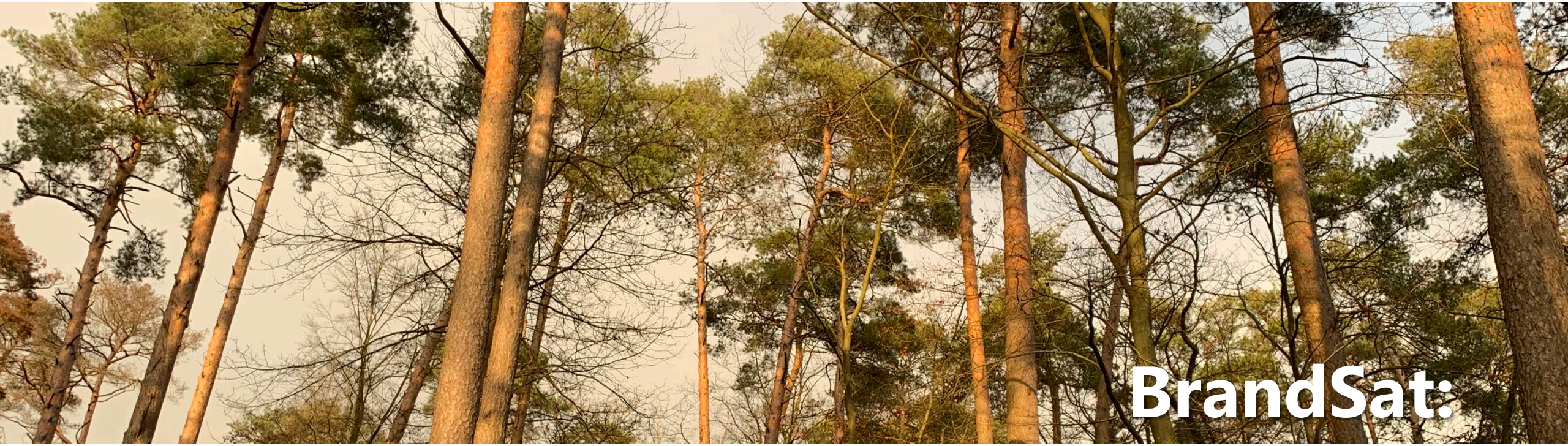
UNIVERSITÄT TRIER

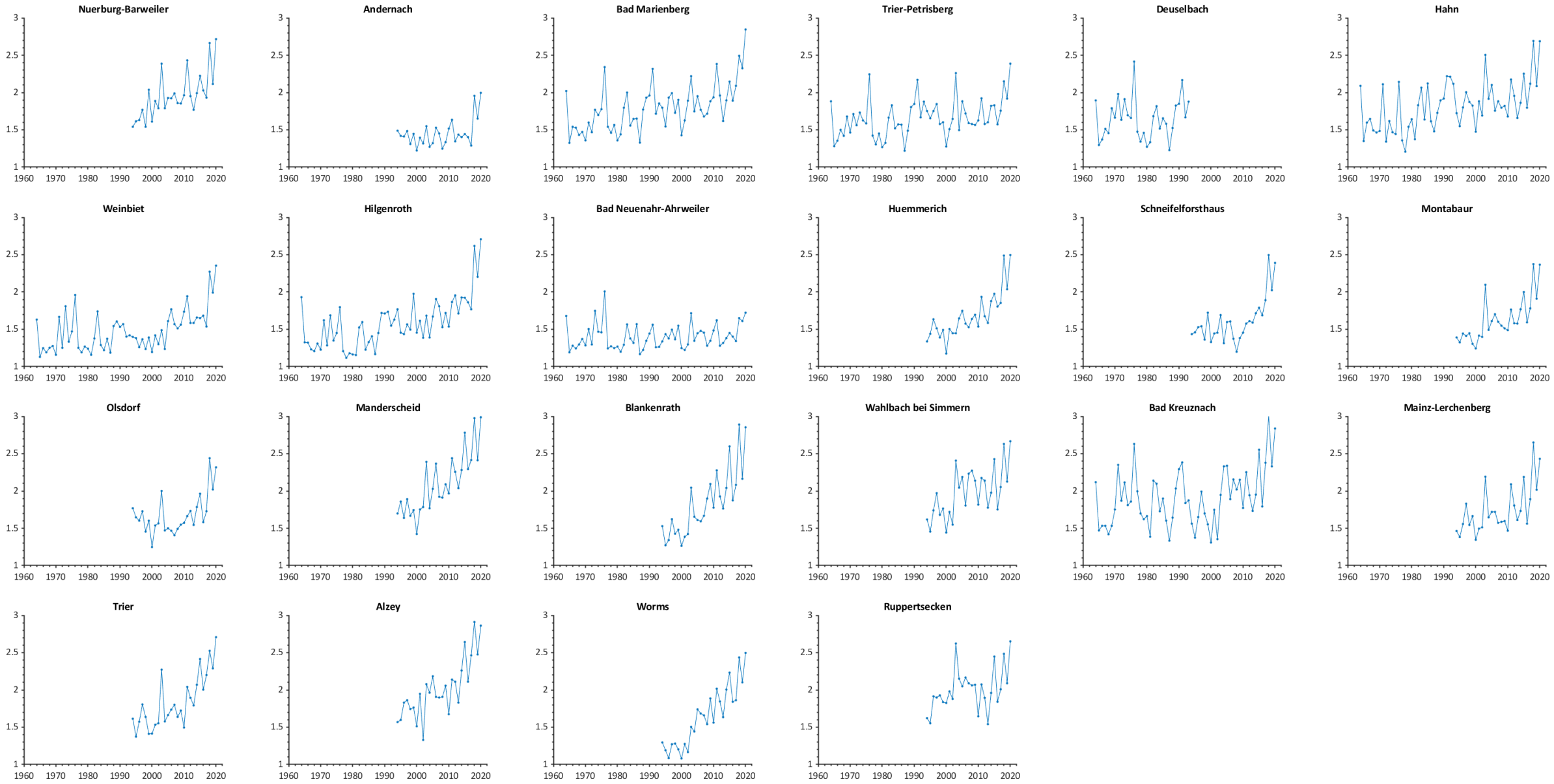


BrandSat:

Waldbrandgefahr und Waldbrandfolgen mit Satelliten kartieren

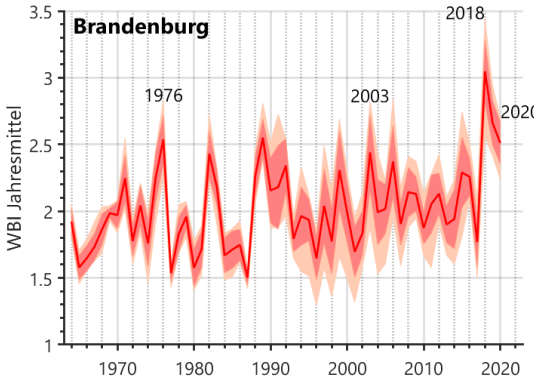
Henning Buddenbaum, Dirk Pflugmacher, Jan Hemmerling

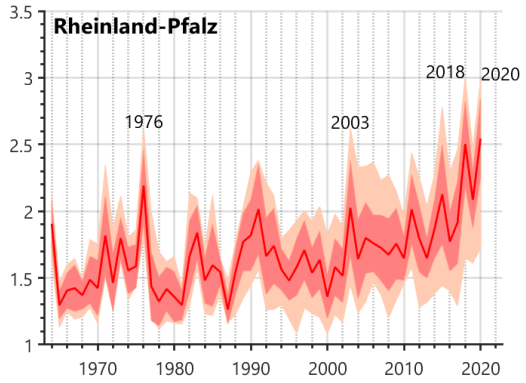
Steigende Waldbrandgefahr

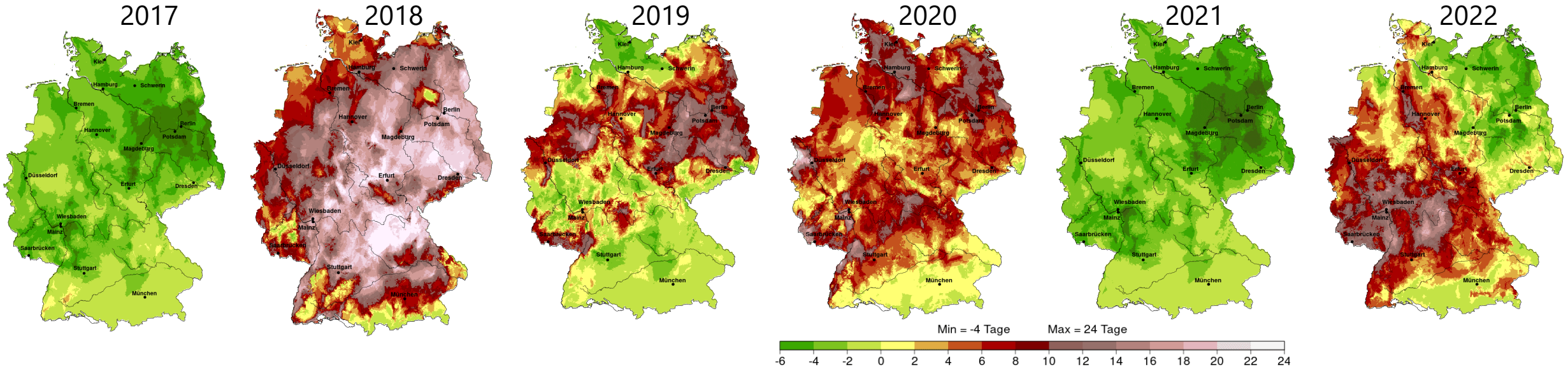


Steigende Waldbrandgefahr

Auswertungen des Waldbrandgefahrenindex WBI zeigen erhöhte Waldbrandgefahr in den letzten Jahren.



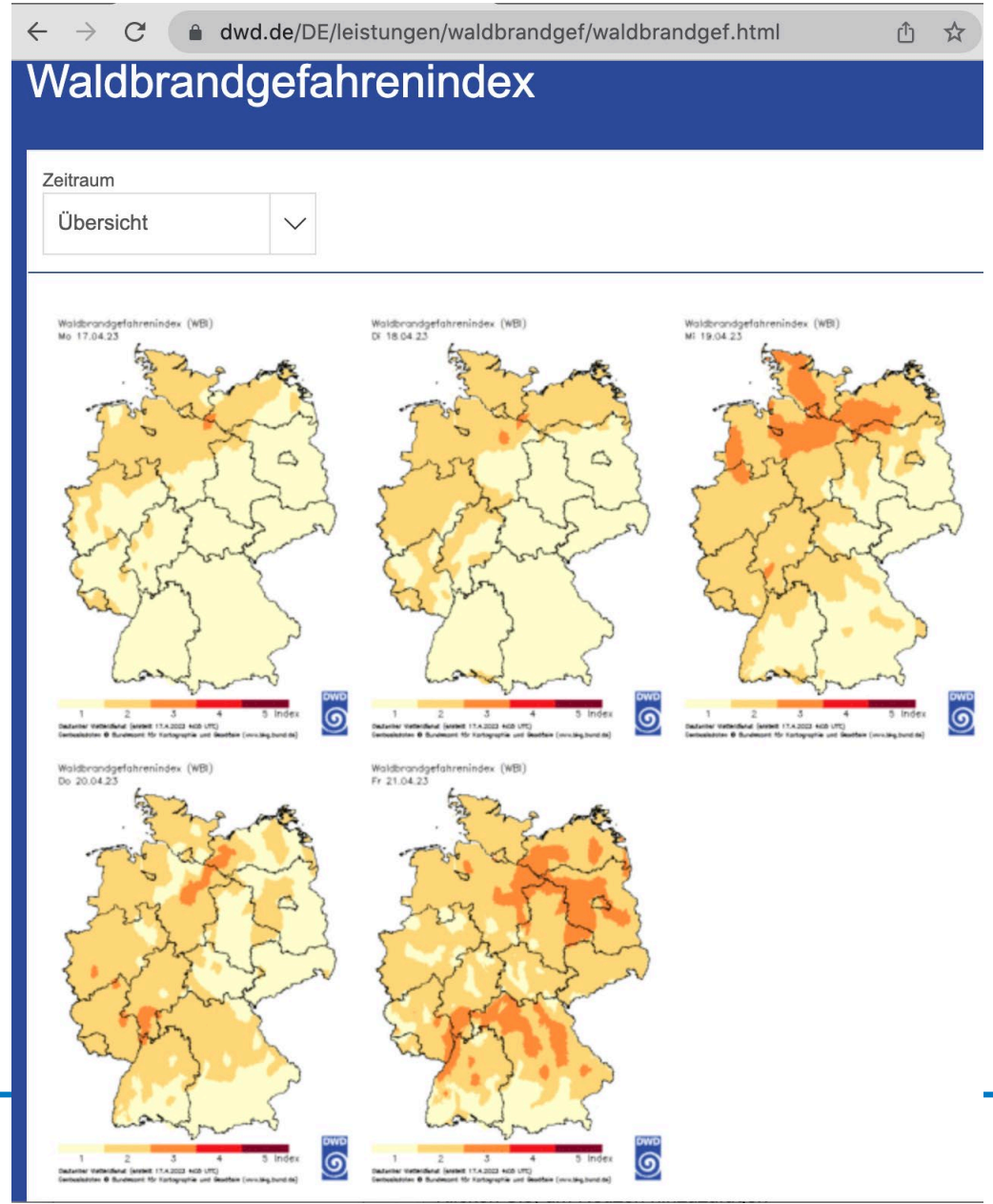




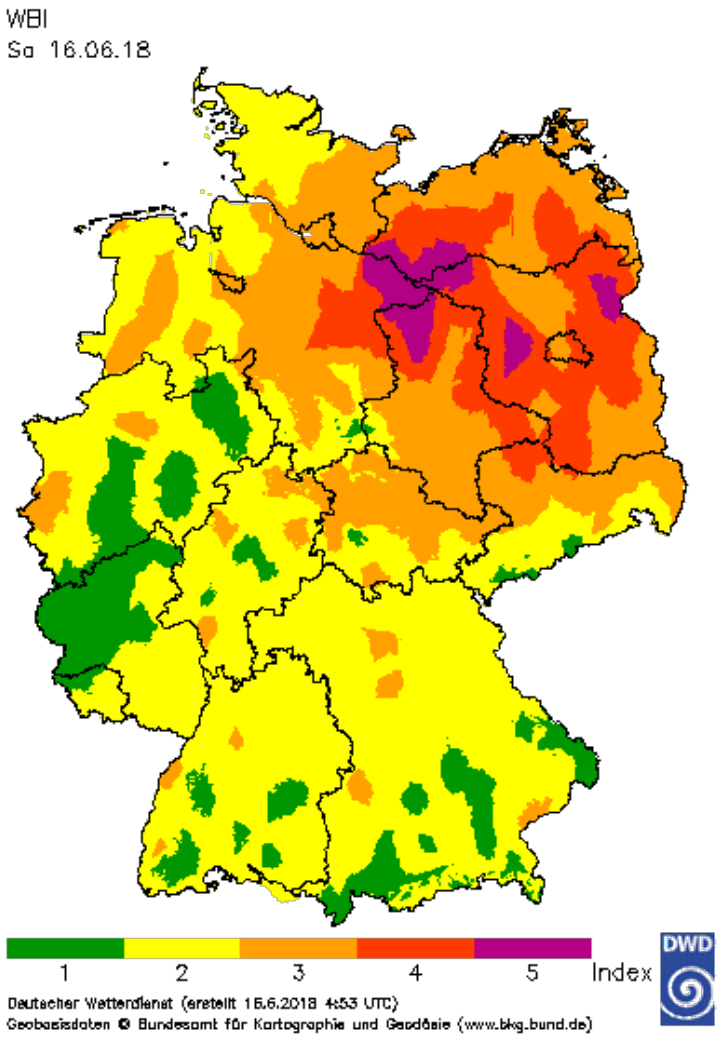
Abweichung der Augusttage mit Warnstufe 4 oder 5 gegenüber dem langjährigen Mittel (aus dem deutschen Klimaatlas).

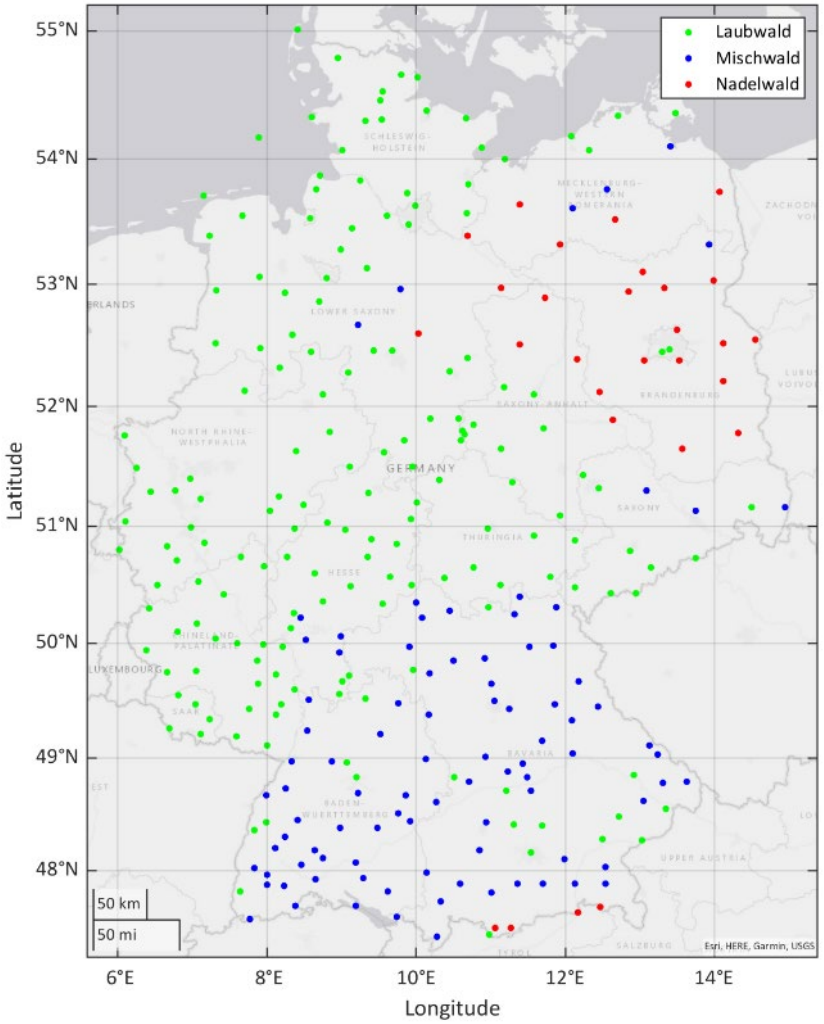
Ausgangssituation: Der Waldbrandgefahrenindex WBI

- beruht auf dem kanadischen Fire Weather Index (FWI)
- beschreibt das meteorologische Potential für die Gefährdung durch Waldbrand
- zeigt die Waldbrandgefahr in 5 Gefahrenstufen an: 1 = sehr geringe Gefahr bis 5 = sehr hohe Gefahr.
- wird in den Monaten März bis Oktober täglich veröffentlicht.



Waldbrandgefahrenindex





WBI wird aus Stationsdaten interpoliert.

Dabei wird für jede Station ein repräsentativer Waldtyp angenommen (Laub-, Misch- oder Nadelwald). Das entspricht einer Vermischung von best und worst case.

Mit dem WBI des DWD kann nur ein grober regionaler Überblick der Waldbrandgefahr dargestellt werden.

Projektüberblick

Projektpartner:

Universität Trier	Prof. Dr. Thomas Udelhoven
Umweltfernerkundung und Geoinformatik	Dr. Henning Buddenbaum

Teilprojekt: Erfassung von Waldstruktur und Trockenheit

Humboldt-Universität zu Berlin	Dr. Dirk Pflugmacher
Earth Observation Lab	Jan Hemmerling

Teilprojekt: Satellitengestützte Erfassung und Charakterisierung historischer und aktueller Waldbrände für die Modellierung der Waldbrandgefahr.

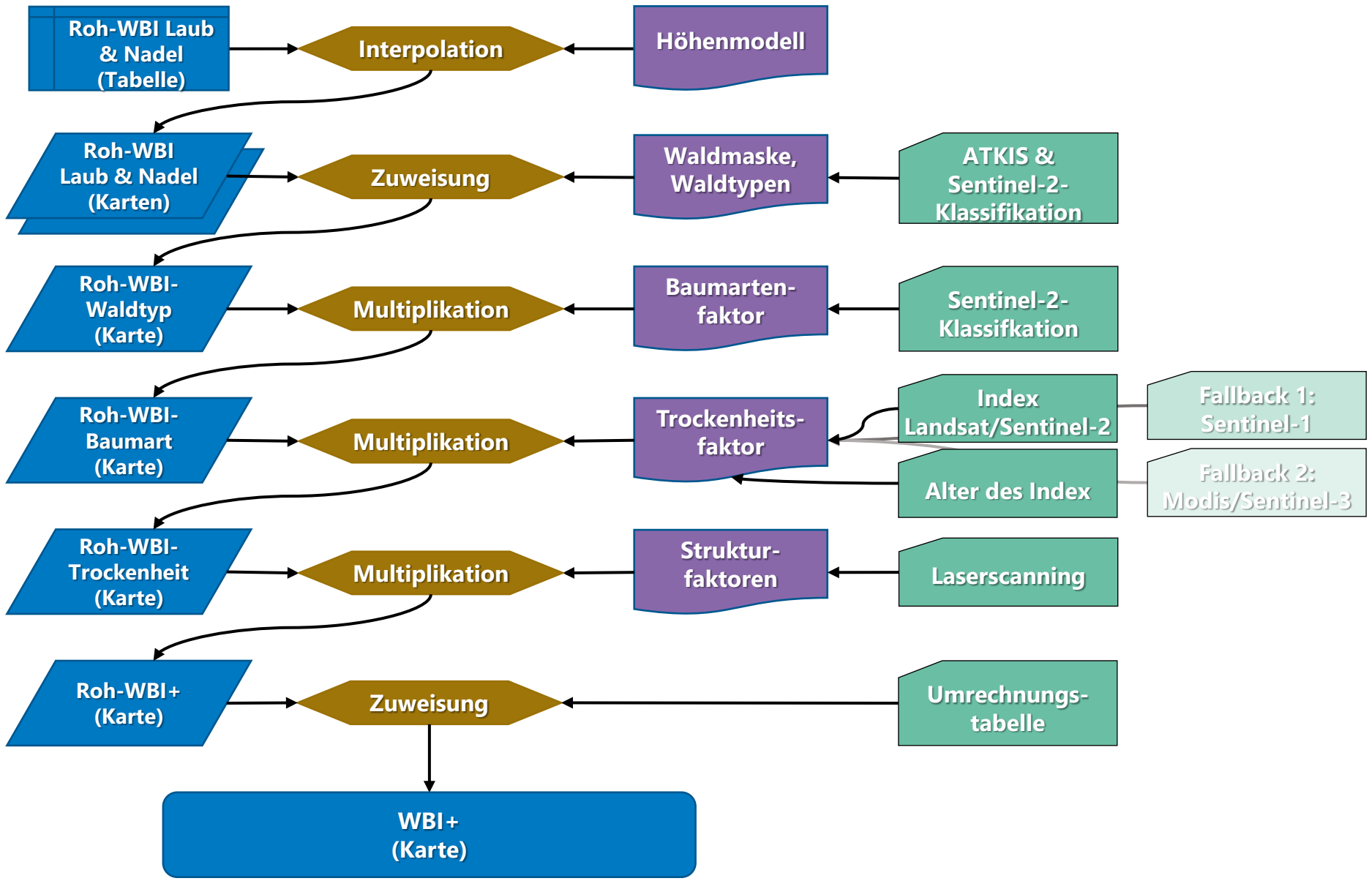
Laufzeit: 2 1/2 Jahre, Juli 2020 bis Dezember 2022
Untersuchungsgebiete: RLP und Brandenburg

Ziel: Waldbrandgefahr und –historie in hoher räumlicher Auflösung kartieren
Mittel: Kombination meteorologischer Daten mit Erdbeobachtungsdaten (bis zu 10 m Auflösung)

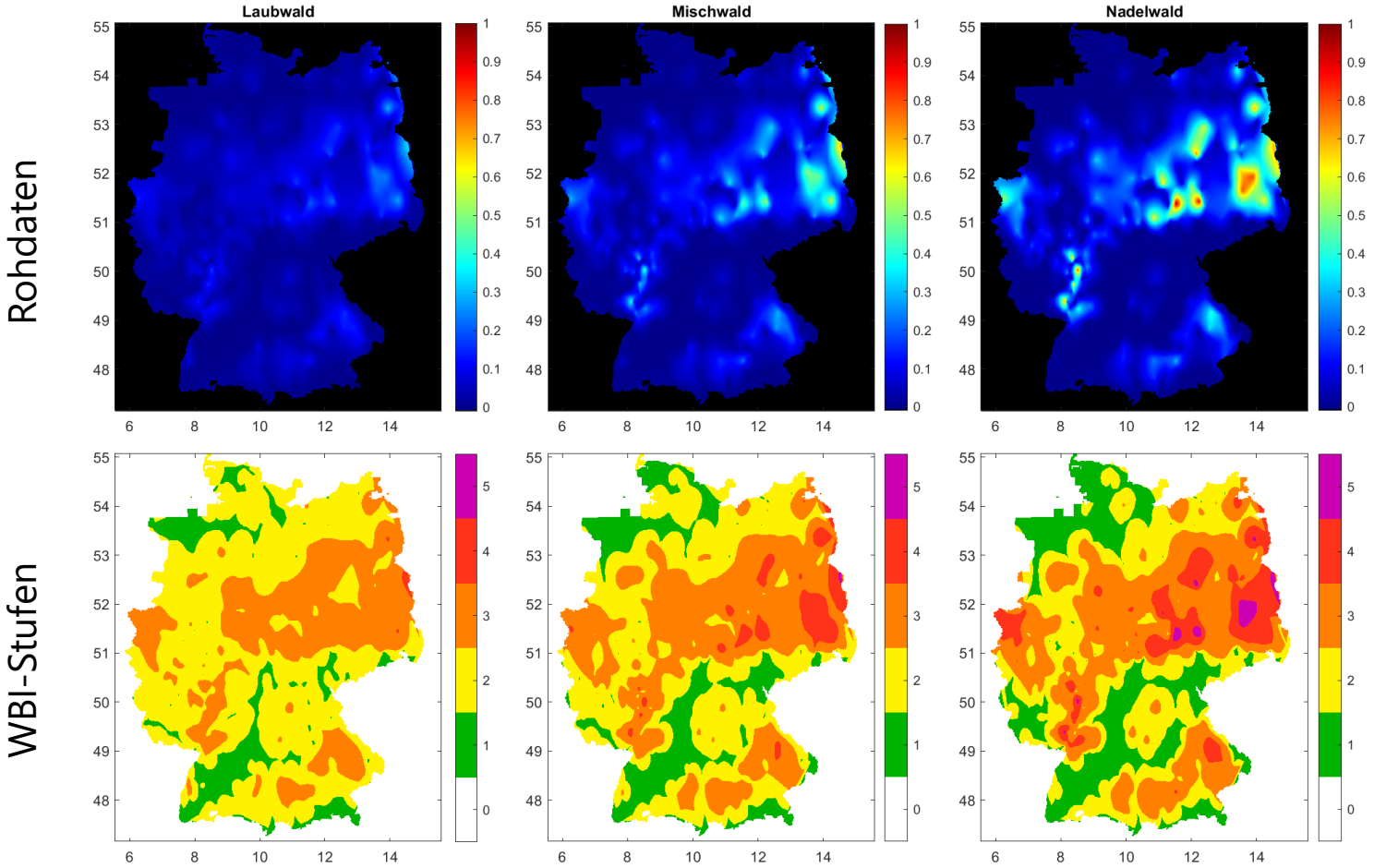
Finanzierung: Waldklimafonds mit Mitteln des BMEL und BMU

UNIVERSITÄT TRIER

Konzept WBI+



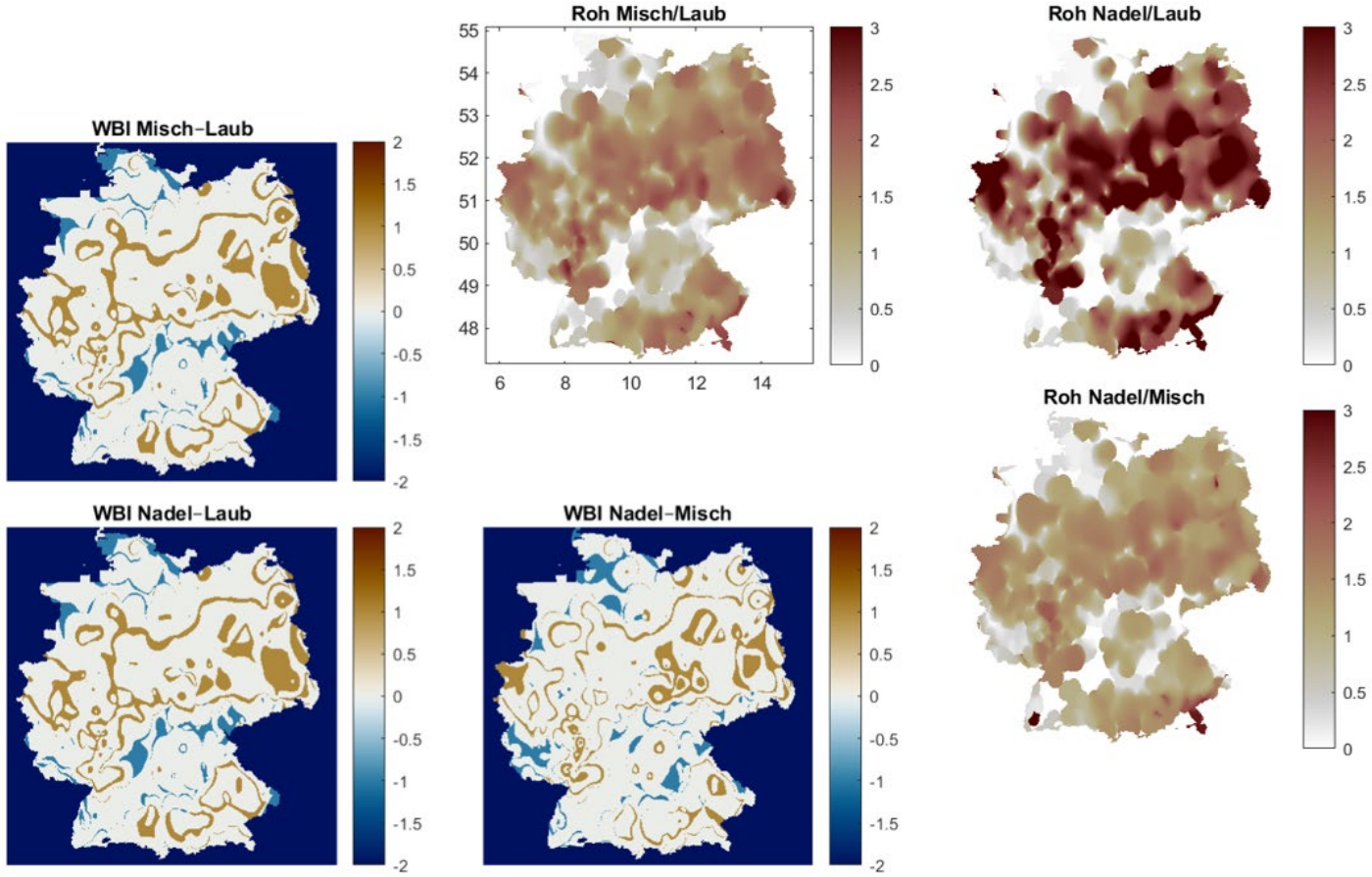
WBI für Laub-, Misch- und Nadelwald



WBI für Laub-, Misch- und Nadelwald

Rohdaten

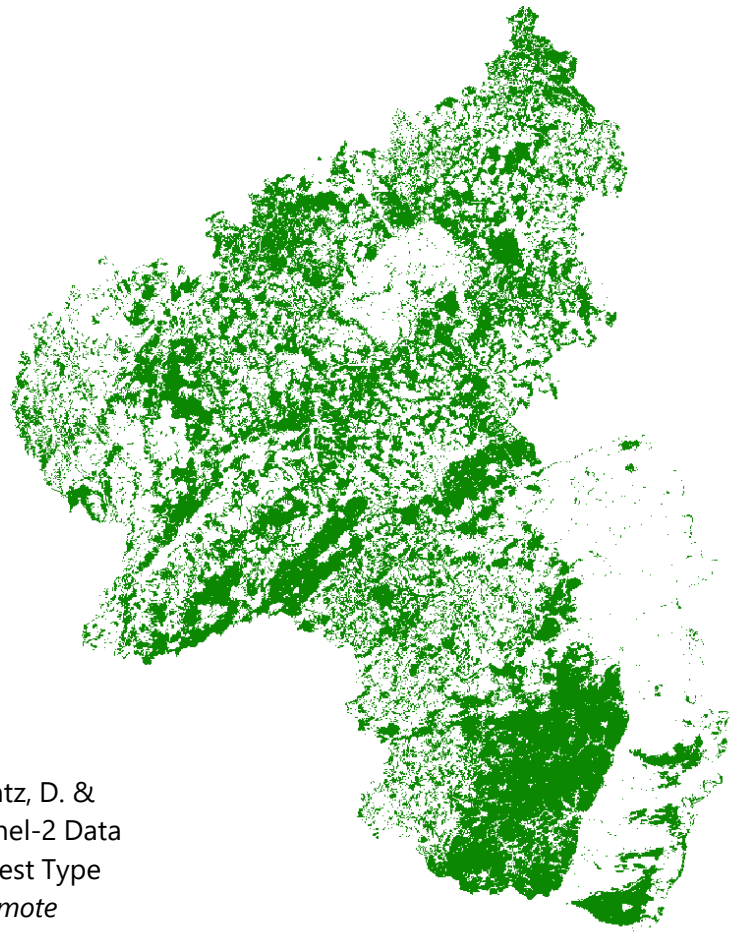
WBI (5 Stufen)



Waldtypen

Zuweisung für jedes Pixel:

- Nadelwald-WBI
- Laubwald-WBI
- Leerwert



Nichtwald
Wald

Nichtwald
Laubwald
Nadelwald

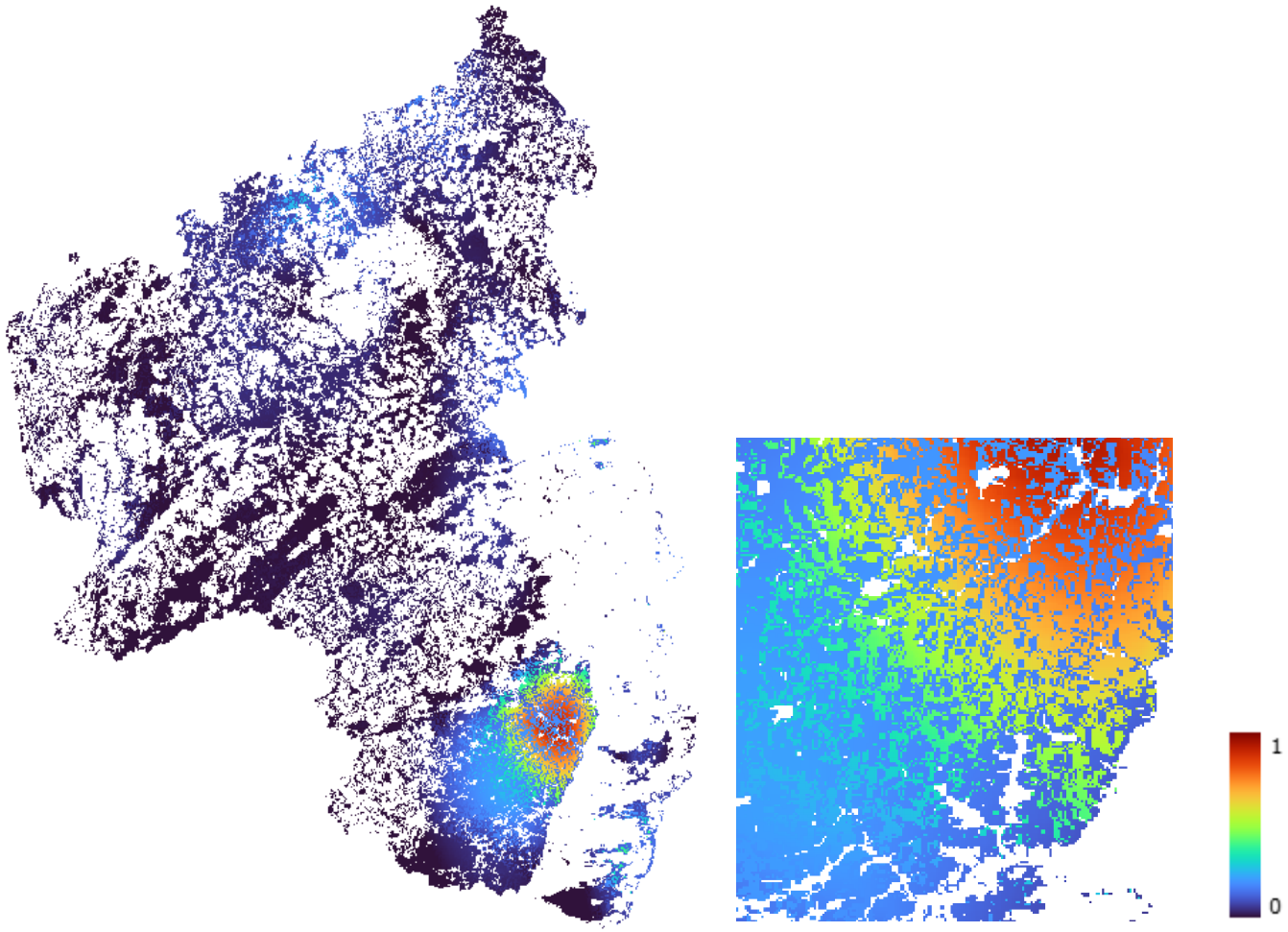
Nink, S., Hill, J., Stoffels, J., Buddenbaum, H., Frantz, D. & Langshausen, J. (2019): Using Landsat and Sentinel-2 Data for the Generation of Continuously Updated Forest Type Information Layers in a Cross-Border Region. *Remote Sensing, 11*, 2337, http://doi.org/10.3390/rs11202337

Waldtypen

Für Laub- und Nadelwald separat interpolierte WBI-Rohwerte in Rheinland-Pfalz.

Ausschnittsvergrößerung zeigt im Pfälzer Wald räumlich direkt benachbarte Gebiete unterschiedlicher Waldbrandgefahr in Laub- und Nadelwaldbeständen.

Nichtwaldflächen sind weiß dargestellt.

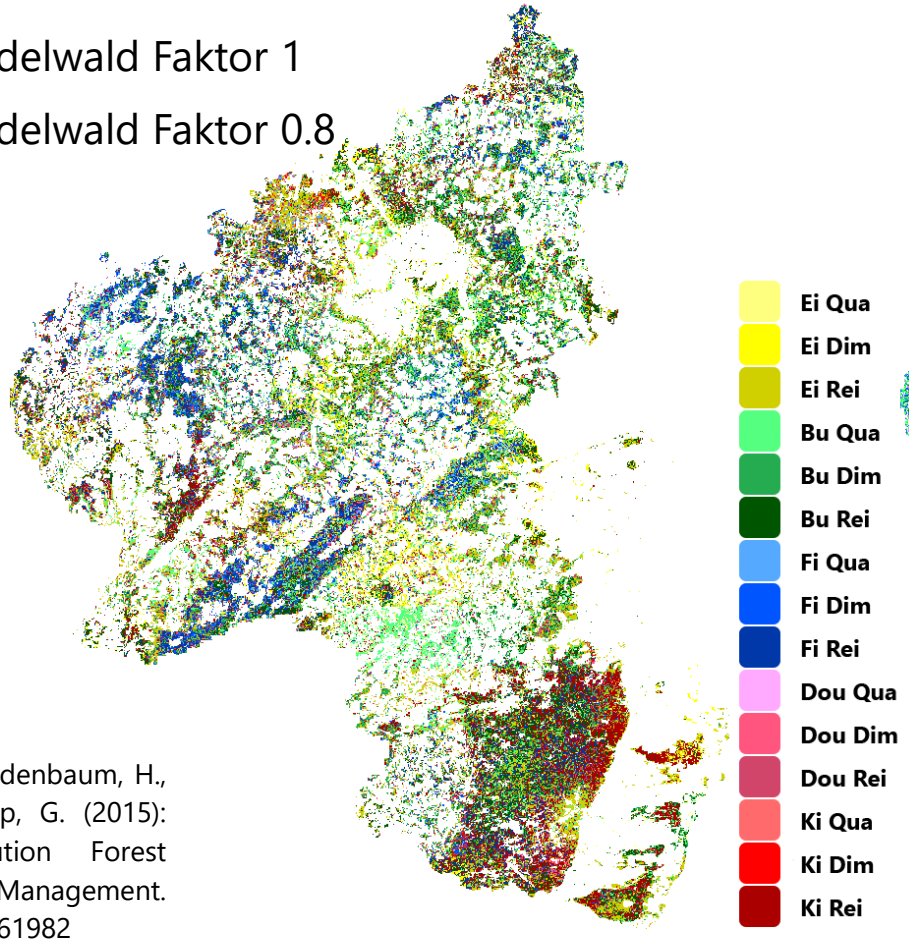


Baumartenklassifikation

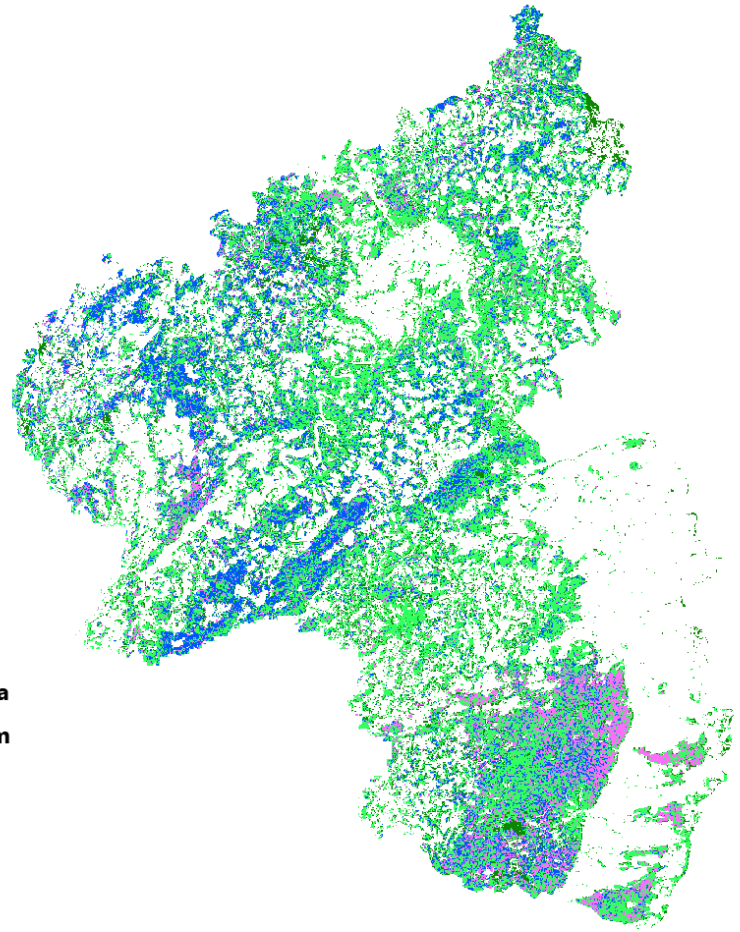
Einfaches Schema

Laubwald:	Laubwald Faktor 1
Kiefern:	Nadelwald Faktor 1
Sonstiger Nadelwald:	Nadelwald Faktor 0.8

Für jede Baumart / Entwicklungsphase könnte eigene Waldbrandgefährdung festgelegt werden.



Ei Qua
Ei Dim
Ei Rei
Bu Qua
Bu Dim
Bu Rei
Fi Qua
Fi Dim
Fi Rei
Dou Qua
Dou Dim
Dou Rei
Ki Qua
Ki Dim
Ki Rei



Laubwald
sonst. Nadel
Kiefer

Stoffels, J., Hill, J., Sachtleber, T., Mader, S., Buddenbaum, H., Stern, O., Langshausen, J., Dietz, J. & Ontrup, G. (2015): Satellite-Based Derivation of High-Resolution Forest Information Layers for Operational Forest Management. *Forests*, 6, 1982-2013, http://doi.org/10.3390/f6061982

Trockenheitsfaktor

Idee: Nutzung von Satellitendaten zur hochauflösenden Kartierung der Trockenheit.

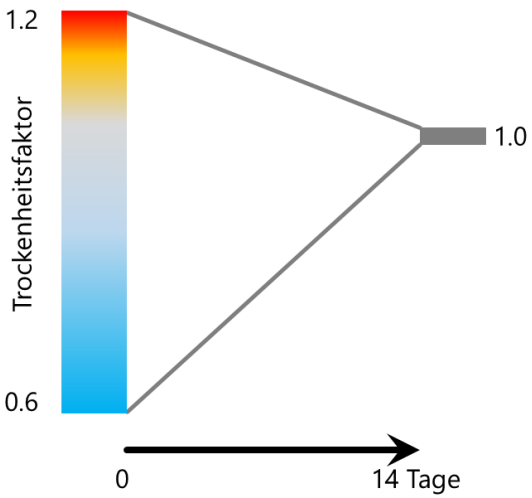
Kombination Landsat/Sentinel-2 liefert theoretisch ca. alle 3 Tage neue Daten.

Probleme:

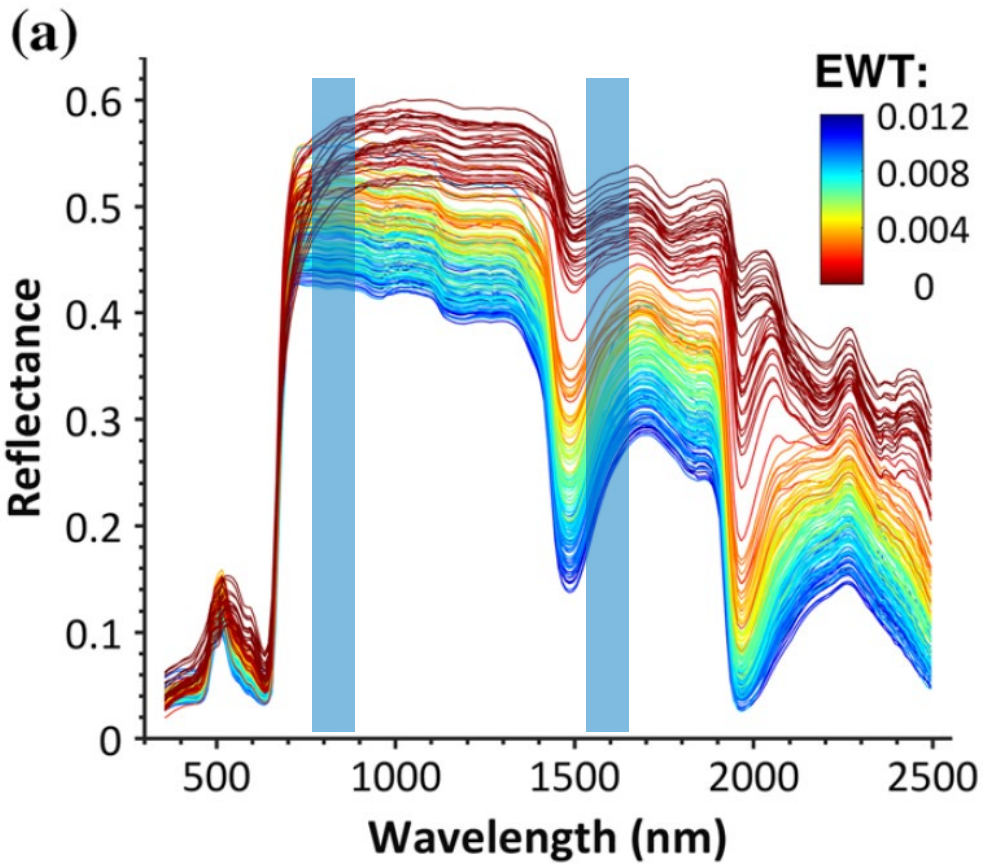
- Wolken
- Nur Krone, nicht Streu.

Normalized Difference Moisture Index:

$$NDMI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

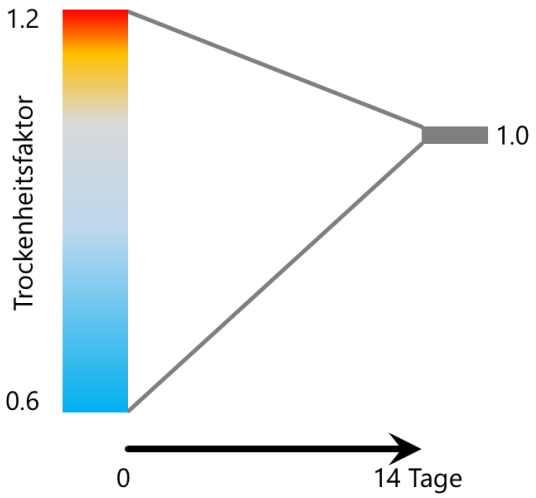


Zeitliche Gewichtung



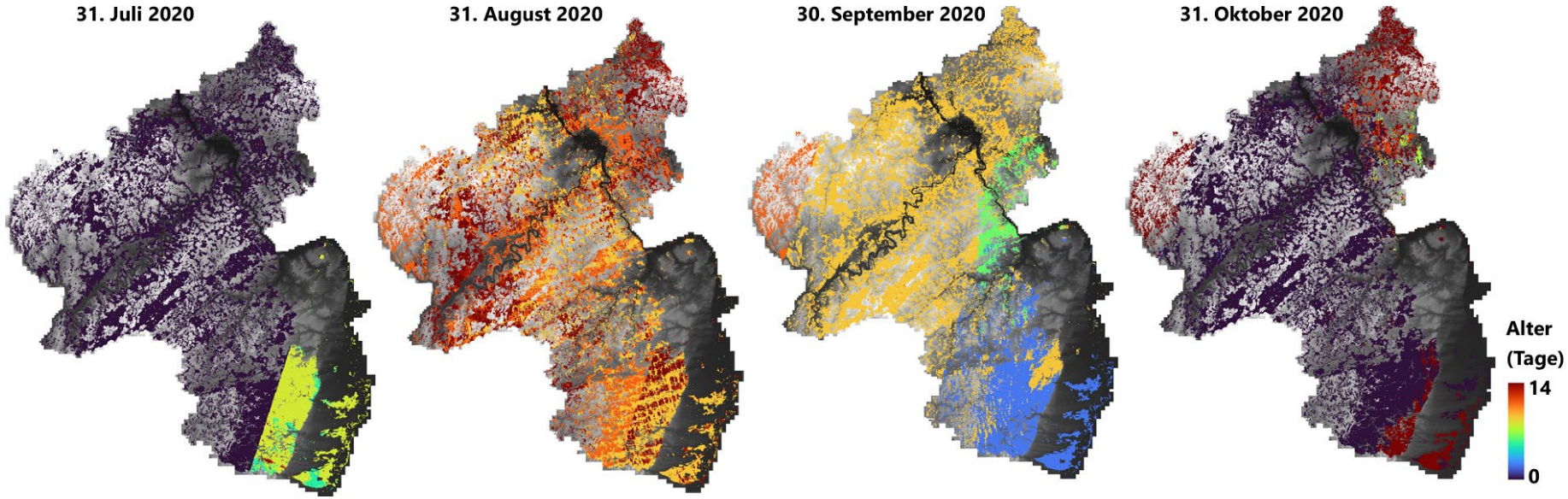
J. Hill, H. Buddenbaum & P.A. Townsend (2019): Imaging Spectroscopy of Forest Ecosystems: Perspectives for the Use of Space-borne Hyperspectral Earth Observation Systems. *Surveys in Geophysics*, 40 (3), 631-656. https://doi.org/10.1007/s10712-019-09514-2

Trockenheitsfaktor



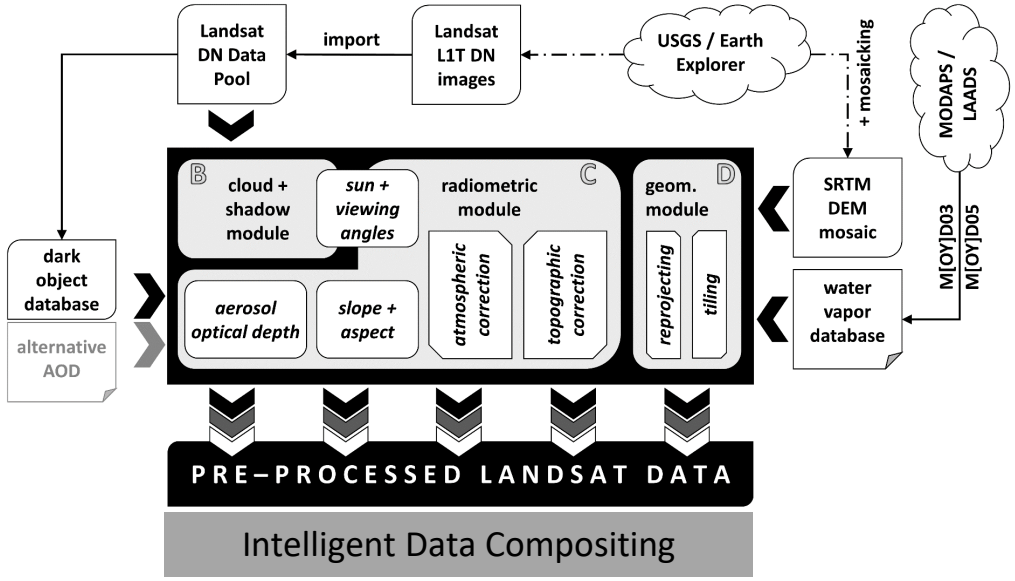
Zeitliche Gewichtung

Alter der satellitenbasierten Trockenheitsinformationen



FORCE

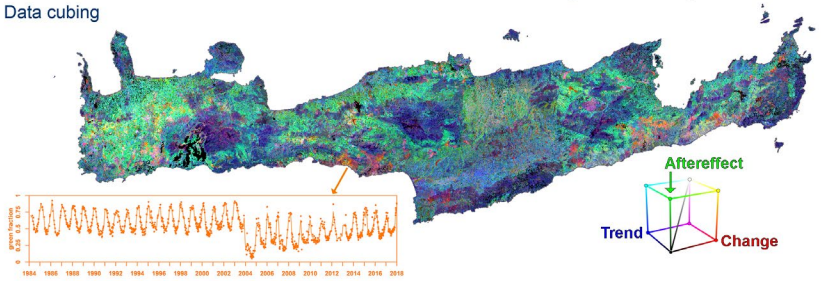
Verarbeitung der Satellitendaten in FORCE (Framework for Operational Radiometric Correction for Environmental monitoring)

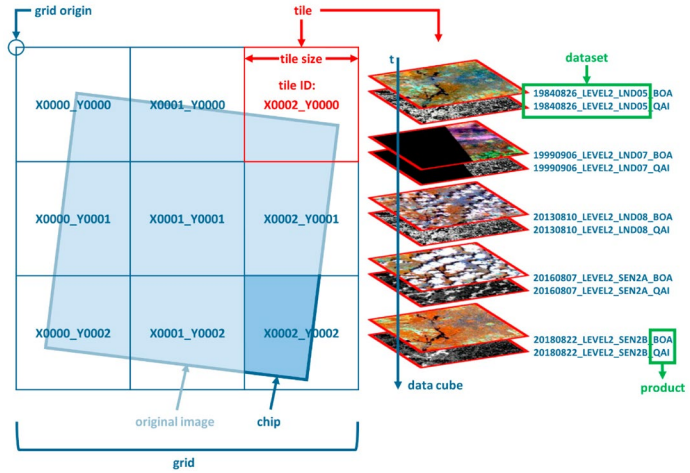


FORCE

Framework for Operational Radiometric Correction for Environmental Monitoring

Main Procesing Modules		
Level 2	Level 3	Level 4 / TSA
ARD	hARD: highly ARD	hARD+
▪ Cloud / shadow detection ▪ Integrated atmospheric + topographic correction ▪ Data cubing	▪ Best Available Pixel (BAP) compositing ▪ Spectral temporal metrics	▪ Spectral Indices ▪ Land Surface Phenology ▪ Change / Trend analyses

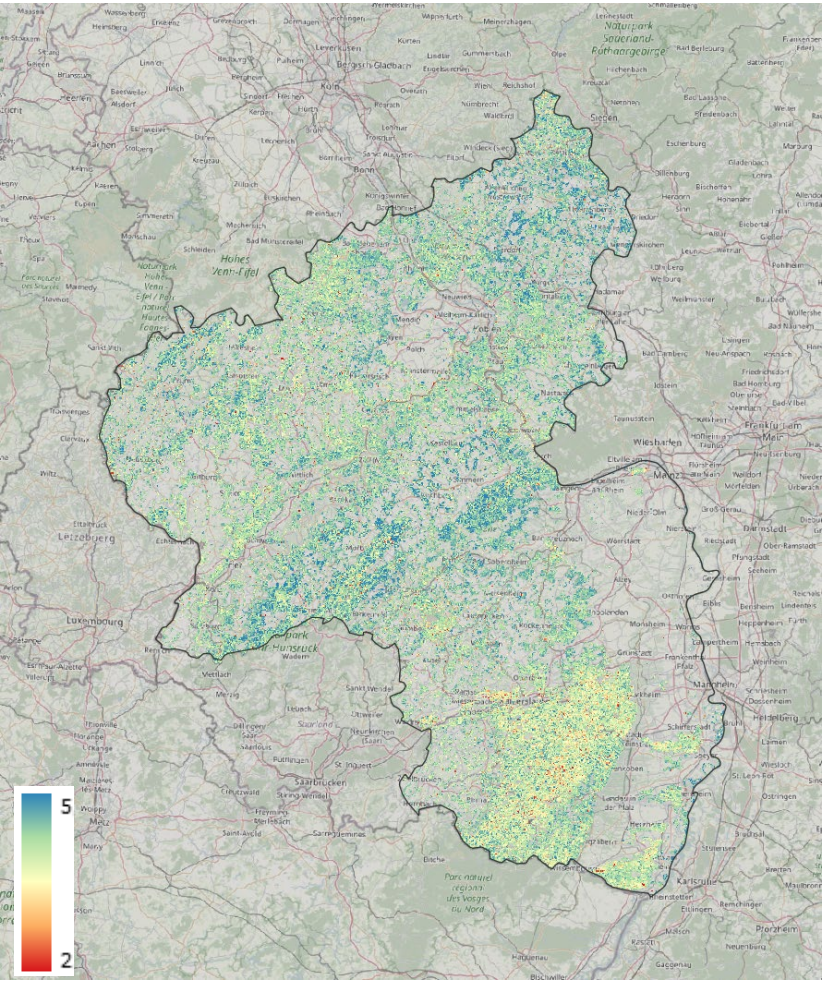




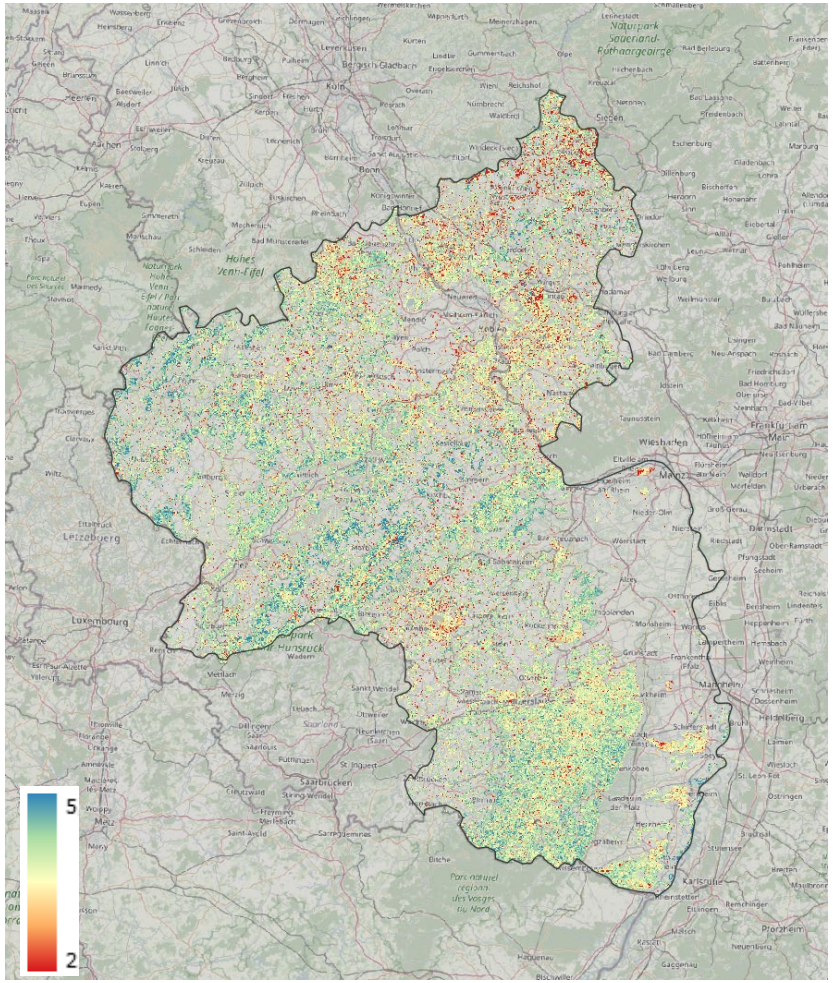
Frantz, D. (2019): FORCE – Landsat + Sentinel-2 Analysis Ready Data and beyond: Remote Sensing 11, 1124. http://doi.org/10.3390/rs11091124

force-eo.readthedocs.io/en/latest/refs.html

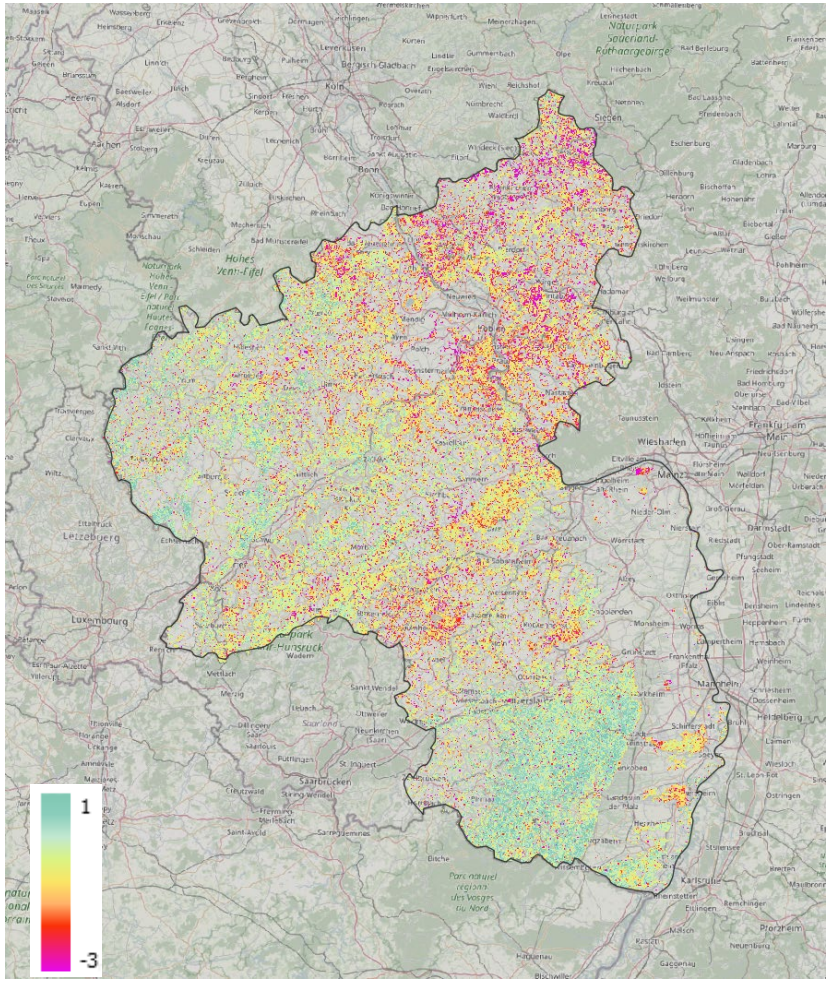
NDMI normalisierte Differenz



NDMI Early Summer Optimum

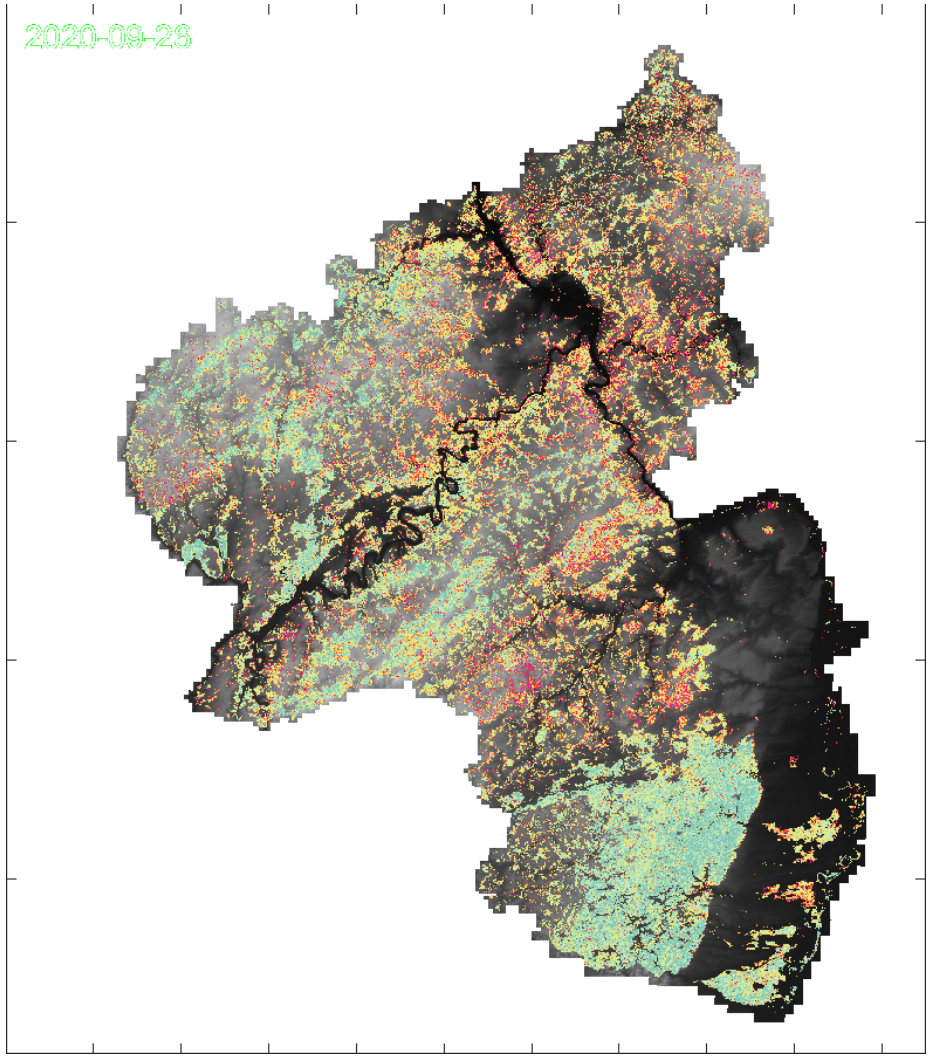


NDMI August 2020



NDMI normalisierte Differenz

Hill, J., Buddenbaum, H., Hill, A. & Frantz, D. (2023). Die kontinuierliche Bereitstellung von Waldstruktur und Waldzustandsinformationen auf der Basis von Sentinel-Daten. In, *Copernicus Netzwerkbüro Wald Online-Seminar Waldmasken und Waldstrukturen*. https://netzwerk-wald.d-copernicus.de/online-seminare/


2020-09-26

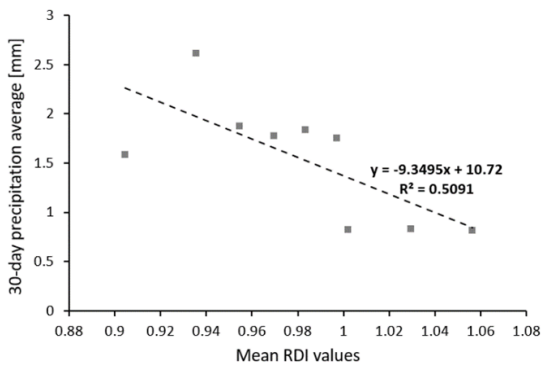
Alternative: Sentinel-1

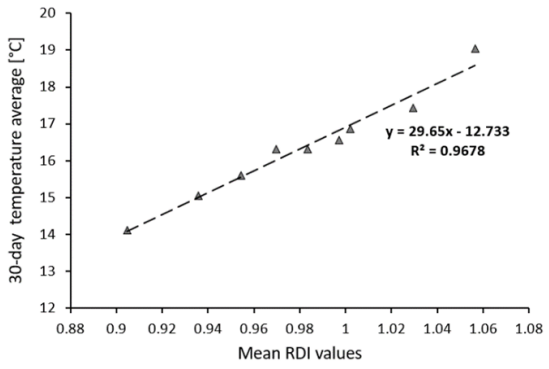
Signal besitzt subtile Sensitivität zu Trockenheit in Kronen.

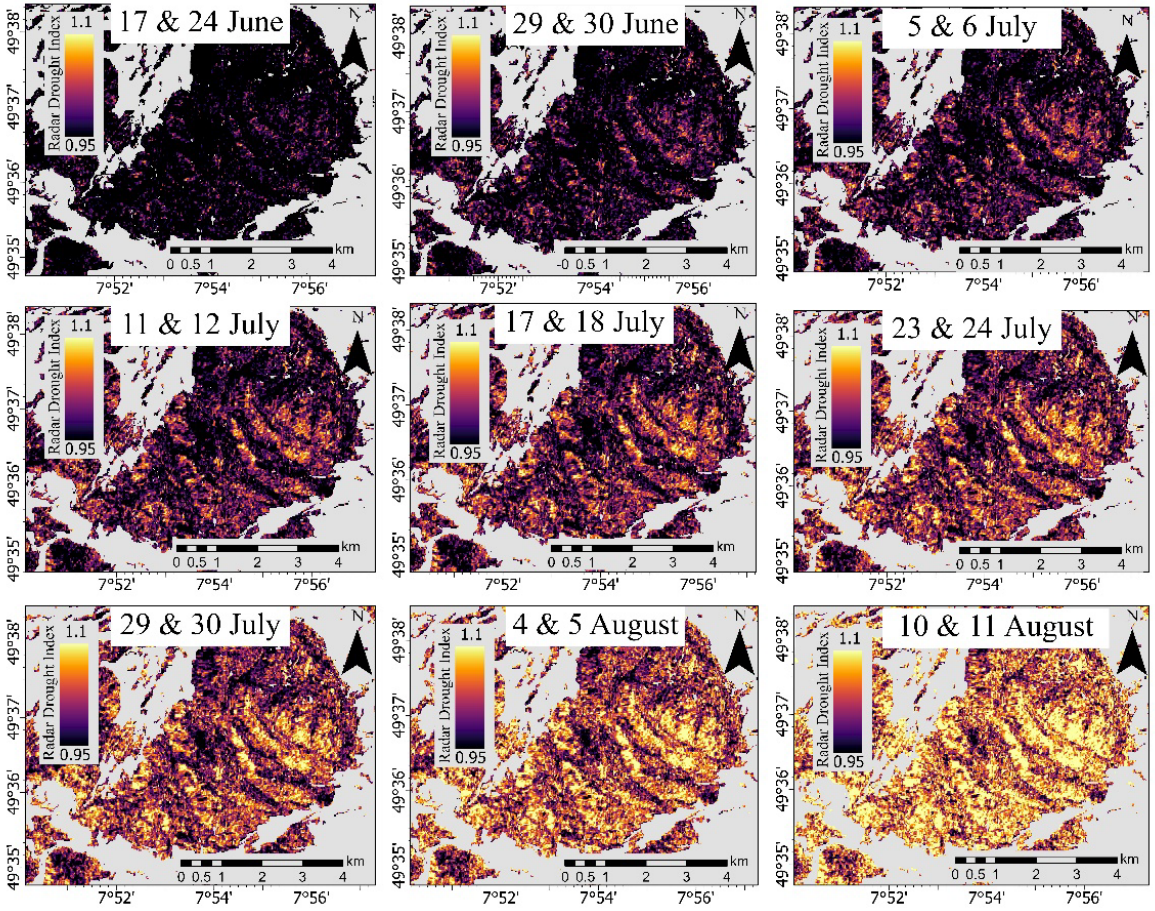
Zur Rauschreduktion: Zeitliche und/oder räumliche Mittelung.

Ähnliche Strategie wie bei Sentinel-2:

$$\text{Radar Drought Index (RDI)} = \frac{\text{observation composite}}{\text{reference composite}}$$







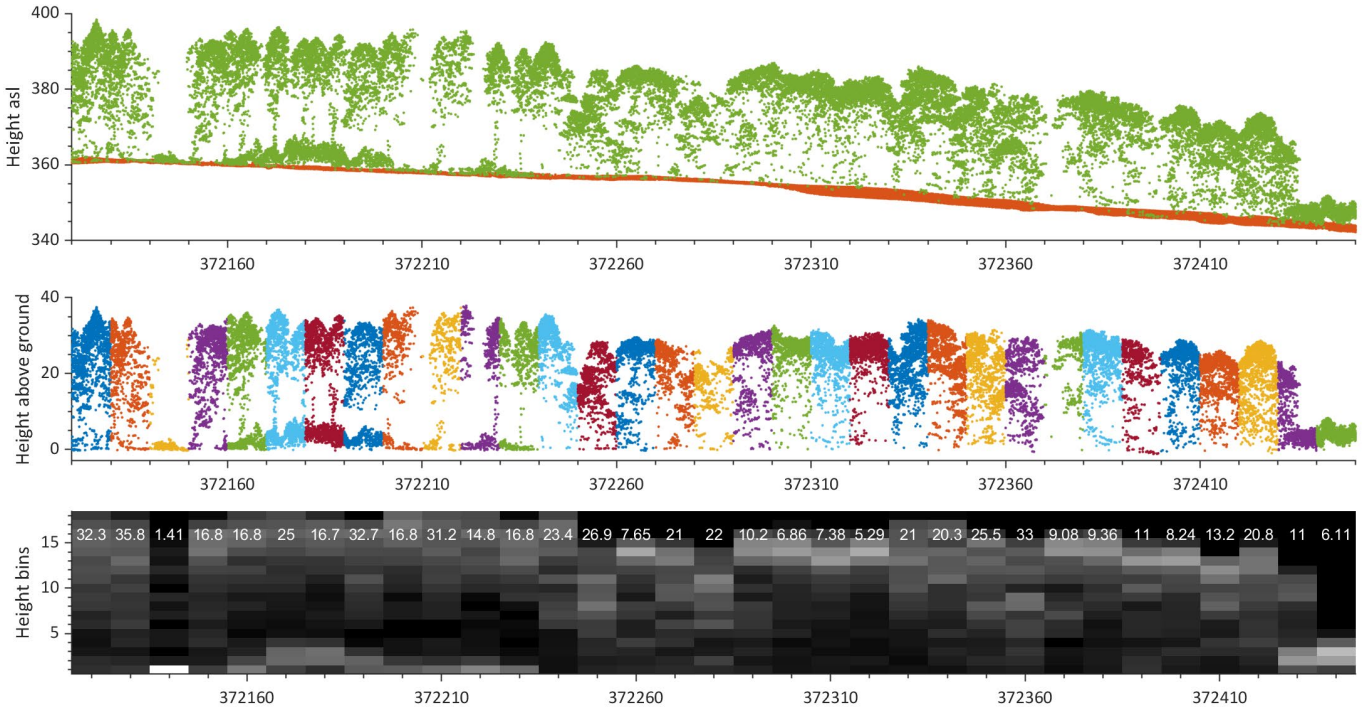
Kaiser, P., Buddenbaum, H., Nink, S. & Hill, J. (2022): Potential of Sentinel-1 Data for Spatially and Temporally High-Resolution Detection of Drought Affected Forest Stands. *Forests, 13*, 2148. https://doi.org/10.3390/f13122148

Waldstruktur

Aus Laserscanning können Strukturparameter abgeleitet werden.

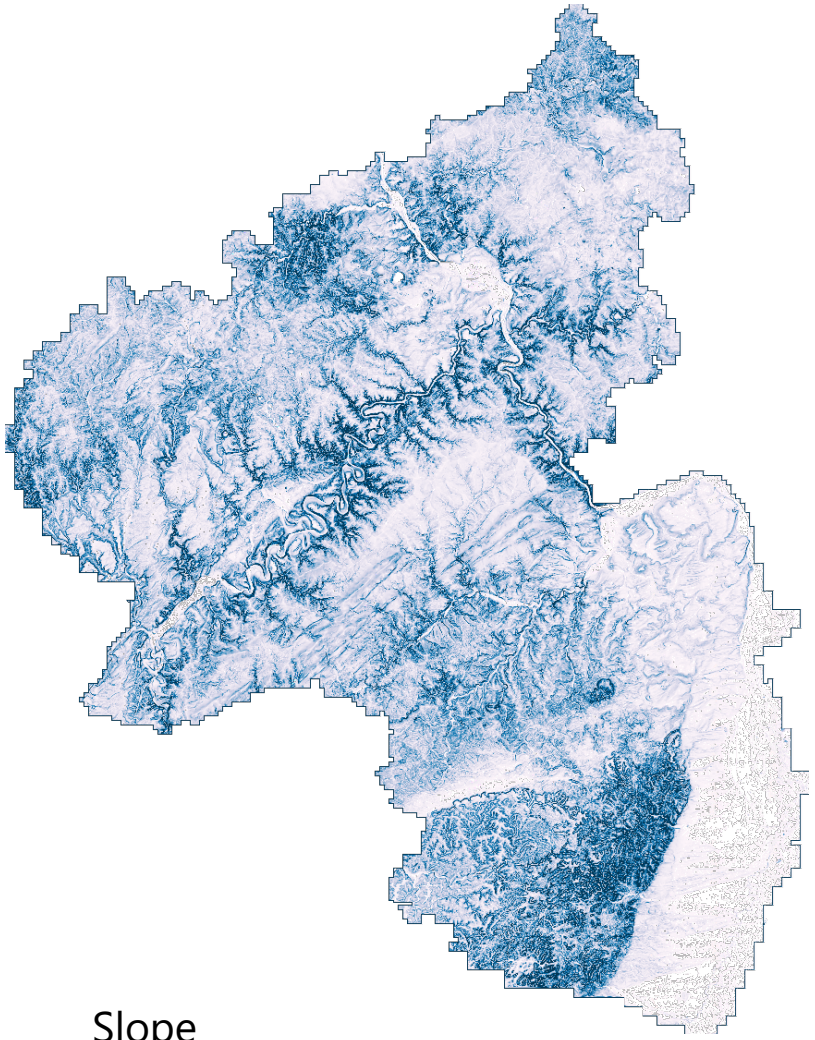
Aber

- Uneinheitliche Daten über Deutschland
- Uneinheitliche Aktualität
- Welche Parameter?
  - Baumhöhe
  - Kronenbasishöhe
  - Kronendichte
  - Bedeckungsgrad

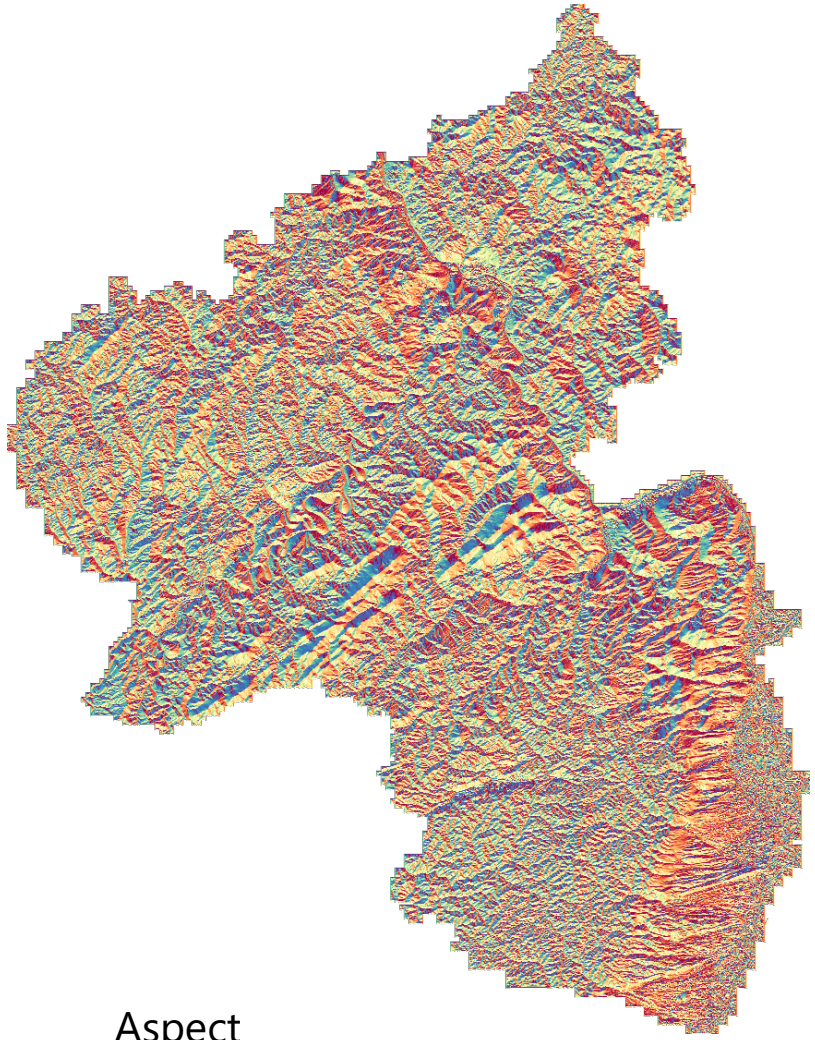


Heisig, Johannes; Olson, Edward; Pebesma, Edzer (2022): Predicting Wildfire Fuels and Hazard in a Central European Temperate Forest Using Active and Passive Remote Sensing. In: *Fire* 5 (1), S. 29. DOI: 10.3390/fire5010029.

Hangneigung und Richtung?



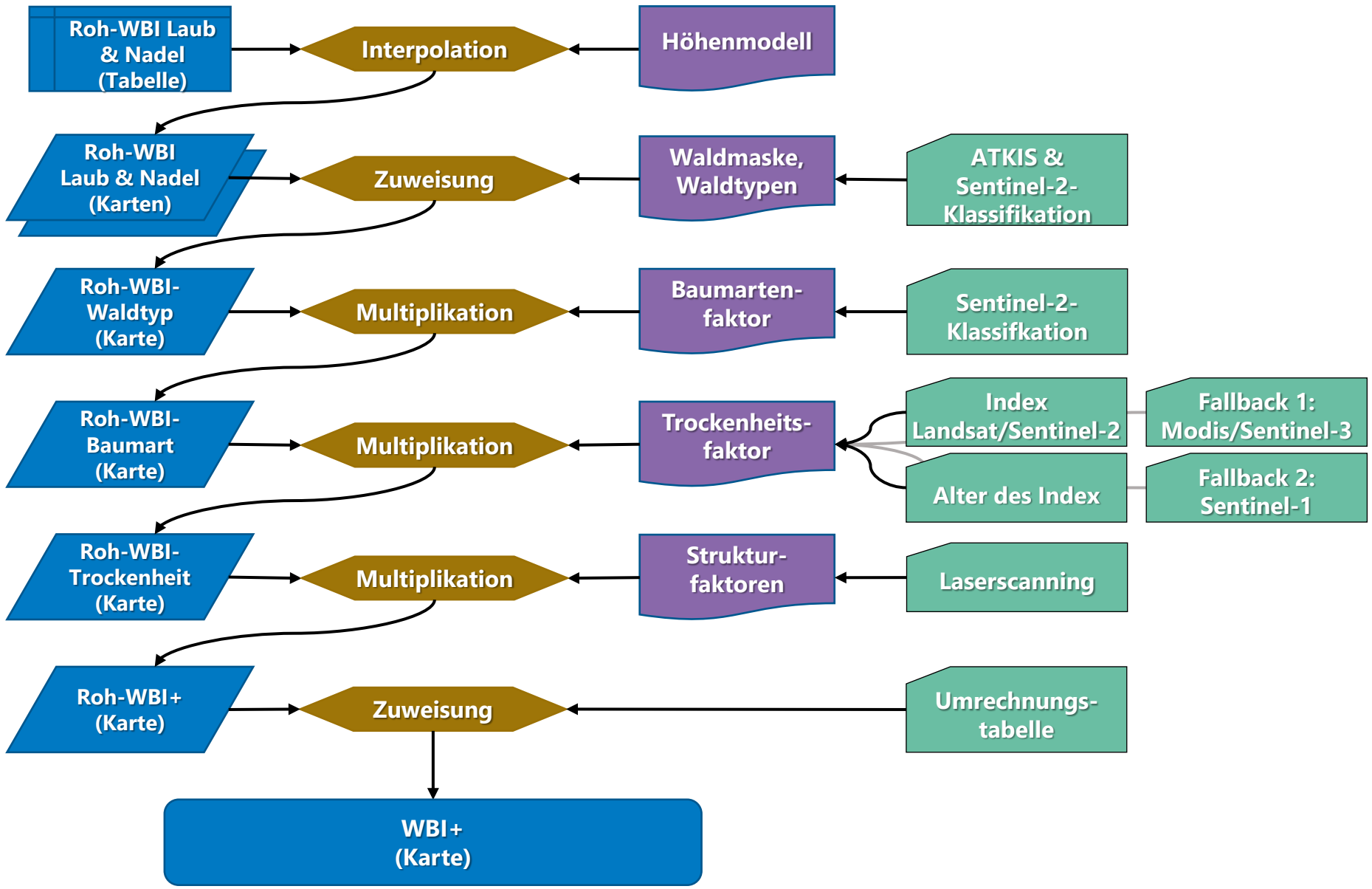
Slope



Aspect

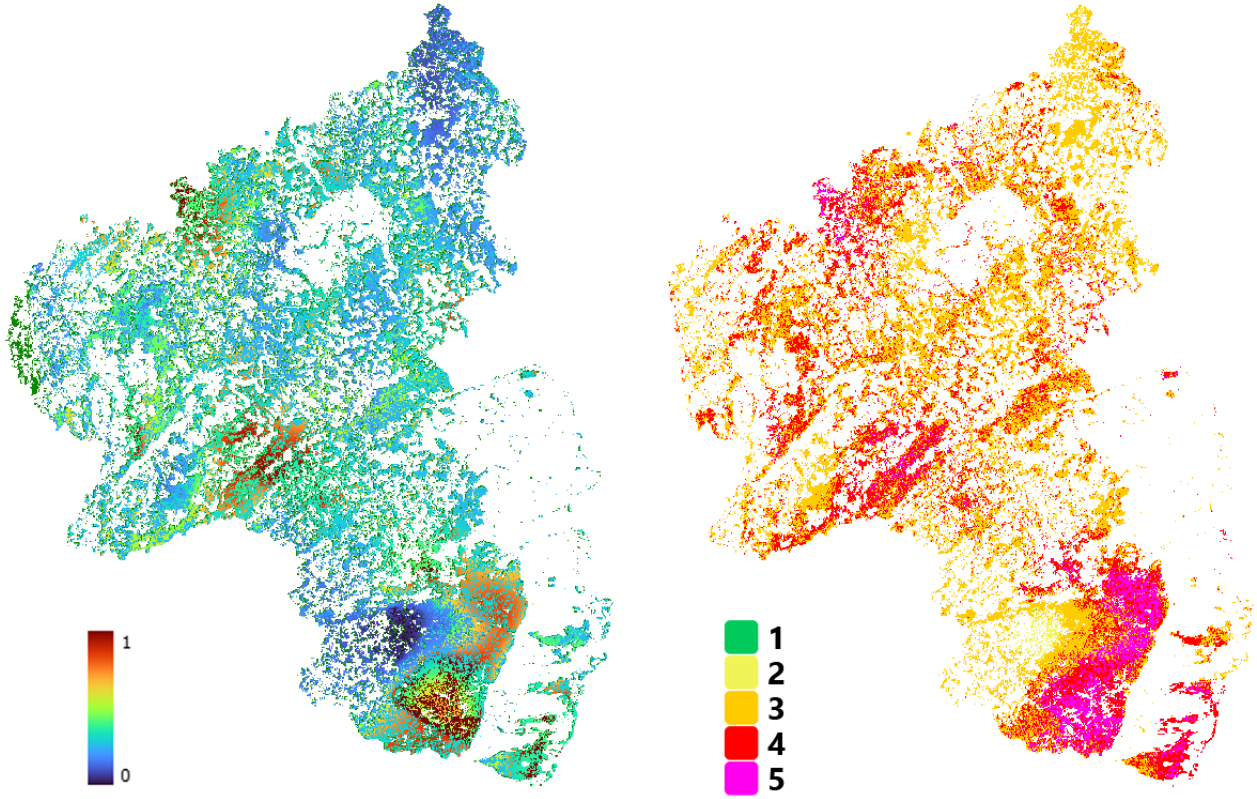
UNIVERSITÄT TRIER

Konzept WBI+

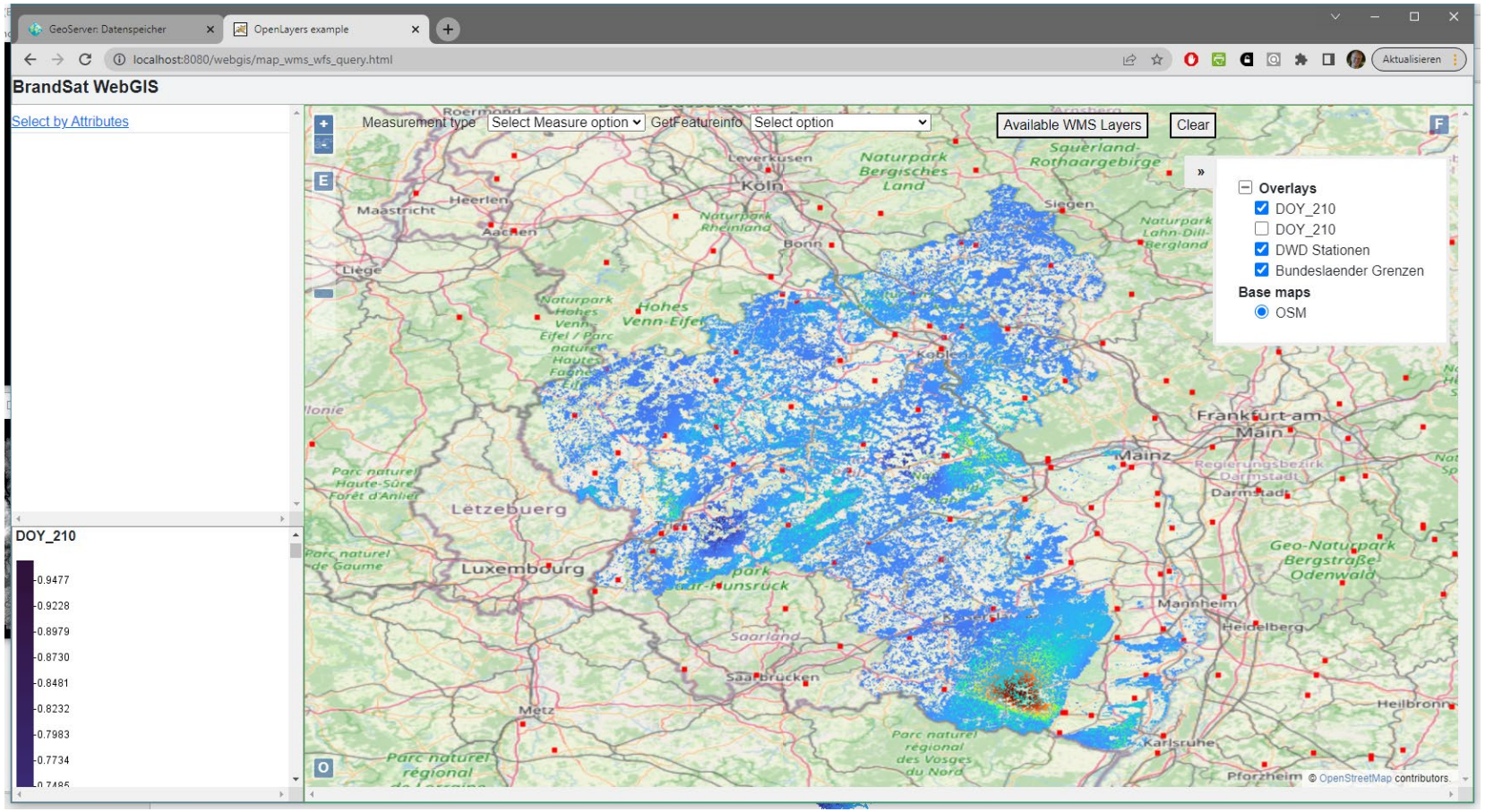


WBI+

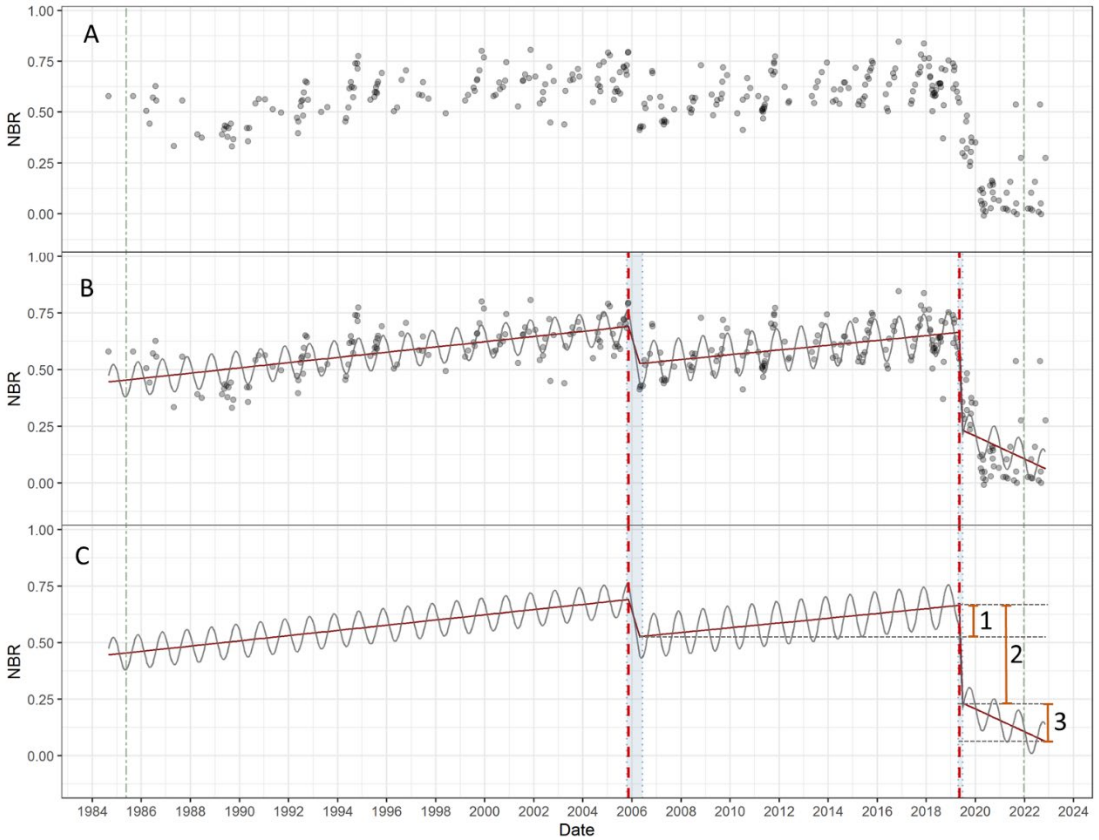
Um Waldtypen, Baumarten und Trockenheit korrigierte WBI+-Rohwerte und entsprechende WBI+-Stufen für Rheinland-Pfalz am 31. Juli 2020.

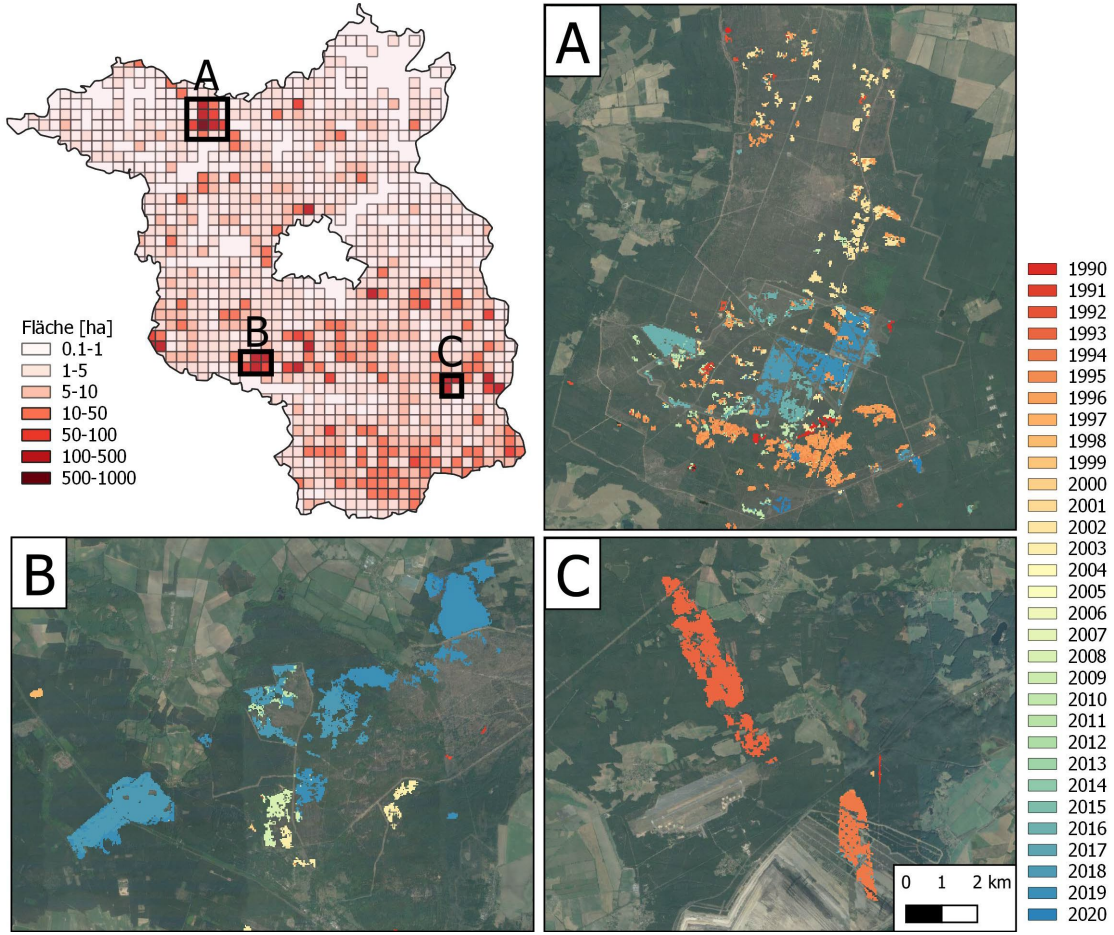


WBI+WebGIS

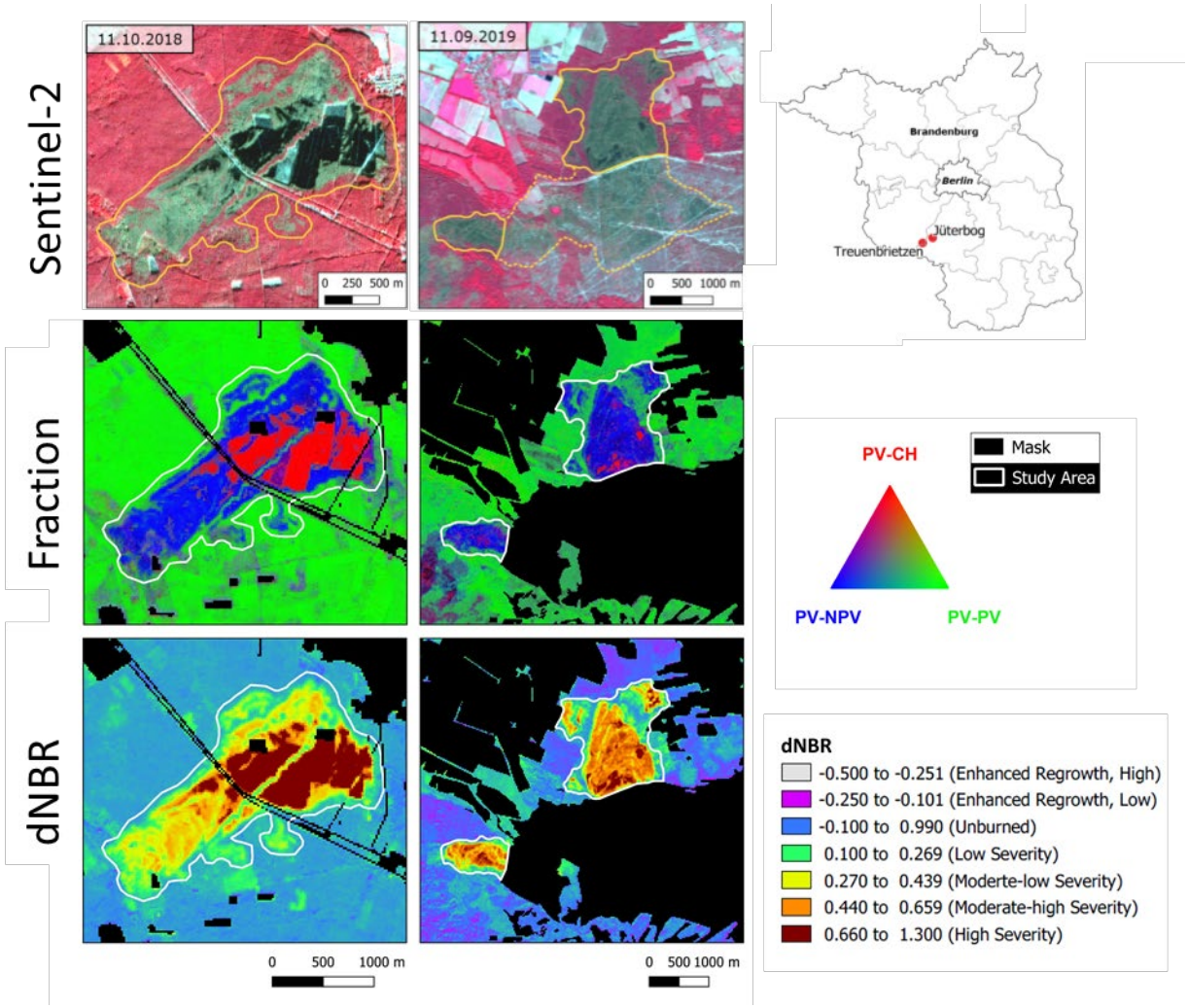

GeoServer: Datenspeicher
OpenLayers example
localhost:8080/webgis/map_wms_wfs_query.html
Aktualisieren
BrandSat WebGIS
Select by Attributes
Measurement type
Select Measure option
GetFeatureInfo
Select option
Available WMS Layers
Clear
Overlays
DOY_210
DOY_210
DWD Stationen
Bundeslaender Grenzen
Base maps
OSM
DOY_210
0.9477
0.9228
0.8979
0.8730
0.8481
0.8232
0.7983
0.7734
Köln
Bonn
Aachen
Maastricht
Heerlen
Liège
Frankfurt am Main
Mainz
Darmstadt
Mannheim
Heidelberg
Heilbronn
Karlsruhe
Pforzheim
Luxembourg
Letzebuerg
Saarbrücken
Metz
© OpenStreetMap contributors.

Erstellung jährlicher hochaufgelöster Waldbrandkarten





Quantifizierung von Waldbrandschäden



Vergleichende Darstellung der beiden angewandten Methoden zur Quantifizierung von Waldbrandschäden anhand der Waldbrände in Treuenbrietzen (2018) und Jüterbog (2019);

PV-CH: Verbrennung fotosynthetisch aktiver Vegetation;
PV-NPV Absterben fotosynthetischer Vegetation;
PV-PV permanent fotosynthetisch aktive Vegetation.

Level der Brandschwere nach Key und Benson (2006)

UNIVERSITÄT TRIER

Danke für die Aufmerksamkeit

und danke an:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Waldklimafonds

FNR

FKZ: 2219WK51A4

FORSTBrandenburg Landesbetrieb

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand