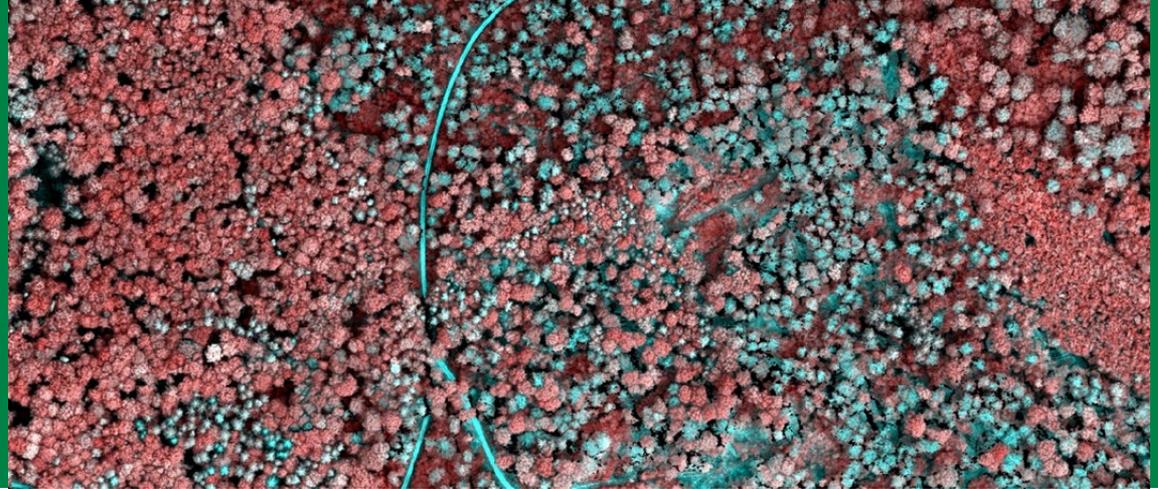


InfoVerm2023

30.03.2023



Verwendung von digitalen Luftbildern an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)

Rudolf Seitz & das Fernerkundungsteam der Abteilung Informationstechnologie

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Einleitung und (physikalische) Grundlagen

Digitale Oberflächenmodelle – normalisiert: **Kronenhöhenmodelle**

Vorratsmodellierung auf Basis des Kronenhöhenmodells

Erfassung von **Sturmschäden** im digitalen Orthophoto DOP, KHM und Satellitenbild

Erfassung von **Schwammspinner-** und **Borkenkäferbefall** im digitalen Orthophoto DOP

Erfassung von **Buchenschäden**: das Projekt BeechSAT

Ausblick: Einsatz von Methoden der **KI**: Projekt KIHBA



Waldfläche ca. 2,6 Mio. ha. (ca. 30% der Landesfläche)

55,7% in privater Hand. Rund 700.00 Eigentümer*innen

29,8% im Alleineigentum des Freistaats Bayern

12,4% der Waldfläche sind im Eigentum von Städten und Gemeinden.

2,1% der Waldfläche werden der Kategorie "Staatswald - Bund,, zugeordnet

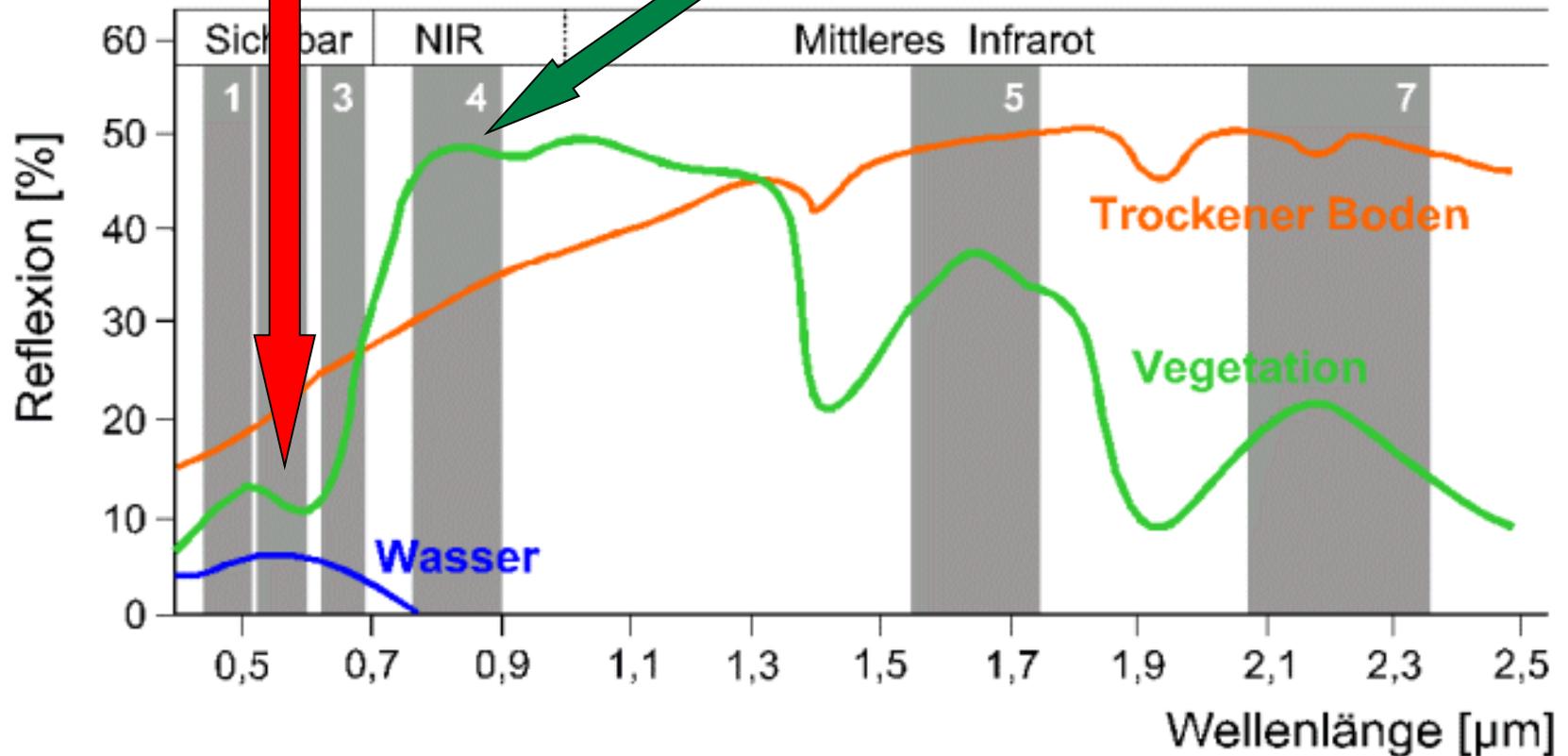
Bayern Gesamt

Waldfläche nach Baumartengruppen	ha	in %
Eiche	165.279	6,8
Buche	338.319	13,9
ALH*	174.656	7,2
ALN**	191.017	7,9
Summe Laubholz	869.271	35,7
Fichte	1.017.539	41,8
Tanne	57.185	2,4
Douglasie	19.191	0,8
Kiefer	417.408	17,2
Lärche	52.391	2,2
Summe Nadelholz	1.563.714	64,3
Gesamt	2.432.985	

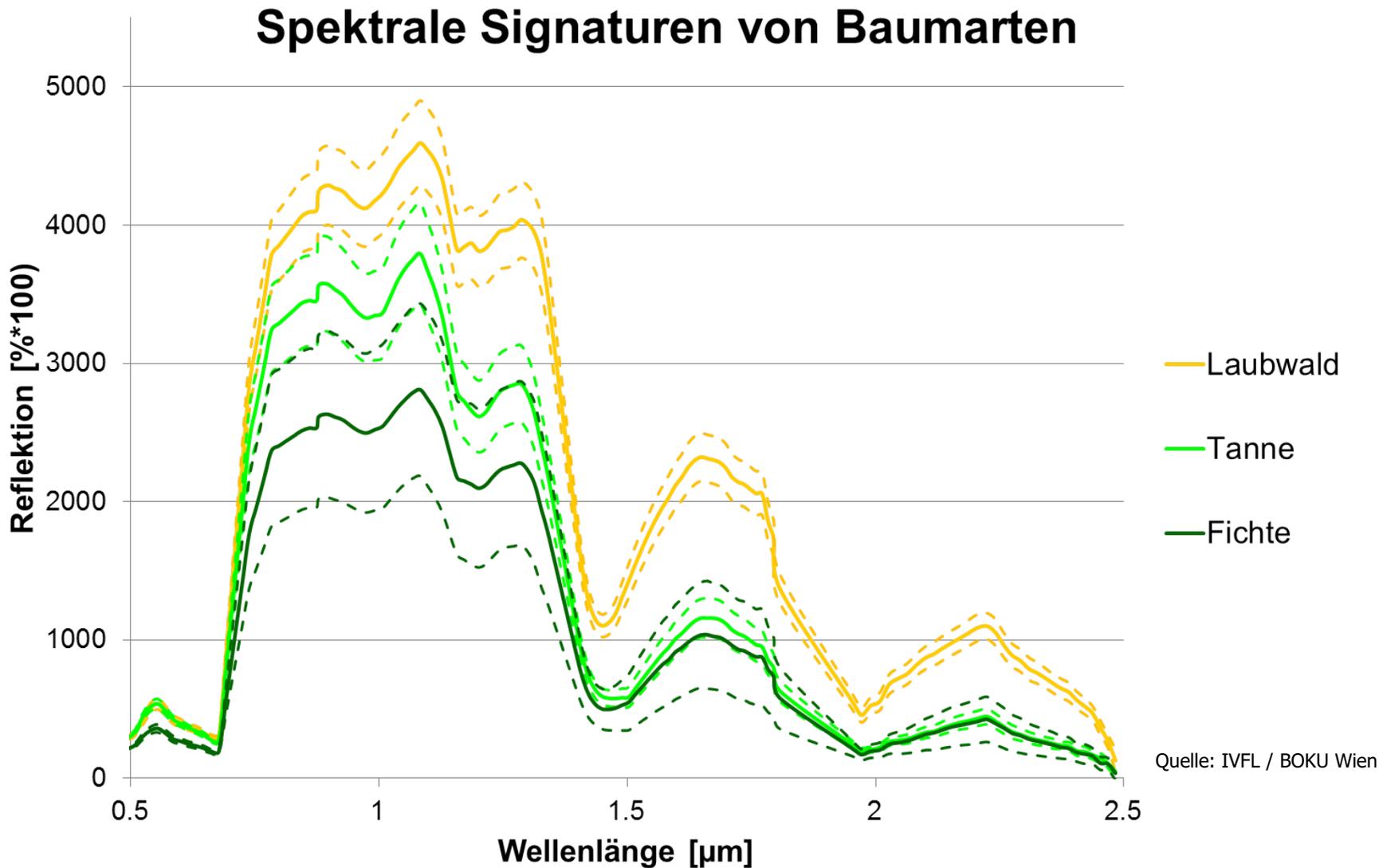
Physikalische Grundlagen

geringe Reflexion im Bereich
des sichtbaren Lichts

dagegen: Reflexionsmaximum
im Bereich des nahen Infrarots



Physikalische Grundlagen: Reflexion von Baumarten



Produkte aus amtl. Daten der Bayernbefliegung

Bayernbefliegung 2022:

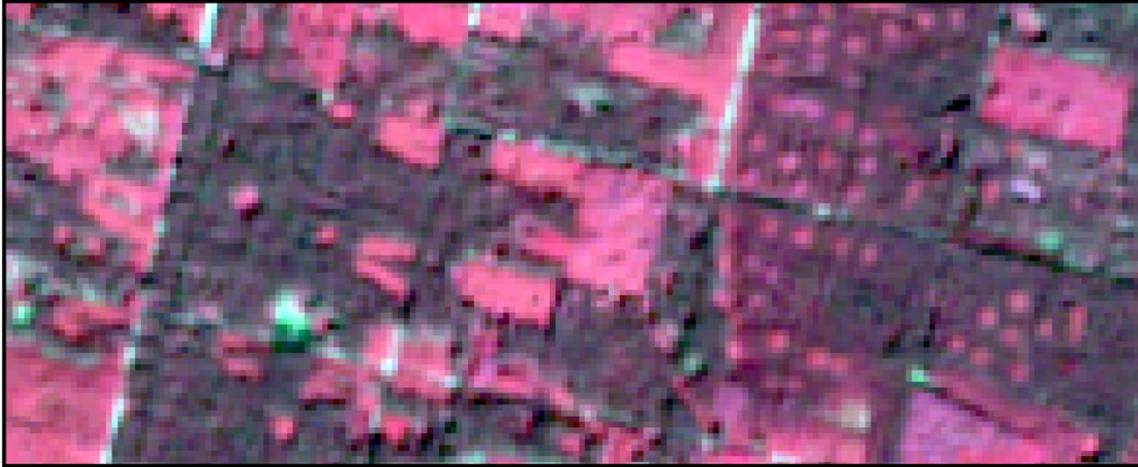


Bayernbefliegung 2023:

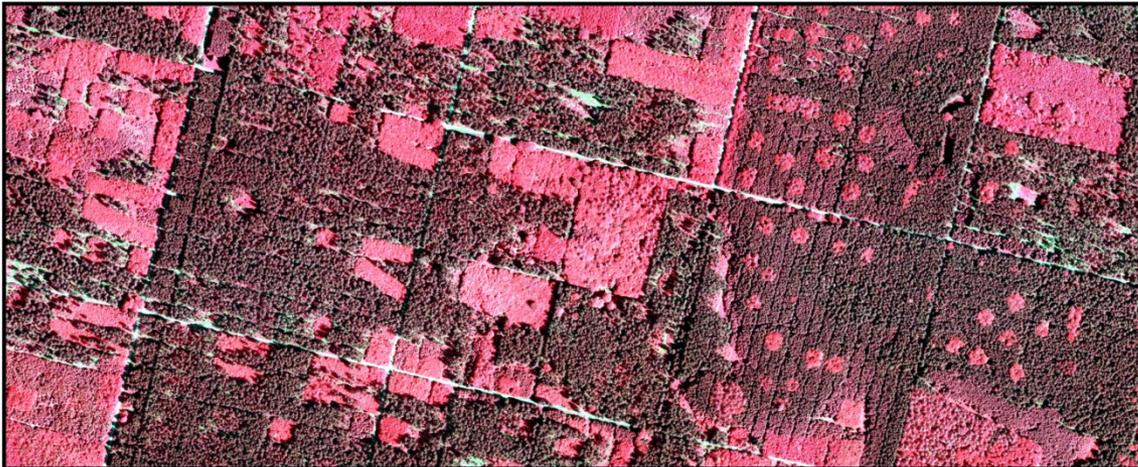


Sentinel-2 Datensatz im Vergleich mit einem amtlichen Orthophoto

a) Sentinel-2 – räumliche Auflösung 10 Meter:



b) Amtliches Orthophoto – räumliche Auflösung 0,2 Meter:

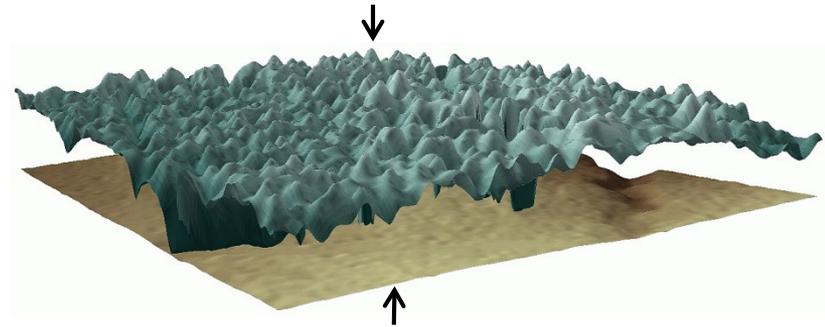


0 0,25 0,5
km

Bayernweite Produkte basierend auf amtlichen Höhenmodellen des LDBV

Eingangsdaten:

Luftbild-Oberflächenmodell (Image Matching)



Laserscanning-Geländemodell

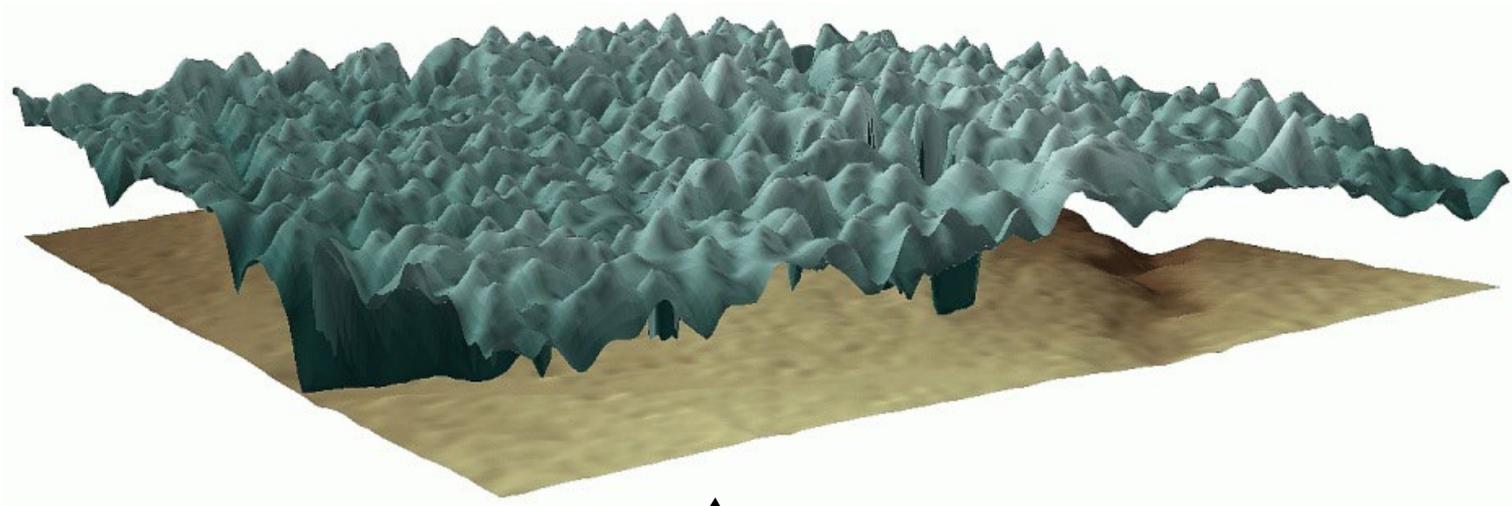


0 50 100 km

Höhe
45
0

SAPEX-DLB – Berechnung Kronenhöhenmodell

Luftbild-Oberflächenmodell



Amtliches Laserscanning-
Geländemodell

Holzvorratsschätzung

Vegetationshöhenmodell:



Prädiktorvariablen:

Höhenmetriken:

Höhenperzentile $h_{50}, h_{60}, \dots, h_{90}$

Maximalwert h_{max}

Mittelwert h_m

Dichtemetrik:

Überschirmungsgrad cc [%]

(Pixel > 2m / alle Pixel)

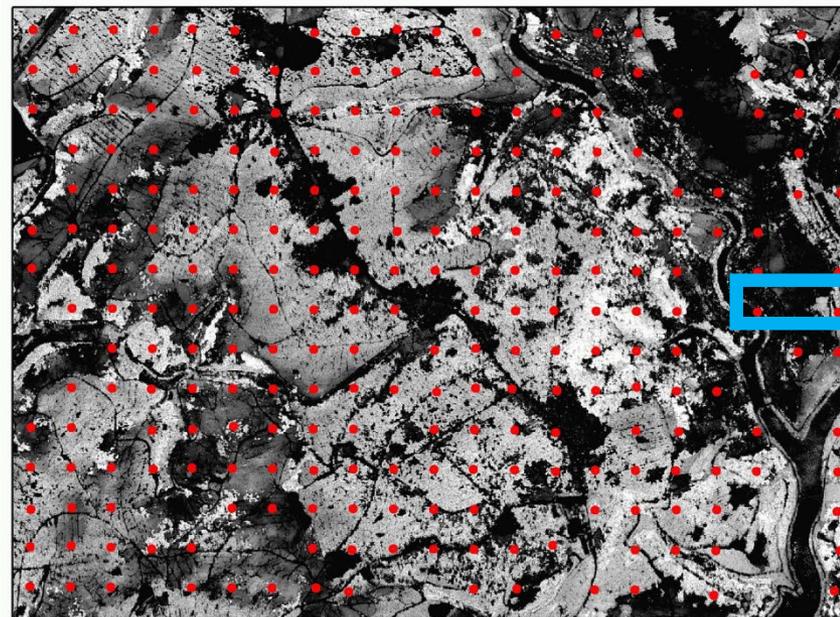
Nadelholzprozent: p_c [%]

→ Lineare Regressionen mit schrittweiser Variablenauswahl

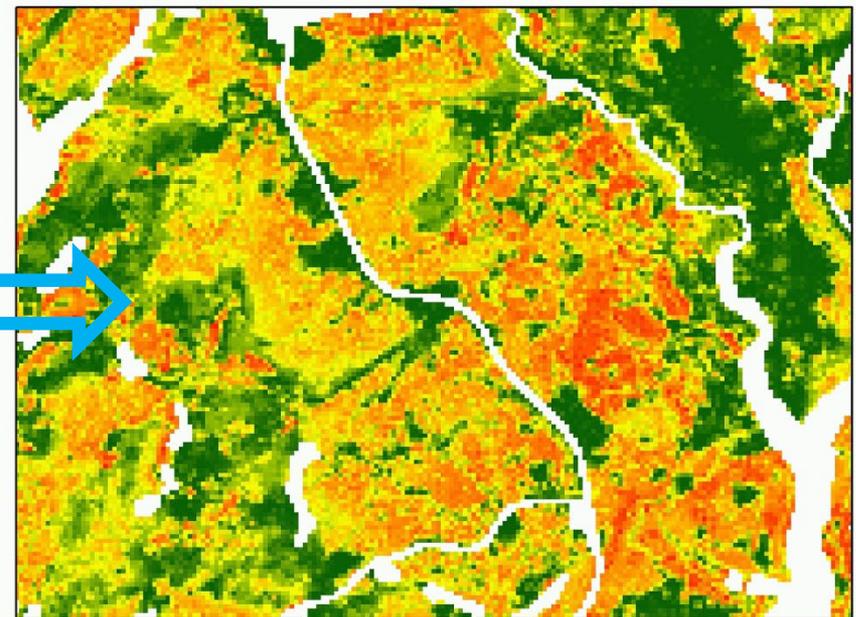
→ Leave-One-Out-Kreuzvalidierung

Modellierung Holzvorrat/Biomasse

Vegetationshöhenmodell:



Modellierte Holzvorräte:



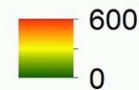
0 0.5 1 km

Vegetationshöhe [m]



○ Inventurkreise

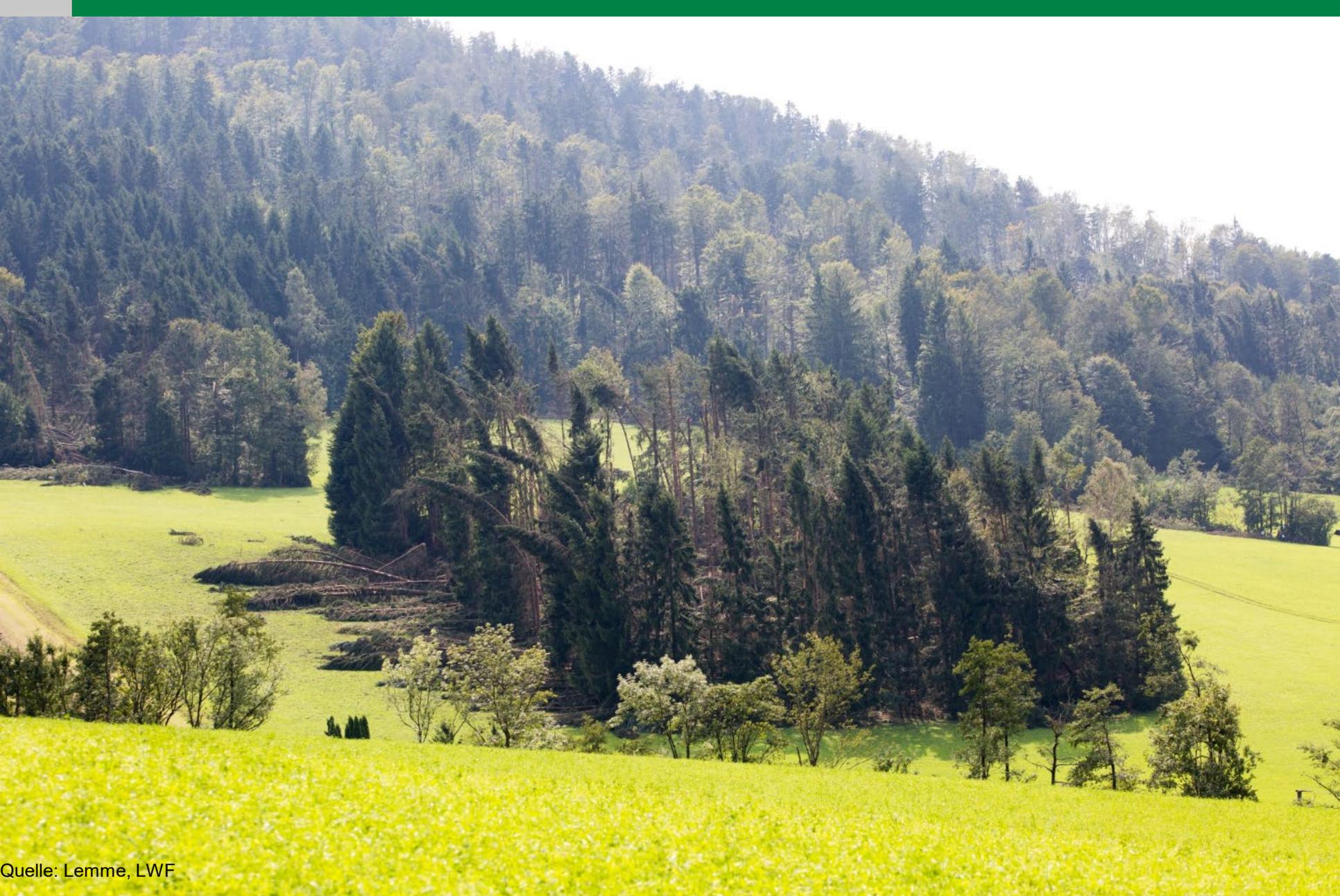
Vorrat [m³/ha]





Quelle: Lemme, LWF

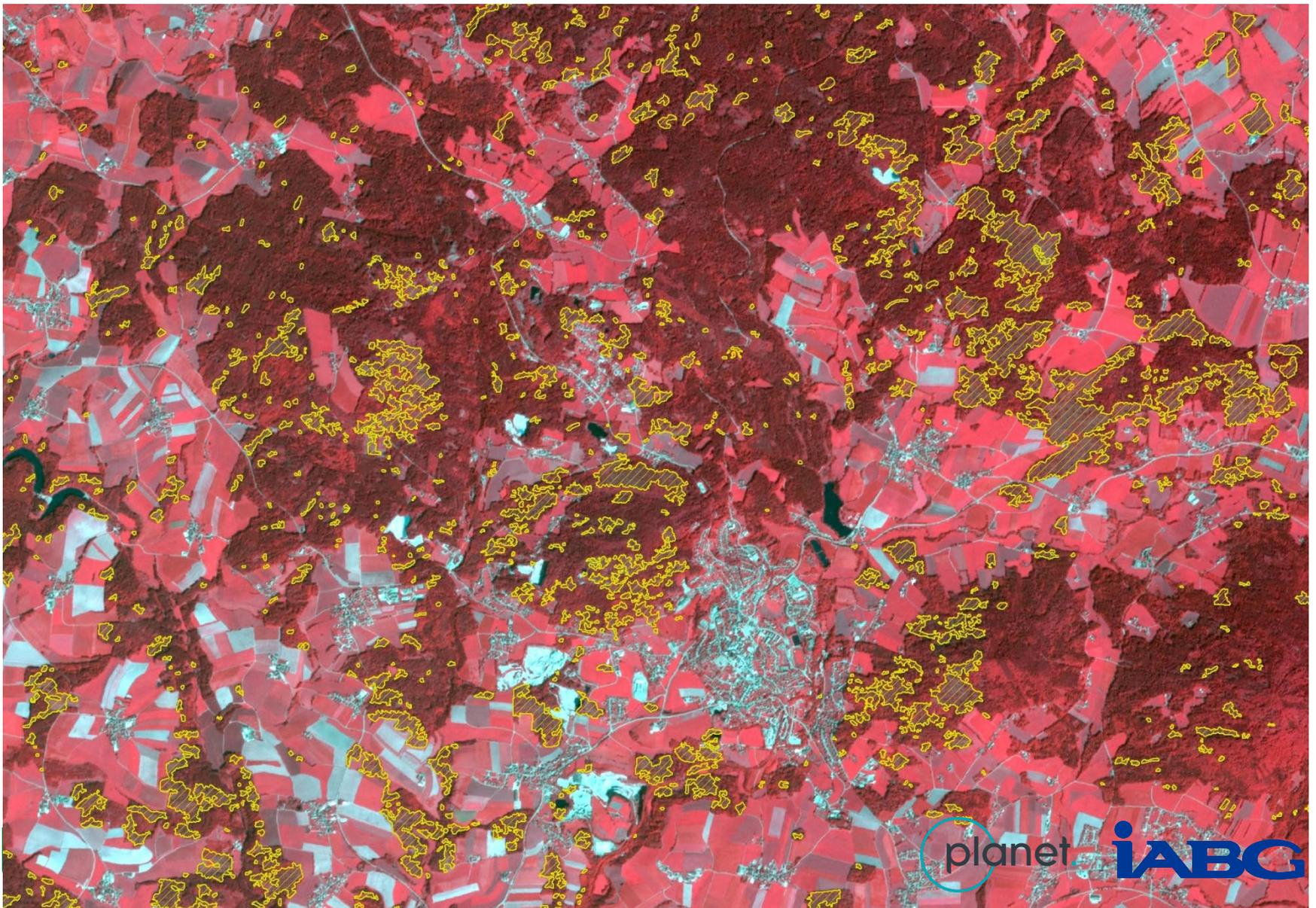




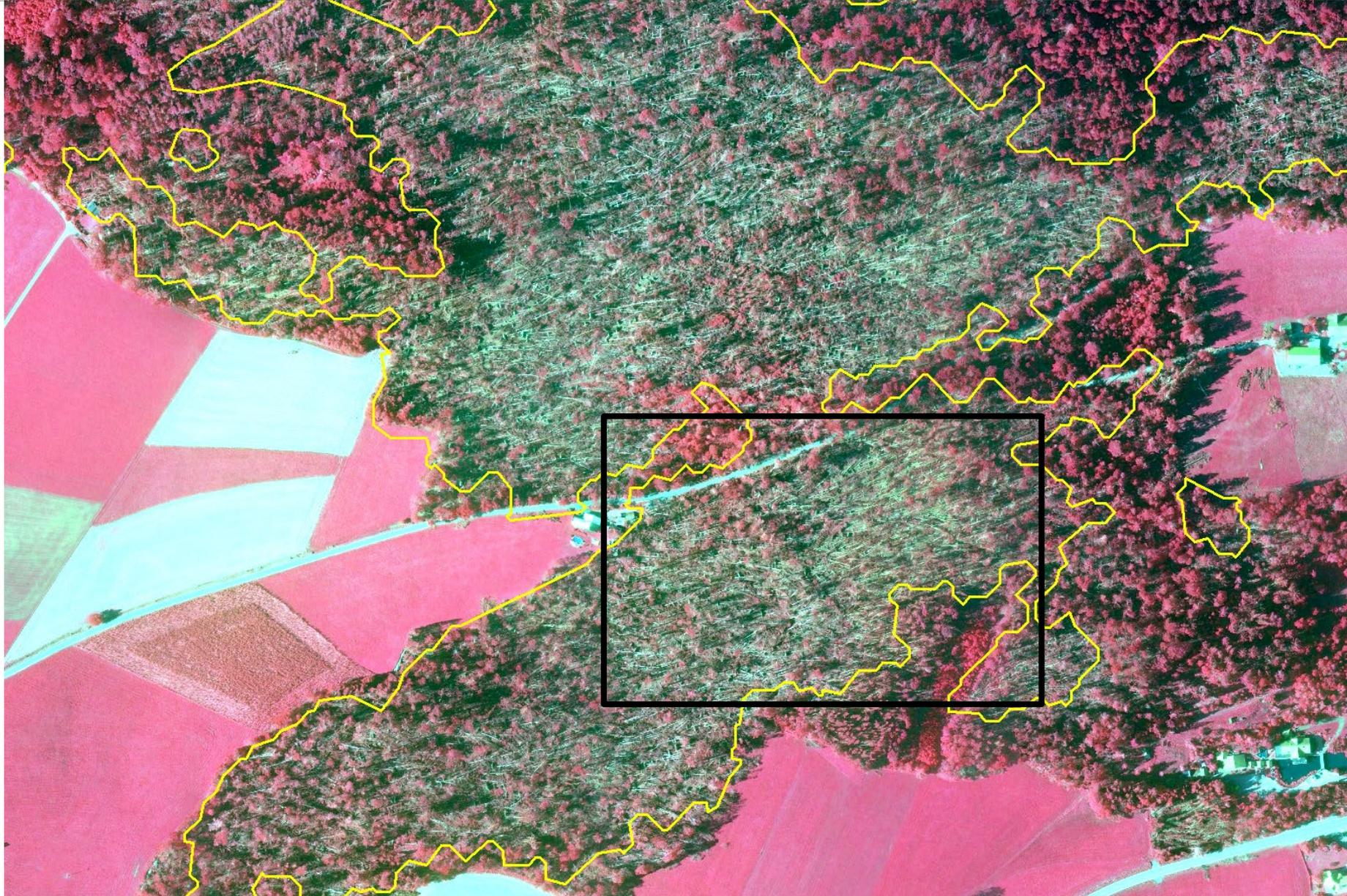
Quelle: Lemme, LWF



Planet-Dove Satellitendaten (3 m Auflösung) & erste Erfassung von Sturmschadensflächen durch die Firma IABG:

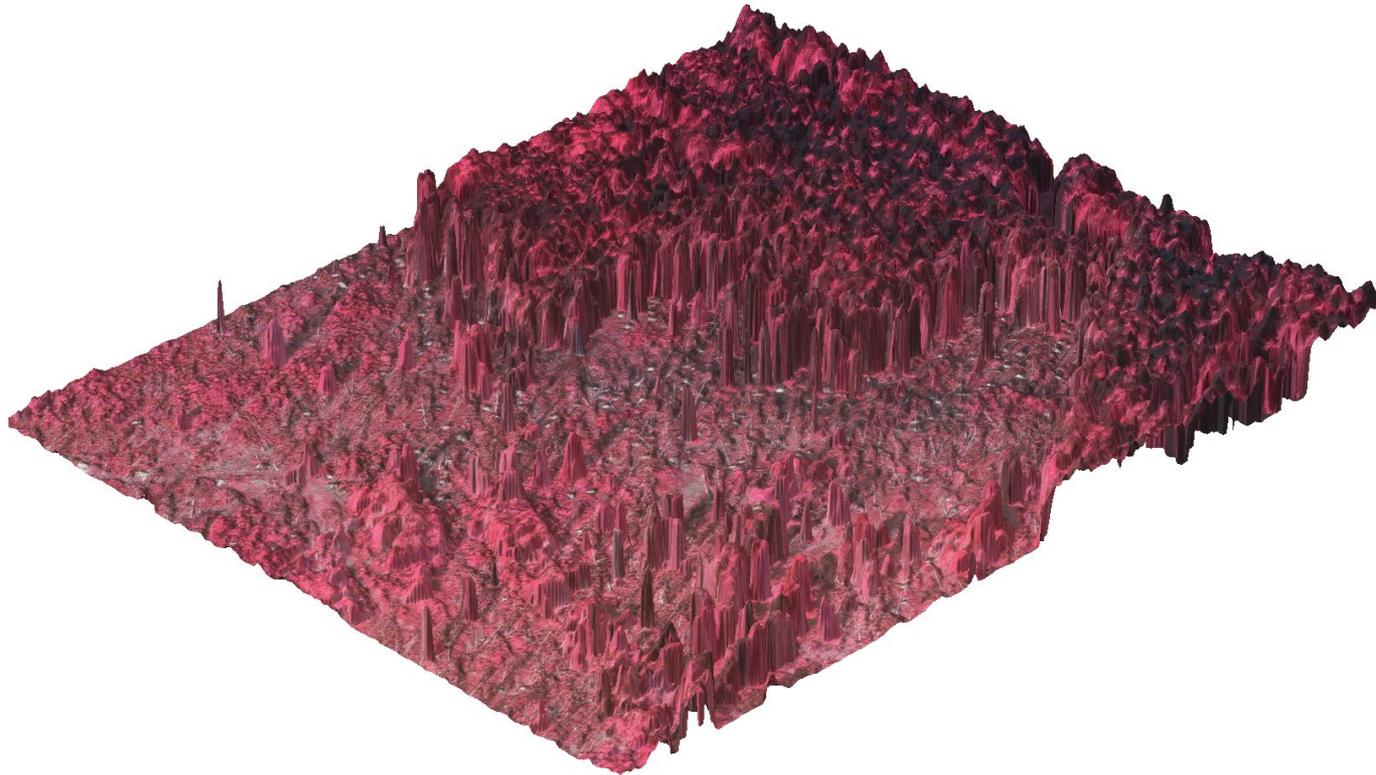


Luftbildbefliegung (Auflösung: 20 cm) zur detaillierteren Erfassung der Schäden



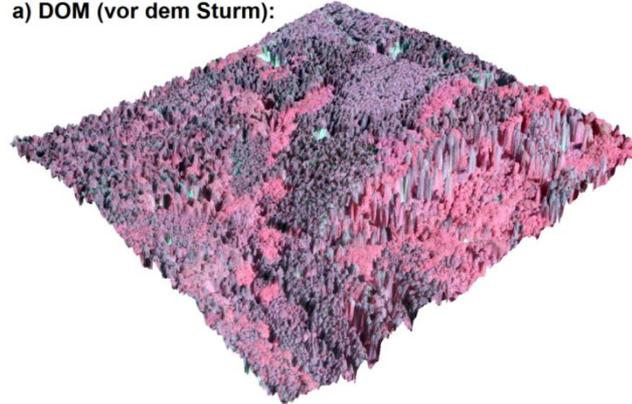
SAPEX-DLB – Anwendung Kronenhöhenmodell

Luftbild-Oberflächenmodell nach Sturmwurf Kolle
16.08.17, Region Hauzenberg

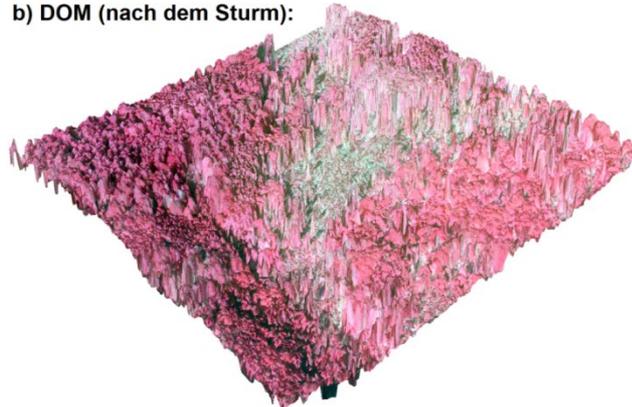


Beispiel 3: Oberflächenmodelle zur Sturmflächendetektion

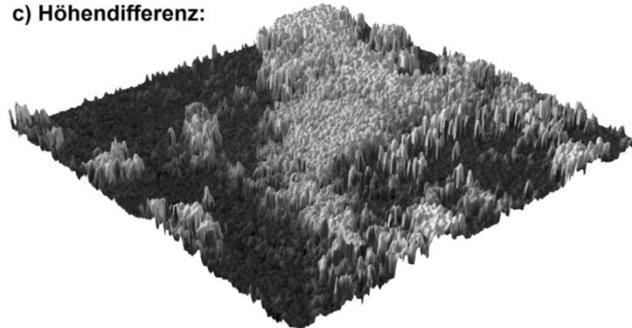
a) DOM (vor dem Sturm):



b) DOM (nach dem Sturm):



c) Höhendifferenz:



Beispiel für Verwendung von True-DOPs: Schwammspinnerfraß an Eiche



Beispiel Mittelfranken

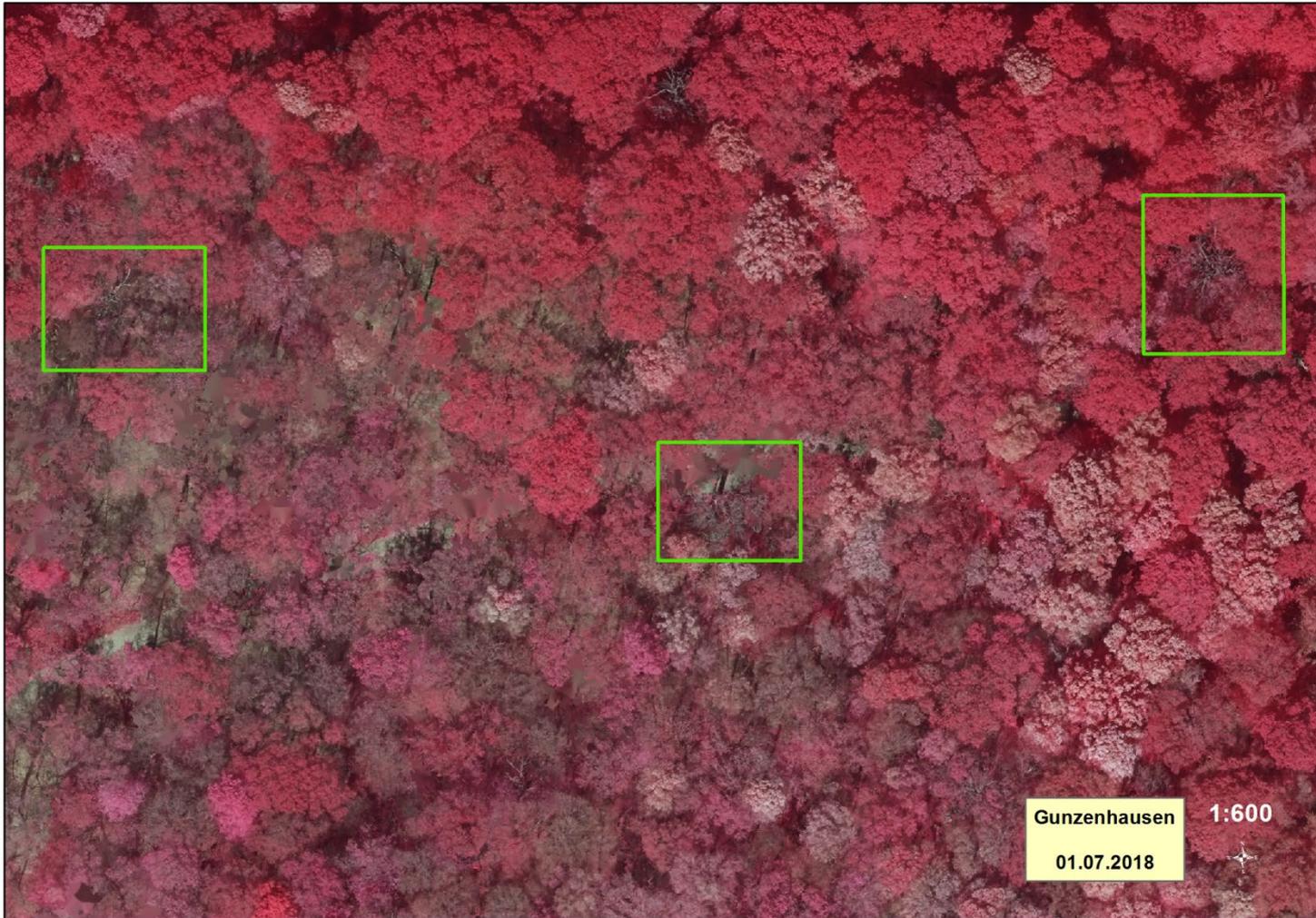


Erfassung Schwammspinnerfraß 2018, Gunzenhausen



True-
DOP
10 cm

Erfassung Schwammspinnerfraß 2018, Gunzenhausen



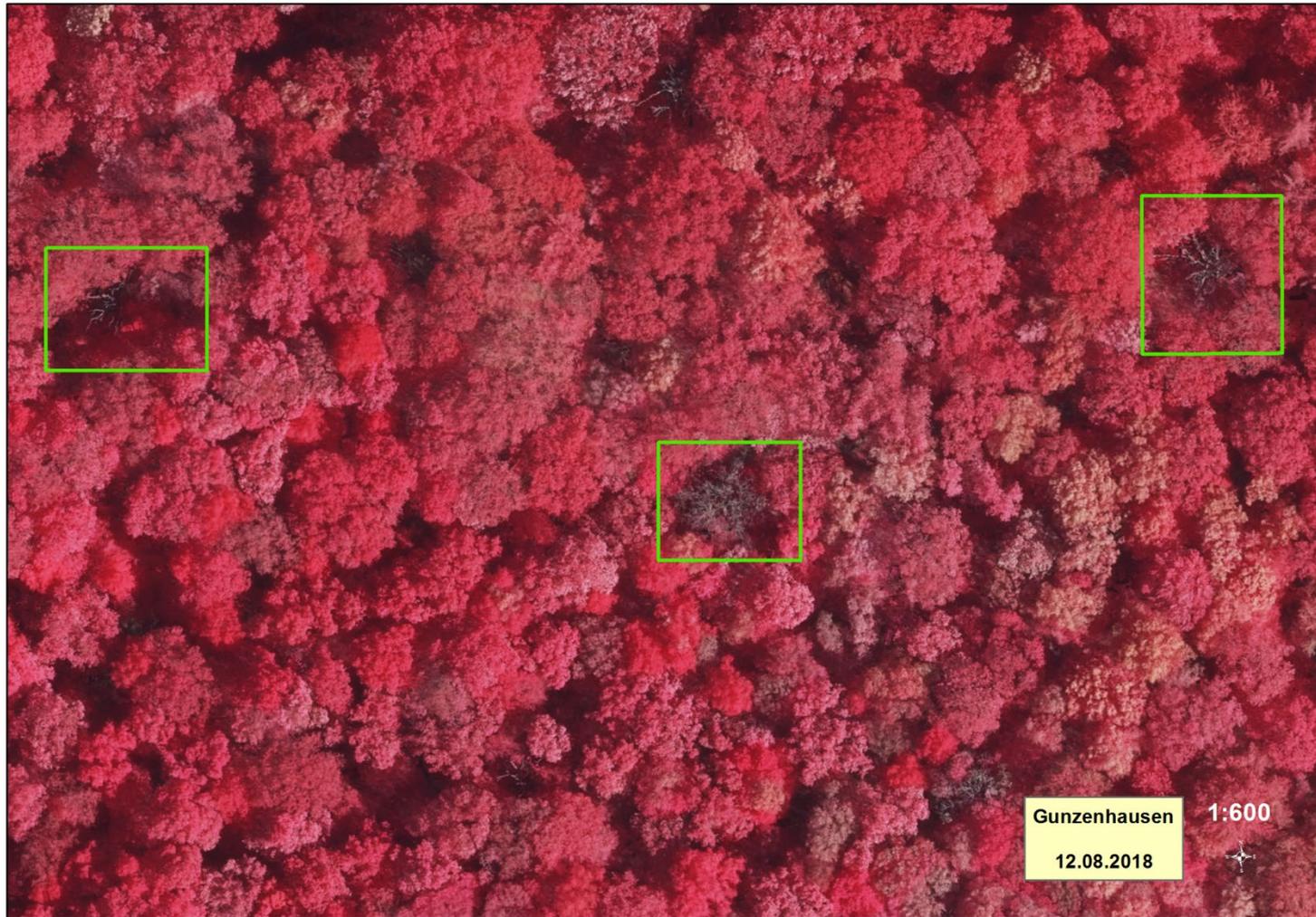
True-
DOP
10 cm

Erfassung Schwammspinnerfraß 2018, Gunzenhausen



True-
DOP
10 cm

Erfassung Schwammspinnerfraß 2018, Gunzenhausen



True-
DOP
10 cm

Erfassung von Borkenkäferschäden an Fichte



Foto: Rudolf Vornehm

- Massenvermehrung von Buchdrucker (*Ips typographus*)
- Viele einzelne Borkenkäfernester

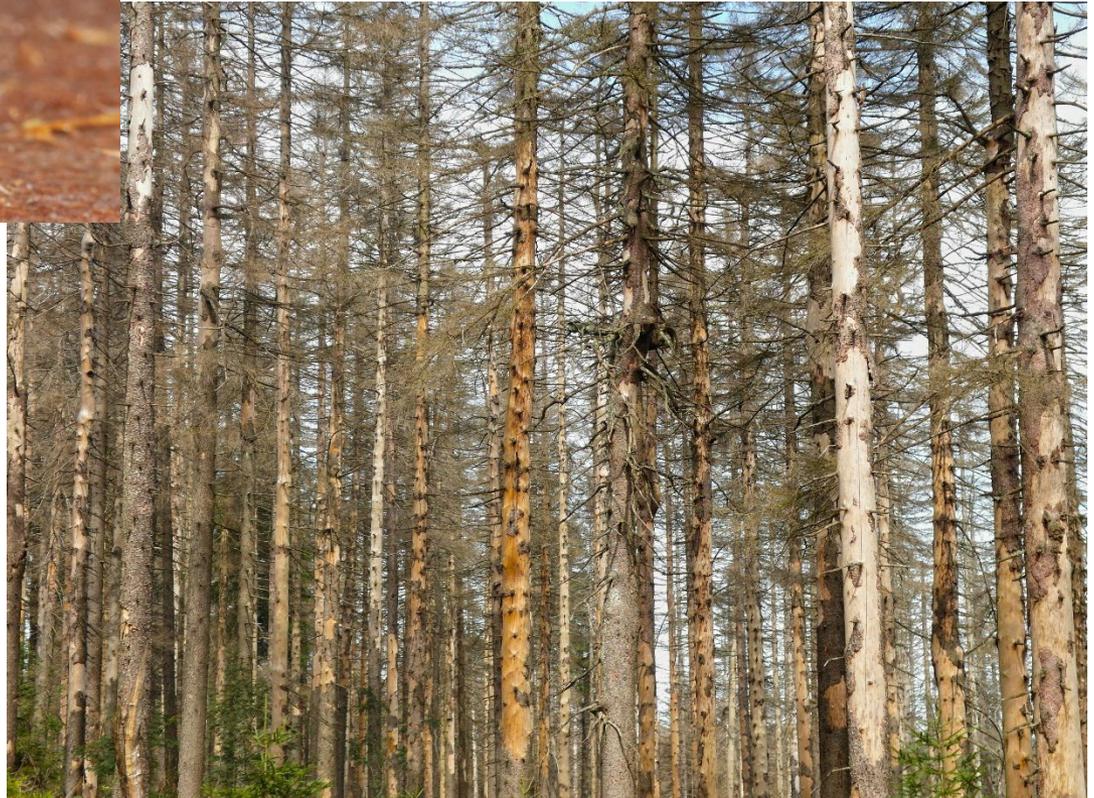
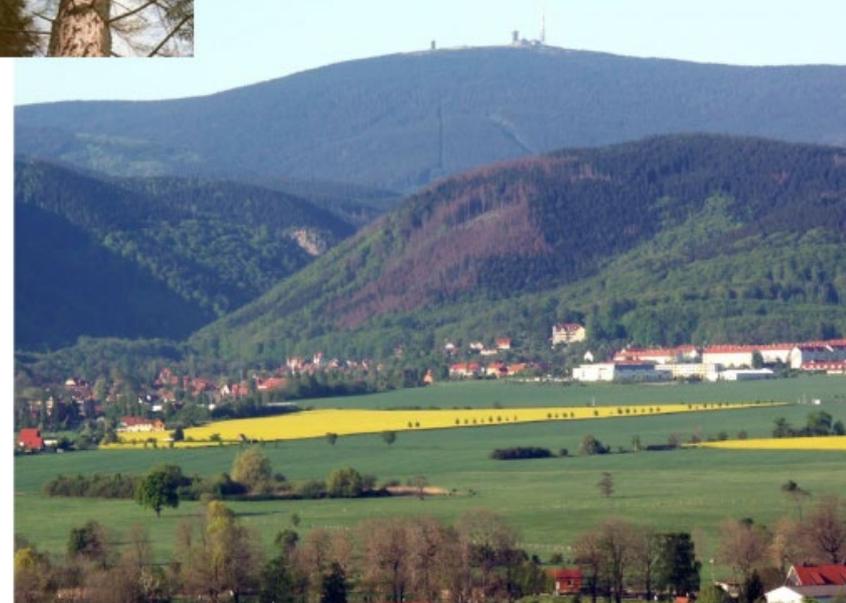


Foto: Klaus-Peter
Janitz

Erfassung von Borkenkäferbefall im digitalen Orthophoto (DOP)

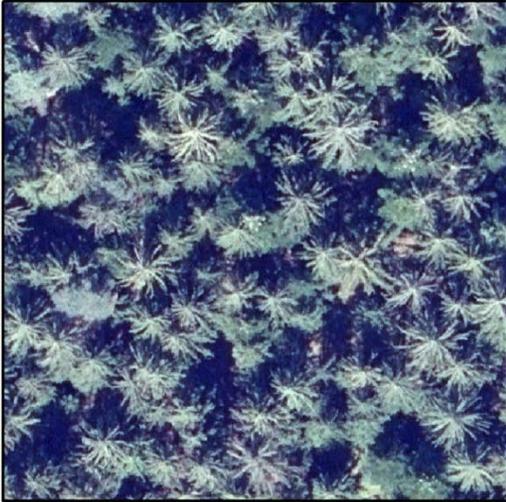
Fichtenborkenkäfer:
Buchdrucker *Ips typographus*

Erfassung von roten (red attack)
und grauen (grey attack) Kronen,
Nicht: Früherkennung an grünen
Kronen (green attack)



Borkenkäferbefall an Fichte aus Sicht der Fernerkundung

a) keine Verfärbung:



0 15 30 m

Symbolbild Green-attack Stadium:
befallen aber noch mit grüner Baumkrone

b) rotbraune Verfärbung:



Red-attack Stadium:
rotbraune Verfärbung der Baumkrone

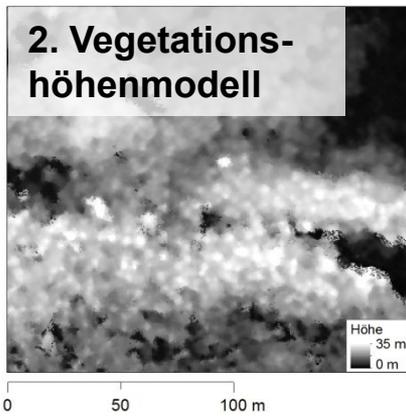
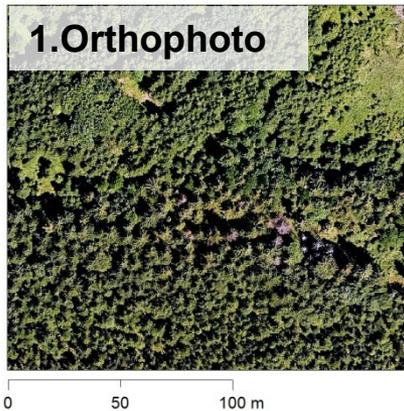
c) graue Verfärbung:



Grey-attack Stadium:
graue Verfärbung, Verlust der Nadeln

Erfassung von Borkenkäferschäden an Fichte im DOP - Methodik

Eingangsdaten



Auswahl Trainingsdaten

1. Nadelholz
(vital):



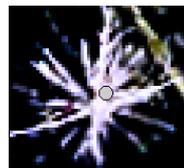
2. Laubholz
(vital):



3. Red-
attack:



4. Grey-
attack:



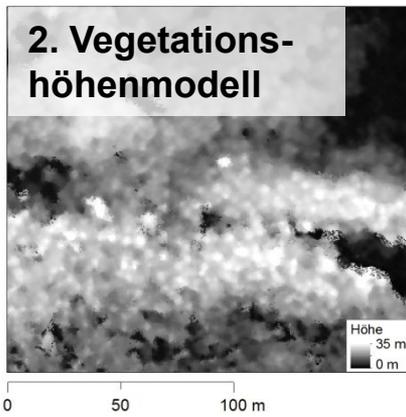
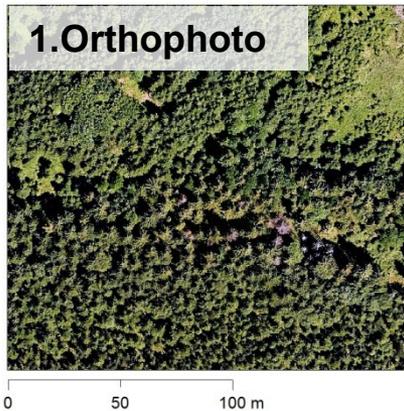
5. Schatten



Basis: Luftbildinterpretationsschlüssel nach DIN-Norm und Erfahrungsaustausch zwischen den Interpret*innen und verschiedenen Expertengremien

Erfassung von Borkenkäferschäden an Fichte im DOP - Methodik

Eingangsdaten



Auswahl Trainingsdaten

1. Nadelholz (vital):



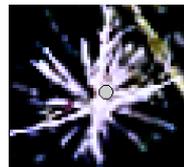
2. Laubholz (vital):



3. Red-attack:



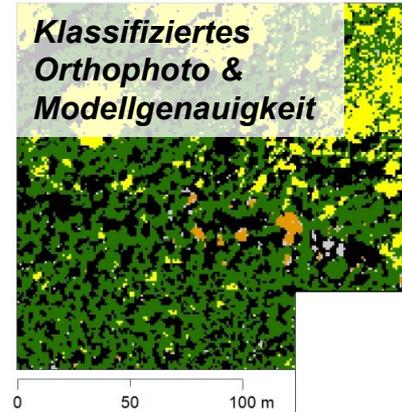
4. Grey-attack:



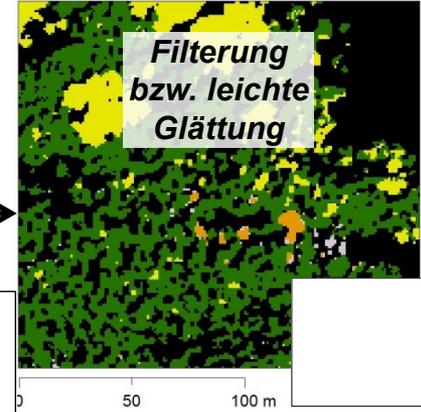
5. Schatten



Maschinelles Lernen

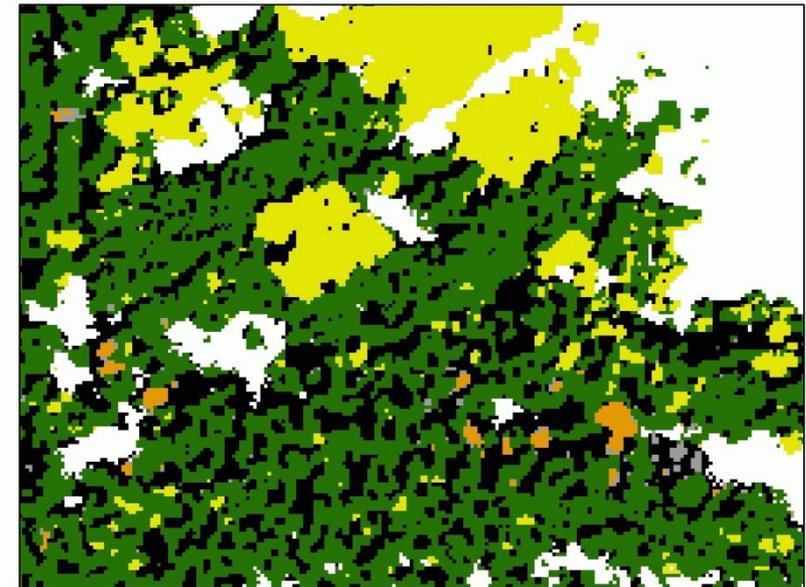
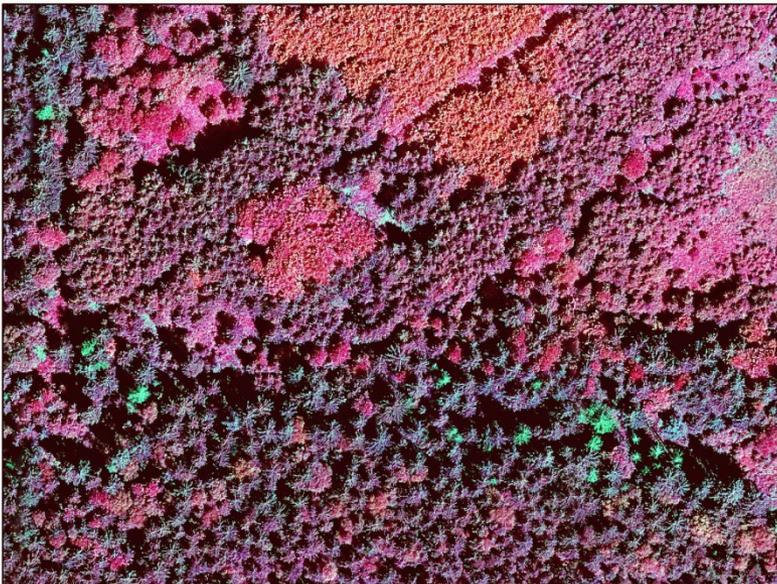


Nachbearbeitung



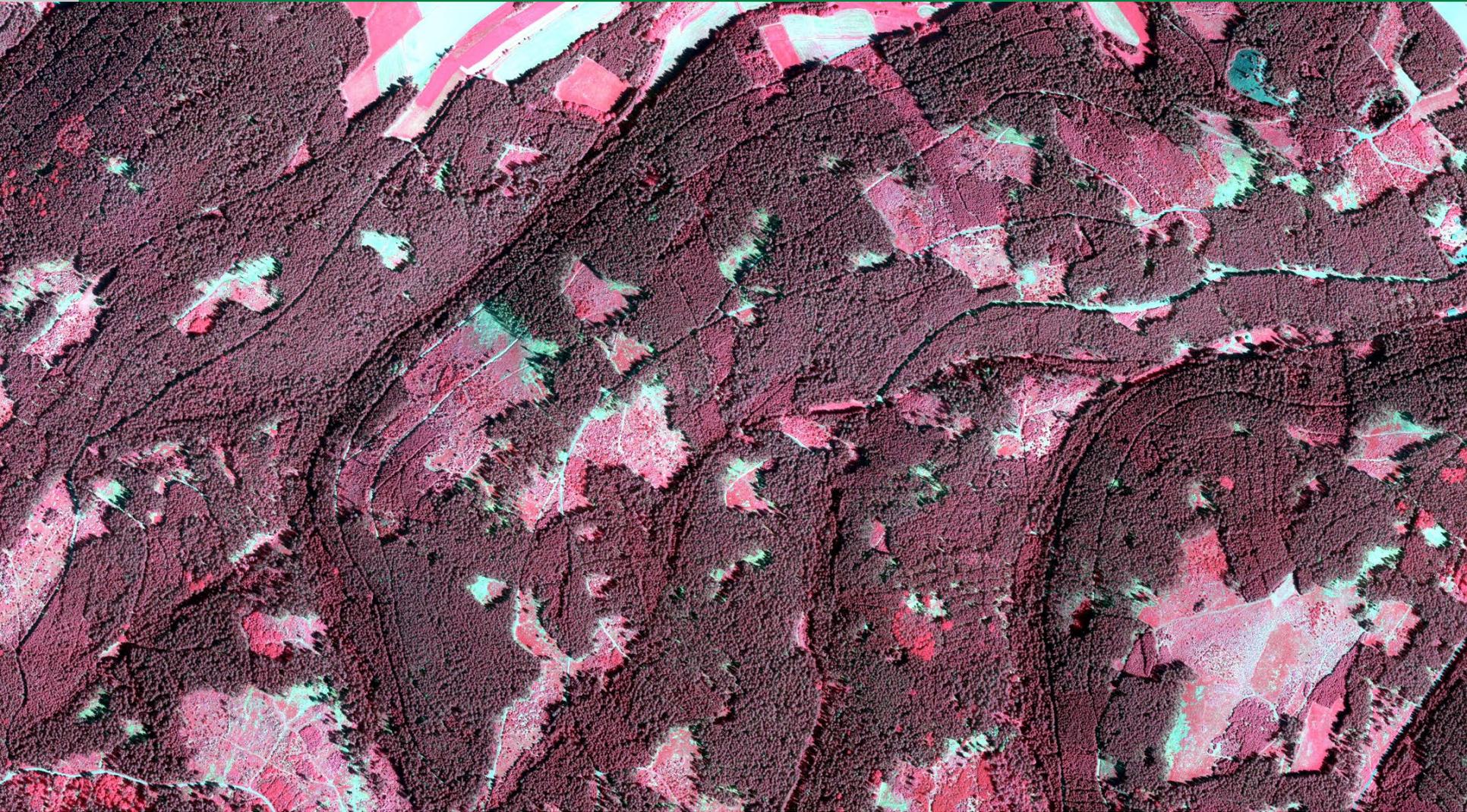
Beseitigung Bodenflächen & niedrige Vegetation

Erfassung von Borkenkäferschäden an Fichte im DOP - Ergebnis



- Laubholz
- Nadelholz
- Grey-attack
- Red-attack
- Schatten
- Höhe < 5 m

Amtliche Orthophotos von 2019

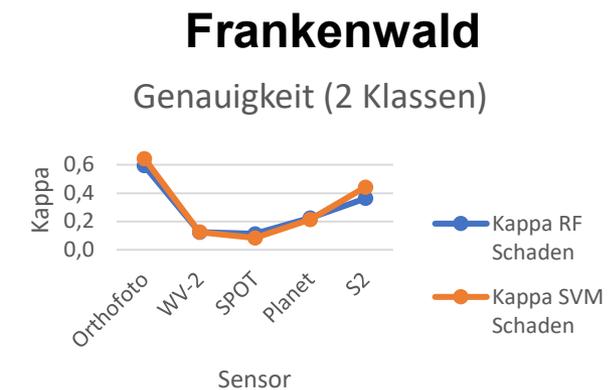
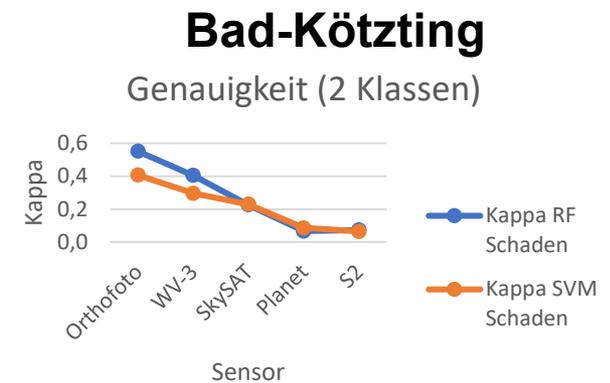
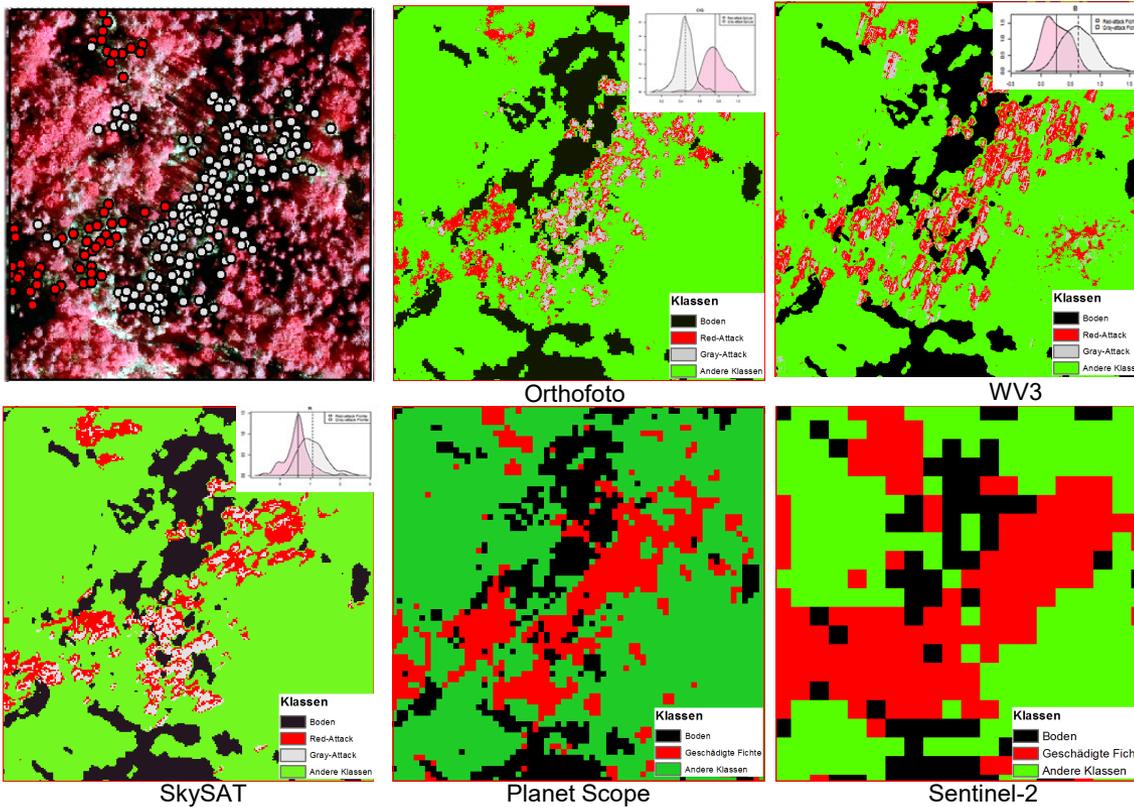


Zum Vergleich: Bildflugauftrag LWF von 2021



Ergebnisse Projekt IpsSAT

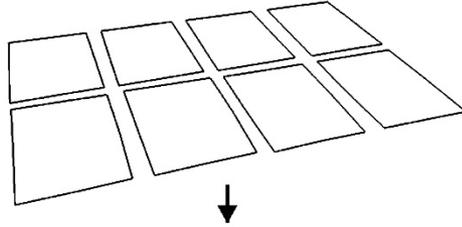
- Schadensklassifizierung (HR: Red-Attack und Gray-Attack) für alle 3 Gebiete und alle Sensoren anhand von RF und SVM
- Validierung anhand von Testgebieten



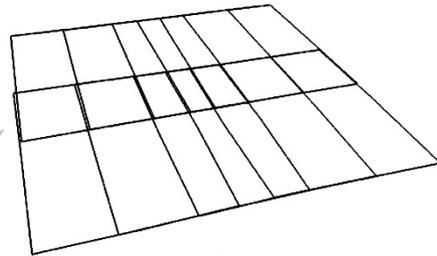
Fast-Orthophoto (Überlappung: 70% / 30%)

True-Orthophoto (Überlappung: 80% / 60%)

Einzelne Luftbilder:



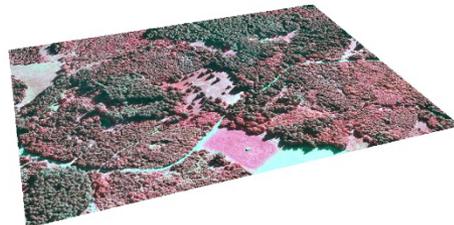
Erstellung Bildverband (orientierte Luftbilder mit geringer Längs- & Querüberlappung)



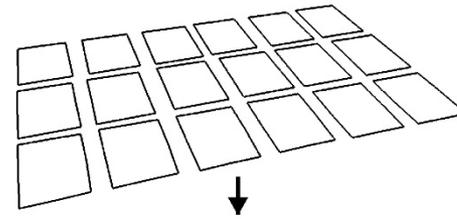
Entzerrung mit einem digitalen Geländemodell



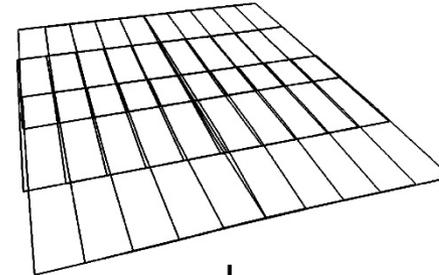
Klassisches Orthophoto



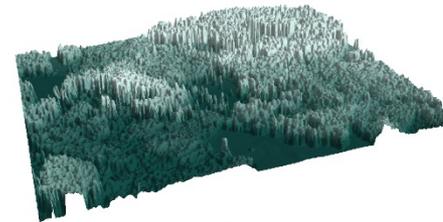
Einzelne Luftbilder:



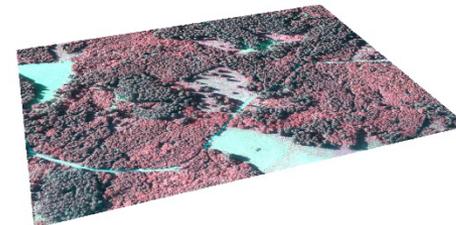
Erstellung Bildverband (orientierte Luftbilder mit hoher Längs- & Querüberlappung)



Entzerrung mit einem digitalen Oberflächenmodell



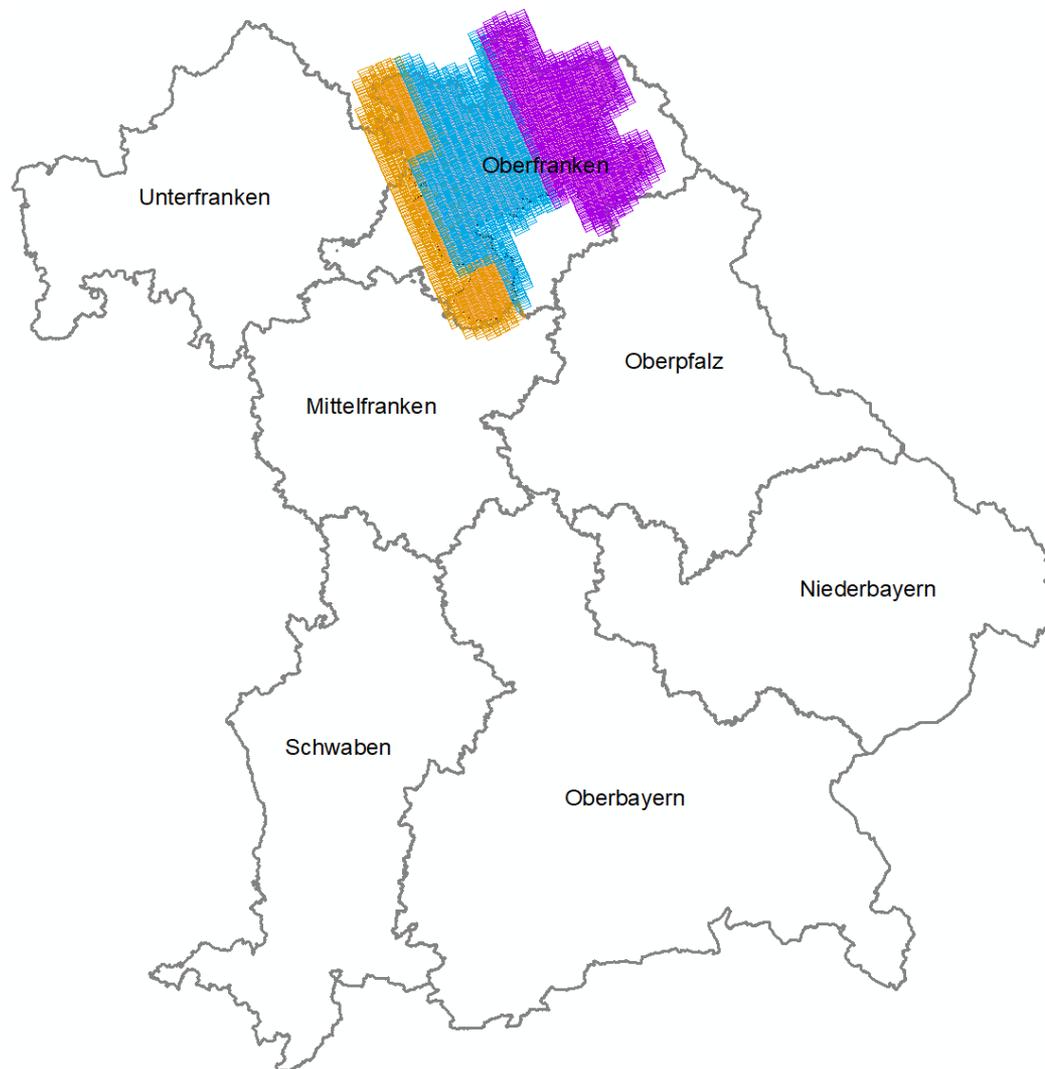
True-Orthophoto



Geringere Genauigkeitsansprüche bei der Orientierung der Bilder

Höhere Genauigkeitsansprüche bei der Orientierung der Bilder

Fast-Orthophoto-Bildflug 2022



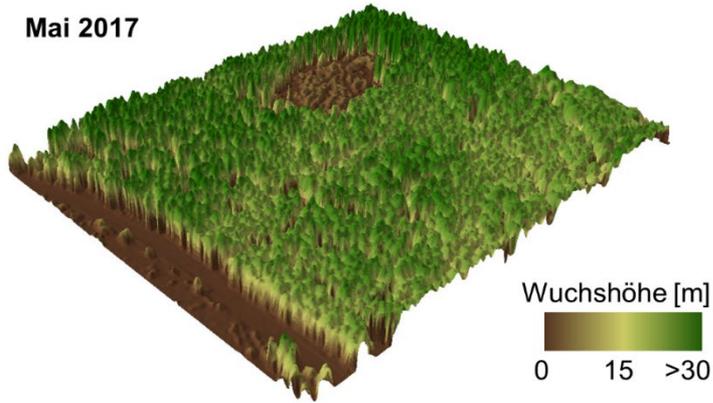
23.09.2022

09.10.2022

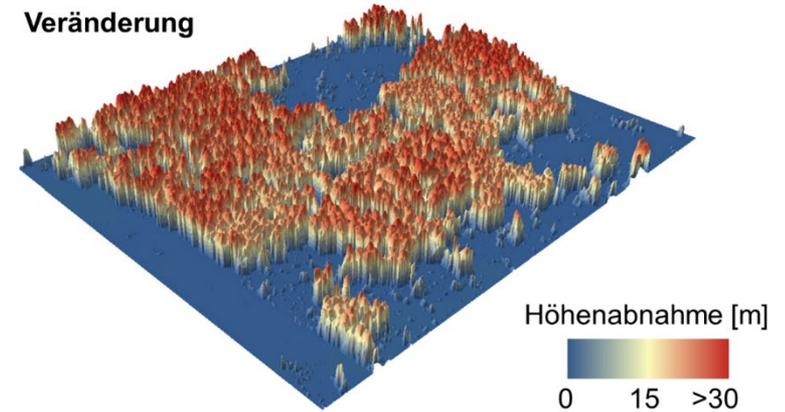
20.10.2022

3. Regionale Schwerpunkte und Daten: FastOrtho

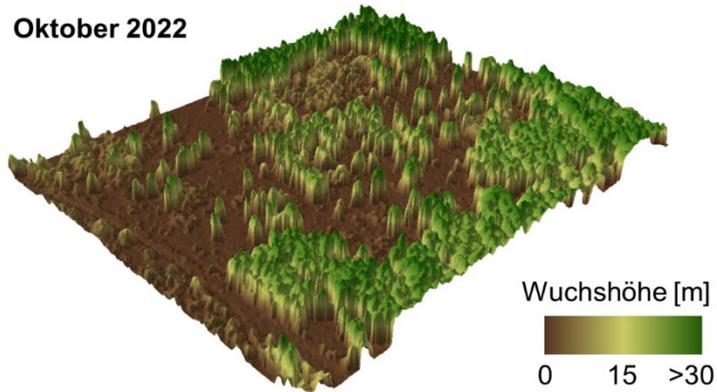
Mai 2017



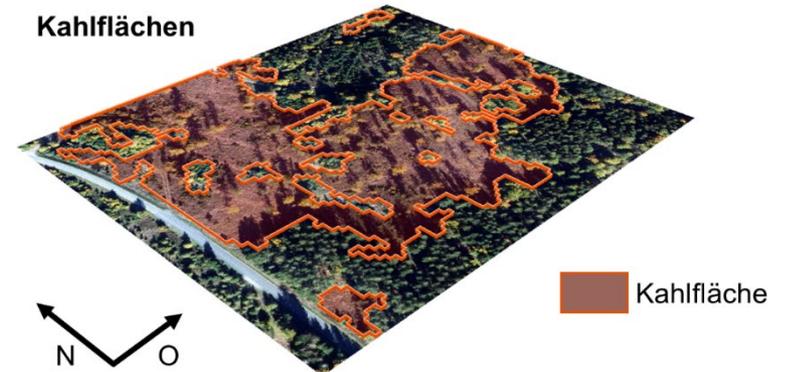
Veränderung



Oktober 2022



Kahlflächen

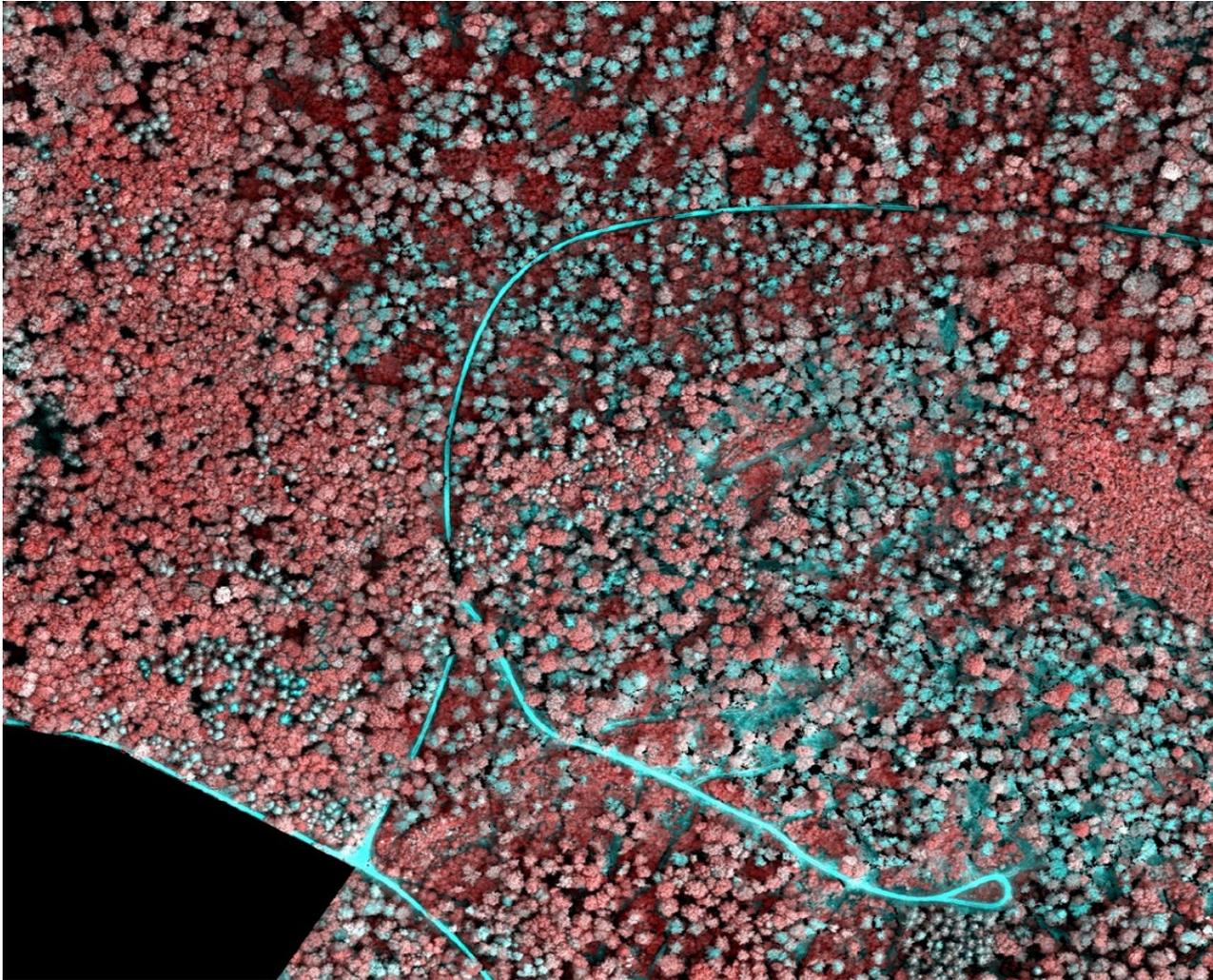


Häufige Schadbilder: Vitalitätseinbußen an der Buche



Absterbeerscheinungen an Buche 2019 in Unterfranken
(Bsp. Irtenberger Wald)

Beispiel Unterfranken. Projekt BeechSAT

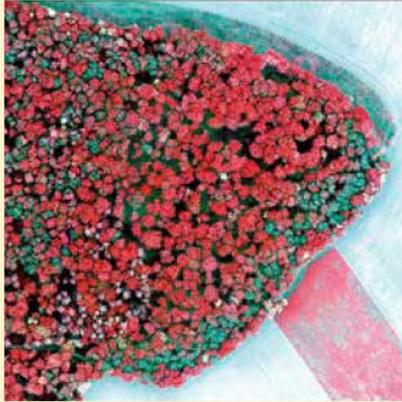


Absterbe-
erscheinungen an
Buche in
Unterfranken
True-Orthophoto,
0,2 m,
Luftbildbefliegung
vom 28.08.2019,
Maßstab 1:2.500

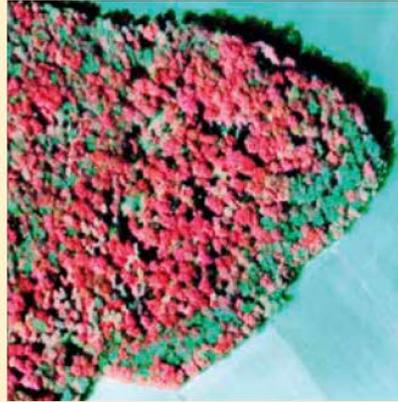


Maschinelles Lernen zur Detektion geschädigter Bäume

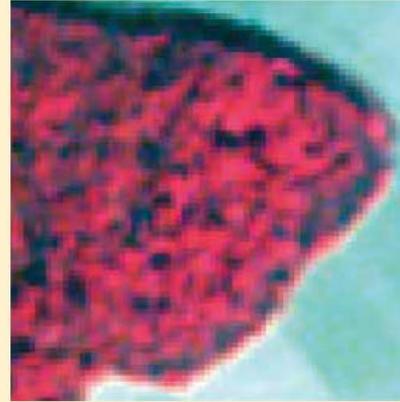
a 1 Luftbild (20 cm)



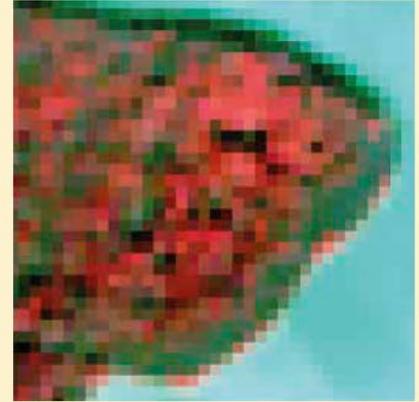
2 SkySat (80 cm)



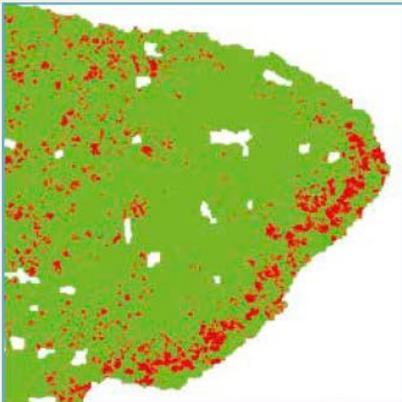
3 RapidEye (5 m)



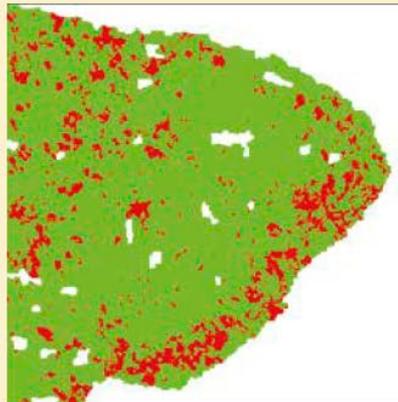
4 Sentinel-2 (10 m)



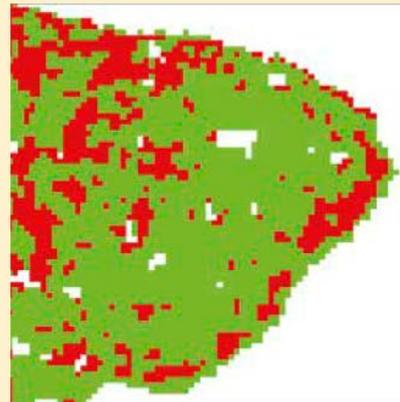
b 1



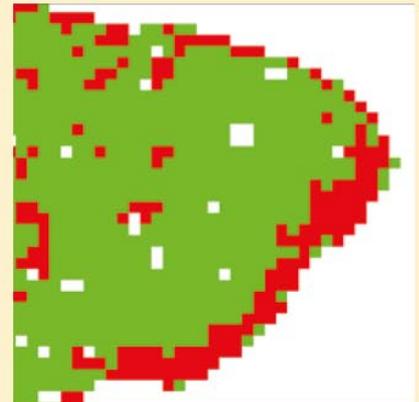
2



3



4

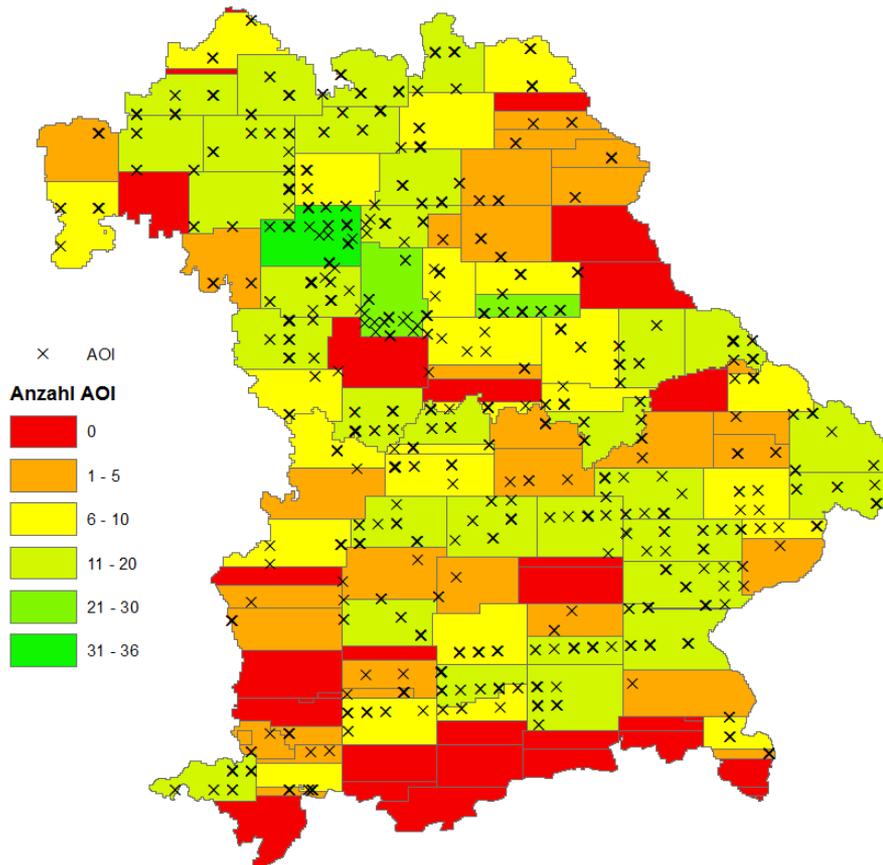


■ abgestorbene Baumkronen/Baumgruppen

■ vitale Baumkronen/Baumgruppen

Forschungsprojekt KIHBA

Erstellung der Trainingsdaten (Labeling)



Baumpunkte

1 Punkt pro Krone

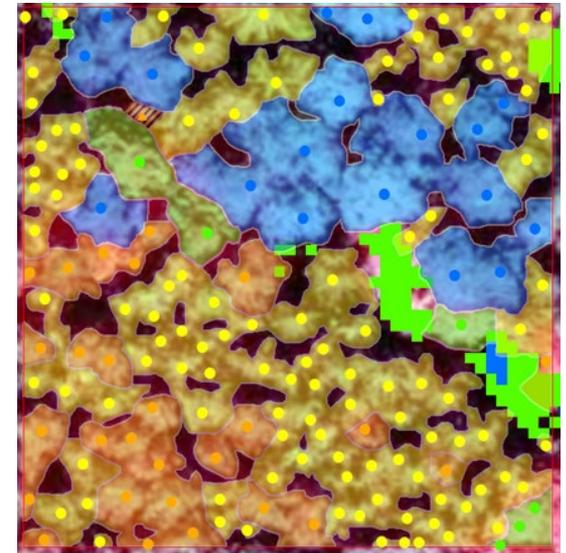
4-Augen-Prinzip

~82.000 Punkte

Polygone

~15500

>125ha



Vielen Dank!

Herzlichen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit und die
hervorragende
Zusammenarbeit!