

Photogrammetrische Einzelbaumvermessung für eine großflächige Forstinventur von Privat- und Kommunalwald im Nordschwarzwald

Dr. Markus Weidenbach
landConsult.de – Büro für Umweltplanung, Geographisches
Informationsmanagement und Beratung
Öhinghaltweg 3
D – 77815 Bühl / Baden

markus.weidenbach@landConsult.eu
<http://www.landConsult.de>



Forschungsprojekt „3D Forstinventur“

Gestartet am 09. Dez. 2013
Beendet am 31. Okt. 2014



Titel:

Machbarkeitsstudie über die großflächige Erstellung und allgemeine Verwendung von digitalen 3D Waldmodellen zur Darstellung der Holzvorräte und zur Unterstützung der Holzmobilisierung im Privat- und Kommunalwald in Baden-Württemberg.

Das Projekt wird gefördert durch die Europäische Union – Europäischer Fonds für regionale Entwicklung – sowie das Land Baden-Württemberg (<http://www.rwb-efre.baden-wuerttemberg.de/>)



Europäische Union

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

investition in
Ihre Zukunft!



Baden-Württemberg



Übergeordnete Projektziele 2013

Mithilfe amtlicher Stereoluftbilder soll für den **Privat- und Kommunalwald** in BW, für den häufig keine systematisch erhobenen Planungsdaten vorliegen, ein kostengünstiges und prototypisches Verfahren zur Beschreibung der Waldstruktur und der Holzvorräte entwickelt werden. Das dafür ausgewertete Untersuchungsgebiet ist **18.400 ha** groß.

Die Ergebnisse sollen in einem benutzerfreundlichen Online ForstGIS (QGIS Webclient) den betroffenen Waldbesitzern zugänglich gemacht werden und damit zur Waldbewirtschaftung und „Rohholzmobilisierung“ beitragen.

Teilziele

Erhebung eines Meinungsbildes von 25 zufällig ausgewählten Mitgliedern des Waldbesitzervereins Nordschwarzwald (WBV) durch Telefon - Interviews zu diesem Thema

Information der WBV Mitglieder und Projektpartner über eine neue WBV Webseite:

<http://www.wbv-nordschwarzwald.de>

Projektpartner



Dr. Markus Weidenbach, Planungsbüro landConsult.de, Bühl:
Projektmanagement, Datenbeschaffung und Verarbeitung, Modellentwicklung,
Geographisches Informationssystem (<http://www.landConsult.de>).



Prof. Mathias Schardt, Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, Graz:
Weiterentwicklung und Anpassung der für die Photogrammetrische Auswertung
benötigten Algorithmen und Programmroutinen
(<http://www.joanneum.at/digital>).



Dr. Bernd Wippel, MSc. Jessica Meyer-Rachner, Unique Forestry and Land Use
GmbH, Freiburg: Nutzerbefragung, forstliche Beratung und Strategieentwicklung
(<http://www.unique-forst.de>).

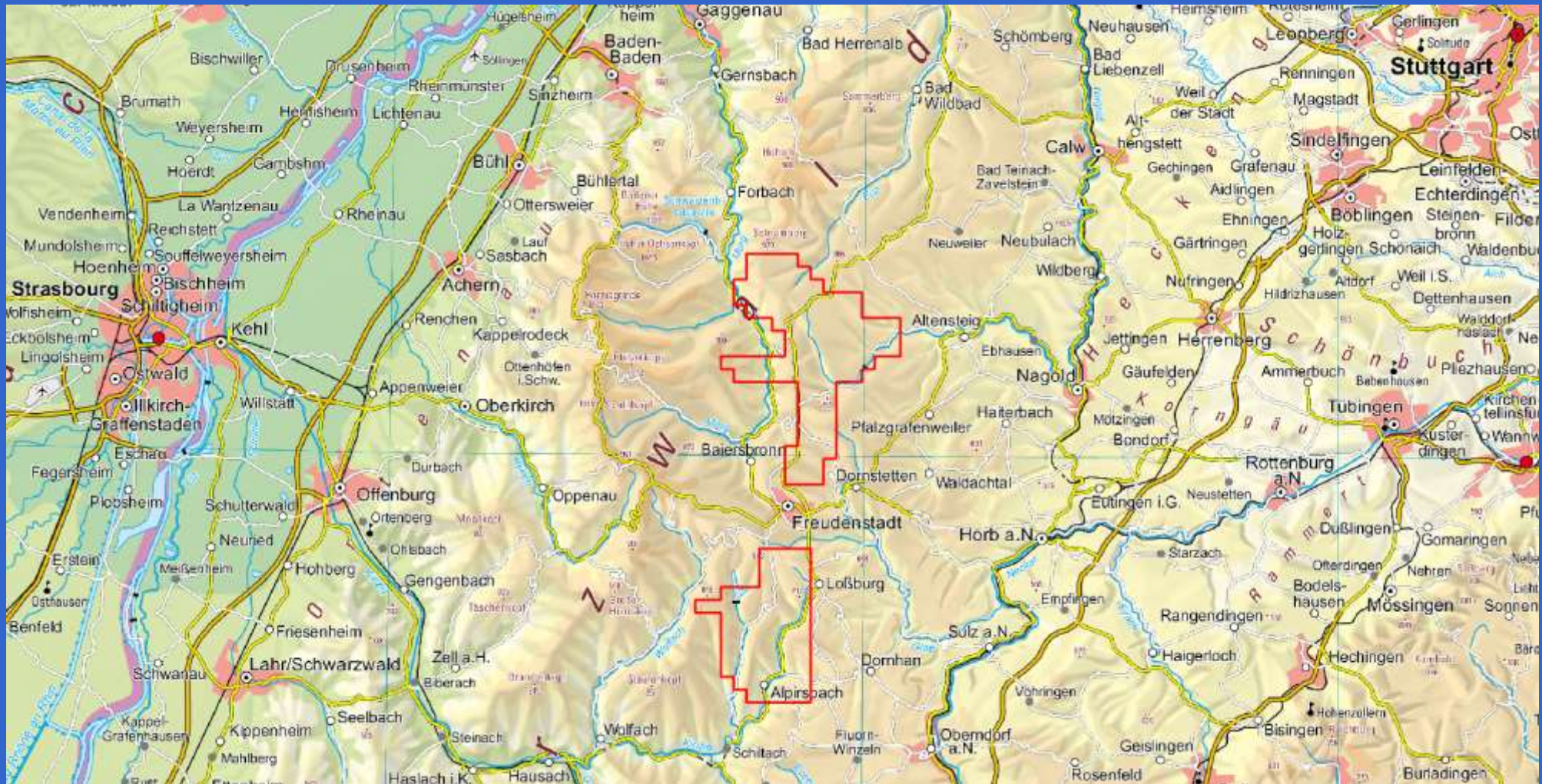


Dipl. Forstwirt Thomas Schneider, Forstsachverständigenbüro Schneider,
Fischerbach: Vorratsinventur, Modellbildung, Operationale Umsetzung.

Sowie unterstützt durch:

Dr. Kändler, Forstl. Versuchsanstalt, Freiburg;
FDir Jehle, Staatl. Forstamt, Freudenstadt;
Jerg Hilt, Forstkammer BW, Stuttgart;
ForstBW und LGL, Stuttgart.

Rund 80% des 18.400 ha großen, im Landkreis Freudenstadt liegenden Untersuchungsgebietes, sind bewaldet. Der Wald ist überwiegend im Besitz von Gemeinden und privaten Waldbesitzern. Die privaten Waldflächen sind ca. 2 bis 200 ha groß.

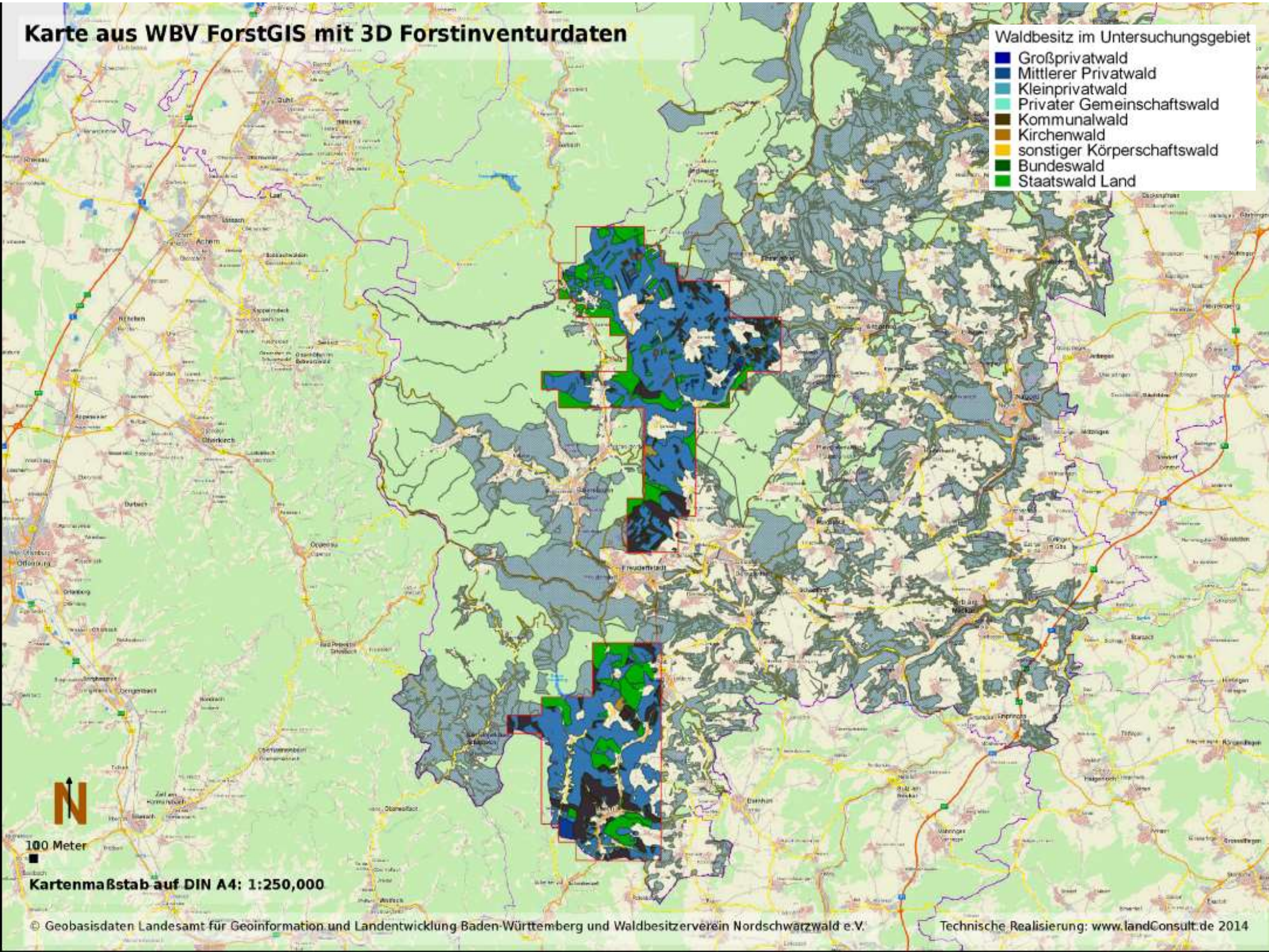


Lage des Untersuchungsgebietes zwischen Strasbourg und Stuttgart im Landkreis Freudenstadt

Karte aus WBV ForstGIS mit 3D Forstinventurdaten

Waldbesitz im Untersuchungsgebiet

- Großprivatwald
- Mittlerer Privatwald
- Kleinprivatwald
- Privater Gemeinschaftswald
- Kommunalwald
- Kirchenwald
- sonstiger Körperschaftswald
- Bundeswald
- Staatswald Land



100 Meter

Kartenmaßstab auf DIN A4: 1:250,000

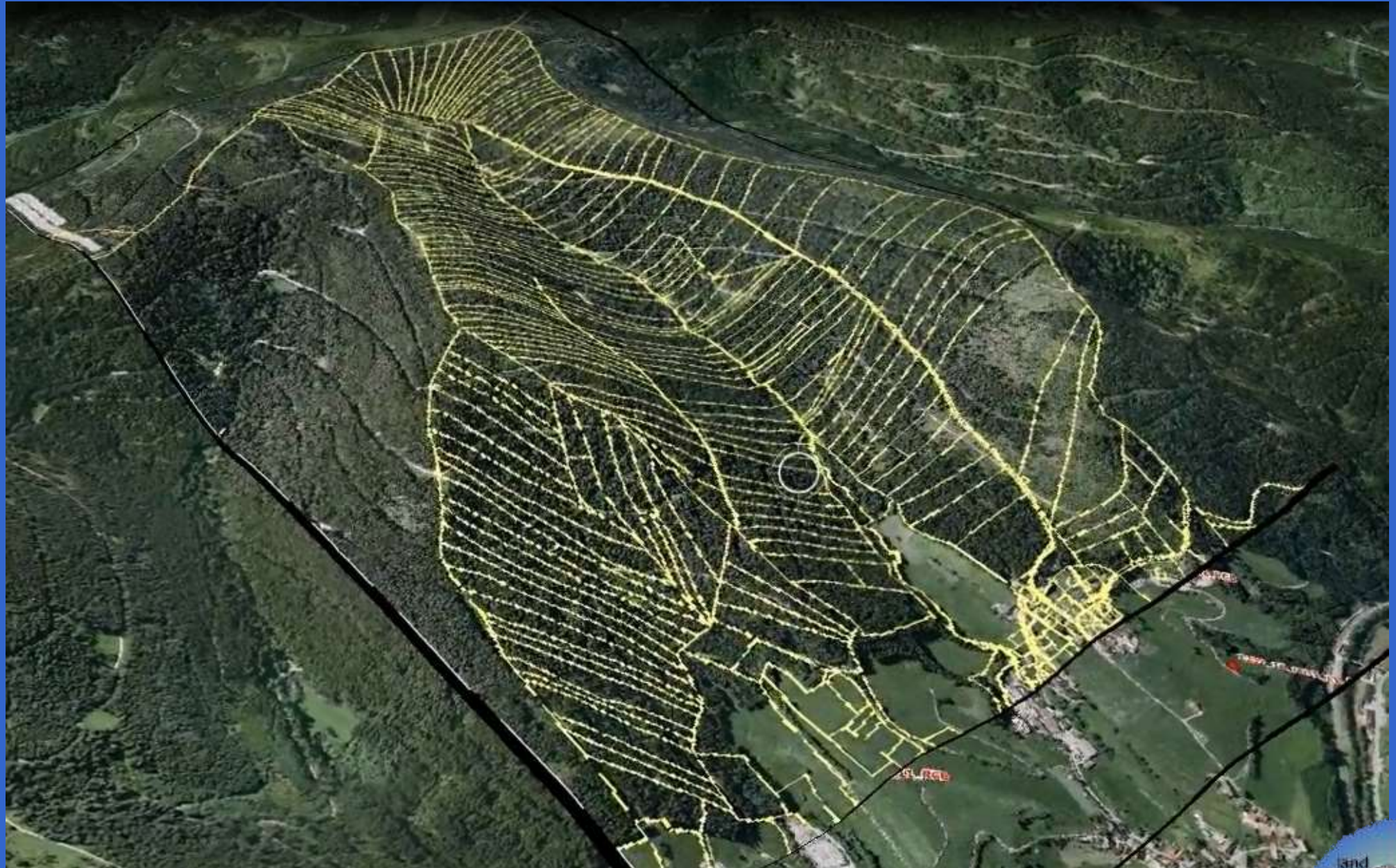
Durch eine einzelbaumweise Waldkartierung (im Ggs. zur bestandesweisen oder Stichproben Inventur) kann die besondere Waldstruktur gemischter, ungleichaltriger Waldbestände besser berücksichtigt werden. Im Schwarzwald kommt diese Waldform häufig als "**Plenterwald**" vor, der sich durch eine über Generationen praktizierte einzelstammweise Nutzung auszeichnet.

Terrestrisches Laserscanning eines Plenterwaldes im Untersuchungsgebiet, Video auf <http://landconsult.de/tls>



Beispiel kleinparzellierte Sturmwurffläche (Sommersturm 2012) in Baiersbronn

Video auf: <http://landconsult.de/wbv/default.asp#videos>





Aufnahmezeitpunkt: **16. Juli** 2014, 10:34 MESZ

Links: Südhang mit Kiefernbestand am Oberhang / Fichte-Tanne-Kiefer am Unterhang,
Kiefer 100 – 140 Jahre alt.

Rechts oben: geräumte und aufgeforstete Fläche, ca 40 Jahre alt.

Angewandte Methoden der Fernerkundung im Untersuchungsgebiet

- Am Boden (in mm): Terrestrische Laserscanvermessung
messbares Merkmal: Baumrinde
Beispiel: Plenterwaldaufnahme Schömberg
Videolink: http://youtu.be/RhV_T6zYxhk
- Aus der Luft (in cm): Luftbilder und ALS (DTM)
messbares Merkmal: Baumkronen und -äste
Beispiel: Luftbildmodell Ehlenbogen
Videolink: <http://youtu.be/geUOegMcGAg>
- Aus dem All (in m): multi-saisonale Satellitenbilder
messbares Merkmal: Baumgruppen
Beispiel: RapidEye Szenen Nordschwarzwald
Videolink: http://youtu.be/1jSAEh_iPJ8



Ergebnisse 2014

Digitale Kartierung einer Untersuchungsfläche von insgesamt 18.400 ha, davon 14.500 ha Wald, überwiegend Privat- und Kommunalwald

Verarbeitung von 229 Luftbildern, 8 Satellitenbildszenen und 6 Terrestrischen Laserscans

Lage- und Höhenbestimmung von ca. 2,5 Mio. Einzelbäumen

Laubholzkartierung auf Gesamtfläche (RapidEye) und Kiefern auf Testfläche (siehe Vortrag auf DGfG Workshop unter <http://landconsult.de/wbv>)

Abschätzung des Holzvorrates, des mittleren BHD und der mittleren Höhe und Bestandesdichte anhand der vermessenen Einzelbäume

Präsentation der Karten im WBV ForstGIS (WebGIS), u.a.

- Waldstruktur: Kronenschirmhöhe und -struktur, Bestandesdichte, Einzelbäume mit Höhe im Gesamtgebiet und Einzelbaumvorrat (nur Auswertung Röt 2011), flächenbezogener Vorrat, Mittelwert und BHD in 50m Raster
- Hangneigung, - Exposition, - Geländeform
- Wege und Forststraßen, Landnutzung, Schutzgebiete, Windatlas, etc.

WebGIS Schulung von 10 WBV Mitgliedern, die nun als örtliche Ansprechpartner die anderen Mitglieder bei der Nutzung des WebGIS unterstützen können.

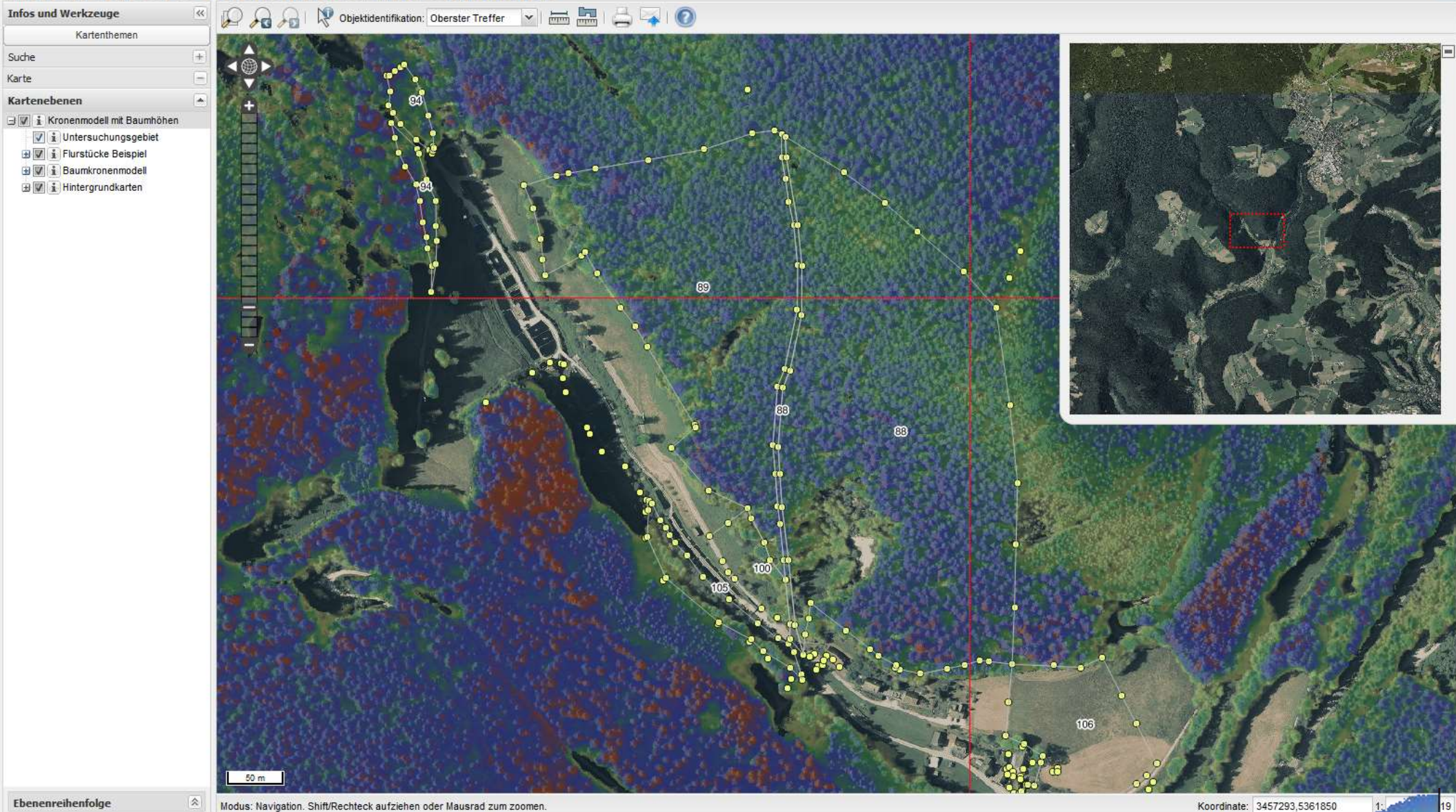
Publikation auf DGfG Workshop der TU Berlin (Okt. 2014), sowie beim Nordschwarzwälder Wald- und Holztag (Jan. 2015) und auf der Webseite des WBV unter <http://www.wbv-nordschwarzwald.de> und vollständig auf <http://www.landconsult.de/wbv>. Artikel im Waldwirt (Forstkammer BW) erscheint in der Juni Ausgabe 2015. Derzeit ist eine Masterarbeit zum RapidEye Ansatz am Geographischen Institut der Uni Würzburg ausgeschrieben.



Ergebniskarten im WBV ForstGIS

(<http://wbvgis.landconsult.de>, [Videolink](#))

WBV ForstGIS - Kronenmodell mit Baumhöhen



Legende für Karten aus WBV ForstGIS mit 3D Forstinventurdaten (Seite 1)

Untersuchungsgebiet

Nord- und Südteil (18.400 ha)
 □ Grenze auf Basis LGL Raster

Raster mit Befliegungsdatum
 □ 1 qkm Raster (vom LGL)

Waldbesitz im Untersuchungsgebiet

■ Großprivatwald
 ■ Mittlerer Privatwald
 ■ Kleinprivatwald
 ■ Privater Gemeinschaftswald
 ■ Kommunalwald
 ■ Kirchenwald
 ■ sonstiger Körperschaftswald
 ■ Bundeswald
 ■ Staatswald Land

Anzahl WBV Mitglieder je Gemeinde

□ 1 - 5 Mitglieder
 □ 6 - 10 Mitglieder
 □ 11 - 20 Mitglieder
 □ 21 - 30 Mitglieder
 □ 31 - 40 Mitglieder
 □ 41 - 50 Mitglieder

Wegenetz

klassifizierte Wege (DLM25)
 und Forststrassen (NavLog)

Flurstücke Beispiel

□ Flurstücksgrenzen
 • Grenzpunkte
 • Beschriftung Grenzpunkte

Photos

• Photos mit Aufnahmerichtung

© www.landConsult.de 2014

Waldstrukturkarten

Kronenmodell

■ 0 - 5 m
 ■ 5 - 13 m
 ■ 13 - 20 m
 ■ 20 - 30 m
 ■ 30 - 40 m
 ■ über 40 m

Einzelbaumhöhen

● 5 - 13 m
 ● 13 - 20 m
 ● 20 - 30 m
 ● 30 - 40 m
 ● über 40 m

Vorratsstruktur

■ ohne Vorrat
 ■ sehr gering
 ■ gering
 ■ mittel
 ■ hoch
 ■ sehr hoch

Struktur des Kronenschirms

■ ohne Struktur
 ■ sehr strukturarm
 ■ strukturarm
 ■ mittel
 ■ strukturreich
 ■ sehr strukturreich

Bestandesdichteklassen (N/ha) in 50m Raster

■ < 70 Bäume je ha
 ■ 71 - 120
 ■ 121 - 180
 ■ 181 - 240
 ■ 241 - 300
 ■ 301 - 400

Hypothetische Vorratsklassen in 50m Raster

■ 10 - 180 Vfm/ha
 ■ 180 - 350 Vfm/ha
 ■ 350 - 520 Vfm/ha
 ■ 520 - 690 Vfm/ha
 ■ > 690 Vfm/ha

Mittlere Baumhöhe und BHD für 50m Raster

Baumartentrennung (vorläufig)

□ Kiefernkronen aus
 Luftbild (nur Testfläche)
 ■ Laubholz aus
 Satellitenbildszenen

Landnutzung

Satellitenbilddauswertung Stand 2000

■ Siedlung - dicht
 ■ Siedlung - locker
 ■ Industrie
 ■ Ackerflächen
 ■ Wein, Obstplantage
 ■ Streuobst
 ■ Brachland
 ■ vegetationslos
 ■ Intensivgrünland
 ■ Extensivgrünland
 ■ Nadelwald
 ■ Laubwald
 ■ Mischwald
 ■ Windwurf
 ■ Wasserflächen
 ■ Feuchtflächen

Landnutzung (DLM25)

■ Wald
 ■ Gehöolz

■ Landwirtschaft
 ■ Industrie
 ■ Siedlungsfläche

Topographie

Höhenlinien

--- Höhenlinien 10 m
 --- Höhenlinien 50 m

Geländemodell (dtm5m)

■ 0 - 400 m
 ■ 400 - 450 m
 ■ 450 - 500 m
 ■ 500 - 550 m
 ■ 550 - 600 m
 ■ 600 - 650 m
 ■ 650 - 700 m
 ■ 700 - 750 m
 ■ 750 - 910 m

Hangneigung (dtm5m)

■ 0 - 8 %
 ■ 8 - 16 %
 ■ 16 - 25 %
 ■ 25 - 35 %
 ■ 35 - 50 %
 ■ 50 - 70 %
 ■ über 70 %

Nordhänge (dtm5m)

■ Nord - Nordost
 ■ Nord - Nordwest

Südänge (dtm5m)

■ Süd - Südost
 ■ Süd - Südwest

Beleuchtetes

Kronen- u. Geländemodell



Legende für Karten aus WBV ForstGIS mit 3D Forstinventurdaten (Seite 2)

Schutzgebiete

-  Nationalpark
-  Geschützte Biotope nach NatSchG und LWaldG
-  FFH-Gebiet
-  Bannwald
-  Schonwald
-  Vogelschutzgebiet
-  Naturschutzgebiet
-  Wasserschutzgebiet
-  Landschaftsschutzgebiet

Trittsteine relevanter
Auerwildwildflächen (WMS)



Prioritäre
Auerwildflächen (WMS)

Windatlas BW

Windgeschwindigkeiten
80m über Grund

-  < 4.50 m/s
-  4.50 - 4.75
-  4.75 - 5.00
-  5.00 - 5.25
-  5.25 - 5.50
-  5.50 - 5.75
-  5.75 - 6.00
-  6.00 - 6.25
-  6.25 - 6.50
-  6.50 - 6.75
-  6.75 - 7.00
-  > 7.00 m/s

Hintergrundkarten und Web Mapping Services (WMS)

Luftbild bing (druckbar)

Luftbilder BKG_DOP20
Bundesamt für Kartographie
(bedingt druckbar)

Amtliche Luftbilder BW
über LGL WMS Server
(bedingt druckbar)

Maps4BW (LGL Server)
(bedingt druckbar)

ATKIS_Karte (NavLog GmbH)
(bedingt druckbar)

Navigierbare Forststrassen
(NavLog GmbH)

Standortskartierung öffentlicher Wald (ForstBW/FVA)
sichtbar ab 1:50.000

Hinweis zu WMS:

Die im WBV ForstGIS benutzten Web Mapping Server (WMS) liefern Geodaten an das WBV ForstGIS, die auf externen Servern abgelegt sind. Bei schlechter Erreichbarkeit kann der Verbindungsaufbau mit diesen Servern die Darstellung der Karten im WBV ForstGIS verlangsamen. Die Möglichkeit, diese Daten über das WBV ForstGIS auszudrucken, ist ebenfalls eingeschränkt und kann nicht garantiert werden, genauso wenig wie die Aktualität und ständige Verfügbarkeit der Daten. Es wird daher empfohlen auf die Nutzung der WMS Geodaten zugunsten eines schnelleren und zuverlässigeren Arbeiten mit dem WBV ForstGIS zu verzichten, indem sie die WMS Karten auf der linken Seite des ForstGIS Viewers einfach ausschalten.

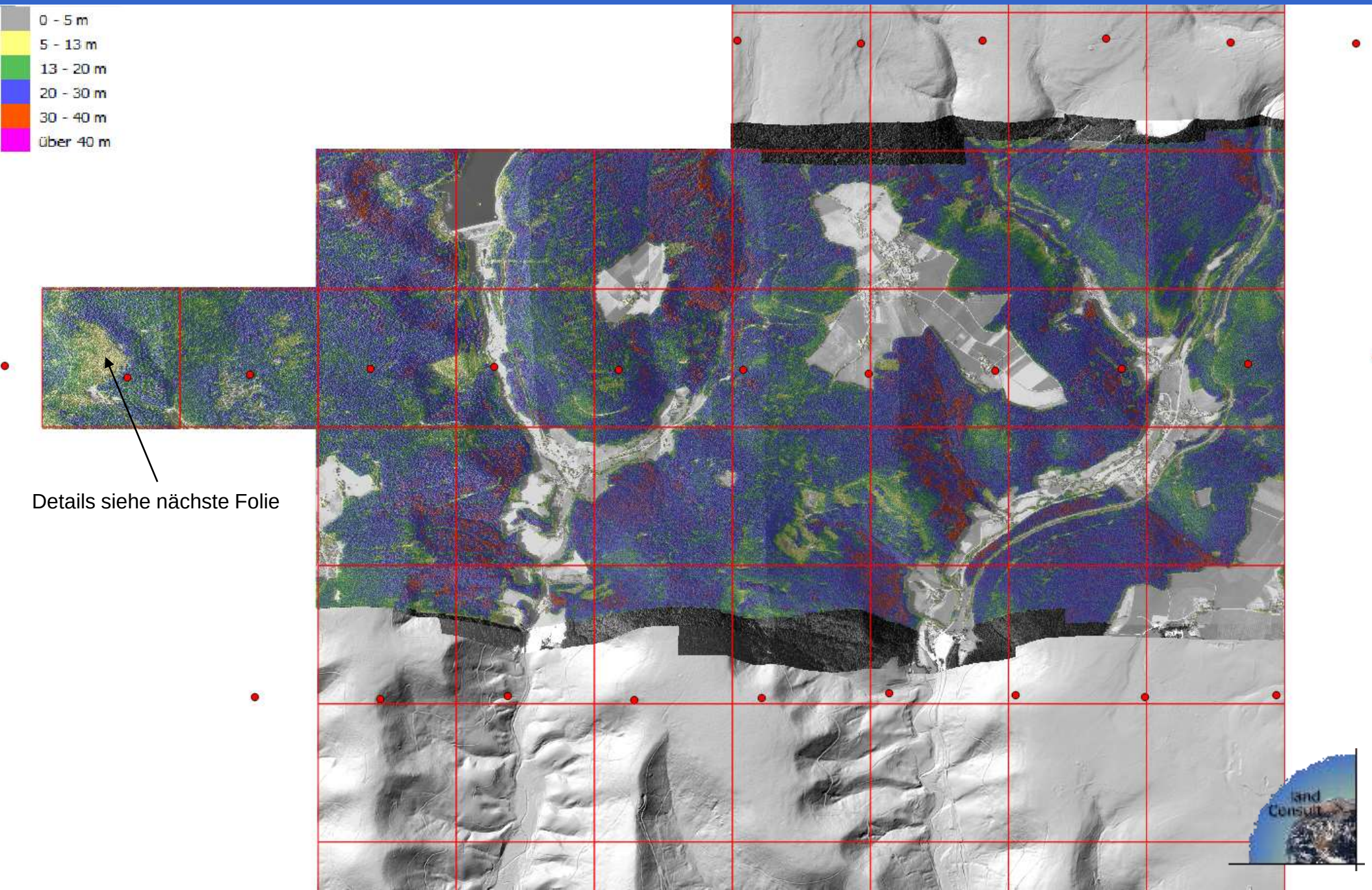
Hinweis zu den verwendeten Geodaten:

Geländemodell aus Laserbefeugung vom März 2004. Kronenmodelle und Luftbilder aus Befeugung von Juli/Aug. 2012 (siehe 1km Orientierungsraster: Streifen 1 -18, Bereich Seewald und FDS, sowie Streifen 24 und 27 im Bereich Lossburg) und vom 12.07.2013 (Streifen 25 - 26 und 28 - 35 im Bereich Lossburg und Alpirsbach). Für die im Juli 2012 entstandene Sturmfläche in Röt wurde zusätzlich das Kronenmodell aus Luftbildern vom 28.03.2011 gerechnet. Der unterschiedliche Aufnahmezeitpunkt der benutzten Datenquellen kann zu Deckungsfehlern in der Abbildung führen. Die Baumhöhen sind auf dem Stand der jeweils verwendeten Luftbilder, das Geländemodell und alle daraus abgeleiteten Werte sind auf dem Stand der Laserbefeugung von 2004.

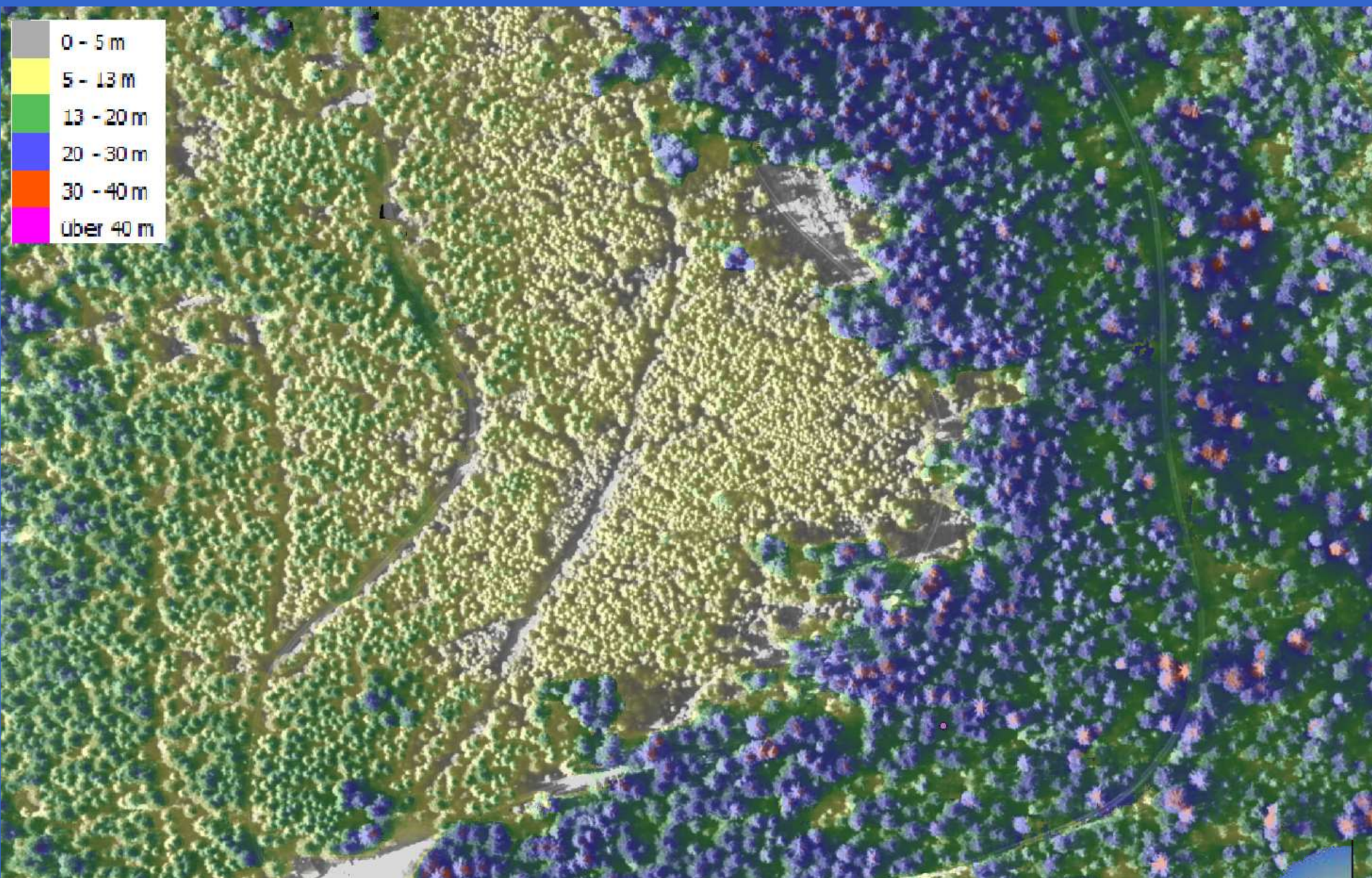
© www.landConsult.de 2014



Forstkarten aus dem WBV ForstGIS – Projektionszentren der UltraCam Eagle (rote Punkte), die im Ggs. zu dem kleineren Format der DMC II (im nördlichen Untersuchungsgebiet) einen großen Zeitvorteil bei der Prozessierung bringt. Im Hintergrund Lasergeländemodell, das als dtm1m oder dtm5m genutzt wurde und 16bit PAN Luftbilder, die als Grundlage der DSM Prozessierung dienten (das nDSM ist farbig dargestellt).



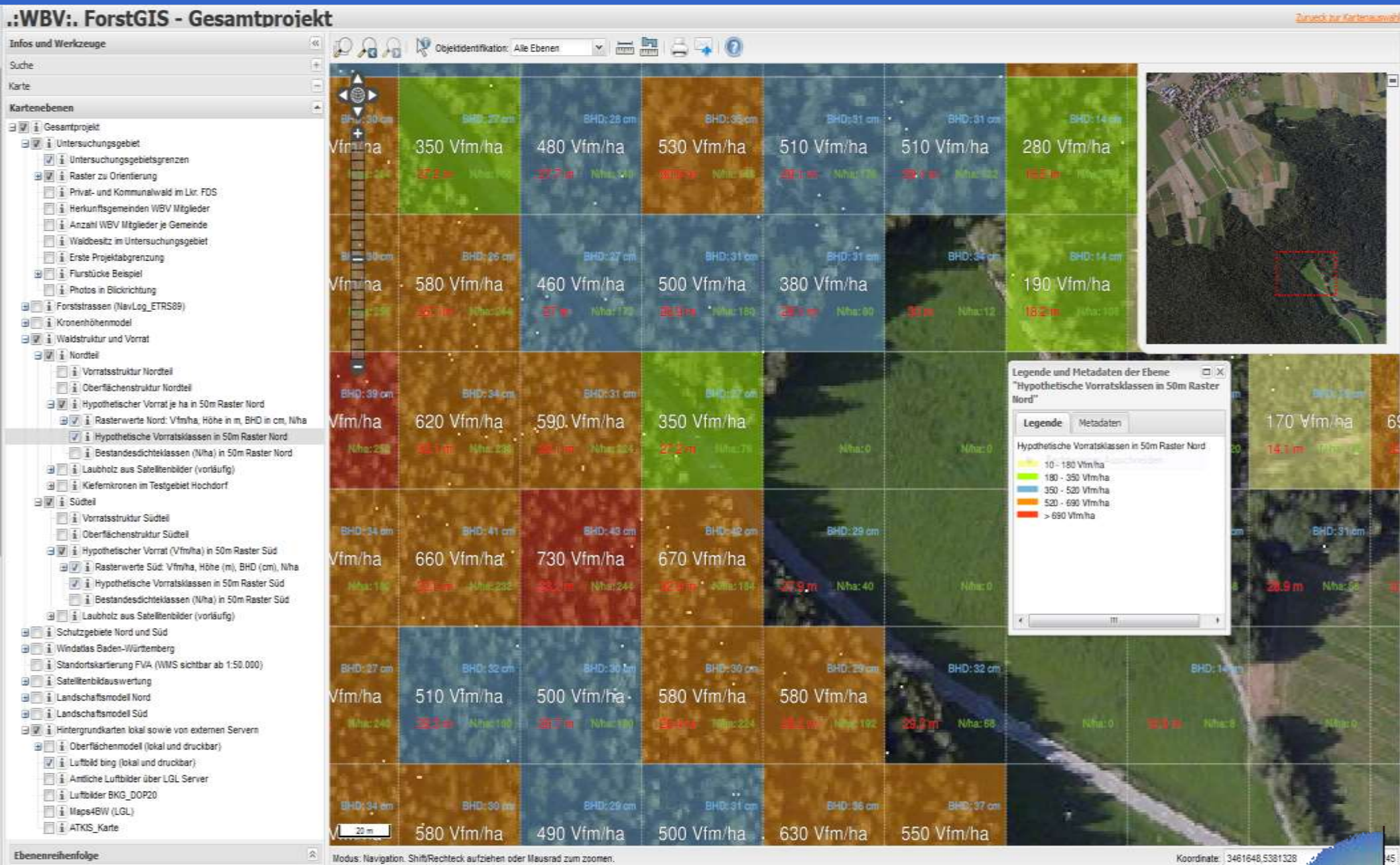
Beispiele von Forstkarten aus dem WBV ForstGIS – Detailansicht Waldbestand



Bsp. von Forstkarten aus dem WBV ForstGIS – Stadt Alpirsbach (Kloster im Bildzentrum) mit Objekthöhen



Beispiele von Forstkarten aus dem WBV ForstGIS - Hypothetischer Vorrat in 50m Raster

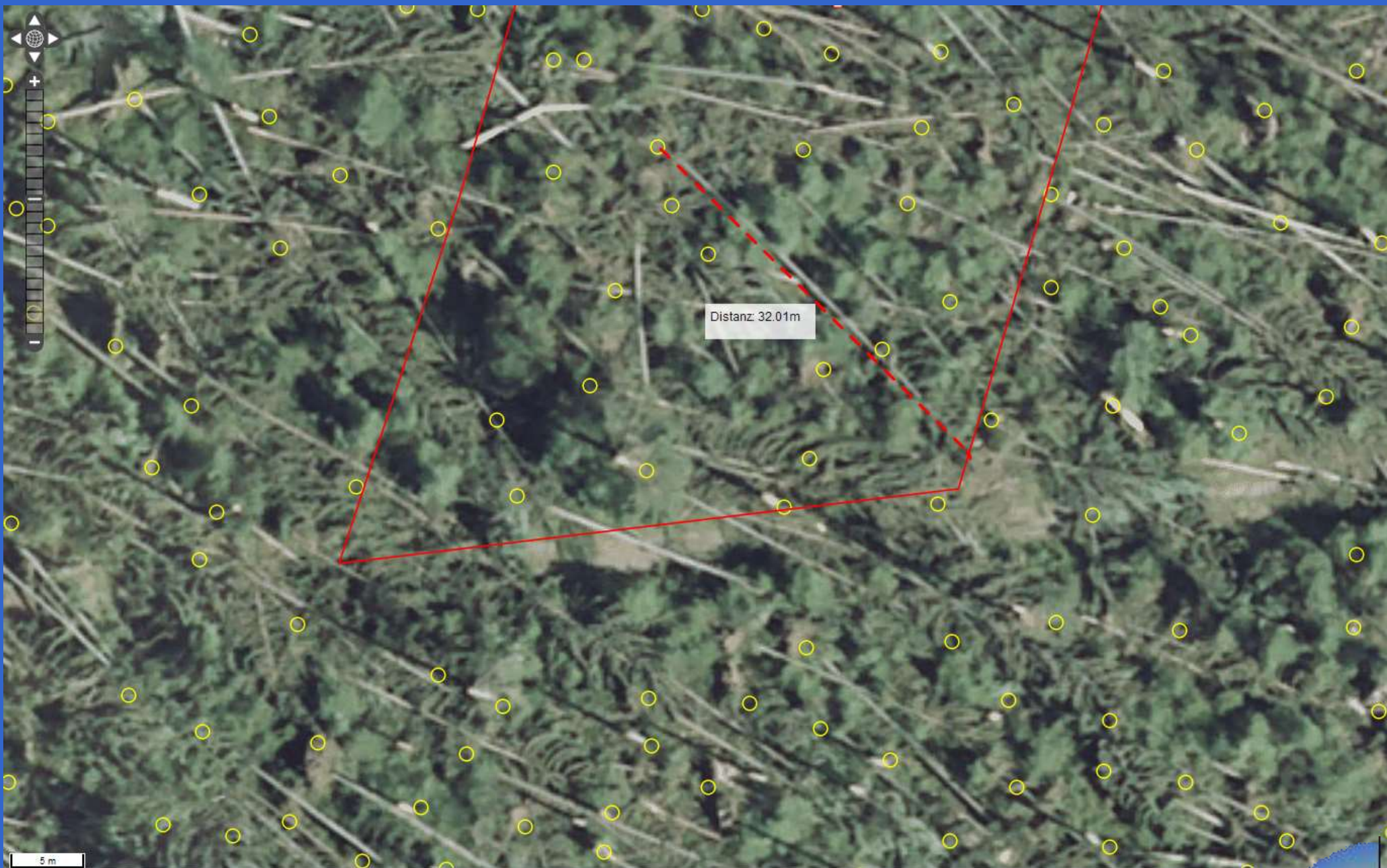


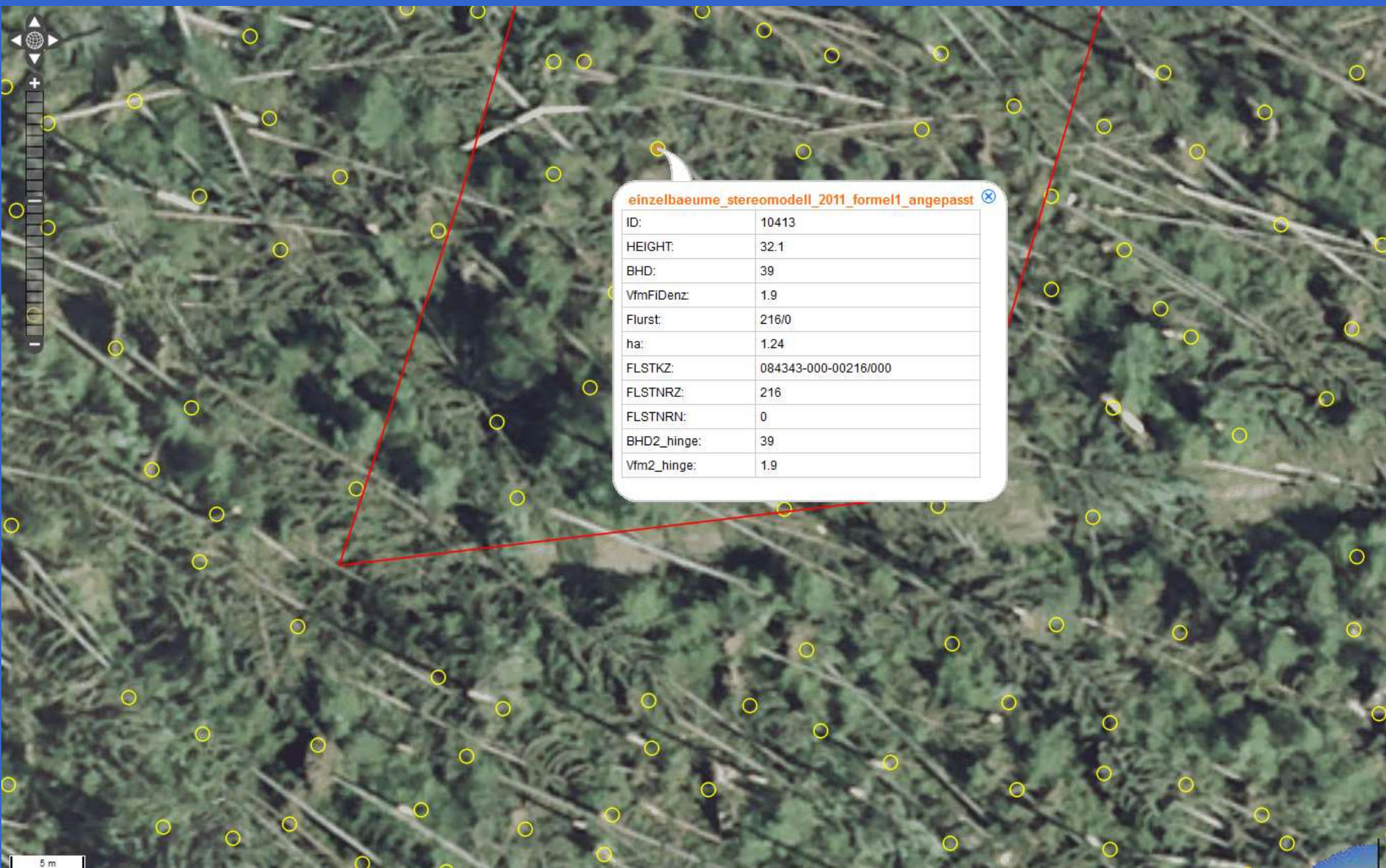
Diskussion

Plausibilitätskontrollen

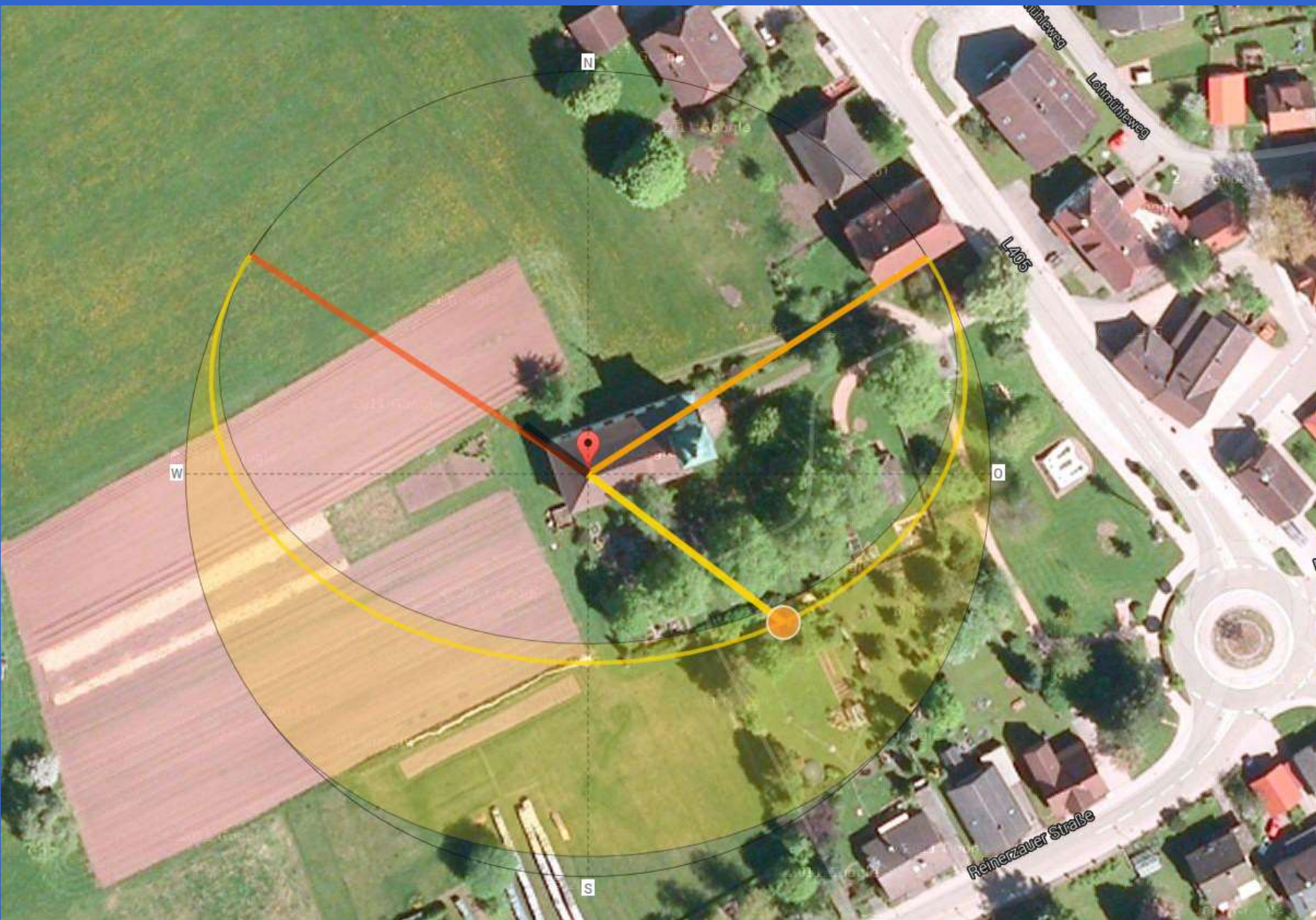
- Höhen über TLS, Schatten, Messung vor Ort, Gebäude
- Vergleich mit voll gekluppten Flächen, BWI Stichproben, Betriebsgutachten, geräumten Flächen (z.B. nach Sturm)







Überprüfung der Modellhöhe über Schattenlänge



Berechnung Sonnenverlauf für:		
Loßburg, Deutschland		
22.Mai.2014	11:19 (UTC+2)	> <
Solardaten für markierten Standort		
Morgendämmerung:	05:00	
Sonnenaufgang:	05:39	
Sonnenhöchststand:	13:24	
Sonnenuntergang:	21:09	
Abenddämmerung:	21:48	
Sonnendauer:	15:29	
Sonnenhöhenwinkel:	52.45°	
Sonnenhorizontalwinkel:	127.22°	
Schattenlänge:	23.07m	
bei einer Objekthöhe: 30 m		
Geodaten für markierten Standort		
Höhe:	744m	
Breite:	N 48° 23' 44.64"	48.39574°
Länge:	E 8° 24' 21.06"	8.40585°
Ortszeit:	22.05.2014 S	11:19 (UTC+2)
Kontakt		
Hilfe		
Werbung in eigener Sache		
Spende		
Impressum		



Weitere Prozessschritte:

Einsatz von PCA für
Klassifizierung der
TrueOrthos

Pixel basierte Klassifizierung
eines 20 cm TrueOrthos anstatt
eines 50 cm Bildes und
Optimierung der
Kronenpolygone

Prüfung der
Transformierung von
nDSM in RSG Col/Line
Koordinatensystem

Kalibrierung für
Gesamtluftbildmosaik sowie
für das Gesamtgebiet

RapidEye Auswertung und
Verifizierung

Allgemeine Entwicklungen:

In Zukunft
TrueOrthos als
Standardprodukt

Bessere Aufnahmequalität
/ Jahres- und Tageszeit /
Qualitätskontrolle

Höhere Überlappung,
(geringer Mehraufwand in
Flugrichtung)

Luftbild vs. Lidar

16bit vs. 8Bit Bilder

Luftbild vs. Satellitenbild

Hohe Effizienz
bei Einsatz
großformatiger
Kameras

Optimierung der
Pansharpning und
Postprocessing
Algorithmen für
Luftbilder



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Fragen, Anregungen?

mehr zum Projekt auf
<http://landconsult.de/wbv>