



ARTEC
STUDIO 

BEDIENUNGS HANDBUCH

Inhaltsverzeichnis

1	3D-Scannen im Überblick	3
1.1	Aktivieren	3
1.2	Vorbereiten	5
1.3	Scannen	5
1.4	Drehen und Scannen (optional)	6
1.5	Autopilot	7
1.6	Manuell bearbeiten	9
1.6.1	Umgebung bereinigen	9
1.6.2	Ausrichtung	9
1.6.3	Globale Registrierung	10
1.6.4	Rauschen entfernen	10
1.6.5	Fusionierung	10
1.6.6	Fehlstellen beheben (Optional)	11
1.6.7	Netz vereinfachen	11
1.6.8	Textur anwenden	12
1.7	Messen, Exportieren, Weiterleiten	12
1.8	Tipps und Tricks	13
2	Glossar	15
3	Bedienung der Hardware	17
3.1	3D-Scanner	17
3.2	Knöpfe und LED-Anzeigen	19
3.2.1	LED-Anzeigen	19
3.2.2	Hardware-Knöpfe	19
3.3	EVA Scanner: Hardware-Synchronisation	19
3.4	3D-Sensoren von Fremdherstellern	20
3.4.1	Sichtfelder und Reichweiten	21
3.4.2	Aussehen der Geräte	22
3.5	3D-Maus	22
3.6	Artec Batteriesatz	23
4	Installation	27

4.1	System-Anforderungen	27
4.2	Anwender-Konto	28
4.3	Scanner-Aktivierung	28
4.3.1	Artec Installation Center durchführen	29
4.3.1.1	Ausloggen und Konten umschalten	29
4.3.2	3D-Scanner über Artec Installation Center aktivieren	30
4.4	Artec Studio Installation	30
4.5	Offline-Aktivierung	35
4.6	Deaktivierung	37
4.7	Artec 3D-Scanner und Produkte verwalten	38
5	Scannen	41
5.1	Scanner-Knöpfe und Aufnahme-Modi	41
5.2	Objekte zum Scannen auswählen und vorbereiten	42
5.3	Technik	42
5.4	Scan-Prozedur	44
5.5	Tracking-Modi	46
5.5.1	Basis-Entfernung: Löschen einer Unterlagen-Fläche	46
5.5.2	Scannen nach Tracking-Verlust wiederaufnehmen	48
5.5.3	Neue Scans mit den im Arbeitsbereich markierten Scans ausrichten	51
5.5.4	Scannen mit Echtzeit-Fusionierung	51
5.5.5	Scannen mit Targets	53
5.5.5.1	Targets platzieren	53
5.5.5.2	Alleiniger Einsatz von Artec Scannern	54
5.5.5.3	Einsatz der Photogrammetrie (Scan-Referenz)	54
5.6	Bestimmte Scanner-Typen verwenden	56
5.6.1	Anmerkungen zum Scannen mit Spider	56
5.6.2	Anmerkungen zum Scannen mit 3D-Sensoren von Fremdherstellern	56
5.6.3	Anmerkungen zum Scannen Mit MHT	58
5.7	Scan-Optionen feinjustieren	58
5.7.1	Die Entfernung-Einfärbung deaktivieren	58
5.7.2	Die Textur-Helligkeit justieren	58
5.7.3	Empfindlichkeit	60
5.7.4	Aufnahmefrequenz von Textur-Frames	60
5.7.5	Den Scanner-Blitz deaktivieren	60
5.7.6	Die Belichtungszeit tunen	61
5.7.7	Die Textur-Aufnahme deaktivieren	61
5.7.8	Die Scan-Geschwindigkeit herabsetzen	62
5.7.9	Weitere Einstellungen	62
5.8	Beheben von Fehlern	63
6	Erste Schritte	65
6.1	Einstieg in Artec Studio	65
6.1.1	Fenster, Bedienfenster und Leisten	65
6.1.2	Grundlegende Einstellungen	66
6.2	Objekttypen	67
6.3	Workspace Columns	67
6.3.1	Scan-Liste	67

6.4	Befehlsleiste im Arbeitsbereich	69
6.5	Scans und Modelle selektieren	69
6.5.1	Frames selektieren	69
6.5.2	Modelle selektieren	70
6.5.3	Punktewolken-Scans selektieren	70
6.6	Speicherverwaltung und Befehlsverlauf	71
6.6.1	Projekt-Daten selektiv laden	71
7	Scans und Modelle betrachten	75
7.1	3D-Navigation	75
7.1.1	Bewegen, Drehen und Skalieren	75
7.1.2	Globales Koordinatensystem und Drehzentrum	76
7.2	Projektionen wählen	77
7.3	Sichtpunkte	77
7.4	3D-Daten darstellen	78
7.4.1	Render- und Schattierungs-Modi	78
7.4.2	Beleuchtung, Farbe und Textur	79
7.4.3	Rendern von Rückseiten	81
7.4.4	Darstellen von Normalen und Rändern	81
7.4.5	Rendern und Texturieren nicht texturierter Polygone	81
7.4.6	Ränder im Textur-Atlas darstellen	82
7.5	Bildschirmfotos speichern	83
8	Projekt-Operationen	85
8.1	Ein Projekt erstellen	85
8.2	Projekt speichern	85
8.3	Projekte und Scans öffnen	86
8.3.1	Leo Projekt öffnen	87
8.3.1.1	Mit Leo verbinden	87
8.3.1.2	SD-Karte verwenden	88
8.4	Modelle und Scans importieren	88
8.5	Modelle, Scans und Punktewolken exportieren	89
8.5.1	Scans exportieren	89
8.5.2	Netze (Modelle) exportieren	90
8.5.3	Punktewolken exportieren	91
8.5.4	Die Anwendung von Transformationen in Artec Studio verstehen	91
8.5.4.1	Spezielle Aspekte der Scan-Platzierung	92
8.5.5	Farbinformation exportieren und abspeichern	92
8.5.6	Target-Koordinaten exportieren	92
8.5.7	Nach Leios exportieren	93
8.5.8	Nach Geomagic Design X exportieren	94
8.5.9	Nach SolidWorks exportieren	95
8.6	Verlauf der Projektänderungen	95
8.7	Projekt automatisch speichern	95
9	Datenverarbeitung	97
9.1	Maximaler Fehler und Registrierungsqualität	97
9.2	Scans überarbeiten	98
9.2.1	Scans separieren	99

9.3	Ausrichten und Registrieren auf einen Blick	99
9.4	Scans editieren	100
9.4.1	3D-Rauschen beseitigen (Ausreißer entfernen)	100
9.4.2	Teile des Scans löschen (Löschen-Werkzeug)	101
9.4.2.1	Selektionstypen	103
9.4.2.2	Weitere Aktionen mit Selektionen	104
9.4.2.3	Unterlagenfläche entfernen	104
9.5	Feinregistrierung	106
9.6	Scan-Ausrichtung	110
9.6.1	Scans zum Ausrichten selektieren	110
9.6.1.1	Scan-Status ändern	111
9.6.2	Scans in der 3D-Ansicht darstellen	111
9.6.3	Zusammenfassung der Ausrichtungs-Modi	111
9.6.4	Ausrichten durch Ziehen	112
9.6.5	Auto-Ausrichtung	114
9.6.5.1	Mit Guppen und Scans arbeiten	115
9.6.6	Manuelles starres Ausrichten ohne Vorgabe von Punkten	115
9.6.6.1	Textur-Ausrichtung	115
9.6.7	Punkte spezifizieren und deren Positionen editieren	116
9.6.8	Manuelles starres Ausrichten mit Hilfe der Punkte-Spezifikation	117
9.6.9	Nicht-starres Ausrichten	117
9.6.10	Komplexe Ausrichtung	121
9.7	Globale Registrierung	123
9.7.1	Parameter der globalen Registrierung	124
9.7.2	Mögliche Fehler bei der Globalen Registrierung	124
9.8	Ray Scan Triangulation	125
9.9	Modelle erzeugen (Fusionieren)	126
9.9.1	Fehler beim Fusionierungs-Algorithmus	129
9.10	Modelle editieren	130
9.10.1	Filter für kleine Objekte	130
9.10.2	Defeature-Pinsel (Editor)	131
9.10.2.1	Selektionstypen	132
9.10.3	Glätten	133
9.10.3.1	Glätten (Werkzeuge)	133
9.10.3.2	Glättungs-Pinsel (Editor)	133
9.10.4	Löcher füllen	134
9.10.4.1	Automatisches Löcher-Füllen	134
9.10.4.2	Löcher füllen und Ränder glätten	134
9.10.5	Netzvereinfachung	136
9.10.5.1	Konventioneller Algorithmus	138
9.10.5.2	Schnelle Netzvereinfachung	139
9.11	Texturieren	140
9.11.1	Modell vorbereiten	140
9.11.2	Textur anwenden (Prozedur)	140
9.11.3	Modi	143
9.11.3.1	Texturieren zur Vorschau (Dreiecks-Karte)	143
9.11.3.2	Für den Export Texturieren (Textur-Atlas)	143
9.11.3.3	Zusätzliche Einstellungen	143

9.11.4	Textur-Anpassung	144
9.12	Textur -Heilungs-Pinsel: manuell einfärben	145
9.13	Modelle zum Export vorbereiten	147
9.13.1	Bewegen, Drehen und Skalieren (Transformations-Werkzeug)	147
9.13.2	Objekte auf einer Koordinatenebene platzieren (Positionierungs-Werkzeug)	149
9.14	Fortgeschrittene Techniken	151
9.14.1	Automatische Prozessierung	151
9.14.2	Isotrope Vernetzung	152
9.14.3	Normalen-Inversion	153
9.14.4	Korrektur von Triangulations-Fehlern	154
10	Zusätzliche Modi	155
10.1	Publizieren im Web	155
10.1.1	Modell-Anforderungen	156
10.1.2	Probleme beheben	158
10.2	Mehrfach-Aufnahmen	159
10.2.1	Bündel erzeugen	160
10.2.2	Mehrfach-Erfassung durchführen	161
10.2.2.1	Die Optionen der Mehrfach-Erfassung abstimmen	163
10.3	Messwerkzeuge	164
10.3.1	Linearer Abstand	164
10.3.2	Geodätischer Abstand	166
10.3.3	Schnitte zum Messen von Fläche und Volumen verwenden	168
10.3.3.1	Selektionen umschalten	169
10.3.3.2	Werte vergleichen	171
10.3.3.3	Schnitte exportieren	171
10.3.3.4	Nur Selektionen anzeigen	171
10.3.4	Flächen-Abstands-Karten	171
10.3.5	Anmerkungen	174
11	Einstellungen	177
11.1	Allgemeines	177
11.1.1	Projektspeicherungs-Pfad	179
11.1.2	Temporärer Ordner	179
11.1.3	Optionen für die Auto-Speicherung	179
11.1.4	Artec Studio als Standard Viewer registrieren	179
11.1.5	Dateien öffnen	180
11.1.6	Kontrolle der Flächen-Konsistenz während des Imports	180
11.1.7	Modellplatzierung	180
11.1.8	Unterlagen-Entfernung bei Leo Scans	181
11.1.9	Einheiten	181
11.1.10	Ansichtskontrolle-Einstellungen	181
11.2	Leistung	182
11.2.1	Multithreading	183
11.2.2	Speicher	183
11.2.3	Befehlsverlauf	183
11.2.4	Daten-Kompressionsgrad	183

11.2.5	Texturaufnahme-Modus	184
11.2.6	Einstellungen für die Echtzeit-Fusionierung	184
11.3	Scan	185
11.3.1	Algorithmen-Einstellungen	185
11.3.2	Photogrammetrie-Einstellungen	186
11.3.3	Erfassen	186
11.3.3.1	Scannen mit automatischer Ausrichtung	187
11.3.4	Erkennen von Fehlansrichtungen	187
11.3.4.1	Standard-Einstellungen für die Erfassung	188
11.4	Bedienoberfläche	188
11.4.1	Audio-Benachrichtigung	190
11.4.2	Arbeitsbereichs-Farben	190
11.4.3	Warnungen	190
11.4.4	Darstellung im 3D-Anzeigefenster	191
11.4.4.1	Darstellung	191
11.4.4.2	Farben	191
11.4.4.3	Wiedergabe	192
11.4.4.4	Hintergrund	192
11.4.4.5	Willkommen-Bildschirm	192
11.4.4.6	Autopilot	192
11.5	Verschiedenes	192
11.5.1	Anwendungsbezogene Information	192
11.5.2	Sprache	194
12	Scanner-Kalibration und -Korrektur	197
12.1	Gebrauchs-Hinweise	197
12.2	Diagnose-Werkzeug aufrufen	198
12.3	Scanner-Korrektur	199
12.3.1	Sichtfeld korrigieren für EVA, MHT, MH und L Scanner	199
12.3.2	Kalibrationsdaten für Spider korrigieren	200
12.4	Spider Kalibration	201
12.5	Anmerkungen zu den Scanner-Kalibrations-Dateien	205
12.6	Den Scanner-Ständer zusammensetzen	207
12.7	Den Kalibrations-Träger zusammensetzen	210
13	Hot Keys (Schnellstart-Tasten)	211
13.1	Scannen	211
13.2	Arbeitsbereich	212
13.3	Speichern, Exportieren und Importieren	212
13.4	3D-Inhalt ansehen	213
13.4.1	Beobachtungspunkt umschalten	213
13.5	Editor	214
13.5.1	Transformations-Werkzeug	214
13.6	Scans ausrichten	215
13.7	Werkzeuge, Modi und Dialoge starten	216
14	Konventionen und Akronyme	217

Popular Topics

- *Scannen*
- *Autopilot*
- *Modell von Hand erstellen*
- *Scans ausrichten*
- *Textur anwenden*
- *Modell orientieren*
- *Fusionierung* und *Echtzeit-Fusionierung*
- *Modell exportieren*
- *Modell vermessen*
- *Über Ihren Scanner*
- *Hilfe anfordern*

Artec Studio ist ein von der Industrie gefeiertes Software-Paket für fortschrittliches 3D-Scannen und Verarbeiten von Daten. Es ermöglicht das Scannen zahlloser Objekte durch *Artec Scanner* sowie 3D-Sensoren von Fremdherstellern (Microsoft Kinect, Intel RealSense und PrimeSense Carmine, usw.) (nur *Artec Studio Ultimate*).

Dieses Handbuch erklärt, wie mit der Applikation und dem 3D-Scanner schnell und einfach höchst beeindruckende 3D-Modelle erstellt werden. Einen Überblick bieten die Themenübersicht auf der linken Seite und die *Kurzanleitung*. Unbedingt zu empfehlen ist die Beschreibung der durchgängig verwendeten *Begriffe*. Erläuterungen zu speziellen Parametern in den Prozessierungs-Algorithmen finden sich unter *genindex*. Zudem sollte man sich im Abschnitt *Konventionen und Akronyme* darüber informieren, wie semantische Elemente hervorgehoben werden.

Die folgende unvollständige Kapitel-Liste soll die Struktur des Dokuments verdeutlichen.

- *3D-Scannen im Überblick* (Schnellstartanleitung) ist eine Kurzübersicht über die Grundlagen des Scannens und Prozessierens sowie auch den Modus *Autopilot*.
- *Bedienung der Hardware* umfasst Hardware-bezogene Themen: Scanner, 3D-Sensoren von Fremdherstellern und 3D-Mäuse
- *Scannen* erläutert die Grundlagen des Scannens von Objekten und gibt Empfehlungen zur Durchführung des Scan-Prozesses im Hinblick auf die Realisierung bester Ergebnisse.
- *Scans und Modelle betrachten* beschreibt, wie die Objekt-Darstellung im Fenster *3D-Ansicht* gesteuert und die beste Ansicht des 3D-Modells erreicht werden kann.
- *Projekt-Operationen* enthält Information zum Datenmanagement, zum Arbeiten mit Projekten, Exportieren und Importieren von Daten, Widerrufen von Operationen und Speichern des Verlaufs von Projektänderungen.

- *Datenverarbeitung* behandelt Daten-Prozessierungstechniken: Bearbeiten separater Scans, Ausrichten, Fusionieren, Filtern, Methoden zum Beheben von Fehlern und Texturieren.
- *Zusätzliche Modi* demonstriert das Publizieren von Modellen im Internet; den Einsatz weiterer Features wie die Objekterfassung mit mehreren Scannern; und den Gebrauch der Messwerkzeuge.

Ergänzend zu diesem Handbuch finden sich Praxistipps und andere Informationen im [Support Center](#). Bitte [senden Sie uns eine Anfrage](#), falls beim Einsatz unserer 3D-Scanner oder Applikationen ein Problem auftreten sollte.

Eine Dokumentation früherer Software-Versionen ist [hier](#) verfügbar.

3D-Scannen im Überblick

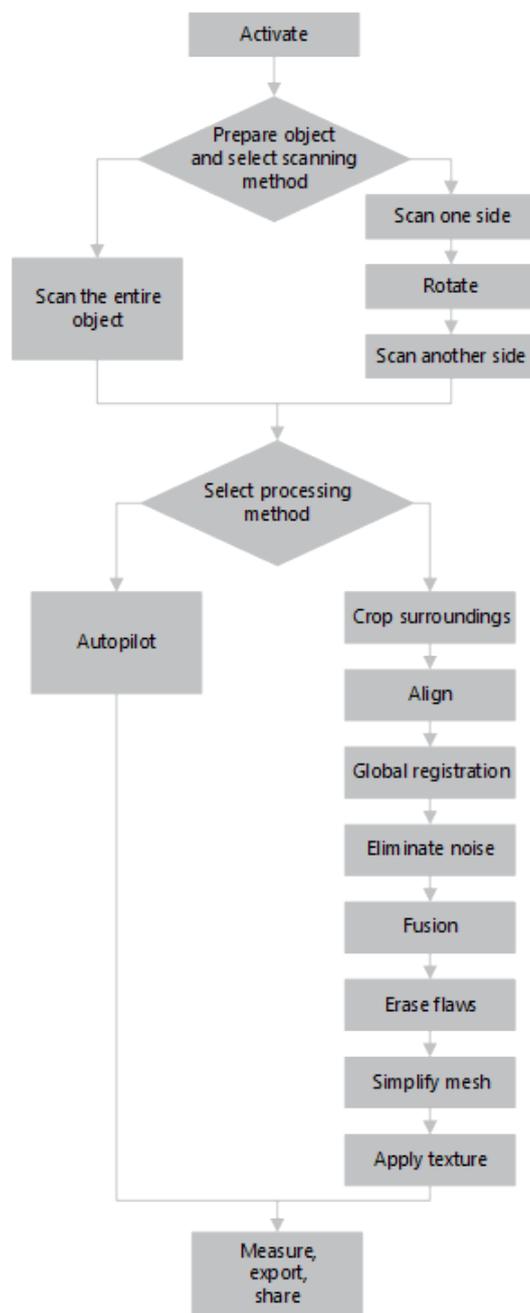
Vor Gebrauch der Anleitung soll gezeigt werden, wie einfach 3D Scannen sein kann. Obwohl dieses wohl strukturierte Handbuch alle Artec Scanner und Software betreffenden Aspekte behandelt, ist eine schnelle Übersicht sicher nützlich. Diese kurze Zusammenfassung ist hilfreich für den sofortigen Einstieg. Wer sich vorher umfassend und detailliert informieren möchte, kann dieses Kapitel überspringen.

1.1 Aktivieren

Außer einem Computer ist im Lieferumfang des Scanners alles zum 3D Scannen benötigte Zubehör enthalten. Auf dem Rechner muss mindestens die 64-Bit-Version von Microsoft Windows 7 oder 8 laufen (10 wird ebenfalls unterstützt). Die ausschlaggebenden Komponenten sind der Hauptspeicher (RAM) und die Grafikkarte (siehe unsere [FAQ Seite](#) für weitere Informationen).

Warnung: Den Scanner jetzt noch nicht anschließen! Für zusätzliche Informationen weiterlesen.

1. Ein Konto beantragen bei [my.artec3d](#)
2. Anmelden und Artec Installation Center von der Willkommen-Seite herunterladen
3. Artec Installation Center installieren. Auf Anfrage E-Mail-Adresse und Passwort eingeben.
4. Den Scanner an eine Netz-Steckdose anschließen, dann über das USB-Kabel mit dem Rechner verbinden
5. Warten, bis Windows den Scanner findet. Auf *Aktivieren* klicken.



- Um Artec Studio auf dem Rechner einzurichten, im Abschnitt *Software* auf *Installieren* klicken

(Weitere Details unter *Anwender-Konto*, *Scanner-Aktivierung* und *Offline-Aktivierung*.)

1.2 Vorbereiten

Die meisten Objekte sind einfach zu scannen. Bei transparenten, reflektierenden oder schwarzen Objekten empfiehlt sich die vorherige Behandlung mit einem Puders oder einem speziellen Anti-Glanz-Spray.

Zum Scannen monochromer, einfach geformter Objekte wie folgt vorgehen:

- Zusätzliche Hilfsobjekte (z.B. zerknittertes Papier) in der Szene platzieren
- Farbmarkierungen (z.B. in „X“-Form) auf den umgebenden Flächen anbringen

Auf gutes Umgebungslicht achten. (Weitere Information unter *Objekte zum Scannen auswählen und vorbereiten*.)

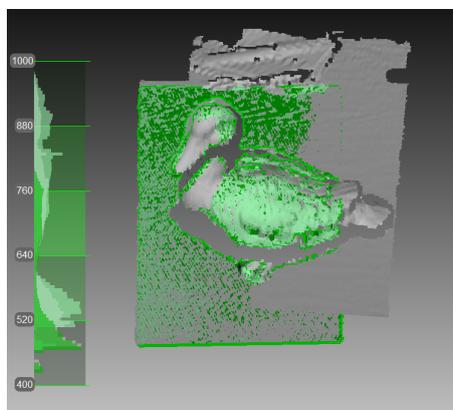
1.3 Scannen



1. Artec Studio starten, dann den Scanner auf das Objekt richten.
2. Um in den *Vorschau*-Modus zu gelangen, am Scanner auf ► drücken. Ist dieser Knopf nicht vorhanden, zuerst das Bedienfeld *Scannen* öffnen.
 - *Geometrie + Textur* bezeichnet den für die meisten Fälle geeigneten Standard-Scanmodus
 - Auf älteren Rechnern ist der Modus *Geometrie* eine gute Alternative
 - Im Modus *Echtzeit-Fusionierung* wird ein Modell in Echtzeit und ohne Nachbearbeitung erzeugt; auf *Stopp* klicken, anschließend das Kontrollkästchen *Echtzeit-Fusionierung* einschalten und auf *Vorschau* klicken.
3. Sicher stellen, dass das Objekt sichtbar ist, dann zum Starten der Aufnahme erneut ► drücken. Falls möglich, den Scanner langsam um das Objekt herumbewegen und, wie im Bild weiter unten gezeigt, von allen Seiten in einem Zug scannen.

Bemerkung: Während des Scannens mehr Aufmerksamkeit auf das Objekt auf dem Bildschirm als auf das aktuelle Objekt richten.

4. Falls ein Alarmsignal ertönt und auf dem Bildschirm eine Fehlermeldung auf rotem Hintergrund erscheint, den Scanner sanft zum vorher aufgenommenen Bereich zurückbewegen. Mögliche Ursachen für den Fehler „Tracking verloren“ sind:
 1. Es werden einfache geometrische Formen aufgenommen
 2. Der gerade gescannte Objektbereich ist zu klein
 3. Der Scanner wurde zu schnell bewegt
5. Zum Anzeigen des Scans im *Arbeitsbereich*  drücken.



1.4 Drehen und Scannen (optional)



Bemerkung: Dieser Teil ist optional.

Das Objekt drehen und die restlichen noch nicht gescannten Bereiche aufnehmen ( drücken). Um die Ausrichtung zu erleichtern, ebenfalls wenigstens einen bereits zuvor erfassten Bereich aufnehmen.

(Weitere Informationen unter *Knöpfe und LED-Anzeigen*, *Scan-Optionen feinjustieren*, *Scan-Prozedur*, *Tracking-Modi*, und *Scannen mit Echtzeit-Fusionierung*.)

1.5 Autopilot



Anfänger gelangen am einfachsten zu einem 3D-Modell durch den Gebrauch von *Autopilot*. Bei fortgeschrittenen Anwendern führt dies außerdem zu einer erheblichen Zeiterparnis. Wie man alle Schritte manuell durchführt, falls man dies vorzieht, erfährt man im Abschnitt *Manuell bearbeiten*.

Autopilot ist ein Spezialmodus, der dem Anwender hilft, komplette 3D-Modelle auch ohne tiefere Kenntnis aller Einzelheiten der Nachbearbeitung zu erzeugen. Er besteht aus den beiden Hauptteilen halbautomatische (Editieren und Ausrichten) und automatische¹ Bearbeitung.

Tweaking Autopilot Settings

- Die *Lochfüllungs-Methode* (mit den Optionen *Nicht füllen*, *Wasserdicht* und *Radius-abhängig*) weist den Algorithmus an, Löcher im Modell zu schließen oder offen zu lassen.
- *Modellauflösung* – je kleiner der Wert der Auflösung ist, desto schärfer und detaillierter wird das Modell erzeugt. Falls unsicher, sollte die Angabe Auto beibehalten werden. Tatsächlich entspricht dies derselben Auflösung wie bei *Modelle erzeugen (Fusionieren)*. Zur Beachtung: Für EVA sollte die Scan-Auflösung nicht niedriger als 0.5 und für Spider nicht niedriger als 0.1 eingestellt werden.
- Die *Polygonzahl* bestimmt, aus wie vielen Polygonen das resultierende Modell bestehen soll. Je höher dieser Wert ist, desto höher sind die Qualität und der Datenumfang. Falls unsicher, sollte die Angabe Auto beibehalten werden. Weitere Informationen enthält der Abschnitt *Netzvereinfachung*.
- *Textur* – dieses Kontrollkästchen abschalten, falls das Modell nicht texturiert werden soll.

¹ Zu den automatischen Schritten gehören:

1. Feinregistrierung
2. Globale Registrierung
3. Entfernung von Ausreißern
4. Fusionierung
5. Filterung kleiner Objekte
6. Netz-Vereinfachung
7. Texturierung
8. Textur-Optimierung (Textur-Einfärbung)

- Die *Texturauflösung* kann je nach Größe des verfügbaren Grafikspeichers spezifische Werte im Bereich 512x512 bis 8192x8192 oder 16384x16384 Pixel annehmen,.

Um ein Modell zu erzeugen,

1. Auf *Autopilot* im Feld links klicken oder die Taste $F9$ drücken.
2. Machen Sie sich mit den Schritten vertraut, die in diesem geführten Modus durchzuführen sind (Auflistung im Willkommen-Bildschirm).
3. Im *Arbeitsbereich* alle Scans, die verwendet werden sollen, mit dem -Merkmal kennzeichnen, dann auf *Nächster* klicken.
4. Anschließend die Eingabeparameter für die Modellerzeugung spezifizieren und auf *Nächster* klicken. Zu den grundlegenden Einstellungen können die folgenden gehören:

Bemerkung: Es wird empfohlen, die Werkzeug-Tipps zu berücksichtigen, die nach Klicken auf den Knopf  neben der Optionsbezeichnung angezeigt werden.

- a. *Scan-Qualität (Geometrie)*. Auf  klicken, um durch Untersuchung der Tool-Tip-Bilder zu überprüfen, ob der Objekt-Scan geometrisch korrekt ist.
 - b. *Scan-Qualität (Textur)*. Auf  klicken, um die Aufnahmen zu betrachten und zu entscheiden, ob der Scan ausreichende texturiert ist.
 - c. *Schwierig zu scannende Oberflächen*. Das Kontrollkästchen anschalten, falls das Objekt Oberflächen enthält, die schwierig zu erfassen sind. Auf den Knopf  klicken und die Beispielbilder untersuchen.
 - d. Anhand von Beispielbildern die *Objektgröße* bestimmen.
 - e. Die Standardwerte der restlichen Optionen in diesem Fenster sollten beibehalten werden (sie sind in den meisten Fälle ausreichend). Bei anspruchsvolleren Szenen können diese Einstellungen feinjustiert werden (weitere Details hierzu unter *Seitenleiste der*).
5. Falls erforderlich, Fremdobjekte, die die Nachbearbeitung behindern könnten, löschen. Die Bedienung des Löschwerkzeugs wird im Abschnitt *Teile des Scans löschen (Lösch-Werkzeug)* erläutert.
 6. Nach Fertigstellung auf *Nächster* klicken. Falls das Objekt aus mehreren Scans besteht, richtet Autopilot diese aus und zeigt das Ergebnis. Man kann dieses bestätigen oder die Scans erneut manuell ausrichten (siehe hierzu *Manuelles starres Ausrichten ohne Vorgabe von Punkten*).
 7. Auf *Nächster* klicken.

8. Autopilot beginnt mit der Nachbearbeitung¹. Sobald diese beendet ist, erscheint eine Nachricht mit dem Hinweis, dass das Modell bereit steht. Auf *OK* klicken.

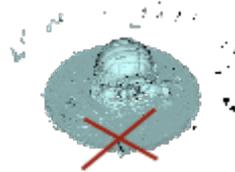
1.6 Manuell bearbeiten

1.6.1 Umgebung bereinigen



Nach der Fertigstellung auf *Datei* klicken und *Projekt speichern* auswählen. Das Bedienungsfeld *Scannen* schließen; die Vor-Ausrichtung wird automatisch gestartet. Anschließend kann die Umgebung entfernt werden.

Zweck: Hilfsflächen entfernen (beispielsweise ein Tisch oder der Boden).



Schritte: Öffnen von *Editor* → *Löschwerkzeug* → *Auswahl der-Trennebene*. Den Anweisungen folgen.

(Weitere Info unter *Scans editieren*.)

1.6.2 Ausrichtung



Zweck: Mehrere Scans ausrichten. Diesen Schritt überspringen, falls sich nur ein Scan im Feld *Arbeitsbereich* befindet.



Schritte:

1. Mit  zwei oder mehr Scans markieren, auf *Ausrichten* klicken und die betreffenden Scans unter dem Tabulator *Starr* auswählen, dabei die `Ctrl`-Taste gedrückt halten.
2. Auf *Auto-Ausrichtung* klicken.

3. Falls die Ausrichtung aufgrund fehlender Textur oder unzureichend überlappenden Flächen misslingt, die Scans mit Hilfe gemeinsamer Formdetails (Features) manuell ausrichten und auf *Ausrichten* klicken.

(Weitere Informationen unter *Scan-Ausrichtung*.)

1.6.3 Globale Registrierung



Zweck: Gleichzeitige Optimierung der Frame-Positionen über alle Scans als Vorbereitung für die weitere Bearbeitung.

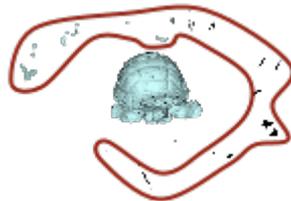
Schritte: Scans mit  markieren, dann auf *Werkzeuge* → *Globale Registrierung* → *Anwenden* klicken.

(Weitere Informationen unter *Globale Registrierung*.)

1.6.4 Rauschen entfernen



Zweck: Größere Ausreißer und Rauschen entfernen.



Schritte: Öffnen von *Werkzeuge* → *Entfernen von Ausreißern* → *Anwenden*.

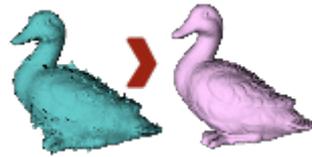
(Weitere Informationen unter *Scans editieren* und *3D-Rauschen beseitigen (Ausreißer entfernen)*.)

1.6.5 Fusionierung



Zweck: Erzeugen eines Modells (mit einer Oberfläche im Gegensatz zu den Einzelflächen, aus denen der ursprüngliche Scan besteht).

Schritte: Selektieren von *Werkzeuge* → *Weiche Fusionierung* → *Wasserdicht* → *Anwenden*.



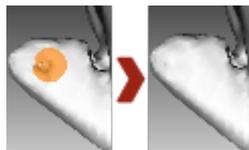
Um schärfer ausgeprägte Oberflächen zu erhalten, *Scharfe Fusionierung* auswählen. In beiden Fällen kann die *Auflösung* angepasst werden: Je kleiner der Wert, desto höher die Präzision der resultierenden Fläche.

(Weitere Informationen unter *Modelle erzeugen (Fusionieren)*.)

1.6.6 Fehlstellen beheben (Optional)



Zweck: Ausreißer und unzureichend gescannte Bereiche entfernen.



Schritte: Auf *Editor* → *Defeature-Pinsel* klicken. Den Anweisungen folgen.

(Weitere Info unter *Scans editieren*.)

1.6.7 Netz vereinfachen



Zweck: Die Dateigröße reduzieren durch Herabsetzen der Polygonzahl, jedoch ohne die vorliegende 3D-Geometrie signifikant zu verfälschen.



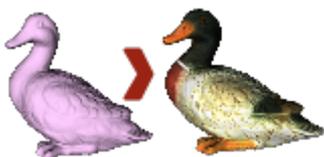
Schritte: Auf *Werkzeuge* → *Netz-Vereinfachung* → *Anwenden* klicken.

(Weitere Informationen unter *Netzvereinfachung*.)

1.6.8 Textur anwenden



Zweck: Texturiertes Modell erzeugen.



Schritte:

1. Auf *Textur* klicken.
2. Fusionierung und den/die dazugehörenden „Eltern“- Scan(s) in den entsprechenden Feldern selektieren.
3. Texturierung für den *Export* → *Anwenden* selektieren.

(Weitere Informationen unter *Texturieren*.)

1.7 Messen, Exportieren, Weiterleiten



- Modell exportieren: *Datei* → *Netz exportieren* öffnen. Das gewünschte Format selektieren, Verzeichnis und Dateinamen angeben, dann auf *OK* klicken.
- Modell vermessen: *Messen* öffnen, dann eine der folgenden Optionen selektieren:
 - *Linear* zur Berechnung von Entfernungen (Punkte werden durch Linien verbunden)
 - *Geodätisch* zur Berechnung von Entfernungen längs der Modelloberfläche (Punkte werden durch Kurven entlang der Oberfläche verbunden)
 - *Schnitte* zur Berechnung von Flächen und Volumina
- Zum Veröffentlichen des Modells auf viewshape.com die Werkzeugleiste *Publizieren* öffnen

(Weitere Informationen unter *Modelle, Scans und Punktwolken exportieren*, *Publizieren im Web* und *Messwerkzeuge*.)

1.8 Tipps und Tricks

- Alle Einstellungen können mit `F10` → *Scan* Tabulator → *Auf Standardwerte zurücksetzen* auf ihre Ausgangswerte zurückgesetzt werden
- Um jeden geänderten Parameter im Bedienfeld-Feld *Werkzeuge* auf seinen Ausgangswert zurückzusetzen, auf den benachbarten Knopf klicken. Der Knopf zeigt den Ausgangswert an.
- Zum Speichern von Bildschirmfotos die Taste `Ctrl+Shift+S` drücken
- Anmerkungen über *Messen* → *Anmerkungen* anwenden, Label-Kennzeichnung und Text eingeben, dann auf *Anwenden* klicken.

Die folgenden Begriffe betreffend Artec Studio und 3D-Scannen treten häufig in diesem Handbuch auf.

Genauigkeit (allgemein) Angabe, wie gut eine Messung mit dem aktuellen Wert der zu messenden Größe übereinstimmt.

Autopilot Fortgeschrittener Smart-Modus, der den Anwender in wenigen Schritten durch die Nachbearbeitung führt, dabei automatisch die effizientesten Einstellungen auswählt und ein 3D-Modell fertigstellt.

Bündel Erfassung eines Objekts durch gleichzeitigen Einsatz mehrerer Scanner, deren Anzahl und relative Positionen in der Anwendung spezifiziert sind.

CAD-Modell Feature-basiertes, editierbares und geschlossenes Modell für den Gebrauch in der Produktion. Dieses kann mit einem CAD-System oder mit einer Reverse-Engineering-Software erstellt werden.

Feinregistrierung Sorgfältige Ausrichtung von Frames mit Hilfe eines Algorithmus zur relative Positionierung aufeinanderfolgender Frame-Paare.

Frames (Einzelaufnahmen) Während des Scannens aufgenommene 3D-Flächen. Die maximale Scan-Rate beträgt 15 Frames pro Sekunde (30 Frames pro Sekunde für Microsoft Kinect, PrimeSense und Asus Xtion Sensoren).

Fusionierung Erzeugung eines 3D-Polygonmodells. Die aufgenommenen und prozessierten Frames oder Punktwolken werden auf effiziente Weise miteinander verschmolzen und verfestigt. Die Fusionierung kann als separater *Algorithmus* oder schon während des Scannens (*Echtzeit-Fusion*) durchgeführt werden.

Globale Registrierung Algorithmus zur Optimierung der relativen Positionen aller Frames in einem gemeinsamen Koordinaten-System.

Schlüssel-Frames Frames zur Verwendung im Algorithmus für die Globale Registrierung. Sie werden automatisch so selektiert, dass die Fläche des aufgenommenen Objekts mit möglichst wenigen Frames, aber vollständig überdeckt wird.

Netz Flächen-Geometrie eines 3D-Modells; bestehend aus einer Serie zusammenhängender Polygone.

Modell 3D-Modell als Ergebnis der Fusionierungs-Operation (in Artec Studio) oder eines anderen Modellierungs-Prozesses mit einem anderen Software-Paket.

Nah- und Fern-(Grenz-)Ebenen Ebenen, die den Entfernungsbereich, innerhalb dessen der Scanner 3D-Frames aufnimmt, nach vorn und nach hinten begrenzen. Das Gerät ignoriert alles, was sich näher als die Nah-Ebene oder weiter entfernt als die Fern-Ebene befindet.

Projekt Methode zur Handhabung von Scan-Material, prozessierter Daten und dem Operationen-Verlauf des Anwenders, entweder im Speicher oder auf der Festplatte. Projekt-Dateien in Artec Studio erhalten die Erweiterung *SPROJ*.

Auflösung (allgemein) Leistungsfähigkeit eines Scan-Systems in Bezug auf die Erfassung von Objekt-Details.

Grob-Registrierung Vorläufige Frame-Ausrichtung bereits während der Aufnahme.

Scan Sequenz von Frames, die während einer einzelnen kontinuierlichen Bewegung des Scanners um ein Objekt oder eine Szene aufgenommen werden.

Unterlage Fläche, auf der das Objekt ruht (z.B. Tisch oder Boden).

Targets (Zielmarken) Sticker, die auf dem zu scannenden Objekt angebracht werden, um die Identifikation verschiedener Regionen zu erleichtern. Es gibt zwei Typen von Targets: nicht codierte und codierte. Bei nicht explizit spezifiziertem Typ werden Target als nicht codiert angenommen. Typischerweise besteht ein nicht codiertes Target aus einem schwarzen Ring mit einem weißen Punkt im Zentrum; ein codiertes Target aus einem individuellen, unverwechselbaren Ring, der mit Hilfe von Photogrammetrie-Software automatisch erkannt werden kann.

Tracking (Scan-Fortsetzung) Berechnung der Scanner-Position in einem Koordinatensystems relativ zur Szene.

Diese Begriffe tauchen auch im Zusammenhang mit einigen Algorithmen-Parametern in *genindex* auf.

Bedienung der Hardware

3.1 3D-Scanner

Artec Studio kann mit einem oder mehreren Artec 3D-Scannern eingesetzt werden. Zur Verfügung stehen Werkzeuge für die schnelle Erzeugung von 3D-Modellen physikalischer Objekte. Hierzu gehören sowohl die Erfassung der Objekte als auch die komplette Prozessierung der Daten, die optimierte Zerlegung von Netzen und andere Operationen zur Realisierung von qualitativ hochwertigen 3D-Modellen. Die fertigen Modelle können auf CNC-Maschinen übertragen oder in andere 3D-Modellierungs-Anwendungen importiert werden.



Abbildung 1: Features der Artec 3D-Scanner: Space Spider (links) und EVA (rechts).

Die meisten Artec Scanner wurden speziell für den Handgebrauch entwickelt, sie sind leichtgewichtig und kompakt gebaut. Da die 3D-Scanner mit strukturiertem Licht arbe-

ten, muss das Objekt, das erfasst werden soll, nicht mit speziellen Targets (Zielmarken) versehen werden. Der Gebrauch ist einfach – besondere Kenntnisse oder Fähigkeiten werden nicht vorausgesetzt. Um ein komplettes 3D-Modell zu erhalten, muss das Objekt nur aus unterschiedlichen Richtungen aufgenommen werden, anschließend erfolgt mit Hilfe von Artec Studio die Verschmelzung der resultierenden Scans zu einem Kompletmodell.

Welcher Scanner jeweils eingesetzt werden sollte, Artec EVA, Artec L2 oder Artec Spider, hängt von der Größe des zu scannenden Objekts ab. Diese Modelle unterscheiden sich vor allem in der Reichweite und im Sichtfeld. Weitere Unterschiede bestehen in der 3D-Auflösung und der Punktgenauigkeit; für weitere Details sieh die Webseite [Artec](#). Es sollte das Scanner -Modell ausgewählt werden, das am besten zu den beabsichtigten Anwendungen passt:

- Artec L2 – Vollkörper, Denkmäler, Architektur-Elemente
- Artec EVA – Vollkörper oder Körperteile, Gesichter, Fahrzeug-Innenräume, große Statuen
- Artec Spider – Bleistifte, Schlüssel und andere kleine Objekte; feine Details auf großen Objekten wie etwa architektonische Ornamente.

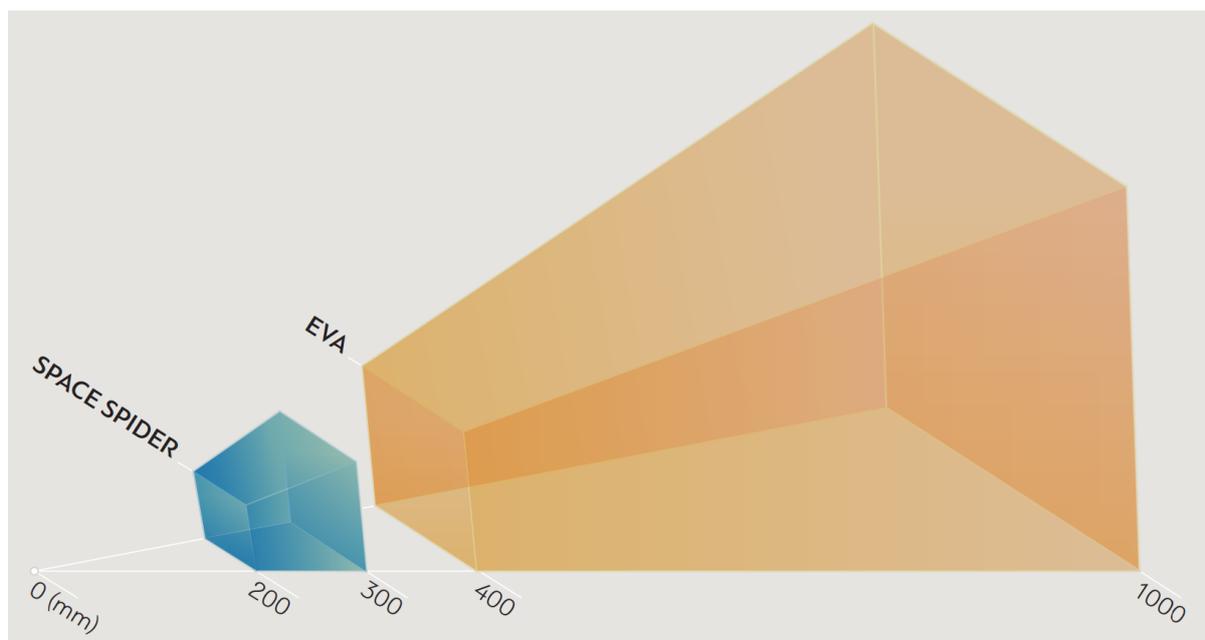


Abbildung 2: Sichtfelder der verschiedenen Artec 3D-Scanner.

Mehrere unterschiedliche Scanner-Typen lassen sich zur Erfassung einer Szene kombinieren. In einigen Fällen erhöht diese Fähigkeit die Scan-Rate bei der Aufnahme komplexer Formen und ermöglicht die Realisierung der gewünschten Genauigkeit.

3.2 Knöpfe und LED-Anzeigen

3.2.1 LED-Anzeigen

Artec Scanner verfügen über eingebaute Mehrfarb-Anzeigen. Die Bedeutungen dieser Anzeigen gemäß nachfolgender List ermöglicht es, den Überblick über den Scan-Prozess zu behalten:

- **Konstant Blau** – Scanner fährt hoch.
- **Grün blinkend** – Artec Studio kann keinen Scanner finden.
- **Konstant Grün** – Scanner ist mit dem Programm verbunden und einsatzbereit.
- **Rot blinkend** – Scanner ist im *Vorschau*-Modus oder das Tracking im *Aufnahme*-Modus ging verloren.
- **Konstant Rot** – Scanner ist im *Aufnahme*-Modus und das Objekt-Tracking arbeitet korrekt.

3.2.2 Hardware-Knöpfe

Auf dem Gehäuse der Artec EVA und Artec Spider 3D-Scanner befinden sich Knöpfe mit drei Schalter-Positionen:

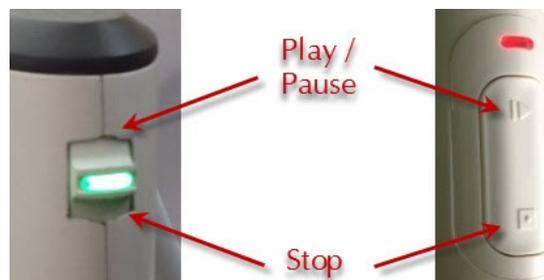


Abbildung 3: Scanner-Knöpfe: Artec Spider (links) und Artec EVA (rechts).

- ▶ – diesen Knopf einmal drücken, um das Bedienfeld *Scannen* zu öffnen und den *Vorschau*-Modus zu starten; nochmals drücken, um in den *Aufnahme*-Modus zu wechseln. Weiteres Drücken schaltet um zwischen *Vorschau* und *Aufnahme*.
- – einmal während eines Scans drücken, um den Scan-Prozess anzuhalten; zweimal drücken, um das Scannen zu beenden und das Bedienfeld *Scannen* zu schließen.

3.3 EVA Scanner: Hardware-Synchronisation

Artec EVA ist mit zwei Anschlüssen für 6P6C-Stecker (RJ12) ausgestattet. Durch Erzeugen eines Bündels können mehrere Artec EVA Scanner miteinander gekoppelt werden. Das

Master-Gerät ist der führende Scanner, der Signale zum nächsten Slave-Gerät schickt. Jedes weitere Gerät ist mit dem vorherigen gemäß [Abb. 4](#) der Reihe nach verbunden. Zum Verbinden der Geräte eignen sich Standard-Telefonkabel (RJ12 6P6C) oder alle anderen Kabel mit dem in [Abb. 4](#) dargestellten Leiterschema. Jeder Scanner sollte auch über USB mit dem Rechner verbunden sein.

Warnung: Nur Artec EVA Scanner können miteinander verbunden werden. Artec EVA nicht mit einem Telefon-Wandanschluss verbinden!

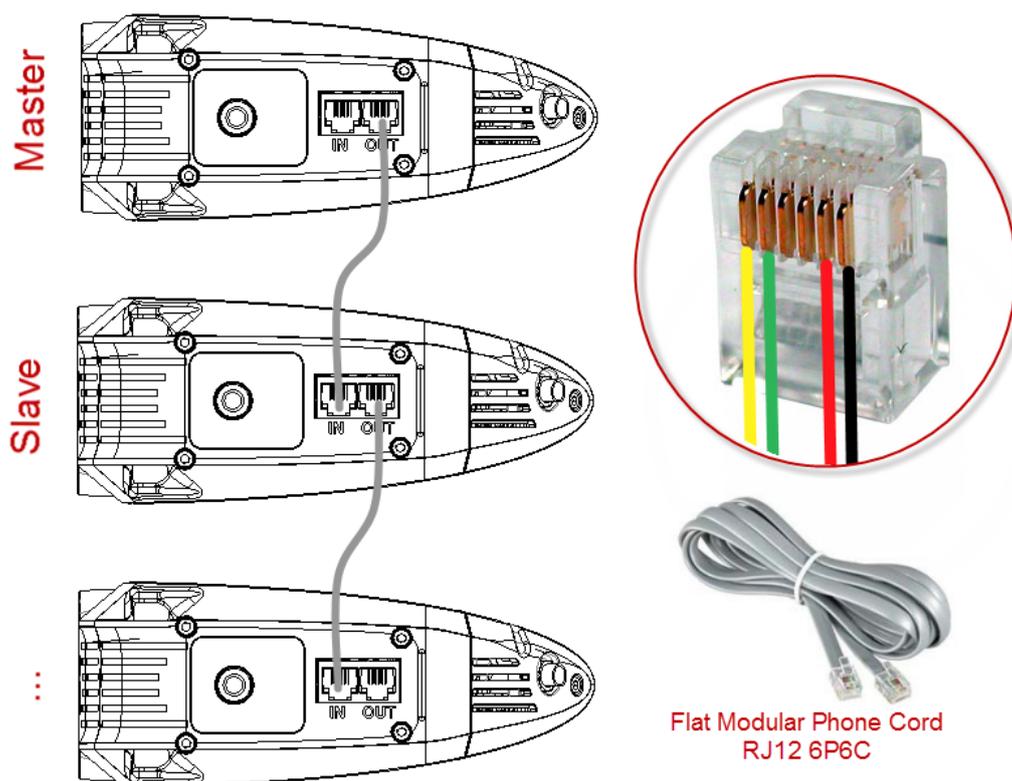


Abbildung 4: Synchronisations-Schema.

Anschlussbuchsen des Artec EVA Scanners (links) und Leitungen in einem 6P6C Stecker (rechts).

3.4 3D-Sensoren von Fremdherstellern

Bemerkung: Artec Studio Professional unterstützt nur Artec Scanner. Das Scannen mit 3D-Sensoren von Fremdherstellern erfordert Artec Studio Ultimate.

Artec Studio Ultimate kann mit 3D-Sensoren der folgenden Fremdhersteller arbeiten (siehe [Aussehen der Geräte](#)):

- Microsoft Kinect für Windows (v1 and v2)

- ASUS Xtion
- PrimeSense Carmine
- Geräte mit einer Intel RealSense 3D-Kamera

Mit den oben erwähnten Geräten ist die Scan-Qualität allerdings schlechter als die, die mit Artec 3D-Scannern erreicht werden kann.

3.4.1 Sichtfelder und Reichweiten

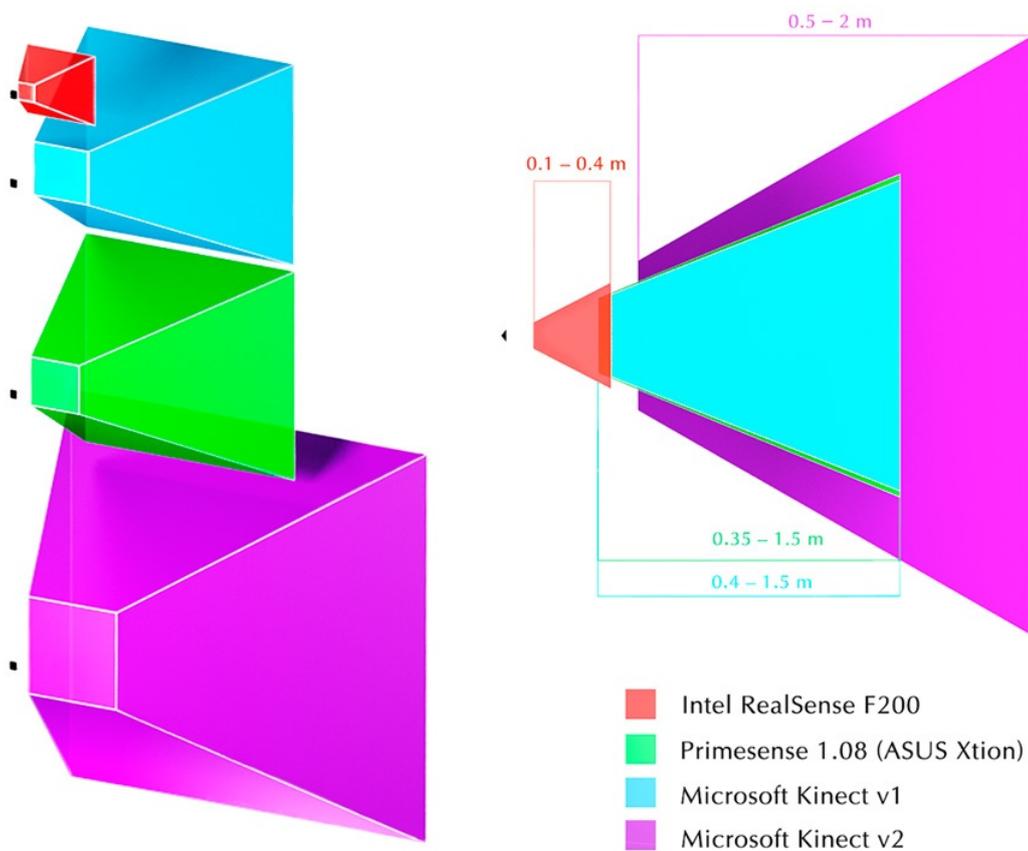


Abbildung 5: Aktions-Radien und Sichtfenster der 3D-Sensoren von Fremdherstellern.

3.4.2 Aussehen der Geräte

		
Microsoft Kinect v1	Microsoft Kinect v2	Asus Xtion (Primesense Carmine)
		
Intel RealSense F200	Intel RealSense SR300	XYZprinting 3D Scanner

3.5 3D-Maus

Artec Studio kann mit Manipulatoren von 3Dconnexion arbeiten.

Der Basis-Support umfasst Navigation in der *3D-Ansicht* und die folgenden Befehle:

- Zurück
- An Fenster anpassen
- Widerrufen
- Wiederholen

Der Einsatz der 3D-Maus erfordert die Installation der Treiber von der [Hersteller-Webseite](#). Zusätzlich können dem Radial-Menü der Maus vier derzeit unterstützte Befehle oder mindestens zwei davon der Hardware-Taste für Artec Studio zugewiesen werden.

Um der Maustaste Befehle zuzuweisen, diese Schritte durchführen:

1. Artec Studio öffnen
2. Aus dem Windows-Vorrat das Utility-Programm *3Dconnexion Properties* öffnen
3. Auf *Tasten* klicken
4. Auf den >-Pfeil auf der rechten Seite des Tastenfelds klicken. Ein Layout-Fenster für diese 3D-Maustaste wird geöffnet.
5. Die Kategorie *Artec Studio* öffnen

6. Einen der derzeit unterstützten Befehle auswählen.

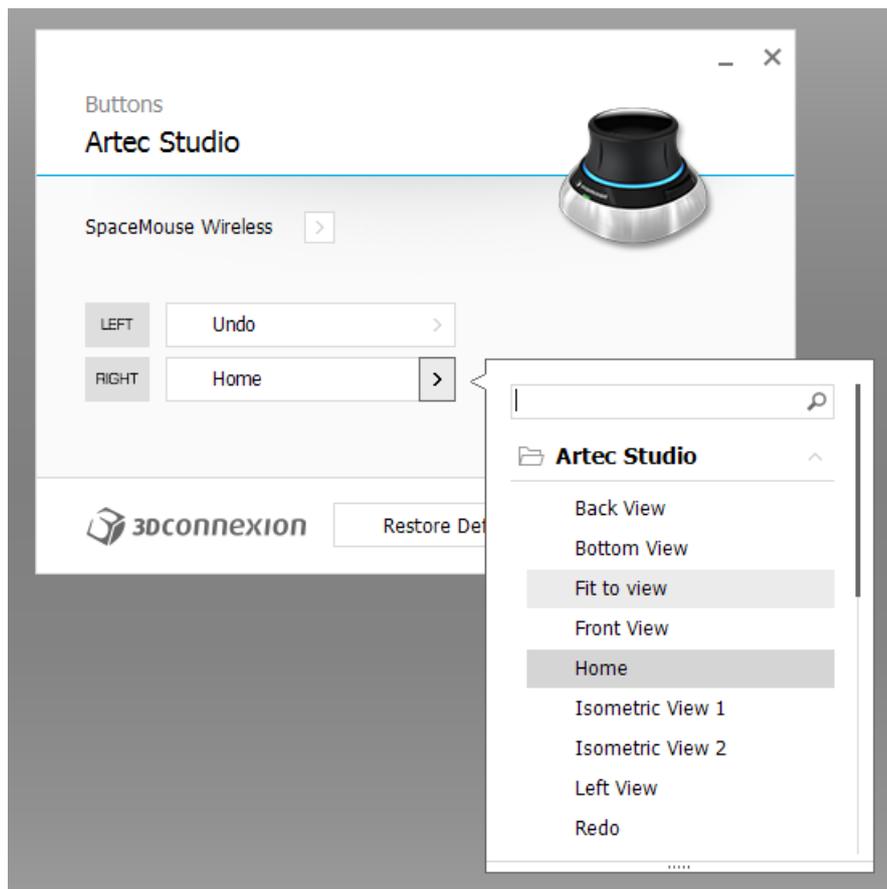


Abbildung 6: Der Taste der 3D-Maus einen Befehl zuweisen.

Ein neues *Radial-Menü* erzeugen, falls mehrere Befehle zugewiesen werden sollen (die gleichnamige Kategorie im Layout-Menü verwenden). Weitere Information enthält das Handbuch für die 3DConnexion Maus.

Um das Navigieren mit 3D-Inhalten zu erlernen, den *3Dconnexion Trainer* oder die *3DConnexion Demo* von der *3Dconnexion Home*-Anwendung benutzen.

Bemerkung: In Artec Studio nicht das Objekt selbst, sondern die Kamera um das Objekt herum bewegen.

3.6 Artec Batteriesatz

Der als Zubehör erhältliche Batteriesatz ermöglicht ortsunabhängiges Scannen ohne eine in der Nähe befindliche Steckdose. Die Batterie dieses Satzes unterstützt Artec EVA, Artec Spider und Artec MHT Scanner und reicht aus für eine Scandauer von bis zu 6 Stunden.

Der Batteriesatz enthält folgende Teile:

- Batterie



Abbildung 7: Batteriesatz mit Eva.

- Batterietasche
 - Netzadapter (110–230 V → 19 V)
1. Artec Batterie über den Anschluss *Eingang* vollständig laden.
 2. Kabel in den Batterieanschluss *Ausgang* stecken.
 3. Dann das Kabel mit dem Artec Scanner verbinden.

Wichtig: Beim Verbinden des Scanners die Batterieanschlüsse nicht verwechseln.



Abbildung 8: Batterieanschlüsse von links nach rechts: Eingang, Ausgang.

4.1 System-Anforderungen

Um mit Artec Scannern arbeiten zu können, muss der Rechner die System-Anforderungen gemäß <https://artecgroup.zendesk.com/hc/en-us/articles/202408821-How-to-choose-a-suitable-computer-download-PDF-> erfüllen.

Bemerkung: Scanner von Fremdherstellern werden nur in Artec Studio Ultimate unterstützt!

Zusätzlich zu beachten:

Echtzeit-Fusionierungs-Modus (*Scannen mit Echtzeit-Fusionierung*): Die Grafikkarte muss über mindestens 1 GB Speicher verfügen oder der Intel HD Graphics Chipsets mindestens Version 4600 sein (weitere Information hierzu findet sich unter [FAQ Artikel](#)).

Intel RealSense Kamera verwenden erfordert einen Rechner mit Windows 8 (Windows 10 für SR300) mit mindestens einen 4th Generation Intel Core Prozessor und USB3.0

Kinect v2 verwenden erfordert einen Rechner mit Windows 8 und mindestens 3.1 GHz Dual Core Prozessor (zwei logische Kerne pro physikalischem Kern) und USB3.0 auf der Basis eines Intel oder Renesas Chipsets.

Mehrere Scanner verwenden (*Mehrfach-Aufnahmen*) erfordert eine Workstation mit ebenso vielen integrierten USB Host-Kontrollern wie Scanner angeschlossen werden sollen. Eventuell kann eine Hardware-Aufrüstung mit PCI/PCI Express USB-Karten die benötigte Host-Anzahl bereitstellen.

4.2 Anwender-Konto

Um Artec Studio zu installieren und aktuell zu halten, bei [my.artec3d](https://my.artec3d.com) ein kostenloses Konto einrichten. Auch zum Aktivieren eines Artec 3D-Scanners ist eine Registrierung erforderlich. Diese ermöglicht zudem die Verfolgung aller Artec Geräte und Produkte.

Das Konto bei [my.artec3d](https://my.artec3d.com) gilt auch für alle Artec Seiten und Service-Leistungen (inkl. viewshape.com).

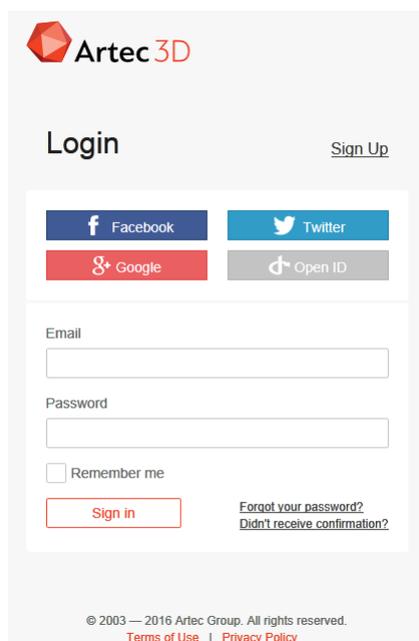


Abbildung 9: [my.artec3d](https://my.artec3d.com) Willkommen-Bildschirm.

Zur Registrierung die folgenden Schritte ausführen:

1. Auf [my.artec3d](https://my.artec3d.com) gehen und klicken auf *Registrieren*
2. Alle Felder des Registrierungs-Formulars ausfüllen und auf *Konto einrichten* klicken
3. Warten, bis eine Registrierungs-E-Mail mit einem Bestätigung-Link empfangen wird.
4. Zum Annehmen der Registrierung auf den Link klicken oder diesen in den Browser kopieren und zum [my.artec3d](https://my.artec3d.com) Konto weitergehen.

4.3 Scanner-Aktivierung

Vor Inbetriebnahme des neuen Artec 3D-Scanners muss dieser aktiviert und mit einem Konto bei [my.artec3d](https://my.artec3d.com) verbunden werden. Hierzu dient das eigenständige Programm Artec Installation Center –, das unter [my.artec3d](https://my.artec3d.com) heruntergeladen werden kann. Als Neuanwender, der Artec Installation Center noch nicht installiert hat, bitte *Artec Installation Center durchführen* weiter unten lesen. Andernfalls weitergehen zu *3D-Scanner über Artec Installation Center aktivieren*.

Warnung: Den Scanner nicht vor der Installation von Artec Installation Center mit dem USB-Anschluss verbinden.

4.3.1 Artec Installation Center durchführen

Zur Benutzung von Artec Installation Center muss der Rechner mit dem Internet verbunden sein. Geeignet ist jeder Rechner mit USB2.0- oder USB3.0-Anschlüssen. Falls notwendig, kann Artec Studio später auch auf einem anderen Rechner installiert und aktiviert werden. Außerdem muss bereits ein *my.artec3d* Konto bestehen; falls nicht, siehe *Anwender-Konto*.

1. Beim *my.artec3d* Konto einloggen und Artec Installation Center herunterladen. Der Link zum ausführbaren Artec Installation Center-Programm befindet sich auf dem Hauptbildschirm der Webseite.
2. Nach dem Download den Ordner mit dem ausführbaren Programm öffnen und das Programm aufrufen. Den Anweisungen auf dem Installationsbildschirm folgen. Sobald Artec Installation Center installiert ist, erscheint ein Dialog mit der Abfrage von E-Mail-Adresse und Passwort. In das *my.artec3d* Konto wie in *Abb. 10* gezeigt einloggen.

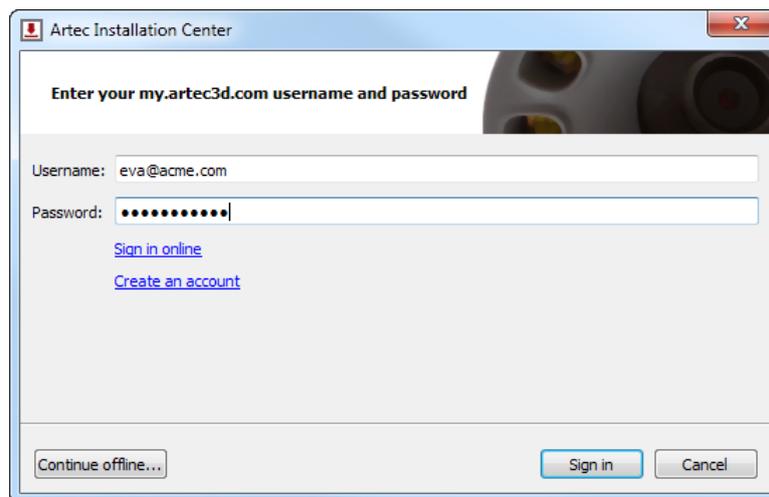


Abbildung 10: Authentifizierung für Artec Installation Center

4.3.1.1 Ausloggen und Konten umschalten

Eventuell muss das *my.artec3d* Konto geändert werden. Artec Installation Center zeigt die derzeitige Benutzer-E-Mail in der rechten oberen Ecke an (*Abb. 26*).

Bei Artec Installation Center ausloggen:

1. Auf *Ausloggen* klicken.
2. Andere(s) Benutzer-E-Mail und Passwort in das sich öffnende Fenster eintragen.
3. Auf *Anmelden* klicken.

4.3.2 3D-Scanner über Artec Installation Center aktivieren

Zum Aktivieren eines 3D-Scanners über Artec Installation Center sicherstellen, dass der Rechner mit dem Internet verbunden und die Anwendung installiert ist.

1. Artec Installation Center ausführen (im Start-Menü auf *Start* → *Alle Programme* → *Artec Group* → *Artec Installation Center* klicken), um zu dem in [Abb. 26](#) gezeigten Fenster zu gelangen.
2. Den Artec 3D-Scanner an den Rechner anschließen und warten, bis Windows das Gerät erkennt und die erforderlichen Treiber installiert hat. Eventuell erscheint eine Benachrichtigung ähnlich der in [Abb. 11](#).
3. Nach Artec Installation Center gehen, auf *Aktualisieren* klicken und darauf warten, dass der neue 3D-Scanner in der Hardware-Box erscheint. Zum Aktivieren des 3D-Scanners auf *Aktivieren* klicken (rechts der Seriennummer). Der Gerätestatus wechselt zu *Aktiviert*, wie in [Abb. 12](#) gezeigt.

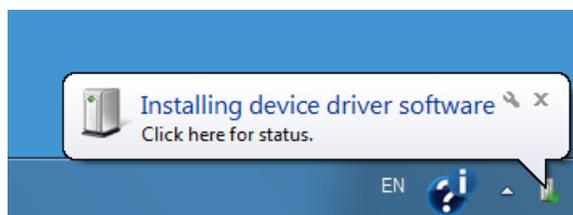


Abbildung 11: Windows-Benachrichtigung über die Geräte-Installation.



Abbildung 12: 3D-Scanner aktiviert

4.4 Artec Studio Installation

Es gibt zwei Wege zum Herunterladen und Installieren von Artec Studio:

- Über das Artec Installation Center (entweder während des Installations-Prozesses oder durch Klicken auf *Installieren* im Programm, wie in [Abb. 13](#) gezeigt)
- Aus [my.artec3d](#) – in die Webseite einloggen, zur Seite *Meine Anwendungen* wechseln und das ausführbare Programm herunterladen (siehe [Abb. 14](#))

Das ausführbare Programm bereits beim Download ausführen, um die Installation zu beginnen; andernfalls auf *Installieren* in Artec Installation Center klicken. Zur Fortsetzung der Installation auf *Weiter* klicken (siehe [Abb. 15](#)), die anschließende Lizenz-Vereinbarung überprüfen und durch Klicken auf *Ja* annehmen.

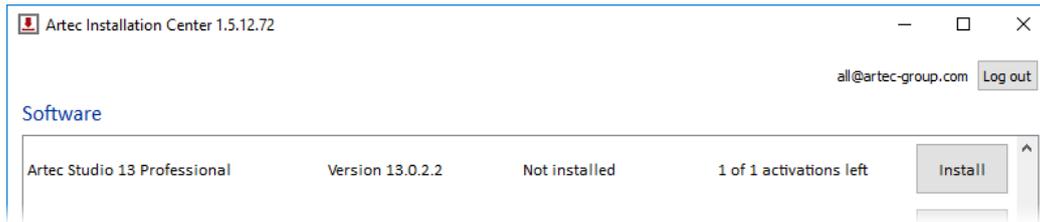


Abbildung 13: Artec Installation Center ist bereit zur Installation von Artec Studio.

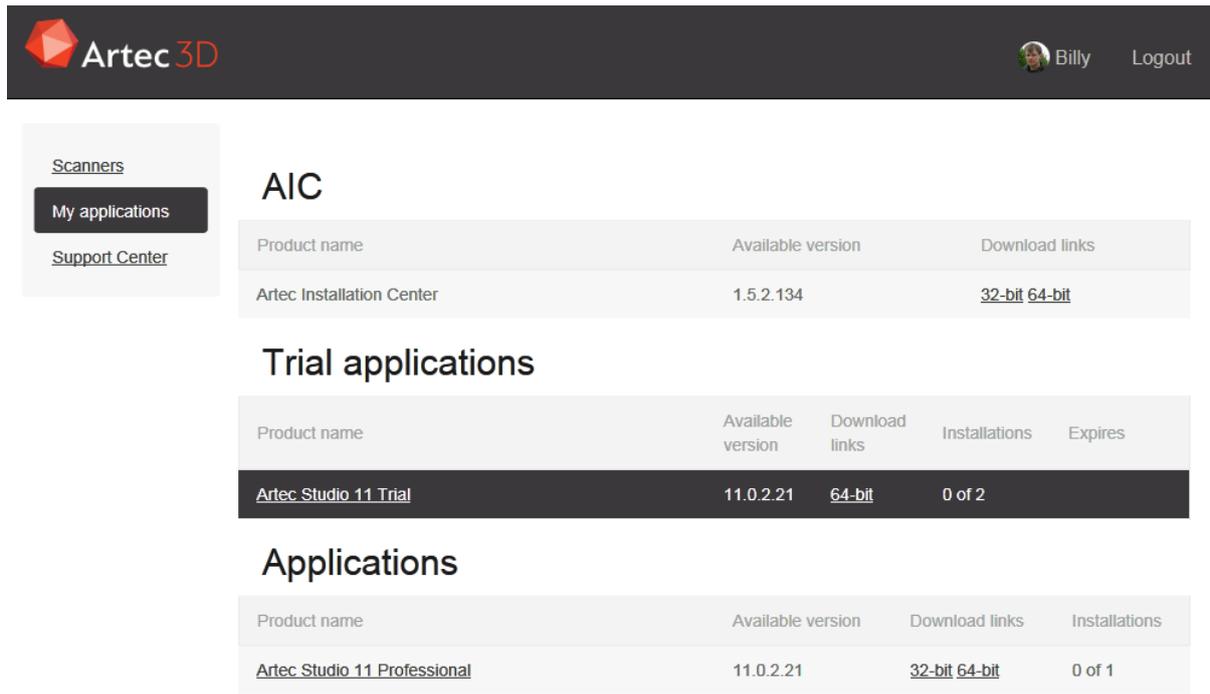


Abbildung 14: Ausschnitt aus der Seite *Meine Anwendungen* von *my.artec3d*.



Abbildung 15: Lizenz-Vereinbarung

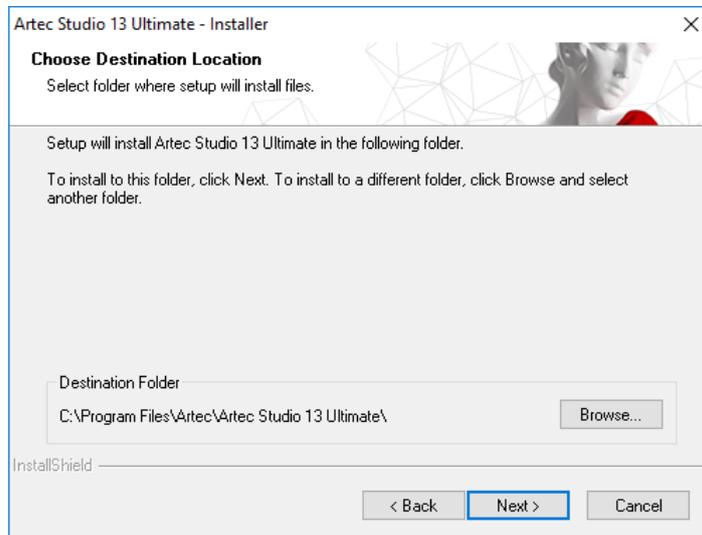


Abbildung 16: Installations-Adresse

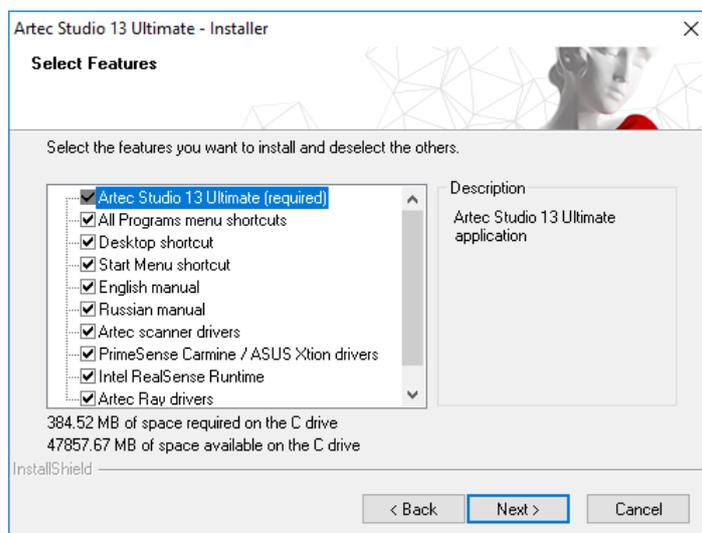


Abbildung 17: Zu installierende Komponenten auswählen

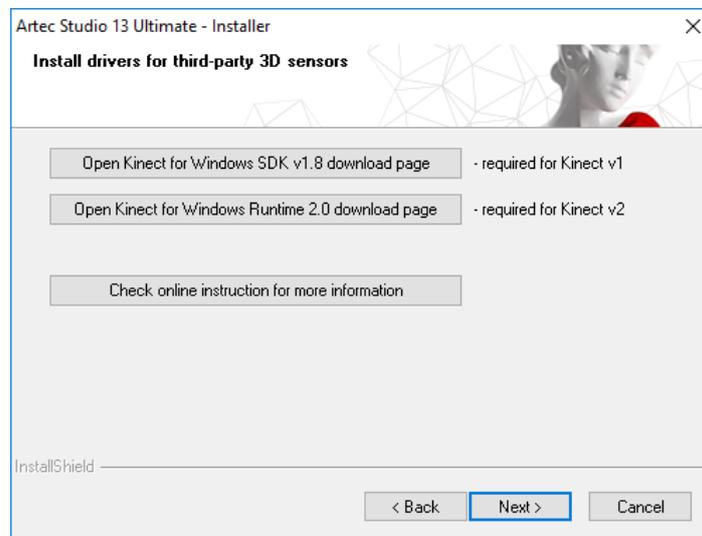


Abbildung 18: Treiber-Auswahl für 3D-Sensoren von Fremdherstellern

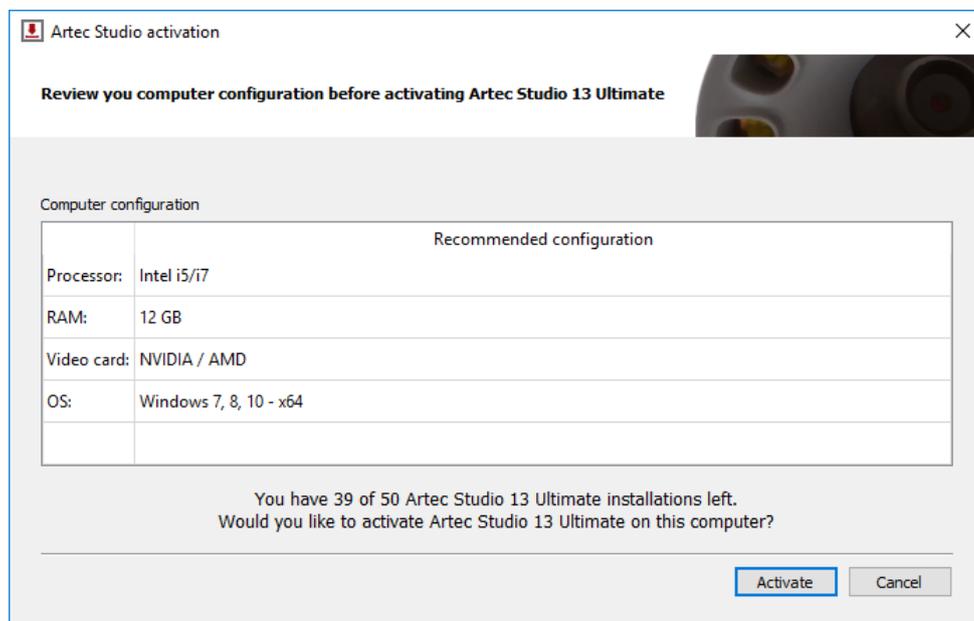


Abbildung 19: Fenster zur Aktivierung von Artec Studio in Artec Installation Center

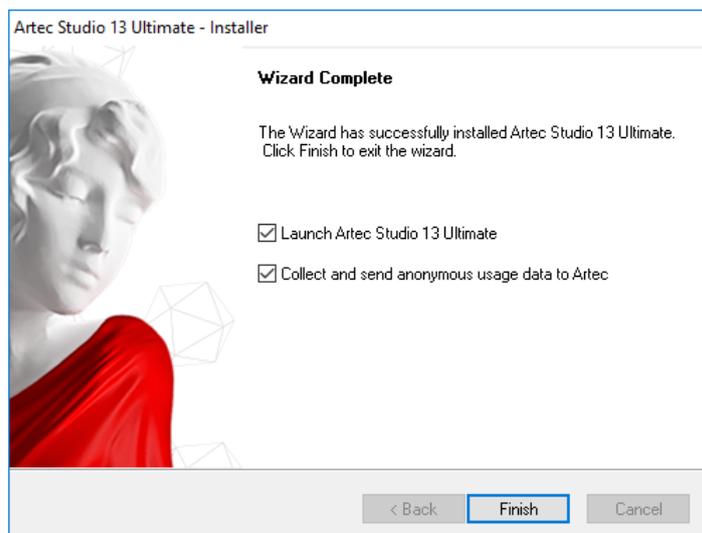


Abbildung 20: Installation abschließen

Den Pfad des Installations-Ordners angeben (zu empfehlen ist die Beibehaltung der Standard-Vorgabe) wie in [Abb. 16](#) gezeigt, anschließend die Komponenten selektieren, die installiert werden sollen (siehe [Abb. 17](#)):

Verknüpfungen mit dem Programm-Menü Icon im Start-Menü erstellen

Verknüpfungen mit dem Desktop Icon auf dem Desktop erstellen

Verknüpfungen mit dem Start-Menü Verknüpfungen zum Start-Menü und Schnellstart-Bedienfeld hinzufügen

Englisches Handbuch Englisches Handbuch installieren

Artec Scanner Treiber installieren Treiber für Artec 3D Scanner installieren

Artec Ray Treiber Treiber für Artec Ray 3D-Scanner installieren

PrimeSense Carmine / Asus Xtion Treiber Treiber für PrimeSense/Asus 3D Sensoren installieren

Intel RealSense Runtime Treiber für Intel RealSense Kameras installieren

Standardmäßig erzeugt das Programm alle oben erwähnten Icons und installiert das Bediener-Handbuch und die Treiber für die Artec 3D-Scanner. Zum Fortsetzen der Installation auf *Weiter* klicken.

Falls Artec Installation Center noch installiert werden muss, erscheint ein Login-Dialog gemäß [Abb. 10](#). Sollte keine Internet-Verbindung bestehen, [Offline-Aktivierung](#) betreffend die Offline-Aktivierung von Artec Studio konsultieren.

Um nun das Konto dem Rechner zuzuordnen, auf dem Artec Studio installiert ist, erscheint die in [Abb. 19](#) gezeigte Aktivierungsbestätigung.

Nach Abschluss der Installation (siehe [Abb. 20](#)) bietet der Installer an, Artec Studio zu starten.

4.5 Offline-Aktivierung

Falls der Rechner, auf dem Artec Studio installiert ist, aus Sicherheits- oder anderen Gründen über keine Internet-Verbindung verfügt, kann die Software auch offline aktiviert werden.

Bemerkung: Da offline aktivierte Kopien von Artec Studio nicht deaktiviert werden können, diese Option nur dann verwenden, wenn dies absolut notwendig ist.

Bemerkung: Vor der Offline-Aktivierung sicherstellen, dass der Scanner (siehe *Scanner-Aktivierung*) und Artec Studio mit dem *my.artec3d* Konto verknüpft sind.

Zur Offline-Aktivierung wird Folgendes benötigt:

- Ein anderer Rechner mit Verbindung zum Internet
- Das Artec Studio Installations-Paket (vorzugsweise von *my.artec3d* herunterzuladen)
- Ein Flash-Laufwerk oder ein anderes Speicher-Medium zur Datei-Übertragung vom Rechner mit Internet-Verbindung zum Rechner, auf dem Artec Studio betrieben werden soll

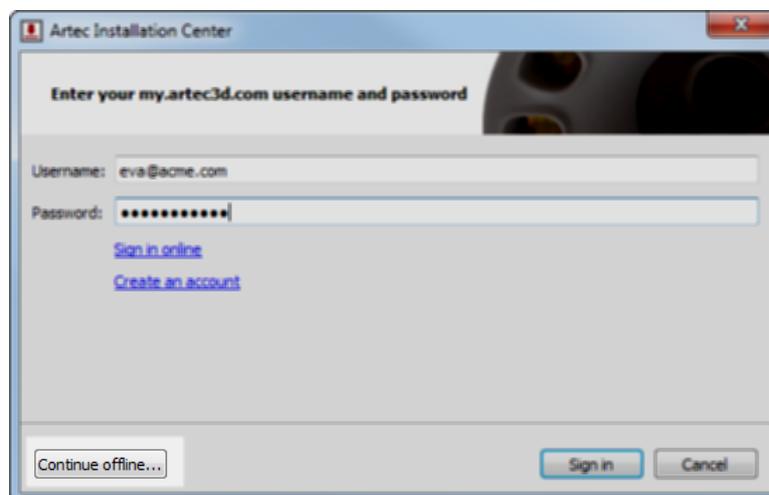


Abbildung 21: Artec Installation Center Authentifizierungs-Dialog

Installations- und Aktivierungs-Prozedur:

1. Installation von Artec Studio starten.
2. Während der Installation wird der Login-/Passwort-Dialog entsprechend *Abb. 21* angezeigt. Auf *Offline fortsetzen* klicken
3. Im Offline-Aktivierungs-Dialog (*Abb. 22*) auf *Speichern...* klicken und die erzeugte Aktivierungs-ID-Datei auf einem Flash-Speicher oder einem anderen Speicher-Medium sichern.

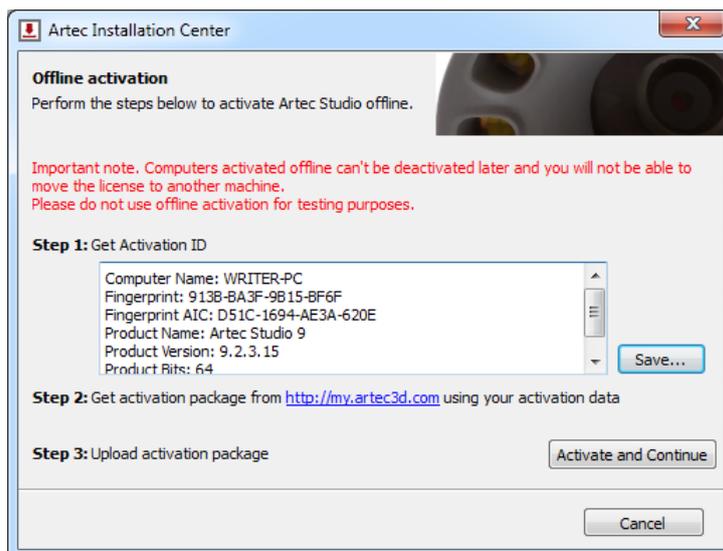


Abbildung 22: Offline-Aktivierungsfenster

4. In das *my.artec3d* Konto einloggen und auf dem Rechner mit Internet-Verbindung die Seite *Meine Anwendungen* öffnen.
5. Artec Studio suchen und darauf klicken. Es erscheint eine neue Seite, wie in *Abb. 23* gezeigt.
6. Auf den Link *Anwendung offline aktivieren* klicken, anschließend auf den Knopf *Datei selektieren* und den Pfad zur Aktivierungs-ID-Datei spezifizieren. Danach auf *Aktivieren* klicken.
7. Ein neuer Dialog erlaubt den Download einer Offline-Aktivierungsdaten-Datei; diese auf dem Flash-Speicher sichern.
8. Am Rechner, auf dem Artec Studio installiert ist, auf *Aktivieren und Fortsetzen* klicken und die Offline-Aktivierungsdaten-Datei spezifizieren.

Bemerkung: Sobald die Offline-Aktivierungsdaten-Datei erzeugt wurde, verringert *my.artec3d* die Anzahl verfügbarer Aktivierungen um eins.

Nach Abschluss aller vorher beschriebenen Schritte wird die Artec Studio-Kopie aktiviert, und alle Artec 3D-Scanner werden auf dem nicht mit dem Internet verbundenen Rechner installiert.

Bemerkung: Falls später ein weiterer Artec 3D-Scanner hinzu kommt, muss das Programm erneut installiert und die Aktivierungs-Prozedur wiederholt werden, um die Daten-Datei des neuen Scanners auf den Rechner zu kopieren.



Abbildung 23: Offline-Aktivierung bei *my.artec3d*.

4.6 Deaktivierung

Zur Beachtung: Deaktivierung ist nur auf Rechnern möglich, auf denen Artec Studio online aktiviert wurde, wie unter *Artec Studio Installation* beschrieben. Offline aktivierte Artec Studio Installationen können nicht deaktiviert werden.

Bemerkung: Da die Anzahl von Deaktivierungen beschränkt sein kann, Artec Studio nur dann deaktivieren, wenn die Übertragung von einem Rechner auf einen anderen unbedingt notwendig ist.

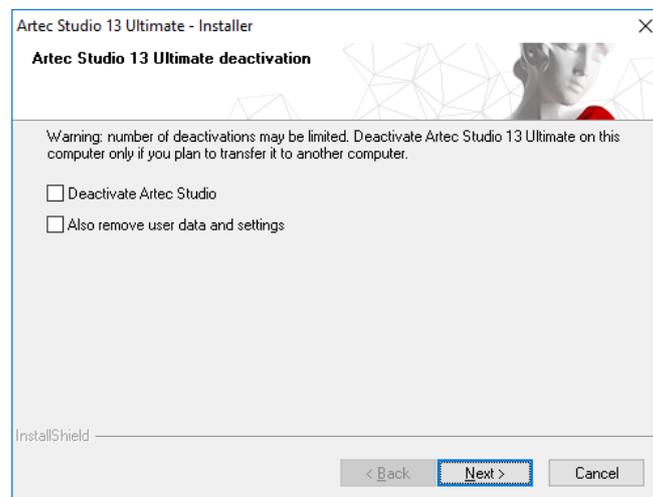


Abbildung 24: Deaktivierung von Artec Studio.

Um eine Lizenz auf einem Rechner zu deaktivieren, die folgenden Schritte durchführen:

1. Verbindung des Rechners zum Internet sicherstellen.
2. Zum *Kontroll-Bedienfeld* → *Anwendungen deinstallieren* gehen und auf Artec Studio klicken. Die Deinstallation wird gestartet.
3. Es erscheint der in *Abb. 24* gezeigte Dialog. Das Kontrollkästchen *Verstanden. Artec Studio Deaktivieren* anschalten.
4. Auf *Weiter* klicken, um die Deinstallation abzuschließen.

4.7 Artec 3D-Scanner und Produkte verwalten

Artec Installation Center verwaltet Anwendungen und 3D-Scanner, die mit dem Konto verbunden sind.

Es handelt sich um eine multifunktionale Erweiterung von Artec Studio, die mit *my.artec3d* Verbindung aufnimmt und bei der Installation neuer Anwendungen, beim Download von Updates und bei der Verwaltung von 3D-Scannern hilft. Beim ersten Aufrufen von Artec Studio bei *my.artec3d* einloggen. Nach dieser einmaligen Authentifizierung müssen E-Mail-Adresse oder Passwort nicht jedes Mal beim Aufrufen der Anwendung wieder eingegeben werden.

Beim Aufrufen von Artec Studio schaut Artec Installation Center nach neuen Updates; falls ein Update für ein installiertes Produkt verfügbar ist, wird von der Software eine Benachrichtigung wie die in [Abb. 25](#) angezeigt.

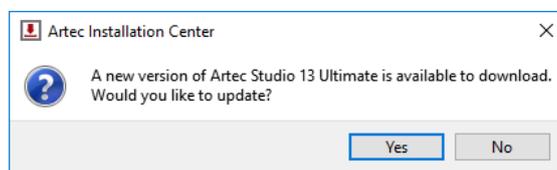


Abbildung 25: Ein Update für Artec Studio steht zum Download bereit.

Nach dem Einloggen zeigt Artec Installation Center Informationen zum Produkt an.

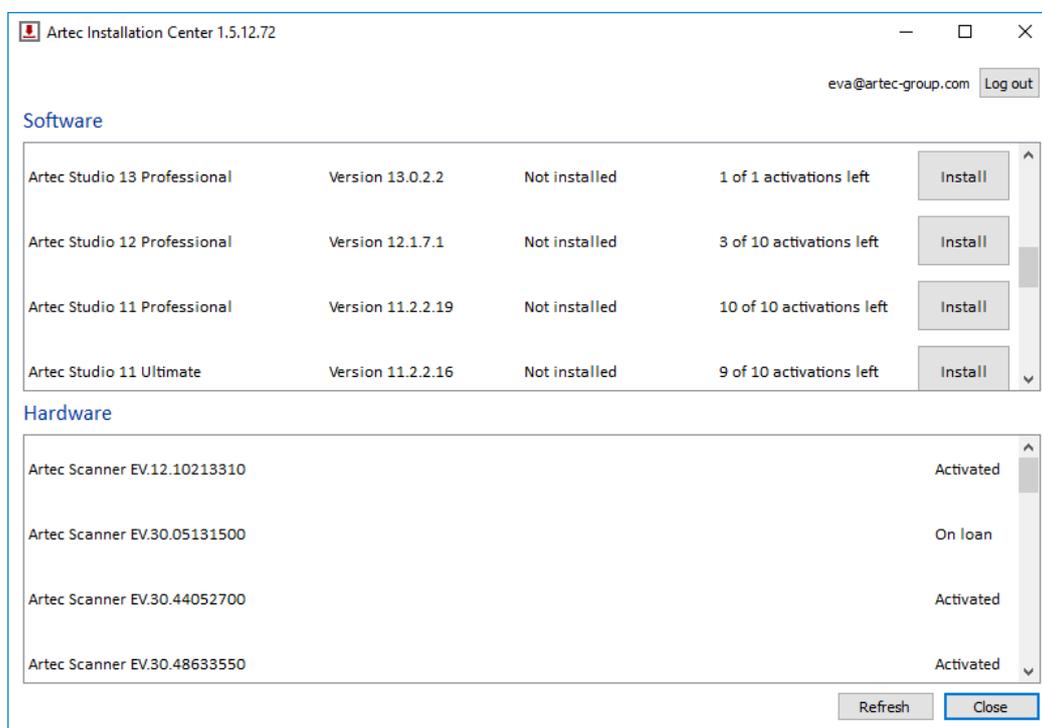


Abbildung 26: Artec Installation Center.

Der Abschnitt *Software* von Artec Installation Center liefert alle Informationen zu den Software-Produkten:

- Liste aller für den Benutzer verfügbaren Anwendungen
- Aktivierungsstatus aller Anwendungen (eine Anwendung kann, muss aber nicht aktiviert sein)
- Gesamtanzahl von Aktivierungen und Anzahl bereits genutzter Aktivierungen
- Knöpfe *Aktivieren*, *Installieren* oder *Update* für alle Aktionen, die derzeit verfügbar sind
 - *Installieren* – erscheint, falls die Software nicht auf dem Rechner installiert ist (Installation bedeutet üblicherweise Aktivierung)
 - *Aktivieren* – erscheint, falls die Software derzeit nicht auf dem Rechner aktiviert ist. Aktivierung verringert die Anzahl der Lizenzen auf jedem Computer um eins.
 - *Update* – erscheint, wenn eine neue Version der installierten Software zum Download bereit steht

Der Abschnitt *Hardware* enthält eine Liste der eigenen oder anderer gerade mit dem Rechner verbundenen Scanner. Im ersten Fall wird der Status *Aktiviert* oder der Knopf *Aktivieren* angezeigt, im zweiten Fall dagegen der Status *Leihgerät* oder der Knopf *Rent*.

Eine Reihe von Knöpfen erscheint unten im Fenster von Artec Installation Center:

Aktualisieren – die von Artec Installation Center angezeigten Daten aktualisieren

Schließen – Artec Installation Center verlassen

5.1 Scanner-Knöpfe und Aufnahme-Modi

Der 3D-Scanner befindet sich in einer der folgenden Aufnahme-Betriebsarten (von denen bei Artec Scannern jede durch eine zugehörige Farbe und Blinkrate des LED-Indikators am Gerät gekennzeichnet ist):



Abbildung 27: Zum Verständnis der Betriebsarten (die Farben entsprechen den Farben des LED-Indikators am Scanner).

Idle – die LED leuchtet stetig grün ■. Dieser Modus zeigt alternativ an: Das Programm hat den Scanner erkannt, oder: der Benutzer hat auf den *Stopp*-Knopf im Bedienfeld *Scannen* geklickt, oder er hat am Scanner-Gehäuse auf den ■-Knopf gedrückt (siehe [Abb. 3](#)). In diesem Fall blinkt der Scanner nicht.

Vorschau – die LED leuchtet stetig rot ■. In diesem Modus erfasst der Scanner Bilder, jedoch werden die Frames von der Software weder ausgerichtet noch aufgenommen. Zum Starten des Prozesses entweder auf *Preview* im Bedienfeld *Scannen* klicken (siehe [Abb. 40](#)), den ▶-Knopf am Scanner oder die Taste **F7** auf der Tastatur drücken. Dieser Modus ist in den folgenden Fällen nützlich:

1. Das Sichtfeld des 3D-Scanners überprüfen

2. Die beste Positionierung für das Objekt ermitteln
3. Die Aufnahme und Vorgehensweise des Scan-Prozesses vorbereiten
4. Die Textur-Helligkeit justieren

Aufnahme – die LED leuchtet stetig rot ■ In diesem Modus erfolgt die Aufnahme, und die Software speichert 3D-Daten auf der Festplatte oder im Hauptspeicher. Zum Starten in diesem Modus entweder auf *Aufnehmen* im Bedienfeld *Scannen* klicken, die Taste `Space` drücken, oder auf den ▶-Knopf drücken (einmal zur *Vorschau*, ein weiteres Mal zur *Aufnehmen*). Zum Anhalten der Aufnahme entweder auf *Pause* im Bedienfeld *Scannen* klicken oder den ▶-Knopf am Scanner-Gehäuse drücken, oder die Taste `Space` drücken.

5.2 Objekte zum Scannen auswählen und vorbereiten

In Artec 3D-Scannern wird die Methode der strukturierten Beleuchtung zur 3D-Rekonstruktion eingesetzt. Da 3D-Frames mittels optischer Technologien aufgenommen werden, sind manche Typen von Objekten schwierig zu scannen. Mit Hilfe bestimmter Techniken lassen sich derartige Objekte dennoch erfolgreich scannen, beispielsweise transparente oder dunkle Objekte durch einen hellen Farbauftrag oder Bestäubung mit Talkum-Puder. Hierzu eignen sich auch andere leicht zu entfernende Substanzen oder ein spezielles Anti-Glanz-Spray.

Tabelle 1: Schwierig zu scannende Oberflächen

Flächen-Features	Mögliche Lösungen
Schwarz oder sehr dunkel	Mit Anti-Glanz-Spray besprühen
Glänzend oder reflektierend	Mit Anti-Glanz-Spray besprühen, Scanner bei der Aufnahme neigen
Transparent (Glas, manche Kunststoffe, usw.)	Mit Anti-Glanz-Spray besprühen
Schmale Kanten	Hintergrund-Geometrie hinzufügen (z.B. zerknülltes Papier)

5.3 Technik

Artec 3D-Scanner erfassen Objekte mit einer Rate von 15 Frames pro Sekunde, um sicherzustellen, dass benachbarte Frame-Flächen sich während des langsamen Bewegens des Scanners überlappen. Artec Studio verwendet Features in überlappenden Flächen, um aufgenommene Frames automatisch gegeneinander auszurichten. Dies geschieht in Echtzeit und mit direktem Zugriff auf die Frames in einem einzigen Koordinatensystem. Nach Ende des Scan-Vorgangs kann die aufgenommene Fläche untersucht und bestimmt werden, welche Objektbereiche zusätzlich gescannt werden müssen.

Zur exakten Aufnahme von Objekten oder Szenen folgende Schritte durchführen:

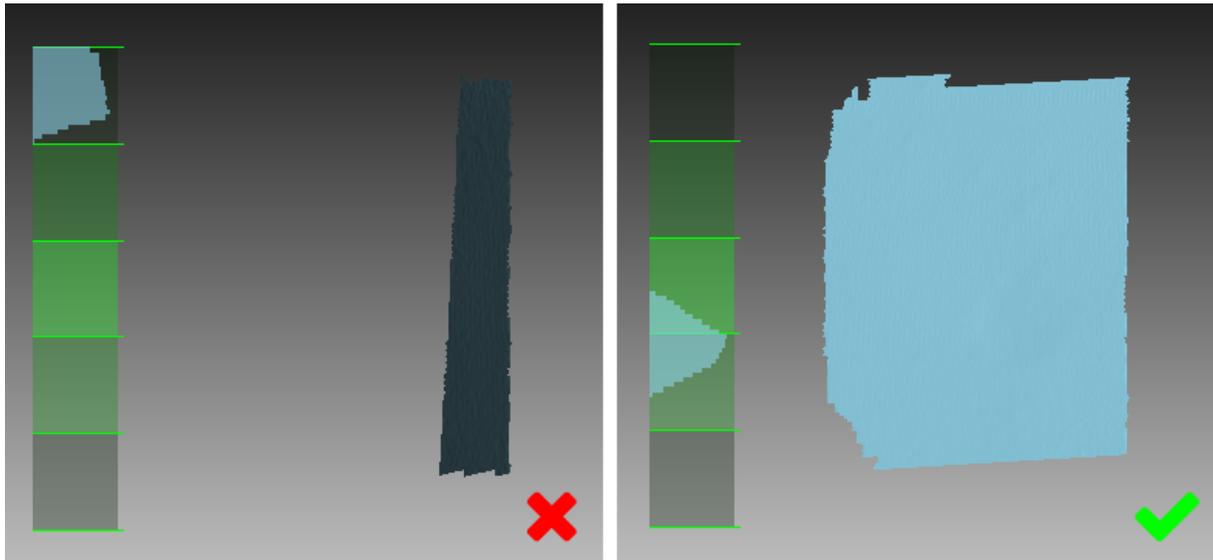


Abbildung 28: Scanner-Orientierung und rekonstruierte Flächen.

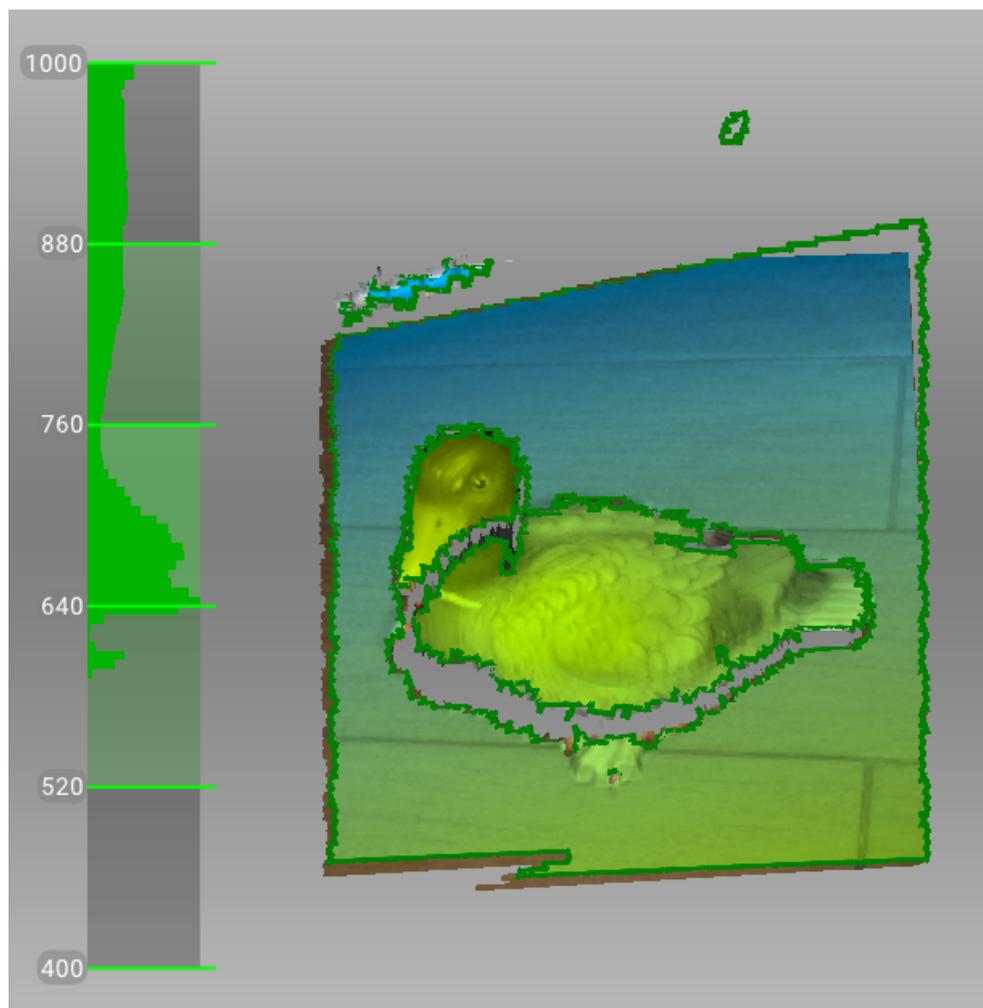


Abbildung 29: Entfernungsmesser und Entfernung-Einfärbung zeigen Flächen im optimalen Entfernungsbereich zum Artec Spider an.

1. Das Objekt vorzugsweise auf dem Bildschirm verfolgen, statt es direkt zu beobachten.
2. Sicherstellen, dass Artec Studio die vom Scanner erzeugten Frames genau registrieren kann. Hierzu wie folgt verfahren:
 - Den Scanner nicht zu schnell bewegen
 - Das Objekt so nah wie möglich im Zentrum des Sichtfeldes halten
 - Die Orientierung des Scanners so einhalten, dass das Sichtfeld ausreichend mit Flächen ausgefüllt ist (siehe [Abb. 28](#))
 - Versuchen, den Scanner so zu positionieren, dass die meisten Flächen im Sichtfeld grün erscheinen, entsprechend der Mitte des Entfernungsmesser-Bereichs¹ ([Abb. 29](#))
3. Beim Erfassen von Objekten mit mehreren Scans darauf achten, dass in jedem einzelnen gemeinsame Flächenanteile aufgenommen werden, um eine erfolgreiche Ausrichtung zu gewährleisten
4. Zum Erfassen eines Objekts in einem Scan dieses in beliebiger Richtung vollständig und noch etwas weiterumfahren (360+ Grad)
5. Die Aufnahme von Objekten, die während des Scannens ihre Form verändern können, sollte vermieden werden. Wenn sich die Szenen-Geometrie ändert, kann die korrekte Positionierung neuer Frames relativ zu den bereits ausgerichteten Frames misslingen. Unerwünscht aufgenommene Objekte müssen später in der Editierungsphase (siehe [Scans editieren](#)) entfernt werden.
6. Nicht zu viele Frames aufnehmen: Alle Bereiche sollten hinreichend gut gescannt sein, erneutes Scannen aber vermieden werden. Ausnahme: für die anschließende Ausrichtung werden Überlappungsflächen benötigt.

5.4 Scan-Prozedur

Ins and Outs

- Zu Beginn jedes Scan-Vorgangs erzeugt Artec Studio einen neuen Scan im Bedienfeld *Arbeitsbereich*.

¹ Aus technischer Sicht entspricht das Zentrum des Entfernungsmessers dem Zentrum des Sichtfeldes. Der optimale Abstand zwischen Scanner und Zielobjekt richtet sich nach der Lage der Nah- und Fernebene des 3D-Scanners (siehe [Abb. 2](#)). Mit dem *Entfernungsmesser* bietet Artec Studio ein Feature zur einfachen Visualisierung des Abstandes zwischen Scanner und Objekt während der Aufnahme. Der *Entfernungsmesser* beinhaltet einen Satz halbtransparenter Diagramme auf der linken Seite des Fensters *3D-Ansicht* (siehe [Abb. 29](#)). Jedes Diagramm stellt die Verteilung der aufgenommenen Flächenpunkte in Abhängigkeit vom Scanner-Abstand dar. Die Farbe entspricht dem Satz von Flächen, aus dem sie stammen: Standardmäßig zeigt Grau registrierte Schlüssel-Frames an, Dunkelgrün den letzten erfolgreich registrierten Frame, und Rot weist auf einen Registrierungsfehler hin.

- Beim Start des *Vorschau*-Modus blendet Artec Studio alle hochgeladenen Scans aus. Dieser Modus hilft beim Beurteilen der Sichtbarkeit des Objekts für den 3D-Scanner und auch beim Identifizieren von Bereichen, die während des Scannens Probleme verursachen könnten. Um mit dem Scan-Prozess zu beginnen, auf *Record* im Bedienfeld *Scannen* klicken oder den ►-Knopf am Gerätegehäuse drücken.
- Falls der 3D-Scanner über eine Textur-Kamera verfügt, aktiviert Artec Studio den Textur-Blitz des Scanners und nimmt Farbbilder für die spätere Texturierung des 3D-Modells auf.

1. Das Objekt vorbereiten und sicherstellen, dass ausreichende Geometrie- und Textur-Details vorhanden sind (siehe *Objekte zum Scannen auswählen und vorbereiten*).
2. Für gleichmäßige Beleuchtung ohne direkte Sonneneinstrahlung sorgen.
3. Falls nur ein 3D-Scanner an den Rechner angeschlossen ist, selektiert Artec Studio ihn automatisch; andernfalls muss das passende Gerät aus der Dropdown-Liste im Abschnitt *Fortgeschritten* des Bedienfeldes *Scannen* selektiert werden.
4. Zu Beginn ein neues Projekt anlegen: den Knopf  im Bedienfeld *Arbeitsbereich* verwenden, *File* → *New project* selektieren oder das Tastaturkürzel `Ctrl + N` verwenden. Sobald das Projekt gespeichert ist, können die Scans nach Bedarf geladen oder entladen und dabei auch die Hauptspeicher-Ausnutzung begrenzt werden (zu Details siehe *Projekt-Operationen*).
5. Bestimmen, wie viele Scans zur vollständigen Erfassung des Objekts benötigt werden. Mit Hilfe eines speziellen Drehtisches von einem Fremdhersteller können Unterbrechungen des Scan-Prozesses und die manuelle Drehung des Objekts vermieden werden. Abhängig von der Auswahl kann man
 - Das Objekt drehen
 - Sich selbst so positionieren, dass die anderen Bereiche zugänglich sind
 - Einen Drehtisch einsetzen
6. Auf *Vorschau* klicken oder den ►-Knopf am Scanner drücken. Den Scanner auf das Objekt richten und die Bewegung um das Objekt herum einüben, dabei die Empfehlungen in *Technik* berücksichtigen.

Bemerkung: Soll die Option *Automatische Unterlagen-Entfernung erlauben* verwendet werden, den Scanner zuerst auf die Objektunterlage richten.

7. Zum Starten der Erfassung auf *Aufnahme* klicken.
8. Den Scanner langsam bewegen und dabei den Fortgang des Prozesses im Fenster *3D-Ansicht* verfolgen
9. Scannen, soweit möglich und die Aufnahme pausieren oder beenden durch Klicken auf den Knopf *Pause* oder auf *Stopp*. Falls die Objektposition angepasst werden muss, auf *Stopp* klicken (siehe nächsten Schritt).

10. Das Objekt drehen oder auf andere Weise justieren, falls erforderlich, dann die restlichen noch nicht gescannten Bereiche aufnehmen.
11. Sobald das Objekt erfolgreich von allen Seiten aufgenommen wurde, auf den Knopf *Stopp* klicken oder am Scannergehäuse auf **■** drücken.

5.5 Tracking-Modi

Ins and Outs

- Im Tracking-Modus *Geometrie* nimmt Artec Studio weitere Texturen auf, falls der Scanner über eine Textur-Kamera verfügt
- Kontinuierliches Scannen im Hybrid-Tracking-Modus wird mit Hilfe der Option *Scannen mit Auto-Ausrichtung* erleichtert.

Die Software bietet drei *Tracking*-Modi und eine Option:

Geometrie + Textur Tracking, oder Hybrid Der optimale (und Standard-)Algorithmus für 3D-Scanner, die mit einer Textur-Kamera ausgerüstet sind. Außer den geometrische Objekt-Features werden auch Features aus den Bildern der Textur-Kamera genutzt, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Aufnahme auch von flachen oder texturlosen Objekten erhöht. Der einzige mögliche Nachteil besteht in der im Vergleich zu anderen Algorithmen höheren CPU-Auslastung, wodurch bei leistungsschwächeren Rechnern die Frame-Rate sinken kann. Dieser Modus steht für Artec MHT, Artec EVA, Artec Spider und 3D-Scanner anderer Hersteller zur Verfügung.

Geometrie Der Standard-Algorithmus für alle 3D-Scanner ohne Textur-Kamera (Artec EVA Lite). Da zum Ausrichten der gescannten Frames nur die Objekt-Geometrie genutzt werden kann, eignet er sich für Objekte mit reichhaltiger Geometrie, nicht jedoch für Objekte mit ausgedehnten ebenen Flächen und kugelförmigen oder zylindrischen Bereichen. Geometrie-Tracking belastet die CPU am geringsten.

Targets Ein besonderer Algorithmus zum Scannen von Objekten mit speziellen, auf den Oberflächen angebrachten Targets (Zielmarken).

Echtzeit-Fusionierung (Option) Diese Option fusioniert die Ergebnisse unmittelbar nach dem Scannen und ist sowohl für Artec 3D-Scanner als auch für 3D-Sensoren anderer Hersteller verfügbar.

Siehe auch:

Scan-Optionen feinjustieren

5.5.1 Basis-Entfernung: Löschen einer Unterlagen-Fläche

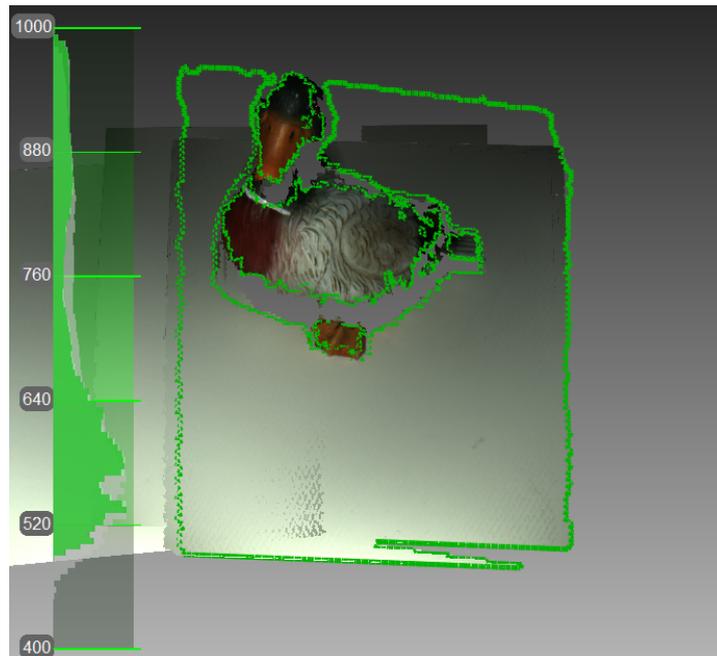


Abbildung 30: Mit Textur-Tracking gerendertes farbiges Objekt (aktuelles Sichtfeld des Scanners in Grün umrandet).

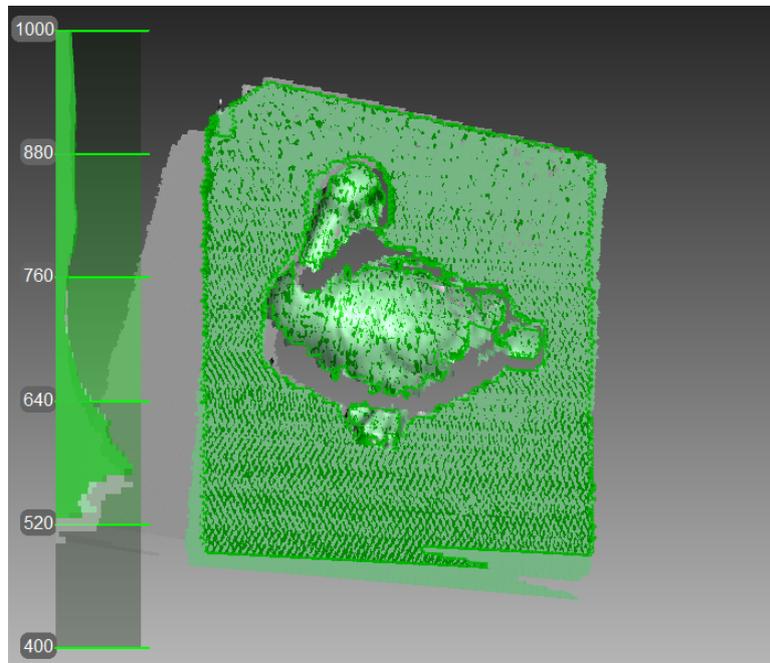


Abbildung 31: Haupt-Fenster beim Objekt-Scannen mit Geometrie-Tracking.

Ins and Outs

- Basis-Entfernung ist in jedem Tracking-Modus verfügbar.
- Beim Klicken auf *Stopp* oder Drücken auf  sollte man die Unterlagen-Fläche noch einmal identifizieren.
- Falls sich die Szene nicht verändert, kann auch die Option *Neue Scans mit den im Arbeitsbereich markierten Scans ausrichten* gewählt werden. In diesem Fall fordert das Programm nicht dazu auf, die Unterlage zu identifizieren.
- Bei erfolgreicher Erkennung der Unterlage wird diese im Modus *Aufnehmen* immer gerendert.

Beim Aufnehmen eines Objekts können häufig alle Flächen weggelassen werden, auf denen das Objekt ruht. Diesen Zweck erfüllt die Option *Unterlage entfernen*. Um sie anzuwenden, vor dem Scannen zuerst die Fläche angeben, auf der sich das Objekt befindet. Ist diese Vorgehensweise in der aktuellen Situation ungeeignet, das Kontrollkästchen *Automatische Unterlagen-Entfernung erlauben* abschalten.

1. Das Bedienfeld *Scannen* öffnen.
2. Sicherstellen, dass das Kontrollkästchen *Automatische Unterlagen-Entfernung erlauben* angeschaltet ist.
3. Auf *Vorschau* klicken und den Scanner auf die Unterlagen-Fläche des Objekts richten (z.B. einen Tisch oder den Boden). Die Unterlage der Szene wird mit einer grauen Gitterebene versehen angezeigt.
4. Sobald das Programm die Unterlage erkennt, erscheint die Nachricht „Objekt jetzt scannen.“

Wichtig: Auch falls Artec Studio die Unterlage nicht erkennt, kann die Aufnahme gestartet werden.

5. Auf *Aufnahme* () klicken und den Scanner auf das Objekt richten.
6. Das Objekt frei scannen. Der Scan-Vorgang kann unterbrochen und bei Bedarf wieder fortgesetzt werden.
7. Auf *Stopp* klicken; woraufhin alle Scans im Koordinatensystem mit der Z-Achse normal zur Unterlage dargestellt werden.
8. Das Bedienfeld *Scannen* schließen. Nachdem Artec Studio die *Feinregistrierung* durchgeführt hat, löscht der Algorithmus *Unterlagen-Entfernung* die zuvor detektierte Unterlagen-Fläche. Falls nicht, diese *Manuell entfernen*.

5.5.2 Scannen nach Tracking-Verlust wiederaufnehmen

Die Aufnahme benachbarter Frames durch Artec Studio basiert auf gemeinsamen Flächen-Features. Werden keine gemeinsamen Features mehr erkannt, so wird die Aufnahme der

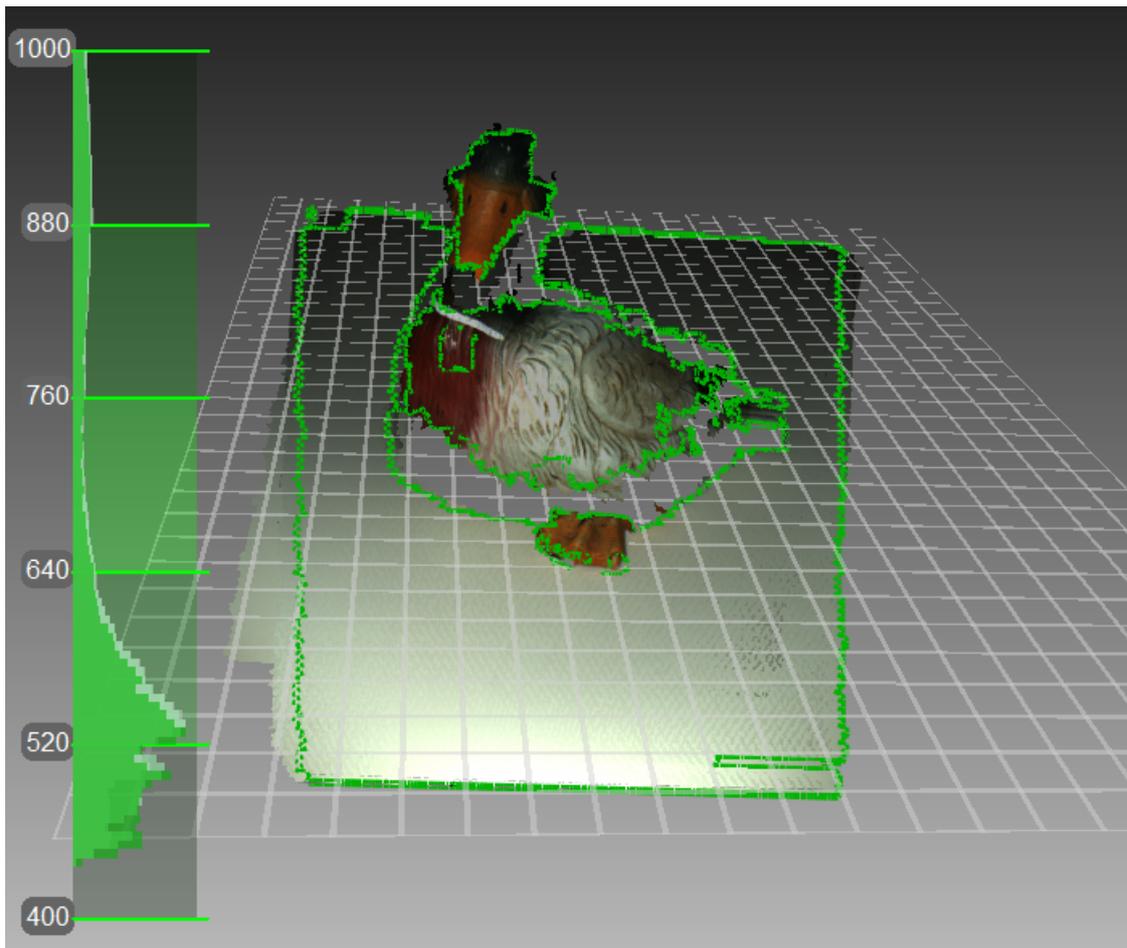


Abbildung 32: Scannen mit der Option *Automatische Unterlage-Entfernung* erlauben.

Szene angehalten. In dieser Situation, die als Tracking-Verlust bezeichnet wird, einfach den Scanner auf einen kurz zuvor aufgenommenen Bereich richten. Es gibt jedoch Nuancen, die nachfolgend erläutert werden.

Tab. 2 listet einige Ursachen für den Tracking-Verlust auf. Die häufigste ist zu schnelles Bewegen des Scanners.

Tabelle 2: Ursachen für den Tracking-Verlust.

Grund	Mögliche Lösungen
Zu schnelles Bewegen des Scanners	Den Scanner langsamer bewegen oder Scannen mit erhöhter <i>Scan-Geschwindigkeit</i>
Der Scanner sieht zu wenige Flächen	Anti-Glanz-Spray anwenden oder den Scanner auf einen größeren Bereich des Objekts richten; beim Artec Spider die <i>Empfindlichkeit</i> erhöhen
Das Objekt besitzt zu wenige Features für erfolgreiches Tracking	Maskierungsband anwenden oder Markierungen auf die umliegenden Flächen zeichnen und/oder den Scanner langsamer bewegen

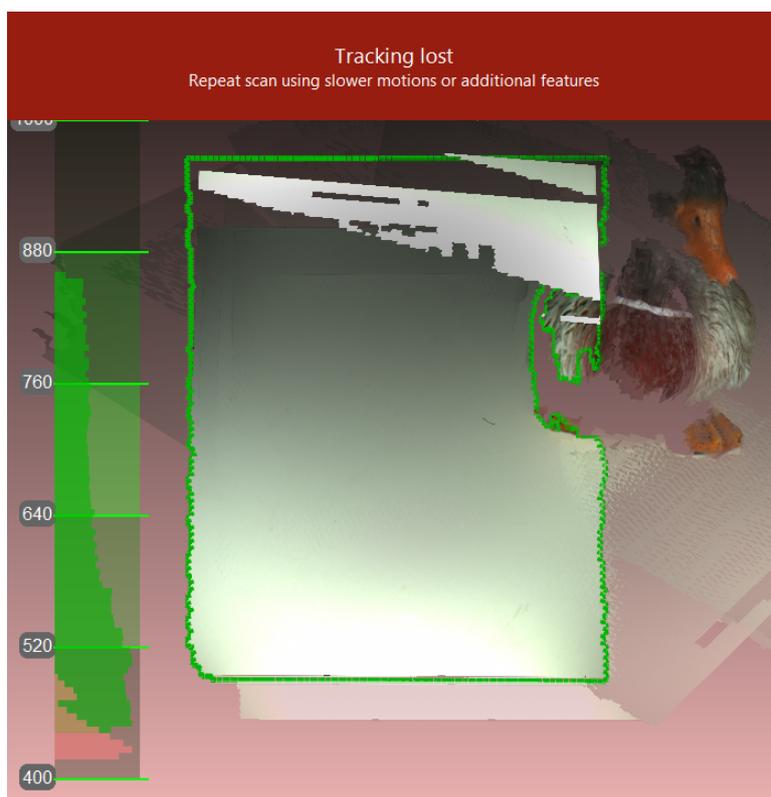


Abbildung 33: Warnhinweis: Tracking verloren.

Die Option *Scannen mit automatischer Ausrichtung* kann die Wiederaufnahme des Trackings erleichtern (diese Option ist standardmäßig in den Einstellungen des Programms aktiviert). Zur Beachtung:

- Artec Studio wechselt meist sofort vom Anzeige-Modus *Tracking verloren* (siehe Abb. 33) zu *Position suchen*, die auf grünem Hintergrund erscheint.

- Zum Fortsetzen des Scannens den Scanner auf einen bereits aufgenommenen Bereich richten.
 - Die ursprüngliche Orientierung des Scanners zu diesem Bereich möglichst beibehalten
 - Die letzte Orientierung muss nicht notwendigerweise benutzt werden, die dortige Region sollte aber über ausreichende Textur-Features verfügen.
- Bei erfolgreicher Fortsetzung des Trackings wird zur weiteren Aufnahme ein neuer Scan erzeugt. Dieser neue Scan wird bereits mit dem vorhergehenden ausgerichtet.

Der Abschnitt *Scannen mit automatischer Ausrichtung* beschreibt das Systemverhalten für den Fall, dass diese Option ausgeschaltet ist.

5.5.3 Neue Scans mit den im Arbeitsbereich markierten Scans ausrichten

Die Auto-Ausrichtung ermöglicht eine wesentliche Zeitersparnis und kann zur Vereinfachung der weiteren Bearbeitung beitragen. Jedoch kann bei Projekten, die Scans mit *Geometry + Texture tracking* enthalten und bei denen die aktuelle Szene sich nicht verändert, sofort weitergescannt werden:

1. Sicherstellen, dass die Option *Scannen mit automatischer Ausrichtung* in den *Einstellungen* mit *Ein* aktiviert ist (siehe *Erfassen*).
2. Zuvor aufgenommene Scans mit dem -Merkmal im Bedienfeld *Arbeitsbereich* markieren.
3. Sowohl *Geometry + Texture tracking* selektieren als auch das Kontrollkästchen *Neue Scans mit den im Arbeitsbereich markierten Scans auto-ausrichten* im Bedienfeld *Scannen* anschalten.
4. Auf *Vorschau* klicken, den Scanner auf einen zuvor aufgenommenen texturierten Bereich richten – dabei die ursprüngliche Scanner-Orientierung beibehalten – und dann auf *Aufnahme* klicken.
5. Bei erfolgreicher Wiederaufnahme des Trackings richtet Artec Studio den neuen Scan mit den selektierten Scans aus.

5.5.4 Scannen mit Echtzeit-Fusionierung

Echtzeit-Fusionierung ist ein spezieller Modus, in dem Artec Studio bereits während des Scannens in Echtzeit ein 3D-Modell erstellt. Dies ist der einfachste und schnellste Weg, ein Modell zu erhalten, kann allerdings den normalen Arbeitsablauf der Bearbeitung von Roh-Scans nach der Aufnahme nicht vollständig ersetzen. Daher ist in den folgenden Fällen vom Einsatz der *Echtzeit-Fusionierung* abzuraten:

- Die Szene ist ausgedehnt und der Grafik-Speicher begrenzt

- Die Objekte haben komplexe Formen, die nicht mit nur einem Scan-Vorgang aufgenommen werden können
- Das Objekt weist feine geometrische Details auf
- Es wird extra-hohe Genauigkeit benötigt

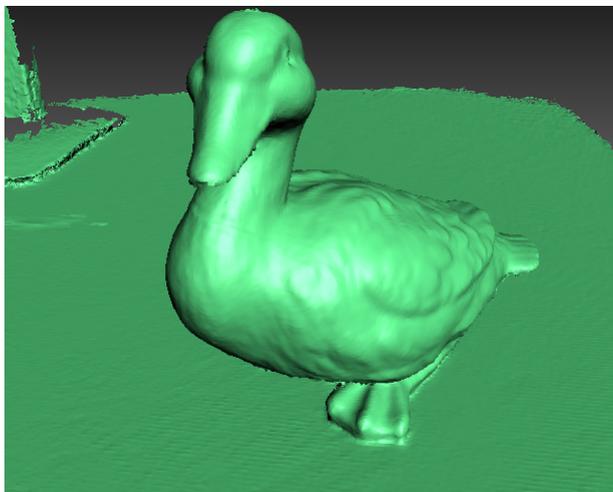


Abbildung 34: Echtzeit-Fusionsmodell.

Das Feature *Echtzeit-Fusionierung* ist für alle Tracking-Methoden verfügbar.

1. Das Bedienfeld *Scannen* öffnen.
2. Den benötigten Tracking-Modus wählen.
3. Das Kontrollkästchen *Echtzeit-Fusionierung*² anschalten.
4. Auf *Vorschau* und anschließend auf *Aufnahme* klicken. Die Empfehlungen in *Scan-Prozedur* beachten.
5. Pausieren und den Vorgang bei Bedarf fortsetzen.
6. Beim Beenden des Scannens werden im Bedienfeld *Arbeitsbereich* einer oder mehrere Roh-Scans mit den Namen *Eva Scan1*, *Eva Scan2*, *Eva Scan3* usw. hinzugefügt, ebenso ein Modell mit dem Namen *Eva Scan1-Fusion*. Die Anzahl dieser Roh-Scans entspricht der Anzahl von Scan-Unterbrechungen und -Fortsetzungen (siehe *Abb. 35*).

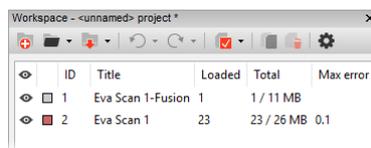


Abbildung 35: Bedienfeld *Arbeitsbereich* nach der Echtzeit-Fusionierung.

² Falls der Modus *Targets* selektiert und das Kontrollkästchen *Hybrid Tracking für .obc deaktivieren* abgeschaltet wurde (siehe den Abschnitt *Photogrammetrie-Einstellungen*), schaltet Artec Studio das Kontrollkästchen *Echtzeit-Fusionierung* ab, da diese Kombination von Optionen nicht unterstützt wird.

Im Fenster *Einstellungen* können unter dem Tabulator *Leistung* die folgenden Einstellungen für die *Echtzeit-Fusionierung* konfiguriert werden (siehe *Einstellungen für die Echtzeit-Fusionierung*):

Voxel-Größe 3D-Auflösung des Modells (d.h. die Schrittweite des Triangulations-Netzes in Millimeter). Je kleiner der Wert, desto mehr geometrische Details können erkannt und in 3D aufgenommen werden.

5.5.5 Scannen mit Targets

Generell wird für die Aufnahme mit Artec Scannern keine Spezialausrüstung benötigt. Bei Objekten mit schwierig zu scannenden Bereichen können jedoch *Targets* von Nutzen sein. In einigen Fällen können sie das Tracking und die anschließende Registrierung verbessern.

5.5.5.1 Targets platzieren

Unabhängig von der gewählten Methode sollten zumindest nicht codierte *Targets* auf dem Objekt angebracht werden.

Nicht codierte Targets (*Abb. 36*) nach folgenden Regeln auf dem Objekt anbringen:

- Targets möglichst auf ebenen Regionen anbringen
- Unebene Flächen vermeiden
- Die Zugänglichkeit wichtiger geometrischer Elemente nicht behindern



Abbildung 36: Nicht codierte Targets auf einem Objekt.

Bemerkung: Die Target-Größe kann im Dialog *Einstellungen* von Artec Studio angegeben werden, wie in *Photogrammetrie-Einstellungen* beschrieben. Bei Verwendung von nicht codierten Targets aus dem *Scan-Referenz-Satz* den inneren Durchmesser mit 5 mm und den äußeren Durchmesser mit 10 mm spezifizieren. Targets anderer Hersteller sollten vermessen und beide Durchmesser im dazugehörigen Feld des Dialogs *Einstellungen* spezifiziert werden.

Falls Photogrammetrie gewählt wurde (*Einsatz der Photogrammetrie (Scan-Referenz)*), codierte Targets anbringen.

1. Das Objekt und die umgebende Szene präparieren. Während der Vermessung und Aufnahme müssen alle Objekte stationär bleiben.
2. Das Kreuz (Abb. 38) in der Szene platzieren und auf festen Sitz achten, ebenso auf Sichtbarkeit aus den meisten Blickrichtungen. Nochmals nachprüfen, ob alle Targets auf dem Kreuz deutlich zu sehen sind.
3. Die codierten Targets auf dem Objekt und in der Umgebung anbringen. Diese sollten so verteilt sein, dass auf jedem Bild wenigstens sechs bis acht codierte Targets sichtbar sind. Eine zufällige Anordnung ist vorzuziehen; symmetrische und lineare Target-Ausrichtungen sind zu vermeiden.



Abbildung 37: Codierte Targets.

5.5.5.2 Alleiniger Einsatz von Artec Scannern

Auch ohne Photogrammetrie-Ausrüstung können auf dem zu scannenden Objekt angebrachte Targets von Vorteil sein; Artec Scanner können die gesamte Bearbeitung leisten. Bei diesem Modus wird extra-hybrides Tracking (Geometrie + Textur + Targets) eingesetzt, das Hochladen einer OBC-Datei ist nicht erforderlich.

1. Das Bedienfeld *Scannen* in Artec Studio öffnen. Unter *Zu trackende Features Targets* selektieren.
2. Das Objekt von allen Seiten scannen
3. Nun durchführen: *Globale Registrierung*

Bemerkung: Während des Scannens (ohne hochgeladene OBC-Datei) registriert das Programm die Target-Koordinaten. Danach kann man *eine OBC-Datei speichern* und in späteren Scan-Vorgängen verwenden. Dringend zu empfehlen ist jedoch die vorherige *Globale Registrierung*.

5.5.5.3 Einsatz der Photogrammetrie (Scan-Referenz)

Mit Hilfe der Kombination von spezieller Referenz *Targets* und photogrammetrischen Messungen können große Flächen in einem Vorgang gescannt, die Genauigkeit der aufgenommenen Flächen verbessert und die Produktivität durch Reduktion der Nachbearbeitungszeit erhöht werden. Der einzige Nachteil dieser Methode besteht in der Vorbereitung. Nach dem Scannen müssen die gescannten Flächen nicht ausgerichtet werden, so dass man sofort zur *Fusionierung* übergehen kann (siehe Reihenfolge der Nachbearbeitungs-Schritte in *3D-Scannen im Überblick*).

Dank Artec 3D-Scannern und photogrammetrischer Lösungen ist diese Synergie der Technologien möglich geworden. Auf dem Markt sind einige Photogrammetrie-Angebote von Fremdherstellern verfügbar, z.B. die *Scan-Referenz-Photogrammetrie*. Die *Scan-Referenz*-Ausrüstung umfasst Hardware und Software (siehe [Abb. 38](#)), eine Digitalkamera, ein Referenzkreuz mit Skalierung, nicht codierte Haft- *Targets* (die Artec Studio zum Abgleich der aufgenommenen 3D-Daten mit den photogrammetrischen Messungen verwendet), und wieder verwendbare magnetische codierte Targets (werden zur automatischen Durchführung von Messungen in der *Scan-Referenz*-Software benötigt).



Abbildung 38: *Scan-Referenz*-Ausrüstung

Die Ausrüstung umfasst (von links nach rechts) codierte Targets (im Vordergrund), Digitalkamera, Kreuz mit Maßstab, Rollband mit nicht codierten Targets und Transportkoffer.

Zum Scannen mit Targets die folgenden Schritte durchführen:

1. Mehrere Fotos vom Objekt aus verschiedenen Blickwinkeln aufnehmen. Zur Bestimmung der passenden Anzahl von Fotos, der Blickwinkel und Targets für jedes Bild und auch der erforderlichen Einstellungen für die kalibrierte Digitalkamera im *Scan-Referenz*-Handbuch und in [FAQ article](#) nachsehen. Generell gelten die folgenden Empfehlungen:
 - a) Fotos aus einem Abstand von 0.5–1.5 Meter und mit aktiviertem Blitz aufnehmen
 - b) Jedes Foto sollte so viele Targets wie möglich enthalten, und jedes Target sollte auf mindestens 10 Fotos zu sehen sein
 - c) Das Kreuz sollte mit den ersten 10–12 Fotos vollständig aufgenommen werden
 - d) Das Objekt von allen Seiten aufnehmen
1. Das Kreuz und die codierten Targets aus der Szene entfernen.
2. Die Kamera mit dem Rechner verbinden, dann die Fotos übertragen und mit der *Scan-Referenz*-Software auswerten. Sobald die Berechnungen abgeschlossen sind, stellt die Software die Messergebnisse auf dem Bildschirm dar. Die Ergebnisse können als Punkte-Tabelle oder als 3D-Modell dargestellt werden.
3. Das Punkte-Modell als *.obc-Datei speichern. Dieses Format ist das Standardformat der Software.

4. Das Bedienfeld *Scannen* in Artec Studio öffnen. Unter *Zu trackende Features Targets* selektieren.
5. Auf *Targets von Datei laden* klicken und den Pfad der *OBC*-Datei angeben.
6. Das Objekt scannen. Nach dem Beenden richtet die Software alle Scans aus.

Wichtig: Falls die Textur- und Geometrie-Features nicht beim Scannen mit Targets berücksichtigt werden sollen, das Kontrollkästchen *Hybrid Tracking für .obc deaktivieren (Photogrammetrie-Einstellungen)* anschalten.

5.6 Bestimmte Scanner-Typen verwenden

5.6.1 Anmerkungen zum Scannen mit Spider

Da Artec Spider im Vergleich zu Artec EVA über ein kleineres Sichtfeld verfügt und höhere Genauigkeit bietet, kann das Scannen Schwierigkeiten bereiten. Hierzu außer den Empfehlungen in *Technik* auch die folgenden beachten:

- Falls möglich, einen Drehtisch in Erwägung ziehen
- Ein mit Text bedrucktes Stück Papier als künstliche Textur verwenden
- Nochmals sicherstellen, dass die Objekte weder ihre Form noch ihre Position ändern
- In besonderen Fällen die Empfindlichkeit tunen (siehe *Empfindlichkeit*). Extremwerte vermeiden.

Es ist zu empfehlen, den Artec Spider-Scanner erst nach Erreichen der Betriebstemperatur zu benutzen. Die Aufwärmung beginnt, sobald Artec Spider angeschlossen oder mit dem Rechner verbunden wird. Nach Öffnen des Bedienfeldes *Scannen* sind dort zwei Linien zu sehen, die die aktuelle und die optimale Temperatur des Gerätes anzeigen. Im *Vorschau*-Modus erwärmt Artec Spider sich schneller. Zusätzlich informiert das Bedienfeld *Scannen* über die Restzeit bis zum Erreichen der optimalen Temperatur.

Bemerkung: Artec Spider kann auch außerhalb des optimalen Temperaturbereiches betrieben werden, wobei allerdings mit geringerer Genauigkeit zu rechnen ist.

5.6.2 Anmerkungen zum Scannen mit 3D-Sensoren von Fremdherstellern

Wichtig: Der Einsatz fremder 3D-Sensoren wird nur in Artec Studio Ultimate unterstützt.

3D-Sensoren von Fremdherstellern (siehe *Aussehen der Geräte*) sind nicht spezifisch für den Gebrauch als 3D-Scanner bestimmt. Als Mehrzweck-Geräte auf der Basis preisgünstiger Komponenten können sie Objekte scannen, allerdings mit deutlich niedrigerer Textur- und Flächen-Qualität als die professionellen Artec 3D-Scanner (siehe *Abb. 39*). Die Betriebsbedingungen und Sichtfelder aller durch Artec Studio Ultimate- unterstützten 3D-Sensoren von Fremdherstellern sind in *Abb. 5* aufgelistet.

Beim Einsatz fremder 3D-Sensoren sollte man folgendes im Gedächtnis behalten:

Gute Beleuchtung ist von ausschlaggebender Bedeutung da keiner der Sensoren über einen eingebauten Blitz verfügt. Auch setzt der Gebrauch dieser Geräte voraus, dass sich die Helligkeit der zu scannenden Textur anpassen lässt, daher ist eine gute Beleuchtung ausschlaggebend für die Erstellung eines vernünftigen Modells. Übermäßiges Ausleuchten und der Einsatz von direktem Licht oder Fluoreszenz-Lampen ist zu vermeiden. Intel RealSense R200 ist besonders empfindlich gegenüber direkter Sonneneinstrahlung.

Beim Gebrauch von PrimeSense und Asus Xtion Sensoren kann eine spezielle Technik helfen, Flächen mit gleichmäßiger Helligkeit aufzunehmen:

1. Auf den Knopf *Vorschau* klicken
2. Den Sensor auf das Objekt richten und 5 Sekunden halten, damit der Weißabgleich und die Belichtungseinstellung durchgeführt werden können
3. Auf den Knopf *Aufnahme* klicken
4. Zum Aufnehmen der Szene den Scanner langsam bewegen
5. Während des Scannens den Sensor so nah wie möglich am Objekt führen

Die meisten Geräte von Fremdherstellern arbeiten im Modus Fusionierung in Echtzeit, außer *Kinect v2*. Für Intel RealSense 3D-Sensoren ist dies außerdem der Standard-Modus.

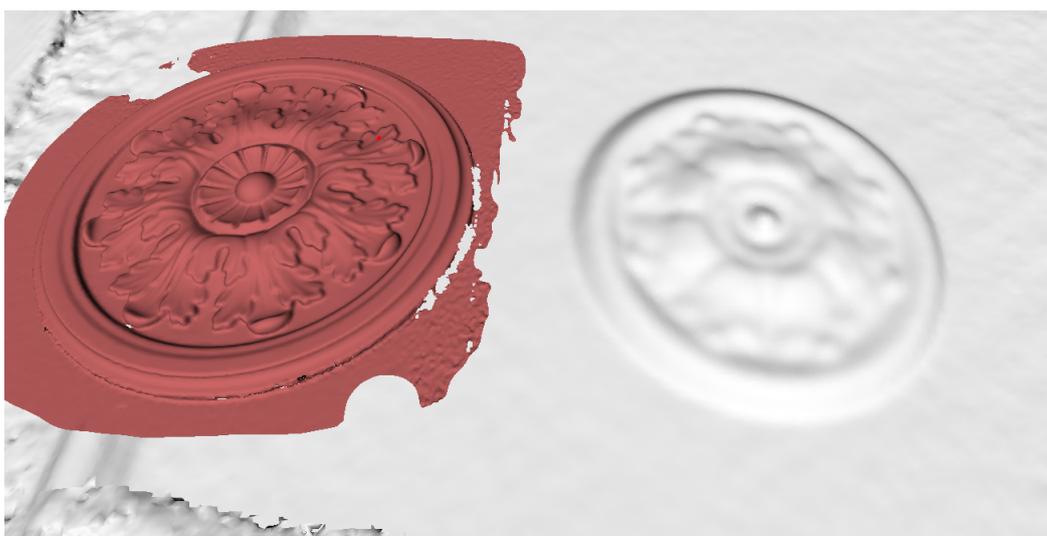


Abbildung 39: Aufgenommenes und prozessiertes Objekt
(links Artec EVA-Scan und rechts *PrimeSense*-Scan).

5.6.3 Anmerkungen zum Scannen Mit MHT

Die Blitz-Funktion des Artec MHT-Scanners verfügt über eine große, aber dennoch begrenzte Anzahl von Betriebszyklen, daher darauf achten, dass der Scanner bei Nichtbenutzung ausgeschaltet ist. Den Artec MHT nicht für längere Zeit eingeschaltet lassen, wenn er mit der maximalen Aufnahme-Rate (15 Frames pro Sekunde) betrieben wird. Nach fünf Minuten Dauerbetrieb schaltet Artec Studio den Artec MHT automatisch ab. Das normale Verhältnis von aktiver zu inaktiver Phase ist 3 Minuten Scannen zu 7 Minuten Erholung; dieser Modus ist optimal und erhöht wesentlich die Lebensdauer des Blitzes.

5.7 Scan-Optionen feinjustieren

5.7.1 Die Entfernungs-Einfärbung deaktivieren

Die Option *Entfernungs-Einfärbung anzeigen* option (Abb. 29) hebt die rekonstruierten Flächen im Sichtfeld unter Berücksichtigung des Arbeitsbereichs eines bestimmten Scanners hervor.

Rot	Die Flächen befinden sich zu nahe am Objekt.
Orange, grün	Entspricht der Mitte des Bereichs. Grün repräsentiert die optimale Entfernung.
Blau	Die Flächen sind zu weit entfernt vom Scanner und drohen zu verschwinden.
Keine Farbe	Die Fläche wird nicht aufgenommen.

In manchen Fällen könnte es wichtig sein, die Textur-Aufnahmequalität zu überwachen. Deaktivieren dieses Features würde helfen. Hierzu das Kontrollkästchens *Entfernungs-Einfärbung anzeigen* im Bedienfeld *Scannen* abschalten.

5.7.2 Die Textur-Helligkeit justieren

Bemerkung: Diese Option ist nur für Artec 3D-Scanner mit Textur-Kamera verfügbar.

Die Einstellung der *Textur-Helligkeit* kann im *Vorschau*-Modus angepasst werden. Mit dem Schieberegler die Helligkeit der von der Farbkamera aufgenommenen Frames erhöhen oder vermindern (siehe Abb. 41). Es ist zu beachten, dass die Textur-Helligkeit und auch die Stetigkeit des Trackings die Textur-Qualität beeinflussen. Die Empfehlungen in Tab. 3 befolgen.

Tabelle 3: Die Textur-Helligkeit anpassen.

Flächenfarbe	Empfehlung
Dunkel oder schwarz	Die Helligkeit erhöhen
Hell oder weiß	Die Helligkeit verringern

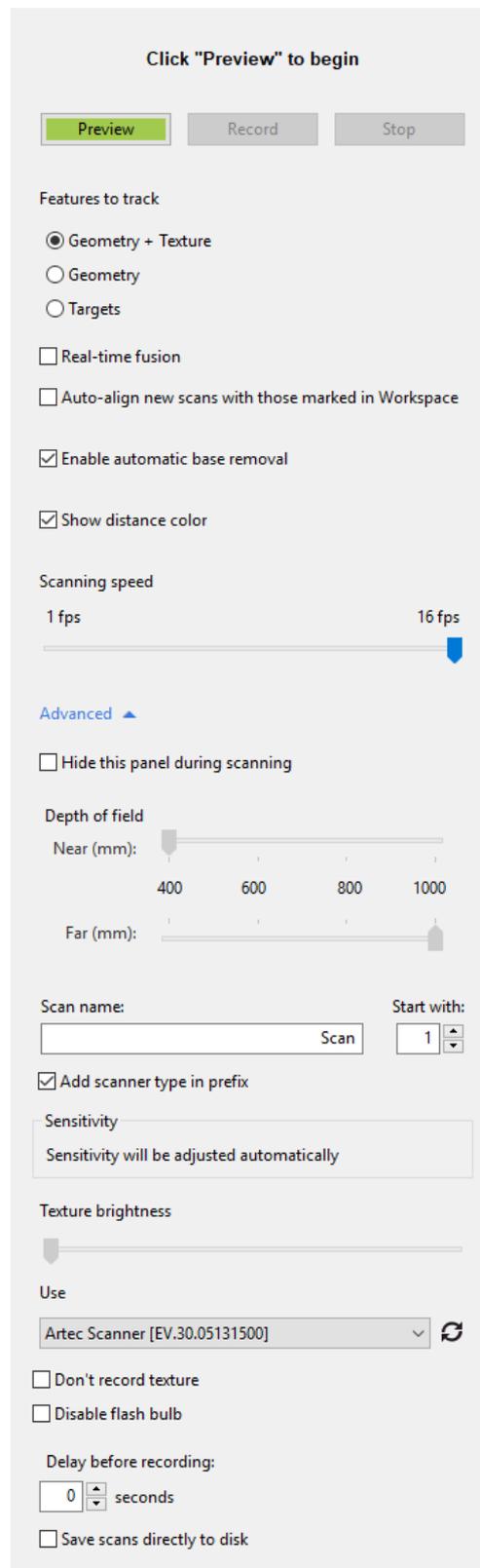


Abbildung 40: Das Bedienfeld Scannen in Artec Studio.

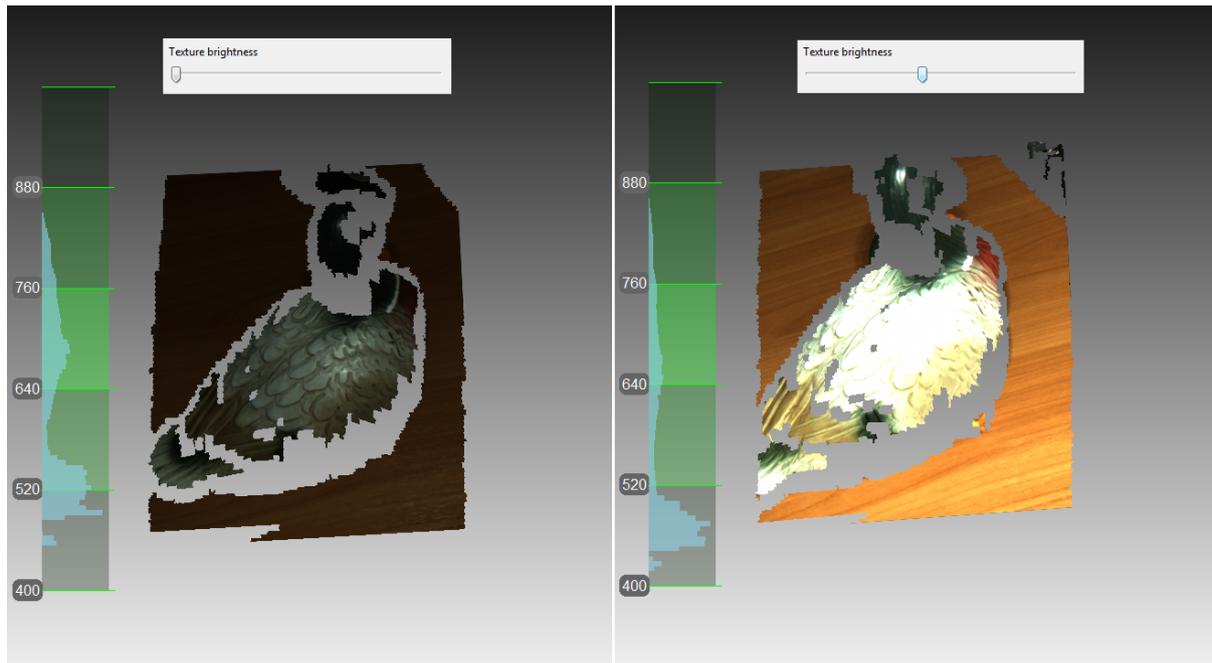


Abbildung 41: Anpassung der Farbkamera-Helligkeit

Die Helligkeit ist links geringer und rechts höher (zur Verdeutlichung ist der Schieberegler im Bedienfeld *Scannen* mit dem Bild überlagert).

5.7.3 Empfindlichkeit

Falls bestimmte Flächen sich nicht rekonstruieren lassen, kann die *Empfindlichkeit* des Artec Spider-Scanners getunt werden. Die Erhöhung dieser Einstellung erleichtert dem Scanner die Aufnahme schwarzer, reflektierender, durchsichtiger und filigraner Objekte (wie z.B. menschliches Haar). Je höher die Empfindlichkeit, desto stärker kann aber auch das Rauschen der aufgenommenen Fläche sein. Höhere Werte können zudem die Scangeschwindigkeit herabsetzen. Bei Eva und anderen Artec Scannern wird diese Einstellung automatisch angepasst.

5.7.4 Aufnahmefrequenz von Textur-Frames

Die Aufnahmefrequenz für Textur-Frames mit dem zugehörigen Regler im Dialog *Einstellungen* spezifizieren (siehe *Texturaufnahme-Modus* und *Abb. 124*).

5.7.5 Den Scanner-Blitz deaktivieren

Falls der Blitz des Scanners umständehalber nicht nutzbar ist, den untenstehenden Anweisungen folgen.

Zur Beachtung: Bei ausgeschaltetem Blitz zur Kompensation mit hellem Umgebungslicht arbeiten. Wie Tests ergeben haben, lässt sich akzeptable Textur-Qualität bei ausgeschaltetem Blitz erreichen, wenn die Beleuchtungsstärke auf der Fläche mindestens 1000 Lux



Abbildung 42: Einfluss des Umgebungslichts auf die Ergebnisse der Aufnahme. Links: Blitz ausgeschaltet; schwaches Umgebungslicht; Ergebnis – dunkle Textur. Rechts: Blitz ausgeschaltet, verbesserte Lichtverhältnisse; Ergebnis – gute Textur.

beträgt. Zum Vergleich: die Modelle in [Abb. 42](#), die bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen aufgenommen wurden.

Mit der folgenden Prozedur wird ein texturiertes Modell ohne Benutzung des Scanner-Blitzes aufgenommen:

1. Das Bedienfeld *Scannen* öffnen und auf den Link *Fortgeschritten* klicken
2. Textur-Blitz durch Anschalten des Kontrollkästchens *Blitzlampe deaktivieren* außer Betrieb nehmen
3. Für gute Beleuchtung sorgen. Fluoreszierende Lampen vermeiden.
4. Auf *Vorschau* klicken und den Scanner auf das Objekt richten
5. *Textur-Helligkeit* und *Textur-Belichtungszeit* anpassen. Unter den meisten Bedingungen sollten die Werte so niedrig wie möglich sein, da durch eine höhere Helligkeit auch das Textur-Rauschen verstärkt wird, wohingegen eine höhere Belichtungszeit zu verwaschenen Texturen führen kann. Statt die Schieberegler anzupassen, sollte versucht werden, die Lichtverhältnisse zu verbessern.
6. Die Szene aufnehmen
7. Um ein texturiertes Modell zu erhalten, die erforderliche in [Datenverarbeitung](#) beschriebene Prozessierung durchführen
8. Die Textur-Parameter für dieses Modell wie in [Textur-Anpassung](#) beschrieben anpassen. Dabei besonders auf die Schieberegler *Farbton* und *Sättigung* achten. Der Regler *Farbton* erlaubt die Korrektur von unerwünschten Textur-Farben.

5.7.6 Die Belichtungszeit tunen

Die Textur-Belichtungszeit kann im *Vorschau*-Modus geändert werden. Diesen Parameter in Verbindung mit der *Textur-Helligkeit* anpassen. Erhöhen der Belichtungszeit kann zu verwaschenen Texturen führen. Den Standardwert nur ändern, falls notwendig.

5.7.7 Die Textur-Aufnahme deaktivieren

Falls in den Scans keine Textur-Information gespeichert werden soll, das Kontrollkästchen *Textur nicht aufnehmen* abschalten. Es befindet sich im Abschnitt *Fortgeschritten* des

Bedienfeldes und entkoppelt sowohl die Textur-Kamera als auch den Textur-Blitz vom Scanner. Zur Beachtung: Diese Option ist nicht verfügbar für Artec EVA Lite. Nach dem texturlosen Scannen nicht vergessen, dieses Kontrollkästchen wieder anzuschalten: andernfalls könnte das nächste Mal beim Starten des regulären Scannens der Modus Hybrid Tracking nicht verfügbar sein.

Wichtig: Den Tracking-Modus *Geometrie* zu verwenden ist noch nicht ausreichend, um die Textur-Aufnahme zu verhindern. Sicherstellen, dass das gleichnamige Kontrollkästchen abgeschaltet ist.

5.7.8 Die Scan-Geschwindigkeit herabsetzen

Artec EVA erfasst Objekte mit bis zu 15 Frames pro Sekunde, Artec Spider mit 7.5. Standardwerte gewährleisten komfortables Scannen mit gleichmäßigen Bewegungen. Wird die Scan-Geschwindigkeit jedoch als ungeeignet empfunden, kann sie verringert werden. In diesem Fall nimmt Artec Studio weniger identische Frames auf, die auch schneller registriert werden. Hierzu den Schieberegler *Scan-Geschwindigkeit* im Bedienfeld *Scannen* benutzen.

Wichtig: Herabsetzen der Scan-Geschwindigkeit kann das Scannen behindern. Diesen Schieberegler nur verwenden, falls unbedingt notwendig.

5.7.9 Weitere Einstellungen

Scan-Namen und Start-Nummer anpassen durch Eingabe eigener Werte in die Felder *Scan-Name* und *Starten mit* sowie Status-Änderung des Kontrollkästchens *Scanner-Typ im Präfix aufnehmen*. Mit diesen Werten erstellt die Software einen Scan-Titel im Bedienfeld *Arbeitsbereich* (siehe [Abb. 43](#), links). Die Standardwerte können geändert werden, z.B. *Eva Scan* und *1 in Capture* und *14*.

Die Scan-Daten auf Platte speichern Um einen Aufnahme-Modus auszulösen, bei dem gleichzeitig Scan-Ergebnisse auf die Platte geschrieben werden, das Kontrollkästchens *Scans direkt auf Platte speichern*, anschalten. Diese Option ist aktiviert, wenn mit einem existierenden, gespeicherten Projekt gearbeitet wird (siehe [Projekt speichern](#)) und kann beim Aufnehmen großer Datenmengen auf einem Rechner mit unzureichendem Speicherplatz nützlich sein.

Aufnahme-Verzögerung (in Sekunden) spezifizieren mit dem Regler *Aufnahme-Verzögerung* im Abschnitt *Fortgeschritten* des Bedienfeldes *Scannen*. Der Countdown beginnt, sobald auf *Aufnahme* geklickt wird. Um die Verzögerung zu beseitigen, den Wert auf Null setzen.

Den festgelegten Messbereich (*Messtiefe*) verkleinern mit Hilfe der Regler *Nah (mm)* und *Fern (mm)* im Abschnitt *Fortgeschritten* des Bedienfeldes *Scannen*. Hier kann der Bereich nur innerhalb der vorgegebenen Grenzen verkleinert werden.

Messbereichs-Grenzen festlegen (in Millimeter) Standardmäßig bestimmt Artec Studio die korrekten minimalen und maximalen Grenzwerte, zwischen denen die Trennebenen zu positionieren sind. Diese Werte sind bei jedem 3D-Scannermodell unterschiedlich und gewährleisten gute Qualität der aufgenommenen 3D-Daten. Falls die Genauigkeit zweitrangig ist, können die Grenzwerte manuell geändert werden, so dass Objekte mit einem Artec L Scanner oder mit 3D-Sensoren von Fremdherstellern aufgenommen werden können, die in kürzerer oder größerer Entfernung zum Objekt als empfohlen positioniert sind. Hierzu das Kontrollkästchen *Standard-Messtiefe überschreiben* im Dialog *Einstellungen* im Tabulator *Scannen* anschalten und die neuen Grenzwerte für die Messbereichstiefe spezifizieren (weitere Details zu Scan-Einstellungen siehe *Erfassen*).

Warnung: Veränderungen der Messtiefe durch den Anwender können zu Genauigkeitsverlusten führen.

Bedienfeld *Scannen* während des Scannens ausblenden Um das Sichtfeld während des Scannens zu erweitern, schließt die Software automatisch das Bedienfeld *Scannen*, sobald die Aufnahme mit dem Artec EVA oder Artec Spider Scanner gestartet wird. Das Kontrollkästchen *Dieses Bedienfeld während des Scannens ausblenden* befindet sich im Abschnitt *Fortgeschritten* und ist standardmäßig abgeschaltet.

5.8 Beheben von Fehlern

Problem	Mögliche Lösung
Der Schalter <i>Geometry + Textur</i> im Bedienfeld <i>Scannen</i> fehlt.	Vermutlich wurde ohne Textur gescannt. Das Kontrollkästchen <i>Textur nicht aufnehmen</i> im Abschnitt <i>Fortgeschritten</i> abschalten.
Das endgültige Modell enthält merkliches Rauschen.	Die betroffenen Bereiche wurden wahrscheinlich nicht richtig gescannt, oder der Scanner war zu weit vom Objekt entfernt. Diese Bereiche erneut scannen.
Fehler <i>Tracking verloren</i> besteht weiterhin.	Sicherstellen, dass <i>Scannen mit automatischer Ausrichtung</i> im Dialog <i>Einstellungen</i> aktiviert ist und mit <i>Geometry + Texture tracking</i> scannen.

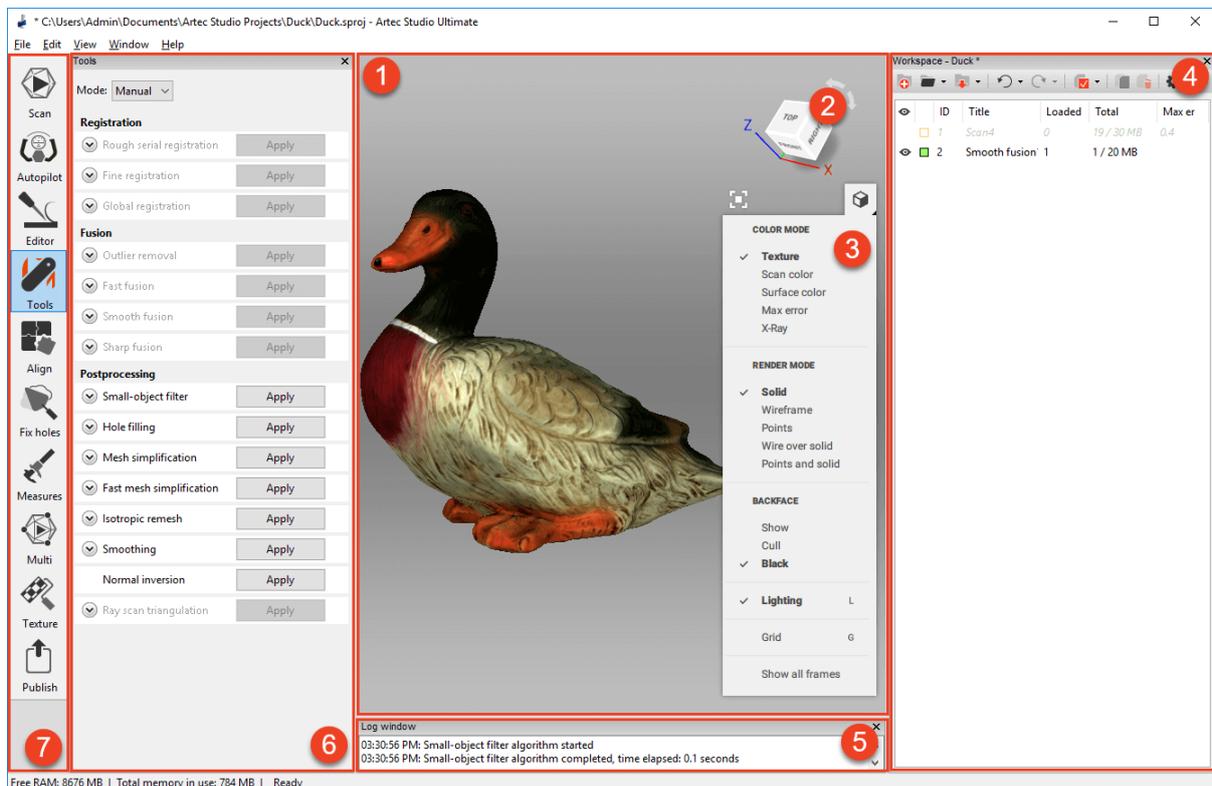
KAPITEL 6

Erste Schritte

6.1 Einstieg in Artec Studio

6.1.1 Fenster, Bedienfenster und Leisten

Beim Starten von Artec Studio erscheint das Haupt-Anwendungsfenster, welches die Durchführung aller Operationen an Scans und Modellen ermöglicht.



Das Hauptfenster ist in mehrere Bereiche unterteilt:

1. *3D-Ansicht*
2. *Navigationswürfel*
3. *3D-Werkzeugleiste*
4. *Arbeitsbereich*-Bedienfeld
5. *Log-Fenster*
6. Linkes Bedienfeld (Abbildung zeigt beispielhaft das geöffnete Feld *Werkzeuge*)
7. Linke Werkzeugleiste
8. Nicht in der Abbildung markiert: Menüleiste (oben) und Statusleiste (unten)

Im in der Regel geöffneten Fenster *3D-Ansicht* werden alle 3D-Daten dargestellt. Beim Aufrufen des Programms erscheint ein Koordinatengitter mit den Achsen im Mittelpunkt. Es entspricht einem globalen Koordinatensystem, in dem sich die Scans und Modelle befinden.

Links vom Fenster *3D-Ansicht* befindet sich die linke Werkzeugleiste mit Icons für die verschiedenen Anwendungs-Modi *Scannen*, *Autopilot*, *Editor*, *Werkzeuge*, *Ausrichten*, *Löcher füllen.*, *Messen*, *Multi-Modus*, *Textur* und *Publizieren*. Diese Modi schließen sich gegenseitig aus: Mit Ausnahme von *Autopilot* kann das Programm jeweils in nur einem Modus arbeiten. Einige Modi sperren beim Aufruf das Bedienfeld *Arbeitsbereich*.

Rechts im Fenster *3D-Ansicht* befinden sich der Navigationswürfel und die *3D-Werkzeugleiste* mit den folgenden Befehlen: *An Fenstergröße anpassen*, *Gitter*, *Beleuchtung*, *Farbe*, *Render-Modus* und *Rückseite*.

Das Bedienfeld *Arbeitsbereich* dient zur Darstellung und zum Management aller in die Anwendung geladenen Daten. Hier befinden sich alle Scans und Befehle für die Projekt-Bearbeitung wie Speichern, Löschen, Bewegen und Umbenennen. Das verborgene Bedienfeld *Arbeitsbereich* kann durch Klicken auf  rechts oben im Fenster *3D-Ansicht* angezeigt werden.

Im Anwendungsfenster unten befindet sich das *Log*-Bedienfeld. Im Log berichtet die Software über alle ausgeführten Befehle mit Angabe der Dauer und der Details für jede Operation. Hier werden auch alle Meldungen zu Fehlern und Fehlerbehebungen gespeichert, die von den Algorithmen ausgegeben werden.

Die Statusleiste enthält Informationen betreffend die verfügbare Speicherkapazität und deren momentane Auslastung durch Artec Studio. Hinzu kommt eine Fortschrittsanzeige zu jeder im Moment aktiven Bearbeitung wie Algorithmus-Ausführung, Modell- und Scan-Export usw..

6.1.2 Grundlegende Einstellungen

Zum Einstellungs-Dialog gelangt man durch Selektieren von *Voreinstellungen...* im *Datei*-Menü. Die Tabulatoren im zugehörigen Fenster stehen für verschiedene Gruppen von

Einstellungsmöglichkeiten. Zum Umschalten zwischen den Tabulatoren auf das Icon oben im Dialog klicken. Für eine detaillierte Beschreibung der Tabulatoren siehe *Einstellungen*.

Um die Sprache zu ändern, den Tabulator *Sonstiges* (Abb. 128), dann aus der Liste die gewünschte Sprache selektieren und auf *OK* klicken. Die Auswahl muss bestätigt und das Programm neu gestartet werden. Sofort nach der Bestätigung wird Artec Studio automatisch in der neuen Interface-Sprache neu gestartet. Soll nicht neu gestartet werden, werden die Änderungen erst beim nächsten Start des Programms wirksam.

Unter dem Tabulator *Leistung* kann die maximale Anzahl der zu speichernden Änderungen oder die maximale Speichergröße (in MB) der zu speichernden Historie festgelegt werden. Der Schieberegler *Daten-Komprimierungsgrad* ermöglicht die Justierung des Komprimierungsgrades bei der Projekt-Speicherung auf die Festplatte.

6.2 Objekttypen

Nach jeder Scan-Wiederholung speichert Artec Studio einen separaten *Scan*. Eine Liste aller Scans eines Projekts erscheint im Bedienfeld *Arbeitsbereich* (siehe Abb. 43). Danach, die Algorithmen, primär *Modelle erzeugen (Fusionieren)*, yield *models*.

Artec Studio kann die folgenden Objekttypen im *Arbeitsbereich* aufnehmen:

Tabelle 4: Objekttypen in Artec Studio.

Typ	Inhalt	Ursprung	Beispiel-Name
Scan	Satz von Frames	Von den Scannern Eva, Spider und <i>Sensoren</i>	Eva Scan 1
Punktewolke Scan	Punktewolke	Vom Ray Scanner	Ray Scan 1
Modell	Polygonnetz	Algorithmus-Ergebnis oder importiertes Netz	Sharp fusion 1

6.3 Workspace Columns

Die Daten im Bedienfeld *Arbeitsbereich* sind in mehreren Spalten angeordnet:

6.3.1 Scan-Liste

Selektions-Merkmal  die in dieser Spalte mit  markierten Scans werden im Fenster *3D-Ansicht* dargestellt und unterliegen der Bearbeitung durch alle Algorithmen und Werkzeuge von Artec Studio.

Farbe neben jedem Scan in dieser Spalte befindet sich ein farbiges Quadrat . Der Füllgrad dieser Quadrate richtet sich nach der Anzahl der geladenen Scan-Frames. Falls alle Frames geladen sind, ist das Quadrat vollständig ausgefüllt. Zur Hälfte ist es gefüllt, falls nur Schlüssel-Frames geladen sind und ungefüllt, falls alle Scan-Daten

entladen wurden (siehe *Projekt-Daten selektiv laden*). Die Scan-Farbe kann durch Klicken auf das zugehörige Quadrat und Selektieren der gewünschten Farbe aus einer Palette geändert werden.

ID Ordnungsnummer des Scans.

Titel wenn ein Scan erzeugt wird, weist Artec Studio ihm automatisch einen Namen zu wie beispielsweise Scan 1, Eva Scan 2 usw., entsprechend den Werten in den Feldern *Scan-Name* und *Starten mit* sowie dem Status des Kontrollkäschens *Scanner-Typ im Präfix hinzufügen* im Bedienfeld *Scannen*. Um einen Scan umzubenennen, diesen durch Links-Klick auf seinen Namen selektieren. Dann entweder **F2** drücken oder Rechts-Klicken auf den Namen, um das Dropdown-Menü zu öffnen. Die Option *Umbenennen...* selektieren. In beiden Fällen öffnet sich ein Dialog, in dem der neue Name eingegeben werden kann.

Geladen Anzahl der in den Speicher geladenen Frames (siehe *Projekt-Daten selektiv laden*).

Total Gesamt-Anzahl der Frames und Umfang eines speziellen Scans (in MB).

Maximaler Fehler der Wert des größten Registrierungs-Fehlers von allen Frames im Scan.
Weitere Information.

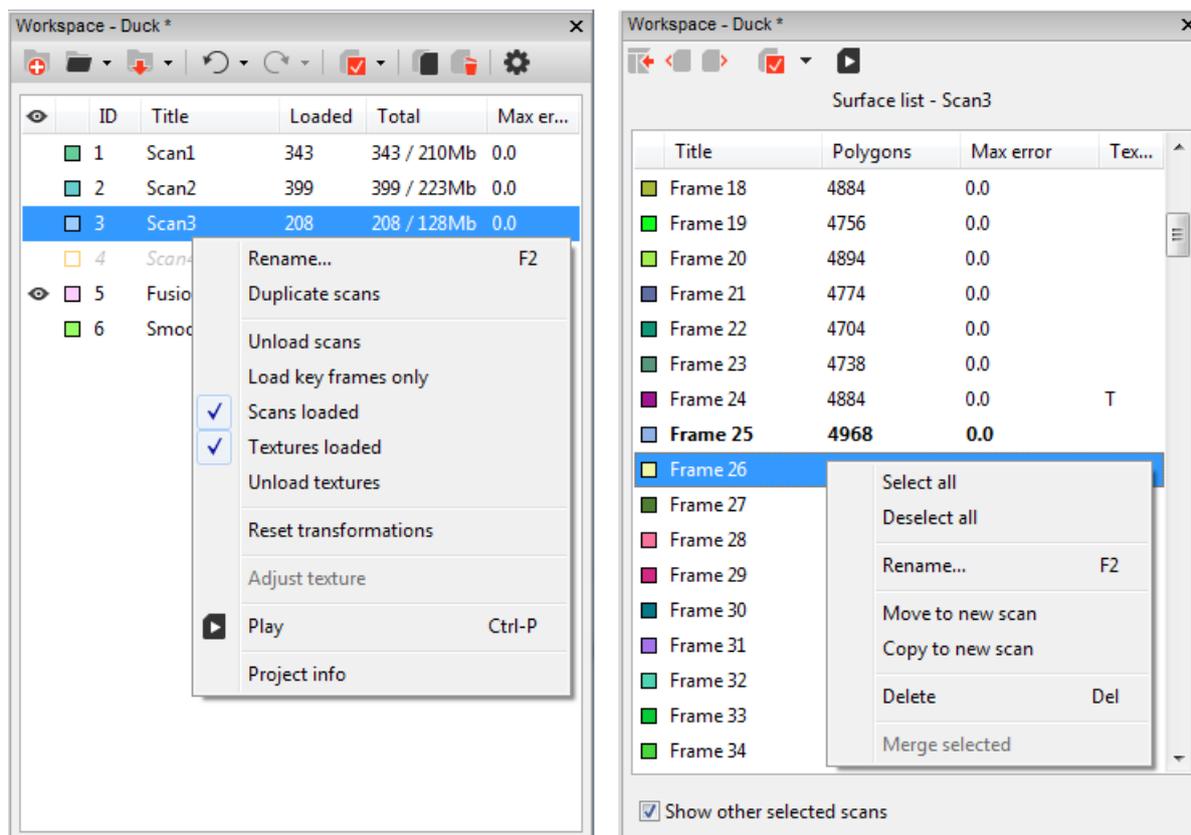


Abbildung 43: Bedienfeld *Arbeitsbereich*: Links die Liste der Scans (Original-Ansicht) und rechts die Liste der Flächen.

6.4 Befehlsleiste im Arbeitsbereich

Die Werkzeugleiste oben im Bedienfeld *Arbeitsbereich* bietet auch Befehle aus der Menüleiste zum schnellen Erzeugen , Öffnen  oder Speichern  von Projekten, zum Widerrufen  von Operationen aus dem Befehlsverlauf und zum Aufruf der *Einstellungen* .

Durch Selektieren von *Projekt-Information* im Kontext-Menü (RMB) eines Objekts im *Arbeitsbereich* ist auch dessen Statistik zugänglich.

6.5 Scans und Modelle selektieren

Um einen Scan oder ein Modell im Fenster *3D-Ansicht* darzustellen oder es zu *verarbeiten*, dieses im *Arbeitsbereich* mit dem  Merkmal markieren. Zum Navigieren von Scans und Modellen die Tasten \uparrow und \downarrow verwenden oder irgendwo hineinklicken außer in die Spalten  oder *Farbe*.

Zweck	Methode	Alternative Methode
Scan hervorheben im <i>Arbeitsbereich</i>	Links-Klicken auf den Scan-Namen	–
Umschalten zwischen Sichtbarkeit und Verwendbarkeit( Merkmal)	Links-Klicken in die ganz links stehenden Spalte	Mit Space auf den hervorgehobenen Scan klicken oder dessen Namen selektieren mit Shift+Alt+LMB
Batch-Selektion (Deselektion) von Scans für die Darstellung und Bearbeitung	Klicken auf 	Auf Ctrl + A (Ctrl + D) drücken
Einen einzelnen Scan zur Bearbeitung selektieren und die anderen deselektieren	Scan-Namen selektieren mit Ctrl + Alt + LMB	In der freien Fläche der ganz links stehenden Spalte Ctrl + LMB drücken

Zusätzlich zur den Methoden in der obenstehenden Tabelle können Befehle aus dem Dropdown-Menü des Knopfes  benutzt werden. Siehe auch die vollständige Liste der Tastatur-Kürzel in *Arbeitsbereich*.

6.5.1 Frames selektieren

Doppelklicken auf den Scan-Namen öffnet das Bedienfeld *Flächenliste* zur Anzeige aller Frames im Scan (siehe [Abb. 43](#), rechts).

Werden spezielle Frames hervorgehoben, so erscheinen diese (und nur diese) im Fenster *3D-Ansicht*. Falls die Option *Andere selektierte Scans anzeigen* unten im Bedienfeld an-

geschaltet ist, erscheinen im Fenster *3D-Ansicht* zusätzlich auch selektierte Frames von anderen Scans.

Frames könne auf mehrere Arten selektiert werden:

- Um einen Frame zu selektieren und andere zu deselektieren, mit **LMB** auf dessen Namen klicken.
- Um mehrere Frames gleichzeitig zu selektieren, bei gedrückter **Ctrl**-Taste mit **LMB** klicken.
- Um eine Serie von Frames in einem speziellen Bereich zu selektieren, bei gedrückter **Shift**-Taste mit **LMB** klicken.
- Um alle Frames zu selektieren oder die Selektion zu bereinigen, in der *Flächenliste* auf das Icon  klicken.
- Um schnell alle Frames oder alle texturierten Frames zu selektieren, im Dropdown-Menü auf  klicken.
- Um alle Frames zu selektieren, die Tasten **Ctrl + A** drücken.

Um eine Frames-Sequenz abzuspielen, den Befehl *Wiedergeben* im Kontext-Menü des Scans, den Knopf  in der *Flächenliste** oder das Tastaturkürzel **Ctrl + P** verwenden. Zu Anhalten der Sequenz *Wiedergabe anhalten* aus dem Scan-Menü selektieren, auf  klicken oder **Ctrl + P** erneut drücken.

6.5.2 Modelle selektieren

Beim Doppelklicken auf ein Modell, das keine Frames enthält, erscheint ein Bedienfeld mit dessen Eigenschaften (siehe [Abb. 44](#)).

6.5.3 Punktwolken-Scans selektieren

Punktwolken-Scans enthalten nur eine Fläche. Durch Doppelklicken auf den Namen eines Scans im *Arbeitsbereich* erhält man eine zusammenfassende Liste mit folgenden Daten:

- Anzahl der Polygone und Eckpunkte. Da Artec Studio nicht alle Punkte des Scans darstellt, ist nur das Netz einer vereinfachten Kopie der aktuellen Punktwolke zu sehen.
- *Punkte in der Punktwolke* Gesamtzahl der Punkte.
- *Schnitte in der Punktwolke*. Beim Scannen mit Ray können bestimmte Regionen (Schnitte) selektiert werden, um die aktuelle Szene einzuengen. Dieser Parameter bezieht sich auf die Anzahl der Regionen.

Der Befehl *Zum Scanner-Sichtpunkt gehen* im Kontext-Menü eines Punktwolken-Scans bewegt die Kamera exakt zu der Position, aus der Ray den Scan aufgenommen hat.

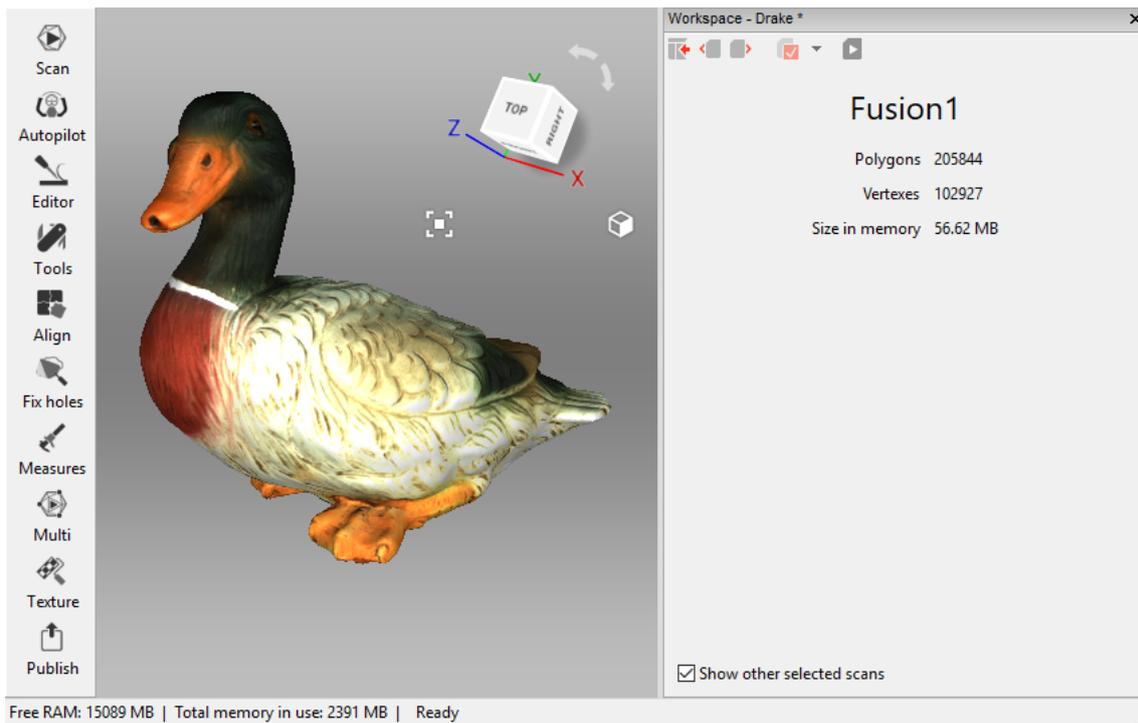


Abbildung 44: Modelleigenschaften.

6.6 Speicherverwaltung und Befehlsverlauf

6.6.1 Projekt-Daten selektiv laden

Beim Arbeiten mit großen Datensätzen entsteht häufig der Bedarf, Hauptspeicherplatz frei zu geben ohne jedoch Projekt-Daten zu löschen. Zu diesem Zweck verfügt Artec Studio über einen Mechanismus zum selektiven Laden von Scans. Mit diesem kann jeder gerade nicht benutzte Scan auf Platte geschoben werden, um Hauptspeicherplatz frei zu geben. Falls später ein bestimmter Algorithmus ausgelagerte Scans benötigt, werden diese automatisch wieder geladen. Frames, die im Moment nicht in den Speicher geladen wurden, erscheinen auch nicht im Fenster *3D-Ansicht*.

Alle gerade komplett aus dem Speicher entladenen Scans und Frames werden in grauer Kursivschrift im Fenster *Arbeitsbereich* (siehe [Abb. 45](#)) angezeigt.

Bemerkung: Vor dem Ändern des Ladezustands eines Scans muss das Projekt gespeichert werden.

Zum Ändern des Ladezustands die Scans im Fenster *Arbeitsbereich* selektieren (mit `Ctrl` key), auf `RMB` klicken und dann eine der Scan-Lade-Optionen im Pop-Up Menü selektieren (siehe [Abb. 45](#)):

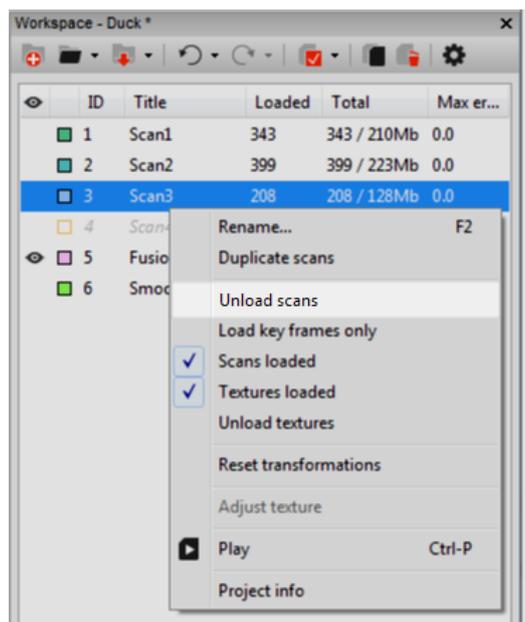


Abbildung 45: Scans selektiv entladen.

Tabelle 5: Menü-Befehle im Arbeitsbereich und entsprechende Merkmale.

Menü-Befehl	Funktion	Resultierende Merkmals-Darstellung
<i>Scans entladen</i>	Scans vollständig aus dem Speicher entladen	<input type="checkbox"/>
<i>Nur Key Frames laden</i>	Nur Key Frames in den Speicher laden	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Scans laden</i>	Scans vollständig in den Speicher laden	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Texturen laden</i>	Texturbilder vollständig in den Speicher laden	—
<i>Texturen ausladen</i>	Texturen vollständig aus dem Speicher entladen	—
—	Teil-Scan geladen (einige Frames wurden nicht geladen)	<input checked="" type="checkbox"/>

In den folgenden Fällen können Algorithmen automatisch den Ladestatus von Projekt-Daten ändern:

- Durch Klicken auf den -Knopf wurden entladene Scans zur Bearbeitung selektiert. Artec Studio lädt diese Scans in den Speicher.
- Beim Ausführen des Algorithmus entsteht hoher Speicherbedarf. Artec Studio wird nicht benötigte Scans, Frames, Texturen oder Kombinationen davon auslagern.
- Der Algorithmus benötigt bestimmte Frames und lädt nur diese.

Bemerkung: Zusätzlich zu den 3D-Daten kann auch der Änderungs-Verlauf einen großen

Speicheranteil belegen. Information zur Kontrolle des Verlaufs-Umfangs sowie auch zum Entladen oder Entfernen des Verlaufs enthält *Verlauf der Projektänderungen*.

Scans und Modelle betrachten

7.1 3D-Navigation

Nach Beenden des Scannens stellt Artec Studio die Ergebnisse im Fenster *3D-Ansicht* dar.

7.1.1 Bewegen, Drehen und Skalieren

Die Perspektive des Anwenders im Fenster *3D-Ansicht* lässt sich mit Hilfe der Maus steuern, und zwar durch Bewegen (Verschieben) oder Drehen des Blickpunktes oder durch Hinein-/Heraus-Zoomen (Vergrößern/Verkleinern):

Bewegen den Mauszeiger über das Fenster *3D-Ansicht* bewegen. Dann die Maus mit gleichzeitig gedrückter (LMB) und rechter (RMB) Maustaste bewegen, um das Modell zu bewegen. Derselbe Effekt wird durch Betätigen des mittleren Mausknopfes erreicht.

Drehen den Mauszeiger über das Fenster *3D-Ansicht* bewegen. Zum Drehen des Modells die Maus mit gedrückter LMB-Taste bewegen. Zum Kippen von 3D-Daten um eine bestimmte Achse und in eine bestimmte Richtung den zugehörigen Pfeilbogen () in der Nähe des Navigationswürfels verwenden (siehe [Abb. 48](#)).

Hinein- und Heraus-Zoomen die Maus mit gedrückter RMB-Taste bewegen. Bewegen nach links oder oben bewirkt Vergrößerung, nach rechts oder unten Verkleinerung. Derselbe Effekt wird durch Betätigen des mittleren Mausknopfes erreicht.

Zum Navigieren in der 3D-Umgebung kann auch eine 3D-Maus eingesetzt werden (siehe [3D-Maus](#)).

7.1.2 Globales Koordinatensystem und Drehzentrum

Um die Achsen des globalen Koordinaten-Systems ein- oder auszublenden, im Menü *Anzeigen* die Option *Gitter anzeigen* selektieren oder in der Werkzeugleiste *3D-Ansicht* auf *G* klicken.

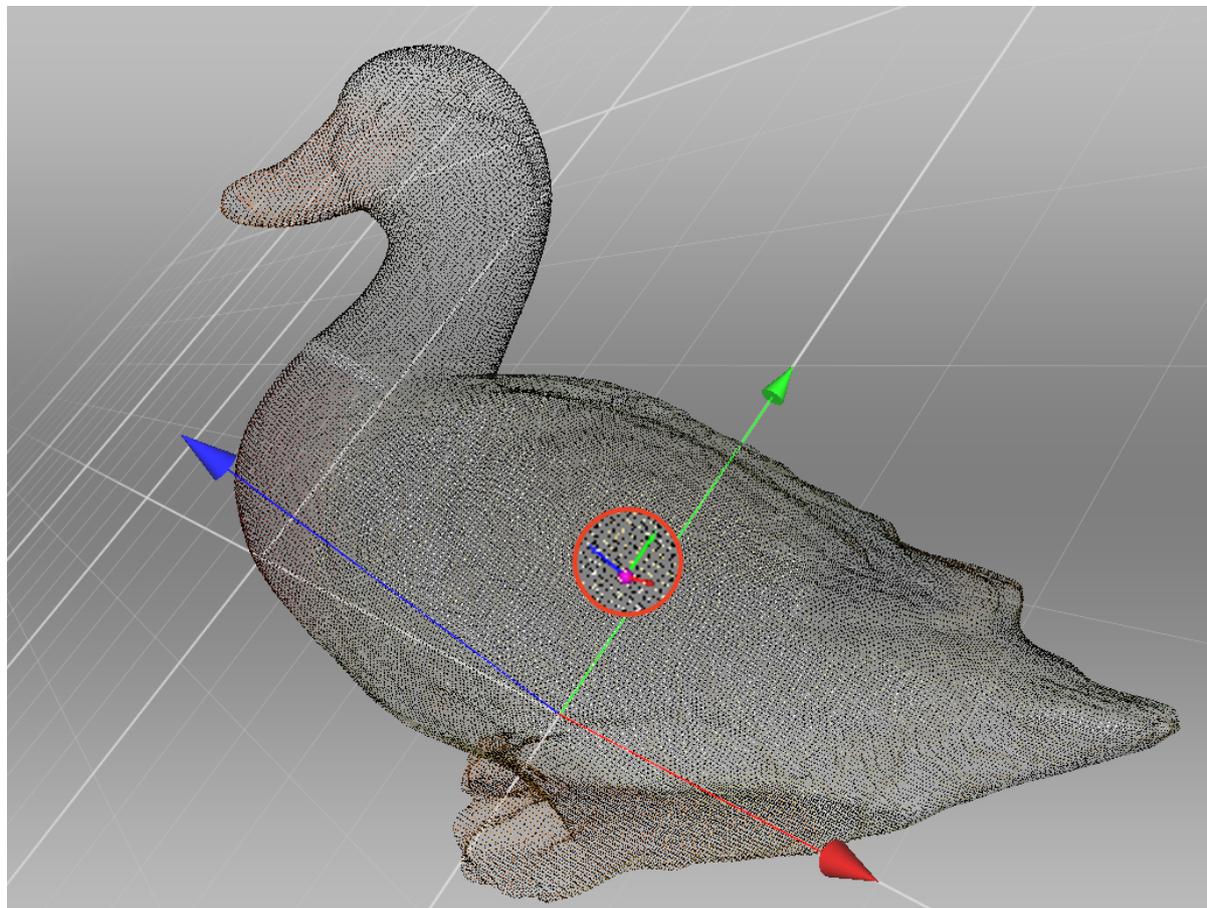


Abbildung 46: Anwenderspezifisches Drehzentrum.

Beim Drehen des Modells dreht sich die Szene immer um einen bestimmten Punkt –, das Drehzentrum. Standardmäßig stimmt das Drehzentrum mit dem Ursprung des Hauptachsenkreuzes überein. Durch Doppelklicken mit **LMB** auf irgendeinen Punkt des 3D-Modells wird das Drehzentrum zu diesem Punkt bewegt. Das (Neu-)Setzen des Drehzentrums kann sinnvoll sein, um ein bestimmtes Objekt von allen Seiten betrachten zu können. Sobald es gesetzt ist, die Ansicht mit **LMB** drehen.

Artec Studio stellt das Drehzentrum als kleine purpurfarbene Kugel mit den drei kleinen Koordinatenachsen dar (siehe [Abb. 46](#)). Stimmt das Drehzentrum mit dem Ursprung der Hauptachsenkreuzes überein, so verschwinden die kleinen Achsen. Falls das Drehzentrum nicht geändert wurde, wird auch die Kugel nicht dargestellt.

Das Programm kann das Drehzentrum in den Massenschwerpunkt des Objekts setzen. Hierzu den folgenden Menübefehl verwenden: *Editieren* → *Zeiger* → *In den Schwerpunkt setzen*. Um zum Standardstatus zurückzukehren, *In den Achsenursprung setzen* selektieren.

7.2 Projektionen wählen

Im Menü *Anzeigen* kann bei der Modelldarstellung im Fenster *3D-Ansicht* zwischen perspektivischer und orthogonaler Projektion gewählt werden.

Die *Perspektivische Ansicht* entsteht aus der Zentral-Projektion auf eine Ebene, wobei alle Sichtstrahlen auf einen Punkt gerichtet sind: das Projektionszentrum. Diese Methode erzeugt einen visuellen Eindruck ähnlich dem menschlichen Sehen.

Die *Orthogonale Ansicht* entsteht, wenn sich das Projektionszentrum in unendlicher Entfernung von der Projektionsebene befindet; in diesem Fall sind die Sichtstrahlen senkrecht auf die Betrachtungsebene gerichtet. Diese Methode erhält die Parallelität von Linien und wird üblicherweise bei Messungen eingesetzt (Details siehe *Messwerkzeuge*).

Die Projektion lässt sich auch auf andere Weise ändern:

- Auf der Haupt-Tastatur die Tasten `Ctrl + 5` drücken
- Auf der numerischen Tastatur-Erweiterung die Taste `5` drücken

7.3 Sichtpunkte

Zum schnellen Umschalten der Kameraansicht zwischen mehreren vordefinierten Positionen stehen der Navigationswürfel, das Menü *Anzeigen* oder die in [Tab. 6](#) aufgelisteten Tastenkombinationen zur Verfügung.

Im Vergleich zu den anderen Methoden bietet der Navigationswürfel höhere Flexibilität bei der Objektorientierung im Fenster. Außer über die mit *OBEN*, *VORN*, *LINKS*, usw. bezeichneten Richtungsflächen lässt sich die Szene mit Hilfe von Kontrollelementen an den Kanten und Ecken des Würfels in zwischenzeitliche Positionen umorientieren (siehe *Kontrollelemente des Navigationswürfels (Fläche, Kante, Netzpunkt)*).

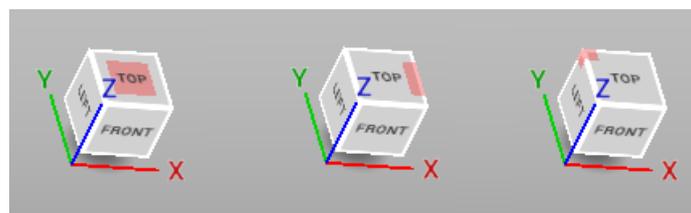


Abbildung 47: Kontrollelemente des Navigationswürfels (Fläche, Kante, Netzpunkt)

Tabelle 6: Tastenkombinationen zum Umschalten der Sichtpunkte.

Sichtpunkt	Tastatur	Numerische Tastatur
Von vorn	Ctrl + Shift + 1	1
Von hinten	Ctrl + 1	Ctrl + 1
Von rechts	Ctrl + Shift + 3	3
Von links	Ctrl + 3	Ctrl + 3
Von oben	Ctrl + Shift + 7	7
Von unten	Ctrl + 7	Ctrl + 7

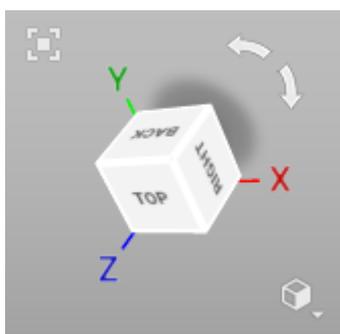


Abbildung 48: Navigationswürfel und Pfeilbögen.

Mit der Option *Zurück* im Menü *Anzeigen* oder einem Klick auf \mathbb{H} wird die Ansicht auf die ursprüngliche Position zurückgesetzt.

Mit der Menü-Option *Im Fenster zentrieren*, dem Knopf  oder der Taste \mathbb{F} wird das Objekt automatisch im Fenster *3D-Ansicht* zentriert.

Bei Punktwolken kann der Scan aus der Perspektive von Ray betrachtet werden. Hierzu das Rechtsklick-Menü für diesen Scan öffnen und den Befehl *Zum Scanner-Sichtpunkt bewegen* selektieren.

7.4 3D-Daten darstellen

Die Werkzeugleiste links im Fenster *3D-Ansicht* bietet Kontrollelemente für die Modi der Datendarstellung. Falls minimiert, kann sie durch Klicken auf den Knopf  im Fenster *3D-Ansicht* geöffnet werden (siehe [Abb. 48](#)). Alle Befehle zur Darstellung und Umschaltung zwischen den Modi sind auch im Menü *Ansicht* verfügbar.

7.4.1 Render- und Schattierungs-Modi

Sowohl im Menü *Anzeigen* als auch in der Werkzeugleiste *3D-Ansicht* (rechts) kann eine der folgenden 3D-Render-Optionen für gescannte Frames ausgewählt werden:

Fläche rendern die gängigste Art zu rendern mit gefüllten Polygon-Facetten und der selektierten Schattierungs-Methode

Netz rendern Kanten des Polygon-Netzes ohne Füllen der Polygon-Facetten darstellen

Punkte rendern Polygon-Netzkpunkte darstellen

Netz und Fläche rendern Polygon-Facetten füllen und die Kanten in einer anderen Farbe darstellen. Mit dieser Methode kann die Qualität des Polygon-Modells visuell inspiert werden (Details siehe *Netzvereinfachung*).

Punkte und Fläche rendern automatisch Scans als Punkte, Modelle jedoch als gefüllte Flächen darstellen. In diesem Modus lässt sich für jeden Flächentyp die beste Render-Methode bestimmen, ohne in einen anderen Modus umschalten zu müssen. Beim Artec Spider Scanner ist dieser Modus standardmäßig eingestellt.

Beispiele zu den verschiedenen Render-Modi werden in [Abb. 49](#) gezeigt.

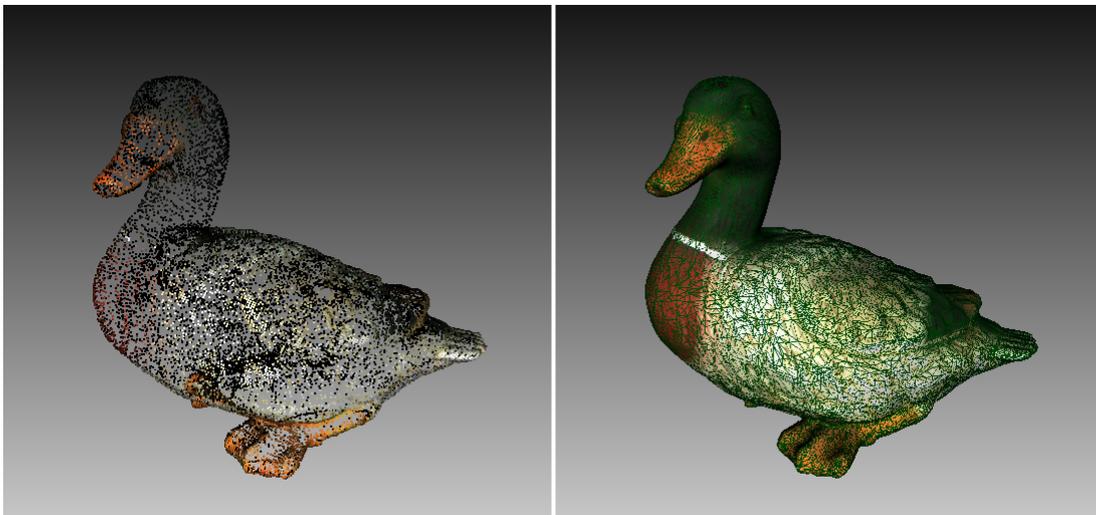


Abbildung 49: Beispiele für unterschiedlich gerenderte Modelle.
Links Punktmodell, rechts Modell mit Netz und Fläche.

Zur Auswahl einer Schattierungsmethode für die Flächenfüllung das Menü *Anzeigen* verwenden:

Weiche Schattierung der Farbwert jedes Punktes innerhalb einer Dreiecks-Facette wird durch Interpolation der Farben an den Netzknoten berechnet

Flache Schattierung alle Punkte innerhalb einer Dreiecks-Facette erhalten dieselbe Farbe

7.4.2 Beleuchtung, Farbe und Textur

Mit der Option *Beleuchtung* im Menü *Anzeigen* oder in der Werkzeugleiste, oder mit der Schnellstart-Taste \perp wird die Beleuchtung im Fenster *3D-Ansicht* umgeschaltet. Diese Option ist nützlich, falls die Beleuchtung ausgeschaltet werden muss, um die Modellkontur zu sehen oder die Textur-Qualität zu begutachten.

Die Untergruppe *Farbe* im Menü *Anzeigen* oder der Abschnitt *Farbmodus* listet die Methoden der Farbzuordnung für die Flächen im Fenster *3D-Ansicht* auf:

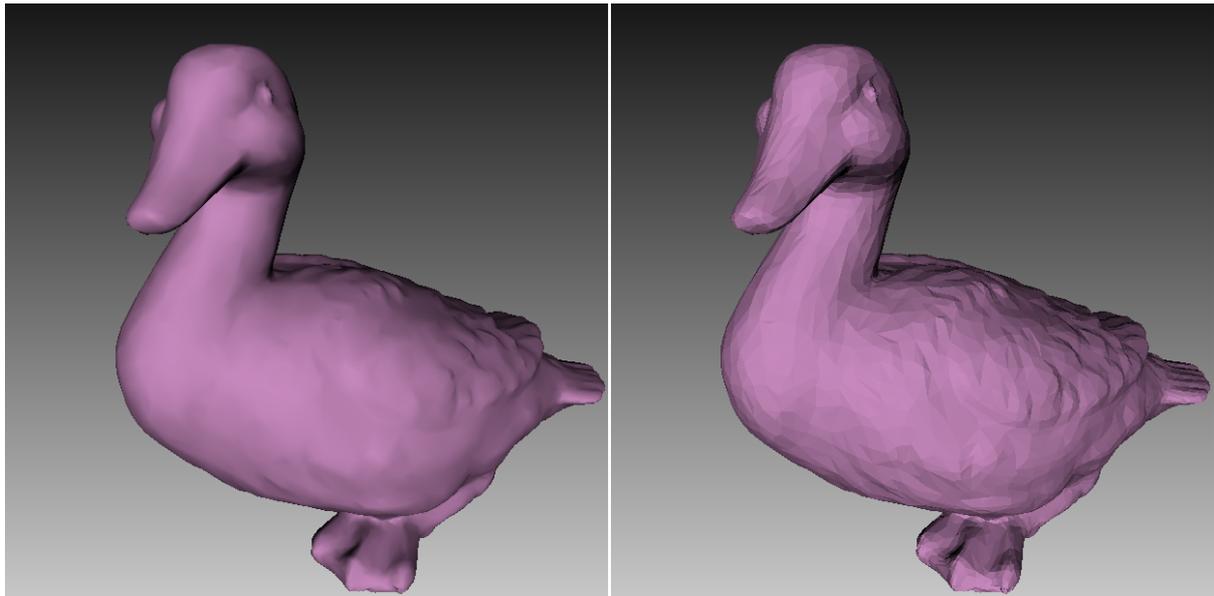
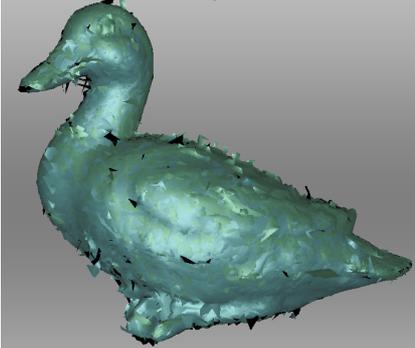
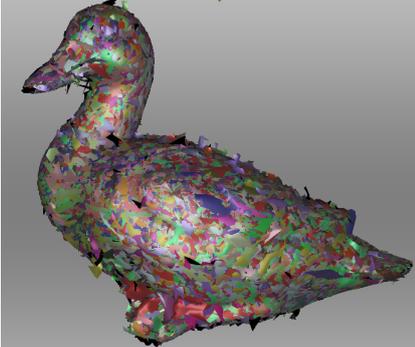
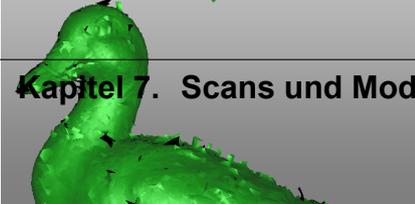


Abbildung 50: Weiche und flache Schattierung im Vergleich.

<p><i>Textur</i></p>	<p>stellt texturierte Daten dar; andernfalls verwendet die Software die Standard-Farbe des Scans</p>		<p>Ctrl+Alt+1</p>
<p><i>Scan-Farbe</i></p>	<p>stellt die Standard-Farbe des Scans dar; die Abbildung zeigt zwei Scans</p>		<p>Ctrl+Alt+2</p>
<p><i>Flächen-Farbe</i></p>	<p>stellt jeden Frame eines Scans in einer anderen Farbe dar</p>		<p>Ctrl+Alt+3</p>
<p>80 <i>Maximaler Fehler</i></p>	<p>färbt die Frames von Eva und Spider entsprechend ihrer <i>Registrierungs-Qualität</i> von Grün bis Rot über Gelb und Oran-</p>	<p>Kapitel 7. Scans und Modelle betrachten</p> 	<p>Ctrl+Alt+4</p>

7.4.3 Rendern von Rückseiten

Artec Studio bietet drei Methoden zum Rendern der Rückseite von Frames:

Anzeigen weist der Rückseite dieselbe Farbe wie die des Modells zu

Rückseite ausblenden die Rückseite wird nicht dargestellt

Schwarz rendert die Rückseite in Schwarz

Der Modus kann im Menü *Anzeigen* oder in der Werkzeugleiste im Fenster *3D-Anzeige* gewählt werden. Beispiele zur Illustration der verschiedenen Methoden des Rückseiten-Renderns zeigt [Abb. 51](#). Der Standard-Modus ist *Schwarz*.



Abbildung 51: Beispiele für die verschiedenen Methoden des Rückseiten-Renderns. Rückseiten-Render-Methode *Anzeigen* (links), *Ausblenden* (Mitte) und *Schwarz* (rechts).

7.4.4 Darstellen von Normalen und Rändern

Die Option *Normalen anzeigen* im Fenster *Anzeigen* ermöglicht oder unterdrückt das Rendern der Normalen an jedem Netzpunkt. Standardmäßig weisen die Normalen weg von der Modellfläche und in Richtung des 3D-Scanners. Mit dem Befehl *Normalen invertieren* lässt sich die Richtung umkehren. Auch mit \mathbb{N} im aktiven Fenster *3D-Ansicht* kann zwischen den Normalen-Darstellungsarten umgeschaltet werden.

Beim Bearbeiten von Rändern ermöglicht das Feature *Ränder anzeigen* im Menü *Anzeigen*, die Hervorhebung der Modell-Ränder zu aktivieren und zu deaktivieren. Zum Umschalten bei aktivem Fenster *3D-Ansicht* \mathbb{B} drücken.

7.4.5 Rendern und Texturieren nicht texturierter Polygone

Texturierte Modelle können Bereiche ohne Textur enthalten (beispielsweise die grüne Fläche in der Mitte von [Tab. 7](#)). Mit der Option *Polygone ohne Textur rendern* im Menü *Anzeigen* kann das Rendern solcher Bereiche umgeschaltet werden.

Ist die Textur des importierten Modells kleiner als das Modell selbst, so kann Artec Studio diese so übertragen, dass auch nicht texturierte Bereiche gefüllt werden (siehe [Tab. 7](#)).

Der Übertragungs-Effekt ist vergleichbar mit dem Verfliesen eines Fußbodens oder dem Wiederholen eines Tapetenmusters –, d.h. die Textur wiederholt sich periodisch. Zum Aktivieren dieser Methode die Option *Textur-Hüllkoordinaten übertragen* im Menü *Anzeigen* einschalten.

Tabelle 7: Rendern und Texturieren nicht texturierter Polygone.

Optionen aktiviert	Ergebnis
Keine	
<i>Polygone ohne Textur rendern</i>	
<i>Textur-Hüllkoordinaten übertragen</i>	

7.4.6 Ränder im Textur-Atlas darstellen

Texturen, die auf 3D-Modelle angewendet werden, sind offensichtlich zweidimensional. Eventuell möchte man jedoch auch die Umrandungen der Textur-Pflaster auf der aktuellen 3D-Fläche sehen. Artec Studio kann eine Textur-Atlas-Datei darstellen wie in der mittleren Abbildung in [Abb. 96](#), mit hervorgehobenen Umrandungen (siehe [Abb. 52](#)). Anhand der Lage der Umrandungen auf der Fläche lässt sich z.B. erkennen, ob das Modell für eine verbesserten Textur-Übertragung vereinfacht werden muss.

Zum Aktivieren der Ränder-Darstellung im Menü *Anzeigen* die Option *Textur-Ränder anzeigen* verwenden oder bei aktivem Fenster *3D-Ansicht* die Tasten `Shift+B` drücken. Um das Feature zu sperren, sicherstellen, dass dieser Menü-Befehl abgeschaltet ist.



Abbildung 52: 3D-Modell mit Rändern im Textur-Atlas.

Aus technischer Sicht funktioniert dieser Befehl auch für Texturen, die nach der Dreiecks-Methode erzeugt wurden, er liefert jedoch keine brauchbare Information.

7.5 Bildschirmfotos speichern

Die im Fenster *3D-Ansicht* dargestellten Flächen können erfasst und in einer Grafik-Datei gespeichert werden. Anders als der übliche Systembefehl `Bildschirm drucken speichern` speichert diese Option nur den Inhalt des Fensters *3D-Ansicht* und verwendet die spezifizierte Hintergrundfarbe (siehe *Hintergrund für Bildschirmfotos* transparent, schwarz oder weiß).

Tipp: Beim Speichern von Bildschirmfotos im *X-Ray*-Modus transparenten Hintergrund vermeiden.

Zum Aufnehmen eines Bildschirmfotos wie folgt verfahren:

1. Die Option *Bildschirmfoto speichern...* im Menü *Anzeigen* selektieren oder `Shift+Ctrl+S` drücken.
2. Im Dialog den Zielordner und Dateinamen angeben, dann auf den Knopf *Speichern* klicken. Artec Studio speichert die Datei im Format `PNG`.

Bemerkung: Beim Speichern eines Bildschirmfotos mit bereits bekanntem Dateinamen wird diese Datei ohne Vorwarnung überschrieben. Um das Überschreiben anderer Dateien zu vermeiden, einen unverwechselbaren Namen angeben.

Projekt-Operationen

Ein Projekt umfasst sämtliche 3D-Daten, die durch Scannen und Nachbearbeiten erzeugt und auf der Festplatte für spätere Verwendungen gespeichert werden können. Darüber hinaus enthält es den *Befehlsverlauf* und *Messungen* Ergebnisse. Jedem Projekt entspricht ein Ordner mit allen Projektdaten sowie einer Profildatei, in der die zugehörige Datenstruktur beschrieben wird.

Artec Studio kann Projekt-Statistiken inkl. Informationen über die Anzahl der Scans, Flächen (Frames), Polygone, Ecken und UV-Koordinaten anzeigen. Hierzu im *Arbeitsbereich* auf ein Objekt Rechts-Klicken und die Menü-Option *Projekt-Information* selektieren. Um die Daten des selektierten Scans mit den Gesamtzahlen des Projekts zu vergleichen, den betreffenden Scan zuerst mit dem -Merkmal markieren.

8.1 Ein Projekt erstellen

Zum Starten eines neuen Projekts die Menü-Option *Datei* → *Neues Projekt* selektieren. Vor dem Scannen am besten *Projekt speichern* in ein einen bestimmten Ordner. Falls mit aktivierter Option *Scans direkt auf Festplatte speichern* gescannt oder Scans von Ray importiert werden, wird im temporären Windows Ordner oder einem anderen, vorher in *Einstellungen* spezifizierten Ordner ein temporäres Objekt erzeugt.

8.2 Projekt speichern

Mit der Menü-Option *Datei* → *Projekt speichern* kann das Projekt gespeichert werden, ebenso durch Klicken auf  oben im Bedienfeld *Arbeitsbereich* oder Drücken auf `Ctrl`

+ S. Bei Projekten mit einem Speicherbedarf von mehr als 6 GB fordert der Dialog¹ zum Komprimieren der Projektdaten mit den Maximaleinstellungen auf (siehe *Daten-Kompressionsgrad*). Um ein Projekt mit mittleren Kompressionseinstellungen in einer für alle Artec Studio-Versionen kompatiblen Form zu speichern, auf *Überspringen* klicken. Das Projekt kann mit der maximalen Kompression zurück verwandelt werden, um volle Kompatibilität mit der Vorgängerversion der Software sicherzustellen. Hierzu den Schieberegler in die mittlere oder linke Position bewegen und das Projekt erneut speichern.

Während des Arbeitens mit einem gespeicherten Projekt zeigt die Kopfzeile des Bedienfelders *Arbeitsbereich* dessen Namen und das Anwendungsfenster den vollständigen Pfad an. Im Lauf der Bearbeitung oder anderweitigen Verwendung der Scandaten das Projekt von Zeit zu Zeit speichern .

Bemerkung: Artec Studio speichert die Daten inkremental, so dass beim Speichern eines bestehenden Projekts nur geänderte oder hinzugefügte Daten gespeichert werden.

8.3 Projekte und Scans öffnen

Zum Öffnen eines bestehenden Projekts mit der Menü-Option *Datei* → *Projekt öffnen* oben im Bedienfeld *Arbeitsbereich* auf  klicken oder `Ctrl + O` drücken.

Bemerkung: Dateien der Artec Studio -Versionen 8, 9, 10 und 11 sind untereinander kompatibel. Projekte, die in einer späteren Version mit dem Format `SPROJ` gespeichert wurden, können mit früheren Versionen eventuell nicht geöffnet werden.

Standardmäßig stellt das Programm ein Projekt beim Öffnen in dem Stand wieder her, in dem es zuletzt gespeichert wurde (es gibt die drei Ladezustände geladen, entladen und nur Key-Frames – siehe *Projekt-Daten selektiv laden*). Zum schnelleren Laden beim Öffnen des Projekts ohne Laden von Scans dient die Dropdown-Menü-Option *Projekt öffnen (Scans nicht laden)* unter dem Knopf . Alternativ kann dieselbe Option im *Datei*-Menü verwendet oder `Ctrl + Shift + O` gedrückt werden.

Bemerkung: Beim Öffnen eines Projekts bestimmt Artec Studio den verfügbaren Speicherplatz. Falls der Scan, der geladen werden soll, mehr Speicher erfordert als im System verfügbar, behandelt das Programm ihn als „ungeladen“.

¹ Dieser Dialog kann auch deaktiviert werden: Das entsprechende Kontrollkästchen entweder in der Nachricht anschalten oder im Tabulator *Leistung* in den *Einstellungen*.

8.3.1 Leo Projekt öffnen

Leo Projekte können durch Direktverbindung zum Scanner oder von einer im Gerät installierte SD-Karte übernommen werden.

8.3.1.1 Mit Leo verbinden

1. Leo Scanner und Rechner müssen mit demselben Netzwerk verbunden sein, und der Anwender muss durch denselben Berechtigungsnachweis authentisiert sein
2. Klicken auf *Datei* → *Importieren* → *Leo Projekt (mit dem Scanner verbinden)*
3. Benötigtes Gerät aus der Liste auswählen und klicken auf *Verbinden*²
4. Dann mit **LKM** oder **↑** und **↓** das Projekt selektieren, das geladen werden soll (**Abb. 53**)
5. Auf *Import* klicken. Auf das Erscheinen der Scans und Echtzeit-Fusionsmodelle (RTF) im Bedienfeld *Arbeitsbereich* warten. Enthalten die Scans Informationen zu *Unterlage* und ist in *Einstellungen* die *Entsprechende Option* aktiviert, setzt das Programm außerdem die Entfernung der Unterlage in Gang.

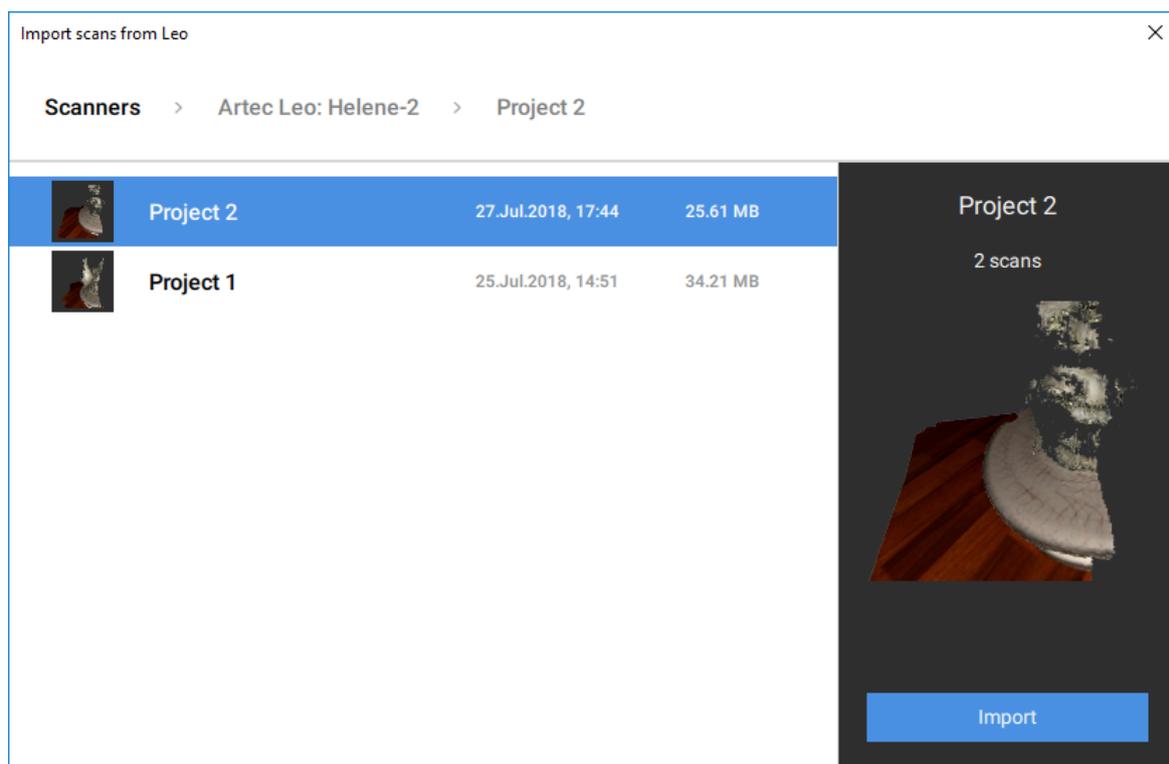


Abbildung 53: Dialog für die Selektion zu importierender Leo Projekte.

² Falls Leo in Artec Studio nicht aufgeführt wird, das Gerät manuell durch Spezifizierung der IP Adresse verbinden. Hierzu auf *Verbinden über IP* klicken.

8.3.1.2 SD-Karte verwenden

Zum Öffnen von Leo Scans ohne das Gerät anzuschließen, die folgende Methode verwenden:

1. Zuerst von Leo ein Projekt auf die SD-Karte kopieren.
2. Die Karte in den Rechner einführen, auf dem Artec Studio installiert ist.
3. Klicken auf *Datei* → *Import* → *Leo Projekt*
4. Den benötigten Projekt-Ordner suchen
5. Den Ordner selektieren, der das Leo Projekt enthält, und auf *Ordner selektieren* klicken. Der Import wird gestartet.

8.4 Modelle und Scans importieren

Außer durch Aufnahmen oder Öffnen eines Projekts lassen sich Daten auch durch Importieren in Artec Studio laden. Importiert werden können Scan-Dateien, die mit früheren Software-Versionen erzeugt wurden, einzelne Frames sowie Punktwolken in den folgenden Formaten:

SCAN	Artec 3D Scan-Format
PLY	Stanford Polygon Datenformat
STL	Stereolithography Datenformat
VRML	VRML Datei; aktuelle Erweiterung * .wrl
OBJ	Wavefront OBJ Datenformat
PTX	Disney pro-Facette Textur-Mapping-Format
C3D	Artec Ray Original-Punktwolke
BTX	Artec Ray Punktwolke

Zum Importieren einer Datei die Menü-Option *Datei* → *Import* → *Scans, Netze oder Punktwolken* `Ctrl + I` oder die Dropdown-Menü-Option unter dem -Knopf verwenden. Danach die zu importierende Datei selektieren. Eine Datei kann ebenso per Drag-and-Drop in das Artec Studio-Fenster gezogen werden oder einfach durch Doppelklicken auf die Datei.

Bemerkung: Der Import-Prozess läuft im Hintergrund, so dass weiter mit den bereits geladenen Scans gearbeitet werden kann. Der Fortschrittsbalken für den Importvorgang erscheint unten im Hauptfenster der Anwendung. Zum Abbrechen der Operation auf *Abbrechen* in der rechten unteren Ecke klicken.

Artec Studio importiert Frame-Dateien als individuelle Einzel-Frame-Scans. Nach dem Import berechnet das Programm für jeden Scan mit mehr als einer Fläche die *Schlüssel-Frames*. Außerdem überprüft das Programm die Flächen auf Fehler, falls die dazugehörige

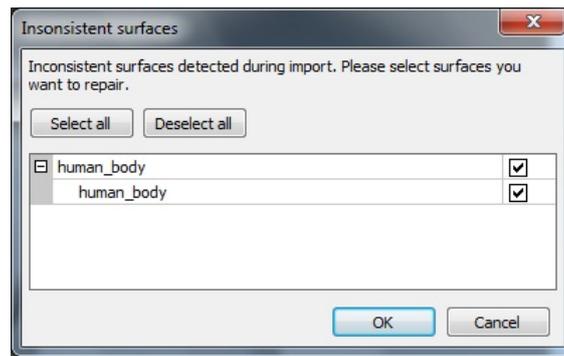


Abbildung 54: Dialog für die Selektion zu korrigierender Flächen.

Einstellung aktiviert ist (siehe *Kontrolle der Flächen-Konsistenz während des Imports*). Werden Fehler entdeckt, so erscheint nach Abschluss der Import-Operation ein Dialog mit einer Liste der fehlerhaften Flächen. Man kann dann diejenigen auswählen, die korrigiert werden sollen (siehe *Abb. 54*).

8.5 Modelle, Scans und Punktwolken exportieren

Um Daten für die zukünftige Bearbeitung bereit zu halten ist es am besten, das Projekt als *SPROJ*-Datei abzuspeichern oder die Daten in das *SCAN*-Format zu exportieren. Letzteres Format kann in jeder Artec Studio Version geöffnet werden. Ist jedoch die Verwendung der Daten in anderen Anwendungen geplant, so sollten Scans und individuelle Frames in einem anderen Format gespeichert werden.

Auch die Bearbeitung einer der folgenden Aufgaben könnte erforderlich sein:

Einen oder mehrere Scans exportieren	<i>Datei</i> → <i>Export</i> → <i>Scans</i>	Auf diese Weise werden alle Frames in Ordnern gespeichert, deren Namen mit denen der zugehörigen Scans übereinstimmen. Eine Ausnahme bildet das <i>SCAN</i> Format, bei dem Artec Studio nur die Frame-für-Frame-Struktur speichert, dies aber in einer einzelnen Datei.
Eine Einzelfläche exportieren	<i>Datei</i> → <i>Export</i> → <i>Netze</i>	Funktioniert für Modelle. Wurden jedoch mehrere Scans, Modelle oder Frames mit dem  Merkmal markiert, schlägt Artec Studio vor, diese zu vereinen.
Ray Scans exportieren	<i>Datei</i> → <i>Export</i> → <i>Punktwolken</i>	Funktioniert für Punktwolken-Scans von Ray.

8.5.1 Scans exportieren

Zum Exportieren von Scans:

1. Jeden Scan, der exportiert werden soll, mit dem  Merkmal markieren.

2. In der Dropdown Menü-Option unter  im Bedienfeld *Arbeitsbereich* den Befehl *Scans exportieren...* selektieren.
3. Auf den ... -Knopf drücken, um den Zielordner zu öffnen und festzulegen.
4. Das *Scan-Exportformat* aus der gleichnamigen Dropdown-Liste auswählen (siehe [Abb. 55](#)).
5. Falls das ausgewählte Format Texturen unterstützt, auch das Texturformat spezifizieren.
6. Das Kontrollkästchen *Transformation anwenden* anschalten oder abgeschaltet lassen (weitere Information unter [Die Anwendung von Transformationen in Artec Studio verstehen](#)).
7. Auf *OK* klicken.

Bemerkung: Der Export von Modellen und Scans läuft im Hintergrund ab, so dass das Programm das Weiterarbeiten mit den Scans erlaubt. Der Fortschrittsbalken für die Export-Operation erscheint unten im Haupt-Anwendungsfenster. Um die Operation abzubrechen, auf *Abbrechen* in der rechten unteren Ecke klicken.

8.5.2 Netze (Modelle) exportieren

Um ein Netz zu exportieren:

1. Eines oder mehrere Modelle mit  markieren oder mit gehaltener `Ctrl`-Taste im Scan auf Frames klicken, um diese zu selektieren.
2. In der Dropdown Menü-Option unter  im Bedienfeld *Arbeitsbereich* den Befehl *Netze exportieren...* selektieren.

Tip: Der Befehl *Datei* → *Export* → *Netze* und die Schnellstarttasten `Ctrl+Shift+E` funktionieren ebenfalls.

3. Den Zielordner spezifizieren, Dateinamen eingeben und das entsprechende Netzformat aus der Dropdown-Liste auswählen³.
4. Auf *Speichern* klicken.
5. Falls das Modell eine Textur aufweist und das Format diese unterstützt, das *Textur-Exportformat* im neuen Dialog spezifizieren (siehe [Farbinformation exportieren und abspeichern](#)).
6. Auf *Export* klicken.

Siehe auch:

³ Bei Eingabe einer Dateierweiterung im Dateinamenfeld wird das Programm diese anstelle des ausgewählten Netz-Dateiformats verwenden.

Modellplatzierung

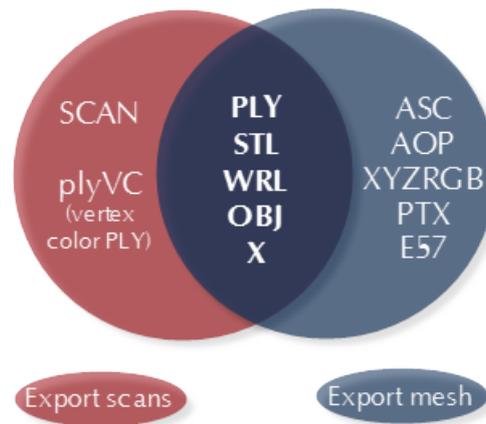


Abbildung 55: Verfügbare Formate für beide Befehle einzeln und gemeinsam.

8.5.3 Punktwolken exportieren

Punktwolken-Scans vom Ray Scanner können in einem der folgenden Formate exportiert werden:

PTX	Leica Geosystems Cyclone Punktwolke. Wichtig! Nicht zu verwechseln mit <i>Disney Ptex</i>
XYZ	XYZRGB Datenformat
BTX	Artec Ray Punktwolke; unterschiedliche Versionen (v2, v3, v5, v6).

1. Im *Arbeitsbereich* einen oder mehrere Punktwolken-Scans mit dem Merkmal markieren. Durch Doppelklicken auf den Namen sicherstellen, dass ein Punktwolken-Scan selektiert wurde: Im Bedienfeld müssen Punktwolken-Eigenschaften angezeigt werden.
2. *Datei* → *Export* → *Punktwolken* selektieren.
3. Zielordner und benötigtes Format spezifizieren und auf *Speichern* klicken.

8.5.4 Die Anwendung von Transformationen in Artec Studio verstehen

Für den Export von Flächen bietet Artec Studio zwei Optionen:

1. Flächen abspeichern unter Verwendung der Scanner-Koordinaten und $\times F$ -Textdateien mit den Koordinaten erzeugen, die bei der Registrierung berechnet wurden. Hierzu das Kontrollkästchen *Transformationen anwenden* abschalten.
2. Flächen abspeichern, deren Positionen bei der Registrierung neu berechnet wurden. In diesem Fall enthalten die $\times F$ Dateien keine relevanten Daten. Hierzu das Kontrollkästchen *Transformationen anwenden* anschalten.

8.5.4.1 Spezielle Aspekte der Scan-Platzierung

Zum Export eines Scans in einem gebräuchlichen 3D-Grafikformat sollte in den meisten Fällen das Kontrollkästchen *Transformationen anwenden* angeschaltet werden. Hierdurch werden Anwendungen von Drittherstellern veranlasst, Flächen genau wie in Artec Studio, d.h. mit dem Ursprung im Schwerpunkt, darzustellen. Soll ein Scan aus einem bestimmten Grund im Scanner-Koordinatensystem abgespeichert werden – m.a.W. so, dass Flächen sich in einem der Scanner-Reichweite entsprechenden Abstand vom Ursprung befinden – so ist das Kontrollkästchen *Transformationen anwenden* abzuschalten.

Aus technischer Sicht speichert Artec Studio die Scans im Scanner-Koordinatensystem, stellt sie jedoch in bedienerfreundlicher Weise mit dem Ursprung im Schwerpunkt dar. Die aktuellen, während der Registrierung berechneten Positionen werden in Textdateien (XF) abgespeichert. Aus diesem Grund ist es beim Import von Dateien mit Artec Studio ohne Einfluss, ob das Kontrollkästchen beim Export durch Artec Studio abgeschaltet war. Dies gilt jedoch nicht für Anwendungen von Drittherstellern, die XF-Dateien nicht gleichzeitig mit der 3D-Geometrie lesen können.

8.5.5 Farbinformation exportieren und abspeichern

Farbinformation von 3D-Flächen kann auf drei Arten übertragen werden, am häufigsten durch eine Textur mit einer separater Bitmap-Datei (siehe *Textur anwenden (Prozedur)*). Eine andere Option besteht in der Speicherung von Farbinformation für jeden Punkt des Netzes, die dritte in der Zuordnung von kleinen Textur-Fragmenten zu jedem Polygon. Bei den beiden letzten Methoden werden keine Textur-Dateien erzeugt.

Die in den Netzpunkten gespeicherten Farben werden innerhalb des Polygons überblendet. Daraus folgt, dass das exportierte Netz nicht allzu stark vereinfacht werden sollte; andernfalls kann die Farbüberblendung innerhalb großer Facetten beim Rendern echter Texturen fehlschlagen.

Tabelle 8: Formate, die die Übertragung von Farbinformation unterstützen.

Bitmap mit abgespeicherter Textur	PLY, VRML (*.wrl), OBJ, X, e57
Modelldatei mit separater Textur für jede Facette	PTX
Formate mit Unterstützung von Netzpunkt-Farben	plyVC, XYZRGB

Beim Export von Textur als Bitmap-Bild kann zwischen den folgenden Formaten gewählt werden: PNG, BMP oder JPG. Wegen seiner verlustfreien Kompression liefert das PNG-Format für eine vorgegebene Dateigröße die beste Qualität. Das kompakteste Format ist JPG.

8.5.6 Target-Koordinaten exportieren

Beim Scannen im *Targets-Tracking-Modus* *Nur Artec Scanner verwenden* kann eine OBC-Datei mit den Target-Koordinaten gespeichert werden. Nach Beenden des Scannen die *Globale Registrierung* durchführen, anschließend:

1. Mit dem  Merkmal Scans markieren, die ohne Hochladen einer OBC Datei aufgenommen wurden.
2. Im *Datei*-Menü den Befehl *Scans exportieren...* selektieren, oder im Bedienfeld *Arbeitsraum* die entsprechende Dropdown-Menüoption unter  selektieren.
3. Auf den ... -Knopf drücken, um den Zielordner zu öffnen und festzulegen.
4. *obc* aus der Dropdown-Liste *Scan-Exportformat* selektieren.
5. Auf *OK* klicken. Im spezifizierten Ordner erscheint die Datei `targets.obc`.

Weitere Information zur Struktur von OBC Dateien ist in [FAQ](#) verfügbar.

8.5.7 Nach Leios exportieren

Mit Artec Studio können Dateien über das *Datei*-Menü nach *Leios* exportiert werden, falls die *Leios* Software bereits auf dem Rechner installiert ist.

1. Modell im Bedienfeld *Arbeitsbereich* auswählen
2. Öffnen von *Datei* → *Export nach Leios*
3. In *Leios* Millimeter als Längeneinheit für importierte Dateien selektieren.

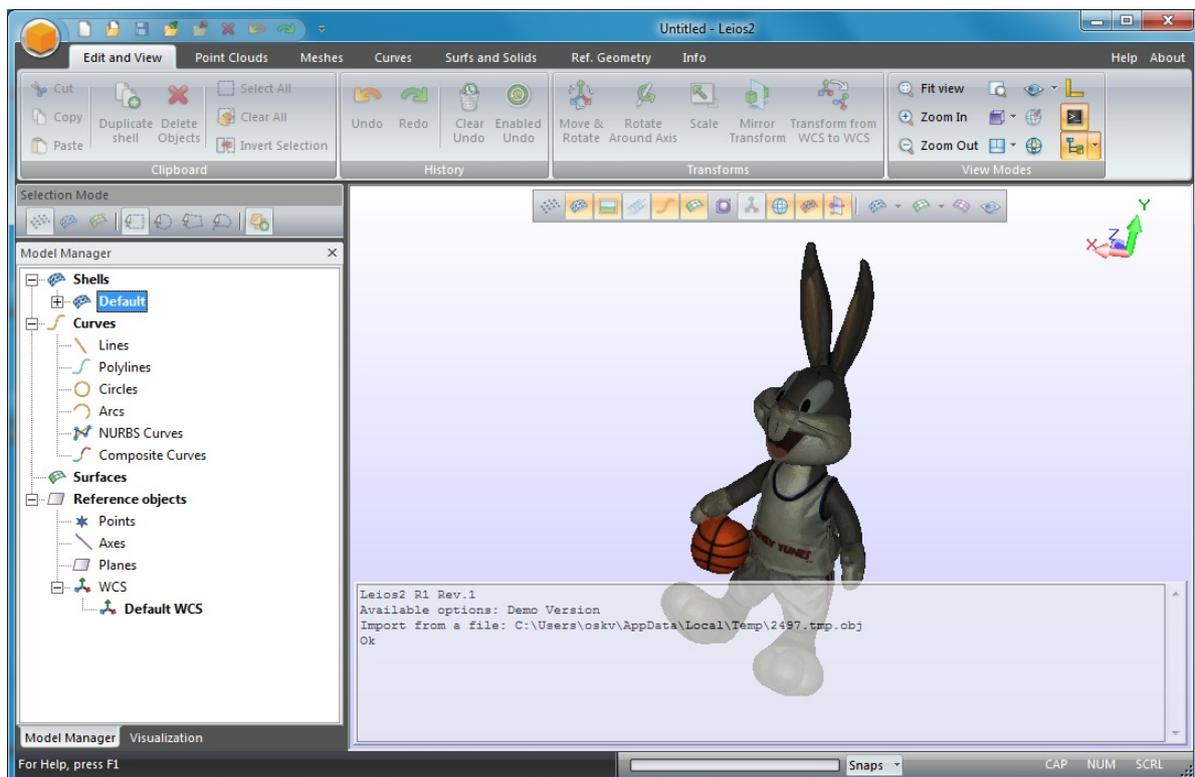


Abbildung 56: Modell, exportiert nach *Leios*

8.5.8 Nach Geomagic Design X exportieren

Für die Anforderungen im Design sind die mit Artec Studio erzeugten Polygon-Modelle meist nicht ausreichend. Geomagic Design X (vormals Rapidform XOR) wurde speziell für die Erzeugung fertigungsgerechter *CAD-Modelle* direkt auf Netzen entwickelt.

Um ein Modell zu exportieren,

1. Sicherstellen, dass Geomagic Design X auf dem Rechner installiert ist
2. Im Bedienfeld *Arbeitsbereich* ein Modell mit dem  Merkmal kennzeichnen
3. Im *Datei* Menü den Befehl *Nach Design X exportieren* selektieren
4. Auf das Öffnen des Modells im OBJ Format im Reverse Engineering System warten.

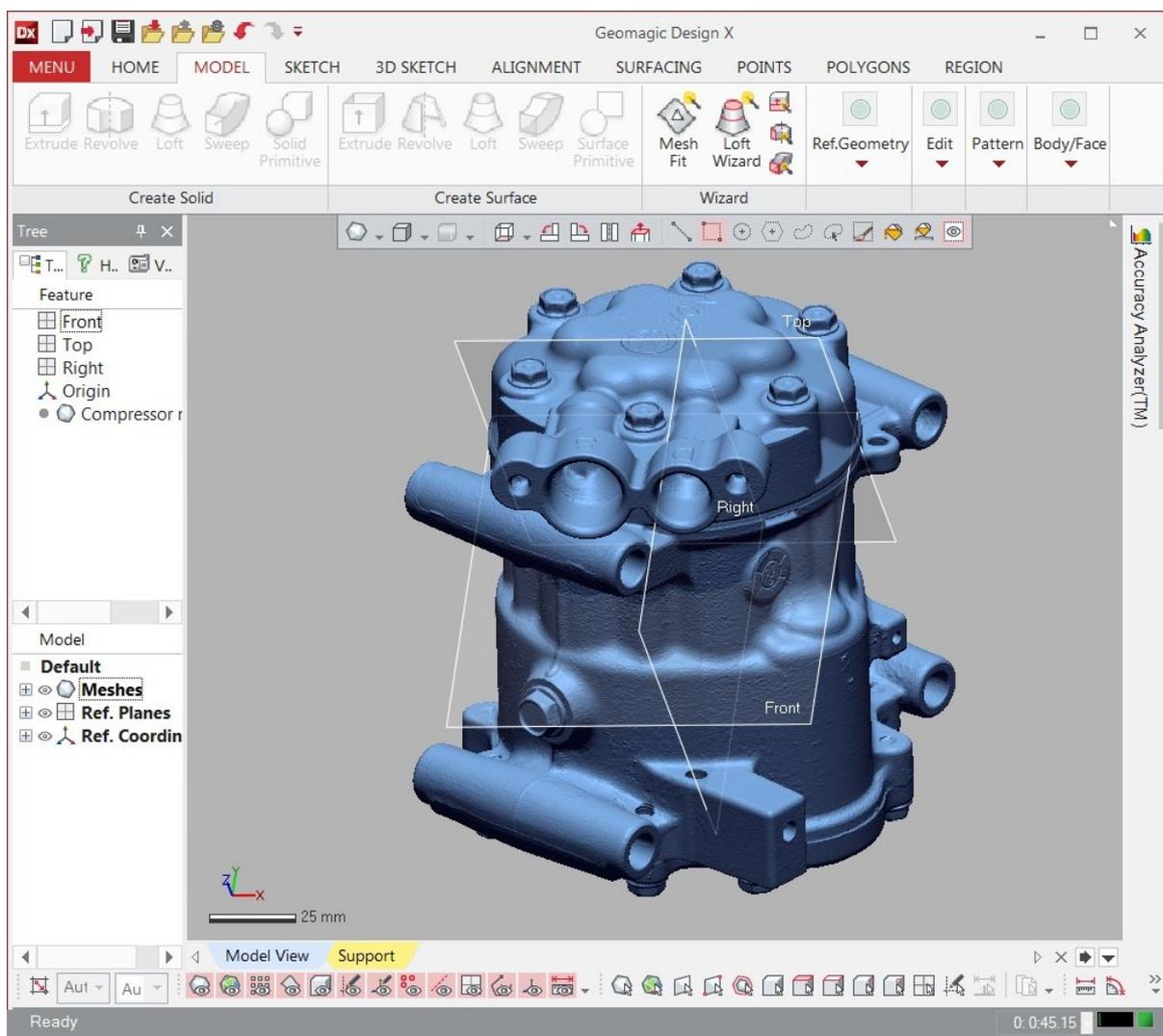


Abbildung 57: Modell, exportiert nach *Geomagic Design X*

8.5.9 Nach SolidWorks exportieren

Mit Artec Studio können Modelle mit Hilfe von -Plug-ins von Dritthersteller nach SolidWorks exportiert werden:

- Geomagic für SolidWorks
- DeziignWorks für SolidWorks

Um ein Modell zu exportieren,

1. Sicherstellen, dass SolidWorks und einer der Plug-ins auf dem Rechner installiert sind
2. Im Bedienfeld *Arbeitsbereich* ein Modell mit dem  Merkmal kennzeichnen
3. Im *Datei*-Menü den Befehl *Nach SolidWorks exportieren* selektieren
4. Auf das Öffnen des Modells im CAD-System warten.

8.6 Verlauf der Projektänderungen

appl speichert alle Datenänderungen, von denen die meisten später auch widerrufen werden können. Zum Widerrufen einer Operation im Bedienfeld *Arbeitsbereich* auf den -Knopf, zum Wiederherstellen auf  klicken. Die Tasten `Ctrl + Z` oder `Ctrl + Y` können ebenso verwendet werden. Zum Widerrufen oder Wiederherstellen mehrerer Operationen gleichzeitig die Dropdown-Menüs der Befehle  oder  benutzen.

Beim Speichern eines Projekts sichert Artec Studio die 3D-Daten zusammen mit dem Verlauf der Änderungen. Die maximale Länge des Verlaufs kann im Einstellungsfenster unter dem Tabulator „Leistung“ (siehe *Befehlsverlauf*) selektiert werden. Zusätzlich ermöglicht der Knopf *Speicher kompaktieren* das Auslagern des Änderungsverlaufs auf einen lokalen Datenträger, um so Hauptspeicherplatz freizugeben. Der Knopf *Befehlsverlauf leeren* bereinigt den Änderungsverlauf, gibt ebenso Hauptspeicherplatz frei und sperrt die Undo-Funktion (Befehl widerrufen/wiederholen) für die letzten Änderungen. Mit der Menü-Option *Editieren* → *Verlauf löschen* im Hauptfenster oder durch Drücken auf `Ctrl + Alt + H` kann der Verlauf bereinigt werden.

8.7 Projekt automatisch speichern

Ein Projekt kann entweder durch den Anwender oder durch Artec Studio gespeichert werden, letzteres wird als Auto-Speichern bezeichnet. Für vorläufige (d.h. nicht gespeicherte) Projekte ist Auto-Speichern nicht verfügbar. In folgenden Fällen speichert die Anwendung ein Projekt automatisch:

- Vor Ausführen des Texturierungs-Algorithmus (siehe *Texturieren*)
- Wenn das Scannen abgeschlossen ist und die Option *Scans direkt auf Platte speichern* selektiert wurde (siehe *Scan-Prozedur*)

- Beim Entladen von Scans mit nicht gespeicherten Änderungen (siehe *Projekt-Daten selektiv laden*)
- Wenn die Einstellung *Projekt vor Starten von Algorithmen speichern* selektiert wurde (siehe *Optionen für die Auto-Speicherung*):
 - Vor dem Aufrufen von Algorithmen aus dem *Werkzeuge*-Bedienfeld
 - Vor und nach der Ausführung des Algorithmus zur Globalen Registrierung (*Globale Registrierung*)
 - Vor dem Starten von *Autopilot* (*Autopilot*).

Datenverarbeitung

Sobald ein Objekt aus allen gewünschten Blickwinkeln aufgenommen wurde und eine genügende Anzahl von Scans vorliegen, kann ein 3D-Modell erzeugt werden. Dieses Kapitel bietet eine detaillierte Beschreibung des Prozesses.

Der Erzeugungs-Prozess bis zum endgültigen Modell umfasst die folgenden Stadien:

Siehe auch:

3D-Scannen im Überblick.

- *Scans überarbeiten* und *Scans editieren*
- *Scan-Ausrichtung*
- *Globale Registrierung*
- *Modelle erzeugen (Fusionieren)*
- *Modelle editieren*
- *Texturieren*

9.1 Maximaler Fehler und Registrierungsqualität

Der Parameter *Maximaler Fehler* gibt Aufschluss über die Registrierungs-Qualität. Für Scans wird die Maximal-Abweichung über alle Frames angezeigt. Je größer der Wert, desto ungenauer ist die Ausrichtung. Artec Studio zeigt erwähnenswerte Abweichungen nur für Scans an, welche die *Feinregistrierung* durchlaufen haben.

Tabelle 9: Maximale Fehlerwerte.

Scanner-Typ	Maximaler Fehler	Empfehlungen
Alle	0–0.2	Gute Ergebnisse
Alle	>10	<i>registration</i> durchführen
Spider	0–0.3	Akzeptabel, wenn keine hohe Auflösung gefordert ist
Spider	0.4–0.5	Akzeptabel für große Objekte
Spider	>0.6	Nicht akzeptabel
Eva	0.4–0.7	Akzeptabel für kleine Objekte
Eva	0.8–1.2	Akzeptabel für große Objekte aber nicht für kleine Objekte
Eva	>1.2	Akzeptabel für große Objekte
–	<i>Warnung</i>	Frame-Liste überprüfen
–	<i>Mislungen</i>	Zeigt nicht registrierte Frames an

9.2 Scans überarbeiten

Um ein 3D-Modell zu erzeugen, sollten zuerst die Scans prozessiert werden: falsch ausgerichtete Flächen (soweit vorhanden) in separate Scans übernehmen und unerwünschte Objekte aus der Szene entfernen.

Die folgenden Probleme können auftreten:

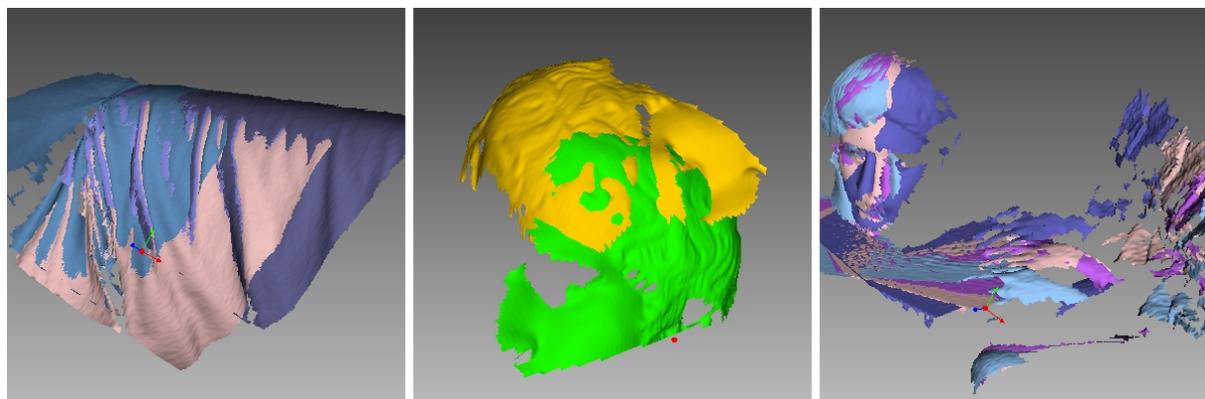


Abbildung 58: Mögliche Scan-Fehler.

Links schlechte Geometrie, in der Mitte falsche Scan-Ausrichtung und rechts in Frames aufgenommene Hände.

- Falsch ausgerichtete Frames (siehe [Abb. 58](#), links) – können bei kleinen Objekten, zu wenigen geometrischen Features auf dem Objekt oder bei zu geringer Polygonanzahl in den Frames auftreten.
- Falsch ausgerichtete Teile (siehe [Abb. 58](#), Mitte) – entstehen, wenn der Algorithmus zur Echtzeit-Ausrichtung die Position eines neuen Frames relativ zu den vorhergehenden falsch bestimmt.
- Unerwünschte Objekte im Frame (siehe [Abb. 58](#), rechts).

Eine visuelle Inspektion der Frames kann sehr hilfreich für die Ermittlung problematischer Bereiche sein. Hierzu den Scan selektieren und alle darin enthaltenen Frames durch Drücken der Tasten \uparrow oder \downarrow auf der Tastatur inspizieren. Auf diese Weise lassen sich falsch ausgerichtete Frames leicht feststellen.

Zum Betrachten von Scans stellt das Programm normalerweise nur *Schlüssel-Frames* und texturierte Frames dar. Um alle Frames anzuzeigen, in der *3D-Werkzeugleiste* die Option *Alle Frames* selektieren.

Siehe auch:

Erkennen von Fehlansichtungen.

9.2.1 Scans separieren

Während der Feinregistrierung können Frames in bestimmten Scans falsch ausgerichtet werden. Manchmal lässt sich ein problematischer Scan in mehrere Scans aufteilen, von denen jeder einzelne einigermaßen gut registriert ist. In diesem Fall sollte aufgeteilt werden. Um Frames in einen neuen Scan zu übertragen, wie folgt vorgehen:

1. Im Bedienfeld *Flächenliste* die Frames selektieren, die verschoben werden sollen (siehe *Frames selektieren*).
2. Auf **RMB** klicken und *In neuen Scan verschieben* selektieren (**Abb. 43**, rechts).

Ausrichtungsfehler können auch auf andere Weise behoben werden: Die aktuellen Frame-Ausrichtungsfehler können auch auf andere Weise behoben werden: Die Frame-Transformationswerte zurücksetzen und die Registrierung mit passend geänderten Einstellungen wiederholen. Den gewünschten Scan im Bedienfeld *Arbeitsbereich* selektieren, mit *:kbd:'RMB'* aus dem *Dropdown-Menü* **Transformationen zurücksetzen* selektieren. Auf diese Weise werden die berechneten Positionen einzelner Frames im Scan zurückgesetzt. Es erscheint ein Dialog, in dem zur Bestätigung der Operation aufgefordert wird. Zum Berechnen neuer Positionen *Grobe serielle Registrierung* und dann den Algorithmus *Feinregistrierung* (siehe *Feinregistrierung*) durchführen.

9.3 Ausrichten und Registrieren auf einen Blick

Obwohl die Werkzeuge zur Registrierung und Ausrichtung für ähnliche Aufgaben eingesetzt werden, unterscheiden sie sich. Die untenstehende Tabelle gibt einen Einblick in die Details.

Tabelle 10: Die Modi Registrieren und Ausrichten verstehen.

Typ	Zweck	Details
<i>Feinregistrierung</i>	Frame-Positionen justieren	Scans in <i>batch</i> separat behandeln. Wird beim Verlassen des Bedienfeldes <i>Scannen</i> gestartet.
<i>Ausrichten</i>	Scans zusammenfügen	Siehe auch Tab. 11
<i>Globale Registrierung</i>	Frames innerhalb von Scans optimieren	Für ein Bündel vor-ausgerichteter Scans oder für einzelne Scans starten
<i>Grobe Registrierung</i>	Vorläufige Registrierung während des Scannens	Manuelle Ausrichtung nicht erforderlich

9.4 Scans editieren

Um Scans zu editieren, den *Editor* im seitlichen Bedienfeld öffnen und das *Lösch-Werkzeug* selektieren. Zum Orientieren der Scan-Daten können auch die Werkzeuge *Positioning tool* oder *Transformation tool* verwendet werden.

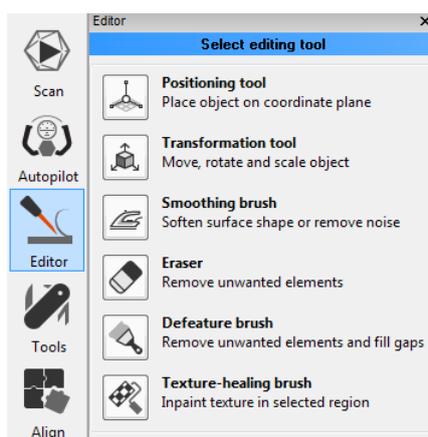


Abbildung 59: Bedienfeld *Editor*.

9.4.1 3D-Rauschen beseitigen (Ausreißer entfernen)

Während des Scannens können in der Szene sogenannte Ausreißer auftreten. Dies sind kleine Flächen ohne Verbindung zur den Hauptflächen. Sie müssen entfernt werden, da sie das Modell beschädigen oder unerwünschte Fragmente produzieren können. Artec Studio bietet zwei Wege zum Entfernen von Ausreißern: Diese vor dem Fusionieren löschen (präventives Vorgehen) oder nach dem Fusionieren („furthering“ approach – siehe *Filter für kleine Objekte*). Zu empfehlen ist die erste Methode, da hier die Gefahr falscher Fusionierung dadurch verringert wird, dass die Aufnahme rauschbehafteter Features in die Hauptfläche verhindert wird.

Diese Vorgehensweise zum Entfernen von Ausreißern basiert auf einem Statistik-Algorithmus, der für jeden Flächenpunkt den mittleren Abstand dieses Punktes zu einer

bestimmten Anzahl von Nachbarpunkten berechnet, ebenso die Standardabweichung der Abstände. Alle Punkte, deren Abstände ein Intervall übersteigen, das durch den Mittelwert der globalen Abstände und der Standardabweichung definiert ist, werden als Ausreißer klassifiziert und aus der Szene entfernt.

Um bessere Ergebnisse zu erzielen, ist vor dem Starten des Algorithmus eine globale Registrierung zu empfehlen. Soll sofort mit *Ausreißer entfernen* begonnen werden, so erscheint ein Dialog mit der Aufforderung zur globalen Registrierung.

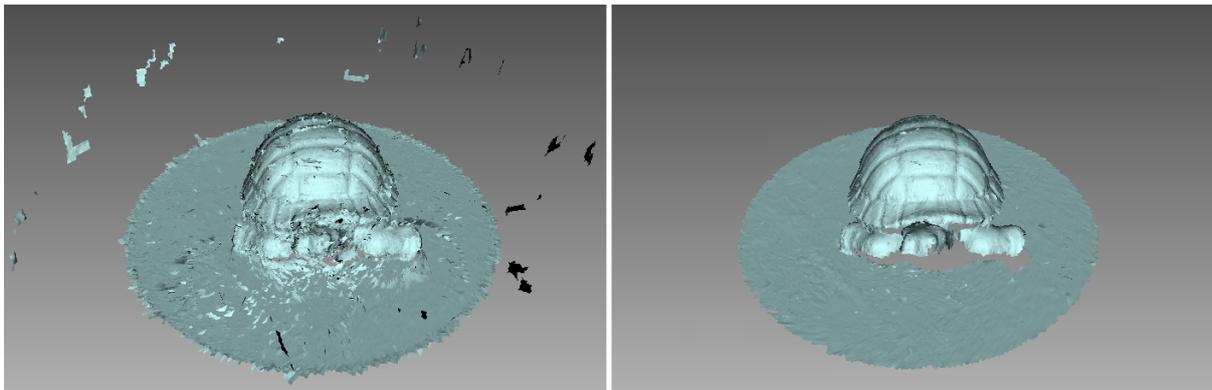


Abbildung 60: *Ausreißer entfernen*: vorher und nachher.

In den meisten Fällen ist bei keinem der über den Knopf  zugänglichen Parameter eine Anpassung erforderlich. Falls notwendig, können die Werte dieser Parameter jedoch geändert werden:

std_dev_mul_threshold ein Standard-Abweichungs-Multiplikator. Der Wert dieses Parameters sollte nach folgenden Richtlinien gewählt werden:

- 2 für stärker verrauschte Flächen
- 3 für weniger verrauschte Flächen

Auflösung sollte mit der Auflösung des für später geplanten Prozesses *Fusionierung* übereinstimmen.

Auf *Anwenden* klicken, um *Ausreißer entfernen* durchzuführen.

9.4.2 Teile des Scans löschen (Löschen-Werkzeug)

In der Regel werden beim Scannen auch unerwünschte Elemente wie etwa Wände, die Hände des Anwenders, die Objekt-Unterlage und andere Fremdobjekte aufgenommen. Diese unerwünschten Daten können die Nach-Processing behindern. Um dieses Problem zu vermeiden, ist die vorherige Entfernung dieser Objekte zu empfehlen. Zum schnellen und einfachen Entfernen unerwünschter Objekte aus der Szene bietet das Lösch-Werkzeug mehrere Optionen (siehe *Selektionstypen*).

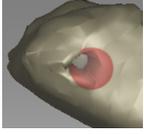
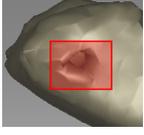
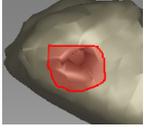
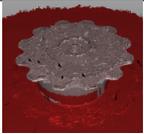
1. Das Bedienfeld *Editor* in der seitlichen Werkzeugleiste öffnen.

2. Das *Lösch-Werkzeug* durch Klicken auf  oder Drücken auf **⌘** öffnen.

3. Im Bedienfeld *Arbeitsbereich* einen oder mehrere Scans selektieren.
4. Im Bedienfeld *Editor* den benötigten *selection type* wählen.
5. Zur Auswahl eines bestimmten Modus *instructions* hinzuziehen und im Scan den Bereich selektieren, der gelöscht werden soll. Um alle Selektionen zurückzusetzen, auf *Deselektieren* klicken.
6. Um die rot hervorgehobene Fläche zu entfernen oder die Schnittebene (Selektion *Trennebene* oder *Unterlage*) anzuwenden, auf *Löschen* klicken.

Zum Widerrufen von Änderungen im Bedienfeld *Arbeitsbereich* oder im Menü *Editieren* auf  klicken, oder auf `Ctrl + Z` drücken. Jeder Klick auf den Knopf *Löschen* erzeugt einen Eintrag im Befehlsverlauf. Um mehrere Operationen zu widerrufen, im Dropdown-Menü des -Knopfes den untersten Eintrag selektieren.

9.4.2.1 Selektionstypen

2D		Bei gedrückter Taste <code>Ctrl</code> mit dem <i>Mausrad</i> den Werkzeugradius einstellen. Mit <code>Ctrl+LMB</code> einen Bereich überstreichen bzw. selektieren.
3D		Siehe oben.
Rechtwinklig		Mit <code>Ctrl+LMB</code> eine rechteckige Region selektieren.
Lasso		Mit <code>Ctrl+LMB</code> eine unregelmäßige Fläche frei umfahren.
Trennebene		Eine Selektion wie im 2D-Modus erzeugen. Nach Loslassen der Maustaste erscheint eine Ebene. Falls notwendig, das Niveau der Ebene bei gedrückten <code>Ctrl+Shift</code> -Tasten mit dem <i>Mausrad</i> justieren oder die Ebene frei im 3D-Raum orientieren. Hierzu auf <code>Alt</code> drücken, um die <i>designated control</i> anzuzeigen. Nun bei weiter gedrückter Taste den entsprechenden Kontrollring ziehen.
Unterlage		Wie im 2D-Modus eine ebene Fläche selektieren. Das Werkzeug passt automatisch die Basisebene an und selektiert alle darunter befindlichen Teile.

Falls das Kontrollkästchen *Durchselektieren* angeschaltet ist, werden alle Flächen des Scans mit dem Pinsel bearbeitet, andernfalls nur die sichtbaren Anteile.

Zum Entfernen unerwünschter Elemente die folgende allgemeine Prozedur anwenden:

Siehe auch:

Hot keys in Editor.

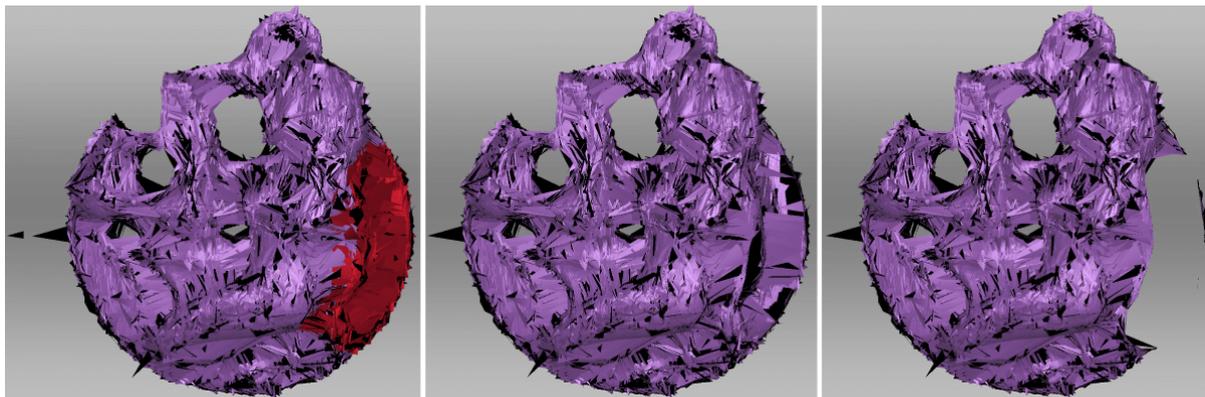


Abbildung 61: *Durchselektieren* in der 2D-Selektion: in der Mitte gesperrt, rechts freigegeben.

9.4.2.2 Weitere Aktionen mit Selektionen

Außer Löschen können mit selektierten Bereiche auch folgenden Aktionen durchgeführt werden:

- **Selektion leeren** um eine neue zu erzeugen. Auf *Deselektieren* klicken oder die Region bei gedrückter `Ctrl+Alt`-Taste erneut manuell selektieren.
- **Selektion umkehren** (den hervorgehobenen Bereich zurücksetzen und den Rest selektieren), nützlich bei der Arbeit mit umfangreichen Scans. Auf *Umkehren* klicken oder `I` drücken.
- **Selektion temporär ausblenden**, falls sie das Löschen des gewünschten Bereichs behindert. Hierzu auf *Ausblenden* klicken. Um ausgeblendete Polygone darzustellen, auf *Anzeigen* klicken, dann den Bereich selektieren, der gelöscht werden soll.

9.4.2.3 Unterlagenfläche entfernen

Artec Studio bietet zwei Selektions-Modi, in denen der zu löschende Bereich auf andere Weise als mit konventionellen Pinseln selektiert wird. Zuerst wird die ebene Fläche bestimmt, auf der das Objekt ruht (Tisch, Fußboden oder Unterlage). Anschließend ermittelt das Programm entweder die Basisebene und selektiert die darunter befindliche Fläche (*Basis-Selektion*) oder es erzeugt eine Trennebene (*Trennebenen-Selektion*), die den Scan in zwei Teile trennt: Der erste bleibt bestehen, der zweite wird entfernt (siehe [Abb. 64](#)). Die Ebene lässt sich beliebig orientieren.

Tipp: Beim Scannen den Gebrauch der Option *Enable automatic base removal* bedenken, da diese flache Flächen nach Schließen des Bedienfeldes *Scannen* automatisch entfernt.

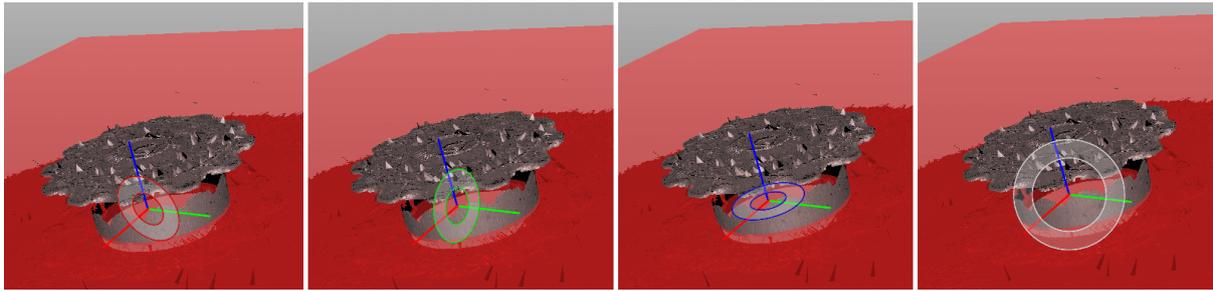


Abbildung 62: Verschiedene Kontrollen zur Orientierung der Trennebene: um die Achsen (X,Y und Z) und bezüglich der Blickrichtung.



Abbildung 63: Im Modus *Trennebenen-Selektion* eine flache Region selektieren.

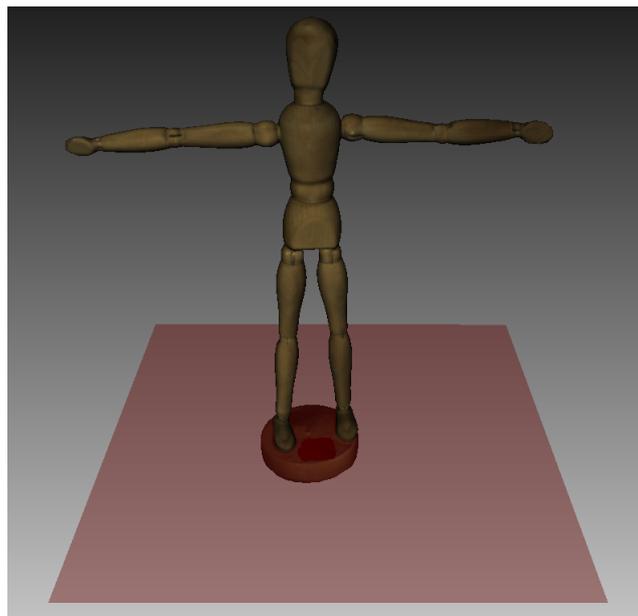


Abbildung 64: Trennebene

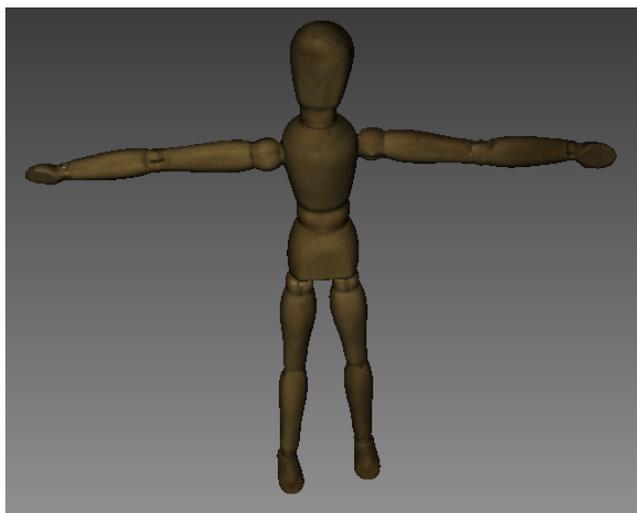


Abbildung 65: Ergebnisse löschen

9.5 Feinregistrierung

Feinregistrierung ist ein Algorithmus, der zur automatischen und präzisen Ausrichtung aufgenommener Frames entwickelt wurde. Er startet, sobald das Scannen beendet und das Bedienfeld *Scannen* geschlossen wurde¹.

Bemerkung: Da der Algorithmus *Feinregistrierung* automatisch abläuft und die Einstellungen im Bedienfeld *Werkzeuge* verwendet, vor Beginn des Scannens sicherstellen, dass die richtigen (oder besser die standardmäßigen) Werte spezifiziert wurden.

In einigen Fällen kann der Algorithmus Feinregistrierung manuell über das Bedienfeld *Werkzeuge* gestartet werden. Um eine Parameter-Liste abzurufen, im Abschnitt *Feinregistrierung* auf den Knopf  klicken. Der Algorithmus wirkt sich auf alle im *Arbeitsbereich* mit dem -Merkmal markierten Scans aus (für weitere Information betr. das Selektieren von Scans siehe *Scans und Modelle selektieren*), behandelt diese jedoch gesondert.

Zwei bis drei Parameter können verfügbar sein. Jeder kann neu definiert werden:

Registrierungs-Algorithmus ist ein Typ des Registrierungs-Algorithmus

Geometrie_und_Textur berücksichtigt sowohl Textur als auch Geometrie. Falls der Scan nicht ausreichend Texturinformation enthält, arbeitet der Algorithmus nur mit der Geometrie.

Geometrie verwendet nur die Geometrie. Wenn nicht der gesamte Scan keine Textur enthält, sollte diese Option vermieden werden.

refine_serial ist optional für den Modus *Geometrie_und_Textur* verfügbar. Damit ein Scan mit dieser Option erfolgreich registriert werden kann, müssen in diesem Scan dieselben Flächen entlang von „Schlängel-Pfaden“ aufgenommen werden. Wellenartige

¹ Es gibt noch einen anderen Algorithmus für die Scan-Nachbearbeitung: Automatische Entfernung der Unterlage (siehe *Basis-Entfernung: Löschen einer Unterlagen-Fläche*).

Bewegungen des Scanners sorgen für Flächen-Überlappungen.

loop_closure ist ein fortgeschrittener Algorithmus zur Registrierung von Frames, die nicht notwendigerweise nacheinander aufgenommen wurden. Durch die Nutzung gemeinsamer Regionen in diesen Frames werden kumulative Fehler infolge von Besonderheiten in der Bewegung handgeführter 3D-Scanner kompensiert (siehe Abb. 68). Beim Scannen entlang geschlossener Pfade ist die Aktivierung dieses Algorithmus unbedingt zu empfehlen, der speziell auch im Modus *Geometrie_und_Textur* Vorteile bietet.

Die nachfolgenden Abbildungen illustrieren die Arbeitsweise jedes Algorithmus, wenn er unabhängig gestartet wird. Die jeweiligen Detail-Abbildungen zeigen je zwei Frames von derselben Ecke einer Tür, aufgenommen zu Beginn und am Ende des Scan-Prozesses. Wie die Detail-Abbildungen zeigen, ist der kumulative Fehler in den aufgenommenen Daten (siehe Abb. 66) beträchtlich. Der serielle Registrierungs-Algorithmus optimiert die relativen Frame-Positionen (siehe Abb. 67), die Fehlausrichtungen bleiben jedoch bestehen. Der Algorithmus für das Schließen von Schleifen eliminiert diese Fehlausrichtungen vollständig (siehe Abb. 68).

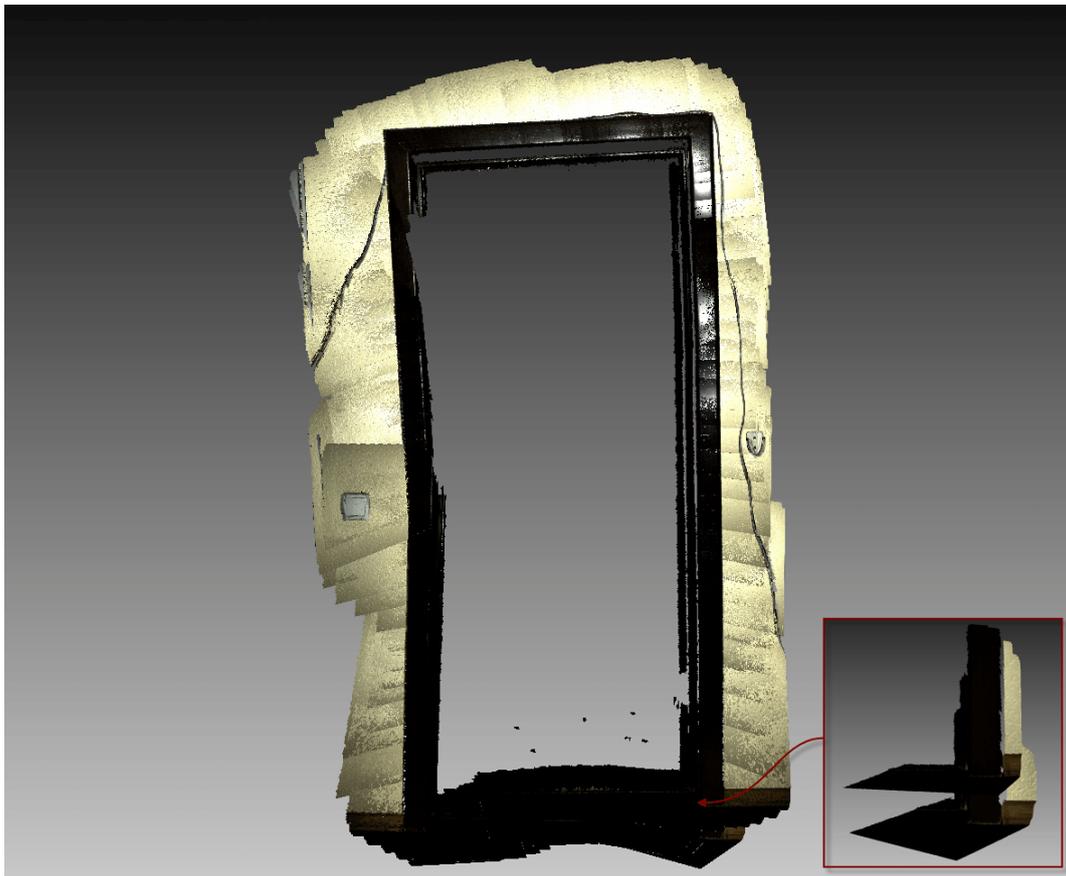


Abbildung 66: Unveränderte Rohdaten

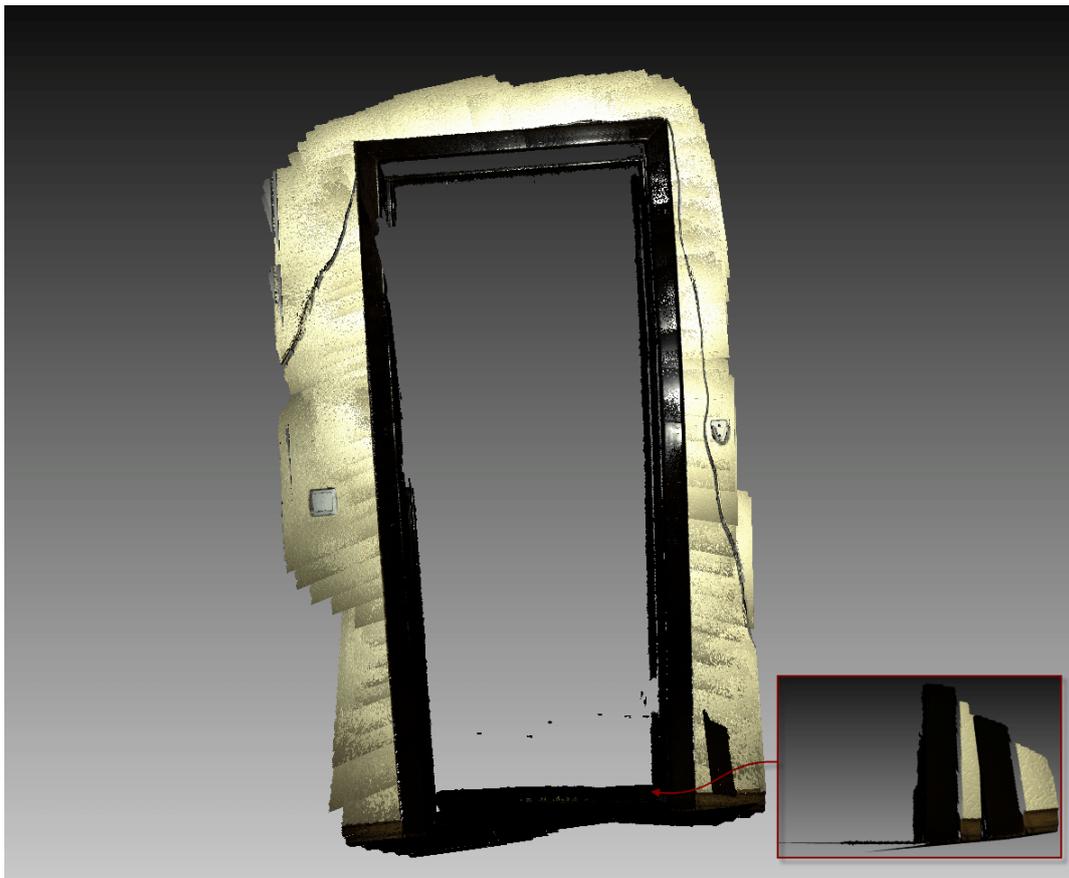


Abbildung 67: Resultate der seriellen Registrierung



Abbildung 68: Resultate nach dem Schließen von Schleifen

9.6 Scan-Ausrichtung

Obwohl Artec Studio kontinuierliches Scannen ermöglicht, kann es vorkommen, dass die Informationen über die relativen Positionen von Mehrfach-Scans nicht ausreichen. Um alle Scans zu einem einzigen zusammenzufügen, müssen die Daten in ein gemeinsames Koordinatensystem – konvertiert werden, d.h. es muss eine Ausrichtung mit dem Werkzeug *Ausrichten* vorgenommen werden.

Hinweis: Zuerst *Auto-Ausrichtung* konsultieren und ebenso einen Blick auf den Abschnitt *Zusammenfassung der Ausrichtungs-Modi* werfen.

9.6.1 Scans zum Ausrichten selektieren

Im Bedienfeld *Arbeitsbereich* mit dem -Merkmal alle Scans markieren, mit denen gearbeitet werden soll. Beim Klicken auf *Ausrichten* im seitlichen Bedienfeld erscheinen die bereits selektierten Scans im linken Bedienfeld in derselben Reihenfolge wie im Bedienfeld *Arbeitsbereich*. Während der Operation *Ausrichten* unterteilt Artec Studio die selektierten Scans in zwei Sätze: in ausgerichtete (registrierte) und nicht ausgerichtete Scans. Zu Beginn enthält der erste Satz nur einen Scan (den ersten in der Liste), hervorgehoben in blau. Sein Name erscheint in Fettdruck und mit einem Icon in derselben Farbe (). *Auto-Ausrichtung*, kann allerdings auch mehrere Gruppen ausgerichteter Scans produzieren.

Die Aufgabe des Anwenders ist es, alle Scans mit den bereits registrierten Scans auszurichten und „ein Modell zusammenzubauen“. Generell umfasst die Prozedur die folgenden Schritte:

1. Im Bedienfeld *Ausrichten* auf den benötigten Tabulator klicken.
2. Im Bedienfeld *Ausrichten* einen Scan aus der nicht registrierten Gruppe selektieren, dessen Name erscheint in Normalschrift. Der nicht registrierte Scan wird durch ein grünes Icon markiert (). Mit einer der folgenden Methode können mehrere Scans selektiert werden:
 - Bei gedrückter `Ctrl`-Taste auf jeden der zu selektierenden Scans klicken
 - Auf den ersten und bei gedrückter `Shift`-Taste auf den letzten Scan klicken.
3. Falls erforderlich, Punktepaare (für zwei Scans) oder Punkte-Sätze (für mehr als zwei Scans) spezifizieren
4. Auf den gewünschten Ausrichtungs-Befehl klicken (*Auto-Ausrichtung* ist der meist empfohlene). Der Befehl wirkt auf den ersten und alle weiteren im Bedienfeld *Ausrichten* selektierten Scans (.

Die Auswirkungen jedes Modus⁴ sind unterschiedlich, über Einzelheiten dazu informieren die entsprechenden Unterabschnitte. Zur Beachtung: Sowohl jeder einzelne als auch mehrere Modes in Folge können durchlaufen werden (siehe Vergleichstabelle in *Zusammenfassung der Ausrichtungs-Modi*): (manuelles) Ausrichten durch Ziehen, starres Ausrich-

ten mit oder ohne Punktevorgabe, automatisches starres Ausrichten und Ausrichten mit Flächen-Verformungen.

9.6.1.1 Scan-Status ändern

Bereits ausgerichtete Scans sollten in die Gruppe registrierter Scans übernommen werden. Diese im Bedienfeld *Ausrichten* mit **LMB** selektieren. Danach mit **RMB** auf den Namen jedes Scans klicken und vom Dropdown-Menü die Option *Als registriert markieren* selektieren oder einfach auf den Namen in der Liste doppelklicken. Die registrierten Scans behandelt Artec Studio anschließend als einen Scan, so dass diese nicht mehr unabhängig voneinander bewegt werden können.

Ein versehentlich als ausgerichtet markierter Scan kann durch *Als nicht registriert markieren* im Dropdown-Menü oder durch einfaches Doppelklicken aus der registrierten Gruppe entfernt werden.

9.6.2 Scans in der 3D-Ansicht darstellen

Scans, die im Bedienfeld *Ausrichten* selektiert wurden, erscheinen im Fenster *3D-Ansicht*. Mit den Tasten 1, 2 und 3 kann zwischen den Scans im Fenster *3D-Ansicht* umgeschaltet werden:

- 1 zeigt ausgerichtete Scans und Gruppen an
- 2 zeigt Scans an, die gerade ausgerichtet werden
- 3 zeigt alle Scans an

Die Navigation im Modus Ausrichten ist ähnlich wie die im Fenster *3D-Ansicht*:

Drehen bei gedrückt gehaltener Taste **LMB** die Maus bewegen

Vergrößern/Verkleinern Mit dem **Mausrad** scrollen oder **RMB** halten und die Maus bewegen

Frei bewegen gleichzeitig **LMB** und **RMB** oder den mittleren Knopf halten und die Maus bewegen

9.6.3 Zusammenfassung der Ausrichtungs-Modi

Die folgende Tabelle enthält Informationen zu den verschiedenen Ausrichtungs-Modi (siehe *Scan-Ausrichtung*).

- **Scan-Typ** listet die Scans auf, die in einem bestimmten Modus verwendet werden können.
- **Scans pro Operation** ist die Anzahl von Scans, die für einen bestimmten Modus benötigt werden.

- **Markierungen im Satz** gibt vor, wie viele Markierungen (Punkte) in einen Punkte-Satz gemappt werden. Einige Modi erfordern Sätze von Punkten (Markierungen), andere nicht.
- “ – “ bedeutet unnötige Markierungen.
- „0 or 2“ bedeutet, dass die Punkt-Vorgabe optional und Markierungen, falls vorgegeben, nur paarweise erlaubt sind.
- „Mindestens 1“ bedeutet, dass die Anzahl vorgebarerer Markierungen in einem Satz nicht begrenzt ist.

Tabelle 11: Parameter für die Ausrichtungs-Modi.

Modus	Scan-Typen	Scans pro Operation	Markierungen im Satz	Anmerkungen
Starr (Markierungen)	Jeder	2	2	Berücksichtigt nur Koordinaten, nicht die Geometrie
Starr (Netze)	Jeder	2	0 oder 2	Berücksichtigt geometrische Features
Starr (Textur)	Multi-Frame mit schwacher Geometrie	2	0 oder 2	Hoher Verbrauch von Ressourcen
Starr (Auto)	Jeder	Zahl beliebig	–	Funktioniert bei gut texturierter Fläche
<i>Ziehen</i>	Jeder	2	–	Interaktiv
Nicht-starr	Modelle	Zahl beliebig	0 oder 2	Verformt Flächen und Texturen, erfordert Vor-Ausrichtung
Komplex	Jeder	1 (mindestens 2 für Modelle)	Mindestens 1	Präzise und flexibel

9.6.4 Ausrichten durch Ziehen

(Manuelles) Ziehen ist immer verfügbar, unabhängig vom aktiven Tabulator im Bedienfeld *Ausrichten*. Dieser Modus erlaubt das Ausrichten von Scans durch manuelles Ziehen im Fenster *3D-Ansicht*.

Aufgrund ihrer niedrigen Genauigkeit kann diese Vorgehensweise optional zur vorläufigen Ausrichtung vor der Anwendung genauerer Modi eingesetzt werden.

1. Den auszurichtenden Scan selektieren, dabei die Empfehlung in *Scans zum Ausrichten selektieren* beachten. Artec Studio erlaubt das Selektieren mehrerer Scans, wobei diese mit den bereits registrierten Scans als Einheit ausgerichtet werden.
2. Bei gedrückter `Shift`-Taste und einem Mausknopf den Scan, der ausgerichtet werden soll (in grün ●) zum registrierten Scan (in blau ●) hinbewegen und -drehen. Eine

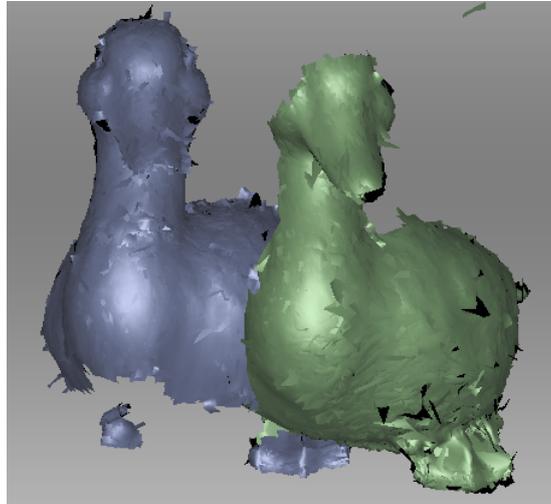


Abbildung 69: Einen Scan ziehen

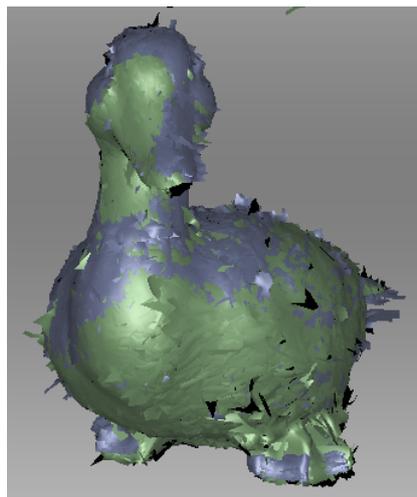


Abbildung 70: Ergebnis der „Ziehen“-Ausrichtung

Liste der erlaubten Bewegungen und zugehörigen Knöpfe:

- `Shift+LMB` zum Drehen
 - `Shift+LMB+RMB` zum Bewegen (Verschieben)
 - `Shift+RMB` or `Shift+Scroll` zum Bewegen nur des nicht registrierte Scans entlang der Blickrichtung
3. Zum Bestätigen der Ausrichtung den/die Mauskopf/-Knöpfe und die `Shift`-Taste loslassen, dann auf `click Anwenden` klicken. Zu beachten ist, dass Scans, die registriert werden, nicht automatisch in den Satz registrierter Scans ● (siehe [Abb. 70](#)) übernommen werden. Dies kann, wie in [Scan-Status ändern](#) beschrieben, manuell erfolgen.
 4. Falls mehrere Scans auszurichten sind, diese Schritte für jeden Scan individuell wiederholen.

9.6.5 Auto-Ausrichtung

Die starre Ausrichtung ist ein universeller Modus, der sich zum Ausrichten der meisten Scans eignet. Die Auto-Ausrichtung ist jedoch die einfachste Vorgehensweise. Zu den Vorteilen des zweitgenannten Modus zählt die Fähigkeit, mehrere Scans gleichzeitig auszurichten und die Notwendigkeit einer Punkte-Vorgabe zu vermeiden; der einzige Nachteil besteht darin, dass die Überlappungsflächen der Scans, die ausgerichtet werden sollen, eine Mindestgröße aufweisen müssen.

Zur Auto-Ausrichtung folgende Schritte durchführen:

1. Sicherstellen, dass der *Starr*-Tabulator im Bedienfeld *Ausrichten* gewählt ist (siehe [Abb. 71](#)). Das Werkzeug selektiert automatisch alle Scans. Unnötige Selektionen können mit der Taste `Ctrl` key (siehe [Scan-Ausrichtung](#)) rückgängig gemacht werden.
2. Auf *Auto-Ausrichtung* klicken. Idealerweise richtet Artec Studio alle Scans aus und markiert sie mit dem ●-Icon. Es kann jedoch auch vorkommen, dass Scans markiert werden, deren 3D-Flächen nicht korrekt zusammengefügt wurden.

Wichtig: Bei Scans mit (zu) kleinen überlappenden Flächen kann die Auto-Ausrichtung kann fehlschlagen.

Die Auto-Ausrichtung kann folgende Ergebnisse produzieren:

- Ausgerichtete Scans, markiert mit dem ●-Icon (Basis-Gruppe registrierter Scans)
- Nicht registrierte Scans, markiert mit dem ●-Icon
- Eine oder mehrere Gruppen ● oder (●), (●) registrierter Scans. Die Ausrichtung der Scans dieser Gruppe mit der Basis-Gruppe registrierter Scan (●) ist fehlgeschlagen, obwohl sie untereinander korrekt ausgerichtet wurden.

Bei Problemen mit nicht registrierten Scans oder registrierten Gruppen wird empfohlen, diese wie in *Manuelles starres Ausrichten mit Hilfe der Punkte-Spezifikation* beschrieben manuell auszurichten. Auch andere Methoden können hilfreich sein.

9.6.5.1 Mit Gruppen und Scans arbeiten

Auf Scans können die folgende Operationen aus der Liste im Bedienfeld *Ausrichten* angewendet werden (Rechts-Klick auf die Funktion, um das Kontext-Menü zu öffnen):

Als registriert markieren Nur für einzelne nicht registrierte Scans (● → ●) verfügbar

Als nicht registriert markieren Mit diesem Befehl den Ausrichtungs-Status eines bestimmten Scans verwerfen (nicht verfügbar für ● Scans)

Gruppe selektieren Hebt die entsprechende Gruppe hervor (●, ●, ● usw.)

Gruppe als registriert markieren Konvertiert alle Scans der Gruppe zur registrierten Basis-Gruppe (● → ●)

9.6.6 Manuelles starres Ausrichten ohne Vorgabe von Punkten

Die starre Ausrichtung kann sowohl mit als auch ohne Vorgabe von Punkten durchgeführt werden. Liegen die Scans nahe beieinander (z.B. nach dem *Ausrichten durch Ziehen*), oder bei großflächigen Überlappungen oder reichhaltiger Textur kann die Vorgabe von Punkten zur Ausrichtung übersprungen werden.

Die folgenden Schritte durchführen:

1. Sicherstellen, dass der Tabulator *Starr* selektiert ist (siehe [Abb. 71](#)).
2. Den Scan, der ausgerichtet werden soll, selektieren, wie am Anfang von *Scan-Ausrichtung* beschrieben.
3. Auf *Ausrichten* klicken. Das Ergebnis sollte dem in [Abb. 73](#) veranschaulichten entsprechen. Bei nicht zufriedenstellendem Ergebnis auf  klicken und den Empfehlungen in *Manuelles starres Ausrichten mit Hilfe der Punkte-Spezifikation* folgen.
4. Einen anderen Scan aus der Liste nicht registrierter Scans selektieren und die obige Prozedur wiederholen.
5. Zum Bestätigen der Ausrichtungs-Ergebnisse auf *Anwenden* klicken oder auf *Abbrechen*, um diese zu verwerfen.

9.6.6.1 Textur-Ausrichtung

Wurde das Objekt mit Textur gescannt, kann das Feature Textur-Ausrichtung den Ausrichtungsprozess erleichtern. Es benutzt die Texturbild-Merkmale gescannter Objekte und verringert erheblich die Wahrscheinlichkeit einer fehlerhaften Ausrichtung. Das Feature ist auch hilfreich für das Ausrichten von Objekten mit wenigen oder keinen geometrischen Einzelheiten wie runde oder flache Objekte ohne Ecken. Verfügt das Objekt jedoch

über eine ausgeprägte, sich nicht wiederholende Geometrie, ist das Abschalten der Textur-Ausrichtung zu empfehlen, um Rechenzeit zu sparen. Zu beachten ist außerdem, dass bei einfarbig texturierten Objekten die Textur-Ausrichtung nutzlos ist.

Zum Aktivieren der Textur-Ausrichtung unmittelbar vor Schritt 3 aus obiger *procedure* das Kontrollkästchen *Textur-Ausrichtung ermöglichen* (unten im Bedienfeld *Ausrichten*) anschalten.

Bemerkung: Die Textur-Ausrichtung ist ein ressourcen-intensiver Algorithmus, der den Ausrichtungsprozess verlangsamt. Seine Verwendung ist nur bei Objekten mit ungenügenden geometrischen Features zu empfehlen.

9.6.7 Punkte spezifizieren und deren Positionen editieren

Vor der Erwägung, Scans über Punkte auszurichten ist eine genauere Betrachtung der Spezifikation für Punkte-Paare hilfreich. Der Ausrichtungs-Algorithmus benutzt Punkte-Paare oder Punkte-Sätze im Modus „Komplexe Ausrichtung“ (*Komplexe Ausrichtung*), um Scan-Bereiche zu finden, die zusammengebracht werden sollten.

Für die Punkte-Ausrichtung werden mehrere Punkte-Paare benötigt. Um ein Punkte-Paar zu erzeugen, je einen Punkt auf dem ausgerichtetem und dem nicht ausgerichtetem Scan markieren. Sicherstellen, dass die Punkte eines gegebenen Paares stets auch einem Punkt auf der Oberfläche des realen Objekts entsprechen; allerdings ist eine hohe Übereinstimmungs-Genauigkeit nicht erforderlich, da Artec Studio mit Hilfe der Paare nur eine grobe Näherung als Vorstufe zur präzisen Registrierung ermittelt. Im Modus *Komplex* kann (anstelle eines Paares) ein Satz von Punkten erzeugt werden, d.h. es lassen sich gleichzeitig mehr als zwei Punkte auf einem oder mehreren nicht registrierten Scans spezifizieren und nur einem auf dem registrierten Scan. All diese Punkte bilden einen Satz und sind durch Polylinien verbunden.

Wenn Punkte in den Modi *Starr* und *Nicht-starr* spezifiziert werden, erzeugt das Programm automatisch Paare. Nach der Spezifizierung eines Paares kann sofort das nächste erzeugt werden. Im Modus *Komplex* muss der Satz durch die *Space*-Taste oder durch Klicken auf *Neuer Satz* im linken Bedienfeld bestätigt werden, da der Satz Mehrfach-Punkte enthalten kann (siehe [Abb. 72](#) and [Abb. 78](#)).

Zwischen den Punkte-Paaren (Sätzen) umgeschaltet werden kann mit Hilfe der Tasten *Space* und *Backspace* oder durch Klicken auf *RMB* im Fenster *3D-Ansicht* und Selektieren der relevanten Optionen aus dem Menü. Punkte eines Paares (Satzes) können auch versetzt werden, indem man den Punkt mit dem Mauszeiger überstreicht, bis das Paar (der Satz) in weiß hervorgehoben wird, dann den Punkt mit *LMB* in die richtige Position ziehen oder das Paar (den Satz) selektieren und mit *LMB* die neue Position spezifizieren. Zum Bestätigen der Aktion und De-Selektieren des Paares (Satzes) auf *kbd:Space* drücken. Ein Paar (Satz) oder ein einzelner dazugehöriger Punkt kann auch entfernt werden: Mit *RMB* auf den Punkt klicken und aus dem Menü den passenden Befehl wählen. Alternativ kann das selektierte Paar (der Satz) auch mit *Del* entfernt werden.

9.6.8 Manuelles starres Ausrichten mit Hilfe der Punkte-Spezifikation

Dieser Modus ist zu empfehlen, wenn Scans sich in größerer Entfernung voneinander befinden.

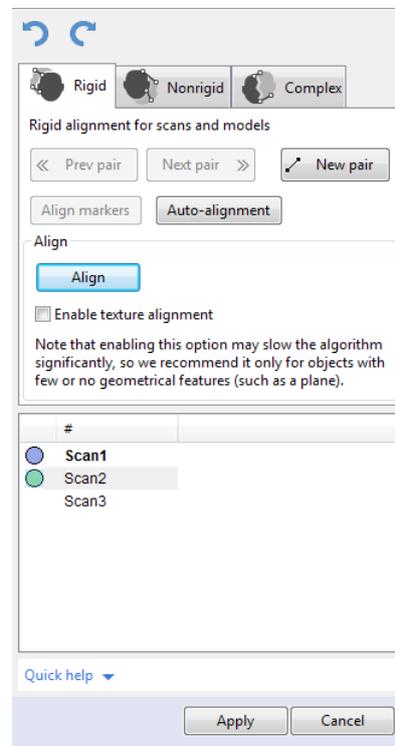


Abbildung 71: Bedienfeld *Ausrichten*: Tabulator *Starr*.

Für diese Methode die folgenden Schritten durchführen:

1. Sicherstellen, dass der Tabulator *Starr* selektiert ist (siehe [Abb. 71](#)).
2. Den Scan, der ausgerichtet werden soll, selektieren, wie am Anfang von *Scan-Ausrichtung* beschrieben.
3. Mehrere Punkte-Paare ([Abb. 72](#)) spezifizieren, dabei die Empfehlungen in *Punkte spezifizieren und deren Positionen editieren* beachten.
4. Auf *Markierungen ausrichten* klicken. Dieser Modus berücksichtigt nur die Koordinaten der spezifizierten Punkte and versucht, die Entfernung zwischen den Markierungen jedes Paares zu verringern.
5. Die Schritte 3–5 von *procedur* in *Manuelles starres Ausrichten ohne Vorgabe von Punkten* ausführen.

9.6.9 Nicht-starres Ausrichten

Während beim starren Ausrichten nur die Transformationen Verschieben und Drehen möglich sind, können 3D-Daten mit dem nicht-starren Algorithmus auch deformiert werden.

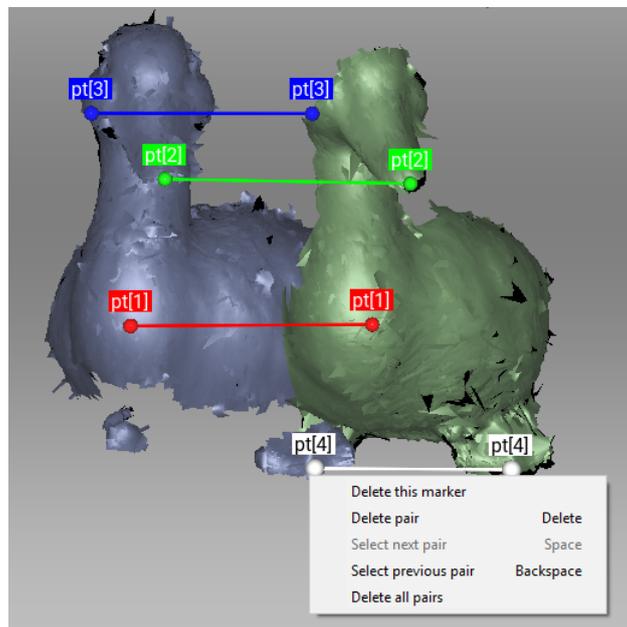


Abbildung 72: Erzeugen eines Punkte-Paares.

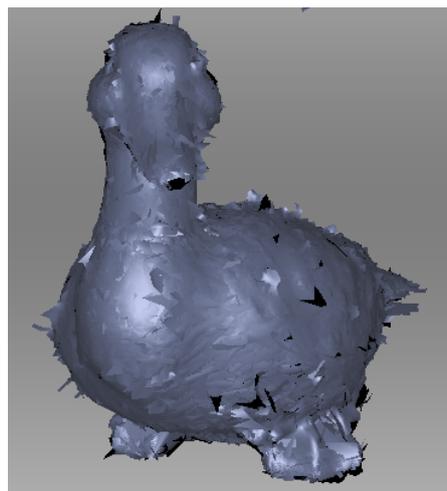


Abbildung 73: Ausrichtung-Ergebnis.

Sinn des Algorithmus ist die Prozessierung sogenannter nicht-starrer Objekte, deren Form sich während des Scannens ändert (z.B. Modelle von Tieren oder Menschen – siehe [Abb. 75](#), links). Daran denken, dass die von Artec Studio als Ergebnis produzierte Oberfläche von der des aktuellen Modells abweichen kann.

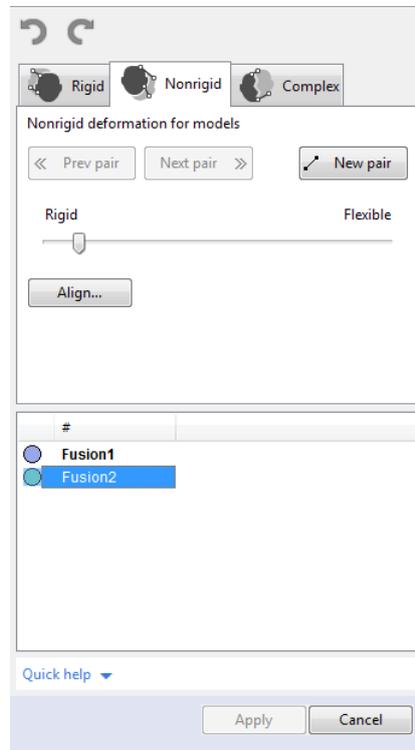


Abbildung 74: Bedienfeld *Ausrichten*: Tabulator *Nicht-starr*.

Bemerkung: Da das nicht-starre Ausrichten auf Modelle beschränkt ist, müssen diese vor der Anwendung durch Fusionieren der beteiligten Scans vorbereitet werden. Außerdem sind die Modelle zuerst im starren Modus auszurichten (siehe [Manuelles starres Ausrichten ohne Vorgabe von Punkten](#), [Auto-Ausrichtung](#) oder [Manuelles starres Ausrichten mit Hilfe der Punkte-Spezifikation](#)).

Um das nicht-starre Ausrichten durchzuführen, nach den folgenden Schritten verfahren:

1. Sicherstellen, dass der Tabulator *Nicht-starr* selektiert ist (siehe [Abb. 74](#)).
2. Die auszurichtenden Modelle selektieren, wie zu Beginn von [Scan-Ausrichtung](#) beschrieben.
3. Falls die Modelle erheblich voneinander abweichen, wird vorgeschlagen, mehrere Punkte-Paare zu spezifizieren und dabei die Empfehlungen in [Punkte spezifizieren und deren Positionen editieren](#) zu beachten.
4. Wo notwendig, den Grad der Deformation mit Hilfe des Flexibilitäts-Schiebers anpassen. Die Berechnung dauert umso länger, je höher der Wert der Flexibilität (d.h. je flexibler die Deformation) ist.

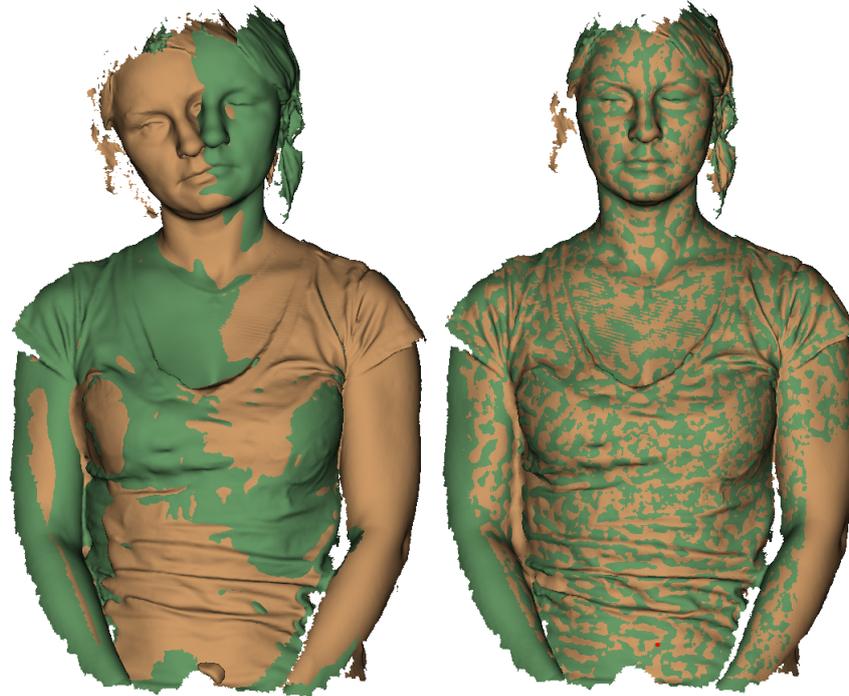


Abbildung 75: Zwei Modelle nach starrem (links) und nicht-starrem (rechts) Ausrichten.

Warnung: Extreme Werte für die *Flexibilität* sind zu vermeiden. Hohe Flexibilitäten können zu größeren Flächen-Verzerrungen führen und die Berechnung verlangsamen. Extrem niedrige Flexibilitäts-Werte hingegen erlauben nur eine geringe Flächen-Deformation und produzieren oftmals nicht das bei der nicht-starren Ausrichtung erwartete Ergebnis.

5. Auf *Ausrichten...* klicken. Der Algorithmus richtet Modelle aus, indem eines der beteiligten Modelle deformiert wird (siehe [Abb. 75](#), rechts). Bei nicht zufriedenstellenden Ergebnissen auf  klicken und zusätzliche Punkte-Paare spezifizieren oder die aktuellen Paare neu positionieren.
6. Ein anderes Modell aus dem Satz der nicht registrierten Modelle selektieren und die obigen Schritte wiederholen.
7. Auf *Anwenden* klicken, um die Ausrichtungs-Ergebnisse zu bestätigen oder auf *Abbrechen*, um sie zu verwerfen.

Bemerkung: Diese Version von Artec Studio unterstützt kein Textur-Mapping für nicht-starr ausgerichtete Modelle.

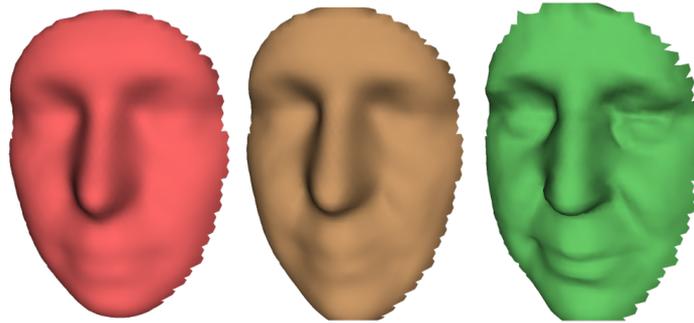


Abbildung 76: Der Schieber für die *Flexibilität* in Aktion: Original-Modell (links), nicht-starr ausgerichtetes Modell mit niedriger Flexibilität (Mitte) und mit hoher Flexibilität (rechts).

9.6.10 Komplexe Ausrichtung

Der Ausrichtungstyp *Komplex* ermöglicht nicht nur das gegenseitige Ausrichten von Scans, sondern auch von Flächen innerhalb eines vorgegebenen Scans (siehe den Vergleich der Modi in *Zusammenfassung der Ausrichtungs-Modi*). Gegenüber den anderen Modi unterstützt dieser die Definition von Mehrfach-Punkte-Sätzen –, d.h. die Verknüpfung von mehr als zwei Punkten. Dies ist nützlich beim Ausrichten von Scans, die während einer ringförmiger Bewegung des 3D-Scanners entstehen; in Fällen wenn die Feinregistrierung mit aktivierter Option *Schleife_Schließen* beim Ausrichten versagt. Zum Ausrichten nach dem Typ *Komplex* die folgenden Schritte durchführen:

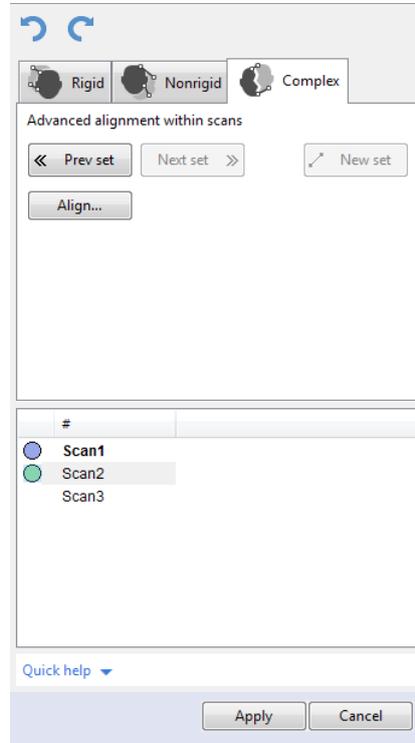


Abbildung 77: Bedienfeld *Ausrichten*: Tabulator *Komplex*.

1. Sicherstellen, dass der *Komplex*-Tabulator selektiert ist (siehe [Abb. 77](#)).

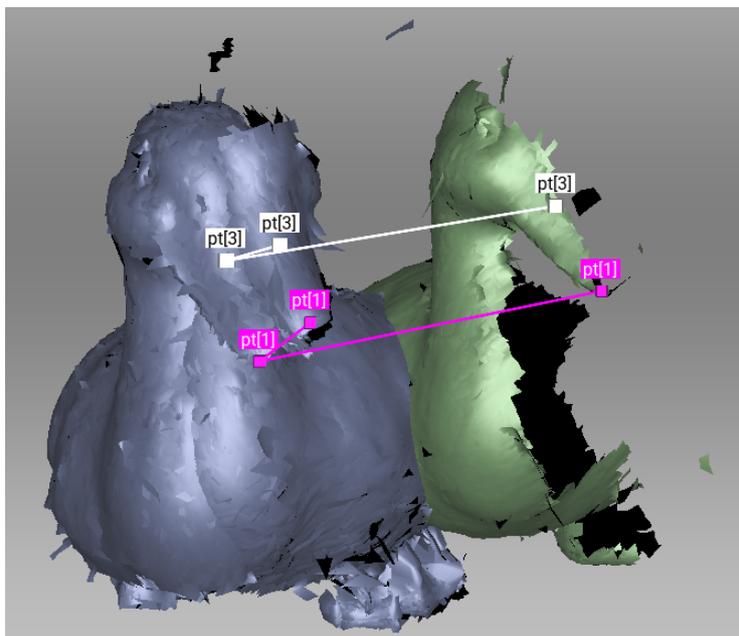


Abbildung 78: Vor dem Ausrichten: Zwei-Punkte-Satz hinzugefügt.

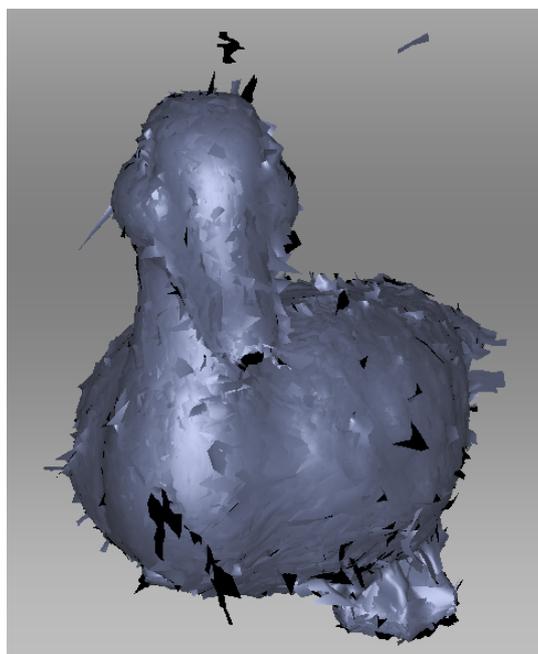


Abbildung 79: Ausrichtungs-Ergebnis.

2. Die Scans selektieren, die ausgerichtet werden sollen wie zu Beginn in *Scan-Ausrichtung* beschrieben. In diesem Modus kann sogar mit nur einem registrierten (●) Scan gearbeitet werden.
3. Einen oder mehrere Punkte-Sätze auf der Scan-Fläche spezifizieren (siehe *Abb. 78*), dabei die Empfehlungen in *Punkte spezifizieren und deren Positionen editieren* beachten.
4. Auf *Ausrichten...* klicken, um die Ausrichtung mit den spezifizierten Einschränkungen durchzuführen (*Abb. 79* shows example results). Bei nicht zufriedenstellenden Ergebnissen auf  klicken und weitere Punkte-Sätze spezifizieren oder die aktuellen Sätze neu positionieren. Zum Wiederholen einer widerrufenen Operation auf  klicken.
5. Auf *Anwenden* klicken, um die Ausrichtungs-Ergebnisse zu bestätigen oder auf *Abbrechen*, um sie zu verwerfen.

9.7 Globale Registrierung

Wenn alle Scans ausgerichtet sind, zum nächsten Schritt übergehen: Globale Registrierung. Dieser Algorithmus transformiert alle Ein-Frame-Flächen in ein gemeinsames Koordinatensystem und verwendet dabei Informationen über die gegenseitige Position jedes Flächen-Paares. Hierzu wird in jedem Frame ein Satz spezieller Geometrie-Punkten selektiert und in verschiedenen Frames nach paarweise übereinstimmenden Punkten gesucht. Um richtig zu arbeiten, benötigt der Algorithmus eine anfängliche Näherung, die während der Operation *Ausrichten* durch den Anwender bereitgestellt wird.

Bemerkung: Die globale Registrierung ist eine ressourcen-intensive Operation. Die Prozessierung großer Datensätze kann lange Zeit und hohe RAM-Kapazität in Anspruch nehmen.

Zum Starten des Algorithmus alle ausgerichteten Scans im Bedienfeld *Arbeitsbereich* selektieren. Danach das Bedienfeld *Werkzeuge* öffnen und zum Abschnitt *Globale Registrierung* gehen. Auf *Anwenden* klicken.

Wichtig: Zur erfolgreichen Bearbeitung von Punktwolken-Scans benötigt die globale Registrierung Informationen über die Targets (sphärisch oder schachbrettartig) auf den Flächen. Außerdem ist sicher zu stellen, dass der passende *scanner type* selektiert ist.

9.7.1 Parameter der globalen Registrierung

<i>Registrierungs-Algorithmus</i>	<i>Geometrie_und_Textur</i> oder <i>Geometrie</i>	Algorithmus-Typ für die Durchführung der Scan-Registrierung. Bei einem Objekt mit reichhaltiger Textur und schwacher Geometrie den Gebrauch der Option <i>Geometrie_und_Textur</i> in Betracht ziehen. Bei Objekten mit reichhaltiger Textur den Modus <i>Geometrie</i> wählen, um die Registrierungs-Geschwindigkeit zu steigern.
<i>Key_Frame_Verhältnis</i>	0–0.6	Bestimmt, wie viele Flächen als Key-Frames behandelt werden. Herabsetzen dieses Parameters kann die Registrierung bei der Bearbeitung eines Objektes mit vielen Features beschleunigen. Nur erhöhen, falls die Scans bei vorherigen Versuchen nicht registriert werden konnten. Technisch sind Werte über 0.7 einschließlich "1" möglich, sie können jedoch den Algorithmus wesentlich verlangsamen.
<i>Feature_Such_Radius</i>	3–5 mm (Spider); 5 mm (Eva/Leo) und 50 mm im <i>Geometrie_und_Textur</i> Modus	Kontrolliert, wie spärlich die Features verteilt sind. Bei Objekten mit vielen sich wiederholenden Features ist diese Einstellung evtl. zu reduzieren, andererseits steigern hohe Werte bei großen Objekten die Robustheit des Algorithmus. Diesen Parameter sparsam steigern, da hohe Werte zu fehlerhafter Registrierung führen und für die Berechnung hinderlich sein können. Justieren, falls <i>Feinregistrierung</i> mit ungeeigneten Werten von <i>maximum errors</i> beendet wird.

9.7.2 Mögliche Fehler bei der Globalen Registrierung

- Nach Abschluss der globalen Registrierung sind die Frames ungeordnet (siehe [Abb. 80](#), links) oder die Frame-Positionen sind unverändert. Dieser Fehler tritt auf, falls das Programm für einen anderen Scanner-Typ als den verwendeten konfiguriert wurde. Den Gerätetyp in den Programm-Einstellungen ändern (siehe [Algorithmen-Einstellungen](#)).
- Der Algorithmus wurde erfolgreich beendet, es besteht jedoch eine Lücke zwischen zwei oder mehreren Scans (siehe [Abb. 80](#), rechts). Diese Scans im Bedienfeld *Arbeitsbereich* selektieren und den Algorithmus für die globale Registrierung durchführen. Wurden die Scans einander angenähert aber am Ende nicht ausgerichtet, die Anzahl der Iterationen erhöhen und den Algorithmus erneut durchführen. Diesen Prozess bis zur vollständigen Ausrichtung wiederholen, dann die globale Registrierung noch

einmal mit allen Daten durchführen. Sollten einige problematische Scans sich nicht ausrichten lassen, versuchsweise zwei davon ausrichten, anschließend die anderen Scans nacheinander hinzunehmen, bis alle ausgerichtet sind.

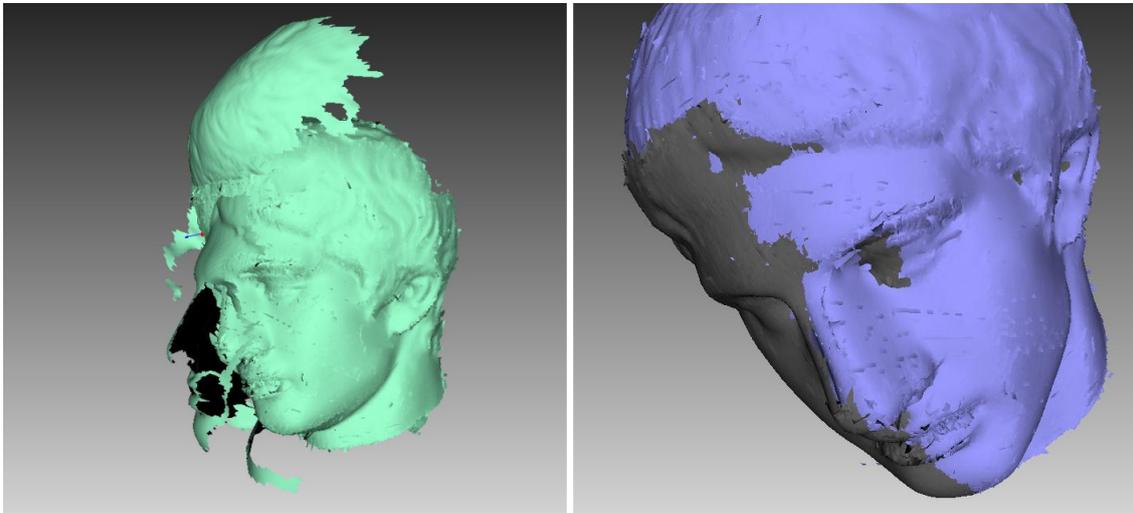


Abbildung 80: Fehler bei der globalen Registrierung: falsche Einstellungen links und Lücke zwischen Scans rechts.

9.8 Ray Scan Triangulation

Das Programm kann durch Punktwolken definierte Flächen auf zwei Arten in allgemein übliche Modelle konvertieren:

- *Fusion*-Operation
- Spezieller Registrierungs-Algorithmus

Bezüglich der Geschwindigkeit ist die letztere Methode vorteilhaft gegenüber der Fusion. Sie erzeugt aus der Original-Punktwolke ein Polygonnetz mit vereinfachter Struktur.

Zum Starten dieses Algorithmus' folgende Schritte durchführen:

1. Einen Scan von Artec Ray im Bedienfeld *Arbeitsbereich* mit dem -Merkmal markieren.
2. Aus der linken Werkzeugleiste *Werkzeuge* wählen.
3. Falls erforderlich, den *Dezimierungsschritt* spezifizieren und einen der Schwellwert-Filter setzen.
4. Auf *Anwenden* klicken.

<i>Dezimierungs-Schritt</i>	1–10	Je größer der Wert, desto mehr Punkte werden aussortiert. 1 lässt die Punktwolke unverändert. 2 sortiert die Hälfte der Punkte aus, 4 behält etwa 25% aller Punkte bei, 10 etwa 10%.
<i>Minimalwinkel</i>	1–60	Das resultierende Netz enthält keine Dreiecke mit Winkeln (in Grad) unterhalb des spezifizierten Grenzwertes. Bei extrem hohen Werten außerhalb des empfohlenen Bereichs wird evtl. kein Netz erzeugt.
<i>MaxEinfallswinkel</i>	0.1–90 ²	Falls der Winkel zwischen Dreiecksnormalen und Scanner-Blickrichtung den spezifizierten Wert übersteigt, werden die betreffenden Dreiecke entfernt.
<i>MaxRandlänge</i>	Über 0.1 mm ²	Der Algorithmus entfernt Dreiecke, deren Kantenlängen den spezifizierten Wert übersteigen.

9.9 Modelle erzeugen (Fusionieren)

Als Fusionierung wird der Prozess der Erzeugung eines 3D-Polygon-Modells bezeichnet. Die aufgenommenen und prozessierten Frames werden verschmolzen und verdichtet. Dies ist der interessanteste Teil der Prozessierung, da ein 3D-Polygon-Modell das ist, was in der Regel als Ergebnis eines 3D-Scans erwartet wird. Hierzu kann einer der folgenden Algorithmen verwendet werden, von denen jeder einen selbsterklärenden Namen hat (siehe auch die Zusammenfassung in [Tab. 12](#)):

- Die *Schnelle Fusionierung* produziert Ergebnisse innerhalb kurzer Zeit.
- Die „Weiche Fusionierung“ eignet sich für das Scannen des menschlichen Körpers, da sie leichte Bewegungen der Person während des Scannens kompensieren kann.
- Die *Scharfe Fusionierung* rekonstruiert auf perfekte Weise feine Details und eignet sich sowohl für industrielle Objekte als auch für den menschlichen Körper. Sie unterstützt als einzige alle Fähigkeiten des Artec Spider Scanners.



Abbildung 81: Mensch-Modelle als Ergebnis verschiedener Algorithmen: *Schelle Fusionierung* (links), *Weiche Fusionierung* (Mitte) und *Scharfe Fusionierung* (rechts).



Abbildung 82: Modelle einer Schuhsohle als Ergebnis verschiedener Algorithmen: *Schelle Fusionierung* (links), *Weiche Fusionierung* (Mitte) und *Scharfe Fusionierung* (rechts).

Tabelle 12: Vergleich der Fusionierungs-Modi.

	Schnelle Fusionierung	Weiche Fusionierung	Scharfe Fusionierung
Gebrauch	Schnell-Ergebnisse für große Datensätze, auch für Messungen	Große, rauschbehaftete Datensätze mit fleckartig fehlenden Regionen; Scans von bewegten Objekten	Scans vom Artec Spider; Scans mit fein detaillierten Regionen und scharfen Kanten
EVA	Auflösung nicht weniger als 0.5		
Spider	Auflösung nicht weniger als 0.15		
L	Auflösung nicht weniger als 1.5		
<i>Löcher_füllen</i>	Nicht anwendbar	Verfügbar	
Features	Die resultierenden Flächen sind relativ verrauscht.	Weichere Ergebnisse. Kompensation leichter Bewegungen möglich, für genaue Messungen aber nicht zu empfehlen. Vergleichsweise langsam.	Höherer Detaillierungsgrad. Schneller als die <i>Weiche Fusionierung</i> , Intensivierung vorhandenen Rauschens möglich.

Um ein Modell zu erhalten:

- Sicherstellen, dass die zu fusionierenden Scans die *Globale Registrierung* durchlaufen haben.
- Im Bedienfeld *Arbeitsbereich* die Scans mit  selektieren.
- Zum Bedienfeld *Werkzeuge* gehen.
- Den benötigten Modus selektieren; optional Parameterwerte spezifizieren.
- Auf *Anwenden* klicken.
- Wenn der Algorithmus beendet ist, das Modell im Fenster *3D-Ansicht* und im Bedienfeld *Arbeitsbereich* überprüfen. Der Modellname stimmt mit dem Namen des Algorithmus überein.

Die Fusionierungs-Algorithmen verwenden die folgenden Parameter:

Auflösung – die Gitterweite (in Millimetern), die der Algorithmus zur Rekonstruktion eines Polygonmodells benutzt. Anders ausgedrückt: Dieser Parameter definiert den mittleren Abstand zwischen zwei Punkten des Modells. Je geringer der Wert der *Auflösung*, desto schärfer die Kontur. Beim Spezifizieren der Werte die Standard-Werte, die unteren Grenzwerte in [Tab. 12](#) und *Max error* im Auge behalten.

Löcher_füllen – weist den Algorithmus an, Löcher im rekonstruierten Netz zu füllen; die Option gibt es nicht für die *Schnelle Fusionierung*. Zum Füllen von Löchern sind folgende Methoden verfügbar:

Nach_Radius – füllt alle Löcher mit einem Radius kleiner oder gleich dem in der Textbox *Maximaler Loch_Radius* (in Millimetern) spezifizierten Wert.

Wasserdicht – füllt automatisch alle Löcher im Netz

Manuell – fordert zum manuellen Füllen von Löchern im Bedienfeld *Löcher füllen* auf, das sich automatisch öffnet

Targets entfernen – erlaubt das Löschen von kleinen Einprägungen in Flächen, auf denen Targets platziert sind (siehe *Scannen mit Targets*). Der Parameter kann entweder den Wert *guilabel:Ein* oder *Aus* annehmen (nicht verfügbar für die *Schnelle Fusionierung*).

9.9.1 Fehler beim Fusionierungs-Algorithmus

Gelegentlich treten nach der Fusionierung Fehler im 3D-Modell auf; einige können mit Hilfe zusätzlicher Scans korrigiert werden, andere mit Hilfe der im nächsten Abschnitt beschriebenen Modell-Prozessierungs-Werkzeuge.

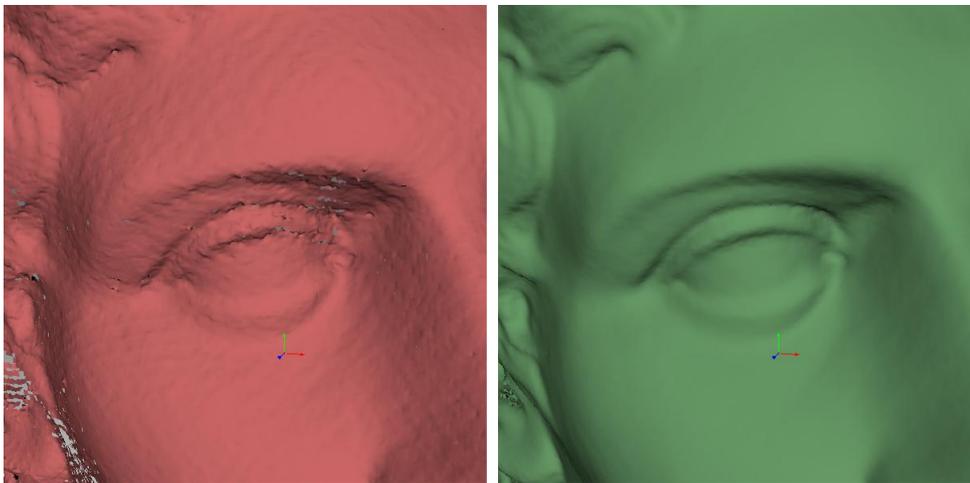


Abbildung 83: Rauschen auf der Fläche infolge ungenügender Daten (links) und verbessertes Modell nach Ergänzung durch einen weiteren Scan (rechts).

Fehler wie schwaches Oberflächen-Rauschen (niedrige Rausch-Amplitude) können durch Hinzunahme weiterer Scans korrigiert werden (siehe *Abb. 83*, links). Normalerweise sind zu wenige Frames im betroffenen Flächenbereich die Ursache. Die Anzahl von Frames, die zur Beseitigung des Rauschens zusätzlich benötigt werden, hängt von den Reflexions-Eigenschaften der Objektoberfläche ab. Um den Fehler zu korrigieren, sollte die betroffene Fläche durch einen weiteren Scan abgedeckt werden (siehe *Abb. 83*, rechts).

Manchmal wird Rauschen durch eine zu geringe Anzahl von Perspektiven (Blickwinkeln beim Scannen) verursacht. Bei Flächen, die unter einem größeren Winkel aufgenommen wurden, ist das Rauschen stärker als bei direkt aufgenommenen Flächen (90 Grad). Durch erneutes Scannen der Fläche unter einem günstigeren Winkel kann dieser Fehler behoben werden.

Falls die Randbedingungen beim Scannen oder die Objekt-Features die Aufnahme weiterer Daten nicht zulassen, können Fehler mit Hilfe der Werkzeuge *Löcher reparieren* (siehe *Löcher füllen und Ränder glätten*) oder *Glätten (Glätten (Werkzeuge))* korrigiert werden. Treten derartige Fehler häufiger auf, den Scanner langsamer um das Objekt herum bewegen oder die Aufnahme-Frequenz erhöhen (siehe *Die Scan-Geschwindigkeit herabsetzen*).

9.10 Modelle editieren

Das resultierende Modell kann Flächen-Defekte infolge von Scan- oder Registrierungs-Fehlern enthalten. Artec Studio bietet eine Reihe von Werkzeugen zur Korrektur derartiger Fehler:

Reparieren – korrigiert Triangulationsfehler im Modell

Filter für kleine Objekte – entfernt kleine Objekte in der Nähe der Modellfläche

Löcher reparieren – füllt halbautomatisch Löcher und glättet die Modell-Kanten/-Ränder

Löcher füllen – füllt automatisch Löcher im Modell

Glätten – filtert schwaches Rauschen über das gesamte Modell

Glättungs-Pinsel – ermöglicht manuelles Glätten von stark verrauschten Flächenbereichen

Netzvereinfachung – reduziert die Polygonanzahl eines Modell unter Minimierung von Genauigkeits-Verlusten

Isotrope Neuvernetzung – erzeugt ein isotropes Netz, das sich möglichst wenig vom Originalnetz unterscheidet

Jeder Algorithmus prozessiert alle im Bedienfeld *Arbeitsbereich* selektierten Scans und ersetzt die Originaldaten durch die Ergebnisse. Misslingt die Prozessierung, können die Originaldaten durch Klicken auf  (*Widerrufen*) im Bedienfeld *Arbeitsbereich* wieder hergestellt werden.

9.10.1 Filter für kleine Objekte

Ausreißer, die vor der Fusionierung nicht gelöscht wurden (siehe *3D-Rauschen beseitigen (Ausreißer entfernen)*), werden von Artec Studio verdichtet und bleiben als kleine, entfernt liegende Fragmente in der Szene erhalten.

Mit Hilfe des Filter-Algorithmus können verbliebene Ausreißer effektiv entfernt werden.

Zum Entfernen dieser Artefakte im Bedienfeld *Arbeitsbereich* nur das Modell selektieren, das gerade editiert wird, anschließend das Bedienfeld *Werkzeuge* öffnen. Zum Durchführen des Algorithmus auf *Anwenden* neben *Filter für kleine Objekte* klicken (siehe *Abb. 84*). Durch Klicken auf  erscheint ein Fenster mit den Algorithmus-Einstellungen. Die folgenden Parameter können angepasst werden:

Modus – die Option *Größte_Objekte_erhalten* im Dropdown-Menü weist den Algorithmus an, alle Objekte bis auf das mit den meisten Polygonen zu löschen, *Filtern_nach_Schwellwert* löscht alle Objekte mit weniger Polygonen als im Parameter *Schwellwert* angegeben aus der Szene.

Schwellwert – die maximale Polygonanzahl beim *Filtern_nach_Schwellwert*.

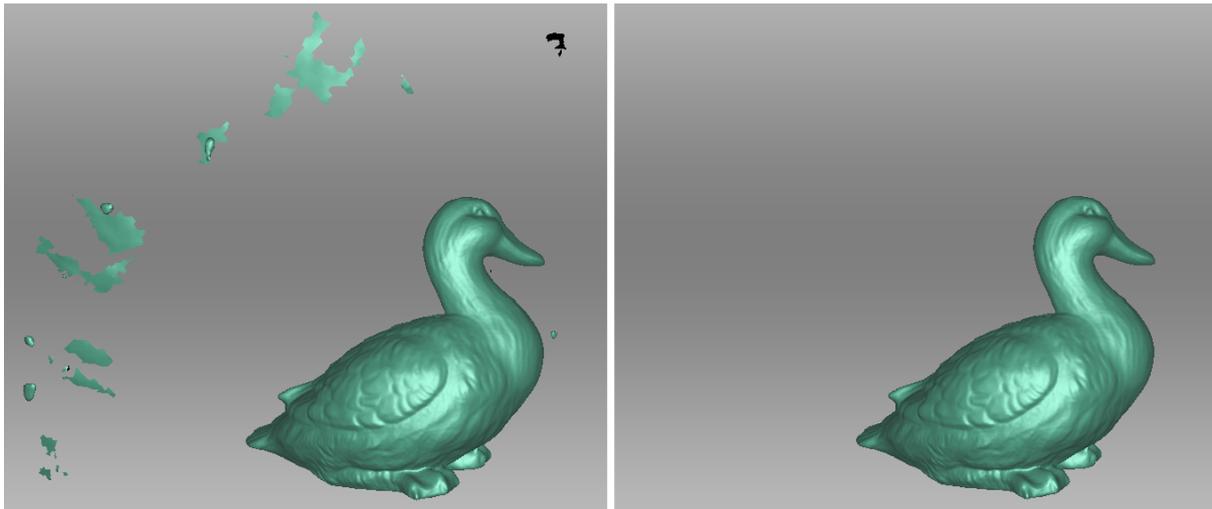


Abbildung 84: Herausfiltern kleiner Objekte: vorher (links) und nachher (rechts).

9.10.2 Defeature-Pinsel (Editor)

Das Löschen von geometrischen Imperfektionen erfordert häufig weiteres Prozessieren der im Modell entstandenen Löcher. Das Werkzeug *Defeature-Pinsel* kombiniert die Funktionen von *Löschen* und *Löcher füllen*, wodurch die Produktivität gesteigert werden kann. Hierzu die folgenden Schritte durchführen:

Warnung: Beim Editieren eines texturierten Modells ist zu beachten: Da Flächenveränderungen auch zu Texturverfälschungen führen, werden die Texturen in den betroffenen Modellbereichen entfernt. Daher ist nach dem Editieren *texturing* zu wiederholen.

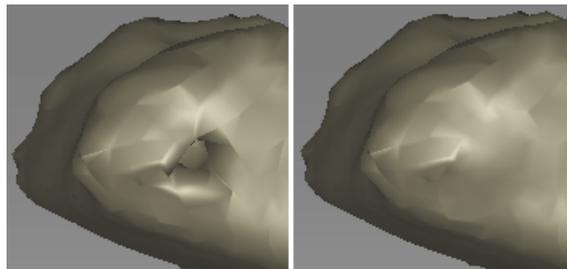


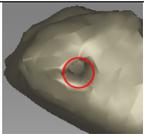
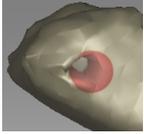
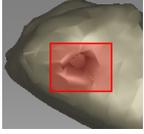
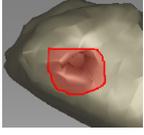
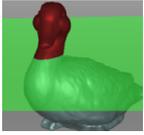
Abbildung 85: *Defeature-Pinsel*: Imperfektion in der gescannten Fläche (links), Ergebnis nach Anwendung des Werkzeugs (rechts).

1. Im Bedienfeld *Arbeitsbereich* ein Modell selektieren.
2. Das Bedienfeld *Editor* in der seitlichen Werkzeugleiste öffnen und entweder auf *Defeature-Pinsel* oder auf **D** drücken.
3. Im Bedienfeld *Editor* den benötigten Selektions-Typ wählen.
4. Für jeden Modus *instructions* hinzuziehen und die Modellbereiche selektieren, die verändert werden sollen. Um alle Selektionen zurückzusetzen, auf *Deselektieren* klicken.

5. Auf *Anwenden* klicken. Die Software löscht die Features, schließt die Löcher und glättet die Oberfläche.

Zum Widerrufen von Änderungen im Bedienfeld *Arbeitsbereich* oder im Menü *Editieren* auf  klicken oder auf `Ctrl + Z` drücken. Jeder Klick auf den Knopf *Anwenden* erzeugt einen Eintrag im Befehlsverlauf. Um mehrere Operationen zu widerrufen, im Dropdown-Menü des -Knopfes den untersten Eintrag selektieren.

9.10.2.1 Selektionstypen

2D		Bei gedrückter Taste <code>Ctrl</code> mit dem <i>Mausrad</i> den Werkzeugradius einstellen. Mit <code>Ctrl+LMB</code> einen Bereich überstreichen bzw. selektieren.
3D		Siehe oben.
Rechtwinklig		Mit <code>Ctrl+LMB</code> eine rechteckige Region selektieren.
Lasso		Mit <code>Ctrl+LMB</code> eine unregelmäßige Fläche frei umfahren.
Trennebene		Eine Selektion wie im 2D-Modus erzeugen. Nach Loslassen der Maustaste erscheint eine Ebene. Falls notwendig, das Niveau der Ebene bei gedrückten <code>Ctrl+Shift</code> -Tasten mit dem <i>Mausrad</i> justieren oder die Ebene frei im 3D-Raum orientieren. Hierzu auf <code>Alt</code> drücken, um <i>designated Control</i> anzuzeigen. Nun bei weiter gedrückter Taste den entsprechenden Kontrollring ziehen.

Falls ein Bereich deselektiert werden soll, `Ctrl + Alt` gedrückt halten und diesen Bereich erneut selektieren. Um alle Selektionen zurückzusetzen, auf *Deselektieren* klicken.

Falls das Kontrollkästchen *Durchselektieren* angeschaltet ist, werden alle Flächen des Modells mit dem Pinsel bearbeitet, andernfalls nur die sichtbaren Anteile.

Siehe auch:

Hot keys in Editor.

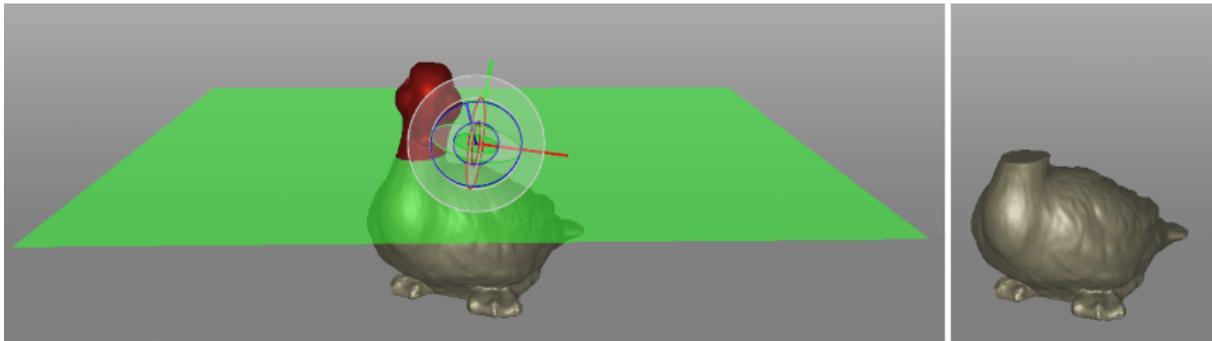


Abbildung 86: Trennebenen-Selektion im Defeature-Pinsel anwenden.

9.10.3 Glätten

9.10.3.1 Glätten (Werkzeuge)

Der Glättungs-Algorithmus gleicht verrauschte Flächenbereiche im 3D-Modell aus. Artec Studio bietet hierzu zwei Werkzeuge an: automatisches Glätten des gesamten Modells und manuelles Glätten von bestimmten, mit Hilfe des Pinsels gekennzeichneten Flächenbereichen (siehe *Glättungs-Pinsel (Editor)*).

Zum Durchführen des automatischen Glättungs-Algorithmus' das Bedienfeld *Werkzeuge* öffnen und *Glätten* selektieren. Es ist nur ein Parameter zu setzen:

Schritte – Anzahl der Iterationen, die durchgeführt werden sollen

9.10.3.2 Glättungs-Pinsel (Editor)

Der *Glättungs-Pinsel* kann selektiv auf bestimmte Flächenbereiche angewendet werden mit Ausnahme der Bereiche, die nicht verändert werden sollen (weitere Informationen zum automatischen Glätten unter *Glätten (Werkzeuge)*).

Um den *Glättungs-Pinsel* anzuwenden,

1. Ein Modell selektieren.
2. Das Bedienfeld *Editor* öffnen und auf das  -Icon klicken oder *S* drücken.
3. Auf *Ctrl* drücken, im Fenster *3D-Ansicht* erscheint um den Mauszeiger herum ein orangefarbener Fleck.
4. Die Pinselgröße ändern, falls nötig:
 - Entweder die Tastaturkürzel *Ctrl* + [*]* and *Ctrl* + [*]* oder
 - Das *Mausrad* verwenden.
 - Im Feld *Pinselgröße* die Größe (in Millimetern) eintragen.
 - Alternativ kann der Schieberegler im Bedienfeld *Glättungs-Pinsel* angepasst werden.

5. Die Glättungsstärke setzen, falls nötig:
 - Den gewünschten Wert in das Feld *Glättungsstärke* eintragen oder
 - Den Schieberegler anpassen.
6. **LMB** gedrückt halten und den Flächen-Bereich überstreichen, der geglättet werden soll. Das Werkzeug glättet die betroffenen Bereiche (siehe [Abb. 87](#), rechts).

Zum **Änderungen widerrufen** im *Arbeitsbereich* auf  klicken oder **Ctrl + Z** so oft betätigen, bis der ursprüngliche Modellstatus wieder erreicht ist, da jeder Pinselstrich in die Befehls-Historie aufgenommen wird.

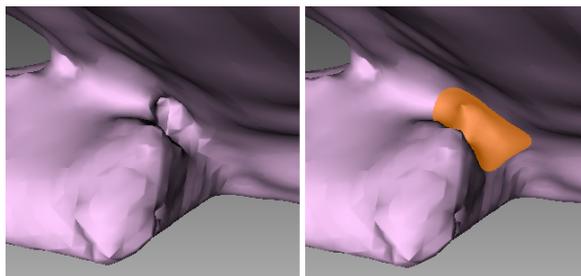


Abbildung 87: Vor dem Glätten (links) und Glätten eines mangelhaft aufgenommenen Bereiches (rechts).

9.10.4 Löcher füllen

9.10.4.1 Automatisches Löcher-Füllen

Um Löcher schnell und automatisch zu füllen, das Werkzeug *Löcher füllen* im Bedienfeld *Werkzeuge* verwenden. Es werden dieselben Ränder wie beim Werkzeug *Löcher bearbeiten* betrachtet und nur die Löcher gefüllt, deren Parameter der Vorgabe des Anwenders entsprechen. Die Anpassung ist unter der Erweiterung  möglich:

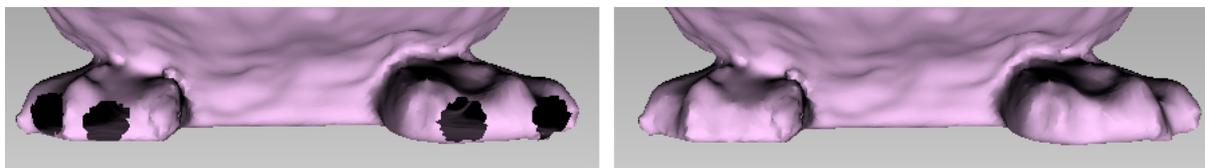


Abbildung 88: Algorithmus zum Füllen von Löchern: links Original-Modell, rechts bearbeitetes Modell.

max_Rand_Länge Maximale Länge des Loch-Randes in Millimetern. Der Algorithmus bearbeitet nur Löcher mit Randlängen unterhalb dieser Schwelle.

9.10.4.2 Löcher füllen und Ränder glätten

Gelegentlich verhindern die Form eines Objekts oder die Randbedingungen des Scannens die fachgerechte und vollständige Aufnahme der Szene. Als Ergebnis enthält das fusio-

nierte 3D-Modell Löcher. In solchen Fällen kann das Werkzeug zum Füllen von Löchern für die Interpolation der Fläche eingesetzt werden.

Um die Analyse und Korrektur des Modells zu starten,

1. Das Modell selektieren und im seitlichen Bedienfeld auf *Löcher reparieren* klicken.
2. Ein Loches selektieren, im Fenster *3D-Ansicht* hebt Artec Studio den zugehörigen Rand hervor.

Bemerkung: Falls die Option: *Kamera zur Selektion bewegen* angeschaltet ist, dreht sich das Modell automatisch so, dass der selektierte Rand zu sehen ist. Standardmäßig wird die Kamera sanft von Rand zu Rand bewegt, wenn die Ränder weiter-/umgeschaltet werden. Ist das Modell groß, kann diese Bewegung zu lange dauern. Um das Schalten zu beschleunigen, das Kontrollkästchen *Kamera animieren* anschalten.

Um Ränder für die Korrektur zu selektieren,

- Das Kontrollkästchen neben jedem Rand anschalten, der korrigiert werden soll. Diese Ränder werden im Fenster *3D-Ansicht* in Rot hervorgehoben (siehe [Abb. 89](#)).
- Im Bedienfeld die Knöpfe *Alle selektieren* und *Alle deselektieren* benutzen, um alle zu selektieren bzw. alle Selektionen rückgängig zu machen.
- Ränder können auch direkt auf dem Modell selektiert werden. Hierzu das Modell drehen, um den Rand im Fenster *3D-Ansicht* sichtbar zu machen. Zum Selektieren auf **LMB** klicken.

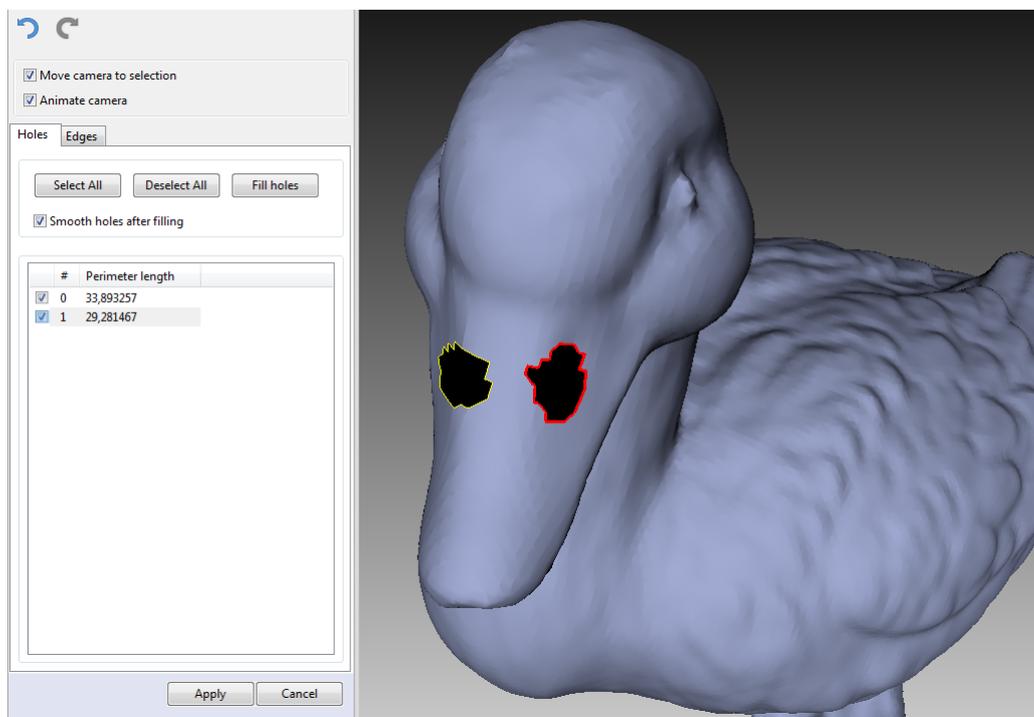


Abbildung 89: Zwei Löcher zur Korrektur selektiert.

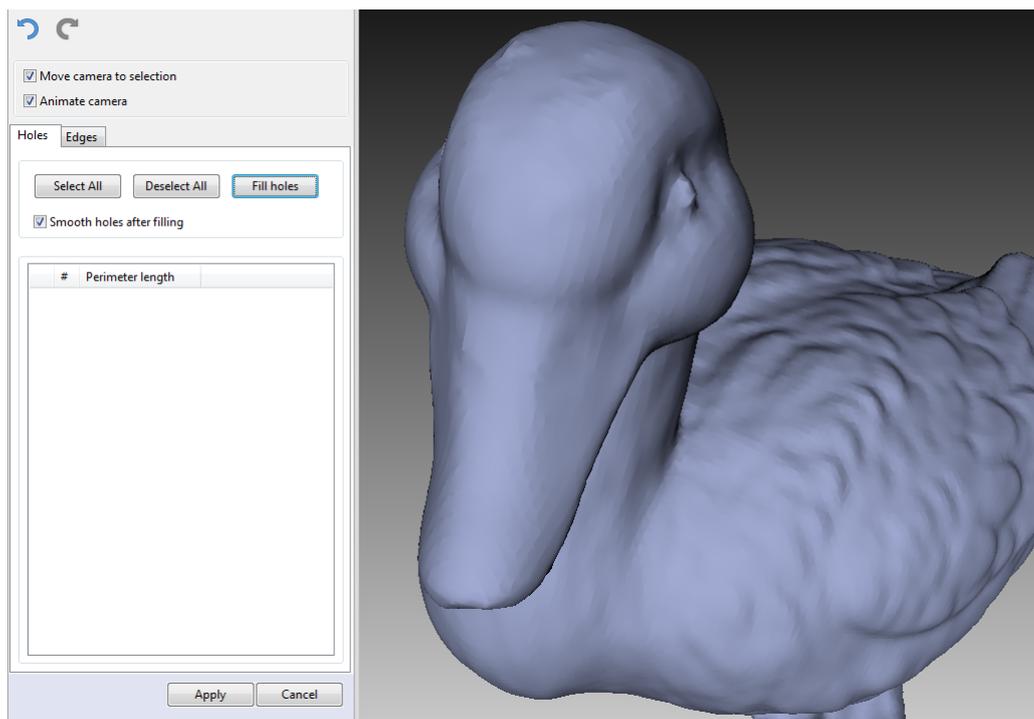


Abbildung 90: Ergebnis nach Durchlaufen des Algorithmus *Löcher füllen*.

Unter dem Tabulator *Löcher* kann durch Anschalten des Kontrollkästchens *Löcher nach dem Füllen glätten* (siehe auch *Glätten (Werkzeuge)*) eine Option aktiviert werden, die die Löcher nach dem Füllen automatisch glättet. Mit dem Schieberegler *Stärke* unter dem Tabulator *Ränder* lässt sich die Stärke des Ränder-Glättens kontrollieren. Außerdem ermöglicht es dieser Tabulator, den Rand nur partiell statt vollständig zu glätten. Hierzu das Modell so drehen, dass der Rand sichtbar ist und ihn in der Liste als „zu prozessieren“ markieren. Dann **LMB** gedrückt halten und die Maus auf den Rand bewegen, um die Profil-Enden auseinander und in die gewünschten Positionen zu ziehen (siehe [Abb. 91](#)).

Nachdem alle Ränder und Löcher, die bearbeitet werden sollen, selektiert sind, auf *Löcher füllen* oder *Ränder glätten* klicken. Artec Studio repariert das Modell. Bei zufriedenstellenden Ergebnissen zur Bestätigung auf *Anwenden* klicken; andernfalls kann jede Änderung immer mit Hilfe des -Knopfes rückgängig gemacht werden. Wird versucht, den Modus *Löcher reparieren* ohne Akzeptieren der Änderungen zu verlassen, fragt die Software nach einer Bestätigung.

9.10.5 Netzvereinfachung

Für einige Anwendungen könnte das durch die Fusionierung erzeugte Netz nicht optimal sein, da es eine große Anzahl von Polygonen enthält. Diese Komplexität erhöht den Speicherbedarf für das Modell und behindert die weitere Prozessierung. Zum Optimieren der Modellgröße unter Beibehaltung der Genauigkeit dient der Algorithmus *Netzvereinfachung*.

Das Modell selektieren und das Bedienfeld *Werkzeuge* öffnen. Es kann zwischen zwei Algorithmen gewählt werden.

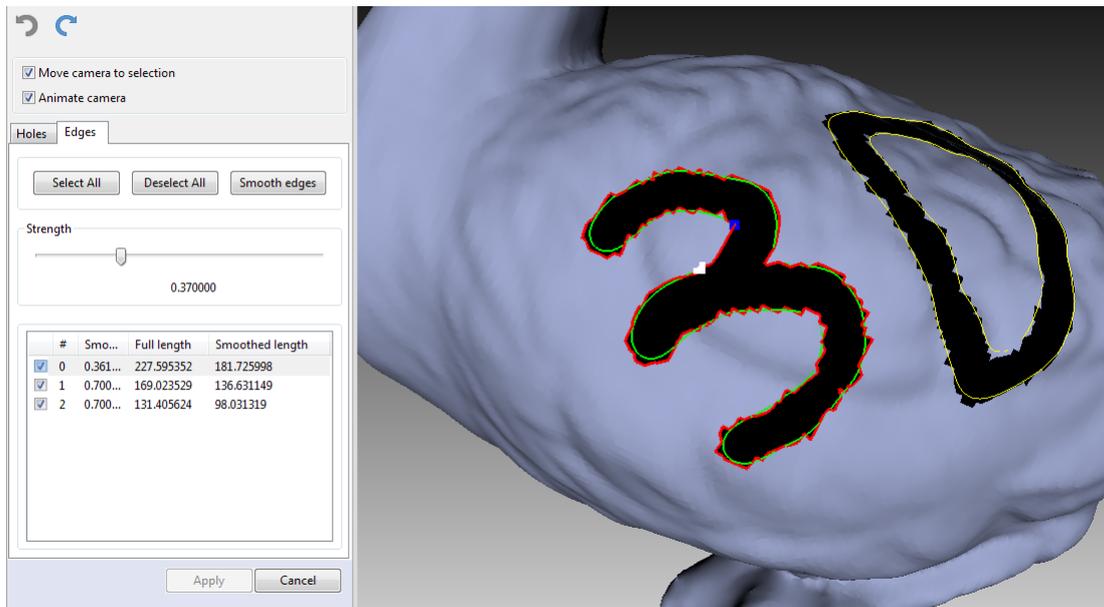


Abbildung 91: Selektion der Grenze für das Ränder-Glätten

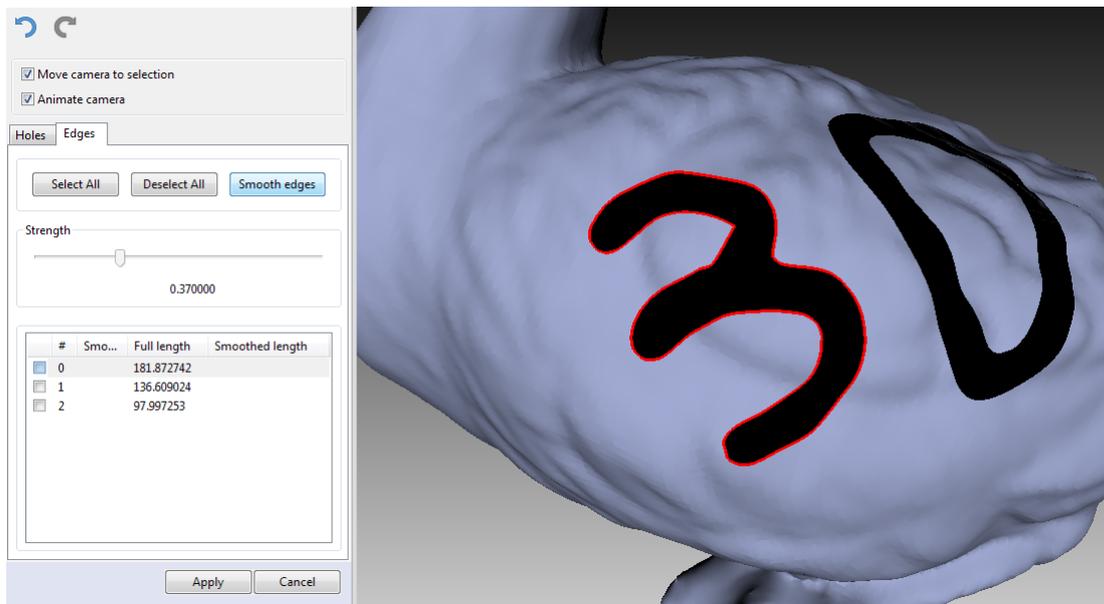


Abbildung 92: Resultate des Algorithmus für das Ränder-Glätten.

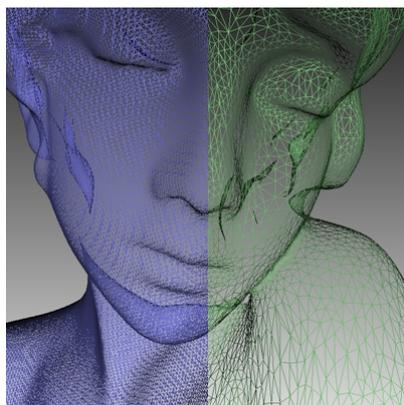


Abbildung 93: *Netzvereinfachung*: links Originalnetz, rechts optimiertes Netz.

9.10.5.1 Konventioneller Algorithmus

Durch Klicken auf die Erweiterung  neben *Netzvereinfachung* die Dropdown-Einstellungen des Algorithmus öffnen. Die passende Prozessierungs-Methode selektieren (bestimmt durch die *Stop_Bedingung*):

Genauigkeit – Modell auf eine vorgegebene Genauigkeit optimieren: Der *Fehler*-Parameter bestimmt die maximal erlaubte Abweichung (in Millimetern) des optimierten Modells vom Original-Modell. Sobald der Algorithmus diesen Wert erreicht hat, wird die Optimierung beendet.

Neuvernetzung – einfache Netzoptimierung durchführen, Dreiecke mit einer Kantenlänge kleiner als der *Neue_Kant_Schwelle*-Wert (in Millimetern) entfernen.

Dreiecksanzahl – ein Modell vereinfachen im Hinblick auf die Anzahl von Dreiecken, die im Parameter *Dreiecks_Anz* vorgegeben wird. Der Algorithmus minimiert die Abweichung des resultierenden Modells vom Original-Modell, der endgültige Wert ergibt sich jedoch erst am Ende der Prozessierung. Diese Methode verwenden, wenn eine vorgegebene Dreiecks-Anzahl im resultierenden Modell erreicht werden soll.

Tipp: Um die Anzahl von Dreiecken zu bestimmen, im Bedienfeld *Arbeitsbereich* auf das entsprechende Modell in der Liste doppelklicken (siehe [Abb. 44](#)).

UV_Dreiecks_Anzahl – ähnlich dem *Dreiecks_Anz*-Algorithmus, jedoch gedacht für texturierte Netze, deren Texturen nach der *Atlas*-Methode gemappt wurden (siehe [Texturanwenden \(Prozedur\)](#)). Hierbei wird nicht nur das Polygonnetz durch Reduzierung der Polygonanzahl vereinfacht, sondern auch die Textur erhalten.

UV_Netzkpunkte_Anzahl – ein texturiertes Modell vereinfachen im Hinblick auf die Anzahl von Netzknoten, die im *Netzp_Anz*-Parameter vorgegeben wird.

Tipp: Da die UV-Methoden tendenziell zu einer leicht reduzierten Textur-Auflösung führen, ist ihre Anwendung nur zu empfehlen, falls keine Scan-Rohdaten vorliegen. Generell

ist es besser, Modelle mit Hilfe einer regulären Methode zu vereinfachen und sie danach neu zu texturieren.

Die drei ersten Algorithmen in der obigen Liste haben zusätzliche Parameter:

Grenze_beibehalt – die Modell-Grenze beibehalten. Netzvereinfachung kann an den Scan-Grenzl原因en die Geometrie verändern. Daher den Wert *Ein* selektieren, falls der Verlauf der Grenzl原因en wichtiger ist als das optimierte Netz. Wird andernfalls *Aus* selektiert, vereinfacht der Algorithmus das Netz (auch) im Grenzbereich.

max_Nachb_Norm_Winkel – der Winkel zwischen den Normalen zweier benachbarter Facetten. Um die Erzeugung degenerierter Dreiecke durch Artec Studio zu verhindern, kann ein Winkel spezifiziert werden (Standardwert 120°). Wird in bestimmten Regionen der spezifizierte Winkel überschritten, verändert der Algorithmus dort das Netz nicht. Zu beachten ist, dass der Standardwert bereits für die meisten Fälle geeignet ist.

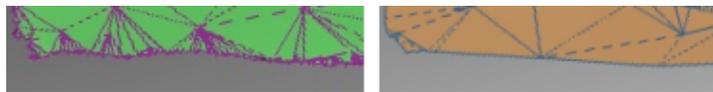


Abbildung 94: Optionen für die Grenzl原因en-Darstellung: *Grenze_beibehalt* aktiviert (links) und deaktiviert (rechts).

Nach Anpassung der Algorithmus-Einstellungen zum Starten der Prozessierung auf *Anwenden* klicken.

Bemerkung: Die Netzvereinfachung kann lange dauern, falls sich die Parameter des ursprünglichen und des optimierten Modells wesentlich unterscheiden (beispielsweise bei hohem Wert der Abweichung im Modus *Genauigkeit* oder falls die geforderte Polygonanzahl im Modus *Dreieck_Anz* viel kleiner ist als die des Original-Modells). Für sehr große 3D-Modelle erfordert die Operation umfangreiche Speicher-Ressourcen und kann bei ungenügendem RAM fehlschlagen. Um Speicher freizustellen, ungenutzte Anwendungen schließen und die Speicher-Ausnutzung in Artec Studio optimieren, dabei die Empfehlungen in *Speicher*, *Befehlsverlauf* und *Projekt-Daten selektiv laden* beachten.

9.10.5.2 Schnelle Netzvereinfachung

Der Algorithmus *Schnelle Netzvereinfachung* arbeitet schneller als der konventionelle. Hierzu diese Schritte durchführen:

1. Durch Klicken auf die Erweiterung  neben *Schnelle Netzvereinfachung* die Dropdown-Einstellungen des Algorithmus öffnen.
2. In der Textbox *Dreiecks_Anz* die gewünschte Dreiecksanzahl für das resultierende Modell spezifizieren. Die aktuelle Anzahl wird durch Doppelklicken auf das Modell im Fenster *Arbeitsbereich* angezeigt.
3. Die Option *Randbed_einhalt* setzen:

- Ist diese Option auf *Aus* gesetzt, bleibt der Wert von *Dreiecks_Anz* in der Textbox konstant.
 - Ist diese Option auf *Ein* gesetzt und kann der Algorithmus eine Fläche mit der spezifizierten Dreiecksanzahl (*Dreiecks_Anz*) nicht erzeugen, wird dieser Wert durch Artec Studio automatisch aktualisiert. Anders ausgedrückt ist die Qualitäts-Verbesserung der resultierenden Fläche vorrangig.
4. Zum Durchführen des Algorithmus auf *Anwenden* klicken.

9.11 Texturieren

Artec Scanner sind mit einer Farbkamera ausgerüstet, so dass auch texturierte 3D-Oberflächen aufgenommen werden können. Außerdem erweitert sich das Spektrum von Objekten, die sich zum Scannen eignen. Beim Texturieren werden die Texturen individueller Frames auf das fusionierte Netz projiziert.

9.11.1 Modell vorbereiten

Um den Textur-Vorteil zu nutzen, wie folgt verfahren:

1. Sicherstellen, dass das Kontrollkästchen *Textur nicht aufnehmen* abgeschaltet ist.
2. Falls notwendig, die Aufnahmefrequenz für die Textur-Frames anpassen (siehe *Texturaufnahme-Modus*).
3. Ausschalten der Blitzlampe vermeiden.
4. Die Texturhelligkeit im *Vorschau*-Modus mit Hilfe des gleichnamigen Schiebereglers im Bedienfeld *Scannen* anpassen.
5. Das Objekt mit dem ausgewählten Tracking-Algorithmus scannen. Die aufgenommenen Frames werden im Fenster *Arbeitsbereich* mit dem Buchstaben *T* markiert (Flächen-Ansichts-Modus) (siehe *Abb. 43*, rechts).
6. Die Daten prozessieren und ein Modell erzeugen, dabei die Liste zu Beginn von *Datenverarbeitung* oder *Autopilot* berücksichtigen.
7. Auf das resultierende Modell einen Algorithmus zur Netzvereinfachung anwenden (siehe *Netzvereinfachung*), um den Texturierungsprozess zu beschleunigen.
8. Das Bedienfeld *Textur* zum Anwenden der Textur auf das Modell verwenden.

9.11.2 Textur anwenden (Prozedur)

Das fusionierte 3D-Modell enthält keine Texturinformation. Um Texturen auf ein Modell zu übertragen, wie folgt verfahren:

1. Das Bedienfeld *Textur* öffnen

2. Aus der ersten Liste ein Modell auswählen (siehe [Abb. 95](#)); auf dieses Modell wendet Artec Studio die Texturen an
3. Aus der zweiten Liste die Scans selektieren, aus denen das Modell erzeugt wurde (diese Scans enthalten die benötigten Texturen)
4. Als nächstes eine Methode zum Anwenden der Texturen auf das Modell auswählen. Artec Studio bietet zwei Methoden:
 - *Vorschau* (Dreiecks-Karte)
 - *Export* (Textur-Atlas)
5. Die benötigte *Ausgabe-Texturgröße*³ und andere Optionen nach Bedarf (*Zusätzliche Einstellungen*) selektieren
6. Auf *Anwenden* klicken, um den Texturierungs-Prozess zu starten⁴
7. Am Ende, wenn die Textur vorliegt, diese nach Bedarf *adjust it*.

Zum Verringern oder Erhöhen der Auflösung bereits übertragener Texturen (*Ausgabe-Texturgröße*) kann die Übertragung erneut und mehrfach schneller durch Aktivierung der Option *Exportieren (UV-Karte erneut anwenden)* durchgeführt werden.

Warnung: Bei Modellen, deren Geometrie oder Orientierung wesentlich geändert wurden, sollte keine Texturierung erfolgen. Nach den folgenden Operationen überträgt der Algorithmus die Textur fehlerhaft:

- *Position* oder *Transformieren* des Modells relativ zu dessen ursprünglichen Scans
- *Nicht-starres Ausrichten*
- Löschen größerer Teile des Modells

Diese Operationen nur nach der Texturierung durchführen.

³ Texturieren mit 16K-Auflösung (16384x16384) ist nur mit Grafikkarten möglich, die über mindestens 3 GB Grafikspeicher verfügen.

⁴ Vor der Anwendung der Prozedur entlädt Artec Studio zur Optimierung der Speicher-Auslastung alle Flächen aus dem Speicher außer denen, die zum Texturieren benötigt werden. Eine detailliertere Beschreibung des selektiven Ladens von Projektdaten siehe *Projekt-Daten selektiv laden*.

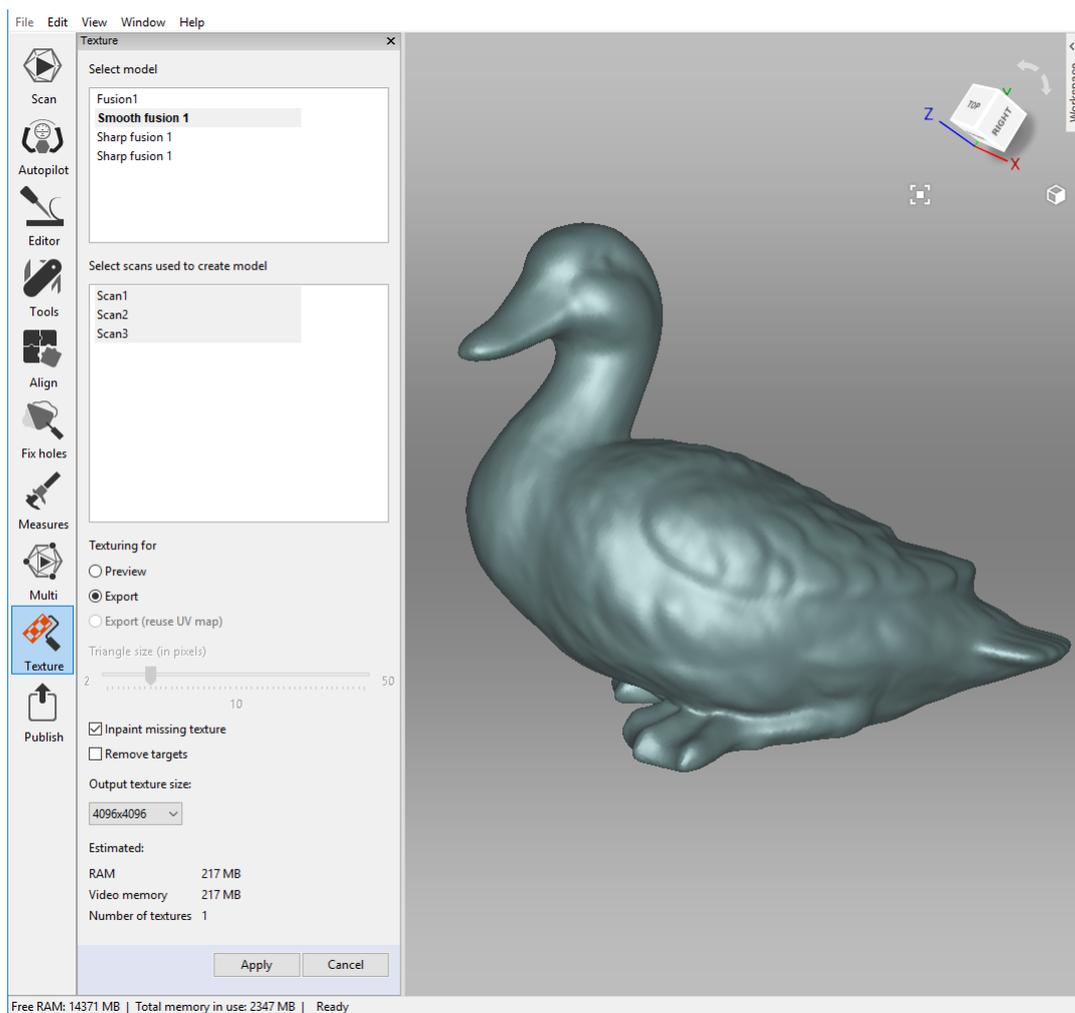


Abbildung 95: Eine Methode zur Texturübertragung auswählen und deren Parameter anpassen.

9.11.3 Modi

Tabelle 13: Vergleich der Textur-Übertragungsmethoden.

Modus	Textur-Verzerrung	Geschwindigkeit	Texturanzahl	Umgang mit der Textur-Auflösung
Zur Vorschau	Erhält nicht das Dreiecks-Abbildungsverhältnis	Schnell	Eine oder mehrere	Dreiecksgröße und Texturbild-Auflösung anpassen
Zum Export	Erhält das Dreiecks-Abbildungsverhältnis	Langsam	Nur eine	Texturbild-Auflösung anpassen

9.11.3.1 Texturieren zur Vorschau (Dreiecks-Karte)

Die *Vorschau*-Methode überträgt alle texturierten Dreiecke in ein quadratisches Texturbild (oder eine Serie von Bildern). Mit Hilfe des gleichnamigem Schieberegler (siehe [Abb. 96](#), rechts) kann die *Dreiecksgröße (in Pixeln)*⁵ angepasst werden. Zum Selektieren der resultierenden Texturgröße die Dropdown-Liste verwenden (die maximale Texturgröße hängt von den Fähigkeiten der Grafikkarte ab). Nach dem Ändern die Dreiecks-/Texturgröße erscheint die geschätzte Texturanzahl unten im Bedienfeld; die aktuelle Anzahl kann jedoch leicht variieren.

9.11.3.2 Für den Export Texturieren (Textur-Atlas)

Die *Export*-Methode zerschneidet die Fläche in einzelne Teile, die dann flach ausgebreitet und zu einem Bild mit der spezifizierten Größe zusammengefügt werden (siehe [Abb. 96](#) (Mitte) und [Abb. 52](#) in *Ränder im Textur-Atlas darstellen*). Diese Methode benötigt längere Zeit als die *Vorschau*, jedoch eignet sich die resultierende Textur weitaus besser zum manuellen Editieren.

9.11.3.3 Zusätzliche Einstellungen

Um eine Textur mit einer Einfärbungs-Technik zu modifizieren, eine dieser beiden Optionen verwenden:

Fehlende Textur einfärben erlaubt das Übertragen einer Textur auf Bereiche ohne Texturinformation durch Adaption der Textur aus der Umgebung.

Targets entfernen wirkt in gleicher Weise, füllt Targets mit Hilfe von Textur-Informationen aus der Umgebung aus (Targets dienen zur Erleichterung des Scannens – siehe [Scannen mit Targets](#)). Diese Option ist sinnvoll, falls *Targets_entf* vor der Erzeugung dieses fusionierten Modells aktiviert wurde (siehe [Modelle erzeugen \(Fusionieren\)](#)).

Textur-Normalisierung erlauben diese Option ist standardmäßig selektiert. Ziel ist die Kompensation von ungleichmäßiger Beleuchtung infolge der Bewegung des

⁵ Die Dreiecksgröße wird durch die Pixelanzahl pro Seite bestimmt.

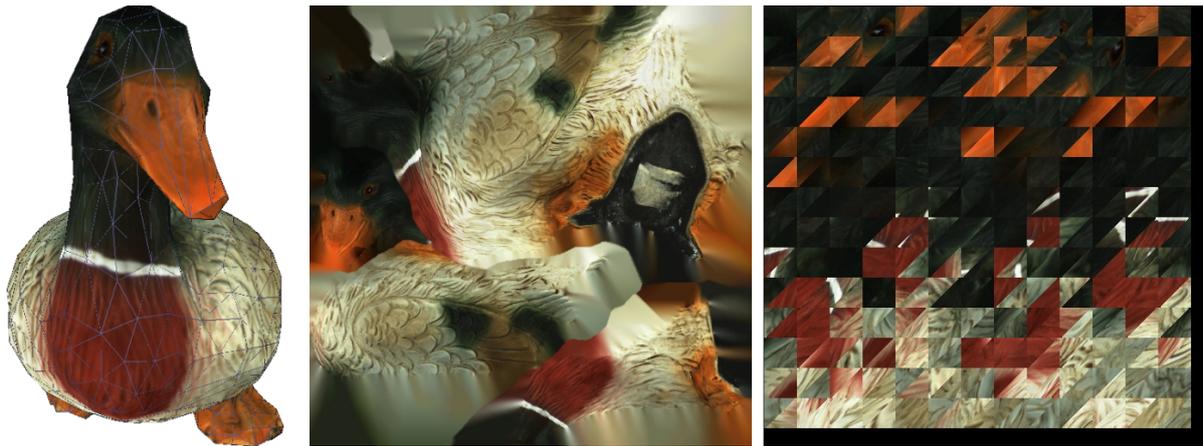


Abbildung 96: Methoden zum Textur-Mapping: Netz mit übertragener Textur (links), Beispiel für einen Textur-Atlas (Mitte) und Beispiel für Dreiecks-Mapping (rechts). Letzteres umfasst nur einen Teil der Netzfläche (die übrigen zwei Bilder sind nicht angezeigt).

Scanner-Blitzes während der Aufnahme. Die Beibehaltung dieser Option ist zu empfehlen.

9.11.4 Textur-Anpassung

Nach Abschluss der Texturierung kann die Textur auf dem Modell angepasst werden (siehe [Abb. 98](#)).

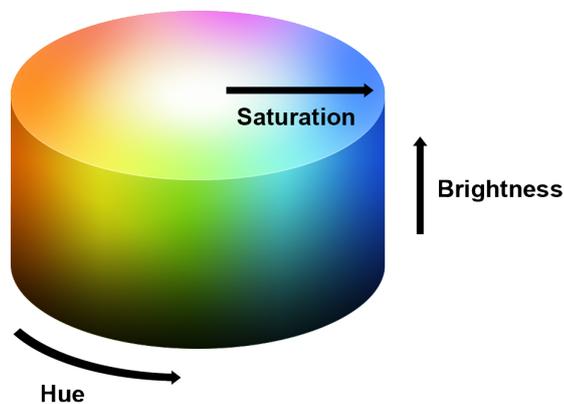


Abbildung 97: Darstellung von Farbton, Sättigung und Helligkeit.

Die folgenden Textur-Parameter können mit Hilfe der entsprechenden Schieberegler angepasst werden (Details siehe [Abb. 97](#)):

- Helligkeit
- Sättigung
- Farbton

- Kontrast
- Gamma-Korrektur

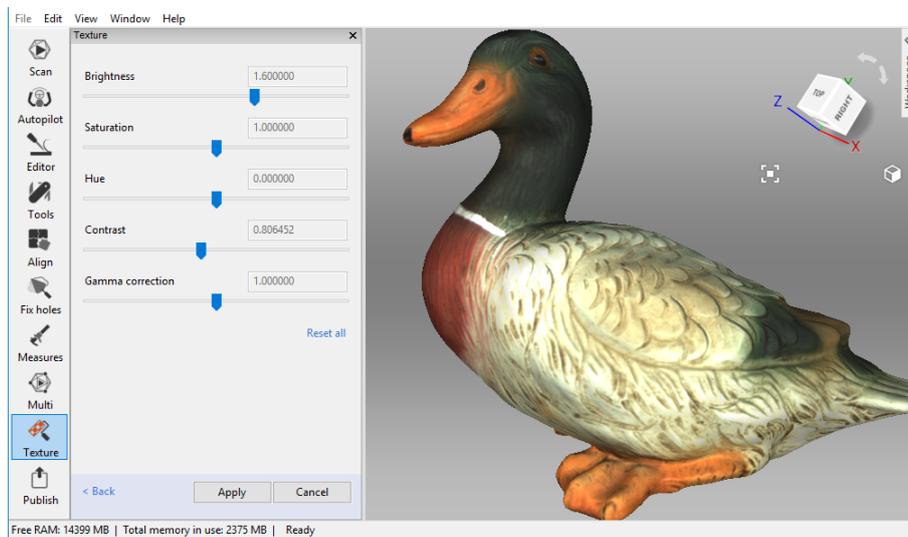


Abbildung 98: Textur-Anpassungen.

Die Anfangsstellung des *Farbton*-Schiebereglers entspricht der aktuellen Textur-Farbe. Das Ziehen des Reglers nach links oder rechts entspricht der Drehung des Farbrades gegen den Uhrzeigersinn bzw. im Uhrzeigersinn.

Nach der Durchführung der notwendigen Änderungen auf *Anwenden* klicken, um das resultierende texturierte Modell in den *Arbeitsbereich* zu übernehmen.

Um den Dialog für die Textur-Anpassung erneut zu öffnen, diesen Schritten folgen:

1. Im *Arbeitsbereich* ein texturiertes Model selektieren.
2. Mit **RMB** das Kontext-Menü aufrufen.
3. Den Befehl *Textur anpassen* aus der Liste selektieren.

9.12 Textur -Heilungs-Pinsel: manuell einfärben

Fehlende Texturen können durch manuelles Einfärben mit Hilfe des Werkzeugs *Textur-Heilungs-Pinsel* ergänzt werden. Dem Werkzeug liegt derselbe Algorithmus zugrunde wie der in *Textur anwenden (Prozedur)* beschriebenen Option *Fehlende Texturen einfärben*. Der Algorithmus verwendet Textur-Informationen aus den Nachbarregionen, um Flächenbereiche mit fehlender oder fehlerhafter Textur zu auszufüllen. Das linke Bild in [Abb. 99](#) zeigt eine kleine Textur-Imperfektion: eine Filzschreiber-Markierung auf der Figurine. Die Ergebnisse der Einfärbung dieser Region sind in [Abb. 99](#) (rechts) zu sehen.

Zum Aufrufen des Werkzeugs und Einfärben einer Textur wie folgt verfahren:

Hinweis: Da dieses Werkzeug über keine Widerrufsfunktion verfügt, ist ein vorheriger

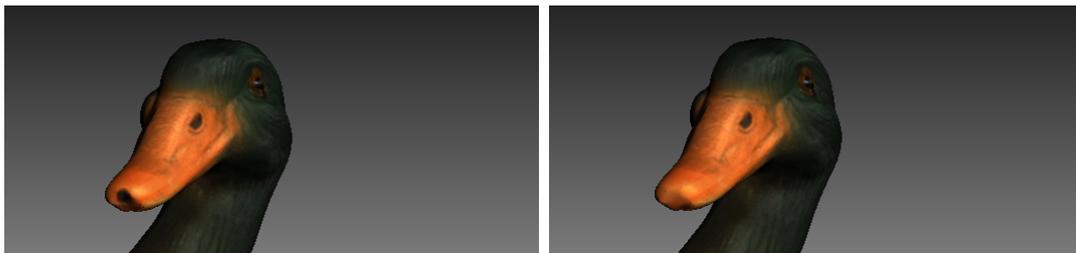


Abbildung 99: Textur-Heilungs-Pinsel: vor der Anwendung (links) und nach der Anwendung (rechts).

Backup des Modells durch Selektieren des Befehls *Scans duplizieren* in dessen Kontext-Menü zu empfehlen.

1. Zum *Export* das Modell mit dem -Merkmal kennzeichnen.

Wichtig: Diese Artec Studio Version unterstützt keine Textur-Wiederherstellung auf Modellen, die ‚texturiert zur *Vorschau*‘ (Dreiecks-Karte) wurden und in Regionen von Modellen, die mit dem *Defeature-Pinsel* korrigiert wurden.

2. Das Bedienfeld *Editor* durch Klicken auf das entsprechende Icon in der seitlichen Werkzeugleiste öffnen.
3. Den *Textur-Heilungs-Pinsel* selektieren.
4. Bei gedrückter `Ctrl`-Taste mit dem `Mausrad` oder `[` und `]` die Werkzeuggröße anpassen, die jedoch geringer sein sollte als die Größe der Region, deren Textur korrigiert werden soll.
5. Bei gedrückter `Ctrl`-Taste mit `:kbd:LMB` die interessierende Region überstreichen, so dass das Werkzeug (Kreis oder Spot) sich nur über die Problem-Fläche bewegt. Die Berührung benachbarter Bereiche vermeiden. Mit dem Knopf *Deselektieren* alle Selektionen rückgängig machen.
6. Den vorherigen Schritt so oft wie nötig wiederholen.
7. Zum Akzeptieren der Änderungen auf *Anwenden* klicken oder zum Verwerfen das Bedienfeld schließen.

Bemerkung: Beim Überstreichen eines Bereiches, in dem die Polygonanzahl den im Einstellungs-Dialog spezifizierten Wert übersteigt (siehe *Warnungen*), erscheint ein Hinweis mit der Frage, ob der Wert ignoriert oder die Operation abgebrochen werden soll. Im ersten Fall dauert die Prozessierung länger.

9.13 Modelle zum Export vorbereiten

9.13.1 Bewegen, Drehen und Skalieren (Transformations-Werkzeug)

Das *Transformations-Werkzeug* erlaubt das Verschieben, Drehen oder Skalieren von Objekten im Fenster *3D-Ansicht*.

Um das Werkzeug zu benutzen, das Bedienfeld *Editor* öffnen und *Transformations-Werkzeug* selektieren oder den Knopf \mathbb{T} drücken. Das Bedienfeld öffnet sich mit vier Tabulatoren, die den verschiedenen Modi zur Änderung der Objektposition im globalen Koordinatensystem entsprechen. Der Name des aktiven Modus erscheint unten im Fenster *3D-Ansicht*.

Um den Modus *Verschieben* aufzurufen, auf den Tabulator *Verschieben* klicken oder auf \mathbb{T} drücken. Im Bedienfeld *Editor* erscheinen drei Eingabefelder mit Angabe der aktuellen Ursprungs-Koordinaten (in Millimetern) des lokalen Koordinaten-Systems. Die Anfangsposition des lokalen Koordinaten-Systems befindet sich im Zentrum des globalen Systems. Um ein Objekt zu verschieben, wahlweise wie folgt verfahren:

- Neue Koordinatenwerte für das lokale System in die entsprechenden Felder des Bedienfeldes *Editor* eingeben. Um die Position nur entlang einer bestimmten Achse zu verschieben, zuerst auf die entsprechenden Tasten *X*, *Y* oder *Z* drücken.
- Das Objekt im Fenster *3D-Ansicht* durch Ziehen der entsprechenden Kontrolle frei bewegen (siehe [Abb. 100](#)):
 - *Quadrat* im Zentrum zum freien Bewegen
 - *Pfeil* zum Bewegen entlang einer bestimmten Achse
 - *Linien zwischen Pfeilen* zum gleichzeitigen Bewegen entlang zweier Achsen

Bemerkung: Das Orientieren des Objekts könnte u.U. einfacher sein, wenn zuerst eine neue Position für den Ursprung des lokalen Koordinatensystems spezifiziert wird: Im Fenster *3D-Ansicht* auf den anvisierten Oberflächenpunkt doppelklicken.

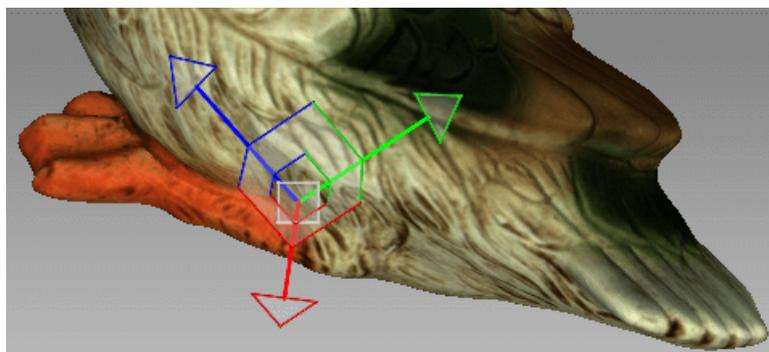


Abbildung 100: Verschiebungs-Kontrolle

Um den Modus *Drehen* aufzurufen, auf den Tabulator *Drehen* klicken oder auf R drücken. Im Bedienfeld *Editor* erscheinen drei Eingabefelder mit den Werten der Euler-Winkel. Am Anfang sind alle Werte auf Null gesetzt. Um ein Objekt zu drehen, wie folgt verfahren:

- Die neuen Winkelwerte (in Grad) in die entsprechenden Felder des Bedienfeldes *Editor* eingeben.
- Einen der drei Kreise ziehen (siehe [Abb. 101](#)), um das Objekt zu drehen. Durch Drücken der Taste, die der betreffenden Achse entspricht (X , Y oder Z) werden die Kontrollen der beiden anderen Achsen ausgeblendet.

Bemerkung: Das Orientieren des Objekts könnte u.U. einfacher sein, wenn zuerst eine neue Position für den Ursprung des lokalen Koordinatensystems spezifiziert wird: Im Fenster *3D-Ansicht* auf den anvisierten Oberflächenpunkt doppelklicken.

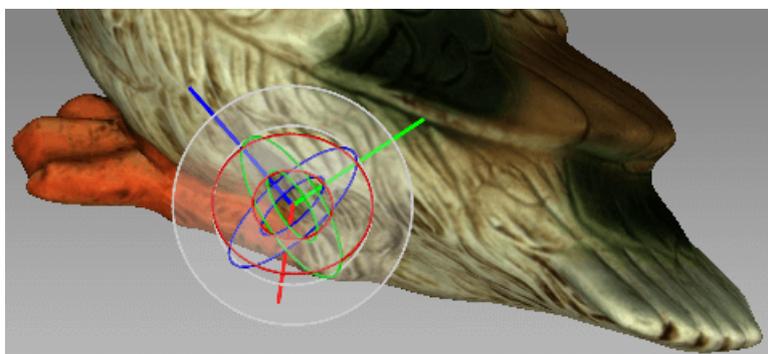


Abbildung 101: Drehungs-Kontrolle

Um den Modus *Skalieren* aufzurufen, auf den Tabulator *Skalieren* klicken oder auf S drücken. Im Bedienfeld *Editor* erscheinen ein einzelnes Eingabefeld mit Angabe des aktuellen Skalierungswertes (1.000). Zum Skalieren eines Objekt stehen zwei Optionen zur Verfügung:

- Den neuen Skalierungswert in das Feld eingeben.
- Den Ursprung der Kontrolle ([Abb. 102](#)) oder eines der abgerundeten Enden im Fenster *3D-Ansicht* ziehen.

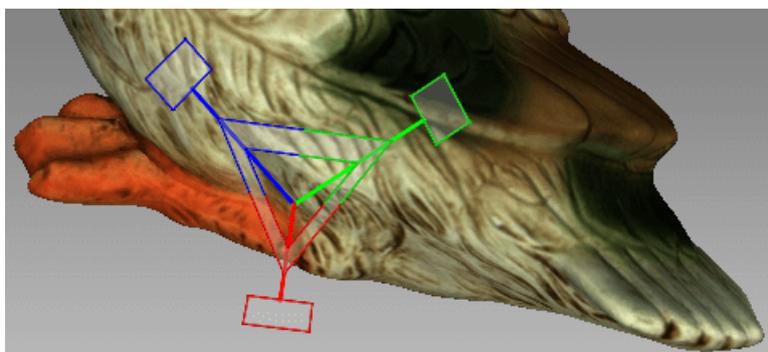


Abbildung 102: Skalierungs-Kontrolle

Nach dem Ändern des Objekts mit einer der oben beschriebenen Methoden die Änderungen bestätigen oder verwerfen durch Klicken auf *Anwenden* bzw. auf *Zurücksetzen*.

Bei jedem Klicken auf *Anwenden* speichert Artec Studio die Objektposition im Projektverlauf. Auf diese Weise ermöglicht der Knopf  (*Widerrufen*) im Bedienfeld *Arbeitsbereich* die Rückkehr zur anfänglichen Objektposition.

9.13.2 Objekte auf einer Koordinatenebene platzieren (Positionierungs-Werkzeug)

Es gibt Anwendungen, bei denen das Modell auf einer der Koordinatenebenen platziert werden sollte (z.B. aus ästhetischen Gründen oder als Modell-Vorbereitung für Messungen, zur Aufnahme von Bildschirm-Fotos, zum Export usw.). Anstatt die Modellposition mit den Modi *Drehen* und *Verschieben* im *Transformations-Werkzeug* anzupassen, kann auch das spezielle *Positionierungs-Werkzeug* verwendet werden. Hierzu die folgenden Schritte durchführen.

Tipp: Die Option *Automatische Basis-Entfernung ermöglichen* könnte für die automatische Positionierung von Scans nach Abschluss des Scannens hilfreich sein (siehe *Basis-Entfernung: Löschen einer Unterlagen-Fläche*.)

1. Das Bedienfeld *Editor* in der seitlichen Werkzeugleiste öffnen und entweder auf *Positionierungs-Werkzeug* klicken oder auf \mathbb{P} drücken.
2. Sicherstellen, dass das Koordinatengitter angezeigt wird, andernfalls \mathbb{G} drücken oder in der 3D-Werkzeugleiste den Befehl *Gitter* selektieren.
3. Um die Koordinatenebene zu wählen, auf der das Modell auf platziert werden soll, eine der folgenden Optionen aktivieren: *XOY*, *YOZ* oder *ZOX*. Dieser Schritt kann auch übersprungen und nach Schritt 3 zu ihm zurückgekehrt werden.
4. Mit LMB mindestens drei Punkte auf der Oberfläche selektieren; die Ebene wird automatisch durch den Schwerpunkt gelegt (siehe *Abb. 103*). Es gelten die folgenden Randbedingungen:
 1. Mit jedem zusätzlichen Punkt berechnet Artec Studio die Ebene neu. Um Punkte neu zu setzen, kann jederzeit auf *Punkte löschen* geklickt werden.

Bemerkung: Eine Ebene wird durch drei Punkte bestimmt. Bei nicht-ebenen Flächen können mehr als drei Punkte erforderlich sein. In diesem Fall gilt: Je mehr Punkte spezifiziert werden, desto präziser passt sich die Ebene an die Fläche an.

2. Außer der Positionierung der Ebene durch den Schwerpunkt der selektierten Punkte wird auch der Koordinatenursprung in diesen Punkt verschoben.
3. Die Lage des Koordinatenursprungs kann wie unten beschrieben angepasst werden.

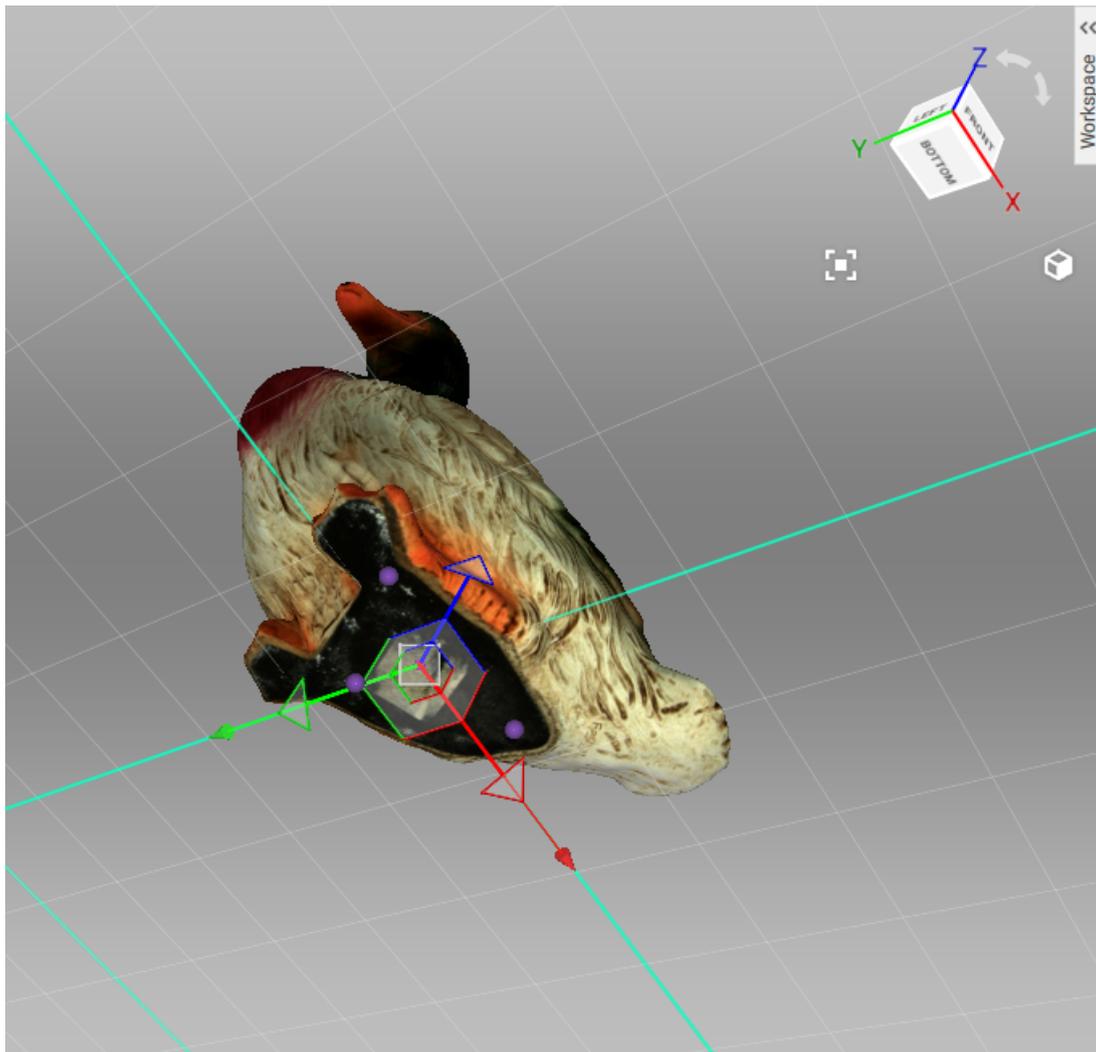


Abbildung 103: Modell im globalen Koordinatensystem positionieren.

5. Falls gewünscht, die Richtung der Koordinatenachse umkehren, und zwar durch Klicken auf den Knopf *Z invertieren* für die XOY-Ebene, *X invertieren* für die YOZ-Ebene oder *Y invertieren* für die ZOX-Ebene.
6. Falls zweckmäßig, die Modellposition relativ zum Koordinatenursprung anpassen:
 1. `Shift + LMB` – das Modell um die Achse drehen, die senkrecht auf der aktuellen Ebene steht
 2. `Shift + RMB` – das Modell in einer festgelegten Richtung in der Ebene bewegen
 3. `Shift + LMB + RMB` – das Modell frei in der Ebene bewegen
7. Um das Modell auf einer spezifizierten Ebene zu fixieren, auf *Anwenden* drücken oder das Bedienfeld schließen, um die Positionierung abzubrechen.

Um die Änderungen der Objektposition zu verwerfen, im Bedienfeld *Arbeitsbereich* auf  klicken oder `Ctrl+Z` drücken.

9.14 Fortgeschrittene Techniken

9.14.1 Automatische Prozessierung

Siehe auch:

Autopilot

Automatische Prozessierung ist ein spezieller Modus im Bedienfeld *Werkzeuge*, der Zeit spart und die Nachbearbeitung vereinfacht. Mit nur einem Klick können alle Nachprozessierungs-Algorithmen im Bedienfeld *Werkzeuge* (*Grobe*, *Feine* und *Globale Registrierung*, *Schnell*, *Weiche* und ** Scharfe Fusionierung**, *Filter für kleine Objekte* oder *Ausreißer entfernen*, *Löcher füllen**, *Netzvereinfachung*, *Neuvernetzung* und *Glätten*) durchgeführt werden.

Um vom manuellen zum automatischen Modus umzuschalten, das Bedienfeld *Werkzeuge* öffnen und aus der Dropdown-Liste in der linken Ecke die Option *Auto* wählen. Auf den -Knopf klicken, um alle Optionen zu sehen, die im automatischen Modus zur Verfügung stehen. Zur Beachtung: Standardmäßig sind nur *Globale Registrierung*, *Schnelle Fusionierung* und *Filter für kleine Objekte* möglich. Zum Durchführen anderer Aktionen die Option *Ein* in der Dropdown-Liste neben der gewünschten Funktion wählen oder *Aus* wählen, um eine Funktion von der automatischen Prozessierung auszuschließen. Durch Klicken auf *Weiter!* oder Drücken auf `Ctrl + G` wird die automatische Prozessierung gestartet.

Jede Algorithmen-Einstellung und jeder Parameter basieren auf den Werten des manuellen Modus. Um diese Werte zu ändern, in den Modus *Manuell* umschalten, die notwendigen Änderungen vornehmen und dann die automatische Prozessierung durchführen – Artec Studio wendet alle Änderungen an.

Beachten, dass die Algorithmen in der aufgelisteten Reihenfolge abgearbeitet werden, zuerst *Grobe serielle Registrierung* und am Schluss *Neuvernetzung*. Daher ist manuell vor-

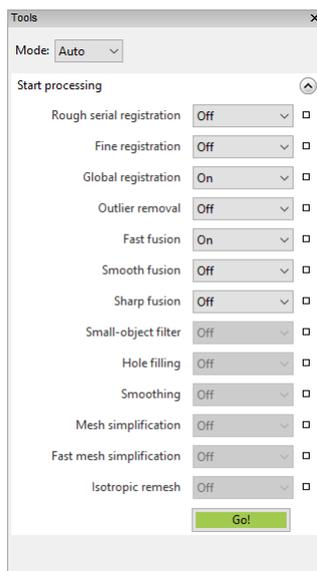


Abbildung 104: Erweitertes Menü zur Auto-Nachprozessierung.

zugehen, falls z.B. der *Filter für kleine Objekte* vor *Schnelle Fusionierung* oder *Globale Registrierung* angewendet werden soll.

Anders als die manuelle Prozessierung erfordert die automatische Prozessierung nicht die konstante Aufmerksamkeit des Anwenders und ist daher zweckmäßiger für die Prozessierung großer Objekte: Man kann die Einstellungen konfigurieren, die Prozessierung starten und unbeaufsichtigt durchlaufen lassen. Bei Objekten beliebiger Größe lassen sich mit weniger Mausklicks Ergebnisse erzielen.

9.14.2 Isotrope Vernetzung

Bemerkung: Nicht zu verwechseln mit dem Parameter *Neuvernetzung* in *Mesh simplification*.

Die *Isotrope Vernetzung* ist eine Operation, bei der ein 3D-Modell so modifiziert wird, dass neue Netzdreiecke einheitlicher Größe entstehen. Software-Pakete, in denen Modelle von Artec Studio verwendet werden sollen, können u.U. diese Anforderungen stellen.

Der Algorithmus produziert ein isotropes Netz, erniedrigt aber nicht notwendigerweise die Polygonanzahl. Wegen der gleichförmigen Dreiecksstruktur ist die Ausgabedatei häufig kleiner als die Originaldatei.

Um ein gleichförmiges Netz zu produzieren,

1. Das Modell mit dem -Merkmal kennzeichnen
2. Das Bedienfeld *Werkzeuge* öffnen
3. Zum Abschnitt *Isotrope Vernetzung* gehen
4. Auf  klicken und die *Auflösung* wie benötigt spezifizieren

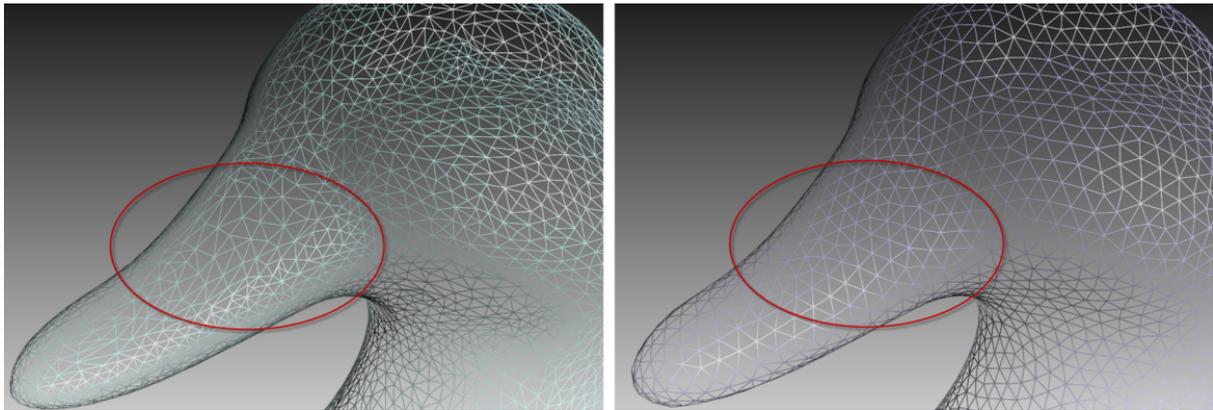


Abbildung 105: Die isotrope Vernetzung in Aktion: Original-Modell links, prozessiertes Modell rechts.

5. Auf *Anwenden* klicken.

9.14.3 Normalen-Inversion

Die Normalen-Richtung bestimmt die Sichtbarkeit einer Oberfläche in der 3D-Grafik. Zur Anzeige der Objekt-Normalen in Artec Studio *3D-Ansicht* siehe *Darstellen von Normalen und Rändern*.

Normalen-Inversion ermöglicht das Umstülpen des Modells. Diese Option kann bei der Herstellung von zueinander passenden Abformungs-Teilen nützlich sein oder bei der Gewinnung eines Modells aus dessen Gussform (z.B. einen Schuhleisten aus einem Fußabdruck erzeugen, siehe *Abb. 106*).

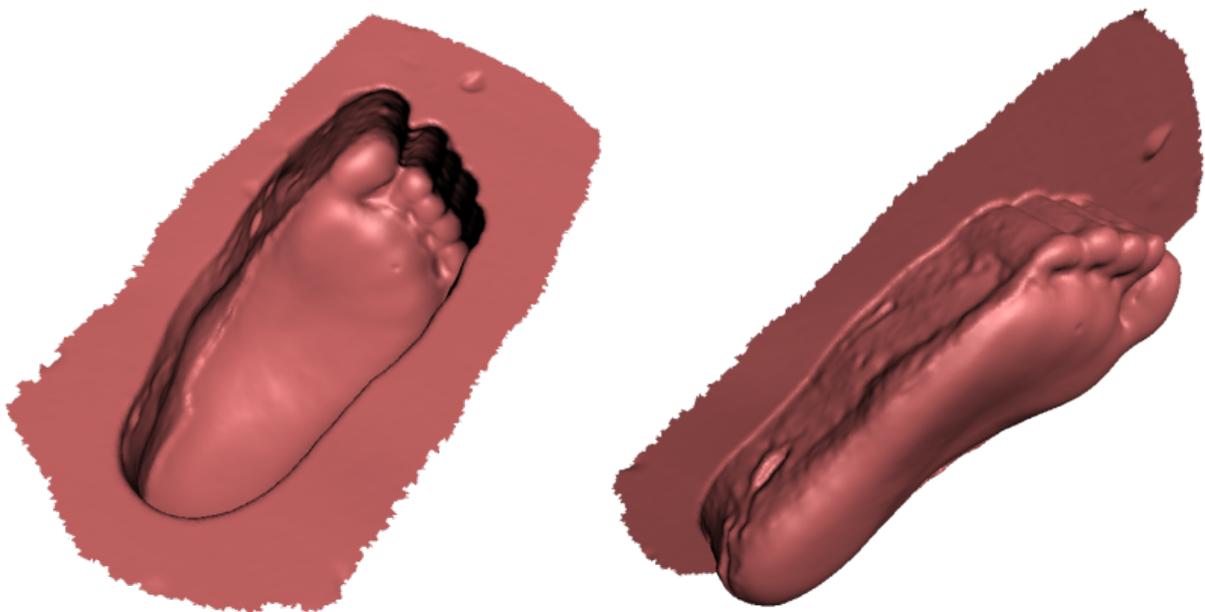


Abbildung 106: Anwendung der Normalen-Inversion: Erzeugen eines Fußmodells (rechts) aus dessen Abdruck (links).

Um die Normalen eines bestimmten Modells zu invertieren,

1. Das Modell mit dem -Merkmal kennzeichnen
2. Das Bedienfeld *Werkzeuge* öffnen
3. Zum Abschnitt *Normalen-Inversion* gehen
4. Auf *Anwenden* klicken.

9.14.4 Korrektur von Triangulations-Fehlern

Einige Algorithmen können zu Triangulations-Fehlern im resultierenden Modell führen. Hierzu gehören:

Nicht verbundene Netzpunkte – Punkte, die nicht Netzpunkte eines Dreiecks sind

Netzpunkte mit identischen Koordinaten – Netzpunkte mit identischen Koordinaten

Facetten mit ungültigen Netzpunkten – Dreiecke, die auf nicht existierende Netzpunkte zeigen

Singuläre Facetten – Dreiecke, bei denen mindestens zwei der drei Netzpunkte identisch sind.

Facetten mit gleicher Signatur – Facetten mit vollständig übereinstimmenden Netzpunkte-Sätzen

Kanten, die zu drei oder mehr Facetten gehören – Kanten, die an drei oder mehr Facetten angrenzen

Facetten mit falscher Orientierung – Facetten, deren Normalen in die entgegengesetzte Richtung weisen wie die der angrenzenden Facetten

Um diese Fehler zu korrigieren, ein Modell im *Arbeitsbereich* mit dem -Icon kennzeichnen und die Tasten `Ctrl + R` drücken, oder den Menü-Befehl *Window* → *Reparieren* selektieren. Falls der Algorithmus keine Triangulations-Fehler entdeckt, zeigt Artec Studio eine entsprechende Benachrichtigung an. Andernfalls öffnet sich das Bedienfeld *Reparieren* und zeigt die oben erwähnte Liste der zu korrigierenden Fehler an. Neben den Namen der Fehler erscheint eine Spalte mit Angabe der Anzahl eines bestimmten Typs von Fehlern, die im Modell gefunden wurden. Alle Fehler können durch Drücken auf *Alle anzeigen* selektiert werden. Daraufhin werden alle fehlerhaften Gitterpunkte und Dreiecke im Modell durch farbige Punkte angezeigt. Die Darstellung eines bestimmten Fehlertyps lässt sich durch Entfernen des -Icons neben dem zugehörigen Namen unterdrücken, durch Klicken auf *Keine anzeigen* wird die Darstellung aller Fehlertypen unterdrückt. Um Fehler zu reparieren, auf *Alle reparieren* klicken. Durch Klicken auf den Knopf *Anwenden* werden die Änderungen angenommen.

Zusätzliche Modi

Dieses Kapitel beschreibt andere Modi von Artec Studio , wie etwa

- *Publizieren im Web*
- *Mehrfach-Aufnahmen*
- *Messwerkzeuge*

10.1 Publizieren im Web

Mit Modellen im Web kann die Zusammenarbeit zwischen den Benutzern vereinfacht werden. Artec Studio ermöglicht das Publizieren von 3D-Modellen im Web über *viewshape.com*. Viewshape ist ein Dienst, der WebGL zum Rendern von 3D-Modellen in einem Web-Browser verwendet. Publierte Modelle lassen sich bei *viewshape.com* oder eingebettet in andere Webseiten, Blogs oder soziale Netzwerke ansehen. Sie können auch privat geteilt werden, so dass nur diejenigen, die die eindeutige URL kennen, diese sehen, kommentieren und verwenden können.

Derzeit unterstützen die meisten Browser WebGL. Sollte dieses Feature in einem speziellen Browser gesperrt sein oder nicht unterstützt werden, zeigt *viewshape.com* die 3D-Geometrie als vorgerenderten Satz von Bildern an, die mit der Maus gedreht werden können. Derartige Bilder werden als Spin Images bezeichnet.

Das Bedienfeld *Publizieren* dient zum Publizieren eines Modells. Es ist nur zugänglich, wenn genau ein fusioniertes Modell im Fenster *Arbeitsbereich* selektiert wurde, andernfalls zeigt Artec Studio eine Fehlermeldung an. Der Login bei *viewshape.com* erfolgt über

das *my.artec3d* Konto. Bei Versagen ist das Login-Fenster über den Link oben im Bedienfeld erreichbar (siehe [Abb. 107](#)).

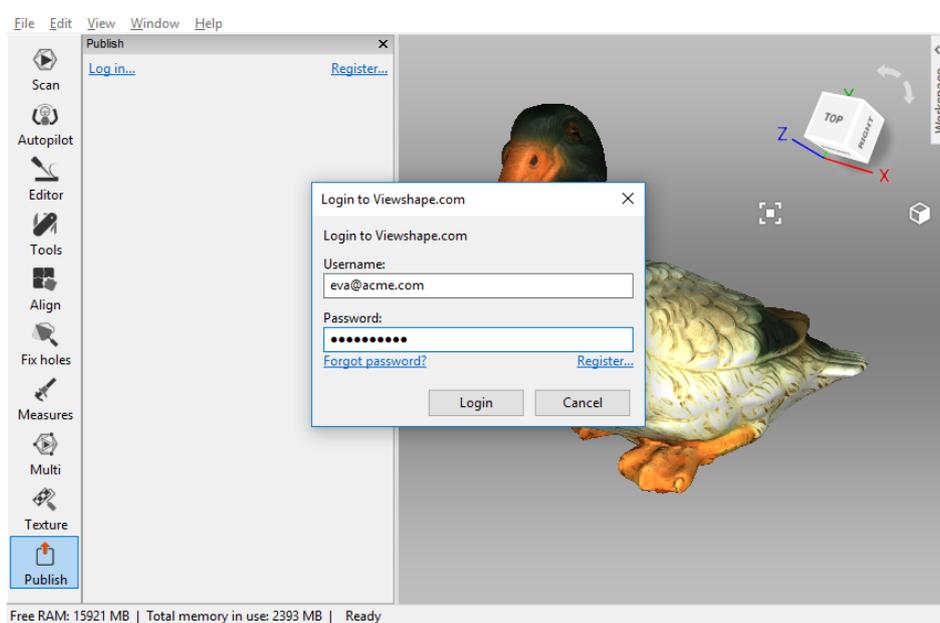


Abbildung 107: Viewshape.com Login-Fenster.

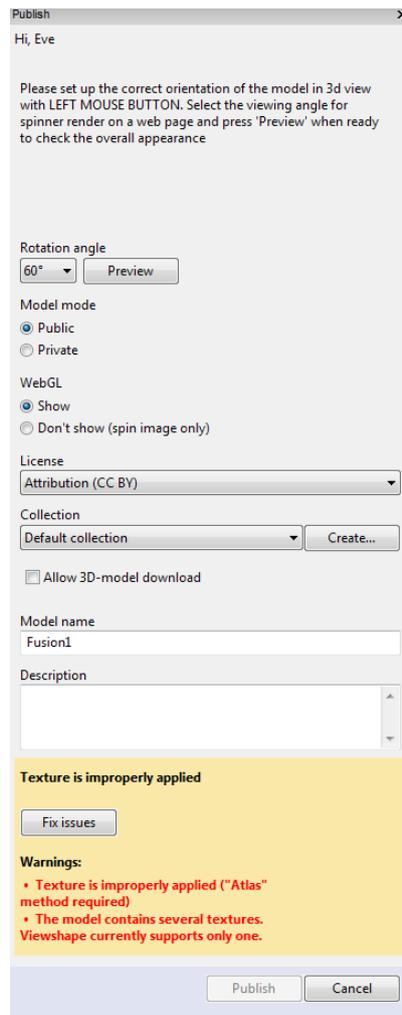
Nach erfolgreichem Login erscheint das in [Abb. 108](#) gezeigte Fenster. Zum Hochladen sind die nachfolgenden Schritte auszuführen:

1. Die Position des Modells im Fenster *3D-Ansicht* justieren, um dessen Ansicht im Web zu prüfen.
2. Die Drehung in der Vorschau überprüfen, falls erforderlich.
3. Sichtbarkeits-Optionen auswählen (*Öffentlich* oder *Privat*).
4. Auswählen, ob WebGL: *Anzeigen* verwendet werden soll, um ein vollwertiges und frei drehbares 3D-Modell darzustellen, oder *Nicht anzeigen (Bild nur drehen)*, um Bilder des Modells aus verschiedenen Aufnahmerichtungen zu zeigen. Diese Bilder können nur um die Vertikalachse gedreht werden.
5. Einen Lizenztyp für das Modell selektieren.
6. Die Sammlung in der Modellgalerie spezifizieren, in der das Modell publiziert werden soll, oder eine neue erstellen.

Zusätzlich zu den vorhergehenden Schritten müssen auch der *Modellname* und optional die *Modellbeschreibung* festgelegt werden. Sobald der gesamte Vorgang abgeschlossen ist, auf *Publizieren* klicken; das Modell erscheint auf der Seite.

10.1.1 Modell-Anforderungen

WebGL ist eine fortschrittliche, aber nicht sehr leistungsstarke API. Bei Modellen aus mehreren Millionen Polygonen und mehreren sehr hochauflösenden Texturen kann es zu

Abbildung 108: Bedienfeld *Publizieren*.

Schwierigkeiten beim Rendern in einem Browser kommen. Um ein gut aussehendes Modell zu erzeugen, muss dieses daher zuerst optimiert werden. Folgende Modellparameter sind zu empfehlen:

- Weniger als 1000000 (300000 für die Demo-Version) Polygone
- Texturgröße 4096×4096 (1024×1024 für die Demo-Version) Pixel
- Mit der Atlas-Methode gemappte Textur (obligatorisch)
- Modell so positioniert, dass es um die Y-Achse gedreht werden kann

Mit **LMB** * kann das Modell in der *3D-Ansicht* um seinen Schwerpunkt gedreht werden. Da Verschieben hier nicht möglich ist, sollte das Modell in die Position gedreht werden, in der es im Web erscheinen soll.

Falls die Modellparameter nicht den oben aufgelisteten Anforderungen und Empfehlungen genügen, erscheint unten im Fenster eine gelbe Mitteilung zusammen mit einem Knopf, über den Artec Studio zum Beseitigen des Problems aufgefordert wird.

10.1.2 Probleme beheben

Falls das Modell eines oder mehrere Probleme aufweist (wie [Abb. 108](#) zeigt), auf den Knopf *Probleme beheben* klicken. Das Programm öffnet dann ein neues Bedienfeld gemäß [Abb. 109](#).

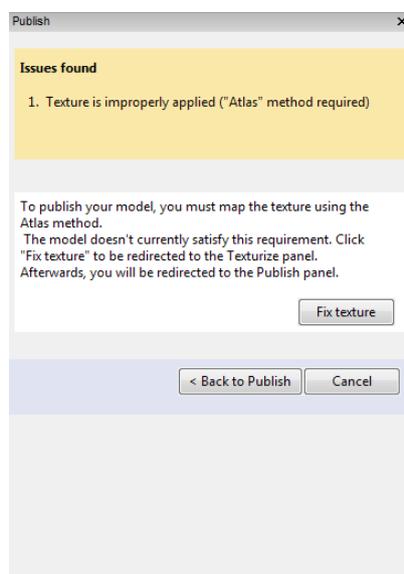


Abbildung 109: Modellprobleme beheben.

Derzeit kann Artec Studio zwei Probleme erkennen: sehr dichte Netze und fehlerhaftes Textur-Mapping. Falls das Netz zu dicht ist, muss es zuerst vereinfacht werden. Das entsprechende Werkzeug befindet sich im Dialog *Probleme gefunden*. Wird die Textur mit der *Vorschau*-Methode gemappt (Dreiecksnetz), kann sie durch Klicken auf *Textur Heilen* neu gemappt werden, wie [Abb. 109](#) zeigt. Daraufhin öffnet sich das *Textur*-Bedienfeld, in dem die Reparatur mit der *Export*-Methode (Textur-Atlas) und der empfohlene Auflösung ermöglicht wird.

Nachdem alle Probleme behoben wurden, durch Klicken auf *Zurück zu Publizieren* zum Bedienfeld *Publizieren* zurückkehren und den Publikationsprozess fortsetzen.

10.2 Mehrfach-Aufnahmen

Mit Artec Studio lassen sich mehrere Scanner zum Synchron-Scannen einsetzen. Dieser Modus ist hilfreich, wenn ein großes Objekt mit mehr als einem Scanner gleichzeitig aus mehreren Blickrichtungen aufgenommen werden soll. Dies bedeutet, dass die Positionen der einzelnen Scanner dem System im Voraus bekannt sind, wodurch die Datenverarbeitung erheblich vereinfacht und beschleunigt wird. Aus diesem Grund sind vor der Aufnahme die relativen Positionen der Scanner zu kalibrieren. Die resultierenden, als *Bündel* bezeichneten Kalibrationsdaten enthalten die Identifikations-Nummern der Scanner und deren räumliche Anordnung.

Gebündelt werden können Artec 3D-Scanner, 3D-Sensoren von Fremdherstellern und beliebige Kombinationen von beiden. Die einzige Einschränkung besteht darin, dass jeweils nur ein *Microsoft Kinect v2* oder *Intel RealSense (F200, R200 or SR300)* Sensor beteiligt sein darf.

Wichtig: Bezüglich des Rechners erfordert der Einsatz von mehreren Artec Scannern die Verfügbarkeit eines eigenen unabhängigen USB Host-Controllers für jeden angeschlossenen Scanner.

Bemerkung: Zur Beachtung: Die Erweiterung eines Bündels mit dem 3D-Sensor eines Fremdherstellers ist nur in Artec Studio Ultimate möglich.

Mit der folgenden Prozedur werden die Geräte und die Umgebung für die Simultan-Erfassung der 3D-Szene vorbereitet:

1. Die relative Position jedes Gerätes kalibrieren (d.h. ein Bündel erzeugen)
2. Zur Aufnahme von Scans das Bedienfeld *Multi* aufrufen

Zum Erstellung eines Bündels die folgenden Schritte durchführen:

1. Test-Objekt mit allen zum Bündel gehörenden Scannern aufnehmen (siehe Objekt-Anforderungen in *Bündel erzeugen*)
2. Die resultierenden Scans mit dem Werkzeug *Ausrichten* manuell ausrichten, um die relativen Positionen aller Scanner zu berechnen
3. Im Bedienfeld *Bündel erzeugen* das Bündel erzeugen

Bemerkung: Nach dem Erzeugen des Bündels dürfen die Scanner nicht mehr relativ zueinander bewegt werden. Sobald die Position auch nur eines Gerätes verändert wurde, muss das Bündel neu erzeugt werden!

10.2.1 Bündel erzeugen

Vor dem Erzeugen eines Bündels die folgenden Schritte durchführen:

1. Gerätepositionen auswählen. Das kombinierte Sichtfeld aller Scanner sollte die gesamte Szene abdecken.
2. Die Scanner in den gewählten Positionen fixieren. Ist Hardware-Synchronisierung geplant (siehe *EVA Scanner: Hardware-Synchronisation*), sollten die Scanner mit Handschrauben auf Dreibein-Stativen sicher befestigt werden, wobei für freie Beweglichkeit der Kabel zu sorgen ist.
3. Das Kalibrationsobjekt selektieren und aufstellen. Als Kandidat eignet sich jedes Objekt mit abwechslungsreicher Geometrie. Objekte mit einfacher Geometrie (z. B. Ebenen, Kugeln oder Zylinder) sollten vermieden werden. Um ein Bündel zu erzeugen, können mehrere Objekte in Kombination verwendet werden. Zu empfehlen ist die Aufstellung der Objekte in der Mitte des Erfassungsbereichs des betreffenden Gerätetyps.

Das Scannen kann über die Bedienfelder *Erfassen* oder *Multi* erfolgen. Letztere Option ist besser geeignet, da sie die gleichzeitige Aufnahme der Video-Datenströme von mehreren Scannern erlaubt. Details zu diesem Modus siehe *Mehrfach-Erfassung durchführen*.

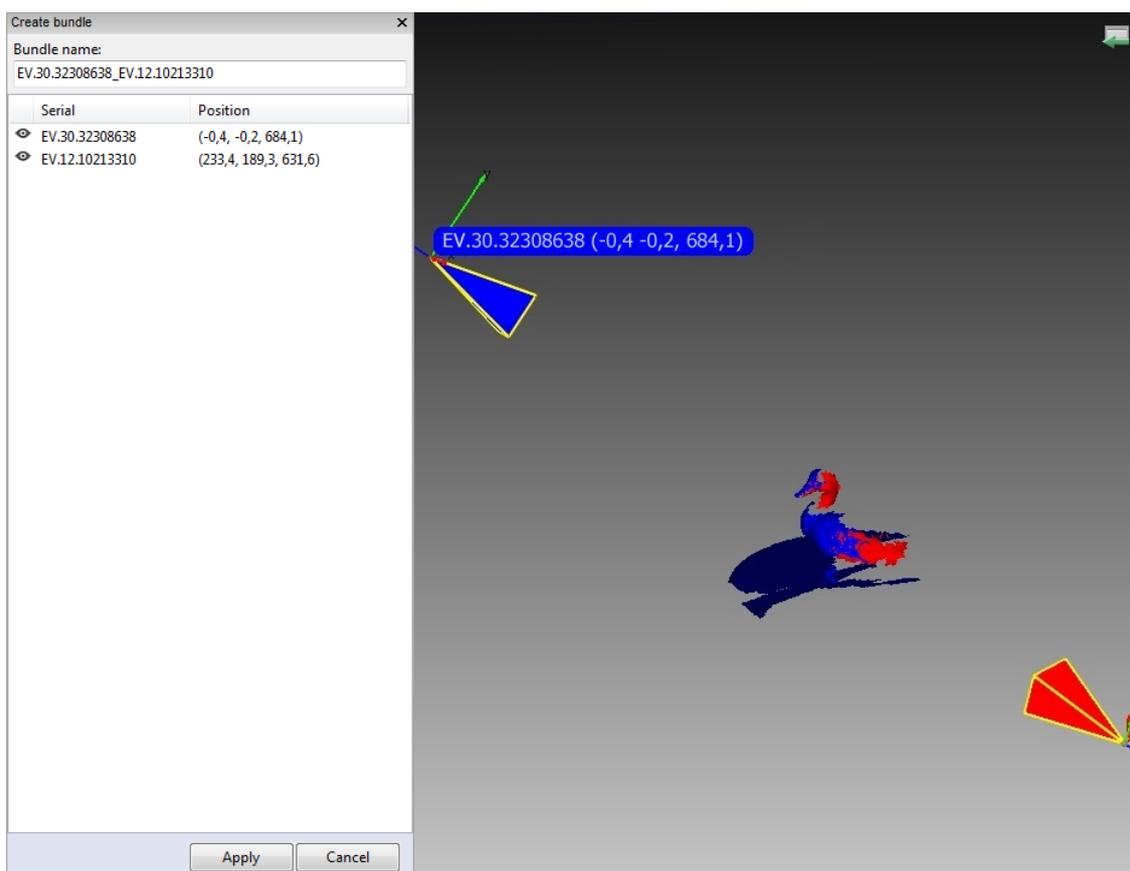


Abbildung 110: Fenster zur Bündel-Erzeugung.

Unterscheiden sich die Blickwinkel der installierten Scanner nur wenig voneinander (d.h. verschiedene Scanner zeigen gleichzeitig etwa dieselbe Objektansicht), so muss das Ob-

jekt nicht gedreht werden. In diesem Fall können die Kalibrations-Scans entweder nacheinander oder auch gleichzeitig aufgenommen werden.

Bemerkung: Bei sequentiell Scannen sicherstellen, dass das Objekt während der Scans sicher und unverrückbar fixiert ist.

Sind die Scanner so aufgestellt, dass ihre Blickwinkel sich stark unterscheiden und ihre Sichtfenster sich nicht überlappen, die Erfassungs-Sequenz über das Bedienfeld *Multi* starten und dann das Objekt so drehen (bewegen), dass alle Scanner dieselben Bereiche aufnehmen können.

Bemerkung: Wichtig ist, dass alle Scanner mit jedem Frame einen großen Teil (jedoch nicht notwendigerweise denselben) des Objekts oder der Szene erfassen, da die Positionen sowohl aller aufeinander folgenden Frames – als auch der Scanner selbst – durch deren Vorgänger bestimmt werden. Außerdem bestimmen die relativen Positionen der Scans die gegenseitige Kalibration der Geräte.

Falls die Kameras weit voneinander entfernt aufgestellt sind und das Objekt bewegt wurde, sollten die Scans mit den Algorithmen *Feinregistrierung** und *Globale Registrierung* registriert werden. Diese Anforderung ist jedoch nicht auf 3D-Sensoren anwendbar: die *Globale Registrierung* kann die von den Sensoren erzeugten Scans aufgrund von unzureichender Geometrie-Qualität zerstören.

4. Als Nächstes im Bedienfeld *Ausrichten* die erfassten Scans wie in *Scan-Ausrichtung* beschrieben ausrichten. Das Bündel kann jetzt erzeugt werden.
5. Im Menü *Datei* → *Bündel erzeugen* selektieren. Falls vergessen wurde, die Scans auszurichten, erscheint ein Warnhinweis, andernfalls das Bedienfeld zur Bündel-Erzeugung (siehe [Abb. 110](#)). Im Fenster *3D-Ansicht* werden die selektierten Scans, die Position und Blickrichtung der Scanner (mit Hilfe einer passend eingefärbten Pyramide), die Gerätenummern und die Scanner-Koordinaten angezeigt, zusätzlich eine Liste der angeschlossenen Geräte mit den zugehörigen Informationen.
6. Um ein Gerät hinzuzufügen oder zu entfernen, das  Merkmal in der Spalte ganz links in der Liste invertieren. Die Reihenfolge der Geräte in einem Bündel bezieht sich auf die Reihenfolge der Scans im *Arbeitsbereich*.
7. Ein Bündel-Name erscheint im oberen Bereich des Bedienfeldes zur Bündel-Erzeugung. Standardmäßig enthält es die Seriennummern des Scanners im Bündel. Vor dem Erzeugen des Bündels kann dieser Name durch Eingabe im entsprechenden Feld geändert werden. Auf *Anwenden* unten im Bedienfeld klicken, um das Bündel zu erzeugen und zu installieren.

10.2.2 Mehrfach-Erfassung durchführen

Der *Multi*-Modus ermöglicht die gleichzeitige Aufnahme der 3D-Datenströme von mehreren Geräten. Durch Selektieren dieses Modus' wird das entsprechende Bedienfeld aktiviert

(siehe Abb. 111) und die Wahl der Geräte-Konfiguration ermöglicht: eines der vorhandenen Bündel verwenden oder die Scanner-Liste manuell spezifizieren.

Bemerkung: Im Mehrfach-Erfassungs-Modus verfügt das System über Informationen zu den relativen Scanner-Positionen. Daher unterscheiden sich die Scans von gebündelten Scannern dadurch von manuell aufgenommenen Scans, dass die zusammenpassenden Frames der verschiedenen Scanner sich bereits im selben Koordinatensystem befinden.

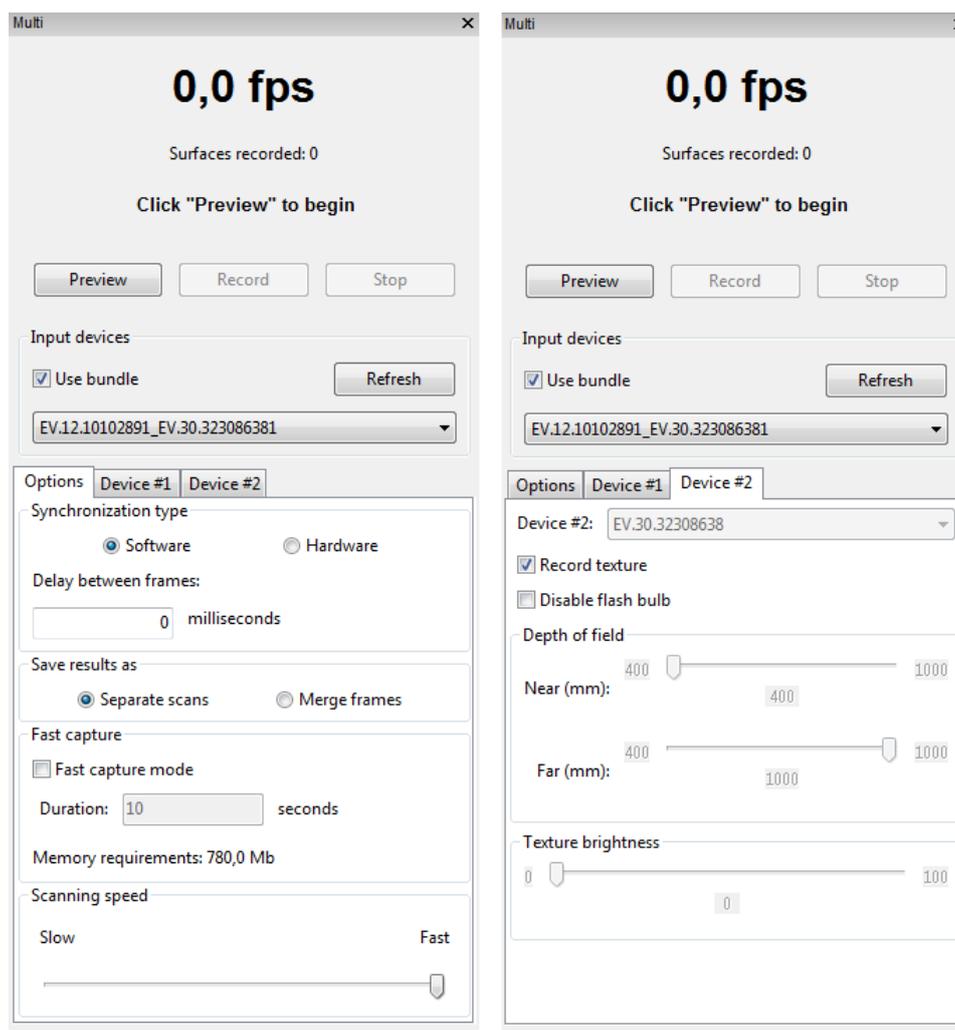


Abbildung 111: Bedienfeld Mehrfach-Erfassung: Tabulator *Optionen* links, Tabulator *Gerät* rechts.

1. Das Kontrollkästchen *Bündel verwenden* selektieren. Im Bedienfeld erscheint eine Dropdown-Liste aller installierten Bündel. Aktive Bündel sind in Schwarz hervorgehoben, inaktive in Grau. Artec Studio betrachtet ein Bündel als aktiv, wenn alle gebündelten Geräte installiert und an den Rechner angeschlossen sind.
2. Den *Synchronisationstyp* aus dem Tabulator *Optionen* im Bedienfeld *Mehrfach-Erfassung* auswählen.
 - Im Modus *Software* erfolgt die Scanner-Synchronisation über USB, *Windows*

und Artec Studio, wobei die Aktivierungsverzögerung des Slave-Scanners aufgrund zahlreicher Links in der Kette stets variiert (~10 Millisekunden).

- Im Modus *Hardware* erfolgt die Synchronisation der Scanner über Kabel (Details siehe *EVA Scanner: Hardware-Synchronisation*). Hardware-Synchronisation bietet hohe Präzision und Wiederholgenauigkeit der Aktivierungsverzögerung des Slave-Scanners (dank Mikroprozessor-Steuerung etwa 1 Millisekunde mit einer Präzision von unter 10 Mikrosekunden).

Bemerkung: Unter den häufigsten Randbedingungen ist Hardware-Synchronisation zu empfehlen; bei der Erfassung bewegter Objekte ist sie sogar verbindlich.

3. Um die Erfassung zu starten, auf *Vorschau* klicken.

10.2.2.1 Die Optionen der Mehrfach-Erfassung abstimmen

Daten von Mehrfach-Erfassungen können entweder als separate Scans abgelegt werden (den Schaltknopf *Separate Scans* verwenden), oder als Einzel-Scan, in dem jeder Frame die Vereinigung ausgerichteter Frames von allen gebündelten Geräten repräsentiert (den Schaltknopf *Frames zusammenführen* verwenden).

Sollen Frames mit einer bestimmten Verzögerung zwischen den Scannern erfasst werden, die Verzögerungszeit im Feld *Verzögerung zwischen Frames* eingeben. Anders als im *Scannen*-Modus wird im *Mehrfach-Aufnahme*-Modus sinnvollerweise jeder Frame unabhängig aufgenommen, ohne aufeinanderfolgenden Frames auszurichten.

Manchmal ist es erforderlich, das Sichtfeld der Kameras zu begrenzen (z.B. um außenliegende Fremdobjekte auszublenden). Über zwei Schieberegler unter *Messbereich* sind die Nah- und Ferngrenzen bei der Aufnahme einstellbar. Im Geräte-Tabulator legt das Programm die Arbeitsbereichs-Grenzen unabhängig für jedes Gerät fest (siehe *Abb. 111*, rechts). Standardmäßig sind die minimalen und maximalen Grenzwerte für den entsprechenden Gerätetyp auf die empfohlenen Werte eingestellt.; Änderungen sollten möglichst vermieden werden. Beim Einsatz von Artec L Scannern oder 3D-Sensoren könnte dies jedoch notwendig werden. Um diese Werte manuell zu ändern, das Kontrollkästchen *Standard-Messbereich überschreiben* im *Scannen*-Tabulator des Dialogs *Einstellungen* anschalten und die geeigneten Werte in die darunterliegenden Feldern eingeben.

Bemerkung: Bei den meisten Scanner-Typen kann das Umdefinieren des empfohlenen Messbereichs die Genauigkeit vermindern.

Mit *Schnellerfassungs-Modus* wird Artec Studio zum Ablegen der Scanner-Rohdaten im Speicher und zum Prozessieren der Frames nach Ende der Aufnahme-Sequenz angewiesen. Dadurch kann Rechenzeit beim Aufbau und Rendern von Flächen gespart werden. Und falls weniger Prozessor-Kerne als die doppelte Anzahl von Scannern im Bündel vorhanden sind, kann auch eine höhere Scan-Geschwindigkeit erreicht werden.

Um dies zu ermöglichen,

1. Das Kontrollkästchen *Schnellerfassungs-Modus* anschalten.
2. Die gewünschte Erfassungsdauer in Sekunden eingeben. Das Programm ermittelt und zeigt automatisch den benötigten Speicherplatz an.

Beim Verlassen des Programms speichert Artec Studio die Parameter der Mehrfach-Erfassung und wendet diese beim nächsten Start wieder an.

10.3 Messwerkzeuge

Artec Studio bietet eine Reihe von Mess- und Kommentar-Werkzeugen an, darunter

- Lineares Messen
- Geodätisches Messen
- Schnitte (Querschnitte)
- Flächen-Abstands-Karten
- Anmerkungen

Die zugehörigen Knöpfe befinden sich im oberen Teil des Bedienfeldes *Messen* (siehe [Abb. 112](#)).

1. Beim Auswählen eines Messwerkzeug wird eine Liste der Scans angezeigt, mit denen gearbeitet werden kann
2. Die Kontrollkästchen der gewünschten Scans anschalten. Die Scans werden im Fenster *3D-Ansicht* dargestellt.
3. Auf *Nächster* klicken. Das Fenster für das selektierte Messwerkzeug wird angezeigt.

In der untenstehende Übersicht werden die verschiedenen Messwerkzeuge und deren Features näher betrachtet.

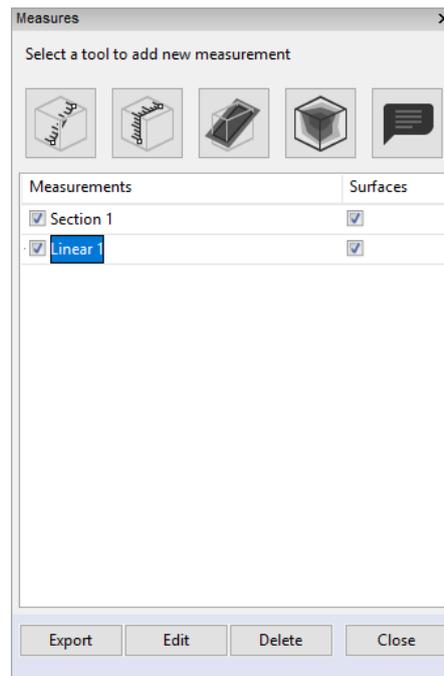
Hinweis: Falls im Bedienfeld *Messungen* die vorherigen Messaufgaben aufgelistet sind, können diese durch Doppelklicken oder durch Klicken auf den Knopf *Editieren* geöffnet werden.

10.3.1 Linearer Abstand

Das Werkzeug lineare Abstandsmessung (siehe [Abb. 113](#)) dient zum Messen des Abstandes zwischen selektierten Punkten und der Gesamtlänge einer Verbindungslinie durch

mehrere Punkte. Auf den Knopf  klicken und den Scan selektieren, um in das Fenster *Linear* zu gelangen. Für die neue Messung kann im Feld *Name* im oberen Teil des Fensters ein Namen eingegeben werden. Das Programm erzeugt neue Messungen mit den Standardnamen *Linear 1*, *Linear 2* usw..

Um Punkteabstände zu messen,

Abbildung 112: Bedienfeld *Messen*.

- Mit **LMB** im Fenster *3D-Ansicht* nacheinander Punkte auf dem Modell selektieren. Das Programm fügt diese Punkte zur aktuellen Punkteliste hinzu, die auch die linearen Abmessungen und Punktkoordinaten anzeigt.
- Wenn der Zeiger im Fenster *3D-Ansicht* über einen dieser Punkte bewegt wird, erscheint dieser in Rot; er lässt sich dann mit **LMB** an eine andere Stelle ziehen. Nach Loslassen der Maustaste wird der Punkt an der neuen Position fixiert.

Warnung: Ein Punkt kann nicht außerhalb der Objektoberfläche gesetzt werden; sobald die Maustaste in dieser Situation losgelassen wird, kehrt der Punkt in seine ursprüngliche Position zurück.

Die Gesamtzahl der Punkte und die gemessene Gesamtlänge erscheinen im Bedienfeld *Messen*.

Tabelle 14: Grundlegende Operationen in den Modi lineares und geodätisches Messen.

Zweck	Kontrollname
Scans verbergen in der 3D-Ansicht	Quelldaten verbergen-Kontrollkästchen
Punkte-Reihenfolge darstellen	Nummern anzeigen-Kontrollkästchen
Messergebnisse darstellen in der 3D-Ansicht	Label anzeigen-Kontrollkästchen
Label und Linienfarbe angeben	Farbe-Knopf
Eine neue Serie von Messungen an denselben Objekten starten (3D-Ansicht aller Punkte löschen und Punkteliste leeren)	Neue Messung-Knopf
Messungen als CSV-oder XML-Datei exportieren	Export-Knopf
Zum Original Messen-Tabulator zurückkehren	Messen-Link im oberen Teil des Bedienfeldes

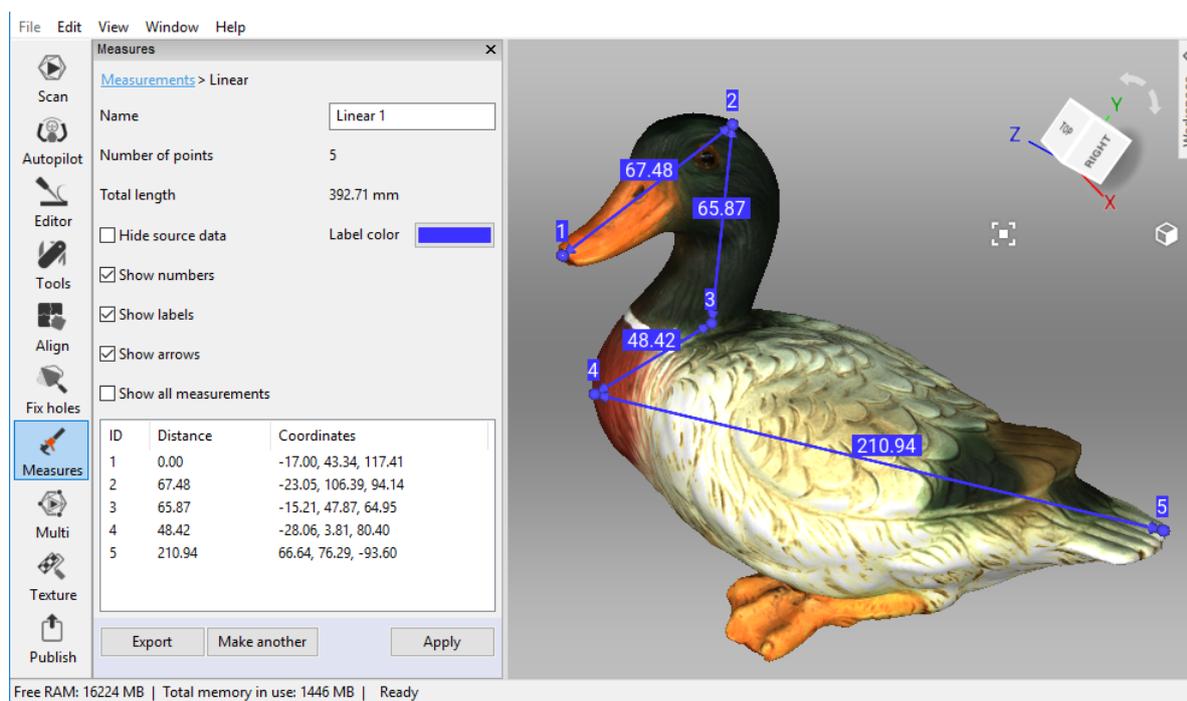


Abbildung 113: Lineares Messen.

Nach Klicken auf *Anwenden* kehrt das Programm zurück zum ursprünglichen Bedienfeld *Messen* und zeigt eine Liste aller gespeicherten Messungen zusammen mit Editier- und Löschoptionen an.

10.3.2 Geodätischer Abstand

Der geodätische Abstand ist als die Länge des kürzesten Pfades zwischen mehreren vorgegebenen Punkten entlang der Oberfläche definiert. Auf den Knopf  im Bedienfeld

Messen klicken und zum Anwenden des Werkzeugs einen Punktwolken-Scan oder ein Modell selektieren.

Das Arbeiten mit geodätischen Messungen ist ähnlich dem Arbeiten mit linearen Messungen (siehe [Abb. 114](#)). Die Berechnung des kürzesten Pfades ist ein zeitaufwendiger Prozess, der durch ein Fenster mit einem Fortschrittsbalken begleitet wird. Zu beachten ist, dass der kürzeste Pfad zwischen verschiedenen Flächen oder nicht zusammenhängenden Bereichen derselben Fläche nicht definiert ist. Daher zeigt das Programm einen Fehler an, wenn Punkte auf Bereichen einer Fläche selektiert werden, die nicht verbunden sind.

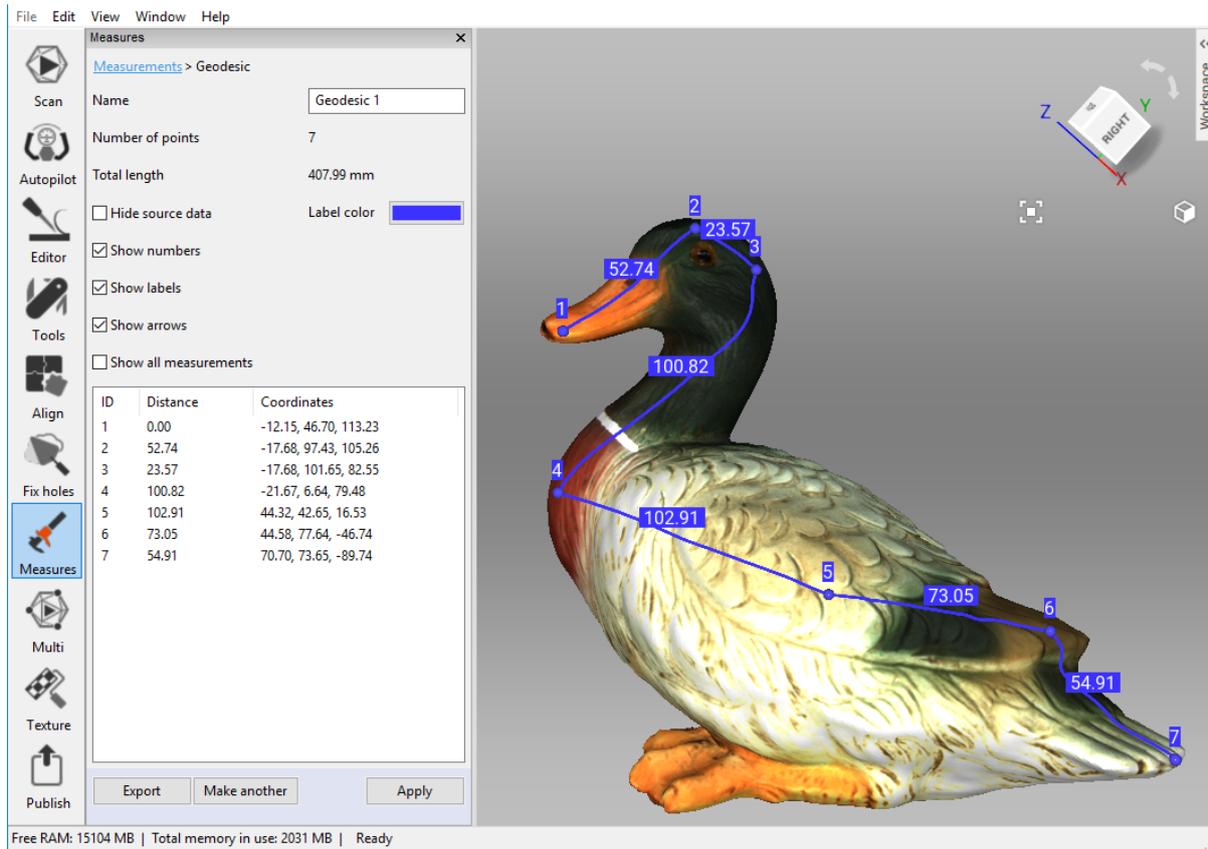


Abbildung 114: Messen geodätischer Abstände.

Bemerkung: Aufgrund der Komplexität des geodätischen Algorithmus' können Berechnungen für eine große Anzahl von Netzpunkten lange Zeit in Anspruch nehmen. Die Software warnt deshalb bei der Auswahl des ersten Punktes auf einer Oberfläche mit mehr als 150000 Punkten vor einer langwierigen Operation. Man kann vorab entweder den Netz-Optimierungs-Algorithmus anwenden (siehe [Netzvereinfachung](#)) oder nicht benötigte Bereiche der Oberfläche löschen.

Das linke Bedienfeld in diesem Modus ähnelt demjenigen für den Modus Lineares Messen (siehe [Linearer Abstand](#)).

10.3.3 Schnitte zum Messen von Fläche und Volumen verwenden

Ein (ebener) Schnitt trennt ein Modell oder einen Scan in zwei Teile. Für beide können Volumen und Oberfläche bestimmt werden, zusätzlich auch Fläche und Umfang der Kontur, d.h. der Trennlinie zwischen Schnittebene und Oberfläche.

Zur Erzeugung eines Schnittes durch das Objekt folgende Schritte durchführen:

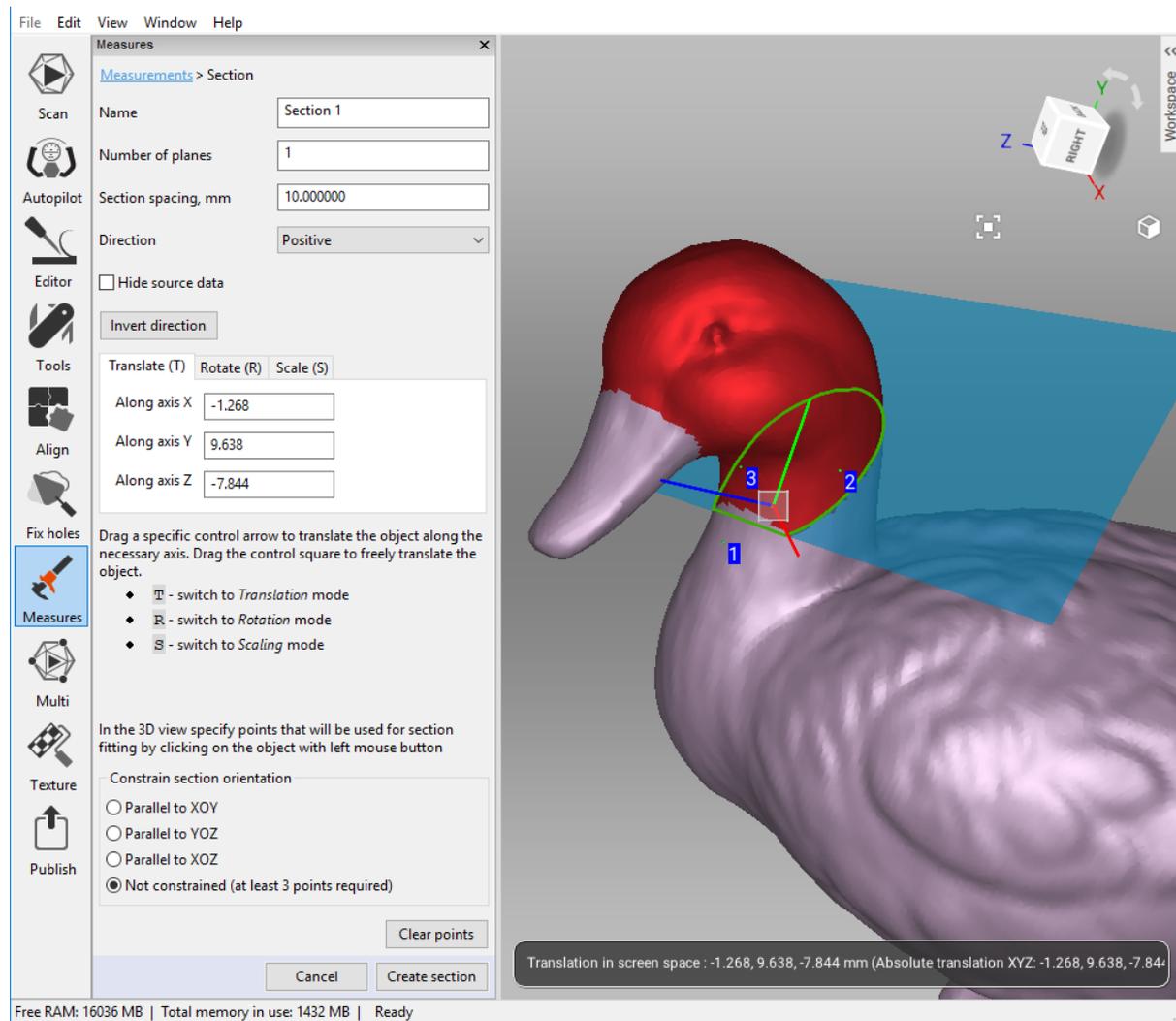


Abbildung 115: Einen neuen Schnitt im Modus *Verschieben* orientieren.

1. Auf den Knopf  im Bedienfeld *Messungen* klicken und eines oder mehrere Modelle oder Scans selektieren; vorzugsweise Modelle, da diese nur eine Oberfläche enthalten.
2. Auf *Nächster* klicken und den Namen des Schnitts im Feld *Name* entsprechend ändern.
3. Den Randbedingungs-Typ unten im Bedienfeld selektieren: *Parallel zu einer Ebene* oder *nicht eingeschränkt*
4. Mit **LMB** Punkte auf der Objekt-Oberfläche markieren:

1. Nur einen Punkt markieren, um eine zu den Koordinatenebenen (XOY, YOZ, XOZ) parallele Ebene zu spezifizieren.
 2. Drei Punkte markieren, um eine exakt durch diese Punkte verlaufende Ebene spezifizieren.
 3. Mehr als drei Punkte markieren, um eine Ebene durch den Schwerpunkt der Punkteverteilung zu spezifizieren.
5. Falls erforderlich, die Punkte-Auswahl vor dem Anwenden von *Schnitt erzeugen* neu definieren; dazu auf *Punkte löschen* klicken.
 6. Die Position der Ebene wie gewünscht orientieren. Werkzeug auswählen: *Verschieben*, *Drehen* oder *Skalieren*. Hierzu entweder numerische Werte (im globalen Koordinatensystem) in die Textfelder eingeben oder die Kontrollen (siehe [Abb. 100](#), [Abb. 101](#) and [Abb. 102](#)) in Fenster *3D-Ansicht* ziehen. Beispiel: den Wert von *Skalieren* erhöhen, um die Ebene über das gesamte Fenster auszudehnen.
 7. Auf *Schnitt erzeugen* klicken.
 8. Bei Bedarf eine Folge von Schnitten erzeugen. Um dies durchzuführen,
 1. Auf den Knopf *Position ändern* klicken.
 2. In den Feldern *Ebenen-Anzahl* und *Schnitt-Abstand, mm* angeben, wie viele Ebenen und in welchem Abstand diese erzeugt werden sollen.
 3. Dann In der Liste *Richtung* eine der drei Richtungen (*Positiv*, *Negativ* oder *Beides*) selektieren, in der die neuen Ebenen¹ erzeugt werden sollen.
 9. Zum Speichern der Änderungen auf *Anwenden* oder oben im Bedienfeld auf *Messungen* klicken. Zum Speichern der Änderungen und Erzeugen der nächsten Ebene auf *Einen neuen Schnitt erzeugen* klicken.

Sobald der Schnitt erzeugt wurde, zeigt das Bedienfeld *Schnitt* dessen geometrische Information an. Diese Information umfasst Umfang und Fläche von geschlossene Konturen sowie auch Flächeninhalt und Volumen von Netzen. Außer geometrischen Werten zeigt Artec Studio auch eine Liste der Netze und Konturen an, die im Fenster *3D-Ansicht* hervorgehoben werden können.

10.3.3.1 Selektionen umschalten

Ein Schnitt trennt ein Modell in zwei Teile (Selektionen). Artec Studio zeigt Volumen und Fläche der in Rot hervorgehobenen Selektion an. Zur Anzeige von Volumen und Fläche der anderen Selektion auf *Richtung umkehren* klicken.

Zur Bestimmung von Volumen oder Fläche des Gesamtmodells beide Werte notieren und aufsummieren. Die Ebene kann auch unterhalb des Modells platziert werden (zum Schritt der Ebenen-Orientierung siehe die [obige Prozedur](#)). Diese Operation hebt das Gesamtmodell in Rot hervor und zeigt die zugehörigen Berechnungen an.

¹ Um einen Satz von Schnitten in Einzelschnitte zu unterteilen, auf *In Einzelschnitte zerlegen* klicken. Die Software meldet den erfolgreichen Abschluss der Operation, und in der Liste *Messungen* erscheinen die neuen Objekte.

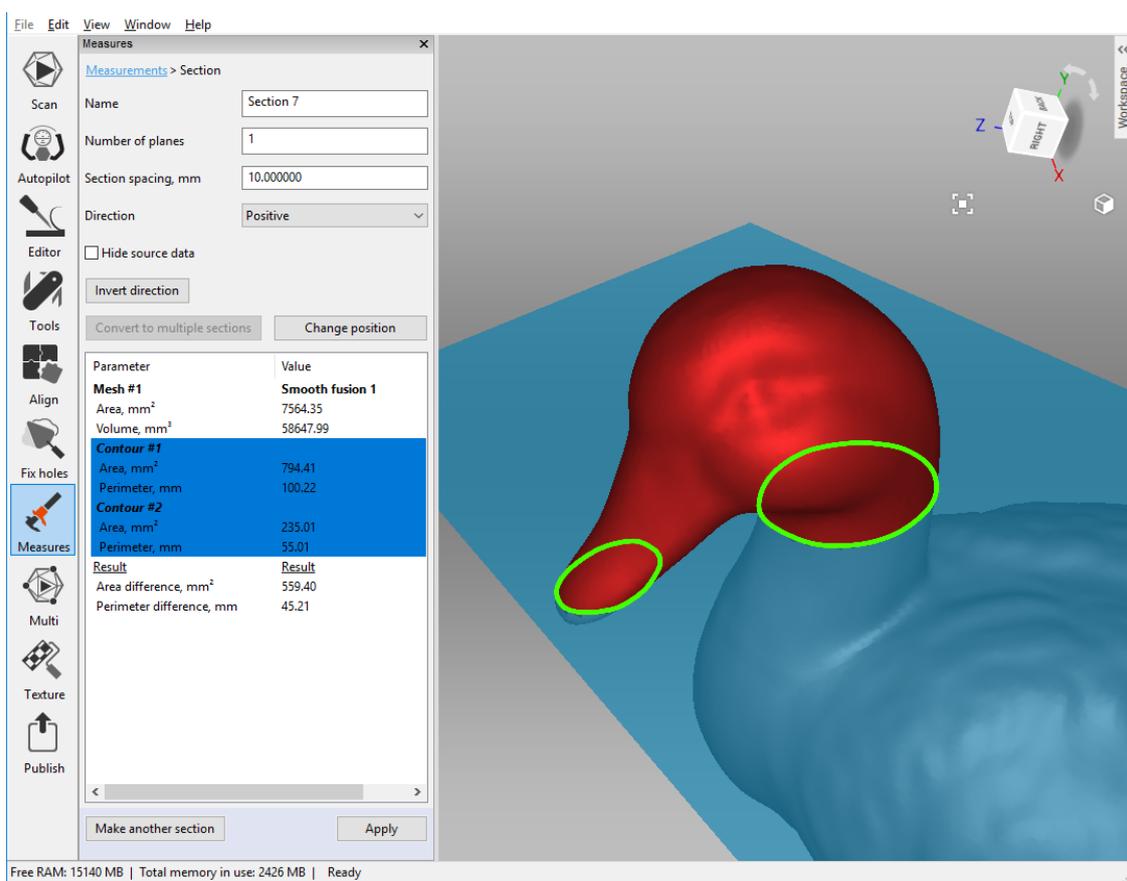


Abbildung 116: Schnitte verwenden.

10.3.3.2 Werte vergleichen

Das Bedienfeld *Schnitt* erlaubt den Vergleich von Konturen und (Teil-)Netzen. Hierzu mit der `Ctrl`-Taste zwei Konturen oder Netze aus der Liste selektieren. Artec Studio berechnet dann die der Flächen- und Konturlängen-Differenzen und auch die Volumen- und Flächen-Differenzen. Die Werte erscheinen unten im Bedienfeld *Schnitt* (siehe [Abb. 116](#)).

10.3.3.3 Schnitte exportieren

Schnitte können in den folgenden Formaten exportiert werden: CSV, XML oder DXF.

- Um jeden Schnitt einzeln zu exportieren, das Bedienfeld *Schnitt* öffnen und klicken auf *Export*
- Um mehrere Objekte gleichzeitig zu exportieren, das ursprüngliche Bedienfeld *Messen* öffnen, das Kontrollkästchen neben den gewünschten Schnitten anschalten und auf *Export* klicken.

10.3.3.4 Nur Selektionen anzeigen

Um nur Ebenen und Konturen anzuzeigen, das Kontrollkästchen *Quelldaten ausblenden* anschalten.

10.3.4 Flächen-Abstands-Karten

Häufig müssen zwei Modelle verglichen und ihre Formabweichungen beurteilt werden. Ein Beispiel aus der Qualitätskontrolle ist die Forderung nach einem Vergleich zwischen Original- und Scan-Modell. Diese Abweichungen können mit Hilfe der *Flächen-Abstands-Karte* untersucht werden.

Bemerkung: In Artec Studio können nur Modelle oder Scans verglichen werden, die aus einer einzigen Oberfläche bestehen.

Dieses Werkzeug wie folgt verwenden:

1. Im Bedienfeld *Messen* auf den Knopf  klicken.
2. Zwei Modelle für den Vergleich selektieren und auf *Nächster* klicken.
3. Falls erforderlich, den Namen für die Abstands-Karte im Feld *Name* des Bedienfeldes *Messen* spezifizieren (siehe [Abb. 117](#)). Standardmäßig benennt das Programm neue Abstandskarten mit *Map 1*, *Map 2* usw..

Bemerkung: Die Richtung längs der Normalen des ersten Scans wird als positiv angenommen; die entgegengesetzte Richtung als negativ. Der

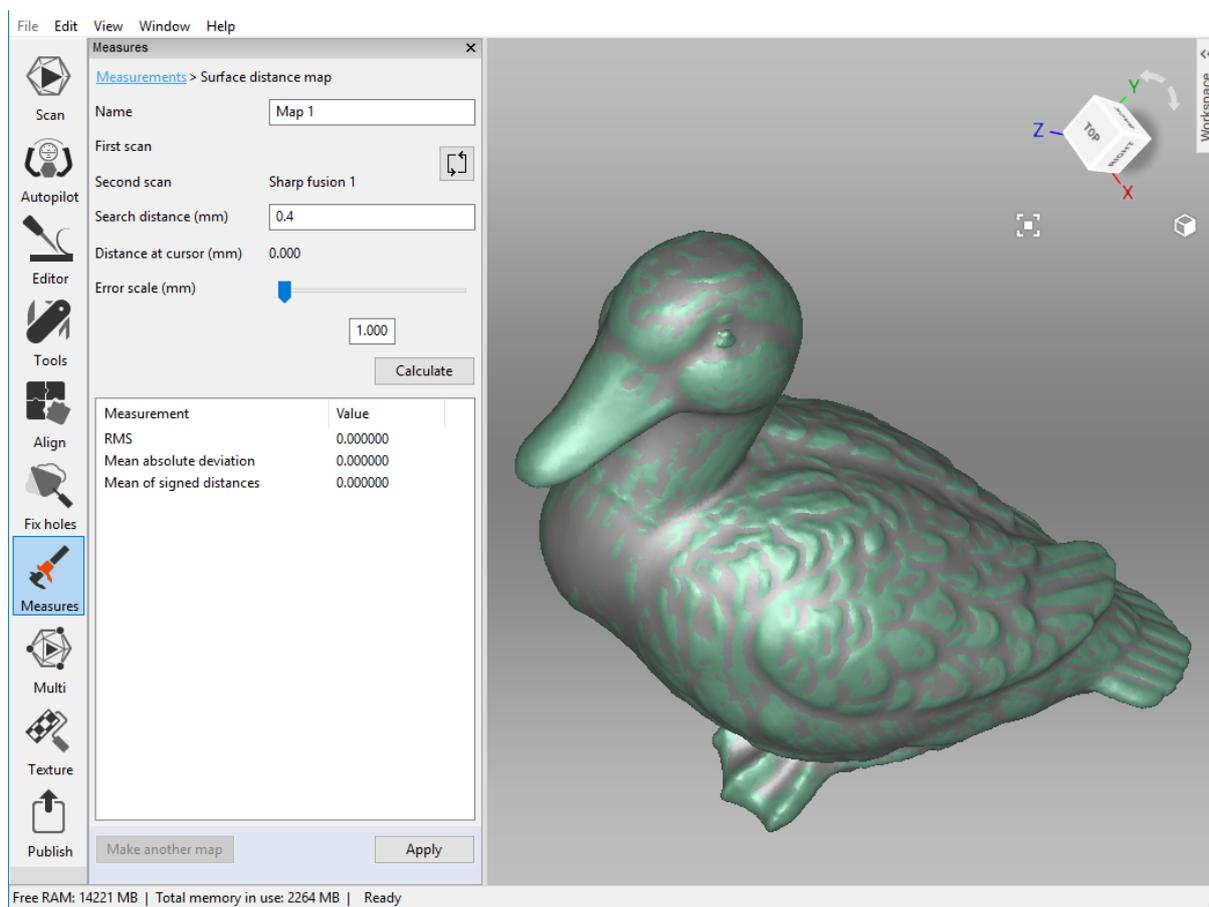


Abbildung 117: Parameter für die Berechnung der Flächen-Abstands-Karte spezifizieren.

Knopf  vertauscht die Scans.

4. Den *Such-Abstand (mm)* als Maximalwert in Millimeter für die Berechnung der Abstände zwischen den Flächen spezifizieren. Nach der Berechnung kann der aktuelle Bereich in Bezug auf dieses Maximums angepasst werden.
5. Auf *Berechnen* klicken. Sobald der Prozess beendet ist, erscheinen die Abstandskarte im Fenster *3D-Ansicht* und die Berechnungsergebnisse im Bedienfeld *Messen* (siehe [Abb. 118](#)).

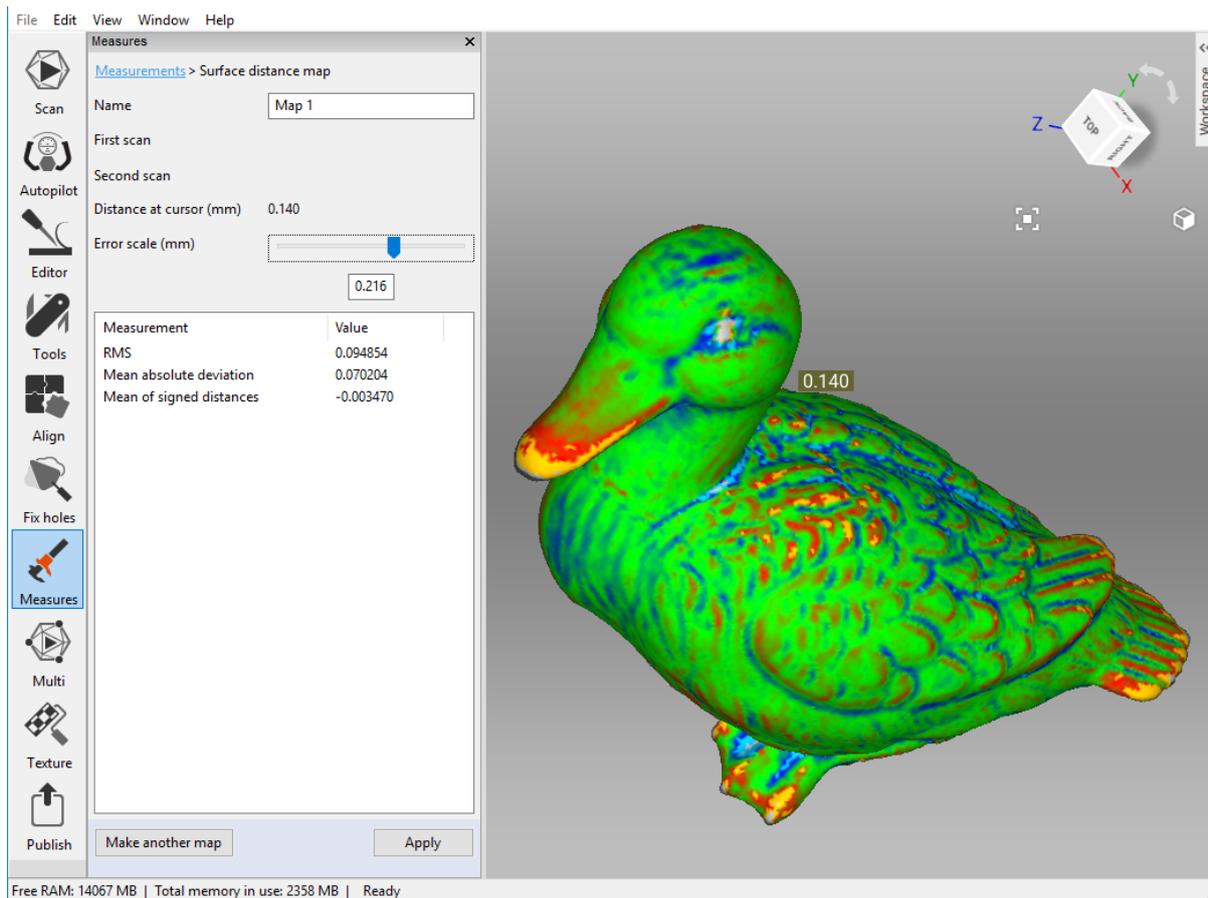


Abbildung 118: Für zwei Modelle berechnete Flächen-Abstands-Karte.

Die Berechnungsergebnisse und die Abstandskarte können analysiert werden:

- Basierend auf dem eingegebenen *Such-Abstand* berechnet Artec Studio folgende Informationen:
 - *RMS* (Root Mean Square) – Wurzel aus dem arithmetischen Mittel aller Abstandsquadrate
 - *Mittlere absolute Abweichung*
 - *Mittelwert der Vorzeichen-behafteten Abstände*
- Eine Abstandskarte ist eine farbig gerederte Darstellung der einzelnen Oberflächenregionen. Neben dem Modell erscheinen ein stufenloser Maßstab und ein Histogramm, aus denen die zugehörigen Abstandswerte und deren Verteilung entnom-

men werden können. Die Farbe der Karte variiert zwischen ■ Blau für negative Abstände und ■ Rot für positive Abstände.

- ■ Grün bedeutet, dass der Flächen-Abstand in dieser Region nahezu Null beträgt.
 - ■ Grau zeigt Flächen an, bei denen die Abweichungen größer sind als der vorgegebene *Such-Abstand*.
 - ■ Orange und ■ Hellblau entsprechen Abweichungen, die sich leicht oberhalb und unterhalb der Grenzwerte des Maßstabs bewegen.
- Die Abstufungen im *Fehler-Maßstab* umfassen den Gesamtbereich von positiven zu negativen Werten. Mit Hilfe des Schiebereglers *Fehler-Maßstab (mm)* oder der Textbox kann dieser Bereich abgestimmt werden. Der Maximalwert kann den *Such-Abstand* nicht übersteigen.
 - Beim Bewegen des Mauszeigers zu einem bestimmten Punkt auf der Karte wird der exakte Abstand neben dem Punkt und im Feld *Abstand an der Zeigerposition* im linken Bedienfeld angezeigt.

Zum Speichern der aktuellen Abstands-Karte und Verlassen dieses Modus' auf *Anwenden* klicken. Um die aktuelle Karte zu speichern und eine neue zu erzeugen, auf *Eine andere Karte erstellen* klicken.

Bemerkung: Flächen-Abstands-Karten können mit Anmerkungen versehen, und jede gespeicherte Abstands-Karte auch im Modus *Anmerkungen* verwendet werden (siehe *Anmerkungen*).

10.3.5 Anmerkungen

Mit Hilfe der Werkzeuge *Anmerkungen* lassen sich beachtenswerte Oberflächen und Flächen-Abstands-Karten markieren. Eine Anmerkung kann aus einem oder mehreren rechteckigen Labeln bestehen, von denen Verbindungslinien zu den entsprechenden Oberflächenelementen weisen (siehe *Abb. 119*).

Um eine Anmerkung zu erzeugen,

1. Auf den Knopf  im Bedienfeld *Messen* klicken, dann einen oder mehrere Scans auswählen und auf *Nächster* klicken.
 1. Soll eine zuvor erhaltene Flächen-Abstands-Karte mit Anmerkungen versehen werden, diese aus der Liste *Abstands-Karte* auswählen.
2. Oben im Bedienfeld *Anmerkungsname* spezifizieren, oder einfach unter Beibehaltung des Standardnamens mit der Anmerkung fortfahren.
3. Im Fenster *3D-Ansicht* mit **LMB** auf den Oberflächen-Zielpunkt klicken; daraufhin erscheint das Label mit blinkendem Text-Zeiger im Feld *Anmerkungstext* des Bedienfeldes *Messen*.

Bemerkung: Artec Studio erlaubt nicht die Umbenennung eines Label-Zielpunktes. Falls ein Oberflächenpunkt ungenau angegeben wurde, einen neuen Punkt hinzufügen (Schritt 3 wiederholen) und den alten löschen (die untenstehenden Anweisungen befolgen).

4. Den gewünschten Anmerkungs-Text eintragen; dieser erscheint sowohl im zugehörigen Feld des Bedienfeldes als auch im Label in der *3D-Ansicht*.
5. Um ein neues Label zu erzeugen, die Schritte 3 und 4 wiederholen. Zusätzlich zur Kennzeichnung der Oberfläche erscheint jedes neue Label in der Anmerkungsliste im Bedienfeld *Messen* (siehe [Abb. 119](#)). Label können in der Liste angezeigt oder verborgen werden. Auch kann die Farbe geändert werden, und zwar durch Drücken auf **RMB** und Selektieren der passenden Option im Menü. Alternativ das Selektions-Merkmal  umschalten oder auf den quadratischen Knopf klicken, um Label anzuzeigen/zu verbergen, oder deren Farbe zu ändern.

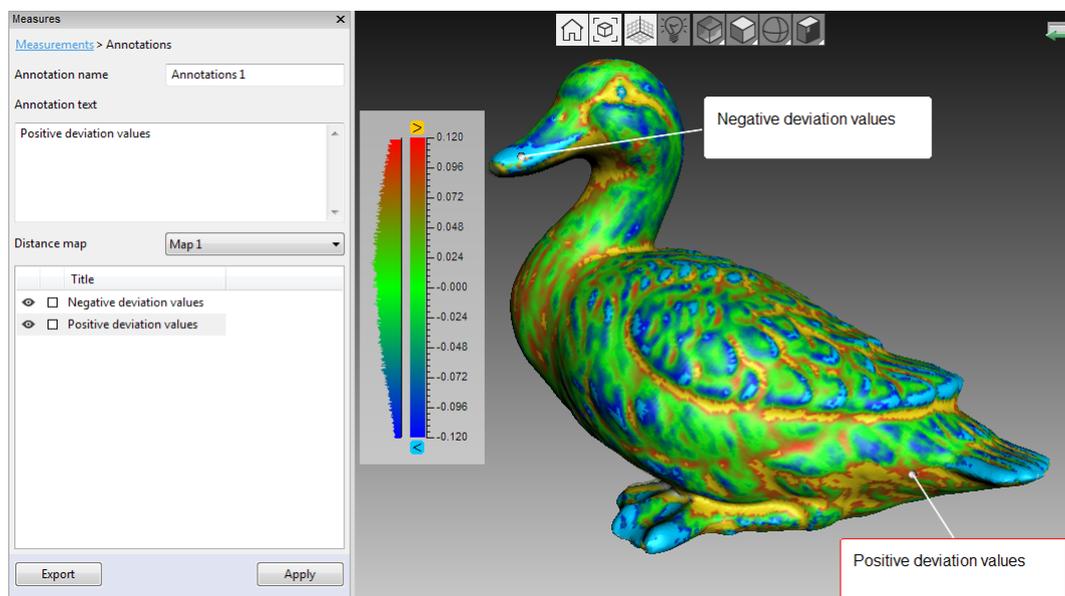


Abbildung 119: Anmerkung zu einem Modell mit überlagerter Flächen-Abstands-Karte.

Die Label-Position (d.h. die Position der rechteckigen Kennzeichnung, nicht des Zielpunktes!) kann justiert werden, indem der Mauszeiger im Fenster mit gedrückter **LMB**-Taste im Fenster *3D-Ansicht* bewegt wird. Zum Löschen unnötiger Label stehen folgende Methoden zur Verfügung:

- Das Label im Fenster *3D-Ansicht* selektieren, wobei die Umrandungsfarbe nach Rot wechselt (siehe selektiertes Label in [Abb. 119](#)). Die Taste **Del** key drücken.
- Das Label aus der Liste selektieren, dann entweder **Del** drücken oder auf **RMB** klicken und im Menü *Löschen* auswählen.

Um Anmerkungen (genauer: Label-Koordinaten und Titel) als **CSV**- oder **XML**-Dateien zu exportieren, entweder im Feld *Anmerkungen* oder im ursprünglichen Bedienfeld *Messen* auf **Export** klicken. Standardmäßig wird der Name der Anmerkung auch für die Datei übernommen. Den Namen akzeptieren oder durch Eingabe eines eigenen Namens ersetzen.

Zum Fertigstellen der Anmerkung unten im Bedienfeld *Messen* auf *Anwenden* oder oben auf *Messungen* klicken.

Dieses Kapitel beschreibt die Artec Studio Einstellungen, die über den Dialog „Einstellungen“ geändert werden können, hierzu *Einstellungen...* im *Datei*-Menü wählen oder die F10 Taste drücken.

Die für den Benutzer verfügbaren Einstellmöglichkeiten sind in Kategorien mit separaten Tabulatoren unterteilt. Es gibt folgende Kategorien:

- Allgemeines
- Leistung
- Scan
- Bedieneroberfläche
- Verschiedenes

11.1 Allgemeines

Der Tabulator *Allgemeines* umfasst grundlegende Artec Studio Einstellungen und folgende Optionen (siehe [Abb. 120](#)):

- *Projektspeicherungs-Ordner*
- *Auto-Speicherungs-Optionen*
- *Import/Export-Optionen*
- *Standard Import-Einheiten* und *Standard Export-Einheiten*
- *Ansichtskontrolle-Einstellungen*

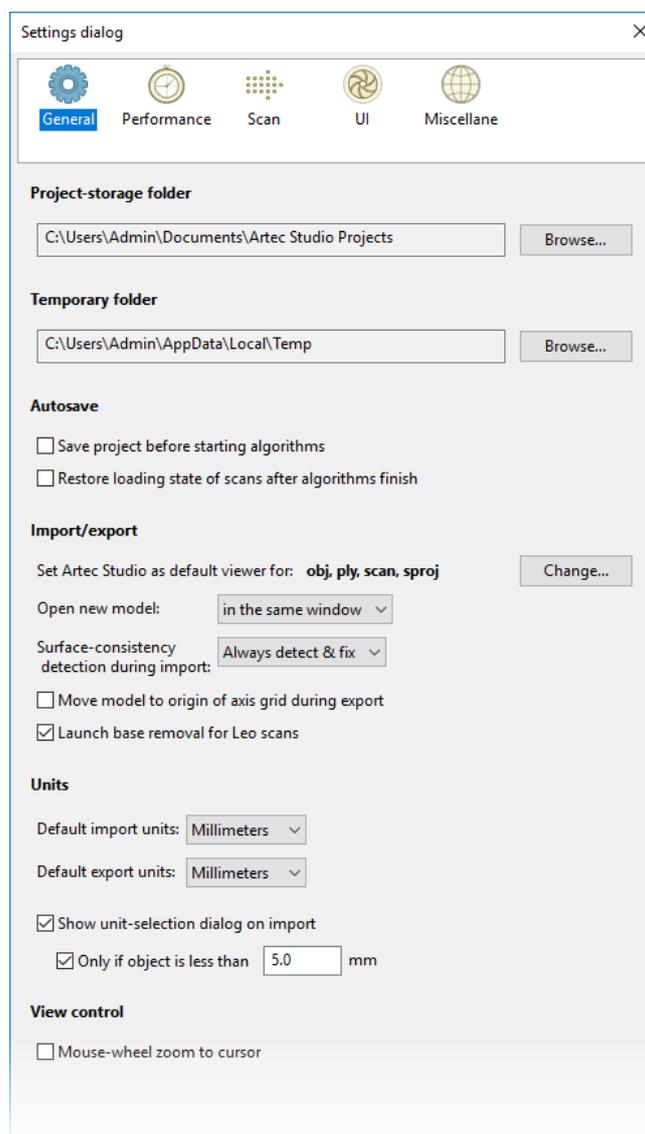


Abbildung 120: Seite *Allgemeines*.

11.1.1 Projektspeicherungs-Pfad

Im Dialog für die Projektspeicherung verwendet Artec Studio als Projektspeicherungs-Pfad (*Projekt speichern*) standardmäßig den Windows Benutzer-Ordner `Dokumente`. Dieser Pfad kann durch Editieren des Feldinhaltes modifiziert werden oder durch Klicken auf *Durchsuchen...* und anschließendes Spezifizieren des gewünschten Ordners.

11.1.2 Temporärer Ordner

Ein neues, noch nicht gespeichertes Projekt wird entsprechend der Ortsangabe im Feld *Temporärer Ordner* abgelegt, standardmäßig im Temporären Ordner in Windows. Zum Ändern dieser Ordners den Knopf *Durchsuchen...* verwenden oder im Feld den neuen Pfad eintragen.

Der Projektordner wird durch Artec Studio automatisch bereinigt. Bei Bedarf können nicht benötigte Projekte aus dem temporären Ordner entfernt werden.

1. Das *Explorer*-Fenster öffnen.
2. In die Adresszeile `%temp%` eintragen und auf *Eingabe* drücken.
3. Ordner lokalisieren, die GUID Namen in geschweiften Klammern { } enthalten.

11.1.3 Optionen für die Auto-Speicherung

Falls die Option *Projekt vor dem Start der Algorithmen speichern* aktiviert ist, wird das Projekt immer vor der Ausführung eines Rechenprozesses gespeichert. Mit dem Kontrollkästchen *Ladestatus der Scans nach Beenden der Algorithmen wieder herstellen* lässt sich das Laden ausgewählter Scans nach Ende eines Algorithmus steuern. Artec Studio überträgt ausgewählte Scans immer zu Beginn eines Algorithmus in den Speicher; falls ein Scan nicht geladen wurde, speichert ihn das Programm nach Berechnungsende automatisch auf die Festplatte, um Speicherbereich frei zu geben. Weitere Information zur automatischen Speicherung von Projekten siehe *Projekt automatisch speichern*.

11.1.4 Artec Studio als Standard Viewer registrieren

Artec Studio unterstützt verschiedene Dateiformate. Um sie als Standardanwendung für die unterstützten Formate festzulegen, auf *Ändern...* klicken und die vom Programm standardmäßig zu öffnenden Formate selektieren (siehe [Abb. 121](#)):

***.proj** – Projektdateien für Artec Studio

***.scan** – Export/Import-Format für einzelne Scans

***.ply** – Speicherformat für Polygonmodelle von 3D-Scannern

***.stl** – Export-Format von 3D-Modellen für Rapid Prototyping-Geräte

***.wrl** – Virtual Reality-Dateien in den Formaten VRML 1.0 und VRML 2.0

***obj** – Texturierte 3D-Modelle; Wavefront OBJ-Format

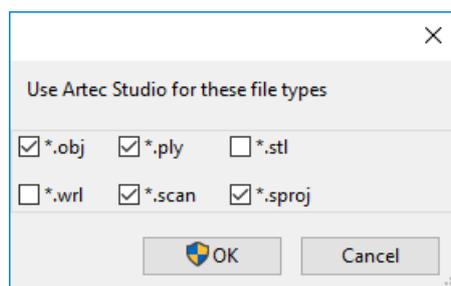


Abbildung 121: Artec Studio als Standardanwendung für verschiedene Dateitypen einrichten.

Für weitere Information zum Export und Import von Dateien siehe *Modelle, Scans und Punktwolken exportieren* und *Modelle und Scans importieren*.

11.1.5 Dateien öffnen

Artec Studio kann als Standard-Viewer für die Formate SPROJ, SCAN, PLY, STL, OBJ und VRML (* .wrl) dienen. Um nachfolgende Dateien in einem neuen Anwendungsfenster zu öffnen, *Neues Modell in neuem Fenster öffnen* selektieren. Wenn die Option *Neues Modell im selben Fenster öffnen* ausgewählt ist, stellt Artec Studio nachfolgende Dateien in vorhandenen Fenstern dar.

11.1.6 Kontrolle der Flächen-Konsistenz während des Imports

Die Option *Kontrolle der Flächen-Konsistenz während des Imports* weist Artec Studio an, importierte Dateien auf Fehler zu überprüfen. Hierzu kann aus folgenden Parametern gewählt werden:

Nicht überprüfen – automatische Flächen-Konsistenz-Kontrolle abschalten

Erkennen & nachfragen – automatische Flächen-Konsistenz-Kontrolle einschalten; Artec Studio fordert zum Start der Fehlerkorrektur auf

Immer erkennen & und beheben – automatische Flächen-Konsistenz-Kontrolle und Korrektur einschalten

11.1.7 Modellplatzierung

Während des Exports kann das Programm Scans und Modelle automatisch im Ursprung des Achsengitters zentrieren. Zum Einschalten dieser Option das Kontrollkästchen *Modell während des Exports zum Ursprung des Achsengitters bewegen* anschalten. Bei abgeschaltetem Kontrollkästchen wird die aktuelle Positionierung im Achsengitter während des Exports beibehalten.

11.1.8 Unterlagen-Entfernung bei Leo Scans

Die Option *Automatische Unterlagen-Entfernung erlauben* im Bedienfeld *Scannen* funktioniert nur für Scans von Eva und Spider und anderen rechnerbasierten Hand-Scannern. Um diese Option auch für Scans von Leo zu aktivieren, das Kontrollkästchen *Unterlagen-Entfernung für Leo Scans starten* anschalten. Der Algorithmus startet nach der Anwendung *importiert das Projekt*.

11.1.9 Einheiten

In Artec Studio verwenden alle Softwarefunktionen Millimeter als Standardmaßeinheit. Wenn ein Modell in anderen Einheiten importiert oder exportiert werden soll, die Einstellungen unter *Einheiten* ändern. Die Software benutzt diese Einstellungen nur beim Importieren oder Exportieren eines Modells.

Über die Option *Einheiten-Auswahl-Dialog beim Import anzeigen* kann beim Import die Maßeinheit ausgewählt werden, mit welcher der Scan erzeugt wurde (siehe [Abb. 122](#)). Artec Studio unterstützt die Einheiten Millimeter, Zentimeter, Zoll und Meter. Falls Daten überwiegend in einer bestimmten Maßeinheit, gelegentlich aber auch Modelle in einer anderen Einheit importiert werden sollen, kann die Option *Nur wenn das Objekt kleiner als ___ mm ist*, verwendet und der entsprechende Schwellwert eingegeben werden. In diesem Fall erscheint der Einheiten-Auswahl-Dialog nur, wenn die Modellabmessungen unterhalb des Schwellwertes liegen.

Mit den Dropdown-Listen *Standard-Importeinheiten* und *Standard-Exporteinheiten* werden die Standard-Maßeinheiten für den Modell-Import- und -Export festgelegt.

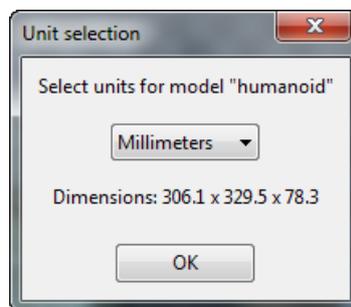


Abbildung 122: Einheiten-Auswahlfenster.

11.1.10 Ansichtskontrolle-Einstellungen

In Artec Studio kann das *Mausrad* zum Zoomen des Modells im Fenster *3D-Ansicht* verwendet werden. Dies ist in zweifacher Hinsicht von Vorteil:

Kontrollkästchen *Mit dem Mausrad um den Zeiger zoomen abschalten* um Zoomen um die Mitte des Bildschirms zu ermöglichen. In diesem Fall muss die Zielfläche im Bildschirm-Mittelpunkt gehalten und ihre Position von Zeit zu Zeit nachjustiert werden.

Kontrollkästchen *Mit dem Mousrad um den Zeiger Zoomen* anschalten um interaktives Zoomen um die Position des Mauszeigers zu ermöglichen. In diesem Modus ist nur der Zeiger im Zielbereich zu halten, während das Mousrad betätigt wird.

11.2 Leistung

Die folgenden Parameter können vom Benutzer über den Tabulator *Leistung* (siehe [Abb. 123](#)) angepasst werden: Multithreading, Speicherauslastung, Speicherung des Befehlsverlaufs, Kompressionsgrad bei der Datenspeicherung, Texturaufnahme-Modus und Einstellungen der *Echtzeit-Fusionierung*.

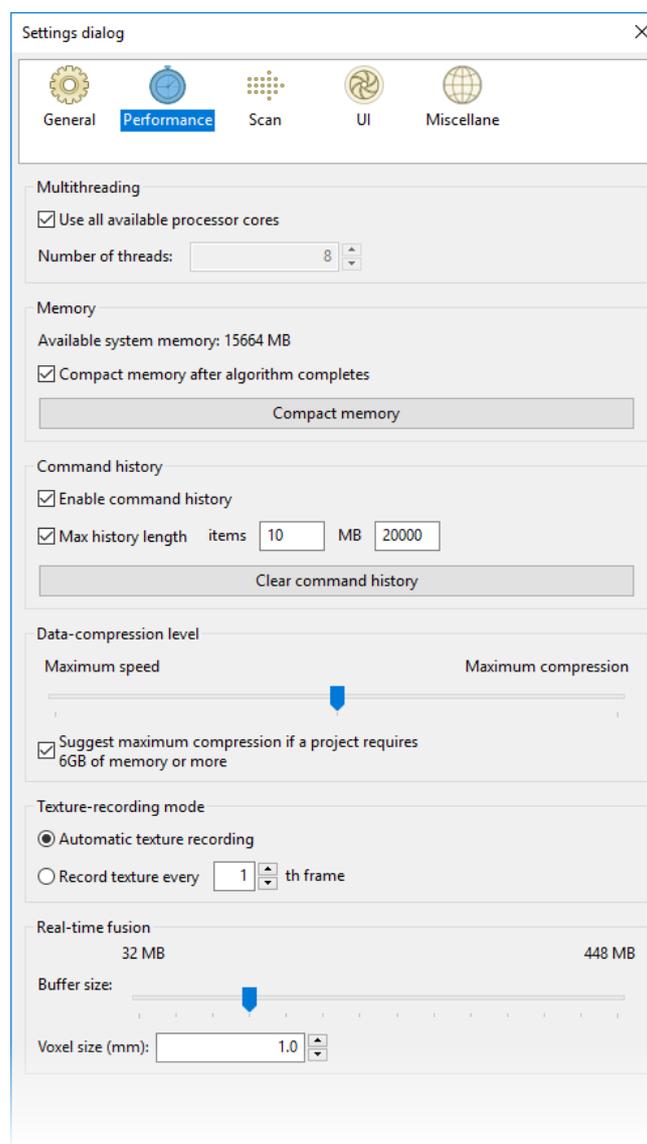


Abbildung 123: Optionen des Leistungs-Tabulators.

11.2.1 Multithreading

Auf Rechnern mit Mehrkern-Prozessoren verwendet Artec Studio standardmäßig alle Kerne. Soll die Anzahl der aktiven Kerne begrenzt werden, ist das Kontrollkästchen *Alle verfügbaren Prozessorkerne verwenden* abzuschalten und die Anzahl paralleler Threads manuell einzugeben.

11.2.2 Speicher

Unter *Speicher* wird im Dialog *Einstellungen* die Hauptspeicher-Auslastung angezeigt. Ist der derzeitige Anteil zu gering, kann durch Klicken auf *Speicher kompaktieren* versucht werden, diesen zu vergrößern. Artec Studio leert den Befehlsverlauf und versucht, die Speicher-Zuteilung zu optimieren. Klicken auf *Speicher kompaktieren* bewirkt nicht das Löschen des Verlaufs, sondern nur dessen Auslagerung aus dem Speicher. Mit dem Befehl *Widerrufen* wird er erneut geladen. Weitere Informationen zum Speichern von Projekten siehe *Verlauf der Projektänderungen*.

Bemerkung: Der Befehlsverlauf kann nicht aus dem Speicher entladen werden, wenn das Projekt nicht gespeichert wurde. Projekt speichern und erneut versuchen.

Nach dem Beenden jedes Algorithmus' optimiert Artec Studio automatisch die Speicherzuweisung. Zu dieser Funktion gehört das Kontrollkästchen *Speicher nach Beenden des Algorithmus kompaktieren*, wobei hier im Gegensatz zur Knopf-Bedienung der Befehlsverlauf nicht entladen wird.

11.2.3 Befehlsverlauf

Im Abschnitt *Befehlsverlauf* kann der Befehlsumfang, den Artec Studio speichert, begrenzt werden. Standardmäßig sind für die Befehlsanzahl und den Platten-Speicherbedarf (in MB) bestimmte Maximalwerte vorgesehen. Falls erforderlich, kann das Kontrollkästchens *Max Befehlslänge* abgeschaltet werden, was für jedes Projekt die Speicherung des gesamten Verlaufs von Anfang an bewirkt. Zum Löschen des Befehlsverlaufs auf den Knopf *Befehlsverlauf Löschen* klicken; das Programm verlangt dann die Bestätigung dieser Aktion.

Bemerkung: Wenn der Verlauf einmal gelöscht wurde, sind frühere Projektversionen nicht mehr zugänglich.

11.2.4 Daten-Kompressionsgrad

Der Schieberegler *Daten-Kompressionsgrad* dient zur Änderung des Daten-Kompressionsgrades für die Datenspeicherung. Höhere Kompression spart Platten-Speicher, allerdings dauert dann das Laden und Speichern der Scans länger. Beim

Versuch, Projekte mit mehr als 6 GB Speicherbedarf zu speichern, erscheint ein Dialog mit der Aufforderung, den maximalen Kompressionsgrad zu verwenden.

Wichtig: Die Einstellungen für maximale Kompression sind so optimiert, dass die Formen der Modelle und Frames erhalten bleiben. Deformationen in vernachlässigbarem Maß können allerdings auftreten. Bei Bedarf die Position des Reglers verändern.

Tabelle 15: Dateikompression in Artec Studio.

Schieberegler-Position	Typ	Kompatibilität	Datei-Ausgabegröße
Links	Keine Kompression	Alle Versionen	Groß
Mittel	Mittlere Kompression (verlustfrei)	Alle Versionen	Durchschnittlich
Rechts	Maximale Kompression (verlustbehaftet)	Artec Studio 12 und später	Klein

11.2.5 Texturaufnahme-Modus

Standardmäßig (*Automatische Texturerfassung* aktiviert) nimmt Artec Studio nicht für jeden Frame die Textur auf. Mit Hilfe des Reglers *Textur für jeden __ten Frame aufnehmen* lässt sich jedoch die Frame-Frequenz für die Texturaufnahme vorgeben.

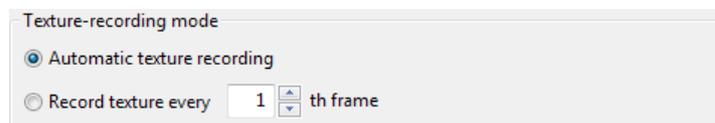


Abbildung 124: Regler zur Einstellung der Aufnahme­frequenz für Textur-Frames.

11.2.6 Einstellungen für die Echtzeit-Fusionierung

Echtzeit-Fusionierung bietet zwei optionale Einstellungen (siehe *Scannen mit Echtzeit-Fusionierung*):

Voxel-Größe (mm) Die Auflösung der Fusionierung. Sie beeinflusst die Leistungsfähigkeit und Qualität der Algorithmen. Je niedriger der Wert, desto schärfer die Modellkonturen. Zur Beachtung: Niedrige Werte können zu rauschbehafteten Oberflächen führen.

Buffer-Größe GPU-Speicherbedarf für die Rekonstruktion eines in Echtzeit fusionierten Modells in der Szene. Der Standardwert hängt vom auf dem Rechner verfügbaren GPU-Speicher ab. Zur Beachtung: Ist der Rechner mit einer Intel HD Grafikkarte ausgestattet, so kann die korrekte Bestimmung der Obergrenze in Artec Studio fehlschlagen. Je größer der Speicher, desto größer ist auch die Szene, die im Modus Echtzeit-Fusionierung gescannt werden kann. Durch den Schieberegler wird nicht

die endgültige Speichergröße bestimmt, jedoch benutzt der Algorithmus auch System Speicher (RAM), falls der GPU-Speicher ausgelastet ist.

Bemerkung: Sofern während des Scannens keine Artefakte aufgetreten sind, sollte eine Änderung der *Buffer-Größe* vermieden werden.

Tabelle 16: Standardwerte der *Voxel-Größe*.

	Artec EVA	Artec Spider	3D-Sensoren von Fremdherstellern
Voxel-Größe (mm)	1	0.3	3

11.3 Scan

Der Tabulator *Scannen* ermöglicht das Editieren der Parameter, die das Programm sowohl während des Scannens als auch während der Nachbearbeitung der Ergebnisse verwendet (siehe [Abb. 125](#)).

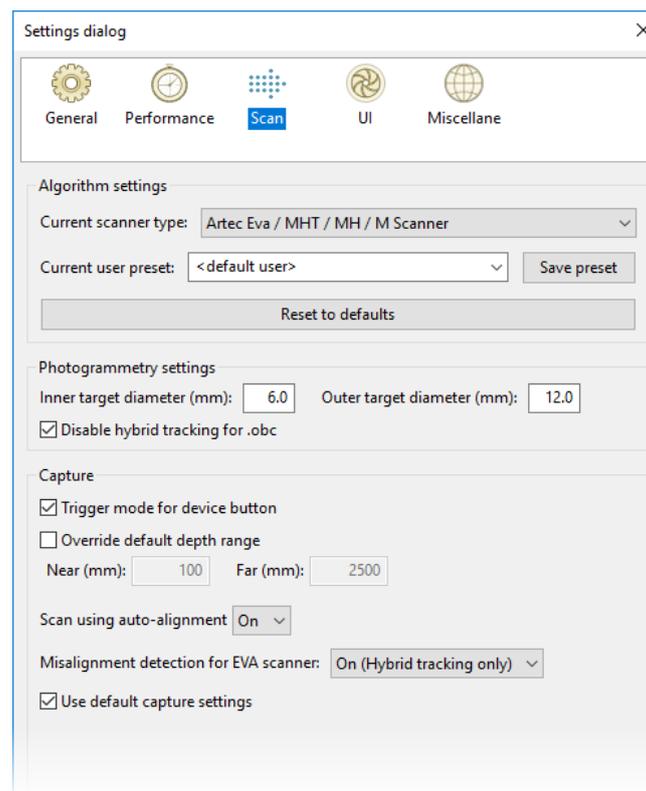


Abbildung 125: Tabulator für Scan-Einstellungen.

11.3.1 Algorithmen-Einstellungen

Für jeden Scannertyp selektiert und zeigt Artec Studio automatisch die Einstellungen in der Drop-Down-Liste *Aktueller Scannertyp* an. Falls der Scannertyp nicht korrekt erkannt

oder Scans von anderen Scannern bearbeitet werden, den passende Scanner manuell selektieren. Um alle Standard-Einstellungen wieder herzustellen, auf *auf Standardwerte zurücksetzen* klicken.

Aktuelle Benutzer-Vorgabe erlaubt das Speichern der aktuellen Parameterwerte im Bedienfeld *Werkzeuge*. Durch Selektieren von gespeicherten Einstellungen können alle Einstellungen auf einmal gesetzt werden. Diese Option gilt jedoch nur für den selektierten Gerätetyp.

11.3.2 Photogrammetrie-Einstellungen

Über die Photogrammetrie-Einstellungen wird die Größe der Targets definiert. *Innen-Durchmesser (mm)* bezeichnet den Durchmesser des weißen Kreises in der Target-Mitte; *Außen-Durchmesser (mm)* den äußeren Durchmesser des schwarzen Rings. Bei den gebräuchlichsten Targets betragen die Durchmesser 6 mm und 12 mm; die Werte 5 mm und 10 mm beziehen sich auf das *Scan-Referenz Target*. Für weitere Details siehe *Scannen mit Targets*.

Das Kontrollkästchen *Hybrid Tracking für .obc abschalten* stellt sicher, dass das Tracking ausschließlich über Targets erfolgt. Kontrollkästchen anschalten, falls das Target-Tracking mit Unterstützung durch Textur- und Form-Features nicht gewünscht ist (*Einsatz der Photogrammetrie (Scan-Referenz)*).

11.3.3 Erfassen

Im Abschnitt *Erfassen* werden die Einstellungen für den Trigger-Knopf des Artec MHT Scanners festgelegt, ebenso der Aufnahme-Tiefenbereich des Scanners und einzelner Frames während der Aufnahme.

Die erste Option betrifft das Kontrollkästchen *Trigger-Modus für den Gerätekopf* zur Funktionsänderung des Knopfes bei den Artec MH und Artec MHT Scannern. Details hierzu siehe *Scanner-Knöpfe und Aufnahme-Modi*.

Der Scanner hat einen definierten Tiefenbereiche. Bei zu geringer Entfernung zum Objekt lassen sich dieses oder Teile davon eventuell nicht vollständig erfassen. Ist andererseits der Scanner zu weit entfernt, können in der Szene unterschiedliche Typen von 3D-„Rauschen“ auftreten, die den Aufwand für die Nachbearbeitung erhöhen und das Endergebnis beeinflussen können. Der Scanner sollte daher möglichst nahe über das Objekt geführt werden, jedoch ohne die Nahgrenze zu unterschreiten. Die Grundeinstellungen jedes 3D-Scanners enthalten Scanner-spezifische Angaben zu den Grenzebenen im Nah- und Fernbereich. Falls ein Artec L Scanner oder 3D-Sensor eingesetzt wird und die Genauigkeit weniger wichtig ist, lassen sich jedoch die Grenzen manuell anpassen, um auch in größerer oder geringerer Entfernung zum Objekt als empfohlen scannen zu können. Hierzu das Kontrollkästchen *Standard-Tiefenbereich überschreiten* anschalten und die neuen Abstandswerte einzugeben.

Warnung: Neufestlegung der Scan-Abstände kann zu Genauigkeitsverlusten führen.

11.3.3.1 Scannen mit automatischer Ausrichtung

Standardmäßig ist die Option *Scannen mit Auto-Ausrichtung* eingeschaltet, sie wird in den Abschnitten *Scannen nach Tracking-Verlust wiederaufnehmen* und *Neue Scans mit den im Arbeitsbereich markierten Scans ausrichten* behandelt. Wie in Tab. 17 gezeigt wird, bestimmt der Status dieser Option das Programm-Verhalten.

Tabelle 17: Programm-Verhalten bei ein- und ausgeschalteter Option.

Scannen mit automatischer Ausrichtung	<i>Ein</i>	<i>Aus</i>
Tracking-Modus	Geometrie + Textur	Geometrie oder Geometrie + Textur
Audio-Benachrichtigung?	Ja (siehe <i>Audio-Benachrichtigung</i>)	Ja
Nachricht in der 3D-Ansicht	Suchen der Position: 3D-Scanner zum Weiterscannen auf Objekt das richten	Tracking unterbrochen: Scan mit niedrigerer Geschwindigkeit oder zusätzlichen Features wiederholen
Anweisungen	Den Scanner auf einen bereits erfassten und ausreichend texturierten Bereich richten, dabei die ursprüngliche Scanner-Orientierung beibehalten	Den Scanner auf den zuletzt erfassten Bereich richten
Datenaufnahme	In einem neu erzeugten Scan	Im selben Scan

11.3.4 Erkennen von Fehlausrichtungen

Es kann vorkommen, dass Artec Studio relative Frame-Positionen falsch bestimmt und es dadurch zu Fehlausrichtungen kommt. Sollte dieser Fehler auftreten, muss erneut gescannt werden und die Fehlausrichtungen sind zu entfernen. Alternativ kann man versuchen, die Fehlausrichtungen durch Aufteilen des Scans in mehrere Segmente zu beseitigen. Weitere Informationen zur Behandlung dieses Problems mittels Scan-Aufteilung sind in *Scans separieren* verfügbar. Um etwaige Fehlausrichtungen zu vermeiden und die Scan-Erfahrung zu erweitern, bietet Artec Studio die Einstellung *Fehlausrichtungs-Erkennung für EVA Scanner*, die während des Scanprozesses arbeitet. Diese kann jedoch ausgeschaltet werden, falls es während des Scannens bestimmter Objekte zu Schwierigkeiten beim Aufrechterhalten des Trackings kommt.

Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

Ein (Nur Hybrid Tracking) – Standardwert, Option funktioniert im Modus *Geometry + Texture tracking*

Ein – Option funktioniert in jedem Tracking-Modus inklusive *Geometrie*

Aus – Option ist für alle Tracker ausgeschaltet.

11.3.4.1 Standard-Einstellungen für die Erfassung

Mit Artec Studio können die Eigenschaften einzelner, vom Scanner aufgenommener Frame-Flächen geändert werden. Zum Ändern der Standard-Parameter das Kontrollkästchen *Standard-Aufnahmeeinstellungen verwenden* abschalten und die Einstellungen manuell im angezeigten Fenster ändern. Folgende Optionen lassen sich vom Benutzer anpassen:

Wichtig: Es wird empfohlen, die Standard-Einstellungen zu verwenden. Unpassende Einstellungen können die Datenqualität reduzieren.

Dreiecks-Schrittweite – Punktdichte des Frame-Netzes

Minimale Objektgröße – kleinstes gescanntes Objekt, nach Polygon-Anzahl

Längendifter-Schwellwert – Dreiecksfilter-Schwellwert nach Kantenlänge (maximal mögliche Größe in mm)

Interpolieren – Bei Flächenanteilen mit fehlenden Daten Interpolation verwenden

Maximale Interpolationslänge – Maximale Größe von Interpolationsflächen (in mm)

Maximaler Winkel – Dreiecks- Filterschwellwert, nach Maximal-Winkel (in Grad) zwischen Dreiecks-Flächennormale und Kamera-Blickrichtung

Geometrie-Registrierungsschwellwert – Je höher der Schwellwert, desto strenger die Qualitätsanforderungen an die zu scannende Geometrie. Daher ist die Bestimmung der richtigen Geometrie in der Szene in solchen Fällen schwieriger. Anschließend führt Artec Studio weniger häufig die Geometrie-Registrierung aus und gibt damit der Textur-Registrierung den Vorzug. Dies gilt nur für *Geometry + Texture tracking*, die Werte liegen zwischen 0 und 1.

11.4 Bedieneroberfläche

Die Einstellungen der Benutzeroberfläche können über die Seite *UI* editiert werden (siehe [Abb. 126](#)). Sie umfasst die folgenden Kategorien:

- Audio-Benachrichtigung
- Arbeitsbereichs-Farben
- Warnungen
- Flächen, Artec Studio während des Scannens anzeigt

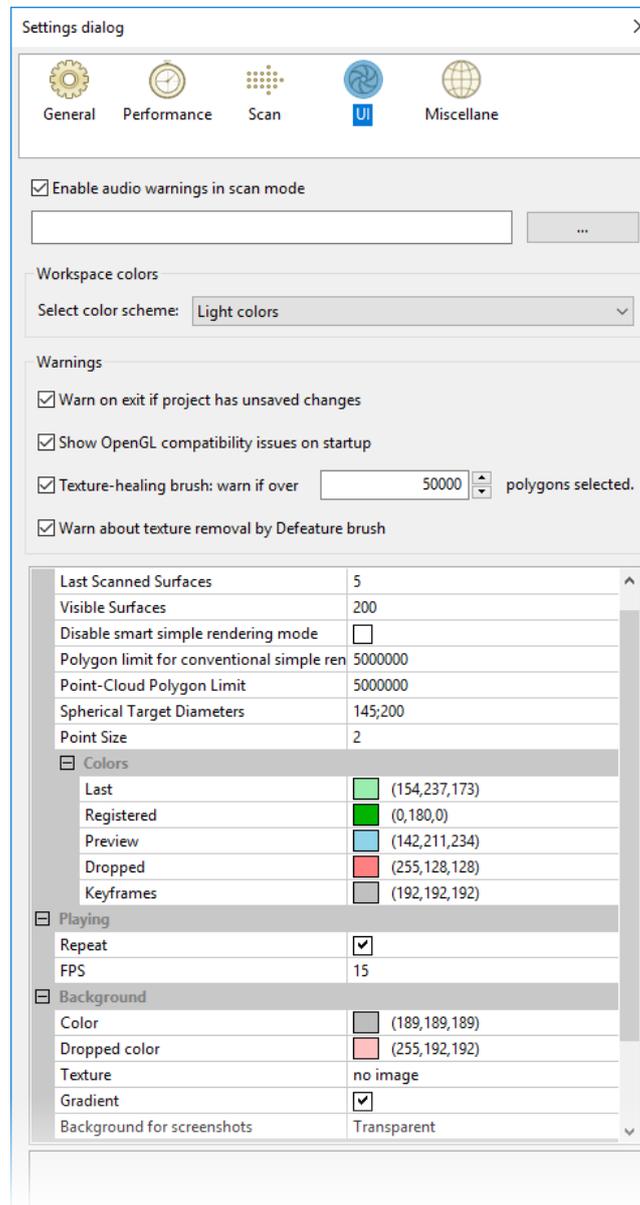


Abbildung 126: Interface-Einstellungs-Tabulator.

11.4.1 Audio-Benachrichtigung

Es kann vorkommen, dass die automatische Ausrichtung in Echtzeit während des Scannens nicht möglich ist, weil das Programm aufeinanderfolgende Frames nicht miteinander verbinden kann (siehe *Scannen nach Tracking-Verlust wiederaufnehmen*). In dieser Situation sendet Artec Studio einen Warnton, bis der Scanner wieder in eine durch die Software erkennbare Position im 3D-Raum bewegt wird. Diese Funktion kann über das Kontrollkästchen *Warnton während des Scannens aktivieren* an- und abgeschaltet werden. Normalerweise verwendet das Programm einen Standard-Piepton. Man kann aber auch andere WAV-Dateien als Warnton wählen, indem man auf ... klickt und den entsprechenden Dateipfad angibt.

Bemerkung: Eine Audio-Warnung während eines Scans erfolgt nur, wenn der Rechner über eine Soundkarte und Lautsprecher verfügt.

11.4.2 Arbeitsbereichs-Farben

Die Farben zur Darstellung neuer Scans werden von Artec Studio automatisch zugewiesen. Folgende Standard-Paletten stehen zur Auswahl:

- Volle Palette
- Helle Farben
- Web-gerechte Farben
- Zufallsfarben
- Monochrome Färbung

11.4.3 Warnungen

Mit den Optionen *Warnungen* kann zwischen bestimmten Benachrichtigungsarten umgeschaltet werden:

Projekt-Beendigung bei nicht gespeicherten Änderungen. Bei angeschalteter Option warnt Artec Studio vor dem Verlust nicht gespeicherter Daten, falls das Programm ohne Speichern der durchgeführten Änderungen beendet werden soll.

Beim Start Hinweise zur OpenGL-Kompatibilität anzeigen. Um ordnungsgemäß zu funktionieren, benötigt Artec Studio *OpenGL* Version 2.0 und einige Erweiterungen zu *OpenGL*; eventuell werden die entsprechenden Anforderungen vom Rechner derzeit nicht erfüllt. Bei Auswahl dieser Option wird beim Start ein Fenster mit Informationen über möglicherweise fehlende Erweiterungen aktiviert.

Textur-Heilungs-Pinsel: Warnen bei mehr als __ selektierten Polygonen. Dieses Kontrollkästchen veranlasst das Programm zur Anzeige einer Warnung bei Überschreitung der maximalen Anzahl von Polygonen, die gleichzeitig eingefärbt werden sollen. Diese Grenze verringert die Gefahr, dass der Rechner blockiert. Einen zum System

passenden Wert bestimmen oder das Kontrollkästchen abschalten, falls keine derartigen Warnungen benötigt werden..

11.4.4 Darstellung im 3D-Anzeigefenster

Die Art der Darstellung von Flächen und Punkten während des Scannens kann geändert werden, ihre Farbe und auch die Farbe des Hintergrunds lassen sich anpassen und der Wiedergabe-Modus der Frames bestimmen. Hierzu dienen die folgenden Einstellungen:

11.4.4.1 Darstellung

Zuletzt gescannte Flächen – Anzahl der sichtbaren, zuletzt aufgenommenen Flächen, die während des Scannens in der *3D-Ansicht* erscheinen

Sichtbare Flächen – Gesamtanzahl sichtbarer Flächen, die während des Scannens dargestellt werden (entspricht der Anzahl der zuletzt gescannten Flächen, zusätzlich der Anzahl darzustellender Key Frames)

Modus Smartes Einfaches Rendern deaktivieren – der Modus Smartes Einfaches Rendern stellt sicher, dass 3D-Inhalte ohne Vereinfachung gerendert werden, sofern der Rechner dies erlaubt. Sobald Verzögerungen auftreten, wird automatisch Vereinfachung eingeschaltet.

Polygon-Grenze beim üblichen einfachen Render-Modus – Maximale Polygonanzahl im Darstellungsfenster, oberhalb der Artec Studio während der 3D-Navigation auf den Modus Einfaches Rendern umschaltet

Punktewolken-Polygon-Grenze – Überschreitet die Polygonzahl einer Punktewolkenfläche einen spezifizierten Wertes, rendert Artec Studio eine vereinfachte Kopie dieser Fläche, die nicht mehr Polygone als spezifiziert enthält.

Sphärische Target-Durchmesser – Liste der Durchmesser der beim Scannen mit Ray eingesetzten Target-Kugeln. Als Trennzeichen zwischen den Werten in Millimeter im Feld das Semikolon ; verwenden.

Punktgröße – Anzahl der Pixel, die zum Rendern jedes Punktes im Render-Modus *Punkte* oder *Punkte und Fläche* verwendet werden

11.4.4.2 Farben

Zuletzt – Farbe der zuletzt gescannten Flächen

Registriert – Farbe der korrekt ausgerichteten Flächen

Vorschau – Farbe der Flächen im Vorschau-Modus

Ausgelassen – Farbe der nicht ausgerichteten (und daher ausgelassenen) Flächen

Key Frames – Farbe der Key Frames (Flächen)

11.4.4.3 Wiedergabe

Siehe auch:

Scans und Modelle selektieren

Wiederholen – im Flächendarstellungs-Modus des Bedienfeldes *Arbeitsbereich* die Frames in einer kontinuierlichen Schleife anzeigen

FPS – Geschwindigkeit (in Frames pro Sekunde), mit der Frames während der Wiedergabe dargestellt werden

11.4.4.4 Hintergrund

Farbe – Hintergrundfarbe; in bestimmten Modi kann das Programm diese Farbe automatisch ändern wie etwa in *X-Ray*

Ausgelassene Farbe – Hintergrundfarbe beim Auftreten von Fehlansichtungen während des Scannens

Textur – gemusterten (*Schachbrett-Muster*) oder einfarbigen Hintergrund anzeigen

Gradient – farbverlaufender oder einfarbiger Hintergrund

Hintergrund für Bildschirmfotos – Programm verwendet diese Hintergrundfarbe beim *Bildschirmfotos speichern*, die aktuelle Hintergrundfarbe bleibt erhalten

11.4.4.5 Willkommen-Bildschirm

Nicht anzeigen – Willkommen-Bildschirm unterdrücken

11.4.4.6 Autopilot

Begrüßungs-Bildschirm nicht anzeigen – die Anzeige der im Modus *Autopilot* zu durchlaufenden Schritte unterdrücken

11.5 Verschiedenes

11.5.1 Anwendungsbezogene Information

Der Anwender kann zur Verbesserung der Qualität und Leistungsfähigkeit von Artec Studio beitragen, indem er das Sammeln und Übermitteln von anwendungsbezogenen Informationen an die Artec Group gestattet. Diese Information wird nicht zur Identifikation des Anwenders verwendet, und von der Übermittlung ausgenommen sind Projektdaten, 3D-Flächen, Texturen und alle andere Daten, die mit Artec Studio erzeugt und verarbeitet werden. Standardmäßig ist das Kontrollkästchen *Anonyme Anwendungsdaten sammeln*



Abbildung 127: Beispiel eines modifizierten Hintergrunds.

und an Artec übermitteln angeschaltet. Zur Effizienzsteigerung bei der Verbesserung des Programms wird empfohlen, diese Einstellung beizubehalten.

Beim Installieren von Artec Studio kann man entscheiden, ob Anwendungsdaten gesammelt und gesendet werden sollen. Das vorher beschriebene Kontrollkästchen erscheint auch im abschließenden Installationsdialog (siehe [Abb. 20](#)).

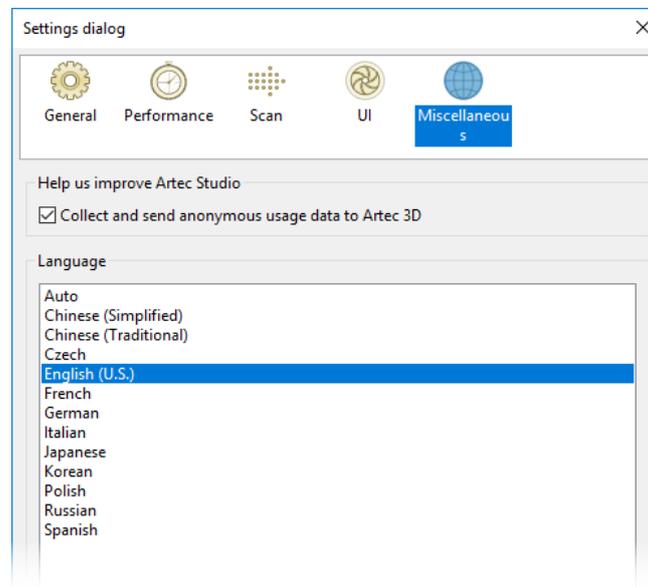


Abbildung 128: Tabulator Verschiedene Einstellungen.

11.5.2 Sprache

Das Artec Studio Interface unterstützt mehrere Sprachen:

- *Auto* – automatische Sprachauswahl basierend auf den System-Einstellungen
- *Chinesisch (Vereinfacht)*
- *Chinesisch (Traditionell)*
- *Tschechisch*
- *Englisch (U.S.)*
- *Französisch*
- *Deutsch*
- *Italienisch*
- *Japanisch*
- *Koreanisch*
- *Polnisch*
- *Russisch*
- *Spanisch*

Zum Umschalten der Sprache die gewünschte Sprache auswählen und auf *OK* klicken. Anschließend fordert das Programm zum Neustart auf. Bei Einverständnis erfolgt automatisch der Neustart mit der neu ausgewählten Interface-Sprache, andernfalls wird die Änderung beim nächsten Programm-Aufruf wirksam.

Bemerkung: Zum Ändern der Sprache muss Artec Studio neu gestartet werden.

Scanner-Kalibration und -Korrektur

Diagnostic Tool ist ein spezielles Utility-Programm zur Kalibration von Artec 3D-Scannern und zur Korrektur einer bereits bestehenden Kalibration. Unter Kalibration versteht man die Überprüfung und Justierung der Messdaten eines Scanners durch Vergleich mit Standardwerten (eines Mess-Normals). Jeder Artec Scanner wird vor-kalibriert geliefert.

In manchen Fällen kann es vorkommen, dass der Scanner aufgrund von unvorsichtiger Handhabung oder Beförderung (Erschütterungen, unbeabsichtigtes Fallenlassen oder andere Gründe) Flächen nicht korrekt aufnimmt. Die gescannte Fläche wurde nur teilweise rekonstruiert oder enthält Löcher (beispielsweise als Ergebnis mangelhafter Rekonstruktion in der blauen Fläche von [Abb. 133](#)). Diese Fehler lassen sich durch Korrektur oder Kalibration des Scanners beheben.

Abhängig vom Scanner-Modell kann Diagnostic Tool in einem der drei Arbeits-Modi betrieben werden:

- Korrektur von Artec MHT, Artec MH, Artec L und Artec EVA Scannern
- Korrektur des Artec Spider Scanners
- Kalibration des Artec Spider Scanners

Bemerkung: Kalibration ist nur für Artec Spider Scanner verfügbar.

12.1 Gebrauchs-Hinweise

Die Korrektur unterscheidet sich insofern von der Kalibration, als sie die derzeitige Kalibration aufrecht erhält: Um eine gute Rekonstruktion zu ermöglichen, wird nur das Korrek-

turverhältnis verändert. Diese Methode garantiert nicht, dass Geometrien oder Ergebnisse linearer Messungen exakt sind.

Tabelle 18: Korrektur und Kalibration im Vergleich.

Modus	Charakteristika	Geschwindigkeit	Für Spinder?	Für EVA, L, MHT?
Korrektur	Ungenau	Schnell	Ja	Ja
Kalibration	Genau ¹	Vorbereitung erforderlich	Ja	Nein

12.2 Diagnose-Werkzeug aufrufen

Vor dem Aufrufen des Diagnostic Tool muss sicher sein, dass der Scanner, der diagnostiziert werden soll, im Artec Installation Center entweder als *Leihgerät* oder *Aktiviert* angezeigt wird. Das Werkzeug kann entweder aus dem *Start-Menü* durch Klicken auf *Start* → *Alle Programme* → *Artec Group* → *Artec Studio* → *Diagnose-Werkzeug* aufgerufen werden oder in Artec Studio aus dem *Datei-Menü* durch Selektieren von *Diagnose-Werkzeug ausführen*.

Bei mehreren angeschlossenen Laufwerken das passende Laufwerk aus der Dropdown-Liste auswählen.

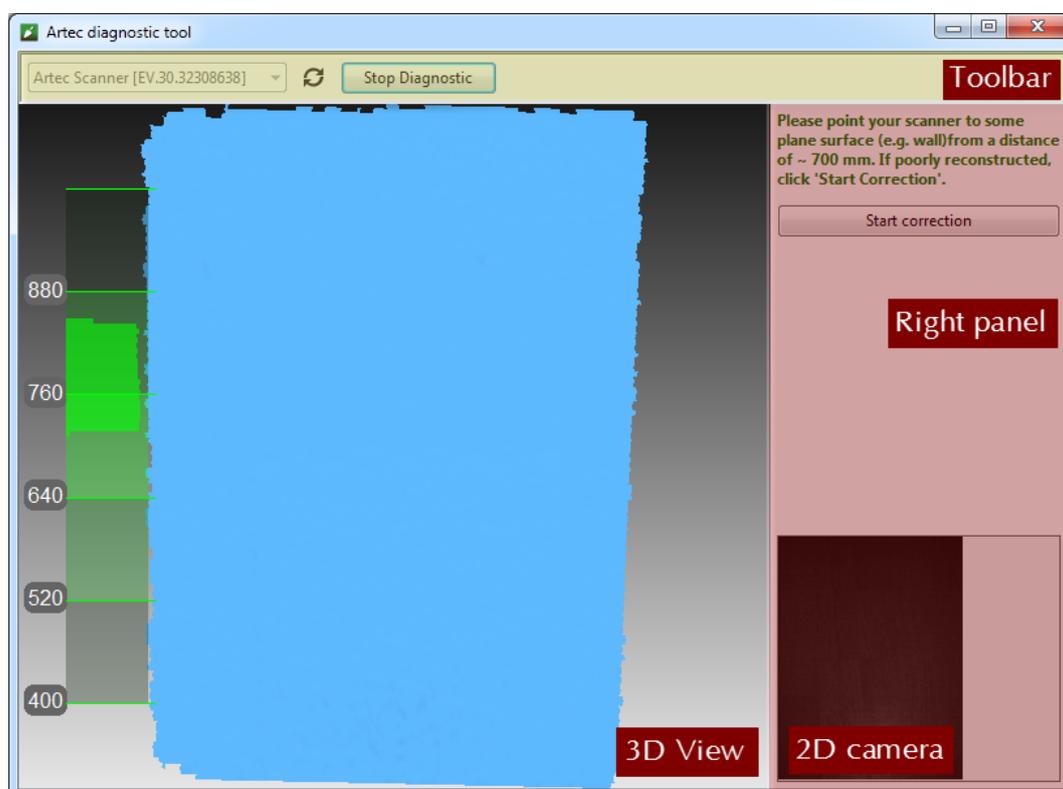


Abbildung 129: Diagnostic Tool-Fenster.

Das Utility-Fenster enthält drei Abschnitte: das Bedienfeld *3D-Ansicht*, das Bedienfeld

rechts und die Werkzeugleiste (siehe [Abb. 129](#)).

12.3 Scanner-Korrektur

12.3.1 Sichtfeld korrigieren für EVA, MHT, MH und L Scanner

Nur Artec EVA, Artec MHT, Artec MH und Artec L Scanner erlauben die Korrektur der derzeitigen Kalibrationsdaten des Sichtfeldes.

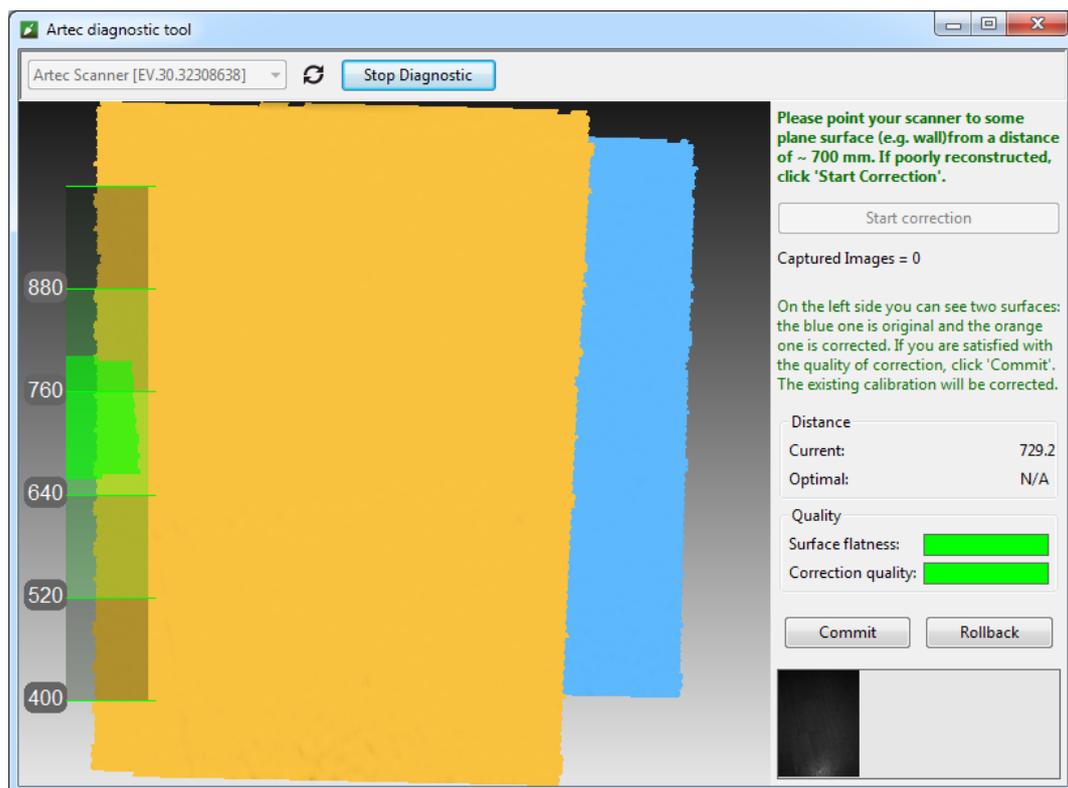


Abbildung 130: Korrekturergebnisse für Artec EVA.

1. Diagnostic Tool wie in *Diagnose-Werkzeug aufrufen* beschrieben aufrufen.
2. Den zu diagnostizierenden Scanner auswählen.
3. Auf *Diagnose starten* klicken oder den Knopf ► drücken. Der Scanner öffnet die Vorschau, im Fenster *3D-Ansicht* erscheint die Messbereichs-Anzeige und rechts ein weiteres Bedienfeld mit der 2D-Kameravorschau.
4. Den Scanner im rechten Winkel auf eine ebene, helle (nicht reflektierende) und einfarbige Fläche richten (z.B. Wand oder Fußboden), und zwar im Abstand 650–700 mm für einen Artec MHT oder Artec EVA Scanner und 850–900 mm für einen Artec L Scanner. Das Werkzeug stellt die in Blau gerenderte Fläche im Fenster *3D-Ansicht* dar.

Bemerkung: Ist die gerenderte Fläche nicht eben und enthält sie Löcher, kann eine

Korrektur angebracht sein.

5. Auf *Korrektur starten* klicken oder am Scanner den Knopf ► drücken. Zusätzlich zur blauen Fläche erscheint noch eine gelbe Fläche im Fenster *3D-Ansicht*. Blau entspricht der mit den Original-Kalibrationsdaten erfassten Fläche, Gelb der mit den korrigierten Kalibrationsdaten erfassten Fläche.
6. Bei der Beurteilung der Flächenqualität sind zwei Indikatoren im rechten Bedienfeld hilfreich (Grün für gute, Gelb für zufriedenstellende und Rot für unzureichende Ergebnisse.). Ist die korrigierte (gelbe) Fläche frei von Löchern und ausreichend eben und entsprechen die Ergebnisse den Erwartungen, auf *Bestätigen* klicken oder am Scanner den Knopf ► drücken. Andernfalls auf *Zurückgehen* klicken oder am Scanner auf ■ drücken.

12.3.2 Kalibrationsdaten für Spider korrigieren

Die Korrektur für den Artec Spider unterscheidet sich leicht von der für Artec MHT und Artec EVA Scanner.

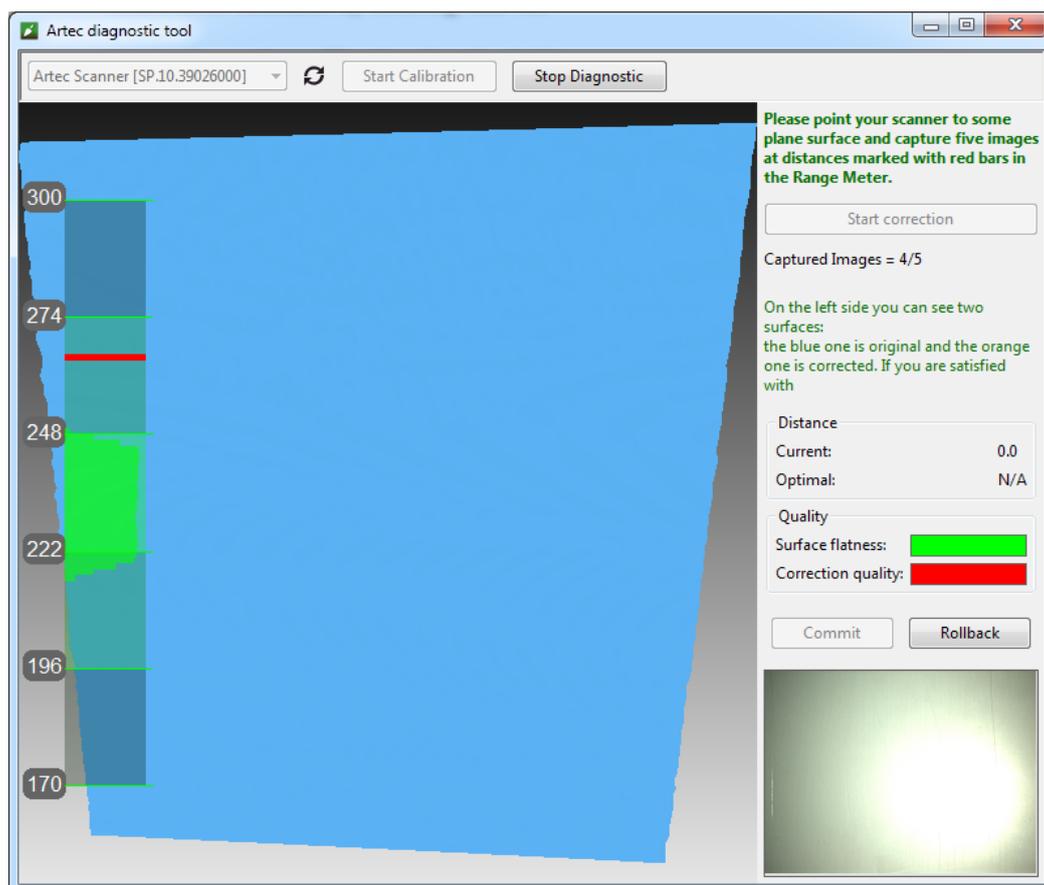


Abbildung 131: Artec Spider Korrektur-Prozess.

1. Diagnostic Tool wie in *Diagnose-Werkzeug aufrufen* beschrieben aufrufen.
2. Artec Spider aus der Dropdown-Liste selektieren.

3. Auf *Diagnose starten* klicken oder den Knopf ► drücken; der Scanner startet die Vorschau, im Fenster *3D-Ansicht* erscheinen die Messbereichs-Anzeige und rechts ein weiteres Bedienfeld mit der 2D-Kameravorschau.
4. Den Scanner im rechten Winkel auf eine ebene, helle (nicht reflektierende) und einfarbige Fläche richten (z.B. Wand), und zwar im Abstand 190–270 mm. Das Werkzeug stellt die in Blau gerenderte Fläche im Fenster *3D-Ansicht* dar.

Bemerkung: Ist die aus einem Abstand innerhalb des Messbereichs aufgenommene Fläche uneben oder enthält sie Löcher, kann eine Korrektur angebracht sein.

5. Den Scanner auf einen Tisch stellen oder auf einem Dreibein-Stativ befestigen, und zwar in einem Abstand von etwa 190 mm von der Ebene (siehe die Messbereichs-Anzeige im Fenster *3D-Ansicht*).
6. Auf *Korrektur starten* klicken oder am Scanner den Knopf ► drücken. In der Messbereichs-Anzeige erscheint eine rote Markierung.
7. Den Scanner langsam auf die ebene Fläche zu bewegen, so dass der Spitzenwert im Histogramm mit der roten Markierung in der Messbereichs-Anzeige übereinstimmt (siehe [Abb. 132](#)).
8. Auf das Erscheinen einer neuen roten Markierung weiter oben in der Messbereichs-Anzeige achten. Den Scanner langsam von der Ebene weg bewegen, um sich der roten Markierung zu nähern.
9. Schritt 8 noch drei Mal wiederholen. Sofort danach beginnt die Berechnung. Anschließend erscheint im Fenster *3D-Ansicht* eine gelbe Ebene, die der mit den korrigierten Kalibrationseinstellungen erfassten Fläche entspricht (siehe [Abb. 133](#)).
10. Ist die gelbe Fläche frei von Löchern und ausreichend eben und entsprechen die Ergebnisse den Erwartungen, auf *Bestätigen* klicken oder am Scanner den Knopf ► drücken. Andernfalls die Schritte 7–9 wiederholen, auf *Zurückgehen* klicken oder am Scanner auf ■ drücken. Bei der Beurteilung der Flächenqualität sind zwei Indikatoren im rechten Bedienfeld hilfreich (Grün für gute, Gelb für zufriedenstellende und Rot für unzureichende Ergebnisse.).

12.4 Spider Kalibration

Zum Durchführen der Kalibration wird die folgende Zusatzausstattung benötigt: Kalibrations-Träger, Scanner-Ständer und Muster. Hinweise für den Aufbau des Scanners bzw. des Kalibrations-Trägers finden sich in [Den Scanner-Ständer zusammensetzen](#) und [Den Kalibrations-Träger zusammensetzen](#).

1. Das Muster auseinanderfalten und auf einem Tisch oder einer anderen harten, ebenen Unterlage ausbreiten.

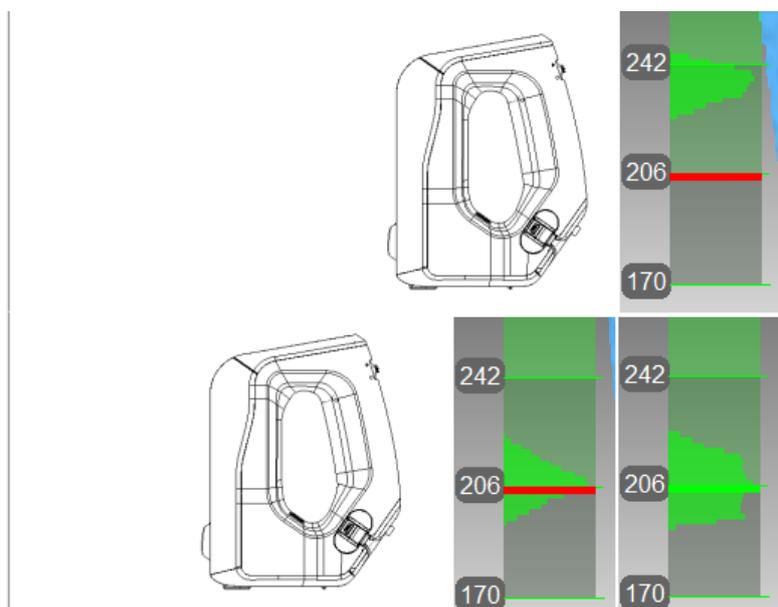


Abbildung 132: Position und zugehöriger Abstand des Artec Spider Scanners von der Messbereichs-Anzeige.

Annäherung an die rote Markierung (oben), Erreichen des erforderlichen Abstandes (unten).

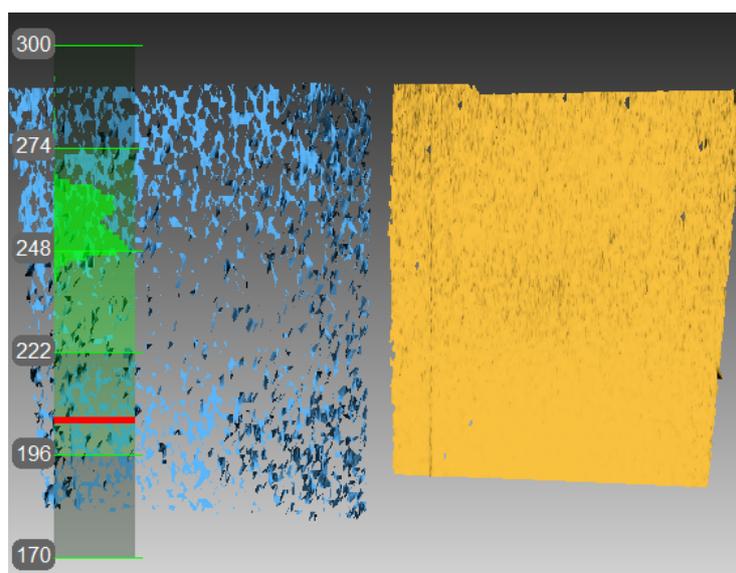


Abbildung 133: Artec Spider Korrekturergebnisse.

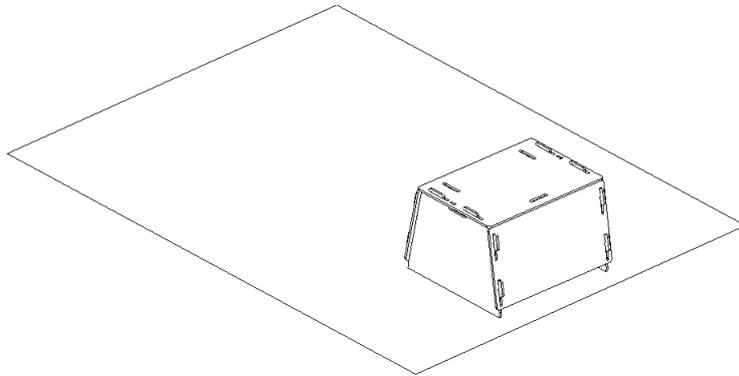


Abbildung 134: Scanner-Ständer auf dem Muster.

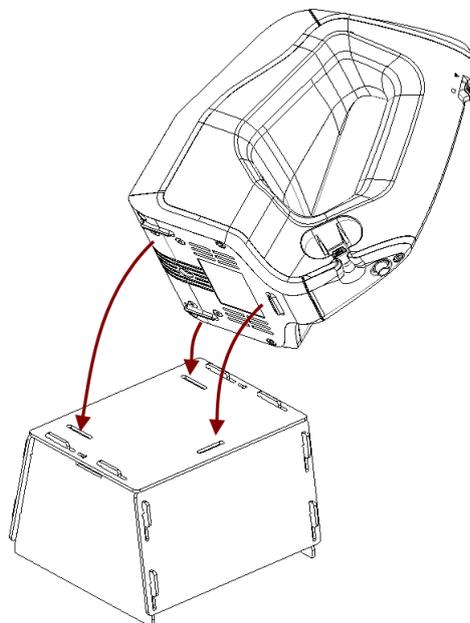


Abbildung 135: Artec Spider auf den Ständer setzen

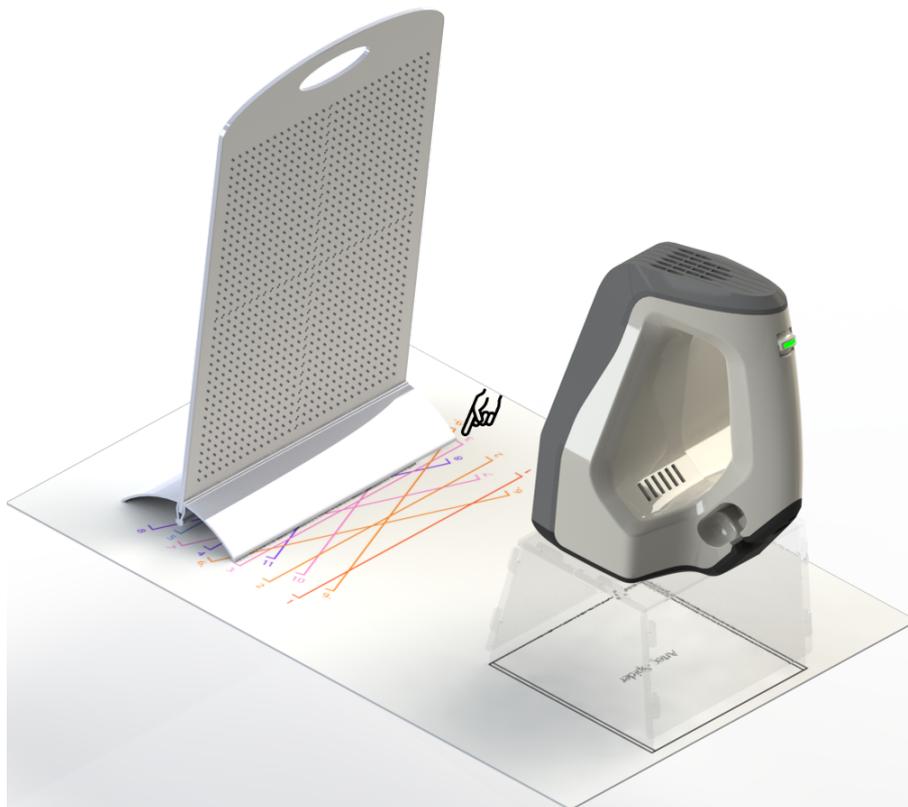


Abbildung 136: Kalibrations-Träger, Muster und Scanner-Ständer mit Artec Spider.

2. Den Scanner-Ständer auf dem markierte Rechteck auf dem Muster ausrichten, dabei streng auf die Orientierung der Schlitze in der Ständer-Abdeckung achten (siehe [Abb. 134](#)).
3. Den Scanner so auf den Ständer setzen, dass die drei Scanner-Rippen in die Ausparungen der Ständer-Abdeckung einrasten (siehe [Abb. 135](#)).
4. Den Kalibrations-Träger auf das Muster setzen und so drehen, dass die Markierungsseite zum Scanner ausgerichtet ist wie [Abb. 136](#) veranschaulicht.
5. Diagnostic Tool wie in [Diagnose-Werkzeug aufrufen](#) beschrieben aufrufen.

Bemerkung: Die Kalibration sollte erst durchgeführt werden, wenn der Scanner seine Betriebstemperatur erreicht hat.

6. Auf *Kalibration starten* klicken. In die sich nun öffnende Dialog-Box (siehe [Abb. 137](#)) die Seriennummer des Kalibrations-Trägers eintragen (auf den Bord zu finden). Liegt die Scanner-Temperatur außerhalb des optimalen Bereichs, – beispielsweise wenn das Gerät gerade an eine Steckdose angeschlossen wurde, so wird auf diesen Umstand hingewiesen (siehe [Abb. 138](#)). Klicken auf *Skip* ist nicht zu empfehlen. Statt dessen sollte gewartet werden, bis der Artec Spider die optimale Temperatur erreicht hat.
7. Den Träger so auf die erste Position setzen, dass die Vorderkante der Basisfläche und die farbige Linie mit der Nummer 1 auf dem Muster übereinstimmen. Dabei auch

das Fenster *3D-Ansicht* im Auge behalten und auf eine rote Ebene (aktuelle Position) und eine grüne Ebene (Ziel-Position) achten – siehe [Abb. 139](#). Sobald die beiden Ebenen übereinstimmen, den Träger nicht mehr bewegen und darauf warten, dass der Scanner die Ebene aufnimmt.

8. Warten, bis man zum Bewegen des Trägers in die nächste Position aufgefordert wird; die Nummer für diese Position wird auf dem Monitor angezeigt. Den Träger weiter bewegen und erneut darauf warten, dass der Scanner die Ebene aufnimmt.
9. Den vorherigen Schritt nacheinander für die restlichen Positionen wiederholen. In Abhängigkeit von der Version der Kalibrations-Ausrüstung umfasst das Muster 11 bis 15 Positionen.
10. Nachdem die letzte Position aufgenommen und die Berechnungen durchgeführt wurden, fordert eine Meldung dazu auf, entweder die existierende Kalibration zu überschreiben oder diese beizubehalten. Vor der Entscheidung den Scanner aus einer Entfernung von etwa 200 mm auf eine ebene, nicht glänzende Fläche (z.B. Papier) richten. Die Qualität der rekonstruierten Fläche beurteilen und auf Löcher hin überprüfen.
11. Auf *Ja, Kalibration anwenden* klicken, falls keine Löcher in der Fläche vorhanden sind und das Rekonstruktionsergebnis zufriedenstellend ist. Um die neue Kalibration zu verwerfen, auf *Nein, alte Kalibration beibehalten* klicken (siehe [Abb. 140](#)).

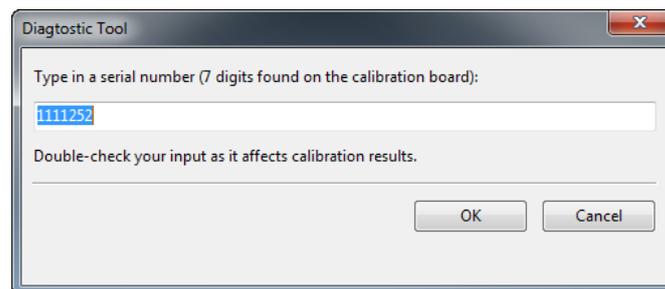


Abbildung 137: Die Seriennummer des Kalibrations-Trägers eingeben.

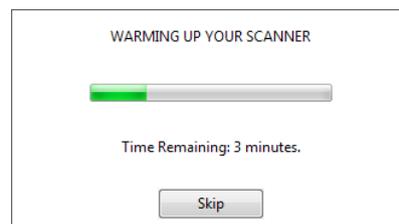


Abbildung 138: Den Scanner aufwärmen.

12.5 Anmerkungen zu den Scanner-Kalibrations-Dateien

Die Kalibration und die Ergebnisse der Korrektur befinden sich in Dateien, die wie folgt zugänglich sind. Ihre Adresse ist

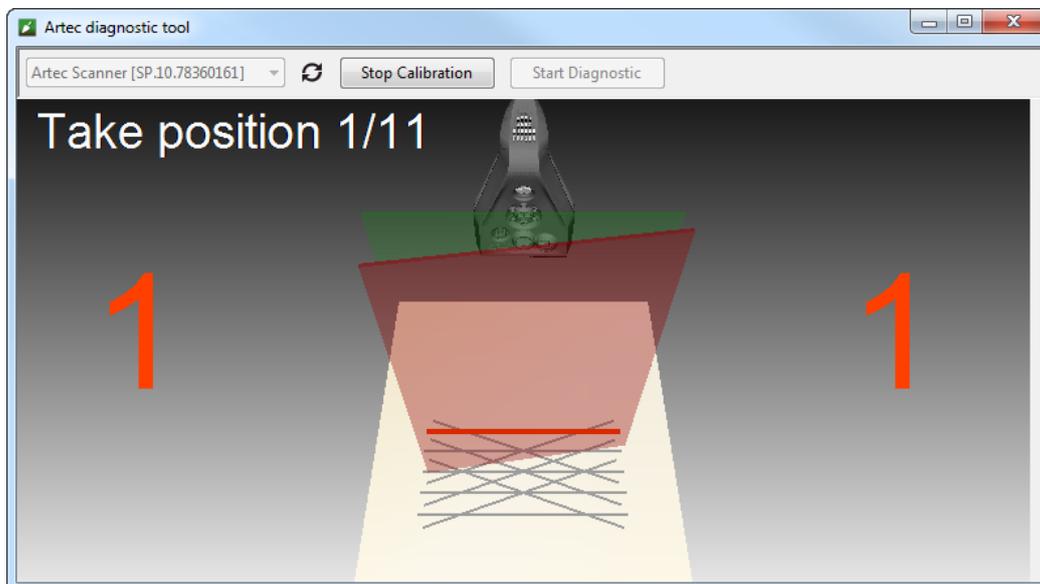


Abbildung 139: Den Kalibrations-Träger nach Position 1 bewegen.

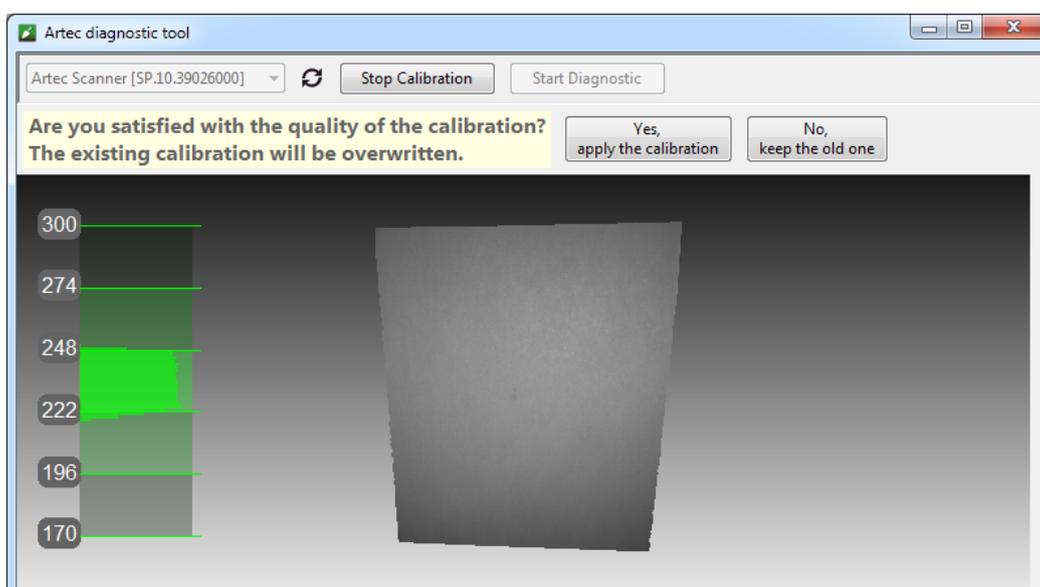


Abbildung 140: Die Kalibrierungsergebnisse beurteilen.

C:\Users\%name%\AppData\Roaming\Artec\Artec Installation Center\Devices\SP.00.00000000.

Hierin bezeichnen *%name%* den aktuellen Anwender-Ordner und SP.00.00000000 den entsprechenden Ordner für die Seriennummer des Scanners. Die folgende Information betreffend Kalibration und Korrektur beachten.

- Sobald die Korrektur-Ergebnisse angewendet werden, erzeugt die Software eine ACD-Datei.
- Sobald die Kalibrations-Ergebnisse angewendet werden, erzeugt die Software eine ACD- und eine CORR-Datei.
- Alle neu erstellten Dateien haben Namen der Form YYYYMMDD_HHMMSS, wobei die Buchstaben dem Datum und der Uhrzeit der Datei-Generierung entsprechen.
- Die Original-ADD and -CORR Dateinamen basieren auf der Scanner-Seriennummer und haben die Form SP.00.00000000.

Bemerkung: Die Erst-Kalibration kann durch Entfernen der ACD- and CORR-Dateien, deren Namen die Form 20131121_101010 haben, wiederhergestellt werden.

Bemerkung: Wird der Scanner mit mehreren Rechnern eingesetzt, so muss er nicht für jeden einzelnen erneut kalibriert werden. Das einfache Kopieren der ACD- und CORR-Dateien in den o.a. Ordner auf jedem Rechner sollte ausreichen.

12.6 Den Scanner-Ständer zusammensetzen

Der Scanner-Ständer wird in nicht zusammengesetztem Zustand mit Artec Spider geliefert und besteht aus fünf Teilen (siehe [Abb. 141](#)): zwei Seitenwände, eine Vorder- und eine Rückwand (diese sind jedoch identisch) und einer Abdeckung. Vor dem Zusammensetzen alle Teile wie in [Abb. 141](#) gezeigt bereit legen. Dann die folgenden Schritte durchführen:

1. Die beiden Seitenwände in die senkrechte Stellung bringen, wie in [Abb. 142](#) gezeigt. Unter sorgfältiger Beachtung der Orientierung des T-förmigen Schlitzes die Vorderseite mit Hilfe der beiden Haken-Paare mit den Seitenwänden verbinden. Die Vorderseite hineindrücken und nach unten bis zum Anschlag schieben. Sicherstellen, dass die drei Wände passend zueinander ausgerichtet sind.
2. Die Rückwand auf dieselbe Weise einsetzen (siehe [Abb. 143](#)).
3. Die Abdeckung mit Hilfe der oberen Haken der Seitenwände aufsetzen, dabei auf die Orientierung der Schlitzes achten (siehe [Abb. 144](#)).
4. Mit den Daumen gegen die T-förmigen Löcher auf der Abdeckung drücken und diese gegen die Rückwand schieben, bis ein Klickgeräusch ertönt (siehe [Abb. 145](#)).

Der Scanner-Ständer ist nun einsatzbereit.

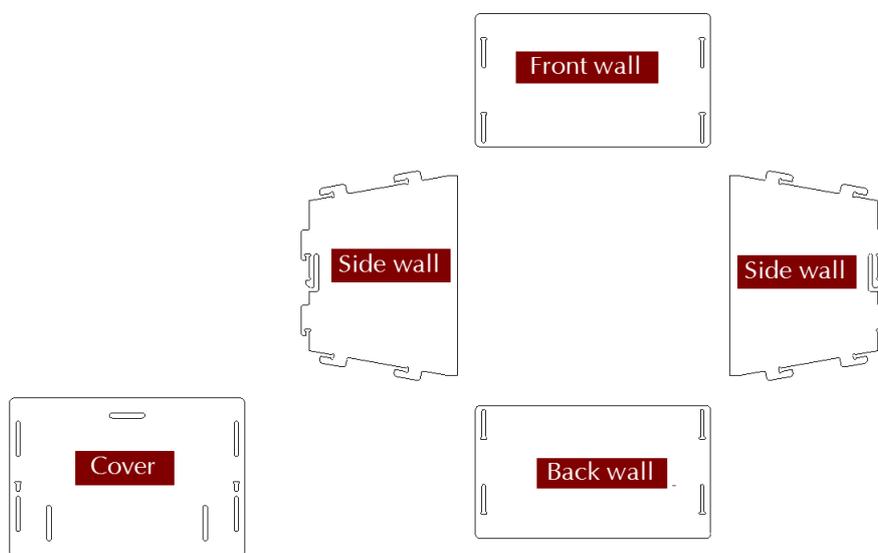


Abbildung 141: Die Teile des Scanner-Ständers.

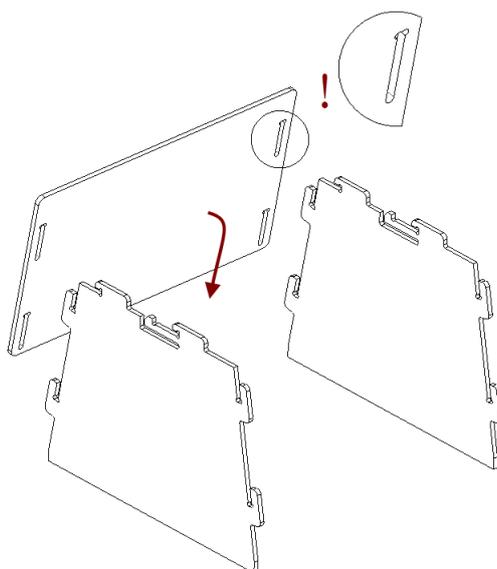


Abbildung 142: Die Vorderwand zusammensetzen.

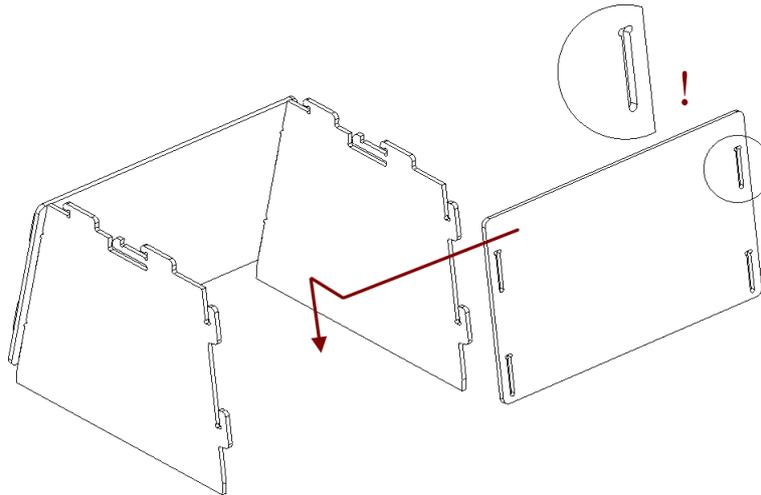


Abbildung 143: Die Rückwand zusammensetzen.

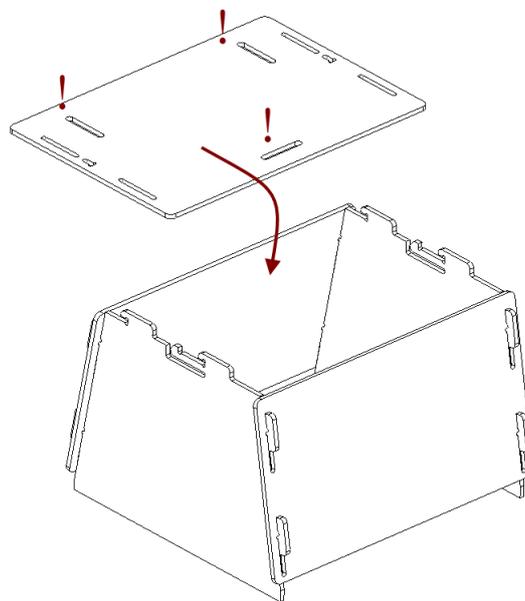


Abbildung 144: Die Abdeckung montieren.

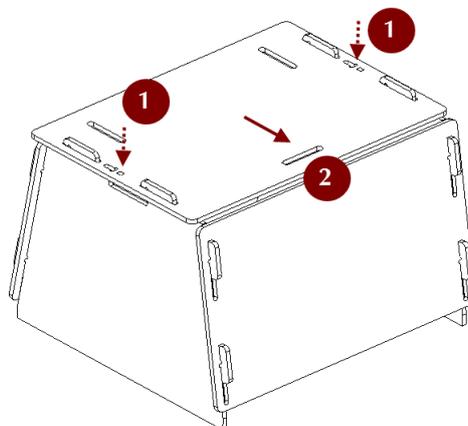


Abbildung 145: Die Abdeckung einrasten.

Bemerkung: Zum Auseinandernehmen des Ständers die Arretierungen in den T-förmigen Schlitzten der Abdeckung (siehe [Abb. 141](#)) mit einem dünnen Gegenstand wie z.B. einem Kugelschreiber lösen. Die Schritte vom Zusammenbau in umgekehrter Reihenfolge durchführen (von [Abb. 145](#) bis [Abb. 142](#)), die Teile dabei in entgegengesetzter Richtung bewegen.

12.7 Den Kalibrations-Träger zusammensetzen

Der Kalibrations-Träger wird nur mit dem Artec Spider geliefert und besteht aus der Basis und dem Bord. Zum Zusammensetzen des Trägers die folgenden Schritte durchführen:

1. Die Klemmschiene der Basis gegen die Zeigefinger drücken.
2. Die gebogenen Seiten der Basis durch Drücken mit den Daumen öffnen.
3. Das Bord gemäß [Abb. 146](#) in den Spalt einführen.

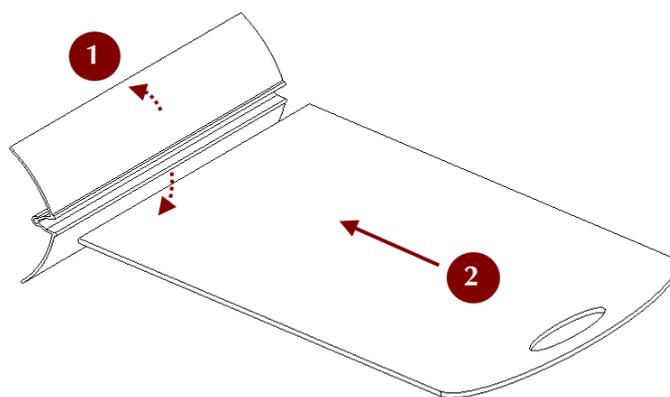


Abbildung 146: Den Träger zusammensetzen.

Hot Keys (Schnellstart-Tasten)

13.1 Scannen

Bedienfeld <i>Scannen</i> öffnen	F7	Überall außer im Modal-Dialog
Zwischen den Modi <i>Vorschau</i> und <i>Aufnehmen</i> umschalten	Space	<i>Scannen</i> -Bedienfeld
Bedienfeld <i>Multi-Aufnahme</i> öffnen	F8	Überall außer im Modal-Dialog

13.2 Arbeitsbereich

Einen Scan selektieren und den Rest deselektieren	Ctrl+Alt+LMB	<i>Arbeitsbereich</i> -Bedienfeld
Einen Scan selektieren und den Rest deselektieren	Ctrl+LMB	Bedienfeld <i>Arbeitsbereich</i> , erste Spalte
Scan selektieren/deselektieren	Shift+Alt+LMB	<i>Arbeitsbereich</i> -Bedienfeld
Alle Scans/Modelle oder Frames selektieren	Ctrl+A	<i>Arbeitsbereich</i> -Bedienfeld
Alle Scans/Modelle oder Frames deselektieren	Ctrl+D	<i>Arbeitsbereich</i> -Bedienfeld
Hervorgehobenen Scan selektieren/deselektieren	Space	<i>Arbeitsbereich</i> -Bedienfeld
Selektion von Scans /Modellen invertieren	Ctrl+Alt+A	<i>Arbeitsbereich</i> -Bedienfeld
Nur Key-Frames selektieren	Ctrl+K	Bedienfeld <i>Arbeitsbereich</i> → Flächen-Liste
Nur texturierte Frames selektieren	Ctrl+J	Bedienfeld <i>Arbeitsbereich</i> → Flächen-Liste
Scan/Modell umbenennen	F2	<i>Arbeitsbereich</i> -Bedienfeld
Wiedergabe der Scan-Frames starten/stoppen	Ctrl+P	<i>Arbeitsbereich</i> -Bedienfeld
Selektierte Frames/Scans löschen	Del	Bedienfeld <i>Arbeitsbereich</i> (inkl. Flächen-Liste)

13.3 Speichern, Exportieren und Importieren

Neues Projekt erstellen	Ctrl+N	Überall außer im Modal-Dialog
Projekt speichern	Ctrl+S	Überall außer im Modal-Dialog
Existierendes Projekt öffnen	Ctrl+O	Überall außer im Modal-Dialog
Existierendes Projekt ohne Laden der Scans öffnen (um Speicherplatz zu sparen)	Ctrl+Shift+O	Überall außer im Modal-Dialog
3D-Dateien importieren	Ctrl+I	Überall außer im Modal-Dialog
Netze exportieren	Ctrl+Shift+E	Überall außer im Modal-Dialog
Befehlsverlauf leeren	Ctrl+Alt+H	Überall außer im Modal-Dialog
Bildschirm-Foto des Fensters <i>3D-Ansicht</i> speichern	Ctrl+Shift+S	Überall

13.4 3D-Inhalt ansehen

Ansicht an Fenster anpassen	F	3D-Ansicht-Fenster
Koordinaten-Ursprung im Ansichtspunkt zentrieren (Home-Position)	H	3D-Ansicht-Fenster
Koordinaten-Achsengitter anzeigen/verbergen	G	3D-Ansicht-Fenster
Drehzentrum in den Objekt-Schwerpunkt setzen	Ctrl+Shift+C	3D-Ansicht-Fenster
Drehzentrum in den Ursprung des Koordinatengitters setzen	Ctrl+Shift+M	3D-Ansicht-Fenster
Render-Modus ändern in <i>Textur</i>	Ctrl+Alt+1	3D-Ansicht-Fenster
Render-Modus ändern in <i>Scan-Farbe</i>	Ctrl+Alt+2	3D-Ansicht-Fenster
Render-Modus ändern in <i>Flächen-Farbe</i>	Ctrl+Alt+3	3D-Ansicht-Fenster
Render-Modus ändern in <i>Maximaler Fehler</i>	Ctrl+Alt+4	3D-Ansicht-Fenster
Beleuchtung ein-/ausschalten	L	3D-Ansicht-Fenster
Normalen anzeigen/verbergen	N	3D-Ansicht-Fenster
Ränder anzeigen/verbergen	B	3D-Ansicht-Fenster
Texturränder anzeigen/verbergen	Shift+B	3D-Ansicht-Fenster
Zwischen Perspektiv- und Orthogonal-Ansicht umschalten	5 (numpad) oder Ctrl+5	3D-Ansicht-Fenster

13.4.1 Beobachtungspunkt umschalten

Von vorn	1 (numpad) oder Ctrl+Shift+1	3D-Ansicht-Fenster
Von hinten	Ctrl+1	3D-Ansicht-Fenster
Von links	3 (numpad) oder Ctrl+Shift+3	3D-Ansicht-Fenster
Von rechts	Ctrl+3	3D-Ansicht-Fenster
Von oben	7 (numpad) oder Ctrl+Shift+7	3D-Ansicht-Fenster
Von unten	Ctrl+7	3D-Ansicht-Fenster

13.5 Editor

Modus <i>2D-Selektion</i> aktivieren	Shift+Alt+1	<i>Editor</i> → <i>Lösch-Werkzeug</i>
Modus <i>3D-Selektion</i> aktivieren	Shift+Alt+2	<i>Editor</i> → <i>Lösch-Werkzeug</i>
Modus <i>Rechteck-Selektion</i> aktivieren	Shift+Alt+3	<i>Editor</i>
Modus <i>Lasso-Selektion</i> aktivieren	Shift+Alt+4	<i>Editor</i>
Modus * <i>Trennebenen-Selektion*</i> aktivieren	Shift+Alt+5	<i>Editor</i>
Modus <i>Basis-Selektion</i> aktivieren	Shift+Alt+6	<i>Editor</i> → <i>Lösch-Werkzeug</i>
Kontrolle zur Justierung der Trennebene anzeigen	Alt	<i>Lösch-Werkzeug/Defeature-Pinsel rarr Trennebenen-Selektion</i>
Trennebene bewegen	Ctrl+Shift+Scro	<i>Lösch-Werkzeug/Defeature-Pinsel rarr Trennebenen-Selektion</i>
Werkzeuggröße ändern	Ctrl+[und Ctrl+] oder Mausrad	Bedienfeld <i>Editor</i> → beliebiges Werkzeug
Gesamte Fläche unterhalb der Trennebene selektieren	Ctrl+Q	<i>Lösch-Werkzeug/Defeature-Pinsel rarr Trennebenen-Selektion</i>
Selektion der 3D-Regionen löschen	Ctrl+Alt+LMB	<i>Editor</i>
Selektion invertieren	I	Bedienfeld <i>Editor</i> → beliebiges Werkzeug → <i>3D-Ansicht</i>
Selektierte Region löschen	Delete	<i>Editor</i> → <i>Lösch-Werkzeug</i>

13.5.1 Transformations-Werkzeug

Transformation <i>Verschieben</i> aktivieren	T	<i>Editor</i> → <i>Transformation</i>
Transformation <i>Drehen</i> aktivieren	R	<i>Editor</i> → <i>Transformation</i>
Transformation <i>Skalieren</i> aktivieren	S	<i>Editor</i> → <i>Transformation</i>
Modell entlang (um die /in Richtung der) X-Achse verschieben (drehen/skalieren)	X	<i>Editor</i> → <i>Transformation</i> → beliebiger Modus → <i>3D-Ansicht</i>
Modell entlang (in Richtung der) Y-Achse verschieben (drehen/skalieren)	Y	<i>Editor</i> → <i>Transformation</i> → beliebiger Modus → <i>3D-Ansicht</i>
Modell entlang (in Richtung der) Z-Achse verschieben (drehen/skalieren)	Z	<i>Editor</i> → <i>Transformation</i> → beliebiger Modus → <i>3D-Ansicht</i>

13.6 Scans ausrichten

Ausgerichtete Scans/Modelle anzeigen	1	<i>Ausrichten</i> -Bedienfeld
Nicht ausgerichtete Scans/Modelle anzeigen	2	<i>Ausrichten</i> -Bedienfeld
Alle zum Ausrichten selektierten Scans anzeigen	3	<i>Ausrichten</i> -Bedienfeld
Scans manuell ausrichten	Shift	<i>Ausrichten</i> -Bedienfeld
Zwischen Punkte-Sätzen/-Paaren umschalten	Space und Backspace	Bedienfeld <i>Ausrichten</i> → Punkte
Erzeugung des Punkte-Satzes bestätigen	Space	Bedienfeld <i>Ausrichten</i> → <i>Komplex</i>

13.7 Werkzeuge, Modi und Dialoge starten

Öffnen von <i>Autopilot</i>	F9	Überall außer im Modal-Dialog
Automatische Bearbeitung starten (nicht mit <i>Autopilot</i> zu verwechseln)	Ctrl+G	Überall außer im Modal-Dialog
Bedienfeld <i>Werkzeuge</i> öffnen	Ctrl+T	Überall außer im Modal-Dialog
Bedienfeld <i>Ausrichten</i> öffnen	Ctrl+L	Überall außer im Modal-Dialog
Bedienfeld <i>Löcher rep.</i> öffnen	Ctrl+B	Überall außer im Modal-Dialog
Bedienfeld <i>Reparieren</i> öffnen	Ctrl+R	Überall außer im Modal-Dialog
Bedienfeld <i>Messen</i> öffnen	Ctrl+M	Überall außer im Modal-Dialog
Bedienfeld <i>Textur</i> öffnen	Ctrl+U	Überall außer im Modal-Dialog
Bedienfeld <i>Editor</i> öffnen	Ctrl+E	Überall außer im Modal-Dialog
<i>Lösch-Werkzeug</i> starten	E	<i>Editor</i> -Bedienfeld
Starten von <i>Defeature-Pinsel</i>	D	<i>Editor</i> -Bedienfeld
<i>Positionierungs-Werkzeug</i> starten	P	<i>Editor</i> -Bedienfeld
<i>Transformations-Werkzeug</i> starten	T	<i>Editor</i> -Bedienfeld
Starten von <i>Glättungs-Pinsel</i>	S	<i>Editor</i> -Bedienfeld
Online-Handbuch öffnen	F1	Überall
Lokales Benutzerhandbuch öffnen	Ctrl+F1	Überall
Dialog <i>Einstellungen</i> aufrufen	F10	Überall außer im Modal-Dialog
Bedienfeld <i>Arbeitsbereich</i> anzeigen/verbergen	F11	Überall außer im Modal-Dialog
<i>Log-Fenster</i> anzeigen/verbergen	Ctrl+Alt+L	Überall außer im Modal-Dialog

Konventionen und Akronyme

Teile dieses Bedienungshandbuchs wurden zur besonderen Beachtung hervorgehoben, z.B.,

Bemerkung: Wichtige Information erscheint in speziell formatierten Paragraphen.

Die folgenden Beispiele veranschaulichen unsere Konventionen:

- Namen von Bedienfeldern und Elementen, die im Applikationsfenster auftreten, werden kursiv dargestellt, z.B. *Arbeitsraum*, *Datei* und *Textur*
- Schaltknöpfe, Kontrollkästchen und Elemente von Dropdown-Listen in Bedienfeldern und Applikations-Menüs erscheinen kursiv und unterstrichen, z.B.: *Invertieren*, *Anwenden*
- Tastaturkürzel, individuelle Tasten und Hardware-Schaltknöpfe werden in Grau hervorgehoben, z.B. `Ctrl + A`
- Buchstaben/Zeichen in einem Feld, einer Datei-Erweiterung oder einem Verzeichnis oder Pfad werden wie folgt dargestellt: `Scan 1, SPROJ,C:\Program Files`, usw.

Zu beachten sind die folgenden Abkürzungen und Icons:

- LMB – linke Maustaste
- RMB – rechte Maustaste
- ▶ – *Play/Pause*-Schaltknopf am Scanner-Gehäuse

Stichwortverzeichnis

- Accuracy, 138
- Auflösungallgemein, 16
- Autopilot, 15

- buffer size, 184
- By_radius, 128
- Bündel, 15

- CAD-Modell, 15

- decimationStep, 126

- error, 138

- feature_search_radius, 124
- Feinregistrierung, 15
- Fill_holes, 128
- Filter_by_threshold, 130
- force_constraints, 139
- FramesEinzelaufnahmen, 15
- Fusionierung, 15

- Genauigkeitallgemein, 15
- Geometry
 - for Fine registration, 106
 - for Global registration, 124
- Geometry_and_Texture
 - for Fine registration, 106
 - for Global registration, 124
- Globale Registrierung, 15
- Grob-Registrierung, 16

- keep_boundary, 139

- key_frame_ratio, 124

- Leave_biggest_objects, 130
- loop_closure, 106

- Manually, 128
- max_hole_len, 134
- max_hole_radius, 128
- max_neighb_normals_angle, 139
- maxEdgeLength, 126
- maxIncidenceAngle, 126
- minimumAngle, 126
- mode, 130
- Modell, 16

- Nah- und Fern-(Grenz-)Ebenen, 16
- Netz, 16

- Projekt, 16

- refine_serial, 106
- registration_algorithm
 - for Fine registration, 106
 - for Global registration, 124
- Remesh, 138
- remesh_edge_thr, 138
- remove_targets, 128
- resolution
 - for Fusion, 128
 - for Outlier removal, 101

- Scan, 16
- Schlüssel-Frames, 16

std_dev_mul_threshold, 101
steps, 133
stop_condition value, 138
TargetsZielmarken, 16
threshold, 130
TrackingScan-Fortsetzung, 16
tri_num
 for Fast mesh simplification, 139
 for Mesh simplification, 138
Triangle_quantity, 138
Unterlage, 16
UV_Triangle_quantity, 138
UV_Vertex_quantity, 138
voxel size, 184
vrt_num, 138
Watertight, 128