



Trockenstressmonitoring urbaner Baumbestände auf Basis von Sentinel-2 Satellitendaten

H. Buddenbaum, M. Gerhards, Universität Trier

C. Lindner, J. Schäfer, Stadt Essen

Geonetzwerk.mR Geowebtalk 14.09.2022

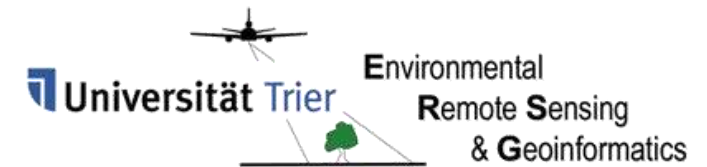


Förderrahmen

- Förderung im Rahmen der 4. BMVI-Bekanntmachung zur „**Entwicklung und Implementierungsvorbereitung von Copernicus Diensten für den öffentlichen Bedarf in Deutschland**“ (Projektträger: DLR)
- Bearbeitungszeitraum: **Sept. 2020 - Dez. 2022** (-> work in progress)
- Budget: rd. **158 tsd. EUR**
- Projektpartner:

Stadt Essen, Amt für Geoinformation, Vermessung und Kataster
(Koordination)

Universität Trier, Umweltfernerkundung und
Geoinformatik (Fachbereich VI - Raum- und Umweltwissenschaften)





TreeCop - Projektansatz



Projektziele

- ✓ möglichst kleinräumige **Messung sowie flächendeckende Interpolation und Prognose von Trockenstress** durch **Kopplung von fernerkundlichen Daten und Auswertemethoden mit IoT-Sensorik**
- ✓ effektivere **Bewässerung** von Stadtbaumbeständen
- ✓ Erarbeitung eines **Bewirtschaftungsmodells** im Sinne eines gezielteren und verbesserten Bewässerungsmanagements urbaner Baumbestände

Die Sentinel-Satelliten

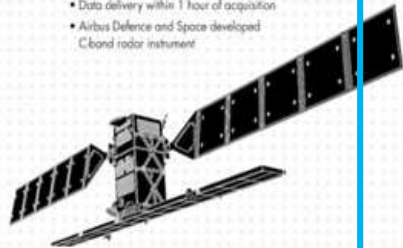
COPERNICUS AND ITS 5 SENTINELS

Observing our planet for a safer world. The European Earth Observation Programme Copernicus provides geo-information products and services based on satellite imagery.

- Known as **GMES** until 2012 - Global Monitoring for Environment and Security
- 30 Public and Private missions are also contributing data
- 16 years of development and testing
- Five Sentinel-Missions at the heart of the space component
- Civil Security.** Allowing early warning and crisis prevention in conflict and disaster areas
- Emergency Management.** Accurate and timely data for emergency plans and rescue for disaster management
- Land Surface Monitoring.** Geographical information on land cover, related variables and urban development
- Marine Environmental Monitoring.** Observations and forecasts on the state of the physical oceans and regional seas
- Climate Change Monitoring.** Helps to understand the reasons for climate change, rising sea levels and melting ice caps
- Earth Atmosphere Monitoring.** Daily information on the global atmospheric composition and when Sentinel-4 is in service this will be hourly

SENTINEL-1A/1B

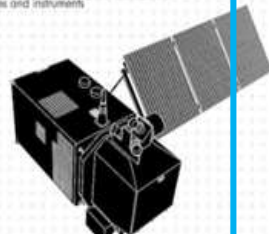
- All-weather, day-and-night radar imaging satellite for land and ocean services
- Able to "see" through clouds and rain
- Data delivery within 1 hour of acquisition
- Airbus Defence and Space developed C-band radar instrument



2014: Sentinel-1A
2015: Sentinel-1B

SENTINEL-2A/2B

- Medium Res Multispectral optical satellite for observation of land, vegetation and water
- 13 spectral bands with 10, 20 or 60 m resolution and 290 km swath width
- Global coverage of the Earth's land surface every 5 days
- Airbus Defence and Space prime contractor for satellites and instruments



2014: Sentinel-2A
2015: Sentinel-2B

SENTINEL-3A/3B

- Measures sea-surface topography with a resolution of 300 m, sea and land surface temperature and colour with a resolution of 1 km
- Measures water vapour, cloud water content and thermal radiation emitted by the Earth
- Determines global sea surface temperatures with an accuracy greater than 0.3 K
- Airbus Defence and Space supplies Microwave Radiometer



2014: Sentinel-3A
2015: Sentinel-3B

SENTINEL-5P

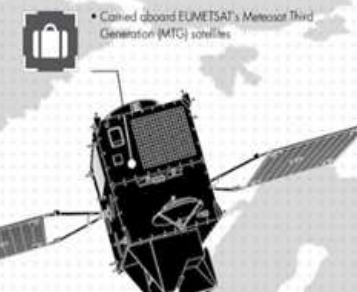
- Global observation of key atmospheric constituents, including ozone, nitrogen dioxide, sulphur dioxide and other environmental pollutants
- Improves climate models and weather forecasts
- Provides data continuously during five-year gap between the retirement of Envisat and the launch of Sentinel-5
- Airbus Defence and Space prime contractor for satellite and TROPOMI instrument



2015: Sentinel-5P

SENTINEL-4

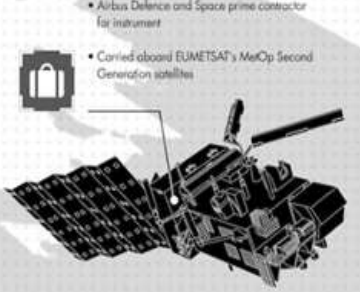
- Provides hourly updates on air quality with data on atmospheric aerosol and trace gas concentrations
- Spatial sampling is 8 km and spectral resolution between 0.12 nm and 0.5 nm
- Airbus Defence and Space prime contractor for spectrometer
- Carried aboard EUMETSAT's Meteosat Third Generation (MTG) satellites



2020: Sentinel-4 with Meteosat-TG

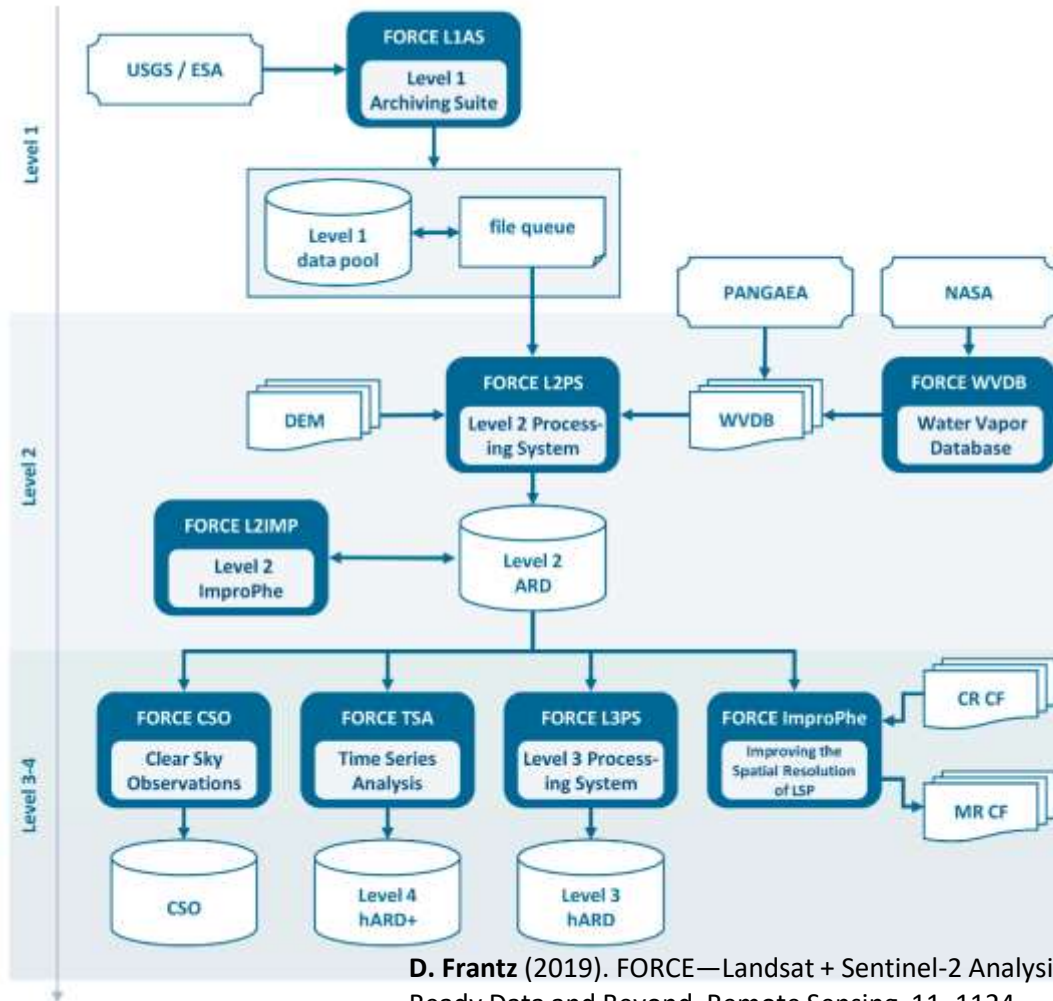
SENTINEL-5

- Measures air quality and solar radiation, monitors stratospheric ozone and the climate
- Global coverage of Earth's atmosphere with an unprecedented spatial resolution
- Airbus Defence and Space prime contractor for instrument
- Carried aboard EUMETSAT's MetOp Second Generation satellites

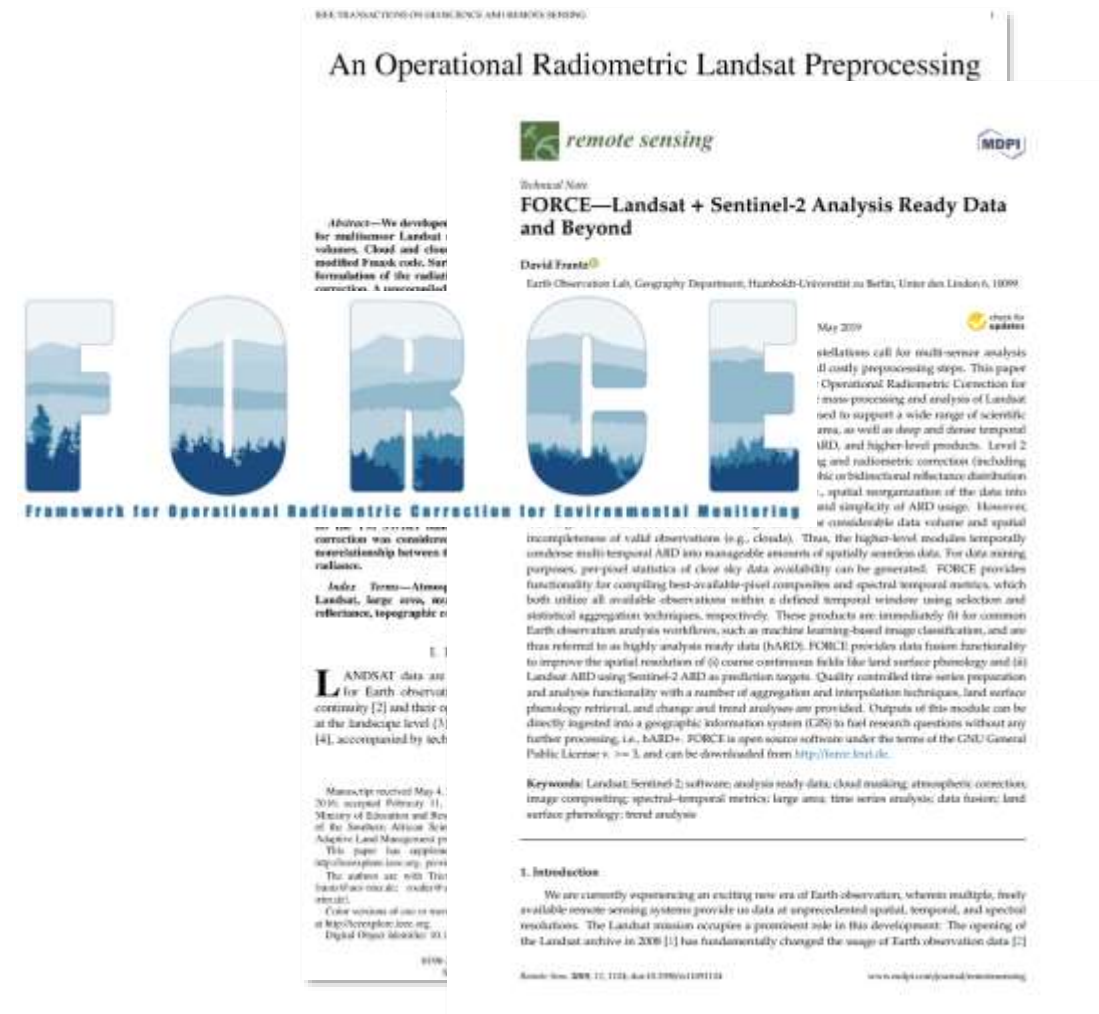


2020: Sentinel-5 with MetOp-SG

FORCE: Vorverarbeitung der Satellitendaten

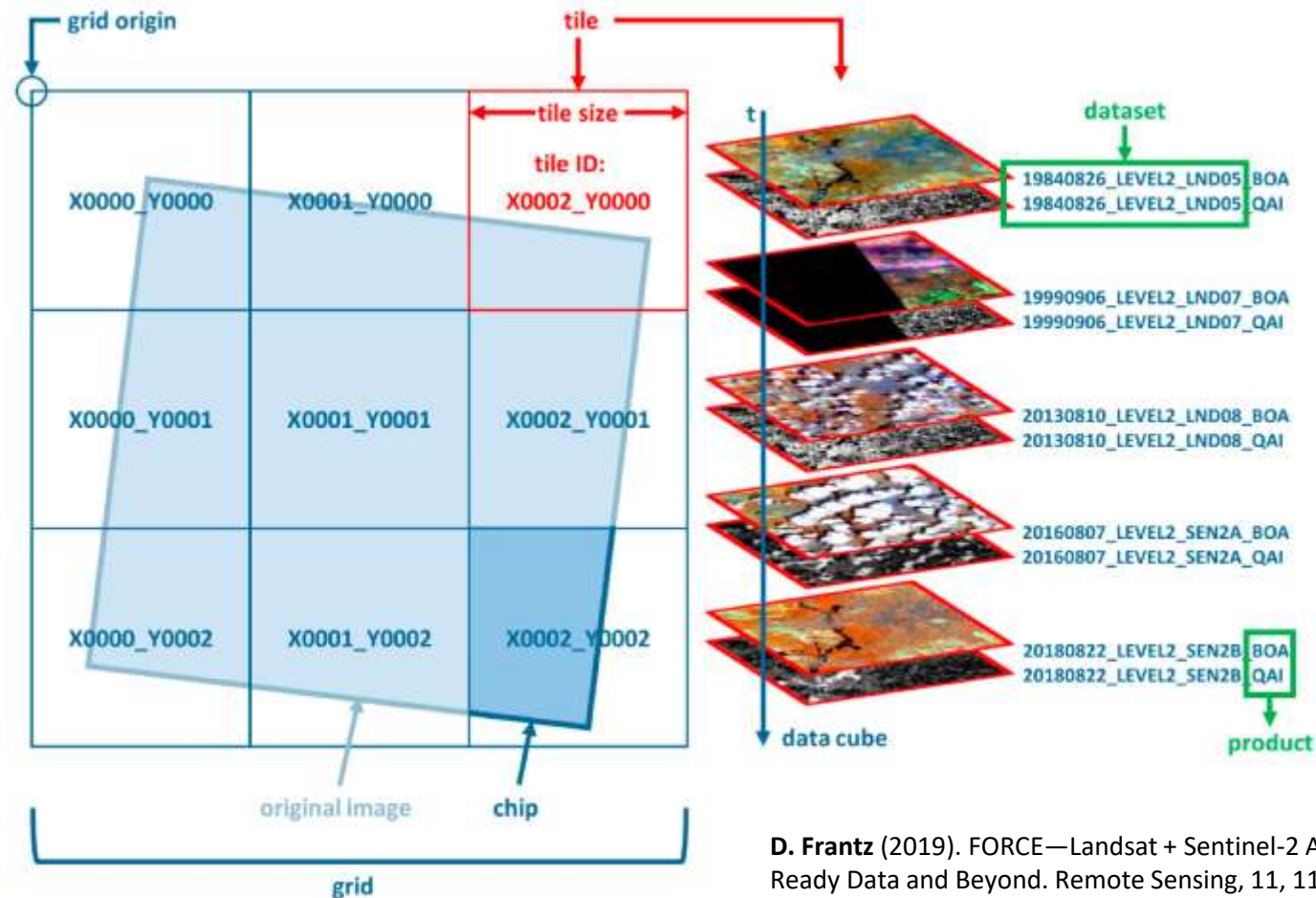


D. Frantz (2019). FORCE—Landsat + Sentinel-2 Analysis Ready Data and Beyond. Remote Sensing, 11, 1124.

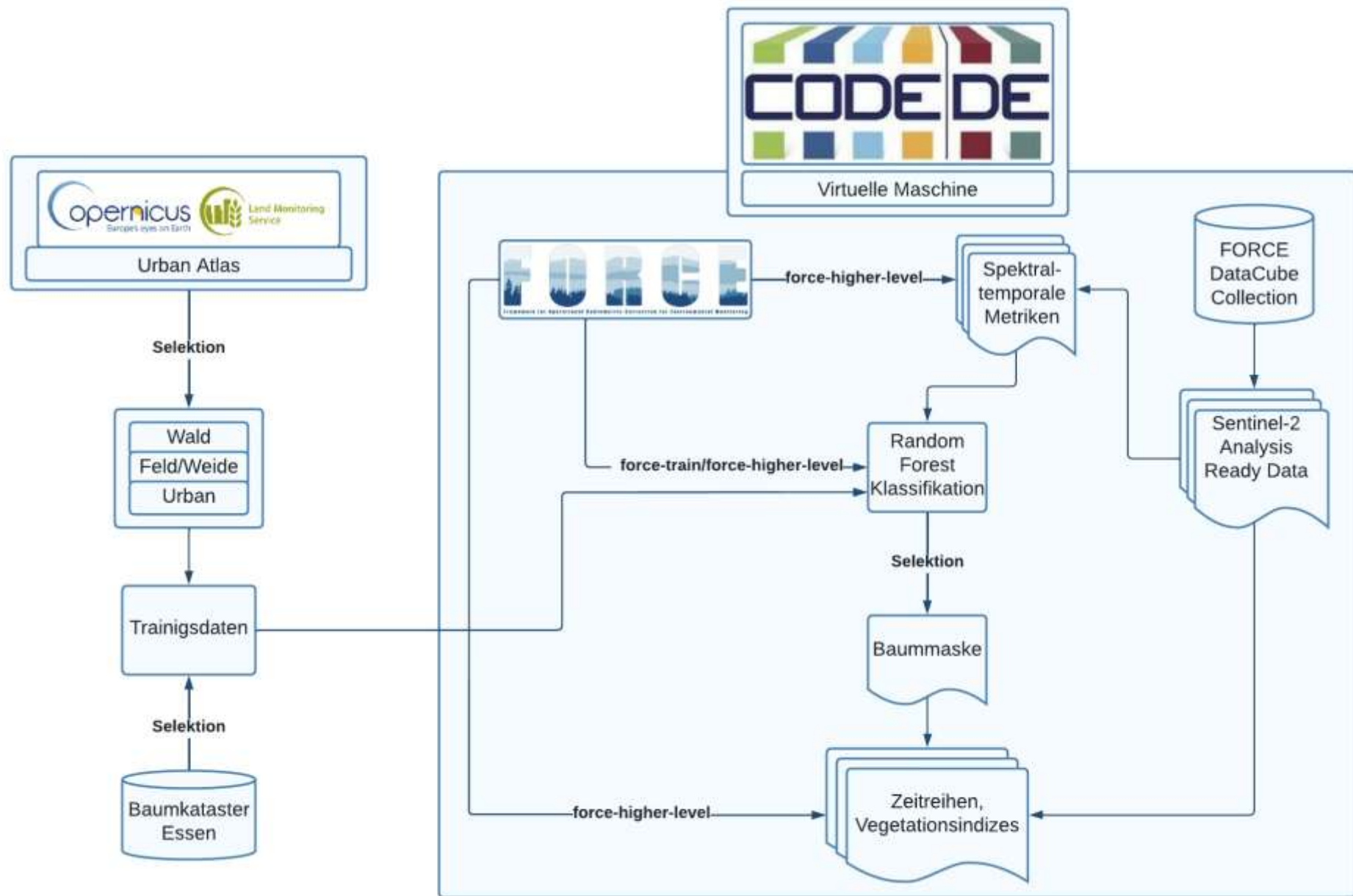


<https://github.com/davidfrantz/force>

FORCE: Vorverarbeitung der Satellitendaten



D. Frantz (2019). FORCE—Landsat + Sentinel-2 Analysis Ready Data and Beyond. Remote Sensing, 11, 1124.



Sentinel-2: Maske

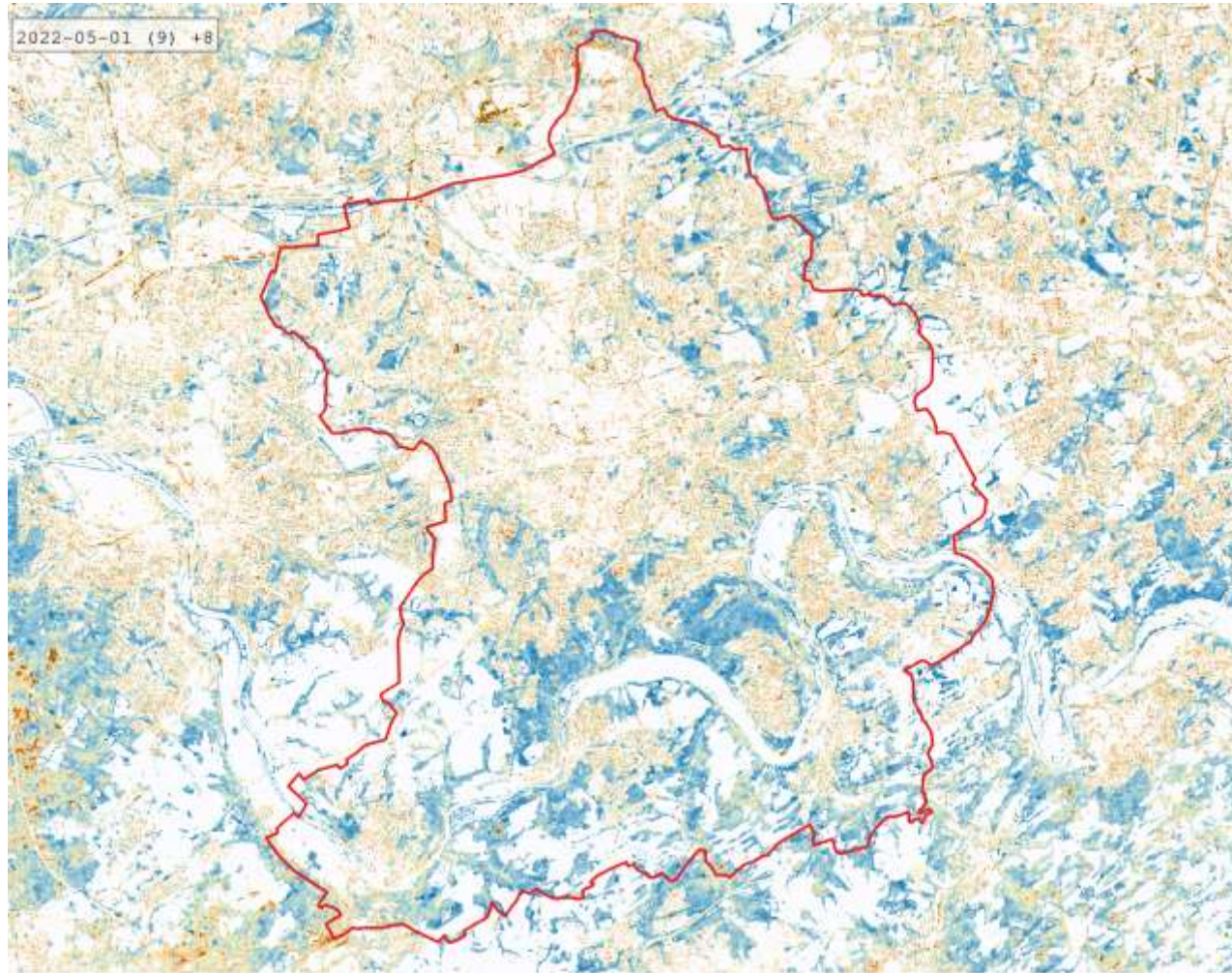
Random Forest Klassifikation:

- Unterscheidung unterschiedlicher Vegetation möglich
- Großteil der Bäume im Stadtgebiet werden detektiert

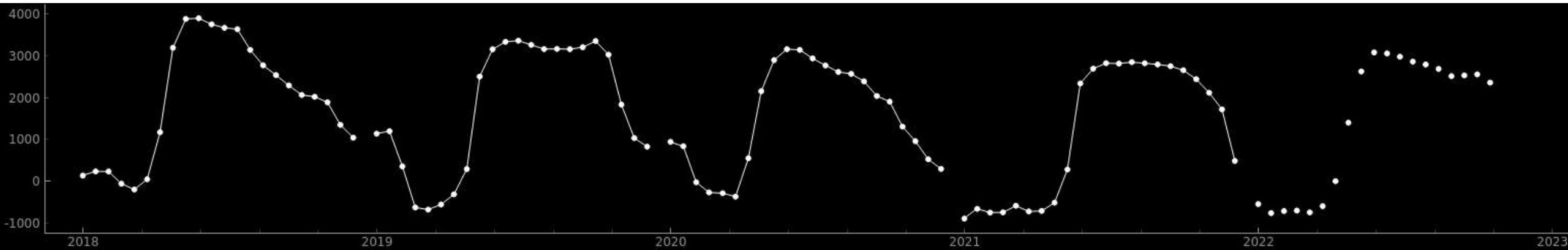
Jahr	Overall Accuracy
2017	0.929
2018	0.94
2019	0.942
2020	0.938
2021	0.930
2022	0.938



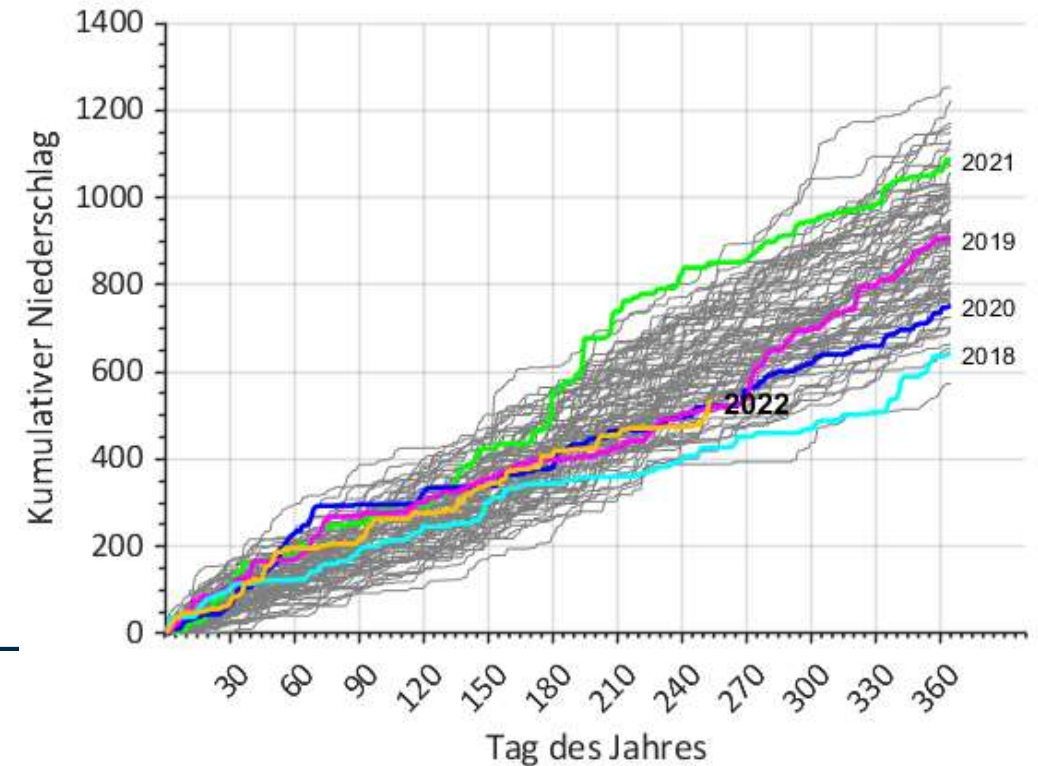
Sentinel-2: Zeitreihe (2022)



Sentinel-2: Zeitreihe (2018-2022)

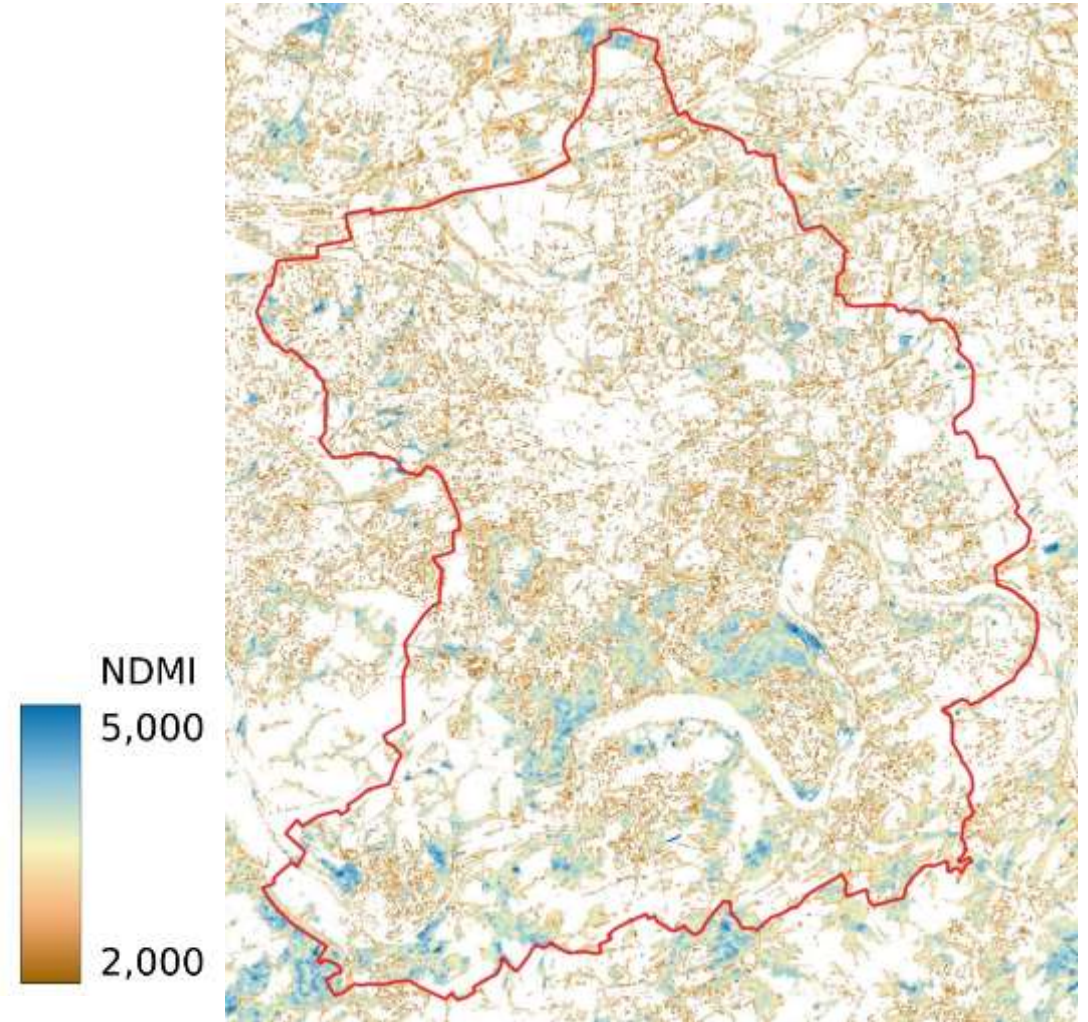
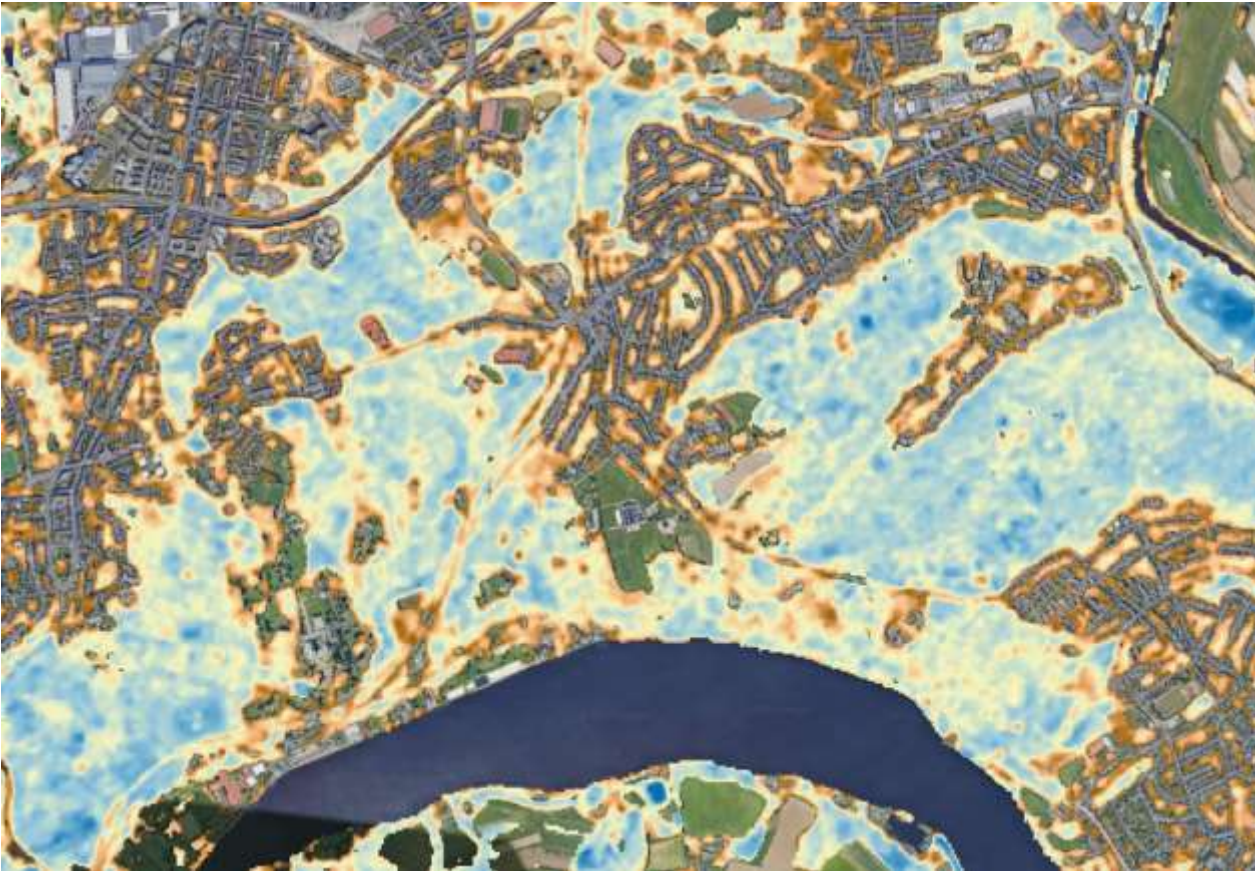


2018 und 2020 mit
deutlichster
Trockenheit
2022 weniger
extrem in Essen



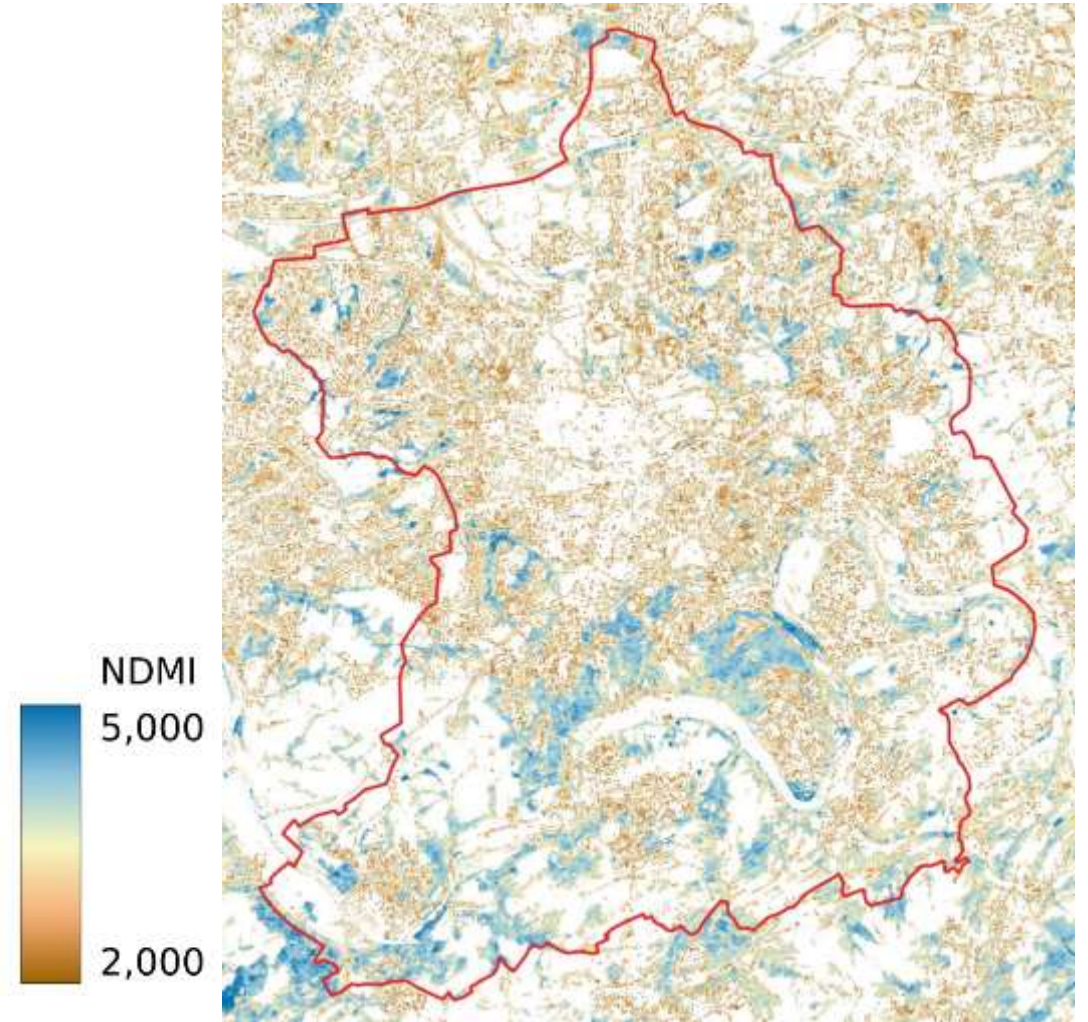
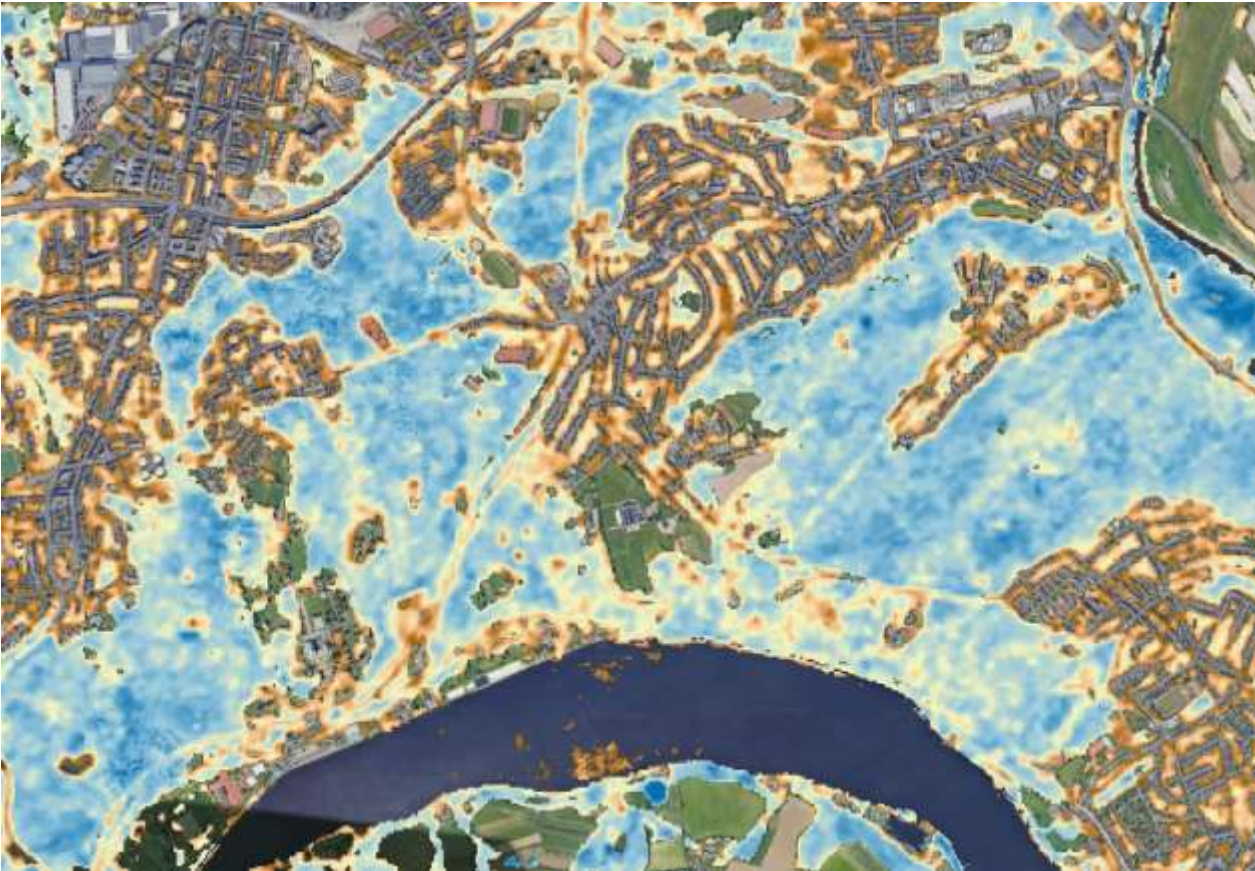
Sentinel-2: Zeitreihe

August 2018



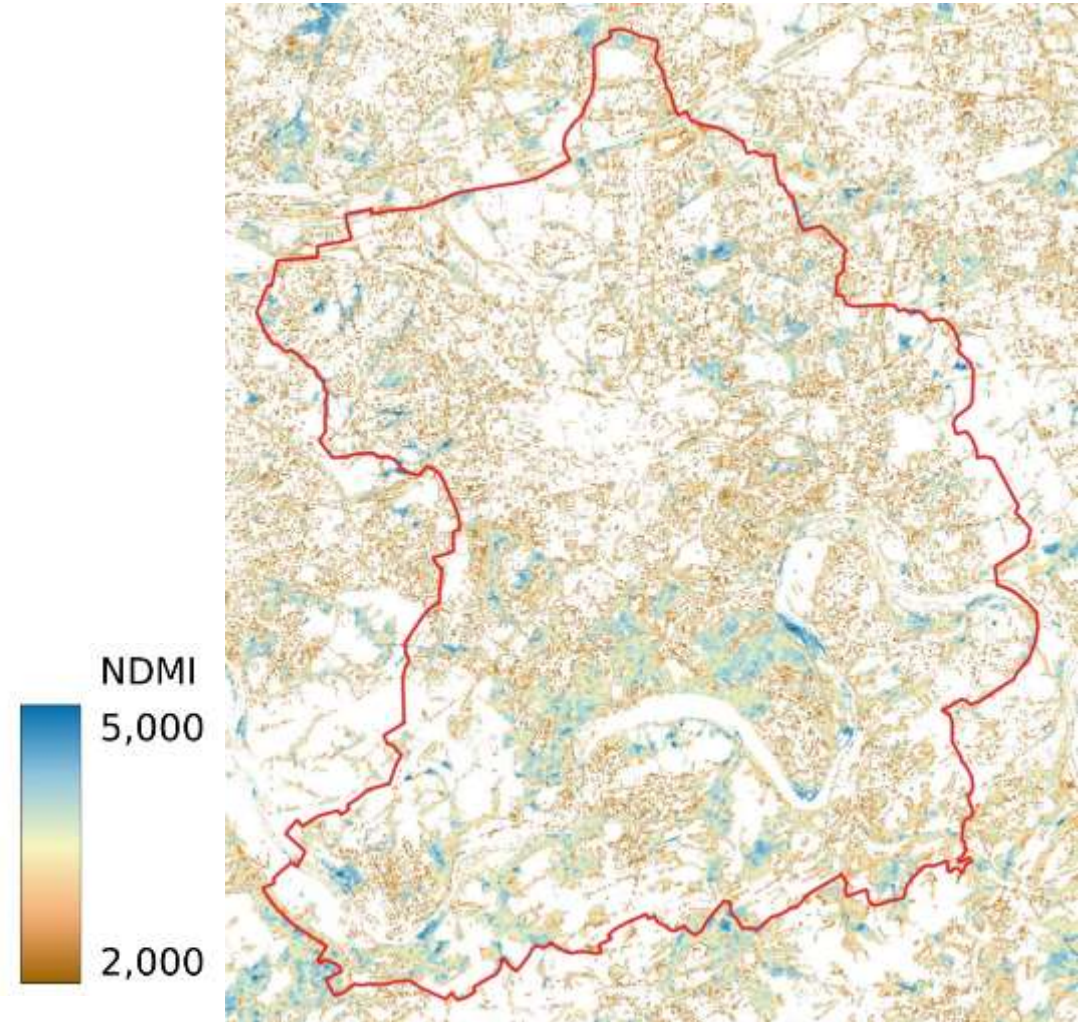
Sentinel-2: Zeitreihe

August 2019



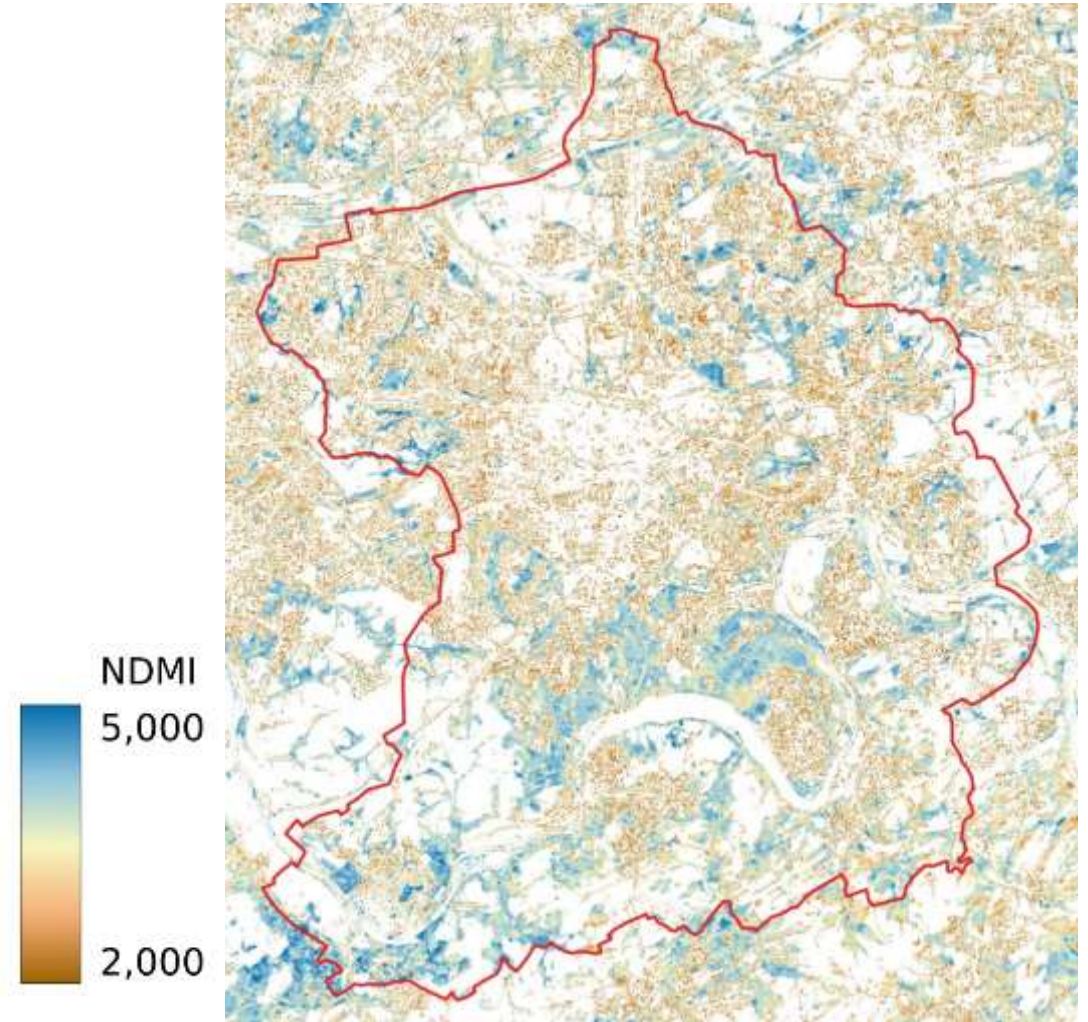
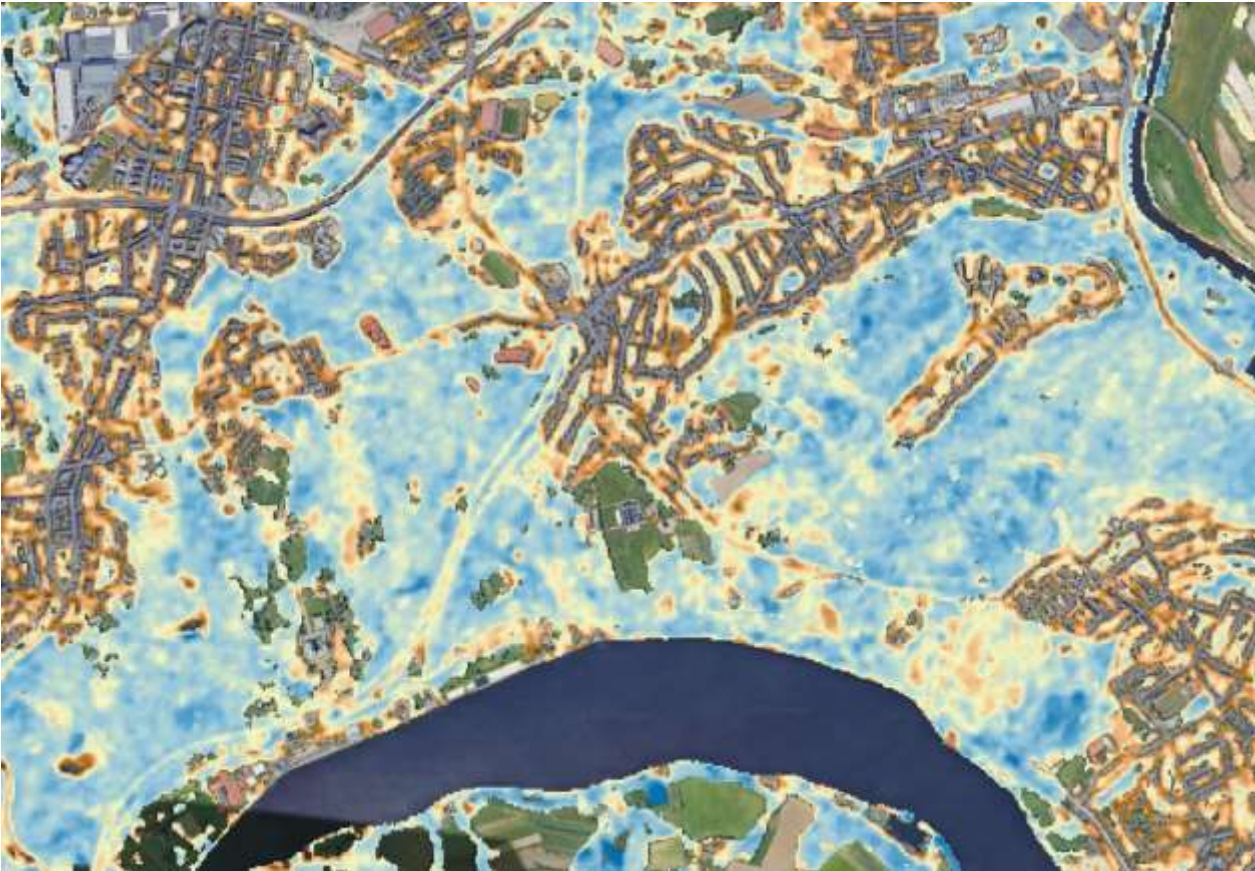
Sentinel-2: Zeitreihe

August 2020



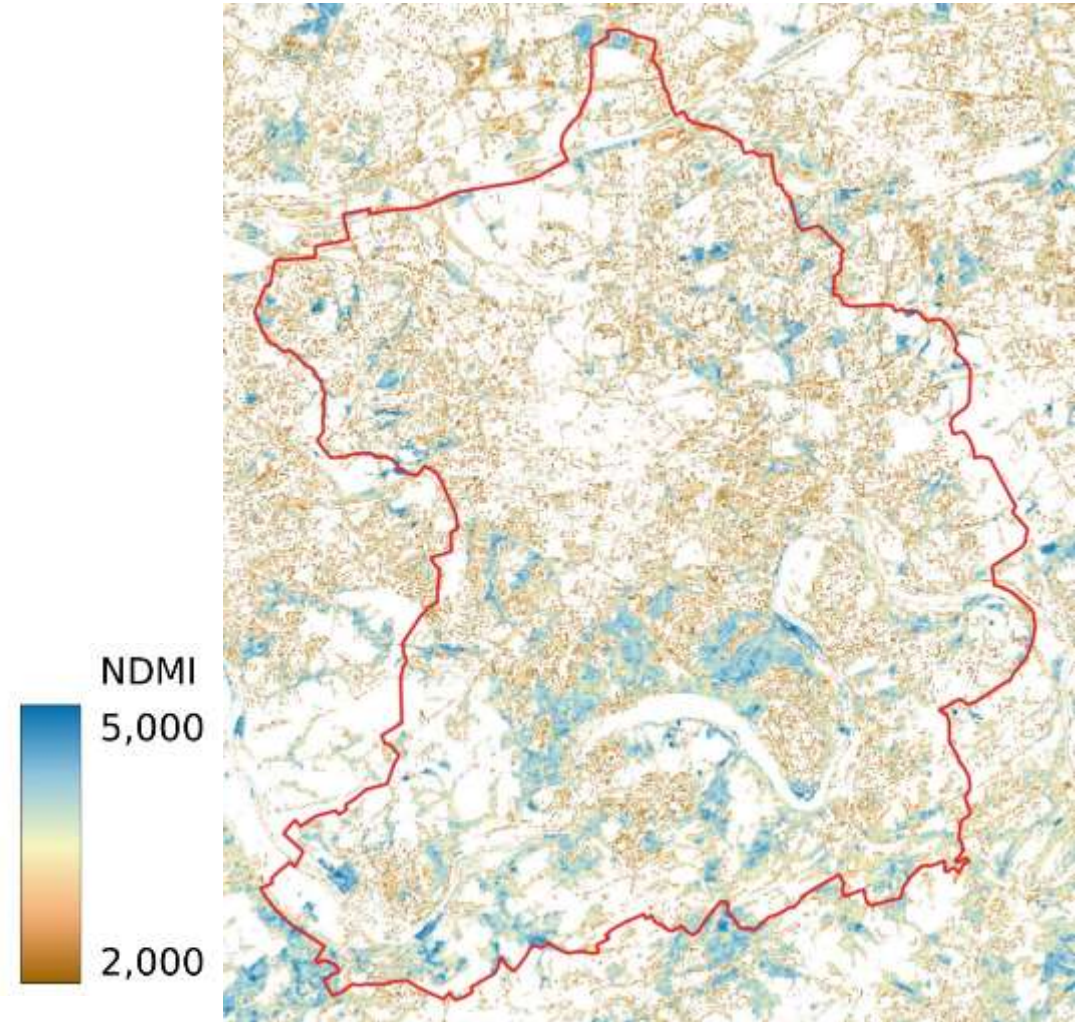
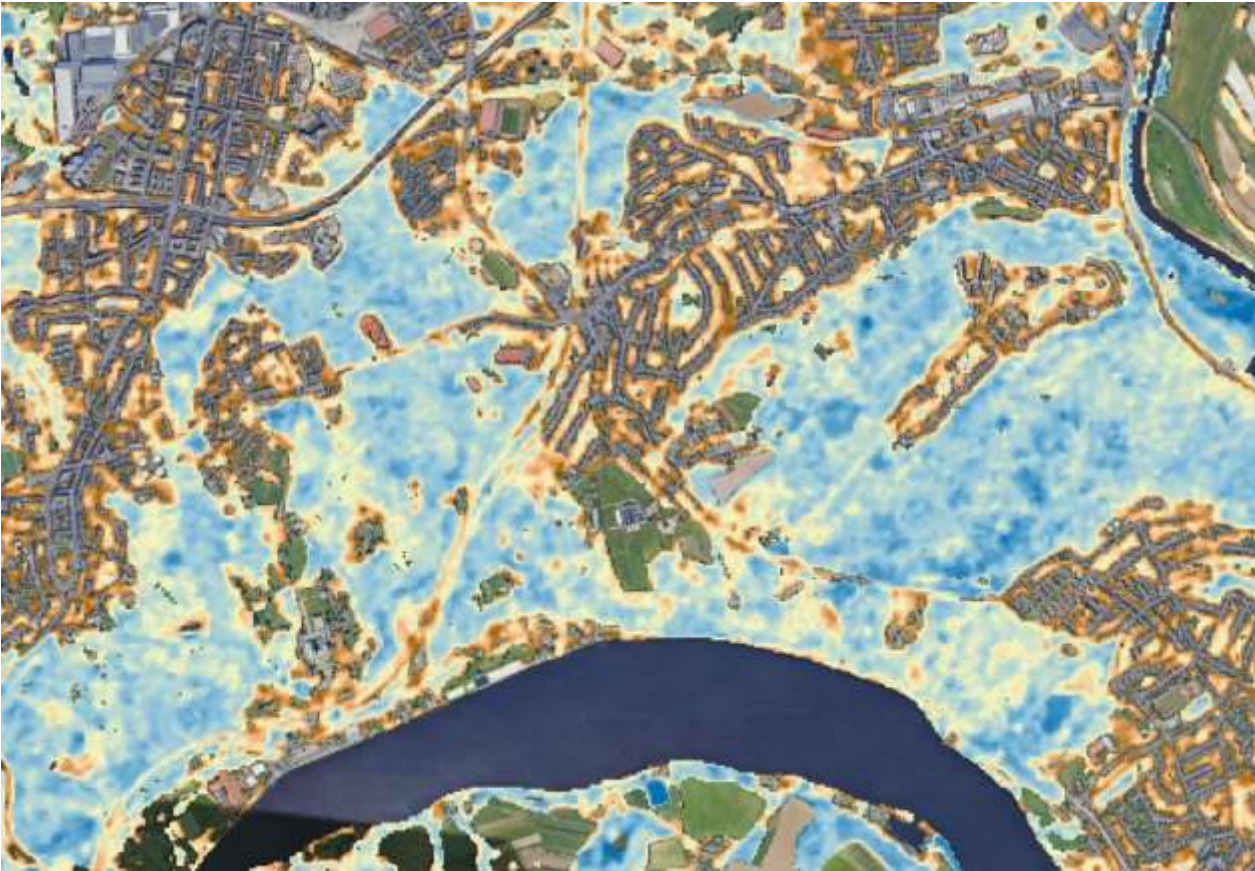
Sentinel-2: Zeitreihe

August 2021



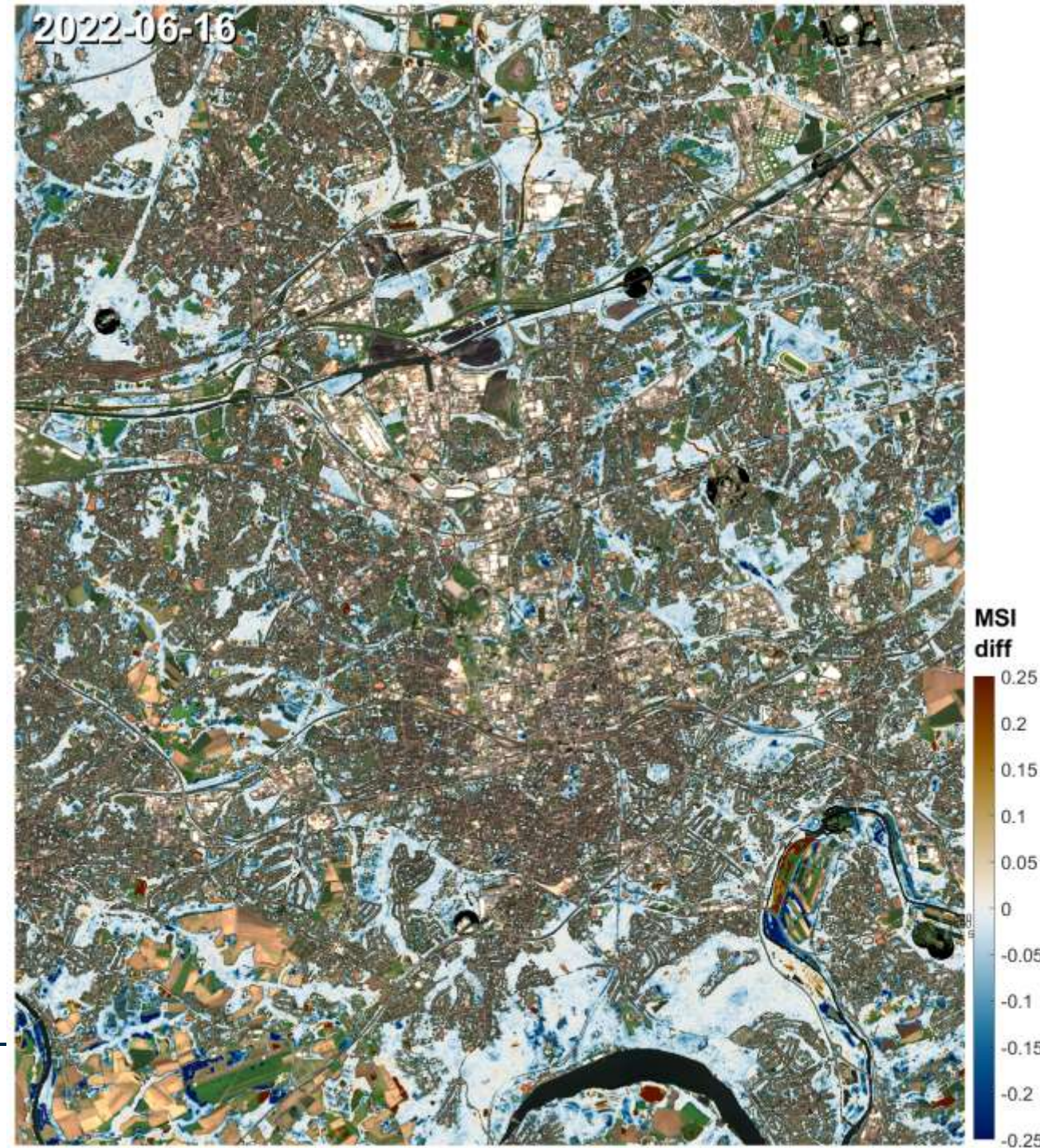
Sentinel-2: Zeitreihe

August 2022



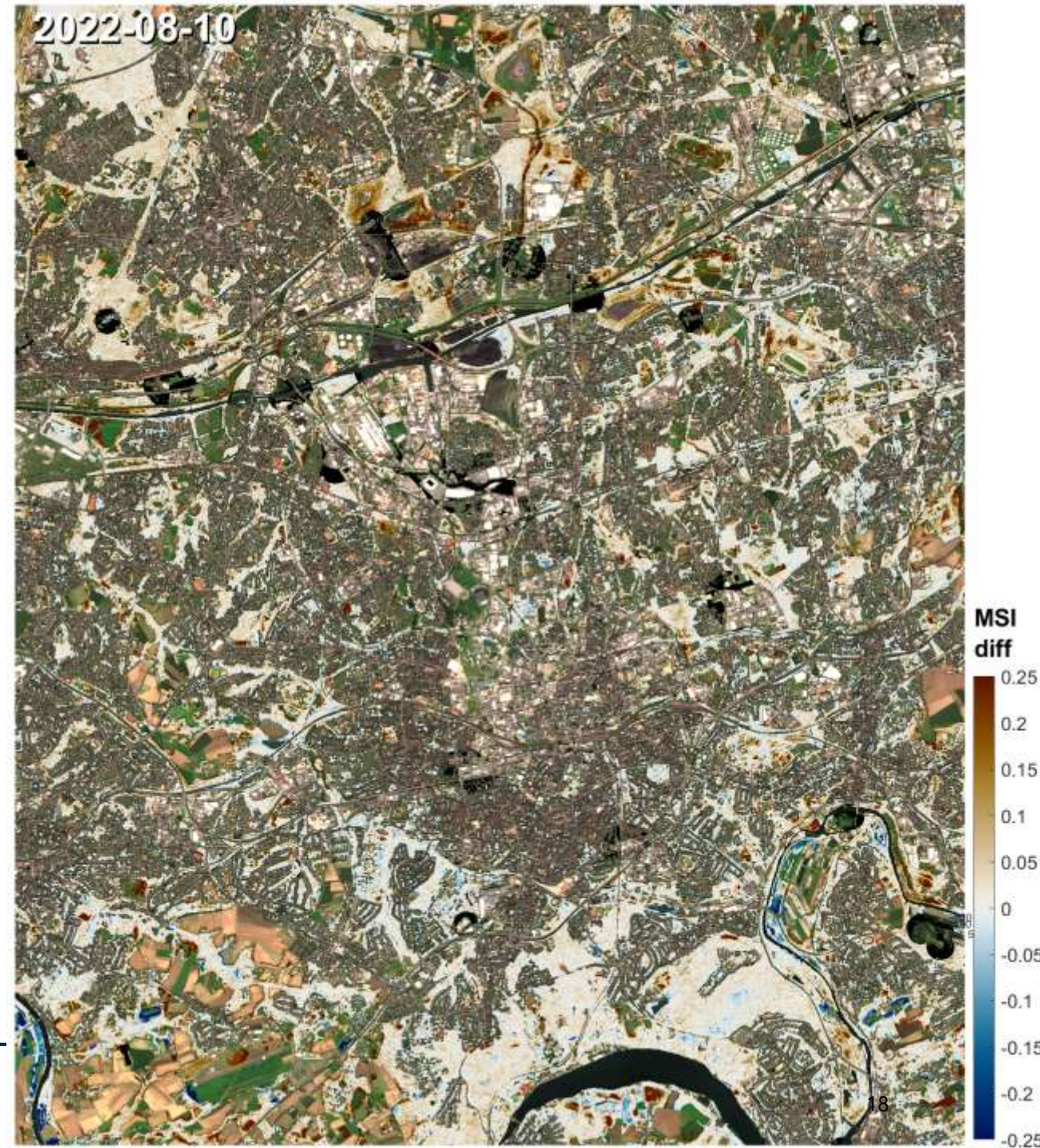
Sentinel-2: MSI-Diff.

Differenz des *Moisture Stress Index* gegenüber mittlerem Frühsommer-Optimum der Jahre 2016/17



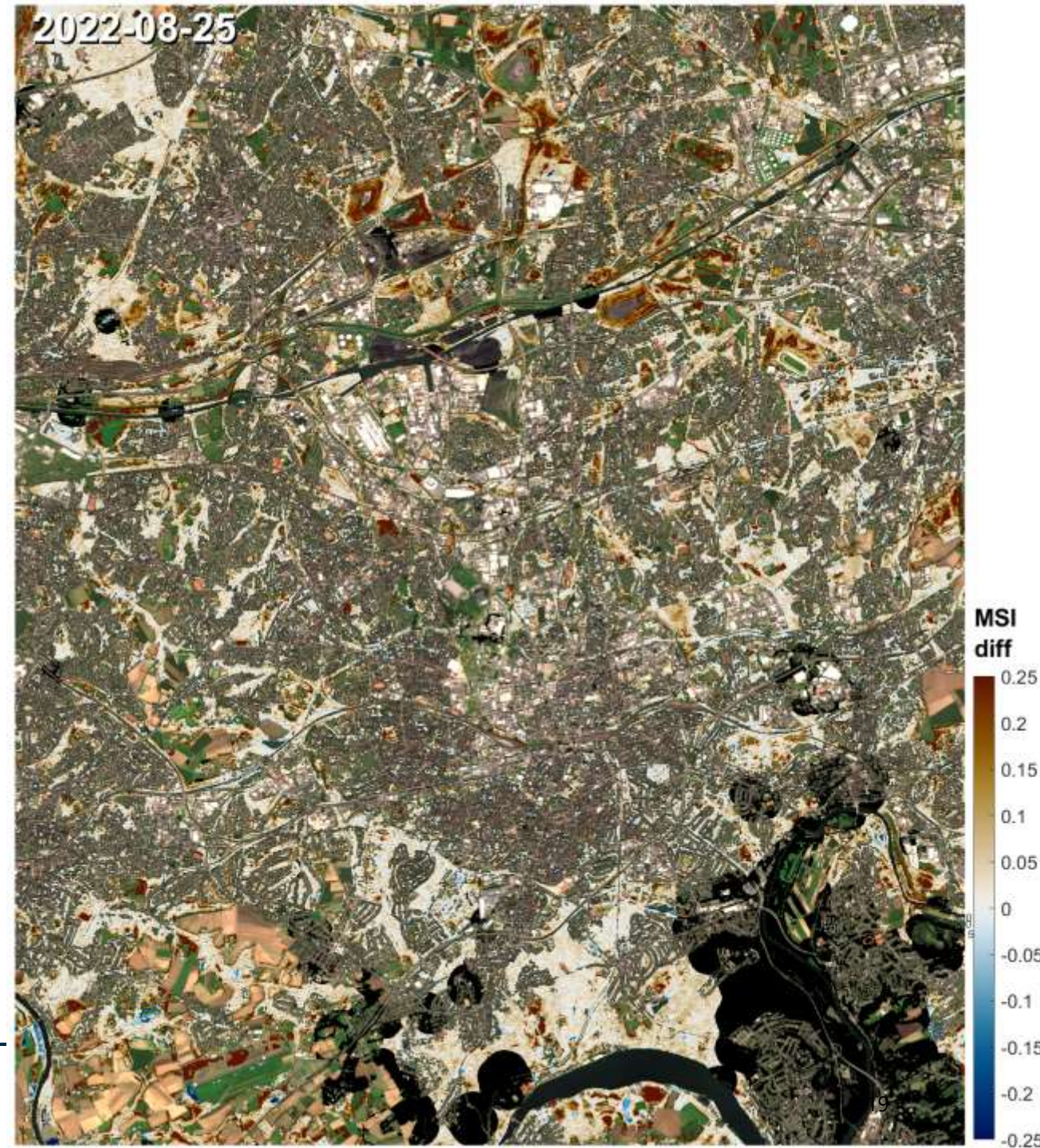
Sentinel-2: MSI-Diff.

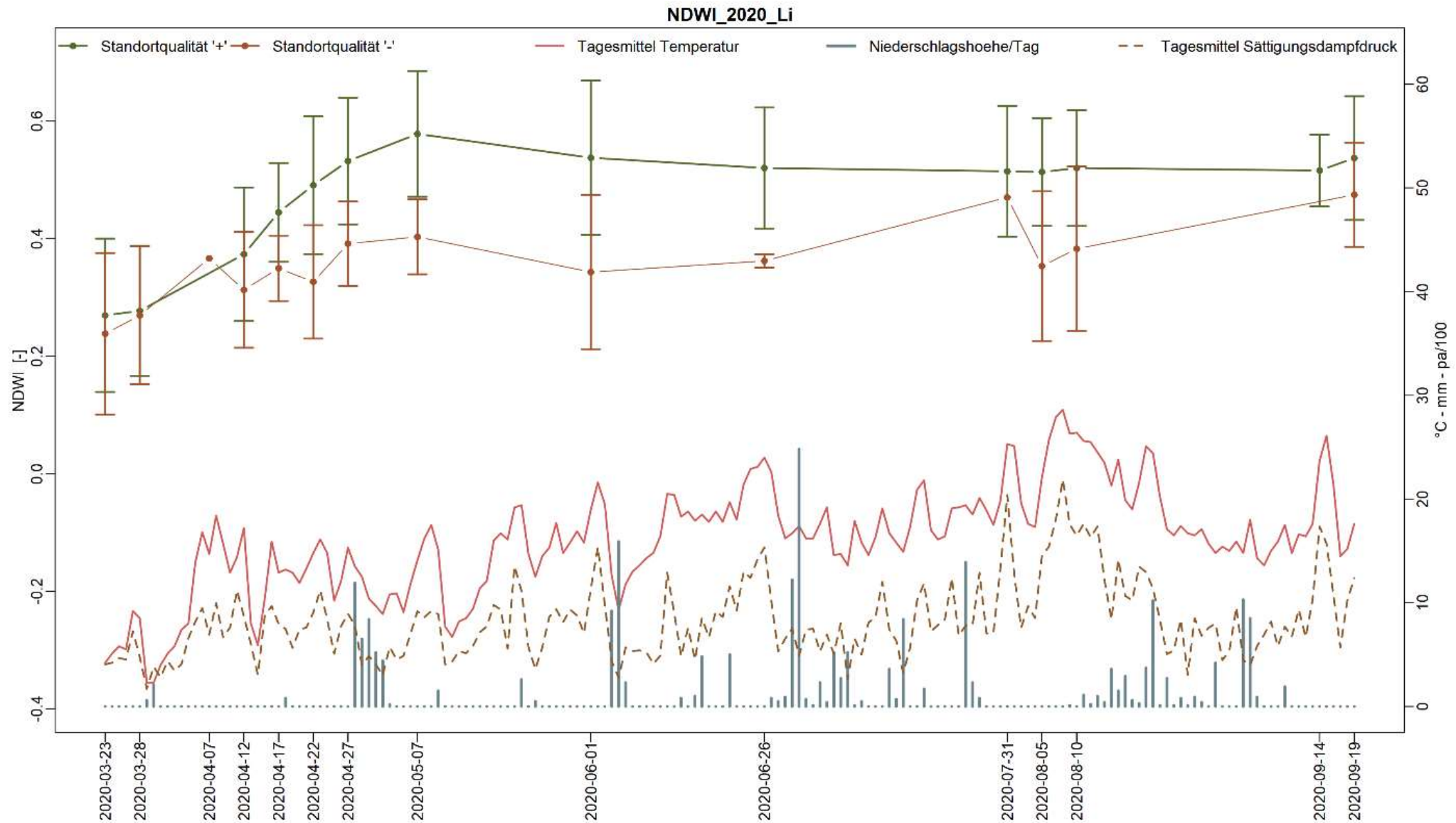
Differenz des *Moisture Stress Index* gegenüber mittlerem Frühsommer-Optimum der Jahre 2016/17



Sentinel-2: MSI-Diff.

Differenz des *Moisture Stress Index* gegenüber mittlerem Frühsommer-Optimum der Jahre 2016/17



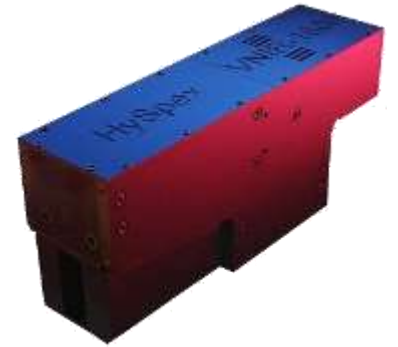


HySpex: Technische Daten



HySpex VNIR-1600 and SWIR-320m-e

	VNIR	SWIR
Detector	SSi CCD 1600 x 1200 px	HgCdTe 320 x 256 px.
Spectral range	0.4–1.0 μm	1.0–2.5 μm
Spatial pixels	1600	320
FOV across track	17°	13.5°
Pixel FOV across/ along track	0.18 mrad/ 0.36 mrad	0.75 mrad
Spectral sampling	3.7 nm	6.0 nm
Number of bands	160	256
Digitization	12 bit	14 bit
Max frame rate	135 fps	100 fps
Sensor head weight	4.6 kg	7.5 kg

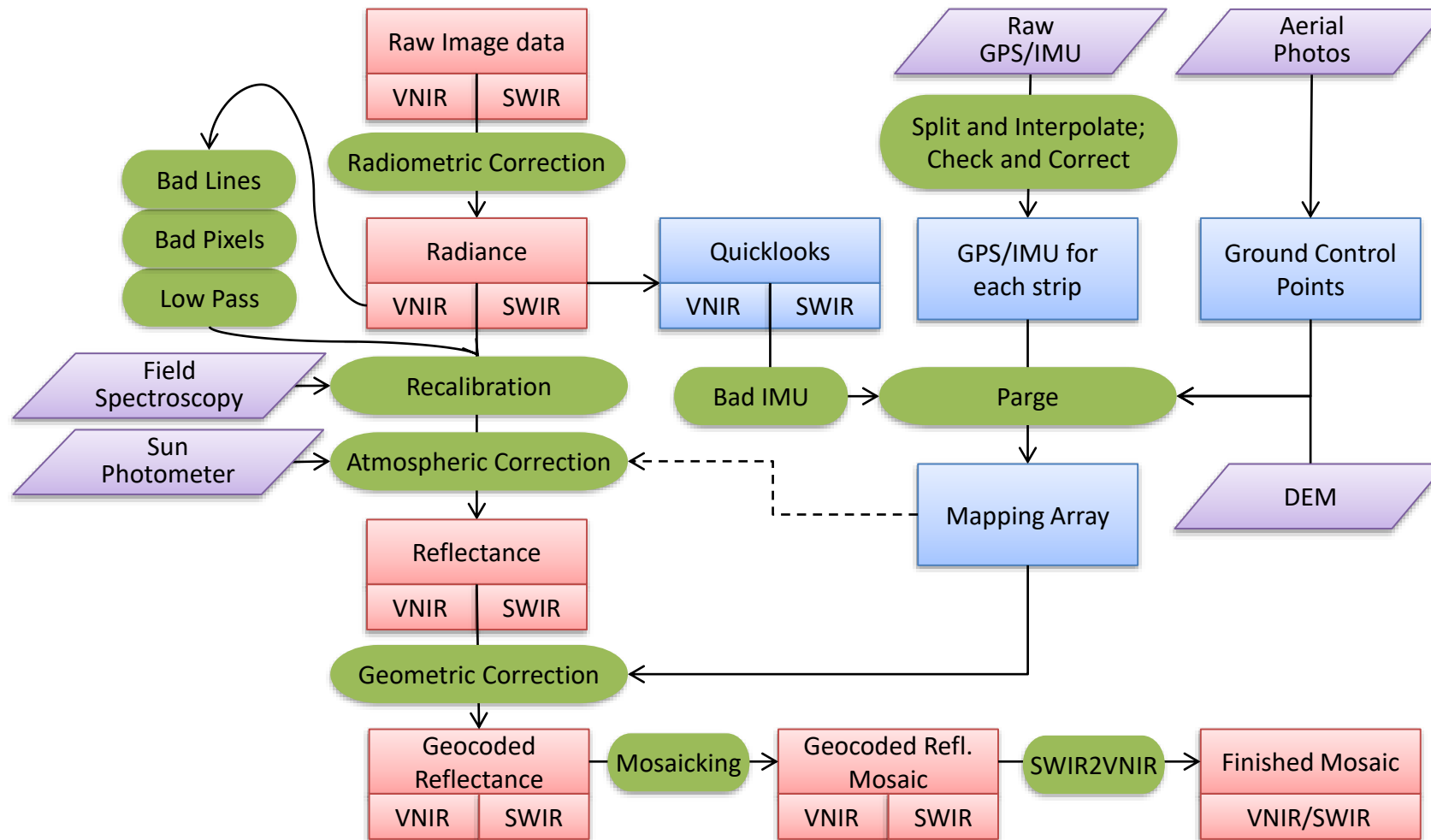


HySpex-Befliegung

09.08.2022



HySpex: Prozessierungsschema



In-situ Messungen

Watermark Bodenfeuchtesensor

- wartungsfrei, frostsicher
- Misst elektrischen Widerstand
- Umrechnung in Saugspannung kPa
- Datenübertragung per LoraWAN oder NB-IoT



Einbau der Sensoren

- Ausgewählte Baumstandorte nach Baumart und Bodengüte (gute + schlechte Standorte)
- Definierte Einbautiefen zum Baum
 - 30, 60, 100cm
- Unterirdischer Einbau Sendeeinheit ca. 5cm unter der Grasnarbe
- Einschlämmen der Watermarksensoren zum besseren Kontakt mit dem umgebenden Boden



Technische Herausforderungen

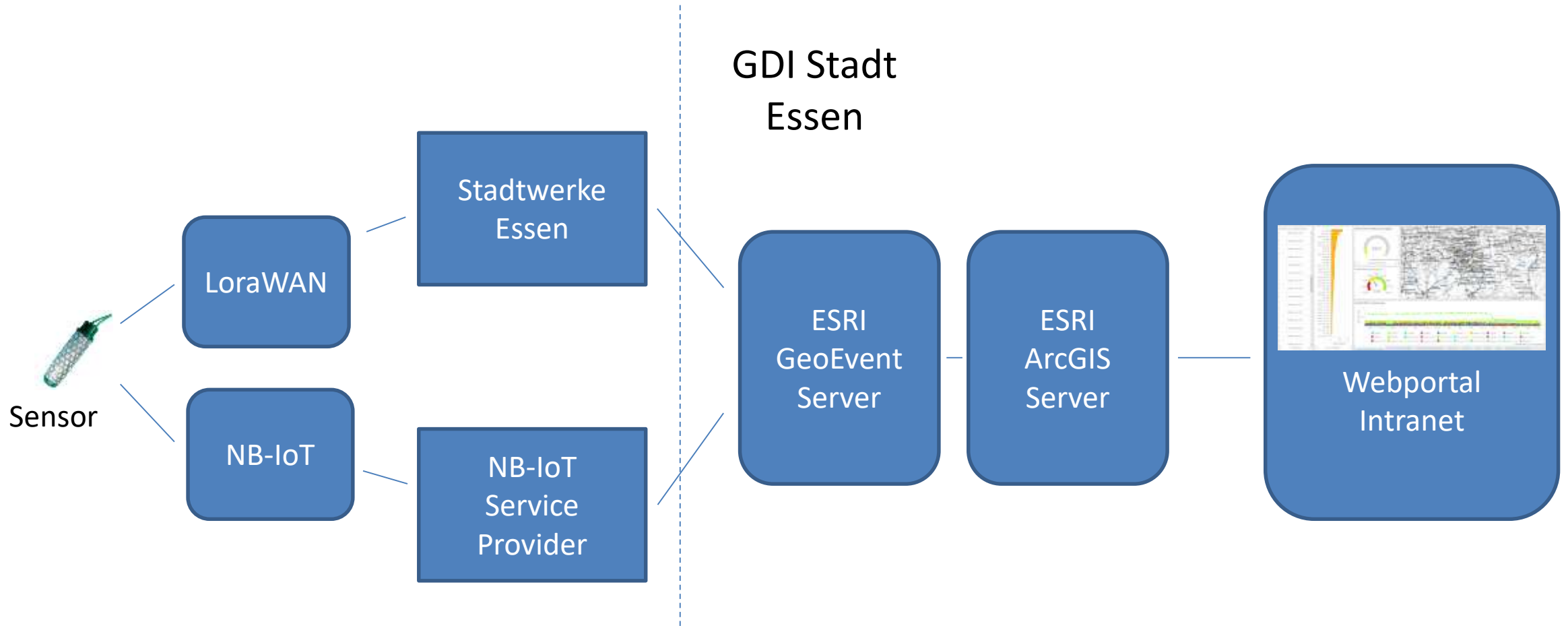
Unterirdischer Einbau

+ funktionierende Lösung

+ Schutz gegen Vandalismus

- schlechtere Signalstärke
- teilw. stärkere Beeinträchtigung durch Bodenfeuchte (z.B. bei Starkregen)
- erhöhter Materialaufwand beim Einbau

Netz-Infrastruktur



Lessons Learned

- Maßstab: 10 m Auflösung (Copernicus) für Einzelbäume nicht ausreichend
- Time-Lag Effekt
- Anpassungsfähigkeit von Stadtbäumen (-> Annahmen zu Standortqualitäten)
- Heterogenität LoRaWAN-Signalstärken (unterirdischer Verbau, Signalverschattung, etc.)
- Wasserschäden an Bodenfeuchtesensoren (erhöhte Anforderungen an Verbau)

Aussichten

- *Work in Progress!*
- Auswahl von zusammenhängenden Baumgruppen zum besseren Prozess-Verständnis
- Synthese von Bodenmessungen und Satellitenmessungen
- Erhöhung der Grundgesamtheit der Beobachtungen (-> mehr Sensorik je Baumart, Standorttyp etc).
- Zusätzliche Verbesserung durch Einbeziehung von ‚Saftstrommessung‘ direkt in der Baumrinde
- Belastbare Einbeziehung von Wetterdaten und -prognosen
- Perspektive: Flächendeckendes Bewässerungsmanagement Stadtbaum

Vielen Dank für Ihr Interesse!



Kontakt:

christian.lindner@amt62.essen.de

jan.schaefer@amt62.essen.de

buddenbaum@uni-trier.de

gerhardsm@uni-trier.de

