

Automatische Vermessung von Einzelbäumen und Bestandesstrukturen anhand von Laserscanning- und Satellitenbildauswertungen

Vortrag anlässlich der Jahreshauptversammlung
des Waldbesitzervereins Nordschwarzwald am
27.02.2009 in Seewald-Besenfeld

Dr. Markus Weidenbach
Spannstattstrasse 40
77773 Schenkenzell

<http://laser.landConsult.de>

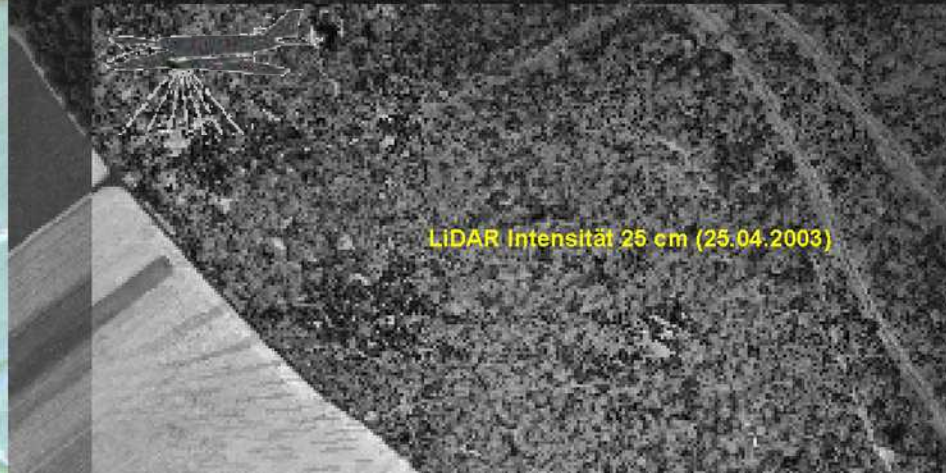
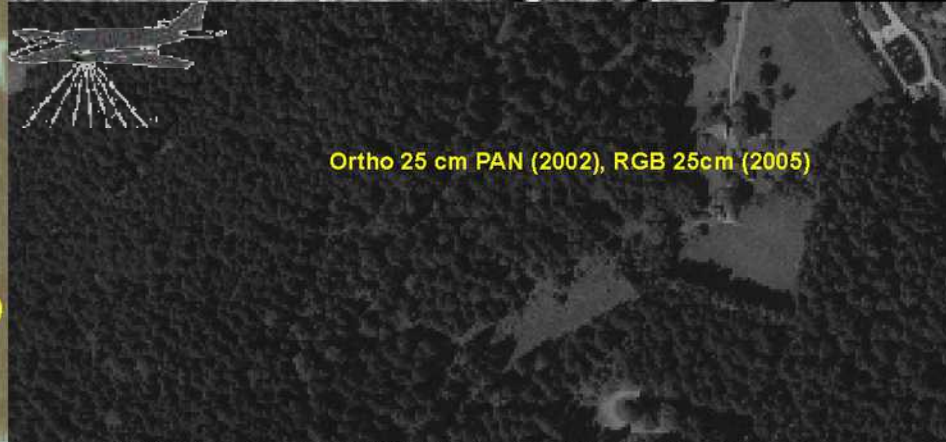
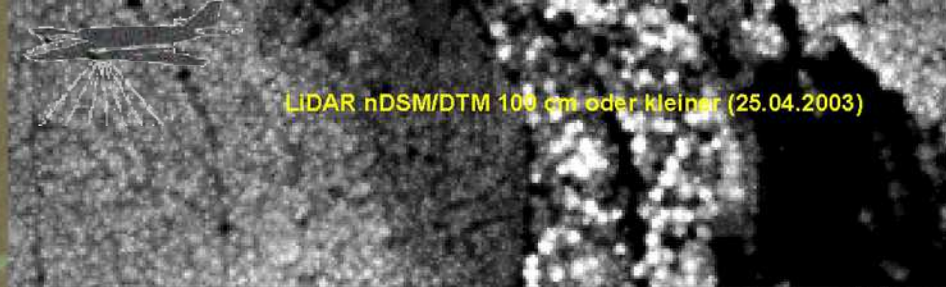


Überblick

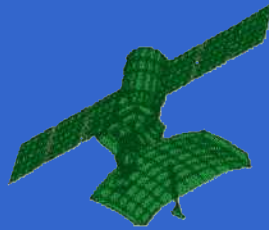
1.  Die neue Generation von hochauflösenden Satellitenbildern und ihre Verwendung am Beispiel Polen, Südafrika und Schwarzwald
2.  Flugzeug getragene Laserscanning Daten zur automatischen Vermessung von Waldbeständen, Einzelbäumen, Wegen und Rückegassen.
 - a. Am Beispiel Altersklassenwald (Sachsenforst) 
 - b. Am Beispiel Plenterwald (Schwarzwald)  
3. Terrestrisches Laserscanning
4. Zusammenfassung, Ausblick und Diskussion



Verwendung von Bildern des Quickbird Satelliten, sowie Luftbild- und Laserdaten des staatlichen Vermessungsamtes



Erkennung von Einzelbäumen auf Satellitenbildern

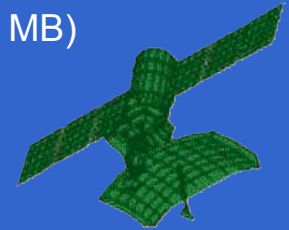


Bäume zählen aus dem Weltraum mit Quickbird Satellitenbildern

Computer automatisierte Methode (Objekt basierte Bildverarbeitung, OBIA)

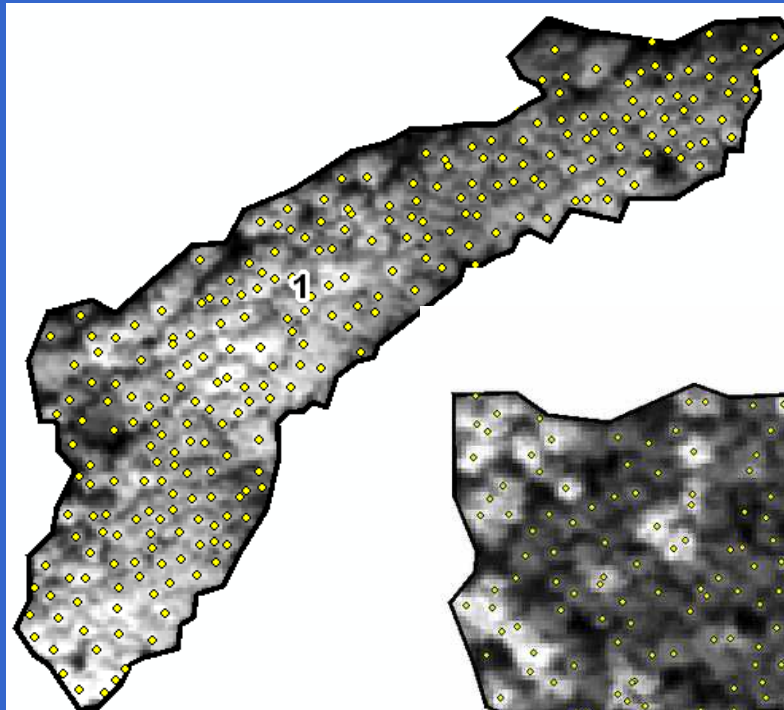
Am Beispiel eines Waldteiles bei Bukarest, der auf GoogleEarth abgebildet ist

<http://landconsult.de/google-data/baneasa-park.kmz> (file size 2 MB)

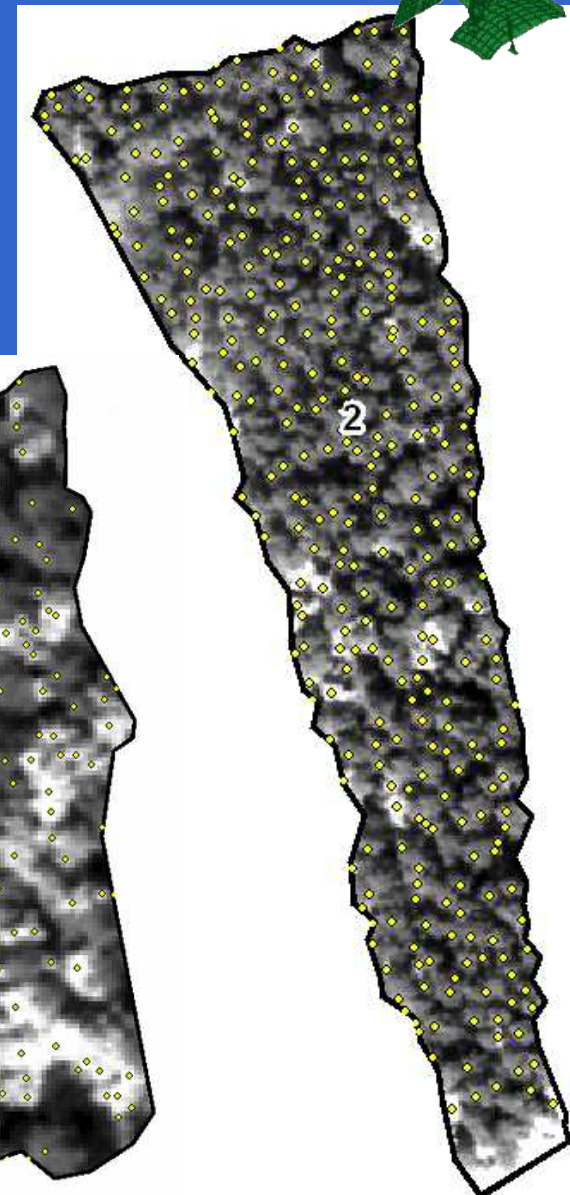
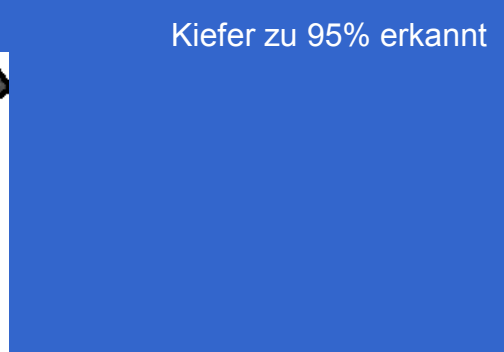




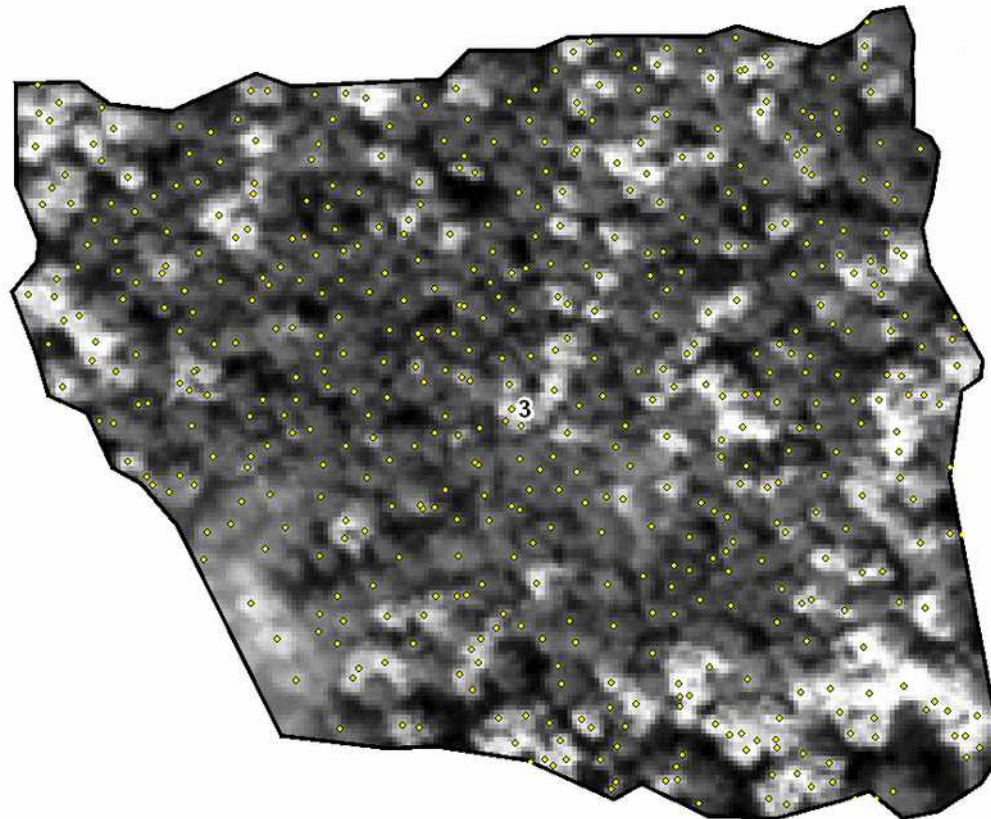
Erlen zu 97% erkannt



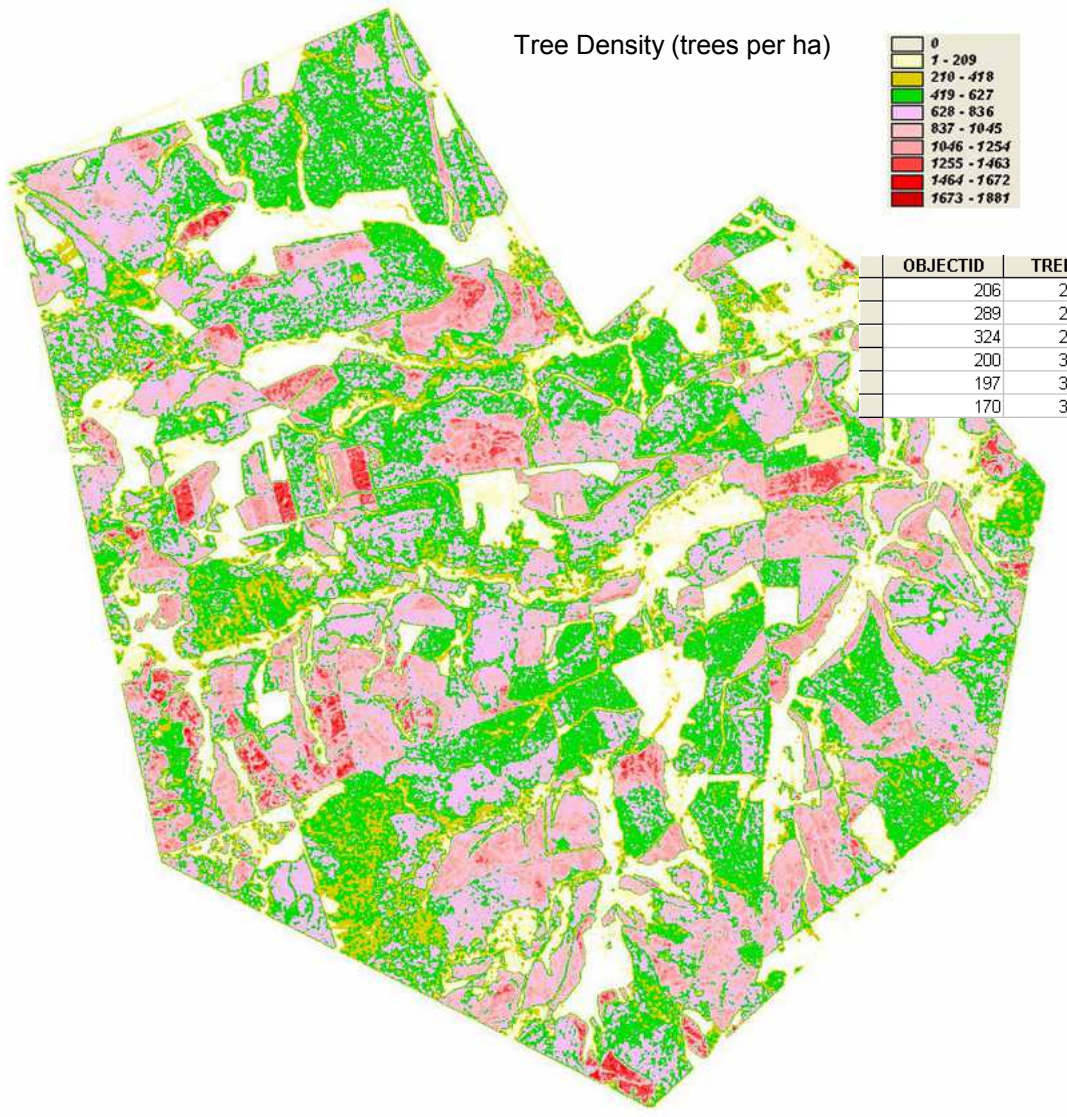
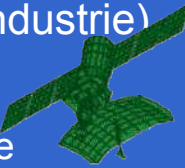
Kiefer zu 95% erkannt



Kiefer und Eiche
zu 92% erkannt

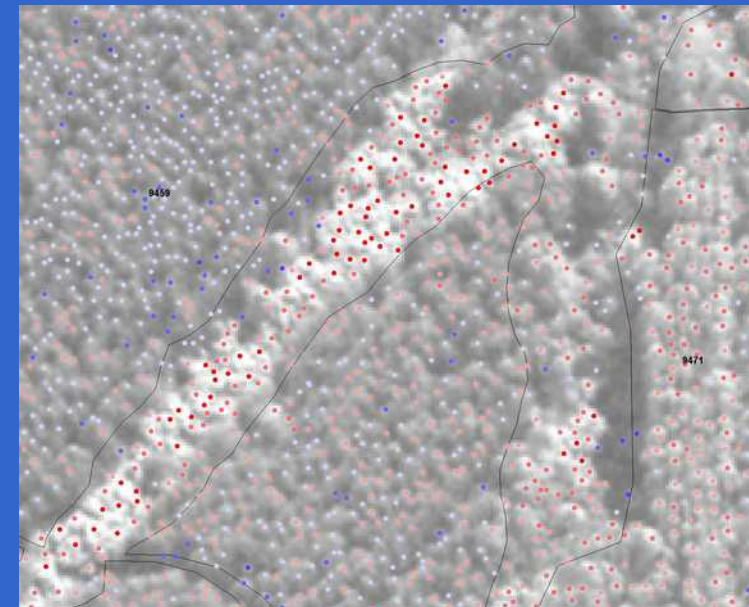


Beispiel: Südafrika, 6.300 ha Kiefern und Eucalyptus Plantagen (Kunde Sektor Zellstoffindustrie)



ca. **3.5 Mio. Bäume** und die Chlorophyll Aktivität ihrer Kronen wurden automatisch erfasst und in einem Geographischen Informationssystem abgespeichert

OBJECTID	TREE_ID	PINE_HT	MEANNDVI	RATIO_RED	X	Y	LAYER
206	2910720	0	195.21053	0.09495	245131.81579	6765445.9105	Tile-13-p.shp
289	2945552	0	210.6	0.08672	245131.82	6764506.1	Tile-13-p.shp
324	2056659	20	174.84615	0.10591	245131.82308	6763663.2692	Tile-19-p.shp
200	3846373	24	157.69231	0.10979	245131.82308	6769065.6692	Tile-1-p.shp
197	3881892	0	186.9	0.09998	245131.83	6768387.27	Tile-1-p.shp
170	3629480	0	199	0.09152	245131.83333	6766271.3	Tile-7-p.shp

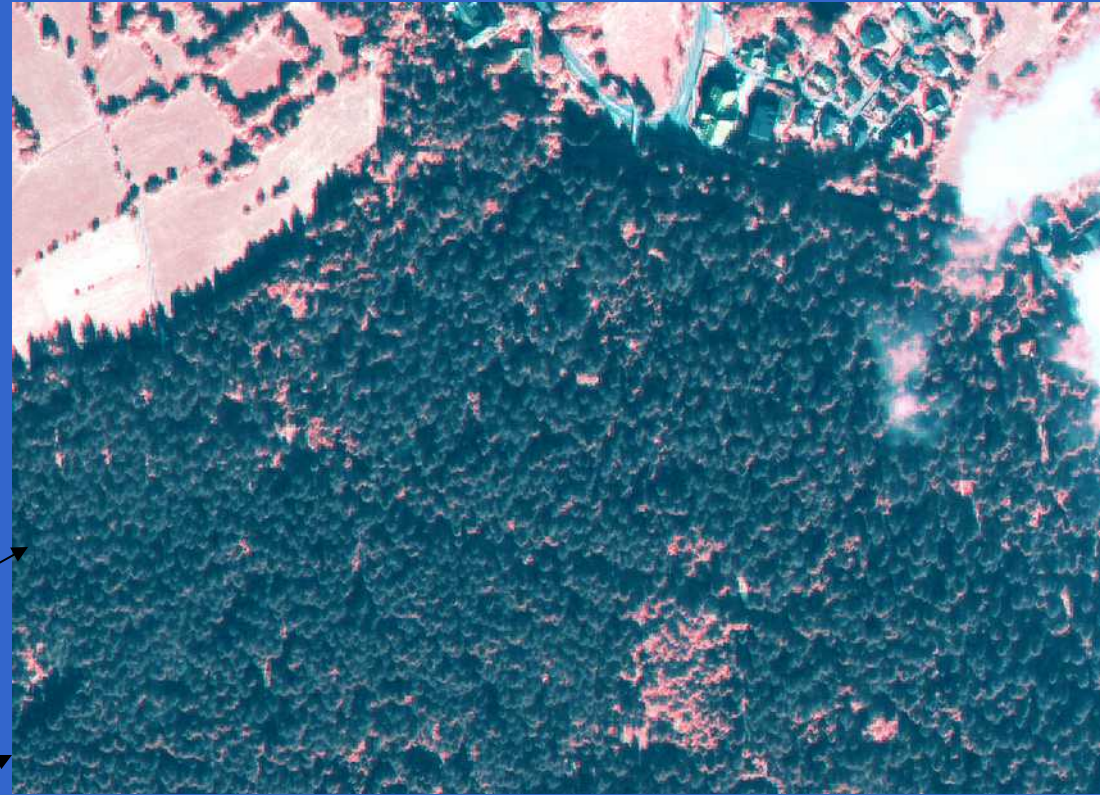
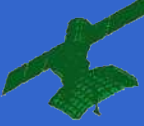




Satellitenbildszene (Spot 5) von südafrikanischen Plantagen aufgenommen zu verschiedenen Jahreszeiten. Das Beispiel zeigt das Potential dieser Bildserien für die Trennung verschiedener Baumarten, (bspw. auch durch die sich bereits im Einsatz befindenden 5 RapidEye Satelliten).



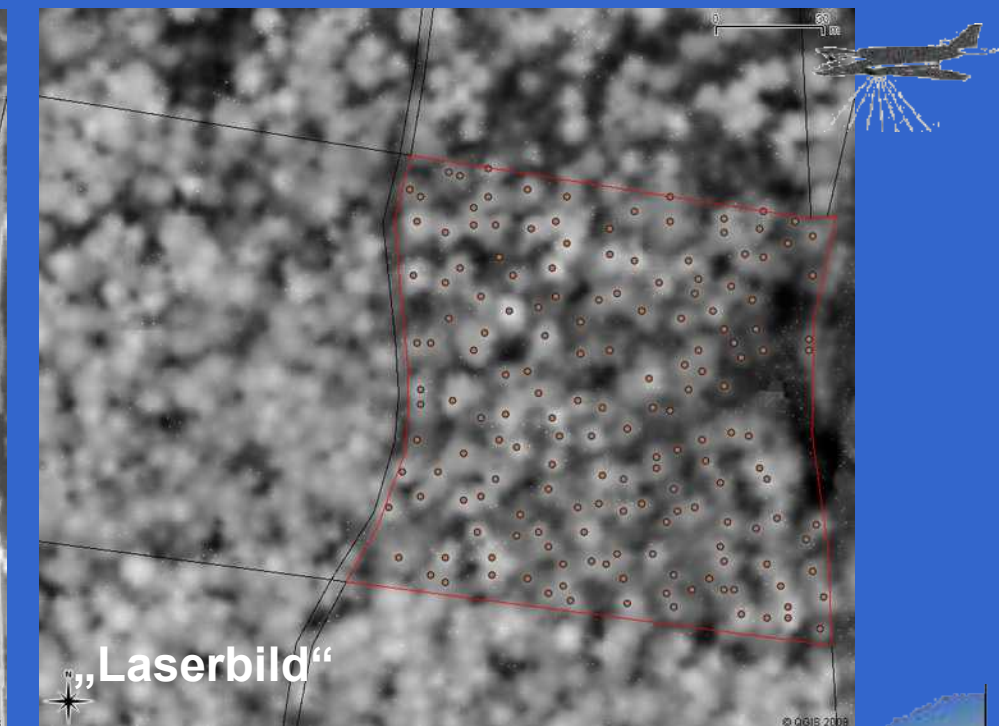
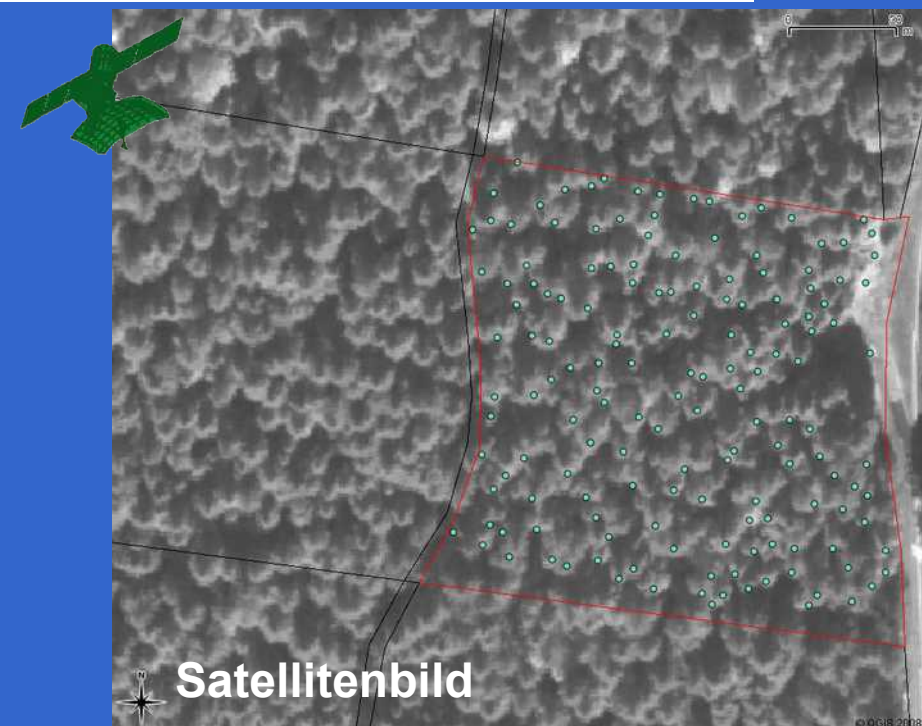
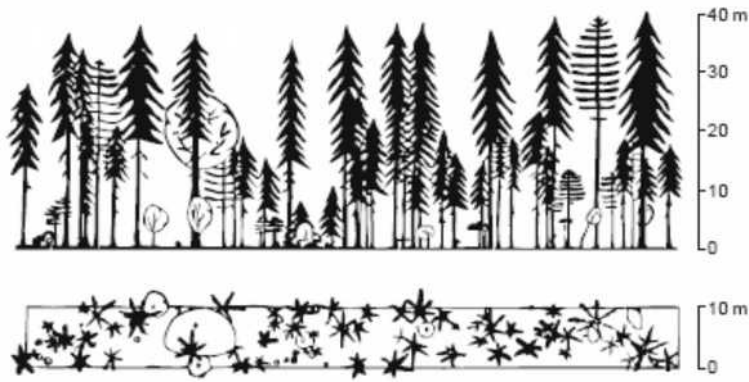
Bäume zählen aus dem Weltall mit Quickbird Satellitenbildern



Freudenstadt im Schwarzwald,
Einzelbaumerkennung in Fichten-Tanne
(Buche) Plenterwälder

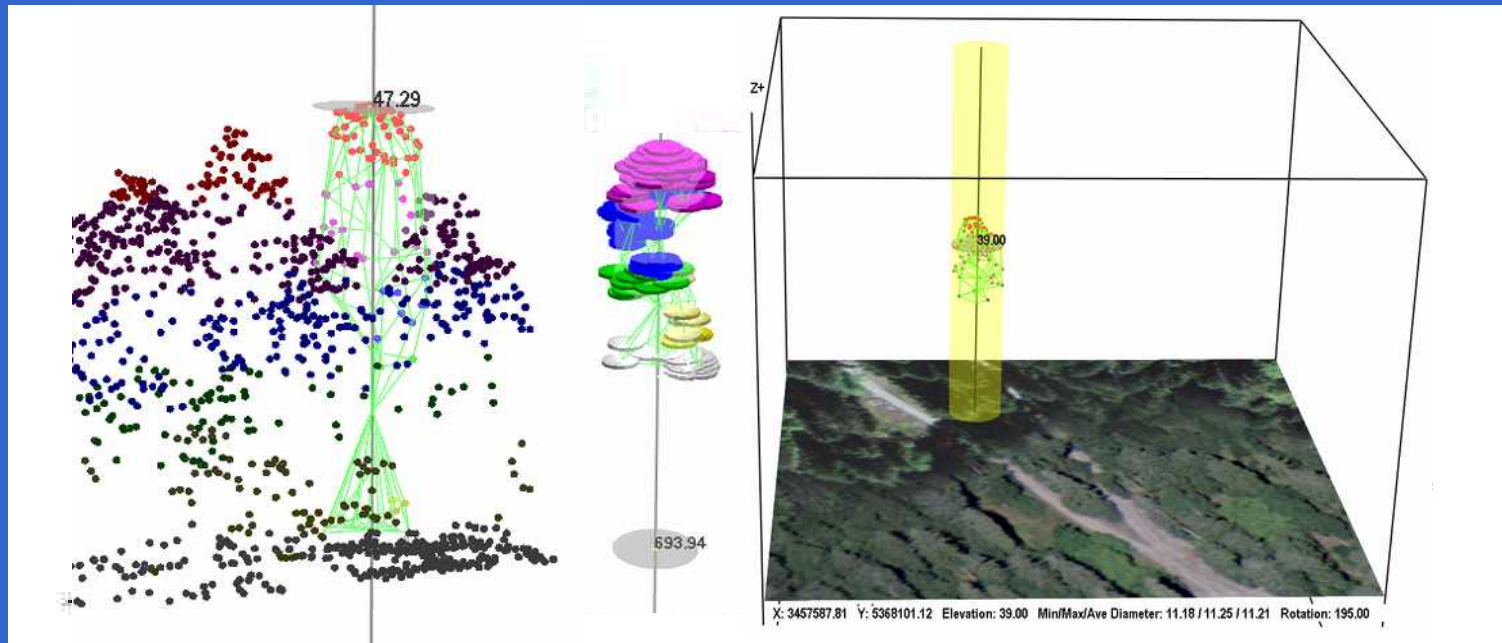
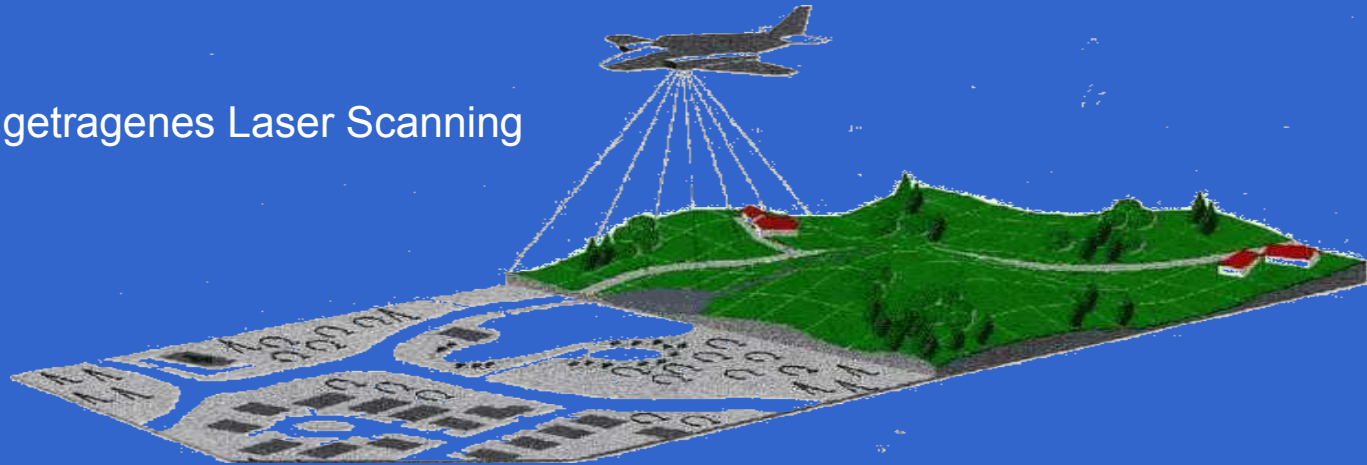


Beispiel: Nordschwarzwald, Plenterwald



Messung von Einzelbäumen und Bestandesstrukturen mit Laserdaten

Flugzeug getragenes Laser Scanning





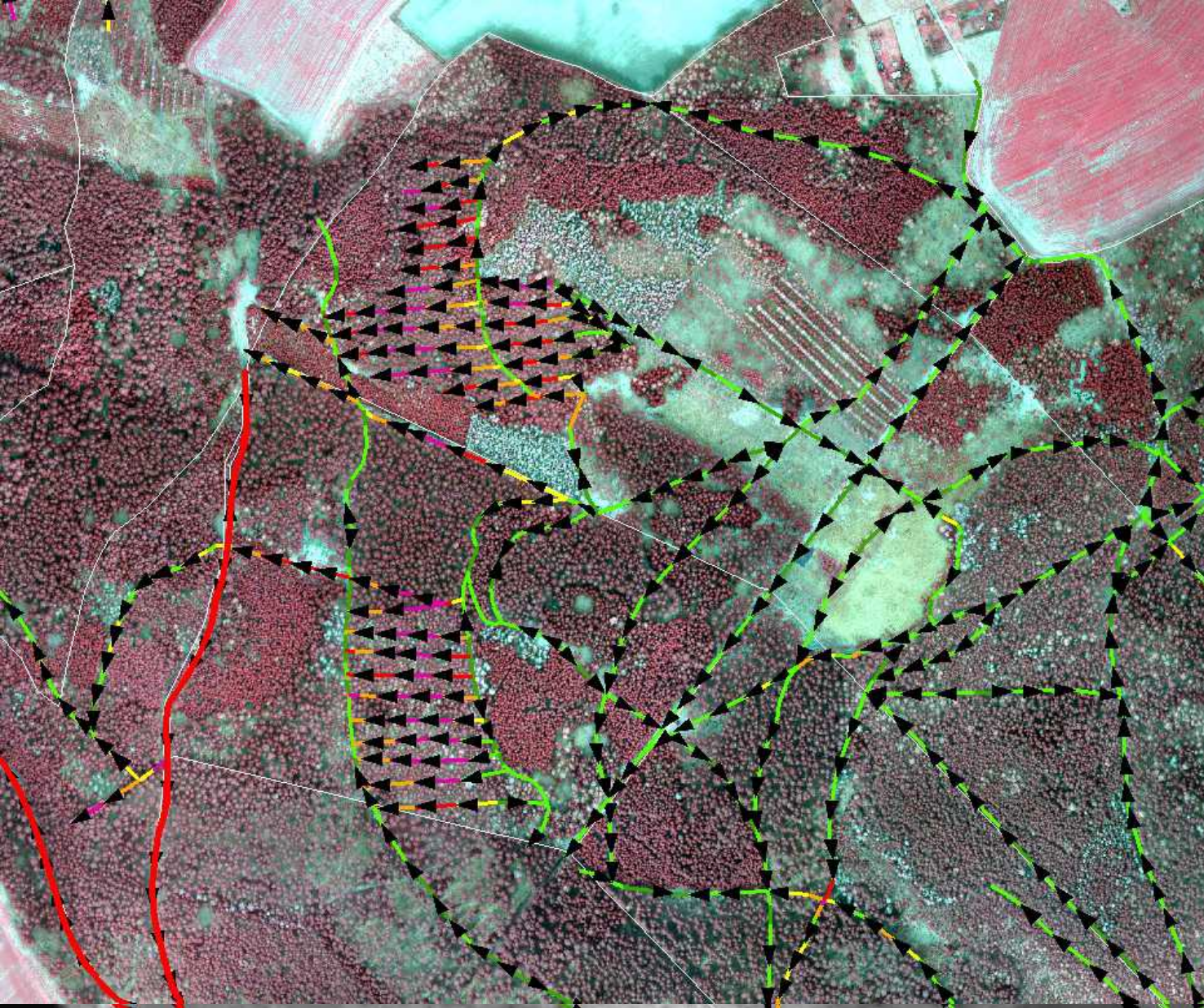
Quelle: Toposys, landConsult.de





Erfassung von Wege
und Rückegassen
am Beispiel
Sächsisches
Forstamt
Reinhardtsdorf

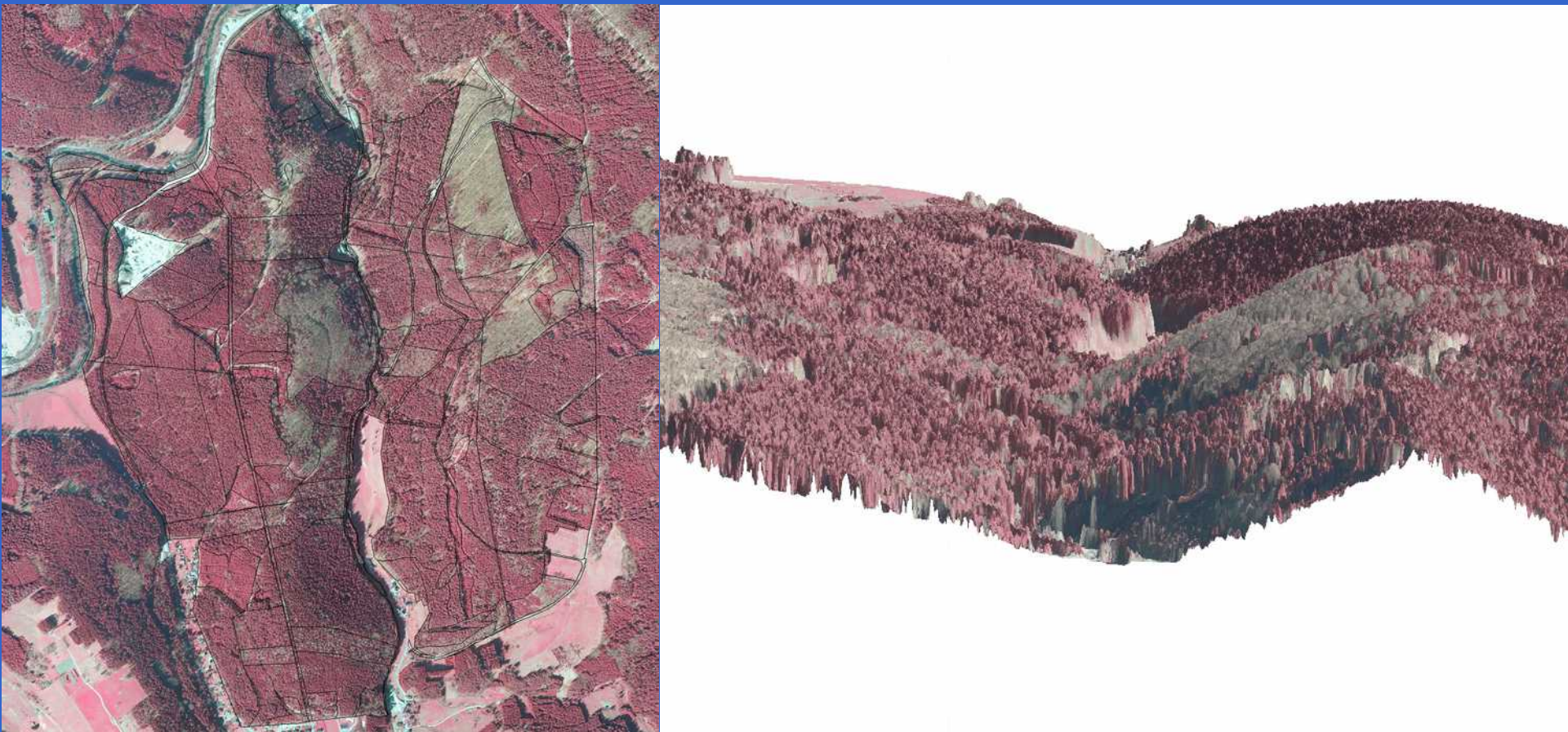
Geländemodell,
Kronenmodell und
Falschfarbenluftbild
(CIR) mit Wegenetz
und Rückelinien.



Steigungsklassen	
0 - 2%	—
2 - 8%	—
8 - 12%	—
12 - 16%	—
16 - 20%	—
über 20%	—



Vorratsmessung und Erfassung der Bestandesstruktur auf großer Fläche am Beispiel von Altersklassenwäldern im Sächsischen Forstamt Eibenstock



Auf 270 ha wurden rund 95.000 Bäume automatisch vermessen



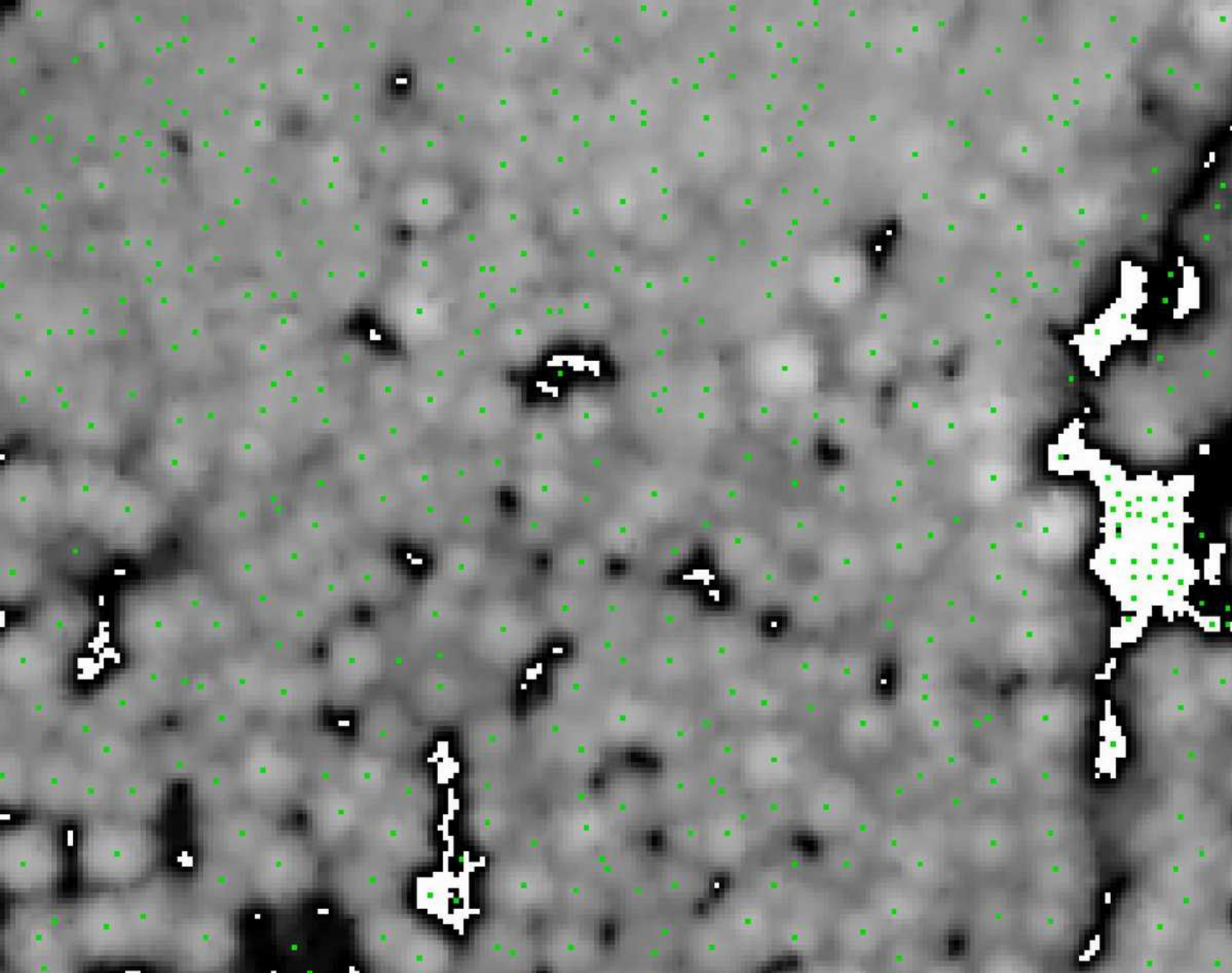


Einzelbaum- erkennung auf Bestandesebene

Maßstab 1: 500

Automatisch
erkannte
Baumspitzen auf
nDSM.

Weißer Flächen
sind Blößen.





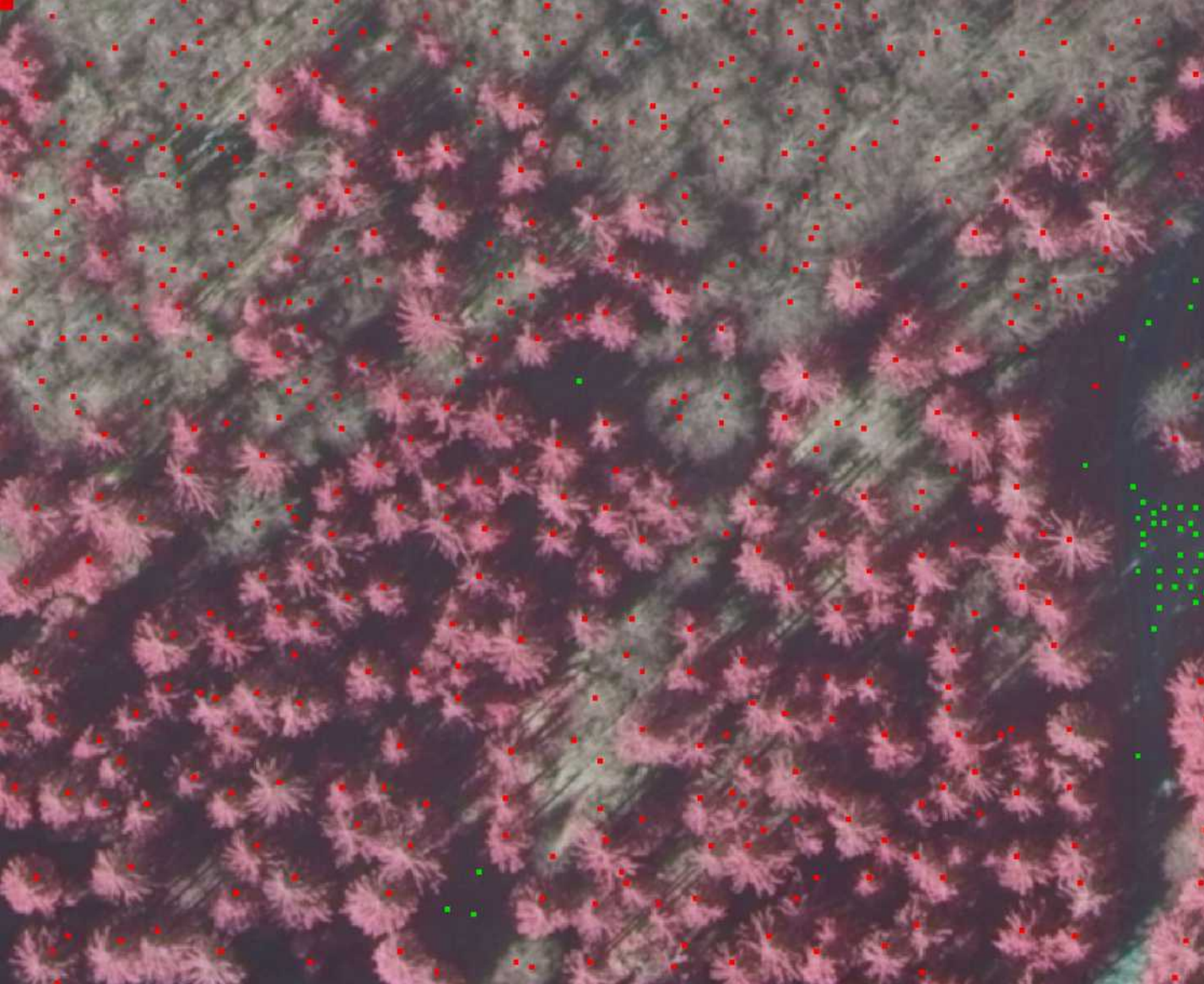
Bestandesebene

Maßstab 1: 500

Automatisch erkannte
Baumspitzen auf CIR.

Im Bereich des Nadirs des
CIR Mosaik stimmen
nDSM und CIR relativ gut
überein. Das ändert sich
jedoch drastisch in den
Randbereichen der
Aufnahme.

Die nahe dem Boden
liegenden Punkte (grüne
Punkte) und redundante
Kronenpunkte im
Laubholz werden später
herausgefiltert.





Bestandesebene

Maßstab 1: 500

**Baumhöhen in cm
auf CIR.**



Abteilungsebene

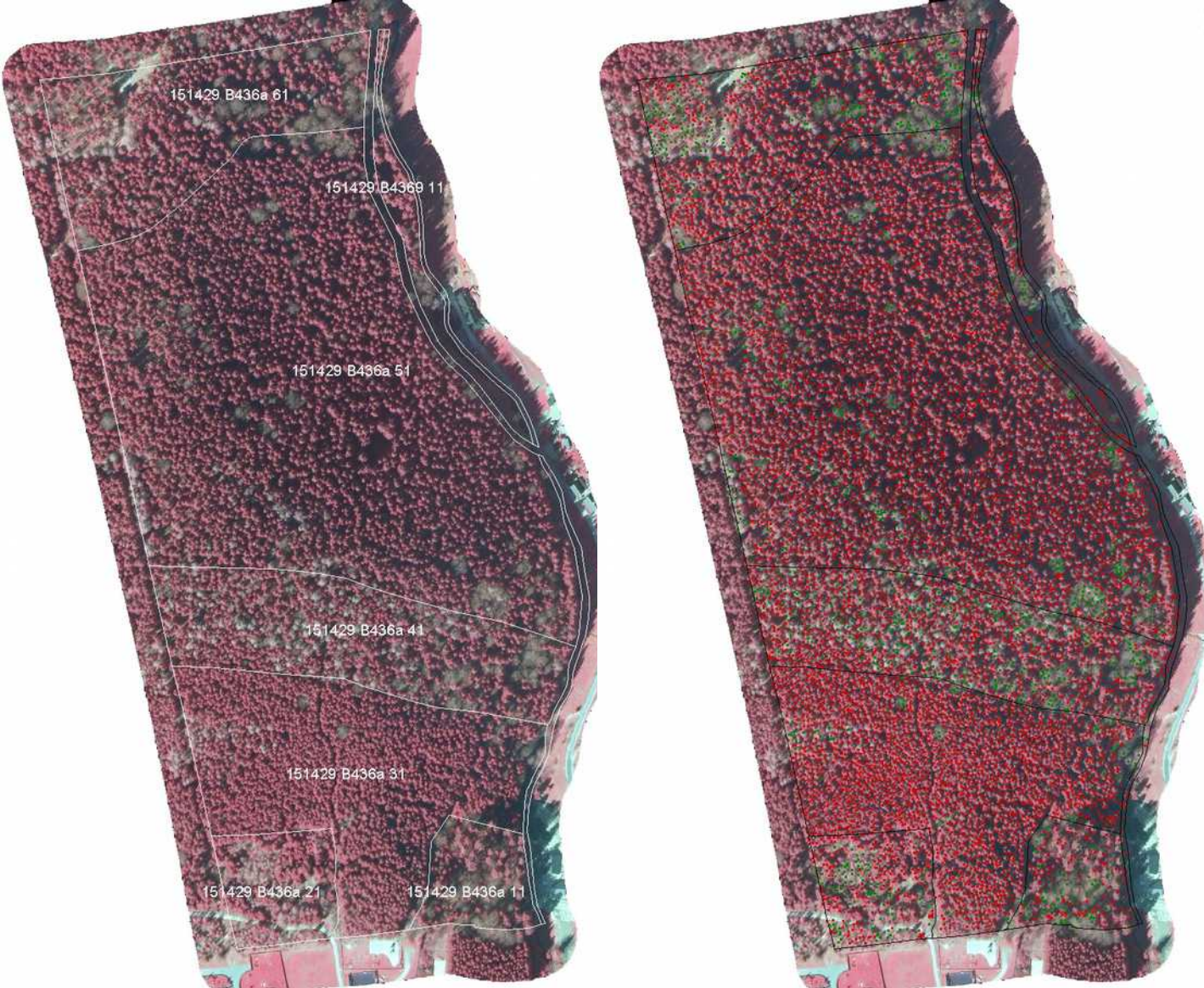
Maßstab 1:3500

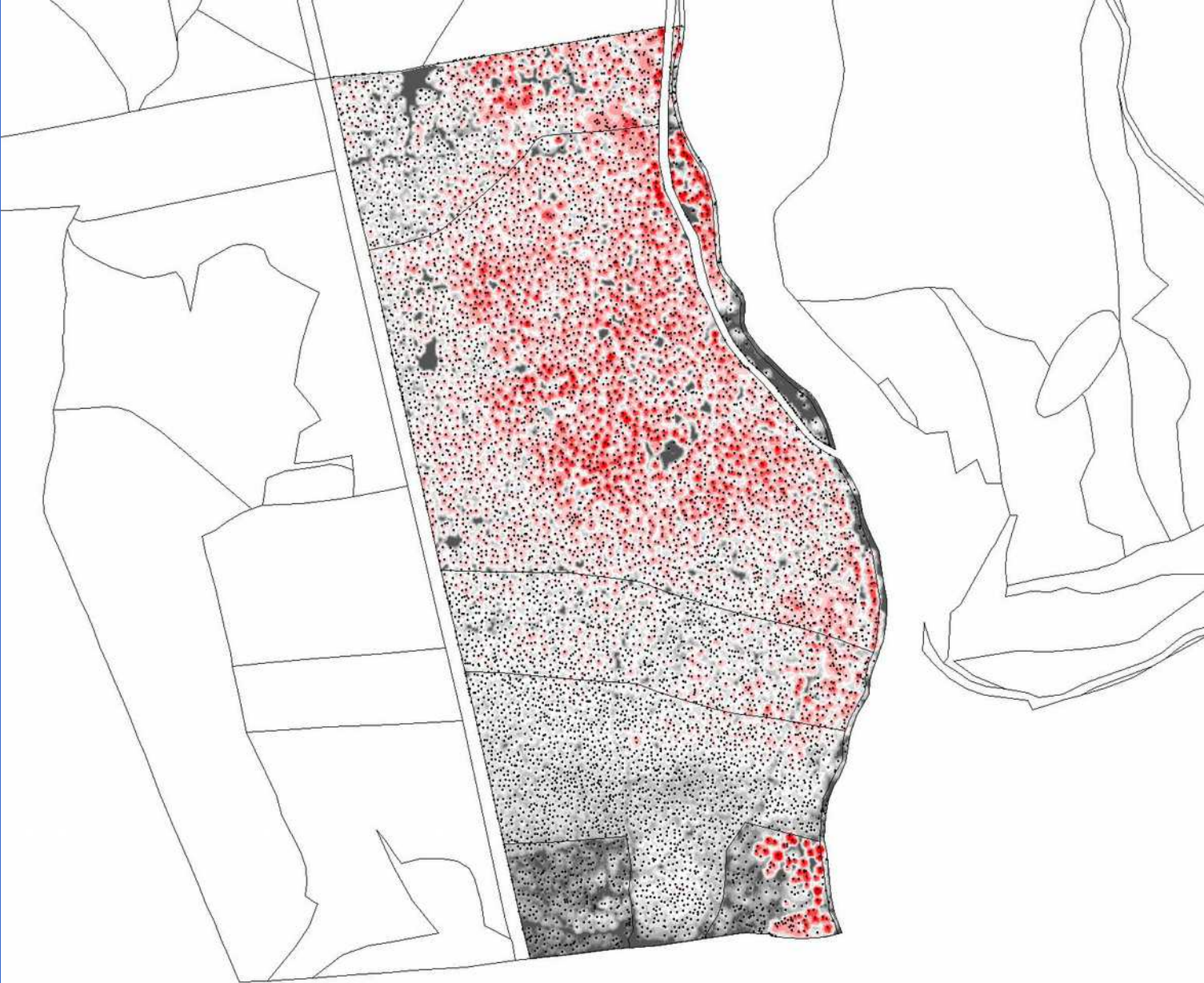
Abteilung B436

Orthorektifizierter Teil
des Cir Mosaiks.

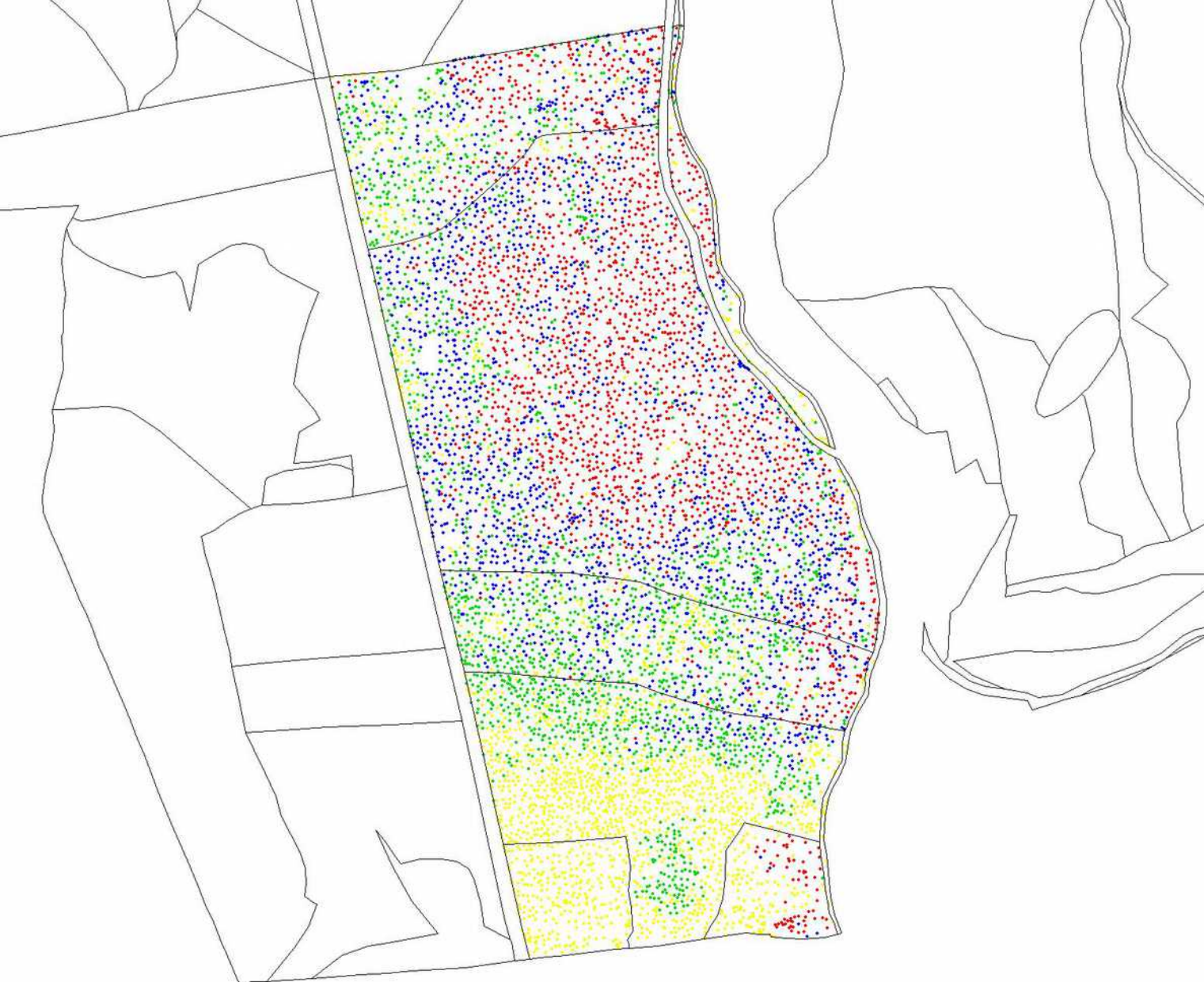
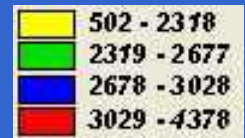
Ziel der „Verzerrung“
von kleineren Bildteilen
war die Anpassung des
ursprünglich auf der
Geländehöhe
gerechneten
Orthophotos auf das
Oberflächenmodell.

Im linken Bild sind die
Bestände der FE, im
rechten Bild die im
Laser erkannten
Einzelbäume (rote
Punkte = Ndh, grüne
Punkte = Lbh) zu sehen.



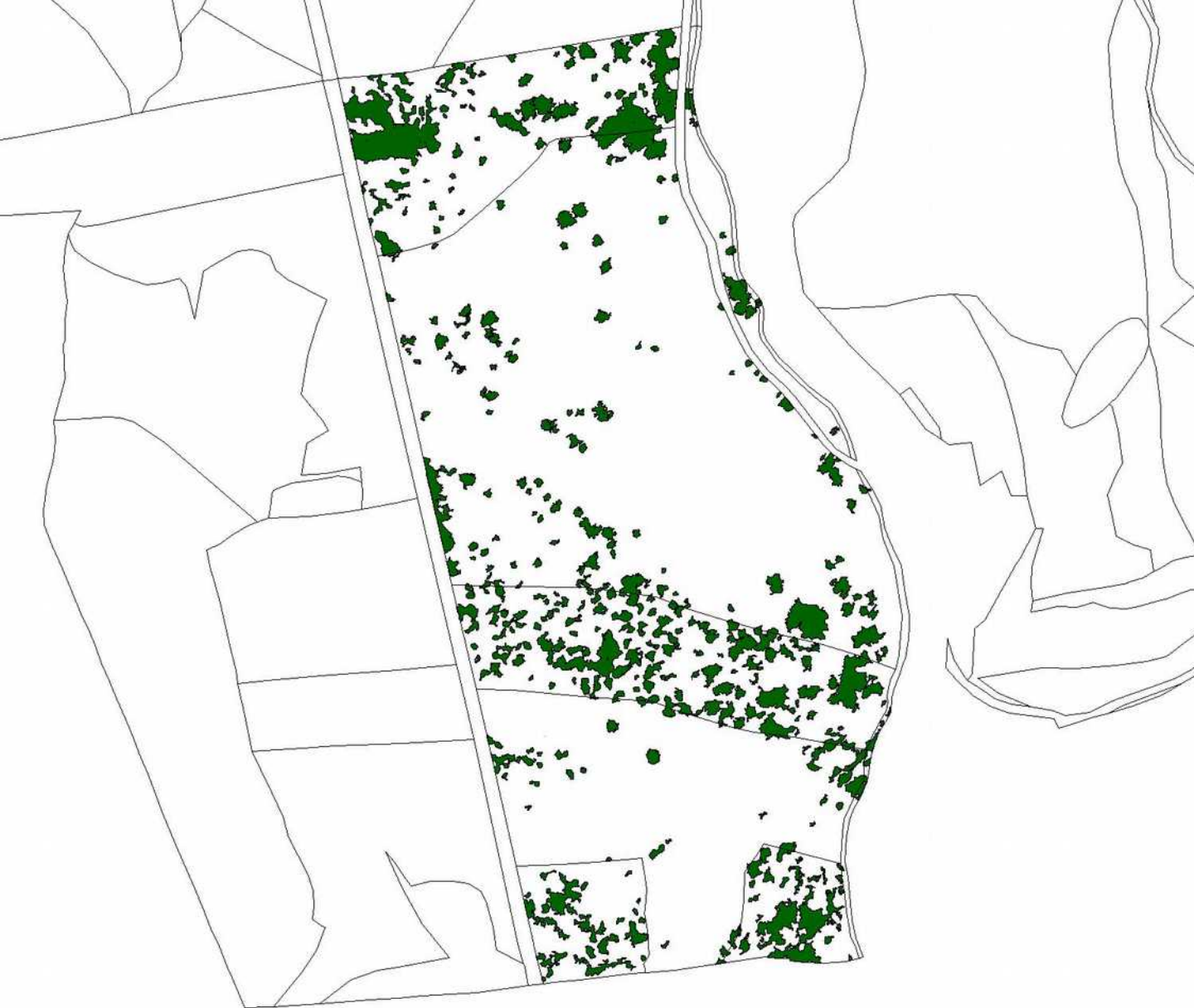


Erkannte
Einzelbäume nach
Höhen in 4 Klassen
gruppiert (in cm).



Flächen, die unter 2
Meter Höhe liegen
und mithin als
Blößen gelten
können.





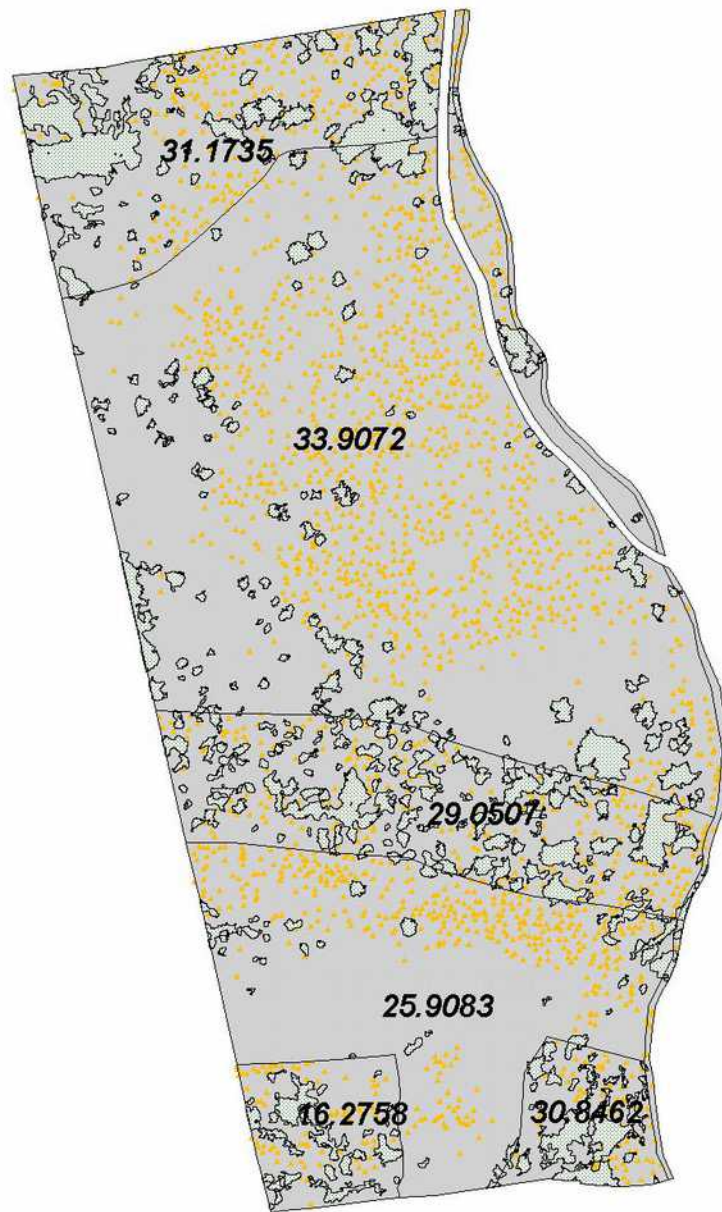
Abteilungsebene

Maßstab 1:3500

Abteilung B436

Flächen mit unbelaubten Bäumen (Laubholz und evtl. Lärche). Die Berechnung erfolgte über den NDVI Wert aus dem CIR Bild und dem nDSM.

Wichtig für die Ergebnisse ist auch hier die Passgenauigkeit von nDSM und CIR.



Abteilungsebene

Maßstab 1:3500

Abteilung B436

Berechnung der mittleren Oberhöhe 100 für die belaubten Bäume (Ndh ohne LÄ) in Meter.

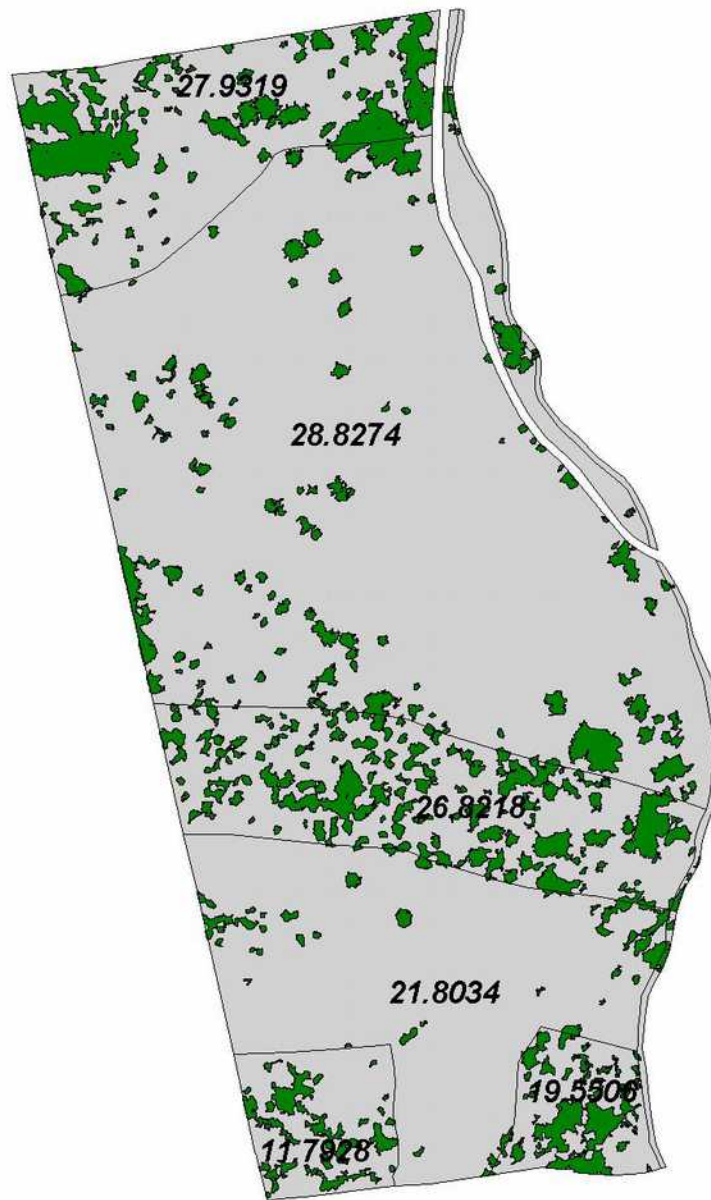
Die hellbraunen Punkte markieren die Lage der 100 höchsten Bäume pro Hektar, die für die Oberhöhenberechnung ausgewertet wurden

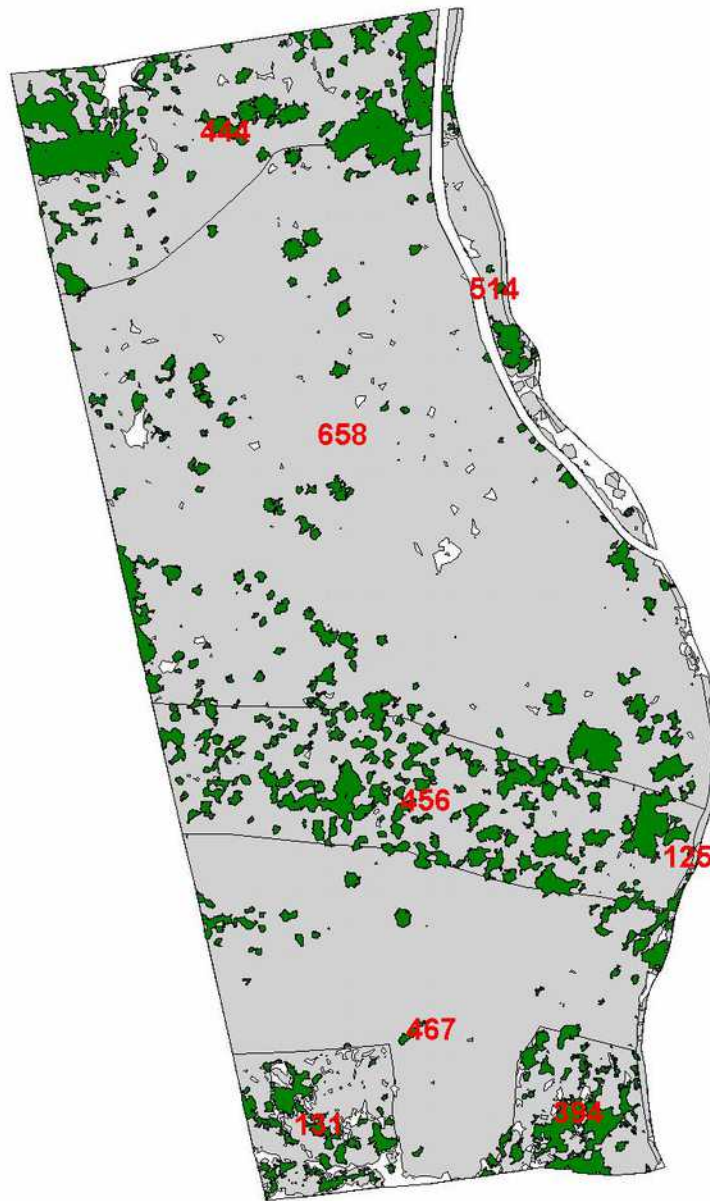
Grüne Flächen sind Laubholzbereiche, die separat berechnet wurden.



Berechnung der mittleren Oberhöhe 100 für die unbelaubten Bäume (Lbh und evtl. Läh) in Meter.

Grüne Flächen sind Laubholzbereiche, grau ist Ndh, das separat berechnet wurde.





Abteilungsebene

Maßstab 1:3500

Abteilung B436

Abschätzung des Ndh (graue Flächen) Vorrats in Vfm/ha auf Grundlage der Fichte dGz 12 Ertragstafel.

Eingangsgröße ist die Oberhöhe der vermessenen Nadelbäume, ihr Anteil am Gesamtbestand und der Anteil der Bestandesblößen (weiße Flächen, grün = Lbh).

Der Flächenbezug wurde ersatzweise über die „Object_id“ bzw. das „Bestandrec“ Attribut des bepoly.shp hergestellt, da der im bepoly geführte Bestandesname („Beadr“) nur alphanumerisch (String) abgespeichert und mehrdeutig verwendet wurde und daher für die GIS Prozessierung ungeeignet war.



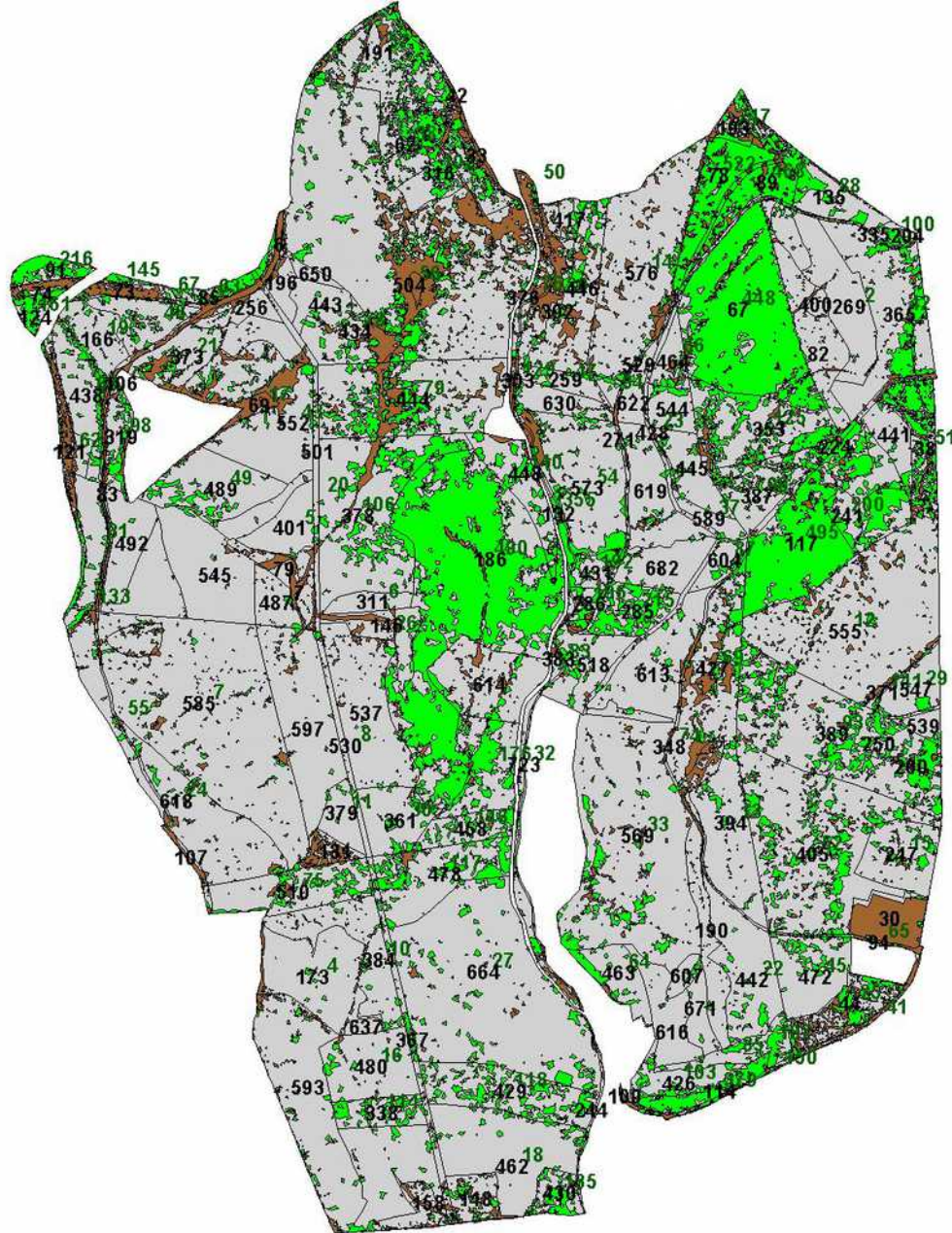
Distriktebene



Aus der Oberhöhe und dem Flächenanteil der Baumartengruppen abgeleitete Ertragstafelvorrat in Vfm pro Hektar Bestandesfläche (Bestandrec).

-  Laubholz (mit **Vfm/ha**)
-  Nadelholz (mit **Vfm/ha**)
-  Blößen

Die Berechnung bezieht nur die tatsächlich bestockten Flächen ein, somit wurden auch Blößen und ein daraus abgeleiteter Bestockungsgrad berücksichtigt.



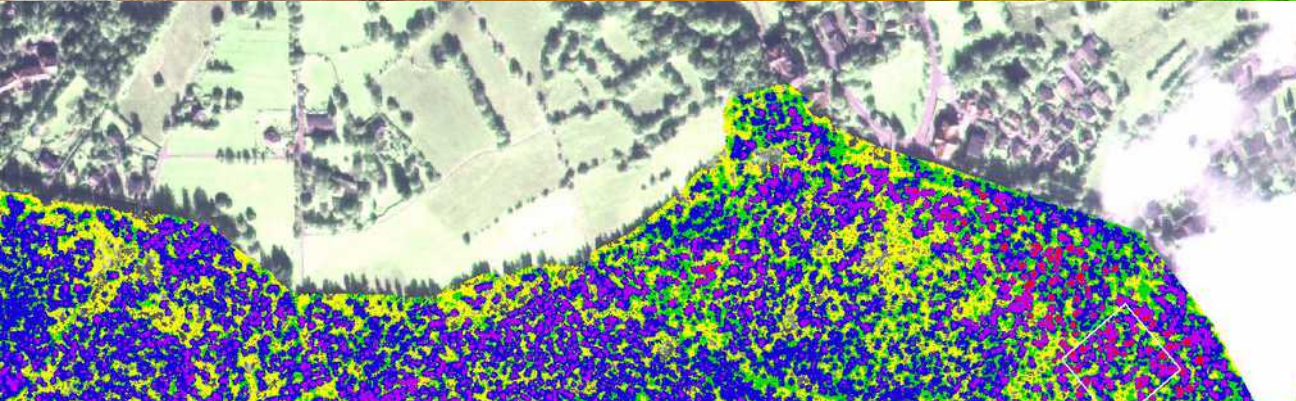
AREA	BEADR	BESTANDREC	HAC	BLOESSE HA	UNBELAU HA	BELAUBT HA	BESTGRAD	OBERHOEHE	HOC	ALTER	HC	DC	N	G	VD	DC	VD	LL	GWL	VFM	ETAFL	BESTANDVFM	VFM_PRO HA
3082.09481	151429-B4349-41	8094	0.31	0.18	0.06	0.07	0.42	15.21	16.00	40	14.0	13.6	1770	26	196	11.6	46	17.0	293	186	13	42	
2866177791	151429-B434a-41	8099	2.87	0.31	0.76	1.80	0.89	19.93	19.80	50	17.5	17.6	1325	32	302	14.7	62	17.5	457	304	547	191	
146735.1162	8151429-B434a-21	8330	14.67	2.08	1.65	10.94	0.86	32.54	32.30	100	29.9	36.4	469	49	671	29.0	71	9.9	1203	676	7395	504	
3599.44312	151429-B4389-21	8382	0.36	0.05	0.25	0.06	0.86	35.37	35.10	120	33.0	42.2	358	50	734	33.4	58	6.9	1390	740	44	122	

Beispiel: Vorratsermittlung im Plenterwald (Stadtwald Freudenstadt, Palmenwald)

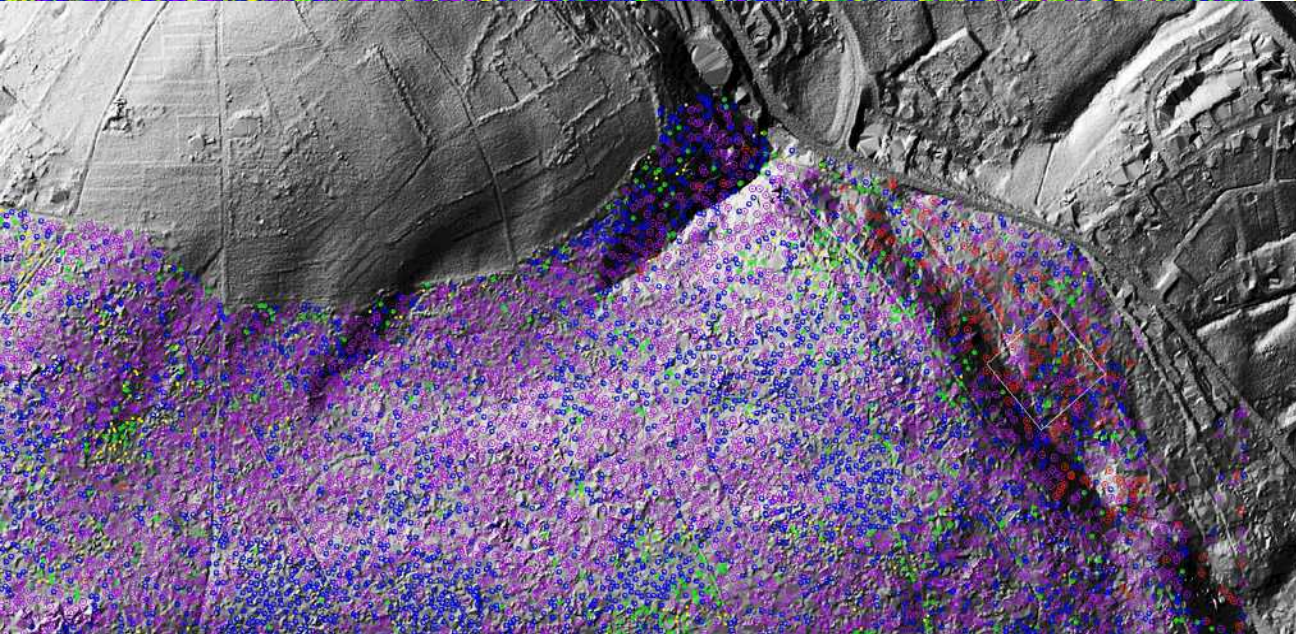




Digitales
Geländemodell aus
Laserdaten. Unter dem
Kronendach verdeckte
Strukturen, wie Wege, Gräben
oder liegende Stämme werden
sichtbar.

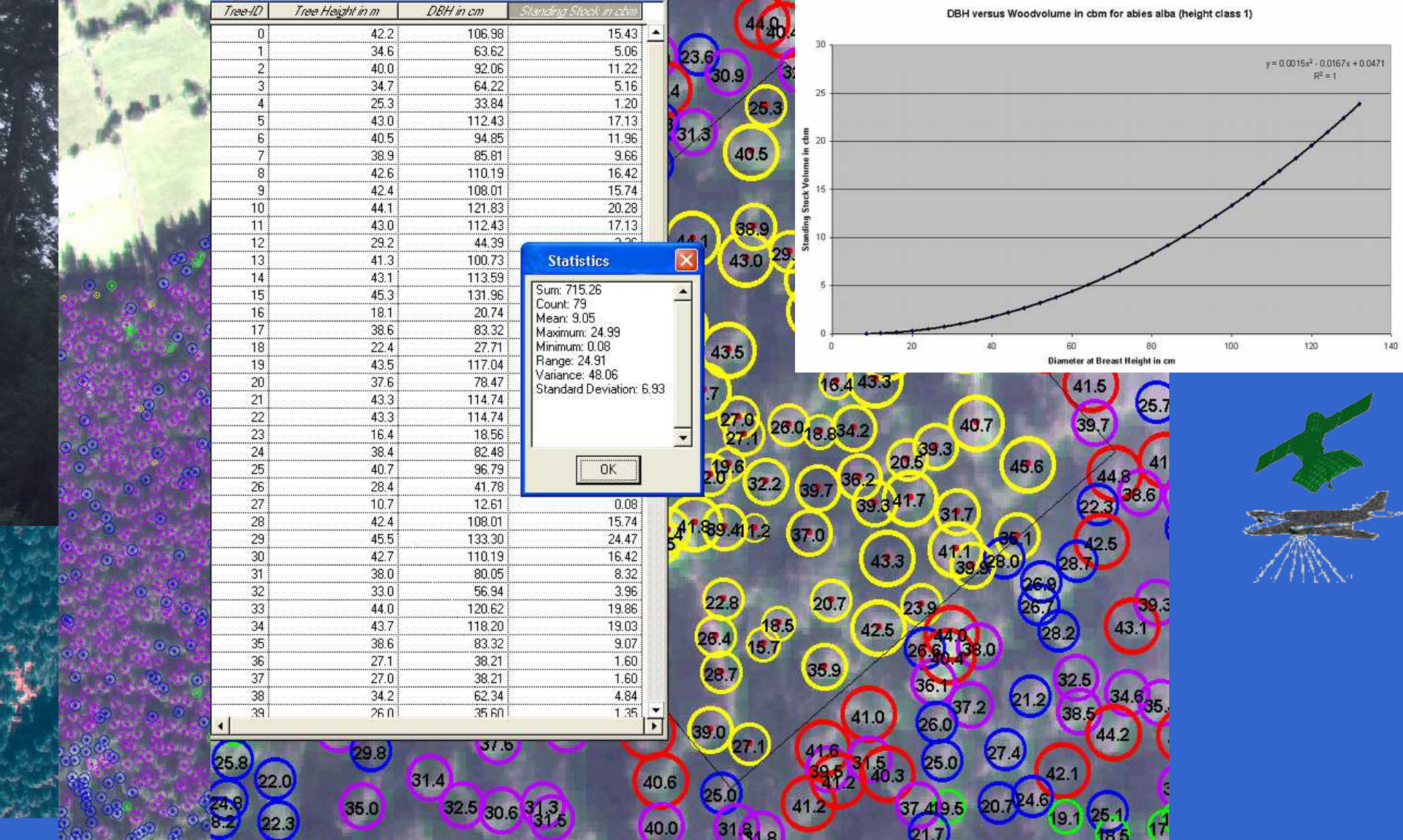


Das digitale Kronenmodell aus
Laserdaten ist die Grundlage für
die Erfassung der Einzelbäume
und deren Höhe.



Einzelbäume farblich nach
Höhenklassen dargestellt vor
dem digitalen Geländemodell.





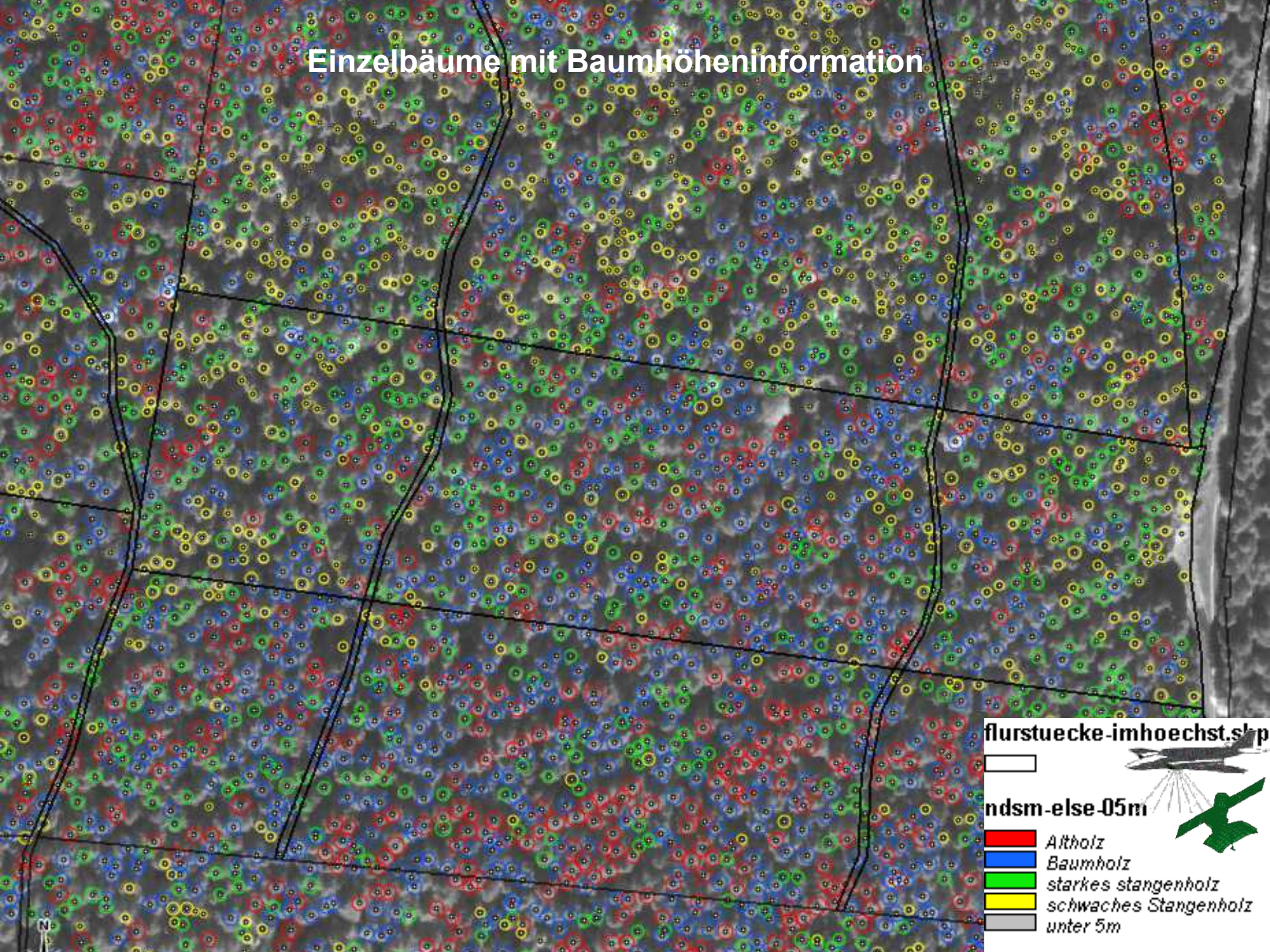
Die 1 ha große und vollgekluppte Testfläche ist als weißes Quadrat dargestellt. Die rötlichen Farben im Bild stammen vom Infrarotsensor des Satelliten, der zur automatischen Trennung verschiedener Baumarten eingesetzt werden kann.



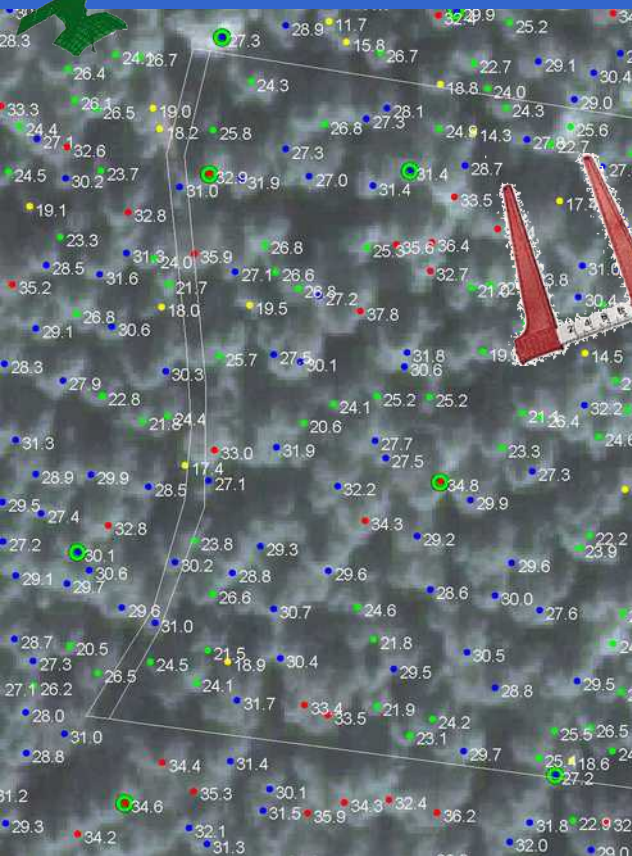
Beispiel: Vorratsermittlung im Plenterwald (Privatwald)



Einzelbäume mit Baumhöheninformation



Beispiel: Plenterwald, Kleinprivatwald, Nordschwarzwald

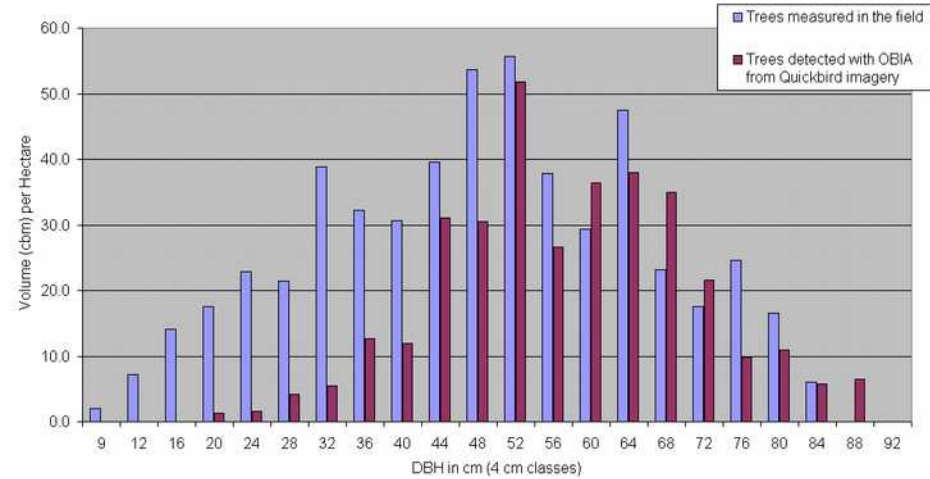


Tree Height in m	DBH Class	DBH in cm	Height:Diameter Ratio	Standing Stock (in cbm)
37.8	21	84	0.45	9.58
36.4	20	80	0.45	8.10
35.9	19	80	0.45	7.96
35.5	19	76	0.46	7.23
34.3	19	76	0.45	7.02
33.5	19	76	0.44	6.70
33.5	19	76	0.44	6.70
33.4	19	76	0.44	6.66
33.0	18	72	0.46	6.16
32.9	18	72	0.46	6.12
32.7	18	72	0.45	6.05
32.4	18	72	0.45	5.94
32.2	17	68	0.47	5.54
32.2	17	68	0.47	5.54
32.2	17	68	0.47	5.54
31.9	17	68	0.47	5.43
31.9	17	68	0.47	5.43
31.8	17	68	0.47	5.40
31.7	16	64	0.50	5.05
31.5	16	64	0.49	4.99
31.4	16	64	0.49	4.96
31.4	16	64	0.49	4.96
31.4	16	64	0.49	4.96
31.0	16	64	0.48	4.83
31.0	16	64	0.48	4.83
31.0	16	64	0.48	4.83
31.0	16	64	0.48	4.83
30.7	16	64	0.48	4.74
30.7	16	64	0.48	4.74
30.6	16	64	0.48	4.71
30.5	16	64	0.48	4.68
29.6	15	60	0.49	4.12
28.4	14	56	0.51	3.54
27.1	13	52	0.52	3.00
25.8	12	48	0.54	2.50
24.4	11	44	0.55	2.05
22.9	10	40	0.57	1.65
21.3	9	36	0.59	1.29
19.7	8	32	0.61	0.97
17.8	7	28	0.64	0.70
15.8	6	24	0.66	0.47
13.6	5	20	0.68	0.29
11.0	4	16	0.69	0.15
7.9	3	12	0.66	0.06
4.3	2	8.5	0.50	0.01

Link-up of the 20% top values: Height Data from Laser, DBH from field survey

Data from Yield Table Tarif 2

Distribution of Volume per ha and per DBH class
(Plenter Wood Sample Size: 1.4 ha)



Berechnung des Einzelbaum- und Bestandesvolumen mittels Plenterwald Wachstumsmodell und vor Ort ermittelter Höhenkurve aus Laser Daten.



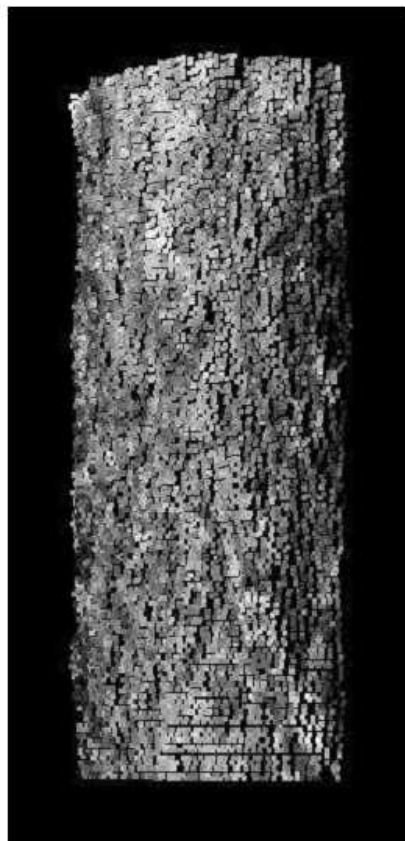
Terrestrische Laservermessung zur Erfassung von Stichprobenpunkten



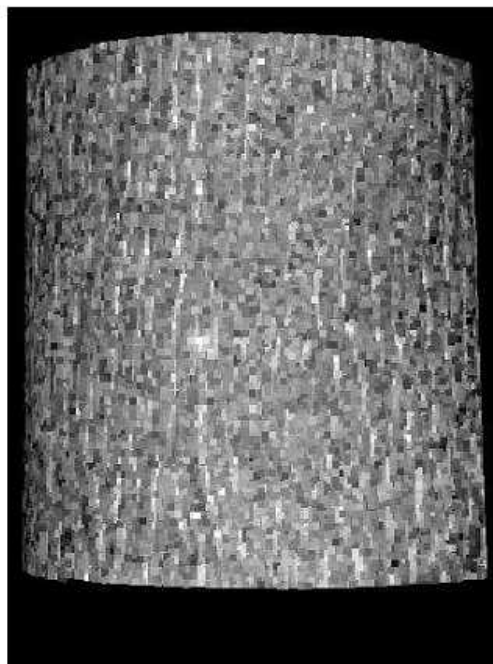


Tree recognition

Bark Intensity



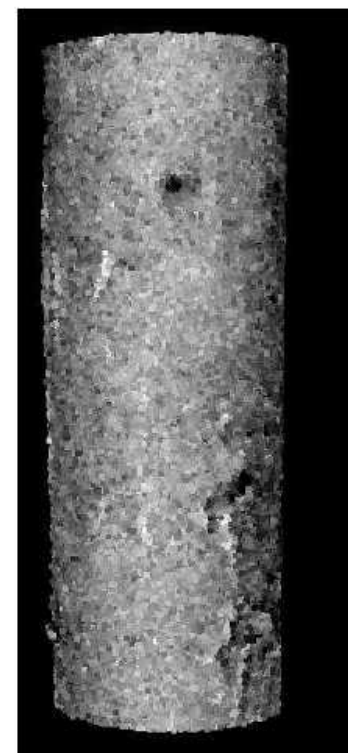
Pinus silvestris L.



Quercus sp.



Fagus silvatica



Picea abies K.

Quelle: Universität Krakau



Schlussfolgerung

Aus heutiger Sicht kann eine kombinierte Laser/Satelliten- oder Luftbild Auswertung einen „messbaren“ Beitrag zu folgenden Forstlichen Parametern leisten (im Anhalt an die Sächsische Arbeitsanweisung zur Bestandesweisen Zustanderfassung und Planung - Entwurf 2005).

- S 3.1 Hangrichtung
- S 3.2 Hangneigung
- S 3.3 Geländeform
- S 3.4 Befahrbarkeit (zum Teil)
- S 4.2 Bestandesschicht
- S 4.3 Lage von Nebenbestände
- S 4.5 Kronenschlussgrad
- S 4.6 Wuchsklasse
- S 4.7 Bestandeszustandstyp (zum Teil)
- S 4.7 Bestandeszustandstyp
- S 4.14 Feinaufschluss
- S 5.3 Baumartengruppen (zum Teil)
- S 5.4 Lage von Mischbaumarten (zum Teil)
- S 5.5 Mischungsform (zum Teil)
- S 5.7 Anteilfläche (zum Teil)
- S 5.9 Oberhöhe



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Fragen, Diskussion

