

Wieviel Holzvorrat haben wir im Wald? Erkenntnisquellen, Trends und Unsicherheiten

Wald im Klimawandel



Politische und betriebliche Entscheidungen sind zunehmend auf eine schnelle und qualitativ verlässliche Datenverfügbarkeit angewiesen.





Woher wissen wir wieviel Holzvorrat in den Wäldern steht?

Datenquellen

Datenquellen - Holzvorrat

Forsteinrichtung

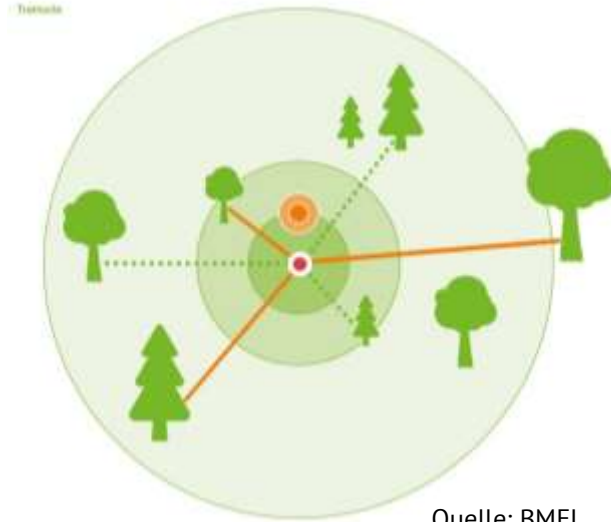
- Teilgebiete – nur eingerichtete Wälder
- teilweise in Verbindung mit Betriebsinventuren
- rollierend alle 10 Jahre aktualisiert

Bundeswaldinventur

WEHAM Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung

Fernerkundung

2

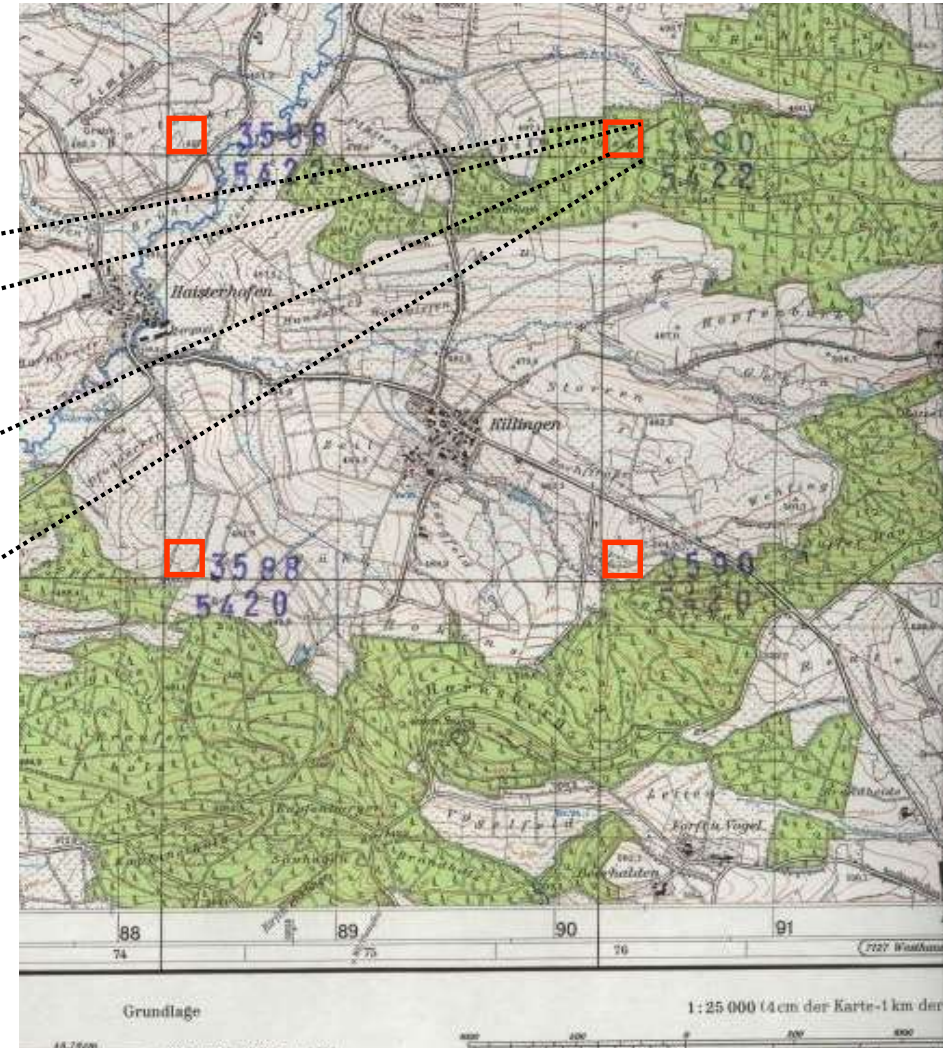
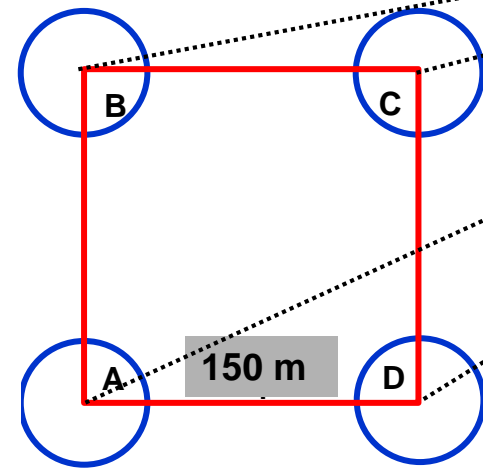
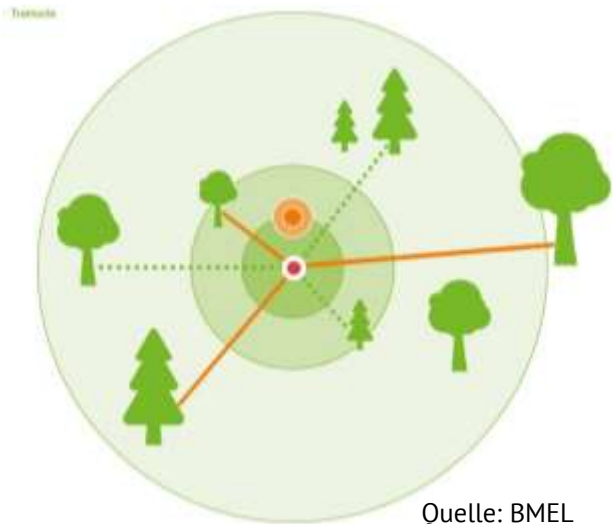


Bundeswaldinventur

Bundeswaldinventur

Großrauminventur

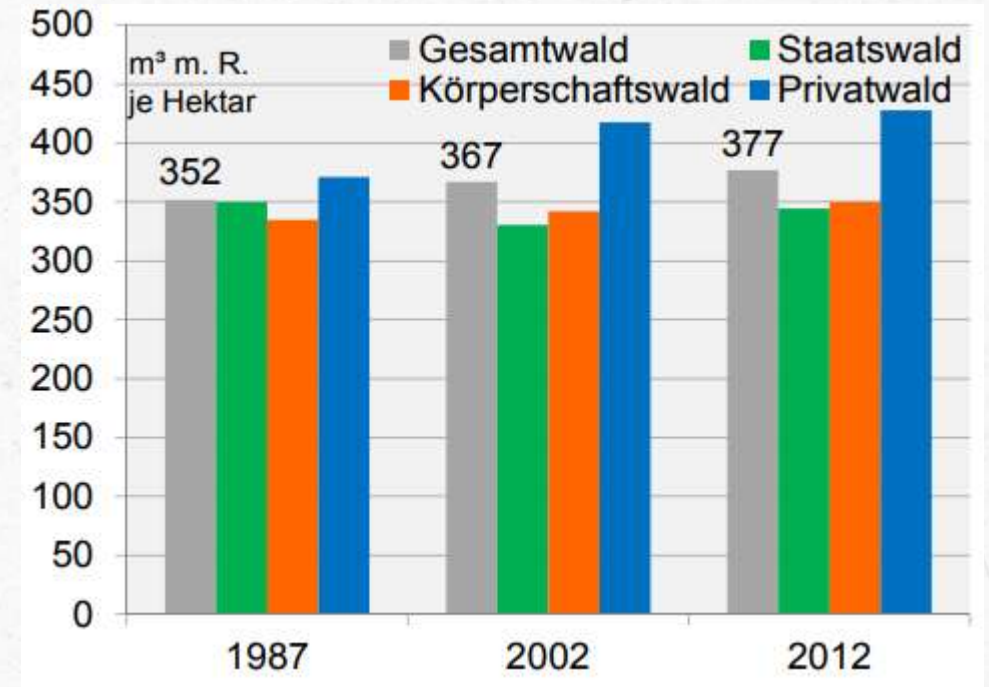
Stichprobeninventur alle 10 Jahre
ca. 13.300 Stichprobenpunkte in BW



Bundeswaldinventur

Charakterisierung

- aktueller Stand 2012
- Aussagen über größere Einheiten (Wuchsgebiete, Landkreise, Eigentumsarten)
- Neue Aussagen mit Stand 2022 ab Q3/2024
- Detaillierte Aussagen über
 - BA-Flächenanteile,
 - Vorräte,
 - Zuwachs,
 - Verjüngung,
 - Naturnähe,
 - Totholz

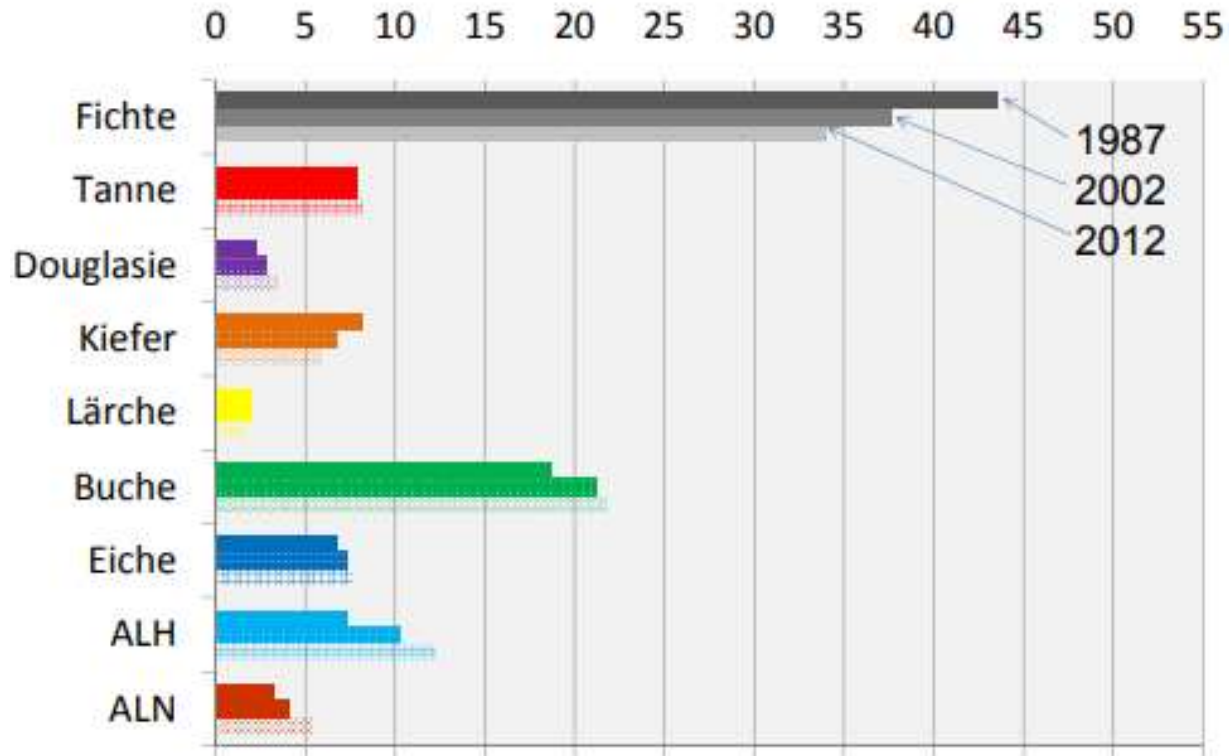


Entwicklung der Hektarvorräte im Gesamtwald und nach Eigentumsarten von 1987 bis 2012

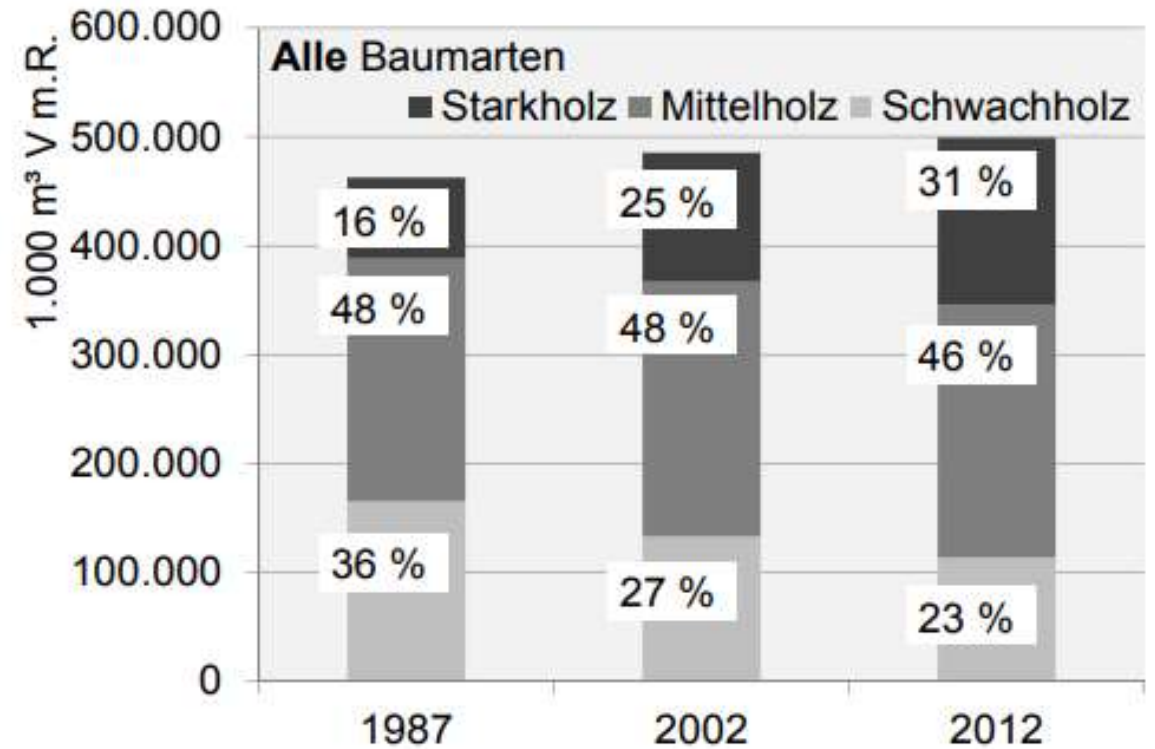
- <https://www.fva-bw.de/daten-tools/monitoring/bundeswaldinventur>

Bundeswaldinventur 2012

Baumartenteile, Stärkeklassen



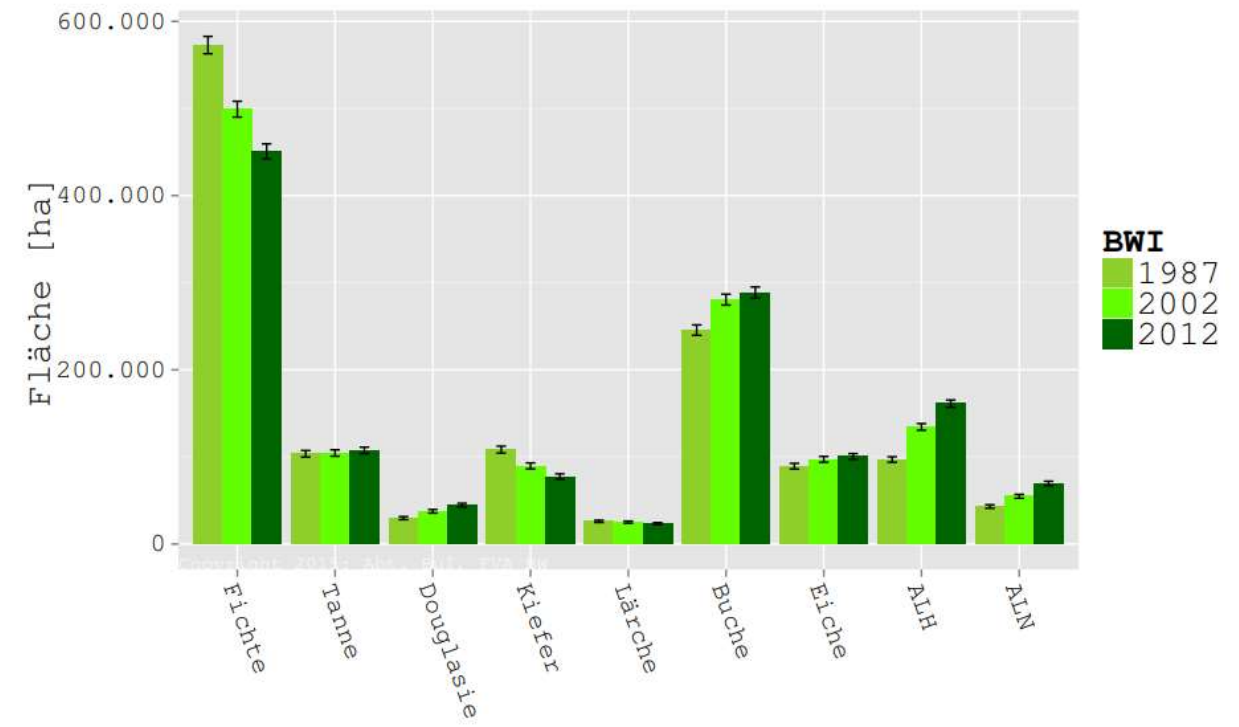
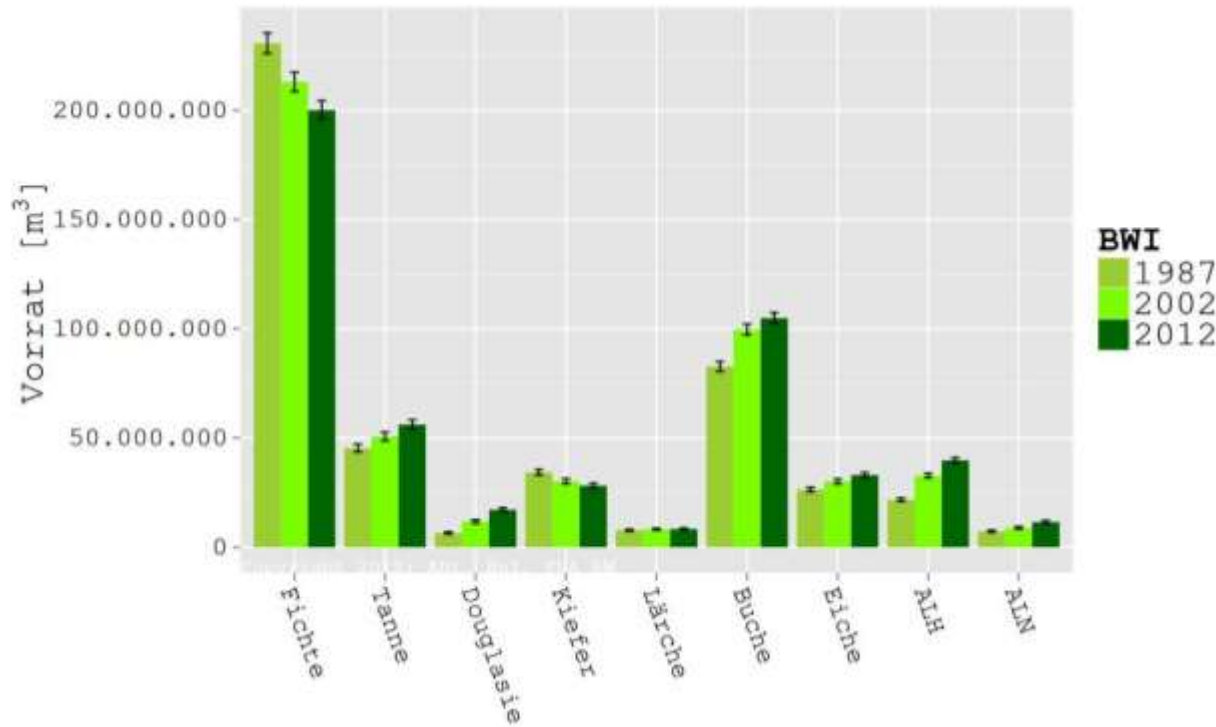
Entwicklung der Flächenanteile nach Baumarten 1987 bis 2012



Entwicklung der Gesamtvorräte nach Stärkeklassen 1987 bis 2012

Bundeswaldinventur – 2012 Vorrat

Vorratsentwicklung der Fichte im Gesamtwald



3



Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung

Prognosen

WEHAM Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung

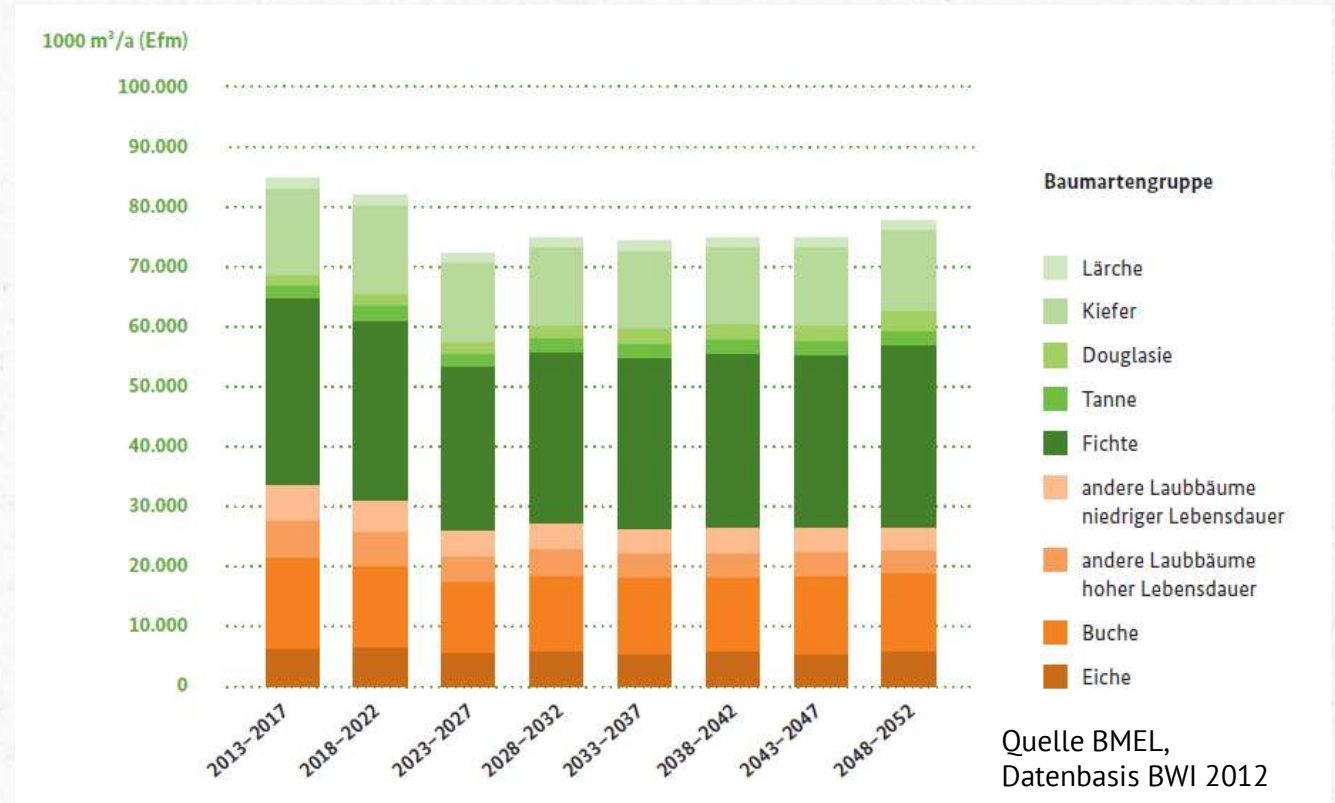
- aufbauend auf Daten der BWI
- Aussagen über das potenzielle und nachhaltig nutzbare **Rohholzaufkommen**
 - der nächsten 20 (40) Jahre in Deutschland nach
 - Holzarten-, Eigentümer- und Sortengruppen, Bundesländern und ggf. anderen regionalen Einteilungen
- Kennziffern des Waldzustandes und der Waldentwicklung
 - Baumartenzusammensetzung, Altersklassenstruktur und Holzvorräte
- Als Rahmenbedingungen

wird der Zuwachs der Bundeswaldinventur fortgeschrieben,
wird eine Waldbehandlung aufbauend auf den Erfahrungen der letzten Jahre und Erwartungen an die kommenden Jahre unterstellt und
wird eine Sortierung angenommen

Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung

Prognose 2013 – 2052 (Prognose auf der Basis der BWI 2012)

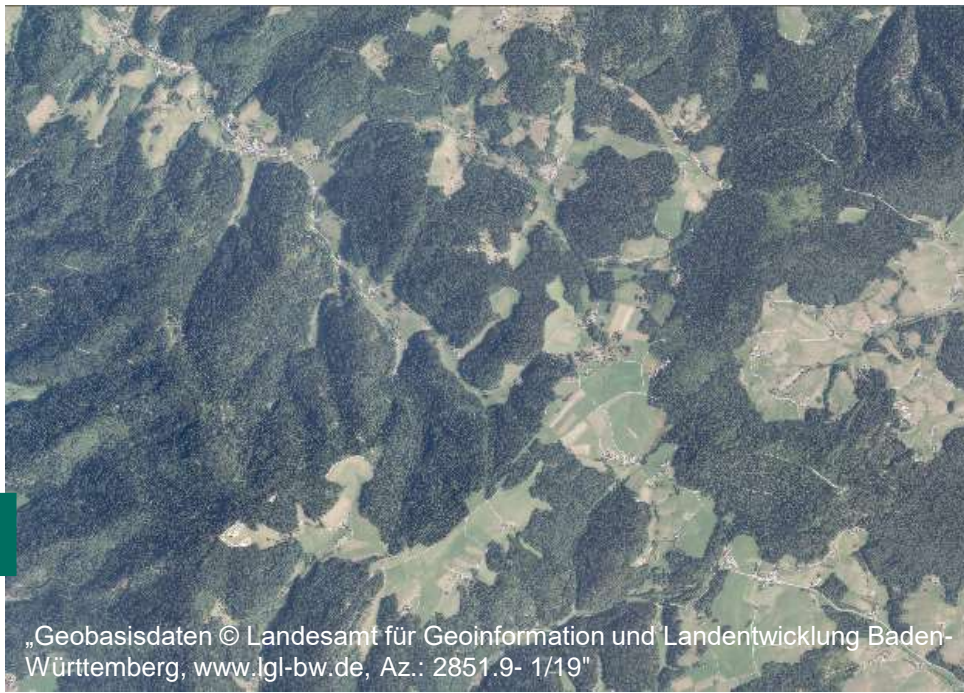
- Gesamtaufkommen \pm gleich
- Aber: Mengenverschiebungen zwischen den Baumarten:
- Rückgang Fichte (-25 %)
- Anstieg Ta, Dgl, Ei, sLB
- Strukturverschiebung: mehr Starkholz



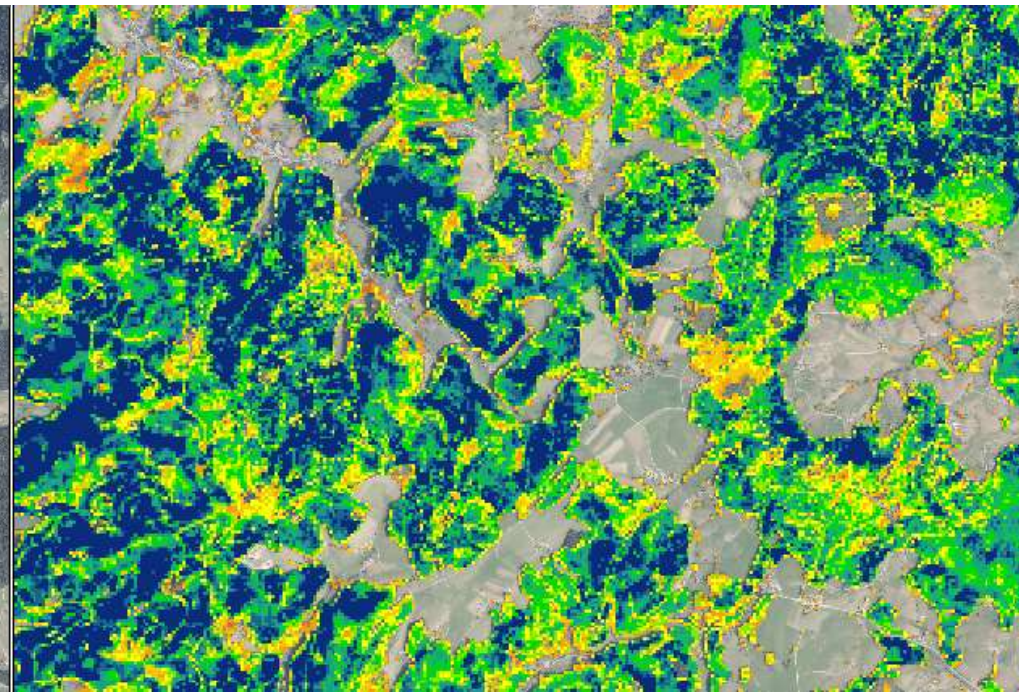
Prognosen auf der Basis der BWI 2022 noch nicht möglich

Inhaltliche Weiterentwicklung notwendig um die Folgen der Trockenjahre und Kalamitäten abbilden zu können

4



„Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9- 1/19“



Fernerkundungsbasierte Vorratsdaten

In 4 Schritten zur Vorratskarte

Fernerkundungsdaten

der Blick von oben auf den Wald

Drohnen



- + sehr flexibel
- + hochaufgelöst (2-10cm)
- lokal/kleinflächig

Luftbilder



- + flexibel
- + hochaufgelöst (5-20cm)
- regional

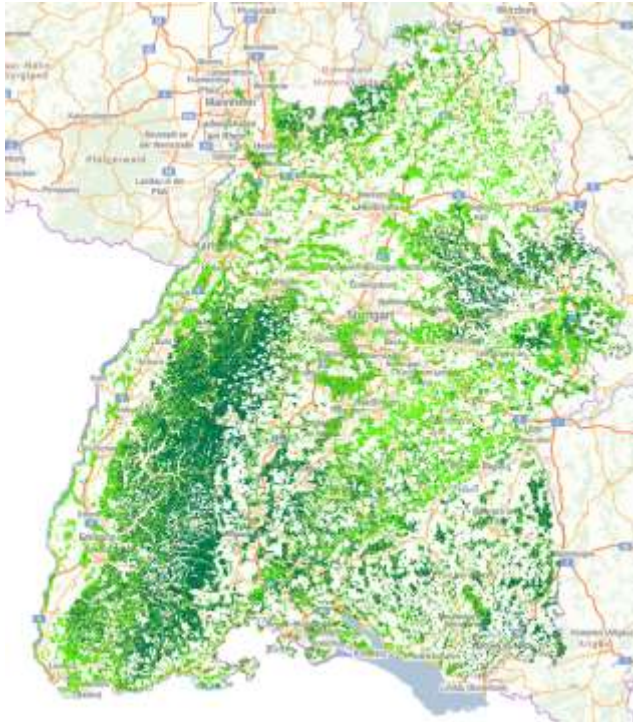
Satellitendaten (z.B. Sentinel 2)



- + standardisiert
- + hohe zeitliche Auflösung
- + großflächig
- geringe räumliche Auflösung
- Kosten bei hohen Auflösungen

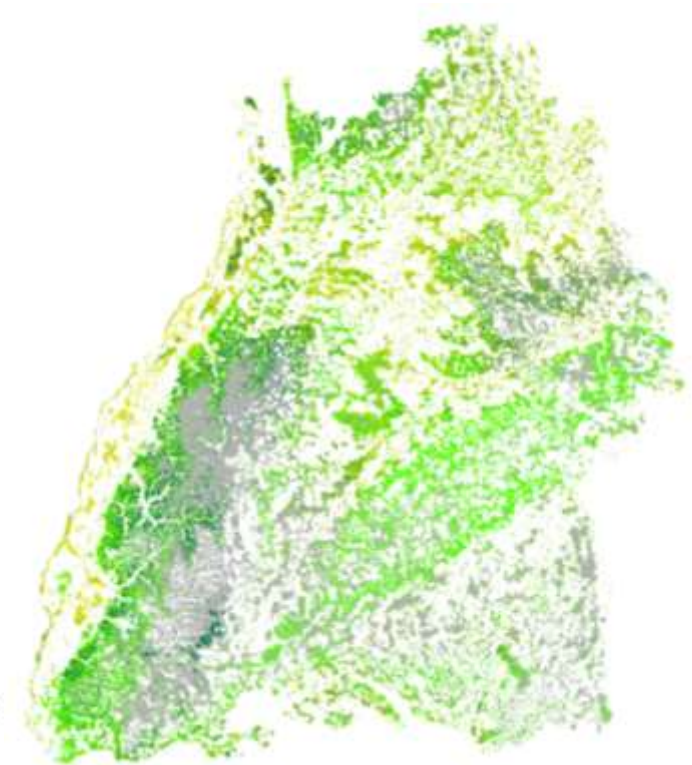
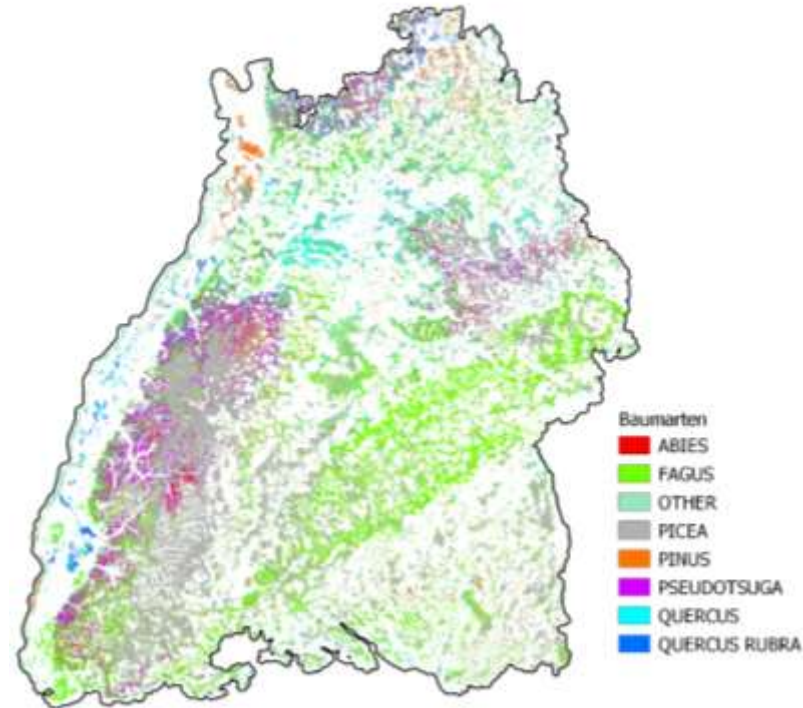
Baumartenkarte

Schritt 1: Klassifikation von Satellitendaten



- Nadelwald
- Mischwald
- Laubwald

Baumartenkarte



- Nadelwald
- Mischwald
- Laubwald
- Buche
- Fichte

Buchen-Fichten-Karte

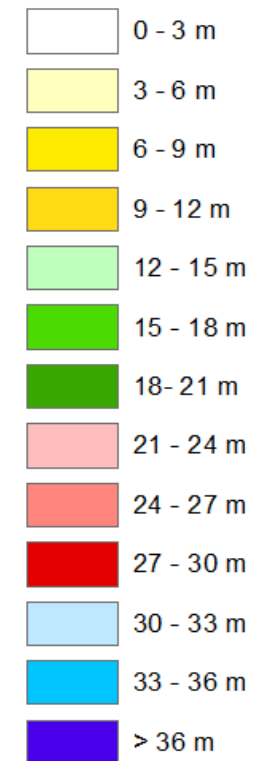
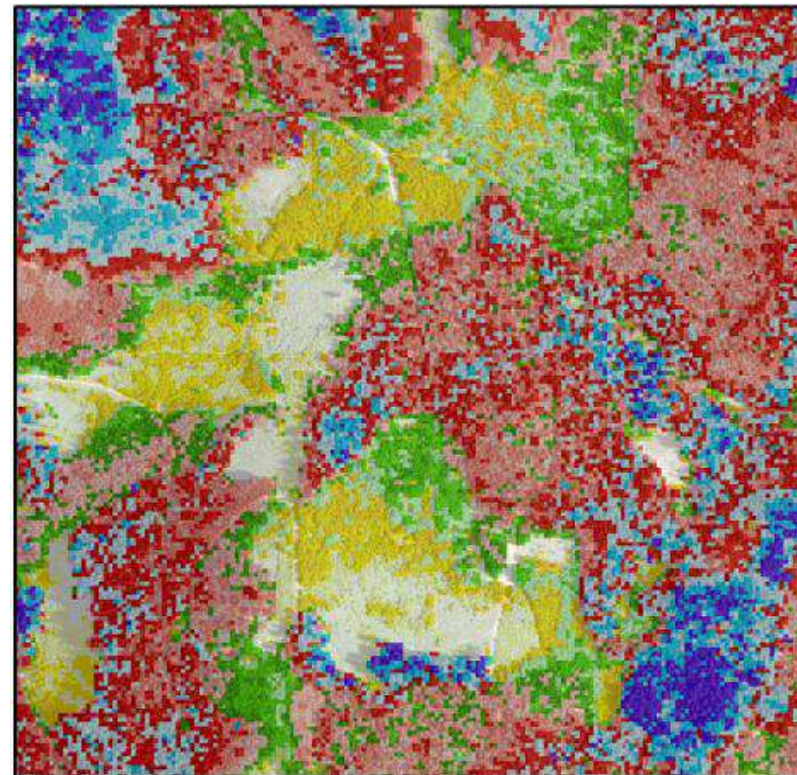
- Basiert auf Sentinel 2 Satellitendaten
- 10m geometrische Auflösung
- ab Vegetationshöhe 8m
- Stand 2017 - aktuell kein Update
- Machine Learning Algorithmus
- Wird zur Vorratsberechnung verwendet



Waldhöhenstrukturkarte WHSK

Schritt 2: Basierend auf Luftbildbefliegungen

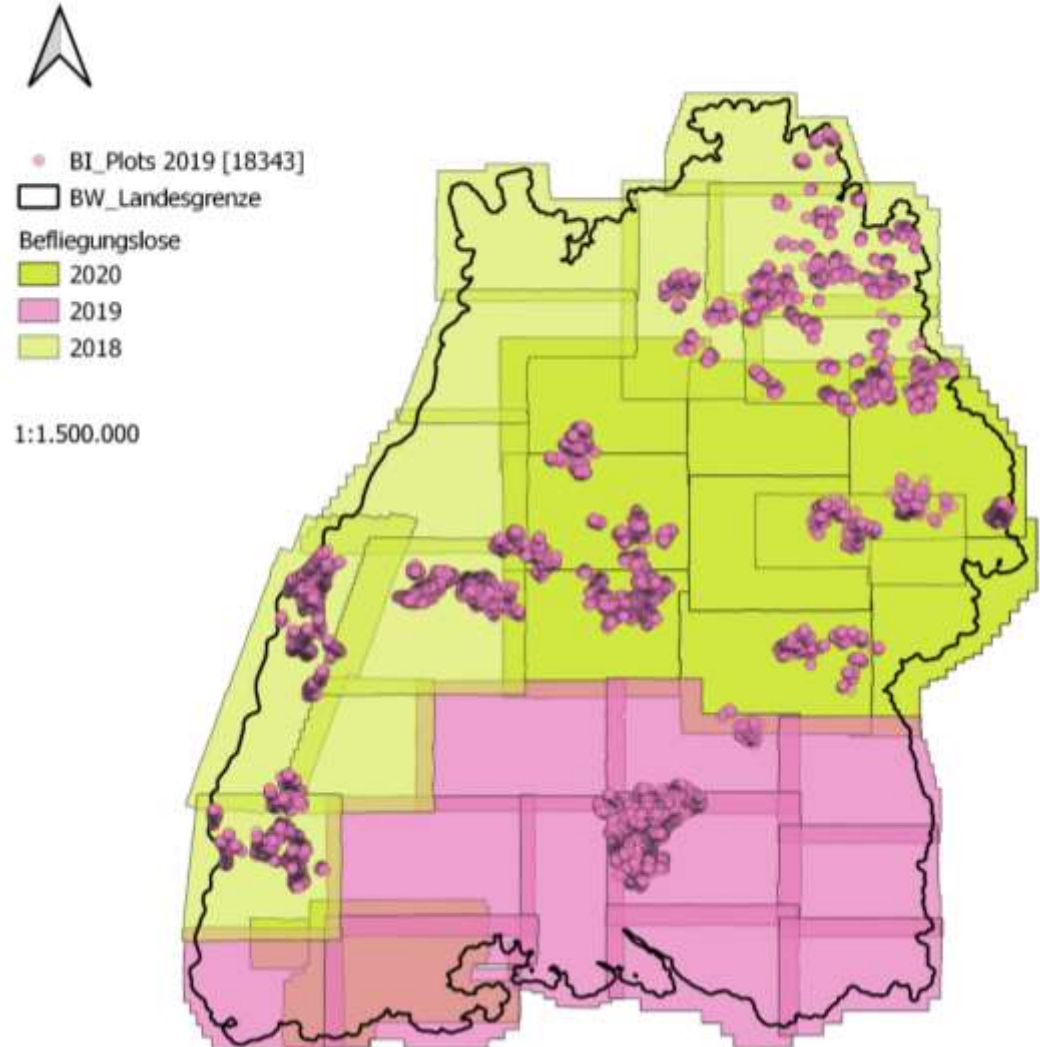
- Image Matching Verfahren
- Basiert auf dem nDOM (1m) (Normalisiertes Digitales Oberflächenmodell, DOM – DGM, Oberfläche - Geländefläche)
- Beschreibt die Höhe der Waldoberfläche
- Der höchste Punkt (Baumspitzen) innerhalb der 5x5m Fläche
- Wird mit jeder Befliegung aktualisiert



Kalibrierung der fernerkundungs-basierte Vorratsmodelle

Schritt 3: Modellbildung - Regelmäßige Aktualisierung und Anpassung

- Höhendaten aus Luftbildbefliegungen
- Eingangsdaten Betriebsinventur
 - Insgesamt 132.107 BI-Plots (2019)
 - nach Bereinigung:
ca. 40.000 BI-Plots für die Modellierung



Fernerkundungsbasierte Vorratsmodelle

Getrennt nach Baumartengruppen

Generelles Modell (n = 19287) & Fichtenmodell (n = 9601)

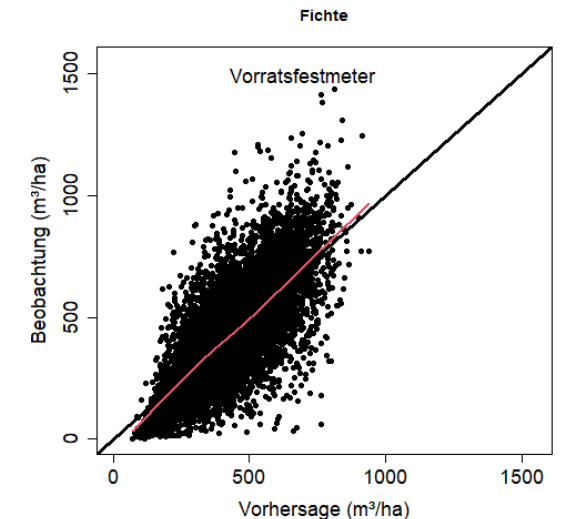
Nicht-lineares Regressionsmodell:

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

Buchenmodell (n = 11322)

Lineares Regressionsmodell:

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



Holzvorratskarte

Schritt 4: Übertragung auf die Fläche - Getrennt nach Baumartengruppen

- Holzvorrat in m³/ha
- 20m geometrische Auflösung
- Aktualisierung jeweils mit neuer Luftbildbefliegung möglich (aktuell jährlich die halbe Landesfläche)
- Baumartengruppenkarte
- Höhenverteilungen aus luftbildbasierten Höhenmodellen (1m-Auflösung)
- Kalibrierung anhand von BI-Daten



Anwendungsfall Holzvorratskarte Sägewerk

Analyse fernerkundungsbasierte Waldinformationen

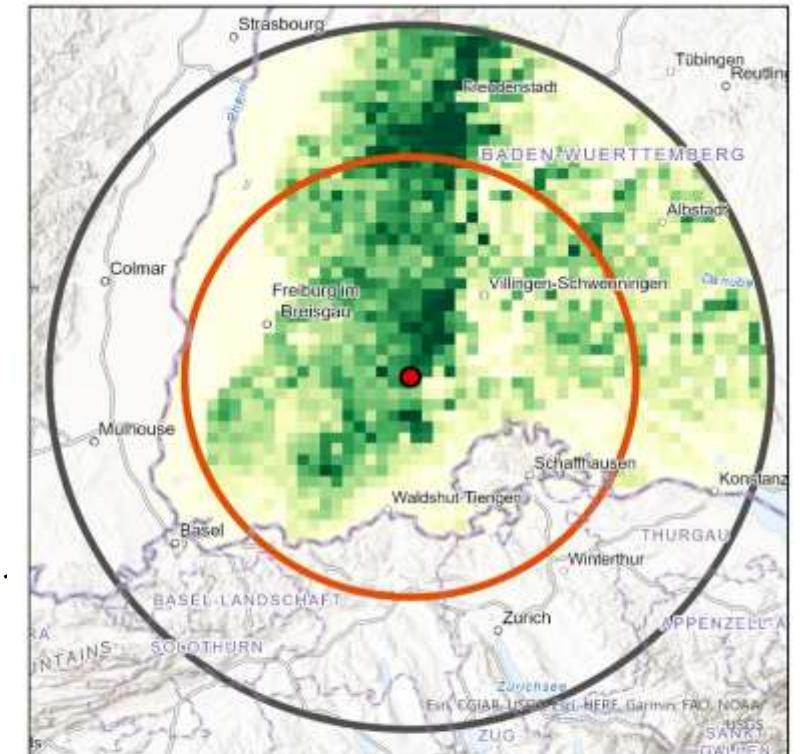
Shapefiles:

- Standort Sägewerk
- Umkreis 50 & 80 km

Fernerkundungsbasierte Walddaten:

- Buchen-Fichten-Karte
 - Welche Flächen sind Fichten oder andere Nadelhölzer?
- Waldhöhenstrukturkarte
 - Welche Höhen haben die Bäume auf der jeweiligen Fläche?
- Waldbedeckungslayer
 - Welche Flächen dürfen überhaupt dem Wald zugeordnet werden?
- Vorratskarte
 - Wie hoch ist der Vorrat auf der jeweiligen Fläche?

Holzvorrat in Fichten und anderen Nadelhölzern um Sägewerk



0 5 10 20 30 40 50
Kilometer



Erklärung: Holzvorrat in Festmeter mit Rinde pro Hektar, visualisiert als 2,5 x 2,5 km Kacheln, basierend auf Fernerkundungsdaten. Nur Waldfläche mit Bäumen über 20 m fließt mit in die Karte ein.

Monitoringebenen



5

Und Zukünftig? Ausblick

Technologische Weiterentwicklungen
Einfluss des Klimawandels

Aktuelle und zuverlässige Informationen über den Waldzustand für:

- Waldbewirtschaftung
- Anpassung der Wälder an den Klimawandel
- Ressourcen-, Umwelt- und Biodiversitätsmonitoring
- Politische Entscheidungen

Etablierte Erhebungsverfahren:

- Stichprobenbasierte Inventuren (z. B. BWI, WZE),
- Intensivbeobachtungsflächen (z. B. Level 2 Dauerbeobachtungsflächen)

Datenlücke in Bezug:

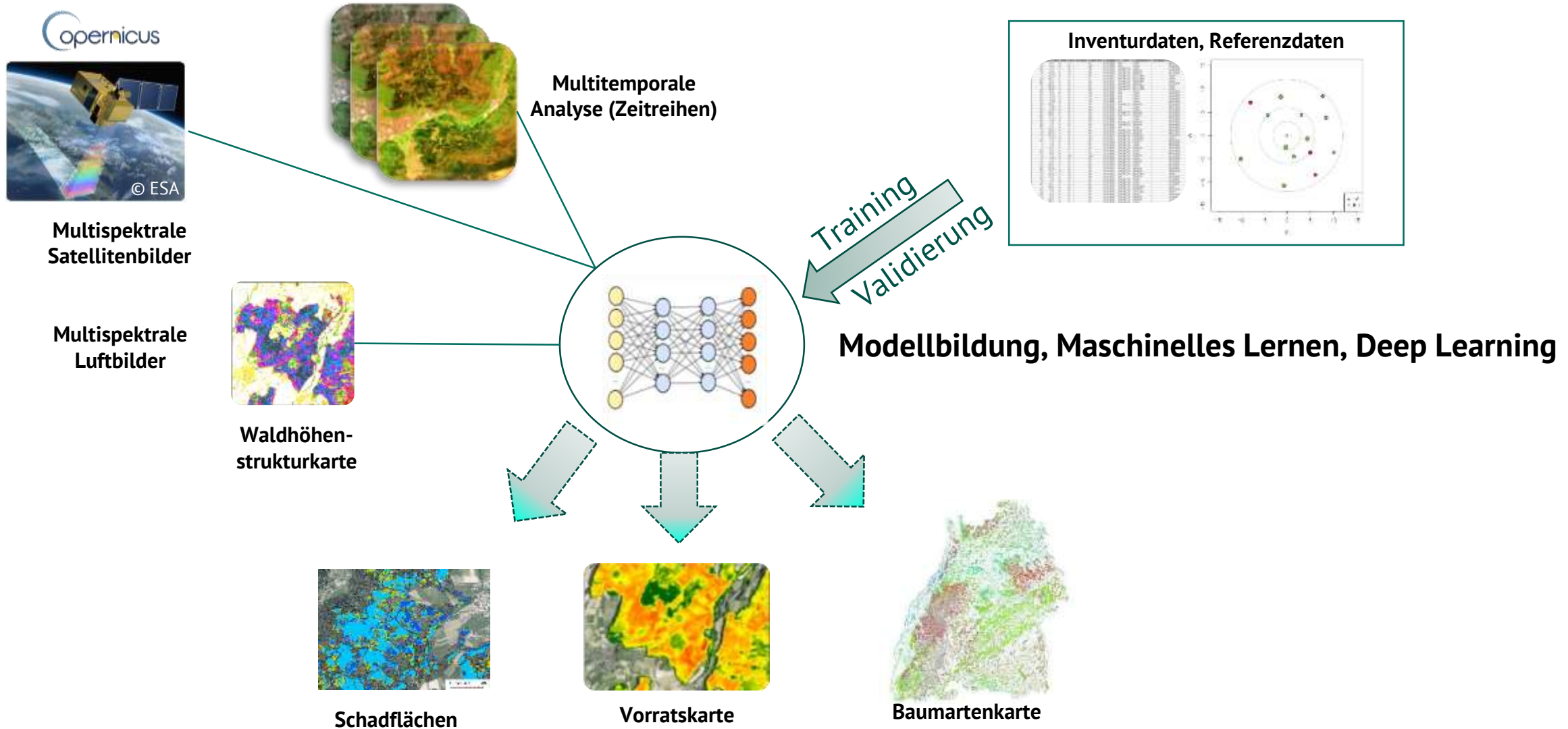
- auf den flächendeckenden Zustand,
- zwischen den Inventurzeitpunkten oder
- anlassbezogene Aussagen nach einem Großereignis (Sturm , Trockenjahre, Kalamität....)

Weiterentwicklung des Waldmonitorings

Kombination Stichprobeninventuren und flächige Fernerkundungsdaten

- **Erhöhung der zeitlichen und räumlichen Auflösung der Information**
 - flächenbezogene Aussagen erhöhen
 - Aktualität der Datenlage erhöhen
- **Fernerkundungsdaten:**
 - Effizienzsteigerung von terrestrischen Erhebungen durch Zusatzinformationen aus Fernerkundungsdaten
 - Brücke zwischen Erhebungen an Stichprobenpunkten und den Bedarf an flächigen Informationen
- **Für den Anwendungszweck angepasste, standardisierte Verfahren**

Verbindung – Stichprobeninventur - Fernerkundung



Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!