



Kanton Zürich
Baudirektion
Tiefbauamt
Stab

Planen und Steuern

Julie Picarel
Fachexpertin Erhaltungsmanagement & BIM

28. August 2020

"BIM-Pilotprojekte"

Informationsanforderungen TBA Kanton Zürich Exchange Information Requirements (EIR)

4. Juli 2022



Inhalt

1. Allgemeines	7
1.1. Anforderungen an die Organisation	9
1.2. Wahl des Vertragsmodells für das (Pilot)-Projekt	10
2. Ziele	11
2.1. Vision TBA 2040	11
2.2. Strategische Ziele bis 2025	12
2.3. Infrastrukturbezogene Ziele	12
2.4. BIM-Ziele	13
2.5. Ziele für die Pilotprojekte	13
2.6. BIM-Grundsätze	14
2.7. Vom Auftraggeber geforderte Anwendungsfälle	15
3. Anforderungen an den BIM-Prozess	16
3.1. BIM-Informationsmanagementprozess	16
3.2. BIM-Prozessplanung	16
4. Anforderung an die Informationsnutzung	18
4.1. Informations-Lieferungen (Data Drops)	18
4.2. Lieferzeitpunkte	18
4.3. Anforderungen Mengenermittlung	18
4.4. Anforderungen an Kostenermittlung	19
5. Anforderungen an die räumliche Koordination	20
5.1. Integrale Koordinationsbesprechung (ICE-Session)	20
5.2. Datenaustausch (IFC, gITF)	20
5.3. Pendenzen Modellierung (BCF)	20
6. Anforderungen an die Modelle	21
6.1. Allgemein	21
6.2. Konventionen	21
6.3. Struktur	21
6.3.1. Modelle	21
6.3.2. IFC	21
6.3.3. gITF	21
6.4. Modellierungsregeln	22
6.4.1. Koordinatensysteme	23
6.4.2. Einheiten	23
6.4.3. Detailierungsgrad (LOIN)	24
6.5. Fachdaten- und Bauteilkatalog	24

7. Anforderungen an ICT-Infrastruktur	25
7.1. Gemeinsame Datenumgebung (CDE)	25
7.1.1. Daten und Modelle	25
7.1.2. Modellbasierte Funktionen	25
7.1.3. Basisfunktionen Plattform	25
7.1.4. Optionale Funktionen Plattform	26
7.1.5. Zugriff	26
7.2. Anforderungen an BIM-Autorensoftware	26
7.3. Anforderungen an BIM-Koordinationssoftware	26
7.4. Anforderungen an BIM-Koordination	26
7.5. Anforderungen an BIM-Datenabgabe	27
7.5.1. Genehmigung / Bewilligung	27
7.5.2. Informationen des ausgeführten Werkes	27
7.6. Anforderungen an die Visualisierung	27
8. Anforderungen an das Qualitätsmanagement	29
8.1. Prüfziele	29
8.2. Zu prüfende Kriterien	29
8.2.1. Geometrisch	29
8.2.2. Semantisch	29
8.2.3. Räumlich	29
8.2.4. Nachweise	29
9. Rechtliches	30
9.1. Haftung	30
9.2. Rechte	30
9.3. Abgrenzungen	30
10. Anhang	32
10.1. Anforderungen an BIM-Abwicklungsplan (BEP)	32
10.2. Konventionen, Übersicht	33
10.2.1. Abkürzungen	33
10.2.2. Dateinamen	33
10.3. Struktur	34
10.3.1. Phasenmodelle	34
10.3.2. Fachmodelle	35
10.3.3. Farbkonzept	36
10.3.4. IFC-Bauwerkstruktur	36

Direktion	Baudirektion	Amt	Tiefbauamt
Auftraggeber/in	Felix Muff	Status	Definitiv
Projektleiter/in	Julie Picarel	Klassifizierung	öffentlich

Änderungsverzeichnis

Datum	Version	Änderung	Autor/in
30.06.2020	0.1	Vorabzug	Basler und Hofmann TBA: Julie Picarel / Damian Lüthi / Frank Stenger
21.07.2020	0.2	Überarbeitung	Julie Picarel
28.08.2020	0.3	Grundlage für BEP	Basler und Hofmann TBA: Julie Picarel
23.10.2020	0.4	Überarbeitung	TBA: Julie Picarel
28.06.2021	0.5	Überarbeitung	Basler und Hofmann
20.06.2021	0.6	Überarbeitung	Inside Reality
23.07.2021	1.0	Grundlage für 2. Pilotprojekt	TBA: Julie Picarel
04.07.2022	2.0	Aktualisierung und Veröffentlichung	TBA: Julie Picarel

Anhänge

1. Anwendungsfälle
2. Namenskonvention
3. Farbkonzept
4. IFC-Bauwerksstruktur
5. Prozessplan Projektverfasser (PV)
6. Fachdatenkatalog
7. Prüfplan

1. Allgemeines

Für die Projektierung und Realisierung des ersten BIM-Pilotprojektes des Tiefbauamtes des Kantons Zürich wurden die Informationsanforderungen Auftraggeber und Informationsanforderungen Bewirtschafter erarbeitet und in einem Dokument zusammengefasst.

Vorliegendes Dokument definiert, welche Anwendungen und Prozesse erforderlich sind, welchem Zweck diese dienen und welche Leistungen zu erbringen sind. Es bildet die Grundlage für die Überprüfung der zu liefernden Dokumente auf Vollständigkeit. Die Anwendung der Open-BIM-Methodik ist zu gewährleisten.

Die Entwicklung dieses BIM-Dokuments ist ein dynamischer Prozess. Das Dokument ist laufend mit den Erfahrungen aus diversen Projekten ergänzt und optimiert.

Die Anwendung der BIM-Methodik wird den bisher in der Praxis verbreiteten Projektabläufen nach den SIA-Phasen stark beeinflussen. Unter anderem müssen auch die Ausschreibungen für die Planer- und Ingenieurleistungen überdacht und die Leistungen gemäss SIA 103 neu definiert werden.

Da die gesamte Grundlagenbeschaffung in der Planungsphase erfolgen muss, verschieben sich viele Leistungen aus der Phase Bauprojekt in die Phase Vorprojekt. Zusätzlich werden die Unternehmungen früher in der Phase Projektierung einbezogen werden. Sie werden auch mehr Leistungen auf der Baustelle mit der Datenerfassung und Datennachführung in dem BIM-Modell erbringen müssen. Gleichzeitig sollen betroffene Stakeholder schon frühzeitig während der Planung in Entscheidungsprozesse mit einbezogen werden.

Das TBA beabsichtigt, die BIM-Projekte nicht nach den SIA-Phasen, sondern nach neu definierten BIM-Phasen durchzuführen. Die folgende Abbildung zeigt den vorgesehenen Ablauf. Die Bauherrschaft behält sich vor, im Laufe des Projektes Leistungen und Phasen in Abstimmung mit dem Auftragnehmer nach Bedarf anzupassen.

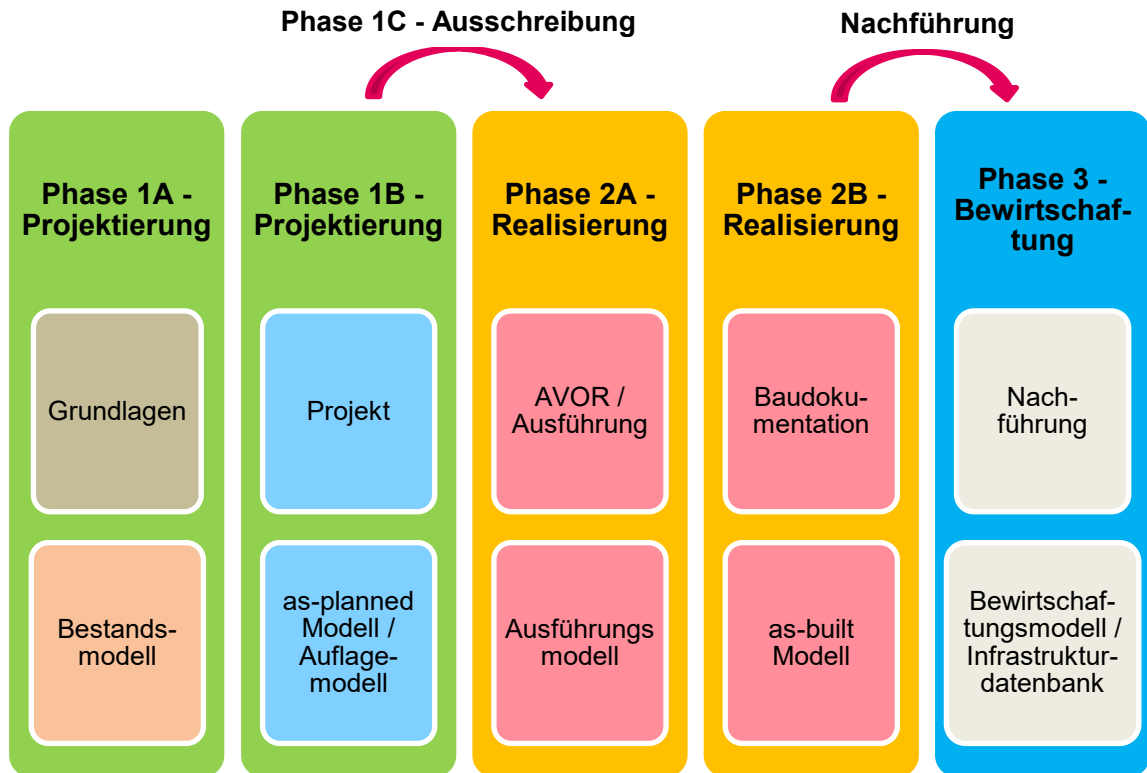


Abbildung 1: BIM-Phase des TBA Kanton Zürich

Das vorliegende BIM-Dokument ist **Vertragsbestandteil** und gilt als Präzisierung für den Umfang, den Inhalt und die Dokumentation im Zusammenhang mit der Umsetzung von Projekten mit der BIM-Methode innerhalb des Tiefbauamtes des Kantons Zürich.

1.1. Anforderungen an die Organisation

Die projektspezifische Organisation des TBA ist den **Ausschreibungsunterlagen** zu entnehmen.

Rolle	Beschreibung	BIM-bezogene Verantwortlichkeiten bzw. Aufgaben
Gesamtprojektleiter des Auftraggebers	Der Gesamtprojektleiter veranlasst im Namen des Bestellers den Planungs- und Bauprozess. Er vertritt den Auftraggeber gegenüber dem Planerteam und holt die notwendige Fachexpertise für den Einsatz der BIM-Methode bei der BIM-Verantwortlichen ein.	<ul style="list-style-type: none"> • Bereitstellung der notwendigen Informationen • Steuerung des Projektfortschritts • Prüfung und Genehmigung der Arbeitsergebnisse • Prüfung und Freigabe der BIM-Modelle für die nächste Phase
BIM-Verantwortliche des Auftraggebers	Die BIM-Verantwortliche des Auftraggebers unterstützt den/die Gesamtprojektleiter/in in der Führung des BIM-gestützten Projektprozesses. Sie ist die Ansprechperson zum Thema BIM gegenüber dem BIM-Manager / BIM-Koordinator des Auftragnehmers.	<ul style="list-style-type: none"> • Festsetzung der Informationsanforderungen des Auftraggebers • Mitwirkung Prozessplanung (Planung der Planung) Steuerung des Projektfortschritts • Prüfen des BIM-Projektentwicklungsplans einschliesslich aller Nachführungen • Prüfung der Arbeitsergebnisse
Gesamtprojektleitung des Auftragnehmers	Die Gesamtprojektleitung besteht in der Leitung und Koordination des Planerteams sowie in der Gewährleistung der Kommunikation mit dem Auftraggeber, weiteren Baubeteiligten und Dritten.	<ul style="list-style-type: none"> • Mitwirkung bei Erstellung des BIM-Projektentwicklungsplans • Prüfen des BIM-Projektentwicklungsplans einschliesslich aller Nachführungen
BIM-Manager des Auftragnehmers	Der BIM-Manager des Auftragnehmers unterstützt den Gesamtleiter in der Führung des BIM-gestützten Planungsprozesses. Er ist der Fachvorgesetzte des BIM-Koordinators und auf der Seite des Planungsteams der Ansprechpartner für BIM-spezifische Fragestellungen.	<ul style="list-style-type: none"> • Koordination des BIM-Prozesses mit dem BIM-Manager des Auftraggebers • Formulierung der BIM-Ziele des Auftragnehmers in Abstimmung mit dem Projektleiter • Federführend bei Erstellung und Nachführung des Prozessplanes (Planung der Planung) • Erstellung und Nachführung des BIM-Projektentwicklungsplans • Steuerung und Überwachung des BIM-Planungsprozesses und der BIM-gestützten Zusammenarbeit mit den Fachplanern • Schulung, fachliche und organisatorische Unterstützung des Planungsteams in der BIM-Anwendung • Vorbereitung / Moderation von integrierten Kollaborations-workshops (ICE-Session)
BIM-Koordinator des Auftragnehmers	Der BIM-Koordinator zuständig für den Abgleich der einzelnen Fach- und Teilmodelle.	<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung der vereinbarten Koordinationsmassnahmen • Erstellung von Koordinationsmodellen

		<ul style="list-style-type: none">• Überprüfung und Validierung der Fach- und Teilmodelle (z.B. Clash-Detection),• Bestimmung der notwendigen Änderungen in Zusammenarbeit mit der Gesamtleitung und den beteiligten Disziplinen• Vorbereitung / Moderation / Dokumentation von integrierten Kollaborationsworkshops (ICE-Session)
--	--	--

1.2. Wahl des Vertragsmodells für das (Pilot)-Projekt

Die Wahl des Vertragsmodells für das (Pilot)-Projekt ist den **Ausschreibungsunterlagen** zu entnehmen.

2. Ziele

Die BIM-Strategie des TBA beschreibt die Prozesse, Methoden und Anforderungen, um die BIM-Ziele auf Bauherrnseite zu erreichen. Die übergeordneten Ziele sind im BIM-Strategiepapier TBA (Version 5 vom 6. Februar 2020) definiert.

2.1. Vision TBA 2040

Mit dem Einzug der BIM-Methode stehen der gesamten Baubranche bahnbrechende Änderungen bevor. Prozesse über den gesamten Lebenszyklus von Infrastrukturanlagen werden sich entscheidend verändern.

Bis ins Jahr 2040 werden Informationen zu Infrastrukturen und Anlagen mit einem Klick abgerufen und neue Anlagen effizient geplant, realisiert und bewirtschaftet werden können. Der Informationsaustausch innerhalb des TBA sowie mit beteiligten Ämtern, externen Partnern und weiteren Stakeholdern wird massgeblich vereinfacht und standardisiert erfolgen. GIS- und IT-Anwendungen können nahe am (internen) Kunden entwickelt und mit hohem Tempo ausgerollt werden. Im Plangenehmigungsverfahren wird kein Versand einer Vielzahl an Schachteln mit ausgedruckten Plänen und Dokumenten mehr erforderlich sein. Diese Unterlagen werden in digitaler Form zur Verfügung stehen und können von den beteiligten Stakeholdern eingesehen und editiert werden.

Das TBA wird von den neuen Prozessen und IT-Modellen erheblich profitieren können. Zentrale Anforderung dabei ist, die wesentlichen Auswirkungen der neuen Arbeitsweisen frühzeitig zu erkennen und einen geeigneten Umgang mit diesen festzulegen. So werden sich in den nächsten Jahren viele Berufsbilder spürbar verändern, neue Kompetenzen werden gefragt sein. Damit das TBA als attraktiver Arbeitgeber bei den älteren sowie bei den jüngeren Generationen überzeugen kann, muss es diesen kulturellen Wandel annehmen und nutzen.

Das TBA beabsichtigt daher, die kantonale Strasseninfrastruktur in diese digitale und vernetzte Zukunft zu führen. Es möchte die anstehenden grundlegenden Veränderungen begleiten und die Prozesse zur Planung, Projektierung, Realisierung und Bewirtschaftung von Strasseninfrastrukturen und -anlagen im Kanton Zürich selbst aktiv mitgestalten. Hierzu sollen die notwendigen Kompetenzen und Mittel innerhalb des TBA laufend und gezielt ausgebaut werden.

Das TBA möchte mit einer solchen übergeordneten, weitsichtigen und zeitgemässen Bewirtschaftung seiner Infrastrukturen und Anlagen einen Bereich der kantonalen Verwaltung in die virtuelle Welt und ein Stück der virtuellen Welt in die kantonale Verwaltung tragen.

2.2. Strategische Ziele bis 2025

Die stufenweise Etablierung der BIM Methode hat zum Ziel, die Digitalisierung und damit die durchgängige Interoperabilität aller Beteiligten von der Investition über die Planung, den Bau bis hin zum Betrieb zu ermöglichen. Transparenz, Integration und Parallelität ermöglichen optimierte Entscheidungen, Projektergebnisse und reduzierte Betriebskosten. Mit BIM sollen sowohl die Planungsqualität als auch die Zusammenarbeit optimiert werden.

Im Bereich Erhaltungsplanung hat das TBA bereits erhebliche Anstrengungen unternommen, um den Infrastrukturbestand digital zu dokumentieren und zu bewirtschaften. Die BIM-Methodik kann jedoch einen zusätzlichen Beitrag leisten, um während des gesamten Erhaltungsprozesses die Informationen sämtlicher Infrastrukturen optimal und effizient zu liefern, zu erfassen und nachzuführen. Aus Sicht des Tiefbauamtes ist im Wort «BIM» das «I» für Informationen (Datenmanagement) die wichtigste Komponente.

Die übergeordneten Ziele¹ des TBA im Bereich BIM Tiefbau sind:

- Effizienz der Arbeitsprozesse: Zugänglichkeit zu erforderlichen Informationen für Arbeitsstellen und externe Projektbeteiligte erleichtern; Kommunikation zwischen Projektbeteiligten verbessern
- Planungssicherheit: Anzahl Projektänderungen verringern; Vorgesehene Projektdauer zuverlässig abschätzen; Sicherheit der Planungs- und Baukosten erhöhen und prüfen
- Qualität: Digitale Grundlagendaten konsequent anwenden; Datenqualität erhöhen und Datenstruktur im Vorfeld festlegen; Schnittstellen identifizieren und Interoperabilität gewährleisten
- Nachhaltigkeit: Optimierung von Projektvorhaben durch frühzeitiges Einbeziehen interner und externer Stakeholder, Festhalten und Transferieren bereits gemachter Erfahrungen in künftige Projekte, Nachvollziehbarkeit wichtiger Entscheidungen
- Strukturelle Anpassung: IT-Infrastruktur verbessern; Digitale Lösungen und Innovationen einführen; Amtinterne Prozesse optimieren; Notwendigen Kulturwandel fördern.

2.3. Infrastrukturbezogene Ziele

Als Infrastrukturanlageeigentümer verfolgt das TBA folgende Ziele:

- Optimierte Nutzungsdauer und Werterhaltung
- Hohe Berücksichtigung der Verkehrssicherheitsaspekte (z. B. Road Safety)
- Hohe Verfügbarkeit der Infrastruktur und geringe Verkehrsbehinderungen für Nutzer
- Nachhaltiger Einsatz von Materialien (z. B. Recycling)
- Qualitativ hochwertige Infrastrukturen

¹ Kap. 6.3, BIM-Strategie, TBA KTZH, Februar 2020

2.4. BIM-Ziele

Die vom TBA verfolgten Ziele mit der Einführung der BIM-Methodik im Bereich Tiefbau sind:

- Einführung der BIM-Kultur: die Offenheit und eine faire Zusammenarbeit zwischen dem Bauherrn, dem Planer und dem Unternehmer sind für die Bauherrschaft zentral und wichtig. Es werden Teilnehmer gesucht, bei denen diese Werte im Vordergrund stehen.
- Erhaltung Planungs- und Kostensicherheit: durch die frühere Einbindung vom Unternehmer und weiteren Stakeholdern, inklusive Öffentlichkeit, in den Planungsphasen sollen Planungsfehler und Kostenunsicherheiten reduziert werden.
- Bessere Qualitätssicherung: durch den Einsatz von neuen Technologien und das digitale Erfassen der Daten werden Medienbrüche sowie Informationsverluste vermeiden. Offene Kommunikation wird gefördert. Dadurch wird eine Verbesserung der Qualitätssicherung erwartet. Konsequente Umsetzung des «Single Source of Truth» Prinzips reduziert Fehlerquellen.
- Gewähr der Interoperabilität: mit der Entwicklung von internationalen Standards (IFC, glTF) wird den Datenaustausch gewährleistet. Solange die IFC-Formate im Bereich Tiefbau Mängel aufweisen, wird es angestrebt, die Anzahl Planer Wechsel zu minimieren. Daten werden im Sinne der Nachhaltigkeit validiert und unabhängig von Softwarelösungen gehalten.
- Umsetzung innovativer Ansätze: Es werden verschiedenen Themen mit der BIM-Methodik geforscht. Die Themen betreffen die Grundlagenerhebung, den Leistungsbeschreibung (Planer und Unternehmer (TU, GU, klassisch), Modellbasierte Ausschreibung, sowie neue Visualisierungsmethode wie Immersive, Augmented und Virtual Reality.

2.5. Ziele für die Pilotprojekte

Mit den Pilotprojekten sollen die folgenden messbaren Aspekte verfolgt werden:

- Das Projekt soll zu 100% digital geführt werden. Dies gilt auch für die Realisierungsphase. Es wird ausdrücklich angestrebt, auf den Ausdruck von Plänen verzichten zu können. Stattdessen sollen die Möglichkeiten interaktiver Visualisierung der 3D Modelle prozessbegleitend über den gesamten Lebenszyklus via Internet zur Verfügung stehen, so dass sich die Teilnehmer unabhängig von Ort und Endgerät ein unmissverständliches Bild der Projektinformationen machen können.
- Transparente, faire und effiziente Zusammenarbeit zwischen Bauherrschaft, Planer und Unternehmer, erfolgreiche Kooperationen zwischen Bauherrschaft, Planer und Dritten (Stadt / Gemeinde, Werke, Software-Lieferanten usw.), sowie verständliche Kommunikation mit der Öffentlichkeit mit möglichst hohem Nutzen für alle Beteiligten.
- Validierung und automatische Übernahme der notwendigen Daten aus dem as-built Modell in den Bewirtschaftungssystemen des TBAs.

Zur Erreichung dieser Ziele sind folgende Aspekte zu beachten:

- Klare Definition der Leistungen in den BIM-Phasen pro Beteiligte (Bauherr, Planer, Unternehmung, Dritter)
- Anerkennung der Schnittstellen (inkl. notwendige Austauschformate) zwischen allen Beteiligten und der Abgrenzungen in der Anwendung der IFC-Formate.
- Abgabe der 3D Modelle in einem internetfähigen Visualisierungsformat (glTF)
- Mitwirkung in der Entwicklung der modellbasierten Ausschreibung mit dem eBKP-T von CRB.
- Effiziente und optimierte Nachführungsprozesse mittels Schnittstelle / Datenaustausch vom as-built Modell in den Bewirtschaftungssystemen des TBA.
- Neue Vertragsmodelle zwischen Bauherrn, Planer und Unternehmer anwenden, Abgrenzungen und Verbesserungen erkennen.
- Mit dem Abschluss der Realisierungsphase, Grundlagen aus dem as-built Modell für die Ergänzung des Datenmodells «Fachdatenkatalog TBA» an die Bauherrschaft abliefern.
- Erste Erkenntnisse und Erfahrungen mit Kollaborationsplattformen (CDE) gewinnen und sie an das Amt für Informatik kommunizieren.
- Erste Erfahrungen sammeln mit einer prozess-begleitenden Visualisierung für die interdisziplinäre Kommunikation mit internen und externen Stakeholdern.

Die Zielerreichung ist wiederholt im Laufe des Projektfortschritts sowie nach Abschluss des Projekts zu prüfen.

Die Umsetzung der BIM-Ziele wird von der Bauherrschaft für diverse BIM-Anwendungsfälle gefordert.

2.6. BIM-Grundsätze

Grundsatz Nr.	Grundsatz	Beschreibung
1	Anwendung der BIM-Methode	Digitales Planen, Bauen und Betreiben, welches die Verwendung von digitalen Bauwerksmodellen in Kombination mit geeigneten Organisationsformen und Prozessen beinhaltet, ist in den BIM-Projekten des TBAs anzuwenden. Das Pflichtenheft «Field2BIM» ist zu berücksichtigen.
2	Prozess-orientierte Zusammenarbeit	Eine transparente und faire Zusammenarbeit zwischen Bauherrschaft, Planer, Dritten und Unternehmer, sowie erfolgreiche Kooperationen mit möglichst hohem Nutzen für alle Beteiligten wird angestrebt. Die durch das TBA angegebenen Prozesse sind anzuwenden.

3	Klare Projekt- und Leistungsziele	Alle Beteiligten streben eine klare Definition der Leistungen in den BIM-Phasen (Bauherr, Planer, Unternehmung, Dritter) an.
4	Digitales Arbeiten	Die Projekte sollen, wenn möglich zu 100% digital geführt werden. Dies gilt auch für die Realisierungsphase. Es wird ausdrücklich angestrebt, auf den Ausdruck von Plänen verzichten zu können.
5	Transparente Projektentwicklung	Zugriff auf Datenablage inkl. Modelle Webbasierte Datenumgebung (CDE).
6	Modellbasierte Kommunikation	Softwareunabhängiger Zugriff auf Modelldaten und deren Visualisierungen Webbasierte Datenumgebung (CDE).
7	OPEN BIM / Schnittstellen	Die Schnittstellen (inkl. notwendige Austauschformate) zwischen allen Beteiligten und der Abgrenzungen in der Anwendung der IFC-Formate sind zu anerkennen und protokollieren.
8	Medienbruchsfreie Nachführung	Ein effizienter und optimierter Nachführungsprozess mittels Schnittstelle / Datenaustausch vom as-built Modell in das Bewirtschaftungssystem des TBAs ist zu erzielen.
9	Fachdatenkatalog und IFC-Struktur	Die Modellierung erfolgt gemäss des Fachdatenkatalogs und der IFC-Struktur vom TBA.
10	Farbkonzept	Das Farbkonzept TBA für die Modellierung ist anzuwenden.
11	Namenskonvention	Die Namenskonvention vom TBA ist anzuwenden.

2.7. Vom Auftraggeber geforderte Anwendungsfälle

Siehe **Anhang** «Anwendungsfälle».

3. Anforderungen an den BIM-Prozess

3.1. BIM-Informationsmanagementprozess

Der Informationsmanagementprozess betrifft gleichermassen Auftraggeber und Auftragnehmer. In der Prozessplanung wird definiert, in welcher Weise die Beteiligten im Informationsprozess mitwirken und welche Rollen sie dabei spielen. Grundsätzlich ist eine frühzeitige enge Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten anzustreben, damit die Projektziele möglichst klar definiert und im Projekt umgesetzt werden können.

3.2. BIM-Prozessplanung

Die Prozessplanung im Sinne eines Projektmanagements soll dazu beitragen, dass die Projektziele im BIM-Projekt systematisch umgesetzt werden können. Dabei ist die Abstimmung zwischen Projektbeteiligten und dem/der Auftraggeber bezüglich notwendiger Entscheidungen, Planungsarbeiten, Planungsergebnisse, Modellbearbeitung, Modellnutzung und Model-laustausch zu definieren.

Vor der Beauftragung hat der Anbieter (Bauherrenunterstützung, Planer sowie Bauunternehmung) nachfolgende Angaben zu liefern:

- Projektorganisation des Anbieters mit BIM-Verantwortlichkeiten: Organigramm und Verantwortlichkeitsmatrix, aus welcher hervorgeht, wie der BIM-gestützte Planungsprozess organisiert ist und wie die entsprechenden Verantwortlichkeiten geregelt sind.
- Umsetzung der Projektziele des Auftraggebers: Beschreibung, wie der Anbieter die Ziele des Auftraggebers im Laufe des Planungs- und Realisierungsprozesses konkretisieren und umsetzen will.
- Umsetzung des Informationsanforderungsprozesses des Auftraggebers: der Anbieter präzisiert bei Bedarf die Informationsanforderungen des Auftraggebers und zeigt, wie er diese in Modellspezifikationen, Datenmodellen und Dokumenten erfüllen wird.

Zwischen erfolgter Beauftragung und dem Planungsbeginn sind mit der BIM-Prozessplanung folgende BIM-Pläne zu erstellen und im BIM-Projektentwicklungsplan (BEP) projektspezifisch, und unter Berücksichtigung der definierten Ziele abzuhandeln und zusammenzufassen:

1. BIM-Prozessplan

Der Prozessplan leitet sich aus den Zielsetzungen des Projekts, den Randbedingungen der Projektierung und aus allgemeinen Erfordernissen der Projektplanung ab. Als Grundlage gilt die Vorlage vom TBA (**Anhang** «Prozessplan Projektverfasser»). Der BIM-Prozessplan umfasst mindestens folgende Inhalte:

- Zeitachse
- Meilensteine, Zwischenziele, Bezeichnung der Hauptphasen
- Entscheidungen und Entscheidungszeitpunkte
- Zu produzierende Entscheidungsgrundlagen und Ergebnisse
- Koordinationsmassnahmen wie Sitzungen, Workshops, Austausch von Modellen/Daten, etc.
- Verwendung von digitalen Modellen im BIM-Prozess

2. Koordinationsplan (Zusammenarbeit, Datenaustausch)

Der Koordinationsplan nennt in Abhängigkeit der zu erstellenden Modelle die Art und den Zeitpunkt der Modellprüfung und -koordination, definiert die zu erwartenden Resultate der Prüfung, legt die Bedingungen für die Freigabe der digitalen Bauwerksmodelle und der Umsetzung der Korrekturen fest.

3. Nutzungsplan (BIM-Ziele und BIM-Anwendungsfälle)

Der Nutzungsplan definiert disziplin- und phasenabhängig die Informationen und Auswertungen (Ziel und Zweck), die aus den Modellen gewonnen werden sollen. Angabe der Auswertungen, die im Verlauf des Planungs- und Bauprozesses gewonnen werden.

Das TBA übernimmt die Erstellung des Bestandsmodells für alle Infrastrukturanlagen (TBA und Dritte, Dritte mit einfacher Darstellung) innerhalb des Projektperimeters. Nach Möglichkeit wird für den Kontext der Visualisierungen ein 3D Scan (im gITF Format) des Projektperimeters zur Verfügung gestellt. Alternativ können hierfür auch Terrain- und Gebäudemodelle von Swisstopo beigezogen werden.

Falls Dritte Anpassungsbedürfnisse ihrer Infrastrukturen im Projektperimeter haben, wird es durch das TBA sehr begrüsst, wenn Sie BIM-Leistungen bei den Planern bestellen.

4. Modellplan (Genauigkeit, LOIN, Regeln, Spezifikationen)

Der Modellplan definiert disziplin- und phasenabhängig Informationsgehalt und -umfang (Objekte, Elemente, Merkmale, Parametrisierung) der Bauwerksmodelle. Regeln für die Erstellung der digitalen Modelle und Definition der in den Modellen bewirtschafteten Daten. Dazu gehört auch die im Projekt verwendete Definition der Fertigstellungsgrade (LOG und LOI).

Die Anforderungen an den BIM-Prozess sind zwingend im BEP deutlich zu beschreiben. Der BEP ist laufend durch den Auftragnehmer fortzuschreiben. Die Mindeststandards des BEPs werden im Anhang spezifiziert. Der Gesamtleiter (oder falls bestimmt, der BIM-Manager) ist für die Erstellung und Fortschreibung des BEP verantwortlich.

4. Anforderung an die Informationsnutzung

4.1. Informations-Lieferungen (Data Drops)

Die Umsetzung der geforderten Daten sind durch den Auftragnehmer im BEP zu definieren.

BIM-Phase	Informations-Lieferungen (Phasenmodelle)	Zeitpunkt	Format	LOIN
1A	Bestandsmodell	Phasenabschluss	IFC 2x3, 4x3, glTF	200
1B	as-planned Modell Mengen / Kosten	Phasenabschluss	IFC 2x3, 4x3, glTF Excel	300 + CRB Elemente
1C	Ausschreibungsmodell Ausschreibungsgrundlagen Mengen / Kosten	Phasenabschluss	IFC2x3, 4x3, glTF Excel Excel	
2A	Ausführungsmodell	Phasenabschluss	IFC 2x3, 4x3, glTF 3D- DWG (CPIXML)	300
2A	Absteckungsmodell	vor Baubeginn	IFC 2x3, 4x3, glTF 3D- DWG, LandXML	300
2B	as-built Modell	Phasenabschluss	IFC 2x3, 4x3, glTF 3D- DWG (CPIXML)	400
3	Bewirtschaftungsmodell		IFC 2x3, 4x3, glTF 3D- DWG	500

4.2. Lieferzeitpunkte

Für eine effizientere Koordination und Steuerung des Projektes ist ein regelmässiger Austausch von aktuellen Zwischenständen der einzelnen Fachmodelle notwendig. Grundsätzlich orientieren sich die Lieferzeitpunkte nach den Projektterminen. Der projektspezifische Austauschzyklus wird durch das TBA bestimmt.

4.3. Anforderungen Mengenermittlung

Die Massen- und Mengenermittlung hat elementbasiert aus dem as-planned Modell zu erfolgen.

Im Oktober 2020 hat CRB den Regelsatz e-BKPt als Betaversion veröffentlicht. Sobald der definitive Regelsatz e-BKPt zur Verfügung steht, ist seine Anwendung zwingend notwendig.

4.4. Anforderungen an Kostenermittlung

Alle Bauteile sind in Abhängigkeit der Kostengliederung mit den entsprechenden Einheitspreisen zu verknüpfen, um die modellbasierte Kostenermittlung zu gewährleisten. Bei Projektbeginn ist mit dem TBA die Kostenstruktur (Teilprojekt, Abschnitt, Lose, Etappe) abzustimmen. Die Kostengliederung gilt über alle Phasen.

Im Oktober 2020 hat CRB den Regelsatz e-BKPt als Betaversion veröffentlicht. Sobald der definitive Regelsatz e-BKPt zur Verfügung steht, ist seine Anwendung zwingend notwendig.

Kostenteiler müssen auch in den Attributen eingearbeitet sein. Es muss z.B. auf einfache Art und Weise möglich sein, die Kosten nach Kostenteiler zu filtern.

Die Bauwerksprüfungen, die durch den UN zu erbringen und einzurechnen sind, sind in jedem Bauteil attribuiert und eingearbeitet, ggf. können zusätzlich zu beauftragende Prüfungen mittels Dummy-Körper bepreist werden.

Wichtig für die modellbasierte Ausschreibung, ist eine sinnvolle Struktur in die Bauteilliste zu bringen, damit der Anbieter "intuitiv" arbeiten kann und nicht Positionen oder Bauteile suchen muss.

5. Anforderungen an die räumliche Koordination

Die Gesamtkoordination der Fachmodelle wird auf Basis des Koordinationsformats IFC durchgeführt. Die Fachplaner sind verantwortlich für ihre Fachmodelle und deren Visualisierung und prüfen sie vor der Abgabe zur Gesamtkoordination.

5.1. Integrale Koordinationsbesprechung (ICE-Session)

Die Koordinationsbesprechungen sind integral zu führen. Das heisst die Nutzung der Modelle ist in allen Besprechungen vorzusehen und auf der gemeinsamen Datenumgebung (CDE) bereit zu stellen.

5.2. Datenaustausch (IFC, glTF)

Die Koordination basiert auf dem Open-BIM-Format IFC 2x3 und IFC 4x3. Visualisierungen basieren auf dem Web-fähigen glTF Format.

5.3. Pendenzen Modellierung (BCF)

Der Austausch von Modellkoordinations-Pendenzen hat über das Standard-Kollaborationsformat BCF zu erfolgen.

6. Anforderungen an die Modelle

6.1. Allgemein

Die Vorgaben sind in allen Fällen einzuhalten. Zeichnet sich ab, dass dies in Einzelfällen nicht möglich sein wird, ist dies vorausschauend mit dem TBA abzustimmen.

6.2. Konventionen

Siehe **Anhang** «Namenskonvention».

6.3. Struktur

Der Aufbau der Fachmodelle ist getrennt nach Phasen, Disziplin und Inhalt als Übersicht integriert. Die Strukturierung der Fachmodelle ermöglicht eine einfache Filterung und Auswertung der Daten (siehe **Anhang** «IFC Bauwerksstruktur»).

6.3.1. Modelle

Die Teil- und Fachmodelle sind nach geografischen und fachspezifischen Kriterien zu strukturieren, um sowohl eine räumliche als auch eine fachlich eindeutige Zuordnung in Abhängigkeit der BIM-Phasen vornehmen zu können:

Die Modellhierarchie muss projektspezifisch im BEP geregelt werden. Grundsätzlich gilt:

- Ein Phasenmodell (Bestand, as-planned usw..) pro BIM-Phase
- Ein eigenes Fachmodell pro Fachdisziplin / Auftraggeber
- Ein eigenes Teilmodell pro Teilprojekt / Los / Abschnitt / Etappe / Bauphase

6.3.2. IFC

Für die Abbildung der räumlichen Struktur sind die IFC-Klassen / -unterklassen anzuwenden.

6.3.3. glTF

Für die plattformunabhängige 3D Visualisierung wird ausschliesslich der glTF 2.0 Standard verwendet. Hierfür stehen heute in fast jeder Fachapplikation entsprechende Export-Plugins zur Verfügung. Zu Beginn muss prozessunterstützend die Validität der exportierten 3D Visualisierungsmodelle geprüft werden. Hierfür stehen im Internet kostenfreie Tools zur Verfügung (z.B. insimo.com oder [Babylon.js](http://babylon.js)). Dabei muss auf Konsistenz der exportierten glTF-Modelle mit den zugrundeliegenden Fachmodellen geachtet werden (fehlende oder falsche

Elementdarstellungen) Die korrekte Verortung der Visualisierungsmodelle relativ zum Gesamtmodell wird zu Beginn der Zusammenarbeit durch die BHU überprüft. Bietet eine spezifische Fachanwendung keinen direkten 3D Export im glTF 2.0 Format, so müssen diese vom Teilnehmer erst in ein Zwischenformat wie FBX, OBJ oder Collada exportiert, und dann mittels kostenfreier Tools in glTF 2.0 umgewandelt und eingereicht werden (z.B. [FBX2GLTF](#), [OBJ2GLTF](#), [COLLADA2GLTF](#)).

6.4. Modellierungsregeln

Die Modellierungsregeln gelten für alle Modelle und sind einzuhalten:

- Modellelemente sind als geschlossene Volumenkörper zu erstellen. Ausnahmen bilden Gelände- oder Bodenschichten und Trassierungslinien.
- Bauteile enthalten Abmessung, Form, Lage, Ortsbezug & bauteilbezogene Merkmale.
- Die zu modellierenden und dokumentierenden Bauteilarten pro Fachmodell sind im Fachdatenkatalog beschrieben.
- Sollten die vorgegebenen Bauteilarten in der CAD-Autorensoftware durch mehrere Geometrieelemente erzeugt werden, so sind diese zu gruppieren.
- Modellelemente in einem Fachmodell sind überschneidungsfrei zu erstellen. Falls Überschneidungen nicht zu vermeiden sind, müssen diese entsprechend dokumentiert werden.
- Der Status des Objekts muss dem Status des Fachmodells übereinstimmen (Im Bestandsmodell gibt es nur bestehende Bauteile).
- Jedes Bauteil besitzt einen globalen, eindeutigen Identifikator (engl. Globally Unique Identifier – GUID), der ab Phase 32 (Bauprojekt) nicht verändert werden darf. (Bauteile anpassen/ergänzen und nicht ersetzen, so bleibt die GUID bestehen)
- Modellierung nur innerhalb des Strassenraums (Hinterkante Gehweg oder innerhalb Parzellengrenzen) aber inklusive Werkkataster (Angaben durch Eigentümer zu liefern)
- Die Parzellengrenzen sind als Wand darzustellen.
- Das Koordinatensystem LV95, die Höhen sowie die Einheiten sind immer einzuhalten, um die Lagerichtigkeit der Lieferobjekte zu gewährleisten. Bei Data Drops sind diese Einstellungen vorgängig zu prüfen, welches die Zusammenführung der Fachmodelle in ein Gesamtkoordinationsmodell sicherstellen
- IFC-Modelle müssen ohne Schwierigkeiten und ohne Verlust von Informationen durch kostenfreie Drittanwendungen verarbeitet werden können, die den Open BIM Standard unterstützen (z.B. [BlenderBIM](#), oder [BlenderGIS](#))
- Die Elemente sind so zu modellieren, dass eine Massen- und Mengenermittlung automatisch in einem sinnvollen Prozess erfolgen kann. Hierbei ist zu beachten, dass nicht alle Bauteile als Kubatur, sondern zahlreiche als Masse, als Fläche oder als Linie ausgeschrieben resp. bepreist werden. Dies ist für die Kostenermittlung und Ausschreibung zu beachten und entsprechend strukturell zu definieren. Z.B. ist es nicht zielführend, die Kubatur eines Rohres zwischen zwei Halterungen aus dem Modell zu extrahieren, da die Preisangaben hierfür in Laufmeter zur Verfügung stehen. Die Rohrumhüllung hingegen kann als Kubatur aus dem Modell extrahiert werden.

Da bei stetigem Querschnitt keine Änderung der Kosten eintritt, ist es durchaus erwünscht, zusammenhängende Bauteile als Eines bepreisen zu lassen, z.B. Rohr inkl. Umhüllung.

- Die Elemente sind so zu modellieren, dass eine Massen- und Mengenermittlung automatisch erfolgen kann.
- Eine mögliche Zuordnung der Kostenpositionen (NPK) ist in den Elementen zu berücksichtigen.

6.4.1. Koordinatensysteme

Bei Projektbeginn ist ein **Projektnullpunkt** (Einfügepunkt inkl. Höhenangabe) unter Berücksichtigung der Nordrichtung zu definieren. Zur eindeutigen Definition sind 3 **Einfügepunkte** (Formen wie Kugel, Würfel und Pyramide sind zugelassen) in einem separaten Fachmodell anzugeben. Der im Projekt festgelegte **Ursprung** (Global Offset) muss nahe dem geometrischen Mittelpunkt des Projektes gewählt und konsequent in allen Fachmodellen angewendet werden, da es sonst bei manchen Anwendungen Probleme mit der Rechengenauigkeit (64-Bit vs. 32-Bit Systeme) geben kann.


- Koordinatensystem LV95
- Projektnullpunkt X / Y / Z

6.4.2. Einheiten

Bezeichnung	Einheit
Länge	m
Fläche	m ²
Volumen	m ³
Winkel	°
Masse	kg
Anzahl	Stk.
Kraft	kN
Geschwindigkeit	km/h
Temperatur	°C
Kosten	CHF

6.4.3. Detaillierungsgrad (LOIN)

Der Detaillierungsgrad der einzelnen Fachmodelle ist unter 10.3.1 ersichtlich.

Phasen	100	200	300	350	400
Beschreibung BETA-Version 	Enthaltene Bauteile Ausgangspunkt Endpunkt Leitungssache Informationen Typ System Geometrie Länge Leitung Darstellung Die Bauteile werden getrennt dargestellt.	Enthaltene Bauteile Leitung Schacht Informationen Typ System Durchmesser Geometrie Länge Leitung Durchmesser Darstellung Die Bauteile werden getrennt dargestellt.	Enthaltene Bauteile Leitung Schacht Bettungsprofil Abtrag Aushub Grabenfüllung Bodenauftrag Rekultivierung Aufforstung Informationen Typ System Durchmesser Rohmaterial Geometrie: Länge Leitung, Durchmesser, Grabentiefe Darstellung: Die Bauteile werden getrennt dargestellt.	Enthaltene Bauteile Leitung Schacht Bettungsprofil Abtrag Aushub Grabenfüllung Bodenauftrag Rekultivierung Aufforstung Informationen Typ System Durchmesser Materialrezeptur	Enthaltene Bauteile Leitung Schacht Bettungsprofil Abtrag Aushub Grabenfüllung Bodenauftrag Rekultivierung Aufforstung Informationen Typ System Durchmesser Materialrezeptur Produktinformation

Mit dem Fortschritt des Projekts nimmt der Informationsgrad – Level of Information (LOI) – zu.

Abbildung 5: Detaillierungsgrad nach CRB

6.5. Fachdaten- und Bauteilkatalog

Im Fachdatenkatalog werden sämtliche Informationen (geometrische / alphanumerische Attribute) der Bauteile in Abhängigkeit der Fachmodelle aufgelistet, welche für eine effiziente Bewirtschaftung notwendig sind. Der Fachdatenkatalog liegt im **Anhang** vor.

Objekte, welche nicht modelliert werden (können) oder nicht im Verhältnis zu Aufwand und Nutzen stehen, aber für die Ausschreibung relevant sind, sollen mittels einem Dummy-Körper (Platzhalter z.B. in Form eines Würfels) im Ausschreibungsmodell ergänzt und mit den entsprechenden Attributen angereichert werden.

7. Anforderungen an ICT-Infrastruktur

7.1. Gemeinsame Datenumgebung (CDE)

Die Bereitstellung (entweder durch TBA oder durch Auftragnehmer) der gemeinsamen Datenumgebung (CDE) ist in den **Ausschreibungsunterlagen** zu entnehmen.

Falls die CDE durch den Auftragnehmer zur Verfügung gestellt wird, ist der externe Anbieter für die Bereitstellung und den Betrieb der Arbeitsumgebung verantwortlich. Er stellt die Datensicherheit und die Verfügbarkeit der Daten sicher. Er übernimmt im Auftrag des TBA die prozessorientierte, integrierte Visualisierung aller Einzelmodelle für die interdisziplinäre Kommunikation mit internen und externen Teilnehmern.

Das Tiefbauamt wendet in der Pilotphase den BIM-Viewer BIMCollabZoom. Vor der Abgabe der IFC-Dateien an das TBA muss der Auftragnehmer die Lesbarkeit und die Vollständigkeit der aus den Autorensoftwares erzeugten IFC-Dateien im BIMCollabZoom prüfen.

Die Mindestanforderungen an die BIM-Projektplattform über alle Phasen sind:

7.1.1. Daten und Modelle

- Import von Modellen im Format IFC 2x3, IFC 4
- Import von glTF 2.0
- Import von 3D-DWG/DXF

7.1.2. Modellbasierte Funktionen

- Integrierter Modellviewer mit Darstellung der Objektinformationen
- Aggregation von Modellen im Viewer
- Schnitt- und Messfunktionen
- BCF-Verwaltung
- Rollen- und Rechteverwaltung
- Zuweisen von Aufgaben
- Erstellen und Speichern von Ansichten
- Teilen von Ansichten
- Erstellen von Kollisionsprüfungen
- Filterfunktion für IFC-Klassen
- Filterfunktion nach Objekteigenschaften

7.1.3. Basisfunktionen Plattform

- Gemeinsame Datenablage
- Markup Funktion für Office-Dokumente
- Markup Funktion für PDF, JPG, PNG
- Ereignisprotokollierung
- Versionierung und Versionenvergleich von Dateien und Modellen

7.1.4. Optionale Funktionen Plattform

- Gemeinsame Bearbeitung von Office-Dokumenten
- Freigabe von Dokumenten und Modellen
- Berechtigungsstufen auf Ordner Ebene

7.1.5. Zugriff

- Zugang zu Plattform über Browser
- Zugang über Smartphone (APP, Android & Apple)
- Zugang über Tablet (APP, Android & Apple)

Die Verantwortlichkeiten der BIM-Projektplattform müssen im BIM-Projektentwicklungsplan dokumentiert werden.

7.2. Anforderungen an BIM-Autorensoftware

Die Mindestanforderungen an die BIM-Autorensoftware sind:

- Einsatz einer BIM-fähigen achsenabhängigen Trassierungssoftware für Strassen- und Geländemodellierungen
- Modellierung von geschlossenen 3D-Volumenkörper, je nach Ausschreibungsbauteil (Kubatur, Fläche, Linie, Gewicht, Stück etc.)
- Modellbasierte Ausgabe der Mengenermittlung
- Modellbasierte Attributierung von Berechnungen
- Datenexport der Projektachse als 3D-Polylinie im Format DWG sowie IFC 2x3, 3D-DWG und LandXML

7.3. Anforderungen an BIM-Koordinationssoftware

Die Mindestanforderungen an die BIM-Koordinationssoftware sind:

- Durchführen von regelbasierten Modellprüfungen
 - Kollisionsprüfung
 - Datenprüfung in Abhängigkeit des Fachdatenkatalogs TBA
- Datenformate wie IFC 2x3, IFC 4, CPIXML oder 3D-DWG importieren
- BCF-Export der Modell-Pendenzen erstellen

7.4. Anforderungen an BIM-Koordination

Die Mindestanforderungen an die BIM-Koordination sind:

- Bereitstellung von Besprechungsräumen Grossbildschirm und Beamer
- Kabellose Verbindung von z.B. Laptop auf Grossbildschirm / Beamer (z.B. ClickShare)

- WLAN
- Videokonferenz

7.5. Anforderungen an BIM-Datenabgabe

7.5.1. Genehmigung / Bewilligung

Die Genehmigungen und Bewilligungen sind durch die projektspezifische Organisation des TBA gemäss den Ausschreibungsunterlagen sowie durch den/die BIM-Expert/in des TBA zu tätigen.

7.5.2. Informationen des ausgeführten Werkes

Aus dem as-built Modell sollen folgende Daten erfasst und Dokumente hergeleitet werden:

- **Allgemeines:**
 - Prüfprotokoll technische Arbeiten (QS-Dok. 023.00.06)
 - Nachführung räumliche Daten gemäss Prozess 911 (911.01: Strassenachse, 911.02 Verkehrslastklasse; 911.04: Radstreifen, 911.05: Signalisation, 911.05.40: Anleitung Aufnahme Signalisation)
- **Belag / Oberbau:**
 - Ausgeführte Baumassnahme / Oberbaudaten (QS-Dok. 023.00.01)
 - Einbauprotokoll für bituminöse Beläge (QS-Dok 023.00.08)
 - Bestellung und Darstellung Labor-Qualitätskontrolle (QS-Dok. 015.00.01)
 - Archivierung Oberbauarchiv 832.00.04 / Baugrundarchiv 832.00.06
- **Kunstbauten:**
 - gemäss Checkliste Schlussarbeiten
 - Fachhandbuch Kunstbauten TBA ZH C1-1
- **LSA:**
 - Protokoll Inbetriebnahme LSA (QS-Dok. 023.00.10)
 - Protokoll Werkprüfung LSA (QS-Dok. 023.00.11)
 - Protokoll Schlussprüfung LSA (QS-Dok. 023.00.16)
- **Rohranlagen:**
 - Prüfprotokoll Rohranlagen (QS-Dok. 023.00.14)
- **Strassenentwässerung:**
 - Normalien zur Datenerhebung SSEI

7.6. Anforderungen an die Visualisierung

IFC-Dateien enthalten alle wesentlichen fachlichen 3D Informationen, stellen diese aber nicht in einer plattformunabhängigen, Web-fähigen Art und Weise dar, die leicht und in ausreichender Qualität von beliebigen Visualisierungswerkzeugen weiterverarbeitet werden kann.

Um Qualitätsverluste bei der Umwandlung von IFC-Modellen in Visualisierungsmodelle zu verhindern, und damit manuelles Nacharbeiten für Visualisierungszwecke zu vermeiden, wird deshalb ein zusätzlicher Datendrop eingeführt, der in einfacher Art und Weise von jedem einzelnen Modellautor umgesetzt, und von der BHU auf Validität geprüft werden kann.

Der für die Visualisierung festgelegte Standard ist das [GL Transmission Format](#) (glTF) in der Version 2.0. Als der sich schnell und breit etablierende 3D Modell-Standard fürs Web, der bereits von fast allen einschlägigen Fachanwendungen sowohl in als auch ausserhalb des Bauwesens unterstützt wird, sind qualitativ ansprechende Modelle leicht ohne manuelle Nachbearbeitung zu erzeugen. Hierfür bieten fast alle gängigen Fachanwendungen bereits glTF Plugins oder Add-ons an. Stehen diese für eine fragliche Anwendung nicht zur Verfügung, so kann ein Zwischenexport via FBX, OBJ oder Collada helfen, für die kostenfreien Werkzeuge (s.o.) verwendet werden können.

Um die Datenmenge möglichst gering zu halten und potenzielle Datenverluste, z.B. im Bereich Materialisierung, zu vermeiden, müssen sämtliche glTF 2.0 Modelle in einem bestimmten Format abgeliefert werden:

- GLB – die binäre Form von glTF 2.0
- Mit inkludierten Texturen, d.h. KEINE separaten Verzeichnisse mit Texturdateien, diese gehen sonst gerne aus Unachtsamkeit beim Datendrop verloren
- Bei den Koordinaten ist zu beachten, dass die nach oben zeigende Achse immer die y-Achse ist, die x-Achse zeigt nach rechts, die z-Achse aus dem Bildschirm heraus (gegeben u.a. durch den WebGL Standard).
- glTF Dateien werden vor allem im Web verwendet, d.h. sie werden meist via WebGL im Browser dargestellt. Damit stehen an Präzision lediglich 32-Bit zur Verfügung (u.a. wegen Unterstützung von mobilen Endgeräten). Deshalb ist initial im Projekt ein sinnvoller Ursprung (Global Offset) zu wählen, damit die in der GLB Datei verwendeten Koordinaten geospezifisch korrekt abgebildet werden können.

Für manche visuellen Informationen, die z.B. nur in 2D Form vorliegen, aber für die Visualisierung bedeutsam sind, können auch weitere Formate in Absprache mit dem TBA zur Anwendung kommen, insofern sie ohne Schwierigkeiten mit kostenfreier Software bearbeitet werden können, z.B.

- Bilder in PNG, JPG (Programme: GIMP, ImageMagick)
- Terraindaten und Orthofotos in geoTIFF mit TFW (Programme: QGIS, BlenderGIS)
- Vektorgrafiken in SVG, PDF (Programm: Inkscape, Viewer: PDF.js)

8. Anforderungen an das Qualitätsmanagement

8.1. Prüfziele

Der Auftragnehmer überprüft periodisch die zu prüfenden Kriterien (geometrisch, semantisch und räumlich) hinsichtlich normgerechter Ausführung der modellierten Elemente.

8.2. Zu prüfende Kriterien

8.2.1. Geometrisch

- Strassenbreiten gemäss Strassentyp
- Horizontale und vertikale Linienführung
- Quergefälle (Gefällswechsel)
- Entwässerungsschwache Bereiche
- Baulinien
- Grenzen Grundeigentum / Landerwerb
- Markierung, Signalisierung

8.2.2. Semantisch

- Modellprüfung (Informationen)

8.2.3. Räumlich

- Kollisionsprüfung
- Befahrbarkeit (z.B. Schleppkurven in 3D möglich, VSS-Norm für 3. Dimension fehlt)
- Achsen / Sichtweiten
- Sichtweiten
 - Fussgängerstreifen/ -übergänge: Erkennungsdistanz, Sichtweiten
 - Knoten: Sichtweite
 - Kurven / vertikale Ausrundungen: Anhaltesichtweiten
- Lichtraumprofil (LRP)

8.2.4. Nachweise

Folgende Nachweise sind das TBA gleichzeitig mit den Modellen (as-planned Modell, Ausführungsmodell) zu liefern:

- Kollisionsfreies Modell
- 100% geschlossene Volumenkörper
- Entwässerung des Strassenabwassers

9. Rechtliches

9.1. Haftung

Der Auftragnehmer ist verantwortlich für die Gewährleistung und Sicherstellung der inhaltlichen und technischen Qualität des eigenen Modells. Dies beinhaltet die Überprüfung der eigenen Modellen vor der Bereitstellung an andere Projektbeteiligte. Es wird darauf hingewiesen, dass die Eingangsprüfung des Modell-Empfängers die Ausgangsprüfung des Auftragnehmers nicht ersetzt und die Daten jederzeit vom Auftraggeber angefordert und überprüft werden können.

Der Auftragnehmer tritt ihre Rechte an dem Modell mit allen Informationen vollumfänglich dem Auftraggeber ab (siehe auch sogleich).

9.2. Rechte

Sämtliche Rechte an den Modellen, die im Rahmen des Projekts erarbeiteten Grundlagen desselben und an allfälligen Derivaten des Modells stehen ausschliesslich dem Auftraggeber zu.

Im Einzelfall kann der Auftraggeber den Auftragnehmer schriftlich ermächtigen, das erarbeitete Modell zu weiteren, klar definierten Zielen zu verwenden. Es besteht kein Anspruch auf Erteilung einer solchen Ermächtigung. Auch im Falle, dass eine solche erteilt wird, verbleiben die Rechte gemäss vorstehender Regelung allein beim TBA und es ist dem Auftragnehmer nicht gestattet, Dritten Rechte daran einzuräumen.

Mit der vertraglich zwischen dem Auftraggeber und dem Auftragnehmer vereinbarten Vergütung sind sämtliche Ansprüche des Auftragnehmers auf eine Entschädigung aus der Nutzung des Modells abgegolten. Es steht ihm kein weiterer Anspruch gegen den Auftraggeber zu.

9.3. Abgrenzungen

Das vorliegende Dokument gilt für alle Infrastrukturbauten und Anlagen im Eigentum des Tiefbauamtes des Kantons Zürich, die mit der BIM-Methode erarbeitet werden.

Das vorliegende Dokument dient dem Tiefbauamt in seiner Rolle als Auftraggeber und Betreiber sowie den beteiligten BHU/Planern und Unternehmen bei der Anwendung der BIM-Methode zur Verständigung.

Es ist nicht im Sinne des TBA, ausgesuchte Ingenieur- und Planungsbüros zu bevorzugen. Die Ausschreibungen von BIM-Projekten müssen daher so gestaltet werden, dass sich alle geeigneten Büros daran beteiligen können.

Es ist auch nicht die Absicht des TBA, spezifische Software-Lösungen vorzuschreiben. Die Interoperabilität zwischen den Systemen des TBA und die durch die Planungsbüros angewendeten Software-Tools muss allerdings zwingend gewährleistet sein. Daher werden ausschliesslich OPEN-BIM Projekte durch das TBA Zürich durchgeführt.

Langfristig ist noch unklar, ob sich die einzelnen BIM-Modelle in einem gesamten BIM-Modell integriert lassen werden. Eine prozess-begleitende integrierte Visualisierung im Internet wird angestrebt, ist aber aufgrund möglicher Inkompatibilitäten im Import/Export der einzelnen Fachanwendungen evtl. nicht immer möglich. Offen ist auch die Archivierung aller Teil-BIM-Modelle sowie der Visualisierungsmodelle, da dies wahrscheinlich eine hohe Speicherkapazität beanspruchen wird. Die Klärung dieser Fragen müssen in den nächsten Jahren innerhalb der Baudirektion erfolgen.

10. Anhang

10.1. Anforderungen an BIM-Abwicklungsplan (BEP)

Der BEP ist unter Berücksichtigung der SIA D0270 und deren Gliederung zu erstellen.

Der BEP ist durch das TBA zu genehmigen. Der Unterschrift des/der BIM-Experten/in ist zwingend anzufordern.

Gliederung	Themenbereiche	Bemerkungen
A	Organisation	Organigramm inkl. Rollen
B	Ziele	Projektziele, BIM-Ziele
C	Prozess	Prozessplan, Meilensteine
D	Nutzungsplan	Anwendungsfälle
E	Koordinationsplan	Zusammenarbeit, Modellaustausch
F	Modellplan	Modellstruktur, Modellierungsregeln
G	ICT (IT-Infrastruktur)	CDE, Software, Datenhaltung
H	Schulung und Support	Massnahmen
I	Qualitätssicherung	Massnahmen
J	Besondere Vereinbarungen	

10.2. Konventionen, Übersicht

Siehe **Anhang** «Namenskonvention»

10.2.1. Abkürzungen

Die Liste ist nicht abschliessend.

Abkürzung	Bezeichnung
1A	BIM-phase: Bestandsmodell (BM)
1B	BIM-phase: As-planned Modell (AP)
1C	Ausschreibungsmodell (AU)
2A	BIM-phase: Ausführungsmodell (AM)
2A	Absteckungsmodell (AT)
2B	BIM-phase: as-built Modell (AB)
3	BIM-phase: Bewirtschaftungsmodell (BW)
SB	Strassenbau-Modell
WL	Werkleitungen-Modell
KB	Kunstabauten-Modell
RB	Rückbau-Modell (Abbruch)
AU	Ausschreibungsmodell
AT	Absteckung / Trassierung-Modell

10.2.2. Dateinamen

- Der Dateiname muss immer gleichbleiben
- Kein Datum im Dateinamen
- Keine Versionsnummer im Dateinamen (Versionierung über CDE)
- Das PropertySet für das Tiefbauamt ist wie folgt zu benennen: **TBAKTZH**

10.3. Struktur

10.3.1. Phasenmodelle

Die Liste ist nicht abschliessend. Die Markierung und Signalisation sind auch zu modellieren.

BIM-Phase	Phasenmodell	LOIN LOG + LOI	Beschreibung siehe Fachmodelle 10.3.2
1A	Bestand (BM)	200	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AV, GG, GD, BS ▪ GL: Oberfläche aus Bruchkanten, Einzelpunkte ▪ SB: Belagsaufbau, Kieskoffer, PAK, Beton und Fugen (Kreisel, Bushaltestelle) ▪ WL: Leitungen, Schächte, Entwässerung, LSA, VK, Kandelaber, NRA, VDA ▪ KB: Durchlass ▪ Weitere Fachmodelle nach Bedarf
1B	as-planned (AP) Mengen / Kosten Pläne	300 Bauprojekt	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SB: Belagsaufbau, Kieskoffer, PAK, Beton und Fugen (Kreisel, Bushaltestelle) inkl. Bauetappe ▪ WL: Leitungen, Schächte, Entwässerung, LSA, VK, Kandelaber, NRA, VDA ▪ KB: Durchlass ▪ Kollisionsfreies Modell ▪ Weitere Fachmodelle nach Bedarf
1C	Ausschreibung (AU) Mengen / Kosten		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kosten pro Bauteil ▪ Kostenstruktur nach Angabe TBA ▪ Etappierung / Bauetappe ▪ Kollisionsfreies Modell
2A	Ausführung (AM)	300	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimierung nach Angabe UN unter Einhaltung der Normen und Richtlinien des TBA / Gemeinde / Dritte ▪ Aussparungen / Durchbrüche modellieren ▪ Kollisionsfreies Modell ▪ Etappierung / Bauetappe
2A	Absteckung (AT)	300	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oberfläche/Bruchkante als Dreiecksvermaschung als dwg / LandXML ▪ Absteckpunkte (Pyramiden) als IFC ▪ Randabschlüsse als Modellpunkte (Typ Von Bis)
2B	as-built (AB)	400	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Werkleitungen: Änderungen mit einer Abweichung von mehr als 10 cm in horizontaler u/o vertikaler Lage übertragen ▪ Kunstbauten: Änderungen mit einer Abweichung von mehr als X cm in horizontaler u/o vertikaler Lage übertragen: <ul style="list-style-type: none"> - Baumeisterarbeiten: 1 cm - Fundationsarbeiten: 10 cm - Stahlbauarbeiten: 1 mm

10.3.2. Fachmodelle

Die Liste ist nicht abschliessend.

BIM-Phase	Thema (Referenzmodell)	Unterthema (Fachmodell)	Bezeichnung
	übergeordnet	untergeordnet	
1A	BM		Bestand
	RB		Abbruch (Rückbau)
		AV	Amtliche Vermessung
		GL	Geländemodell
		GD	Geodaten (Grundwasser und Gewässerschutzzonen usw.)
		BS	Bohrkerne / Sondagen
		SB	Strassenbau (Belag mit Schichten, PAK, Kieskoffer, Randabschluss)
		WL	Werkleitungen
		KB	Kunstabauten
		GE	Gebäude (Swisstopo)
		MA	Möblierung / Ausrüstung (optional)
		UB	Umgebung / Bepflanzung (optional)
		HB	Hochbau (optional)
		GR	Georadar (optional)
1B / 2A / 2B	RB / AP / AU / AM / AT / AB		Projekt
		PN	Projektnullpunkt, Einfügebunkte
		SB	Strassenbau (Belag mit Schichten, Kieskoffer, Randabschluss)
		WL	Werkleitungen
		GB	Grabenbau
		AT	Absteckung
		KB	Kunstabauten
		PV	Provisorium
		MA	Möblierung / Ausrüstung (optional)
		UB	Umgebung / Bepflanzung (optional)

Beispiele: 1A_RB_GE; 2B_AB_SB

10.3.3. Farbkonzept

Das Farbkonzept des TBAs liegt im **Anhang** vor und ist anzuwenden.

10.3.4. IFC-Bauwerkstruktur

Mögliche IFC Bauwerksstrukturen liegen im **Anhang** vor und sind anzuwenden.

TBA Strassenbau / Werkleitungsbau

Bezeichnung	IFC Klasse	IFC Unterklasse	Umsetzung
Projektnummer	IfcProject		SAP-Nummer TBA_Strassenname_Gemeinde (Beispiel: 84U_40314_Seestrasse_Meilen)
Teilprojekt	IfcSite		Route-Nummer_km_von_bis (Beispiel: 17_km_39.840_40.310)

TBA Kunstbauten

Bezeichnung	IFC Klasse	IFC Unterklasse	Umsetzung
Projektnummer	IfcProject		SAP-Nummer_Bauwerksnummer_Bauwerks- typ_Bauwerksname (Beispiel: 84U_40314_156010_Durchlass_Dolliker- bach)
Teilprojekt	IfcSite		Routennummer_KM_Von (Beispiel: 17_km_39.902)