

## DIE AUTOMATISIERTE DURCHFÜHRUNG EINER WALDINVENTUR

Eine Waldinventur kann ein nützliches Managementinstrument für die Waldbewirtschaftung sein. Aufgrund technologischer Fortschritte ist es möglich, eine Waldinventur mit LiDAR-Scans durchzuführen und die benötigten Informationen automatisch aus Punktwolken zu extrahieren. Vor kurzem haben wir einen innovativen, universellen Ansatz entwickelt, der es ermöglicht, einzelne Bäume aus verschiedenen Arten von Scans zu identifizieren und relevante Inventardaten zu sammeln.

### WAS IST EINE WALDINVENTUR UND WAS IST IHR ZWECK?

Ein wichtiger Teil der Waldbewirtschaftung ist eine präzise Waldinventur. Eine Waldinventur ist die Sammlung von Informationen über den Zustand und die Vielfalt eines Gemeinschaftswaldes. Sie liefert Details wie Zustand, Art, Größe und Standort der Bäume.

Eine Waldinventur kann durchgeführt werden um:

- Insekten- oder Krankheitsprobleme der Bäume zu identifizieren
- die Stadtplaner bei der Entwicklung von Wartungs- und Verwaltungsplänen zu unterstützen
- die Umweltauswirkungen von Bäumen als Teil eines nachhaltigen Waldes zu analysieren und zu erhöhen
- den Wert der Bäume der Gemeinde im Hinblick auf steigende Grundstückswerte zu bestimmen
- die Bewohner über ihren Gemeindewald zu informieren
- potenzielle Brandgefahren und das Brandrisiko zu bestimmen

### VERWENDUNG VON LIDAR FÜR DIE WALDINVENTUR

Es gibt viele Methoden, wie eine Waldinventur durchgeführt werden kann. In den letzten Jahren sind sowohl airborne oder terrestrial LiDAR-Surveys für diese Aufgabe weit verbreitet, da die technologischen Fortschritte sie billiger und präziser machen. Das liegt daran, dass immer mehr Unternehmen billigere LiDAR-Sensoren entwickeln und die Verfügbarkeit von Drohnen, die LiDAR-Daten sammeln, höher als je zuvor ist. Auch die Qualität der Scans hat sich stark verbessert, da die Sensoren mehr Impulse pro Quadratmeter aussenden können und in der Lage sind, Daten mit extrem hoher Punktdichte zu sammeln. Mit den neuesten Cloud-Lösungen und leistungsfähigen Computerprozessoren können große Mengen von 3D-Daten gespeichert, verarbeitet und organisiert werden.

### EINE INNOVATIVE WALDINVENTUR, DURCHGEFÜHRT ZUSAMMEN MIT RAG

#### ZIELE

Ein Teil unseres neuesten Projekts für die RAG war die Durchführung einer Waldinventur als Proof-of-Concept. RAG ist spezialisiert auf das Langzeitmonitoring von Bergbauschäden, d.h. die automatische Erfassung von Landschaftsveränderungen, und hier insbesondere von Bodenbewegungen.

Eine Waldinventur kann helfen, die Ursachen von Landschaftsveränderungen besser zu isolieren, indem Veränderungen im Zeitablauf beobachtet werden. Es wird dabei festgestellt, welche davon Folgeschäden des Tagebaus sein können.

Ziel war die exakte Bestimmung von Baumpunkten in der Punktwolke sowie die Segmentierung in Bauminstanzen mit entsprechenden Inventardaten:

- Objekt-ID,
- Position,
- Ausdehnung der Krone als Ergebnis.

## HERAUSFORDERUNGEN

LiDAR-Punktwolken von Bäumen können je nach der angewandten Erfassungsmethode (airborne oder terrestrial LiDAR) unterschiedlich sein. Daher bestand eine der größten Herausforderungen darin, Algorithmen zu entwickeln, die so wenig wie möglich auf den spezifischen Eigenschaften der verschiedenen Scantypen basieren, damit sie universell einsetzbar sind. In einigen Fällen waren Methoden zur Erkennung von Baumstämmen und Baumkronen nicht für alle Punktwolken einsetzbar. Die Entwicklung eines universellen Ansatzes erforderte die Erprobung verschiedener Methoden, wie der Watershed Analyse und dem Region Growing von erkannten Baumstämmen.

## ANGEWANDTE METHODEN (UMSETZUNG)

Wir kombinierten Deep Learning und verschiedene intelligente Algorithmen, um Baumpunkte zu identifizieren und einzelne Bäume von oben zu trennen, sowohl mit sichtbaren Baumstämmen als auch ohne. Am Anfang musste die Vegetation manuell klassifiziert werden, um einen umfassenden Satz von Trainingsdaten für das neuronale Netz zu generieren, damit der Prozess in Zukunft automatisch ablaufen kann. Mit Hilfe von Pointly und seinen einfach zu bedienenden Selektionswerkzeugen konnte diese Aufgabe jedoch in nur wenigen Tagen erledigt werden.

Wir haben zunächst alle Bäume und andere Objekte mit Pointly klassifiziert, um mit der Instanzsegmentierung der einzelnen Bäume fortzufahren. Die Segmentierung wurde mit einer Kombination von Baummerkmalen (wie Kronenmaxima), Baumstumpfpositionen und georäumlichen Algorithmen durchgeführt. Stumpfposition und -höhe wurden für jedes Baumsegment bestimmt, während die Kronenausdehnung mittels 2D-Projektion bestimmt wurde. Anschließend wurden die Ergebnisse (Klassifikation und Instanzsegmentierung) in andere gängige Geodatentypen (z.B. GeoJSON, Esri Shape File) übertragen und mit zusätzlichen Informationen wie Höhenattributen angereichert.

## ERGEBNIS VOM PROOF-OF-CONCEPT

Das Proof-of-Concept im Projekt mit der RAG war erfolgreich. Es wurden 2 Kartenebenen mit Baumzählungen, Kronenformen sowie Baumhöhen generiert. Nun werden laufend neue Daten aufbereitet, so dass dieser Service bald automatisiert und auch direkt in Pointly angeboten werden kann.

