

## TODOs

1: Deckblatt .....	2
2: Glossar .....	4
3: Englische Begriffe für die Datenstrukturen .....	4
4: Akronyme .....	4
5: Mehr Überblick .....	4
6: Stand der Technik .....	5
7: Ablauf als Bild .....	5
8: Separierung in Bäume .....	5
9: Background Option für weißen Hintergrund für Bilder .....	6
10: Mehr Baumeigenschaften .....	7
11: Baumeigenschaften + ? → Segmente .....	7
12: Segmente + Eigenschaften + ? → Klassifizierung? .....	7
13: Meshing .....	7
14: Oben/Unten Teilung in 2 Segmente für Debug .....	8
15: Orthogonal? .....	10
16: Bedienung/Interface .....	10
17: Referenzen .....	10

# Masterarbeit

Todo: Deckblatt

# Inhaltsverzeichnis

1. Glossar .....	4
------------------	---

## I. Überblick

1. Punktwolke .....	4
2. Daten .....	4
3. Stand der Technik .....	4

## II. Berechnung

1. Ablauf .....	5
2. Separierung in Bäume .....	5
3. Baumeigenschaften .....	5
3.1. Krümmung .....	5
3.2. Punkthöhe .....	6
3.3. Varianz in Scheibe .....	6
4. Segmentierung von einem Baum .....	7
5. Eigenschaften für Visualisierung .....	7
5.1. Normale .....	7
5.2. Punktgröße .....	7
5.2.1. Detailstufe .....	7
6. Baumart .....	7

## III. Meshing

## IV. Visualisierung

1. Technik .....	7
2. Punkt .....	8
3. Dynamische Eigenschaft .....	8
4. Subpunktwolken (Bäume) .....	8
4.1. Selektion (Raycast) .....	8
5. Eye Dome .....	9
6. LOD Octree .....	9
6.1. Kostenbudget? .....	9
7. Kamera/Projektion .....	9
7.1. Kontroller .....	9
7.1.1. Orbital .....	9
7.1.2. First person .....	9
7.2. Projektion .....	9
7.2.1. Perspektive .....	10
7.2.2. Orthogonal? .....	10
8. Bedienung/Interface .....	10

# 1. Glossar

Todo: Glossar

**Octree** ...

**Leaf** ...

**Branch** ...

**Root** ...

Note: Englische Begriffe für die Datenstrukturen

**Punktwolke** ...

**Punkt** ...

**Normale** ...

**Arial** ...

**Terrestrial** ...

... ..

Todo: Akronyme

## I. Überblick

### 1. Punktwolke

- Menge von Punkten
- mindestens Position

### 2. Daten

- Waldstücke
- Deutschland
- terrestrial und arial
- zusätzlich manuelle Datenbestimmung
- nur Position bekannt

Todo: Mehr Überblick

## 3. Stand der Technik

Todo: Stand der Technik

## II. Berechnung

### 1. Ablauf

Todo: Ablauf als Bild

1. Eingabedateien
    - Dateien laden
  2. Punktmenge
    - Segmentierung in Bäume, Boden...
  3. Liste von Bäumen
    - Analyse der Bäume
  4. Liste von analysierten Bäumen
    - Generierung von Octree
  5. Octree + LOD für Visualisierung
- getrennte Phasen (Phase ist in sich parallelisiert)
1. Laden der Dateien
  2. Segmentierung
  3. Analyse + Generierung

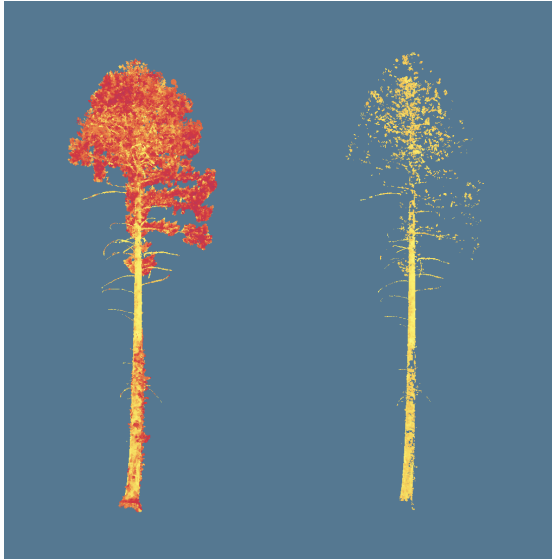
### 2. Separierung in Bäume

Todo: Separierung in Bäume

### 3. Baumeigenschaften

#### 3.1. Krümmung

1. Hauptkomponentenanalyse
  - $\lambda_i$  mit  $i \in \mathbb{N}_0^2$  und  $\lambda_i > \lambda_j$  wenn  $i > j$
2.  $c = \frac{3\lambda_2}{\lambda_0 + \lambda_1 + \lambda_2}$ 
  - $c \in [0, 1]$



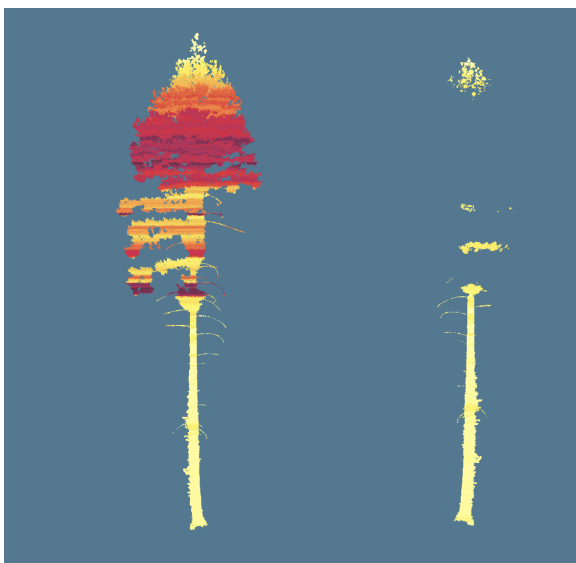
Todo: Background Option für weißen Hintergrund für Bilder

### 3.2. Punkthöhe

1.  $h = \frac{p_y - y_{\min}}{y_{\max} - y_{\min}}$ 
  - $h \in [0, 1]$

### 3.3. Varianz in Scheibe

1. 5 cm Scheiben
2. geometrischen Schwerpunkt berechnen
3. Varianz  $v$  berechnen
4.  $x = \frac{v_i}{v_{\max}}$ 
  - $x \in [0, 1]$



Todo: Mehr Baumeigenschaften

## 4. Segmentierung von einem Baum

Todo: Baumeigenschaften + ? → Segmente

## 5. Eigenschaften für Visualisierung

### 5.1. Normale

1. Hauptkomponentenanalyse
2. Eigenvektor für  $\lambda_2$

### 5.2. Punktgröße

1. Durchschnittliche Abstand zu umliegenden Punkten
2. Ausgleichsfaktor?

#### 5.2.1. Detailstufe

1. Grid
  - Größe abhängig von Leafgröße, wird gröber für größere Blätter
2. Kombination von Punkten
  - Größe als Fläche addieren
  - Normale Durchschnitt
  - Position durchschnitt
  - Eigenschaften?

## 6. Baumart

Todo: Segmente + Eigenschaften + ? → Klassifizierung?

- out of scope?
- neural?

## III. Meshing

Todo: Meshing

## IV. Visualisierung

### 1. Technik

- Rust
- WebGPU (wgpu)
- native Window (website?)
- LAS/LAZ

## 2. Punkt

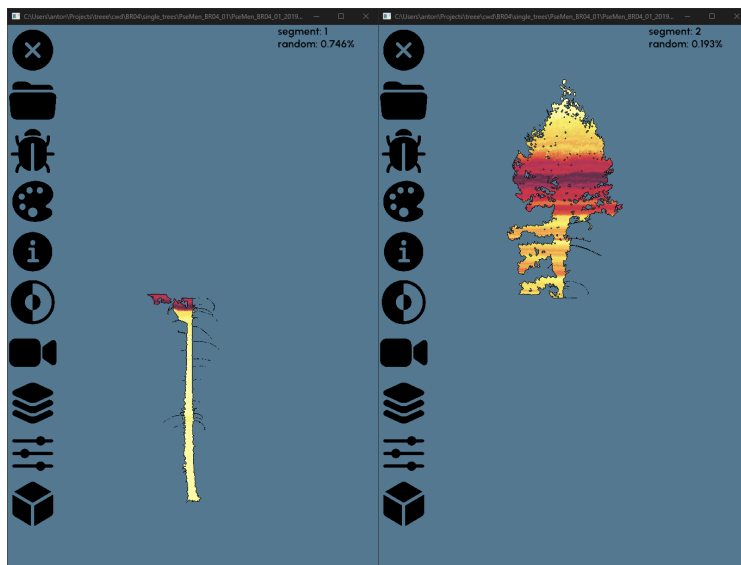
- Instancing
- quad rect
- Ausdehnung mit Normale
- Discard mit Distanz für Kreis (Kreisfläche)

## 3. Dynamische Eigenschaft

- eigenschaften als 32 bit unsigned integer
- look up table für farbe basierend auf eigenschaftswert

## 4. Subpunktvolken (Bäume)

- Punkte in einem Leaf gehören zum gleichen Segment
- Raycast durch den Octree zum ersten Leaf
- Segment vom leaf auswählen
  - nur nodes anzeigen, die zum Segment gehören
  - infos für segment anzeigen



Note: Oben/Unten Teilung in 2 Segmente für Debug

### 4.1. Selektion (Raycast)

- von root bis leaf
- bestimme intersection mit knoten
- leaf mit geringstem anstand als ergebnis
  - To-do?: besserer Algorithmus (ist schlecht aber gut genug)



## 5. Eye Dome

1. Post processing
2. depth image
3. anliegender Pixel mit maximalem Abstand
  1.  $(-1, 0), (0, -1), (1, 0), (0, 1)$
4. Parameter  $m$
5.  $x = \frac{\text{maximaler abstand}}{m}$
6. auf  $[0, 1]$  beschränken
7. Parameter color?
8. Pixel mit color und  $x$  als  $\alpha$  überlagern

## 6. LOD Octree

1. (Octree begriffe in English)
2. Octree mit maximaler Blattgröße  $1 \ll 15?$  (32k)
3. Blätter mit mehr Punkten werden in 8 Kinderknoten geteilt
  - Punkte auf Kinder verteilen
4. non Leaf Knoten wird LOD aus Kindern berechnet
  1. Punkte kombinieren
  2. Für Eigenschaften wert von einem Punkt übernehmen
5. rekursiv von Kindern bis zum Root
6. beim rendern für entferne Punkte nur Lod Stufe verwenden
  1. je näher so genauere LOD Stufe

### 6.1. Kostenbudget?

- Anpassung der Genauigkeit
  - Verringerung des Aufwands
- Iteratives anpassen an das Budget?

## 7. Kamera/Projektion

### 7.1. Kontroller

- bewegt Kamera
- kann gewechselt werden, ohne die Kameraposition zu ändern

#### 7.1.1. Orbital

- rotieren um einem Punkt im Raum
- Kamera fokussiert zum Punkt
- Entfernung der Kamera zum Punkt variabel
- Punkt entlang der horizontalen Ebene bewegbar
- To-do: Oben-Unten Bewegung

#### 7.1.2. First person

- rotieren um die Kamera Position
- Bewegung zur momentanen Blickrichtung
- Bewegungsgeschwindigkeit variabel
- To-do: Oben-Unten Bewegung

### 7.2. Projektion

### 7.2.1. Perspektive

- Projektion mit Field of View Kegel

### 7.2.2. Orthogonal?

Todo: Orthogonal?

## 8. Bedienung/Interface

Todo: Bedienung/Interface

Todo: Referenzen