

# KI4Forst – Waldmonitoring mit Satellitendaten und KI

Dr. Ralph Schmidt

- Was wir machen:
  - Koordinierung der Aktivitäten im Land:
    - Schauen wer macht was, vernetzen, Synergieeffekte
  - Ansprechpartner für andere Ressorts
  - Nutzung von Copernicus-Daten fördern<sup>[1]</sup>
  - Bereitstellung von Produkten (DigitalerAtlasNord, GDI-SH)
- Dezernatsübergreifende Gruppe in der Landesvermessung

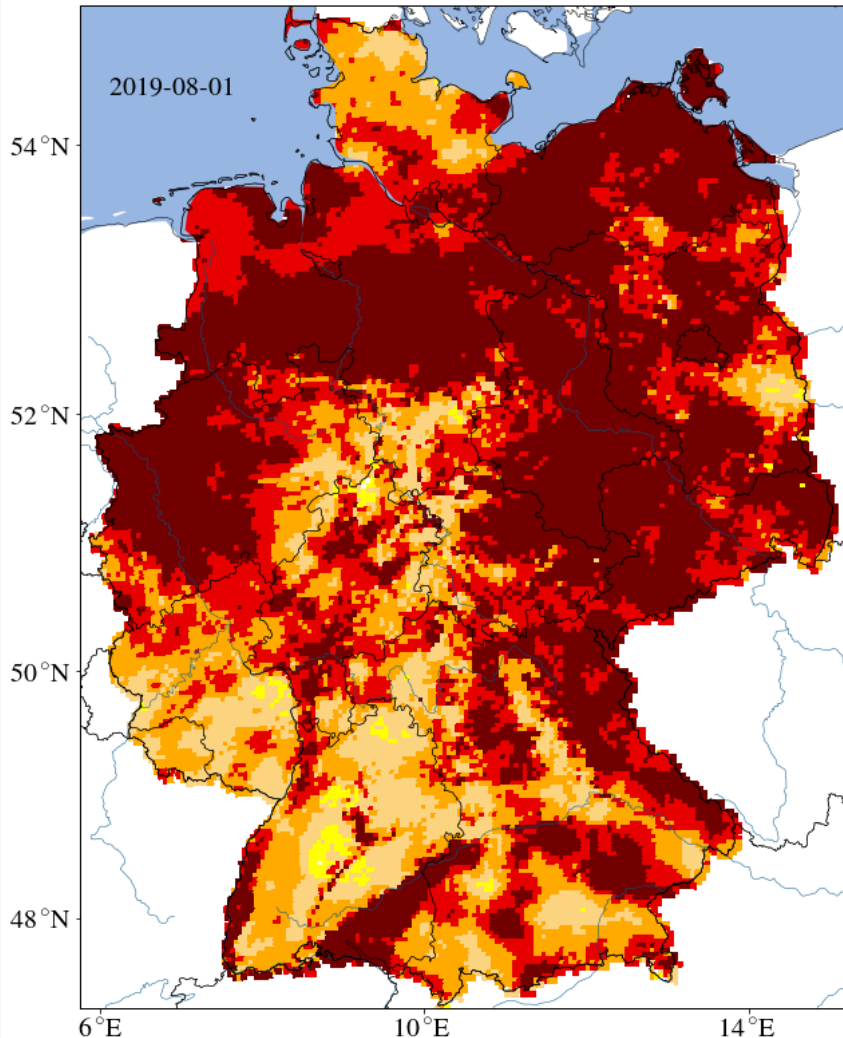
[1] s.a. „Die Copernicus Strategie der Bundesregierung“ <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/Digitales/copernicus-strategie-bundesregierung.html>

- 11 % der Landesfläche von Wald bedeckt (173.000 ha, 51 % privat)
- Schleswig-Holstein ist das waldärmste Flächenland
- Mit 65 % Laubbäumen das Land mit dem zweithöchsten Laubbaumanteil
- Anteil soll auf 12 % erhöht werden
- Im Jahr 2014 ist die Waldfläche um 176 ha gewachsen.<sup>[1]</sup>
- Schadflächen 2018/2019 durch extreme Dürre, Borkenkäferbefall, Stürme und Waldbrände 710 ha (Deutschland 245.018 ha) <sup>[2][3]</sup>






[1] [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/V/Presse/PI/2015/0615/MELUR\\_150615\\_Wald\\_Zuwachs.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/V/Presse/PI/2015/0615/MELUR_150615_Wald_Zuwachs.html)

[2] <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/040-waldschaeden.html>

[3] [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/W/wald/wald\\_01\\_Allg\\_03\\_Zustand\\_02.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/W/wald/wald_01_Allg_03_Zustand_02.html)



- Bodenfeuchtezustand/Dürremagnitude
- Dürre als Abweichung vom langjährigen Erwartungswert
- Vergleichszeitraum 1951–2015
- Wasserverfügbarkeit während Vegetationsperiode wichtig
- Häufigkeit von Dürren nimmt zu
- Führt zu Trockenstress, Anfälligkeit für Borkenkäferbefall

-  ungewöhnlich trocken
-  moderate Dürre
-  schwere Dürre
-  extreme Dürre
-  außergewöhnliche Dürre

Quelle: UFZ-Dürremonitor/ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung

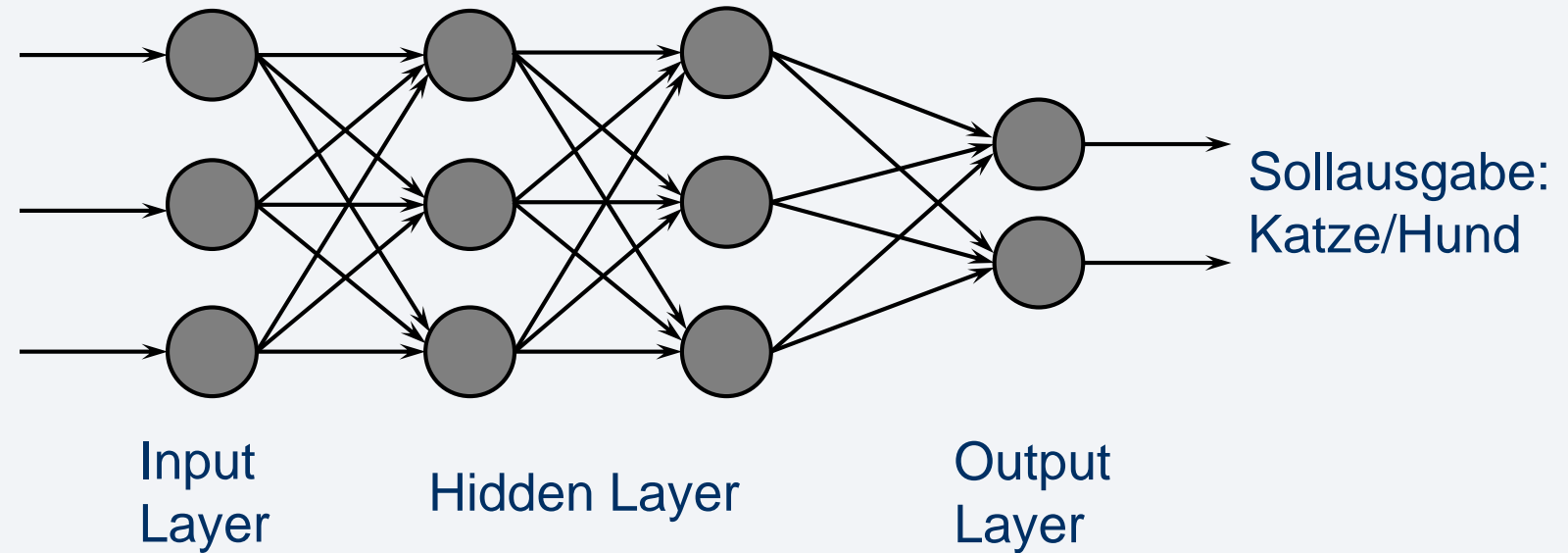
- Entwicklung einer autom. Prozesskette zur **Vitalitätsanalyse** und **Veränderungsdetektion** von Waldflächen in SH aus Fernerkundungsdaten mittels Deep Learning
- Sondervermögen zur Förderung des Einsatzes von Künstlicher Intelligenz SH
- Laufzeit Version 1.0: 01.01.2021–31.03.2022
- Projektpartner:
  - MELUND (Umweltministerium)
  - LLUR (Umweltbehörde)
  - SH Landesforsten
  - Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (in beratender Funktion)



# Bildklassifikation mittels Deep Learning

## Trainingsphase

Eingangsdaten:  
Gelabelte Photos



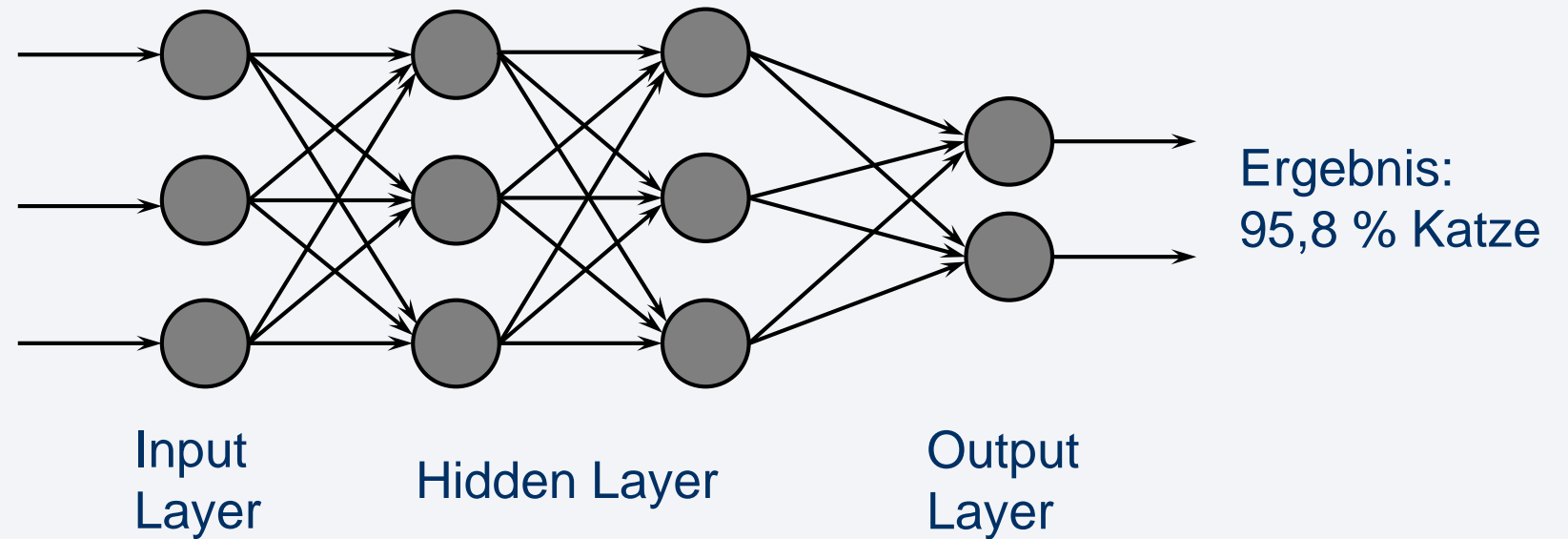
[Katze](#) Wikimedia Commons / Public Domain  
[Hund](#) Wikimedia Commons / [CC BY-SA 3.0](#)

# Bildklassifikation mittels Deep Learning

## Inferenzphase



Eingangsdaten:  
Neue Photos  
(ungelabelt)



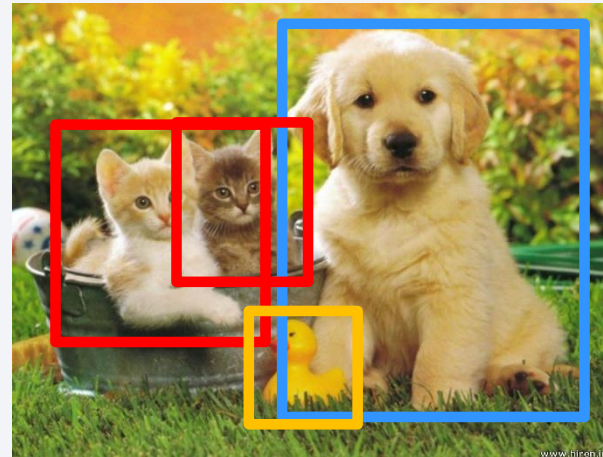
[Katze](#) Wikimedia Commons / [CC BY-SA 4.0](#)

## Klassifikation



Ist das Objekt im  
Bild vorhanden?

## Detektion



Lokalisierung  
Mehrere Objekte  
Hund, Katze, Ente

## Segmentierung



Lokalisierung auf  
Pixelebene  
Hund, Katze, Ente

Grafik nach Fei-Fei Li, Andrej Karpathy & Justin Johnson (2016) [cs231n, Lecture 8](#)

# Bildklassifikation mittels Deep Learning

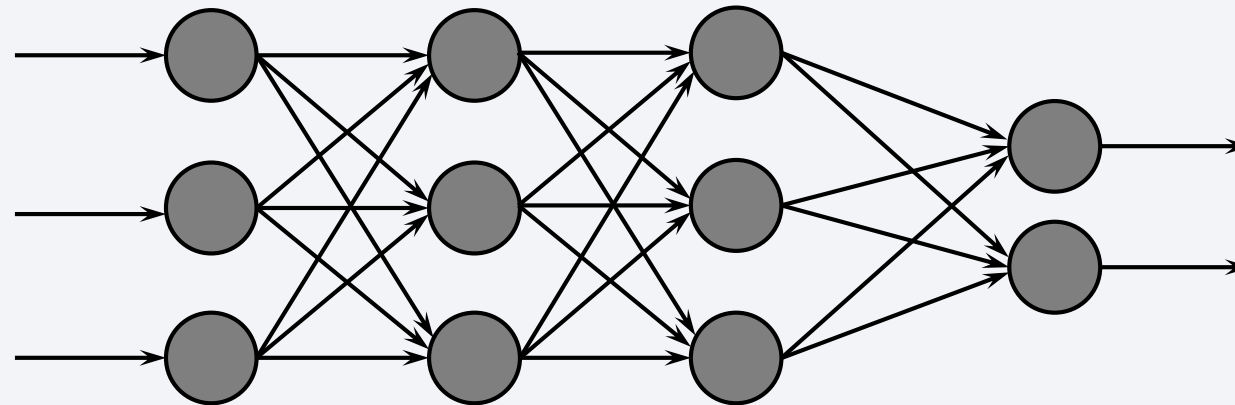
## Fernerkundungsdaten

### Eingangsdaten:

- Sentinel-2
- S2 Indizes (z.B. NDVI)
- Sentinel-1 (z.B. Textur)

### Trainingsdaten:

- ATKIS®
- Waldinventur



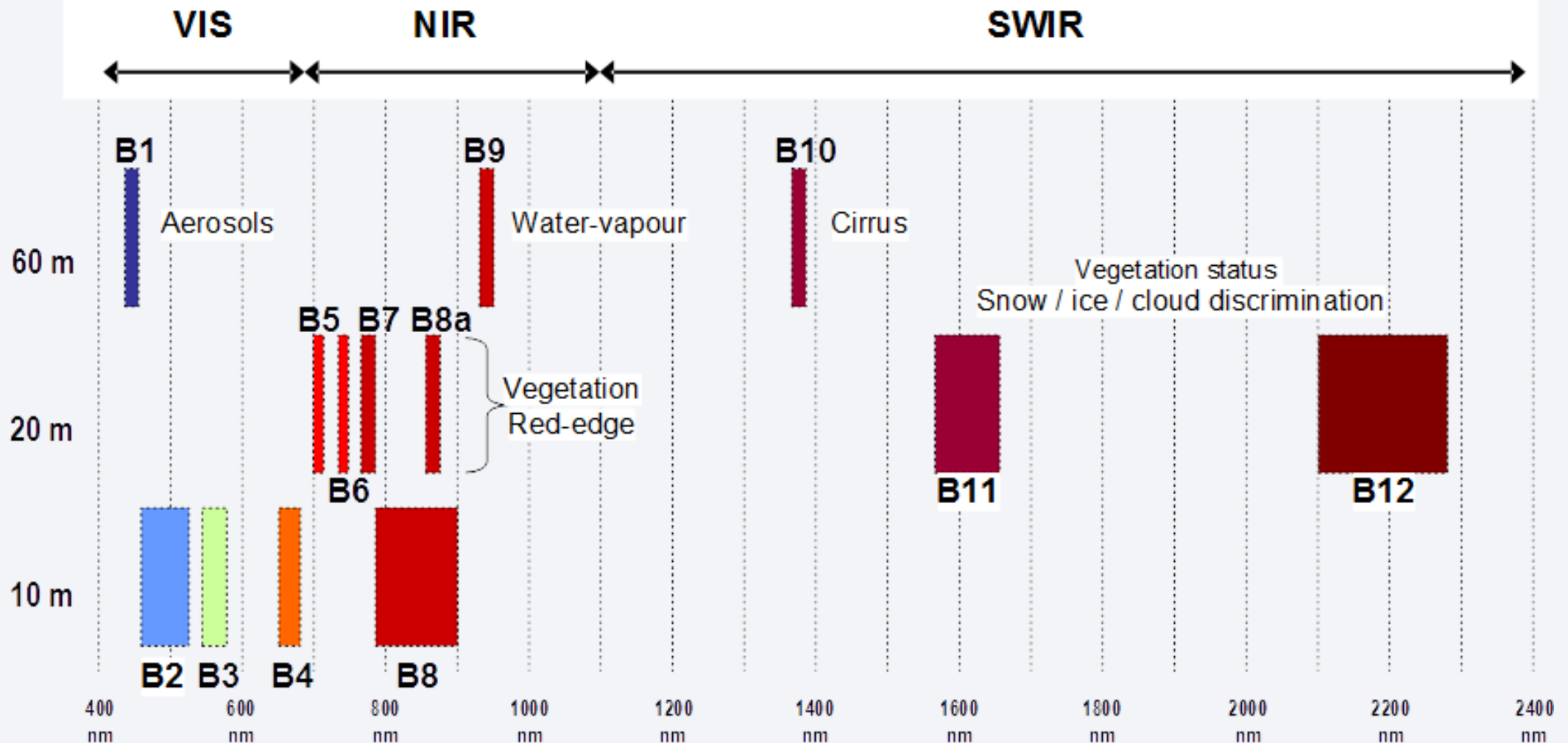
### Ergebnisse:

- Waldflächen
- Laub-/Nadelwald
- Baumarten
  
- Wolkendetektion

- Europäisches Erdbeobachtungsprogramm:
  - EU-Mitgliedsstaaten
  - Europäische Kommission
  - Europäischen Weltraumorganisation (ESA)
- Kontinuierliches und globales Umwelt-Monitoring
- Datenpolitik: Offener und freier Zugang für jeden und jede Art der Nutzung
  
- Sentinel-1: Radar
- Sentinel-2: multispektrale Aufnahmen im sichtbaren und nahen IR



# Vitalitätsanalyse Sentinel-2 – Spektrale Bänder



Quelle: Martimort et al. 2012

# Vitalitätsanalyse

## Spektrale Signaturen

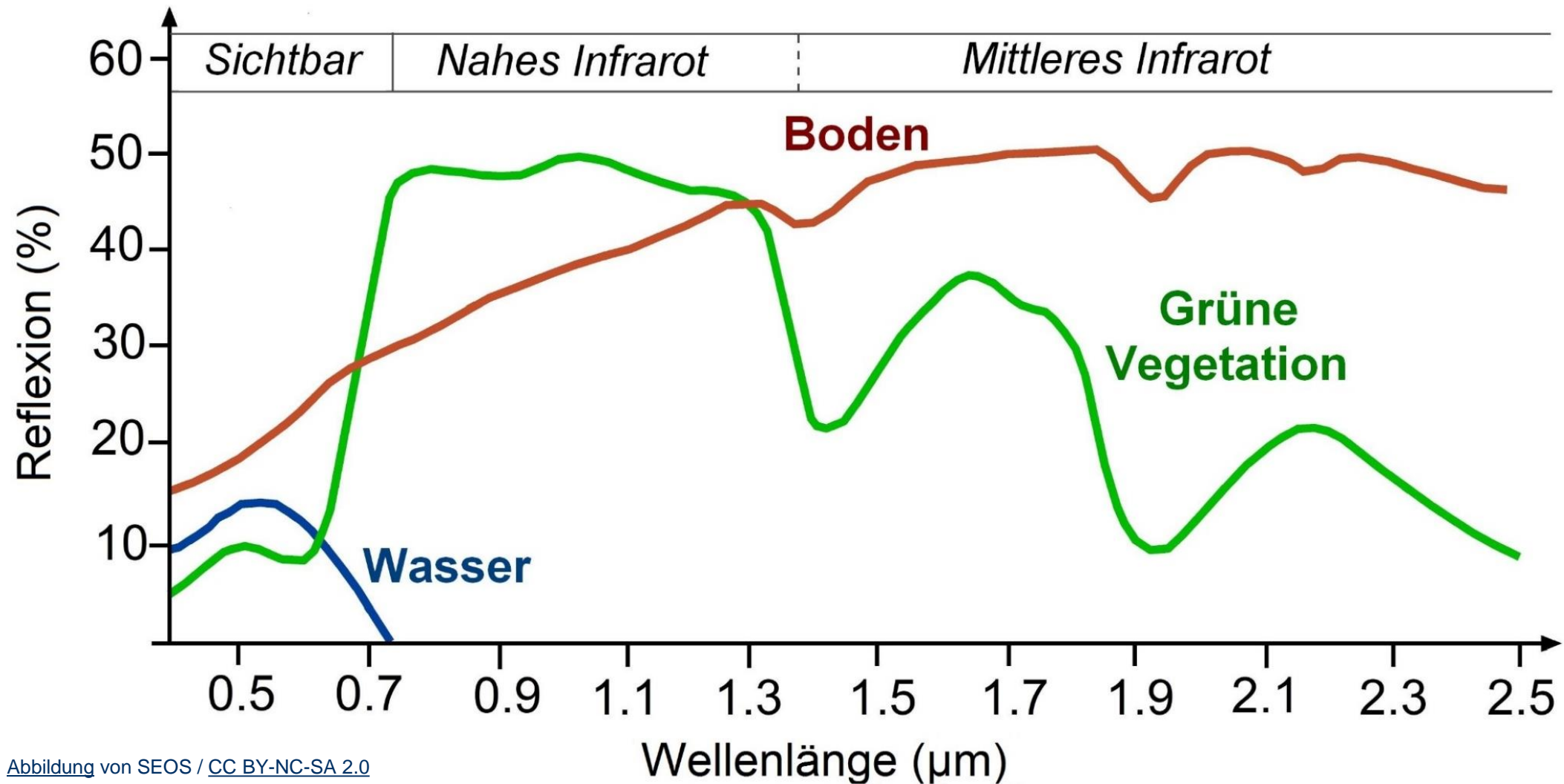


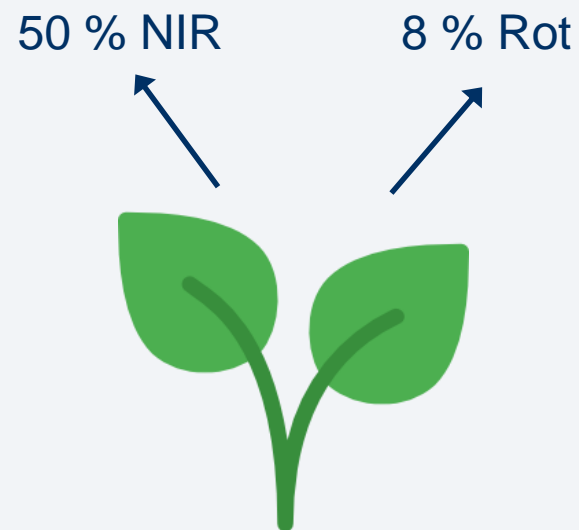
Abbildung von SEOS / CC BY-NC-SA 2.0

# Vitalitätsanalyse

## NDVI – Normalized Difference Vegetation Index

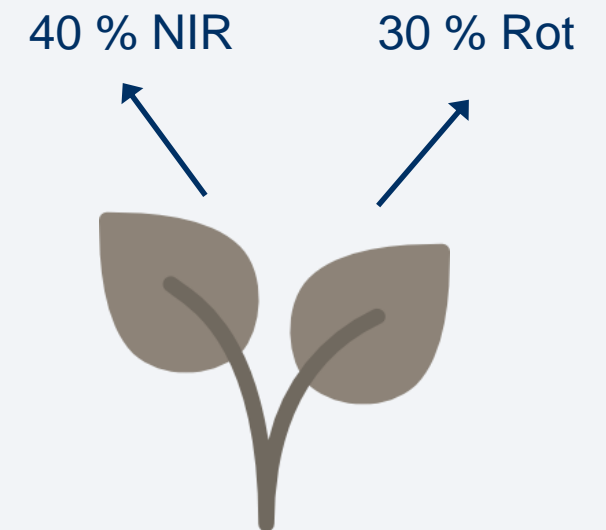
$$NDVI = \frac{NIR - Rot}{NIR + Rot}$$

Reflexion  
gesunde Veg.



NDVI = 0,72

Reflexion  
gestresste Veg.



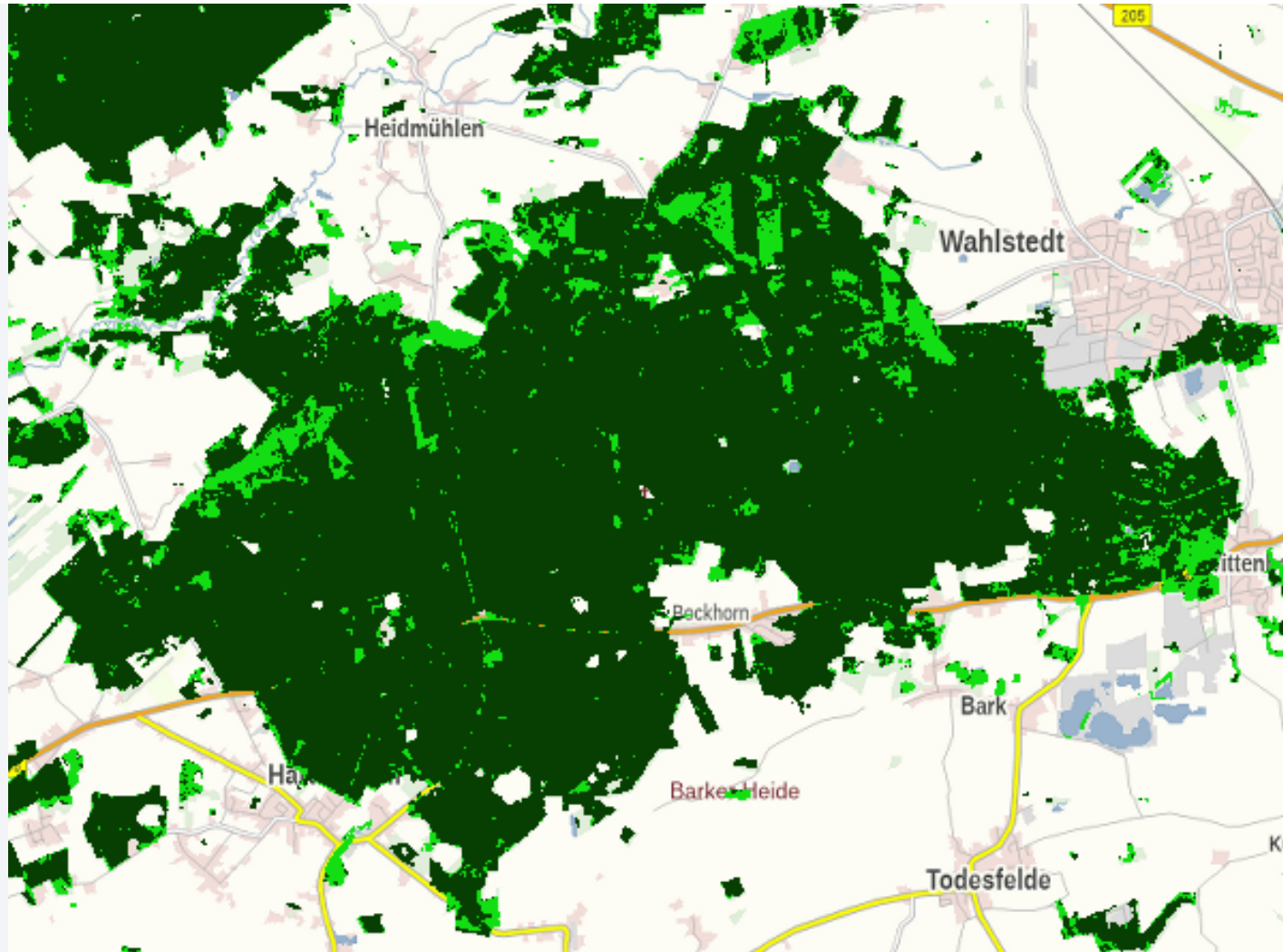
NDVI = 0,14

# Test Segeberger Forst Sentinel-2 CIR



Contains modified  
Copernicus Sentinel data  
(2021), processed by  
LVermGeo SH

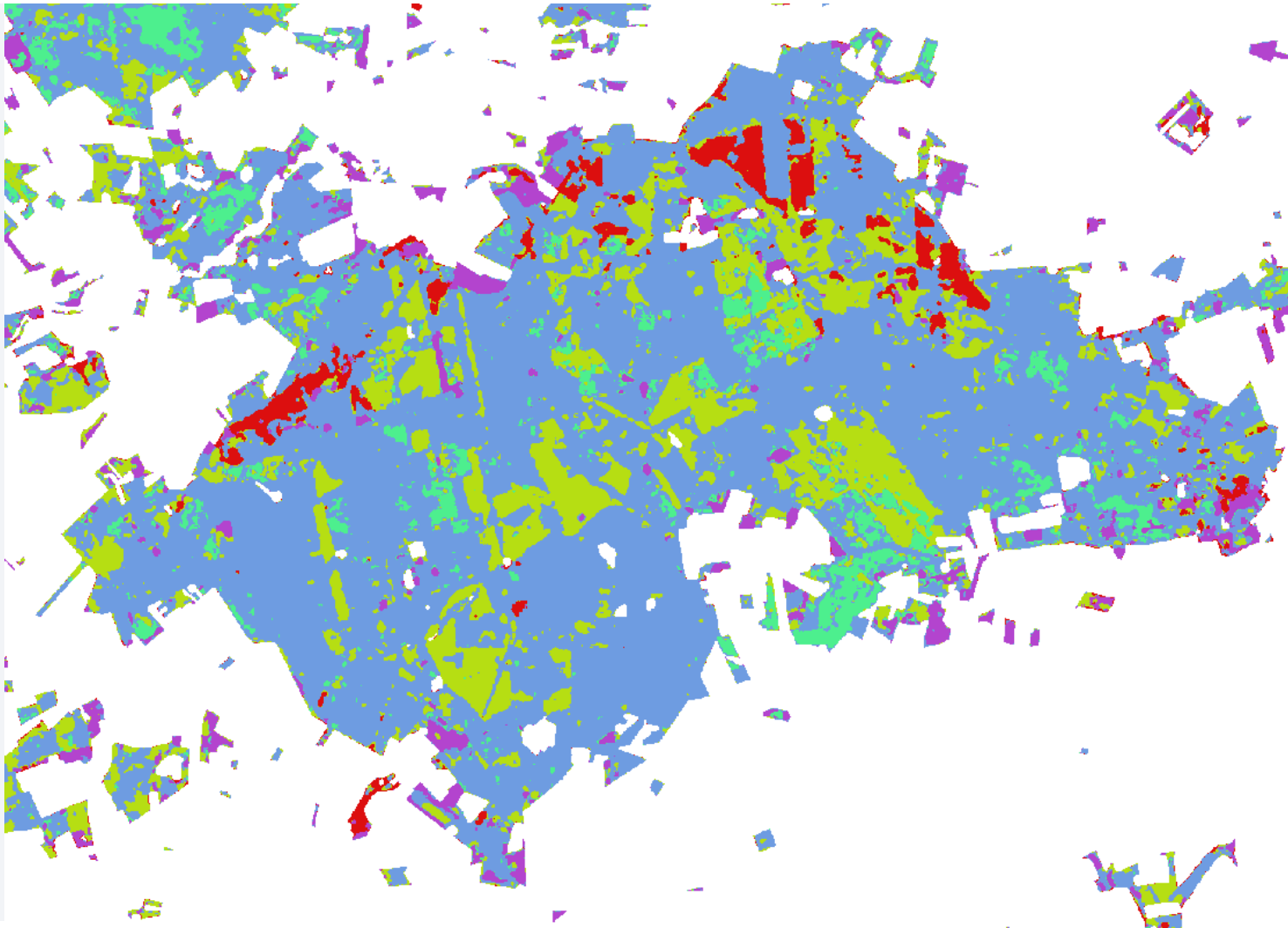
# Test Segeberger Forst Klassifikation Waldflächen



5,7 % Laubwald  
71,8 % Nadelwald

Contains modified Copernicus Sentinel data (2020),  
processed by LVerGeo SH

# Test Segeberger Forst Baumartenklassifikation

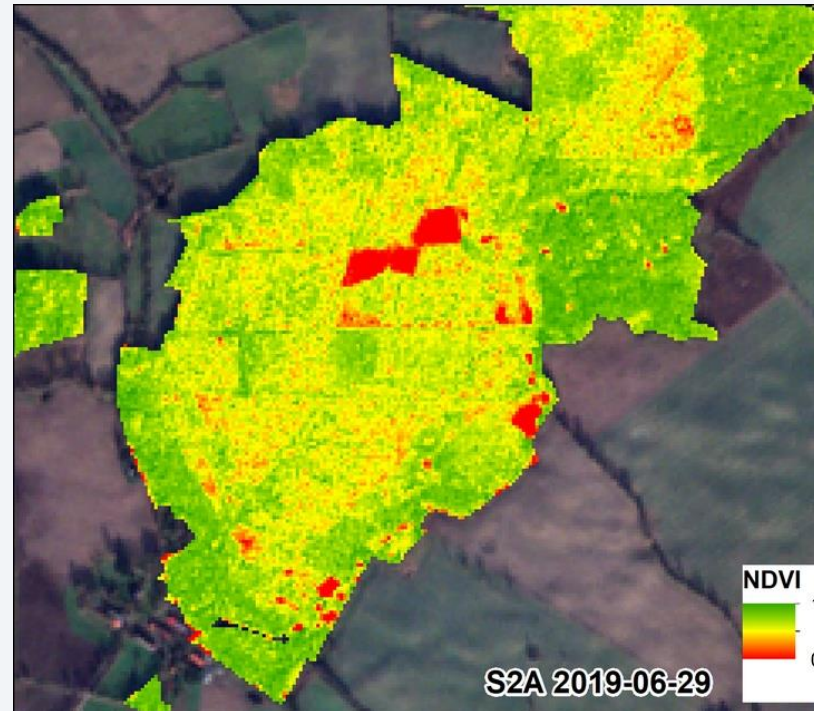
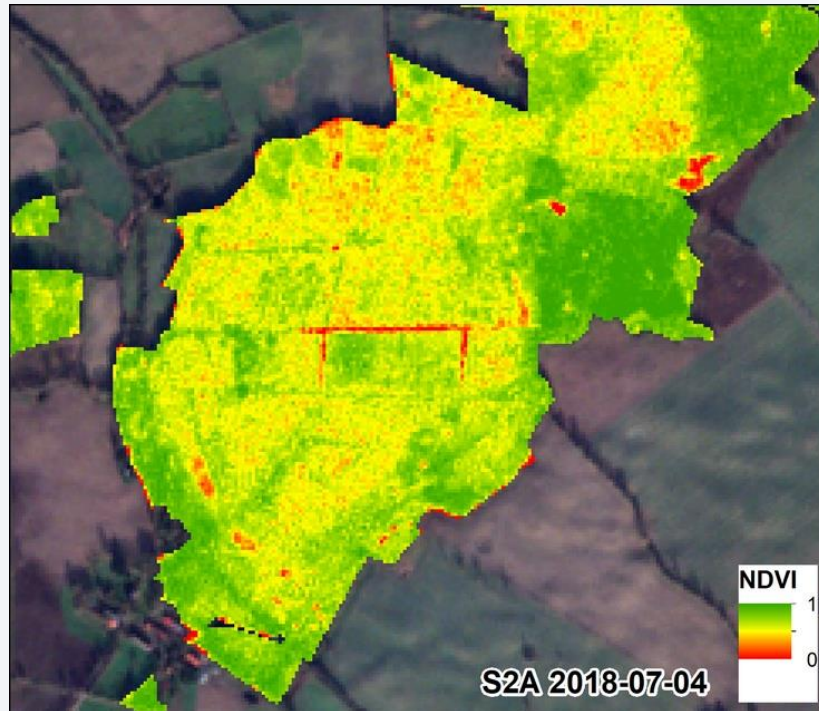


→ multitemporale Klassifikation  
zur Veränderungsanalyse



Contains modified Copernicus Sentinel data (2020),  
processed by LVerGeo SH

# Vitalitätsanalyse Sentinel-2 – Veränderungsdetektion

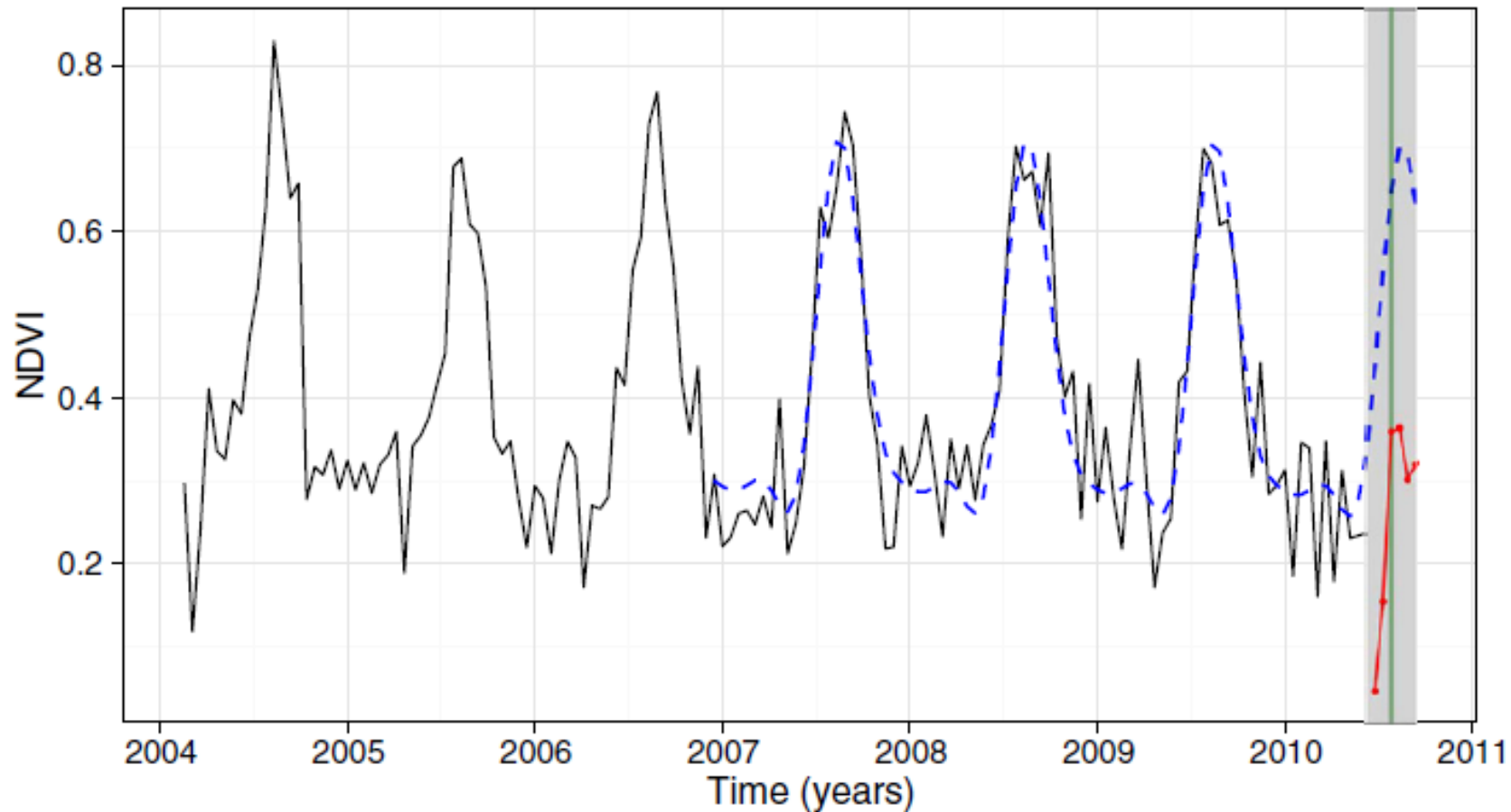


Contains modified Copernicus Sentinel data (2021), processed by LVermGeo SH

# Vitalitätsanalyse

## BFAST – Breaks For Additive Season and Trend

*J. Verbesselt et al. / Remote Sensing of Environment 123 (2012) 98–108*



# Vitalitätsanalyse

## BFAST – Breaks For Additive Season and Trend

Orthophoto 2018



Sentinel-2  
September 2019



Orthophoto 2020

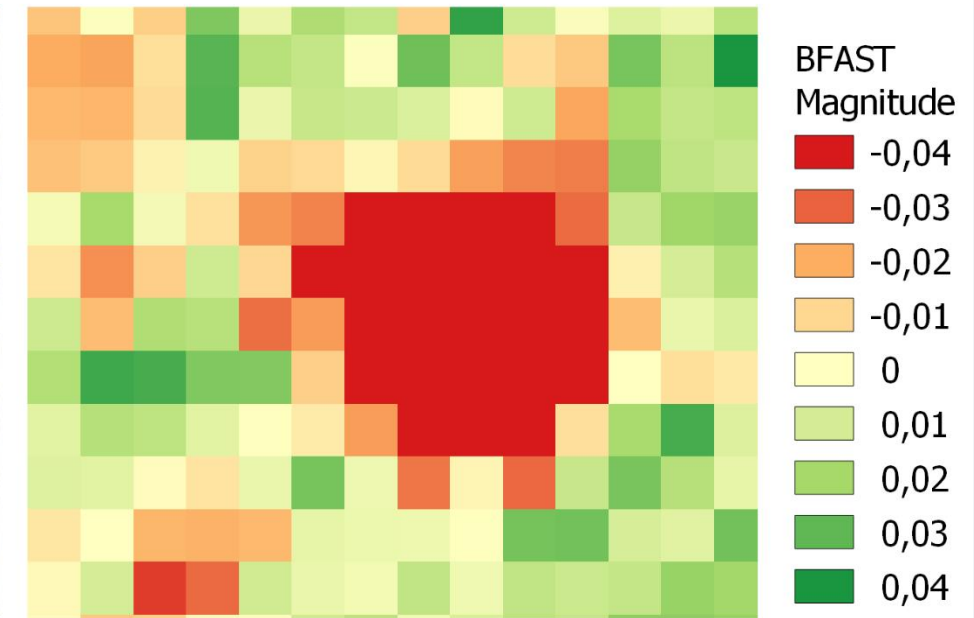
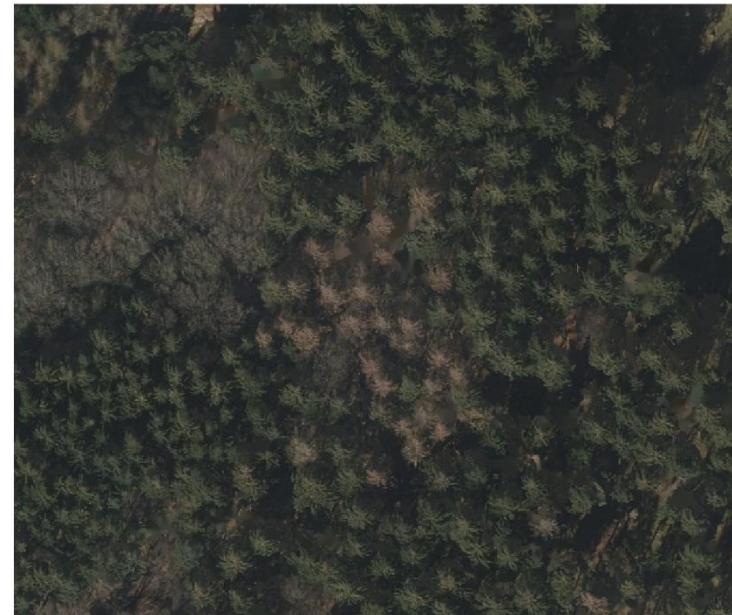


Sentinel-2  
März 2020



# Vitalitätsanalyse

## BFAST – Breaks For Additive Season and Trend



Orthophoto 2019

Orthophoto 2021

NDVI-Magnitude

# Waldportal im DigitalenAtlasNord

DigitalerAtlasNord Wald


Ort suchen

Karteninhalt

Grundkarten  
WebAtlasDE grau

Themenkarten

- Verwaltungsgrenzen
- UFZ Dürremonitor
- Vitalitätsanalyse
- Veränderungsdetektion
- Waldflächen
- Sentinel-2 Mosaik



Impressum Drucken **Karteninhalt** Legende

534.239 : 5.985.332 ETRS89 / UTM Zone 32N Maßstab: 1:25.000

- Flächendeckendes, kontinuierliches Monitoring der gesamten Landesfläche:
  - Wo ist Wald?
  - Wo wurde abgeholzt?
  - Wo wird aufgeforstet?
  - Wie ist die Vitalität?
  - Baumartenbestimmung
  - Ableitung weiterer Waldstrukturparameter
- Einblicke in Privatwälder (Anteil 51 %)

# Ausblick auf KI4Forst Version 2.0

- Baumartenbestimmung
- Verwendung Digitaler Orthophotos (DOPs)
  - Hohe räumliche Auflösung (20 cm)
  - Niedrige temporale Auflösung (alle 2–3 Jahre)
  - Niedrige radiometrische Auflösung (4 Kanäle RGBI)
  - Aufnahmezeitpunkte nicht immer zur Vegetationsperiode
- Verwendung Laserscan-Daten
  - Ab 2022 jährlich 1/6 der Landesfläche
  - Ableitung weiterer Waldstrukturparameter: Vegetationshöhe, Kronendachrauigkeit, Überschirmung, lockere Althölzer, Holzvorrat/Biomasse

# Ausblick auf KI4Forst Version 2.0

- Verwendung VHR-Satellitenbilder
  - Hohe räumliche Auflösung (50 cm bzw. 3,7 m)
  - Hohe temporale Auflösung (mehrere Aufnahmen pro Jahr möglich)
  - Tlw. hohe radiometrische Auflösung (> 4 Kanäle RGBI)
  - Weitere Anwendungsmöglichkeiten in der Landesverwaltung
  - Kosten

# Fragen?

## Kontakt:

<https://www.schleswig-holstein.de/lvermgeosh>  
[copernicus.sh@LVerGeo.landsh.de](mailto:copernicus.sh@LVerGeo.landsh.de)

## DANord:

<https://danord.gdi-sh.de/view/copernicus>  
<https://danord.gdi-sh.de/view/wald>