

The background image shows a harbor scene with several cranes on the left, a seagull in flight in the center, and a mix of industrial and modern buildings on the right. The sky is overcast with grey clouds.

HCU

HafenCity Universität
Hamburg

Universität für Baukunst
und Raumentwicklung

HAMBURGS NEUE UNIVERSITÄT

Europas erste Hochschule für die gebaute Umwelt

Harald Sternberg, Thomas Kersten

**Vergleich von terrestrischen Laserscannersystemen in
Anwendungen der industriellen As-Built-Documentation**

Inhalt der Präsentation

- Einführung
- LaserScannerSysteme
- Messungen
- Registrierung / Georeferenzierung
- Modellierung
- Vergleichende Untersuchung
- Schlussfolgerungen und Ausblick

Einführung

■ Aufgabenstellung Umspannwerk



■ in Zusammenarbeit mit Vattenfall Europe



Einführung



- Nachklärung
- Biologische Stufe
- Vorklärung
- Schlamm-
behandlung
- Zulaufpumpwerk
- Rechenanlage
- Sandfang

■ Klärwerk Hetlingen

Instrumente



Hersteller		Trimble	Leica	Zoller+Fröhlich	FARO
Typ		GS101	HDS3000	Imager 5003	LS 880 HE
Messprinzip		Impulsmessverfahren		Phasenvergleichsverfahren	
Sichtbereich		360° x 60°	360° x 270°	360° x 310°	360° x 320°
Messbereich		100m	1 - 100m	1m - 53,5m	70m
Scangeschwindigkeit		bis zu 5.000Pkt/sek	bis zu 4.000 Pkt/sek	500.000 Pkt/sek	120.000 Pkt/Sek
Winkelauflösung	vertikal	0,0017°	0,0034°	0,018°	0,009°
	horizontal	0,0017°	0,0034°	0,01°	0,00076°
Messgenauigkeit		2,5mm	4mm	6 mm	± 3mm bei 10m
Bedienung		Laptop oder Pocket PC	Laptop	Laptop	Laptop oder interner PC

Messung Umspannwerk

■ Netzmessung

- Polygonzug für feste Netzpunkte (s0 der Koordinaten 3 mm)
- Einmessung der speziellen Zielzeichen und Transformation in Netz (Klaffen <6 mm)



TCRP 1201



Trimble-Kugel



Leica-Target



Zoller&Fröhlich



Faro

Papiertarget

■ Objektaufnahme an verschiedenen Messtagen

Aufnahme Umspannwerk

Scanner	Trimble GS101	Leica HDS3000	Zoller+Fröhlich Imager 5003	FARO LS880 HE
Erfassungssoftware	PointScape	Cyclone	ZF LaserControl	FaroScene
Pixelabstand in 25 m	16,7 mm	20,8 mm	15,7 mm	15,5 mm
Messdauer pro Punkt	1,5 h	2 h	7 min	7 min
Anzahl Standpunkte	4	5	16	15
Target	Kugeln	HDS, Kugeln, Papier	Papier, Kugeln	Papier, Kugeln
Anzahl Targets	9	23	30(+6 eindeutige Objektpunkte)	41

Aufnahme Klärwerk

Scanner	Trimble GS101	Zoller+Fröhlich Imager 5003
Erfassungssoftware	PointScape	ZF LaserControl
Pixelabstand in 10 m	30 mm	6 mm
Messdauer pro Punkt	45 – 75 min	20 min
Anzahl Standpunkte	8	12
Target	Kugeln, Targets	Kugeln, Papier
Anzahl Targets	9 + 4	9 + 16

Registrierung / Georeferenzierung Umspannwerk

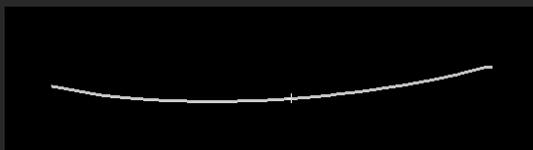
G E N A U I G K E I T	Scanner	Trimble GS101	Leica HDS3000	Zoller+Fröhlich Imager 5003	FARO LS880 HE
	Registriersoftware	RealWorksSurvey	Cyclone	ZF LaserControl Cyclone (20 min pro Scan)	FaroScene
	Mittl. Abw Registrierung	6 mm	4 mm	- - - ZF 6 mm Cyclone	- - -
	Mittl. Abw Geoeferenz.	9 mm	5 mm	10 mm ZF 8 mm Cyclone	7 mm
Z E I T A U F W A N D	Definition Targets	- - -	2 h	3 h ZF 5 h Cyclone	3 h
	Registrierung / Georeferenzierung	0,5 h / 1 h	1 h / 0,5 h	8 h ZF 3,5 h Cyclone	6 h
	Gesamtaufwand Registrierung	1,5 h	3,5 h	11 h ZF 8,5 h Cyclone	9 h

Modellierung Umspannwerk

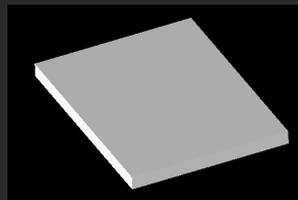
- Trimble
 - FARO
- 3Dipsos
-
- Leica
 - Z+F
- Cyclone

Modellierung

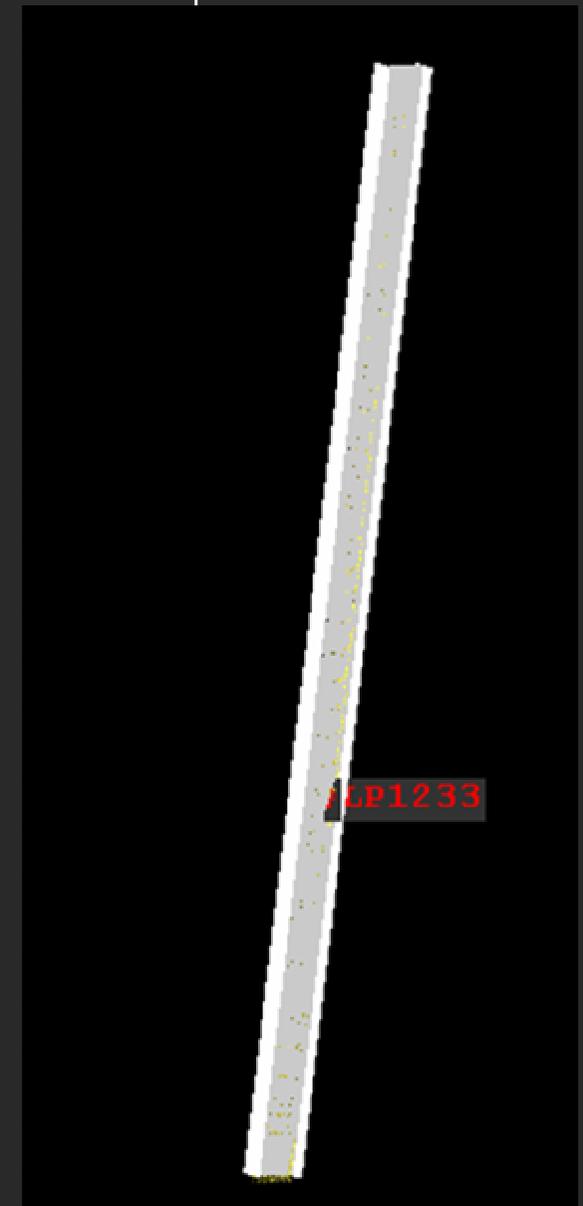
- Darstellung von Objekten in einem Modell
- Beschreibung von Objekten
 - Lage
 - Form
- Verwendung von Elementen
 - Geometrische Körper



Polylinie für Leitungen



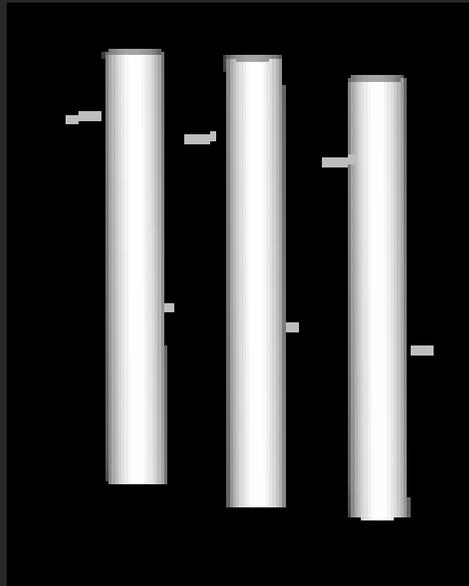
Box für Fundamente



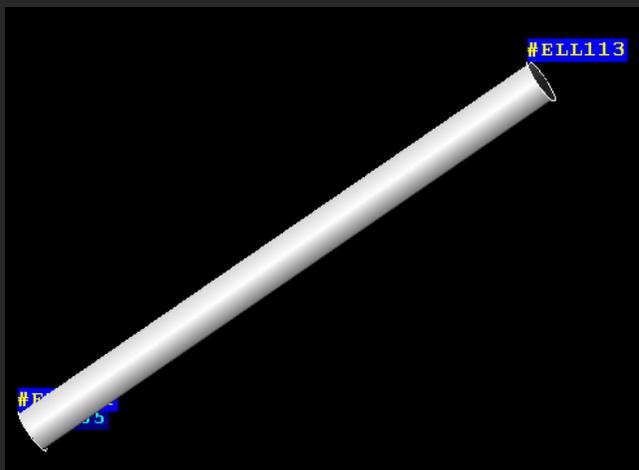
Stahlträger (H-Form) aus 3Dipsos

Modellierung

■ Zylinder



Zylinder
in Cyclone



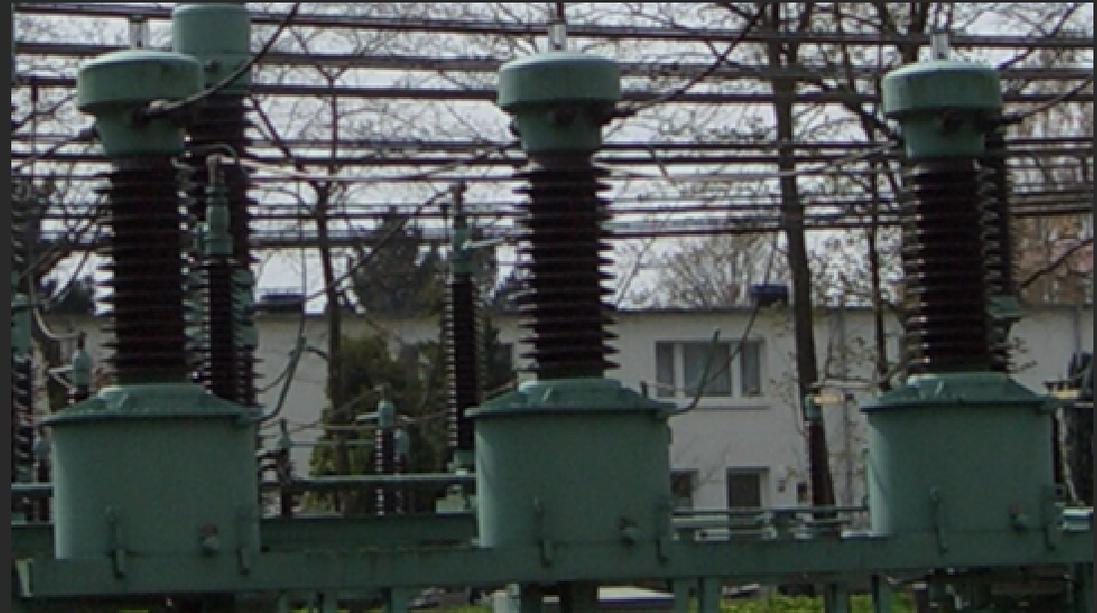
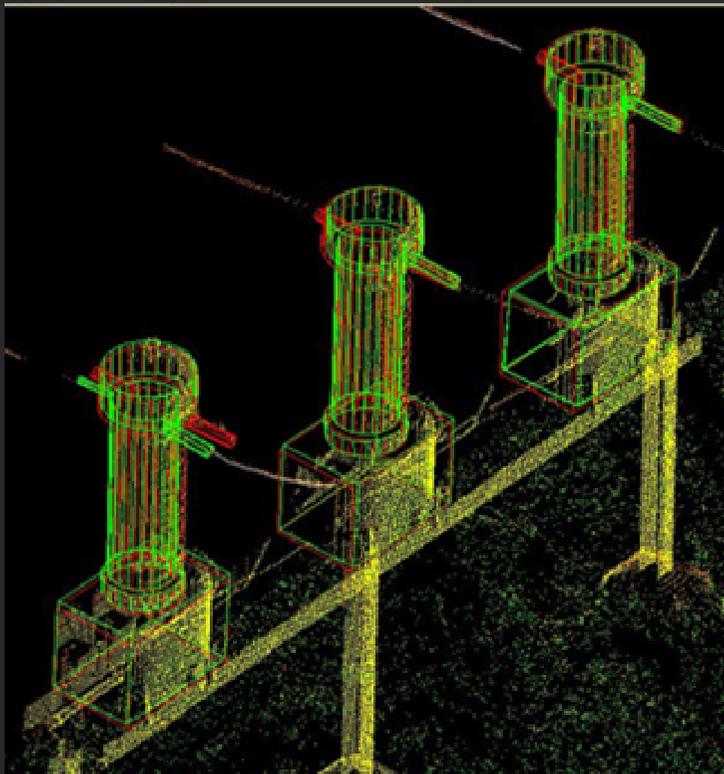
Zylinder
in 3Dipso



Testgebiet

Modellierung

- Isolatoren als Zylinder und Boxen



Isolatoren der ersten Reihe

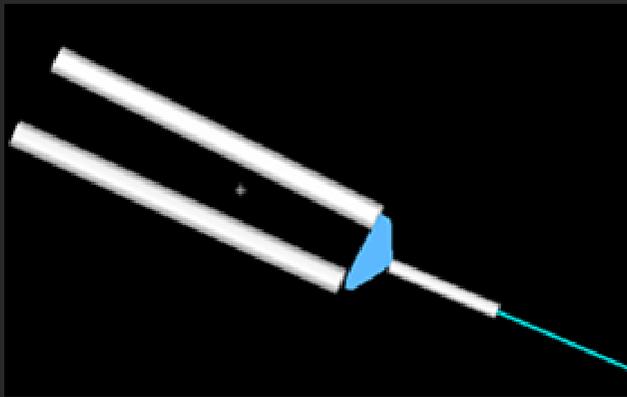
Zylinder und Boxen in Cyclone konstruiert und kopiert
und in AutoCAD überlagert

Modellierung

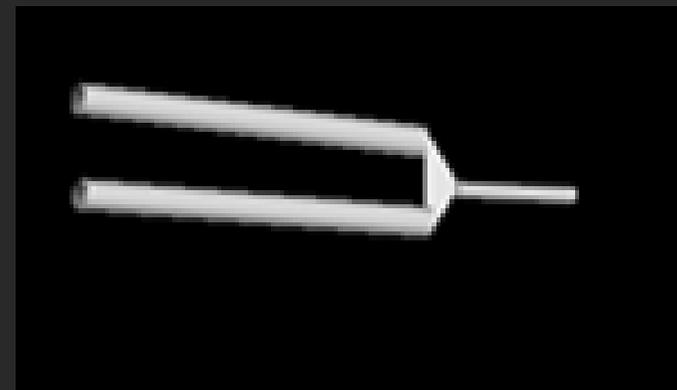
- Verbindungselemente aus Zylinder, Ebenen und Linien



Verbindungselement



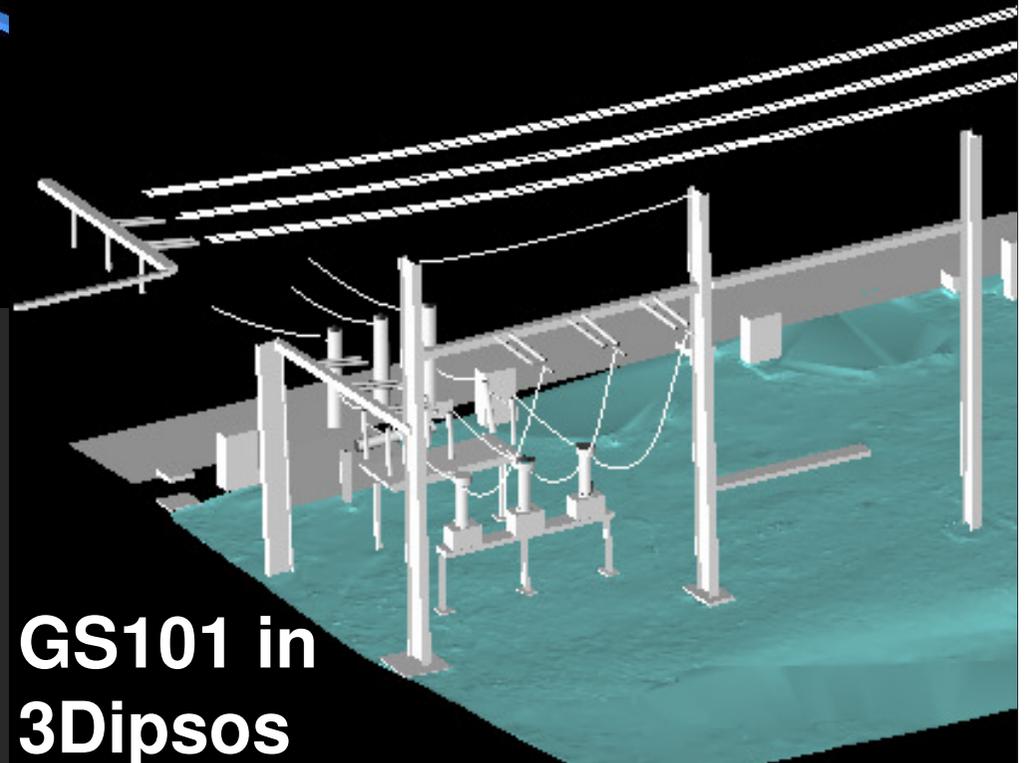
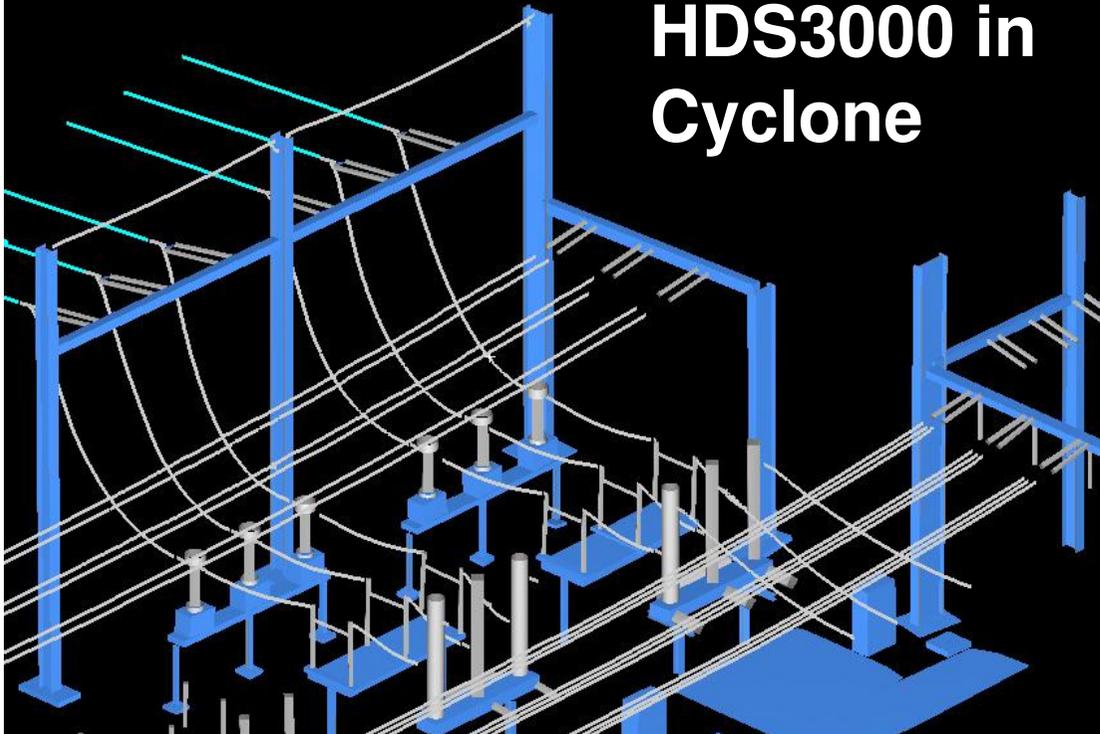
Verbindungselement in Cyclone



Verbindungselement in 3Dipsos

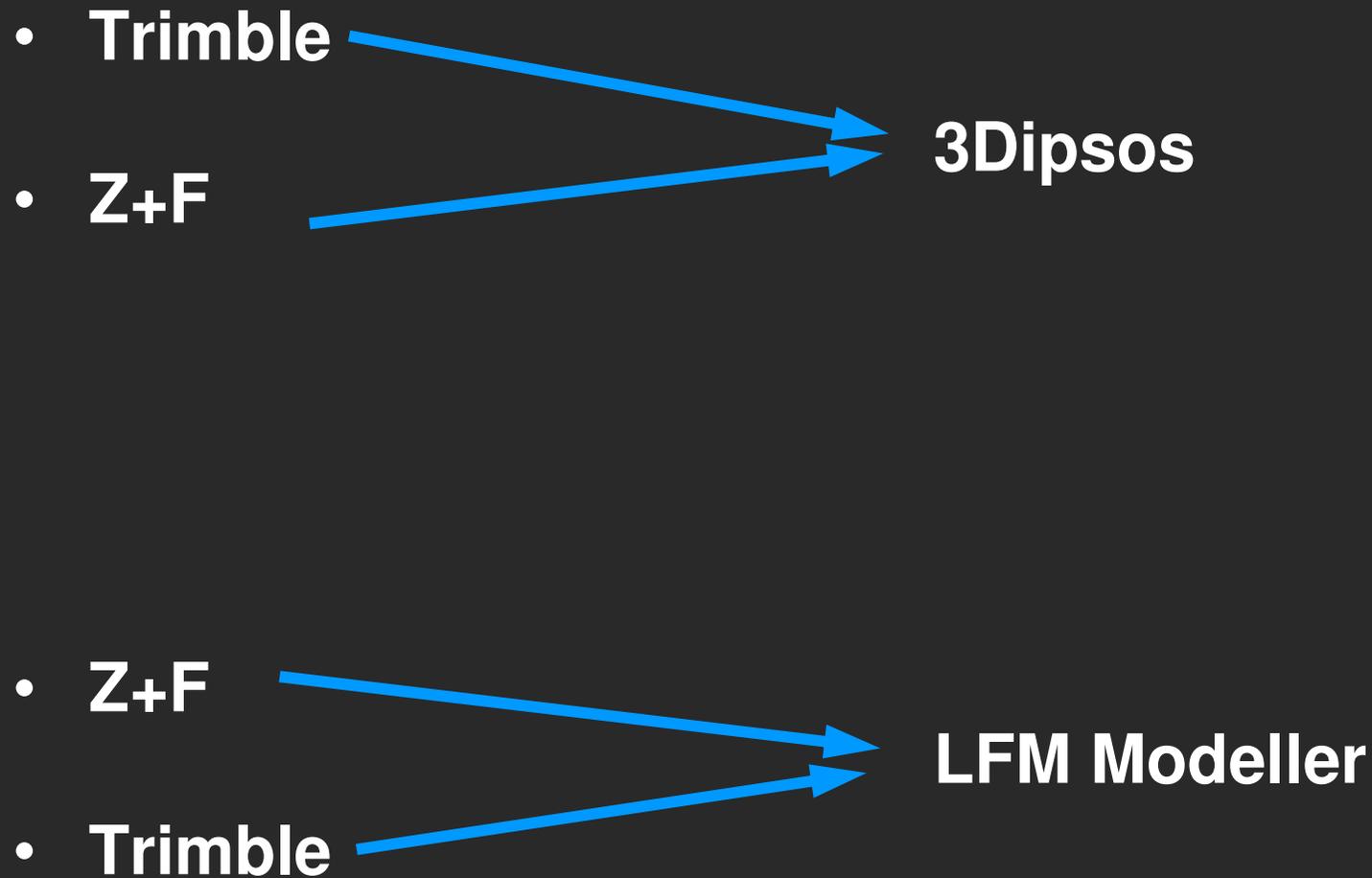
3D-Modell

**HDS3000 in
Cyclone**



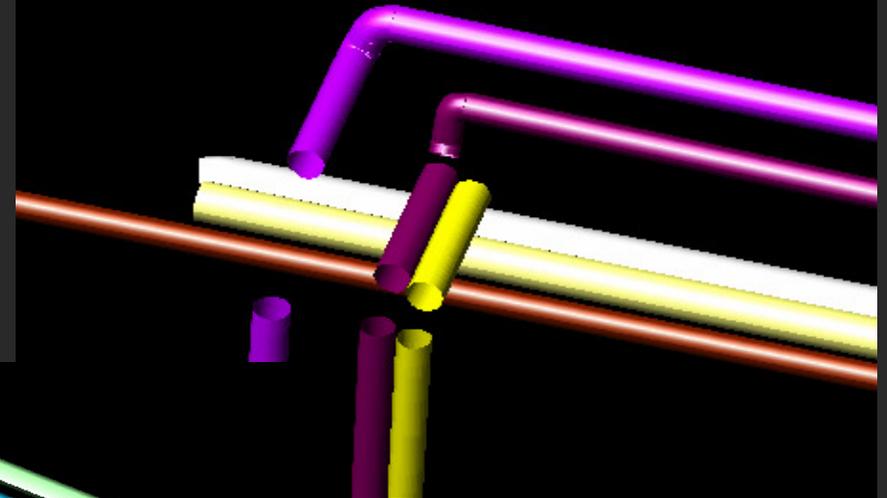
**GS101 in
3Dipsos**

Modellierung Klärwerk

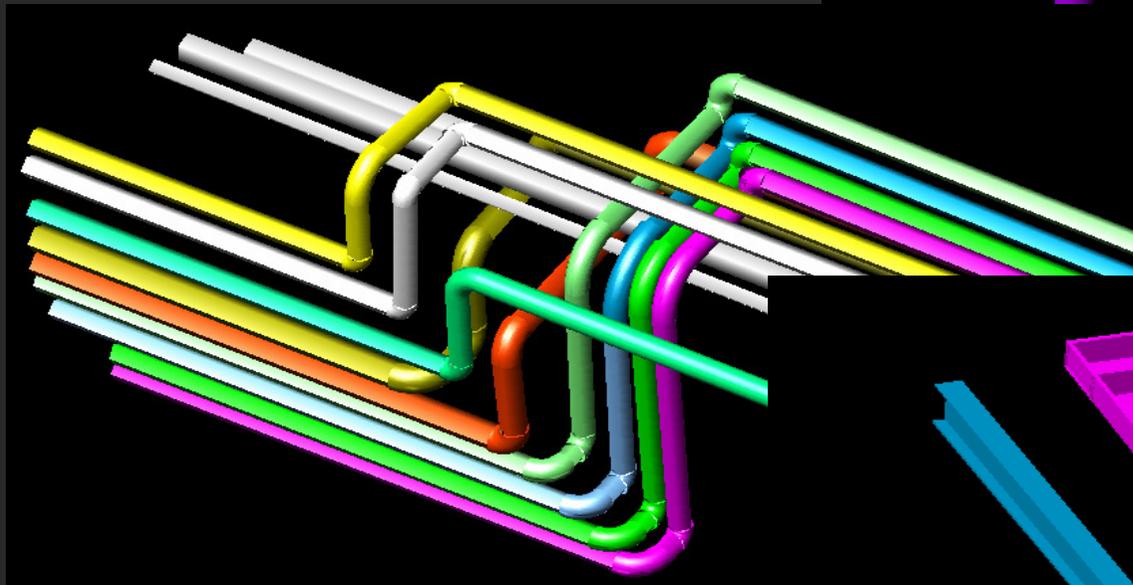


Modellierung von Rohrleitungen

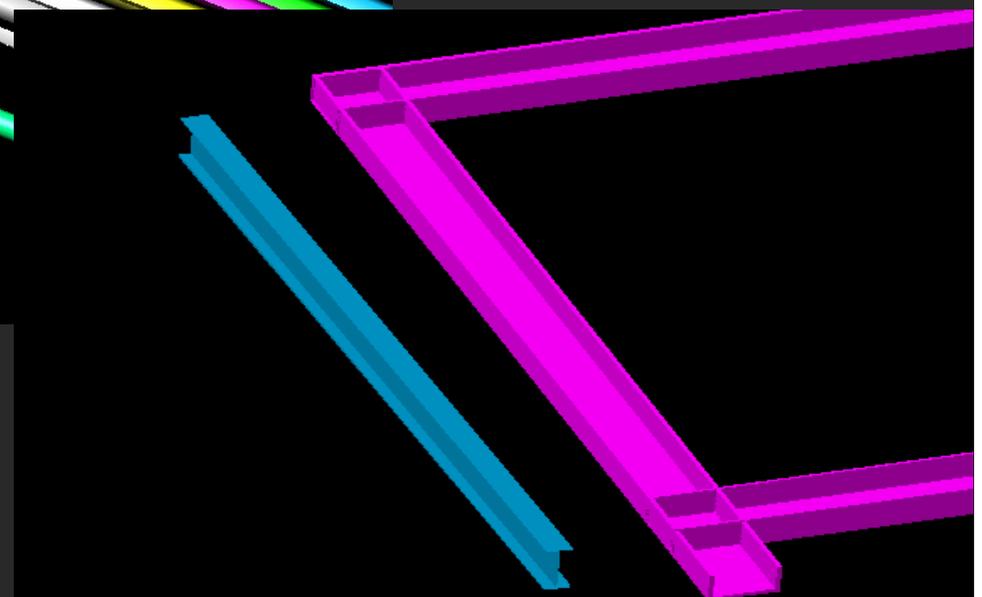
- **Automatisch (easypipe)**



- **manuell**

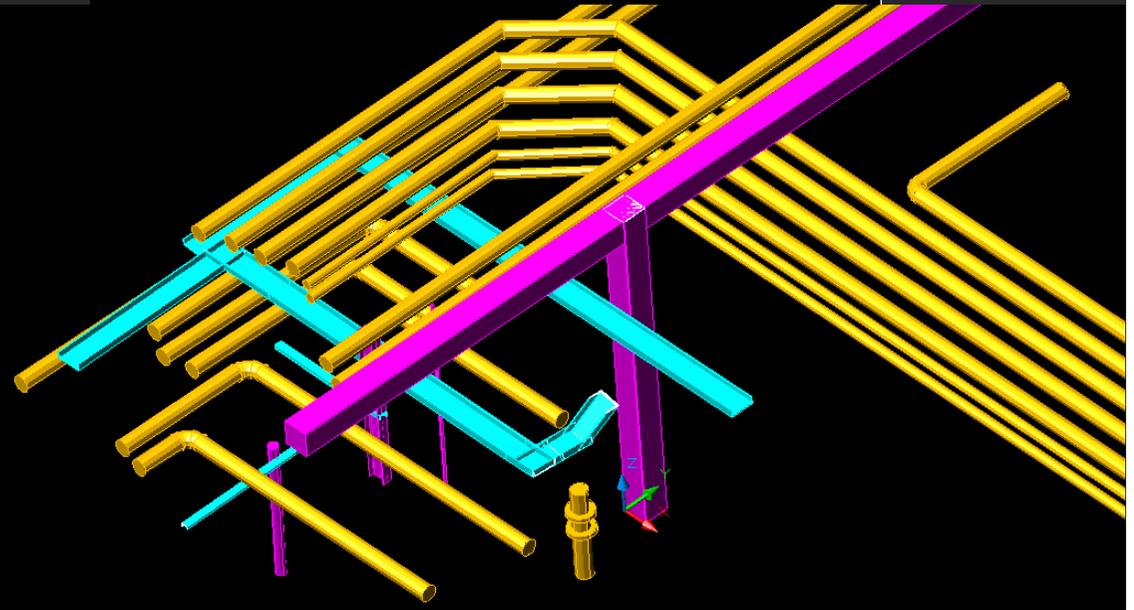
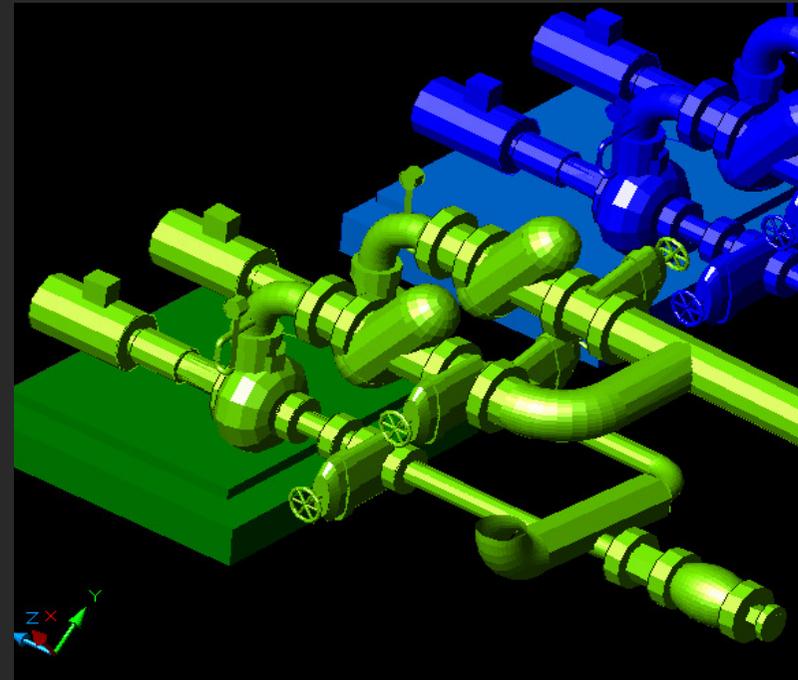


- **Modellierung mit Bibliothek:
Träger**



Modellierung von Rohrleitungen

- Teil-Modell 3Dipsos (Hüllgeometrie)
- Teil-Modell LFM Modeller (Vollkörper)



Vergleichende Untersuchung

■ Genauigkeitsbetrachtung

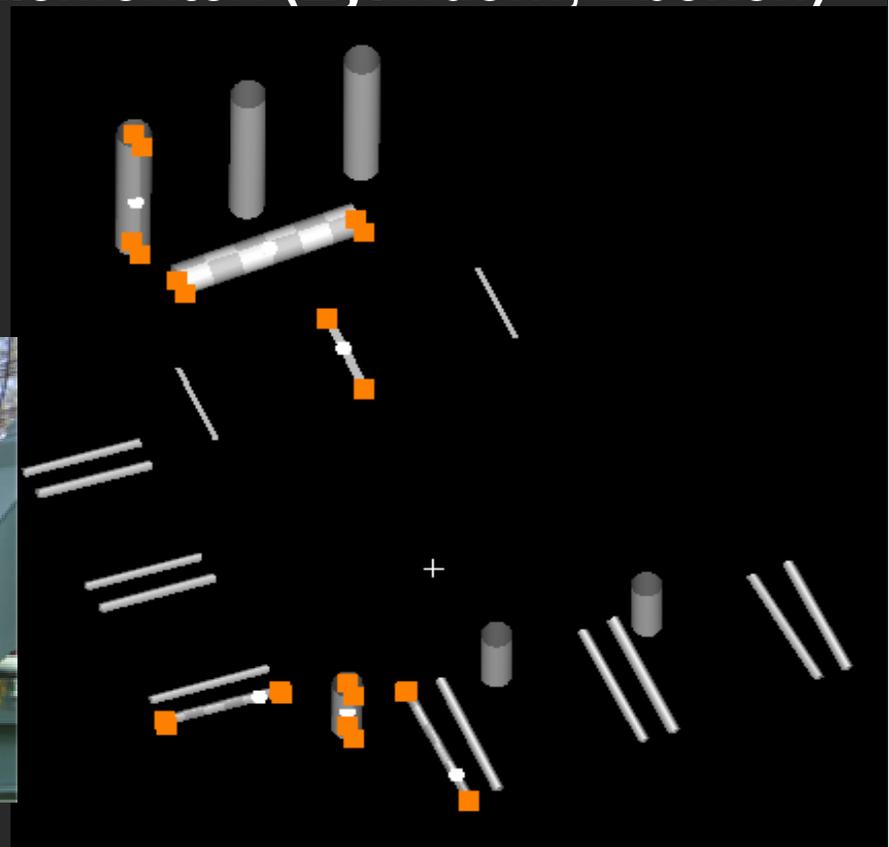
- Verwendung von modellierten Elementen (Zylindern, Ebenen)
- Eigenschaften
- Radien
- Winkelabweichungen



Zylinder 4

Verbindungselement
zweier Isolatoren

Zylinder 5



Betrachtete Zylinder

Vergleichende Untersuchung

■ Genauigkeits- / Vollständigkeitsbetrachtung

	GS101	HDS3000	Imager 5003	HFS0
Zylinder 1				
Richtung der Achse [m]				
X	0,991	0,994	0,993	0,990
Y	0,088	0,063	0,084	0,077
Z	-0,104	-0,0871	-0,088	-0,012
Radius [m]	0,072	0,074	0,062	0,067
Standardabweichung [mm]	18	27	25	15
Zylinder 5				
Richtung der Achse [m]				
X	-0,003	-0,012	-0,008	-0,009
Y	1,000	1,000	1,000	1,000
Z	0,016	0,001	0,002	0,006
Radius [m]	0,188	0,236	0,143	0,230
Standardabweichung [mm]	22	19	30	16

Vergleichende Untersuchung

■ Genauigkeits- / Vollständigkeitsbetrachtung

	GS101	HDS3000	Imager 5003	HE80
<i>Ebene 1</i>				
Normalenvektor [m]				
X	-0,015	-0,001	-0,003	-0,009
Y	-0,001	-0,001	0,000	-0,002
Z	1,000	1,000	1,000	1,000
Standardabweichung [mm]	4	5	17	6
<i>Ebene 3</i>				
Normalenvektor [m]				
X	-0,000	0,000	-0,000	0,003
Y	-0,001	0,000	-0,002	-0,000
Z	1,000	1,000	1,000	1,000
Standardabweichung [mm]	2	2	5	4

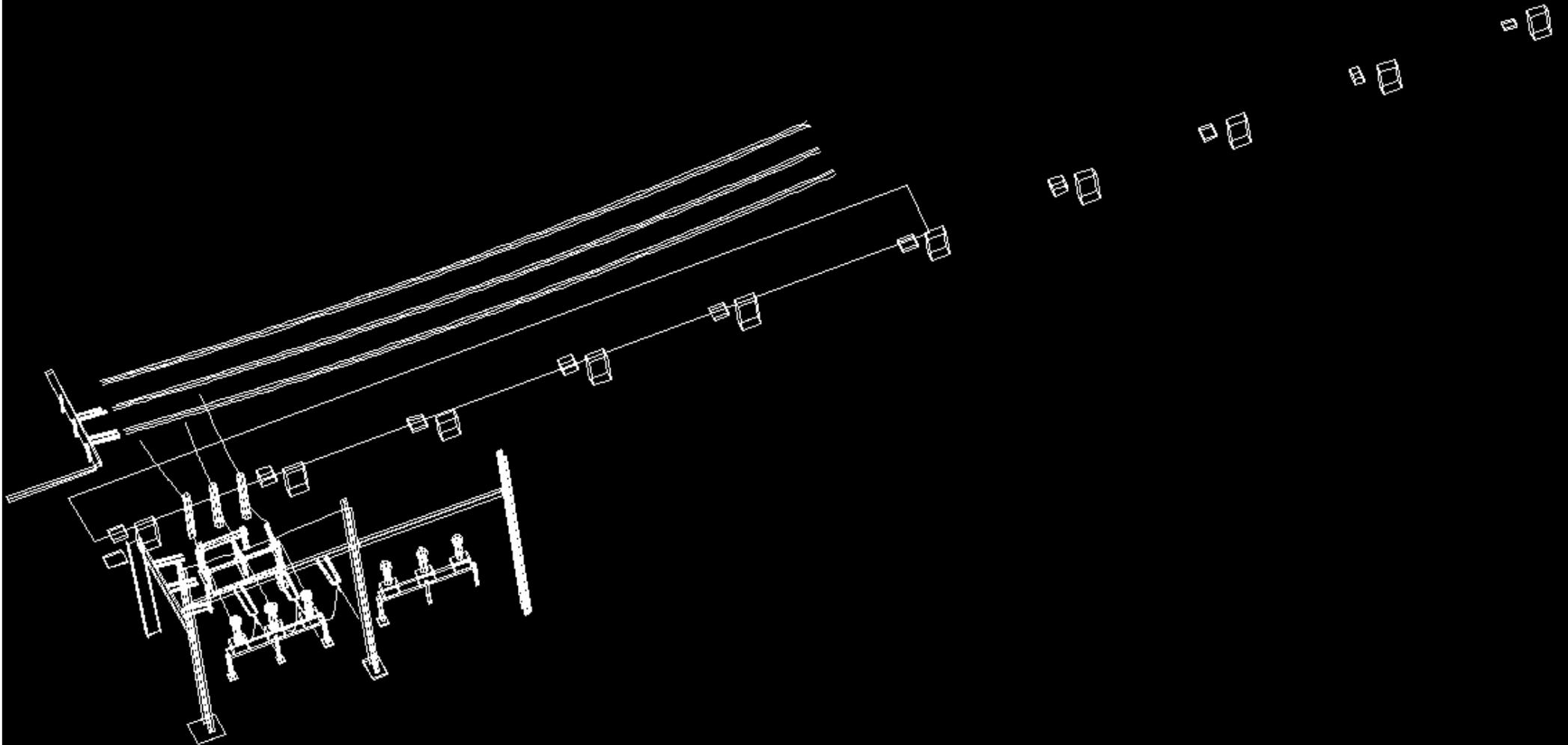
Vergleichende Untersuchung

■ Zeitmanagement

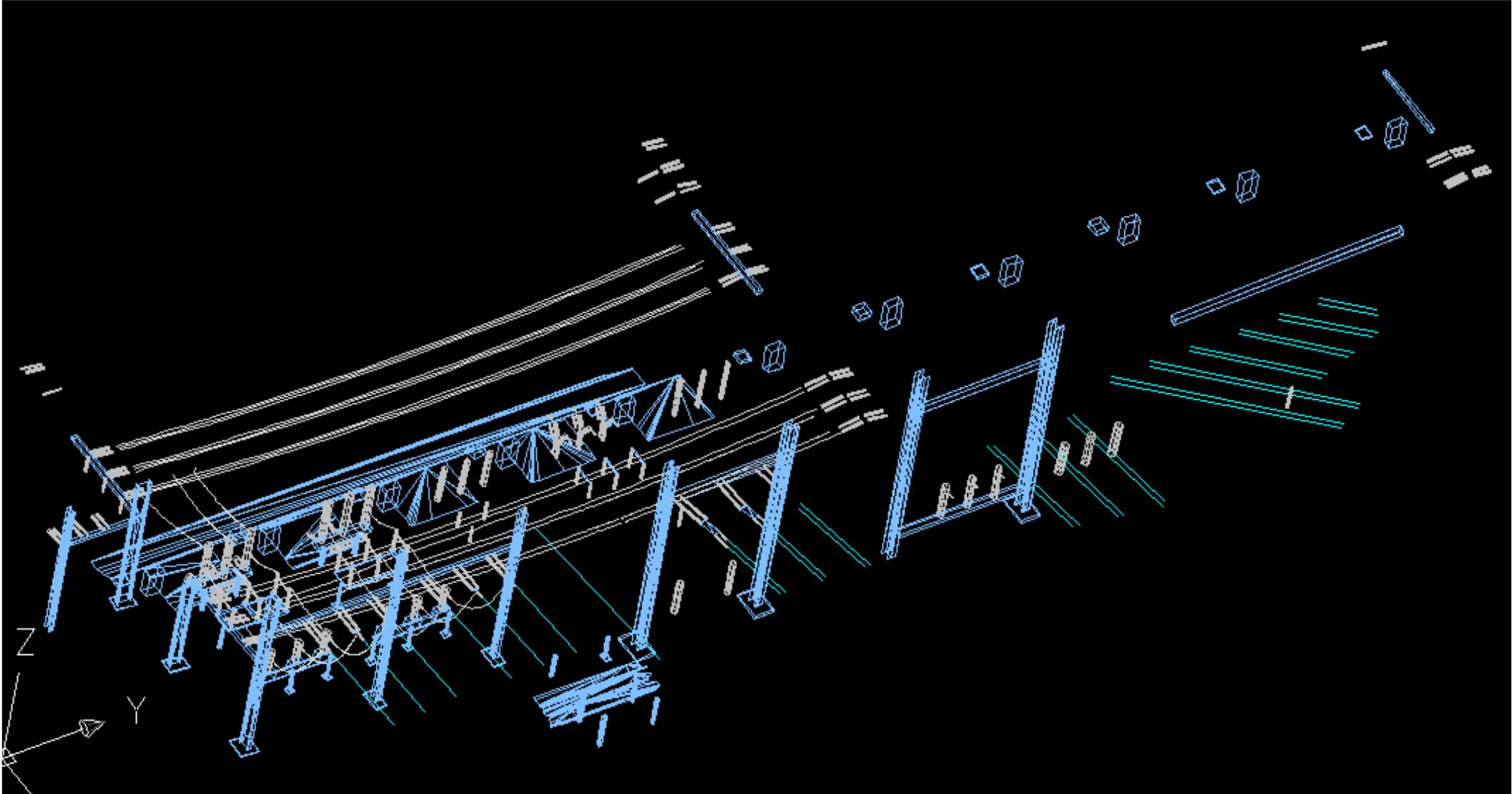
	GS101	HDS3000	Imager 5003	HE80
Messung [Stunden]	5	9	4	4
Definition Targets	-	2	3	3
Registrierung / Georeferenzierung	1,5	1,5	8	6
Modellierung	22-26	22-26	22-26	-



Trimble GS101 Datensatz in AutoCAD

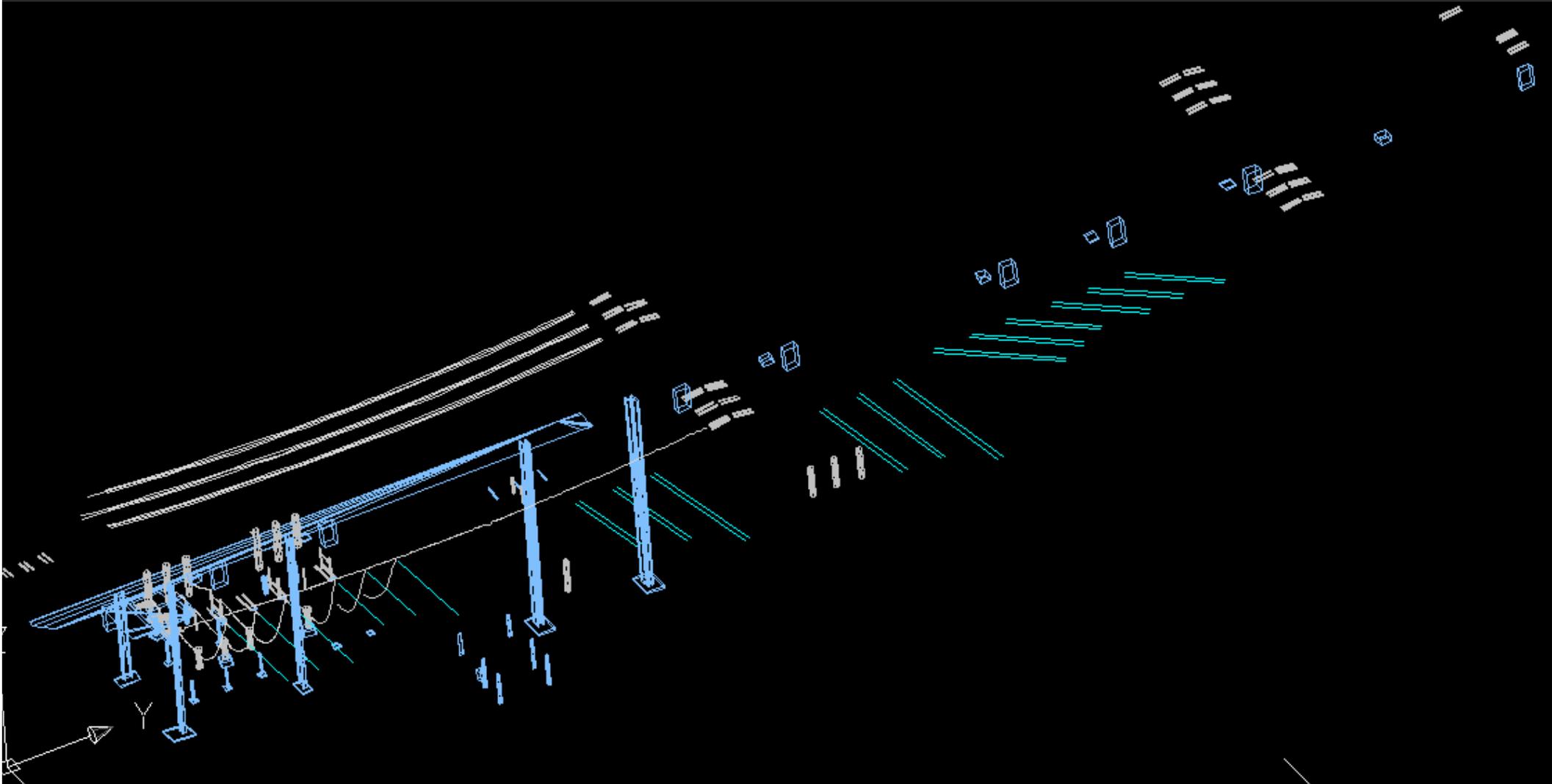


Leica HDS3000 Datensatz in AutoCAD

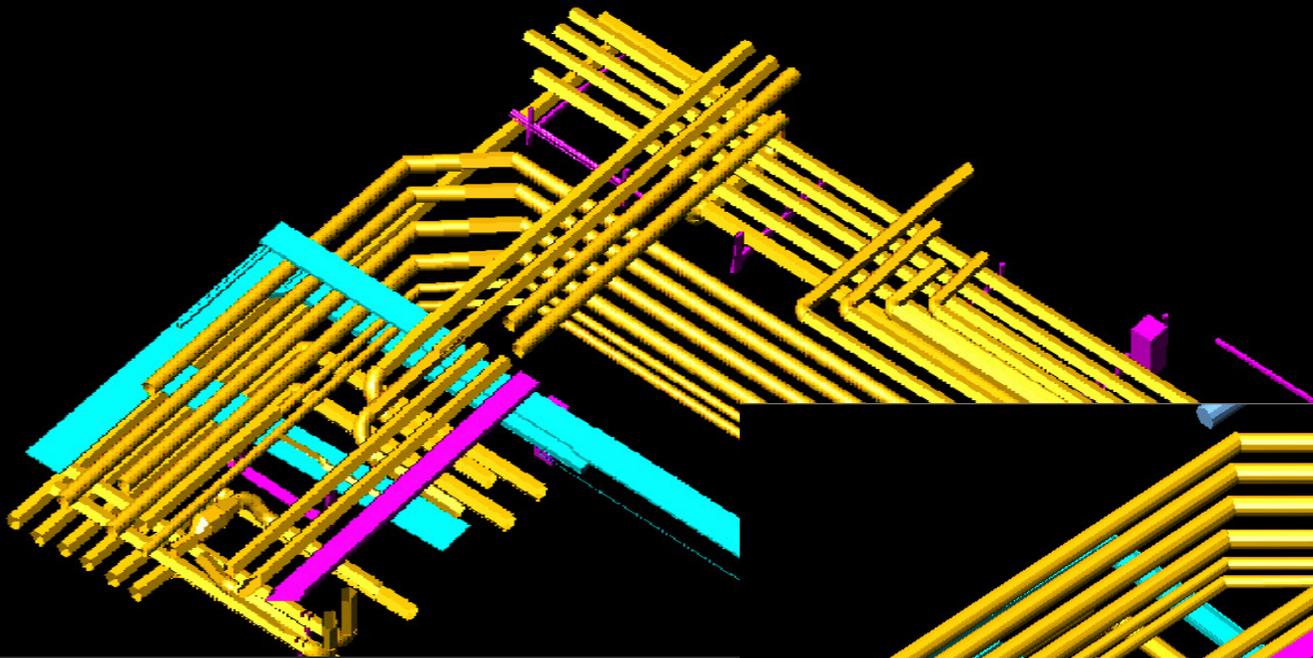




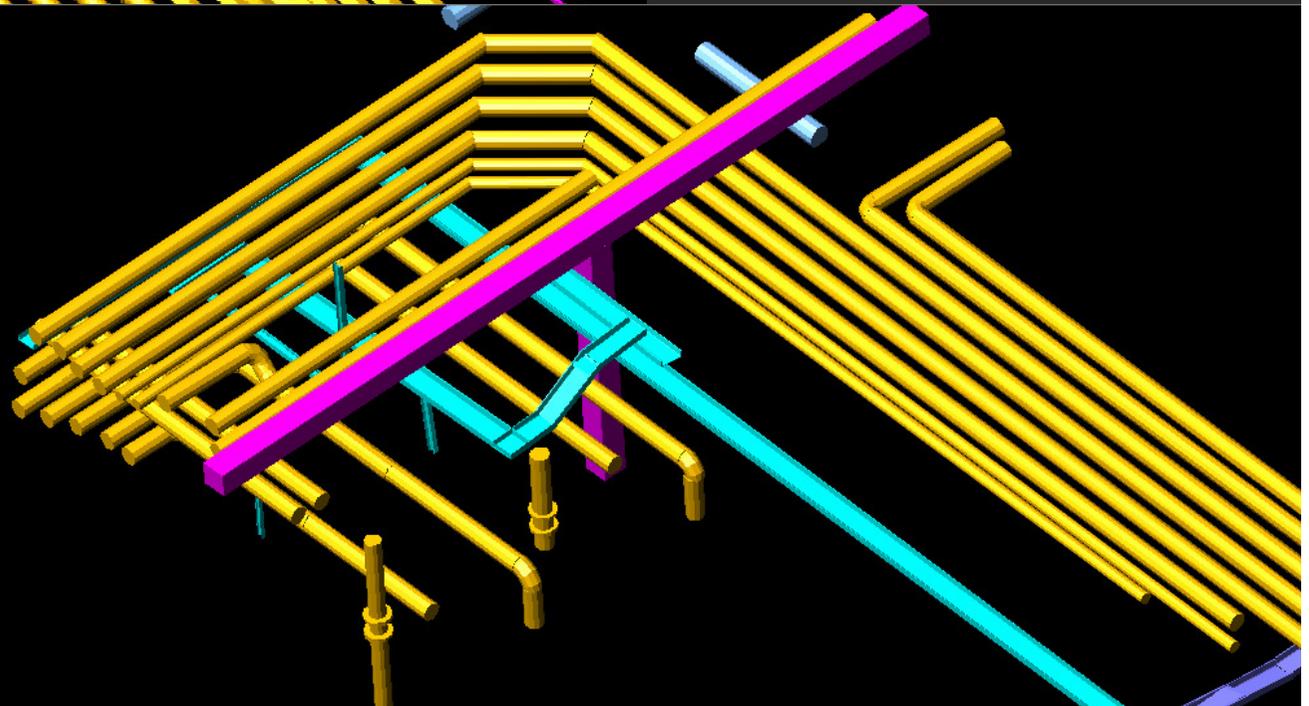
Z+F Imager 5003 in AutoCAD



Vergleich der Konstruktion des Klärwerks aus verschiedenen Quellen und Programmen



Modellierung unter
der Verwendung der
Zoller + Fröhlich
Hardware und
Mensi Software



Modellierung unter
der Verwendung der
Mensi Hardware
und Zoller +
Fröhlich Software

Vergleich der Genauigkeiten

Scanner	Precision			
	Scanning (Spezif.)	Registrierung	Modellierung	3D CAD Modell
GS101	6,0mm / 10m	± 2,4mm	± 3mm - ± 6mm	± 9mm
	PointScape	RealWorks Surv.	3Dipsos	
IMAGER 5003	3,1mm / 10m	± 8,2mm	/	± 11mm
	LaserControl	LaserControl	LFM Modeller	
GS101	6,0mm / 10m	± 2,4mm	/	± 11mm
	PointScape	RealWorks Surv.	LFM Modeller	
IMAGER 5003	3,1mm / 10m	± 8,2mm	± 3mm - ± 5mm	± 10mm
	LaserControl	LaserControl	3Dipsos	

Vergleich der Bearbeitungszeiten HCU

HafenCity Universität
Hamburg

Schritte der Verarbeitung	Zeitaufwand [h]			
	Z+F	Trimble	Trimble/Z+F	Z+F/Trimble
Signalisierung	0,5	0,5	0,5	0,5
Scanning	LC 3	PS 7,5	PS 7,5	LC 3
Registrierung	LC 8,5	RWS 2,5	RWS 2,5	LC 8,5
Daten Transfer (RWS ↔ LFM)	-	-	2,5	9
3D Modellierung	LFM 15,5	3Di 16	LFM 14	3Di 14,5
AutoCAD	2	5,5	2	5,5
Bearbeitungszeit	37	38,5	36,5	47,5

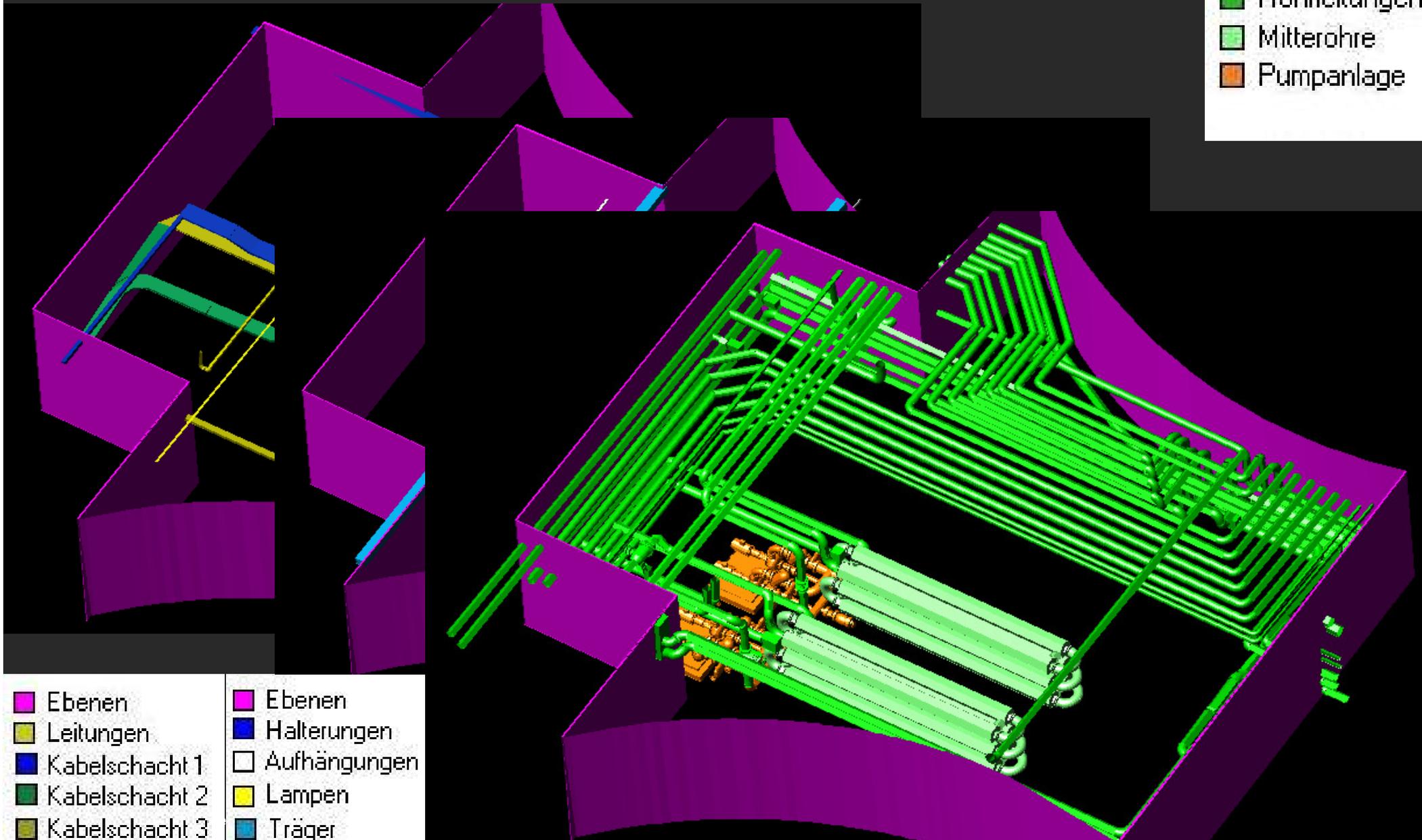
LC....LaserControl, LFM....LFModeller
PS....PointScape, RWS....RealWorks Survey, 3Di....3Dipsos,

Modellierung des Klärwerks in AutoCAD

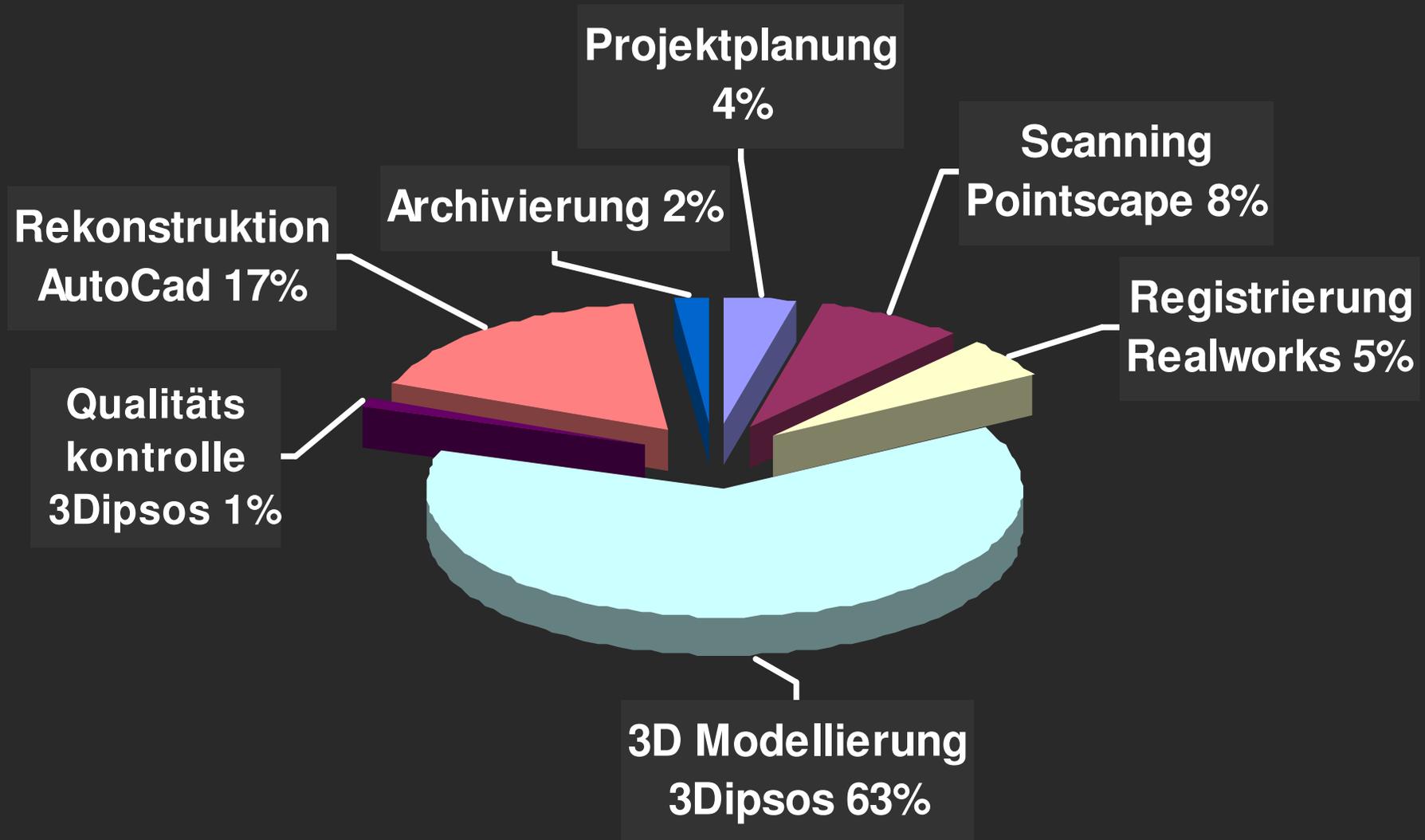
HCU

HafenCity Universität
Hamburg

- Ebenen
- Rohrleitungen
- Mitterohre
- Pumpanlage



Zeitliche Aspekte



Schlussfolgerungen / Ausblick 1

- Cyclone am übersichtlichsten beim Arbeiten und am schnellsten zum Arbeiten
- Leitungskonstruktion in 3Dipsos mit automatischer Modellierung der Polylinie
- Objektbegrenzung in 3Dipsos zeitaufwändig
- Datenmenge von Z+F und Faro zu groß, insbesondere bei Vermaschung

Schlussfolgerungen / Ausblick 2

- **Funktionalitäten ähnlich
(Zylinder, Box, Vermaschung, Stahlträger)**
- **Datenerfassung mit Phasenvergleichsverfahren sehr schnell, dafür aber mehr häuslicher Aufwand bei der Registrierung**
- **Genauigkeits- und Auflösungssteigerung bei IMAGER 5006**
- **Bessere Übernahme der Projektdaten in weitere
Verarbeitungsprogramme**

HCU

HafenCity Universität
Hamburg

Universität für Baukunst
und Raumentwicklung

HAMBURGS NEUE UNIVERSITÄT
Europas erste Hochschule für die gebaute Umwelt

**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit**