

# Kombinierter Einsatz von statischem und kinematischem Laserscanning für die 3D-Gebäudeerfassung – Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit und geometrischen Genauigkeit

Nicolas HOFMAIER<sup>1</sup>, Daniel WUJANZ<sup>2</sup>, Kevin KURZMANN<sup>1</sup>,  
Frank GIELSDORF<sup>2</sup>, Tilman MÜLLER<sup>3</sup>

<sup>1</sup> GeodatIQ GmbH

<sup>2</sup> technet GmbH

<sup>3</sup> Hochschule Karlsruhe

Oldenburger 3D-Tage 2024 | Oldenburg, 31.01.2024

## Schnellere Datenerfassung = *wirtschaftlicher*???

---

„*Kinematisches Laserscanning ist ebenso genau wie statisches Laserscanning...aber **viieel** wirtschaftlicher!*“



### Forschungsfragen

1. Wie kann ich die geometrische Qualität der beiden Systeme belastbar bewerten?
2. Wie kann ich die Wirtschaftlichkeit der beiden Systeme transparent bewerten?





## In diesem Beitrag

---

1. Beschreibung und Zielstellung des Projekts
2. Datenerfassung
  - Statisches LS
  - Kinematisches LS
3. Datenprozessierung
4. Genauigkeitsuntersuchung
5. Wirtschaftlichkeitsuntersuchung



## Beschreibung und Zielstellung des Projekts

---

- Kinematischen Scanner testen und Ergebnis beurteilen
- Kombination von statischen und kinematischen Scans in Scantra prüfen
- Auswirkung der Passpunktverteilung prüfen
- Wirtschaftlichkeitsanalyse







## Datenerfassung: Statisches Scanning

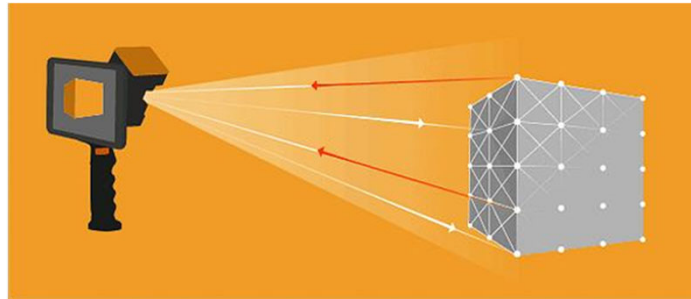
- Trimble X7
- 1212 Scans
- 1 Farbscan pro Raum



## **Datenerfassung: Kinematisches TLS**

---

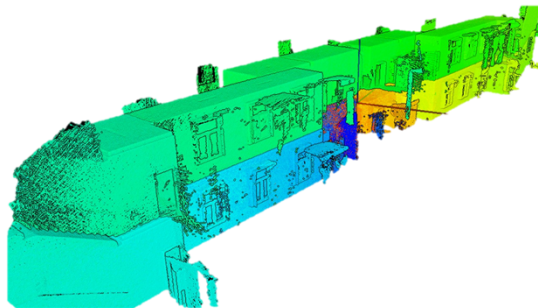
- Gerät wird während des Scannens bewegt
- Trajektorie wird mithilfe zusätzlicher Sensoren erfasst → IMU
- Drift → Korrektur über GNSS, SLAM, oder PP





## Datenerfassung: Kinematisches TLS

- GeoSLAM ZEB Horizon RT  
→ freundliche Leihgabe von Laserscanning Europe
- Nur 1 Durchlauf pro Stockwerk + Treppen
- Schleifenförmig
- Erhöhte Achtsamkeit bei Engstellen im Gebäude
- Schachbrettmuster aufhalten, Kugeln nah umkreisen



Folie 7

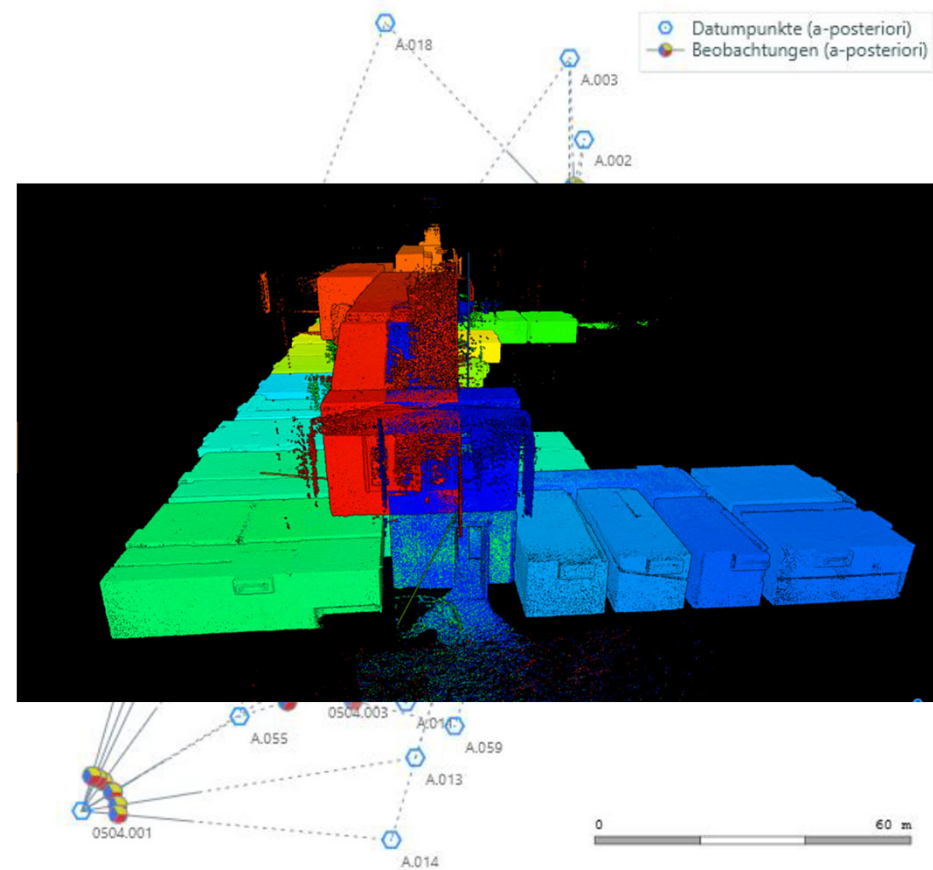






# Datenprozessierung

1. Ausgleichung des Referenzpunktfeldes mit JAG3D
2. Vorverarbeitung der Daten mit Trimble Realworks (statisch) und GeoSLAM Connect (kinematisch)
3. Registrierung mit Scantra

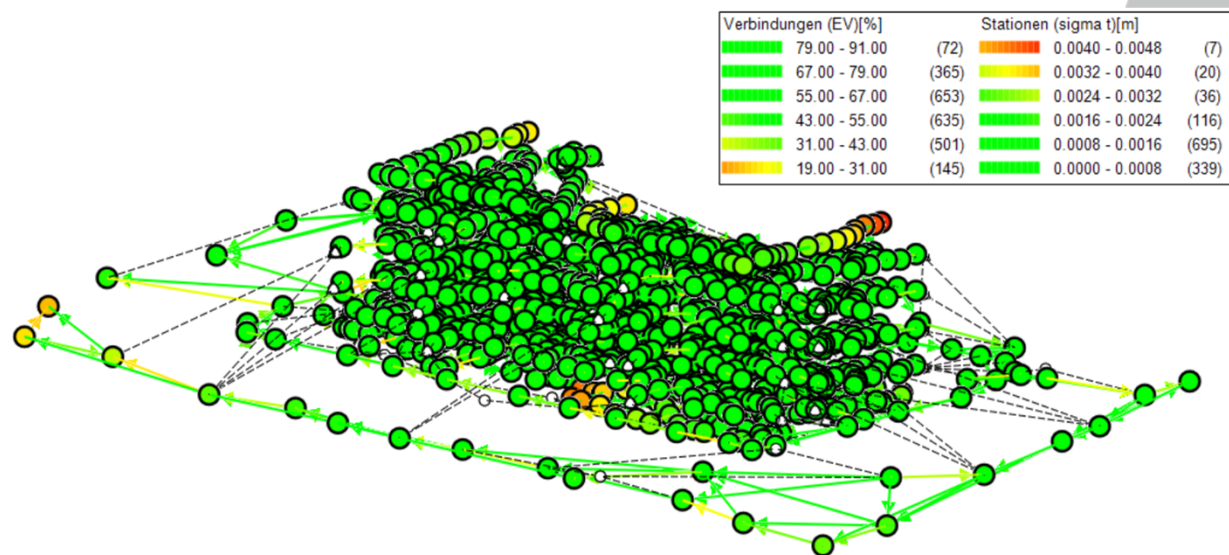
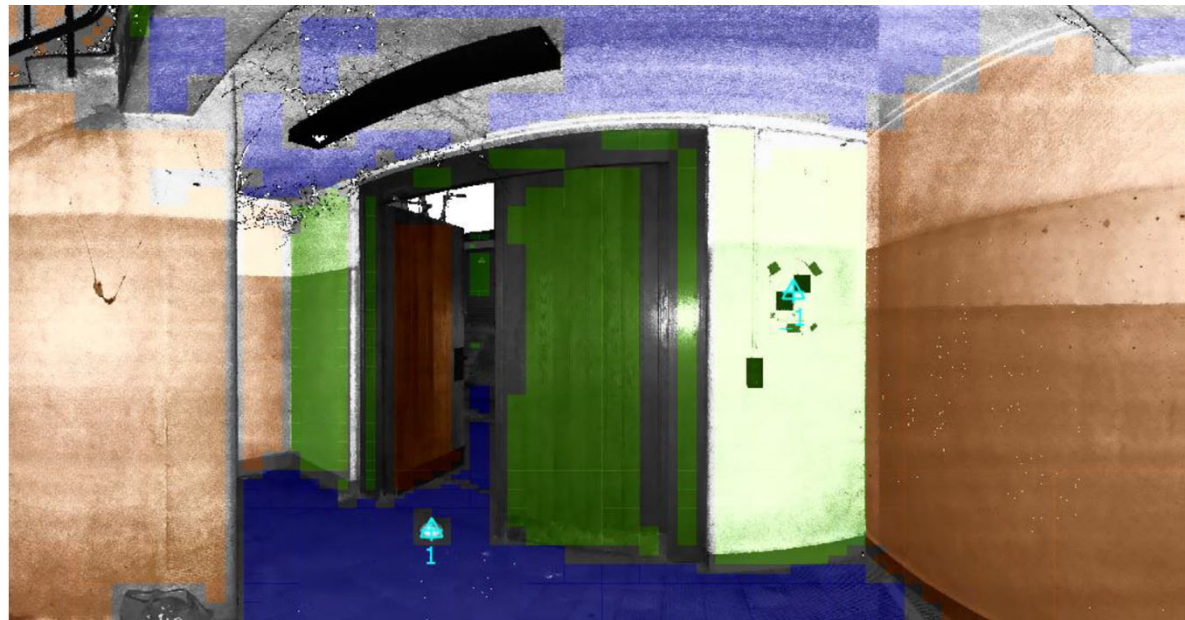






## Datenprozessierung: Registrierung mit Scanra

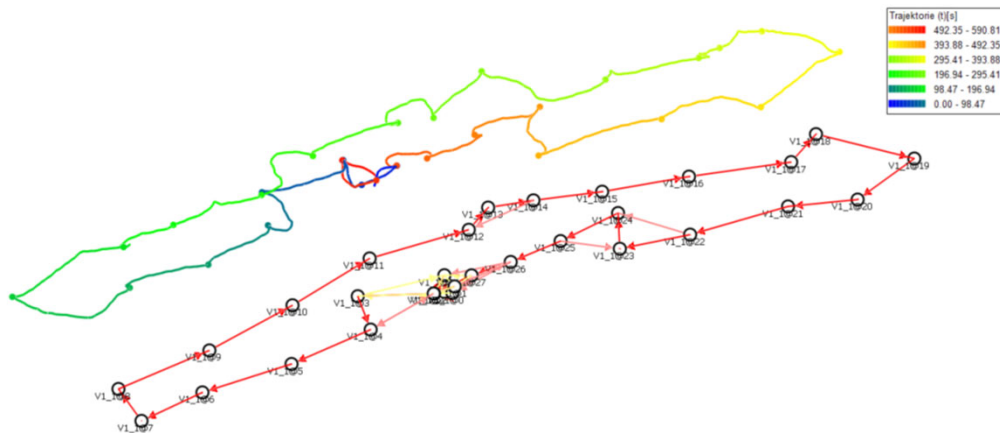
1. Detektion von Ebenen, Kugeln und Schachbrettmustern
2. Ebenen und Punkte paarweise matchen
3. Passpunkte einbinden
4. Blockausgleichung





# Datenprozessierung: Kinematisches TLS

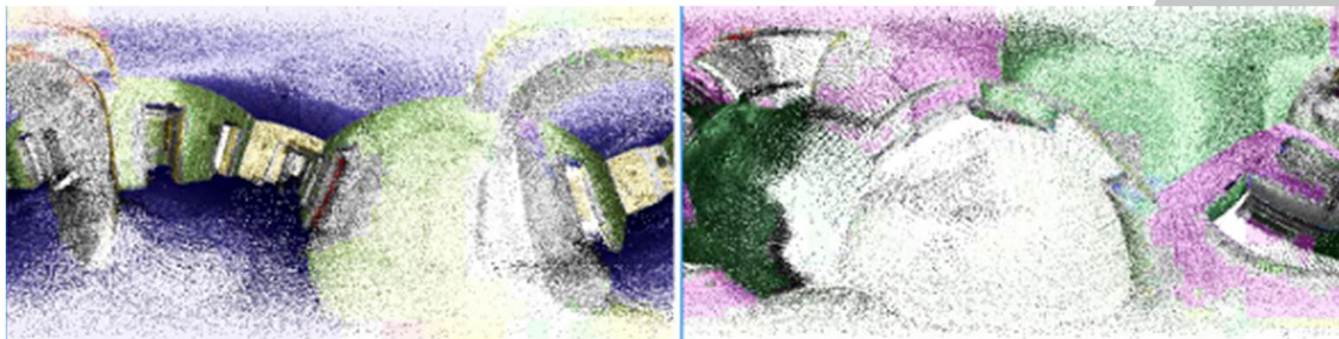
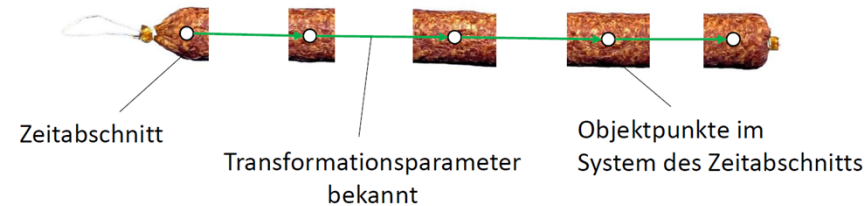
- Scantra Kinematik-Modul (Beta-Version)
- Virtuelle Stationen



Kinematisch



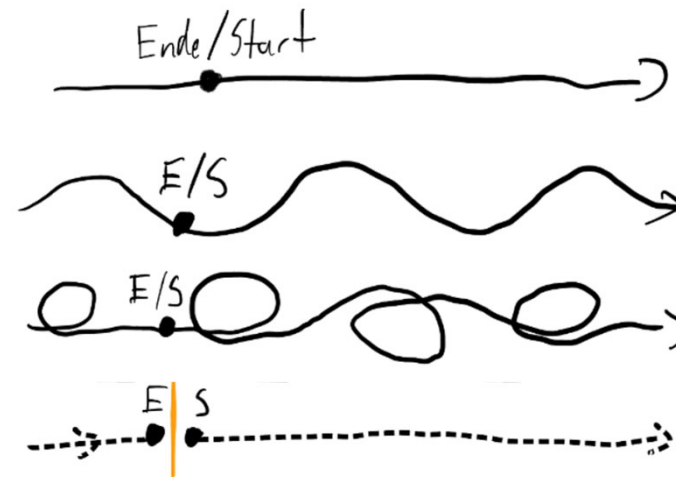
Semi-Statisch





# Genauigkeitsbetrachtung: Kinematische Versuchsreihe

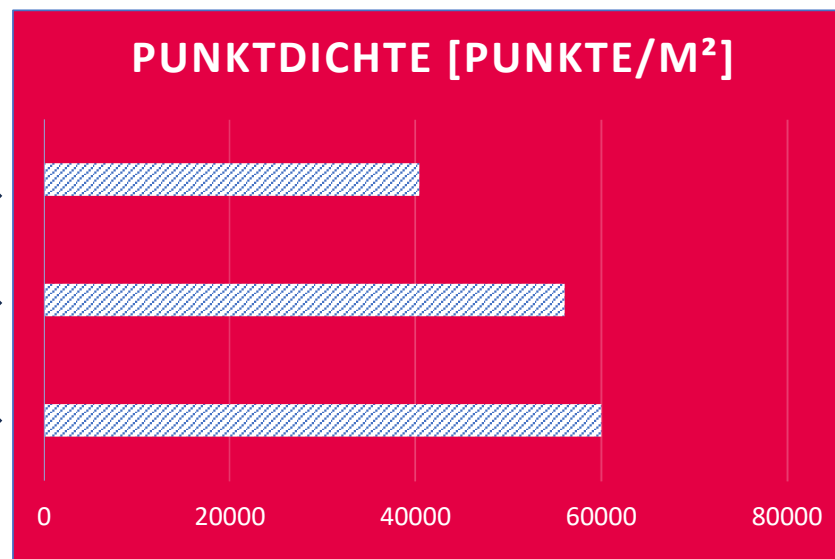
- I. Einfaches Durchlaufen
- II. Zickzack-Bewegung
- III. Schleifen-Bewegung (Nach Vorgabe)
- IV. Ohne Rückkehr zum Ausgangspunkt





## Genauigkeitsbetrachtung: Kinematische Versuchsreihe

- I. Einfaches Durchlaufen
- II. Zickzack-Bewegung
- III. Schleifen-Bewegung (Nach Vorgabe)
- IV. Ohne Rückkehr zum Ausgangspunkt

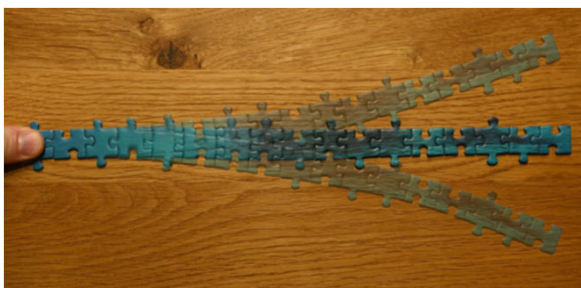




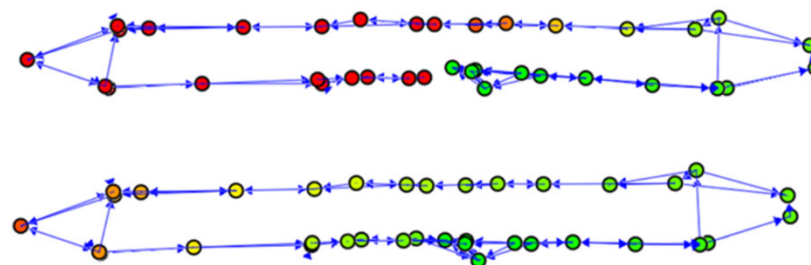
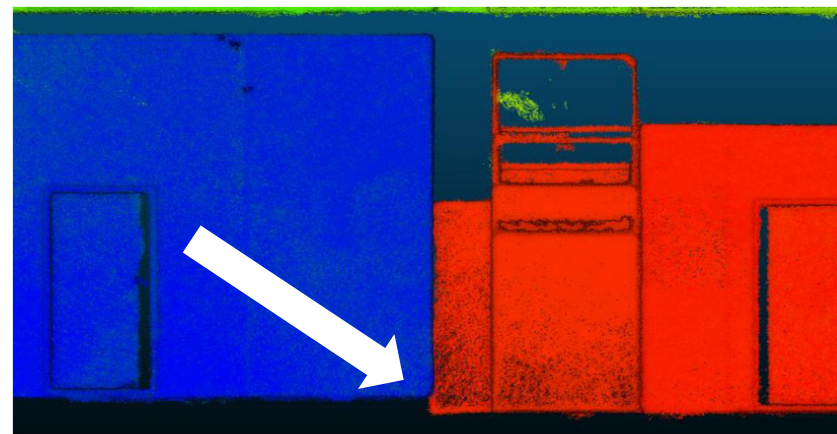


# Genauigkeitsbetrachtung: Kinematische Versuchsreihe

- I. Einfaches Durchlaufen
- II. Zickzack-Bewegung
- III. Schleifen-Bewegung (Nach Vorgabe)
- IV. Ohne Rückkehr zum Ausgangspunkt



Folie 13

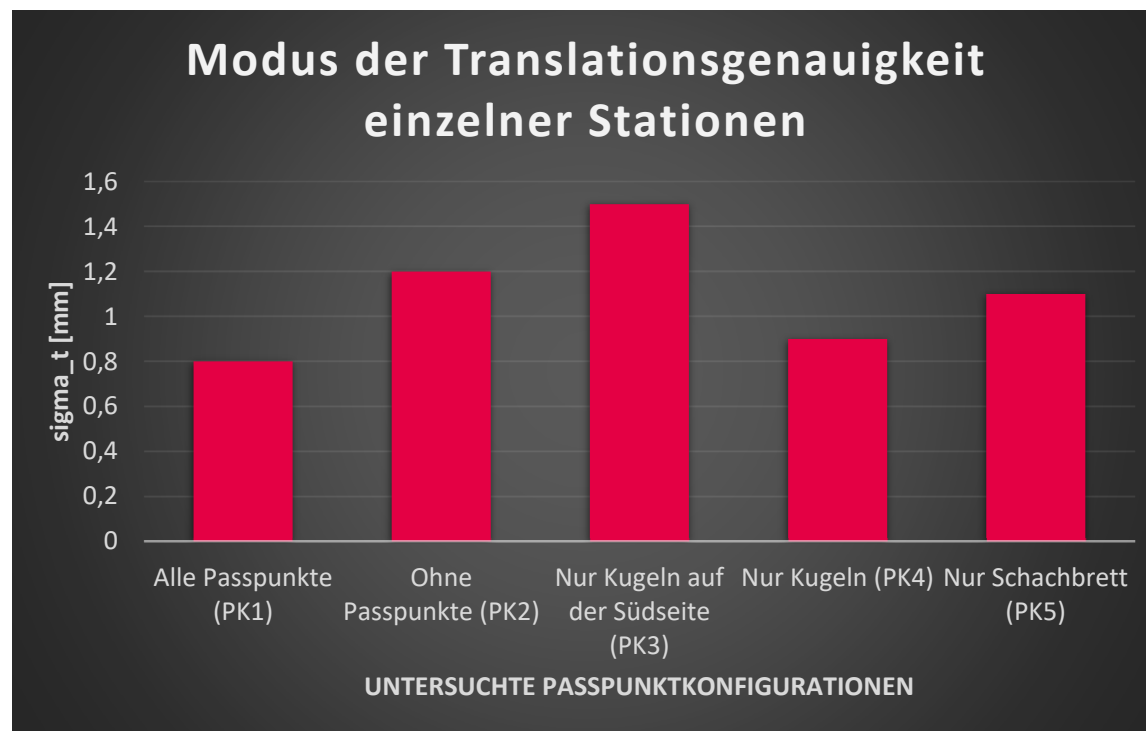
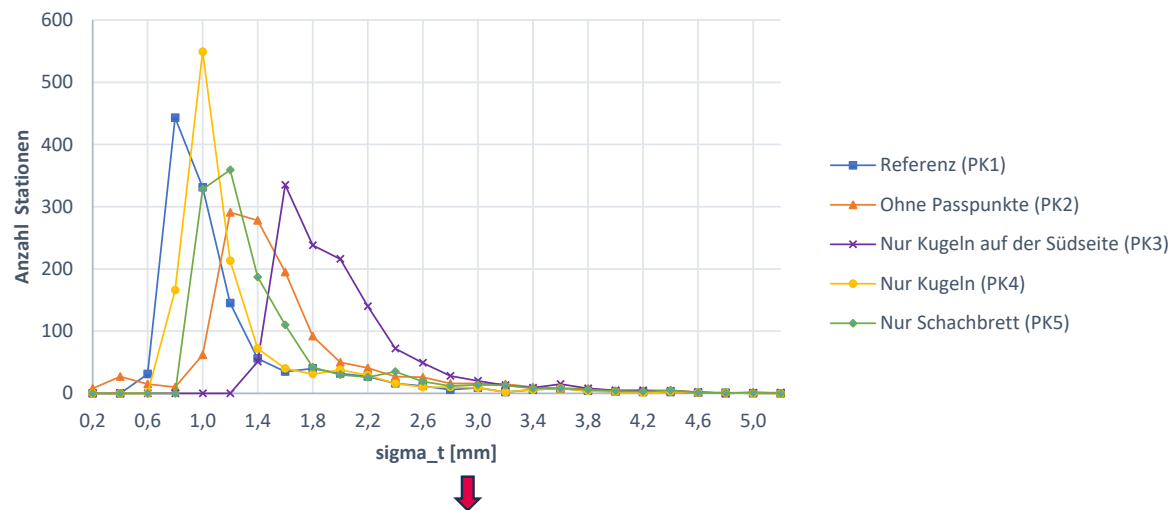


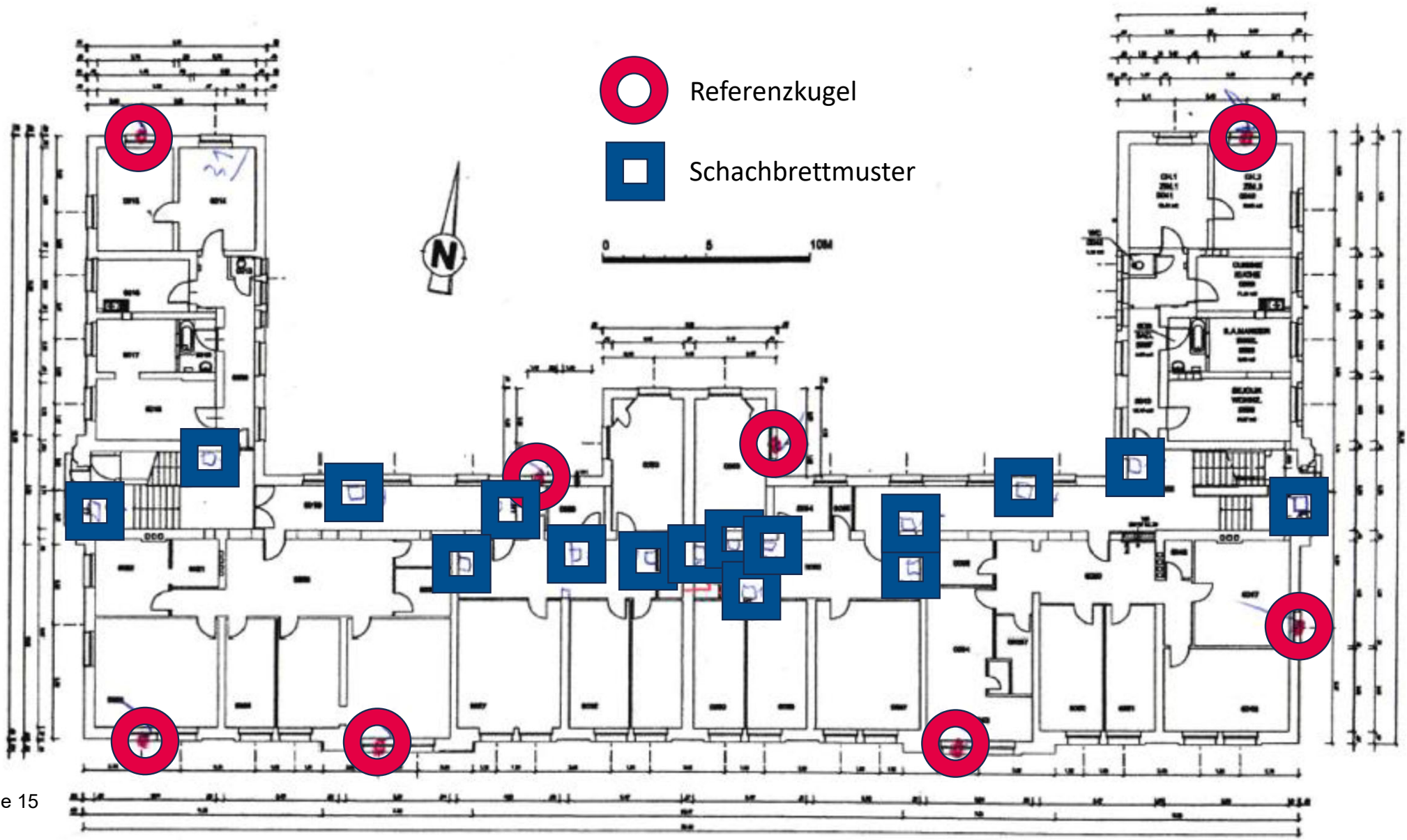




# Genauigkeitsbetrachtung: Vergleich verschiedener Passpunktanordnungen (statisch)

- Einfluss der Passpunkte auf die Translationsgenauigkeit  $\sigma_t$  der einzelnen Stationen

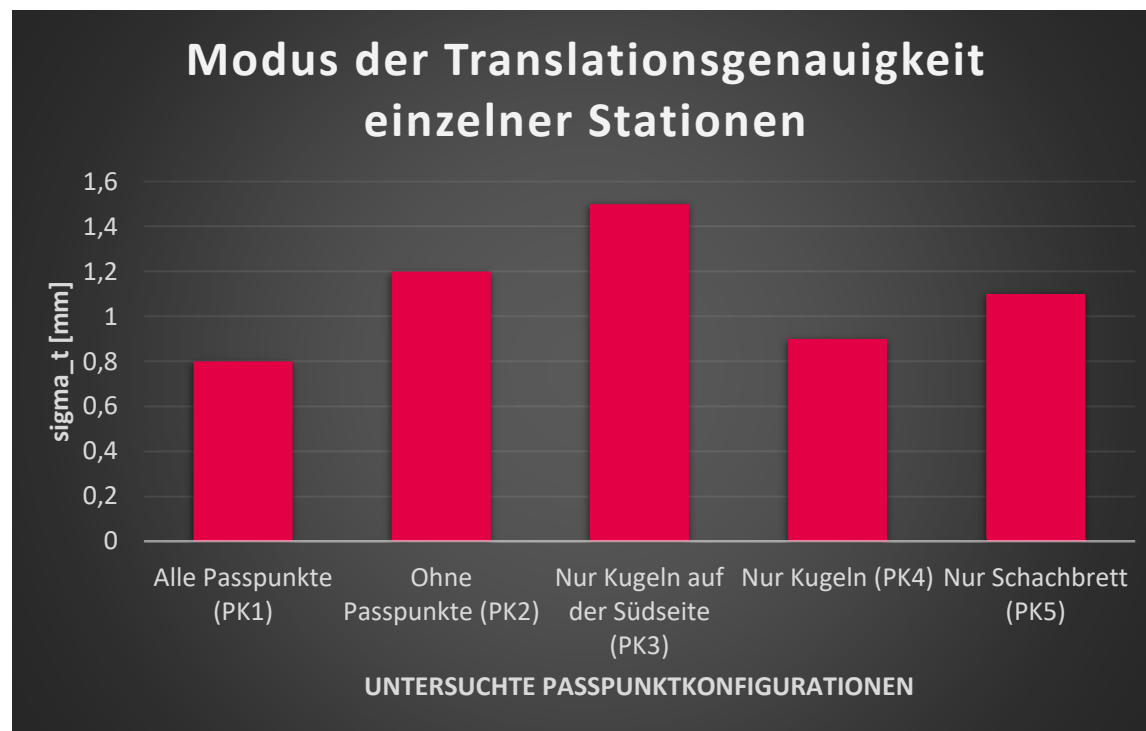
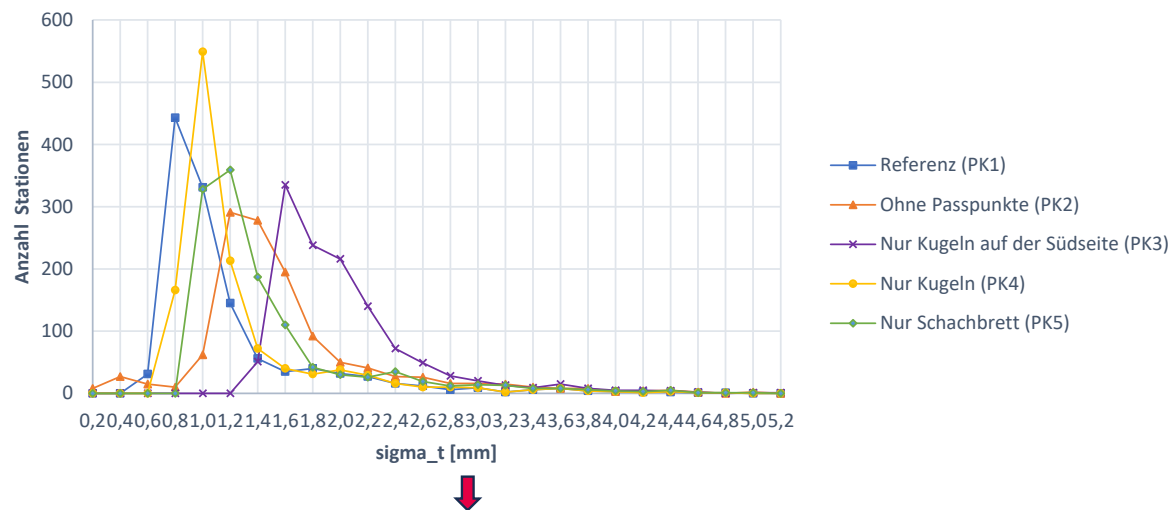






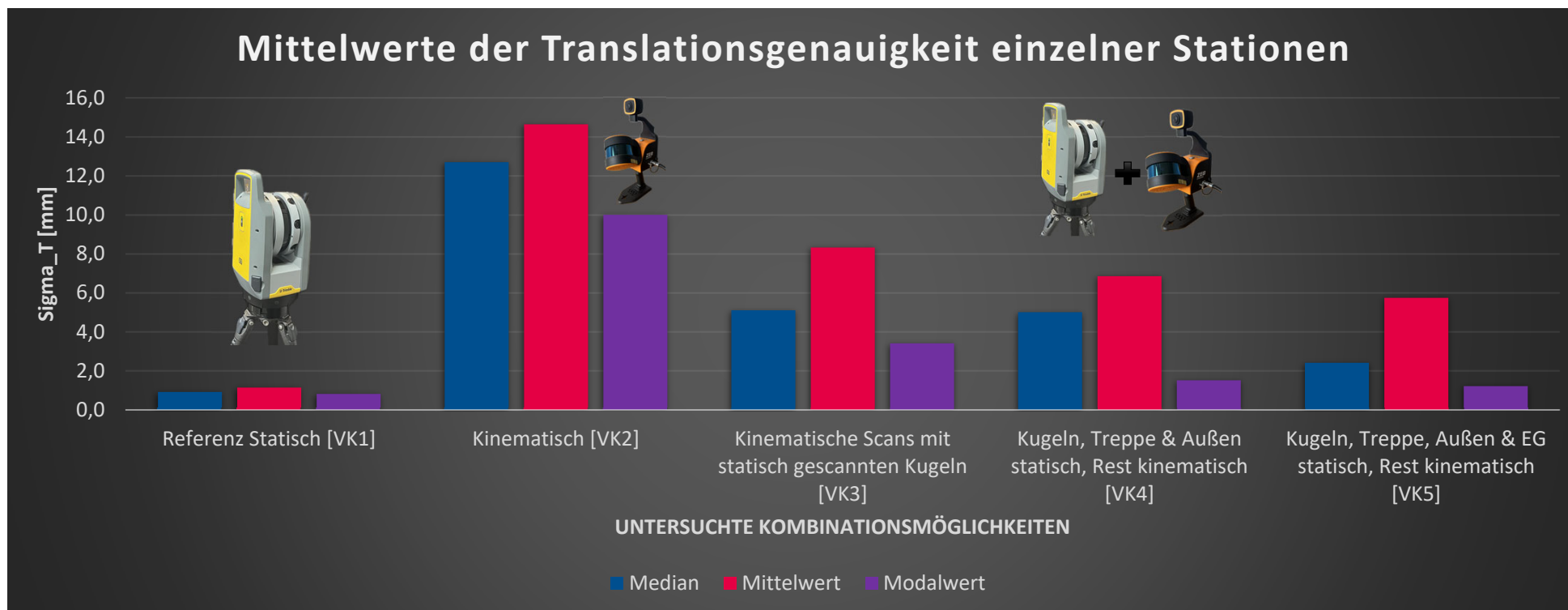
# Genauigkeitsbetrachtung: Vergleich verschiedener Passpunktanordnungen (statisch)

- Einfluss der Passpunkte auf die Translationsgenauigkeit  $\sigma_t$  der einzelnen Stationen
- Je mehr PP desto besser  
→ Wirtschaftlichkeit beachten



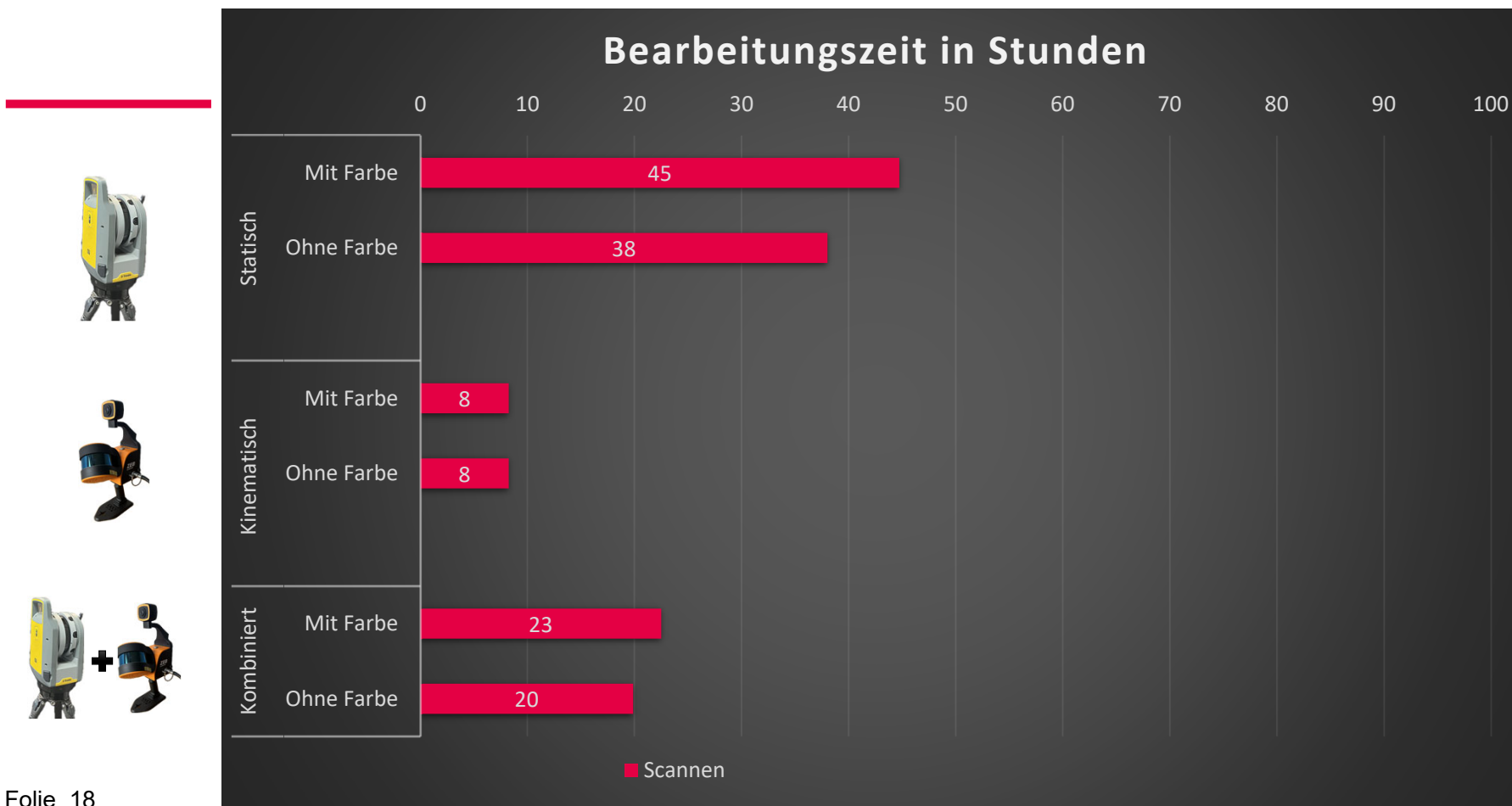


# Genauigkeitsbetrachtung: Vergleich der statischen, kinematischen und kombinierten Ausgleichung





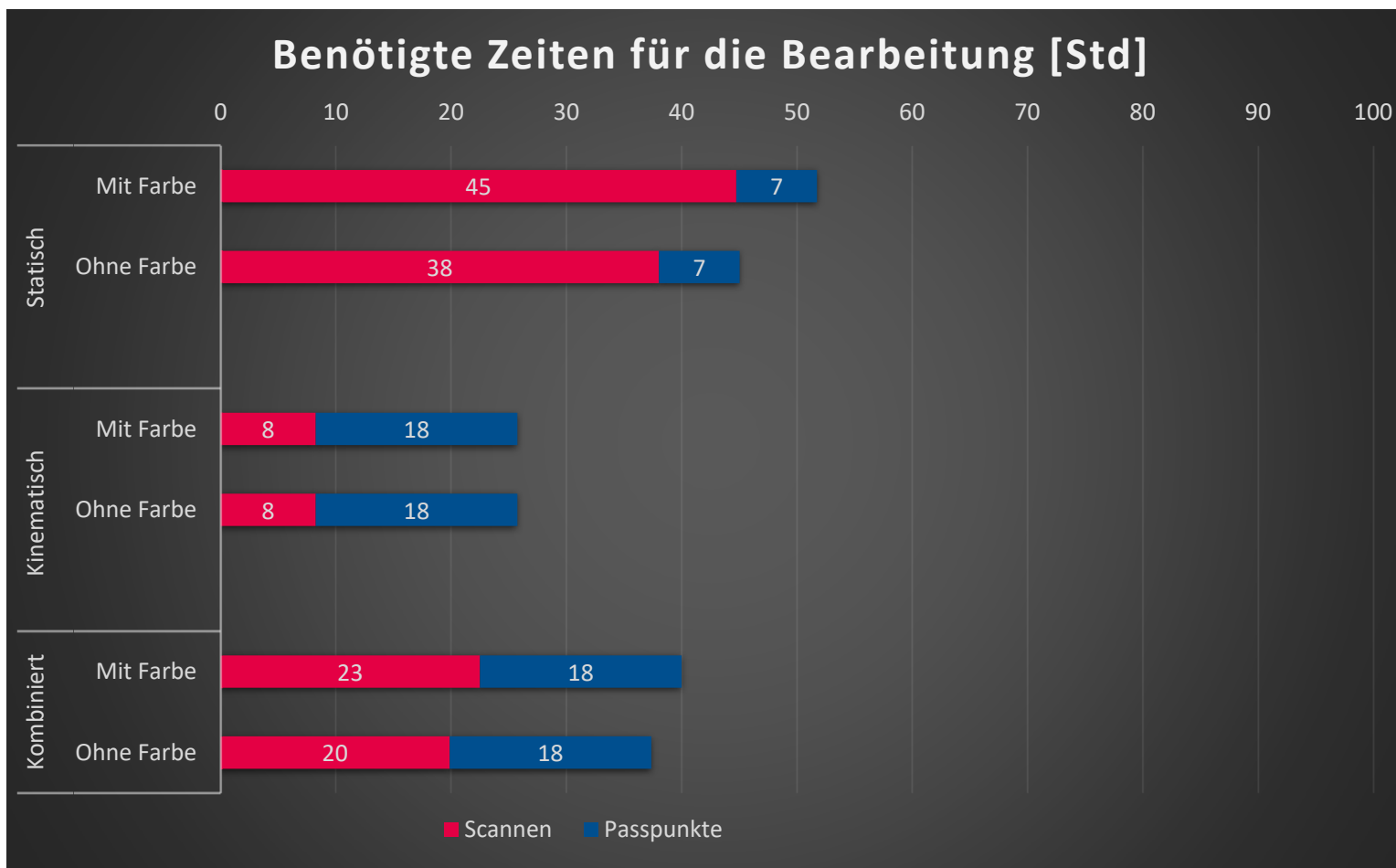
# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung





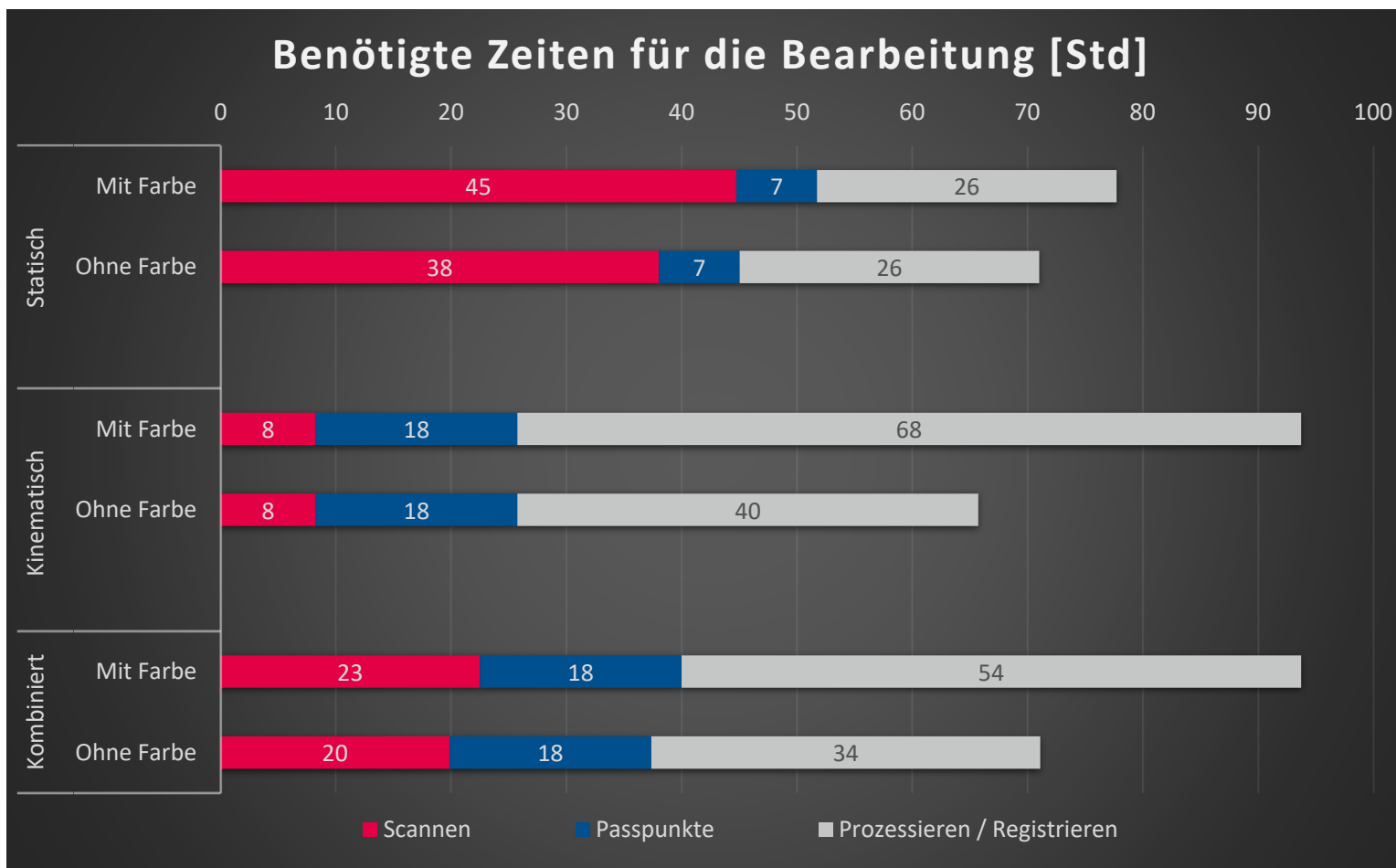


# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung



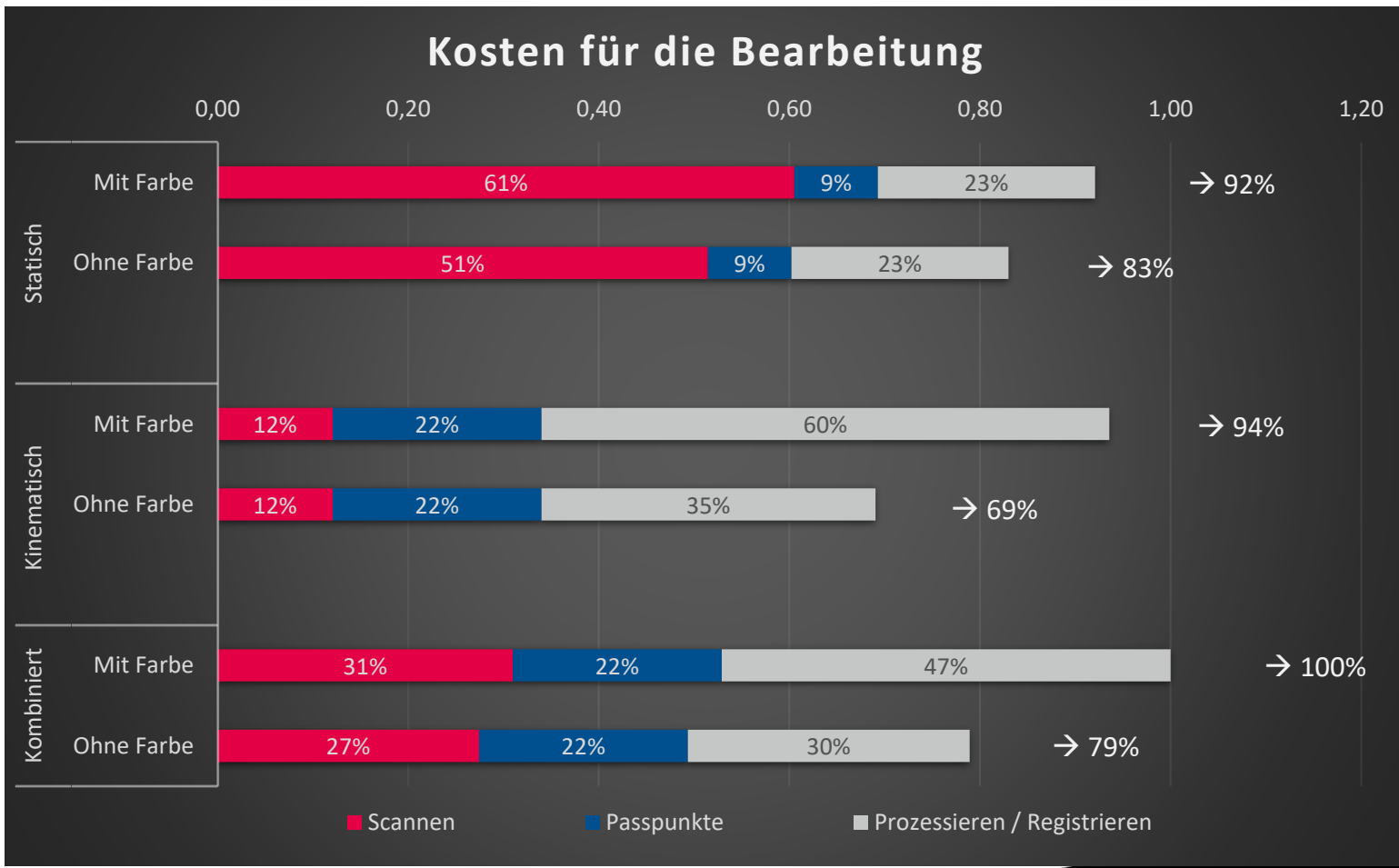
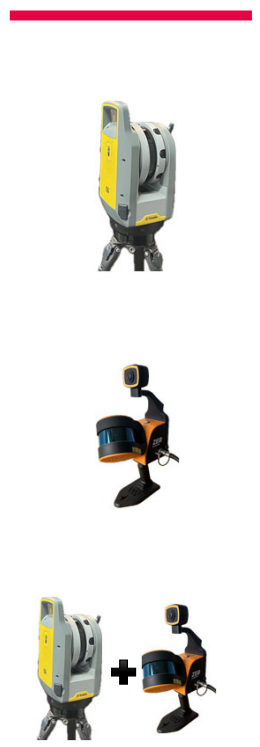


# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung





# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung:



Werte basieren z.T. auf im Rahmen der Arbeit getroffenen Annahmen

## Diskussion / Fazit

---

### Kinematischer Scanner GeoSLAM ZEB Horizon RT

#### Vorteile:

- weniger Abschattung
- geringerer Zeitaufwand beim Scannen

#### Nachteile:

- Qualität stark umgebungsabhängig
- Geringere Auflösung, Messdistanz & Genauigkeit
- Höheres Messrauschen
- Kinematische Farbscans nicht wirtschaftlich

## Diskussion / Fazit

---

### **Kombination aus statischem und kinematischem Scanning**

- Für einfache und detaillierte Gebäudeaufmaße geeignet, nicht allerdings für hochgenaue Vermessungen (LOA40/LOA50)
- Ausreichend und sinnvoll verteilte Passpunkte nötig
- Nur bei großen Gebäuden sinnvoll → Schleifenschlüsse müssen möglich sein

Kombination liefert bei ausreichender Genauigkeit das wirtschaftlichste Ergebnis



# Kombinierter Einsatz von statischem und kinematischem Laserscanning für die 3D-Gebäudeerfassung – Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit und geometrischen Genauigkeit

Nicolas HOFMAIER<sup>1</sup>, Daniel WUJANZ<sup>2</sup>, Kevin KURZMANN<sup>1</sup>,  
Frank GIELSDORF<sup>2</sup>, Tilman MÜLLER<sup>3</sup>

<sup>1</sup> GeodatIQ GmbH

<sup>2</sup> technet GmbH

<sup>3</sup> Hochschule Karlsruhe

Oldenburger 3D-Tage 2024 | Oldenburg, 31.01.2024