



Bundesamt für  
Kartographie und Geodäsie



Europas Blick auf die Erde

– Anwendungsmöglichkeiten im Umweltbereich –

Manuel Mayr

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG)

25.06.2019

---

# Das sind wir...

- Zentraler Dienstleister des Bundes für:

- topographische Grundlagendaten
- Kartographie
- Geodätische Referenzsysteme



- Betreiber von Datenportalen für Geoinformation und Geodäsie

[www.geodatenzentrum.de](http://www.geodatenzentrum.de)

[www.geoportal.de](http://www.geoportal.de)

# Copernicus im Überblick

- EU-Gemeinschaftsvorhaben
- seit 2014 operationell (Sentinel-1)
- Budget: 4,3 Mrd. € bis 2020 (5,8 Mrd. € 2021-2027)

## ZIELE

- Aufbau einer leistungsfähigen Infrastruktur für Erdbeobachtung und Dienstleistungen d. Geoinformation
- kontinuierliches, globales Umweltmonitoring und zeitnahe Bereitstellung von Daten
- Archivierung und Auswertung von Fernerkundungs- und In-Situ Daten und Ableitung von Datenprodukten

## DATENPOLITIK

- *Free, full and open access*



# Komponenten – Daten – Produkte – Dienste



## Weltraum

Sentinels, Bodensegment, Beitragende Missionen

Quelle: ESA

**250 TB täglich**  
( $\approx$  62.500 DVDs)



## In-Situ

Messtationen zu Land, Wasser und in der Luft

Quelle: UBA

**Kerndienste**  
Bereitstellung von Datenprodukten



Meeresumwelt



Land



Katastrophen u. Krisenmanagement



Atmosphäre



Klimawandel



Sicherheit

# Nationales Netzwerk

## Nationale Koordination

### Fachkoordinatoren

- Informationsbereitstellung für Nutzerkreise
- Fachliche Begleitung und Mitgestaltung der Dienste
- Beratung der Bundesregierung (z.B. Nutzerbedarfe)
- Interessensvertretung auf europäischer Ebene

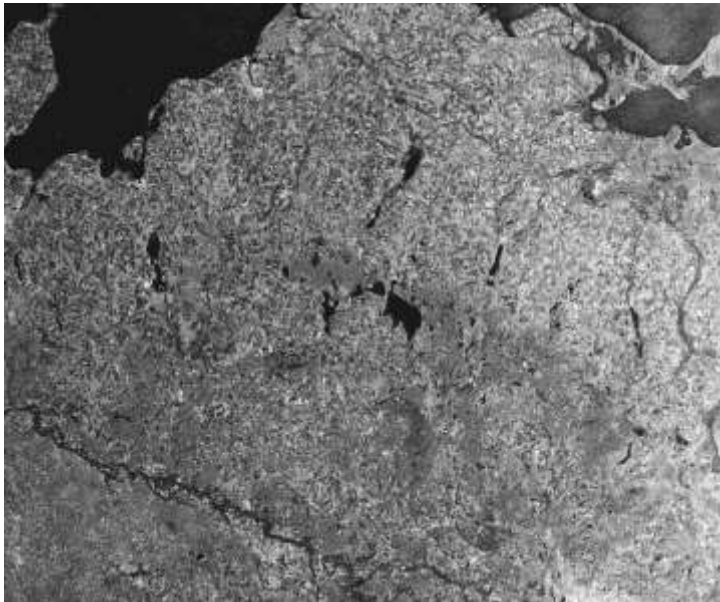
### Fachnetzwerk

 <b>BMVI</b> Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	 <b>Christiane Hohmeister</b> christiane.hohmeister@bmvi.bund.de +49 (0) 228 99 300 6224	 <b>DLR</b> Deutscher Luft- und Raumfahrtforschungsausschuss	 <b>Dr. Jörn Hoffmann</b> joern.hoffmann@dlr.de +49 (0) 228 447 269
 <b>BKG</b> Landoberflächen	 <b>Dr. Michael Hovenbitzer</b> michael.hovenbitzer@bkg.bund.de +49 (0) 69 6333 440	 <b>Sylvia Seissiger</b> sylvia.seissiger@bkg.bund.de +49 (0) 69 6333 481	
 <b>UBA</b> Landoberflächen	 <b>Dr. Thomas Schultz-Krutisch</b> thomas.schultz-krutisch@uba.de +49 (0) 340 2103 2631	 <b>Dr. Christian Schweitzer</b> christian.schweitzer@uba.de +49 (0) 340 2103 2624	
 <b>BSH</b> Meeresumwelt	 <b>Dr. Bernd Brügge</b> bernd.bruegge@bsh.de +49 (0) 40 3190 3000	 <b>Dr. Iris Ehlert</b> iris.ehlert@bsh.de +49 (0) 40 3190 3184	
 <b>DWD</b> Klima + Atmosphäre	 <b>Tobias Fuchs</b> tobias.fuchs@dwd.de +49 (0) 69 8062 2991	 <b>Jennifer Lenhardt</b> jennifer.lenhardt@dwd.de +49 (0) 69 8062 2991	
 <b>BBK</b> Krise + Katastrophe	 <b>Dr. Michael Judex</b> michael.judex@bbk.bund.de +49 (0) 228 9955 025 02	 <b>Dr. Fabian Löw</b> fabian.loew@bbk.bund.de +49 (0) 228 9955 025 05	
 <b>BKA</b> Sicherheit	 <b>Dr. Alexandra Oberthür</b> alexandra.oberthuer@bka.bund.de +49 (0) 611 551 4441		Tbd
 <b>JKI</b> Landwirtschaft	 <b>Dr. Holger Lilienthal</b> holger.lilienthal@julius-kuehn.de +49 (0) 531 596 2136		
 <b>BfG</b> Binnengewässer	 <b>Dr. Björn Baschek</b> baschek@bafg.de +49 (0) 261 1306 5395	 <b>BGR</b> Baustoffe	 <b>Dr. Michaela Frei</b> michaela.frei@bgr.de +49 (0) 511 643 28 65



# Sentinel-1

- Satellitenpaar (1A, 1B)  
(Start: 3.4.2014 bzw. 25.4.2016)
- Radarsensor im C-Band



(Copernicus Sentinel Daten 2016, verarbeitet von BKG)



(ESA)

- Bodenauflösung 8-40 m pro Pixel
- Hohe temporale Abdeckung  
(Wiederkehr alle 6 Tage mit 2 Sat.)
- Streifenbreite von 80-400 km

# Sentinel-2

- Satellitenpaar (2A, 2B)  
(Starts: 23.6.2015 bzw. 7.3.2017)
- Multi-spektral Instrument  
→ 13 Spektralkanäle (VIS-NIR-SWIR)



(Copernicus Sentinel Daten 2018, verarbeitet von BKG)



(ESA)

- Bodenauflösung 10-60 m pro Pixel
- Hohe temporale Abdeckung  
(Wiederkehr alle 5 Tage mit 2 Sat.)
- Große Streifenbreite von 290 km

# Sentinel-3

- Satellitenpaar (3A, 3B)  
(Starts: 13.2.2016 bzw. 25.4.2018)
- diverse Messinstrumente



(Copernicus Sentinel Daten 2019, verarbeitet von ESA)



(ESA)

- Bodenauflösung 300m-1km pro Pixel
- Hohe temporale Abdeckung  
(Wiederkehr alle 2 Tage mit 2 Sat.)
- Große Streifenbreite von 750-1420 km



# Weltraumkomponente (geplant)

- Sentinel-4 (an Bord METEOSAT-TG)  
(2022) → Luftqualität ( $O_3$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ )
- Sentinel-5P (Vorgängermission)  
(Start: 13.10.2017)  
→ Luftqualität ( $O_3$ , UV)
- Sentinel-5 (an Bord MetOp-SG)  
(2021) → Luftqualität  
( $O_3$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $CH_2O$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ )
- Sentinel-6 (Altimeter)  
(Ende 2020) → Ozeantopographie



S-5P

(ESA)



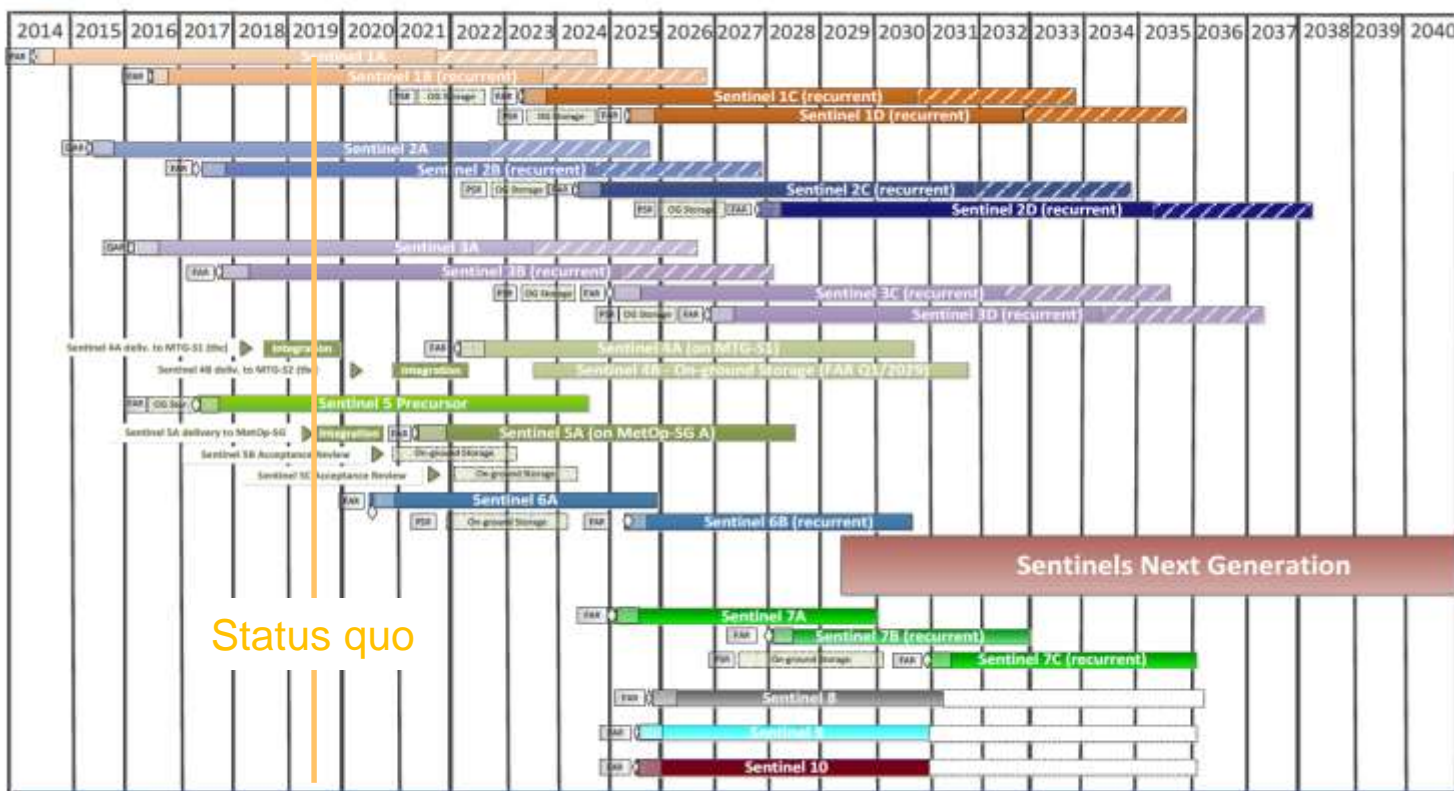
S-6

(ESA)

# Langfristige Missionsplanung



## Copernicus Constellation Deployment Schedule



Erste C/D-Segmente in Bau

E/F in Planung

Bedarfsorientierte Erweiterung ab 2025

Legend:   
 Qualification Acceptance Review (QAR)   
 Flight Acceptance Review (FAR) or PreStorage Review (PSR)   
 On-ground (OG) Storage   
 Tentative launch date   
 In-orbit Commissioning   
 5 years Extended lifetime

([www.d-copernicus.de/fileadmin/Content/pdf/Forum\\_2017/04\\_COP-Nutzertage2017\\_COP-NG.pdf](http://www.d-copernicus.de/fileadmin/Content/pdf/Forum_2017/04_COP-Nutzertage2017_COP-NG.pdf); verändert)

# Datenzugang



[scihub.copernicus.eu](https://scihub.copernicus.eu)

[code-de.org](https://code-de.org)

[services-portfolios.copernicus.eu](https://services-portfolios.copernicus.eu)

Copernicus offers you **1109** information products

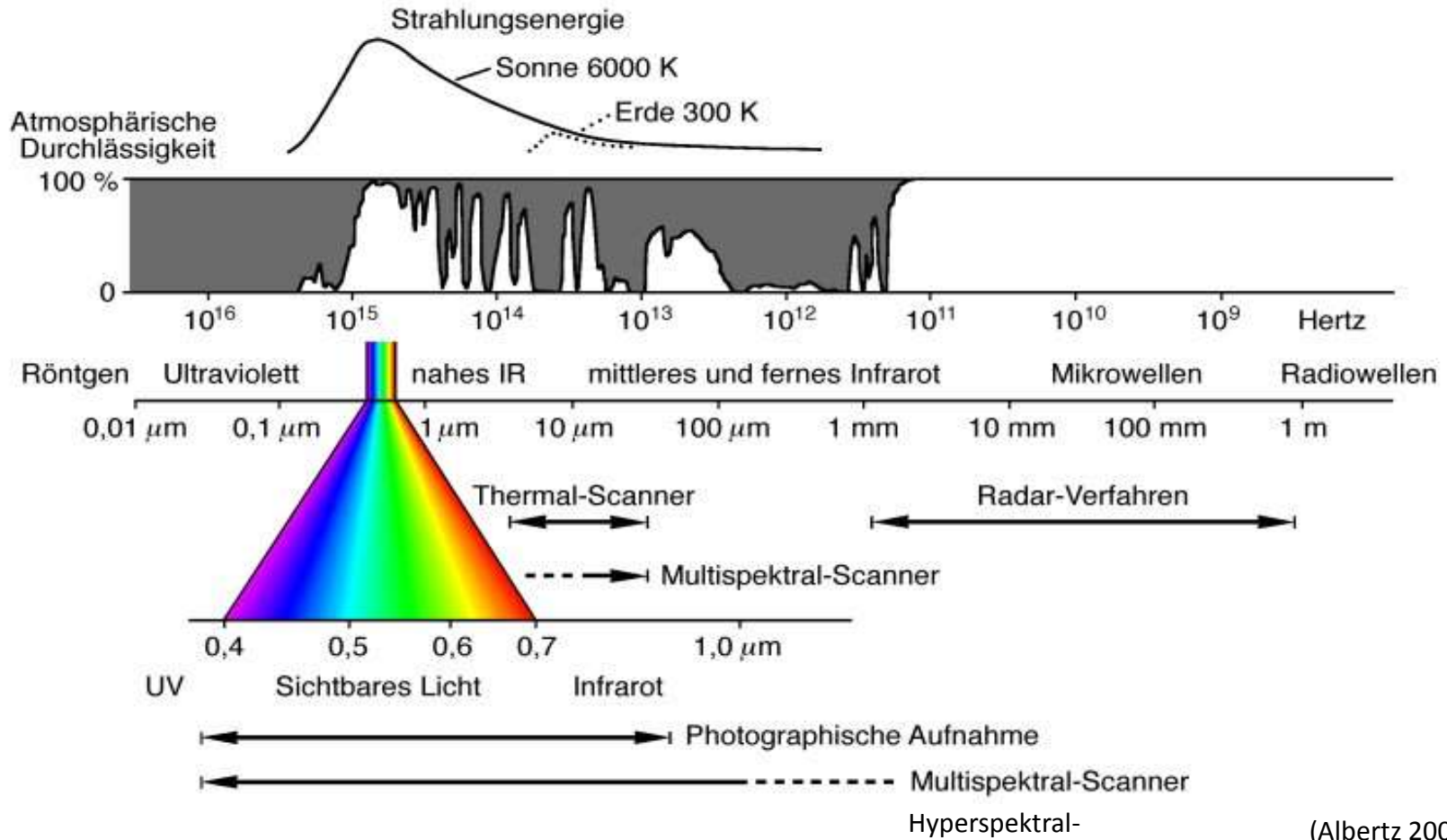
Faithful to its mission to provide strategic, social, economic and environmental benefits to European public authorities and to the civil society, the European Commission has designed a downstream service tailored to the specific needs of Copernicus users, making easier the access to data and information.

The interface displays a comprehensive list of information products and other functionalities such as data extraction, data manipulation and queries in a secure and user-friendly approach, no matter the user profile.

Copernicus Information products are available through three different search methods: displayed below:  
(i) Search by name or keyword (ii) Search by Alphabetical index (iii) Search by theme/services. Also, Copernicus data can be directly accessed from Copernicus website dedicated page.

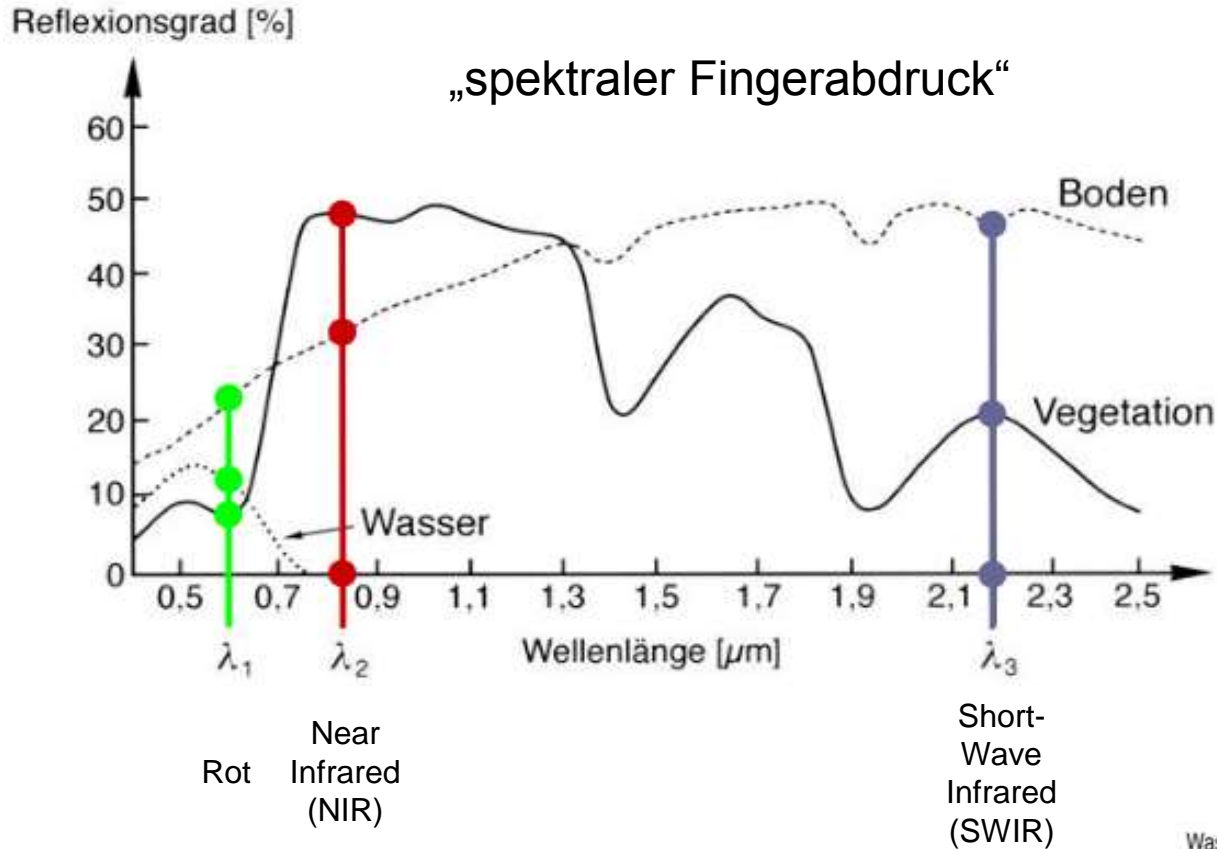
Search Copernicus information products by name or keyword

# Elektromagnetische Strahlung

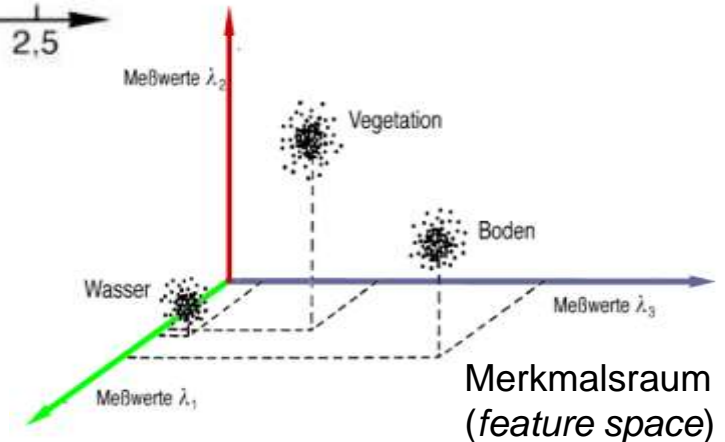


(Albertz 2001)

# Passive Sensoren: Spektrale Signaturen



- Material
- Physikal./chem. Beschaffenheit z.B. Feuchtigkeitsgehalt
- Oberflächenrauigkeit
- geometrische Gegebenheiten



(Schäpman 2013 nach Albertz 2001)



# Auflösung (spektral vs. geometrisch vs. zeitlich)

## Luftbild

### Digitale Orthophotos (Flugzeug)

#### 4 Spektralkanäle

Bildgröße: 2 km x 2 km

Auflösung: 20 cm - 40cm



Aktualisierung: alle 2-4 Jahre

(C. Schweitzer/UBA)

## Multispektrale Aufnahme

### z. B. Sentinel-2 (Satellit)

#### 13 Spektralkanäle

Bildgröße: 290 km x 290 km

Auflösung: 10 - 60 m



Aktualisierung: alle fünf Tage

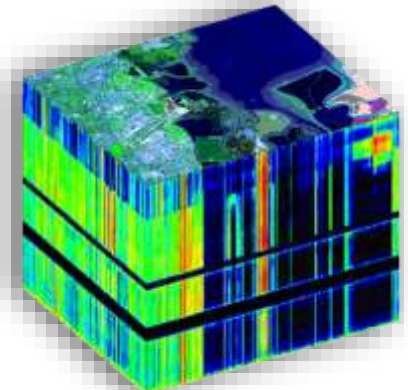
## Hyperspektrale Aufnahme

### z. B. AISA (Flugzeug)

#### 250 Spektralkanäle

Streifenbreite ca. 500m

Auflösung: 1 m



Aktualisierung: nach Bedarf

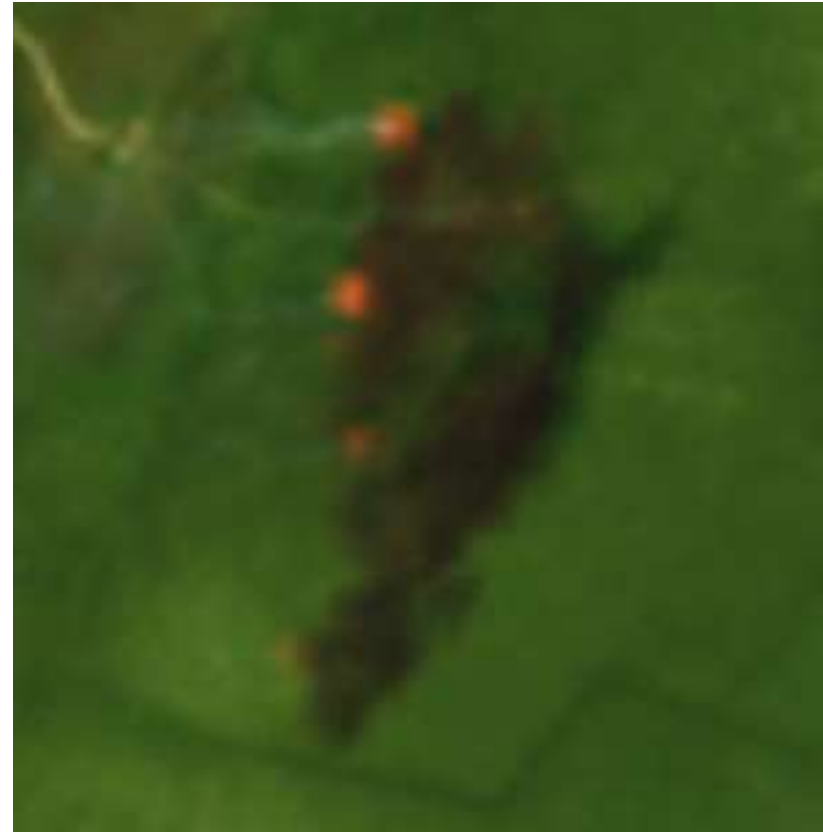
# Mehrwert: spektrale Information

Moorbrand Meppen (Niedersachsen) Sept/Okt 2018

Echtfarben (RGB)



Falschfarben (SWIR)



© European Union, contains modified Copernicus  
Sentinel data 2018, processed with EO Browser

# Geometrische Auflösung

Frankfurt/Main Hbf

Landsat 8

Sentinel-2

RapidEye

SPOT-7

Orthofoto



30m

10m

5m

1,5m

0,2m

# Zeitliche Auflösung (Sentinel 2A + 2B)



([www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2016/08/Sentinel-2\\_global\\_coverage](http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2016/08/Sentinel-2_global_coverage))



# Zeitliche Auflösung → Landmonitoring

RGB



Coloured Infrared (NIR-G-B)



(© European Union, contains modified Copernicus Sentinel data 2018, processed with EO Browser)



# Veränderungsanalyse durch Differenzenbildung

(Spektrale Vegetationsindizes: z.B. NDVI)

Intakte Vegetation



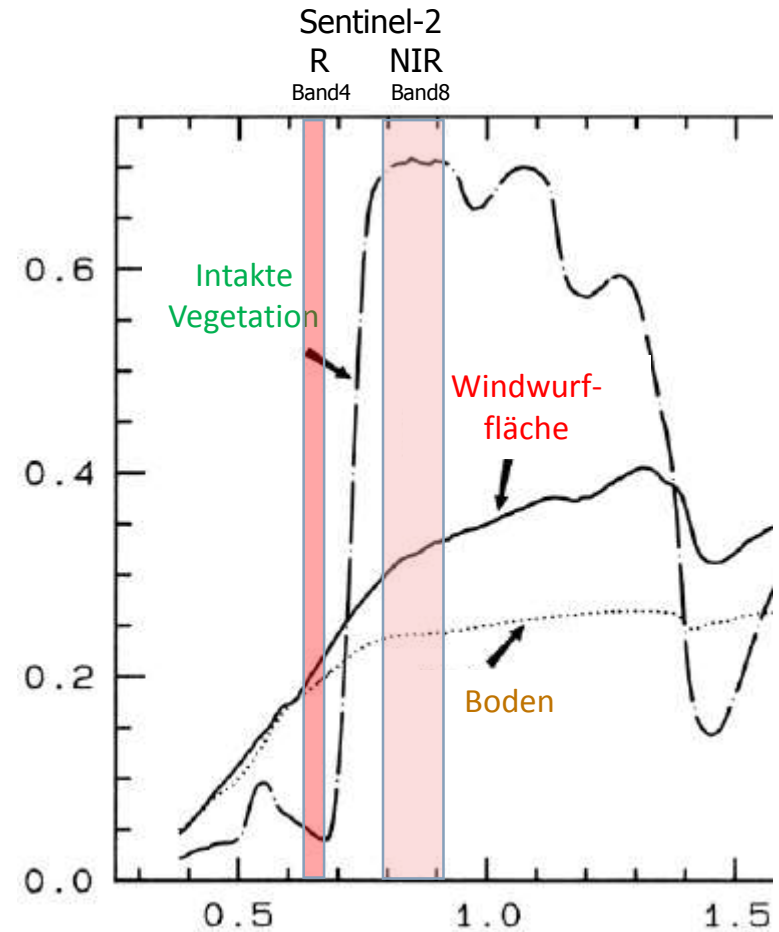
$$\text{NDVI} = \frac{0,8 - 0,1}{0,8 + 0,1} = 0,78$$

Windwurffläche



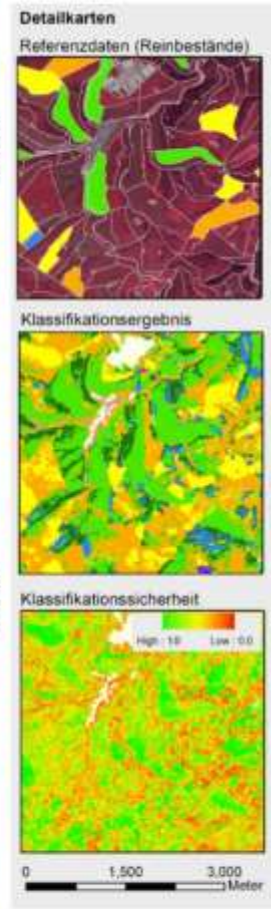
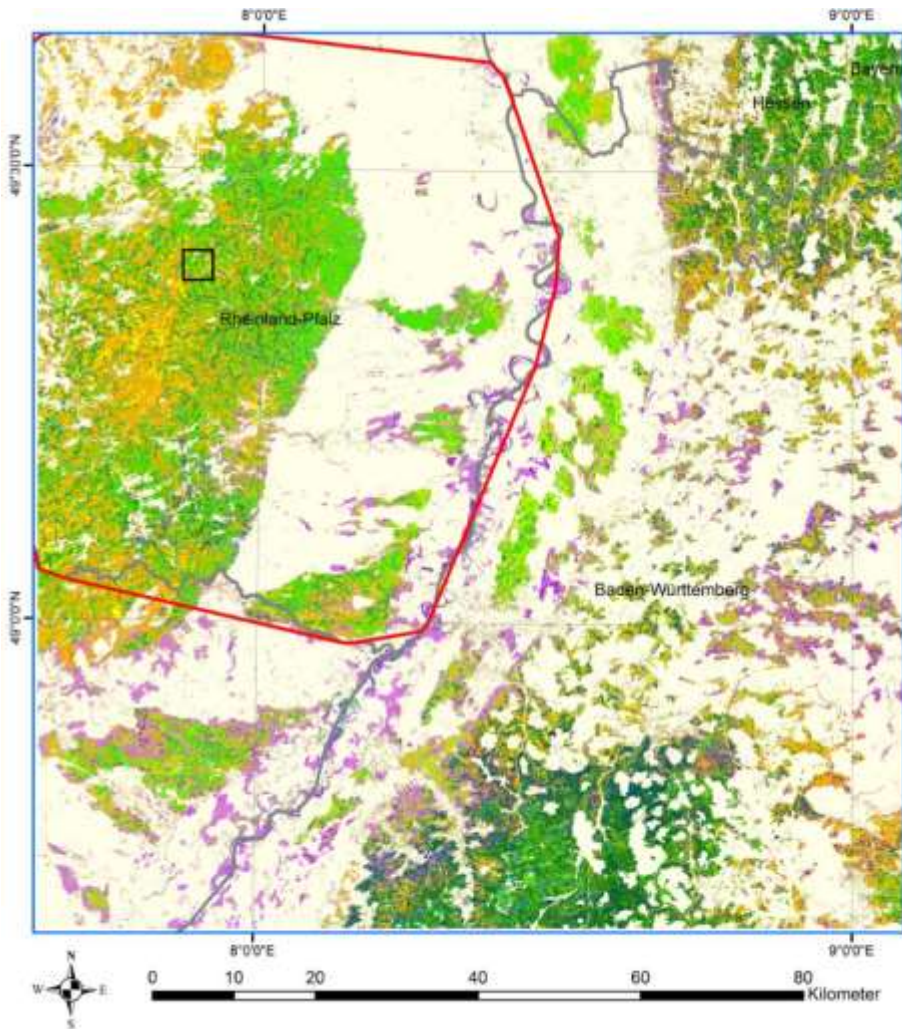
$$\text{NDVI} = \frac{0,3 - 0,2}{0,3 + 0,2} = 0,2$$

Differenz NDVI (nach - vor) = - 0,58



(P. Knöfel / BKG)

# Baumartenklassifikation Rheinland-Pfalz



## Legende

- Fichte
- Kiefer
- Lärche
- Douglasie
- Tanne
- Buche
- Eiche
- Laubbäume langlebig
- Laubbäume kurzlebig
- Weide
- Testgebiet
- Bundeslandgrenze
- Detailkarten
- Nicht-Wald

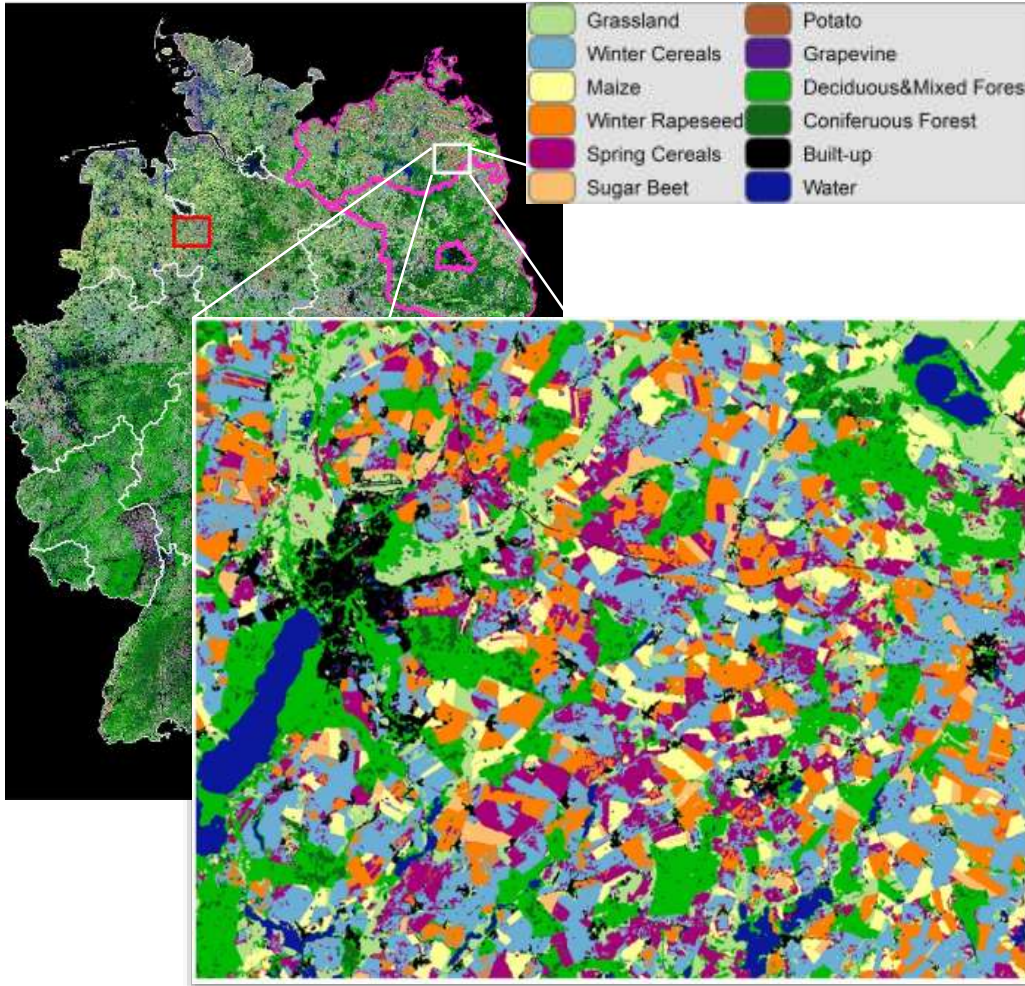
## Datenquellen

- Eingangsdaten** - 10 Sentinel2-Szenen
- Aufnahmezeitraum** - 05/2016 – 11/2017
- Sentinel2-Tile** - 32UMV
- Waldmaske** - Copernicus High Resolution Layer
- Referenzdaten** – Landesforsten Rheinland-Pfalz
- Methode** – *randomforest* - Klassifikation

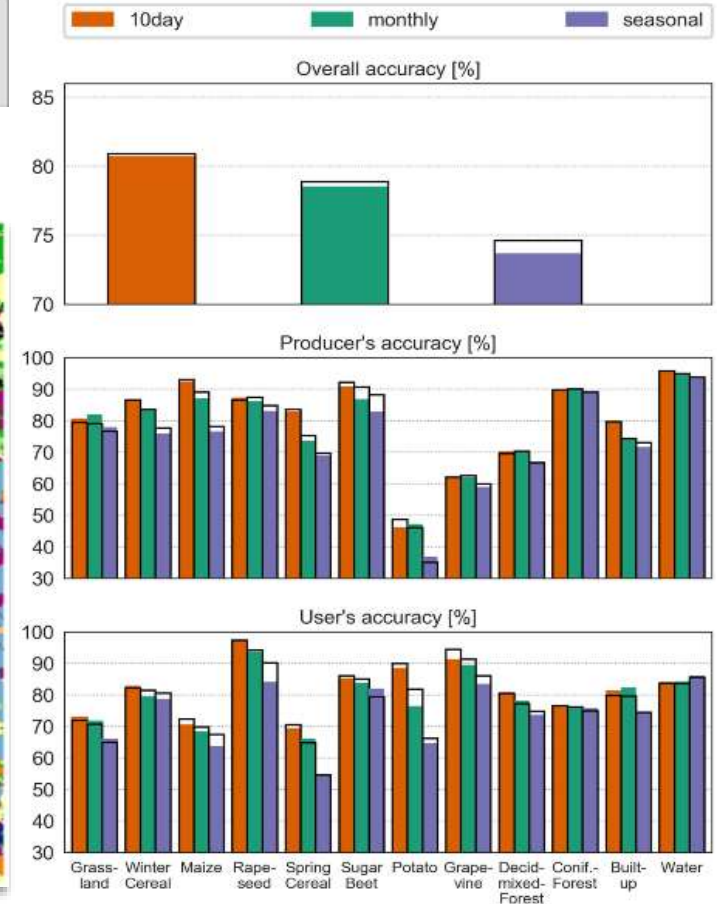
([www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-02-27\\_texte\\_16-2019\\_copernicus.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-02-27_texte_16-2019_copernicus.pdf))



# Klassifikation von Feldfrüchten (HU Berlin) (Griffiths et al. 2019)



## Klassifikationsgüte



# Copernicus Landdienst



- Datenprodukte zu Landbedeckung, Landnutzung und deren Veränderungen
- Datenprodukte zu Binnengewässern
- Bio-geophysikalische Parameter
- Referenz-/Bilddaten
- Unterschiedliche Skalen (räumlich/zeitlich)

[land.copernicus.eu](http://land.copernicus.eu)

A screenshot of the Copernicus Land Monitoring Service website. The page features a navigation bar with links for 'Global', 'Pan-European', 'Local', and 'Imagery and reference data'. Below the navigation bar is a large aerial photograph of agricultural fields. The main content area includes a descriptive paragraph about the service and four icons representing different scales: Global, Pan-European, Local, and Imagery and reference data. Each icon is accompanied by a brief description of the data provided at that scale.

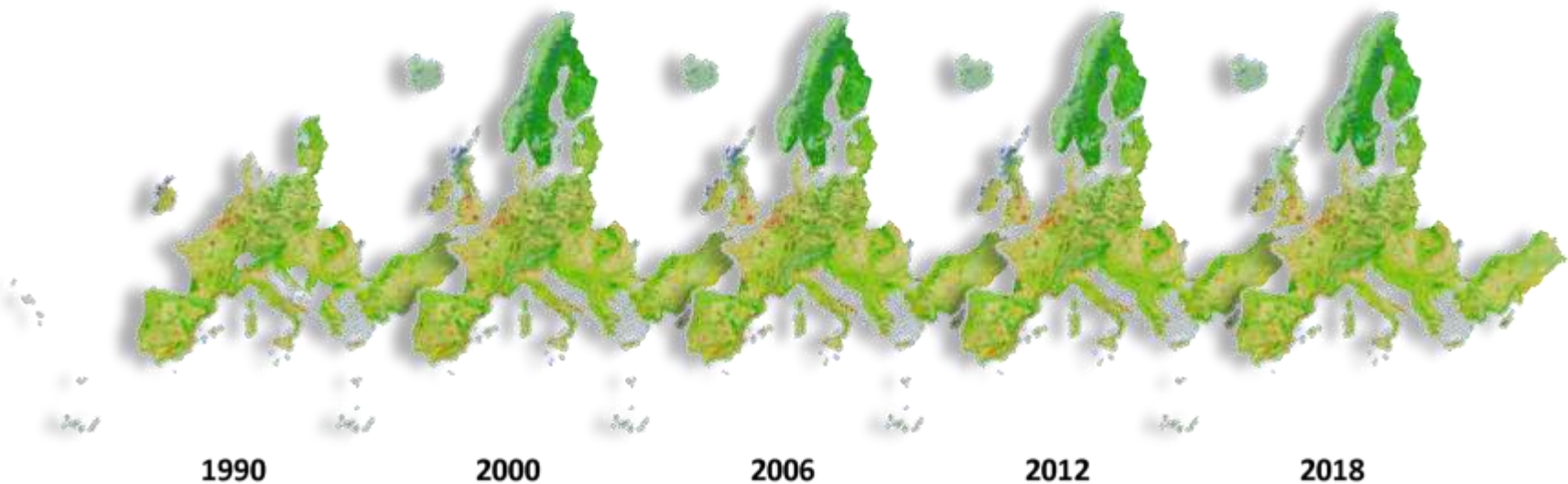
Copernicus is a European system for monitoring the Earth. Data is collected by different sources, including Earth observation satellites and in-situ sensors. The data is processed and provides reliable and up-to-date information in six thematic areas: land, marine, atmosphere, climate change, emergency management and security. The land theme is divided into four main components:

- Global**  
provides a series of bio-geophysical products on the status and evolution of the land surface at global scale at mid and low spatial resolution
- Pan-European**  
provides information about the land cover and land use (LC/LU), land cover and land use changes and land cover characteristics
- Local**  
focuses on different hotspots, i.e. areas that are prone to specific environmental challenges and problems
- Imagery and reference data**  
satellite imagery forms the input for the creation of Copernicus land products. In order to ensure an efficient

# Landdienst: CORINE Land Cover



- Europaweite, einheitliche Kartierung mit 44 Bedeckungsklassen, inkl. Veränderungsdatensätze
- Mindestkartiereinheit (MKE) 25 ha, Veränderungen werden mit einer MKE von 5 ha erfasst
- CLC national in 10 ha frei verfügbar, **für CLC 2018 in Kürze in 5 ha**
- **Zukünftig: CLC 2<sup>nd</sup> Generation (CLC +) mit 1 ha MKE**  
(Weitere technische Informationen dazu [hier](#))

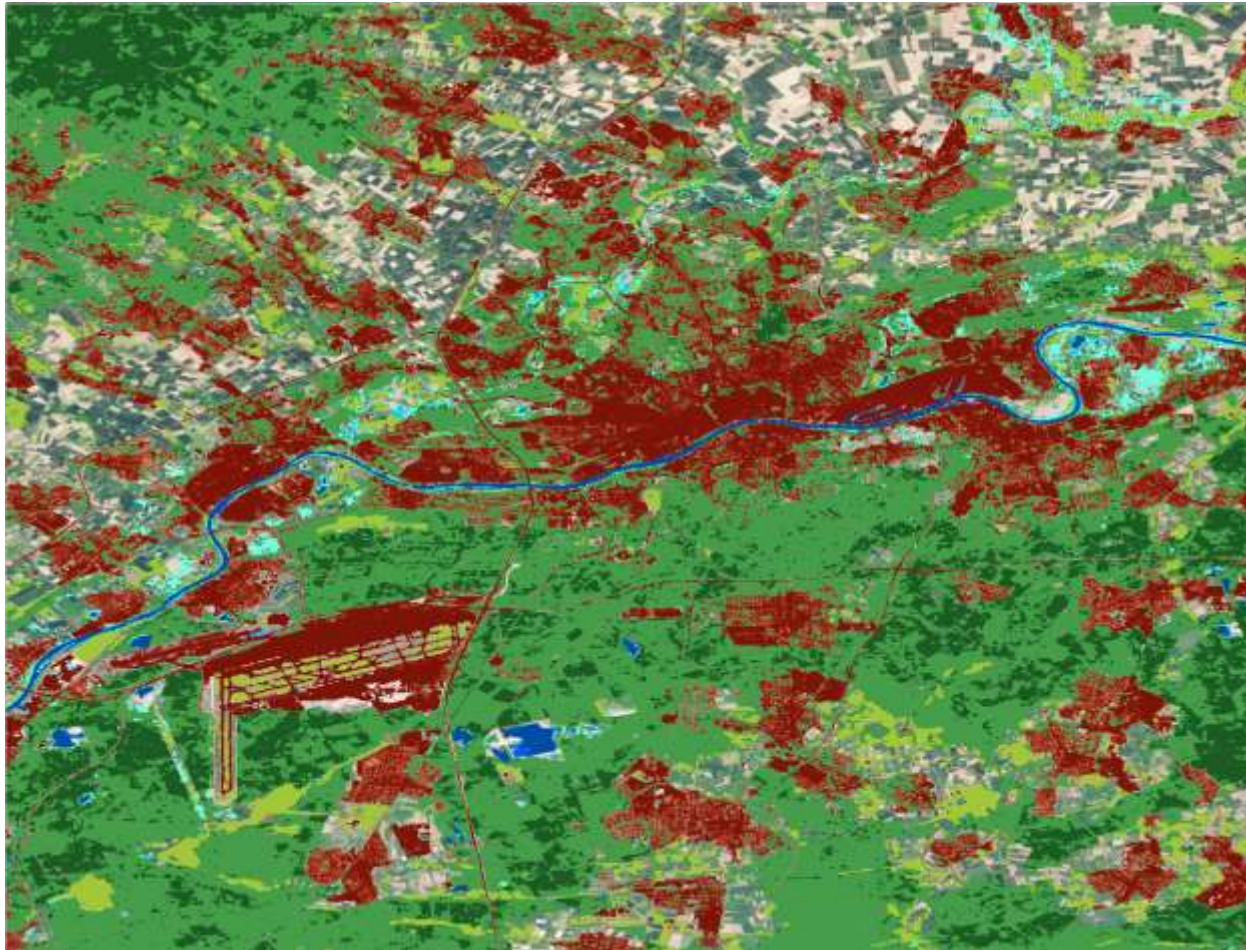




# Landdienst: High-Resolution Layer



© European Union, Copernicus Sentinel data 2018, processed by BKG;  
Copernicus Land Monitoring Service 2016, European Environment Agency)



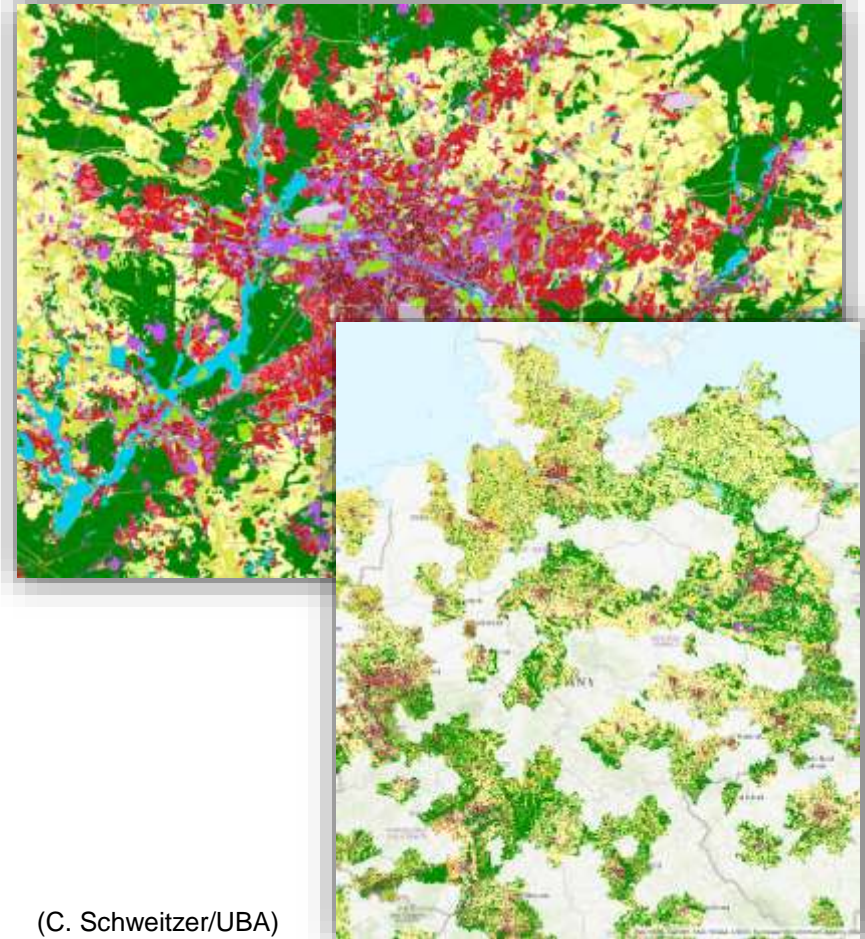
- 20m/100m
- 3-jährige Aktualisierung
- europaweit



# Landdienst: Urban Atlas



- Hochaufgelöste Kartierung der Landbedeckung europäischer Städte und Stadtregionen (0,25 ha Mindestkartiereinheit)
- 27 Klassen (17 urban, 10 rural) abgeleitet aus Fernerkundungsdaten, Katasterinformationen und Luftbildern
- 2012: 800 EU Städte > 50.000 Einwohner; Update für 2018 geplant
- Polygone beinhalten Bevölkerungszahlen
- Neu: Gebäudehöhen europäischer Hauptstädte



(C. Schweitzer/UBA)

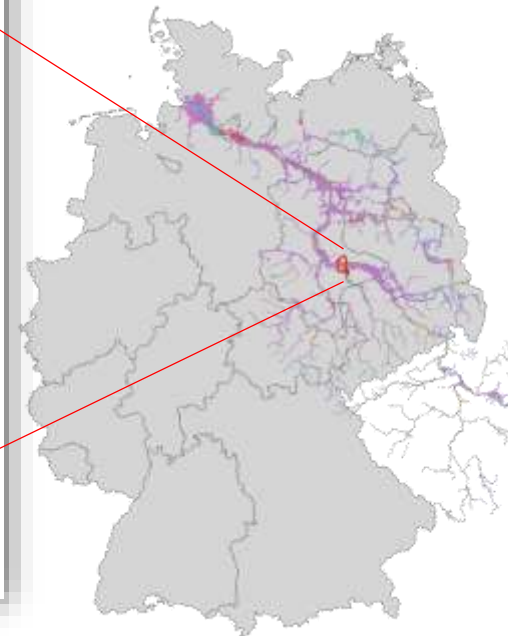
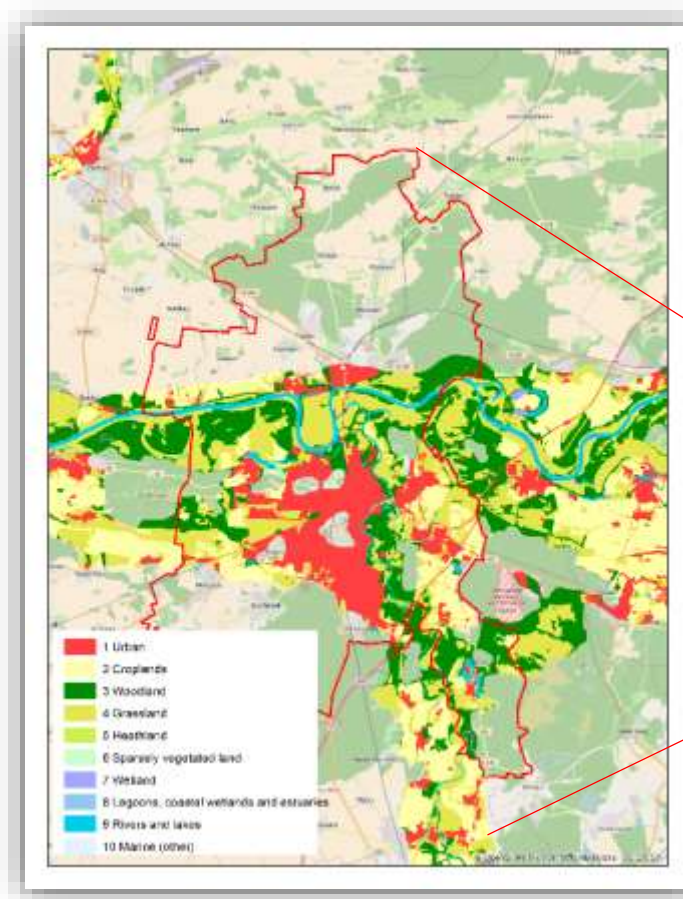


# Landdienst: Riparian Zones



EU-weite Kartierung der Flussauen mit Informationen zu:

- Landbedeckung; bis zu 85 Klassen nach MAES Nomenklatur (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services)
- Mindestkartiereinheit 0,5 ha
- Layer zur Abgrenzung der Flussauen (aktuell, beobachtet, potentiell)
- Linearen Landschaftselemente innerhalb Pufferzone (Hecken- und Bäume)



(C. Schweitzer/UBA)

# Landdienst: Bodenfeuchte

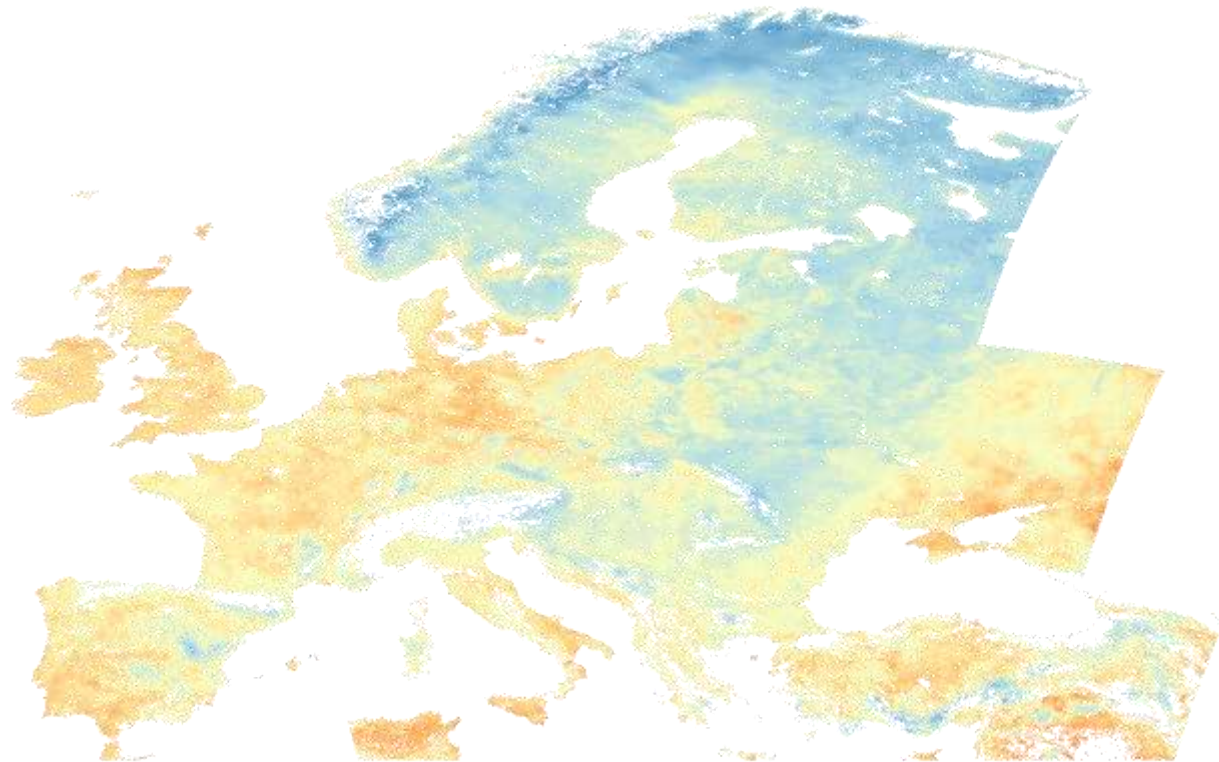


- „Surface Soil Moisture“  
(Tiefenniveaus: 2cm – 1m)

**2018-09-18**  
**100 cm depth**

**Rot → Gelb → Blau: 0 - 100% SSM**

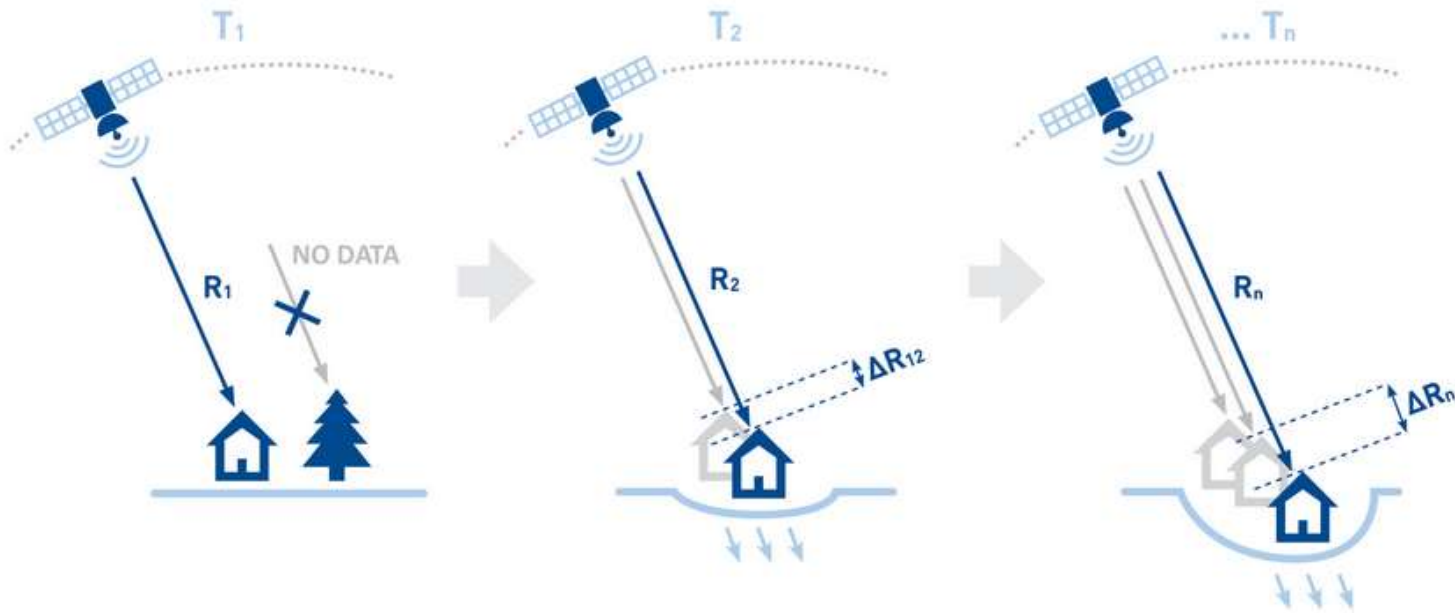
- Niederschlag vs. Infiltration
- tägliche Verfügbarkeit
- basiert auf Sentinel-1



(© European Union, Copernicus Land Monitoring Service 2019/2019, Joint Research Center)

# Radar: Persistent Scatterer Interferometry

relative Objekthöhen aus Phasenmessung

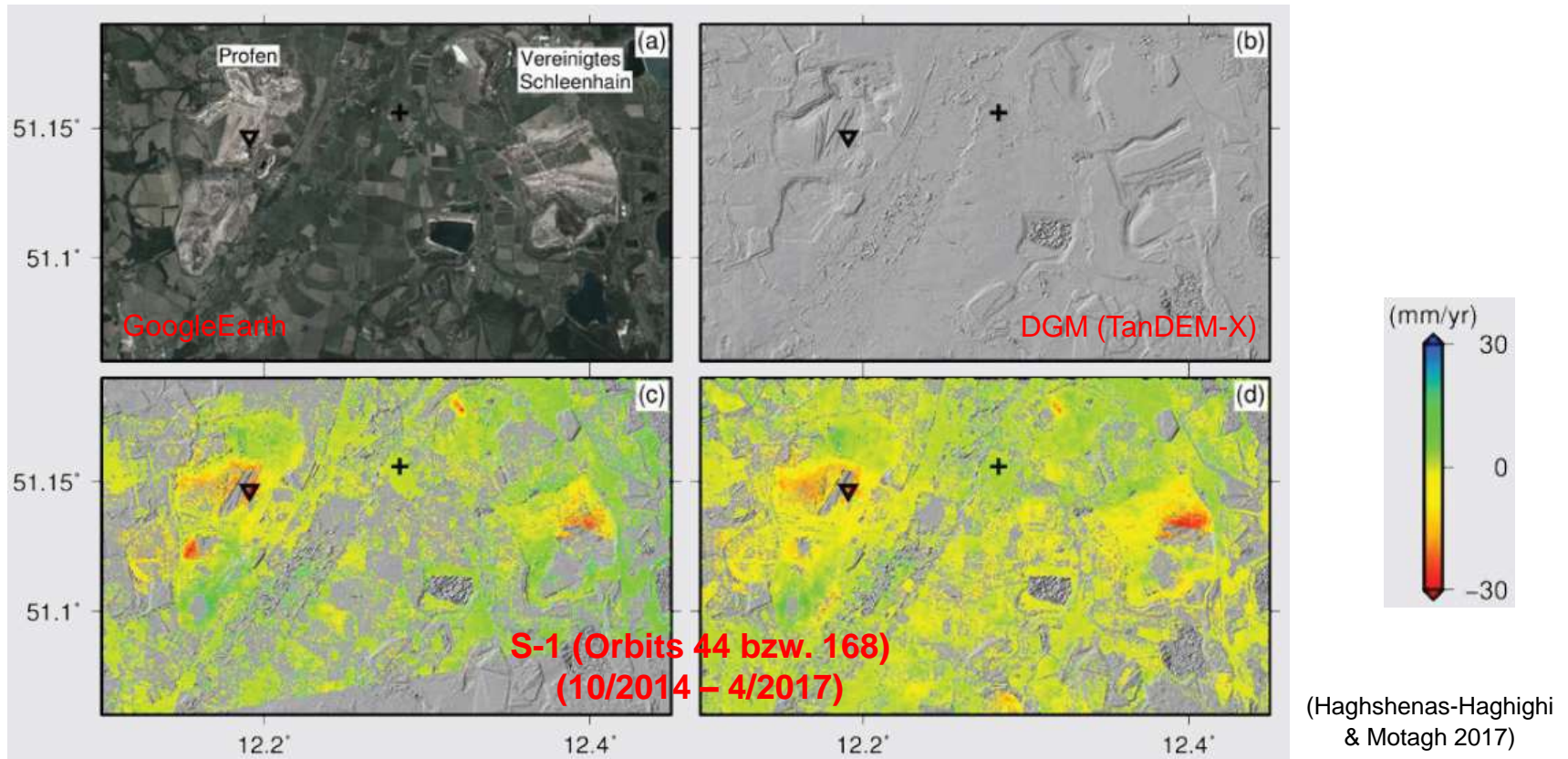


(tre-altamira.com/technology)



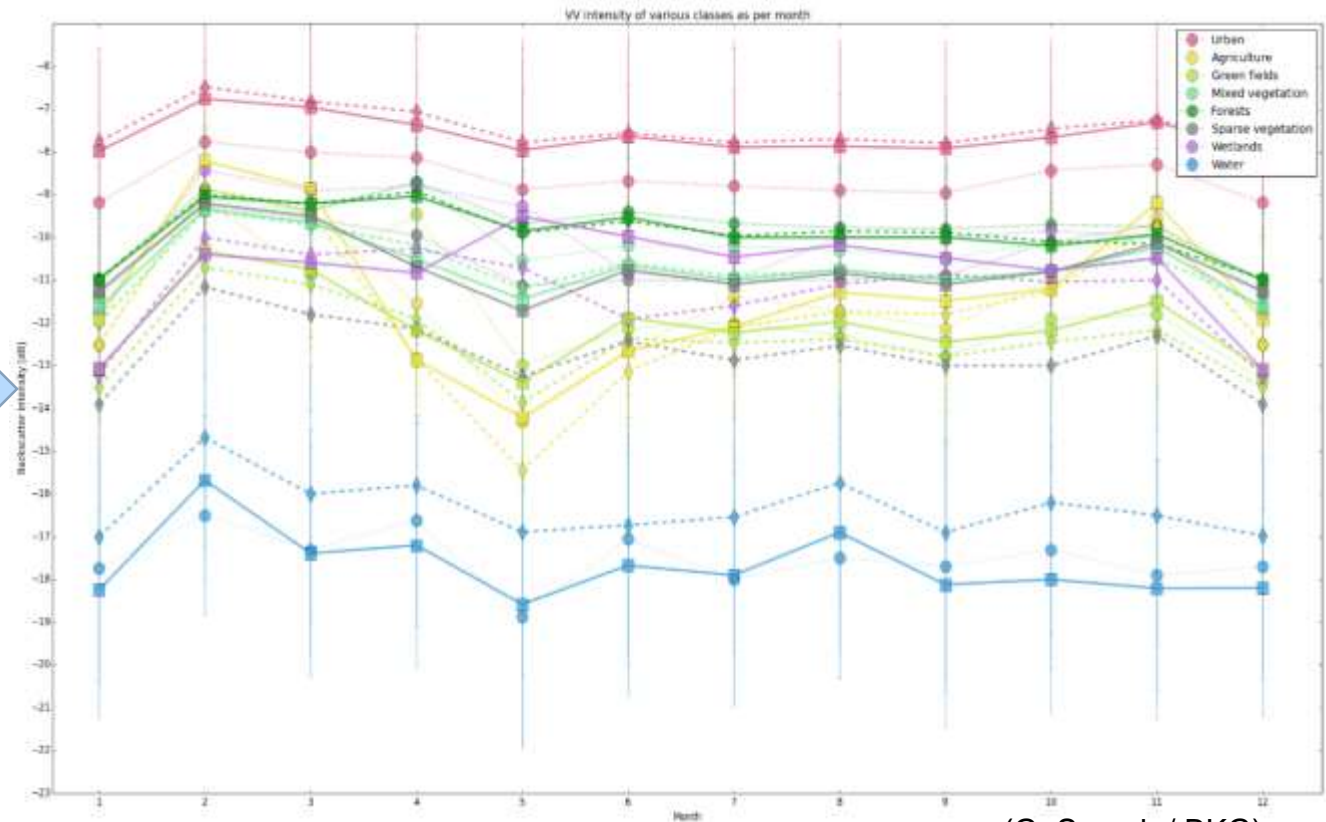
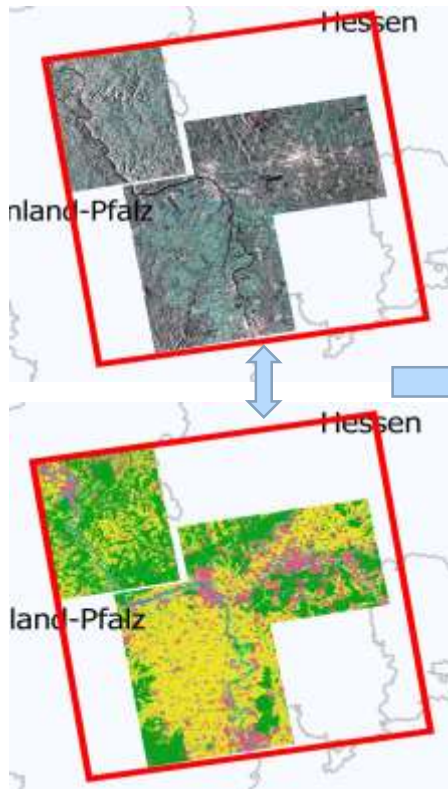
# Sentinel-1: Bodenbewegungen

z.B: Bergbau Nähe Leipzig



# Sentinel-1: Landbedeckung

## Rückstreuungsintensität (dB)



(G. Suresh / BKG)

# „SatGrünschnitt“

## ZIELE

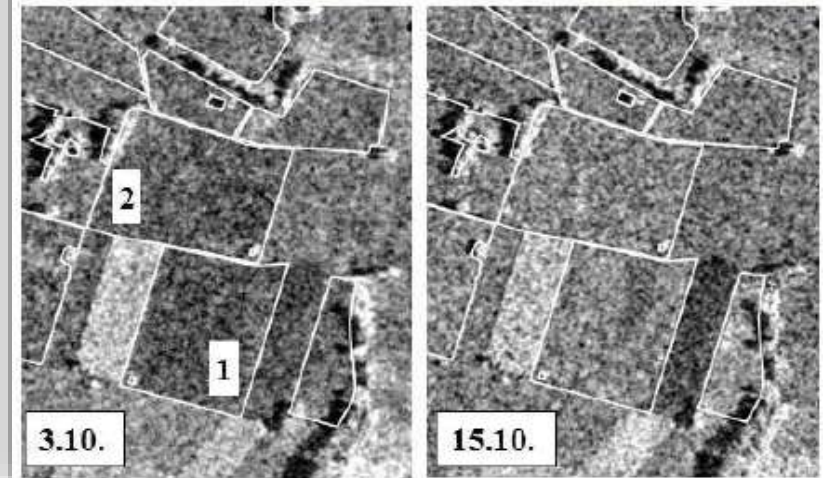
- Automatisierte Erfassung von Mahdterminen auf Basis von Radardaten
- Kombination mit Ertragsmodell für die Ertragsschätzung

## ERGEBNISSE

- Liste der Schnittzeitpunkte und Ertrag je Wiese inkl. Flurstücknummer

## BETEILIGTE

- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung; GAF AG; Christian-Albrecht-Universität zu Kiel



([www.dlr.de/rd/Portaldata/28/Resources/dokumente/re/SatGruenschnitt\\_BayLfL\\_3.03.16.pdf](http://www.dlr.de/rd/Portaldata/28/Resources/dokumente/re/SatGruenschnitt_BayLfL_3.03.16.pdf))



# Sentinel-1: Hochwasserkartierung



Veränderungs-  
analyse  
(multitemporal)

Unabhängig von  
Tageszeit und  
Bewölkung!

(Clement et al. 2017)

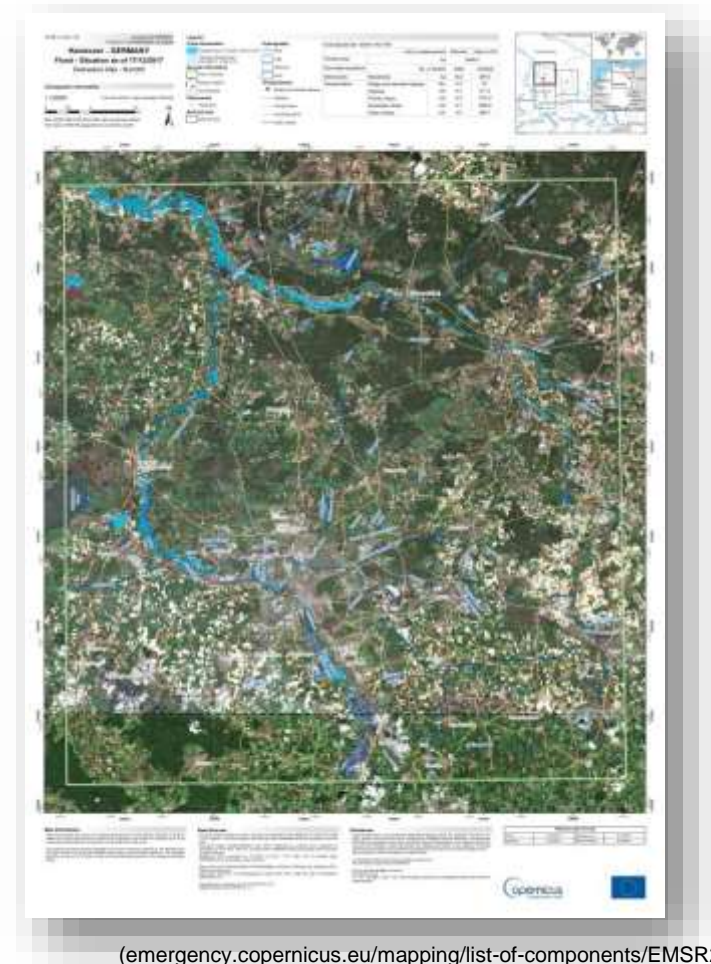


# Copernicus Katastrophendienst: Hochwasser Lagekarten



Consequences within the AOI

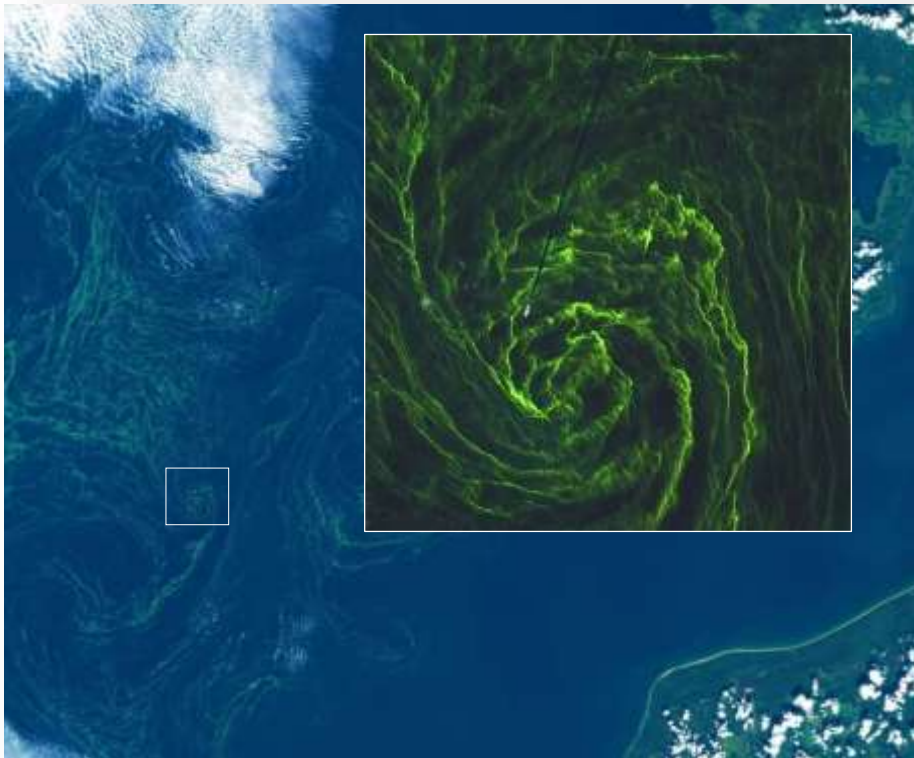
		Unit of measurement	Affected	Total in AOI
Flooded area		ha		6449.0
Estimated population		No. of people	8309	1453200
Settlements	Residential	ha	15.0	387.0
Transportation	Bridge and elevated highway	No.	0.0	57
	Highway	km	0.2	311.0
	Primary Road	km	0.4	1791.0
	Secondary Road	km	0.7	2462.0
	Urban railway	km	0.9	580.7



([emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMSR261](https://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMSR261))

# Gewässermonitoring (Sentinel-2)

## Algenblüte Ostsee



([www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-2/Sentinel-2\\_catches\\_eye\\_of\\_algal\\_storm](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2/Sentinel-2_catches_eye_of_algal_storm))

## Gewässertrübung Tideelbe Hamburg (dunkler = höhere Schwebstoffkonzentration)



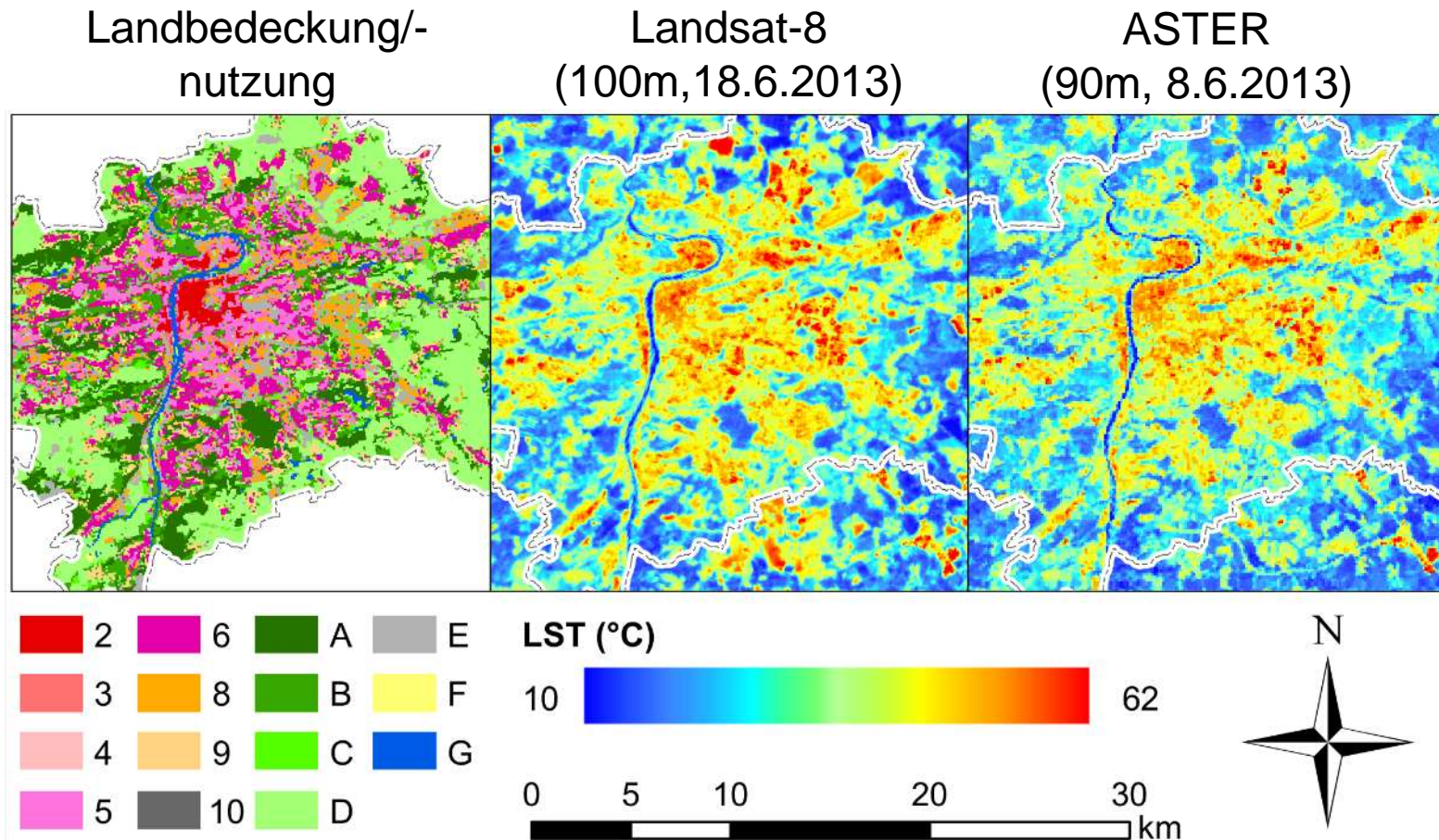
([www.aerosieger.de/news/9271/dlr-macht-daten-aus-copernicus-zugaenglich.html](http://www.aerosieger.de/news/9271/dlr-macht-daten-aus-copernicus-zugaenglich.html))



# Urbane Oberflächentemperatur

(Geletic et al. 2016)

## Brno (CZ): Land Surface Temperature (LST)



# Fazit

- Einzigartige Informationsquelle
- Daten, Produkte und Dienstleistungen sind kostenlos
- Stetiger Ausbau des Dienstportfolios bzw. Aufbau von Cloudinfrastrukturen
- Planungssicherheit durch Sentinel Missionen (>2040)
- Programm ist nutzergetrieben und Mitgestaltung ist erwünscht
- Vielfältige Fördermöglichkeiten über spezifische Ausschreibungen: H2020/Horizon Europe, ESA, nationale Förderungen (z.B. BMVI)



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

## Kontakt

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie  
Referat Entwicklung und Fernerkundung  
Richard-Strauss-Allee 11  
60598 Frankfurt

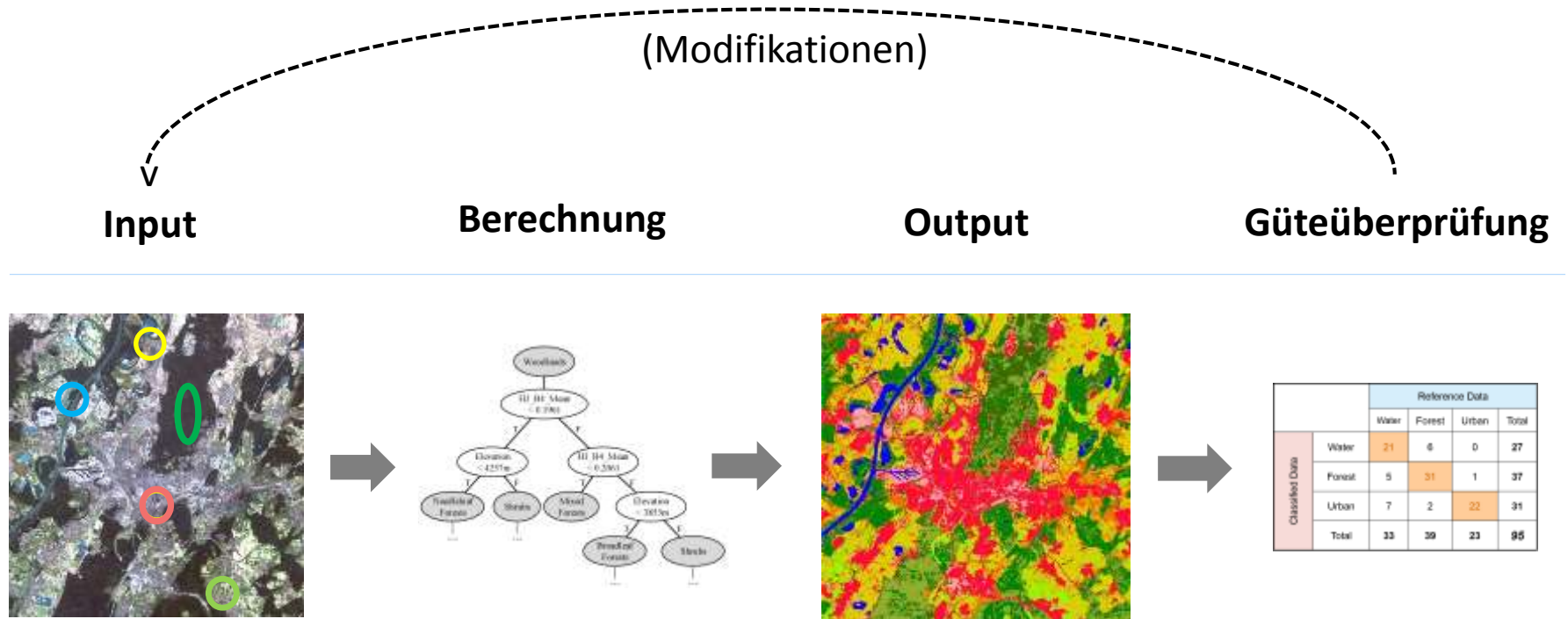
## Manuel Mayr

manuel.mayr@bkg.bund.de  
www.bkg.bund.de  
Tel. +49 (0) 69 6333-481



(twitter.com/CopernicusLand)

# Klassifikation (überwacht)



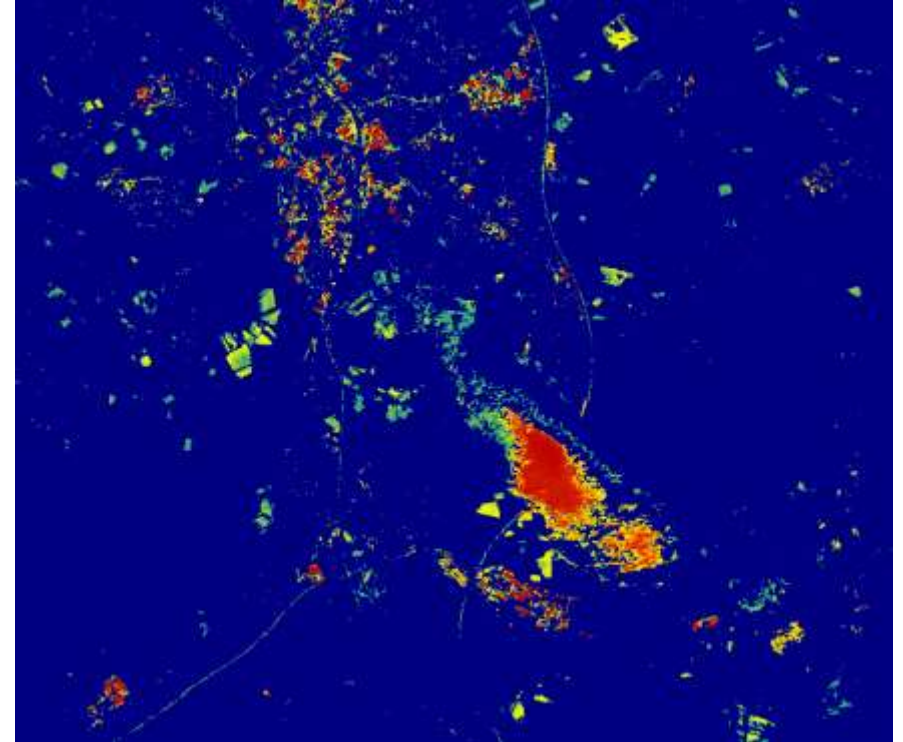
Bänder, DGM, ...  
Trainingsdaten  
(Klassen)

Algorithmus  
z.B. RandomForest

Klassifiziertes Bild  
(diskreter Raster)

Unabhängige  
Testdaten (Klassen),  
Fehlermatrix

# Wolkenmaskierung



0.....Wolken (Konfidenz in %).....100

(© European Union, contains modified Copernicus Sentinel data 2018, processed by BKG)