



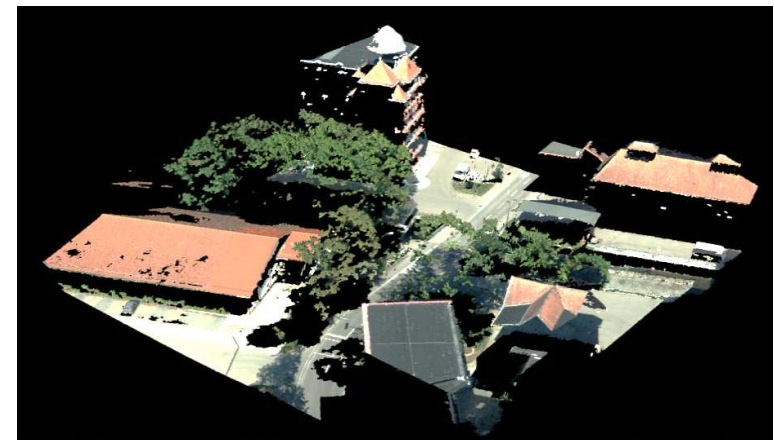
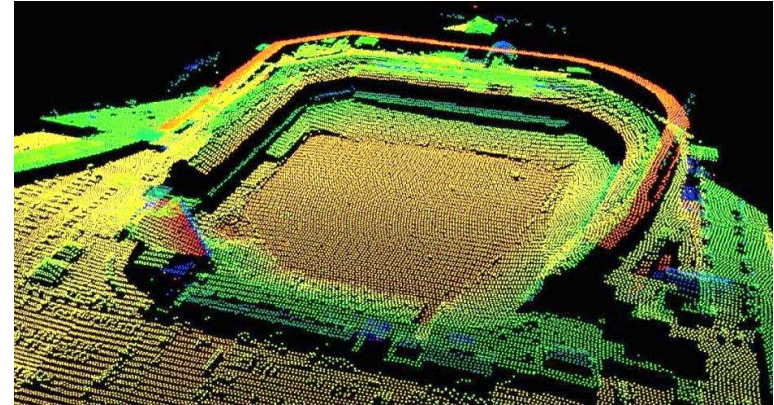
# Point Clouds im Spatial Modeler von ERDAS IMAGINE

# Was sind Punktwolken?

- Datensatz mit einer großen Zahl an Punkten
- jeder Punkt hat eine Raumkoordinate (üblicherweise X, Y und Z)
- i.d.R. georeferenziert (erdbezogenes Koordinatensystem)
- Zu jedem Punkt können zusätzliche Attribute, wie z.B. Farb- oder Intensitätswerte, abgespeichert sein.

# Erzeugung von Punktwolken

- Laserscanning:  
→ LiDAR Punktwolken
- Photogrammetrie:  
durch automatisches Matching von  
Stereobildern  
z.B. mit Semi Global Matching (SGM)





# LIDAR



# Lidar

- Aussendung von Laserimpulsen; Reflexion an der Erdoberfläche
- Messung der Entfernung zu den erfassten Objekten aus der Laufzeit des Signals
- aktives Fernerkundungsverfahren; unabhängig von den Beleuchtungsverhältnissen
- First pulse/last pulse oder Full Waveform Systeme
- Ableitung von Gelände- und Oberflächenmodellen

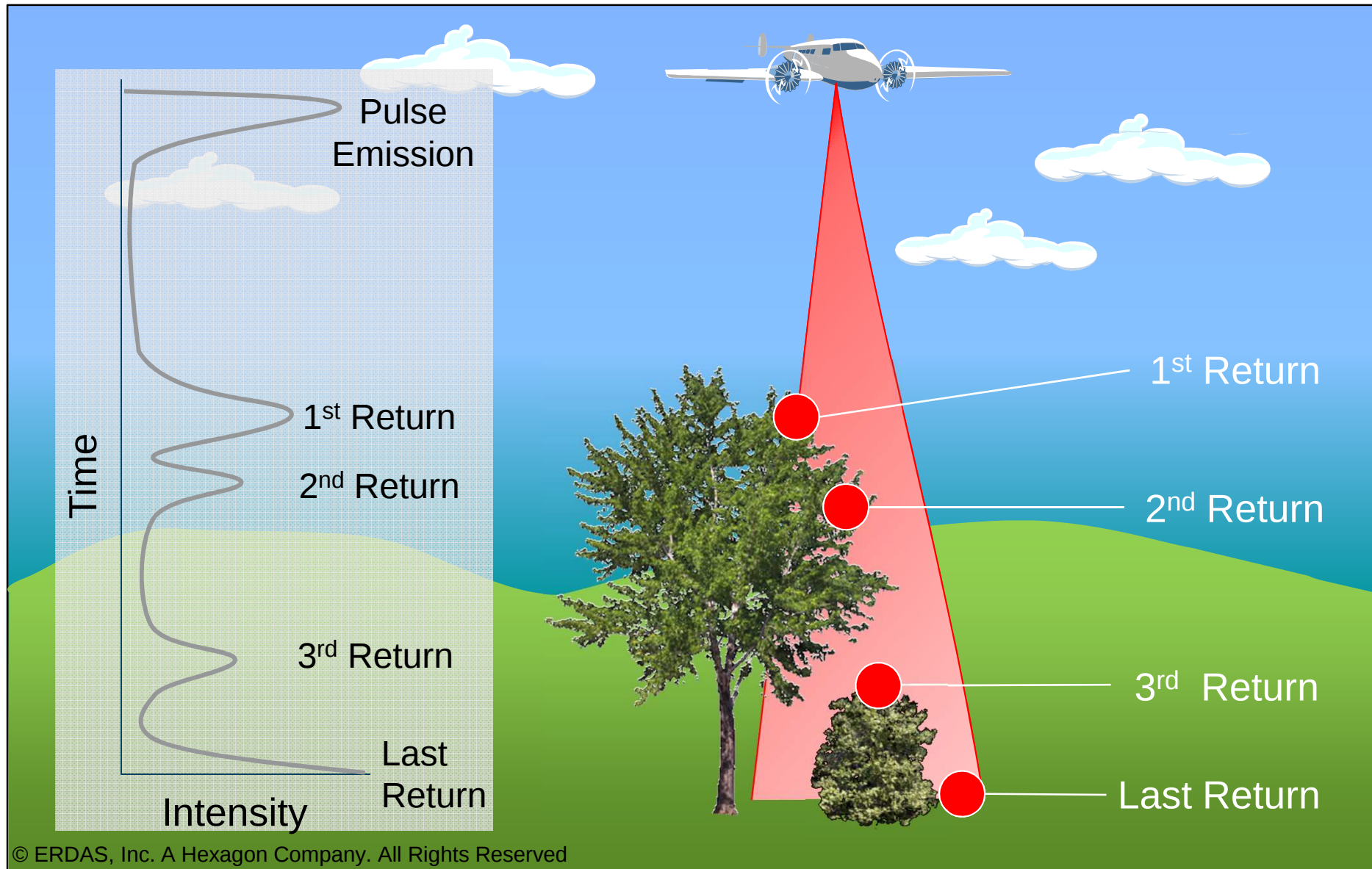
# Lidar - Plattformen

- Flugzeug (Airborne Laserscanning, ALS)
- terrestrisch - stationär
- terrestrisch - mobil
- (Satellit)

Verwendung oftmals in Verbindung mit optischen Kameras oder anderen Systemen



# Multiple Returns & Intensity



# Höhenmodelle aus Lidar

- Verwendung:
  - Orthorektifizierung
  - Modellierung
  - Visualisierung
  - Change detection (z.B. Erosion, Schottergruben)
  - Volumenerfassung (Holzvorrat, Biomasse, Abraum, ...)
  
- Grenzen:
  - Returns pro m<sup>2</sup> (max. ca. 30 bei Airborne Systemen)
  - erreichbare Genauigkeit (üblicherweise 5-15 cm, abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit)



# Photogrammetrie – Image Matching

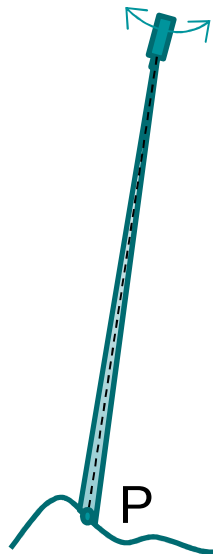
# Image Matching

- Luftbilder werden üblicherweise stark überlappend aufgenommen
- Suche nach korrespondierenden Punkten in den überlappenden Bereichen (Image Matching)
- Verschneidung der Abbildungsstrahlen, die durch korrespondierende Punkte gehen
- Schnittpunkte ergeben eine 3D-Punktwolke
- versch. Algorithmen, z.B. Semi-Global-Matching (SGM)
- Matching-Erfolg stark von der Textur im Bild abhängig; Probleme bei sehr homogenen Flächen, wie z.B. Schatten

# Lidar versus Image Matching

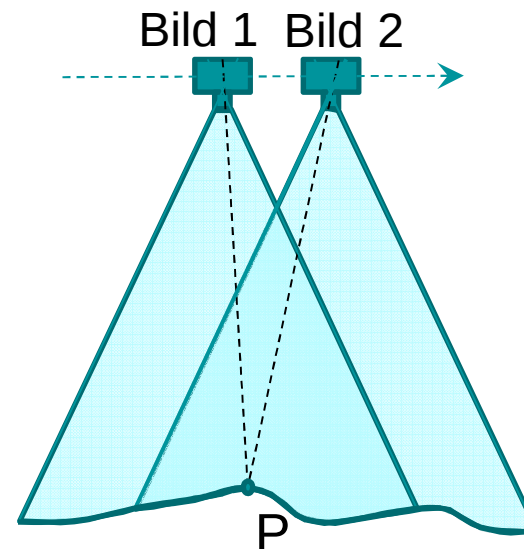
## Lidar

- nur Höhen-, keine Spektralinformation
- „Blick“ durch die Vegetationsdecke zumindest tw. möglich
- unabhängig von Beleuchtung
- durch nahezu senkrechte Aufnahmerichtung kaum sichttote Räume



## Image Matching

- Spektralinformation und Höhe aus gleicher Quelle
- in vegetationsbedeckten Gebieten nur DSM, kein DTM
- Prozessierung rechenintensiv
- Probleme: homogene Flächen, sichttote Räume



# Datenformate für Punktwolken

- ASCII

- X, Y, Z, Attribut1, Attribut2, ...
- Nachteile: Performance, Dateigröße

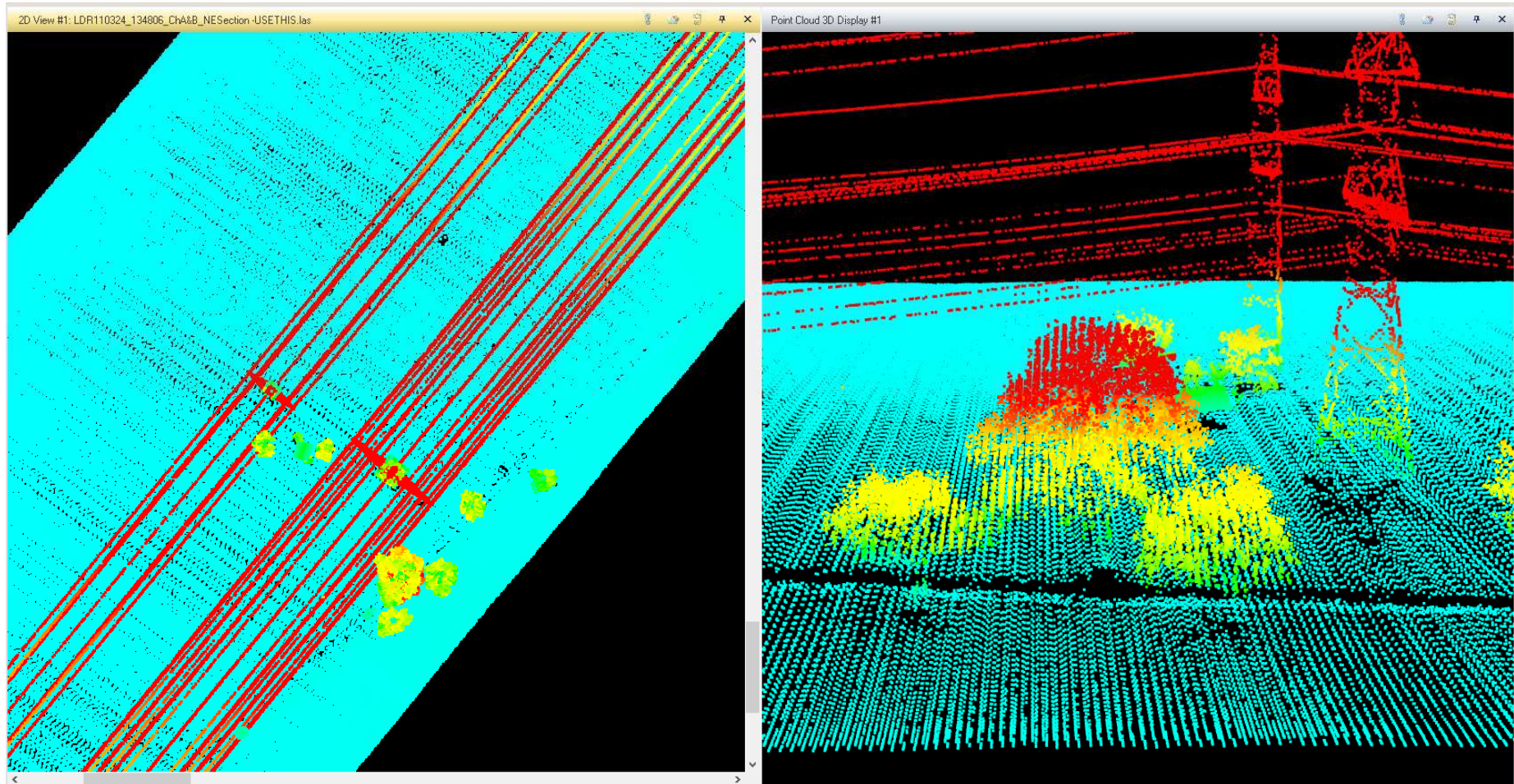
- LAS

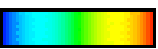
- Binärformat
- entwickelt von der *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing* (ASPRS); unterschiedliche Formatversionen (aktuell 1.4)
- nicht-proprietäres Dateiformat für den Austausch von Punktwolken
- Header- und Datenbereich
- speichert X, Y, Z, Zeitstempel, Intensität, Return-Nummer, Anzahl der Returns, Punktklassifizierung, Scan-Richtung, ID der Punktquelle, Wellenform-Informationen, ev. RGB-Werte, Nutzerdaten

- LAZ

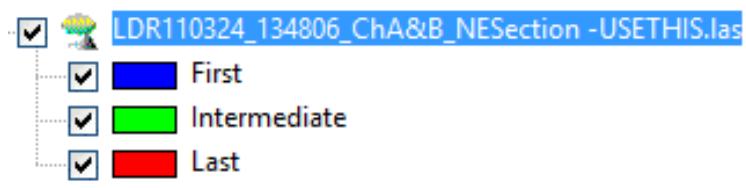
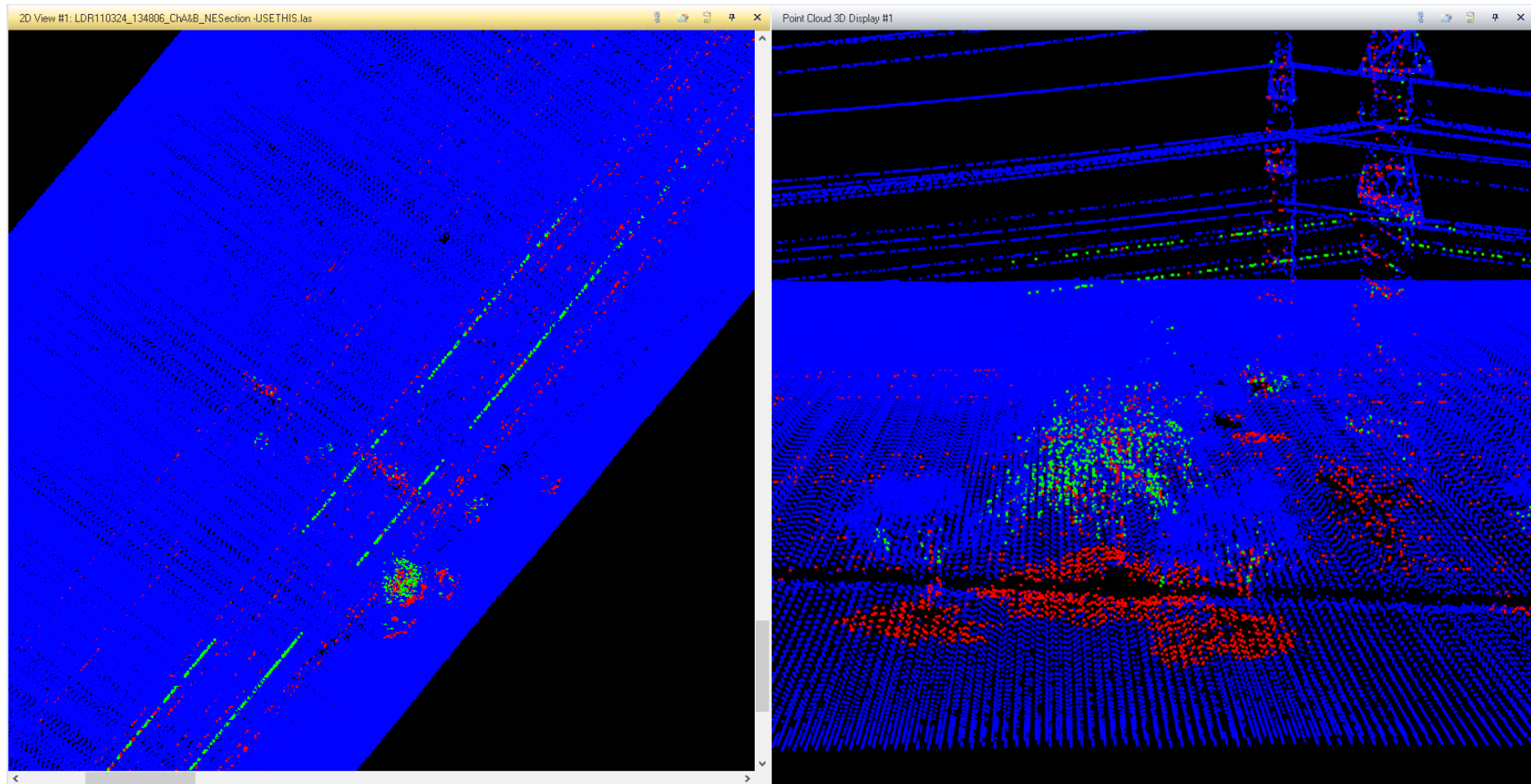
- Format für das Speichern komprimierter LAS-Dateien (ca. Faktor 5 bis 20)

# Beispiel – LiDAR (Höhe)

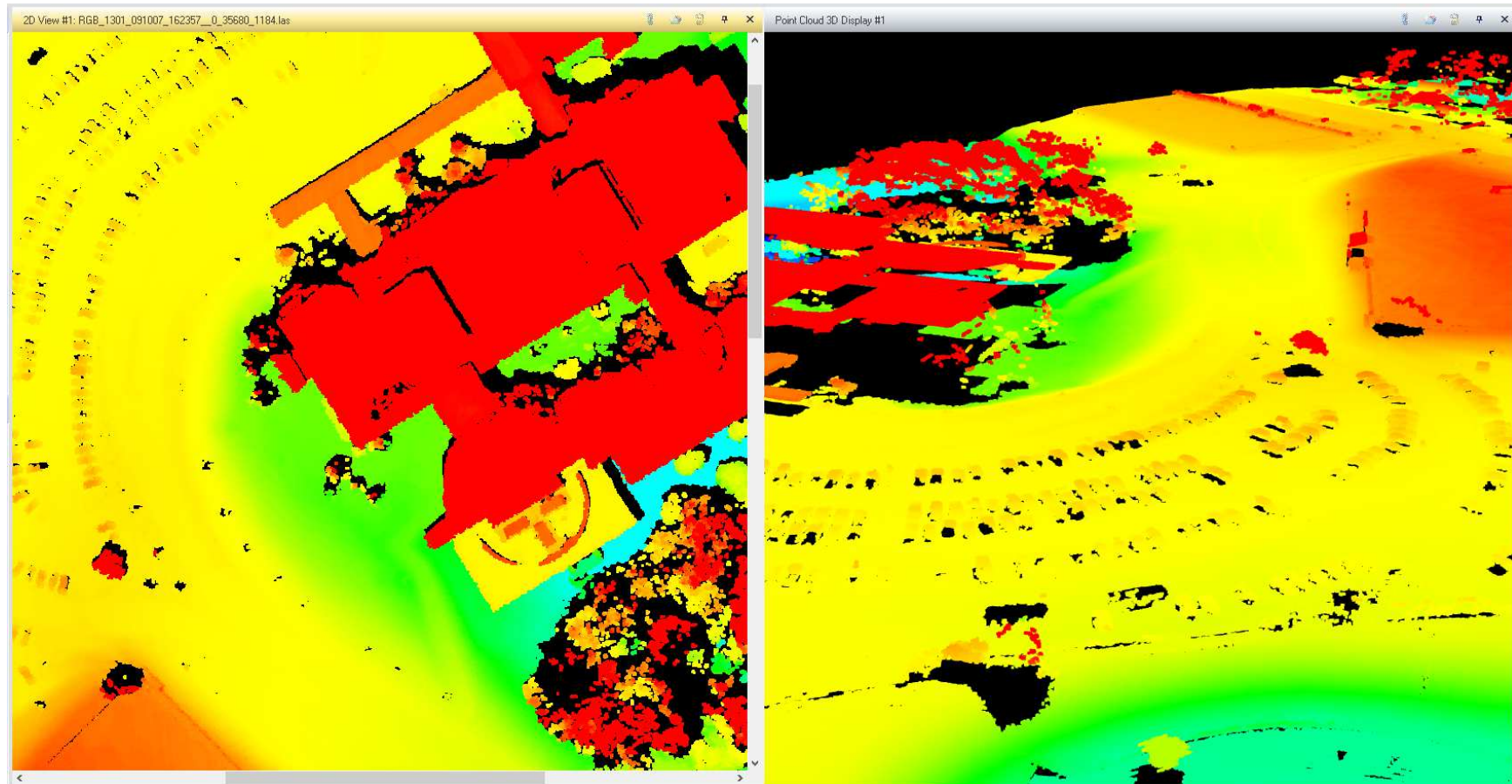


 LDR110324\_134806\_ChA&B\_NESection -UETHIS.las  
  451.68 -- 518.18

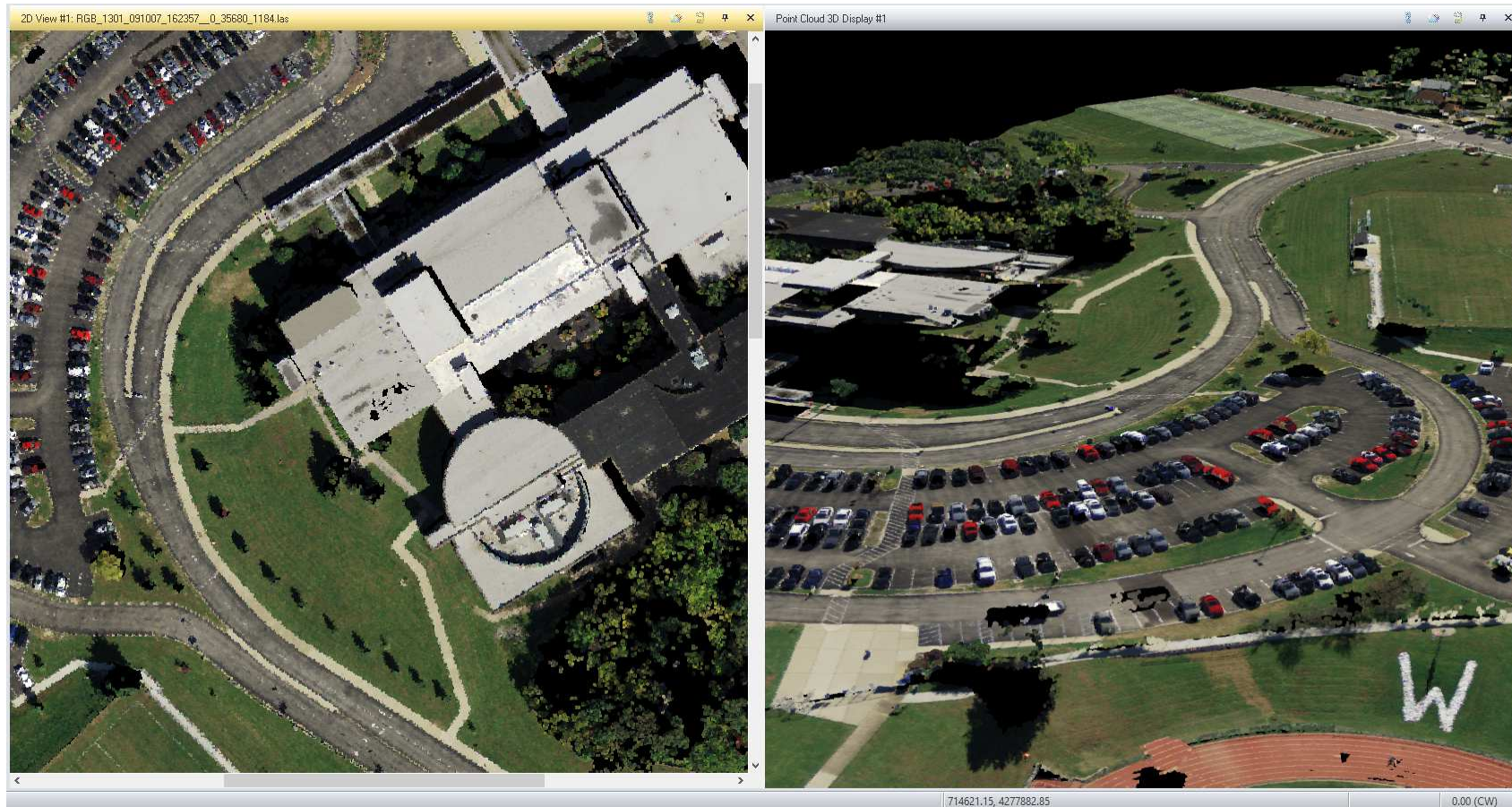
# Beispiel – LiDAR (Return Number)



# Beispiel – Bildmatching (Höhe)



# Beispiel – Bildmatching (R,G,B)

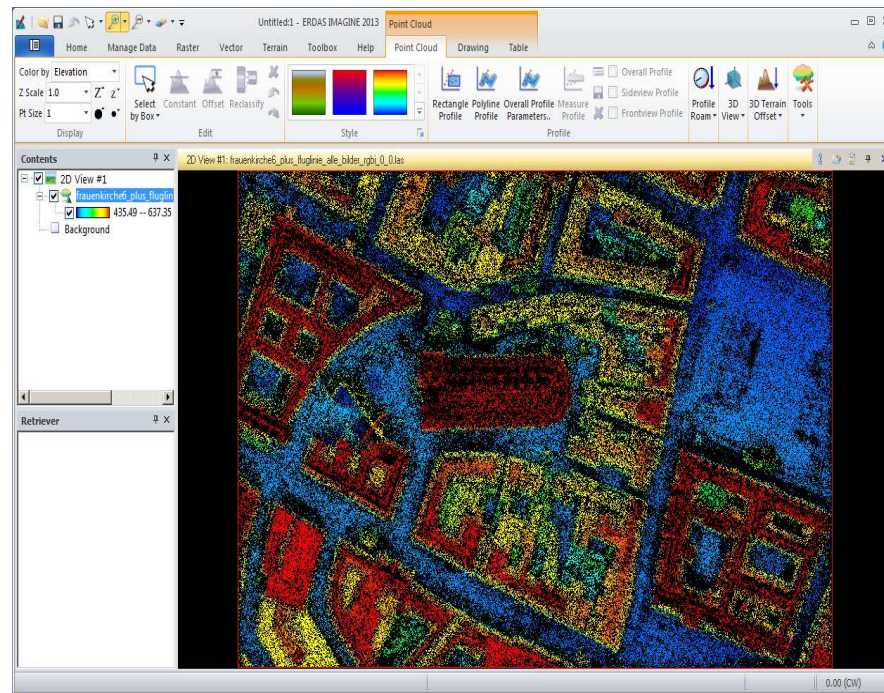




# Point Clouds in ERDAS IMAGINE

# ERDAS IMAGINE – Point Clouds

- Unterstützung der Formate LAS, LAZ (ab 2014, SP1) und MrSID
- Farbdarstellung nach
  - Punkthöhe
  - Intensität
  - Returns (First, Last, etc.)
  - RGB Werte
  - Klassifizierung
- Profildarstellung mit automatischem Roaming
- 3D Visualisierung



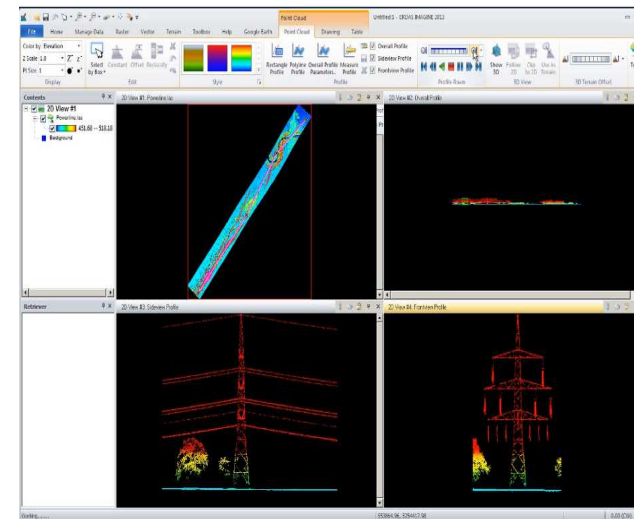
# ERDAS IMAGINE – Point Clouds

## ■ Editieren

- konstante Höhe setzen
- konstante Höhenänderung
- re-klassifizieren
- Punkte löschen

## ■ Werkzeuge

- RGB Encode – LAS-Punkte mit RGB-Werten versehen
- Subset – Teilgebiete ausschneiden
- Filter – Teilmenge einer Punktwolke extrahieren
- Split – Punktwolke in Kacheln aufteilen
- Merge – mehrere Dateien zu einer vereinigen
- Classify – Punktwolke klassifizieren



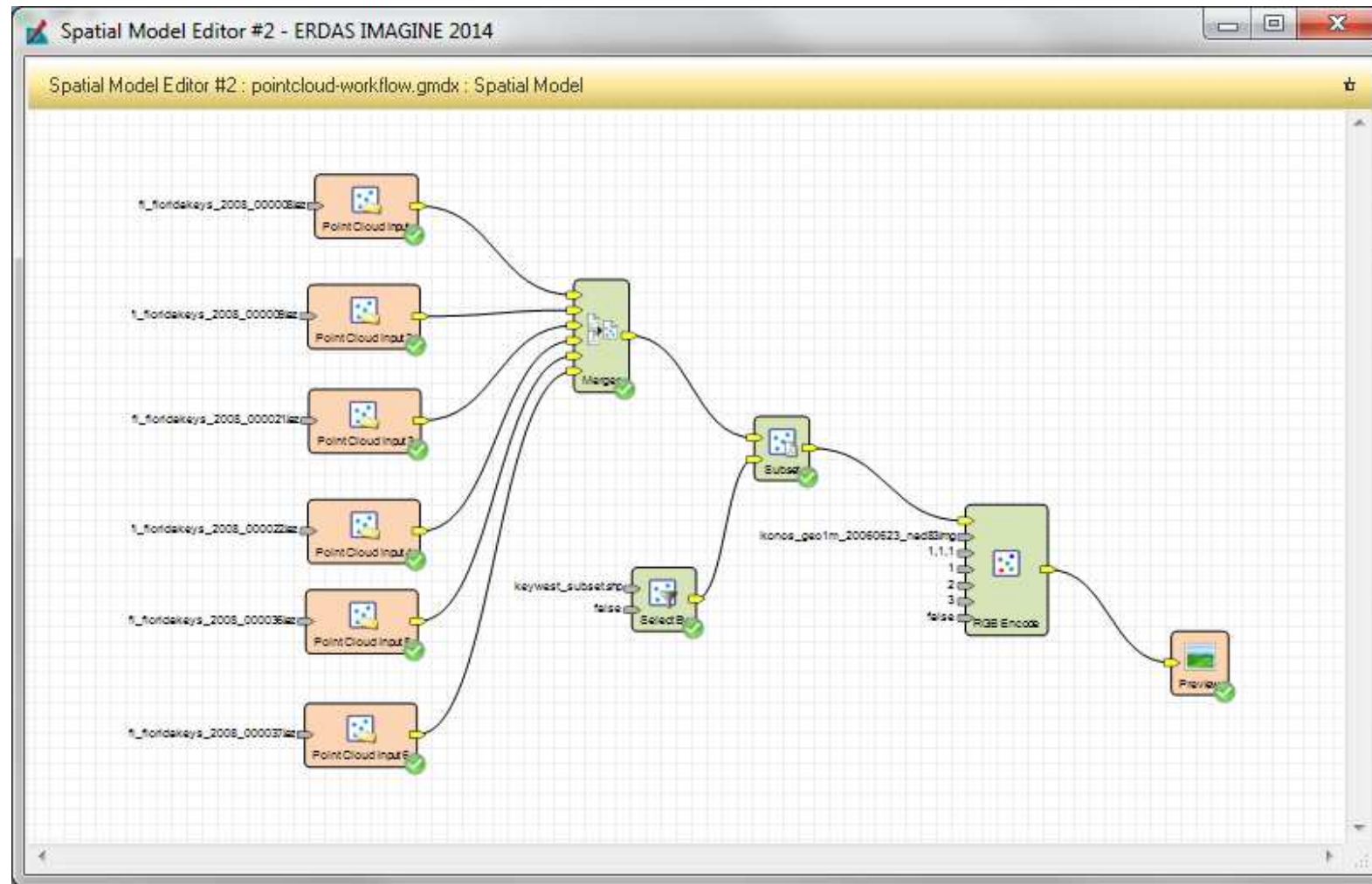
IMAGINE  
Advantage

IMAGINE  
Professional



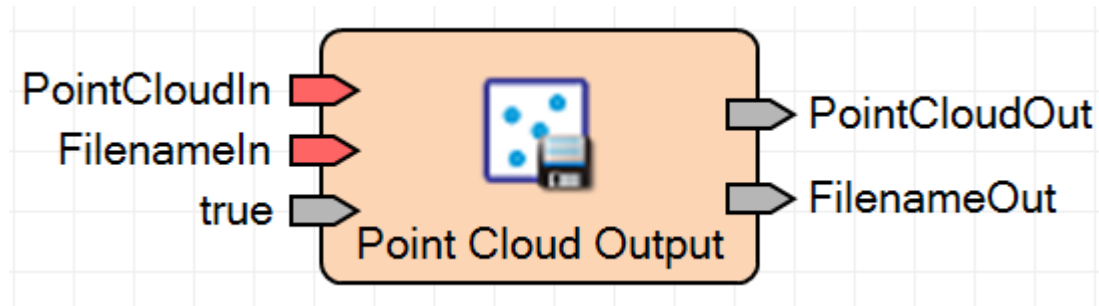
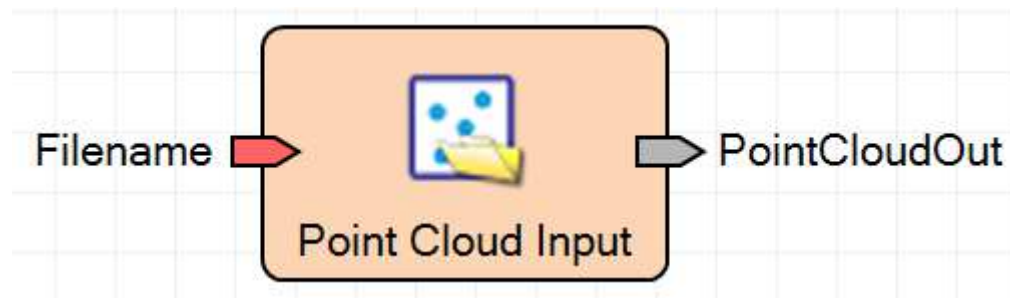
# Point Clouds im Spatial Modeler

# Point Cloud Workflow



# Point Cloud Input und Output

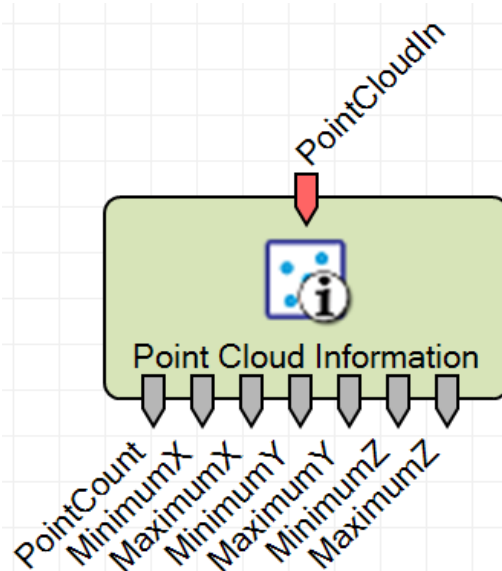
- Einlesen und Ausgeben einer Punktwolke im LAS- oder LAZ-Format



# Point Cloud Information

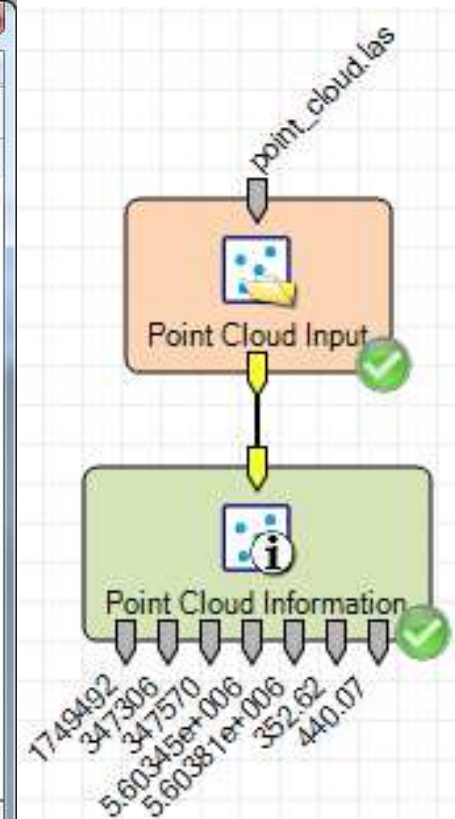
- Auslesen der Metadaten

- Anzahl der Punkte sowie des Minimums (X,Y,Z) und Maximums (X,Y,Z)



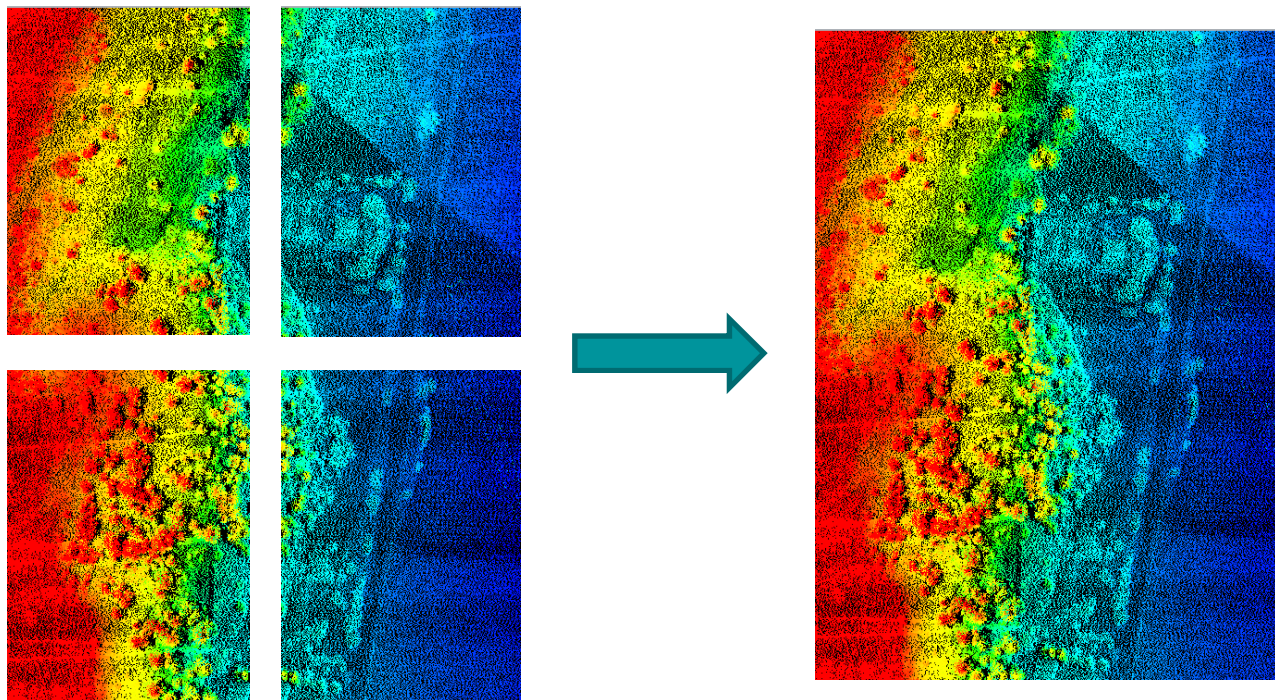
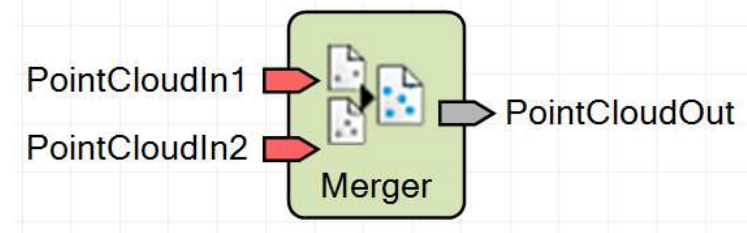
A screenshot of the "Point Cloud Metadata (point\_cloud.las)" window. The window has a menu bar (File, Edit, View, Help) and a toolbar with icons for file operations and a dropdown menu set to "Elevation". Below the toolbar are tabs for "General", "Projection", "Elevation Info", "Histogram", and "File Metadata". The "General" tab is active, displaying a table of metadata.

| Row | Tag              | Values       |
|-----|------------------|--------------|
| 7   | Format ID        | 1            |
| 8   | Number of Points | 1749492      |
| 9   | Unknown Return   | 0            |
| 10  | Return 1         | 1466474      |
| 11  | Return 2         | 283018       |
| 12  | Return 3         | 0            |
| 13  | Return 4         | 0            |
| 14  | Return 5         | 0            |
| 15  | xMin             | 347306.1500  |
| 16  | xMax             | 347569.5300  |
| 17  | yMin             | 5603450.3900 |
| 18  | yMax             | 5603806.7800 |
| 19  | zMin             | 352.6200     |
| 20  | zMax             | 440.0700     |
| 21  | X Scale Factor   | 0.0100       |
| 22  | Y Scale Factor   | 0.0100       |
| 23  | Z Scale Factor   | 0.0100       |
| 24  | X Offset         | 0.0000       |
| 25  | Y Offset         | n nnnn       |



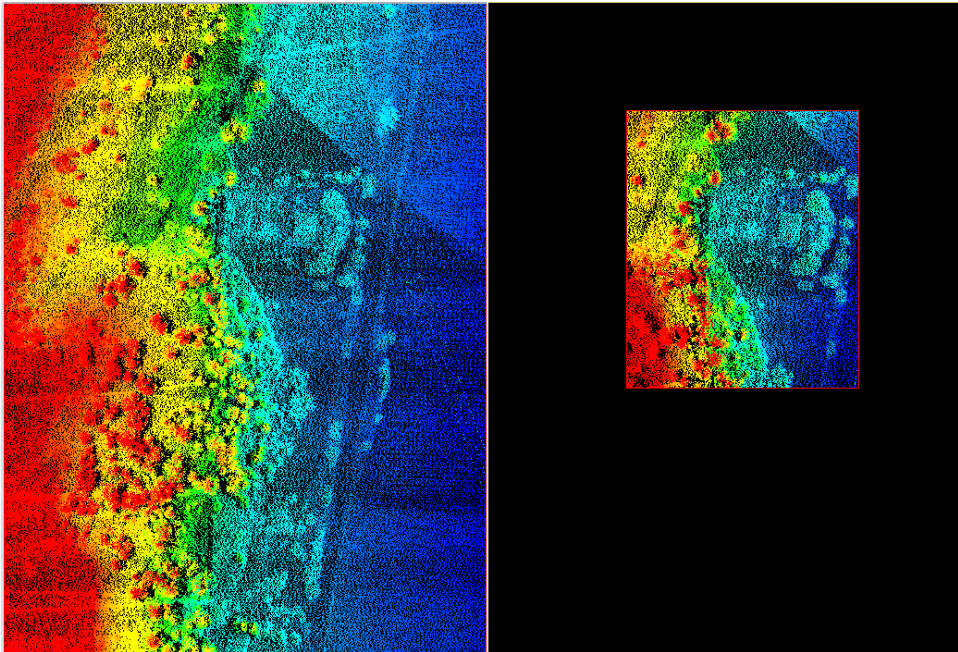
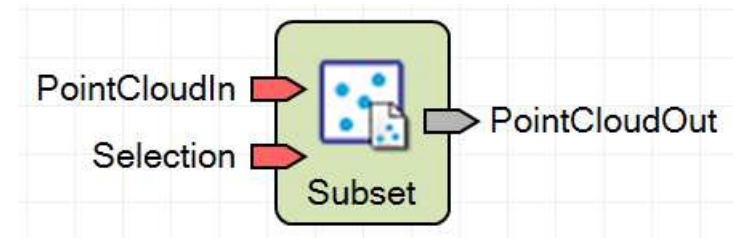
# Merger

- Zusammenfügen zweier oder mehrerer Punktwolken



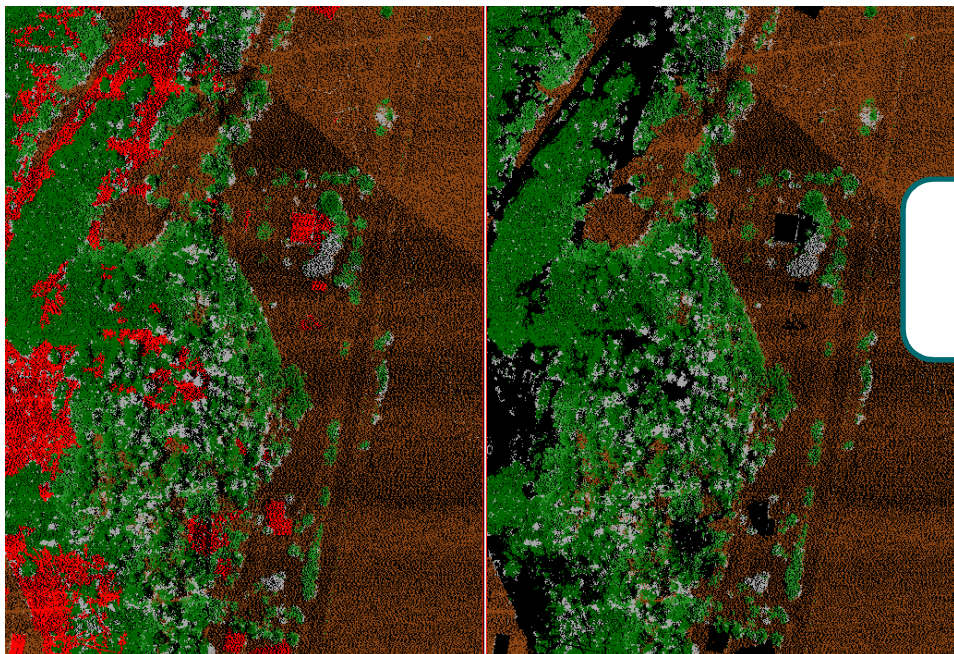
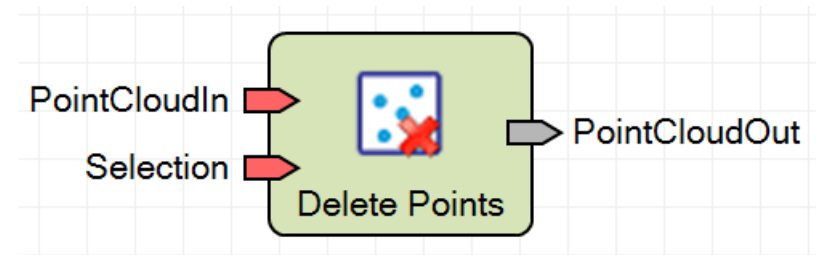
# Subset

- Teilmenge einer Punktwolke extrahieren
  - Über den „Selection“-Port wird die Auswahl getroffen.



# Delete Points

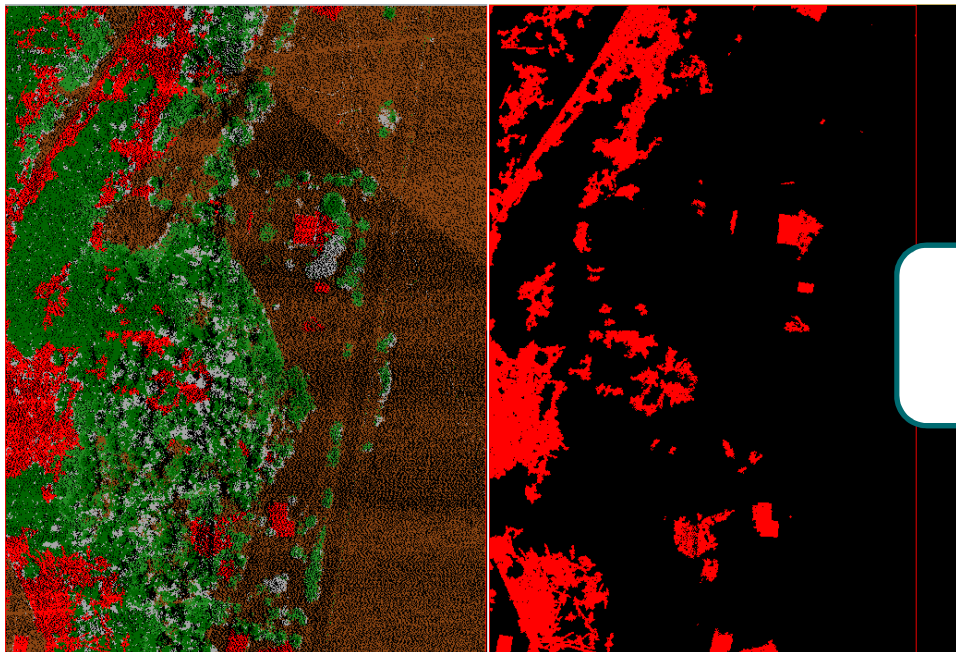
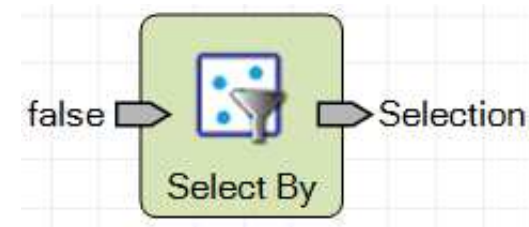
- Löschen ausgewählter Punkte
  - Selektion der Punkte entweder über den „Select by“ Operator...
  - ... oder einen String (AOI oder Shapefile)



Löschen der  
Klasse  
„Bebauung“

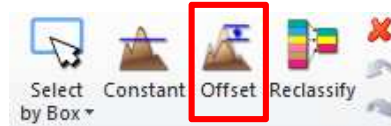
# Select By

- Auswahl bestimmter Punkte
  - nach Ausschnitt, Minimum Z, Maximum Z
  - nach AOI, Shapefile
  - nach der Klassifikation
  - nach dem Return

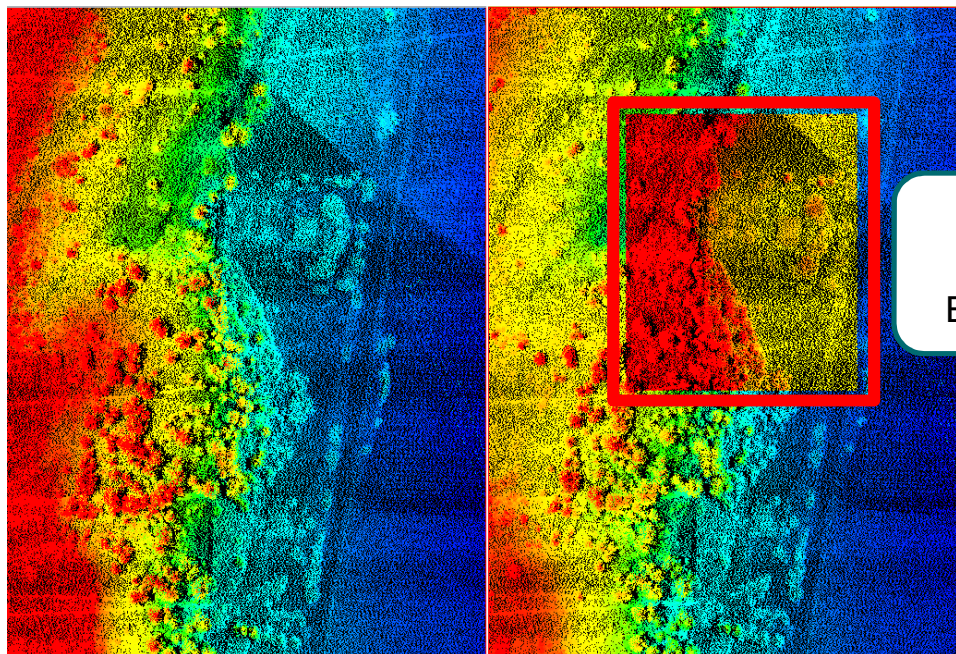
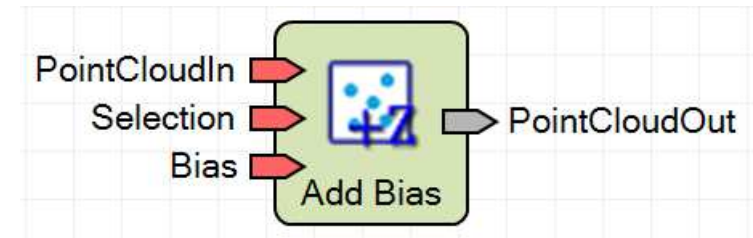


Auswahl der  
Klasse  
„Bebauung“

# Add Bias

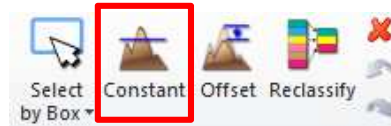


- Höhenwerte der Punkte um einen bestimmten Wert verändern
  - Bias gibt den Wert der Korrektur an
  - Über den „Selection“-Port kann die Auswahl begrenzt werden.



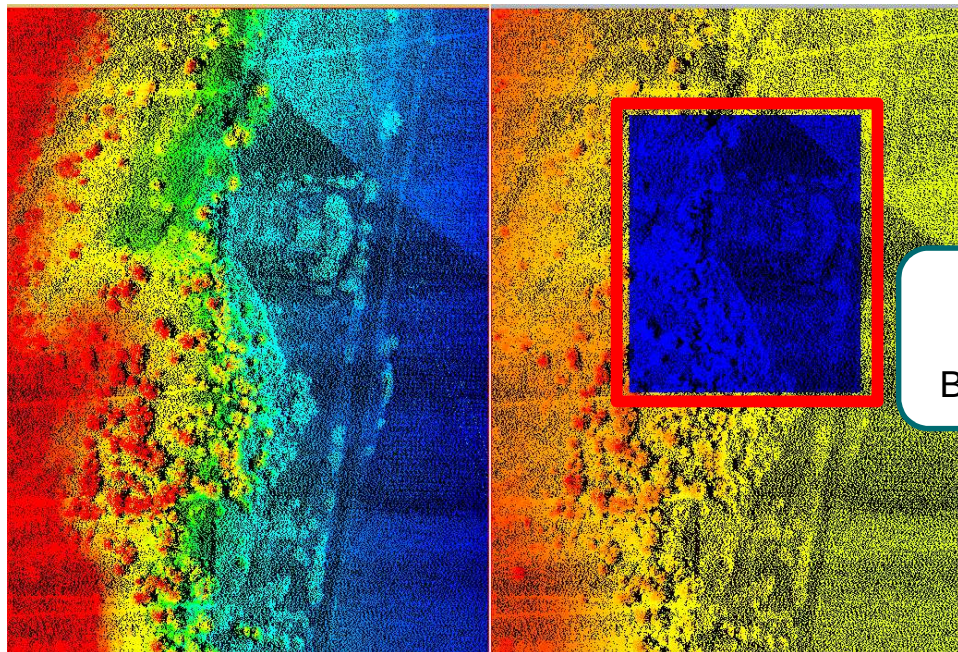
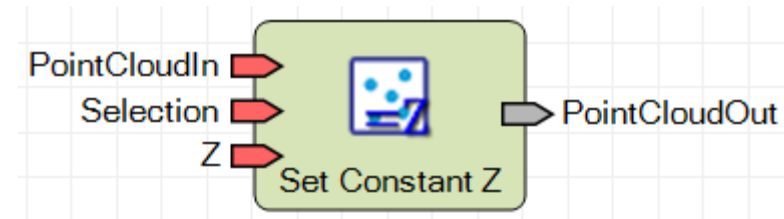
Erhöhung des  
ausgewählten  
Bereichs um 50

# Set Constant Z



- Höhenwerte der Punkte auf einen bestimmten Wert setzen

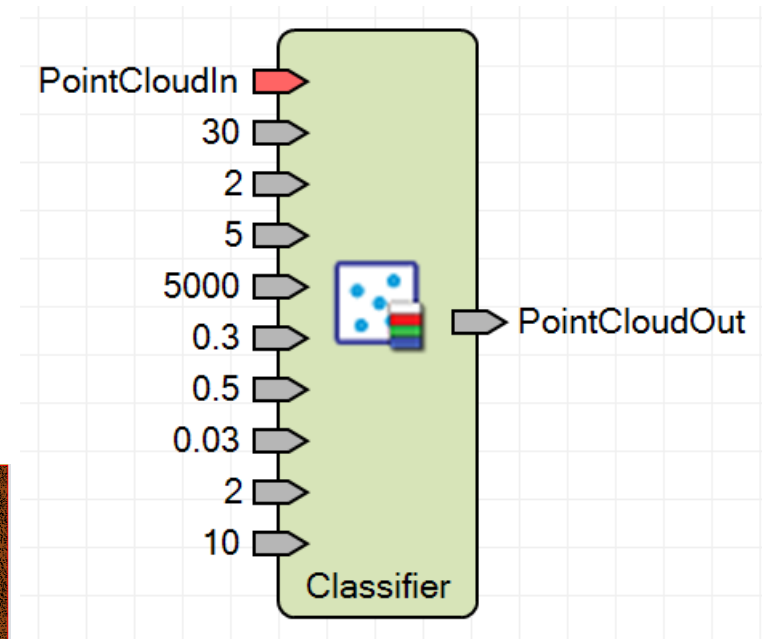
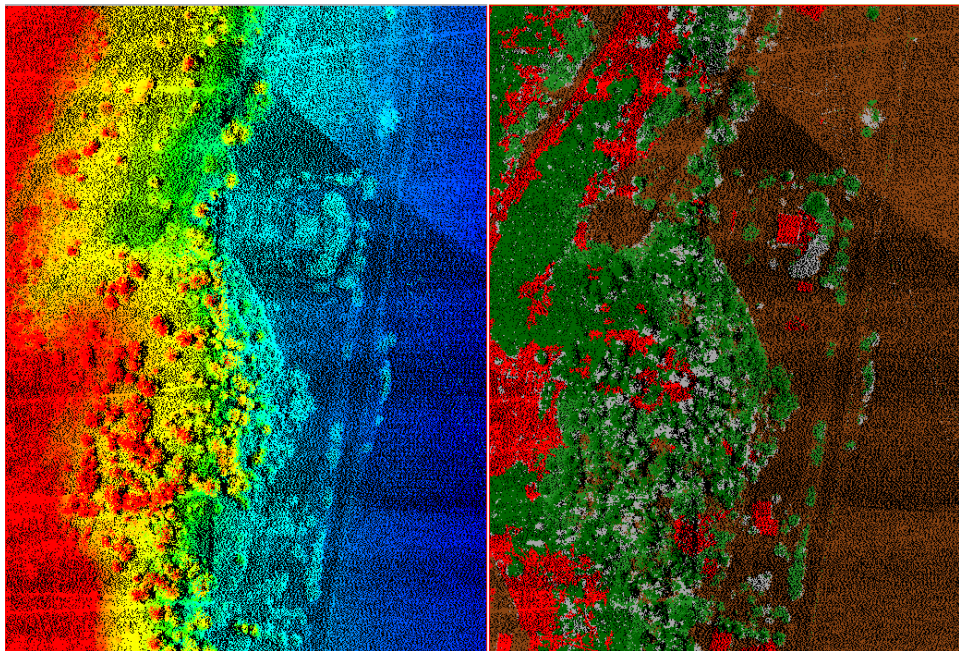
- Z gibt den Wert an
- Über den „Selection“-Port kann die Auswahl begrenzt werden



Setzen des  
ausgewählten  
Bereichs auf 200

# Classifier

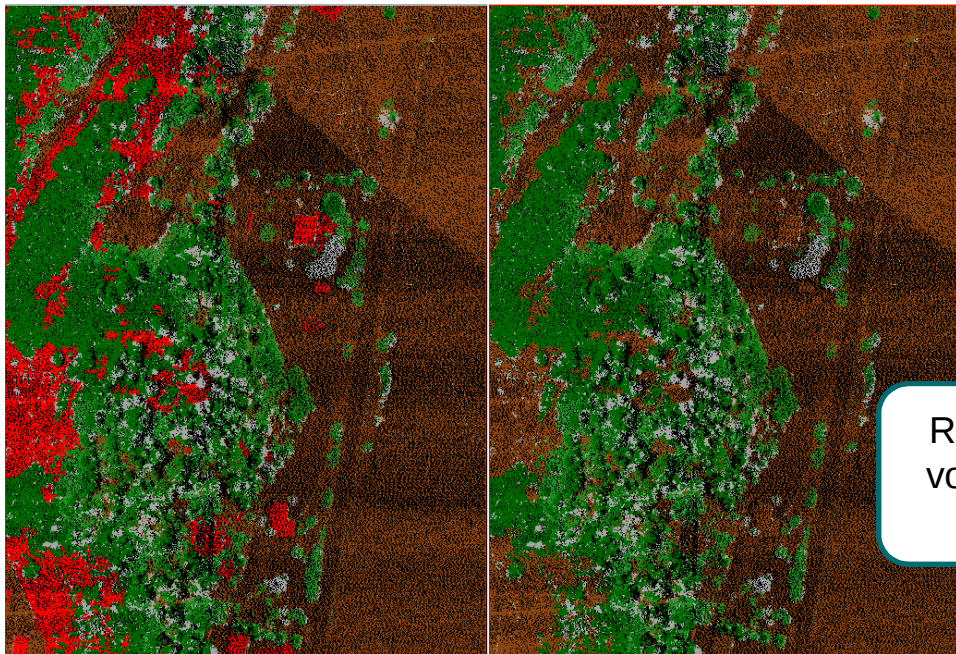
- Klassifikation der Punktwolke
  - Klassen „Objekte“ und „Vegetation“
  - Verschiedene Einstellmöglichkeiten der Objekt- und Vegetationsparameter
  - Punktwolke muss RGB-Informationen enthalten



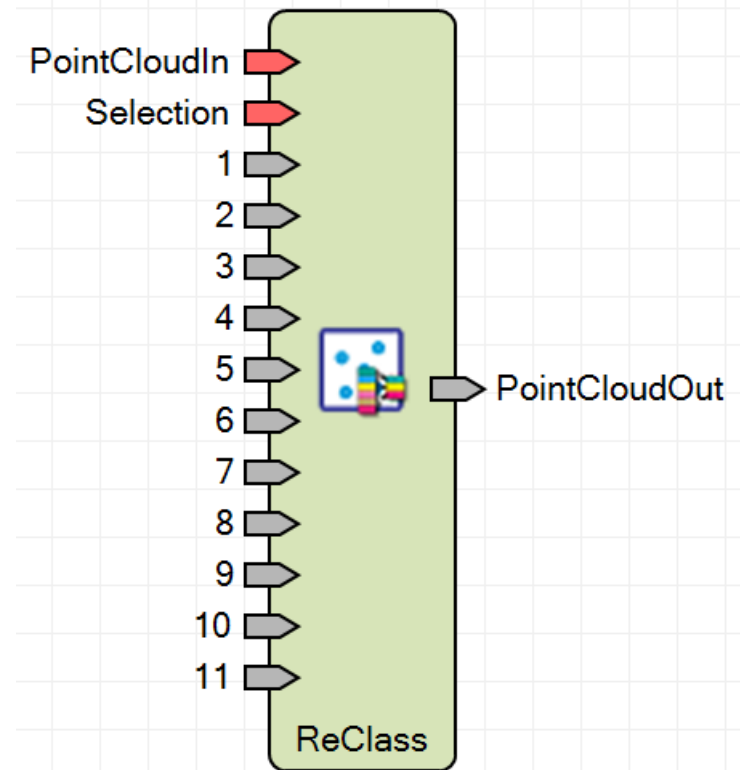
# ReClass

## ■ Reklassifikation

- Ändern der Klassifikation der Punktwolke
- Über den „Selection“-Port kann bestimmt werden, welche Teile der Punktwolke reklassifiziert werden sollen.

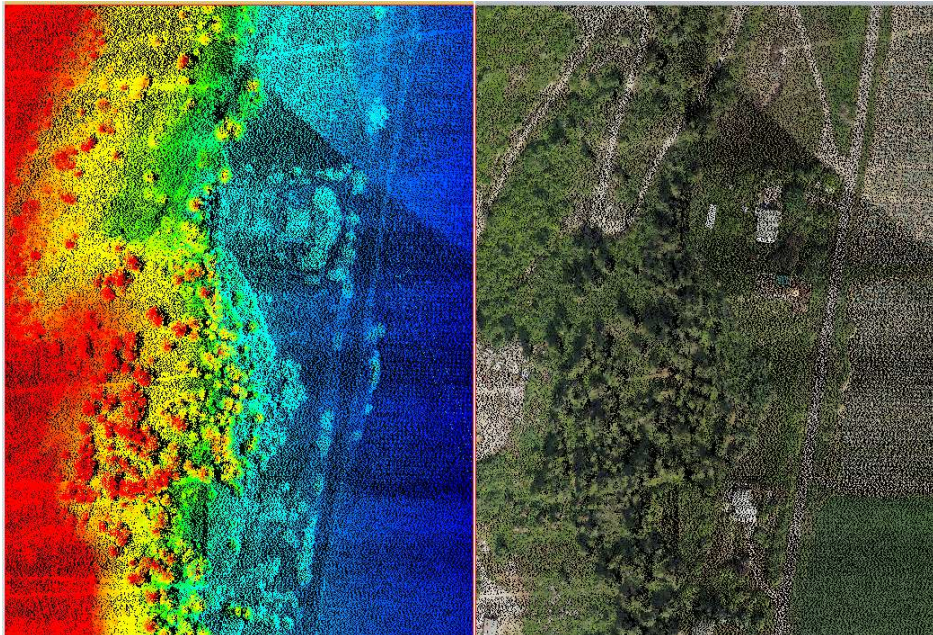
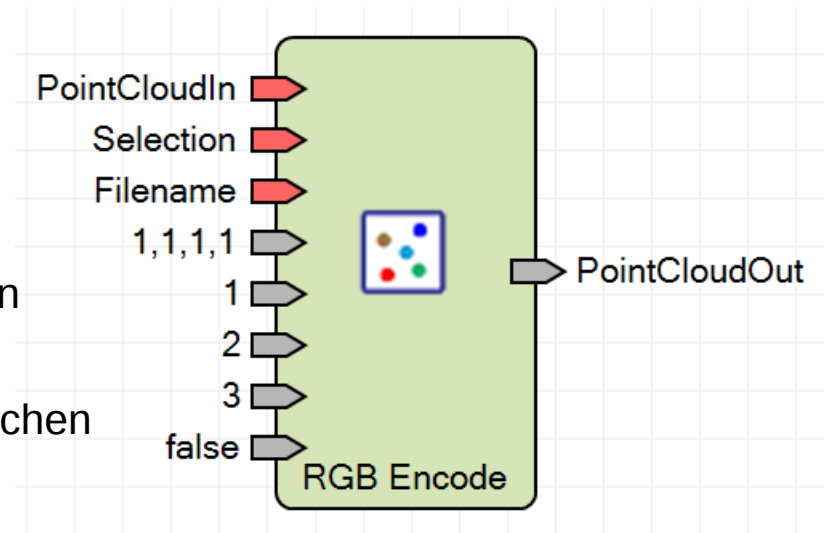


Reklassifikation  
von „Bebauung“  
zu „Boden“



# RGB Encode

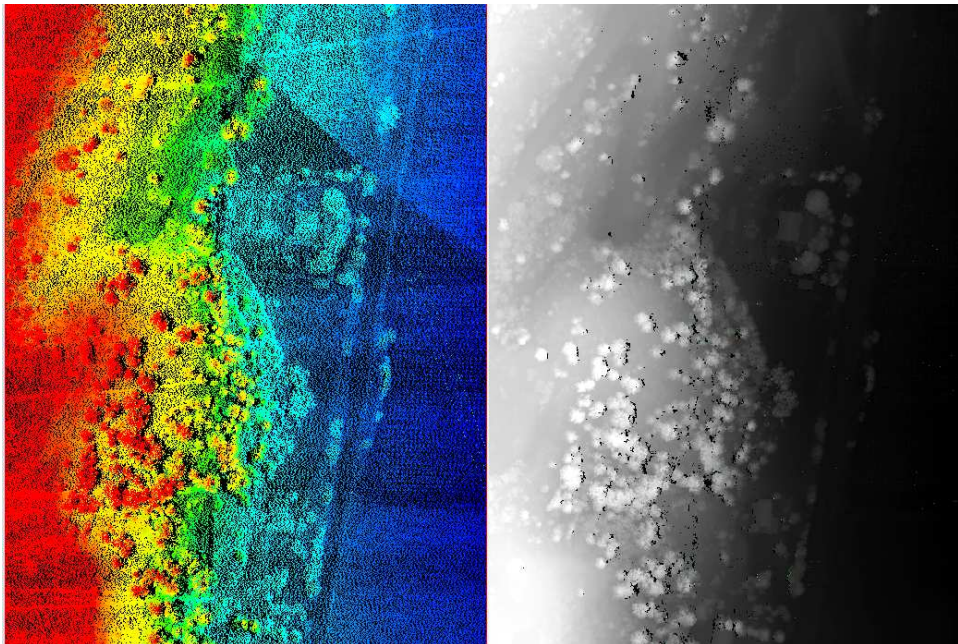
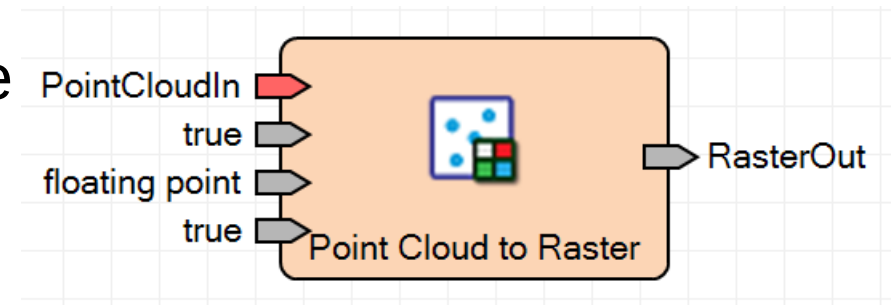
- Zuweisen von RGB-Werten
  - Verschneiden der Punktwolke mit einem „darüber liegenden“ Raster mit RGB-Werten
  - Punkte außerhalb des Rasters bekommen einen definierten Wert.
  - „Selection“-Port: es kann bestimmt werden, welchen Teilen der Punktwolke RGB-Werte hinzugefügt werden sollen.



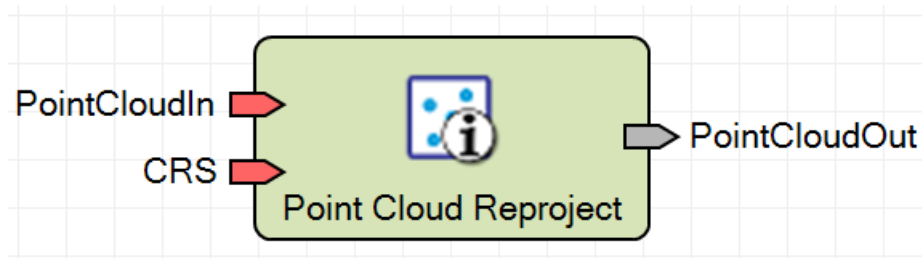
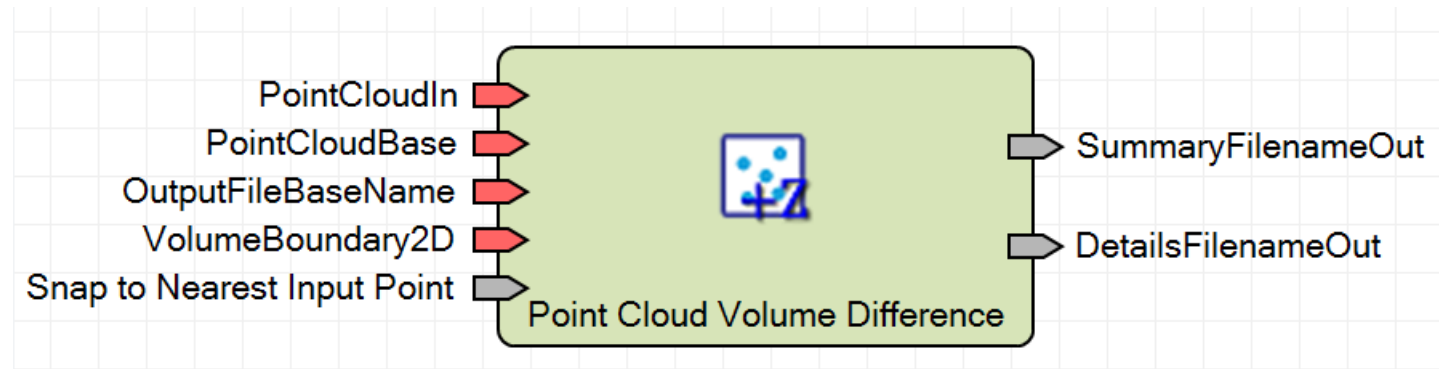
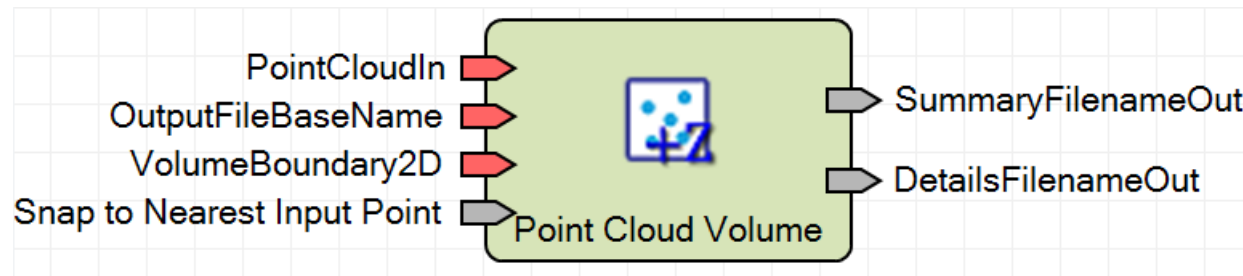
Farbcodierung nach Höhe (li.) und RGB-Werten (re.)

# Point Cloud to Raster

- Konvertierung einer Punktwolke in einen Raster
  - Die Rasterung kann dabei bezüglich der Attribute Klassifikation, Höhe, Intensität und RGB-Information vorgenommen werden.



# Point Cloud Operators in ERDAS IMAGINE 2015



# Punktwolken in ERDAS IMAGINE

... und nun an die Arbeit !