

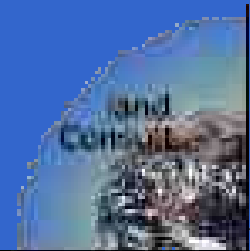
Automatische Vermessung von Einzelbäumen und Bestandesstrukturen anhand von Laser-, Luftbild- und Satellitendaten

Dr. Markus Weidenbach





Öhinghaltweg 3

77815 Bühl

<http://landConsult.de>

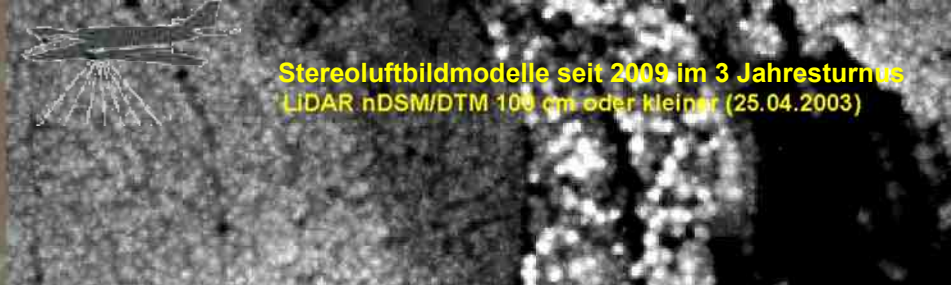


Überblick

1.  Die neue Generation von hochauflösenden Satellitenbildern und ihre Verwendung am Beispiel Polen, Südafrika und Schwarzwald
2.  Flugzeug getragene Laserscanning Daten und Stereomodelle aus Luftbildern 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



Bäume zählen aus dem Weltraum mit Quickbird Satellitenbildern

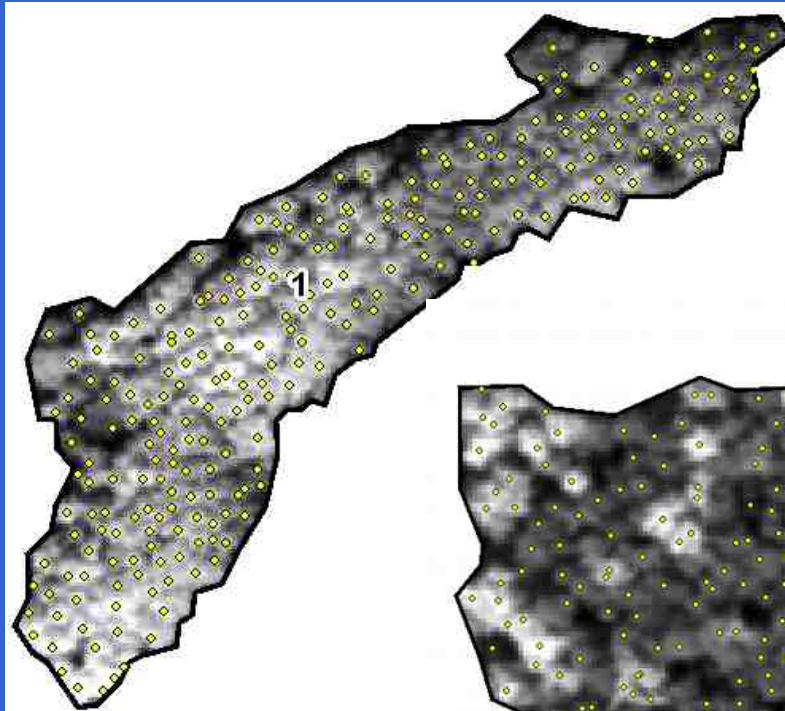
Computer automatisierte Methode (Objekt basierte Bildverarbeitung, OBIA)



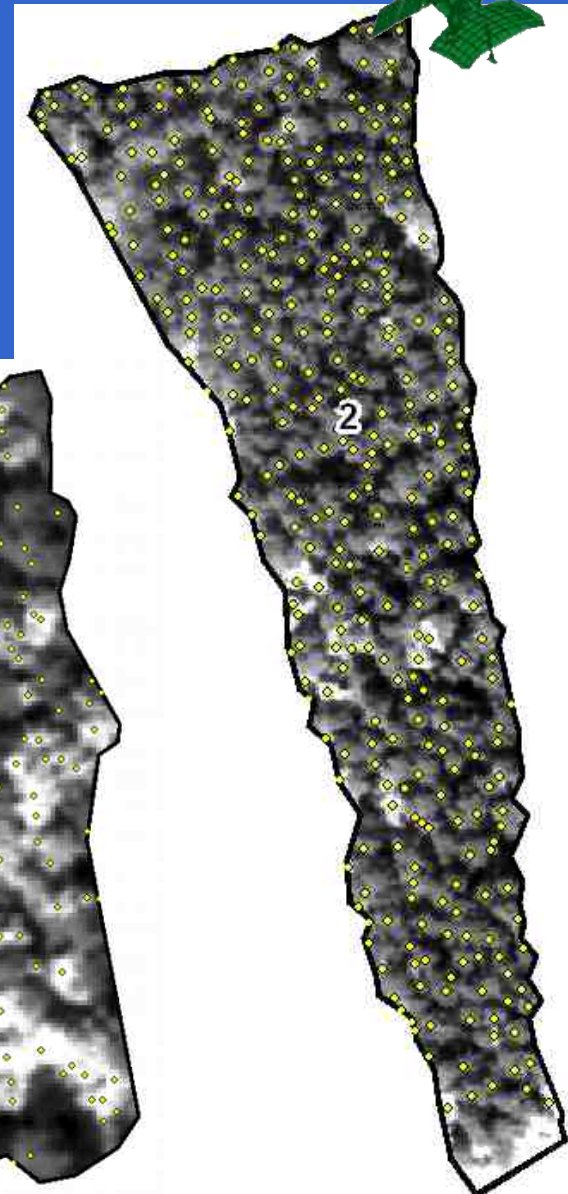
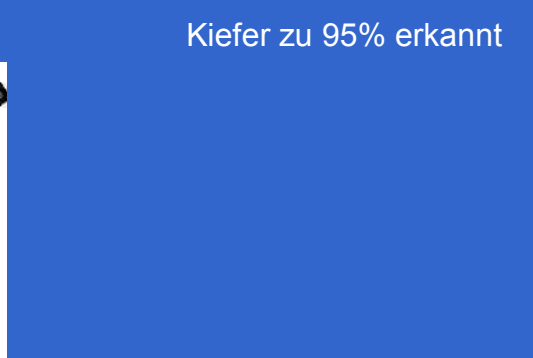
Automatische Einzelbaumerkennung auf Quickbird Satellitenbildern am Beispiel Polen



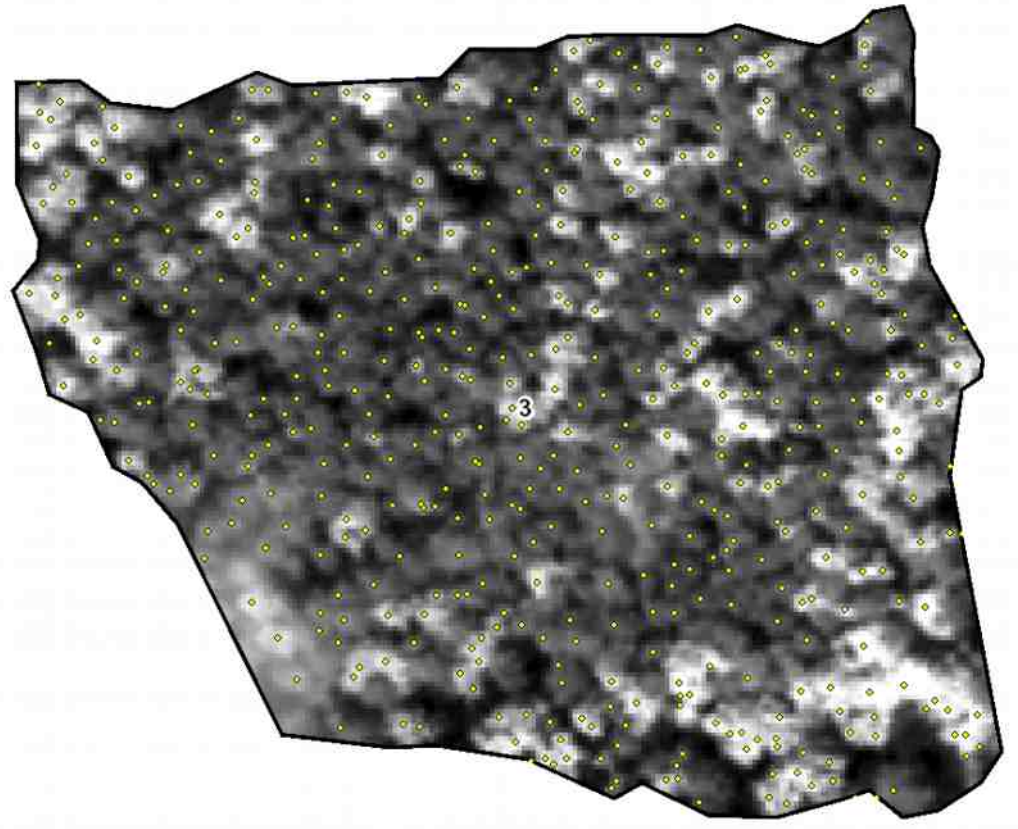
Erlen zu 97% erkannt



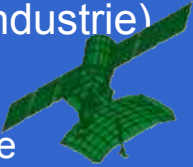
Kiefer zu 95% erkannt



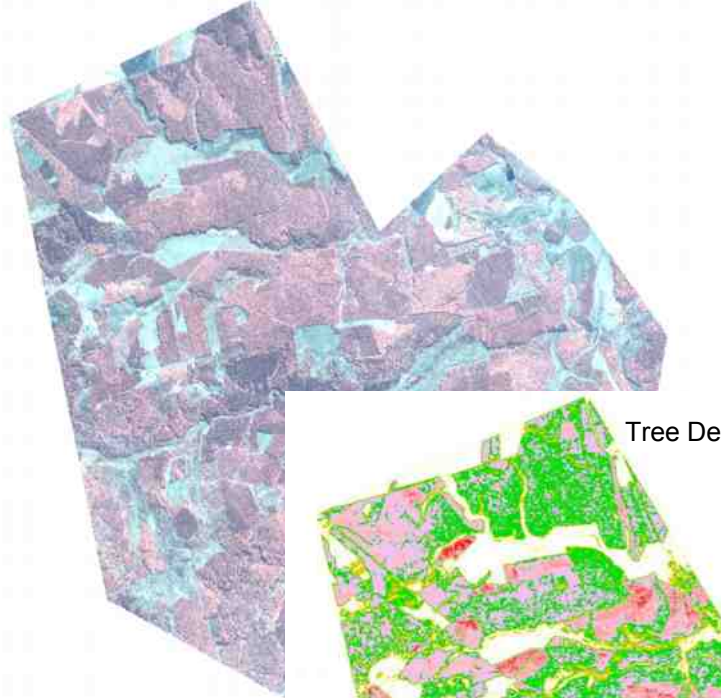
Kiefer und Eiche
zu 92% erkannt



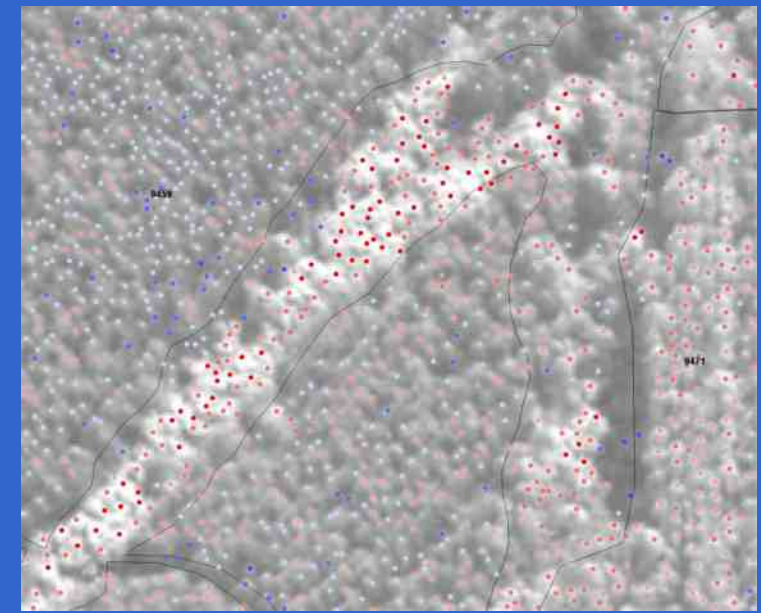
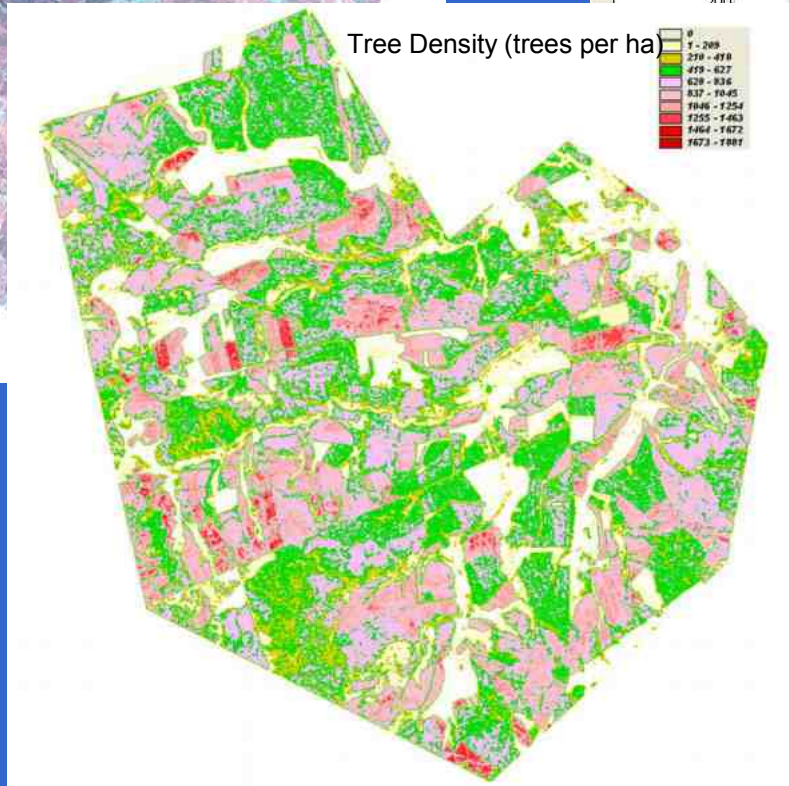
Beispiel: Südafrika, 6.300 ha Kiefern und Eucalyptus Plantagen (Kunde Sektor Zellstoffindustrie)



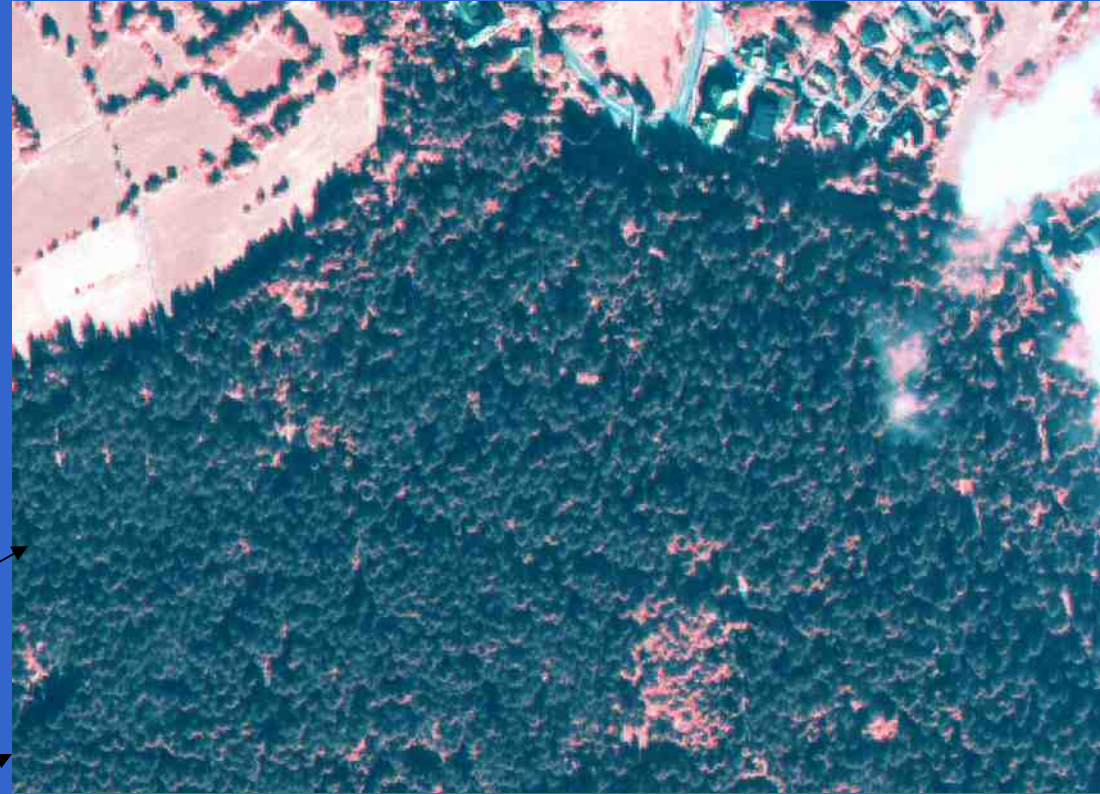
ca. **3.5 Mio. Bäume** und die Chlorophyll Aktivität ihrer Kronen wurden automatisch erfasst und in einem Geographischen Informationssystem abgespeichert



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
	3846373	24	157.69231	0.10979	245131.82308	6769065.6692	Tile-1-p.shp
	3881892	0	186.9	0.09998	245131.83	6768387.27	Tile-1-p.shp
	3629480	0	199	0.09152	245131.83333	6766271.3	Tile-7-p.shp



Bäume zählen aus dem Weltall mit Quickbird Satellitenbildern



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

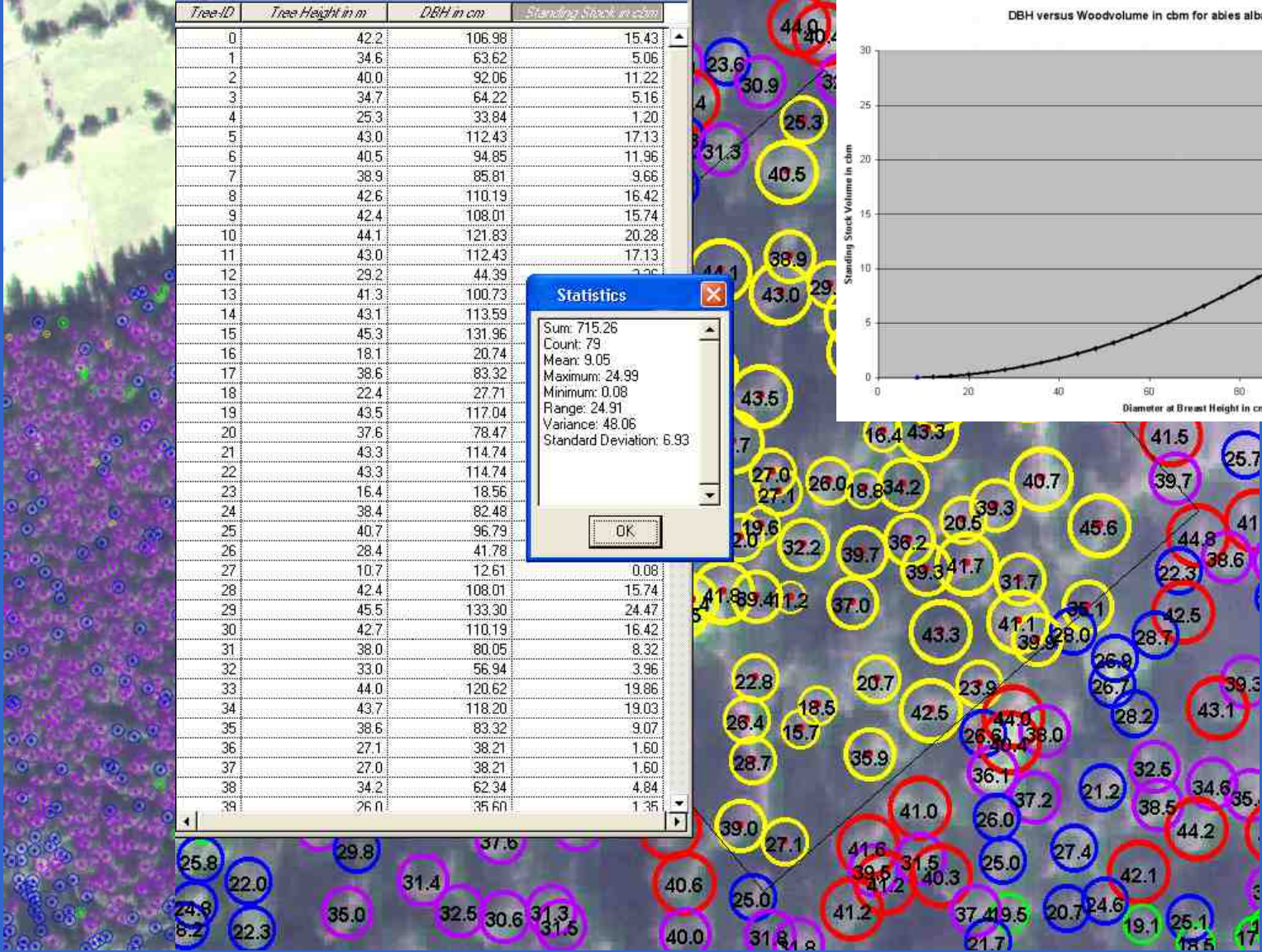
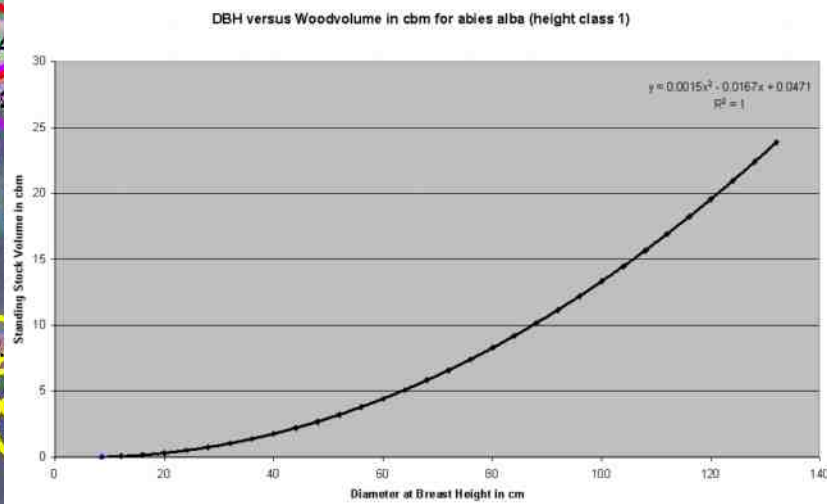


Tree-ID	Tree Height in m	DBH in cm	Standing Stock in cbm
0	42.2	106.98	15.43
1	34.6	63.62	5.06
2	40.0	92.06	11.22
3	34.7	64.22	5.16
4	25.3	33.84	1.20
5	43.0	112.43	17.13
6	40.5	94.85	11.96
7	38.9	85.81	9.66
8	42.6	110.19	16.42
9	42.4	108.01	15.74
10	44.1	121.83	20.28
11	43.0	112.43	17.13
12	29.2	44.39	3.26
13	41.3	100.73	14.42
14	43.1	113.59	17.53
15	45.3	131.96	21.11
16	18.1	20.74	0.61
17	38.6	83.32	9.44
18	22.4	27.71	0.87
19	43.5	117.04	17.81
20	37.6	78.47	9.07
21	43.3	114.74	17.23
22	43.3	114.74	17.23
23	16.4	18.56	0.57
24	38.4	82.48	9.23
25	40.7	96.79	11.51
26	28.4	41.78	3.03
27	10.7	12.61	0.08
28	42.4	108.01	15.74
29	45.5	133.30	24.47
30	42.7	110.19	16.42
31	38.0	80.05	8.32
32	33.0	56.94	3.96
33	44.0	120.62	19.86
34	43.7	118.20	19.03
35	38.6	83.32	9.07
36	27.1	38.21	1.60
37	27.0	38.21	1.60
38	34.2	62.34	4.84
39	26.0	35.60	1.35

Statistics

Sum: 715.26
 Count: 79
 Mean: 9.05
 Maximum: 24.99
 Minimum: 0.08
 Range: 24.91
 Variance: 48.06
 Standard Deviation: 6.93

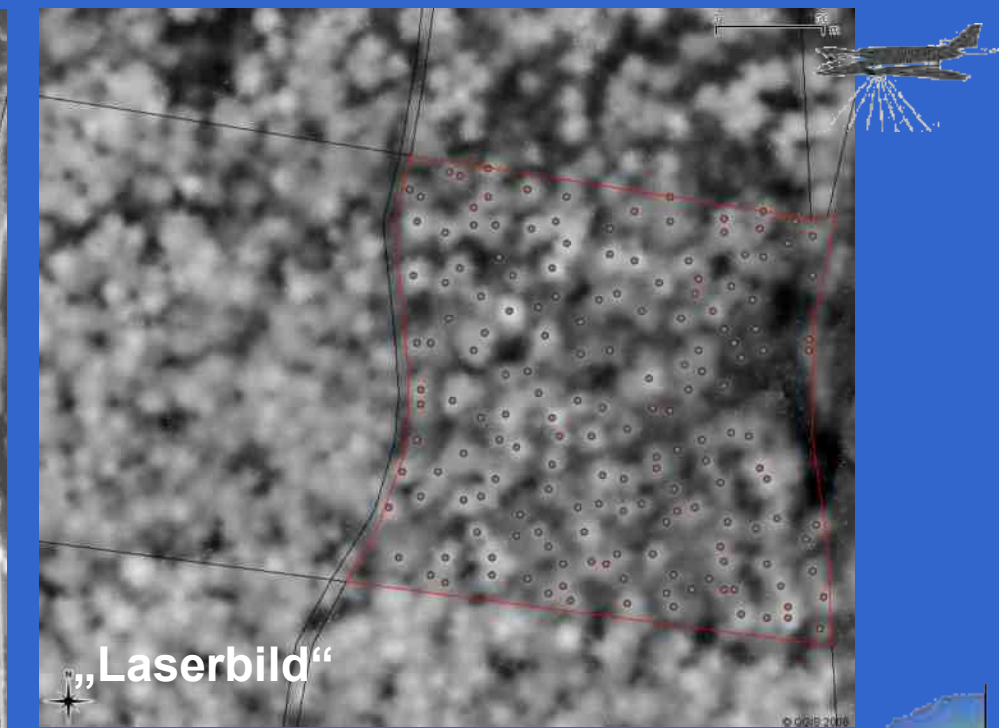
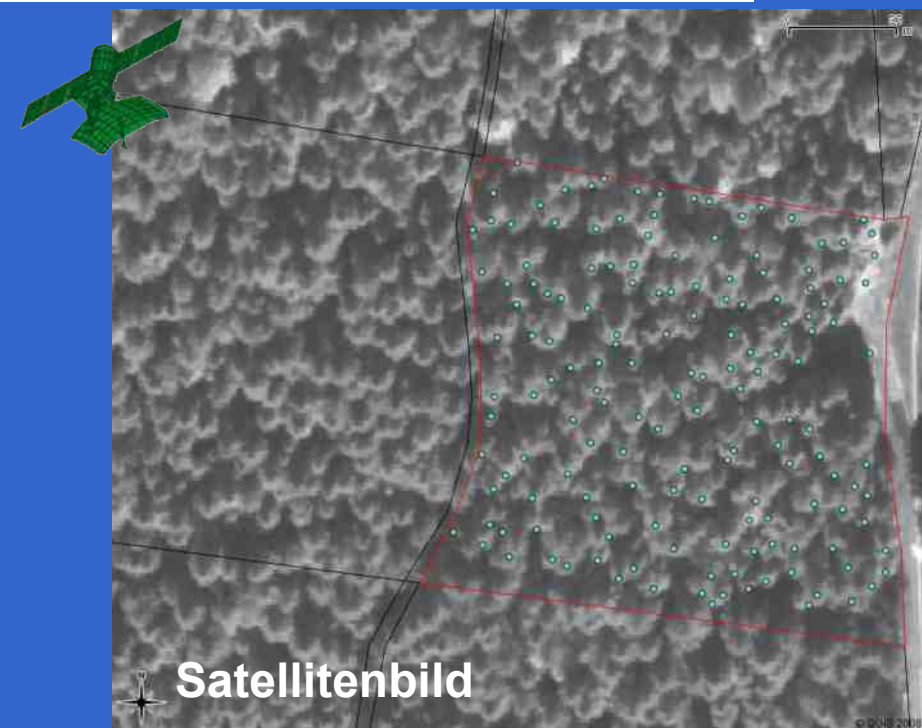
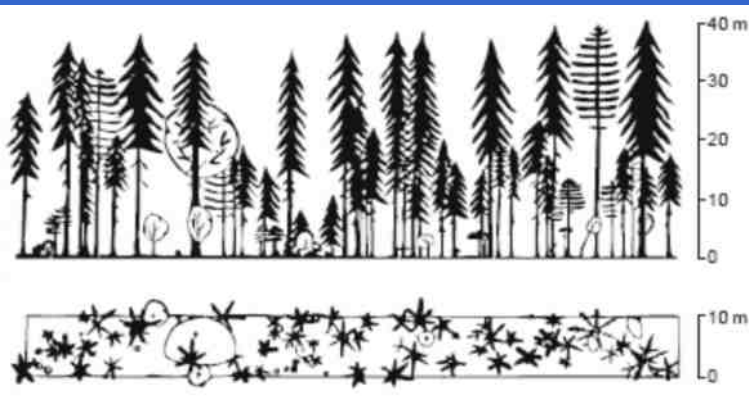
OK



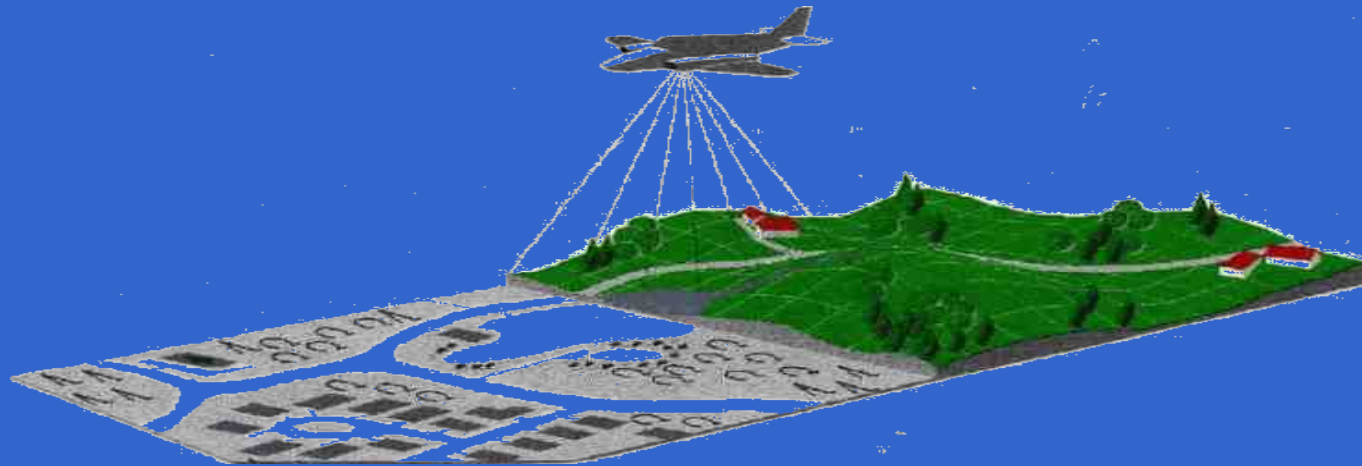
Die 1 ha große und vollgekluppte Testfläche ist als weißes Quadrat dargestellt. Die rötlichen Farben im Bild stammen vom Infrarotsensor des Satelliten, der zur automatischen Trennung verschiedener Baumarten eingesetzt werden kann.



Beispiel: Nordschwarzwald, Plenterwald



Messung von Einzelbäumen und Bestandesstrukturen mit Laser- und Luftbilddaten

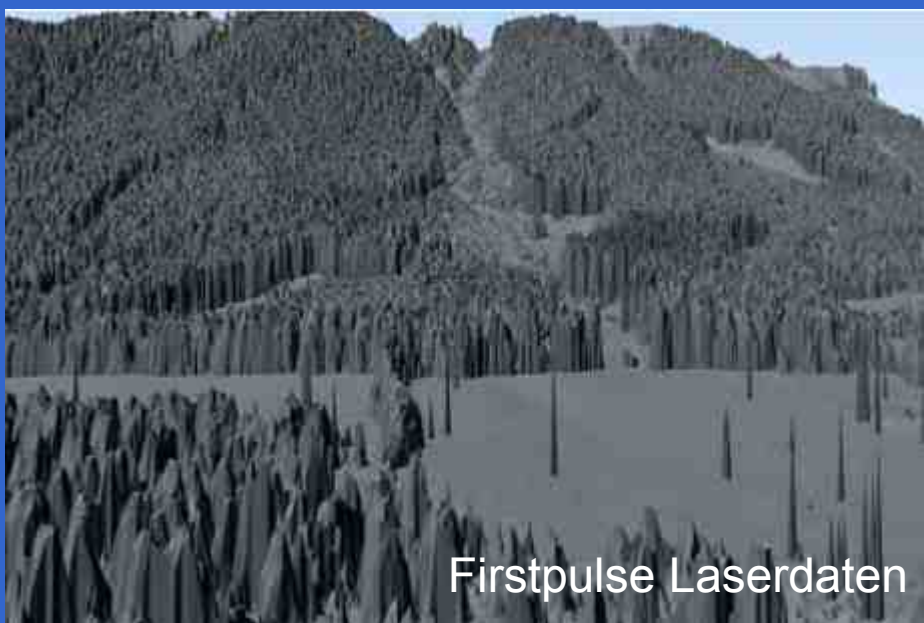


Laser- und Luftbilddaten vom Flugzeug aus





Lastpulse Laserdaten



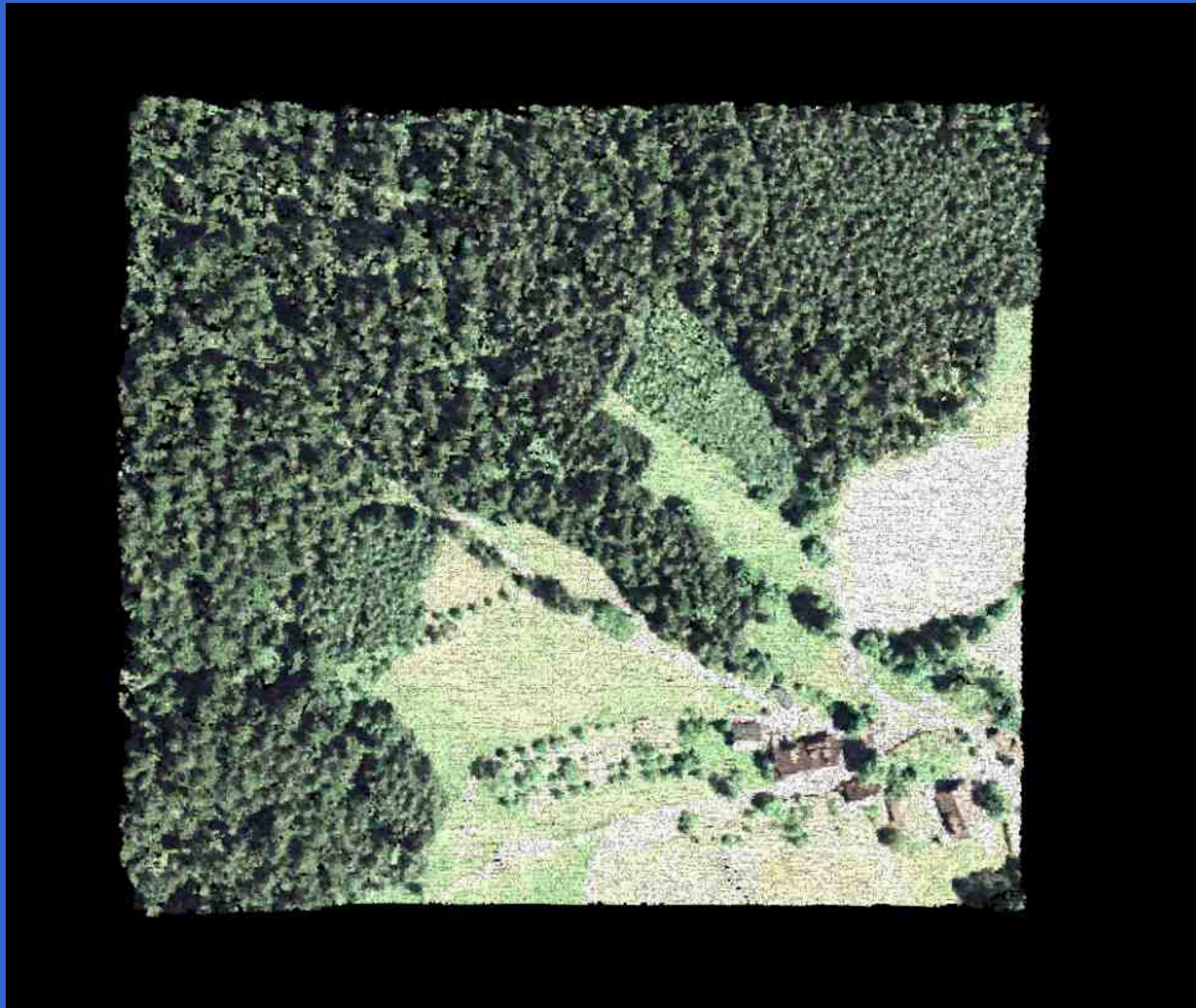
Firstpulse Laserdaten



Laser- mit Bilddaten

Quelle: Joanneum Research, Graz





Photogrammetrische Auswertung hochauflösender digitaler Luftbilder

Digitales Kamerasystem



High panchromatic resolution:
11500 x 7500 Pixel

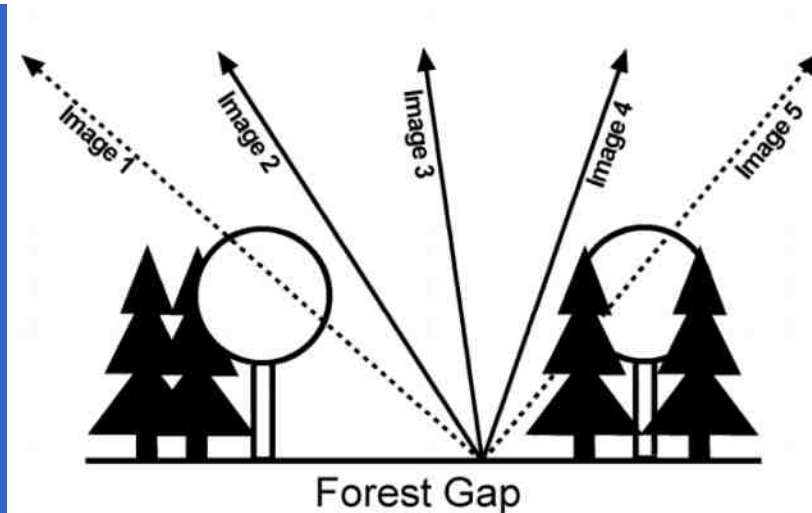
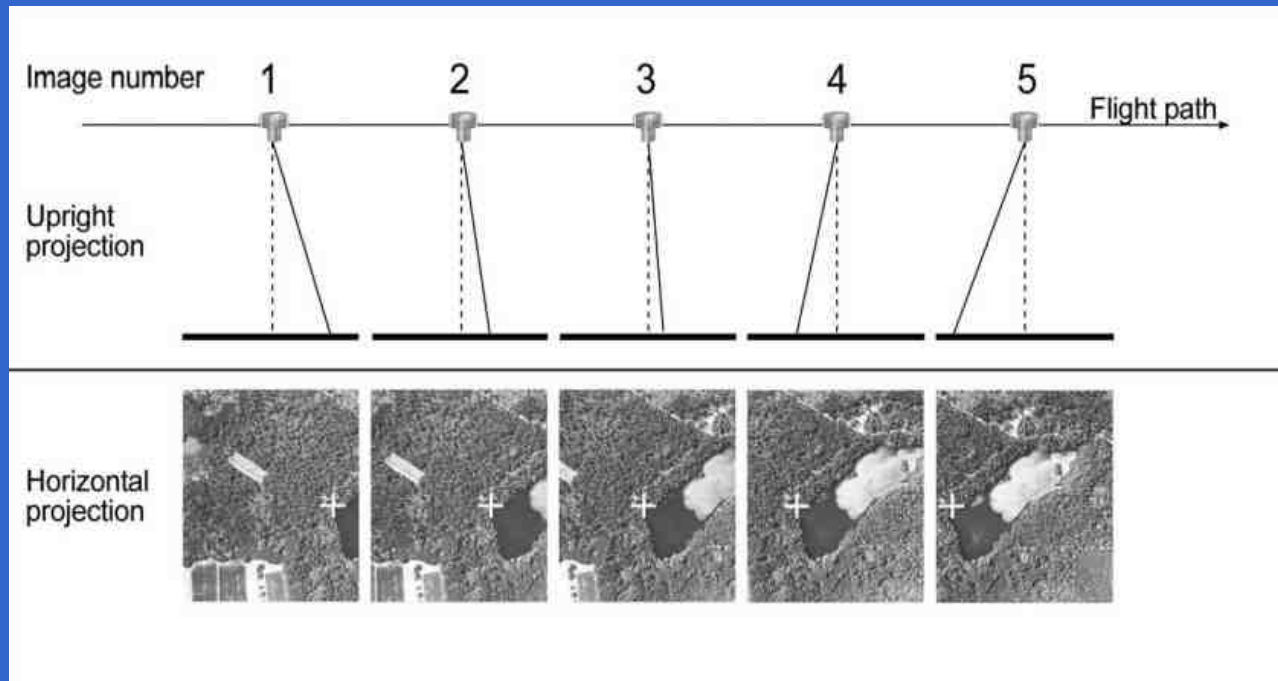
Pixel size 9 μm

Focal length 100 mm

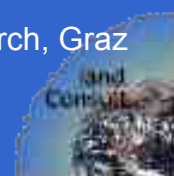
MS (blue, green, red, NIR):
(4008 x 2672 Pixel)



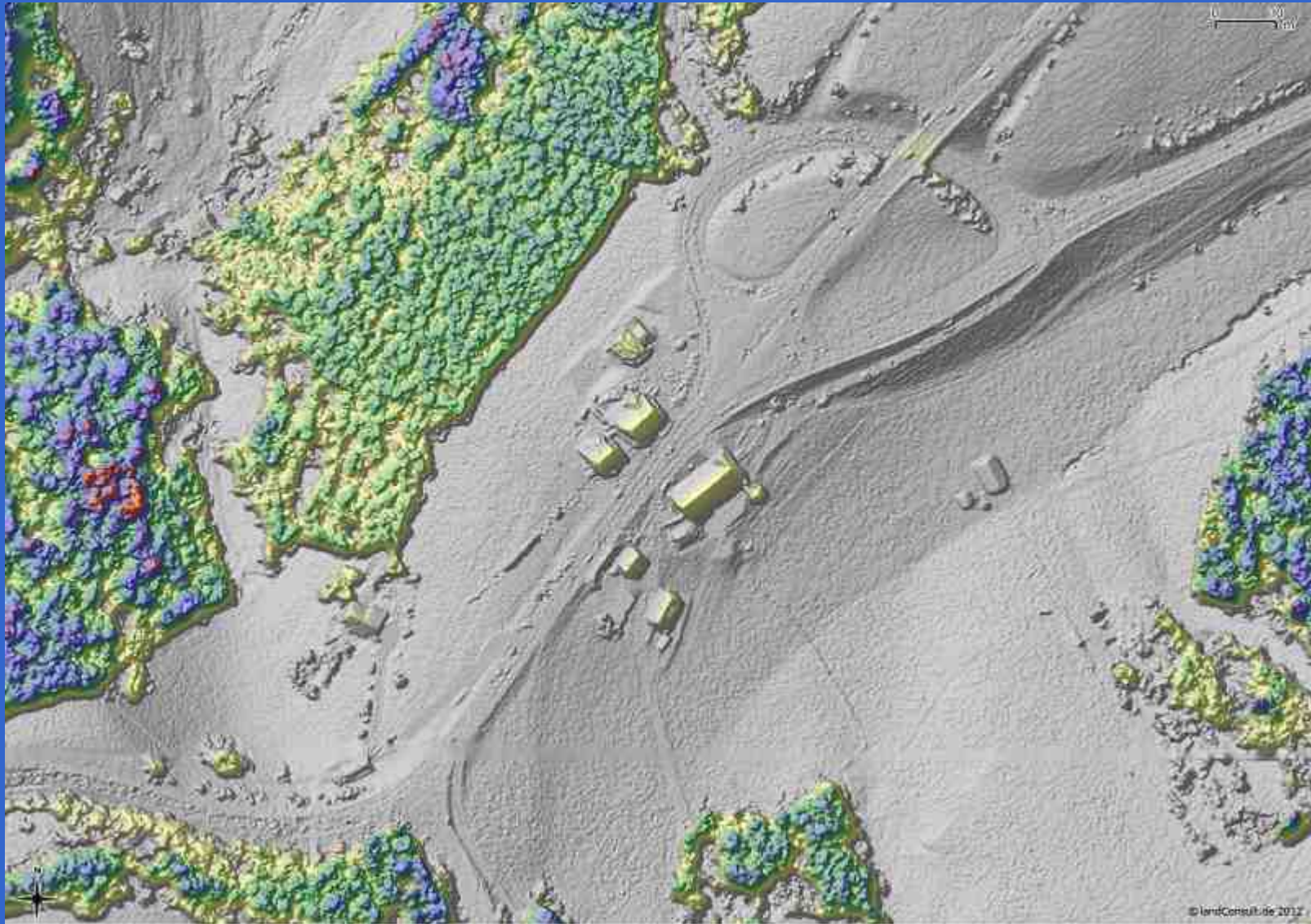
Prinzip der digitalen Photogrammetrie



Quelle: Joanneum Research, Graz



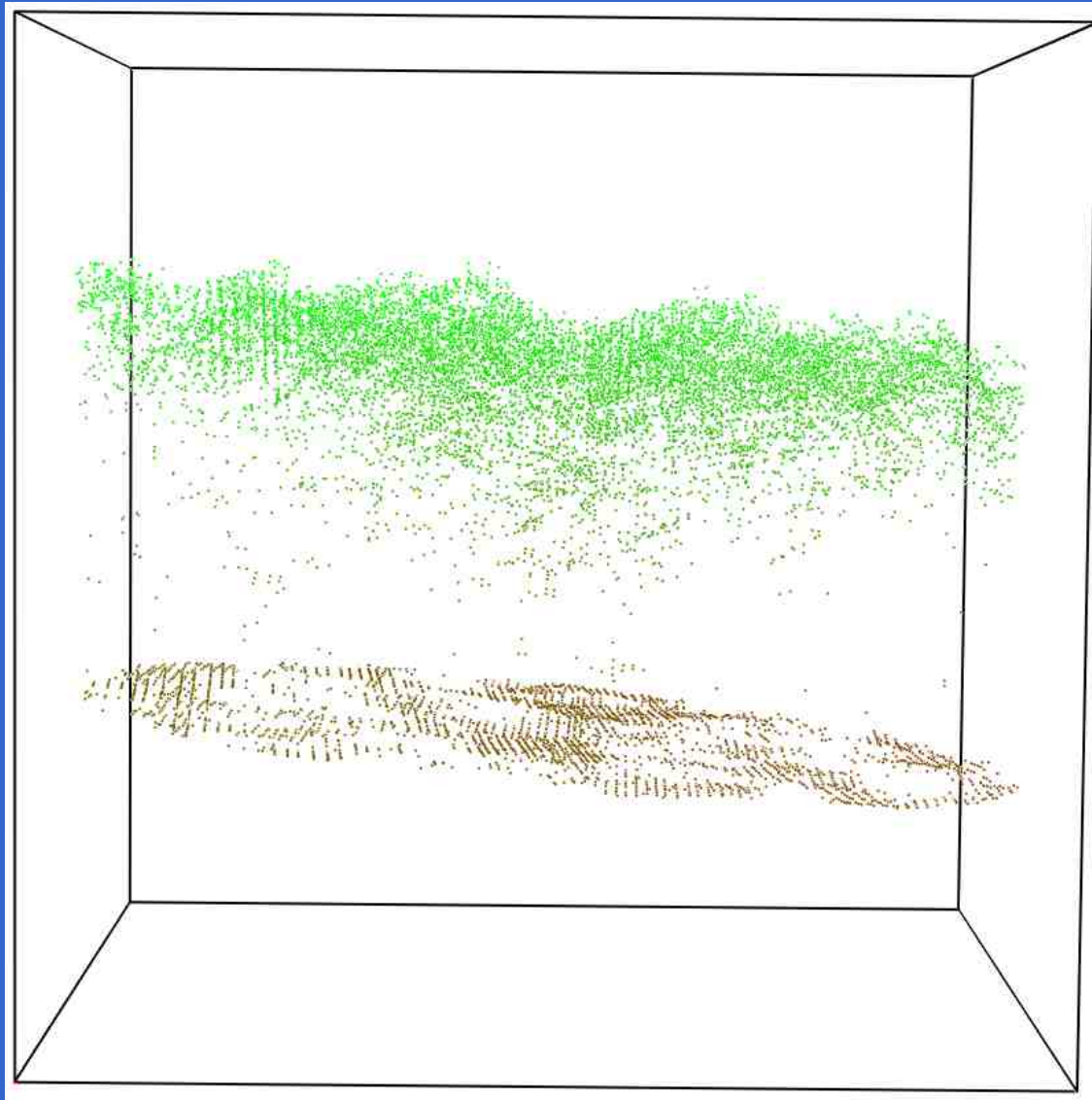
Oberflächenmodell mit farbigen Objekthöhen aus einem Luftbildpaar des Landesamt für Geoinformation Baden-Württemberg

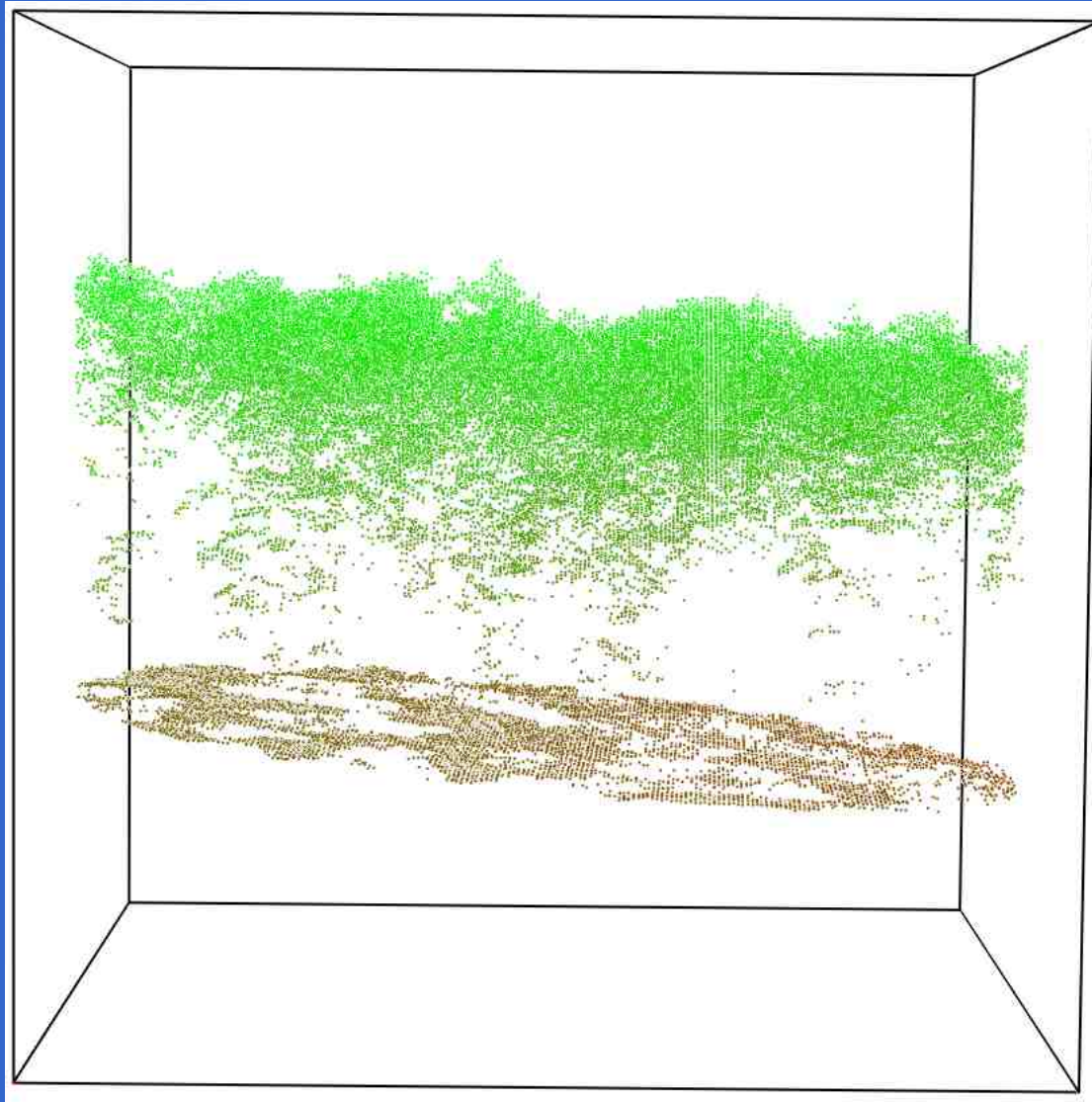


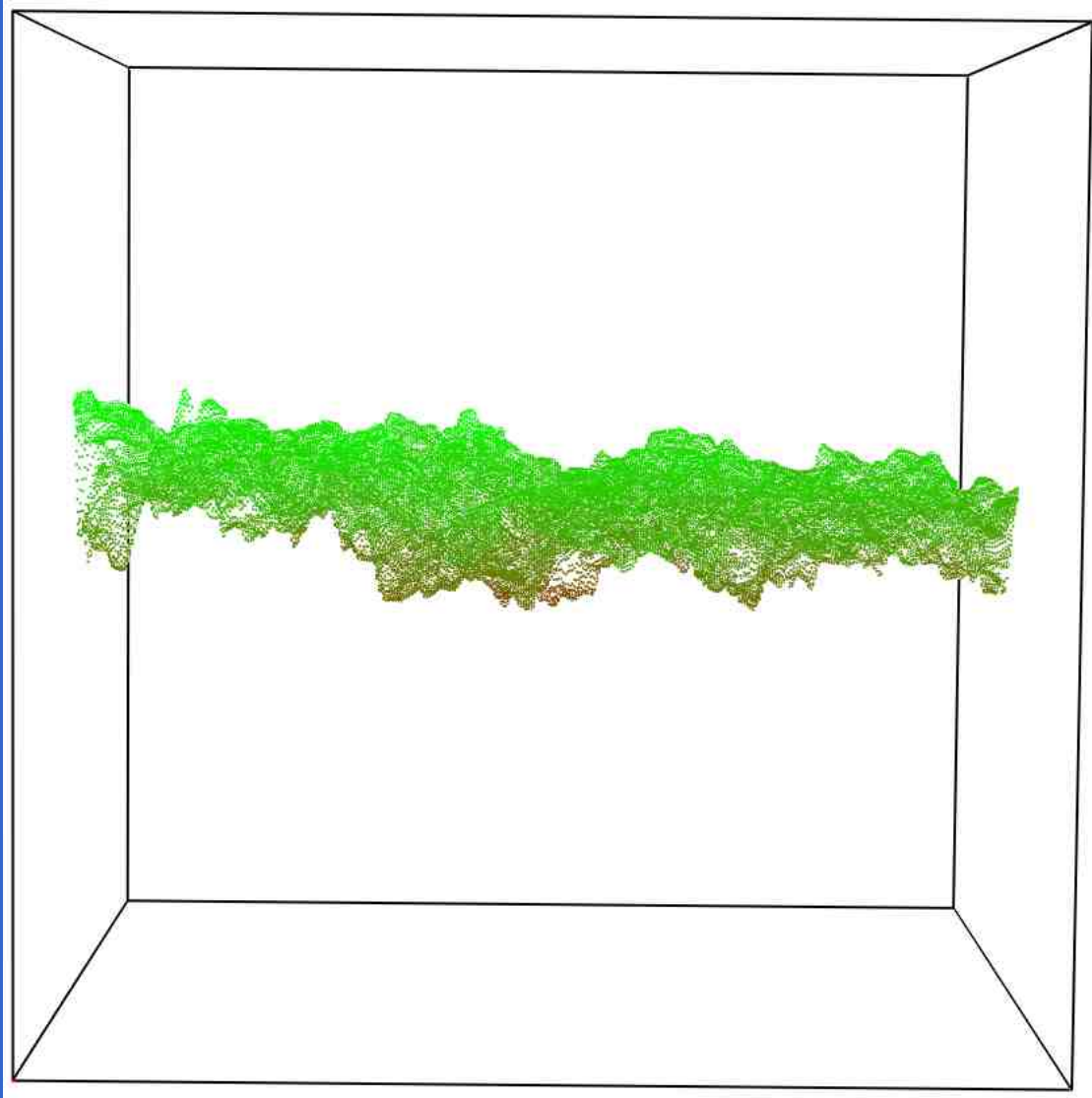
Vermessung standortskundlicher Versuchsfelder in Sachsen 2012

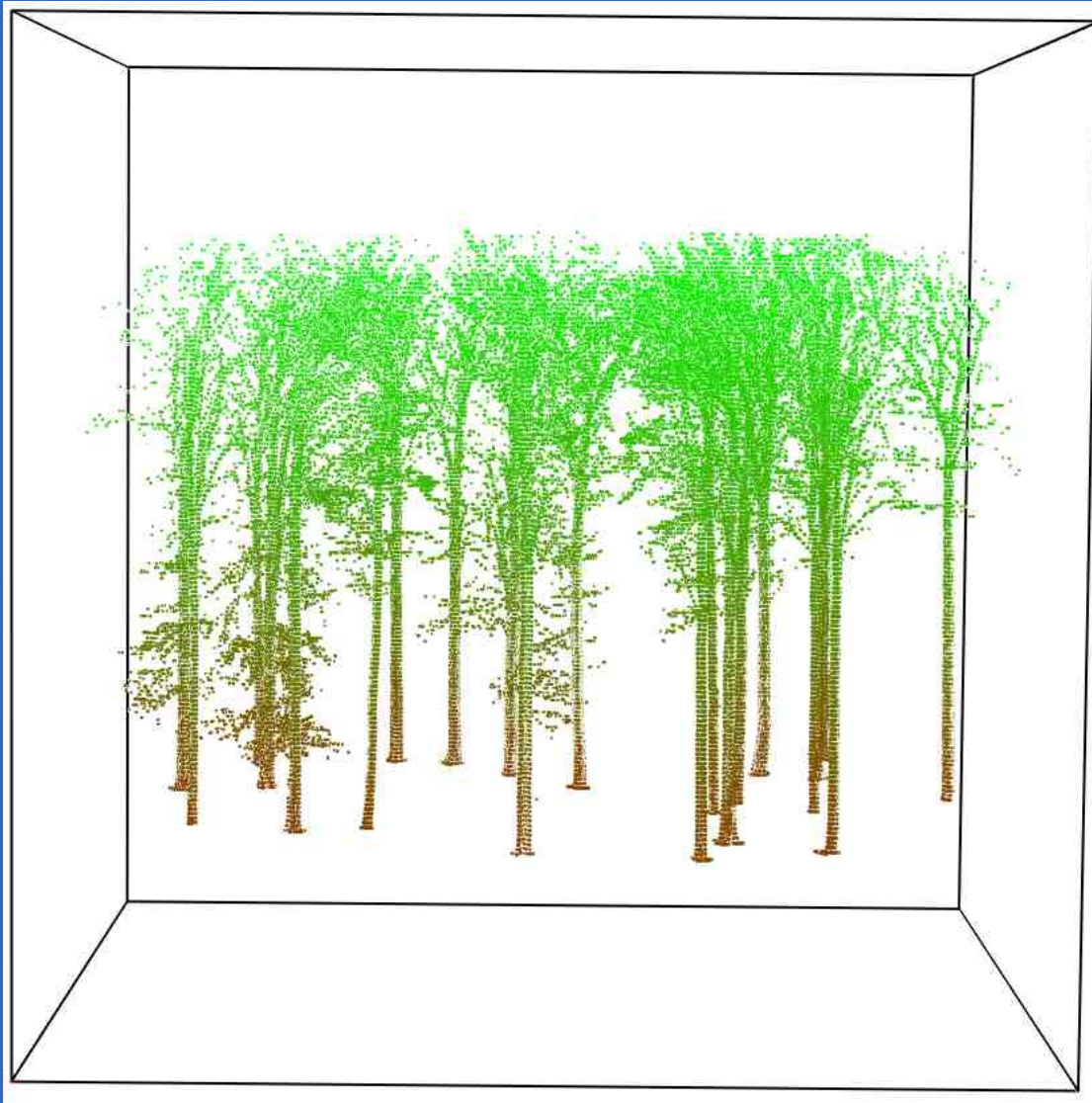
1. Berechnung repräsentativer Kronenmodelle aus Laser- und Luftbildern als Grundlage für eine automatisierte Vermessung verschiedener Kronenparameter.
2. Automatische und einzelstammweise Erfassung des Kronenraumes auf 34 Versuchsfelder in Sachsen.
3. Erzeugung von insgesamt ca. 134.000 Einzelbaumpunktwolken zur Vermessung der Kronenparameter (Länge, Höhe, Umfang, Schirmfläche, Volumen, 8 Radien).
4. Erzeugung einer GIS Datei im Shape Format mit den Kronenpolygonen und den berechneten Kronenparametern als Attributtabelle.
5. Terrestrische Laservermessung und Auswertung von 3 Stichprobenkreisen in einer Buchen-Naturwaldzelle verschiedener Altersklassen.











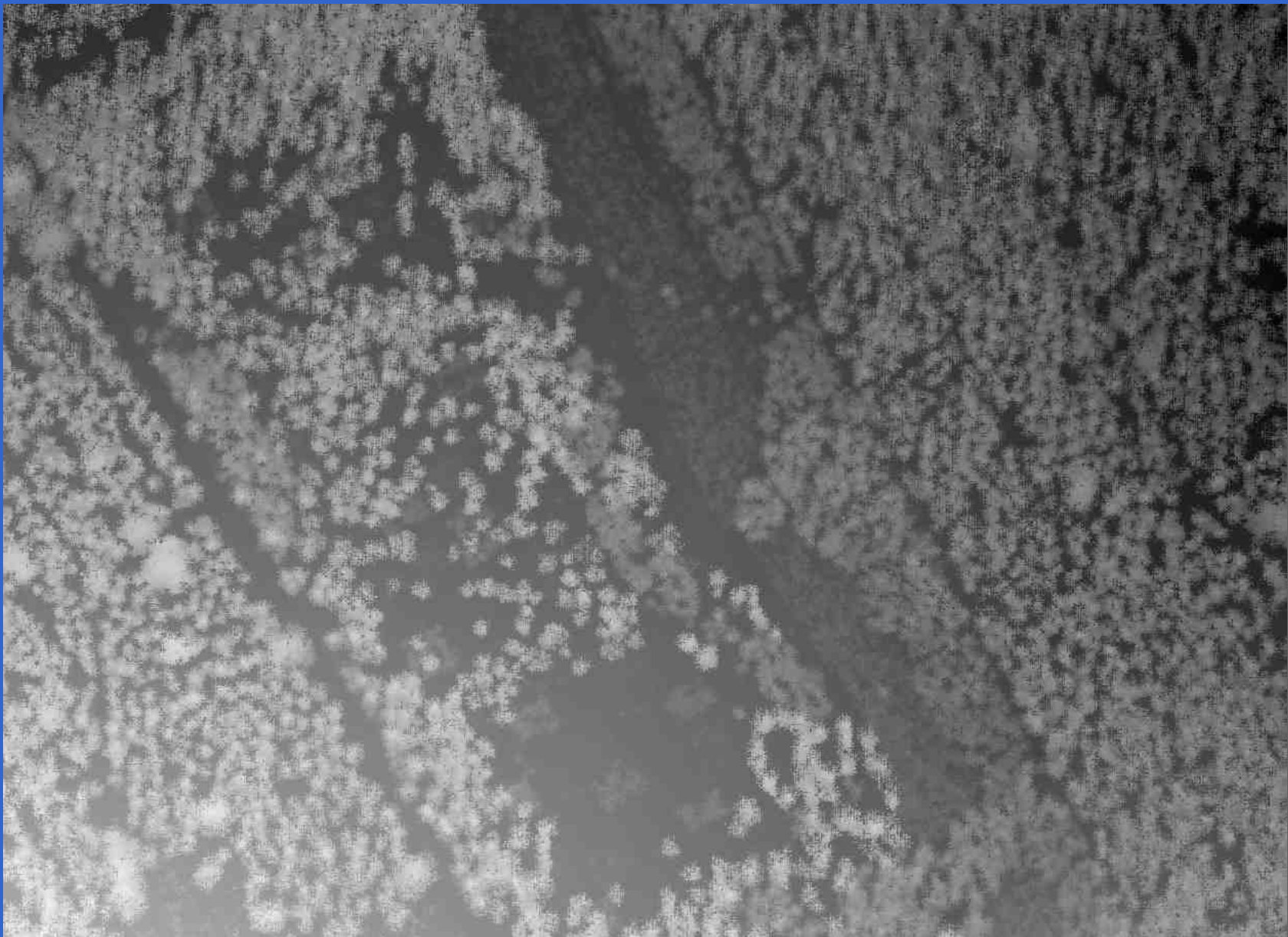


Abb.: aus First-Lastpulse abgeleitetes DSM mit 20 cm Auflösung

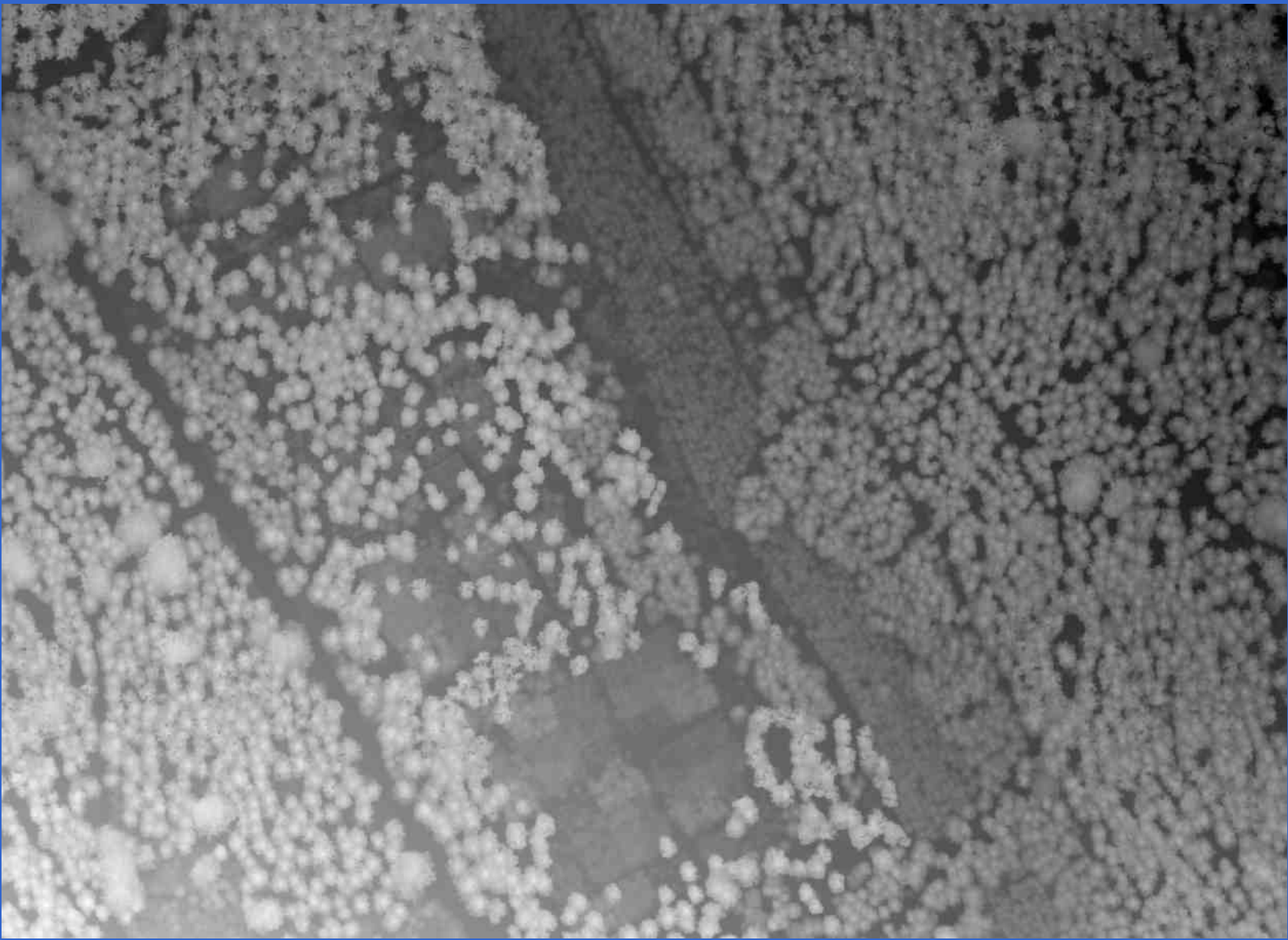


Abb.: aus Fullwave Laser abgeleitetes DSM mit 20 cm Auflösung

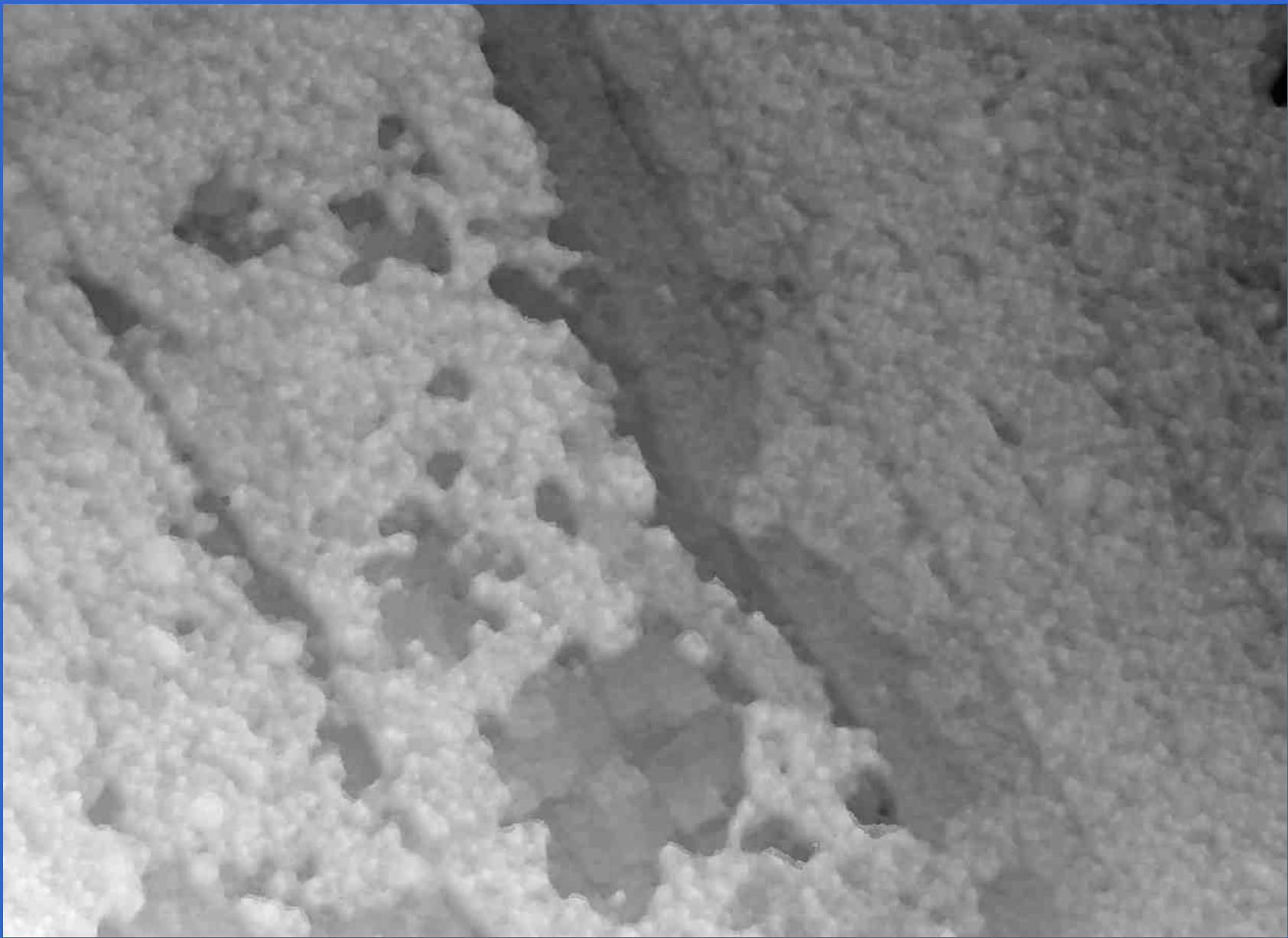


Abb.: aus Luftbild abgeleitetes DSM mit 20 cm Auflösung

Kronenparameterberechnung mit ATLAS (Datenmodell SBS)

Identifikationsergebnis

Objekt	Wert
0	kronenparameter
_gid	ID_2_22_106
(Aktionen)	
(abgeleitet)	
Fläche	30,086 m ²
Objektkennung	52847
BAUMVGL_NR	
BAUM_ADR	ID_2_22_106
BAUM_HOEHE	25.42
BAUM_HW	5593186.29
BAUM_RW	4560284.81
BEARBEITER	
BEMERKUNG	
CROWN_RAD1	2.66
DATUM	
ERRORCODE	0
HOEHE_KA	18.5
H_KB_MAX	18.5
KB_MAX	5.52
KB_MIN	3.49
KB_MTL	4.5
KL	6.92
KMFL	61.95
KRONENVOL	52.44
KR_N	2.45
KR_NO	2.07
KR_NW	2.85
KR_O	3.56
KR_S	2.64
KR_SO	2.55
KR_SW	2.71
KR_W	2.45
KSFL	22.73
NAME_LAS	ID_2_22_106
OID_	170
R_MAX	3.56
R_MEAN	2.78
R_MIN	1.93
VERSUCH_NR	ID_2_22

Close Help

Rittersgruen 314

Terrestrisches Laserscanning von Stichprobenpunkten in einer Buchen Naturwaldzelle (NWZ)

Verwendete Geräte



Faro Focus TLS

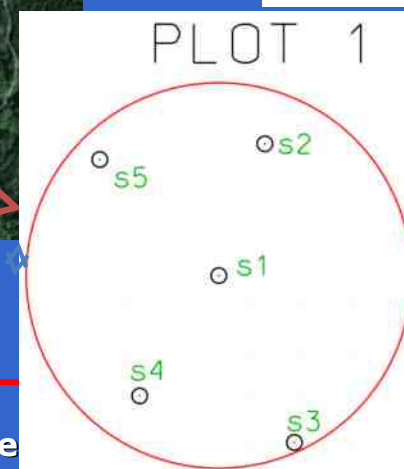
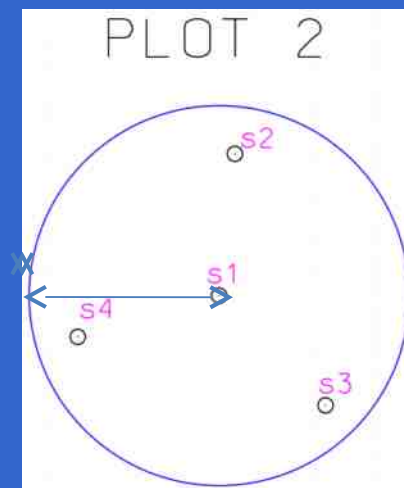
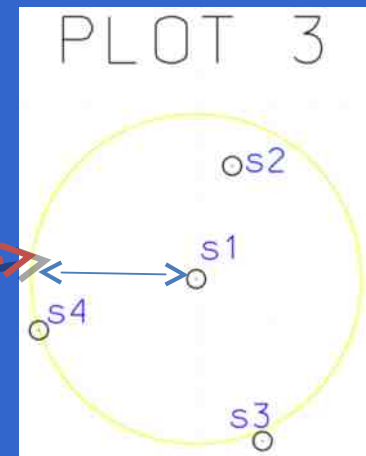
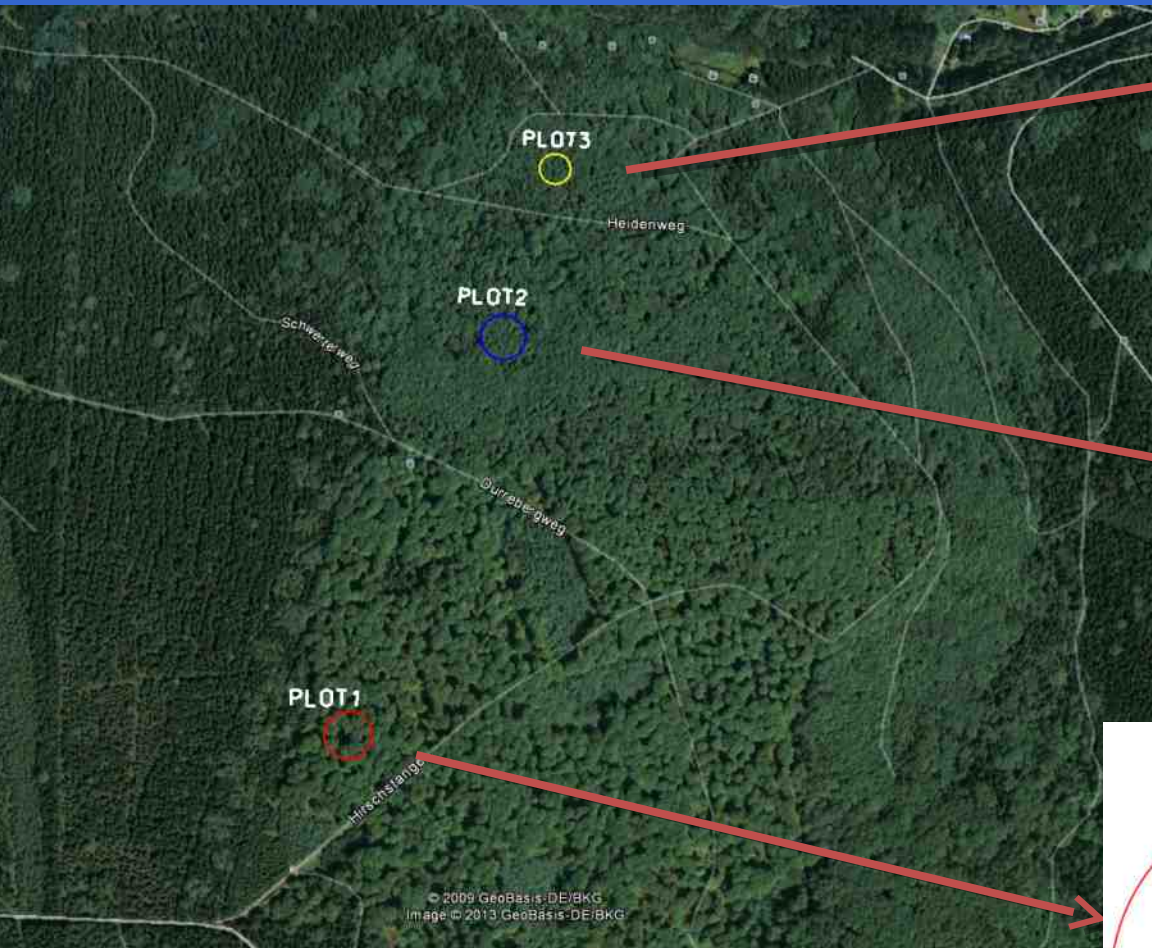


Trimble R8 mit Controller TC21



Abb.: Einmessen PK 48

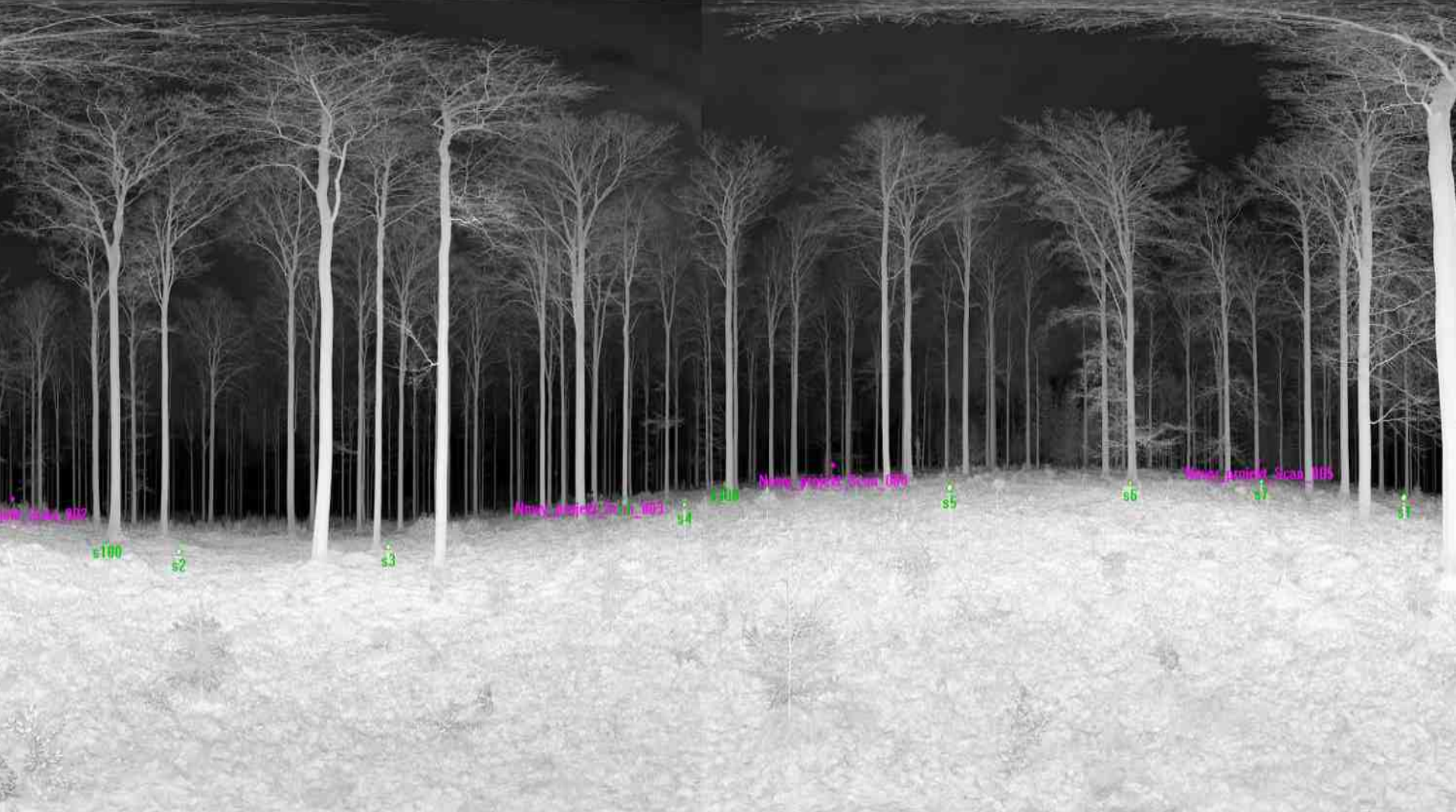
Lage der PK und Standort des Scanners



Radius der PK:
 $r1 = 25.00m$
 $r2 = 25.00m$
 $r3 = 17.84m$

Abb.: NWZ Rungstock mit PK 48 (plot 1), PK10 (plot 2) und PK 3 (plot 3)



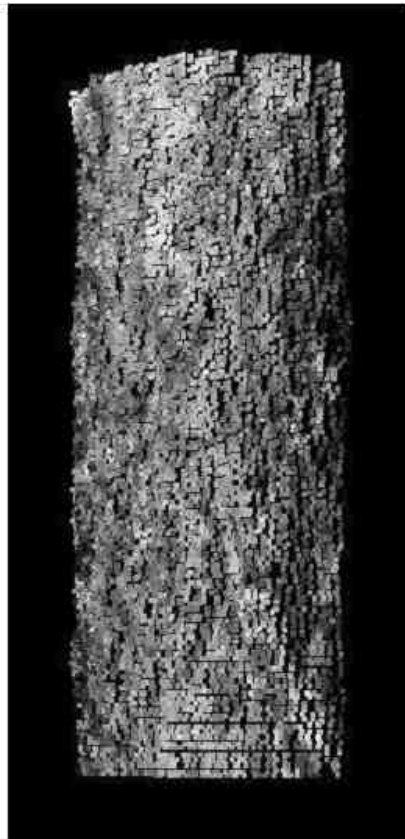


Einzelstammweise Vermessung von:
Baumhöhe, Kronenlänge, -breite und – ansatz, BHD und Grundfläche

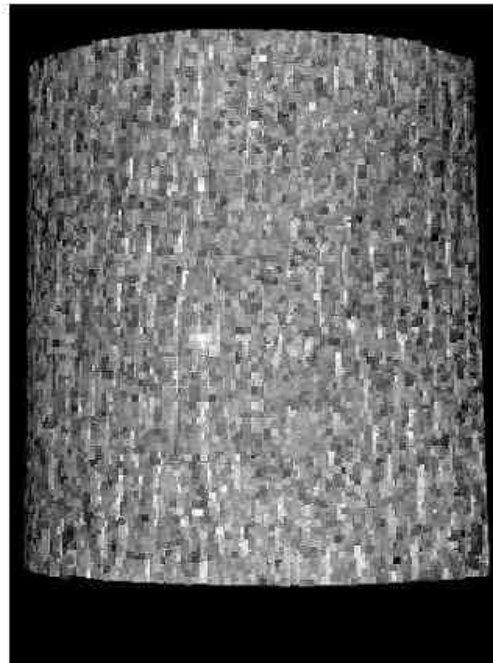


Tree recognition

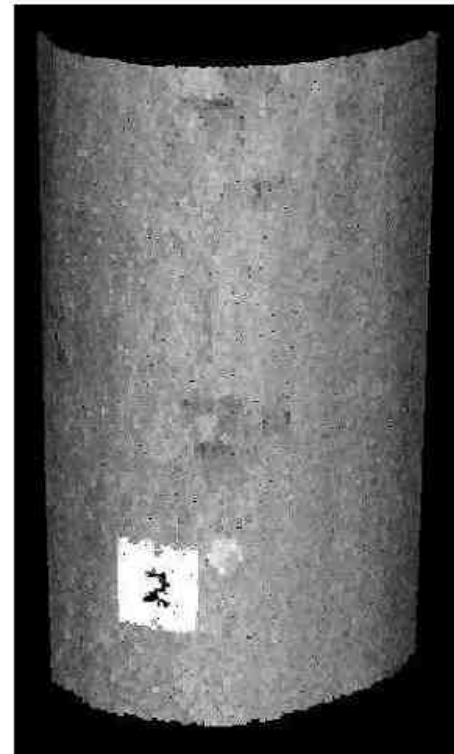
Bark Intensity



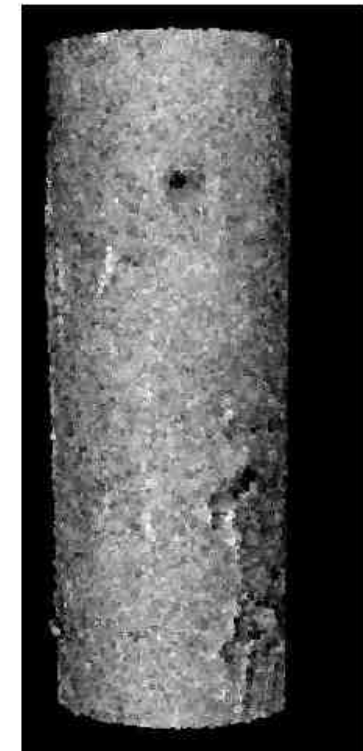
Pinus silvestris L.



Quercus sp.



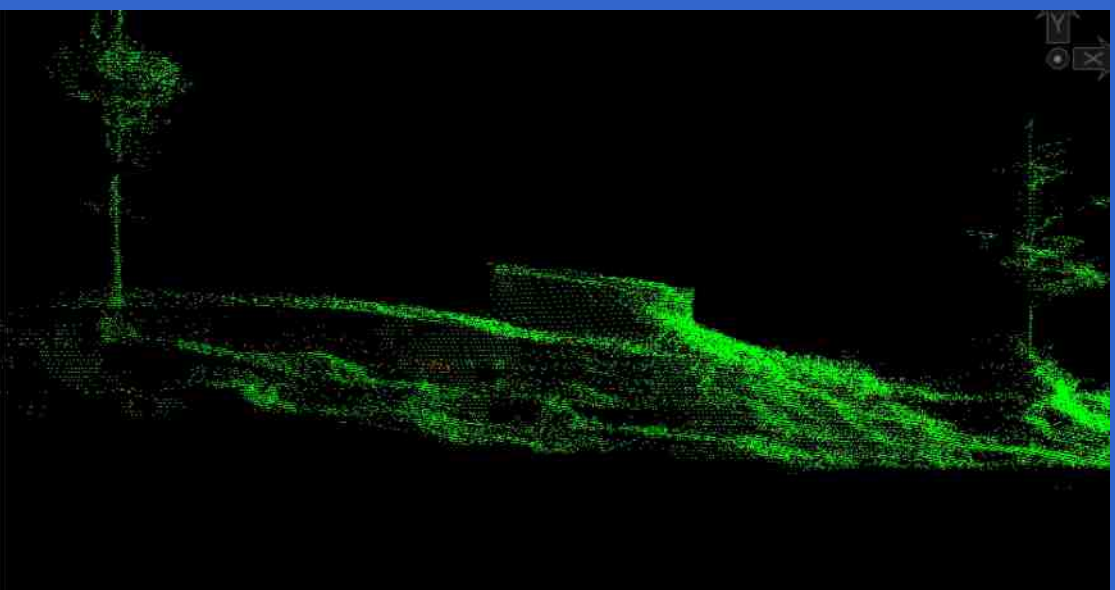
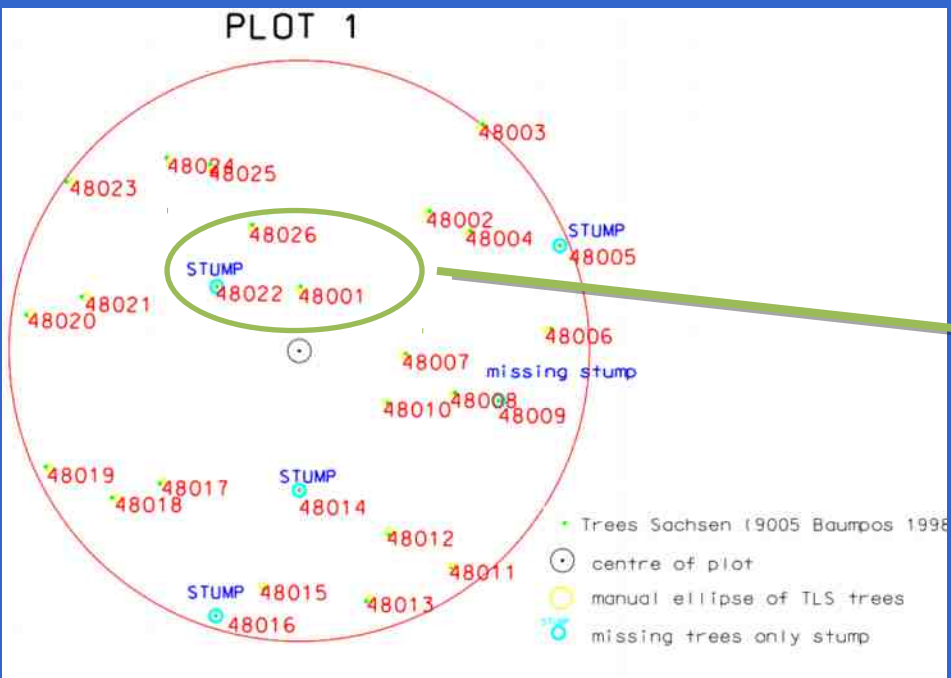
Fagus sylvatica



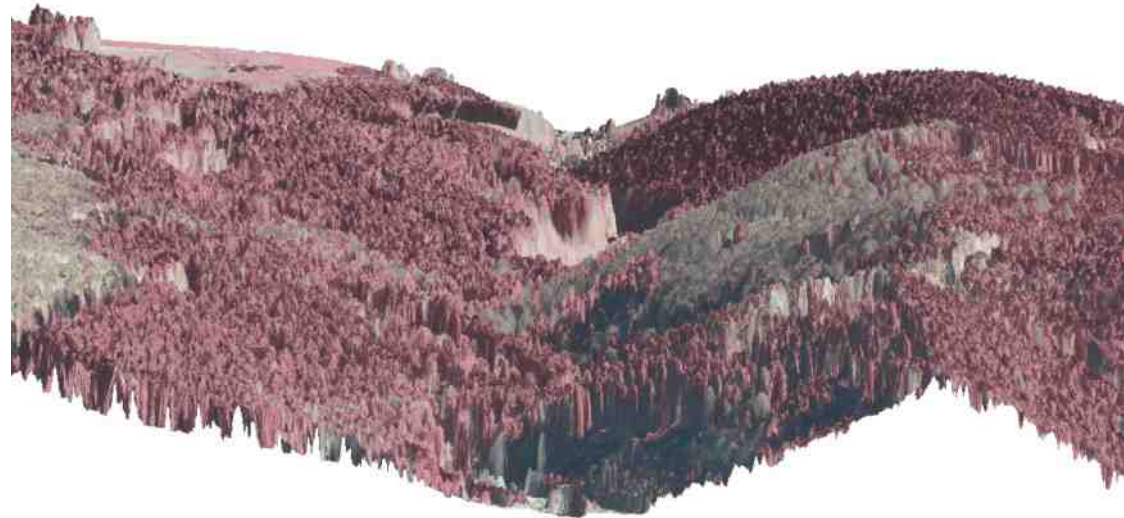
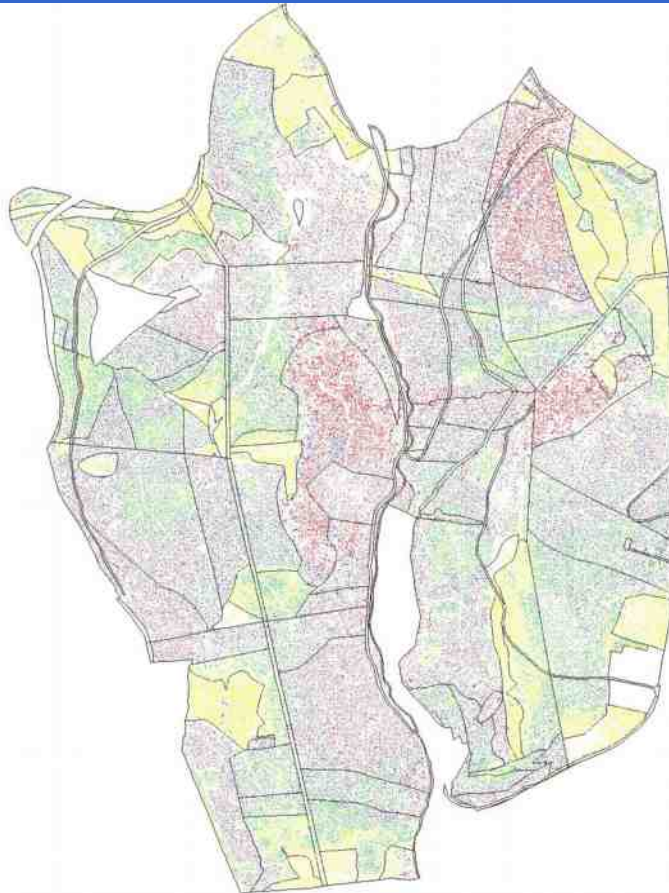
Picea abies K.

Quelle: Universität Krakau





Vorratsmessung und Erfassung der Bestandesstruktur auf großer Fläche am Beispiel von Altersklassenwäldern im Sächsischen Forstamt Eibenstock 2007



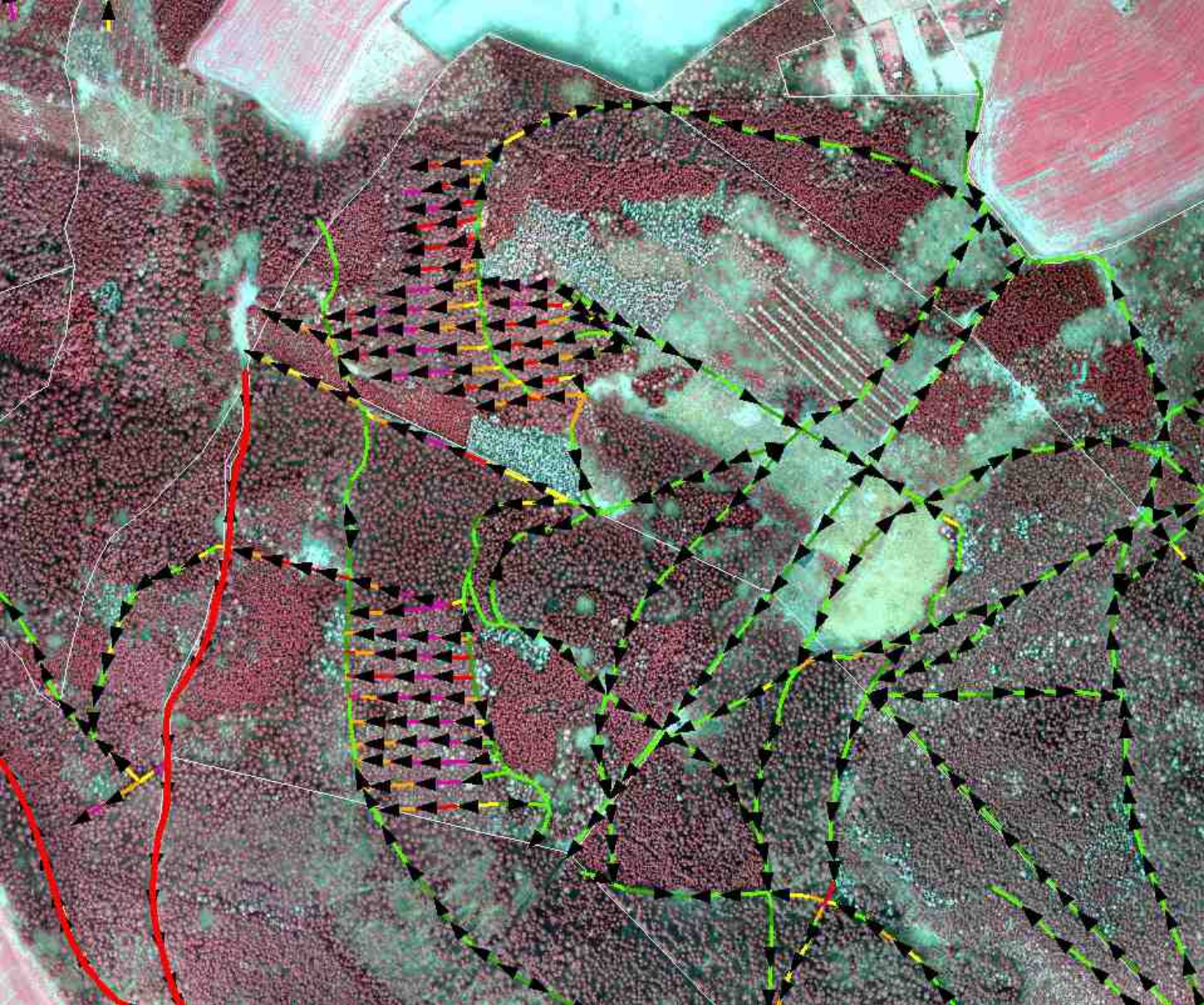
Auf 270 ha wurden rund 95.000 Bäume automatisch vermessen





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%



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.

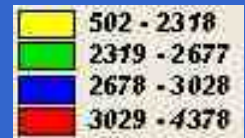


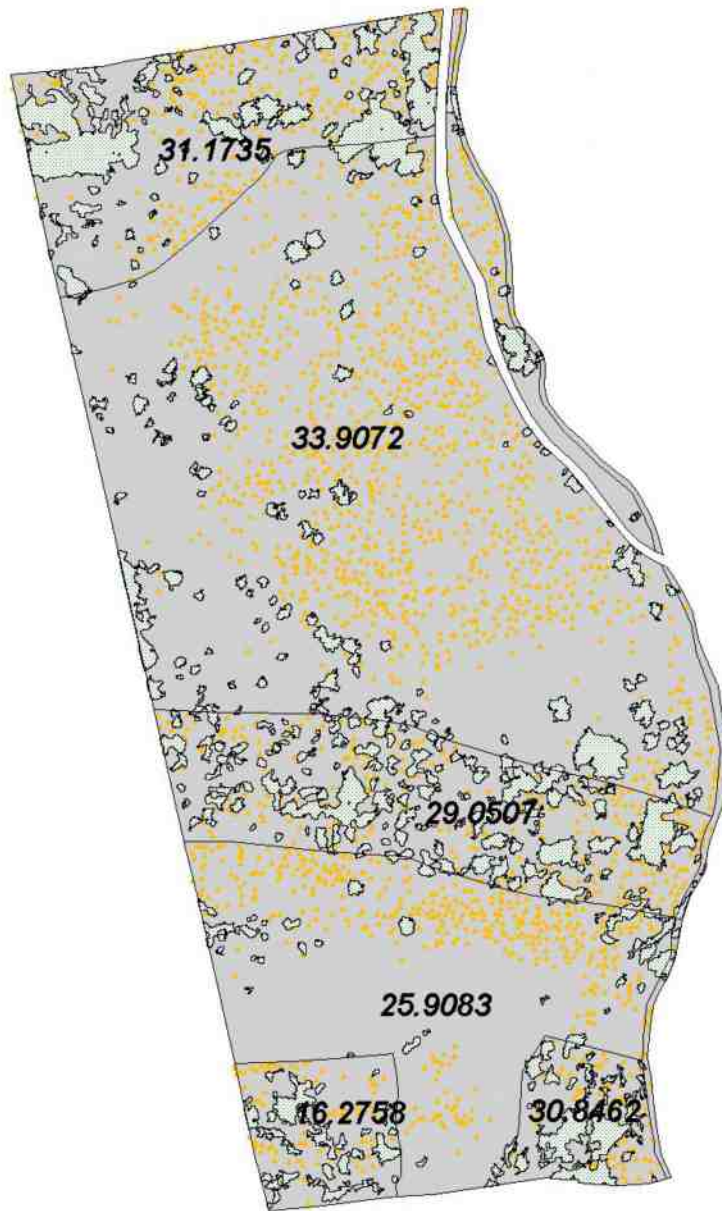
Abteilungsebene

Maßstab 1:3500

Abteilung B436

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





Abteilungsebene

Maßstab 1:3500

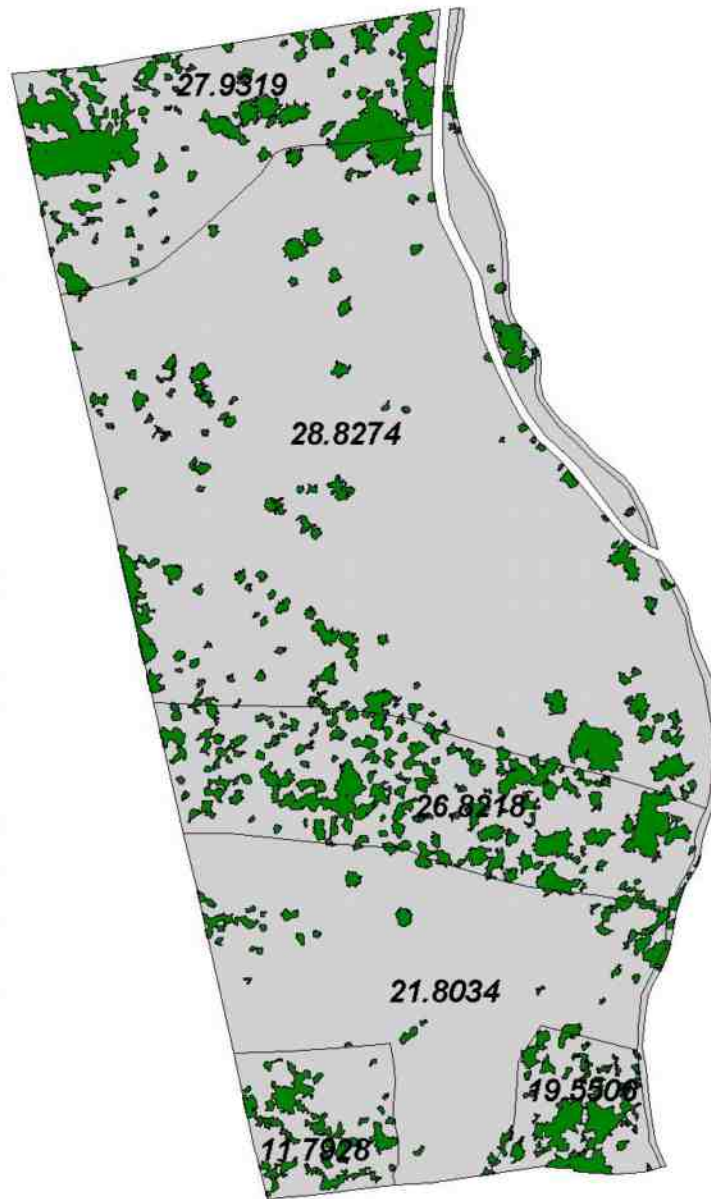
Abteilung B436

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.





Abteilungsebene

Maßstab 1:3500

Abteilung B436

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

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



Distriktebene



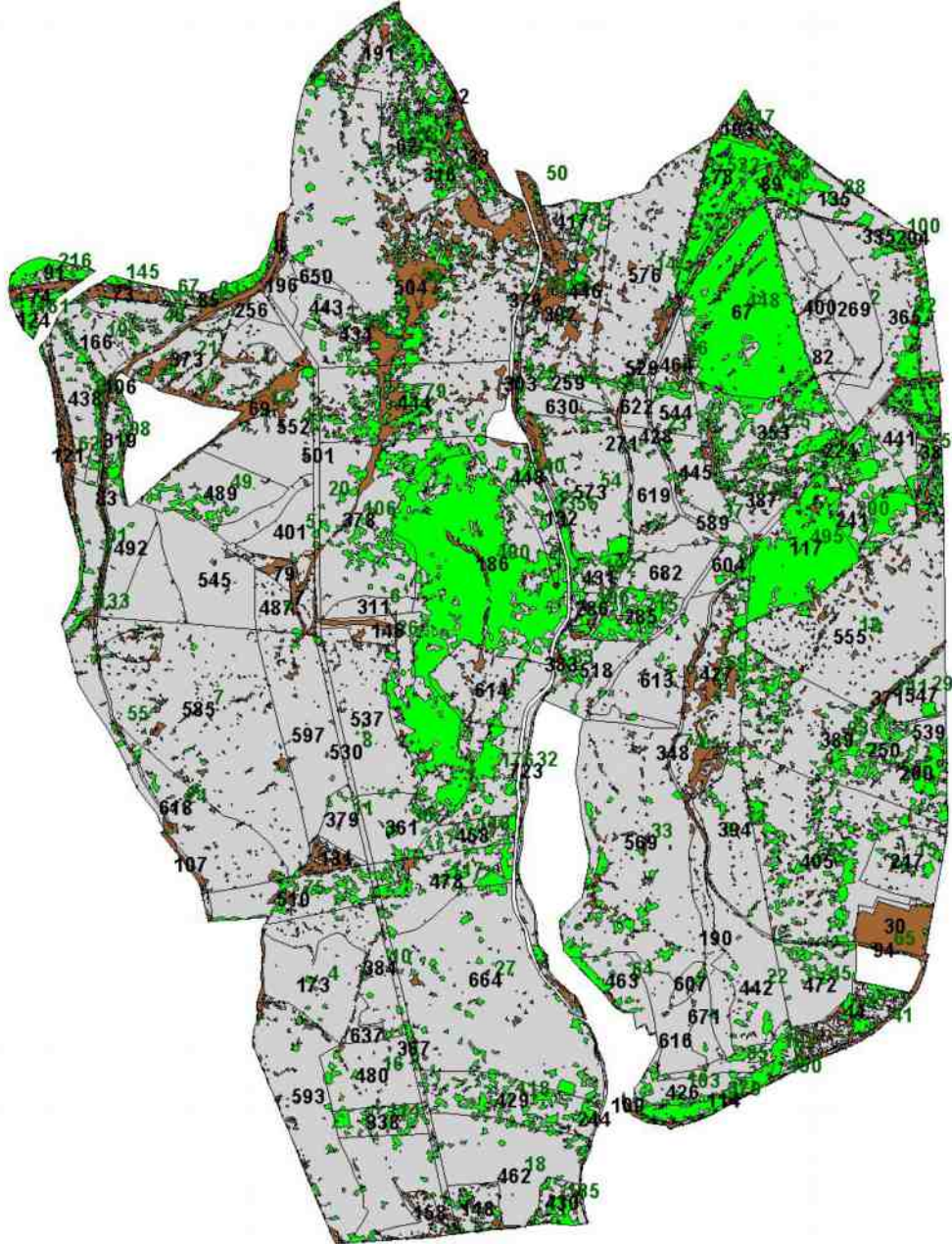
Aus der Oberhöhe und dem Flächenanteil der Baumartengruppen abgeleitete Ertragstafelvorrat in Vfm pro Hektar Bestandesfläche (Bestandrec).

 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	HA	BLOESSE HA	UNBELAU HA	BELAUBT HA	BESTGRAD	OBERHOEHE	HO	ALTER	HC	DC	N	G	VD	DC	VD	LZ	GWL	VFM	ETADEL	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	
28661.77791	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	

Präsentation der Ergebnisse in einem QGIS Projekt (Bsp. Privatwald)

The screenshot shows the QGIS 1.6.0-Capiabo interface. The main map displays a forest inventory with various layers and features. A dialog box titled "Identifikationsergebnis" is open, showing the details of a selected object.

Identifikationsergebnis

Objekt	Wert
0	Vorratsinventur (Vfm)
cat	4
(Aktionen)	4
(abgeleitet)	
ART	7200
ART_TEXT	Nadelwald
DATUM	2008/02/20
FLSTKZ	163
HOCH	5360589.2
KLASSE	NH
RECHTS	3457001.8
Vfm-ha	216
cat	4
hektar	3.6

The map shows a forest inventory with various layers and features. The "Vorratsinventur (Vfm)" layer is active, showing the inventory results. The map also displays other layers such as "Wege, Waldflurgrenzen, Gebäude", "Flurstücke", "Waldflächen", "Wegenetz", "Grenzpunkte", and "Gebäude". The "Value Tool" is also visible, showing the active layer and its value.

Value Tool

Layer	Value
1 Oberflächenmo...	außerhalb der ...
2 Geländemodell	außerhalb der ...

Es gibt ein Erweiterungsupdate

Koordinate: 3455992,5360821

Maßstab: 1:5825

Zeichnen



Zusammenfassung der Ergebnisse

--- zunehmende Bedeutung --->

Inventur und Planungsinstrument

Automatische Wegevermessung

Holztransport und Navigation

Holzerntelogistik

Naturschutz

Plattform für Datenaustausch

- Schutz von betriebsinternen Daten
- Kontrolle über Datennutzer
- Plattform für forstliche Anwendungen
- Austauschplattform interessant für TÖB zur Beurteilung von z.B. Bauvorhaben mit Hilfe öffentlich zugänglicher Daten



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

