



Hochgenaues Laserscanning mit dem SURPHASER

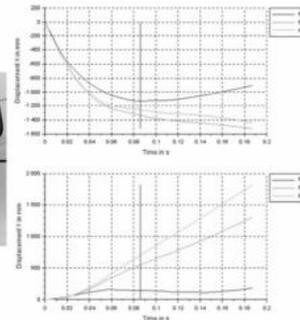
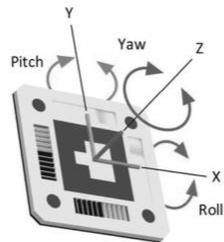
„ ... darf es etwas mehr Genauigkeit sein?“

~~darf~~
muss

Peter Wintjens, Ralf Lichtenberger
LIMESS Messtechnik & Software GmbH, Krefeld

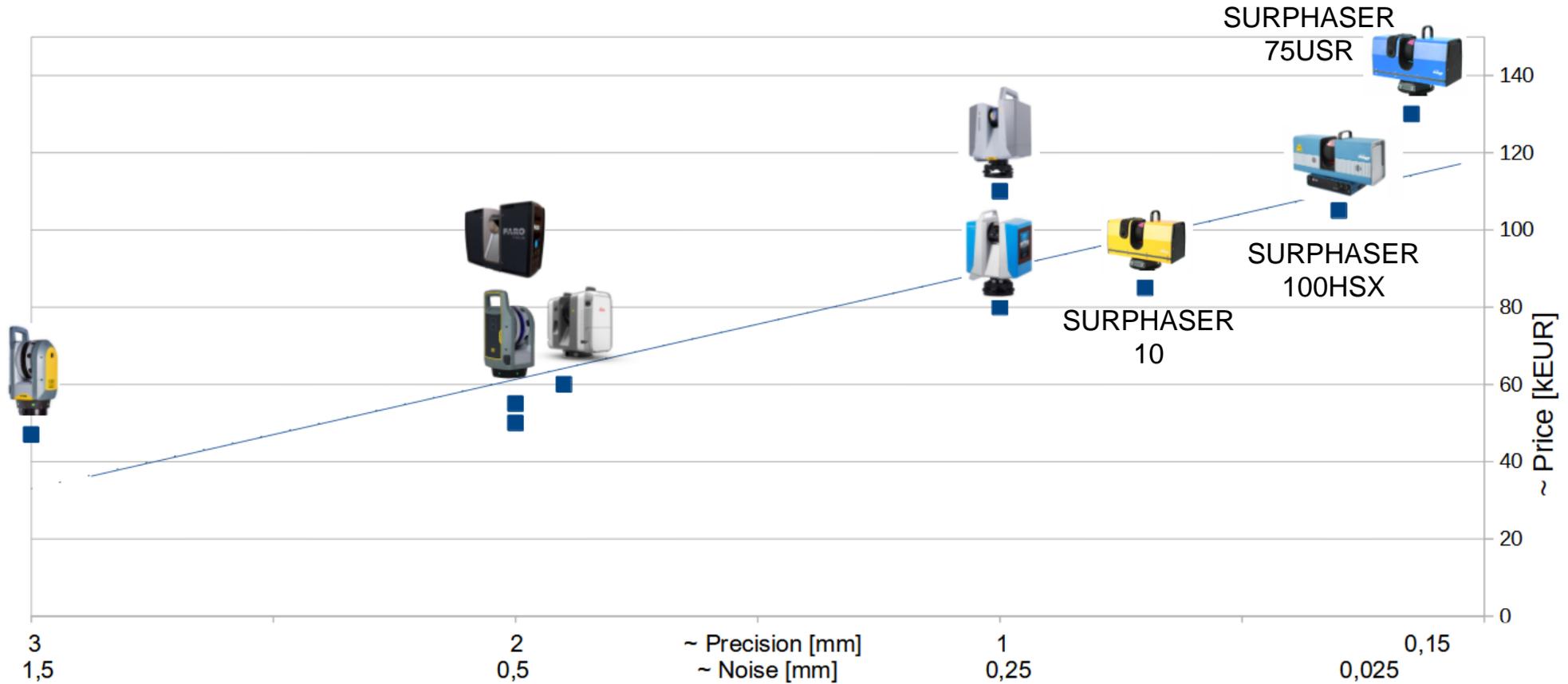
- Wurde vor 25 Jahren als SpinOff der Universität Karlsruhe gegründet und entwickelt seitdem kamerabasierte Messsysteme. Schwerpunkt sind dabei hochpräzise optische Systeme zur berührungslosen Messung von Verformung und Dehnung die u.A. in der Materialprüfung und bei Bauteiltests eingesetzt werden.
- Vertreibt seit ca. 15 Jahren die für Ihre hohe Genauigkeit und Datenqualität bekannten 3D-Laserscanner der Marke SURPHASER

Bietet Dienstleistung im Bereich Industrievermessung mit SURPHASER-Scannern an



Übersicht TLS

Genauigkeit / Messrauschen vs. Preis



Modellübersicht SURPHASER

Surphaser® 3D Scanning Configuration Options:

CONFIGURATION	75HSX CLASS 3R	80HSX ⁴ CLASS 1		100HSX SR CLASS 3R	100HSX IR ⁴ CLASS 3R		10HSX CLASS 1		410HSX ⁴ CLASS 1		
	HQ 208,000 pps	HQ 208,000 pps	HP 832,000 pps	HQ 208,000 pps	HQ 208,000 pps	HS 208,000 pps	HQ 208,000 pps	HS 208,000 pps	HQ 208,000 pps	HS 208,000 pps	HP 832,000 pps
Recommended Work Range (m)	0.25-2.5	0.25-7	0.25-7	1-7	1-35	1-50	1-50	1-110	0.4-70	0.4-70	0.4-70
Ambiguity Range (m)	90	180	180	90	90	90	180	180	180	360	180
Angular Uncertainty ^{1,3} (arc sec)	25	25	25	15	15	15	25	25	25	25	25
Range Noise ^{1,2} , mm; 90% reflectivity	0.025@ 0.3m-2m	0.045mm@ 0.3m-4m	0.11mm@ 0.3m-4m	0.024@ 4m	0.07@ 10m	0.16@ 10m	0.12@ 15m	0.25@ 15m	0.06@ 0.4m-30m	0.09@ 0.4m-30m	0.15@ 0.4m-30m
Range Noise ^{1,2} , mm; 10% reflectivity	0.07@ 0.5m-1.8m	0.14mm@ 0.3m-4m	0.30mm@ 0.3m-4m	0.088@ 4m	0.41@ 10m	0.3@ 10m	0.3@ 15m	0.7@ 15m	0.15@ 0.4m-15m	0.15@ 0.4m-15m	0.3@ 1m-15m
Range Uncertainty ³ , mm	<0.15@ 1.5m	<0.25@ 1.5m	<0.35 @1.5m	<0.3@ 3m	<0.35@ 5m	<0.7@ 15m	<0.7@ 15m	<0.9@ 15m	<0.7@ 15m	<0.9@ 15m	<0.9@ 15m

¹ All noise and uncertainty figures are for 1 sigma level

² Range noise — local (short term) range variation, Lambertian surface

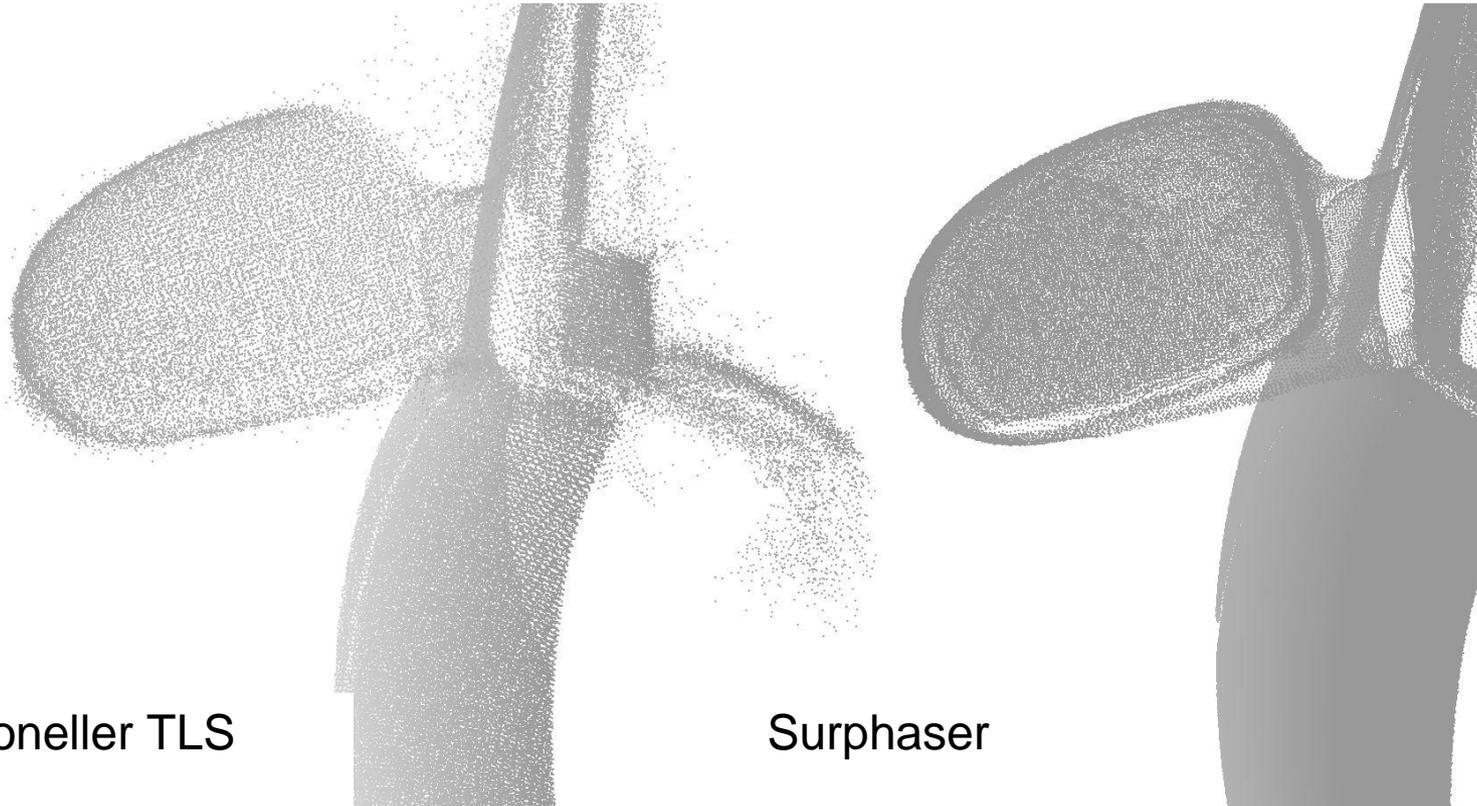
³ Evaluated with contrast target best fit at data rate of 208,000/832,000 points per sec respectively

⁴HQ, HS and HP are software selectable options based on the same hardware model 100HSX IR (HQ and HS only), models 80HSX, 400HSX and 410HSX (HQ, HS and HP).

System Parameters may be changed without notice; parameters are rated independently

Messrauschen

Beispiel PKW



Konventioneller TLS

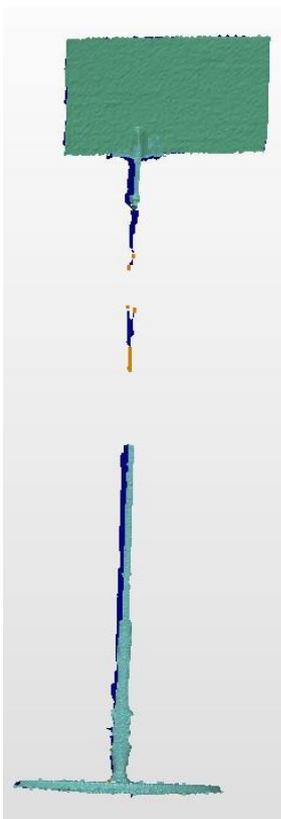
Surphaser

Hohe Genauigkeit, hoher Detaillierungsgrad, geringes Rauschen!

Keine Durchdringung
der Punktwolken!



Messobjekt Visitenkarte



Vorderseite



Rückseite



Seitenansicht



Vergrößerung

Wann ist welche Genauigkeit erforderlich?

- DIN18710 „Genauigkeitsanforderungen“

DIN18710-2:2010-9, Pos 4.6

Tabelle 1 — Genauigkeitsklassen in Abhängigkeit vom Zweck der Aufnahme

Aufnahmezweck	Genauigkeitsklassen nach DIN 18710-1	
	Lage	Höhe
Topographischer Bestandsplan	L1/L2	H1/H2
Werks- und Leitungsdokumentation	L1/L2	H1/H2
Straßenbestandsplan	L2/L3	H2/H3
Aufbau von Straßeninformationsbanken	L1	H2
Projektierungsgrundlage für Gebäude, Ingenieurbauwerke, Verkehrsanlagen, Produktions- und Industrieanlagen, Gleisanlagen, Leitungssysteme	L2/L3	H2/H3
Aufbau von Gebäudeinformationssystemen	L2	H2
Lagepläne für Genehmigungsanträge	L2	H2
Dokumentation von Produktions- und Industrieanlagen sowie von Rohrleitungssystemen	L2	H2
Räumliche Abgrenzungen von rechtlichen Sachverhalten (z. B. Planungsrecht, Baurecht, Liegenschaftskataster, Dienstbarkeiten)	L3	H1
Fassaden-Kartierungen für die Stadtgestaltung und den Denkmalschutz	L3	H2
Abrechnung von Bauleistungen und -massen	L2	H2
Prüfung der Maß- und Passgenauigkeit von Bauteilen (Qualitätskontrolle)	L4	H4
Beweissicherung	L4	H4
Bau- und anlagentechnische Zwangspunkte	L4	H3/H4
Passgenaue Vorfertigung von maschinen-/anlagentechnischen Bauteilen und Rohrleitungen zum Austauschen	L4/L5	H4/H5

Tabelle 1 — Klassifizierung der Messgenauigkeit bei Lagevermessungen

Klasse	Standardabweichung σ_L bei Lagevermessungen	Bemerkung
L 1	50 mm $< \sigma_L$	Sehr geringe Genauigkeit
L 2	15 mm $< \sigma_L \leq 50$ mm	Geringe Genauigkeit
L 3	5 mm $< \sigma_L \leq 15$ mm	Mittlere Genauigkeit
L 4	1 mm $< \sigma_L \leq 5$ mm	Hohe Genauigkeit
L 5	$\sigma_L \leq 1$ mm	Sehr hohe Genauigkeit

Tabelle 2 — Klassifizierung der Messgenauigkeit bei Höhenvermessungen

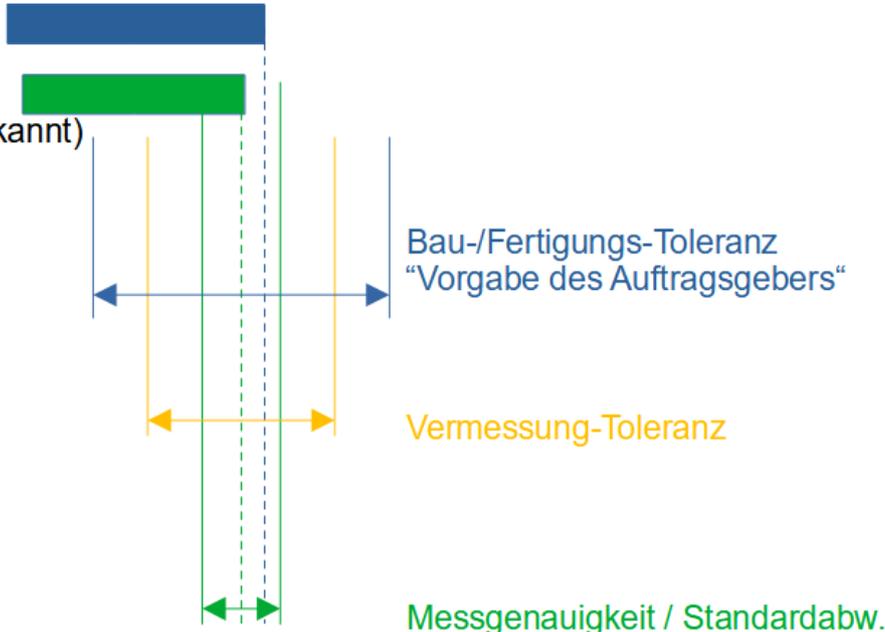
Klasse	Standardabweichung σ_H bei Höhenvermessungen	Bemerkung
H 1	20 mm $< \sigma_H$	Sehr geringe Genauigkeit
H 2	5 mm $< \sigma_H \leq 20$ mm	Geringe Genauigkeit
H 3	2 mm $< \sigma_H \leq 5$ mm	Mittlere Genauigkeit
H 4	0,5 mm $< \sigma_H \leq 2$ mm	Hohe Genauigkeit
H 5	$\sigma_H \leq 0,5$ mm	Sehr hohe Genauigkeit

Wann ist welche Genauigkeit erforderlich? - DIN18710 „Genauigkeitsanforderungen“

Begriffsdefinition – DIN18710-1: 2012-09 Anhang B

Soll-Nennmaß

Ist-Maß (unbekannt)



Toleranzen ohne Vorzeichen

DIN1870-1:2010-09 Anhang D - Zusammenhang zwischen:

- Bau-/Fertigungstoleranz T
- Vermessungstoleranz TM
- Messgenauigkeit / Standardabweichung σ

Faustformeln:

Vermessungstoleranz = $0,44 \times \text{Bau-/Fertigungstoleranz}$

Messgenauigkeit = $\text{Vermessungstoleranz} / (2 \times k) = \text{Vermessungstoleranz} / (2 \times 1,96)$

Messgenauigkeit = $\text{Bau-/Fertigungstoleranz} \times 0,1...0,2$

$TM = 0,44 \times T$ $\sigma = TM / 4$ oder $\sigma = T \times 0,1...0,2$

Anwendungsbeispiel:

Vorgabe: Bau-/Fertigungstoleranz $T = 10\text{mm}$

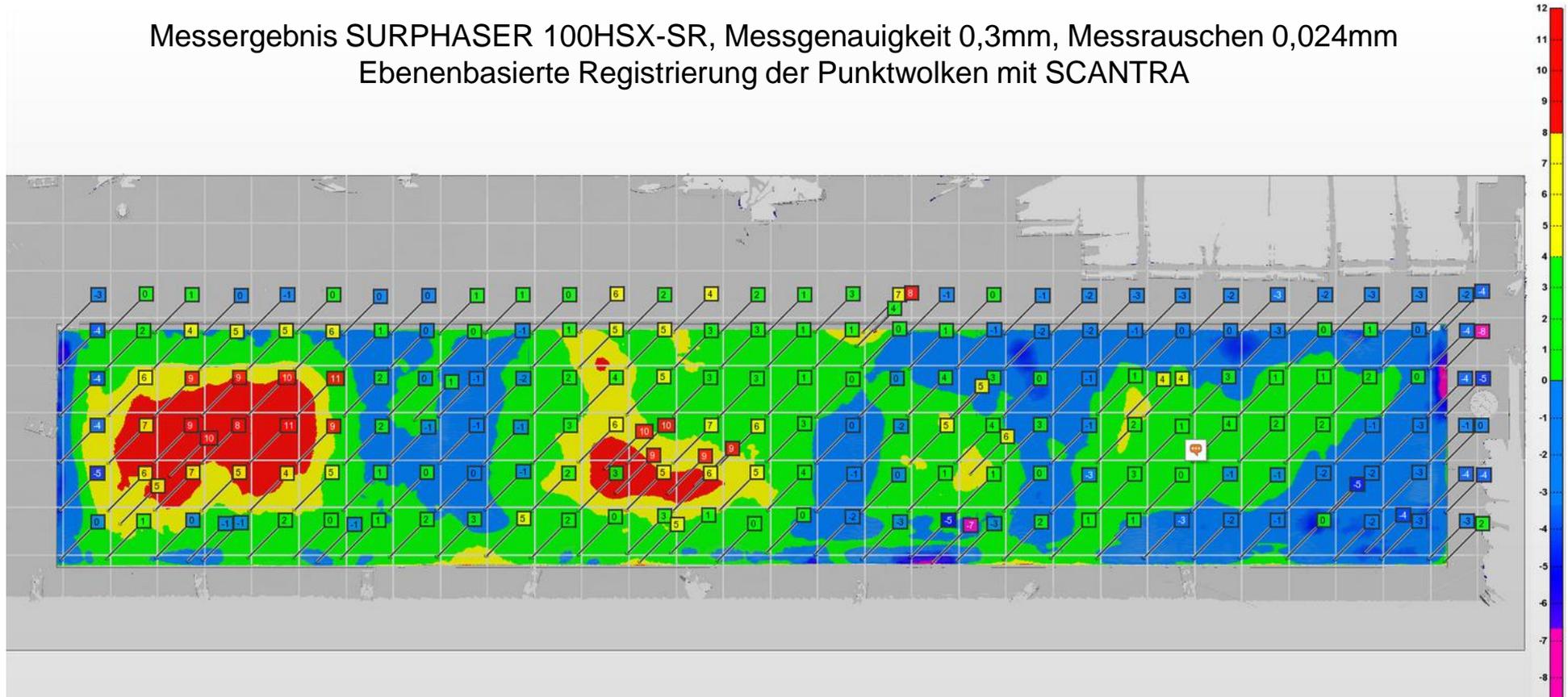
Vermessungstoleranz $TM = 10\text{mm} \times 0,44 = 4,4\text{mm}$

Messgenauigkeit $\sigma = 4,4\text{mm} / 4 = 1,1\text{mm}$

Messgenauigkeit $\sigma = 10\text{mm} \times 0,1...0,2 = 1...1,5\text{mm}$

Anwendungsbeispiel:
Beton-Fundament 4,5m x 25m, Toleranz +0mm / -2mm

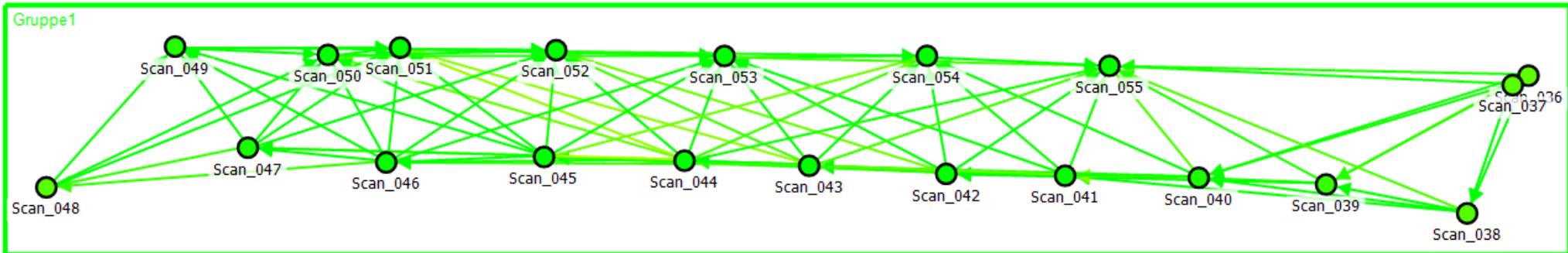
Messergebnis SURPHASER 100HSX-SR, Messgenauigkeit 0,3mm, Messrauschen 0,024mm
Ebenenbasierte Registrierung der Punktwolken mit SCANTRA



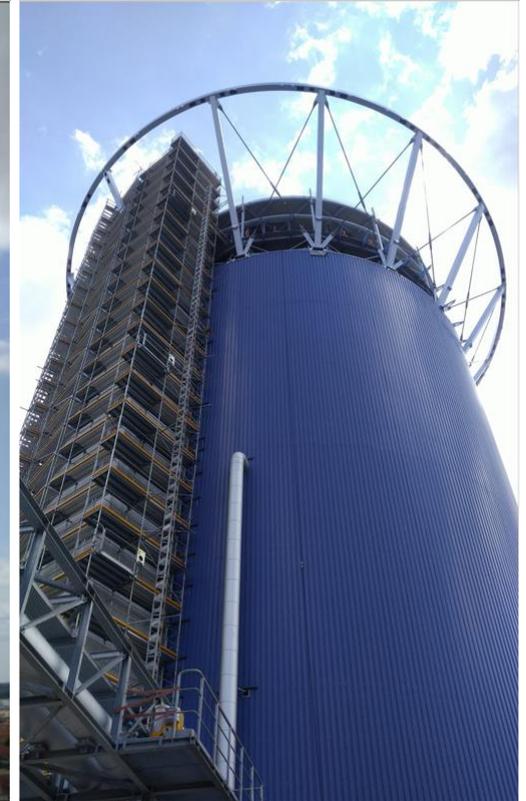
Anwendungsbeispiel: Beton-Fundament 4,5m x 25m, Toleranz +0mm / -2mm

Messergebnis SURPHASER 100HSX-SR, Messgenauigkeit 0,3mm, Messrauschen 0,024mm
Ebenenbasierte Registrierung der Punktwolken mit SCANTRA

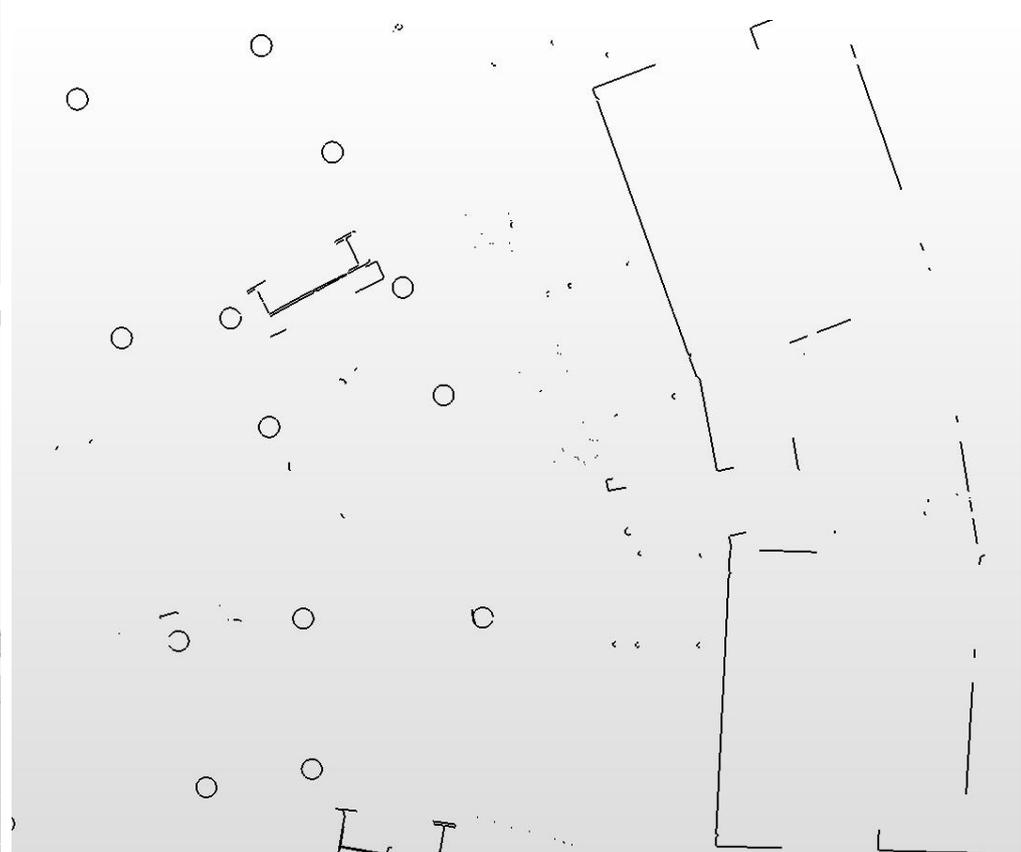
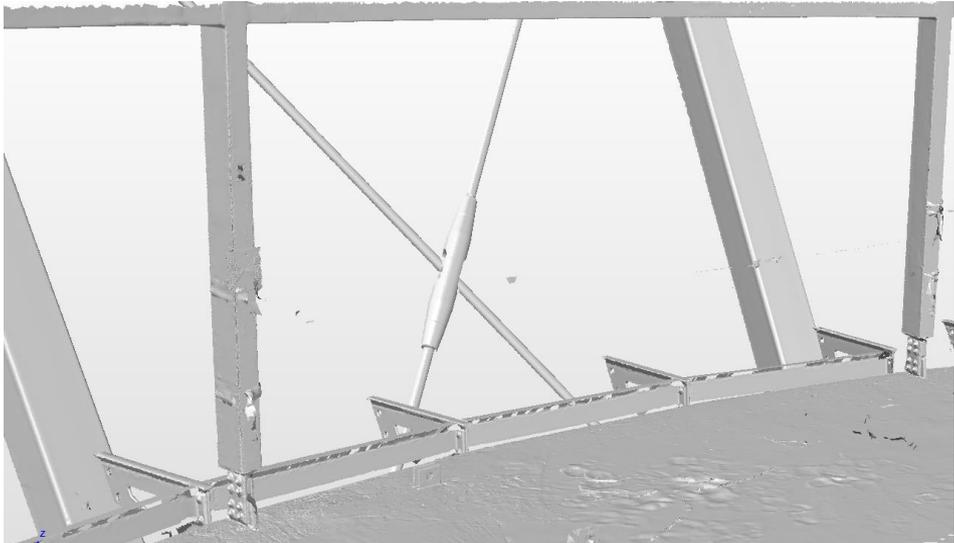
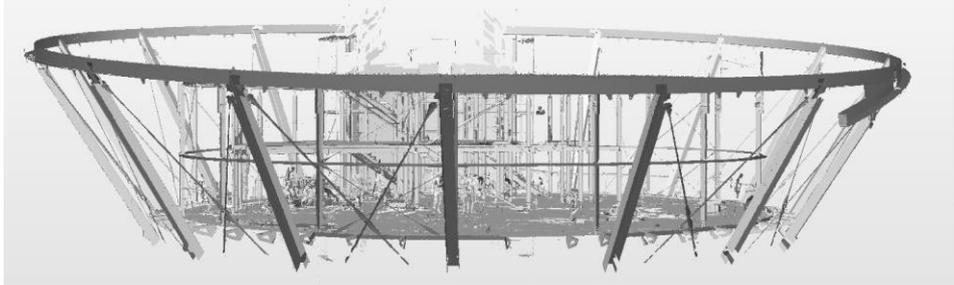
Verbindungen (vt)[m]		Stationen (sigma t)[m]	
	0.0007 - 0.0008 (3)		0.0002 - 0.0003 (4)
	0.0006 - 0.0007 (5)		0.0002 - 0.0002 (1)
	0.0004 - 0.0006 (6)		0.0001 - 0.0002 (3)
	0.0003 - 0.0004 (11)		0.0001 - 0.0001 (7)
	0.0002 - 0.0003 (28)		0.0000 - 0.0001 (4)
	0.0000 - 0.0002 (35)		0.0000 - 0.0000 (1)



Anwendungsbeispiel:
Vermessung Stahlbau für die Anbringung von Verglasung

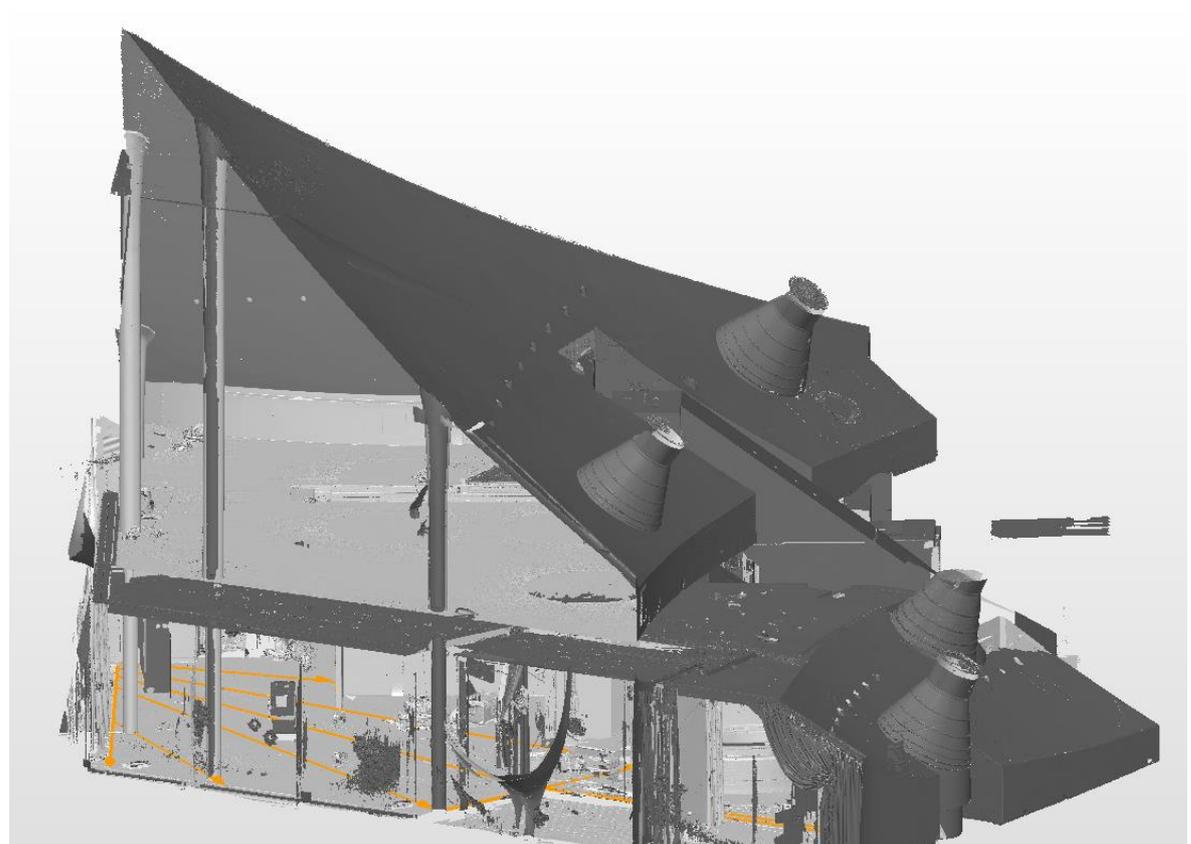


Anwendungsbeispiel: Vermessung Stahlbau für die Anbringung von Verglasung



Hohe Genauigkeit, hoher Detaillierungsgrad, geringes Rauschen, hohe Registriergenauigkeit!

Anwendungsbeispiel: Vermessung des Penthouse in der Elbphilharmonie für den Innenausbau



Hohe Anforderungen an Detaillierungsgrad (z. B. Parkettfugen)

Es muss stets genauer gemessen werden als die Anforderungen an die Fertigungstoleranz
(Faustformel: Messgenauigkeit = Fertigungstoleranz / 4)

Die Laserscanner von **Surphaser** besitzen eine bisher unübertroffene

- Hohe Messgenauigkeit
- Geringes Messrauschen / sehr gute Datenqualität
- Hohe Ortsauflösung/Detaillierungsgrad

