



Erfassung von Waldschäden mit Fernerkundung

Kristine Mayerhofer, Christoph Straub, Javier Gonzalez, Adelheid Wallner, Lisa Ganter, Eike Reinosch, Rudolf Seitz

Abt. Informationstechnologie, LWF

LWFregional Regensburg 15. November 2023



Bayerische Landesanstalt
für Wald und Forstwirtschaft

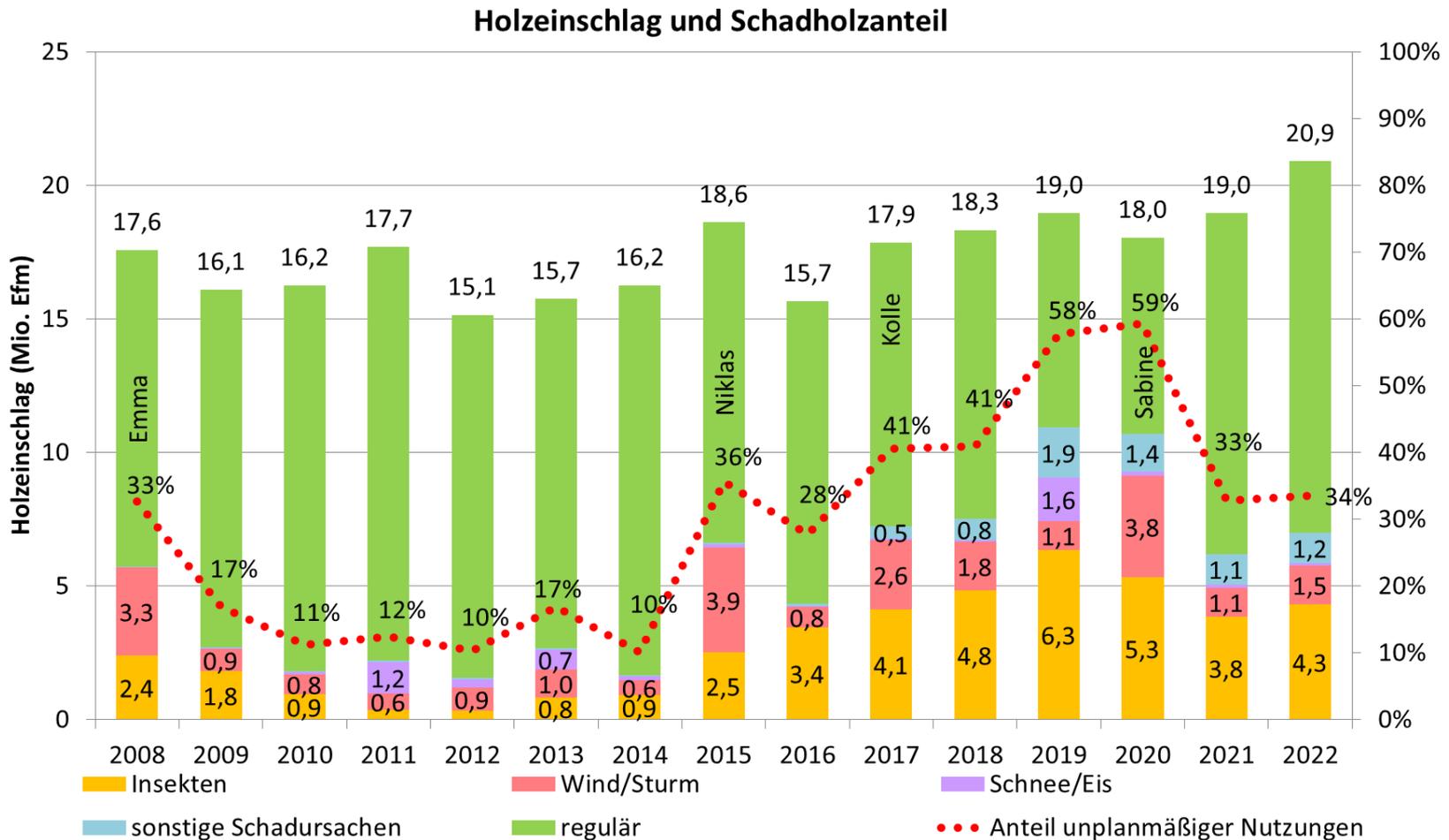
BAYERISCHE 
FORSTVERWALTUNG



Gliederung

1. Einleitung
2. Erfassung von Sturmschäden
3. Erfassung von Borkenkäferschäden an der Fichte
4. Erfassung von Trockenschäden an der Buche
5. Zusammenfassung

1. Einleitung - Waldschäden



1. Einleitung - Anforderungen an die Fernerkundung

Forstpraxis:

- Erfassung von geschädigten Einzelbäumen und Baumgruppen
- Datenbereitstellung so schnell wie möglich
- Erfassung von green-, red und grey-attack bei Borkenkäferschäden
- Erfassung der geschädigten Baumart
- Datenbereitstellung der optischen Daten und der Schadflächen als Polygone im Bayerischen Waldinformationssystem (BayWIS)

Forstpolitik:

- Überblick über Schadaufkommen
- Identifikation der Schadensschwerpunkte
- Zeitliche Entwicklung der Waldschäden
- Kostengünstige Erfassung → automatische Auswertung der Daten



Foto: Tobias Hase

1. Einleitung - Fernerkundungssensoren



Sentinel2; Quelle: DLR

| Merkmal | Drohnen | Luftbilder | WorldView-3 | Skysat | PlanetScope | RapidEye | Sentinel-2 |
|---------------------|-------------------------|---------------------------|---------------|--------------|-------------|----------|------------|
| Pixelgröße | 0.03 -0.10 m | 0.10 -0.20 m | 0.30 – 1,24 m | 1.1 m | 3 m | 5 m | 10 - 20 m |
| Spektralbänder | 3 - 4 | 3-4 | 6 | 4 | 4 | 5 | 11 |
| Zeitliche Auslösung | - | - | 1 Tag | Mehrmals/Tag | 1 Tag | 1-5 Tage | 5 Tage |
| Flächenleistung | ~10km ² /Tag | ~3000km ² /Tag | | | | | |



Quelle: Geocart/Herten



PlanetScope; Quelle: PlanetScope



wetterabhängig

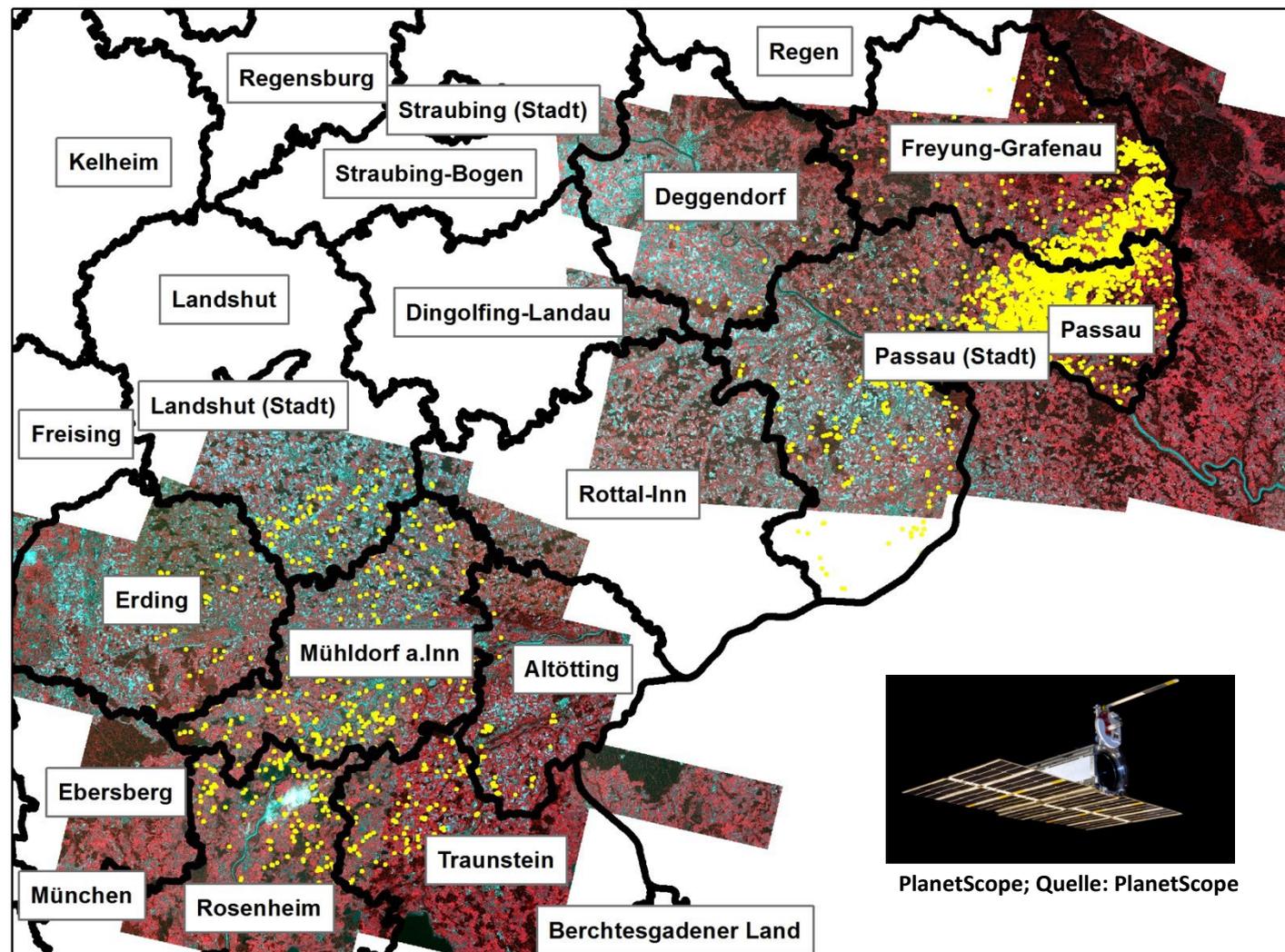
2. Erfassung von Sturmwurfflächen Beispiel Kolle 2017



Foto: H. Lemme, LWF

2. Erfassung von Sturmwurfflächen

Beispiel Kolle 2017 – Auswertung von Satellitendaten



12 Werkstage
nach dem Sturm
in BayWIS
verfügbar.

Satellitendaten 3 m
räumliche
Auflösung

Gesamtfläche:
6000 km²
Genauigkeit: 0,83



planet.

iABG

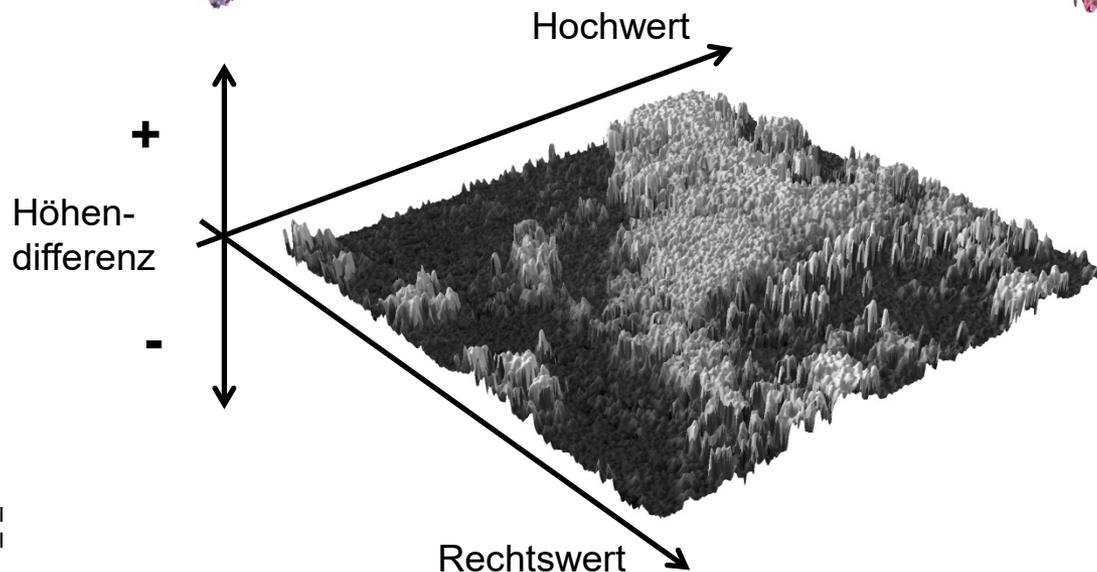
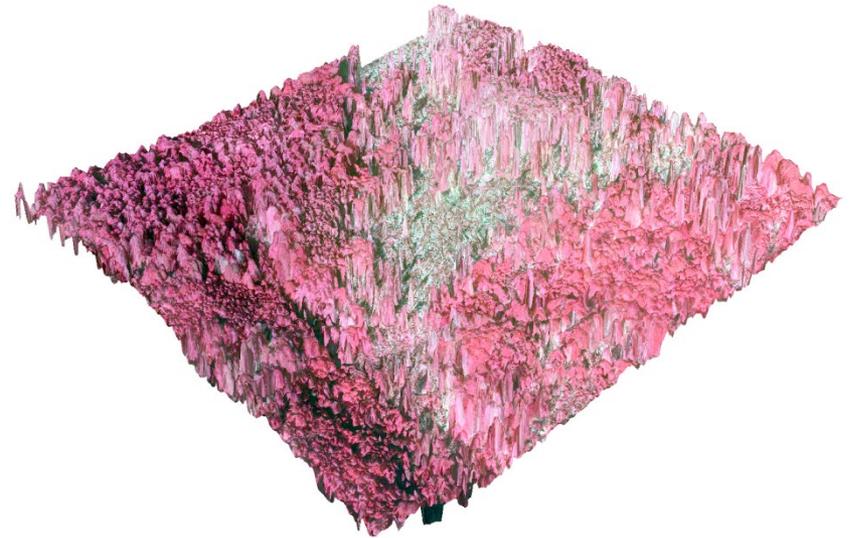
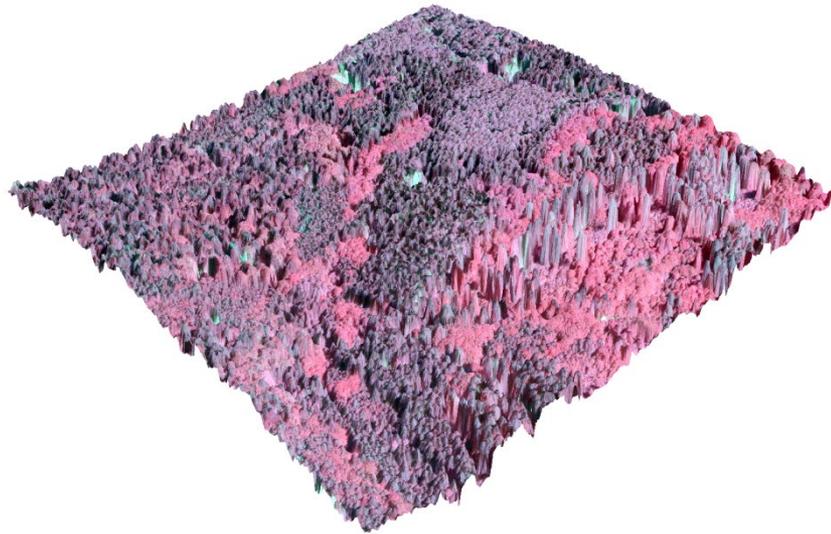
0 20 40 km

2. Erfassung von Sturmwurfflächen

Beispiel Kolle 2017- Auswertung von Oberflächenmodellen

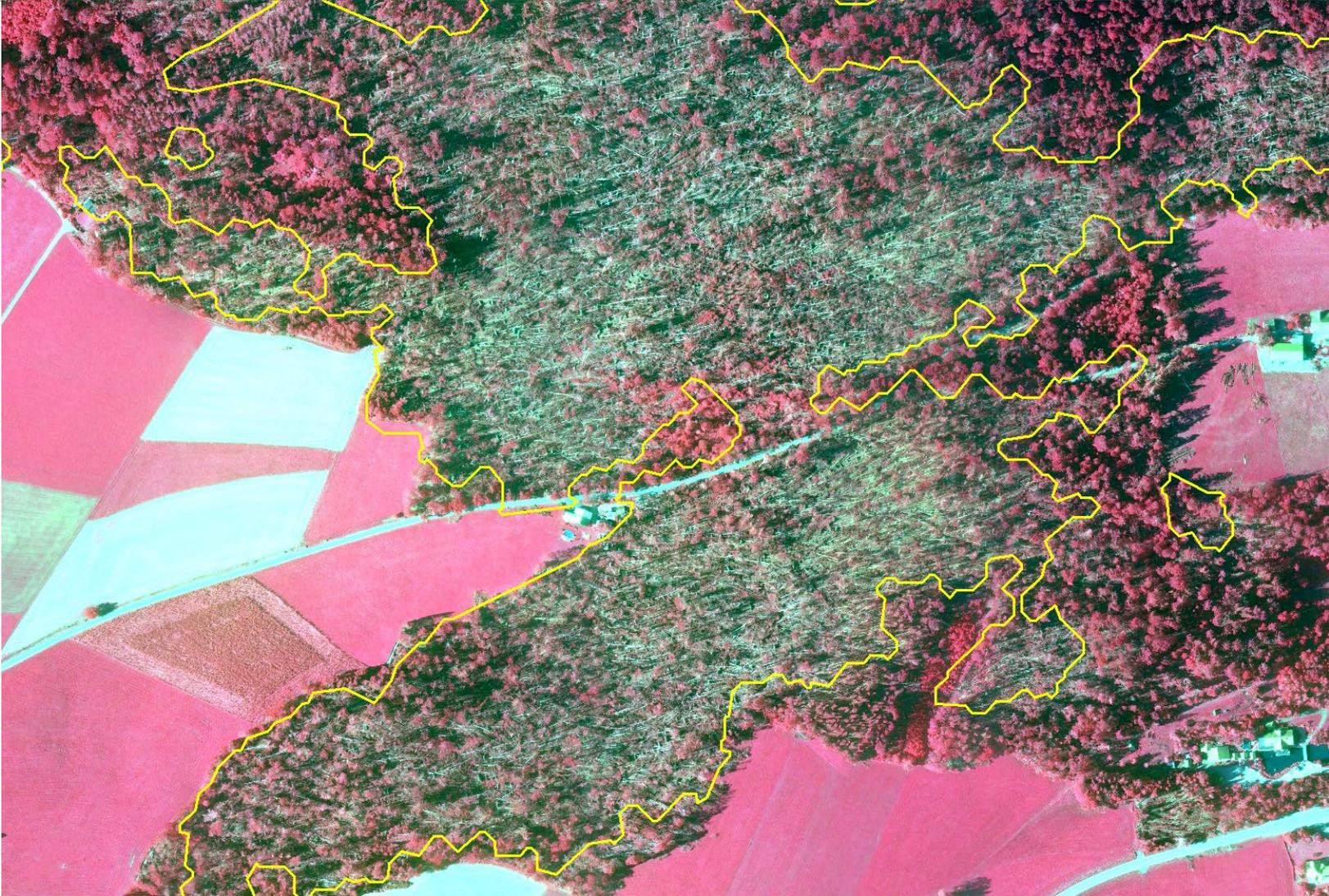
Vor dem Sturm (vom LDBV, 24.06.2016):

Nach dem Sturm (aus LWF Befliegung, 29.08.2017):



2. Erfassung von Sturmwurfflächen

Beispiel Kolle 2017- Auswertung von Oberflächenmodellen



2. Erfassung von Sturmwurfflächen

Beispiel Kolle 2017

- Kostenpflichtige Satellitendaten können für einen ersten, schnellen Überblick verwendet werden, wenn das Wetter mitspielt
- Für eine detaillierte Erfassung benötigt man hochaufgelöste Luftbilder
- Sobald stereoskopische Luftbilder nach dem Sturm vorliegen (hier: 15-16 Werkstage), kann mit der Berechnung des Oberflächenmodells begonnen werden
- Veränderungen im Kronenraum können automatisch aus zwei Oberflächenmodellen abgeleitet werden und der Forstpraxis als Polygone zur Verfügung gestellt werden

3. Erfassung von Borkenkäferschäden an der Fichte

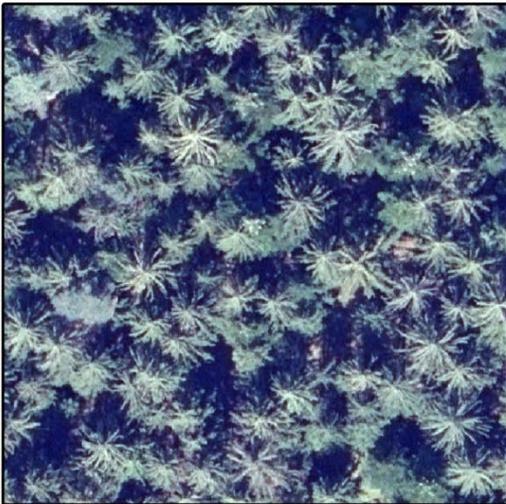


**Foto: Eike
Reinosch,
19. September
2022**

3. Erfassung von Borkenkäferschäden an der Fichte

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

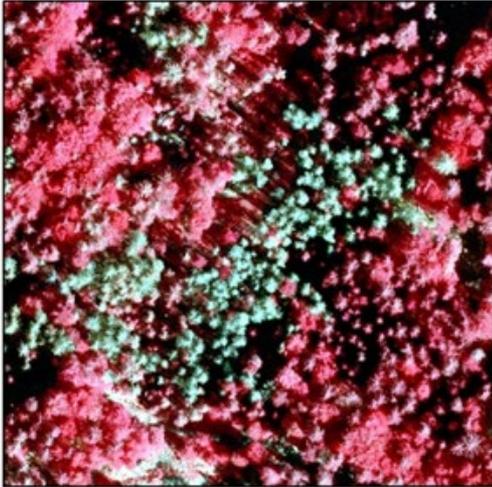
c) graue Verfärbung:



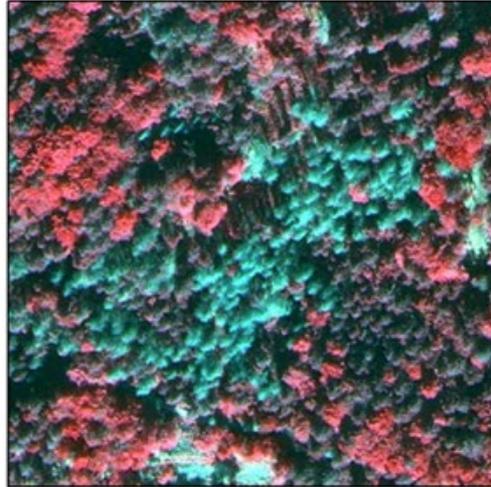
Grey-attack Stadium:
graue Verfärbung,
Verlust der Nadeln

3. Erfassung von Borkenkäferschäden an der Fichte

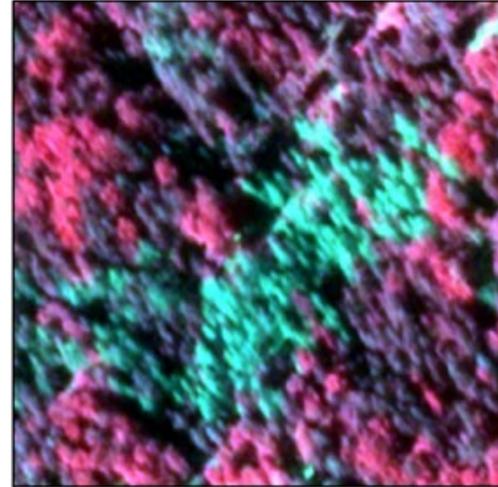
Luftbild (0,20 m):



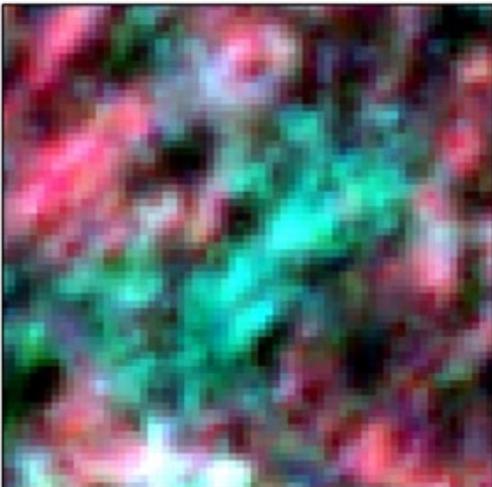
WorldView 3 (0,30 m):



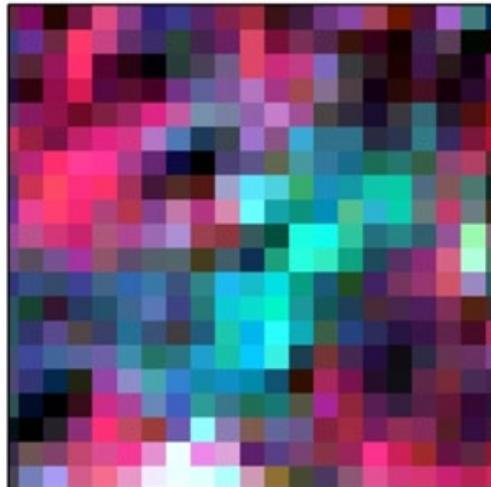
SkySAT (0,80 m):



Planet Scope Dove (3,00 m):



Sentinel-2 (10,00 m):



0 50 100 m

3. Erfassung von Borkenkäferschäden an der Fichte

Möglichkeiten der automatisierten Erfassung – Methodik

Eingangsdaten

Auswahl Trainingsdaten

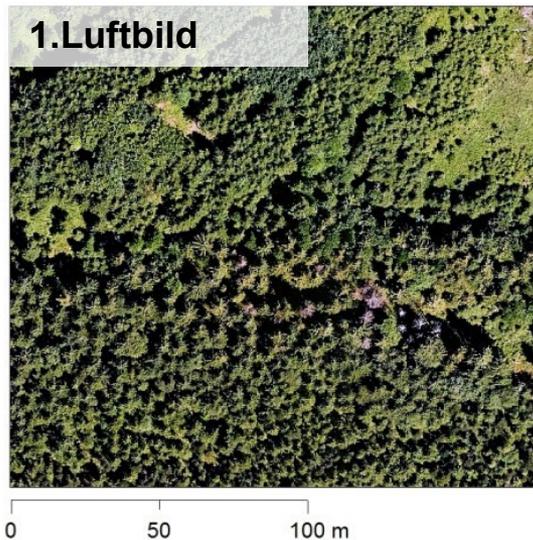
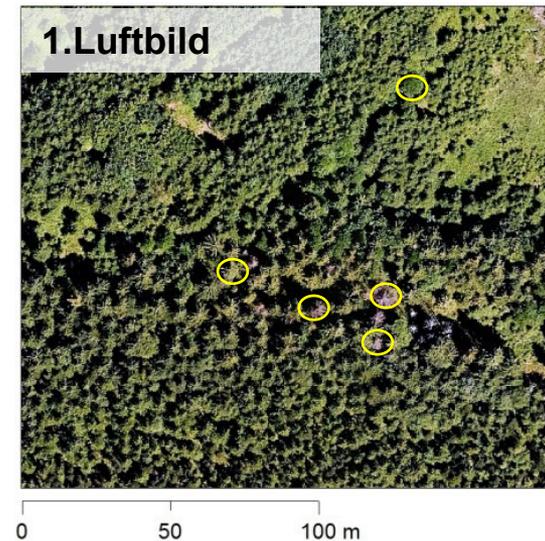


Foto: Tobias Hase



1. Nadelholz
(vital):



2. Laubholz
(vital):



3. Red-
attack:



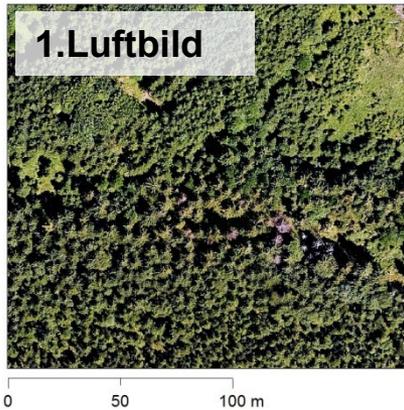
4. Grey-
attack:



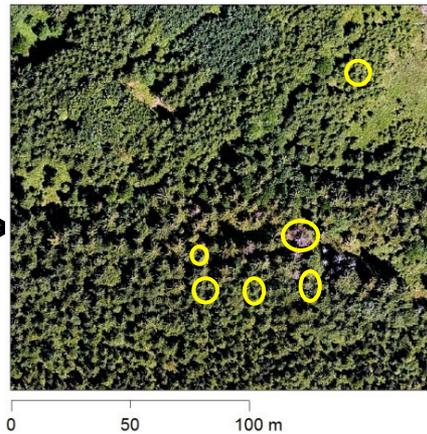
3. Erfassung von Borkenkäferschäden an der Fichte

Möglichkeiten der automatisierten Erfassung – Methodik

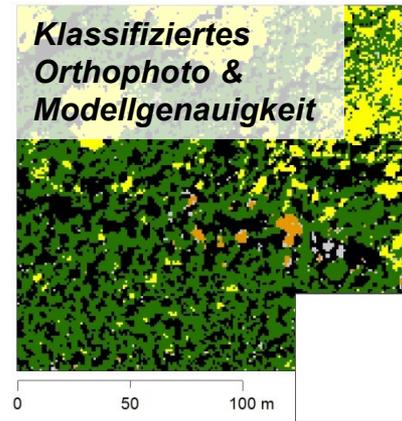
Eingangsdaten



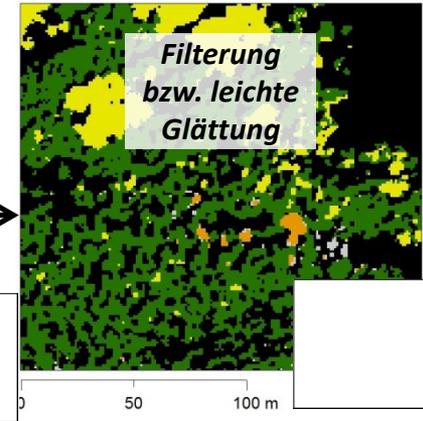
Auswahl Trainingsdaten



Maschinelles Lernen



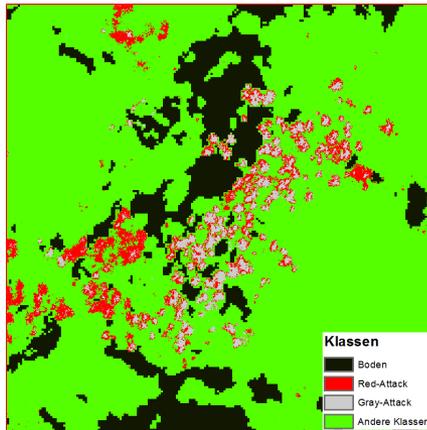
Nachbearbeitung



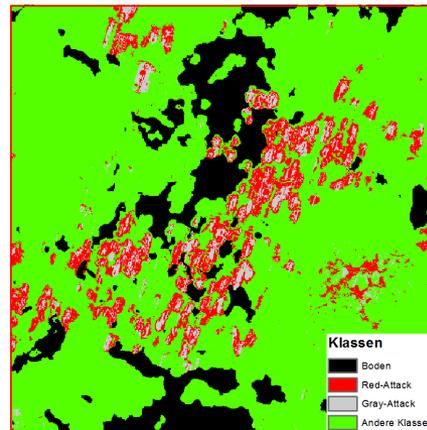
3. Erfassung von Borkenkäferschäden an der Fichte

Beurteilung der Praxistauglichkeit von optischen Luft- und Satellitendaten zur automatisierten Erfassung von Borkenkäferschäden:

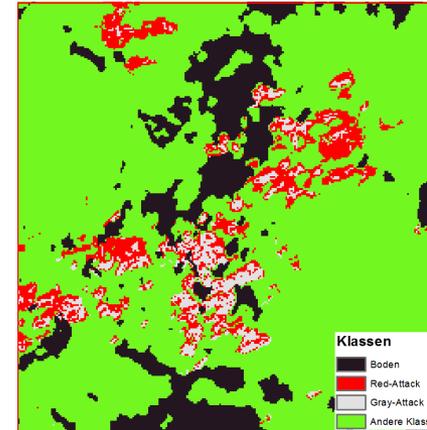
Luftbild (0,20 m):



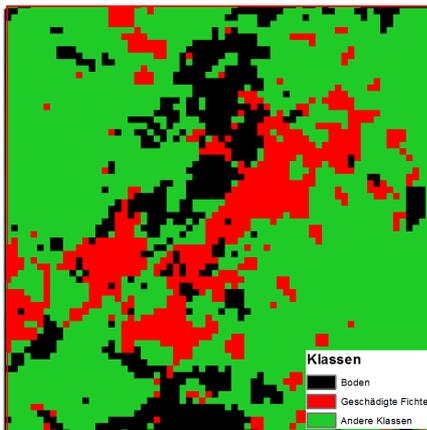
WorldView 3 (0,30 m):



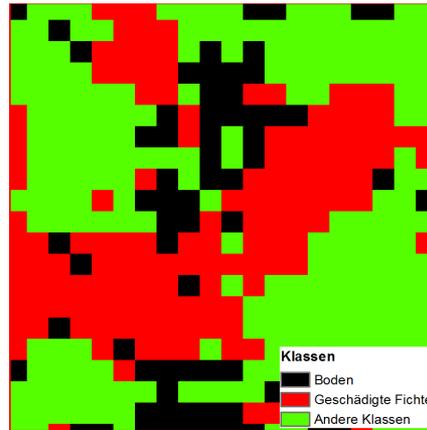
SkySAT (0,80 m):



Planet Scope Dove (3,00 m):

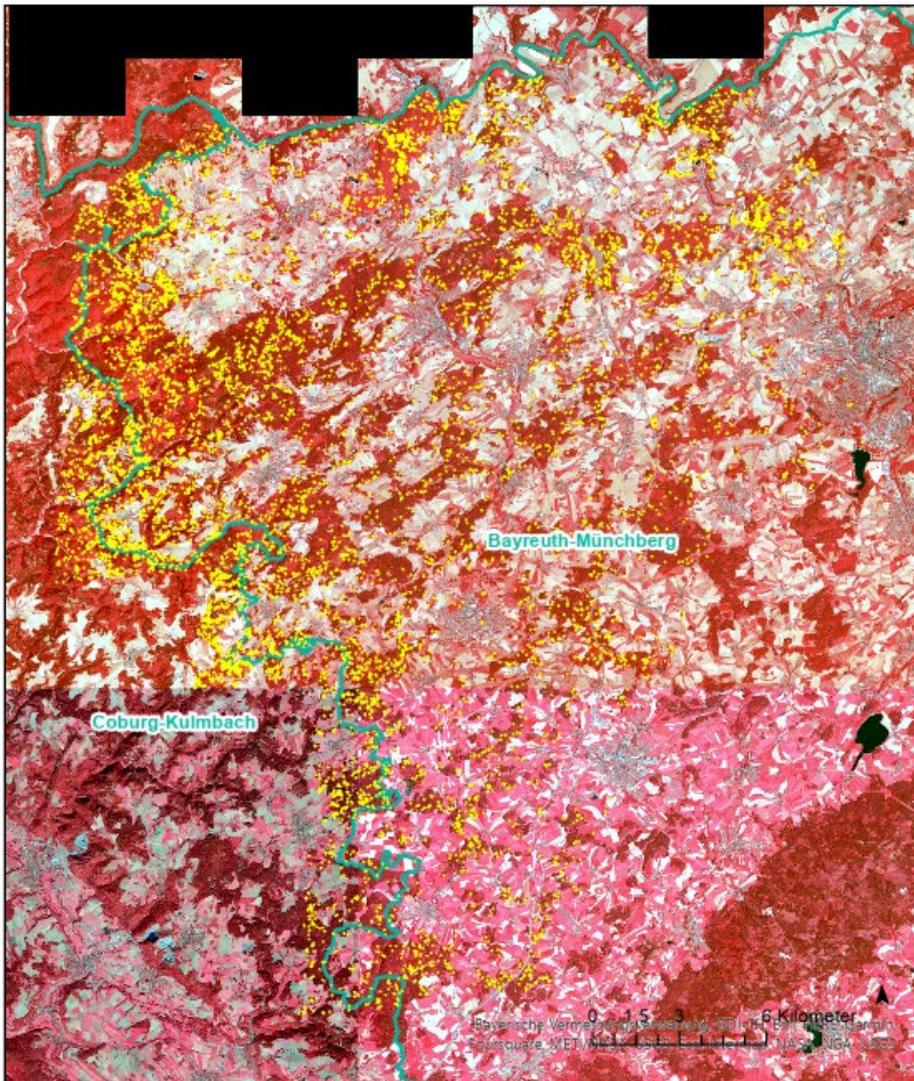


Sentinel-2 (10,00 m):



3 Testflächen
Gesamtfläche: 324 km²
→ *Trennung von red-attack und grey-attack derzeit nur mit Luftbilddaten*

3. Erfassung von Borkenkäferschäden an der Fichte Übertragung in die Praxis (Teilbereich AELF Münchberg 2020)



- Luftbilder stehen nach 3 Wochen in BayWIS
- **Erfassung der Schadflächen aufwendig (4 Monate)**
- **Manuelle Nachbearbeitung:**
Fehlklassifizierte Bodenbereiche und verfärbte Laubbäume wurden nachträglich manuell entfernt.

Gesamtfläche: 600 km²
Gesamtgenauigkeit:
0,88

3. Erfassung von Borkenkäferschäden an der Fichte Bildflug 2021 (ca. 3.000 km²) vom 08.09.21, Fast-Ortho-Luftbilder, Datenbereitstellung am 14.10.21

Basis-Viewer ohne Eigentümer > Basis-Viewer ohne Eigentümer zentral Münchberg - 18.14.2

Standardnavigation Anwendung Ansicht Navigation Lesezeichen Zubehör Freie Editierung Datei-Import

1 : 439971

Keine Karte geladen

Themen Systemkarten

- Sentinel-2 vom 08.09.2020
- Veränderung Nadelwald (2019 z...
- Waldfunktionskarte
 - bes. waldbrandgef. Gebiete
 - bes. waldbrandgef. Gebiete (Umriss)
 - Forstliche Übersichtskarte
 - Versuchsflächen
- Förderung
- Forstliches Gutachten
- Forstorganisation
- KUP
- Natura 2000
- Naturgefahren
- NavLOG, Wegebedarf
- Orthofotos, TKs, Blattsschnitte
- Raumordnung, Landesplanung
- Rettungskette
- Schutzgebiete
- Skizzenlayer
- Verwaltungsgrenzen
- Waldschutzmeldungen
- Waldverzeichnis (mit DFK, TN)

3. Erfassung von Borkenkäferschäden an der Fichte Bildflug 2022 (ca. 4.220 km²) vom 23.09., 09./20.10.22, Fast-Ortho-Luftbilder, Datenbereitstellung am 23.11.22

Standardnavigation Anwendung Ansicht Navigation Lesezeichen Zubehör Freie Editierung Datei-Import

1 : 439971

Keine Karte geladen

Themen Systemkarten

- Sentinel-2 vom 08.09.2020
- Veränderung Nadelwald (2019 z
- Waldfunktionskarte
 - bes. waldbrandgef. Gebiete
 - bes. waldbrandgef. Gebiete (Umriss)
 - Forstliche Übersichtskarte
 - Versuchsflächen
- Förderung
- Forstliches Gutachten
- Forstorganisation
- KUP
- Natura 2000
- Naturgefahren
- NavLOG, Wegebedarf
- Orthofotos, TKs, Blattsschnitte
- Raumordnung, Landesplanung
- Rettungskette
- Schutzgebiete
- Skizzenlayer
- Verwaltungsgrenzen
- Waldschutzmeldungen
- Waldverzeichnis (mit DFK, TN)

Rhön-Grabfeld
Bad Kissingen
Schweinfurt (Stadt)
Schweinfurt
Würzburg
Kitzingen
Würzburg
Neustadt a.d. Ais
Fürth
Schwandorf

Oberfranken
Unterfranken
Mittelfranken
Oberpfalz

19 esri

3. Erfassung von Borkenkäferschäden an der Fichte Bildflug 2023 (ca. 5990 km²) vom 05./06.09.23, Fast-Ortho-Luftbilder, Datenbereitstellung am 17.10.23

The screenshot shows a GIS application interface with a search bar at the top left and a layer list on the left side. The layer list is expanded to 'Forstorganisation' and shows the following layers:

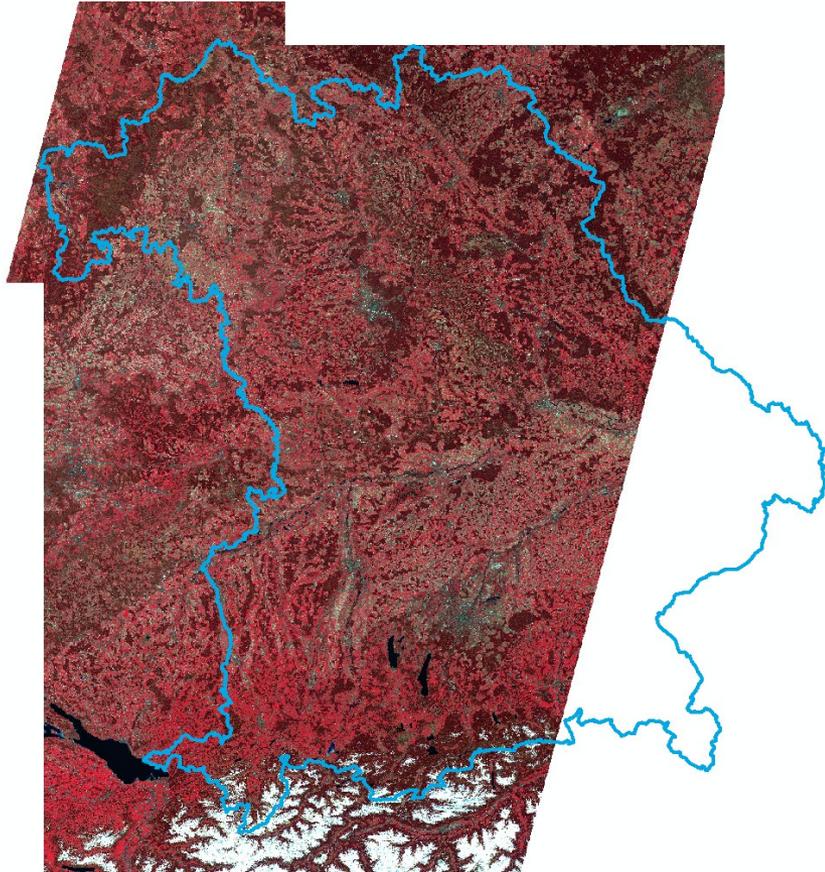
- Suche
- Baumartenverbreitung
- Schadereignisse
 - Bernd Beflegungsdaten RGB
 - DLR Zeitreihenanalyse: Jan 18 – Jun 21
 - Frankenwald Befliegung Herbst 22 RGB
 - Frankenwald Befliegung Herbst 23 RGB
 - Frankenwald Befliegung Sep 21 CIR
 - Frankenwald Befliegung Sep 21 RGB
 - Kolle Flurstücke (aus Sat)
 - Sentinel-2 vom 04.09.2019
 - Sentinel-2 vom 08.09.2020
 - Sturm RO/TS 2021 CIR 10m
 - Sturmflächen RO/TS 2021
 - Veränderung Frankenwald mit Sentinel-2 23.09.21-25.07.22
- Waldstrukturdaten
 - Überschirmungsmodell Wuchsgebiet 15 (2018)
- bes. waldbrandgef. Gebiete
- bes. waldbrandgef. Gebiete (Umriss)
- Forstliche Übersichtskarte
- Versuchsflächen
- Förderung
- Forstliches Gutachten
- Forstorganisation
 - ÄELF Außenstellen FoV
 - ÄELF Bereiche
 - ÄELF Hauptstellen FoV
 - ÄELF Reviere

The map displays a large area of forest damage in dark brown, overlaid on a green background representing healthy forest. The map shows various municipalities and districts, including Coburg, Bamberg, and Regensburg. The interface includes a search bar, a layer list on the left, and a toolbar at the top.

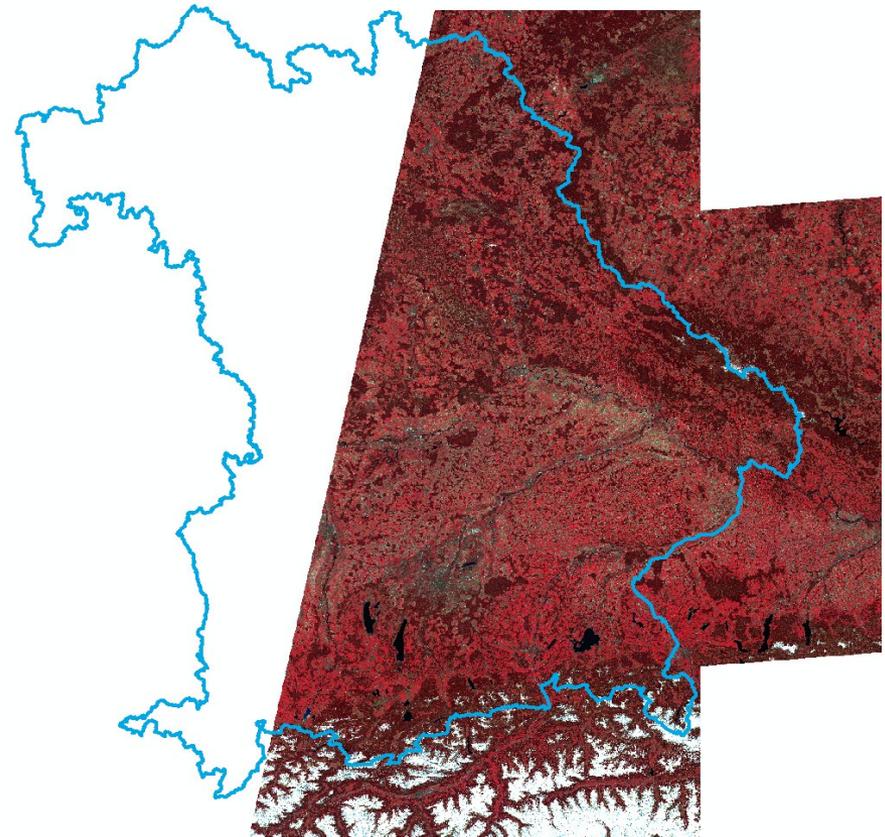
3. Erfassung von Borkenkäferschäden an der Fichte

Sentinel-2 – bayernweite Daten

Aufnahmestreifen vom 06.04.2020 (Orbit 65)

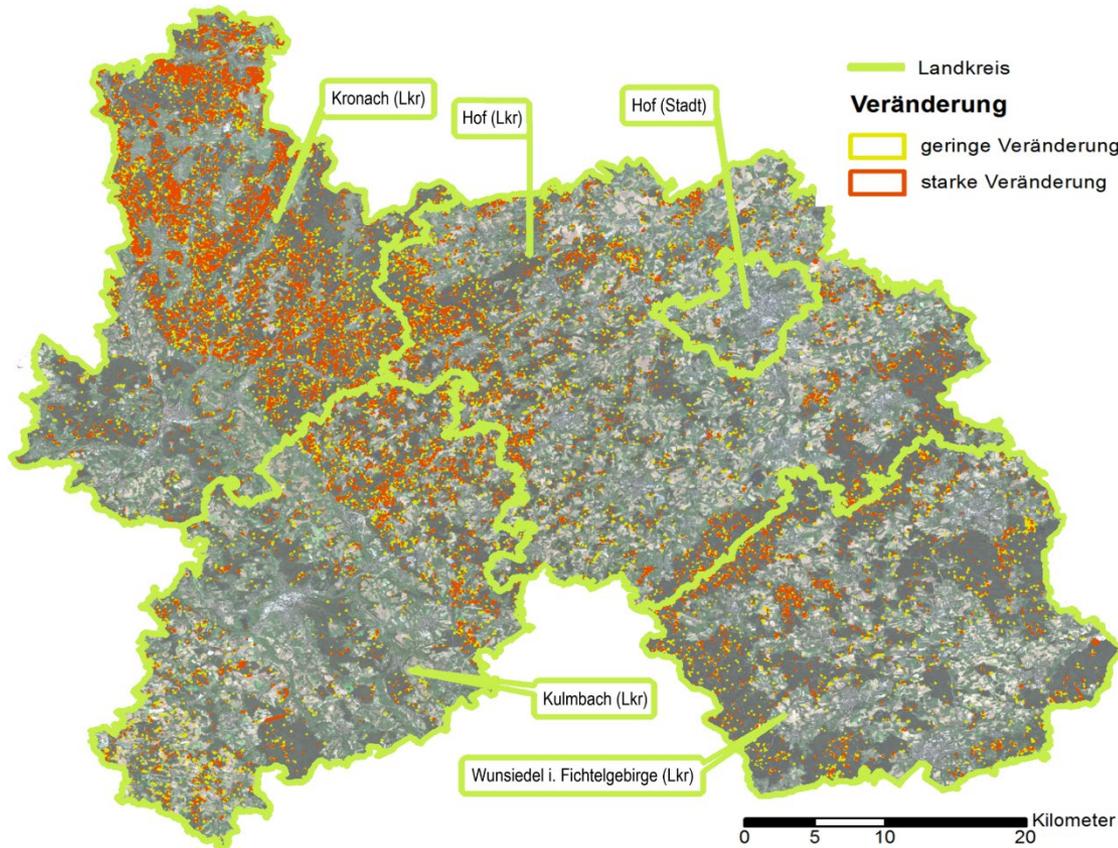


Aufnahmestreifen vom 08.04.2020 (Orbit 22)



3. Erfassung von Borkenkäferschäden an der Fichte Sentinel-2 Auswertung

Überblick über Schadaufkommen in Oberfranken



Veränderungen im
Zeitraum September
2019 bis September
2020

Gesamtgenauigkeit = 88%

3. Erfassung von Borkenkäferschäden an der Fichte

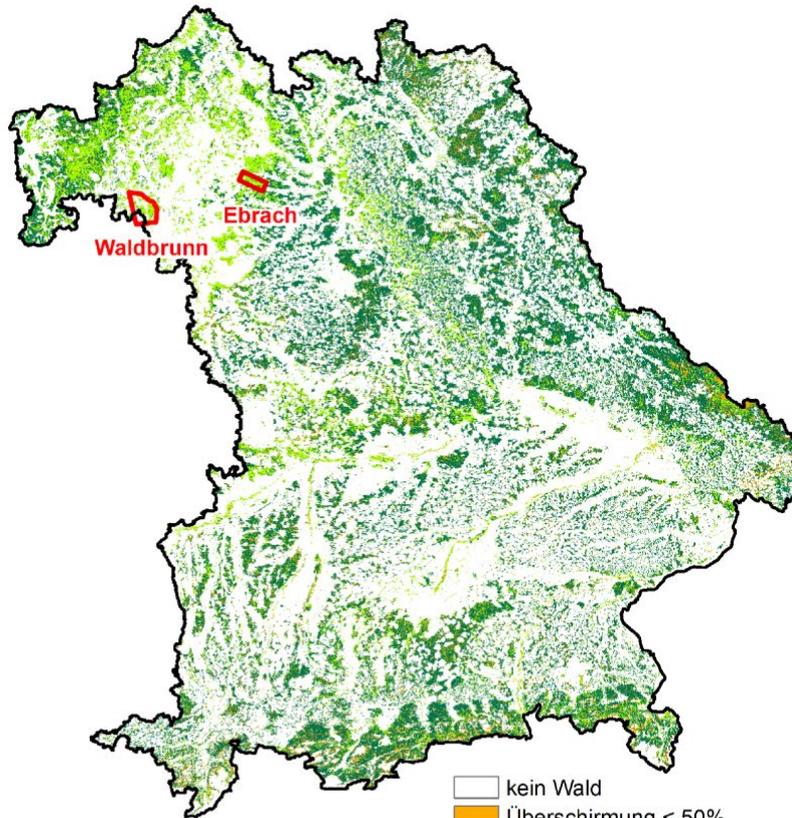
Zusammenfassung

- Automatische Bildauswertung von Luftbildern möglich → zahlreiche Borkenkäfernester konnten identifiziert werden, die noch unentdeckt geblieben waren
- Fehlklassifikationen mit Lärche vorhanden
- Green attack kann nicht erkannt werden → Auswertung ersetzt nicht terrestrische Begänge
- Zeitspanne vom Befliegungszeitpunkt bis zur Bereitstellung der Schadpolygone zu langsam
- Fast-Ortho-Luftbilder liefert schnelle optische Daten → Auswertung der Daten wird von Borkenkäferfachkräften vor Ort durchgeführt
- Automatische Erfassung von Veränderung an Baumgruppen in wenigen Wochen mit kostenfreien Sentinel-2-Daten möglich
 - schneller Überblick über Schadholzaufkommen
 - Differenzierung von regulären Erntemaßnahmen nicht möglich

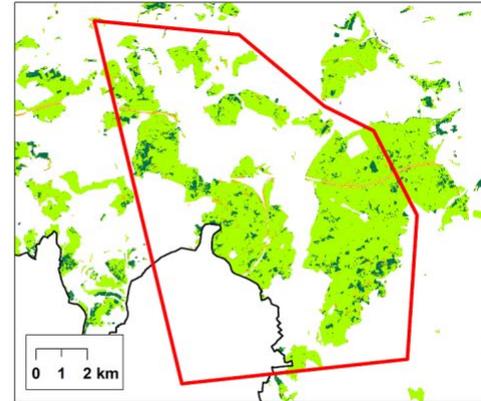
4. Erfassung von Trockenschäden an der Buche



4. Erfassung von Trockenschäden an der Buche Testgebiete

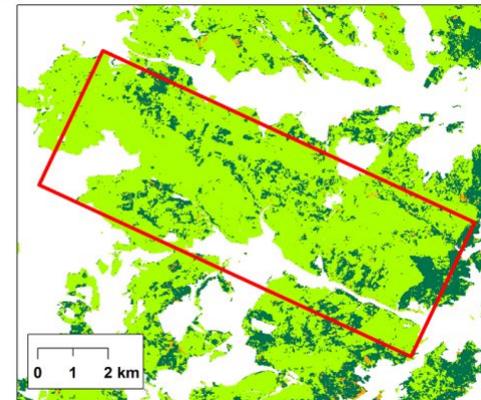


- kein Wald
- Überschirmung < 50%
- laubholzdominiert
- nadelholzdominiert



Waldbrunn

125 km²

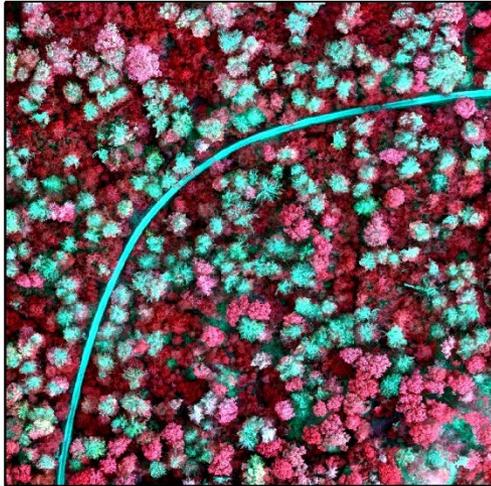


Ebrach

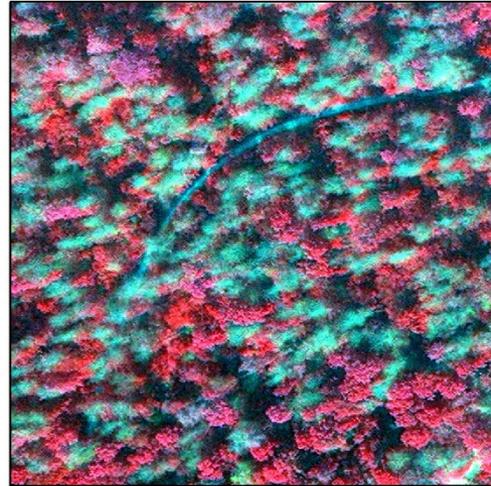
50 km²

4. Erfassung von Trockenschäden an der Buche Luftbilder und optische Satellitendaten im Vergleich

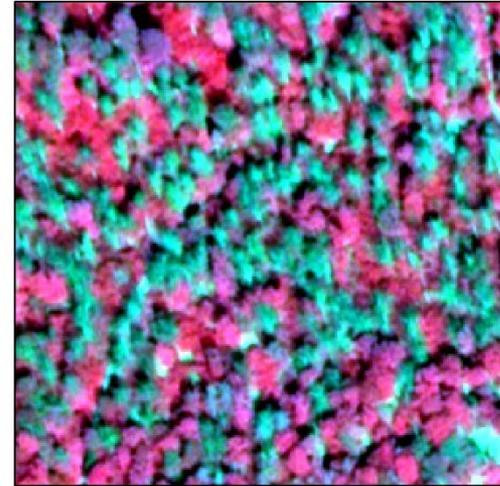
a) Luftbildbefliegung:



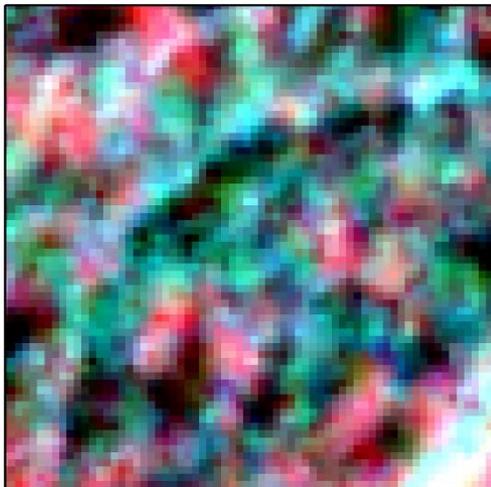
b) WorldView-3:



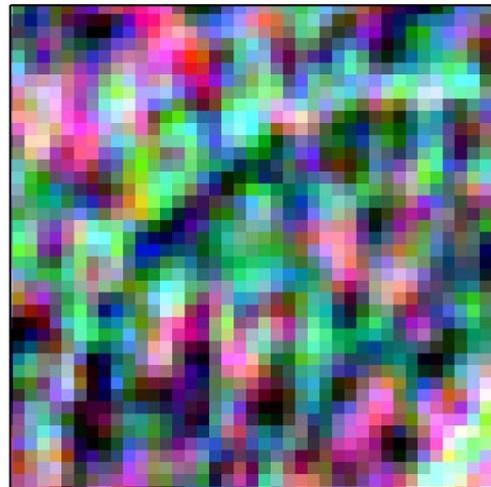
c) SkySat:



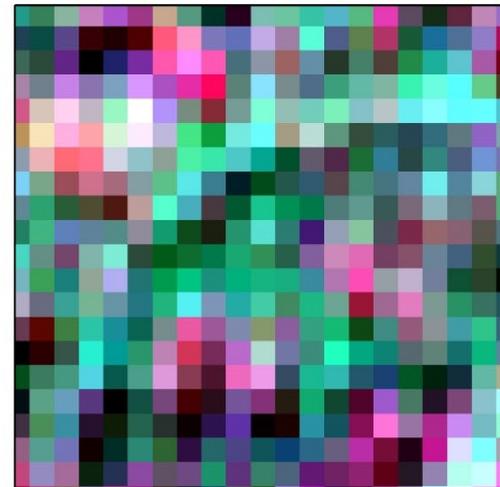
d) PlanetScope:



e) RapidEye:

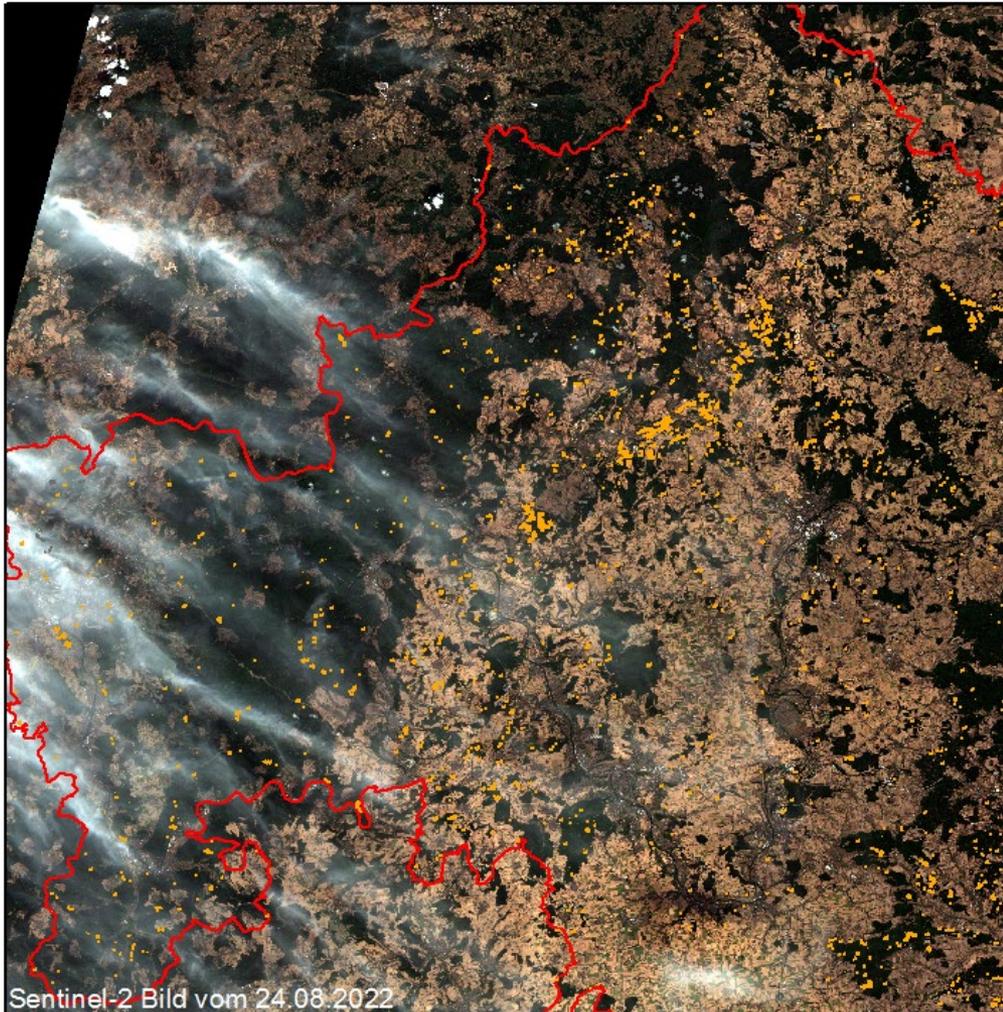


f) Sentinel-2:



0 50 100 m

4. Erfassung von Trockenschäden an der Buche Praxisbeispiel Unterfranken: großflächiges Monitoring 2022



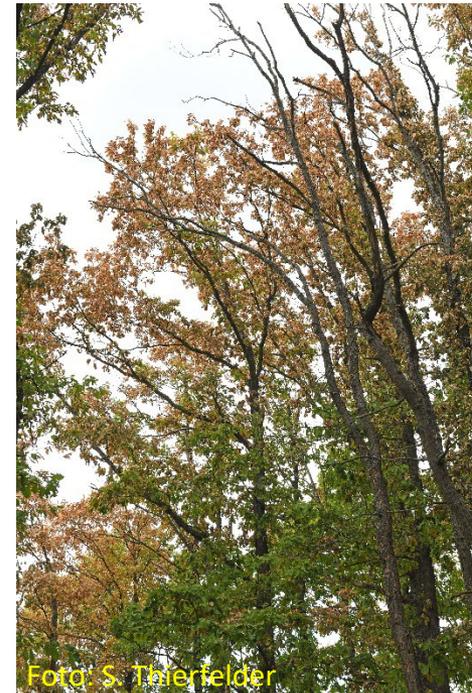
0 12.5 25 50 Km

Veränderungsflächen

Grenze von Bayern



Sentinel-2
Zeitreihenanalyse
(Change detection CD)



Automatische Auswertung noch nicht möglich → Visuelle Auswertung

4. Erfassung von Trockenschäden an der Buche

Zusammenfassung

- Sehr gute Erkennbarkeit von Trockenschäden an Einzelbäumen in Luftbildern
- Sehr gute automatische Erfassung von Trockenschäden mit Luftbilder
- Unterscheidung von Buche und anderen Baumarten nicht automatisch möglich
- Geschädigte Baumgruppen visuell erkennbar in mit räumlich grob aufgelösten Satellitenbildern (u. a. Sentinel-2)
- Automatische Erfassung von Trockenschäden mit räumlich grob aufgelösten Satellitenbildern (u. a. Sentinel-2) noch nicht möglich
- Großflächige Vitalitätsveränderung von Vegetation erkennbar mit räumlich grob aufgelösten Satellitenbildern

5. Zusammenfassung

- Schnelle Erfassung von Sturmwurfschäden im „Katastrophenfall“ möglich
- Räumliche Auflösung der Daten ist entscheidend für die Erkennung von Schäden an Einzelbäumen
- Genaue Erfassung von Waldschäden auf Einzelbaumebene ist zeitaufwendig bzw. personalintensiv → Luftbildbefliegung + manuelle Vor- und Nachbearbeitung
- Alternativ bieten Drohnen- und Fast-Ortho-Luftbilder bildgebende Informationen auf Einzelbaumebene (1/2Wochen bis 5 Wochen)
- Erfassung von geschädigten Baumgruppen auf großer Fläche mit Hilfe von Sentinel-2
 - für Borkenkäfer schnell machbar (1-2 Wochen)
 - Vitalitätsveränderungen großflächig detektierbar
 - Trockenschäden an Laubholz schwierig → weiterer Forschungsbedarf „ForstEO“

Foto: Klaus Schreiber



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!