

# Exposé

**Arbeitstitel: Berechnung von charakteristischen Eigenschaften von Bäumen mit 3D-Punktwolken von Wäldern und Visualisierung der 3D-Daten mithilfe der Eigenschaften.**

**Name:** Anton Wetzel

E-Mail: anton.wetzel@tu-ilmenau.de

Matrikelnummer: 60451

Studiengang: Informatik Master

**Betreuer:** Tristan Nauber

E-Mail: tristan.nauber@tu-ilmenau.de

**Professor:** Professor

E-Mail: E-Mail

Fachgebiet: Data-intensive Systems and Visualization Group

Datum: 04.10.2023



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
ILMENAU**

## Motivation

Mit Lidar Technologie können größere Gebiete wie Teile von Wäldern als 3D-Punktwolken gescannt werden, aber eine Auswertung der Daten ist durch die massive Anzahl der Messpunkte erschwert.

Durch eine automatisierte Extraktion von charakteristischen Eigenschaften aus den 3D-Punktwolken ist eine angepasste Visualisierung der Daten möglich. Die Software soll dabei interaktiv die berechneten Eigenschaften geeignet präsentieren.

## Stand der Technik

Der Artikel *Adjudicating Perspectives on Forest Structure: How Do Airborne, Terrestrial, and Mobile Lidar-Derived Estimates Compare?* [1] beschäftigt sich mit unterschiedlichen Lidar Scanverfahren. Dabei werden Verfahren vom Boden oder aus der Luft verglichen, um Vor- und Nachteile zu ermitteln.

Ein häufiges Format für Lidar-Daten ist das LAS Dateiformat [2]. Bei diesem werden die Messpunkte mit den bekannten Punkteigenschaften gespeichert. Je nach Messtechnologie können unterschiedliche Daten bei unterschiedlichen Punktwolken bekannt sein, aber die Position der Punkte ist immer gegeben.

Aufgrund der großen Datenmengen werden LAS Dateien häufig im komprimierten LASzip Format [3] gespeichert. Die Kompression ist Verlustfrei und ermöglicht eine Kompressionsrate zwischen 5 und 15 je nach Eingabedaten.

*LASTools* [4] ist eine Sammlung von Software für die allgemeine Verarbeitung von LAS Dateien. Dazu gehört die Umwandlung in andere Dateiformate, Analyse der Daten und Visualisierung der Punkte.

Ein Überblick über Lidar Scans von Bäumen vom Boden aus wird in der Arbeit *Ter-*

*restrial LiDAR: a three-dimensional revolution in how we look at trees* [5] gegeben. Mehrere mögliche Informationen werden erklärt, welche aus den Daten ermittelt werden können.

In der Arbeit *Extracting individual trees from lidar point clouds using treeseg* [6] wird ein Algorithmus ausgearbeitet, welcher eine automatisierte Segmentierung von Lidar-Daten von Wäldern in einzelne Bäume ermöglicht.

Die Arbeit *Forest Data Collection by UAV Lidar-Based 3D Mapping: Segmentation of Individual Tree Information from 3D Point Clouds* [7] beschäftigt sich mit dem Erfassen von Daten, aber auch der Extraktion von relevanten Punkten der einzelnen Bäume.

## Eingabedaten

Der benutzte Datensatz [8] beinhaltet 12 Hektar Waldfläche in Deutschland, Baden-Württemberg. Die Daten sind mit Laser-scans aufgenommen, wobei die Scans von Flugzeugen, Drohnen und vom Boden aus durchgeführt wurde. Dabei entstehen 3D-Punktwolken, welche im komprimiert LAS Dateiformat [2] [3] gegeben sind.

Der Datensatz ist bereits in einzelne Bäume unterteilt. Zusätzlich wurden für 6 Hektar die Baumart, Höhe, Stammdurchmesser auf Brusthöhe und Anfangshöhe und Durchmesser der Krone gemessen.

## Ziel

Das Ziel ist die Entwicklung von einem Softwareprojekt für die spezialisierte Auswertung und Visualisierung von 3D-Punktwolken von Wäldern. Als Eingabe soll nur die Punktwolken ohne weiteren Informationen ausreichen. Durch die Kombination von Auswertung und Visualisierung kann über eine allgemeine Visualisierung von LAS Dateien hinausgegangen werden.

Für die technische Umsetzung wird die Programmiersprache Rust und die Grafikkartenschnittstelle WebGPU verwendet.

Im Folgenden ist eine Auflistung der momentanen Ziele. Während der Entwicklung können die Ziele an neue Erkenntnisse und Anforderungen angepasst werden.

- I. Datensatz in Bäume unterteilen
- II. Bestimmung von Eigenschaften
  - Baum- und Kronenhöhe
  - Stamm- und Kronendurchmesser
- III. Segmentierung als Graph
  - Stamm
  - Äste
  - Blätter
- IV. Visualisierung
  - ein oder mehrere Bäume
  - Färbung von Punkten
    - Farbverlauf mit Punkthöhe
    - je nach Baum
    - je nach Segment
  - Punktgröße und -normale
  - Detailstufen
  - Eye-Dome Lighting [9]
- V. 3D-Modelle
  - Punkte filtern und Triangulieren
  - Farben aus der Visualisierung oder generierte Texturen
- VI. weitere Verarbeitung
  - Klassifikator für Baumarten
  - Validierung der 3D-Modelle basierend auf synthetischen Bäumen
  - Vergleich der unterschiedlichen Messmethoden
  - Vergleich zu Verfahren basierend auf Bilddaten

## Bibliographie

- [1] J. J. Donager, A. J. Sánchez Meador, and R. C. Blackburn, "Adjudicating perspectives on forest structure: how do airborne, terrestrial, and mobile lidar-derived estimates compare?," *Remote Sens.*, vol. 13, no. 12, p. 2297, 2021.
- [2] L. Graham, "The las 1.4 specification," *Photogrammetric Eng. Remote Sens.*, vol. 78, no. 2, pp. 93–102, 2012.
- [3] M. Isenburg, "Laszip: lossless compression of lidar data," *Photogrammetric Eng. Remote Sens.*, vol. 79, no. 2, pp. 209–217, 2013.
- [4] C. Hug, P. Krzystek, and W. Fuchs, "Advanced lidar data processing with lastools," 2004. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:14167994>
- [5] M. Disney, "Terrestrial lidar: a three-dimensional revolution in how we look at trees," *New Phytologist*, vol. 222, no. 4, pp. 1736–1741, 2019, doi: <https://doi.org/10.1111/nph.15517>. [Online]. Available: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/nph.15517>
- [6] A. Burt, M. Disney, and K. Calders, "Extracting individual trees from lidar point clouds using treeseg," *Methods Ecology Evolution*, vol. 10, no. 3, pp. 438–445, 2019, doi: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13121>.
- [7] T. Suzuki, S. Shiozawa, A. Yamaba, and Y. Amano, "Forest data collection by uav lidar-based 3d mapping: segmentation of individual tree information from 3d point clouds," *Int. J. Automat. Technol.*, vol. 15, pp. 313–323, 2021, doi: [10.20965/ijat.2021.p0313](https://doi.org/10.20965/ijat.2021.p0313).
- [8] H. Weiser, J. Schäfer, et al., "Terrestrial, UAV-borne, and airborne laser scanning point clouds of central European forest plots, Germany, with extracted individual trees and manual forest inventory measurements," PANGAEA, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.942856>
- [9] C. Boucheny, and A. Ribes, "Eye-dome lighting: a non-photorealistic shading technique," *Kitware Source Quart. Mag.*, vol. 17, 2011.