

# Digital Twin Obereg

Im Rahmen eines Innosuisse Projektes der Ostschweizer Fachhochschule (OST) entsteht in Zusammenarbeit mit der Hersche Ingenieure AG, dem Bezirk Obereg und der Cadwork AG der digitale Zwilling der Infrastruktur einer Gemeinde. Dieses digitale Abbild der Gemeinde soll helfen, Unterhaltsarbeiten und die Werterhaltung der Infrastruktur besser zu planen.

## Ausgangslage und Zielsetzung

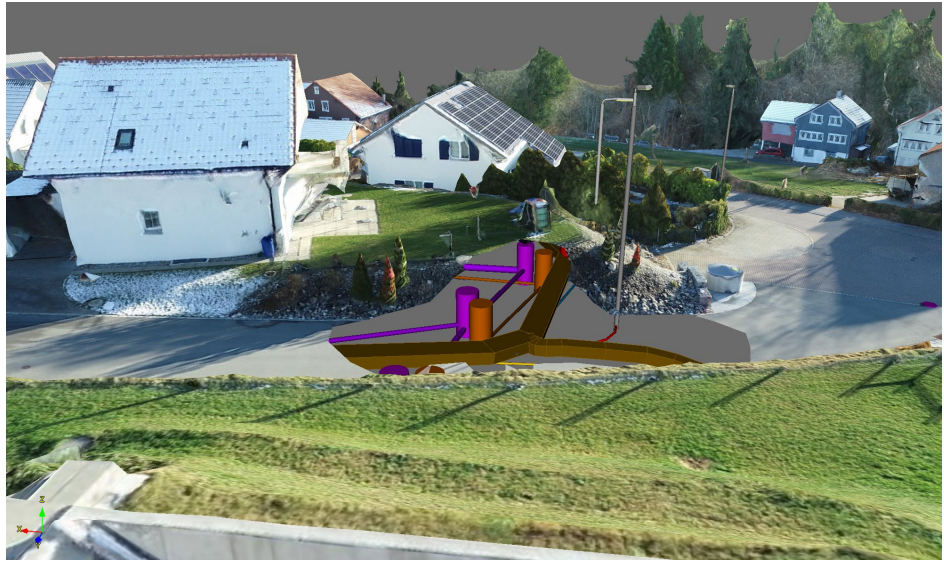
Die Schlagwörter Digitalisierung und Building Information Modeling (BIM) sind im Schweizer Infrastrukturbau in aller Munde und werden intensiv diskutiert. Es fehlt aber an Leitdokumenten, Normen und Standards sowie an Softwarelösungen für eine klare Strukturierung und inhaltliche Abgrenzung sowie für ein durchgängiges Datenmanagement. Wir haben die Vision einer ganzheitlichen, informationstechnischen Betrachtung von Infrastrukturanlagen (Strassen, Abwasser, Trinkwasser etc.), die es ermöglicht, den gesamten Lebenszyklus durchgängig und konsistent als digitales Informationsmodell zu dokumentieren. Nur so können Auftraggeber umfassend und mit Einbezug der gesamten Lebenszykluskosten agieren und ein adäquates Leistungsniveau der Infrastrukturanlagen sichergestellt werden.

Die relevanten Erkenntnisse aus Projekten müssen ohne Verluste und mit wenig Aufwand in die Unterhaltsplanung übernommen werden können. Dreidimensionale Modelle der Infrastrukturanlagen inklusive aller Metadaten sollen nach der Projektierung auch für das Erhaltungsmanagement und für die weitere Planungsarbeit zur Verfügung stehen und die Entscheidungsfindung erleichtern. Eine vollständige digitale Bauwerksdokumentation als Informationsmodell stellt die Basis und gleichzeitig die Herausforderung für zukünftiges zielgerichtetes, ressourcenschonendes Infrastrukturmanagement dar.

---

*Wie reif sind die  
BIM-Ansätze für den  
Tiefbau?*

---



*Ausschnitt aus dem digitalen Zwilling des Bezirks Oberegg*

## **Beteiligte Rollen und deren Anwendungsfälle**

---

*Mapping von  
leistungs- zu  
objektbasierten Kosten*

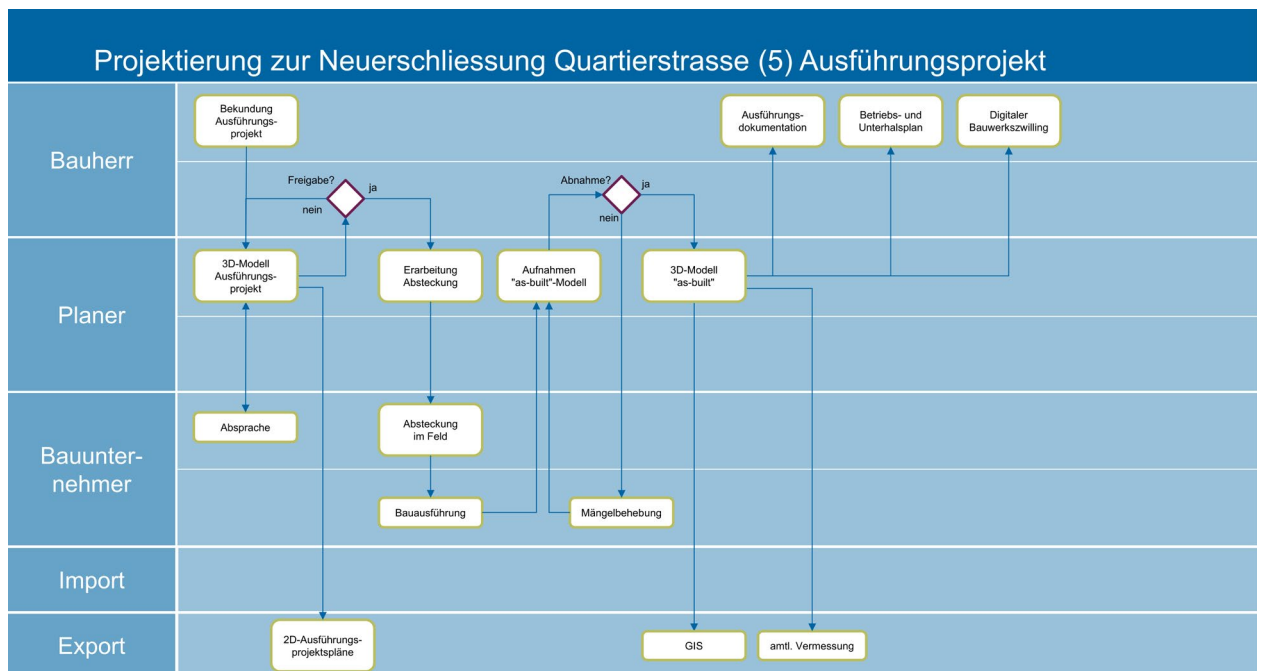
---

Damit diese Zielsetzung erreicht werden kann, müssen diverse Beteiligte in ihren unterschiedlichen Rollen zusammenarbeiten. Jede Rolle hat dabei ihren spezifischen Blickwinkel auf das Gesamtbild und leistet einen bestimmten Beitrag. Diese Perspektive lässt sich anhand von Anwendungsfällen gut beschreiben. Die Anwendungsfälle wiederum zeigen uns auf, welche Anforderungen wir effektiv an den digitalen Zwilling haben.

Zur Ermittlung der Anwendungsfälle für das vorliegende Projekt wurden die folgenden Geschäftsvorfälle herangezogen, um die Durchgängigkeit der Daten von der Planung bis zum Unterhalt sicherzustellen

- Bestandsaufnahme
- Vorprojekt
- Bauprojekt
- Bewilligungsverfahren und Auflageprojekt
- Ausschreibung
- Ausführungsprojekt
- Betrieb und Unterhalt
- Spezialfälle: Werkleitungsbruch, Verkehrsunfall

Alle diese Geschäftsvorfälle beinhalten wesentliche Anwendungsfälle im Zusammenspiel der beteiligten Rollen zur Erhebung und Verteilung von Daten, die für die Werterhaltung relevant sind.



*Beispiel Mapping des Informationsflusses und der Anwendungsfälle zwischen den beteiligten Rollen eines Geschäftsvorfalles*

Zur Verdeutlichung wollen wir uns einige typische Anwendungsfälle im Umfeld Unterhalt aus der Rolle «Brunnenmeister» und Kostenplanung aus der Rolle «Gemeinde» etwas genauer anschauen.

### Beispiele Rolle Brunnenmeister

Der Brunnenmeister ist für einen wichtigen Teil der Gemeindeinfrastruktur verantwortlich und damit sowohl Nutzer des digitalen Zwillings als auch Datenlieferant. In seiner Rolle agiert er in diversen Anwendungsfällen, beispielsweise:

- **Inspektionen.** Neben der Sicherstellung des Betriebs liefert der Brunnenmeister durch die Inspektion auch wichtige Informationen über den realen Zustand der Infrastruktur. Der digitale Zwilling kann ihn bei der Inspektionsplanung unterstützen, da entsprechende Informationen wie Inspektionsintervalle hinterlegt sind und sich in Zukunft sogar mittels Lernalgorithmen optimieren lassen.
- **Rohrleitungsbruch.** In diesem Szenario ist vorerst eine Lagebeurteilung notwendig. Welche Hausanschlüsse sind betroffen? Was ist in der Strasse verbaut? Der digitale Zwilling visualisiert ihm dies per App vor Ort. Er kann den Schaden und die getroffenen Massnahmen direkt aufnehmen und Aktionen wie das Bestellen von Armaturen auslösen. Damit sind diese Informationen direkt im digitalen Zwilling hinterlegt.
- **Sanierungsarbeiten.** Ein sehr spezifischer Anwendungsfall ist der flächendeckende Austausch von Anlagekomponenten (z.B. Dichtungen oder das Nachrüsten von Sensoren). In diesem Fall möchte man

wissen, wo überall Dichtungen eines bestimmten Typs mit einem bestimmten Alter verbaut sind. Der digitale Zwilling muss hier fähig sein, Ersatzteile von Anlagekomponenten zu kennen.

## Beispiel Rolle Kostenplanung

Für die Werterhaltung der Infrastruktur einer Gemeinde braucht es eine Planung. Dabei sind typische Fragen zu beantworten: Mit welchen Kosten ist für die Sanierung einer Werksleitung zu rechnen? Welche Sanierungsarbeiten werden idealerweise zusammengenommen, um Kosten zu sparen? Welche Objekte können noch ein Jahr zurückgestellt werden?

Da der digitale Zwilling die Objekte aller Gewerke, deren Position und Umfeld (z.B. verbaut unter einer Strasse oder unter einer Wiese) und deren Zustand kennt, kann diese Planung datenbasiert erfolgen. Eine wesentliche Information sind dabei zuverlässige Kostenplanwerte für verschiedene Situationen.

## Tool Landschaft

Der Aufbau und vor allem die kontinuierliche Pflege eines digitalen Zwillings erfordert Durchgängigkeit in den Datenströmen, so dass die Daten von ihrer Entstehung durch verschiedene Beteiligte (Ingenieure, Gewerke, Lieferanten) über ihre Nutzung (Gemeindearbeiter, Planung) bis zum Rückbau transparent und nachvollziehbar sind.

Aus der Betrachtung der beteiligten Rollen und Anwendungsfälle lassen sich die wesentlichen funktionalen Anforderungen an die Tool-Landschaft ableiten.

## Marktübersicht über bestehende IT-Lösungen

Anhand dieser Anforderung wurde im Rahmen des Projektes eine breit angelegte Marktstudie durchgeführt. Dabei wurden 20 mögliche IT-Lösungen auf ihre Fähigkeiten zur Abbildung der Anwendungsfälle untersucht. Die Studie wurde bewusst breit aufgestellt, um neben Lösungen aus dem BIM-Umfeld auch solche aus dem industriellen Produktdaten Management (PLM) und aus dem Bereich der Geoinformationen (GIS) miteinzubeziehen. Die Studie bringt einige interessante Aspekte ans Licht:

- BIM-Lösungen sind sehr stark in der Erzeugung und Repräsentation relevanter Information im 3D-Kontext auf den verschiedenen Detaillierungsgraden, welche für den Infrastrukturbau relevant sind. Keine der betrachteten Plattformen konnte jedoch unsere Ansprüche an die Datenverwaltung erfüllen. BIM ist aktuell noch sehr stark auf den dateibasierten Austausch in Form von IFC-Daten eingeschränkt und erlaubt keine atomare Verwaltung einzelner Komponenten innerhalb dieser Datencontainer. So kann z.B. eine Wasserleitung, welche im Rahmen eines Projektes erzeugt wurde und Teil eines BIM-Modells ist, nicht einfach ohne Weiteres zusammen mit Leitungen aus anderen Modellen des gleichen Strassensektors aus einer Datenbank extrahiert

---

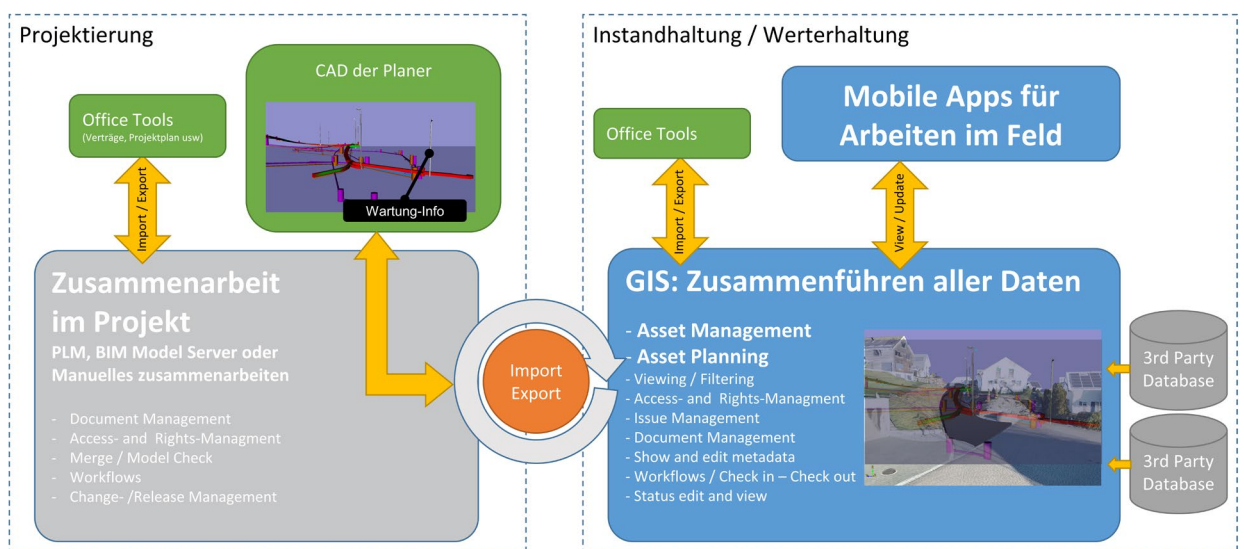
*Keine der IT-Lösungen erfüllt alle Bedürfnisse*

---

werden. Es zeichnet sich aber ab, dass die Anbieter von BIM-Werkzeugen an dieser Thematik arbeiten.

- PLM-Lösungen schliessen teilweise diese Lücke und sind fähig, BIM-Informationen strukturiert zu verwalten und ad hoc neue Datensichten z.B. in Form von IFC-Daten zu generieren. Damit erfüllen sie wesentliche Ansprüche in der Zusammenarbeit der verschiedenen Rollen während der Projektierung. Allerdings finden wir die Daten in Form von hierarchischen Strukturen (Strasse besteht aus Ober- und Unterbau, Werkleitungen, ...) wieder. Die Daten sind i.d.R. nicht geolokalisiert. Gerade im Umfeld des Unterhalts bietet aber eine geolokalisierte Datenerhebung und Auswertung einen wesentlichen Vorteil.
- GIS-Plattformen schliessen ebenfalls die Lücke einer atomaren, datenbankbasierten Verwaltung der Infrastruktur einer Gemeinde. Zudem sind GIS-Systeme inzwischen fähig, echte 3D-Information (also auch die räumliche Anordnung der Leitungen verschiedener Gewerke in einer Strasse) zu repräsentieren. Damit bieten GIS-Systeme eine interessante Plattform, um Daten aus verschiedenen Projekten als Basis für die Werterhaltung zusammenzuführen. Allerdings eignen sich GIS-Systeme nicht für die Zusammenarbeit in der Datenerzeugung während einem Ausführungsprojekt.

Es gibt also keine Plattform, die alle Aspekte unseres digitalen Zwillings erfüllt. Jedoch leistet jede der 3 Toolklassen einen wichtigen Beitrag zum Gesamtsystem. Aufgrund dieser Erkenntnisse wird der digitale Zwilling in diesem Projekt anhand einer IT-Architektur aufgebaut, die ein GIS-System für die Werterhaltung ins Zentrum rücken lässt.



*Toollandschaft für den digitalen Zwilling zur Werterhaltung: Nutzung der Plan- und Felddaten für die Werterhaltung – Nutzung der Felddaten für die Planung.*

---

*Das richtige Werkzeug  
zur richtigen Zeit*

---

Die Zielarchitektur setzt sich aus zwei Seiten zusammen, welche die unterschiedlichen Phasen des Lebenszyklus eines Infrastruktur-Objektes widerspiegeln. Auf der linken Seite finden wir die «Geburt» eines Objektes mit den wesentlichen Werkzeugen der Planung (CAD, Berechnungen, Kostenkalkulationen etc.). Auf der rechten Seite finden wir das Objekt nach seiner Fertigstellung, eingebettet in seine Umgebung. Hier wird es für den Rest seines Lebens gepflegt. In anderen Worten: Wir empfehlen, die Plattform für die Projektierung von der Plattform für Instandhaltung und Werterhaltung zu entkoppeln. Auf diese Weise kann man eine hohe Flexibilität in der Projektierung – je nach Komplexität und Konstellation der beteiligten Unternehmen und Behörden – erzielen und auf der anderen Seite eine «Single Source of Truth» für die Werterhaltung der Infrastruktur. Im vorliegenden Projekt wurde als Plattform für die rechte Seite aus den beschriebenen Gründen ein GIS-System gewählt, allerdings musste das darunterliegende Datenmodell wesentlich erweitert werden, um die Anforderungen der Werterhaltung abzubilden.

Schlüsselement für diesen Ansatz ist eine Systemkomponente, die den Import der Ergebnisdaten aus einem Projekt in die GIS-Plattform ermöglicht und bei einem neuen Projekt den Export des aktuellen Stands aus der GIS-Plattform als Ausgangslage erlaubt.

## **Herausforderungen in der Umsetzung**

In der aktuellen Umsetzung des digitalen Zwillings zeigen sich diverse Herausforderungen, die auch einen Rückschluss auf den Reifegrad der BIM-Methode und Werkzeuge für den Werterhalt der Infrastruktur einer Gemeinde zulassen. Der Fortschritt im Verlauf dieses Projektes zeigt aber auch, dass die Hersteller von Software, wie auch Standardisierungs- und Branchenorganisationen in der Schweiz daran arbeiten, die nötige Basis zu legen.

### **Datenqualität und Datenverfügbarkeit**

Eine zentrale Herausforderung ist die Verfügbarkeit und Qualität der Daten. Denn Aussagen, die wir anhand des digitalen Zwillings treffen, sind nur so gut, wie die darunterliegenden Daten. In unserem Projekt setzt sich die Datenbasis aus mehr als zehn verschiedenen Datenquellen zusammen. Unter anderem sind dies:

- Amtliche Vermessungs-Daten (Objektdaten und Geodaten in 2D)
- Drohnenaufnahmen (3D-Punktwolke)
- Höhenmodell (swissALT13D)
- IFC-Modelle (Objektdaten und 3D-Plandaten)
- Anlageinformationen (Stücklisten, Wartungspläne) von Komponenten-Herstellern

---

*Keine Datenquelle  
kennt die volle Realität*

---

Es hat sich gezeigt, dass sich diese unterschiedlichen Quellen verhältnismässig gut in eine GIS-Plattform integrieren und übereinanderlegen lassen. Allerdings kommen die Daten in sehr unterschiedlicher Qualität daher. Drohnen und Luftbilder zeigen eine sehr hohe Qualität der effektiven Situation auf der Oberfläche, allerdings nur in Form von Punkten im Raum. IFC-Daten auf der anderen Seite liefern eine exakte und auswertbare Beschreibung der Geometrie und zusätzliche Informationen über Wartungszyklen oder verwendete Materialien, allerdings nur von der geplanten Position im Raum, nicht von der effektiven Position in der realen Welt. Daten der amtlichen Vermessung mögen in ihren Dimensionen sehr exakt sein, allerdings muss für den digitalen Zwilling eine Linie aus einer 2D-Projektion zu einem Körper im Raum umgerechnet werden. Dies lässt sich anhand des Rohrdurchmessers und Richtwerten ermitteln, dies sind allerdings nur theoretische Werte, sie müssen nicht der Realität entsprechen.

Diese Erkenntnisse führen zu zwei wesentlichen Elementen, die zur Realisierung eines digitalen Zwillings notwendig sind.

1. Die Quelle wie auch eine Einstufung der Datenqualität müssen im Datenmodell hinterlegt sein (z.B. ob ein Wert theoretisch gerechnet oder real gemessen wurde). Nur so kann dies auch bei der Auswertung der Daten berücksichtigt werden und zum Beispiel die Zuverlässigkeit einer Kostenprognose anhand der Datenqualität beurteilt werden.
2. Es müssen vom Bauherrn (Gemeinde) klarere Vorgaben für die Datenerhebung (Messmittel und Fehlertoleranz) gemacht werden. Die ausführenden Parteien müssen verpflichtet werden, Daten zu liefern, die den Ansprüchen des digitalen Zwillings genügen.

## **Basisdaten für die Kostenplanung**

---

*Kostenkennwerte  
sind Mangelware*

---

Was sich im Hochbau bereits etabliert hat, muss im Tiefbau noch evaluiert und erprobt werden. Die Kostenplanung benötigt ein Klassifizierungssystem zugeordnete Kostenkennwerte. Das in der Schweiz verfügbare Klassifizierungssystem eBKP (elementbasierter Baukostenplan) hat sich im Tiefbau noch nicht etabliert, obschon sich sehr viele Firmen, Ämter und auch Hochschulen mit dem eBKP für den Tiefbau beschäftigen. Es ist absehbar, dass sich der eBKP im Tiefbau etablieren wird, zumal der elementbasierte Ansatz des von CRB herausgegebenen Klassifizierungssystems sehr gut zur BIM-Methode passt.

Eine Herausforderung des Projektes ist die Aufbereitung der bei der Gemeinde existierenden kostenrelevanten Elemente auf ein digital verwendbares Niveau. Vorhandene Lücken werden in Zusammenarbeit mit CRB auf Basis eines vorhandenen breiten Datenbestandes geschlossen, so dass die Anwendungsfälle zuverlässig mit relevanten Daten für die Kostenplanung versorgt werden können.

---

*IFC und GIS sollten  
rasch heiraten*

---

## Interoperability (IFC – GIS)

Geoinformationen sind für den Tiefbau unabdingbar. Daran ändert auch die Einführung der BIM-Methode in der Bauwirtschaft nichts, ganz im Gegenteil sollte vielmehr der Bräutigam GIS die Braut IFC am besten rasch heiraten, um in einer vorbildlichen Ehe gut miteinander leben und funktionieren zu können.

Tatsächlich sind IFC und GIS noch nicht einmal verlobt – so liesse sich der aktuelle Stand bezüglich der Interoperabilität der beiden Welten am besten beschreiben, obwohl es inzwischen einige richtungsweisende Aktivitäten gibt, um die Situation zu verbessern.

Viele nicht projektrelevanten Informationen einer Gemeindeinfrastruktur sind in GIS-Systemen recht gut aufgehoben. Für Bauprojekte werden GIS-Informationen zu einem bestimmten Zeitpunkt aus den Systemen abgerufen und im Projekt verwendet und nach erfolgreichem Projektabschluss in die GIS-Systeme zurückgeführt. Die Vorgehensweise basiert auf analogem, beziehungsweise für den digitalen Zwilling unzureichend digitalem Niveau. Bekannte Tools für die Datenintegration von GIS und IFC funktionieren leider noch nicht vollumfänglich mit der für den Tief- und Infrastrukturbau erforderlichen IFC-Version. Für den Datenaustausch und für die Datenintegration ist deshalb gegebenenfalls auf einen Workaround auszuweichen, damit der digitale Zwilling für den Werterhalt der Gemeindeinfrastruktur funktioniert.

## Projekt Digital Twin Oberegg

OST Ostschweizer Fachhochschule

Prof. Martin Beth

Institutspartner IBU

Prof. Dr. Felix Nyffenegger

Institutsleiter IPEK

Hersche Ingenieure AG



Cadwork AG



Bezirk Oberegg

