



HOCHSCHULE  
NEUBRANDENBURG  
University of Applied Sciences

Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen



# 14. Waldstrukturdatenerfassung mit digitalen Methoden

Prof. Dr.-Ing. Tobias Hillmann, Veronika Shvets und Uwe Köster  
(Hochschule Neubrandenburg)

Martin Hillmann, Rebecca Neubüser  
(Landwirtschaftskammer Niedersachsen)

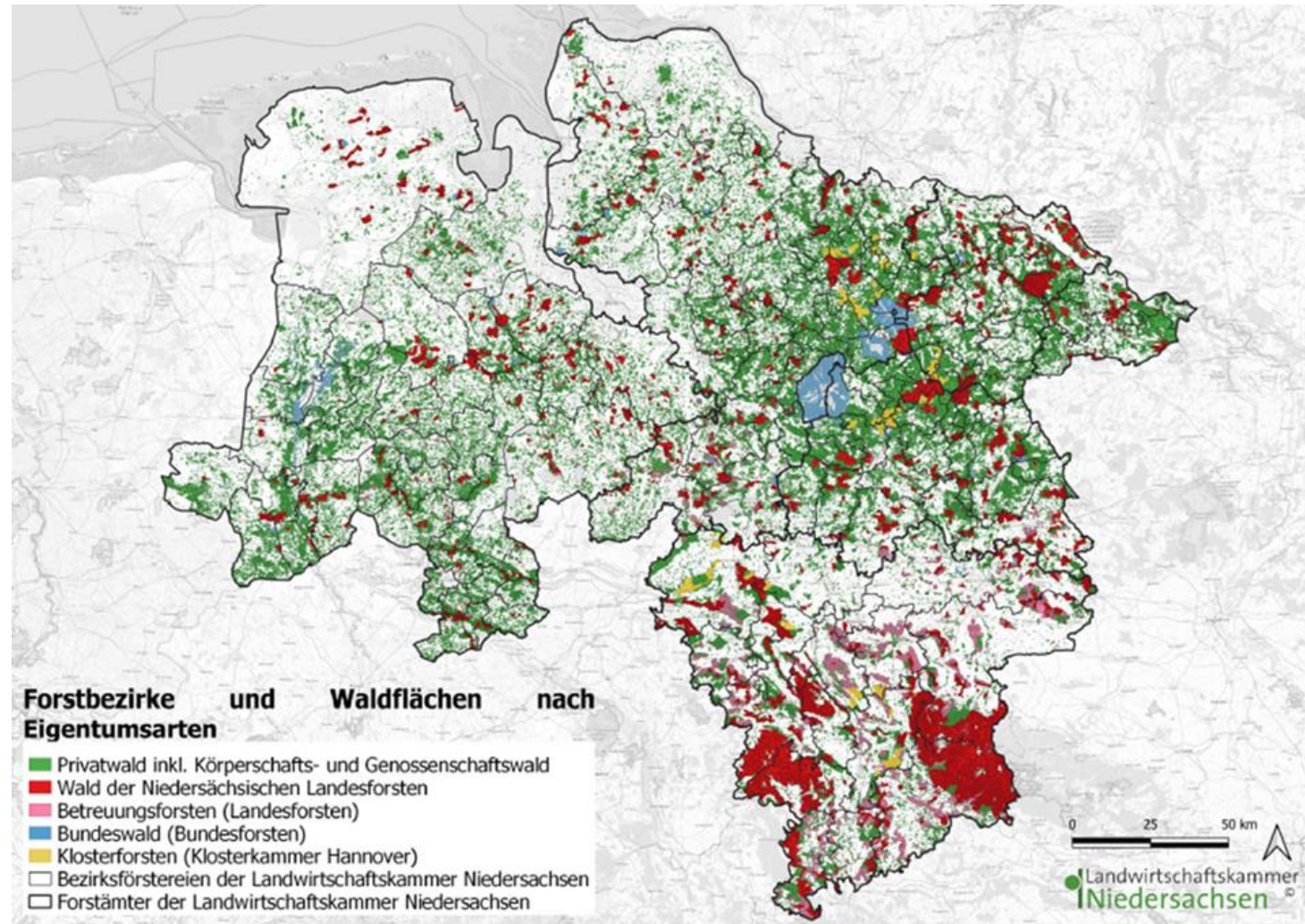
## **SFI – SMART FOREST INVENTORY**

Ein Projekt als Machbarkeitsstudie zur flächigen Erfassung von Waldstrukturdaten im Klein- und Kleinstprivatwald und zur Inventur ganzer Forstbetriebe

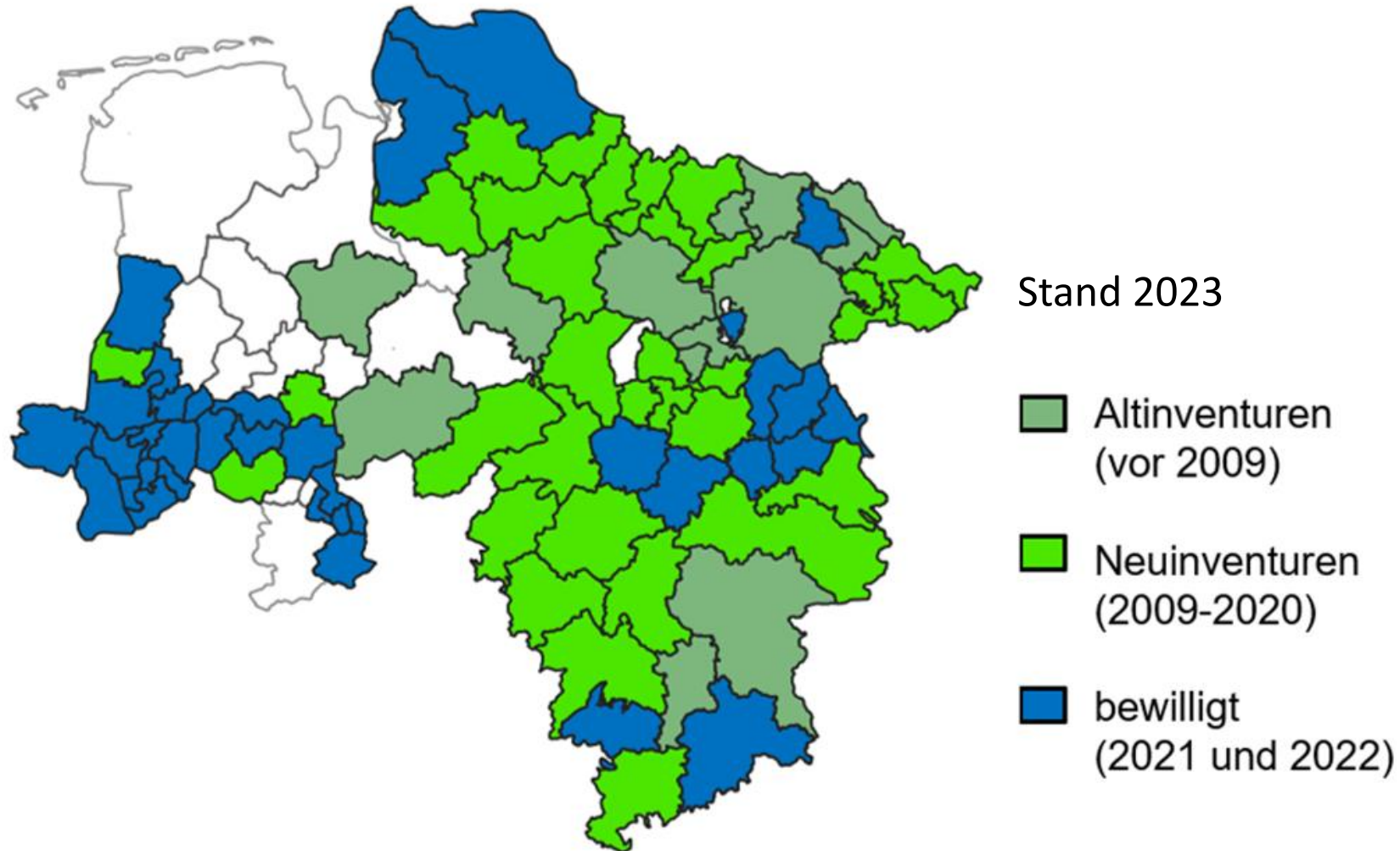
### Ziele:

Machbarkeitsstudie, für die Etablierung von digitalen Methoden bei der Waldstrukturdatenerfassung im Privatwald

## WEM GEHÖRT DER WALD IN NIEDERSACHSEN



## WALDSTRUKTURDATENERFASSUNG IN NIEDERSACHSEN

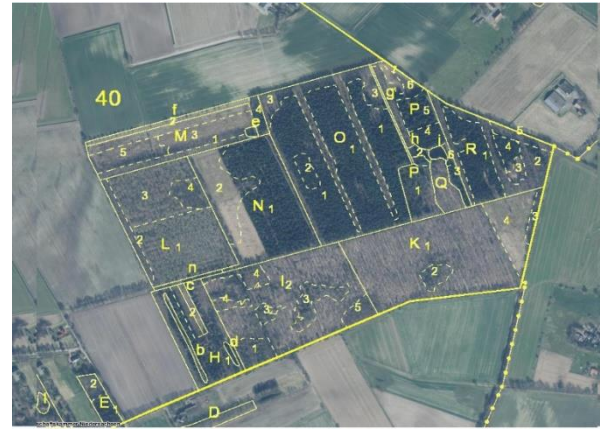




# Projektvorstellung



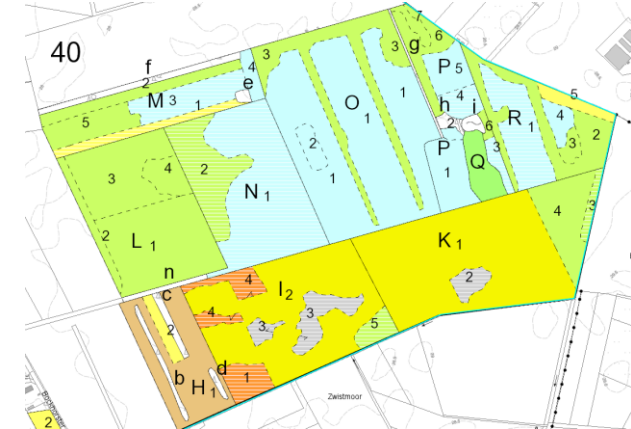
Luftbildinterpretation



Luftbild und  
Forstbetriebskarte



Grundkarte des  
Forstgebiets



Hybridkarte des  
Forstgebiets

## Herausforderungen:

Personalstruktur / Personalmangel

Genauigkeit der Inventur

Arbeitsfortschritt

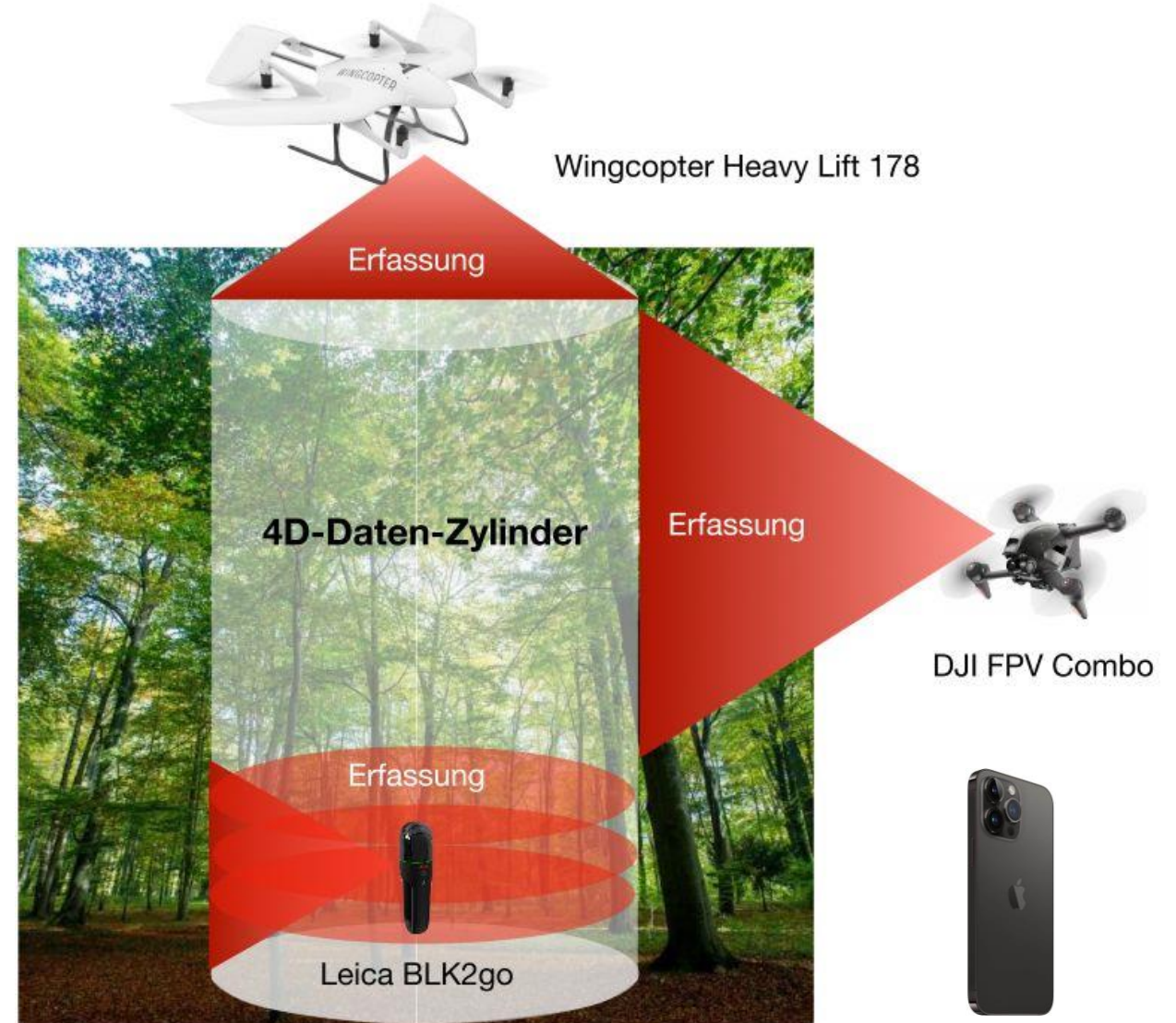
Stichtagsbezug / Aktualität

höhere Nachweispflicht

## Datenerfassung mit multipler Sensorik



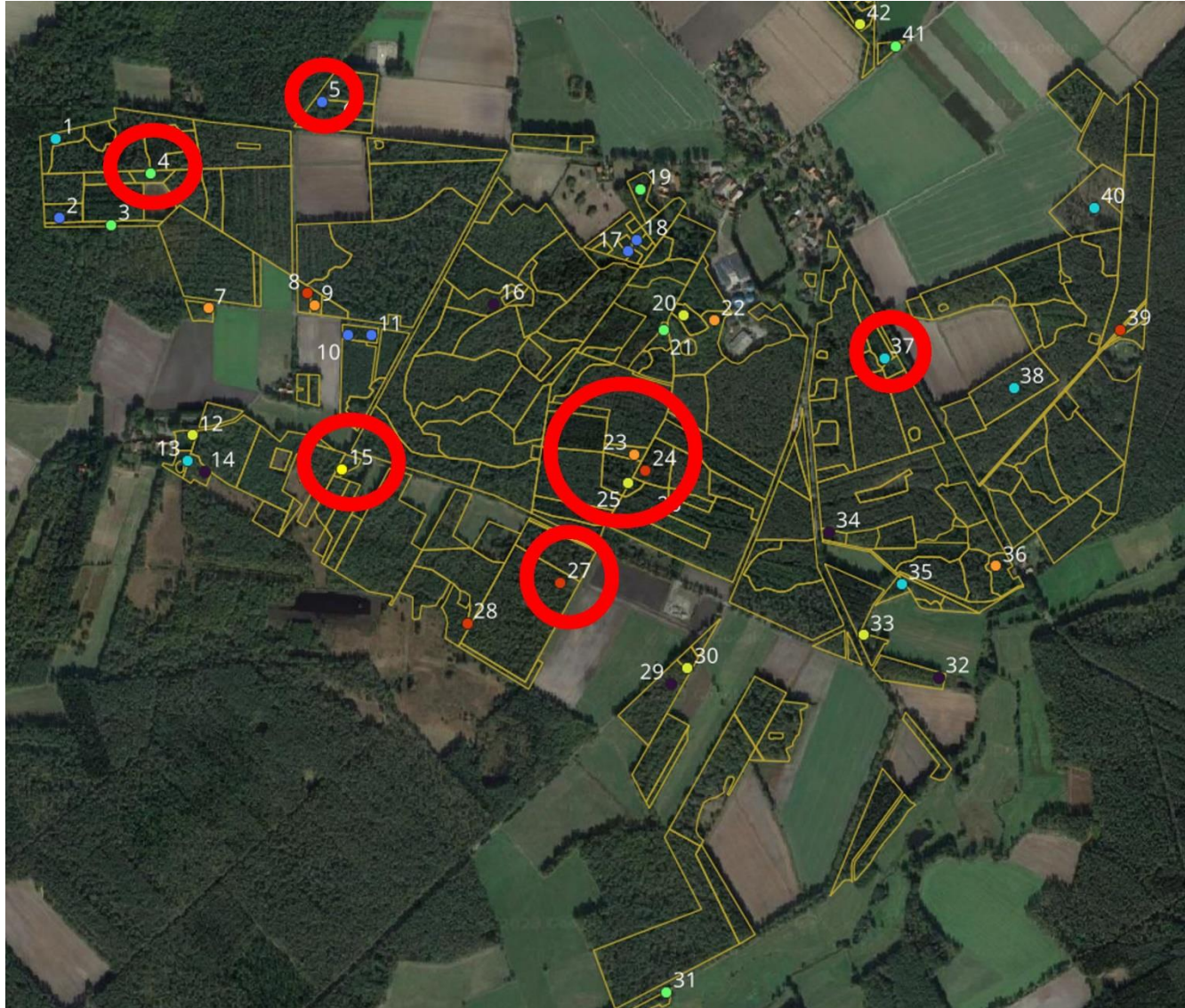
- Datenerfassung mittels mobilen Scannern, UAV und Kameras (Smartphones)
- Auswertung der Daten zur Modellierung des Waldbestandes
- Berechnung der Brusthöhendurchmesser und der Oberhöhen
- Bestimmung von forstwirtschaftlichen Kennwerten





# Erfassungsgebiet Groß Heins im Landkreis Verden

- ✓ ● Birke
- ✓ ● Buche
- ✓ ● Douglasie
- ✓ ● Eiche
- ✓ ● Fichte
- ✓ ● Japanische Lärche
- ✓ ● Kiefer

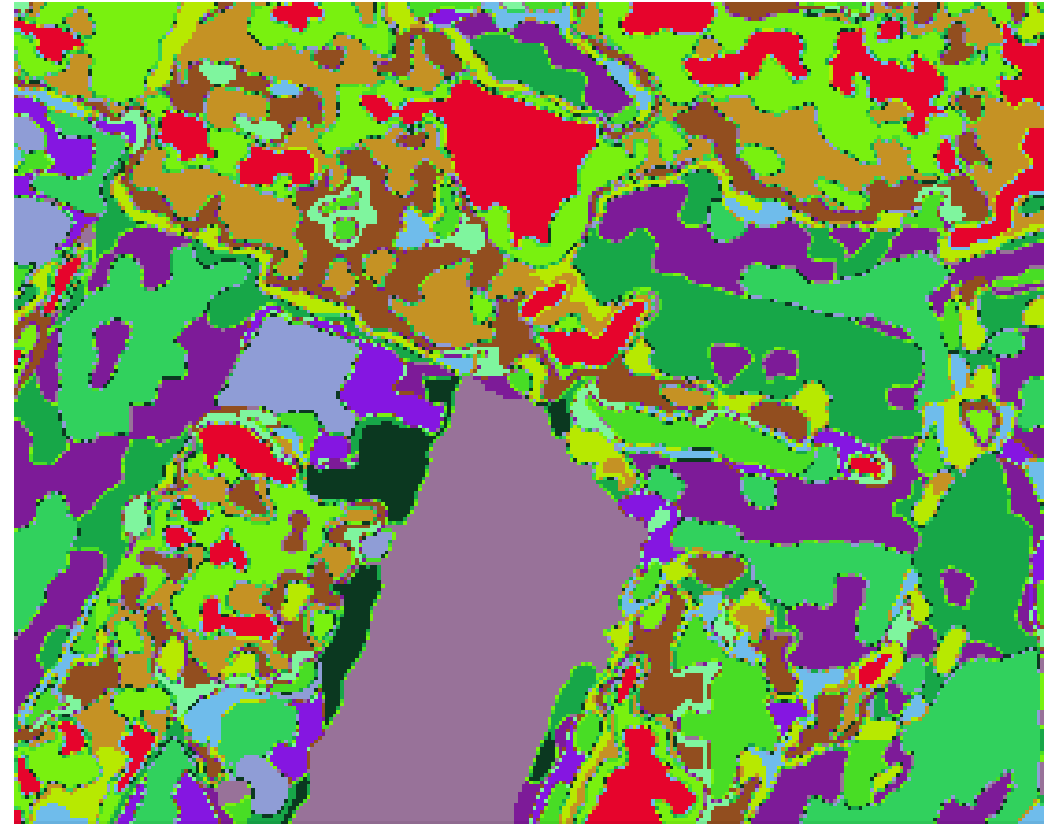
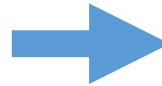


- 42 Testgebiete
- 7 Hauptbaumarten
- 6 Testgebiete pro Hauptbaumart

- Erfassung von 8 Testgebieten

# Superpixel-Algorithmus

Superpixel-Algorithmus (SLIC, Simple Linear Iterative Clustering), Segmentierung in kleine, homogene Einheiten zur Stichprobenbestimmung und zur Vollerfassung der Bestände. Der Algorithmus gibt eine differenzierte Klassifikation der ökologisch vielfältigen Biosphäre.





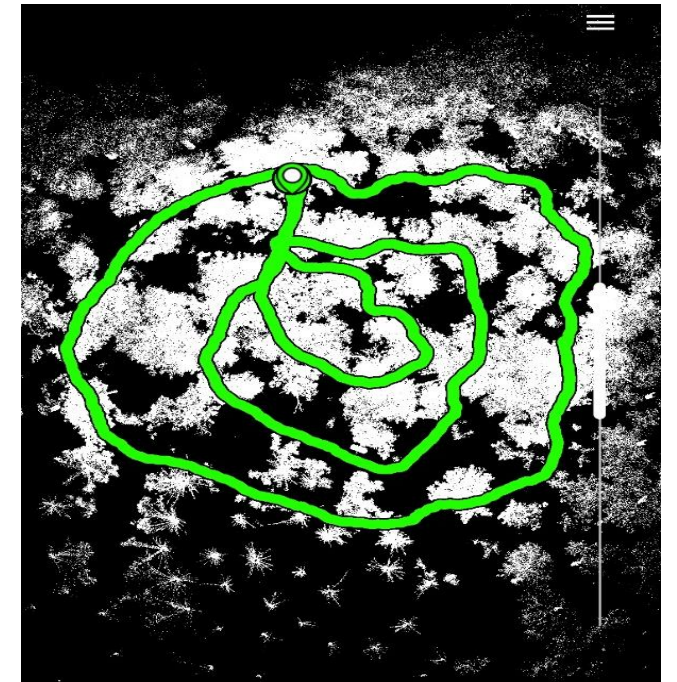
# Datenerfassung



Datenerfassung des Probezylinders mit 40 m Durchmesser mittels **ZEB HORIZON RT + ZEB VISION**  
Zeitdauer ca. 7 Minuten  
Genauigkeit 1,5 cm



Datenerfassung des Probezylinders mit 40 m Durchmesser mittels **Leica BLK2GO**  
Zeitdauer ca. 7 Minuten  
Genauigkeit 1,5 cm



Wegverlauf bei der Erfassung des Probezylinders  
Nutzung des SLAM Algorithmus im Sinne von Mobile Mapping zur gleichzeitigen Erfassung von 3D-Daten und Positionsbestimmung



# Datenerfassung

Ergebnis ist eine 3D-Punktwolke

Basis für weitere Auswertungen

Erfassung aller Bäume im Messgebiet

Einfärbung der Pixel aus Kamerainformationen

Messung bis zur Krone der Bäume

Ableitung der weiteren Merkmale aus den geometrischen Informationen in Verknüpfung mit den Bilddaten

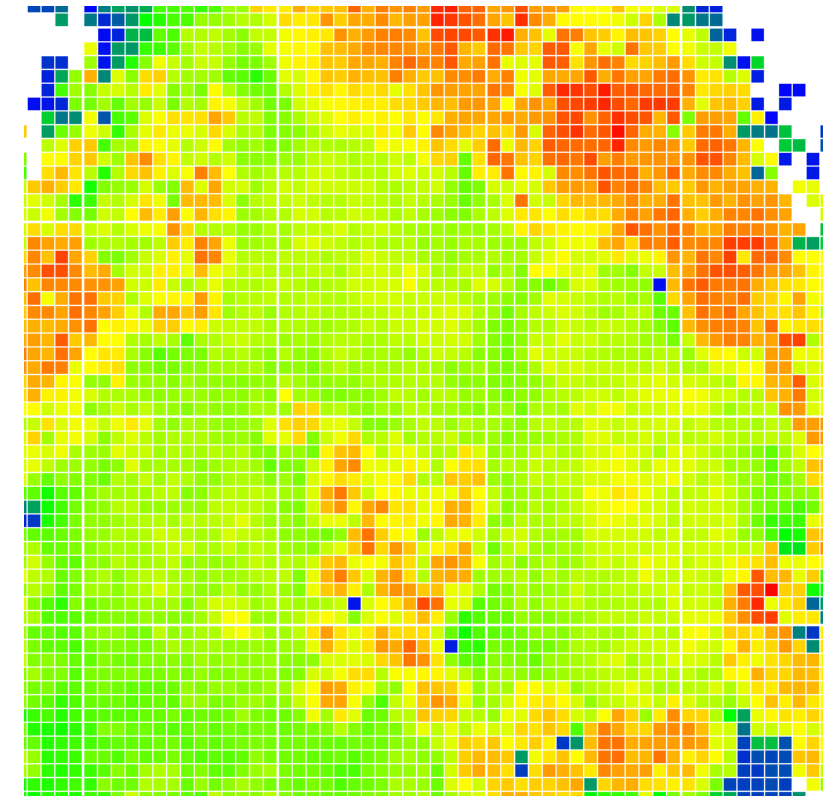
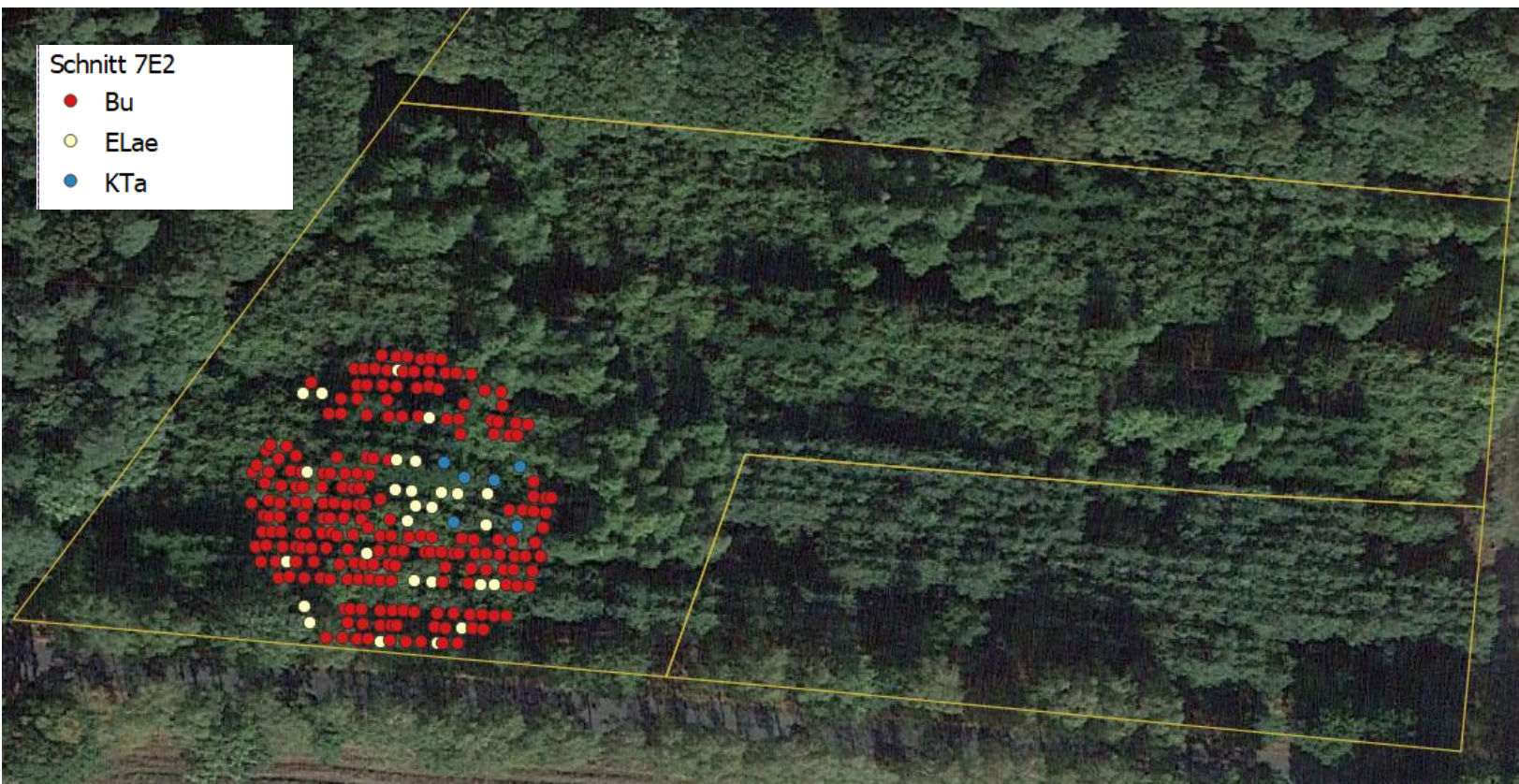
Einfache Georeferenzierung zur Kombination mit zusätzlichen Daten





# Teil- und Vollerfassung eines Flurstückes

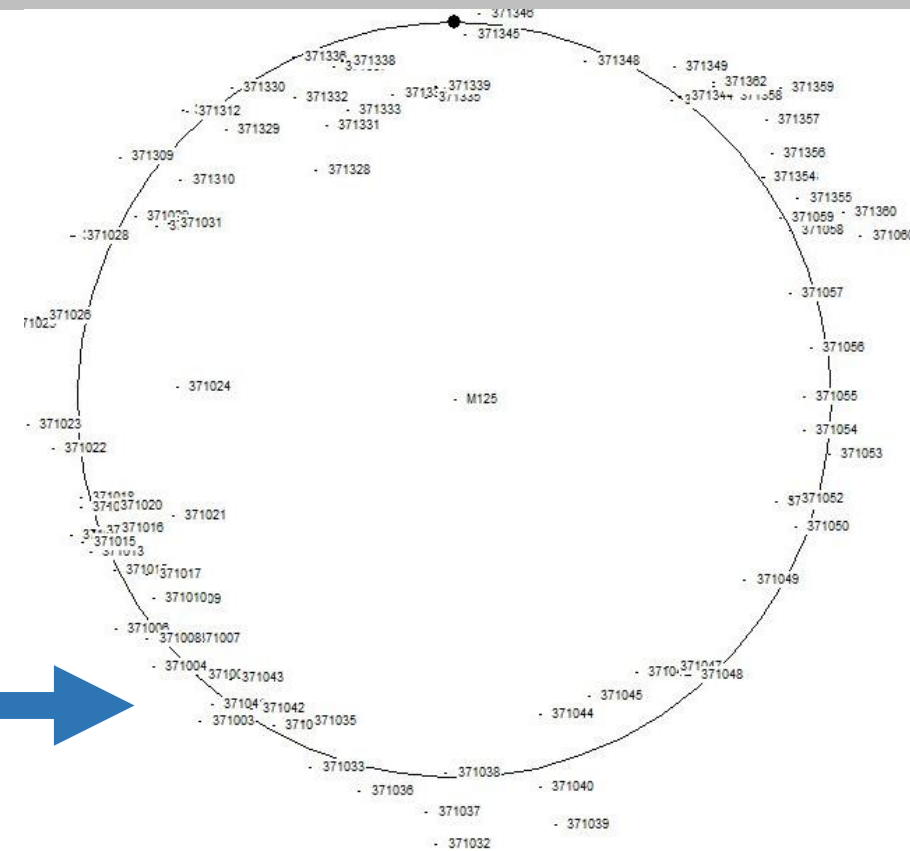
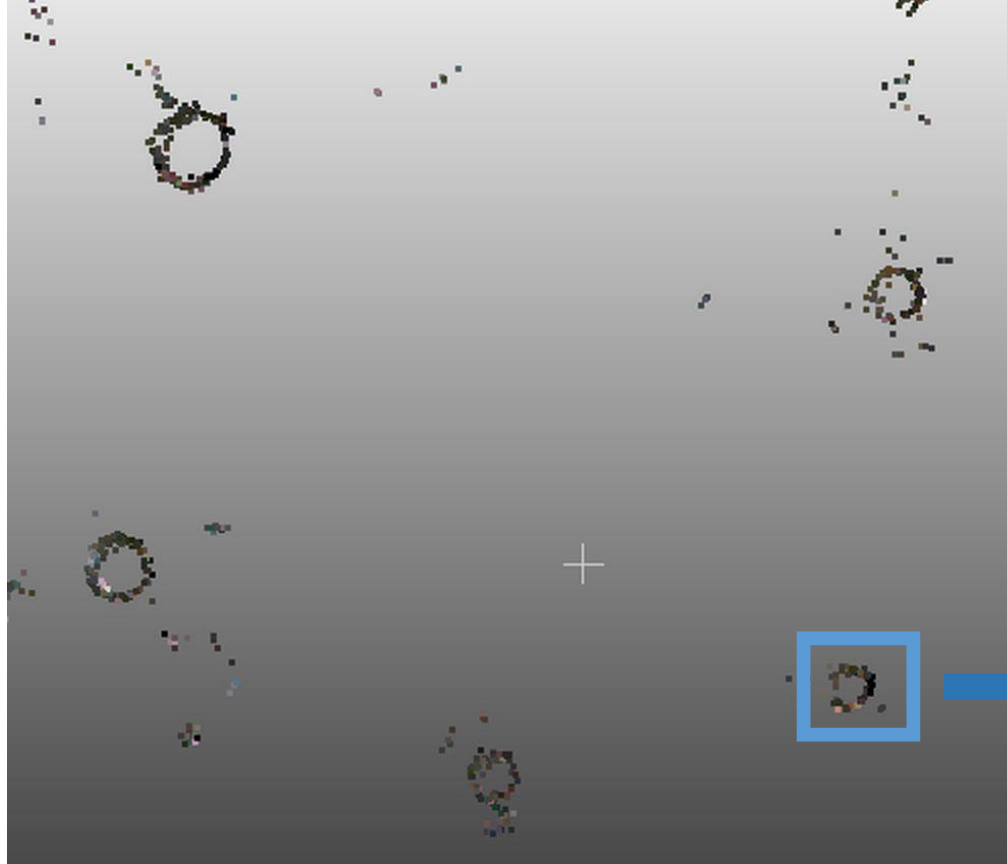
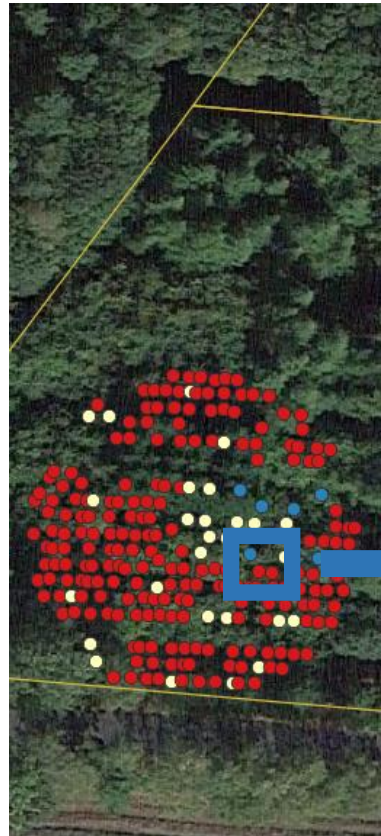
Erfassung des Probezylinders mit 40 Meter Durchmesser als repräsentative Stichprobe des Flurstückes, hier sind 125 m<sup>2</sup> Fläche voll erfasst mit einer Anzahl von 243 Bäumen. Berechnung der **Bestandesgrundfläche** aus den simulierten BHD-Daten der gesamten Fläche. Eine **Vollerfassung** ist möglich.



Bestimmung der Baumhöhen aus der 3D-Punktwolke  
Berechnung der **Ertragskennwerte** aus Bestandesgrundfläche und Höhe



# Horizontale Schnitte und BHD

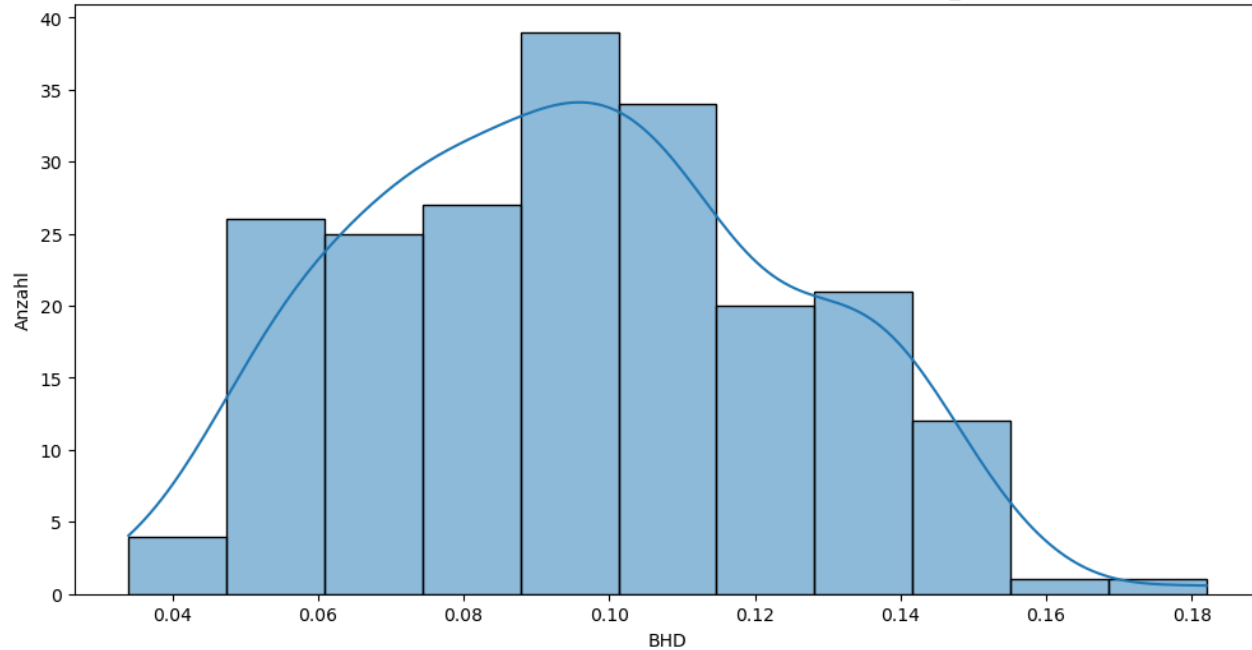


Anfertigung von Schnitten, hier in 1,30 Meter Höhe zur Berechnung des BHD sowie in weiteren Höhen (10cm Schritte) zur Modellierung der Bäume

Berechnung von ausgleichenden Kreisen mittels der Methode der kleinsten Quadrate in BHD-Höhe und allen weiteren Schnitthöhen

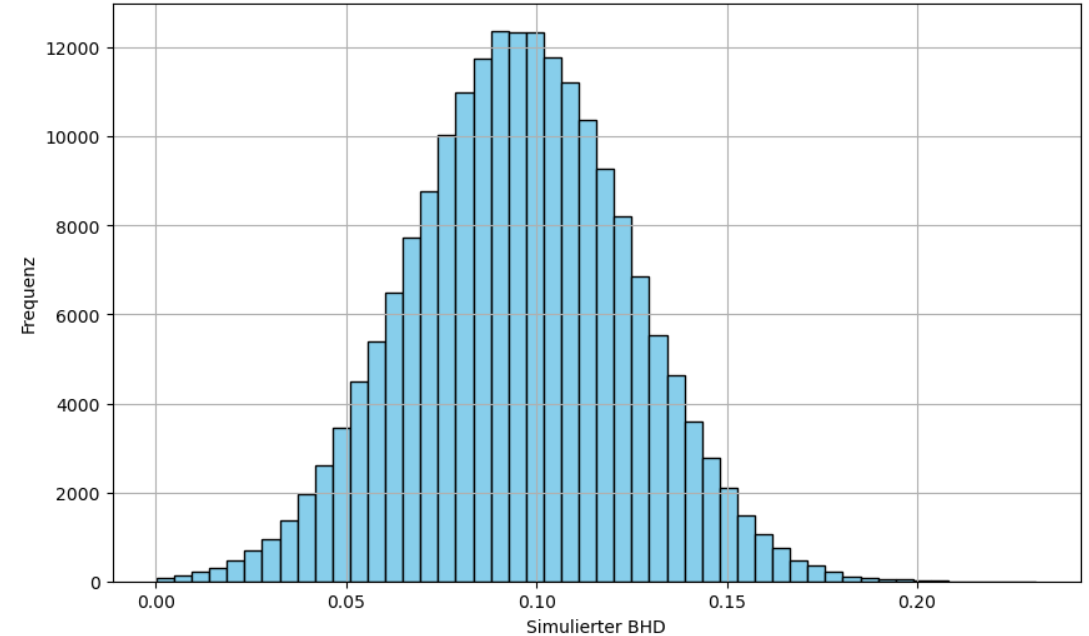
# Berechnung der BHD für das gesamte Flurstück

Verteilung der BHD-Werte für Buche auf der Fläche 32288\_7E2



Verteilung des Brusthöhendurchmessers (BHD) von Buchen im ausgewiesenen Untersuchungsgebiet aus dem erfassten Stichprobenumfang (mehr als 200 Bäume im Probezylinder)

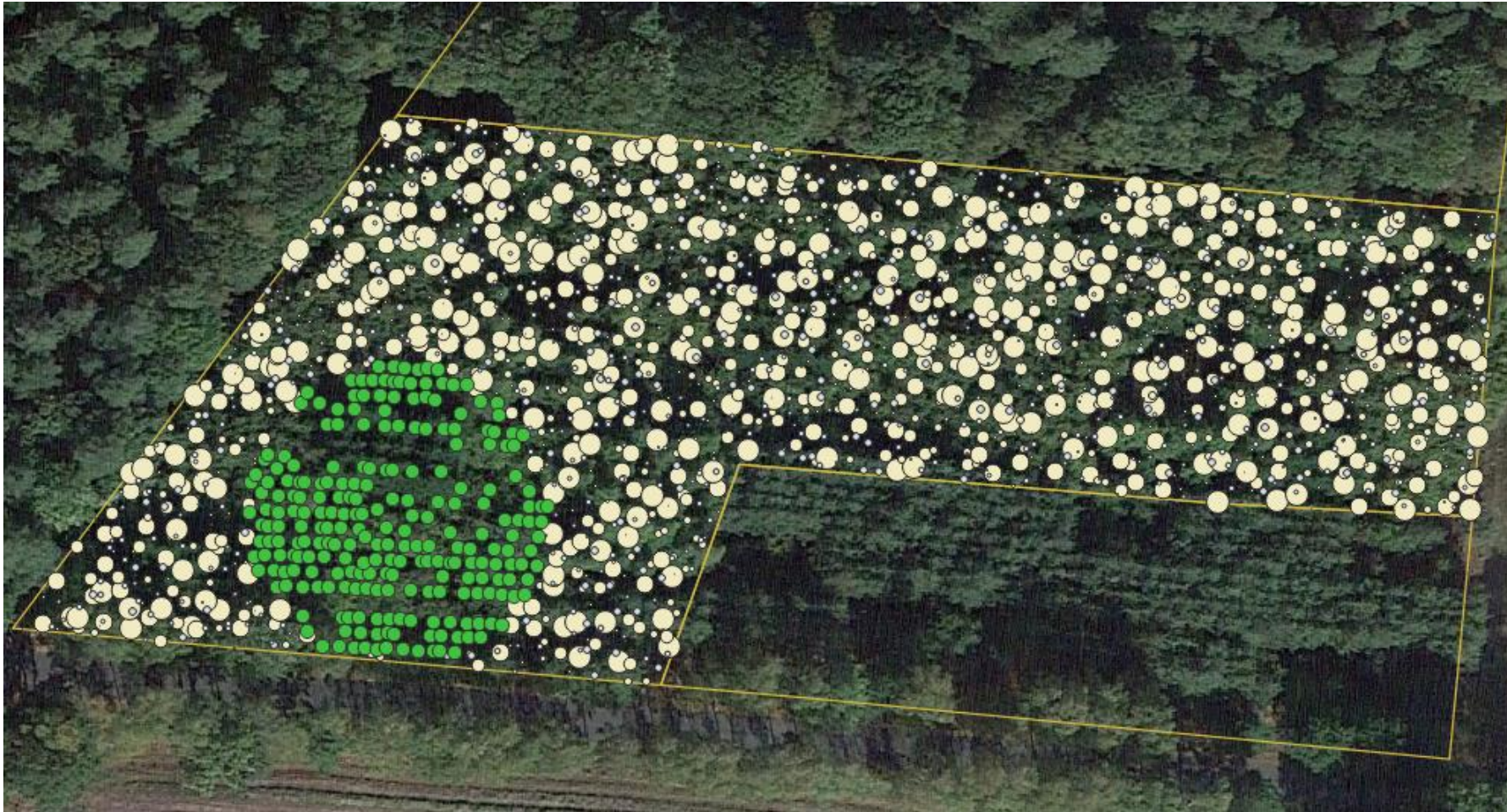
Verteilung der simulierten BHD-Werte über alle Iterationen



Monte-Carlo-Simulation der BHD-Verteilung. Realitätstreue Vorhersage der BHD Werte für die Fläche des restlichen Flurstückes.



# Simulation der min. und max. BHD-Werte



Bestand an Bäumen mit minimalem und maximalem simulierten BHD-Werten dargestellt in gelb und der Stichprobe (243 Bäume) im Probezylinder



# Zwischen-Fazit

## Herausforderungen:

- Personalstruktur / Personalmangel
- Genauigkeit der Inventur
- Arbeitsfortschritt
- Stichtagsbezug / Aktualität
- höhere Nachweispflicht



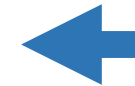
## Datenerfassung:

- schnelle Erfassung (Probezylinder ca. 7 min)
- repräsentative Stichprobe für das Waldgebiet
- Lagegenauigkeit 1,5 cm
- Punktwolke mit Farbinformationen
- Erfassung der Baumhöhen



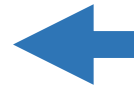
## Berechnungen:

- vom BHD zur Bestandesgrundfläche
- Modellierung des Baumes
- Bestimmung der Oberhöhe
- Berechnung des Gesamtbestandes im Flurstück



## Lösungen:

- effizienter Personaleinsatz durch moderne Messmethoden
- hohe Genauigkeit der erfassten Daten
- schneller Arbeitsfortschritt sichert hohe Aktualität



## Ausblick:

- Volumenberechnung der Bestände
- Aufbau einer Projektplattform zur Volumenberechnung
- Verifizierung der Ergebnisse durch Nutzung eines zweiten Testgebietes

# Waldstrukturdatenerfassung mit digitalen Methoden



HOCHSCHULE  
NEUBRANDENBURG  
University of Applied Sciences

Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen



## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Kontakt: [hillmann@hs-nb.de](mailto:hillmann@hs-nb.de)