



Aktuelle Forschung der LWF zur Erfassung von Borkenkäferschäden mit Fernerkundungstechniken

Christoph Straub, Javier Gonzalez, Kathrin Einzmann, Adelheid Wallner, Rudolf Seitz

Abt. Informationstechnologie, LWF

Online-Seminar: „Den Borkenkäfer mit Fernerkennung früher finden – Was ist heute schon möglich?“

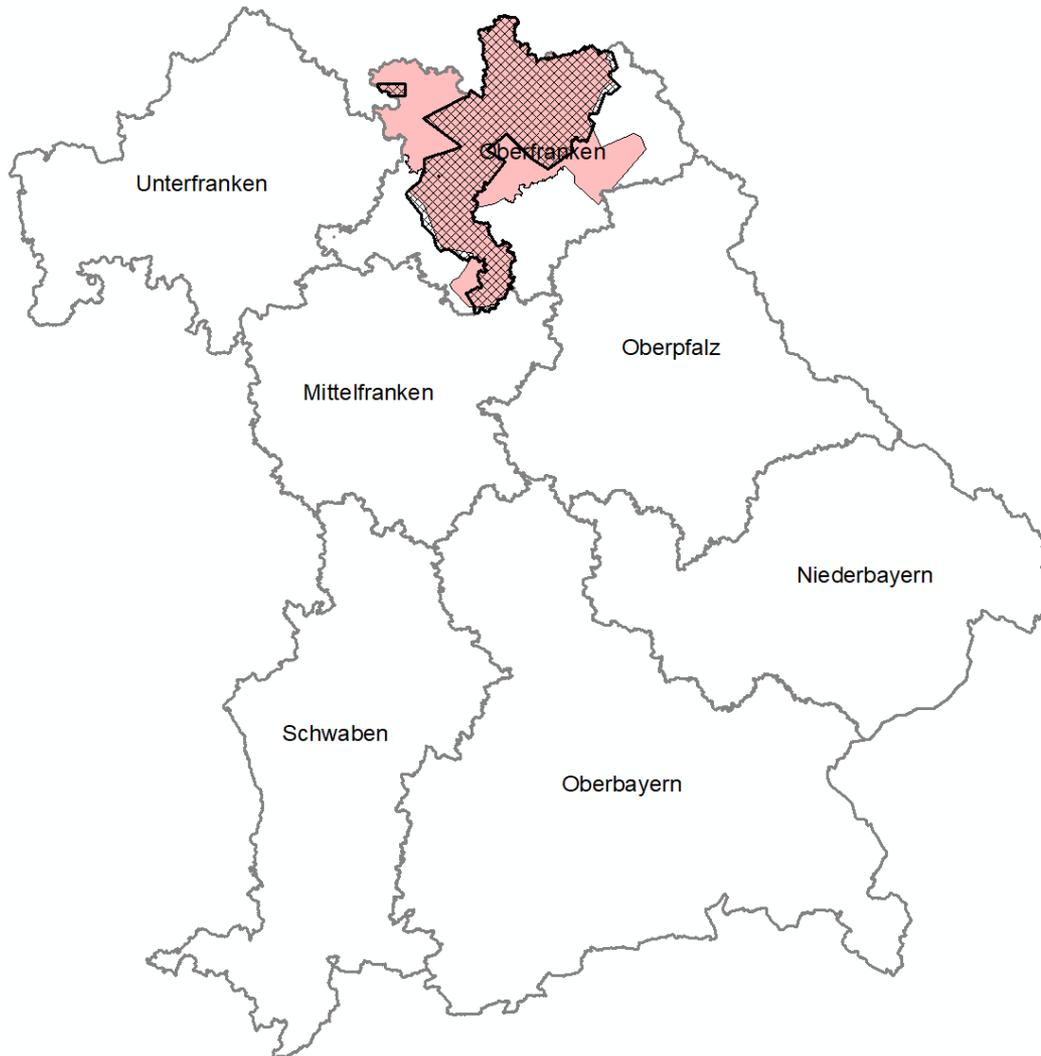
Einleitung



**Aktuell
Schwerpunktregion
für fernerkundliche
Auswertungen im
Zusammenhang mit
Borkenkäferschäden**

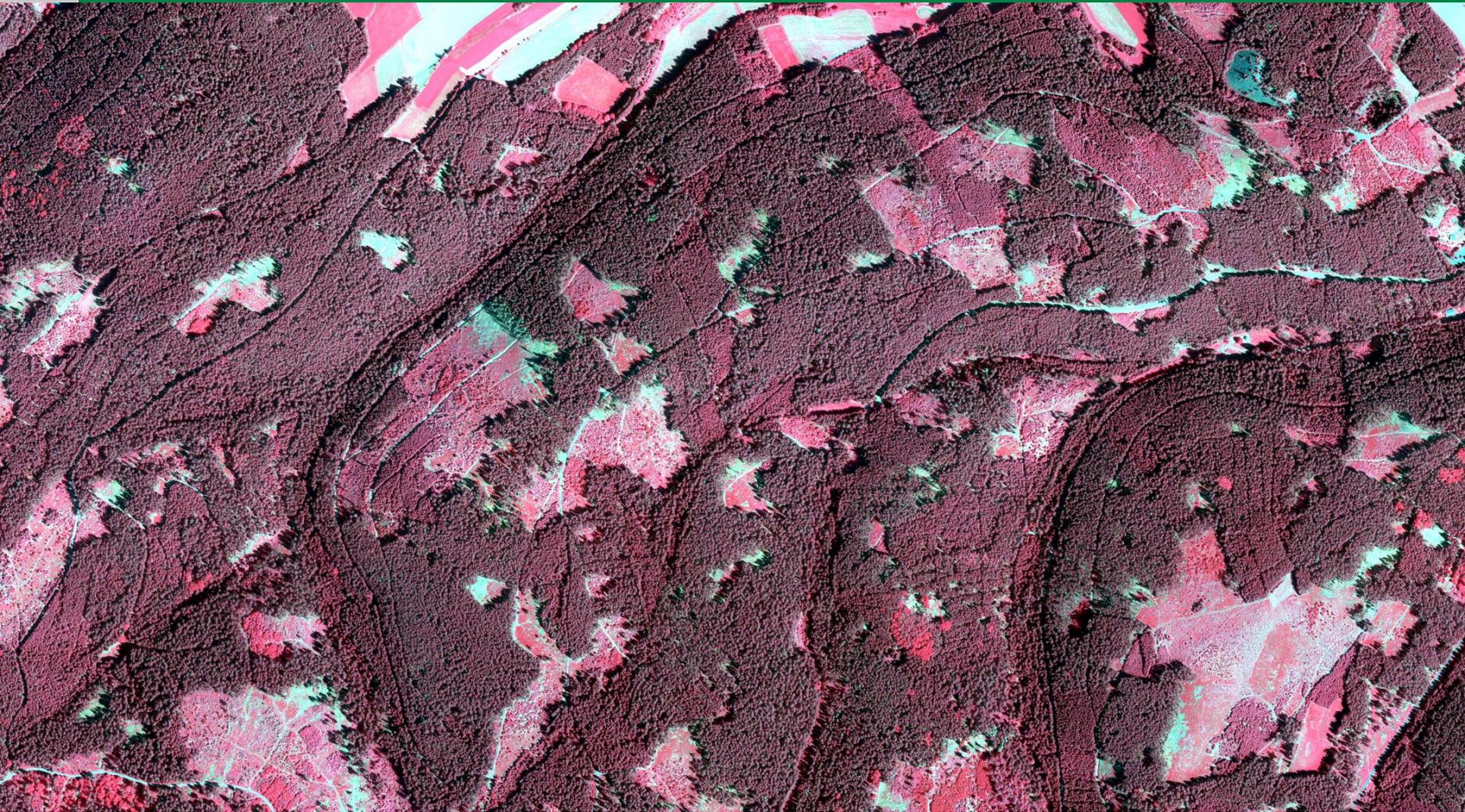
- Große Schäden durch Massenvermehrung von Borkenkäfern (insbesondere im Frankenwald)
- Für die rote Fläche (4220 km²) wurde Anfang September 2022 von der LWF ein Bildflug zur Erfassung der Schadflächen beauftragt.
- Die Abgrenzung der Fläche erfolgte durch die dort zuständigen Ämter.

Einleitung



- Große Schäden durch Massenvermehrung von Borkenkäfern (insbesondere im Frankenwald)
- Für die rote Fläche (4220 km²) wurde Anfang September 2022 von der LWF ein Bildflug zur Erfassung der Schadflächen beauftragt.
- Die Abgrenzung der Fläche erfolgte durch die dort zuständigen Ämter.
- Zum Vergleich: Schraffierte Fläche zeigt Bildflugauftrag aus dem Jahr 2021 (ca. 3.000 km²)

Amtliche Orthophotos von 2019



Zum Vergleich: Bildflugauftrag LWF von 2021

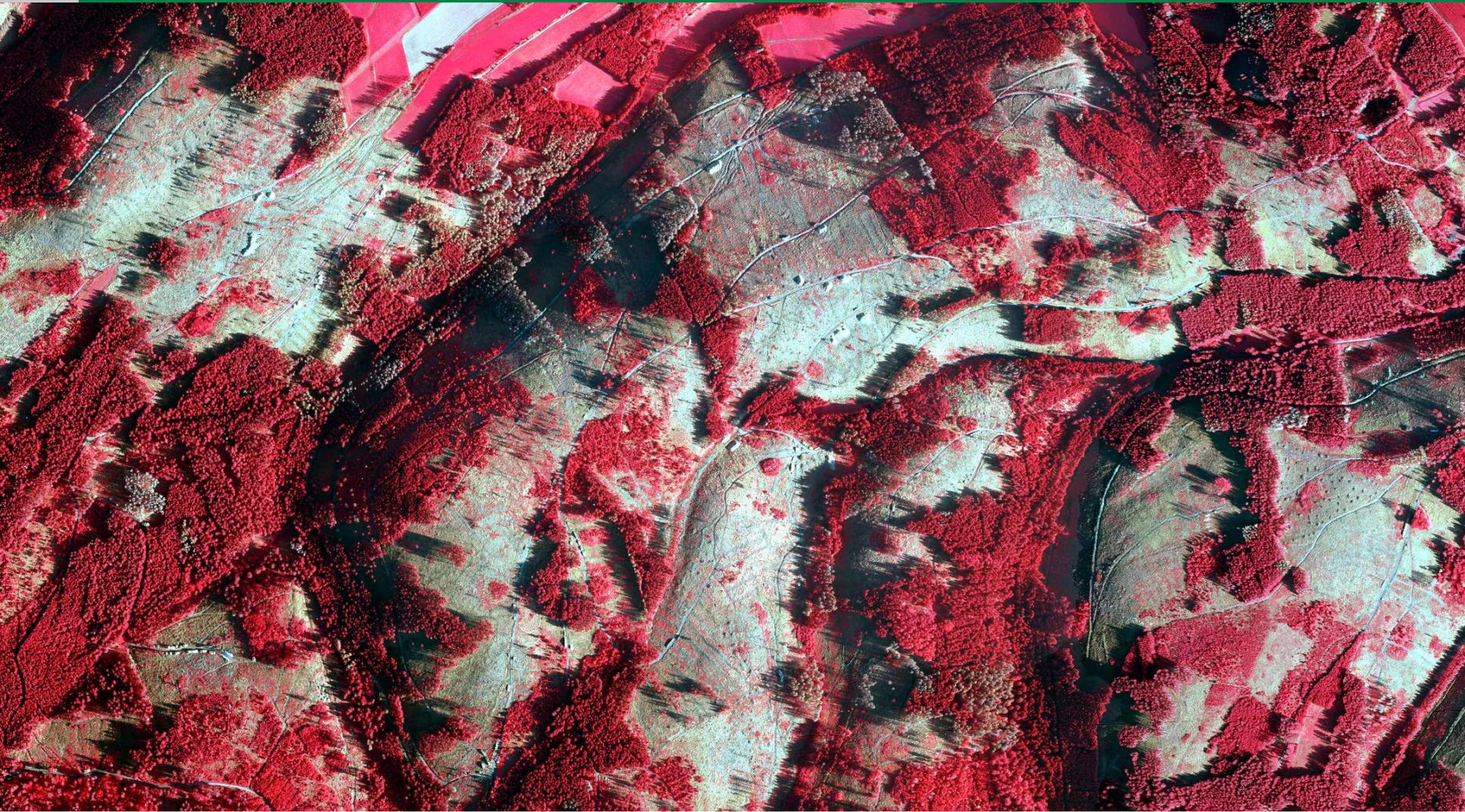


Foto: Eike Reinosch, 19. September 2022



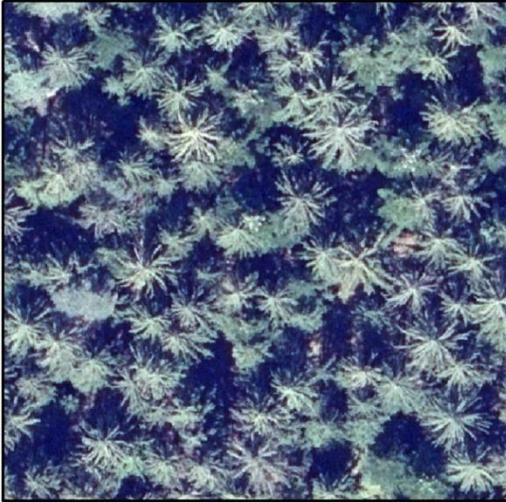
Foto: Eike Reinosch, 19. September 2022



Borkenkäferbefall an Fichte aus Sicht der Fernerkundung

Borkenkäferbefall an Fichte aus Sicht der Fernerkundung

a) keine Verfärbung:



0 15 30 m

Green-attack Stadium:
befallen aber noch mit
grüner Baumkrone

b) rotbraune Verfärbung:



Red-attack Stadium:
rotbraune Verfärbung
der Baumkrone

c) graue Verfärbung:



Grey-attack Stadium:
graue Verfärbung,
Verlust der Nadeln

<https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/schadensmanagement/satelliten-fuer-den-wald>

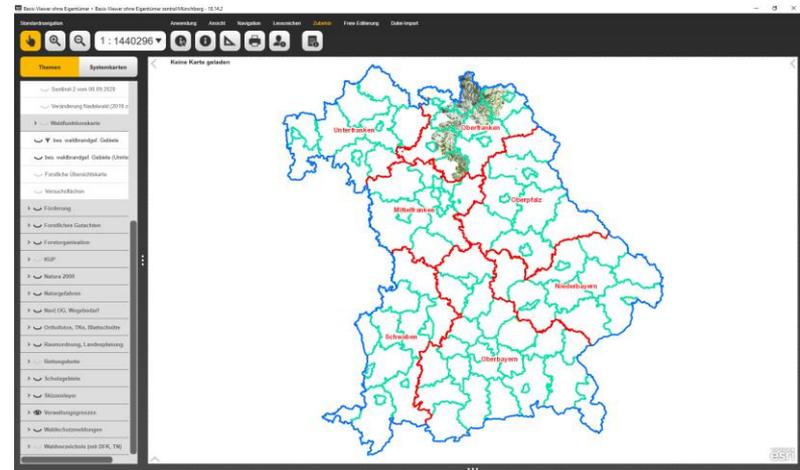
Erfassung von Borkenkäferschäden an Fichte

Anforderungen der Forstpraxis:

- Datenbereitstellung so schnell wie möglich
- Trennung von red-attack und grey-attack ist notwendig
- Datenbereitstellung im Bayerischen WaldInformationssystem (BayWIS)



Foto: Tobias Hase



Möglichkeiten der automatisierten Erfassung

Möglichkeiten der automatisierten Erfassung

Projekt ST331 im Jahr 2017

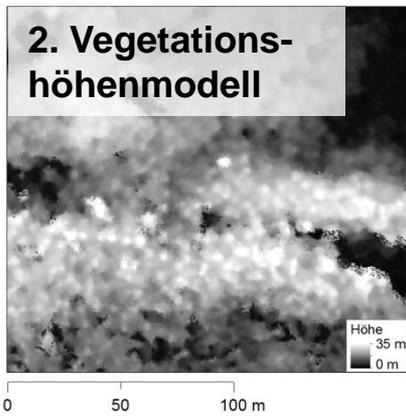
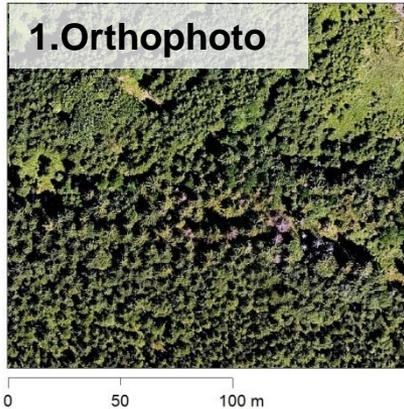
Erste Versuche zur
automatisierten Erfassung
des red- und grey-attack
Stadiums



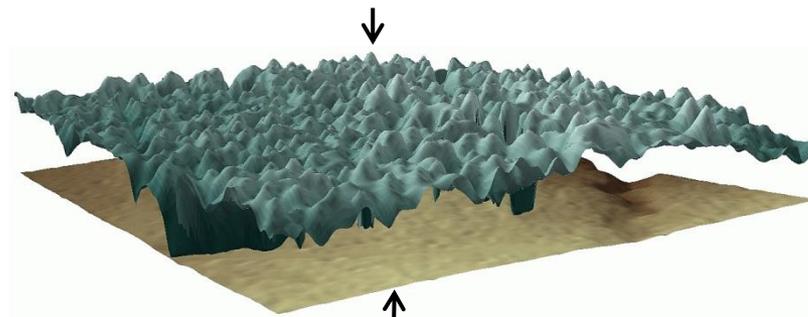
Untersuchungsgebiet
nördlich von Bad Kohlgrub,
Größe: 10 km²

Möglichkeiten der automatisierten Erfassung – Methodik

Eingangsdaten



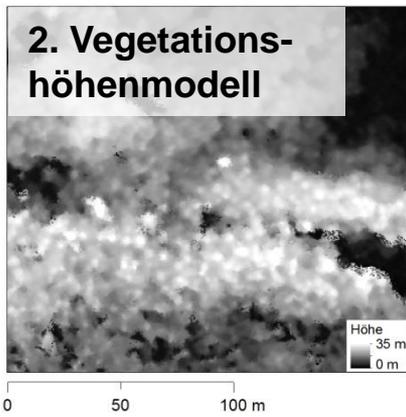
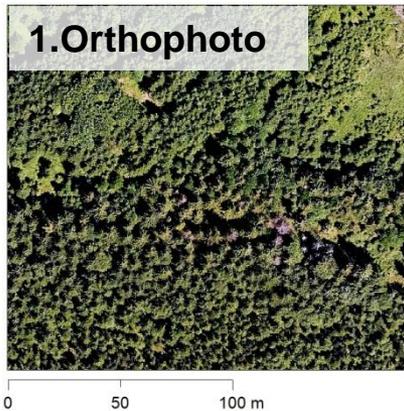
Luftbild-Oberflächenmodell (Image Matching)



↑
Amtliches Laserscanning-
Geländemodell

Möglichkeiten der automatisierten Erfassung – Methodik

Eingangsdaten



Auswahl Trainingsdaten

1. Nadelholz
(vital):



2. Laubholz
(vital):



3. Red-
attack:



4. Grey-
attack:



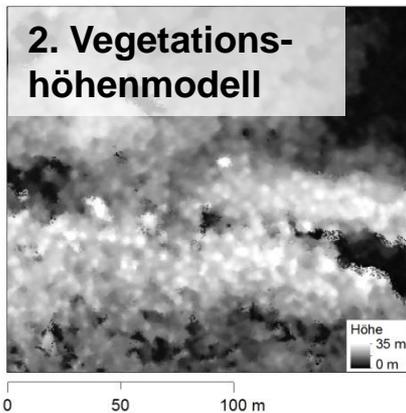
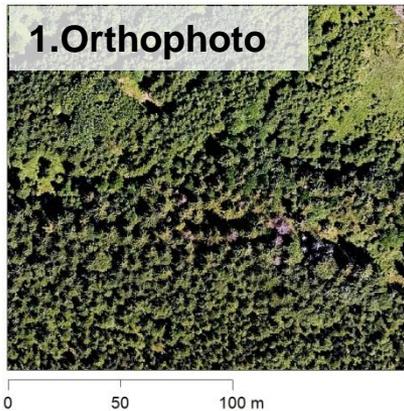
5. Schatten



Foto: Tobias Hase

Möglichkeiten der automatisierten Erfassung – Methodik

Eingangsdaten



Auswahl Trainingsdaten

1. Nadelholz (vital):



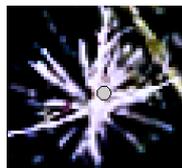
2. Laubholz (vital):



3. Red-attack:



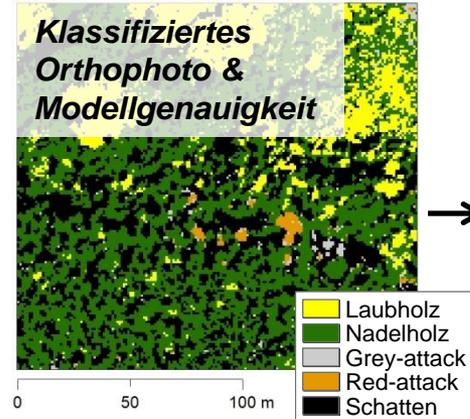
4. Grey-attack:



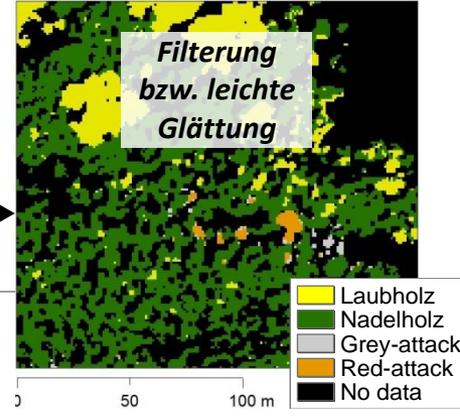
5. Schatten



Maschinelles Lernen



Nachbearbeitung



Beseitigung Bodenflächen & niedrige Vegetation

Erfassung von Borkenkäferschäden an Fichte - Unabhängige Referenzdaten

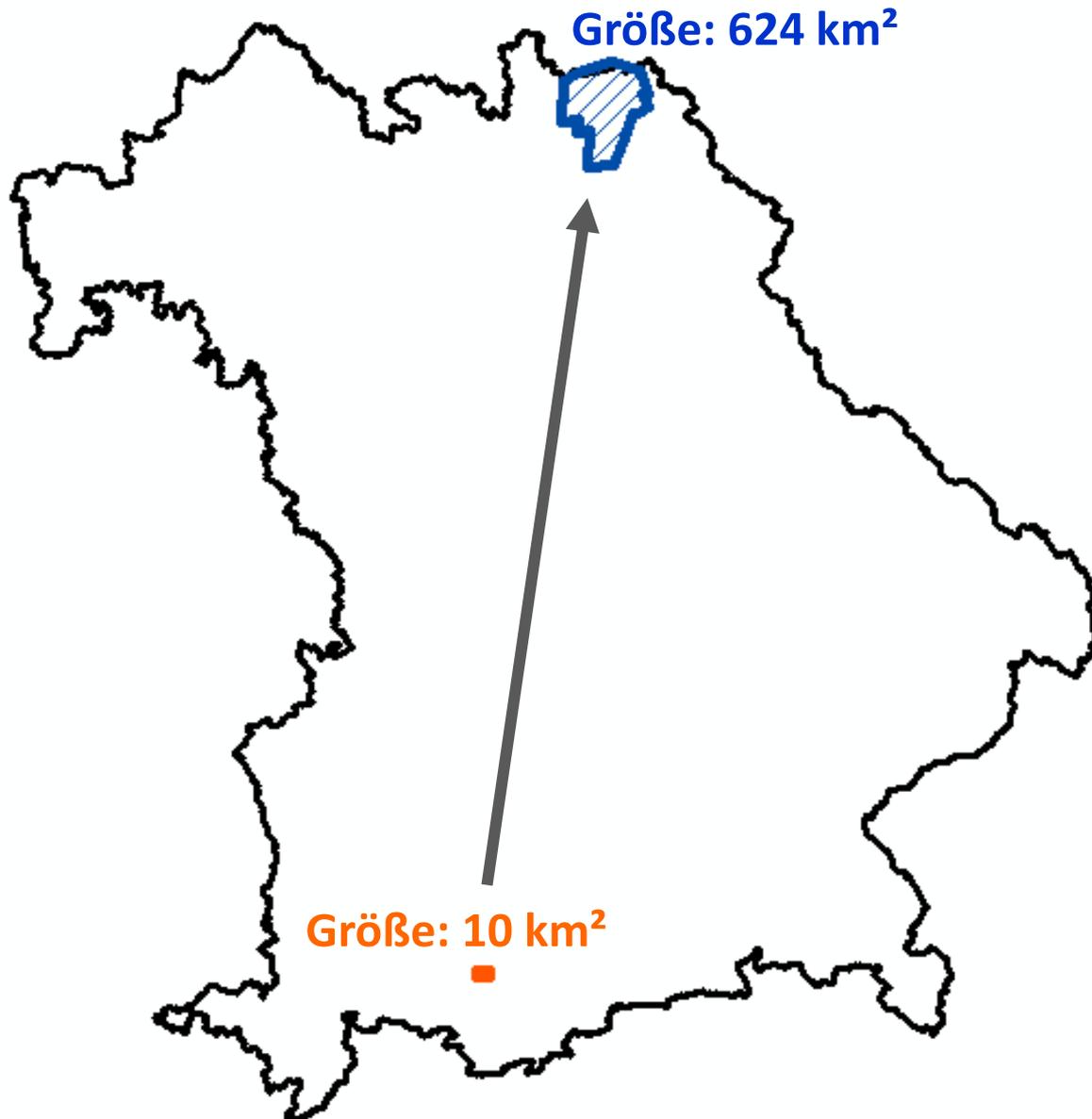
Überprüfung mit Feldaufnahmen (Stichprobenerhebungen)
von Herrn Maier (Revierleiter vom Forstrevier Murnau West)

		Referenzdaten			
		Nadelholz (vital)	grey-attack	red-attack	Summe
Überwachte Klassifizierung	Nadelholz (vital)	368	1	21	390
	grey-attack	0	82	27	109
	red-attack	0	17	146	163
Summe		368	100	194	662

Gesamtgenauigkeit: 90%
(tatsächliche Übereinstimmungen)

Cohens-Kappa-Koeffizient: 0,83
(zufallskorrigierte Übereinstimmungen)

Praxisanwendung der Methodik – Übertragung auf größere Fläche (Teilbereich AELF Münchberg)



Praxisanwendung der Methodik – Übertragung auf größere Fläche (Teilbereich AELF Münchberg)



Praxisanwendung der Methodik – Übertragung auf größere Fläche (Teilbereich AELF Münchberg)

→ **Manuelle Nachbearbeitung:**
*Fehlklassifizierte Bodenbereiche und
verfärbte Laubbäume wurden nachträglich
manuell entfernt.*

Legende

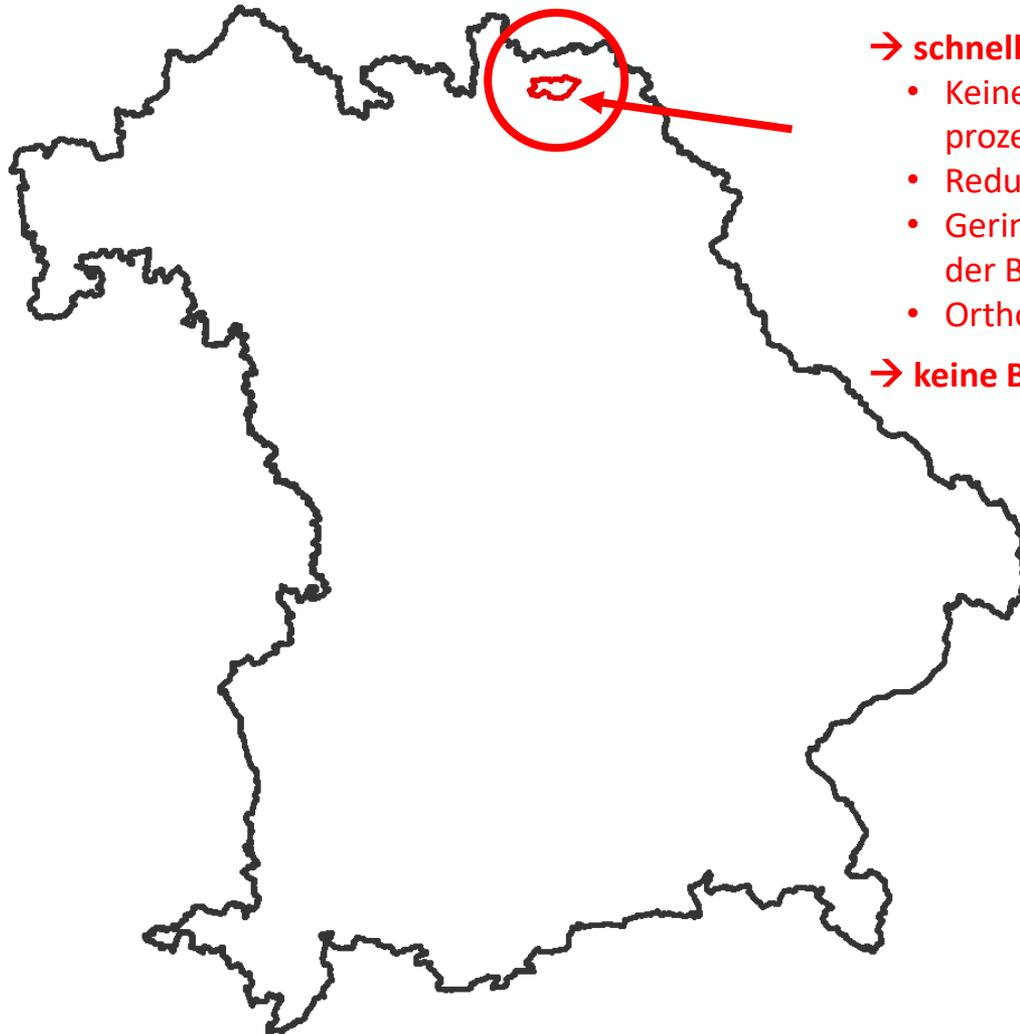
- Laubholz
- Nadelholz
- rotbraun verfärbt
- grau verfärbt
- Schatten

Praxisanwendung der Methodik von ST331 – Übertragung auf größere Fläche (Teilbereich AELF Münchberg)

Rückmeldung aus der Praxis:

- Bildauswertung war hilfreich 😊
- Es konnten zahlreiche Borkenkäfernester identifiziert werden, die noch unentdeckt geblieben waren 😊
- Zu langsam, Zeitspanne vom Befliegungszeitpunkt bis zur Bereitstellung der Ergebnisse muss verkürzt werden 😞 → **Projekt FastOrtho**

Projekt Fast-Ortho



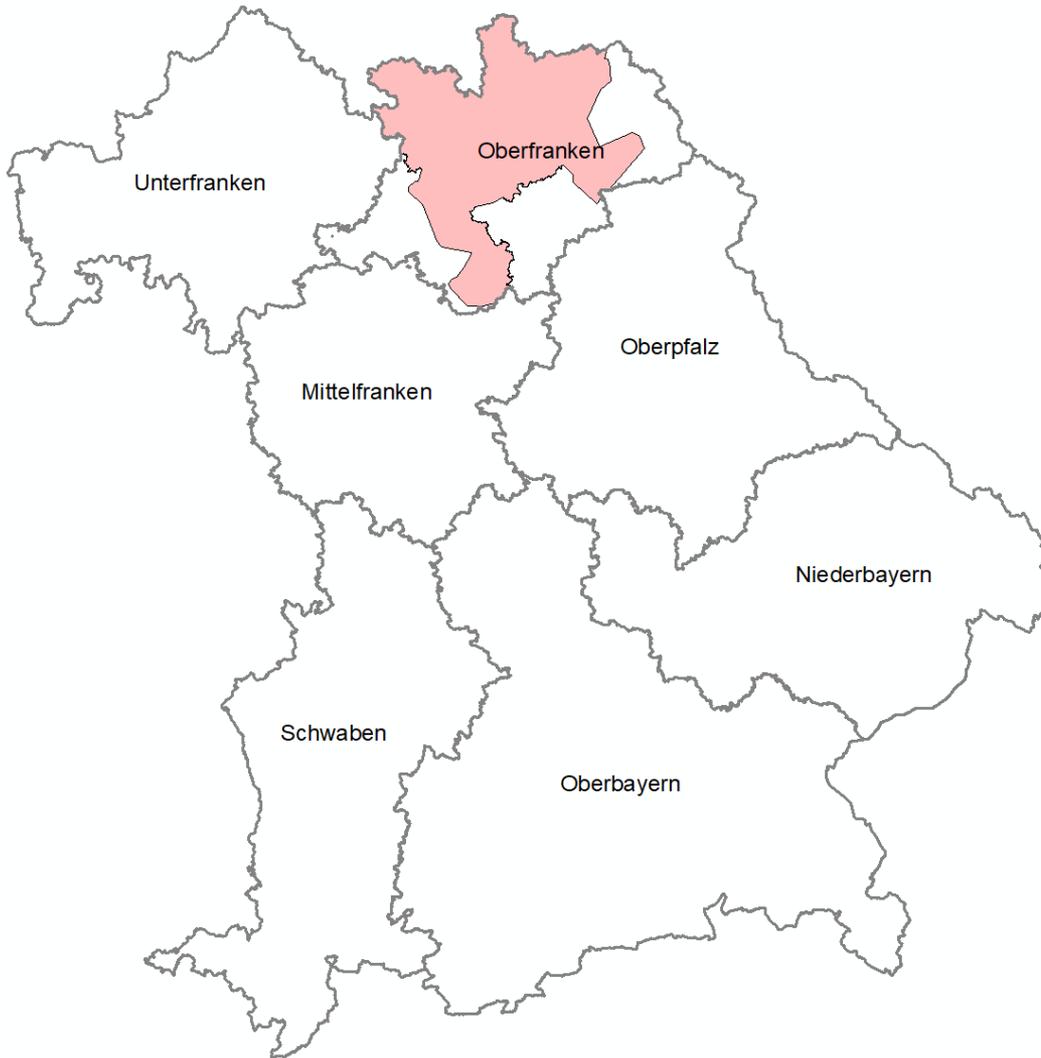
Test auf kleiner Fläche (85 km²) im August 2021:

→ **schnelle Bilddatenerfassung und Prozessierung**

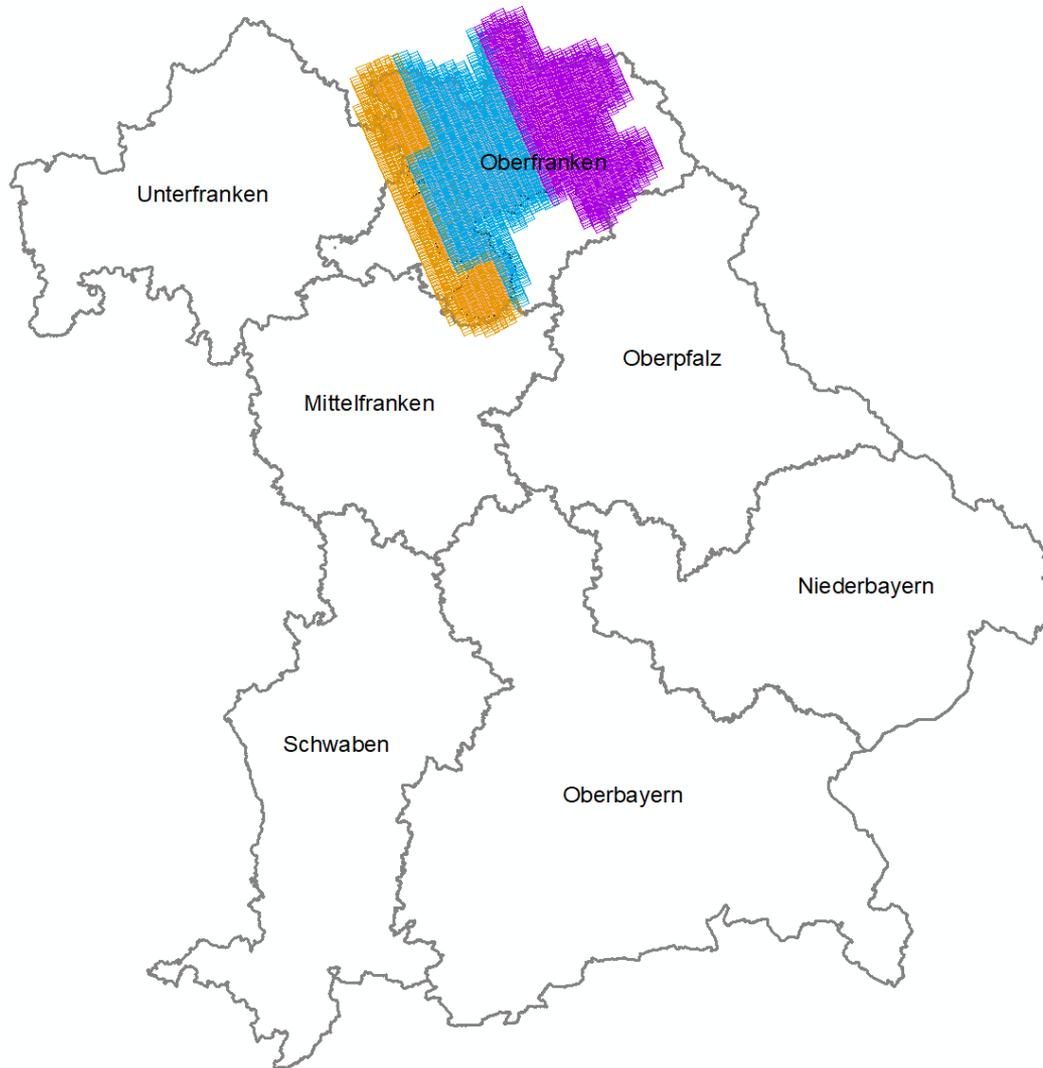
- Keine True-Orthophotos sondern besonders schnell prozessierte **Fast-Orthophotos**
- Reduktion der Bildüberlappung = weniger Bilddaten
- Geringere Genauigkeitsansprüche bei der Orientierung der Bilder
- Orthorektifizierung mit einem Geländemodell

→ **keine Bildklassifizierung**

Bildflug 2022



Bildflug 2022



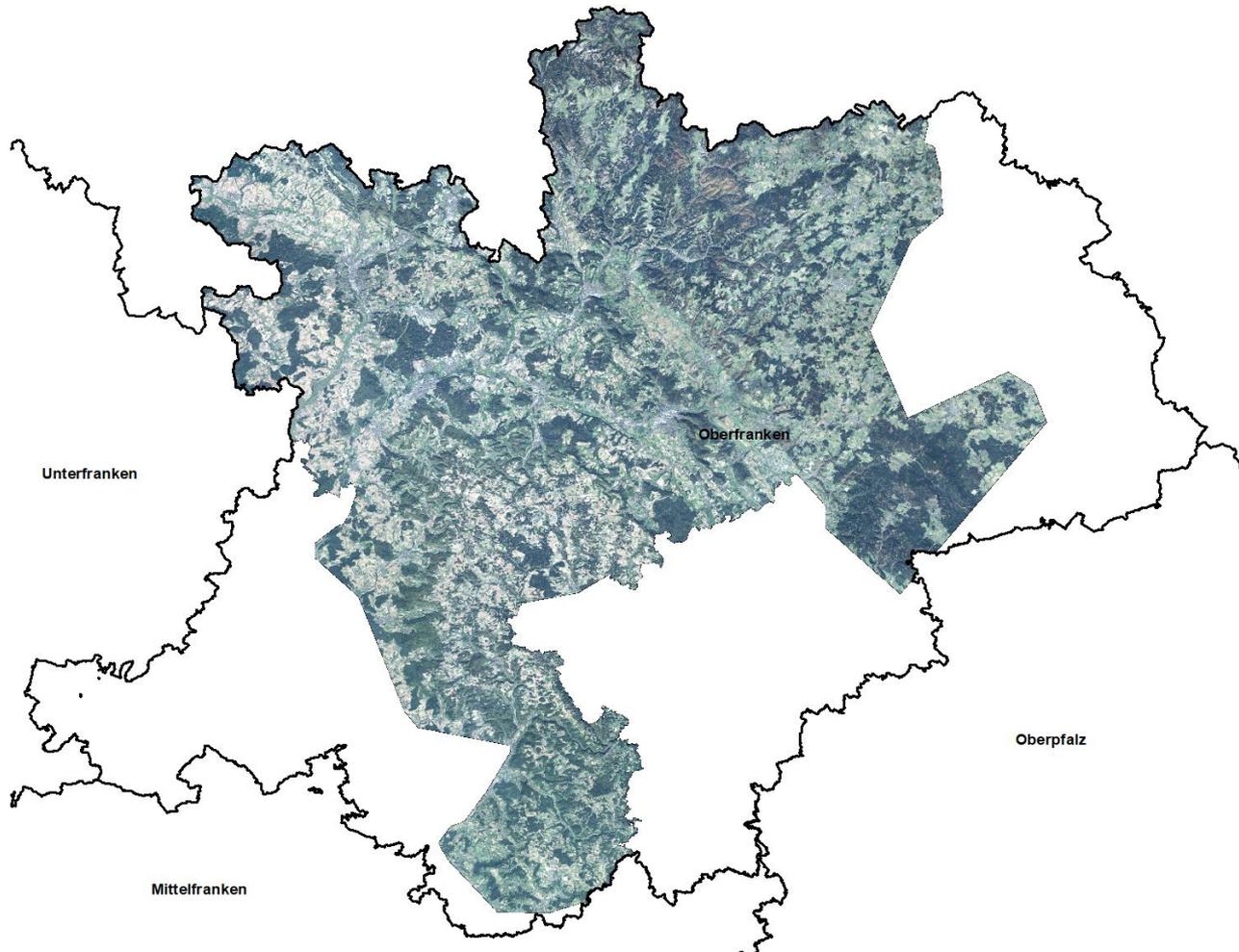
23.09.2022

09.10.2022

20.10.2022

Bildflug 2022

Lieferung der Fast-Orthophotos am 09.11.2022:

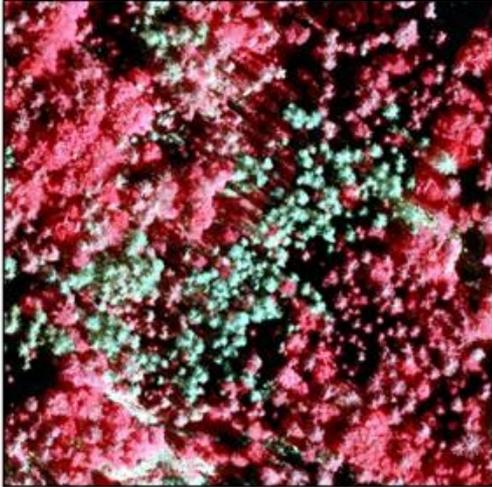


IpsSAT - Beurteilung der Praxistauglichkeit von optischen Satellitendaten zur automatisierten Erfassung von Borkenkäferschäden

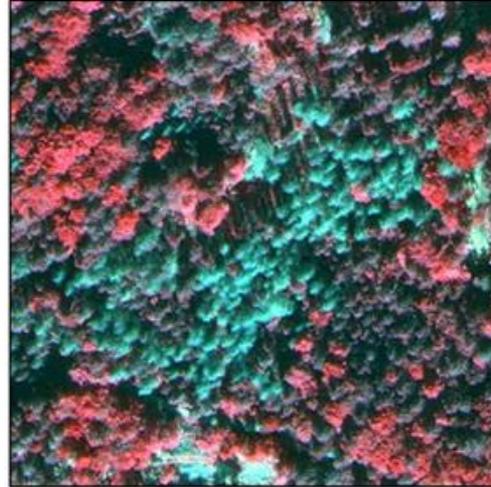
Kooperationspartner im IpsSAT Projekt: IABG mbH

IpsSAT - Beurteilung der Praxistauglichkeit von optischen Satellitendaten zur automatisierten Erfassung von Borkenkäferschäden

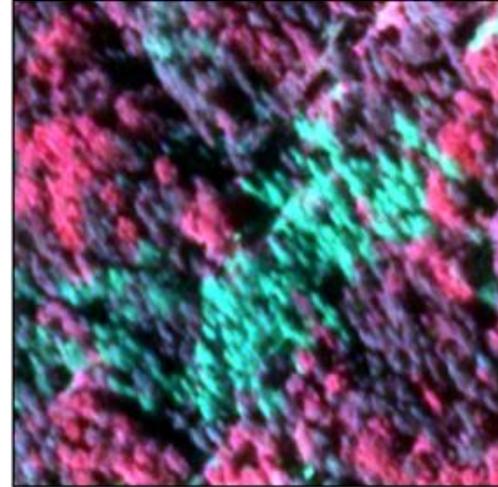
Luftbild (0,20 m):



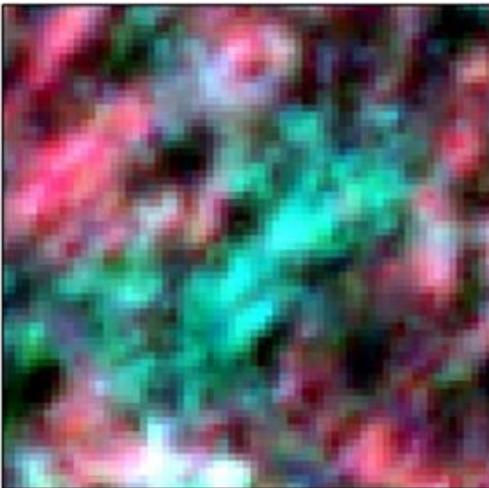
WorldView 3 (0,30 m):



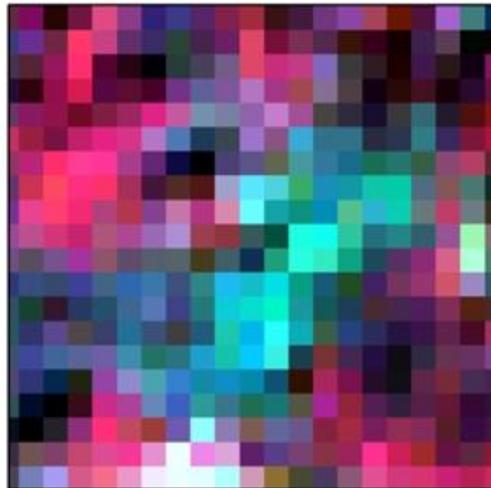
SkySAT (0,80 m):



Planet Scope Dove (3,00 m):



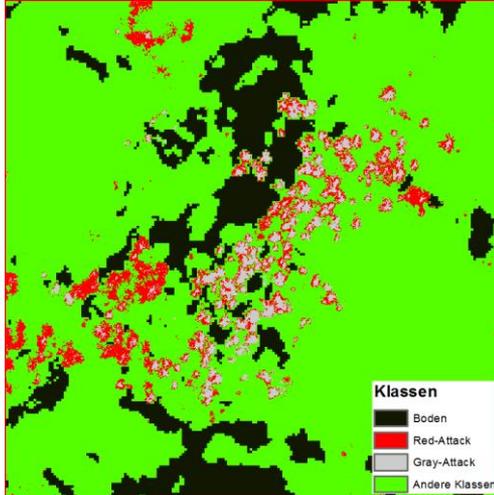
Sentinel-2 (10,00 m):



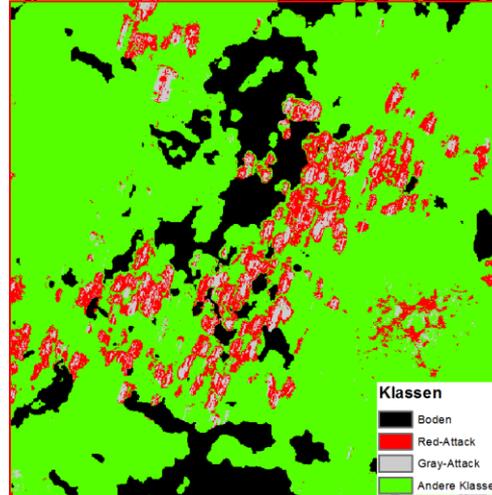
0 50 100 m

IpsSAT - Beurteilung der Praxistauglichkeit von optischen Satellitendaten zur automatisierten Erfassung von Borkenkäferschäden

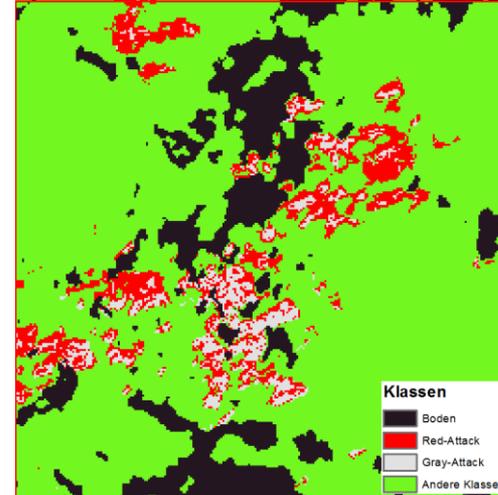
Luftbild (0,20 m):



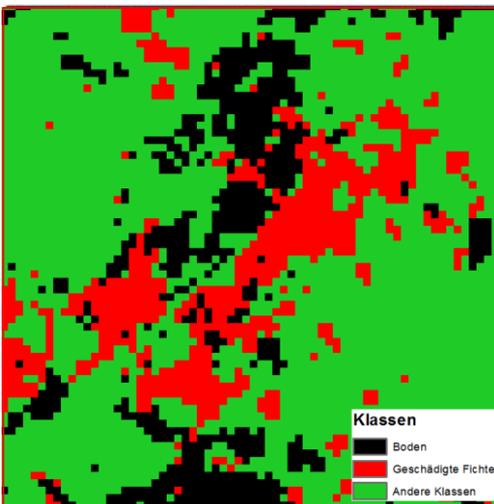
WorldView 3 (0,30 m):



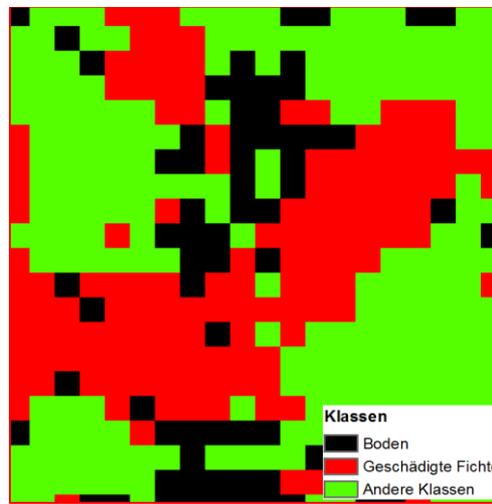
SkySAT (0,80 m):



Planet Scope Dove (3,00 m):



Sentinel-2 (10,00 m):

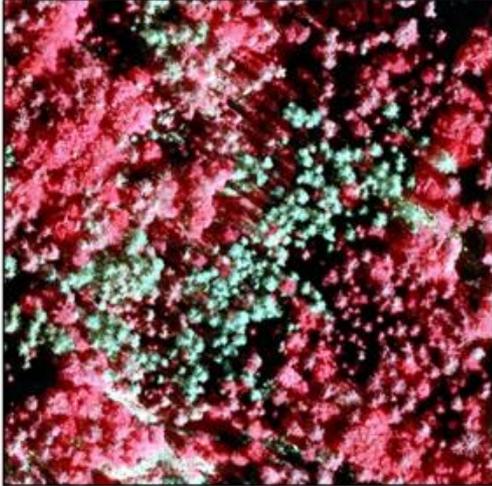


0 50 100 m

Untersuchung zu
Möglichkeiten und Grenzen
der automatisierten Erfassung

IpsSAT - Beurteilung der Praxistauglichkeit von optischen Satellitendaten zur automatisierten Erfassung von Borkenkäferschäden

Luftbild (0,20 m):



WorldView 3 (0,30 m):



SkySAT (0,80 m):



Schrägaufnahmen

Planet Scope Dove (3,00 m):



Sentinel-2 (10,00 m):



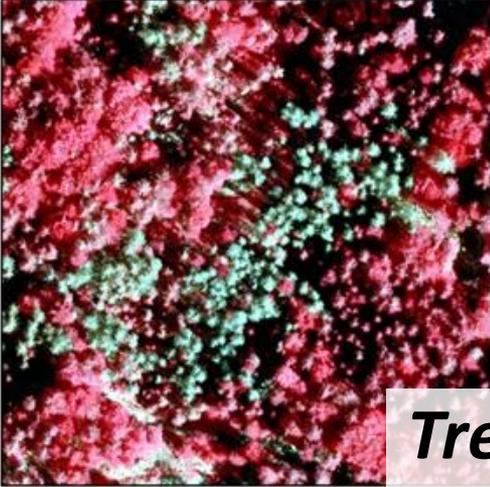
Einzelne Bäume nicht erkennbar



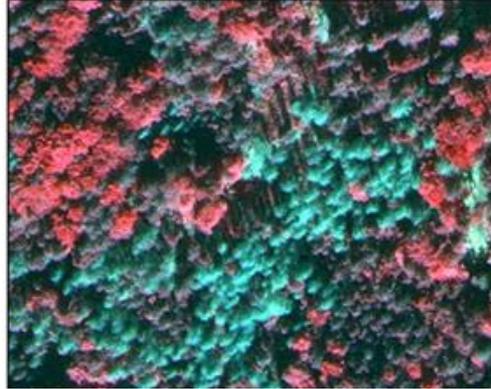
0 50 100 m

IpsSAT - Beurteilung der Praxistauglichkeit von optischen Satellitendaten zur automatisierten Erfassung von Borkenkäferschäden

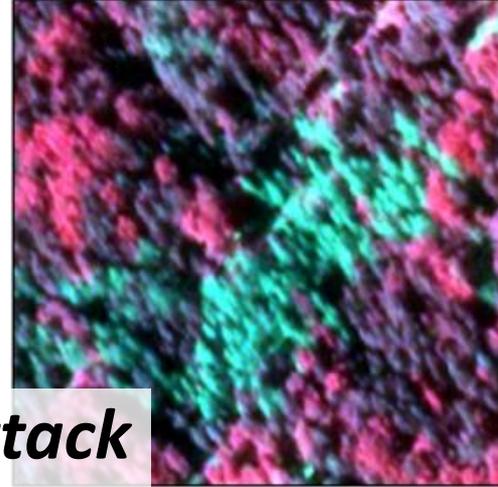
Luftbild (0,20 m):



WorldView 3 (0,30 m):

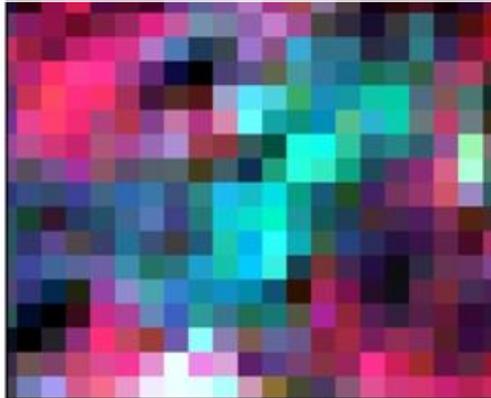
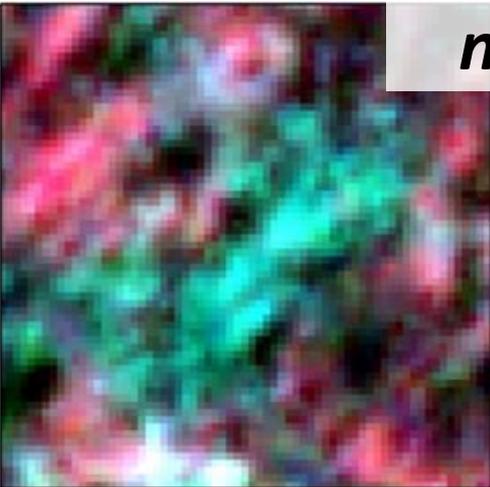


SkySAT (0,80 m):



***Trennung von red-attack
und grey-attack derzeit
nur mit Luftbilddaten***

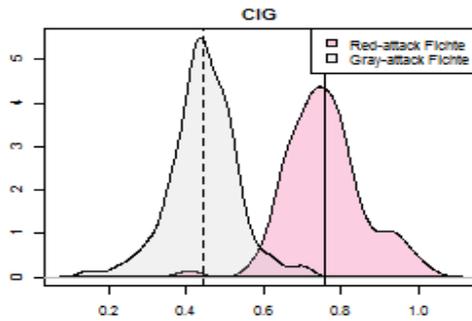
Planet Scope Dove (3,00 m):



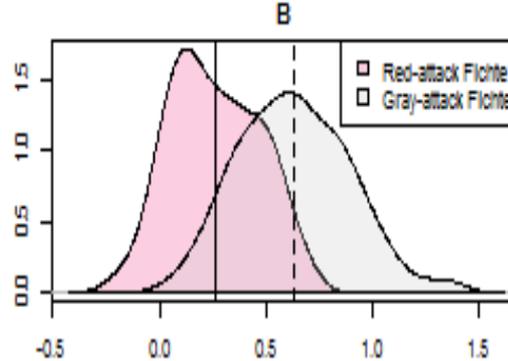
0 50 100 m

IpsSAT - Beurteilung der Praxistauglichkeit von optischen Satellitendaten zur automatisierten Erfassung von Borkenkäferschäden

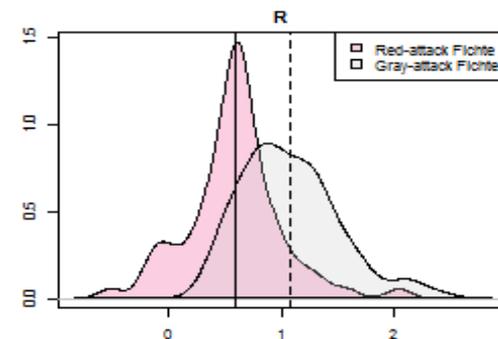
Luftbild (0,20 m):



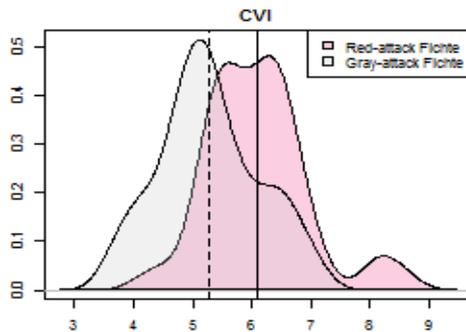
WorldView 3 (0,30 m):



SkySAT (0,80 m):



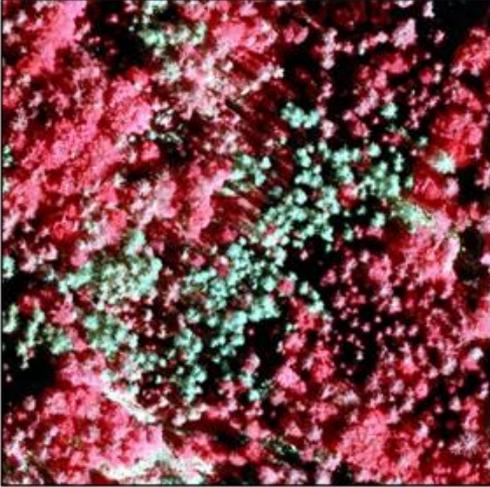
Planet Scope Dove (3,00 m):



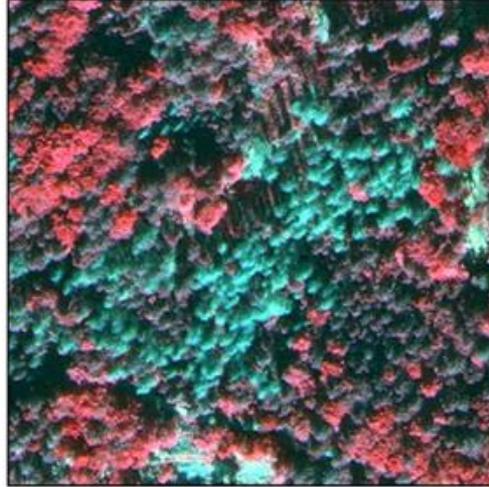
Density plots zur Beurteilung der Trennbarkeit der Klassen red-attack und gray attack für die jeweils beste erklärende Variable

IpsSAT - Beurteilung der Praxistauglichkeit von optischen Satellitendaten zur automatisierten Erfassung von Borkenkäferschäden

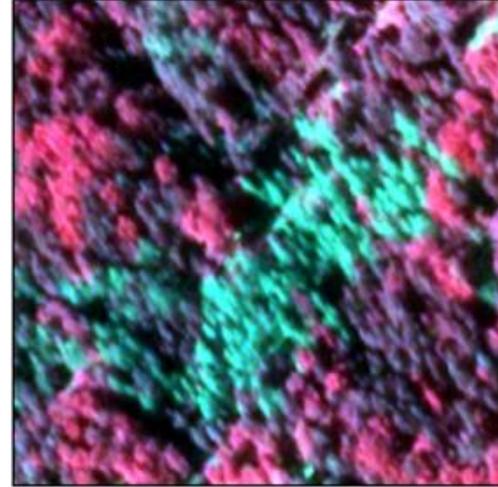
Luftbild (0,20 m):



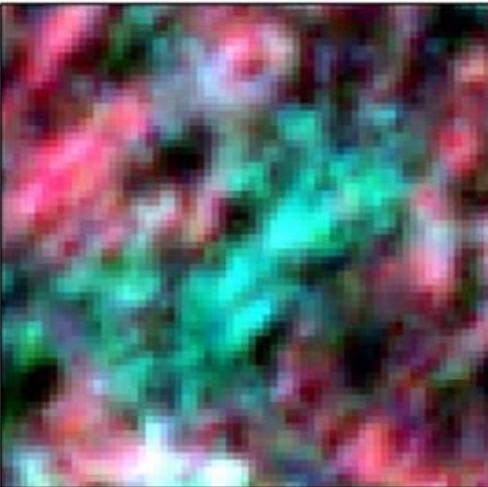
WorldView 3 (0,30 m):



SkySAT (0,80 m):



Planet Scope Dove (3,00 m):



Sentinel-2 (10,00 m):

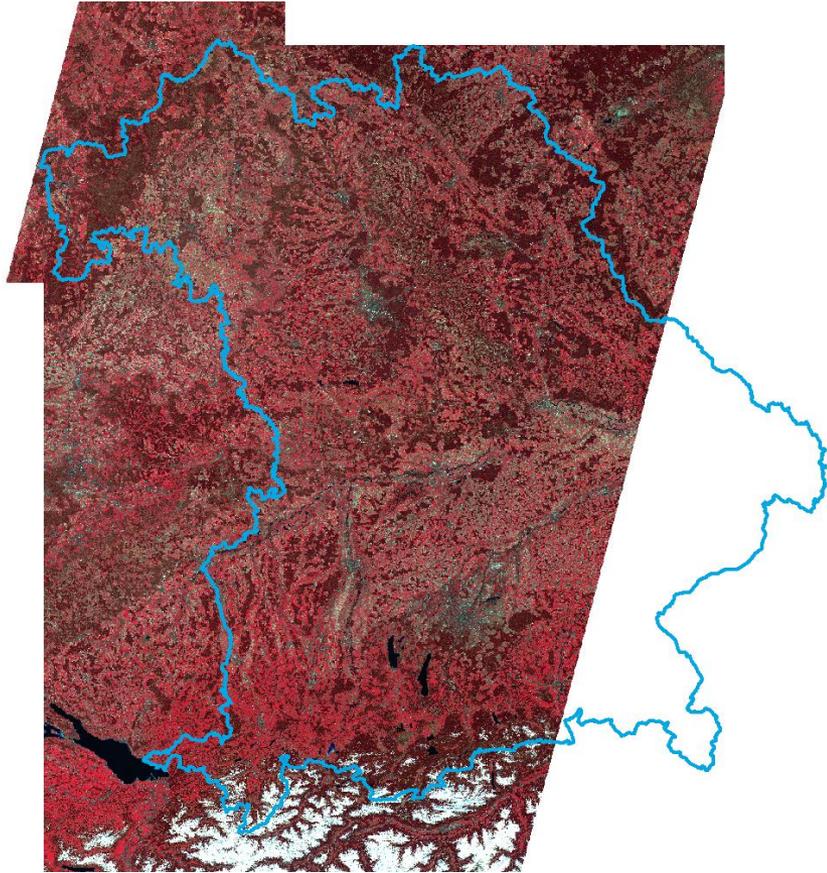


*kostenfrei
und große
Flächenabdeckung*

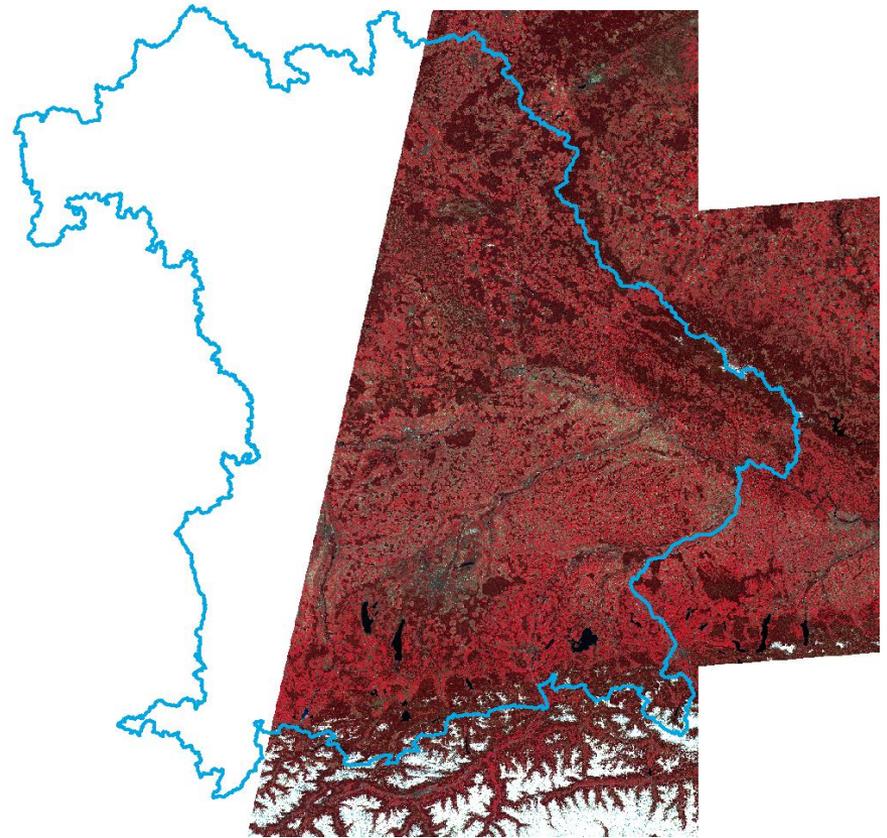
0 50 100 m

Sentinel-2

Aufnahmestreifen vom 06.04.2020 (Orbit 65)

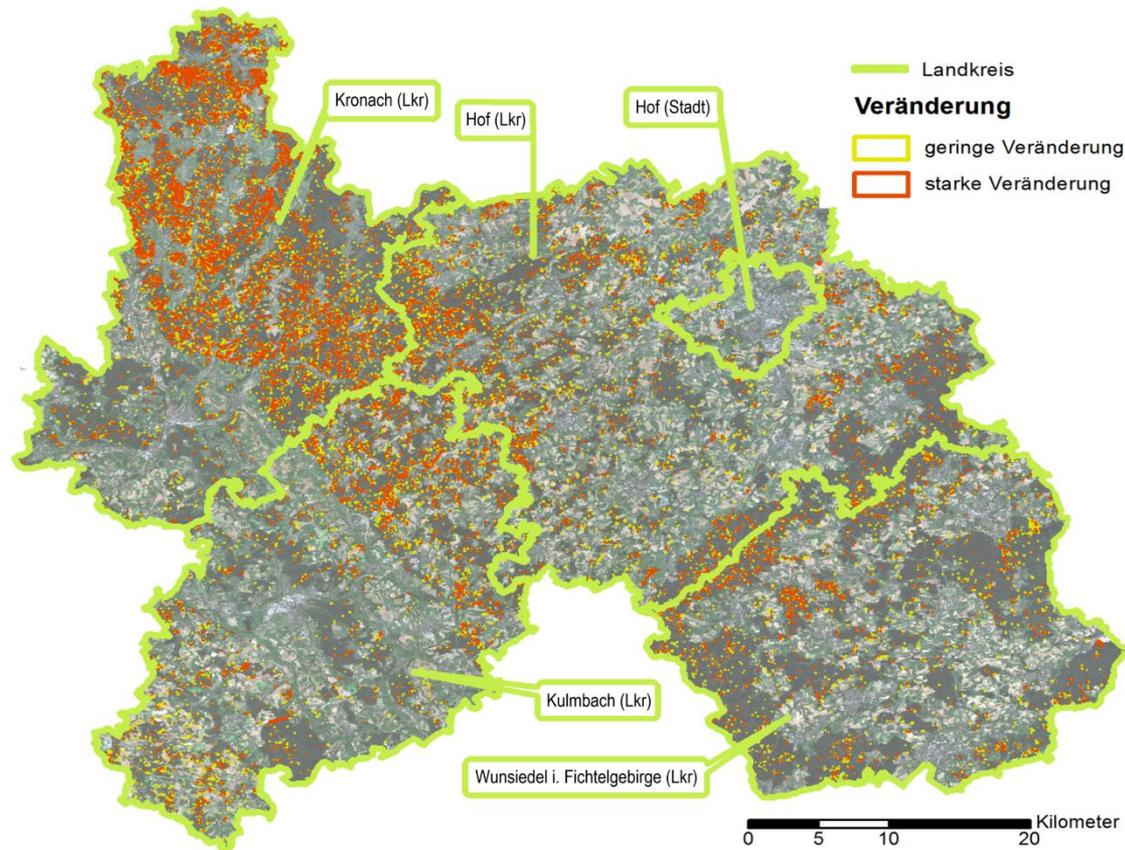


Aufnahmestreifen vom 08.04.2020 (Orbit 22)



Sentinel-2 Auswertung

Veränderungen im Zeitraum September 2019 bis September 2020



Veränderungen auf Grundlage von drei Vegetationsindizes:

- *Normalized Difference Vegetation Index [Tucker, 1979]*
- *Plant Senescence Reflectance Index [Merzylak et al., 1999]*
- *Soil Adjusted Total Vegetation Index [Qi et al., 1994]*

Gesamtgenauigkeit = 88%

Einzmann et al. (2022)

<https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/schadensmanagement/dem-wald-auf-der-spur-mit-den-waechtern-aus-dem-all>

Titel des Online-Seminars: Den Borkenkäfer mit Fernerkundungsdaten früher finden – was ist heute schon möglich?

Gegenwärtige Erfahrungen des Fachbereichs Fernerkundung der LWF:

- Derzeit leider kein praxistaugliches Verfahren zur Früherkennung bzw. zur Erfassung des green-attack-Stadiums.
- Trennung von rotbraun und grau verfärbten Fichten derzeit mit flugzeuggestützten Luftbildaufnahmen (räumliche Auflösung: 20 cm).
- Aktuell Unterstützung der Ämter mit schnell prozessierten Fast-Orthophotos: Bereitstellung von Echtfarben-Orthophotos, bisher keine automatisierte Auswertung.
- Automatisierte Zeitreihenauswertung bzw. Veränderungsanalysen mit Sentinel-2.
- Möglichkeiten einer automatisierten Zeitreihenanalyse mit hochaufgelösten Satellitendaten müssen noch genauer untersucht werden, da räumlich eindeutige Zuordnung von Baumkronen oft nicht gegeben.
- Fernerkundung kann Feldaufnahmen nicht ersetzen. Fernerkundung kann unterstützen Borkenkäferschäden zu lokalisieren und einen Überblick über das Ausmaß von Schädigungen zu bekommen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Christoph.Straub @lwf.bayern.de