

3D, GIS, BIM – die Wichtigkeit guter Werksdokumentation



Schweizerischer
Brunnenmeister-
Verband

Ruedi Moser
dipl. Vermessungs-Ing. HTL
bbp geomatik AG, Gümligen



Lukas Ackle
Bauingenieur BSc FH
Hunziker Betatech AG, Bern





Werksdokumentation

- Papierplan (von Hand gezeichnet)
- CAD (Punkte, Linien, Flächen, Texte)
- **GIS (strukturierte Daten mit Sachdaten in einer Datenbank)**
- BIM

Werksdokumentation

Vorteile Papierplan:

- günstig

Nachteile Papierplan:

- Unikat
- Nachführbarkeit
- keine digitalen Daten
- kein Datenaustausch mit Dritten möglich

Werksdokumentation

Vorteile CAD:

- günstig
- sehr flexibel (digitale Zeichnung)

Nachteile CAD:

- keine Datenstrukturen
- keine «verknüpften» Informationen (z.B. Durchmesser)
- kein genormter Datenaustausch (z.B. SIA405) möglich



Werksdokumentation

Vorteile GIS:

- Datenstruktur
- Verwaltung Sachdaten
- Analysemöglichkeiten
- Datenaustausch über Schnittstellen
- Verknüpfung mit Drittdaten

Nachteile GIS:

- Systemkosten
- Aufwand für Nachführung und Betrieb (Daten- und Systempflege)

Werksdokumentation

Vorteile BIM:

- BIM-Zusatznutzen wie Kosten, Termine, Konfliktanalysen u.a. können bei komplexen Situationen / Hochbauten genutzt werden.

Nachteile BIM:

- Keine Standardmodelle, Normierungen
- Vollständiges 3D-Modell
- Aufwändige Modellierungen, Kosten-Nutzen
- BIM über ganzen Werksperimeter?!

Werksdokumentation

Anwendungen:

- Papierplan: kaum mehr in Gebrauch
- CAD: Projektierung und Realisierung
- **GIS: Werkleitungskataster**
- BIM: komplexe, räumlich beschränkte Objekte
(z.B. Bauwerke, Knoten u.a.)



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



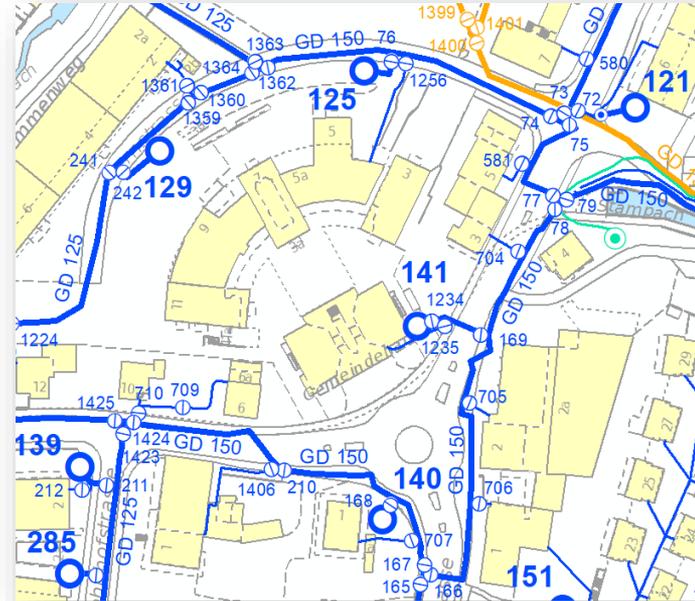
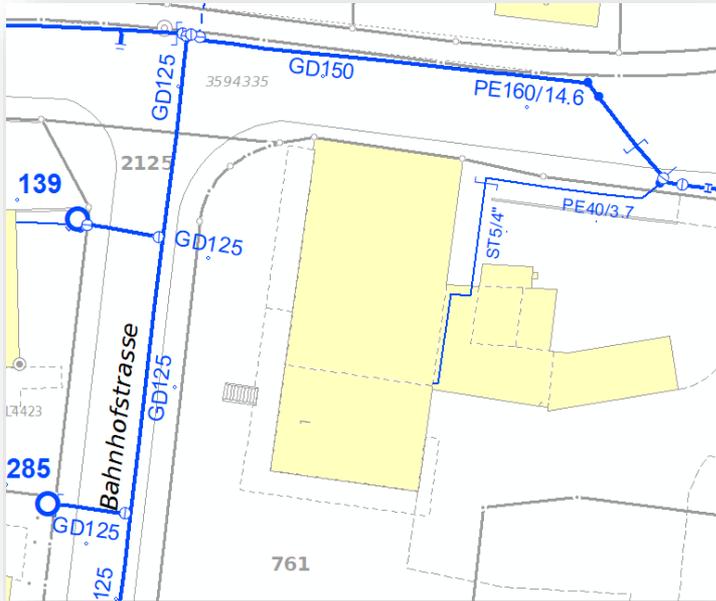
Was kann ein GIS?

- Dokumentation bestehender Werksanlagen (Pläne und WebGIS)
- Interaktion mit anderen Datenbanken (z.B. für den Unterhalt)
- Analyse der Daten als Pläne, Grafiken und Listen
- Datenaustausch mit anderen Systemen



Was kann ein GIS?

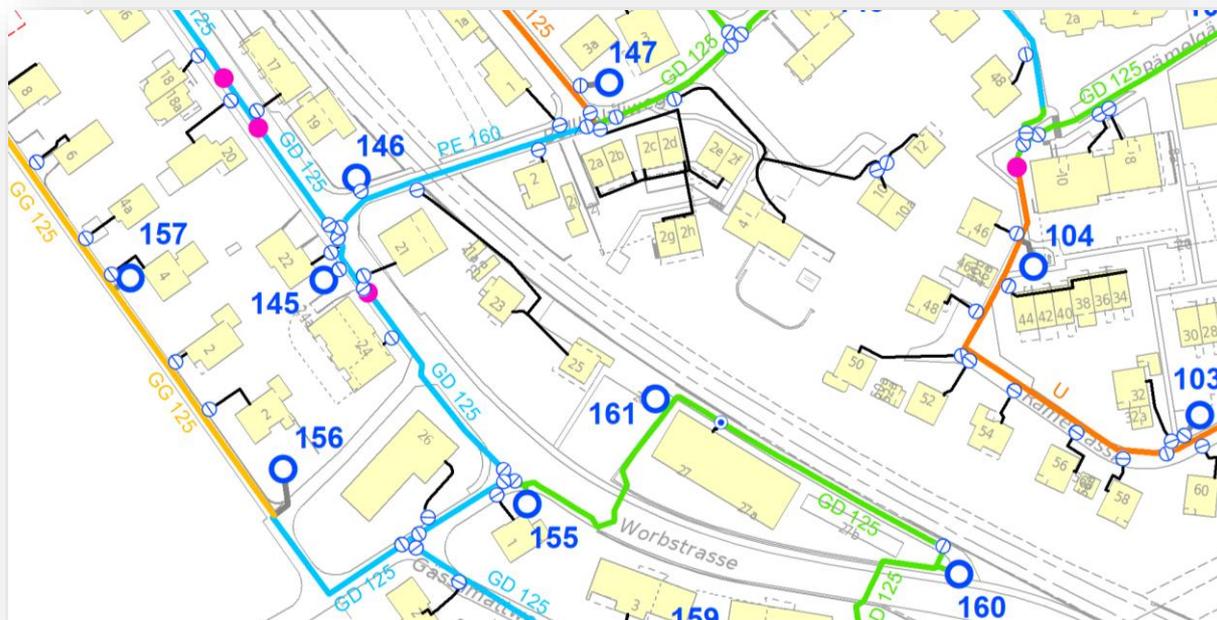
Beispiele Werkplan und Übersichtsplan:





Was kann ein GIS?

Beispiel Altersstrukturplan:



Was kann ein GIS?

Beispiel statistische Auswertung:

Eigentum	Unbekannt	50	2'	63	2 1/2'	75	80	90	100	110	120	125	140	150	160	180	200	250	280	283	300	315	350	355	400	Total	
Asbestzement	3.0								77.5									2.7			107.8		0.4		53.3	244.4	
Duktiler Guss	229.1						119.3		1'281.3			7'398.7		5'062.9			744.3	558.9			75.7					0.3	15'470.5
Grauguss	115.9					234.1	23.3		2'162.4		1.9	1'967.4	0.5	1'454.1			74.8	557.7									6'592.0
Kunststoff, unbekannt												3.1															3.1
Polyethylen, CRP100				3.8		141.9		433.4		614.6		13'075.8	6.1		6'240.8	614.8	75.4	4.5	0.6	3.8							21'215.5
Polyethylen, MRS100		0.4		22.0				64.3		782.0		3'683.0	162.4		2'113.3		203.6										7'031.0
Polyethylen, PE100 RC		10.2		102.8		14.0		187.1		91.9		3'804.4	49.7		714.8	384.5		8.9						336.8	142.8	5'847.8	
Polyethylen, S5												2.4			1.0												3.4
Polyethylen, unbekannt				156.4		0.5		110.2		367.6		2'506.6			744.0												3'885.2
Polyvinylchlorid, unbekannt												274.7															274.7
Stahl, unbekannt	1.7		143.3		42.6				12.6			62.2		0.6			3.9										266.9
Unbekannt	321.8	1.3				2.2			72.0		6.4	17.3		5.0			2.4	1.0						0.4	2.4	432.3	
Total	671.5	12.0	143.3	285.0	42.6	392.6	142.5	794.9	3'605.8	1'856.1	8.3	32'795.5	218.7	6'522.5	9'814.0	999.3	1'104.4	1'133.7	0.6	3.8	183.2	336.8	0.8	142.8	56.0	61'266.7	

Wer führt das GIS?

- **kommunaler Werkleitungskataster =
Gemeinde / lokale Versorgung**
- regionaler Kataster = z.B. Wasserverbund
- kantonaler Kataster (z.B. LKBE) = Kanton

**wichtig: die Daten werden originär nur
im kommunalen Kataster gehalten!**

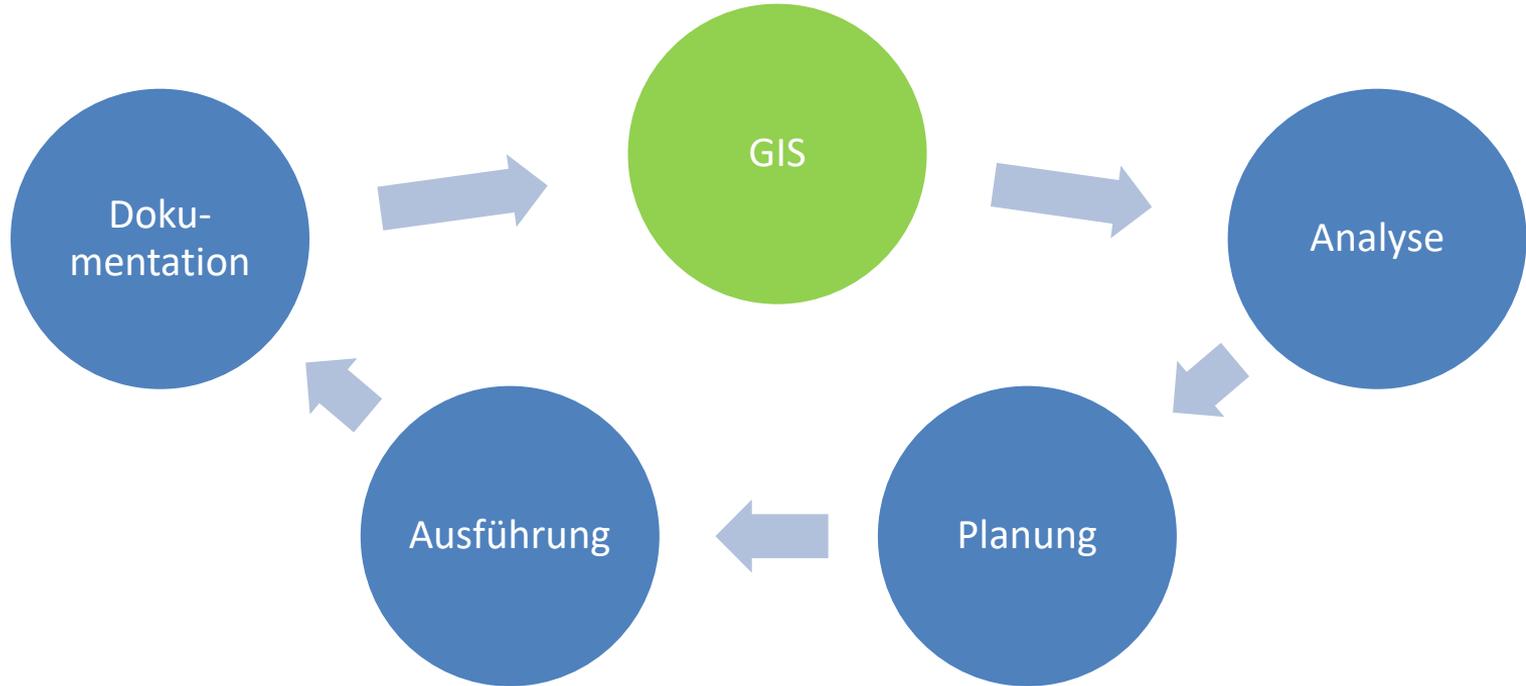


Nachführung GIS

- Neubauten im offenen Graben vermessungstechnisch aufnehmen (Lage und Höhe)
- Sachdaten bei Aufnahme erheben
- Pendenzen und Unklarheiten sofort abklären
- Korrekturen/Informationen aus GWP einfließen lassen
- Ergänzung von fehlenden/fehlerhaften Daten bei Lecks etc. („digitalisierter 1:1000er-Plan“)



Werksunterhalt / -betrieb



Datenmodelle

- SIA405 inkl. Merkblätter
- SVGW W1014
- Kantonale Modelle (z.B. für GWP)

Die gängigen Datenmodelle sind auf 2.5D (nicht 3D!) ausgelegt.



Datenmodelle

Leitung

Name/Nummer

Funktion

Daten I | Daten II | Administrativ | Schaden | Metadaten | bbb

Druckzone	<input type="text" value="VECH Wislen"/>
Wasserqualität	<input type="text" value="Trinkwasser"/>
Material/Material (genauer)	<input type="text" value="Kunststoff"/> <input type="text" value="Polyethylen, HDPE (PE)"/>
Durchmesser [mm]/Wanddicke	<input type="text" value="160"/> <input type="text" value="14.6"/> Nur bei Kunststoff
Durchmesser [mm] aussen/innen	<input type="text" value="160"/> <input type="text" value="130.8"/> <input type="text" value="160/14.6"/>
Lagebestimmung/Status	<input type="text" value="Genau"/> <input type="text" value="In Betrieb"/>
Verlegejahr	<input type="text" value="2003"/>
Länge [m]	<input type="text" value="14.84"/>

Armatur

Name/Nummer

Rechtswert Hochwert

Art/Art (genauer)

Zuordnung

Daten I | Administrativ | Metadaten

Druckzone	<input type="text" value="VECH Wislen"/>
Typ	<input type="text" value="Hawle"/>
Funktion	<input type="text" value="Strecke"/>
Schaltzustand	<input type="text" value="Offen"/>
Nennweite	<input type="text" value="DN150"/>
Status	<input type="text" value="In Betrieb"/>
Lage-/Höhenbestimmung	<input type="text" value="Genau"/>
Höhe [m]	<input type="text"/>
Verlegejahr	<input type="text" value="2020"/>



Datenmodelle

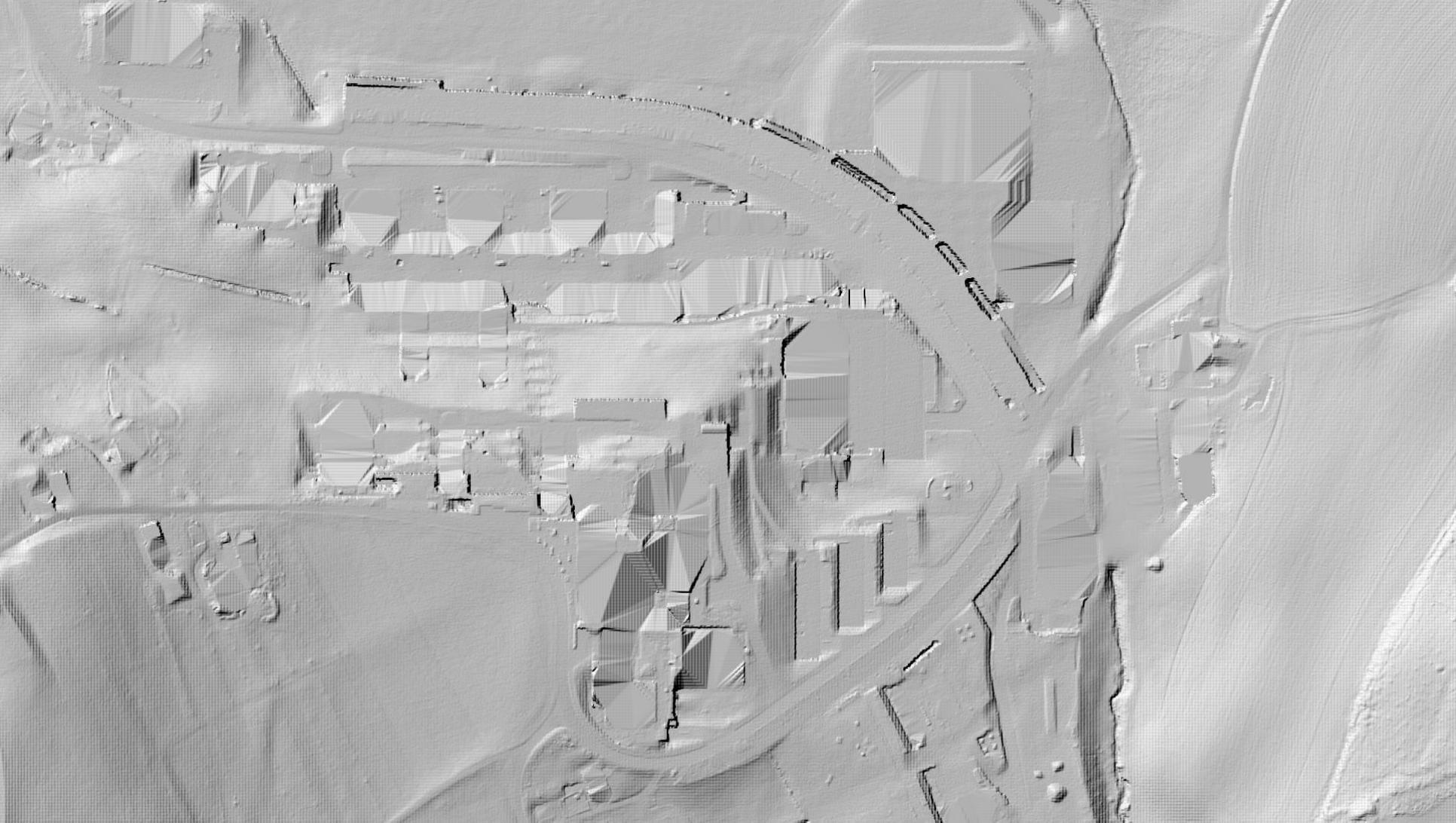
- Obligatorische (zwingende) Attribute
- Mehranforderungen Kantone (z.B. für GWP)
- Kommunale / regionale Mehranforderungen
(Frage: wozu? wie erheben? wie nachführen?)

GIS-/Geo-Daten: Anwendungen

Grundlagendaten swisstopo

swissALTI^{3D}

- zur Verwendung als Höhen-Basisdatensatz
- Verschiedene Auflösungen: 2m / 0.5m
- Genauigkeit: 0.3m (neue Generation)



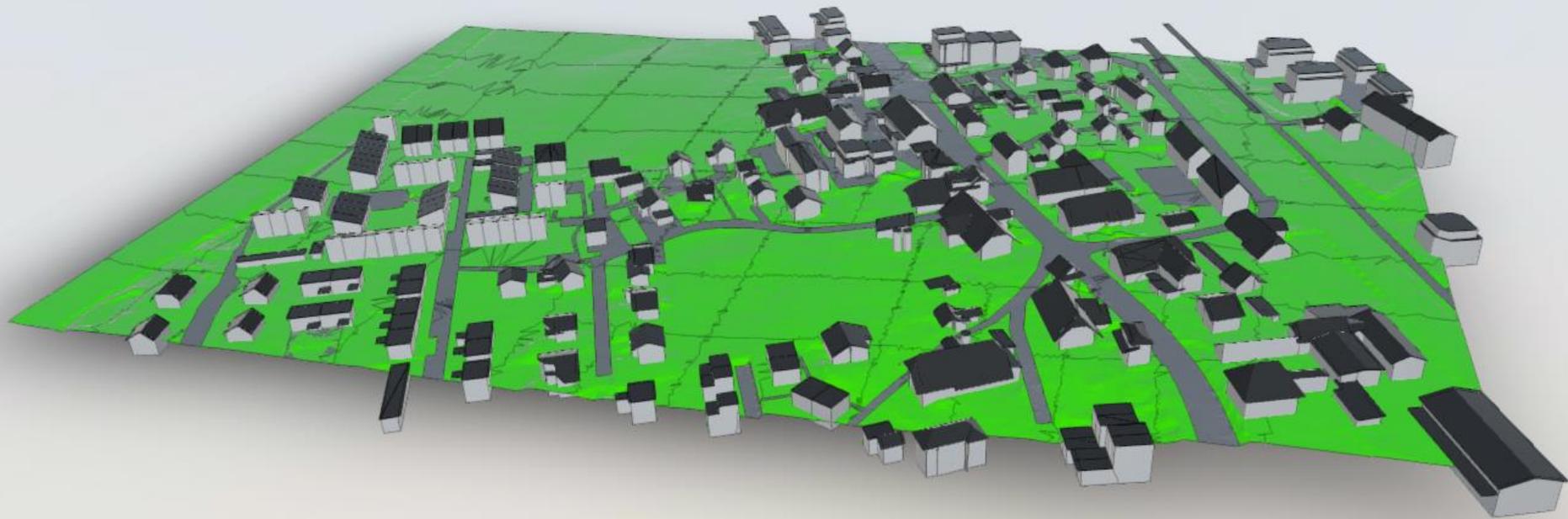




Schweizerischer
Brunnenmeister-
Verband

3D-Daten im Leitungsbau

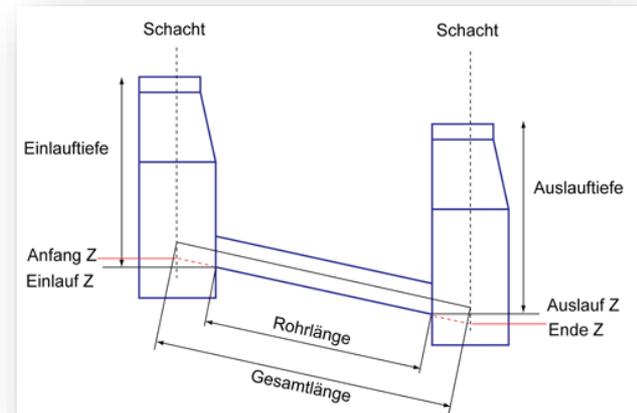
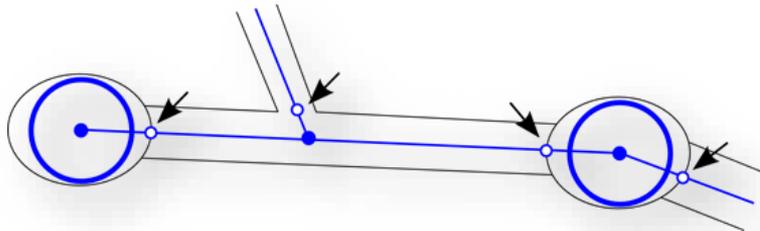
- Use-Case-Basis:
 - swissALTI^{3D}
 - swissBUILDINGS^{3D}



3D-Daten im Leitungsbau

Use-Case *Abwasserleitung*

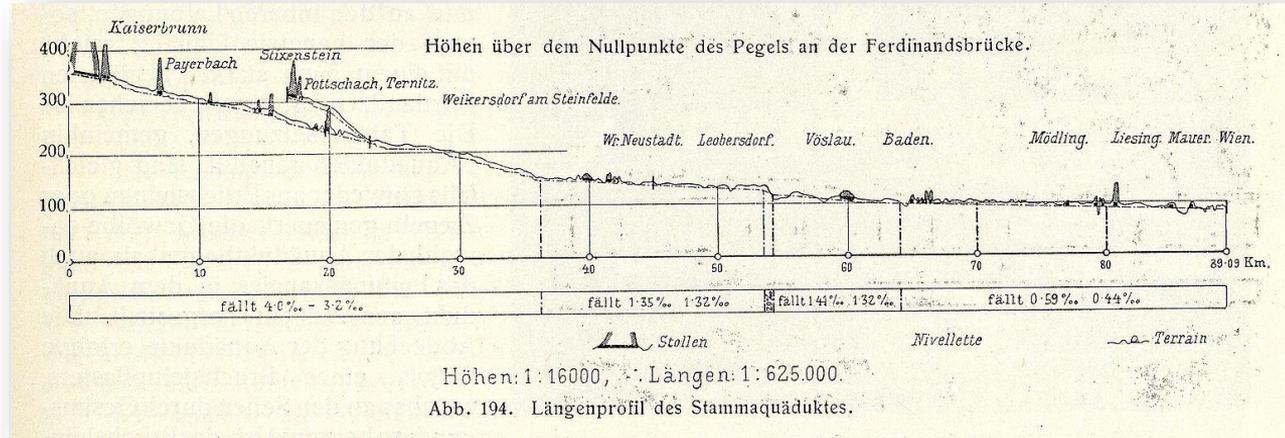
- Basis: swissALTI^{3D}
- Schachthöhen gemäss GIS resp. Schachtaufnahmen
→ Knoten = Rohrsohle

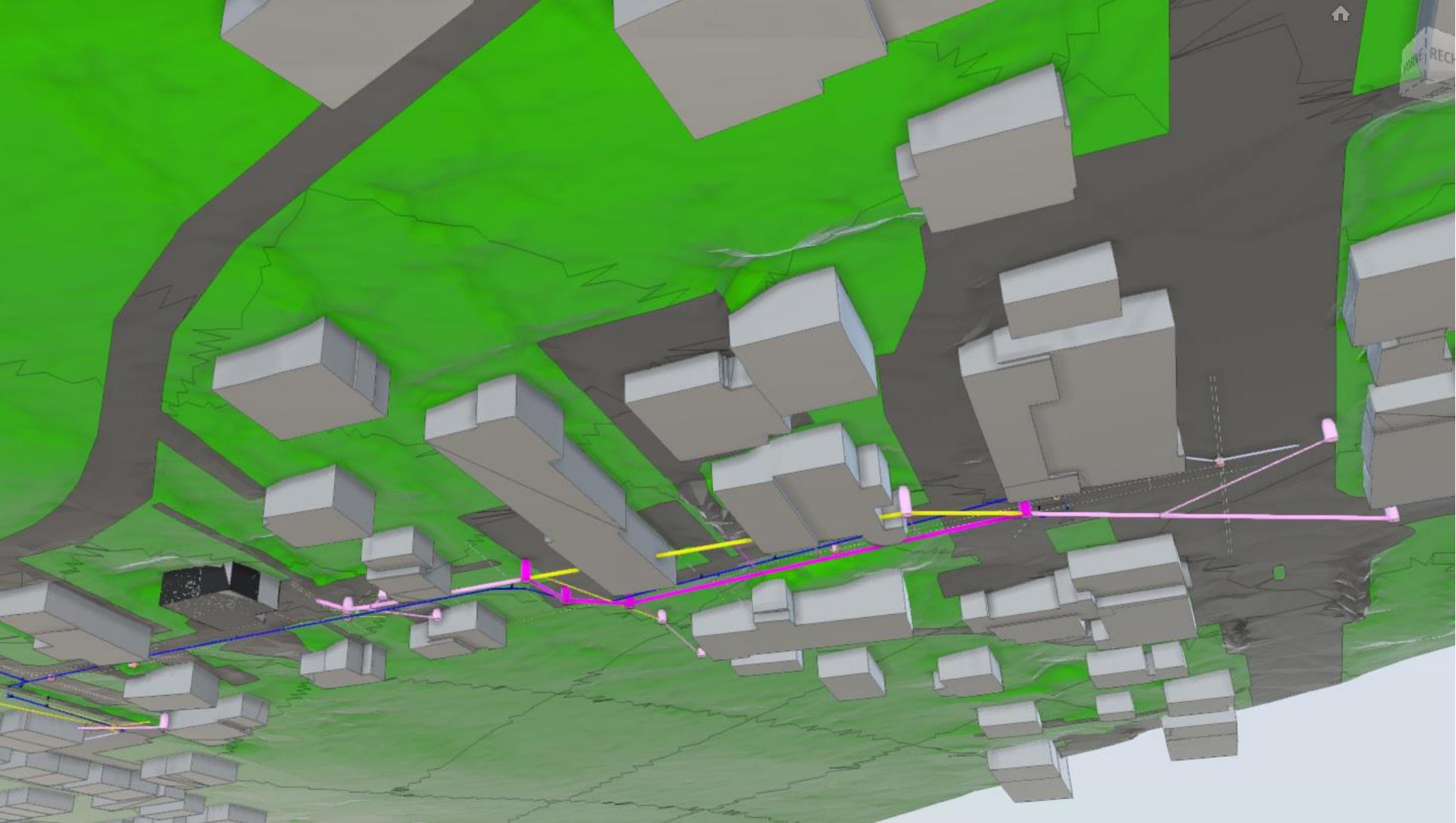


3D-Daten im Leitungsbau

Use-Case *Wasserleitung*

- Höheninformation: Leitungsscheitel (nicht Achse!)
→ *Problematik Schieber, Hydranten etc.*

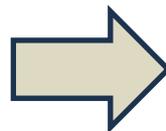
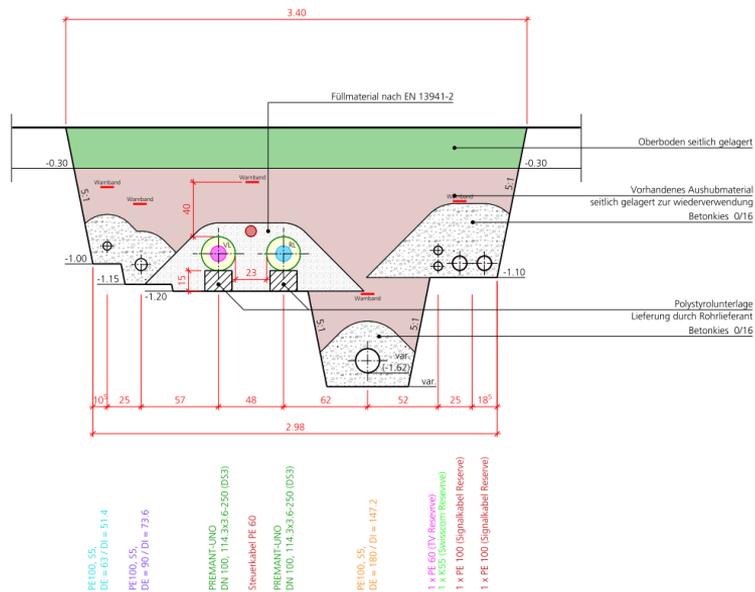






3D-Daten im Leitungsbau

Normalprofil 1 - 1:20
Kulturland



- Längen
- Flächen (m²)
- Kubaturen (m³)
- Anzahl Rohre
- Anzahl Schieber Typ xy
- Anzahl Hausanschlüsse
- Liegenschaft xy
- ...



Zwischenfazit 3D-Planung

- Perfekt für die räumliche Koordination
(sofern korrekte Daten zu möglichst allen Gewerken vorhanden sind)
- 3D: grosser Nutzen mit geringem Aufwand
(Aufwand steigt aber mit fehlenden Daten und steigendem Detailgrad exorbitant)



Zwischenfazit 3D-Planung

- Daten sind nur attributiert sinnvoll nutzbar.

Datenbezug bisher:

- DXF/DWG (= «CAD» [= *dumm*])

⇒ sinnvoller: Attribute mitliefern

- Interlis
- Shape
- LandXML
- ...

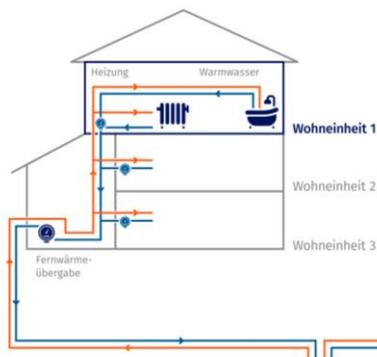
Thermische Netze

Fernwärme & Fernkälte/Anergie

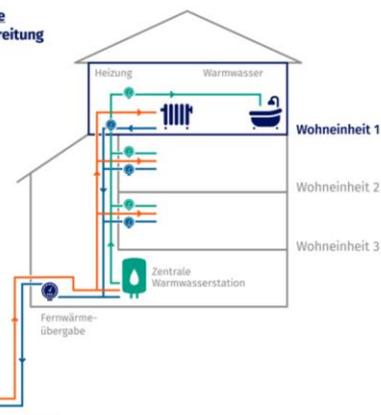
Thermische Netze

Fernwärme & Fernkälte/Anergie

**Beispiel dezentrale
Warmwasserbereitung**



**Beispiel zentrale
Warmwasserbereitung**



Fernwärme Erzeugungsquellen



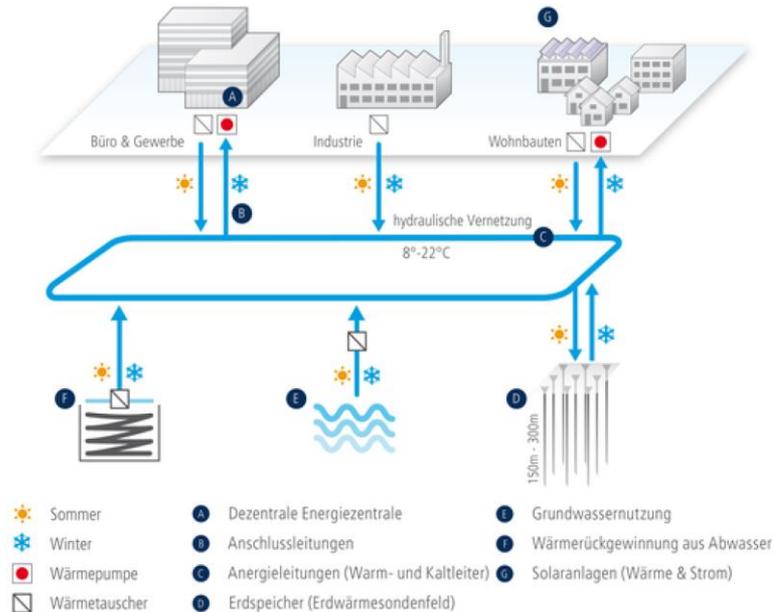
- Wärmeverlauf
- Wärmerücklauf
-  Hauptzähler
-  Kleinwärmemesszähler
-  Warmwassermesszähler

Grafik: Wien Energie



Thermische Netze

Fernwärme & Fernkälte/Anergie



Grafik: Amstein + Walther AG

Thermische Netze

Konfliktpotential thermische Netze ↔ Wasserleitungen:

- Platz



Mediumrohre



- Ein oder zwei Mediumrohre
- Stahl P235TR1/GH
- Kunststoff und Verbundstoff
- CrNi-Stahl
- Guss



Thermische Netze

Konfliktpotential thermische Netze ↔ Wasserleitungen:

- Platz



Mediumrohre

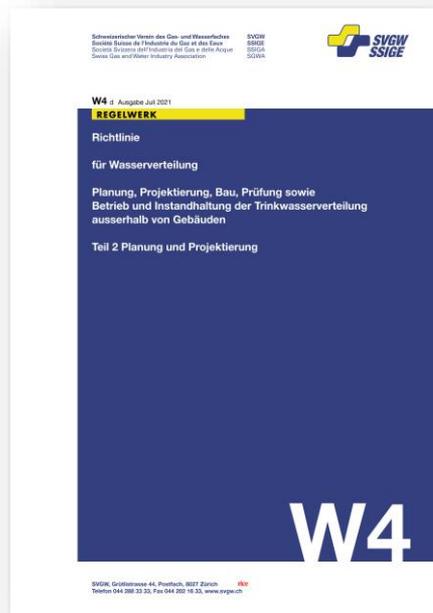


- Ein oder zwei Mediumrohre
- Stahl P235TR1/GH
- Kunststoff und Verbundstoff
- CrNi-Stahl
- Guss

Thermische Netze

Konfliktpotential thermische Netze ↔ Wasserleitungen:

- Platz
- Wärme



4.8.6 Abstand zu thermischen Netzen/Fernwärmeleitungen

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).

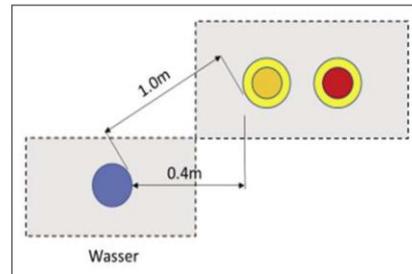
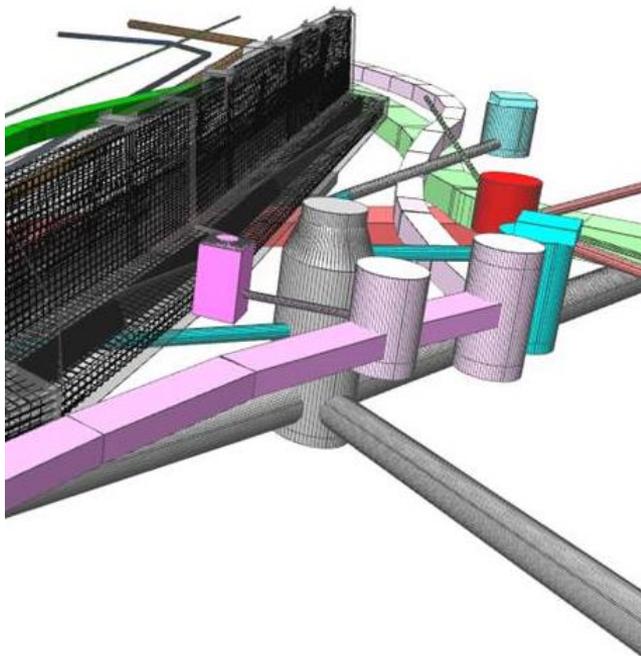


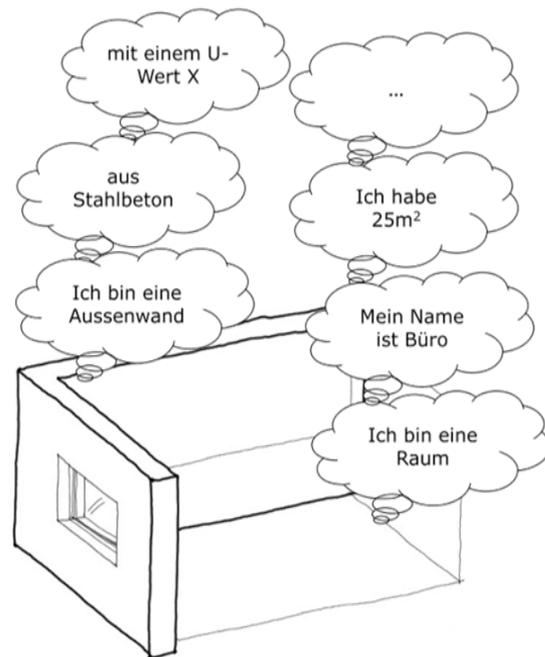
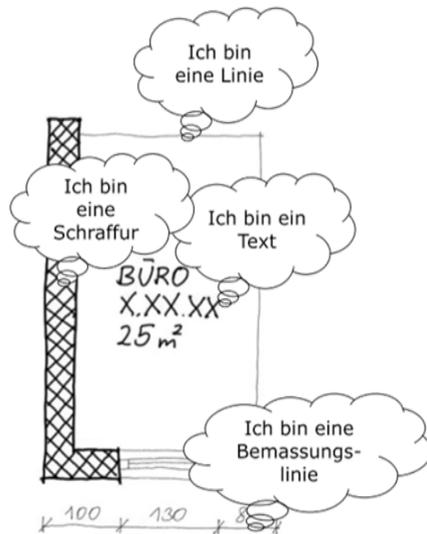
Abb. 2 Lageskizze Abstand Fernwärme- und Trinkwasserleitung

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.

Grundidee von BIM



CAD VS BIM





Grundidee von BIM

I: wichtigste Komponente

BIM

= Building Information Modelling

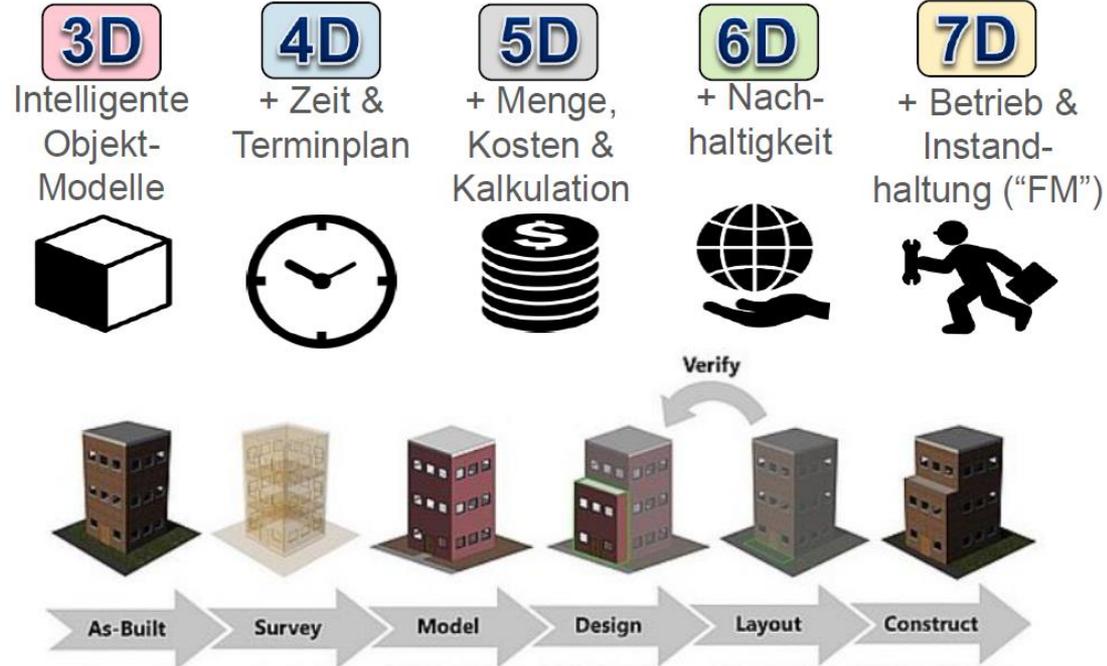
= Building Information Management

Methode
Modell

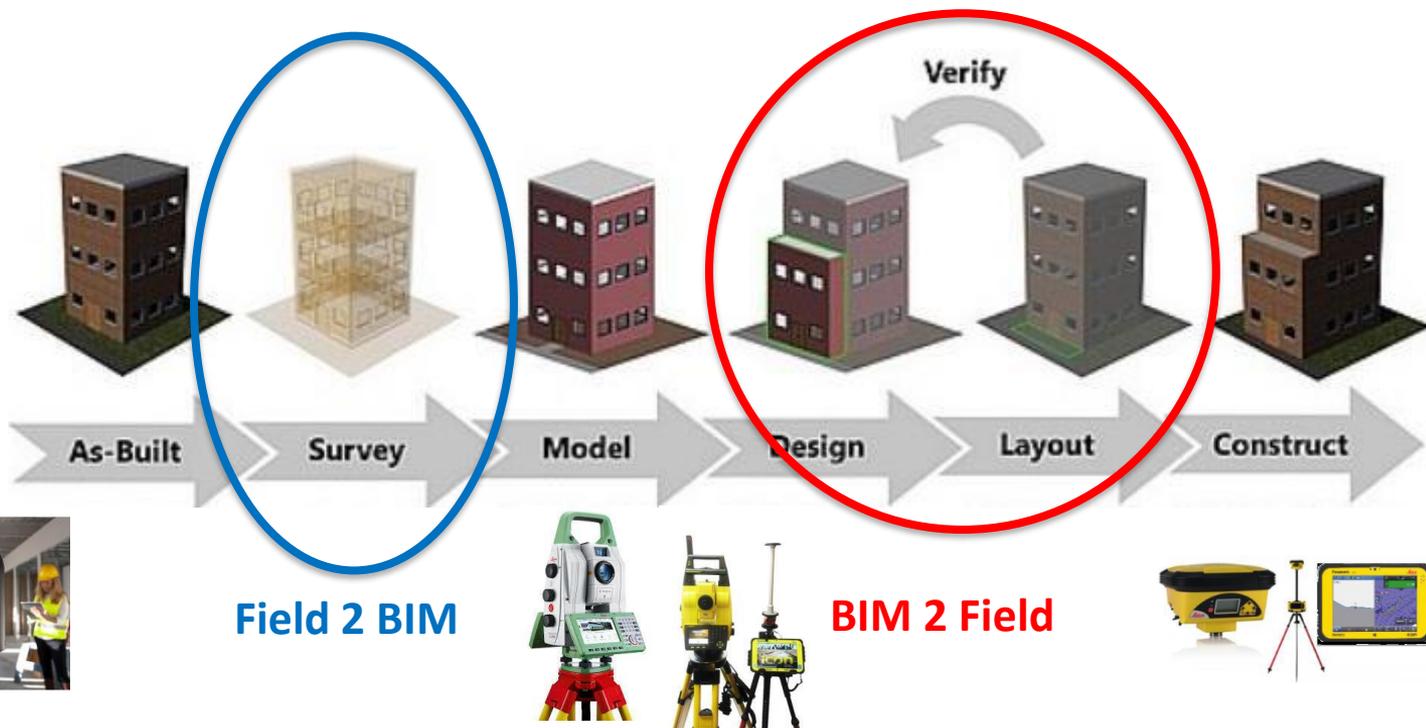
- Anlage
- Infrastruktur
- Tunnel Strassen, Brücken
- nicht nur Hochbau → Tiefbau



Grundidee von BIM

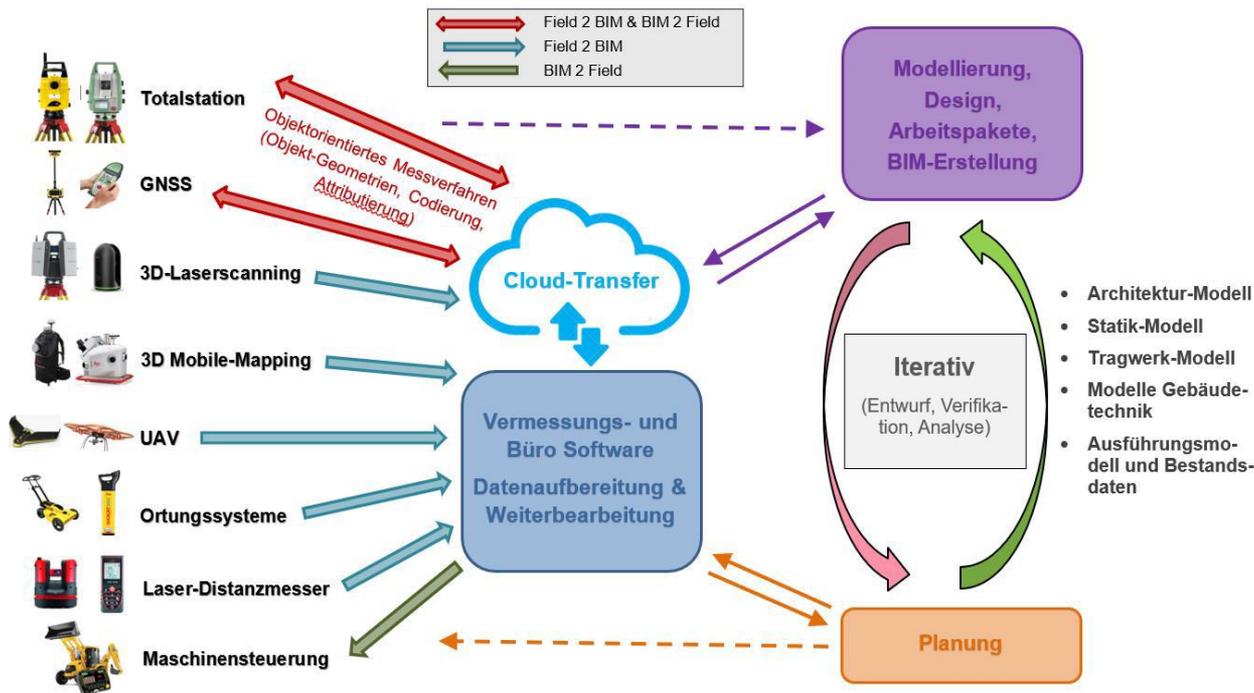


Grundidee von BIM



Übersicht BIM-Workflow

- Übersicht BIM-Workflow mit Messsystemen





Einsatz Messsensoren

Sensor / Instrument	Field2BIM Aufnahme	BIM2Field	Indoor	Outdoor	Absteckung	Punkt / Fläche	Kinematisch	Genauigkeit (Bereich)
Tachymeter	X	A + K	X	X	X	P (+F)		mm
GNSS	X	A + K		X	X	P	X	cm
Laserscanner	X	K	X	X		F	(X)	mm
Mobile-Mapping	X	K	X	X		F	X	cm
Drohne	X	K		X		F	X	cm – dm
Ortungs-Systeme	X	K	X	X		F	X	cm – dm
Distanzmesser Handaufmass	X	A + K	X	X	X	P		cm
Maschinen-Steuerung		A	X	X	X		X	cm

A: Absteckung
K: Kontrolle

P: Punktuelle Messung
F: Flächenhafte Messung



Messsysteme „heute“ und „morgen“



Nivellier,
Rotations-
/Baulaser



GNSS



Totalstation



Laserscanner



Totalstation



Laserscanner



Bodenradar (GPR)



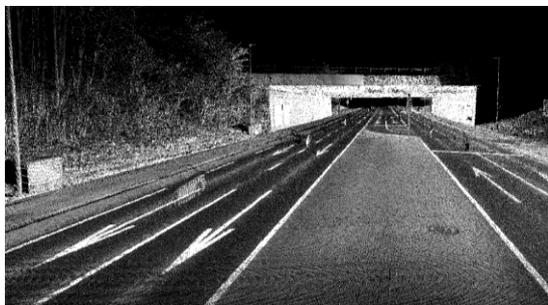
Drohnen /
Luftvermessung



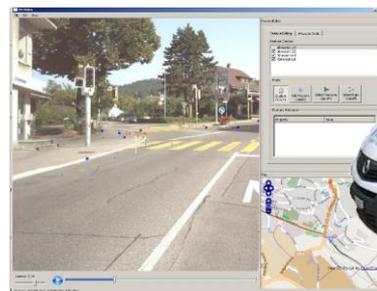
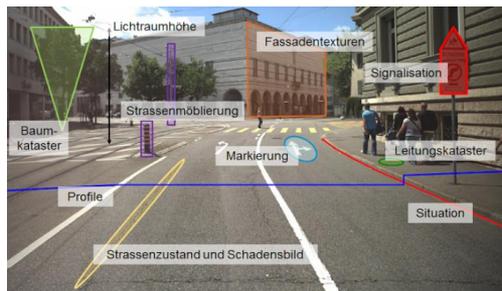
Baumaschinen-
steuerung

Messsysteme „heute“ und „morgen“

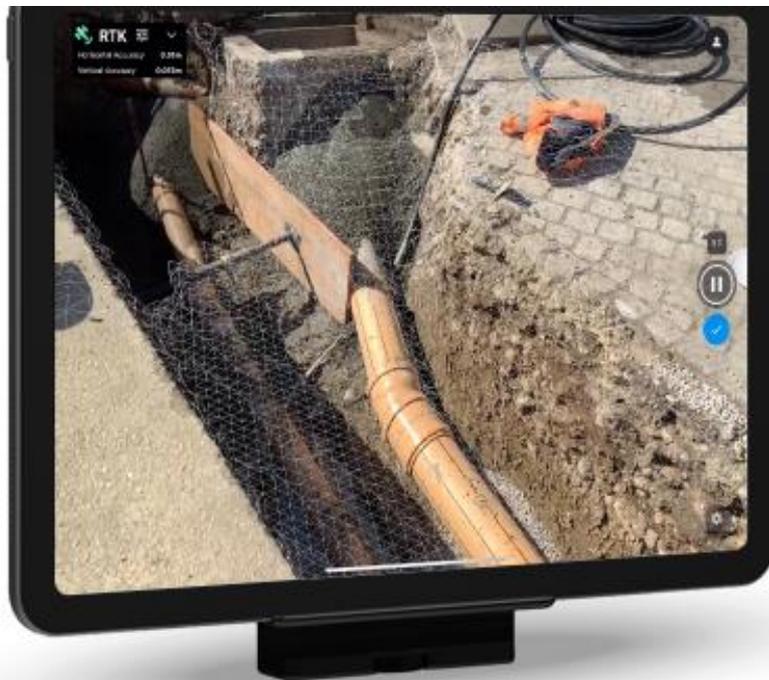
Mobile Scanning



Mobile Mapping

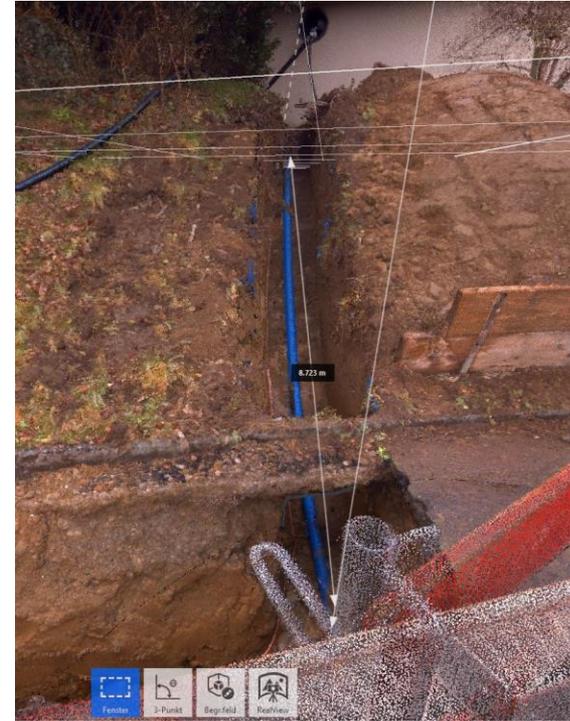


Messsysteme „heute“ und „morgen“





Messsysteme „heute“ und „morgen“





Einmasse – Verantwortlichkeiten

sia

SIA 103:2020 Bauwesen



Schweizer Norm
Norme Suisse
Norma Svizzera

508 103

Ersetzt: SIA 103:2014, SIA 103-K:2018

Règlement concernant les prestations et honoraires des ingénieurs civils
Regolamento per le prestazioni e gli onorari nell'ingegneria civile

Ordnung für Leistungen und Honorare der Bauingenieurinnen und Bauingenieure

103

Referenznummer
SN 508103:2020 de

Gültig ab: 2020-01-01

Anzahl Seiten: 68

Herausgeber
Schweizerischer Ingenieur-
und Architektenverein
Postfach, CH-8027 Zürich

Copyright © 2020 by SIA Zürich

Preisgruppe: 36

4.3.5 Realisierung		4.3.52 Ausführung (3)		
Leistungs- bereiche	Erwartete Ergebnisse / Dokumente	Leistungen und Entscheide des Auftraggebers	Leistungen des Ingenieurs Grundleistungen	Leistungen des Ingenieurs Besonders zu vereinbarende Leistungen
Beschrieb und Visualisierung (3)			Bauleiter Test, Abnahme und Mängelbehebung vor Inbetriebnahme – Planen und Durchführen von Tests und Abnahmen – Feststellen von Mängeln, Erstellen und Nachführen von Mängellisten – Rügen von Mängeln in Absprache mit der Oberbauleitung – Anordnen von Massnahmen und Fristen für die Mängelbehebung – Aufteilen der Unternehmer und Lieferanten zur Mängelbehebung – Überwachen der Arbeiten der Mängelbehebung – Abnahme der Mängelbehebung – Liefern der Unterlagen für die Erstellung der Pläne des ausgeführten Bauwerkes – Zusammenstellen von Unternehmer- und Lieferantelisten Technische Bauleitung – Technische Leitung und Überwachung der Arbeiten im zu überwachenden Fachbereich auf der Baustelle im Rahmen der erteilten Kompetenzen und Verantwortungen – Führen eines technischen Baujournals – Vergleichen der Ausführung mit dem Ausführungsprojekt und Veranlassen von Massnahmen bei Abweichungen	Bauleiter Test, Abnahme und Mängelbehebung vor Inbetriebnahme – Technische Bauleitung – Durchführen von Werkstattkontrollen

– Liefern der Unterlagen für die Erstellung der Pläne des ausgeführten Bauwerkes

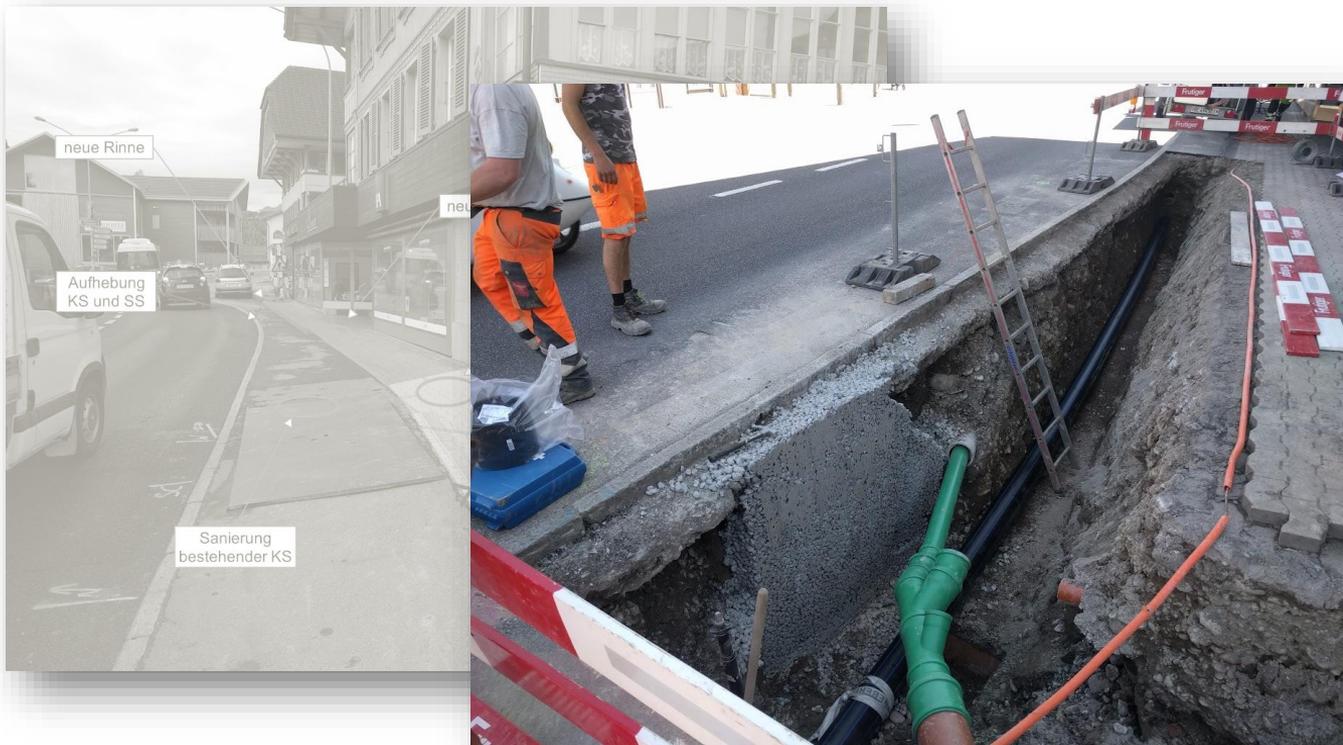
Einmasse – Verantwortlichkeiten

Einmasse erfolgen in der Praxis

- durch den Bauherrn
- durch die Bauleitung
- durch den Geometer/Katasteringenieur
- durch die ausführende Unternehmung

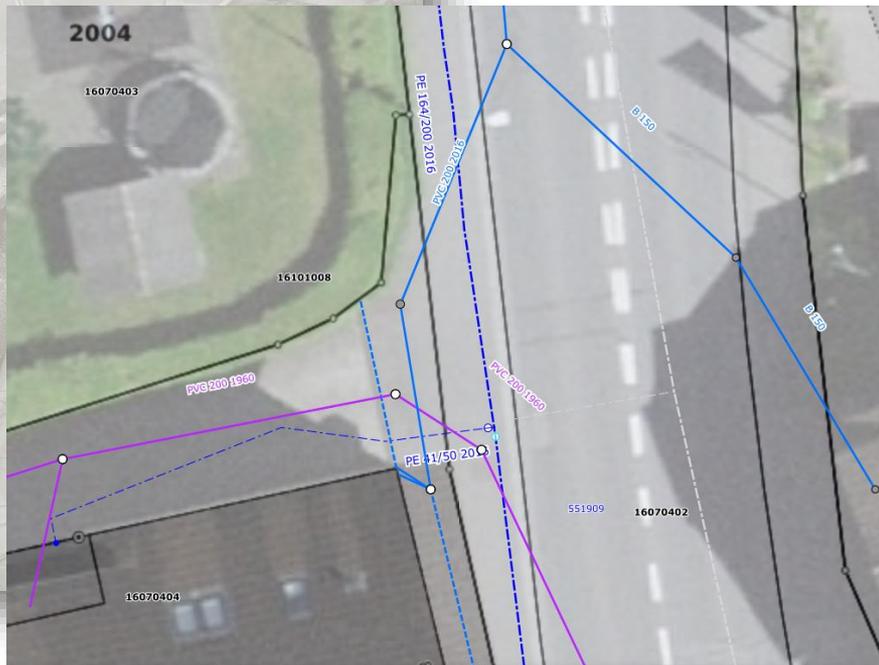


Einmasse – Verantwortlichkeiten





Einmasse – Verantwortlichkeiten





Fazit

Für eine sinnvolle Aufnahme, Bereitstellung und Nutzung von Daten muss sich der Auftraggeber über folgende Punkte im Klaren sein:

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

Fazit

Einmass und Attribuierung in 3 Dimensionen – 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!**



BIM bei Gebäuden der Wasserversorgung



Schlagwörter:

- «Digitaler Zwilling»
- Bauwerksdokumentation
- Unterhalts- und Erneuerungsplanung