


Inhaltsverzeichnis

1	Starten eines Projektes.....	2
1.1	Laden einer Punktwolke.....	2
1.2	Laden einer Bildsequenz.....	2
1.3	Wechsel zwischen Ansichten.....	3
1.4	Navigation im 3D-Viewer.....	3
1.5	Navigation in der Bildsequenz.....	3
1.6	Navigation im Multiviewer.....	4
1.7	Auswahl angezeigter Objekte.....	4
1.8	Öffnen und Speichern von Projekten.....	5
2	Datenvorverarbeitung.....	6
2.1	Bilder entzeichnen und vorsortieren.....	6
3	Workflow.....	7
3.1	Flächenobjekte kartieren.....	7
3.1.1	Geländepunkte klassifizieren.....	7
3.1.2	Vegetationspunkte klassifizieren.....	7
3.1.3	Flächen vektorisieren.....	8
3.2	Linienobjekte kartieren.....	9
3.2.1	Semiautomatische Messung von Linien.....	9
3.2.2	Berechnete Linienobjekte.....	11
3.2.3	Profilanzeige.....	12
3.3	Punktobjekte kartieren.....	13
4	Export.....	14
5	Datenformate.....	15
5.1	Input.....	15
5.1.1	Bildsequenz-Initialisierungs-Datei (*.txt).....	15
5.1.2	Punktwolkendatei (*.txt).....	15
5.1.3	Bildsequenzdatei (*.txt).....	16

1 Starten eines Projektes

1.1 Laden einer Punktwolke

Menü: Datei → Punktwolke öffnen

	Symbol	Shortcut
Punktdatei (*.txt)		Ctrl+P


Eine **Punktwolke** wird als Textdatei eingelesen und im 3D-Viewer angezeigt. Alle Punkte gelten **initial** als **unklassifiziert**. Unklassifizierte Punkte werden nach ihrer Höhe farbcodiert dargestellt (rot höchste Punkte, weiß niedrigste)

In der **Punktwolkendatei** sind lediglich die **3D-Koordinaten der einzelnen Punkte** gelistet (vgl. Formatbeschreibung in Absatz 5.1.3).

1.2 Laden einer Bildsequenz

Voraussetzung: Punktwolke geladen

Menü: Datei → Bildsequenzdatei öffnen

	Symbol	Shortcut
Bildsequenzdatei (*.txt)		Ctrl+I

Die **Kamerapositionen** der Bilder werden als Pyramidensymbole im 3D-Viewer angezeigt. Das jeweils **aktive Bild** der Bildsequenz ist **gelb** markiert.






Die **Bildsequenzdatei** enthält Angaben zum **Ordner**, in dem sich die Bilder befinden sowie die Werte der **Kalibrierung**. Sie listet die einzelnen Bilder die verwendet werden mit Angaben zu ihrer **Position und Orientierung** (vgl. Formatbeschreibung in Absatz 5.1.3).

Sind für Bilder einer Bildsequenz **Maskenbilder** für Gewässerflächen vorhanden müssen diese den gleichen Dateinamen wie das zugehörige Sequenzbild erhalten. Befinden sich die Maskenbilder in einem **Ordner** mit der Bezeichnung „**mask**“ und liegt dieser mit im Bildsequenzordner, so werden die Maskenbilder beim Laden der Bildsequenz automatisch mit eingeladen und **im Multiviewer der Bildansicht grafisch überlagert**.

1.3 Wechsel zwischen Ansichten

Voraussetzung: Punktwolke geladen, Bildsequenz geladen

Menü: Ansicht → ...

	Symbol	Shortcut
Vogelperspektive		
Seitenansicht zx-Ebene		
Seitenansicht zy-Ebene		
Kameraperspektive		
Multiviewer / 3D-Viewer		Ctrl+M

1.4 Navigation im 3D-Viewer

Voraussetzung: Punktwolke geladen, (Bildsequenz geladen)

Maus	
Rotieren	Linke Maustaste
Schieben	Mittlere Maustaste
Zoom	Scrollrad bzw. rechte Maustaste

Mit der **Leertaste** wird die ursprüngliche Ansicht wiederhergestellt.


Die dargestellte Punktgröße ist mit dem **Schieberegler „Punktgröße“** in der Werkzeugleiste veränderbar.

1.5 Navigation in der Bildsequenz

Voraussetzung: Punktwolke geladen, Bildsequenz geladen

Das aktive Bild kann mit den **Schieberegler „Bildverschiebung“** in der Punktwolke dargestellt und in seine **Distanz** zur Kamera **verändert** werden.

Navigation durch die einzelnen Bilder der Sequenz:

	Symbol	Shortcut
Aktiviert vorheriges/ nächstes Bild der Sequenz		Pfeiltaste nach unten/nach oben

1.6 Navigation im Multiviewer

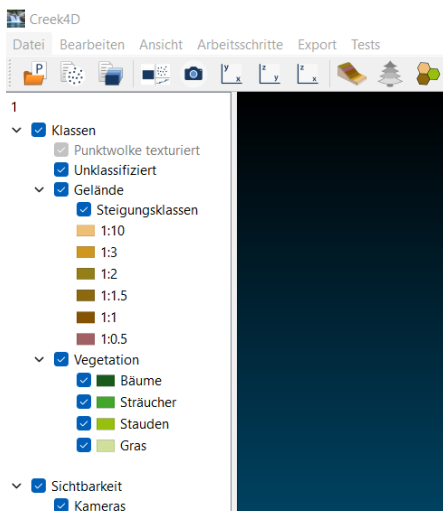
Voraussetzung: Punktwolke geladen, Bilder geladen

Menü: Ansicht → Multiviewer

Maus	
Schieben	Mittlere Maustaste
Zoom	Scrollrad bzw. rechte Maustaste

Die Navigation ist in allen Teilviewern der Multivieweransicht identisch.

1.7 Auswahl angezeigter Objekte




In der **Baumstruktur** auf der linken Seite des 3D-Viewers können Punkte der Punktwolke nach ihrer jeweiligen **Klasse ausgewählt** und im 3D-Viewer angezeigt bzw. ausgeblendet werden.

Die Anzeige der **Kamerasymbole** kann ebenfalls **ein- und ausgeschaltet** werden.

1.8 Öffnen und Speichern von Projekten

Menü: Datei → Projekt ...

	Symbol	Shortcut
Projekt öffnen		Ctrl+O
Projekt speichern	---	Ctrl+S
Projekt speichern als	---	Ctrl+Alt+S

Der aktuelle **Bearbeitungsstand** bei der Auswertung kann in einer Projektdatei ("Projektname.cre") gespeichert werden. Durch Öffnen der ***.cre -Datei** kann das Projekt neu geladen werden.

Ein Projekt wird geschlossen, wenn eine neue Punktwolke geladen, ein anderes bestehendes Projekt geöffnet oder die Anwendung geschlossen wird.

2 Datenvorverarbeitung

2.1 Bilder entzeichnen und vorsortieren

Menü: Bearbeiten → Bilder ausdünnen und entzeichnen

Dieser Menüpunkt dient zur **Erstellung** einer im Programm einlesbaren **Bildsequenzdatei** (vgl. Formatbeschreibung Absatz 5.1.3) aus den original aufgenommenen Bildern einer mobilen Messung (bislang spezifisch für Messungen mit GeoSlam ZEB Horizon).

Dabei können das **Anfangs- und Endbild** der zu erstellenden Sequenz gewählt, sowie die **Bildrate reduziert** werden.

Die verwendeten Bilder können dabei gleichzeitig auch entzeichnet werden, wenn der entsprechende Haken bei „**Bilder entzeichnen**“ gesetzt ist.

Für jedes Bild der Bildsequenzdatei werden aus der lokalen Trajektorien-datei der Bilder (exportierbar aus GeoSlam) die im Programm benötigten **Positionen und Orientierungswinkel** berechnet.

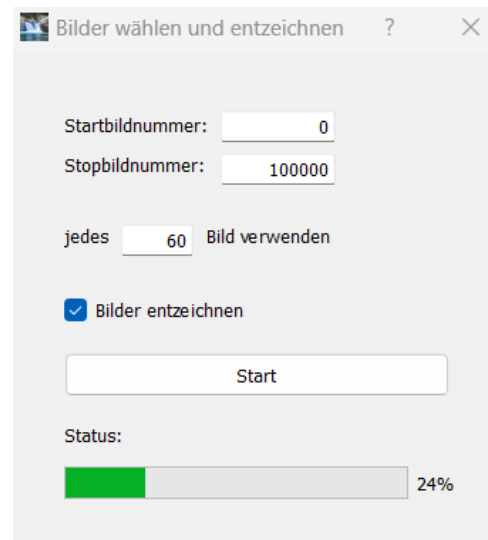
Sind die entsprechenden Helmertransformationsparameter bekannt, können die Orientierungsparameter gleichzeitig mit **ins übergeordnete Koordinatensystem** transformiert werden.

Mit „**Start**“ öffnet sich der Dialog zum Auswählen einer Initialisierungsdatei und anschließend beginnt die Erstellung der Bildsequenzdatei und die Entzeichnung der Bilder.

Die **Initialisierungsdatei** enthält alle zur Berechnung benötigten Informationen (vgl. Formatbeispiel Absatz 5.1.1):

- Pfad zum Bilderordner
- Pfad der lokalen GeoSlam-Trajektorien-datei
- Werte und Parameter der Kamerakalibrierung
- Transformationsparameter lokales zu globales Koordinatensystem

Als **Ergebnis** wird im angegebenen Bildordner ein Ordner „entzeichnet“ angelegt. In diesem werden die entzeichneten Bilder gespeichert und die Bildsequenzdatei „Bildsequenz_entzeichnet.txt“ angelegt. Sie enthält die entsprechend den Einstellungen ausgedünnten Bilder und die umgerechneten Orientierungsparameter. Die Kalibrierwerte sind an die Verwendung von entzeichneten Bildern angepasst.



3 Workflow

3.1 Flächenobjekte kartieren

Die Kartierung der Flächenobjekte erfolgt im ersten Schritt anhand von Klassifizierungsmethoden, bei denen die Einzelpunkte der Punktwolke einer bestimmten Steigungsklasse (Absatz 3.1.1) und Vegetationsklasse (Absatz 3.1.2) zugeordnet werden. Im zweiten Schritt erfolgt die eigentliche Flächenbildung durch Rasterung und Vektorisierung der klassifizierten Punktdaten (Absatz 3.1.3).

Die Parametrisierung aller Methoden zur Flächenkartierung erfolgt momentan automatisch und ist für Punktwolken mit ca. 5 cm Punktabstand optimiert.

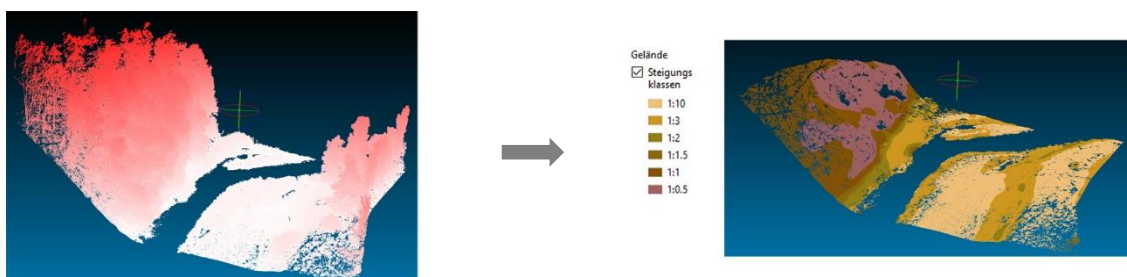
3.1.1 Geländepunkte klassifizieren

Voraussetzung: Punktwolke geladen

Menü: Arbeitsschritte → Geländepunkte klassifizieren

	Symbol	Shortcut
Geländepunkte klassifizieren		Ctrl+G

Mit Starten des Arbeitsschrittes “Geländepunkte klassifizieren” erfolgt die vollautomatische Detektion von Geländepunkten in der Punktwolke. In jedem Geländepunkt wird die Neigung bestimmt und damit die Punkte in die Steigungsklassen (bis **1:10**; 1:10 - **1:3**; 1:3 - **1:2**; 1:2 - **1:1,5**; 1:1,5 - **1:1**; 1:1 - **1:0,5**) eingeordnet. Unklassifizierte Punkte können links in der Legende ausgeblendet werden.



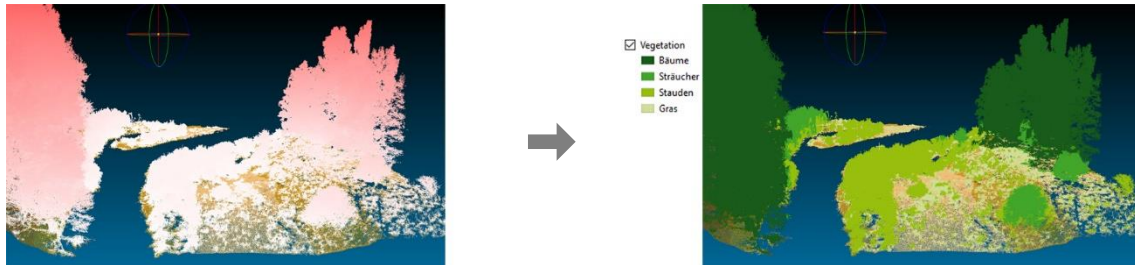
3.1.2 Vegetationspunkte klassifizieren

Voraussetzung: Klassifizierte Geländepunkte

Menü: Arbeitsschritte → Vegetation klassifizieren

	Symbol	Shortcut
Vegetation klassifizieren		Ctrl+V

Mit Starten des Arbeitsschrittes „Vegetation klassifizieren“ erfolgt die vollautomatische Zuordnung von der verbliebenen unklassifizierten Punkte zu einer bestimmten Vegetationsschicht. In der Legende können die einzelnen Vegetationsklassen aus- und eingeblendet werden.



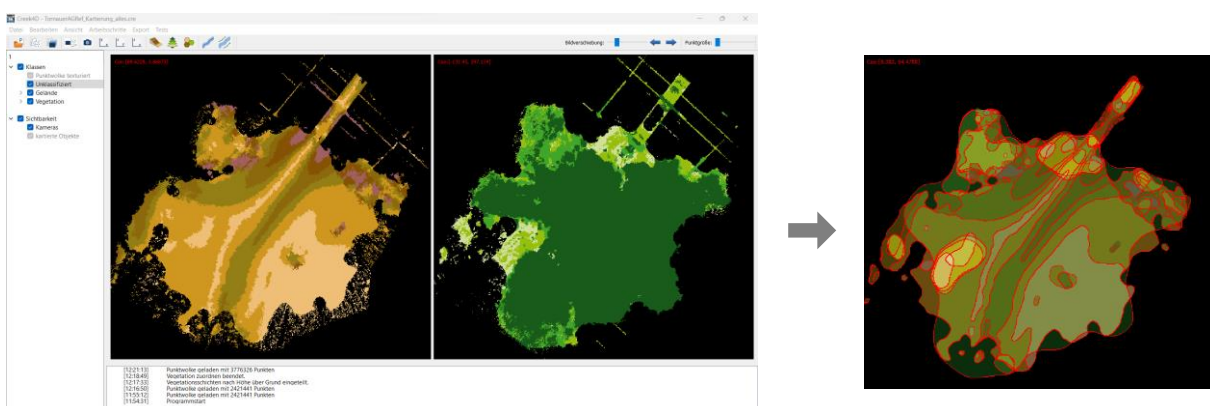
3.1.3 Flächen vektorisieren

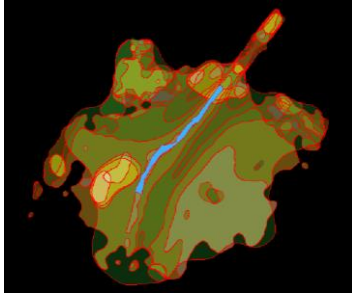
Voraussetzung: Klassifizierte Geländepunkte, klassifizierte Vegetationspunkte (ggf. Uferlinienmessung)

Menü: Arbeitsschritte → Klassifikationsergebnisse vektorisieren

	Symbol	Shortcutkey
Klassifikationsergebnisse vektorisieren		Ctrl+V

Mit Starten des Arbeitsschrittes „Klassifikationsergebnisse vektorisieren“ erfolgt die automatische Rasterung, Lückenfüllung und Generalisierung, jeweils für die Geländepunkte als auch für die Vegetationspunkte. Sind nur Geländepunkte vorhanden, erfolgt die Flächenbildung und Vektorisierung nur für diese. Sind zusätzlich Vegetationspunkte vorhanden werden die generierten Gelände- und Vegetationsrasterdaten kombiniert und die Flächenbildung und Vektorisierung erfolgt für Flächen die eine einheitliche Neigung aufweisen und einer einheitlichen Vegetationsschicht zugeordnet sind.





Hinweis: Wird die Vektorisierung durchgeführt, wenn bereits beide Uferlinien gemessen wurden (vgl. Absatz 3.2.1) so wird die Gewässerfläche gesondert ausgewiesen (hellblau) und alle an das Gewässer angrenzenden Flächen werden durch die vorhandenen Uferlinie begrenzt.

3.2 Linienobjekte kartieren

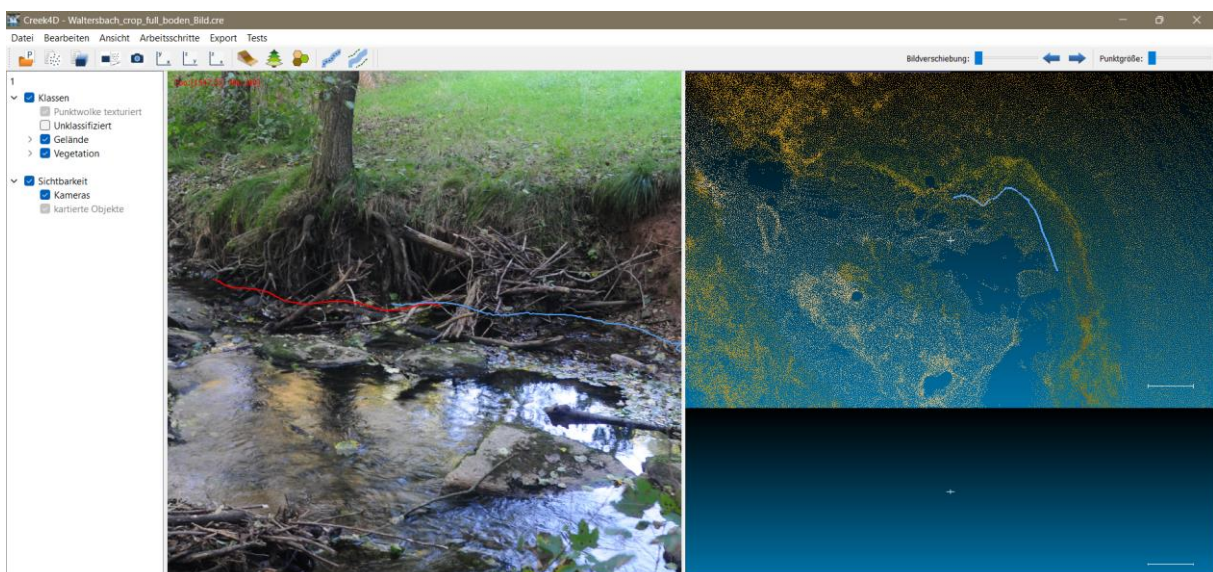
Linienobjekte werden manuell in den Bildern der Bildsequenz kartiert und automatisch in den 3D-Raum übertragen (Absatz 3.2.1) oder aus vorhandenen Linien rechnerisch ermittelt (Absatz 3.2.2).

3.2.1 Semiautomatische Messung von Linien






Voraussetzung: geladene Punktwolke, geladene Bildsequenz, klassifizierte Bodenpunkte

Menü: Ansicht → Multiviewer

Zum Starten einer Linienmessung ins im Multiviewer ins Bild klicken um dieses zu aktivieren. Die Messung erfolgt - je nach Linientyp - durch gedrückt halten einer bestimmten Steuertaste (siehe Tabelle, z.B. R für rechte Uferlinie) und durch Zeichnen der Linie im Bild bei gedrückter linker Maustaste. Das neu gezeichnete Liniensegment wird rot dargestellt und kann solange per Maus fortgesetzt werden, solange die Steuertaste gehalten wird. Wird die Steuertaste losgelassen, wird das gemessene Liniensegment neu angelegt oder in eine bereits vorhandene Linie integriert. Das Liniensegment wird dann in Echtzeit in den 3D-Raum übertragen und in der Orthoprojektionsansicht zusammen mit der Punktwolke angezeigt.

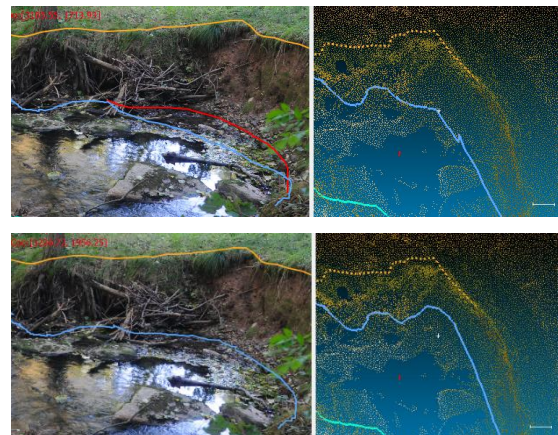


Auf diese Weise können die rechte und linke Uferlinie, Uferlinien von Inseln und Bruchkanten kartiert werden. Die Tabelle zeigt die entsprechenden Steuertasten und die Darstellungsform der verschiedenen Linientypen:

	Steuertaste	Darstellung
Neues Liniensegment		
Uferlinie rechts	R	
Uferlinie links	L	
Uferlinie Insel	I	
Bruchkante	B	

Die Uferlinien können fortlaufend weiter kartiert werden indem mit den Pfeiltasten $\uparrow \downarrow$ zum nächsten Bild der Sequenz gewechselt wird. Existierende Linien werden aus dem 3D-Raum in jedes angezeigte Bild rückprojiziert und können in diesem fortgesetzt oder verändert werden.

Durch die schräge Sicht auf das Gewässer bei der Bildaufnahme können Linien im vorderen Bereich des Bildes mit höherer Genauigkeit kartiert werden als im hinteren. Mit weiterem „Voranschreiten“ in der Bildsequenz rücken Bereiche näher, in denen vielleicht schon eine Linie kartiert wurde, welche nun im neuen Bild besser repräsentiert ist. Diese Linie lässt sich korrigieren indem sie innerhalb eines entsprechenden Bereiches neu gezeichnet wird. Das neue Liniensegment wird dann in die bestehende Linie integriert und ersetzt den alten Abschnitt.



Können Liniensegmente nicht direkt aneinander anschließend gezeichnet werden (z.B. bei Rohrdurchflüssen), so wird der letzte Punkt der bestehenden Linie mit dem nächstliegenden Endpunkt eines neu gezeichneten Liniensegments verbunden.

Schaltet man in die 3D-Ansicht zurück sind die gemessenen Linien als dreidimensionale Linienelemente mit enthalten.





3.2.2 Berechnete Linienobjekte

Einige Linienobjekte können rechnerisch aus den gemessenen Uferlinien abgeleitet werden:

Gewässermittellinie:

Voraussetzung: Gemessene Uferlinien

Menü: Arbeitsschritte → Gewässermittellinie

	Symbol	Shortcut	Darstellung
Gewässermittellinie		Ctrl+Shift+M	

Mit Starten des Arbeitsschrittes „Gewässermittellinie“ werden entlang einer Uferlinie in jedem Polygonpunkt Normalenvektoren berechnet und deren Schnittpunkt mit der zweiten Uferlinie bestimmt. Aus den jeweils mittigen Positionen zwischen diesen Punktepaaren ergibt sich die Mittellinie für das kartierte Gewässer.

Begrenzungslinie Gewässerrandstreifen:

Voraussetzung: klassifizierten Geländepunkte, gemessene Uferlinien

Menü: Arbeitsschritte → Gewässerrandstreifen

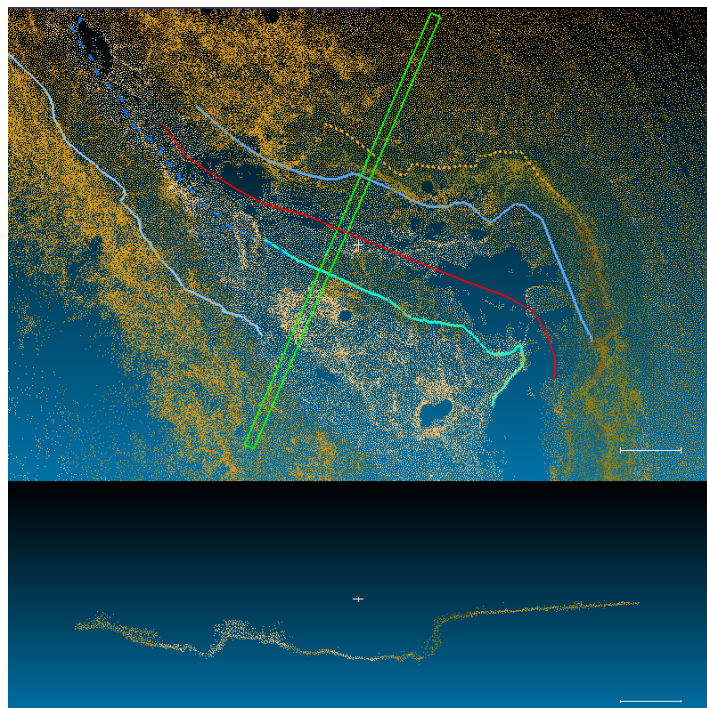
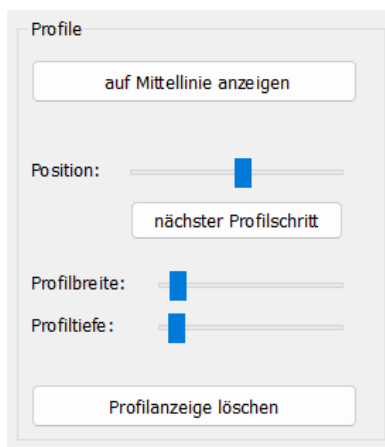
	Symbol	Shortcut	Darstellung
Begrenzungslinien Gewässerrandstreifen		Ctrl+Shift+G	

Mit Starten des Arbeitsschrittes „Gewässerrandstreifen“ wird mit einem definierten Abstand zur jeweiligen Uferlinie die entsprechende Begrenzungslinie des Gewässerrandstreifens berechnet. Die Höhenwerte dieser Linien werden mit Hilfe der klassifizierten Geländepunkte auf die Geländehöhe interpoliert.

3.2.3 Profilanzeige

Zur Unterstützung der Bruchkantenmessung können definierte Schnitte durch die Punktwolke gelegt und Vertikalprofile angezeigt werden.


- Der Profildialog öffnet sich mit Öffnen des Multiviewers oder mit Abschluss eines geklickten Polygons in der Orthoprojektion.
- Profile können entlang eines selbstdefinierten Polygons (rote Linie) in der Orthoprojektion der Punktwolke oder entlang der berechneten Gewässermittellinien (blau gestrichelte Linie) dargestellt werden.
- Ein **Profilpolygon** kann gewählt werden, indem dieses im Orthoviewer mit der linken Maustaste geklickt wird. Ein Doppelklick schließt das Polygon ab.
- Mit dem Button „auf Mittellinie anzeigen“ wird – falls diese vorhanden ist – die **Gewässermittellinie als Profilpolygon** gesetzt.
- Die **Position** des Profils entlang des Polygons kann über den Schieberegler „Position“ bzw. in Einzelschritten über den Button „nächster Profilschritt“ verändert werden. Die Punkte die sich innerhalb eines Streifens (grün) orthogonal zum Polygon befinden werden als Vertikalschnitt in der Profilanzeige unterhalb des Orthoviewers dargestellt. Die **Breite und Tiefe des Profils** lassen sich über die Schieberegler „Profilbreite“ und „Profiltiefe“ anpassen.



3.3 Punktoobjekte kartieren

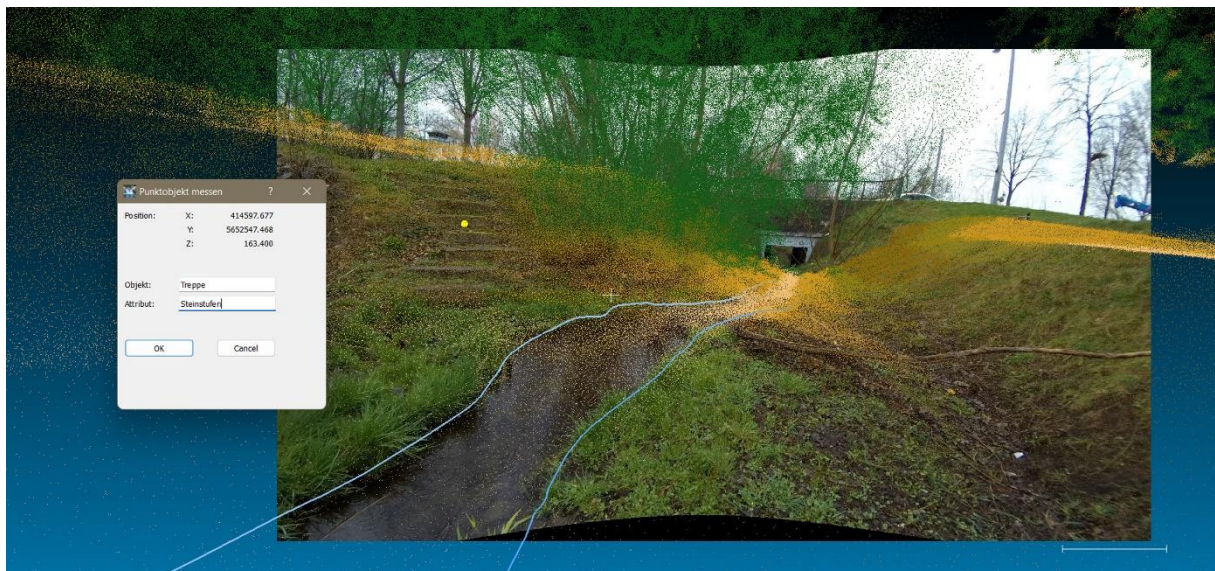
Voraussetzung: geladene Punktwolke, geladene Bildsequenz

Menü: Ansicht → Kameraperspektive

	Ansicht	Messung
Punktmessung		Ctrl+linke Maustaste

Die Einzelpunktmessung erfolgt in der 3D-Ansicht der Punktwolke durch gedrückt halten der Steuerungstaste und Linksklick mit der Maus auf den zu messenden Punkt. Zur besseren Orientierung in der Punktwolke ist es empfehlenswert die Ansicht der Kameraperspektive zu wählen. Mit dem Schieberegler „Bildverschiebung“ lässt sich eine virtuelle Bildebene in den 3D_Raum projizieren und durch die Punktwolke bewegen. Entsprechend der gewählten Entfernung ergibt sich ein Schnitt dieser Bildebene mit der Punktwolke. Es sind nur diejenigen Punkte sichtbar, die aus Sicht der Kamera vor der virtuellen Bildebene liegen. Messungen entlang des Schnittprofils erleichtern die Punktauswahl.

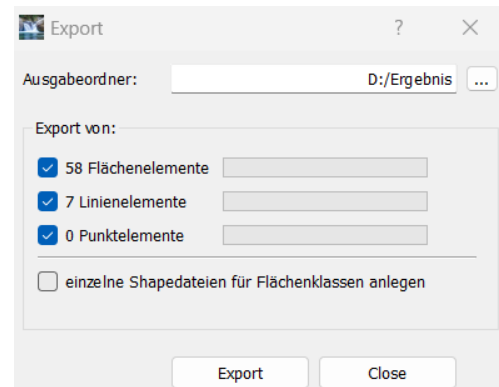
Für jeden gemessenen Punkt werden die 3D-Koordinaten im zugrundeliegenden Koordinatensystem der Punktwolke angezeigt und gespeichert. Momentan kann für jeden Punkt eine Objektbezeichnung und ein Merkmalsattribut angegeben und gespeichert werden.



4 Export

Menü: Export → ...als Shapedatei (*.shp)

- Exportiert die kartierten Flächen-, Linien- und Punktelemente und ihre Attribute in entsprechende Shape-Dateien.
- Ausgabeordner: Ordnerpfad zum Speicherort der Ergebnisse
- Anzeige wieviel Elemente jeweils vorhanden sind
- Per Haken auswählbar welche Elementtypen exportiert werden sollen
- „Export“ startet den Speichervorgang für die ausgewählten Elemente



5 Datenformate

5.1 Input

5.1.1 Bildsequenz-Initialisierungs-Datei (*.txt)

```
#Ordner mit Bilddaten
#-----
D:/Data/Bildsequenz/

# Kamerakalibrierwerte:
# c[mm]  xh[mm]  yh[mm]  Bildbreite[pix]  Bildhöhe[pix]  Pixelgröße[µm]
#  A1    A2    A3    B1    B2    C1    C2    r0
#-----

2.476996  9.737646e-002  -2.745035e-002  3840  2160  1.55
-6.984464e-002  4.787085e-003  -1.715912e-004  1.415640e-004  8.973778e-005  6.388581e-006  -4.143028e-004  2.232

#Datei mit Kameratrajektorie im lokalen System:
#-----
D:/Data/TrajektorieLokal.txt

#Parameter der Helmerttransformation:
# X[mm]  Y[m]  Z[m]
# omega[rad]  phi[rad]  kappa[rad]
# m[]
#-----
414593.967  5652535.345  162.935
0  0  2.31809955252889
1.0
```

Pfad mit Sequenzbildern

Pfad mit Sequenzbildern

Dateipfad für die Bildertrajektorie aus Geoslam im lokalen Koordinatensystem

Parameter zur Transformation vom lokalen ins übergeordnete Koordinatensystem

5.1.2 Punktwolkendatei (*.txt)

Zeile i: X[m] Y[m] Z[m]

Beispiel:

```
410718.1280  5652219.1370  207.8920
410718.6670  5652218.7370  207.8670
410719.0840  5652218.4770  207.9380
410719.3540  5652217.9880  207.9380
...
```

5.1.3 Bildsequenzdatei (*.txt)

Zeile 1: Pfad mit Bilderordner

Zeile 2: c[mm] xh[mm] yh[mm] Bildbreite[Pixel] Bildhöhe[Pixel] Pixelgröße[μ m]

Zeile 3: A1 A2 A3 B1 B2 C1 C2 r0

Zeile 4: Bild1-Dateiname X0[m] Y0[m] Z0[m] omega[rad] phi[rad] kappa[rad]

Zeile 5: Bild2-Dateiname X0[m] Y0[m] Z0[m] omega[rad] phi[rad] kappa[rad]

...

c: Kamerakonstante

xh, yh: Koordinaten des Bildhauptpunktes

Ai, Bi, Ci, ro: Parameter des Verzeichnungspolynoms (Brown-Parameter)

X0, Y0, Z0: Kameraposition

omega, phi, kappa: Orientierungswinkel der Kamera

Bei der Verwendung von entzeichneten Bildern sind xh und yh sowie alle Werte in Zeile 3 (Parameter des Verzeichnungspolynoms) Null.

Beispiel:

```
D:/Data/ImageSequence/
2.47 0.0 0.0 3840 2160 1.55
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
frame_00000.jpg 410708.2490 5652235.1730 208.3150 0.00000000 3.14159265 -1.77785943
frame_00060.jpg 410708.6200 5652235.4060 208.2690 -1.24031954 4.66130156 -2.76269066
frame_00120.jpg 410708.9480 5652235.7360 208.4130 -1.57873349 -1.20110646 -3.11978190
frame_00180.jpg 410708.9600 5652235.8560 208.5170 -1.39692615 -0.81593719 -2.97385688
frame_00240.jpg 410709.2180 5652235.8070 208.4510 1.45476091 3.80689061 0.00534561
...
```