

3D Forstinventur für den Privat- und Kommunalwald im Nordschwarzwald

Forschungsprojekt des Forstclusters Baden-Württemberg über die photogrammetrische Einzelbaumvermessung auf großer Fläche und die Darstellung forstlich relevanter Information in einer benutzerfreundlichen ForstGIS Anwendung im Internet.

Hintergrund des Vorhabens:

Der Waldbesitzerverein Nordschwarzwald e.V. (WBV) vertritt seit über 50 Jahren die Interessen seiner derzeit rund 250 Mitglieder. Die Waldflächen der Mitglieder umfassen rund 4.350 ha Privatwald und 2.300 ha Kommunalwald und liegen überwiegend in den Landkreisen Freudenstadt und Calw. Traditionsgemäß verfügen die Waldbesitzer dieser Region über ein hohes Maß an forstbetrieblichem Know-How, das bei der Bewirtschaftung des eigenen Waldes oder als Dienstleistung für die örtlichen Forstbetriebsgemeinschaften, die auch einen Teil der regionalen Holzvermarktung übernehmen, zum Einsatz kommt.

Diesem technischen Wissen und dem Interesse zur Erhaltung und Bewirtschaftung ihres Waldbesitzes steht häufig ein Mangel an geeigneten Informationen über die genaue Wald- und Vorratsstruktur gegenüber. Die wenigsten Privatwaldbesitzer verfügen über ein Betriebsgutachten oder andere belastbare Forsteinrichtungsdaten, die ihnen genaue Auskunft über die waldbaulichen und wirtschaftlichen Möglichkeiten ihres Waldbesitzes geben könnten. In den überwiegend einzelstammweise genutzten Wäldern sind einzelbaum- oder bestandsbezogene Informationen eine wichtige Grundlage für die Optimierung des Betriebes. Dies gilt v.a. auch für solch kleine Privatwälder, die nur im Zusammenschluss mit anderen Waldbesitzern wirtschaftliche Ergebnisse liefern können.

Das im Folgenden vorgestellte Verfahren zur automatisierten stereoskopischen Einzelbaumvermessung liefert nun zum ersten Mal Informationen zur Wald- und Vorratsstruktur für eine ganze Region, die auf photogrammetrisch vermessenen Einzelbaumhöhen beruhen.

Anfang Dezember 2013 startete zu diesem Zweck das Forschungsvorhaben „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 (3D Forstinventur)“. Das Projekt ist aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und aus Landesmitteln durch die Clusterinitiative Forst und Holz Baden-Württemberg gefördert und durch einen 20% Eigenanteil des WBV mitfinanziert. Das Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) hat dem Projekt dankenswerterweise ein Teil der benötigten Geodaten kostenlos überlassen.

Die Entwicklung und Umsetzung des photogrammetrischen Auswerteverfahrens wurde federführend vom Planungsbüro landConsult.de aus Bühl in Zusammenarbeit mit der Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH aus Graz durchgeführt. Das Projekt wurde bereits Ende Oktober 2014 erfolgreich abgeschlossen und die Ergebnisse u.a. an

den Technischen Universitäten in Berlin und München vorgestellt. Eine ausführliche Projektdokumentation findet sich auch unter <http://landconsult.de/wbv>.

Amtliche Stereoluftbilder als kostengünstige Grundlage der Einzelbaumvermessung

Alle drei Jahre wird die Landesfläche von Baden-Württemberg flächendeckend neu befliegen, um damit hochwertige digitale Luftbilder aufzunehmen, auf denen 20 cm große Objekte noch zu erkennen sind. Bei dieser Auflösung kann man bereits typische Merkmale eines Baumes ausmachen, wie z.B. die sternförmige Struktur einer Fichtenkrone.

Die Luftbilder werden entlang der Flugrichtung des Flugzeuges mit einer Überlappung von rund 60% aufgenommen. Das macht sie zu sogenannten Stereoluftbildern, weil das gleiche Objekt, z.B. eine Baumspitze, von mindestens zwei unterschiedlichen Perspektiven aufgenommen wird, einer vorwärts- und einer rückwärts blickenden. Leistungsfähige Computerprogramme können nun aus diesen verschiedenen Ansichten ein dreidimensionales Baummodell berechnen und in Verbindung mit den bei der Bildaufnahme aufgezeichneten Geographischen Koordinaten diesem Objekt auch eine genaue Lage und Höhe über Normalnull zuordnen. Die eigentliche Baumhöhe in Meter ergibt sich dann nach der Verrechnung mit den Geländehöhen, die aus dem Lasergeländemodell des LGL stammen, das von 2003 bis 2005 landesweit aufgenommen wurde.

Ergebnisse der digitalen Luftbildauswertung

Insgesamt wurden 229 Luftbilder mit einer Fläche von 18.400 ha (davon ca. 14.500 ha bewaldet) photogrammetrisch ausgewertet und dabei ein hochauflösendes



Abb. 1: Lage des 18.400 ha großen Untersuchungsgebietes im Landkreis Freudenstadt.

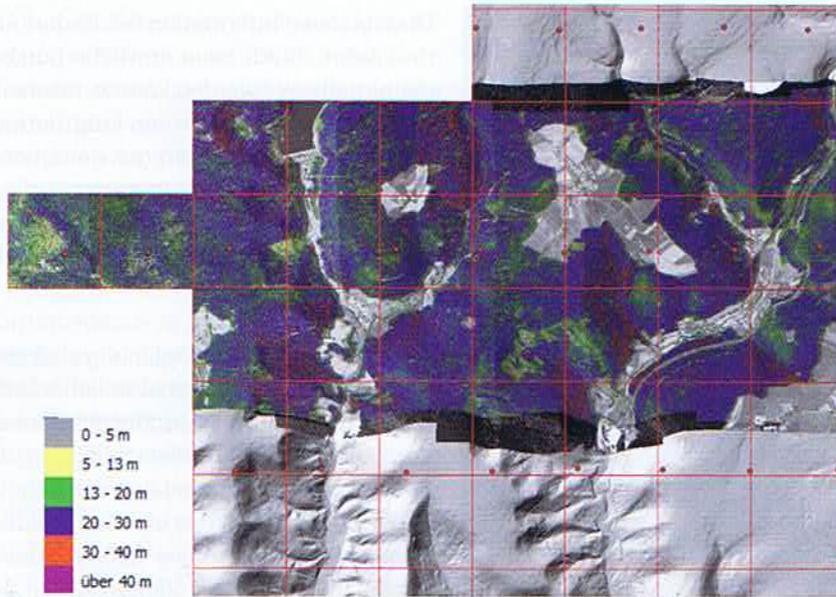


Abb. 2: Aus Stereoluftbildern und Lasergeländemodell (beide im Hintergrund) berechnetes Kronenhöhenmodell, das mit 6 Höhenklassen eingefärbt wurde (siehe Legende). Die roten Punkte zeigen den Standort der einzelnen Luftbilddaufnahmen ca. 3000 m über Grund.



Abb. 3: Aus Stereoluftbildern erzeugtes Oberflächenmodell der Stadt Alpirsbach mit eingefärbten Objekt- und Baumhöhen (gelb: 5-13m, grün: 13-20m, blau: 20-30m, rot: über 30m).

Kronenhöhenmodell mit einer Bodenauf-
lösung von 50 cm erzeugt. Dieses 3D Mo-
dell war die Grundlage für die automati-
sche Verortung und Höhenmessung von
rund 2.5 Mio. Einzelbäumen.

Für das gesamte Gebiet wurde Laub-
holz und Nadelholz aufgrund unterschied-
licher spektraler Eigenschaften automa-
tisch getrennt. Zur Untersuchung der
Frage, ob sich auch bestimmte Nadelbau-
martens einzelbaumweise klassifizieren
lassen wurde auf einer leicht geneigten
Referenzfläche ein 1,9 ha großer, einzel-
baumweise gemischter Altbestand mit

77% Kiefer und 23% Fichte/Tanne ste-
reoskopisch ausgewertet. Zuvor wurde
der Bestand durch eine für die Erstellung
von Wert- oder forstlichen Betriebsgut-
achten allgemein üblichen Vollaufnahme
vermessen, wobei alle Bäume mit einem
BHD ab 26 cm gekluppt wurden.

Im Vergleich lieferte das digitale Luft-
bildverfahren rund 90% der vom forstli-
chen Gutachter ermittelten Gesamtbaum-
zahl (Anzahl der Bäumen mit geklupptem
BHD von > 26 cm im Vergleich zur An-
zahl der Bäume mit photogrammetri-
scher Höhe von > 20 m). Der Kieferanteil

wurde dabei vom Computer 6% niedriger,
der Fi/Ta Anteil 6% höher berechnet. Die
mittlere Höhe der photogrammetrisch ge-
messenen Kiefern lag um knapp 4% un-
ter der vom Gutachter geschätzten Höhe
des Kiefern-Grundflächenmittelstamms.

Aus der dreidimensionalen Struktur des
hochaufgelösten Kronenmodells wurden
zunächst 5 Strukturklassen abgeleitet. Sie
zeigen wie durchbrochen bzw. geschlos-
sen das Kronendach erscheint, was u.a.
für die waldbauliche Verjüngungsplanung
von Bedeutung ist. Eine weitere aus dem
Kronenmodell abgeleitete Karte unter-
teilt den Holzvorrat im Untersuchungs-
gebiet als Funktion der Baumhöhe ganz
allgemein in 6 qualitative Klassen (Blö-
ßen ohne Vorrat, sehr geringer Vorrat bis
sehr hoher Vorrat). Erst durch die Berück-
sichtigung der verorteten und Höhen ver-
messenen Einzelbäume lassen sich die
Vorratswerte quantifizieren und daraus
Bestandesdichteklassen (Baumzahl je ha)
und das Volumen der Einzelbäume (Vfm)
oder der Bestände (Vfm/ha) berechnen.

Die quantitative Abschätzung des Holz-
vorrates beruht zum einen auf den stereo-
skopisch gemessenen Einzelbaumhöhen
und einer für die Baumart und den Be-
stand repräsentativen Höhenkurve, die
aus Feldmessungen verschiedener voll-
gekluppter Bestände abgeleitet und zur
Berechnung des Einzelstammvolumens
genutzt wurde.

Zum anderen wurde auch ein flächen-
bezogener Ansatz verfolgt und ein 50 m
Raster über das gesamte Gebiet gelegt,
um damit hypothetische Bestände mit
einer Größe von 0.25 ha je Rasterzelle zu
erzeugen. Für diese lassen sich die Baum-
zahl je ha, die mittlere Höhe der gemess-
ene Bäume und der über die Höhenfunk-
tion ermittelte mittlere BHD darstellen.
Die Abschätzung des Vorrats erfolgt bei
dieser Methode schließlich unter Berück-
sichtigung der entsprechenden Ertrags-
tafelvorratswerte und über eine multiple
Regression der Variablen BHD/Anzahl/
Höhe. Auf diese Weise lassen sich sogean-
nte „hypothetische Bestandesvorräte“
auch für einzelstammweise genutzte
Flächen ohne eigentliche Bestände quan-
tifizieren und abbilden.

Diese Vorratskarten liefern zusam-
men mit den Bestandesdichtekarten
und Waldstrukturkarten einen schnel-
len und zuverlässigen Überblick, wo z.B.
Durchforstungsrückstände bestehen oder
Hiabsmaßnahmen geplant werden können.

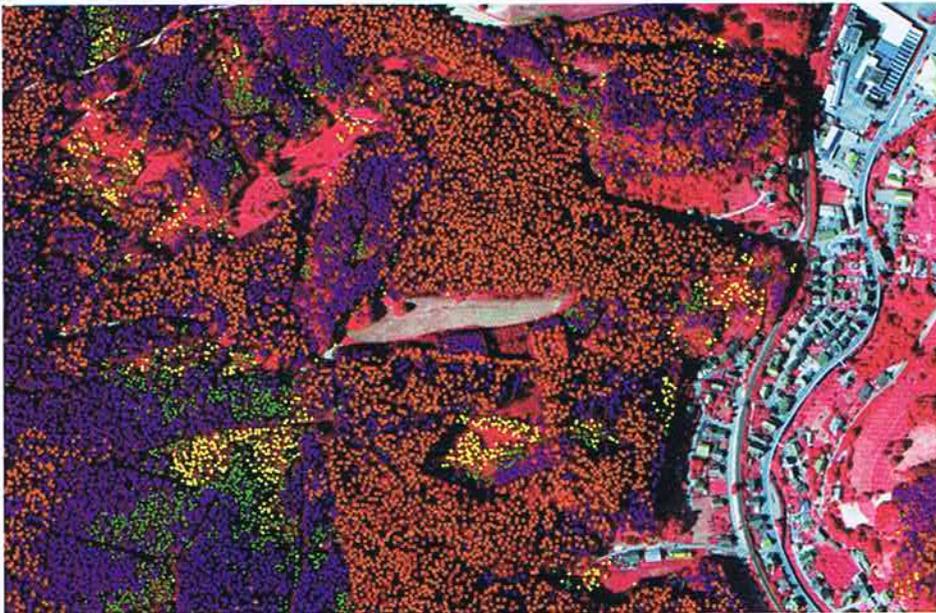


Abb. 4: Photogrammetrisch vermessene Einzelbaumhöhen. Höhenklassen: gelb: 5-13m, grün: 13-20m, blau: 20-30m, orange: 30-40, rot: über 40m).

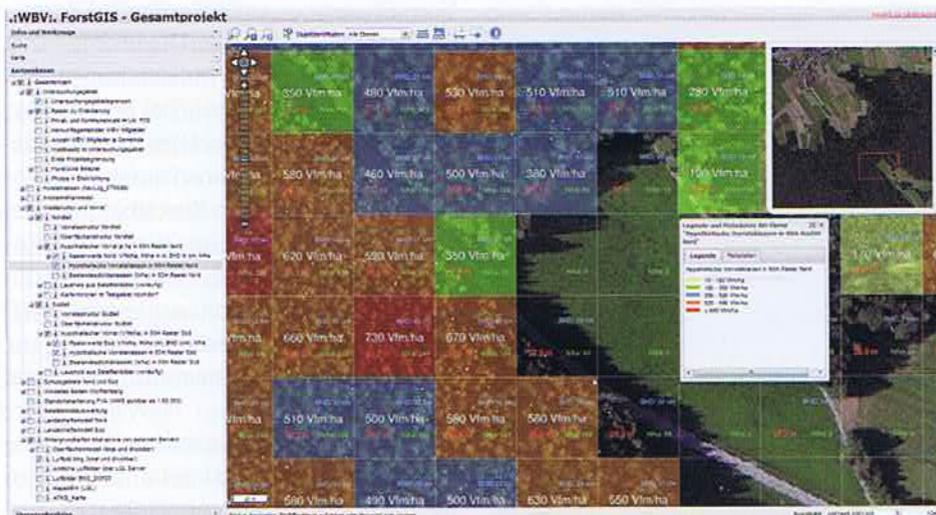


Abb. 5: Hypothetischer Hektarvorrat von 0,25 ha großen Rasterzellen mit Angaben zur mittleren Baumhöhe, dem mittleren BHD und der Baumzahl je ha, dargestellt im WBV ForstGIS.

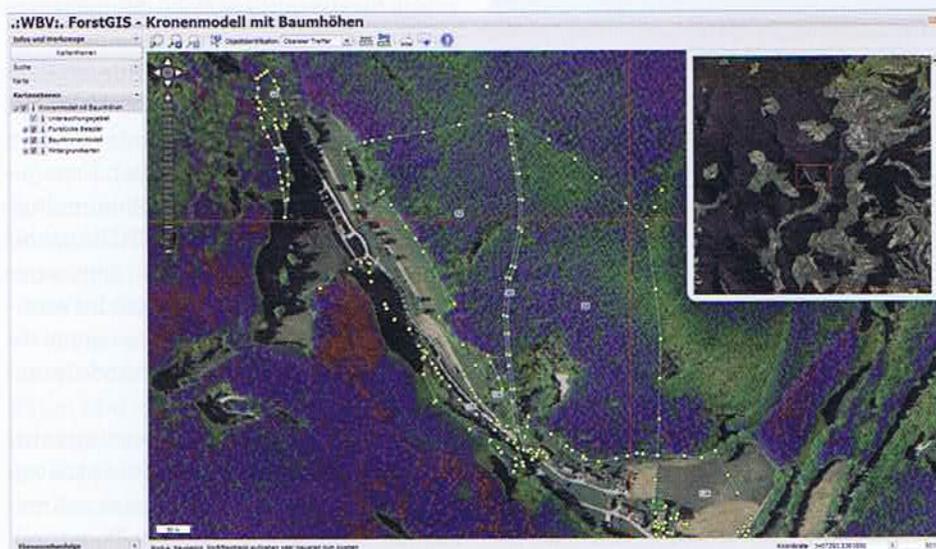


Abb. 6: Das WBV ForstGIS im Internet mit hochaufgelöstem Kronenhöhenmodell, Flurstücksgrenzen und Übersichtskarte zur Orientierung.

Und da diese Information bei Bedarf alle drei Jahre durch neue amtliche Luftbilder aktualisiert werden könnte, erscheint das Verfahren auch für ein langfristiges Monitoring System sehr gut geeignet.

Umfangreiche Informationen für den eigenen Waldbesitz im Online ForstGIS

Für die praktische Forstplanung sind aber noch eine Fülle weiterer räumlicher Informationen nötig, wie die Beschaffenheit des Geländes, die Walderschließung, die Besitzgrenzen oder die Lage von Schutzgebieten innerhalb des eigenen Waldbesitzes. Häufig sind diese Geobasisdaten bereits für jedermann öffentlich über das Internet zugänglich, wie z.B. die Flurstücksgrenzen, die amtlichen Schutzgebietsgrenzen oder die Standortkartierung des öffentlichen Waldes.

Aber erst in Kombination mit anderen fachlich relevanten Daten, wie die oben beschriebenen Waldstrukturdaten, entsteht daraus der eigentliche Mehrwert für den Forstbetrieb. Für diesen Zweck wurde das WBV ForstGIS programmiert (<http://wbvgis.landconsult.de>). Technisch gesehen handelt es sich um eine angepasste Benutzeroberfläche, die in allen gängigen Internetbrowsern aufgerufen werden kann. Neben den Geodaten, die für das WBV Forschungsvorhaben verarbeitet wurden, sind eine gewisse Anzahl von Karten externer Anbieter, wie der NavLog GmbH, die navigierbare Daten für den Holztransport bereitstellt oder bestimmte Hintergrundkarten des LGL, in die allgemeine Kartenansicht integriert.

Einige Beispiele von Kartenthemen im WBV ForstGIS:

- Kronenschirmhöhe und -struktur
- Einzelbäume mit Höhe im Gesamtgebiet und auf Teilfläche mit BHD und Einzelbaumvorrat
- 50 m Raster mit Vorrat je ha, mittlere Baumhöhe, mittlerer BHD und Baumzahl je ha
- Hangneigung, Exposition, Gelände-merkmale aus Lasergeländemodell
- Wege und Forststraßen, Landnutzung, Schutzgebiete, Windatlas, z.T. Flurstücke, u.v.m.
- Einige druckfertige Karten, die mit dem WBV ForstGIS als PDF Datei erzeugt wurden, können unter <http://188.138.88.141/wbvgis/map> geöffnet werden.

Über die Startseite des WBV ForstGIS kann die Anwendung mit vordefinierten Kartenthemen gestartet werden, diese können im weiteren Verlauf vom Benutzer durch andere Karten ergänzt oder mit halbtransparenten Kartenthemen überlagert werden.

Zu den üblichen Funktionen solcher Systeme gehören z.B. die Darstellung der Kartenlegende in einem separaten Fenster, die stufenlose oder Maßstabgenaue Vergrößerung der Ansicht, das Messen von Entfernungen und Flächen, die Abfrage der Karteneigenschaften bzw. deren

Attribute oder das Versenden der aktuellen Kartenansicht per E-Mail.

Besonders hervorzuheben ist die Möglichkeit, für jede beliebige Karte anhand eines über dem Ansichtsfenster frei verschiebbaren Druckbereichs einen Kartenausdruck in jedem gewünschten Maßstab als PDF Datei zu erzeugen, abzuspeichern oder über den eigenen Drucker auszugeben.

Mit dieser Druckfunktion lässt sich aus dem digitalen Datensatz wieder die altvertraute Papierkarte erzeugen. Damit ist gewährleistet, dass auch die Waldbesitzer ohne Internetzugang durch die

Unterstützung am Computer versierter Mitglieder in den Genuss der erzeugten Waldinformationen kommen.

Um diesen Gedanken, der gegenseitigen Hilfe zu untermauern wurden Anfang des Jahres 10 interessierte WBV Mitglieder mit heimischem Internetzugang in der Nutzung des WBV ForstGIS geschult. Sie sollten damit in der Lage sein ihr erworbenes Wissen an andere WBV Mitglieder weiterzugeben oder für diese auch individuell gewünschte Papierkarten auszudrucken.

Dr. Markus Weidenbach

Nach Orkan „Niklas“:

Hinweise zur Sturmholzaufarbeitung / Arbeitssicherheit / Forstschutz

Orkantief Niklas hat auch in Baden-Württemberg teils schwere Waldschäden verursacht.

Bei der Sturmholzaufarbeitung sollte systematisch und ohne Hektik vorgegangen werden. Besonderes Augenmerk sollte auf die Arbeitssicherheit gelegt werden. Auch die Aufarbeitung von Einzelbäumen unter Spannung birgt hohe Risiken. Bei entwurzelt oder abgebrochenen Baumstämmen, die unter Spannung stehen, kann bereits ein falscher Schnitt reichen, um den Stamm katapultartig und mit enormer Kraft nach oben oder zur Seite schnellen zu lassen. Auch Waldbesitzer, die im Umgang mit der Motorsäge geübt

sind, unterschätzen die Gefahren leicht. Der Versicherungsträger SVLFG empfiehlt aufgrund der erhöhten Verletzungsgefahr, in solchen Situationen immer auf die Hilfe von Profis zurückzugreifen. Sie verfügen über Erfahrung, die notwendige Technik und das passende Gerät. Entsprechende Dienstleistungen bieten oder vermitteln auch forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse oder Forstunternehmer.

In Nadelholzbeständen sollten die Forstbetriebe in den kommenden Wochen und Monaten der Entwicklung des Borkenkäfers besondere Beachtung schenken. Die Forstschutzssituation zeigt sich aktuell witterungsbedingt entspannt. Dennoch

sollten die Waldbesitzer insbesondere die Aufarbeitung von Bruchholz nicht hinauszögern. Sofern in einzelnen Betrieben größere Mengen erwartet werden, sollten zunächst die Flächen mit überwiegend gebrochenen Hölzern aufgearbeitet werden, da die mit Wurzelteller geworfenen Bäume aus Forstschutzsicht erfahrungsgemäß weniger kritisch sind.

Umfangreiche Informationen zur Sturmholzaufarbeitung sowie zu allen weiteren Fragen bei der Bewältigung von Sturmschäden sind zu finden im Handbuch Sturm der FVA im Internet unter <http://www.waldwissen.net>.

Forstkammer

Anzeige

Forstbekleidung mit **KWF Profi-Zulassung**

Pfeiffer Sicherheitssysteme

Tel. +49 (0) 74 78 92 90 29-0 | www.workitgreen.de

Anzeige

www.KAMPS-SEPPI.de

LASSEN SIE DEN PROFIS AN'S WERK!

seppi m®

Kamps SEPPI M. Deutschland GmbH
D-64720 Michelstadt
Tel.: 06061 968 894-0
info@kamps-seppi.de