ANH-001
Pflichtenheft

Schweizerische
Fachschule
TEKO

BOUYGUES
ENERGIES & SERVICES

Pflichtenheft Diplomarbeit

Auftraggeber:	Bouygues E&S EnerTrans AG
Projekt:	Vom IST-Zustand zum digitalen Zwilling einer Freiluftschalt-anlage
Eingabetermin:	18.08.2023
Dokument-Nr.:	BENT-000274847
Datum:	16.08.2023
Version:	A.01

Kontaktdaten

Kunde:	Bouygues E&S EnerTrans AG
	Oltnerstrasse 61 5013 Niedergösgen

Kontaktpersonen (Fachexperte):

Dr. Marc Del Degan	Leiter Asset Management Support M +41 78 765 99 44 marc.deldegan@bouygues-es.com

Dienstleister:	Bouygues E&S EnerTrans AG
	Oltnerstrasse 61 5013 Niedergösgen

Kontaktpersonen (Studenten):

Dominik Sieber	Projektleiter Primärtechnik T +41 62 858 82 17 M +41 76 399 94 62 dominik.sieber@bouygues-es.com
Fernando Xatruch	Projektleiter Asset Management Support T +41 62 858 82 56 M +41 76 469 99 90 fernando.xatruch@bouygues-es.com

Dokumentinformationen:

Titel:	Pflichtenheft Diplomarbeit
Veröffentlichungsdatum:	16.08.2023
Dateiname:	BENT-000274847_A.01_Pflichtenheft Diplomarbeit_Vom IST-Zustand zum digitalen Zwilling einer Freiluftschaltanlage
Dokumentenverantwortliche:	Dominik Sieber und Fernando Xatruch
Geprüft:	Dr. Marc Del Degan

1 Änderungsnachweis

Version	Datum	Beschreibung	Person
A.01	16.08.2023	Dokumenterstellung	siedo / xafer

2 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AIS	Luftisolierte Schaltanlage (Air Insulated Substation)
BENT	Bouygues E&S EnerTrans AG
Projekt IDZF	Projekt «Vom IST-Zustand zum digitalen Zwilling einer Freiluftschaltanlage»
siedo	Sieber Dominik (internes Kürzel)
xafer	Xatruch Fernando (internes Kürzel)
dldma	Del Degan Marc (internes Kürzel)

Inhaltsverzeichnis

1 Änderungsnachweis 3

2 Abkürzungsverzeichnis 3

3 Einleitung 5

3.1 Vorstellung BENT 5
3.2 Wie kam die Idee mit der Diplomarbeit? 5

4 Fachexperte 5

4.1 Informationen 5

5 Projektziele 6

5.1 Richtziel 6
5.2 Sinn und Zweck 6
5.3 Endergebnisse und Erfolgskriterien 6

6 Anforderungen an die Diplomarbeit 8

6.1 Formelle Aspekte 8

7 Das «Projekt» 10

7.1 Projektteam 10
7.2 Teilprojekt «Laserscanning» 10
7.3 Teilprojekt «digitaler Zwilling» 10
7.4 Schnittstellen und Kommunikation der Teilprojekte 11
7.4.1 Wieso wurde eine gemeinsame Diplomarbeit angestrebt? 11
7.4.2 Kommunikation 11
7.5 Programme 11
7.6 Equipment 12

8 Vertraulichkeitsvermerk 12

9 Genehmigung 13

3 Einleitung

3.1 Vorstellung BENT

Unsere Wurzeln liegen in der Schweiz mit der Gründung von Atel und Kummler+Matter zu Beginn des letzten Jahrhunderts. Parallel dazu entstand in Frankreich das Unternehmen von Francis Bouygues, einem Pionier der Nachkriegszeit in der Baubranche. In den letzten Jahren haben sich die Wege der beiden Unternehmen gekreuzt und aus dem Zusammenschluss ist in der Schweiz Bouygues Energies & Services entstanden, ein traditionsreiches und führendes Unternehmen in den Bereichen Gebäudetechnik, Facility und Property Management, Prozessautomation, Green Solutions sowie Energie, Verkehr und Telekommunikation. BENT ist eine Tochtergesellschaft von Bouygues Energies & Services Schweiz und plant und baut Hoch- und Mittelspannungsanlagen für Netzbetreiber, Stadtwerke, Kraftwerke und die Industrie. Das umfassende Leistungsangebot umfasst Studien und Konzepte, Planung und Projektierung, Bau und Inbetriebnahme sowie Betriebsunterstützung und Wartung. Mit rund 150 Mitarbeitenden verfügt EnerTrans über ein grosses Know-how aus zahlreichen realisierten und betreuten Anlagen und zeichnet sich durch Umsetzungsstärke und zukunftssichere Lösungen aus.

3.2 Wie kam die Idee mit der Diplomarbeit?

Die BENT arbeitet seit mehreren Jahren mit der Laserscantechnologie in verschiedenen Bereichen, wie z.B. der Erfassung von Freiluftanlagen, Gebäudeaufnahmen oder technischen Bereichen. Das Thema der Digitalisierung von Objekten ist seit mehreren Jahren bekannt, aber in der Elektrobranche noch nicht so weit verbreitet. Darüber hinaus bietet die Aufnahme einer unter Spannung stehenden Anlage große Herausforderungen in Bezug auf die Sicherheit, aber auch Chancen, wie z.B. das Thema Ausbildung. Dieses Thema hat aus unserer Sicht eine große Zukunft, ist aber noch nicht wirklich konkretisiert.

4 Fachexperte

Der technische Experte ist Dr. Marc Del Degan. Er kam 2016 als Business Development Manager zur BENT. Zwei Jahre später wurde ihm die Leitung des Teams Asset Related Services (ARS) übertragen und ein weiteres Jahr später wurde die Abteilung Asset Management Support mit ihm als Abteilungsleiter gegründet. Seit 2019 ist er zudem Mitglied der Geschäftsleitung.

Herr Dr. Del Degan schloss sein Physikstudium an der ETH Zürich mit dem Diplom ab und promovierte zum Dr. sc. ETH. Anschliessend erweiterte er sein Wissen mit dem Master of Advanced Studies in Management, Technology and Economics.

4.1 Informationen

Fachexperte:	
Vorname:	Marc
Nachname:	Del Degan
Beruf:	Abteilungsleiter Asset Management Support
Rolle/Funktion:	Mitglied der Geschäftsleitung
Adresse:	Oltnerstrasse 61, 5013 Niedergösgen
E-Mail:	marc.deldegan@bouygues-es.com
Telefon:	+41 78 765 99 44

5 Projektziele

5.1 Richtziel

Das übergeordnete Ziel dieser Diplomarbeit ist, die Erfassung und 3D-Modellierung von Freiluftschaltanlagen der Hochspannungstechnik mittels Laserscanning-Technologie zu untersuchen, zu optimieren und zu reglementieren, um eine effiziente, detaillierte und realitätsnahe virtuelle Abbildung der Anlagen zu gewährleisten.

5.2 Sinn und Zweck

Der Nutzen für unseren Kunden BENT besteht darin, dass durch die Erfassung von Schaltanlagen mittels Laserscanning gefährliche Situationen vermieden werden können, da nach der Erstellung der Punktwolke kein Personal mehr physisch vor Ort sein muss, um beispielsweise Abstandsmessungen durchzuführen. Dadurch wird das Risiko von Unfällen und Personenschäden deutlich reduziert. Die erstellten 3D-Modelle ermöglichen eine realitätsnahe virtuelle Darstellung der Schaltanlagen. Notwendige Schulungen, aber auch anstehende Neu- und Umbauten können so effizient und präzise vom Büro aus geplant werden. Auch Sicherheitsrisiken, wie die Unterschreitung von Mindestabständen bei Arbeiten in der Anlage können anhand des Modells erkannt und vermieden werden. Mit Hilfe des digitalen Zwillings können somit die Effizienz, die Sicherheit und auch die Planbarkeit von Erneuerungs-, Instandhaltungs- und Betriebsprozessen verbessert werden. Das Ergebnis ist: besser koordinierbare Zeitpläne, optimale Nutzung der Ressourcen und Minimierung der Stillstandszeiten.

5.3 Endergebnisse und Erfolgskriterien

Endergebnisse	Erfolgskriterien
1. Die Laserscanner der verschiedenen Anbieter wurden verglichen hinsichtlich: a. Genauigkeit b. Geschwindigkeit c. Einsatzgebiet	• Es wurden mindestens zwei Laserscanner verglichen. o Es wurden mindestens 10 Distanzen pro Laserscanner gemessen und mittels Distanzmessgerät verglichen. o Es wurde pro Laserscanner festgehalten, wie lange es dauert zwei Scans zu erstellen. Dies auf einer hohen, mittleren und einer tiefen Auflösungsstufe. o Für mindestens drei Einsatzgebiete besteht eine eindeutige Empfehlung für den zu verwendeten Laserscanner.
2. Eine konsolidierte Punktwolke als Recap-Datei auf deren Grundlage ein digitaler Zwilling erstellt werden kann, steht zur Verfügung	• Die Punktwolke lässt sich in Primtech3d (Modellierungssoftware) ohne Fehlermeldung öffnen. Alle zu modellierenden Anlageteil sind abgebildet. • Die im Projekt unter Punkt 4 noch zu erarbeiten minimalen Qualitätspunkte sollen erfüllt sein

3.	Verbesserungsvorschläge für die Schulung der Scanoperatoren, welche in AIS Laserscanning durchführen.	• Es liegen mindestens fünf Verbesserungsvorschläge vor.
4.	Eine technische Richtlinie, welche konkrete Anweisungen gibt, wie eine AIS am besten mittels Laserscanner zu erfassen ist.	• Die technische Richtlinie enthält mindestens fünf konkrete Anweisungen zum effizienten Scannen und mindestens fünf einzuhaltende Qualitätsmerkmale der Punktwolke.
5.	Ein einfaches Kalkulationstool auf Excelbasis, mit welchem die Kosten für ein Scanprojekt abgeschätzt werden können.	• Das Kalkulationstool ermöglicht eine präzise Abschätzung von ±10% der Kosten und Aufwände für die Erstellung der Punktwolke.
6.	Eine Anleitung mit Tipps und Tricks, sowie den wichtigsten Funktionen der verwendeten Modellierungssoftware Primtech3d.	• Der Auftraggeber bestätigt, dass die Anleitung die wichtigsten Funktionen der Software abdeckt und das Feedback von mindestens 95% der Anwender von Primtech3d positiv ausfällt.
7.	Erstellung einer Checkliste zur Prüfung und Abnahme der erstellten Punktwolke.	• Die Punktwolke wird mit mindestens 90% als qualitativ hoch genug für die Erstellung des digitalen Zwillings bewertet. Die Bewertung (Checkliste) umfasst mindestens 20 Kriterien.
8.	Dokumentation der Modellierung des digitalen Zwillings anhand der Punktwolke.	• Mithilfe der Dokumentation kann ein Nutzer von Primtech3d die ausgewählte AIS vollständig nachkonstruieren (Grundkenntnisse in Primtech3d vorausgesetzt).
9.	Ein Vergleich zwischen der Punktwolke und dem digitalen Zwilling.	• Der Vergleich zwischen der Punktwolke und dem digitalen Zwilling soll ergeben, dass sich diese nicht mehr als ±20 mm voneinander unterscheiden.
10.	Eine technische Richtlinie, welche konkrete Hinweise gibt, wie eine AIS am effizientesten modelliert werden kann.	• Die technische Richtlinie enthält mindestens 10 konkrete Hinweise und Empfehlungen zur effizienten Modellierung.
11.	Ein einfaches Kalkulationstool auf Excelbasis, mit welchem die Kosten für die Erstellung des digitalen Zwillings anhand einer Punktwolke abgeschätzt werden können.	• Das Kalkulationstool ermöglicht eine präzise Abschätzung von ±10% der Kosten und Aufwände für die Erstellung des digitalen Zwillings.

6 Anforderungen an die Diplomarbeit

Für die Diplomarbeit müssen gewisse Anforderungen erreicht und erfüllt werden.

6.1 Formelle Aspekte

Nachstehend sind die formellen Aspekte der TEKO aufgelistet, welche erfüllt werden müssen:

Nr.	Typ	Anforderung	Bemerkungen
Sch-1.01	Schule	Die Themeneingabe zuhanden Schulleitung ist erfolgt und das Thema stimmt mit dieser Arbeit überein	
Sch-1.02	Schule	Die Diplomarbeit wurde abgegeben	Exemplar per E-Mail als pdf-Dokument (1 Datei) an TEKO-Sekretariat • 1 Exemplar per E-Mail als pdf-Dokument (1 Datei) an Diplomlehrer • 1 Exemplar (gebunden im Format A4) an Diplomlehrer (sofern von ihm verlangt)
Sch-1.03	Schule	Der Dateiname für das pdf-Dokument ist korrekt	DA_Jahr_Name_Vorname_Thema.pdf
Sch-1.04	Schule	Der Bezug zur Studienrichtung muss basierend auf dem Rahmenlehrplan in jedem Fall klar erkennbar sein	HF Technik
Sch-1.05	Schule	Qualifikationsprofil ist in die Dokumentation integriert	Siehe Gliederung der Diplomarbeit - Sch-1.11
Sch-1.06	Schule	Eine Präsentation für die Schule ist erstellt	Länge 15min + 5 Minuten für Fragen +5 Minuten Qualifikations- bzw. Kompetenzprofil
Sch-1.07	Schule	Die Onlinepublikation ist erfolgt	Sie muss spätestens zwei Tage vor der Präsentation der Diplomarbeit freigeschaltet werden
Sch-1.08	Schule	Die Zeitvorgaben der Schule wurden eingehalten	150-250 Std. / 6 Wochen

Sch-1.09	Schule	Für Arbeitsunterlagen aus dem Unternehmen liegt ein schriftliches Einverständnis vor	
Sch-1.10	Schule	Ein "roter Faden" in der Arbeit ist vorhanden	Die Arbeit soll beim Leser den Eindruck einer sinnvollen und geschlossenen Arbeit hinterlassen
Sch-1.11	Schule	Die Gliederung gemäss Schule wurde eingehalten	Deckblatt: Titel der Diplomarbeit, Name der Schule, Name des Diplomanden, Ausbildung und Jahr, wenn vertraulich: Vermerk "vertraulich" auf der Titelseite • Inhaltsverzeichnis • Management Summary, max. 2 A4-Seiten • Kurzer beruflicher Lebenslauf • Aussagekräftiges Qualifikationsprofil (max. 2 A4-Seiten). • Aufgabenstellung / Zieldefinition • Terminplan SOLL/IST • Lösung der Aufgabe: Lösungswege / Entwürfe / Zeichnungen / Modelle usw. • Reflexion Weg zum Ziel sowie "Lessons learned" • Persönliches Schlusswort, Verdankungen und Eigenständigkeits-Erklärung • Anhang: Pflichtenheft, vollständige Quellenangaben, Literaturverzeichnis
Sch-1.12	Schule	Die Diplomarbeit wurde fristgerecht abgegeben	Montag, 23.10.2023 bis 18:00 Uhr

7 Das «Projekt»

7.1 Projektteam

Für die Durchführung der Diplomarbeit sind die nachstehenden Projektmitglieder definiert:

Funktion	Name	E-Mail	Aufgabe
Projektleiter	Dominik Sieber	dominik.sieber@bouygues-es.com	Teilprojekt «digitaler Zwilling» planen und ausführen. Stellvertretung im Teilprojekt «Laserscanning»
Projektleiter	Fernando Xatruch	fernando.xatruch@bouygues-es.com	Teilprojekt «Laserscanning» planen und ausführen Stellvertretung im Teilprojekt «digitaler Zwilling»
Fachexperte	Marc Del Degan	marc.deldegan@bouygues-es.com	Kundenvertretung für BENT und Bewertung Diplomarbeit
Diplomexperte	Josef Räber	josef.raeber@teko.ch	Bewertung Diplomarbeit

7.2 Teilprojekt «Laserscanning»

Der Begriff "Laserscanning" bezieht sich auf die hochmoderne Methode der digitalen Erfassung mittels eines Laserscanners. Laserscanning ermöglicht die äußerst präzise Aufnahme physischer Objekte wie Gebäude, Statuen oder sogar ganzer Städte. In diesem speziellen Vorhaben liegt der Fokus auf der Erstellung eines Laserscans für eine Freiluftanlage im Bereich der Hochspannungstechnik. Das finale Produkt dieses Teilprojekts ist eine digital generierte Datei, die als "Punktwolke" bezeichnet wird. Diese außergewöhnliche Punktwolke besteht aus einer Vielzahl einzelner Punkte im Millionenbereich. Diese digitale Repräsentation wird im Anschluss für die präzise Rekonstruktion eines digitalen Zwillings verwendet. Es ist wichtig anzumerken, dass die Punktwolke ein Abfallprodukt des Laserscans ist und keine Logik aufweist. Zusammengefasst dient die Punktwolke als Grundlage für die Erstellung eines digitalen Zwillings. Um diesem Umstand gerecht zu werden, wurde das Konzept des "digitalen Zwillings" als Ergänzung zu diesem Projekt entwickelt. Dieser digitale Zwilling verleiht der Punktwolke eine sinnhafte Struktur und ermöglicht eine umfassende Nutzung der erfassten Daten.

7.3 Teilprojekt «digitaler Zwilling»

Der Begriff "digitaler Zwilling" ist bereits seit einigen Jahren im Gebrauch, dennoch fällt es vielen immer noch schwer, sich eine genaue Vorstellung davon zu machen und seine Anwendungsmöglichkeiten zu verstehen. Ein digitaler Zwilling stellt ein digitales Abbild eines physischen Objekts dar. Als Beispiel kann hier ein einfacher Baum dienen, der mithilfe einer passenden Software präzise nachmodelliert wird. Der digitale Zwilling fungiert als digitales Spiegelbild eines realen Objekts und enthält im Gegensatz zur Punktwolke eine Logik. Zur Erstellung eines solchen digitalen Zwillings können einfache Objekte manuell vermessen und daraufhin nachgebildet werden. Jedoch existieren auch komplexere Szenarien wie ganze Städte oder in unserem Fall, umfangreiche Freiluftanlagen für die Energieübertragung, die nicht manuell vermessen werden können. Für die Erstellung von digitalen Zwillingen komplexer Objekte kommt das Verfahren des Laserscannings zum Einsatz. Durch Laserscanning können Objekte äußerst präzise erfasst und im Anschluss detailgetreu nachgebaut werden. Dieses Teilprojekt konzentriert sich auf den Prozess, wie man von einem Laserscan zu einem vollständigen digitalen Zwilling gelangt.

7.4 Schnittstellen und Kommunikation der Teilprojekte

7.4.1 Wieso wurde eine gemeinsame Diplomarbeit angestrebt?

Die Diplomarbeit «Vom Ist-Zustand zum digitalen Zwilling einer Freiluftschaltanlage» ist sehr arbeitsintensiv. Eine Person allein hätte diese Arbeit mit den Vorgaben der Teko von 150-250h nicht bewältigen können. Die Teilprojekte sind eng miteinander verzahnt. Als durchgängiger Prozess betrachtet, reduziert sich der Aufwand, da der Datenaustausch und die daraus resultierenden Abstimmungsprozesse minimiert werden. Darüber hinaus wird durch die Verknüpfung der beiden Teilprojekte die Kommunikation im Team trainiert. Ein weiterer wichtiger Aspekt für das Projektmanagement. Durch die enge Zusammenarbeit erhoffen wir uns mehr Flexibilität bei unerwarteten Herausforderungen, schnellere Anpassung und Lösungsfindung. Nicht zuletzt ermöglicht die enge Zusammenarbeit den Austausch von Best Practices und Fachwissen. Dies fördert Innovationen und ermöglicht die optimale Nutzung der Kompetenzen beider Projektleiter.

7.4.2 Kommunikation

Wie im vorherigen Kapitel erwähnt, hängt der Prozess zwischen dem Laserscanning und der Modellierung des digitalen Zwillings voneinander ab. Ohne den Laserscan, kann kein digitaler Zwilling erstellt werden. Ohne eine Prüfung des Laserscans, kann keine Bewertung erstellt werden.

Aus diesem Grund sind wöchentliche Meetings sowie eine enge Zusammenarbeit notwendig und wichtig. Mithilfe eines Kick-Off-Meetings der Diplomarbeit, wird gemeinsam der Weg zum Ziel besprochen und terminiert. Dies erfolgt mittels Besprechungsprotokolls.

Als Kommunikationsmittel wird Microsoft Teams verwendet, um einen gemeinsamen Austausch zu gewährleisten. Bei sehr wichtigen Meilensteinen wird ein physikalisches Meeting abgehalten. Für kurze Fragen oder Rückmeldungen wird auf WhatsApp zurückgegriffen.

7.5 Programme

Für die Realisierung der Diplomarbeit werden diverse Programme benutzt. In der nachstehenden Liste sind diese aufgelistet und mit Beispielen für ihren Gebrauch versehen:

Programm	Funktion
Microsoft Word	Berichte, Sitzungsprotokolle, etc.
Microsoft Excel	Wochenrapporte, Kalkulationen, etc.
Microsoft Project	Projektablaufplan
Microsoft Visio	Skizzen
Microsoft PowerPoint	Präsentationen
Microsoft SharePoint	Gemeinsame Dokumentenablage
Microsoft Snipping Tool	Erstellung Ausschnitte auf dem PC
Microsoft Teams	Meetings, Kommunikation
WhatsApp	Kommunikation
Adobe Photoshop	Bearbeitung von Bildern
Trimble RealWorks	Verarbeitung Punktwolke
Autodesk ReCap	Bearbeitung Punktwolke
Primtech3d	Modellierung digitaler Zwilling
Autodesk AutoCAD	Nötig für die Installation von Primtech3d

7.6 Equipment

Für die Realisierung der Diplomarbeit wird diverses Equipment eingesetzt. In der nachstehenden Liste sind diese aufgelistet und mit Beispielen für ihren Gebrauch versehen:

Equipment	Funktion
Laptop	Erstellung der Diplomarbeit
PC mit Grafikkarte	Arbeiten mit grossen Dateien wie Punktwolke, Modellierungssoftware, etc.
Tastatur, Maus	Bedienung PC / Laptop
Geschäftshandy	Kommunikation
Leica BLK360	Laserscanner
Trimble X7	Laserscanner
PSA (persönliche Schutzausrüstung wie Schuhe, Warnweste, Helm, etc.)	Für das sichere Betreten der Freiluftanlage

8 Vertraulichkeitsvermerk

Die Diplomarbeit enthält vertrauliche Informationen und ist ausschließlich für den internen Gebrauch bestimmt. Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung oder Veröffentlichung des Inhalts ist strengstens untersagt, es sei denn, es liegt eine ausdrückliche schriftliche Genehmigung durch den Verfasser oder der Firma BENT vor.

Die darin enthaltenen Ergebnisse, Daten, Analysen und Schlussfolgerungen wurden im Vertrauen erstellt und sollen nur von den dazu autorisierten Personen eingesehen werden. Unbefugter Zugang zu diesem Dokument ist nicht gestattet.

9 Genehmigung

Der Auftraggeber sowie die Auftragnehmer bestätigten hiermit die Genehmigung des Pflichtenheftes.

Auftraggeber:

Datum / Unterschrift: 16.08.2023

Dr. Marc Del Degan

Bouygues E&S EnerTrans AG

Auftragnehmer:

Datum / Unterschrift: 16.08.2023

Dominik Sieber

Bouygues E&S EnerTrans AG

Auftragnehmer:

Datum / Unterschrift: 16.08.2023

Fernando Xatruch

Bouygues E&S EnerTrans AG

ANH-002
Budgetplanung visiert

Pos.	Aufwand	Bezeichnung	Einh.	Interne Kosten	Total
1		**Personalkosten**			**CHF 39'720.00**
		Dokumentation + Teilprojekt "digitale Zwilling"			
	220	Dominik Sieber	Std	85.00	CHF 18'700.00
		Dokumentation + Teilprojekt "Laserscanning"			
	220	Fernando Xatruch	Std	85.00	CHF 18'700.00
	32	Monteur	Std	72.50	CHF 2'320.00
2		**Verpflegungspauschalen (Laserscanning)**			**CHF 120.00**
	4	Mittagessen	Tg	30.00	CHF 120.00
3		**Reisekosten (Laserscanning)**			**CHF 1'832.00**
	8	An- und Rückfahrt	h	85.00	CHF 680.00
	640	Servicefahrzeug	km	1.80	CHF 1'152.00
4		**Tools**			**CHF 300.00**
	1	Primtech 3D	Pau	150.00	CHF 150.00
	1	Trimble RealWorks	Pau	125.00	CHF 125.00
	1	Recap	Pau	25.00	CHF 25.00
5		**Laserscanner**			**CHF 2'500.00**
	1	Trimble X7	Pau	2'150.00	CHF 2'150.00
	1	Leica BLK 360	Pau	350.00	CHF 350.00
5		**Unvorhergesehenes**			**CHF 4'922.40**
	1	Reserve	Pau	10%	CHF 4'922.40
Total					**CHF 49'394.40**

Erläuterungen:

Die Personalkosten wurden anhand des Projektablaufplans übernommen. Dies ist eine grobe Schätzung.
Für das Laserscanning in der Anlage wurde aus Sicherheitsgründen eine Zweitperson beigezogen und eingerechnet.

Die Verpflegungspauschalen gehören zum Teilprojekt "Laserscanning. Es wurde mit einem Mittagessen pro Tag gerechnet.

Die Reisekosten wurden mit jeweils 1h Hin- und 1h Rückfahrt berechnet.
Pro Tag wurde eine Hin- und eine Rückfahrt eingerechnet.
Dasselbe gilt bei dem Servicefahrzeug (80km pro Weg)

Die Tools werden pauschal verrechnet, unabhängig von der Länge des Gebrauchs.

Die Miete des Trimble X7 Laserscanners enthält sämtliches Equipment inkl. Versicherung.
Der Leica BLK360 ist in Besitz von BENT, wird aber trotzdem aufgrund von Versicherungskosten und Abnutzung pauschal dem Projekt verrechnet.

Datum: 18.09.2023

Visum: Dr. Marc Del Degan

ANH-003

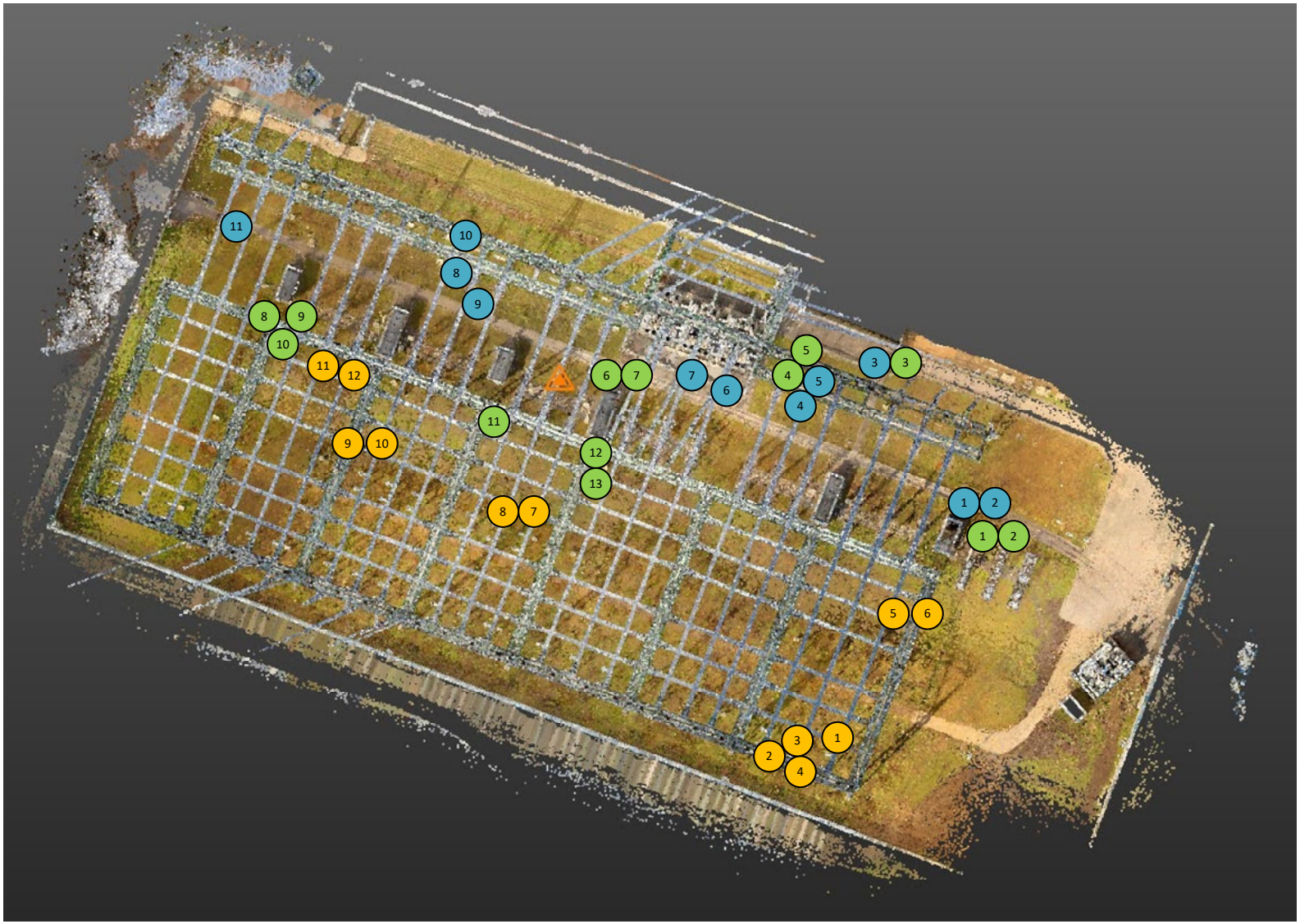
Vergleichsmessungen in der Freiluftschaltanlage Bravo

Vergleichsmessungen in der Freiluftschaltanlage Bravo

Punktwolken von:
Trimble X7
Leica BLK360
NavVis VLX

Distanzmessung von:
Bosch Professional GLM 150-27 C

Übersicht Messpunkte



NavVis Messung 01

Feld 07

Notstromgebäude

Gemessen Punktwolke: 1000.61mm
gemessen Lasermesser: 998mm
Abweichung: 2.61mm

NavVis Messung 02

Feld 07

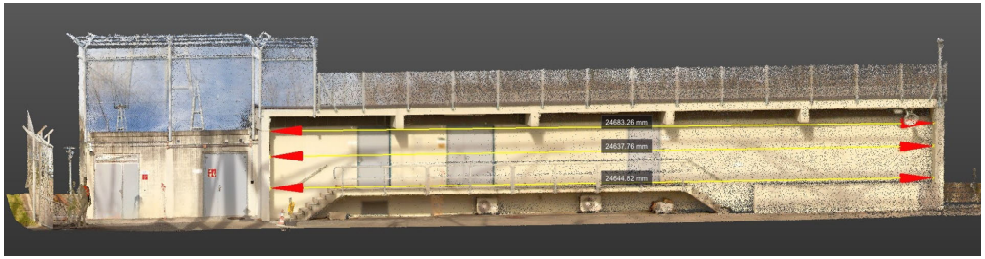
Notstromgebäude

Gemessen Punktwolke: 2090.16mm
gemessen Lasermesser:: 2091mm
Abweichung: 0.16mm

NavVis Messung 03

Kommandogebäude

Aussenbereich

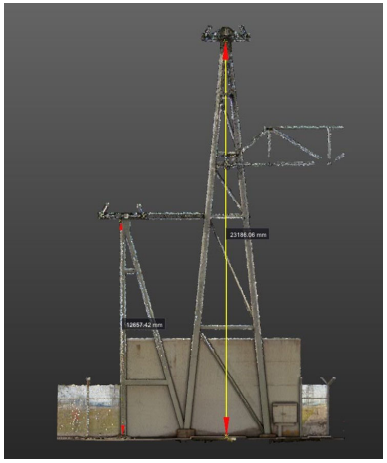


Gemessen Punktwolke: 24637.76mm
gemessen Lasermesser: 24641mm
Abweichung: 5.76mm
Ausgeprägte Abweichungen in Trimbel je nach dem auf welcher Höhe die Wand gemessen wurde. Mindestens eine der Wände scheint bauchförmig zu sein

NavVis Messung 04 & 05

Transformator 1 - Feld 05

Metalgerüst

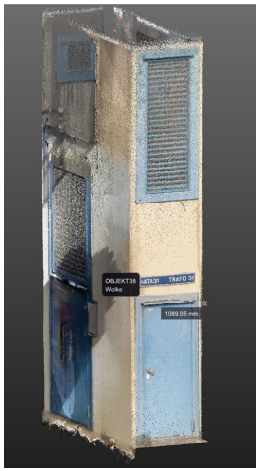


Gemessen Punktwolke: 12657.42mm & 23186.06mm
gemessen Lasermesser: 12662mm & 23192mm
Abweichung: 4.58mm & 5.94mm

Navvis Messung 06

Transformator 1 Feld 05

Eingang Tertiärwicklung mittlerer Pol



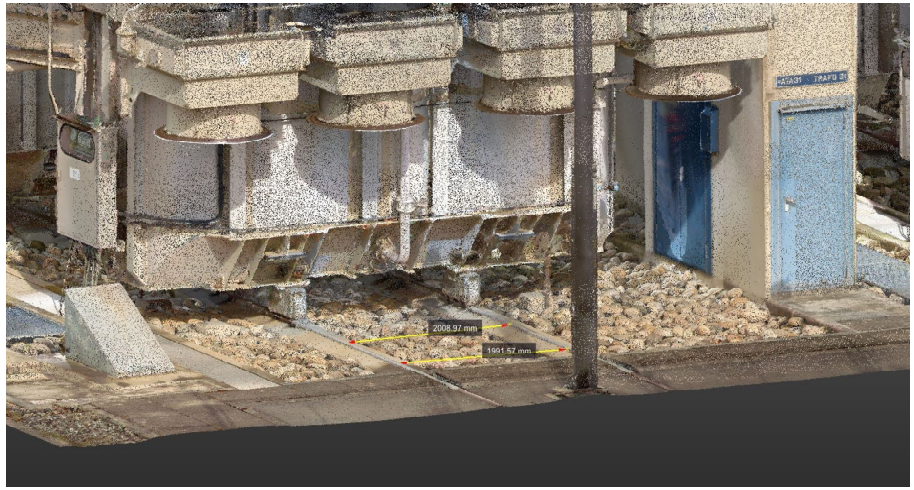
1091

Gemessen Punktwolke: 1089.05mm
gemessen Lasermesser: 1091mm
Abweichung: 1.95mm

NavVis Messung 07

Transformator 1 Feld 05

Gleis



Gemessen Punktwolke: 2008.97mm
gemessen Lasermesser: 2002mm
Abweichung: 6.97mm

NavVis Messung 08

Feld 03

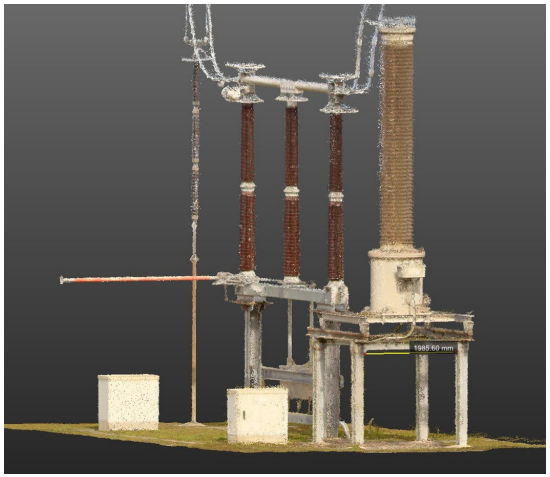
Trenner Signalkabine

Gemessen Punktwolke: 7083.8mm
gemessen Lasermesser: 7083mm
Abweichung: 0.8mm

Navvis Messung 09

Feld 03

Trenner Signalkabine



Gemessen Punktwolke: 1985.6mm
gemessen Lasermesser: 1090mm
Abweichung: 4.6mm

Navvis Messung 10

Feld 05

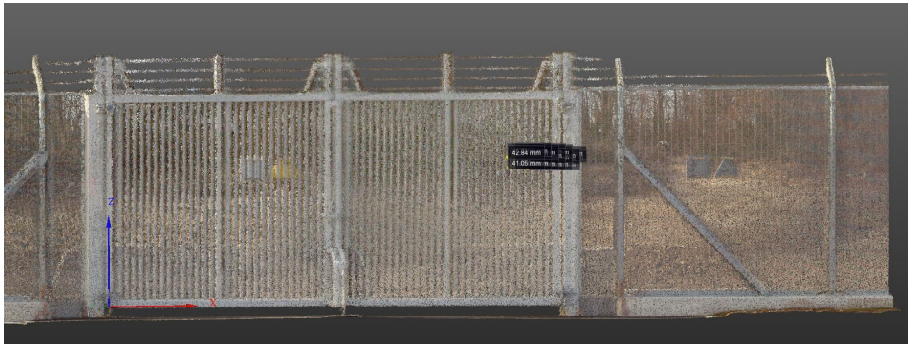
Erdungsstange

Gemessen Punktwolke: 3181.05mm
gemessen Lasermesser: 3178mm
Abweichung: 3.05mm

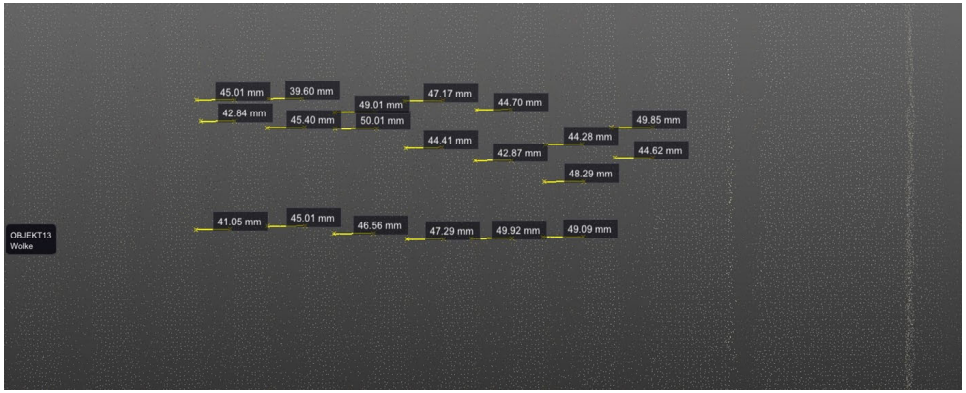
NavVis Messung 11

Hinteres Tor – Feld 01

Gitterstruktur



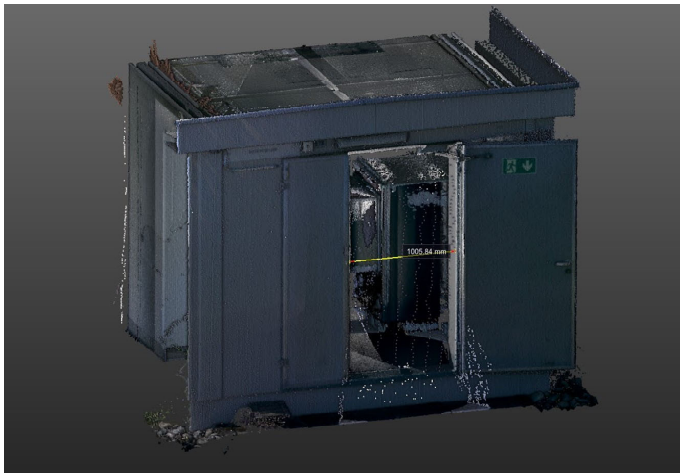
Gemessen Punktwolke: zwischen 39.6mm – 50.01
gemessen Lasermesser: 45mm
Abweichung: 5.01mm
Starkes Rauschen der Punktwolke führte dazu, dass Navvis Messung schwierig und ungenau wird,



BLK360 Messung 01

Feld 07

Notstromgebäude

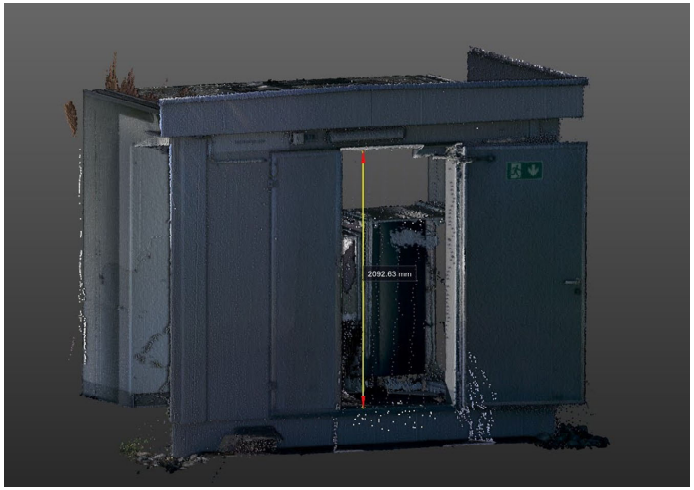


Gemessen Punktwolke: 1005.84mm
gemessen Lasermesser: 998mm
Abweichung: 7.84mm

BLK360 Messung 02

Feld 07

Notstromgebäude

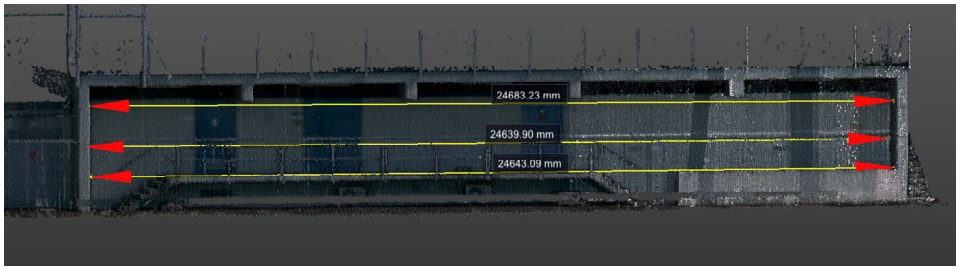


Gemessen Punktwolke: 2092.63mm
gemessen Lasermesser:: 2091mm
Abweichung: 1.63mm

BLK360 Messung 03

Kommandogebäude

Aussenbereich

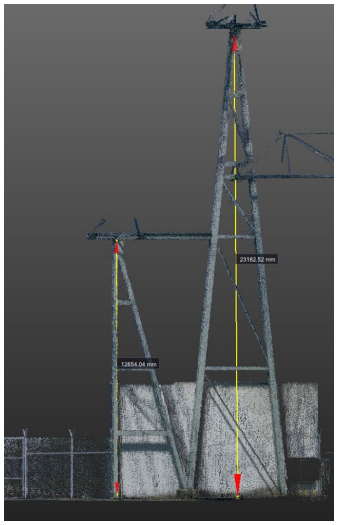


Gemessen Punktwolke: 24639.90mm
gemessen Lasermesser: 24641mm
Abweichung: 2.9mm
Ausgeprägte Abweichungen in Trimbel je nach dem auf welcher Höhe die Wand gemessen wurde. Mindestens eine der Wände scheint bauchförmig zu sein

BLK360 Messung 04 & 05

Transformator 1 - Feld 05

Metalgerüst



Gemessen Punktwolke: 12654.04mm & 23182.52mm
gemessen Lasermesser: 12662mm & 23192mm
Abweichung: 7.96mm & 10.52mm

BLK360 Messung 06

Feld 06

Stromwandler

Gemessen Punktwolke: 1612.08mm
gemessen Lasermesser: 1615mm
Abweichung: 3.08mm

BLK360 Messung 07

Feld 06

Stromwandler

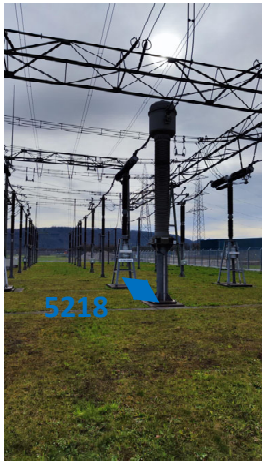
7190

Gemessen Punktwolke: 7196mm
gemessen Lasermesser: 7190mm
Abweichung: 6mm

BLK360 Messung 08

Feld 01

Kombiwandler & Leistungsschalter

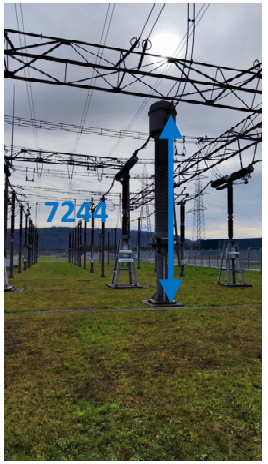


Gemessen Punktwolke: 5221.12mm
gemessen Lasermesser: 5218mm
Abweichung: 3.12mm

BLK360 Messung 09

Feld 01

Kombiwandler & Leistungsschalter

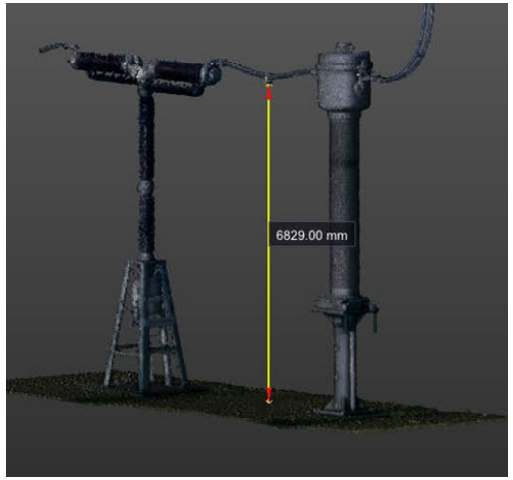


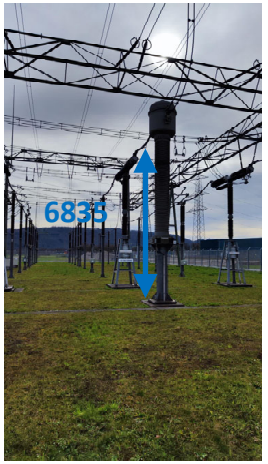
Gemessen Punktwolke: 7247mm
gemessen Lasermesser: 7244mm
Abweichung: 3mm

BLK360 Messung 10

Feld 01

Kombiwandler & Leistungsschalter





Gemessen Punktwolke: 6829mm
gemessen Lasermesser: 6835mm
Abweichung: 16mm
Möglicher Messfehler des Laserdistanzgerätes, da sehr schwierig zu treffen und tiefster Punkt nur ungefähr optisch bestimmbar

BLK360 Messung 11

Feld 03

Leistungsschalter

Gemessen Punktwolke: 2887.22mm
gemessen Lasermesser: 2886mm
Abweichung: 1.22mm

BLK360 Messung 12

Feld 04

Kombiwandler & Leistungsschalter

Gemessen Punktwolke: 2887.22mm
gemessen Lasermesser: 2886mm
Abweichung: 1.22mm

BLK360 Messung 13

Feld 04

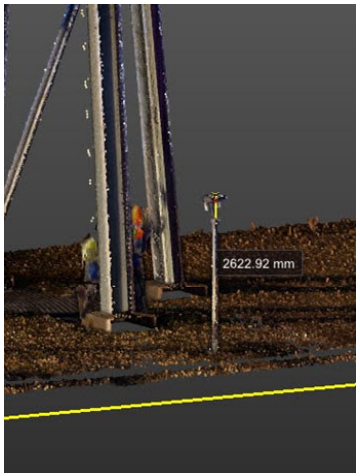
Leistungsschalter

Gemessen Punktwolke: 12985mm
gemessen Lasermesser: 12990mm
Abweichung: 5mm

Trimbel X7 Messung 01

Feld 07

Abspannportal



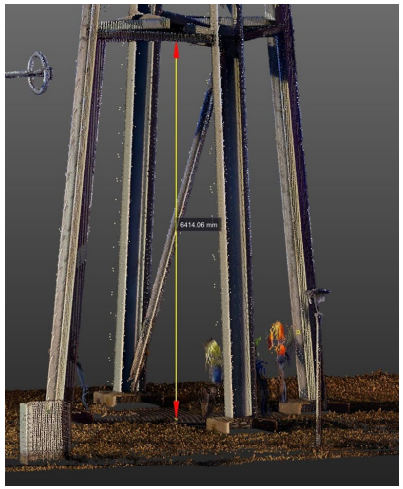
2619

Gemessen Punktwolke: 2622.92mm
gemessen Lasermesser: 2619mm
Abweichung: 3.92mm

Trimbel X7 Messung 02

Feld 07

Abspannportal



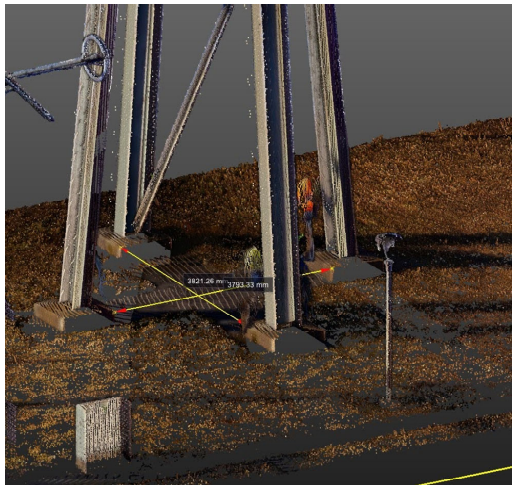
6417

Gemessen Punktwolke: 6414.06mm
gemessen Lasermesser: 6417mm
Abweichung: 2.94mm

Trimbel X7 Messung 03&04

Feld 07

Abspannportal

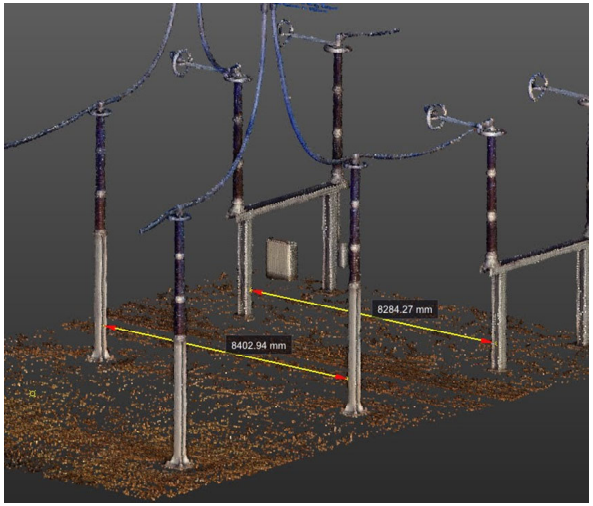


Gemessen Punktwolke: 3821.26mm & 3793.33mm
gemessen Lasermesser: 3825mm & 3796mm
Abweichung: 3.74mm & 2.67mm

Trimbel X7 Messung 05&06

Feld 07

Trenner Sammelschiene

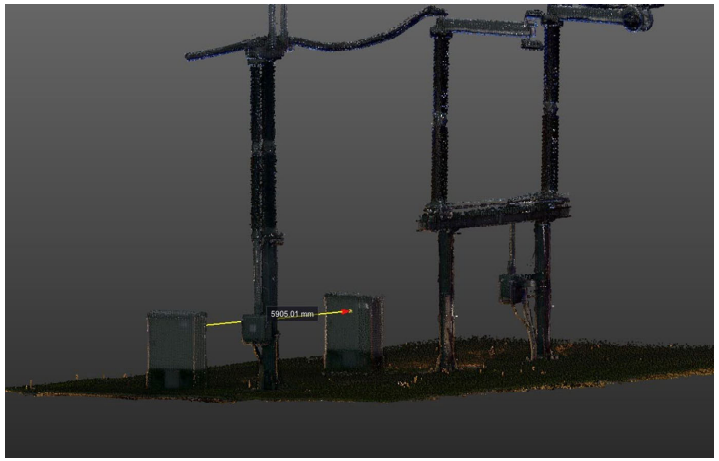


Gemessen Punktwolke: 8402.94mm & 8284.27mm
gemessen Lasermesser: 8405mm & 8285mm
Abweichung: 2.06mm & 0.73mm

Trimbel X7 Messung 07

Feld 04

Trenner Sammelschiene



Gemessen Punktwolke: 5905.1mm
gemessen Lasermesser: 5902 mm
Abweichung: 3.1mm

Trimbel X7 Messung 08

Feld 04

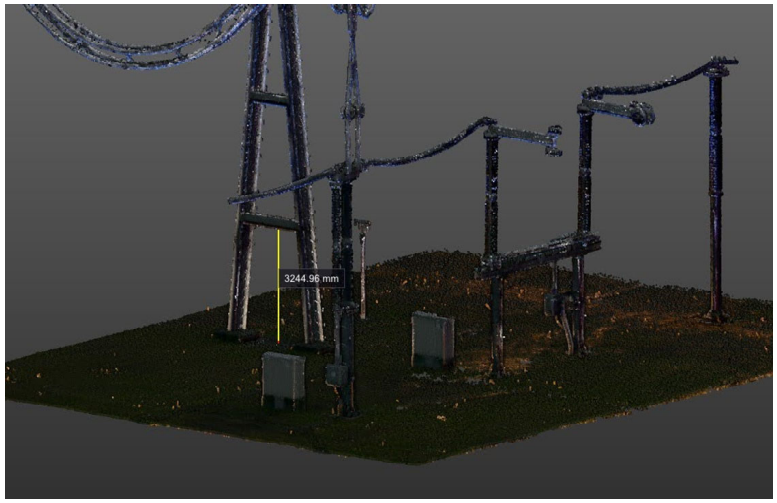
Trenner Sammelschiene

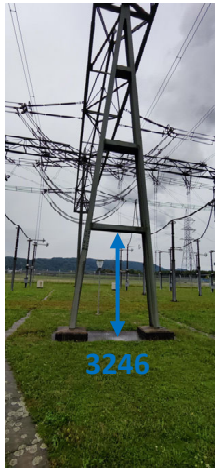
Gemessen Punktwolke: 994.36mm
gemessen Lasermesser: 993 mm
Abweichung: 1.36 mm

Trimbel X7 Messung 09

Feld 02

Trenner Sammelschiene



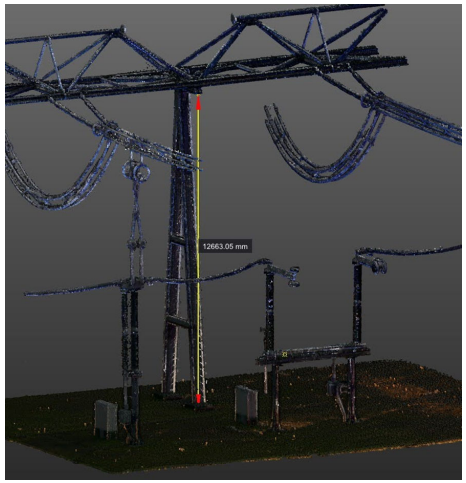


Gemessen Punktwolke: 3244.96mm
gemessen Lasermesser: 3247 mm
Abweichung: 2.04 mm

Trimbel X7 Messung 10

Feld 02

Trenner Sammelschiene

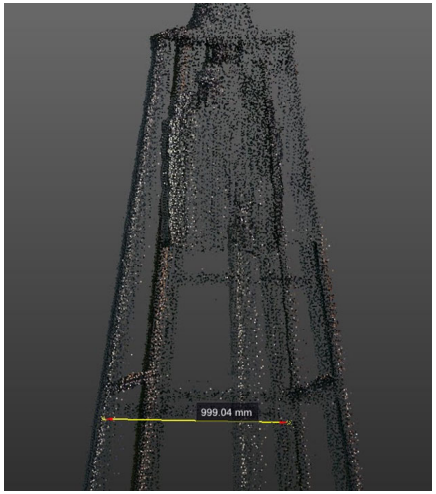


Gemessen Punktwolke: 12663.05mm
gemessen Lasermesser: 12667 mm
Abweichung: 3.95 mm

Trimbel X7 Messung 11

Feld 02

Leistungsschalter

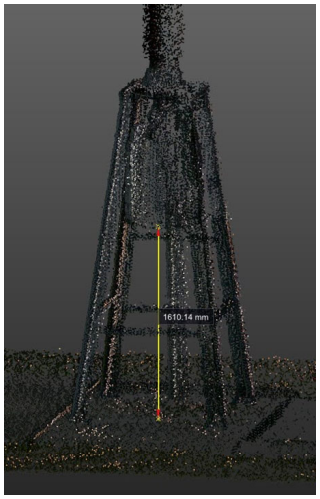


Gemessen Punktwolke: 999.04 mm
gemessen Lasermesser: 1000 mm
Abweichung: 0.96 mm

Trimbel X7 Messung 12

Feld 02

Trenner Sammelschiene



Gemessen Punktwolke: 1610.14 mm
gemessen Lasermesser: 1609 mm
Abweichung: 1.14 mm

ANH-004

Beurteilung technische Richtlinie

1 Beurteilung technische Richtlinie

Die technische Richtlinie zur Erstellung einer 3D-Punktewolke konnte aus betriebswirtschaftlichen Gründen nicht der Diplomarbeit angehängt werden. Nach Fertigstellung wurde Sie dem Fachexperten Dr. Marc Del Degan zur Prüfung übergeben.
Ziel war es mindestens fünf konkrete Anweisungen zum effizienten Scannen und mindestens fünf einzuhaltende Qualitätsmerkmale der Punktwolke

In dieser Beurteilung des Fachexperten., geht es darum, ob diese Punkte erfüllt wurden

Für die Beurteilung dienen die nachstehenden Beurteilungspunkte:

Nr.	Thema	OK	NOK
Allgemeine Informationen			
01	Dokumentenablage	✓	
02	Anwendungs- und Geltungsbereich klar definiert	✓	
Effizientes Scannen			
01	Eine vorbereitende Massnahme	✓	
02	Standort Fahrzeuge	✓	
03	Reflektierende Oberflächen	✓	
04	Feldriss	✓	
05	Scann-Protokoll	✓	
06	Anlagenursprung	✓	
07	Zusätzliche Dokumente	✓	
Qualitätsmerkmale			
01	Seile bis 10m Höhe	✓	
02	Seile zwischen 10 bis 20m Höhe	✓	
03	Seile zwischen 20-30m Höhe	✓	
04	Rohre von Sammelschienen (Höhe bis 10m)	✓	
05	Elektrische Geräte (Höhe bis 10m)	✓	
		✓	
Zielauswertung			
01	Die technische Richtline erfüllt die Erfolgskriterien	✓	

Themen welche als NOK (Nicht OK) bewertet wurden, sollen in der nachstehenden Liste erläutert werden:

Nr.	Thema	OK	NOK
Allgemeine Informationen			
01			
02			
Effizientes Scannen			
01			
02			
Qualitätsmerkmale			
01			
02			
Zielauswertung			
01			

Nach der Beurteilung der Richtlinie sowie den ergänzenden Erläuterungen wird diese:

akzeptiert

~~zurückgewiesen~~

Datum: 21.09.2023

Dr. Marc Del Degan

ANH-005

Beurteilung Kalkulation Laserscanning

1 Beurteilung Kalkulation Laserscanning

Das Kalkulationstool für die Berechnung der Kosten eines Laserscanns konnte aus betriebswirtschaftlichen Gründen nicht der Diplomarbeit angehängt werden. Nach Fertigstellung wurde Sie dem Fachexperten Dr. Marc Del Degan zur Prüfung übergeben.
Ziel war es eine präzise Abschätzung von ±10% der Kosten und Aufwände für die Erstellung der Punktwolke zu errechnen. Dies hat der Fachexperte anhand vier älterer Arbeiten kontrolliert

In dieser Beurteilung des Fachexperten, geht es darum, ob diese Punkte erfüllt wurden

Für die Beurteilung dienen die nachstehenden Beurteilungspunkte:

Nr.	Thema	OK	NOK
Allgemeine Informationen			
01	Dokumentenablage	✓	
Kostenvergleich			
01	Kostenvergleich Auftrag 1	✓	
02	Kostenvergleich Auftrag 2	✓	
03	Kostenvergleich Auftrag 3	✓	
04	Kostenvergleich Auftrag 4	✓	
Zielauswertung			
01	Die technische Richtline erfüllt die Erfolgskriterien	✓	

Themen welche als NOK (Nicht OK) bewertet wurden, sollen in der nachstehenden Liste erläutert werden:

Nr.	Thema	OK	NOK
Allgemeine Informationen			
01			
Kostenvergleich			
01			
02			
Zielauswertung			
01			

Nach der Beurteilung der Richtlinie sowie den ergänzenden Erläuterungen wird diese:

akzeptiert

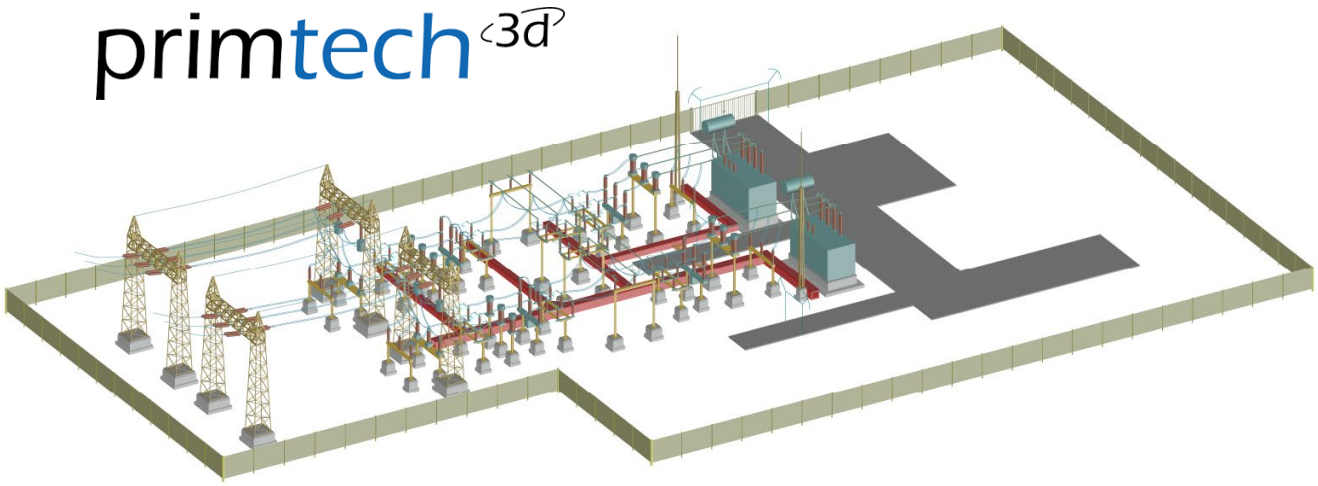
~~zurückgewiesen~~

Datum: 22.09.2023

Dr. Marc Del Degan

ANH-006

Anleitung mit Tipps und Tricks sowie die wichtigsten Funktionen in Primtech 3D



Anleitung mit Tipps und Tricks sowie die wichtigsten Funktionen in Primtech 3D

Dokumentenart: Anleitung

Verfasser: Dominik Sieber

Datum: 21.09.2023

Ausgabe: 22.09.2023

Version: A.01

1 Änderungsnachweis

Version	Datum	Beschreibung	Person
A.01	21.09.2023	Dokumenterstellung	siedo

2 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
BENT	Bouygues E&S EnerTrans AG
Projekt IDZF	Projekt «Vom IST-Zustand zum digitalen Zwilling einer Freiluftschaltanlage»
siedo	Sieber Dominik (internes Kürzel)
xafer	Xatruch Fernando (internes Kürzel)
dldma	Del Degan Marc (internes Kürzel)
GOK	Geländeoberkante

Inhaltsverzeichnis

1 Änderungsnachweis 2

2 Abkürzungsverzeichnis 2

3 Dokumentenablage 4

4 Einleitung 4

5 Die wichtigsten Funktionen 5

5.1 Ein- und Auschecken 5
5.2 Aus MV 6
5.3 prEdit 6
5.4 enTIS 7
5.5 Scale 7
5.6 Symbole kopieren 8
5.7 Feldraster 8
5.8 Einfügepunkte 9
5.9 Phasenprüfung 10
5.10 Checks 11
5.11 3D-Drehen 13
5.12 Punktwolke 13
5.13 Zeichnungscontainer und Zeichnungen erstellen 13
5.14 Export 15

6 Tipps und Tricks 15

6.1 Import von bestehenden 3D-Objekten 15
6.2 Temporäre Hilfsverweise 15
6.3 Selektiertes Modell öffnen 16
6.4 Eigenschaften übernehmen für Seile / Rohre 16
6.5 Ursprung 16
6.6 Stücklisten zur Prüfung 16
6.7 Phasenprüfung 17
6.8 Punktwolke zuschneiden 17
6.9 Symbole wiederverwenden 17

3 Dokumentenablage

Dieses Dokument ist im Dokumentenverwaltungssystem Keytech von BENT abgelegt und ist jederzeit über den Dokumentenname erreichbar.

4 Einleitung

Willkommen zu unserer erweiterten Anleitung für Primtech 3D, dem leistungsstarken Modellierungstool für Ingenieure und Designer im Bereich Freiluftschaltanlagen. Diese Anleitung wurde speziell für Anwender entwickelt, die bereits eine Grundschulung absolviert haben und nun bereit sind, ihre Fähigkeiten auf das nächste Level zu heben.

Primtech 3D hat sich als unverzichtbares Instrument für die Gestaltung und Umsetzung komplexer dreidimensionaler Konstruktionen etabliert. In dieser Anleitung werden wir über die Grundlagen hinausgehen und uns auf die erweiterten Funktionen, Techniken und bewährten Praktiken konzentrieren, die Ihnen helfen werden, ihre Projekte effizienter und anspruchsvoller zu gestalten.

Ob Sie nun auf der Suche nach neuen Wegen zur Optimierung Ihrer Arbeitsabläufe sind, herausfordernde Probleme in der Modellierung von Freiluftschaltanlagen lösen möchten oder einfach nur Ihre Fertigkeiten perfektionieren wollen – diese Anleitung bietet Ihnen das nötige Werkzeug und die wertvollen Einblicke, die Sie benötigen.

In den kommenden Abschnitten werden wir uns mit fortgeschrittenen Techniken zur Modellierung und Visualisierung in Primtech 3D beschäftigen. Darüber hinaus werden wir Ihnen Tipps und Tricks für die effiziente Nutzung dieser Software vorstellen, die Ihnen dabei helfen werden, Projekte schneller und mit noch größerer Präzision abzuschließen.

Wir sind fest davon überzeugt, dass diese Anleitung Ihnen dabei helfen wird, das volle Potenzial von Primtech 3D auszuschöpfen und Ihre Fähigkeiten auf die nächste Stufe zu heben. Gehen wir gemeinsam auf diese spannende Reise in die Welt der erweiterten Modellierung von Freiluftanlagen mit Primtech 3D.

*die verwendeten Bilder und Ausschnitte stammen aus einem Schulungsprojekt und gehören nicht zur Modellierung der Diplomarbeit

5 Die wichtigsten Funktionen

In diesem Kapitel wird auf die wichtigsten Funktionen von Primtech 3D eingegangen, welche zum Teil in der Basisschulung vermittelt werden.
Das Arbeiten in Projekten mit Primtech 3D hat gezeigt, dass es jedoch einige weitere Funktionen von Primtech 3D gibt, auf diese nicht genau eingegangen wurde oder schlichtweg vergessen gingen.
Aus diesem Grund werden hier nochmals einige der wichtigsten Funktionen beschrieben und mithilfe von Bildern und Beschreibungen darauf eingegangen.

5.1 Ein- und Auschecken

Das Ein- und Ausschecken von Projekten ist ein wichtiger Prozess, der in der Welt des 3D-Projektmanagements und der Konstruktionssoftware von großer Bedeutung ist. Dieser Vorgang ermöglicht es den Teammitgliedern, effizient und kooperativ an Projekten zu arbeiten.

Beim Einchecken wird ein Projekt in die Primtech 3D-Datenbank hochgeladen, wodurch es für andere Teammitglieder sichtbar und zugänglich wird. Dieser Schritt dient dazu, Änderungen oder Aktualisierungen am Projekt vorzunehmen. Während des Bearbeitens eines Projekts im Eincheckmodus ist es gesperrt, um sicherzustellen, dass nur eine Person zur gleichen Zeit Änderungen vornehmen kann. Dies hilft, Konflikte und Versionsprobleme zu vermeiden.

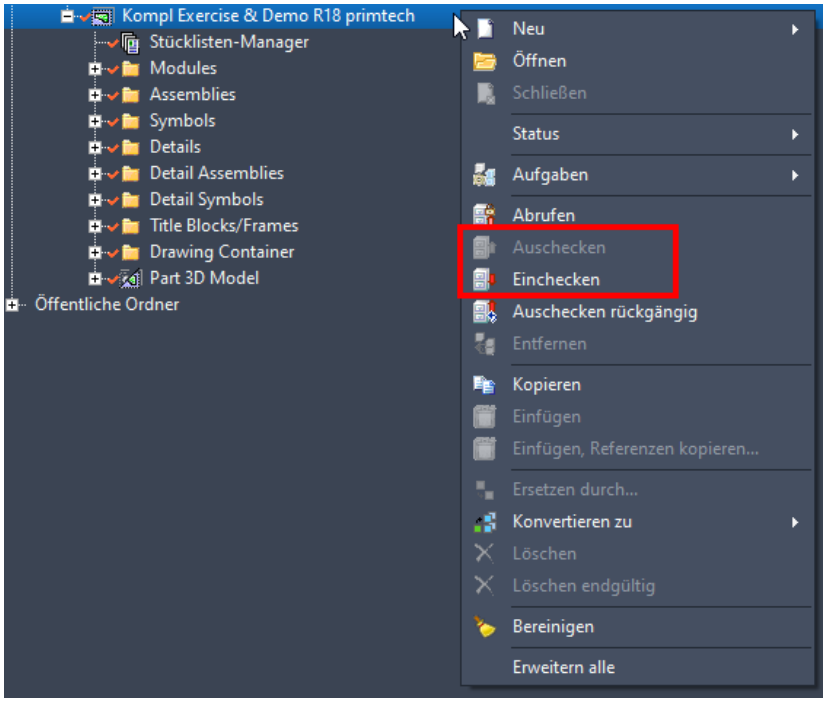


Abbildung 1: Projekte Ein- und Auschecken

Das Ausschecken erfolgt, wenn ein Teammitglied Änderungen am Projekt abgeschlossen hat. In diesem Schritt wird das Projekt freigegeben und kann von anderen Teammitgliedern eingesehen und bearbeitet werden. Es ermöglicht auch die Verfolgung von Änderungen, um die Versionskontrolle zu gewährleisten.

5.2 Aus MV

Das Laden von Objekten aus der Modellverwaltung (MV) ist ein wichtiger Prozess, der es den Benutzern ermöglicht, bereits erstellte 3D-Modelle oder Bauteile in ihre aktuellen Projekte zu integrieren. Dies fördert die Effizienz und die Wiederverwendung von Konstruktionsdaten.

Dieser Vorgang hat folgende Eigenschaften und Vorteile:

- Benutzer können auf eine Modellverwaltung zugreifen, in der sie 3D-Modelle, Bauteile und Konstruktionsdaten speichern und organisieren
- Es ermöglicht Benutzern, die bereits vorhandenen Elemente in ihren aktuellen Projekten zu verwenden, ohne sie erneut erstellen zu müssen
- Es spart Zeit und Ressourcen, da Benutzer auf bewährte Konstruktionsdaten zurückgreifen können, anstatt alles von Grund auf neu zu erstellen
- Es gewährleistet die Konsistenz und Genauigkeit der Konstruktionsdaten, da bereits validierte Modelle verwendet werden
- Es ermöglicht eine nahtlose Integration von bereits erstellten Modellen in laufende Projekte, was die Gesamtkonstruktion rationalisiert und optimiert

Insgesamt trägt das Laden von Objekten aus der Modellverwaltung dazu bei, die Effizienz, Konsistenz und Genauigkeit in technischen Konstruktionsprojekten zu verbessern, indem es die Wiederverwendung von bewährten Konstruktionsdaten fördert.

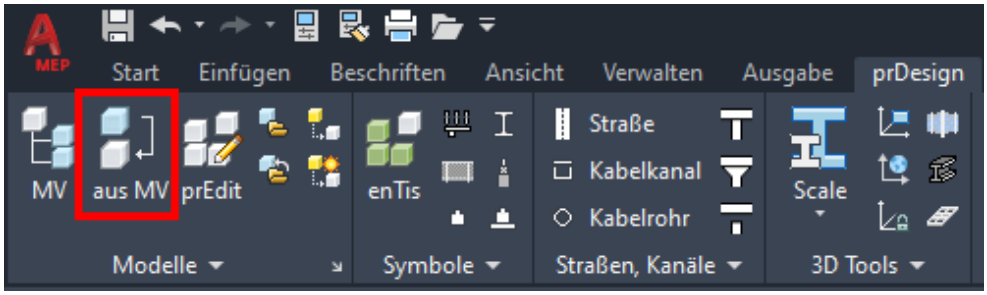


Abbildung 2: Aus Modellverwaltung importieren

5.3 prEdit

Die Funktion «prEdit» ermöglicht es Benutzern, vorhandene Objekte aus der entis-Bibliothek nach ihren Anforderungen anzupassen und zu modifizieren. Mit «prEdit» können Objekte in Bezug auf Größe, Form, Material und andere Eigenschaften verändert werden, um den spezifischen Projektanforderungen gerecht zu werden. Dies trägt zur Flexibilität und Anpassungsfähigkeit in der Konstruktion bei.

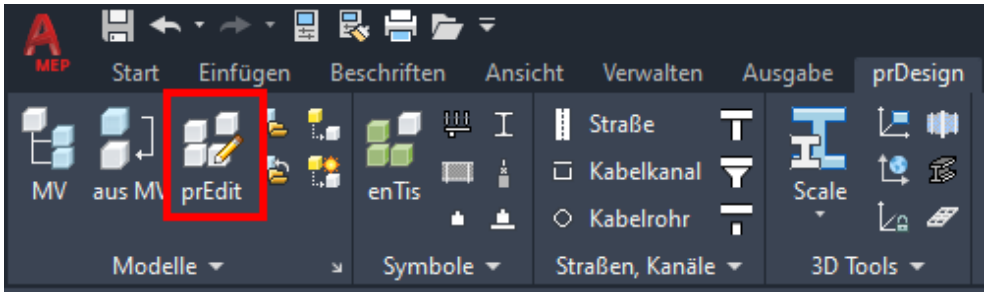


Abbildung 3: prEdit - Objekteigenschaften anpassen

5.4 enTIS

Die enTIS-Bibliothek ist eine wichtige Ressource für den Benutzer. Sie wird vom Softwarehersteller entegra gepflegt und fortlaufend aktualisiert.

In der Bibliothek befinden sich unzählige Vorlagen für die Modellierung einer Freiluftschaltanlage. Sie verfügt von komplexen Hochspannungskomponenten bis hin zu einfachen Kabelkanäle.

Die Objekte können individuell in das Projekt importiert und über den Befehl «prEdit» angepasst werden.

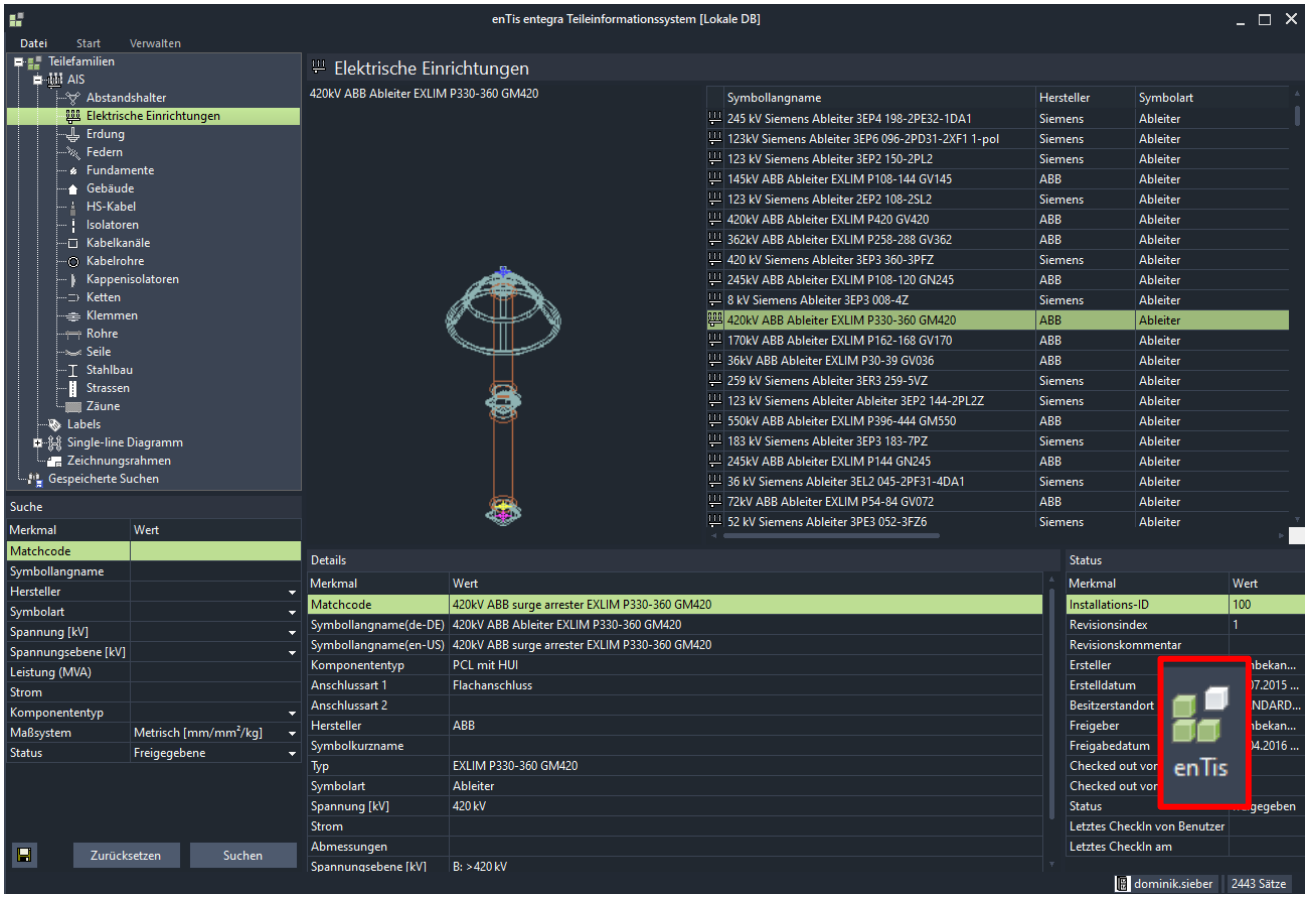


Abbildung 4: enTIS-Bibliothek

5.5 Scale

Die Funktion "Scale" ermöglicht die Skalierung von 3D-Objekten oder Modellen innerhalb der Software. Mit dieser Funktion können Benutzer die Größe eines ausgewählten Objekts verändern, indem sie es größer oder kleiner machen, um es an die Anforderungen ihres Konstruktionsprojekts anzupassen. Dies bietet eine flexible Möglichkeit zur Anpassung von Modellen, ohne sie manuell neu erstellen zu müssen.

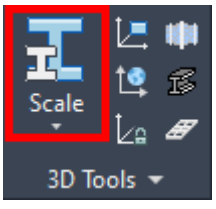


Abbildung 5: Skalierung von Objekten

5.6 Symbole kopieren

Das Kopieren von Symbolen in der Projektstruktur bietet den Vorteil der Effizienz und Wiederverwendung. Dies ermöglicht es, bereits erstellte Symbole in verschiedenen Teilen des Projekts zu verwenden, was Zeit spart und sicherstellt, dass die Symbole konsistent sind. Zudem erleichtert das Kopieren die Vermeidung von Fehlern und die zentralisierte Änderungsverfolgung, da Änderungen nur an einer Stelle vorgenommen werden müssen.

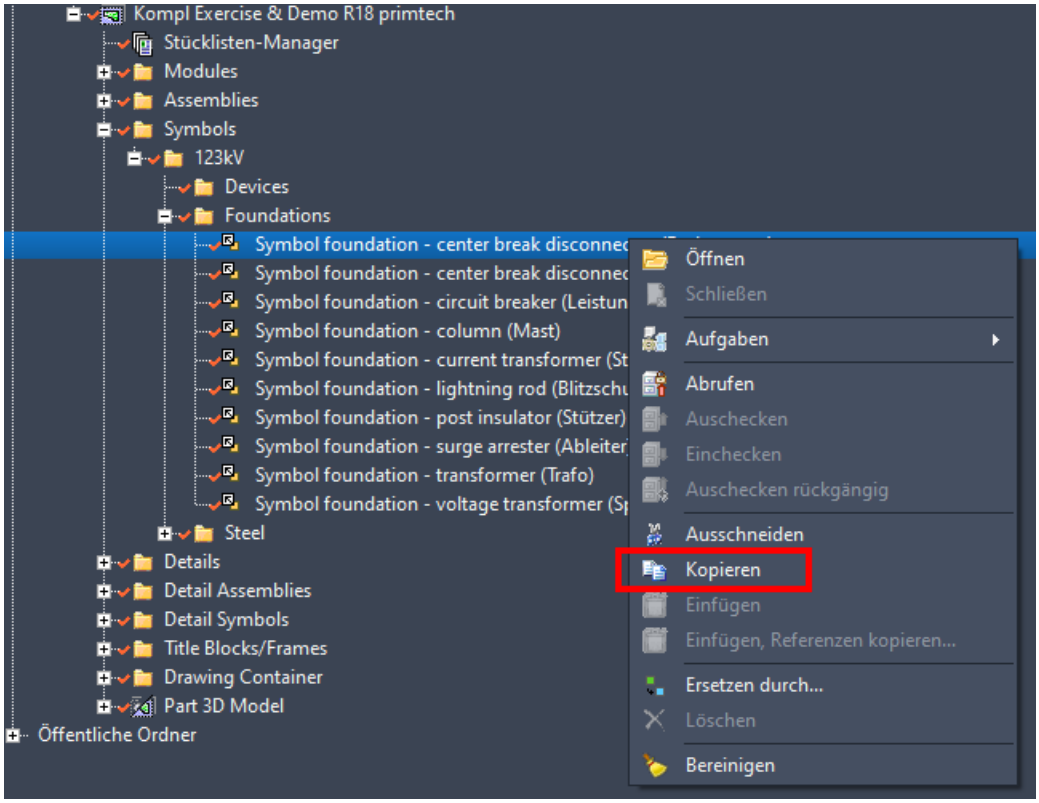


Abbildung 6: Kopieren von Symbolen

5.7 Feldraster

Das Feldraster kommt grundsätzlich bei der Erstellung der Module zum Einsatz. Es ermöglicht dem Benutzer einem selbst vorgegebenen Raster elektrische Ausrüstungen wie Schaltschränke, Transformatoren, Schalter und andere Komponenten zu platzieren. Es ermöglicht eine präzise Positionierung der Ausrüstungskomponenten in der Anlage, was wichtig ist, um sicherzustellen, dass alle Teile korrekt miteinander verbunden werden können. Zweitens hilft das Rastersystem bei der Erkennung von Kollisionen oder Konflikten zwischen verschiedenen Komponenten, was Fehler minimiert und Zeit bei der Nachbearbeitung spart. Drittens bietet es eine bessere Übersicht über die gesamte Anlage, was die Identifizierung von Engpässen oder ineffizienten Designs erleichtert. Schließlich unterstützt das Feldraster auch bei der Planung von Wegen und Zugängen für Wartungs- und Reparaturarbeiten, da die Anordnung der Ausrüstung vorab festgelegt ist.

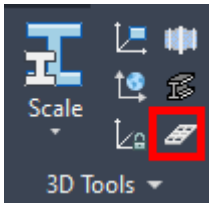


Abbildung 7: Feldraster erstellen

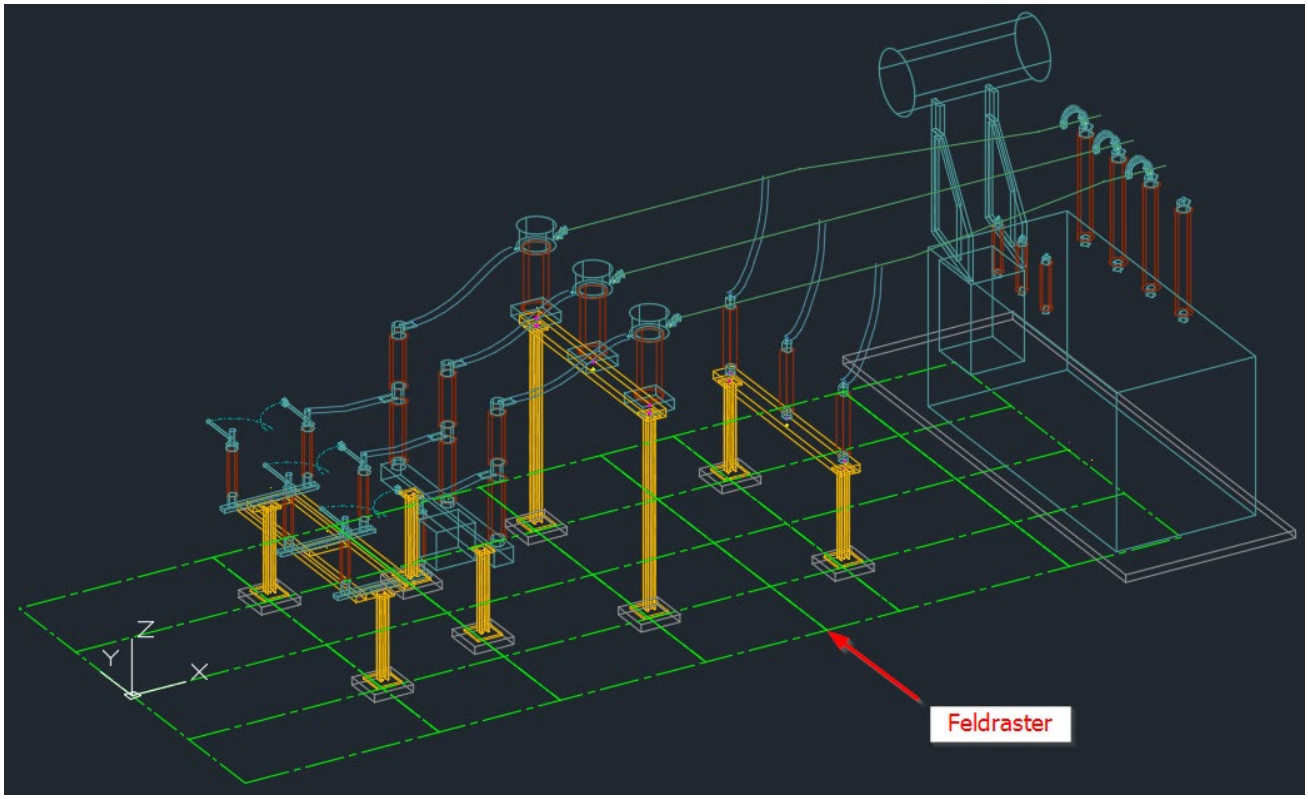


Abbildung 8: Beispiel eines Feldrasters

5.8 Einfügepunkte

Einfügepunkte sind vordefinierte Positionen oder Markierungen die verwendet werden, um elektrische Komponenten und Geräte präzise in Anlagen zu platzieren. Diese Einfügepunkte dienen als Referenzpunkte, an denen die Position und Ausrichtung von Komponenten festgelegt werden können. Sie ermöglichen eine genaue und standardisierte Platzierung von Ausrüstung und Komponenten, was zur Vermeidung von Kollisionen, zur Verbesserung der Planungseffizienz und zur Sicherstellung der korrekten Integration der Komponenten in das Gesamtsystem beiträgt.

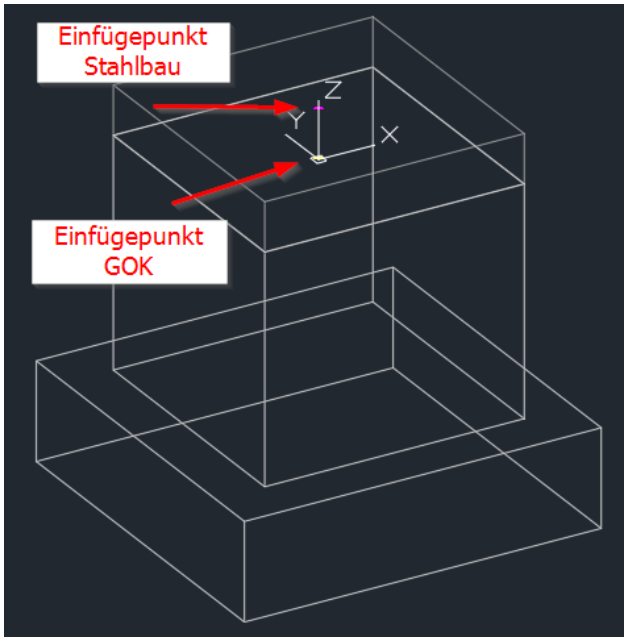


Abbildung 9: Beispiel von Einfügepunkten

5.9 Phasenprüfung

In Primtech 3D handelt die Phasenprüfung von der Überprüfung und Validierung der Phasenbelegung und -zuordnung in elektrischen Anlagen. Sie ist von entscheidender Bedeutung, da eine falsche Phasenzuordnung in elektrischen Anlagen zu schweren Betriebsproblemen oder Sicherheitsrisiken führen kann. Durch die Verwendung von Phasenprüfungswerkzeugen in der Software können Benutzer sicherstellen, dass die richtigen elektrischen Leitungen und Komponenten miteinander verbunden sind, um eine ordnungsgemäße Funktion der Anlage zu gewährleisten.

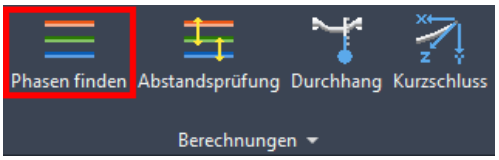


Abbildung 10: Phasenprüfung

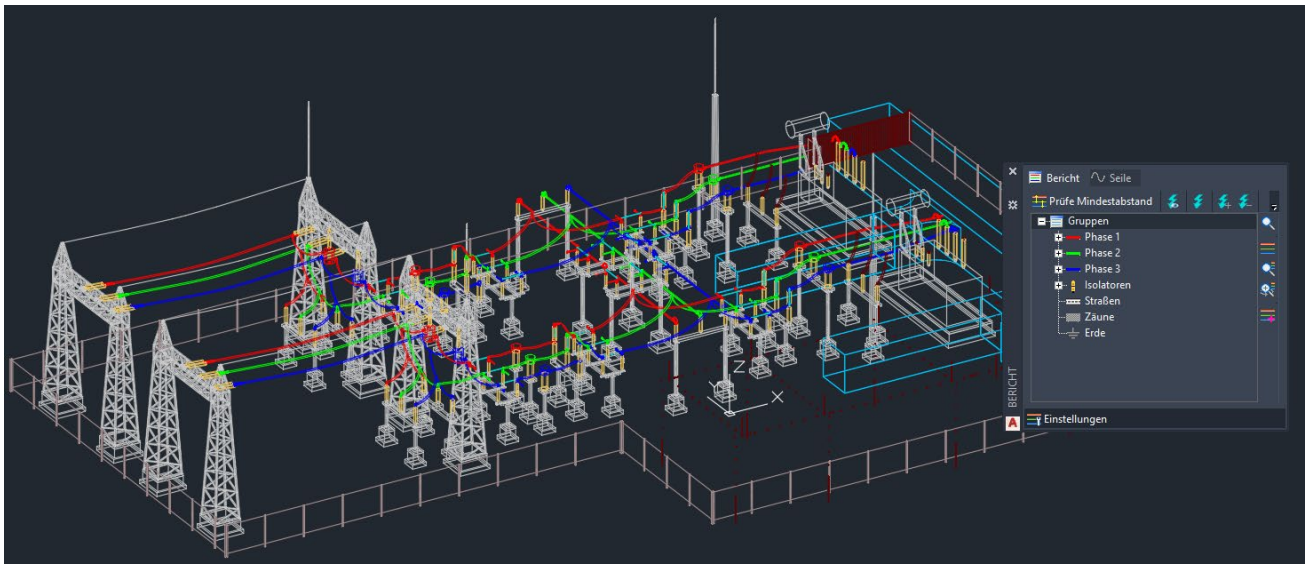


Abbildung 11: Phasenprüfung aller Phasen

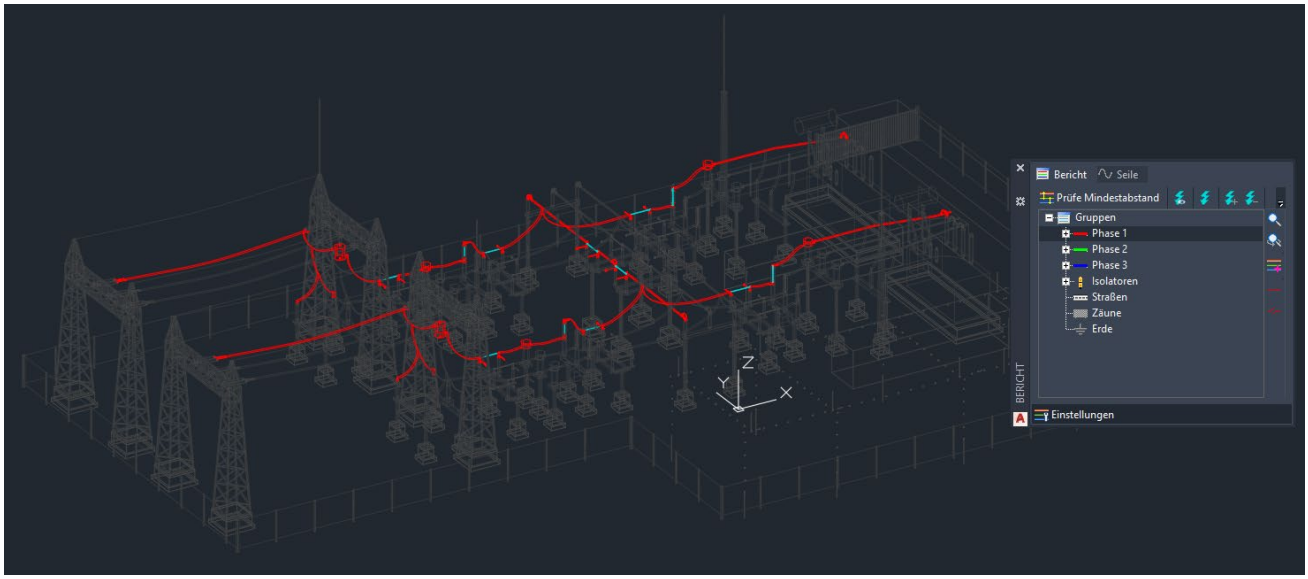


Abbildung 12: Phasenprüfung einer Phase

5.10 Checks

Die Checks sind Funktionen, welche spezifische Überprüfungen und Validierungen zu den drei nachstehenden Themen durchführen:

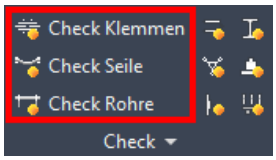


Abbildung 13: Check Klemmen, Seile und Rohre

1. Check Klemmen
   Diese Funktion überwacht und validiert die ordnungsgemäße Platzierung und Verbindung von Klemmen in elektrischen Schaltanlagen. Sie stellt sicher, dass die Klemmen korrekt angeschlossen sind und keine Fehler oder unerwünschten Unterbrechungen in der Verdrahtung auftreten.
2. Check Seile
   Der "Check Seile" in Primtech 3D konzentriert sich auf die Überprüfung von Seilen oder Kabeln in Schaltanlagen. Er gewährleistet, dass die Seile die richtige Länge und Position haben und korrekt angeschlossen sind. Dies ist wichtig, um eine sichere und effiziente Energieübertragung zu gewährleisten.
3. Check Rohre
   Diese Funktion ist auf die Überprüfung von Rohren in Anlagen ausgerichtet. Sie stellt sicher, dass Rohrleitungen korrekt verlegt sind und den Anforderungen an die Fluid- oder Kabelführung entsprechen. Dies trägt zur Vermeidung von Leckagen oder Problemen bei der Medienführung in den Anlagen bei.¨

Die Checks werden immer am Ende der Modellierung durchgeführt, um Fehler oder Verbesserungsmöglichkeiten zu entdecken und Sorgen somit für eine funktionale Anlagenmodellierung.

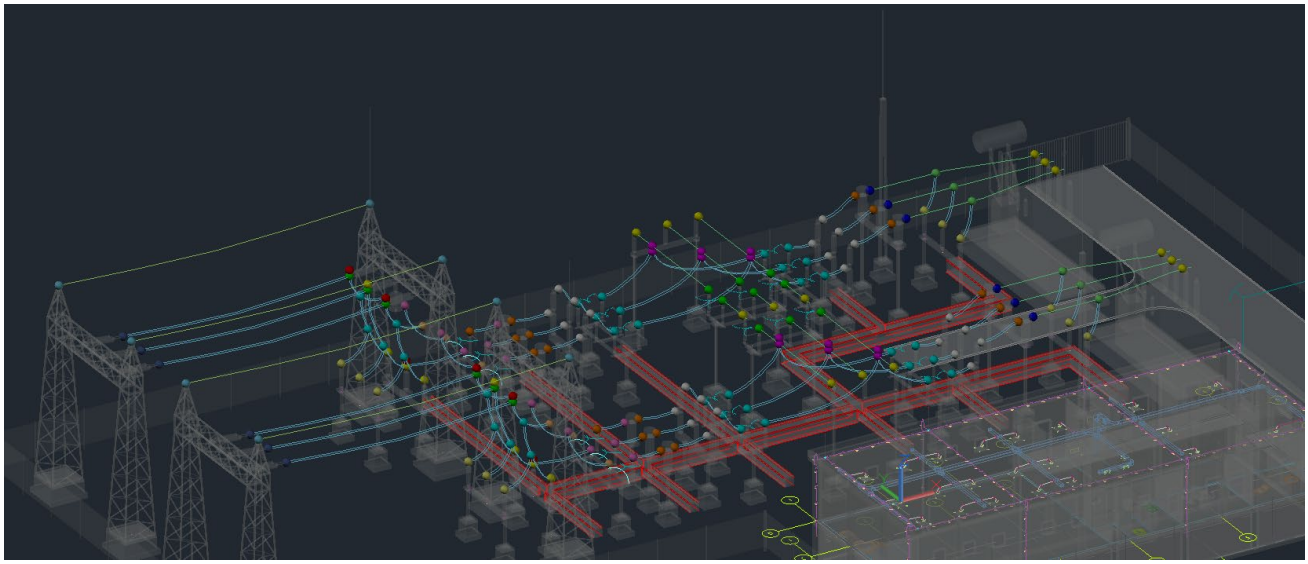


Abbildung 14: Check Klemmen

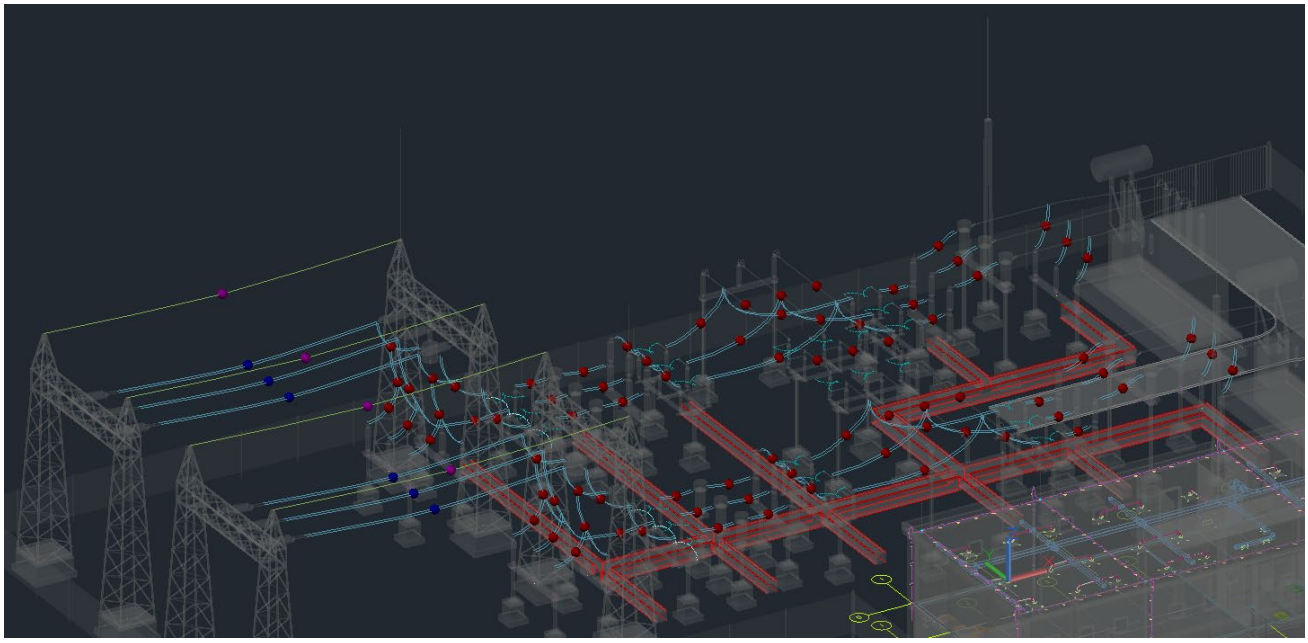


Abbildung 15: Check Seile

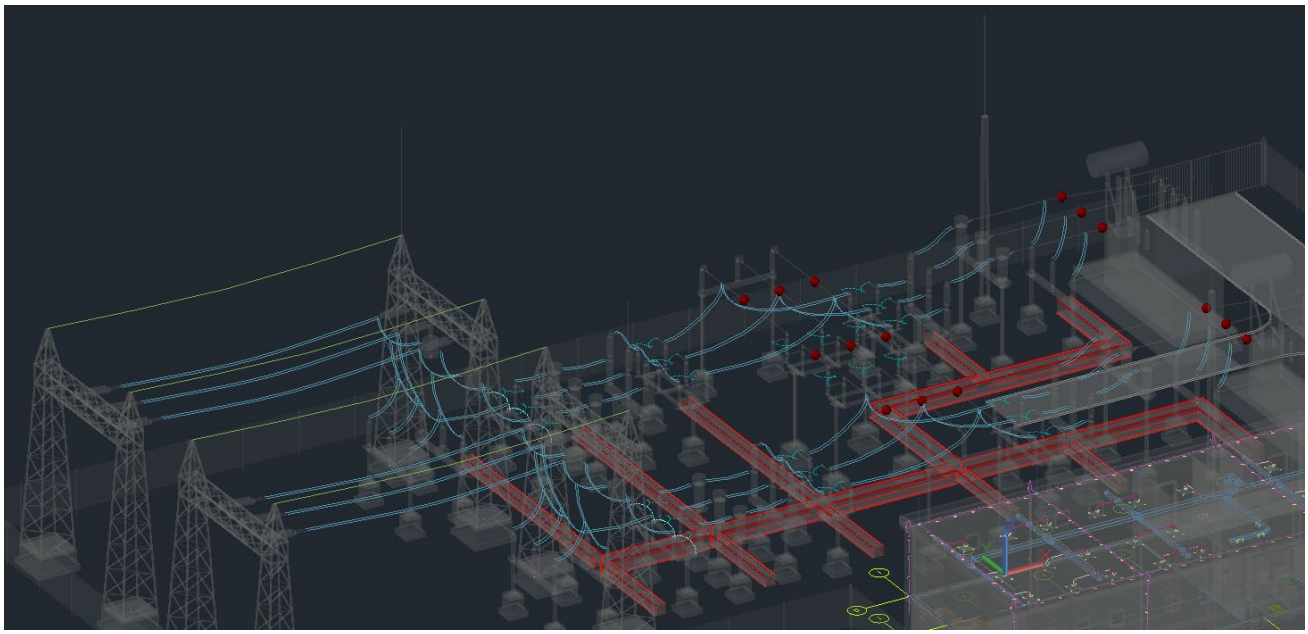


Abbildung 16: Check Rohre

5.11 3D-Drehen

Das 3D-Drehen von Objekten bezieht sich auf die Fähigkeit, dreidimensionale Modelle von Objekten oder Komponenten innerhalb der Software in alle Richtungen zu drehen oder zu rotieren. Es ermöglicht den Benutzern ein Objekt aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten. Dies verbessert die Visualisierung und das Verständnis des Objekts oder der Komponente und erleichtert die Überprüfung des Designs. Zudem hilft es bei der Bearbeitung von Objekten, möchten diese verändert oder angepasst werden. In den 2D-Zeichnungssoftware kann das Objekt nur in zwei Achsen gedreht werden, nicht so in Primtech 3D.

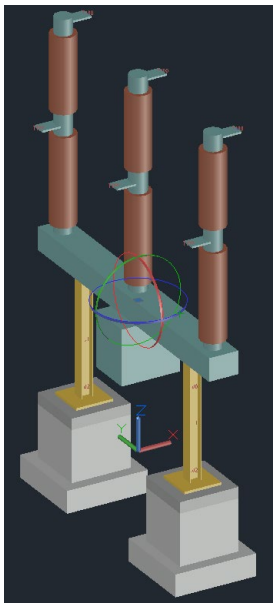


Abbildung 17: Objekte 3D-Drehen

5.12 Punktwolke

In Primtech 3D können Punktwolken eingefügt und referenziert werden. Sie helfen bei der Modellierung von gewünschten Bereichen, Objekten oder Komponenten. Die Punktwolke kann anschliessend individuell bearbeitet werden. Beispielsweise kann diese zugeschnitten werden, damit nur der notwendige Teil sichtbar wird. So kann effizient an der Modellierung des gewünschten Bereichs gearbeitet werden. Bei der Modellierung kann ein Objekt visuell betrachtet, ausgemessen und nachmodelliert werden. So kann gewährleistet werden, dass ein digitales Abbild möglich ist.

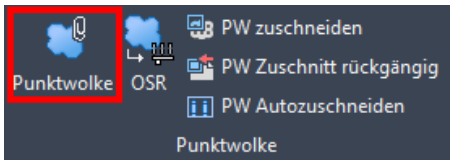


Abbildung 18: Punktwolke importieren

5.13 Zeichnungscontainer und Zeichnungen erstellen

Ein Zeichnungscontainer ist ein spezieller Bereich, der innerhalb der Software genutzt wird, um technische Zeichnungen und Dokumentationen im Zusammenhang mit Projekten zur Anlagen- und Anlagenkonstruktion zu erstellen und zu bearbeiten. Dieser Container dient als virtuelle Zeichenfläche, auf der Benutzer 2D- und 3D-Zeichnungen von Anlagenkomponenten, -strukturen oder elektrischen Schaltplänen erstellen können.

Innerhalb des Zeichnungscontainers stehen verschiedene Werkzeuge zur Zeichnungserstellung und -bearbeitung zur Verfügung. Benutzer können Linien, Kreise, Bögen, Polylinien und Textwerkzeuge verwenden, um Zeichnungen zu erstellen. Darüber hinaus ermöglicht die Software die Integration von vordefinierten Symbolen, Bauteilen und Vorlagen, um den Zeichenprozess zu beschleunigen und zu vereinfachen.

Eine wichtige Funktion des Zeichnungscontainers besteht darin, Zeichnungen direkt mit den 3D-Modellen des Projekts zu verknüpfen. Dies gewährleistet eine konsistente und genaue Dokumentation und ermöglicht es den Benutzern, Änderungen im 3D-Modell automatisch in den Zeichnungen zu aktualisieren.

Die erstellten Zeichnungen dienen der Dokumentation des Projekts und können für Berichterstellungszwecke verwendet werden. Dies ist besonders wichtig, um das Projektteam, Kunden und Behörden über den Fortschritt und die Details des Projekts zu informieren.

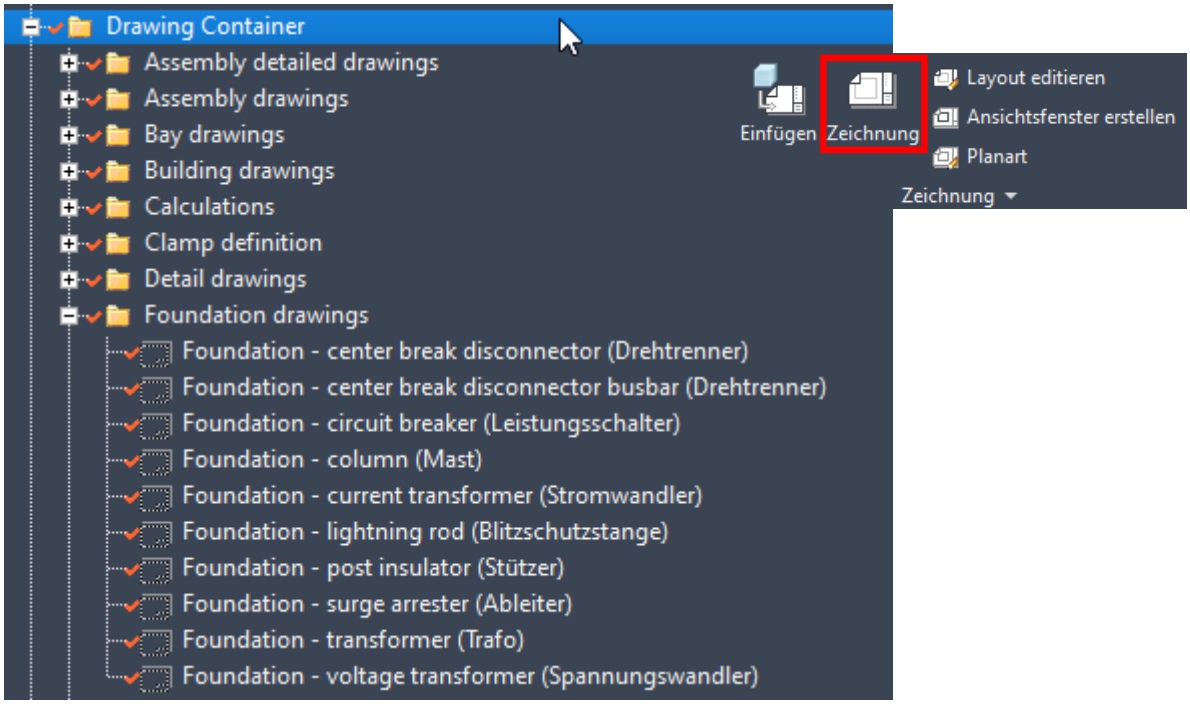


Abbildung 19: Zeichnungscontainer und Zeichnungen erstellen

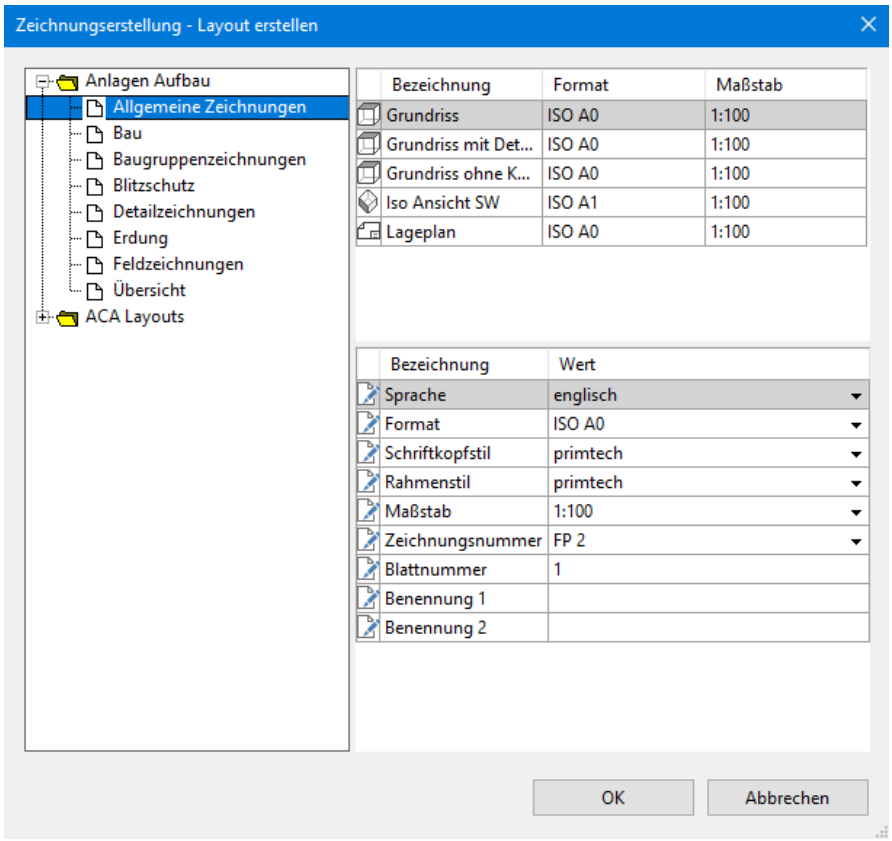


Abbildung 20: Zeichnungserstellungsfenster

5.14 Export

Der Export von Modellen bezieht sich auf den Vorgang, 3D-Modelldaten aus der Software in andere Dateiformate oder Anwendungen zu übertragen. Dieser Vorgang ist äußerst nützlich, da er es den Anwendern ermöglicht, ihre erstellten 3D-Modelle für verschiedene Zwecke zu nutzen.

Die Software bietet normalerweise eine Vielzahl von Exportoptionen und unterstützt verschiedene gängige 3D-Dateiformate wie STEP, IGES, DWG, DXF, STL, oder andere je nach Softwareversion und Konfiguration. Benutzer können das gewünschte Dateiformat auswählen, das am besten für ihre speziellen Anforderungen geeignet ist. Ein Hauptzweck des Modellexports besteht darin, 3D-Modelle mit anderen Teammitgliedern, Kunden, Auftragnehmern oder anderen Softwareanwendungen zu teilen. Exportierte 3D-Modelle können in spezialisierten 3D-Viewer-Anwendungen oder CAD-Programmen geöffnet und visualisiert werden. Dies ermöglicht es, Modelle für Präsentationen, Bewertungen und Prüfungen in einer realistischen Umgebung zu verwenden.

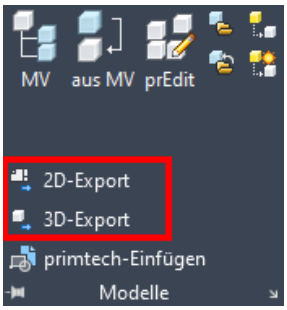


Abbildung 21: Export als 2D- oder 3D-Modell

6 Tipps und Tricks

In diesem Kapitel werden Tipps und Tricks erläutert, welche dem Anwender helfen sollen, noch effizienter bei der Modellierung von Freiluftschaltanlagen mit Primtech 3D zu sein. Die Themen wurden aus vorgängiger Erfahrung heraus gewählt und sind nicht abschliessend.

6.1 Import von bestehenden 3D-Objekten

Die Funktion "3D-Objekte importieren" ermöglicht es Benutzern, externe 3D-Modelle oder Dateien in ihr aktuelles Primtech 3D-Projekt zu integrieren. Dies ist besonders nützlich, wenn Sie bereits vorhandene 3D-Modelle verwenden möchten oder wenn Sie eine spezialisierte Software für die Modellierung von bestimmten Komponenten oder Anlagenstrukturen nutzen und diese in Ihr Projekt einbinden möchten.

Die zu importierenden Modelle müssen kompatibel mit dem AutoCAD sein und können ganz einfach per CTRL+C und CTL+V eingefügt werden.

6.2 Temporäre Hilfsverweise

Die Funktion "Temporäre Hilfsverweise" ist ein nützliches Werkzeug, das es den Benutzern ermöglicht, vorübergehende Bezugspunkte und Hilfslinien in ihrer 3D-Modellierungsumgebung zu erstellen. Diese vorübergehenden Hilfsverweise sind temporäre geometrische Elemente, die dazu dienen, verschiedene Aufgaben während des Modellierungsprozesses zu unterstützen. Es können Anlagenteile, einzelne Komponenten oder einfache Hilfslinien als temporärer Hilfsverweis eingefügt werden und anschliessend gelöscht werden. Sollten diese vergessen werden, ist dies kein Problem, da diese anschliessend ausgeblendet werden. Sie können jederzeit wieder eingeblendet werden.

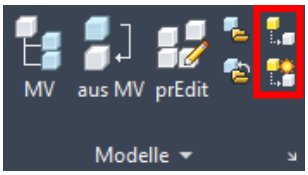


Abbildung 22: Ein- und Ausblenden des Hilfsverweises

6.3 Selektiertes Modell öffnen

"Selektiertes Modell öffnen" ist eine Funktion, die es ermöglicht, ein ausgewähltes Modell oder eine Datei in einem neuen oder weiteren Fenster zu öffnen. Wenn eine komplexe Anlage geöffnet ist und beispielsweise nur ein Fundament angepasst werden soll, kann dies über den Befehl erfolgen und es wird nur das Fundament zum Bearbeiten geöffnet. Dies ist hilfreich, wenn die geöffnete Datei sehr komplex und unübersichtlich ist.

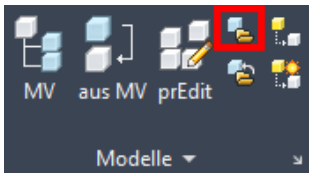


Abbildung 23: selektiertes Modell öffnen

6.4 Eigenschaften übernehmen für Seile / Rohre

Seile und Rohre können nur modelliert werden, wenn ein Anfangs- und Endpunkt angegeben wird. Nach diesem Vorgang öffnet sich ein Bearbeitungsfenster, wobei die Eigenschaften des Seils oder Rohres definiert werden können. Seile und Rohre können nicht kopiert werden, wie es in den gängigsten Zeichnungssoftwaren üblich ist, sondern müssen immer mit Anfang- und Endpunkt versehen werden. Oftmals sind Seil- und Rohrverbindungen in den Anlagen identisch und müssten mühsam immer wieder mit den gleichen Eigenschaften versehen werden. Mit dem Befehl der Eigenschaft Übernahme eines Seiles oder Rohres, wird vom ausgewählten Objekt die Eigenschaften gespeichert und beim Vorgeben des Anfang- und Endpunktes automatisch übernommen. So kann enorm Zeit gespart und mögliche Flüchtigkeitsfehler verhindert werden.

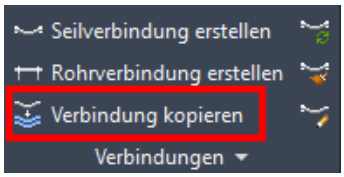


Abbildung 24: Eigenschaften von Verbindungen übernehmen

6.5 Ursprung

Beim Ursprung können Objekte aus der enTIS-Bibliothek aufgelöst werden in einzelne Blöcke. Dies kann helfen, wenn beispielsweise ein Objekt eine kleine Anpassung benötigt. Wenn bei einem Transformator eine Anschlusskerze geschoben werden möchte, kann das Objekt mit dem Ursprung aufgelöst werden und die Kerze geschoben werden und das Modell ist anschliessend identisch mit der Realität. Dies kann helfen, dass Objekte nicht neu modelliert werden müssen, sondern einfach kurz angepasst werden können, um der Realität zu entsprechen.

Abbildung 25: Auflösen von Objekten

6.6 Stücklisten zur Prüfung

Primtech 3D hat die Eigenschaft, dass einfach Stück- und Mengenlisten erstellt werden können. Dies hat einen grossen Vorteil bei Materialbestellungen oder Kostenschätzungen. Vom 3D-Modell können Stücklisten erstellt werden, wo beispielsweise sichtbar ist, wieviel Leistungsschalter eines Typs in der Anlage verbaut sind. Sollen diese in einem Umbauprojekt ersetzt werden, können die korrekte Stückzahlen bei den Lieferanten angefragt werden, ohne diese mühsam zu verifizieren. Noch effizienter ist die Meteranzahl von Seilen. Müssen alle Seile aufgrund eines hohen Alters in der Anlage ersetzt werden, kann über die Mengenliste die Meterangaben jedes Seiltyps eruiert werden.

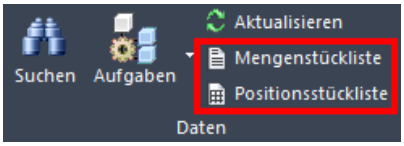


Abbildung 26: Listenerstellung

6.7 Phasenprüfung

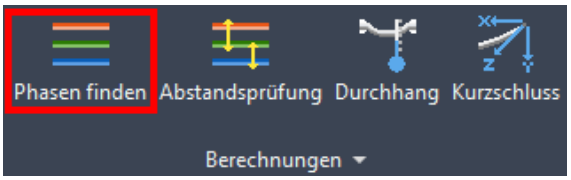


Abbildung 27: Phasenprüfung

Die wohl wichtigste Prüfung des fertig gestellten 3D-Modells, ist die Phasenprüfung. Mithilfe der Phasenprüfung kann die korrekte Verschaltung der Anlage überprüft werden. Freiluftschaltanlagen sind immer in den drei Phasen (L1, L2 und L3) angeordnet. Dies wird auch so modelliert. Mit der Phasenprüfung wird überprüft, ob die Phasen in der gesamten Anlage korrekt verschaltet sind. Sollten Bereiche vernachlässigt oder falsch angeordnet sei, erkennt dies die Prüfung und gibt die möglichen Fehlerbereiche an. Werden keine Fehler erkannt, kann davon ausgegangen werden, dass die Anlage richtig verseilt oder verrohrt wurde.

6.8 Punktwolke zuschneiden

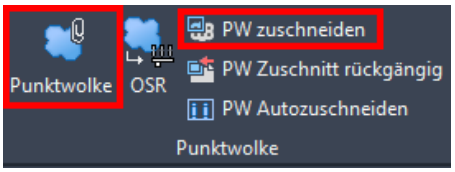


Abbildung 28: Punktwolke importieren und zuschneiden

Wie wir bereits kennen, ist das Arbeiten mit der Punktwolke ein effizientes Vorgehen. Mithilfe der Werkzeuge in Primtech 3D, kann die Punktwolke in gewissen Abläufen auch weiter bearbeitet werden. Wenn ich in meinem Modell nur ein gewissen Bereich modellieren möchte, kann mithilfe des Zuschneidens der Punktwolke dieser angezeigt werden. So kann ich mich auf diesen Bereich konzentrieren und habe keine störenden Objekte der Punktwolke in meinem Bearbeitungsfenster.

6.9 Symbole wiederverwenden

Bei der Modellierung von Anlagen kommt es immer wieder vor, dass gleiche Objekte oder Typen von Objekten bereits in der Vergangenheit modelliert worden sind. Sollten diese in der enTIS-Bibliothek nicht auffindbar sein, ist es gut möglich, dass ein anderer Benutzer dieses schon einmal benötigt und modelliert hat. Deshalb ist es hilfreich, eine Bibliothek in Primtech 3D anzulegen, wo bereits erstellt Projekte abgelegt werden können. Mit dieser Ablage können anschliessend sämtliche Benutzer auf bereits erstellte Modelle zugreifen.

7 Urheberrecht

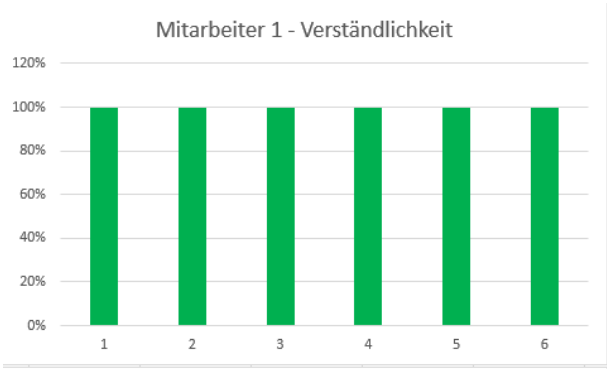
Das Dokument "Tipps und Tricks sowie die wichtigsten Funktionen in Primtech 3D" wurde von Dominik Sieber verfasst und ist geistiges Eigentum von Bouygues E&S EnerTrans AG. Alle Rechte, einschließlich Urheberrechte, an diesem Dokument, den darin enthaltenen Inhalten, Illustrationen, Grafiken und anderen Materialien, sind ausdrücklich vorbehalten. Die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe, Bearbeitung oder jegliche andere Nutzung des Dokuments oder seiner Teile ist ohne vorherige schriftliche Genehmigung von Bouygues E&S EnerTrans AG nicht gestattet.

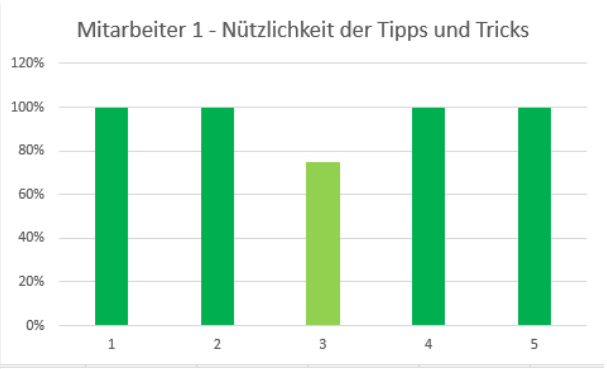
8 Abbildungsverzeichnis

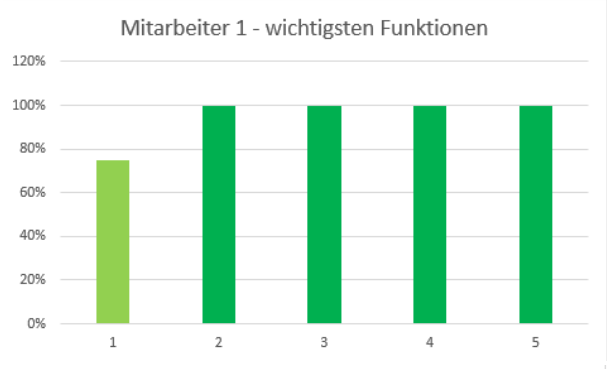
Abbildung 1: Projekte Ein- und Auschecken 5
Abbildung 2: Aus Modellverwaltung importieren 6
Abbildung 3: prEdit - Objekteigenschaften anpassen 6
Abbildung 4: enTIS-Bibliothek 7
Abbildung 5: Skalierung von Objekten 7
Abbildung 6: Kopieren von Symbolen 8
Abbildung 7: Feldraster erstellen 8
Abbildung 8: Beispiel eines Feldrasters 9
Abbildung 9: Beispiel von Einfügepunkten 9
Abbildung 10: Phasenprüfung 10
Abbildung 11: Phasenprüfung aller Phasen 10
Abbildung 12: Phasenprüfung einer Phase 10
Abbildung 13: Check Klemmen, Seile und Rohre 11
Abbildung 14: Check Klemmen 11
Abbildung 15: Check Seile 12
Abbildung 16: Check Rohre 12
Abbildung 17: Objekte 3D-Drehen 13
Abbildung 18: Punktwolke importieren 13
Abbildung 19: Zeichnungscontainer und Zeichnungen erstellen 14
Abbildung 20: Zeichnungserstellungsfenster 14
Abbildung 21: Export als 2D- oder 3D- Modell 15
Abbildung 22: Ein- und Ausblenden des Hilfsverweises 15
Abbildung 23: selektierts Modell öffnen 16
Abbildung 24: Eigenschaften von Verbindungen übernehmen 16
Abbildung 25: Auflösen von Objekten 16
Abbildung 26: Listenerstellung 16
Abbildung 27: Phasenprüfung 17
Abbildung 28: Punktwolke importieren und zuschneiden 17

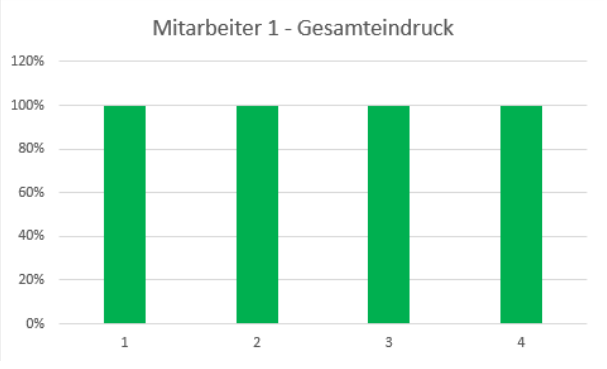
ANH-007

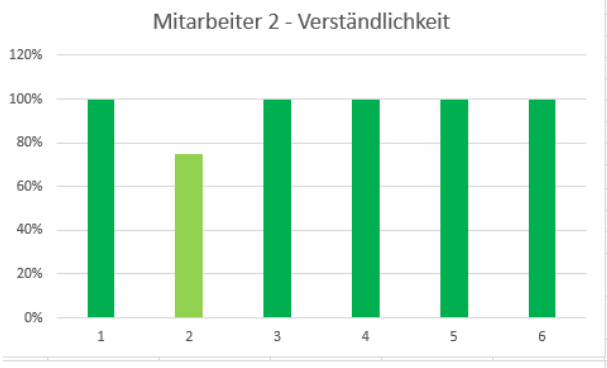
Detailauswertung Mitarbeiter

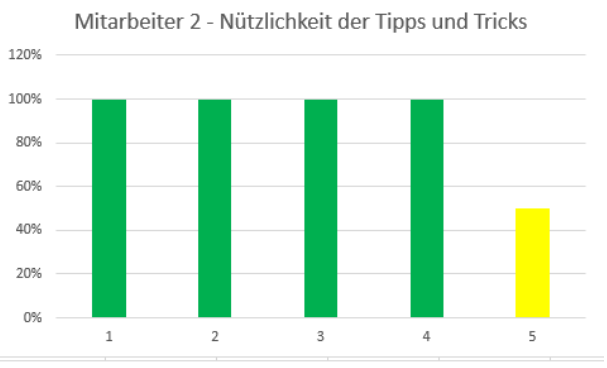

Mitarbeiter 1 - Verständlichkeit
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4
5
6

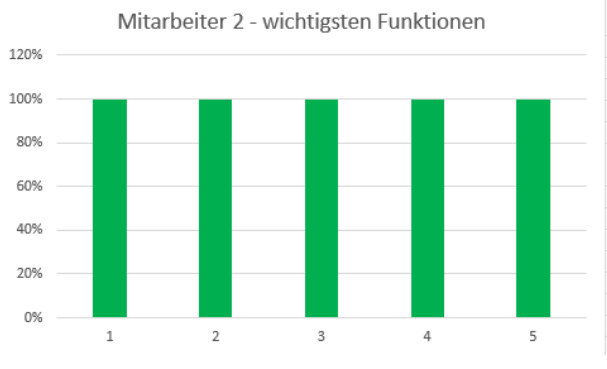

Mitarbeiter 1 - Nützlichkeit der Tipps und Tricks
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4
5

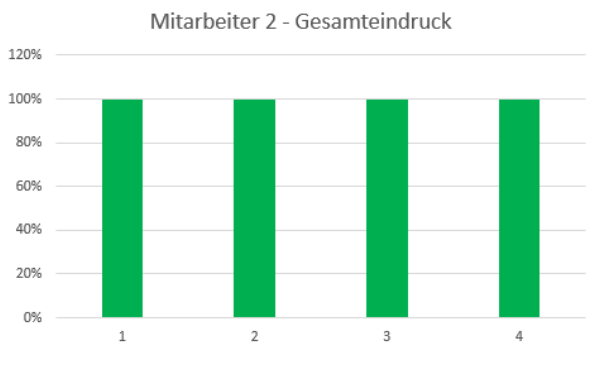

Mitarbeiter 1 - wichtigsten Funktionen
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4
5

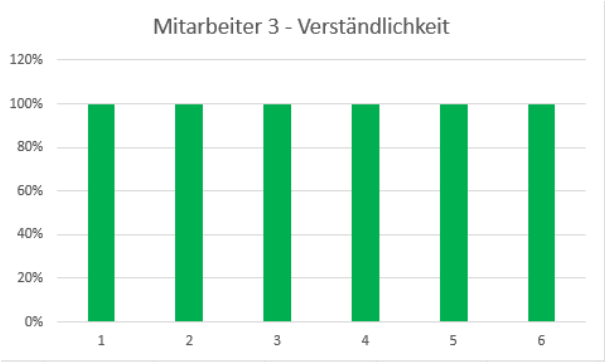

Mitarbeiter 1 - Gesamteindruck
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4

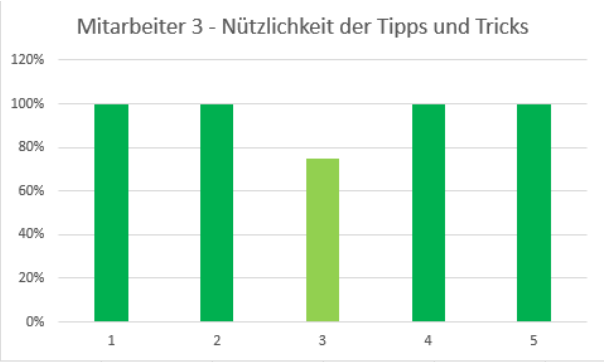

Mitarbeiter 2 - Verständlichkeit
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4
5
6

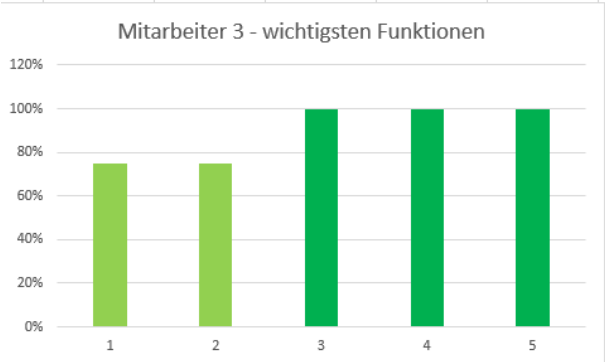

Mitarbeiter 2 - Nützlichkeit der Tipps und Tricks
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4
5

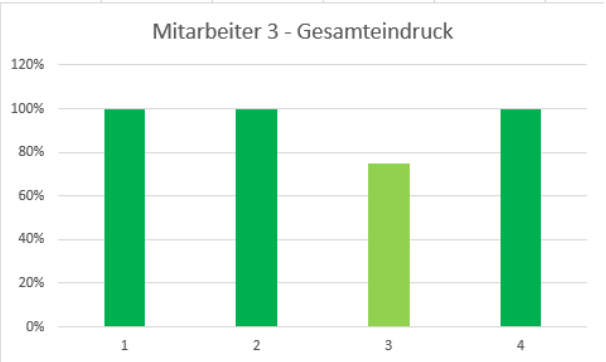

Mitarbeiter 2 - wichtigsten Funktionen
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4
5

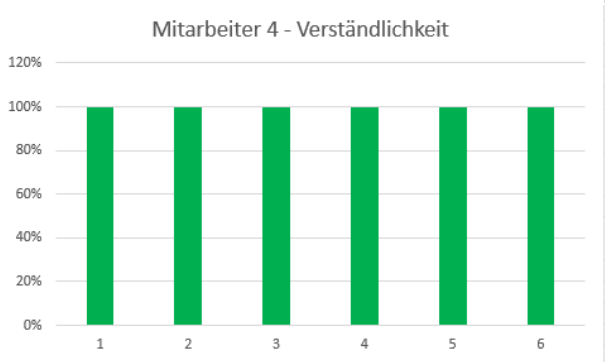

Mitarbeiter 2 - Gesamteindruck
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4

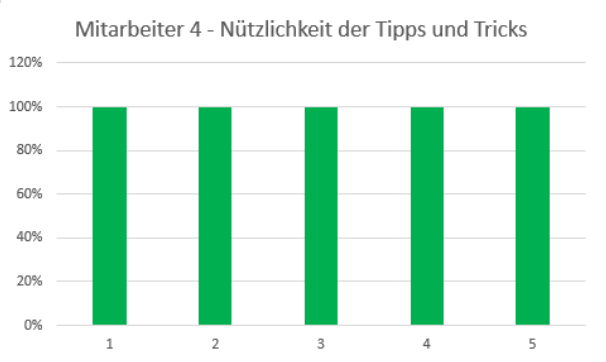

Mitarbeiter 3 - Verständlichkeit
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4
5
6

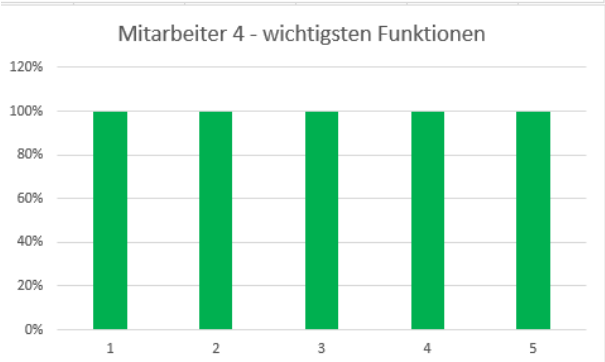

Mitarbeiter 3 - Nützlichkeit der Tipps und Tricks
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4
5

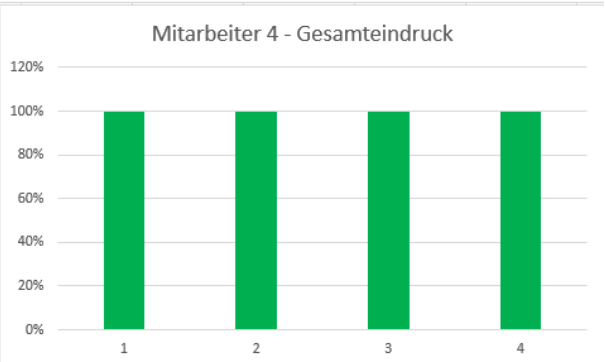

Mitarbeiter 3 - wichtigsten Funktionen
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4
5


Mitarbeiter 3 - Gesamteindruck
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4


Mitarbeiter 4 - Verständlichkeit
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4
5
6


Mitarbeiter 4 - Nützlichkeit der Tipps und Tricks
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4
5


Mitarbeiter 4 - wichtigsten Funktionen
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4
5


Mitarbeiter 4 - Gesamteindruck
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1
2
3
4

ANH-008
Beurteilung Anleitung

1 Beurteilung Anleitung

Die Anleitung «Tipps und Tricks sowie die wichtigsten Funktionen in Primtech 3D» wurde nach Fertigstellung an den Fachexperten Dr. Marc Del Degan zur Prüfung übergeben.
Ziel ist es, dass diese die wichtigsten Funktionen der Software abdeckt und das Feedback von mindestens 95% der Anwender von Primtech 3D positiv ausfällt.

In dieser Beurteilung geht es um die Prüfung der der wichtigsten Funktionen durch den Fachexperten. Das Feedback der Anwender von Primtech 3D wurde separat ausgewertet und zur Prüfung beigesteuert.

Für die Beurteilung dienen die nachstehenden Beurteilungspunkte:

Nr.	Thema	OK	NOK
Allgemeine Informationen			
01	Dokumentenablage	✓	
02	Einleitung verständlich	✓	
Die wichtigsten Funktionen			
01	Werden alle als wichtig erachteten Hauptfunktionen von Primtech 3D in der Anleitung behandelt?	✓	
02	Sind die Beschreibungen der wichtigsten Funktionen in der Anleitung genau?	✓	
03	Sind die Beschreibungen der wichtigsten Funktionen in der Anleitung korrekt?	✓	
04	Sind die Anweisungen zur Nutzung der wichtigsten Funktionen klar und verständlich?	✓	
05	Wurden die wichtigsten Funktionen in der richtigen Reihenfolge und logisch präsentiert?	✓	
06	Wurden praktische Beispiele oder Anwendungsszenarien für die wichtigsten Funktionen in der Anleitung bereitgestellt?	✓	
07	Sind die Tipps und Tricks zur Verbesserung der Nutzung der wichtigsten Funktionen in Primtech 3D hilfreich und umsetzbar?	✓	
08	Gibt es visuelle Hilfsmittel wie Diagramme, Screenshots oder Grafiken, um die Erklärungen der wichtigsten Funktionen zu unterstützen?	✓	
09	Erfüllt die Anleitung insgesamt die Erwartungen, die an die Abdeckung der wichtigsten Funktionen gestellt wurden?	✓	
Urheberrecht			
01	Korrekte Formulierung unter Einhaltung der Vorgaben von BENT	✓	
Zielauswertung			
01	die Anleitung deckt die wichtigsten Funktionen der Software ab	✓	

Themen welche als NOK (Nicht OK) bewertet wurden, sollen in der nachstehenden Liste erläutert werden:

Nr.	Thema	OK	NOK
Allgemeine Informationen			
01			
02			
Die wichtigsten Funktionen			
01			
02			
Urheberrecht			
01			
Zielauswertung			
01			

Nach der Beurteilung der Richtlinie sowie den ergänzenden Erläuterungen wird diese:

akzeptiert

~~zurückgewiesen~~

Datum: 27.09.2023

M. Del Degan

Dr. Marc Del Degan

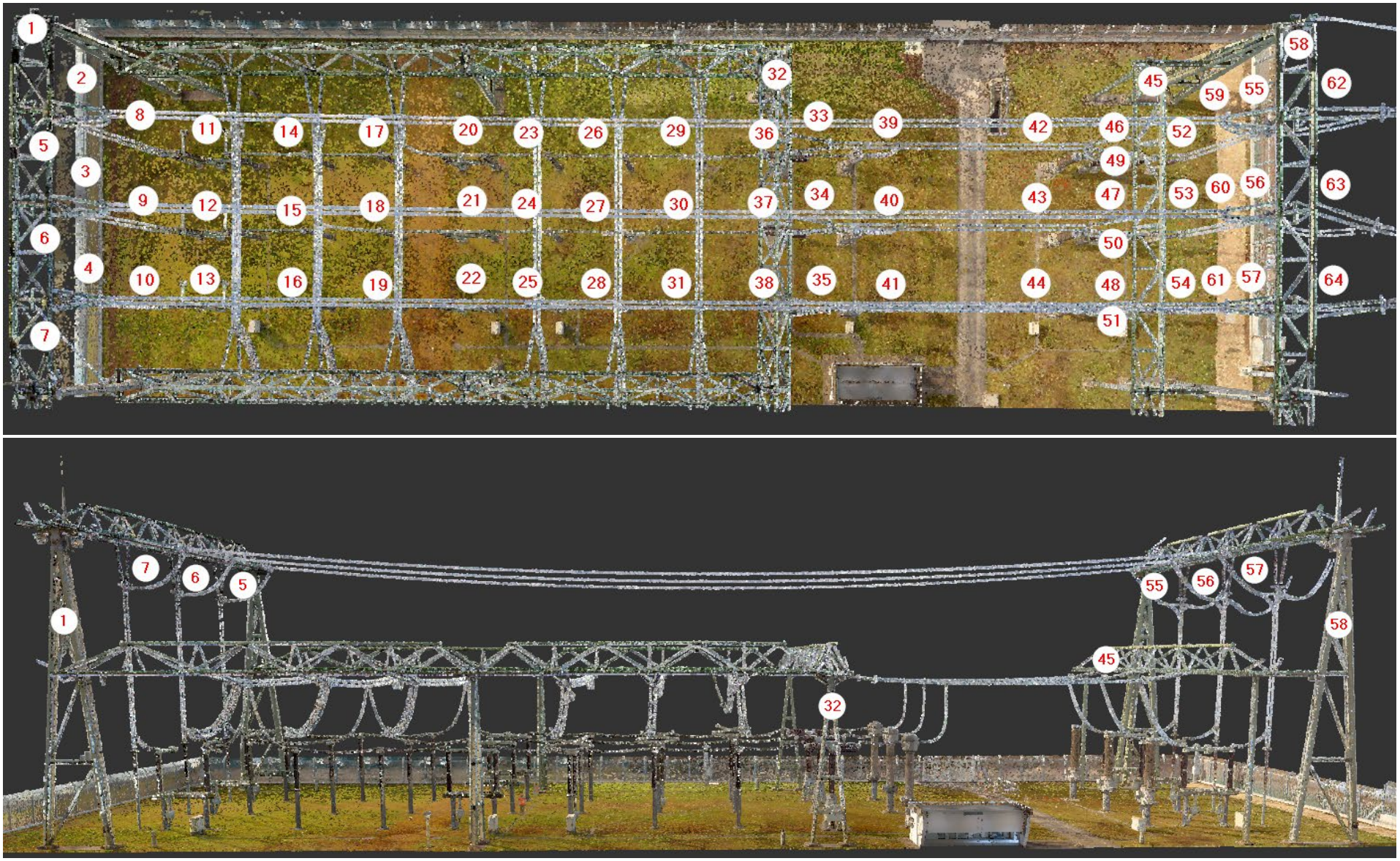
ANH-009

Auflistung Hochspannungs-komponenten

Feld 01 – Leitung 1

Nr.	Komponente
01	Leitungsportal
02	V-Kette
03	V-Kette
04	V-Kette
05	V-Hängekette
06	V-Hängekette
07	V-Hängekette
08	Stützer
09	Stützer
10	Stützer
11	Leitungstrenner
12	Leitungstrenner
13	Leitungstrenner
14	Stützer
15	Stützer
16	Stützer
17	Stützer
18	Stützer
19	Stützer
20	Leitungstrenner
21	Leitungstrenner
22	Leitungstrenner
23	Stützer
24	Stützer
25	Pantographentrenner
26	Stützer
27	Pantographentrenner
28	Stützer
29	Pantographentrenner
30	Stützer
31	Stützer
32	Portal Überspannung
33	V-Kette
34	V-Kette
35	V-Kette
36	Leistungsschalter
37	Leistungsschalter
38	Leistungsschalter
39	Stromwandler
40	Stromwandler
41	Stromwandler
42	Spannungswandler
43	Spannungswandler
44	Spannungswandler
45	Portal Überspannung
46	V-Kette
47	V-Kette
48	V-Kette

49	Leitungstrenner
50	Leitungstrenner
51	Leitungstrenner
52	Stützer
53	Stützer
54	Stützer
55	V-Hängekette
56	V-Hängekette
57	V-Hängekette
58	Leitungsportal
59	V-Kette
60	V-Kette
61	V-Kette
62	Freileitungskette
63	Freileitungskette
64	Freileitungskette


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64

Feld 02 – Leitung 2

Nr.	Komponente
01	Freileitungskette
02	Freileitungskette
03	Freileitungskette
04	Leitungsportal
05	V-Kette
06	V-Kette
07	V-Kette
08	V-Hängekette
09	V-Hängekette
10	V-Hängekette
11	Stützer
12	Stützer
13	Stützer
14	Leitungstrenner
15	Leitungstrenner
16	Leitungstrenner
17	Stützer
18	Stützer
19	Stützer
20	Stützer
21	Stützer
22	Stützer
23	Leitungstrenner
24	Leitungstrenner
25	Leitungstrenner
26	Stützer
27	Stützer
28	Pantographentrenner
29	Stützer
30	Pantographentrenner
31	Stützer
32	Pantographentrenner
33	Stützer
34	Stützer
35	Portal Überspannung
36	V-Kette
37	V-Kette
38	V-Kette
39	Leistungsschalter
40	Leistungsschalter
41	Leistungsschalter
42	Stromwandler
43	Stromwandler
44	Stromwandler
45	Portal Überspannung
46	V-Kette
47	V-Kette
48	V-Kette

49	Leitungstrenner
50	Leitungstrenner
51	Leitungstrenner
52	Stützer
53	Stützer
54	Stützer
55	V-Hängekette
56	V-Hängekette
57	V-Hängekette
58	Leitungsportal
59	V-Kette
60	V-Kette
61	V-Kette

Feld 03 – Leitung 3

Nr.	Komponente
01	Freileitungskette
02	Freileitungskette
03	Freileitungskette
04	Leitungsportal
05	V-Kette
06	V-Kette
07	V-Kette
08	V-Hängekette
09	V-Hängekette
10	V-Hängekette
11	Stützer
12	Stützer
13	Stützer
14	Leitungstrenner
15	Leitungstrenner
16	Leitungstrenner
17	Stützer
18	Stützer
19	Stützer
20	Stützer
21	Stützer
22	Stützer
23	Leitungstrenner
24	Leitungstrenner
25	Leitungstrenner
26	Stützer
27	Stützer
28	Pantographentrenner
29	Stützer
30	Pantographentrenner
31	Stützer
32	Pantographentrenner
33	Stützer
34	Stützer
35	Portal Überspannung
36	V-Kette
37	V-Kette
38	V-Kette
39	Leistungsschalter
40	Leistungsschalter
41	Leistungsschalter
42	Stromwandler
43	Stromwandler
44	Stromwandler
45	Spannungswandler
46	Spannungswandler
47	Spannungswandler
48	Portal Überspannung

49	V-Kette
50	V-Kette
51	V-Kette
52	Leitungstrenner
53	Leitungstrenner
54	Leitungstrenner
55	Stützer
56	Stützer
57	Stützer
58	V-Hängekette
59	V-Hängekette
60	V-Hängekette
61	Leitungsportal
62	V-Kette
63	V-Kette
64	V-Kette

Feld 04 – Leitung 4

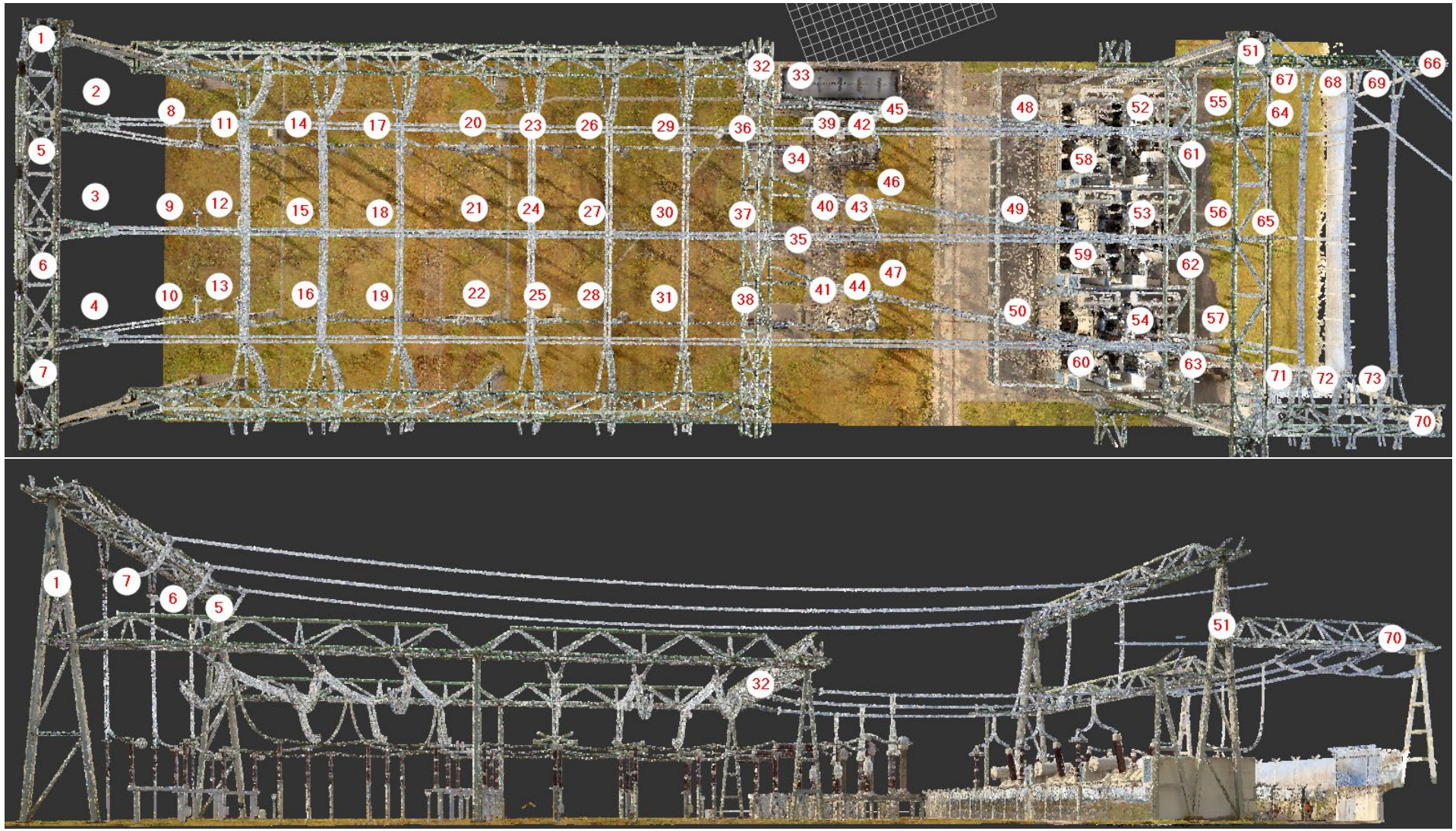
Nr.	Komponente
01	Leitungsportal
02	V-Kette
03	V-Kette
04	V-Kette
05	V-Hängekette
06	V-Hängekette
07	V-Hängekette
08	Stützer
09	Stützer
10	Stützer
11	Leitungstrenner
12	Leitungstrenner
13	Leitungstrenner
14	Stützer
15	Stützer
16	Stützer
17	Stützer
18	Stützer
19	Stützer
20	Leitungstrenner
21	Leitungstrenner
22	Leitungstrenner
23	Stützer
24	Stützer
25	Pantographentrenner
26	Stützer
27	Pantographentrenner
28	Stützer
29	Pantographentrenner
30	Stützer
31	Stützer
32	Portal Überspannung
33	V-Kette
34	V-Kette
35	V-Kette
36	Leistungsschalter
37	Leistungsschalter
38	Leistungsschalter
39	Stromwandler
40	Stromwandler
41	Stromwandler
42	Spannungswandler
43	Spannungswandler
44	Spannungswandler
45	Portal Überspannung
46	V-Kette
47	V-Kette
48	V-Kette

49	Leitungstrenner
50	Leitungstrenner
51	Leitungstrenner
52	Stützer
53	Stützer
54	Stützer
55	V-Hängekette
56	V-Hängekette
57	V-Hängekette
58	Leitungsportal
59	V-Kette
60	V-Kette
61	V-Kette
62	Freileitungskette
63	Freileitungskette
64	Freileitungskette

Feld 05 – Transformator 1

Nr.	Komponente
01	Leitungsportal
02	V-Kette
03	V-Kette
04	V-Kette
05	V-Hängekette
06	V-Hängekette
07	V-Hängekette
08	Stützer
09	Stützer
10	Stützer
11	Leitungstrenner
12	Leitungstrenner
13	Leitungstrenner
14	Stützer
15	Stützer
16	Stützer
17	Stützer
18	Stützer
19	Stützer
20	Leitungstrenner
21	Leitungstrenner
22	Leitungstrenner
23	Stützer
24	Stützer
25	Pantographentrenner
26	Stützer
27	Pantographentrenner
28	Stützer
29	Pantographentrenner
30	Stützer
31	Stützer
32	Portal Überspannung
33	V-Kette
34	V-Kette
35	V-Kette
36	Leistungsschalter
37	Leistungsschalter
38	Leistungsschalter
39	Stromwandler
40	Stromwandler
41	Stromwandler
42	Spannungswandler
43	Spannungswandler
44	Spannungswandler
45	Pantographentrenner
46	Pantographentrenner
47	Pantographentrenner
48	Überspannungsableiter

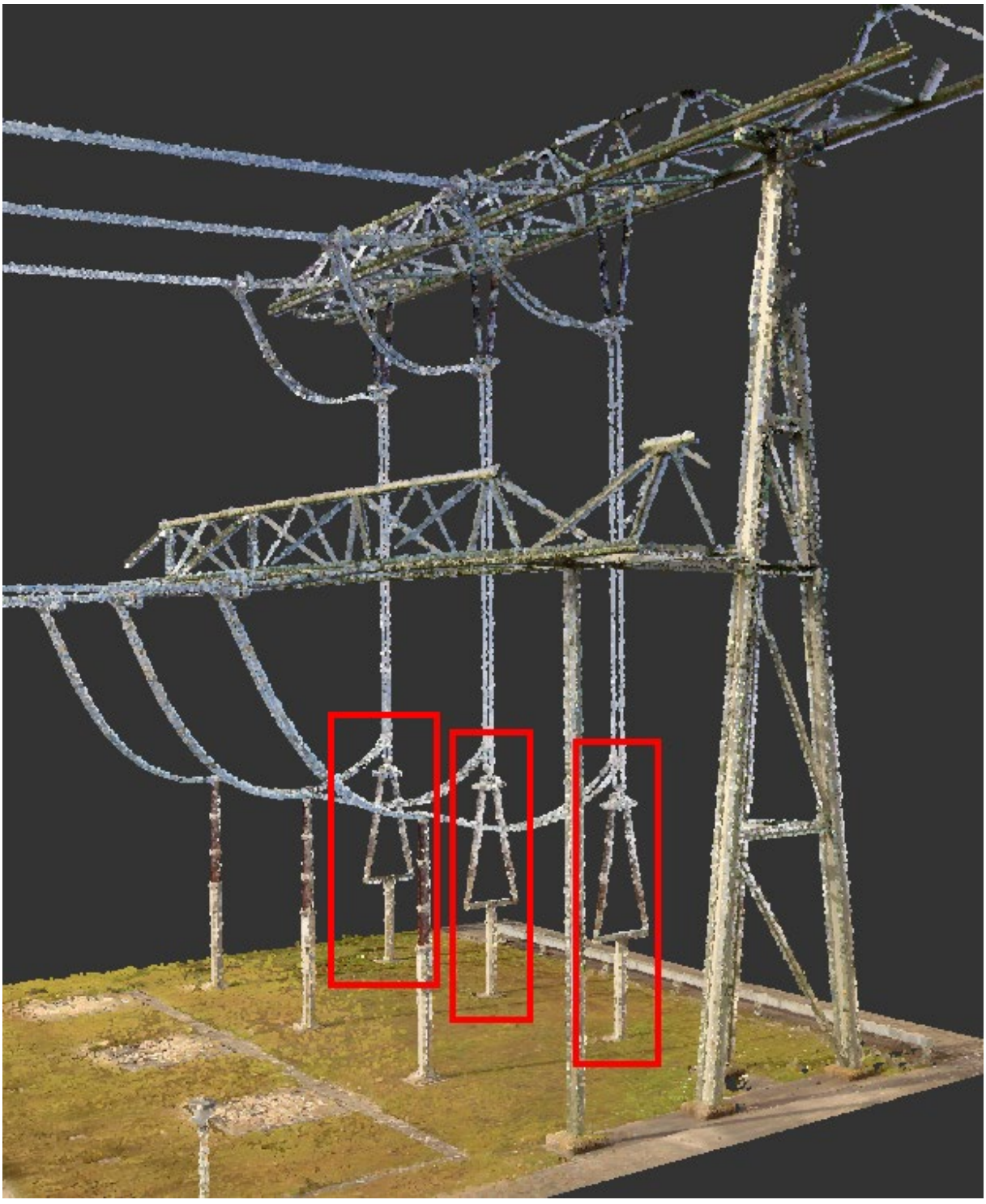
49	Überspannungsableiter
50	Überspannungsableiter
51	Portal Leitung und Überspannung
52	V-Kette
53	V-Kette
54	V-Kette
55	V-Kette
56	V-Kette
57	V-Kette
58	Transformator
59	Transformator
60	Transformator
61	Überspannungsableiter mit Stützer
62	Überspannungsableiter mit Stützer
63	Überspannungsableiter mit Stützer
64	Stützer
65	Stützer
66	Portal Überspannung
67	V-Kette
68	V-Kette
69	V-Kette
70	Portal Überspannung
71	V-Kette
72	V-Kette
73	V-Kette

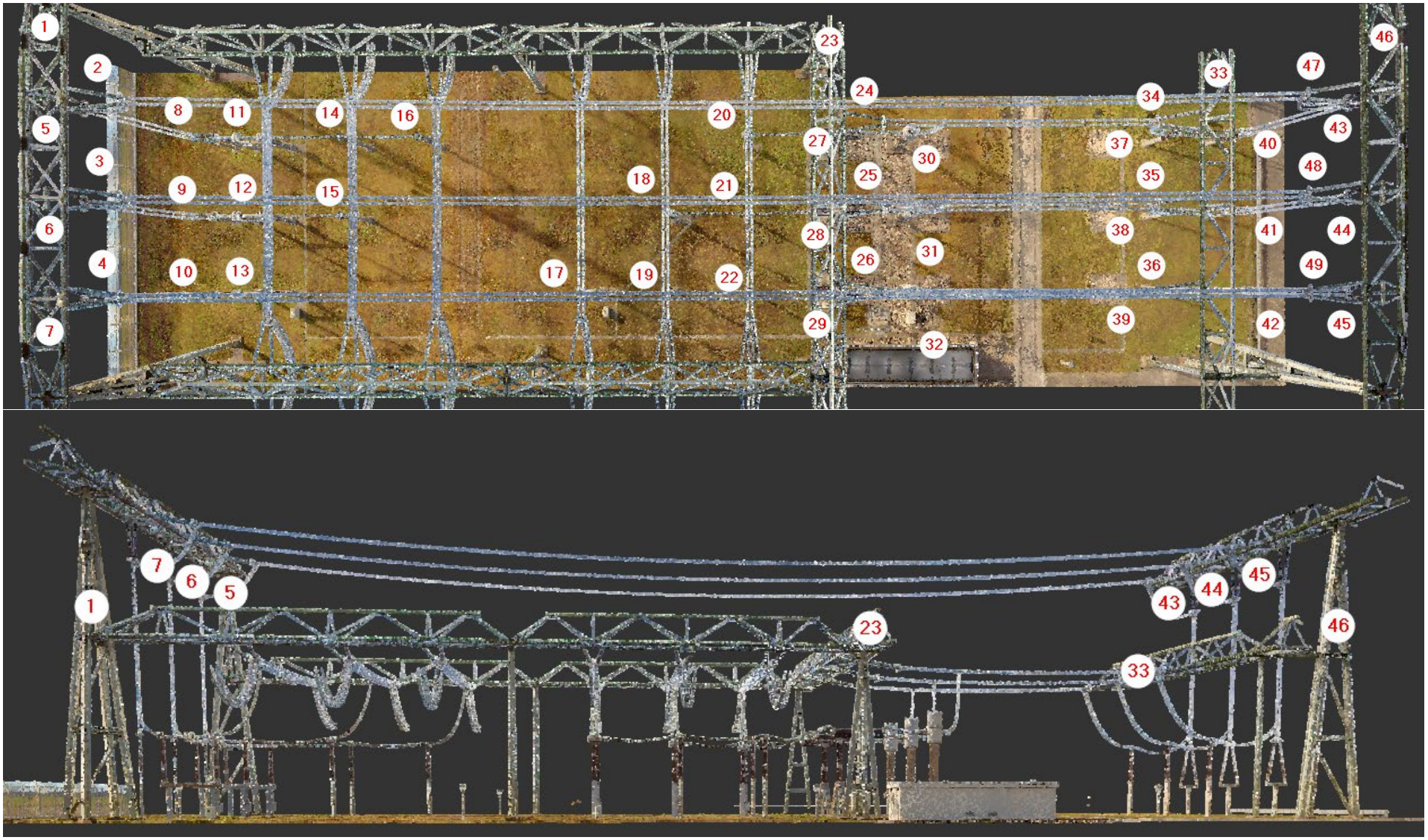

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
1
7
6
5
32
51
70

Feld 06 – Kupplung 1

Nr.	Komponente
01	Leitungsportal
02	V-Kette
03	V-Kette
04	V-Kette
05	V-Hängekette
06	V-Hängekette
07	V-Hängekette
08	Stützer
09	Stützer
10	Stützer
11	Leitungstrenner
12	Leitungstrenner
13	Leitungstrenner
14	Stützer
15	Stützer
16	Stützer
17	Pantographentrenner
18	Pantographentrenner
19	Stützer
20	Pantographentrenner
21	Stützer
22	Stützer
23	Portal Überspannung
24	V-Kette
25	V-Kette
26	V-Kette
27	Leistungsschalter
28	Leistungsschalter
29	Leistungsschalter
30	Kombiwandler
31	Kombiwandler
32	Kombiwandler
33	Portal Überspannung
34	V-Kette
35	V-Kette
36	V-Kette
37	Stützer
38	Stützer
39	Stützer
40	V-Kette
41	V-Kette
42	V-Kette
43	V-Hängekette
44	V-Hängekette
45	V-Hängekette
46	Leitungsportal
47	V-Kette
48	V-Kette

49	V-Kette




1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49

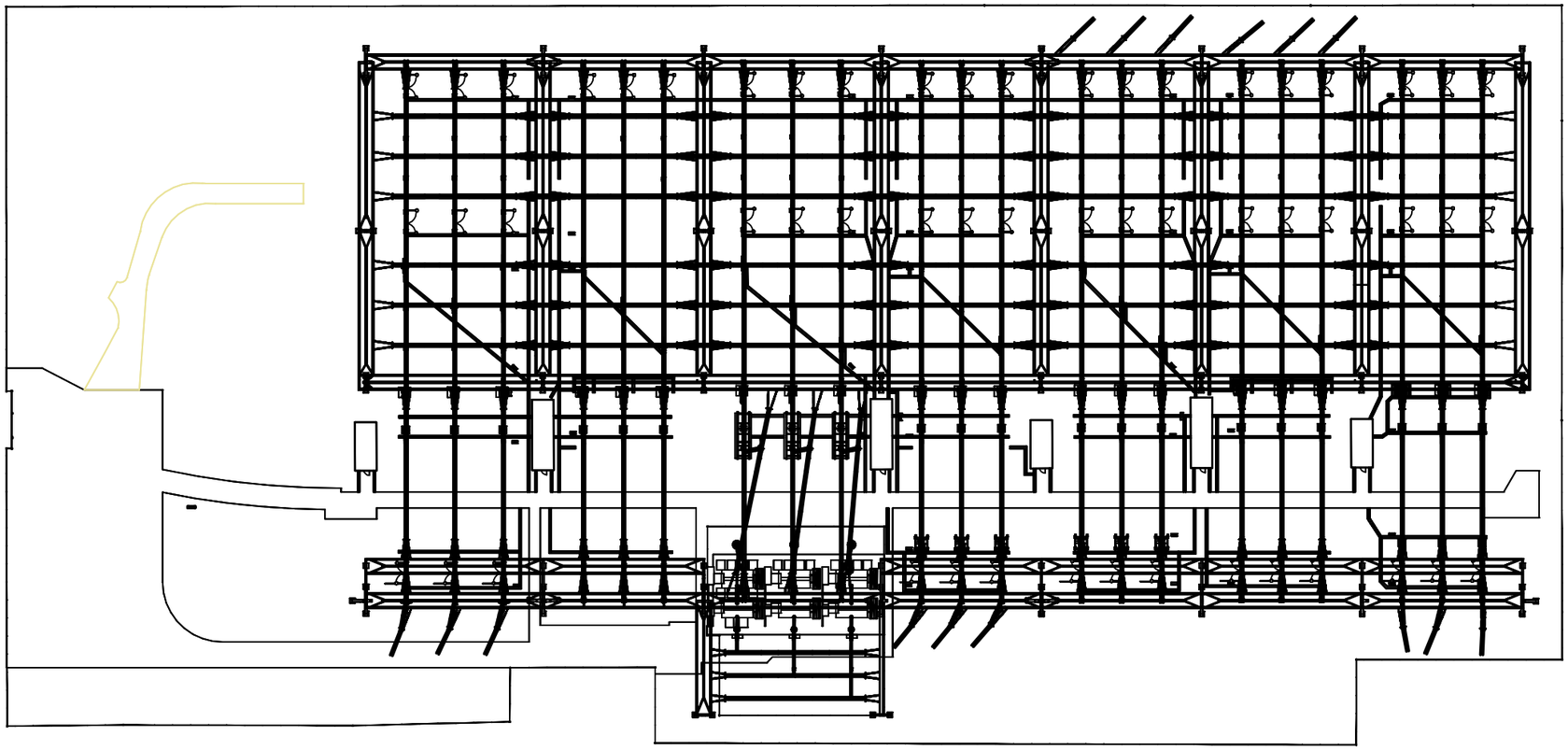
Feld 07 – Leitung 5

Nr.	Komponente
01	Leitungsportal
02	V-Kette
03	V-Kette
04	V-Kette
05	V-Hängekette
06	V-Hängekette
07	V-Hängekette
08	Stützer
09	Stützer
10	Stützer
11	Leitungstrenner
12	Leitungstrenner
13	Leitungstrenner
14	Stützer
15	Stützer
16	Stützer
17	Stützer
18	Stützer
19	Stützer
20	Leitungstrenner
21	Leitungstrenner
22	Leitungstrenner
23	Stützer
24	Stützer
25	Pantographentrenner
26	Stützer
27	Pantographentrenner
28	Stützer
29	Pantographentrenner
30	Stützer
31	Stützer
32	Portal Überspannung
33	V-Kette
34	V-Kette
35	V-Kette
36	Leistungsschalter
37	Leistungsschalter
38	Leistungsschalter
39	Stromwandler
40	Stromwandler
41	Stromwandler
42	Portal Überspannung
43	V-Kette
44	V-Kette
45	V-Kette
46	Leitungstrenner
47	Leitungstrenner
48	Leitungstrenner

49	V-Kette
50	Stützer
51	V-Kette
52	V-Hängekette
53	V-Hängekette
54	V-Hängekette
55	Leitungsportal
56	V-Kette
57	V-Kette
58	V-Kette
59	Freileitungskette
60	Freileitungskette
61	Freileitungskette

ANH-010

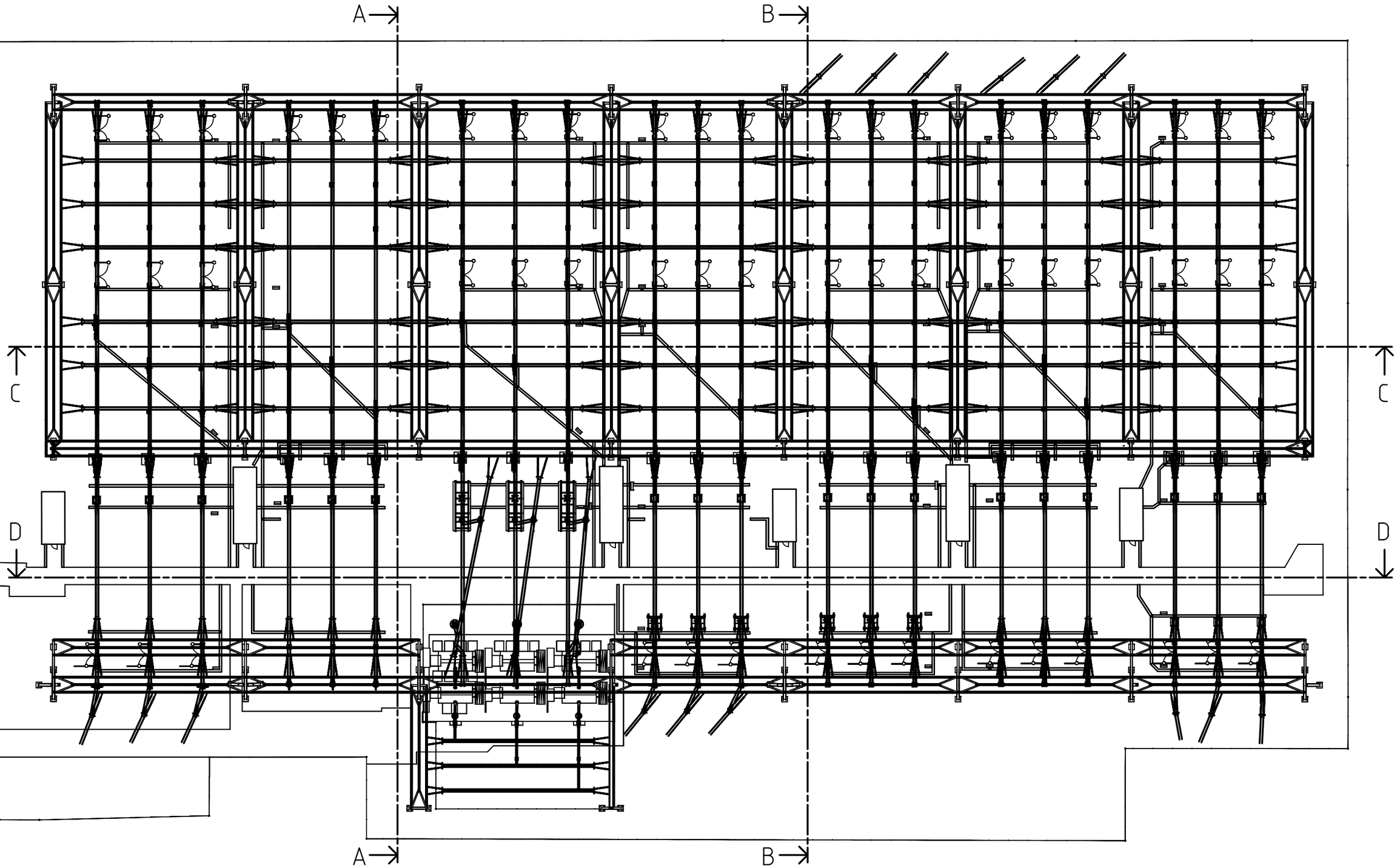
Planableitung aus Primtech 3d des 3D-Modells



© Bouygues E&S EnerTrans AG 2018
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Bouygues E&S EnerTrans AG
Oltnerstrasse 61
CH-5013 Niedergösgen

Erstellt durch: 06.10.2023 / siedo	Freigegeben durch: /		Massstab: 1:1000
UW Bravo 380 kV Freiluftschaltanlage Übersicht Situationsplan			Format: A3
			Blatt: 1 von 1
Status: wie gebaut		Zeichnungsnummer: BENT-0009991	Index: A.01

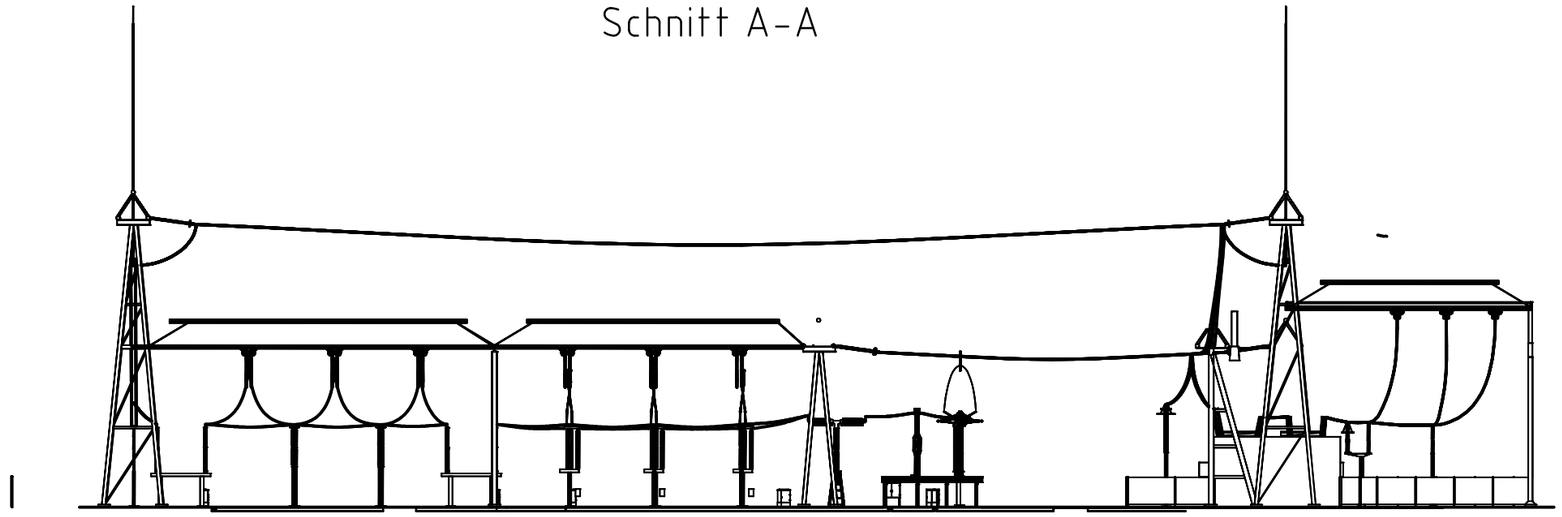


© Bouygues E&S EnerTrans AG 2018
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

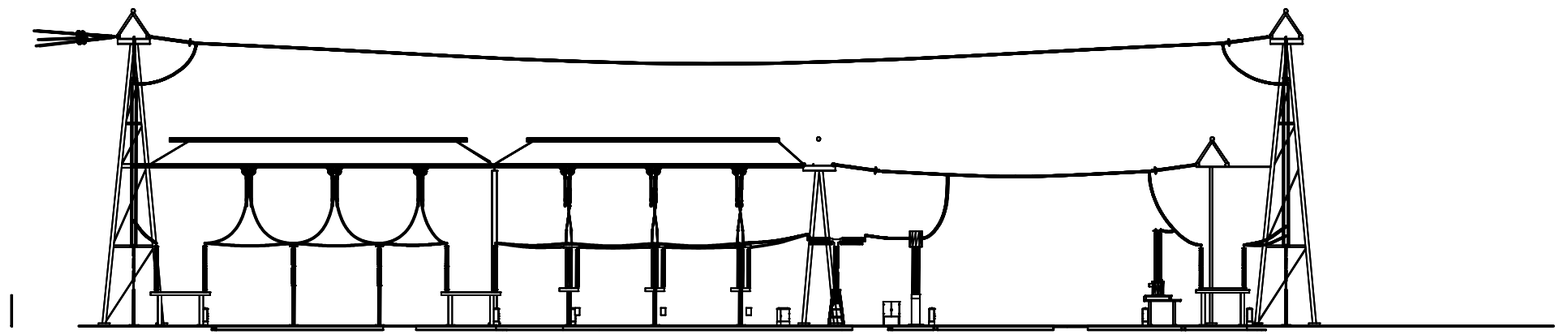
Bouygues E&S EnerTrans AG
Oltnerstrasse 61
CH-5013 Niedergösgen

Erstellt durch: 06.10.2023 / siedo	Freigegeben durch: /		Massstab: 1:500
UW Bravo 380 kV Freiluftschaltanlage Übersicht Grundrissplan			Format: A3
			Blatt: 1 von 1
Status: wie gebaut		Zeichnungsnummer: BENT-0009992	Index: A.01

Schnitt A-A



Schnitt B-B

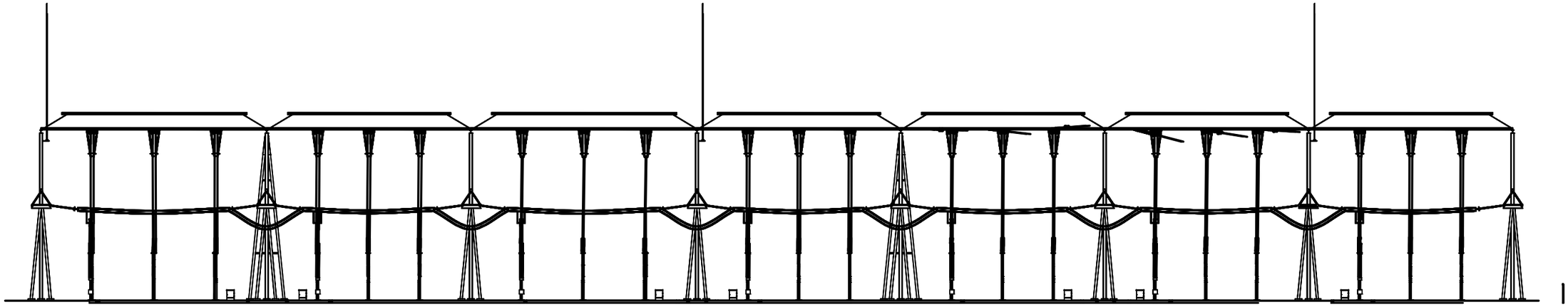


© Bouygues E&S EnerTrans AG 2018
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

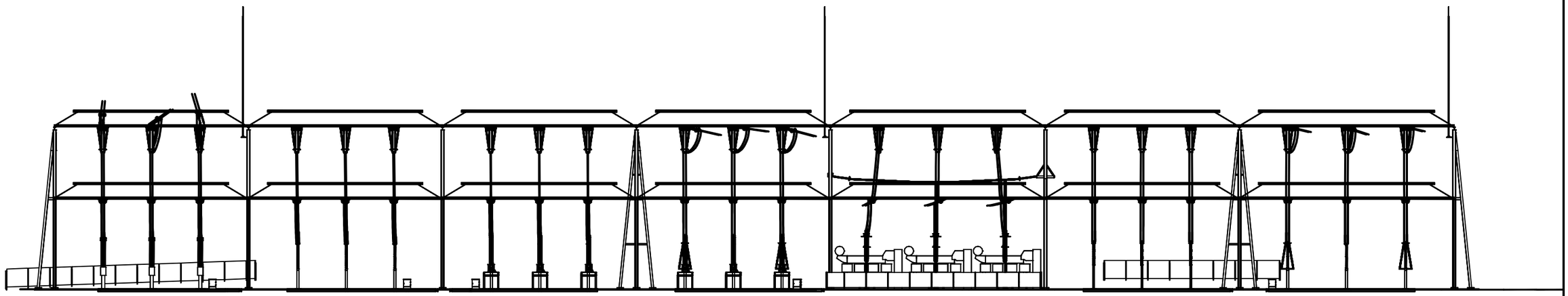
Bouygues E&S EnerTrans AG
Oltnerstrasse 61
CH-5013 Niedergösgen

Erstellt durch: 06.10.2023 / siedo	Freigegeben durch: /		Massstab: 1:500
UW Bravo 380 kV Freiluftschaltanlage Übersicht Querschnitt A-A / B-B			Format: A3
			Blatt: 1 von 1
Status: wie gebaut		Zeichnungsnummer: BENT-0009993	Index: A.01

Schnitt C-C



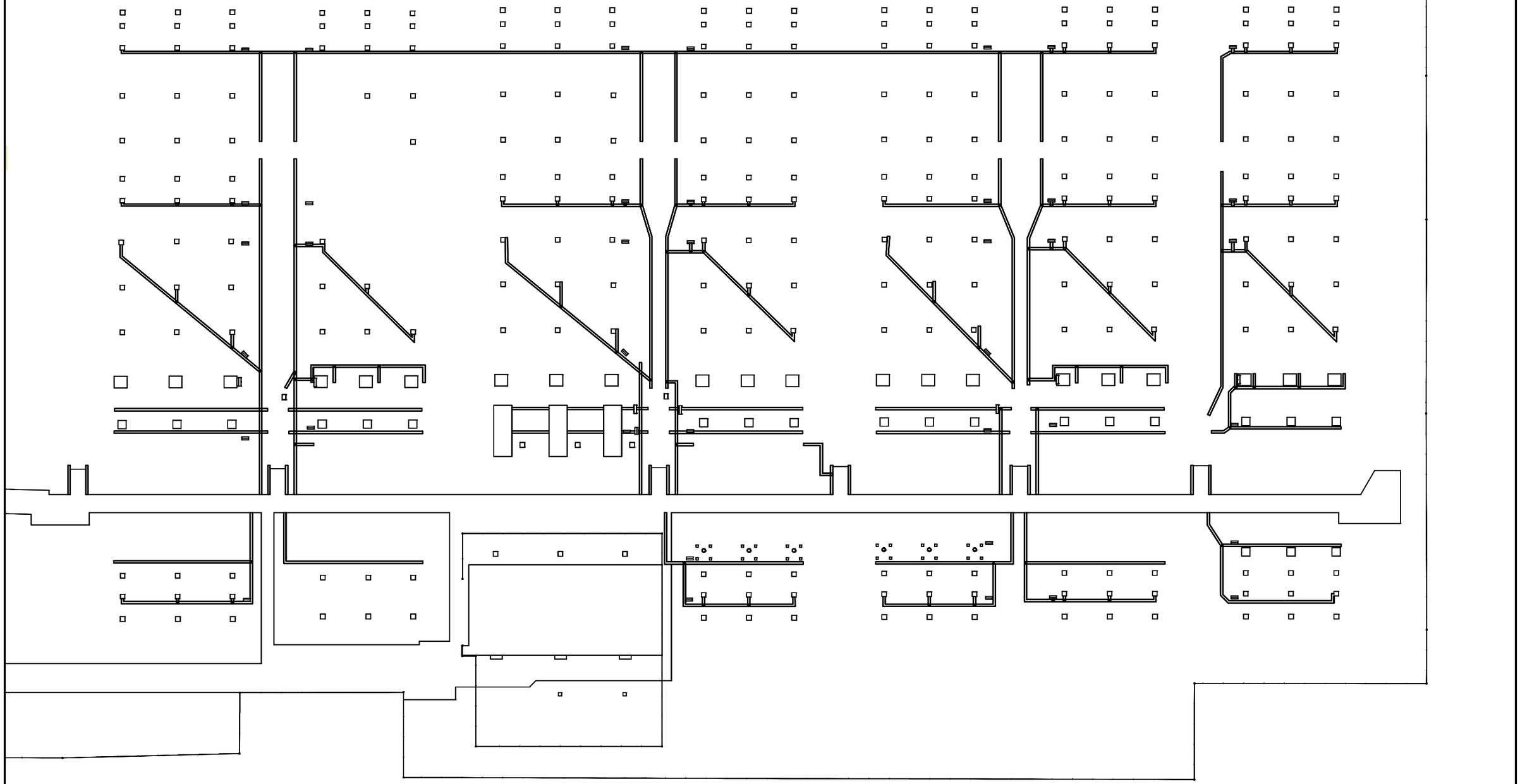
Schnitt D-D



© Bouygues E&S EnerTrans AG 2018
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Bouygues E&S EnerTrans AG
Oltnerstrasse 61
CH-5013 Niedergösgen

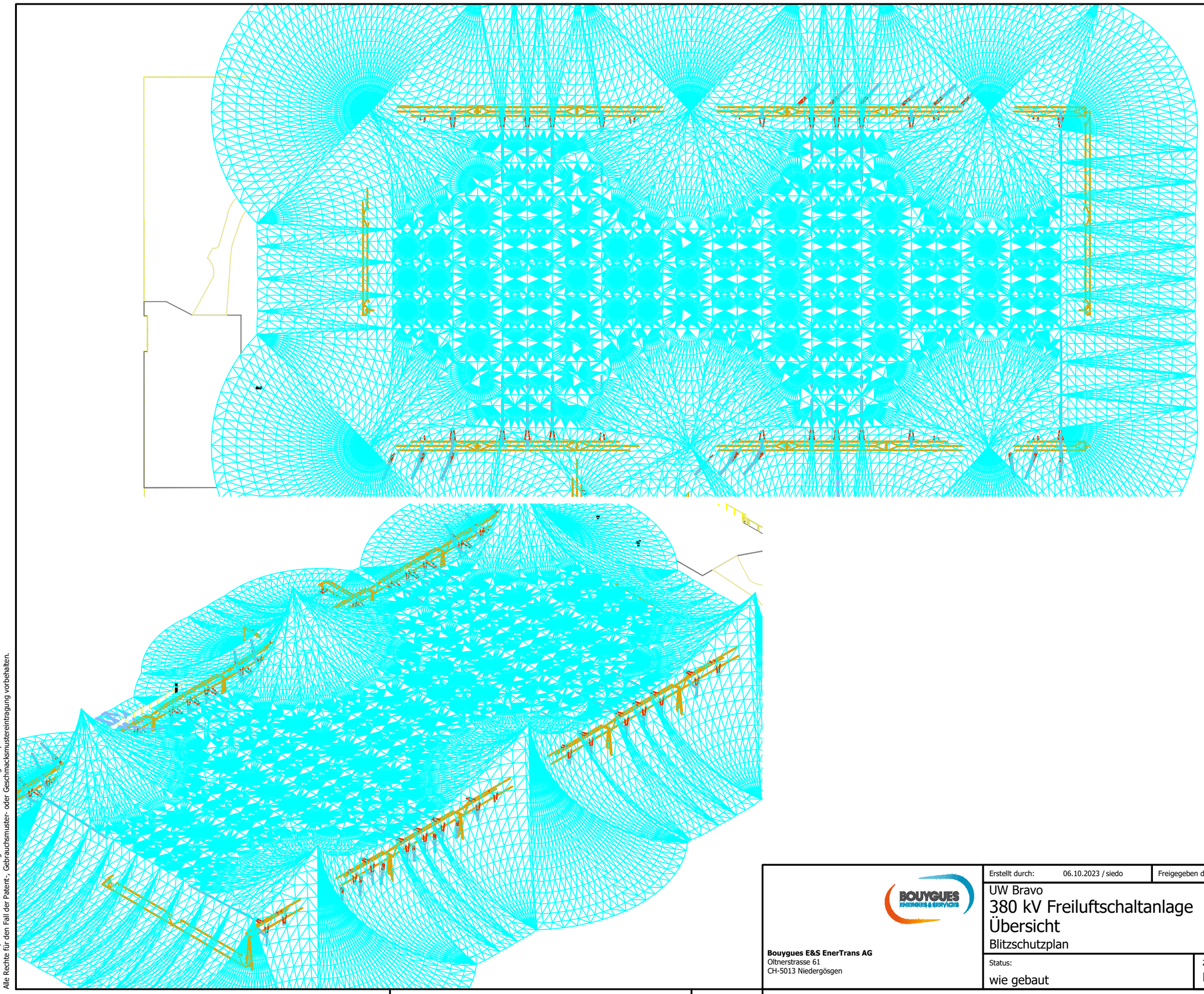
Erstellt durch: 06.10.2023 / siedo	Freigegeben durch: /		Massstab: 1:500
UW Bravo 380 kV Freiluftschaltanlage Übersicht Längsschnitt C-C / D-D			Format: A3
			Blatt: 1 von 1
Status: wie gebaut		Zeichnungsnummer: BENT-0009994	Index: A.01



© Bouygues E&S EnerTrans AG 2018
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz.
Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Bouygues E&S EnerTrans AG
Oltnerstrasse 61
CH-5013 Niedergösgen

Erstellt durch: 06.10.2023 / siedo	Freigegeben durch: /		Massstab: 1:500
UW Bravo 380 kV Freiluftschaltanlage Übersicht Kabelkanalplan			Format: A3
			Blatt: 1 von 1
Status: wie gebaut	Zeichnungsnummer: BENT-0009995		Index: A.01



© Bouygues E&S EnerTrans AG 2018
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz.
Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Bouygues E&S EnerTrans AG
Oltnerstrasse 61
CH-5013 Niedergösgen

Erstellt durch: 06.10.2023 / siedo	Freigegeben durch: /		Massstab: 1:1000
UW Bravo 380 kV Freiluftschaltanlage Übersicht Blitzschutzplan			Format: A3
			Blatt: 1 von 1
Status: wie gebaut		Zeichnungsnummer: BENT-0009996	Index: A.01

© Bouygues E&S EnerTrans AG 2018
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz.
Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Bouygues E&S EnerTrans AG
Oltnerstrasse 61
CH-5013 Niedergösgen

Erstellt durch: 06.10.2023 / siedo	Freigegeben durch: /		Massstab: %
UW Bravo 380 kV Freiluftschaltanlage Übersicht 3D-Ansicht			Format: A3
			Blatt: 1 von 1
Status: wie gebaut		Zeichnungsnummer: BENT-0009997	Index: A.01

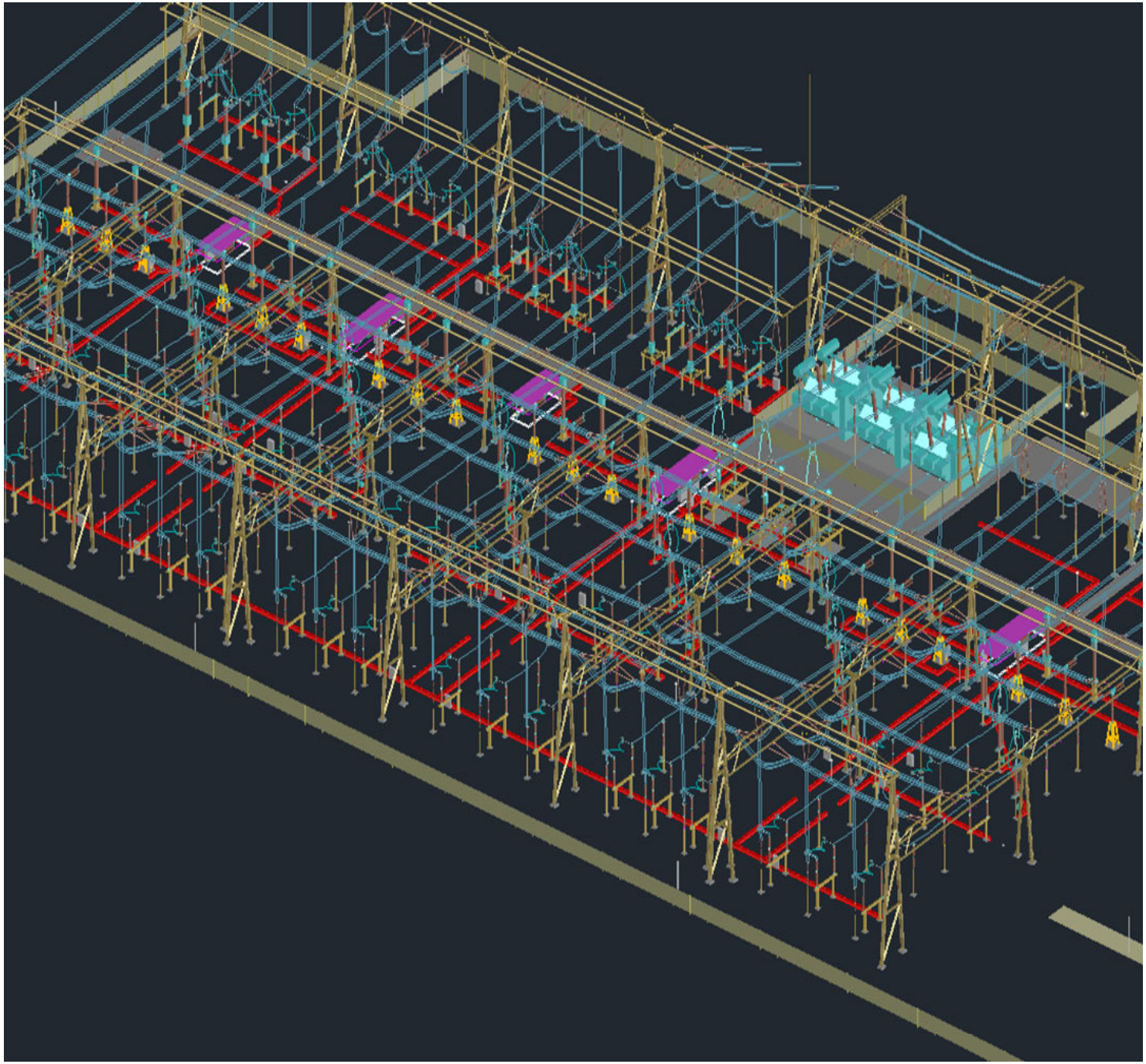
ANH-011

Distanzmessungen in der Freiluftschaltanlage Bravo.

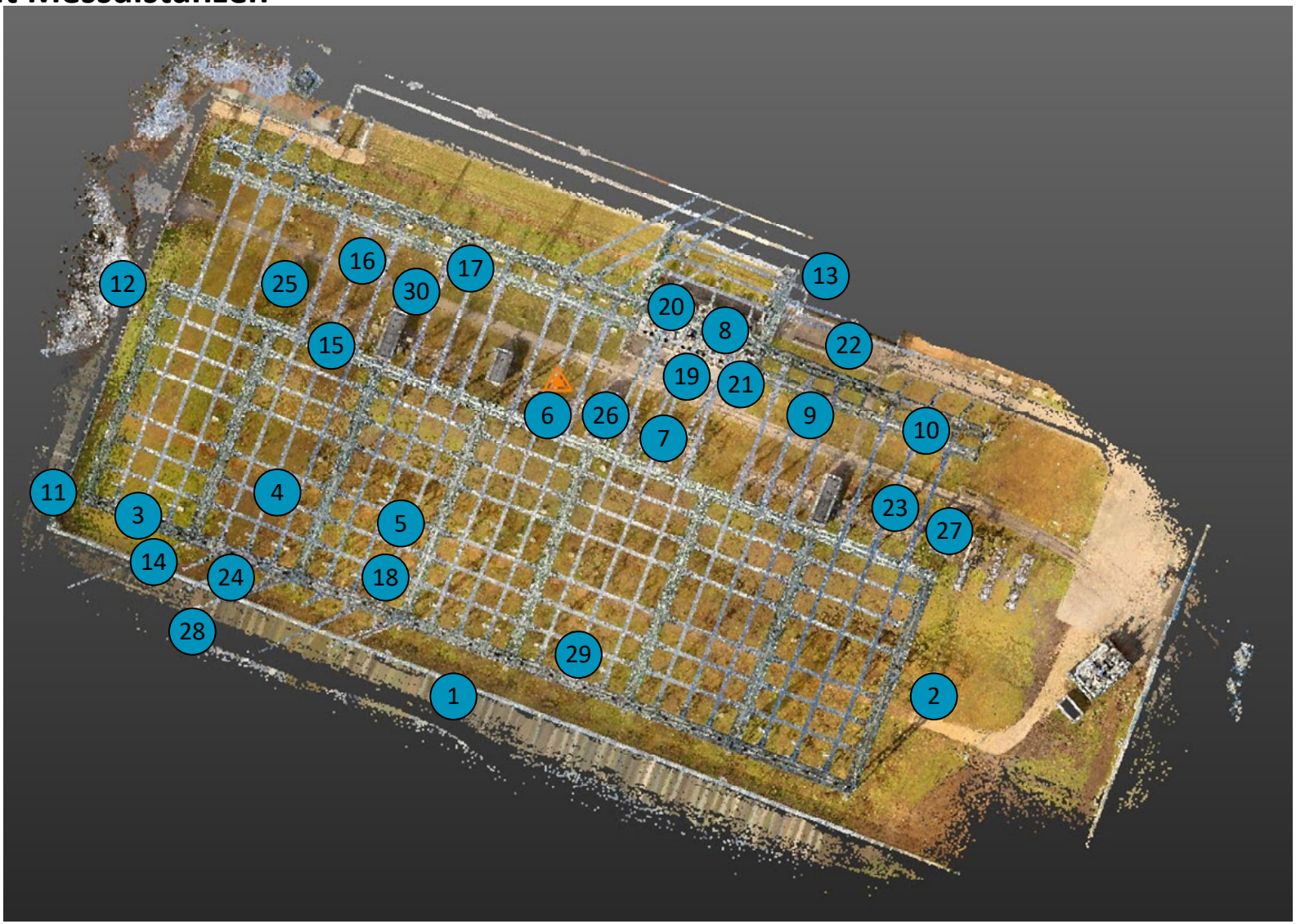
Anhand der Punktwolke und dem 3D-Modell in Primtech 3D

Distanzmessungen in der Freiluftschaltanlage Bravo

Anhand der Punktwolke und dem 3D-Modell in Primtech 3d

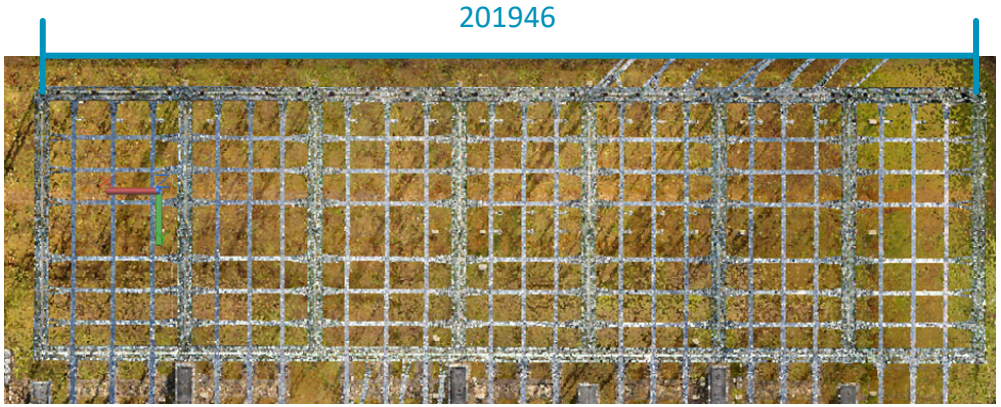


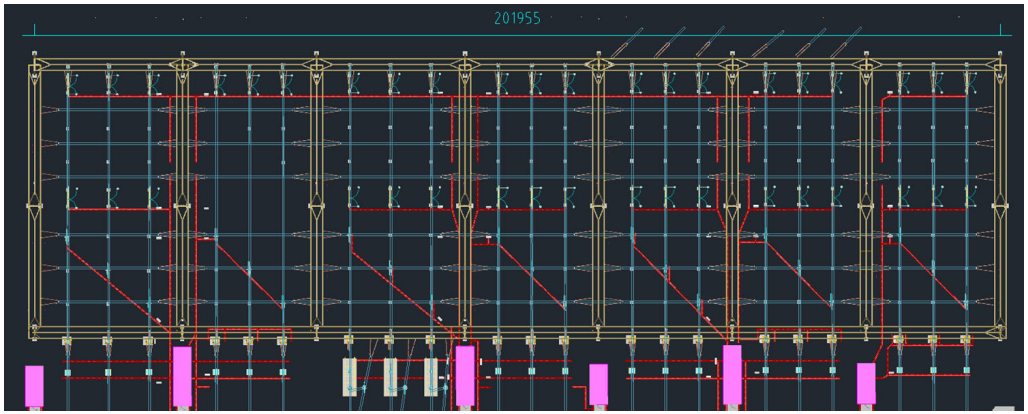
Übersicht Messdistanzen



Messdistanz 01

Gesamtlänge Anlage



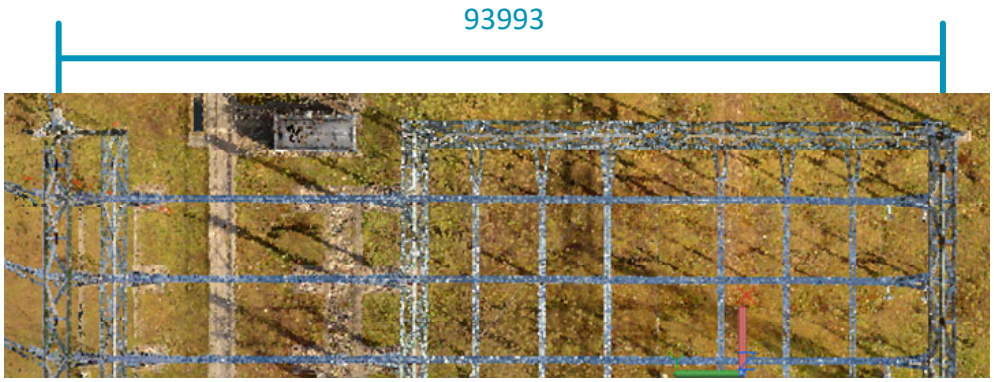


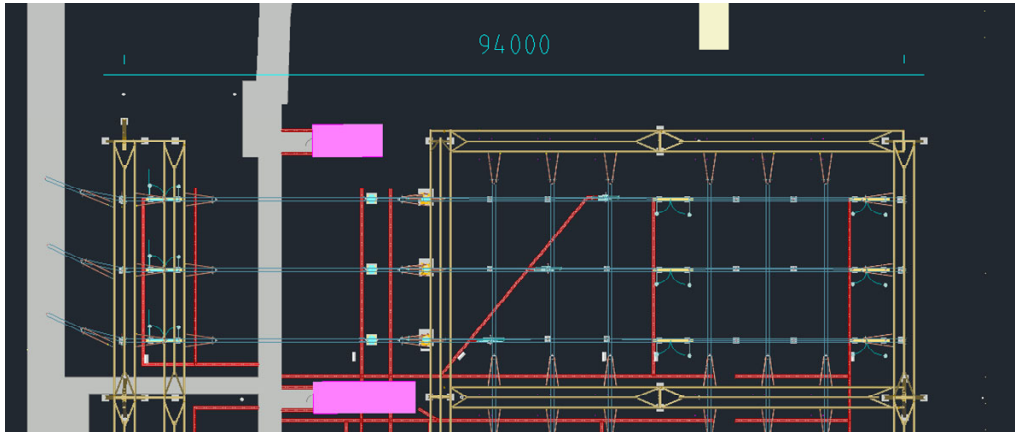
Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 201946mm
gemessen 3D-Modell: 201955mm
Abweichung: +9mm

Messdistanz 02

Gesamtbreite Anlage



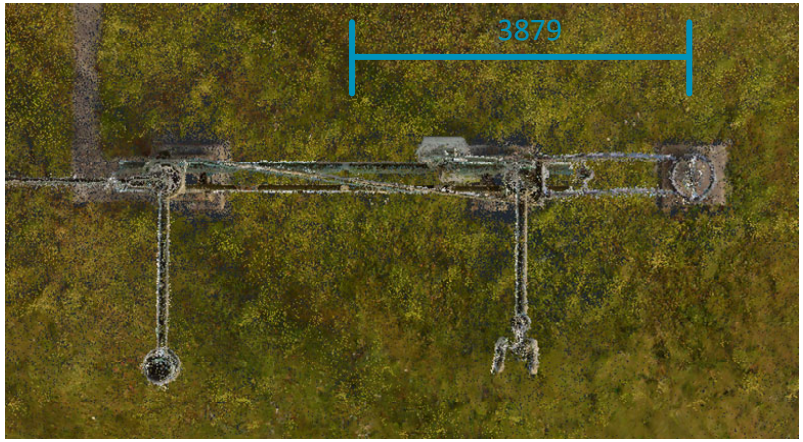


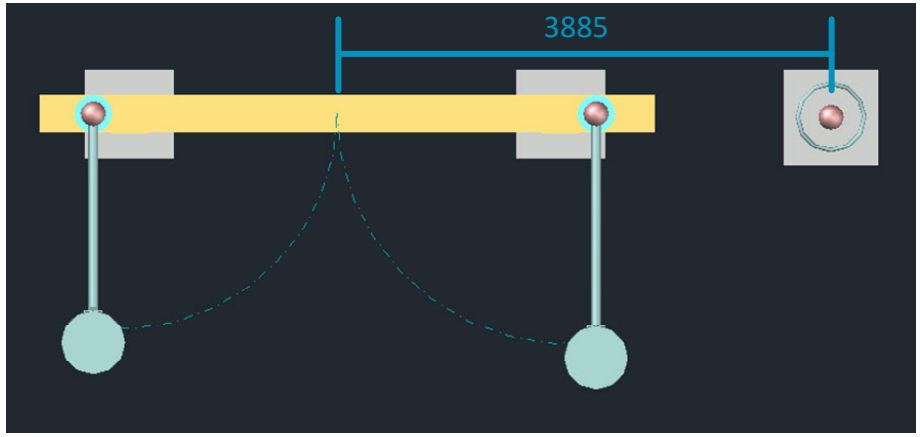
Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 93993mm
gemessen 3D-Modell: 94000mm
Abweichung: +7mm

Messdistanz 03

Feld 01
Abspannung → Leitungstrenner



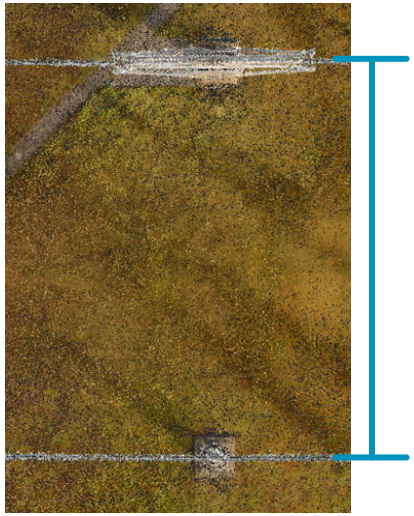


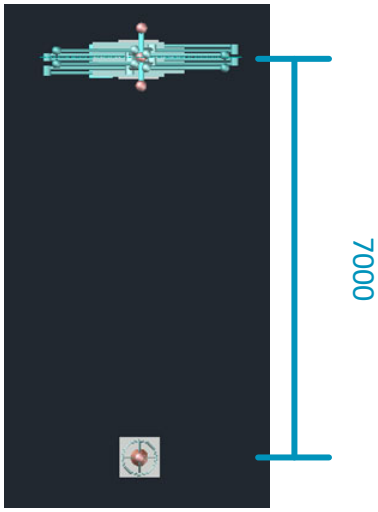
Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 3879mm
gemessen 3D-Modell: 3885mm
Abweichung: +6mm

Messdistanz 04

Feld 02
Phasenabstand



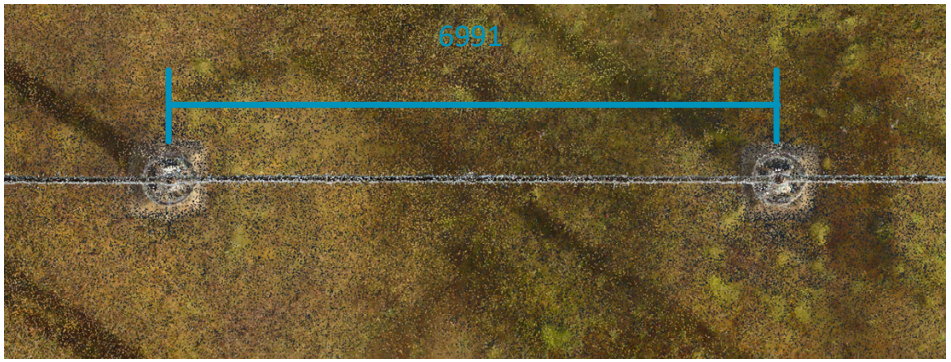


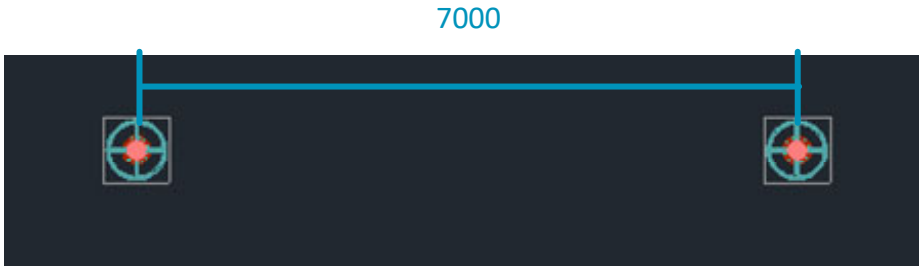
Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 7013mm
gemessen 3D-Modell: 7000mm
Abweichung: -13mm

Messdistanz 05

Feld 03
Stützer → Stützer



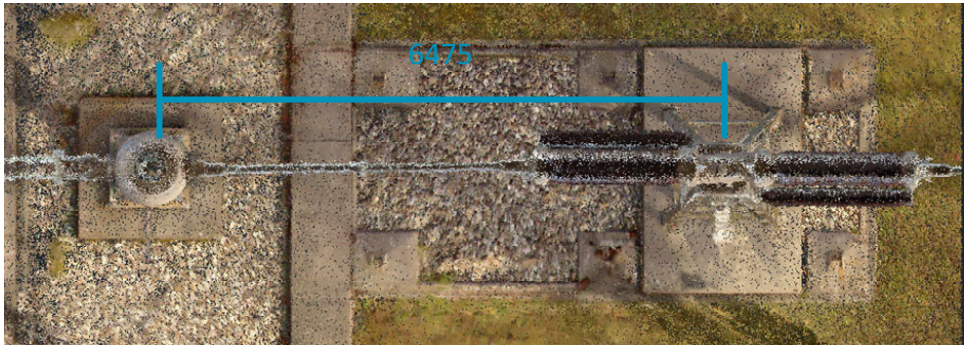


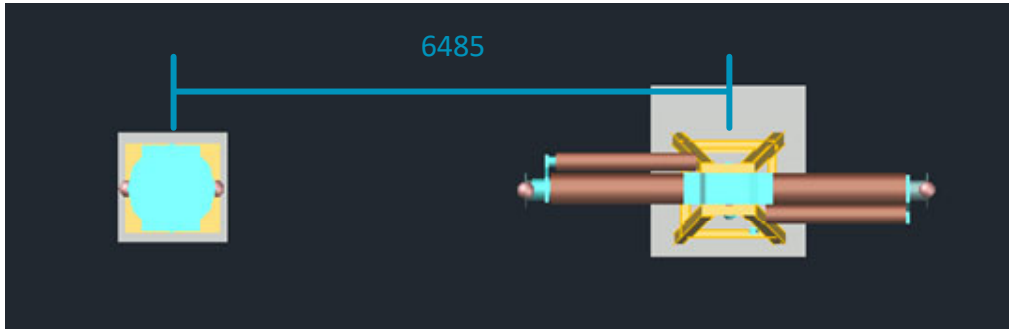
Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 6991mm
gemessen 3D-Modell: 7000mm
Abweichung: +9mm

Messdistanz 06

Feld 04
Leistungsschalter → Stromwandler



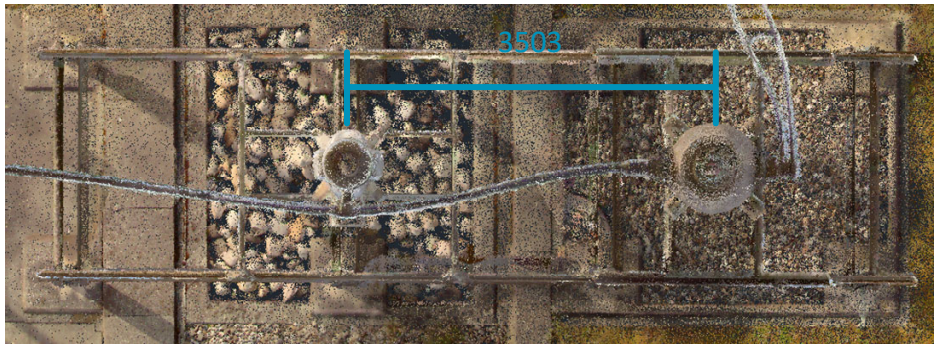


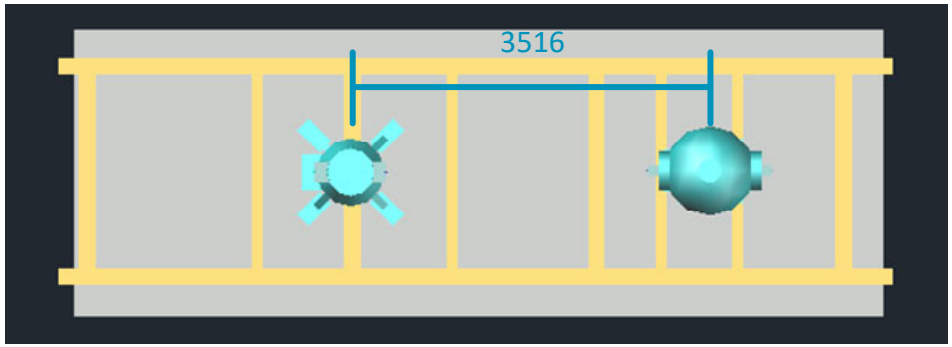
Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 6475mm
gemessen 3D-Modell: 6485mm
Abweichung: +10mm

Messdistanz 07

Feld 05
Spannungswandler → Stromwandler



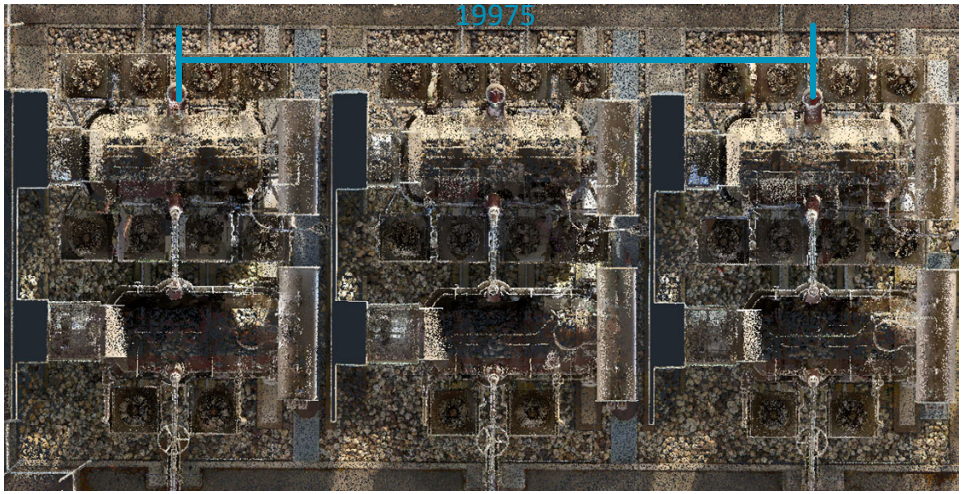


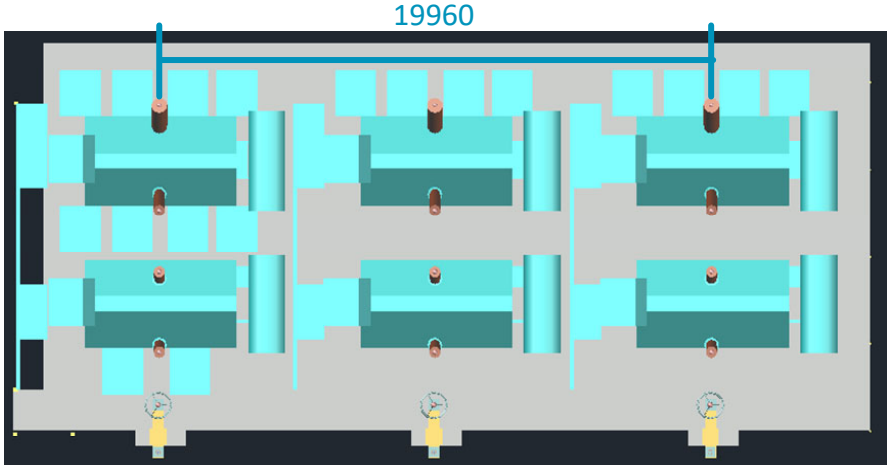
Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 3503mm
gemessen 3D-Modell: 3516mm
Abweichung: +13mm

Messdistanz 08

Feld 05
Transformator



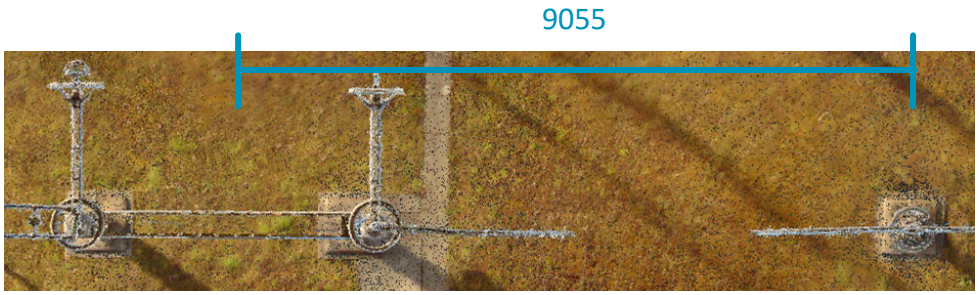


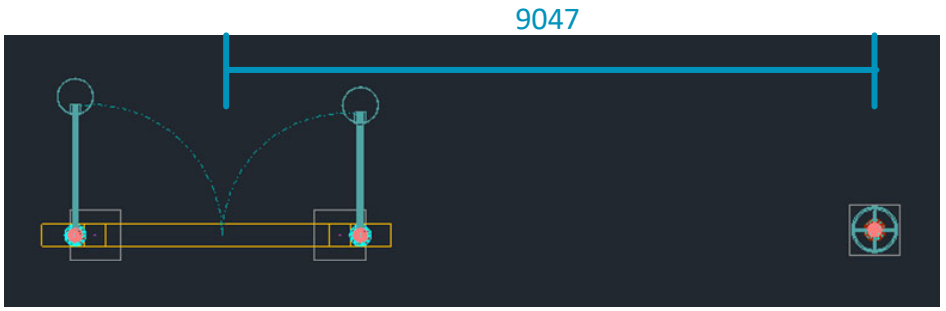
Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 19976mm
gemessen 3D-Modell: 19960mm
Abweichung: -16mm

Messdistanz 09

Feld 06
Stützer - Leitungstrenner



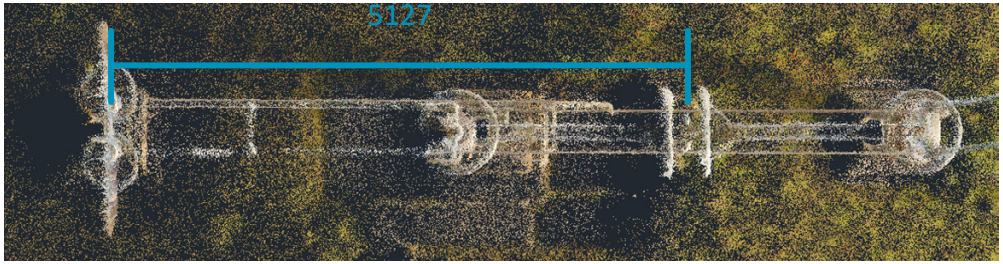


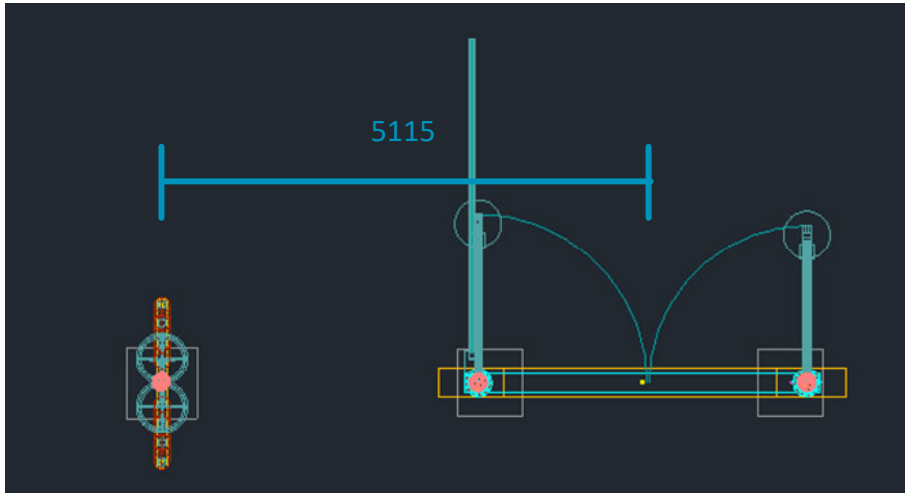
Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 9055mm
gemessen 3D-Modell: 9047mm
Abweichung: -8mm

Messdistanz 10

Feld 07
Abspannung - Leitungstrenner



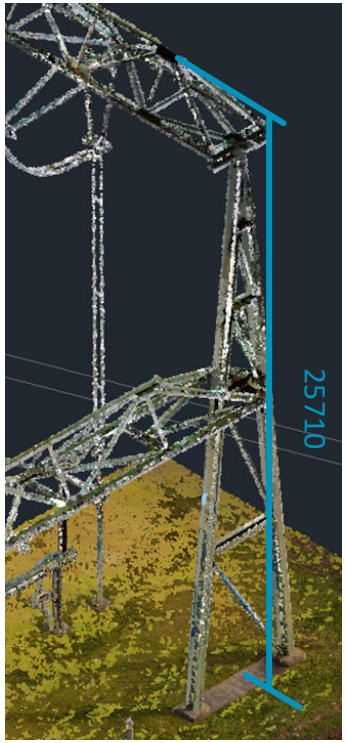


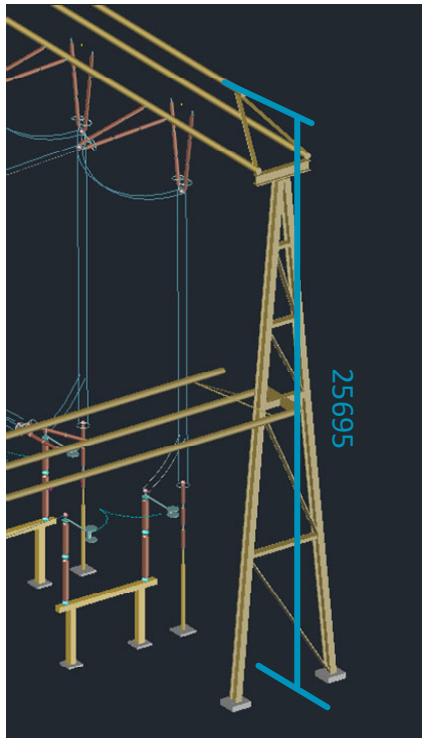
Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 5127mm
gemessen 3D-Modell: 5115mm
Abweichung: -12mm

Messdistanz 11

Feld 01
Leitungsportal



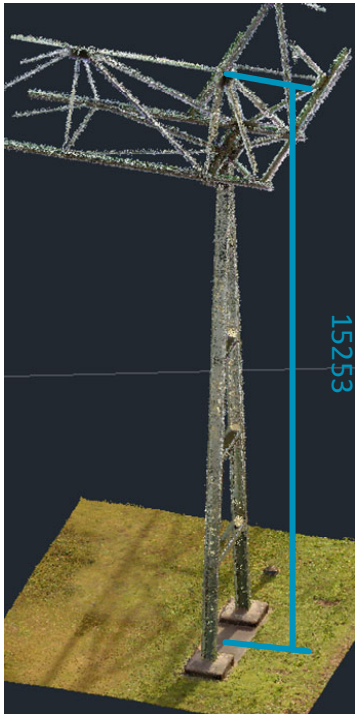


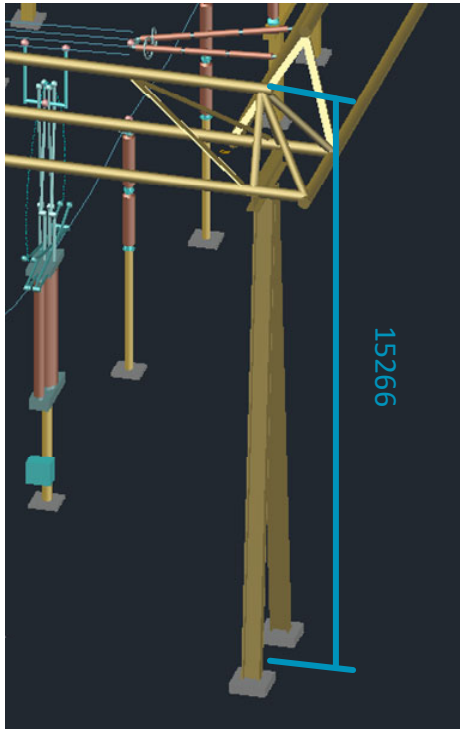
Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 25710mm
gemessen 3D-Modell: 25695
Abweichung: -15mm

Messdistanz 12

Sammelschienenportal



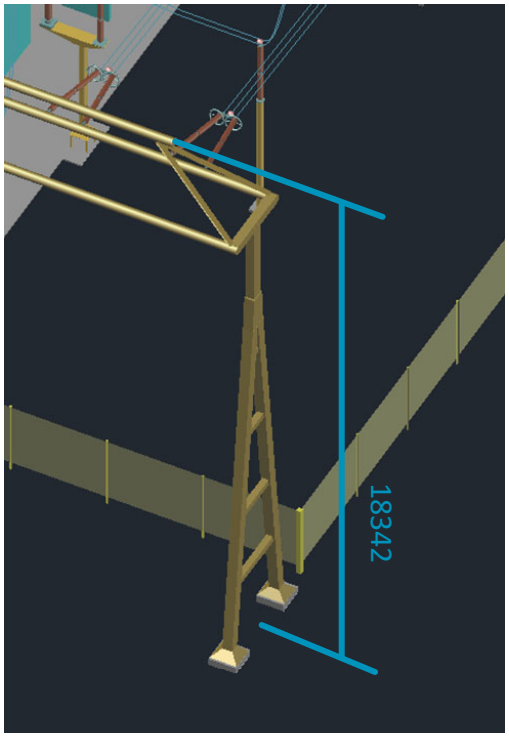


Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 15253mm
gemessen 3D-Modell: 15266mm
Abweichung: +13mm

Messdistanz 13

Feld 05
Transformatorportal

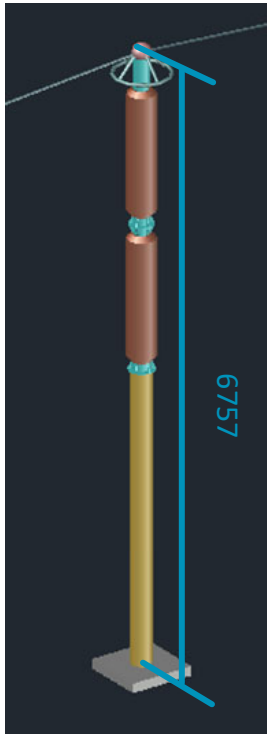


Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 18350mm
gemessen 3D-Modell: 18342mm
Abweichung: -8mm

Messdistanz 14

Feld 01
Stützer

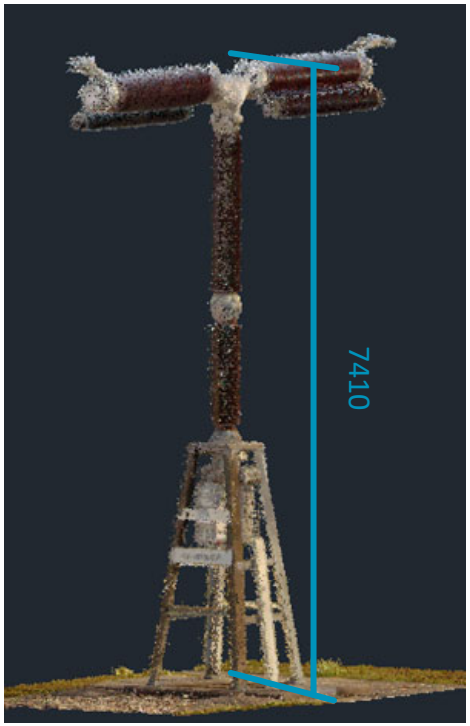


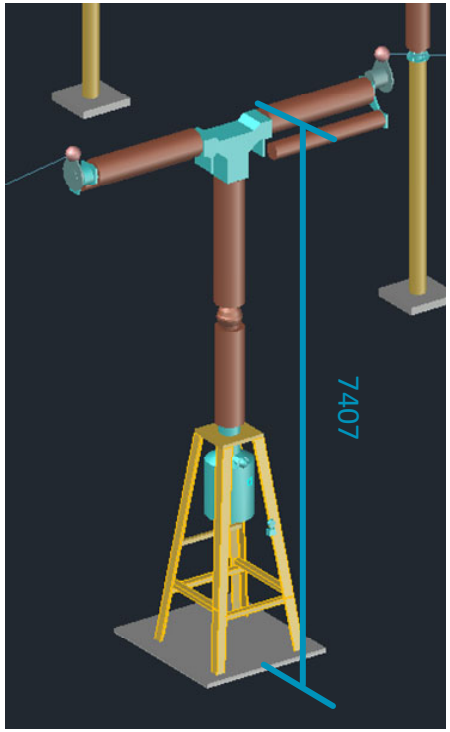
Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 6750mm
gemessen 3D-Modell: 6757mm
Abweichung: +7mm

Messdistanz 15

Feld 02
Leistungsschalter



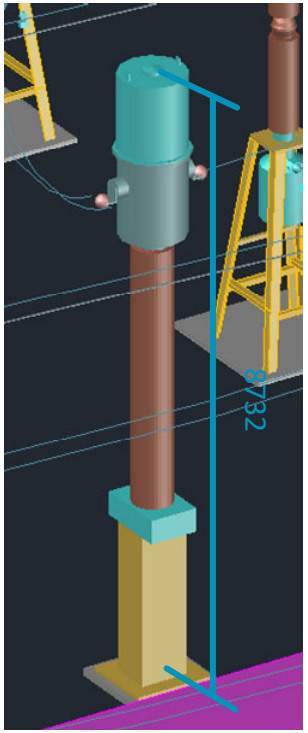


Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 7410mm
gemessen 3D-Modell: 7407mm
Abweichung: -3mm

Messdistanz 16

Feld 02
Stromwandler

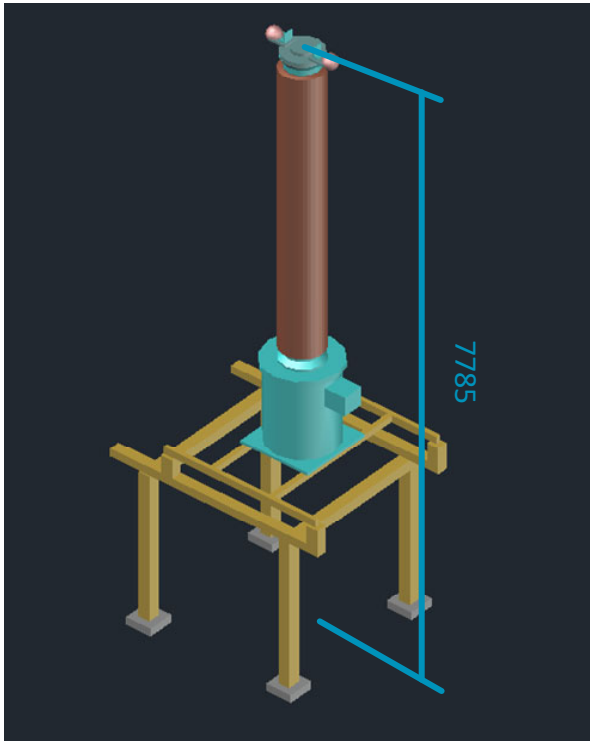


Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 8740mm
gemessen 3D-Modell: 8732mm
Abweichung: -8mm

Messdistanz 17

Feld 03
Spannungswandler

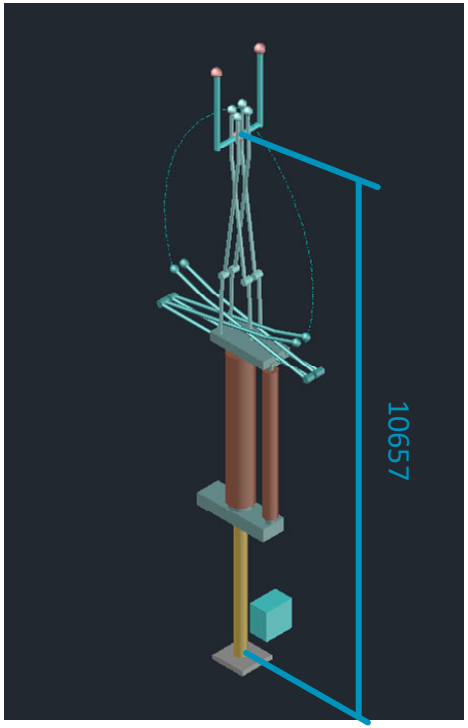


Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 7780mm
gemessen 3D-Modell: 7785mm
Abweichung: +5mm

Messdistanz 18

Feld 03
Pantographentrenner

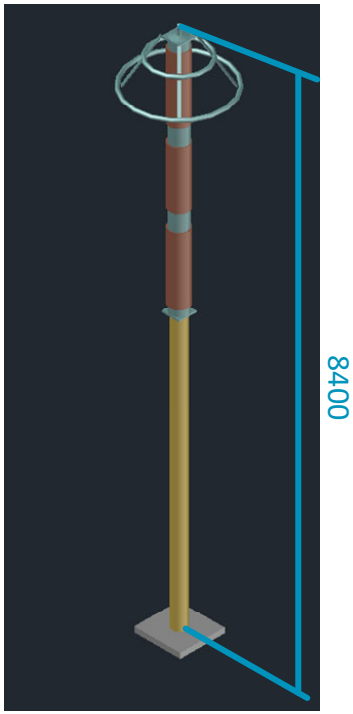


Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 10645mm
gemessen 3D-Modell: 10657mm
Abweichung: +12mm

Messdistanz 19

Feld 05
Überspannungsableiter

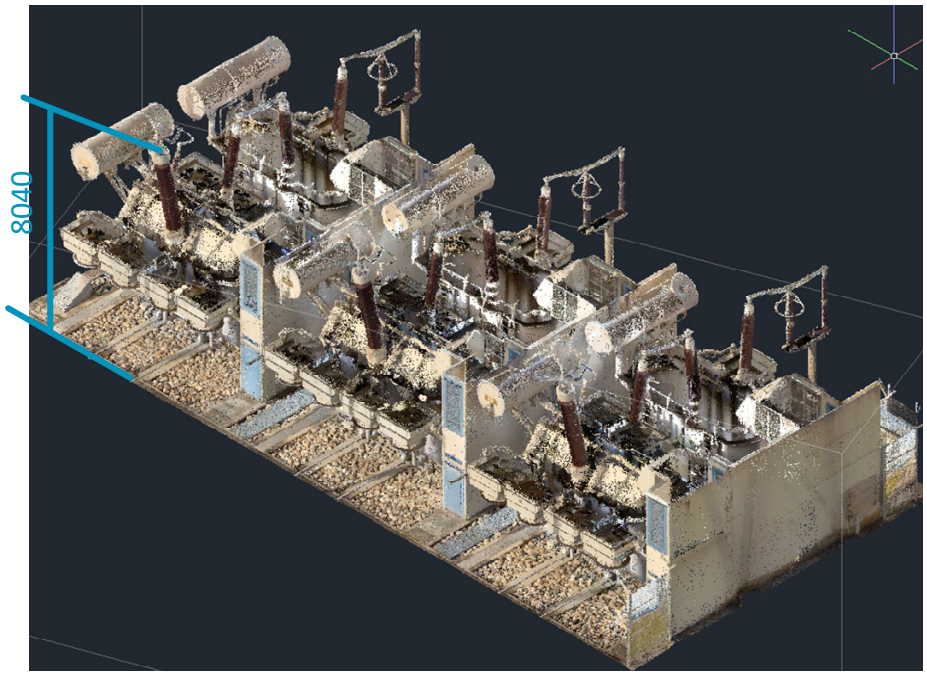


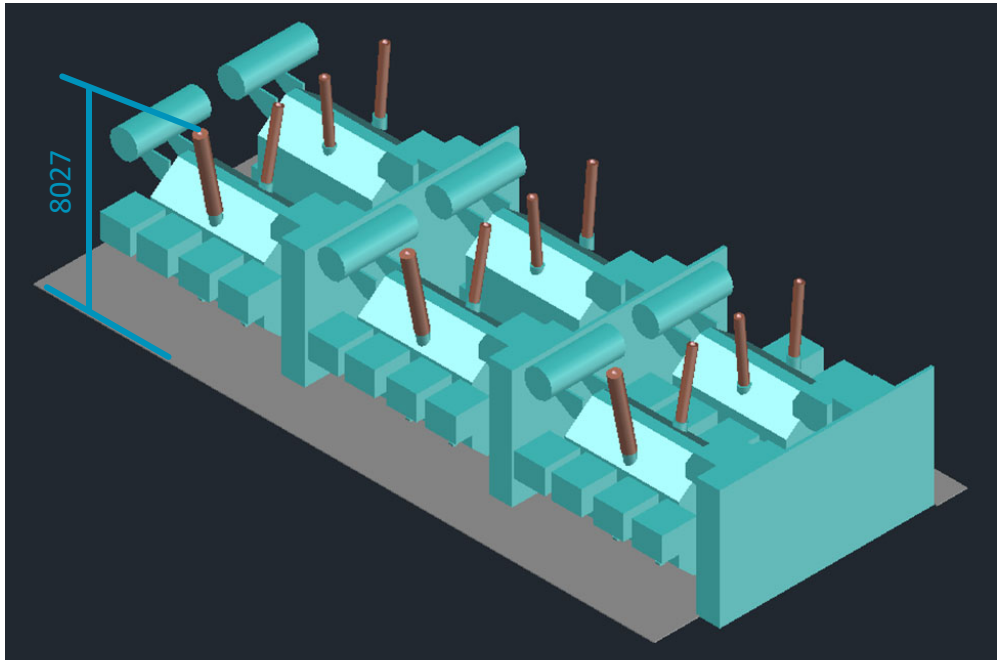
Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 8385mm
gemessen 3D-Modell: 8400mm
Abweichung: +15mm

Messdistanz 20

Feld 05
Transformator



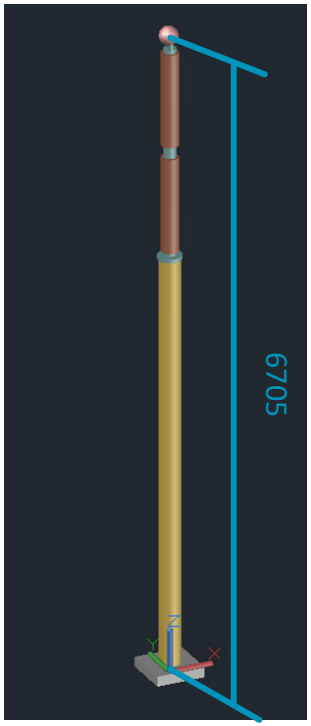


Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 8040mm
gemessen 3D-Modell: 8027mm
Abweichung: -13mm

Messdistanz 21

Feld 05
Stützer Transformatorüberspannung

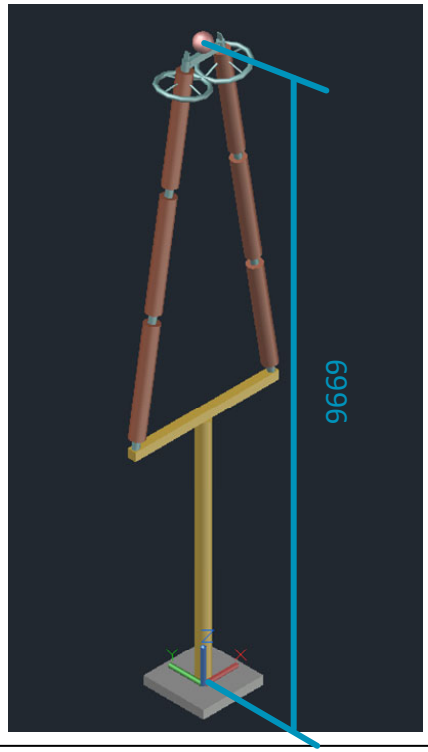


Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 6697mm
gemessen 3D-Modell: 6705mm
Abweichung: +8mm

Messdistanz 22

Feld 06
Abspannung mit Isolatoren

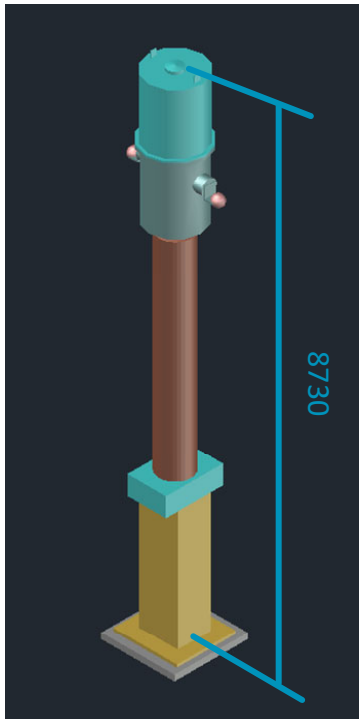


Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 7003mm
gemessen 3D-Modell: 6996mm
Abweichung: -7mm

Messdistanz 23

Feld 07
Kombiwandler

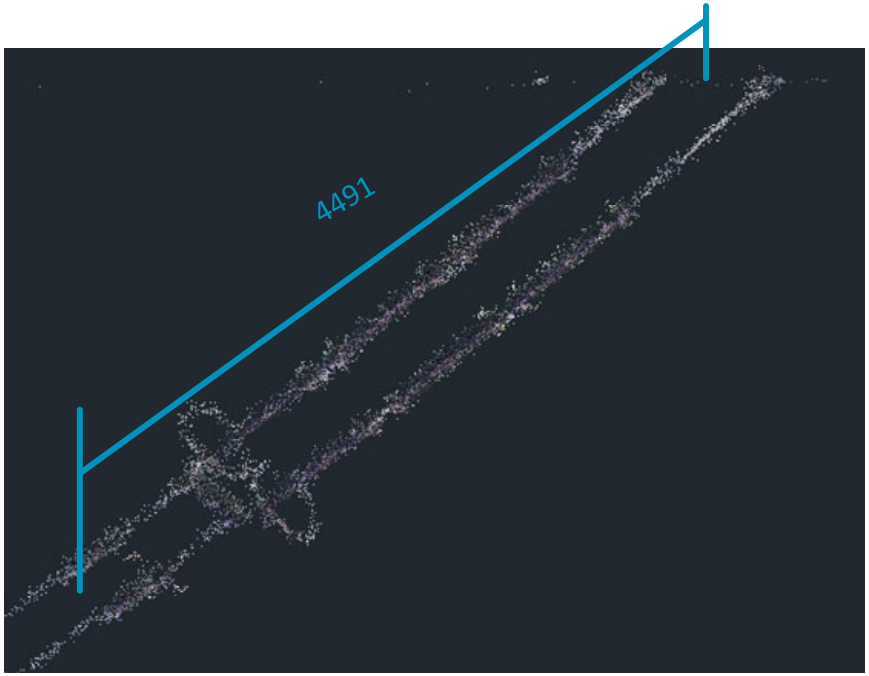


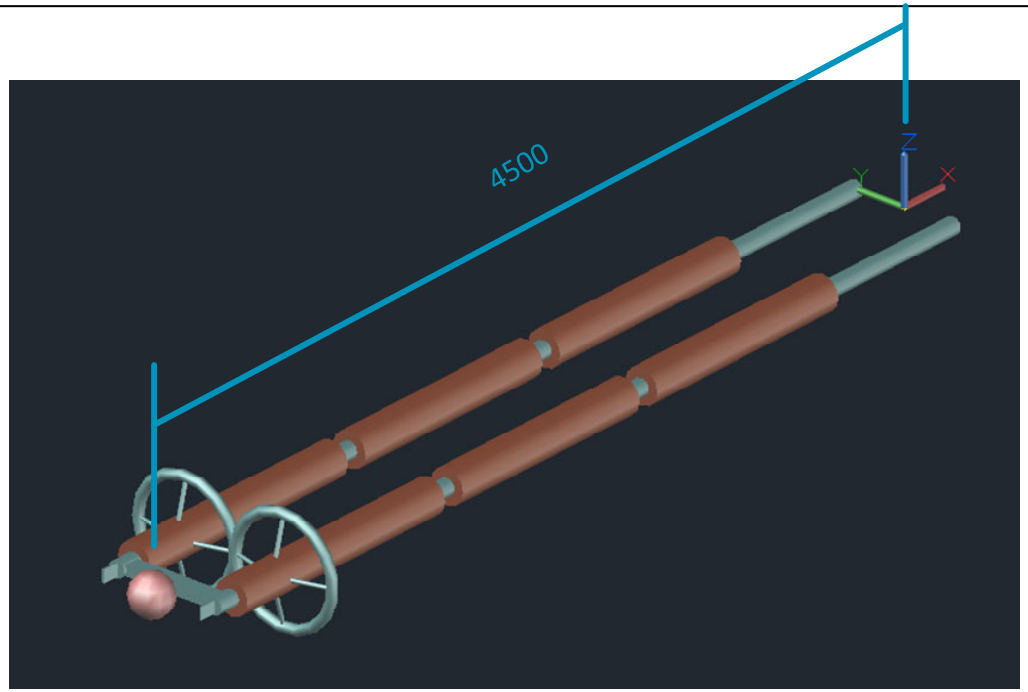
Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 8728mm
gemessen 3D-Modell: 8730mm
Abweichung: +2mm

Messdistanz 24

Feld 01 / 02 / 03 / 04 / 07
Kette Freileitung



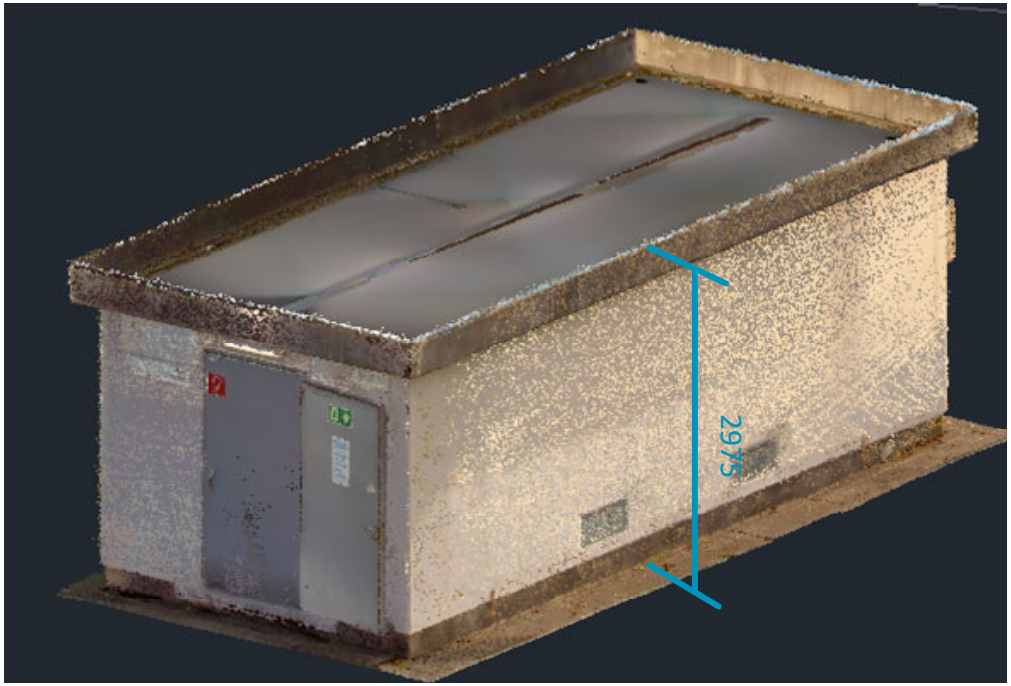


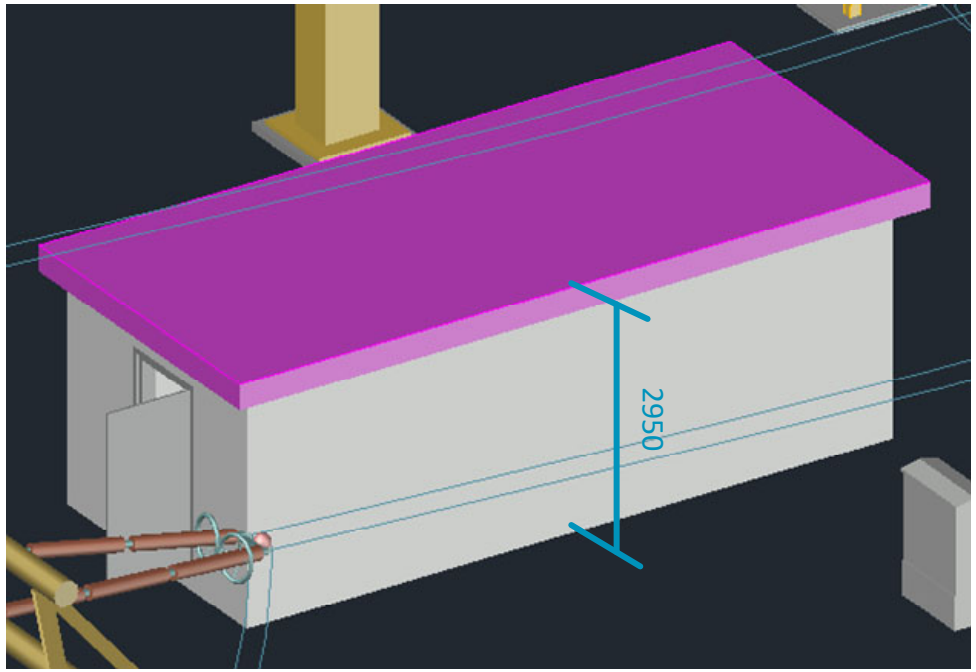
Einzuhaltende Abweichung : ±20mm

gemessen Punktwolke: 4491mm
gemessen 3D-Modell: 4500mm
Abweichung: +9mm

Messdistanz 25

Feld 01/02
Relaishaus Leitung



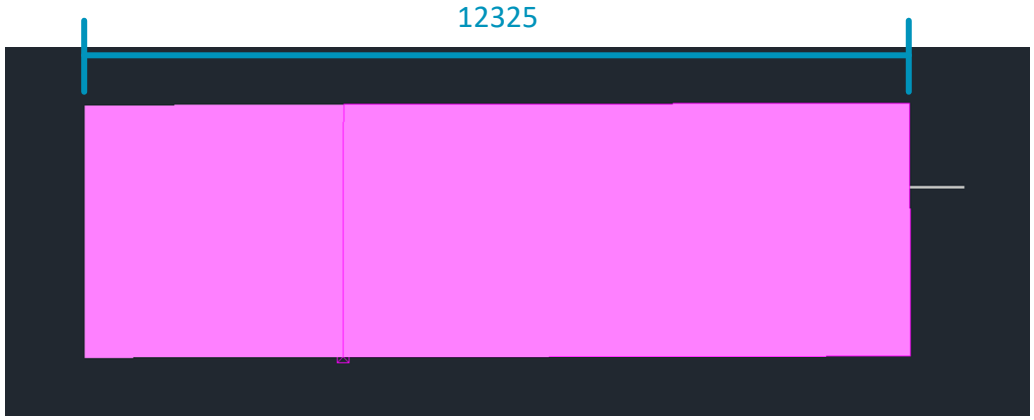


Einzuhaltende Abweichung : ±50mm

gemessen Punktwolke: 2973mm
gemessen 3D-Modell: 2950mm
Abweichung: -23mm

Messdistanz 26

Feld 04/05
Relaishaus

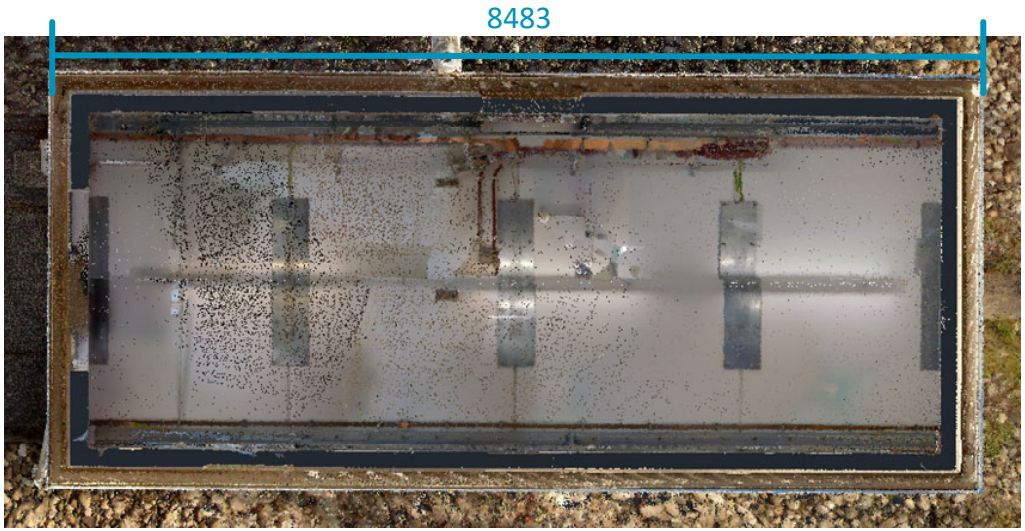


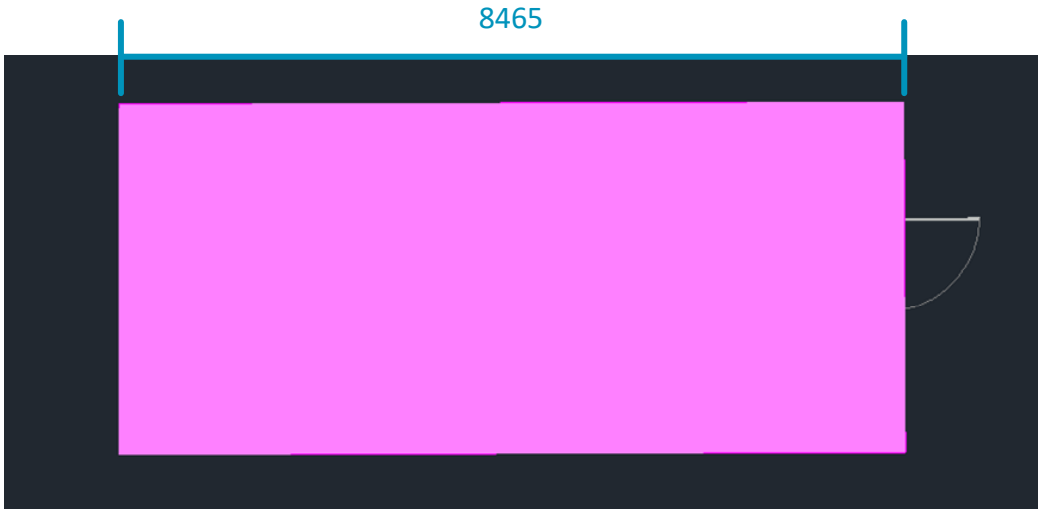
Einzuhaltende Abweichung : ±50mm

gemessen Punktwolke: 12341mm
gemessen 3D-Modell: 12325mm
Abweichung: -16mm

Messdistanz 27

Feld 07
Relaishaus



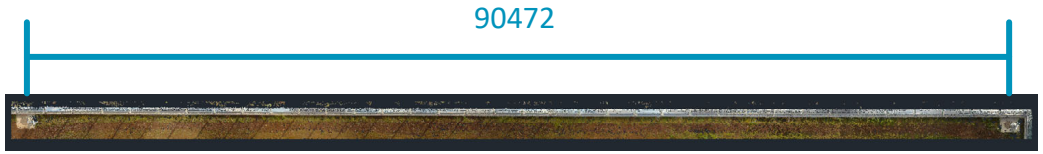


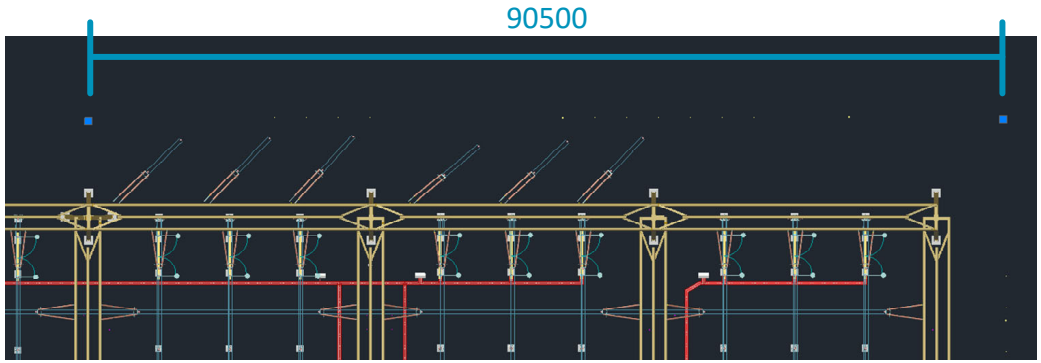
Einzuhaltende Abweichung : ±50mm

gemessen Punktwolke: 8483mm
gemessen 3D-Modell: 8465mm
Abweichung: -18mm

Messdistanz 28

Beleuchtung



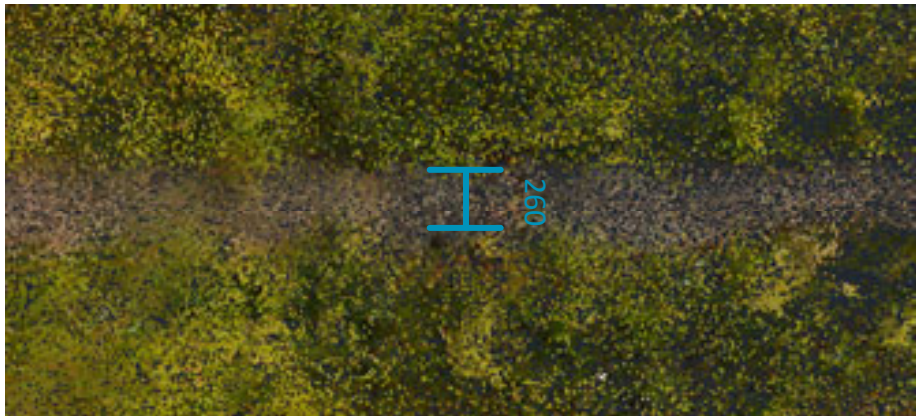


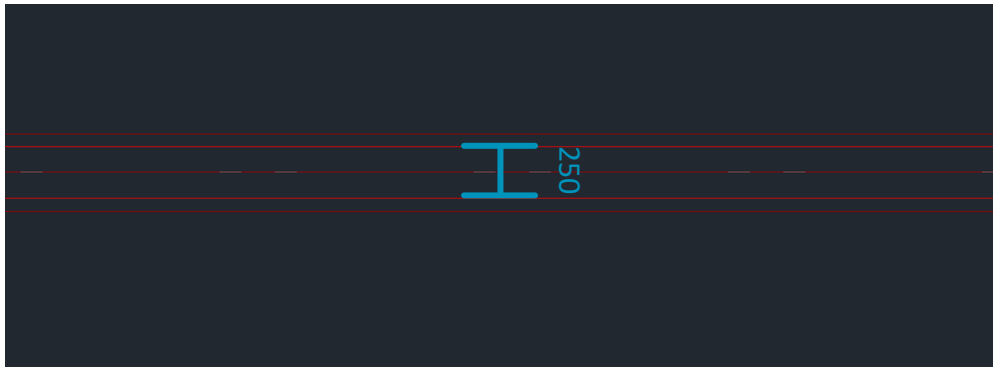
Einzuhaltende Abweichung : ±50mm

gemessen Punktwolke: 90472mm
gemessen 3D-Modell: 90500mm
Abweichung: +28mm

Messdistanz 29

Kabelkanal



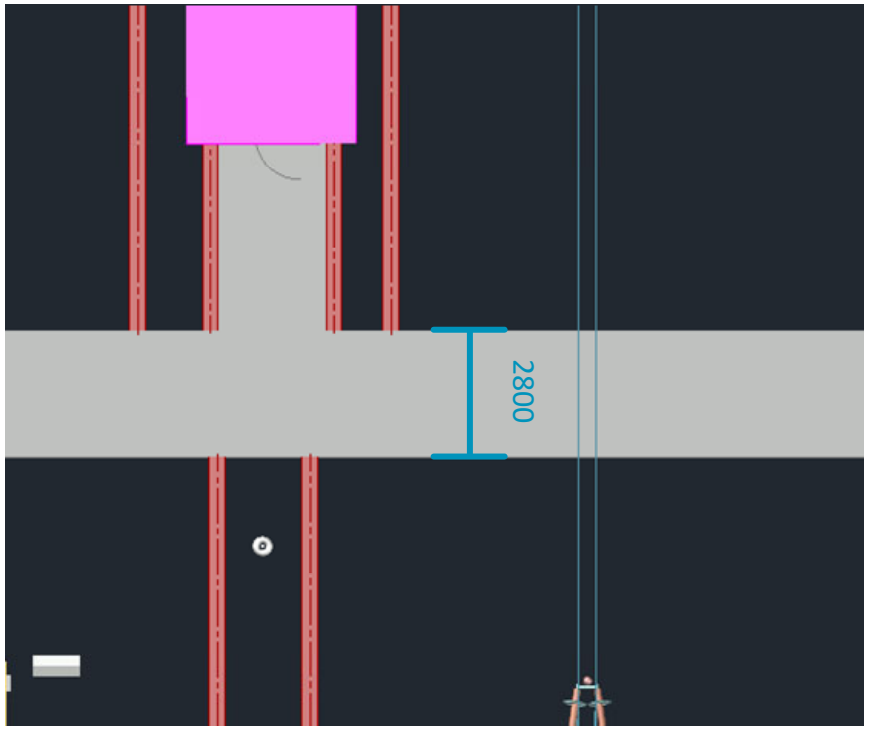


Einzuhaltende Abweichung : ±50mm

gemessen Punktwolke: 260mm
gemessen 3D-Modell: 250mm
Abweichung: -10mm

Messdistanz 30

Strasse



Einzuhaltende Abweichung : ±50mm

gemessen Punktwolke: 2825mm
gemessen 3D-Modell: 2800mm
Abweichung: -25mm

ANH-012
Checkliste - Prüfung 3D-Modell

Checkliste - Prüfung Punktwolke

Allgemeine Informationen

Anlage	Anlagentyp	Ersteller 3D-Modell	Prüfer 3D-Modell*
IDZF	Freiluftanlage	Sieber Dominik	Xatruch Fernando

Checkpunkte

*Bemerkung: Prüfer darf nicht der Ersteller sein (4-Augen-Prinzip)!

Nr.	Thema	Geprüft?	Korrekt?		Bemerkung
01	Projekt angelegt	Ja		100%	
02	Symbole angelegt	Ja		100%	
03	Assemblies angelegt	Ja		100%	
04	Module angelegt	Ja		100%	
05	Teilanlagen angelegt	Ja		100%	
06	Zeichnungen angelegt	Ja		100%	
07	3D-Modell zusammengeführt	Ja		100%	
08	Objekte auf GOK	Ja		100%	GOK = Geländeoberkante
09	Symbol Fundamente	Ja		100%	max. Toleranz ± 20mm
10	Symbol Unterkonstruktion	Ja		100%	max. Toleranz ± 20mm
11	Symbol elektrische Einrichtungen	Ja		100%	max. Toleranz ± 20mm
12	Assemblies	Ja		100%	max. Toleranz ± 20mm
13	Leiterseile	Ja		100%	max. Toleranz ± 20mm
14	Rohrleiter	Ja		100%	max. Toleranz ± 20mm
15	Ketten	Ja		100%	max. Toleranz ± 20mm
16	Klemmen	Ja		100%	
17	Gebäude, Strassen, Kabelkanal, etc.	Ja		100%	max. Toleranz ± 50mm
18	Visuelle Prüfung Symbole	Ja		100%	
19	Visuelle Prüfung Assemblies	Ja		100%	
20	Visuelle Prüfung Leiterseile	Ja		100%	
21	Visuelle Prüfung Rohrleiter	Ja		100%	
22	Visuelle Prüfung Gebäude	Ja		100%	
23	Visuelle Prüfung Zaun	Ja		100%	
24	Visuelle Prüfung Strasse	Ja		100%	
25	Visuelle Prüfung Kabelkanal	Ja		100%	
26	elektrische Anschlusspunkte vorhanden	Ja		100%	Blau
27	statische Anschlusspunkte vorhanden	Ja		100%	Magenta
28	Einfügepunkte vorhanden	Ja		100%	Gelb
29	Phasenprüfung möglich	Ja		100%	
30	Abstandsprüfung möglich	Ja		100%	
31	Blitzschutzprüfung möglich	Ja		100%	
32	Kurzschlussprüfung möglich	Ja		100%	
33	Mengenstückliste möglich	Ja		100%	
34	Positionsstückliste möglich	Ja		100%	
35	Modell vollständig	Ja		100%	

Nr.	Kommentar / Auffälligkeiten			Korrektur notwendig?
-	-	-	-	-

Ergebnis	*Ja*	*100.0%*	= 100% - 3D-Modell OK

Datum: 11.10.2023

Prüfer: Fernando Xatruch

ANH-013

Beurteilung technische Richtlinie

1 Beurteilung technische Richtlinie

Die technische Richtlinie «Hinweise und Empfehlungen zur Modellierung mit Primtech 3D» wurde nach Fertigstellung an den Fachexperten Dr. Marc Del Degan zur Prüfung übergeben.
Ziel ist es, dass diese mindestens zehn konkrete Hinweise und Empfehlungen zur effizienten Modellierung enthält.

Für die Beurteilung dienen die nachstehenden Beurteilungspunkte:

Nr.	Thema	OK	NOK
Allgemeine Informationen			
01	Anwendungs- und Geltungsbereich	✓	
02	Dokumentenablage	✓	
03	Anforderungen an die Qualitätseingangsprüfung von Punktwolken	✓	
Grundlegende Anforderungen an das 3D-Modell			
01	Allgemein	✓	
02	Betriebsmittel und andere Objekte	✓	
03	Mindestabstandsprüfung	✓	
04	Sicherheits- und Arbeitsräume, Strassen/Wege, Blitzschutzeinrichtungen	✓	
05	Gebäude, Beleuchtungsobjekte, Zaun, angrenzender Netzbetreiber	✓	
06	Ober- und Unterirdischer Bereich, Fundamente und Kabelkanäle	✓	
07	Stückliste	✓	
08	Übersichtsplan und Feldschnitte	✓	
Anforderungen an die Modellierung			
01	Ausführung	✓	
02	Projektstruktur	✓	
03	Layer und Farben	✓	
04	Primtech 3D-Projektbibliothek	✓	
05	Anlagenkoordinaten	✓	
06	Übersicht Toleranzen	✓	
07	Qualitätsprüfung des Primtech 3D-Modells	✓	
08	Anforderungen an die Enddokumentation	✓	
09	Übergabe und Versand	✓	
Urheberrecht			
01	Korrekte Formulierung unter Einhaltung der Vorgaben von BENT	✓	
Zielauswertung			
01	zehn konkrete Hinweise und Empfehlungen zur effizienten Modellierung sind vorhanden	✓	

Themen welche als NOK (Nicht OK) bewertet wurden, sollen in der nachstehenden Liste erläutert werden:

Nr.	Thema	OK	NOK
Allgemeine Informationen			
01			
02			
Grundlegende Anforderungen an das 3D-Modell			
01			
02			
Anforderungen an die Modellierung			
01			
02			
Urheberrecht			
01			
Zielauswertung			
01			

Nach der Beurteilung der Richtlinie sowie den ergänzenden Erläuterungen wird diese:

akzeptiert

~~zurückgewiesen~~

Datum: 13.10.2023

Dr. Marc Del Degan

ANH-014

Beurteilung Kalkulationstool 3D-Modellierung

Beurteilung Kalkulationstool 3D-Modellierung

Das Kalkulationstool für die Aufwandschätzung der Kosten für die Modellierung einer Freiluftschaltanlage in Primtech 3D wurde nach Fertigstellung an den Fachexperten Dr. Marc Del Degan zur Prüfung übergeben.
Ziel ist es, mithilfe des Tools eine Aufwandabschätzung von ±10% der effektiven Kosten kalkulieren zu können.

In dieser Beurteilung geht es um die Prüfung des Kalkulationstool durch den Fachexperten.

Für die Beurteilung dienen die nachstehenden Beurteilungspunkte:

Nr.	Thema	OK	NOK
Allgemein			
01	Layout entspricht den Vorgaben von BENT	✓	
Kalkulationsparameter (übergeordnet)			
01	Personalkosten (Stundensätze) können integriert werden	✓	
02	Verpflegungspauschalen können integriert werden	✓	
03	Reisekosten können integriert werden	✓	
04	Kosten für Programme (Tools) können integriert werden	✓	
05	Modellierungskosten können modelliert werden	✓	
*Kalkulationsparameter (detailliert)			
01	Die Aufwandschätzung der einzelnen Symbole ist korrekt	✓	
02	Die Aufwandschätzung der einzelnen Assemblies ist korrekt	✓	
03	Die Aufwandschätzung der einzelnen Module ist korrekt	✓	
04	Die Aufwandschätzung der einzelnen Teilanlagen ist korrekt	✓	
05	Die Aufwandschätzung der Zusammenführung des 3D-Modells ist korrekt	✓	
06	Die Aufwandschätzung der einzelnen Zeichnungen ist korrekt	✓	
Zielauswertung			
01	Das Kalkulationstool ermöglicht eine Aufwandschätzung von ±20%	✓	

* Die detaillierten Kalkulationsparameter entstanden aufgrund vorgängiger Projekte und deren Erfahrungen

Themen welche als NOK (Nicht OK) bewertet wurden, sollen in der nachstehenden Liste erläutert werden:

Nr.	Thema	OK	NOK
Allgemein			
01			
Kalkulationsparameter (übergeordnet)			
01			
02			
*Kalkulationsparameter (detailliert)			
01			
02			
Zielauswertung			
01			

Nach der Beurteilung des Kalkulationstools sowie den ergänzenden Erläuterungen wird diese:

akzeptiert

~~zurückgewiesen~~

Datum: 29.09.2023

Dr. Marc Del Degan

ANH-015
Statusberichte 1 bis 5

Projekt: **Vom IST-Zustand zum digitalen Zwilling einer Freiluftschaltanlage** **Stautsbericht: 01/ KW 37**

Projektleiter	**Projektziele**	**Verteiler**
Dominik Sieber Fernando Xatruch	Die Erfassung und 3D-Modellierung von Freiluftschaltanlagen der Hochspannungstechnik mittels Laserscanning-Technologie zu untersuchen, zu optimieren und zu reglementieren, um eine detaillierte und realitätsnahe virtuelle Abbildung dieser Anlagen zu ermöglichen.	• Projektteam • Diplomlehrer • Fachexperte

Gesamt-beurteilung	**Projektverlauf**	**Projektklima**	**Termine**	**Risiken**	**Ressourcen**
	■ □ □	■ □ □	□ ■ □	□ ■ □	■ □ □
Tendenz	⇨	⇨	⇗	⇗	⇨

Aktueller Projektstand

- Zielscheibe abgegeben
- Projektinitialisierung abgeschlossen

Was läuft gut?

- durch gute Vorbereitung, schnelles voranschreiten
- Kommunikation im Team, sowie Arbeitsmoral

Was läuft nicht gut?

- Enger Terminplan und wenig Puffer
- Geplanter Wechsel der IT-Landschaft während Projekt

Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen

- Projektplanung
- Projektrealisierung Ressourcen

Projekt: **Vom IST-Zustand zum digitalen Zwilling einer Freiluftschaltanlage** **Statusbericht: 02/ KW 38**

Projektleiter	**Projektziele**	**Verteiler**
Dominik Sieber Fernando Xatruch	Die Erfassung und 3D-Modellierung von Freiluftschaltanlagen der Hochspannungstechnik mittels Laserscanning-Technologie zu untersuchen, zu optimieren und zu reglementieren, um eine detaillierte und realitätsnahe virtuelle Abbildung dieser Anlagen zu ermöglichen.	• Projektteam • Diplomlehrer • Fachexperte

Gesamt-beurteilung	**Projektverlauf**	**Projektklima**	**Termine**	**Risiken**	**Ressourcen**
Tendenz					

Aktueller Projektstand

- Laserscann mit Trimble X7 abgebrochen
- Laserscann mit Leica BLK 360 abgeschlossen jedoch nur Delta zu X7 da krankheitshalber Ausfall Mitarbeiter
- Einleitung und Einführung digitaler Zwilling geschrieben
- Anleitung mit dem wichtigsten Tipps und Tricks mit Primtech geschrieben

Was läuft gut?

- Massnahmen zur zusätzlichen Risikominderung
- Priorisierung der Ziele
- Kommunikation im Team
- **Was läuft nicht gut?**
- Laserscanner Defekt – kein Ersatz möglich
- Krankheitsausfall Monteur

Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen

- Erstellung Punktwolke
- Übergabe Punktwolke MS4
- Prüfprotokoll für Punktwolke erstellen
- Prüfung der Punktwolke

Projekt: **Vom IST-Zustand zum digitalen Zwilling einer Freiluftschaltanlage** **Statusbericht: 03/ KW 39**

Projektleiter	**Projektziele**	**Verteiler**
Dominik Sieber Fernando Xatruch	Die Erfassung und 3D-Modellierung von Freiluftschaltanlagen der Hochspannungstechnik mittels Laserscanning-Technologie zu untersuchen, zu optimieren und zu reglementieren, um eine detaillierte und realitätsnahe virtuelle Abbildung dieser Anlagen zu ermöglichen.	• Projektteam • Diplomlehrer • Fachexperte

Gesamt-beurteilung	**Projektverlauf**	**Projektklima**	**Termine**	**Risiken**	**Ressourcen**
Tendenz					

Aktueller Projektstand

- MS4 Übergabe Punktwolke erfolgt
- MS5 Rückmeldung Prüfung der Punktwolke erfolgt
- Begonnen mit Modellierung des 3D-Models
- Analyse der Genauigkeiten der Scanner abgeschlossen

Was läuft gut?

- Erfassung mit mobilem Scanner war ein voller Erfolg
- Meilensteine konnten termingerecht abgeschlossen werden
- Zusammenarbeit im Team
- **Was läuft nicht gut?**
- IT Umstellung am 09.10 geplant. Mit erheblichen Einschränkungen ist zu rechnen.

Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen

- Modellierung 3D-Model beenden
- Dokumentation der Modellierung
- Verbesserung aktuelle Schulung Laserscanner
- Dokumentation Datenverarbeitung für digitalen Zwilling

Projekt: **Vom IST-Zustand zum digitalen Zwilling einer Freiluftschaltanlage** **Statusbericht: 04/ KW 40**

Projektleiter	**Projektziele**	**Verteiler**
Dominik Sieber Fernando Xatruch	Die Erfassung und 3D-Modellierung von Freiluftschaltanlagen der Hochspannungstechnik mittels Laserscanning-Technologie zu untersuchen, zu optimieren und zu reglementieren, um eine detaillierte und realitätsnahe virtuelle Abbildung dieser Anlagen zu ermöglichen.	• Projektteam • Diplomlehrer • Fachexperte

Gesamt-beurteilung	**Projektverlauf**	**Projektklima**	**Termine**	**Risiken**	**Ressourcen**
	■ □ □	■ □ □	□ ■ □	■ □ □	■ □ □
Tendenz	⇨	⇨	⇨	⇨	⇨

Aktueller Projektstand

- Modellierung des 3D-Models abgeschlossen
- Modellierungsdokumentation 3D-Model begonnen
- Verbesserungsvorschläge Schulung erstellt
- Projektdokumentation Laserscanning begonnen

Was läuft gut?

- Erfassung mit mobilem Scanner war ein voller Erfolg
- Meilensteine konnten termingerecht abgeschlossen werden
- Zusammenarbeit im Team
- **Was läuft nicht gut?**
- IT Umstellung am 09.10 geplant. Mit erheblichen Einschränkungen ist zu rechnen.

Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen

- Modellierungsdokumentation 3D-Model abschliessen
- MS6 Übergabe 3D-Model für Qualitätsprüfung
- MS7 Qualitätsprüfung 3D-Modell
- Auswertung «Anleitung und Tipps und Tricks mit Primtech3d»

Projekt: **Vom IST-Zustand zum digitalen Zwilling einer Freiluftschaltanlage** **Statusbericht: 05/ KW 41**

Projektleiter	**Projektziele**	**Verteiler**
Dominik Sieber Fernando Xatruch	Die Erfassung und 3D-Modellierung von Freiluftschaltanlagen der Hochspannungstechnik mittels Laserscanning-Technologie zu untersuchen, zu optimieren und zu reglementieren, um eine detaillierte und realitätsnahe virtuelle Abbildung dieser Anlagen zu ermöglichen.	• Projektteam • Diplomlehrer • Fachexperte

Gesamt-beurteilung	**Projektverlauf**	**Projektklima**	**Termine**	**Risiken**	**Ressourcen**
	■ □ □	□ ■ □	■ □ □	■ □ □	■ □ □
Tendenz	⇨	⇗	⇨	⇨	⇨

Aktueller Projektstand

- Vergleich der Punktwolke und digitale Zwilling abgeschlossen
- MS6 Übergabe des 3D-Modells für Qualitätsprüfung erfolgt
- Qualitätsprüfung 3D-Modell abgeschlossen
- MS7 Rückmeldung Qualitätsprüfung abgeschlossen

Was läuft gut?

- 3D-Modell ohne nennenswerte Fehler/Abweichungen
- Keine nennenswerte Abweichungen zum Terminplan
- **Was läuft nicht gut?**
- Stressphase gegen Ende Projekt
- IT-Umstellung führte zu neuer Emailadresse

Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen

- Projektabschluss
- MS8 Abgabe Dokumentation an Fachexperte
- MS9 Rückmeldungen Dokumentation Fachexperte
- Erkenntnisse und Massnahmen schreiben