

Laserscanning zur drei- dimensionalen Objekterfassung: Grundlagen und Anwendungen

Andreas Marbs

i3mainz - Institut für Raumbezogene Informations- und Messtechnik

FH Mainz - University of Applied Sciences

<http://www.i3mainz.fh-mainz.de>
marbs@geoinform.fh-mainz.de

Was ist das i3mainz?



- Forschung und Entwicklung
- Leitung: Prof. Dr. Boochs
- interdisziplinäre und internationale Ausrichtung
- Personal:
 - 9 Professoren
 - 14 wissenschaftliche Mitarbeiter
 - Praktikanten
 - Bachelor- und Masterarbeiten
- Finanzierung überwiegend aus Drittmitteln

Kompetenzen

3D-Scanning
3D-Visualisierung
Digitale Bildverarbeitung
Fernerkundung
Geoinformationssysteme
Internetentwicklung
Kartographie
Photogrammetrie
Softwareentwicklung



Anwendungen

Anlagenbau
Archäologie und
Denkmalpflege
Geologie
Industrie
Internet
Tourismus
Umwelt
Verkehr
Virtuelle Realität

Laserscanning

Definition (aus Anwendersicht)

Ein 3D-Scanner ist ein Messinstrument, das in der Lage ist

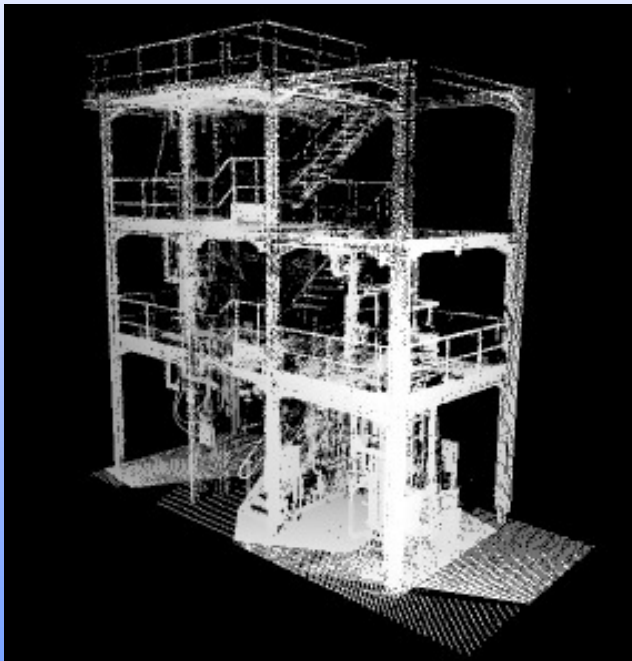
- automatisch und in einem regelmäßigen Muster
- mit hoher Geschwindigkeit
- in Echtzeit

3D-Koordinaten auf Oberflächen zu bestimmen.

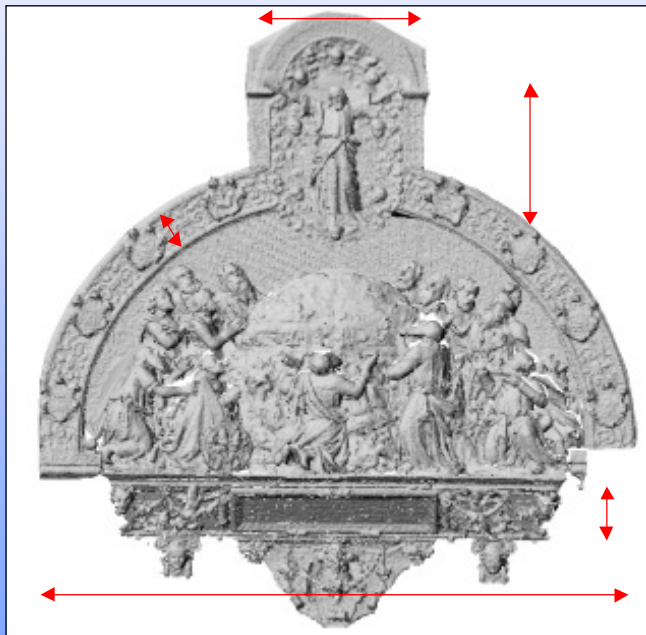
(Böhler, 2004)

3D-Scanning - Grundlagen

- Ergebnis eines Scans: „Punktwolke“

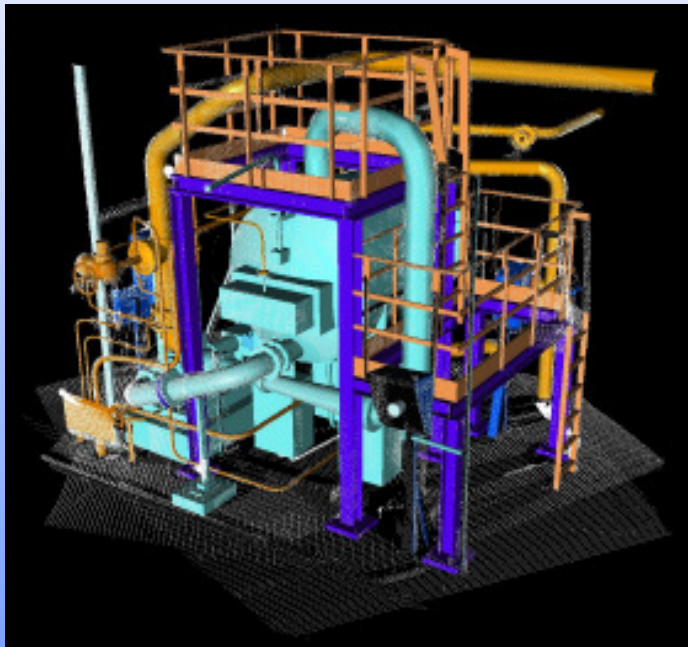


3D-Scanning - Grundlagen



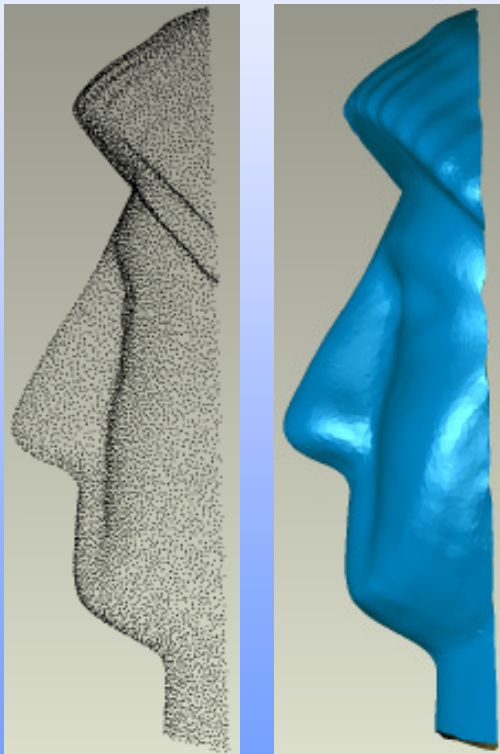
- Ergebnis eines Scans: „Punktwolke“
- **Ergebnisse nach der Auswertung:**
 - **Extraktion von Maßen**

3D-Scanning - Grundlagen



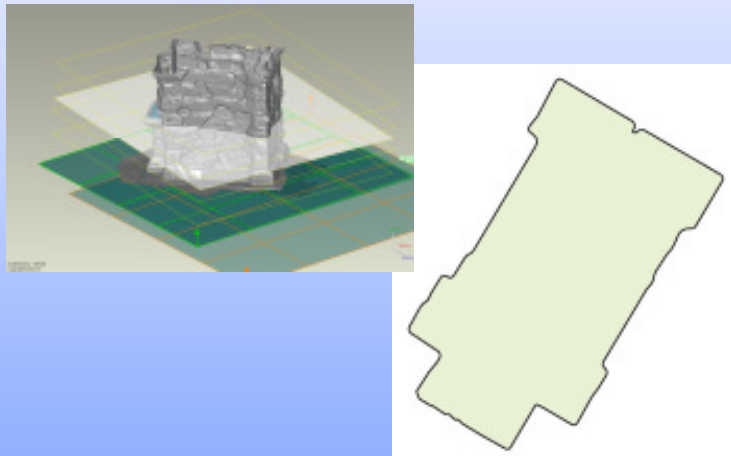
- Ergebnis eines Scans: „Punktwolke“
- **Ergebnisse nach der Auswertung:**
 - Extraktion von Maßen
 - **Modellierung von geometrischen Körpern**

3D-Scanning - Grundlagen



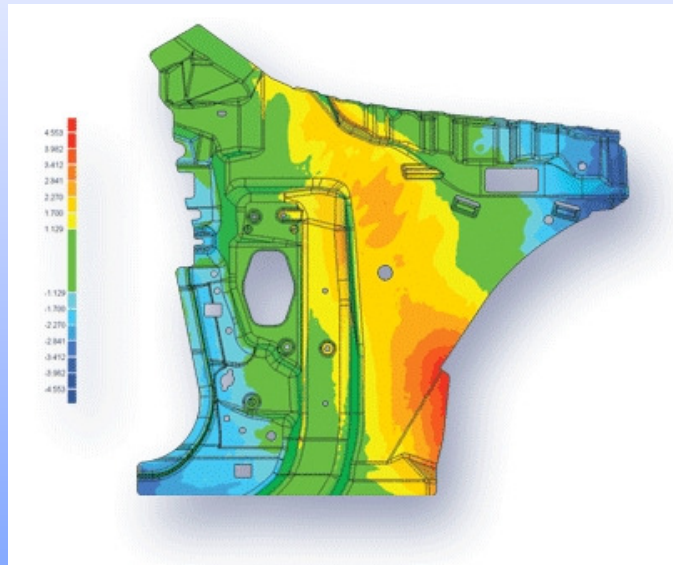
- Ergebnis eines Scans: „Punktwolke“
- **Ergebnisse nach der Auswertung:**
 - Extraktion von Maßen
 - Modellierung von geometrischen Körpern
 - **Oberflächenvermaschung**

3D-Scanning - Grundlagen



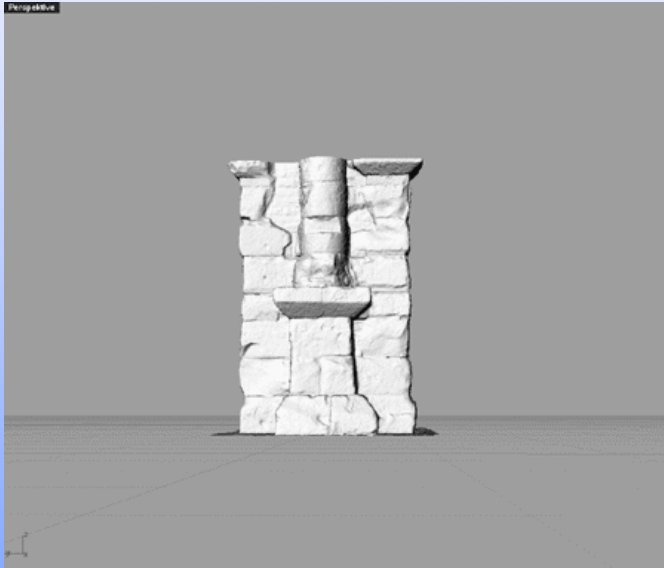
- Ergebnis eines Scans: „Punktwolke“
- **Ergebnisse nach der Auswertung:**
 - Extraktion von Maßen
 - Modellierung von geometrischen Körpern
 - Oberflächenvermaschung
 - **Schnitte/Linienauswertung**

3D-Scanning - Grundlagen



- Ergebnis eines Scans: „Punktwolke“
- **Ergebnisse nach der Auswertung:**
 - Extraktion von Maßen
 - Modellierung von geometrischen Körpern
 - Oberflächenvermaschung
 - Schnitte/Linienauswertung
 - **Vergleiche, Analysen**

3D-Scanning - Grundlagen



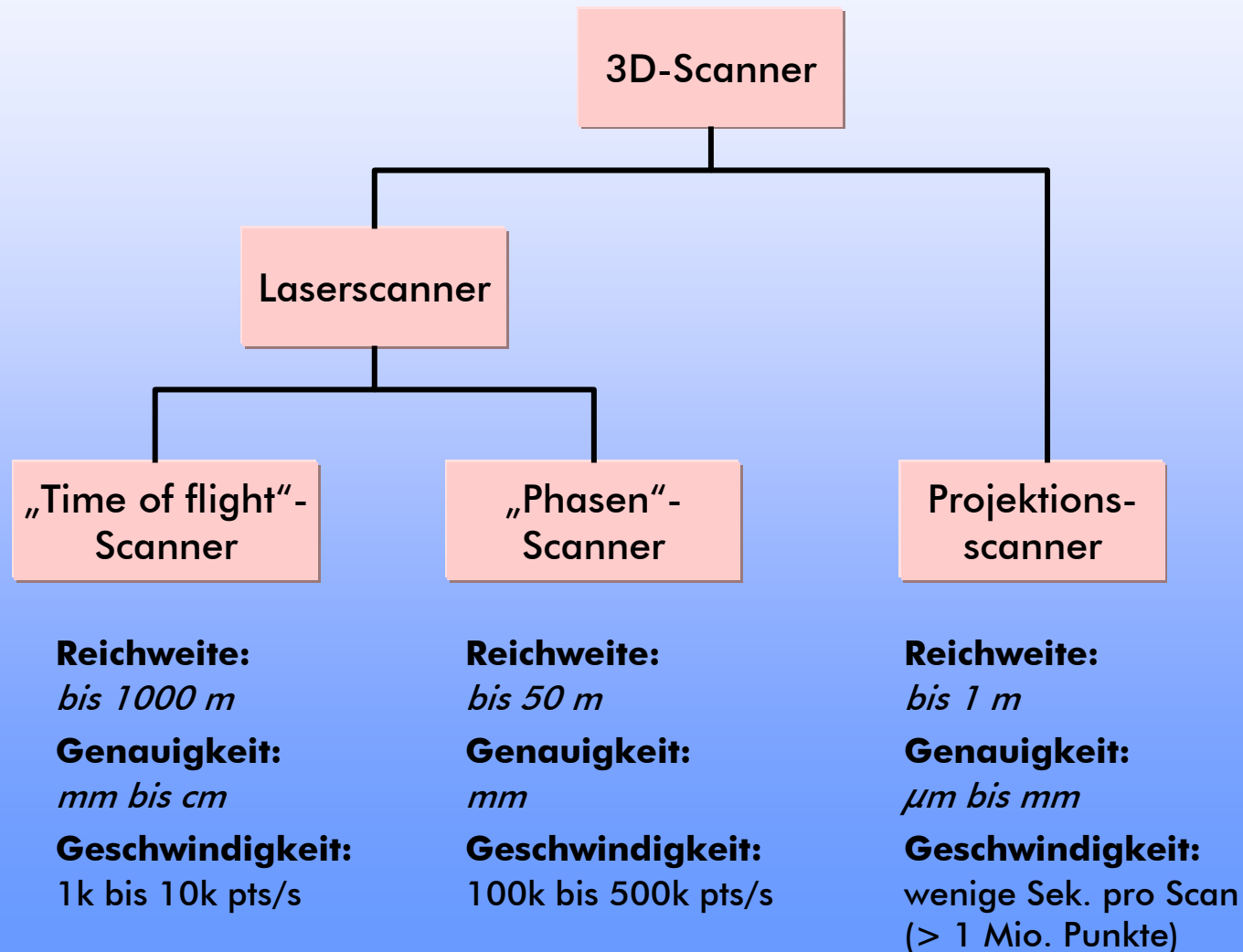
- Ergebnis eines Scans: „Punktwolke“
- **Ergebnisse nach der Auswertung:**
 - Extraktion von Maßen
 - Modellierung von geometrischen Körpern
 - Oberflächenvermaschung
 - Schnitte/Linienauswertung
 - Vergleiche, Analysen
 - **Visualisierung, Präsentation**

3D-Scanning - Grundlagen

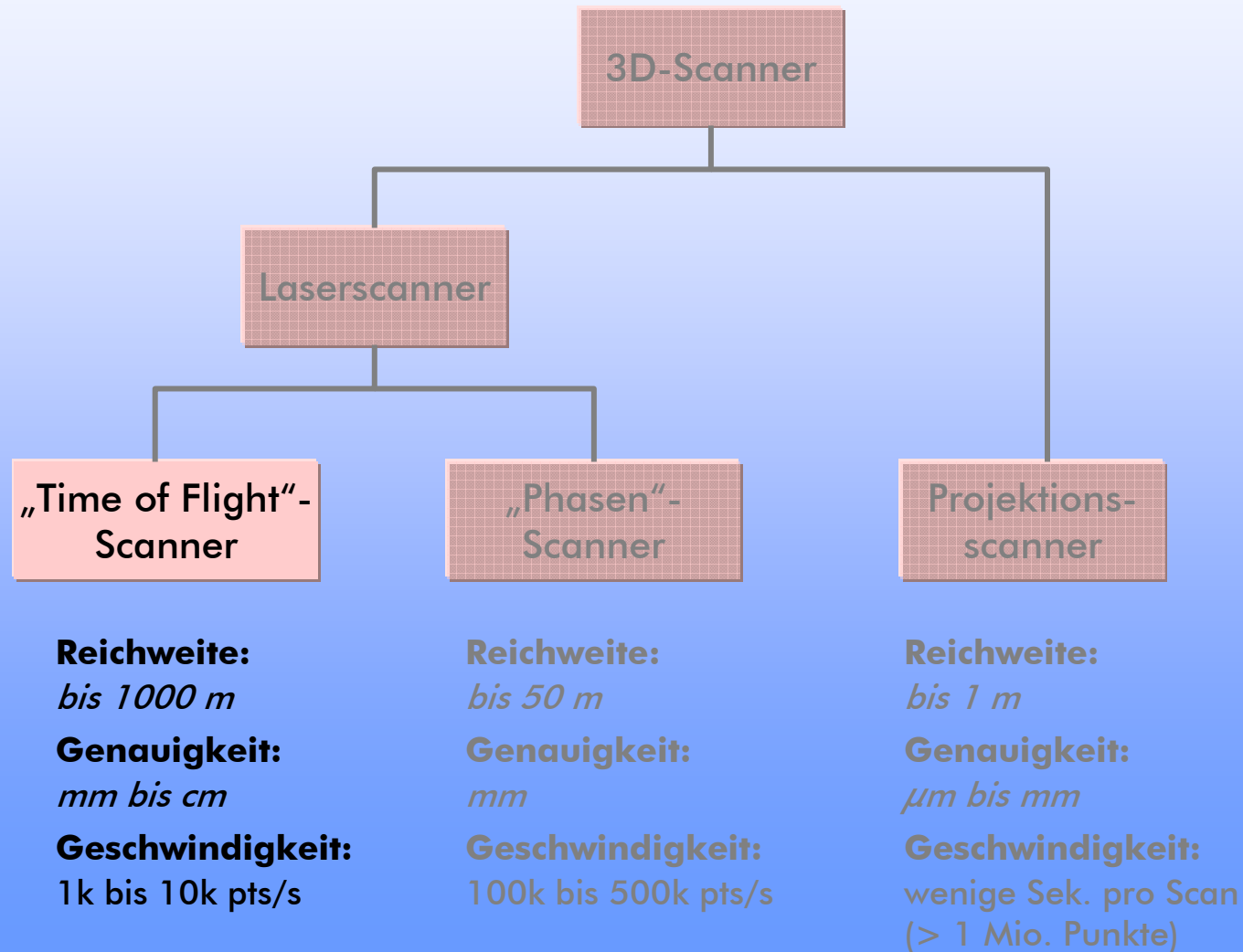


- Ergebnis eines Scans: „Punktwolke“
- Ergebnisse nach der Auswertung:
 - Extraktion von Maßen
 - Modellierung von geometrischen Körpern
 - Oberflächenvermaschung
 - Schnitte/Linienauswertung
 - Vergleiche, Analysen
 - Visualisierung, Präsentation
- **Anwendungen:**
 - Automobil-, Kraftwerks-, Anlagenbau
 - Design und Entwicklung
 - Computerspiele, Film
 - Bekleidungsindustrie
 - Medizin
 - Denkmalpflege, Architektur, Archäologie

3D-Scanning - Funktionsprinzip



3D-Scanning - Funktionsprinzip

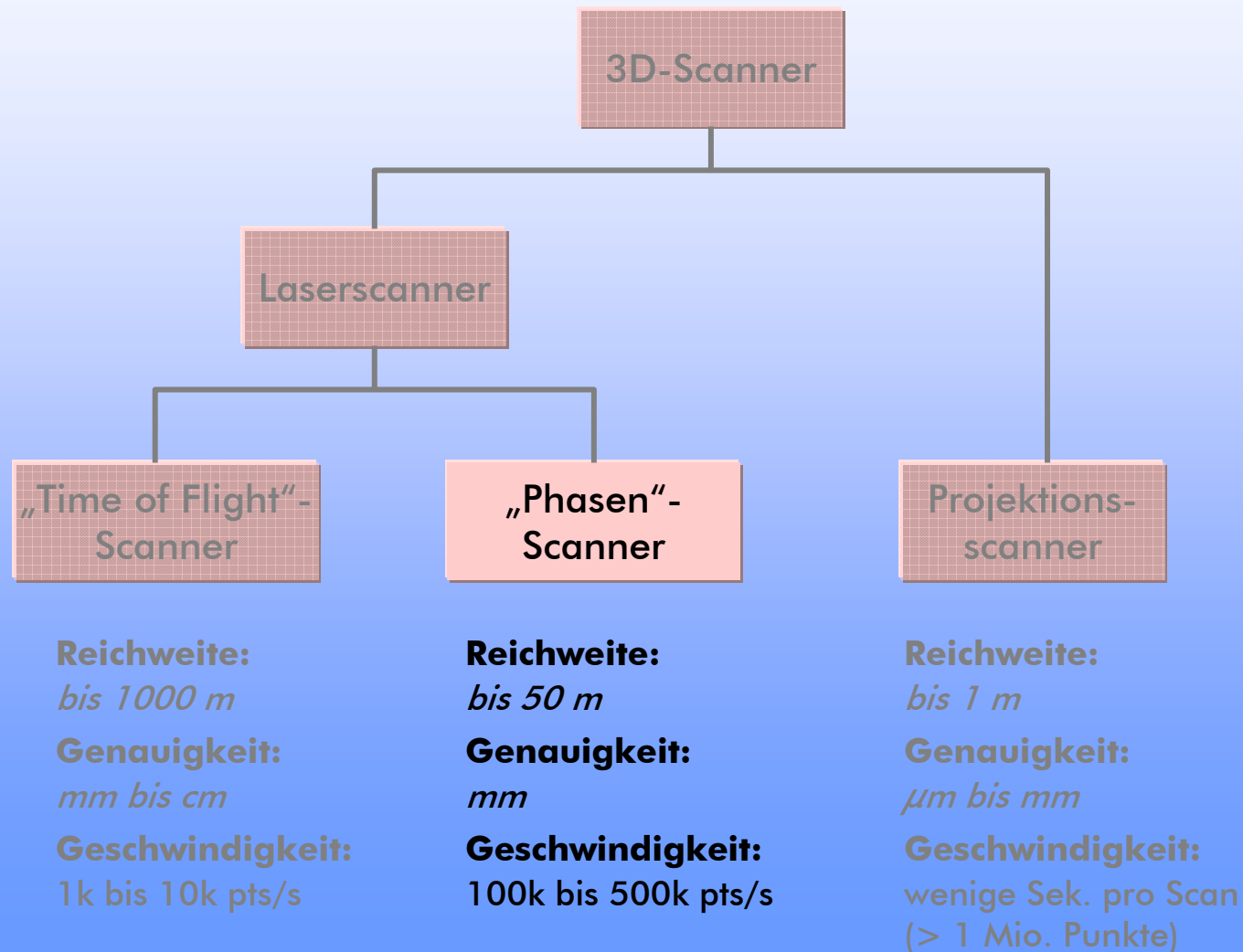


„Time of Flight“-Scanner



- Prinzip der Laufzeitmessung
 - Reichweite: bis 1000 m
 - Genauigkeit: wenige mm bis cm
 - Öffnungswinkel: 360° hz, 40° bis 320° vert.
 - Geschwindigkeit: 1.000 bis 10.000 Punkte/s
 - Typische Anwendungen:
 - Topographische Vermessung
 - Architektur
 - Industrieanlagen
 - Bauwerke (Brücken, Tunnel...)
- überwiegend im Außenbereich

3D-Scanning - Funktionsprinzip



„Phasen“-Scanner



- Prinzip des Phasenvergleichs
- Reichweite: bis ca. 50 m
- Genauigkeit: i.d.R. 1 bis 10 mm
- Öffnungswinkel: $360^\circ \times 320^\circ$
- Geschwindigkeit: bis 500.000 Punkte/s
- Typische Anwendungen:
 - Industrieanlagen
 - Facility Management
 - überwiegend im Innenbereich

Nachteile des Laserscanning

- Scanner misst ohne Intelligenz Punkte in vorgegebenem Winkelraster
- nahe Objekte: hohe Punktdichte, entfernte Objekte: geringe Punktdichte
- viele überflüssige Punkte, große Datenmengen
- kritische Bereiche (Ecken, Kanten) oftmals unzureichend erfasst
- kein direktes Anzielen eines diskreten Punktes möglich
- oftmals grob falsche Punkte an Kanten
- teuer in der Anschaffung



Vorteile des 3D-Scanning

- Sehr schnelle flächenhafte Erfassung
- einziges Verfahren zur hochauflösenden Erfassung unregelmäßiger Oberflächen
- sofortige Gewinnung von 3D-Koordinaten
- eindrucksvolle Visualisierungsmöglichkeiten
- Kombinierbarkeit mit hochauflösenden Bildern für fotorealistische Darstellung
- Punktwolke als „Abbild“ der realen Welt für weitere Auswertungen oder Messungen



Laserscanning zur Erfassung von Straßendaten



Laserscanning zur Erfassung von Straßendaten

Ziel:

- Erfassung von Trassierungsdaten als geometrische Grundlage für die Untersuchung des Geschwindigkeits- und Spurverhaltens von Fahrzeugen
- Fahrbahn, Markierungen, Leitpfosten, Schilder, Schutzplanken, Querprofile
- Kurze Verweilzeit vor Ort ohne Streckensperrungen
- Genauigkeit: wenige cm



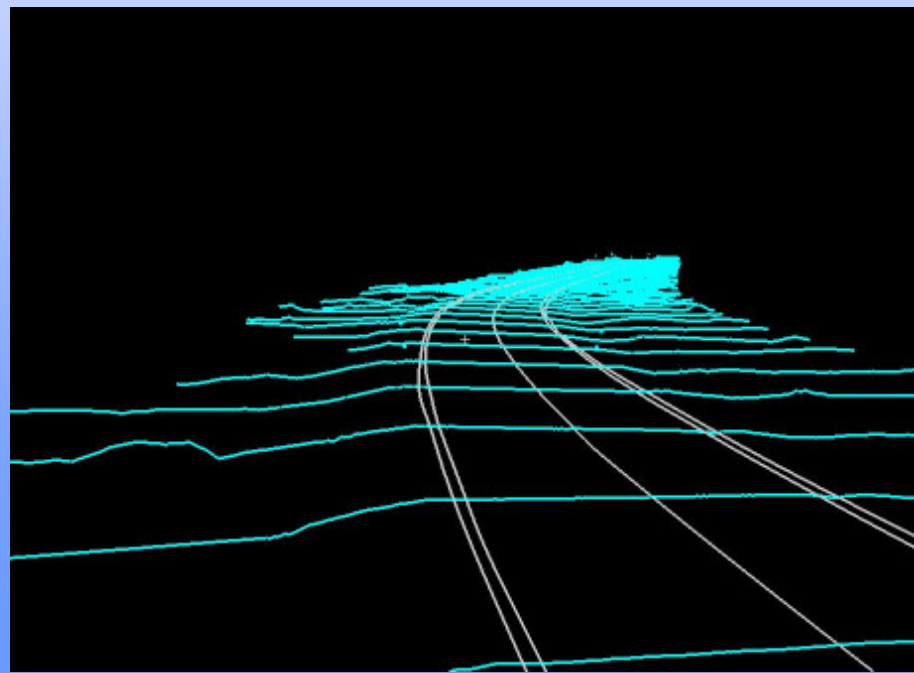
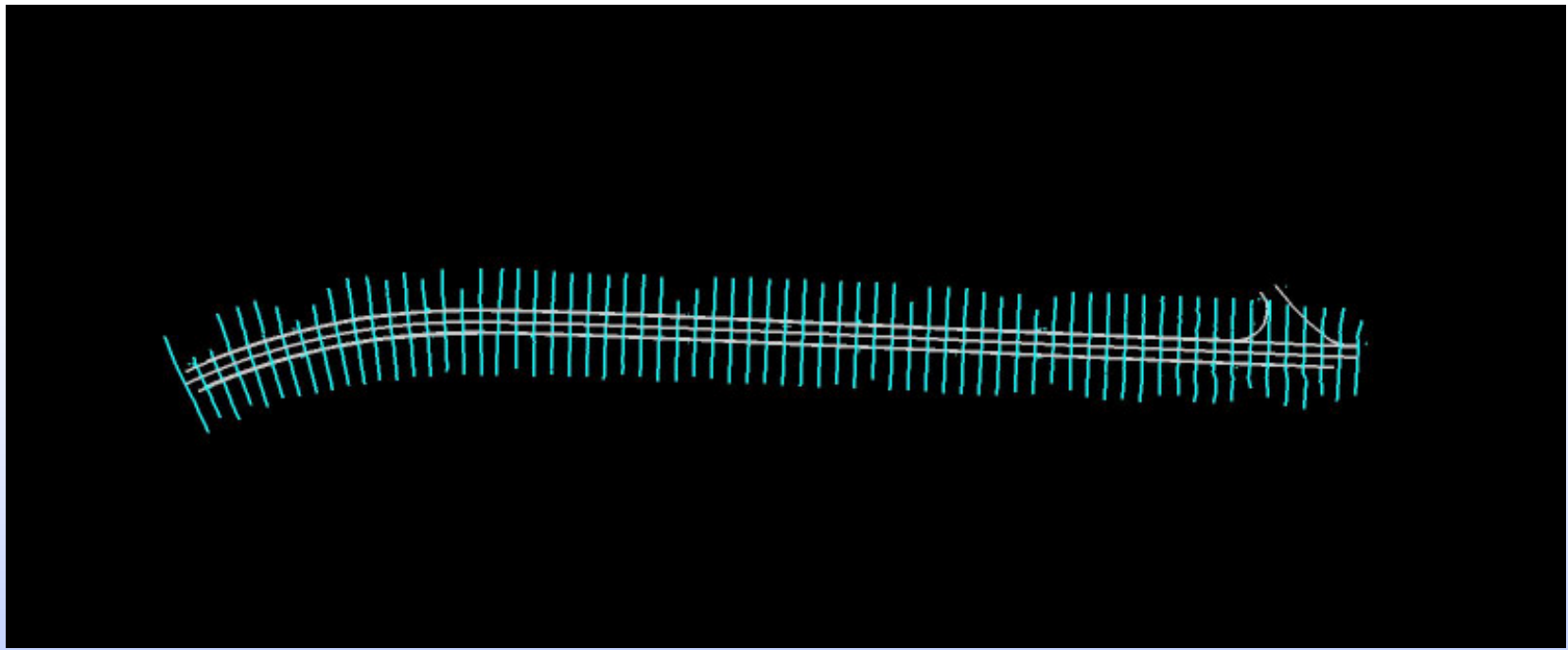
- Reichweite auf Asphalt: ca. 15 m (flacher Auftreffwinkel, dunkle, raue Oberfläche)
- Reichweite im Gelände: > 30 m
- ca. 10 Standpunkte nötig für lückenlose Abdeckung der Fahrbahn
- Gelände bietet genügend geometrische Information für die Verknüpfung benachbarter Punktwolken

Workflow

- Etwa 10 Aufstellungen pro 300m-Abschnitt
- Abstand zwischen den Standpunkten max. 30 m
- Aufstellung mit Stativ auf Bankett am Fahrbahnrand
→ keine Sperrung nötig
- Pro Standpunkt ein voller Panoramascan mit mittlerer Auflösung
→ reine Scanzeit 1:40 min
→ Datenmenge: 5 Mio. Punkte bzw. 50 Mbyte
- Inkl. Auf und Abbau ca. 5 bis 7 min pro Standpunkt
→ kompletter Abschnitt in ca. einer Stunde
→ 5 Abschnitte pro Tag
- Kein Fachpersonal für Scans nötig, kurze Einweisung genügt
- Keine geodätischen Referenzmessungen o.ä. Maßnahmen nötig

Auswertung

- Verknüpfen der Punktwolken über „ICP“-Methode (Iterative Closest Point)
- Bereinigen der Gesamtpunktwolke (Entfernen von Fahrzeugen etc.)
- Digitalisieren von Fahrbahnrand, Markierungen, Leitpfosten, Schildern, Schutzplanken
- Erzeugen von Querprofilen
- Definieren des Koordinatensystems
- Export der digitalisierten Strukturen per DXF
- Zeitverhältnis Aufnahme/Auswertung = ca. 1:4



Virtuelle Befahrung
TruView

Vielen Dank!

Andreas Marbs

marbs@geoinform.fh-mainz.de