Punktwolken-Scannen mit dem Smartphone [Lidar Scannen]



- *Geht das?*

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Quelle: AI generiertes Bild

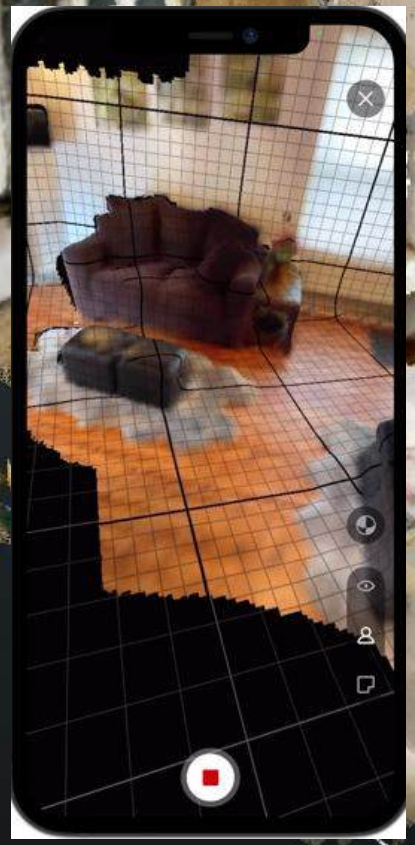
Hast Du ein Smartphon mit LIDAR-Sensor?

Apple iPhone Pro 12 oder höher

Smartphones anderer Hersteller können über einen eingebauten Lidar Sensor verfügen, andernfalls ist ein externer Sensor erforderlich.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Dann probiere es aus!



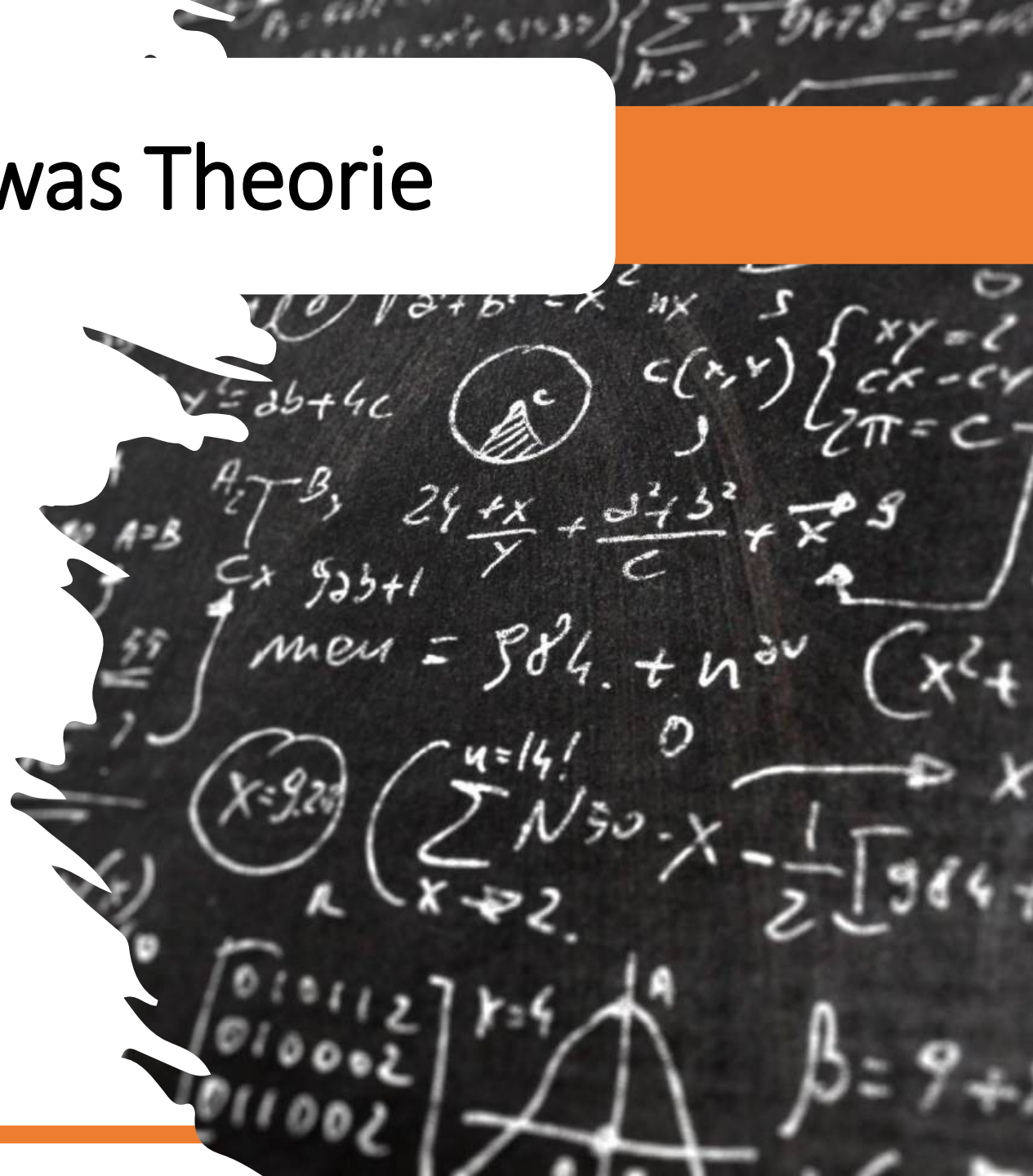
App von DOT 3D
herunterladen und loslegen

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Quellen: Dot 3d und Apple –App Store und Sascha Nitsche

Zunächst etwas Theorie

Keine Sorge - wirklich nur ein bisschen! Wer‘s schon weiß oder nicht braucht, weiter auf Seite 12



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

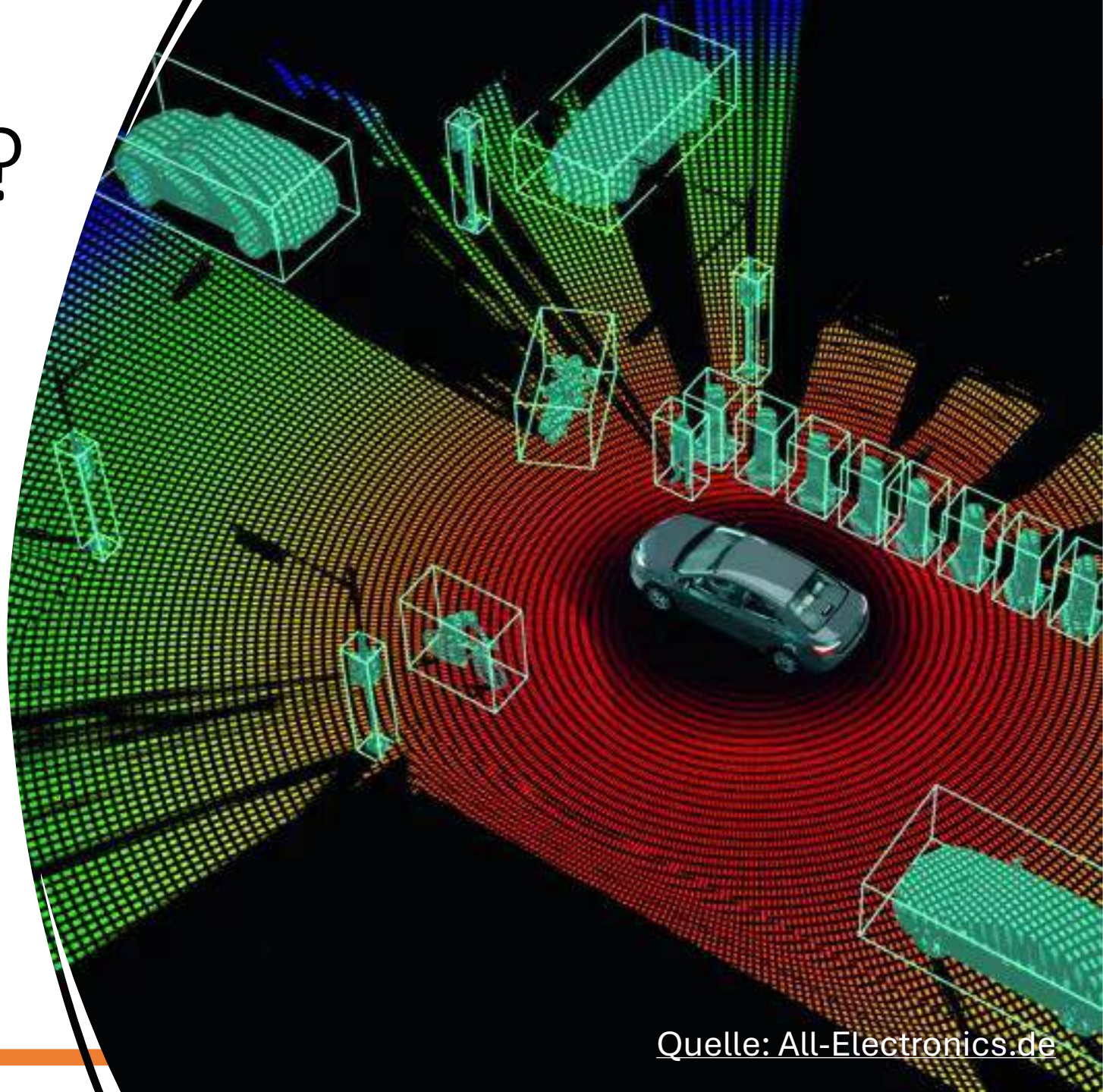
Wie war das?

- Was versteht man unter LIDAR?
- Wie funktioniert das Scannen von Punktwolken?
- Was bedeutet Tachymetrie?
- Was genau ist eine Totalstation?
- Sind Totalstationen inzwischen veraltet?
- Welche Vor- und Nachteile bieten die beiden Verfahren?
- Fazit: Welche Methode ist wann sinnvoll?

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Was ist LIDAR?

„Light Detection and Ranging“, kurz LiDAR, ist eine Fernerkundungstechnologie, die Laserstrahlen nutzt, um in Echtzeit präzise Entfernungen und Bewegungen in einer Umgebung zu messen.



Quelle: All-Electronics.de

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Was ist LIDAR?



Quelle:
RPLidar

Funktionsweise eines terrestrischen Scanners mit LIDAR-Sensor

Grundprinzip:

- Ein LIDAR-Sensor sendet Lichtimpulse aus und empfängt die reflektierten Signale.
- Die Zeit, die das Licht benötigt, um zurückzukehren, wird gemessen und in eine Entfernung umgerechnet.

2D-LIDAR-Scanner:

- Rotiert in einer Ebene und misst gleichzeitig die Winkel seiner Drehbewegung sowie die Entfernungen.
- Ergebnis: Ein zweidimensionales Abbild (z. B. eines Raumes).

3D-LIDAR-Scanner:

- Hinzufügen einer zweiten Rotationsachse ermöglicht dreidimensionale Messungen.



Quelle:
Unitree

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Was ist LIDAR?

Mobile LIDAR-Scanner und SLAM-Technologie

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping):

- Technologie zur Erstellung von Scans während der Bewegung.
- Der Scanner lokalisiert sich selbst im Raum und erstellt gleichzeitig einen Umgebungsscan.
- Verwendet in mobilen Scannern wie denen von **Dot3D**.

Dot3D und SLAM:

- Mobile Lösung, die schnelle und präzise 3D-Scans ermöglicht.
- Ideal für dynamische Umgebungen und schwer zugängliche Bereiche.



Quelle: DotProduct

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Wie geht das Scannen von Punktwolken mit dem Smartphone [Lidar]?

Statt Radiowellen wie beim Radar werden bei Lidar Laserstrahlen genutzt, genauer ist es eine Form des dreidimensionalen Laserscanning.

Die Informationen der dreidimensionalen Messungen werden mit Bildinformationen aus der Kamera zu einer dreidimensionalen Punktwolke verarbeitet

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Was ist Tachymetrie?

- Tachymetrie– zu deutsch. Schnell Messung heißt deshalb so, weil sie in einem Messvorgang über Winkel und Entfernungen die genaue Bestimmung eines Punktes im dreidimensionalen Raum ermöglicht.
- Die Messung erfolgt Punkt für Punkt. Neue Geräte können auch Linienzüge speichern.
- Das Verfahren ist relativ Zeit aufwändig, besonders wenn viele Punkte zu messen sind, dafür aber auch über weitere Strecken sehr genau. (Geodäsie)

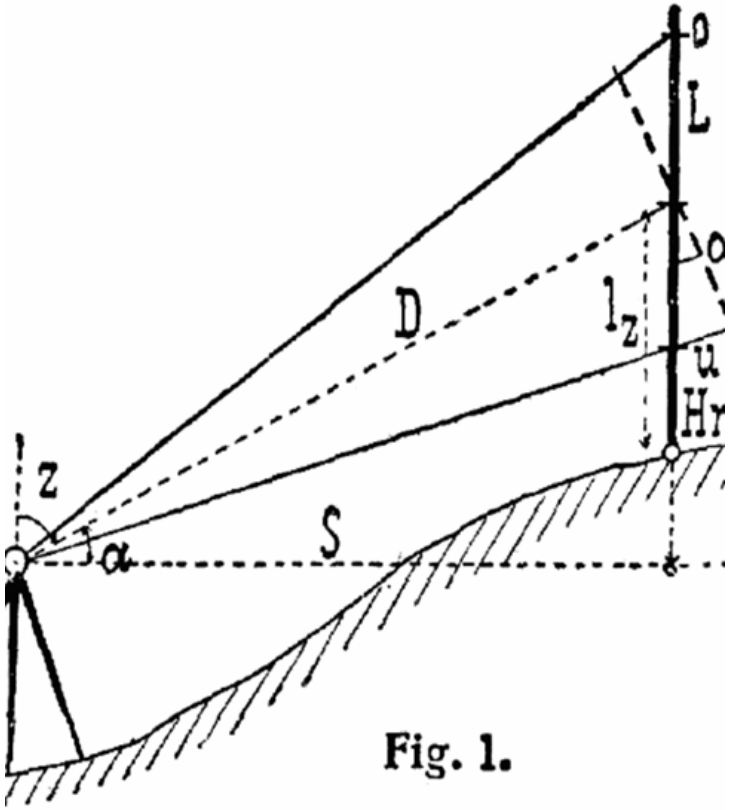


Fig. 1.

Quelle Wikipedia

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Was ist ein Tachymeter/_e Totalstation?



Das Tachymeter (altgr. ταχύς tachýs ‚schnell' und μέτρον métron ‚Maß', ‚Maßstab') ist ein Gerät, mit dem man Horizontalrichtungen, Vertikalwinkel und – anders als mit einem Theodolit – auch die Schrägstrecke (die schräg gemessene Entfernung) zum Zielpunkt ermitteln kann. Es dient zur raschen Auf- und Einmessung von Punkten.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann, Fa. Gottlieb Nestle GmbH

Welche Vor- und Nachteile haben beide Verfahren?

Scanner



- bildgebend
- viele Punkte in kurzer Zeit
- das zusammensetzen von Scans kann eine Fehlerquelle sein
- Punkte müssen aus der Wolke extrahiert werden
- keine Daten auf die Baustelle
- kein Maß kann vergessen werden

Totalstation

- einzelne Punkte
- viele Punkte dauern
- extrem hohe Genauigkeit
- Export als 3D-DXF-kann sofort verarbeitet werden.
- Direktes Einmessen in die CAD-Software
- Kann zum Abstecken von Bauten oder Bauteilen verwendet werden



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann, Fa. Gottlieb Nestle GmbH

Fazit

Gerade größere Projekte brauchen Georeferenziereung

Tachymetrie garantiert ein Höchstmaß an Genauigkeit

Durch Laserscan erzeugte Punktewolken, stehen für einen hohen Informationsgehalt.

Die Verbindung beider Verfahren ermöglicht die Nutzung der jeweiligen Vorteile bei gleichzeitiger Umgehung der Nachteile

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Unsere Workflows

- Wir bieten drei verschiedene Workflows für drei verschiedene Genauigkeitsanforderungen an. Alle drei Workflows bauen aufeinander auf, so dass man mit dem einfachsten beginnen und von dort aus weiterarbeiten kann. Da sie aber auch unterschiedlich aufwendig sind, können sie später je nach Anforderung gezielt ausgewählt werden.Die höchste Genauigkeitsstufe kann als Grundlage für BIM (Building Information Modeling) dienen und genügt im Ergebnis selbst hohen Ansprüchen.



Bild mit AI Generiert

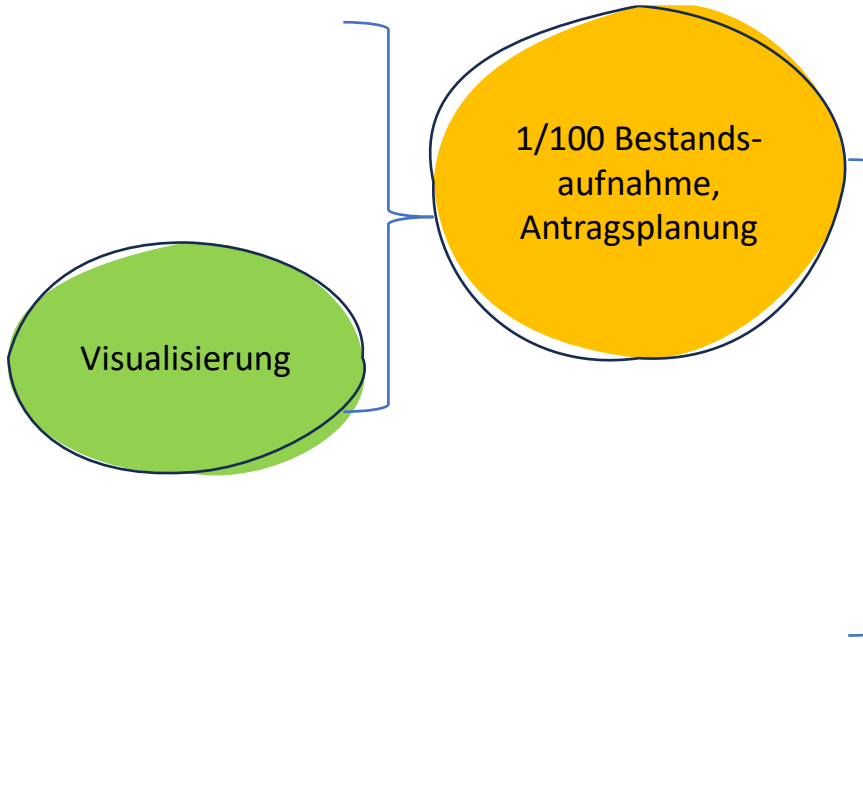
© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Genauigkeitsstufen

Anbringen der April-Tags
Mind. 2 pro Raum

Scannen der (Teil-) Objekte
Per iOS Dot3D-App

April-Tags einmessen
Mittels GeoMax-Tachymeter und Software X-Pad



Die Erkenntnisse der unteren Genauigkeitsstufen gelten jeweils auch für alle höheren Stufen.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Unreferenzierter Scan-Visualisierung

- Dient der Orientierung.
- Größe des Objektes/Bereiches sehr begrenzt
- Nur überschlägige Ermittlung von Maßen z.B. für Kostenschätzung
- Enthält mehr Informationen als Skizze auf Papier
- "ein 3D-Foto"

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Projekt:Mainz_Köln



Erstaunliche Genauigkeit auch bei nicht referenziertem Scan Auch hier erstaunliche Genauigkeit

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Was braucht es für einen guten LIDAR-Scan?

Ohne Licht kann man nicht sehen und keine farbigen Punktwolken erzeugen
Abstand: nicht zu nah und nicht zu weit weg

Den Faden bzw. das Mesh nicht verlieren.

Den Scan möglichst aus einer Bewegung heraus entwickeln.

In der Ruhe liegt die Kraft. Vermeide abrupte Bewegungen, gib dem Scan Zeit, sich zu entwickeln.

Kreuzereferenzen, Schleifen: wiederkehrende Strukturen helfen der Software beim Zusammensetzen der Bilder (Frames).

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Licht

Warum ausreichendes Licht beim Scannen mit Dot 3D wichtig ist:

Ein ausreichendes Licht ist entscheidend, um die Farben im Scan korrekt zu erfassen. Bei unzureichender Beleuchtung können die Farbinformationen verloren gehen oder verfälscht werden, was die Qualität und die Detailtreue des Scans beeinträchtigt. Nur durch ausreichende Ausleuchtung wird sichergestellt, dass die Farben präzise in den Scan integriert werden, was für eine realistische und exakte Punktwolke von großer Bedeutung ist.



Bild mit AI Generiert

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Wie kann man das Scannen optimal ausleuchten:

Akku-Lampen: Portabel und flexibel einsetzbar, ideal, um die gewünschte Lichtintensität und gleichmäßige Ausleuchtung zu erreichen.

LED-Strahler: Bieten starke und gleichmäßige Beleuchtung, ohne Wärme zu erzeugen, und sind besonders effektiv für detaillierte Scans.

Stativ- oder Halterungen: Sorgen für eine stabile und zielgerichtete Lichtquelle, die eine präzise Farb- und Detailwiedergabe ermöglicht.


Quelle: Bosch Professional

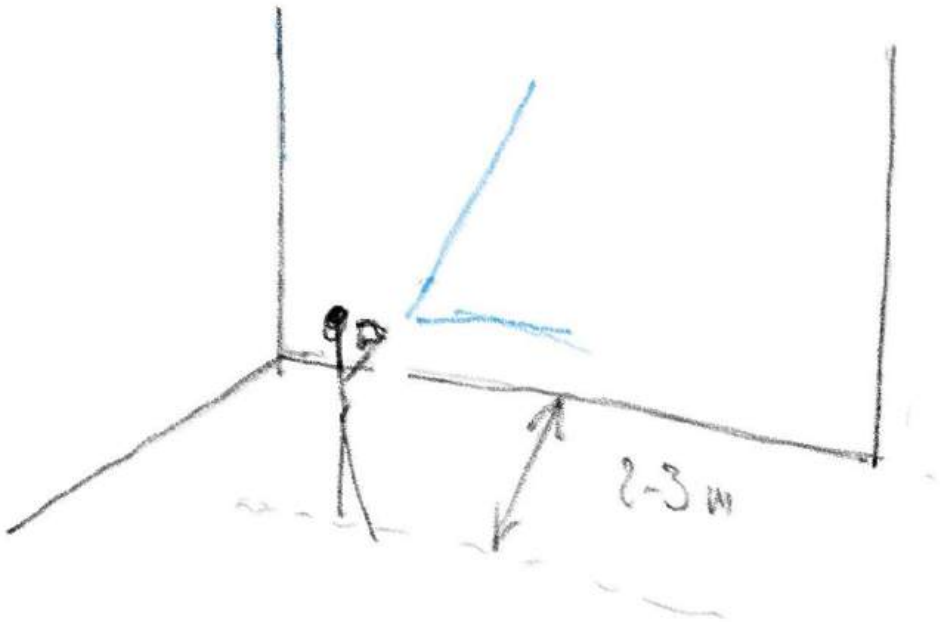

Quelle: Brennenstuhl


Quelle: Brennenstuhl

Durch die richtige Beleuchtung kann die Qualität des Scans erheblich verbessert werden, da die Farben des Objekts exakt erfasst und im Scan dargestellt werden.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Distanz-den richtigen Abstand wahren

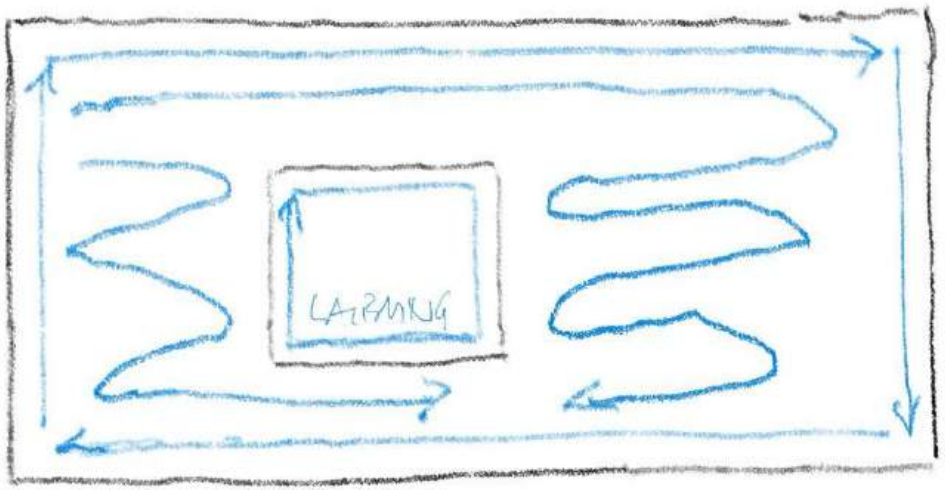


Ein Abstand von 2-3 m zum Objekt hat sich bewährt. Nicht zu nah, aber auch nicht zu weit weg. Das braucht etwas Übung. Nach einigen Scans wirst du es gut beherrschen. Der LIDAR-Sensor hat eine Reichweite von gut 5 m. Damit ist deine Reichweite begrenzt. Du kannst sie verlängern, indem du einen Fensterputzstab benutzt.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

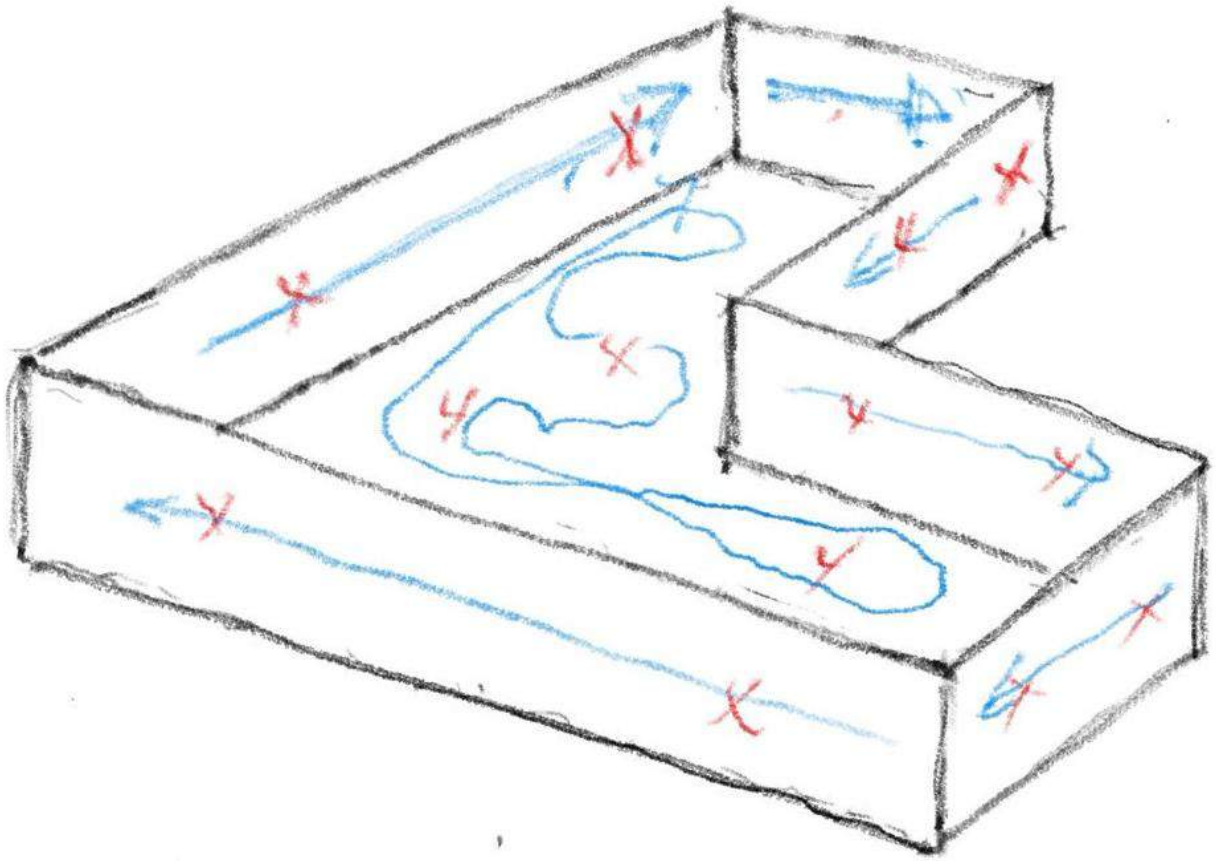
Nicht den Faden verlieren

Beginne zunächst damit, die Fläche außen herum abzufahren. Fahre dann wie mit einem Rasenmäher Bahnen, um die Fläche auszufüllen. Zum Schluss ist es wichtig, die Laibungen der Öffnungen zu scannen (Scanschatten)



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Kreuzreferenzen, Schleifenschluss



Überlege dir vor dem Scannen, wie der Scanvorgang ablaufen soll. Freistehende Objekte, wie z.B. Säulen, können nach dem Scannen genauer platziert werden. Es ist gut, einen Tag mehrmals und aus verschiedenen Richtungen zu scannen. Lass deinen Scan dort enden, wo du ihn begonnen hast-gerne auch mit einem Tag

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

In der Ruhe liegt die Kraft

Vermeide abrupte Bewegungen, um den Scan nicht zu verzerren, wie hier geschehen. Eine zu schwungvolle Aufwärtsbewegung mit der Stange hat zu diesem beeindruckenden Ergebnis geführt.



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Fazit: einfache 3-D-Visualisierung

- Das Smartphone ist zum fast ständigen Begleiter geworden.
- Ein unreferenzierter Scan ist somit fast überall und jederzeit möglich.
- Gerade freistehende Objekte stehen oft nicht richtig im Raum.
- Dient nur zur Orientierung und Massenschätzung.
- Kann zur Dokumentation des Baufortschritts verwendet werden (Bautagebuch)
- Gedankenstütze nach dem ersten Submissionstermin

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Tipps für ein gutes Gelingen

Höhergelegene Bereiche wie Giebel oder die Traufbereiche können mittels einer Teleskopstange erreicht werden. Das Smartphone montierst du mittels einer Fahrradhalterung.

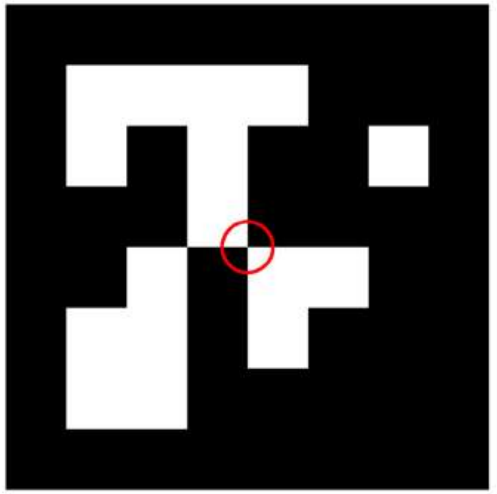
Smartphones sind besser geeignet zum Scannen als Tablets, weil du sie besser in deiner Hand halten und bewegen kannst, um Objekte von allen Seiten zu erreichen

Hast du ein größeres Projekt, dann nimm dir auf jeden Fall eine Powerbank für dein Smartphone mit, falls du vor Ort nicht laden kannst

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Referenzierung durch April-Tags

- April Tags sind zum Programm dazugehörige Tafeln mit optischem Code ähnlich QR.
- Sie werden beim Scannen erkannt und als Wegpunkt abgespeichert.
- Sie erleichtern den Schleifenschluss und Kreuzreferenzen ebenfalls dienen sie bei größeren Projekten als Orientierung
- Sie können aus der Software heruntergeladen und ausgedruckt werden.
- Diese findest du unter [Einstellungen_Support_Apriltags] herunterladen
- Wird ein Tag von der Software erkannt, so leuchtet er orange auf



247

DOT PRODUCT

www.dotproduct3d.com

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Apriltags

Helfen bei der Orientierung in größeren Objekten

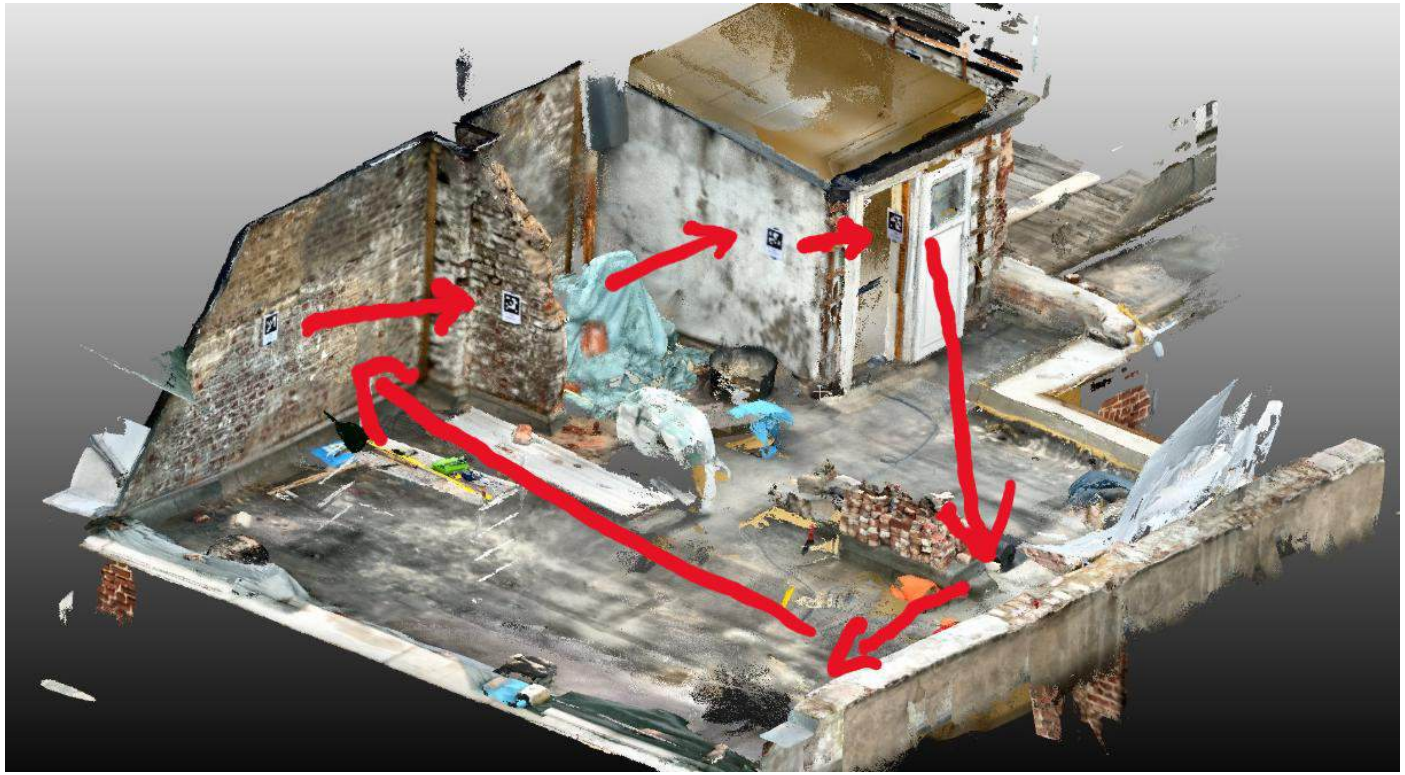


© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Apriltags

Erleichtern den Schleifenschluss

Schließe den Scan möglichst mit dem Tag ab, mit dem Du begonnen hast



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Apriltags

Scans können unterbrochen und an derselben Stelle fortgesetzt werden



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Fazit: Bestandsaufnahme Dokumentation historischer Gebäude bis circa 1:100Apriltags

Auch größere Objekte können mit beeindruckender Genauigkeit dokumentiert werden.

Es können leistungsgerechte Aufmaße im Maßstab 1:100 oder Bauantragspläne erstellt werden.

Ist jedoch auch eine Ausführung geplant, empfiehlt es sich im Sinne von BIM, von Anfang an ein genaues Aufmaß und Modell zu erstellen.

Dies ist mit der dritten Genauigkeitsstufe möglich

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Tipps für ein gutes Gelingen

Tags auf dickeres Papier drucken und einschweißen oder direkt auf Kunststoff drucken.

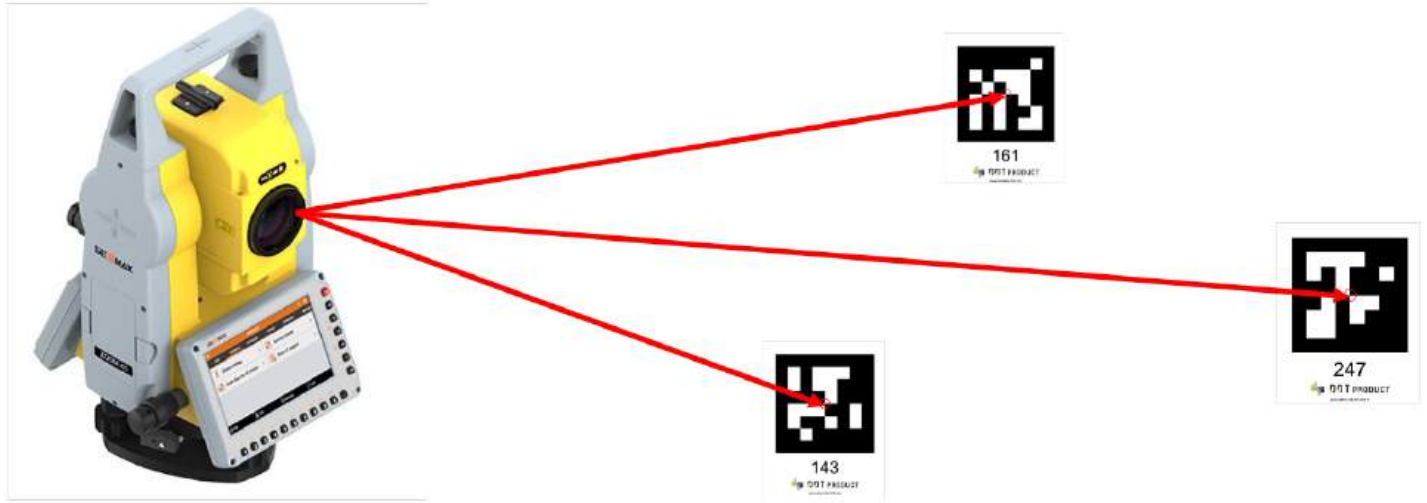
Immer mit ganzen Sätzen von Etiketten arbeiten. (Sätze nummerieren) Tags so anbringen, dass sie auch auch von außen lesbar sind (durch Tür oder Fenster)

Aufnahmen möglichst mehrfach aus verschiedenen Richtungen scannen (Kreuzreferenz)

Mit dem gleichen Tag im April enden, mit dem man begonnen hat.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Georeferenzierte Tags – die Königsklasse



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Georeferenzierte Tags – die Königsklasse

- Mittels der Totalstation wird ein Festpunktefeld erzeugt, welches als Referenz für den gesamten Scan dient.
- Es entstehen Scans von guter Qualität (bei richtiger Durchführung im unteren, einstelligen Millimeter Bereich).
- Da sich der Scan wie ein "Gewebe" verhält, bildet das Festpunktfeld der Totalstation das Grundgerüst, über das der Scan einfach gezogen wird.
- Wichtige Maße können über Messungen mit der Talstation verifiziert werden.
- Das Festpunktefeld bestimmt die API das gesamte weiteren Arbeitsablauf, da die Referenz durchgängig wirkt

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Auf diese Weise erstellst du ein festes Punktfeld mit der Totalstation

Die April Tags sind nicht nur "Codes", die beim Scannen erkannt werden. Man kann sie auch direkt mit dem Tachymeter vermessen. Dazu zielt man auf den Berührungspunkt der beiden Quadrate im roten Kreis (Schachbrettziel). Die Nummer auf jedem Tag wird als Referenz in die Totalstation eingegeben.

Je mehr Tags in die Messung einbezogen werden, desto genauer wird der Scan.

Es ist wichtig, alle Tags in einer einzigen Messdatei zu erfassen, um eine universelle und konsistente Referenz zu gewährleisten.

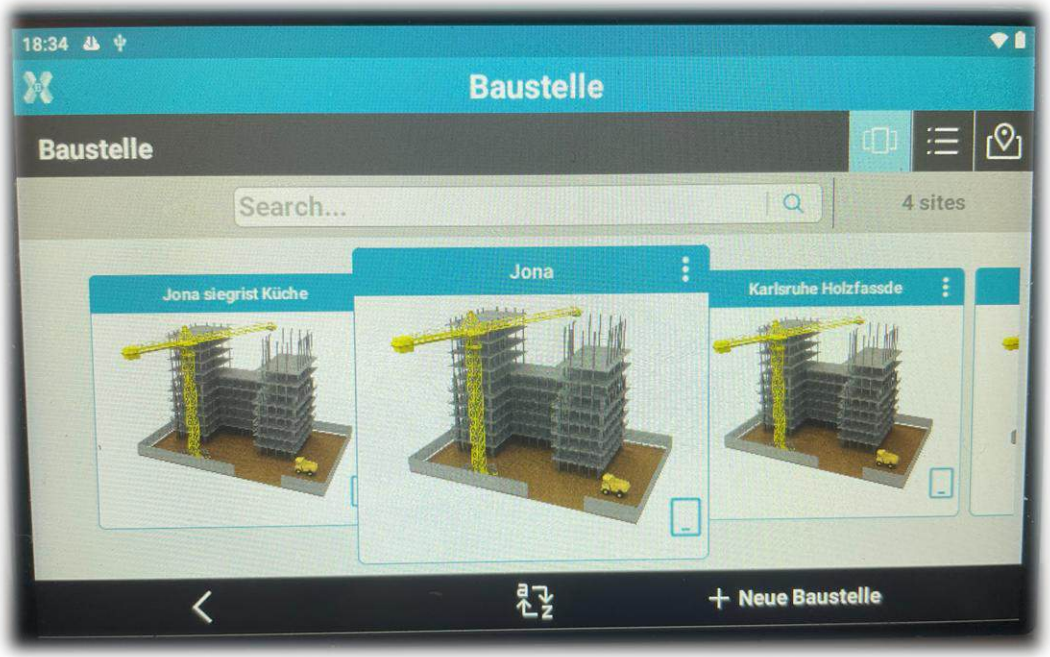
© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Messen mit der Zoom 45



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Messen mit der Zoom 45

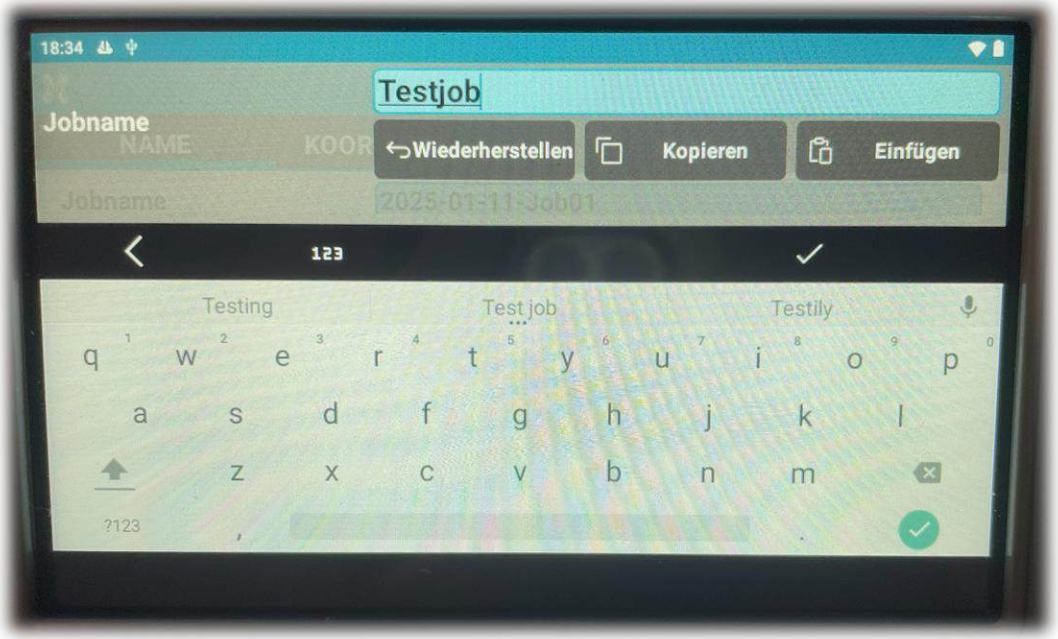


Zu Beginn des Aufmaßes mit der Totalstation muss eine neue Baustelle angelegt werden. Dies erfolgt über den Schalter **+ Neue Baustelle** im Menü. Durch diese Vorgehensweise bleiben die Baustellen klar strukturiert und übersichtlich organisiert. So wird sichergestellt, dass alle Projektdaten sauber getrennt und leicht auffindbar sind.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

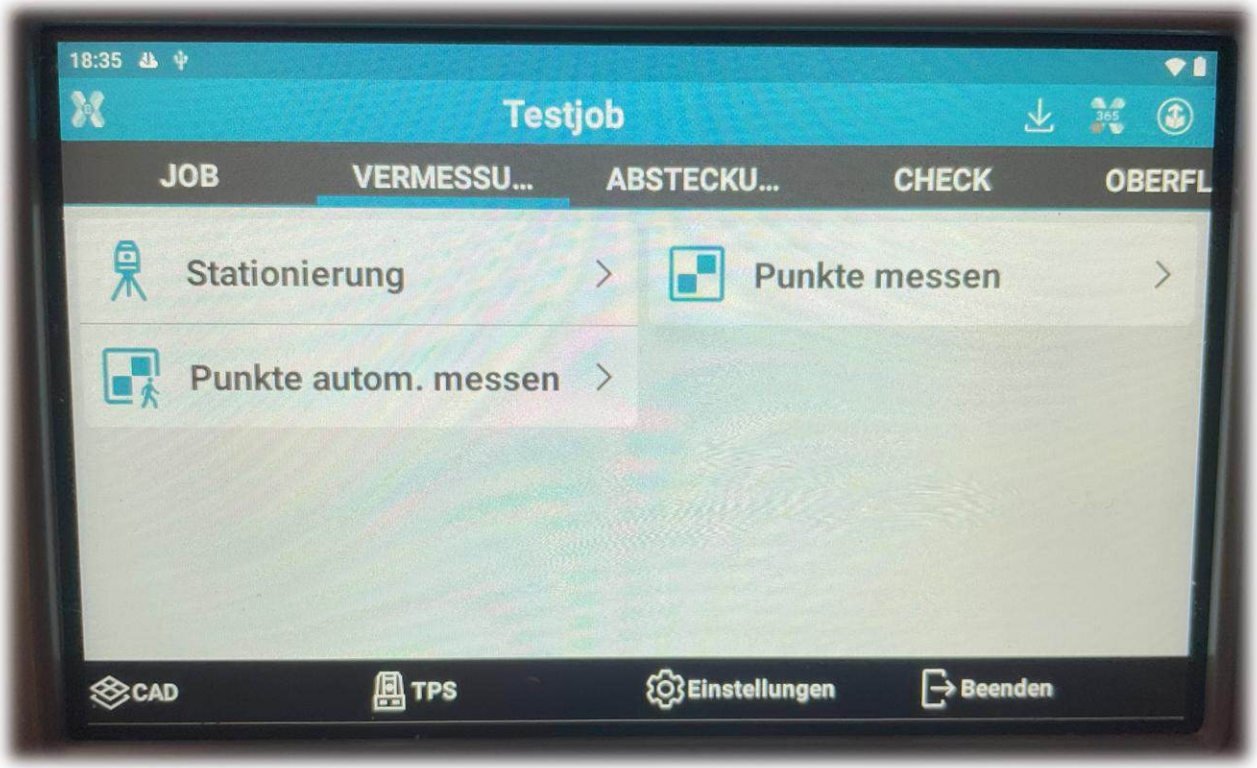
Messen mit der Zoom 45

Nach der Anlegung einer Baustelle muss ein Job erstellt werden, der mit dieser Baustelle verknüpft ist. Eine Baustelle umfasst in der Regel mehrere Jobs, die jeweils spezifische Aufgaben oder Phasen des Projekts darstellen. Alle diese Jobs können unter der entsprechenden Baustelle abgelegt werden, um eine bessere Übersicht und Organisation zu gewährleisten. Auf diese Weise lassen sich die verschiedenen Aufgaben schnell wiederfinden und effizient verwalten.



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Messen mit der Zoom 45

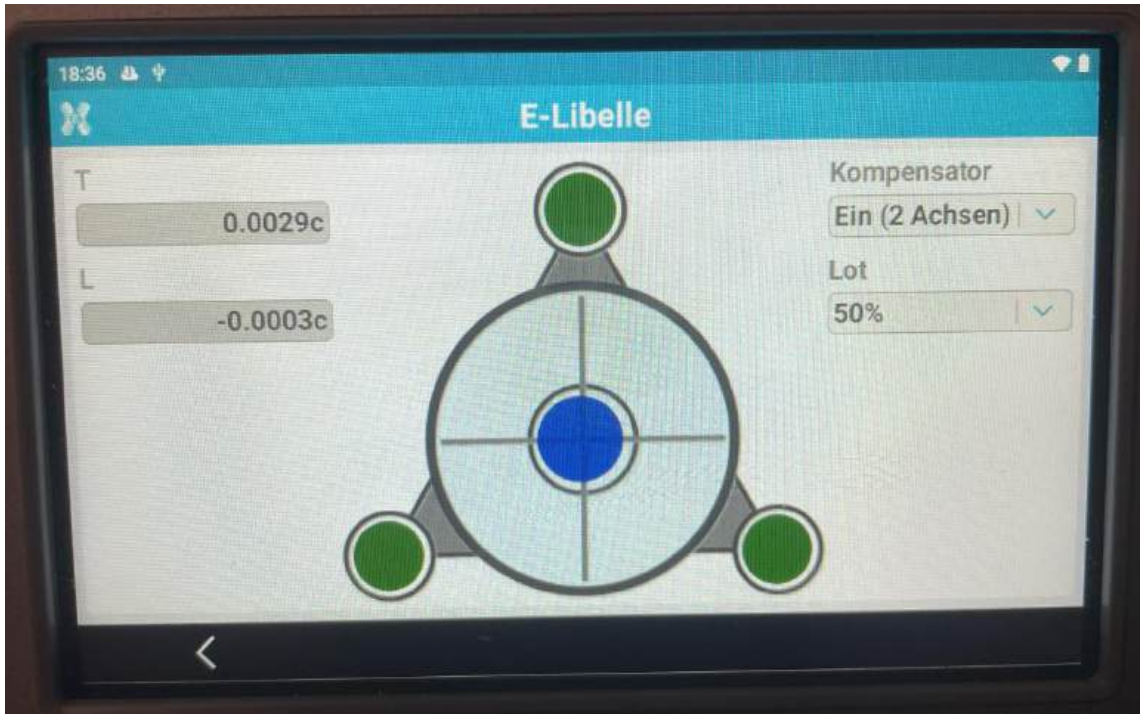


Die Stationierung über eine Referenzachse bei der Totalstation ermöglicht die präzise Ausrichtung und Platzierung der Messdaten. Dabei wird eine zuvor definierte Achse, die durch zwei Referenzpunkte festgelegt wurde, als Grundlage verwendet. Diese Achse dient als Orientierung im Raum und stellt sicher, dass die Messungen exakt mit der digitalen Planung übereinstimmen.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

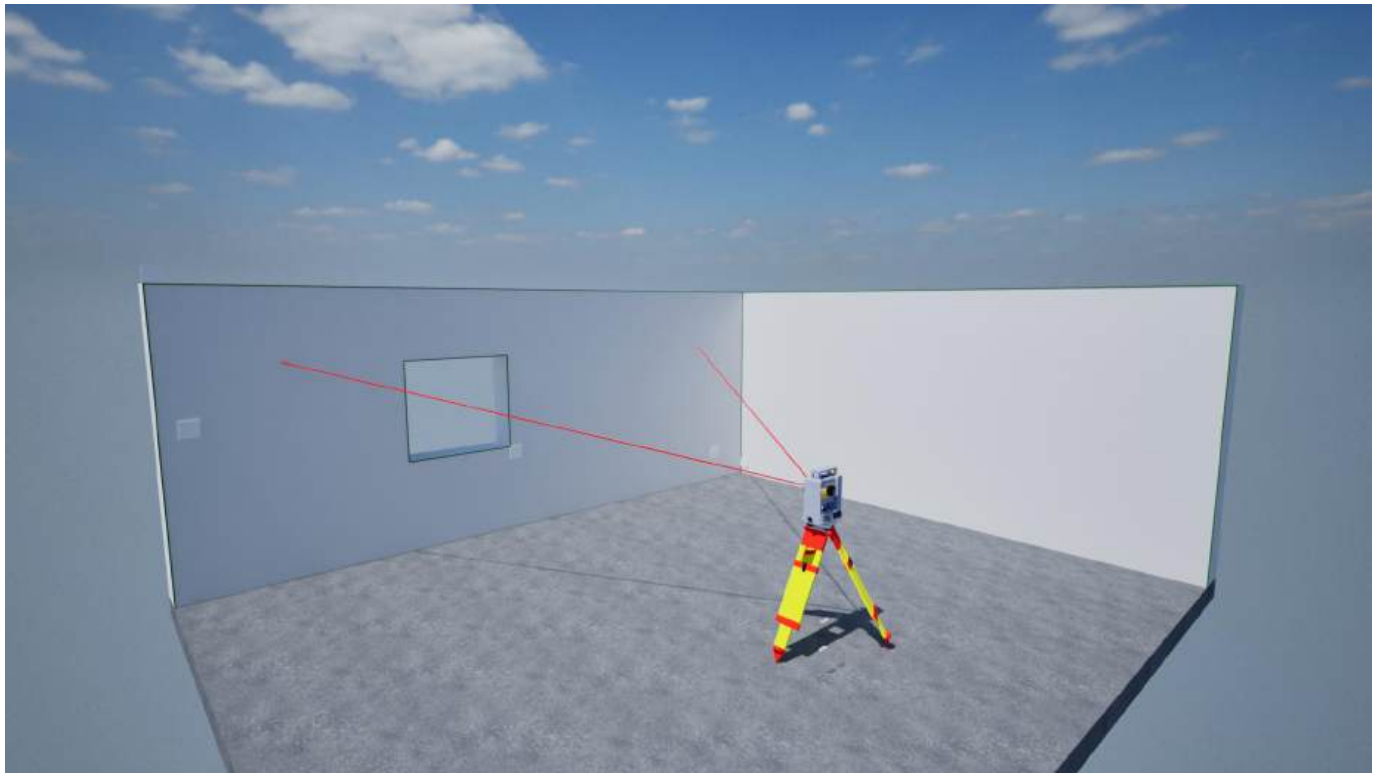
Messen mit der Zoom 45

Das Ausrichten der manuellen und elektronischen Tabelle bei der Totalstation ist entscheidend für die Genauigkeit der Messdaten. Nur durch eine präzise Synchronisation können die erfassten Werte korrekt interpretiert und weiterverarbeitet werden. Zudem verhindert eine exakte Ausrichtung Fehler, die bei der Übertragung von Messdaten in CAD-Systeme auftreten könnten. So wird sichergestellt, dass die Ergebnisse sowohl im Gerät als auch in der Planung zuverlässig und konsistent sind.



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Messen mit der Zoom 45

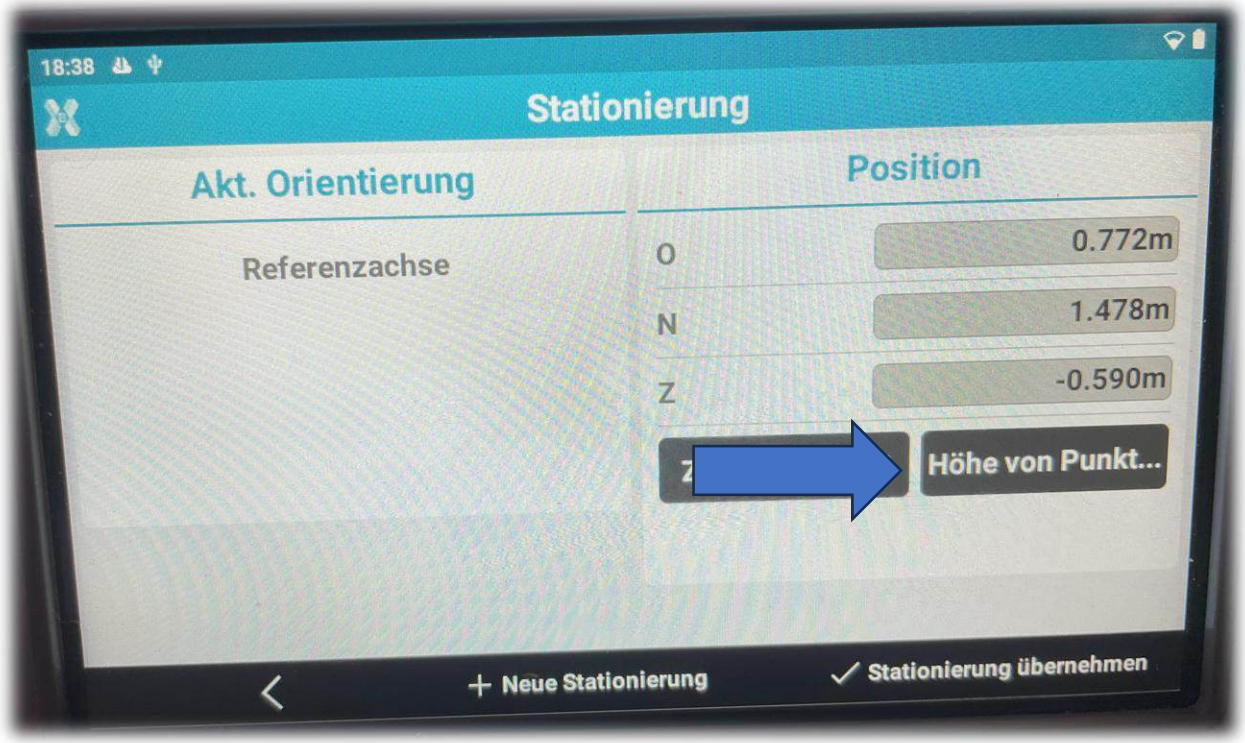


Für die Referenzierung und die Definition einer Achse werden zwei Punkte verwendet. Diese Achse bildet die Grundlage für die genaue Orientierung und wird exakt an der gleichen Stelle im CAD-Programm dargestellt. Durch diese Methode wird eine präzise Übereinstimmung zwischen der realen Messung und der digitalen Planung gewährleistet. So wird eine fehlerfreie Weiterverarbeitung der Daten im CAD-System ermöglicht.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Messen mit der Zoom 45

Im nächsten Schritt wird eine Höhe definiert, die als Bezugspunkt dient. Diese Höhe stellt im CAD-Programm den Nullpunkt dar und bildet die Grundlage für alle weiteren Höhenangaben.



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

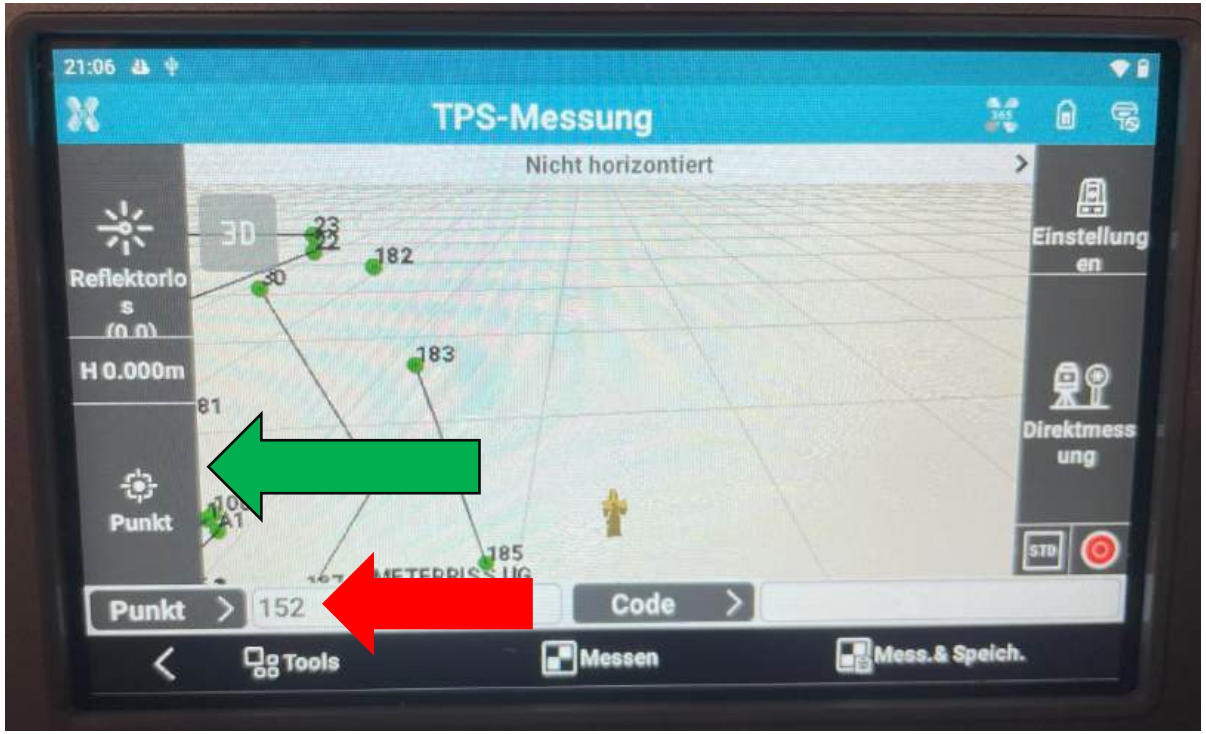
Messen mit der Zoom 45



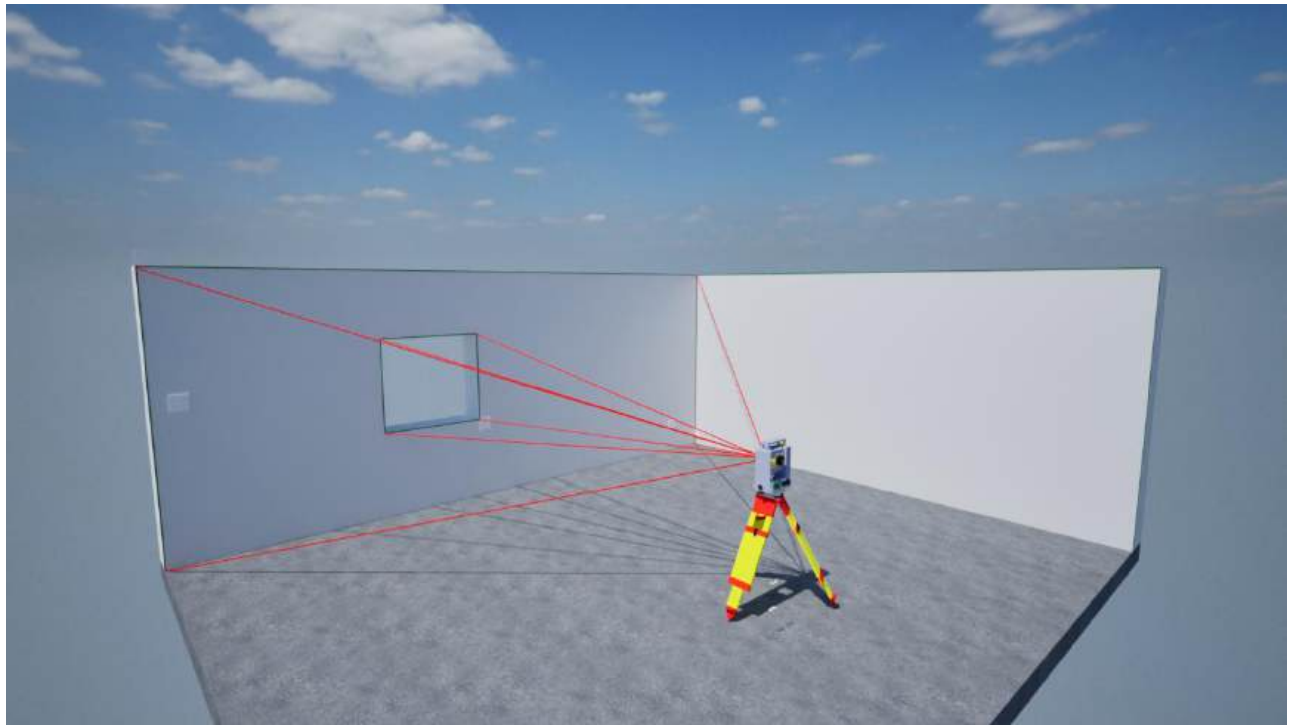
So kann beispielsweise die Oberkante einer Betonplatte exakt an diesem Nullpunkt ausgerichtet werden. Dies gewährleistet eine präzise und konsistente Darstellung der Höhen im digitalen Modell.

Messen mit der Zoom 45

An der Stelle, auf die der rote Pfeil zeigt, kann die Bezeichnung eines Punktes eingegeben werden. Dies ermöglicht eine präzise Kennzeichnung und Identifikation von Referenzpunkten. Dort, wo der grüne Pfeil hinzeigt, lässt sich einstellen, ob Linien, Punkte, Kreisbögen oder ähnliche Geometrien aufgenommen werden sollen. Diese Anpassungsmöglichkeiten bieten Flexibilität bei der Erfassung und Modellierung der relevanten Daten.



Messen mit der Zoom 45

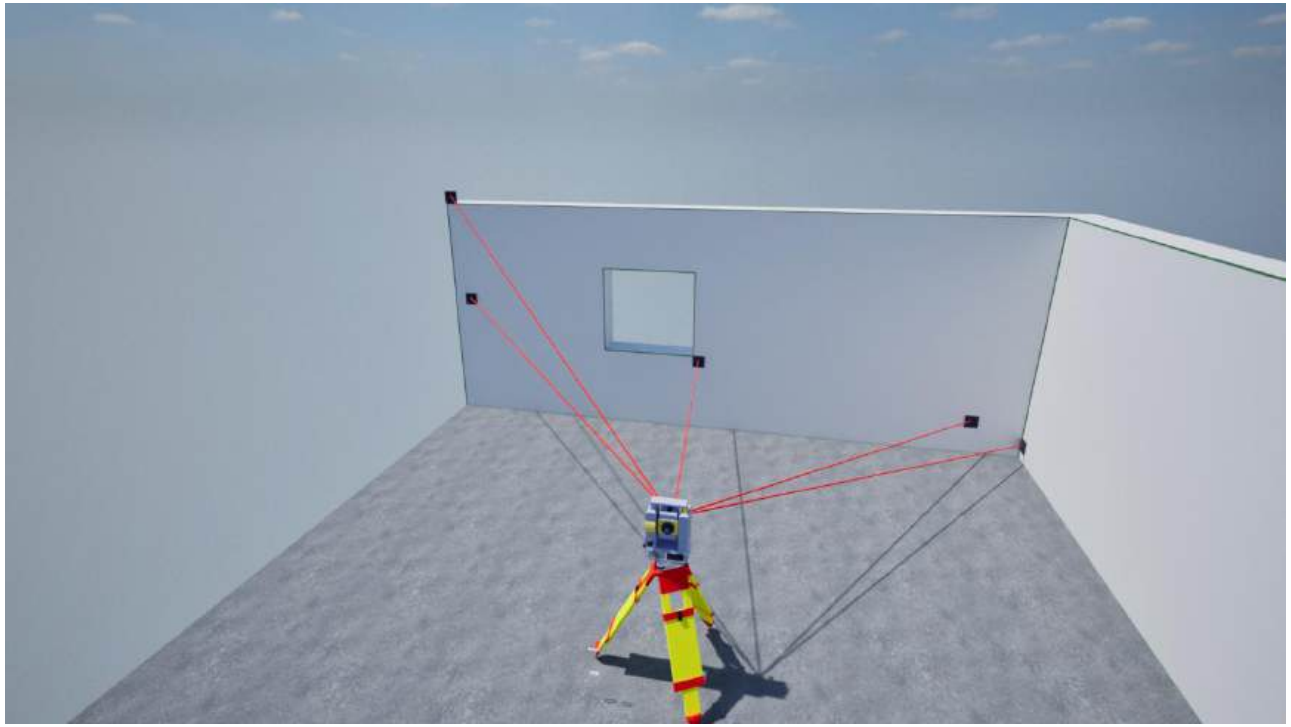


Nun werden wichtige Linienzüge für die Weiterverarbeitung ins CAD aufgenommen. Diese Linienzüge werden im DXF-Format exportiert und enthalten alle relevanten Details für die präzise Modellierung. Zusätzlich werden die Zielmarken zusammen mit den Linienzügen übergeben, um eine fehlerfreie Integration der Daten zu gewährleisten. (Nächste Seite) So wird eine lückenlose und genaue Weiterverarbeitung der Informationen im CAD-System ermöglicht.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Messen mit der Zoom 45

Zusätzlich zu den Linienzügen wird die Position der AprilTags erfasst. Die Nummer des AprilTags wird dabei als Bezeichnung des entsprechenden Punktes mit aufgenommen. Auf diese Weise wird der Scan automatisch über die aufgenommenen Linienzüge im DXF-Format referenziert. Diese präzise Verknüpfung ermöglicht eine exakte und nachvollziehbare Integration der Messdaten im CAD-System.



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Standortwechsel mit der Totalstation

Um den Standort der **Totalstation** zu wechseln, müssen mindestens drei Punkte vermessen und aus dem neuen Standpunkt messbar sein.

Dies können bereits erfasste April-Tags sein.

So kannst du dich Schritt für Schritt um das Gebäude herum und hinein bewegen – Bereich für Bereich, Etage für Etage.

Es ist nicht unbedingt notwendig, alle Tags einzumessen, um gute Scans zu erhalten. Mit etwas Übung wirst du schnell herausfinden, welches Maß für deine Scans am besten geeignet ist.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Standortbestimmung mit dem Rothbucher SYSTEM

Mit den Reflexzielmarken lassen sich mit wenig Aufwand wieder verwendbare Messpunkte am Gebäude etablieren.

Dadurch dass die Punkte drehbar sind. Kommt man mit weniger Messstellen aus.

Es sind sehr präzise Positionierungen möglich



Quelle: Rothbucher Systme

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Mehrere kleine Scans, statt eines großen

Sobald ein Scan drei April Tags enthält, ist er referenziert- d.h. er ist im koordinatensystem platziert.

Die Scans sollten nach Möglichkeit 1500 Frames nicht überschreiten. Falls du einen nicht ganz so starken Rechner hast und vielleicht auch 500 Frames bereits genug.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Abschließen des Scans

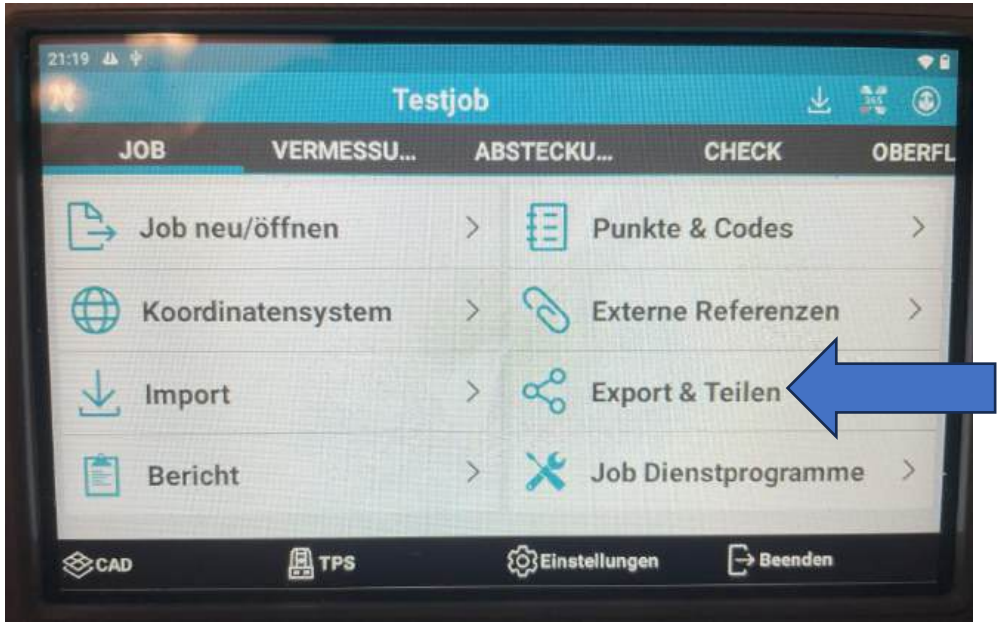
Durch erneutes Drücken auf den Startknopf kannst du einen Scan abschließen.

Hast du einen großen Speicher in deinem Handy? Dann kannst du die Scans erst mal dort belassen und zu Hause über Wi-Fi auf deinen Rechner laden, ansonsten verbrauchst du sehr viel Datenvolumen.

Du kannst den Scan auf Vollständigkeit kontrollieren. Wundere dich nicht über die schlechte Qualität. Die Rohscans sehen so aus.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Exportieren der Aufmaßdatei (Job) aus der ZOOM 45

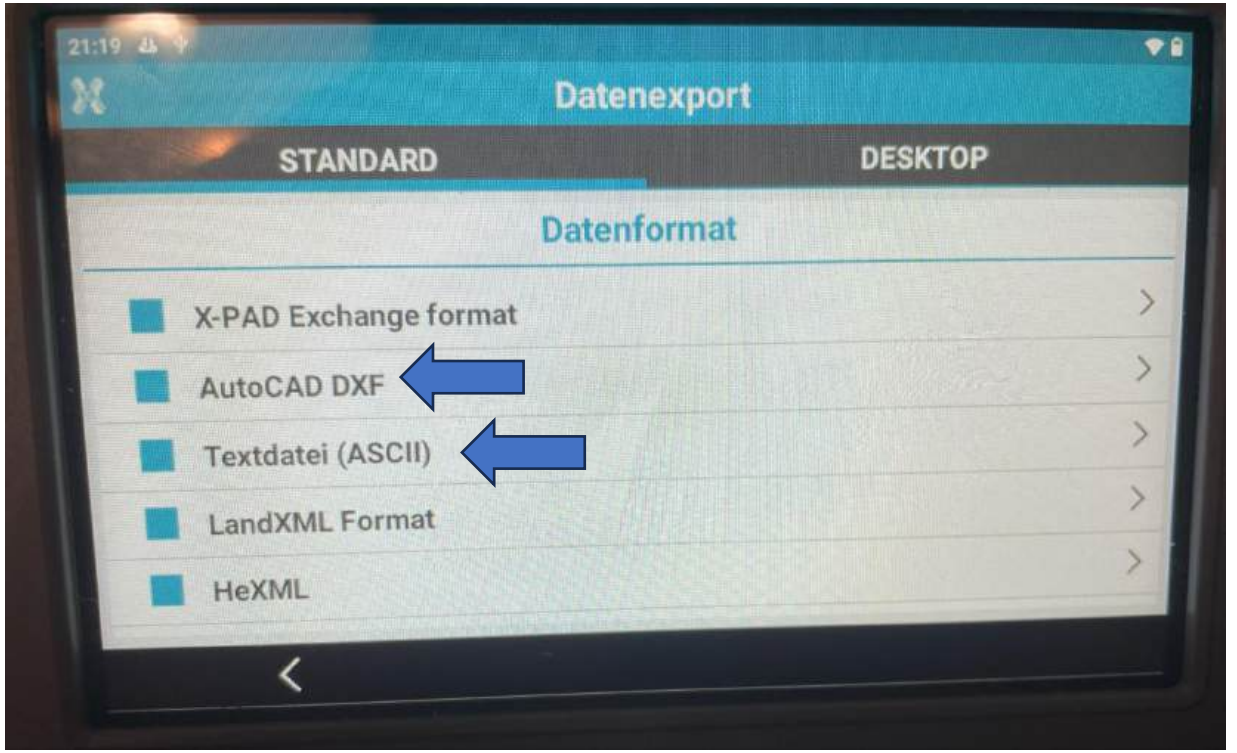


Anschließend werden die aufgenommenen Daten im Format .txt und .dxf auf einen externen Datenträger wie einen USB-Stick übertragen. Alternativ können die Daten auch direkt in die Cloud gesendet werden, um sie für die weitere Verarbeitung bereitzustellen. Diese Daten stehen dann für die Übergabe an ein CAD-Programm zur Verfügung. So wird eine schnelle und unkomplizierte Integration der Messdaten in die digitale Planung gewährleistet.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Exportieren der Aufmaßdatei (Job) aus der ZOOM 45

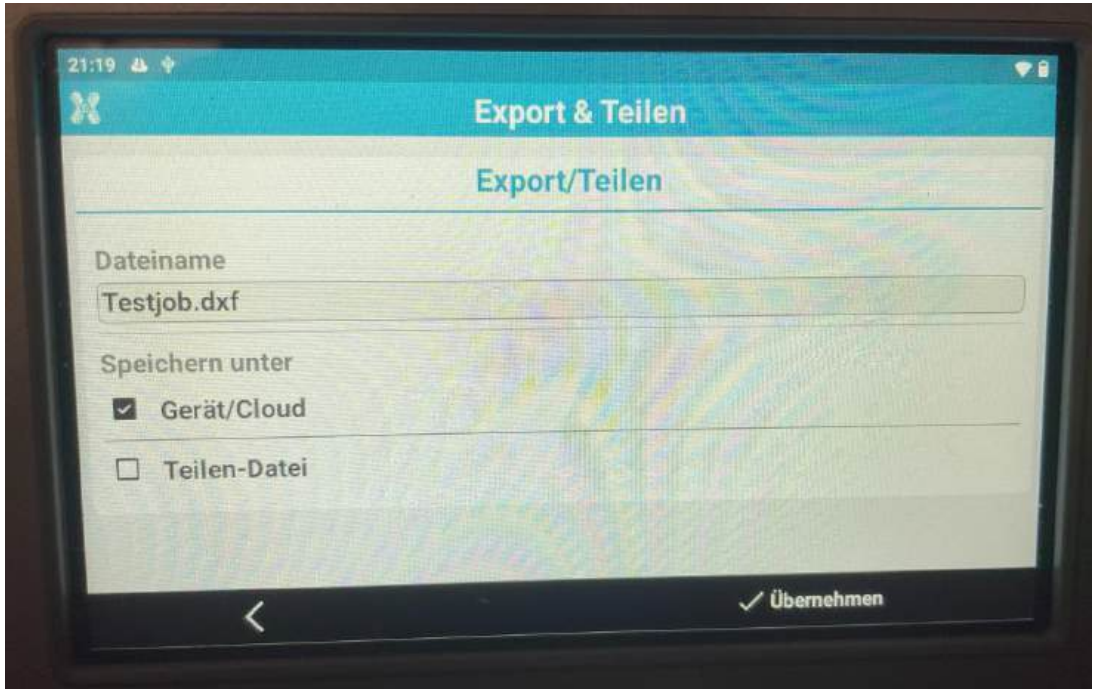
Die .dxf-Datei enthält die Linienzüge, die für die weitere Verarbeitung im CAD-Programm benötigt werden. Die .txt-Datei enthält die Positionen der Punkte, einschließlich der aufgenommenen AprilTags. Diese AprilTags ermöglichen eine präzise, scan-genaue Referenzierung der Messdaten. So wird der Scan automatisch über die Linienzüge im CAD-Programm korrekt verortet und in die Planung integriert.



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Exportieren der Aufmaßdatei(Job) aus der ZOOM 45

Nach dem Klicken auf den Button „Übernehmen“ werden die Daten im gewählten Format auf den Datenträger oder in die Cloud übertragen. Diese Übertragung erfolgt schnell und sicher, um die Daten für die nächste Verarbeitungsphase bereitzustellen. So können die Messdaten effizient weiter genutzt und in das CAD-System integriert werden.



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Optimieren des Scans

Erstelle zunächst eine April-Tag-Datei aus deinem Tachymeter im Format TXT oder CSV. Diese Datei sollte die folgenden Spalten in der Reihenfolge enthalten: Nummer, X-Koordinaten, Y-Koordinaten und Z-Koordinaten.

Importiere anschließend die Datei als **Kontrolldatei**. Gehe dazu auf „Zielmarken“, wähle „Kontrolldatei laden“, öffne die Datei, wähle die passende Datei aus, importiere sie und wähle die Option „Zielpassung“. Drücke dann auf „Okay“ und wähle „Optimieren“.

Wenn ein Tag im Scan doppelt erscheint, wird es rot markiert. Dies stellt jedoch kein Problem dar, da es einfach genügt, einen der beiden Tags zu löschen.

Die rot markierten Tags wurden aufgrund der doppelten Erfassung angezeigt und müssen daher entfernt oder deaktiviert werden.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

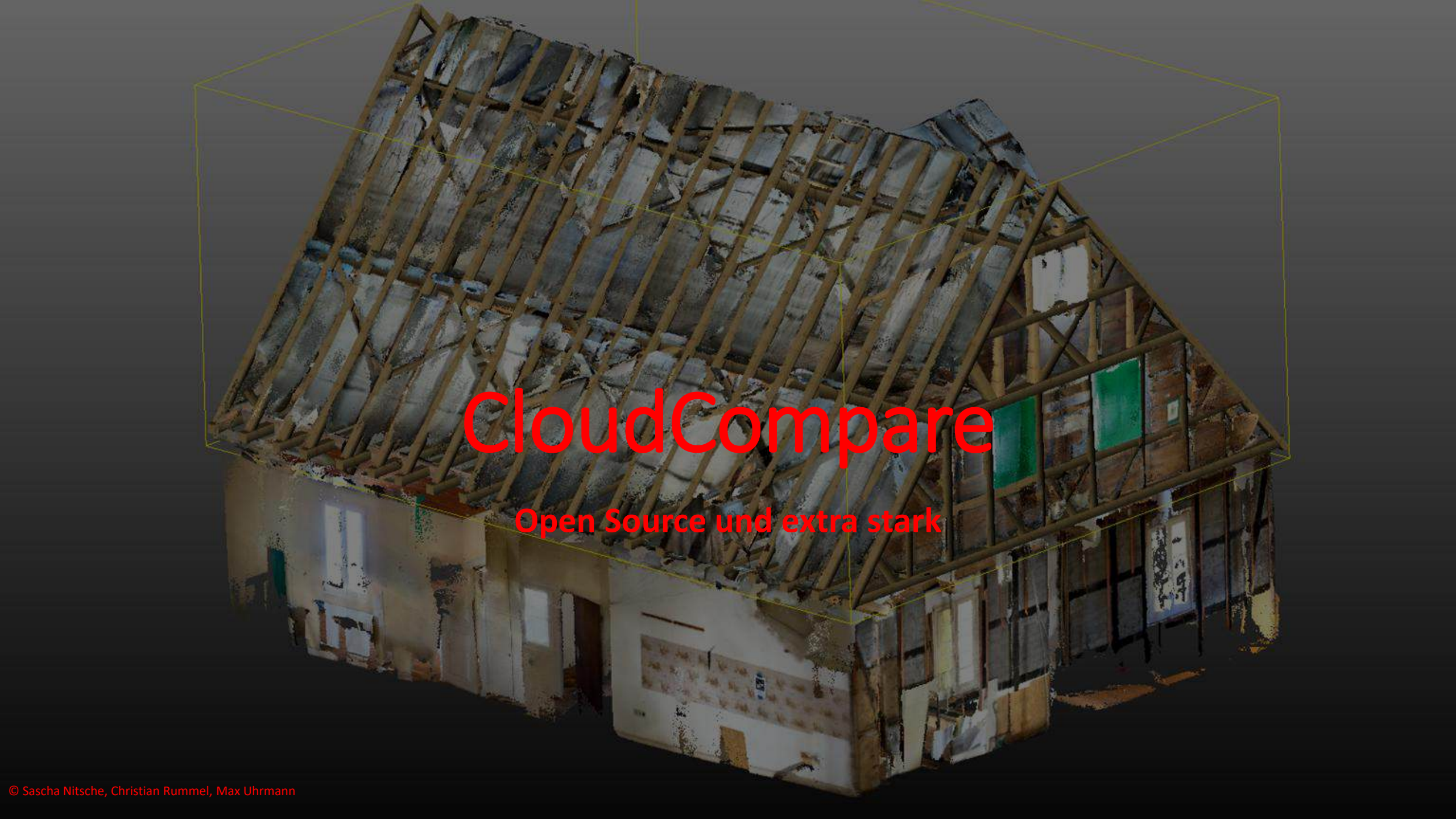
Exportieren des Scans

Das native Format von Dot 3D (.dp) ist besonders platzsparend, weshalb es sich empfiehlt, die Dateien im Master-Format in diesem Format zu speichern.

Für die weitere Bearbeitung kannst du die Dateien auch in verschiedenen Formaten exportieren, je nach Bedarf. Neben dem E57-Format unterstützt Dot 3D auch den Export in Formate wie LAS, PTS und PTX und weitere.

Diese Formate ermöglichen es dir, die Dateien flexibel mit jeder Software weiterzuverarbeiten, die diese Formate unterstützt. Das könnte zum Beispiel die Punktwolken-Schnittstelle deines CAD-Programms sein.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann



CloudCompare

Open Source und extra stark

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

CloudCompare

Cloud Compare ist ein Open Source Projekt und daher für dich kostenlos. Du wirst feststellen, dass diese Software von sehr hoher Qualität ist. Du kannst dir vorstellen, dass viel Entwicklungsarbeit nötig war, um dies zu erreichen.Dieses Beispiel hat viel dazu beigetragen, dass wir uns entschieden haben, unser Wissen der Community kostenlos zur Verfügung zu stellen. Projekte wie CloudCompare brauchen und verdienen eure Unterstützung.

Wenn ihr die Software regelmäßig nutzt, ist es nur fair, auch regelmäßig und angemessen zu spenden.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

CloudCompare

- Zusammensetzen der einzelnen Scans zu einem Ganzen auf dem Festpunktefeld.
- Dies geschieht automatisch und mit hoher Präzision. Aufgrund der Referenz ist ein Verschieben und Justieren von Hand nicht notwendig.
- Es können beliebige Schnitte erzeugt werden.
- DXF Linien können von Hand eingezogen oder automatisch mit einem Schnitt erzeugt werden.
- Die erzeugten 3-D DXF linien können von allen gängigen CAD Programmen weiter verarbeitet werden

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

CloudCompare Herunterladen

1. Öffne www.cloudcompare.org





Für Windows

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Dateien importieren

Importiere deine Scans einzeln in Cloud Compare

Dies kann im Format E 57 oder im Format DP Compatibility erfolgen.
Die Scans werden automatisch an der richtigen Stelle platziert. Auch eine Skalierung ist nicht notwendig.

Besteht dein Scan aus mehreren Teilscans, so importiere diese einzeln und verkleinere sie erst, bevor du den nächsten Scan reinlädst.

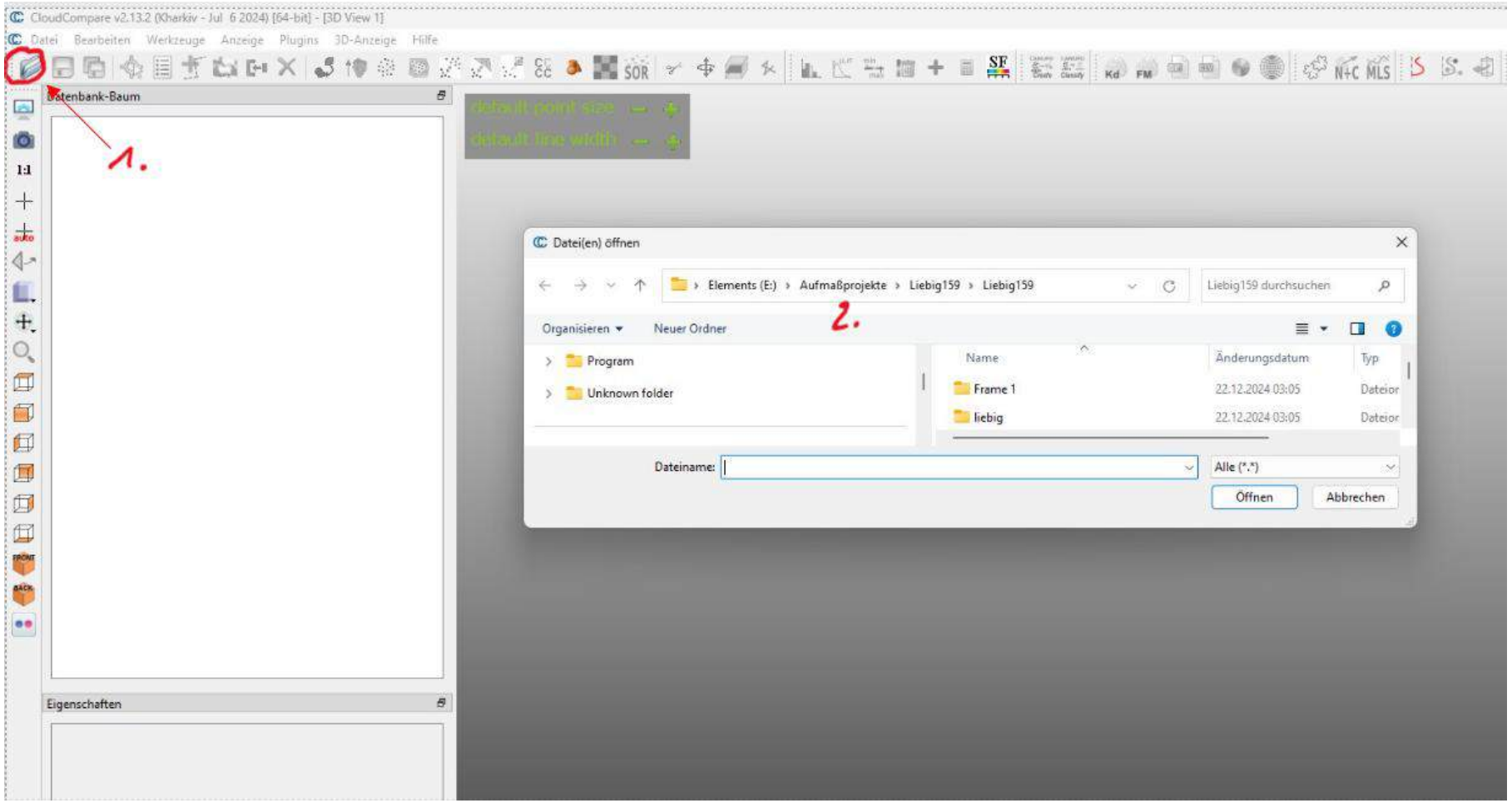
Wie das geht, lernst du jetzt

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Dateien importieren

(1)„Datei öffnen“

(2)Ordner und die Datei auswählen



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Punkte Wolken zusammenführen (mergen)

Dein Scan besteht aus zahlreichen Einzelbildern (Frames).

Das können durchaus mehrere tausend sein.

Je nach den Möglichkeiten deines Rechners sollte der einzelne Scan nicht mehr als 1500 Frames haben

Diese Frames musst du nun zusammenführen

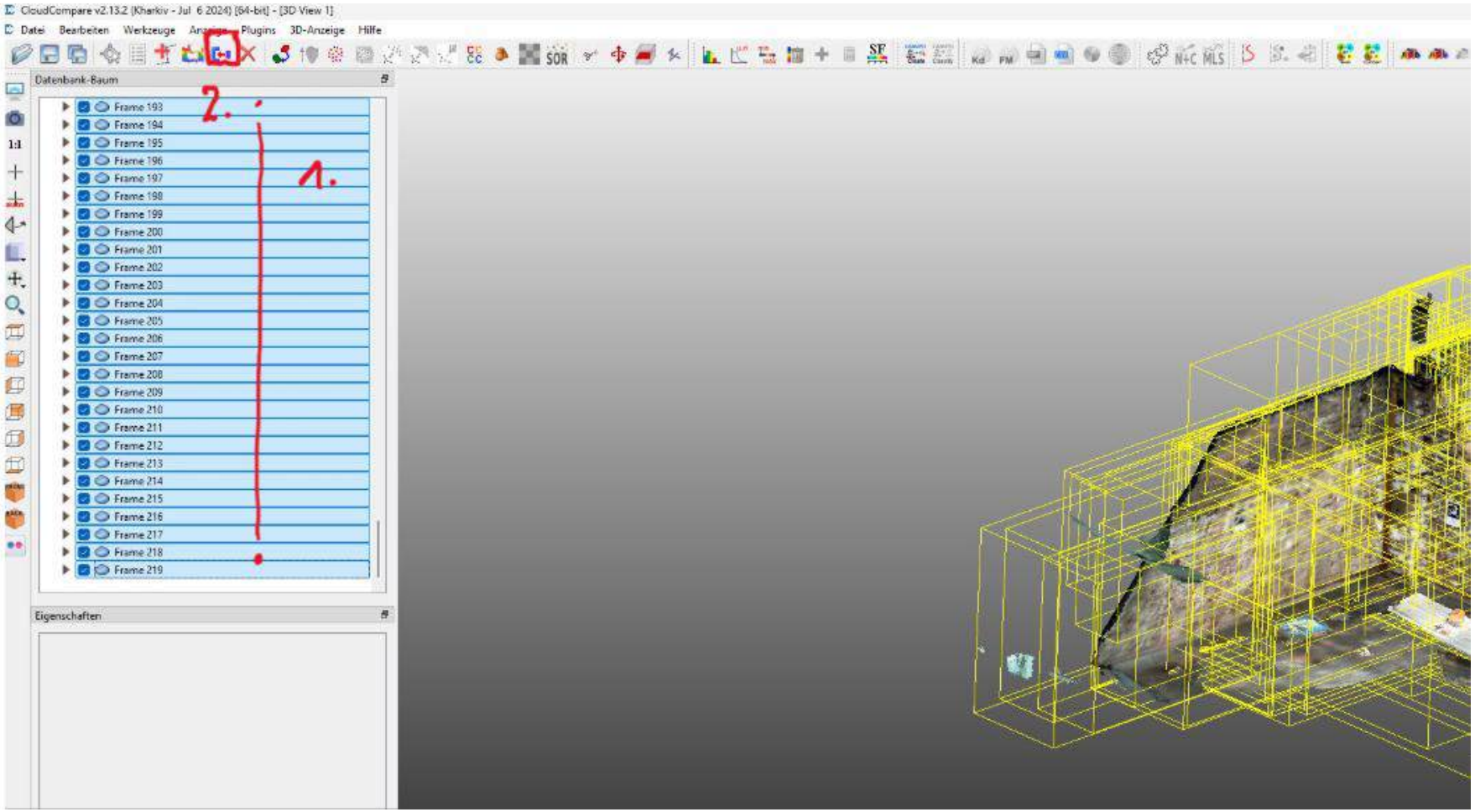
Und Zwar so

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Punktwolken zusammenführen (mergen)

1.Alle Frames markieren (Umschlatt+Linke Maustaste.)

2. „mehrere Punktwolken vereinigen“



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Punktwolken zusammenführen (mergen)

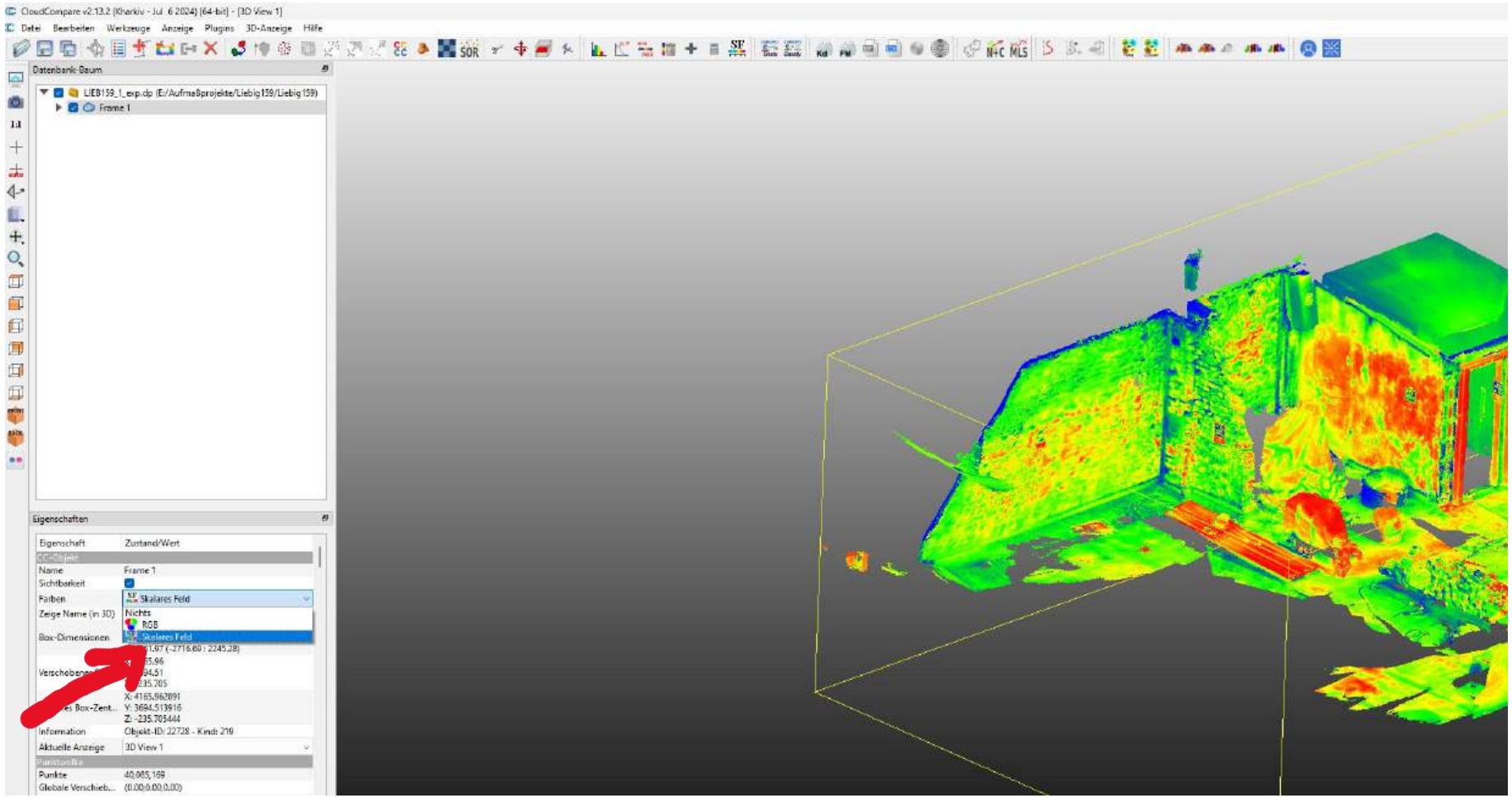
3. Punktwolken-Index: NEIN.



Wenn du ‚ja' sagst, entseht ein skalares Feld. Wie du das änderst, lernst du auf der nächsten Seite

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Punktwolken zusammenführen (mergen)



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Punktwolken reduzieren

Wenn du die Dichte deiner Punktwolken reduzierst, sparst du viel Speicherplatz und kannst auch mit einem weniger leistungsstarken Computer flüssig arbeiten.

Zum einen kannst du die Dichte der Punktwolke und auch das Rauschen - also die Ausreißerpunkte, die in jeder Wolke vorkommen - reduzieren.

Zum anderen kannst du die Wolken beschneiden. Teile, die du nicht brauchst oder Bereiche, die nicht sauber abgebildet sind, aber in einem anderen Scan vorhanden sind, kannst du wegschneiden.

Diese beiden Schritte zeige ich dir jetzt.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Punktdichte reduzieren

Wähle die zu reduzieren Datei aus.
Wähle den Schalter Punktdichte reduzieren.

Wähle 4 mm als Mindestpunktbstand aus. Dies ist kein fixer wert, sondern ein Anhaltspunkt, der als Einstieg gut funktioniert.
Achte auf den Maßstab deines Modells in Cloud Compare (unten rechts).

Danach wählst du den Schalter S.OR so wie der voreingestellt ist. Dies reduziert das Rauschen.

Zum Schluss löschst du die beiden ersten Dateien und behältst nur die letzte

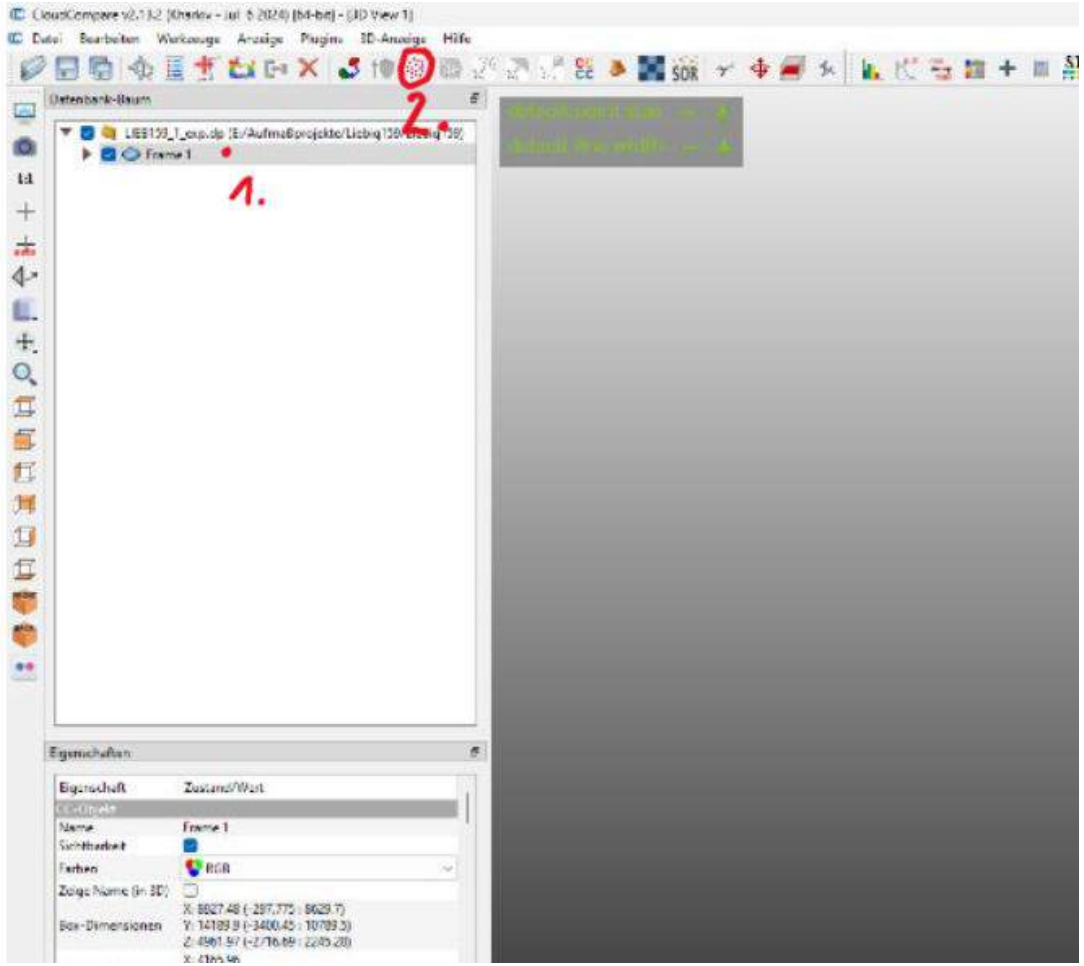
Diese beiden Schritte zeige ich dir jetzt.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Punktwolken reduzieren

1.Datei auswählen

2. Punktwolke abtasten

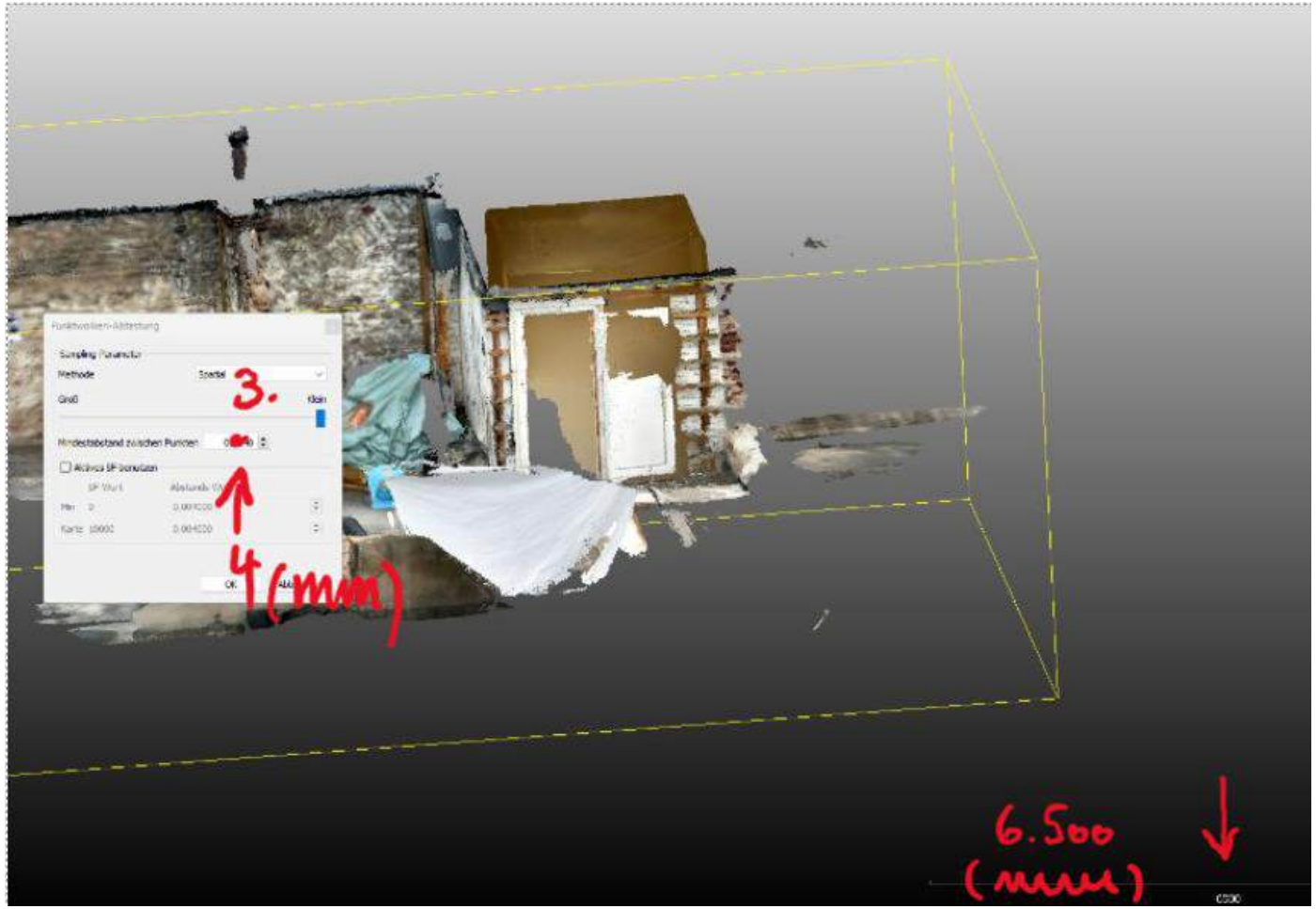


Beachte auch die nächste Seite

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Punktwolken reduzieren

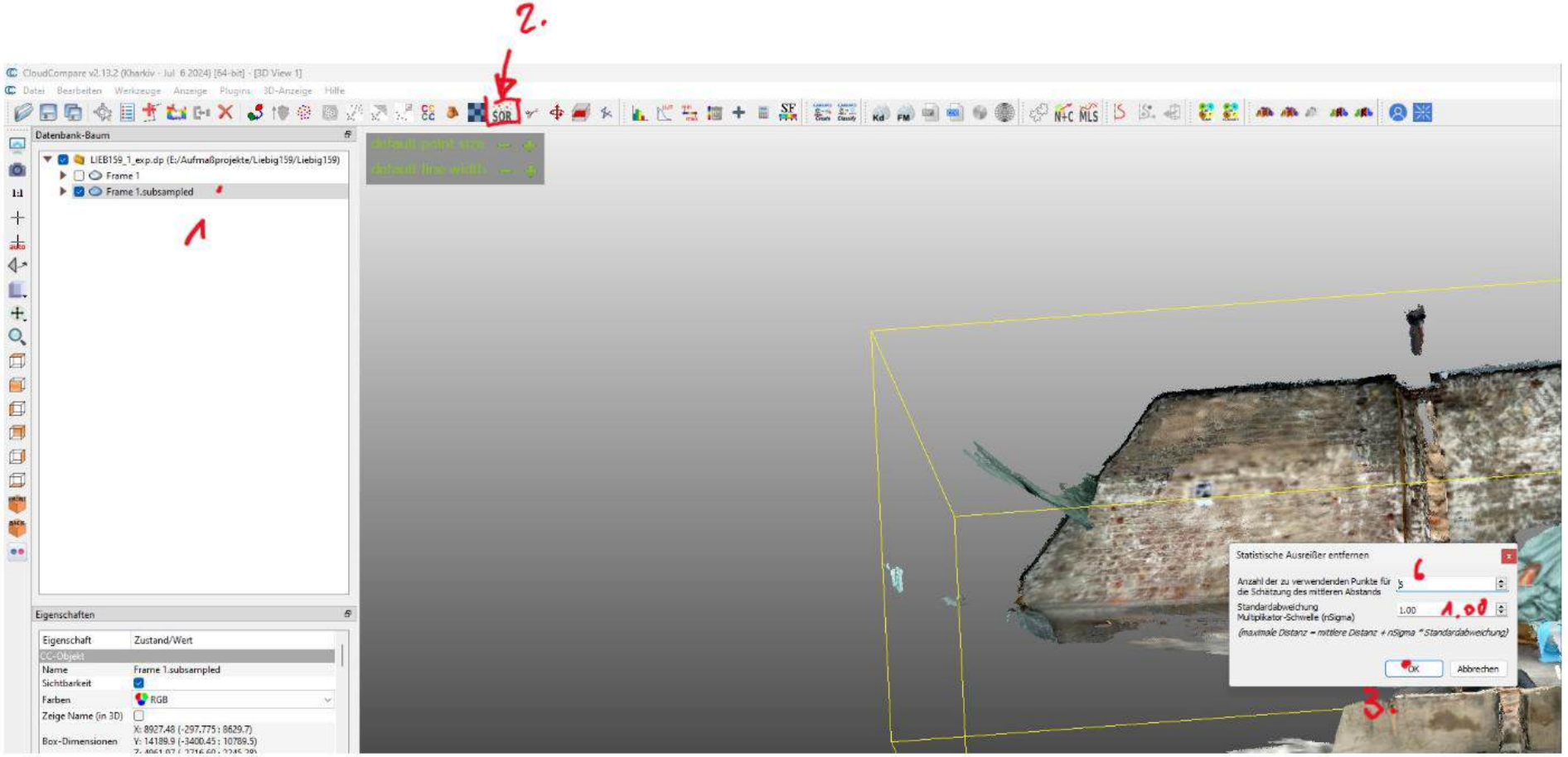
3. Maßstab beachten (unten rechts) 6500(mm) Also 4(mm) Mindestpunktabstand einstellen



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Rauschen reduzieren

- Datei auswählen
- Statistischer Ausreißfilter
- Wie voreingestellt bestätigen (6und1.00)



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Wie du Scans beschneidest

Wähle zuerst deine Datei und dann das Schneidewerkzeug aus. Du kannst zwischen einem Rechteck und einem Polygon wählen.

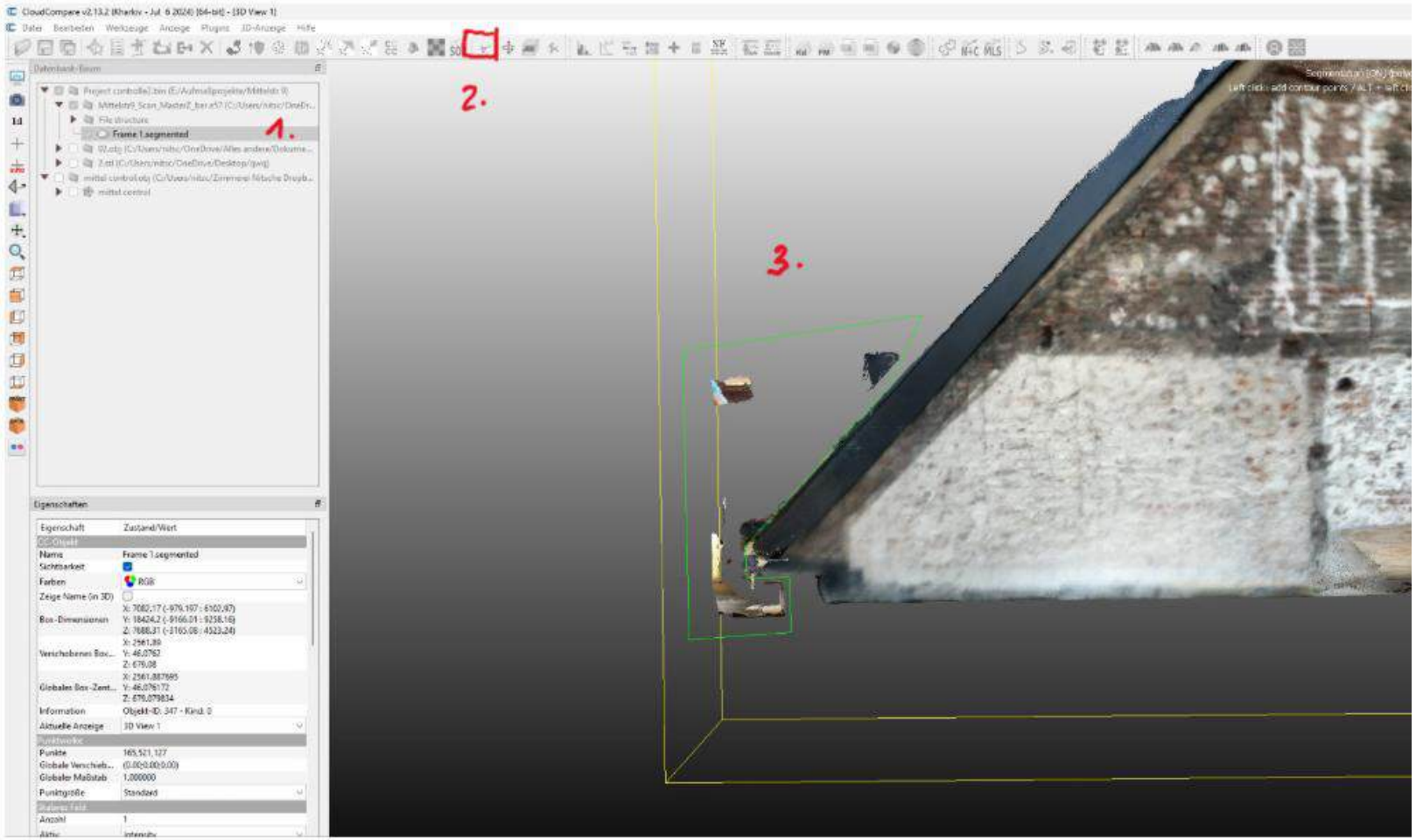
Danach kannst du wählen, ob du den Bereich innerhalb oder außerhalb deiner Markierung behalten willst.

Danach kannst du wählen, ob du beide Teile behalten oder den ausgewählten Bereich verwerfen willst.

Wenn du dich für das Behalten entscheidest, bleibt dieser Teil als neue Teildatei im Gliederungsordner.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Wie du Scans beschneidest



(1) Wähle eine Datei aus

(2) Schneiden auswählen

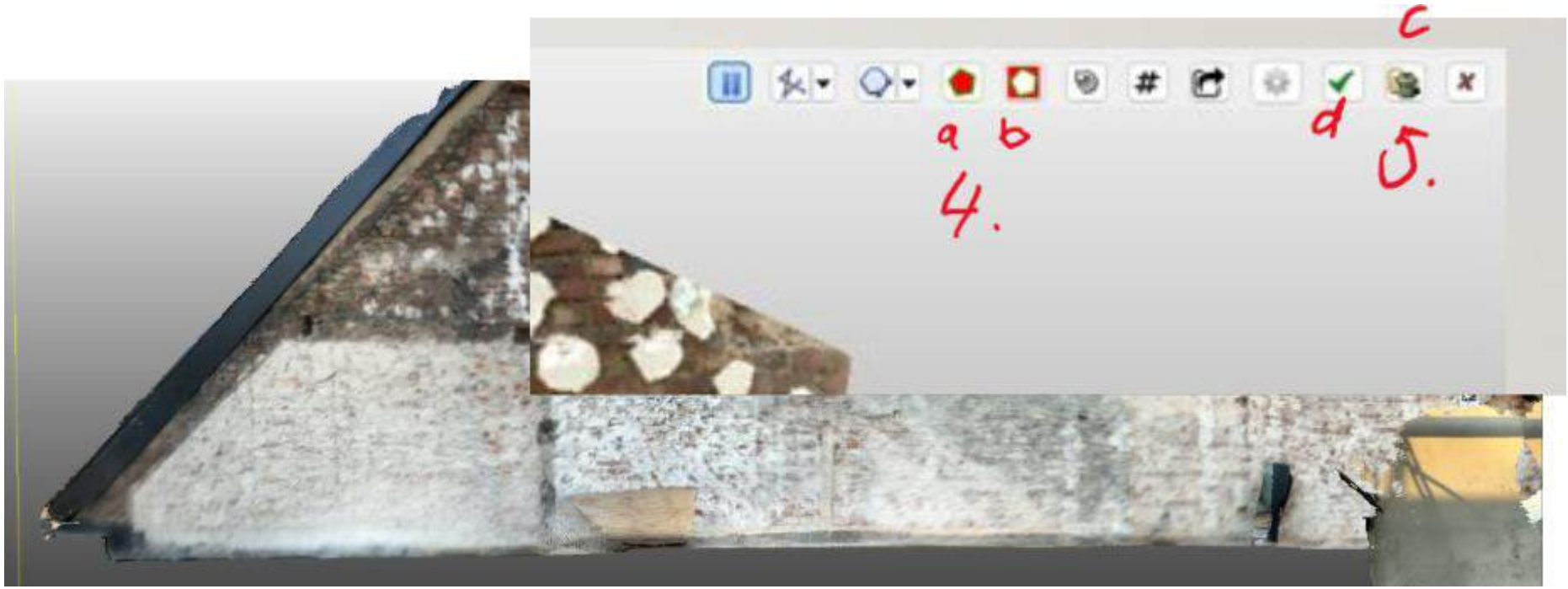
(3) Bereich auswählen, der ausgeschnitten werden soll.

!!Achtung, der ausgewählte Bereich wird aus der gesamten Wolke ausgestanzt!!

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

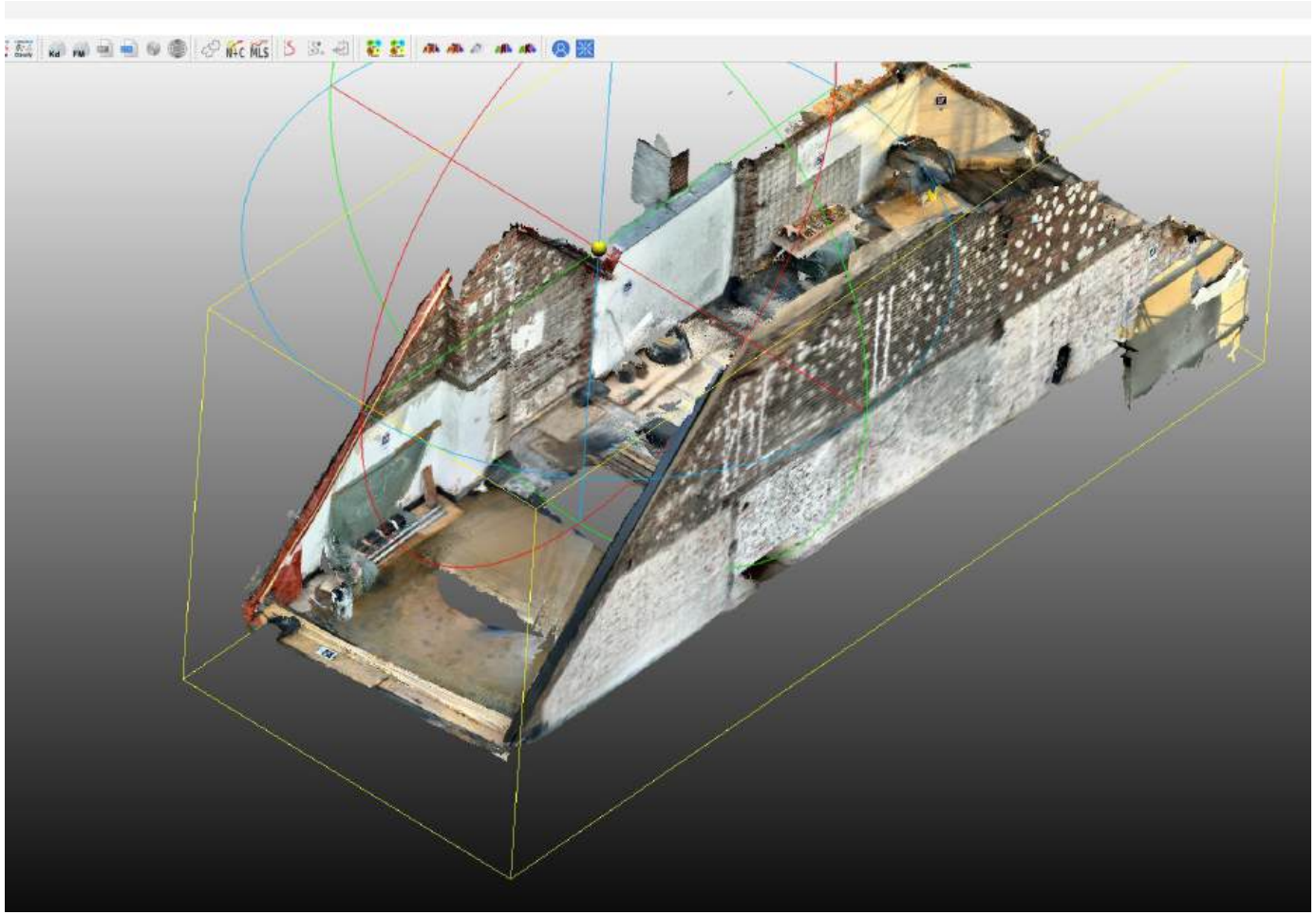
Rauschen reduzieren

- (4) Bereich ausschneiden
- (a) ausserhalb
- (b) Innerhalb
- (5) Auswahl
- (c) Löschen
- (d) als neue Datei abspeichern



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

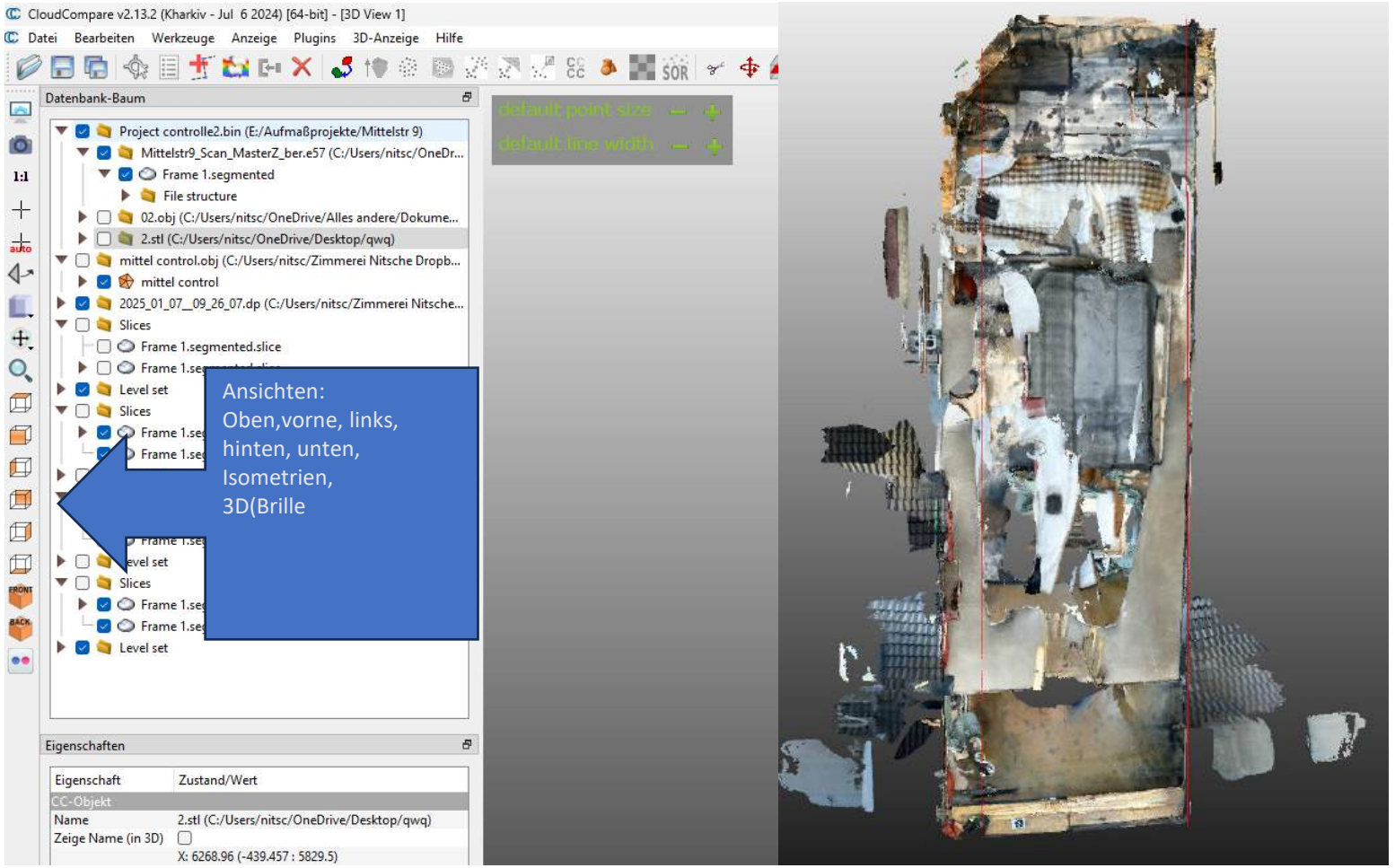
Modell bewegen (in Ansicht)





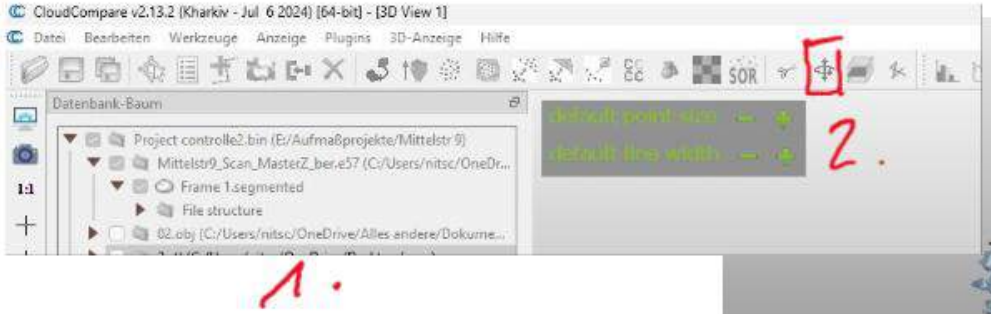
© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

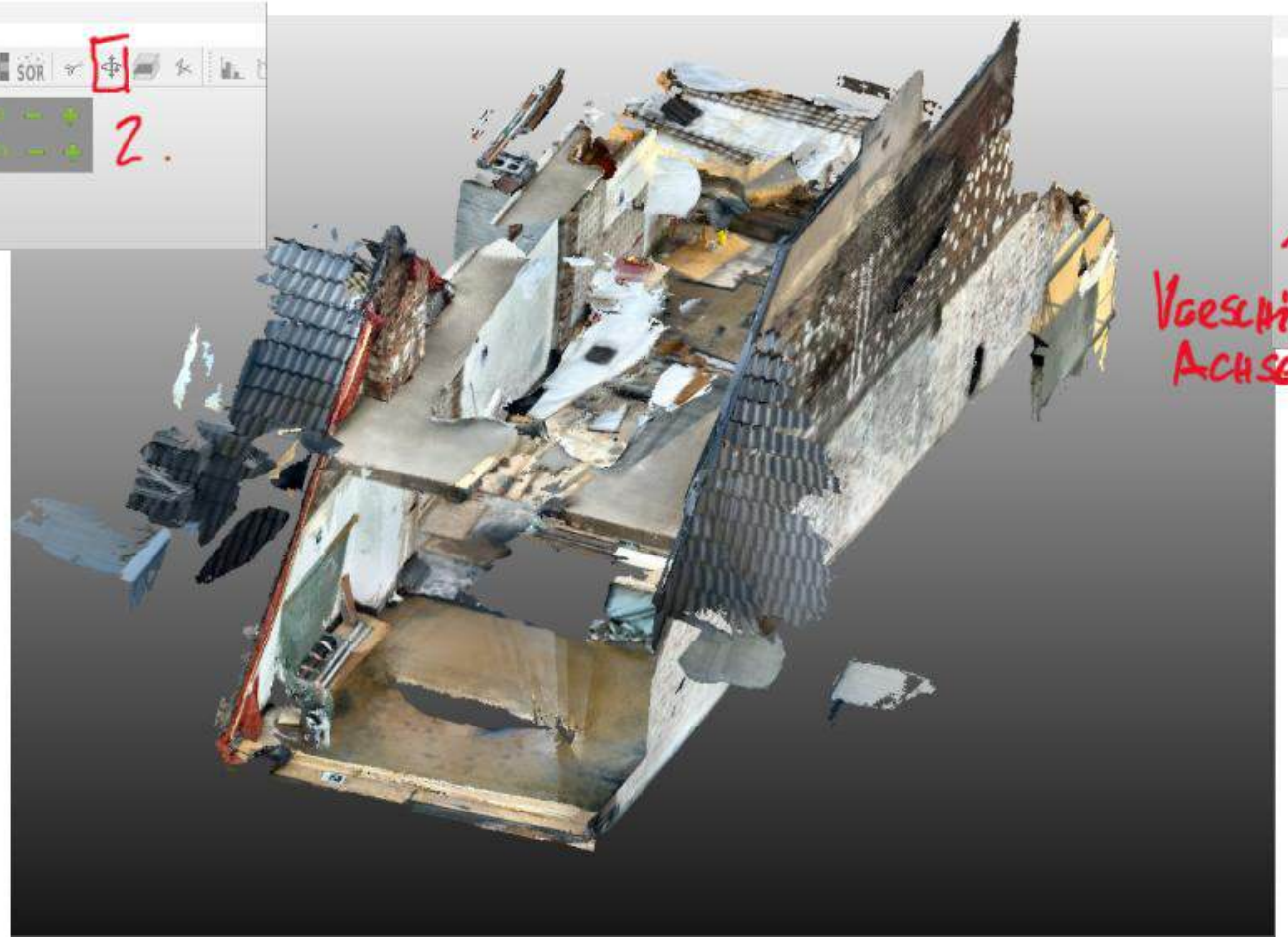
Ansicht ändern

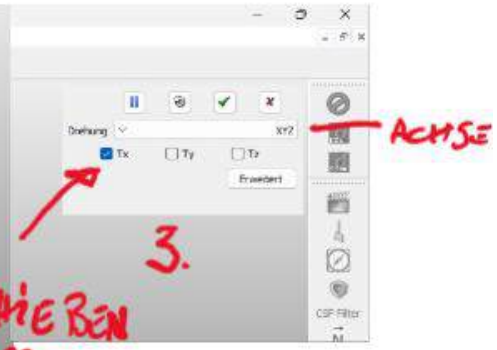


© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Modell drehen im (Koordinatensystem)







Achtung!!! Modelle werden in der Lage im Koordinatensystem verändert, d.h. sie werden auch mit veränderter Lage exportiert. Nicht bei zusammengesetzten Scans einsetzen

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Schnitte anlegen

Cloud Compare verfügt über ein mächtiges Werkzeug, um Schnitte anzulegen.

Über eine expandierbare Box können in jeder beliebigen Lage und achse schnitte erzeugt werden.

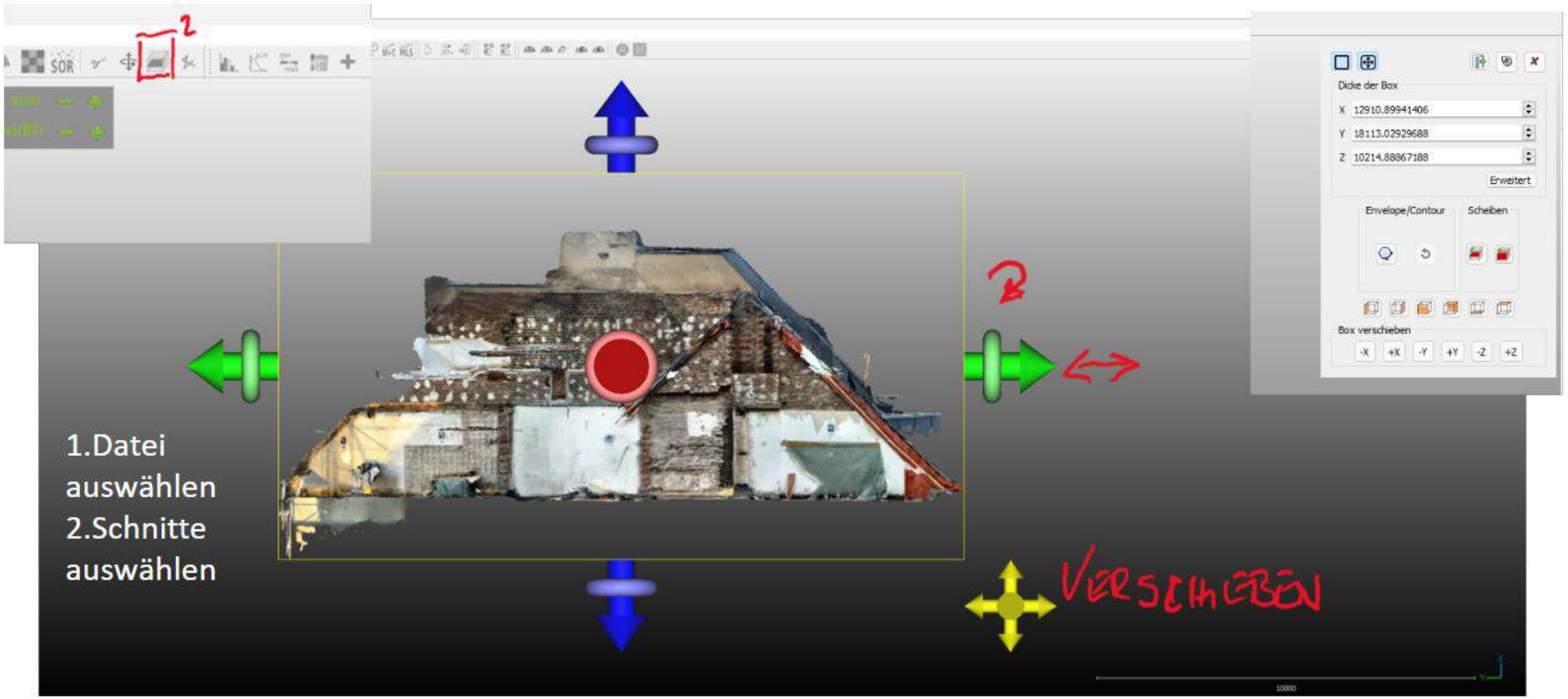
Diese kannst du als Orthofoto(rechtwinklig aufgenommenes Foto)exportieren oder du kannst Konturen als DXF-linien extrahieren.

Du kannst auch händisch Linien und Punkte in die Wolke legen.

Im nächsten Schritt exportierst Du die DXF-linien in einer Datei.Wie du sie weiterverarbeitest, lernst Du im nächsten Kapitel

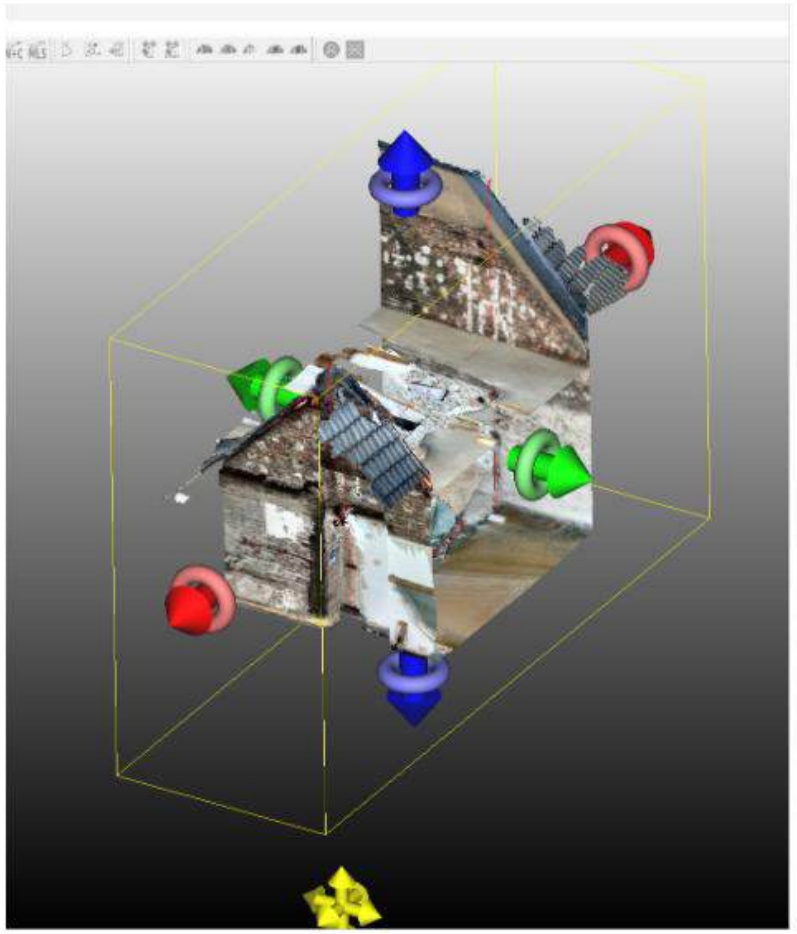
© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

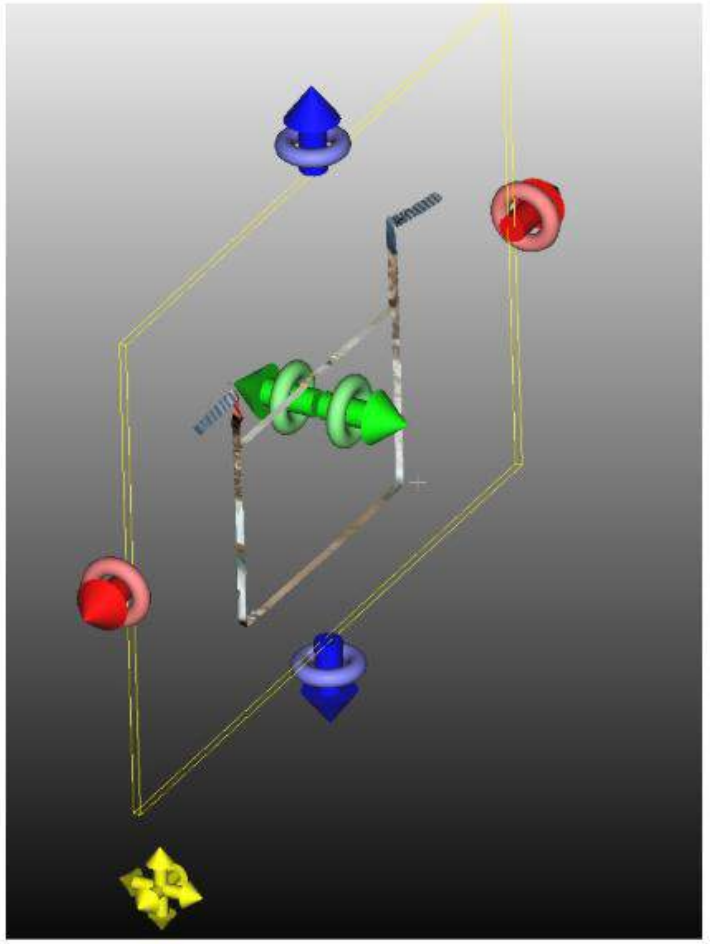
Die Schnittbox

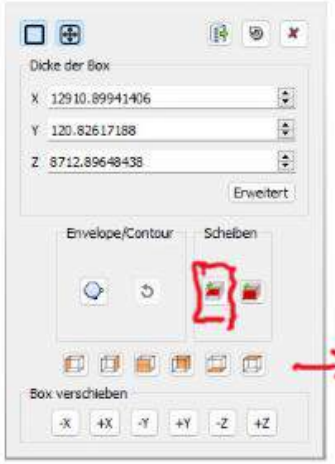


© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Schnitt legen







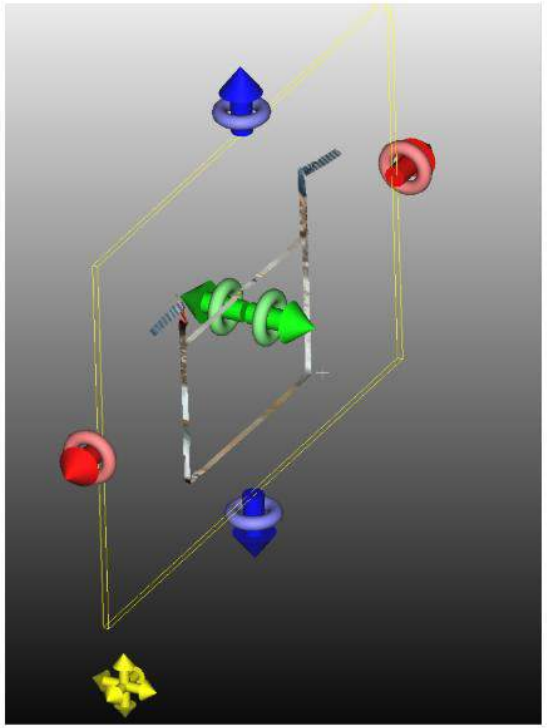
Ansicht schnittbox

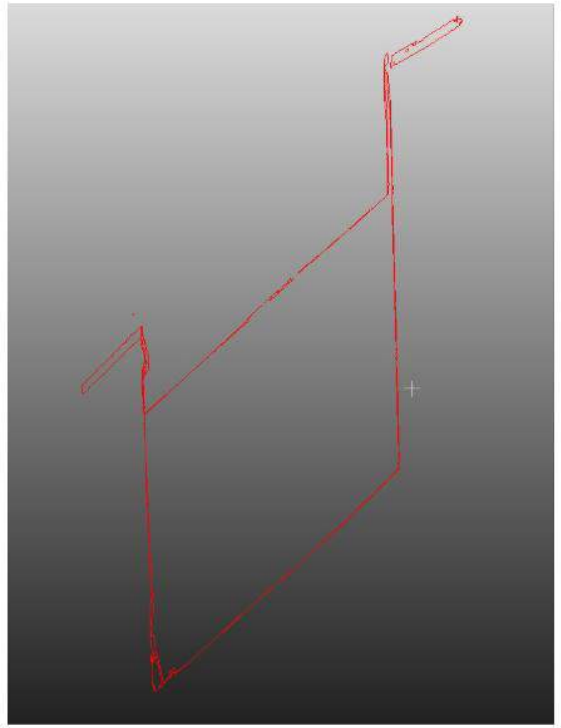
Box einstellen bis der gewünschte Schnitt ausgewählt ist.

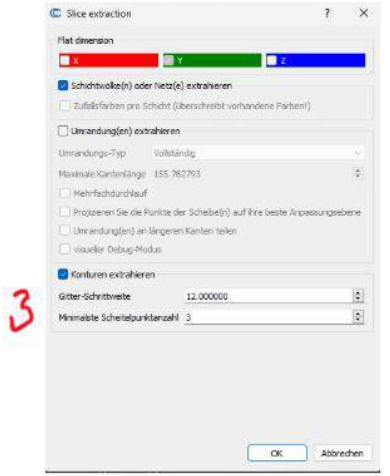
Schnitt bestätigen

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Extrahieren von Konturen





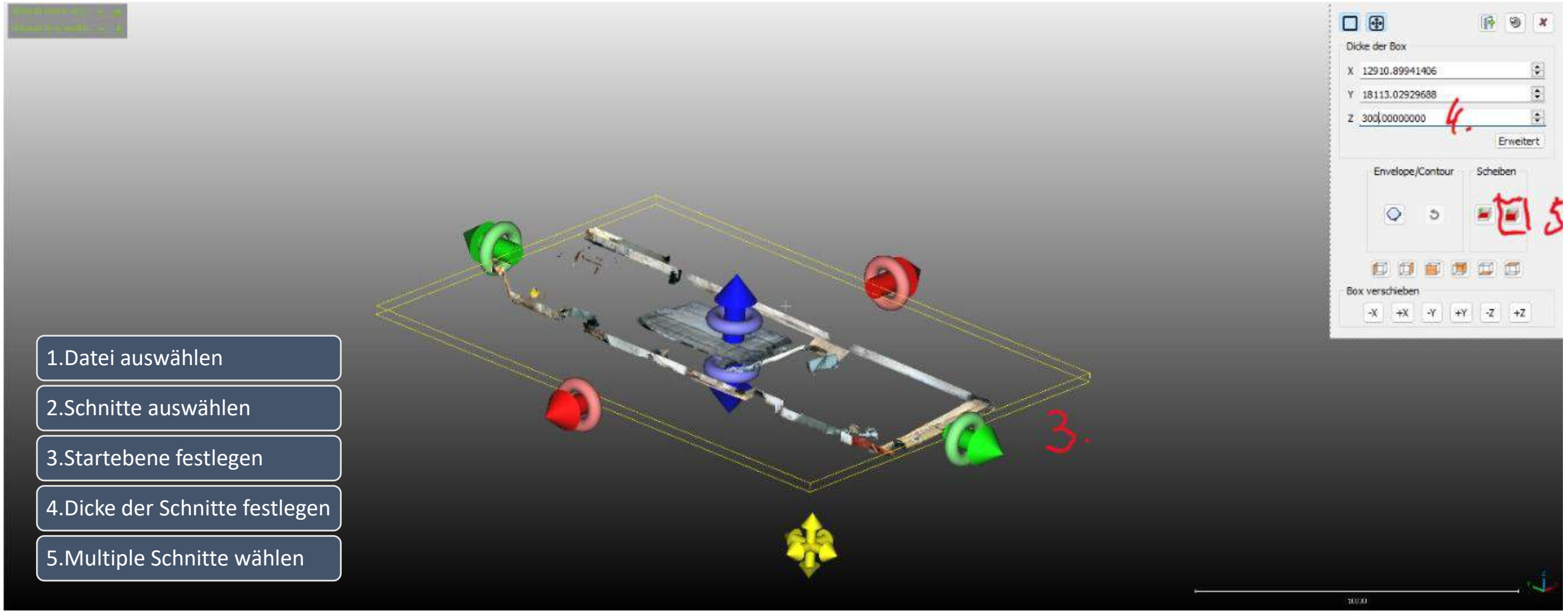


3

3. Soll eine DXF extrahiert werden bitte entsprechend anwählen. Bei der Kantenlänge bei 7mm beginnen. Bitte bei der Einheit auf den Maßstab der Box achten(hier ist die Wolke in mm angelegt

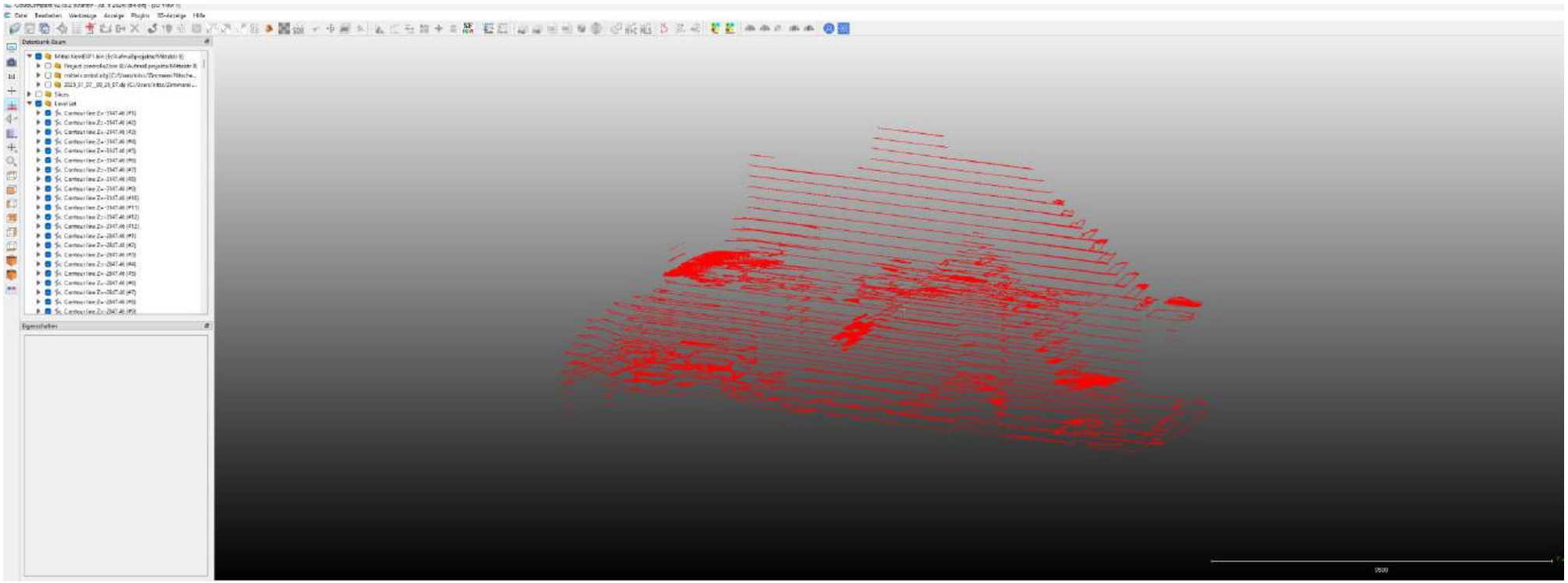
© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Multiple Schnitte legen



1. Datei auswählen
2. Schnitte auswählen
3. Startebene festlegen
4. Dicke der Schnitte festlegen
5. Multiple Schnitte wählen

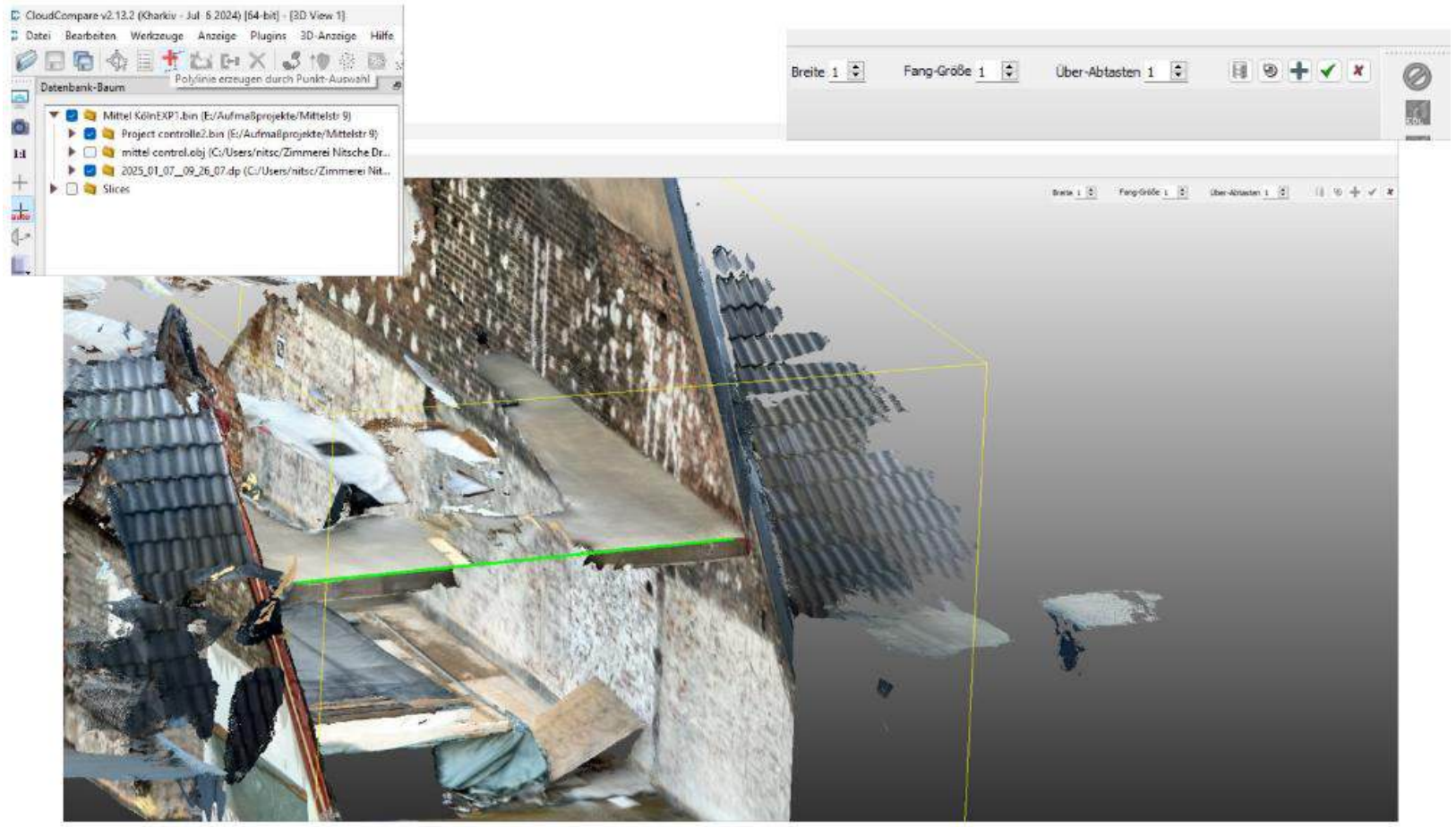
Multiple Schnitte legen



Konturen extrahieren wie auf S.85

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Linien legen



(1) Polylinie auswählen

(2) Linie in die Wolke legen

(3) Es können die Breite, die Fanggröße und die Abtasttiefe eingestellt werden

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Messungen in Cloud Compare



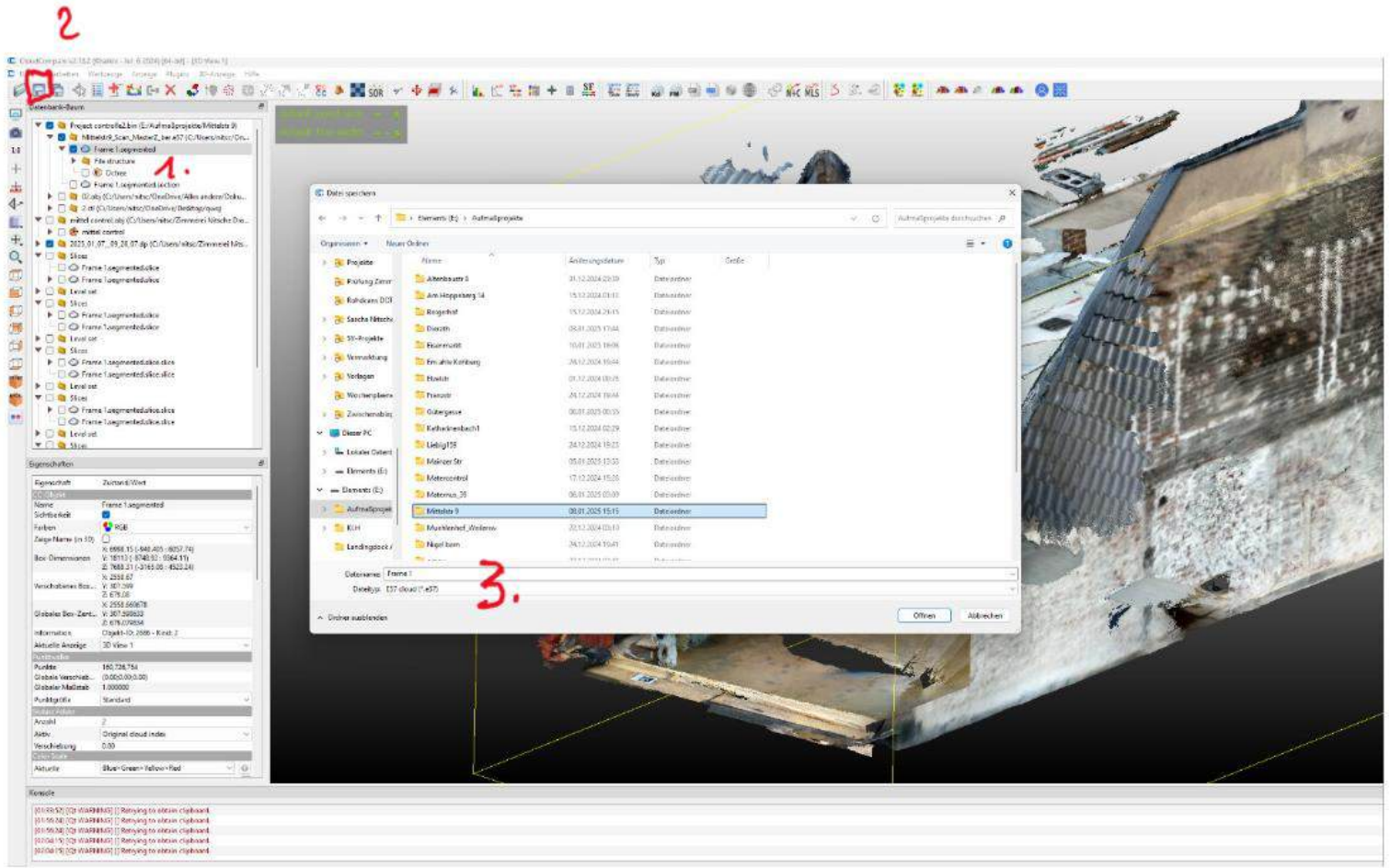
(1) Dateien auswählen, deren Punkte messbar sein sollen.

(2) Messen auswählen

(3) Längen messen auswählen

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Dateien speichern



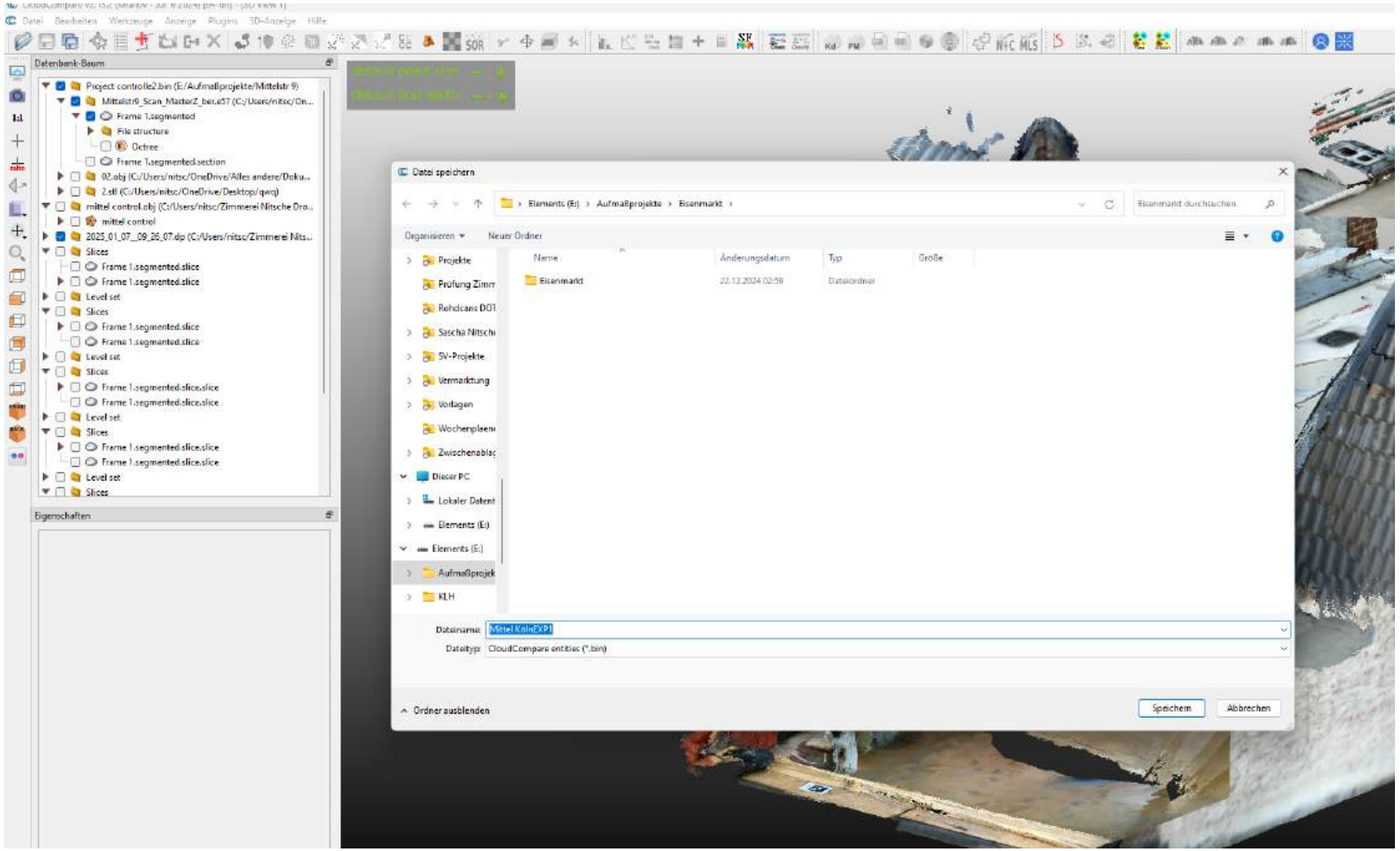
(1) Datei auswählen

(2) Speichern auswählen

(3) Namefestlegen und Dateiforman

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

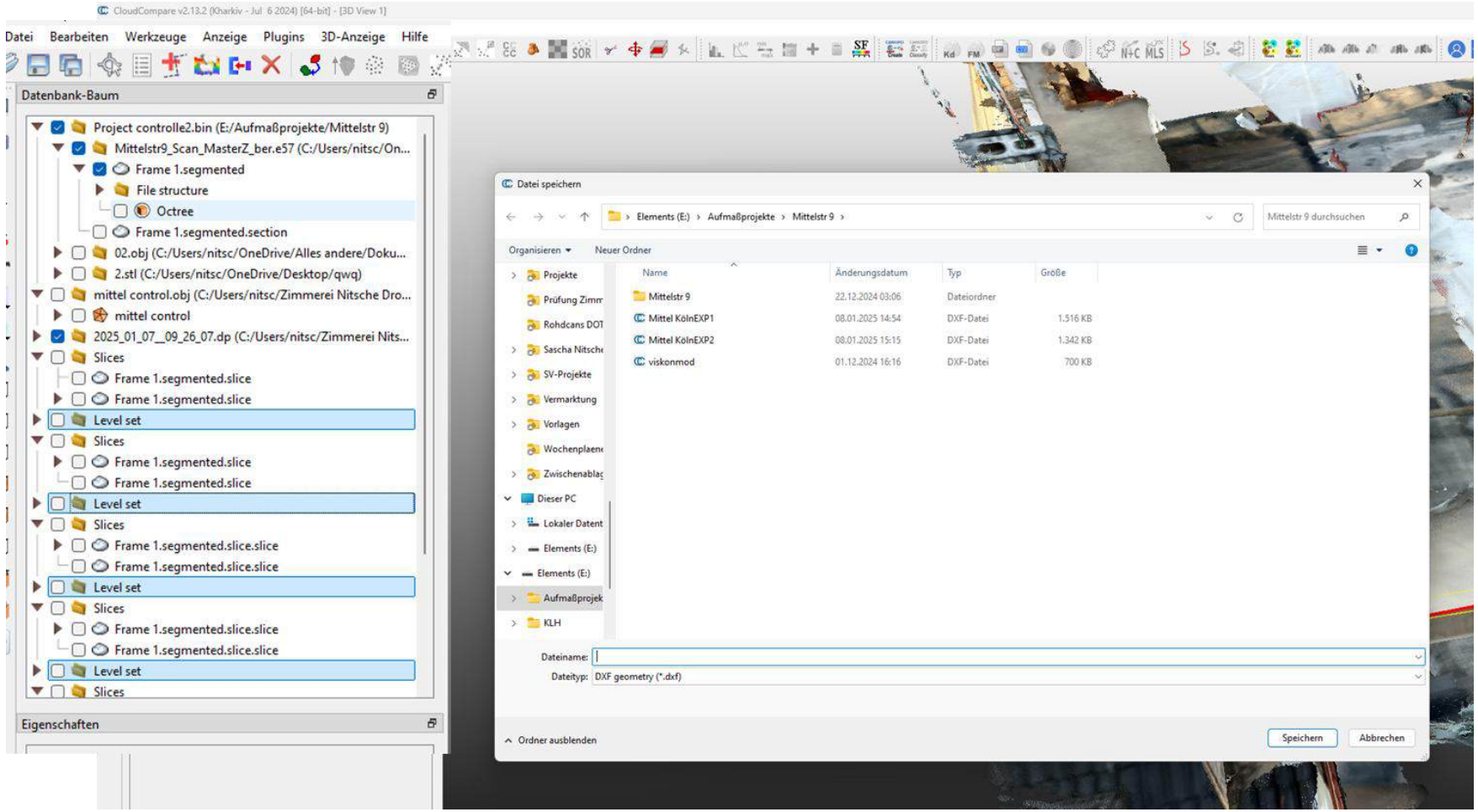
Dateien speichern im bin-format



Im BIN Format kann das ganze Projekt im CloudCompare eigenen Format mit der gesamten Dateistruktur abgespeichert werden

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

DXF-linien speichern



Alle extrahierten DXF Linien können in einer gemeinsamen Datei exportiert und gespeichert werden

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Weto VisKon

VisKon ist ein CAD/CAMprogramm mit 3-D Kern. Wir haben unsere Untersuchungen und Überlegungen mit VisKon durchgeführt. Das liegt daran, dass wir auch in unserer alltäglichen Arbeit mit VisKon arbeiten. Max ist Mitarbeiter der Firma WETO AG. Die Firma WETO hat uns während unserer Untersuchungen unterstützt.

D.h. nicht, dass unser Workflow nicht auch mit anderen Programmen am Markt funktioniert. Die Übergabe erfolgt in allgemein gültigen Formaten wie DXF, TXT, und OBJ.

Vieles von dem, was und wie wir es gemacht haben, wird sich von einem erfahrenen Nutzer eines anderen CAD Programms umdenken und adaptieren lassen

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

DXF Daten aus Zoom 45 importieren

Da wir uns in der dritten Genauigkeitsstufe befinden, sind alle Apriltags mit der Talstation Georeferenziert.

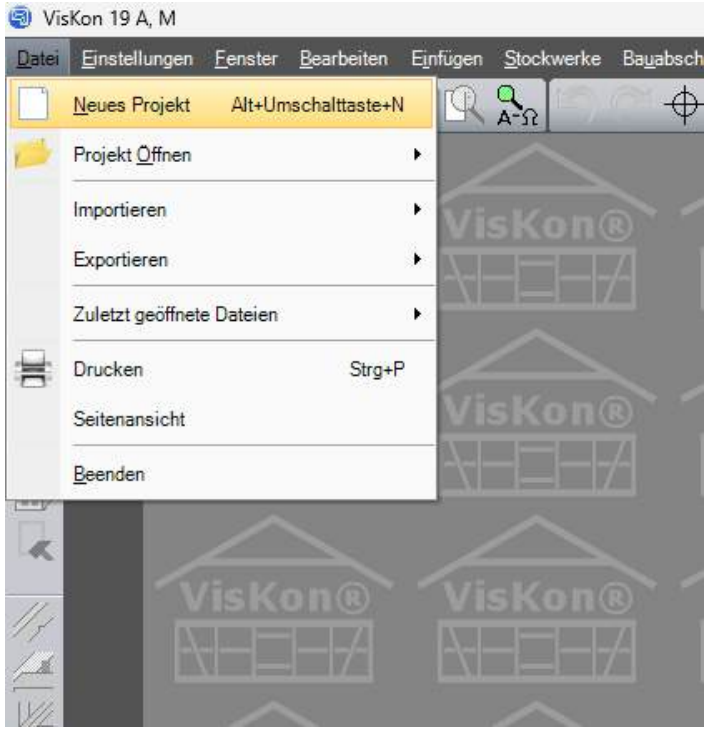
Dies ermöglicht uns, in CloudCompare und dem jeweiligen Abbund Programm quasi parallel zu arbeiten. Dateien lassen sich zwischen beiden Programmen im Ablauf beliebig hin und her schieben. Durch die Georeferenz des Festpunktefeldes werden diese Dateien im jeweiligen Programm an der richtigen Stelle im Koordinatensystem platziert. Dies stellt nicht nur eine enorme Arbeitserleichterung dar, sondern eliminiert somit eine der größten Fehlerquellen anderer Verfahren. Beim zusammensetzen (Mergen). Der Wolken in anderen Programmen können erhebliche Maßabweichungen entstehen, wenn der händige Vorgang nicht sauber ausgeführt wird. Es gibt zahlreiche Erfahrungen aus der Praxis, die dies belegen.

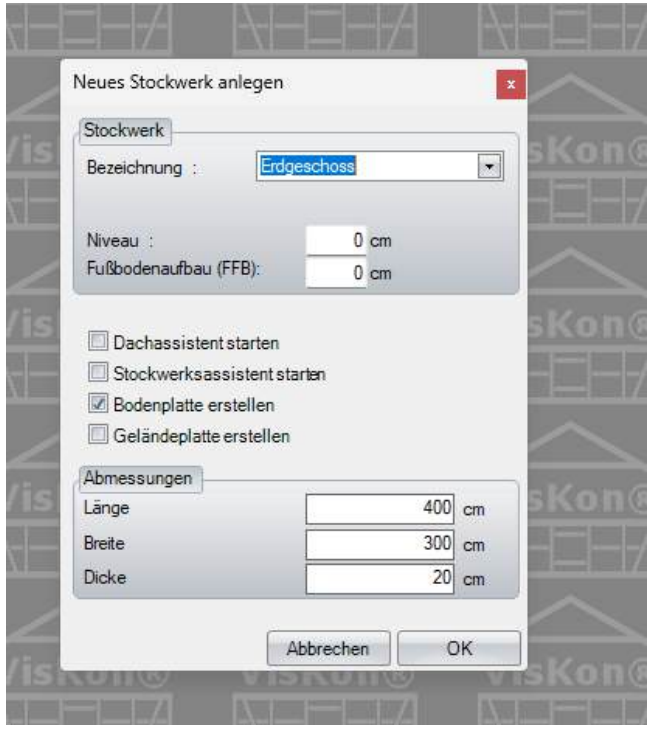
Auf Seite 41 hast du gelernt, Daten aus dem Tachymeter als Textdatei zu extrahieren und diese bei der Optimierung der Datei in 3-D einzusetzen.

Hier lernst du dieselben Daten als DXF zu exportieren und in VisKon zur Importieren

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

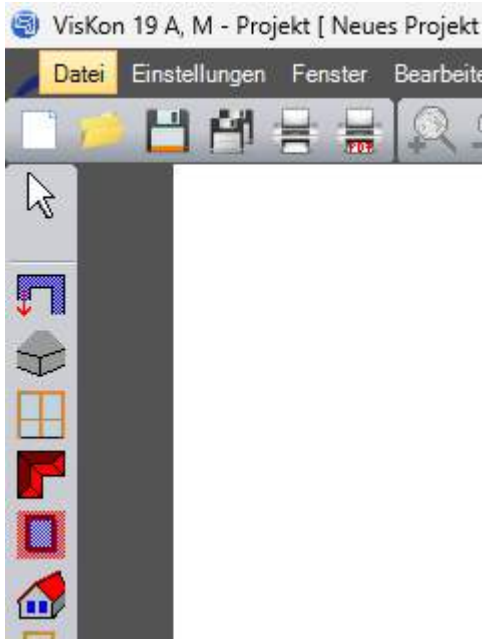
DXF Daten aus Zoom 45 importieren

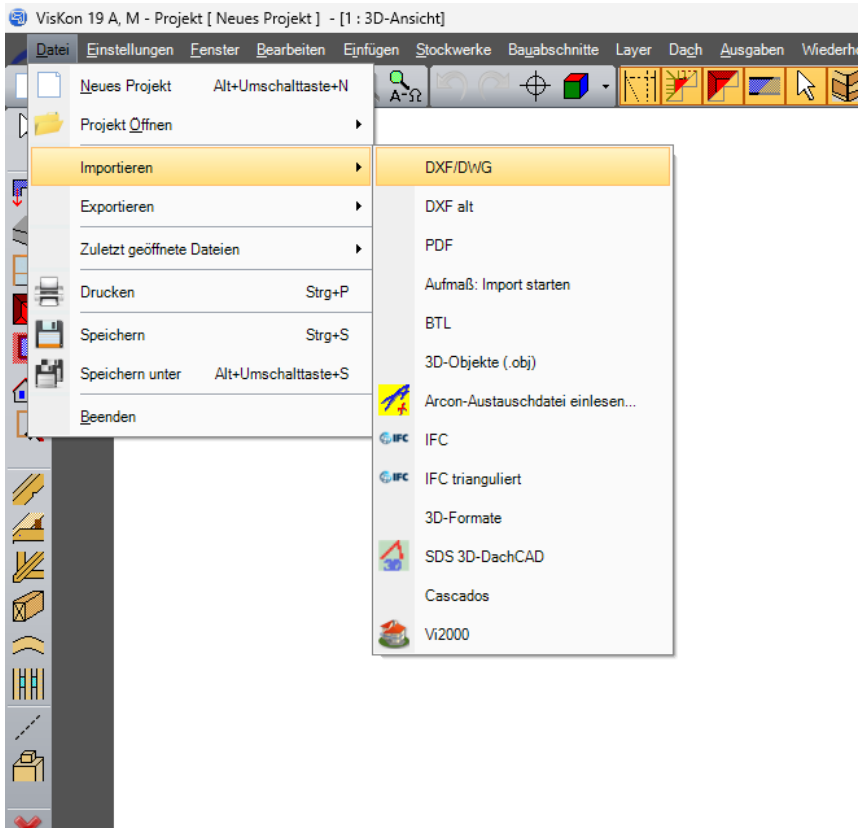




© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

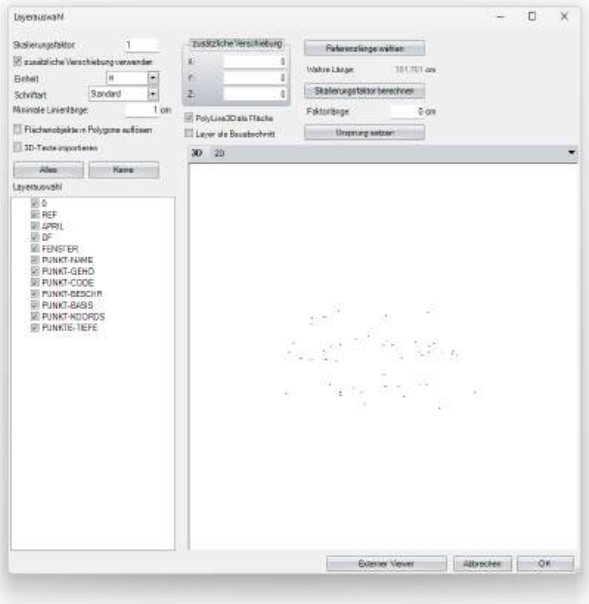
DXF Daten aus Zoom 45 importieren



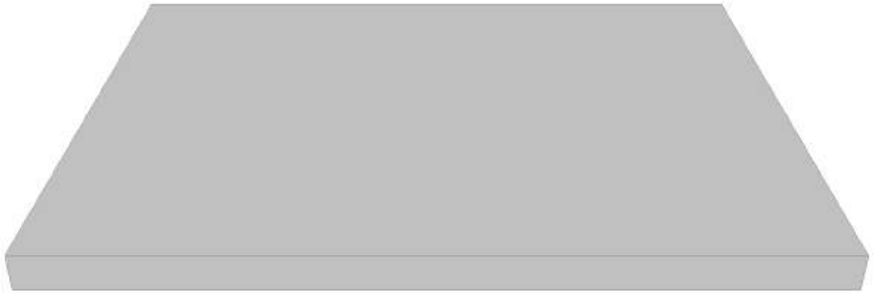


© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

DXF-Daten aus Zoom 45 importieren

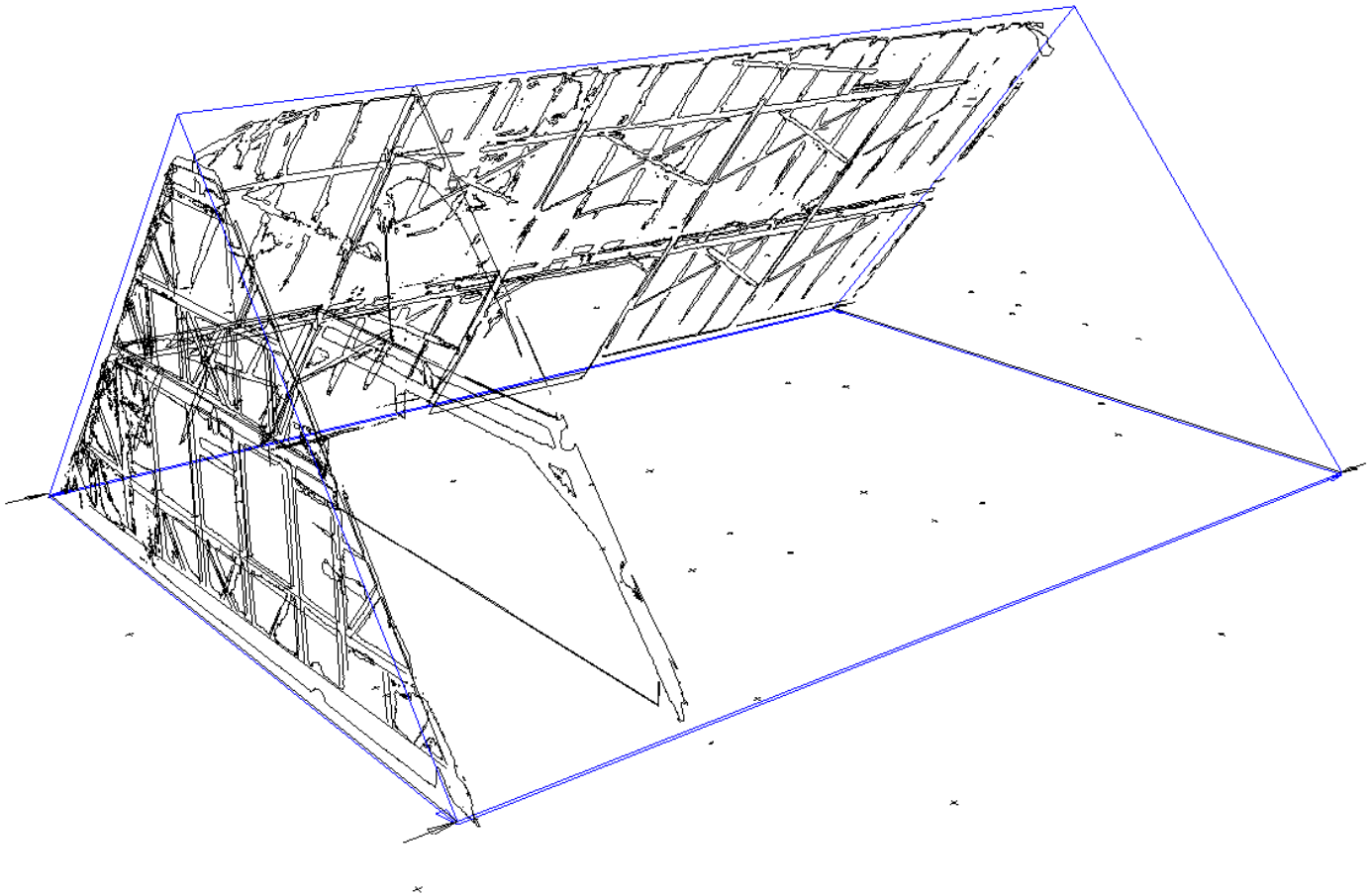


Beim Importieren Der DXF Daten ist auf den richtigen Maßstab zu achten. Überprüfe dich ggf. mit einer Referenzlänge



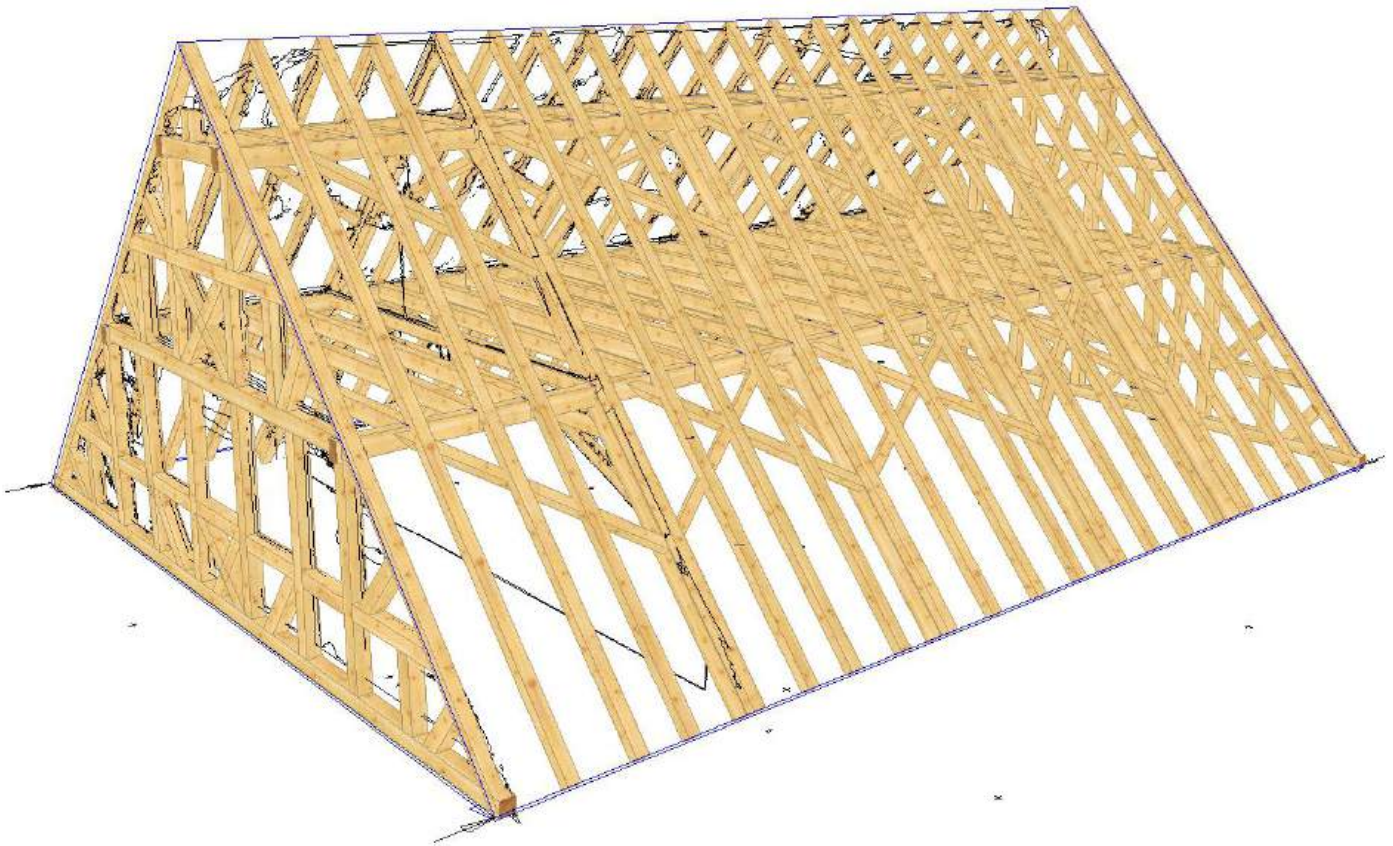
© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

DXF-Daten aus Zoom 45 importieren



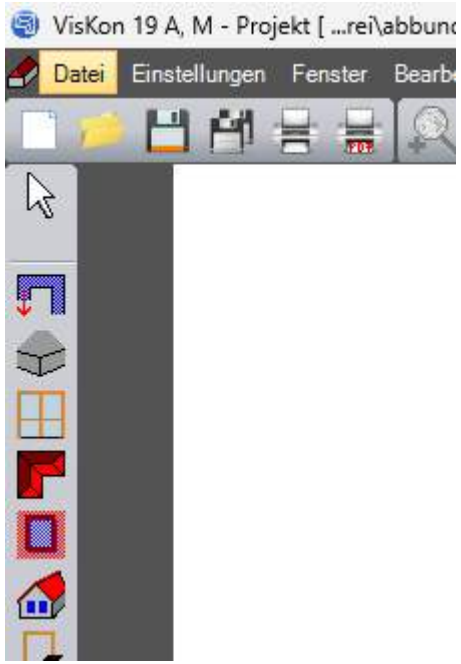
© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

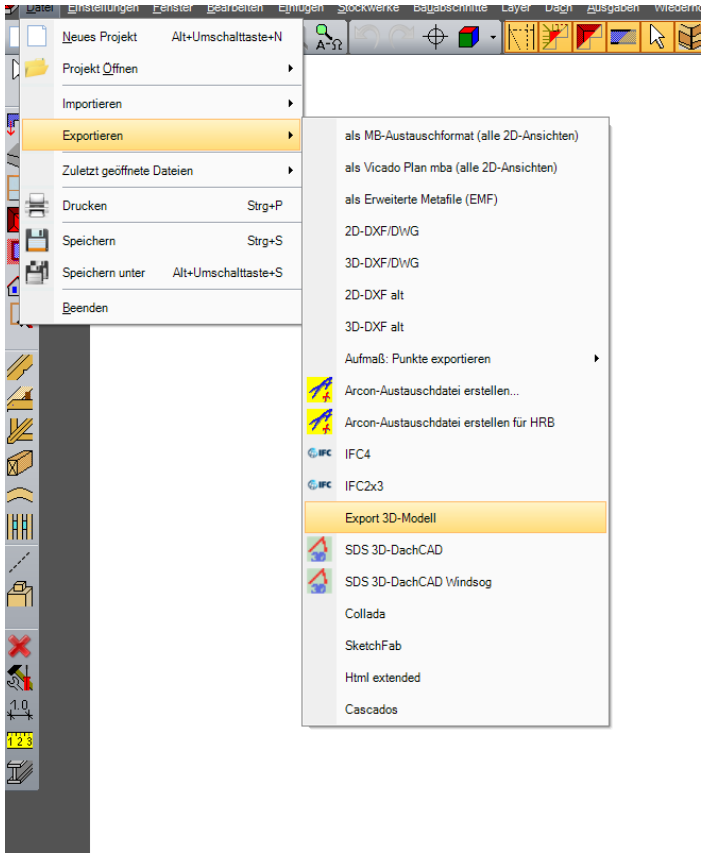
Erstelle Dein Gefügemodell



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

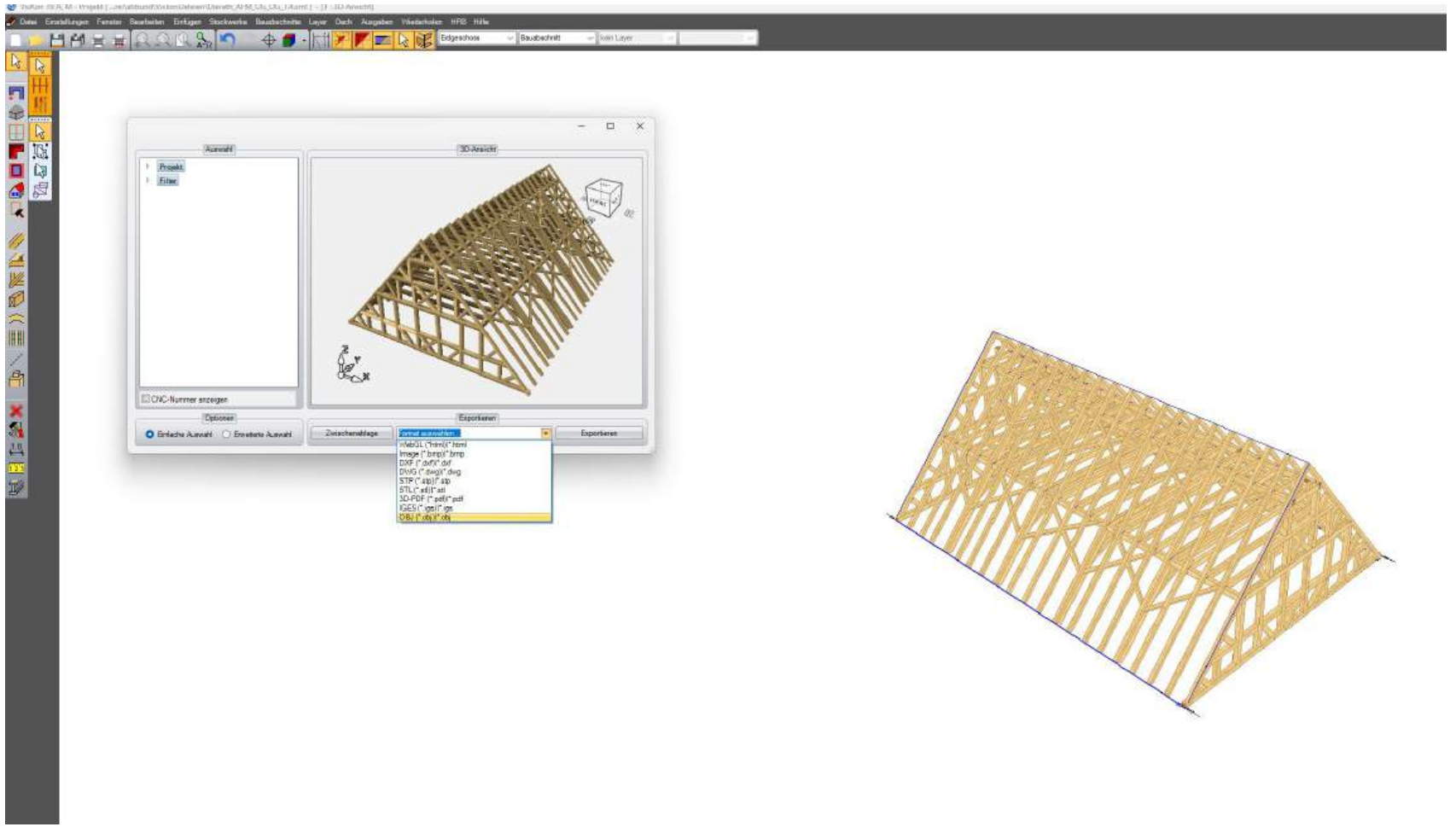
3-D Datei exportieren





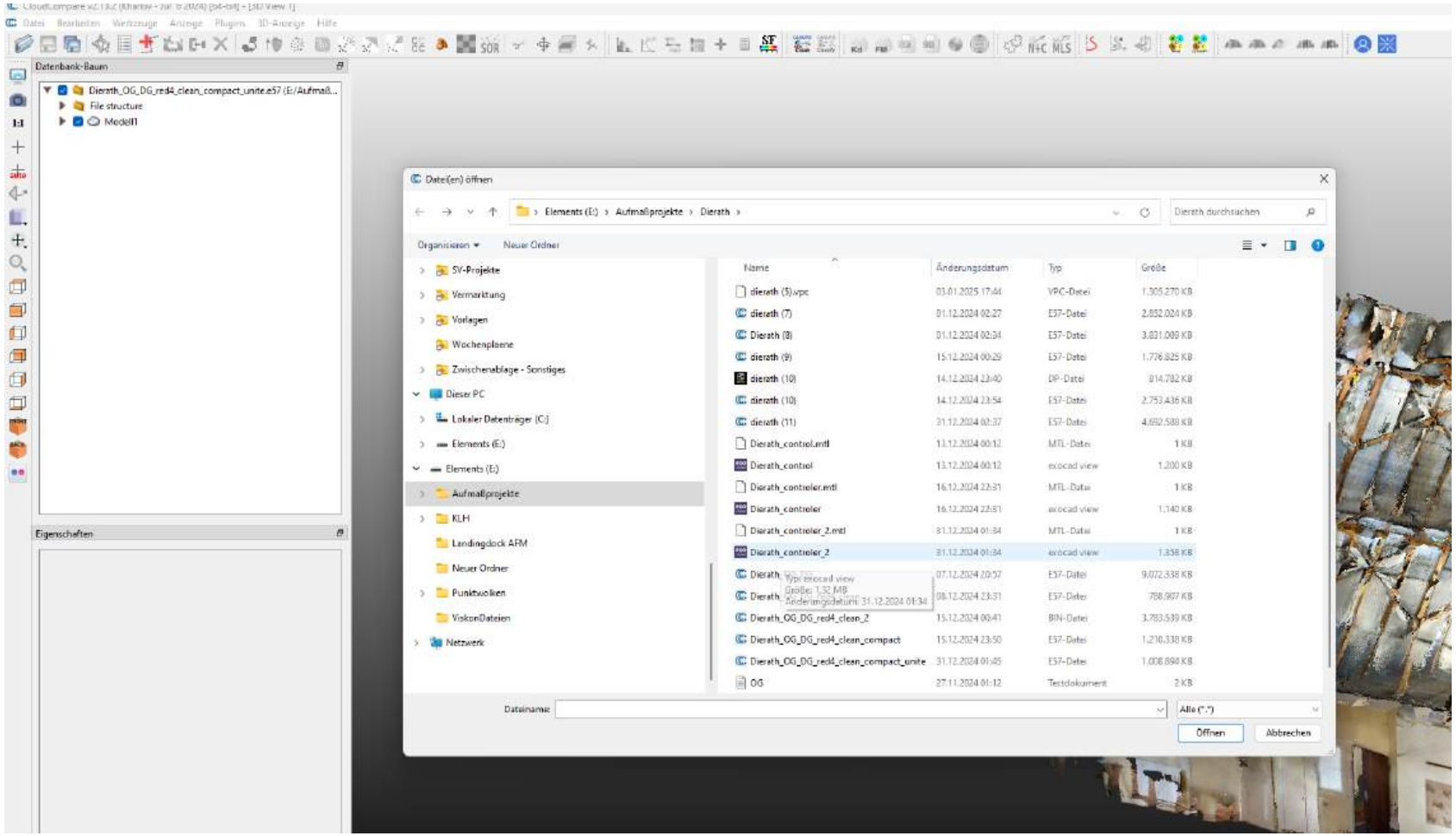
© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

3-D Datei exportieren



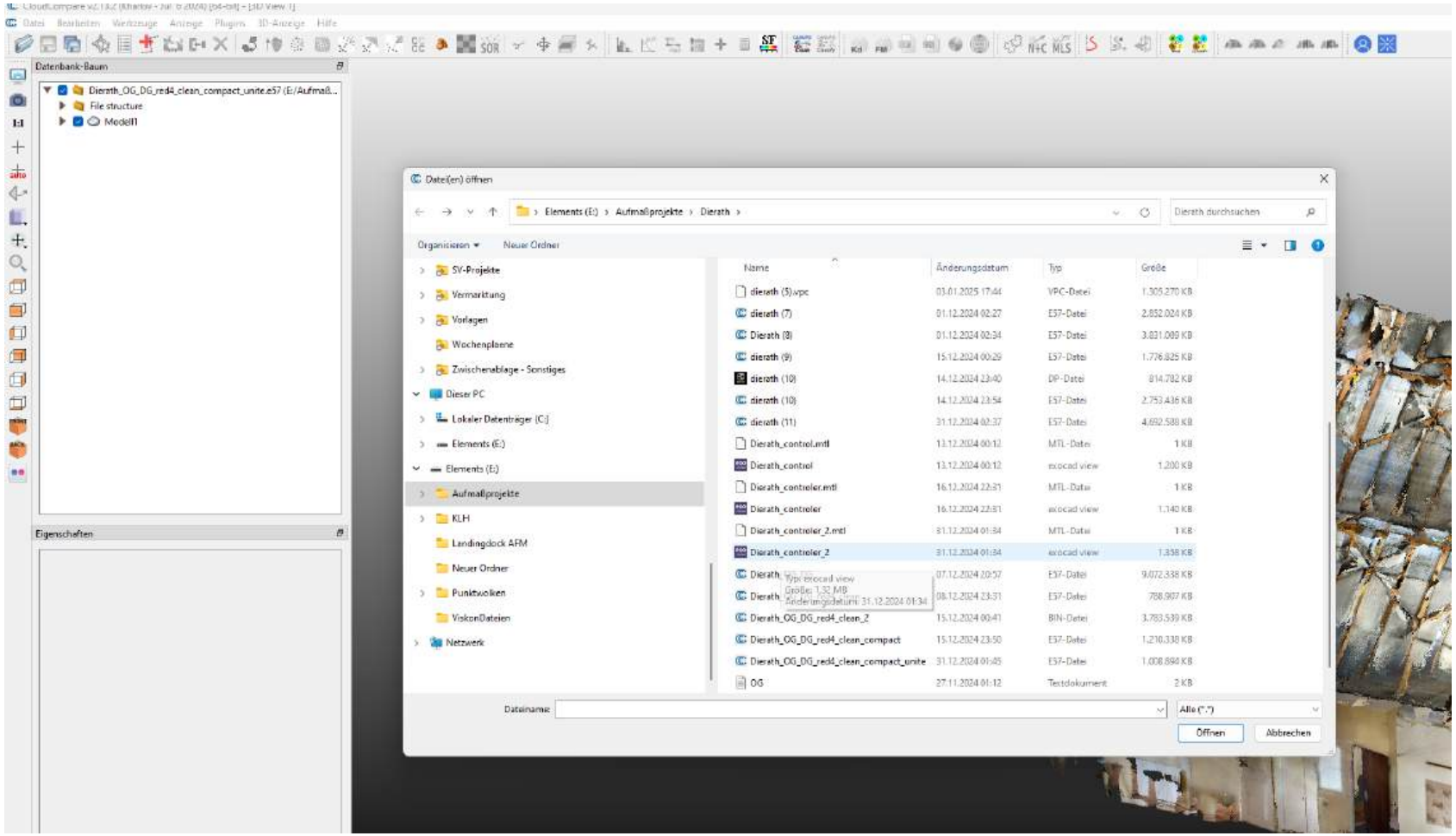
© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

3-D Datei in Cloud Compare einlesen



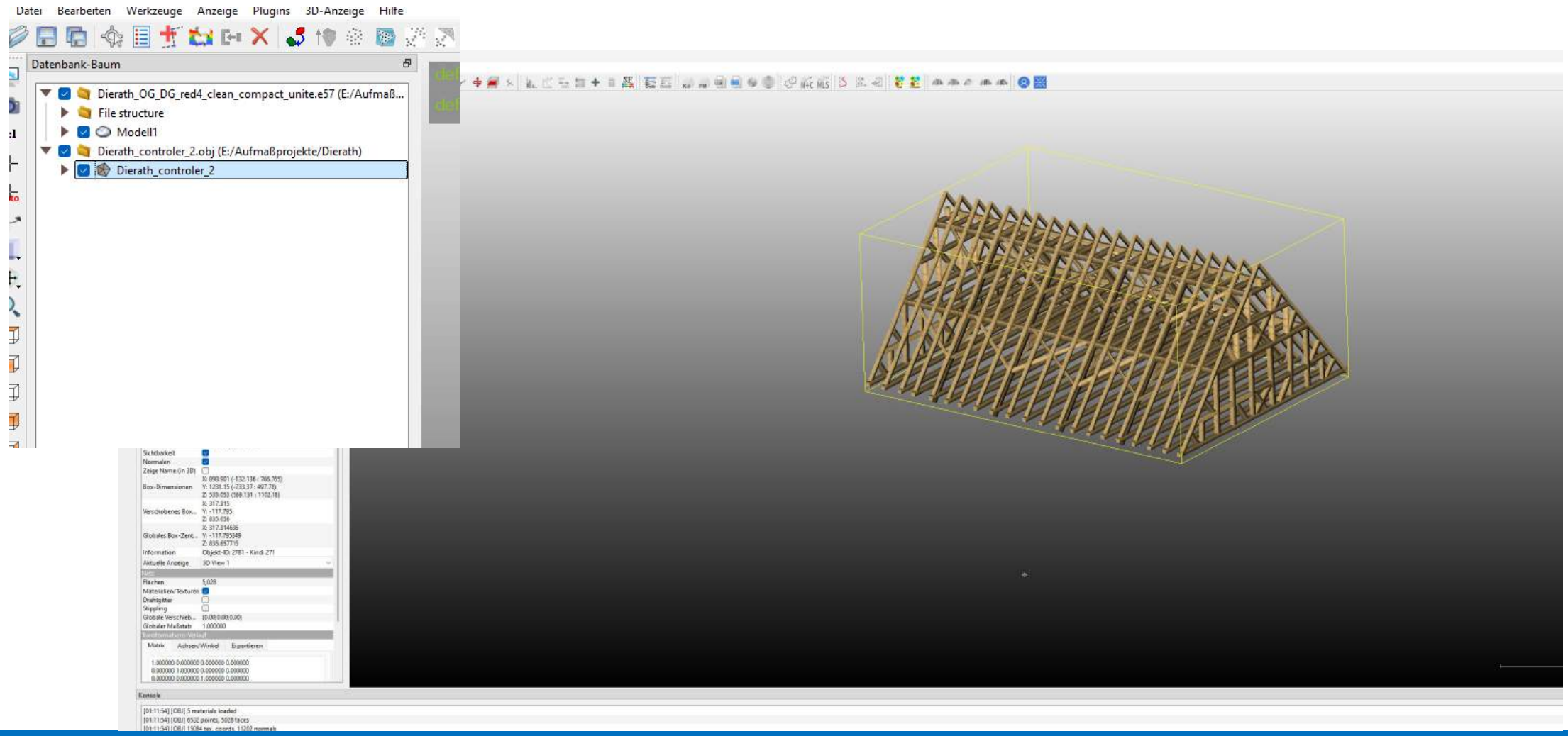
© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

3-D Datei in Cloud Compare einlesen

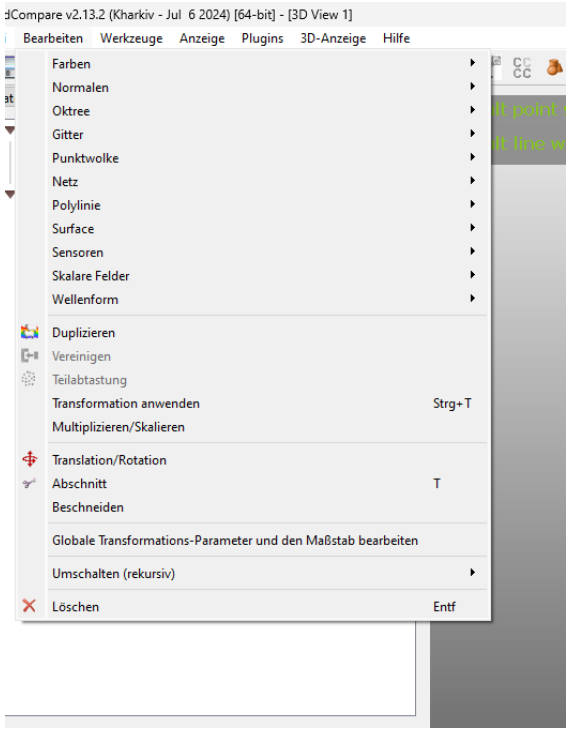


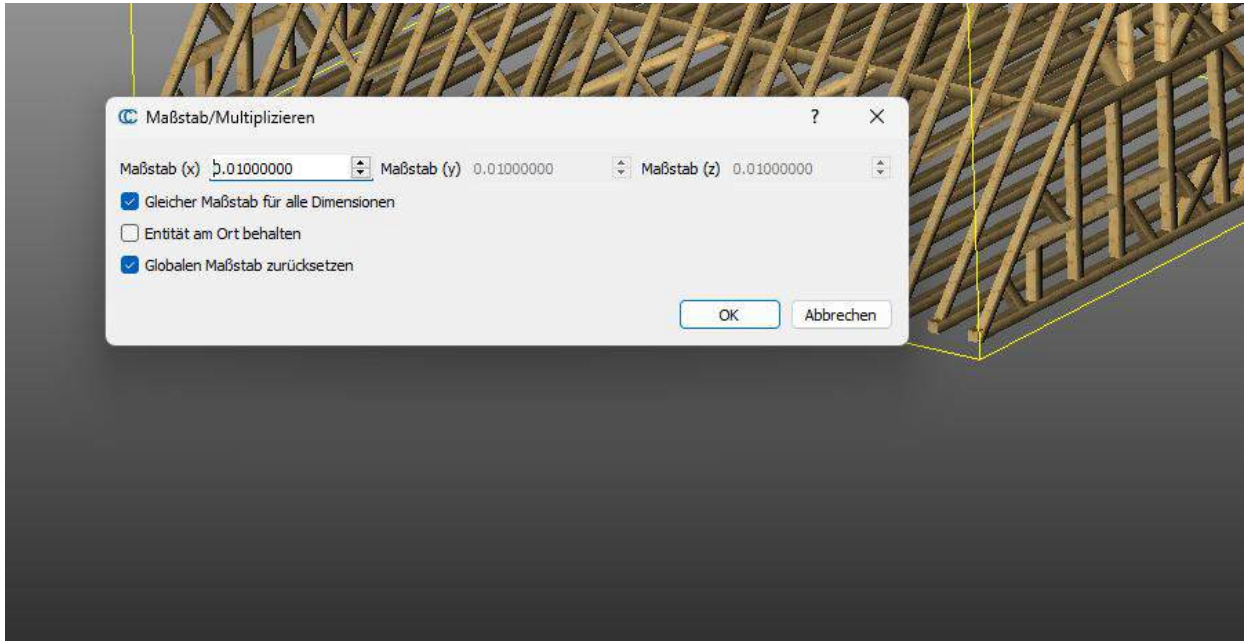
© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

3-D Datei in Cloud Compare einlesen



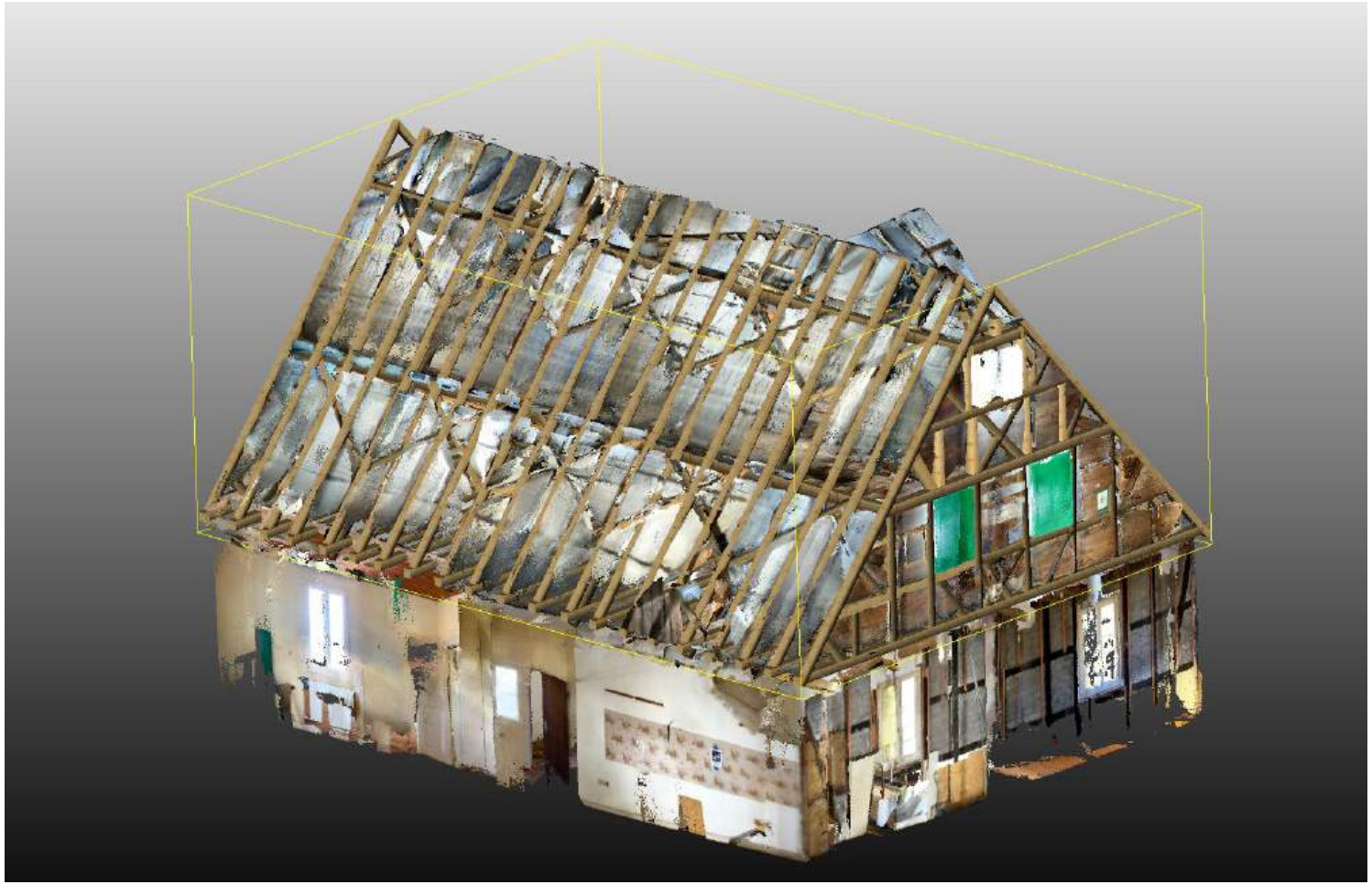
3-D Datei in Cloud Compare einlesen





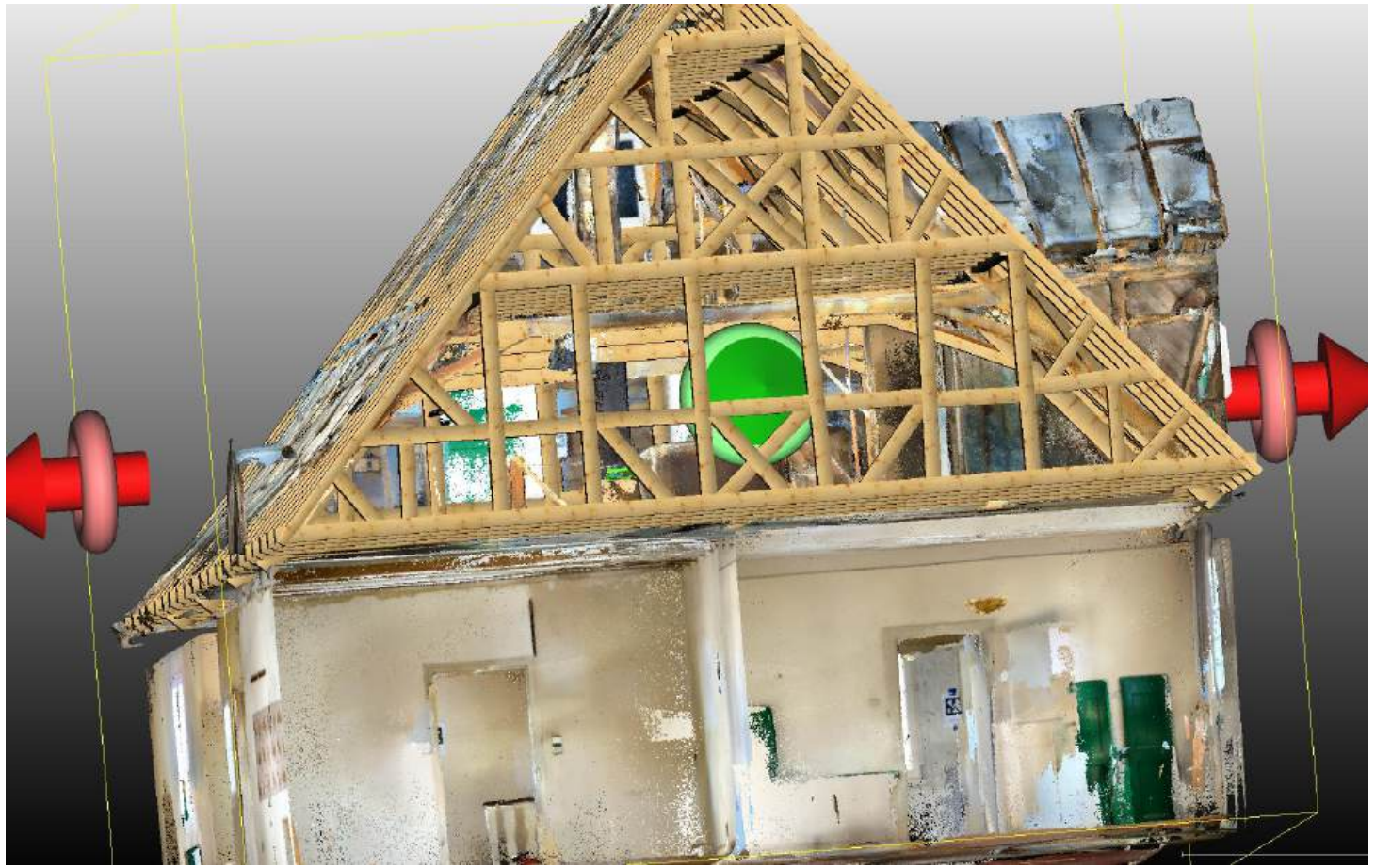
© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

3-D Datei in Cloud Compare einlesen



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Kontrolliere dich und die Genauigkeit deines Modells in Cloud Compare



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Bestand Aufmessen und abbilden

Verformungsgerechte Aufmaß in der Bestanderfassung denkmalgeschützter Gebäude

Historischen Bestand abbilden: Das **verformungsgerechte Aufmaß** bildet das zu untersuchende Objekt möglichst genau und Detailreich ab. Es ist in der Regel händisch gezeichnet. Es bildet die Grundlage aller weiteren Untersuchungen und Planungen (Kartieren, Bewerten, Konzept)

Statik beurteilen: Um das statische System, sowie die klonstruktive Durchbildung eines Objektes verstehen zu können, muss man es im Ganzen betrachten
Hierbei unterstützt das **Gefügemodell**



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Verformungsgetreues Aufmaß erstellen

Ein verformungsgerechtes Aufmaß im Denkmalbereich bezieht sich auf die präzise Erfassung der Maße und Formen historischer Gebäude und Strukturen unter Berücksichtigung ihrer tatsächlichen Verformungen und Abnutzungen. Da Denkmäler oft über lange Zeiträume hinweg verschiedenen Einflüssen ausgesetzt sind, können sie sich verformen oder verändern. Dieses Aufmaß berücksichtigt diese Veränderungen, um eine realistische Grundlage für Restaurierungs- oder Erhaltungsmaßnahmen zu schaffen. Es ist entscheidend, um die historische Integrität und die strukturelle Stabilität der Denkmäler zu bewahren und sicherzustellen, dass alle Maßnahmen den denkmalpflegerischen Anforderungen entsprechen.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Erzeugen von Orthofotos



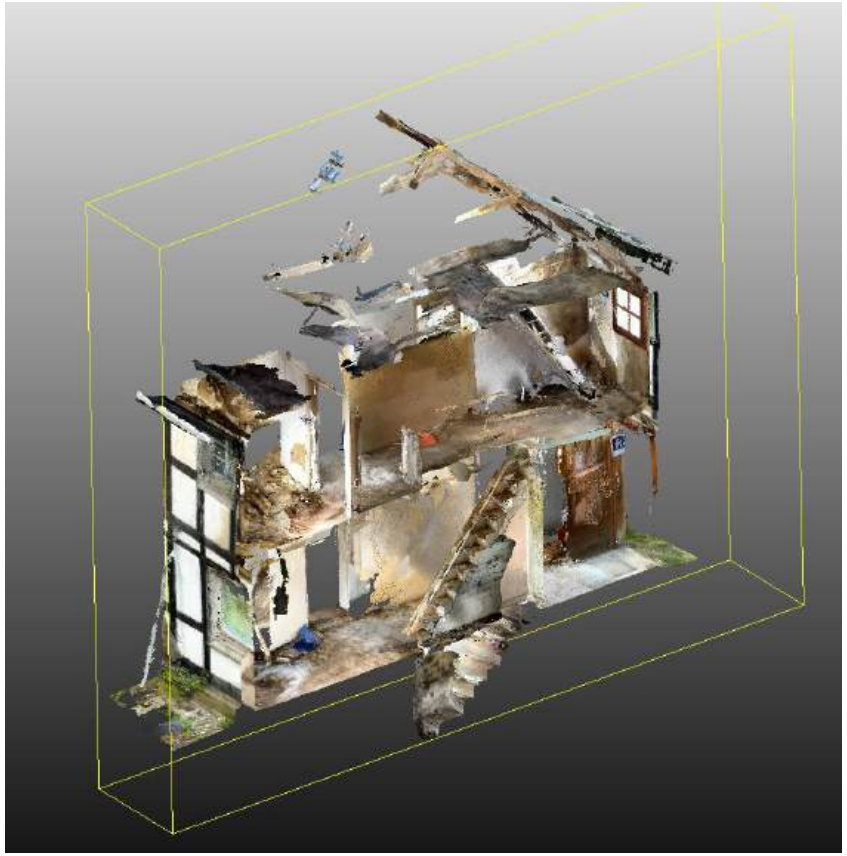


1.Stelle eine orthographische Ansicht in Cloudcompare her

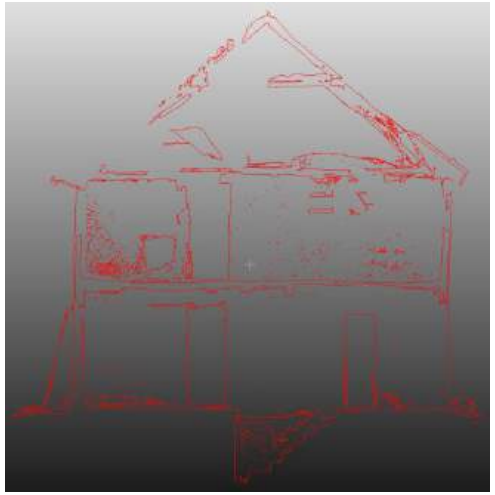
2.Erzeuge über DRUCK ein Bildschirmfoto

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Erzeugen von Orthofotos









Mit Schnitten kannst du es genauso machen. Wichtig ist, dass der Maßstab mit im bild ist (folgende Seite)

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Orthofotos Abpausen



Diese Bildschirmfotos kannst du in einem Zeichenprogramm wie Concepts auf deinem Pad oder in einem beliebigen anderen Zeichenprogramm abpausen.

Wichtig ist, dass du den Maßstab mit abzeichnest.

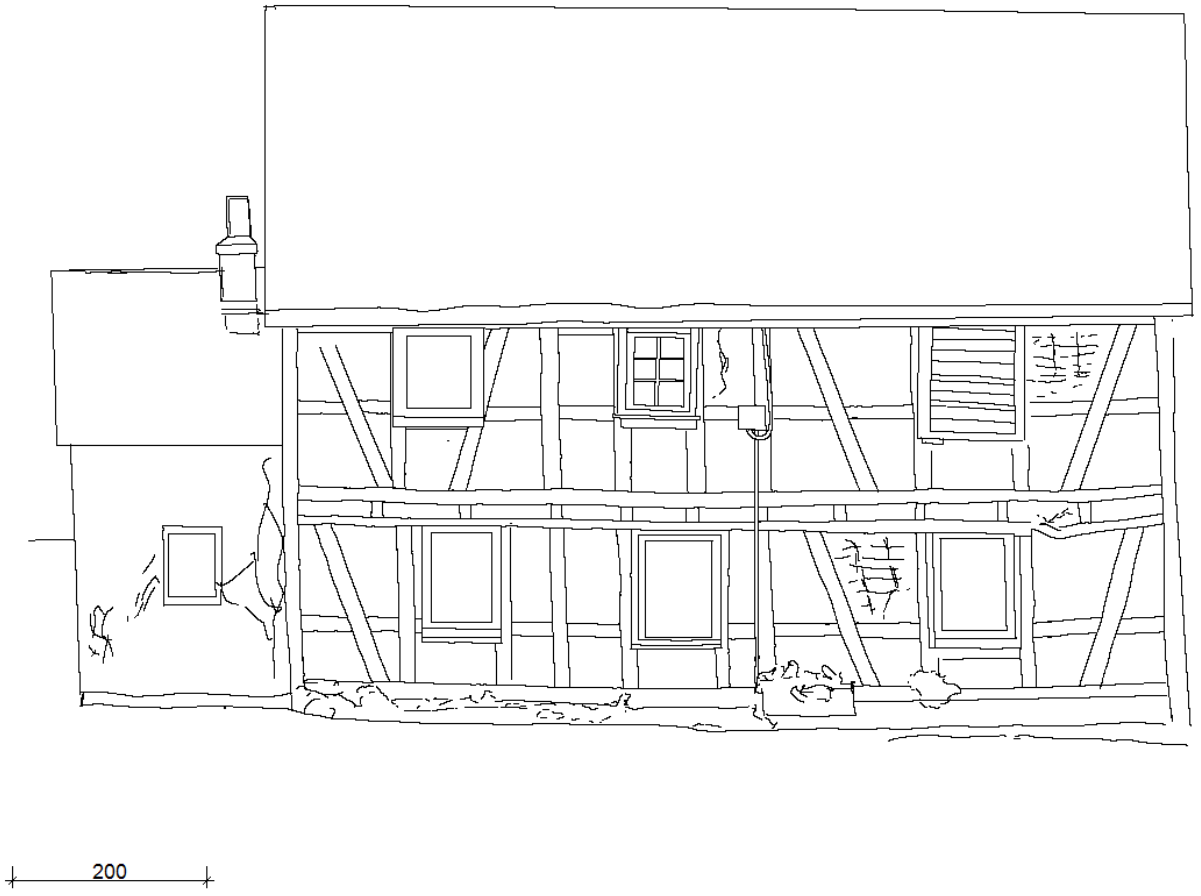
Du kannst aus Concepts Vector PDFs ausgeben.

Diese kann Viskon einlesen

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Zeichnungen nach VisKon exportieren

In VisKon lassen sich die Zeichnungen zu Ende bearbeiten. Über den Maßstab können sie beim einlesen skaliert werden



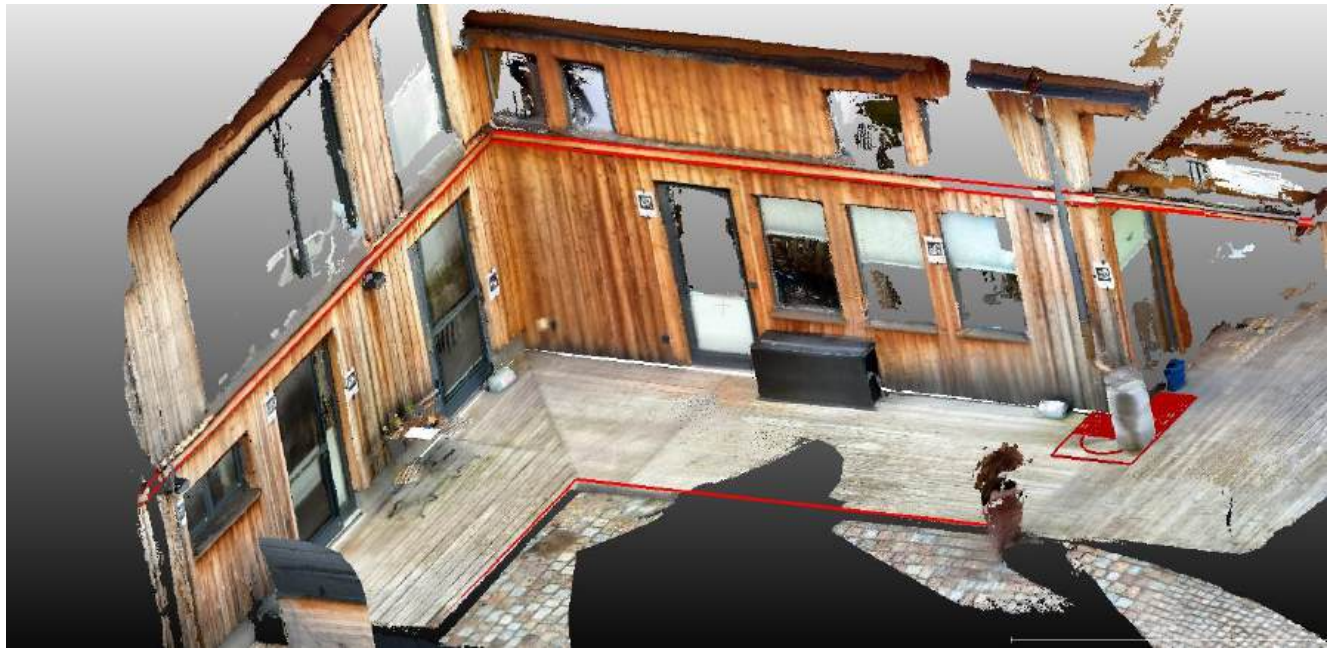
© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Zeichnungen in VisKon zu Ende bearbeiten



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Gefügemodell erstellen



1. Verformungstreues Aufmaß mit der Totalstation

Linienzüge erfassen:

- Präzise Erfassung von Konturen und Bauteilverformungen direkt vor Ort.
- Wichtige Details, wie Linienzüge an freien Bundhölzern oder Schwellen, werden exakt aufgenommen. Ergänzend wird die Position der Apriltags erfasst.

Übertragung ins 3D-CAD:

- Die erfassten Daten werden nahtlos in CAD-Systeme wie VisKon übertragen.
- Im CAD entsteht ein verformungstreues Modell in 3D, das den aktuellen Zustand des Gebäudes realistisch abbildet.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Gefügemodell erstellen

2. Ergänzende Punktwolke mit Dot 3D

Aufnahme mit Dot 3D:

- IPhones mit Lidar ermöglichen eine schnelle und präzise Aufnahme des gesamten Gebäudes.
- **AprilTags** (ca. 15 Stück) sorgen für eine einfache Referenzierung und gute Genauigkeit.

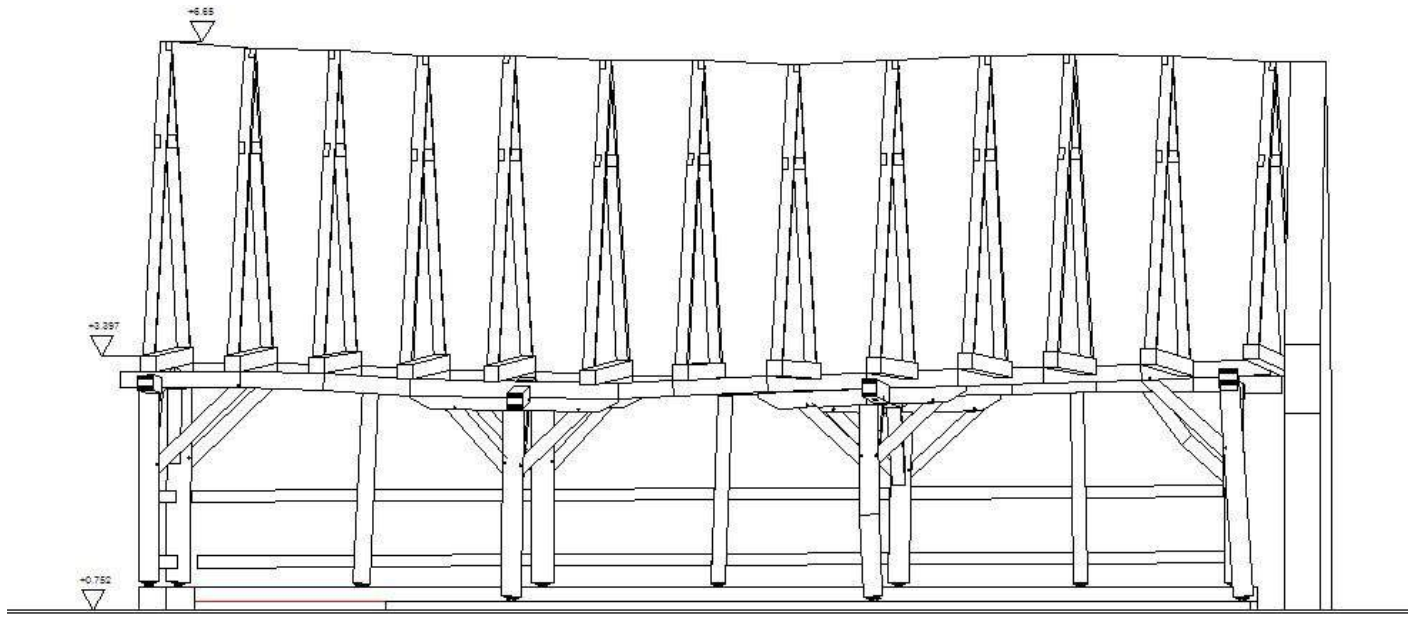
Synchronisation von CAD und Punktwolke:

- Die Punktwolke (z. B. in CloudCompare) und das CAD-Modell (z. B. in VisKon) befinden sich exakt an derselben Position.
- Daten können per Shortcut im DXF-Format schnell und unkompliziert zwischen den Programmen ausgetauscht werden.



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Gefügemodell erstellen



3. Vorteile und Anwendungen

Verformungstreues 3D-Aufmaß:

- Ermöglicht die genaue Analyse von Verformungen und Schäden, die im Zuge von Restaurierungen berücksichtigt werden müssen.
- Unverzichtbar für die Planung statischer Maßnahmen und die Beurteilung der Gebäudestabilität.

Effizientes Arbeiten:

- Die Kombination von Totalstation und Dot 3D spart Zeit und erhöht die Präzision.
- Automatisierte Datenübergabe zwischen Punktwolke und CAD-Software reduziert Fehlerquellen.

Anwendungsbereiche:

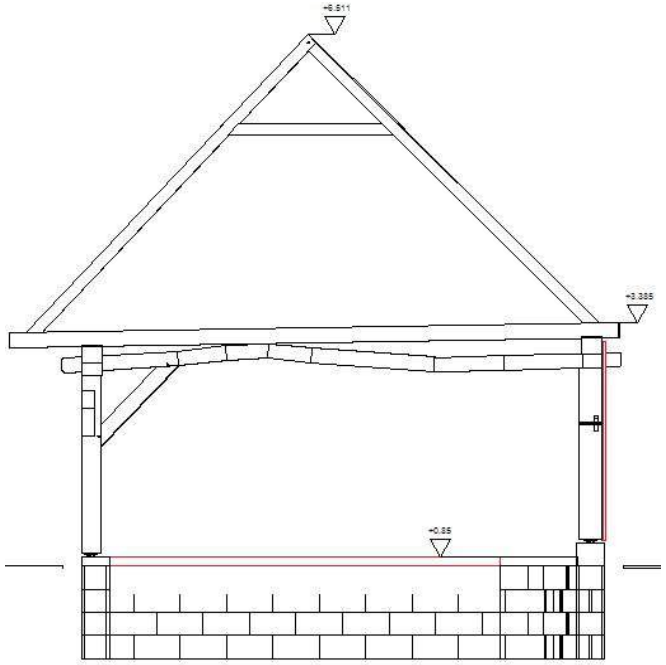
- Denkmalpflege, Restaurierungsplanung, statische Analyse und Dokumentation.

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Gefügemodell erstellen

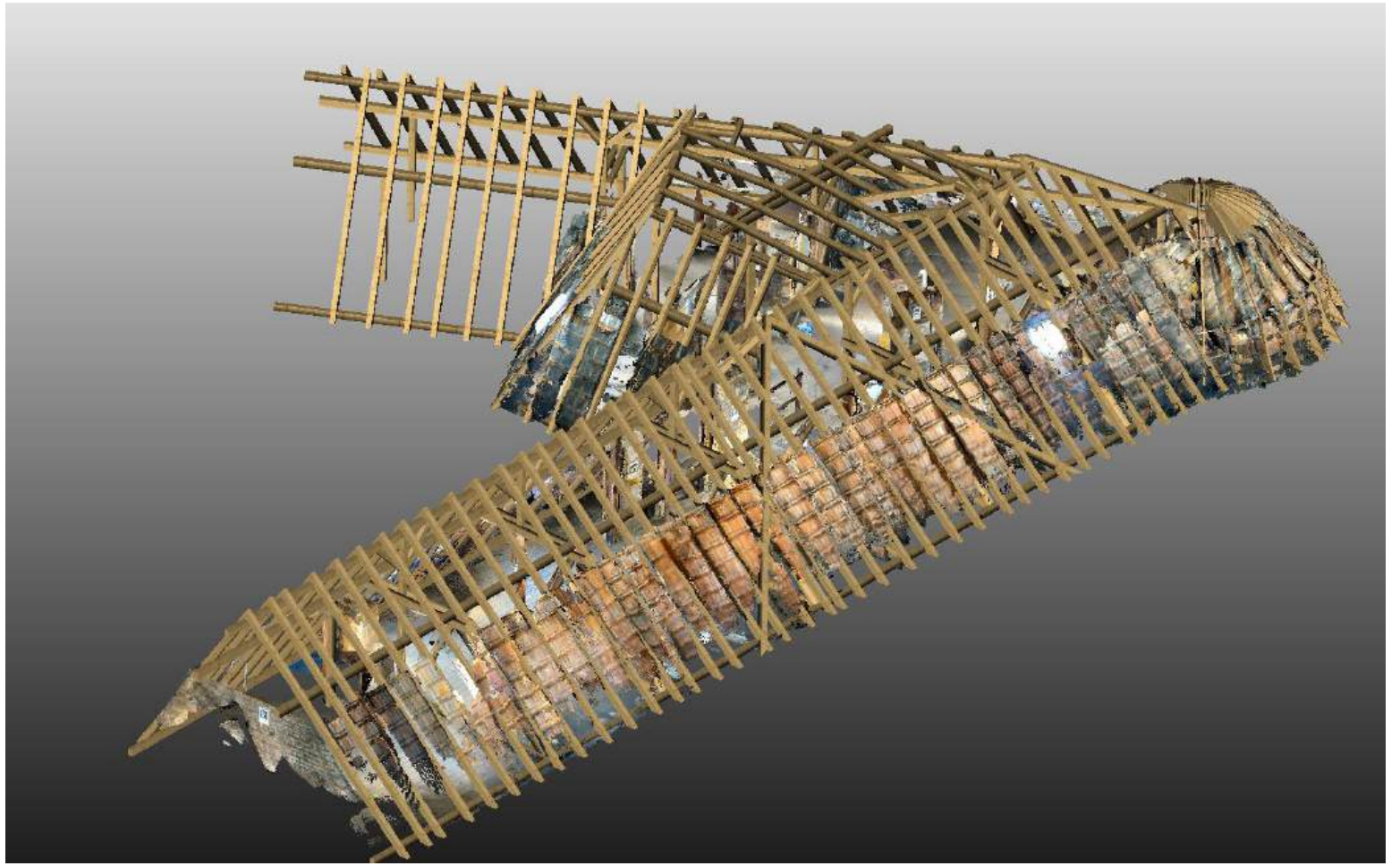
Zusammenfassung:

Durch die Verknüpfung von **Totalstation** und **Dot 3D** wird die Erfassung historischer Gebäude optimiert. Die Möglichkeit, präzise und verformungstreue Modelle zu erstellen, schafft eine wertvolle Basis für die Denkmalpflege und die Planung von Restaurierungsarbeiten. Schnelligkeit, Präzision und ein nahtloser Workflow machen diese Methode sinnvoll für alle, die mit historischen Gebäuden arbeiten.



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

Gefügemodell Beispiel2



© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann

ERKLÄRUNG UND URHEBERRECHTE:

Erklärung:

Die Ausarbeitung dieses Workflows ist geistiges Eigentum von Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann und der Fa. Gottlieb Nestle GmbH.

- Urheberrechte:

Die Inhalte dieser Veröffentlichung, einschließlich Texte, Bilder, Grafiken und andere Materialien, sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, einschließlich der Vervielfältigung, Verbreitung und öffentlichen Zugänglichmachung, liegen bei in der Erklärung angegebenen Personen bzw.
Firmen, sofern nicht anders angegeben.

Die Verwendung von Inhalten dieser Veröffentlichung ist ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung von in der Erklärung angegebenen Personen bzw. Firmen nicht gestattet. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Bearbeitung, Übersetzung, Speicherung, Verarbeitung oder Wiedergabe in elektronischen Medien.

Die in dieser Veröffentlichung verwendeten Marken und Logos sind Eigentum der jeweiligen Inhaber und unterliegen dem Schutz des Markenrechts. Die Verwen dung dieser Marken und Logos ist ohne die ausdrückliche Zustimmug der jeweiligen Inhaber nicht gestattet.

Für Links zu externen Webseiten wird keine Haftung übernommen. Die Inhalte dieser externen Seiten liegen außerhalb des Einflussbereichs von in der Erklärung angegebenen Personen bzw. Firmen und wir übernehmen keine Verantwortung für deren Inhalte.

Durch den Zugriff auf diese Veröffentlichung erkennen Sie die oben genannten Bedingungen an.

PERSÖNLICHE ERKLÄRUNGVON SASCHA, CHRISTIAN UND MAX:



- Die von uns beschriebenen Arbeitsabläufe sind keine Erfindungen. Alles, was wir dafür verwendet haben, gibt es bereits. Aber was ist, wenn man das Vorhandene unterschätzt und die vorhandenen Möglichkeiten nicht nutzt? Dann muss man sich die Mühe machen, das Vorhandene zu sichten, zu verstehen und zu schauen, wie weit man kommt.
- Das haben wir getan und waren selbst erstaunt, wie weit wir mit unserem überschaubaren Budget gekommen sind.
- Alles ist so beschrieben, das fast jeder damit Arbeiten können sollte.
- Wie schon erwähnt, spielt in unserem Konzept die frei verfügbare Software CloudCompare eine große Rolle. Wir sind von dieser Idee begeistert. Deshalb laden wir euch ein, diesen Workflow mit wem auch immer zu teilen. Das begrüßen wir sogar.
- Andererseits ist es für uns selbstverständlich, dass unsere Ideen und unsere Arbeit nicht hinter den Bezahlschranken anderer verschwinden. Hiergegen würden wir vorgehen.
- Es versteht sich auch von selbst, dass wir drei und unsere Urheberschaft genannt werden.
- Ansonsten wünschen wir allen viel Spaß und Erfolg bei der Arbeit mit unserem Workflow. Es wäre schön, wenn sich daraus auch eine Community entwickeln könnte, in der das beschriebene Verfahren weiter getragen und weiterentwickelt wird.
- Januar 2025, **Sascha, Christian, Max**

© Sascha Nitsche, Christian Rummel, Max Uhrmann