

4 LiDAR-HD-Punktwolkenkacheln über Montpellier, Frankreich (LiDAR HD)

Ein umfassender Leitfaden zu den Funktionen der Potree-Benutzeroberfläche



Abderrazzaq KHARROUBI
PhD-Kandidat an der University of Liège

1. August, 2023



Im dritten Artikel unserer Serie werfen wir einen genaueren Blick auf die Funktionen von Potree – einem auf WebGL basierenden Open-Source-Viewer, der speziell für große Punktwolken entwickelt wurde. (Ein großes Dankeschön an **Markus Schütz**, durch den Potree überhaupt existiert!) Potree zeichnet sich besonders durch seine hohe Darstellungsgeschwindigkeit aus und ist daher eine hervorragende Wahl für die Arbeit mit umfangreichen Punktwolken-Datensätzen. Unser Fokus liegt auf den vielfältigen Navigations- und Darstellungsoptionen, die Potree zu bieten hat.

Bitte beachten Sie, dass die Installation und Nutzung des Potree Converters bereits in unseren vorherigen Artikeln ([1](#), [2](#)) behandelt wurden. Für eine optimale Anwendungsleistung ist es wichtig, einen WebGL-fähigen Browser wie Chrome, Firefox, Safari oder Edge zu verwenden. Darüber hinaus ist Potree auch mit Tablets und mobilen Geräten kompatibel, was Ihnen zusätzliche Flexibilität bei der Datenzugriff bietet.

Sollten Sie auf jegliche Probleme stoßen, empfehlen wir, einen anderen Browser auszuprobieren oder die Potree Desktop-Version zu nutzen, die, nach meiner Erfahrung, sehr zufriedenstellende Ergebnisse liefert hat.

Einführung

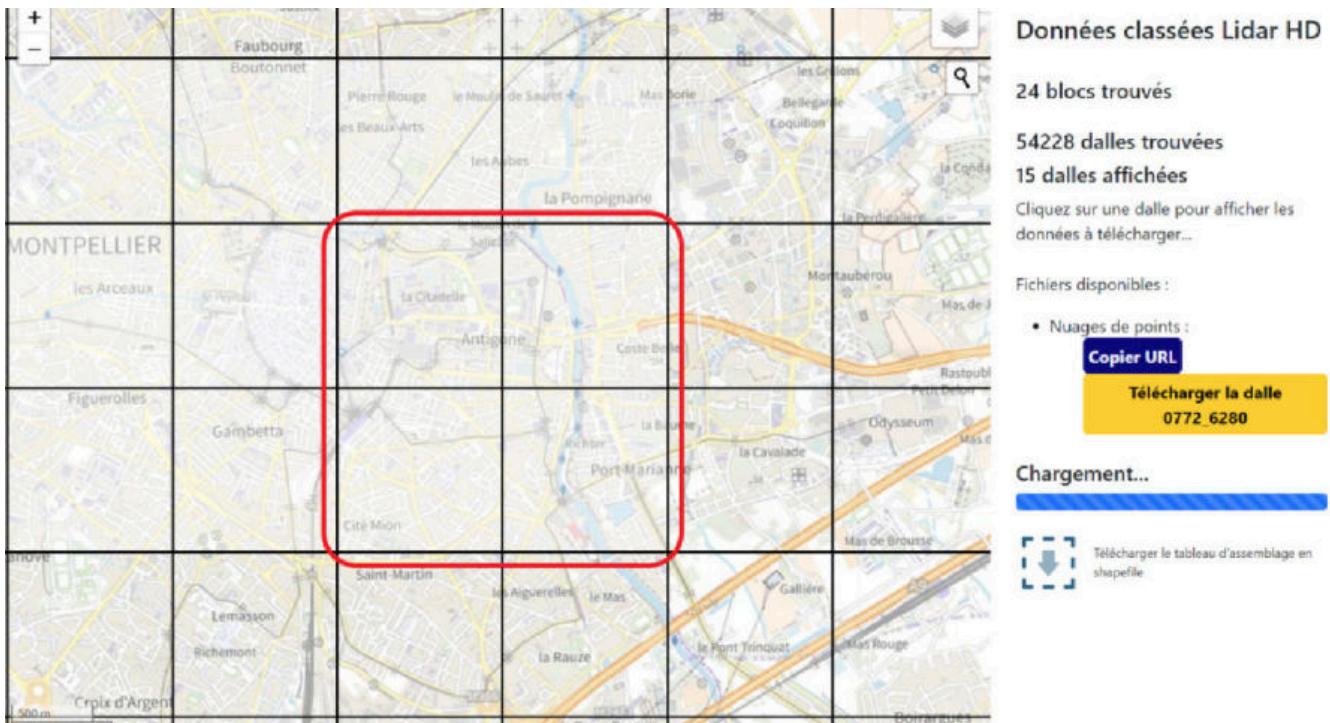
Falls Sie noch keine Punktwolke haben und eine erstellen möchten, empfehle ich [Geotiles](#) für Daten aus den Niederlanden, [LiDAR HD](#) für Daten aus Frankreich oder das [3DE](#)-Programm für Daten aus den USA. Diese Quellen bieten hochwertige Punktwolken-Daten, die Sie für Ihre Projekte nutzen können.

Wenn Sie jedoch bereits eigene Daten haben, umso besser! Eigene Datensätze ermöglichen es Ihnen, mit bekannten und auf Ihre Anforderungen zugeschnittenen Daten zu arbeiten. Sie können außerdem direkt im Browser einige Potree-Beispiele testen (Entwine & Potree).

Entwine & Potree

potree.entwine.io

Für diese Demo habe ich 4 LiDAR-HD-Kacheln über Montpellier, Frankreich, heruntergeladen und sie anschließend in Potree Desktop importiert.



4 LiDAR-HD-Kacheln über die Stadt Montpellier, Frankreich @LiDAR HD

Wenn Sie die Potree-Benutzeroberfläche öffnen, sehen Sie die Standardeinstellungen, die während der Erstellung der Potree-Dateien festgelegt wurden. Diese Dateien bestehen aus Daten-Dateien, HTML und Skripten, die entweder vom Webserver oder direkt in Ihrem Webbrowser interpretiert werden. Um auf die Potree-Werkzeuge zuzugreifen, klicken Sie einfach auf den Button, der sich in der Regel oben links auf dem Bildschirm befindet. Dadurch öffnen Sie das Menü, das verschiedene Optionen zur Erkundung und Analyse Ihrer Punktwolken-Daten bietet.

Die einzelnen Bereiche von Potree (Aussehen, Tools, Szene, Filter) ermöglichen Ihnen:

- Das visuelle Erscheinungsbild der Punktwolken festzulegen
- Die Anzeigeleistung zu optimieren (Standard, Hohe Qualität)
- Navigationsmodi auszuwählen, um die Daten zu erkunden
- Messungen durchzuführen (Abstände, Profile, Schnitte usw.)
- Animationen zu erstellen



Das Menü von Potree mit verschiedenen Sektionen

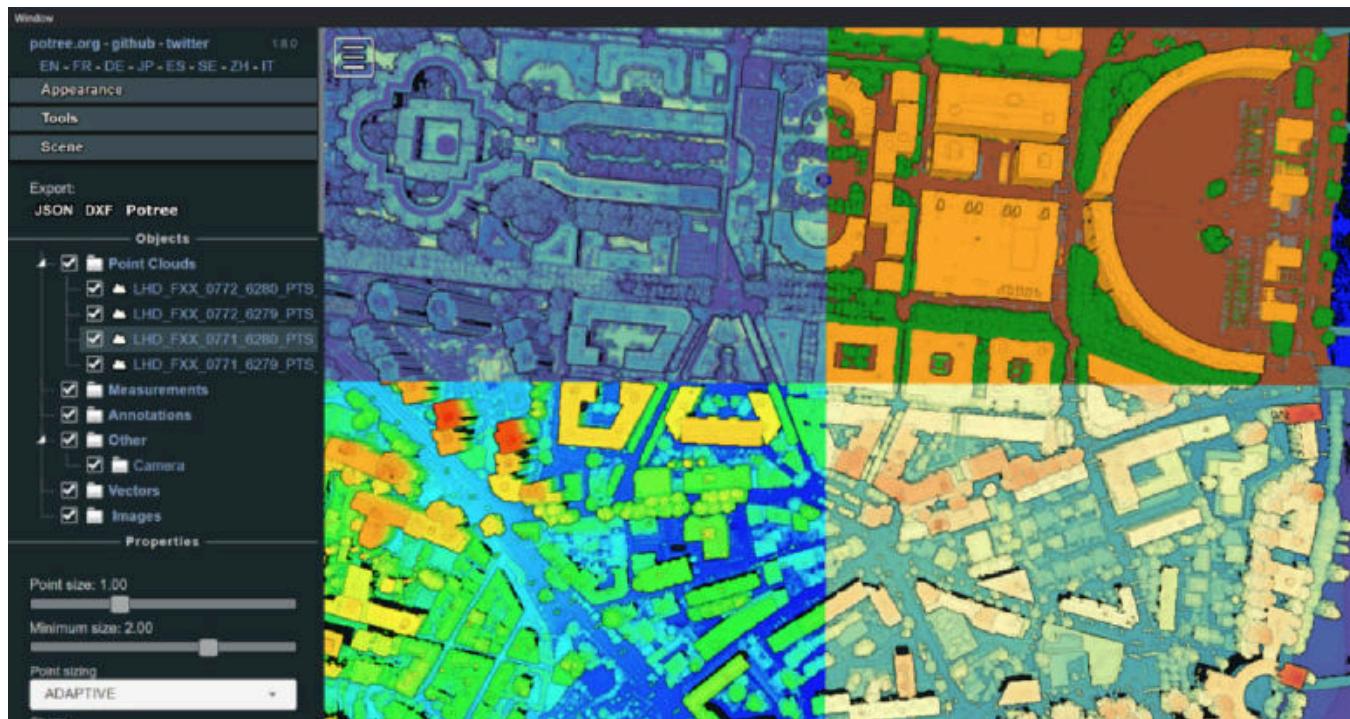
Bevor wir uns die einzelnen Fenster im Potree-Menü im Detail ansehen, ist es wichtig zu wissen, dass jeder Parameter in diesem Menü vollständig anpassbar ist.

Die oberste Zeile des Potree-Menüs bietet schnellen Zugriff auf wesentliche Links, darunter die Potree-Webseite, das GitHub-Repository und die Versionsnummer (derzeit 1.8.0). Zudem können hier Sprachoptionen ausgewählt werden: EN-FR-DE-JP-ES-SE-ZH-IT.

Durch Klicken auf einen Bereich wird dessen Inhalt erweitert, sodass Sie auf die gewünschten Funktionen zugreifen können. Die Bereiche „Aussehen“ und „Szene“ steuern die visuellen Aspekte der Punktwolken. Während die Einstellungen im Bereich „Aussehen“ global für alle Punktwolken gelten, beziehen sich die Eigenschaften im Bereich „Szene“ individuell auf jede einzelne Szene (Punktwolke).

Im Bereich „Szene“ können Nutzer:innen einzelne Punktwolkenzenen ein- und ausschalten, was eine nahtlose Navigation und Analyse spezifischer Datensätze ermöglicht.

Im folgenden Beispiel haben wir mehrere Punktwolken gleichzeitig geladen, aber jede Wolke individuell eingefärbt.



4 getrennte Punktwolken, gerendert mit unterschiedlichen Stilen (Intensität, Klassifikation und Höhe)

Bereich 1: Aussehen

Im Bereich „Aussehen“ des Potree Viewers kann man das visuelle Erscheinungsbild der Punktwolken (aller) individuell anpassen. Dieser Bereich bietet eine Vielzahl von Optionen, darunter die Möglichkeit, folgende Parameter einzustellen:

- **Max Punkte:** Mit diesem Parameter legt man die Anzahl der Punkte fest, die für die Anzeige berücksichtigt werden, was die Punktdichte auf dem Bildschirm beeinflusst. Auch wenn dies nicht der einzige Faktor ist, der die Punktdichte bestimmt, hilft die Anpassung des „Max Punkte“-Parameters, ein optimales Verhältnis zwischen Detaillierungsgrad und Leistung zu erzielen. Das Maximum liegt bei 10 Millionen Punkten, kann jedoch im Code angepasst werden.
- **Sichtfeld:** Bestimmt den sichtbaren Bereich der Szene aus der Perspektive des Betrachters. Das optimale Sichtfeld ist standardmäßig auf 60 eingestellt.
- **Eye-Dome-Lighting:** Durch Aktivieren der „Eye-Dome-Lighting“-Funktion profitiert man von einer verbesserten Schattierungsberechnung, die Kanten schärfer darstellt und die Tiefenwahrnehmung verbessert. Die Abdunklung, die durch Eye Dome Lighting verursacht wird, lässt sich durch das Anpassen des Verhältnisses von Radius und Stärke regulieren. Dieses Werkzeug ist besonders nützlich bei der Arbeit mit ungefärbten Punktwolken, wie im folgenden Beispiel zu sehen.

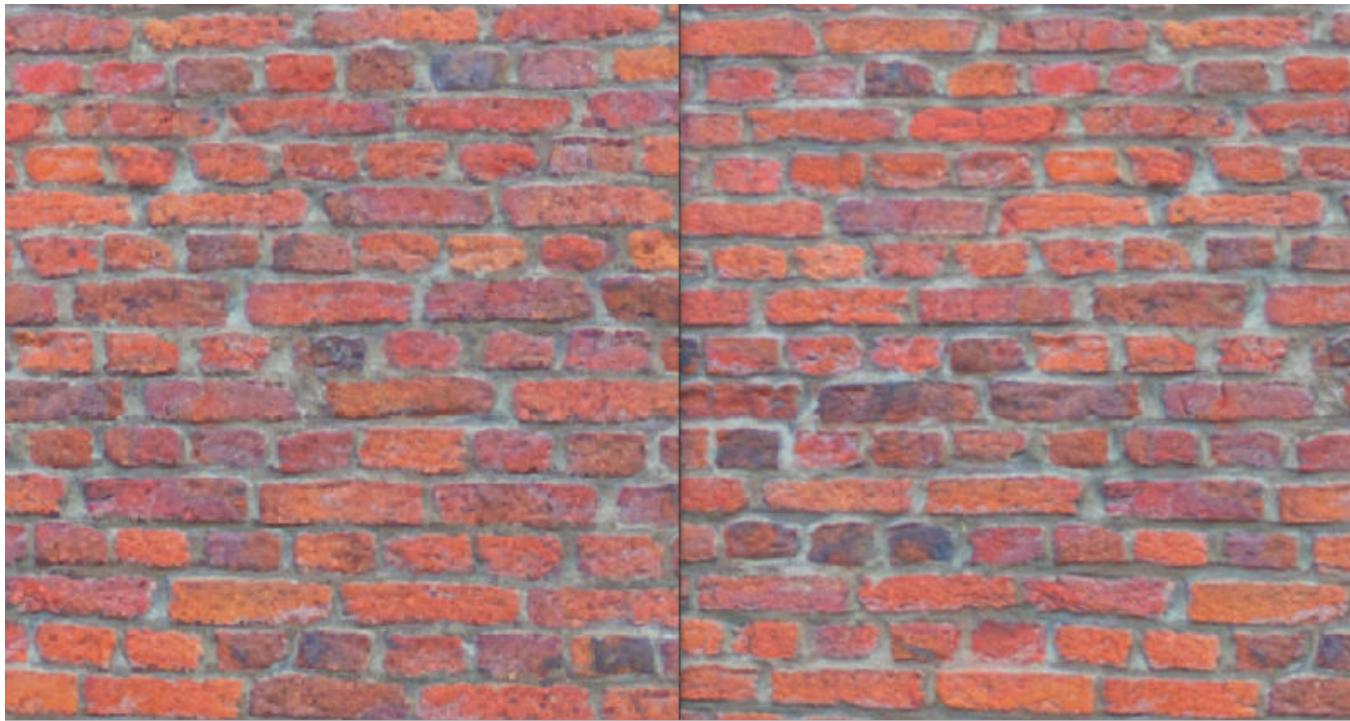


„Aussehen“ Bereich @Potree



Gleicher Punktwolken-Datensatz ohne EDL (links) und mit EDL (rechts). Die Parameter „Radius“ und „Stärke“ beeinflussen den Grad der Kantenschattierung @ULB.

- **Hintergrund:** Legt den Hintergrundstil fest (Himmel, Gradient, Schwarz, Weiss oder Keiner). Man kann den Hintergrund sogar mit einem persönlichen Bild individualisieren.
- **Splat-Qualität:** Legt die Punktdarstellung zwischen Standard und Hoher Qualität fest. Wie der Name schon sagt, ist die Option „Hohe Qualität“ visuell realistischer.



Punktwolke mit Standardqualität (links) und hoher Qualität (rechts)

- **Minimale Knotengröße:** Stellt die Größe der Octree-Knoten fest. Potree verwendet eine innovative Technik zur Punktwolkenspeicherung, die auf einer Octree-Datenstruktur basiert. Der Raum wird in Würfel unterschiedlicher Größe unterteilt, die jeweils einen bestimmten Detaillierungsgrad besitzen. Während Sie sich durch die Punktwolke bewegen, lädt und zeigt Potree dynamisch Würfel basierend auf der Kameraposition und dem Zielbereich an. Dadurch wird die Leistung auch bei sehr großen Punktwolken optimiert (das haben Sie sicher schon bemerkt). Durch das Anpassen dieses Parameters kann man die Größe dieser Würfel und den angezeigten Detaillierungsgrad steuern. Kleinere Knoten bieten mehr Details und ermöglichen eine detailliertere Ansicht Ihrer Daten. Sollten jedoch Leistungssprobleme auftreten, kann eine Erhöhung des Werts für „Min Knotengröße“ die Rendergeschwindigkeit verbessern, indem weniger Würfel angezeigt werden – insbesondere bei dichten Punktwolken. Aber Vorsicht: Verwechseln Sie diese Einstellung nicht mit dem „Max Punkte“, auch wenn beide die Anzahl der angezeigten Punkte beeinflussen.

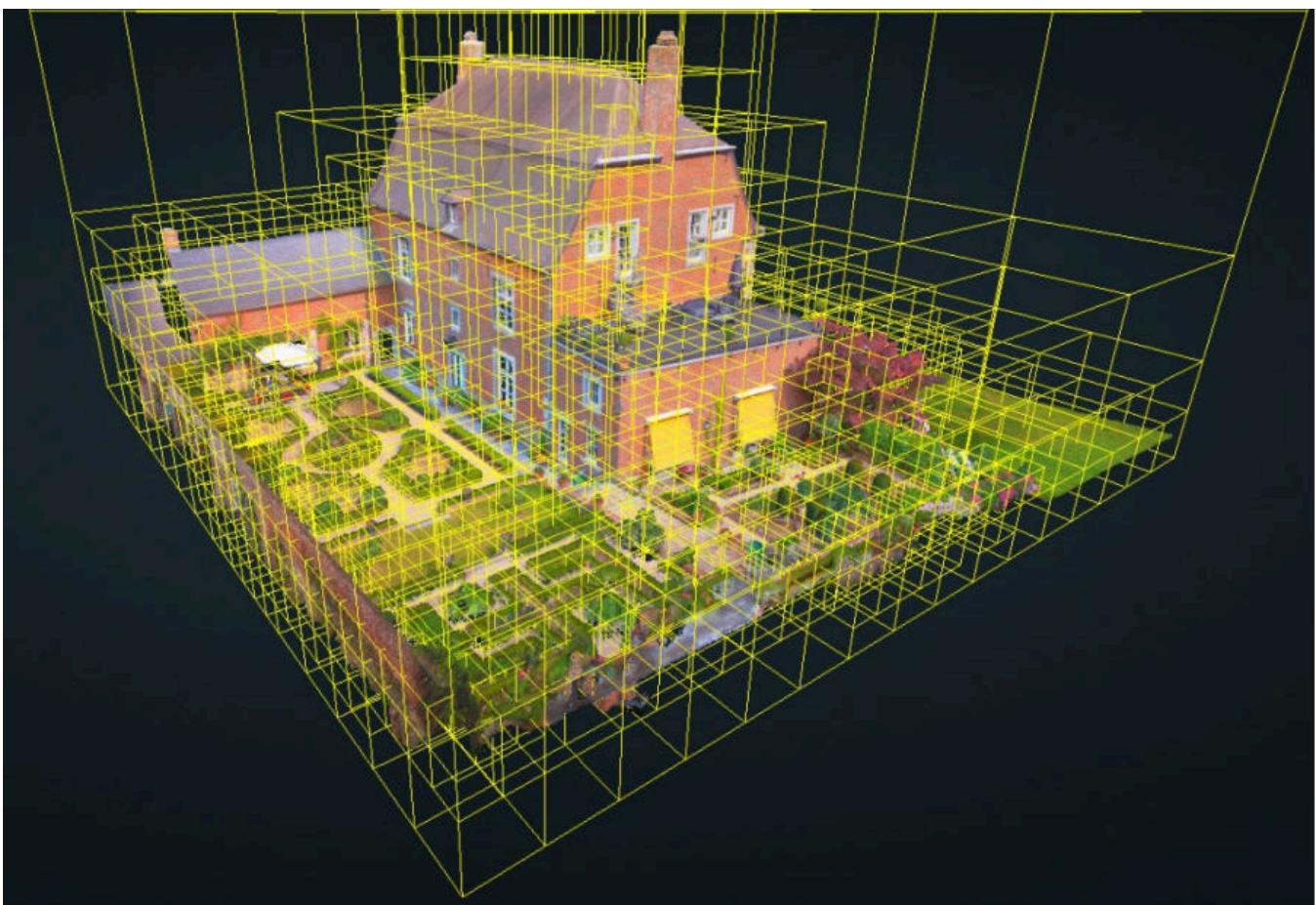


Min Knotengröße = 1000 (weniger Details = größere Knoten)



Min Knotengröße = 20 (mehr Details = kleinere Knoten)

- **Box [Raster]:** Wenn diese Option aktiviert ist, wird die Würfelstruktur des Octrees angezeigt. Diese Funktion veranschaulicht, wie die Punktewolke in hierarchische Würfel unterschiedlicher Größe unterteilt ist. Durch das Aktivieren der „Box“-Ansicht können Sie die Unterteilung und Hierarchie des Octrees besser nachvollziehen und so ein tieferes Verständnis der Datenorganisation gewinnen.



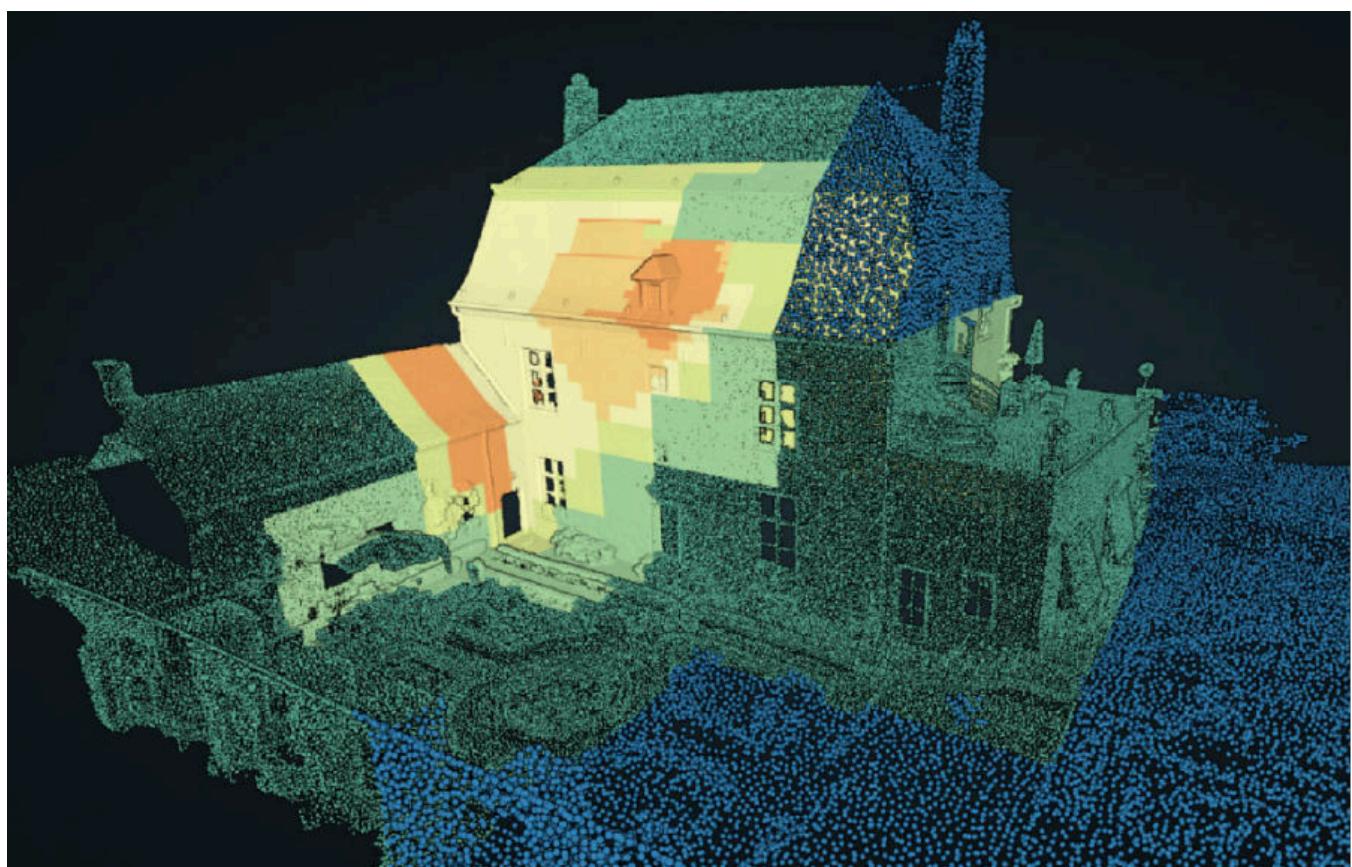
Würfelstruktur des Octrees @Potree

- **Lock View [Sperransicht]:** Fixiert die Ansicht der Knotengröße. Wenn die Option „Lock View“ aktiviert ist, bleibt die Knotengröße unabhängig von Zoom- oder Navigationsbewegungen konstant. Diese Funktion sorgt dafür, dass der Detaillierungsgrad der Punktewolke während der gesamten Erkundung gleich bleibt und so eine stabile und kontrollierte Visualisierung ermöglicht wird.

In diesem Beispiel habe ich zunächst in das Fenster hineingezoomt, dann die „Lock View“-Option aktiviert und außerdem die Punktewolke mit dem jeweiligen Detaillierungsgrad angezeigt. So können Sie sehen, wie Potree funktioniert. Das Sichtfeld des Benutzers wird klar und mit hohem Detaillierungsgrad dargestellt, während der Rest, der nicht im Kamerabereich liegt, mit geringerem Detaillierungsgrad angezeigt wird.



Sichtfeld des Benutzers



Wie die gerenderten Punktewolken aussehen.

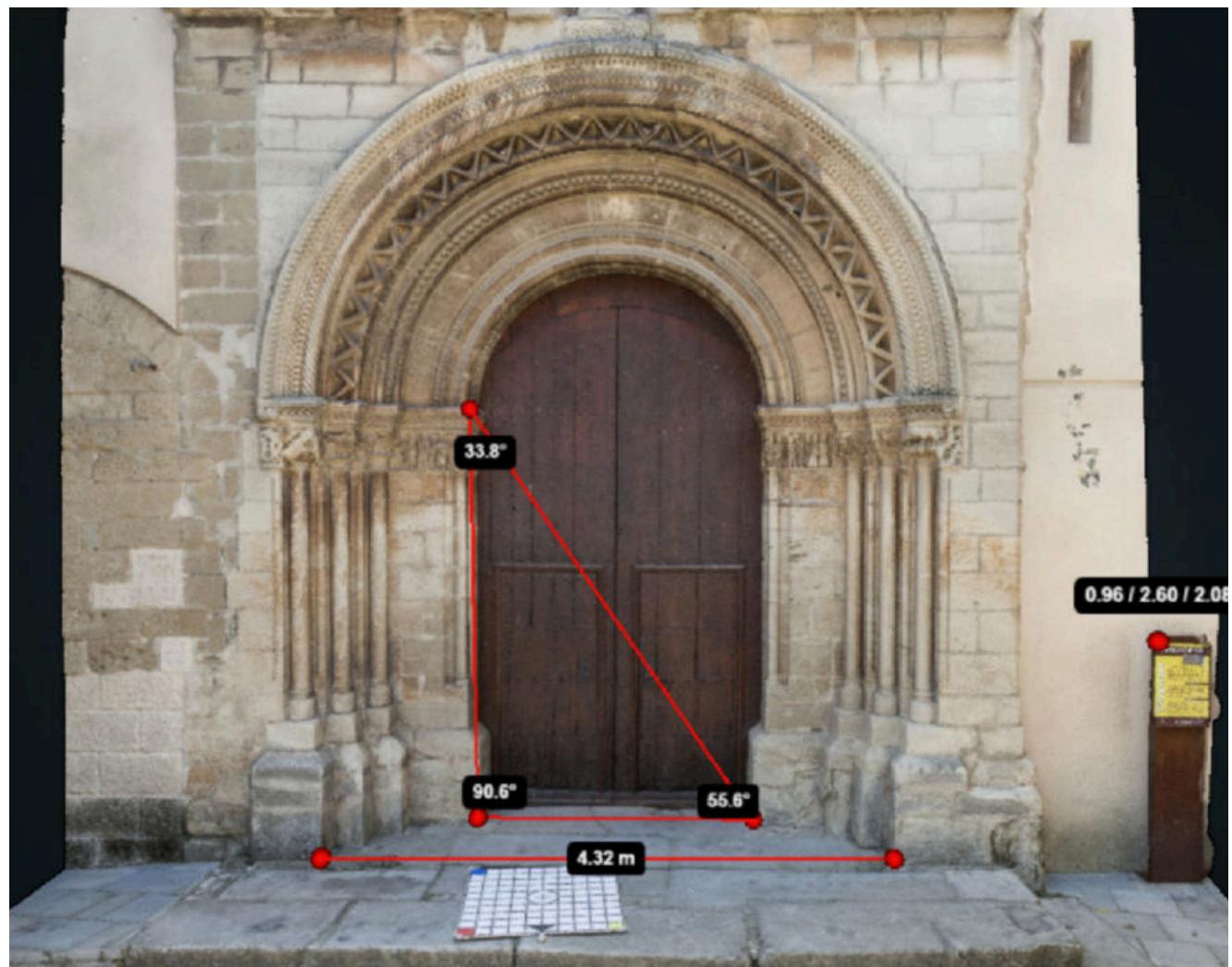
Bereich 2: Tools [Werkzeuge]

Im Bereich „Tools“ bietet Potree eine Vielzahl von Funktionen, die die Datenerkundung und -analyse unterstützen. Der „Messungen“-Abschnitt enthält grundlegende Werkzeuge, mit denen man Abstände, Winkel, Flächen und Volumen direkt in der Punktwolke präzise messen kann. Das „Höhenprofil“-Werkzeug ermöglicht die Erstellung und Visualisierung von Höhenprofilen, was das Verständnis von Gelände und Strukturen innerhalb der Daten erleichtert.

Im Abschnitt „Clipping“ [Ausschneiden] kann man mit dem Clipping-Werkzeug Teile der Punktwolke ausschneiden, um gezielt bestimmte Bereiche zu isolieren und zu untersuchen. Diese Funktion erleichtert die Analyse detaillierter Abschnitte der Punktwolke und verbessert die Effizienz bei der Dateninterpretation und -erkundung.

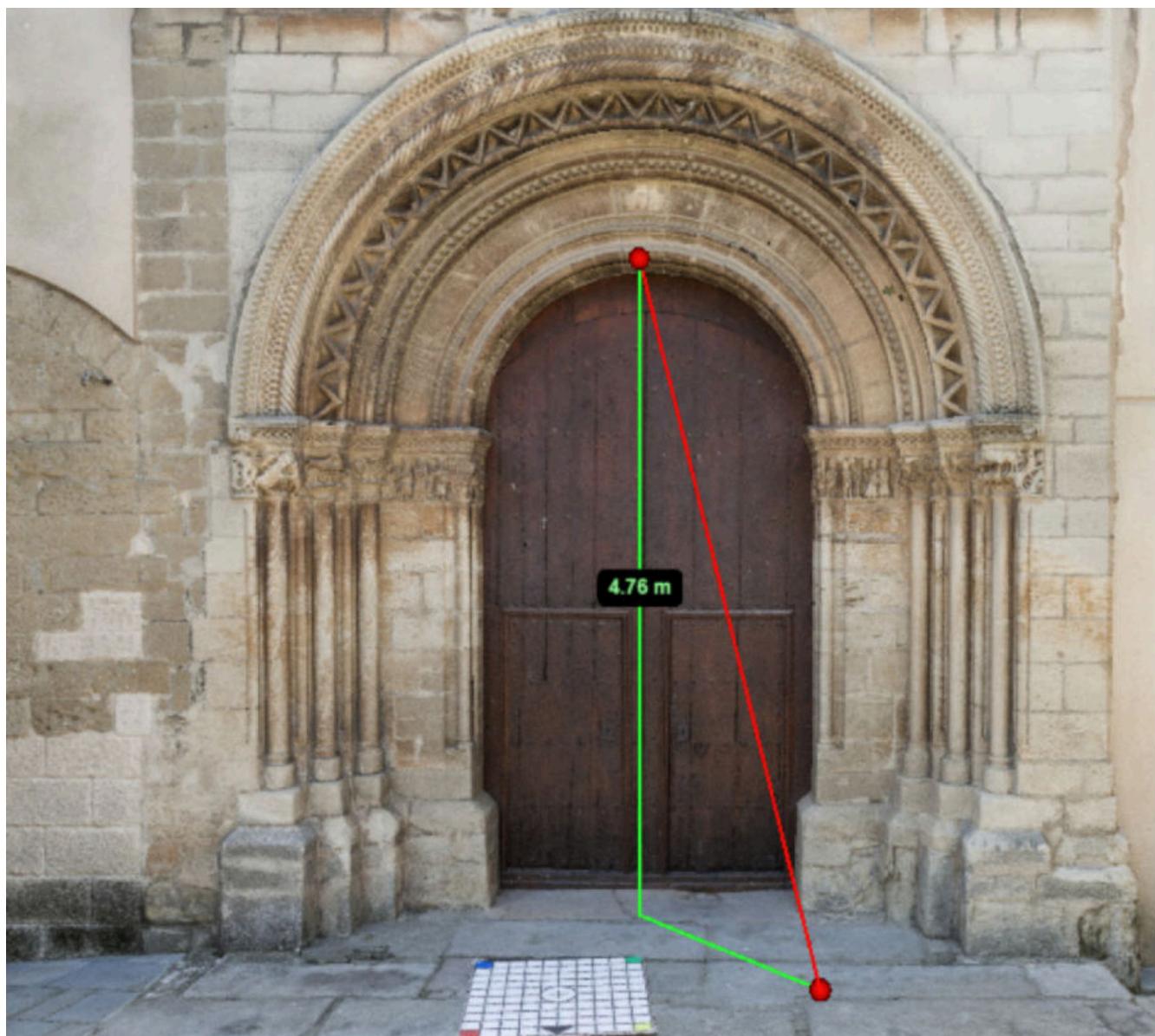
Der Abschnitt „Navigation“ bietet eine Auswahl an Navigationsmodi und Ansichten (links, rechts, vorne, hinten, oben, unten), sodass man die Daten mühelos aus verschiedenen Perspektiven erkunden kann. Zudem kann man in diesem Abschnitt zwischen perspektivischen und orthografischen Kamera-Projektionen wechseln.

In den folgenden Illustrationen haben wir eine Punktwolke verwendet, die wir im LAS-Format von Sketchfab heruntergeladen haben ([hier](#)). Alternativ können Sie die von OpenHeritage3D bereitgestellte Version im Potree-Viewer verwenden ([hier](#)).



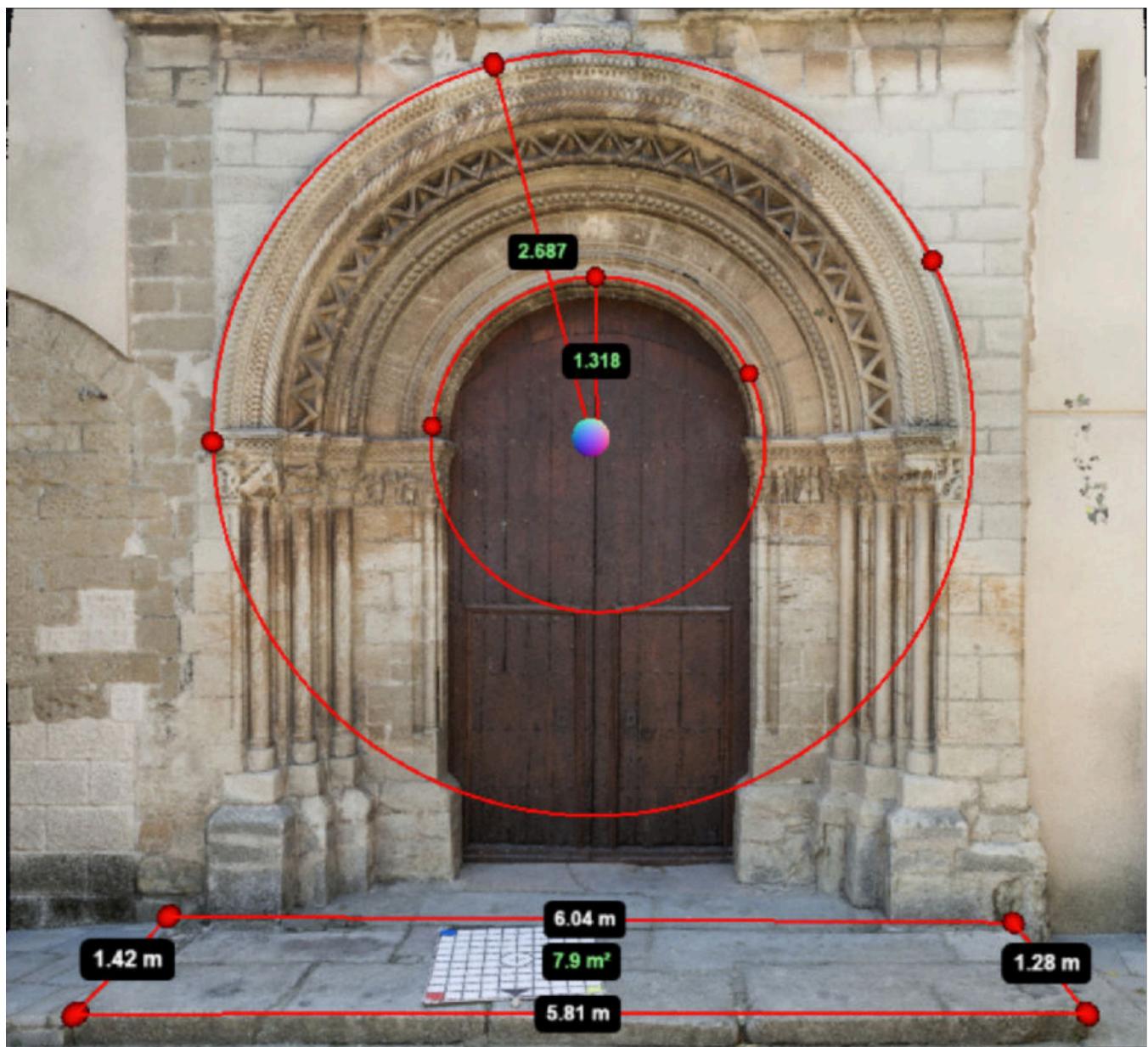
Punkt-, Abstand- und Winkelmessungen (mit freundlicher Genehmigung von OpenHeritage3D)

- Höhenmessung



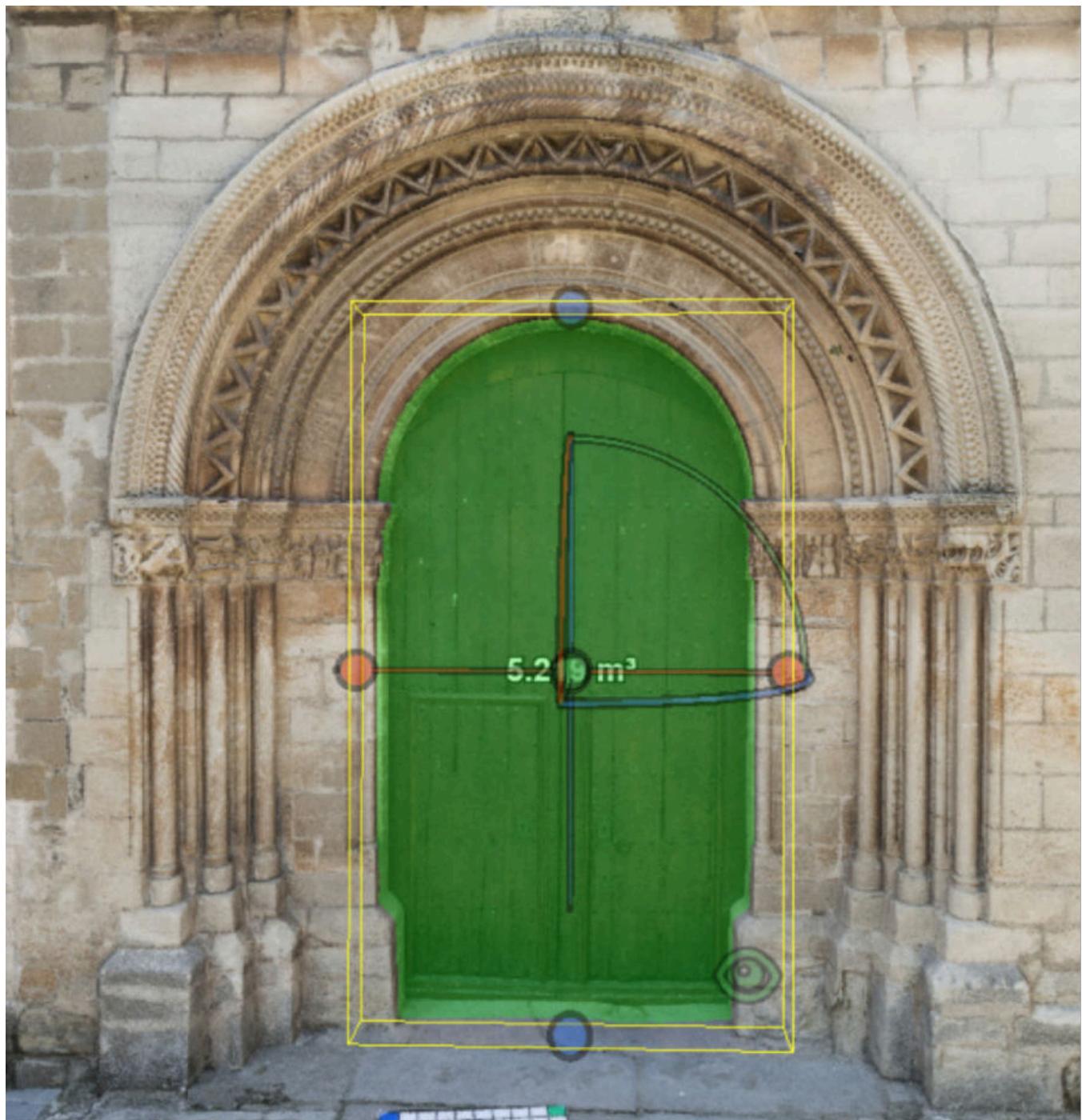
Vertikale Höhenmessung (mit freundlicher Genehmigung von OpenHeritage3D)

- Flächen- und Kreisflächenmessungen



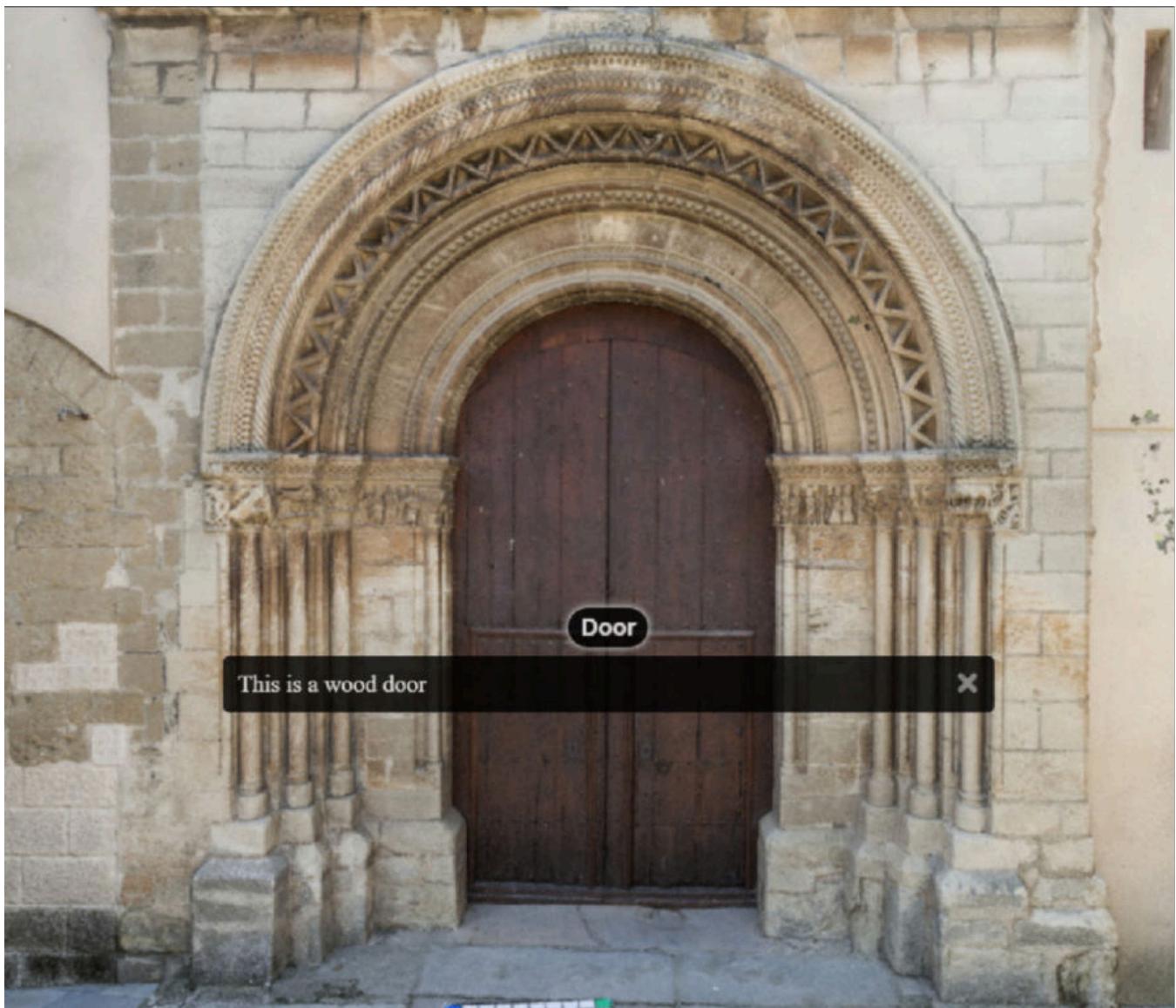
Flächen- und Kreisflächenmessungen (mit freundlicher Genehmigung von OpenHeritage3D)

- Volumenmessung



Volumenmessung (mit freundlicher Genehmigung von OpenHeritage3D)

- Anmerkungen

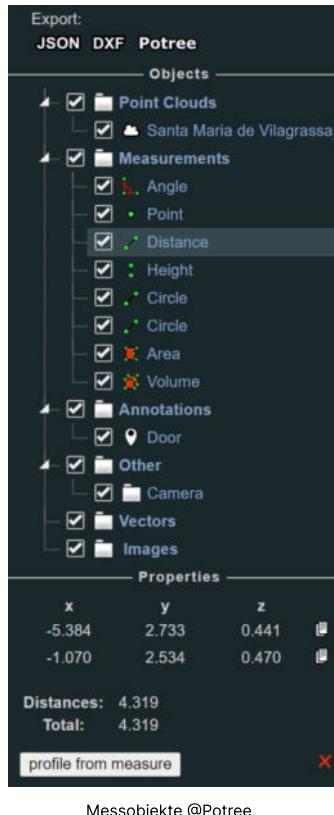


Anmerkungen (mit freundlicher Genehmigung von OpenHeritage3D)

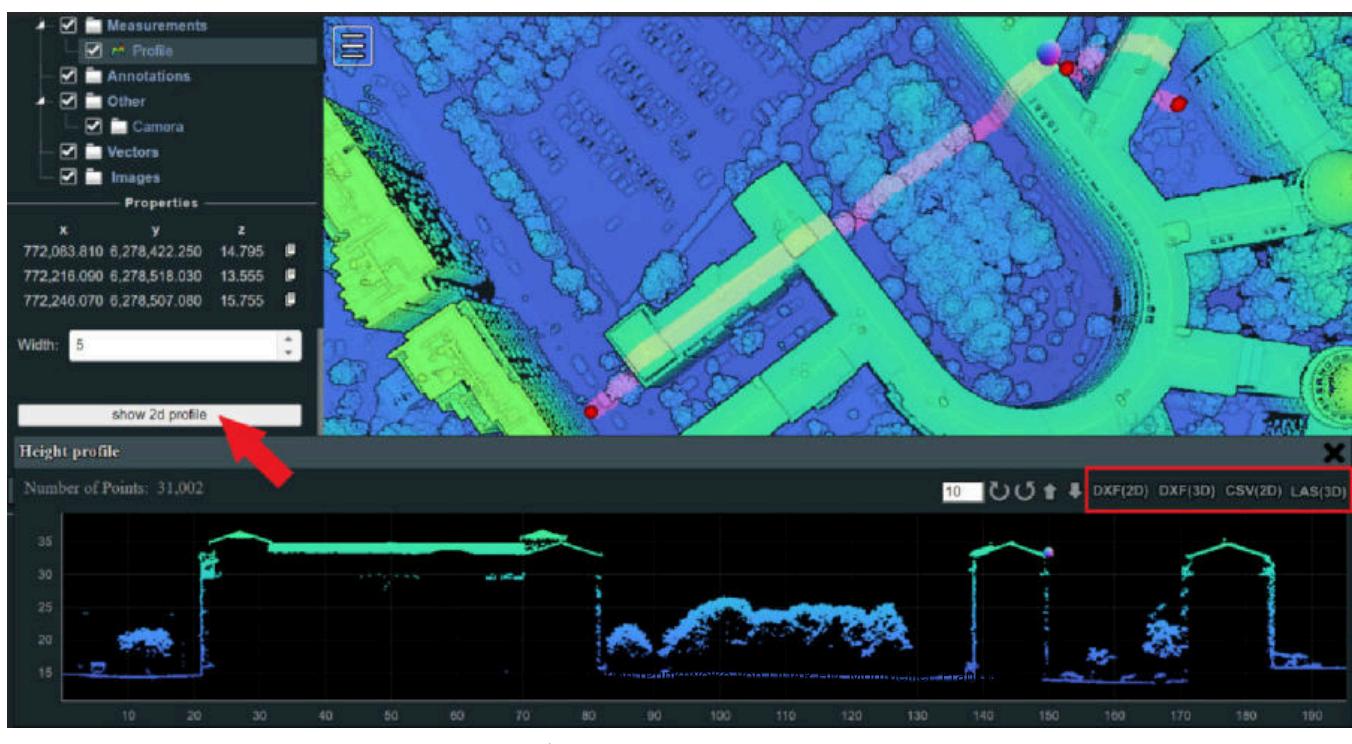
Sobald Messungen durchgeführt wurden, finden Sie diese im Abschnitt „Szene >> Measurements [Messungen]“ von Potree. Dort können Sie die Messungen flexibel verwalten: Sie können spezifische Messungen mit dem roten X-Symbol am unteren Rand löschen oder sie global im JSON-, DXF- oder Potree-Format exportieren.

In der nächsten Illustration erweist sich das „Höhenprofil“-Werkzeug als äußerst praktisch. Es ermöglicht nicht nur die sofortige Visualisierung von Höhenprofilen, sondern bietet auch die Option, die Punkte als CSV- (2D) oder DXF-Datei (2D) oder als Punktfolge im DXF- oder LAS-Format zu exportieren. Dies erleichtert den nahtlosen Datenaustausch mit CAD/BIM-Software und verbessert die Interoperabilität zwischen verschiedenen Plattformen.

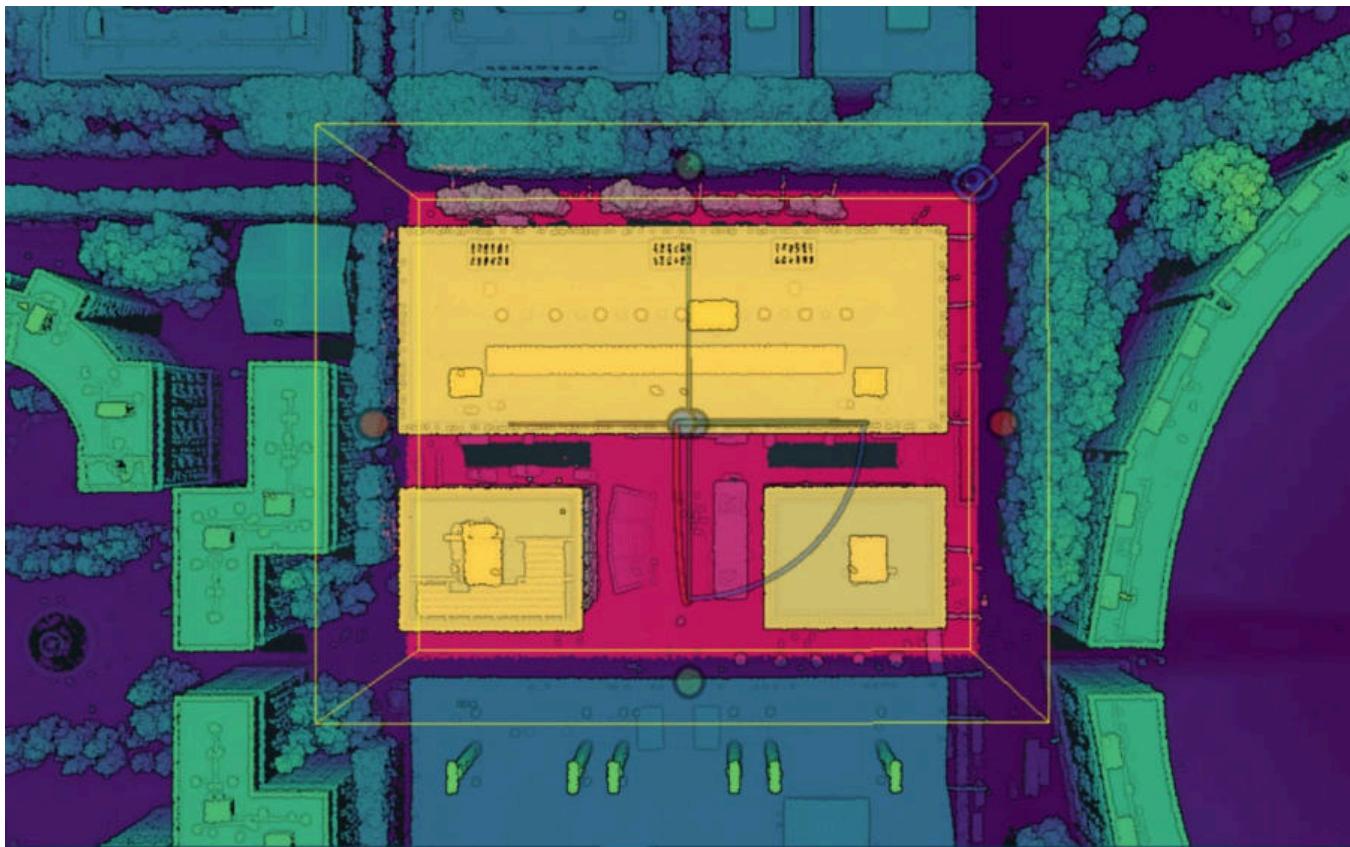
Beachten Sie, dass Sie auch die Breite festlegen können, die für die Erfassung von Punkten innerhalb des Profils berücksichtigt wird. Dies erlaubt eine gezielte und präzise Analyse. Die Anzeige von zuvor durchgeführten Messungen kann einfach aktiviert oder deaktiviert werden, um eine übersichtliche Visualisierung zu gewährleisten (entfernen Sie dazu einfach die Häkchen).



Messobjekte @Potree

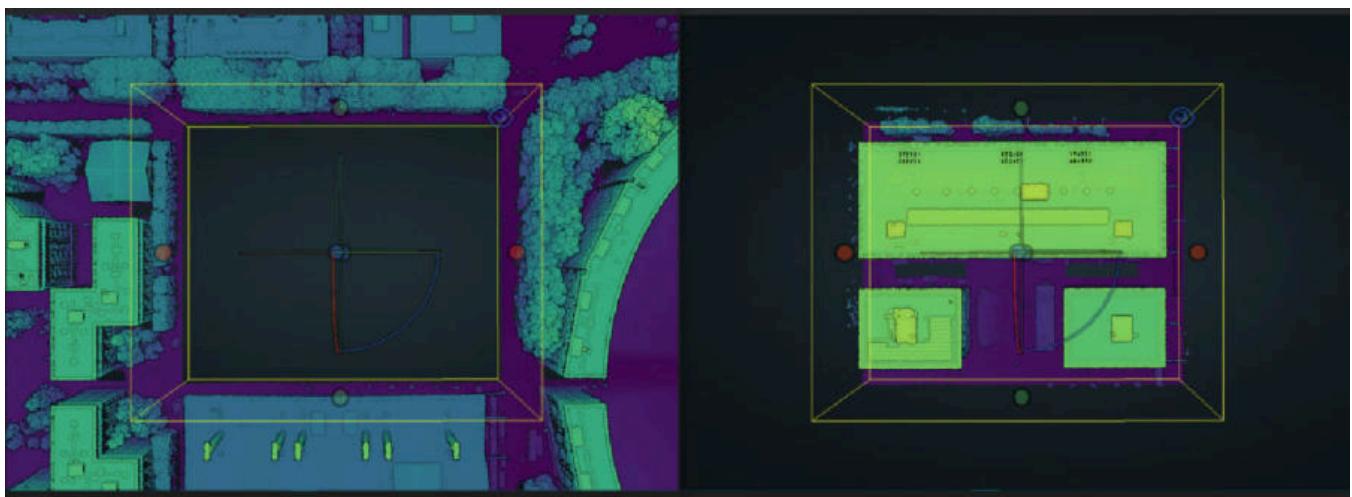


2. Clipping: Mit dem „Clipping“-Werkzeug kann man genau steuern, welche Teile der Punktwolken angezeigt oder – wie im Beispiel unten – hervorgehoben werden.



Hervorhebung innerhalb eines Würfels in einer Punktwolke (LiDAR HD, Montpellier, Frankreich)

Das Clipping in Potree ermöglicht es den Nutzern, sich auf bestimmte Bereiche innerhalb der Punktwolkendaten zu konzentrieren. Durch die Festlegung eines Clipping-Volumens kann man gezielt Bereiche hervorheben, indem man entweder die Punkte innerhalb des Volumens anzeigt („Clipping Innen“) oder die Punkte außerhalb davon ausschließt („Clipping Außen“).



Clipping-Ergebnisse, außerhalb (links) und innerhalb (rechts) (Punktwolke von LiDAR HD, Montpellier, Frankreich)

3. Navigation: Potree bietet verschiedene Navigationsmodi, um eine flexible und intuitive Steuerung der 3D-Punktwolken-Visualisierung zu ermöglichen.

1. **Earth Kontrolle [Bodenkontrolle]:** Bewegen Sie die Maus über die Punktwolken und klicken Sie mit der linken Maustaste, um die Ansicht zu verschieben, oder mit der rechten Maustaste, um das Modell zu drehen. Beim Klicken erscheint ein farbiger Kreis, der das Rotationszentrum darstellt. Zoomen erfolgt über das Mausrad.

2. **Fly Kontrolle [Flugkontrolle]:** Linksklick steuert die Flugrichtung, während man mit den Pfeiltasten auf der Tastatur vorwärts oder rückwärts navigieren kann. Ein Rechtsklick in Kombination mit Bewegung ermöglicht das Schwenken der Ansicht. Das Mausrad dient in diesem Modus zur Beschleunigung oder Verlangsamung der Bewegung.

3. **Hubschraubersteuerung:** Ähnelt dem Fly-Kontrolle-Modus.

4. **Orbit:** Linksklick für eine 3D-Rotation um das aktuelle Zentrum (das Zentrum kann durch einen Doppelklick auf einen Punkt der Punktwolke angepasst werden), Rechtsklick = Schwenken.

5. **Volle Ausdehnung:** Zoom wird bis zu den Grenzen der Punktwolke ausgedehnt.

6. **Navigationswürfel:** Zeigt den Ansichts-Würfel an.

7. **Kompass:** Zur Orientierung.

8. Erstellt eine Kameraanimation.



11. Die orthografische Projektion ist normalerweise nützlich, wenn das Modell vermessen wird. Der Perspektivmodus (10) wird verwendet, um Punktwolken und Maschen zu visualisieren und zu präsentieren.

12. Speed [Geschwindigkeit]: Man kann die Geschwindigkeit nach Bedarf erhöhen oder verringern.

Bereich 3: Szene

Der Bereich „Szene“ enthält verschiedene Objekte:

Point Clouds [Punktwolken]: Eine Szene kann aus einer oder mehreren Punktwolken bestehen.

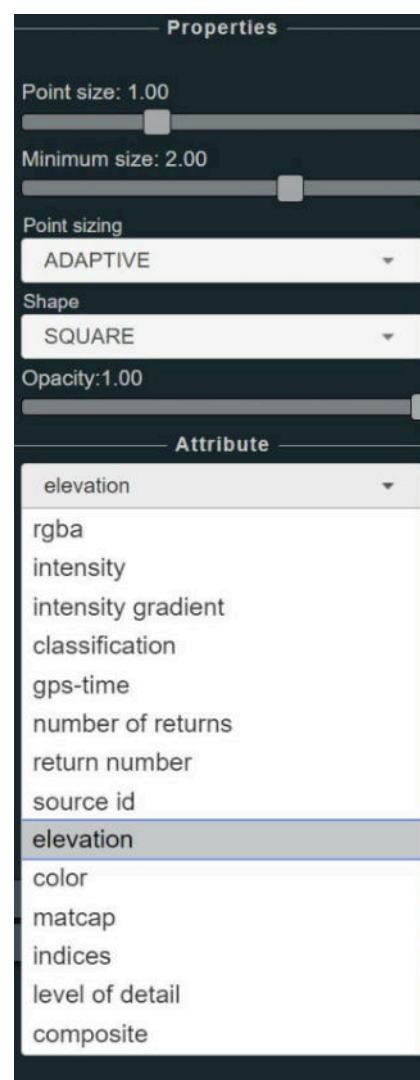
Annotations [Anmerkungen]: Hier erfolgt die Verwaltung von Anmerkungen.

Other [Anderes]: Hier findet man Kamera- und Zielpositionen.

Vectors [Vektoren]: Mit dieser Funktion können Vektordaten in die Szene eingefügt und verwaltet werden.

Images [Bilder]: Man kann Bilder (orientiert und georeferenziert oder nicht) in die Szene integrieren.

Wenn sich mehrere Objekte in einer Kategorie befinden, erscheint ein Dreieckssymbol, das es ermöglicht, die Liste einfach zu erweitern und durchzublättern. Wenn man ein Objekt auswählt, werden dessen Eigenschaften angezeigt, die spezifische Details für den jeweiligen Objekttyp liefern.



Eigenschaften einer Punktwolke

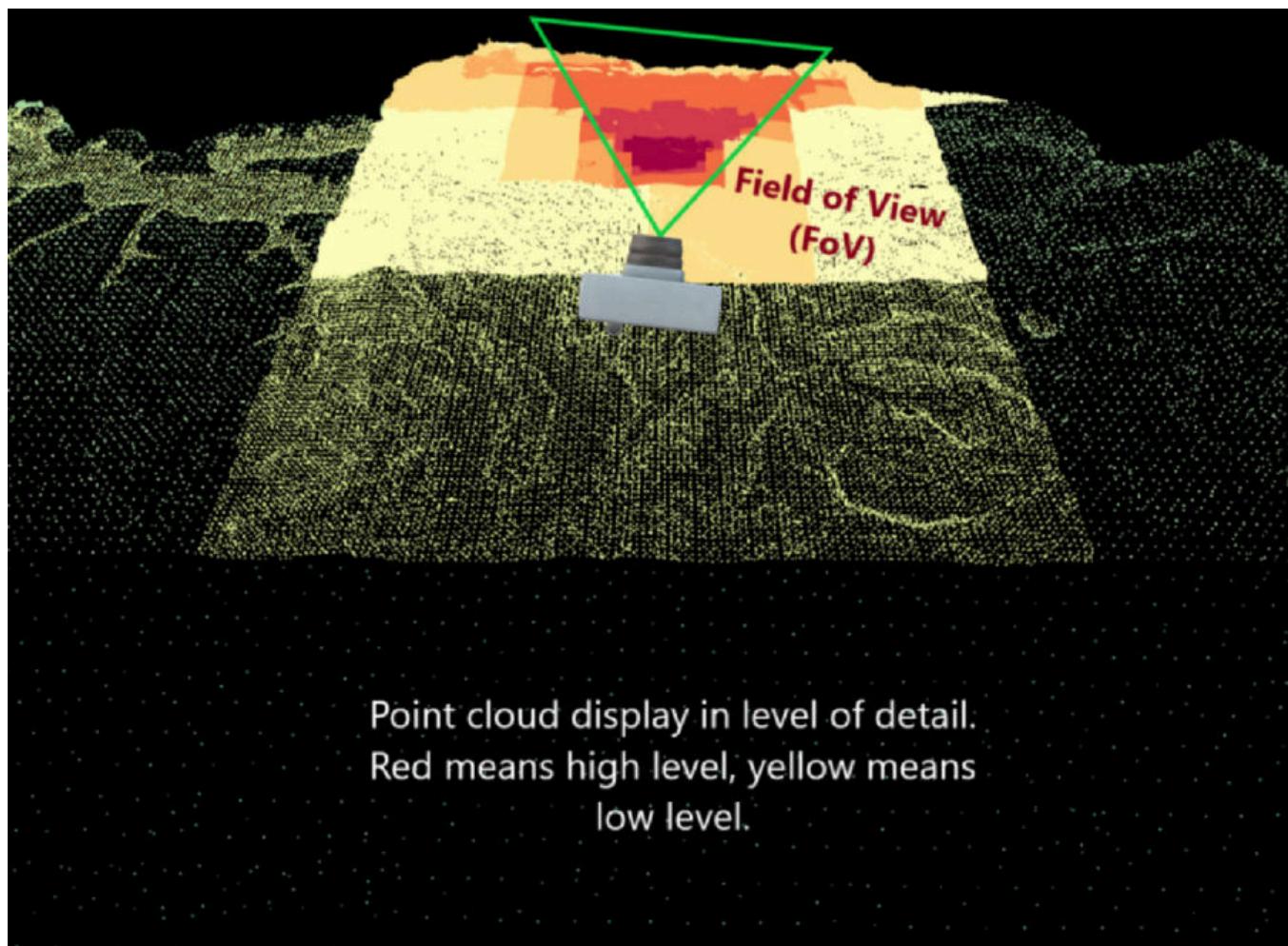
Point Clouds:

In Potree spielen die Eigenschaften der Punktwolken eine entscheidende Rolle bei der Feststellung ihres visuellen Erscheinungsbilds. Man kann verschiedene Anzeigeeinstellungen steuern, einschließlich Punktgröße, Optionen für die Punktgrößenanpassung (Fixiert, Gedämpft oder Adaptiv), Form (Quadrat, Kreis, Paraboloid) und Transparenz. Diese Einstellungen ermöglichen eine präzise Anpassung des Erscheinungsbilds der Punktwolke, um spezifischen Visualisierungsanforderungen gerecht zu werden.

Der Unterabschnitt „Attribute“ für Punktwolken ermöglicht es Ihnen, einen Farbmodus auszuwählen:

- RGB: Originalfarben, falls Ihre Punktwolken farbig sind
- RGB & Höhe: Eine Mischung aus RGB und einem Farbverlauf basierend auf der Höhe
- Farbe: Eine einheitliche RGB-Farbe (z. B. Rot, Gelb, Weiß ...)
- Höhe: Farbverlauf basierend auf der Höhe. Verschiedene Verlaufsstile stehen zur Auswahl
- Intensität: Farbverlauf basierend auf der Intensität (Graustufen), verfügbar nur bei LiDAR-Punktwolken, nicht bei Photogrammetrie
- Intensitätsgradient: Farbverlauf basierend auf der Intensität
- Klassifikation: Falls eine Punktwolke klassifiziert ist
- Rückgabenummer: Anzahl der Signalechos (normalerweise nur bei LiDAR-Daten)
- Detaillierungsgrad: Detailstufe
- Mischung: Ermöglicht es Ihnen, alle oben genannten Optionen zu kombinieren
- GPS-Zeit, Index... usw.

Die neueste Version von Potree unterstützt alle Attribute, die gemäß den ASPRS-Spezifikationen im LAS-Format gespeichert sind. Darüber hinaus können Sie zusätzliche Attribute hinzufügen, falls Ihre Punktwolke diese enthält. Ein Beispiel: Wenn Ihre Punktwolke Baumkennungen enthält, werden die Bäume in unterschiedlichen Farben angezeigt. Andere Attribute, wie z. B. der Detaillierungsgrad, werden nicht während der Konvertierung, sondern dynamisch basierend auf dem Sichtfeld der Kamera berechnet.



Punktwolke, gerendert im Detaillierungsgrad mit aktivierter Lock View, um den Außenbereich des Sichtfelds anzuzeigen.

Wie Sie vielleicht bemerkt haben, arbeiten wir ausschließlich mit Punktwolken. Es können jedoch auch andere Datentypen wie orientierte Bilder, Vektordaten und Maschen in den Potree-Viewer integriert werden. Da dies eine Anpassung des Viewers erfordert, müssen diese Daten in die HTML-Seite eingebunden werden. Genau das werden wir in den nächsten Artikeln behandeln.

Bereiche 4 & 5: Filter & Über Potree

Der Bereich „Filter“ ermöglicht es den Nutzern, Attributfilter auf die Punktwolkendaten anzuwenden, z. B. für Klassifikationen, GPS-Zeit, Rückgabenummer und mehr. Diese Funktion erlaubt eine selektive Anzeige und eine gezielte Analyse spezifischer Attribute.

Im Bereich „Über Potree“ kann man wichtige Informationen über den Potree-Viewer, einschließlich Versionsdetails, Informationen zu den Entwicklern sowie Sponsoren des Projekts finden. Unser herzlicher Dank gilt ihnen für ihre Bemühungen, dieses großartige Tool möglich zu machen.

Zusammenfassung

In diesem dritten Artikel haben wir die Funktionen von Potree für große Punktwolken untersucht, die eine hohe Anzeigegeschwindigkeit und nahtlose Leistung bieten. Wir haben uns auf Navigation, Anzeigeeoptionen und wesentliche Werkzeuge wie Messungen, Profile, Anmerkungen und Clipping konzentriert. Im nächsten Artikel werden wir darauf eingehen, wie der Potree-Viewer angepasst werden kann, um andere Datentypen einzubinden. Bleiben Sie dran für weitere Einblicke!

Kurse

Schreiben Sie uns eine Nachricht, wenn Sie KOSTENLOSEN Zugang erhalten möchten.