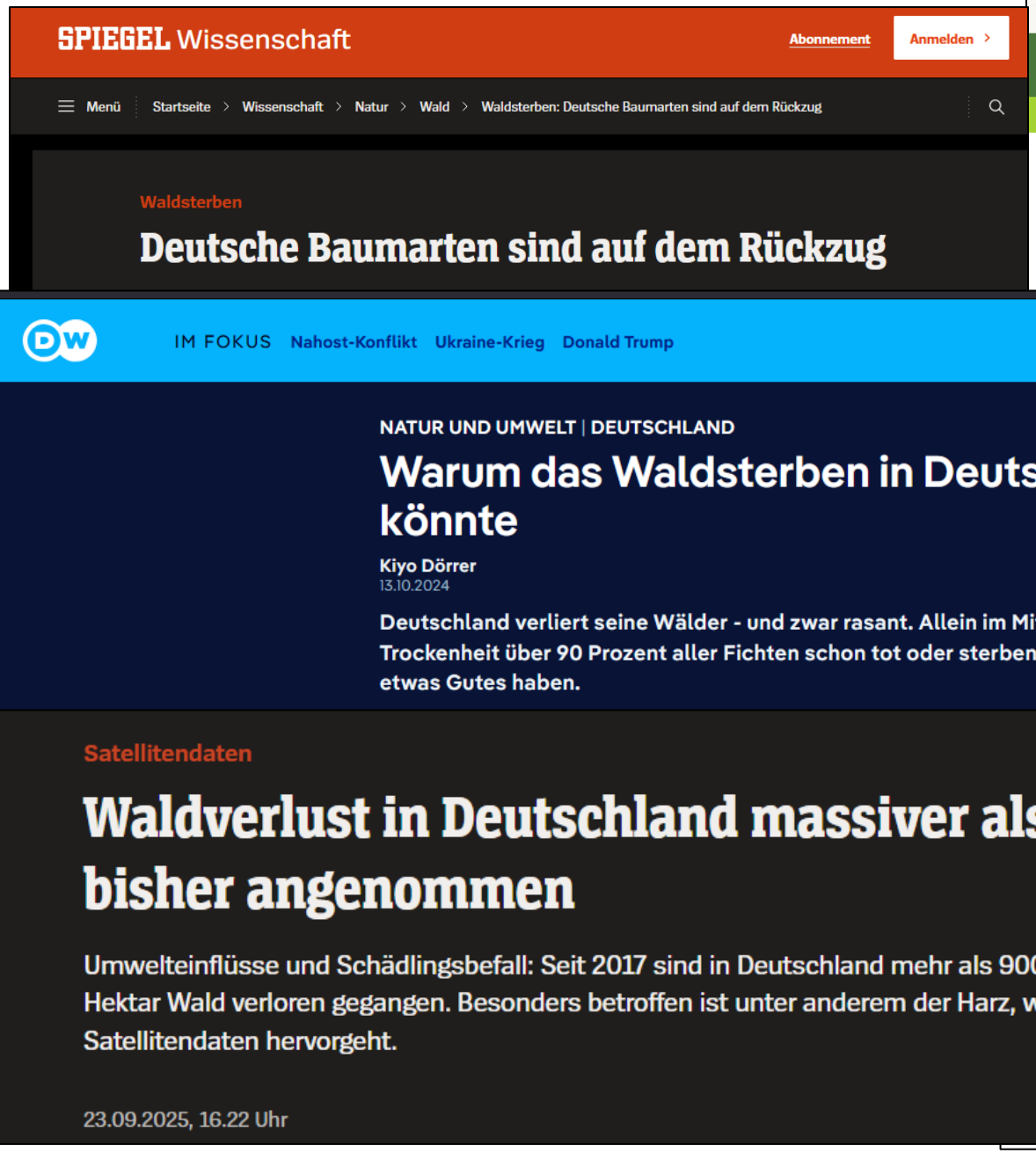
BAUMARTEN AUS DEM ALL

Von einem neuen deutschlandweiten Baumartenprodukt zu einer artspezifischen Verlustanalyse

Marco Wegler

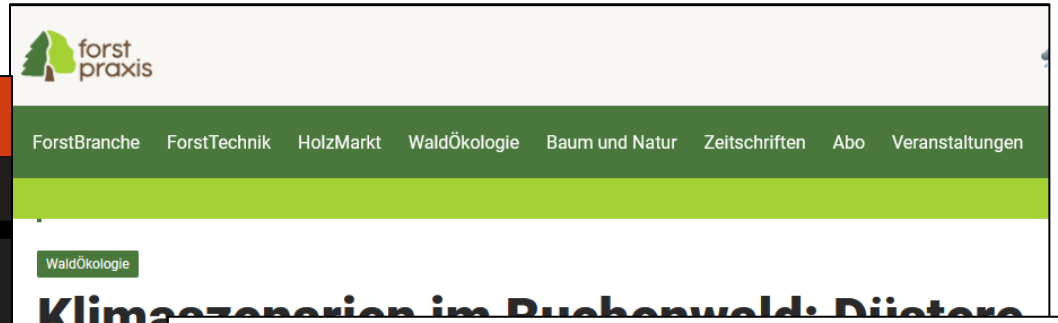
Earth Observation Center | Land Surface Dynamics | Team Forest Ecosystems

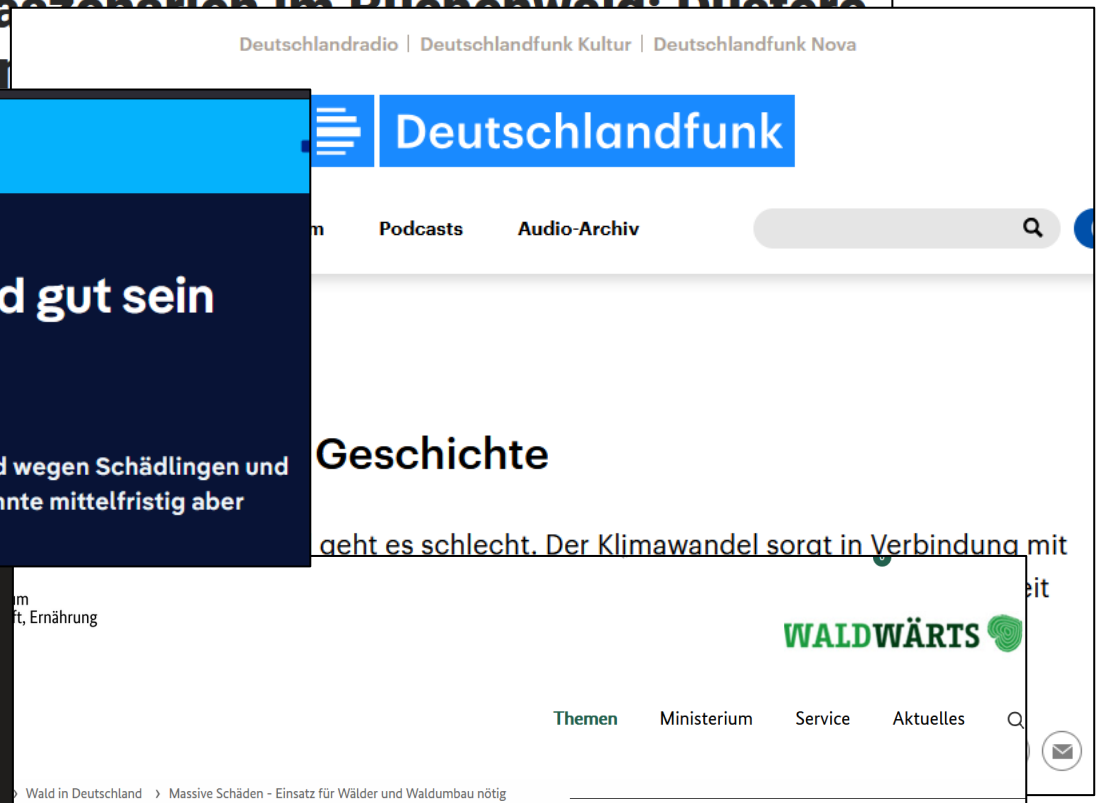
DLR


SPIEGEL Wissenschaft
Abonnement
Anmelden
Menü
Startseite
Wissenschaft
Natur
Wald
Waldsterben: Deutsche Baumarten sind auf dem Rückzug
Waldsterben
Deutsche Baumarten sind auf dem Rückzug

DW
IM FOKUS
Nahost-Konflikt
Ukraine-Krieg
Donald Trump
NATUR UND UMWELT | DEUTSCHLAND
Warum das Waldsterben in Deutschland gut sein könnte
Kiyo Dörrer
13.10.2024
Deutschland verliert seine Wälder - und zwar rasant. Allein im Mittelharz sind wegen Schädlingen und Trockenheit über 90 Prozent aller Fichten schon tot oder sterben ab. Das könnte mittelfristig aber etwas Gutes haben.

Satellitendaten
Waldverlust in Deutschland massiver als bisher angenommen
Umwelteinflüsse und Schädlingsbefall: Seit 2017 sind in Deutschland mehr als 900.000 Hektar Wald verloren gegangen. Besonders betroffen ist unter anderem der Harz, wie aus Satellitendaten hervorgeht.
23.09.2025, 16.22 Uhr


forst praxis
ForstBranche
ForstTechnik
HolzMarkt
WaldÖkologie
Baum und Natur
Zeitschriften
Abo
Veranstaltungen
WaldÖkologie


Deutschlandradio | Deutschlandfunk Kultur | Deutschlandfunk Nova
Deutschlandfunk
Podcasts
Audio-Archiv
Geschichte


WALDWÄRTS
Themen
Ministerium
Service
Aktuelles
Wald in Deutschland
Massive Schäden - Einsatz für Wälder und Waldumbau nötig
Massive Schäden - Einsatz für Wälder und Waldumbau nötig
Stürme, die extreme Dürre und der Borkenkäferbefall – das hat den Wäldern in Deutschland in den vergangenen Jahren immens zugesetzt.

Warum Baumartenklassifikationen?

- Wälder leiden stark unter **Klimawandel, Dürren und Schädlingsbefall**
- Baumartenverteilung ermöglicht u.a. Bewertung der Resilienz von Wäldern

➢ **Zielgerichtetes Management**

Warum eine neue Baumartenklassifikation?

- **Bundeswaldinventur unabhängig**
- **Multi-Source Baumkronen optimierte Datenbank**
- Vergleich **verschiedener Modelle**

1. MULTI-SOURCE BAUMARTEN DATENBANK

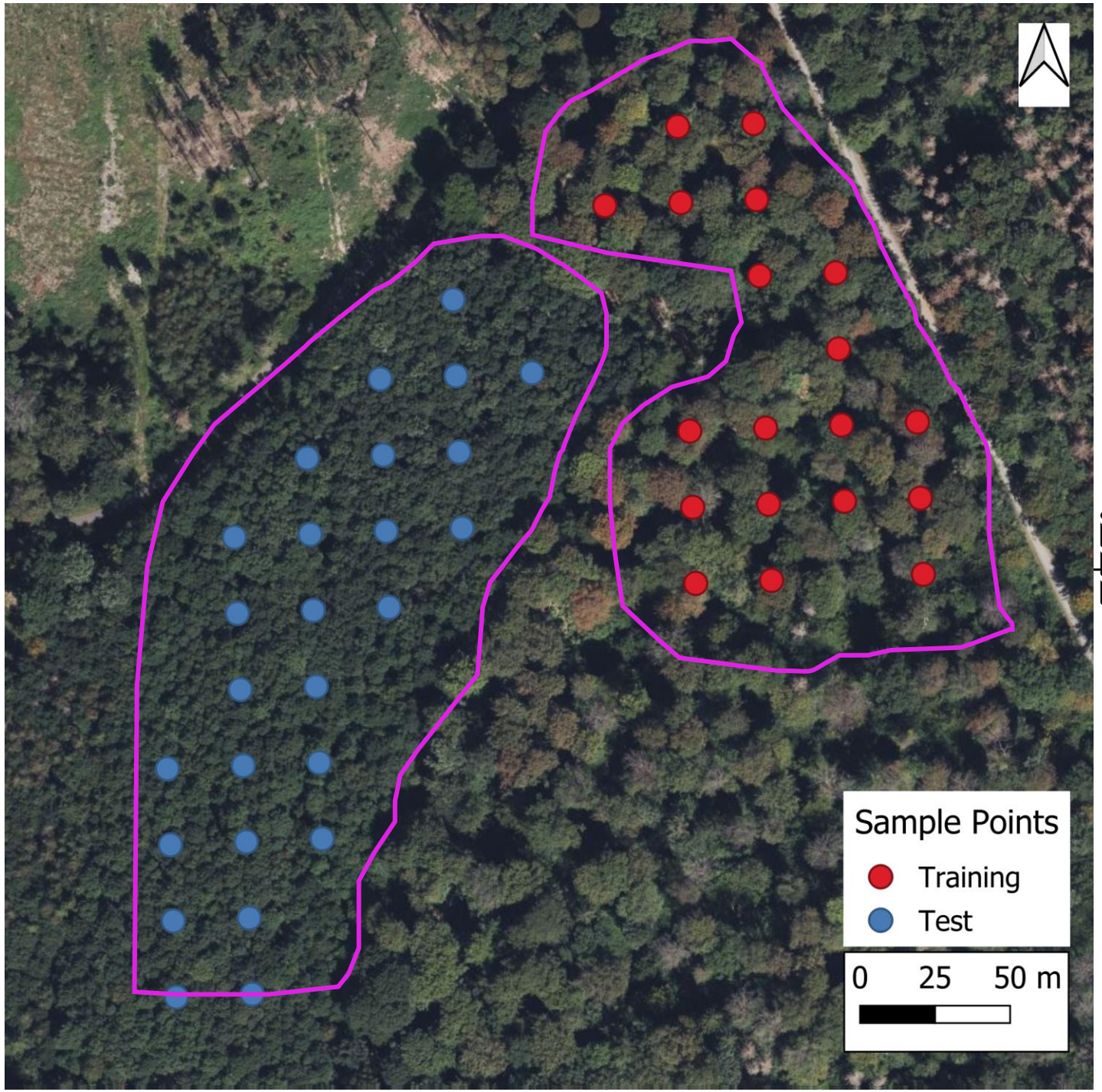
2. SETUP DES KLASSIFIKATIONSMODELS

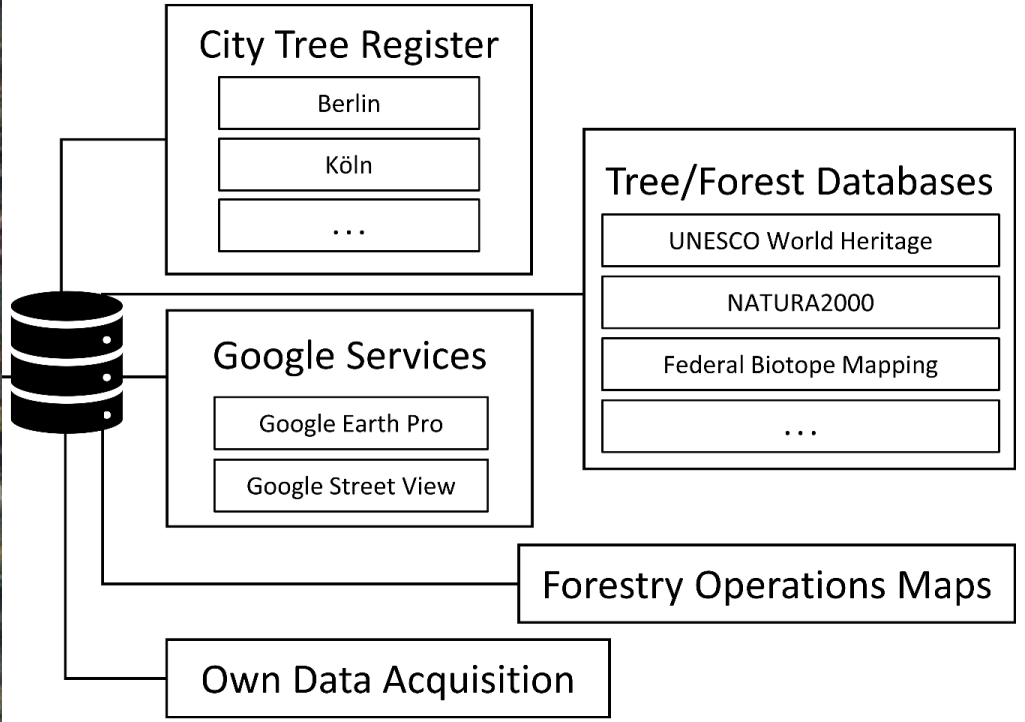
3. EIN DEUTSCHLAND-WEITES BAUMARTENPRODUKT

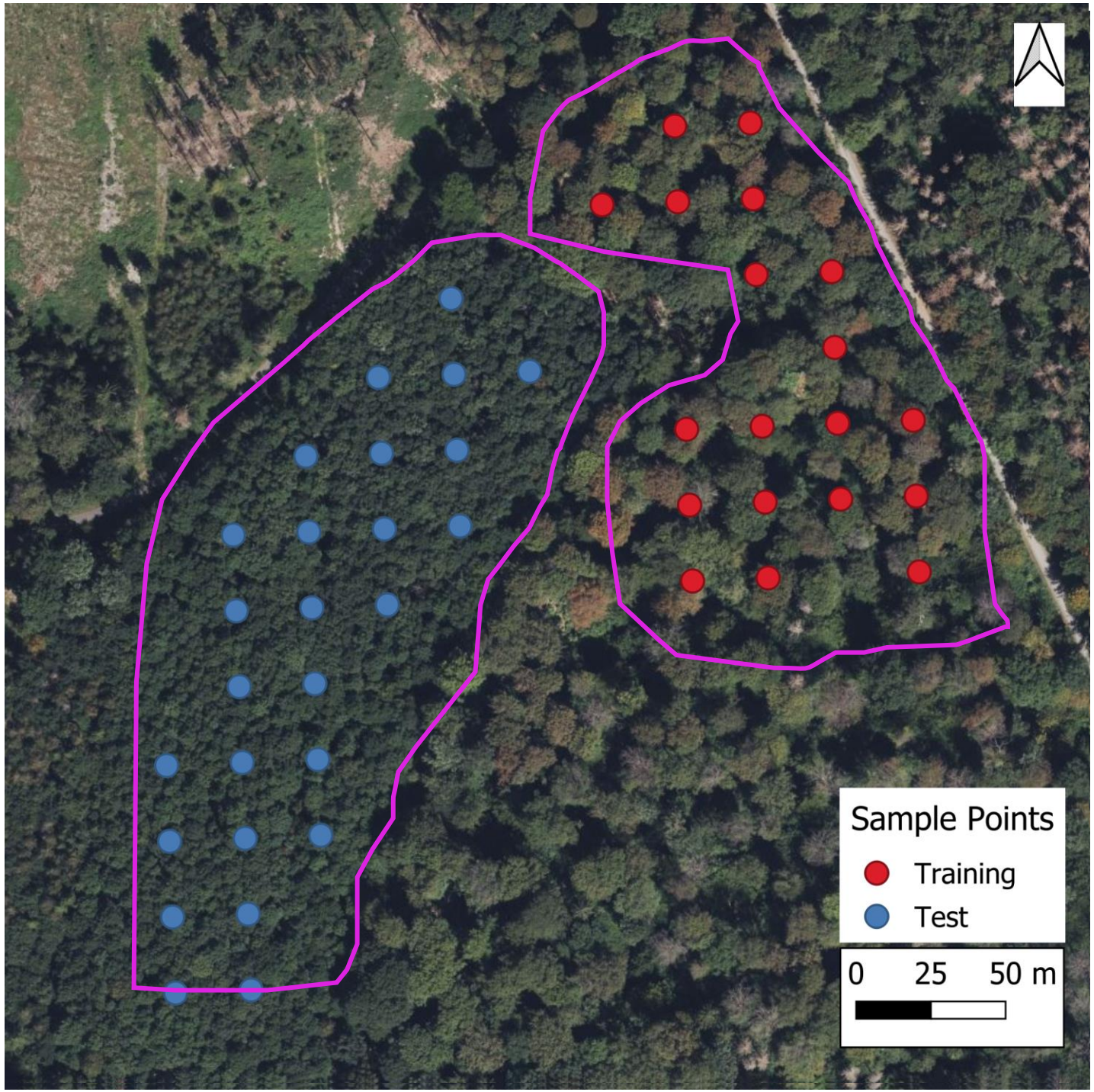
4. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION

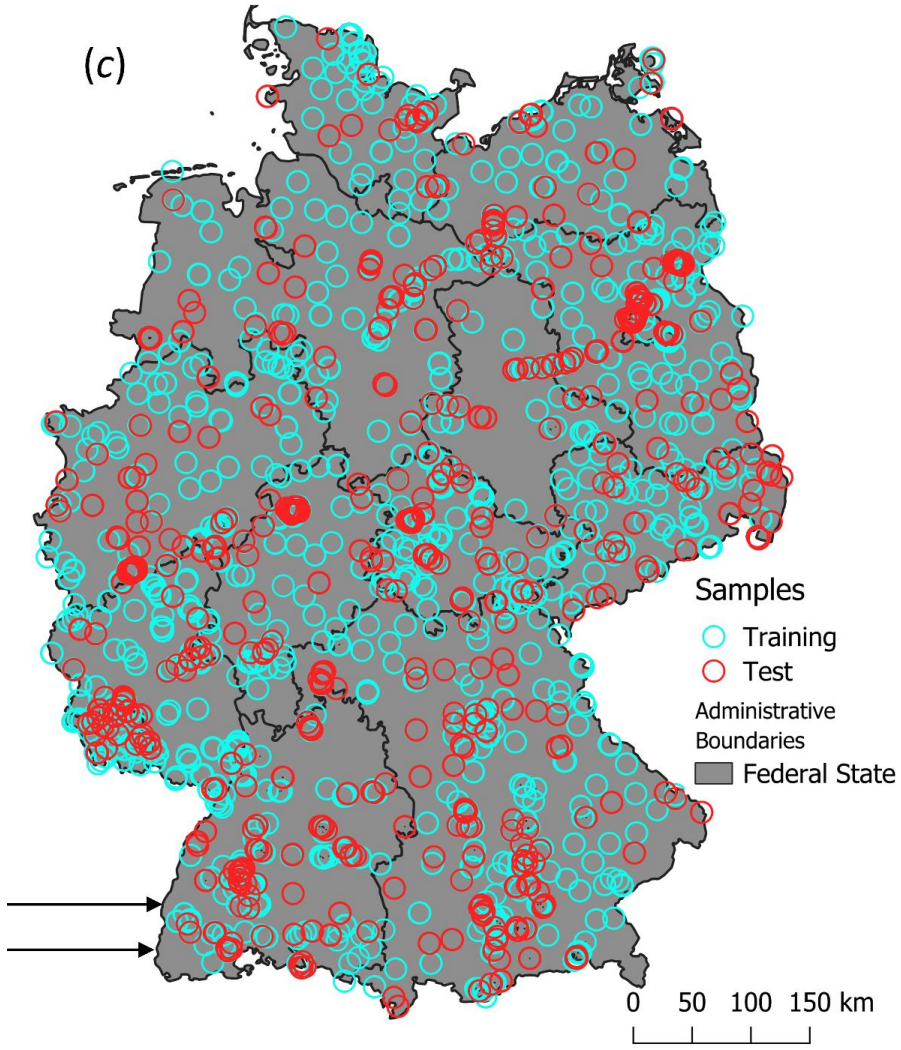
5. AUSBLICK - ARTSPEZIFISCHE VERLUSTE

Waldwissen.net


Sample Points
Training
Test
0 25 50 m

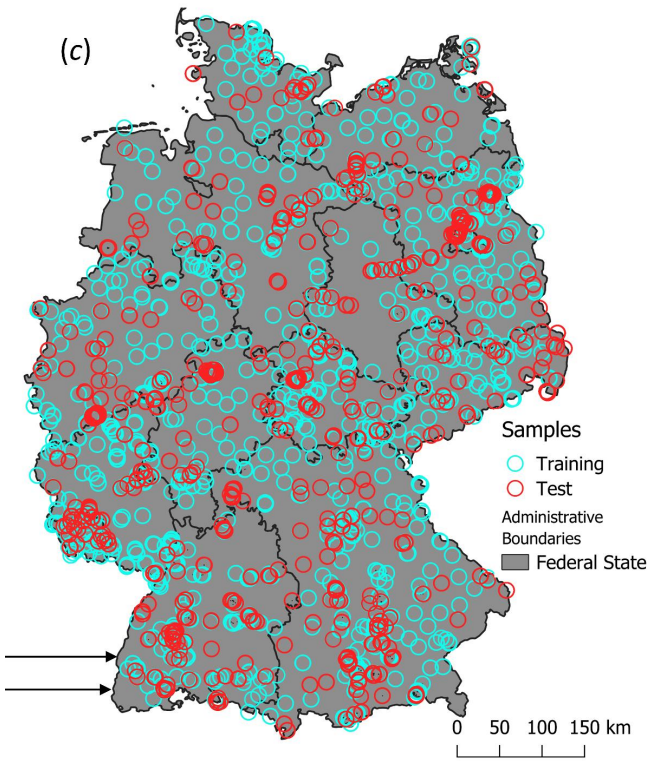

City Tree Register
Berlin
Köln
...
Tree/Forest Databases
UNESCO World Heritage
NATURA2000
Federal Biotope Mapping
...
Google Services
Google Earth Pro
Google Street View
Forestry Operations Maps
Own Data Acquisition


Sample Points
Training
Test
0 25 50 m


(c)
Samples
Training
Test
Administrative Boundaries
Federal State
0 50 100 150 km

Tree Species Group	German Forest Area (Riedel et al. 2024)	Number of all Training Samples	Number of balanced Training Samples	Number of Test Samples
Pine *Pinus sylvestris*	2 396 433 ha	20 269	5 000	7 362
Spruce *Picea abies*	2 296 866 ha	6 756	5 000	2 215
Douglas Fir *Pseudosuga menziesii*	260 653 ha	3 105	2 915	702
Larch *Larix decidua*	314 251 ha	1 561	1 561	665
Fir *Abies alba*	211 325 ha	831	831	395
Beech *Fagus sylvatica*	1 819 006 ha	21 179	5 000	6 145
Oak *Quercus petraea*, *Quercus robur*	1 265 470 ha	4 965	4 898	1 278
Birch *Betula pendula*, *Betula pubescens*	521 034 ha	1 036	1 036	464
Arl *Alnus glutinosa*	280 710 ha	1 042	1 042	384
Other deciduous trees	1 232 396 ha	1 816	1 816	557
Total	10 828 144 ha	62 560	29 099	20 257

Link zum Paper

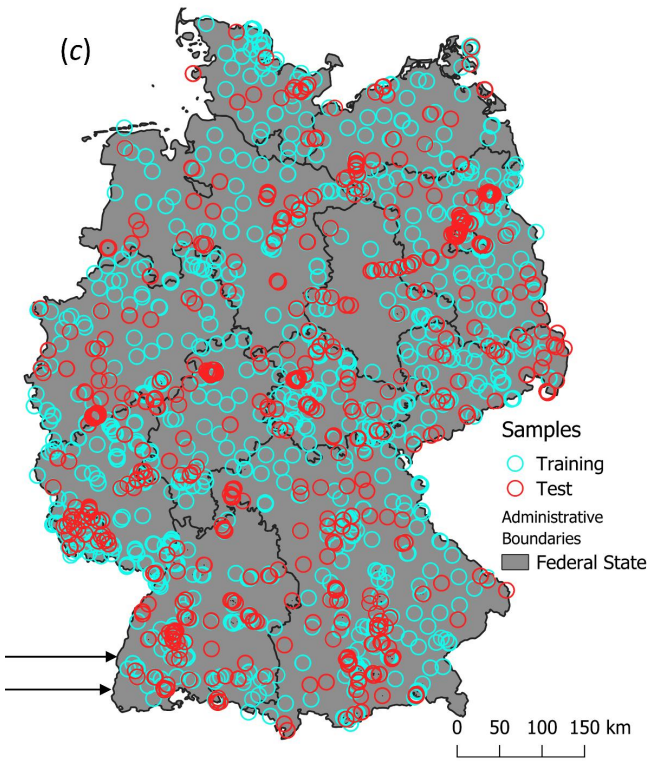


Tree Species Group	German Forest Area (Riedel et al. 2024)	Number of all Training Samples	Number of balanced Training Samples	Number of Test Samples
Pine *Pinus sylvestris*	2 396 433 ha	20 269	5 000	7 362
Spruce *Picea abies*	2 296 866 ha	6 756	5 000	2 215
Douglas Fir *Pseudosuga menziesii*	260 653 ha	3 105	2 915	702
Larch *Larix decidua*	314 251 ha	1 561	1 561	665
Fir *Abies alba*	211 325 ha	831	831	395
Beech *Fagus sylvatica*	1 819 006 ha	21 179	5 000	6 145
Oak *Quercus petraea*, *Quercus robur*	1 265 470 ha	4 965	4 898	1 278
Birch *Betula pendula*, *Betula pubescens*	521 034 ha	1 036	1 036	464
Arl *Alnus glutinosa*	280 710 ha	1 042	1 042	384
Other deciduous trees	1 232 396 ha	1 816	1 816	557
Total	10 828 144 ha	62 560	29 099	20 257

Link zum Paper

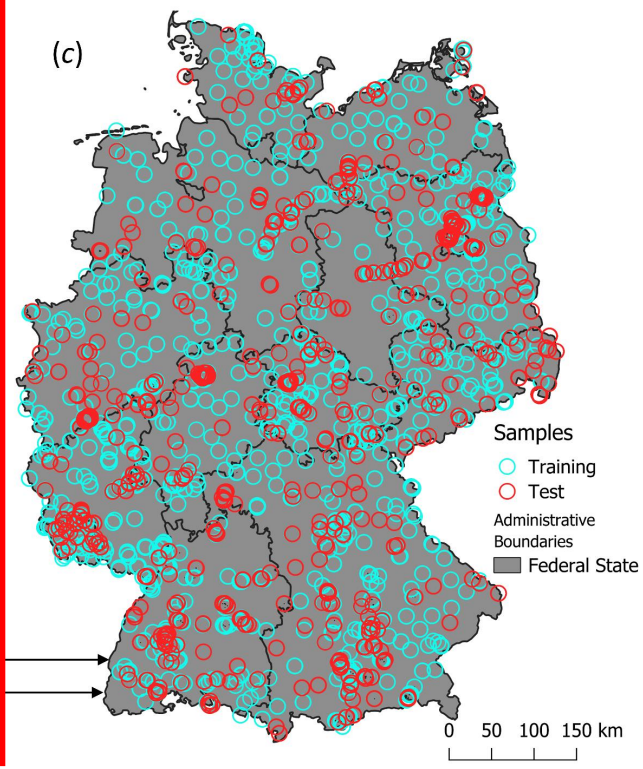
Tree Species Group	German Forest Area (Riedel et al. 2024)	Number of all Training Samples	Number of balanced Training Samples	Number of Test Samples
Pine *Pinus sylvestris*	2 396 433 ha	20 269	5 000	7 362
Spruce *Picea abies*	2 296 866 ha	6 756	5 000	2 215
Douglas Fir *Pseudosuga menziesii*	260 653 ha	3 105	2 915	702
Larch *Larix decidua*	314 251 ha	1 561	1 561	665
Fir *Abies alba*	211 325 ha	831	831	395
Beech *Fagus sylvatica*	1 819 006 ha	21 179	5 000	6 145
Oak *Quercus petraea*, *Quercus robur*	1 265 470 ha	4 965	4 898	1 278
Birch *Betula pendula*, *Betula pubescens*	521 034 ha	1 036	1 036	464
Arl *Alnus glutinosa*	280 710 ha	1 042	1 042	384
Other deciduous trees	1 232 396 ha	1 816	1 816	557
Total	10 828 144 ha	62 560	29 099	20 257

Link zum Paper



Tree Species Group	German Forest Area (Riedel et al. 2024)	Number of all Training Samples	Number of balanced Training Samples	Number of Test Samples
Pine *Pinus sylvestris*	2 396 433 ha	20 269	5 000	7 362
Spruce *Picea abies*	2 296 866 ha	6 756	5 000	2 215
Douglas Fir *Pseudosuga menziesii*	260 653 ha	3 105	2 915	702
Larch *Larix decidua*	314 251 ha	1 561	1 561	665
Fir *Abies alba*	211 325 ha	831	831	395
Beech *Fagus sylvatica*	1 819 006 ha	21 179	5 000	6 145
Oak *Quercus petraea*, *Quercus robur*	1 265 470 ha	4 965	4 898	1 278
Birch *Betula pendula*, *Betula pubescens*	521 034 ha	1 036	1 036	464
Arl *Alnus glutinosa*	280 710 ha	1 042	1 042	384
Other deciduous trees	1 232 396 ha	1 816	1 816	557
Total	10 828 144 ha	62 560	29 099	20 257

Link zum Paper



1. MULTI-SOURCE BAUMARTEN DATENBANK

2. SETUP DES KLASSIFIKATIONSMODELS

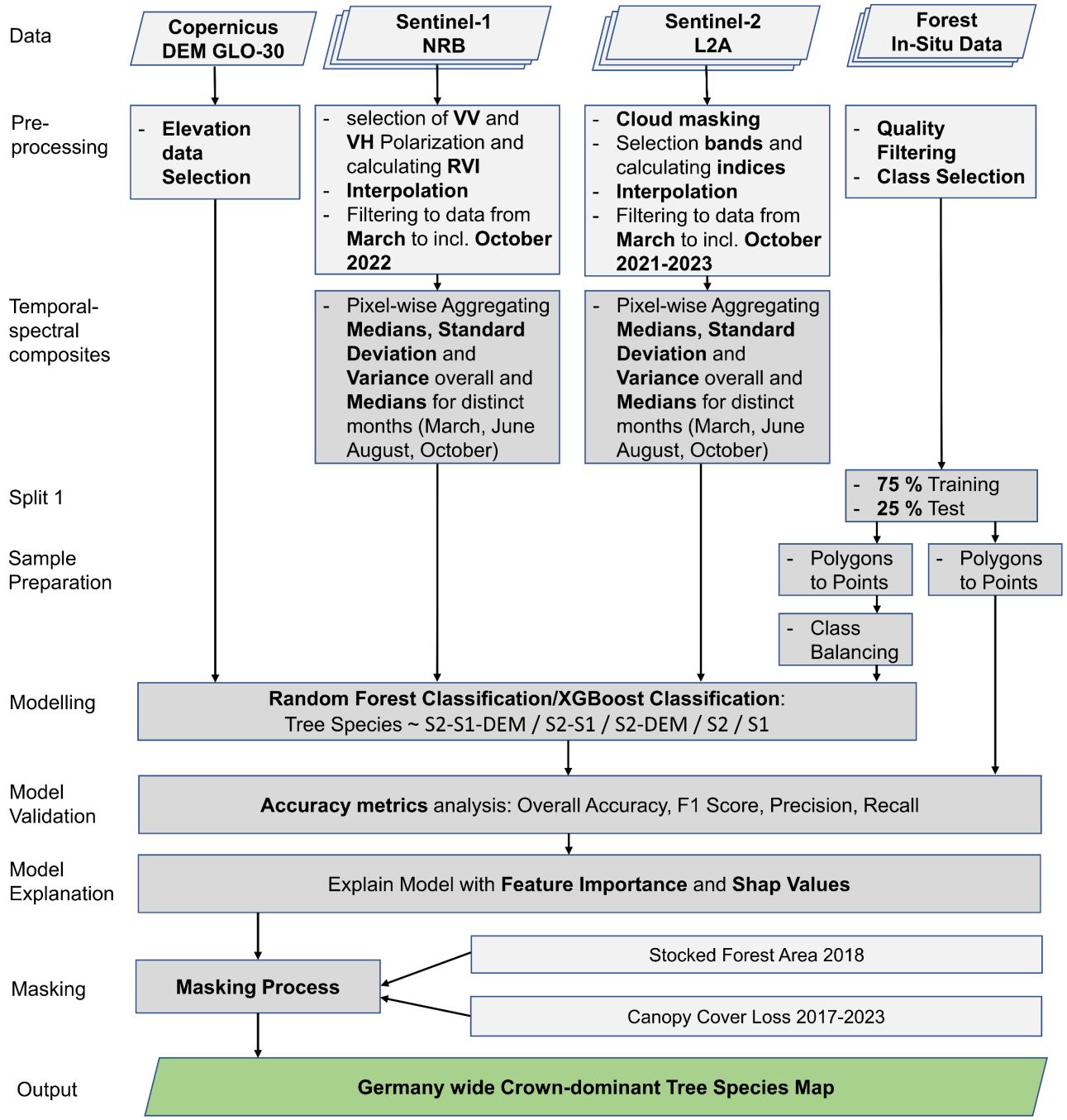
3. EIN DEUTSCHLAND-WEITES BAUMARTENPRODUKT

4. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION

5. AUSBLICK

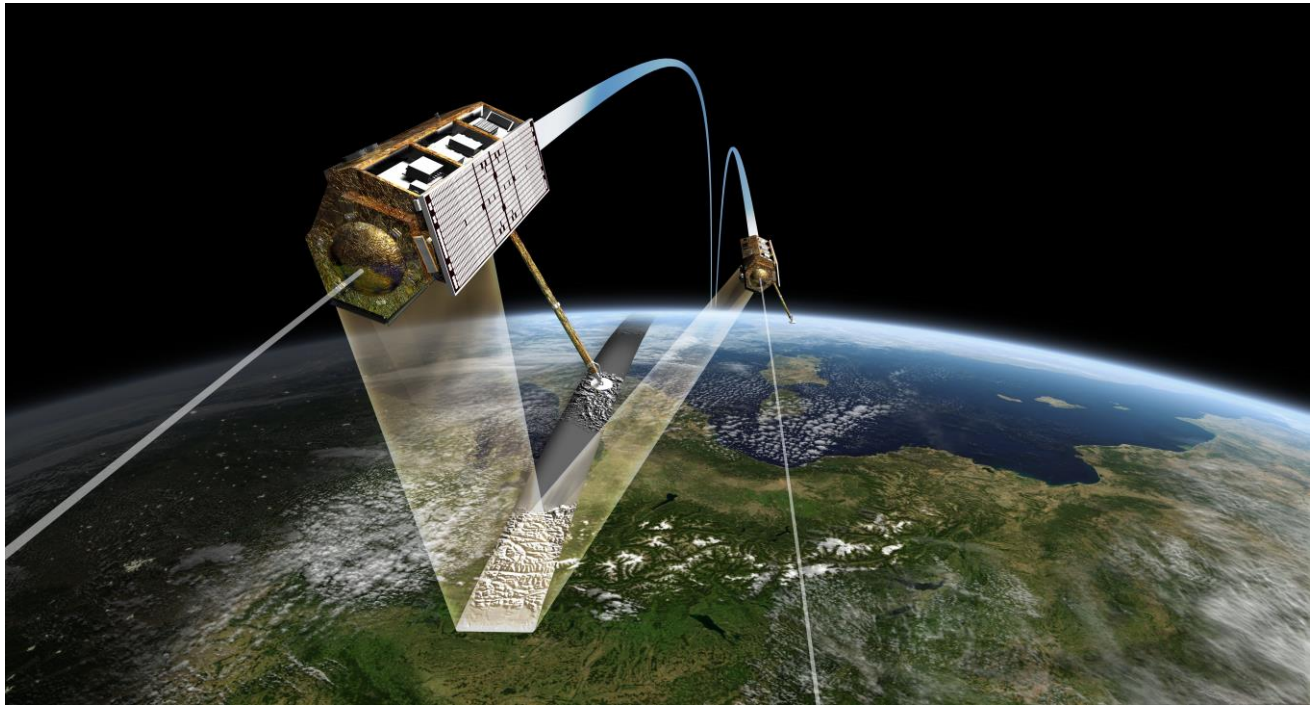
Waldwissen.net

Workflow



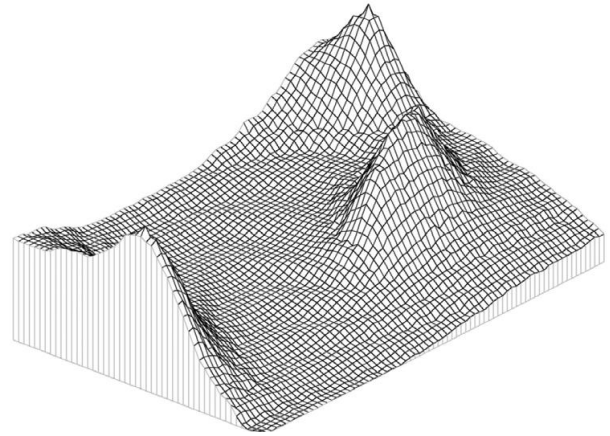
Wegler et al. 2025

Workflow



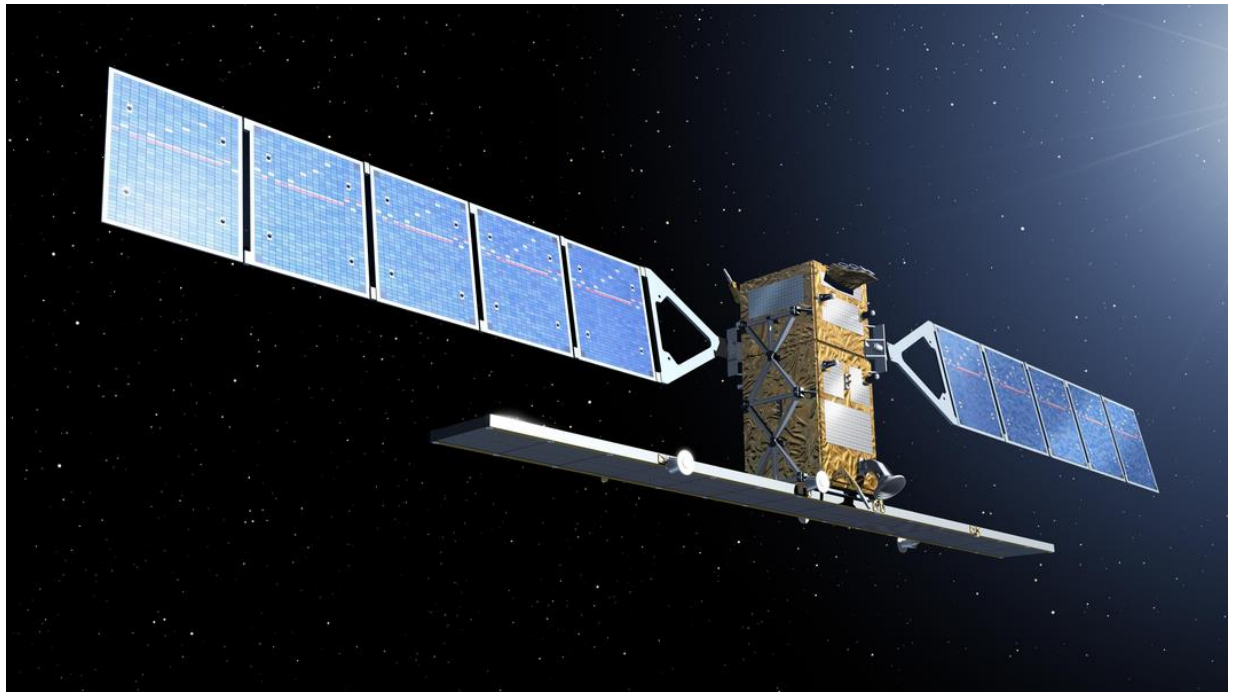
TanDEM-X

Höheninformation



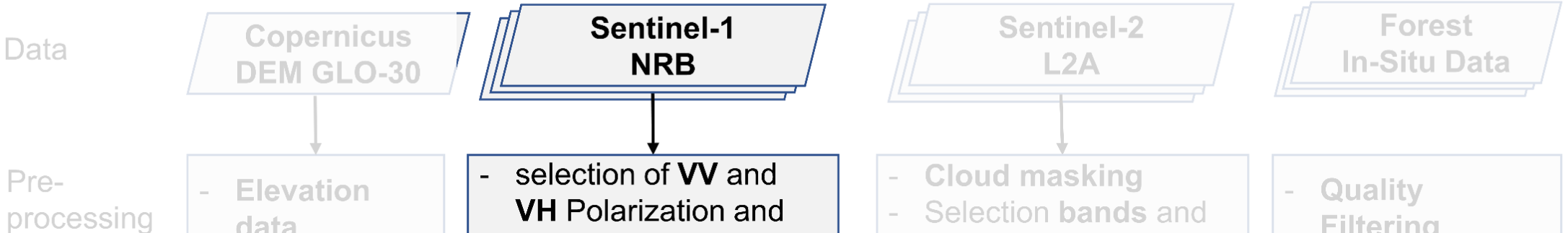
Wegler et al. 2025

Workflow



Sentinel-1 NRB:

- vorprozessiert
- Wetter unabhängig
- VH und VV
- Radar Vegetation Index



Wegler et al. 2025

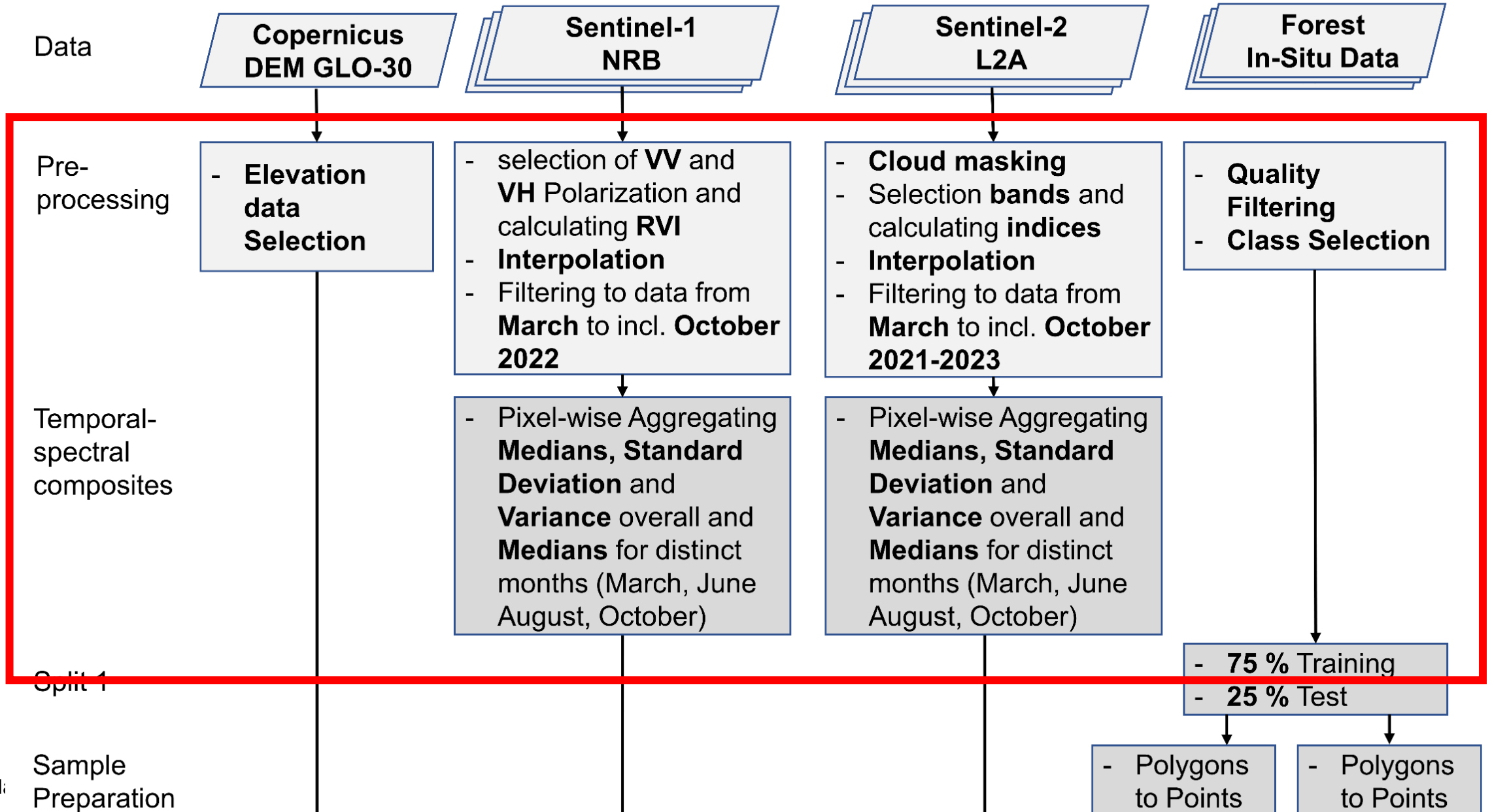
Workflow

Sentinel-2 LA2 C1:

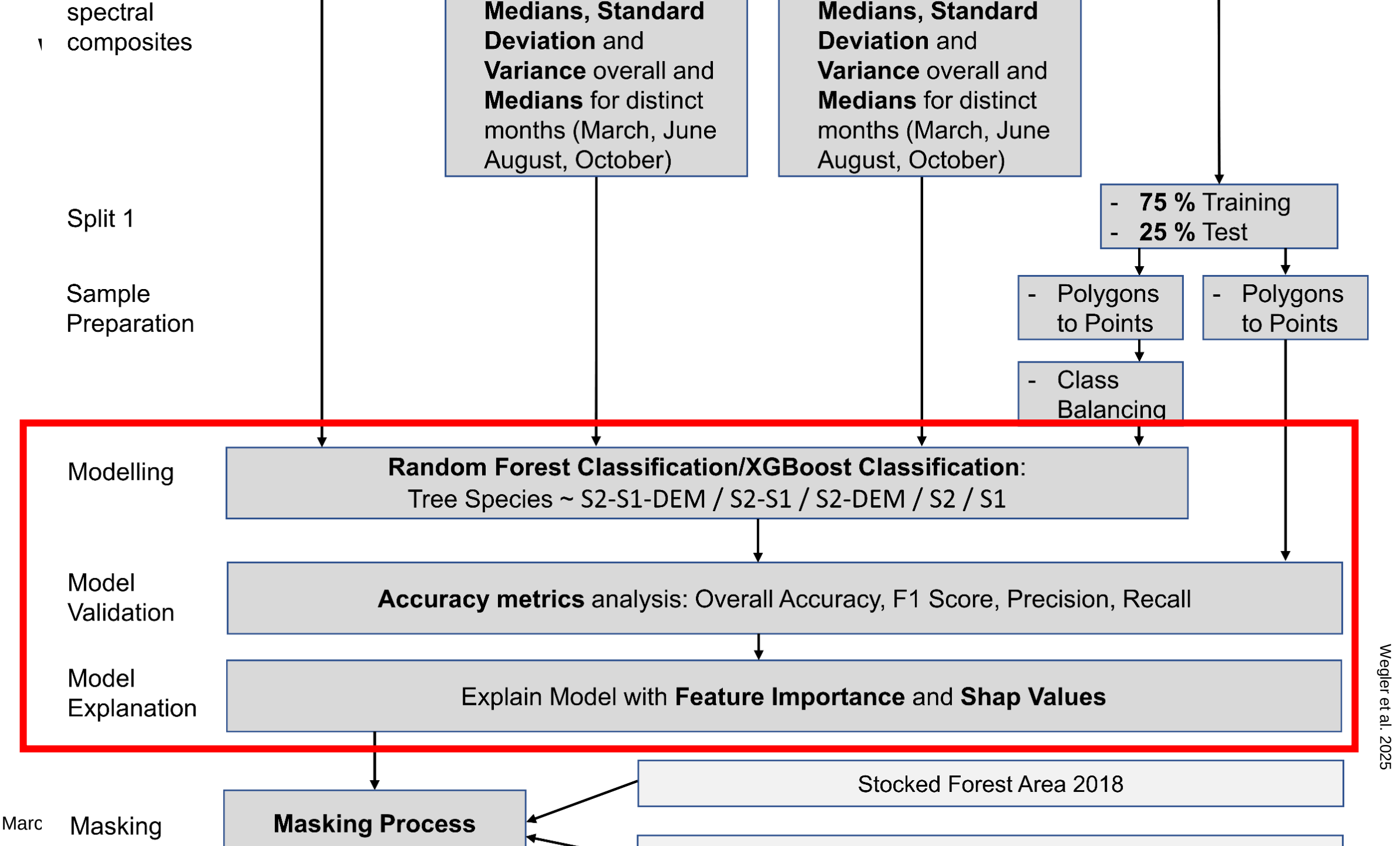
- wolkenmaskiert
- RGB, NIR, Red Edge 2, SWIR1, SWIR2
- NDVI
- NDMI

Wegler et al. 2025

Workflow

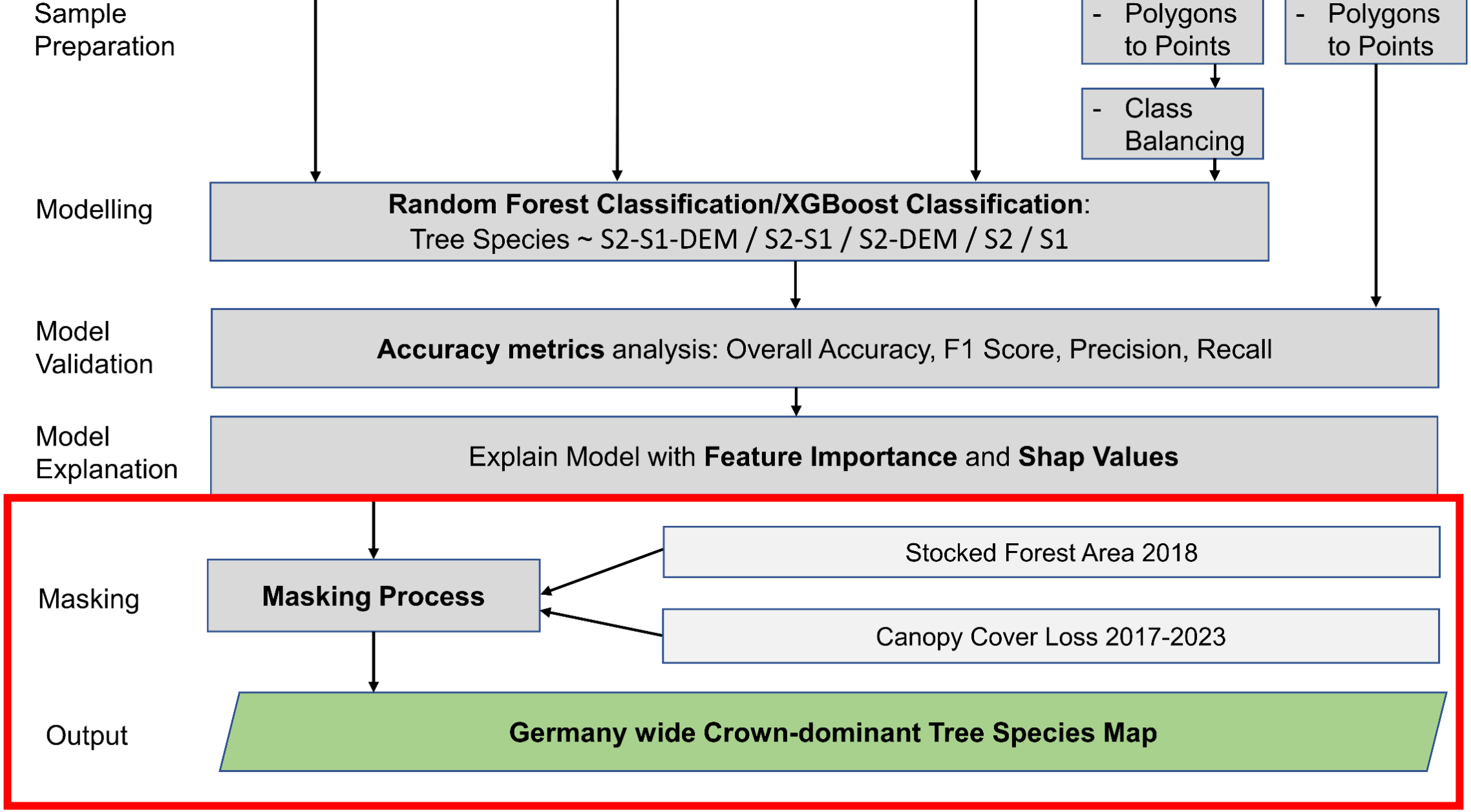


Wegler et al. 2025



Wegler et al. 2025

Marc



Wegler et al. 2025

1. MULTI-SOURCE BAUMARTEN DATENBANK

2. SETUP DES KLASSIFIKATIONSMODELS

3. EIN DEUTSCHLAND-WEITES BAUMARTENPRODUKT

4. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION

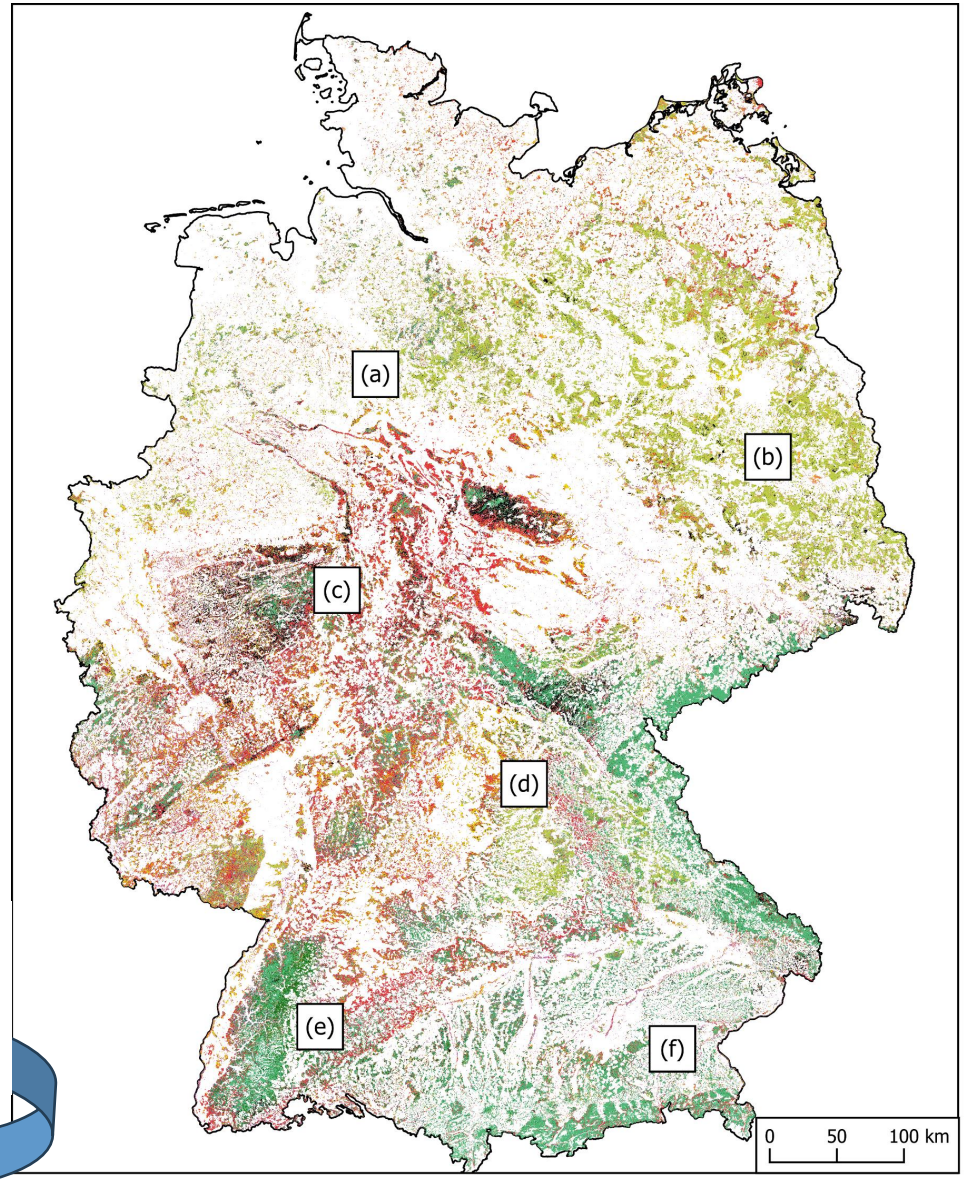
5. AUSBLICK - ARTSPEZIFISCHE VERLUSTE

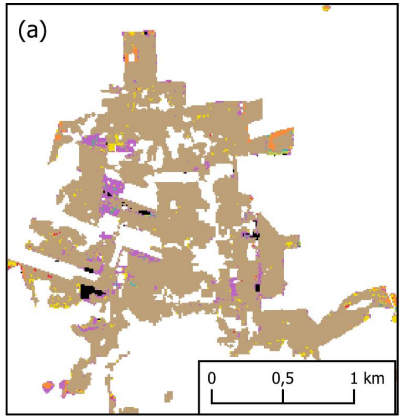
Waldwissen.net

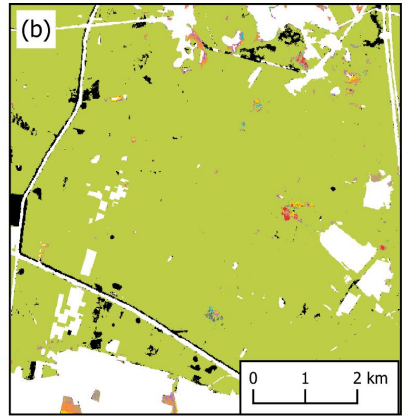
Baumarten 2022

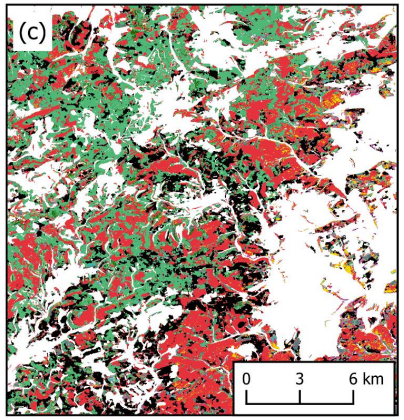
- 10 Klassen
  - Kiefer
  - Fichte
  - Douglasie
  - Lärche
  - Tanne
  - Buche
  - Eichen
  - Birken
  - Erle
  - Andere Laubbaumarten
- 10 m Auflösung

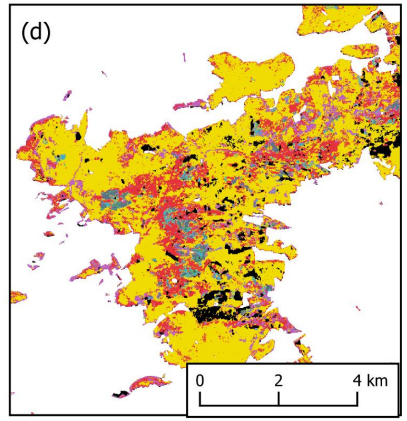
Check out the map!

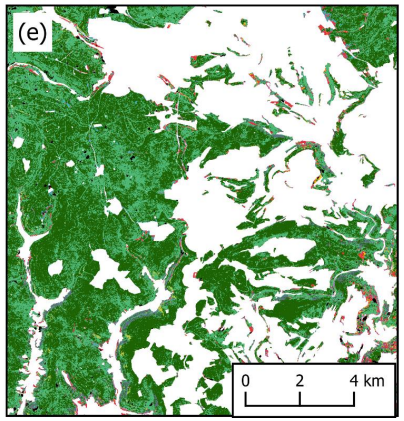


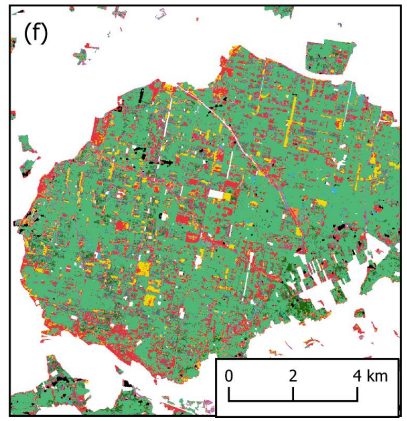




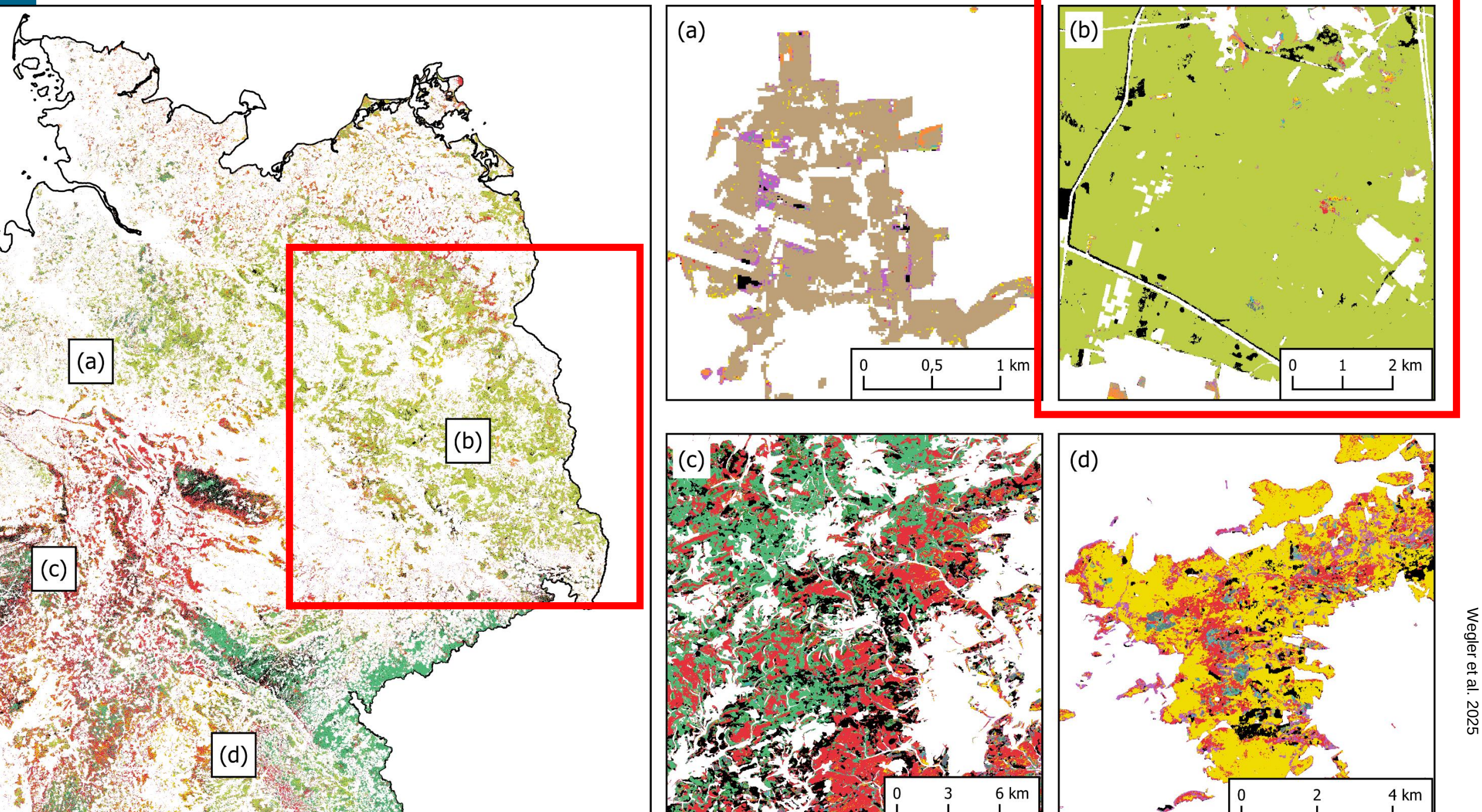




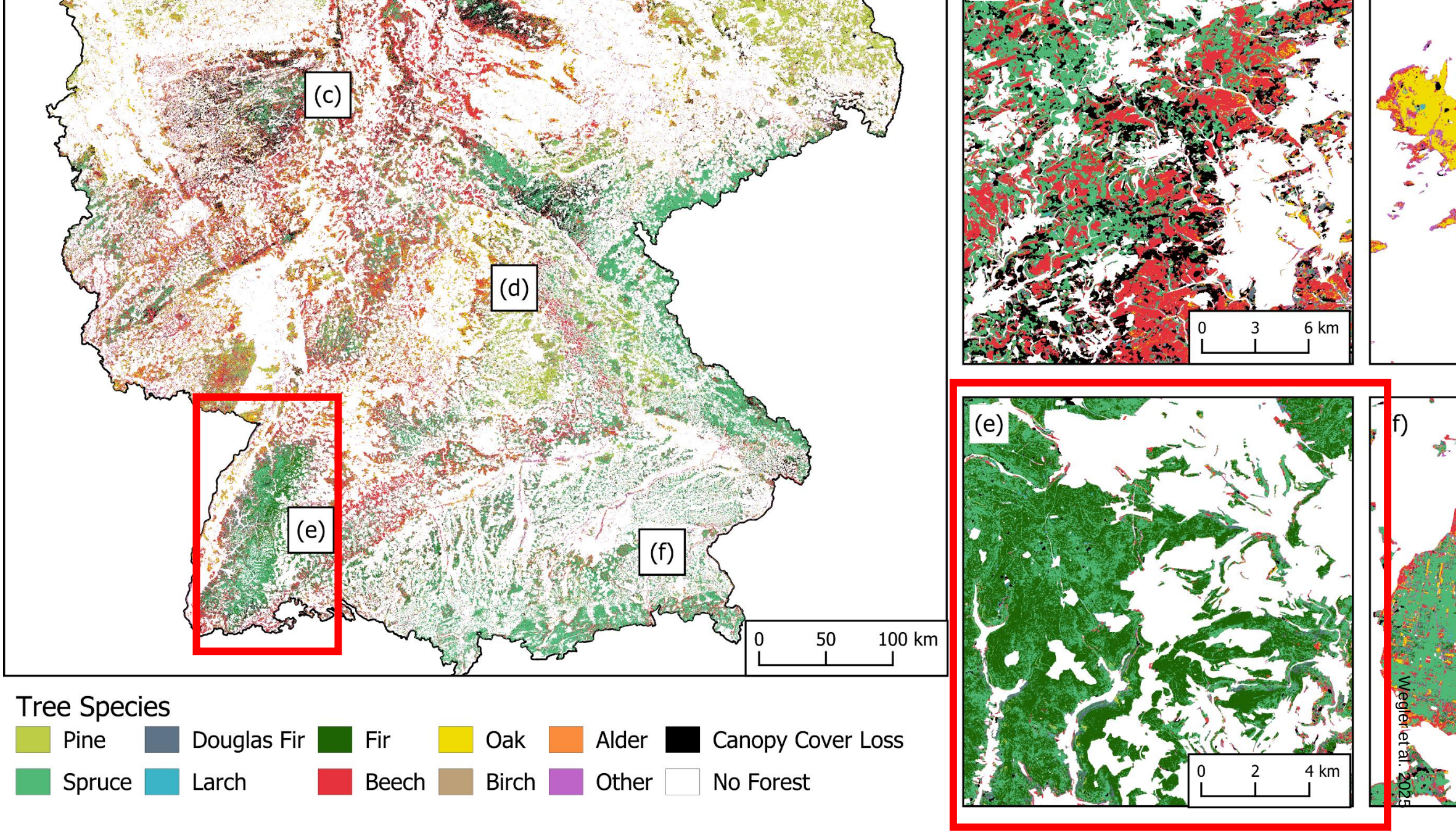




Wegler et al. 2025



Wegler et al. 2025


(c)
(d)
(e)
(f)
0 50 100 km
0 3 6 km
(e)
0 2 4 km
f)
Wegler et al. 2025
Tree Species
Pine
Douglas Fir
Fir
Oak
Alder
Canopy Cover Loss
Spruce
Larch
Beech
Birch
Other
No Forest

Baumarten 2022
Genauigkeitsbewertung

Model	Overall Accuracy	Precision	Recall	F1-Score	F1-Score Range
S1 RF	0.66	0.44	0.44	0.41	0.05–0.90
S1 XGB	0.64	0.43	0.44	0.41	0.13–0.89
S2 RF	0.89	0.81	0.8	0.8	0.63–0.96
S2 XGB	0.92	0.86	0.86	0.86	0.68–0.97
S2-S1 RF	0.9	0.83	0.82	0.82	0.66–0.97
S2-S1 XGB	0.86	0.87	0.86	0.86	0.73–0.94
S2-DEM RF	0.9	0.83	0.83	0.82	0.68–0.96
S2-DEM XGB	0.93	0.88	0.89	0.88	0.76–0.97
S2-S1-DEM RF	0.91	0.85	0.84	0.84	0.69–0.97
S2-S1-DEM XGB	**0.94**	**0.89**	**0.9**	**0.89**	**0.76–0.98**

Wegler et al. 2025

Baumarten 2022
Genauigkeitsbewertung

Model	Overall Accuracy	Precision	Recall	F1-Score	F1-Score Range
S1 RF	0.66	0.44	0.44	0.41	0.05–0.90
S1 XGB	0.64	0.43	0.44	0.41	0.13–0.89
S2 RF	0.89	0.81	0.8	0.8	0.63–0.96
S2 XGB	0.92	0.86	0.86	0.86	0.68–0.97
S2-S1 RF	0.9	0.83	0.82	0.82	0.66–0.97
S2-S1 XGB	0.86	0.87	0.86	0.86	0.73–0.94
S2-DEM RF	0.9	0.83	0.83	0.82	0.68–0.96
S2-DEM XGB	0.93	0.88	0.89	0.88	0.76–0.97
S2-S1-DEM RF	0.91	0.85	0.84	0.84	0.69–0.97
S2-S1-DEM XGB	**0.94**	**0.89**	**0.9**	**0.89**	**0.76–0.98**

Wegler et al. 2025

1. MULTI-SOURCE BAUMARTEN DATENBANK

2. SETUP DES KLASSIFIKATIONSMODELS

3. EIN DEUTSCHLAND-WEITES BAUMARTENPRODUKT

4. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION

5. AUSBLICK - ARTSPEZIFISCHE VERLUSTE

Waldwissen.net

Zusammenfassung

- **Datenbasis**: > 80.000 Stichproben aus Registern, Google-Daten und Felderhebungen → neue, für Baumkronen optimierte, Referenzdatenbank
- **Methodik**: Kombination von Sentinel-2, Sentinel-1 und DGM; getestet mit Random Forest und XGBoost
- **Produkt**: Deutschlandweite Karte (2022) von 10 Baumartenklassen mit 10-m Auflösung
- **Genauigkeit**: Beste Ergebnisse mit XGBoost + S2+S1+DGM → F1 = 0,89.
  Nur S2: F1 = 0,86
- **Fazit**: Kosteneffizient, reproduzierbar und unabhängig → Grundlage für Monitoring, mehrjährige Analysen und europaweite Anwendungen

Diskussion

- Aufbau einer **deutschlandweiten Baumarten-Datenbank** ist zeitintesiv; M**ulti-Source-Ansatz** (Register, Google, Felderhebungen) bietet Flexibilität und Unabhängigkeit vom BWI
- Modell erfasst dominante Baumarten gut in homogenen Ständen, **heterogene Bestände bleiben Herausforderung**
- Nationales Modell (statt vieler Regionalmodelle) → **effizient, keine Artefakte, hohe Genauigkeit.**
- **Höchste Genauigkeit für Fichte, Kiefer, Buche**; wichtige Features: **SWIR & Red Edge**, während DGM und SAR wenig beitragen
- **Zentrale Herausforderung**: Referenzdaten für Mischwälder, Altersklassen & Jungpflanzen

1. MULTI-SOURCE BAUMARTEN DATENBANK

2. SETUP DES KLASSIFIKATIONSMODELS

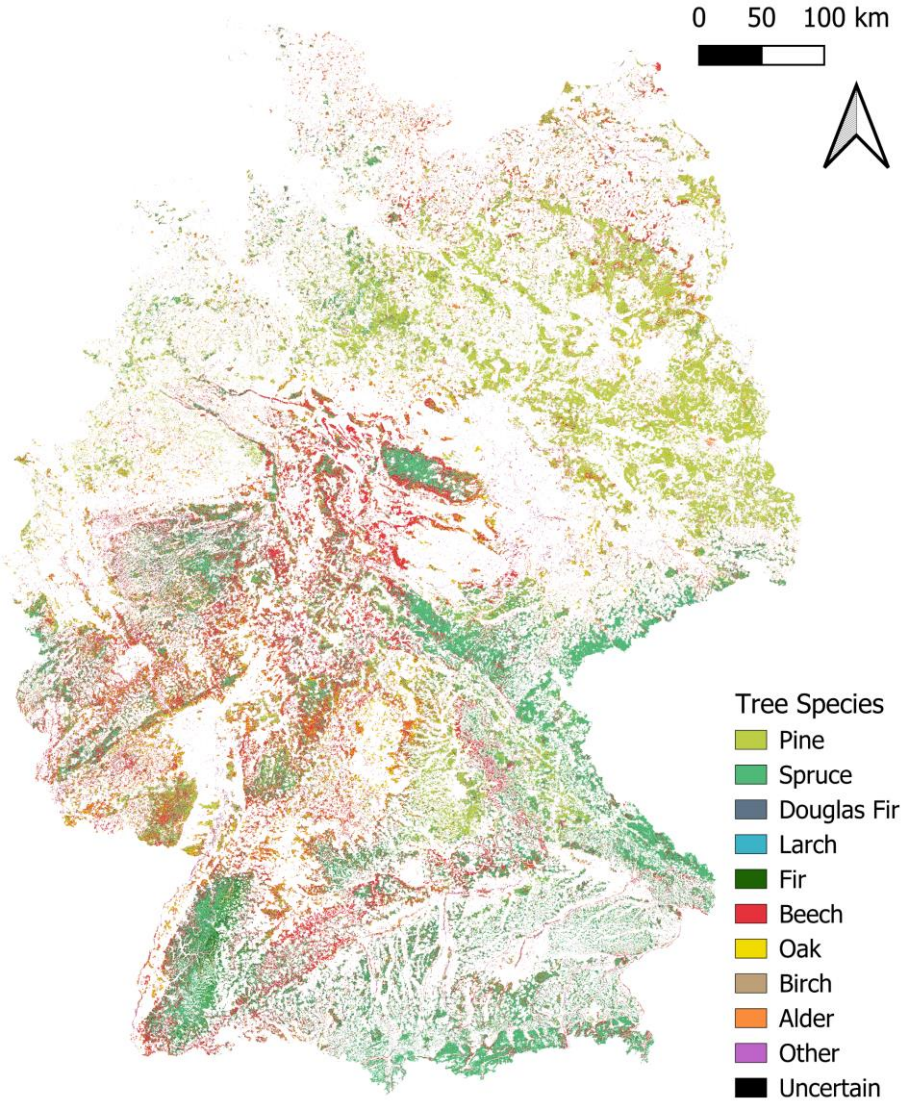
3. EIN DEUTSCHLAND-WEITES BAUMARTENPRODUKT

4. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION

5. AUSBLICK - ARTSPEZIFISCHE VERLUSTE

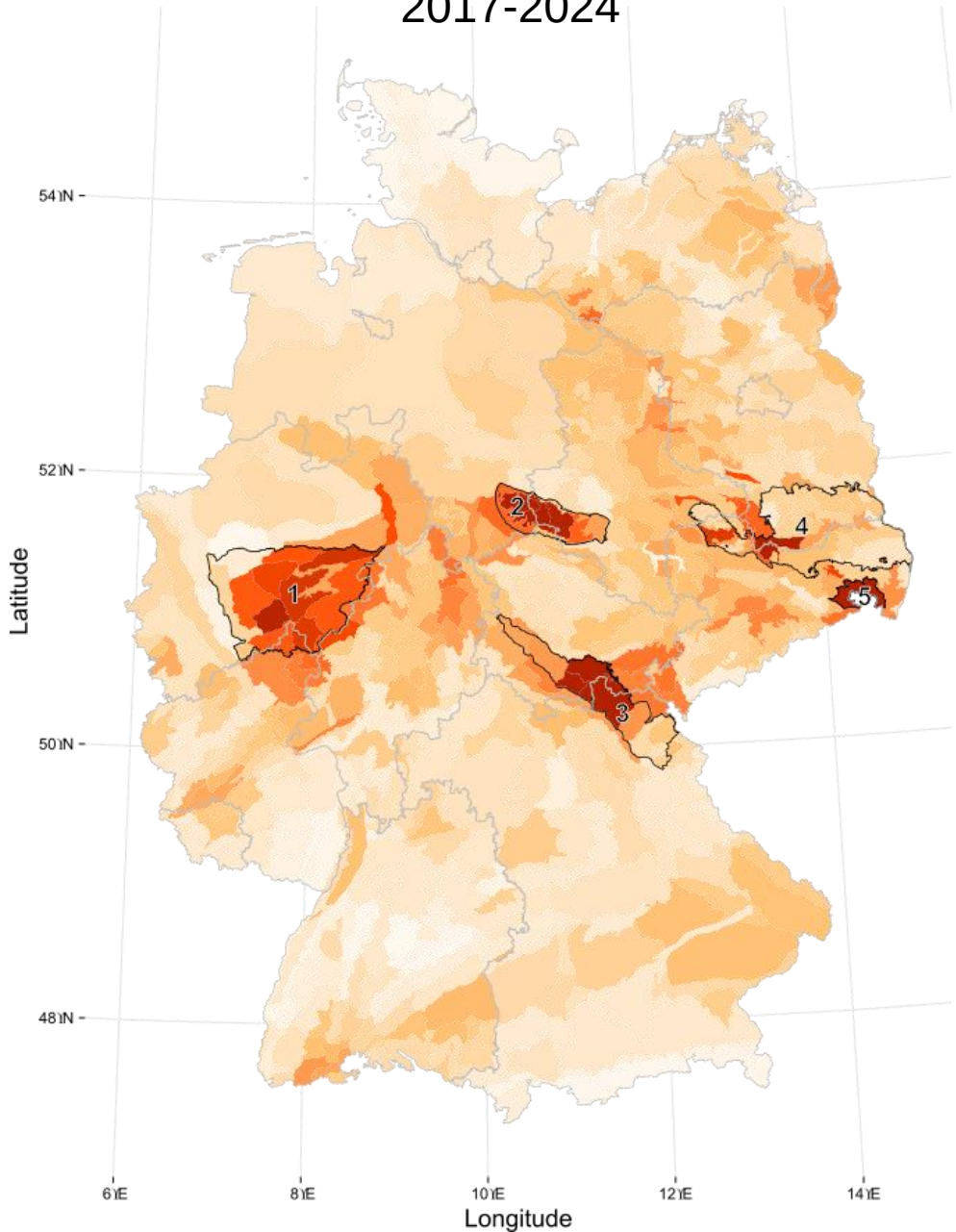
Waldwissen.net

Baumartenkarte 2016



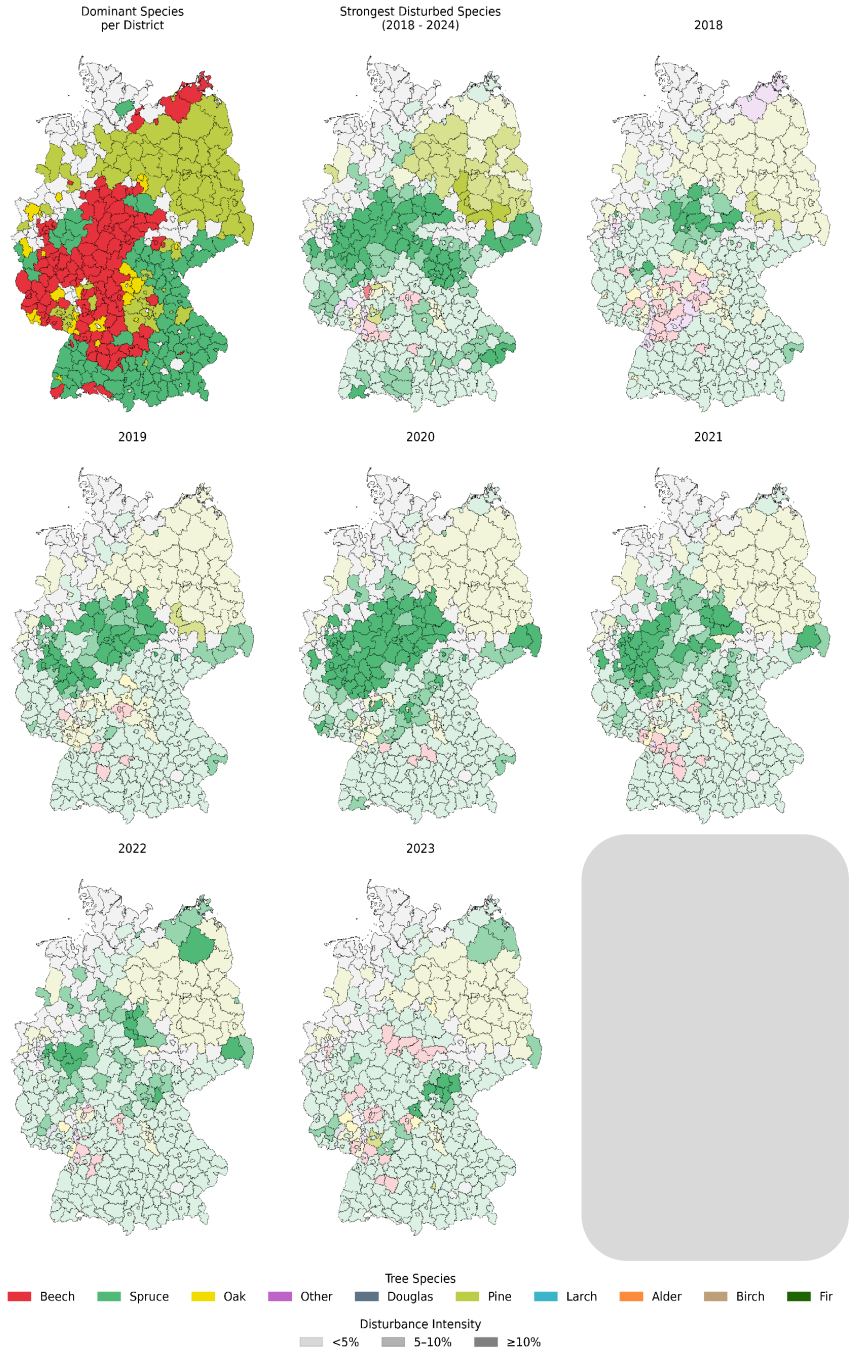
Wegler et al. 2025 (in preparation)

Forest Canopy Cover Loss 2017-2024



Thonfeld et al. 2025 (under review)

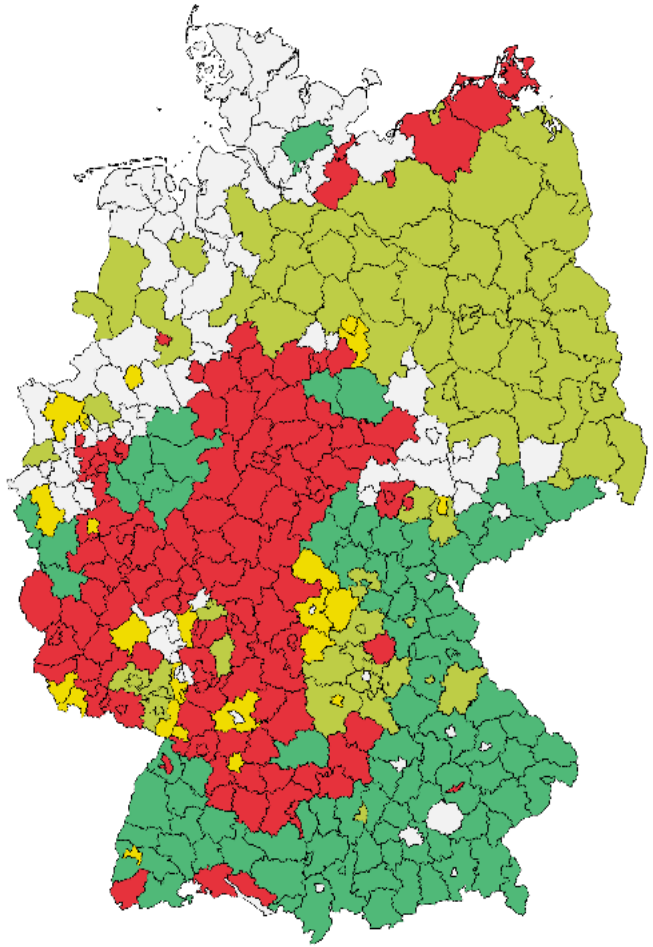
Verschneidung von Baumarten 2016 und Canopy Cover Loss 2017-2024



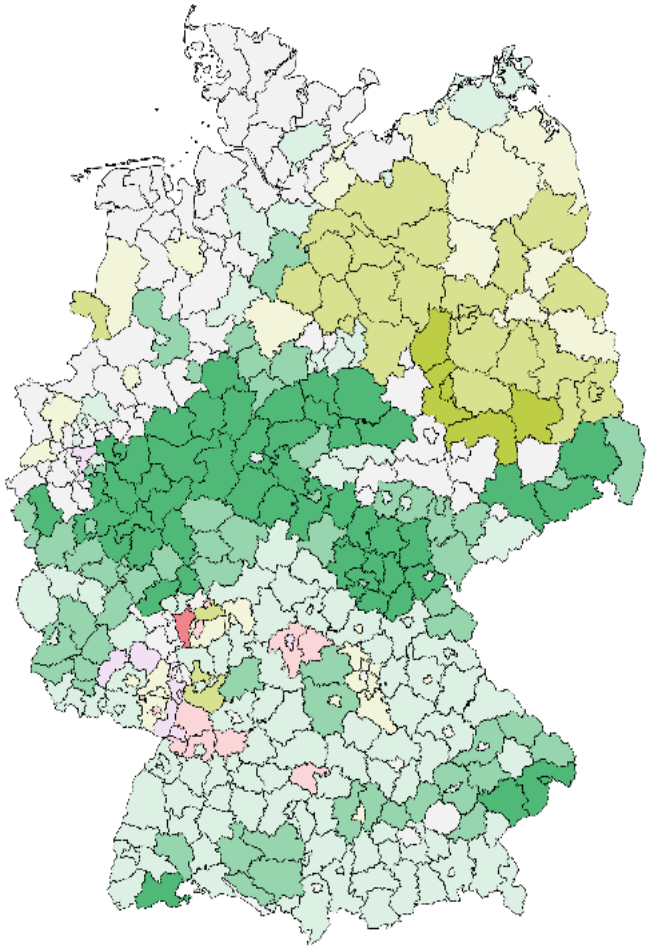
Wegler et al. 2025
(in preparation)

M

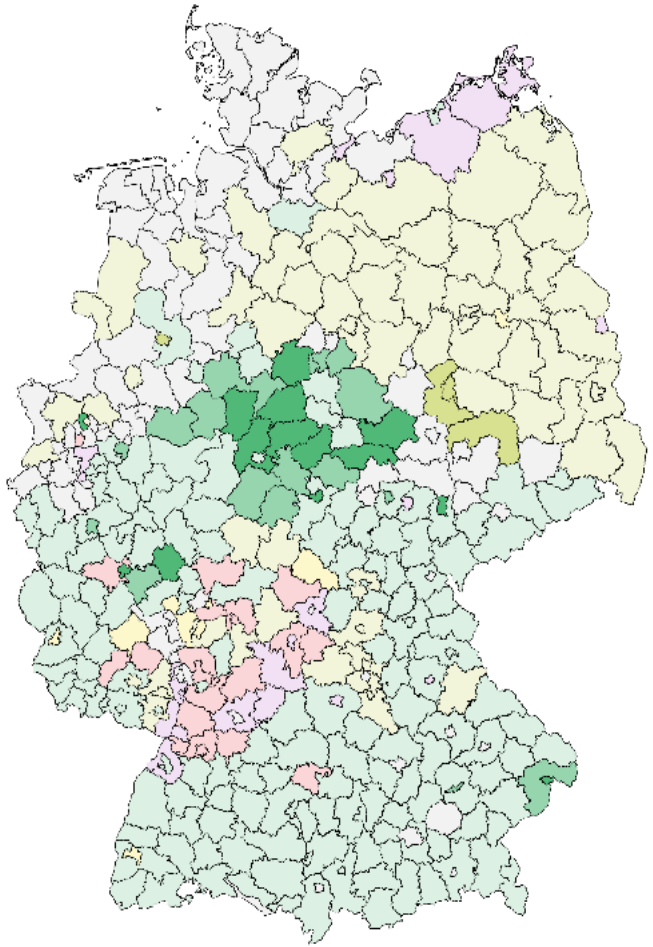
Dominant Species
per District



Strongest Disturbed Species
(2018 - 2024)



2018

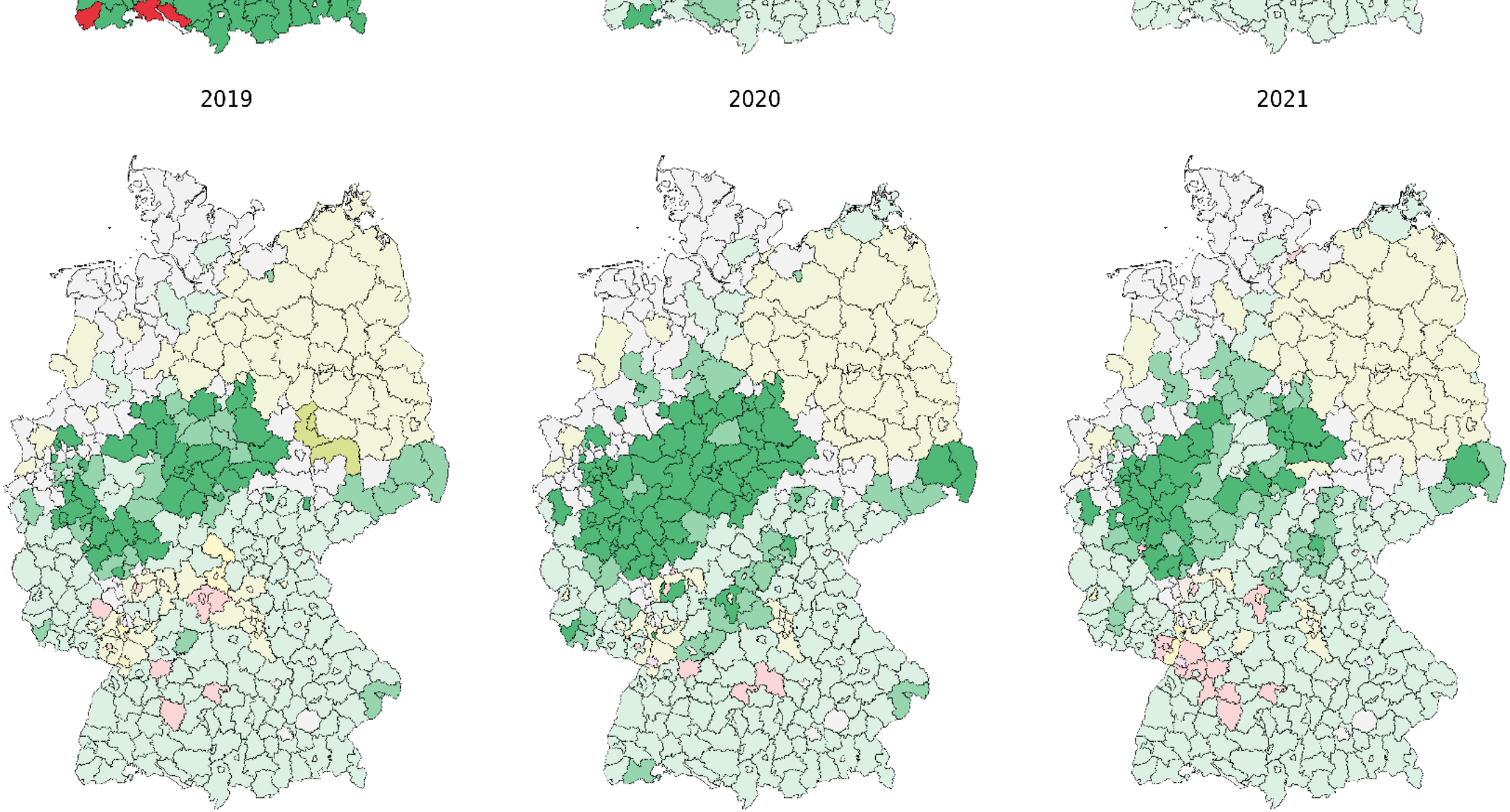


2019

2020

2021

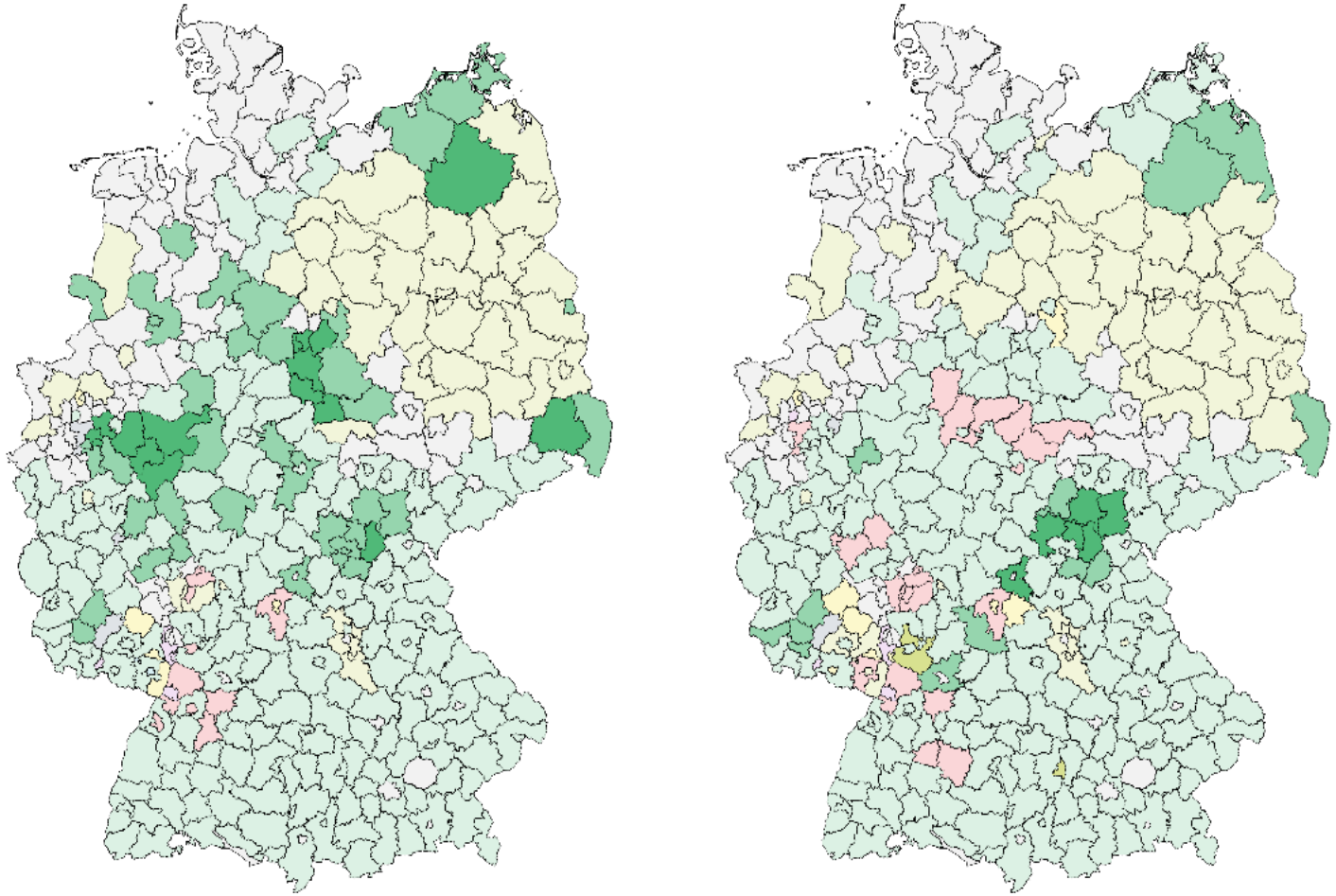
Wegler et al. 2025
(in preparation)



Wegler et al. 2025
(in preparation)

2022

2023



Tree Species

Beech Spruce Oak Other Douglas Pine Larch Alder Birch Fir

Disturbance Intensity

<5% 5–10% ≥10%

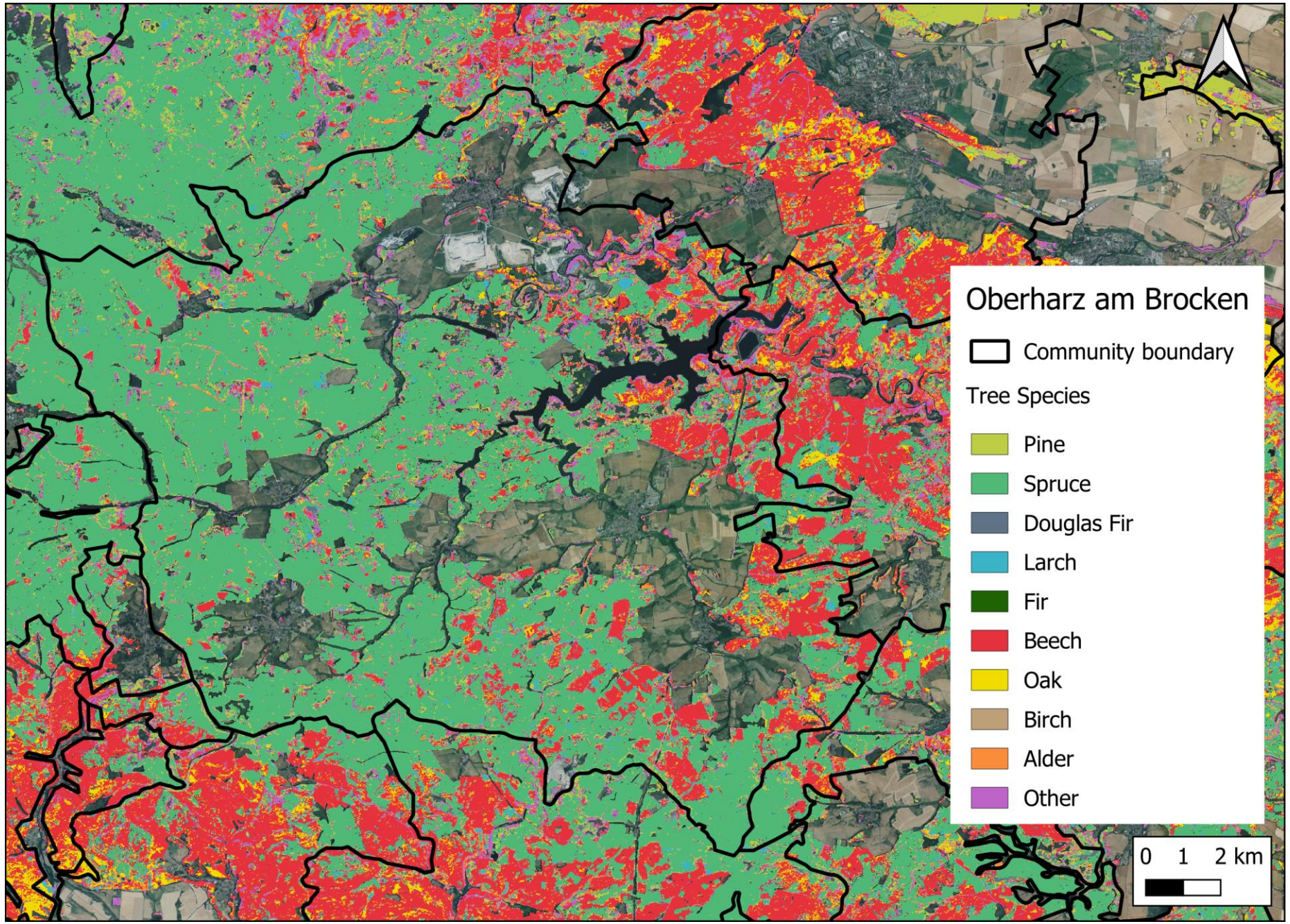
Wegler et al. 2025
(in preparation)

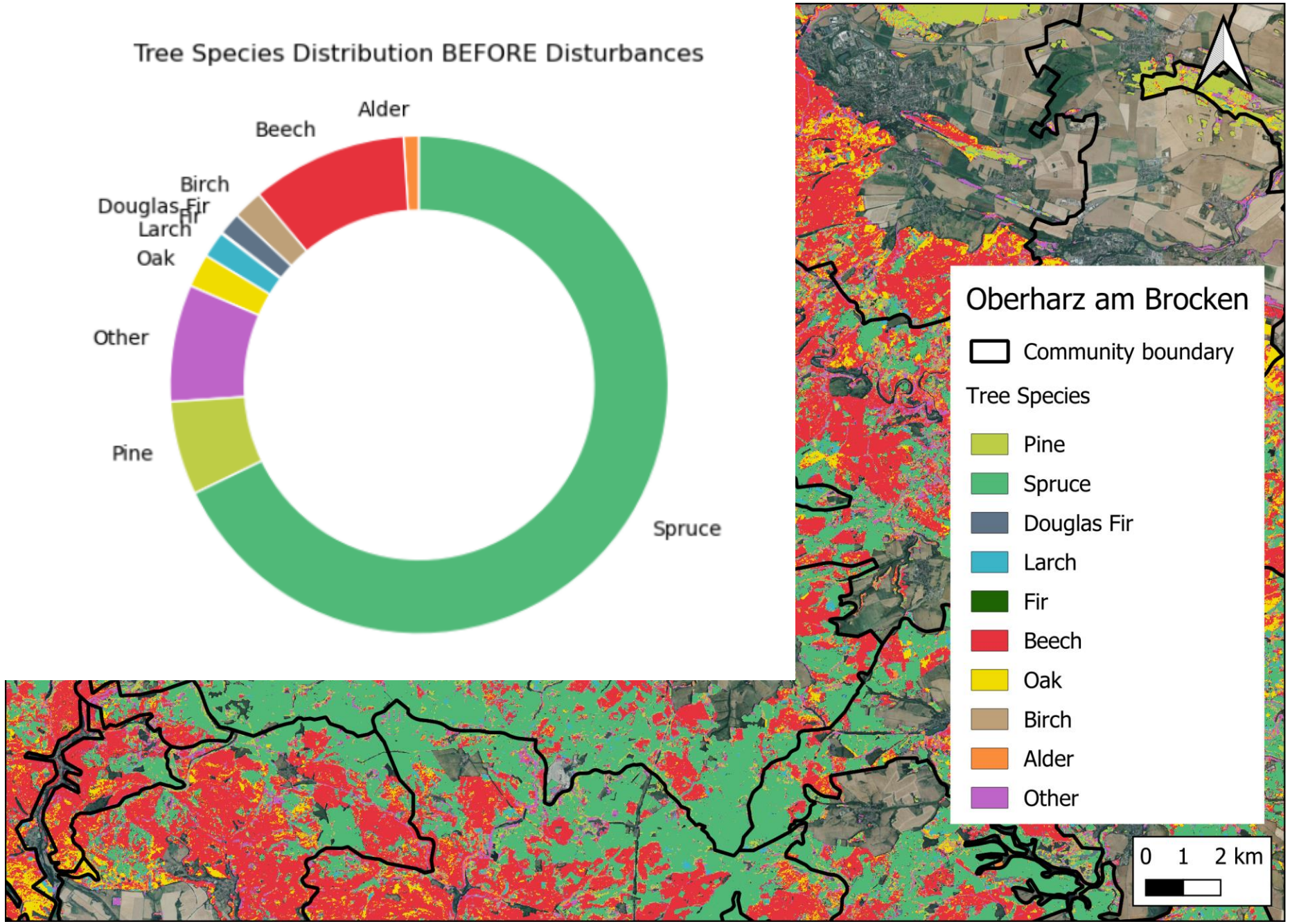
5. BEISPIELE

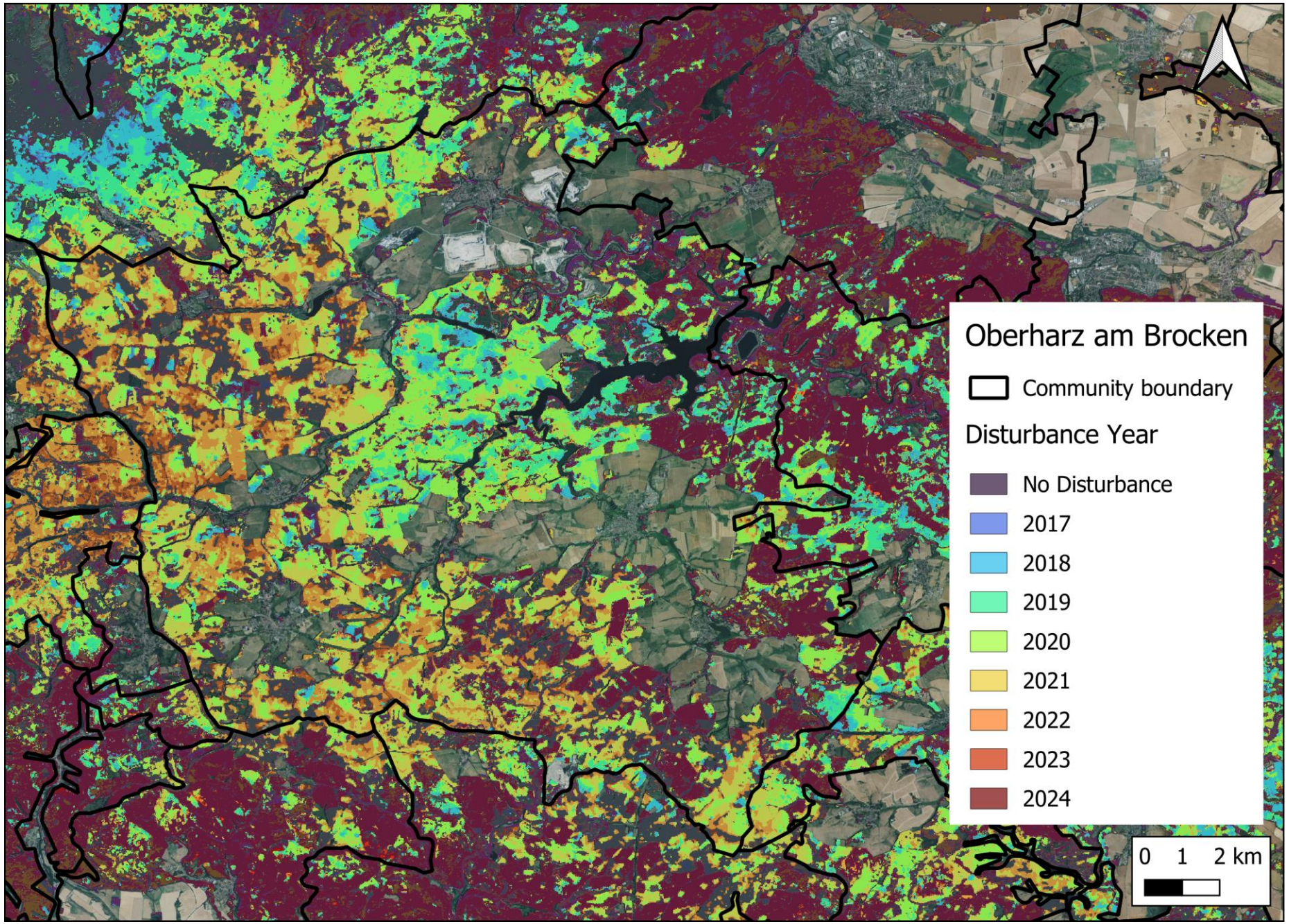
Waldwissen.net

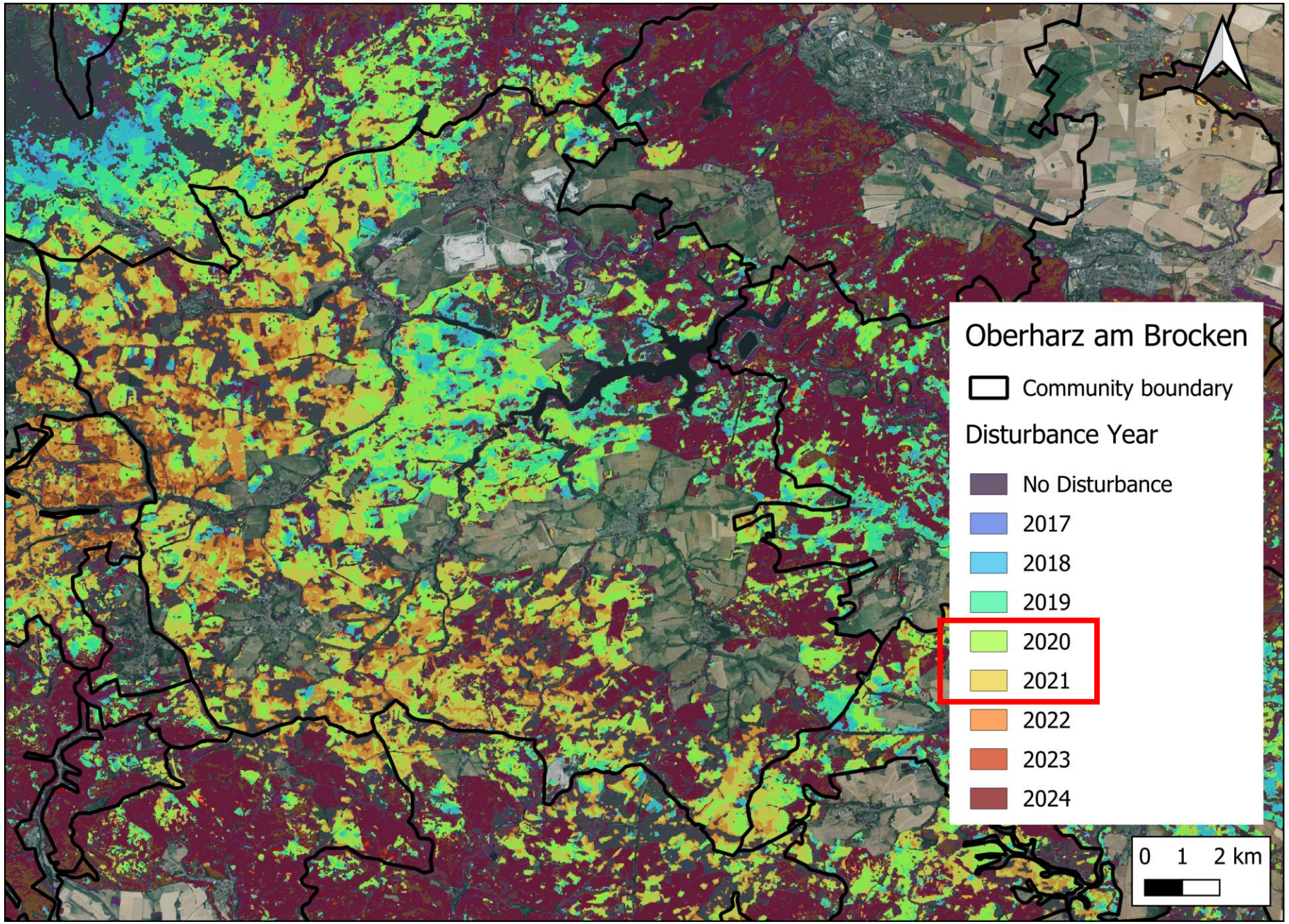
5. BEISPIEL - OBERHARZ AM BROCKEN

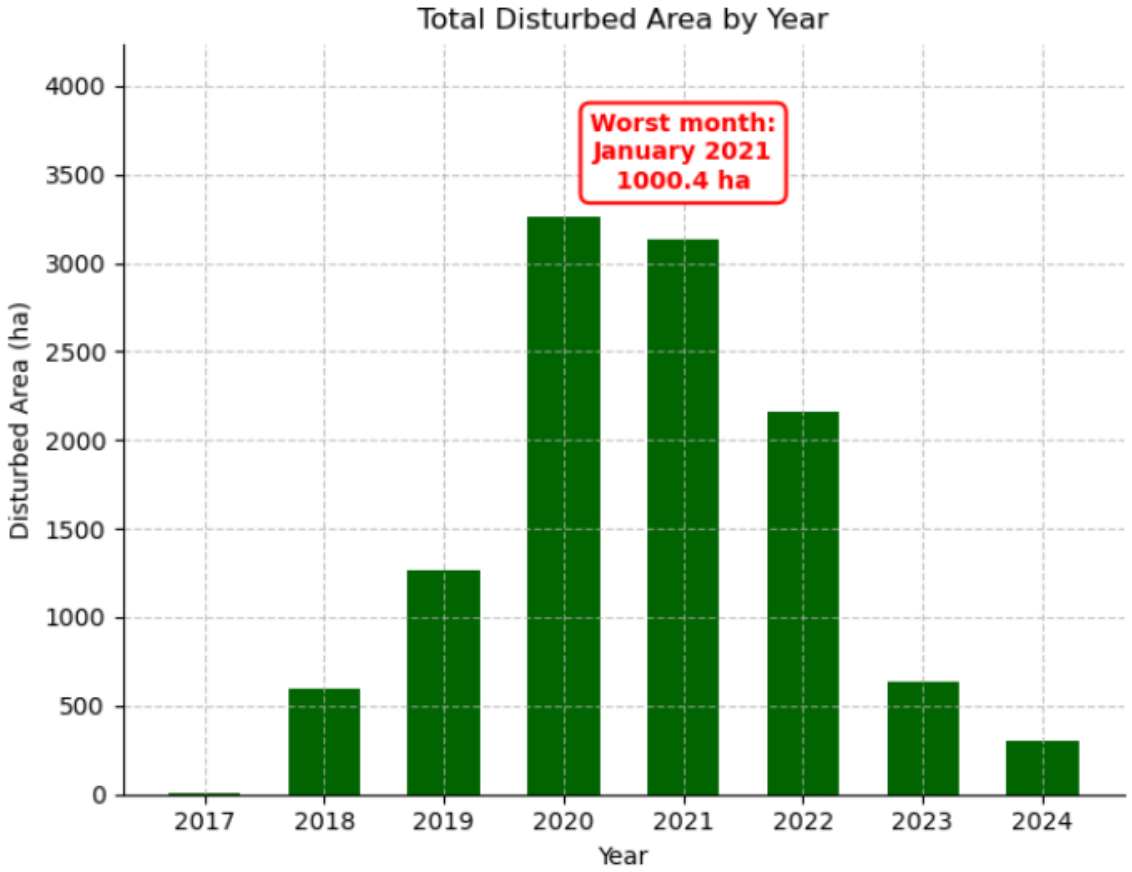
Waldwissen.net

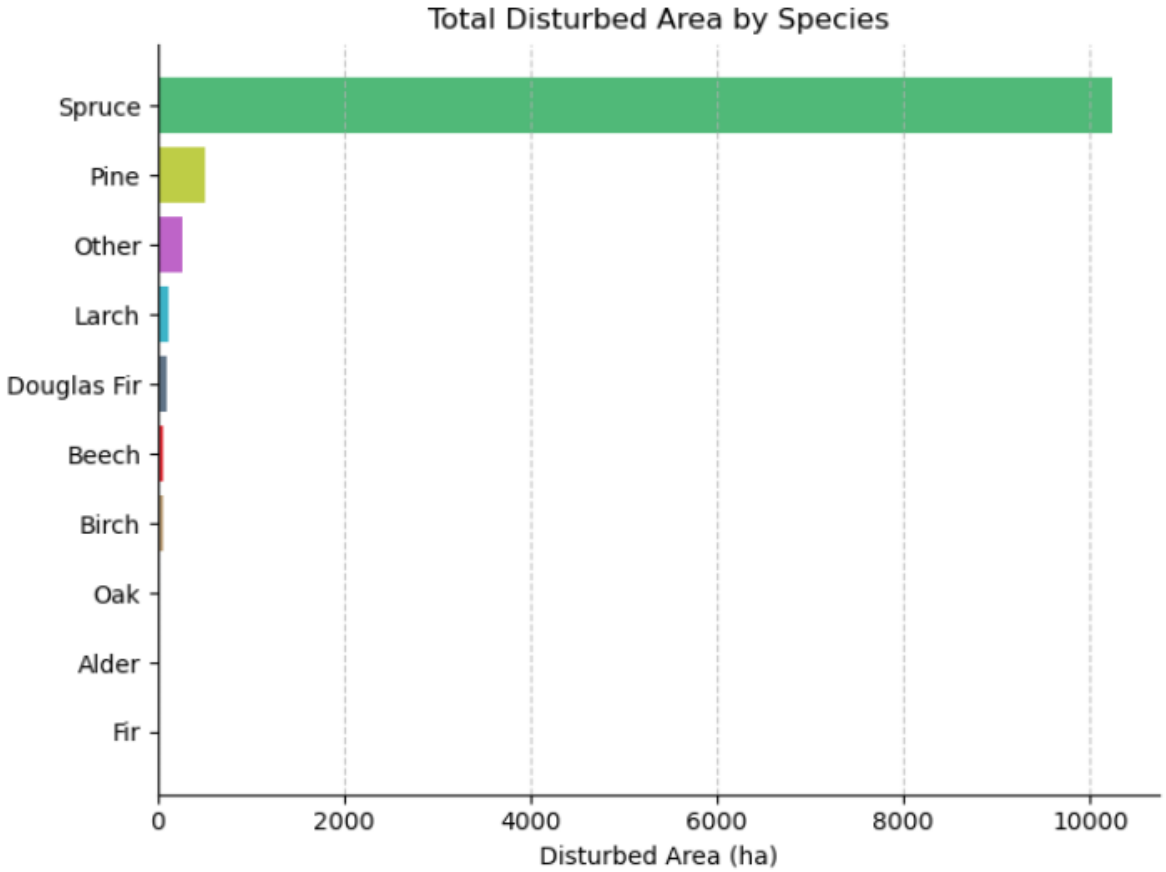

Oberharz am Brocken
Community boundary
Tree Species
Pine
Spruce
Douglas Fir
Larch
Fir
Beech
Oak
Birch
Alder
Other
0 1 2 km


Tree Species Distribution BEFORE Disturbances
Alder
Beech
Birch
Douglas Fir
Fir
Larch
Oak
Other
Pine
Spruce
Oberharz am Brocken
Community boundary
Tree Species
Pine
Spruce
Douglas Fir
Larch
Fir
Beech
Oak
Birch
Alder
Other
0 1 2 km

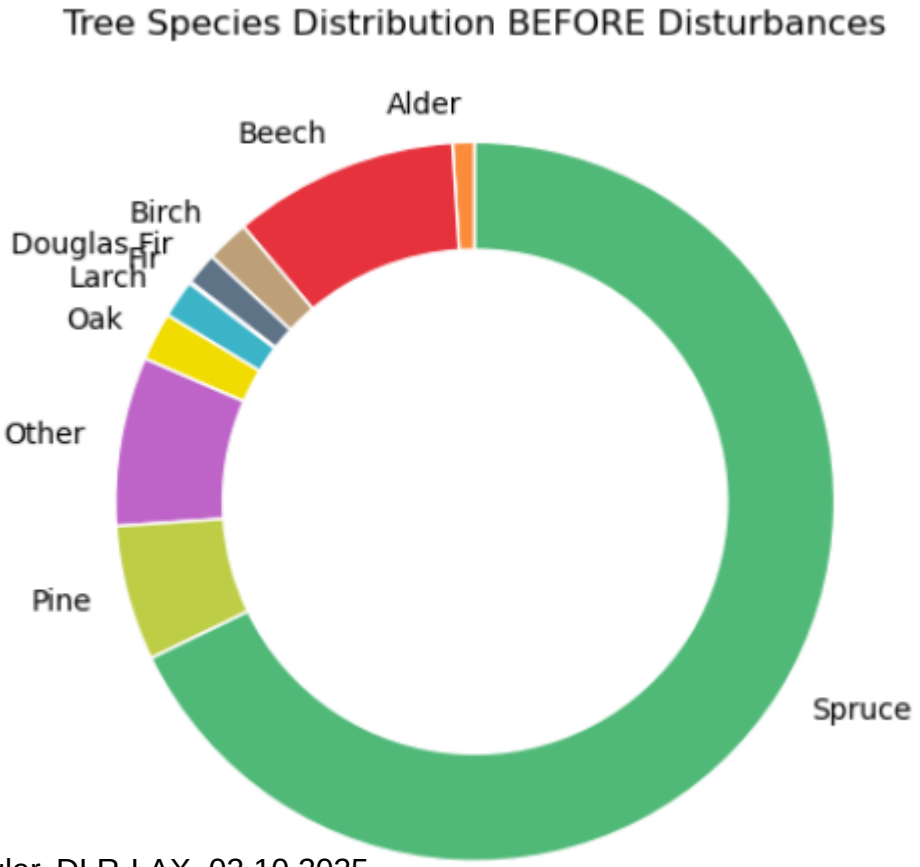

Oberharz am Brocken
Community boundary
Disturbance Year
No Disturbance
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
0 1 2 km

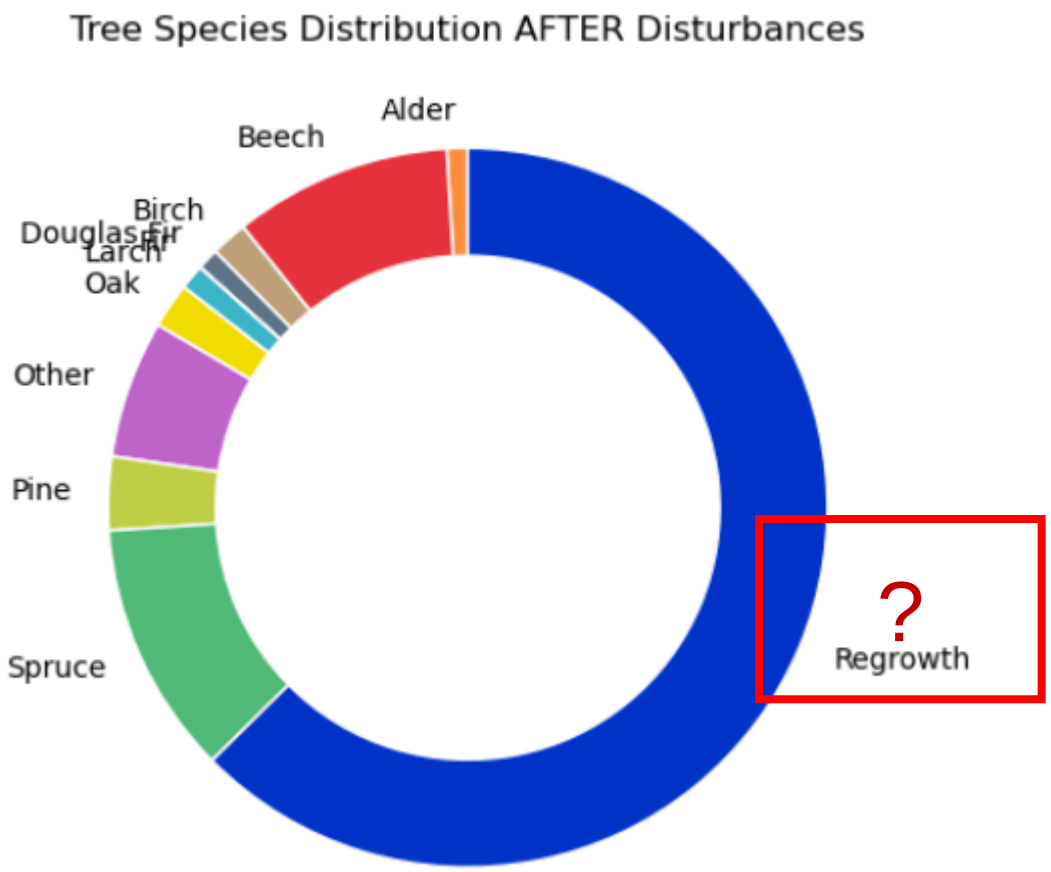

Oberharz am Brocken
Community boundary
Disturbance Year
No Disturbance
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
0 1 2 km


Total Disturbed Area by Year
Worst month:
January 2021
1000.4 ha
Disturbed Area (ha)
Year
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024


Total Disturbed Area by Species
Spruce
Pine
Other
Larch
Douglas Fir
Beech
Birch
Oak
Alder
Fir
0
2000
4000
6000
8000
10000
Disturbed Area (ha)


IM FOKUS Nahost-Konflikt Ukraine-Krieg Donald Trump
NATUR UND UMWELT | DEUTSCHLAND
Warum das Waldsterben in Deutschland gut sein könnte
Kiyo Dörrer
13.10.2024
Deutschland verliert seine Wälder - und zwar rasant. Allein im Mittelharz sind wegen Schädlingen und Trockenheit über 90 Prozent aller Fichten schon tot oder sterben ab. Das könnte mittelfristig aber etwas Gutes haben.


Tree Species Distribution BEFORE Disturbances
Alder
Beech
Birch
Douglas Fir
Fir
Larch
Oak
Other
Pine
Spruce


Tree Species Distribution AFTER Disturbances
Alder
Beech
Birch
Douglas Fir
Fir
Larch
Oak
Other
Pine
Spruce
?
Regrowth

Gefördert durch:
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

Baumarten Paper

Baumarten Karte

Kronendachverlust Karte