

FVA Kolloquium

Projektpräsentation VorratAktuell



Foto von Geranimo auf Unsplash

Projektleitung: Dr. Petra Adler
Stellvertretung: Dr. Melanie Kirchhöfer, Dominik Cullmann
Mitarbeiter: Philipp Eisnecker

Geldgeber: MLR Forschung
Kooperationspartner: Regierungspräsidium Freiburg
Projektlaufzeit: Dez. 2023 – Dez. 2026

1

Hintergründe des Projekts

VorratAktuell



Foto von Lukasz Szmigiel auf Unsplash



Foto von Anne Nygård auf Unsplash

Warten auf neue Holzvorratsinformationen

Notwendigkeit der Vorratsdatenerhebung



Notwendigkeit der Vorratsdatenerhebung

Klimawandel



Photo by Kanenori via pixabay

Notwendigkeit der Vorratsdatenerhebung

Extremwetterereignisse

Klimawandel



Photo by ybernadi via pixabay

Notwendigkeit der Vorratsdatenerhebung

Extremwetterereignisse

Klimawandel

Kalamitäten



Photo by FelixMittermeier via pixabay

Notwendigkeit der Vorratsdatenerhebung

Extremwetterereignisse

< 1.300.000 ha Wald in BW

Klimawandel



Kalamitäten



Photo by ThomasWolter via pixabay

Notwendigkeit der Vorratsdatenerhebung

Extremwetterereignisse

< 1.300.000 ha Wald in BW

Klimawandel

Kalamitäten



Photo by ThomasWolter via pixabay

Wer könnte uns hier weiterhelfen?

Extremwetterereignisse

< 1.300.000 ha Wald in BW

Klimawandel

Kalamitäten



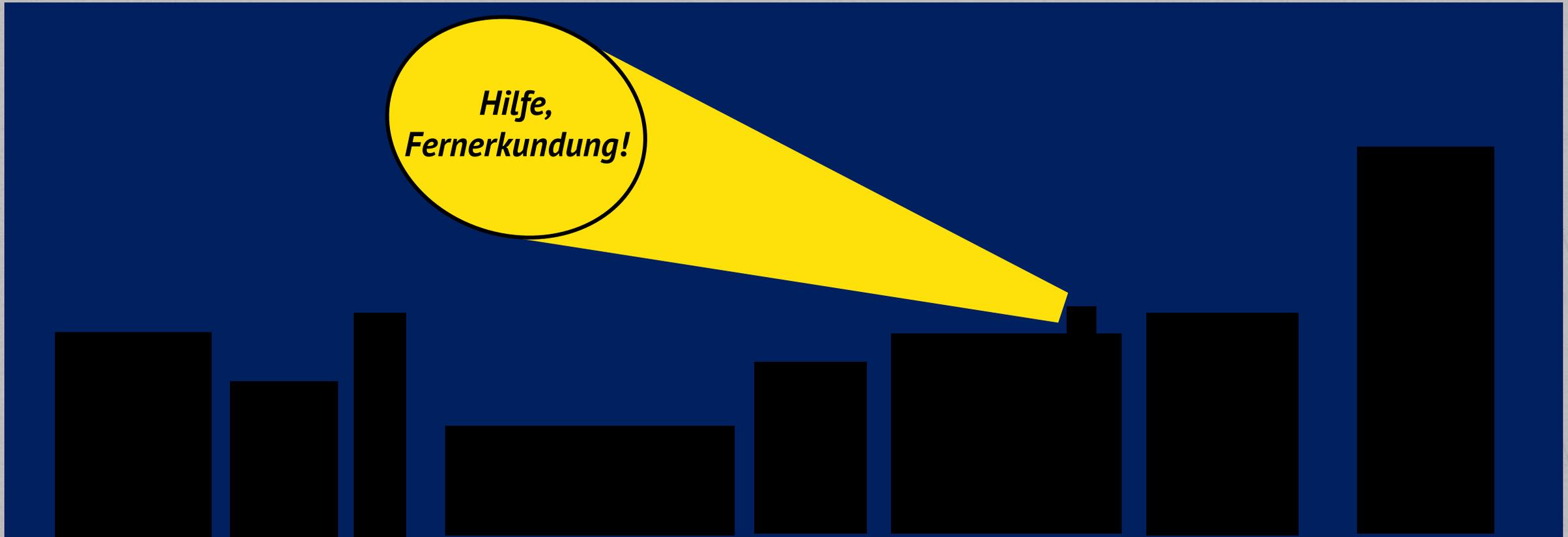
Die Fernerkundung eilt zur Hilfe!

Extremwetterereignisse

< 1.300.000 ha Wald in BW

Klimawandel

Kalamitäten



Die Fernerkundung eilt zur Hilfe!

Extremwetterereignisse

< 1.300.000 ha Wald in BW

Klimawandel

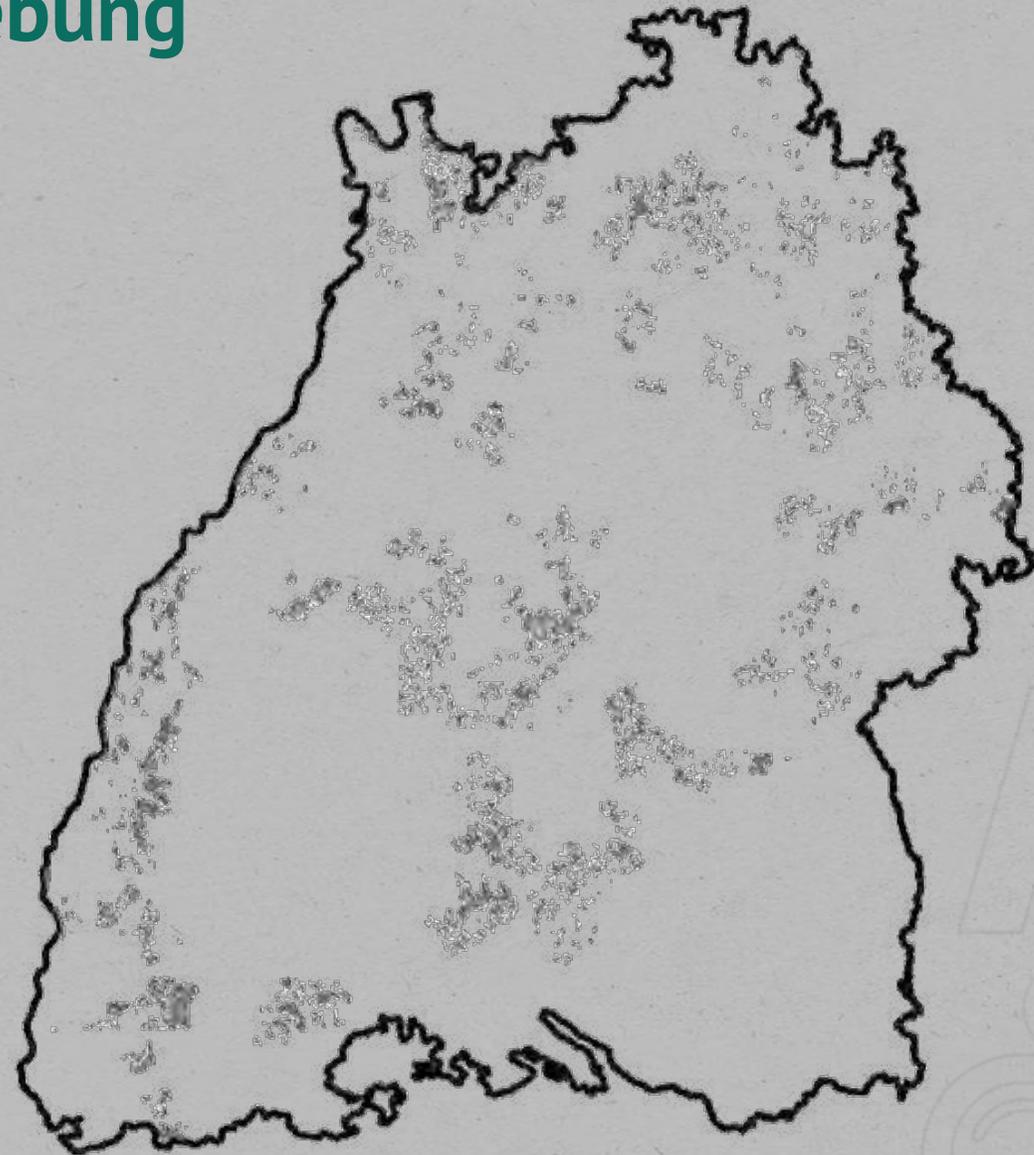
Kalamitäten



Ziele zur Vorratsdatenerhebung

Ziele zur Vorratsdatenerhebung

Flächendeckende Vorratskarte



Ziele zur Vorratsdatenerhebung

Flächendeckende Vorratskarte

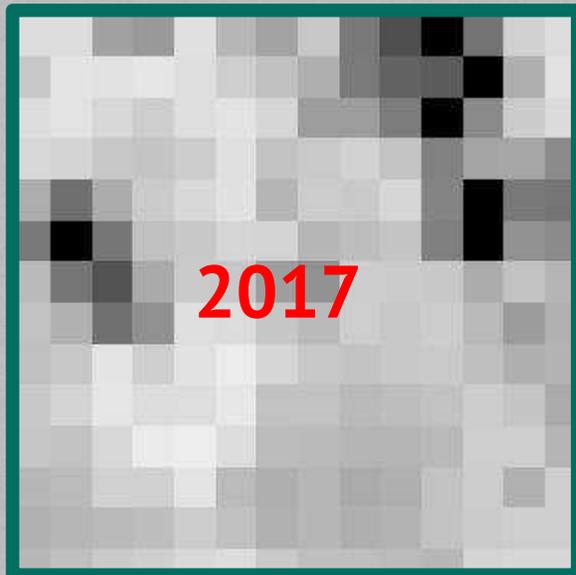


Ziele zur Vorratsdatenerhebung

Flächendeckende Vorratskarte

Aktualisierungsmöglichkeit mit jeder neuen Luftbildbefliegung

nDSM Beispiele

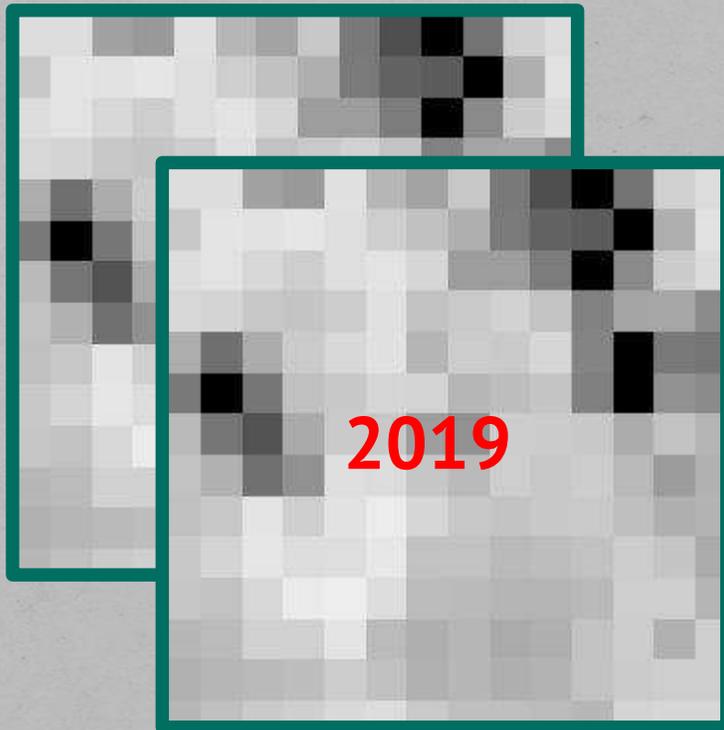


Ziele zur Vorratsdatenerhebung

Flächendeckende Vorratskarte

Aktualisierungsmöglichkeit mit jeder neuen Luftbildbefliegung

nDSM Beispiele



Ziele zur Vorratsdatenerhebung

Flächendeckende Vorratskarte

Aktualisierungsmöglichkeit mit jeder neuen Luftbildbefliegung

nDSM Beispiele

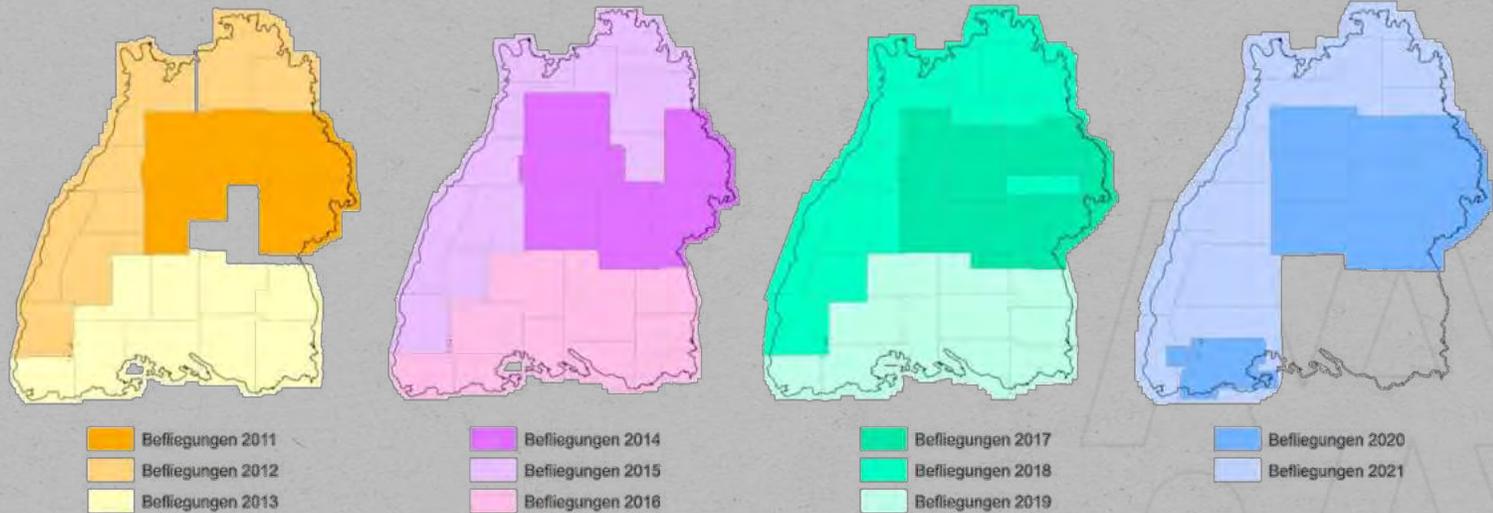
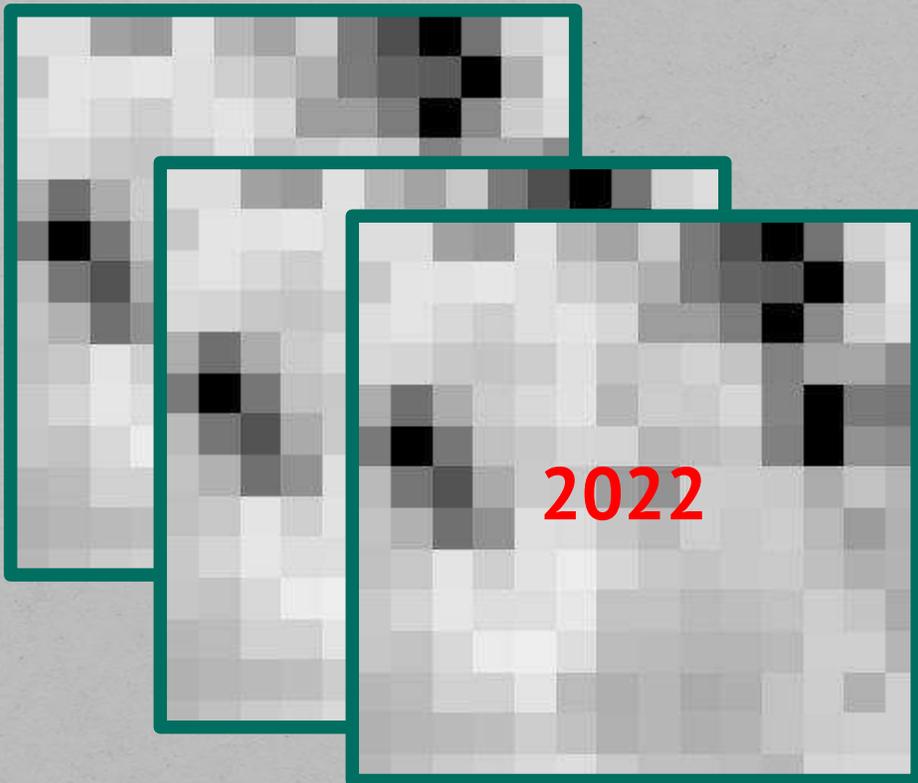


Ziele zur Vorratsdatenerhebung

Flächendeckende Vorratskarte

Aktualisierungsmöglichkeit mit jeder neuen Luftbildbefliegung

nDSM Beispiele

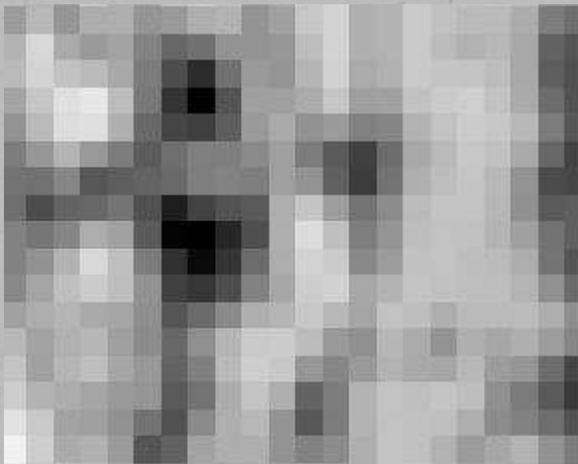


Ziele zur Projektinitiierung

Flächendeckende Vorratskarte

Aktualisierungsmöglichkeit mit jeder neuen Luftbildbefliegung

Erfassung kleinflächiger und subtiler Veränderungen nach Kalamitäten und in regelmäßigen Zeitintervallen



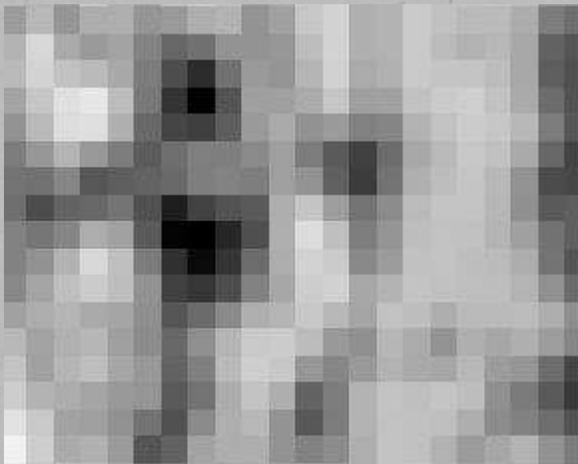
nDSM Beispiel

Ziele zur Projektinitiierung

Flächendeckende Vorratskarte

Aktualisierungsmöglichkeit mit jeder neuen Luftbildbefliegung

Erfassung kleinflächiger und subtiler Veränderungen nach Kalamitäten und in regelmäßigen Zeitintervallen



nDSM Beispiel

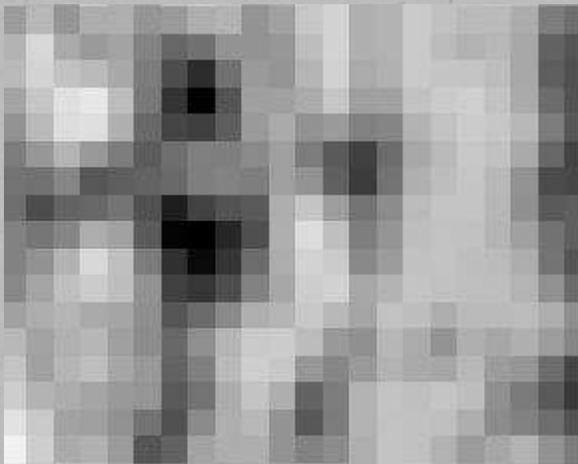


Ziele zur Projektinitiierung

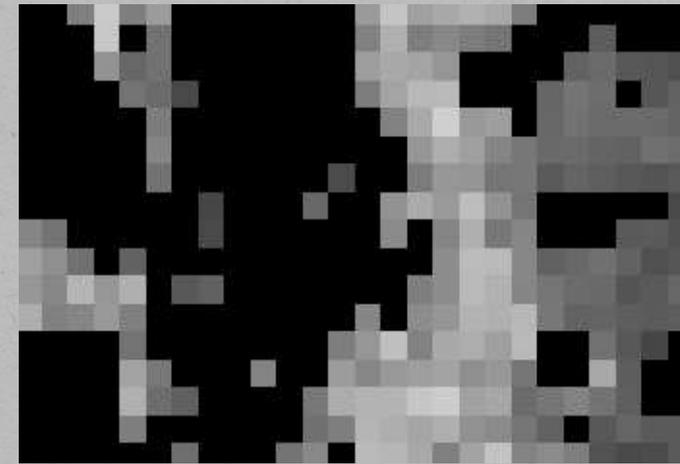
Flächendeckende Vorratskarte

Aktualisierungsmöglichkeit mit jeder neuen Luftbildbefliegung

Erfassung kleinflächiger und subtiler Veränderungen nach Kalamitäten und in regelmäßigen Zeitintervallen



nDSM Beispiel



nDSM Beispiel

Ziele zur Projektinitiierung

Flächendeckende Vorratskarte

Aktualisierungsmöglichkeit mit jeder neuen Luftbildbefliegung

Erfassung kleinflächiger und subtiler Veränderungen nach Kalamitäten und in regelmäßigen Zeitintervallen

Unterstützung der Forsteinrichtung, von Forschungsprojekten und der Waldbewirtschaftung mit aktuellen Daten



Photo by Moorochs via Wikipedia Commons

2

Geschichte des Projekts

Vorgängerprojekte

InFE

Mitarbeitende: Dr. Petra Adler, Dr. Johannes Schumacher, Dr. Sonia Ortiz

Laufzeit: 01.01.2015 – 31.12.2017

Zusammenfassung: Machbarkeitsstudie zur Umsetzung eines Fernerkundungsverfahrens zur Bestimmung von Bestandesparametern, u.a. dem Holzvorrat.

InFE

Mitarbeitende: Dr. Petra Adler, Dr. Johannes Schumacher, Dr. Sonia Ortiz

Laufzeit: 01.01.2015 – 31.12.2017

Zusammenfassung: Machbarkeitsstudie zur Umsetzung eines Fernerkundungsverfahrens zur Bestimmung von Bestandesparametern, u.a. dem Holzvorrat.



InFE_20

Mitarbeitende: Dr. Petra Adler, Jonathan Költzow, Tobias Ruhnau

Laufzeit: 01.01.2020 – 31.12.2022

Zusammenfassung: Weiterentwicklung der flächendeckenden Holzvorratskarten und in die Praxis integrieren und Erstellung einer Baumartenkarte.

InFE

Mitarbeitende: Dr. Petra Adler, Dr. Johannes Schumacher, Dr. Sonia Ortiz

Laufzeit: 01.01.2015 – 31.12.2017

Zusammenfassung: Machbarkeitsstudie zur Umsetzung eines Fernerkundungsverfahrens zur Bestimmung von Bestandesparametern, u.a. dem Holzvorrat.



InFE_20

Mitarbeitende: Dr. Petra Adler, Jonathan Költzow, Tobias Ruhnau

Laufzeit: 01.01.2020 – 31.12.2022

Zusammenfassung: Weiterentwicklung der flächendeckenden Holzvorratskarten und in die Praxis integrieren und Erstellung einer Baumartenkarte.



Übergabe fehlerlos laufender Skripte, mit welchen eine Holzvorratskarte auf Basis der jährlich durchgeführten Befliegungen des LGL (Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung) berechnet werden kann.

Gründe für Projektfortführung



Gründe für Projektfortführung



Flächendeckende Vorratskarte

Gründe für Projektfortführung

Flächendeckende Vorratskarte , aber mit Potential für Verbesserungen.

Gründe für Projektfortführung

Flächendeckende Vorratskarte , aber mit Potential für Verbesserungen.

Feedback von Forsteinrichtern

Gründe für Projektfortführung

Flächendeckende Vorratskarte , aber mit Potential für Verbesserungen.

Feedback von Forsteinrichtern , aber noch keine statistisch abgesicherte Validierung.

Gründe für Projektfortführung

Flächendeckende Vorratskarte , aber mit Potential für Verbesserungen.

Feedback von Forsteinrichtern , aber noch keine statistisch abgesicherte Validierung.

Integriert in die Praxis

Gründe für Projektfortführung

Flächendeckende Vorratskarte , aber mit Potential für Verbesserungen.

Feedback von Forsteinrichtern , aber noch keine statistisch abgesicherte Validierung.

Integriert in die Praxis , aber zeitverzögert.

Gründe für Projektfortführung

Flächendeckende Vorratskarte , aber mit Potential für Verbesserungen.

Feedback von Forsteinrichtern , aber noch keine statistisch abgesicherte Validierung.

Integriert in die Praxis , aber zeitverzögert.

Funktionierendes Skript

Gründe für Projektfortführung

Flächendeckende Vorratskarte , aber mit Potential für Verbesserungen.

Feedback von Forsteinrichtern , aber noch keine statistisch abgesicherte Validierung.

Integriert in die Praxis , aber zeitverzögert.

Funktionierendes Skript , aber nicht anwenderfreundlich und nicht flexibel.

Gründe für Projektfortführung

Flächendeckende Vorratskarte , aber mit Potential für Verbesserungen.

Feedback von Forsteinrichtern , aber noch keine statistisch abgesicherte Validierung.

Integriert in die Praxis , aber zeitverzögert.

Funktionierendes Skript , aber nicht anwenderfreundlich und nicht flexibel.

Verwendung anderer Eingangsdaten.

Gründe für Projektfortführung

Flächendeckende Vorratskarte , aber mit Potential für Verbesserungen.

Feedback von Forsteinrichtern , aber noch keine statistisch abgesicherte Validierung.

Integriert in die Praxis , aber zeitverzögert.

Funktionierendes Skript , aber nicht anwenderfreundlich und nicht flexibel.

Verwendung anderer Eingangsdaten.

Auswertung der Ergebnisse.

Gründe für Projektfortführung

Flächendeckende Vorratskarte , aber mit Potential für Verbesserungen.

Feedback von Forsteinrichtern , aber noch keine statistisch abgesicherte Validierung.

Integriert in die Praxis , aber zeitverzögert.

Funktionierendes Skript , aber nicht anwenderfreundlich und nicht flexibel.

Verwendung anderer Eingangsdaten.

Auswertung der Ergebnisse.

Qualitätssicherung in Beständen verschiedener Art.

Gründe für Projektfortführung

Flächendeckende Vorratskarte , aber mit Potential für Verbesserungen.

Feedback von Forsteinrichtern , aber noch keine statistisch abgesicherte Validierung.

Integriert in die Praxis , aber zeitverzögert.

Funktionierendes Skript , aber nicht anwenderfreundlich und nicht flexibel.

Verwendung anderer Eingangsdaten.

Auswertung der Ergebnisse.

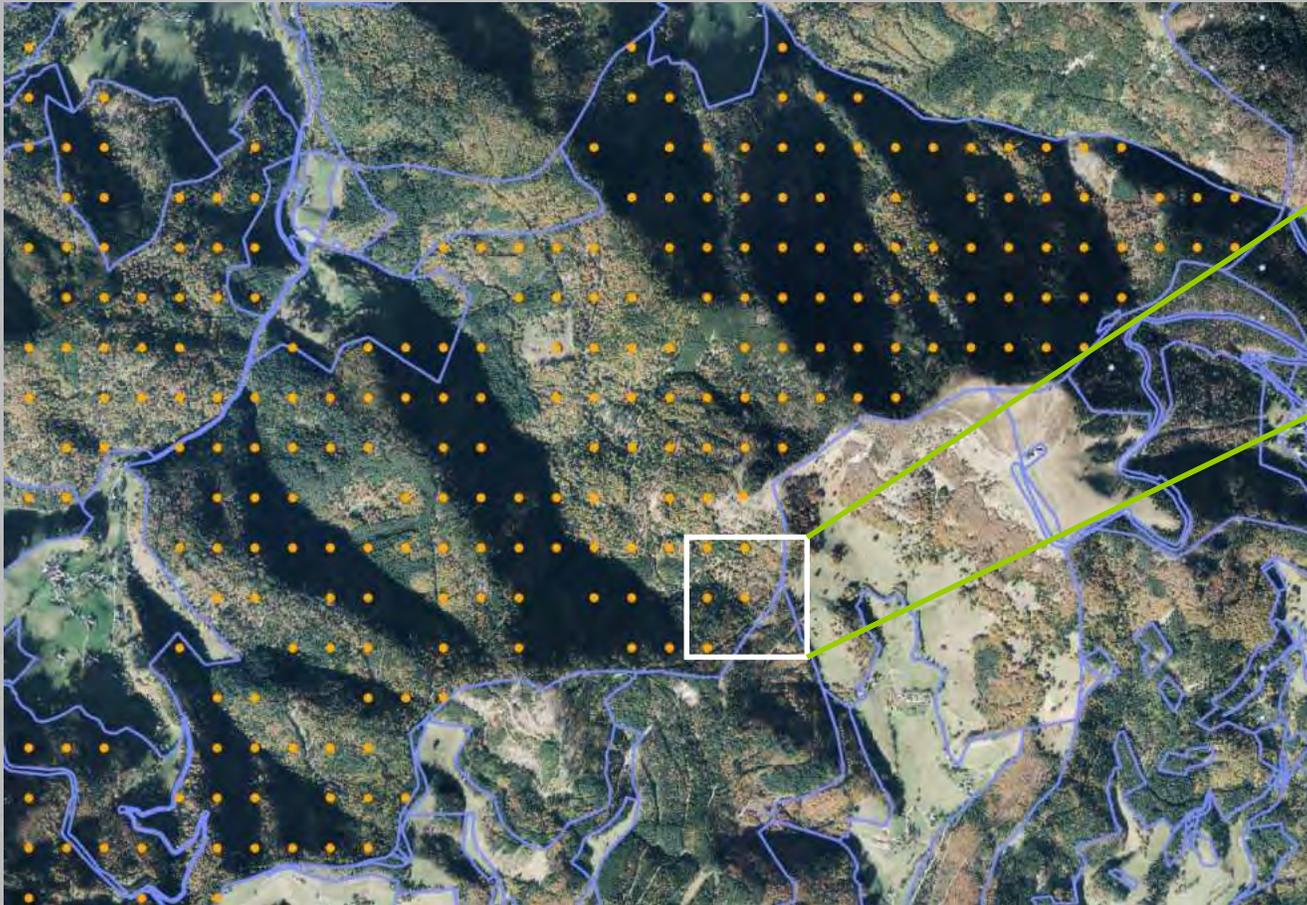
Qualitätssicherung in Beständen verschiedener Art.

Engere Kooperation mit der Forstpraxis.

3

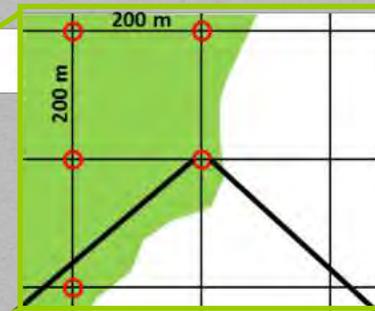
Eingangsdaten Vorratsmodell

Terrestrische Daten

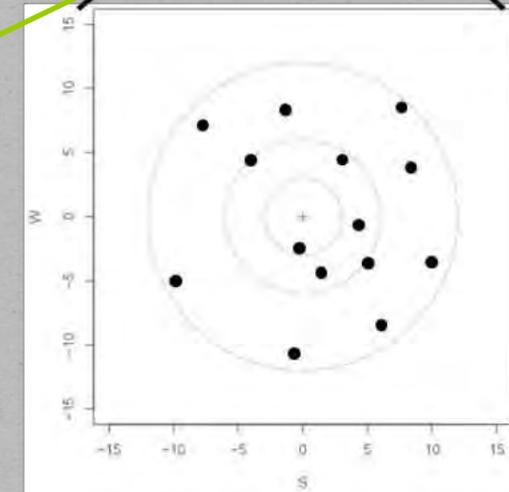


Beispielfläche der Betriebsinventur aus dem Südschwarzwald

Betriebsinventurdesign



Inventurplots



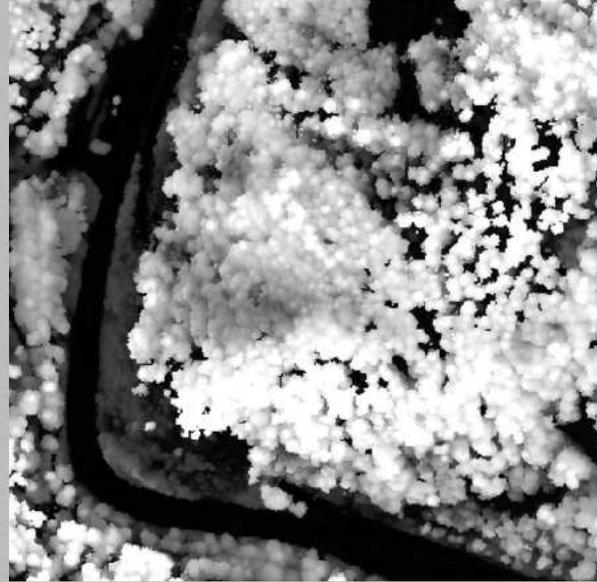
Betriebsinventur (BI):

- Stichprobeninventur
- alle 10 Jahre
- Erster Teil der Forsteinrichtung (+ Planung und Kontrolle)
- Berechnung der Baumartenanteile und Holzvorräte pro Hektar je Plot

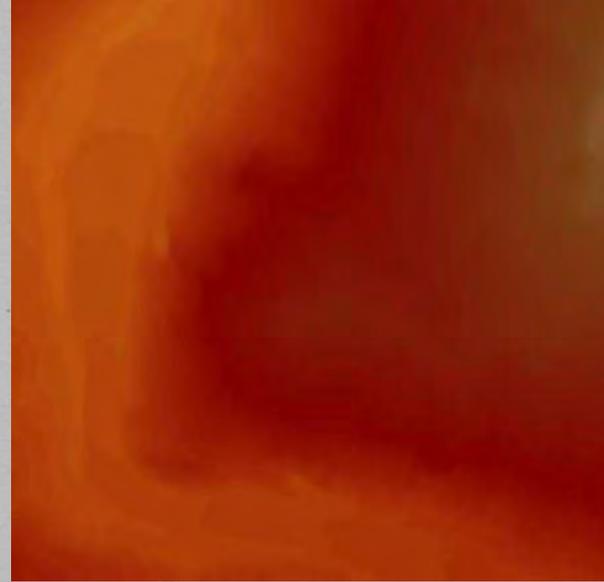
Fernerkundungsdaten



Orthophoto, 20 cm Auflösung



normalized Digital Surface Model (nDSM), 1 m Auflösung



Digitales Geländemodell (DGM), 1 m Auflösung



Buchen-Fichten-Karte (BuFiKa), 10 m Auflösung



Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL)



Berechnungen am LGL auf Basis von FVA-Workflows

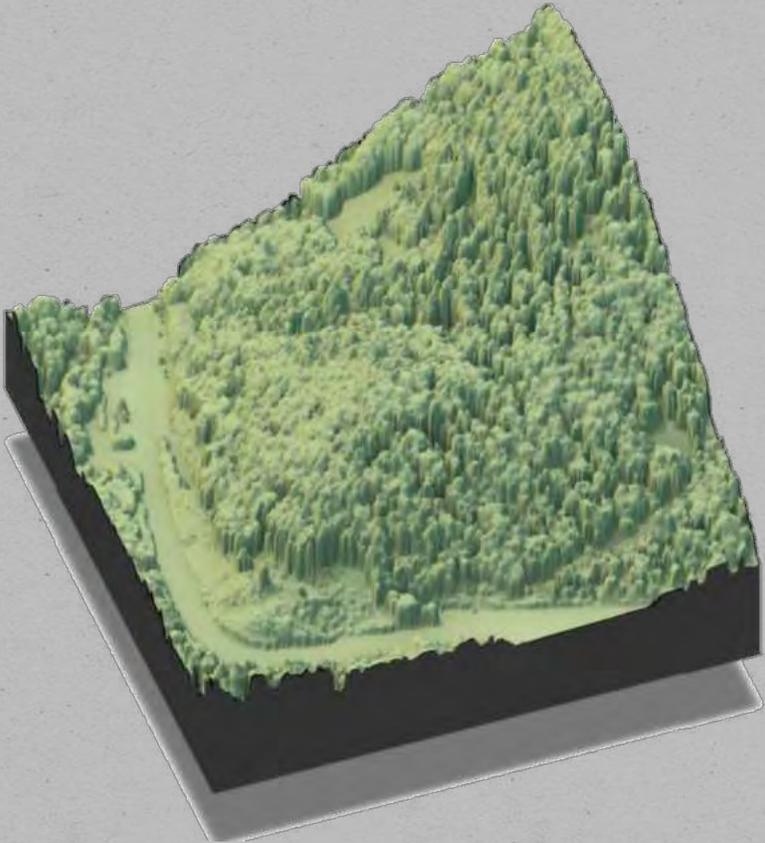


Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL)



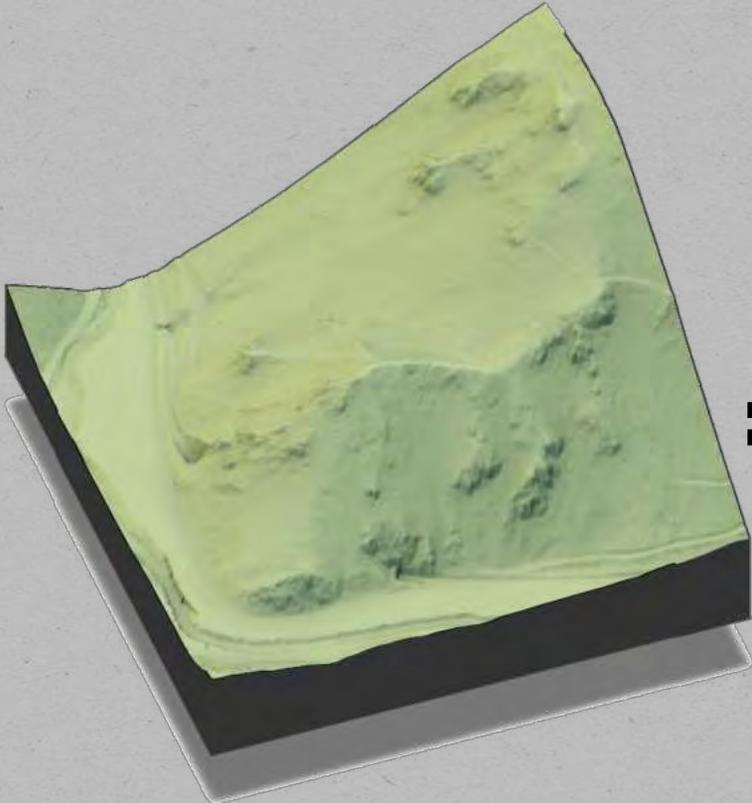
Open-Source Sentinel-2 Daten + FVA Baumartenklassifizierung

Fernerkundungsdaten



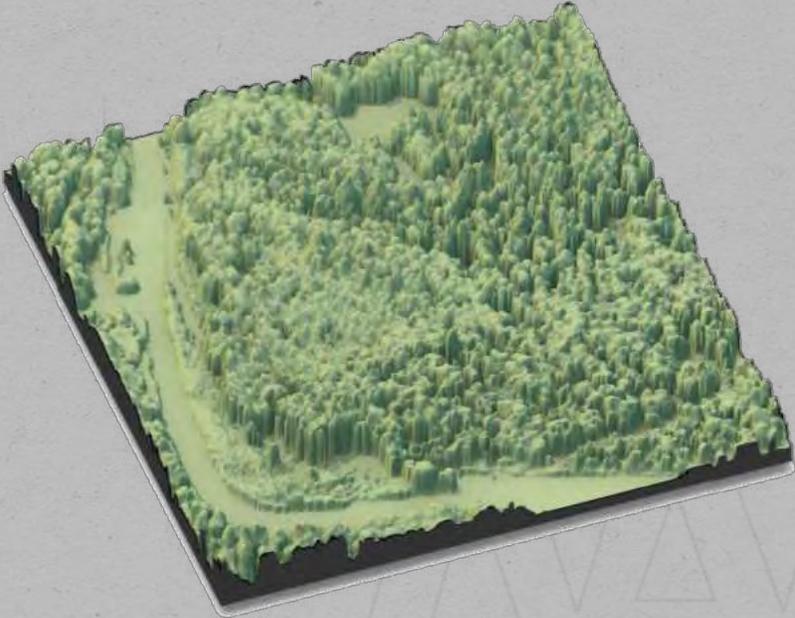
DOM

-

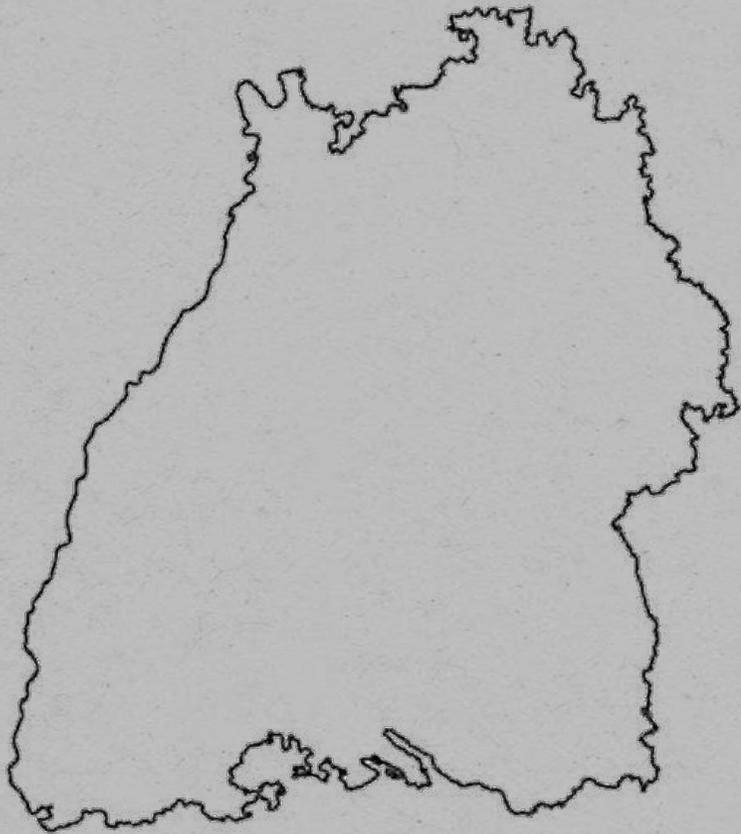


DGM

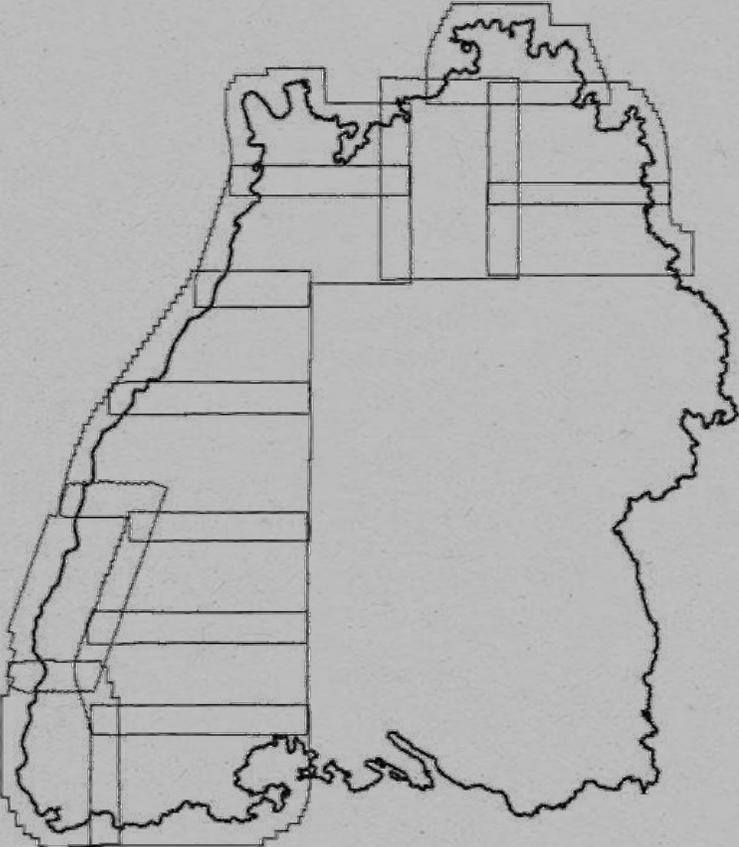
=



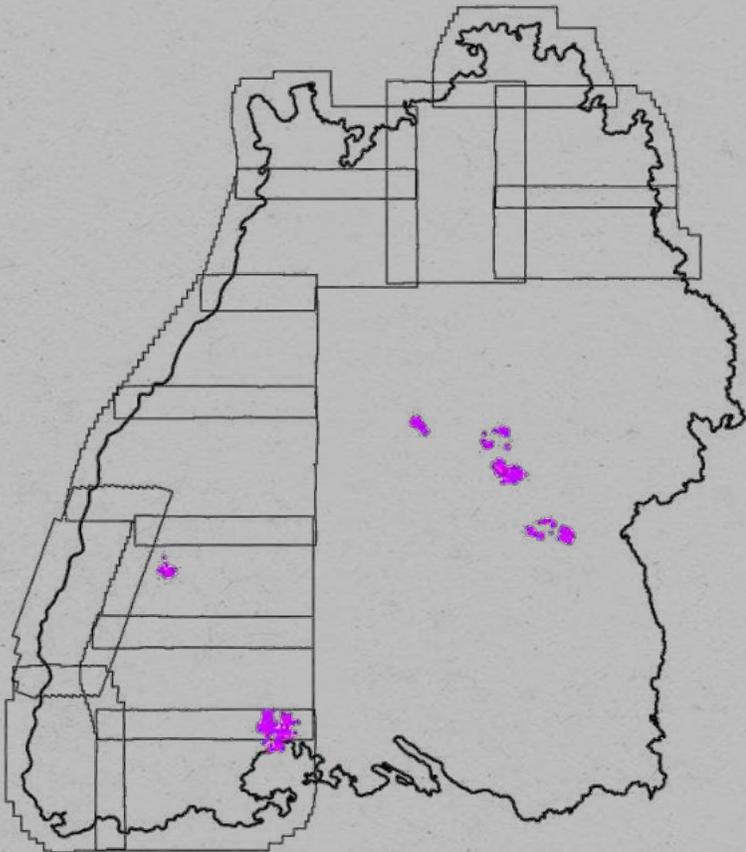
nDSM



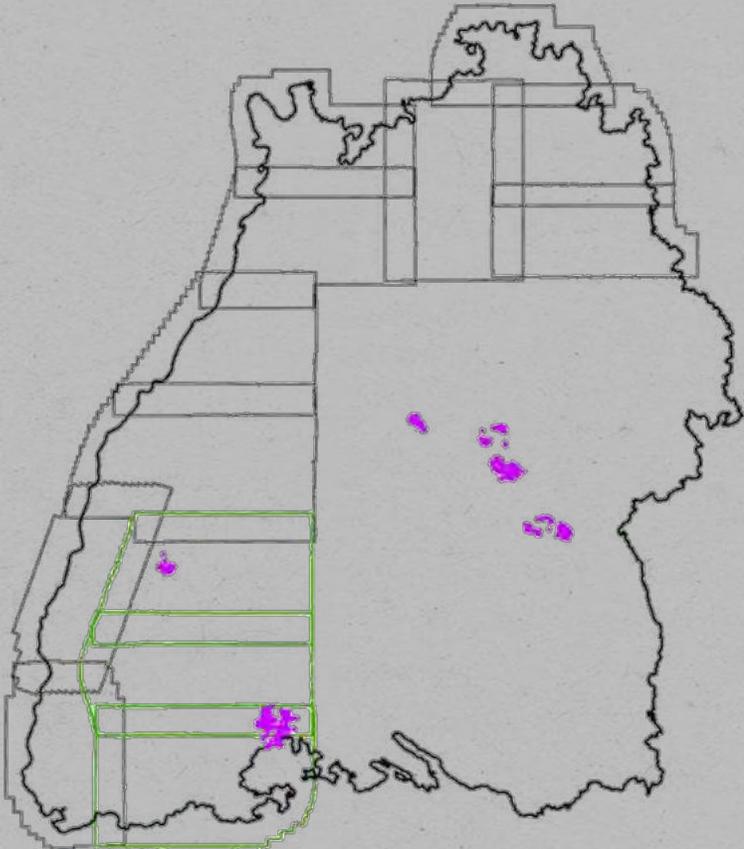
Baden-Württemberg



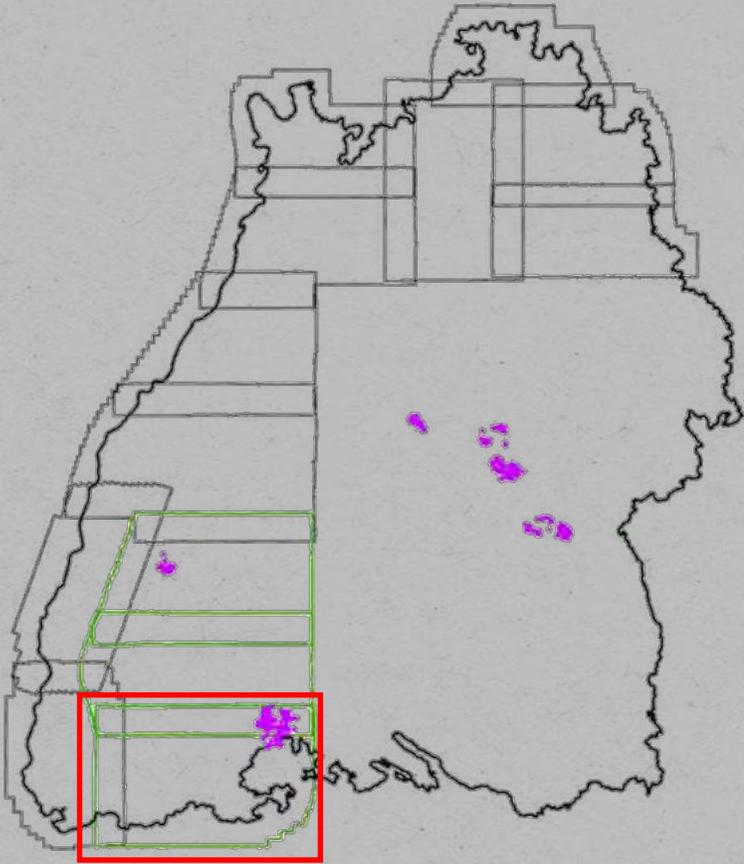
**Baden-Württemberg mit
Befliegungslosen aus 2021**



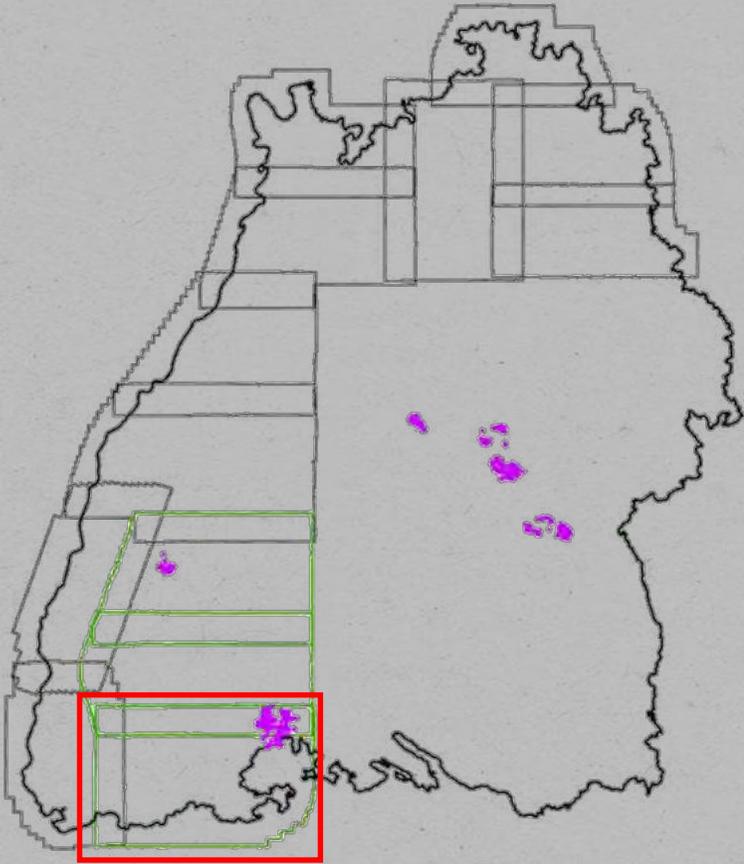
**Baden-Württemberg mit
Befliegungslosen aus 2021
und den BI-Plots aus 2021**



**Befliegungslose 2021,
welche BI-Plots aus 2021
beinhalten**



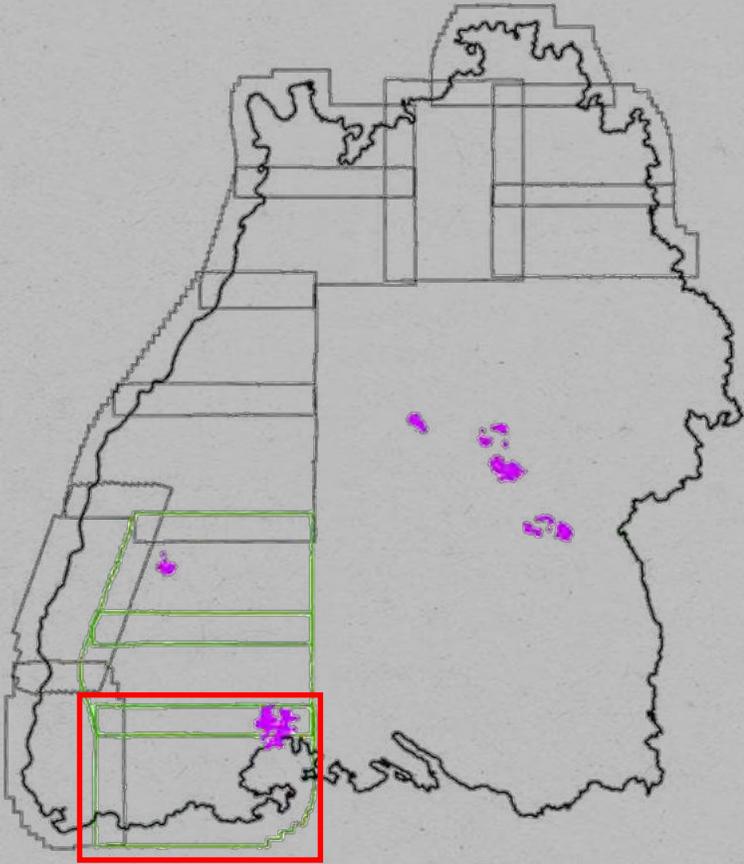
**Befliegungslose 2021,
welche BI-Plots aus 2021
beinhalten**



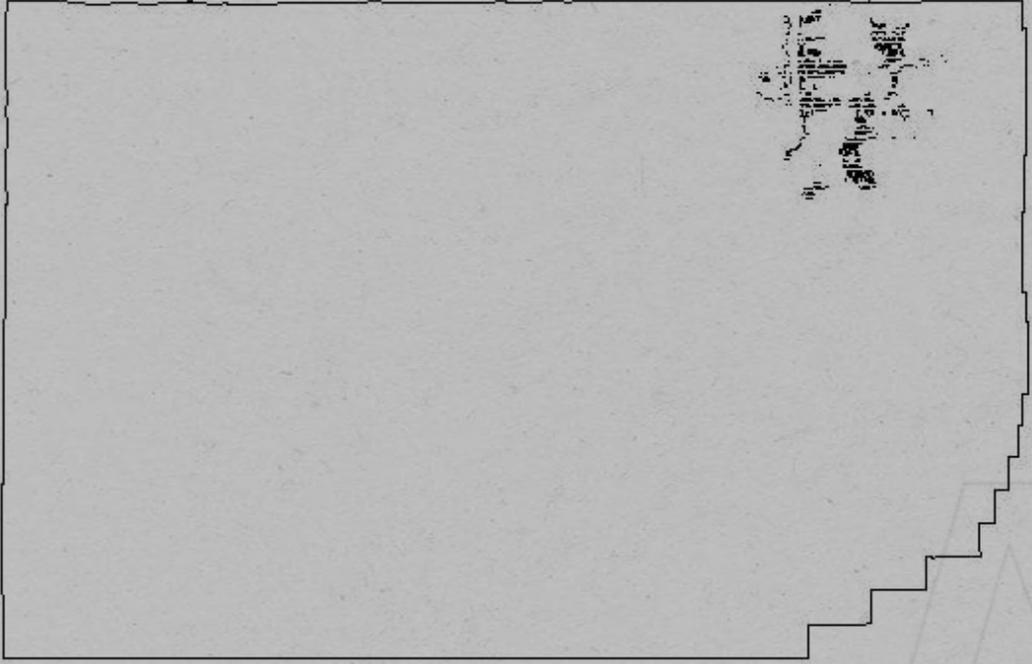
**Befliegungslose 2021,
welche BI-Plots aus 2021
beinhalten**



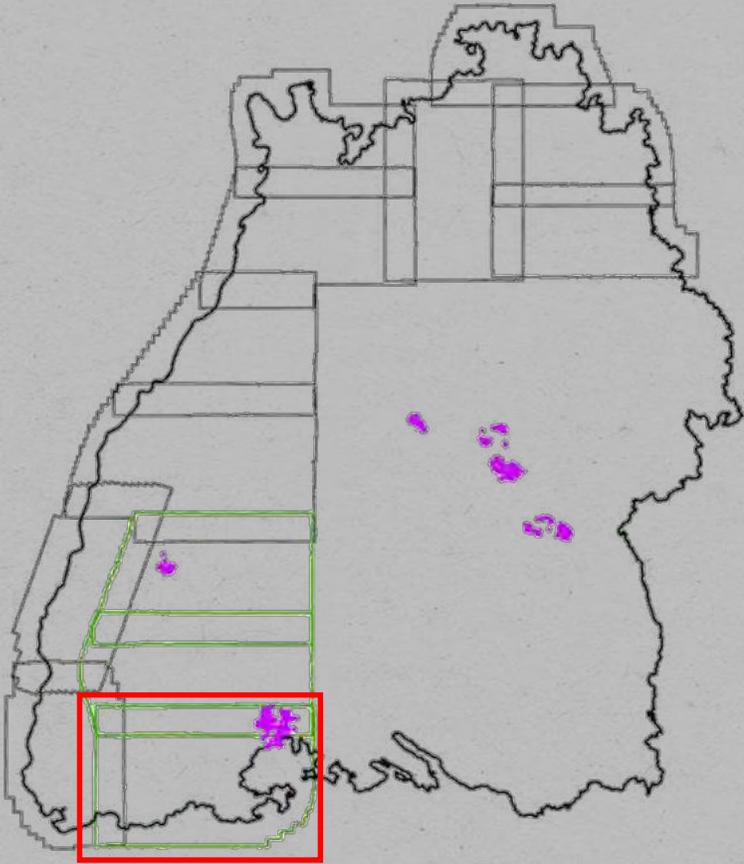
Befliegungslos aus 2021



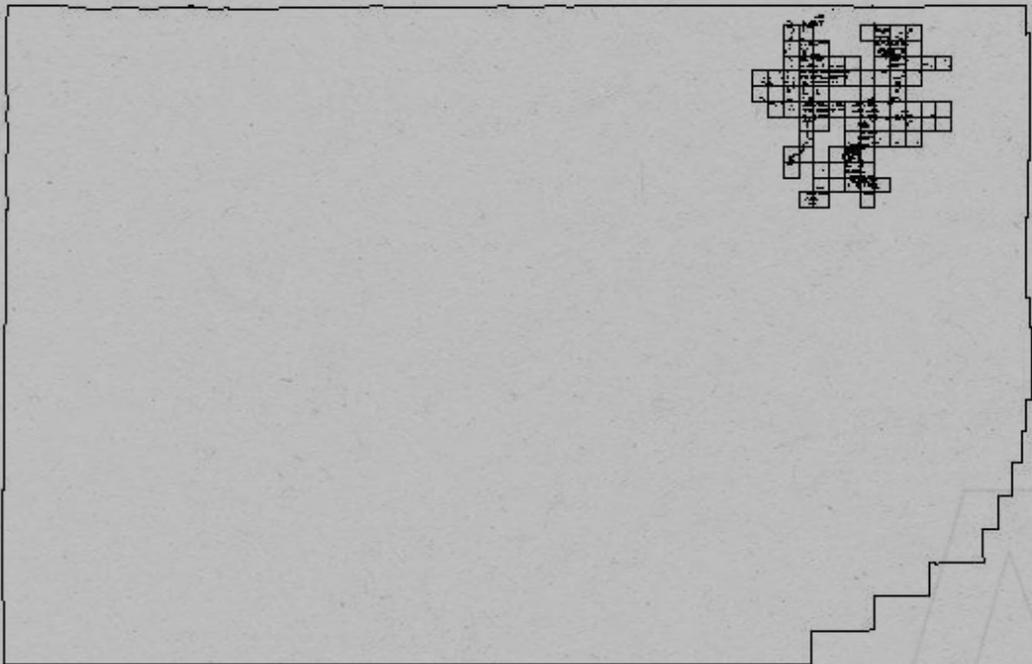
**Befliegungslose 2021,
welche BI-Plots aus 2021
beinhalten**



**Befliegungslos aus 2021 mit
BI-Plots aus selbigem Jahr**

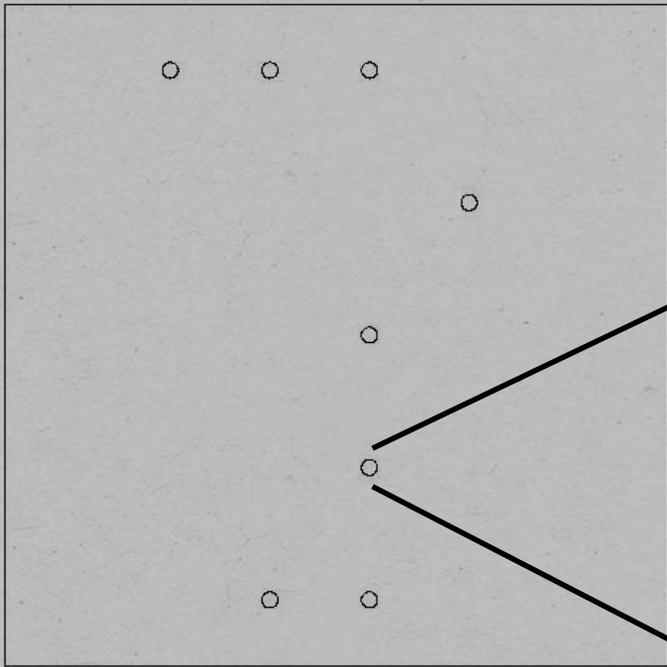


**Befliegungslose 2021,
welche BI-Plots aus 2021
beinhalten**

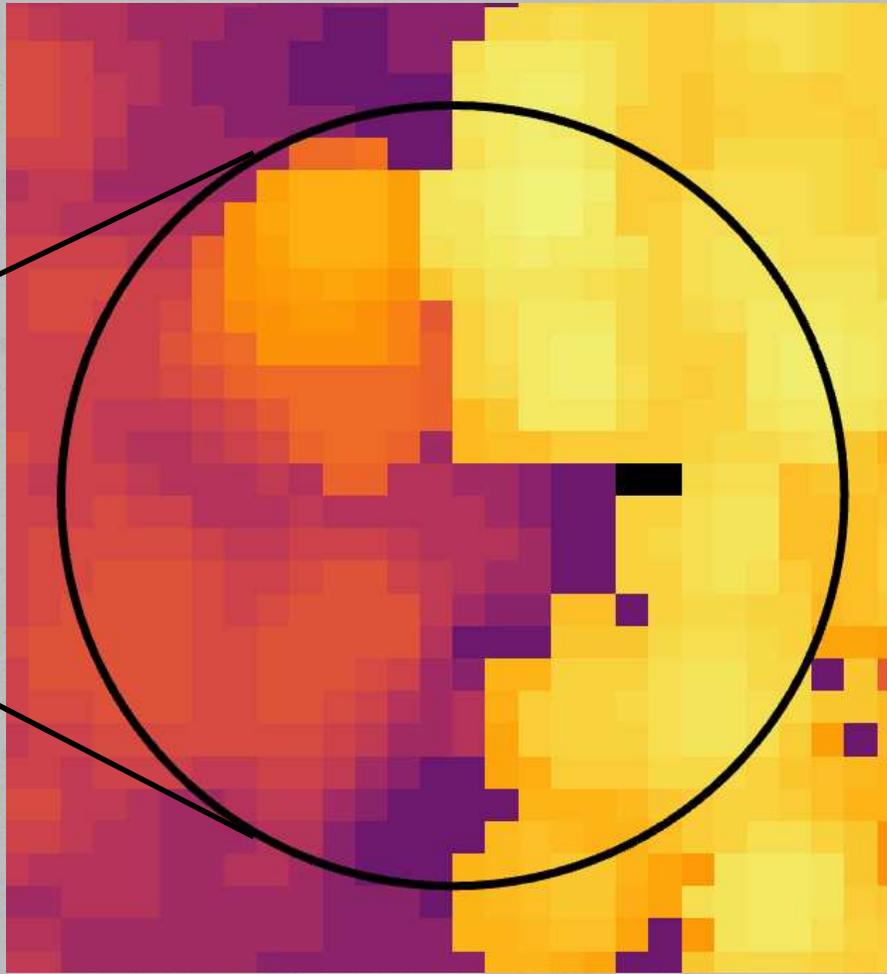


**Befliegungslos aus 2021 mit
Kacheln, welche die BI-Plots
abdecken**

Trainingsdatensatz



Beispielkacheln mit BI-Plots



Beispielplot mit nDSM als Hintergrund

-  Mittelwert
-  Standardabweichung
-  Kronenabdeckung
-  Perzentile
-  Min, Max, usw.

Status quo Trainingsdatensatz

- Verwendung der BI-Daten aus 2016 – 2020
- insgesamt über 130.000 Plots
- nach Bereinigung der Daten noch 40.000 Plots übrig
- jeder Plot mit Werten für 10 Parameter -> nicht alle Parameter werden schließlich verwendet

Vorratsmodelle aus Vorgängerprojekten

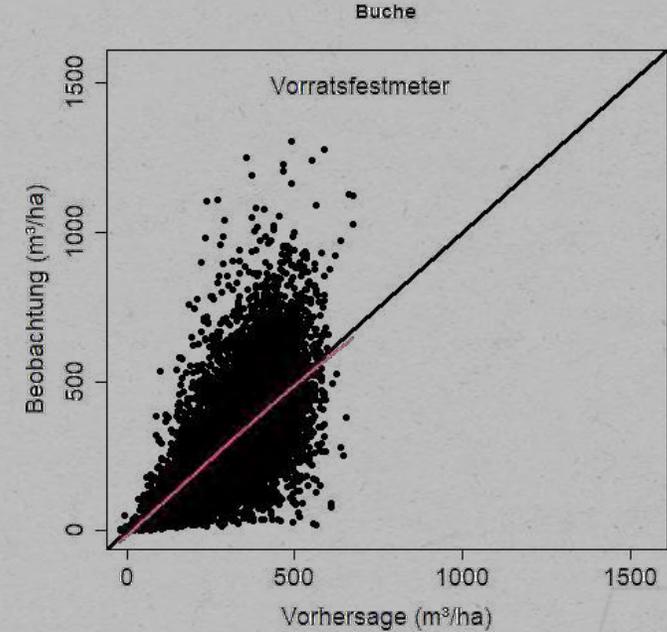
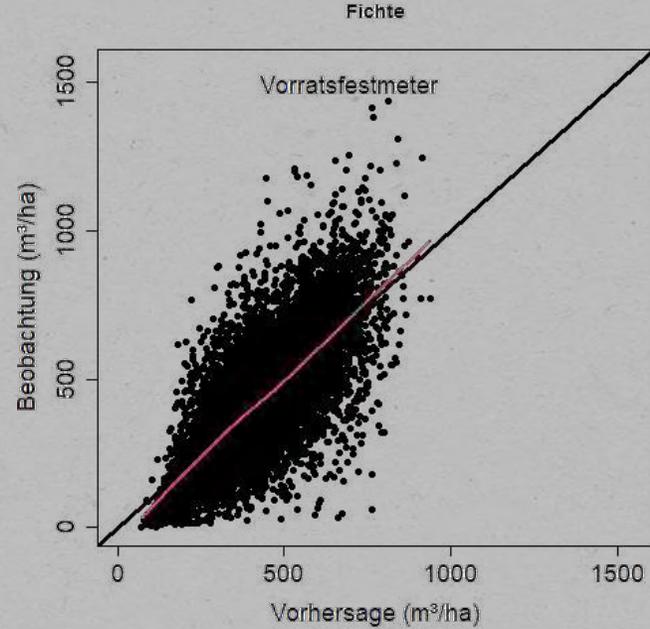
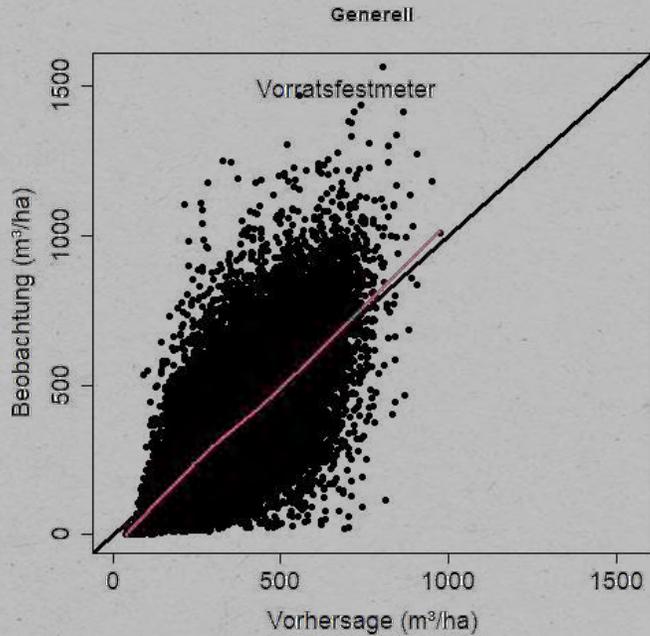
- Buchenmodell (n = 11322)
 - Lineares Regressionsmodell:

$$Vol \sim (ndsm_mean + ndsm_cv + dtm_mean + cc_tot) * Vol.Anteil.LB$$

- Generelles Modell (n = 19287) & Fichtenmodell (n = 9601)
 - Nicht-lineares Regressionsmodell:

$$Vol \sim \frac{b1}{(1 + (b2 + b3 * ndsm_mean + b4 * ndsm_cv + b5 * dtm_mean + b6 * cc_tot + b7 * Vol.Anteil.LB)^2)}$$

Vorratsmodell



Tendenzen



Junge Bestände werden überschätzt



Hohe Volumen schwer vorherzusagen



Stimmt mit Feedback aus der Praxis überein

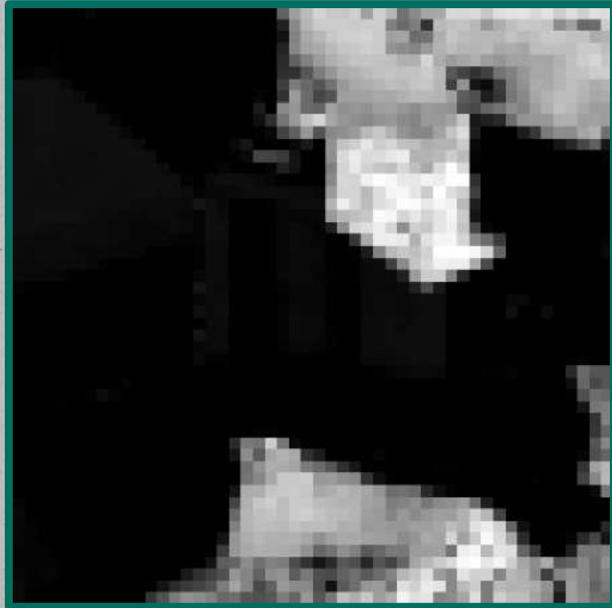
Vom Vorratsmodell zur flächendeckenden Vorhersage



$$Vol \sim (ndsm_mean + ndsm_cv + dtm_mean + cc_tot) * Vol.Anteil.LB$$

Vom Vorratsmodell zur flächendeckenden Vorhersage

$$Vol \sim (ndsm_mean + ndsm_cv + dtm_mean + cc_tot) * Vol.Anteil.LB$$



nDSM Mittelwert

Vom Vorratsmodell zur flächendeckenden Vorhersage

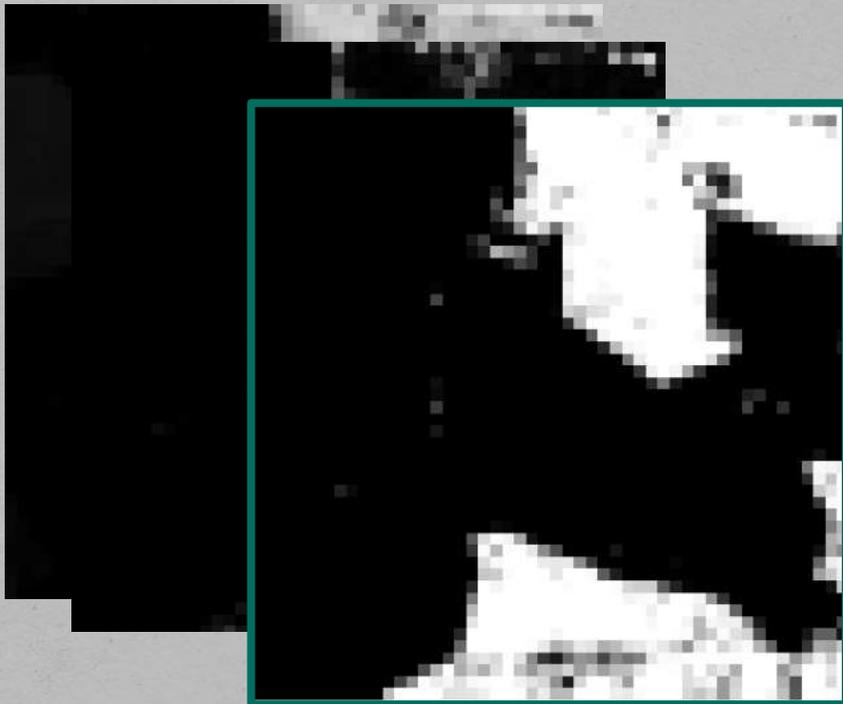
$$Vol \sim (ndsm_mean + ndsm_cv + dtm_mean + cc_tot) * Vol.Anteil.LB$$



nDSM Varianz

Vom Vorratsmodell zur flächendeckenden Vorhersage

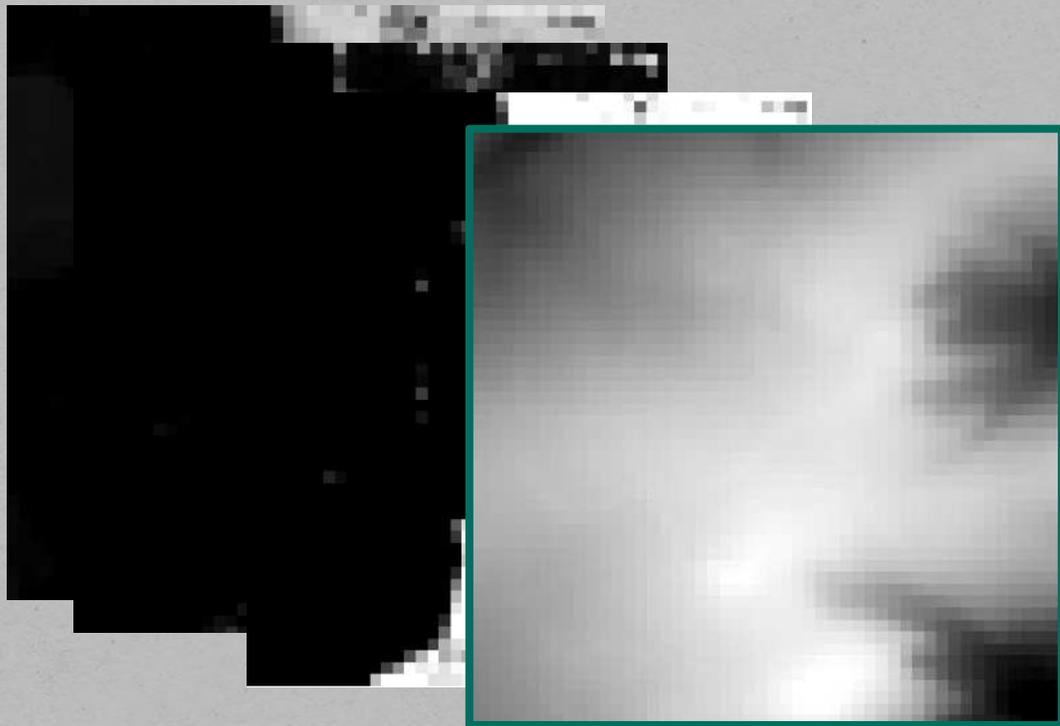
$$Vol \sim (ndsm_mean + ndsm_cv + dtm_mean + cc_tot) * Vol.Anteil.LB$$



Kronenabdeckung

Vom Vorratsmodell zur flächendeckenden Vorhersage

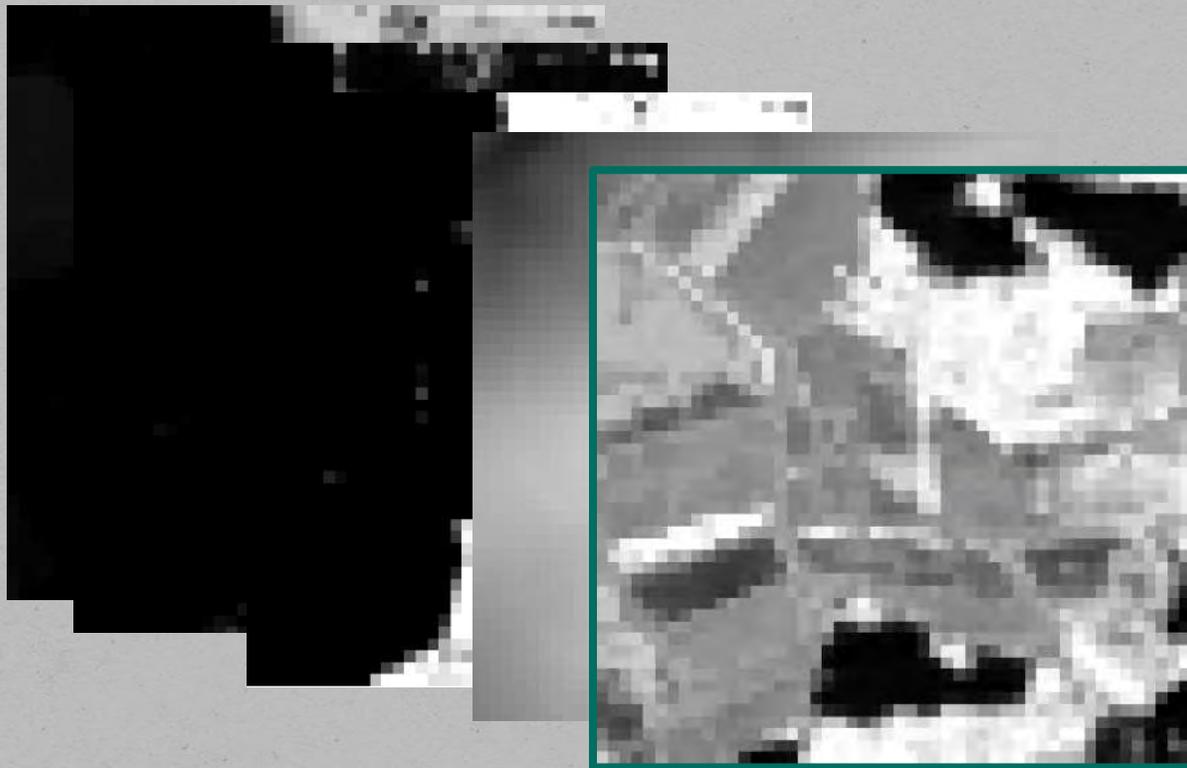
$$Vol \sim (ndsm_mean + ndsm_cv + dtm_mean + cc_tot) * Vol.Anteil.LB$$



DTM Mittelwert

Vom Vorratsmodell zur flächendeckenden Vorhersage

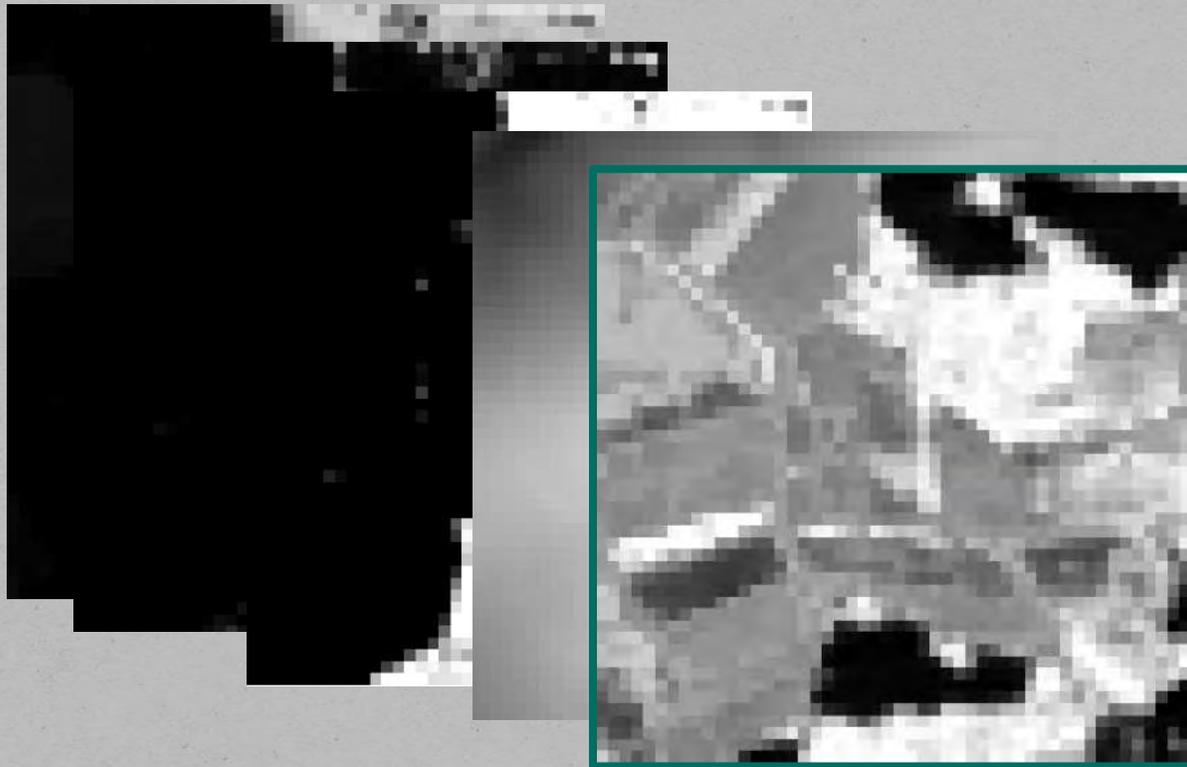
$$Vol \sim (ndsm_mean + ndsm_cv + dtm_mean + cc_tot) * Vol.Anteil.LB$$



Laub-Nadel-Mittelwert

Vom Vorratsmodell zur flächendeckenden Vorhersage

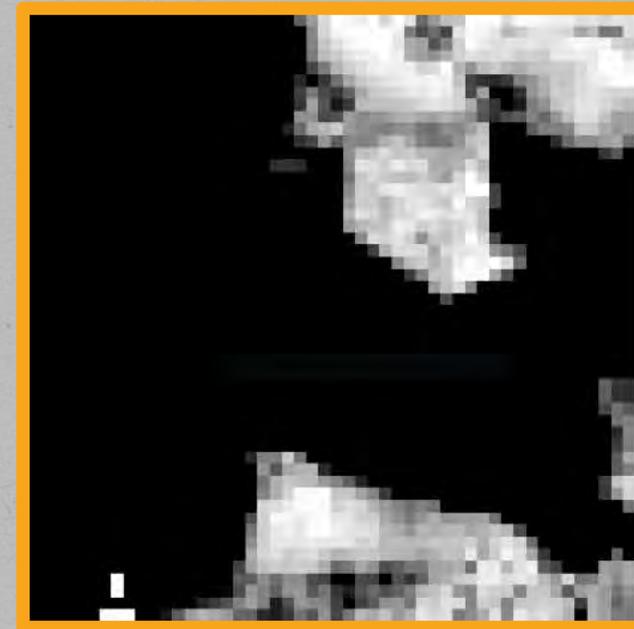
$$Vol \sim (ndsm_mean + ndsm_cv + dtm_mean + cc_tot) * Vol.Anteil.LB$$



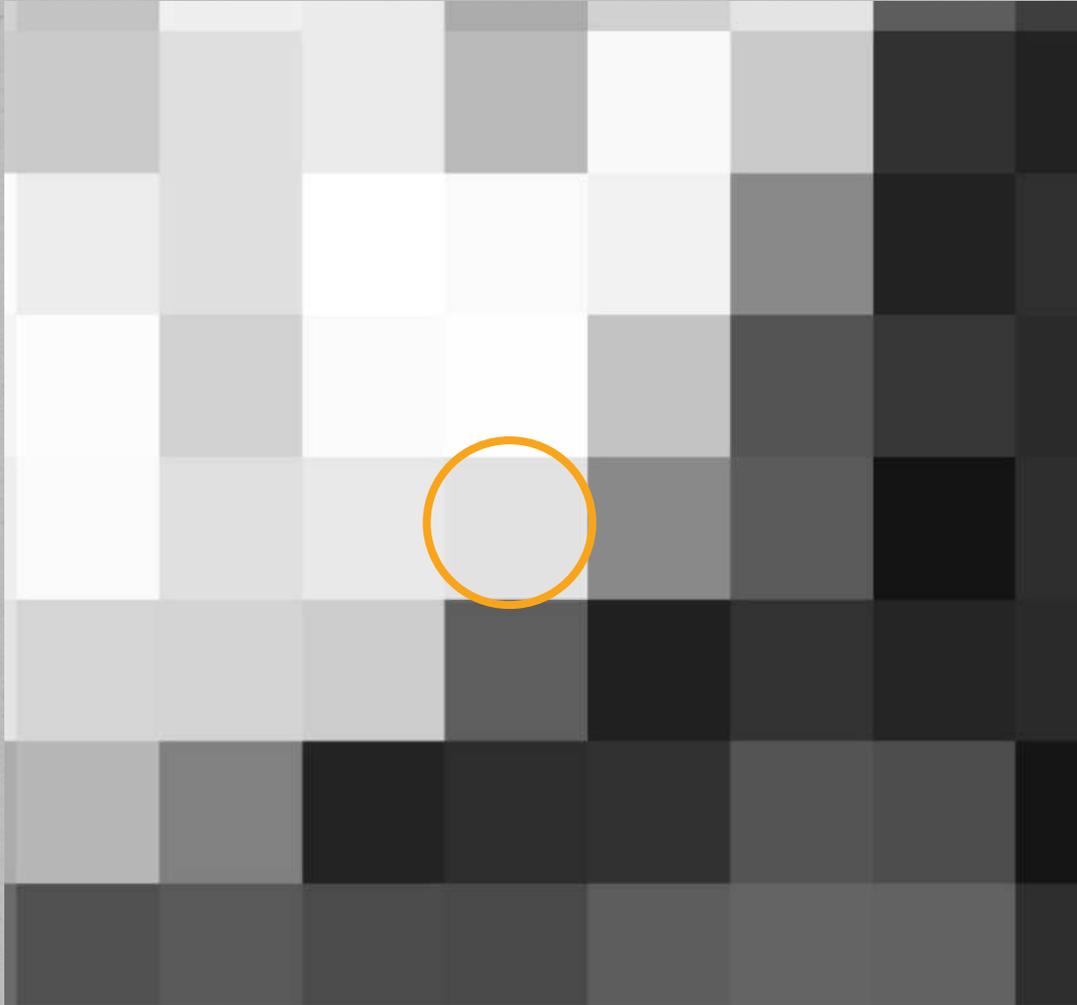
Laub-Nadel-Mittelwert



Holzvorrat in m³/ha, 20 m Auflösung



Warum hat die Vorratskarte eine Auflösung von 20 m?



**Trainingsauflösung im
Idealfall entsprechend der
Vorhersageauflösung!**

Feedback aus der Praxis

InFE 2.0 - Vorratskarte Calw, Gemeinde Höfen (24.06.2022)

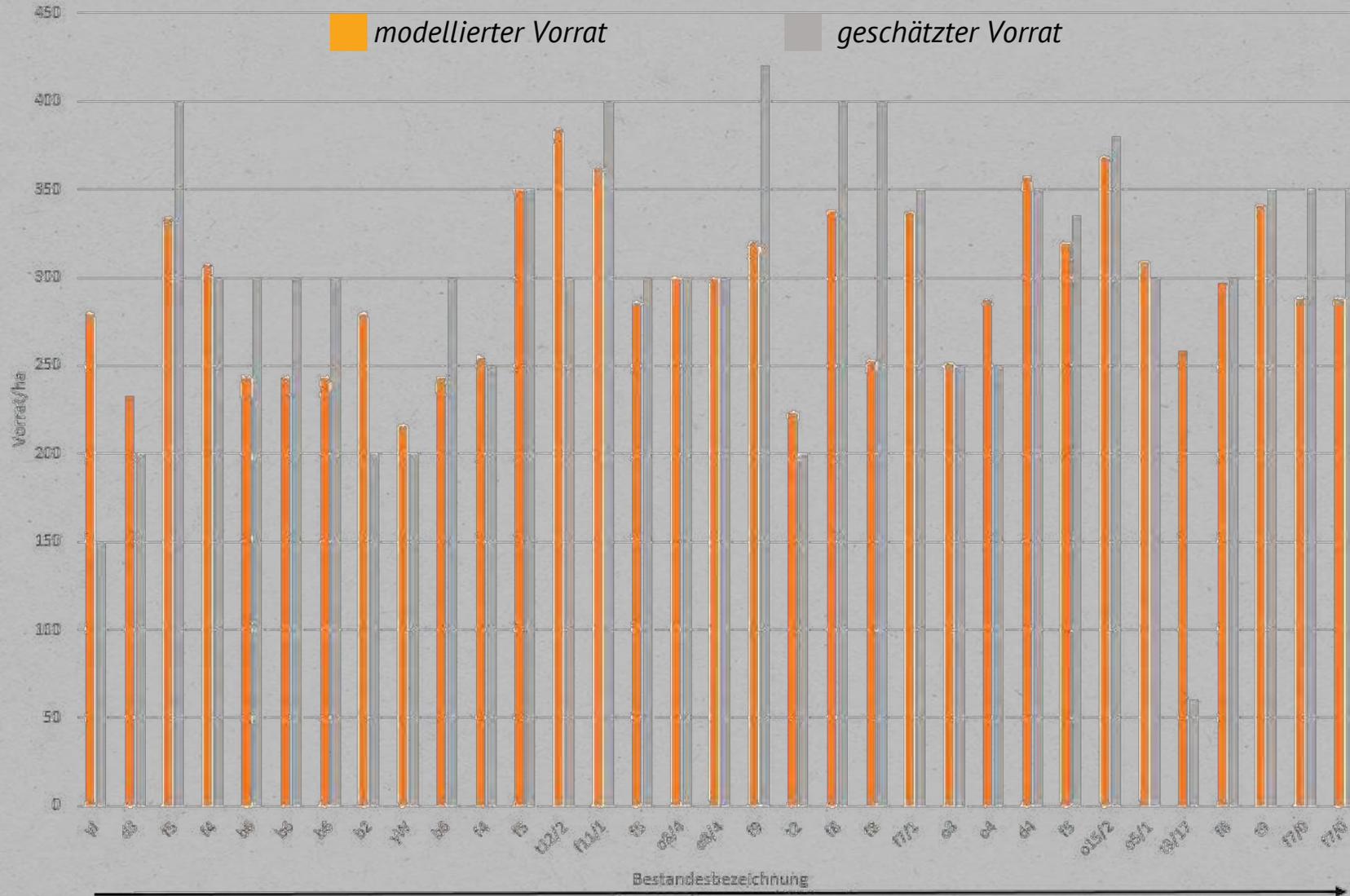


1:18.000

- > 30 Bestände
- Modellierungsvorrat = 288 Vfm/ha
- FOKUS Vorrat = 270 Vfm/ha
- größte Abweichung im Buntlaubbaum-Mischwald
- ab einer Bestandesgröße von 5 ha gibt es plausible Werte
- geschlossenes, homogenes Kronendach und ruhige Topographie führen zu besseren Werten

Feedback aus der Praxis

InFE 2.0-Modell vs. Schätzung FE



BESTAND	Fläche.in.ha
yJ	0,4
d3	0,5
f5	0,6
f4	0,7
b6	0,9
b6	0,9
b6	0,9
b2	0,9
yW	0,9
b6	0,9
f4	1,1
f5	1,1
t12/2	1,3
f11/1	1,7
f5	1,8
o8/4	2,1
o8/4	2,1
f9	2,1
t2	2,2
f8	2,8
f8	2,8
f7/1	2,9
o3	3,6
o4	4,1
d4	4,5
f5	5,9
o15/2	6,4
o5/1	6,4
t3/17	6,5
f6	6,5
t9	7,1
f7/0	7,9
f7/0	7,9

Ausblick VorratAktuell



Neue Eingangsparameter

Verbesserte Fernerkundungsdaten

Validierung

Neue Modelle

Datenbereitstellung

Integration von Schadflächen

Stehendes Totholz

Lücken

FastVorrat

Spektrale Werte

Wuchsgebiet

NFK

Bodentiefe

Perzentile

Ausrichtung

Bestandesdichte

Hangneigung

Jahresniederschlag

Topographic Openness

Jahresdurchschnittstemperatur

Wuchsaktivität

Neue Baumartenkarte

Präzisere Höhenmodelle

Terrestrische Überprüfung

Kreuzvalidierung

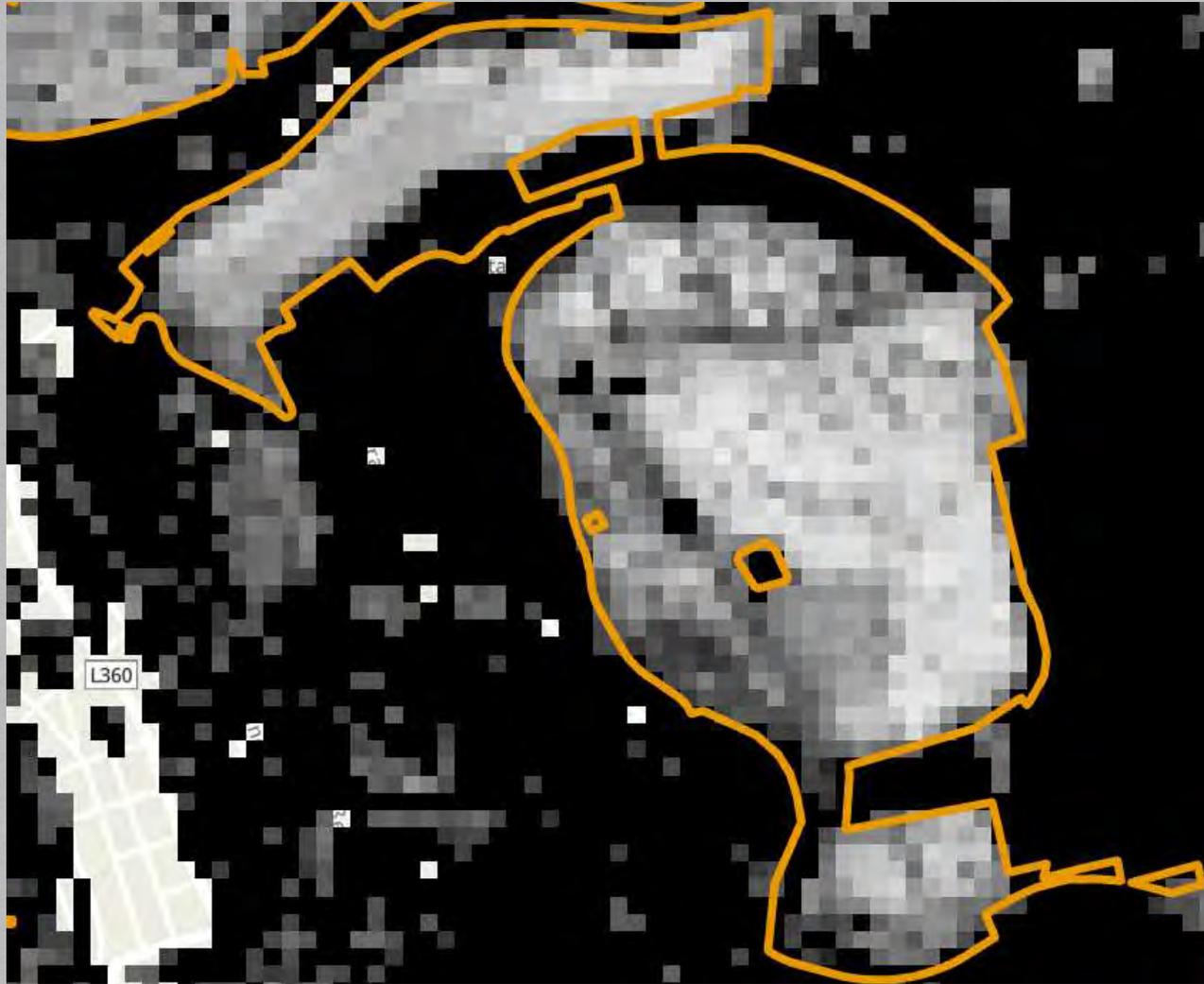
Random Forrest

GAM

Neural Networks

Vorratskarte aus 2023 für Forsteinrichtung 2024

Kooperation mit dem RP Freiburg



Ziel: Möglichst genaue Vorratswerte auf Bestandesebene



Wie gehen wir mit Bestandesgrenzen um?

Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!

Questions
from the
audience

ME

public image downloaded from rawpixel