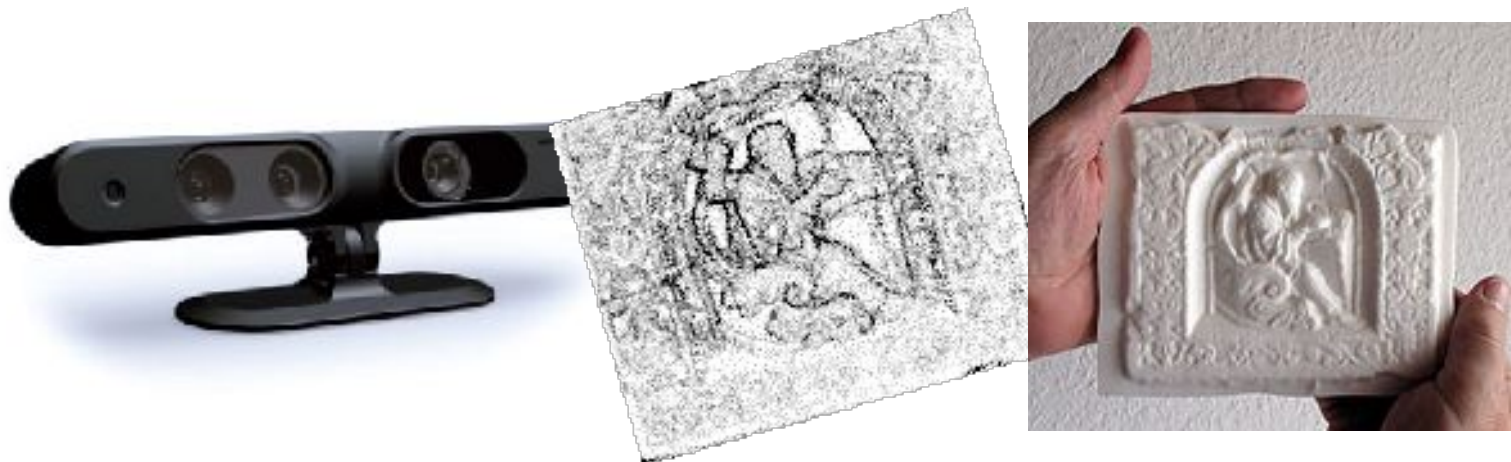


Scannen mit Digital- und Tiefenkamera - der Workflow bis zum 3D-Druck

Günter Pomaska

www.imagefact.de - gp@imagefct.de



Scanner Technologie

Laserscanning

Time of Flight Kameras

Streifenprojektion, Strukturiertes Licht,

Tiefenkameras

Structure from Motion, Structure from Stereo

Laserscanning

Puls- oder Phasen-Laserscanner

Messvolumen 1 – 1000m

Genauigkeit 1 - 10 mm

Kosten ca. 50 TEuro



Time of Flight Kameras

Laufzeitmessung bis 10m
Genauigkeit im Zentimeterbereich
100 fps 200x200px
CamCube PMD Technologies
Kosten ca. 10TEuro



Time of Flight Kameras

Laufzeitmessung bis 10m
Genauigkeit im Zentimeterbereich
100 fps 200x200px
CamCube PMD Technologies
Kosten ca. 10TEuro



Strukturiertes Licht

Strukturiertes Licht / Streifenprojektion

Messvolumen 0 - 3m

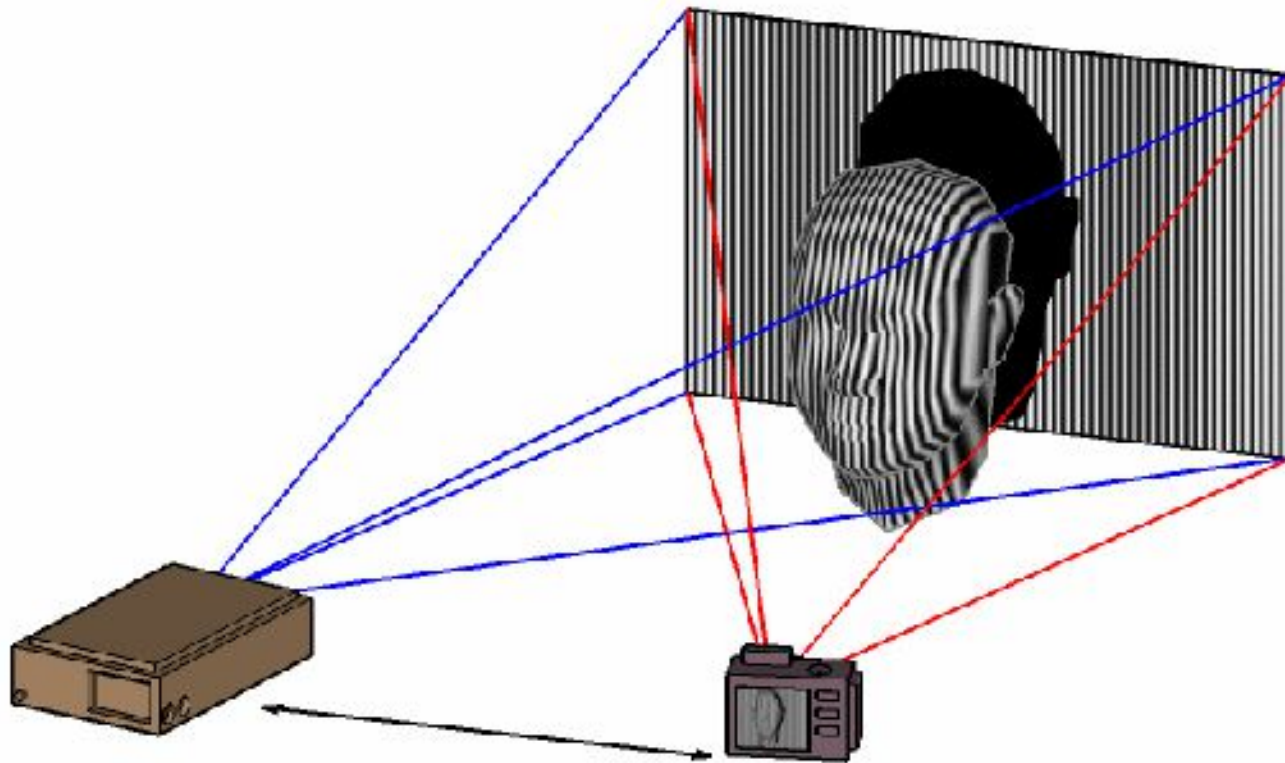
Genauigkeit 0,3mm – 0,003 mm

DAVID, GOM, Breukmann

David ca. 2TEuro, andere um 10TEuro



Scannen mit strukturiertem Licht



Demo DAVID Laserscanner

DAVID-LASERSCANNER Version 3.5.1

Hardwarekonfiguration
Kamerakalibrierung
3D Laser-Scannen

Scannen:
Laserfarbe: Rot

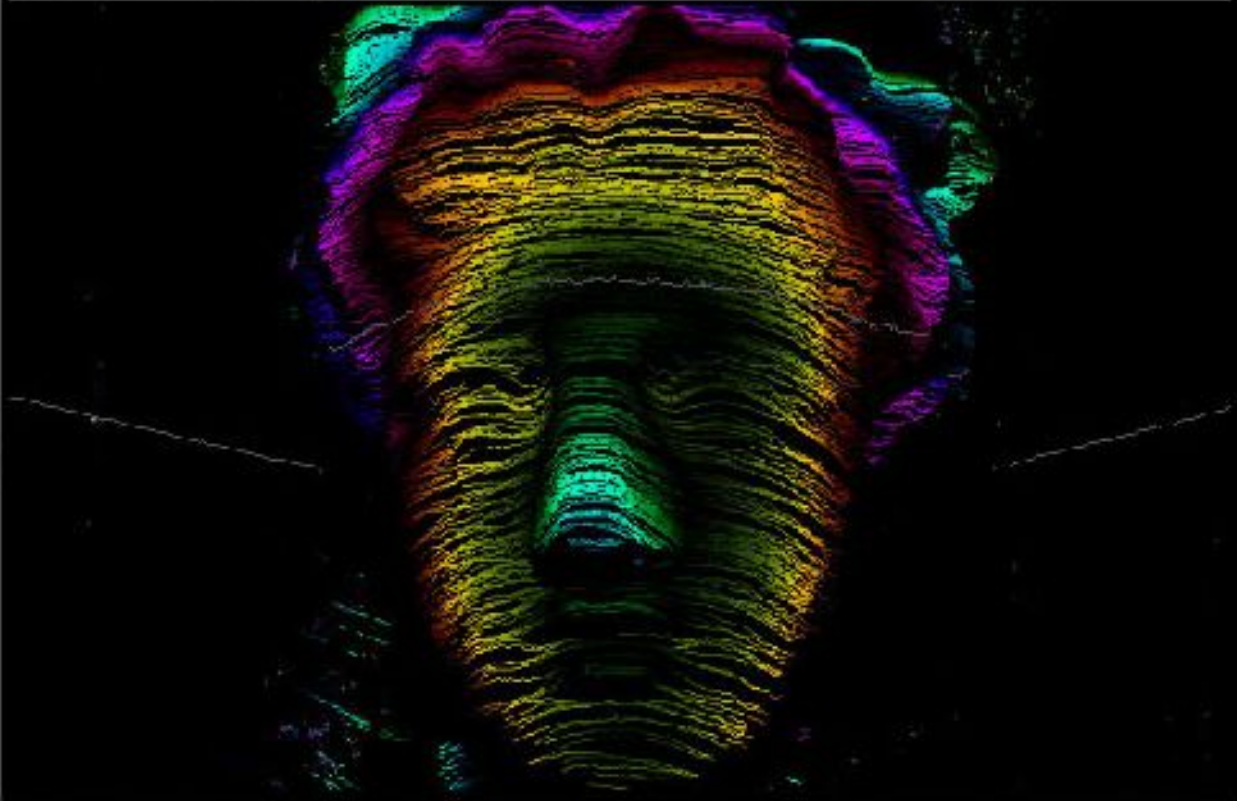
Start Stopp Löschen

Ergebnis-Filterung:
Interpolation: 4
Glättung: Median: 2
Glättung: Mittelung: 0

Zur Liste Speichern

Shape Fusion

Fliege zu: Alt Live Tiefen Scan
Sichtbarkeit: Kamera zeigt: Depth Map Update rate:
Belichtungszeit: 1/756 s
Scane: Kamerareigenschaften



Einstellungen Hilfe

Scanliste

Scaneigenschaften

Arbeitsverzeichnis
C:\Dokumente und Einstellungen

Scan.obj
Scan2.obj
Scan3.obj

DAVID LASERSCANNER

LASERLINIE NICHT DETEKTIERT AUF DER LINKEN SEITE

5.1.1

Tiefenkameras

Messvolumen 0,4m – 10m

Genauigkeit 0,3cm - 1cm

Auflösung 640x480px

30fps, Realtime Oberflächenvermaschung

Primesense, Kinect, Asus Xtion



Structure from Motion, Structure from Stereo

Photogrammetrie, Computer Vision

RGB Kamera

Flexibles Aufnahmeverfahren

ARC 3D, 123DCatch, Photo-to-3D



Auswahlkriterien für ein Scanverfahren

Was soll gescannt werden?

Oberfläche, Messvolumen, Bewegung

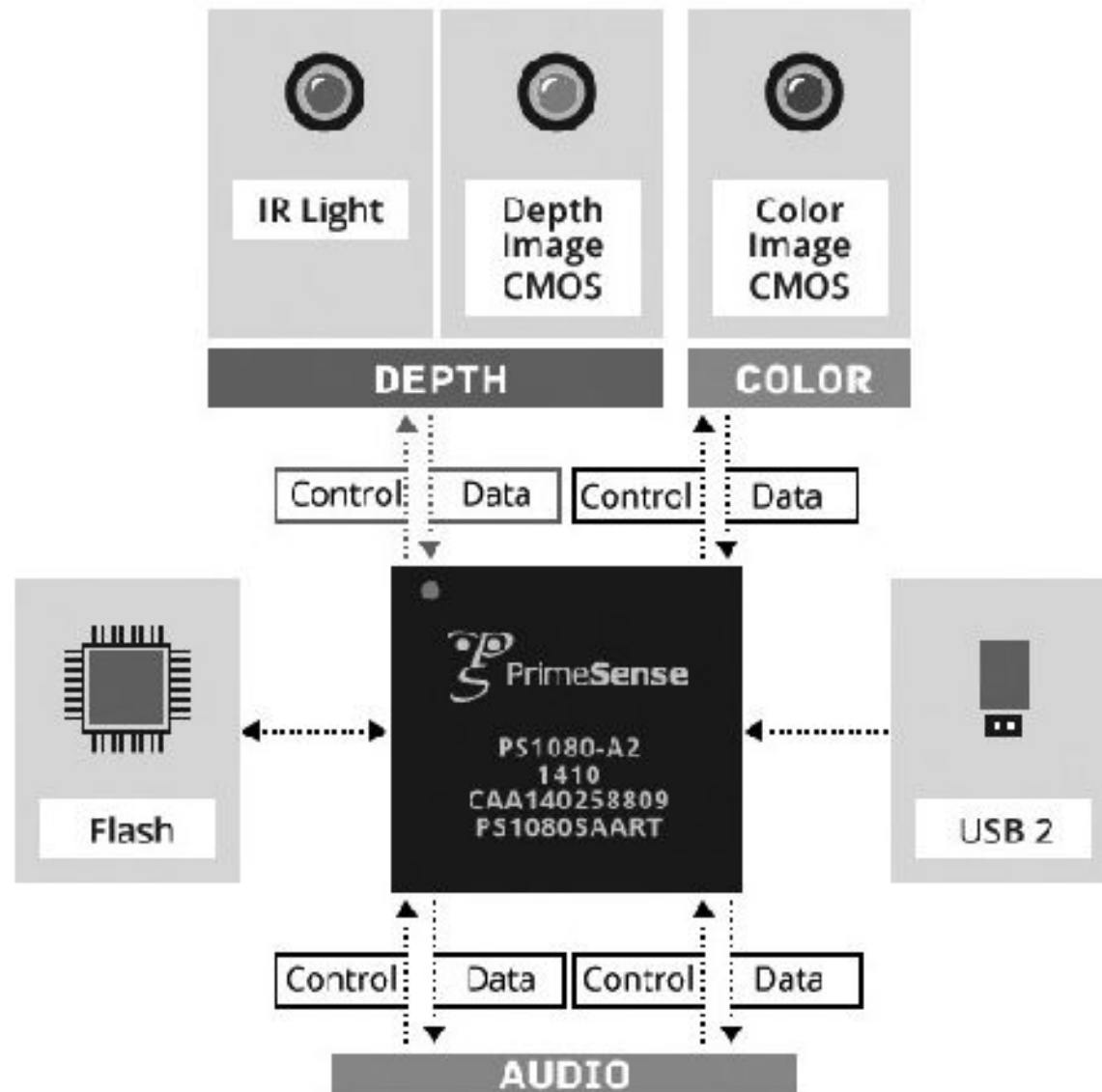
Tiefengenauigkeit, Auflösung

Geschwindigkeit, Umgebung, Lichtverhältnisse

Datennutzung CNC, Visualisieren



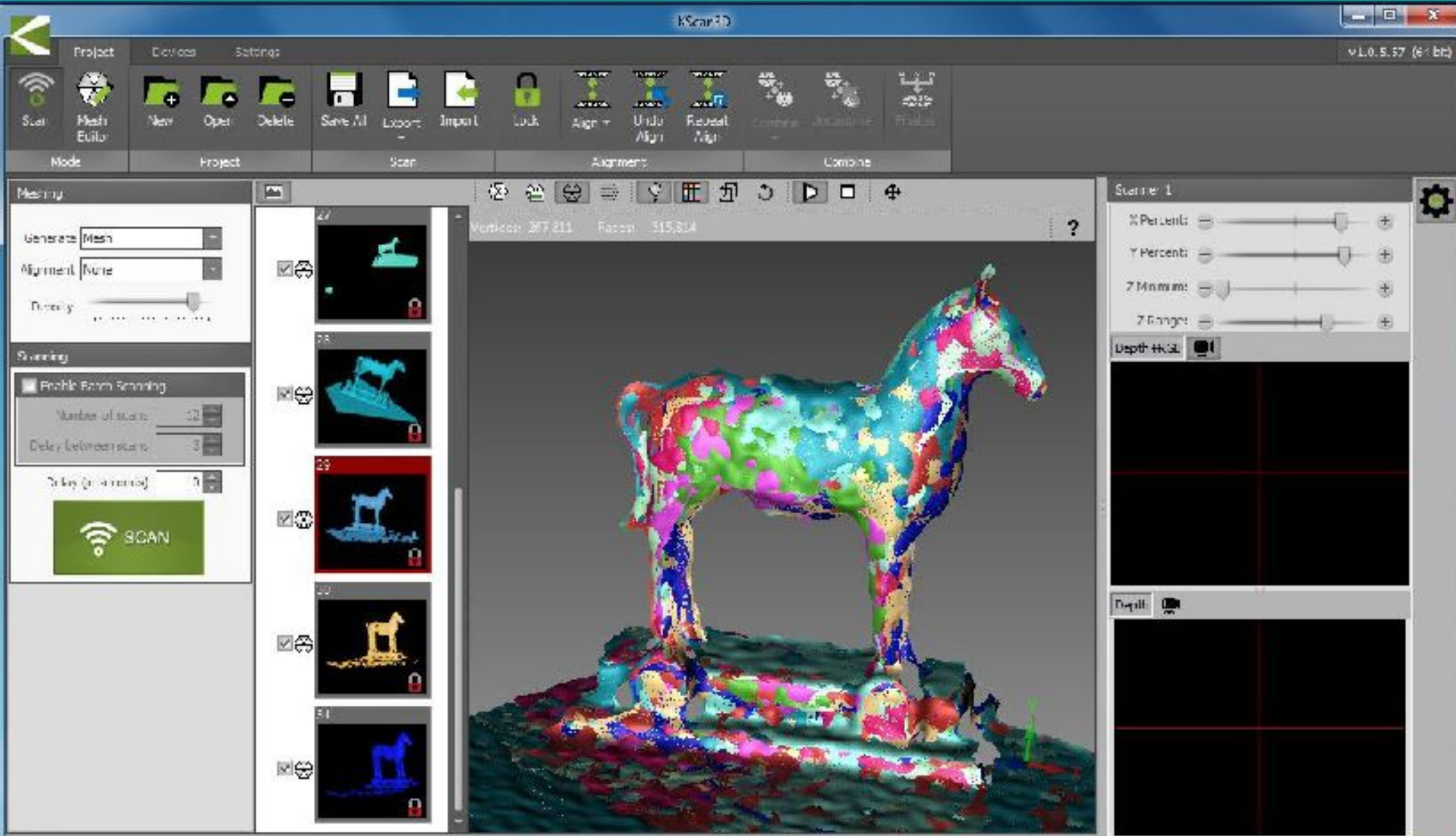
Scannen mit der Tiefenkamera



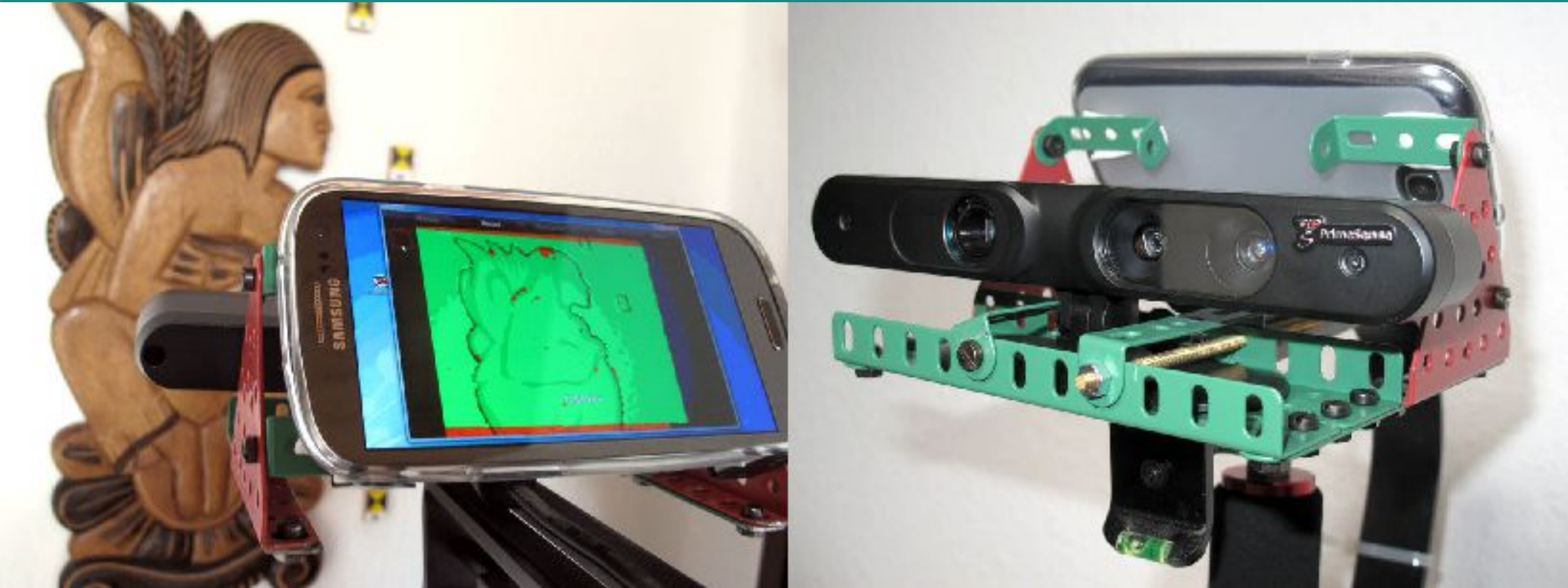
Infrarot-Tiefenmuster



Scansoftware für Tiefenkameras



Steady Cam und Smartphone



**VNC Server – Android VNC Viewer, mobile Hotspot
USB Verlängerung, Kontrollpunkte zur Skalierung**

Demo Skanect – KScan3D



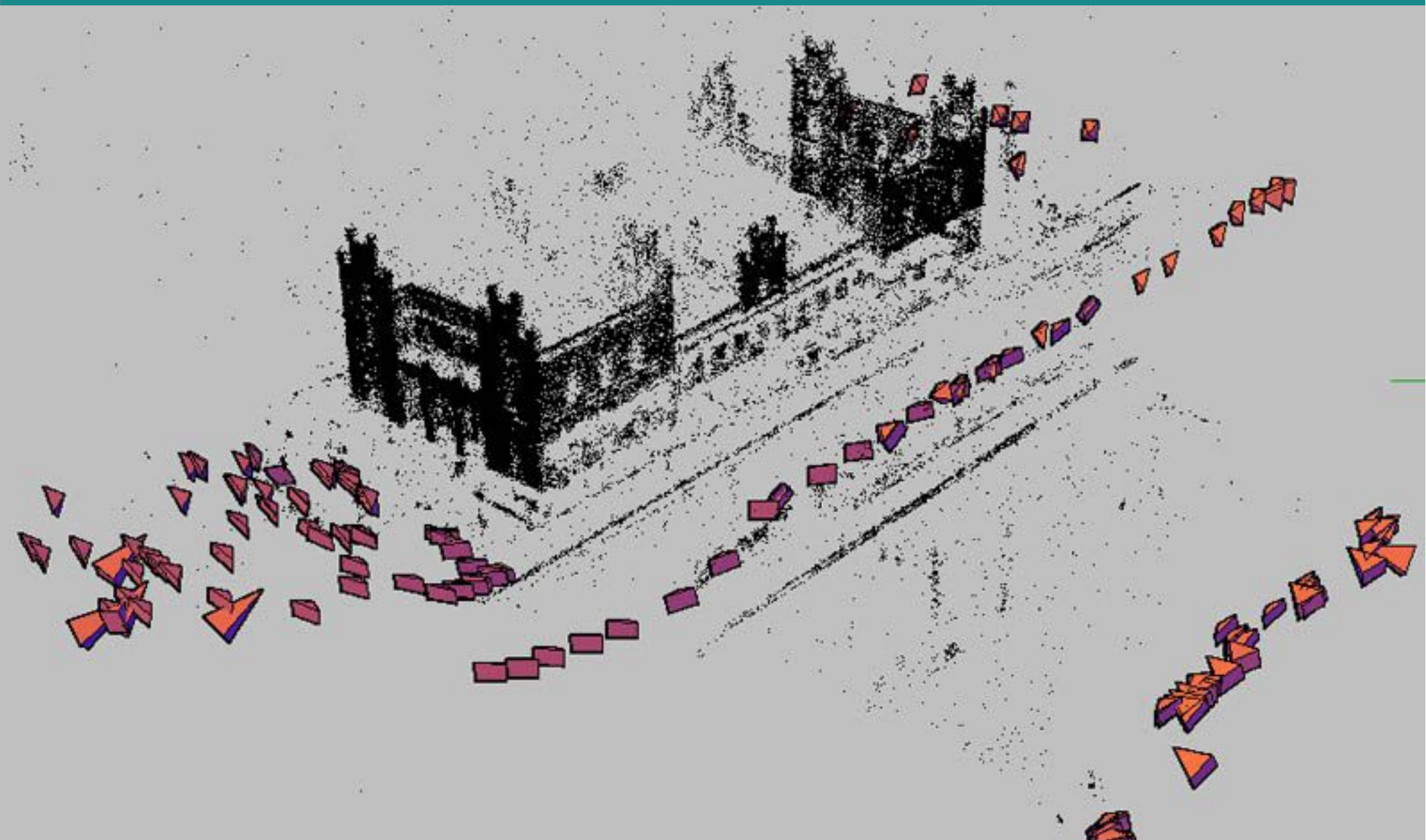
Vergleich der Tiefenauflösung

Primesense Carmine 1.09, Kinect, DCC, WebCam

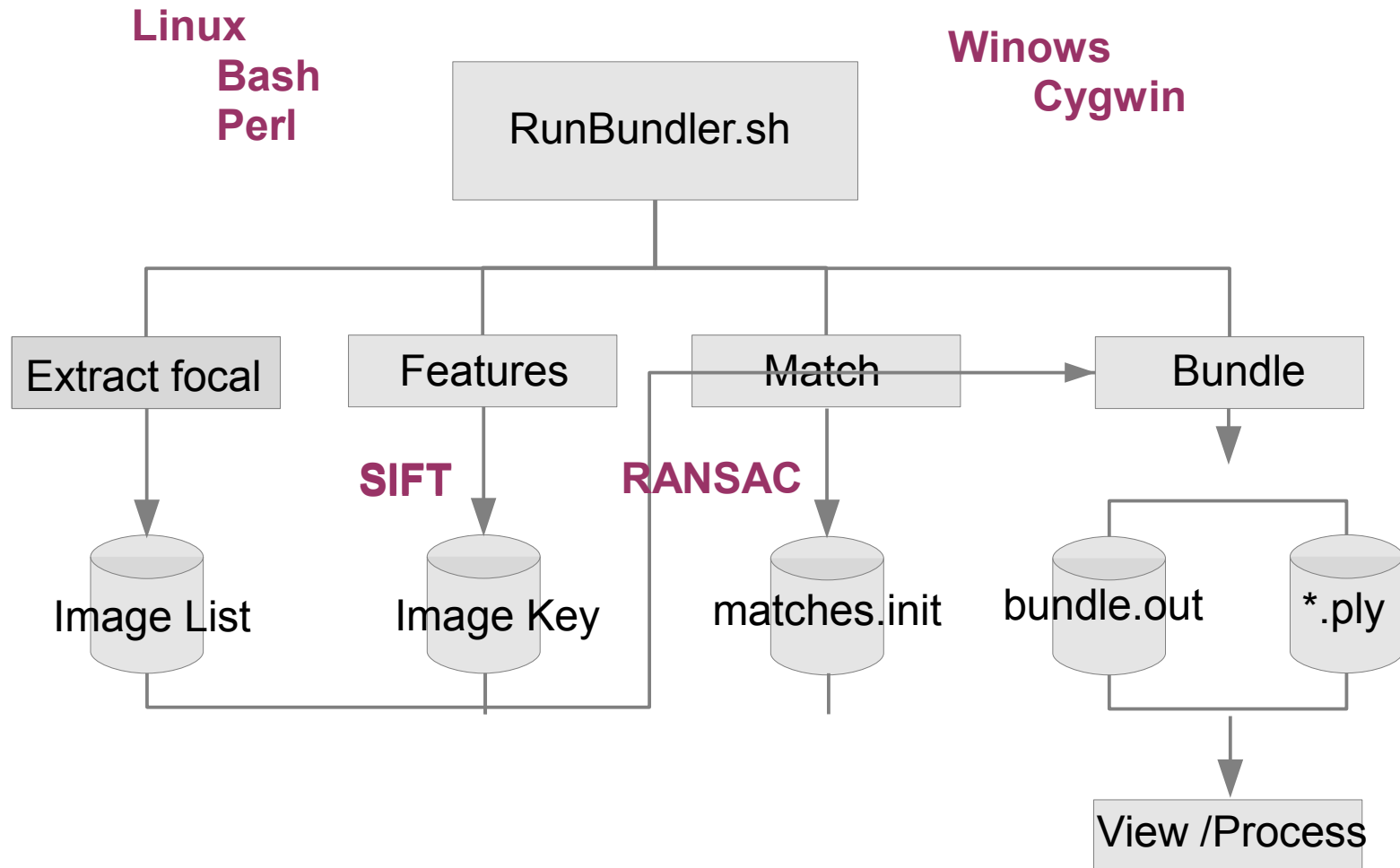
Structure from Motion SfM

In Computer Vision wird mit Structure from Motion ein Prozess bezeichnet, der die räumliche Struktur von Objekten aufgrund korrespondierender Merkmale in Bildern erkennt.

Structure from Motion SfM



SFM / Bundler Prozesskette



SIFT Keypoint Detector

Scale invariant feature transform SIFT ist ein Algorithmus zur Beschreibung und Erkennung von Merkmalen.

Autor David Lowe, University of British Columbia, US Patent, 1999.



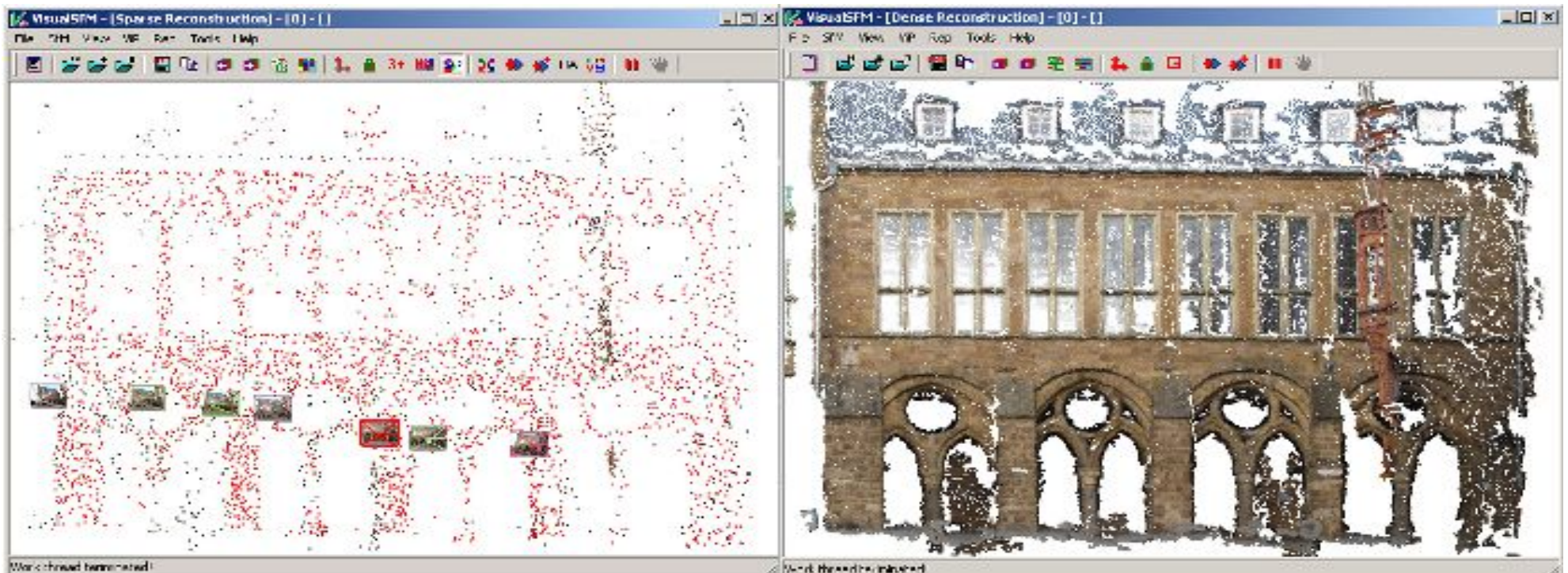
PMVS / CMVS

PMVS erzeugt dichtere Punktwolken

CMVS Preprocessor für PMVS Clustering

Visual SfM Windows Version mit GPU Computing

Chanchang Wu, Yatsuka Furukawa, Univ. Washington



Aufnahmegeometrie SFM

Mehr Pixel, mehr Probleme

Ultrahochauflösende Fernseher: Preise fallen, Inhalte, Anschlüsse und Ausgabegeräte fehlen.

Nach Full HD ist jetzt Ultra HD angesagt. Fernsehgeräte mit der auch 4K genannten Auflösung von 3840 x 2160 Pixeln zählen zu den Highlights der diesjährigen CES. Die ersten TVs sollen schon bald in den Handel kommen – allerdings mit kleinen Schwächen.

Auf der CES präsentierten alle großen TV-Hersteller hochauflösenden Fernsehgeräte mit 4K-Display in neuen Dimensionen. Die auf der IFA gezeigten 84-Zoll-Modelle wogen um kleinere Geräte mit 50 bis 65 Zoll Diagonale und um deutlich größere Schirme ergänzt. Unabhängig von der Größe und die Preise erstmal noch gesunken.

So verlangt Samsung für seinen 85-Zolligen 4K-Fernseher (2,16 m Bild diagonal) in Korea 40 Millionen Won, rund 28.000 Euro. Zum Vergleich: Ein 80-Zolliges LCD-TV mit Full-HD-Auflösung gibt es ab 4200 Euro. Gründe für die Fertigung der 4K-Panel's sind viel schwieriger als die von Full-HD-Displays. Der Preisaufschlag ist eher dem Panel-Hersteller geschuldet, die endlich wieder Geld stellen können wollen.

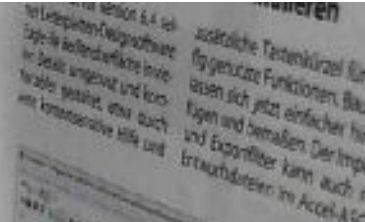
Tombas gibt sich wohl auch deshalb deutlich moderater. Das Unternehmen will die 50- und 65-Zoll-Modelle (1,47 m und 1,65 m Diagonale) schon 4K-fähig in Japan für nur 1000 Euro pro Zoll anbieten. Sony gibt für 100 Euro pro Zoll an. In der USA wurden die Vorstellungen deckt. In der USA wurden die Vorstellungen schon von 4K-TVs für nur 93 Dollar pro Zoll.

Das erscheint beläufig zu 1700 um wohl so sehr, doch hochauflösend sind sie, doch die Preise schwer fallen werden. So sollen 2014

bereits über 20 Prozent der in Deutschland verkauften Fernseher mit Ultra HD über 50 Zoll die höhere Auflösung haben. Den Unterschied zu Full HD erkennt man am 4K-TV nur aus kleiner Distanz. Für kleine Displaygrößen ist die hohe Auflösung von Vorteil. Unschärfen, die bei 4K-Zoll-Bildern, wie bei 1,65 Metern Bild diagonal und einem Betrachtungsabstand von etwa 2,5 Metern nicht mehr zu sehen sind, sind bei 4K-Modellen, die eine Auflösung von 3840 x 2160 Pixeln aufweisen, deutlich zu sehen. Die 4K-Modelle sind aber nicht nur in der Auflösung, sondern auch in der Bildqualität überlegen. Die 4K-Modelle sind aber nicht nur in der Auflösung, sondern auch in der Bildqualität überlegen. Die 4K-Modelle sind aber nicht nur in der Auflösung, sondern auch in der Bildqualität überlegen.

Inhalte Mangelware

Es mangelt derzeit vor allem an hochwertigen Inhalten. Die meisten Anbieter haben keine eigenen Inhalte und sind auf die Inhalte von YouTube, Netflix, Amazon und anderen Streaming-Diensten angewiesen. Die meisten Anbieter haben keine eigenen Inhalte und sind auf die Inhalte von YouTube, Netflix, Amazon und anderen Streaming-Diensten angewiesen. Die meisten Anbieter haben keine eigenen Inhalte und sind auf die Inhalte von YouTube, Netflix, Amazon und anderen Streaming-Diensten angewiesen.



Der Platzbedarf von Eagle 6.4 bedarf für die Schaltungsplanung die Freeware LTSpice an.

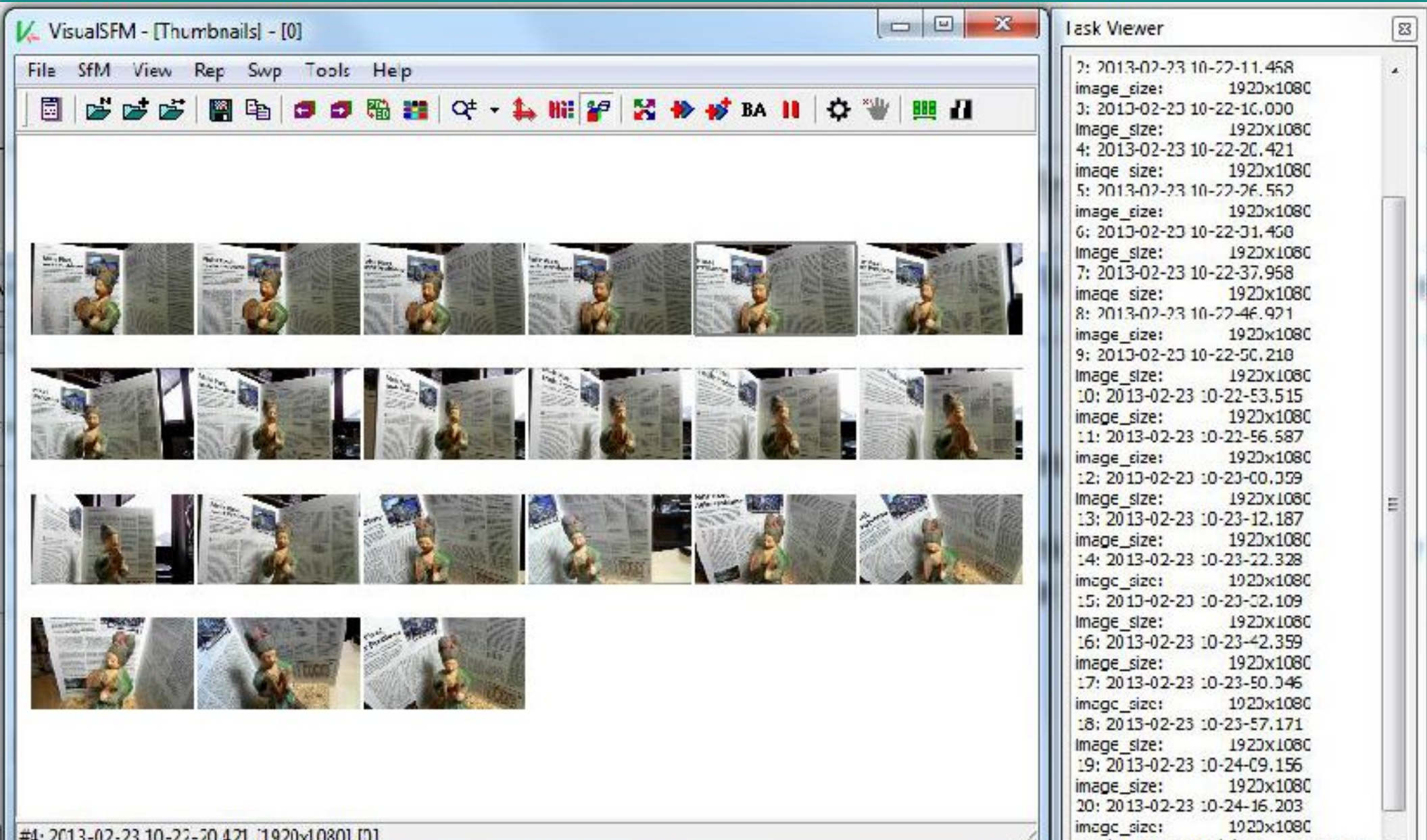
zusätzliche Tastenkürzel für häufig genutzte Funktionen. Bauteile lassen sich jetzt einfacher hinzufügen und bemaßen. Der Import- und Exportfilter kann auch mit Irtaurdaten in Accel-ASCII-

Format umgehen. Dadurch kann man in Eagle Netlisten bearbeiten, die andere CAD-Programme für den Platinenentwurf wie P-CAD, Altium oder Protel erzeugen haben. Der verbesserte DXF-Import berücksichtigt Bemaßungsobjekte, und selbst Bitmaps holt Eagle jetzt an Bord. Die Software läuft unter Windows von XP bis 8, Linux sowie Mac OS X 10.6 bis 10.8. Eine eingeschränkte Version für den privaten Gebrauch gibt es gratis. Wer zusätzlich das kostenlose Simulationsprogramm LTSpice einrichtet, kann durch Aufruf eines ULP-Skripts direkt aus einem Eagle-Schaltplan heraus eine Simulation der Schaltung starten. (Matthias Poets/pek)

Der Platzbedarf von Eagle 6.4 bedarf für die Schaltungsplanung die Freeware LTSpice an.

Version App For gibt Maß nicht nur für die Gestaltung für ein gratis am ITW. Die Software modellierung ist jetzt auch in Version mit Startfunktion, die kostet 4100 Euro. Maple T.A. 9 hat Le Abwickeln von mathematischen Prüfungen. Überprüfen Sie Aufgaben Ihre gen in eigene Tests erstellen. Da das System die Netzwerke mehrere Server die verteilte zu einer neuen Installation sorgen lassen. Die Anwendung für die Finite-Elemente-Analyse (FEA) ist ein besseres Modellieren und der Datenbedarf der Analyse. Die Konstruktion ist ein besseres Modellieren und der Datenbedarf der Analyse.

3D-Rekonstruktion mit VSFM

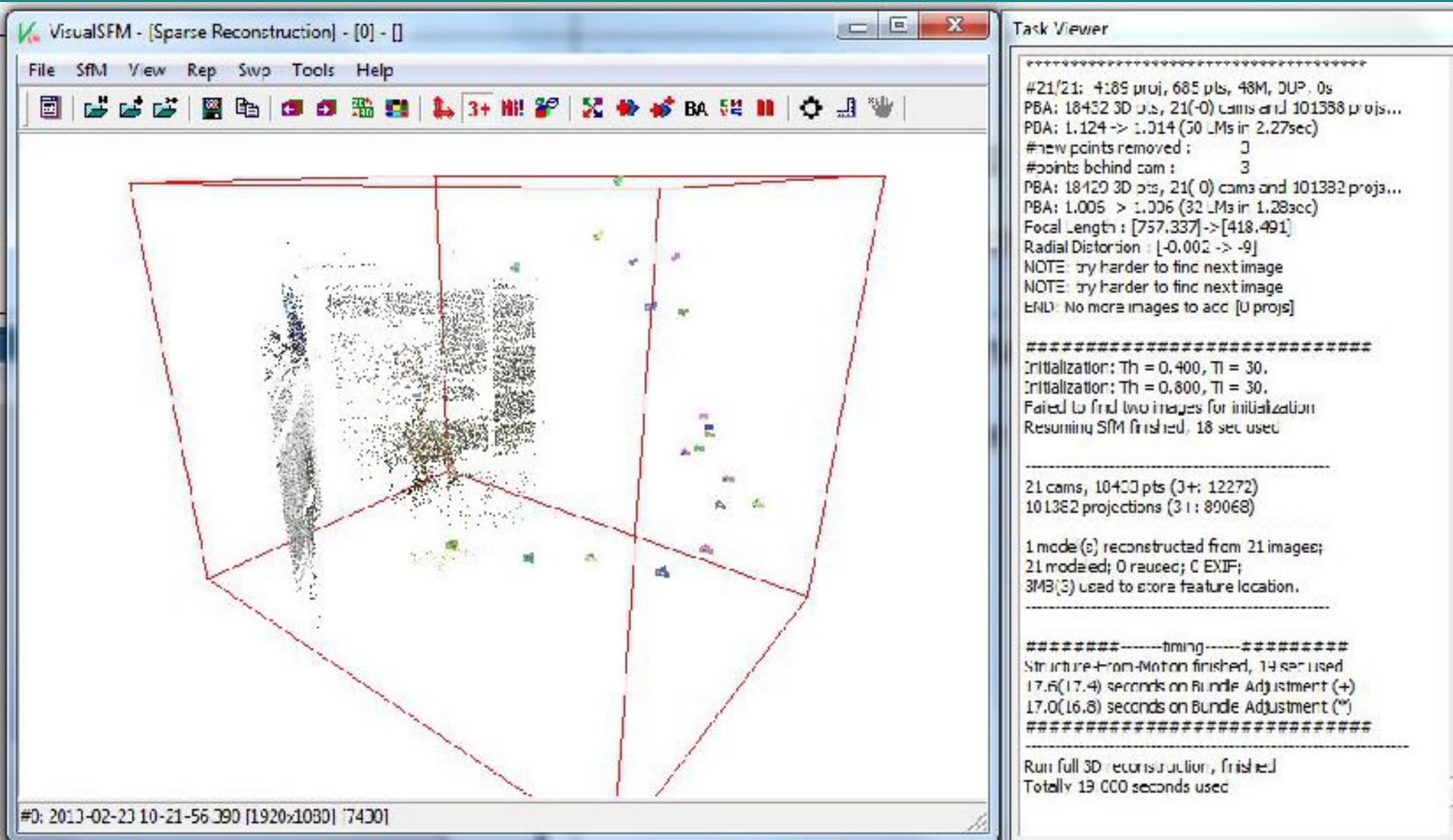


The screenshot displays the VisualSFM software interface. The main window, titled "VisualSFM - [Thumbnails] - [0]", features a menu bar with "File", "SfM", "View", "Rep", "Swp", "Tools", and "Help". Below the menu is a toolbar with various icons for file operations, navigation, and processing. The central area shows a grid of 24 image thumbnails, arranged in four rows and six columns, depicting a scene with a green and brown object on a table in front of a newspaper-covered wall. The bottom status bar shows the file path: "#1: 2013-02-23 10:22-20.421 1920x1080 [0]".

On the right side, a "Task Viewer" window displays a list of tasks with their corresponding image sizes:

Task ID	Timestamp	Image Size
7	2013-02-23 10:22-11.468	1920x1080
3	2013-02-23 10:22-10.030	1920x1080
4	2013-02-23 10:22-20.421	1920x1080
5	2013-02-23 10:22-26.557	1920x1080
6	2013-02-23 10:22-31.460	1920x1080
7	2013-02-23 10:22-37.968	1920x1080
8	2013-02-23 10:22-46.971	1920x1080
9	2013-02-23 10:22-50.210	1920x1080
10	2013-02-23 10:22-53.515	1920x1080
11	2013-02-23 10:22-56.587	1920x1080
12	2013-02-23 10:23-00.359	1920x1080
13	2013-02-23 10:23-12.187	1920x1080
14	2013-02-23 10:23-22.328	1920x1080
15	2013-02-23 10:23-32.109	1920x1080
16	2013-02-23 10:23-42.359	1920x1080
17	2013-02-23 10:23-50.346	1920x1080
18	2013-02-23 10:23-57.171	1920x1080
19	2013-02-23 10:24-09.156	1920x1080
20	2013-02-23 10:24-16.203	1920x1080

3D-Rekonstruktion mit VSFM - Sparse Point Cloud



The image shows a screenshot of the VisualSFM software interface. The main window displays a 3D point cloud reconstruction of a scene, with a red wireframe bounding box around it. The interface includes a menu bar (File, SfM, View, Rep, Swp, Tools, Help) and a toolbar with various icons. The Task Viewer on the right provides detailed logs of the reconstruction process.

VisualSFM - [Sparse Reconstruction] - [0] - []

File SfM View Rep Swp Tools Help

Task Viewer

```
*****
#21/21: 4:85 proj, 685 pts, 48M, DUP, 0s
PBA: 18432 3D pts, 21(-0) cams and 101388 proj...
PDA: 1.124 -> 1.014 (30 LMs in 2.27sec)
#new points removed :      3
#points behind cam :      3
PBA: 18429 3D pts, 21( 0) cams and 101382 proj...
PBA: 1.005 -> 1.006 (32 LMs in 1.28sec)
Focal Length : [757.337] -> [418.491]
Radial Distortion : [-0.002 -> -9]
NOTE: try harder to find next image
NOTE: try harder to find next image
END: No more images to acc [0 proj]

*****
Initialization: Th = 0.400, Ti = 30.
Initialization: Th = 0.800, Ti = 30.
Failed to find two images for initialization
Resuming SfM finished, 18 sec used

-----
21 cams, 10450 pts (3+ : 12272)
101382 projections (3+ : 89068)

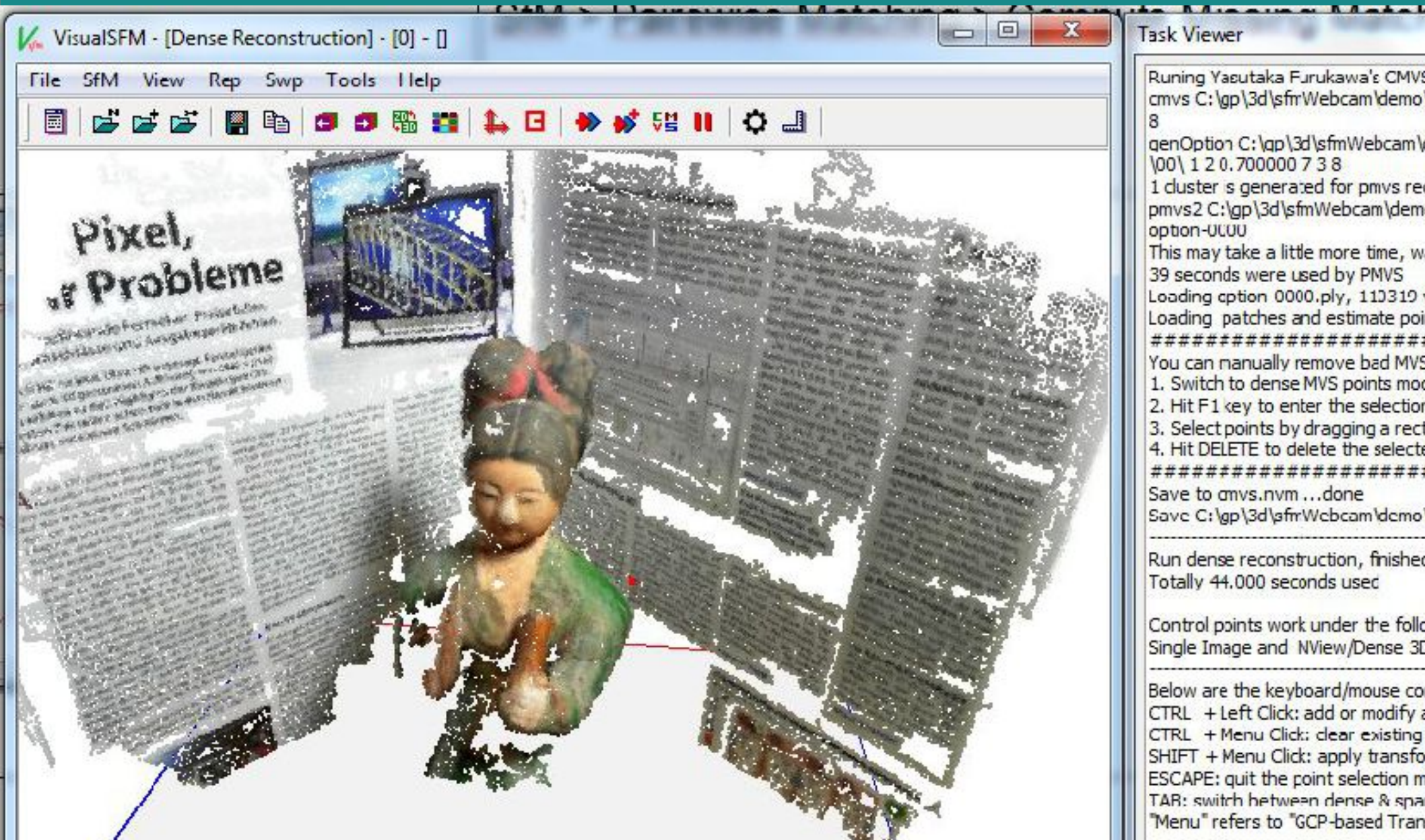
1 mode(s) reconstructed from 21 images;
21 mode(s); 0 reuse(s); C EXIF;
3MB(s) used to store feature location.

-----
*****-----timing-----*****
Structure-from-Motion finished, 14 sec used
17.6(17.4) seconds on Bundle Adjustment (+)
17.0(16.8) seconds on Bundle Adjustment (*)
*****

Run full 3D reconstruction, finished
Totally 13 000 seconds used
```

#0: 2013-02-23 10:21:56 390 [1920x1080] 74301

3D-Rekonstruktion mit VSFM - Dense Point Cloud



Online Service 123DCatch

Autodesk 123D Catch - Capture_2012_11_08_12_48_34

File Edit View Manipulate Help

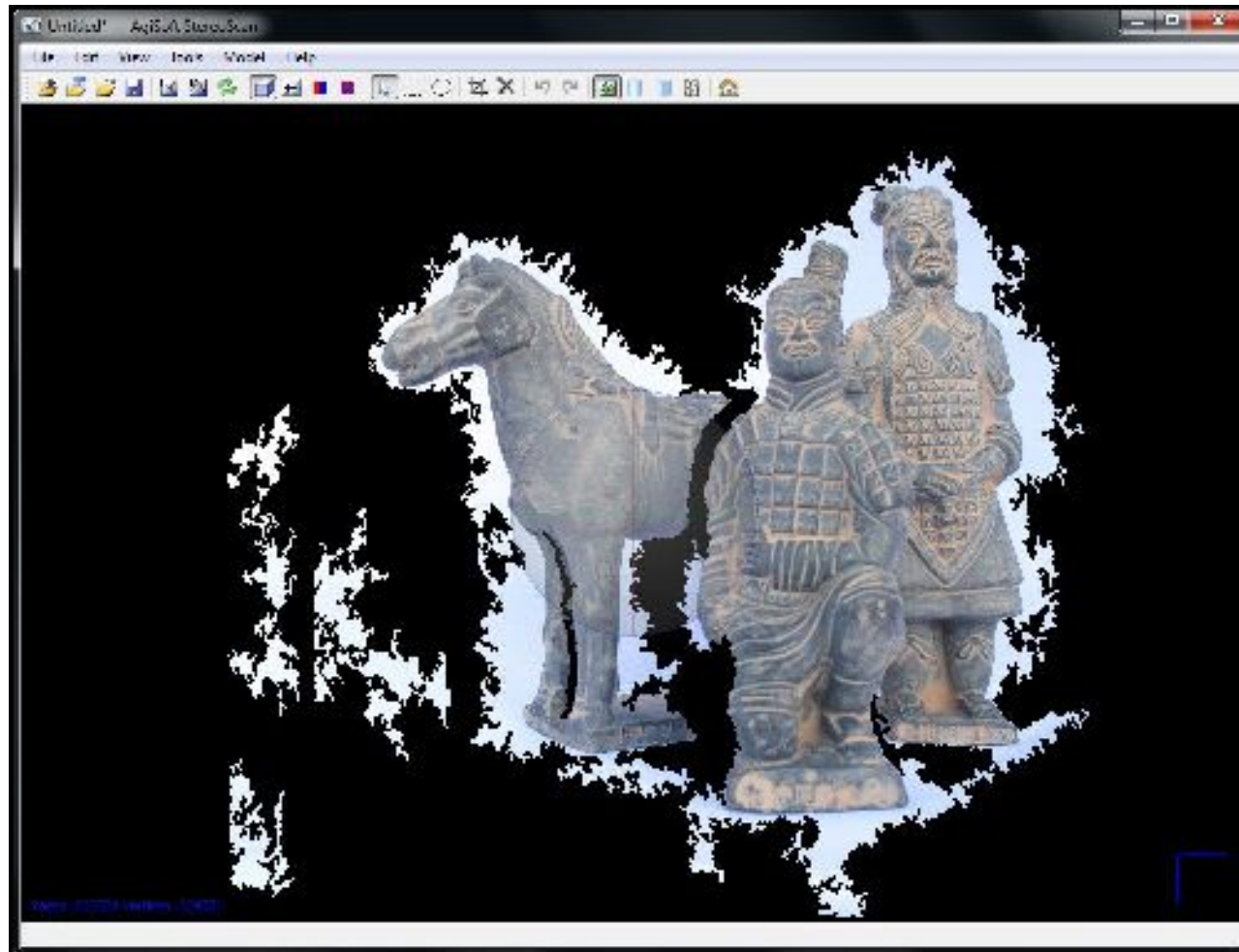


Structure from Stereo



[www.agisoft.ru | www.photo-to-3d.com]

AgiSoft StereoScan



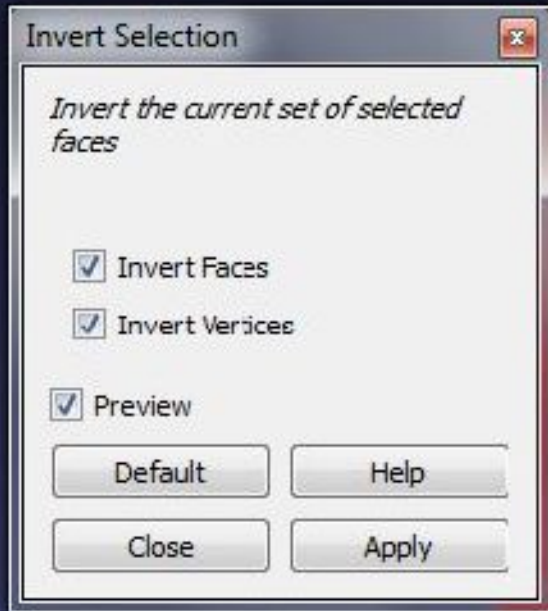
[c:/programme/AgiSoft/samples]

Mit Meshlab von der Punktwolke zur Oberfläche

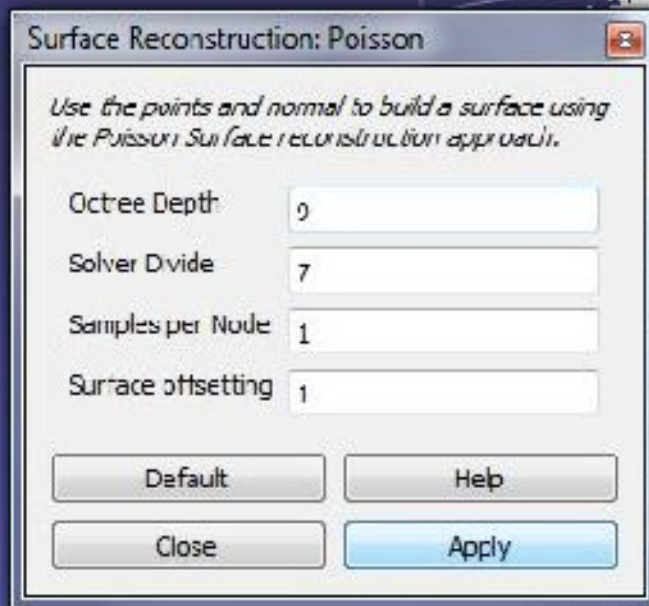


Bereinigen der Punktwolke
Poisson Surface Rekonstruktion
Oberfläche reduzieren, glätten
Alignment / Registrieren
Textur übertragen

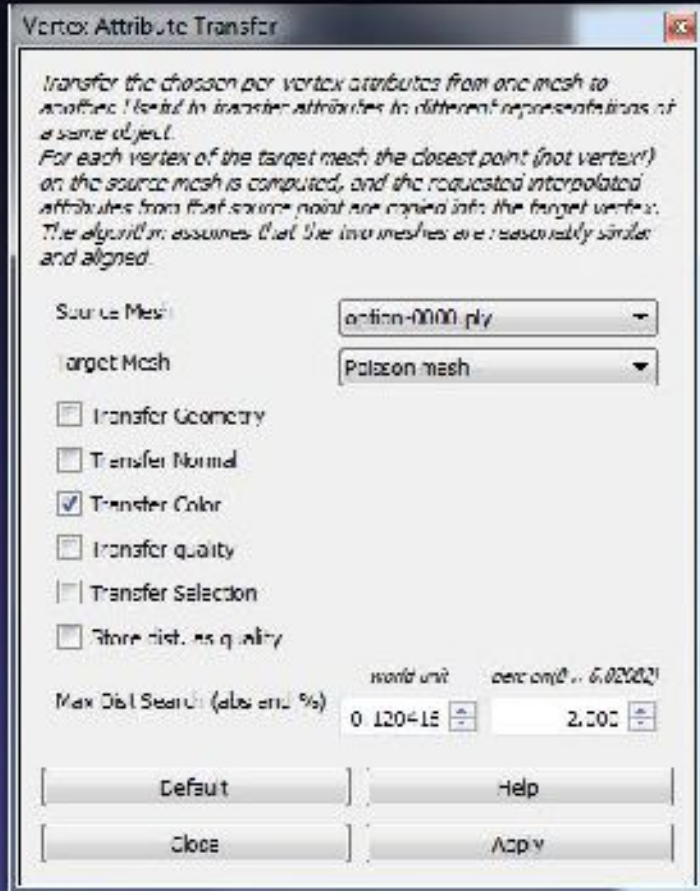
Meshlab Delete / Merge Reduktion 0,5Mio Punkte



Meshlab Oberflächenrekonstruktion

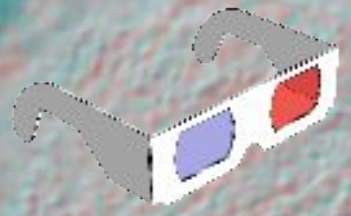


Meshlab Attributtransfer



Meshlab 3D-Oberfläche





3D Drucker Werkzeuge

ReplicatorG - GCode Viewer

Meshmixer

123DPrint

Makerware

Netfabb Studio

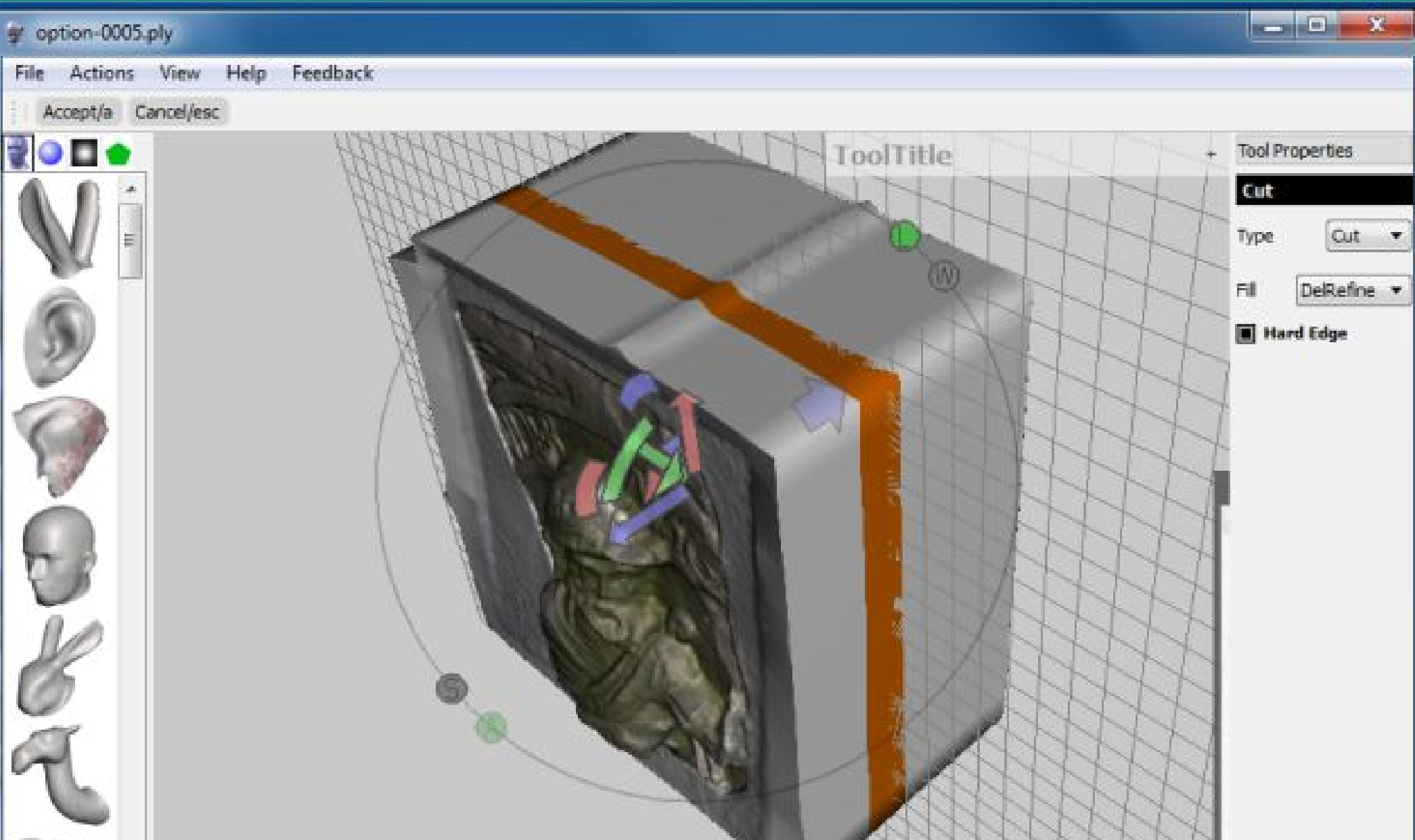
3D Drucker Werkzeuge

**Meshmixer: Korrektur, Solid
(123DPrint: Latest)**

Makerware: Positionierung, Skalierung

Netfabb Studio: STL Output

Meshmixer von der Oberfläche zum Solid



Makerware - Skalierung, Transformation

782 - Capture_2013_06_22_12_42_45.vrml - MakerWare

File Edit View MakerDots Services Help



Look (L)



Move (M)



Turn (T)



Scale (S)

Change Dimensions:



X: 183,06mm



Y: 39,13mm



Z: 145,00mm

Scale To: 100,00%

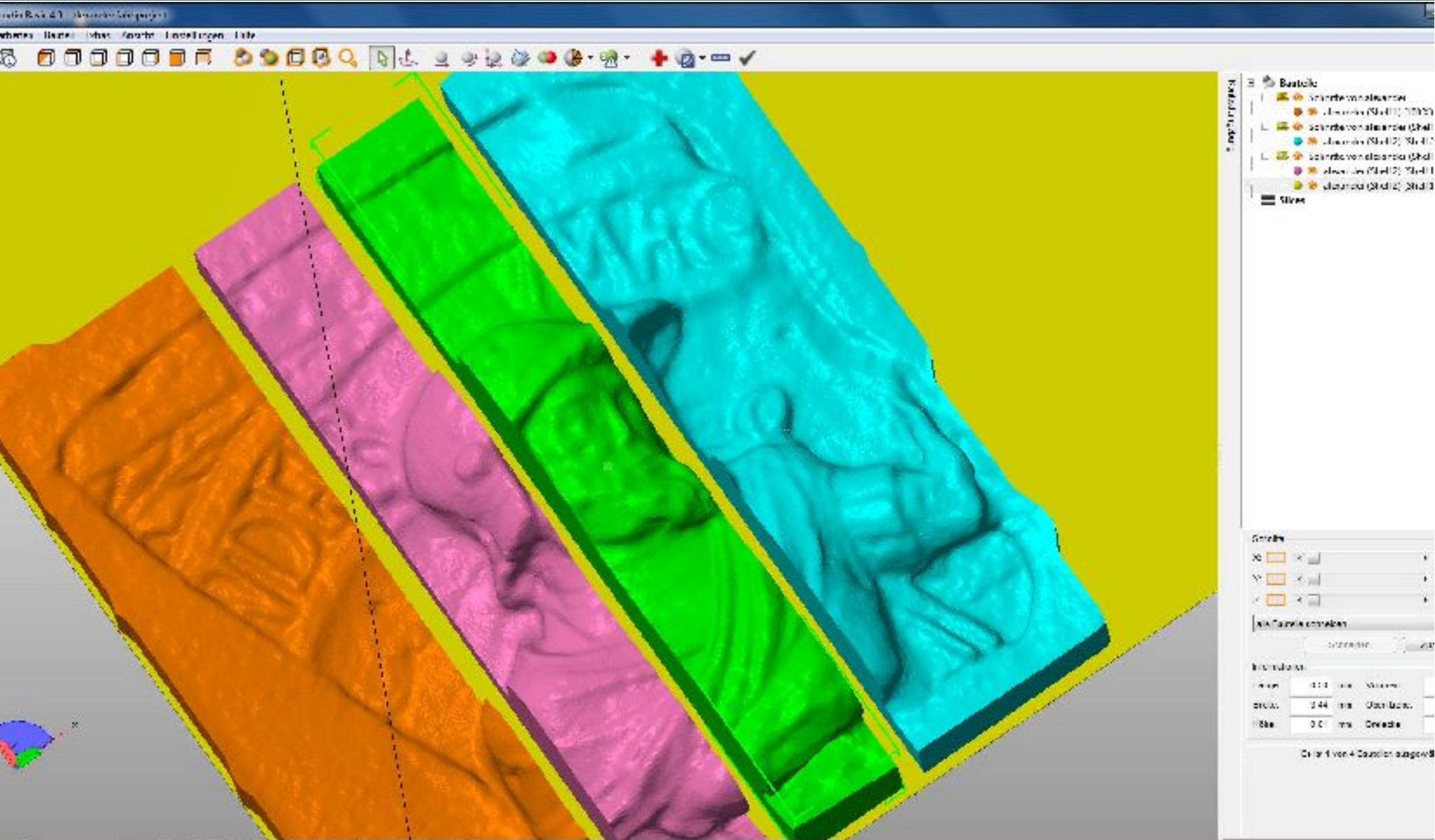
Uniform scaling

Inches -> mm

Maximum Size



Netfabb Studio - Sclicing Tool & Repair



Sketchfab.com das YouTube fer 3D-Modelle

The screenshot shows the Sketchfab.com dashboard. At the top, there is a navigation bar with the Sketchfab logo, user information (gp), and a search bar. Below the navigation bar, the main content area is titled "Your Dashboard" and features a prominent "UPLOAD A MODEL" button. The dashboard is divided into several sections:

- RECENT**: A grid of six 3D model thumbnails. The first row includes a stone relief, a white horse sculpture, and a dark, textured object. The second row includes a stone relief, a white rectangular object, and another white rectangular object.
- YOUR PROFILE**: A section for the user "gp", showing their profile picture, name, and membership date (November 01, 2012). It includes links for "Edit your profile" and "Join".
- Statistics**: A summary of the user's activity, including 6 Models, 93 Views, 985.4k Triangles, and 1 Rec.

The bottom of the image shows a Windows taskbar with various application icons and the system clock.

3D-Druck Online-Service

A hand is holding a clear, rectangular 3D printed part. The part has a complex internal structure with several vertical pillars and a central circular feature. The background is a light-colored, textured surface.

i.materialise.com
www.shapeways.com

Zusammenfassung

Digital- und Tiefenkameras sind für die 3D-Objektaufnahme geeignet. Genauigkeit, Oberfläche, Umgebungslicht und Messvolumen bestimmen den Einsatz.

RGB-Sensoren wie Smartphone oder DCC mit SfM benötigen eine texturierte Oberfläche bei weniger eingeschränktem Meßvolumen. Primesense Carmine 1.09 bietet für den Nahbereich hinreichende Genauigkeit.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

www.scanner.imagefact.de