

Fragen aus dem Chat, Diskussion und Fazit

Seminar „Modernisierung und Digitalisierung der Forsteinrichtung“

Vortrag 1: Projekt INKA – Harald Lux

- Wie groß sind die aufgenommenen Plots? Oder wurden auch Bestandeseinheiten oder Waldbestände aufgenommen?

Harald Lux: Die Größe der aufgenommenen Plots variierte in unseren Versuchsreihen zwischen sehr kleinen Flächen mit etwa 0,1 ha und größeren mit einer Fläche von maximal 5 ha – dann aber bereits mit sehr großen Datenmengen. Die Untersuchungsflächen haben sich dabei oft – aber nicht immer – an bestehenden Bestandesflächen orientiert.

- Funktioniert die Kronenbestimmung auch bei geschlossenen Buchenbeständen, wo die Kronenspitzen nicht so eindeutig erkennbar sind wie bspw. bei Nadelbäumen?

Harald Lux: Anhand unserer Messreihen würde ich die Frage mit „Ja“ beantworten - die Ergebnisse waren auch bei geschlossenen Buchenbeständen (Testgebiet „Possen“) gut bis sehr gut. Die Drohnenaufnahmen werden mit einer Auflösung von 5cm/ Pixel aufgenommen, sodass Einzelbäume sich auch bei geschlossenen Beständen hinreichend gut voneinander abgrenzen lassen. Die Antwort steht und fällt allerdings mit der Qualität der Luftbilder und kann bei verwackelten Aufnahmen und/ oder wankenden Kronen (Wind) durchaus auch anders ausfallen. Unsere Erfahrungen waren positiv.

Günther Bronner: Nein. Unserer Erfahrung nach funktioniert die Segmentierung aus Bilddaten erst ab der ersten Durchforstung, im Nadelholz generell besser als im Laubholz, daher bevorzugen wir bei Umweltdata / digitalforst Winter-ALS Aufnahmen und eine darauf aufbauende Stammerkennung.

- Wurden hauptsächlich einschichtige Bestände ausgewählt?

Harald Lux: Ja – da das Projekt die Genauigkeit und Möglichkeiten der Anwendung des Handlaser-scanners im praktischen Forsteinsatz erproben sollte, haben wir uns bei den Tests aus praktischen Gründen mehrheitlich auf einschichtige Bestände beschränkt.

- Warum beim Stichprobenverfahren nicht 10-12 Punkte auf die gesamte Fläche verteilt?

- *Harald Lux: Unser Ziel bestand darin, ein Verfahren zu entwickeln, das eine hohe Messgenauigkeit bei geringstmöglichem Mess- und Auswerteaufwand ermöglicht. Die Anzahl der zur Erreichung dieses Ziels erforderlichen Bäume variiert in Abhängigkeit von der Größe des Bestands. Unsere Methode ermöglicht die präzise Bestimmung dieser Anzahl im Voraus, was dazu beiträgt, den Umfang der Vor-Ort-Messungen zu minimieren. Während ein Ansatz mit 10-12 Einzelmessungen 10-12 separate LAS-Dateien zur Auswertung generieren würde, erzeugt unsere Methodik lediglich 2-3 solcher Dateien. Dies reduziert sowohl den Aufwand für die Erfassung vor Ort als auch die anschließende Auswertung erheblich. Im Rahmen der Projektlaufzeit war es leider nicht machbar weitere Alternativen ausgiebig zu prüfen oder zu implementieren.*

- Kommentar: Der Algorithmus funktioniert nur bei einem gleichmäßigen Merkmal - sprich Kiefer und wird wohl im Mischwald grandios scheitern.

Harald Lux: Nach unseren Erfahrungen ist es dem Handlaser-Scanner prinzipiell egal welchen Baum er vermisst – solange die Stämme hinreichend genau identifiziert werden können und nicht durch Verjüngung/ Sträucher/ o.ä. verdeckt sind. Die Messungen des BHD waren über alle Baumarten konsistent gut. Probleme bei Mischwald kann es allerdings für die Drohne und konkret bei der Kronenerkennung geben, dies haben wir allerdings im Rahmen des Projektes nicht validiert.

- Im Rahmen des Projektes wurden Befliegungsanträge für Drohnen entwickelt. Wie kompliziert ist ein Antrag und könnte es da Hemmschwellen für die Anwendung geben?

Harald Lux: Falls keine Naturschutzgebiete beteiligt sind, kann der Antrag gewöhnlich schnell und unkompliziert ausgefüllt werden. Er erfordert Basisinformationen über die Fläche und deren Eigentumsverhältnisse, ob es sich beispielsweise um einen Staats- oder Privatwald handelt, sowie die Kontaktdaten des zugehörigen Forstamts und Reviers. Die Fläche, die überflogen werden soll, muss auf einer im Laufe des Projekts erstellten Karte, die Flugverbotszonen und andere Einschränkungen beinhaltet, eingetragen werden. Da der Antrag insgesamt weniger als zwei Seiten umfasst, sind meiner Ansicht nach keine größeren Schwierigkeiten zu erwarten.

Vortrag 2: Mehrwert in Taxation und Inventur durch ALS und TLS Daten – Günther Bronner, Peter Niggemeyer

- Fliegen Sie mit der Drohne direkt innerhalb des Bestandes unter den Kronen?

Günther Bronner: Nein, aktuell nicht. Mit Riegl VUX1, VUX120 oder miniVUX 10-20m Fliegen unsere Partnerfirmen 10 bis 20m über dem Drohnendach (55-60m über dem Grund). Erste Versuche mit der autonomen Drohne Hovermap von Emesent zwischen den Bäumen funktionieren bisher nur auf Rückegassen, dort aber sehr eindrucksvoll.

<https://emesent.com/mapping/>

Emesent schafft es, die Punktwolken in Echtzeit zu prozessieren und verwendet für die Navigation eine zuverlässige Hinderniserkennung auf dieser Basis.

- Wie tief fliegen Sie mit dem UAV und dem Riegl-Scanner in den Wald?

Günther Bronner: Wir fliegen nicht selbst. Wir beauftragen in der Regel <https://www.alto-drones.com/> Die Flughöhe ist 55-60m über Grund.

- Welche Punktdichte/m² produziert das UAS-Lidar?

Günther Bronner: Mit den Riegl-Sensoren 2.000 bis 10.000 Punkte/ m²

Die Punktdichte ist nicht das wichtigste Kriterium. Mit einem Copter kann man fast beliebig langsam fliegen und dadurch eine hohe Punktdichte erreichen. Aber es kommt auch auf die Pulsenergie und Größe der LIDAR-footprints an sowie die Anzahl der aufgezeichneten Echos pro Puls. Mit günstigen DJI-Scannern (Zenmuse L1) kann man auch Waldbestände aufnehmen, aber man bekommt fast keine Stammreflexionen, nur DGM und DOM. Bei der Stammerkennung- und Vermessung sind die Riegl full wave form Scanner deutlich überlegen.

- Warum nutzen Sie nicht das Digitale Höhenmodell und verschneiden Baumwipfel mit dem Untergrund?

Günther Bronner: Das werden wir nutzen, wenn eine geringere Genauigkeit gefordert wird.

- Wie führen Sie die Einzelbaumsegmentierung durch?

Günther Bronner: Semantische Klassifizierung von Punktwolken > 50P/m², in laubfreiem Zustand aufgenommen; 3D-Stammerkennung statt Kronensegmentierung. Siehe flai.ai

- Ist damit eine semantische Segmentierung gemeint?

Günther Bronner: Wenn die Stammerkennung gemeint wird (Seite 43 im PDF), dann ja flai.ai

- Welcher Segmentierungsalgorithmus wird hier verwendet?

Günther Bronner: Zur Baumsegmentierung aus TLS-Daten verwenden wir LIS von Laserdata, Opals der TU Wien, ForestDesign und eigene Algorithmen.

- Was kostet die ALS-Erfassung für einen Hektar?

Günther Bronner: Je nach Flächengröße, Arondierung, Punktdichte und Grad der Prozessierung liegen die Kosten der ALS-Erfassung im Bereich von 2-6 €/ha

- 2 - 6 €/ha ist ein akzeptabler Wert. Wie komme ich dann zu Inventurdaten wie vorgestellt?

Günther Bronner: Ein Inventurprojekt der Umweltdata.at oder digitalforst.de beinhaltet alle Komponenten von der Befliegung und Datenprozessierung über die Inventurplanung und Aufnahme bis zur Lieferung der Ergebnisse samt aller Geodaten. Die Kosten liegen im üblichen Bereich der Forsteinrichtungskosten oder darunter.

- Für welche Bestandesvariablen wird das TLS eingesetzt?

Günther Bronner: Bestandesvariablen: Vorrat, Biomasse, oberirdischer Kohlenstoff, Baumhöhe, Oberhöhe, Bestockungsgrad, Durchmesservertelung, Sortimentverteilung. Baumvariablen: Koordinaten der Baumachse alle 30 cm, Durchmesser alle 30 cm, Baumhöhe, Sortiment Volumen, Biomasse, oberirdischer Kohlenstoff

- Mit welchem System verarbeiten Sie die ermittelten Daten?

Günther Bronner: Die Smart Forest Tools der Fa. Umweltdata stehen kurz vor der Auslieferung. <https://umweltdata.at/sft.html>

- Was nützen 800m Reichweite in einem dichten Wald?

Günther Bronner: In der Regel nützen 800 m Reichweite im Wald gar nichts, außer man scannt vom Gegenhang, was durchaus machbar ist. Die hohe Reichweite ist dabei verbunden mit einer Reduktion der Scangeschwindigkeit, um genügend Pulsenergie zu erzielen. Für Forstinventuranwendungen konfigurieren wir den Riegl VZ400i mit der höchsten

Scangeschwindigkeit, einer Reichweite von 150 m und einer Auflösung von 50 x 50 Millidegree. Dadurch dauert ein 360° Scan nur 30 Sekunden. Man kann innerhalb von 15 Minuten problemlos 12-15 Aufnahmepunkte scannen für eine okklusionsfreie Probefläche mit einem Radius von 25 m. Die Riegl Software ist in der Lage, die einzelnen Scannerpositionen ohne Zuhilfenahme künstlicher Ziele millimetergenau zu registrieren. Das funktioniert im Gegensatz zu den Leica-, Faro- und Trimble- Produkten auch in dichtem Unterholz und spart immens Zeit.

- Wie gut funktioniert das TLS in dichten Naturverjüngungen? Das stelle ich mir für gute Datenqualitäten sehr aufwändig bzw. nicht leistbar vor.

Günther Bronner: Mit der richtigen Ausrüstung funktioniert das erstaunlich gut. Wir verwenden entweder den Stonex X120go SLAM Scanner oder den Riegl VZ400i. Mit den Stativscannern von Leica, Faro und Trimble haben wir bei dichtem Unterholz oder in Dickungen weniger gute Erfahrungen. Das liegt nicht nur an der Hardware, sondern auch an der Software zur Prozessierung der Daten. Siehe auch letzte Frage.

- Ist eine Inventur für große Flächen überhaupt machbar hinsichtlich Speicherkapazität und Verarbeitung der Daten? Wie viel GB an Daten entstehen auf 1 ha?

Günther Bronner: In einer statistischen Inventur, die mittels eines stratifizierten Kronenhöhenmodells geplant wird, benötigt man zur Erreichung einer Genauigkeit von +/- 5% beim Vorrat bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit etwa 250 Probeflächen mit konventioneller Aufnahme (zB. Winkelzählprobe nach Bitterlich) oder 120 Probeflächen bei Verwendung von TLS oder SLAM. Dies ist unabhängig von der Betriebsfläche. Pro Probepunkt entstehen, je nach Scantechnologie 1 bis 10 GB an Rohdaten, die sich im Laufe der Datenprozessierung etwa verdoppeln.

Wenn man einen Bestand vollständig scannen möchte, dann muss man, je nach Technologie, mit 5 bis 50 GB an Rohdaten pro Hektar rechnen. Das wird hinsichtlich Speicherkapazität und Verarbeitungszeit kritisch.

- Verwenden Sie einen Standard um die ermittelten Baumpositionen und Baumparameter zu exportieren?

Günther Bronner: Es gibt Ansätze für derartige Standards, aber wir verwenden solche noch nicht. Zur Auswertung verwenden wir CSV-Files, die in Excel ausgewertet werden. Für die Repräsentation der Einzelbäume in unserem App SmartForestTools <https://umweltdata.at/sft.html> verwenden wir ein proprietäres binäres und räumlich indiziertes Format, das hinsichtlich Zugriffsgeschwindigkeit und Auswertbarkeit optimiert ist.

- Der GeoSLAM HORIZON und der BLK2go sind eher die BigPlayer im Geodäsie-Segment.

Günther Bronner: In der Forstwirtschaft hat sich der BLK2go wegen der geringen Reichweite (reicht nicht bis zum Baumwipfel) nicht bewährt. Der GeoSLAM erfreut sich im Wald großer Beliebtheit (BOKU, Göttingen), liefert jedoch eine ziemlich verrauschte Punktwolke (Streuung bei der Distanzmessung 3cm). Er wird vermutlich rasch durch den Stonex X120go abgelöst werden (Streuung bei der Distanzmessung 1cm), auch wegen der deutlicher günstigeren Kosten und der besseren Handhabung. Die präzisesten Messungen können mit den Riegl Scannern VZ400i und VZ600i gemacht werden (Streuung bei der Distanzmessung 0,5cm).

Diskussionsrunde - Frage an alle

Was ist Ihre Einschätzung, ergibt es Sinn, bei der Betriebsplanung zukünftig noch an bestehenden Bestandesabgrenzungen, 10-jährigem Rhythmus etc. festzuhalten?

(Antworten geskriptet aus der Veranstaltung)

Günther Bronner:

Für statistische Inventuren ist es sicher sinnvoll, am 10-jährigen Rhythmus festzuhalten, außer vielleicht nach Großkalamitäten.

Bei der Aktualisierung der flächendeckenden digitalen Repräsentation des Waldes passen wir uns dem 2-3-jährigen Rhythmus der Fernerkundungsdaten vom Vermessungsamt an. Dabei sind die Unterabteilungen eher hinderlich, daher beschränken sich viele unserer Kunden auf die in der Natur gut erkennlichen und stabilen Waldabteilungen für alle Fragen des Managements und der Holzmaterial-Verbuchung. Das bedeutet jedoch nicht, dass wichtige Eigenschaften wie das Bestandesalter verloren gehen.

Matthias Wenzel:

Ich sehe in der forstlichen Planung und der waldbaulichen Qualifizierung und der Bewertung auf Bestandesebene einen Mehrwert als in einer Inventur alle 10 Jahre.

Dr. Paul Magdon:

Die Waldeinteilung brauchen wir ganz klar weiterhin als Organisationsstruktur für das tägliche Geschäft. In unseren Projekten ist es aber so, dass wir keine einzelbestandesweise Planung mehr durchführen. Die Planung passiert summarisch (sog. summarische Nutzungsplanung) auf Ebene der Straten aus der Betriebsinventur. Diese statistisch abgesicherten Ergebnisse nehmen wir und werden mithilfe von Simulationen eingearbeitet und daraus werden die Behandlungsstrategien abgeleitet. Das heißt der Bewirtschafter bekommt eine Waldzustandsbeschreibung ohne Handlungsempfehlung. Er muss weiter entscheiden.

Peter Niggemeyer:

Wir haben die Abteilungen, welche statisch und seit langem vorhanden sind. Der Rest ergibt sich aus dem Waldbaumodell. Ich hatte vorhin schon mal erwähnt, dass wir eine genaue Inventur wollten, und das auf Einheiten berechnen können möchten, die für die Betriebsführung sinnvoll ist, also mindestens auf Revierebene und in großen Revieren, vielleicht noch in großen Distrikten. Dafür braucht man eine sehr genaue Aufnahme. Dann haben wir aber noch eine Fantasie, wie unser Waldbaumodell funktionieren soll und darauf kann Herr Bronner einer Prognose aufsetzen, was mit dieser Idee erntbar ist. Und das ist eigentlich alles was mich interessiert. Dann geht der Revierförster hin, nimmt die daraus entstandene Karte und fasst Behandlungseinheiten zusammen. Das heißt, er digitalisiert draußen, welche von diesen Beständen in eine Durchforstung zusammengefasst wird, durchforstet und dann entsteht daraus eine rollierende Planung. Der erstellte Datensatz (shape, Polygon etc.) nimmt er und schreibt sich z. B. Erntemenge, Sortiment und nächste Behandlung dazu.

Ganz wichtig: Nach 10 Jahren prüfen, ob ich meine Ziele erreicht habe oder wo ich nachsteuern muss. Der Unterschied ist – nicht mehr Forsteinrichtung machen, sondern eine ganz genaue Inventur. Was ich mit den Inventurdaten mache, entscheide ich innerbetrieblich.

Kay Müller:

Wir brauchen die 10 Jahre. Die BaySF hat den Auftrag, den bayerischen Wald nachhaltig zu bewirtschaften. Wenn man die Nachhaltigkeit überprüfen möchte, braucht es eine regelmäßige Zeitspanne. Das läuft bei uns in der Regel über ein permanentes Stichprobensystem, das losgelöst von Bestandesabgrenzungen, wie Waldeinteilungen und Beständen ist.

Für Abgrenzungen und Einteilungen glaube ich, dass wir die 10 Jahre nicht mehr brauchen. Sondern das sind die Daten, die die Fernerkundung liefert und da müssen wir sogar auf kürzere Zeiträume gehen, weil die Walddynamik momentan so hoch ist, dass wir die 10 Jahre nicht mehr durchhalten. Das eine ist ein statistisch überprüfbares System mit sauberen Inventurdaten auf Betriebs-/ Revierebene und das andere sind aktuelle Daten, die für das aktuelle Tagesgeschäft benötigt werden. Da muss man differenzieren.

FAZIT:

- Warum sollte man die Forsteinrichtung digitalisieren?
 - Hintergrund Fachkräftemangel: Arbeitserleichterung und Steigerung der Effizienz
 - Geringere Kosten
 - Zuverlässige und genaue Daten, die objektiv sind (zurzeit visuell beeinflusst)
 - Daten bieten eine Grundlage für exaktes Monitoring von Veränderungen
 - Neue Informationsprodukte
 - Aufzeichnung der Walderschließung -wichtig für Zertifizierung- und auch die Wiederauffindbarkeit von Gassen nach Kalamitäten, wichtig für Bodenschutz
 - Kohlenstoff-Zertifizierung
 - Früherkennung Käferbäume
 - Verfahren bieten Möglichkeiten zur Automatisierung der BI und auch der BWI – wäre ja schon gut, die BWI öfter als alle 10 Jahre zu haben
- Was wird dafür benötigt? Oder was ist notwendig?
 - Die Verwendung von differenziellen GNSS-Empfängern muss der Standard sein
 - Open Source Entwicklung fördern und Open Data unterstützen, also immer, wenn möglich veröffentlichen
 - Fernerkundungs-und Geoinformationstechnologien als wichtiger Teil der forstlichen Ausbildung!
 - Regelung Drohnenbefliegung