

Ergebnisse des INKA Projektes

Die Kombination von Drohne und Handlaserscanner als Alternative zur Forsteinrichtung



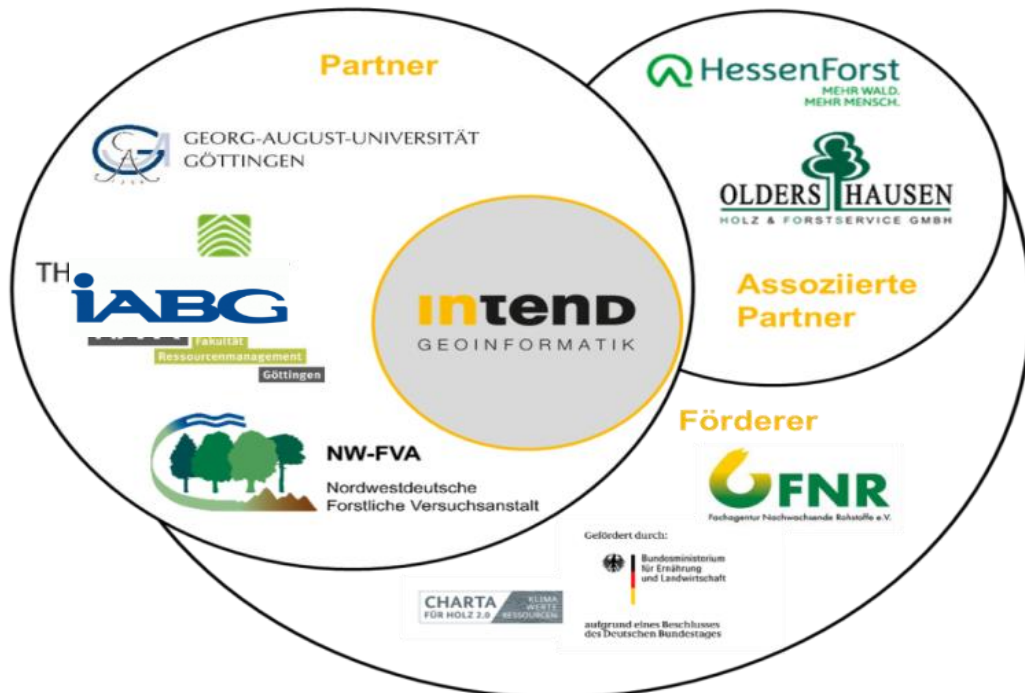
THÜRINGENFORST

Wir machen den Wald. Für Sie!



INKA: Integriertes forstliches Informationssystem für den kleinparzellierten Nicht-Staatswald

Teilvorhaben 2 - Primärdatenerfassung und Validierung



Projektlaufzeit: August 2018 bis März 2022
Förderkennzeichen: 22004117



Ziele und Aufgaben im Teilvorhaben 2

- Einzelbaum- bzw. Bestandesmerkmale auf Basis von Fernerkundungsmethoden erheben und dies möglichst
 - effizient,
 - genau und
 - mit geringen Kosten
- Bestimmung von BHD, Stammzahl, Baumhöhe, Kronenradien, -breiten
- Ableitung von Grundfläche, Derbholzvorrat u.a. Merkmalen für den privaten Waldbesitzer



Aufnahmegeräte (1)

- Handlaserscanner
 - Geoslam „Zeb Revo RT“

<Bild wegen Copyright entfernt >

Technische Daten:

Reichweite Laser: bis zu 30m
Geschwindigkeit: 43.200 Punkte/Sek
Rel. Messgenauigkeit: 1-3 cm

Abs. Positionsgenauigkeit: 3-30 cm
(nach 10 Minuten Scan)



Aufnahmegeräte (2)

- Drohnen
 - DJI Phantom 4 Pro
(leider im Einsatz verschollen)

Technische Daten:
optische Auflösung:
~5cm bei 100m Flughöhe

Flugdauer:
maximal 25 Minuten





Aufnahmegeräte (3)

- Oktokopter
 - Scarabot X8 Endurance

Technische Daten:
optische Auflösung:
~5cm bei 100m Flughöhe

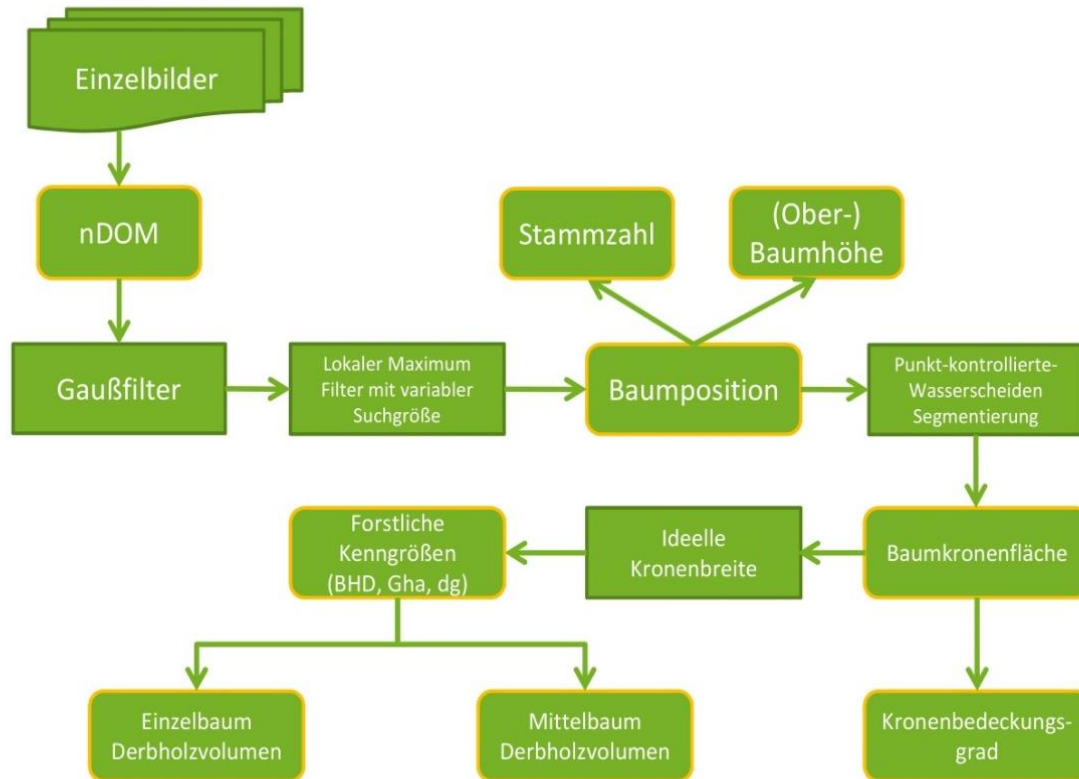
Flugdauer:
real etwa 45 +/- 5 Minuten

Zusätzlich:
Dronique Sender, wird für andere Luftraumbenutzer und
in der Luftraumüberwachung als UAV angezeigt





Workflow UAV Prozessierung

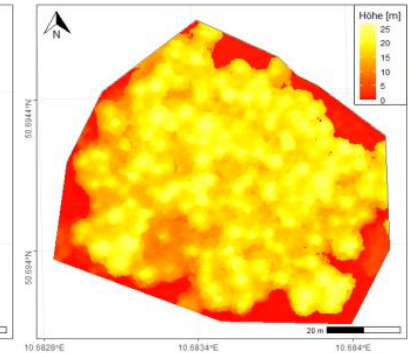


Ortholuftbild



6 cm räumliche Auflösung

Digitales Höhenmodell

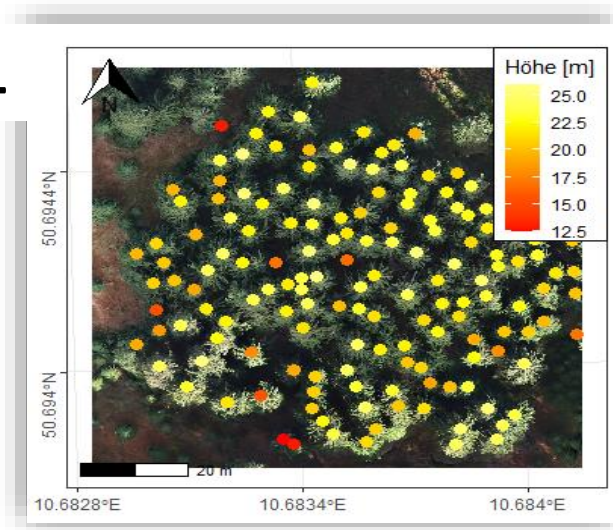


10 cm räumliche Auflösung



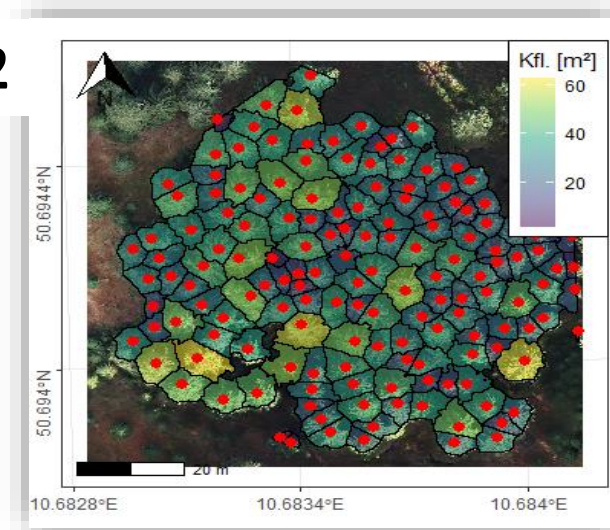
Methodik: Parameterableitung aus Luftbildern (Drohne)

1



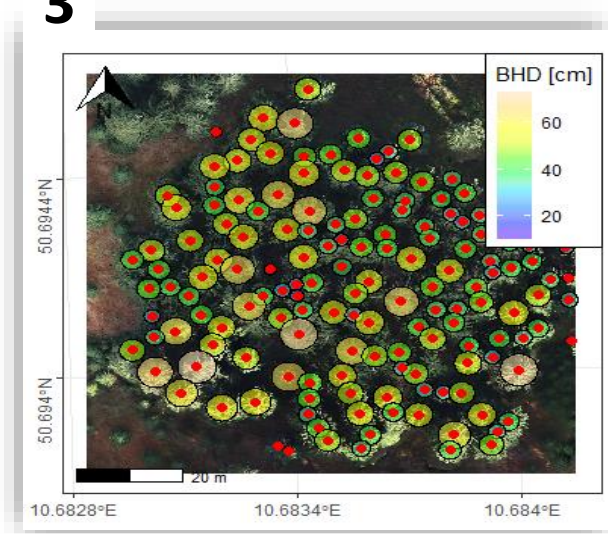
1: Baumposition und Baumhöhe werden mit lokalem Maximum Filter aus nDOM generiert

2

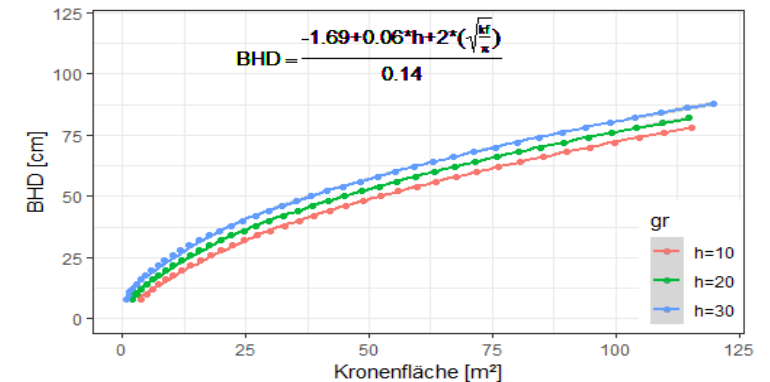


2: Ermittlung Kronenfläche aus Wasserscheidensegmentierung

3

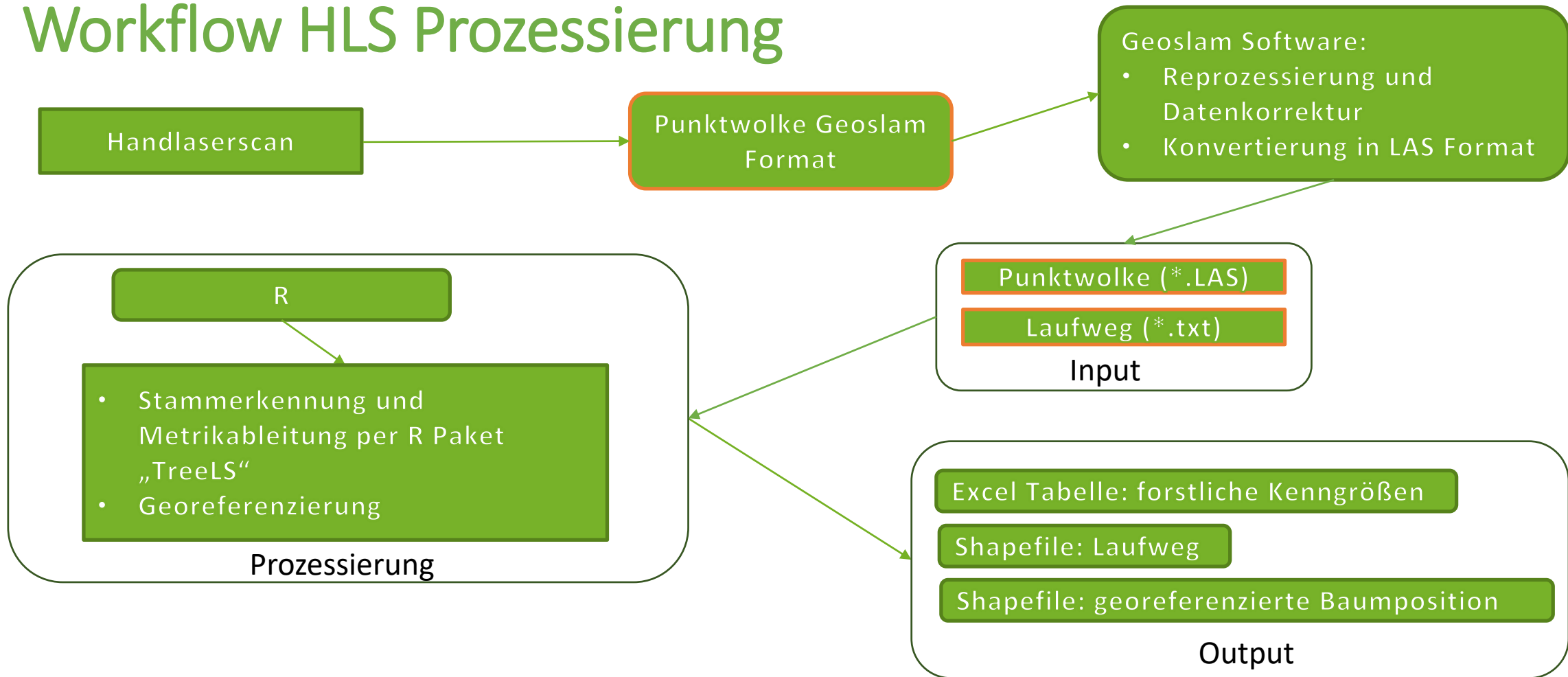


3: Ermittlung BHD aus Kronenflächenkorrelation





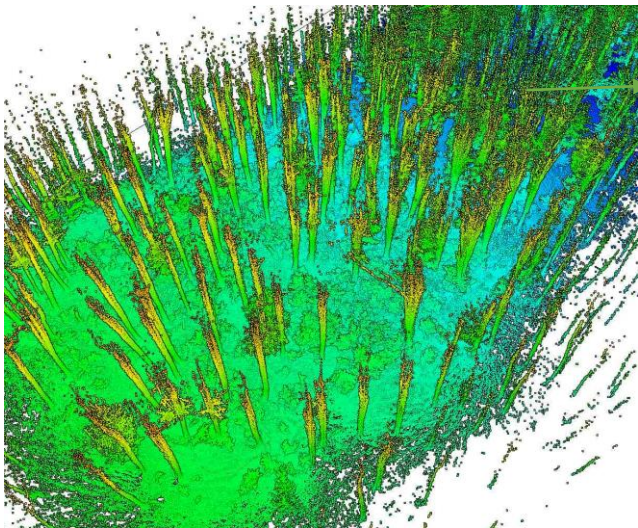
Workflow HLS Prozessierung





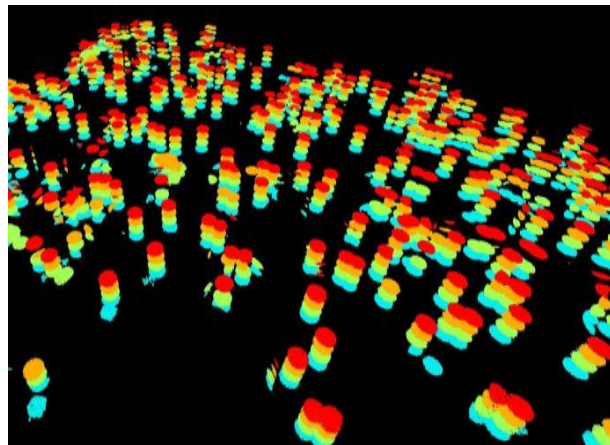
Methodik: Parameterableitung aus Punktwolken (HLS)

1



LAS Punktwolke, generiert aus Geoslam Datensatz

2

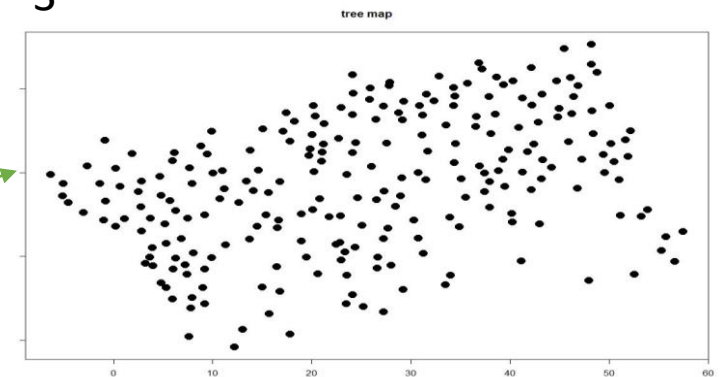


Hough Transformation
(Merkmalsextraktionstechnik zur Erkennung von Kreisen, bzw. hier Stämmen)

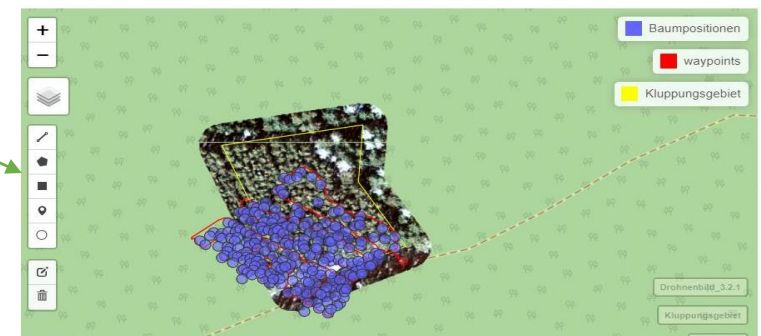
BHD Berechnung

Georeferenzierung

3



Resultierende Karte der Baumpositionen



Darstellung in GIS:
Für exakte Georeferenzierung manuelle Korrektur/Verschiebung nötig

Untersuchungsgebiete Nadelhölzer



THÜRINGENFORST

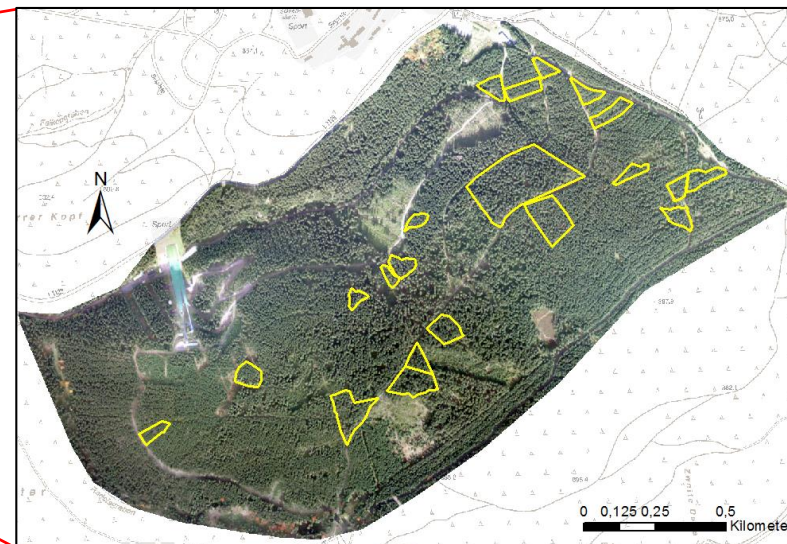
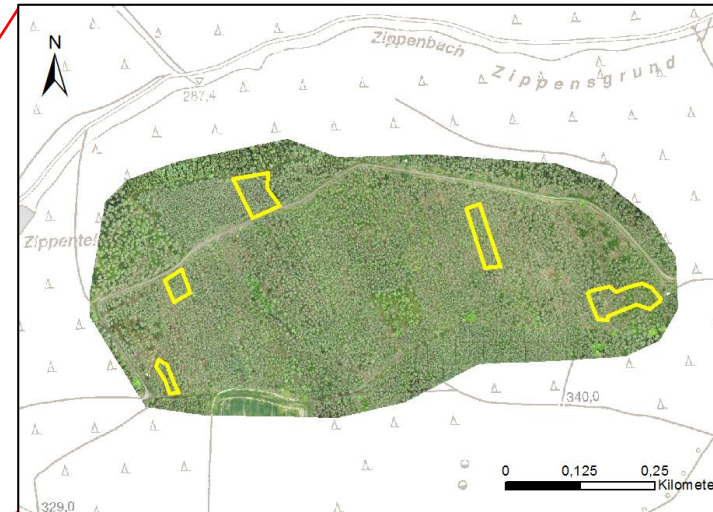
Wir machen den Wald. Für Sie!

Kiefernreinbestände,
Altersspanne 35 - 55
Jahre

5 Testgebiete (1,3 ha)
Trockenborn
BHD durch Vollkluppung
10 Baumhöhen pro Bestand
mit Suunto

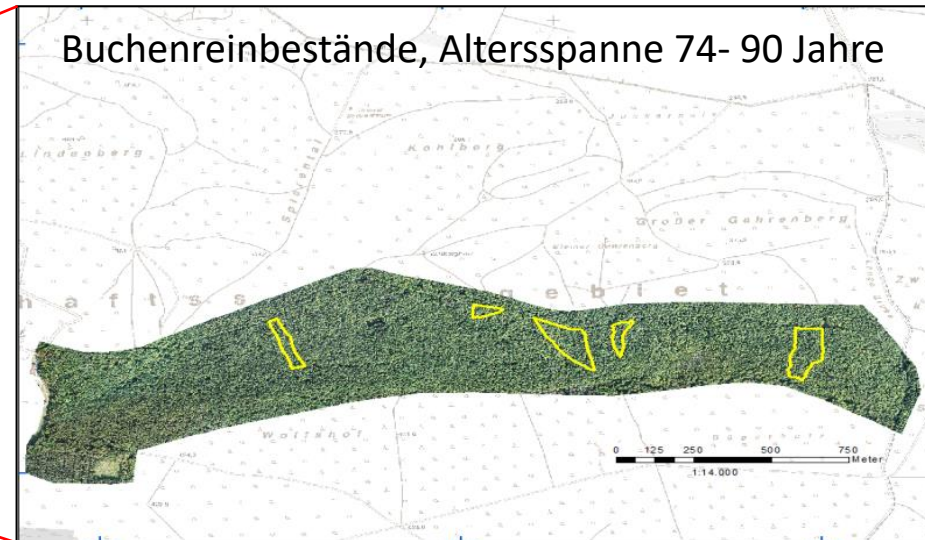
Fichtenreinbestände,
Altersspanne 57- 119
Jahre

15 Testgebiete (7,6 ha)
Oberhof
BHD durch Vollkluppung
10 Baumhöhen pro Bestand
mit Suunto





Untersuchungsgebiete Laubhölzer

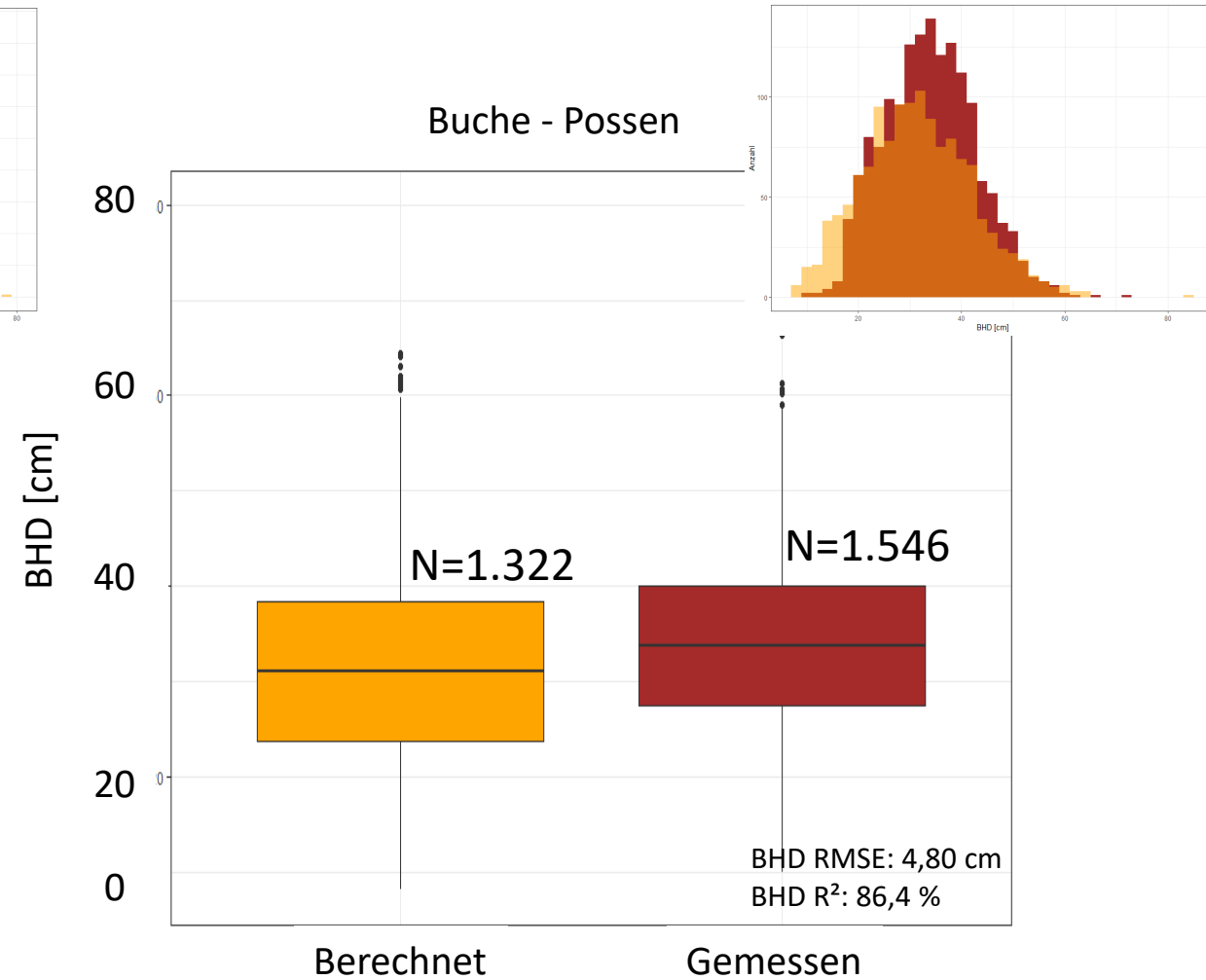
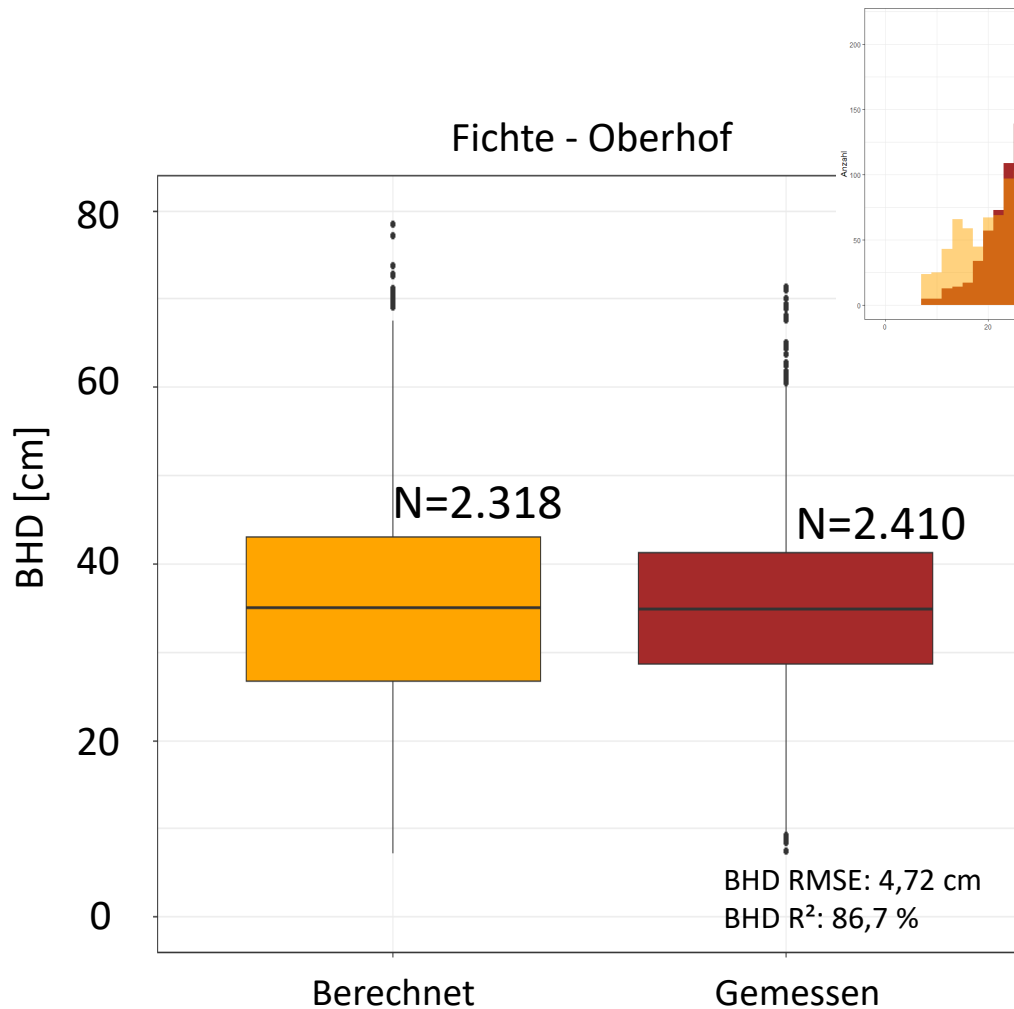


5 Testgebiete (5,1 ha) bei
Possen/Sondershausen

BHD durch Vollklappung und
10 Baumhöhen pro Bestand mit Suunto und
Vertex



Ergebnisse UAV Luftbild: BHD und Stammzahl





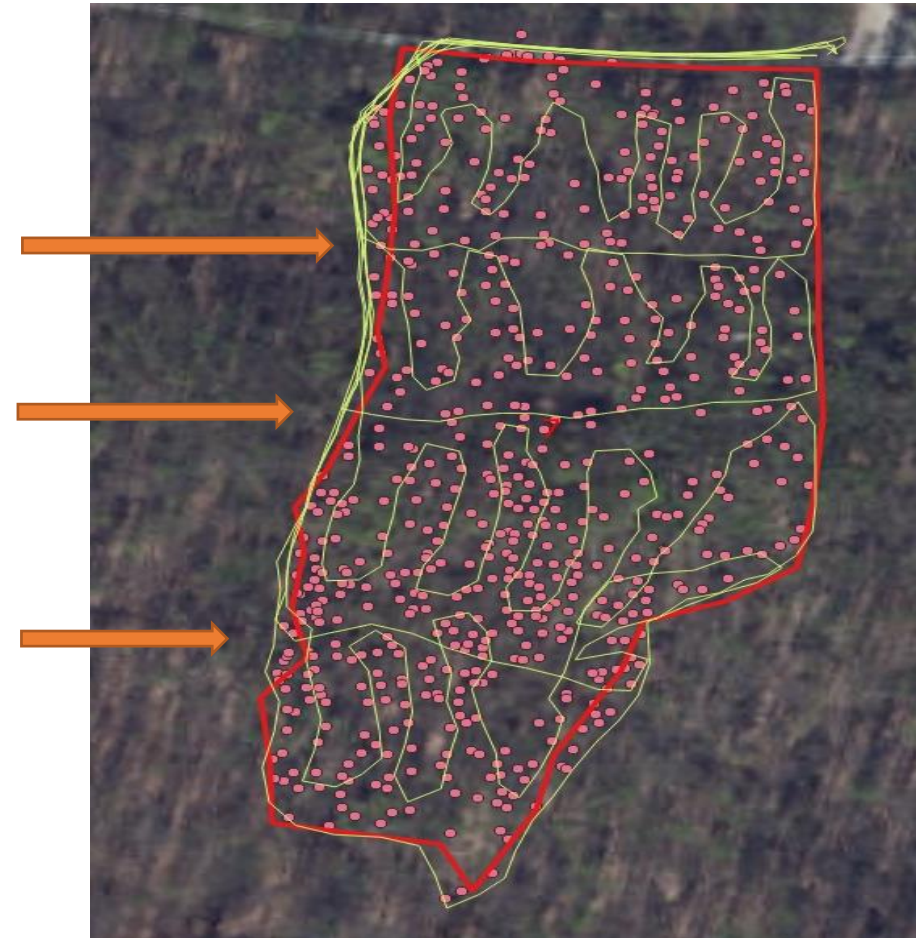
HLS Ergebnisse (Beispiel Possen)

Test an sehr große Gebieten:

Beispiel ID7

- 1,7 ha Fläche
- 4 Teilscans á 25 Minuten
- LAS Datei 2,6GB
- Aufwendige Verarbeitung, Fehlerquelle durch insgesamt 4 Punktwolken die teilweise überlappen

Grenzen Einzelscans





Ergebnisse HLS: BHD und Stammzahl (Possen, Buche)

ID	Fläche (ha)	Stammzahl (Handlaserscanner)	Stammzahl (Vollkluppung)	Differenz	BHD Handlaserscanner (cm)	BHD Vollkluppung (cm)	Differenz
1	0,78	386	420	-8,1%	28,4	29,4	3,4 %
2	0,33	123	123	+ - 0%	33,8	34,6	2,5 %
3	1,72	565	615	-8,1%	28,5	32,3	13,3 %
5	0,47	155	165	-3,6%	29,0	29,9	3,3 %
7	1,78	691	805	-14,2%	27,6	29,3	6,1 %
		1920	2128	∅ -6,8%			



Ergebnisse HLS: BHD und Stammzahl (Oberhof, Fichte)

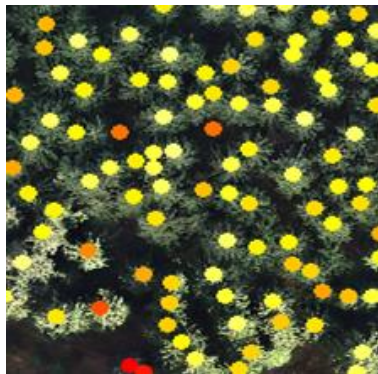
ID	Fläche (ha)	Stammzahl (Handlaserscanner)	Stammzahl (Vollkluppung)	Differenz	BHD Handlaserscanner (cm)	BHD Vollkluppung (cm)	Differenz (%)
Vollscans (Auswahl):							
6	0,61	247	267	-7,5 %	25,3	26,1	-3,1 %
7	0,31	144	159	-9,5 %	32,4	29,1	10,2 %
18	0,60	204	204	<u>0 %</u>	36,2	35,8	1,2 %
19	0,26	110	116	-5,2 %	35,7	35,5	0,5 %
Ansatz Stichprobenverfahren (Auswahl):							
5	0,61	165	261	-36,8 %	30,1	28,1	6,7 %
15	0,61	108	182	-41,7 %	33,9	31,9	5,9 %
17	1,4	169	314	-46,2 %	42,3	41,7	1,5 %
21	0,4	23	43	-46,2 %	45,9	41,8	9 %



Neues HLS

Stichprobenverfahren am Beispiel Kiefer in Trockenborn

1
Grundgesamtheit aller Bäume
im Bestand ermitteln (z.B.
durch Ableitung aus
Drohnenluftbild oder Zählung)



$$n \geq \frac{N * z^2 * s^2}{z^2 * s^2 + (N - 1) * e^2}$$

N = Grundgesamtheit
Z= Sicherheit (im Beispiel 95%)
S = Standardabweichung

2
Mindeststichprobengröße
anhand gewünschter
Genauigkeit ermitteln

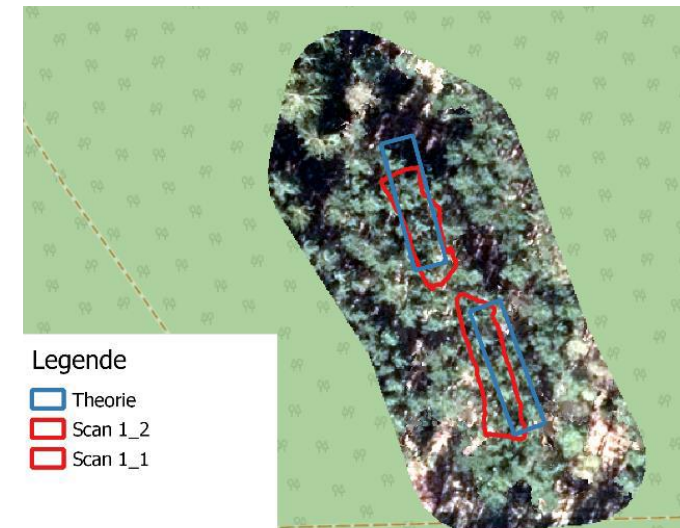


Abb: Auszug aus BA Engelke (2021)

3 Fläche berechnen auf der mind.
Die ermittelte Anzahl an Bäumen
steht



HLS: BHD und Stammzahl (Trockenborn, Kiefer)

ID	Fläche (ha)	Stammzahl (Handlaserscanner)	Stammzahl (Vollkluppung)	Differenz	BHD Handlaserscanner (cm)	BHD Vollkluppung (cm)	Differenz
Vollscans							
1	0,15	118	128	-7,9%	18,76	16,28	+15,2%
2	0,16	204	196	+4,1%	18,22	17,04	+6,9%
3	0,4	392	432	-9,3%	18,37	16,84	+8,4%
4	0,32	170	172	-1,1%	22,77	22,91	-0,1%
116	0,45	164	200	-18%	21,98	24,35	-9,7%
		1048	1128	Ø -7,1%			
Stichprobenverfahren (Auswahl, aus B.A. Uni Jena)							
4	~0,06	52	172		22,37	22,91	-2,3%
2	~0,15	35	200		17,29	17,04	+1,4%



Neues HLS

Stichprobenverfahren am Beispiel Kiefer in Trockenborn

ID	Fläche (ha)	Stammzahl (Handlaserscanner)	BHD Handlaserscanner (cm)	BHD Handlaserscanner Mittelwert (cm)	BHD Vollkluppung (cm)	Differenz (cm)
1	0,011	23	14,87	19,70	16,28	3,42
	0,009	19	25,55			
2	0,008	21	18,30	17,29	17,04	0,25
	0,008	14	15,76			
3	0,012	17	18,57	18,59	16,84	1,75
	0,011	16	18,62			
4	0,02	26	22,45	22,37	22,91	0,54
	0,03	26	22,30			

Ergebnisse (Auswahl) Bachelorarbeit Marcus Engelke (2021)



Möglichkeiten der kombinierten Nutzung von UAV Daten und Handlaser-scans am Beispiel Buche & Fichte

	Buche (Possen) 5,1 ha		Fichte (Oberhof) 7,6 ha	
	Gemessen	UAV / HLS	Gemessen	UAV / HLS
Oberhöhe [m]	29,3	27,1	24,6	23,6
Stammzahl []	2.129	1.920	2410	2318
BHD [cm]	29,5	31,3	35,7	35,3



Fazit INKA Teilvorhaben 2

- ✓ Ableitung verschiedener Forstparameter aus Luftbildern und Handlaserscans erfolgreich durchgeführt & validiert
 - ✓ Kombination aus beiden Techniken zeigt sehr vielversprechende Ansätze und sollte dringend weiterverfolgt werden!
 - ✓ Stichprobenverfahren zur BHD Ermittlung wurde erfolgreich getestet und mit einer Bachelorarbeit validiert. Das Verfahren bietet großen Mehrwert dank Zeitersparnis bei gleichzeitig weiterhin sehr hoher Genauigkeit – in Verbindung mit UAV Daten!
- Messungen aus Drohnen Luftbildern und HLS Scans sind eine günstige, sehr genaue & schnelle Alternative zur klassischen Forsteinrichtung**

Wir machen den Wald.
Für Sie!

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



THÜRINGENFORST

Wir machen den Wald. Für Sie!