



Kanton Zürich
Baudirektion
Tiefbauamt
Stab

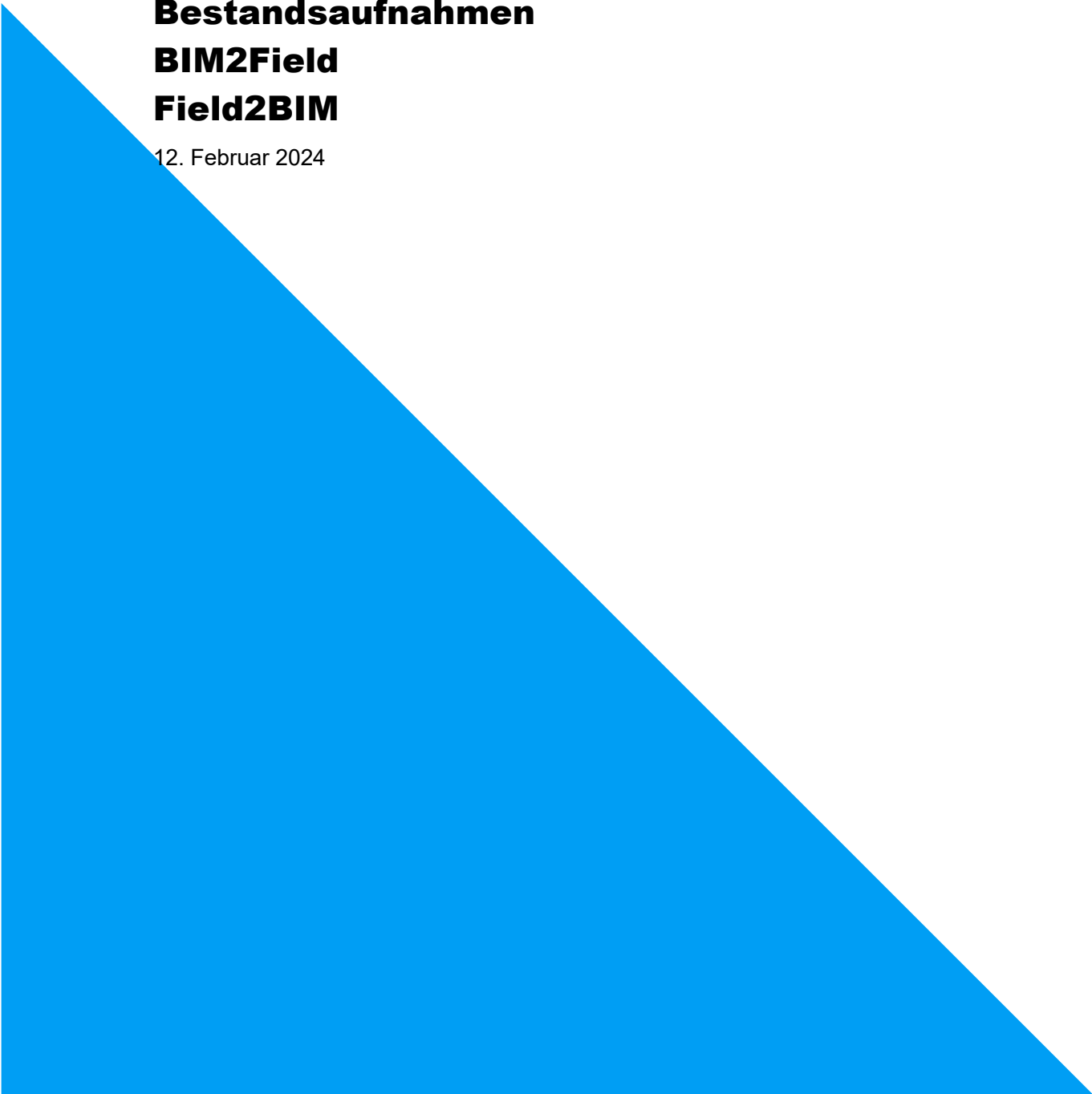
Projektportfoliosteuerung

Julie Picarel
Fachexpertin SEM

2. Juli 2021

**Pflichtenheft für:
Bestandsaufnahmen
BIM2Field
Field2BIM**

12. Februar 2024



Inhalt

1. Allgemeine Grundlagen	4
2. Datenformate	5
3. Phase 1A/1B – Projektierung	5
4. Phase 2B - Realisierung	8
4.1. Vorbereitungsphase vor Baubeginn	8
4.2. Absteck-/ und Aufnahmetoleranz pro Gewerke	8
4.3. Anforderungen an den BIM2Field Prozess	9
4.4. Anforderungen an den Field2BIM Prozess	10
4.4.1. Aufnahmepunkte	10
4.4.2. Aufnahmegenauigkeit der Geräte	11
4.4.3. Codeliste Field2BIM	11
4.4.3.1. Code	11
4.4.3.2. Codeliste	11
4.4.4. Anforderungen an die Informationslieferung (Data Drops)	11
4.4.5. Dateibezeichnung	11
4.4.6. Qualitätsmanagement	11
4.5. Aufnahmepunkte - Beispiele	12
4.5.1. Strassenbau	12
4.5.2. Kunstabauten	13
4.5.3. Werkleitungen - Eigentum TBA und Dritter	14
4.5.4. Rohrumhüllung und Auffüllung	15
4.5.5. Geologisches Längenprofil	15
4.5.6. Belagsschichten	16
5. Lessons Learned	17
5.1. Projekt-/Praxisbeispiele	17
5.2. Handlungsfeld Organisation und Mensch	19

Direktion	Baudirektion	Amt	Tiefbauamt
Auftraggeber/in	Andreas Angehrn	Status	Definitiv
Projektleiter/in	Julie Picarel	Klassifizierung	Öffentlich

Änderungsverzeichnis

Datum	Version	Änderung	Autor/in
23.04.2021	0.1	Entwurf	Basler und Hofmann: Mark Berther Sergio Barrea
27.04.2021	0.1	Korreferat	TBA: Julie Picarel
31.05.2021	0.2	Vorabzug	Basler und Hofmann: Mark Berther Martin Oberkofler
31.05.2021	0.2	Korreferat	TBA: Julie Picarel
28.06.2021	0.3	Gut zum Druck	Basler und Hofmann: Mark Berther Martin Oberkofler
29.06.2021	0.4	Schlussprüfung	TBA: Julie Picarel
02.07.2021	1.0	Abgabe 1. BIM Pilotprojekt	Basler und Hofmann: Mark Berther Martin Oberkofler
04.07.2022	2.0	Überarbeitung und Abgabe für 2. BIM Pilotprojekt	TBA: Julie Picarel
15.02.2024	3.0	Aktualisierung und Veröffentlichung	TBA: Julie Picarel

1. Allgemeine Grundlagen

Das Pflichtenheft gibt den standardisierten Prozess für die Implementierung der papierlosen Baustelle für alle Beteiligten sowie den standardisierten Dokumentationsprozess von baulichen Änderungen (Field2BIM) vor.

Auf Basis dieses Pflichtenheftes stellt der verantwortliche Auftragnehmer (Unternehmer oder Projektverfasser) die Realisierung der digitalen Baustelle sicher und arbeitet nach Abschluss der Bauarbeiten die Änderungen, mit Rücksicht auf die definierte Aufnahmetoleranzen, in das as-built Modell ein, sodass das TBA am Ende der Bauarbeiten den digitalen Zwilling für die Integration in ihr Unterhalts- und Bewirtschaftungssystem erhält. Alle Aufwände seitens Auftragnehmer sind in das Angebot einzurechnen.

Falls der Auftragnehmer die Aufnahmen nicht selbst ausführt, sind die Arbeiten an einen geeigneten Geomatik-Ingenieur zu vergeben. Die Einmessungen sind zu organisieren, so dass eine lückenlose Dokumentation gewährleistet ist.

Das vorliegende BIM-Dokument sowie auch die EIR des TBA sind Vertragsbestandteil und gelten als Präzisierung für den Umfang, den Inhalt und die Dokumentation im Zusammenhang mit der Umsetzung von Projekten mit der BIM-Methode.

Die Entwicklung dieses BIM-Dokuments, sowie auch die EIR, ist ein dynamischer Prozess. Im Zuge der Planung und Realisierung werden die Dokumente dem aktuellen Kenntnisstand sowie den gültigen Anforderungen und Vorgaben des Projekts und den vorherrschenden Randbedingungen angepasst. Die Änderungen sind im Rahmen der Projektsitzungen zu besprechen und durch die Projektleitung freizugeben.

Das TBA verlangt von allen Beteiligten einen transparenten, offenen und konstruktiven Austausch. Da die Standards und Prozesse für die Einführung der BIM-Methode im Infrastrukturbau noch nicht definiert und etabliert sind, braucht es von allen Beteiligten ein hohes Mass an Flexibilität und Pragmatismus.

2. Datenformate

Die folgenden Formate sind für die Datenausgabe durch alle Beteiligten zwingend einzuhalten:

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| • 3D-DWG | Bruchkanten, Einzelpunkte |
| • TXT oder CSV | Punktliste |
| • JPG/TIF mit GPS-Koordinaten | Fotos |
| • LAS / LAZ | Punktwolke |
| • IFC 2x3, 4.3 | BIM-Modelle |

3. Phase 1A/1B – Projektierung

Je nach entsprechender Projektierungsphase können ergänzende Bestandsaufnahmen erforderlich werden. Die Checkliste soll helfen die Erfordernisse zu erkennen, so genau wie möglich und sinnvoll festzulegen. Sie ist nicht abschliessend.

Es ist sinnvoll den/die Geomatik-Ingenieur/in, neben den entsprechenden Unterlagen, über Ziel und Zweck der geplanten Aufnahmen zu informieren bzw. das Vorgehen und die Termine zusammen zu besprechen.

- 1 Detailierungsgrad der Bestandsaufnahmen klären: z.B. Kandelabertyp, Fahrzeugrückhaltesystem-Typ (rot markiert).
- 2 Genauigkeit der Aufnahmen klarstellen: cm oder mm
 - Grundsätzlich verlangt das TBA ZH eine Zentimetergenauigkeit.
 - Genauigkeit Höhenmodell +/- 1cm
 - Für Kunstbauten wird aber eine Millimeter-Genauigkeit gefordert.
- 3 Jeder Aufnahmepunkt ist durch den Geomatik-Ingenieur/in zu codieren und anhand einer Legende eindeutig definiert.
- 4 Georeferenzierung in Landeskoordinaten LV 95 / LN 02
- 5 Abgabeformat: 3D-DWG mit separaten Ebenen für Umrandung, Bruchkanten, Einzelpunkte, Aussparungen. Aufnahmen und Höhenmodell Kanton Zürich getrennt liefern, Fotos mit GPS-Koordinaten.

Checkliste (nach Bedarf ankreuzen)

Der/die Geomatik-Ingenieur/in benötigt einen Übersichtsplan u/o Situation mit dem Perimeter (Papier u/o PDF) und die folgende Liste.

<input type="checkbox"/>	Oberfläche: Belagsgrenze (Beton, Pflasterung, Chaussierung, Rabatten) als Bruchkante, Horizontaler u/o Vertikaler Versatz, Grat als Bruchkante, Tiefpunkt und Hochpunkt als Einzelpunkt
<input type="checkbox"/>	Lage Bohrkerne und Sondage (Situationsplan aus dem Laborbericht beilegen)
<input type="checkbox"/>	Private Einfahrt, Werkein- / ausfahrt, Nothaltebucht, Rastplatz, Bushaltestelle als Bruchkante
<input type="checkbox"/>	Markierung als Bruchkante: Typ, Länge, Sperrflächen
<input type="checkbox"/>	Randabschluss OK / UK als Bruchkante
<input type="checkbox"/>	Randabschluss Typ, Typenwechsel als Einzelpunkte
<input type="checkbox"/>	Kanalisation: Schacht-Deckel (Zentrum, Ø), Konus (Grösse, (Ex-)Zentrisch), Kote Sohle, Kote Ein- / Auslauf, Ausrüstung, Form: Rund (Zentrum, Ø), Oval (Grösse), LxBxH, Fotos
<input type="checkbox"/>	Kanalisation Leitung-Medium (SW/MW/RW/Sickerwasser), Material, Ø, Freispiegel oder Pumpleitung
<input type="checkbox"/>	Entwässerung: Strassenablauf / Ablauf (Lage am Strassenrand zentrisch), Ø, Kote Sohle, Kote Auslauf, Ausrüstung (Filtersack, Ausstiegshilfen)
<input type="checkbox"/>	Tauchbogen: Tiefe, Auslauf
<input type="checkbox"/>	Entwässerungsrinne als Bruchkante (Breite messen)
<input type="checkbox"/>	Versickerungsschacht: Deckel (Zentrum, Ø), Konus (Grösse, (Ex-)Zentrisch), Schacht (Zentrum, Ø), Tiefe, Leitung Ø
<input type="checkbox"/>	Elektroschacht (Plattenschacht): Deckel (Zentrum), Schacht Ø / Bauwerk (Eckpunkte) inkl. Innenaufnahme, lichte Breite, lichte Tiefe, evtl. Entwässerung (Bodenablauf)
<input type="checkbox"/>	Kommunikation Schacht: Deckel (Zentrum, Ø) oder Bauwerk (Eckpunkte) inkl. Innenaufnahme, abnormale Tiefe, evtl. Entwässerung (Bodenablauf)
<input type="checkbox"/>	Masten für Hochspannung, Freileitung / VBZ / VTV: Lage, Ø
<input type="checkbox"/>	Kandelaber (Beleuchtung): Lage
<input type="checkbox"/>	Kandelaber (Beleuchtung): Typ (Steh-, Peitschen, Wand, über Strasse aufgehängt), Anzahl Leuchten
<input type="checkbox"/>	VK / TS Elektro, Cablecom, LSA: Kabine inkl. Vorschacht sämtliche Eckpunkte festhalten, lichte Höhe Kabine, lichte tiefe Schacht, evtl. Entwässerung (Bodenablauf)
<input type="checkbox"/>	Wasser: Hydrant, Unterflurhydrant (Schacht), Schieber, Klappen, Entlüftungen etc. als Einzelpunkte
<input type="checkbox"/>	Gas: Unterflurhydrant, Schieber, Kappen, Entlüftungen etc. als Einzelpunkte

<input type="checkbox"/>	Betonmauer, Stützmauer als Bruchkante: Gerade/Anzug, L x B x H x W, H + V-Versatz, Blocksteine, Steinkörbe: Lagen
<input type="checkbox"/>	Nagelwand, Greenwall als Bruchkante: L x H
<input type="checkbox"/>	Lärmschutzwand als Bruchkante: L x B x H x W, H + V-Versatz, Fundament L x B, H, Türe u/o Tore (L x H), Treppe/ Podest
<input type="checkbox"/>	Signalportal, -galgen: Lage (Abstand Vorderkante Mast zu Strassenrand), Mast Ø und rechteckig
<input type="checkbox"/>	Signal Einzel oder aufgehängt: Lage, Befestigung, Anzahl Fundamente
<input type="checkbox"/>	SOS (NRS), Glatteiswarnanlage inkl. Podest, Geländer: Eckpunkte; Verkehrszählung: Schlaufen in Belag
<input type="checkbox"/>	Bauwerk als Bruchkante: Unterführung / Überführung / Brücke
<input type="checkbox"/>	Lichtsignalanlage (LSA für Polizei DAV) Lage inkl. Schacht (Zentrum, Ø)
<input type="checkbox"/>	Möblierung: Container, Sicherheitspfosten, Pfosten mit Kettenabschränkung, Parkuhr, Ticketautomat, Bank, Kübel → Lage
<input type="checkbox"/>	Fahrzeugrückhaltesystem als Bruchkante (Vorderkante, nicht Pfosten), Typ, Befestigung (Gerammt, Einzelfundament, Randelement, in Hülsen, auf Mauer), Übergänge, Leitmauer (Höhe), Anpralldämpfer Wenn Streifenfundament, dann alle Eckpunkte aufnehmen
<input type="checkbox"/>	Zaun als Bruchkante: Typ, Höhe, Befestigung (Fundament, Mauer, Erdschrauben, Fels), Schutz Schnee/Amphibien/Wildschwein Zaun Tore: Breite, Manuell oder elektrische Schiebetore
<input type="checkbox"/>	Einzelne Bäume (Lage, Stamm Ø, Kronen Ø), Büsche (Eckpunkte)

Nicht abschliessend, Ergänzungen möglich, erwünscht

4. Phase 2B - Realisierung

4.1. Vorbereitungsphase vor Baubeginn

Der geeignete Prozess ist gemeinsam während der Vorbereitungsphase (AVOR) zu evaluieren und festzulegen. In der Vorbereitungsphase müssen folgende Themen geprüft und geregelt werden:

- Anwendungsfälle für die Ausführung
- Absteckung
- Aufnahme
- Datenaustausch (Import/Export)
- Datenablage
- Qualitätssicherung (Quality Gates)
- Lieferungen (Data Drops)
- Nachführung as-built Modell

4.2. Absteck-/ und Aufnahmetoleranz pro Gewerke

Die nachfolgenden Toleranzen sind als Hilfsmittel für die Aufnahme der ausgeführten Arbeiten zu verstehen. Sie dienen als Entscheidungsgrundlage, ob ein Bauteil im as built-Modell nachmodelliert werden muss. Werden die Toleranzen überschritten, so ist mit der Bauherrschaft abzuklären, ob eine Nachmodellierung notwendig ist.

Werkleitungen +/- 10 cm

Fundationsarbeiten: +/- 10 cm

Randabschlüsse: +/- 3 cm

Baumeisterarbeiten: +/- 5 cm

Stahlbauarbeiten: +/- 1 mm

In Rücksprache mit der Oberbauleitung ist jede bauliche Abweichung vom as-planned Modell eindeutig und lückenlos im as-built-Modell zu dokumentieren.

4.3. Anforderungen an den BIM2Field Prozess

BIM2Field schlägt die Brücke zwischen der Planung und der Erstellung und bringt den Mehrwert des digitalen Modells direkt auf die Baustelle.

Nach Auftragserteilung und vor Baubeginn ist eine Vorbereitungsphase vorgesehen. In dieser Zeit ist das as-planned Modell für die SIA-Phase 51 seitens Unternehmer zu übernehmen, zu kontrollieren und für die digitale Baustelle aufzubereiten. Allfällige Anpassungen sind zwischen dem Projektverfasser und dem Unternehmer zu koordinieren.

Basierend auf den Erfahrungen der ersten BIM Pilotprojekte sind folgende Themen zwingend erforderlich zu prüfen (Liste nicht abschliessend):

- Bauwerksstruktur, je nach Bedarf anpassen
- Koordinaten und Höhen
- Teilmodelle
- Objekte und deren Attribute für die Ausführung (z.B. Lastklasse für Schachtabdeckungen usw.)

Eine vollumfängliche modellbasierte Absteckung durch den Unternehmer wäre erwünscht, ist gemäss Erfahrungen im Strassenbau noch eher unüblich (die Ansteuerung der Modelle auf der Baustelle funktioniert nicht ohne Aufbereitung). In Absprache mit dem Unternehmer liefert den **Projektverfasser** folgende Grundlagen:

- As-planned Modell für die SIA-Phase 51 im IFC-Format
- Absteckungspunkte im IFC-Format zusammen mit einer Absteckungsliste in Excel
- 3D-Polylinien (3d-dwg) für Leitungen und Randabschlüsse aus nativen Dateien generiert
- DGMs, Flächen und Bruchkanten mit Dreiecksvermaschung (3d-dwg) aus nativen Dateien generiert
 - o Fahrbahnränder und Achsen im Format .3d-dwg
 - o Hochpunkte, Tiefpunkte, Bogenanfang, Bogenmitte und Bogenende, Radien, Typenwechsel Abschlüsse im Format .txt oder .csv

Die Codeliste (siehe Kap. 4.4) als Grundlage für die Aufnahme ist durch den **Unternehmer projektspezifisch** zu ergänzen und auszufüllen.

4.4. Anforderungen an den Field2BIM Prozess

Bei einer **Überschreitung** der im Kapitel 4.2 beschriebenen Toleranzen ist jede bauliche Abweichung vom as-planned Modell eindeutig und lückenlos mit codierten Aufnahmepunkten zu dokumentieren.

Sollten die üblichen Bautoleranzen überschritten werden, sind diese mit der Bauherrschaft abzugleichen und eine Entscheidung betreffend Notwendigkeit der Nachführung im Modell zu treffen. Objekte und Elemente, die nicht im as-planned Modell dargestellt sind, sind aufzunehmen und zu dokumentieren. Die diesbezügliche Entscheidungshoheit obliegt der OBL/öBL.

Während der Ausführung ist die Aufnahme von Objekten und Elementen, die später nicht mehr sichtbar sind, zwingend nötig: z. B.: Leitungen, **OK Planum** usw... Die Aufnahmen der Werkleitungen haben bei offenem Graben zu erfolgen. Die Werkleitungen (ausgenommen Freispiegelleitungen) werden im Modell erst ab einer baulichen Abweichung grösser als 10 cm angepasst.

Nach dem Abschluss der Bauarbeiten werden die Oberflächenaufnahmen mit Fokus auf den Oberbau (z. B. Randabschlüsse, Schächte, Koten usw..) durchgeführt. Es ist während der Ausführungsphase mit dem Unternehmer zu definieren, wie die Oberfläche aufgenommen werden soll (z. B. Laserscan).

Hinweis: Die Oberflächendaten sowie Deckelhöhen können erst nach Abschluss der Bauarbeiten aufgenommen werden! Die **Schichtstärke** zwischen OK Planum und OK Deckbelag sind aus dem as-planned Modell zu übernehmen (sofern es keine Änderungen während der Ausführung gab!)

4.4.1. Aufnahmepunkte

Die Aufnahmepunkte sind georeferenziert, kongruent mit der Codeliste (siehe **Anhang**) und der Ebenenstruktur abzugleichen. Jede Aufnahme ist ein neuer Punkt.

- Einzelpunkte
- Bruchkanten für Randabschluss > keine Überschneidungen
 - es wird generell nur die Unterkante (UK) beim Wasserlauf aufgenommen
 - Die Oberkante (OK) wird mit der angegebenen Anschlaghöhe (as-planned Modell, Normalien) bestimmt
 - Die Oberkante wird in der Regel nicht aufgenommen (Achtung: künstliches Randgefälle beachten)
 - Neuer Punkt bei Profilwechsel und Absenkung
 - Linienpunkte-Abstände
 - Projektspezifisch – in der Vorbereitungsphase zu definieren
- Lärmschutzwand / Leitplanke / Zaun > keine Überschneidungen
 - es wird generell nur die Unterkante (UK) auf Terrain aufgenommen
 - Die Oberkante (OK) und das Profil werden mit der angegebenen Höhe (as-planned Modell, Normalien, Produktblatt) bestimmt

4.4.2. Aufnahmegenaugigkeit der Geräte

Grundsätzlich haben sich im Infrastrukturbau die Aufnahme mit GPS durchgesetzt (Graben, Baugruben, Gewässer, Werkleitungen). Es ist zu beachten, dass mit dem GPS Mess-Genauigkeiten von bis zu +/-3 cm vorhanden sein können. Je nach Projekt und örtlichen Gegebenheiten sind in Rücksprache mit dem TBA die Anforderungen und die Vermessungsgerätschaften anzupassen.

Für die Kunstbauten ist die Anwendung eines Tachymeters zwingend erforderlich.

4.4.3. Codeliste Field2BIM

4.4.3.1. Code

Ein Code setzt sich folgendermassen zusammen.

- Codenummer
- Beschreibung

4.4.3.2. Codeliste

Die Codeliste (strukturiert nach Bauwerk, siehe **Anhang**) ist eine Grundlage und ist durch den **Unternehmer projektspezifisch** zu ergänzen und auszufüllen. Alle Aufwände seitens Auftragnehmer sind in das Angebot einzurechnen.

Jeder Aufnahmepunkt ist zwingend mit dem entsprechenden Code aus der Codeliste Field2BIM zu ergänzen.

4.4.4. Anforderungen an die Informationslieferung (Data Drops)

Der Abstand der Informationslieferungen ist projektabhängig und ist während der AVOR-Phase zu definieren.

4.4.5. Dateibezeichnung

Der Dateiname setzt sich wie folgt zusammen:

- F2B
- Gemeinde
- Strasse
- Datum mit folgendem Format «JJJJMMTT»

Beispiel: F2B_Meilen_Seestrasse_20210801

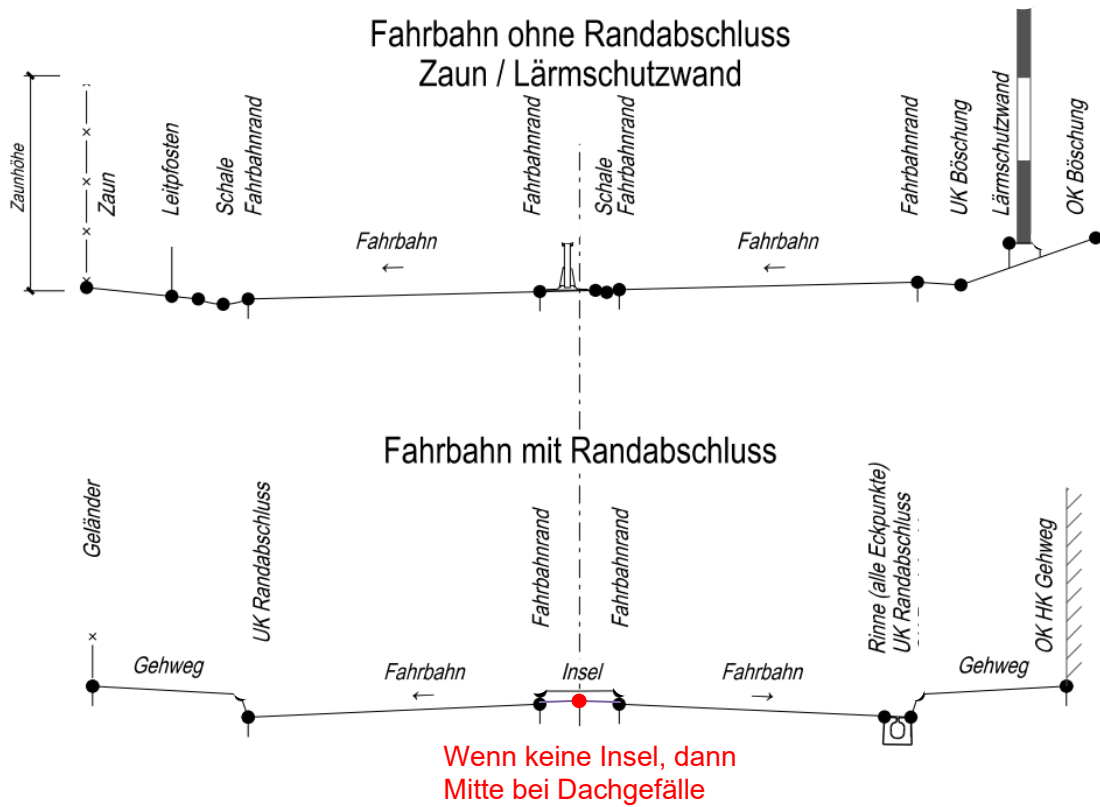
4.4.6. Qualitätsmanagement

Sobald die Daten auf der Datenplattform zur Verfügung stehen, ist der Projektverfasser aufgefordert, die Daten innerhalb von 5 Arbeitstagen auf die geforderte Qualität zu prüfen und allfällige Ungereimtheiten dem Unternehmer zu melden.

Der Unternehmer ist verantwortlich für die Gewährleistung und Sicherstellung der inhaltlichen und technischen Qualität der gelieferten Daten. Dies beinhaltet die Überprüfung der Daten vor der Veröffentlichung und Bereitstellung an andere Beteiligte. Dies ist während der AVOR-Phase festzulegen.

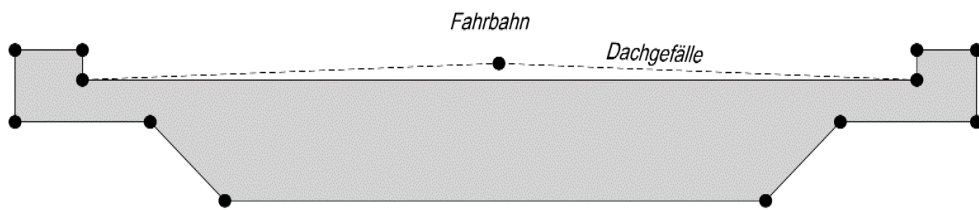
4.5. Aufnahmepunkte - Beispiele

4.5.1. Strassenbau

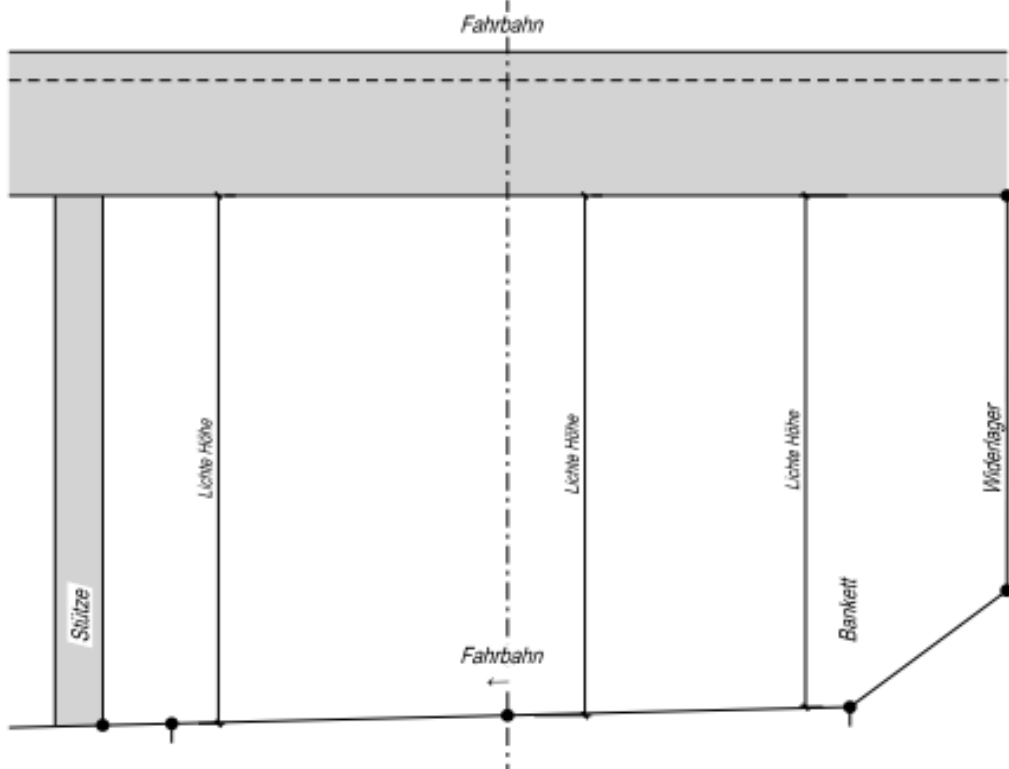


4.5.2. Kunstbauten

Brücke (Querschnitt)

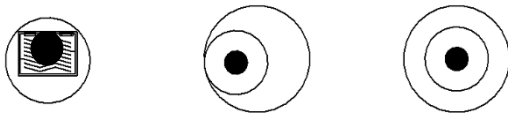


Brücke (Längsschnitt)

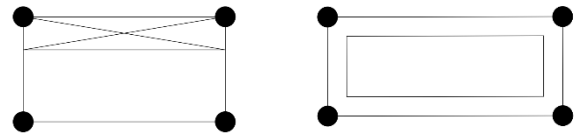


4.5.3. Werkleitungen - Eigentum TBA und Dritter

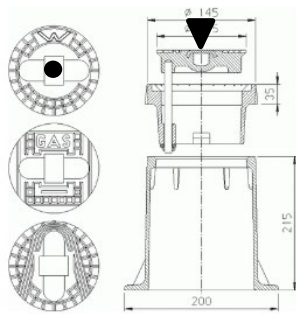
Schacht rund



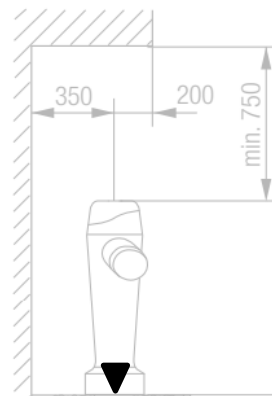
Schacht eckig



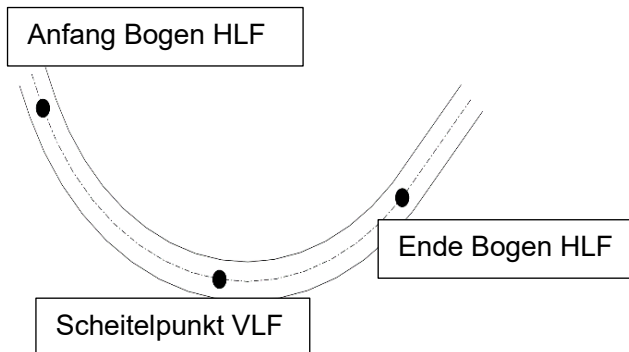
Schieber



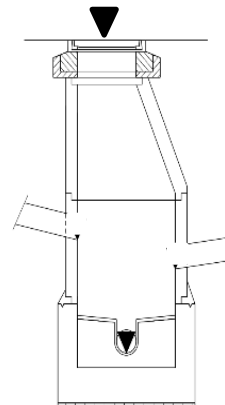
Hydrant



Leitungsverlauf Achse (Radius)
horizontale und vertikale Richtungsänderungen



Schacht Entwässerung / Sohle Leitung

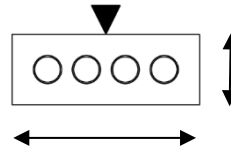


[Hier eingeben]

Leitung allgemein > Werkleitungen Dritte



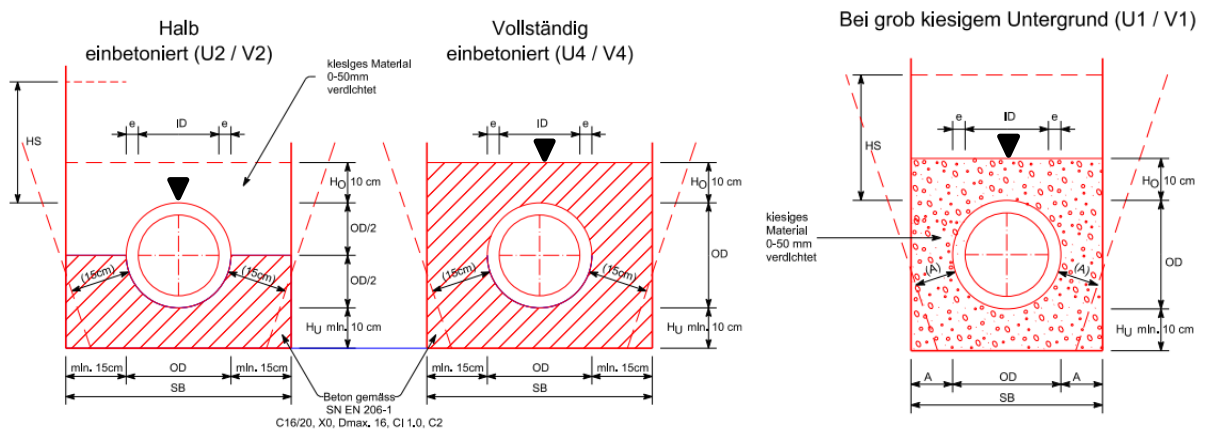
Kabelrohrblock > OK Mitte (Achse)



- Anzahl / Lagen Rohre
- Trasse-Wechsel
- unübliche Überdeckungen (z.B. Stahlplatte) (z.B. $t=0.20m$, $t=2.10$)

4.5.4. Rohrumhüllung und Auffüllung

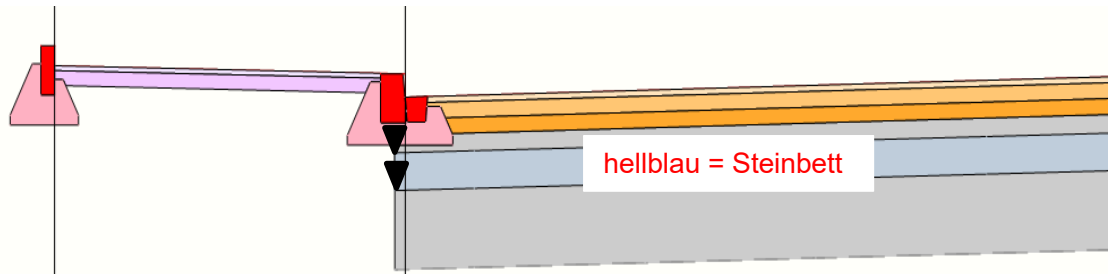
- Grafik schematisch
- Keine Aufnahmen bei den Schichten der Grabenauffüllung (Rohrumhüllung, Auffüllung und Foundation) beidseitig entlang der «Grabenwand», sondern nur ein Punkt, um die Schichtstärke ermitteln zu können
- Aufnahmepunkt bei Halb-einbetoniert auf Scheitel Rohr. Abmessungen Hüllbeton sind durch Normalien definiert
- Zu besprechen im Rahmen der AVOR



4.5.5. Geologisches Längsprofil

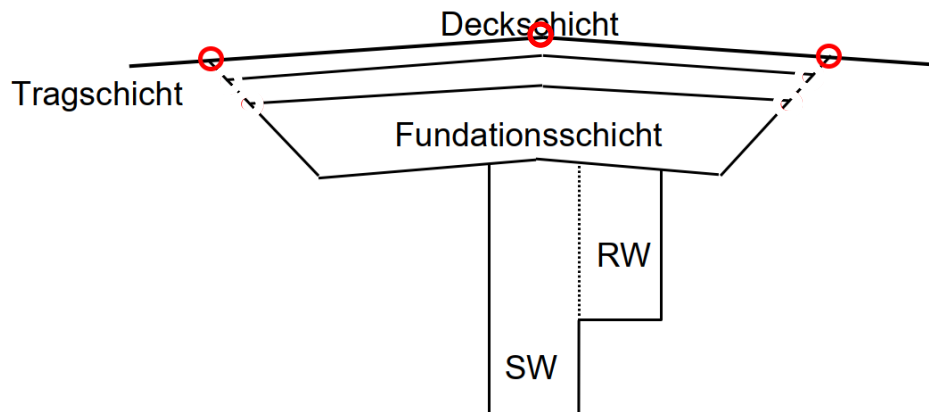
- Schichtgrenzen (z.B. Steinbett, Fels)
- Wasserstand, sofern vorhanden mit Angabe des Datums
- Bezeichnung der geologischen Schichten
- Zu besprechen im Rahmen der AVOR

[Hier eingeben]



4.5.6. Belagsschichten

- Grafik indikativ
- Aufnahmeraster projekt-spezifisch zu definieren
- Aufnahme der Oberfläche (Entscheid Unternehmer, Voraussetzung: Toleranzbereich wird erfüllt)
- die Belagsschichtstärken werden basierend auf dem as-planned Modell (SIA-Phase 51) und der Oberflächenaufnahmen im as-built Modell nachgeführt
- Details und Anschlüsse sind zu berücksichtigen
- Zu besprechen im Rahmen der AVOR



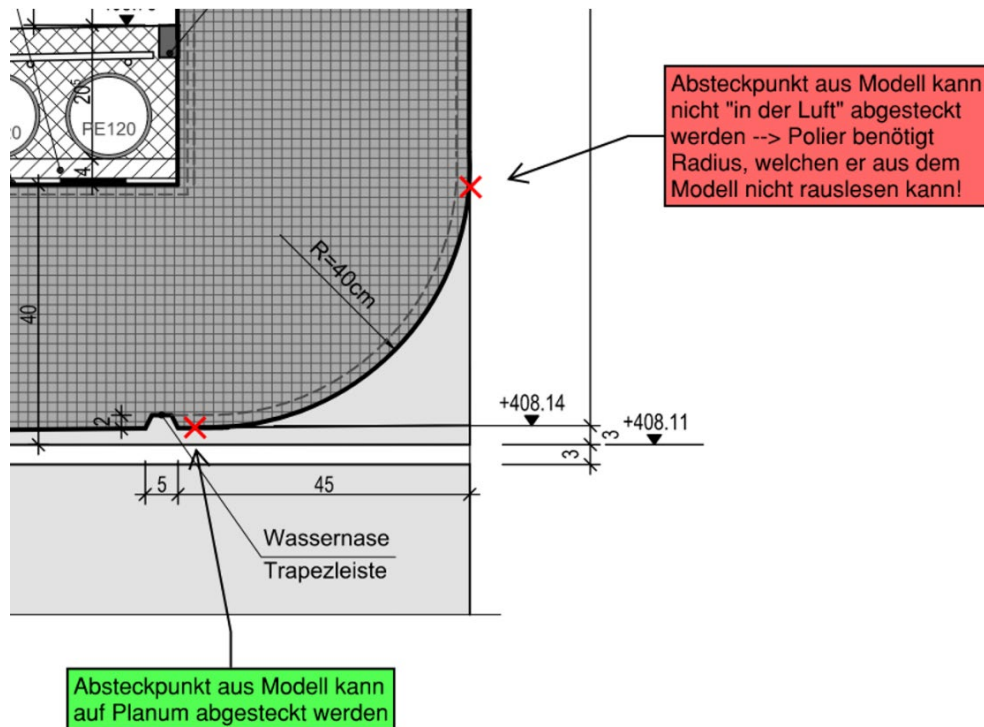
5. Lessons Learned

5.1. Projekt-/Praxisbeispiele

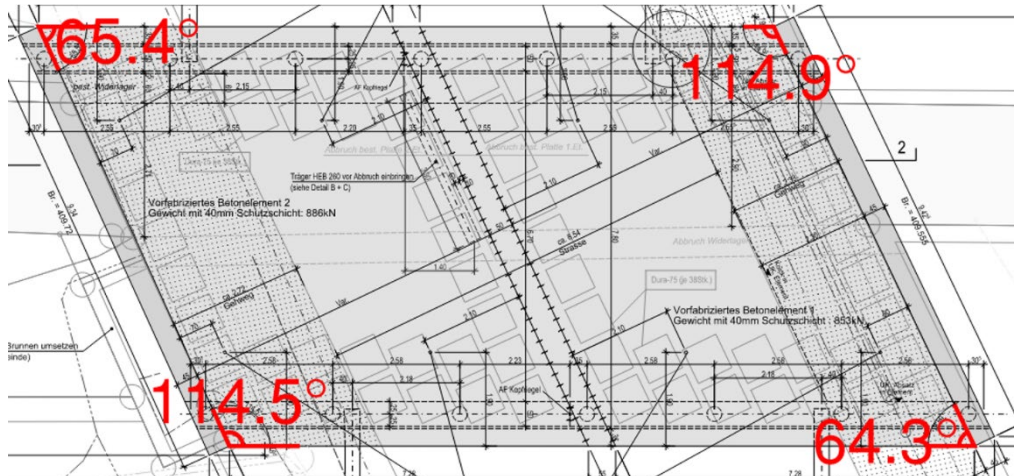
Beispiel 1: Neubau Durchlass Dollikerbach, Meilen

Für die modellbasierte Absteckung von Kunstabauten ist folgendes zu berücksichtigen:

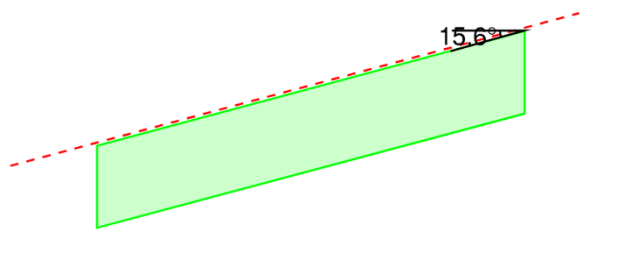
- Ein Übersichtsplan 2D mit wichtigsten Abmessungen kann für die Ausführung nötig sein



- Die Kontrolle der Absteckungspunkte mit Winkeln ist gewünscht (4 unterschiedliche Winkel bei Durchlass Dollikerbach in Meilen!)



- Die Winkelangabe kann nicht einfach aus dem Modell herausgelesen werden.



Um die Schalung modellbasiert zu erstellen, muss das technische Büro des Unternehmers eventuell einzelne 2D-Skizzen aus dem Modell generieren und vermessen.

Für die modellbasierte Bewehrung sollte der Projektverfasser nach Bedarf und in Absprache mit dem Unternehmer ein zusätzliches Property-Set mit Positionsnummer für den Eisenleger im as-planned Modell aufbereiten. So kann der Eisenleger Position für Position durchgehen und gemäss vom Konstrukteur mittels Positionsnummern definierter Reihenfolge verlegen. Am Schluss ist auch gleich ersichtlich, ob alle Positionen verlegt wurden. Die Markier-Funktion kann vom Ingenieur entsprechend auch für die Bewehrungsabnahme benutzt werden.

5.2. Handlungsfeld Organisation und Mensch

Die papierlose Baustelle erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen allen am Bau beteiligten Parteien, innerhalb sowie ausserhalb der eigenen Organisation. Durch die Verwendung eines digitalen Modells können Fehler und Missverständnisse vermieden werden, da alle Beteiligten auf dieselben Informationen zugreifen und Änderungen in Echtzeit vorgenommen werden können. Dafür ist folgendes erforderlich:

- Seitens **TBA-Projektleitenden**:
 - Austausch mit den BIM Champions
 - Teilnahme an den BIM-Projektsitzungen
 - Leistungen für die Bestandsaufnahmen in Gesamtauftrag ausschreiben (keine separaten Leistungen für Drittbüros, Vergabe an Subunternehmer möglich)
 - Anforderungen für die Bestandsaufnahme mit dem Projektverfasser vor Beginn der Modellierung (Phase Projektierung) definieren
 - Leistungen und Erwartungen an die Bauleitung für die Umsetzung der digitalen Baustelle klar definieren
 - Mind. 3-monatige AVOR-Phase nach Vergabe an Unternehmer und Beginn der Bauarbeiten einplanen
 - Mind. 2 Workshops in der AVOR-Phase mit allen wesentlichen Beteiligten organisieren
 - Workshop 1: engerer Kreis (Projektleitung, BIM-Verantwortliche PV und UN, Bauführung) – Kennenlernen, Zuständigkeiten regeln, Anforderungen an das as-planned Modell für die Ausführung besprechen, nötige Grundlagen für die digitale Baustelle, Anforderungen an die Absteckungselemente definieren, Kommunikationsregeln festlegen, Bauoptimierungen definieren und im as-planned Modell einpflegen, Prozessdefinition, Ergänzungen für den BEP
 - Workshop 2: grösserer Kreis (engerer Kreis + Modellierer, Polier) – Kennenlernen, Entscheidungen und Ergebnisse aus dem Workshop 1 präsentieren, Prozess zeigen und allen bekannt machen

- Seitens **Projektverfasser**:
 - Besuch von geeigneten BIM-Ausbildungskursen (Methode und Software)
 - Rollenverständnis zwischen Bauleiter/in, BIM-Koordinator und BIM-Modellierer
 - Wissensaufbau im Bereich Modelle prüfen und auswerten, sodass die geforderte Datenqualität gewährleistet ist
 - Sicherstellen, dass die Anforderungen vom TBA umgesetzt sind (z.B. Namenskonvention, Fachmodelle, Fachdatenkatalog, Modellierungsrichtlinie)
 - Frühzeitige Besprechung mit den TBA-PL der Bestandsaufnahmen für die Erstellung des Bestandsmodells
 - Führung der Workshops in der AVOR-Phase
 - Ergänzung des BEP (inkl. Prozessplan) für die Phase Realisierung

- Lieferung der notwendigen Grundlagen für die Absteckung (BIM2Field)
 - Regelmässige Kontrolle der gelieferten Aufnahmen der ausgeführten Arbeiten (Field2BIM)
 - Gemeinsamer Entscheid mit der TBA-PL über die notwendigen Anpassungen des as-planned Modells aufgrund der gelieferten Aufnahmen (**Achtung**: Anpassungen nötig, nur wenn ausserhalb der Toleranzen (Kap. 4.2))
-
- Seitens **Bauunternehmer**:
 - Besuch von geeigneten BIM-Ausbildungskursen (Methode und Software)
 - Rollenverständnis zwischen Bauführer, Polier und BIM-Spezialist
 - Wissensaufbau im Bereich Modelle prüfen und auswerten, sodass Angebote und Abrechnung zügig kalkuliert werden können
 - As-planned Modell für die Ausführung gründlich prüfen und Optimierungen / Nachbesserungen frühzeitig (sofort nach Vergabe) dem TBA-PL mitteilen
 - Aktive Mitwirkung in den Workshops während der AVOR-Phase und Prozessplan inkl. Vermessungsprozess gemeinsam mit allen Beteiligten entwickeln
 - Sämtliche Tests für die Umsetzung der digitalen Baustelle vor Baubeginn durchführen (vor Ort mit Tablet und GPS)
 - Code Liste für die Aufnahme der ausgeführten Arbeiten (Field2BIM) projektspezifisch ergänzen und vorbereiten