Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

3D-Modellierung des Stadtmodells Basel 1960

Motivation

- Historische Darstellung Basel-Stadt 1960
- Physisches Modell im Massstab 1:1000 (Archivgut und Ausstellungsmodell bei GVA- Kanton Basel-Stadt)
- 30 Platten, davon 4 bereits photogrammetrisch erfasst und georeferenziert

Zielsetzung

Entwicklung eines Workflows zur digitalen Rekonstruktion des physischen Stadtmodell.

- Welche Prozessschritte lassen sich automatisieren?
- Wo ist Benutzerinteraktion erforderlich?

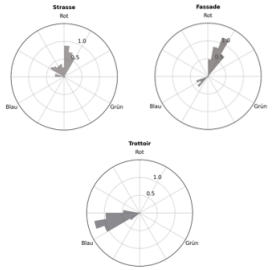
Datenanalyse

Farbwerte im RGB- und HSV-Farbraum

Die Farben des historischen Stadtmodell sind bereits normalisiert, d.h. alle Punkte derselben Klasse haben denselben Farbwert.

1. Analyse des RGB-Farbraums basierte auf manuell klassifizierte Punktwolke (siehe Bild unten)
2. Erweiterung durch HSV-Farbraum zur robusten Analyse unabhängig von äusseren Einflüssen wie Beleuchtung, Schatten und Reflexion

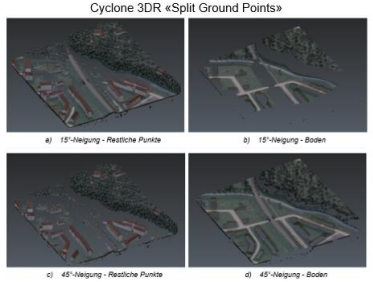
Untersuchung der Farbwerte (Hue)



Semantische Klassifizierung

Automatische Klassifizierung Cyclone 3DR und Metashape Agisoft

Cyclone 3DR «Split Ground Points»



Automatische Klassifizierung – Agisoft Metashape «Classify Points»

Genauigkeit bei einem Konfidenzwert von 0.05:

- ✗ **Boden (Ground):** nur 4.3 % richtig → 74.9 % fälschlich als Klasse Vegetation
- ✓ **Gebäude (Building):** 99.3 % richtig
- ✓ **Vegetation (High Vegetation):** 94.0 % richtig

Automatische Klassifizierung – Cyclone 3DR «Split Ground Points»

Genauigkeit Klassifizierung bei Rastergrösse (Grid Size) 0.5 m und Neigungswinkel 45°:

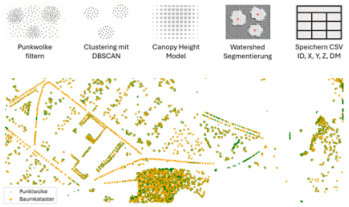
- ✓ **Boden (Ground):** 94.1 % richtig
- ✓✗ **Restliche Punkte** - Gebäude (Building) und Vegetation (Medium Vegetation): 95.5 % richtig

Geometrische Segmentierung

Bäume und Gebäude in Einzelelemente unterteilen

Ziel: Punktwolke analysieren und Baumstandorte mit Attributen identifizieren.

Ansatz: Segmentierung auch unförmiger Baumkronen mittels Watershed-Verfahren möglich.

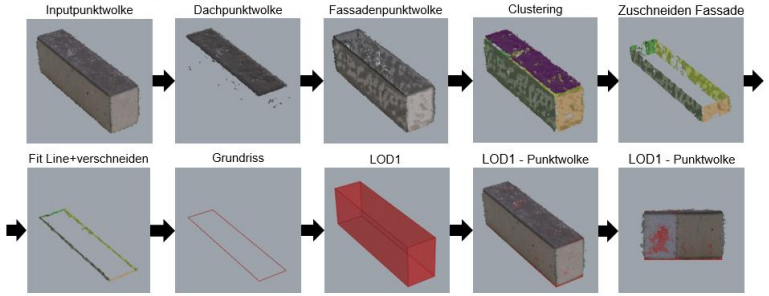


Ziel: Einzelgebäude als separate Punktwolke aus Gesamtdatensatz

Ansatz: KMeans-Clusterung kombiniert mit Oriented Bounding Box (OBB)

Rekonstruktion

Vorprozessierung, Grundriss Extraktion (LOD0) und Volumenmodell (LOD1), Beispiel Flachdach



Resultate und Diskussion

Erkenntnisse:

- Es wird eine mehrstufige Klassifikation benötigt.
- Mit Python lassen sich datengetriebene Methoden und Analysen effizient implementieren.
- Bäume lassen sich vollautomatisch Rekonstruieren.
- Bei komplexen oder fehlerhaften Grundrissen ist eine Benutzerinteraktion notwendig.
- Mit Rhino + Grasshopper lassen sich Modellierungsworkflows visuell darstellen und zeigen dem Nutzer direkte Zwischenresultate.
- Verrauschte und lückenhafte Grundlagedaten schränken das Ergebnis deutlich ein.
- Weiterentwicklung und Optimierung des Grasshopper-Interface notwendig, um Nutzerinteraktionen einfacher zu machen.

Punktwolke
↓
Klassifizierung
Agisoft: Start manuell
Cyclone: Skriptgesteuert
Merge in Python: ✅ automatisch
↓
Segmentierung
Skripte: (Parameter bei Bedarf)
↓
3D-Rekonstruktion
Schritt 1: ✅ automatisch
Sichtprüfung: visuell
Folgeprozesse: meist automatisiert

Motivation

- Historische Darstellung Basel-Stadt 1960
- Physisches Modell im Massstab 1:1000 (Archivgut und Ausstellungsmodell bei GVA- Kanton Basel-Stadt)
- 30 Platten, davon 4 bereits photogrammetrisch erfasst und georeferenziert

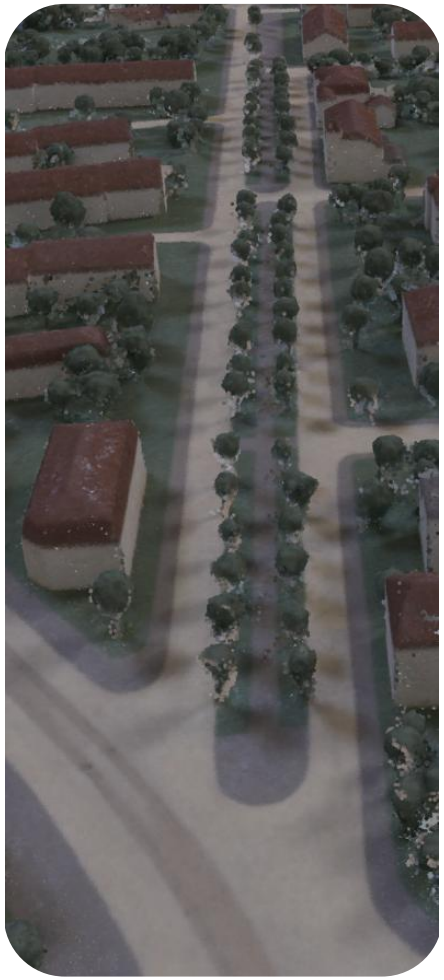
Zielsetzung

Entwicklung eines Workflows zur digitalen Rekonstruktion des physischen Stadtmodell.

- Welche Prozessschritte lassen sich automatisieren?
- Wo ist Benutzerinteraktion erforderlich?

© IGEO FHNW

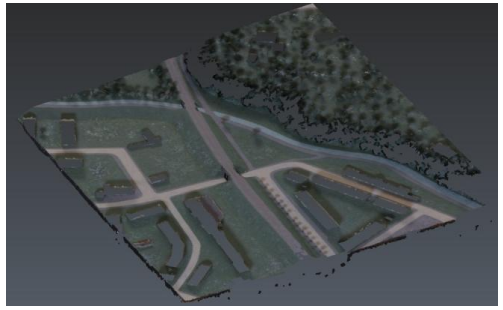
Methodik



1. Datenanalyse

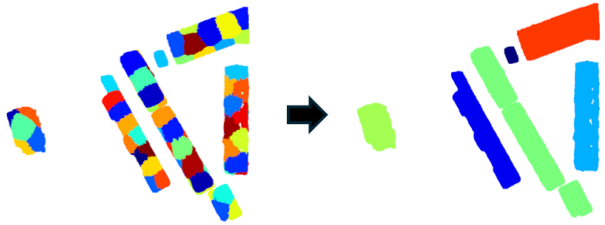
Python

2. Semantische Klassifizierung



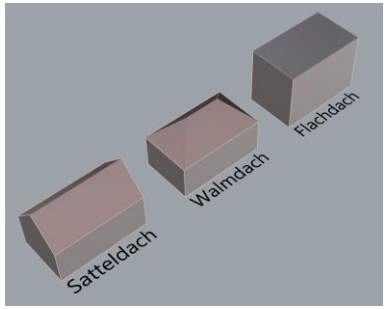
Cyclone 3DR, Python, Agisoft Metashape

3.Geometrische Segmentierung

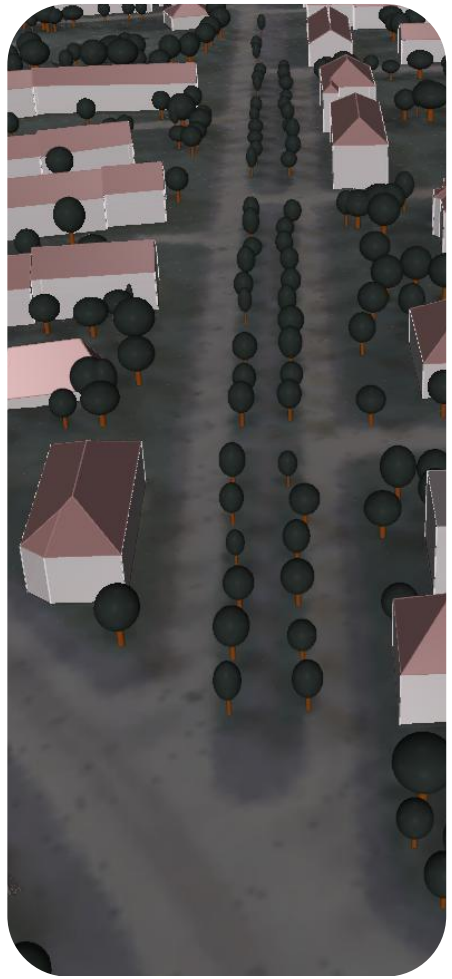


Python

4.Rekonstruktion



Cyclone 3DR, Python, Rhino



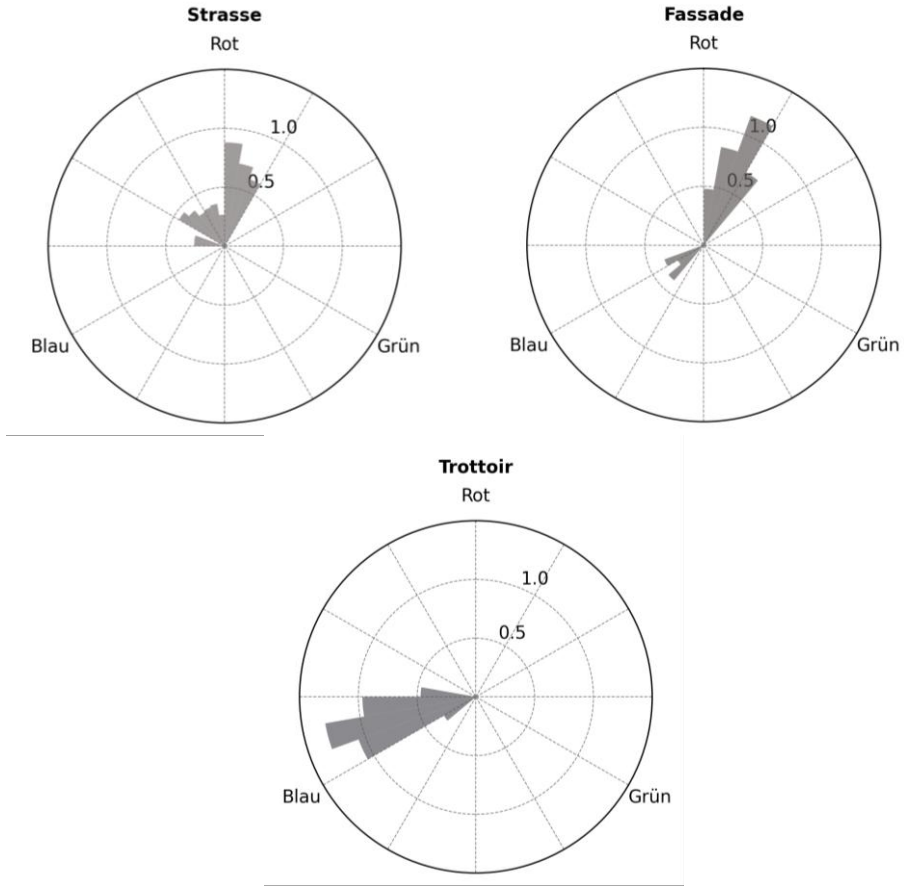
Datenanalyse

Farbwerte im RGB- und HSV-Farbraum

Die Farben des historischen Stadtmodell sind bereits normalisiert, d.h. alle Punkte derselben Klasse haben denselben Farbwert.

1. Analyse des RGB-Farbraums basierte auf manuell klassifizierte Punktwolke (siehe Bild unten)
2. Erweiterung durch HSV-Farbraum zur robusten Analyse unabhängig von äusseren Einflüssen wie Beleuchtung, Schatten und Reflexion

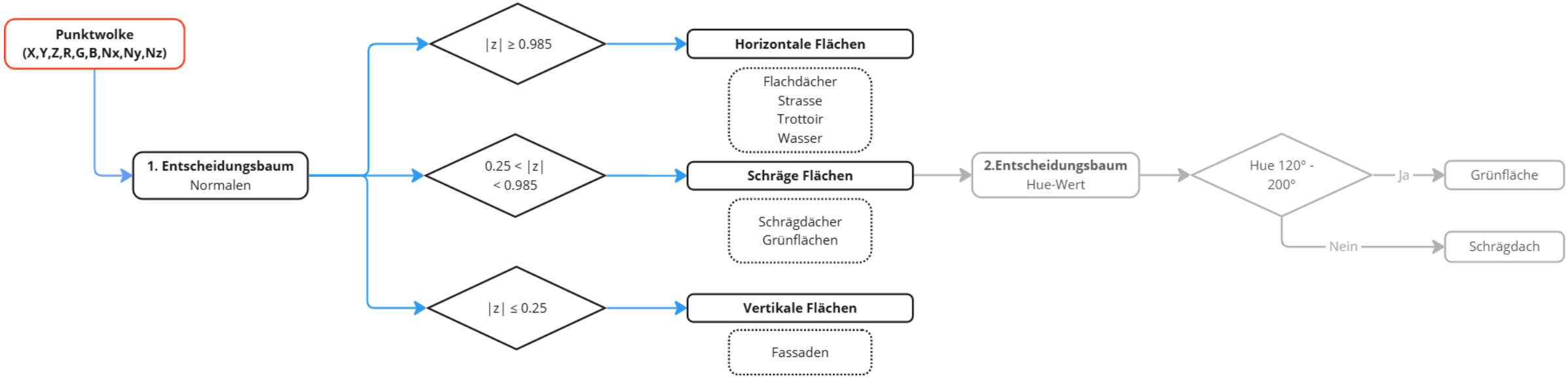
Untersuchung der Farbwerte (Hue)



Datenanalyse

Normalen und Flächenorientierung

1. Entscheidungsbaum: Semantische Klassifizierung durch Analyse der Z-Normalen



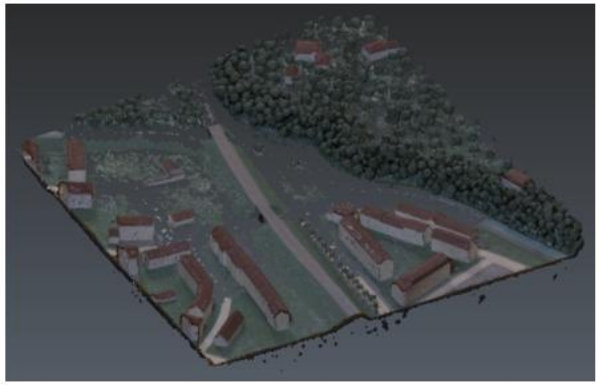
Mögliche Erweiterung durch:

2. Entscheidungsbaum: Trennung über Hue-Wert (Farbton) aus der Farbanalyse

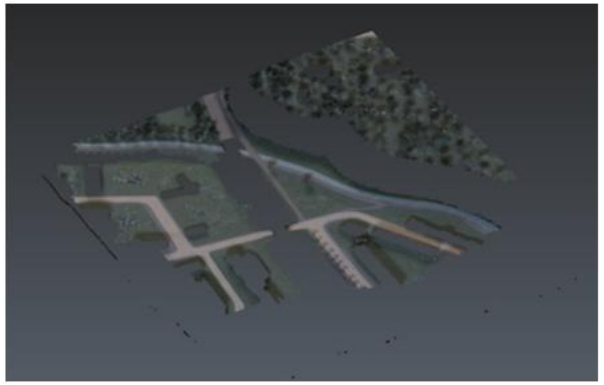
Semantische Klassifizierung

Automatische Klassifizierung Cyclone 3DR und Metashape Agisoft

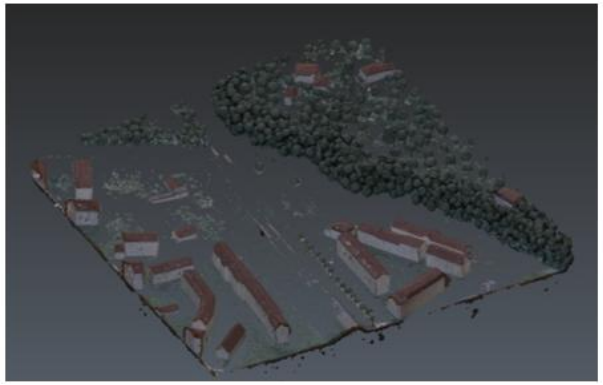
Cyclone 3DR «Split Ground Points»



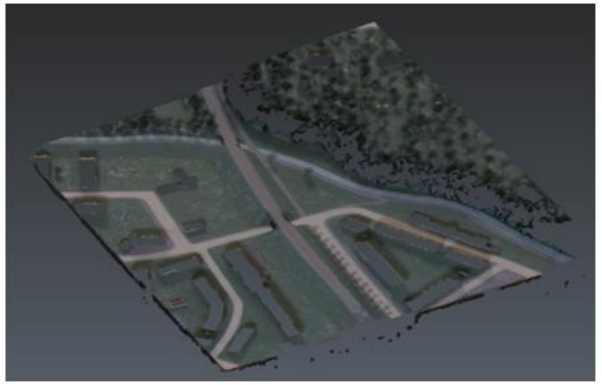
a) 15°-Neigung - Restliche Punkte



b) 15°-Neigung - Boden



c) 45°-Neigung - Restliche Punkte



d) 45°-Neigung - Boden

Automatische Klassifizierung – Agisoft Metashape «Classify Points»

Genauigkeit bei einem Konfidenzwert von 0.05:

- ✗ **Boden (Ground):** nur 4.3 % richtig → 74.9 % fälschlich als Klasse Vegetation
- ✓ **Gebäude (Building):** 99.3 % richtig
- ✓ **Vegetation (High Vegetation):** 94.0 % richtig

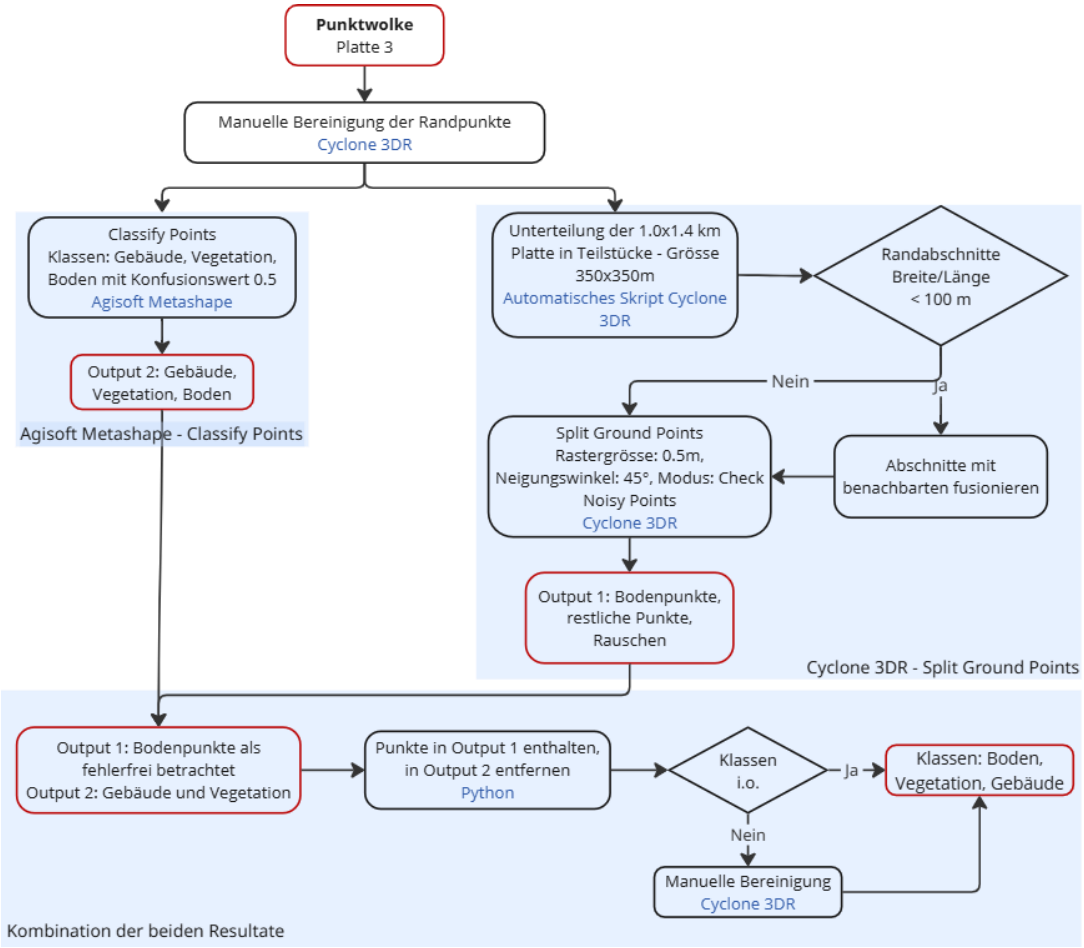
Automatische Klassifizierung – Cyclone 3DR «Split Ground Points»

Genauigkeit Klassifizierung bei Rastergrösse (Grid Size) 0.5 m und Neigungswinkel 45°:

- ✓ **Boden (Ground):** 94.1 % richtig
- ✓✗ **Restliche Punkte** - Gebäude (Building) und Vegetation (Medium Vegetation): 95.5 % richtig

Semantische Klassifizierung

Kombinierter Ansatz



Automatische Verfahren, unüberwachte Klassifizierung mittels KMeans, Machine-Learning-Ansätze sowie featurebasierte Klassifizierung liefern allein unzufriedenstellende Ergebnisse.

Kombinierte semantische Klassifizierung – Cyclone 3DR und Agisoft Metashape

True Label \ Predicted Label	Gebäude	Boden	Vegetation
Gebäude	598960 (98.7%)	4501 (0.7%)	3685 (0.6%)
Boden	20311 (1.7%)	1115852 (93.1%)	61795 (5.2%)
Vegetation	33142 (4.7%)	43589 (6.2%)	623103 (89.0%)

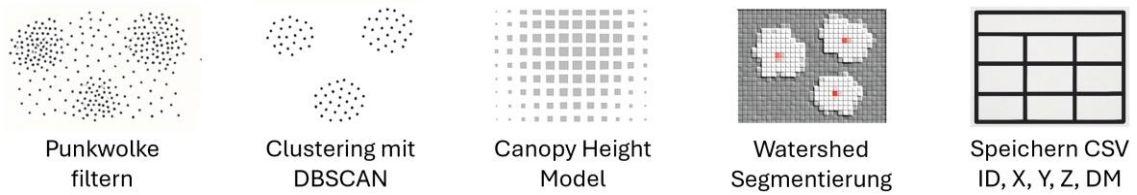
© IGEO FHNW

Geometrische Segmentierung

Bäume und Gebäude in Einzelelemente unterteilen

Ziel: Punktwolke analysieren und Baumstandorte mit Attributen identifizieren.

Ansatz: Segmentierung auch unförmiger Baumkronen mittels Watershed-Verfahren möglich.



Ziel: Einzelgebäude als separate Punktwolke aus Gesamtdatensatz

Ansatz: KMeans-Clusterung kombiniert mit Oriented Bounding Box (OBB)

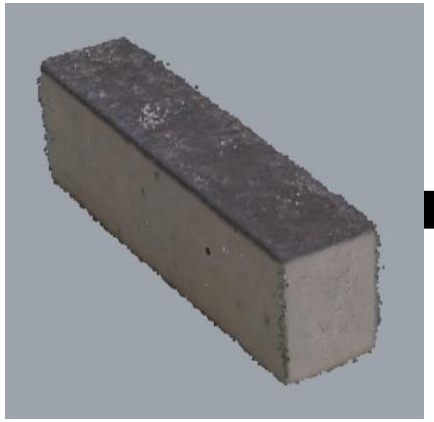
KMeans-Vorsegmentierung | OBB + Überlappungsprüfung | Seg. Gebäude

Autorenschaft: Marco Stampfli, Vania Fernandes Pereira, Examinator: Dr. Wissam Wahbeh, Expert: Dipl. Ing FH Adrian Moser
© IGEO FHNW

Rekonstruktion

Vorprozessierung, Grundriss Extraktion (LOD0) und Volumenmodell (LOD1), Beispiel Flachdach

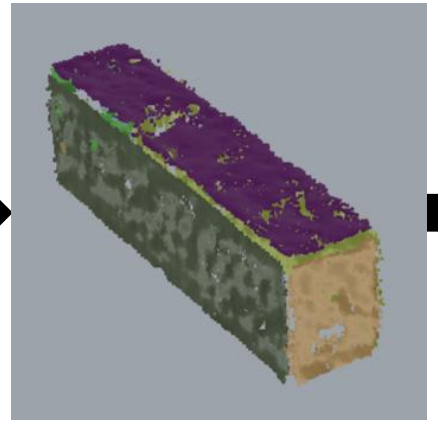
Inputpunktwolke



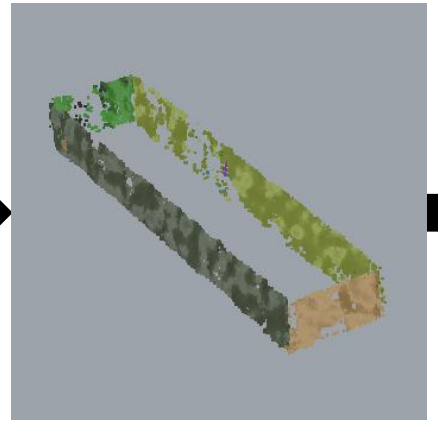
Dachpunktwolke

Fassadenpunktwolke

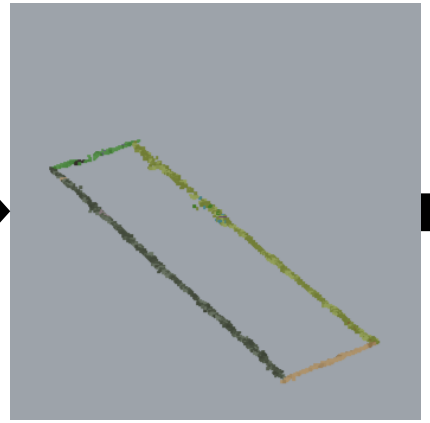
Clustering



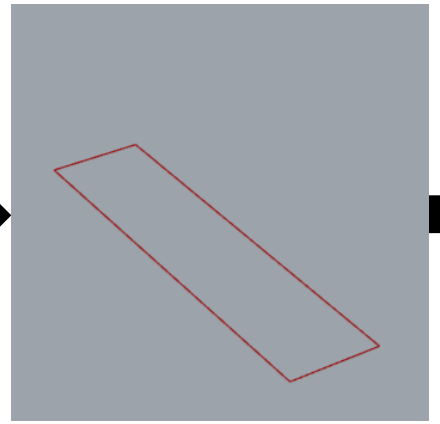
Zuschneiden Fassade



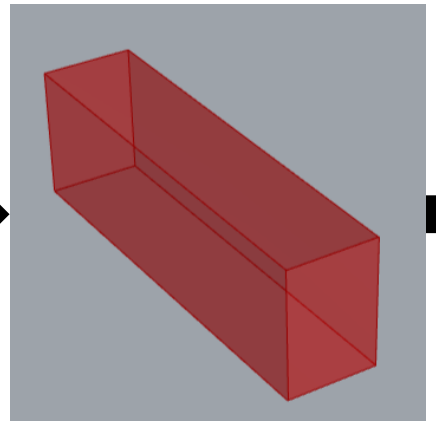
Fit Line+verschneiden



Grundriss

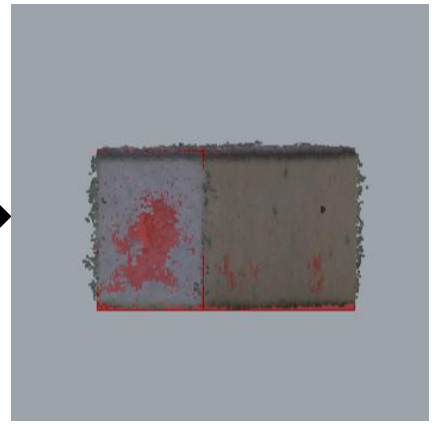


LOD1



LOD1 - Punktwolke

LOD1 - Punktwolke

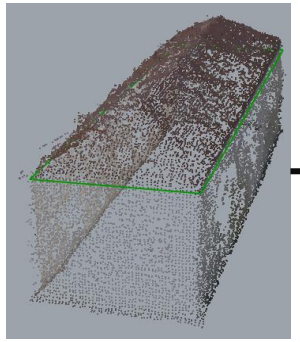


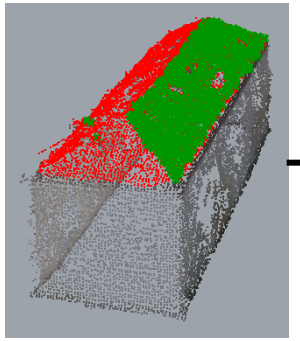
Autorenschaft: Marco Stampfli, Vania Fernandes Pereira, Examinator: Dr. Wissam Wahbeh, Expert: Dipl. Ing FH Adrian Moser
© IGEO FHNW

Rekonstruktion

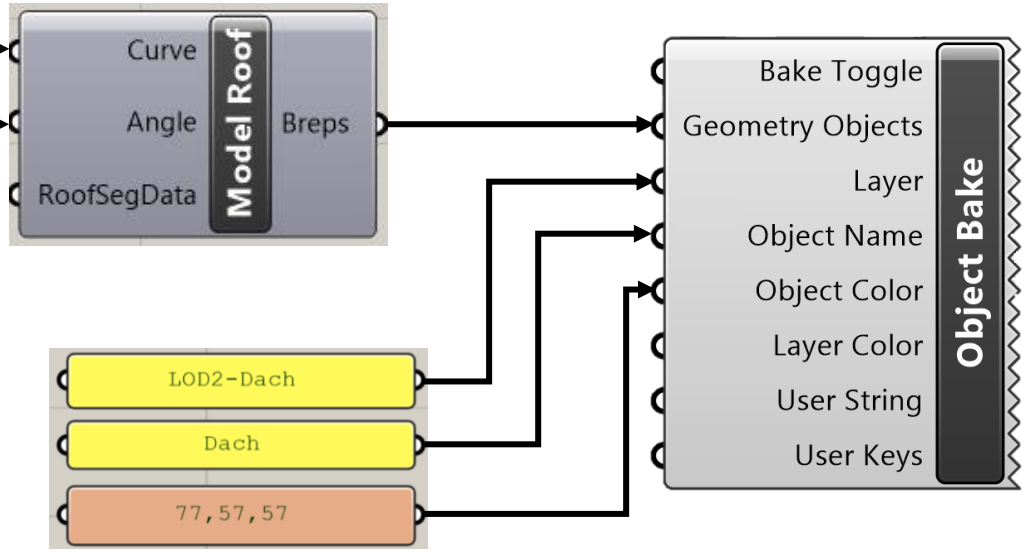
Walmdach LOD2

Grundriss auf
Höhe UK-Dach

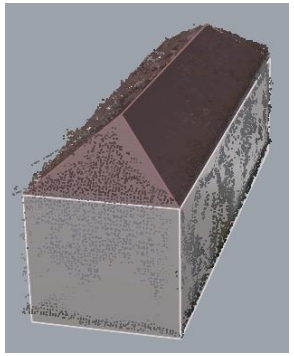


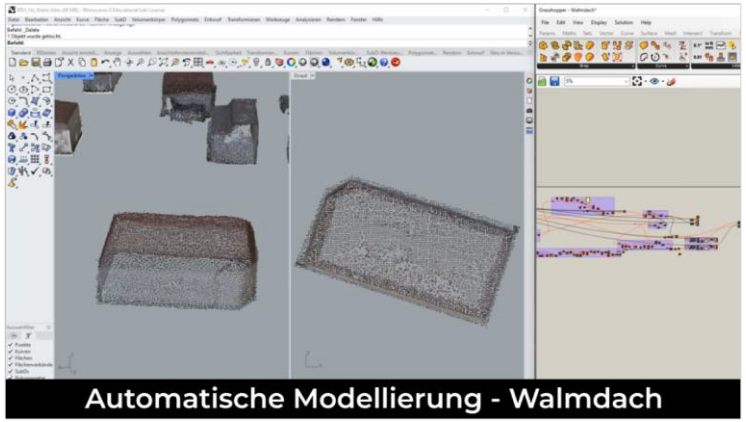


Winkel aus der
Dachpunktwolke



Plugin ArqiShap3D

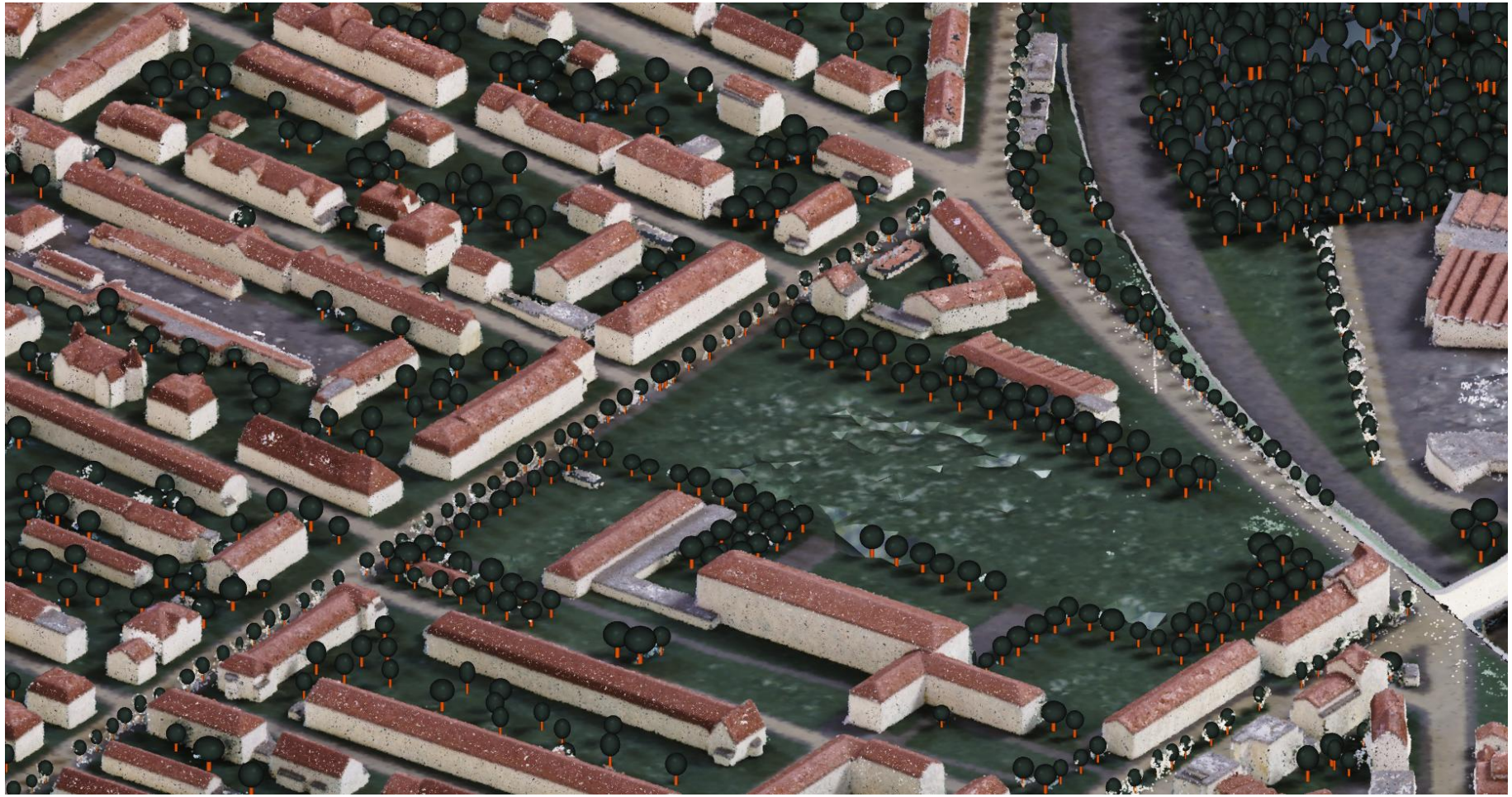


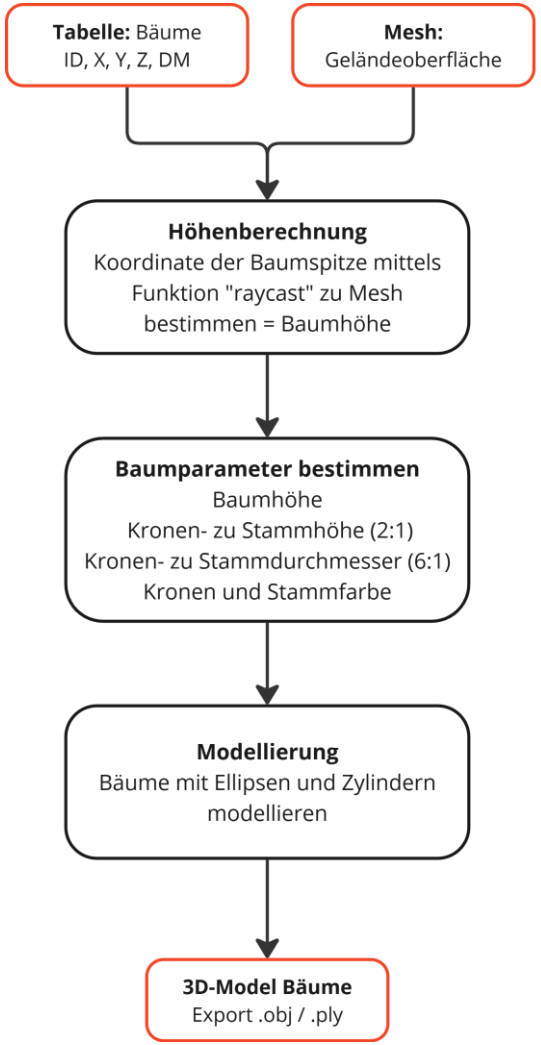


© IGEO FHNW

Rekonstruktion

Bäume – von der Attributtabelle zur 3D-Rekonstruktion





Autorenschaft: Marco Stampfli, Vania Fernandes Pereira, Examinator: Dr. Wissam Wahbeh, Expert: Dipl. Ing FH Adrian Moser
© IGEO FHNW

Resultate und Diskussion

Erkenntnisse:

- Es wird eine mehrstufige Klassifikation benötigt.
- Mit Python lassen sich datengetriebene Methoden und Analysen effizient implementieren.
- Bäume lassen sich vollautomatisch Rekonstruieren.
- Bei komplexen oder fehlerhaften Grundrissen ist eine Benutzerinteraktion notwendig.
- Mit Rhino + Grasshopper lassen sich Modellierungsworkflows visuell darstellen und zeigen dem Nutzer direkte Zwischenresultate.
- Verrauschte und lückenhafte Grundlagedaten schränken das Ergebnis deutlich ein.

- Weiterentwicklung und Optimierung des Grasshopper-Interface notwendig, um Nutzerinteraktionen einfacher zu machen.

Punktwolke

↓

Klassifizierung
Agisoft: 🔧 Start manuell
Cyclone: 💻 Skriptgesteuert
Merge in Python: ✅ automatisch

↓

Segmentierung
Skripte: 💻 (Parameter bei Bedarf)

↓

3D-Rekonstruktion
Schritt 1: ✅ automatisch
Sichtprüfung: 🔧 visuell
Folgeprozesse: 💻 meist automatisiert

© IGEO FHNW