

Weiterbildungskurse 2025



www.brunnenmeister.ch

3D, GIS, BIM – die Wichtigkeit guter Werksdokumentation

Von:

Ruedi Moser
dipl. Vermessungs-Ing. HTL, pat. Ing.-Geometer
bbp geomatik AG
Worbstrasse 164
3073 Gümligen



www.geozen.ch

ruedi.moser@geozen.ch

Lukas Ackle
Bauingenieur BSc FH
Hunziker Betatech AG
Jubiläumsstrasse 93
3005 Bern



www.hunziker-betatech.ch

lukas.ackle@hunziker-betatech.ch

Veranstaltungsort:



3D, GIS, BIM – die Wichtigkeit guter Werksdokumentation

Autor / Referent: Ruedi Moser, Lukas Ackle

1. Werksdokumentation

Werke können sehr unterschiedlich dokumentiert sein. Sei dies in der Art der Datenhaltung aber auch in der Tiefe und Detaillierung der Sachdaten zu den verschiedenen Objekten. Die Werksdaten können mittels Papierplan (von Hand gezeichnet), CAD (Punkte, Linien, Flächen, Texte), GIS (Geoinformationssysteme, strukturierte Daten mit Sachdaten in einer Datenbank) oder mit BIM (Building Information Modelling) dokumentiert sein.

In den Folien sind die jeweiligen Vor- und Nachteile aufgelistet. Die verschiedenen Werksdokumentationen sind auch für verschiedene Anwendungen geeignet.

2. Geografische Informationssysteme (GIS)

2.1. Was ist ein GIS

Ein geographisches Informationssystem (GIS) ist ein System zur Erfassung, Verwaltung, Präsentation und Analyse von räumlichen Daten. Ein GIS basiert auf einer Datenbank. Die Daten in einem GIS werden in einem Datenmodell strukturiert.

Ein GIS enthält somit zu all seinen Objekten neben den Koordinaten (räumliche Beschreibung in Lage und Höhe) auch Sachdaten.

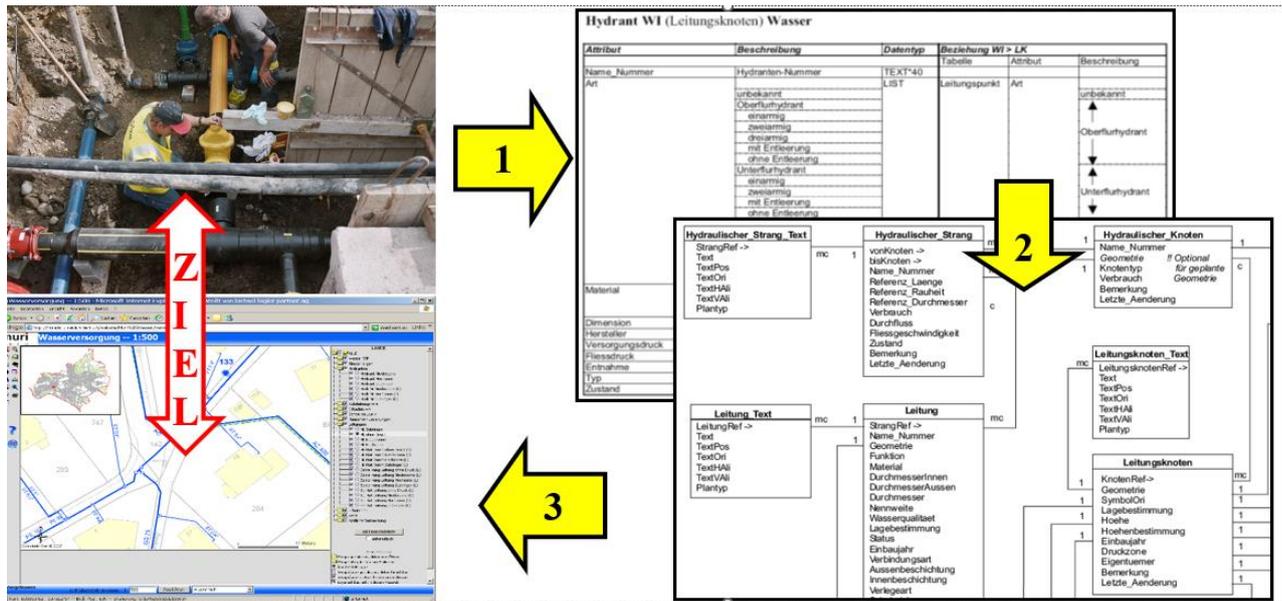


Abbildung 1: Ziel eines GIS ist es, die reale Welt strukturiert zu verwalten und darzustellen (Reale Welt, Datenstruktur, Datenmodell, Abbild)

2.2. Was kann ein GIS?

Ein GIS im Bereich „Werkleitungen“ hat folgende Aufgaben:

- Dokumentation der aktuell existierenden Werksanlagen in Form von Plänen und digitalen Daten, sowie als internetbasierte „Abfragestation“ (WebGIS).
- Analyse und Auswertung der erfassten Daten (Statistiken, Thematische Spezialpläne, u.a.)
- Datenaustausch mit anderen GIS (z.B. zur Erarbeitung einer GWP)
- Interaktion mit anderen Datenbanken (z.B. für den Hydranten- und Schieberunterhalt oder der Zählerverwaltung)

Wichtig: ein GIS kann nur die Daten nutzen, welche es enthält. Beispiel: sind die Leitungsbaujahre nicht erfasst, können diese nicht ausgewertet oder visualisiert werden.

Deshalb ist vor der Datenerfassung unbedingt zu fragen:

- Welche Informationen und Produkte will ich aus dem GIS erhalten?
- Woher erhalte ich die notwendigen Informationen und wie kann ich diese auch in Zukunft nachführen?

Grundsätzlich gilt: Ich kann aus einem GIS-Datensatz (z. B. Wasserversorgung) verschiedene Produkte erzeugen (Werkplan, Übersichtsplan, thematischer Plan, Statistik, etc.).

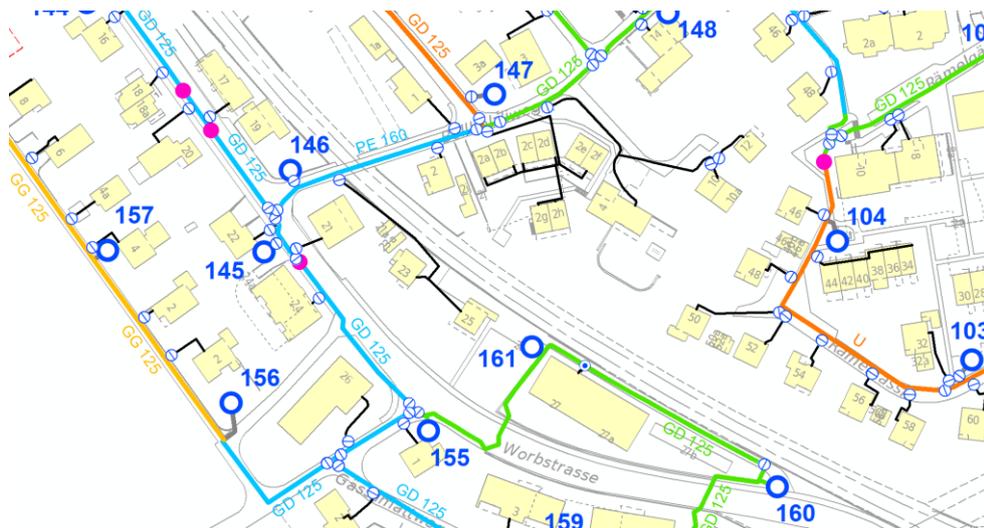


Abbildung 2: Beispiel Altersstrukturplan (Leitungen eingefärbt nach Baujahrbereich)

2.3. Wer führt das GIS?

Die Pflicht zur Dokumentation der Werkleitungen und der der zugehörigen Anlagen liegt grundsätzlich beim Werkbetreiber.

Auf kommunaler Stufe wird im Normalfall ein spezialisierter Dienstleister beauftragt.

Es empfiehlt sich, dass ein GIS-Nachführungsvertrag abgeschlossen wird, der insbesondere die Zuständigkeiten zwischen Auftraggeber und Dienstleister regelt und ein Pflichtenheft zu den zu erbringenden Leistungen und Abläufen, sowie der Vergütung enthält.

Die Daten im GIS sind in jedem Fall Eigentum des Werkbetreibers und müssen diesem nach Beendigung des Mandats in geeigneter, digitaler Form abgegeben werden können.

2.4. Nachführung GIS

Die Nachführung des GIS ein permanenter Prozess. Dies erfordert einen laufenden Austausch zwischen dem Werkbetreiber und dem GIS-Dienstleister.

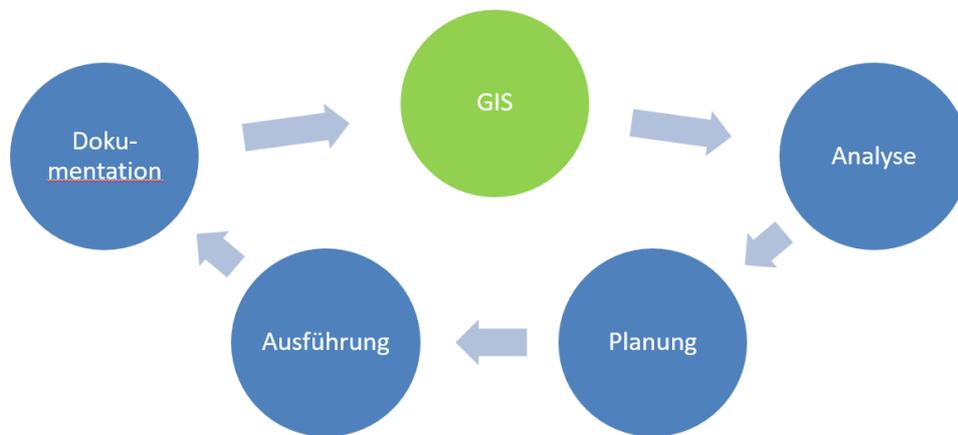


Abbildung 3: Prozess „Betrieb und Unterhalt“

Grundsätzlich können, insbesondere in der Wasserversorgung, zwei Arten von Nachführungen unterschieden werden:

- Kleinmutationen (Leckstellen, Hausanschlüsse, u.ä.)
- Bauprojekte

In beiden Fällen sind die neuen Werkleitungen im offenen Graben in Lage und Höhe einzumessen und die notwendigen Sachdaten vor Ort zu erheben. Dies hat auch den Vorteil, dass vorhandene GIS-Daten aus alten Quellen (z.B. alte digitalisierte Pläne) laufend verbessert werden können.

Bei Bauprojekten ist schon in der Planung daran zu denken, dass für die Nachführung des GIS (AVOR, Leitungsaufnahmen, Nachführung GIS, Dokumentation) Kosten entstehen. Diese sind sinnvollerweise in die Projektkosten einzurechnen. Als Faustregeln kann im Normalfall der Kostenanteil für die GIS-Nachführung mit 2 bis 4 Prozent der Gesamtbausumme angenommen werden.

2.5. Datenmodelle

Datenmodelle definieren die Struktur und die Inhalte der zu beschreibenden Daten (siehe auch 2.1).

Die Datenmodelle werden vom Gesetzgeber oder von Fachverbänden erarbeitet. Gängige Datenmodelle sind u.a. SIA405 inkl. Merkblätter und SVGW W1014.

Neben den Vorgaben welche Daten (zwingend) zu erheben und zu verwalten sind, bilden Datenmodelle auch die Voraussetzung für den Datenaustausch zwischen verschiedenen GIS.

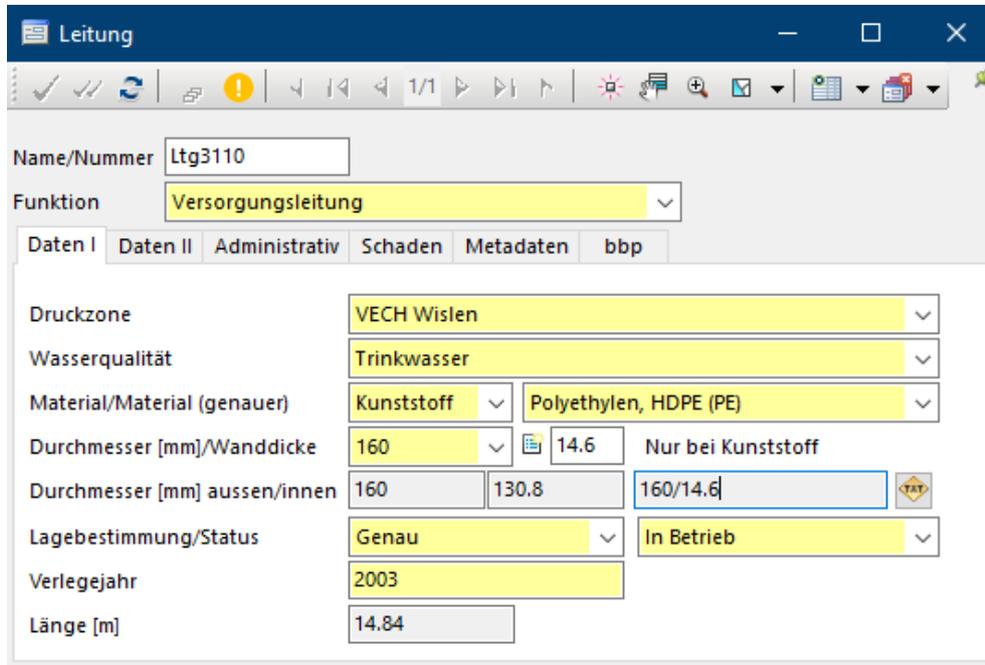
Ein Werkbetreiber hat in jedem Fall sicherzustellen, dass seine Daten in einem aktuellen Datenmodell verwaltet werden.

Beispiel Sachdaten Objekt „Hydrant“:

- Nummer
- Typ
- Eigentümer
- Statischer Druck
- ...

Beispiel Sachdaten Objekt „Leitung“:

- Material
- Durchmesser (je nach Materialtyp innen, aussen, Wandung)
- Druckzone
- Eigentümer
- ...



Daten I	Daten II	Administrativ	Schaden	Metadaten	bbp
Name/Nummer	Ltg3110				
Funktion	Versorgungsleitung				
Druckzone	VECH Wislen				
Wasserqualität	Trinkwasser				
Material/Material (genauer)	Kunststoff	Polyethylen, HDPE (PE)			
Durchmesser [mm]/Wanddicke	160	14.6	Nur bei Kunststoff		
Durchmesser [mm] aussen/innen	160	130.8	160/14.6		
Lagebestimmung/Status	Genau	In Betrieb			
Verlegejahr	2003				
Länge [m]	14.84				

Abbildung 4 Beispiel Sachdaten einer Wasserleitung in der Erfassungsmaske eines GIS

Die Datenmodelle werden bei Bedarf weiterentwickelt und ergänzt. Hierbei geht es darum, weitere Daten, zum Beispiel aus einer „Generellen-Wasserversorgungs-Planung“ (GWP) mit den Werkdaten zu kombinieren. Diese Erweiterungen erfolgen durch die Gesetzgeber oder die Fachverbände.

Dem Werkbetreiber steht es grundsätzlich frei das von ihm verwendete Datenmodell nach seinen Bedürfnissen zu erweitern. Es wird jedoch dringend davon abgeraten, da die Kompatibilität mit den „Norm-Datenmodellen“ nur noch mit grossem Aufwand oder gar nicht mehr sichergestellt werden kann.

Ein GIS-Hersteller ist verantwortlich, dass die Werkdaten in seinem System gemäss den Vorgaben des vorgegebenen Datenmodells verwaltet, genutzt und insbesondere strukturiert importiert und exportiert werden können. Nur dies gewährleistet die langfristige und nachhaltige Nutzung der Werkdaten.

3. Anwendung von GIS-/Geodaten

3.1. Grundlagendaten swisstopo

Das Bundesamt für Landestopographie bietet als Geoinformationszentrum des Bundes umfangreiche Datengrundlagen, welche frei zugänglich und nutzbar sind. Dazu gehören:

- Landeskarten
- Luftbilder
- Höhen und Gebäudemodelle
- ...

Insbesondere die Höhenmodelle erweisen sich als gute Grundlage für die 3D-Leitungsplanung, finden aber auch für die Netzmodellierung im Rahmen einer GWP Anwendung.

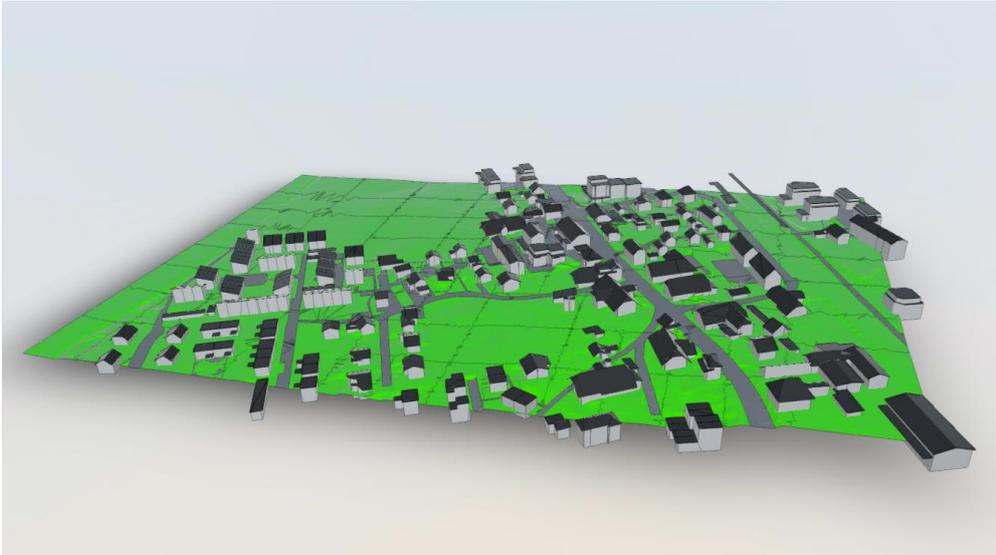


Abbildung 5: Modell aus swissALTI^{3D} und swissBUILDINGS^{3D}

Die Genauigkeit der aktuellen swissALTI^{3D}-Modelle beträgt 0.3m. Bei höheren Ansprüchen muss das Terrain entsprechend mit anderen Hilfsmitteln modelliert werden.

3.2. Weitere Grundlagendaten

Kantonale Geoportale bieten weitere interessante Grundlagendaten:

- Bauzonenpläne
- Informationen zu geologischen Bodenaufschlüssen
- ...

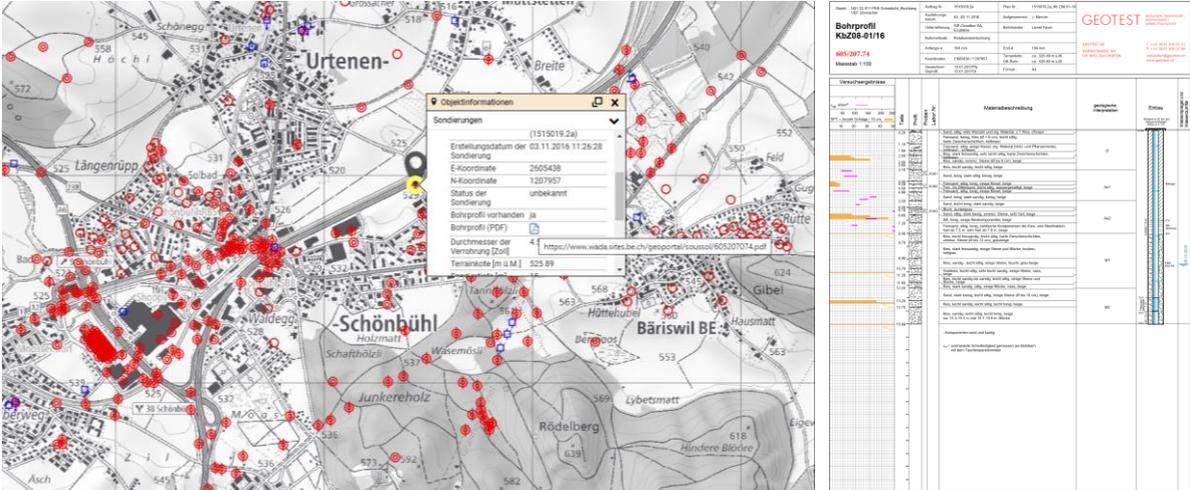


Abbildung 6: Beispiel Fachkarte "Sondierungen" mit zugehörigem Bodenprofil, <https://www.topo.apps.be.ch/>

Die Konferenz der kantonalen Geoinformations- und Katasterstellen verlinkt auf ihrer Website sämtliche kantonalen Portale:

https://www.kgk-cgc.ch/geodaten/kantonale_geoportale

3.3. Leitungskataster

Die Pflicht zur Dokumentation der Werkleitungen und der der zugehörigen Anlagen obliegt dem Werkbetreiber.

Der Werkbetreiber ist gleichzeitig Datenherr. Als solcher bestimmt er, wie (i.e. in welchem Detailgrad) der Kataster zu führen ist.

Da die Aufgabe der Katasterführung meist extern an einen Katasteringenieur weitergegeben wird, ist es umso wichtiger, sich im Klaren zu sein, welche Ansprüche der eigene Kataster zu erfüllen hat.

Folgende Kernfragen sind dabei von grosser Wichtigkeit:

- WAS muss erfasst sein?
- WIE müssen die Daten verwendet werden können?
- WER führt welche Arbeiten aus, wie sind die Schnittstellen?

Nur mit einem klaren Auftrag an den Katasteringenieur wird dieser das liefern können, was gewünscht ist. Es gilt auch hier: Qualität hat ihren Wert und ist selten gratis! Der Mehrwert macht aber die Kosten spätestens bei der nächsten GWP-Revision wieder wett.

3.4. Einbindung der Daten in GIS-Systeme/-Programme

Viele der swisstopo- resp. kantonalen Dienste lassen sich sehr einfach per WMS/WMS-Dienst (Web Map Service) oder über PlugIns direkt in GIS-Programmen einbinden. Auf <https://www.geodienste.ch/> sind alle verfügbaren Daten übersichtlich zusammengefasst.

3.5. QGIS

Als äusserst leistungsfähiges GIS-Programm bietet die Open-Source-Lösung QGIS umfangreiche Möglichkeiten, welche auch durchaus für Wasserversorgungen einen Nutzen bringen können:

<https://qgis.org/>

4. Thermische Netze

Bei Fernwärme oder Fernkälte findet die Wärme-/Kälteerzeugung nicht unmittelbar an Ort des Verbrauchers statt. Analog zu einem Wasserverteilnetz wird Energie über ein sogenannt thermisches Netz vom Erzeuger zum Verbraucher gebracht.

4.1. Fernwärme

Im Falle eines Fernwärmenetzes wird Wärme in Form von heissem Wasser (80 bis 130 °C) über ein Verteilnetz einem Wärmetauscher beim Endverbraucher zugeleitet. Dem Wasser wird Wärmeenergie zum Heizen, Warmwasser aufbereiten etc. entzogen, und das abgekühlte Wasser fliesst über ein zweites Rohr zurück zur Wärmezentrale, womit der Kreislauf geschlossen ist.

Verschiedenste Wärmequellen können für Fernwärme genutzt werden: Wärmepumpen, Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, BHKWs, Prozessabwärme, Geothermie, ...

4.2. Fernkälte/Anergie

In Fernkälte-/Anergienetzen wird ebenfalls Energie transportiert. Dem zirkulierenden Medium wird beim Verbraucher mittels Wasser-Wasser-Wärmepumpe zu Heizzwecken Wärmeenergie entnommen resp. Abwärme aus Kühlprozessen zugefügt.

Das Temperaturniveau eines Anergienetzes liegt im Normalfall bei 5 – 30°C.

4.3. Leitungsbau: Grundsätze im Zusammenhang mit Fernwärme

Die W4 (Ausgabe 2022) legt wichtige Grundsätze zum Bau von Fernwärmeleitungen im Perimeter von Trinkwasserleitungen fest:

SVGW W4 Teil 2, Abschnitt 4.8.6:

„Grundsätzlich sind Trinkwasser- und Fernwärmeleitungen immer in getrennten Grabentrassees zu verlegen.

Bei parallel verlegten Fernwärme- und Wasserleitungen muss der räumliche Abstand zwischen Aussendurchmesser Wasserleitungsrohr zu Aussenkante Isolation Fernwärmeleitung mindestens 1 m betragen. Allfällige Ausnahmen sind mit der Wasserversorgung abzusprechen. Um eine zusätzliche Erwärmung des Trinkwassers möglichst zu verhindern, sind Isolationsmassnahmen zu treffen (Dämmplatten).

Grundsätzlich ist bei parallel verlegten Fernwärme- und Wasserleitungen mit einem Abstand < 1 m darauf zu achten, dass die thermische Isolation der Fernwärmeleitung der höchsten Dämmstärke entspricht.“

5. BIM

5.1. Grundidee von BIM

BIM steht für **B**uilding **I**nformation **M**odelling oder **B**uilding **I**nformation **M**anagement. Unter Building sind nicht nur Gebäude, sondern auch Anlagen, Infrastrukturen, Tunnel, Strassen, Brücken u.a. gemeint. BIM gibt es nicht nur im Hochbau, sondern auch im Tiefbau.

BIM besteht nicht nur aus vollständig erfassten 3D-Daten (intelligente Objektmodelle) sondern verwaltet zusätzlich auch Informationen über Zeit- und Terminplan, Menge, Kosten und Kalkulation, Nachhaltigkeit bis zum Betrieb und Instandhaltung („FM“).



Abbildung 7: Grundidee von BIM

Die Geomatik/Vermessung hat zwei Hauptberührungspunkte im BIM-Prozess. Die Bestandsaufnahmen der Realität inkl. der Erstellung des BIM-Modells wird als „Field 2 BIM“ bezeichnet. Nach der Planung erfolgt bei der Projektausführung die Übertragung des BIM-Projektes auf die Baustelle. Dies wird mit „BIM 2 Field“ bezeichnet. Während der Ausführung werden neben den Absteckungen auch Kontrollaufnahmen ausgeführt und mit dem BIM-Modell abgeglichen.

5.2. Übersicht BIM-Workflow

Es gibt Messsysteme, welche für „Field 2 BIM“ und „BIM 2 Field“ geeignet sind. Also für Aufnahmen und Absteckungen. Mit einigen Messsystemen können nur Aufnahmen ausgeführt werden (Field 2 BIM) und zum Beispiel Maschinensteuerungen sind nur beim Prozess BIM 2 Field einsetzbar.

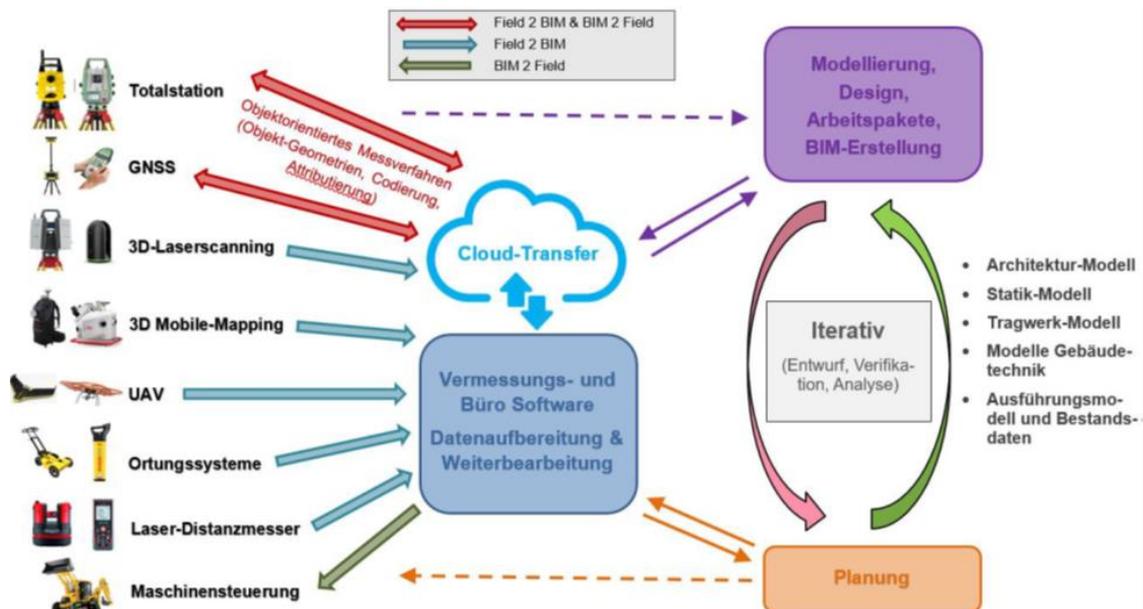


Abbildung 8: Übersicht BIM-Workflow mit Messsystemen

5.3. Einsatz Messsensoren

Für den Einsatz der verschiedenen Messsensoren sind folgende Fragen über den jeweiligen Sensor zu klären:

- Können mit dem Sensor punktuelle oder flächenhafte Aufnahmen (Field 2 BIM) und/oder Absteckungen / Kontrollaufnahmen (BIM 2 Field) ausgeführt werden?
- Ist der Sensor für Indoor und/oder Outdoor geeignet?
- Können statische und/oder kinematische Messungen ausgeführt werden?
- Wie sind die Genauigkeiten für die Lage- und Höhenbestimmung?
- Ausdehnung des Einsatzbereiches?

6. Messsysteme gestern – heute – morgen

Messsysteme, mit welchen nur die Lage der einzumessenden Objekte bestimmt werden können, sind nicht mehr zu verwenden.

Alle Aufnahmepunkte sind immer in Lage und Höhe zu bestimmen!

Die neueste Messmethode ist das Aufnahmesystem viDoc. Der viDoc RTK-Rover ist ein Handheld-Gerät, welches an ausgewählte iOS- und Android-Geräte angeschlossen werden kann. Während der Datenerfassung versieht der viDoc RTK-Rover aufgenommene Bild- und LIDAR-Daten (Scans) mit RTK-Daten. Somit liegen diese Daten georeferenziert mit einer Standortgenauigkeit im Zentimeterbereich vor. Die bisherigen Erfahrungen mit diesem System haben gezeigt, dass mittlere Lagegenauigkeiten von $\pm 4\text{cm}$ und mittlere Höhengenaugigkeiten von $\pm 8\text{cm}$ erreicht werden können. Bei Aufnahmen in der Nähe von Abdeckungen (Bäume, Waldrand, Gebäude) weisen die Daten eine schlechtere Qualität aus. GNSS weist bei nicht optimalen Messbedingungen generell eine reduzierte Genauigkeit auf.

Aus den Aufnahmen resultieren georeferenzierte Scans bzw. Punktwolken der aufgenommenen Objekte.

Erforderliche Objekte werden nun aus der zusammengeführten und georeferenzierten Punktwolke digitalisiert.

Betreffend Wirtschaftlichkeit können gemäss den aktuellen Erfahrungen keine signifikanten Kostenunterschiede zu anderen gängigen Aufnahmemethoden wie GNSS oder Totalstationen gemacht werden. Mit viDoc ist die Aufnahme auf dem Feld schneller ausgeführt, erfordert aber eine aufwändigere Auswertung.



Abbildung 9: Aufnahmesystem viDoc

7. Der Weg vom Leitungsgraben in den Kataster

Einmässe sind heutzutage sinnvollerweise 3D (d.h. lagegenau mit Höheninformation) zu nehmen. Egal wer einmisst: Es muss dafür gesorgt werden, dass die Daten korrekt und so vollständig wie möglich ihren Weg in den Kataster finden.

Der Detailgrad des Katasters (z.B. Attribute wie „Schiebertyp“ [Hawle 4027125000], zusätzliche Fotos, ...) wird vorgängig festgelegt, die entsprechenden Punkte sind bei der Aufnahme zu berücksichtigen.

8. FAZIT

Umfassende, korrekte Daten sind die Grundlage von effizienter, effektiver Planung und zielgerichtetem Unterhalt.

Einmäss und Attribuierung haben inklusive der dritten Dimension zu erfolgen – nur mit Höhenangabe ist die uneingeschränkte Weiterverwendbarkeit gegeben!

Ein sauberer, gewissenhaft (nach)geführter Leitungskataster bietet Mehrwert. Auch in Zukunft – und vor allem für die Zukunft.