

Anlage:

Projektinformationen

Projektbezeichnung	3D Forstinventur
Projektnummer	041210
Bewilligungsdatum	30.10.2013/Änderungsbescheid 13.05.2014

Ergänzende Angaben zu 1.3 des Sachberichtes bezüglich der Datenauswertung durch die Projektpartner landConsult.de, Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH und Forstbüro Schneider von Februar 2014 bis Oktober 2014.

Geodaten

Die wichtigsten Geodaten sind die Luftbilder, die mit einer Überlappung entlang der Flugrichtung von ca. 60% und einer Querüberlappung (zwischen den Flugstreifen) von ca. 30% aus einer durchschnittlichen Höhe von ca. 3000 m über Grund aufgenommen wurden, woraus sich eine mittlere Bodenaufösung von ca. 20 cm pro Bildelement (Pixel) ergibt.

Für den Nordteil wurden insgesamt 186 Bilder einer DMC II Kamera (16bit, RGBI/PAN) mit einer Gesamtdatenmenge von rund 240 GB verarbeitet. Für jede der 186 Luftbildszenen wurde eine Farbaufnahme mit Infrarotkanal (Bildgröße ca. 1 GB) und eine schwarz-weiß Aufnahme (Bildgröße ca. 270 MB) als Grundlage für die Berechnung der 3D Modell und Orthophotos genutzt.

Für den Südteil wurden insgesamt 43 Bilder einer Vexcel Eagle Kamera (16bit, RGBI/PAN) mit einer Gesamtdatenmenge von rund 110 GB verarbeitet (Größe der RGBI Szenen: ca. 2 GB, Größe der PAN Szenen: ca. 530 MB) und 33 Bilder der oben beschriebenen DMC Kamera mit einer Datenmenge von rund 43 GB verarbeitet.

Die Heterogenität der Luftbilder, die mit zwei unterschiedlichen Kamerasystemen zu unterschiedlichen Zeitpunkten (Juli 2013, Juli, August und Okt. 2012, zwischen 11:00 und 17:30) aufgenommen wurden, und die v.a. im Südteil typischen Geländeunterschiede bezüglich Exposition und Steilheit waren dabei eine besondere Herausforderung für die photogrammetrische Erzeugung des Kronenmodells.

Neben den Luftbildern sind genaue Geländehöhen nötig, um damit auf die Baumhöhen schließen zu können. Da in Luftbildern das Gelände unter Wald nur sehr schlecht sichtbar ist, benötigt man für eine genaue Darstellung des Waldbodens und seiner Höhe über NN ein repräsentatives Lasergeländemodell.

Datenverarbeitung und Modellentwicklung

Für die Berechnung der Geländehöhe über Normalnull wurden die Lasergeländemodelle des LGL in zwei Auflösungen getestet: im Norden wurde das 1m Lasermodell und im Süden das Modell mit einer 5m Auflösung benutzt (beide Modelle wurden vom LGL editiert, auf den Einsatz des automatisch klassifizierten Lasermodells wurde aufgrund der bekannten Geländefehler unter dichtem Wald verzichtet). Es hat sich gezeigt, dass für die Berechnung der Baumhöhe und allgemeiner forstlicher Geländemodellierungen (Exposition, Beleuchtung, Hangneigung) das 5m Modell ausreichend ist, jedoch kann für eine genauere Darstellung von Geländeeinschnitten und Wegen das 1m Modell wünschenswert sein, wobei die größere Datenmenge und der derzeit 4 mal höhere Preis dabei genauso abzuwägen sind wie die Tatsache, dass die Modelle ohnehin nur das Gelände aus den Jahren 2003 und 2004 im Untersuchungsgebiet abbilden.

Für die photogrammetrische Erzeugung des Oberflächenmodells aus den gelieferten Luftbildern wurde die panchromatische Bilddatei mit einer Farbtiefe von 16bit gewählt. Theoretisch liefert ein 16bit Bild eine differenziertere Darstellung v.a. von Schattenbereichen, sofern es sich dabei nicht um ein optisch bedingtes Rauschen handelt sondern um „echte“ Grauwerte des Bildobjektes. Tatsächlich konnten wir einen möglichen qualitativen Unterschied zu einem Oberflächenmodell, das aus einem 8 bit Pan Bild erzeugt wurde bisher nicht abschließend belegen (siehe hierzu aber auch Weidenbach et. al. 2011).

Die vom Joanneum Research weiterentwickelten Algorithmen für das Steromatching von mehreren überlappenden Luftbildern basiert auf dem Semiglobal Matching Algorithmus der ursprünglich vom DLR entwickelt wurde. Die für das Projekt entwickelten Routinen laufen in der Programmumgebung der RSG Software als sogenannte RSG-Suite und ermöglichen einen flüssigen Arbeitsablauf bei dem mehrere Bilder einer Flugreihe in Form eines Batch Modes verarbeitet werden können. Die Bilder haben eine ungefähre Überlappung von 60% entlang der Flugrichtung (along track) und ca. 30% zwischen den einzelnen Flugstreifen (across track). Dort wo sich zwei oder drei Bilder entlang eines Flugstreifens überlappen wird vom Programm ein Höhenwert für jedes Bildelement erzeugt. Die Überlappungsbereiche zwischen den Flugstreifen wurden nicht genutzt weil naturgemäß die Qualität des Modells aufgrund der perspektivischen Verzerrung der Bildrandbereiche im Zentrum des Bildes am größten ist und die Überlappungsbereiche der Bildränder nur sehr schwer zur Deckung zu bringen sind (die Pixel lassen sich dort nur sehr ungenau „matchen“).

Als Ergebnis entsteht so entlang eines Flugstreifens ein Oberflächenmodell mit Höhenangaben in Meter über Normalnull und einer Rasterauflösung von 50 cm. Die ungenauen Randbereiche wurden durch ein systematisches Raster, das sich am 1km DOP Raster des LGL orientiert abgeschnitten. So entstanden 1km breite Streifen eines Oberflächenmodells aus dem mithilfe des Lasergeländemodells das eigentliche Kronenmodell gerechnet wurde. Dabei entsteht die Kronenschirmhöhe aus der Differenz des photogrammetrisch aus den Luftbildern der Jahre 2012 und 2013 erzeugten Oberflächenmodells und dem amtlichen Geländemodell aus der Laserbefliegung der Jahre 2003 und 2004.

Aus den Kronenmodellen wurden mit einem Local Maxima Algorithmus die höchsten Punkte eines abgrenzbaren Bildsegments (der vermeintlichen Baumkrone) berechnet,

und als Baumspitze mit der dazugehörigen Höhe über Grund interpretiert werden.

Die Plausibilität dieser als Baumhöhen kartierten Punkte lässt sich

- visuell am TrueOrthoPhoto (Lage und Vollständigkeit)
- über die vergleichende Messung des Schattens im Luftbild und im geschummerten Oberflächenmodell
- über die Messung der vom Sturm geworfenen und im Bild als liegende Stämme messbaren Referenzbäume. Am Beispiel „Sturmwurf 2012 in Baiersbronn/Röt“ können die Baumspitzen mit ihren Höhen aus Bildern vom März 2011 im WBV ForstGIS (siehe unten) zusammen und den aktuell Luftbildern (aufgenommen wenige Tage nach dem Sturmereignis) gemeinsam dargestellt werden.
- über im Gelände gemessene stehende Bäume (oder Terrestrische Laseraufnahmen, die vom Südteil des Untersuchungsgebietes existieren) überprüfen.

Als weiteres Produkt der Luftbildauswertung entstanden Orthophotos und TrueOrthophotos. Auf den „handelsüblichen“ Orthophotos, die auch „Luftbildkarten“ genannt werden, erscheinen Bildobjekte mit einer Höhe, wie Bäume oder Häuser, außerhalb des Bildzentrums nicht mehr senkrecht sondern „umgekippt“. In einem TrueOrthophoto erscheinen diese Objekte dagegen mehr oder weniger senkrecht im Bild. Nur in TrueOrthos können die stereoskopisch erzeugten Baumspitzen und Baumhöhen mit dem Spektralwert des Bildes zur Deckung gebracht werden und für eine gemeinsame Analyse, z.B. zur Baumartenbestimmung, genutzt werden.

Als visuelle Besonderheit lassen sich aus den Luftbildsteromodellen auch sogenannte Anaglyphen erzeugen, die mit einer Rot-Grün-Brille betrachtet einen lebhaften 3D Eindruck der Szene vermitteln. Eine Beispiel hierzu findet sich auch auf dem WBV ForstGIS (siehe unten).

Vorratsberechnung

Die Vorrats Berechnung ist sehr stark abhängig von der Form der Einzelbäume, d.h. von der Frage welcher BHD bei einer bestimmten Höhe vorherrscht (abholzige Bäume haben bei gegebener Höhe einen anderen Vorrat als vollholzige). Letztlich kann als nur nach Kenntnis dieses Sachverhaltes eine zuverlässige Abschätzung des Einzelbaumvolumens anhand der Baumhöhe erfolgen. Hierzu hat die Firma landConsult.de in Zusammenarbeit mit dem Forstbüro Schneider einzelne Bereiche vollgekluppt und über eine Zuordnung der Einzelbaumhöhen aus dem photogrammetrisch erzeugten Kronenmodells zu den gekluppten BHDs im Gelände eine Höhenkurve erstellt und auf einer Testfläche auf der Sturmwurffläche in Röt getestet.

Dieses 1.2 ha große Flurstück in Röt wurde vollständig vom Sturm geworfen und komplett verkauft (geschätzte Baumartenanteile ca. 80% Fi, 20% Ta). Die auf der Fläche aufgearbeitete und verkaufte Holzmenge betrug 535 Efm, was unter Berücksichtigung der örtlichen Umstände (Bruchholz) einem geschätzten Holzvorrat von ca. 550 Vfm/ha entspricht. Durch die Auswertung des eineinhalb Jahre zuvor aufgenommenen Luftbildes ergab sich aus der Summe der photogrammetrisch vermessenen Einzelbäume ein Gesamtvorrat von 436 Vfm/ha, das sind rund 80% des nach der Aufarbeitung geschätzten stehenden Vorrats. Die Grundlage für die

Einzelbaumberechnung war die Baumhöhe aus dem Stereomodell und der BHD, der über eine Höhenkurve ermittelt wurde, die wiederum in einem ähnlich strukturierten Bestand durch Vollkluppung abgeleitet wurde. Die Beziehung zwischen BHD und Baumhöhe folgt dabei der Gleichung:

$$\text{BHD} = 3.41 \cdot \text{EXP}(0.0763 \cdot \text{Baumhöhe})$$

Der Einzelbaumvorrat wurde nach DENZIN für Fichte berechnet:

$$\text{Vfm} = \text{BHD}^2 / 1000 + \text{BHD}^2 / 1000 * 0.04 * (\text{Baumhöhe} - (21 + 1 * \text{BHD} / 10))$$

Diese Vorgehen kann auf kleinen Flächen und in homogenen Beständen praktiziert werden. Für eine Untersuchungsgebiet von 18.000 ha, das durch unterschiedliche Topographie, Waldformen und Bodentypen gekennzeichnet ist, bedürfte es eines weiteren Forschungsprojektes, um eine standortstypische Beziehung zwischen Baumhöhe, BHD und Einzelbaumvorrat abschätzen zu können.

Ein vielversprechender Ansatz ist die automatische Vermessung der Kronenparameter, um eine weitere Variable für die Abschätzung des Einzelbaumvorrats zu erhalten. Baumhöhe und Kronenfläche (besser noch: Kronenvolumen) können ein zuverlässiges Maß für die Abschätzung des Baumvolumens sein (zur Kronenparameterberechnung siehe Weidenbach et al 2013, zur Volumenberechnung siehe Vauhkonen et al 2014).

Die Erfahrung zeigt allerdings, dass für die praktische Anwendung durch einen erfahrenen Forsteinrichter bereits die erzeugte Information der Einzelbaumhöhe ausreichend ist, um eine qualifizierte Vorratsschätzung abzugeben. Daher wurde aus den Ergebnissen des Einzelbaummodells eine Karte mit durchschnittlichen Einzelbaumhöhen in einem 50 mal 50 Meter Raster erzeugt.

Ähnlich aussagekräftig sind die Anzahl der erkannten Bäume bzw. die Baumdichte pro Referenzfläche. Sie verschaffen zusammen mit der Höheninformation einen schnellen Überblick über mögliche Durchforstungsrückstände oder Erntebestände.

All diese Karten können über das WBV ForstGIS (siehe unten) abgerufen werden.

Baumartentrennung

Die Kartierung der Baumarten ist ein weiterer wichtiger Aspekt des 3D Forstinventurverfahrens. Anhand der Luftbilder lassen sich Laubbäume auf Grundlage ihrer Spektralwerte und unter Berücksichtigung des Aufnahmezeitpunktes deutlich von Nadelbäumen trennen. In gleicher Weise kann dabei auch stehendes Totholz und einzelne Nadelbäume mit besonders hohem Nadelverlust automatisch erfasst werden. Schwieriger ist dies bei der Unterscheidung von Kiefern und Fichte/Tanne. Aufgrund der unterschiedlichen waldbaulichen Behandlung und Ertragssituation von Kiefern ist es von Vorteil eine Karte mit Kiefernorkommen als zusätzliche Information für die Forstplanung zu erstellen, nicht zuletzt weil die Waldkiefer je nach Qualität und Sortierung auch ganz unterschiedliche Preise gegenüber dem Fichten/Tannensortiment erzielt.

Die Erkennung der Kieferkronen erfolgt über das Höhenmodell der Einzelbäume und dem Spektralwert, der aus dem erzeugten RGBI TrueOrtho Photo stammt. Am Beispiel einer vollgekluppten Fläche im Bereich Seewald wurde gezeigt, dass sich auch einzelne Kiefern mit einer Genauigkeit von über 90% von Fichte/Tanne trennen lassen.

Referenzfläche ist eine für die Forstplanung in typischer Weise aufgenommener Bestand auf dem Bäume über BHD 26 gekluppt und stichprobenartig Höhenvermessen wurden. Die der Auswertung zugrunde liegenden 16bit RBGI Luftbilder stammen von der DMC II Kamera mit einer Bodenauflösung von ca. 20cm, aufgenommen im Juli 2012.

Zusätzlich wurde die Möglichkeit neben den - in Bezug auf den Aufnahmezeitpunkt und die Kamerasysteme - sehr heterogenen Luftbildern auch standardisierte Satellitenbilder für die Kartierung von Kiefer und Fichte/Tanne im Untersuchungsgebiet einzusetzen. Hierfür wurden insgesamt 8 aktuell Satellitenbildszenen der Firma BlackBridge (ehemals RapidEye) untersucht. Für das Untersuchungsgebiet wurden Bilder aus den Monaten März, Mai, Juli, Sept./Oktober ausgewertet, die jeweils mit identischen Sensoreinstellungen vormittags aufgenommen wurden und deutlich die Unterschiede der Vegetation im Verlaufe des Jahres zeigen. Diesen Umstand galt es für die Kartierung der Baumarten zu nutzen. Für die Trennung von Laub und Nadelholz funktioniert diese vergleichende Bildbetrachtung sehr effektiv, bei der Kartierung von Kiefern wird zunächst von der Hypothese ausgegangen, dass sich die Kieferkronen im Jahresverlauf am wenigsten Verfärben und sich daher mehr oder weniger deutlich von den übrigen Baumarten unterscheiden. Ein besondere Herausforderung war allerdings die unterschiedlich starke Beleuchtung der Süd- und Nordhänge.

Die Ergebnisse der vergleichenden Betrachtung der Luftbild- und Satellitenbilddauswertung für die Kartierung von einzelnen Waldkiefern auf der beschriebenen Referenzfläche in Seewald wurde in einem Vortrag beim 3. gemeinsamen Workshop "Vom Potential zur Lösung" der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG) vom 9. - 10. Oktober 2014 an der TU Berlin vorgestellt(http://www.geoinformation.tu-berlin.de/ak_workshop_2014/).

Das PDF des Abstrakt und Vortrags können auch von folgender Seite heruntergeladen werden: <http://landconsult.de/segmentation/download>

Aufbau des WBV ForstGIS

Um die Ergebnisse auf komfortable Weise allen WBV Mitgliedern zugänglich zu machen, wurde eine spezielle Internetanwendung programmiert, die es jedem Waldbesitzer ermöglicht Karten mit individuell gestaltbaren Inhalten und Ausdehnung zu erzeugen, abzufragen, per e.mail zu versenden und als PDF Datei auszudrucken oder auf Festplatte abzuspeichern. Diese Anwendung nennt sich „WBV ForstGIS“ und ist über <http://wbvgis.landconsult.de> erreichbar.

Über diese sogenannte Webserver/Webclient Anwendung können auch Geodaten anderer Geodatenserver eingebunden werden, z.B. die bereits im Geoportal BW des LGL publizierten forstlichen Daten und Katasterflächen oder die amtlichen Luftbilder des LGL, die von der NAVLOG GmbH über die Forstkammer zur Verfügung gestellten Waldnavigationsdaten mit navigierbaren Wegeinformation (Wegeklassen, Kehren, Brücken, etc.) und eine Vielzahl von forstrelevanten Naturschutzinformationen des RIPS Servers der LUBW.

All diese offenen Geo- und Fachdaten werden über den QGIS Mapserver von landConsult bereitgestellt und können über das Internet mithilfe des QGIS WebClient

über viele internetfähigen Geräte, wie bspw. Tablets, Smartphones oder Laptops in einem Browser dargestellt werden. Gleichzeitig lassen sich diese entfernt gespeicherten Geodaten aber auch in professionelle GIS Systeme, wie ArcGIS oder QGIS einbinden und je nach bereitgestelltem Format (WMS, WFS, WCS, WPS) auch weiterverarbeiten und abspeichern. Somit können die Daten auch für professionelle Nutzer, wie freiberufliche Forsteinrichter, Forst- und Naturschutzbehörden oder Forstbetriebsgemeinschaften zugänglich gemacht werden.

Folgende Abschnitte zeigen die Startseite des WBV ForstGIS am 30.11.2014

Karten mit 3D-Forstinventurdaten im ForstGIS Viewer (Karten im Aufbau):

Startseite siehe: <http://wbvgis.landconsult.de>

Das erste Laden des ForstGIS Viewers kann bis zu **20 Sekunden** dauern. Die Suchfunktion im Viewer ist momentan noch deaktiviert.

Legende



Voreingestellte Kartenbeispiele (im ForstGIS Viewer jederzeit frei veränderbar)

[Untersuchungsgebiet mit Hilfsraster, 1:170.000](#) oder
[Anzahl der WBV Mitglieder pro Gemeinde, 1:170.000](#) oder
[Privat- und Kommunalwaldflächen im Lkr. Freudenstadt, 1:170.000](#) oder
[Schutzgebiete im Untersuchungsgebiet, 1:20.000](#) oder
[Landnutzung im Nordteil, 1:5.000](#)

Diese Karten geben einen Überblick über das 17.000 ha große Untersuchungsgebiet, das im wesentlichen Waldflächen von Mitgliedern des Waldbesitzervereins Nordschwarzwald im Landkreis Freudenstadt umfasst. Das zuschaltbare Raster dient der Orientierung und dem Austausch von Information. Es entspricht dem amtlichen 1km Raster des Landesamtes für Geoinformation in Stuttgart (LGL), auf dessen Grundlage auch die Geodaten zur Verfügung gestellt wurden, daher leitet sich folglich auch die rasterförmige Abgrenzung des Untersuchungsgebietes ab. Die gewählte Abgrenzung war v.a. durch die limitierten finanziellen Möglichkeiten des Projektes bedingt.

Ziel war es, mit den vorhandenen Mitteln Waldflächen möglichst vieler WBV Mitglieder abzudecken. Hierfür wurde eine Karte mit Informationen zur Heimatgemeinde der Waldbesitzer erstellt, weil vereinfachend davon ausgegangen werden musste, dass die Mehrheit der Mitglieder auch in der Gemeinde ihres Waldbesitzes gemeldet ist.

Die Karte zur Waldbesitzstruktur gibt Auskunft über die Lage

des nichtstaatlichen Waldes im Nordschwarzwald. Die Karte mit den Schutzgebieten zeigt in welchem Maße die Waldflächen für verschiedene Ansprüche des Naturschutzes genutzt werden.

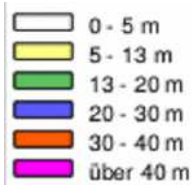
[Wegenetz, 1:10.000](#) oder
[Hangneigung, 1:10.000](#) oder
[Nord- und südexponierte Hänge](#) oder
[Windgeschwindigkeiten in 100m Höhe über Grund](#)



Die aus den aktuellen Luftbildern und den Laserdaten aus dem Jahr 2003/04 berechneten Oberflächen- und Geländemodelle lassen sich für viele forstliche Aufgaben auswerten, z.B. zur Planung der Feinerschließung und Hiebsplanung (Wegenetzkarten, Hangneigungskarten), zur Beurteilung der Wuchsdynamik und des Schadenrisikos (Expositionskarten, Windatlas, Feuchtigkeitsindex, Sonneneinstrahlung, etc.)

Folgende Karten benutzen den WMS Server des Landesamt für Geoinformation, was zu einer Verzögerung des Kartenaufbaus führen kann.

[Kronenmodell mit Flurstücken, 1:4.000, mit Luftbildhintergrund](#)
oder
[Kronenmodell Stadtgebiet Alpirsbach 1:4.000 mit geschummerten Oberflächenmodell als Hintergrund](#) oder
[Kronenmodell im Bereich von Sturmwurfflächen, 1:8.000, mit Luftbildhintergrund](#)



Karte mit den klassifizierten Höhen des Kronenschirms: über 40m (violett), 30-40m (rot), 20-30m (blau), 13-20m (grün), 5-13m (gelb), 0-5m (transparent). Grundlage der Berechnung sind aktuelle Luftbilder (4 Bänder, 16bit, on) mit einer Bodenauflösung von ca. 20cm. Das photogrammetrisch erzeugte Kronenmodell wurde auf eine Auflösung von 50 cm hochgerechnet. Als Hintergrundlayer bietet sich das geschummerte Oberflächenmodell oder die verrechneten Luftbilder an.



[Falschfarbenbild mit Infrarotinformation, ca. 1:1.500](#) oder
[3D Anaglyphenbild für Rot-Grün-Brille, ca. 1:1.500](#) oder
[Kronenschirmhöhen 2011 vor dem Sturmereignis, ca. 1:1.500](#)
oder
[Vermessene Einzelbäume 2011 mit Baumhöhe in m, ca. 1:1.500](#)
oder
[BHD der vermessenen Einzelbäume 2011 in cm, ca. 1:1.500](#)
oder
[Vorrat der vermessenen Einzelbäume 2011 in Vfm, ca. 1:1.500](#)

Beispielhaft wurde für eine kleine Fläche das Falschfarbenbild

und ein Anaglyphenbild gerechnet, das durch eine Rot-Grün-Brille betrachtet, einen dreidimensionalen Eindruck vermittelt. Grundlage der Einzelbaumberechnung in diesem Beispiel sind das Kronenmodell von 2011 mit den Höhen des Kronenschirms. Über eine angepasst Höhenkurve wurde für das obige Beispiel die Baumhöhe, der BHD und der Einzelbaumvorrat abgeleitet. Diese Werte sind durch einen Mausklick auf den Einzelbaum abfragbar. Im Sommer 2012 wurden große Flächen zerstört, durch einen Vergleich mit dem Kronenmodell der kurz nach dem Sturm aufgenommenen Bilder aus 2012 lässt sich der entstandene Schaden genau quantifizieren.

Folgende Karten benutzen den WMS Server des Landesamt für Geoinformation, was zu einer Verzögerung des Kartenaufbaus führen kann.

[Vorratsstruktur Gesamtansicht 1:170.000](#) oder [lokale Ansicht Südteil 1:30.000](#)



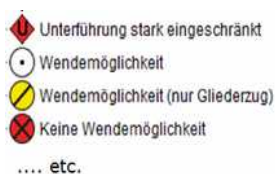
Diese Karte gibt einen allgemeinen Überblick über den Vorrat der Bestände. Sie wurde vom höher aufgelösten photogrammetrisch erzeugten Kronenmodell mit der berechneten Höhe des Kronenschirms abgeleitet bzw. verallgemeinert. Rote Flächen beschreiben Bereiche mit überdurchschnittlich hohen Bäumen und mithin einem sehr hohen Vorrat. Grüne und gelbe Flächen zeichnen sich durch einen geringen Vorrat aus, blaue Flächen durch einen mittleren Vorrat.

Folgende Karten benutzen den WMS Server des Landesamt für Geoinformation, was zu einer Verzögerung des Kartenaufbaus führen kann.

[Waldstruktur Gesamtansicht 1:170.000](#) oder [lokale Ansicht Südteil 1:30.000](#)



Die Karte beschreibt die Oberflächenstruktur des Kronendachs indem räumlich begrenzte Höhenunterschiede innerhalb des Kronenschirms klassifiziert wurden. Gelbe Flächen sind durch deutliche Höhenunterschiede gekennzeichnet, die durch eine lockere Bestockung oder einen geöffneten Schirm (z.B. entlang von Wegen) gekennzeichnet sind. Orange und rote Flächen beschreiben oft dicht bis gedrängt bestockte Bestände und können auf Durchforstungsrückstände hinweisen.



Folgende Karten benutzen den WMS Server des Landesamt für Geoinformation und der NavLog GmbH, was zu einer Verzögerung des Kartenaufbaus führen kann.

[Forststrassen klassifiziert nach NavLog mit Wege aus DLM25 \(LGL\) und geschummertem Oberflächenmodell, 1:9.600](#) oder [Forststrassen nach NavLog Südteil mit Oberflächenschummerung, 1:9.600](#) oder

[Forstrassen nach NavLog mit geschummerten Geländemerkmale, 1:5.000](#)

Diese Karte enthält die Forstrassenklassifizierung der NavLog GmbH in Verbindung mit den Informationen aus dem berechneten Oberflächenmodell (mit Wald und Gebäuden) und/oder dem Geländemodell aus der Laserbefliegung 2003/04. Sie dient zur Planung des Holztransportes und in Kombination mit dem hochaufgelösten Geländemodell, das nicht kartierte Geländemerkmale und Wege zeigt, ist dies auch eine Grundlage für die Planung Feinerschließung. Insbesondere, wenn die Informationen zur Geländeneigung noch hinzugeschaltet werden.



Karten Entwicklung 1: [Einzelbaummodelle](#)



Karten Entwicklung 2: [Baumartentrennung und Satellitenbildauswertung](#)

Literatur

- Elatawneh A., Wallner A., Manakos I., Schneider T., Knoke T. 2014. Forest Cover Database Updates Using Multi-Seasonal RapidEye Data—Storm Event Assessment in the Bavarian Forest National Park. Forests. 5: 1284-1303
- Elatawneh A., Rappl A., Schneider T., Knoke, T. 2012. A semi-automated method of forest cover losses detection using RapidEye images: a case study in the Bavarian forest National Park. 4. RESA Workshop 3/2012, Berlin. pages 183-200. ISBN 978-3-942183-61-1
- Haala, N. 2013: The Landscape of Dense Image Matching Algorithms. 14 S.
- Hirschmugl, M. 2008: Derivation of Forest Parameters from Ultracam D Data. Dissertation, TU Graz.
- Straub, C., Seitz, R. 2011: Möglichkeiten der automatisierten Generierung von Oberflächenmodellen in Waldgebieten aus digitalen Luftbildern. DGPF Tagungsband 20. S. 153-161.
- Tompalski, P., Wezyk, P., Weidenbach, M. 2014: A Comparison of LiDAR and Image-derived Canopy Height Models for Individual Tree Crown Segmentation with Object Based Image Analysis. 5th Geobia Conference Thessaloniki. Publ. in South-Eastern European Journal of Earth Observation and Geomatics, Vol 3, No 2S.

- Weidenbach, M., Wezyk, P., 2013: Herleitung von Kronenparametern für Einzelbäume anhand von ALS, TLS und Luftbildstereomodellen am Beispiel standortkundlicher Versuchsflächen in Sachsen. Vortrag Workshop an der TU Dresden über „Multisensorielle Methoden zur Rekonstruktion der dreidimensionalen Waldstruktur“.
- Weidenbach, M., , Wezyk, P., Tompalski, P., Hoffmann, M., Martens, S. 2012: Erfassung von Einzelbaumparametern mit Airborne-Laser-Scanning. AFZ-DerWald 21/2012, S. 12-15.
- Weidenbach, M., Gutjahr, H., Schardt, M. 2011: Machbarkeitsstudie zur photogrammetrischen Erzeugung von hochwertigen Waldoberflächenmodellen mit konventionellen digitalen Luftbildern. Abschlussbericht über das vom Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg geförderte Innovationsprojekt 2011.
- Wezyk, P., Hawrylo, P., Janus, B., Weidenbach, M.: 2014: Object Based Image Analysis approach of CIR aerial orthophoto and nDSM derived from stereomatching. Presentation at IUFRO Conference on Forest Change 2014 in Munich.
- Wezyk, P., Hawrylo, P., Janus, B., Weidenbach, M.: 2014: Assessment of Forest Cover Change in Gorce National Park (Poland) Using a GEOBIA Approach of CIR Aerial Orthophotos and nDSM Derived from Aerial Stereo Photos. Forestry: An international Journal of Forest Research. Paper Submitted