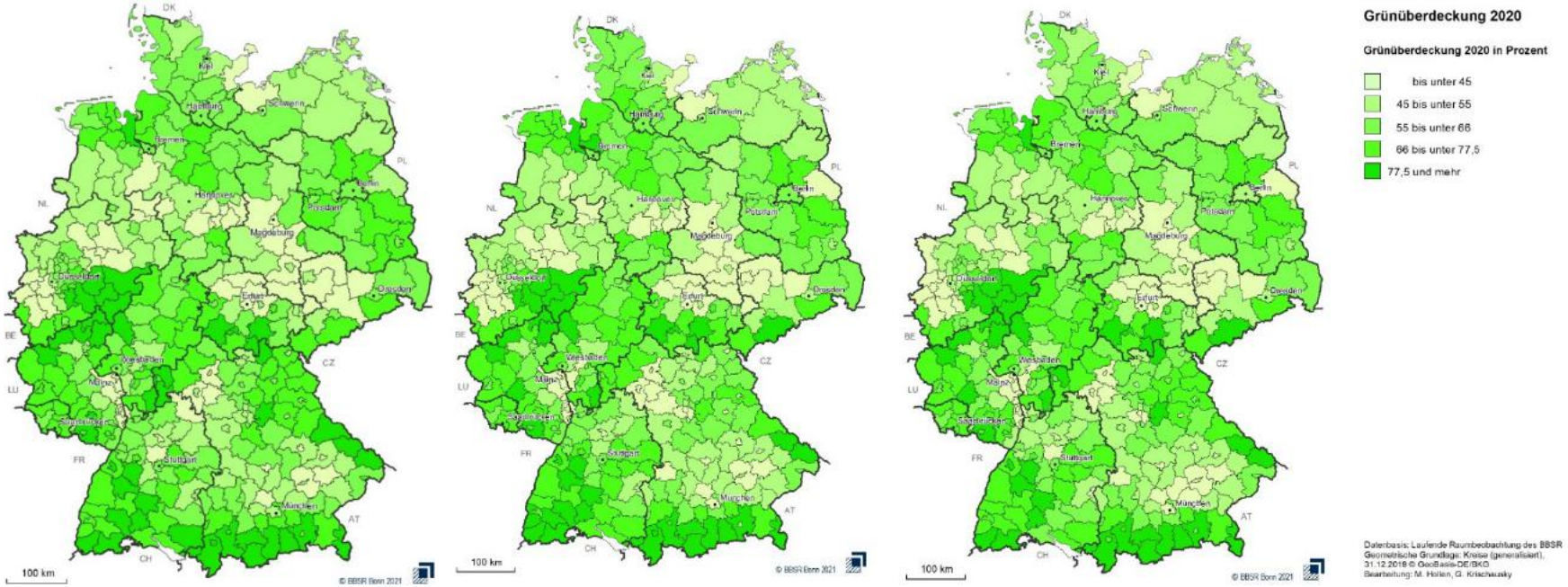


Gegenüberstellung baulich geprägte Fläche ALKIS, mundialis und dem IÖR Monitor der baulich geprägten Siedlungsflächen-ausstattung (eigene Darstellung)

Zusatzindikator – 2.1 Grünüberdeckung

- Grünüberdeckung als zentraler freiraumrelevanter Basisindikator
- Rückschlüsse auf notwendige Klimaschutzmaßnahmen, das Klimaanpassungspotenzial, Lebensqualität und Gleichwertigkeit der Lebensbedingungen.

Low Vegetation
+
Forest

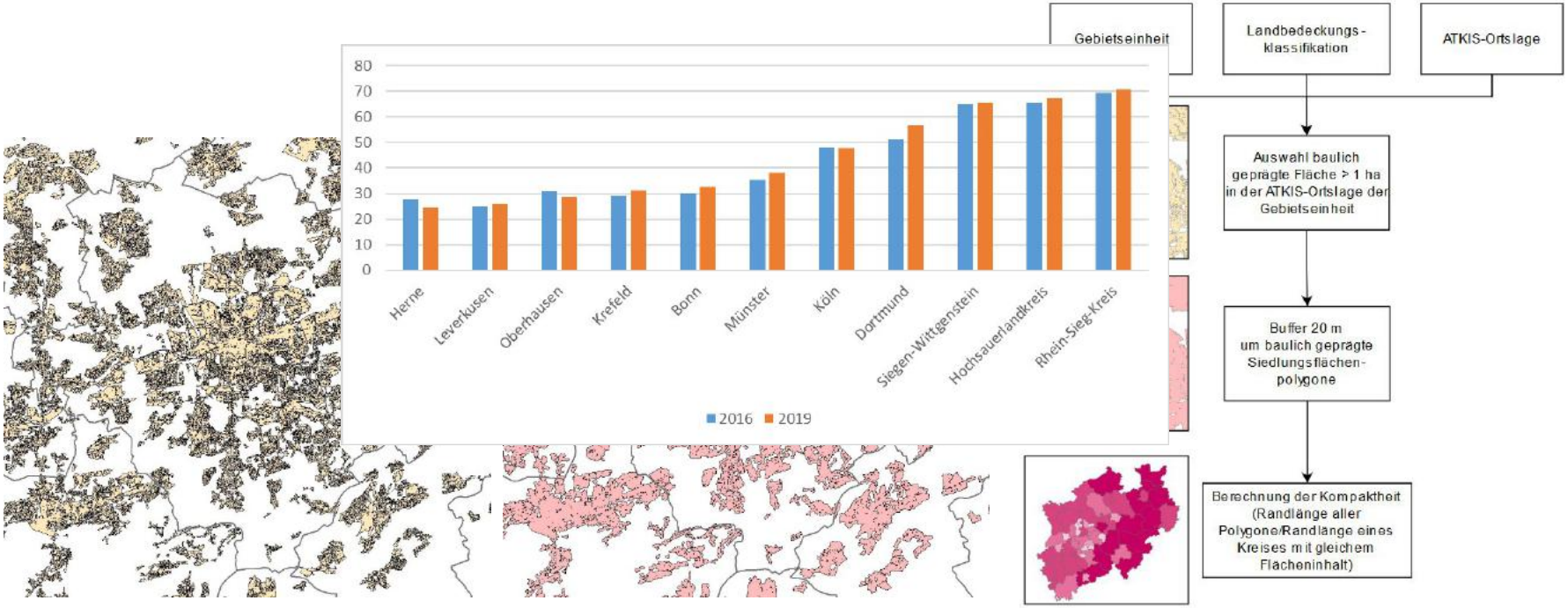


2016 2019 2020

Raumstrukturindikator – 4.1 Kompaktheit

- Der Indikator stellt den Zerklüftungsgrad bzw. die Kompaktheit der baulich geprägten Siedlungsflächen einer Gebietseinheit dar.
- Kenngröße zur Darstellung der Effizienz der Flächeninanspruchnahme.

- Zerklüftungsgrad mittels dem Verhältnis des Umfangs der Siedlungsflächen einer Gebietseinheit zum Umfang eines Kreises mit gleichem Flächeninhalt.



Baulich geprägte Fläche > 1 ha

Glättung Puffer 20 m

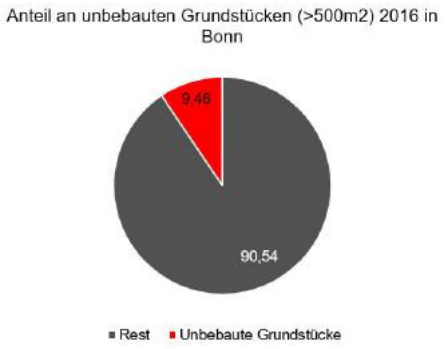
Incora Klassifikation 2019
Eigene Abbildungen

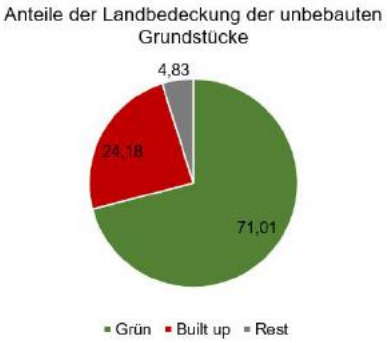
Fallbeispielindikator - Indikator 3.1
Unbebaute Grundstücke

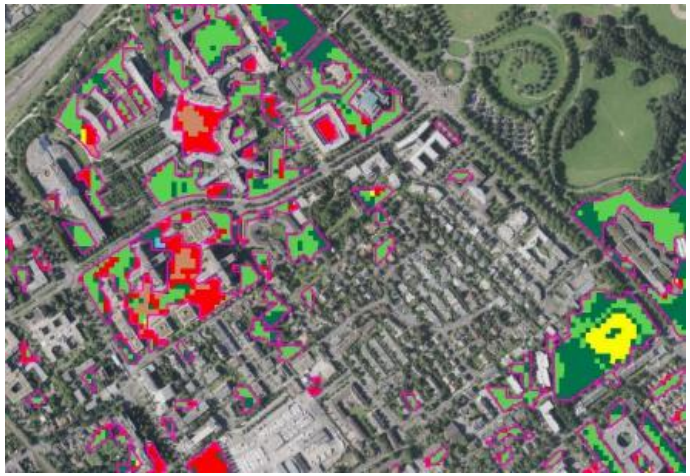
Ziel: Zuwachs der SuV-Fläche durch Kenntnisse über den Umfang unbebauter Flächen auf den Grundstücken begrenzen.
→ Nachverdichtungspotenziale auf Grundstücksfreiflächen hervorheben
→ Was ist derzeit auf den Grundstücken vorhanden

- Nach Hecht & Meinel (2014) → Anpassung der Methode zur Detektion der Unbebauten Grundstücke

- Kann nicht allein aus Fernerkundungsdaten abgeleitet werden
- Incora kann jedoch als wertvolle Zusatzinformation zum aktuellen Zustand genutzt werden







Incora landcover classification sentinel 2 calculated by mundialis, DOP, ALKIS Geobasis NRW

Was gilt es mitzunehmen?

Incora Klassifikation 2020

Eigene Abbildung incora Projekt

- Sentinel-Daten sind mit leichten Abzügen für ein ergänzendes Monitoring bebauter Flächen und grüner Infrastruktur erfolgreich Nutzbar.
- Automatischer Workflow bietet schnelle und reproduzierbare Ergebnisse für die nächsten Jahre.
- Der Großteil des Indikatoren-Sets gilt als praktikabel, wobei einige Indikatoren Gruppen mehr oder weniger mit den Daten berechnet werden können.
- Kernindikatoren der baulich geprägten Fläche, Strukturindikatoren v.a. für den Status-Quo gut abbildbar.
- Auflösungsbedingt Unschärfen v.a. bei kleinräumigen Strukturen wie Indikatoren für Nachverdichtungspotenzialen, Bebauungsstruktur

Was sind die Herausforderungen?

Incora Klassifikation 2019

- Die Change Detection 2016-2019 weist aufgrund datentechnischer Unterschiede hohe Abweichungen in der baulich geprägten Fläche auf.

→ Nicht aussagekräftig genug!

- Change Detection 2019-2020 zeigt bessere Ergebnisse, da die datentechnische Grundlage gleich ist.

→ Ist ein Jahr ausreichend für aussagekräftige Ergebnisse?

Primäres Ziel möglichst exakte, verlässliche Erfassung (möglichst deutschlandweit) der baulich geprägten Flächen und den darauf basierenden Indikatoren

Sekundäres Ziel Incora-Daten als Ergänzung

Woran arbeiten wir?

Incora Klassifikation 2019

- Tiefergehende Tests der Change Detection 2019-2020
- Abschließende Tests der Indikatoren

- Veröffentlichungen
- Erstellung einer WebGIS Plattform
- Integration in andere Plattformen

Hinweis:

- Daten sind Open Source verfügbar https://www.mundialis.de/deutschland-2019-landbedeckung-auf-basis-von-sentinel-2-daten/
- Code soll zur freien Verfügung veröffentlicht werden

Vielen Dank!

Silas Eichfuss

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
RS6 Stadt-, Umwelt- und Raumbeobachtung

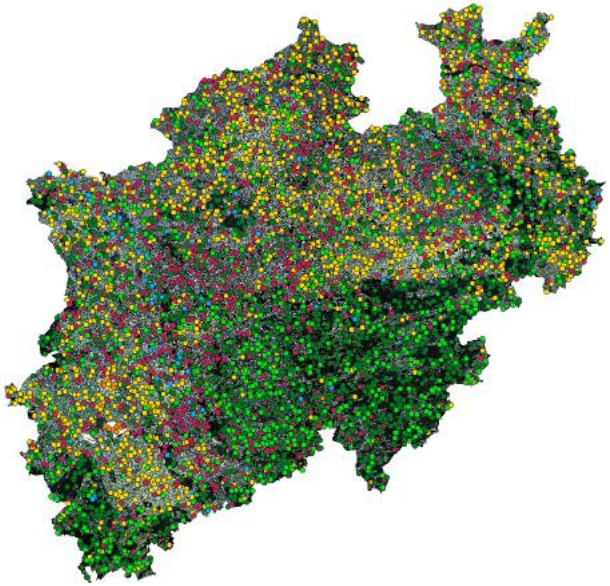
silas.eichfuss@bbr.bund.de
+49 228 99401-2245

Martina Hollen | BBSR
Guido Riembauer | Mundialis
Shaojuan Xu | ILS

Anhang

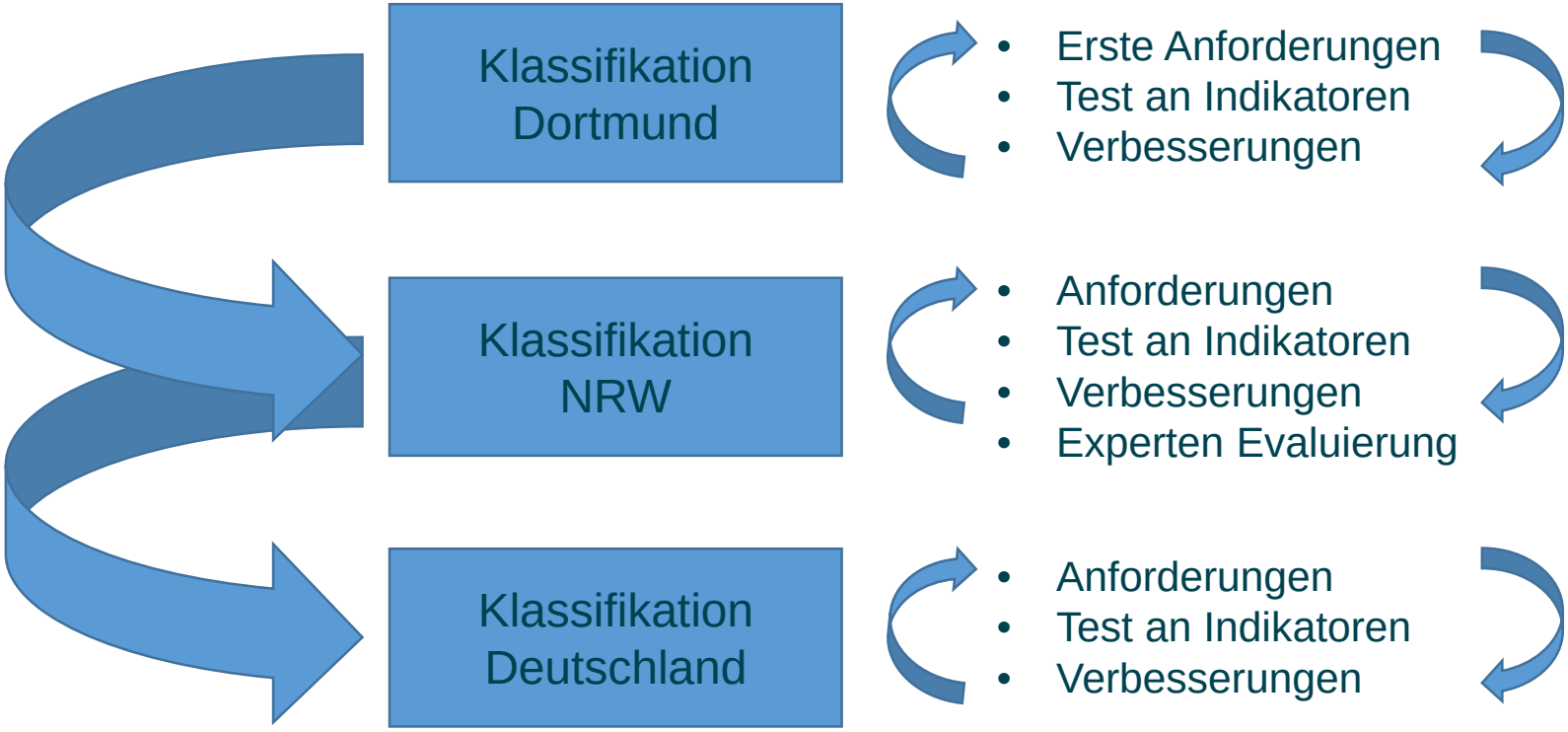
Validation

- focus on Northrhine-Westphalia:
  - Open Data NRW
  - High percentage of built-up areas
- extraction of 5000 points from landscape model; automatic class allocation and visual check



Class	PA	UA	n
forest	94.3%/95.9%	96.9%/98.1%	1410
low veg.	84.0%/91.5%	70.6%/76.4%	844
water	94.3%/92.8%	98.5%/98.5%	69
built-up	**89.8%/97.3%**	**98.2%/99.3%**	983
bare soil	58.5%/95.1%	19.7%/35.1%	41
agriculture	85.3%/85.3%	91.7%/95.9%	1653
OA			88.4%/91.9%

Vorgehen II

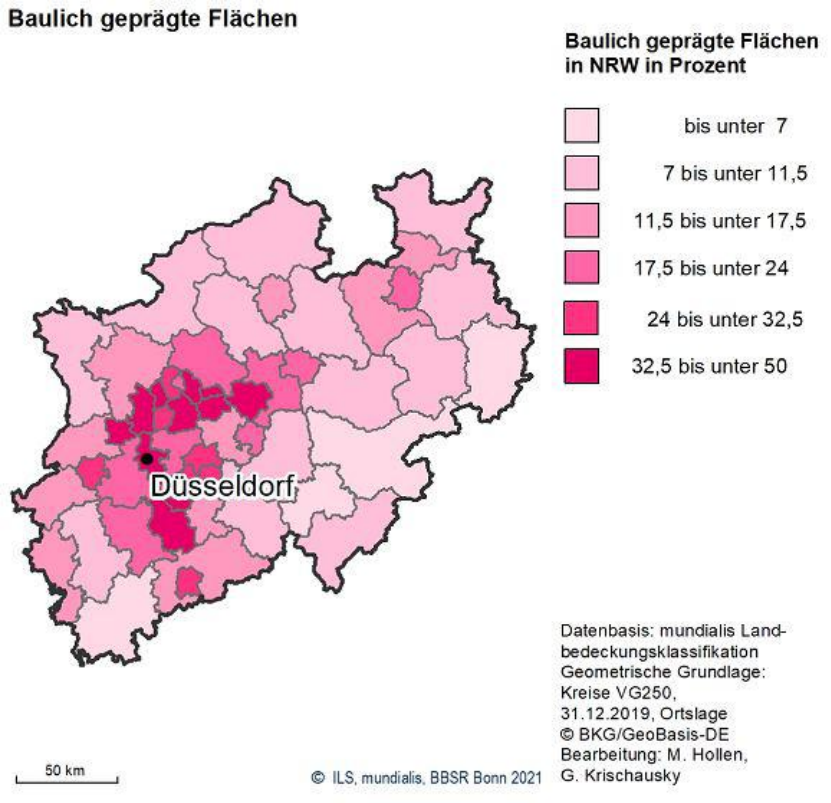

Klassifikation Dortmund
Erste Anforderungen
Test an Indikatoren
Verbesserungen
Klassifikation NRW
Anforderungen
Test an Indikatoren
Verbesserungen
Experten Evaluierung
Klassifikation Deutschland
Anforderungen
Test an Indikatoren
Verbesserungen

Kernindikator – 1.1 Baulich geprägte Fläche

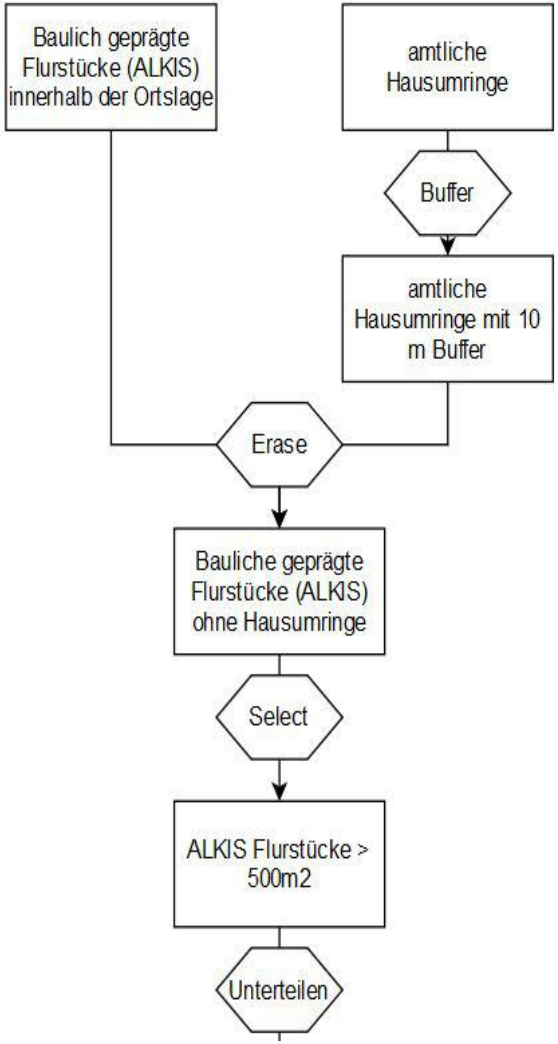
- Bildet den zentralen Kern des Incora Flächenmonitorings
- Ziel: zeitnahe Ermittlung des Zustands und der Veränderung (change detection)
  - Bildet die Grundlage für viele weitere Indikatoren
  - Ergänzung der amtliche Flächenstatistik

Ergebnis:

- Hoher Anteil baulich geprägter Flächen im Ruhrgebiet und im Rheinland
- Ländliche Regionen weisen einen geringen Anteil baulich geprägter Flächen auf



Indikator 3.1
Unbebaute Grundstücke

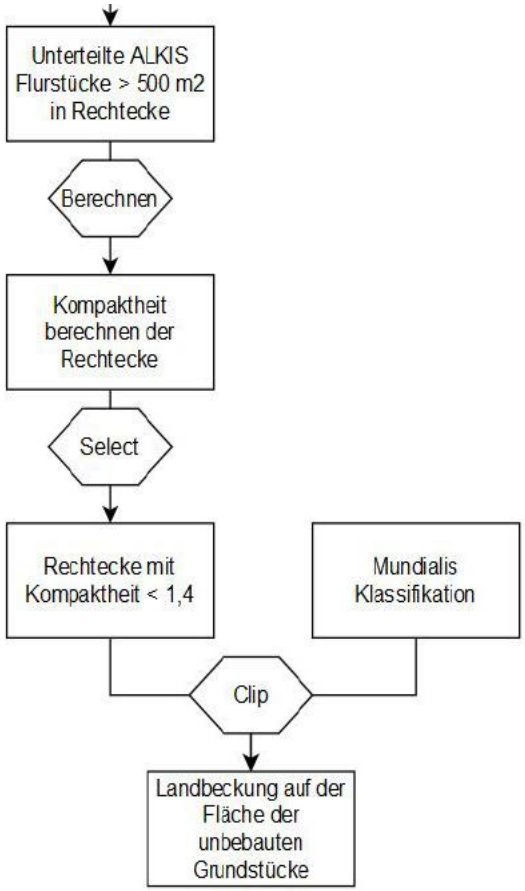


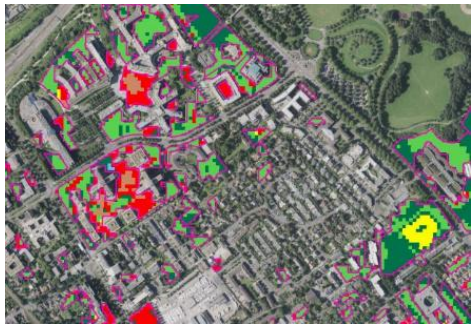
ALKIS Kennungen:
41001, 41002,
41006, 41007

Methode: nach Hecht & Meinel (2014) → Anpassung der Methode zur Detektion der Unbebauten Grundstücke

- Erfassung nicht bebauter freier Flächen
- Berücksichtigung des vorgeschriebenen Abstands zwischen 2 Gebäuden (10 m)

Indikator 3.1
Unbebaute Grundstücke





Methode: nach Hecht & Meinel (2014) → Anpassung der Methode zur Detektion der Unbebauten Grundstücke

- Erfassung nutzbarer Flächen (Ermittlung anhand der Kompaktheit (vgl. Mc-Garigal und Marks, 1995)
- Erweiterung des Ergebnisses um die Landbedeckung